

# 新交通システム土木構造物設計指針(案)

昭和 60 年 4 月

社団法人 日本交通計画協会

今日まで、新交通システムの構造物の設計にあつたては、まず最初に「中量軌道輸送システム及びモノレール構造物設計基準（運輸省）」と「道路橋示方書Ⅰ～Ⅳ（日本道路協会）」を基に導入地区の「新交通システム土木構造物設計指針（案）」を作成し、運輸省、建設省の合意を得て設計に着手する手順を踏んでおりこの設計指針（案）作成に多大の期日と労力を要していた。

一方、近年「中量軌道輸送システム及びモノレール構造物設計基準」の根拠基準である「国鉄建造物設計標準」が大幅に改訂され、また「道路橋示方書」も改訂されているためその見直しが必要とされるようになった。

また、主として街路上に導入する新交通システムについては、昭和58年3月その車両等について標準化とその基本仕様が設定され、運輸省、建設省の合意を得るに至った。

このような背景を踏まえて、新交通システムの導入の容易化と根拠基準との整合性を図ることを目的として（社）日本交通計画協会に「新交通システムインフラストラクチャーの構造に関する調査研究委員会」を設け、設計指針（案）の検討を進めてきたものである。

従来、各地で作成されてきた設計指針（案）に対する主要な相違点は、次のとおりである。

#### ① 共通編

- ・「新交通システムの標準化とその基本仕様」に基づき列車荷重を規定した。
- ・車両横荷重は、実測結果を参考にして規定した。
- ・避難通路、プラットホーム等の群衆荷重を $300\text{ kg/m}^2$ に低減した。
- ・風荷重の大きさ、載荷方法を新たに規定した。

#### ② 上部構造編

- ・コンクリートの品質規定を従来よりも厳しくした。
- ・コンクリートの許容圧縮応力度を約 $10\text{ kg/cm}^2$ 大きくした。
- ・荷重の組合わせを簡略化した。
- ・鉄筋の疲労許容応力度の規定を改訂した。

- ・設計一般，構造細目について規定した．
- ・鋼材の許容応力度を約 1 0 0 kg / cm<sup>2</sup> 大きくした
- ・鋼材の疲労許容応力度の規定を改訂した．

本設計指針（案）は，今後，施工実績を重ねるとともに，また根拠基準などの改訂に伴い将来更に見直し検討を加える必要があると考えられる。

最後に，本設計指針（案）の作成にあたり，終始熱心に審議にあたっていただいた委員，幹事の方々に厚く感謝の意を表すると同時に，本指針（案）が新交通システムの普及に大きく役立つことを強く期待したい。

昭和 6 0 年 4 月

（社）日本交通計画協会

# 目 次

## I 共通編

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1 章 総 則                              | 1  |
| 1 - 1 適用の範囲                          | 1  |
| 1 - 2 設計の基本                          | 2  |
| 1 - 3 設計図面に記載すべき事項                   | 2  |
| 1 - 4 構造規格                           | 3  |
| 2 章 荷 重                              | 5  |
| 2 - 1 荷重の種類                          | 5  |
| 2 - 1 - 1 荷重の種類                      | 5  |
| 2 - 1 - 2 死荷重 ( D )                  | 6  |
| 2 - 1 - 3 活荷重 ( L )                  | 11 |
| 2 - 1 - 4 衝撃 ( I )                   | 11 |
| 2 - 1 - 5 遠心荷重 ( CF )                | 13 |
| 2 - 1 - 6 車輛横荷重 ( LF )               | 13 |
| 2 - 1 - 7 制動荷重および始動荷重 ( BS )         | 14 |
| 2 - 1 - 8 風荷重 ( W )                  | 15 |
| 2 - 1 - 9 地震の影響 ( EQ )               | 18 |
| 2 - 1 - 10 温度変化の影響 ( T )             | 18 |
| 2 - 1 - 11 地盤変動および支点移動の影響 ( CD, SD ) | 19 |
| 2 - 1 - 12 施工時荷重 ( ER )              | 19 |
| 2 - 1 - 13 土圧 ( E )                  | 20 |
| 2 - 1 - 14 水圧 ( HP )                 | 20 |
| 2 - 1 - 15 浮力または揚圧力 ( U )            | 20 |



|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 2-1-16 | コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響 ( CR , CH ) |    |
| 2-1-17 | プレストレス力 ( PS )                    | 20 |
| 3 章    | たわみの許容量                           | 22 |
| 3-1    | たわみの許容量                           | 23 |
| 4 章    | 使用材料                              | 24 |
| 4-1    | 鋼材                                | 24 |
| 4-2    | コンクリート                            | 26 |
| 4-2-1  | コンクリートの品質                         | 26 |
| 4-2-2  | PCグラウトの品質                         | 28 |
| 4-2-3  | コンクリートの最低設計基準強度                   | 28 |
| 4-3    | 設計計算に用いる物理定数                      | 29 |

## II 上部構造編

### 1 章 総則

|           |    |
|-----------|----|
| 1-1 適用の範囲 | 31 |
| 1-2 荷重    | 31 |

### 2 章 鉄筋コンクリート橋

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 2-1 総則                                |    |
| 2-1-1 適用の範囲                           | 32 |
| 2-2 使用材料                              | 32 |
| 2-2-1 コンクリートの品質                       | 32 |
| 2-2-2 鉄筋の品質                           | 32 |
| 2-3 許容応力度                             | 33 |
| 2-3-1 荷重の組合せと許容応力度の割増係数               | 33 |
| 2-3-2 コンクリートの許容応力度                    | 34 |
| 2-3-3 鉄筋の許容応力度                        | 36 |
| 2-3-4 疲労許容応力度                         | 36 |
| 2-3-5 ひびわれを考慮する場合の鉄筋の許容引張応力度          | 38 |
| 2-4 設計計算に関する一般事項                      | 39 |
| 2-4-1 設計計算                            | 39 |
| 2-4-1-1 設計計算の原則                       | 39 |
| 2-4-1-2 断面力の算出                        | 40 |
| 2-4-1-3 コンクリートのクリープおよび<br>乾燥収縮による不静定力 | 40 |
| 2-4-2 不静定力または弾性変形の計算上の仮定              | 41 |
| 2-4-3 曲げモーメントおよび軸方向力が作用する部材           | 42 |
| 2-4-3-1 部材断面の応力度および破壊に対する安全度の検討       | 42 |

|         |                                     |    |
|---------|-------------------------------------|----|
| 2-4-3-2 | 有効断面                                | 42 |
| 2-4-3-3 | 部材断面の応力度の算出                         | 44 |
| 2-4-3-4 | 部材断面の破壊抵抗曲げモーメント                    | 45 |
| 2-4-4   | せん断力が作用する部材                         | 46 |
| 2-4-4-1 | せん断力に対する検討                          | 46 |
| 2-4-4-2 | 部材断面の応力度の算出                         | 47 |
| 2-4-4-3 | 斜引張鉄筋の算定                            | 48 |
| 2-4-4-4 | せん断力に対するけたの支点付近およびラーメンの<br>節点部付近の設計 | 49 |
| 2-4-5   | ねじりモーメントが作用する部材                     | 50 |
| 2-4-5-1 | 一般                                  | 50 |
| 2-4-5-2 | ねじりモーメントに対する検討                      | 50 |
| 2-4-5-3 | 有効断面                                | 51 |
| 2-4-5-4 | 部材断面の応力度の算出                         | 52 |
| 2-4-5-5 | ねじりモーメントに対する横方向鉄筋<br>および軸方向鉄筋       | 54 |
| 2-4-6   | 付着応力度の検討                            | 56 |
| 2-4-7   | 押拔せん断応力度の検討                         | 57 |
| 2-5     | 一般構造細目                              | 58 |
| 2-5-1   | 軸方向鉄筋                               | 58 |
| 2-5-1-1 | 最小および最大鉄筋量                          | 58 |
| 2-5-1-2 | 鉄筋のあき                               | 58 |
| 2-5-2   | 斜引張鉄筋                               | 60 |
| 2-5-2-1 | 最小鉄筋量                               | 60 |
| 2-5-2-2 | 斜引張鉄筋の配置                            | 60 |
| 2-5-2-3 | スターラップの配置                           | 61 |
| 2-5-3   | ねじりモーメントに対する鉄筋                      | 61 |
| 2-5-4   | 鉄筋の曲げ形状                             | 62 |
| 2-5-4-1 | 標準フック                               | 62 |

|         |                  |    |
|---------|------------------|----|
| 2-5-4-2 | 軸方向鉄筋            | 63 |
| 2-5-4-3 | スターラップおよび帯鉄筋     | 63 |
| 2-5-4-4 | その他の鉄筋           | 64 |
| 2-5-5   | かぶり              | 65 |
| 2-5-6   | 鉄筋の定着            | 66 |
| 2-5-7   | 鉄筋の継手            | 67 |
| 2-5-8   | 帯鉄筋の配置           | 68 |
| 2-5-9   | 用心鉄筋             | 68 |
| 2-6     | 耐震に関する一般構造細目     | 70 |
| 2-6-1   | 一般               | 70 |
| 2-6-2   | 引張部定着            | 70 |
| 2-6-3   | スターラップおよび帯鉄筋     | 70 |
| 2-6-4   | 重ね継手             | 72 |
| 2-7     | 床版               | 73 |
| 2-7-1   | 適用の範囲            | 73 |
| 2-7-2   | 設計一般             | 73 |
| 2-7-3   | 床版の支間            | 73 |
| 2-7-4   | 床版の設計曲げモーメント     | 74 |
| 2-7-5   | 構造細目             | 75 |
| 2-7-5-1 | 床版の最小厚           | 75 |
| 2-7-5-2 | ハンチ              | 75 |
| 2-7-5-3 | 鉄筋の種類および配筋       | 76 |
| 2-8     | 床版橋              | 77 |
| 2-8-1   | 適用の範囲            | 77 |
| 2-8-2   | 設計一般             | 77 |
| 2-8-3   | 床版橋の支間           | 78 |
| 2-8-4   | 断面力の算出           | 79 |
| 2-8-5   | 中空床版橋のせん断力に対する設計 | 79 |
| 2-8-6   | 支承反力             | 80 |

|          |                   |    |
|----------|-------------------|----|
| 2-8-7    | 構造細目              | 80 |
| 2-8-7-1  | 床版橋の最小寸法          | 80 |
| 2-8-7-2  | 鉄筋の配置             | 81 |
| 2-8-7-3  | 支点付近の補強           | 81 |
| 2-9      | Tげた橋              | 84 |
| 2-9-1    | 設計一般              | 84 |
| 2-9-2    | 構造細目              | 84 |
| 2-9-2-1  | 主げたの構造細目          | 84 |
| 2-9-2-2  | 横げたの構造細目          | 85 |
| 2-10     | 箱げた橋              | 86 |
| 2-10-1   | 設計一般              | 86 |
| 2-10-2   | 下フランジおよびウェブの応力度照査 | 86 |
| 2-10-3   | 構造細目              | 87 |
| 2-10-3-1 | 主げたの構造細目          | 87 |
| 2-10-3-2 | 横げたおよび隔壁の構造細目     | 88 |
| 2-11     | 連続げた              | 89 |
| 2-11-1   | 中間支点上の設計曲げモーメント   | 89 |
| 2-11-2   | 構造細目              | 90 |
| 2-12     | ラーメン橋             | 90 |
| 2-12-1   | 設計一般              | 90 |
| 2-12-2   | 土圧が作用するラーメン橋      | 91 |
| 2-12-3   | 構造細目              | 91 |

### 3章 プレストレストコンクリート橋

|       |           |    |
|-------|-----------|----|
| 3-1   | 総則        | 92 |
| 3-1-1 | 適用の範囲     | 92 |
| 3-2   | 使用材料      | 92 |
| 3-2-1 | コンクリートの品質 | 92 |

|         |                                  |     |
|---------|----------------------------------|-----|
| 3-2-2   | P C鋼材の品質                         | 92  |
| 3-2-3   | 鉄筋の品質                            | 92  |
| 3-3     | 許容応力度                            | 93  |
| 3-3-1   | 荷重の組合せと許容応力度の割増係数                | 93  |
| 3-3-2   | コンクリートの許容応力度                     | 94  |
| 3-3-3   | P C鋼材の許容引張応力度                    | 95  |
| 3-3-4   | 鉄筋の許容応力度                         | 97  |
| 3-3-5   | 疲労許容応力度                          | 97  |
| 3-3-6   | コンクリートの許容引張応力度の割増                | 97  |
| 3-4     | 設計計算に関する一般事項                     | 98  |
| 3-4-1   | 設計計算                             | 98  |
| 3-4-1-1 | 設計計算の原則                          | 98  |
| 3-4-1-2 | 断面力の算出                           | 98  |
| 3-4-1-3 | コンクリートのクリープおよび<br>乾燥収縮の影響による不静定力 | 99  |
| 3-4-1-4 | プレストレス力                          | 99  |
| 3-4-2   | コンクリートの設計基準値                     | 100 |
| 3-4-2-1 | 弾性係数                             | 100 |
| 3-4-2-2 | クリープおよび乾燥収縮                      | 100 |
| 3-4-3   | 鋼材の設計基準値                         | 100 |
| 3-4-3-1 | ヤング係数                            | 100 |
| 3-4-3-2 | P C鋼材の見かけのレラクセーション率              | 100 |
| 3-4-4   | 曲げモーメントおよび軸方向力が作用する部材            | 101 |
| 3-4-4-1 | 部材断面の応力度および<br>破壊に対する安全度の検討      | 101 |
| 3-4-4-2 | 有効断面                             | 102 |
| 3-4-4-3 | 部材断面の応力度の算出                      | 102 |
| 3-4-4-4 | 部材断面の破壊抵抗曲げモーメント                 | 103 |
| 3-4-4-5 | 引張鉄筋の算定                          | 104 |

|         |                                   |     |
|---------|-----------------------------------|-----|
| 3-4-5   | せん断力が作用する部材                       | 105 |
| 3-4-5-1 | せん断力の検討                           | 105 |
| 3-4-5-2 | 斜引張応力度の算出                         | 107 |
| 3-4-5-3 | 斜引張鋼材の算定                          | 107 |
| 3-4-5-4 | せん断に対する桁の支点付近およびラーメンの<br>節点部付近の設計 | 108 |
| 3-4-6   | ねじりモーメントが作用する部材                   | 109 |
| 3-4-6-1 | 一般                                | 109 |
| 3-4-6-2 | ねじりモーメントに対する検討                    | 109 |
| 3-4-6-3 | 有効断面                              | 109 |
| 3-4-6-4 | 部材断面の応力度の算出                       | 109 |
| 3-4-6-5 | ねじりモーメントに対する横方向鉄筋<br>および軸方向鉄筋     | 110 |
| 3-5     | 一般構造細目                            | 112 |
| 3-5-1   | 一般                                | 112 |
| 3-5-2   | P C 鋼材                            | 112 |
| 3-5-2-1 | 鋼材のあき                             | 112 |
| 3-5-2-2 | かぶり                               | 113 |
| 3-5-2-3 | P C 鋼材の配置                         | 113 |
| 3-5-2-4 | 定着具および接続具の配置                      | 114 |
| 3-5-2-5 | 定着具の保護                            | 114 |
| 3-5-2-6 | 定着具付近のコンクリートの補強                   | 114 |
| 3-5-3   | 用心鉄筋                              | 115 |
| 3-6     | 床版                                | 116 |
| 3-6-1   | 適用の範囲                             | 116 |
| 3-6-2   | 設計一般                              | 116 |
| 3-6-3   | 床版の支間                             | 116 |
| 3-6-4   | 床版の設計曲げモーメント                      | 116 |
| 3-6-5   | 鉄筋の許容応力度                          | 117 |

|         |                  |     |
|---------|------------------|-----|
| 3-6-6   | 構造細目             | 117 |
| 3-6-6-1 | 床版の最小厚           | 117 |
| 3-6-6-2 | ハンチ              | 118 |
| 3-6-6-3 | 鉄筋の種類および配筋       | 118 |
| 3-6-6-4 | P C 鋼材の配置        | 118 |
| 3-6-6-5 | 片持版端部および横げた上の床版  | 118 |
| 3-7     | 床版橋              | 119 |
| 3-7-1   | 適用の範囲            | 119 |
| 3-7-2   | 設計一般             | 119 |
| 3-7-3   | 床版橋の支間           | 119 |
| 3-7-4   | 中空床版橋のせん断力に対する設計 | 119 |
| 3-7-5   | 支承反力             | 119 |
| 3-7-6   | 構造細目             | 120 |
| 3-7-6-1 | 床版橋の最小寸法         | 120 |
| 3-7-6-2 | 鋼材の配置            | 120 |
| 3-7-6-3 | 支点付近の補強          | 122 |
| 3-8     | T げた橋            | 124 |
| 3-8-1   | 設計一般             | 124 |
| 3-8-2   | 構造細目             | 124 |
| 3-8-2-1 | 主げたの構造細目         | 124 |
| 3-8-2-2 | 横げたの構造細目         | 125 |
| 3-9     | 箱げた橋             | 125 |
| 3-9-1   | 設計一般             | 125 |
| 3-9-2   | 下フランジおよびウェブの応力度  | 125 |
| 3-9-3   | 構造細目             | 125 |
| 3-9-3-1 | 主げたの構造細目         | 125 |
| 3-9-3-2 | 横げたおよび隔壁の構造細目    | 125 |
| 3-10    | 連続げた             | 126 |
| 3-10-1  | 中間支点上の設計曲げモーメント  | 126 |



|         |                   |     |
|---------|-------------------|-----|
| 3-10-2  | 構造細目              | 126 |
| 3-11    | ラーメン橋             | 126 |
| 3-11-1  | 設計一般              | 126 |
| 3-11-2  | 土圧が作用するラーメン橋      | 126 |
| 3-11-3  | 構造細目              | 126 |
|         |                   |     |
| 4       | 鋼橋                |     |
| 4-1     | 総則                | 127 |
| 4-1-1   | 適用の範囲             | 127 |
| 4-2     | 鋼材                | 128 |
| 4-3     | 許容応力度             | 129 |
| 4-3-1   | 荷重の組合せと許容応力度の割増係数 | 129 |
| 4-3-2   | 構造用鋼材の許容応力度       | 131 |
| 4-3-2-1 | 基本許容応力度           | 131 |
| 4-3-2-2 | 許容圧縮応力度           | 133 |
| 4-3-2-3 | 疲労許容応力範囲          | 136 |
| 4-3-3   | ボルトおよびピンの許容応力度    | 143 |
| 4-3-3-1 | ボルトの許容応力度         | 143 |
| 4-3-3-2 | アンカーボルト、ピンの許容応力度  | 144 |
| 4-3-4   | 鋼管の許容応力度          | 144 |
| 4-4     | 設計一般              | 146 |
| 4-4-1   | 2次応力              | 146 |
| 4-4-2   | 部材の細長比            | 146 |
| 4-4-3   | 鋼材の最小板厚           | 147 |
| 4-4-4   | 圧縮応力を受ける板および補剛板   | 148 |
| 4-4-4-1 | 圧縮応力を受ける両縁支持板     | 148 |
| 4-4-4-2 | 圧縮応力を受ける自由突出板     | 150 |
| 4-4-4-3 | 圧縮応力を受ける補剛板       | 151 |

|          |                         |     |
|----------|-------------------------|-----|
| 4-4-4-4  | 圧縮応力を受ける鋼管              | 153 |
| 4-4-4-5  | 補剛材                     | 154 |
| 4-4-5    | 軸方向力および曲げモーメントを受ける部材    | 156 |
| 4-4-6    | 孔あき板                    | 158 |
| 4-4-7    | 山形およびT形断面を有する圧縮部材       | 159 |
| 4-4-8    | 最小山形鋼                   | 160 |
| 4-4-9    | そり                      | 160 |
| 4-4-10   | 有効断面積                   | 160 |
| 4-4-10-1 | 引張部材の有効断面積              | 160 |
| 4-4-10-2 | 圧縮部材の有効断面積              | 160 |
| 4-4-10-3 | ボルト孔                    | 161 |
| 4-4-10-4 | 純断面積の計算                 | 161 |
| 4-4-10-5 | 引張山形鋼の有効断面積             | 162 |
| 4-4-11   | 部材断面の構成                 | 162 |
| 4-4-12   | 桁の転倒に対する検算              | 163 |
| 4-5      | 連結                      | 164 |
| 4-5-1    | 部材の連結                   | 164 |
| 4-5-1-1  | 一般                      | 164 |
| 4-5-1-2  | 溶接，高力ボルトの併用             | 164 |
| 4-5-2    | 溶接継手                    | 165 |
| 4-5-2-1  | 溶接の種類と適用                | 165 |
| 4-5-2-2  | 溶接部の有効厚                 | 165 |
| 4-5-2-3  | 溶接部の有効長                 | 166 |
| 4-5-2-4  | すみ肉溶接の脚およびサイズ           | 166 |
| 4-5-2-5  | すみ肉溶接の最小有効長             | 167 |
| 4-5-2-6  | 軸方向力またはせん断力を受ける溶接継手の応力度 | 167 |
| 4-5-2-7  | 曲げモーメントを受ける溶接継手の応力度     | 168 |
| 4-5-2-8  | 溶接継手の合成応力度の照査           | 168 |
| 4-5-2-9  | 突合せ継手                   | 169 |

|          |               |     |
|----------|---------------|-----|
| 4-5-2-10 | 重ね合せ継手        | 169 |
| 4-5-2-11 | T継手           | 170 |
| 4-5-3    | ボルト継手         | 170 |
| 4-5-3-1  | 一般            | 170 |
| 4-5-3-2  | ボルト, ナットおよび座金 | 171 |
| 4-5-3-3  | ボルトの長さ        | 171 |
| 4-5-3-4  | ボルトの許容力       | 172 |
| 4-5-3-5  | ボルトの設計        | 172 |
| 4-5-3-6  | 連結板の設計        | 176 |
| 4-5-3-7  | ボルトの最小中心間隔    | 177 |
| 4-5-3-8  | ボルトの最大中心間隔    | 177 |
| 4-5-3-9  | 縁端距離          | 178 |
| 4-5-3-10 | ボルトの最小本数      | 179 |
| 4-5-3-11 | 勾配座金および曲面座金   | 179 |
| 4-5-4    | ピンによる連結       | 179 |
| 4-6      | 床版            | 181 |
| 4-6-1    | 鉄筋コンクリート床版    | 181 |
| 4-6-1-1  | 適用の範囲         | 181 |
| 4-6-1-2  | 一般            | 181 |
| 4-6-1-3  | 床版の支間         | 182 |
| 4-6-1-4  | 床版の設計曲げモーメント  | 183 |
| 4-6-1-5  | 床版の応力度の照査     | 184 |
| 4-6-1-6  | コンクリートの設計基準強度 | 184 |
| 4-6-1-7  | コンクリートの許容応力度  | 184 |
| 4-6-1-8  | 鉄筋の許容応力度      | 184 |
| 4-6-1-9  | 床版の最小厚        | 185 |
| 4-6-1-10 | 床版のハンチ        | 185 |
| 4-6-1-11 | 鉄筋の種類および配筋    | 185 |
| 4-6-2    | 鋼床版           | 186 |

|         |                        |     |
|---------|------------------------|-----|
| 4-6-2-1 | 一般                     | 186 |
| 4-6-2-2 | 縦リブの設計                 | 187 |
| 4-6-2-3 | 横リブの設計                 | 188 |
| 4-6-2-4 | 衝撃係数                   | 189 |
| 4-6-2-5 | 鋼床版の最小板厚               | 189 |
| 4-6-2-6 | 構造細目                   | 189 |
| 4-7     | 床組                     | 190 |
| 4-7-1   | 縦桁                     | 190 |
| 4-7-2   | 縦桁断面力の算出               | 190 |
| 4-7-3   | 横桁                     | 191 |
| 4-7-4   | 床組の連結                  | 192 |
| 4-8     | プレートガータ                | 193 |
| 4-8-1   | 適用の範囲                  | 193 |
| 4-8-2   | 設計一般                   | 193 |
| 4-8-2-1 | 曲げモーメントによる垂直応力度        | 193 |
| 4-8-2-2 | 腹版の曲げに伴うせん断応力度         | 194 |
| 4-8-2-3 | ねじりモーメントを考慮する範囲        | 194 |
| 4-8-2-4 | 曲げモーメントとせん断力との合成応力度の照査 | 195 |
| 4-8-2-5 | 二軸応力状態の照査              | 196 |
| 4-8-3   | フランジ                   | 197 |
| 4-8-3-1 | 引張フランジ自由突出部の板厚         | 197 |
| 4-8-3-2 | 箱げたの引張フランジ             | 198 |
| 4-8-3-3 | 鋼板を重ね合せたフランジ           | 198 |
| 4-8-3-4 | フランジの有効幅               | 200 |
| 4-8-3-5 | スラブ止め                  | 201 |
| 4-8-4   | 腹板厚                    | 202 |
| 4-8-5   | 垂直補剛材                  | 204 |
| 4-8-5-1 | 垂直補剛材の間隔               | 204 |
| 4-8-5-2 | 垂直補剛材の鋼種および板厚          | 207 |

|         |                  |     |
|---------|------------------|-----|
| 4-8-5-3 | 垂直補剛材の取付け方       | 208 |
| 4-8-6   | 水平補剛材            | 208 |
| 4-8-6-1 | 水平補剛材の位置         | 208 |
| 4-8-6-2 | 水平補剛材の剛度，鋼種および板厚 | 209 |
| 4-8-7   | 荷重集中点の構造         | 210 |
| 4-8-7-1 | 荷重集中点の補剛材        | 210 |
| 4-8-7-2 | 設計細目             | 211 |
| 4-8-8   | 対傾構および横構         | 211 |
| 4-8-8-1 | 対傾構              | 211 |
| 4-8-8-2 | 横構               | 212 |
| 4-9     | トラス              | 214 |
| 4-9-1   | 適用の範囲            | 214 |
| 4-9-2   | 部材               | 214 |
| 4-9-2-1 | 一般               | 214 |
| 4-9-2-2 | 断面構成             | 214 |
| 4-9-2-3 | トラス圧縮部材の有効座屈長    | 215 |
| 4-9-3   | 格点               | 217 |
| 4-9-3-1 | 一般               | 217 |
| 4-9-3-2 | ガセット             | 217 |
| 4-9-4   | ダイヤフラム           | 218 |
| 4-9-5   | 横構，対傾構および橋門構     | 218 |
| 4-9-5-1 | 一般               | 218 |
| 4-9-5-2 | 横構               | 219 |
| 4-9-5-3 | 対傾構              | 220 |
| 4-9-5-4 | 橋門構              | 220 |
| 4-9-6   | 直接床版を支持する弦材      | 220 |
| 4-9-7   | そり               | 221 |
| 4-9-8   | 全体座屈に対する照査       | 221 |
| 4-10    | ラーメン             | 222 |

|          |                               |     |
|----------|-------------------------------|-----|
| 4-10-1   | 適用の範囲                         | 222 |
| 4-10-2   | ラーメン橋脚の設計に用いる活荷重および衝撃         | 222 |
| 4-10-3   | 風荷重                           | 222 |
| 4-10-4   | 基礎構造の影響                       | 223 |
| 4-10-5   | ラーメンの全体座屈                     | 223 |
| 4-10-5-1 | ラーメンの有効座屈長                    | 223 |
| 4-10-5-2 | 軸方向圧縮力と曲げモーメントが<br>作用するラーメン部材 | 224 |
| 4-10-6   | 許容応力度の割増                      | 224 |
| 4-10-7   | 合成応力度の照査                      | 224 |
| 4-10-8   | ラーメン橋のたわみ                     | 225 |
| 4-10-9   | ラーメン橋脚のたわみ                    | 225 |
| 4-10-10  | 方づえラーメン橋の水平変位の影響              | 226 |
| 4-10-11  | 隅角部                           | 227 |
| 4-10-12  | ダイヤフラムなどによる補剛                 | 227 |
| 4-10-13  | 支承およびアンカー部                    | 227 |
| 4-10-14  | 防食                            | 227 |

## 5章 合成桁

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 5-1   | 一般                 | 228 |
| 5-1-1 | 適用の範囲              | 228 |
| 5-2   | 設計に関する一般的事項        | 228 |
| 5-2-1 | 版のコンクリートの設計基準強度    | 228 |
| 5-2-2 | 鋼材と版のコンクリートとのヤング係数 | 228 |
| 5-2-3 | 版の有効幅              | 229 |
| 5-2-4 | 版のコンクリートのクリープ      | 229 |
| 5-2-5 | 版のコンクリートと鋼桁の温度差    | 230 |
| 5-2-6 | 版のコンクリートの乾燥収縮      | 230 |

|            |                                                |     |
|------------|------------------------------------------------|-----|
| 5 - 3      | 許容応力度                                          | 231 |
| 5 - 4      | 版                                              | 232 |
| 5 - 4 - 1  | 一般                                             | 232 |
| 5 - 4 - 2  | せん断力が集中する部分の構造                                 | 232 |
| 5 - 4 - 3  | 構造目地                                           | 233 |
| 5 - 5      | ずれ止め                                           | 233 |
| 5 - 5 - 1  | 一般                                             | 233 |
| 5 - 5 - 2  | ずれ止めの設計                                        | 233 |
| 5 - 5 - 3  | 版のコンクリートの乾燥収縮および版のコンクリートと鋼桁<br>との温度差により生じるせん断力 | 234 |
| 5 - 5 - 4  | ずれ止めの最大間隔                                      | 234 |
| 5 - 5 - 5  | ずれ止めの最小間隔                                      | 235 |
| 5 - 5 - 6  | ずれ止めと鋼桁との結合                                    | 235 |
| 5 - 5 - 7  | 許容せん断力                                         | 235 |
| 5 - 5 - 8  | スタッド                                           | 236 |
| 5 - 5 - 9  | 鋼桁のフランジ厚                                       | 236 |
| 5 - 5 - 10 | そり                                             | 236 |
| 6 章 支承     |                                                |     |
| 6 - 1      | 一般                                             | 237 |
| 6 - 2      | 支承の品質                                          | 237 |
| 6 - 3      | 荷重の組合せと許容応力度の割増係数                              | 238 |
| 6 - 4      | 許容応力度                                          | 238 |
| 6 - 4 - 1  | 鋼支承の許容応力度                                      | 238 |
| 6 - 4 - 2  | 铸铁支承の許容応力度                                     | 240 |
| 6 - 4 - 3  | 銅合金支承の許容応力度                                    | 240 |
| 6 - 4 - 4  | ゴム支承の許容応力度                                     | 241 |
| 6 - 4 - 5  | 支承部コンクリートの許容応力度                                | 241 |

|        |                 |     |
|--------|-----------------|-----|
| 6 - 5  | 支承に作用する負の反力     | 242 |
| 6 - 6  | 可動支承の移動量        | 243 |
| 6 - 7  | 可動支承の摩擦係数       | 244 |
| 6 - 8  | アンカーボルト         | 244 |
| 6 - 9  | 支承各部の厚さ         | 244 |
| 6 - 10 | 可動支承部における移動制限装置 | 245 |

## 7章 案内・側壁軌条

|           |                            |     |
|-----------|----------------------------|-----|
| 7 - 1     | 適用の範囲                      | 246 |
| 7 - 2     | 荷重                         | 246 |
| 7 - 2 - 1 | 荷重の種類                      | 246 |
| 7 - 2 - 2 | 側壁・案内軌条に作用する横荷重 ( $L F'$ ) | 247 |
| 7 - 3     | 許容応力度                      | 247 |
| 7 - 3 - 1 | コンクリートおよび鉄筋の許容応力度          | 247 |
| 7 - 3 - 2 | 鋼材の許容応力度                   | 248 |
| 7 - 3 - 3 | 荷重の組合せと許容応力度の割増係数          | 248 |

## 8章 附属設備

|       |         |     |
|-------|---------|-----|
| 8 - 1 | 伸縮装置    | 249 |
| 8 - 2 | 走行路     | 249 |
| 8 - 3 | 橋面処理    | 249 |
| 8 - 4 | 排水等     | 249 |
| 8 - 5 | 添架物     | 250 |
| 8 - 6 | 点検用通路   | 250 |
| 8 - 7 | 緊急避難用通路 | 251 |



# I 共 通 編

## 1 章 総 則

### 1 - 1 適用の範囲

- (1) この設計指針（案）は、新交通システムの土木構造物の設計に適用する。
- (2) この設計指針（案）は、次の各編で構成する。
  - 1) 共通編
  - 2) 上部構造編
- (3) この設計指針（案）に規定していない事項については、次の示方書等によるものとする。

新交通システムの標準化とその基本仕様（日本交通計画協会）

#### 〔解 説〕

本指針（案）で対象とする新交通システムとは、ゴムタイヤを使用し、電力を動力とし、かつ、車両誘導装置を利用して走行する車両をいい、その基本仕様については「新交通システムの標準化とその基本仕様」によるものを原則とする。

新交通システムの土木構造物とは、車両の運行の用に供することを目的として設けられる上部構造、下部構造をいい、本設計指針（案）では主として上部構造に関するものについて規定し、下部構造及び耐震設計については、上位示方書等によるものとする。

また、停留場上屋等については、建築基準法によるものとし、停留場連絡通路については、立体横断施設技術基準（日本道路協会）によるものとする。

## 1 - 2 設計の基本

構造物の設計にあたっては、構造物の安全性、使用目的との適合性、施工および維持管理の容易さ、経済性、景観、環境との調和を考慮しなければならない。設計計算にあたっては、構造物の強度・変形・安定などを検討し、所定の安全度を確保するものとする。

### 〔解 説〕

新交通システムが定位置走行であるという特性を配慮し、主桁は走行路下に配置する等、合理的な構造を検討するものとする。

## 1 - 3 設計図に記載すべき事項

設計図は橋の補修・補強・その他の維持管理にとっても必要なものであることから、今後の利用の便を考慮し、必要な事項を記載するものとする。

### 〔解 説〕

最小限必要な記載すべき事項は次の通りである。

- |                |            |
|----------------|------------|
| (1) 路線名および架橋位置 | (5) 主な設計条件 |
| (2) 橋名         | (6) 尺度     |
| (3) 責任技術者      | (7) 寸法単位   |
| (4) 設計年月日      |            |

構造物の幅員構成，建築限界，線形等の線路設計基準は，別途定められているものによることとする。

〔解 説〕

車両限界および建築限界は，「新交通システムの標準化とその基本仕様（昭和58年3月・（社）日本交通計画協会）により次のように定められている。

- ① 車両限界：車両限界および走行装置限界は，図－解1.1.1に示す寸法とする。

ただし，集電装置，案内装置，分岐装置等はこの寸法を越えることができる。また，走行輪等の走行装置は操舵した場合でも走行限界を越えてはならない。

- ② 建築限界：建築限界は，図－解1.1.2に示す寸法とする。建築限界の寸法は車輛の運動等に伴う上下，左右方向の変位量および余裕量を車両限界寸法に加えて定めたものであり，建築限界内には建物その他の諸施設を設けてはならない。ただし電車線，案内壁，分岐用案内板等およびこれらの取付部品についてはこの限りではない。これらの取付空間を確保するため，建築限界の外側に200mm程度の巾を持った構築限界を設ける必要がある。

ここで示す建築限界は，原則として直線部において適用されるものであり，曲線部においては，曲線通過による車輛の偏倚量を考慮し，適切な拡大をおこなうとともに，片勾配（カント）に応じ傾斜させるものとする。

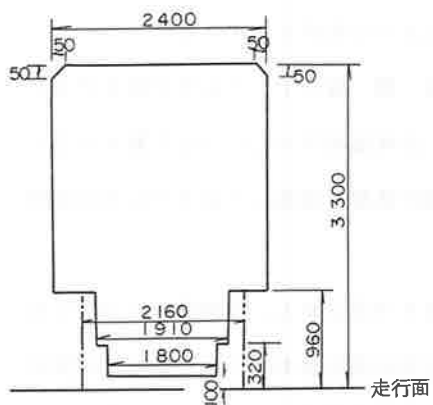


図 - 解1.1.1 車両限界

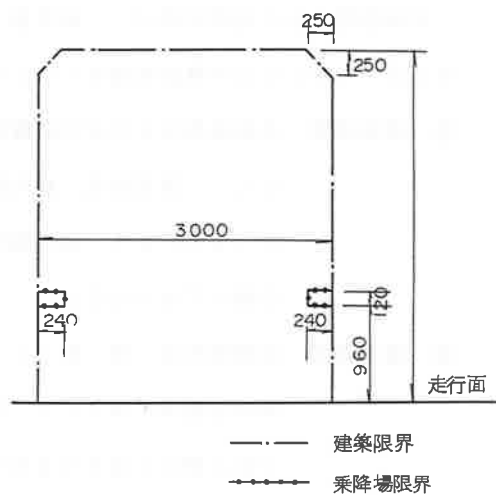


図 - 解1.1.2 建築限界

## 2 章 荷 重

### 2 - 1 荷重の種類

#### 2 - 1 - 1 荷重の種類

設計にあたっては、次の荷重を考慮するものとする。

- 1 死荷重 ( D )
- 2 活荷重 ( L ) (1) 列車荷重 (  $L_1, L_2$  )  
(2) 群集荷重 (  $L_3$  )
- 3 衝撃 ( I )
- 4 遠心荷重 ( C F )
- 5 車両横荷重 ( L F )
- 6 制動荷重及び始動荷重 ( B S )
- 7 風荷重 ( W )
- 8 地震の影響 ( E Q )
- 9 温度変化の影響 ( T )
- 10 支点移動の影響 ( S D )
- 11 地盤変動の影響 ( G D )
- 12 施工時荷重 ( E R )
- 13 土圧 ( E )
- 14 水圧 ( H P )
- 15 浮力または揚圧力 ( U )
- 16 コンクリートのクリープの影響 ( C R )
- 17 コンクリートの乾燥収縮の影響 ( C H )
- 18 プレストレス力 ( P S )
- 19 その他の荷重

〔解 説〕

構造物を設計するとき考慮すべき荷重の種類を列挙したものであって、立地条件や構造などによって適宜選定し、必ずしも全部採用する必要はない。

その他の荷重とは標記荷重以外に設計箇所において予期される荷重（例：雪、車止めの影響、衝突荷重等）がある場合に考慮される荷重をいう。

なお、「支承の摩擦による影響」、「高欄に作用する荷重」はそれぞれⅡ編上部構造編の「支承」、「付属設備（点検通路）」の章で規定する。

2-1-2 死荷重（D）

- (1) 死荷重には構造物の自重の他、添架物（案内軌条，走行路，点検用通路，ケーブル，電車線，電柱，機器室及び上屋，待避所等）の重量を考慮するものとする。
- (2) 死荷重の算出には表-1.2.1に示す単位重量を用いてもよいものとする。  
ただし、実重量の明らかなものはその値を用いるものとする。

表-1.2.1 材料の単位重量

| 材 料          | 単位重量<br>(kg / m <sup>3</sup> ) | 材 料      | 単位重量<br>(kg / m <sup>3</sup> ) |
|--------------|--------------------------------|----------|--------------------------------|
| 鋼・铸鋼・鍛鋼      | 7,850                          | セメントモルタル | 2,150                          |
| 铸铁           | 7,250                          | 木材       | 800                            |
| アルミニウム       | 2,800                          | 瀝青材（防水用） | 1,100                          |
| 銅            | 8,950                          | アスファルト   | 2,300                          |
| 鉄筋コンクリート     | 2,500                          | コンクリート舗装 |                                |
| プレストレスコンクリート | 2,500                          |          |                                |
| コンクリート       | 2,350                          |          |                                |

### 2 - 1 - 3 活荷重 (L)

活荷重は列車荷重および群集荷重とする。

(1) 列車荷重はつぎのとおりとする。

- 1) 列車荷重は1編成からなる連行荷重とし、これを分断せず部材に最も不利な応力となるように、載荷するものとする。
- 2) 列車荷重の1編成の車両数は、当該新交通システムの運行計画により定めるものとする。
- 3) 列車荷重は満車荷重 ( $L_1$ ) と空車荷重 ( $L_2$ ) の2種類とし、その諸元は表-1.2.2によるものとする。ただし当該新交通システムに用いる車両の空車荷重の値が表-1.2.2に示す値と異なる場合は、その空車荷重を用いてよい。

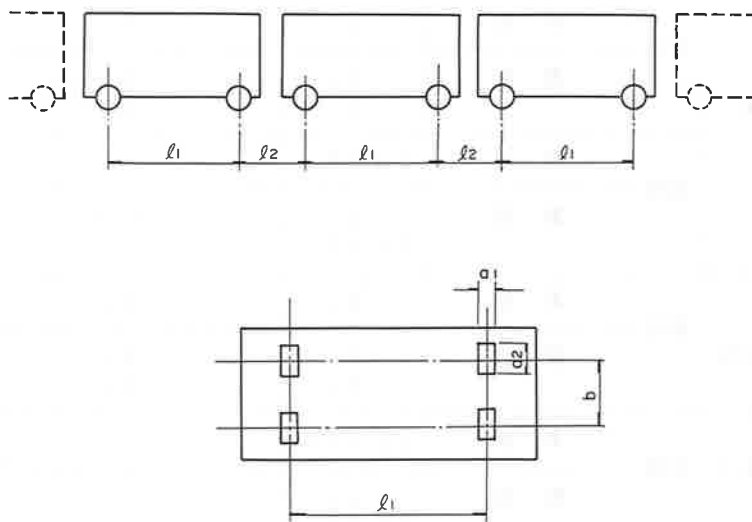


図 - 1.2.1 列車荷重の軸配置



表 - 1.2.2 列車荷重

| 種 類  | 記 号   | 総荷重* <sup>1</sup><br>( t ) | 輪荷重<br>( t ) | 軸 重<br>( t ) | 軸間距離 ( cm ) |       |
|------|-------|----------------------------|--------------|--------------|-------------|-------|
|      |       |                            |              |              | $l_1$       | $l_2$ |
| 満車荷重 | $L_1$ | 18                         | 4.5          | 9.0          | 500         | 300   |
| 空車荷重 | $L_2$ | 11                         | 2.75         | 5.5          |             |       |

| 種 類  | 車 輪 ( cm ) |           | 輪 距 ( cm )<br>b           |
|------|------------|-----------|---------------------------|
|      | 接地幅 $a_1$  | 接地長 $a_2$ |                           |
| 満車荷重 | 35         | 20        | 当該新交通システムに用<br>いる車両の輪距による |
| 空車荷重 |            |           |                           |

\*<sup>1</sup> 1 車両当たりの荷重を示す

4) 列車荷重の適用区分と載荷方法は表 - 1.2.3 によるものとする。

表 - 1.2.3 適用区分と載荷方法

| 区 分                  | 状態 | 単線・複線区分 | 荷 重                  | 疲労の影響を考慮する場合   |
|----------------------|----|---------|----------------------|----------------|
| 本 線                  | 常時 | 単 線     | $L_1$                | $L_1$          |
|                      |    | 複 線     | $L_1$<br>$L_1$       | $L_1$<br>$L_1$ |
|                      | 救援 | 単 線     | $L_2 + L_2$          | ——             |
|                      |    | 複 線     | $L_1$<br>$L_2 + L_2$ | ——             |
| 本線以外<br>( 引き<br>込線 ) | 常時 | 単 線     | $L_2$                | $L_2$          |
|                      |    | 複 線     | $L_2$<br>$L_2$       | $L_2$<br>$L_2$ |
|                      | 救援 | 単 線     | $L_2 + L_2$          | ——             |
|                      |    | 複 線     | $L_2$<br>$L_2 + L_2$ | ——             |

注) 複線の場合 2 段書きは 2 車線載荷を表す。

5) 列車荷重は、車輪中心軸が走行路中心に載るものとし、横移動は考慮しなくともよいものとする。

ただし、床版、走行路の設計にあたっては、横移動を考慮するものとし、

横移動量は、上部構造編 2 - 7 および 8 - 2 に規定する。

(2) 群集荷重はつぎのとおりとする。

1) 群集荷重は等分布荷重とし、部材に最も不利な応力となるように載荷するものとする。

2) 避難通路および点検通路には  $300\text{kg}/\text{m}^2$  を載荷するものとする。ただし、この群集荷重は避難通路および点検通路を設計する場合に用いるものとし、主桁や下部構造の設計には考慮しなくてよい。

3) 停留場のプラットフォームには次の群集荷重を載荷するものとする。

i) プラットホームの床、床組を設計する場合は  $300\text{kg}/\text{m}^2$  とする。

ii) 主桁および下部構造を設計する場合は  $200\text{kg}/\text{m}^2$  とする。

ただし地震の影響と組み合わせる場合は  $100\text{kg}/\text{m}^2$  とする。

4) 停留所の階段、コンコース、連絡通路には、次の群集荷重を載荷するものとする。ただし、立体横断施設技術基準によらなければならない場合はこれによるものとする。

i) 床組を設計する場合には、 $500\text{kg}/\text{m}^2$  とする。

ii) 主桁および下部構造を設計する場合には  $350\text{kg}/\text{m}^2$  とする。ただし、地震の影響と組み合わせる場合には、 $150\text{kg}/\text{m}^2$  とする。

#### 〔解説〕

「新交通システムの標準化とその基本仕様」の設計荷重の項では「設計荷重は連行荷重とする。」とし、同解説では、「連行荷重は軌道の支点間距離全長にわたり、部材に最も不利な応力を生ずるように載荷することとする。なお、支点間距離が特別に長い場合等には、別途の検討が必要となる。」としている。

本指針（案）では、列車編成車両数、支点間距離、桁構造（連続桁等）に柔軟に対応するため「列車荷重は 1 編成からなる連行荷重」とした。

軸配置は「同上基本仕様」によることとした。

軸重は満車重量と空車重量を規定することとし、満車重量は「同上基本仕様」によることとした。また空車重量は既存事例から  $5.5\text{t}$  としたが導入車両がこれより軽い場合はその値を用いてもよい。

主桁上フランジを直接走行路として使用する場合は、片持の無限版として検討し、主桁作用との重ね合せは、検討しなくてよいものとする。

車輪の接地幅および接地長は、既存新交通システムの実績値を基に定めたが、これと異なる場合は、導入車両の諸元によるものとする。

車両の輪距及び重心位置は導入車両の諸元によることとするが、参考のため既存例を示すと表－解 1.2.1 の通りである。

表－解 1.2.1 輪距および重心位置

|     | 輪 距 ( B ) (m) | 重心位置 ( $\ell g$ ) (m) |
|-----|---------------|-----------------------|
| 神 戸 | 1.74          | 1.30                  |
| 大 阪 | 1.60          | 1.50                  |
| 桃花台 | 1.80          | 1.40                  |
| 伊 奈 | 1.65          | 1.50                  |
| 横 浜 | 1.70          | 1.50                  |

群集荷重は「乗り換えこ線橋設計指針（国鉄 昭和 58 年 10 月）」に準じた。

なお、既存指針（案）では、群集荷重は表－解 1.2.2 に示すとおりである。

表－解 1.2.2 群集荷重 (単位: kg / m<sup>2</sup>)

| 区 分      |       | 神 戸<br>P I 線 | 大 阪<br>P T 線 | 横浜シ<br>サイドライン | 大 阪<br>モノレール | 千 葉<br>モノレール | 本指針<br>( 案 ) |
|----------|-------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| プラットフォーム | 床, 床組 | 500          | 500          | 500           | 500          | 500          | 300          |
|          | 主桁    | 500          | 500          | 500           | 500          | 500          | 200          |
|          | 下部工   | 常時           | 350          | 500           | 350          | 350          | 200          |
|          |       | 地震時          | 350          | 350           | 350          | 350          | 100          |

| 区 分                            |      |     | 神 戸<br>P I 線 | 大 阪<br>P T 線 | 横浜シ-<br>サイドライン | 大 阪<br>モノレール | 千 葉<br>モノレール | 本指針<br>( 案 ) |
|--------------------------------|------|-----|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| プラットフォーム<br>以外<br>(コンコース<br>等) | 床，床組 |     | 500          | 500          | 500            | 500          | 500          | 500          |
|                                | 主桁   |     | 350          | 350          | 350            | 350          | 350          | 350          |
|                                | 下部工  | 常時  | 350          | 350          | 350            | 350          | 350          | 350          |
|                                |      | 地震時 | 350          | 350          | 350            | 350          | 350          | 150          |

#### 2 - 1 - 4 衝 撃 ( I )

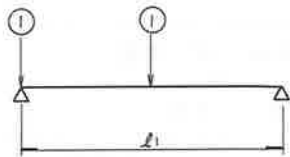
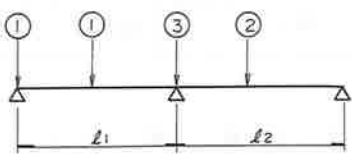
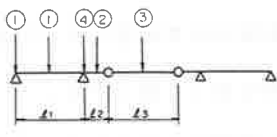
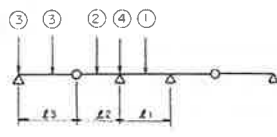
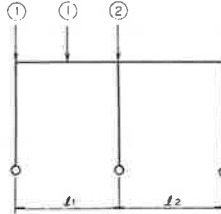
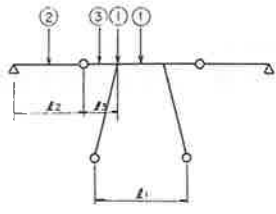
- (1) 衝撃は列車荷重に対して考慮するものとし，その大きさは，列車荷重に衝撃係数を乗じた値とする。
- (2) 上部構造の設計に用いられる衝撃係数は表 - 1.2.4 に示した式で算出した値とする。

表 - 1.2.4 衝撃係数

| 設計の対象とする部材 |                    | 橋の種類 | 衝撃係数                       |
|------------|--------------------|------|----------------------------|
| 床版・床組      |                    | —    | $i = \frac{20}{50 + \ell}$ |
| 主 桁<br>支 承 | 鋼桁，合成桁             |      | $i = \frac{20}{50 + \ell}$ |
|            | 鉄筋コンクリート桁          |      | $i = \frac{7}{20 + \ell}$  |
|            | プレストレスト<br>コンクリート桁 |      | $i = \frac{10}{25 + \ell}$ |

$\ell$  : 表 - 1.2.5 に示すとおりとする。

表 - 1.2.5 衝撃係数を求めるときの支間  $l$

| 形 式   | 荷重と $l$ のとり方                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単純桁   | 荷重①に対して $l_1$                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                         |
| 連続桁   | 荷重①に対して $l_1$<br>荷重②に対して $l_2$<br>荷重③に対して $(l_1 + l_2) / 2$                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                         |
| ケルバー桁 | 荷重①に対して $l_1$<br>荷重②に対して $l_2 + l_3$<br>荷重③に対して<br><div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px; margin-left: 10px;">           吊げたに対しては <math>l_3</math><br/>           片持部及び定着げたに対して<br/> <math>l_2 + l_3</math> </div><br>荷重④に対して<br>$(l_1 + l_2 + l_3) / 2$ | <br> |
| ラーメン  | 荷重①に対して $l_1$<br>荷重②に対して $(l_1 + l_2) / 2$                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                       |
|       | 荷重①に対して $l_1$<br>荷重②に対して<br><div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px; margin-left: 10px;">           吊げたに対して <math>l_2</math><br/>           片持部及びラーメンに対して<br/> <math>l_2 + l_3</math> </div><br>荷重③に対して $l_3$<br>ラーメンに対して $l_2 + l_3$                      |                                                                                       |

(3) 下部構造の設計には、衝撃を考慮しないのを原則とする。ただし、下部構造の躯体が鋼製柱、コンクリート柱あるいは、これに類する構造の場合においては、躯体の設計に衝撃を考慮するものとする。この場合の衝撃係数は、表-1.2.4において上部構造の種類に応じて算出される主桁、支承に対する値を用いるものとする。

## 2 - 1 - 5 遠心荷重 ( C F )

曲線区間においては遠心荷重を考慮しなければならない。遠心荷重は車両重心の位置において水平かつ列車の進行方向に直角に作用するものとする。

$$F = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot W \quad (1.2.1)$$

ここに、 $F$ : 遠心荷重 (t)                       $R$ : 曲線半径 (m)  
 $V$ : 列車の走行速度 (km/h)             $W$ : 列車荷重 (t)

列車荷重は2.1.3項 (1) 3)で規定する $L_1$ ,  $L_2$  荷重とする。

$$F = \frac{V^2}{127 \cdot R} \cdot W \quad (1.2.1)$$

ここに、  $F$  : 遠心荷重 ( t )  $R$  : 曲線半径 ( m )

V : 列車の走行速度 ( km / h r )      W : 列車荷重 ( t )

列車荷重は2.1.3項 (1) 3)で規定する $L_1$ 、 $L_2$ 荷重とする。

〔解 說〕

列車の走行速度は、当該新交通システムの設計速度を用いるものとする。

## 2-1-6 車両横荷重 (LF)

車両横荷重は、強制案内型の案内方式の場合、軸重の20%とし、操舵型の案内方式の場合、軸重の10%とする。

車両横荷重の載荷位置は、走行面に水平かつ車両進行方向に直角に作用するものとする。ただし、案内軌条およびこれを直接支持する部材に対する横荷重は、Ⅱ上部構造編8章 側壁・案内軌条によるものとする。なお、複線を支持する構造物は、単線分を考えればよいものとする。

車両横荷重の載荷位置は、走行面に水平かつ車両進行方向に直角に作用するものとする。ただし、案内軌条およびこれを直接支持する部材に対する横荷重は、Ⅱ上部構造編 8 章 側壁・案内軌条によるものとする。なお、複線を支持する構造物は、単線分を考えればよいものとする。

〔解 説〕

新交通システムの案内方式には、種々の方式があるが、強制案内方式と操舵型に大別することができる。車両荷重の大きさは、実測結果を参考に設定した。なお、この場合の軸重は、満車荷重を考えるものとする。

## 2-1-7 制動荷重および始動荷重（B S）

- (1) 制動荷重および始動荷重は、車両の重心位置において、車両進行方向に作用するものとし、その大きさは、列車荷重の15%とする。
- (2) 制動荷重および始動荷重は、単線載荷、複線同時載荷、それぞれの場合に応じ、部材に最も不利な応力となるように載荷するものとする。

〔解 説〕

制動荷重および始動荷重は次の加速・減速度を考慮し決定した。

|       |        |                      |
|-------|--------|----------------------|
| ・車両性能 | 加速度    | $4.0 \text{ km/h/s}$ |
|       | 減速度 常時 | $4.0 \text{ km/h/s}$ |
|       | 非常     | $6.0 \text{ km/h/s}$ |

・制動荷重，始動荷重は次式で算定する。

$$F = \alpha \cdot \frac{w}{g}$$

ここに、  
 $F$  : 制・始動荷重  
 $\alpha$  : 制・始動の加・減速度  
 $w$  : 車両荷重（列車荷重）  
 $g$  : 重力加速度

・始動荷重，制動荷重（常時）

$$\alpha = 4.0 \text{ km/h/s} \qquad F = 0.113 w$$

列車荷重の15%とした

なお，非常時制動荷重は同様に計算すると  $F = 0.170 w$  ( $\alpha = 6.0 \text{ km/h/s}$ )

となるが，ここでは常時のみを検討すればよいこととした。

- (1) 上部構造の風荷重は、橋軸に直角に作用する水平荷重とし、部材に最も不利な応力を生じるよう負載するものとする。

風荷重の大きさは、上部構造の垂直面に対する風上側の投射面積に対して  $450 \text{ kg} / \text{m}^2$  とする。

この場合 列車荷重は考慮しないものとする。

- (2) 下部構造に作用する風荷重は橋軸直角方面および橋軸方向に作用する水平荷重とする。

ただし、同時に2方向には作用しないものとする。風荷重の大きさは風向方向の有効鉛直投影面積に対して表 - 1.2.6 の値とする。

表 - 1.2.6 下部構造に作用する風荷重 (  $\text{kg} / \text{m}^2$  )

| 軀体の断面形状 | 風荷重 |
|---------|-----|
| 円形・小判形  | 150 |
| 角形      | 300 |

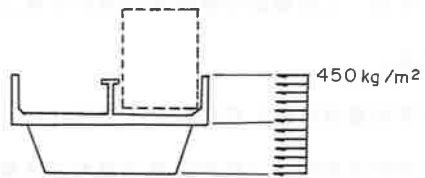
〔解説〕

上部構造の風荷重は、従来、列車の有無、風上側、風下側の区分をしていたが、設計の利便を考え、列車のない場合の風上側について  $450 \text{ kg} / \text{m}^2$  を考慮すればよいこととした。

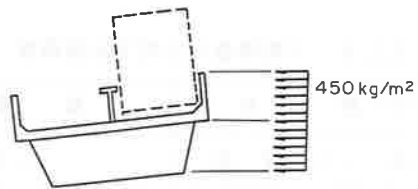
また、下部構造の風荷重は、上部構造と同様に列車荷重は考慮しないものとした。なお、停留場上屋の設計に用いる風荷重は、建築基準法施行令(87条)によるものとする。

風荷重の載荷方法は、図 - 解 1.2.1 に示すとおりである。

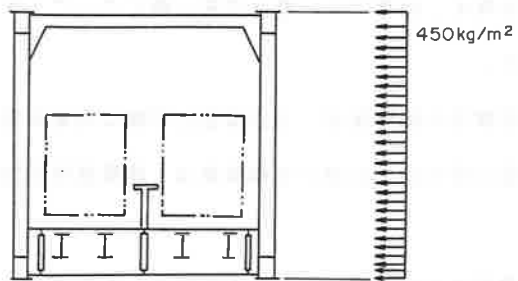




a) 直線区間

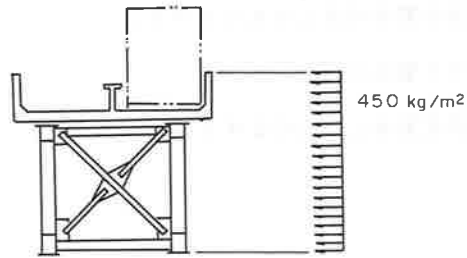


b) 曲線区間

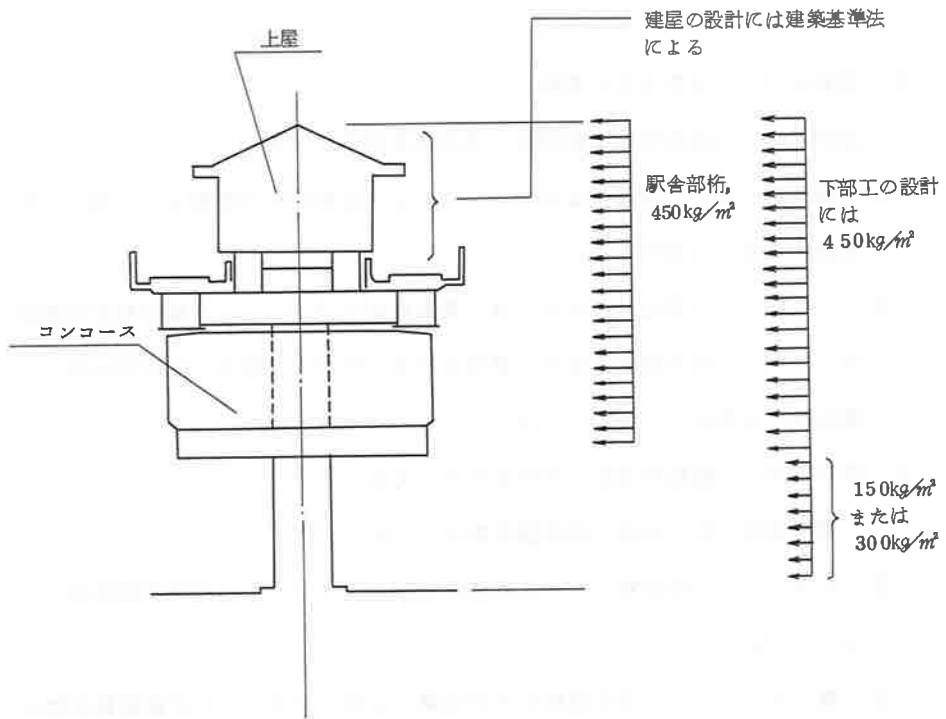


c) 下路トラス橋

図-解 1.2.1-1 風荷重のかけ方



d) 上路トラス橋



e) 駅舎

図 - 解 1. 2. 1-2 風荷重のかけ方

## 2-1-9 地震の影響 (EQ)

耐震設計における地震の影響としては、次の荷重を考慮する。

(1) 構造物自身の重量の起因する慣性力

構造物の重量に設計震度を乗じたものとする。

(2) 負載重量に起因する慣性力

負載重量に設計震度を乗じたものとする。

(3) 地震時土圧

(4) 地震時動水圧

## 2-1-10 温度変化の影響 (T)

(1) 設計に用いる温度変化の範囲

設計に用いる温度変化の範囲は、次の値を標準とする。

1) 鋼構造物においては基準温度を $20^{\circ}\text{C}$ とし、温度変化の範囲は、 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ を考慮するものを標準とする。

2) コンクリート構造物においては、基準温度を $20^{\circ}\text{C}$ とし、温度変化の範囲は、 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ を考慮するものを標準とする。ただし、断面寸法が $70\text{cm}$ 以上の場合は、これを $10^{\circ}\text{C}$ としてよい。

(2) 設計に用いる線膨脹係数は次のとおりとする。

1) 鋼構造物における桁の線膨脹係数は、 $12 \times 10^{-6}$ とする。

2) コンクリート構造物における鉄筋およびコンクリートの線膨脹係数は、 $10 \times 10^{-6}$ とする。

3) 鋼とコンクリートの合成桁における鋼およびコンクリートの線膨脹係数は $12 \times 10^{-6}$ とする。

〔解 説〕

特に寒冷地においては，温度変化の範囲は $-30^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ で考えるものとする。

日光直射部分と日陰部分との温度差が，特に問題となるところでは，これを考慮した検討を行なうことが望ましい。

2-1-11 地盤変動および支点移動の影響（CD，SD）

(1) 下部構造に対する地盤変動の影響

下部構造完成後，基礎地盤の圧密沈下等による地盤変動等が予想されるところでは，この影響を考慮するものとする。

(2) 上部構造に対する支点の移動の影響

不静定構造物において，地盤の圧密沈下等のため，長期にわたり生じる支点の移動および回転の影響を考えなければならない場合には，その最終移動量を推定して断面力を算定しなければならない。

断面力の計算は，弾性計算によってもよい。

この場合，コンクリート橋について弾性計算で求めた断面力の50％を設計計算で用いるものとし，鋼橋については，弾性計算で求めた断面力をそのまま設計計算に用いるものとする。

2-1-12 施工時荷重（ER）

施工時には，施工方法と施工中の構造とを考慮して，自重，施工機材，風，地震等の影響に対して必要な検討を行なわなければならない。

#### 2-1-13 土圧 (E)

土圧を受ける構造物の設計には、必要により主働土圧、受働土圧、静止土圧等を考慮する。

#### 2-1-14 水圧 (HP)

水圧を受ける構造物の設計には、必要により流水圧、波力等を考慮する。

#### 2-1-15 浮力または揚圧力 (U)

浮力または揚圧力は、必要に応じてこれを設計に考慮する。

#### 2-1-16 コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響 (CR、CH)

##### (1) コンクリートのクリープ

- 1) コンクリートのクリープひずみは次式により表わされるものとする。

$$\varepsilon_{cc} = \frac{\sigma_c}{E_c} \cdot \varphi$$

ここに、 $\varepsilon_{cc}$  : コンクリートのクリープひずみ

$\sigma_c$  : 持続荷重による応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\varphi$  : コンクリートのクリープ係数

- 2) プレストレスの減少量および不静定力を算出する場合のコンクリートのクリープ係数は表-1.2.7の値を標準とする。

表-1.2.7 コンクリートのクリープ係数

| 持続荷重を載荷したときの<br>コンクリートの材令(日) |          | 4～7 | 14  | 28  | 90  | 365 |
|------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| クリープ係数                       | 早強セメント使用 | 2.6 | 2.3 | 2.0 | 1.7 | 1.2 |
|                              | 普通セメント使用 | 2.8 | 2.5 | 2.2 | 1.9 | 1.4 |

- 3) 2)項によりがたい場合は、部材周辺の湿度、部材断面の形状寸法、荷重が作用するときのコンクリートの材令などを考慮して別途にコンクリートのクリープ係数を定めるものとする。

(2) コンクリートの乾燥収縮

- 1) プレストレスの減少量を算出する場合のコンクリートの乾燥収縮度は表-1.2.8の値を標準とする。

表-1.2.8 コンクリートの乾燥収縮度

| プレストレスを導入するとき<br>のコンクリートの材令(日) | 4～7                 | 28                  | 90                  | 365                 |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 乾燥収縮度                          | $20 \times 10^{-5}$ | $18 \times 10^{-5}$ | $16 \times 10^{-5}$ | $12 \times 10^{-5}$ |

- 2) コンクリートの乾燥収縮による不静定力を算出する場合のコンクリートの乾燥収縮度は、 $15 \times 10^{-5}$ とする。ただし、軸方向鉄筋量が部材のコンクリート断面積の0.5%未満の場合は $20 \times 10^{-5}$ とする。
- なお、これらの値を用いる場合は、コンクリートの乾燥収縮に伴うクリープの影響を考慮してはならない。
- 3) 1)項および2)項により難い場合は、部材周辺の湿度、部材断面の形状寸法等を考慮して、別途にコンクリートの乾燥収縮度を定めるものとする。

## 2-1-17 プレストレス力 (PS)

構造物にプレストレスを導入する場合には、設計にこれを考慮するものとする。プレストレス力は、プレストレッシング直後のプレストレス力および有効プレストレス力について考慮しなければならない。また、プレストレス力により不静定力が生じる場合には、これも考慮しなければならない。

### 〔解説〕

プレストレッシング直後の任意断面におけるプレストレス力は、PC鋼材引張端に与えた力から、次に示す影響を考慮して計算する。

- a) コンクリートの弾性変形
- b) PC鋼材とダクトとの間の摩擦
- c) PC鋼材を定着する際のセット

任意断面における有効プレストレス力は、プレストレッシング直後のプレストレス力から次の影響を考慮して計算する。

- a) コンクリートのクリープ
- b) コンクリートの乾燥収縮
- c) PC鋼材のリラクセーション

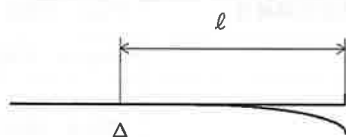
### 3 章 たわみの許容量

#### 3 - 1 たわみの許容量

列車荷重（衝撃を含まない）による主桁のたわみは原則として表 - 1.3.1 の値をこえないものとする。この場合、複線構造物も原則として、単線載荷の状態で検討するものとする。

表 - 1.3.1 たわみの許容量

| 上部構造の形式                        |                          | 最 大 の た わ み                  |                              |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                |                          | 単純桁及び連続桁                     | ゲルバー桁の片特部                    |
| 鉄筋コンクリート<br>床版をもつプレート<br>トガーター | $\ell \leq 10 \text{ m}$ | $\frac{\ell}{2,400}$         | $\frac{\ell}{1,600}$         |
|                                | $10 < \ell \leq 40$      | $\frac{\ell}{24,000 / \ell}$ | $\frac{\ell}{16,000 / \ell}$ |
|                                | $\ell > 40$              | $\frac{\ell}{600}$           | $\frac{\ell}{400}$           |
| そ の 他 の 形 式                    |                          | $\frac{\ell}{600}$           | $\frac{\ell}{400}$           |



$\ell$  : 支 間 ( m )

$\delta$  : たわみ ( m )

〔解 説〕

その他の形式には、トラス橋を含む。なお、吊橋、斜長橋は含まず別途検討するものとする。



## 4 章 使用材料

### 4 - 1 鋼 材

鋼材等は表 - 1. 4. 1 に示す規格に適合するものを基準とする。

表 - 1. 4. 1 標準とする鋼材

| 鋼材の種類        | 規 格                                      | 鋼材記号                                                                                         |
|--------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 鋼 棒       | JIS G 3112 鉄筋コンクリート用<br>棒鋼               | SR24, SD24, SR30<br>SD30, SD35, SD40, SD50                                                   |
|              | JIS G 3109 P C 鋼棒                        | A 種 1 号 : SBPR 80/95<br>A 種 2 号 : SBPR80/105<br>B 種 1 号 : SBPR95/110<br>B 種 2 号 : SBPR95/120 |
| 2. 線 材       | JIS G 3502 ピアノ線材                         | SWRS                                                                                         |
|              | JIS G 3506 硬鋼線材                          | SWRH                                                                                         |
|              | JIS G 3536 P C 鋼線および P C 鋼<br>より線        | 丸線 : SWPR1<br>異形線 SWPD1<br>2 本より線 : SWPR2<br>7 本より線 : SWPR7                                  |
| 3. 構造用<br>鋼材 | JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材                     | SS41, SS50                                                                                   |
|              | JIS G 3406 溶接構造用圧延鋼材                     | SM41, SM50<br>SM50Y, SM53<br>SM58                                                            |
|              | JIS G 3114 溶接構造用耐候性熱間<br>圧延鋼材            | SMA41, SMA50<br>SMA58                                                                        |
| 4. 鋼 管       | JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管                    | STK41, STK50                                                                                 |
| 5. 鋼 ぐい      | JIS A 5525 鋼管ぐい                          | STK41-K, STK50-K                                                                             |
|              | JIS A 5526 H 鋼鋼ぐい                        | SS41-K, SM41-K<br>SM50-K, SM50Y-K                                                            |
| 6. 接合用<br>鋼材 | JIS B 1186 摩擦接合用高力六角ボルト<br>六角ナット・平座金のセット | F8T, F10T                                                                                    |
|              | JSS-5 支圧接合用打ち込式高力<br>ボルト                 | B8T, B10T                                                                                    |
|              | JRS-57605-4 "                            | B6T                                                                                          |
| 7. 接合用<br>鋼材 | JIS B 1180 六角ボルト                         | 4T                                                                                           |
|              | JIS B 1181 六角ナット                         | 4T                                                                                           |

|         |            |                                      |                    |
|---------|------------|--------------------------------------|--------------------|
| 8.溶接棒   | JIS Z 3211 | 軟鋼用被服アーク溶接棒                          |                    |
|         | JIS Z 3212 | 高張力鋼用被服アーク溶接棒                        |                    |
|         | JIS Z 3311 | 鋼サブマージアーク溶接材料                        |                    |
| 9. 鋳鍛造品 | JIS G 3201 | 炭素鋼鍛鋼品                               | SF50A, SF55A       |
|         | JIS G 5101 | 炭素鋼鋳鋼品                               | SC46, SC49         |
|         | JIS G 5102 | 溶接構造用鋳鋼品                             | SWC4, SWC49        |
|         | JIS G 5111 | 構造用高張力炭素鋼及び低合金<br>鋼鋳鋼品<br>(低マンガ鋼鋳鋼品) | SCMn 1A<br>SCMn 2A |
|         | JIS G 4051 | 機械構造用炭素鋼鋼材                           | S30C, S35C         |
|         | JIS G 5501 | ねずみ鉄品                                | FC15, FC25         |
|         | JIS G 5502 | 球状黒鉛鉄品                               | FCD40              |
| 10スタッド  | JIS G 1197 | ねじ付き溶接スタッド                           |                    |
|         | JIS G 1198 | 頭付きスタッド                              |                    |

## 4-2 コンクリート

### 4-2-1 コンクリートの品質

#### (1) コンクリートの圧縮強度

コンクリートは、円柱供試体の圧縮強度の試験値のうち95%以上が設計基準強度を上回っていることが保証された品質のものでなければならない。

#### (2) コンクリートの耐久性および水密性

1) コンクリートは、構造物の種類，気象条件，等に応じて，表-1.4.2 に示す値以下の水セメント比を有する品質のものでなければならない。

耐久性を必要とするコンクリートは原則としてAEコンクリートとする。

水密性を必要とする場合の水セメント比は55%以下とする。

表-1.4.2 AEコンクリートの最大の水セメント比(%) (一般部)

| <div> <div>気象条件</div> <div>断面</div> <div>構造物の露出状態</div> </div> | 気象作用が激しい場合または、凍結融解がしばしば繰り返される場合 |                      |                     | 気象作用が激しくない場合、氷点下の気温となることがまれな場合 |                      |                     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                | 薄い <sup>2)</sup> 場合             | 普通 <sup>4)</sup> の場合 | 厚い <sup>3)</sup> 場合 | 薄い <sup>2)</sup> 場合            | 普通 <sup>4)</sup> の場合 | 厚い <sup>3)</sup> 場合 |
| (1) 連続してあるいはしばしば水で飽和される部分 <sup>1)</sup>                        | 55                              | 60                   | 60                  | 55                             | 65                   | 65                  |
| (2) 普通の露出状態にあり、(1)に属さない場合                                      | 60                              | 65                   | 65                  | 60                             | 70                   | 70                  |

#### (3) 特別な場合

(a) 0.2 %以上の硫酸塩を含む土や地下水に接するコンクリートに対しては表-2.2.2のうち(b)に示す値以下とする。

(b) 完全に地下に埋没された構造物のように気象作用を受けないコンクリートに対しては、水セメント比はコンクリートの耐久性から定める必要はない。

<sup>1)</sup> 橋台，橋脚，擁壁等で水面に近く水で飽和される部分および，これらの構造物のほか，桁，床版，等で水面から離れてはいるが，融雪，流水，水しぶき等のため水で飽和される部分

2) 断面の厚さが20cm程度以下の構造物の部分

3) マッシブな構造物の表面部分

4) 2)および3)に属さない部分

2) 港湾、海岸に位置し、海水あるいは潮風の作用をうける鉄筋コンクリートでは、耐久性から定まる水セメント比はポルトランドセメントを用いる場合表-1.4.3の値以下としなければならない。

また、AE剤を用いた無筋コンクリートにおける耐久性から定まる水セメント比は、表-1.4.3の値を5%程度上回る値としてよい。

表-1.4.3 AEコンクリートの最大の水セメント比(%) (海岸部)

| <div> <div>気象条件</div> <div>断面</div> <div>構造物の露出状態</div> </div> | 凍結融解がしばしば繰り返される場合    |                      |                      | 氷点下の気温となることがまれな場合    |                      |                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                | 薄い <sup>1)</sup> の場合 | 普通 <sup>3)</sup> の場合 | 厚い <sup>2)</sup> の場合 | 薄い <sup>1)</sup> の場合 | 普通 <sup>3)</sup> の場合 | 厚い <sup>2)</sup> の場合 |
| (a) 潮風をうける部分<br>波しぶきをうける部分                                     | 50                   | 55                   | 55                   | 50                   | 60                   | 65                   |
| (b) 潮の干満作用をうける部分<br>海水で洗われる部分                                  | 45                   | 50                   | 55                   | 45                   | 50                   | 55                   |
| (c) 常時海中にある部分                                                  | 55                   | 60                   | 65                   | 55                   | 60                   | 65                   |

1) 断面の厚さが20cm程度以下の構造物の部分

2) マッシブな構造物の表面部分

3) 1)および2)に属さない部分

〔解説〕

JIS A 5308の規格に適合するレディーミックスコンクリートを使用する場合は、本項の規定を満足するため、呼び強度をそのまま設計基準強度としてもよい。

#### 4-2-2 PCグラウトの品質

PCグラウトは、十分にPC鋼材を包み、これをさびないように保護し、確実に十分な付着が得られるような品質のものでなければならない。

#### 4-2-3 コンクリートの最低設計基準強度

コンクリートは原則として表-1.4.4の設計基準強度以上のものを用いるものとする。

表-1.4.4 コンクリートの最低設計基準強度 (単位: kg/cm<sup>2</sup>)

| 部 材 の 種 類           |            | 最低設計基準強度 |
|---------------------|------------|----------|
| 無筋コンクリート部材          |            | 160      |
| 鉄筋コンクリート部材          |            | 210      |
| プレストレスト<br>コンクリート部材 | プレテンション方式  | 350      |
|                     | ポストテンション方式 | 300      |

#### 4 - 3 設計計算に用いる物理定数

設計計算に用いる物理定数の値は次に示すとおりである。

##### (1) 鋼 材

設計計算に用いる鋼材の物理定数は、表-1.4.5 の値を用いてよい。

表-1.4.5 設計計算に用いる鋼材の物理定数

| 種 類                   | 物理定数の値                                  |
|-----------------------|-----------------------------------------|
| 鋼および鋳鋼のヤング係数          | $2.1 \times 10^6$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| PC鋼線・PCより線・PC鋼棒のヤング係数 | $2.0 \times 10^6$ ( " )                 |
| 鋳鉄のヤング係数              | $1.0 \times 10^6$ ( " )                 |
| 鋼のせん断弾性係数             | $8.1 \times 10^5$ ( " )                 |
| 鋼および鋳鋼のポアソン比          | 0.30                                    |
| 鋳鉄のポアソン比              | 0.25                                    |

なお、プレストレスの減少量を算出する場合のPC鋼材の見かけのレラクセーション率は表-1.4.6 の値を標準とする。

ただし、PC鋼材が高温の影響を受ける場合のPC鋼線の見かけのレラクセーションは表-1.4.6 の値に2%加算するのを原則とする。

表-1.4.6 PC鋼材の見かけのレラクセーション率

| PC鋼材の種類    | レラクセーション率 |
|------------|-----------|
| PC鋼線・PCより線 | 5 %       |
| PC鋼棒       | 3 %       |

これによりがたい場合は、PC鋼材引張応力度に応じて測定されたレラクセーション率から、コンクリートのクリープ、乾燥収縮などの影響を考慮して別途にPC鋼材の見かけのレラクセーション率を定めるものとする。

##### (2) コンクリート

1) コンクリートのヤング係数は次の規定によるものとする。

i) 鉄筋コンクリート部材の応力度の計算に用いるヤング係数は、

$1.4 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>とする。

ii) 鉄筋コンクリート構造物の不静定力あるいは弾性変形の算出および  
プレストレストコンクリート部材の設計計算に用いるヤング係数は  
表-1.4.7 の値とする。

表-1.4.7 コンクリートのヤング係数 (単位  $\text{kg/cm}^2$ )

| 設計基準<br>強度 | 180               | 240               | 300               | 400               | 500               |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ヤング<br>係数  | $2.4 \times 10^5$ | $2.7 \times 10^5$ | $3.0 \times 10^5$ | $3.5 \times 10^5$ | $4.0 \times 10^5$ |

2) コンクリートのせん断弾性係数は、次式により算出するものとする。

$$G_c = \frac{E_c}{2.3} \dots\dots\dots (1.4.1)$$

ここに、 $G_c$  : コンクリートのせん断弾性係数 ( $\text{kg/cm}^2$ )

$E_c$  : コンクリートのヤング係数

(3) コンクリートのクリープ係数および乾燥収縮度は 2-1-16 の規定による  
ものとする。

## II 上部構造編



## 1 章 総 則

### 1 - 1 適用の範囲

この編は，上部構造の設計に適用するものとする。

### 1 - 2 荷重

上部構造の設計に用いる荷重は，共通編 2 章によるものとする。

## 2 章 鉄筋コンクリート橋

### 2 - 1 総 則

#### 2 - 1 - 1 適用の範囲

この章は、鉄筋コンクリート橋の主として上部構造に適用する。  
ただし、ラーメン構造の設計にも適用する。

### 2 - 2 使用材料

#### 2 - 2 - 1 コンクリートの品質

コンクリートの品質は、共通編 4 - 2 - 1 の規定による。

#### 2 - 2 - 2 鉄筋の品質

鉄筋は、共通編 4 - 2 - 1 に示す規格に適合するものでなければならない。

## 2 - 3 許容応力度

### 2 - 3 - 1 荷重の組合わせと許容応力度の割増係数

部材各部の応力度は、表 - 2.2.1 に示す荷重の組合わせに対して、2 - 3 - 2 に規定する許容応力度に表 - 2.2.1 の割増係数を乗じた値とする。

表 - 2.2.1 荷重の組合わせと許容応力度の割増係数

| ケース | 荷重の組合わせ                      | 割増係数 |
|-----|------------------------------|------|
| 1   | $D + L + I + CF + (SD)$      | 1.0  |
| 2   | $D + L + I + CF + T + (SD)$  | 1.15 |
| 3   | $D + L + I + CF + LF + (SD)$ | 1.15 |
| 4   | $D + L + I + CF + BS + (SD)$ | 1.15 |
| 5   | ER                           | 1.25 |
| 6   | $D + W$                      | 1.25 |
| 7   | $D + CR + SH + T$            | 1.15 |
| 8   | $D + EQ$                     | 1.50 |

注 1) ( ) 内は必要に応じて組合わせを考慮する

注 2) ケース 8 の荷重の組合わせは 2 - 4 - 1 - 1 に示す終局荷重作用時の検討を行った場合、行わなくてもよい。

#### 〔解説〕

特殊な構造物で、表 - 2.2.1 に示す以外の荷重の組合わせが危険側となる場合は、このほかの荷重の組合わせでの検討もする必要がある。

## 2-3-2 コンクリートの許容応力度

(1) 鉄筋コンクリートにおけるコンクリートの許容応力度は、一般にコンクリートの材令28日における圧縮強度をもととして定めた設計基準強度に基づいて定める。

(2) 許容曲げ圧縮応力度（軸方向力を伴う場合を含む）は、表-2.2.2による。

表-2.2.2 コンクリートの許容曲げ圧縮応力度

|           | 設計基準強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |     |
|-----------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|           | 210                                        | 240 | 270 | 300 | 400 |
| 許容曲げ圧縮応力度 | 80                                         | 90  | 100 | 110 | 140 |

(3) 斜引張鉄筋のない部材の許容せん断応力度は表-2.2.3の値とする。

表-2.2.3 許容せん断応力度

|                          | 設計基準強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |     |
|--------------------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                          | 210                                        | 240 | 270 | 300 | 400 |
| 許容曲げせん断 ( $\tau_{ai}$ )  | 3.7                                        | 3.9 | 4.2 | 4.5 | 5.5 |
| 許容押抜きせん断 ( $\tau_{ap}$ ) | 5.1                                        | 5.4 | 5.7 | 6.0 | 7.0 |

なお、次に示す場合は許容せん断応力度を割増した値とする。ただし、荷重の組合わせによる割増しをしてはならない。

1) 部材の有効高さが60cm以下の場合、許容せん断応力度 ( $\tau_{ai}$ ,  $\tau_{ap}$ ) は式(2.2.1)に示す係数 $\alpha$ を乗じた値とする。

$$\alpha = 1.6 - d \dots\dots\dots (2.2.1)$$

2)  $r/d$  が2以下の場合、許容せん断応力度  $\tau_{ap}$  は式(2.2.2)に示す係数 $\beta$ を乗じた値とする。

$$\beta = 1.6 - 0.3r/d \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここに、 $d$ ：検討断面における部材の有効高さ (m)

$$r : \ell / 4$$

$\ell$ ：荷重載荷面の周長 (m)

(4) 斜引張鉄筋のある部材の許容せん断応力度は表 - 2.2.4 の値とする。

ただし、ねじりの影響を考慮する場合は許容せん断応力度 ( $\tau_{s2}$ ) に 1.3 を乗じた値とする。

表 - 2.2.4 許容せん断応力度

|                      | 設計基準強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |     |
|----------------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                      | 210                                        | 240 | 270 | 300 | 400 |
| 許容せん断応力度 $\tau_{s2}$ | 16                                         | 17  | 18  | 19  | 20  |

(5) 許容付着応力度は表 - 2.2.5 の値とする。

表 - 2.2.5 許容付着応力度

| 許容付着応力度 | 設計基準強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |
|---------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|
|         | 210                                        | 240 | 300 | 400 |
| 丸 鋼     | 7.5                                        | 8   | 9   | 10  |
| 異 形 鉄 筋 | 15                                         | 16  | 18  | 20  |

(6) 許容支圧応力度は、次の 1) ~ 3) による。

1) 全面載荷の場合は式 (2.2.3) による。

$$\sigma_{ca}' \leq \frac{\sigma_{ck}}{3} \quad (2.2.3)$$

2) 局部的載荷の場合、コンクリートの支圧分布面積を A, 支圧をうける面積を A' とした場合、許容支圧応力度  $\sigma_{ca}'$  は式 (2.2.4) による。

$$\sigma_{ca}' \leq \frac{\sigma_{ck}}{3} \sqrt{\frac{A}{A'}} \quad (2.2.4)$$

ただし、 $\sigma_{ca}' \leq \sigma_{ck}$

3) 支圧をうける部分が十分補強されている場合には、試験によって安全度が 3 以上となる範囲内で許容支圧応力度を定めてよい。

### 2-3-3 鉄筋の許容応力度

- (1) 鉄筋の許容応力度は表-2.2.6に示す値とする。

表-2.2.6 鉄筋の許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

|         | S R 24, S D 24 | S R 30, S D 30 | S D 35 | S D 40 |
|---------|----------------|----------------|--------|--------|
| 許容引張応力度 | 1400           | 1800           | 2000   | 2200   |
| 許容圧縮応力度 | 1400           | 1800           | 2000   | 2200   |

- (2) 疲労を受ける部材の許容応力度は2-3-4により定める。
- (3) コンクリートのひびわれを考慮する場合の許容応力度については2-3-5により定める。
- (4) 直径32mmを越える鉄筋およびSD50については、責任技術者の指示に従って、許容応力度を定めなければならない。

### 2-3-4 疲労許容応力度

鉄筋の疲労許容応力度は、式(2.2.5)による。

$$\sigma_{sa} = \sigma_{min} + \left(1 - \frac{\sigma_{min}}{\sigma_B}\right) \cdot \frac{10^a}{N r^k} \cdot r \cdot \frac{1+i}{1 + \frac{3}{4}i} \quad (2.2.5)$$

ここに、 $\sigma_{sa}$  : 鉄筋の疲労許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup> ≤ 2000kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{min}$  : 鉄筋に発生する最小引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

ただし、圧縮応力を受ける場合は、0としてよい。

$\sigma_B$  : 鉄筋の引張強さ (kg/cm<sup>2</sup>)

$a, k$  : 表-2.2.7に示す材料特性値 (SD35の場合)

$r$  : 鋼桁の疲労許容応力範囲の場合と同様 (4-3-2-3 参照)

$i$  : 衝撃係数

$N r$  : 供用期間中の疲労検算用荷重による応力の総換算繰り返し回数

表 - 2.2.7 材料特性値  $a$  ,  $k$  ( S D 35 )

| $N r$                    | 母材，重ね継手 |      | 圧 接 部 材 |      |
|--------------------------|---------|------|---------|------|
|                          | $k$     | $a$  | $k$     | $a$  |
| $N r < 2 \times 10^6$    | 0.18    | 4.32 | 0.18    | 4.18 |
| $N r \geq 2 \times 10^6$ | 0.13    | 4.00 | 0.13    | 3.86 |

注) ガス圧接を用いる場合は，圧接部材の値を用いる。

〔解 説〕

鉄筋の疲労の検討は，特別の場合を除き行わなくてもよい。

ただし，活荷重応力に比べて死荷重応力が小さいスラブ等では疲労の検討を行う必要がある。この場合の総換算繰返し回数  $N r$  については，付属資料を参考にするのがよい。

## 2-3-5 ひびわれを考慮する場合の鉄筋の許容引張応力度

コンクリートのひびわれが有害な場合は、構造物に常時作用している死荷重等に対して鉄筋の応力度は、表-2.2.8に示す値とする。

表-2.2.8 ひびわれを考慮する場合の鉄筋の許容引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 部材環境条件                | 荷重の<br>区 分 | 死荷重等による応力度 |       | 備 考                               |
|-----------------------|------------|------------|-------|-----------------------------------|
|                       |            | スラブの場合     | はりの場合 |                                   |
| 常時湿潤、または<br>乾燥状態にある場合 | 静          | 1400       | 1600  | スラブ<br>はりの下側鉄筋<br>フーチング<br>地中ばり、等 |
|                       | 動          | 1200       | 1400  |                                   |
| 乾湿度が<br>繰返される場合       | 静          | 1000       | 1200  | スラブ<br>はりの上側鉄筋<br>柱、橋脚、<br>橋台、等   |
|                       | 動          | 800        | 1000  |                                   |

静荷重と動荷重の区別は次による。

$$\alpha = \frac{\sigma_{L+i}}{\sigma_d + \sigma_{L+i}} \quad (2.2.6)$$

$\alpha \geq 0.25$ の場合 動荷重 ,  $\alpha < 0.25$ の場合 静荷重

$\sigma_d$  : 死荷重による鉄筋の引張応力度

$\sigma_{L+i}$  : 列車荷重 + 衝撃による鉄筋の引張応力度



## 2-4 設計計算に関する一般事項

### 2-4-1 設計計算

#### 2-4-1-1 設計計算の原則

(1) 部材の設計にあたっては、原則として次の事項について検討しなければならない。

- 1) 設計荷重作用時に対しての部材断面の応力度。
- 2) 終局荷重作用時に対しての部材断面の破壊に対する安全度。
- 3) 繰返し荷重を受ける部材の疲労応力度。
- 4) コンクリートのひび割れ。

(2) (1)項に規定する検討事項について荷重の組合わせは、それぞれ次のとおりとする。

1) 設計荷重作用時の荷重の組合わせは、2-3-1に規定する荷重の組合わせとする。

2) 終局荷重作用時の荷重の組合わせは、次のとおりとする。

$$1.0 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重}) + 1.3 \times (\text{地震の影響})$$

3) 疲労の影響を検討する場合の荷重の組合わせは、次のとおりとする。

$$(\text{死荷重}) + (\text{列車荷重}) + (\text{衝撃}) + (\text{遠心荷重})$$

4) コンクリートのひび割れの検討は、死荷重等、構造物に常時作用している荷重に対して行うものとする。

#### 〔解説〕

終局荷重作用時の検討は、地震の影響を考慮刷る場合のみについて行うこととする。これは、共通編で規定した活荷重は、満車重量の上限値を採用しているため、通常の状態ではこれ以上の荷重が作用することは考えられず、設計荷重作用時の検討を行うことで、常時の終局状態の検討を兼ねることとなるためである。

地震の影響は、「道路橋示方書・IV耐震設計編」に準拠して地震力計算する場合

荷重係数は1.3とするが、これ以外の基準等により地震の影響を考慮する場合は、別途検討しなければならない。

なお、終局荷重作用時の検討を行った場合、通常の構造物であれば、中小の地震に対して著しい残留変形を生じたり過大なひびわれが発生しないので表-2.2.3の地震の影響を含む荷重の組合わせ(ケース7)の検討は行わなくてもよい。また、より大きな地震に対しては壊滅的な破壊をしないように2-6の耐震に関する一般構造細目を満足しなければならない。

#### 2-4-1-2 断面力の算出

部材の設計に用いる断面力は、弾性理論により算出するものとする。この場合部材の曲げ剛性、せん断剛性およびねじり剛性は、コンクリートの全断面を有効とし、鋼材を無視して算出した値を用いることができる。

#### 2-4-1-3 コンクリートのクリープおよび乾燥収縮による不静定力

コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響により生じる不静定力は、次の規定によるものとする。

##### (1) 構造系に変化がない場合

構造物全体を一度に支保工上で施工し、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がない場合には、次の規定により不静定力を算出するものとする。

##### 1) コンクリートのクリープの影響

一般には考慮しなくてもよい。

##### 2) コンクリートの乾燥収縮の影響

共通編2-1-16の規定により算出するものとする。

##### (2) 構造系に変化がある場合

構造物全体を一度に施工せず、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がある場合には、次の規定により不静定力を算出するものとする。

1) コンクリートのクリープの影響

共通編 2-1-16の規定により算出するものとする。なお、この場合に考慮する持続荷重は、死荷重、プレストレス力、乾燥収縮の影響とするものとする。

2) コンクリートの乾燥収縮の影響

共通編 2-1-16の規定により算出するものとする。

2-4-2 不静定力または弾性変形の計算上の仮定

(1) 断面二次モーメント

- 1) 不静定力の計算に用いる断面二次モーメントは、一般に、部材断面における鉄筋の影響を無視し、部材のコンクリート全断面について求めてよい
- 2) 弾性変形の計算に用いる断面二次モーメントは、一般に、鉄筋の影響を考慮して、部材の全断面についてこれを計算する。この場合、鉄筋の断面積は、実際の断面積に表-2.2.9のヤング係数比  $n$  を乗じて得られる値のコンクリート断面積と考える。

表-2.2.9 ヤング係数比  $n$

| $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 210 | 240 | 270 | 300 | 400 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ヤング係数比                              | 8.3 | 7.8 | 7.4 | 7.0 | 6.0 |

(2) 鉄筋のヤング係数

鉄筋のヤング係数は  $E_s = 2.1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> とする。

(3) コンクリートのヤング係数

コンクリートの設計計算に用いるヤング係数は、共通編 2-1-16の規定による。

(4) コンクリートのポアソン比

コンクリートのポアソン比は一般に  $1/6$  とし、ヤング係数とせん断弾性係数との比は  $2.3$  とする。

## 2-4-3 曲げモーメントおよび軸方向力が作用する部材

### 2-4-3-1 部材断面の応力度および破壊に対する安全度の検討

- (1) 設計荷重作用時に部材断面に生じるコンクリートおよび鋼材の応力度は、  
2-3に規定する許容応力度以下としなければならない。
- (2) 2-4-3-4に規定する部材断面の破壊抵抗曲げモーメントは、終局荷重作用時に部材断面に作用する曲げモーメント以上としなければならない。

### 2-4-3-2 有効断面

- (1) 曲げモーメントに対する圧縮フランジの片側有効幅は、式(2.2.7)により算出するのを原則とする。

#### 1) 主げた

$$\lambda = \frac{\ell}{8} + b_s$$

ただし、連続版および単純版の場合  $\lambda \leq \ell_b / 2$

片持版の場合  $\lambda \leq \ell_c$

#### 2) 横げた

$$\lambda = \frac{n-1}{6} (\ell_b + b_w) + b_s \quad \text{..... (2.2.7)}$$

ただし、連続版および単純版の場合  $\lambda \leq \ell_t / 2$

片持版の場合  $\lambda \leq \ell_c$

ここに、 $\lambda$  : 圧縮フランジの片側有効幅 (cm)

$\ell$  : 有効幅算出のための支間長 (cm) (表-2.2.10)

$b_s$  : ハンチ部の有効幅 (cm)

$\ell_b$  : 主げたの純間隔

$\ell_c$  : 片持版の張出し長 (cm)

$\ell_t$  : 横げたの純間隔

$n$  : 主げたの本数 (本)

$b_w$  : 主げたのウェブ厚 (cm)

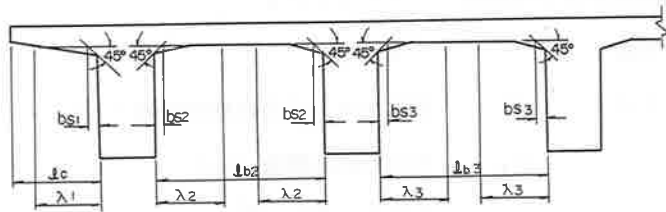
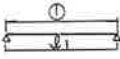
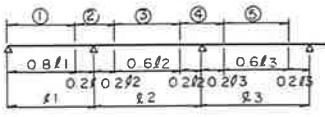
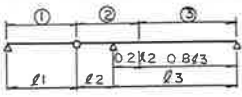


図 - 2.2.1 圧縮フランジの片側有効幅 (主げたの場合)

表 - 2.2.10 有効幅算出のための支間長

| けたの種類                                                                                         | 区間 | 有効幅算出用の支間長 $\ell$       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------|
| 単純げた<br>    | ①  | $\ell_1$                |
| 連続げた<br>   | ①  | $0.8 \ell_1$            |
|                                                                                               | ②  | $0.2 (\ell_1 + \ell_2)$ |
|                                                                                               | ③  | $0.6 \ell_2$            |
|                                                                                               | ④  | $0.2 (\ell_2 + \ell_3)$ |
|                                                                                               | ⑤  | $0.6 \ell_3$            |
| ゲルバーげた<br> | ①  | $\ell_1$                |
|                                                                                               | ②  | $2 \ell_2$              |
|                                                                                               | ③  | $0.8 \ell_3$            |

(2) 軸方向力に対する圧縮フランジの片側有効幅は、式 (2.2.8) により算出するのを原則とする。

1) 主げた

連続版および単純版  $\lambda = \ell_b / 2$

片持版  $\lambda = \ell_c$

2) 横げた

連続版および単純版  $\lambda = \ell_t / 2$

片持版  $\lambda = \ell_c$

( 2.2.8 )

ここに、  $\lambda$  : 圧縮フランジの片側有効幅 ( cm )

$\ell_b$  : 主げたの純間隔 ( cm )

$\ell_c$  : 片持版の張出し長 ( cm )

$\ell_t$  : 横げたの純間隔 ( cm )

2 - 4 - 3 - 3 部材断面応力度の算出

部材断面に生じるコンクリートおよび鉄筋の応力度は、次の仮定により算出するものとする。

1) 応力度の計算では、一般にコンクリートの引張強度を無視し、維ひずみは、断面の中立軸からの距離に比例するとして行うものとする。

2) 応力度の計算では、鉄筋およびコンクリートのヤング係数は、それぞれ次のとおりとする。 (  $n = E_s / E_c = 15$  )

・鉄筋  $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

・コンクリート  $E_c = 1.4 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

3) 鉄筋が部材の設計断面に直角に交わらない場合は、鉄筋断面積に鉄筋がその断面となす角の正弦をかけた値を、その断面に垂直に働く応力に対する鉄筋の有効断面積とする。

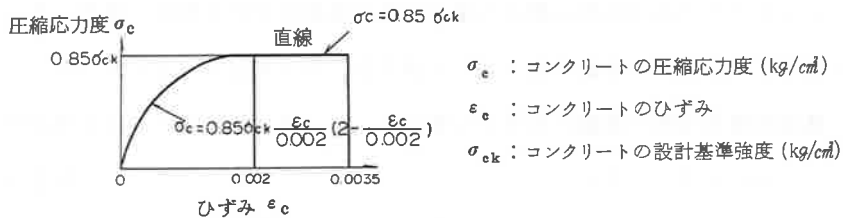
## 2-4-3-4 部材断面の破壊抵抗曲げモーメント

部材断面の破壊抵抗曲げモーメントは、次の仮定により算出するものとする。

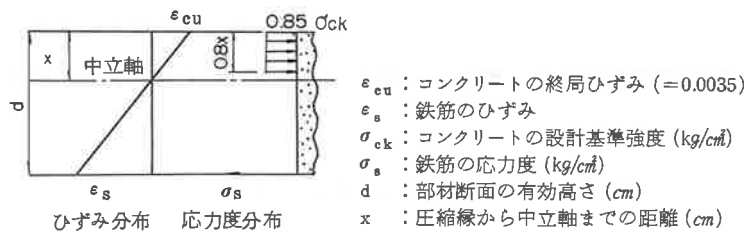
- 1) 縦ひずみは中立軸からの距離に比例する。
- 2) コンクリートの引張強度は、無視するものとする。
- 3) コンクリートの圧縮応力度－ひずみ曲線は、図－2.2.2に示す2次放物線と直線からなるものとし、破壊時におけるコンクリートの圧縮ひずみは0.0035とする。

ただし、特別の場合を除いて一般に、コンクリートの応力度の分布は、図－2.2.3に示す長方形分布としてよい。

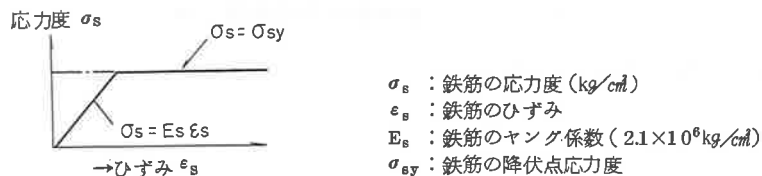
- 4) 鉄筋の応力度－ひずみ曲線は、一般に図－2.2.4に示すものとする。



図－2.2.2 コンクリートの圧縮応力度－ひずみ曲線



図－2.2.3 コンクリートの応力度の分布



図－2.2.4 鉄筋の応力度－ひずみ曲線

## 2-4-4 セン断力が作用する部材

### 2-4-4-1 セン断力に対する検討

(1) 設計荷重作用時に部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度は、  
2-4-4-2の規定により計算した値とする。

(2) コンクリートの平均せん断応力度は、斜引張鉄筋がない部材の場合、2-3  
に規定する許容せん断応力度 ( $\tau_{a1}$ ) 以下としなければならない。

コンクリートの平均せん断応力度が、許容せん断応力度 ( $\tau_{a1}$ ) をこえる場  
合は、2-4-4-3の規定により算出される断面積以上の斜引張鉄筋を配置  
しなければならない。

(3) コンクリートの平均せん断応力度は、斜引張鉄筋がある部材の場合、2-3  
に規定する許容せん断応力度 ( $\tau_{a2}$ ) 以下としなければならない。

(4) 終局荷重作用時の破壊計算用せん断力  $S_{rd}$  は、式 (2.2.9) により算出する

$$S_{rd} = S_d - S_{hd} \quad (2.2.9)$$

ここに、  $S_d$  : 終局荷重作用時の計算用せん断力

$S_{hd}$  : セン断力に与える桁高変化の影響

(2-4-4-2イによる)

(5) 終局荷重用時のせん断力  $S_{rd}$  は式 (2.2.10) による  $S_{dmax}$  をこえてはなら  
ない。

$$S_{dmax} = 0.2 \cdot \sigma_{ck} \cdot b_w \cdot d \quad (2.2.10)$$

ここに、  $\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$b_w$  : 部材断面のウェブ厚 (cm)

$d$  : 部材断面の有効厚 (cm)



## 2-4-4-2 部材断面の応力度の算出

部材断面に生じる平均せん断応力度は、式(2.2.11)、(2.2.11)により計算した値とする。

### 1) 部材の有効高さが一定の場合

$$\tau = \frac{S}{b_w d} \quad (2.2.11)$$

ここに、 $\tau$  : コンクリートの平均せん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$S$  : せん断力 (kg)

$b_w$  : 部材断面のウェブ幅 (cm)

$d$  : 検討断面における部材の有効高さ (cm)

### 2) 部材の有効高さが変化する場合

$$\tau = \frac{S_1}{b_w d} \quad (2.2.12)$$

ここに、 $S_1 = S - \frac{M}{d} (\tan \alpha + \tan \beta)$

$M$  : 曲げモーメント (kg・cm)

$d$  : 考えている断面の有効高さ (cm)

$\alpha$  : 部材下面が水平線となす角

$\beta$  : 部材上面が水平線となす角

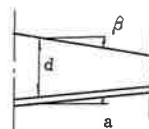


図-2.2.5 有効高さの変化するはり

$\alpha$ および $\beta$ は、曲げモーメントの絶対値が増すにしたがって、部材上下面の傾きがそれぞれ有効高さを増す場合には正号を、有効高さを減じる場合には負号をとる。

## 2-4-4-3 斜引張鉄筋の算定

設計荷重作用時に部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度が、  
2-3に規定する許容応力度 ( $\tau_{sa}$ ) をこえる場合は、式 (2.2.13), (2.2.14)  
により算出される斜引張鉄筋を配置しなければならない。

### 1) 部材軸に直角なスターラップ

$$A_v = \frac{1.15 S_v s}{\sigma_{sa} d} \quad (2.2.13)$$

### 2) 折曲鉄筋

$$A_b = \frac{1.15 S_b s}{\sigma_{sa} d (\sin \theta + \cos \theta)} \quad (2.2.14)$$

ここに、 $A_v$  : 区間  $s$  におけるスターラップの総面積 ( $\text{cm}^2$ )

$A_b$  : 区間  $s$  における折曲鉄筋の総断面積 ( $\text{cm}^2$ )

$S_v$  : スターラップがうけもつせん断力 ( $\text{kg}$ )

$S_b$  : 折曲鉄筋がうけもつせん断力 ( $\text{kg}$ )

$S_c$  : 斜引張鉄筋以外がうけもつせん断力 ( $\text{kg}$ )

$$\text{設計荷重作用時} \quad S_c = \frac{1}{2} \tau_c b_w d$$

$$\text{終局荷重作用時} \quad S_c = \tau_c b_w d$$

ただし、 $\tau_c$  は表-2.2.15に示す値とする。

$S_v + S_b + S_c$  : 部材のうけもつせん断力 ( $\text{kg}$ )

ただし、 $S_v \geq S_b$  とする。

$s$  : スターラップまたは折曲鉄筋の部材軸方向の間隔  
( $\text{cm}$ )

$\theta$  : 折曲鉄筋が部材軸方向となす角度

$\sigma_{sa}$  : 2-3-3に示す鉄筋の許容引張応力度、ただし、  
終局荷重作用時の検討をする場合は鉄筋の降伏強度  
 $\sigma_{sy}$ とする。 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

表 - 2.2.11 許容せん断応力度 ( $\tau_c$ )

|          | 設 計 基 準 強 度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |     |
|----------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|          | 210                                             | 240 | 270 | 300 | 400 |
| $\tau_c$ | 3.7                                             | 3.9 | 4.2 | 4.5 | 5.5 |

ただし、

- a) 折曲鉄筋の配置を設計するときの基線は、原則として部材高さの中央におく。
- b) 中立軸と交わる角度30°以下の鉄筋は、これを斜引張鉄筋とみなしてはならない。

#### 2 - 4 - 4 - 4 せん断力に対するけたの支点付近及びラーメンの節点部付近の設計

- (1) けたの支点付近およびラーメンの節点部付近におけるコンクリートの平均せん断応力度は、図 - 2.2.6 に示す部材断面に対して検討するのを原則とする。
- (2) けたの支点付近およびラーメンの節点部付近（図 - 2.2.6 の斜線部）の斜引張鉄筋は、(1)項に規定する部材断面について算出される鉄筋量以上を配置するのを原則とする。

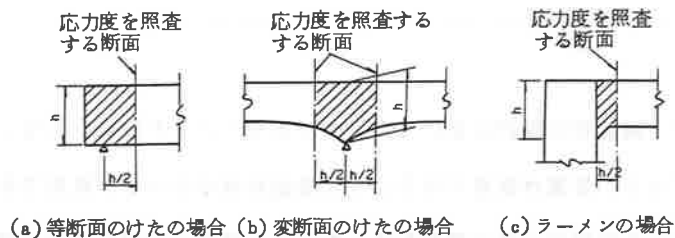


図 - 2.2.6 平均せん断応力度を照査する断面

## 2-4-5 ねじりモーメントが作用する部材

### 2-4-5-1 一般

ねじりモーメントに対する照査は，設計荷重作用時および終局荷重作用時のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度の影響が大きい部材について行うのを原則とする。

### 2-4-5-2 ねじりモーメントに対する検討

(1) 設計荷重作用時に部材断面のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度，およびねじりモーメントによるせん断応力度とせん断力による平均せん断応力度の和は，2-3に規定する許容せん断応力度（ $\tau_{a1}$ ）以下としなければならない。

また，せん断応力度の和が許容せん断応力度（ $\tau_{a1}$ ）をこえる場合は，2-4-5-5の規定により横方向鉄筋および軸方向鉄筋をそれぞれ配置しなければならない。

(2) 終局荷重作用時にねじりモーメントが大きく，その影響が支配的となる部材については，破壊に対する安全度の検討を行わなければならない。

#### 〔解説〕

コンクリート構造物の設計においては，ねじりモーメントが発生しないように，また発生してもその影響が無視できるように構造計画を行うのが原則である。しかしながら，逆し形橋脚等一部の構造形式において，地震の影響などの水平力によって，部材の設計に支配的な大きさのねじりモーメントが発生することもある。

このような場合は，破壊に対する検討を行わなければならない。

検討にあたっては「コンクリート構造の限界状態設計法指針（案）」（土木学会）等を参照するのがよい。

ねじりモーメントに対するフランジの片側有効幅は、式(2.2.15)により算出するものとする。ただし、箱形断面を構成するフランジは、すべて有効とするものとする。

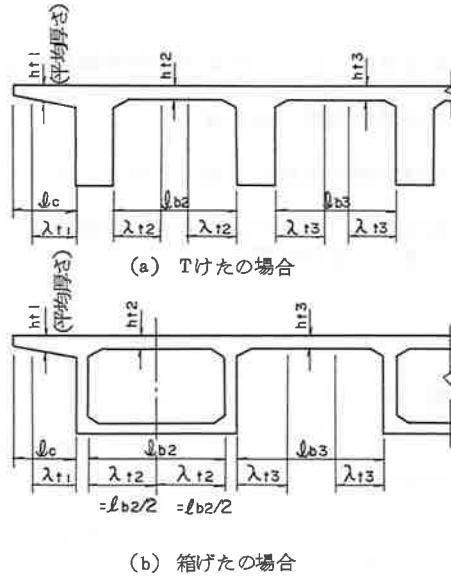


図-2.2.7 フランジの片側有効幅

$$\lambda_t = 3 h_t$$

ただし、片持部  $\lambda_t \leq \ell_c$

中間部  $\lambda_t \leq \ell_b / 2$

(2.2.15)

ここに、 $\lambda_t$  : フランジの片側有効幅 (cm)

$h_t$  : フランジの厚さ (cm)

$\ell_b$  : けたの純間隔 (cm)

$\ell_c$  : 片持版の張出し長 (cm)

# 2 - 4 - 5 - 4 部材断面の応力度の算出

ねじりモーメントにより部材断面に生じるコンクリートのせん断応力度は、式 ( 2. 2. 16 ) により算出するものとする。

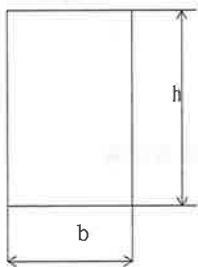
$$\tau_t = \frac{M_t}{K_t} \quad ( 2. 2. 16 )$$

ここに、 $\tau_t$  : ねじりモーメントにより部材断面に生じるコンクリートのせん断応力度 ( kg / cm<sup>2</sup> )

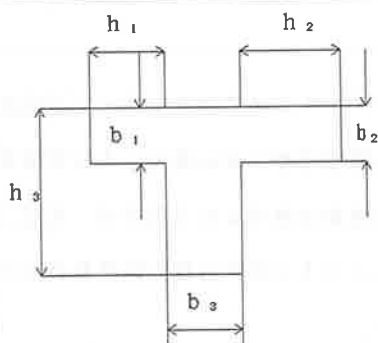
$M_t$  : 部材断面に作用するねじりモーメント ( kg ・ cm )

$K_t$  : ねじりモーメントによるせん断応力度に関する係数 ( cm<sup>4</sup> )  
( 表 - 2. 2. 12 参照 )

表 - 2. 2. 12  $K_t$  の値

| 断 面 形 状                   |                                                                                    | $K_t$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|---|------|------|---|------|-------|---|------|-------|---|------|-------|----|------|-------|----|------|-------|
| 長<br>方<br>形               |  | i ) 長辺の中央に対して<br>$K_t = \frac{b^2 \cdot h}{\eta_1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
|                           |                                                                                    | ii ) 短辺の中央に対して<br>$K_t = \frac{b^2 \cdot h}{\eta_1 \cdot \eta_2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
|                           | ここに、                                                                               | ここに、 $\eta_1$ , $\eta_2$ は下表<br>の値とする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
|                           | b : 長方形断面の短辺の長さ<br>( cm )                                                          | <table border="1"><thead><tr><th>h/b</th><th><math>\eta_1</math></th><th><math>\eta_2</math></th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>4.80</td><td>1.00</td></tr><tr><td>2</td><td>4.07</td><td>0.795</td></tr><tr><td>3</td><td>3.74</td><td>0.793</td></tr><tr><td>5</td><td>3.43</td><td>0.743</td></tr><tr><td>10</td><td>3.20</td><td>0.742</td></tr><tr><td>20</td><td>3.10</td><td>0.742</td></tr></tbody></table> | h/b      | $\eta_1$ | $\eta_2$ | 1 | 4.80 | 1.00 | 2 | 4.07 | 0.795 | 3 | 3.74 | 0.793 | 5 | 3.43 | 0.743 | 10 | 3.20 | 0.742 | 20 | 3.10 | 0.742 |
|                           | h/b                                                                                | $\eta_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\eta_2$ |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 1                         | 4.80                                                                               | 1.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 2                         | 4.07                                                                               | 0.795                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 3                         | 3.74                                                                               | 0.793                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 5                         | 3.43                                                                               | 0.743                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 10                        | 3.20                                                                               | 0.742                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| 20                        | 3.10                                                                               | 0.742                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |
| h : 長方形断面の長辺の長さ<br>( cm ) |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |          |   |      |      |   |      |       |   |      |       |   |      |       |    |      |       |    |      |       |

T  
形



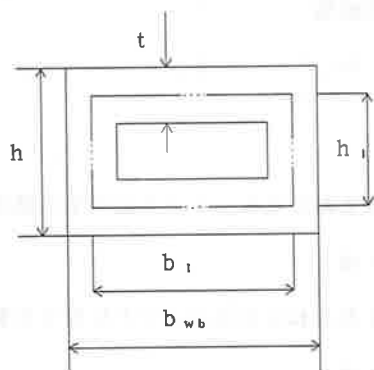
ここに,

$h_1, b_1$  : それぞれ分割した長方形断面の長辺及び短辺の長さ (cm)

$b_1'$  : 注目している分割長方形の短辺の長さ (cm)

$$K_t = \frac{\sum h_i \cdot b_i^3}{3.5 b_i'}$$

箱  
形



ここに,  $t$  : ウェブあるいは床版の厚さ (cm)

$$K_t = 2 \cdot A_m \cdot t$$

ここに,

$$A_m = h_1 \cdot b_1$$

$$\begin{cases} b_1 = b_w - t \\ h_1 = h - t \end{cases}$$

設計荷重作用時に部材断面のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度，またはねじりモーメントによるせん断応力度とせん断力による平均せん断応力度の和が，2-3に規定する許容せん断応力度をこえる場合は，式(2.2.17)により算出される断面積以上のねじりモーメントに対する横方向鉄筋および軸方向鉄筋をそれぞれ配置しなければならない。

なお，式(2.2.17)により鉄筋の断面積を算出する場合は，設計荷重作用時および終局荷重作用時を考慮するものとする。

(a) ねじりモーメントに対する横方向鉄筋

$$A_{wt} = \frac{M_t \cdot a}{1.6 b_t \cdot h_t \cdot \sigma_s} \quad (2.2.17)$$

(b) ねじりモーメントに対する軸方向鉄筋

$$A_{lt} = \frac{2 A_{wt} (b_t + h_t)}{a}$$

ここに， $A_{wt}$  : 間隔  $a$  で配置されるねじりモーメントに対する横方向鉄筋 1 本の断面積 (cm<sup>2</sup>)

$A_{lt}$  : 部材断面に配置されるねじりモーメントに対する軸方向鉄筋の全断面積 (cm<sup>2</sup>)

$a$  : 横方向鉄筋の間隔 (cm)

$M_t$  : 部材断面に作用するねじりモーメント (kg・cm)

$\sigma_s$  : 設計荷重作用時の場合は鉄筋の許容引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)  
終局荷重作用時の場合は鉄筋の降伏点 (kg/cm<sup>2</sup>)

$b_t, h_t$  : 図-2.2.8に示す幅および高さ (cm)



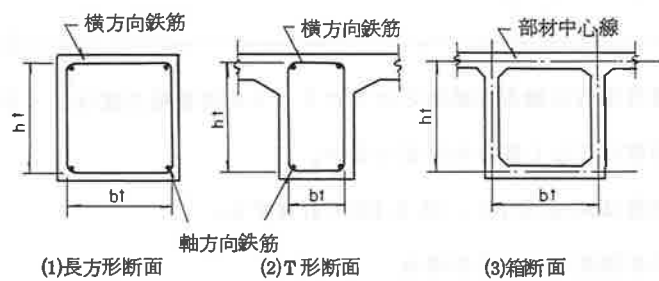


図 - 2.2.8 式 (2.2.17) に用いる  $b_f$  および  $h_f$

#### 2-4-6 付着応力度の検討

(1) 設計荷重作用時の軸方向鉄筋とコンクリートの付着応力度は2-3に規定する許容応力度以下としなければならない。

(2) 付着応力度は式(2.2.18), (2.2.19)で計算する。

(a) 部材の有効高さが一定の場合

$$\tau_o = \frac{1.15 S}{U d} \quad (2.2.18)$$

$\tau_o$  : 付着応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

S : せん断力 (kg)

U : 鉄筋断面の周長の総和 (cm)

d : 部材の有効高さ (cm)

(b) 部材の有効高さが変化する場合

$$\tau_o = \frac{1.15 S_1}{U d} \quad (2.2.19)$$

ここに、 $S_1$  は2-4-4-2に規定する次の値である。

$$S_1 = S - \frac{M}{d} (\tan \alpha + \tan \beta)$$

## 2 - 4 - 7 押拔せん断応力度の検討

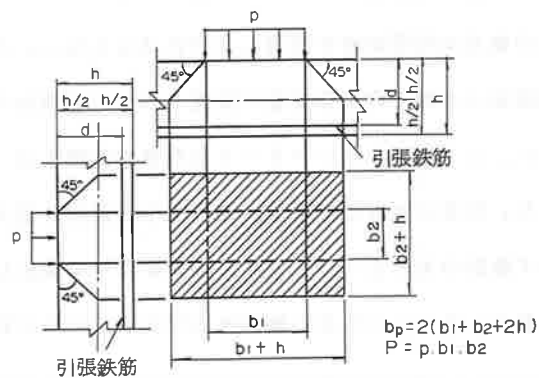
- (1) 設計荷重作用時のコンクリートの押拔せん断応力度は、2 - 3に規定する許容せん断応力度以下としなければならない。
- (2) コンクリートの押拔せん断応力度は、式(2.2.20)により算出するものとする

$$\tau_p = \frac{P}{b_p \cdot d} \quad (2.2.20)$$

ここに、 $\tau_p$ ：押拔せん断応力度（kg/cm<sup>2</sup>）

$P$ ：荷重（kg）

$b_p$ ：荷重の分布形状を、部材の厚さの1/2の距離だけ離れた面へ45°の角度で投影した形状の外周の長さ（cm）（図-2.2.9参照）



（図-2.2.9 式(2.2.20)の  $b_p$ （長方形分布の場合）

### 〔解説〕

床版の押拔せん断応力度の検討は2 - 7 - 6 - 1に最小厚さを規定しているため省略することができる。

## 2 - 5 一般構造細目

### 2 - 5 - 1 軸方向鉄筋

#### 2 - 5 - 1 - 1 最小および最大鉄筋量

- (1) 軸方向力の影響が支配的な鉄筋コンクリート部材には、計算上必要なコンクリート断面積の 0.8% 以上の軸方向鉄筋を配置しなければならない。ここにいう計算上必要なコンクリート断面積とは、軸力のみを支えるのに必要な最小限のコンクリート断面積である。計算上必要な断面より大きな断面を有する場合でも、コンクリート断面積の 0.15% 以上の軸方向鉄筋を配置するのが望ましい。軸方向鉄筋の最大量は、2 - 5 - 1 - 2 に示す鉄筋のあきと 2 - 5 - 5 に示すかぶりを満足して部材断面内に納まる量で、かつ 6% 以下でなければならない。
- (2) 曲げの影響が支配的な鉄筋コンクリート部材には、コンクリート有効断面積の 0.2% 以上の軸方向引張鉄筋を配置しなければならない。ただし、計算上必要な量の 4/3 倍以上の軸方向引張鉄筋が配置されている場合には、0.15% まで低減してもよい。ここにいうコンクリートの有効断面積とは、はりの有効高さ  $d$  に腹部の幅  $b_w$  を乗じたものである。軸方向引張鉄筋の最大量は、2 - 5 - 1 - 2 に示す鉄筋のあきと 2 - 5 - 5 に示すかぶりを満足して引張側部材断面内に納まる量で、かつ、つり合い鉄筋比の 75% 以下でなければならない。

#### 2 - 5 - 1 - 2 鉄筋のあき

- (1) はりにおける軸方向鉄筋の水平のあきは、2 cm 以上、粗骨材の最大寸法の 4/3 倍以上、鉄筋直径以上としなければならない。  
2 段以上に軸方向鉄筋を配置する場合には、一般にその鉛直のあきは 2 cm 以上、鉄筋直径以上とする（図 - 2.2.10 参照）。

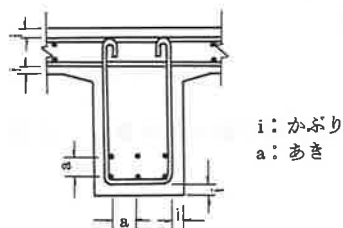


図-2.2.10 鉄筋のあきおよびかぶり

- (2) 柱における軸方向鉄筋のあきは、4 cm以上、粗骨材の最大寸法の  $4/3$ 倍以上鉄筋直径の 1.5倍以上としなければならない。
- (3) 直径32mm以下の異形鉄筋を用いる場合で、鉄筋が複雑に配置されて、満足な締固めが行われないおそれがあるとき、はり、スラブなどの水平の軸方向鉄筋は、2本ずつを上下に束ね、また、柱、壁等の鉛直軸方向鉄筋は、2本または3本ずつを束ねて配置してもよい(図-2.2.11参照)。

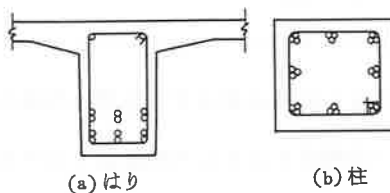


図-2.2.11 束ねて配置する鉄筋

この場合の鉄筋のあきは、束ねた鉄筋をその断面積の和に等しい断面積の1本の鉄筋と考えて、(1)および(2)の規定によってこれを定める。なお、コンクリート棒形振動機を差し込むために、水平のあきを適当に設けなければならない。

## 2-5-2 斜引張鉄筋

### 2-5-2-1 最小鉄筋量

部材断面に配置する斜引張鉄筋の最小鉄筋量は，式(2.2.21)により算出される断面積以上とする。

$$\begin{array}{ll} 1) \text{ けた} & A_w = 0.0015 \, b \cdot a \cdot \sin \theta \text{ (異形鉄筋)} \\ & A_w = 0.0020 \, b \cdot a \cdot \sin \theta \text{ (普通丸鋼)} \\ 2) \text{ 柱} & A_w = 0.0015 \, b \cdot a \cdot \sin \theta \end{array} \quad (2.2.21)$$

ここに， $A_w$ ：間隔  $a$  および角度  $\theta$  で配筋される斜引張鉄筋の断面積 (cm<sup>2</sup>)

$b$ ：ウェブ厚または部材厚 (cm)

$a$ ：斜引張鉄筋の部材軸方向の間隔 (cm)

$\theta$ ：斜引張鉄筋が部材軸方向となす角度

### 2-5-2-2 斜引張鉄筋の配置

- (1) 斜引張鉄筋は，計算上これを必要とする区間の外側の有効高さに等しい区間にも，2-4-4-3の規定によりこれを配置しなければならない。
- (2) 斜引張鉄筋の間隔は，部材の有効高さの中央から正鉄筋または負鉄筋へ向かって延ばした45°の仮想の斜めひびわれ線が，少なくとも一列の斜引張鉄筋と交わるようにする。
- (3) 折曲鉄筋を斜引張鉄筋として用いる場合，折曲鉄筋の間隔は部材の有効高さの1.5倍以下にする。
- (4) はりには，2-5-2-3の規定によりスターラップを配置しなければならない。

### 2-5-2-3 スターラップの配置

- (1) ウェブには、直径13mm以上のスターラップを配置しなければならない。
- (2) 計算上スターラップが必要な場合には、スターラップの間隔は、けたの有効高さの  $1/2$ 以下で、かつ、30cm以下としなければならない。また、2-5-2-1項の規定によりスターラップを配置する場合には、スターラップの間隔はけた高の  $3/4$ 以下で、かつ、40cm以下とするのを原則とする。なお、けた高に比較してウェブが薄いけたの場合は、ウェブ高さをこえないのが望ましい。
- (3) 圧縮鉄筋のある場合、スターラップの間隔は、圧縮鉄筋直径の15倍以下、スターラップの直径の48倍以下とし、スターラップの端は圧縮鉄筋を取り囲み、フックをつけて定着しなければならない。

### 2-5-3 ねじりモーメントに対する鉄筋

- (1) ねじりモーメントに対する鉄筋は、軸方向鉄筋とそれに直交する閉合した横方向鉄筋で構成するものとし、鉄筋の直径は13mm以上としなければならない。
- (2) ねじりモーメントに対する鉄筋は、計算上必要な区間の両端にそれぞれ部材断面の長辺（けたの場合はけた高）に等しい長さを加えた区間に配置するものとする。
- (3) 横方向鉄筋の間隔は、部材断面の長辺（けたの場合はけた高）の  $0.4$ 倍以下で、かつ、30cm以下としなければならない。
- (4) 軸方向鉄筋は、少なくとも横方向鉄筋の各隅部に各1本配置するものとし、その間隔は30cm以下としなければならない。

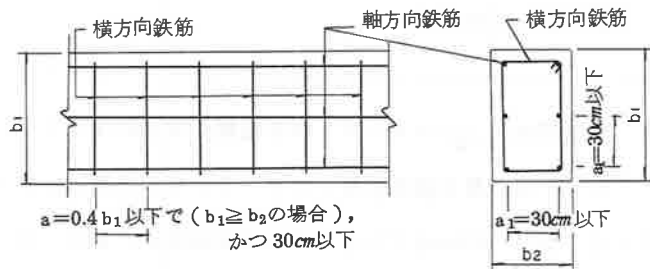


図 - 2-2-12 ねじりモーメントに対する鉄筋の配置

#### 2 - 5 - 4 鉄筋の曲げ形状

##### 2 - 5 - 4 - 1 標準フック

標準フックとして、半円形フック、直角フックあるいは鋭角フックを用いる。

半円形フックは、鉄筋の端部を半円形に  $180^\circ$  折曲げ、半円形の端から鉄筋直径の 4 倍以上で 6 cm 以上まっすぐ延ばしたものである。

直角フックは、鉄筋端部を  $90^\circ$  折曲げ、折曲げてから鉄筋直径の 12 倍以上まっすぐ延ばしたものである。

鋭角フックは、鉄筋端部を  $135^\circ$  折曲げ、折曲げてから鉄筋直径の 6 倍以上で 6 cm 以上まっすぐ延ばしたものである（図 - 2.2.13 参照）。

折曲げ角度が  $90^\circ$  以下の鉄筋は曲がった鉄筋として 2 - 5 - 6 の規定を適用する。

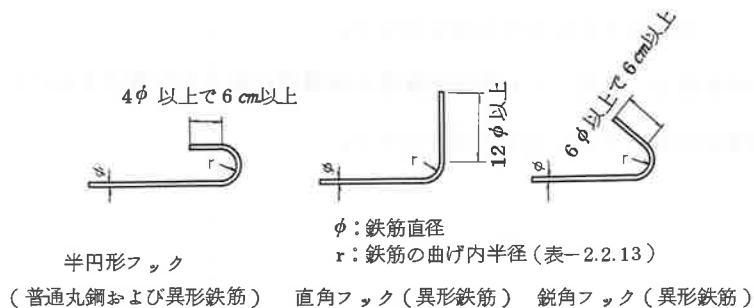


図 - 2.2.13 鉄筋端部のフック形状



## 2-5-4-2 軸方向鉄筋

軸方向引張鉄筋に普通丸鋼を用いる場合には、常に半円形フックとしなければならない。軸方向鉄筋のフックの曲げ内半径は、表-2.2.13の値以上とする。

表-2.2.13 フックの曲げ内半径

| 種 類      |     | 記号     | 曲げ内半径 ( r ) |              |
|----------|-----|--------|-------------|--------------|
|          |     |        | フ ッ ク       | スターラップおよび帯鉄筋 |
| 熱間圧延棒鋼   | 1 種 | S R 24 | 2 $\phi$    | 1 $\phi$     |
|          | 2 種 | S R 30 | 2.5 $\phi$  | 2 $\phi$     |
| 熱間圧延異形棒鋼 | 1 種 | S D 24 | 2 $\phi$    | 1 $\phi$     |
|          | 2 種 | S D 30 | 2.5 $\phi$  | 2 $\phi$     |
|          | 3 種 | S D 35 | 2.5 $\phi$  | 2 $\phi$     |
|          | 4 種 | S D 40 | 3 $\phi$    | 2.5 $\phi$   |

## 2-5-4-3 スターラップおよび帯鉄筋

スターラップおよび帯鉄筋は、その端に標準フックを設けなければならない。

普通丸鋼をスターラップおよび帯鉄筋に用いる場合は、半円形フックとしなければならない。

スターラップに異形鉄筋を用いる場合は、直角フックまたは鋭角フックを用いてもよい。

帯鉄筋に異形鉄筋を用いる場合は、原則として半円形フックまたは鋭角フックを設ける。

スターラップおよび帯鉄筋のフックの曲げ内半径は、表-2.2.13の値以上とする。ただし、 $\phi \leq 10\text{mm}$ のスターラップは、1.5  $\phi$ の曲げ内半径でよい。

- (1) 折曲げ鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋直径の5倍以上でなければならない。

(図-2.2.14参照)。

コンクリート部材の側面から  $2\phi + 2\text{cm}$  以内の距離にある鉄筋を折曲鉄筋として用い場合には、その曲げ内半径を鉄筋直径の7.5倍以上としなければならない。

- (2) ラーメン構造の隅角部等の外側に沿う鉄筋の曲げ内半径は、鉄筋直径の10倍以上でなければならない(図-2.2.15参照)。

- (3) ハンチ、ラーメンの隅角部等の内側に沿う鉄筋は、スラブまたははりの引張りを受ける鉄筋を曲げたものとせず、ハンチの内側に沿って別の直線の鉄筋を用いるものとする(図-2.2.16参照)。



図-2.2.14 折曲鉄筋の曲げ半径

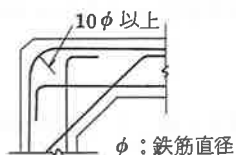


図-2.2.15 ラーメン構造の隅角部の外側に沿う鉄筋の曲げ内半径

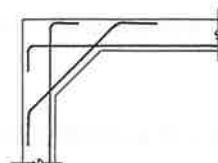
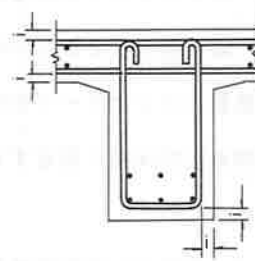


図-2.2.16 ハンチ、ラーメンの隅角部等の内側に沿う鉄筋

- (1) かぶりは、コンクリートの品質、鉄筋直径、環境条件、施工誤差、構造物の重要度等を考慮して、標準とする大きさを定めなければならない。
- (2) かぶりは鉄筋の直径以上としなければならない。
- (3) かぶりの最小値は表-2.2.14の値とする。ただし、工場製品等の場合のかぶりの最小値は、別途検討して定めるのがよい。

表-2.2.14 最小かぶり (cm)

| 部材の種類<br>環境の条件 | 床 版      け た      柱 |     |   |
|----------------|---------------------|-----|---|
|                | 床 版                 | け た | 柱 |
| 一般の場合          | 3                   | 3.5 | 4 |
| 水中の場合 (注)      | —                   | —   | 7 |



(注) コンクリートを水中で打込む構造物は除く      図-2.2.17 かぶり

表-2.2.15 海水の作用を受ける構造物の最小かぶり (cm)

|   |                                        |     |
|---|----------------------------------------|-----|
| a | 海水に直接接する部分、海水で洗われる部分<br>および激しい潮風を受ける部分 | 7.0 |
| b | 上記以外の部分                                | 5.0 |

- (4) 海水の作用を受ける構造物におけるかぶりは、一般に表-2.2.15の値以上としなければならない。
- (5) 水中で施工する構造物におけるかぶりは、10cm以上としなければならない。
- (6) 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適当に増やさなければならない。
- (7) 特に耐火を必要とする構造物におけるかぶりは、火熱の温度、継続時間、用いる骨材の性質等を考えてこれを定めなければならない。
- (8) 異形鉄筋を束ねて配置する場合のかぶりは、束ねた鉄筋をその断面積の和に等しい断面積の1本の鉄筋と考えてよい。

- (1) 鉄筋の端部は、次の規定のいずれかの方法によりコンクリートに十分定着しなければならない。ただし、引張鉄筋に普通丸鋼を用いる場合は、フックをつけて定着しなければならない。
  - 1) コンクリート中に埋込み、鉄筋とコンクリートの付着により定着する。
  - 2) コンクリート中に埋込み、フックをつけて定着する。
  - 3) 定着板などを取りつけて機械的に定着する。
- (2) 鉄筋とコンクリートの付着により定着する場合の定着長は、2 - 5 - 2 - 5
- (3) 項および(4)項に規定する鉄筋の重ね継手長に等しい長さ以上とするものとする。
- (3) フックをつけて引張鉄筋を定着する場合の定着長は、(2)項に規定する定着長の  $\frac{2}{3}$  以上とするものとする。また、フックをつけて圧縮鉄筋を定着する場合の定着長は(2)項の規定によるものとし、フックの効果を考慮してはならない。
- (4) 正鉄筋は、計算上引張応力を受ける必要がなくなる点から部材の有効高に等しい長さだけのばして曲げ上げるか、またはそのままのばして、圧縮部のコンクリートに定着するのを原則とする。ただし、正鉄筋の本数の  $\frac{1}{3}$  以上は、曲げ上げずに支点を越えて圧縮部のコンクリートに定着しなければならない。
- (5) 負鉄筋は、計算上引張応力を受ける必要がなくなる点から部材の有効高に等しい長さだけのばして曲げ下げるか、またはそのままのばして、圧縮部のコンクリートに定着するのを原則とする。ただし、負鉄筋の本数の  $\frac{1}{3}$  以上は、曲げ下げずに反曲点を越えて、支間の  $\frac{1}{16}$  以上で、かつ部材の有効高に等しい長さ以上のばして定着しなければならない。
- (6) 折曲げ鉄筋の端部は、所定のかぶりを確保した上で、部材の上面または下面にできる限り接近させ、さらにそれに平行に折曲げて、圧縮部のコンクリートに定着するのを原則とする。この場合には、フックをつけた異形鉄筋およびフックをつけない異形鉄筋の定着長は、それぞれ鉄筋の直径の10倍および15倍とするものとする。
- (7) スターラップは、引張鉄筋を取り囲み、フックをつけて圧縮部のコンクリー

トに定着しなければならない。また、圧縮鉄筋がある場合は、引張鉄筋および圧縮鉄筋を取り囲み、原則としてフックをつけて圧縮部のコンクリートに定着するものとする。なお、大きなねじりモーメントが作用する部材では、軸方向鉄筋全体を取り囲み、原則としてフックをつけて圧縮部のコンクリートに定着するものとする。

(8) 帯鉄筋は、軸方向鉄筋を取り囲み、フックをつけて柱の内部のコンクリートに定着しなければならない。

(9) 柱とフーチングなどの接合部では、柱の軸方向鉄筋は、柱の断面力がフーチングなどに十分に伝達される長さだけのばし、フックをつけるなどにより定着するものとする。また、片持ばりなどの固定部における鉄筋についても同様に十分な定着を行わなければならない。

## 2-5-7 鉄筋の継手

(1) 鉄筋を継ぐ場合は、鉄筋の種類、直径、応力状態、継手位置などを考慮して適切な継手を選ばなければならない。また、鉄筋の継手位置および継手方法は設計図に示すのを原則とする。

(2) 鉄筋の継手位置は、原則として、一断面に集中させてはならない。また、応力が大きい位置では、鉄筋の継手を設けないのが望ましい。

(3) 引張鉄筋に重ね継手を用いる場合は、式(2.2.22)により算出する重ね継手長 $l_a$ 以上、かつ、鉄筋の直径の20倍以上重ね合わせなければならない。また、重ね継手部は、継手に直角に配置した2本以上の鉄筋で補強しなければならない。

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \tau_{oa}} \cdot \phi \quad (2.2.22)$$

ここに、 $l_a$  : 付着応力度より算出する重ね継手長 (cm)

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_{oa}$  : コンクリートの許容付着応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\phi$  : 鉄筋の直径 (cm)

- (4) 圧縮鉄筋に重ね継手を用いる場合は、式(2.2.22)により算出する長さ $\ell_a$ の80%以上、かつ、鉄筋の直径の20倍以上重ね合わせなければならない。
- (5) 普通丸鋼に重ね継手を用いる場合には、その端部に半円形フックを設けなければならない。
- (6) 十分な管理を行う場合は、ガス圧接継手を用いることができる。
- (7) 引張鉄筋に、機械的継手、スリーブ継手、溶接継手などを用いる場合は、鉄筋の種類、直径、応力状態、継手位置などを考慮して試験を行い、継手部の強度を定めるものとする。

#### 2-5-8 帯鉄筋の配置

帯鉄筋は、直径13mm以上の鉄筋とし、その間隔は、部材断面の最小寸法の1/2以下、軸方向鉄筋の直径の12倍以下、かつ、30cm以下としなければならない。けた、その他と交わる柱の部分には、十分な帯鉄筋を配置しなければならない。

#### 2-5-9 用心鉄筋

- (1) 場所打ちコンクリートけたのウェブ両側面の軸方向用心鉄筋は、直径13mm以上とし、30cm以下の間隔で配置するものとする。
- (2) 打継目付近には、新旧コンクリート間の温度差、乾燥収縮差などにより生じる引張応力に対して用心鉄筋を配置するものとする。
- (3) 箱けたの下フランジ、隔壁などの開口部の周辺には、応力集中などに対して用心鉄筋を配置するものとする。
- (4) フランジ幅の小さいスレンダーなプレキャストIけたの支間中央付近の上縁角部には、架設時に生じる引張応力に対して用心鉄筋を配置するのが望ましい。



図-2.2.18 スレンダーなけたの用心鉄筋

## 2 - 6 耐震に関する一般構造細目

### 2 - 6 - 1 一般

部材の所要のじん性を具備させるため、その形状に応じ、スターラップおよび帯鉄筋比、軸方向鉄筋比等を適切に定めなければならない。

### 2 - 6 - 2 引張部定着

引張鉄筋を部材中間引張部に定着する場合、次の条件を満足しなければならない。

- 1) 同一断面で定着する鉄筋断面積は、全断面積の  $1/2$ 以下とすること。
- 2) 定着しない鉄筋のみによる部材の曲げ耐力が設計モーメントの 1.5倍以上ある点から、部材の有効高さまたは定着長のどちらか大きい長さを延ばすとともに、その間のせん断耐力が設計せん断力の 1.5倍以上あること。

### 2 - 6 - 3 スターラップおよび帯鉄筋

- (1) 柱およびはりにはコンクリート断面積の0.15%以上の帯鉄筋量またはスターラップ量を配置しなければならない。ただし、柱は部材接合部から柱幅の2倍はりは部材接合部からはり高の1.5倍の範囲にコンクリート断面積の0.20%以上で、かつ計算で求めた値の1.2倍の帯鉄筋量またはスターラップ量を配置しなければならない。
- (2) スターラップは、はり上下の引張および圧縮鉄筋を確実に連結して主鉄筋内部のコンクリートを十分に拘束するように配置するものとし、図-2.2.19に示すようにその端部は  $135^\circ$  以上折曲げて圧縮鉄筋にかけて定着するか、あるいは閉合形として主鉄筋を囲むようにしなければならない。また、部材接合部か



らはり高の 1.5 倍の範囲に配置するスターラップの最大間隔は次の条件から定まる最小値とする。

- (a) 部材の有効高さの 1/4 以下
- (b) 主鉄筋直径の 8 倍以下
- (c) スターラップ直径の 24 倍以下
- (d) 30 cm 以下

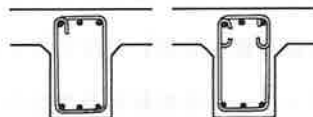


図-2.2.19 スターラップの形状

- (3) 帯鉄筋端部は  $135^\circ$  以上に折曲げて内部にコンクリートに十分定着するか、全強を伝えられるように、端部どうしを溶接するか、あるいは連続したらせん筋形式としなければならない。また、耐力、じん性を大きくするためには数組の帯鉄筋を組合わせて網状に配置するか（図-2.2.20）、中間帯鉄筋を用いるのがよい（図-2.2.21）。とくに部材断面の寸法が 1 m をこえる場合は、必ず中間帯鉄筋を用いなければならない。また、部材接合部から柱幅の 2 倍の範囲に配置する帯鉄筋の最大間隔は部材断面の最小寸法の 1/4 以下とする。

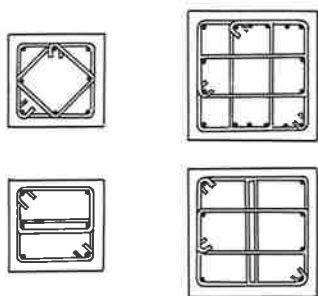


図-2.2.20 帯鉄筋の配置

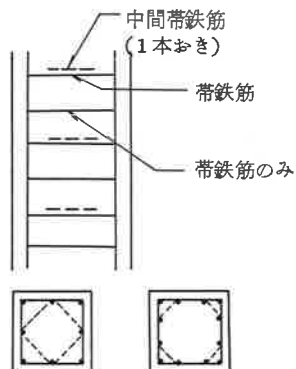


図-2.2.21 中間帯鉄筋の配置

#### 2 - 6 - 4 重ね継手

- (1) 部材接合部，および部材接合部から部材有効高さの2倍の範囲では，はりの主鉄筋に重ね継手を用いてはならない。その他の範囲で重ね継手を用いる場合は，スターラップを部材有効高さの  $1/4$  以下，かつ10cm以下に配置するなど十分補強する。
- (2) 柱の主鉄筋の重ね継手は，部材の中央部のみに用いてよい。その場合，引張鉄筋の重ね継手に準ずる。

## 2-7 床版

### 2-7-1 適用の範囲

この節は、コンクリートのけたで支持され、辺長比が1:2以上の鉄筋コンクリート床版の設計に適用する。

### 2-7-2 設計一般

床版の設計にあたっては、7-2-2の規定により側壁、案内軌条等に作用する横荷重の影響などを考慮するものとする。

### 2-7-3 床版の支間

床版の支間は、次の規定によるものとする。

- (1) 単純版および連続版の列車荷重および死荷重に対する支間は、図-2.2.22のとおりとする。

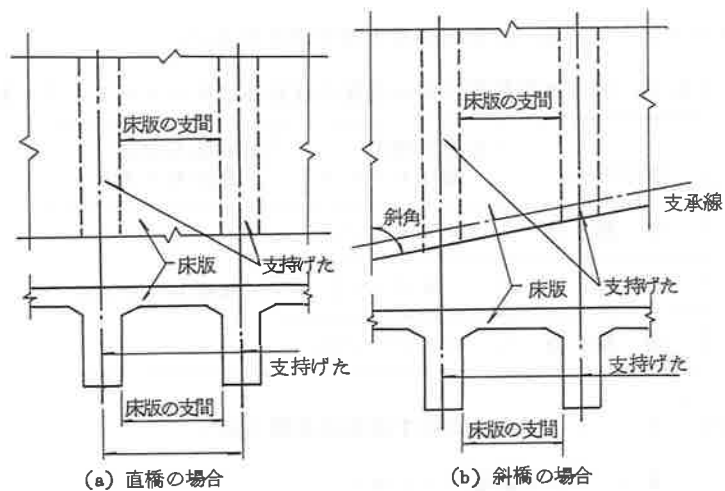


図-2.2.22 単純版および連続版の支間

- (2) 片持版の列車荷重および死荷重に対する支間は、図-2.2.23のとおりとする

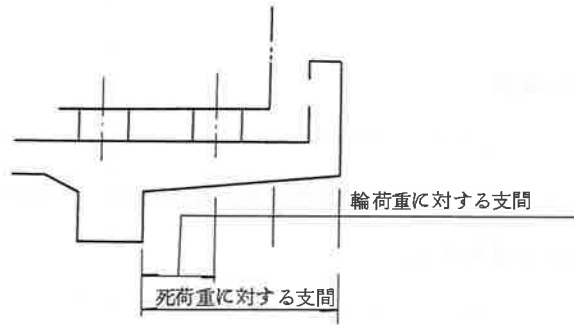


図-2.2.23 片持版の床版の支間

- (3) 列車荷重に対する床版の支間は、単純版・連続版の場合4.0m、片持版の場合1.5mを最大とする。

#### 2-7-4 床版の設計曲げモーメント

- (1) 輪荷重による床版の単位巾（1 m）あたりの設計曲げモーメントは、輪荷重の載荷状態に応じて求めることを原則とする。ただし、輪荷重には、横移動を考慮し、部材に対して最も不利な状態を考える。横移動量は、左右5 cmとするが、移動範囲が明らかな場合は、別途定めてよい。
- (2) 死荷重は、等分布荷重とし、これによる床版の単位巾（1 m）あたりの設計曲げモーメントは、表-2.2.16に示す式で求めてよい。

表-2.2.16 等分布死荷重による床版の設計曲げモーメント（1 mあたり）

| 版の区分  | 主筋方向の<br>曲げモーメント    | 配力筋方向の<br>曲げモーメント |
|-------|---------------------|-------------------|
| 単 純 版 | $+ W \ell^2 / 8$    | 無視してよい。           |
| 片 持 版 | $- W \ell^2 / 2$    |                   |
| 連 続 版 | $\pm W \ell^2 / 10$ |                   |

ここに、 $\ell$  : 2-7-3に示す床版の支間（m）

$W$  : 等分布荷重（t / m）

〔解 説〕

- ・床版の解析は，原則として版の理論により行う。

## 2-7-6 構造細目

### 2-7-6-1 床版の最小厚

列車荷重を受ける床版の最小厚は16cmとする。ただし，避難用通路等においてはこの限りではない。

### 2-7-6-2 ハンチ

- (1) 床版には，支持げた上でハンチを設けるのを原則とする。
- (2) 床版のハンチの傾斜は，1：3よりゆるやかにするのが望ましい。1：3よりきつい場合は，図-2.2.24に示すように1：3までの厚さが設計上床版として有効な断面とみなすものとする。

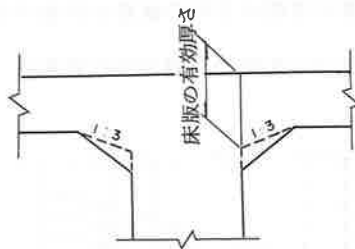
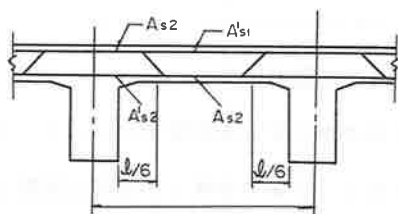


図-2.2.24 ハンチ部の床版の有効厚さ

- (3) ハンチには，その内側に沿って鉄筋を配置するのを原則とする。ハンチに沿う鉄筋の直径は13mm以上とする（図-2.2.16参照）。

## 2-7-6-3 鉄筋の種類および配筋

- (1) 鉄筋は異形鉄筋を用いるものとし、鉄筋の直径は13, 16, 19および22mmを標準とする。
- (2) 鉄筋の中心間隔は、10cm以上、かつ、30cm以下を標準とする。ただし、床版の支間方向の引張主鉄筋の中心間隔は、床版の厚さをこえてはならない。
- (3) 鉄筋コンクリート連続版の床版の支間の方向の鉄筋を曲げる場合は、ウェブ前面から $\ell/6$ の断面位置で曲げるものとする。ただし床版の支間の中央部の引張鉄筋量の80%以上およびウェブ前面の引張鉄筋量の50%以上は、それぞれ曲げずに連続させて配置しなければならない。ここに、 $\ell$ は支持げたの中心間隔とする。



$A's_2 \geq 0.8 A_{s1}$   
 $A's_1 \geq 0.5 A_{s2}$   
 ここに  
 $\ell$  : 支持げたの中心間隔 (cm)  
 $A_{s1}$  : 床版の正鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)  
 $A_{s2}$  : 床版の負鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)  
 $A's_1$  : 床版の支間中央の圧縮鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)  
 $A's_2$  : 床版の支点上の圧縮鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)

図-2.2.25 床版の支間の方向の鉄筋の折曲げ位置および配置

- (4) 斜橋の支承部付近における床版の支間方向の鉄筋は、支承線方向に配置するものとする。

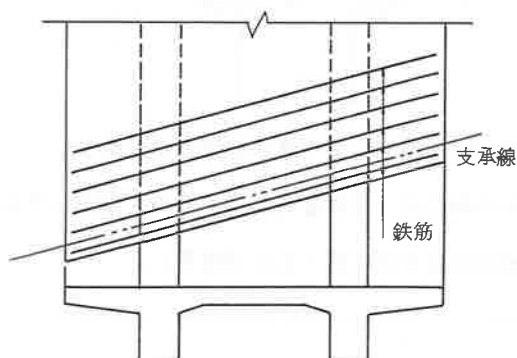


図-2.2.26 斜橋の支承部付近の鉄筋の配置

## 2 - 8 床版橋

### 2 - 8 - 1 適用の範囲

この章は、相対する 2 辺が線状あるいはそれに近い状態で単純支持され、片持床版がなく、近似的に等方性版と考えられる版構造の床版橋の設計に適用する。

### 2 - 8 - 2 設計一般

- (1) 断面力は版理論により算出するのを原則とする。
- (2) 円筒形の穴を有する中空床版橋（図 - 2.2.29）は、等方性版として断面力を算出することができる。
- (3) 床版橋の設計にあたっては、7 - 2 - 2 の規定により側壁に作用する横荷重の影響などを考慮するものとする。
- (4) この章の規定により床版橋を設計する場合は、中空床版橋を除き、せん断力に対する検討を省略することができる。

### 2-8-3 床版橋の支間

- (1) 直床版橋の支間は支承中心間隔とする。

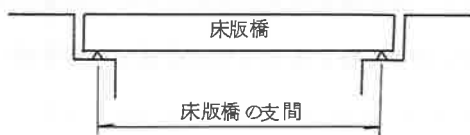


図-2.2.27 直床版橋の支間

- (2) 斜角が $45^\circ$ 以上の斜め床版橋の支間は、式(2.2.23)によるものとする。また支間の方向は、図-2.2.28のとおりとする。

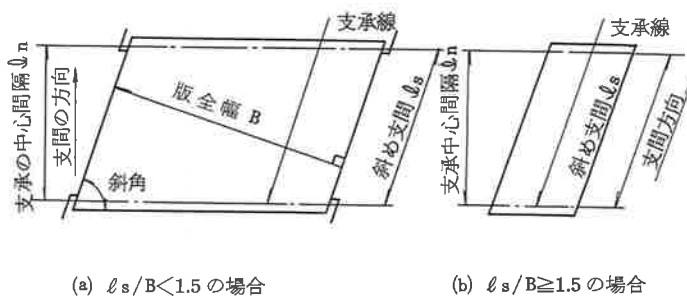
$$\begin{aligned} \ell &= \ell_s & (\ell_s / B \geq 1.5 \text{ の場合}) \\ &= (\ell_s + \ell_n) / 2 & (\ell_s / B < 1.5 \text{ の場合}) \end{aligned} \quad (2.2.23)$$

ここに、 $\ell$  : 床版橋の支間 (cm)

$\ell_s$  : 斜め支間 (cm)

$\ell_n$  : 支承の中心間隔 (cm)

$B$  : 版全幅 (cm)



(a)  $\ell_s/B < 1.5$  の場合

(b)  $\ell_s/B \geq 1.5$  の場合

図-2.2.28 斜め床版橋の支間の方向



## 2-8-4 断面力の算出

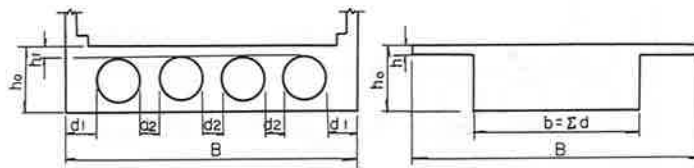
輪荷重による床版の単位巾（1 m）あたりの設計曲げモーメントは，輪荷重の載荷状態に応じて求めることを原則とする。ただし輪荷重には，横移動を考慮し部材に対して最も不利な状態を考える。横移動量は，左右 5 cm とするが，移動範囲が明らかな場合は，別途定めてよい。

### 〔解 説〕

断面力は，版理論により算出することを原則とする。

## 2-8-5 中空床版橋のせん断力に対する設計

中空床版橋は，充実部の幅の総和をウェブ厚とする T げた断面で，せん断力に抵抗するとしてよい。



(a) 中空床版橋の断面形状

(b) 仮想 T げた断面

ここに， $h_1$ ：中空部上の最小厚さ（cm）

$h_0$ ：版厚（cm）

$d_1$ ：中空部と版側面の最小厚さ（cm）

$d_2$ ：中空部間の最小厚さ（cm）

$B$ ：版全幅（cm）

$b$ ：換算ウェブ厚（cm）

図-2.2.29 中空床版橋の仮想 T げた断面

## 2-8-6 支承反力

- (1) 直床版橋の支承反力のうち等分布荷重による反力は、版をけたとして算出した全支承反力を支承線方向の支承延長で除して算出することができる。
- (2) 斜め床版橋の支承反力分布は、斜角の影響を考慮して算出するものとする。

## 2-8-7 構造細目

### 2-8-7-1 床版橋の最小寸法

- (1) 床版橋の最小版厚は、25cmとするものとする。
- (2) 場所打ちコンクリート中空床版橋の断面の最小寸法は、図-2.2.30のとおりとする。

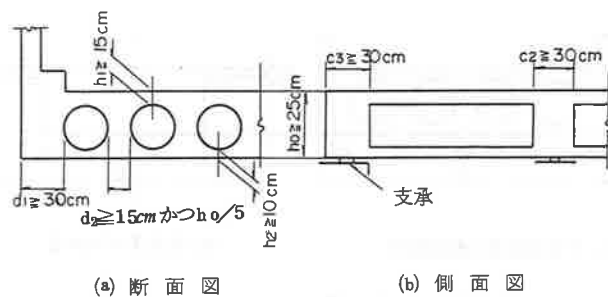
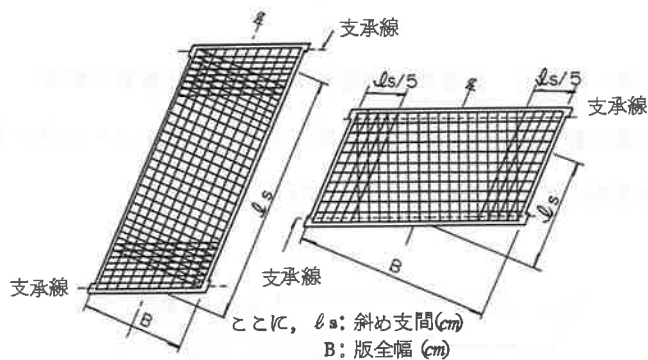


図-2.2.30 中空床版橋の断面の最小寸法

(1) 鉄筋の配置は次の規定によるものとする。

- 1) 支間方向に配置される引張主鉄筋の直径は13mm以上とし、中心間隔は20cm以下とするものとする。
- 2) 版の上縁および下縁には、ともに支間方向および支間直角方向に、直径13mm以上の鉄筋を30cm以下の中心間隔で配置しなければならない。
- 3) 斜め床版橋の鉄筋は、斜め支間を版全幅で除した値が 1.5 以上の場合は、図 - 2.2.31(1)に、1.5 未満の場合は図 - 2.2.31(2)に示すように、それぞれを配置するのを原則とする。



(1)  $l_s/B \geq 1.5$  の場合      (2)  $l_s/B < 1.5$  の場合

図 - 2.2.31 斜め床版橋の鉄筋の配置

- (1) 版端部などの支承部の支承線方向には、温度変化、コンクリートの乾燥収縮などにより生じる応力に対して用心鉄筋を配置しなければならない。

(図-2.2.31参照)

- (2) 支承線より背後の版端部には、輪荷重の載荷による支間方向の負の曲げモーメントに対して必要な鉄筋を配置しなければならない。

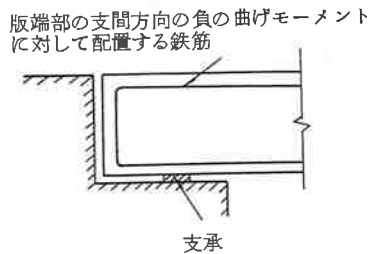
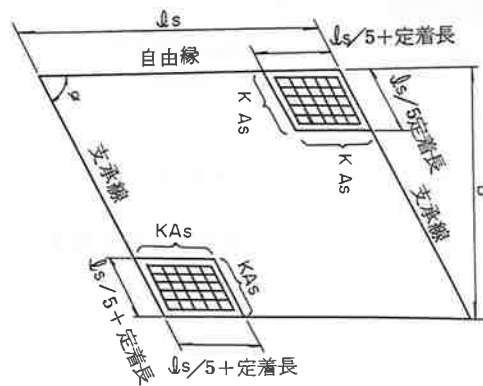


図-2.2.32 版端部の支間方向の片持版の鉄筋の配置

- (3) 斜め床版橋の鈍角部の版上面には、図-2.2.33に示すように斜め支間方向および支承線方向に用心鉄筋を配置しなければならない。



ここに、 $A_s$  : 支間中央の斜め単位幅 (1 m) あたりの正鉄筋断面積 (cm<sup>2</sup>)  
 $K \cdot A_s$  : 支承部の鈍角部に配置する斜め単位幅 (1 m) あたりの鉄筋量で、 $K$  の値は図-2.2.34のとおりとする。(cm<sup>2</sup>)  
 $B$  : 版全幅 (m)  
 $\ell_s$  : 斜め支間 (m)  
 $\phi$  : 斜角

図-2.2.33 支承部の鈍角部の負の曲げモーメントに対する用心鉄筋量およびその配置範囲

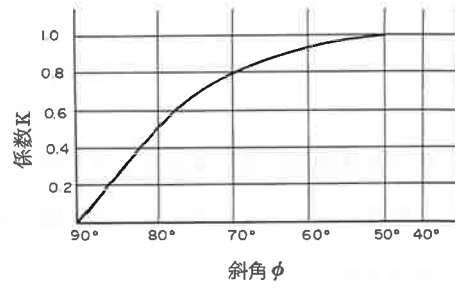


図-2.2.34 係数Kの値

- (4) 斜め床版橋の鈍角部の版下面には，支承部の平均反力より大きな反力に対して用心鉄筋を配置しなければならない。

## 2-9 Tげた橋

### 2-9-1 設計一般

- (1) けたの断面力は，格子構造理論により算出するのを原則とする。ただし，直橋で床版の支間が短く版構造とみなせる場合は，直交異方性版の理論により断面力を算出することができる。
- (2) 主げたの支点上には，横げたを設けるものとする。
- (3) 中間横げたは，1支間につき1個所以上，かつ，15m以下の間隔で設けるのを原則とする。

### 2-9-2 構造細目

#### 2-9-2-1 主げたの構造細目

- (1) ウェブの厚さは表-2.2.17の値以上とするものとする。

表-2.2.17 ウェブの最小厚さ (cm)

| けたの種類          | ウェブの最小厚さ |
|----------------|----------|
| 場所打ち鉄筋コンクリートげた | 25       |
| プレキャストげた       | 13       |

- (2) ウェブの厚さを変化させる場合，1/5よりゆるい傾斜とするのが望ましい。

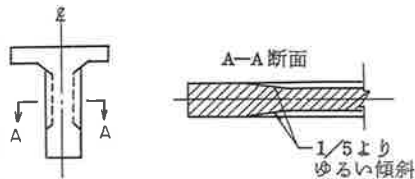


図-2.2.35 ウェブの厚さの変化

- (3) 主鉄筋は2段以下に配置するのを原則とする。

2-9-2-2 横げた構造細目

ウェブの最小厚さは20cmとする。

## 2-10 箱げた橋

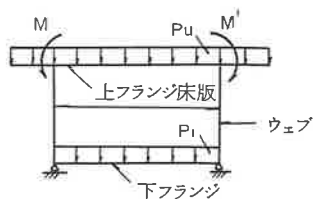
### 2-10-1 設計一般

- (1) 単一箱げた橋および多重箱げた橋の断面力は、箱げた部全断面を1つのけたとして断面力を算出することができる。
- (2) 多主げた箱げた橋の断面力は、格子構造理論により算出するのが原則とする。
- (3) 主げたの支点上には、横げたおよび隔壁を設けるものとする。
- (4) 1支間に1個所以上の中間横げたおよび隔壁を設けるのを原則とする。

### 2-10-2 下フランジおよびウェブの応力度照査

- (1) 下フランジおよびウェブは、上下フランジとウェブで構成されるラーメン構造として応力度を照査しなければならない。

ここに、



$P_u$  : 床版の死荷重 ( $\text{kg/m}$ )

$P_l$  : 下フランジの死荷重 ( $\text{kg/m}$ )

$M, M'$  : 2-7-4の規定により算出される床版の活荷重による支点上の曲げモーメント ( $\text{kgm/m}$ )

図-2.2.36 下フランジおよびウェブの応力度を照査する場合の荷重状態

- (2) (1)項により応力度を照査する場合の断面力は、図-2.2.36に示す荷重状態について算出してよい。



## 2-10-3 構造細目

### 2-10-3-1 主げたの構造細目

- (1) 場所打ちコンクリート箱げたの下フランジの最小厚さは、14cmとする。
- (2) フランジの厚さを主げた方向に変化させる場合は、1/5 よりゆるい傾斜とするのが望ましい。

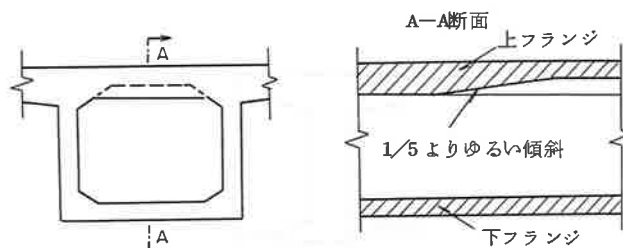


図-2.2.37 フランジの厚さの変化

- (3) 下フランジの上下面には、主げた方向および主げた直角方向に、直径13mm以上の鉄筋を25cm以下の中心間隔で配置しなければならない。
- (4) ウェブの厚さは、表-2.2.17の値以上とするものとする。またウェブの厚さを主げた方向に変化させる場合は、1/5 よりゆるい傾斜とするのが望ましい。

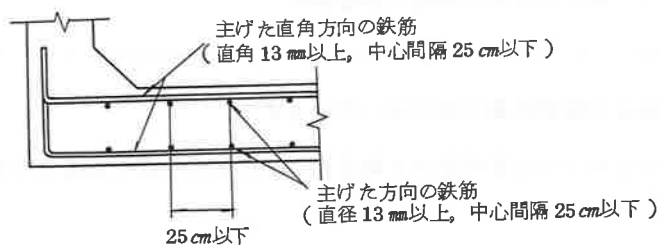


図-2.2.38 下フランジの鉄筋の配置

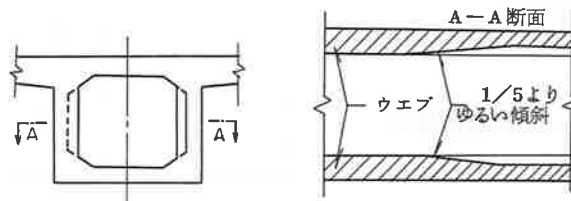


図-2.2.39 ウェブの厚さの変化

- (5) 鉄筋コンクリート箱げた橋の主げたに配置する主鉄筋は、ウェブおよびハンチ部内に2段以下に配置するのが望ましい。

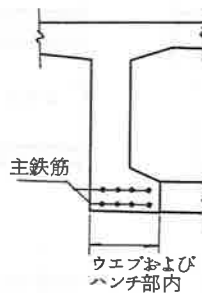


図-2.2.40 主鉄筋の配置

- (6) 2-10-2の規定によりウェブに配置される鉄筋は、その断面積の1/2までを斜引張鉄筋とすることができる。

## 2-10-3-2 横げたおよび隔壁の構造細目

- (1) 横げたおよび隔壁の最小厚さは、20cmとする。
- (2) 隔壁にマンホールなどを設ける場合は、開口部の周辺を補強しなければならない。

## 2-11 連続げた

### 2-11-1 中間支点上の設計曲げモーメント

連続げた橋の中間支点上の設計曲げモーメントは、式(2.2.24)により算出することができる。

$$M_i = M - \frac{qa^2}{8} \quad \dots\dots\dots (2.2.24)$$

ただし  $M_i \geq 0.9M$

ここに、  $M_i$  : 中間支点上の設計曲げモーメント (kg・cm)

$M$  : 中間支点上の曲げモーメント (kg・cm)

$$q = \frac{R}{a} \quad (\text{kg/cm})$$

$R$  : 中間支点の反力 (kg)

$a$  : 断面の図心位置における反力の橋軸方向仮想分布幅 (cm) (図-2.2.41参照)

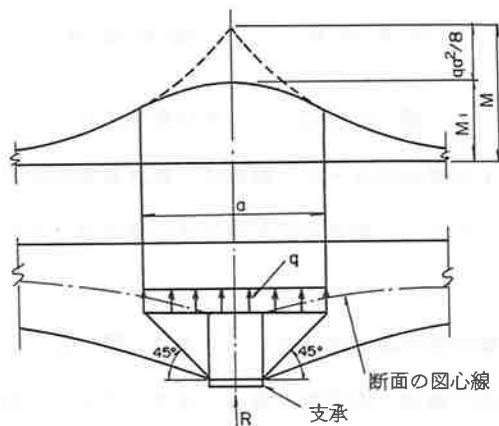


図-2.2.41 中間支点上の設計曲げモーメント

連続げた橋の中間支点付近は、支点反力によりウェブに生じる水平方向引張応力に対して用心鉄筋を配置しなければならない。

## 2-12 ラーメン橋

### 2-12-1 設計一般

- (1) ラーメン部材節点部は、それに接続する部材相互に断面力が確実に伝達されるようにしなければならない。
- (2) ラーメン部材節点部の隅角部には、ハンチを設けるのを原則とする。
- (3) 応力度を検討する場合のハンチの有効部分は、図-2.2.42のとおりとする。

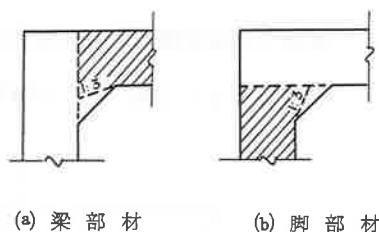


図-2.2.42 ハンチの有効部分

- (4) 断面力を算出する場合のラーメン軸線は、部材断面の図心軸線に一致させるのを原則とする。ただし、両者のずれが小さい場合は、これを無視することができる。
- (5) ラーメン部材節点部の設計曲げモーメントは、図-2.2.43のとおりとする。
- (6) 脚部材の軸線の下端は、固定端の場合にはフーチング上面とし、ヒンジ端の場合にはヒンジ中心とするものとする。

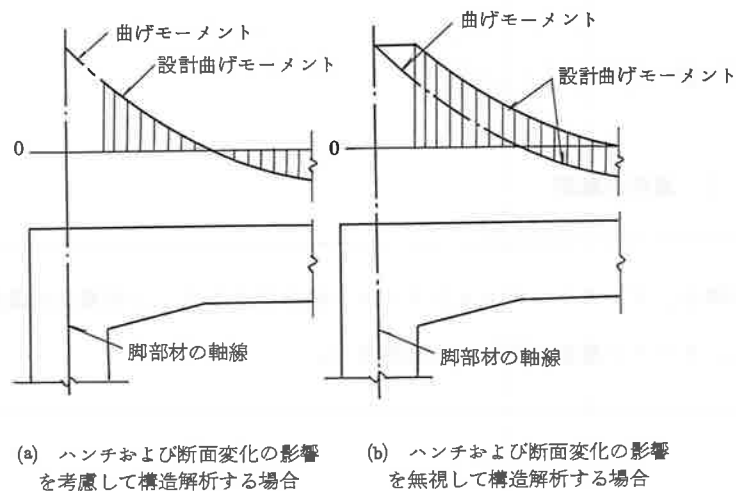


図-2.2.43 ラーメン部材節点部の設計曲げモーメント

## 2-12-2 土圧が作用するラーメン橋

土圧が作用するラーメン橋は、全設計土圧が作用する場合および全設計土圧の1/2が作用する場合のうち、不利となる場合の断面力に対して設計するものとする。

## 2-12-3 構造細目

- (1) 梁部材および脚部材の主鉄筋は、節点部における相互の配置関係を考慮して断面力が確実に伝達されるように配置しなければならない。
- (2) ハンチにはハンチに沿う鉄筋を配置しなければならない（図-2.2.16参照）
- (3) 部材節点部およびその付近においては、主鉄筋の継手を設けないのが望ましい。

### 3 章 プレストレストコンクリート橋

#### 3 - 1 総 則

##### 3 - 1 - 1 適用の範囲

この章は、プレストレストコンクリート橋の主として、上部構造に適用する。  
ただし、ラーメン構造の設計にも適用する。

#### 3 - 2 使用材料

##### 3 - 2 - 1 コンクリートの品質

コンクリートの品質は、共通編 4 - 2 - 1 の規定による。

##### 3 - 2 - 1 P C 鋼材の品質

P C 鋼材は、高強度の鋼材で、試験によってその品質が確かめられたものでなければならない。

##### 3 - 2 - 3 鉄筋の品質

鉄筋の品質は、共通編 4 - 1 の規定による。

### 3 - 3 許容応力度

#### 3 - 3 - 1 荷重の組合わせと許容応力度の割増係数

- (1) 部材各部の応力度は、表 - 2.3.1 に示す荷重の組合わせに対して検算し、許容応力度は、3 - 3 - 2 に規定する基準の許容応力度に表 - 2.3.1 の割増し係数を乗じた値とする。

表 - 2.3.1 荷重の組合わせと許容応力度の割増係数

| ケース | 荷重の組合わせ                      | 割増係数 |
|-----|------------------------------|------|
| 1   | $D + L + I + CF + (SD)$      | 1.00 |
| 2   | $D + L + I + CF + T + (SD)$  | 1.15 |
| 3   | $D + L + I + CF + LF + (SD)$ | 1.15 |
| 4   | $D + L + I + CF + BS + (SD)$ | 1.15 |
| 5   | ER                           | 1.25 |
| 6   | D + R                        | 1.25 |
| 7   | $D + CR + SH + T$            | 1.15 |
| 8   | D + EQ                       | 1.50 |

注) ( ) 内は必要に応じて組合わせを考慮する。

- (2) 3 - 3 - 2 に規定するプレストレス直後の許容応力度は、割増してはならない。
- (3) コンクリートの許容引張応力度は(1)の項の規定にかかわらず、3 - 3 - 6 に規定する値とする。
- (4) 組合わせた荷重に対する P C 鋼材の許容応力度は、表 - 2.3.1 の割増係数によって割増を行ってよいが、降伏点応力度の 90 % 以下の値とするものとする

### 3-3-2 コンクリートの許容応力度

(1) コンクリートの許容応力度は，表-2.3.2の値とする。

表-2.3.2 コンクリートの許容圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 適用範囲        |      |           | 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |
|-------------|------|-----------|------------------------------|-----|-----|-----|
|             |      |           | 300                          | 400 | 500 | 600 |
| プレストレッシング直後 | 曲げ圧縮 | 長方形断面     | 150                          | 190 | 210 | 230 |
|             |      | T形および箱方断面 | 140                          | 180 | 200 | 220 |
|             | 軸圧縮  |           | 120                          | 145 | 160 | 170 |
| 設計荷重作用時     | 曲げ圧縮 | 長方形断面     | 120                          | 150 | 170 | 190 |
|             |      | T形および箱方断面 | 110                          | 140 | 160 | 180 |
|             | 軸圧縮  |           | 90                           | 120 | 135 | 150 |

(2) コンクリートの許容支圧応力度は  $\sigma_{ca}'$  は，次式で求めてよい。

$$\sigma_{ca}' \leq \frac{\sigma_{ck}}{3} \sqrt{\frac{A}{A'}} \quad (2.3.1)$$

ただし，  $\sigma_{ca}' \leq \sigma_{ck}$

ここに， A : 支圧分布面積  
A' : 支圧をうける面積

(3) コンクリートの許容曲げ引張応力度は，表-2.3.3の値とする。

表-2.3.3 コンクリートの許容曲げ引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 応力度の種類  |                    |                               | 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     |
|---------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|
|         |                    |                               | 300                          | 400 | 500 | 600 |
| 曲げ引張応力度 | (1) プレストレッシング直後    |                               | 12                           | 15  | 18  | 21  |
|         | (2) 活荷重および衝撃以外の主荷重 |                               | 0                            | 0   | 0   | 0   |
|         | 主荷重および主荷重に相当する特殊荷重 | (3) 床版およびブロック工法におけるブロック継目部の場合 | 0                            | 0   | 0   | 0   |
|         |                    | (4) その他の場合                    | 12                           | 15  | 18  | 21  |
|         | (5) 軸引張応力度         |                               | 0                            | 0   | 0   | 0   |



(4) コンクリートの許容斜引応力度は表-2.3.4の値とする。

表-2.3.4 コンクリートの許容斜引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 適用範囲        |                          | 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |       |
|-------------|--------------------------|------------------------------|-----|-------|
|             |                          | 300                          | 400 | 500以上 |
| 設計荷重<br>作用時 | せん断力またはねじり<br>モーメントによる応力 | 8                            | 10  | 12    |
|             | せん断力とねじりモー<br>メントによる応力   | 11                           | 13  | 15    |

(5) コンクリートの基準の許容付着応力度は表-2.3.5の値とする。

表-2.3.5 コンクリートの許容付着応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 鉄筋種別 | 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |       |
|------|------------------------------|-----|-------|
|      | 300                          | 400 | 500以上 |
| 普通丸鋼 | 9                            | 10  | 11    |
| 異形鉄筋 | 18                           | 20  | 22    |

### 3-3-3 PC鋼材の許容引張応力度

PC鋼材の許容引張応力度は表-2.3.6の値とする。

表-2.3.6 PC鋼材の許容引張応力度

| 応力度の状態                     | 許容引張応力度                                            | 備考                                                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 最初に引張応力を与える場合          | $0.80\sigma_{pu}$ あるいは $0.90\sigma_{py}$ のうち小さい方の順 | $\sigma_{pu}$ : PC鋼材の引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )<br><br>$\sigma_{py}$ : PC鋼材の降伏点 (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| (2) ポストテンション方式の場合のプレストレス直後 | $0.7\sigma_{pu}$ あるいは $0.85\sigma_{py}$ のうち小さい方の値  |                                                                                                       |
| (3) その他                    | $0.6\sigma_{pu}$ あるいは $0.75\sigma_{py}$ のうち小さい方の値  |                                                                                                       |

〔解 説〕

P C 鋼材の許容引張応力度を条文に従って算出した結果を表 - 解 2.3.1 に示す。

表 - 解 2.3.1 P C 鋼材の許容引張応力度 (kg/mm<sup>2</sup>)

| P C 鋼 材 の 種 類    |                              |         |                     | 許 容 引 張 応 力 度 (kg/mm <sup>2</sup> ) |             |         |
|------------------|------------------------------|---------|---------------------|-------------------------------------|-------------|---------|
|                  |                              |         |                     | 最初に引張力を与える場合                        | プレストレッシング直後 | 設計荷重作用時 |
| 鋼<br>線           | S W P R 1<br>および             | 5 mm    |                     | 130.5                               | 115.5       | 99.0    |
|                  |                              | 7 mm    |                     | 121.5                               | 108.5       | 93.0    |
|                  | S W P D 1                    | 8 mm    |                     | 117.0                               | 105.5       | 90.0    |
|                  |                              | 9 mm    |                     | 112.5                               | 101.5       | 87.0    |
| 鋼<br>よ<br>り<br>線 | S W P R 2                    |         | 2.9 mm<br>( 2 本より ) | 156.0<br>( 注 )                      | 136.5       | 117.0   |
|                  | S W P R 7 A<br><br>( 7 本より ) | 9.3 mm  |                     | 135.0                               | 122.5       | 105.0   |
|                  |                              | 10.8 mm |                     | 135.0                               | 122.5       | 105.0   |
|                  |                              | 12.4 mm |                     | 135.0                               | 122.5       | 105.0   |
|                  |                              | 15.2 mm |                     | 126.0                               | 115.5       | 99.0    |
|                  | S W P R 7 B                  |         |                     | 144.0                               | 133.0       | 114.0   |
| 鋼<br>棒           | 丸<br>棒 A<br>種                | 1 号     | S B P R 80/95       | 72.0                                | 66.5        | 57.0    |
|                  |                              | 2 号     | S B P R 80/105      | 72.0                                | 68.0        | 60.0    |
|                  | 丸<br>棒 B<br>種                | 1 号     | S B P R 95/110      | 85.5                                | 77.0        | 66.0    |
|                  |                              | 2 号     | S B P R 95/120      | 85.5                                | 80.7        | 71.2    |

( 注 ) 0.9  $\sigma_{py}$  に対しては 157.5 kg/mm<sup>2</sup> となる。

### 3-3-4 鉄筋の許容応力度

鉄筋の許容応力度は，2-3-3の規定による。

### 3-3-5 疲労許容応力度

疲労許容応力度は，2-3-4の規定による。

### 3-3-6 コンクリートの許容引張応力度の割増し

- (1) 組合わせた荷重に対するコンクリートの許容引張応力度は，表-2.3.7の値とする。

表-2.3.7 コンクリートの許容引張応力度

| ケース | 荷 重 の 組 合 わ せ                | 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |        |
|-----|------------------------------|------------------------------|-----|--------|
|     |                              | 300                          | 400 | 500 以上 |
| 1   | D + L + I + C F + (SD)       | 12                           | 15  | 18     |
| 2   | D + L + I + C F + T + (SD)   | 17                           | 20  | 23     |
| 3   | D + L + I + C F + L F + (SD) | 17                           | 20  | 23     |
| 4   | D + L + I + C F + B S + (SD) | 17                           | 20  | 23     |
| 5   | E R                          | 22                           | 25  | 28     |
| 6   | D + W                        | —                            | —   | —      |
| 7   | D + C R + S H + T            | 17                           | 20  | 23     |
| 8   | D + E Q                      | —                            | —   | —      |

### 3-4 設計計算に関する一般事項

#### 3-4-1 設計計算

##### 3-4-1-1 設計計算の原則

(1) 部材の設計にあたっては、原則として次の事項について検討しなければならない。

- 1) 設計荷重作用時の部材断面の応力度
- 2) 終局荷重作用時の部材断面の破壊に対する安全度

(2) (1)項に規定する検討事項について荷重の組合わせは、それぞれ次のとおりとする。

- 1) 設計荷重作用時の荷重の組合わせは、3-3-1に規定する荷重の組合わせとし、次の2つの状態において、それぞれ最も不利な影響を与える荷重の組合わせについて検討するものとする。

(a) プレストレッシング直後の状態

(b) コンクリートのクリープ、乾燥収縮およびP C鋼材のレラクセーションの終わった後の状態

- 2) 終局荷重作用時の荷重の組合わせは、次のとおりとする。

$$1.7 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重} + \text{衝撃})$$

##### 3-4-1-2 断面力の算出

部材の設計に用いる断面力は、弾性理論により算出するものとする。

この場合、部材の曲げ剛性、せん断剛性およびねじり剛性は、コンクリートの全断面を有効とし、鋼材を無視して算出した値を用いることができる。

### 3-4-1-3 コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響による不静定力

2-4-1-3の規定による。

### 3-4-1-4 プレストレス力

(1) プレストレッシング直後のプレストレス力は、P C 鋼材引張端に与えた引張力に、次の影響を考慮して算出するものとする。

- 1) コンクリートの弾性変形
- 2) P C 鋼材とシースの摩擦
- 3) 定着具におけるセット量

(2) 有効プレストレス力は、(1)項の規定により算出するプレストレッシング直後のプレストレス力に、次の影響を考慮して算出するものとする。

- 1) コンクリートのクリープ

なお、この場合に考慮する持続荷重は、プレストレス力および死荷重とするものとする。

- 2) コンクリートの乾燥収縮
- 3) P C 鋼材のレラクセーション

(3) プレストレス力による不静定力

プレストレス力により不静定力が生じる場合は、これを考慮しなければならない。有効プレストレス力による不静定力は、プレストレッシング直後の不静定力に P C 鋼材の有効係数の平均値を乗じた値とすることができる。

### 3-4-2 コンクリートの設計基準値

#### 3-4-2-1 弾性係数

共通編 4-3(2)の規定による。

#### 3-4-2-2 クリープおよび乾燥収縮

共通編 2-1-16の規定による。

### 3-4-3 鋼材の設計基準値

#### 3-4-3-1 ヤング係数

共通編 4-3(1)の規定による。

#### 3-4-3-2 P C 鋼材の見かけのレラクセーション率

共通編 4-3(1)の規定による。

#### 3-4-4 曲げモーメントおよび軸方向力が作用する部材

##### 3-4-4-1 部材断面の応力度および破壊に対する安全度の検討

- (1) 設計荷重作用時に部材断面に生じるコンクリートおよび鋼材の応力度は、  
3-3に規定する許容応力度以下としなければならない。
- (2) 3-4-4-4に規定する部材断面の破壊抵抗曲げモーメントは、終局荷重作用時に部材断面に作用する曲げモーメント以上としなければならない。

### 3-4-4-2 有効断面

2-4-3-2の規定による。ただし、プレストコンクリート部材のダクトは有効断面に考慮しないものとする。

### 3-4-4-3 部材断面応力度の算出

部材断面に生じるコンクリートおよび鋼材の応力度は、次の規定により算出するものとする。

- (1) 維ひずみは中立軸からの距離に比例する。
- (2) コンクリートの全断面を有効とする。ただし、圧縮フランジについては、3-4-4-2に規定する有効幅を考慮するものとする。

なお、地震の影響を含む荷重の組合わせにおいて、コンクリートの全断面を有効として算出したコンクリートの引張応力度が $30\text{kg}/\text{cm}^2$ をこえる場合は、コンクリートの全断面を有効とせずにコンクリートの引張応力を受ける部分を見捨てるのがよい。

- (3) 鋼材とコンクリートのヤング係数比は、表-1.4.4 および表-1.4.6 のヤング係数より算出する。



(1) 部材断面の破壊抵抗曲げモーメントは、次の仮定により算出するものとする。

- 1) 維ひずみは、断面の中立軸からの距離に比例するものとする。
- 2) 付着のあるP C鋼材および鉄筋は、それぞれの位置のコンクリートひずみと同じひずみを生じるものとする。
- 3) コンクリートの引張強度は、無視するものとする。
- 4) コンクリートの圧縮応力度-ひずみ曲線は、図-2.3.1に示す2次放物線と直線とからなるものとする。

ただし、特別の場合をのぞいて一般に、コンクリートの応力度の分布は、図-2.3.2に示す長方形分布としてよい。

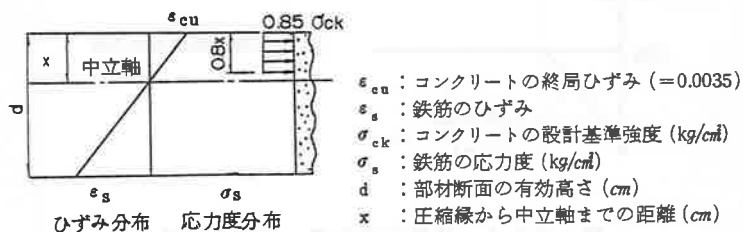


図-2.3.1 コンクリートの圧縮応力度-ひずみ線

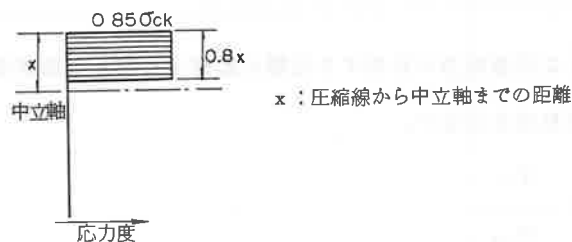
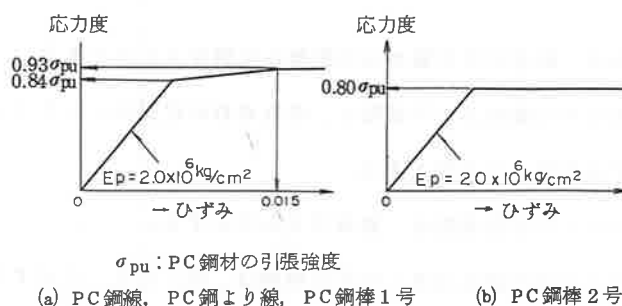


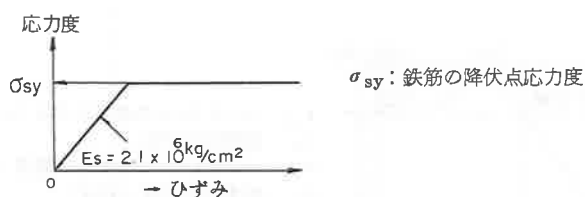
図-2.3.2. コンクリートの応力度の分布

5) JIS G 3536 および JIS G 3109 に規定されているPC鋼材の応力度－ひずみ曲線は一般に、図－2.3.3に示すものとしてよい。



図－2.3.3 PC鋼材の応力度－ひずみ曲線

6) 鉄筋の応力度－ひずみ曲線は一般に、図－2.3.4に示すものとしてよい。



図－2.3.4 鉄筋の応力度－ひずみ曲線

#### 3-4-4-5 引張鉄筋の算定

(1) コンクリートに引張応力の作用する区間に配置する引張鉄筋断面積は、次の値以上としなければならない。

$$(a) \quad A_s = \frac{T_c}{\sigma_{sa}} \quad (2.3.2)$$

ここに、 $A_s$  : 引張鉄筋断面積

$T_c$  : 断面におこっているコンクリートの全引張力

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張応力度

(b) 引張応力の作用するコンクリート面積の0.5 %

(2) 次のいずれの条件をも満足する場合は、引張応力の作用する区間に配置されているPC鋼材を引張鉄筋の一部とみなしてよい。

i) PC鋼材とコンクリートとの付着があること。

ii) コンクリートに生じる全引張力を、引張応力の作用する区間に配置されている全鋼材の断面積で除した応力度と、PC鋼材の引張応力度との和が3-3-3に規定する許容引張応力度以下であること。

### 3-4-5 セン断力が作用する部材

#### 3-4-5-1 セン断力の検討

(1) 設計荷重作用時に部材断面に生じるコンクリートの斜引張応力度は、3-3-2に規定する許容応力度以下にしなければならない。ただし、地震の影響を含む荷重の組合わせにおいては設計荷重作用時の斜引張応力度を検討しなくてもよいものとする。

(2) 終局荷重作用時のせん断応力 $S_{rd}$ は、式(2.3.3)により算出する。

$$S_{rd} = S_d - S_{hd} - S_{pd} \dots\dots\dots (2.3.3)$$

ここに、 $S_d$  : 終局荷重作用時のせん断力

$S_{hd}$  : せん断力に与える桁高変化の影響

$S_{pd}$  : PC鋼材の有効引張力のせん断力に平行な成分

(3) 終局荷重作用時のせん断応力 $S_{rd}$ は、式(2.3.4)による $S_{dmax}$ 以下としなければならない。

$$S_{dmax} = 0.2 \sigma_{ck} b_w d \dots\dots\dots (2.3.4)$$

ここに、 $\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度

$b_w$  : けたのウェブ幅

$d$  : けたの有効高さ

(4) 終局荷重作用時のせん断応力 $S_{rd}$ は、斜引張鋼材の計算をしない場合、式

(2.3.5) による  $S_{cd}$  以下としなければならない。

$$S_{cd} = \tau_c b_w d \left( 1 + \frac{M_o}{M_d} \right) \dots\dots\dots (2.3.5)$$

ただし,  $\left( 1 + \frac{M_o}{M_d} \right) \leq 2$

ここに,  $\tau_c$  : 表-2.3.8 による

$b_w$  : けたのウェブ幅

$d$  : けたの有効高さ

$S_{cd}$  : コンクリートが負担するせん断力

$M_o$  : 考慮する断面での引張縁の合成応力度が 0 となる曲げモーメント

$M_d$  : 考慮する断面での終局荷重作用時の曲げモーメント

表-2.3.8 許容せん断応力度

|                                     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 |
| $\tau_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )      | 4.5 | 5.5 | 6.5 | 7.5 | 8.5 |

### 3-4-5-2 斜引張応力度の算出

コンクリートの斜引張応力度の計算は、コンクリートの突縁の有効幅を考慮した全断面を有効として式(2.3.6)によって行う。

$$\sigma_I = \frac{\sigma_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_c^2 + 4\tau^2} \quad (2.3.6)$$

ここに、 $\sigma_I$  : 斜引張応力度

$\sigma_c$  : 垂直応力度

$\tau$  : せん断応力度

斜引張応力度の計算は断面各部について行い、その最大値を求めなければならない。

### 3-4-5-3 斜引張鋼材の算定

(1) 斜引張鋼材は、終局荷重作用時のせん断力が3-4-5-1に規定する $S_{cd}$ をこえる区間において、式(2.3.8)(2.3.9)で求めた断面積以上でなければならない。

$$S_v + S_{vp} = S_{rd} - S_{cd} \quad (2.3.7)$$

(a) 部材軸に直角なスターラップ

$$A_{ws} = \frac{1.15 S_v s}{d \sigma_{sy}} \quad (2.3.8)$$

(b) 斜引張鋼材として配置したPC鋼材

$$A_{wp} = \frac{1.15 S_{vp} s}{d \sigma_{py} (1 + \cot \theta) \sin \theta} \quad (2.3.9)$$

ここに、 $S_v$  : スターラップがうけるせん断力

$d$  : けたの有効高さ

$\sigma_{sy}$  : スターラップの降伏点応力度

ただし、4000kg/cm<sup>2</sup>以下とする。

$A_{wp}$  : 区間sにおける斜引張PC鋼材の断面積

$\theta$  : 斜引張 P C 鋼材と部材軸方向となす角

$S_{vp}$  : 斜引張 P C 鋼材がうけるせん断力

$\sigma_{py}$  : 斜引張 P C 鋼材の降伏点応力度

ただし,  $(\sigma_{pe} + \sigma_{sy})$  以下とする。

$\sigma_{pe}$  : 斜引張 P C 鋼材の計算用有効引張応力度

(2) けたには, 必ず式 (2.3.10), (2.3.11) で求めた断面積以上のスターラップを配置しなければならない。

(a) 異形鉄筋の場合

$$A_{ws} = 0.0015 \quad b_w s \quad (2.3.10)$$

(b) 普通丸鋼の場合

$$A_{ws} = 0.0025 \quad b_w s \quad (2.3.11)$$

ここに,  $A_{ws}$  : 区間  $s$  におけるスターラップの断面積

$b_w$  : けたのウェブ幅

$s$  : スターラップの部材軸方向の間隔

また, スターラップの間隔は, 有効高さの 0.75 倍以下でかつ 40 cm 以下でなければならない。

(3) 斜引張鋼材の計算は, 支承位置からけた高  $h$  の  $1/2$  の距離の区間については, 一般に計算を行う必要はない。ただし, 支承位置から  $h/2$  の距離の断面で求めた斜引張鋼材と同等の量を, その区間にも配置しなければならない。

#### 3-4-5-4 せん断力に対する桁の支点付近およびラーメンの節点部付近の設計

2-4-4-4 の規定による。

### 3-4-6 ねじりモーメントが作用する部材

#### 3-4-6-1 一般

ねじりモーメントに対する検討は、設計荷重作用時および終局荷重作用時のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度の影響が大きい部材について行うのを原則とする。

#### 3-4-6-2 ねじりモーメントに対する検討

- (1) 設計荷重作用時にプレストレストコンクリート部材断面に生じるコンクリートの斜引張応力度は、3-3-2に規定する許容応力度以下としなければならない。なお、この場合、ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度およびねじりモーメントによるせん断応力度の和について、それぞれ検討するものとする。
- (2) 終局荷重作用時にねじりモーメントが大きく、その影響が支配的となる部材については、破壊に対する安全度の検討を行わなければならない。

#### 3-4-6-3 有効断面

2-4-5-3の規定による。

#### 3-4-6-4 部材断面応力度の算出

2-4-5-4の規定による。

### 3-4-6-5 ねじりモーメントに対する横方向鉄筋および軸方向鉄筋

設計荷重作用時に部材断面のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度、またはねじりモーメントによるせん断応力度とせん断力による平均せん断応力度の和が、3-3-2に規定する許容せん断応力度をこえる場合は、式(2.3.12)により算出される断面積以上のねじりモーメントに対する横方向鉄筋および軸方向鉄筋をそれぞれ配置しなければならない。

なお、式(2.3.12)により鉄筋の断面積を算出する場合は、プレストレストコンクリート部材については終局荷重作用時をそれぞれ考慮するものとする。

(a) ねじりモーメントに対する横方向鉄筋

$$A_{wt} = \frac{M_t a}{1.6 b_t h_t \sigma_s}$$

(b) ねじりモーメントに対する軸方向鉄筋

$$A_{lt} = \frac{2 A_{wt} (b_t + h_t)}{a}$$

(2.3.12)

ここに、 $A_{wt}$  : 間隔  $a$  で配置されるねじりモーメントに対する横方向鉄筋 1 本の断面積 ( $\text{cm}^2$ )

$A_{lt}$  : 部材断面に配置されるねじりモーメントに対する軸方向鉄筋の全面積 ( $\text{cm}^2$ )

$a$  : 横方向鉄筋の間隔 ( $\text{cm}$ )

$M_t$  : 部材断面に作用するねじりモーメント ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ )

$\sigma_s$  : 設計荷重作用時の場合は鉄筋の許容応力度 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )  
終局荷重作用時の場合は鉄筋の降伏点 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

$b_t, h_t$  : 図-2.3.5に示す幅および高さ ( $\text{cm}$ )



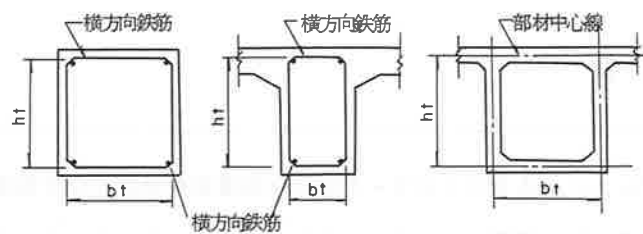


図 - 2.3.5 式 (2.3.12) に用いる  $b_t$  および  $h_t$

### 3-5 一般構造細目

#### 3-5-1 一般

本節ではプレストレストコンクリート桁の一般構造細目について規定するが、本節に示されていない事項については、それぞれ2章、2-5、2-6の規定を適用するものとする。

#### 3-5-2 PC鋼材

##### 3-5-2-1 鋼材のあき

- (1) プレテンション方式の場合には、PC鋼材をコンクリートで確実に包み、十分な付着強度が得られるように、PC鋼材を配置しなければならない。部材端部におけるPC鋼材のあきは、水平、鉛直両方向ともPC鋼材の直径の3倍以上とし、かつ水平方向のあきは粗骨材の最大寸法の $4/3$ 倍以上としなければならない。
- (2) ポストテンション方式の場合におけるシースの水平および鉛直方向のあきは粗骨材最大寸法の $4/3$ 倍以上としなければならない。
- (3) コンクリートの締固めが十分にでき、PC鋼材に引張力を与えるときにシースが破損しないことが確かめられているときは、シースを接触させて配置してもよい。
- (4) はりにおける主鉄筋または主鉄筋とシースとの水平のあきは、2 cm以上、粗骨材の最大寸法の $4/3$ 倍以上、鉄筋直径以上としなければならない。

2段以上に主鉄筋または主鉄筋とシースとを配置する場合には、一般に、その鉛直のあきは2 cm以上、鉄筋直径以上としなければならない。

### 3-5-2-2 かぶり

- (1) プレテンション方式の場合の P C 鋼材のかぶりは、一般に表-2.3.9 の値以上とし、かつ、P C 鋼材直径の 2.5 倍以上でなければならない。ただし、プレキャスト部材の P C 鋼材の最小かぶりは、2.5 cm とする。

表-2.3.9 P C 鋼材のかぶり ( cm )

| 環境の条件 \ 部材の種類 | 床 版 | け た | 柱 |
|---------------|-----|-----|---|
| 一 般 の 場 合     | 3   | 3.5 | 4 |
| 水 中 の 場 合     | —   | —   | 7 |

- (2) ポストテンション方式の場合、シースまたはシースグループの鉛直方向のかぶりは 4 cm 以上、シースまたはシースグループの水平寸法以上とし、腹部および腹部と突縁の接合部のハンチにおけるかぶりは 4 cm 以上、シースまたはシースグループの水平寸法以上、かつ、鉛直寸法の 1/2 以上としなければならない。

### 3-5-2-3 P C 鋼材の配置

- (1) P C 鋼材を湾曲して配置する場合の曲げ半径は、特別の場合を除き、P C 鋼材の引張強度の低下がなるべく小さくなるよう、また、コンクリートに作用する支圧応力度が過大な値とならないよう定めなければならない。
- (2) 正負の変動する曲げモーメントをうける断面付近においては、P C 鋼材を断面の図心位置に集中させずに部材断面の上下縁近くに分散させて配置するのが望ましい。
- (3) P C 鋼材は定着具の支圧面から所定の区間を直線状に配置するものとする。
- (4) はりの端支点付近においては、P C 鋼材の一部をできる限り下縁に沿って配置し、はりの端部の下縁付近に定着具を配置しなければならない。ただし、これが困難な場合には、P C 鋼材にかえて軸方向鉄筋で補強しなければならない。

#### 3-5-2-4 定着具および接続具の配置

- (1) 定着具は、各設計断面に必要なプレストレスを有効に与え、かつ、P C 鋼材を確実に定着し緊張作業の空間が確保できる位置に配置しなければならない。

接続具は、P C 鋼材を確実に接続できるようにこれを配置しなければならない。

定着具および接続具の位置は原則としてコンクリートの応力変動の小さいところで、かつ、応力変動の大きい点から適当な距離だけはなしたところに設けなければならない。

- (2) 定着具を同一面中内に多数配置する場合は、定着具の数、定着力の大きさおよび各定着具間に必要な最小間隔等を考慮して、十分安全な定着部コンクリートの断面形状および寸法を定めなければならない。

#### 3-5-2-5 定着具の保護

あと埋めコンクリートの目地切れ、ひびわれ、等によって定着具に腐食が生じないように、施工方法を考えて、定着部切欠きの形状、かぶり、等を定めなければならない。

#### 3-5-2-6 定着具付近のコンクリートの補強

- (1) 定着具付近のコンクリートは、P C 鋼材と直角な方向に生じる引張応力に対して、U 字状、格子状の鉄筋、あるいはらせん状鉄筋等で補強しなければならない。

- (2) 部材中間に定着具を設ける場合には、定着具付近のコンクリートに生じる引張応力に対して、鉄筋で補強しなければならない。

- (1) ポストテンション方式の部材においてはコンクリート全断面積の 0.1% 以上の鉄筋を配置しなければならない。
- (2) 大きな圧縮応力を生ずる部分には，その部分を取囲んで用心鉄筋を配置しなければならない。
- (3) 乾燥収縮および温度変化等による有害なひびわれを防ぐため，広い露出面を有するコンクリートの表面には，露出面近くに用心鉄筋を配置しなければならない。
- (4) 施工中に支保工の変形等によりコンクリートにひびわれの生じるおそれがある部分には，これに対して用心鉄筋を配置しなければならない。
- (5) 部材打継目には新旧コンクリートの温度差，乾燥収縮によるひずみ差によって，ひびわれが生じるおそれがあるので，新コンクリートの打継目付近に用心鉄筋を配置しなければならない。
- (6) スラブ，壁等の開口部の周辺には応力集中，その他によるひびわれに対して補強のための鉄筋を配置しなければならない。
- (7) 床版などにおいて，P C 鋼材を図 - 2.3.6 のように配置する場合には，P C 鋼材引張力の分力によりコンクリートが破損しないように用心鉄筋を配置するものとする。

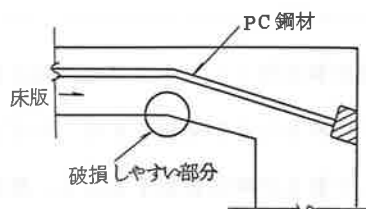


図 - 2.3.6 床版ハンチ部の破損しやすい部分

### 3-6 床 版

#### 3-6-1 適用の範囲

この節は、コンクリートのけたで支持され、辺長1：2以上のプレストレストコンクリート床版の設計に適用する。

#### 3-6-2 設計一般

床版の設計にあたっては、7-7-2の規定により側壁、案内軌条等に作用する横荷重の影響などを考慮するものとする。

#### 3-6-3 床版の支間

2-7-3の規定による。

#### 3-6-4 床版の設計曲げモーメント

- (1) 輪荷重による床版の単位巾(1 m)あたりの設計曲げモーメントは、輪荷重の載荷状態に応じて求めることを原則とする。ただし、輪荷重には、横移動を考慮し、部材に対して最も不利な状態を考える。横移動量は、左右5 cmとするが、移動範囲が明らかな場合は、別途定めてよい。
- (2) 死荷重は、等分布荷重とし、これによる床版の単位巾(1 m)あたりの設計曲げモーメントは、表-2.2.10に示す式で求めてよい。

表-2.3.10 等分布死荷重による床版の設計曲げモーメント（1 mあたり）

| 版の区分  | 主筋方向の<br>曲げモーメント    | 配力筋方向の<br>曲げモーメント |
|-------|---------------------|-------------------|
| 単 純 版 | $+ W \ell^2 / 8$    | 無視してよい。           |
| 片 持 版 | $- W \ell^2 / 2$    |                   |
| 連 続 版 | $\pm W \ell^2 / 10$ |                   |

ここに、 $\ell$ ：2-7-3に示す床版の支間（m）

$W$ ：等分布荷重（t/m）

- (3) 床版にプレストレスを導入する場合は、プレストressingにより生じる不  
 静定曲げモーメントを考慮するのを原則とする。ただし、不静定曲げモーメン  
 トが小さくなるようにP C鋼材を配置する場合は、この不静定曲げモーメント  
 を無視することができる。

〔解 説〕

- ・床版の解析は、原則として版の理論による。

3-6-5 鉄筋の許容応力度

2-7-5の規定による。

3-6-6 構造細目

3-6-6-1 床版の最小厚

2-7-6-1の規定による。

### 3-6-6-2 ハンチ

2-7-6-2の規定による。

### 3-6-6-3 鉄筋の種類および配置

2-7-6-3の規定による。

### 3-6-6-4 PC鋼材の配置

- (1) プレストレストコンクリート床版におけるPC鋼材は、床版に一樣にプレストレスが導入されるように配置しなければならない。
- (2) PC鋼材の配置間隔は、定着具の大きさ、コンクリートの強度、プレストレス力の分布幅などを考慮して定めなければならない。
- (3) 斜橋の支承部付近における床版支間方向のPC鋼材は、支承線方向に配置するものとする。

### 3-6-6-5 片持版端部および横げた上の床版

2-7-6-4の規定による。



### 3 - 7 床版橋

#### 3 - 7 - 1 適用の範囲

この章は、相対する 2 辺が線状あるいはそれに近い状態で単純支持され、片持床版がなく、近似的に等方性版と考えられる版構造の床版橋の設計に適用する。

#### 3 - 7 - 2 設計一般

2 - 8 - 2 の規定による。

#### 3 - 7 - 3 床版橋の支間

2 - 8 - 3 の規定による。

#### 3 - 7 - 4 中空床版橋のせん断力に対する設計

2 - 8 - 5 の規定による。

#### 3 - 7 - 5 支承反力

2 - 8 - 6 の規定による。

### 3-7-6 構造細目

#### 3-7-6-1 床版橋の最小寸法

2-8-7-1の規定による。

#### 3-7-6-2 鋼材の配置

P C鋼材の配置は、次の規定によるものとする。

- 1) 直床版橋の支間方向のP C鋼材は、支間直角方向に平行に切った各断面の単位幅（1 m）あたりのプレストレス量および偏心量が同一となるように配置するのを原則とする。また、P C鋼材は、図-2.3.7 に示すように、2次放物線となるように配置するとともに、支承線上ではP C鋼材の図心とコンクリート断面の図心とが一致するように配置するのが望ましい。
- 2) 直床版橋の支間直角方向のP C鋼材は、プレストレスの合力が支間直角方向の断面図心に一致するように配置するのが望ましい。
- 3) 斜め床版橋のP C鋼材は、斜角に応じて図-2.3.8 に示すように配置するのが望ましい。なお、P C鋼材の配置形状は、1) および 2) の規定によるものとする。

また、支間直角方向を鉄筋コンクリート構造とする場合の鉄筋の配置は、2-6-7-2の規定による。

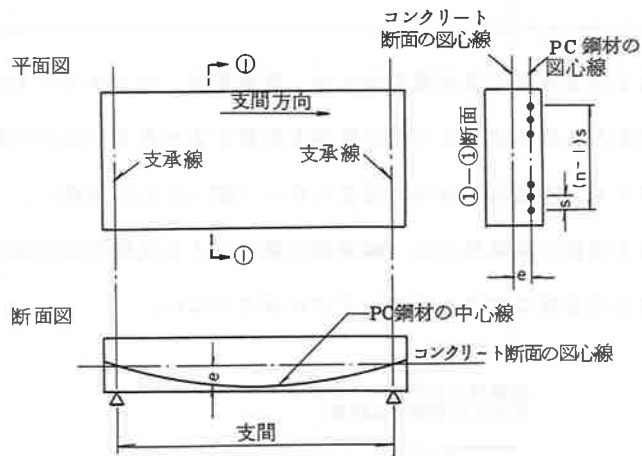


図 - 2.3.7 PC鋼材の配置

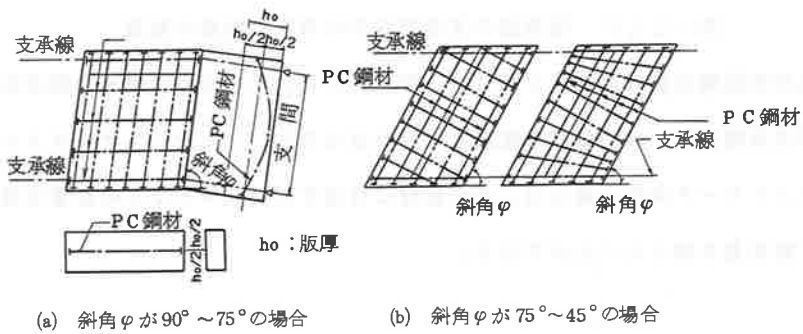


図 - 2.3.8 斜め床版橋のPC鋼材の配置

- (1) 版端部などの支承部の支承線方向には，温度変化，コンクリートの乾燥収縮などにより生じる応力に対して用心鉄筋を配置するかあるいはP C鋼材を配置してプレストレスを導入しなければならない（図-2.3.8 参照）。
- (2) 支承線より背後の版端部には，輪荷重の載荷による支間方向の負の曲げモーメントに対して必要な鉄筋を配置しなければならない。

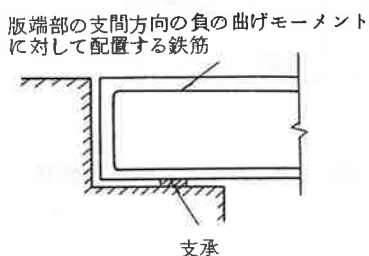
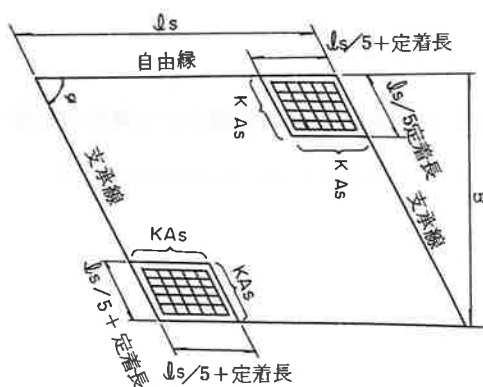


図-2.3.9 版端部の支間方向の片持版の鉄筋の配置

- (3) 斜め床版橋の鈍角部の版上面には，図-2.3.10に示すように斜め支間方向および支承線方向に用心鉄筋を配置しなければならない。ただし，プレストレストコンクリート床版の場合は，この部分に作用するプレストレスの影響を考慮して鉄筋量を減じることができる。



ここに， $A_s$ ：支間中央の斜め単位幅(1m)あたりの正鉄筋断面積 (cm<sup>2</sup>)

$K \cdot A_s$  : 支承部の鈍角部に配置する斜め単位幅 ( 1 m ) あたりの鉄筋量で,  $K$  の値は図 - 2. 2. 11 のとおりとする。 (  $\text{cm}^2$  )

$B$  : 版全幅 ( m )

$\ell_s$  : 斜め支間 ( m )

$\phi$  : 斜角

図 - 2. 3. 10 支承部の鈍角部の負の曲げモーメントに対する用心鉄筋量およびその配置範囲

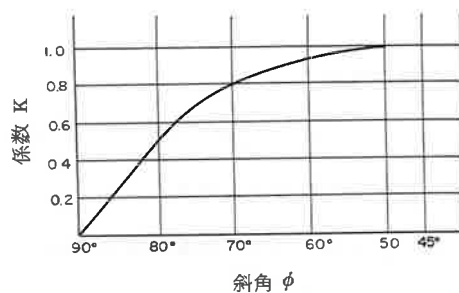


図 - 2. 3. 11 係数  $K$  の値

- (4) 斜め床版橋の鈍角部の版下面には, 支承部の平均反力より大きな反力に対して用心鉄筋を配置しなければならない。

### 3-8 Tげた橋

#### 3-8-1 設計一般

2-9-1の規定による。

#### 3-8-2 構造細目

##### 3-8-2-1 主げたの構造細目

- (1) ウェブの厚さは表-2.2.11の値以上とする。

表-2.2.11 ウェブの最小厚さ (cm)

| けたの種類               | ウェブの最小厚さ |
|---------------------|----------|
| 場所打ちプレストレストコンクリートげた | 14       |
| プレキャストげた            | 13       |

- (2) ウェブの厚さを変化させる場合は、1/5よりゆるい傾斜とするのが望ましい

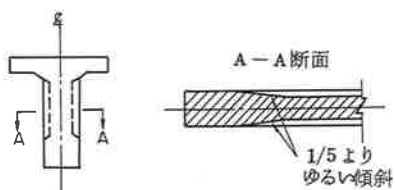


図-2.3.12 ウェブの厚さの変化

3-8-2-2 横げたの構造細目

ウェブの最小厚さは20cmとする。

3-9 箱げた橋

3-9-1 設計一般

2-10-1の規定による。

3-9-2 下フランジおよびウェブの応力度

2-10-2の規定による。

3-9-3 構造細目

3-9-3-1 主げたの構造細目

2-10-3-1の規定による。

3-9-3-2 横げたおよび隔壁の構造細目

2-10-3-2の規定による。

### 3-10 連続げた

#### 3-10-1 中間支点上の設計曲げモーメント

2-11-1の規定による。

#### 3-10-2 構造細目

2-11-2の規定による。

### 3-11 ラーメン橋

#### 3-11-1 設計一般

2-12-1の規定による。

#### 3-11-2 土圧が作用するラーメン橋

2-12-2の規定による。

#### 3-11-3 構造細目

2-12-3の規定による。



## 4 章 鋼 橋

### 4 - 1 総 則

#### 4 - 1 - 1 適用の範囲

この章は、鋼製の桁および鋼製のラーメン構造の設計に適用するものとする。

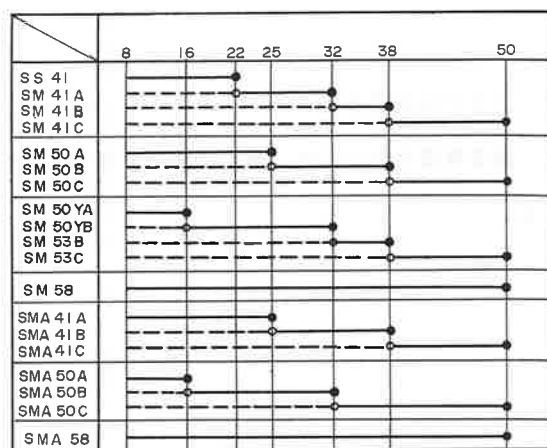
#### 〔解 説〕

本章の適用支間は、200 m以下とする。

アーチ、ケーブル、鋼管構造については、適用の範囲外とする。なお、合成桁については、5章による。

- (1) 鋼材は、共通編 4 - 1 に示す規格に適合するものを原則とする。
- (2) 鋼種は板厚により表 - 2.4.1 に基づいて選定するのを標準とする。ただし、気温が著しく低下する地方では特別な配慮をはらわねばならない。

表 - 2.4.1 板厚による鋼材選定標準



— 凡例 —

●

: 含む

○

: 含まない

-----

: 特に事情がある場合は使ってよい

## 〔解 説〕

主要部材の最小板厚は、8 mmを原則とする。ただし、高欄用材、てん材、歩道等用床版等は、この規定によらなくてもよい。また、I形鋼の腹部およびみぞ形鋼の腹部において7.5 mm以上としてよい。

板厚による鋼材選定は表 - 2.4.1 に示すとおりであり、実線部分を使用することを原則とする。ただし、「鋼種を統一する」等の事情がある場合はこの限りではない。

鋼管の材料については、「道路橋示方書」の規定を参考にするのがよい。

#### 4-3 許容応力度

##### 4-3-1 荷重の組合せと許容応力度の割増係数

- (1) 部材各部の応力度は、表-2.4.2に示す荷重の組合せに応じ検算するものとし、本章4-3-2に規定する許容応力度に表-2.4.2に示す割増係数を乗じた値を越えてはならない。

表-2.4.2 荷重の組合せと割増係数

| ケース | 荷 重 の 組 合 せ                  | 割 増 係 数 |      | 備 考       |
|-----|------------------------------|---------|------|-----------|
| 1   | $D + L + I + CF + (SD)$      | 1.00    |      |           |
| 2   | $D + L + I + CF + T + (SD)$  | 1.15    |      |           |
| 3   | $D + L + I + CF + LF + (SD)$ | 1.25    |      |           |
| 4   | $D + L + I + CF + BS + (SD)$ | 単線載荷    | 1.25 |           |
| 5   |                              | 複線載荷    | 1.35 |           |
| 6   | $E R$                        | 1.25    |      |           |
| 7   | $D + W + T + (SD)$           | 1.40    |      | ラーメン構造のみ  |
| 8   | $D + EQ + T + (SD)$          | 圧 縮     | 1.70 | 〃         |
| 9   |                              | 引 張     | 1.60 | 〃         |
| 10  | $LF + CF$                    | 1.00    |      | 横構のみ      |
| 11  | $W$                          | 1.25    |      | 〃         |
| 12  | $E Q$                        | 圧 縮     | 1.70 | 〃         |
| 13  |                              | 引 張     | 1.60 | 〃         |
| 14  | $B S$                        | 1.00    |      | ブレーキトラスのみ |

注) ( ) は必要に応じ組合せを考慮するものとする。

- (2) 疲労の影響については、死荷重，列車荷重，衝撃及び遠心荷重のみの応力度に対して検討するものとする。

〔解 説〕

表-2.4.2 は、実際の設計において断面が決定される主要荷重の組合わせとその係数を示したものであるが、特殊な構造で、表-2.4.2 に示す以外の荷重の組合わせが危険側となる場合は、このほかの荷重の組合わせでの検討もする必要がある。

なお、ラーメン構造では、ケース1～6の荷重の組合わせの他、7～9の荷重の組合わせについても検討を行わなければならない。

#### 4-3-2 構造用鋼材の許容応力度

##### 4-3-2-1 基本許容応力度

構造用鋼材及び溶接部に対する基本許容応力度は、表-2.4.3に示す値によるものとする。ただし、鋼管構造に用いる鋼材は、4-3-4の規定によるものとする。

表-2.4.3 構造用鋼材及び溶接部に対する基本許容応力度 (単位: kg/cm<sup>2</sup>)

| 鋼 種<br><br>応力の種別      |                         |                    | SS41                     |      | SM50Y | SM58  |       |       |   |
|-----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|---|
|                       |                         |                    | SM41                     | SM50 | SM53  | SMA58 |       |       |   |
|                       |                         |                    | SMA41                    |      | SMA50 |       |       |       |   |
|                       |                         |                    |                          |      |       |       |       |       |   |
| 構<br>造<br>用<br>鋼<br>材 | 引張応力度                   |                    | 軸方向応力度                   |      | 1,500 | 2,000 | 2,200 | 2,600 | ① |
|                       | (純断面につき)                |                    |                          |      |       |       |       |       |   |
|                       | 圧 縮 応 力 度<br>(純断面につき)   |                    |                          |      |       |       |       |       |   |
|                       | せ ん 断 応 力 度<br>(総断面につき) |                    | 850                      |      |       |       |       |       |   |
|                       | 支 圧 応 力 度               |                    | 鋼 板 と 鋼 板                |      |       |       |       |       |   |
| 溶<br>着<br>部           | 工<br>場<br>溶<br>接        | 開先溶接               | 引 張 応 力 度                |      | 1,500 | 2,000 | 2,200 | 2,600 | ④ |
|                       |                         |                    | 圧 縮 応 力 度                |      |       |       |       |       |   |
|                       |                         |                    | せ ん 断 応 力 度              |      |       |       |       |       |   |
|                       | 肉<br>肉<br>溶<br>接        | ビード方向の引張・<br>圧縮応力度 | 1,500                    |      | 2,000 | 2,200 | 2,600 | ⑥     |   |
|                       |                         |                    | のど厚に關しての引張・<br>圧縮・せん断応力度 |      |       |       |       |       |   |
|                       |                         |                    | 850                      |      |       |       |       |       |   |
|                       | 現 場 溶 接                 |                    | 上記の90%を原則とする。            |      |       |       |       |       | ⑧ |

注 1) 強度の異なる鋼種を接合する場合の溶着部の許容応力度は、低い鋼種に対する値をとる。

2) ①における材片の純断面は、その総断面からボルト孔によって失われる断面を除いたものを示す。

3) ④および⑧における突合わせ溶接を行う部材については、放射線検査または、超音波探傷検査を行う。合格基準は放射線検査において引張継

手はJIS Z 3104の2級以上，圧縮継手は3級以上，超音波探傷検査においてZ 3066の3級以上とする。

4) ⑧において，ビード方向の引張・圧縮の場合は100%とする。

〔解 説〕

鋼材の降状点に対する安全率の標準を1.6としてSS41からSM53までの引張り，圧縮およびせん断に対する基本許容応力度を定めた。ただし，SM58については，安全率を1.77とした。

せん断応力度は許容引張応力度の  $1/\sqrt{3}$  とした。

支圧応力度は，SS41～SM53については許容引張応力度の40%増を基本とし，SM58については50%増とした。

# 4 - 3 - 2 - 2 許容圧縮応力度

(1) 構造用鋼材の許容軸方向圧縮応力度は、式(2.4.1)により算出した値とする。

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{cao} \quad \cdots \cdots (2.4.1)$$

ここに、

$\sigma_{ca}$  : 許容軸方向圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cag}$  : 表-2.4.1に示す局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cal}$  : 4-4-4-1~4-4-4-4に規定する局部座屈に対する許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cao}$  : 表-2.4.4に示す局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 (kg/cm<sup>2</sup>)

表-2.4.4 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 鋼種                                           | SS41, SM41,<br>SMA41                               | SM50                                    | SM50Y, SM53,<br>SMA50                   | SM58, SMA58                             |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 軸<br>方<br>向<br>圧<br>縮<br>応<br>力<br>度         | $\frac{\ell}{r} \leq 20 :$                         | $\frac{\ell}{r} \leq 15 :$              | $\frac{\ell}{r} \leq 14 :$              | $\frac{\ell}{r} \leq 13 :$              |
|                                              | 1.400                                              | 1.900                                   | 2.100                                   | 2.600                                   |
|                                              | $20 < \frac{\ell}{r} \leq 93 :$                    | $15 < \frac{\ell}{r} \leq 80 :$         | $14 < \frac{\ell}{r} \leq 76 :$         | $13 < \frac{\ell}{r} \leq 67 :$         |
|                                              | 1.400                                              | 1.900                                   | 2.100                                   | 2.600                                   |
|                                              | $8.4 \left( \frac{\ell}{r} - 20 \right)$           | $13 \left( \frac{\ell}{r} - 15 \right)$ | $15 \left( \frac{\ell}{r} - 14 \right)$ | $22 \left( \frac{\ell}{r} - 13 \right)$ |
|                                              | $93 < \frac{\ell}{r} :$                            | $80 < \frac{\ell}{r} :$                 | $76 < \frac{\ell}{r} :$                 | $67 < \frac{\ell}{r} :$                 |
| 12,000,000                                   |                                                    |                                         |                                         |                                         |
| 6,700 + $\left( \frac{\ell}{r} - 93 \right)$ |                                                    |                                         |                                         |                                         |
| 5,000 + $\left( \frac{\ell}{r} - 80 \right)$ |                                                    |                                         |                                         |                                         |
| 4,500 + $\left( \frac{\ell}{r} - 76 \right)$ |                                                    |                                         |                                         |                                         |
| 3,500 + $\left( \frac{\ell}{r} - 67 \right)$ |                                                    |                                         |                                         |                                         |
| 備考                                           | $\ell$ : 部材の有効座屈長 (cm)<br>$r$ : 部材の総断面の断面二次半径 (cm) |                                         |                                         |                                         |

(2) 構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は次の規定によるものとする。

1) 部材の圧縮縁の許容曲げ圧縮応力度は表 - 2.4.5 に示す値とする。

表 - 2.4.5 許容曲げ圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 鋼 種                                       |                                            |                          | SS41, SM41, SMA41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SM50                                                                                             | SM50Y, SM53, SMA50                                                                               | SM58, SMA58                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 強<br>軸<br>ま<br>わ<br>り<br>の<br>曲<br>げ      | I<br>形<br>断<br>面<br>U<br>形<br>断<br>面       |                          | $\frac{\ell}{b} \leq 4.5 : 1,400$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $\frac{\ell}{b} \leq 4.0 : 1,900$                                                                | $\frac{\ell}{b} \leq 3.5 : 2,100$                                                                | $\frac{\ell}{b} \leq 5.0 : 2,600$                                                                  |
|                                           |                                            | $\frac{A_w}{A_c} \leq 2$ | $4.5 < \frac{\ell}{b} \leq 30 :$<br>$1,400$<br>$-24 \left( \frac{\ell}{b} - 4.5 \right)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $4.0 < \frac{\ell}{b} \leq 30 :$<br>$1,900$<br>$-38 \left( \frac{\ell}{b} - 4.0 \right)$         | $3.5 < \frac{\ell}{b} \leq 27 :$<br>$2,100$<br>$-44 \left( \frac{\ell}{b} - 3.5 \right)$         | $5.0 < \frac{\ell}{b} \leq 25 :$<br>$2,600$<br>$-66 \left( \frac{\ell}{b} - 5 \right)$             |
|                                           | 箱<br>形<br>断<br>面<br>の<br>場<br>合            |                          | $\frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{K} : 1,400$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{K} : 1,900$                                                        | $\frac{\ell}{b} \leq \frac{7}{K} : 2,100$                                                        | $\frac{\ell}{b} \leq \frac{10}{K} : 2,600$                                                         |
|                                           |                                            | $\frac{A_w}{A_c} > 2$    | $\frac{9}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 30 :$<br>$1,400$<br>$-12 \left( K \frac{\ell}{b} - 9 \right)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $\frac{8}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 30 :$<br>$1,900$<br>$-19 \left( K \frac{\ell}{b} - 8 \right)$ | $\frac{7}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 27 :$<br>$2,100$<br>$-22 \left( K \frac{\ell}{b} - 7 \right)$ | $\frac{10}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 25 :$<br>$2,600$<br>$-33 \left( K \frac{\ell}{b} - 10 \right)$ |
| 弱<br>軸<br>の<br>ま<br>わ<br>り<br>の<br>曲<br>げ | II<br>形<br>箱<br>形<br>断<br>面<br>の<br>場<br>合 |                          | 表 2.4.4 の $\ell / r$ の代りに次の式で示す等価細長比 ( $\ell / r$ ) <sub>0</sub> を用いる。<br>$(\ell / r)_0 = F \frac{\ell}{b^*}$<br>ここで<br>$\beta < \beta_0 : F = 0$<br>$\beta_0 \leq \beta < 1 : F = \frac{1.05 (\beta - \beta_0)}{1 - \beta_0} \quad 3 \alpha + 1 \cdot b / \ell$<br>$1 \leq \beta < 2 : F = 0.74 \quad (3 \alpha + \beta) (\beta + 1) \quad b / \ell$<br>$\beta \geq 2 : F = 1.28 \quad 3 \alpha + \beta \quad b / \ell$<br>$\beta_0 = \frac{14 + 12 \alpha}{5 + 21 \alpha}$ |                                                                                                  |                                                                                                  |                                                                                                    |
|                                           | —                                          |                          | 1,400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,900                                                                                            | 2,100                                                                                            | 2,600                                                                                              |

$A_w$  : 腹板の総断面積 (cm<sup>2</sup>)

$A_c$  : 圧縮フランジの断面積 (cm<sup>2</sup>)

$\ell$  : 圧縮フランジの固定点間距離 (cm)

$b$  : 圧縮フランジ幅 (cm)

$K = 3 + \frac{A_w}{2 A_c}$

$b^*$  : 腹板中心間隔 (cm)

$\alpha$  :  $t_f / t_w$  ( $t_f$  : フランジの厚さ  $t_w$  : 腹板の厚さ)

$\beta$  :  $h / b$  ( $h$  : 腹板の高さ  $b$  : フランジの幅)

I 形断面      U 形断面      π 形断面      箱形断面

ここに、 $\sigma_c$  : 圧縮縁応力度       $\sigma_t$  : 引張縁応力度



2) 4-4-4-1 ~ 4-4-4-3 に規定する局部座屈に対する許容応力度が表-2.4.3 に示す値より小さい場合は、1) 項の規定にかかわらず 4-4-4-1 ~ 4-4-4-4 に規定する局部座屈に対する許容応力度を許容曲げ圧縮応力度とする。

3) 応力度を照査する断面を含む圧縮フランジの固定点間の部材において、部材両端の曲げモーメントが異なり、その間で曲げモーメントがほぼ直線的に変化する場合は、表-2.4.3 に示す値に  $(M / M_{eq})$  を乗じて許容応力度を割増してよい。ただし、表-2.4.3 の上限値もしくは 4-4-4-1 ~ 4-4-4-4 に規定する局部座屈に対する許容応力度以下としなければならない。

ここに、

$M$  : 応力度を照査する断面曲げモーメント ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ )

$M_{eq}$  : 等価換算曲げモーメント ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ ) 式 (2.4.2) および式 (2.4.3)

3) のうち大きい方とする。

$$M_{eq} = 0.6 M_1 + 0.4 M_2 \quad (2.4.2)$$

$$M_{eq} = 0.4 M_1 \quad (2.4.3)$$

$M_1, M_2$  : それぞれ部材両端の曲げモーメント ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ )  $M_1 \geq M_2$  とし

符号は着目しているフランジに圧縮応力が生じる曲げモーメントを正とする。

#### 〔解 説〕

表-2.4.4, 表-2.4.5 の許容圧縮応力度は、基準耐荷力曲線に対して安全率約 1.7 をとったものである。

疲労の検算は下記の式によって行う。

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} - \sigma_{\min} &\leq \sigma_{fa} \\ \tau_{\max} - \tau_{\min} &\leq \tau_{fa}\end{aligned}\quad (2.4.4)$$

ここで

$\sigma_{\max}$  ,  $\sigma_{\min}$  : 引張を正号, 圧縮を負号とした垂直方向応力度  
の代数的最大値および最小値

$\tau_{\max}$  ,  $\tau_{\min}$  : 絶対値の大きい方の応力方向を正号, 逆方向を  
負号としたせん断応力度の代数的最大値, およ  
び最小値

$\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$  : 計算作用応力変動範囲

$\tau_{\max} - \tau_{\min}$  : 計算作用応力変動範囲

$\sigma_{fa}$  ,  $\tau_{fa}$  : 疲労許容応力変動範囲で下記の式で与えられる。

$$\begin{aligned}\sigma_{fa} &= \left( \frac{2.0 \times 10^6}{N \gamma} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot \sigma_{r0} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \frac{1+i}{1 + \frac{3}{4}i} \\ \tau_{fa} &= \left( \frac{2.0 \times 10^6}{N \gamma} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot \tau_{r0} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \frac{1+i}{1 + \frac{3}{4}i}\end{aligned}\quad (2.4.5)$$

ここに,

$\sigma_{fa}$  ,  $\tau_{fa}$  : それぞれ直応力及びせん断応力の疲労応力変動範囲 (kg/cm<sup>2</sup>)

$N \gamma$  : 供用期間中の疲労検算用荷重による応力の総換算くり返し回数

$\frac{1}{m}$  : S-N線図の勾配 (溶接継手の場合, 非調質鋼で  $m = 4$ , 調質鋼で  $m = 3$ , 非溶接継手及びせん断力を受ける継手の場合,  $m = 5$  とする。)

$\sigma_{r0}$  ,  $\tau_{r0}$  : それぞれ表-2.4.6 に規定する各継手区分に応じた基本疲労許容応力変動範囲 (200 万回疲労強度) で継手の区分は表-2.4.8 の通りとする。

$\beta$  : 応力範囲に占める最小応力度の割合。

$$\left( \varphi = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}} \text{ あるいは } \frac{\tau_{\min}}{\tau_{\max} - \tau_{\min}} \right) \text{ に}$$

よって与えられる表-2.4.7 に示す係数。

$\gamma$  : 下記に示す係数。

単線支持の部材  $\gamma = 1.0$

$$\text{複線支持の部材} \quad \gamma = \left( \frac{1}{a_1^m + a_2^m} \right)^{\frac{1}{m}}$$

ここに、 $a_1, a_2$  :  $\frac{\text{1 線に載荷したときの応力範囲}}{\text{複線に載荷したときの応力範囲}}$   
(各線について計算する)

$i$  : 衝撃係数

表-2.4.6 基本疲労許容応力範囲

| 継手<br>区分       | 基本疲労許容応力範囲<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |               |
|----------------|-------------------------------------|---------------|
| A              | 1530                                | $\sigma_{fo}$ |
| B              | 1270                                |               |
| C              | 1050                                |               |
| D              | 800                                 |               |
| S <sub>1</sub> | 920                                 | $\tau_{fo}$   |
| S <sub>2</sub> | 820                                 |               |
| S <sub>3</sub> | 650                                 |               |

注：1) 等級分類に応じた継手の種類は表-2.4.8 および表-2.4.9 による。

2) 表の基本疲労許容応力範囲を適用するための放射線の合格基準は、引張継手に対しては、JIS Z 3104の1級、圧縮継手に対しては2級以上を標準とする。

表の基本疲労許容応力範囲に次の係数を乗じた値を許容応力範囲とする場合の合格基準は3級以上を標準とする。

| 継手区分 | 応力の種類 | 係数  |
|------|-------|-----|
| A    | 引 張 り | 0.8 |
| A    | 圧 縮   | 0.8 |

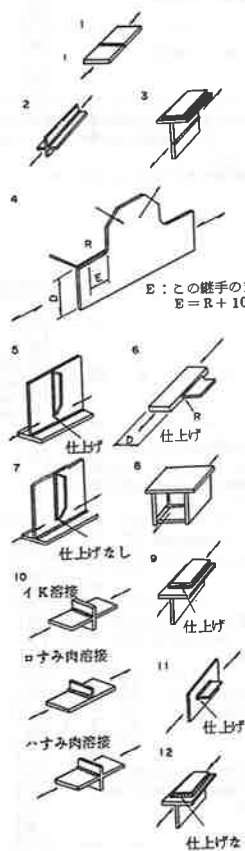
表-2.4.7  $\beta$  の値

|       | $\varphi \geq -0.5$ | $-0.5 > \varphi > -1$      | $-1 \geq \varphi$ |
|-------|---------------------|----------------------------|-------------------|
| 溶接継手  | 1.0                 | $\frac{13}{16 + 6\varphi}$ | 1.3               |
|       | $\varphi \geq 0$    | $0 > \varphi > -1$         | $-1 \geq \varphi$ |
| 非溶接継手 | 1.0                 | $\frac{3}{3 + \varphi}$    | 検算しな<br>くてよい      |

注： $\tau$  の場合， $\varphi \geq -0.5$

- (2) 鋼床版は，4-6-2-2によって設計し，疲労の検討は行わなくてもよい

表 - 2. 4. 8 疲労設計に関する継手分類 (溶接継手)

| 継手の種類                                                                                                                  | 応力の種類 | 継手の区分                                        |             | 備考                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                        |       | SS41, SM41, SM41, SM50, SM50 Y, SMA50, SMA53 | SM58, SMA58 |                                                                                                                           |
| 1. 応力に直交な方向の開先溶接の母材および溶着金属で表面を平らに仕上げたもの。ただし、応力が圧縮領域で変動する場合は仕上げなくてもよい。(注・1)(注・3)                                        | 引張・圧縮 | A                                            |             |  <p>E: この継手の対象区間<br/>E = R + 100 mm</p> |
| 2. 応力方向に平行な連続溶接のある母材。(注・3)                                                                                             | 引張・圧縮 | A                                            | B           |                                                                                                                           |
| 3. 腹板とフランジ、重ね合せたフランジプレート相互を連結する接続溶接および応力に平行な開先溶接に接する母材。(注・3)                                                           | 引張・圧縮 | A                                            | B           |                                                                                                                           |
| 4. トラスの切抜きガセットでフレット部に接する応力方向に連続する溶接のある母材。<br>$\frac{R}{D} \geq \frac{1}{3}$                                            | 引張    | B                                            |             |                                                                                                                           |
|                                                                                                                        | 圧縮    | B                                            | C           |                                                                                                                           |
| 5. 補剛材取付溶接の溶接趾端を仕上げた場合の母材。                                                                                             | 引張・圧縮 | B                                            |             |                                                                                                                           |
| 6. フランジにガセットを開先溶接で取付け、端部を仕上げた場合の母材。<br>$\frac{R}{D} \geq \frac{1}{5}$<br>$\frac{1}{10} \leq \frac{R}{D} < \frac{1}{5}$ | 引張・圧縮 | B                                            |             |                                                                                                                           |
|                                                                                                                        | 引張・圧縮 | C                                            | —           |                                                                                                                           |
| 7. 補剛材の取付溶接の趾端を仕上げない場合の母材。                                                                                             | 引張・圧縮 | C                                            | C(注2)<br>D  |                                                                                                                           |
| 8. ダイアフラムを取付けた場合の母材。                                                                                                   | 引張・圧縮 | C                                            | C(注2)<br>D  |                                                                                                                           |
| 9. 重ね継手に大きな不釣り合いサイズの前面すみ肉溶接を行い、仕上げた場合の母材。                                                                              | 引張・圧縮 | C                                            |             |                                                                                                                           |
| 10. 応力方向に直交なK溶接または大きなすみ肉溶接のある母材。                                                                                       | 引張・圧縮 | C                                            | C(注2)<br>D  |                                                                                                                           |
| 11. 腹板にガセットをすみ肉溶接で取付け、端部を仕上げた場合の母材。                                                                                    | 引張・圧縮 | C                                            |             |                                                                                                                           |
| 12. 重ね継手にすみ肉溶接を行い、仕上げない場合の母材。                                                                                          | 引張・圧縮 | D                                            | —           |                                                                                                                           |

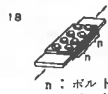
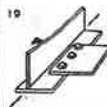
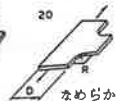
| 継手の種類                                                         | 応力の種類 | 継手の区分                                              |                | 備考                                                           |
|---------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                               |       | SS41, SM41,<br>SMA41, SM50<br>SM50Y, SMA50<br>SM53 | SM58,<br>SMA58 |                                                              |
| 13. 腹板にガセットをすみ肉溶接で取付け、端部を仕上げない場合およびストッドを溶接した場合の母材。            | 引張・圧縮 | D                                                  | (注・2)<br>—     | <p>13 仕上げなし</p> <p>14 開先溶接</p> <p>15 部分溶込み</p> <p>16 すみ肉</p> |
| 14. 溶接線の方向にせん断力が作用する開先溶接。腹板とフランジの連結、またはフランジ材片を互いに連結する連続側面すみ肉。 | せん断   | S <sub>1</sub>                                     |                |                                                              |
| 15. 前面すみ肉 (のど断面)。                                             | せん断   | S <sub>2</sub>                                     | S <sub>3</sub> |                                                              |
| 16. 側面すみ肉 (のど断面)。                                             | せん断   | S <sub>2</sub>                                     |                |                                                              |

注・1) 応力に直交な方向の開先溶接は裏はつり、裏溶接を行って完全溶込み溶接として放射線検査を行う。

注・2) ビード形状、趾端形状が特にきかれて溶接施工試験で確認された場合とする。C, Dの区分は設計図上に明記すること。

注・3) 切断面のあらさは50S以下とする。

表-2.4.9 疲労設計に関する継手分類 (非溶接継手)

| 継手の種類                                                           | 応力の種類                                                |                | 備考                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | 継手の区分                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                 | SS41, SM41,<br>SMA41, SM50,<br>SM50Y, SMA50,<br>SM53 | SM58,<br>SMA58 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 17. 溶接継手に隣接せずボルト等の孔もない母材。(コンクリートに押込むなど、特に良好な防食処理を施した場合を除く)。(注)  | 引張・圧縮                                                | A              |   <p>n: ボルト継手の応力方向ボルト本数<br/>A' = 1530 - 40(n - 4)</p>   <p>なめらかに仕上げる</p>  <p>十分に締付ける</p>  |
| 18. 高力ボルト摩擦接合継手の母材 (純断面)。(注)                                    | n = 1 ~ 4 本                                          | A              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                 | n = 5 ~ 15 本                                         | A'             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                 | n = 16 本以上                                           | C              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 19. 検算対象方向の応力を伝えない。高力ボルト締め孔のある母材。(注) (純断面)                      | 引張・圧縮                                                | A              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 20. 一体で切出したガセットをもつ母材。(注)                                        | $\frac{R}{D} \geq \frac{1}{5}$                       | A              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                 | $\frac{1}{10} \leq \frac{R}{D} < \frac{1}{5}$        | A              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 21. 孔あき母材、打込み式高力ボルト継手および普通ボルト継手の母材。(純断面)                        | 引張・圧縮                                                | B              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 22. 溶接継手に隣接しない母材、高力ボルト摩擦接合継手の母材 (純断面) および孔あき母材、普通ボルト継手の母材。(純断面) | せん断                                                  | S <sub>1</sub> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

注: 切断面のあらさは 50S 以下とする。

注：切断面のあらさは50S以下とする。

〔解 説〕

(2.4.5) 式中の  $\beta$  は溶接継手については圧縮の繰返し応力を受ける部材が引張のみの繰返し応力を受ける部材に比べて疲労安全度が高いこと、また、非溶接継手については平均応力の影響があること等を考慮して定めた係数である。

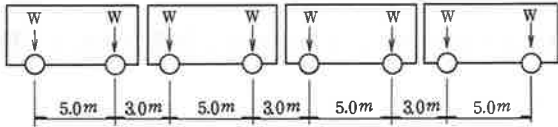
(2.4.5) 式中の  $r$  は単線支持部材か複線支持部材かによって定まる係数であるが、疲労許容応力範囲と比較する計算作用応力変動範囲は、単線支持部材は、単線載荷時の応力度、また、複線支持部材は、複線載荷時の応力度である。なお、複線支持部材の計算に用いる  $r$  は複線同時載荷の疲労被害を考えたものでないので、ダイヤ上複線同時載荷の可能性が高い場合は別途検討を要する。

疲労の検算に用いる衝撃係数については平均的なものを考えてよく、(2.4.5) 式中の衝撃に関する係数は安全をみて規定値の  $3/4$  が有効となるよう、疲労許容応力範囲において考慮したものである。したがって、計算作用応力変動範囲の算定には規定の衝撃荷重を用いる。

列車の通過によって、部材には種々の変動する応力が発生する。この変動応力波形は列車の軸配置、部材の長さ、着目断面力（曲げモーメント・せん断力・支圧力等）により異なる。S-N線図から疲労許容応力変動範囲を求めるには、この変動応力の繰返しを等価の累積疲労被害となる一定応力の繰返しに換算する必要がある。換算繰返し回数を求める方法にはいろいろあるが、一般には単純桁の中央曲げモーメントに着目し、変動応力の頻度解析にはレンジペア法が用いられている。この方法による一列車通過時の換算繰返し回数の算定手順については、付属資料を参考とするのがよい。

表-解2.4.1 に示す交通量の新交通システムにおいて、疲労設計用列車荷重の軸重 ( $W$ ) を  $9\text{ t}$  (満車荷重  $L_1$ )、供用期間を60年とし、代表的支間と  $m$  の値に応じた換算繰返し回数  $N_r$  を計算した結果を表-解2.4.2 に示す。

表－解2.4.1 新交通システムの運行モデル

| 時 間 帯     | 時 間                                                                                | 運行時隔 | 運行回数     | 車両編成 | 定 員 | 乗車効率  | 乗 車 数                                   | 軸 重 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|-----|-------|-----------------------------------------|-----|
|           | t                                                                                  | h    | $f=60/h$ | n    | c   | $\mu$ | $m=t \cdot f \cdot n \cdot c \cdot \mu$ | W   |
| 時 ー 時     | 時 間 分                                                                              | 回/時間 | 両        | 人/両  | —   | 人     | ton/軸                                   |     |
| 600 800   | 2.0                                                                                | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.3   | 1,800                                   | 6.5 |
| 800 1000  | 2.0                                                                                | 3    | 20       | 4    | 75  | 0.2   | 2,400                                   | 6.0 |
| 1000 1630 | 6.5                                                                                | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.5   | 9,800                                   | 6.0 |
| 1630 1830 | 2.0                                                                                | 3    | 20       | 4    | 75  | 1.3   | 15,600                                  | 8.5 |
| 1830 2400 | 5.5                                                                                | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.5   | 8,300                                   | 7.0 |
| 計 (片道)    | 18.0                                                                               |      | (220)    |      |     |       | 38,000                                  |     |
| 合 計(往復)   |                                                                                    |      |          |      |     |       | 76,000                                  |     |
| 車 両       |  |      |          |      |     |       |                                         |     |

表－解2.4.2 疲労設計荷重に対する供用年数中の総等価繰返し回数  
(単位 千回)

| 種 別<br>支 間 ( m ) | 鋼 桁    |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|
|                  | m = 3  | m = 4  | m = 5  |
| 1.0              | 19,180 | 15,610 | 12,864 |
| 2.0              | 19,180 | 15,610 | 12,864 |
| 3.0              | 19,180 | 15,610 | 12,864 |
| 4.0              | 12,895 | 10,122 | 8,190  |
| 5.0              | 12,041 | 9,715  | 8,033  |
| 7.0              | 3,254  | 2,286  | 1,739  |
| 10.0             | 2,501  | 1,980  | 1,621  |
| 15.0             | 2,400  | 1,967  | 1,594  |
| 20.0             | 2,400  | 1,967  | 1,594  |
| 30.0             | 2,400  | 1,967  | 1,594  |
| 40.0             | 2,400  | 1,967  | 1,594  |
| 50.0             | 2,400  | 1,967  | 1,594  |



### 4-3-3 ボルトおよびピンの許容応力度

#### 4-3-3-1 ボルトの許容応力度

- (1) 摩擦接合用高力ボルトの許容力は表-2.4.10に示す値とする。

表-2.4.10 摩擦接合用高力ボルトの許容力  
(1ボルト1摩擦面当り)(単位: kg)

| ボルトの種類<br>ねじの呼び | F 8 T | F 10 T |
|-----------------|-------|--------|
| M 2 0           | 3,300 | 4,100  |
| M 2 2           | 4,100 | 5,100  |
| M 2 4           | 4,800 | 5,900  |

- (2) 支圧接合用高力ボルトの許容せん断応力度および許容支圧応力度は、それぞれ、表-2.4.11および表-2.4.12の値によるものとする。

表-2.4.11 支圧接合用高力ボルトの許容せん断応力度  
(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

| ボルトの等級 |       |        |
|--------|-------|--------|
| B 6 T  | B 8 T | B 10 T |
| 1,100  | 1,500 | 1,900  |

表-2.4.12 支圧接合用高力ボルトの許容支圧応力度  
(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

| SS41, SM41<br>SMA41 | SM50  | SM50Y, SM53<br>SMA50 | SM58<br>SMA59 |
|---------------------|-------|----------------------|---------------|
| 2,400               | 3,200 | 3,600                | 4,600         |

- (3) 普通ボルトの許容せん断応力度と許容支圧応力度は表-2.4.13に示す値とする。

表-2.4.13 普通ボルトの許容せん断応力度と許容支圧応力度  
(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

| ボルトの等級   | 4 T   |
|----------|-------|
| 許容せん断応力度 | 900   |
| 許容支圧応力度  | 1,900 |

〔解 説〕

表－2.4.10に示す摩擦接合用高力ボルトの許容力は，継手のすべりにたいする安全率（ $\nu$ ）を1.6，すべり係数（ $\mu$ ）を0.4として求めたものである。

4－3－3－2 アンカーボルト・ピンの許容応力度

アンカーボルト・ピン許容応力度は，表－2.4.14に示す値によるものとする。

表－2.4.14 アンカーボルトなどの許容応力度（ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ）

| 応力の種類        | 鋼 種<br>部材の種類      | SS41  | S30C  | S35C  |
|--------------|-------------------|-------|-------|-------|
|              |                   |       |       |       |
| せん断<br>応 力 度 | ア ン カ ー ボ ル ト     | 600   | 700   | 800   |
|              | ピ ン               | 1,050 | 1,200 | 1,400 |
|              | 仕 上 げ ボ ル ト       | 900   | 1,050 | 1,200 |
| 曲げ応力度        | ピ ン               | 2,000 | 2,300 | 2,600 |
| 支圧応力度        | 仕 上 げ ボ ル ト       | 2,100 | 2,500 | 2,800 |
|              | ピ ン<br>(回転を伴ない場合) | 2,100 | 2,500 | 2,800 |
|              | ピ ン<br>(回転を伴う場合)  | 1,050 | 1,250 | 1,400 |

4－3－4 鋼管の許容応力度

(1) 鋼管の許容軸方向引張応力度および許容曲げ引張応力度，許容軸方向圧縮応力度は，表－2.4.3～2.4.5によるものとする。ただし，表－2.4.5の適用にあったては，それぞれの鋼種に対する上限値を用いてよい。

この場合，STK41はSM41に，また，STK50はSM50に準じるものとする。

(2) 鋼管の許容せん断応力度は，表－2.4.15に示す値とする。

表-2.4.15 鋼管の許容せん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| SS 41<br>SM 41<br>SMA 41<br>STK 41                                                                                | SM 50<br>STK 50                                                                                | SM 50Y<br>SM 53<br>SMA 50                                                                      | SM 58<br>SMA 58                                                                                | 備 考        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| $800-0.019\left(\frac{R}{t}\right)^2$<br>: R/t ≤ 125<br>$75,000/\left(\frac{R}{t}\right)-90$<br>: 125 < R/t ≤ 200 | $1,100-0.044\left(\frac{R}{t}\right)^2$<br>: R/t ≤ 95<br>$75,000/(R/t)-90$<br>: 95 < R/t ≤ 200 | $1,200-0.057\left(\frac{R}{t}\right)^2$<br>: R/t ≤ 85<br>$75,000-(R/t)-90$<br>: 70 < R/t ≤ 200 | $1,500-0.106\left(\frac{R}{t}\right)^2$<br>: R/t ≤ 70<br>$75,000/(R/t)-90$<br>: 70 < R/t ≤ 200 | 補剛材を設ける場合  |
| 500                                                                                                               | 600                                                                                            | —                                                                                              | —                                                                                              | 補剛材を設けない場合 |

#### 4 - 4 設計一般

##### 4 - 4 - 1 二次応力

構造の各部材は，部材の偏心，格点の剛性，断面の急変，床げたのたわみ，部材の長さの変化に伴う床組の変形，自重による部材のたわみなどの影響により生じる二次応力ができる限り小さくなるように設計しなければならない。

##### 4 - 4 - 2 部材の細長比

部材の細長比は表 - 2. 4. 16 に示す値以下としなければならない。ただし，アイパー，棒鋼，ワイヤーロープなどはこの限りでない。

表 - 2. 4. 16 部材の細長比

| 部 材   |         | 細長比 ( $\ell / r$ ) |
|-------|---------|--------------------|
| 圧 縮 材 | 主 要 部 材 | 1 2 0              |
|       | 二 次 部 材 | 1 5 0              |
| 引 張 材 | 主 要 部 材 | 2 0 0              |
|       | 二 次 部 材 | 2 4 0              |

ここに，

$\ell$  : 引張部材の場合骨組長，圧縮部材の場合有効座屈長 ( cm )

$r$  : 部材総断面の断面二次半径 ( cm )

なお，主要部材とは主構造と床組をいい，二次部材とは主要部材以外の二次的な機能をもつ部材をいう。機構や対傾構は，主要部材としての機能をもたせないで設計する場合は二次部材としてよい。

#### 4 - 4 - 3 鋼材の最小板厚

鋼材の板厚は、次の規定によるものとする。ただし、高欄用材、てん材、歩道等用床版などはこの規定によらなくてもよい。

- (1) 鋼材の板厚は8mm以上としなければならない。ただし、I形鋼およびみぞ形鋼の腹部において7.5mm以上としてよい。
- (2) 主要部材として用いる鋼管の板厚は7.9mm以上とし、二次部材として使用する鋼管の板厚は6.9mm以上としなければならない。

#### 4-4-4 圧縮応力を受ける板および補剛板

##### 4-4-4-1 圧縮応力を受ける両縁支持板

圧縮応力を受ける両縁支持板の板厚および局部座屈に対する許容応力度は、次の規定によるものとする。ただし、プレートガーダーの腹板には適用しないものとする。

- (1) 圧縮応力を受ける両縁支持板の板厚は、表-2.4.17に示す値以上としなければならない。ただし、架設時のみに一時的に圧縮応力を受ける場合の板厚は、式(2.4.6)を満足すればよい。

表-2.4.17 圧縮応力を受ける両縁支持板の最小板厚

| 鋼 種 | SS41, SM41<br>SMA41 | SM50            | SM50Y, SM53<br>SMA50 | SM58<br>SMA58   |
|-----|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| 板 厚 | $\frac{b}{56f}$     | $\frac{b}{48f}$ | $\frac{b}{46f}$      | $\frac{b}{40f}$ |

$$\left. \begin{array}{l} t \geq \frac{b}{80f} \\ \text{かつ} \\ t \geq \frac{b}{220} \end{array} \right\} \text{ (2.4.6)}$$

ここに、

$t$  : 板厚 (cm)

$b$  : 板の固定縁間距離 (cm) (図-2.4.1 参照)

$f$  : 応力勾配による係数 (cm),  $f = 0.65\varphi^2 + 0.13\varphi + 1.0$

$\varphi$  : 応力勾配,  $\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}$

$\sigma_1, \sigma_2$  : それぞれ板の両縁での縁応力度 (kg/cm<sup>2</sup>), ただし、

$\sigma_1 \geq \sigma_2$  とし、圧縮応力を正とする。(図-2.4.2 参照)。

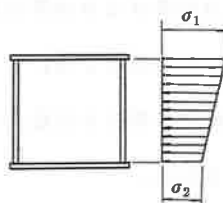
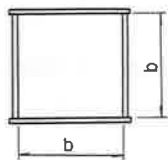


図 - 2.4.1 板の固定縁間距離

図 - 2.4.2 板の縁応力度

(2) 圧縮応力を受ける両縁支持板の局部座屈に対する許容応力度は、表 - 2.4.18 に示す値とする。

表 - 2.4.18 両縁支持板の局部座屈に対する許容応力度

| 鋼 種   | 局部座屈に対する許容応力度 (kg / cm <sup>2</sup> )     |   |                                            |
|-------|-------------------------------------------|---|--------------------------------------------|
| SS41  | 1,400                                     | : | $\frac{b}{39.6 f} \leq t$                  |
| SM41  |                                           |   |                                            |
| SMA41 | $2,200,000 \left( \frac{tf}{b} \right)^2$ | : | $\frac{b}{80 f} \leq t < \frac{b}{39.6 f}$ |
| SM50  | 1,900                                     | : | $\frac{b}{34.0 f} \leq t$                  |
|       | $2,200,000 \left( \frac{tf}{b} \right)^2$ | : | $\frac{b}{80 f} \leq t < \frac{b}{34.0 f}$ |
| SM50Y | 2,100                                     | : | $\frac{b}{32.4 f} \leq t$                  |
| SM53  |                                           |   |                                            |
| SMA50 | $2,200,000 \left( \frac{tf}{b} \right)^2$ | : | $\frac{b}{80 f} \leq t < \frac{b}{32.4 f}$ |
| SM58  | 2,600                                     | : | $\frac{b}{29.1 f} \leq t$                  |
| SMA58 | $2,200,000 \left( \frac{tf}{b} \right)^2$ | : | $\frac{b}{80 f} \leq t < \frac{b}{29.1 f}$ |

#### 4 - 4 - 4 - 2 圧縮応力を受ける自由突出板

圧縮応力を受ける自由突出板の板厚および局部座屈に対する許容応力度は、次の規定によるものとする。

- (1) 圧縮応力を受ける自由突出板の板厚  $t$  は、自由突出幅  $b$  の  $1/16$  以上としなければならない。

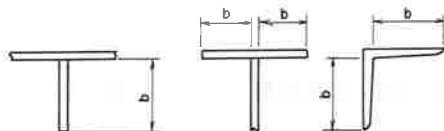


図 - 2.4.3 自由突出幅

- (2) 圧縮応力を受ける自由突出板の局部座屈に対する許容応力度は、表 - 2.4.19 に示す値とする。

表 - 2.4.19 自由突出板の局部座屈に対する許容応力度

| 鋼 種   | 局部座屈に対する許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )    |                                        |
|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| SS41  | 1,400                                  | $\frac{b}{13.1} \leq t$                |
| SM41  |                                        |                                        |
| SMA41 | $240,000 \left( \frac{t}{b} \right)^2$ | $\frac{b}{16} \leq t < \frac{b}{13.1}$ |
| SM50  | 1,900                                  | $\frac{b}{11.2} \leq t$                |
|       | $240,000 \left( \frac{t}{b} \right)^2$ | $\frac{b}{16} \leq t < \frac{b}{11.2}$ |
| SM50Y |                                        |                                        |
| SM53  | 2,100                                  | $\frac{b}{10.7} \leq t$                |
| SMA50 | $240,000 \left( \frac{t}{b} \right)^2$ | $\frac{b}{16} \leq t < \frac{b}{10.7}$ |
| SM58  | 2,600                                  | $\frac{b}{9.6} \leq t$                 |
| SMA58 | $240,000 \left( \frac{t}{b} \right)^2$ | $\frac{b}{16} \leq t < \frac{b}{9.6}$  |



#### 4-4-4-3 圧縮応力を受ける補剛板

圧縮応力を受ける両縁を支持された補剛板に、4-4-4-5の規定を満足する補剛材が等間隔に配置されている場合は、補剛板の板厚および局部座屈に対する許容応力度は次の規定によるものとする。ただし、プレートガーターの腹板および鋼床版には適用しないものとする。

- (1) 圧縮応力を受ける補剛板の板厚は、表-2.4.20に示す値以上としなければならない。ただし、架設時のみに一時的な圧縮応力を受ける補剛板の板厚は、式(2.4.7)を満足すればよい。

表-2.4.20 圧縮応力を受ける補剛板の最小板厚

| 鋼種 | SS41, SM41<br>SMA41 | SM50             | SM50Y, SM53<br>SMA50 | SM58<br>SMA58    |
|----|---------------------|------------------|----------------------|------------------|
| 板厚 | $\frac{b}{56fn}$    | $\frac{b}{48fn}$ | $\frac{b}{46fn}$     | $\frac{b}{40fn}$ |

$$t \geq \frac{b}{80fn} \quad (2.4.7)$$

ここに、

$t$  : 板厚 (cm)

$b$  : 補剛板の全幅 (cm) (図-2.4.4 参照)

$n$  : 縦方向補剛材によって区切られるパネル数 ( $n \geq 2$ )

$f$  : 応力勾配による係数,  $f = 0.65 \left( \frac{\varphi}{n} \right)^2 + 0.13 \left( \frac{\varphi}{n} \right) + 1.0$

$\varphi$  : 応力勾配,  $\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}$

$\sigma_1, \sigma_2$  : それぞれ補剛板の両縁での縁応力度 ( $\text{kg/cm}^2$ ), ただし、

$\sigma_1 \geq \sigma_2$  とし、圧縮応力を正とする (図-2.4.5 参照)。

- (2) 圧縮応力を受ける両縁を支持された補剛板の局部座屈に対する許容応力度は表-2.4.21に示す値とする。

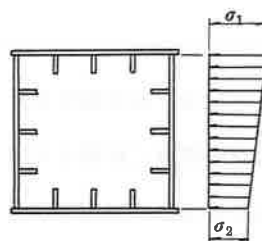
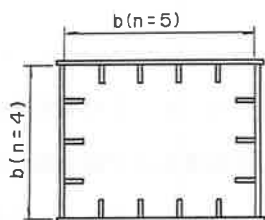


図 - 2. 4. 4 補剛板の全幅

図 - 2. 4. 5 補剛板の縁応力度

表 - 2. 4. 21 補剛板の局部座屈に対する許容応力度

| 鋼 種   | 局部座屈に対する許容応力度 (kg / cm <sup>2</sup> )         |   |                                          |
|-------|-----------------------------------------------|---|------------------------------------------|
| SS41  | 1,400                                         | : | $\frac{b}{28fn} \leq t$                  |
| SM41  | $1,400 - 25 \left( \frac{b}{tn} - 28 \right)$ | : | $\frac{b}{56fn} \leq t < \frac{b}{28fn}$ |
| SMA41 | $2,200,000 \left( \frac{tn^2}{b} \right)$     | : | $\frac{b}{80fn} \leq t < \frac{b}{56fn}$ |
| SM50  | 1,900                                         | : | $\frac{b}{24fn} \leq t$                  |
|       | $1,900 - 39 \left( \frac{b}{tn} - 24 \right)$ | : | $\frac{b}{48fn} \leq t < \frac{b}{24fn}$ |
|       | $2,200,000 \left( \frac{tn^2}{b} \right)$     | : | $\frac{b}{80fn} \leq t < \frac{b}{48fn}$ |
| SM50Y | 2,100                                         | : | $\frac{b}{22fn} \leq t$                  |
| SM53  | $2,100 - 45 \left( \frac{b}{tn} - 22 \right)$ | : | $\frac{b}{46fn} \leq t < \frac{b}{22fn}$ |
| SMA50 | $2,200,000 \left( \frac{tn^2}{b} \right)$     | : | $\frac{b}{80fn} \leq t < \frac{b}{46fn}$ |
| SM58  | 2,600                                         | : | $\frac{b}{22fn} \leq t$                  |
| SMA58 | $2,600 - 67 \left( \frac{b}{tn} - 22 \right)$ | : | $\frac{b}{40fn} \leq t < \frac{b}{22fn}$ |
|       | $2,200,000 \left( \frac{tn^2}{b} \right)$     | : | $\frac{b}{80fn} \leq t < \frac{b}{40fn}$ |

(1) 圧縮応力を受ける鋼管の局部座屈に対する許容応力度  $\sigma_{ca}$  は、表 - 2.4.22 に示す値とする。

表 - 2.4.22 局部座屈に対する許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

|                                               |                                               |                                               |                                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| SS 41<br>SM 41<br>SMA 41<br>STK 41            | SM 50<br>STK 50                               | SM 50Y<br>SM 53<br>SMA 50                     | SM 58<br>SMA 58                               |
| $1,400 : \frac{R}{\alpha_t} \leq 50$          | $1,900 : \frac{R}{\alpha_t} \leq 40$          | $2,100 : \frac{R}{\alpha_t} \leq 35$          | $2,600 : \frac{R}{\alpha_t} \leq 25$          |
| 1,400                                         | 1,900                                         | 2,100                                         | 2,600                                         |
| $-4.3 \left( \frac{R}{\alpha_t} - 50 \right)$ | $-6.1 \left( \frac{R}{\alpha_t} - 40 \right)$ | $-6.7 \left( \frac{R}{\alpha_t} - 35 \right)$ | $-8.3 \left( \frac{R}{\alpha_t} - 25 \right)$ |
| $: 50 < \frac{R}{\alpha_t} \leq 200$          | $: 40 < \frac{R}{\alpha_t} \leq 200$          | $: 35 < \frac{R}{\alpha_t} \leq 200$          | $: 25 < \frac{R}{\alpha_t} \leq 200$          |

ここに、

R : 鋼管の半径 (中心から外縁までの距離) (cm)

t : 鋼管の板厚 (cm)

$$\alpha : 1 + \frac{\varphi}{10} \quad \varphi = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{\sigma_1} \quad 0 < \varphi < 2$$

$\sigma_1$  : 曲げにより、鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

ただし、符号は圧縮応力度を負とする。

$\sigma_2$  : 曲げにより、鋼管に引張が生じる側の合応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

ただし、符号は圧縮応力度を負とする。

(2) 鋼管が軸方向圧縮応力度とせん断応力度とを同時に受ける場合は式 (2.4.8) により検討するものとする。

$$\frac{\sigma}{\sigma_a} + \left( \frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \leq 1 \quad (2.4.8)$$

ここに、

$\sigma$  : 垂直応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)。圧縮応力度と曲げ圧縮応力度の和をとる

$\tau$  : せん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_a$  : 4 - 3 - 4 に規定した垂直応力に対する許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  : 4 - 3 - 4 に規定したせん断応力に対する許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

4-4-4-3により設計される補剛材の補鋼材は、次の規定を満足しなければならない。

(1) 縦方向補剛材の鋼種は、補剛される板の鋼種と同等以上のものでなければならない。

(2) (4)項により算出された縦方向補剛板1個の断面二次モーメント  $I_c$  (cm<sup>4</sup>) および断面積  $A_c$  (cm<sup>2</sup>) は、それぞれ式(2.4.8)および式(2.4.9)を満足しなければならない。

$$I_c \geq \frac{bt^3}{11} \cdot r_{Ic} \cdot req \quad (2.4.9)$$

$$A_c \geq \frac{bt}{10n} \quad (2.4.10)$$

ここに、

$t$  : 補剛板の板厚 (cm)

$b$  : 補剛板の全幅 (cm)

$n$  : 縦方向補剛材によって区切られるパネル数

$r_{Ic} \cdot req$  : (3)項により算出した縦方向補剛材の必要剛比

(3) 縦方向補剛材の必要剛比  $r_{Ic} \cdot req$  は次のとおりとする。

1)  $\alpha \leq \alpha_0$ 。かつ(4)項により算出した横方向剛材1個の断面二次モーメント

$I_c$  (cm<sup>4</sup>)が式(2.4.11)を満足する場合

$$\begin{aligned} r_{Ic} \cdot req &= 4\alpha^2 n \left( \frac{t_0}{t} \right)^2 (1 + n\delta_I) - \frac{(\alpha^2 + 1)^2}{n} \quad (t \geq t_0) \\ &= 4\alpha^2 n (1 + n\delta_I) - \frac{(\alpha^2 + 1)^2}{n} \quad (t < t_0) \quad (2.4.11) \end{aligned}$$

$$I_c \geq \frac{bt^3}{11} \cdot \frac{1 + n r_{Ic} \cdot req}{4\alpha^3} \quad (2.4.12)$$

2) 1) に規定する以外の場合

$$\gamma_{\text{req}} = \frac{1}{n} \left[ \left\{ 2n^2 \left( \frac{t_0}{t} \right)^2 (1 + n \delta_{\text{req}}) - 1 \right\}^2 - 1 \right] \quad (t \geq t_0) \quad \cdot (2.4.13)$$

$$= \frac{1}{n} \left[ \left\{ 2n^2 (1 + n \delta_{\text{req}}) - 1 \right\}^2 - 1 \right] \quad (t \geq t_0)$$

ここに,

$\alpha$  : 補剛板の縦横寸法比,  $\alpha = \frac{a}{b}$  (図 - 2.4.6 参照)

$\alpha_0$  : 限界縦横寸法比,  $\alpha_0 = \sqrt[4]{1 + n \gamma_{\text{req}}}$

$a$  : 横方向補剛材間隔 (cm)

$\delta_{\text{req}}$  : 縦方向補剛材 1 個の断面積比,  $\delta_{\text{req}} = \frac{A_{\text{req}}}{bt}$

$\gamma_{\text{req}}$  : 縦方向補剛材の剛比,  $\gamma_{\text{req}} = \frac{I_{\text{req}}}{bt^3 / 11}$

$t_0$  : 表 - 2.4.23 に示す板厚 (cm)

表 - 2.4.23 板 厚  $t_0$  (cm)

| 鋼種    | SS41, SM41<br>SMA41 | SM50             | SM50Y, SM53<br>SMA50 | SM58<br>SMA58    |
|-------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|
| $t_0$ | $\frac{b}{28fn}$    | $\frac{b}{24fn}$ | $\frac{b}{22fn}$     | $\frac{b}{22fn}$ |

ここに,

$f$  : 4 - 4 - 4 - 3 に示す応力勾配による係数

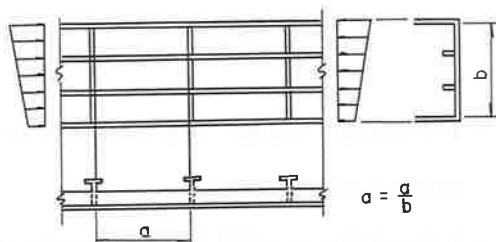


図 - 2.4.6 補剛板の縦横寸法比  $\alpha$

(4) 補剛材断面二次モーメントは, 次の規定により算出するものとする。

- 1) 補剛材が補剛される板の片側に配置されている場合は、補剛される板の補剛材側の表面に関する断面二次モーメントとする。
- 2) 補剛材が補剛される板の両側に配置されている場合は、補剛される板の中立面に関する断面二次モーメントとする。

#### 4-4-5 軸方向力および曲げモーメントを受ける部材

軸方向力と曲げモーメントを同時に受ける部材は、次の各項により照査を行うものとする。

##### (1) 軸方向力が引張の場合

$$\sigma_t + \sigma_{bly} + \sigma_{btz} \leq \sigma_{ta} \quad (2.4.14)$$

$$-\frac{\sigma_t}{\sigma_{ta}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}} \leq 1 \quad (2.4.15)$$

$$-\sigma_t + \sigma_{bcy} + \sigma_{bcz} \leq \sigma_{cat} \quad (2.4.16)$$

##### (2) 軸方向力が圧縮の場合

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{cay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao} \left(1 + \frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}}\right)} \leq 1 \quad (2.4.17)$$

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{cay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}}\right)} \leq \sigma_{cal} \quad (2.4.18)$$

ここに、

$\sigma_t$ 、 $\sigma_c$ ：それぞれ照査する断面に作用する軸方向力による引張および圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bly}$ 、 $\sigma_{btz}$ ：それぞれ強軸および弱軸まわりに作用する曲げモーメントによる曲げ引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bcy}$ 、 $\sigma_{bcz}$ ：それぞれ強軸および弱軸まわりに作用する曲げモーメント

による曲げ圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{ta}$  : 表 - 2.4.3 に示す許容軸方向引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{caz}$  : 式 (2.4.1) により算出した弱軸まわりの許容軸方向圧縮  
応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{bagy}$  : 表 - 2.4.5 に示す局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力  
度の上限值 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cal}$  : 両縁支持板, 自由突出板および補剛板についてそれぞれ  
4-4-4-1, 4-4-4-2 および 4-4-4-3 に  
規定した局部座屈に対する許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cay}, \sigma_{caz}$  : それぞれ強軸および弱軸まわりのオイラー座屈応力度  
(kg/cm<sup>2</sup>)

$$\sigma_{cay} = 20,000,000 / \left( \frac{\ell^2}{r_y} \right) \quad (2.4.19)$$

$$\sigma_{caz} = 20,000,000 / \left( \frac{\ell^2}{r_z} \right) \quad (2.4.20)$$

$\ell$  : 各章に規定する有効座屈長 (cm)

$r_y, r_z$  : それぞれ強軸および弱軸まわりの断面二次半径 (cm)

4 - 4 - 6 孔あき板

- (1) 孔あき板の最小板厚および内側溶接線から孔までの最大幅は，表 - 2.4.24 に示す値とする。

表 - 2.4.24 孔あき板

| 鋼 種                  | 最小板厚 (cm)      | 内側溶接線から孔までの最大幅 (cm) |
|----------------------|----------------|---------------------|
| SS41, SM41<br>SMA41  | $\frac{d}{50}$ | 1.3 t               |
| SM50                 | $\frac{d}{40}$ | 1.1 t               |
| SM50Y, SM53<br>SMA50 | $\frac{d}{40}$ | 1.1 t               |
| SM58, SMA58          | $\frac{d}{35}$ | 1.0 t               |

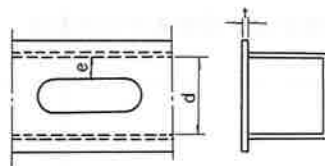


図 - 2.4.7 孔あき板

ここに， $t$ ：孔あき板の板厚 (cm)

$d$ ：内側溶接線間距離 (cm)

$e$ ：内側溶接線から孔までの幅 (cm)

- (2) 応力方向に測った孔の長さは孔の幅の 2 倍以下としなければならない。
- (3) 応力方向に測った孔と孔との間の板の長さは  $d$  より大きくしなければならない。ただし，端部の孔の縁と孔あき板の端までの距離は  $1.25d$  より大きくしなければならない。
- (4) 孔の縁の曲率半径は 40mm 以上としなければならない。



#### 4-4-7 山形およびT形断面を有する圧縮部材

- (1) 図-2.4.8のようにフランジがガセットに連結された山形およびT形断面圧縮部材は式(2.4.21)により設計してもよい。

$$\frac{P}{A_g} \leq \sigma_{ca} \left( 0.5 + \frac{\ell / r_x}{1.000} \right) \quad (2.4.21)$$

ここに、

$P$  : 軸方向圧縮力 (kg)

$A_g$  : 部材の総断面面積 (cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{ca}$  :  $\ell / r_x$  を用いて 4-3-2-2 の規定により算出した許容軸方向圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\ell$  : 有効座屈長 (cm)

$r_x$  : 断面の重心を通り、ガセット面に平行な軸 (図-2.4.8の  $x$  軸) のまわりの断面二次半径 (cm)

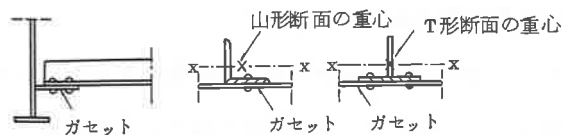


図-2.4.8 山形およびT形断面を有する圧縮部材

- (2) (1)項によらない場合は、その部材断面の図心を通ガセットプレート面に平行な軸のまわりの偏心による曲げモーメントおよび軸方向圧縮力を受ける部材として 4-4-5 の規定により設計するものとする。ただし、 $\sigma_{ca}$  には許容軸方向圧縮応力度の上限値を用いる。この場合、偏心圧縮力はガセットプレート面内に作用するものとし、断面二次半径としては曲げ変形が生じる軸に関するものを用いるものとする。

#### 4 - 4 - 8 最小山形鋼

横構，ブレーキトラス，対傾材などに使用する最小山形鋼の脚の長さは 75 mm とする。

#### 4 - 4 - 9 そ り

そりは，死荷重に対して走行面が所定の高さになるように付けるものとする。

#### 4 - 4 - 10 有効断面積

##### 4 - 4 - 10 - 1 引張部材の有効断面積

- (1) 引張部材の有効断面積は純断面積とする。
- (2) 疲労の検討を行う場合の引張部材の有効断面積は高力ボルト摩擦接合継手については総断面積とし，高力ボルト支圧接合継手および普通ボルト継手については純断面積とする。

##### 4 - 4 - 10 - 2 圧縮部材の有効断面積

圧縮部材の有効断面積は総断面積とする。ただし，普通ボルト孔，ピン孔は控除するものとする。

#### 4-4-10-3 ボルト孔

- (1) 部材の純断面積を算定する場合のボルト孔の径に 3 mm を加えたものとする。
- (2) 皿ボルトについてはその断面形を考慮して控除面積を定めるものとする。

#### 4-4-10-4 純断面積の計算

- (1) 引張材の純断面積は板の純幅と板厚との積とする。この場合、材片の純幅はその総幅からボルト孔の幅を除いたものとする。ただし、皿ボルトの場合は総断面積からボルト軸部および皿部の面積を控除したものとする。
- (2) ボルト孔を順次に結ぶ任意の断面における材片の純幅は、総幅からその断面の隣接ボルト孔につき順次に次の式による幅  $w$  を減じたものとする。

$$w = d - \frac{p^2}{4g} \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots\dots (2.4.22)$$

ここに、 $d$  : ボルト孔の直径 (ボルト径 + 3 mm)

$p$  : ボルトのピッチ (mm)

$g$  : ボルトの線間距離 (mm)

- (3) T 形、+ 形、□ 形などの組合せ断面の部材においては、断面を構成する材片ごとに(1)項および(2)項による方法で計算するものとする。
- (4) 山形鋼では図-2.4.9において、展開総幅は脚幅の和から脚の厚さを減じたものとし、両脚ボルト線間の距離 ( $g$ ) は山形背面から各ボルト線までの距離の和から脚の厚さを減じたものとする。

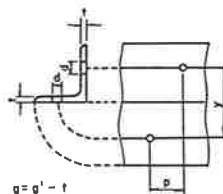


図-2.4.9 山形鋼の両脚ボルト線間の距離

#### 4 - 4 - 1 0 - 5 引張山形鋼の有効断面積

1 山形鋼または2 山形鋼からなる引張材で偏心による曲げモーメントが生じないように連結された場合にはその全断面積を有効とし，偏心による曲げモーメントが生ずるような連結の場合には，図 - 2.4.10に示すとおりガセットに連結された脚の純断面積と連結されない脚の総断面積の  $1 / 2$  とを加えたものを有効とする。

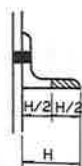


図 - 2.4.10 引張山形鋼の有効断面積

#### 4 - 4 - 1 1 部材断面の構成

- (1) 桁および溶接組合わせ部材の断面構成は，なるべく溶接部が上下，左右に対称の位置にくるように考慮するものとする。
- (2) 部材およびその継手は，組合わせ作業，溶接，検査などが容易で，なるべく溶接の集中や応力の集中が起こらないように設計するものとする。また，溶接による収縮応力および変形に配慮するものとする。
- (3) 部材はその断面の図心になるべく断面の中心と一致し，かつ骨組線と一致するように設計するものとする。

#### 4 - 4 - 1 2 桁の転倒に対する検算

橋桁は、次の荷重の組合せについて転倒の検討をしなければならない。

$$(1) \quad D + L' + 1.3 CF + 1.3 W_1$$

$$(2) \quad D + 1.3 W_2$$

$$(3) \quad D + L' + 1.3 CF + 1.5 EQ'$$

$$(4) \quad D + 1.5 EQ'$$

ここで、 $L'$  : 定員乗車の列車荷重

$W_1$  : 風荷重 (100 kg / cm<sup>2</sup>)

$W_2$  : 風荷重 (300 kg / cm<sup>2</sup>)

$EQ'$  : 水平震度 0.20, 鉛直震度 0.10 としてもとめた地震の影響

なお、曲線部等で不安定となる場合は、重量物等を付加するものとする。

〔解 説〕

定員乗車時の列車荷重 ( $L'$ ) は、導入車両の諸元に基づいて定めることを原則とするが、車両定員が 75 人の場合、次のようになる。

$$L' = \text{空車荷重} (L_2 : 11 \text{ t}) + 75 \text{人} \times 60 \text{kg} = 15.5 \text{ t} \rightarrow 16 \text{ t}$$

## 4 - 5 連結

### 4 - 5 - 1 部材の連結

#### 4 - 5 - 1 - 1 一般

- (1) 部材の連結の設計は作用応力に対して行うのを原則とする。
- (2) 主要部材の連結は(1)によるほか、母材の全強の75%以上の強度をもつように設計しなければならない。ただし、せん断力については作用応力を用いてよい。
- (3) 部材の連結部の構造は、次の事項を満たすように設計しなければならない。
  - 1) 応力の伝達が明確であること。
  - 2) 構成する各材片において、なるべく偏心がないようにすること。
  - 3) 有害な応力集中を生じさせないこと。
  - 4) 有害な残留応力や二次応力を生じさせないこと。

#### 4 - 5 - 1 - 2 溶接，高力ボルトの併用

部材の連結に溶接，高力ボルトを併用する場合は次の規定による。

- (1) 溶接と高力ボルト
  - 1) グループ溶接を用いた突合せ溶接と高力ボルト摩擦接合との併用および応力に平行なすみ肉溶接と高力ボルト摩擦接合との併用にあたっては、それぞれが応力を分担するものとしてよい。ただし、その分担の状態については十分な検討を加えなければならない。
  - 2) 応力に直角なすみ肉溶接と高力ボルト摩擦接合とは併用してはならない。
  - 3) 溶接と高力ボルト支圧接合とは併用してはならない。

## 4-5-2 溶接継手

### 4-5-2-1 溶接の種類と適用

- (1) 応力を伝える溶接継手には，全断面溶込みグループ溶接，部分溶込みグループ溶接，または連続すみ肉溶接を用いるものとする。
- (2) 溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には，全断面溶込みグループ溶接を用いるのを原則とし，部分溶込みグループ溶接を用いてはならない。
- (3) 主要部材にはプラグ溶接およびスロット溶接を用いないのを原則とする。やむを得ず用いる場合は，応力の伝達を考慮してはならない。

### 4-5-2-2 溶接部の有効厚

応力を伝える溶接部の有効厚は，その溶接の理論のど厚とし，次の規定によるものとする。

- (1) 全断面溶込みグループ溶接の理論のど厚は，図-2.4.11に示すとおりとし，部材の厚さが異なる場合は薄い方の部材の厚さとする。

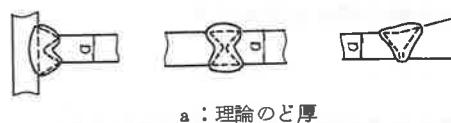


図-2.4.11 全断面溶込みグループ溶接の理論のど厚

- (2) 部分溶込みグループ溶接の理論のど厚は，図-2.4.12に示す溶込み深さとする。

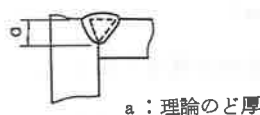


図-2.4.12 部分溶込みグループ溶接の理論のど厚

- (3) すみ肉溶接の理論のど厚は図 - 2.4.13に示す継手のルートを頂点とする二等辺三角形の継手のルートからの高さとする。

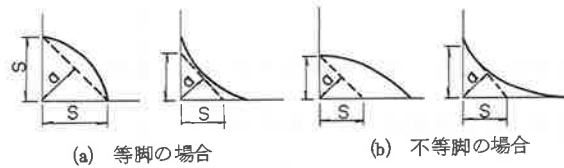


図 - 2.4.13 すみ肉溶接の理論のど厚

#### 4 - 5 - 2 - 3 溶接部の有効長

- (1) 溶接部の有効長は、理論のど厚を有する溶接部の長さとする。ただし、全断面溶込みグループ溶接で溶接線が応力方向に直角でない場合は、有効長を応力に直角な方向に投影した長さとする。
- (2) すみ肉溶接でまわし溶接を行った場合は、まわし溶接部分は有効長に含めないものとする。

#### 4 - 5 - 2 - 4 すみ肉溶接の脚およびサイズ

- (1) すみ肉溶接は等脚すみ肉溶接とするのを原則とする。
- (2) 主要部材の応力を伝えるすみ肉溶接のサイズは 6 mm 以上とし、式 (2.4.23) を満足する大きさとするのを標準とする。

$$t_1 > S \geq \sqrt{2 t_2} \dots\dots\dots (2.4.23)$$

ここに、 S : サイズ (mm)

$t_1$  : 薄い方の母材の厚さ (mm)

$t_2$  : 厚い方の母材の厚さ (mm)



#### 4-5-2-5 すみ肉溶接の最小有効長

主要部材のすみ肉溶接の有効長は、サイズの10倍以上、かつ、80mm以上としなければならない。

#### 4-5-2-6 軸方向力またはせん断力を受ける溶接継手の応力度

継手に軸方向力またはせん断力が作用する場合の溶接部に生じる応力度は、式(2.4.24)または式(2.4.25)により算出するものとする。ただし、すみ肉溶接および部分溶込み溶接に生ずる応力度は、作用する力の種類にかかわらず式(2.4.25)によって算出するものとする。

$$\sigma = \frac{P}{\Sigma a \ell} \quad (2.4.24)$$

$$\tau = \frac{P}{\Sigma a \ell} \quad (2.4.25)$$

ここに、

$\sigma$  : 溶接部に生じる垂直応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  : 溶接部に生じるせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

P : 継手に作用する力 (kg)

a : 溶接の有効厚 (cm)

$\ell$  : 溶接の有効長 (cm)

#### 4-5-2-7 曲げモーメントを受ける溶接継手の応力度

曲げモーメントを受ける溶接部に生じる応力度は、式(2.4.26)または式(2.4.27)によって算出するものとする。

##### (1) 全断面溶込みグループ溶接

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y \quad (2.4.26)$$

##### (2) すみ肉溶接

$$\tau = \frac{M}{I} \cdot y \quad (2.4.27)$$

ここに、

$\sigma$  : 溶接部に生じる垂直応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  : 溶接部に生じるせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$M$  : 継手に作用する曲げモーメント (kg/cm<sup>2</sup>)

$I$  : のど厚を接合面に展開した断面のその中立軸のまわりの断面二次モーメント (cm<sup>4</sup>)

$y$  : 展開図形の中立軸から応力度を算出する位置までの距離 (cm)

#### 4-5-2-8 溶接継手の合成応力度の照査

軸方向力、曲げモーメントおよびせん断力が組合わされて作用する溶接継手の応力度は式(2.4.28)または式(2.4.29)を満足しなければならない。

##### (1) 全断面溶込みグループ溶接

$$\left( \frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau_s}{\tau_a} \right)^2 \leq 1.2 \quad (2.4.28)$$

##### (2) すみ肉溶接

$$\left( \frac{\tau_b}{\tau_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau_s}{\tau_a} \right)^2 \leq 1.0 \quad (2.4.29)$$

ここに、

$\sigma$  : 軸方向力または曲げモーメントによる垂直応力度あるいは両者の和

( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

$\tau_b$  : 軸方向力または曲げモーメントによるせん断応力度あるいは両者の

和 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

$\tau_s$  : せん断力によるせん断応力度 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

$\sigma_a$  : 許容引張応力度 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

$\tau_a$  : 許容せん断応力度 ( $\text{kg} / \text{cm}^2$ )

#### 4 - 5 - 2 - 9 突合せ継手

断面が異なる主要部材の突合せ継手においては、厚さおよび幅は徐々に変化させ、長さ方向の傾斜は  $1 / 5$  以下としなければならない。

#### 4 - 5 - 2 - 10 重ね合せ継手

- (1) 応力を伝える重ね継手には、2 列以上のすみ肉溶接を用いるものとし、部材の重なり の長さは薄い方の板厚の 5 倍以上とする。
- (2) 軸方向力を受ける部材の重ね継手に側面すみ肉溶接のみを用いる場合は、次の規定を満足しなければならない。
  - 1) 溶接線の間隔は薄い方の板厚の 1.6 倍以下を原則とする。ただし、引張力のみを受ける場合は、上記の値を 2.0 倍とする。やむを得ずこれをこえる場合は、板の浮上りを防ぐ処置を施さなければならない。
  - 2) すみ肉溶接のそれぞれの長さは、溶接線間隔より大きくしなければならない。

#### 4 - 5 - 2 - 1 1 T継手

- (1) T継手に用いるすみ肉溶接または部分溶込みグループ溶接は、継手の両側に配置しなければならない。ただし、横方向の変形に対して抵抗できる構造の場合は片側のみでもよい。
- (2) 材片の交角が $60^{\circ}$ 未満、または $120^{\circ}$ をこえるT継手には全面溶込みグループ溶接を用いるのを原則とする。すみ肉溶接または部分溶込みグループ溶接を用いる場合は、応力の伝達を期待してはならない。

#### 4 - 5 - 3 ボルト継手

##### 4 - 5 - 3 - 1 一般

- (1) 高力ボルト接合は、摩擦接合、支圧接合および引張接合とする。
- (2) 高力ボルト支圧接合を採用する場合は、その適用箇所、施工性などについて十分な検討を行わなければならない。
- (3) 高力ボルト引張接合を採用する場合は、ボルトの許容応力度、締付け力、継手部の剛性、応力状態などについて十分な検討を行わなければならない。
- (4) 支承付屈品、点検通路、張板、排水設備等で高力ボルトを使用する必要がない場合には普通ボルトを使用してよい。

#### 4-5-3-2 ボルト，ナットおよび座金

- (1) 摩擦接合に用いるボルト，ナットおよび座金は，JIS B 1186に規定する第1種および第2種の呼びM20，M22およびM24を標準とする。ただし，セットのトルク係数値は表-2.4.25によるものとする。

表-2.4.25 セットのトルク係数値

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1 製造ロットの出荷時のトルク係数値の平均値      | 0.110 ～0.160                          |
| 1 製造ロットの出荷時のトルク係数値の変動係数     | 5 % 以下                                |
| 1 製造ロットのトルク係数値の平均値の温度による変化量 | 20 °C の温度変化に対して，出荷時のトルク係数値の平均値の5 % 以下 |

- (2) 支圧接合に用いるボルト，ナットおよび座金は，「支圧接合用打込み式高力ボルト，六角ナット，座金のセット暫定規格—1971年（日本道路協会）」によるものとする。

#### 4-5-3-3 ボルトの長さ

ボルトの長さは部材を十分に締付けられるように選ばなければならない。  
なお，支圧接合においては，ねじ部がせん断面にかかってはならない。

#### 4-5-3-4 ボルトの許容力

- (1) 摩擦接合のボルトの許容力は4-3-3-1-9規定によるものとする。
- (2) 支圧接合のボルトの許容力は、ねじ部外径を直径として算出した断面積を用いて算出した許容せん断力と許容支圧力のうち小さい方の値とする。この場合ボルトの有効支圧面積はねじ部外径と支承する剛材の厚さとの積とする。  
また、皿ボルトの有効支圧面積の計算については、皿部はその深さの1/2を有効とする(図-2.4.14)。

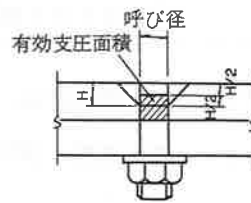


図-2.4.14 ボルトの有効支圧面積

#### 4-5-3-5 ボルトの設計

高力ボルト継手におけるボルトの設計は次の規定によるものとする。

##### (1) 摩擦接合

- 1) 垂直応力が作用する板を連結する場合は、各列のボルトが式(2.4.30)を満足するように設計しなければならない。ただし、垂直応力が均等に分布している場合は、式(2.4.31)を満足すればよい。

$$\rho_{pi} = \frac{P_i}{n_i} \leq \rho_a \quad (2.4.30)$$

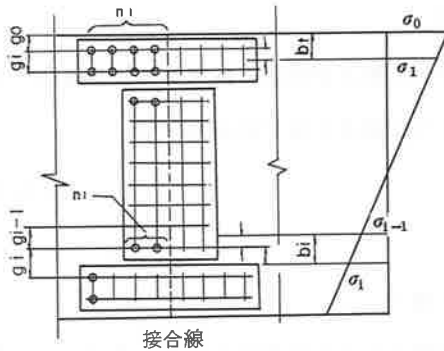
ここに、

$\rho_{pi}$  :  $i$  列目のボルト 1 本に作用する力 (kg)

$P_i$  :  $i$  列目の接合線の片側にあるボルト群に作用する力 (kg)  
(図-2.4.15)

$n_i$  :  $i$  列目の接合線の片側にあるボルト群のボルト本数

$\rho_a$  :  $i$  ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)



1 列目のボルト

$$b_1 = g_0 + \frac{g_1}{2}$$

$$P_1 = g_0 + \frac{\sigma_0 + \sigma_1}{2} \cdot \sigma_1 t$$

$i$  列目のボルト

$$b_i = \frac{g_{i-1} + g_i}{2}$$

$$P_i = \frac{\sigma_{i-1} + \sigma_i}{2} \cdot \sigma_i t$$

ここに,  $t$  : 板厚

図 - 2.4.15 ボルトに作用する力 (垂直応力の分布が均等でない場合)

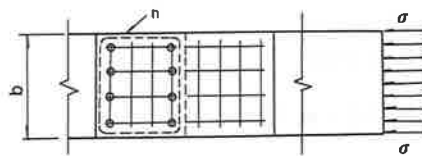
$$\rho_p = \frac{P}{n} \geq \rho_a \quad (2.4.31)$$

$\rho_p$  : ボルト 1 本に作用する力 (kg)

$P$  : 接合線の片側にある全ボルトに作用する力 (kg) (図 - 2.4.16)

$n$  : 接合線の片側にあるボルトの全本数

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)



$$p = \sigma b t$$

ここに,  $t$  : 板厚

図 - 2.4.16 ボルトに作用する力 (垂直応力の分布が均等な場合)

2) せん断力が作用する板を連結する場合は, 式 (2.4.32) を満足するように設計しなければならない。

$$\rho_s = \frac{S}{n} \leq \rho_a \quad (2.4.32)$$

ここに,

$\rho_s$  : ボルト 1 本に作用する力 (kg)

$s$  : セン断力 (kg)

$n$  : 接合線の片側にあるボルトの全本数

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力

3) 曲げモーメント, 軸方向およびせん断力が同時に作用する板を連結する場合は, 式 (2.4.33) を満足するように設計しなければならない。

$$\rho = \sqrt{\rho_p^2 + \rho_s^2} \leq \rho_a \quad (2.4.33)$$

ここに,

$\rho$  : ボルト 1 本に作用する力 (kg)

$\rho_p$  : 曲げモーメントおよび軸方向力による垂直応力によってボルト 1 本に作用する力 (kg)

$\rho_s$  : セン断力によってボルト 1 本に作用する力 (kg)

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)

## (2) 支圧接合

支圧接合力におけるボルトの設計は次のとおりとする。

1) 軸方向またはせん断力が作用する板を連結する場合のボルトは, 式 (2.4.34) を満足するように設計しなければならない。

$$\rho = \frac{P}{n} \leq \rho_a \quad (2.4.34)$$

ここに,

$\rho$  : ボルト 1 本に作用する力 (kg)

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)

$P$  : 軸方向力またはせん断力 (kg)

$n$  : ボルトの本数

2) 曲げモーメントが作用する板を連結する場合のボルトは, 式 (2.4.35) を満足するように設計しなければならない。

$$\rho = \frac{M}{\sum y_i^2} y_i \leq \frac{y_i}{y_n} \rho_a \quad (2.4.35)$$



ここに、

$\rho$  : ボルト 1 本に作用する力 (kg)

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)

$M$  : 曲げモーメント (kg・cm)

$y_i$  : ボルトから中立軸までの距離 (cm)

$\Sigma$  : 接合線の片側にあるボルトに対する和

$y_n$  : 最縁ボルトの中立軸からの距離。ただし、同一連結部のフランジをボルトで連結している場合は、中立軸からフランジの圧縮縁または引張までの距離 (cm)

3) 軸方向力、曲げモーメントおよびせん断力が組合わされて作用する板を連結する場合のボルトは、式 (2.4.36) を満足するように設計しなければならない。

$$\sqrt{(\rho_p + \rho_m)^2 + \rho_s^2} \leq \rho_a \quad (2.4.36)$$

ここに

$\rho_p$  : 軸方向力によるボルト 1 本あたりの作用力 (kg)

$\rho_m$  : 曲げモーメントによるボルト 1 本あたりの作用力 (kg)

$\rho_s$  : せん断力によるボルト 1 本あたりの作用力 (kg)

$\rho_a$  : ボルト 1 本あたりの許容力 (kg)

4) 連結板を間接に使用する場合は、直接連結に必要なボルト本数よりも剛板 1 枚へだててのごとにボルト本数を 30% ずつ増加しなければならない。また、連結される部材または材片間にフィラーがある場合のボルトの設計は次の規定によるものとする。

① フィラーの厚さが 6 mm 以上の場合はフィラーがない場合に必要ボルト本数よりも 30% 増し、その厚さが 6 mm 未満の場合は増さなくともよい

② フィラーの厚さが 9 mm 以上の場合は、フィラーを外にのぼし、①の規定により増加したボルトは、フィラーと部材との連結に使用するのがよい。

③ 2 枚以上のフィラーを重ねて使用しないのがよい。

5) ボルトの締付け長さがボルト径の 4.5 倍をこえる場合は、1 mm 超過する

ごとに(1)項により算出したボトル数を少なくとも0.7%増加させるものとし、締付け長さがボルト径の6倍をこえる場合は、特別の考慮をはらわなければならない。

#### 4-5-3-6 連結板の設計

高力ボルト継手における連結板の設計は次の規定によるものとする。

- (1) 引張力が作用する板の連結板は、4-4-10-4に規定する純断面に生じる応力度が許容引張応力度以下となるように設計しなければならない。
- (2) 圧縮力が作用する板の連結板は、総断面に生じる応力度が4-3-2-2に規定する許容圧縮応力度の上限値以下となるように設計しなければならない。
- (3) 曲げモーメントが作用する板の連結板は、式(2.4.37)を満足するように設計しなければならない。

$$\sigma = \frac{M}{I} y \leq \sigma_a \quad (2.4.37)$$

ここに、

$\sigma$  : 連結板の縁端に生じる応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$M$  : 連結板に作用する曲げモーメント (kg・cm)

$I$  : 中立軸に関する連結板の総断面の断面二次モーメント (cm<sup>4</sup>)

$y$  : 中立軸から連結板の縁端までの距離 (cm)

$\sigma_a$  : 4-3-2-2に規定する許容応力度の上限値 (kg/cm<sup>2</sup>)

4-5-3-7 ボルトの最小中心間隔

ボルトの最小中心間隔は、表-2.4.26に示す値を原則とする。ただし、やむを得ない場合は、ボルト径の3倍まで小さくすることができる。

表-2.4.26 ボルトの最小中心間隔 (mm)

| ボルトの呼び | 最小中心間隔 |
|--------|--------|
| M 2 4  | 8 5    |
| M 2 2  | 7 5    |
| M 2 0  | 6 5    |

4-5-3-8 ボルトの最大中心間隔

(1) ボルトの最大中心間隔は表-2.4.27に示す値のうち小さい方の値とする。

表-2.4.27 ボルトの最大中心間隔 (mm)

| ボルトの呼び | 最 大 中 心 間 隔 |                                         |            |
|--------|-------------|-----------------------------------------|------------|
|        | p           |                                         | g          |
| M 2 4  | 170         | 1 2 t                                   | 2 4 t      |
| M 2 2  | 150         | 千鳥の場合は、 $15t \cdot \frac{3}{8} \cdot g$ | ただし、300 以下 |
| M 2 0  | 130         | ただし、1 2 t 以下                            |            |

ここに、

t : 外側の板または形鋼の厚さ (mm)

p : ボルトの応力方向の間隔 (mm)

g : ボルトの応力直角方向の間隔 (mm)

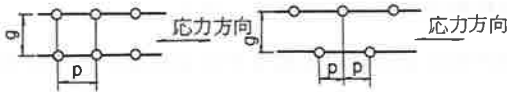


図-2.4.17 ボルトの配置と間隔のとり方

(2) 引張部材のとじ合せボルトの応力方向の最大中心間隔は、(1)の規定にかかわ

らず 2.4t とする。ただし、300mm をこえてはならない。

#### 4-5-3-9 縁端距離

- (1) ボルト孔の中心から板の縁までの最小距離は表-2.4.28に示す値とする。

表-2.4.28 ボルト孔の中心から板の縁までの最小距離 (mm)

| ボルト<br>の呼び | 最 小 縁 端 距 離 |                  |
|------------|-------------|------------------|
|            | せん断縁手動ガス切断縁 | 圧延縁, 仕上げ縁自動ガス切断縁 |
| M 2 4      | 4 2         | 3 7              |
| M 2 2      | 3 7         | 3 2              |
| M 2 0      | 3 2         | 2 8              |

- (2) ボルト孔の中心から材片の重なる部分の縁端までの最大距離は、外側の板厚の 8 倍とする。ただし、150mm をこえてはならない。
- (3) 支圧接合においては、応力方向のボルト本数が 2 本以下の場合、応力方向の最小縁端距離は表-4.3.4 によるほか式 (2.4.38) を満足しなければならない

$$\begin{array}{ll}
 \text{1 面せん断の場合} & e \geq \alpha \cdot \frac{A}{t} \\
 \text{2 面せん断の場合} & e \geq \alpha \cdot \frac{2A}{t}
 \end{array} \quad (2.4.38)$$

ここに、

$e$  : 応力方向に測った最小縁端距離 (mm)

$\alpha$  : ボルトと母材との許容せん断応力度の比

$A$  : ねじ部外径を基に算出したボルトの公称断面積 (cm<sup>2</sup>)

$t$  : 1 面せん断の場合は薄い方の板厚 (cm)

2 面せん断の場合は母材の板厚または連結板の板厚の合計のいずれか薄い方の値 (cm)

#### 4-5-3-10 ボルトの最小本数

継手では，1群として2本以上の高力ボルトを使用しなければならない。

#### 4-5-3-11 勾配座金および曲面座金

- (1) ボルト頭またはナット面と部材面とが $1/20$ 以上傾斜している場合は，勾配フィラーを用いるか勾配座金を用いて，ボルトに偏心応力が生じないようにしなければならない。
- (2) 継手部が曲面でその曲率半径が小さい場合は，曲面座金を用いなければならない。

#### 4-5-4 ピンによる連結

- (1) ピンで部材を連結する場合は，その連結で部材が移動しないようにし，また適当な方法でナットがゆるまないようにしなければならない。
- (2) ピンの設計は次によるものとする。
  - 1) ピンの直径は7.5mm以上とする。
  - 2) ピンの仕上げ部の長さは部材の外間距離より6mm以上長くし，ピンの両端にはローマスナットまたは座金付き普通ナットを使用しなければならない。
  - 3) ピンの支圧力を計算する場合の有効支圧面積は，その径を支承する鋼材の厚さとの積とする。
- (3) ピン孔を有する部材は次によるものとする。
  - 1) ピンとピン孔の直径の差は，ピンの直径130mm未満のものに対しては0.5mm，ピンの直径130mm以上のものに対しては1mmを標準とする。
  - 2) ピン孔を通る横断面における引張部材の純面積は，計算上必要な純断面積

の 140% 以上；引張部材のピン孔背後における純断面積は，計算上必要な純断面積 100% 以上としなければならない。

3) ピン孔がある部分の引張部材の腹板厚はその純幅の  $1/8$  以上とする。

## 4 - 6 床 版

### 4 - 6 - 1 鉄筋コンクリート

#### 4 - 6 - 1 - 1 適用の範囲

この節は鋼桁で支持された辺長比が 1 : 2 以上の鉄筋コンクリート床版の設計に適用する。

#### 4 - 6 - 1 - 2 一 般

- (1) 鉄筋コンクリート床版の鉄筋コンクリートのヤング係数比は、合成桁として主桁の作用を計算する場合を除いて 1.5 とする。
- (2) 床版の設計にあたっては案内軌条及びこれを直接支持する部材等に作用する横荷重の影響などを考慮するものとする。

- (1) 単純版および連続版の設計荷重に対する床版の支間はつぎのとおりとする。
- 支持桁が鋼桁の場合は，床版の支間は支持桁の中心間隔とする。ただし，単純版において図 - 2. 4. 18 に示す純支間に床版の厚さを加えた長さが支持桁の中心間隔より小さい場合には，床版の支間は純支間としてよい。

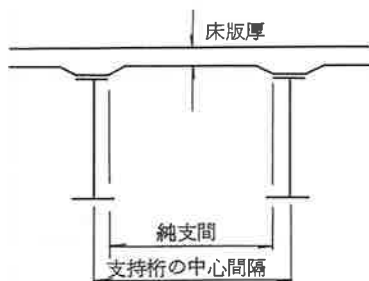


図 - 2. 4. 18 単純版および連続版の床版の支間

- (2) 片持版の設計荷重に対する床版の支間はつぎのとおりとする。

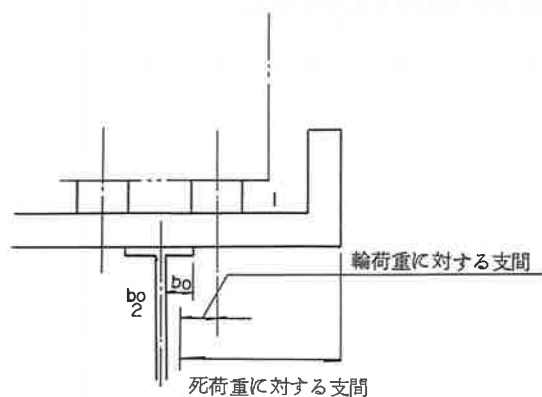


図 - 2. 4. 19 片持版の設計荷重に対する床版

- (3) 列車荷重に対する床版の支間は，単純版・連続版の場合，4.0 m，片持版の場合，1.5 m 以下とするのを原則とする。



#### 4-6-1-4 床版の設計曲げモーメント

- (1) 輪荷重による床版の単位幅（1 m）あたりの設計曲げモーメントは，輪荷重の載荷状態に応じて求めることを原則とする。ただし，輪荷重には，横移動を考慮し，部材に対して最も不利な状態を考える。横移動量は，左右 5 cm とするが，移動範囲が明らかな場合は，別途定めてよい。
- (2) 死荷重は，等分布荷重とし，これによる床版の単位幅（1 m）あたりの設計曲げモーメントは，表 - 2.4.29 に示す式で求めてよい。

表 - 2.4.29 等分布死荷重による床版の設計曲げモーメント（1 m あたり）

| 版の区分 | 曲げモーメントの種類 |           | 主筋方向の曲げモーメント      | 配力筋方向の曲げモーメント |
|------|------------|-----------|-------------------|---------------|
| 単純版  | 支間曲げモーメント  |           | $+ w \ell^2 / 8$  | 無視してよい        |
| 片持版  | 支点曲げモーメント  |           | $- w \ell^2 / 2$  |               |
| 連続版  | 支間曲げモーメント  | 端 支 間     | $+ w \ell^2 / 10$ |               |
|      |            | 中 間 支 間   | $+ w \ell^2 / 14$ |               |
|      | 支点曲げモーメント  | 2 支 間     | $- w \ell^2 / 8$  |               |
|      |            | 3 支 間 以 上 | $- w \ell^2 / 10$ |               |

ここに，  $\ell$  : 2-7-3 に示す床版の支間（m）

$w$  : 等分布荷重（t / m）

- (3) 床版の支持するけたの剛性が著しく異なる場合は，表 - 2.4.28 を適用してはならない。この場合は，床版を支持するけたの剛性の相違を考えて，設計曲げモーメントを算出しなければならない。

#### 〔解 説〕

床版の解析は，原則として版の理論により行う。

#### 4-6-1-5 床版の応力度の照査

- (1) 床版の応力度は、4-6-1-4に規定する設計曲げモーメントを用いて単位幅（1 m）あたりについて算出するのを原則とする。
- (2) 設計曲げモーメントの方向と鋼材の配置方向とが異なる場合は、その影響を考慮しなければならない。

#### 4-6-1-6 コンクリートの設計基準強度

鋼桁との合成作用を考えない床版のコンクリートの設計基準強度は、 $210 \text{ kg/cm}^2$ 以上とする。

#### 4-6-1-7 コンクリートの許容応力度

鋼桁との合成作用を考えない床版のコンクリートの許容曲げ圧縮応力度は、2-3-2の規定による。

#### 4-6-1-8 鉄筋の許容応力度

床版に用いる鉄筋の許容応力度は、表-2.4.30によるものとする。

表-2.4.30 鉄筋の許容応力度（ $\text{kg/cm}^2$ ）

| 鉄筋の種類 | 許容引張応力度 | 許容圧縮応力度 |
|-------|---------|---------|
| SD24  | 1400    | 1400    |
| SD30  | 1400    | 1800    |
| SD35  | 1400    | 2000    |

#### 4-6-1-9 床版の最小厚

床版の最小厚は16cmとする。

ただし、避難路等においてはこの限りでない。

#### 4-6-1-10 床版のハンチ

- (1) 床版には、支持げた上でハンチを設けるのを原則とする。
- (2) 床版のハンチの傾斜は、1:3よりゆるやかにするのが望ましい。1:3よりきつい場合は、図-2.4.20に示すように1:3までの厚さが床版として有効な断面とみなすものとする。

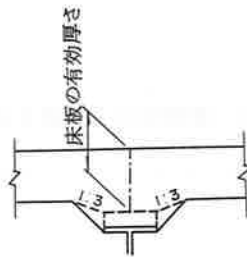


図-2.4.20 ハンチ部の床版の有効厚さ

- (3) 高さが8cm以上のハンチには、ハンチ下面に沿ってけた直角方向に用心鉄筋を配置するのが望ましい。この場合、用心鉄筋は直径13mm以上とし、その間隔はハンチの位置においてけたに直角方向に配置された床版の下側鉄筋間隔の2倍以下とする。

#### 4-6-1-11 鉄筋の種類および配筋

- (1) 鉄筋は異形鉄筋を用いるものとし、その直径は13, 16, 19および22mmを原則とする。
- (2) かぶりは、3cmを以上とする。

- (3) 鉄筋の中心間隔は、10 cm以上、30 cm以下を標準とする。ただし、引張主鉄筋の中心間隔は、床版の全厚をこえてはならない。
- (4) 断面内の圧縮側には、引張側の鉄筋量の少なくとも1/2以上の鉄筋を配置するのを原則とする。
- (5) 連続版で床版支間方向の鉄筋を曲げる場合には、図-2.4.21に示すように支点から $L/6$ だけ離れた位置で曲げるものとする。ただし、支間中央部の引張鉄筋量の80%以上および支点上の鉄筋量50%以上は、それぞれ曲げずに連続させて配置するものとする。

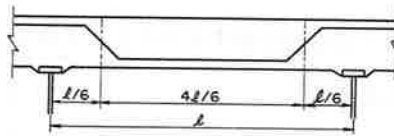


図-2.4.21 連続版の主鉄筋を曲げる位置

#### 4-6-2 鋼床版

##### 4-6-2-1 一般

鋼床版は走行路直下に鋼性の高い縦リブを設けることを原則とする。

#### 〔解説〕

本指針（案）の対象とする新交通システムは、定置走行であり、鋼床版を用いる場合には、走行路直下に剛性のある縦リブを設ける構造とするのがよい。ただし、走行桁が別個に設けられている場合には、走行桁の支持状態を考慮した構造を検討する必要がある。

- (1) デッキプレートの縦リブ上フランジとしての有効幅は次の通りとする。

表 - 2.4.31 鋼種と有効幅

| 鋼 種                | 有効幅   |
|--------------------|-------|
| SS41, SM41, SMA41  | 4 0 t |
| SM50               | 3 4 t |
| SM50Y, SM53, SMA50 | 3 2 t |
| SM58, SMA58        | 2 8 t |

t : 主桁上フランジの厚さ

- (2) 鋼床版の縦リブの設計に用いる断面力は表 - 2.4.32によものとする。

表 - 2.4.32 鋼床版の縦リブの設計に用いる断面力

| 位 置                          | 鋼 種 | SM41<br>SMA41 | SM50, SM50Y, SMA50<br>SM53, SM58, SMA58 |
|------------------------------|-----|---------------|-----------------------------------------|
|                              |     |               |                                         |
| 端縦リブおよびそれに準ずる縦リブ支間中央の曲げモーメント |     | 1.0M。         | 1.2M。                                   |
| 中間縦リブの支間中央の曲げモーメント           |     | 0.8M。         | 1.0M。                                   |
| 中間支点上の曲げモーメント                |     | 0.75M。        | 0.9M。                                   |
| 縦リブと横桁との連結部におけるせん断力          |     | 1.2S。         | 1.2S。                                   |

注 : M。は縦リブを単純桁として計算した支間中央の曲げモーメント,

また, S。は縦リブを単純桁として計算した支点上の反力である。

この場合の許容応力度は引張りおよびせん断に関しては4-3-2-1に規定する基本許容応力度, また圧縮に関しては, 4-3-2-2に規定する座屈許容応力度で $l/r \approx 0$ の場合による。

- (3) 縦リブは表-2.4.31により発生する応力と主桁作用としての応力を同時に考慮した場合に対しても安全であることを照査しなければならない。

この場合の許容応力度は表-2.4.33によるものとする。

表 - 2.4.33 主げた作用と床版および床組作用を同時に考慮した場合の許容応力度

| 鋼 種                | 許容応力度 ( kg / cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|--------------------------------|
| SS41, SM41, SMA41  | 2,000                          |
| SM50               | 2,700                          |
| SM50Y, SM53, SMA50 | 3,000                          |
| SM58, SMA58        | 3,700                          |

〔解 説〕

表 - 2.4.32の鋼床版の縦リブの設計に用いる断面力は，疲労の影響を考慮して定めたものである。

#### 4 - 6 - 2 - 3 横リブの設計

(1) デッキプレートの横リブ上フランジとしての有効幅は次の通りとする。

表 - 2.4.34 鋼種と有効幅

| 鋼 種                | 有 効 幅 |
|--------------------|-------|
| SS41, SM41, SMA41  | 40 t  |
| SM50               | 34 t  |
| SM50Y, SM53, SMA50 | 32 t  |
| SM58, SMA58        | 28 t  |

t : 主桁上フランジの厚さ

(2) 鋼床版の横リブの設計に用いる断面力は主桁中心間隔を支間とする単純桁として計算する。

この場合の許容応力度は 4 - 6 - 2 - 2 縦リブの設計と同様とする。

#### 4-6-2-4 衝撃係数

衝撃係数  $i$  は次の通りとする。

(1) 縦リブ

$$i = 0.4 \quad (2.4.39)$$

(2) 横リブ

$$i = \frac{20}{50 + \ell} \quad (2.4.40)$$

ここに、 $\ell$  : 横リブの支間

#### 4-6-2-5 鋼床版の最小板厚

(1) デッキプレートの板厚  $t$  (mm) は次式で算出する値以上としなければならない

$$t = 0.035 \times b \quad (2.4.41)$$

ただし、 $t \geq 12\text{mm}$

ここに、 $b$  : 縦リブ間隔 (mm)

(2) 縦リブの最小板厚は 8 mm とする。ただし、腐食環境が良好または腐食に対して十分な配慮を行う場合は、閉断面縦リブの最小板厚を 6 mm としてよい。

#### 4-6-2-6 構造細目

(1) 鋼床版は溶接によるひずみが少ない構造としなければならない。

(2) 縦リブと横リブの連結部は、縦リブからのせん断力を確実に横リブに伝えることのできる構造にしなければならない。特別な場合を除き、縦リブは横リブの腹板を通して連続させるのが望ましい。

## 4-7 床 組

### 4-7-1 縦 桁

- (1) 設計計算に用いる支間は、縦桁方向に測った横桁の中心間隔とする。

(図-2.4.22参照)。

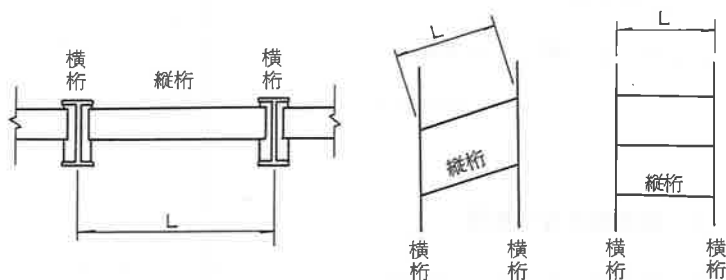


図-2.4.22 縦桁の支間

- (2) 縦桁はなるべく連続構造とするのがよい。
- (3) 全長7.5m以上連続する縦桁にはなるべく桁中央付近に伸縮装置を設けるものとする。

### 4-7-2 縦桁の断面力の算出

- (1) 支間および曲げ剛性がほぼ同一の連続縦桁の活荷重による最大曲げモーメントは表-2.4.35に示す値を標準とする。この場合、許容応力度は、引張りに関しては4-3-2-1に規定する基本許容応力度、圧縮に関しては4-3-2-2に規定する座屈許容応力度、また疲労の検定は、4-3-2-3に規定する許容応力範囲による。



表 - 2. 4. 35 連続縦桁の活荷重による最大曲げモーメント

| 項 目<br>位 置                  | 曲 げ モ ー メ ン ト              | 4. 2. 3 に示す係数 $\beta$ |        |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|--------|
|                             |                            | 引張フランジ                | 引張フランジ |
| 端縦桁およびそれに準ずる縦桁の支間中央の曲げモーメント | $0.8 M_0$ 。 ( $0.95 M_0$ ) | 1. 0                  | 1. 2   |
| 中間縦桁の支間中央の曲げモーメント           | $0.7 M_0$ 。 ( $0.9 M_0$ )  |                       |        |
| 中間支点上の曲げモーメント               | $0.7 M_0$ 。 ( $0.8 M_0$ )  |                       |        |

注 1 :  $M_0$  は縦桁を単純桁として計算した支間中央の曲げモーメント

2 : ( ) 内は疲労の検算に用いる式を表わす。

(2) 連続縦桁のせん断力は、単純桁と仮定して算出するものとする。

#### 4 - 7 - 3 横 桁

- (1) 横桁は主桁になるべく直角に配置するようにする。
- (2) 設計計算に用いる支間は、横桁の方向に測った主桁取付腹板の中心間隔とする (図 - 2. 4. 23 参照)。

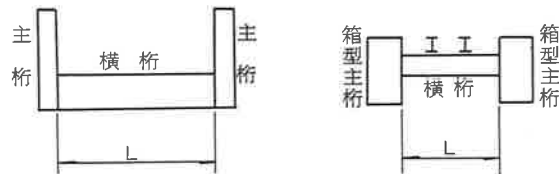


図 - 2. 4. 23 横桁の支間

- (3) 下路プレートガーターの端部には、端横桁を設けるのを原則とする。
- (4) 横桁の設計においてせん断力、曲げモーメントは単純桁として計算する。

- (1) 縦桁と横桁との腹部の連結には，原則としてせん断力のみを考慮し，その値は，連続構造，単純構造いずれの場合にも縦桁を単純桁として計算した場合の反力の1.2 倍とする。
- (2) 縦桁を連続構造とする場合は，横桁との取付位置で縦桁の曲げモーメントおよびせん断力が十分に伝達される構造とする。
- (3) 縦桁を横桁のフランジ上に取り付ける場合は，縦桁の横方向の安定を保持できるような構造としなければならない。
- (4) 縦桁または，横桁の連結部における曲げモーメントとせん断力を受ける部分の合成応力度の照査および多軸応力を受ける場合のフランジの合成応力度の照査は，4 - 8 - 2 - 4 および4 - 8 - 2 - 5 によるものとする。
- (5) 横桁と主桁との連結部の設計には，主桁の剛度および連結部の構造上に生ずる曲げモーメントを考慮しなければならない。

## 4-8 プレートガーター

### 4-8-1 適用の範囲

この章は主として曲げモーメントとせん断力を受ける充腹の I 形断面， $\pi$  形断面および箱形断面のけたを主構造にもつ上部構造の設計に適用する。

### 4-8-2 設計一般

#### 4-8-2-1 曲げモーメントによる垂直応力度

曲げモーメントによる垂直応力度は，式（2.4.42）で算出するものとする。  
ただし，引張フランジにボルト，リベットなどの孔がある場合には，式（2.4.41）による引張フランジ応力度に（引張フランジ総断面積／引張フランジ純断面積）を乗じなければならない。

$$\sigma_b = \frac{M}{I} y \quad \dots\dots\dots (2.4.42)$$

ここに，

$\sigma_b$ ：曲げモーメントによる垂直応力度（kg/cm<sup>2</sup>）

M：曲げモーメント（kg・cm）

I：総断面の中立軸のまわりの断面二次モーメント（cm<sup>4</sup>）

y：中立軸から着目点までの距離（cm）

#### 4-8-2-2 腹板の曲げに伴うせん断応力度

腹板の曲げに伴うせん断応力度は，式（2.4.43）で算出してよい。

$$\tau_b = \frac{S}{A_w} \quad (2.4.43)$$

ここに，

$\tau_b$  : 曲げに伴うせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$S$  : 曲げに伴うせん断力 (kg)

$A_w$  : 腹板の総断面積 (cm<sup>2</sup>)

#### 4-8-2-3 ねじりモーメントを考慮する範囲

設計上ねじりモーメントを考慮しなければならない場合は，純ねじりによるせん断応力度とそりねじりによるせん断応力度との合計，およびそりねじりによる垂直応力度を考慮するものとする。ただし，ねじり定数比  $\kappa < 0.4$  の場合には純ねじりによる応力度を，ねじり定数比  $\kappa > 10$  の場合にはそりねじりによる応力度をそれぞれ無視することができる。

また，I形断面引けたを用いた格子構造では，けた自体のねじり抵抗と，けたのねじりおよびそりねじりによる応力度を無視することができる。

$$\kappa = \ell \sqrt{\frac{GK}{EI_w}} \quad (2.4.44)$$

ここに，

$\ell$  : ねじりに対する支間長 (cm)

$G$  : せん断弾性係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$K$  : 断面の純ねじり定数 (cm<sup>4</sup>)

$E$  : ヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_w$  : 断面のそりねじり定数 (cm<sup>6</sup>)

- (1) 曲げモーメントおよび曲げに伴うせん断力のみが作用する断面で、垂直応力度および曲げに伴うせん断応力度がともに4-3-2-1に規定する許容応力度の45%をこえる場合は、曲げモーメントおよび曲げに伴うせん断力がそれぞれ最大となる荷重状態について、式(2.4.45)を満足するようにしなければならない。

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{\sigma_b}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau_b}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.2 \\ \sigma_b &\leq \sigma_a \\ \tau_b &\leq \tau_a \end{aligned} \right\} \quad (2.4.45)$$

- (2) ねじりモーメントを考慮する場合は、曲げモーメントおよび曲げに伴うせん断力がそれぞれ最大となる荷重状態について、式(2.4.46)を満足するようにしなければならない。

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.2 \\ \sigma &\leq \sigma_a \\ \tau &\leq \tau_a \end{aligned} \right\} \quad (2.4.46)$$

ここに、

$\sigma$  :  $\sigma_b + \sigma_w$  (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  :  $\tau_b + \tau_s + \tau_w$  (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_b$  : 曲げモーメントによる垂直応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_b$  : 曲げに伴うせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_s$  : 純ねじりによるせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_w$  : そりねじりによる垂直応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_w$  : そりねじりによるせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_a$  : 4-3-2-1に規定する許容引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  : 4-3-2-1に規定する許容せん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

- (3) 疲労の検算は原則として4-3-2-3によるものとする。

主げたフランジとラーメン横ばりのフランジが直接連結される場合などのように、主げたに2方向の応力が加わる部分の応力度は、式(2.4.47)を満足するようにしなければならない。

$$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_a}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_a}\right)\left(\frac{\sigma_y}{\sigma_a}\right) + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (2.4.47)$$

ここに、

$\sigma_x, \sigma_y$  : 照査する箇所で互いに直交する方向に生じる垂直応力度、ただし

引張応力度を正、圧縮応力度を負とする。(kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  : 照査する箇所に生じるせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_a$  : 4-3-2-1に規定する許容引張応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  : 4-3-2-1に規定する許容せん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

#### 4-8-3 フランジ

##### 4-8-3-1 引張フランジ自由突出部の板厚

- (1) 走行輪が直接載荷されるフランジ自由突出幅は板厚の10倍以下とする。  
ただし、最小板厚は、表-2.4.36に示す値とする。なお、箱形断面の場合はこの限りではない。
- (2) 引張フランジ自由突出部の板厚は、鋼種にかかわらず自由突出幅の16倍以下とする。

表-2.4.36 最小板厚

| 鋼 種                                    | 最小板厚 (mm) |
|----------------------------------------|-----------|
| SS 41, SM 41, SMA 41                   | 16        |
| SM 50                                  | 13        |
| SM 50Y, SM 53, SMA 50<br>SM 58, SMA 58 | 12        |

#### 〔解 説〕

走行輪がI形断面のフランジ上に直接載荷される場合、腹板直上のフランジには走行輪の横移動量によって大きな局部応力が発生する。この局部応力を考慮して自由突出幅を定めた。

#### 4-8-3-2 箱げたの引張フランジ

箱げたの引張フランジの板厚は腹板中心間隔の  $1/80$  以上とする。ただし、十分に剛な補剛材がある場合は、腹板中心間隔のかわりに補剛材中心間隔を用いてよい。

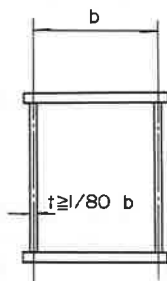


図-2.4.24 箱げたの引張フランジの板厚

#### 4-8-3-3 鋼板を重ねあわせたフランジ

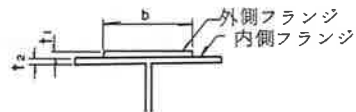
- (1) 鋼板を重ねあわせてフランジとする場合は、外側フランジは1枚を原則とする。
- (2) 外側フランジの板厚は次の規定によるものとする（図-2.4.25参照）。
  - 1) 外側フランジの板厚は内側フランジの板厚の1.5倍以下とする。
  - 2) 圧縮フランジに用いる外側フランジの板厚は外側フランジの幅の  $1/24$  以上とする。
  - 3) 引張フランジに用いる外側フランジの板厚は外側フランジの幅の  $1/32$  以上とする。
- (3) 外側フランジの長さはけた高（m）の2倍に1mを加えた値以上としなければならない。
- (4) 外側フランジの端部には、理論端より30cm以上で、かつ、外側フランジの幅の1.5倍以上の余長をつけないなければならない。
- (5) 引張フランジに用いる外側フランジは、外側フランジを除いた断面で算出し



たフランジの応力度が許容応力度の 90 % 以下となるところまで延長しなければならない。

(6) 外側フランジの端部の溶接は不等脚の連続すみ肉溶接とし，その溶接細目は図 - 2.4.26 に示すとおりとする。

(7) 内側フランジの設計には，4 - 8 - 3 - 1 の規定を適用するものとする。



圧縮フランジ：  $t_1 \leq 1.5 t_2$ ， かつ，  $t_1 \geq b / 24$   
 引張フランジ：  $t_1 \leq 1.5 t_2$ ， かつ，  $t_1 \geq b / 32$

図 - 2.4.25 外側フランジの板厚

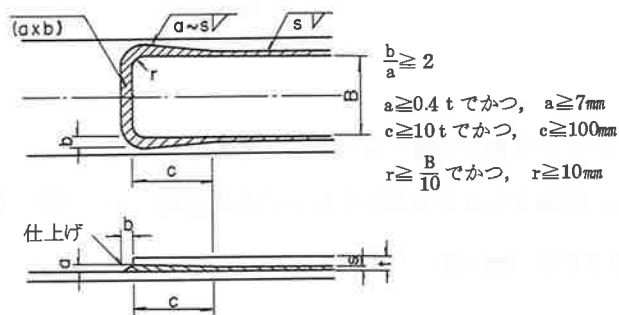


図 - 2.4.26 外側フランジの端部の溶接細目

# 4 - 8 - 3 - 4 フランジの有効幅

応力度と変形を計算するためのフランジの片側有効幅  $\lambda$  は、式 (2.4.48) および式 (2.4.49) により算出するものとし、その適用方法は表 - 2.4.36 によるものとする。

|                                                              |                                               |            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| $\lambda = b$                                                | $\left( \frac{b}{\ell} \leq 0.5 \right)$      | } (2.4.48) |
| $= \left\{ 1.1 - 2 \left( \frac{b}{\ell} \right) \right\} b$ | $\left( 0.05 < \frac{b}{\ell} < 0.30 \right)$ |            |
| $= 0.15 \ell$                                                | $\left( 0.30 \leq \frac{b}{\ell} \right)$     |            |

|                                                                                                       |                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| $\lambda = b$                                                                                         | $\left( \frac{b}{\ell} \leq 0.02 \right)$     | } (2.4.49) |
| $= \left\{ 1.06 - 3.2 \left( \frac{b}{\ell} \right) + 4.5 \left( \frac{b}{\ell} \right)^2 \right\} b$ | $\left( 0.02 < \frac{b}{\ell} < 0.30 \right)$ |            |
| $= 0.15 \ell$                                                                                         | $\left( 0.30 \leq \frac{b}{\ell} \right)$     |            |

ここに、

$\lambda$  : フランジの片側有効幅 (cm) (図 - 2.4.27)

$b$  : 腹板の間隔または片持部のフランジの突出幅 (cm) (図 - 2.4.27)

$\ell$  : 等価支間長 (cm) (表 - 2.4.37)

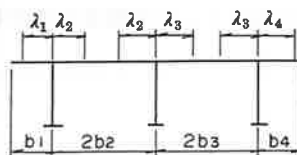
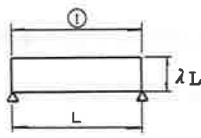
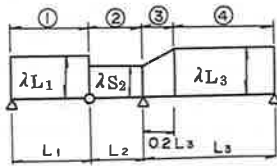
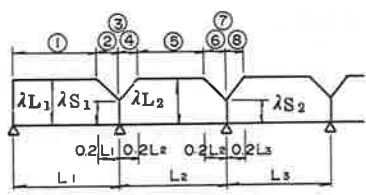


図 - 2.4.27 フランジの有効幅

表 - 2.4.37 フランジの片側有効幅

|                            | 区間       | 片 側 有 効 幅               |          |                   | 摘 要                                                                                 |
|----------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 箇所       | 記号                      | 適用式      | 等価支間長 $\ell$      |                                                                                     |
| 単<br>純<br>げ<br>た           | ①        | $\lambda L$             | (2.4.48) | $L$               |   |
| 連<br>続<br>げ<br>た           | ①        | $\lambda L_1$           | (2.4.48) | $0.8 L_1$         |   |
|                            | ⑤        | $\lambda L_2$           |          | $0.6 L_2$         |                                                                                     |
|                            | ③        | $\lambda S_1$           | (2.4.49) | $0.2 (L_1 + L_2)$ |                                                                                     |
|                            | ⑦        | $\lambda S_2$           |          | $0.2 (L_2 + L_3)$ |                                                                                     |
|                            | ②④       | 両端の有効幅を用いて、             |          |                   |                                                                                     |
| ⑥⑧                         | 直線変化させる。 |                         |          |                   |                                                                                     |
| ゲ<br>ル<br>バ<br>ー<br>げ<br>た | ①        | $\lambda L_1$           | (2.4.48) | $L_1$             |  |
|                            | ④        | $\lambda L_3$           |          | $0.8 L_3$         |                                                                                     |
|                            | ②        | $\lambda S_2$           | (2.4.49) | $2 L_2$           |                                                                                     |
|                            | ③        | 両端の有効幅を用いて、<br>直線変化させる。 |          |                   |                                                                                     |

#### 4 - 8 - 3 - 5 スラブ止め

コンクリート床版と接し、ずれ止めのないけたのフランジには、スラブ止めを付けなければならない。

- (1) 垂直補剛材がある場合の腹板の最大幅厚比は、使用する材料に応じて、表 - 2.4.38による。

水平補剛材がない場合で、作用応力度が許容応力度に比べて小さい部材では表 - 2.4.38の板の最大幅厚比を  $\sqrt{\sigma_{ca0} / \sigma}$  倍することができる。ただし、1.2倍をこえてはならない。

表 - 2.4.38 垂直補剛材がある場合の腹板の最大幅厚比

| 材 料                | 最 大 幅 厚 比 (D/t) <sub>0</sub> |              |              |
|--------------------|------------------------------|--------------|--------------|
|                    | 水平補剛材がない場合                   | 水平補剛材が1本ある場合 | 水平補剛材が2本ある場合 |
| SS41, SM41, SMA41  | 145                          | 250          | 275          |
| SM50               | 125                          | 250          | 275          |
| SM50Y, SM53, SMA50 | 120                          | 250          | 275          |
| SM58, SMA58        | 105                          | 250          | 275          |

ここに、

(D/t)<sub>0</sub> : 表 - 2.4.38で定める最大幅厚比

t : 腹板の厚さ (cm)

D : 腹板の高さ (cm)

$\sigma$  : 最大作用圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>) , ただし、4 - 3 - 1 で許容応力度を割り増してよい荷重の組合わせの場合には、表 - 2.4.2 に示す「乗ずる係数」で割った値とする。

$\sigma_{ca0}$  : 表 - 2.4.4 に示す許容曲げ圧縮応力度の上限値 (kg/cm<sup>2</sup>)

- (2) 垂直補剛材を設ける必要がない腹板の最大幅厚比は、列車荷重の戴荷条件および使用する材料に応じて表 - 2.4.39の値とする。

表 - 2. 4. 39 垂直補鋼材を設ける必要がない腹板の最大幅厚比

| 材 料                 | 最 大 幅 厚 比 $D/t$   |                                        |
|---------------------|-------------------|----------------------------------------|
|                     | フランジに直接載荷される部材の腹板 | フランジに直接載荷されない部材の腹板                     |
| SS41, SM41<br>SMA41 | 7 0               | $\frac{2000}{\sqrt{\tau}}$ ただし, 110 以下 |
| SM50                | 6 0               |                                        |
| SM50Y SM53<br>SMA50 | 5 5               |                                        |
| SM58, SMA58         | 5 0               | $\frac{2000}{\sqrt{\tau}}$ ただし, 100 以下 |

ここに,

$\tau$  : 4 - 8 - 2 - 2 で規定したせん断応力度 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), ただし 4 - 3 - 1 で許容応力度を割り増してよい荷重の組合わせの場合には表 - 2. 4. 2 に示す「乗ずる係数」で割った値とする。

〔解 説〕

- (1) 垂直補剛材のある腹板の最大幅厚比は, 純曲げが作用する周辺単純支持板の座屈に対して1.5 の安全率が確保できるように定めた。ただし, 水平補剛材がある場合の最大幅厚比は座屈に対する制限からではなく, 溶接ひずみ, 組立運搬の作業性および板の面外振動等を考慮して定めた。
- (2) 垂直補剛材を設ける必要がない腹板の最大幅厚比は, せん断力と曲げモーメントが同時に作用する周辺単純支持板の座屈に対して1.4 の安全率が確保できるように定めた。また, フランジに走行輪が直接載荷されるような部材の腹板は, クリップリングや異常な振動の生じる恐れがあるので直接載荷されない部材の腹板よりも安全側に規定した。

#### 4-8-5 垂直補剛材

##### 4-8-5-1 垂直補剛材の間隔

垂直補剛材を設ける場合，垂直補剛材の間隔は水平補剛材の有無に応じて，次の各式によって算出した値とする。ただし，2Dをこえてはならない。

1) 水平補剛材がない場合

$$d \leq 3000 \frac{t}{\sqrt{\tau}} \quad (2.4.50)$$

ただし，フランジによる腹板の固定線における曲げ圧縮応力度（ $\sigma$ ）が表-2.4.40の値を超える場合には，次の式によって垂直補剛材の間隔を検算するものとする。

$$\frac{d}{D} \leq 1 \text{ の場合} \\ \left( \frac{D}{100t} \right)^4 \left[ \left( \frac{\sigma}{3250} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{540 + 720 \left( \frac{D}{d} \right)^2} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.51)$$

$$1 < \frac{d}{D} \leq 2 \text{ の場合} \\ \left( \frac{D}{100t} \right)^4 \left[ \left( \frac{\sigma}{3250} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{720 + 540 \left( \frac{D}{d} \right)^2} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.52)$$

表-2.4.40 固定線における腹板の曲げ圧縮応力度

| 材 料                 | 固定線における腹板の曲げ<br>圧縮応力度 $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| SS41, SM 41, SMA41  | 650                                                  |
| SM50                | 850                                                  |
| SM50Y, SM 53, SMA50 | 950                                                  |
| SM58, SMA58         | 1350                                                 |

2) 水平補剛材を圧縮フランジ側から  $0.2D$  付近に 1 本配置する場合

$$d \leq 2700 \frac{t}{\tau} \quad (2.4.53)$$

ただし、フランジによる腹板の固定線における曲げ圧縮応力度 ( $\sigma$ ) が表 - 2.4.41 の値を超える場合には、次の式によって垂直補剛材の間隔を検算するものとする。

$$\frac{d}{D} \leq 0.8 \text{ の場合}$$

$$\left( \frac{D^4}{100t} \right) \left[ \left( \frac{\sigma}{17500} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{850 + 720 \left( \frac{D^2}{d} \right)} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.54)$$

$$0.8 < \frac{d}{D} \leq 2 \text{ の場合}$$

$$\left( \frac{D^4}{100t} \right) \left[ \left( \frac{\sigma}{17500} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{1130 + 540 \left( \frac{D^2}{d} \right)} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.55)$$

表 - 2.4.41 固定線における腹板の曲げ圧縮応力度

| 材 料                 | 固定線における腹板の曲げ<br>圧縮応力度 $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| SS41, SM 41, SMA41  | 1350                                                 |
| SM50                | 1200                                                 |
| SM50Y, SM 53, SMA50 | 1150                                                 |
| SM58, SMA58         | 1050                                                 |

3) 水平補剛材を圧縮フランジから  $0.12D$ ,  $0.28D$  付近にそれぞれ 1 本ずつ配置する場合

i)  $d/D \leq 0.72$  のとき

$$\left( \frac{D^4}{100t} \right) \left[ \left( \frac{\sigma}{21000} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{1030 + 720 (D/d)^2} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.56)$$

ii)  $0.72 < d / D \leq 2$  のとき

$$\left( \frac{D}{100t} \right)^4 \left[ \left( \frac{\sigma}{21000} \right)^2 + \left\{ \frac{\tau}{1400 + 540 (D/d)^2} \right\}^2 \right] \leq 1 \quad (2.4.57)$$

ここに、

$d$  : 垂直補剛材の間隔 (cm) で、そのとり方は補剛材が溶接されている場合は、補剛材中心間隔、ボルトで結合されている場合は、ボルト線間隔とする。

$\tau$  : 4 - 8 - 2 - 2 で規定したせん断応力度 (kg/cm<sup>2</sup>) で、補剛材間の平均値とする。

$\sigma$  : 腹板の縁圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>) で、補剛材間の平均値とする。

なお、4 - 3 - 1 項で許容応力度を割り増してよい荷重の組合わせの場合には、 $\tau$  および  $\sigma$  は表 - 2.4.2 に示す「乗ずる係数」で割った値とする。

〔解 説〕

垂直補剛材の間隔照査式は、上下のフランジと垂直補剛材の位置で四周単純支持された板にせん断力と曲げモーメントが同時に作用する場合の座屈に対して1.4の安全率が確保できるように定めた。また、水平補剛材を設ける場合でも水平補剛材によって区分されるサブパネルではなく全体パネルを対象とした座屈を考えたものである。



#### 4-8-5-2 垂直補剛材の鋼種および板厚

- (1) 垂直補剛材の所要断面二次モーメント (I) は次の式によって算出した値以上としなければならない。

$$I = \frac{5}{22} d_s t^3 r \quad \dots\dots\dots (2.4.58)$$

ここに、

$d_s$  : 垂直補剛材間隔 (cm)

$t$  : 腹板の板厚 (cm)

$I$  : 垂直補剛材の総断面の断面二次モーメント (cm<sup>4</sup>) で、

$I$  の計算における軸のとり方は、図-2.4.28による

$r$  : 次式によって算出した剛比

$$r = 25 \left( \frac{D^2}{d} \right) - 20$$

ただし、 $r \geq 25$

$d$  : 垂直補剛材の間隔 (cm)

$D$  : 腹板の高さ (cm)

- (2) 垂直補剛材の幅は、腹板高の 1 / 30 に 50 mm を加えた値以上としなければならない。

- (3) 垂直補剛材の板厚は、その幅の 1 / 13 以上としなければならない。

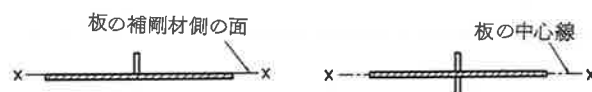


図-2.4.28 I の計算における軸のとり方

#### 4-8-5-3 垂直補剛材の取付け方

- (1) 垂直補剛材を腹板の片側のみに設ける場合は、垂直補剛材と圧縮フランジとは溶接しなければならない。
- (2) 垂直補剛材を腹板の両側に設ける場合は、垂直補剛材と圧縮フランジとは溶接するか、またはすき間のないように密着させなければならない。

#### 4-8-6 水平補剛材

##### 4-8-6-1 水平補剛材の位置

水平補剛材の取付け位置は、それを1段用いる場合は、 $0.20b$  付近、2段用いる場合は、 $0.12b$  と  $0.28b$  付近とするのを原則とする。

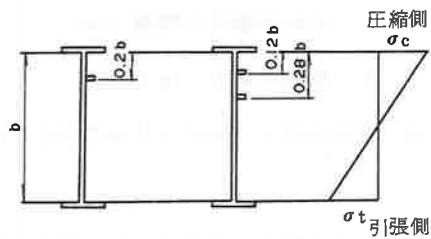


図 - 2.4.29 水平補剛材の位置

〔解 説〕

水平補剛材は、補剛材軸が節線となる座屈モードに対する補剛板の座屈係数が最大となる位置に配置することにした。

- (1) 水平補剛材の所要断面二次モーメント（ $I$ ）は次の式で算出した値以上としなければならない。

$$I = 5 d t^3 \quad (2.4.59)$$

ただし，

$$d/D \leq 2$$

なお，水平補剛材の最大幅厚比は表-2.4.42によるが，異形の水平補剛材を用いる場合はこの限りでない。

ここに，

$I$ ：水平補剛材の総断面の断面二次モーメント（ $\text{cm}^4$ ）で， $I$ の計算における軸のとり方は図-2.4.28による。

$\alpha$ ：垂直補剛材の間隔（ $\text{cm}$ ）

$t$ ：腹板の板厚（ $\text{cm}$ ）

- (2) 水平補剛材には腹板と同等以上の強度を有する材料を用いなければならない

表-2.4.42 板の最大幅厚比（ $b/t$ ）

| 材 料                      | 板の最大幅厚比（ $b/t$ ） |
|--------------------------|------------------|
| SS 41, SM 41,<br>SMA 41  | 12.5             |
| SM50                     | 11               |
| SM 50Y,<br>SM 53, SMA 50 | 10               |
| SM 58, SMA 58            | 9                |

#### 4 - 8 - 7 荷重集中点の構造

##### 4 - 8 - 7 - 1 荷重集中点の補剛材

(1) プレートガーターの主げたの支点、および床げた、縦げた、対傾構などの取付け部のような荷重集中点には垂直補剛材を設けなければならない。

(2) 荷重集中点の垂直補剛材は、次の規定により軸方向圧縮力を受ける柱として設計しなければならない。

1) 柱としての有効断面積は、補剛材断面および腹板のうち補剛材取付け部から両側にそれぞれ腹板厚の12倍までとする。ただし、全有効断面積は補剛材の断面積の1.7倍をこえてはならない。

2) 許容応力度の算出に用いる断面二次半径は腹板の中心線について求めるものとし、有効座屈長はけた高の1/2とする。

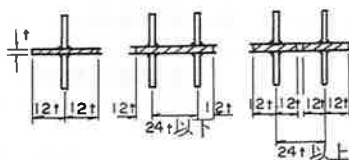


図 - 2. 4. 30 荷重集中点の腹板の有効幅

#### 4-8-7-2 設計細目

- (1) 補剛材と腹板との連結は、補剛材が全集中荷重を受けるものとして設計しなければならない。
- (2) 支点上の補剛材は両側に対称に設け、フランジの両縁に達するまで延ばすのを原則とする。支点上の補剛材は力の伝達を受けるフランジに溶接しなければならない。支点以外の荷重集中点に設ける補剛材では力の伝達を受けるフランジに溶接するのを原則とする。

#### 4-8-8 対傾構および横構

##### 4-8-8-1 対傾構

- (1) プレートガーター橋の支点では、各主げた間に端対傾構を設けなければならない。
- (2) I 形断面および  $\pi$  形断面プレートガーター橋では、6 m 以内で、かつ、フランジ幅の 30 倍をこえない間隔で中間対傾構を設けなければならない。箱形断面プレートガーター橋でもこれに準じるのがよい。
- (3) 床版が 3 本以上のけたで支持され、かつ、けたの支間が 10 m をこえる場合は、それらのけたの間に剛な荷重分配横げたを設けなければならない。荷重分配横げたの間隔は 20 m をこえてはならない。
- (4) 荷重分配作用をさせる対傾構は主要部材として設計しなければならない。
- (5) 下路プレートガーター橋では、横げた取付け部は、フランジを有するニューブレース板などにより、横げたと主げたの垂直補剛材を結合し、横方向の変形に対して補剛しなければならない。この場合その構造は、その上端に加えられた下記の水平横力 (H) に対して、十分な強度をもたなければならない。

$$H = \frac{A \sigma_c}{100} \quad (2.4.60)$$

ここに  $H$  : 強度を検算するための水平力 (kg)

$\sigma_c$  : 上フランジに作用する曲げ縁圧縮応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$A$  : 上フランジの断面積 (cm<sup>2</sup>)

なお検算は図-2.4.31に示すようにニューブレースが終る部分で補剛材と腹板からなる断面について検算すればよい。

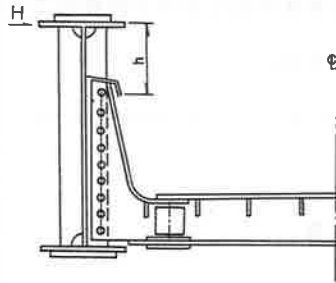


図-2.4.31  $H$ に対する強度計算

#### 4-8-8-2 横構

- (1) I形断面プレートガーター橋には、横荷重を支承に円滑に伝達するように上横構、下横構を設けるのを原則とする。ただし、下路プレートガーターの場合は下横構のみとし、閉床式で十分強固な床組がある場合には、それを簡略にすることができる。
- (2) 上路プレートガーター橋で鋼床版あるいは鉄筋コンクリート床版とけたが結合されていて、けたの横倒れなどに耐えられる場合は、上横構を省略することができる。
- (3) 支間が2.5m以下で強固な対傾構がある場合は、下横構を省略することができる。

ただし、曲線橋では下横構は省略してはならない。

- (4) トラスの圧縮弦材間の横構はI. 共通編2章に規定する荷重のほか、その格

間にある左右弦材にかかる圧縮力の合計の1%に等しいせん断力に抵抗するように設計するものとする。なお、この場合のせん断力は主荷重と考えるものとする。

## 4 - 9 トラス

### 4 - 9 - 1 適用の範囲

この項はトラスげたを主構造にもつ上部構造の設計に適用する。

スパンドレルブレースドアーチ，アーチの補剛トラスなどは，この項を準用することができる。

### 4 - 9 - 2 部材

#### 4 - 9 - 2 - 1 一般

4 - 4 の規定による。

#### 4 - 9 - 2 - 2 断面構成

- (1) 断面の構成にあたっては，断面の図心がなるべく断面の中心と一致し，かつ骨組線と一致するように配慮するなど，二次応力をできるだけ小さくするようにしなければならない。
- (2) 材片の組合せにあたっては，溶接部が左右はもとより上下にもなるべく対称な位置にくるように考慮して設計するものとする。
- (3) 圧縮力を受ける弦材，端柱および中間支点に取り付く斜材などは，原則として箱形または $\pi$ 形断面とし，かつ垂直軸まわりの断面二次半径に関する細長比は水平軸まわりのものよりも小さくしなければならない。
- (4) 箱形断面部材においては，トラス面と平行に配置された板（以下ウェブとよぶ）の断面積は部材総断面の40%以上とするのがよい。



箱トラスの場合

$$r_y = 1.5 r_x$$

$r$  : 断面二次半径

$$r_y > r_x$$

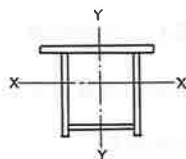


図 - 2.4.32 断面の2方向の2次半径の比

図 - 2.4.33 箱形断面のトラス面  
と平行な方向の板の断面積

#### 4 - 9 - 2 - 3 トラス圧縮部材の有効座屈長

##### (1) トラス面内

- ① 弦材の有効座屈長は部材の骨組長をとるものとする。
- ② ガセットにより弦材に連結された腹材の有効座屈長は、連結高力ボルトまたはリベット群の重心間距離をとってよい。ただし、骨組長の0.8倍を下回ってはならない。

なお、横構や対傾構などの部材で部材の両面にガセットを設けない構造では骨組長の0.9倍をとるものとする。

- ③ 部材の中間点を他の部材が有効に支持する場合はその支持点間を有効座屈長としてよい。ここに有効に支持するという意味は、たとえば図2.4.34のように斜材Dと支材Tとの連結が十分であり、かつ支材が4 - 4 - 2に規定する圧縮二次部材として設計されている場合をいう。この場合斜材Dと支材Tとの連結部の強さは、少なくとも斜材Dと弦材との連結部の強さの1/4以上としなければならない。

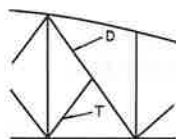


図-2.4.34 支材のある腹材

(2) トラス面外

圧縮部材のトラス面外の有効座屈は骨組長をとるのを原則とする。ただし、4-9-5に規定する機構、対傾構および橋門構によって支持される主トラス弦材および腹材は、その支持点間を有効座屈長としてよい。

(3) 軸力の異なるトラス部材の面外有効座屈長

図-2.4.35に示すaa部材のように、ab, baで大きさの異なる圧縮力が作用しトラス面外に支材がない場合、部材aaのトラス面外に対する有効座屈長 $\ell$ は、(2.4.61)によって求めることができる。

$$\ell = \left( 0.75 + 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L \quad (2.4.61)$$

ここに、 $P_1, P_2$  は部材aaの各格間ab, baに作用する圧縮力で  $P_1 \geq P_2$  とする。

また、図-2.4.35に示すKトラスの垂直材aaのように、ab, baで符号の異なる軸力が作用し、トラス面外に支材がない場合、部材aaのトラス面外に対する有効座屈長 $\ell$ は、式(2.4.62)によって求めることができる。

$$\ell = \left( 0.75 - 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L \quad (P_1 \geq P_2)$$

$$\ell = 0.5 L \quad (P_1 < P_2)$$

$$(2.4.62)$$

ただし、 $P_1$  は圧縮力の絶対値、 $P_2$  は引張力の絶対値とする。

なお、これらの式は部材aaで断面が一定の場合に適用することができる。

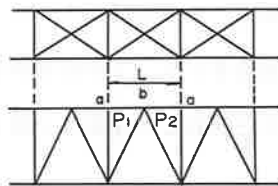


図-2.4.35 軸力の異なるトラス部材の面外有効座屈長

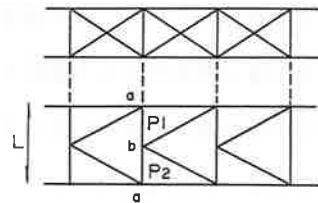


図-2.4.36 軸力の異なるトラス部材の面外有効座屈長

#### 4-9-3 格点

##### 4-9-3-1 一般

格点の設計にあたってはなるべく単純な構造とし、各部材の連結が容易でありかつ検査や排水、清掃などの維持作業が支障なく行えるように配慮しなければならない。

##### 4-9-3-2 ガセット

- (1) 部材をガセットに連結する高力ボルトまたはリベットの配置は、部材の軸にできるかぎり対称とし、かつ部材とガセットとの接触面全体に行きわたらせなければならない。
- (2) 主トラス格点において、弦材のウェブに重ねてガセットをあてる構造で、かつ部材両面にガセットを使用する場合は、ガセットの板厚は鋼材の種類にかかわらず式(2.4.62)により算出した値を標準とする。

$$t = 20 \times \frac{P}{b} \quad (2.4.63)$$

ここに、

$t$  : ガセットの板厚 (mm)

$P$  : そのガセットで連結される端柱または腹材に作用する最大部材力 (t)

$b$  : そのガセットで連結される端柱または腹材のガセット面に接する部分の幅 (mm)

- (3) ガセットと弦材または端柱のウェブとを一体とする構造では、ガセット板厚はウェブより薄くしてはならず、また式(2.4.63)で算出した値以上としなければならない。この場合、フィレット半径 $r_t$ はガセットと一体となる弦材または端柱のウェブの高さ $h$ の1/5以上としなければならない。

(図-2.4.37 参照)

- (4) ガセットの最小板厚は9mmとする。

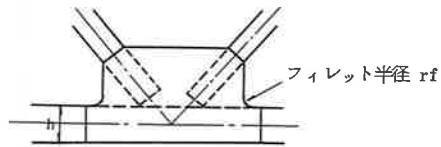


図-2.4.37 フィレット

#### 4-9-4 ダイヤフラム

- (1) トラスの格点，トラス部材の中間部で横構などを取り付ける箇所および現場継手の両側にはダイヤフラムを設けなければならない。ただし，現場継手の両側のダイヤフラムは密閉形としなければならない。
- (2) トラス支承部，横げたの取付け部などのように集中力の作用する場所の弦材およびガセットには，ダイヤフラムを設けて力の伝達が確実に行われるようにしなければならない。

#### 4-9-5 横構，対傾構および橋門構

##### 4-9-5-1 一般

横構，対傾構および橋門構は橋全体の立体的な機能を確保するに十分な剛性および配置としなければならない。

- (1) トラスの上弦および下弦にはそれぞれ横構を設けるのを原則とする。
- (2) 無載荷弦に横構部材を取り付ける部分においては、横構部材高が弦材高より小さくストラットがその部分に取り付いていない場合、取付け部付近の横構部材を拡大して弦材の全高にわたって取り付けるのがよい。
- (3) ストラットの高さは少なくともそれが取り付く弦材の高さと同じにしなければならない。
- (4) 圧縮弦に取り付けられる横構およびストラットは、次に示す荷重に十分抵抗できるものでなければならない。

$$\text{ストラットに対して} \quad \frac{P_1 + P_2}{100} \quad (2.4.64)$$

$$\text{横構に対して} \quad \frac{P_1 + P_2}{100} \sec \theta \quad (2.4.65)$$

ここに、

$P_1, P_2$  : 横構またはストラットが取り付けられている格点の左右側にある弦材の圧縮力 (kg)

$\theta$  : ストラットと横構とのなす角度

- (5) 横構は主トラス弦材応力の一部を分担するほか中間対傾構の影響による付加応力を受けることがあるので、余裕を見込んだ設計を行うように配慮することが望ましい。

#### 4 - 9 - 5 - 3 対傾構

- (1) トラスの各格点には対傾構を設けるのを原則とする。
- (2) 上路トラスには、横げたと下弦材との間の全高にわたってトラスを組むことを原則とする。
- (3) 上路トラスの支点上の対傾構は、トラスを組んで十分な剛性を確保し、かつ上弦に作用する横荷重の全反力を支点に伝え得るものでなければならない

#### 4 - 9 - 5 - 4 橋門構

下路トラス橋の橋門構は、上弦に作用する横荷重の全反力を支点に伝え得る構造とし、なるべく箱形断面の部材を用いて端柱および上弦材のフランジに直接取り付けるのがよい。I 形断面の部材を用いる場合は端柱の図心の位置に取り付けダイヤフラムなどを用いて応力の伝達を確実にするように配置しなければならない。

#### 4 - 9 - 6 直接床版を支持する弦材

主トラスの弦材が直接鉄筋コンクリート床版を支持する場合、その弦材は主トラス部材として算出した応力と床組部材として算出した応力とが同時に作用する部材として設計しなければならない。

なお、この場合の許容応力度は、その上限値を用いるものとし、かつ、割増しは行わない。

#### 4 - 9 - 7 そ り

- (1) トラスにはそりを付けなければならない。
- (2) そりは死荷重に対して所定の高さになるように付けるものとする。

#### 4 - 9 - 8 全体座屈に対する照査

主トラスの支間長に比べてその間隔が非常にせまいトラス橋では、全体座屈について適当な方法により照査するのがよい。

## 4-10 ラーメン

### 4-10-1 適用の範囲

この章は、ラーメン構造を用いた上部構造および橋脚の設計に適用する。

### 4-10-2 ラーメン橋脚の設計に用いる活荷重および衝撃

#### (1) 活荷重

ラーメン橋脚を設計する場合、活荷重は上部構造の支点力が着目点に対して最も不利となるように、上部構造に負載するのを原則とする。ただし、T形ラーメンを除く他のラーメン橋脚を設計する場合は、着目点に対する影響線の符号が同一となるところに作用する上部構造の活荷重最大支点力を用いてよい。

#### (2) 衝撃

ラーメン橋脚の設計に用いる上部構造反力には、活荷重による衝撃を考慮するものとする。

### 4-10-3 風荷重

(1) ラーメン橋に作用する風荷重は、共通編2-1-8に規定する上部構造に作用する風荷重とする。

(2) ラーメン橋脚に作用する風荷重は、共通編2-1-8に規定する下部構造に作用する風荷重とする。



#### 4-10-4 基礎構造の影響

橋のラーメン構造部の設計の際，基礎構造の回転，相対的移動が予想される場合は，その影響に留意しなければならない。

#### 4-10-5 ラーメンの全体座屈

##### 4-10-5-1 ラーメンの有効座屈長

ラーメンの有効座屈長  $\ell$  は，とくに厳密な計算を行わない場合は，表-2.4.43 によるものとする。

表-2.4.43 ラーメン柱の有効座屈長

| 座屈形式<br>部材（図-2.4.38） |       | 画 内 座 屈                                    |                                   |
|----------------------|-------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 層の柱<br>（①～⑥）       | 下端固定  | $\ell = 1.5h$<br>$= \{1.5 + 0.04(k-5)\} h$ | $: k \leq 5$<br>$: 5 < k \leq 10$ |
|                      | 下端ヒンジ | $\ell = 3.5h$<br>$= \{3.5 + 0.2(k-5)\} h$  | $: k \leq 5$<br>$: 5 < k \leq 10$ |
| 2 層以上の柱<br>（⑦～⑧）     |       | $\ell = 1.9h$<br>$= \{1.9 + 0.14(k-5)\} h$ | $: k \leq 5$<br>$: 5 < k \leq 10$ |
| 1 本足の柱<br>（⑨）        |       | $\ell = 2.0h$                              |                                   |
| 2 層以上の 1 本足の柱<br>（⑩） |       | $\ell = 2.2h$                              |                                   |

ここに，

$$k = \frac{\ell_c / h}{\ell_b / L}$$

$\ell_c$  : 柱の断面二次モーメントの平均値 (cm<sup>4</sup>)

$\ell_b$  : はりの断面二次モーメントの平均値 (cm<sup>4</sup>)

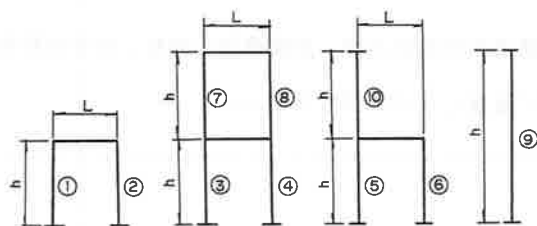


図 - 2.4.38 ラーメンの部材長

#### 4 - 1 0 - 5 - 2 軸方向圧縮力と曲げモーメントが作用するラーメン部材

軸方向圧縮力と曲げモーメントが作用するラーメン部材の検討は、4 - 4 - 5 によって行うものとする。この場合、許容圧縮応力度  $\sigma_{ca}$  は 4 - 10 - 5 - 1 に示した有効座屈長  $l$  を用いて式 (2.4.1) により求めるものとする。

#### 4 - 1 0 - 6 許容応力度の割増し

ラーメン構造部の許容応力度の割増しは、4 - 3 - 1 の規定によるものとする

#### 4 - 1 0 - 7 合成応力度の照査

垂直応力度とせん断応力度がともにそれぞれの許容応力度の 45 % 以上の場合は、4 - 8 - 2 - 4 の式 (2.4.44) によって合成応力度を照査しなければならない。

#### 4-10-8 ラーメン橋のたわみ

ラーメン橋の活荷重（衝撃を含まない）による最大たわみは，式（2.4.66）を満足しなければならない。

$$\delta \leq \frac{L}{500} \quad (2.4.66)$$

ここに，

$\delta$  : 活荷重（衝撃を含まない）による最大たわみ (cm)

$L$  : 支間 (cm) (図-2.4.39参照)

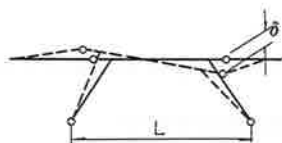


図-2.4.39 ラーメン橋のたわみ

#### 4-10-9 ラーメン橋脚のたわみ

主げたをラーメン橋脚でささえる場合，活荷重（衝撃を含まない）による最大たわみは次式を満足しなければならない。

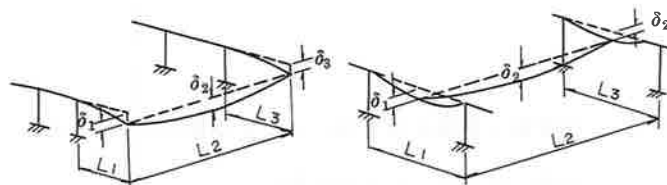
$$(\delta_1 + \delta_2) \text{ または } (\delta_2 + \delta_3) \text{ のうち大きい方 } \leq \frac{L_1 + L_2 + L_3}{500} \quad (2.4.67)$$

$$\text{図-2.4.40(a)の場合} \quad \delta_1 \leq \frac{L_1}{300} \quad (2.4.68)$$

$$\delta_3 \leq \frac{L_3}{300} \quad (2.4.69)$$

図-2.4.40(b)の場合  $\delta_1 \leq \frac{L_1}{500}$  (2.4.70)

$\delta_3 \leq \frac{L_3}{500}$  (2.4.71)



(a)

(b)

$\delta_1, \delta_3$  : ラーメン横ばりの主げたの位置でのたわみ

$\delta_2$  : 主げたのたわみ

図-2.4.40 ラーメン橋脚のたわみ

なお、上式を満足する場合でも、上部構造の応力が $\delta_1$ または $\delta_3$ によって無視し得ない影響を受けると考えられる場合は、主げたを弾性支承上のはりとして解くなどの配慮をしなければならない。

#### 4-10-10 方づえラーメン橋の水平変位の影響

方づえラーメン橋の伸縮装置、支承などの設計にあたっては、活荷重（衝撃を含む）による水平変位の影響を考慮しなければならない。

#### 4 - 1 0 - 1 1 隅角部

隅角部における断面は，横ばりの断面力を柱に円滑に伝達できるように設計しなければならない。

#### 4 - 1 0 - 1 2 ダイヤフラムなどによる補剛

荷重の集中点，フランジあるいは腹板の屈折部などには箱形断面の場合はダイヤフラムを，I形断面の場合は補鋼材を設けなければならない。

#### 4 - 1 0 - 1 3 支承およびアンカー部

ラーメン構造のアンカー部は，作用する力を基礎構造へ十分に伝達できる構造としなければならない。

#### 4 - 1 0 - 1 4 防食

ラーメン構造の柱部の土中あるいは水中にある部分は，根巻きコンクリート，防食板，防食塗装などで防護しなければならない。また，閉断面の場合は内部に滞水が生じないようにその構造細目には十分注意しなければならない。

## 5 章 合成桁

### 5 - 1 一般

#### 5 - 1 - 1 適用の範囲

この章は，単純合成げたの設計に適用する。

#### 〔解 説〕

この章は，単純合成桁の設計に適用し，連続合成桁は，適用の範囲外とする。

### 5 - 2 設計に関する一般的事項

#### 5 - 2 - 1 版のコンクリートの設計基準強度

版のコンクリートの設計基準強度  $\sigma_{ck}$  は  $270\text{Kg/cm}^2$  以上としなければならない  
ただし，版にプレストレスを与える場合は  $300\text{Kg/cm}^2$  以上としなければならない。  
い。

#### 5 - 2 - 2 鋼材と版のコンクリートとのヤング係数

主げたの弾性変形，不静定力および断面応力を算出する場合の鋼材と版のコンクリートとのヤング係数比  $n$  は 7 を標準とする。

### 5-2-3 版の有効幅

版の有効幅は4-8-3-4の規定によるものとする。ただし、 $\lambda$ 及び $b$ は図-2.5.1に示すとおりとし、このばあいの水平に対するハンチの傾斜は $45^\circ$ として取り扱うものとする。

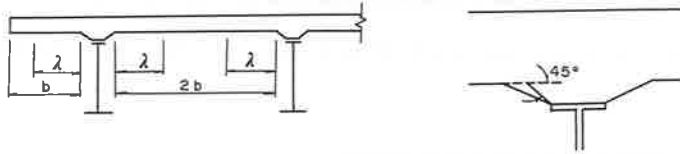


図-2.5.1  $\lambda$ と $b$ のとり方

### 5-2-4 版のコンクリートのクリープ

合成断面としての版のコンクリートに持続荷重が作用する場合、版のコンクリートのクリープによる応力度の算出に用いるクリープ係数 $\phi_c$ は2.0を標準とする。

#### 5 - 2 - 5 版のコンクリートと鋼桁の温度差

- (1) 版のコンクリートと鋼桁の温度差は、 $10^{\circ}\text{C}$ を標準とし、著しい温度差が生じる場合は、別に考慮する。
- (2) 温度分布は、鋼桁および版のコンクリートにおいてそれぞれ一様とする。
- (3) 版のコンクリートと鋼材の線膨張係数 $\alpha$ は $12 \times 10^{-6}$ とする。

#### 5 - 2 - 6 版のコンクリートの乾燥収縮

版のコンクリートの乾燥収縮による応力の算出に用いる最終収縮度 $\varepsilon_s$ は $20 \times 10^{-5}$ を、クリープ係数 $\varphi_2$ は、 $\varphi_2 = 2 \varphi_1 = 4.0$ をそれぞれ標準とする。



### 5 - 3 許容応力度

合成げたにおけるコンクリートおよび鋼材の許容応力度は次の規定によるものとする。

- (1) 版のコンクリートの許容圧縮応力度は表 - 2.5.1 に示す値とする。

表 - 2.5.1 コンクリートの許容応力度

| 荷 重 の 組 み 合 わ せ |                         |                   | 許容応力度 (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1               | 主 荷 重                   | (1)床板としての作用       | $\sigma_{ck} / 3.5$ かつ      |
|                 |                         | (2)主げた断面の一部としての作用 | 100 以下                      |
| 2               | 主荷重 + 版のコンクリートと鋼げたとの温度差 |                   | 1 項の 40 % 増し                |

- (2) 鉄筋の許容応力度は 4 - 6 - 1 - 8 の規定によるものとする。

- (3) 鋼桁の許容応力度の割増係数は 4 - 3 - 1 の規定にかかわらず表 - 2.5.2 に示す値とする。

表 - 2.5.2 鋼桁の許容応力度

| 荷 重 の 組 み 合 わ せ |                       |     | 割増し係数 ( % )     |                 |
|-----------------|-----------------------|-----|-----------------|-----------------|
|                 |                       |     | 正の曲げモーメントを受ける部分 | 負の曲げモーメントを受ける部分 |
| 1               | クリープの影響と乾燥収縮の影響を除く主荷重 |     | 0               | 0               |
| 2               | 主 荷 重                 | 圧縮側 | 15              | 0               |
|                 |                       | 引張側 | 0               | 0               |
| 3               | 主荷重 + 床版と鋼げたの温度差      | 圧縮側 | 30              | 15              |
|                 |                       | 引張側 | 15              | 15              |
| 4               | 施 工 時 荷 重             | 圧縮側 | 25              | 25              |
|                 |                       | 引張側 | 25              | 25              |

## 5 - 4 版

### 5 - 4 - 1 一般

版の設計は，この節に示すほか，4 - 6の規定によるものとする。

### 5 - 4 - 2 せん断力が集中する部分の構造

- (1) せん断力が集中する部分では，版に生じるせん断力と主引張応力に対する補強鉄筋を配置しなければならない。
- (2) 補強鉄筋の直径は16mm以上とし，版の中立面付近に15mm以下の間隔で配置するのがよい。
- (3) 補強鉄筋を配置する範囲は主げた方向，主げた直角方向ともに主げた間隔の1/2以上とする。

#### 〔解 説〕

この規定によっておれば，配筋方法についてはとくに計算によって求める必要はない。補強鉄筋の配置例を図-解2.5.1に示す。

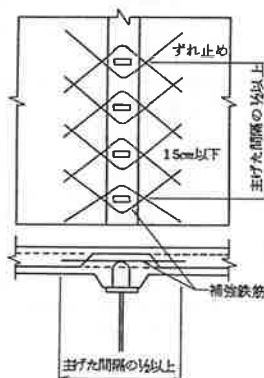


図 - 解 2. 5. 1 補強鉄筋の配置例

### 5-4-3 構造目地

版のコンクリートには構造目地を設けてはならない。

### 5-5 ずれ止め

#### 5-5-1 一般

ずれ止めは、スタッドを標準とする。

#### 5-5-2 ずれ止めの設計

- (1) ずれ止めは、各種荷重の組合せによる鋼げたと版のコンクリートとの間のせん断力が最も大きくなる場合について設計するものとする。
- (2) ずれ止めの設計には許容応力度の割増しを行ってはならない。

#### 〔解 説〕

ずれ止めは、〔主荷重＋スラブと鋼桁との温度差（スラブの方が高い場合）〕または〔スラブのコンクリートの乾燥収縮＋スラブと鋼桁との温度差（鋼桁の方が高い場合）〕によるそれぞれのせん断力に対して設計する。この場合、許容応力度の割増しは行わない。なお、制御荷重または始動荷重を加えた場合は、許容応力度の割増しができるので、一般にはこれらの荷重を考慮しなくてよい。

5-5-3 版のコンクリートの乾燥収縮および版のコンクリートと鋼桁との温度差により生じるせん断力

- (1) 版のコンクリートの乾燥収縮および版のコンクリートと鋼桁との温度差により生じるせん断力は、床版の自由端部において、主げた間隔（主げた間隔が  $L/10$  より大きいときは  $L/10$  をとる）の範囲に設けるずれ止めで負担させなければならない。
- (2) ずれ止めの設計にあたっては、図-2.5.2 に示すように、せん断力の全部が支点上で最大となる三角形に分布するものとしてよい。

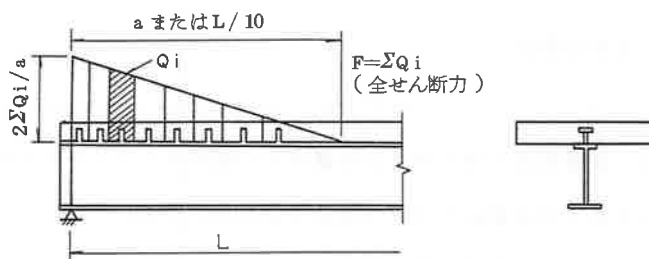


図-2.5.2 せん断力の分布

5-5-4 ずれ止めの最大間隔

ずれ止めの最大間隔は、版のコンクリートの厚さの3倍とし、60cmをこえないものとする。

#### 5-5-5 ずれ止めの最小間隔

スタッドの橋軸方向の最小中心間隔は5dまたは10cmとし、橋軸直角方向の最小中心間隔は、 $d + 3.0\text{cm}$ とする。ここにdはスタッドの軸径である。また、スタッドの幹とフランジ縁との最小純間隔は2.5cmとする。

#### 5-5-6 ずれ止めと鋼桁との結合

ずれ止めと鋼桁との結合部の計算には、せん断力を考慮するものとする。

#### 5-5-7 許容せん断力

スタッドのずれ止めとしての許容耐荷力 $Q_a$ は次式で計算する。

$H/d \geq 5.5$  の場合

$$Q_a = \frac{30 d^2 \sigma_{ck}}{1 - 0.7(\tau_{min} / \tau_{max})} \quad (2.5.1)$$

ただし  $Q_a < 30 d^2 \sigma_{ck}$

$H/d < 5.5$  の場合

$$Q_a = \frac{5.5 d \cdot H \cdot \sigma_{ck}}{1 - 0.7(\tau_{min} / \tau_{max})} \quad (2.5.2)$$

ただし  $Q_a < 5.5 d \cdot H \cdot \sigma_{ck}$

ここに  $Q_a$  : 許容せん断力 (Kg/本)

$H$  : スタッドの全高で15cm程度を標準 (cm)

$d$  : スタッド軸径 (cm)

$\sigma_{ck}$  : 版のコンクリートの設計基準強度 (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_{min}$ ,  $\tau_{max}$  : それぞれスタッドに作用する最小, 最大せん断応力度

#### 5 - 5 - 8 スタッド

- (1) 頭つき溶接スタッドの材質，種類，形状，寸法，およびその許容差については J I S B 1 1 9 8 を標準とする。
- (2) スタッドは，軸径 1 9 m m および 2 2 m m のものを標準とする。
- (3) スタッドの頭はハンチ部分にとどめず，版の中にあるものを原則とする。
- (4) スタッドは主桁直角方向には，2 本以上配置するものとする。

#### 5 - 5 - 9 鋼桁のフランジ厚

ずれ止めを設けるフランジの板厚は，1 0 m m 以上としなければならない。

#### 5 - 5 - 10 そり

合成桁の鋼桁にはそりを付けるのを原則とする。

## 6 章 支 承

### 6 - 1 一 般

支承は上部構造から伝達される荷重を確実に下部構造に伝達し、地震、風、温度変化等に対し安全のように設計しなければならないものとする。

### 6 - 2 支承の品質

- (1) 支承に用いる鋼材は共通編 4 - 1 の規定による
- (2) 銅合金を支承板として使用する場合は、J I S - H - 5 1 0 2 に規定された高力黄銅鋳物のうち 4 種 ( H B s C 4 ) を用いるものとする。
- (3) 合成ゴム支承を使用する場合は、その品質は、J I S K - 6 3 8 6 の C O 8 - b<sub>1</sub> に適合するもの、または、これと同等以上のものでなければならない。また、補強銅板は J I S - G - 4 3 0 5 ( 冷間圧延ステンレス銅板 ) S U S 3 0 4 を用いる。

#### 〔解 説〕

鋼材の品質については共通編 4 - 1 で規定した。ここでは鋼材以外の銅合金、ゴム支承について規定する。

1979 年 J I S H 5 1 0 2 の改定により旧規格の 3 種 B H B s C 3 B に該当するものが 4 種 H B s C 4 に変更された。

合成ゴム支承は良質なクロロプレン系合成ゴムで品質が J I S K 6 3 8 6 の C O 8 - b<sub>1</sub> を満足するゴムを用いた支承については試験により十分な耐久性と強度を有することが確認されている。これ以外のゴムを用いる場合には、十分な調査、試験することが必要である。

### 6-3 荷重の組合せと許容応力度の割増係数

- (1) 支承の設計に用いる荷重の組合せと許容応力度の割増係数は表-2.6.1 に示すとおりとする。

表-2.6.1 荷重の組合せと許容応力度の割増係数

|   | 荷 重 の 組 合 せ       | 割増係数    | 備 考      |
|---|-------------------|---------|----------|
| 1 | D + L + I + C F   | 1 . 0 0 |          |
| 2 | D + W             | 1 . 2 5 |          |
| 3 | D + L + I + B S   | 1 . 1 5 |          |
| 4 | D + L + C F + L F | 1 . 1 5 |          |
| 5 | D + E Q           | 1 . 6 0 | 支承自体に対して |
|   |                   | 1 . 5 0 | 支圧に対して   |

### 6-4 許容応力度

#### 6-4-1. 鋼支承の許容応力度

- (1) 鋼支承の許容支圧応力度は、次の各号に示す値とする。

この場合の $K_1$ 、 $K_2$ の値は表-2.6.2により、 $r_1$ 、 $r_2$ のとり方は、図-2.6.1による。

$$1) \quad \text{線支承} \quad K_1 \left( \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 - r_2} \right) \quad \text{kg/cm}^2 \quad (2.6.1)$$

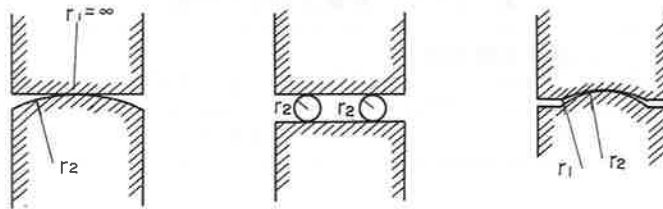
$$2) \quad \text{ローラ支承} \quad 0.8 K_1 \cdot r_2 \quad \text{kg/cm}^2 \quad (2.6.2)$$

$$3) \quad \text{球面支承} \quad K_2 \left( \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 - r_2} \right)^2 \quad \text{kg/cm}^2 \quad (2.6.3)$$



表-2.6.2 材料の組合せと  $K_1$  ,  $K_2$  の値

| 材料の組合せ<br>係数 | SS41 と SC46<br>SCN42 | SH50 と SC49<br>S30C と SCW49<br>SCH <sub>n</sub> 1A | S35C と SCM <sub>n</sub> 2A |
|--------------|----------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| $K_1$        | 1 0 0                | 1 3 0                                              | 1 5 0                      |
| $K_2$        | 0 . 8                | 1 . 3                                              | 0 . 6                      |



ここに、 $r_1$  : 凹面半径  
 $r_2$  : 凸面半径

図-2.6.1 支承部半径のとり方

(2) 鋼支承の許容曲げ応力度および許容せん断応力度は表-2.6.3 によるものとする。

表-2.6.3 鋼材の基準の許容曲げ応力度，許容せん断応力度〈単位  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 〉

|     |                     | 許 容 曲 げ 応 力 度 |          | 許容せん断応力度 |
|-----|---------------------|---------------|----------|----------|
|     |                     | 引 張 線         | 圧 縮 線    | 一 般      |
| 鋳鋼品 | SC46                | 1, 3 0 0      | 1, 4 0 0 | 8 0 0    |
|     | SC49                | 1, 4 0 0      | 1, 5 0 0 | 9 0 0    |
|     | SCW42               | 1, 3 0 0      | 1, 4 0 0 | 8 0 0    |
|     | SCW49               | 1, 6 0 0      | 1, 7 0 0 | 1, 0 0 0 |
|     | SCM <sub>n</sub> 1A | 1, 6 0 0      | 1, 7 0 0 | 1, 0 0 0 |
|     | SCM <sub>n</sub> 2A | 1, 8 0 0      | 1, 9 0 0 | 1, 1 0 0 |
| 構造用 | S30C                | 1, 6 0 0      | 1, 7 0 0 | 1, 0 0 0 |
| 合金鋼 | S35C                | 1, 8 0 0      | 1, 9 0 0 | 1, 1 0 0 |

#### 6-4-2 鋳鉄支承の許容応力度

(1) 鋳鉄支承の許容支圧応力度は、次の値とする。

$$\text{線支承} \quad K \quad \left( \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \right) \quad \text{kg/cm}^2 \quad (2.6.4)$$

ここに、Kの値は表-2.6.4により、 $r_1$ 、 $r_2$ のとり方は図-2.6.1による。

表-2.6.4 鋳鉄支承のKの値

| 係 数 | 材料の組合せ<br>SS41 と FC25 |
|-----|-----------------------|
| K   | 150                   |

(2) 鋳鉄を支承に用いる場合の許容応力度は表-2.6.5に示す値によるものとする。

表-2.6.5 鋳鉄を支承に用いる場合の許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

| 鋳 鉄      |     | FC25 |
|----------|-----|------|
| 応力の種別    |     |      |
| 許容曲げ応力度  | 引張線 | 600  |
|          | 圧延線 | 1200 |
| 許容せん断応力度 |     | 450  |

#### 6-4-3 銅合金支承板の許容応力度

銅合金支承板の許容応力度は、350 kg/cm<sup>2</sup>とする。

#### 6-4-4 ゴム支承の許容応力度

- (1) ゴム支承の許容支圧応力度 ( $\sigma_c$ ) は、荷重状態にかかわらず、次の範囲でなければならない。

$$5 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_c \leq 60 \text{ kg/cm}^2 \quad (2.6.5)$$

- (2) せん断ひずみは、ゴム厚の50%以下としなければならない。

#### 6-4-5 支承部コンクリートの許容応力度

- (1) 支承部コンクリートの許容支圧応力度は2-3-2の規定による。

- (2) 充てんモルタルのある場合の許容支圧応力度は、次による。

|         |    |                    |
|---------|----|--------------------|
| 普通モルタル  | 70 | kg/cm <sup>2</sup> |
| 無収縮モルタル | 80 | kg/cm <sup>2</sup> |
| ドライパッキン |    |                    |

ただし、(1) に示すコンクリートの許容支圧応力度の方が小さい場合はその値を用いるものとする。

- (3) 付着応力度は次のとおりとする。

|      |     |                    |
|------|-----|--------------------|
| 普通丸鋼 | 6.5 | kg/cm <sup>2</sup> |
| 異形丸鋼 | 13  | kg/cm <sup>2</sup> |

## 6 - 5 支承に作用する負の反力

連続桁、カンチレバー桁などは、次の式により支点の上揚力を検算し、これに耐えるアンカー装置を設けるか、それを打ち消す重量物を付加しなければならない。

$$R = 1.6R_{(t+i)} + R_{d1} + \frac{R_{d2}}{1.3} \quad (2.6.6)$$

ここに、 $R$  : 支点に生ずる反力（上揚力が生ずる場合負号とする）（ $t$ ）

$R_{(t+i)}$  : 衝撃を含む活荷重による最大負反力（ $t$ ）

$R_{d1}$  : 支承に負の反力を生じさせる部分に加わる死荷重による支承反力（ $t$ ）

$R_{d2}$  : 支承に正の反力を生じさせる部分に加わる死荷重による支承反力（ $t$ ）

- (1) 可動支承は上部構造の温度変化，たわみ，コンクリートのクリープおよび乾燥収縮，プレストレスによる部材の弾性変形などによって生じる移動量に対して余裕のある構造としなければならない。

支承の移動量算定に用いる温度変化及び線膨脹係数は表-2.6.6に示すとおりとする。

表-2.6.6 移動量算定に用いる温度変化および線膨脹係数

| 橋 種           | 温 度 変 化               | 膨脹係数                |
|---------------|-----------------------|---------------------|
| P C 橋・R C 橋   | - 5 ° C ~ + 3 5 ° C   | $10 \times 10^{-6}$ |
| 鋼橋（上路橋）       | - 1 0 ° C ~ + 4 0 ° C | $12 \times 10^{-6}$ |
| 鋼橋（下路橋および鋼床版） | - 1 0 ° C ~ + 5 0 ° C | $12 \times 10^{-6}$ |

- (2) コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響を算定する場合には，表-2.6.7によることができる。

表-2.6.7 コンクリートのクリープ係数と乾燥収縮度

|               |              |
|---------------|--------------|
| コンクリートのクリープ係数 | $\phi = 2.0$ |
| コンクリートの乾燥収縮   | 20度降下相当      |

## 6 - 7 可動支承の摩擦係数

可動支承に働く水平力の算定には表 - 2.6.8 の摩擦係数を用いるものとする。

表 - 2.6.8 可動支承の摩擦係数

| 摩擦機構   | 支 承 の 種 類     | 摩擦係数 |
|--------|---------------|------|
| ころがり摩擦 | ローラーおよびロッカー支承 | 0.05 |
| すべり摩擦  | ふっ素樹脂支承仮支承    | 0.10 |
|        | 高力黄銅鑄物支承仮支承   | 0.15 |
|        | 鑄 鉄 の 線 支 承   | 0.20 |
|        | 鋼 の 線 支 承     | 0.25 |

## 6 - 8 アンカーボルト

アンカーボルトは、シューの位置に固定し、これに加わる縦、横両方向の荷重固定モーメントにより生ずる軸力、上揚力などに抵抗できる強度とするのを原則とし、その構造については、次の各項によるものとする。

- (1) 下部構造に埋め込む長さは、直径の10倍以上とする。
- (2) アンカーボルトの最小直径は25mmとする。
- (3) 支承に上揚力が生じる場合には、適当な定着装置を設け上揚力の1.5倍以上の重量物に定着しなければならない。

## 6 - 9 支承各部の厚さ

ソールプレートおよびベースプレートの板厚は原則として22mm以上とする。ソールプレートは主げたに確実に定着させなければならない。主要部の厚さは、鑄鋼の支承においては25mm以上、鑄鉄の支承においては35mm必要とする。

可動支承部には、地震その他不測の事態におけるけたの異常な移動を防止する装置を設けなければならない。

## 7 章 案内軌条・側壁

### 7 - 1 適用の範囲

この章は，案内軌条及びこれを直接支持する部材の設計に適用する。

### 7 - 2 荷重

#### 7 - 2 - 1 荷重の種類

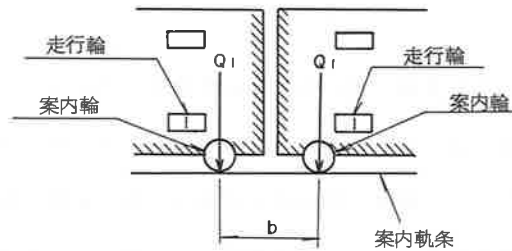
側壁・案内軌条の設計に考慮する荷重は，共通編 2 - 1 に規定した「遠心荷重」，「風荷重」のほか，7 - 2 - 2 で規定する「横荷重」とする。

なお，「遠心荷重」による作用力の算出にあたってはタイヤ（車輪）の摩擦力を無視する。



## 7-2-2 側壁・案内軌条に作用する横荷重 (LF')

側壁・案内軌条に使用する横荷重は、図-2.7.1 のとおりとする。載荷位置は走行面より0.3m(案内軌条中心高)の高さとし、案内面に水平かつ車輛の進行方向に直角に作用するものとする。



ここに  $b$  : 最小案内輪間隔 (m)

(LF<sub>1</sub>') 正常時 軸重の10%(操舵型)  
軸重の20%(強制案内型)

(LF<sub>2</sub>') 異常時 軸重の30%

図-2.7.1 側壁・案内軌条に使用する横荷重

### [解説]

案内軌条およびこれを直接支持する部材に作用する車輛横荷重の載荷位置は、「新交通システムの標準化とその基本仕様」4-2案内面寸法の規定により、走行面より0.3mとし、水平かつ車輛の進行方向に対し直角に載荷する。

## 7-3 許容応力度

### 7-3-1 コンクリート及び鉄筋の許容応力度

コンクリート及び鉄筋の許容応力度は、2-3-2, 2-3-3の規定によるものとする。

### 7-3-2 鋼材の許容応力度

鋼材の許容応力度は、4-3-2，4-3-3の規定によるものとする。

### 7-3-3 荷重の組合せと許容応力度の割増係数

側壁・案内軌条の設計計算に用いる許容応力度は、7-3-1，7-3-2に規定する許容応力度に表-2.7.1の係数を乗じて得られる値とすることができる

表-2.7.1 荷重の組合せと許容応力度の割増係数

| ケース | 荷重の組合せ        | 割増係数 | 備 考                             |
|-----|---------------|------|---------------------------------|
| 1   | $C F + L F_1$ | 1.00 |                                 |
| 2   | $L F_2 + W$   | 1.25 | $W$ は $100 \text{ kg/cm}^2$ とする |
| 3   | $L F_2$       | 1.50 | コンクリート構造                        |
|     |               | 1.60 | 鋼構造（除 SM 58）                    |
|     |               | 1.70 | 鋼構造（除 SM 58）                    |
| 4   | $W$           | 1.25 | 案内軌条を支持する部材のみ                   |

## 8 章 付属設備

### 8 - 1 伸縮装置

伸縮装置の構造は，構造物の形式，必要伸縮量を基本として，全体的な耐久性  
平たん度，排水，水密，施工，経済性等を考慮して定めるものとする。

### 8 - 2 走行路

走行面には，必要に応じて適当なすべり止め処理を施すものとする。

### 8 - 3 橋面処理

橋面には，必要に応じて，床版の保護，防水のため適切な処理を施すものとする。

### 8 - 4 排水等

- (1) 橋面には排水をすみやかに行うために必要な横断勾配をつけ，十分な大きさの排水ますの設置間隔を検討するものとする。
- (2) 排水管の内径は，10 cm 以上とし，ごみ，泥などを除去しやすい構造とする。
- (3) 排水管は，景観をそこなわない位置に設けるものとする。

## 8 - 5 添架物

電力および通信ケーブル等を添架する場合には、これらが橋におよぼす影響を考慮し、必要な措置を講じなければならない。

## 8 - 6 点検用通路

軌道部には必要に応じて保守点検用通路を設けるものとする。ただし、待避所の設置によってこれにかえることができる。

点検用通路には手すりまたは高欄を設けるものとする。点検用通路の設計に当っては、群集荷重は  $300\text{kg}/\text{m}^2$ 、高欄に働く水平力は  $70\text{kg}/\text{m}$  とし、許容応力度の割り増し係数は、1.25とする。

また、手すり又は高欄に仕様する水平力の作用位置は、その頂部に作用するものとする。ただし手すり又は高欄の高さが、1.5mを越える場合は1.5mの位置に作用するものとする。

### 〔解 説〕

鉄道橋では、橋側歩道の高欄に加わる推力は  $70\text{kg}/\text{m}$  を目安として定めており、本指針（案）はこれに準拠した。

群集荷重は従来、 $500\text{kg}/\text{m}^2$ としていたが、通常、点検用通路ではこのような荷重状態は考えられないため  $300\text{kg}/\text{m}^2$ とした。

## 8 - 7 緊急避難用通路

軌道には、車両から容易に降りられかつ安全に最寄りの駅まで歩くことのできる緊急避難用通路を設けるものとする。ただし、軌道が閉床式でかつ避難通路を兼ねることができる場合はこの限りでない。この場合、軌道部は歩行に支障がない構造とする。

避難路の設計に当って、群集荷重は  $300\text{kg/m}^2$  とする。

## 付 属 資 料

## 〔付属資料〕 疲 勞 の 検 討

### (1) 換算くり返し回数の算定

換算くり返し回数を求める方法にはいろいろあるが、一般には単純桁の中央曲げモーメントに着目し、変動応力の頻度解析にはレンジベア法が用いられている。以下にこの方法による一列車通過時の換算くり返し回数の算定手順について述べる。

- 1) 計算スパン、通過列車の軸重、軸距、車両数の入力 (Fig-1)
- 2) 列車の通過 (荷重列  $P_1 \sim P_n$  の移動) によって生じる桁スパン中央の曲げモーメントの計算
- 3) 曲げモーメントの変動波形の作成 (Fig-2)
- 4) 極値の抽出、発生順に並べた極値数列 ( $A_j$ ) の作成 (Fig-3)
- 5) 数列  $A_j$  で構成されるモデル化された応力波形の最大応力値 (点  $n$ ) を抽出 (Fig-4)

ただし、第一要素  $a$  と最後の要素  $u$  の絶対値は 0、その他の要素は正とする。

- 6) Fig-4 における  $a \sim n \sim u$  に至る最短経路 ( $a \cdot a' \cdot e \cdot e' \cdot K \cdot m \cdot n \cdot o \cdot p' \cdot q \cdot r' \cdot s \cdot t' \cdot u$ ) より上に出た波形 (Fig-4 の白い部分) を平行移動させ、それぞれの波形の最小値を 0 に一致させる。 (Fig-5)
- 7) Fig-5 の ( $a' \cdot a'' \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e$ ), ( $e' \cdot e'' \cdot f \cdot g \cdot h \cdot i \cdot j \cdot j' \cdot k$ ) についても 6) と同様な処理を繰り返すことによって、元波形が種々の振幅を持った一連の片振り応力波の組に変換される。 (Fig-6)
- 8) 等価繰り返し回数を次式により計算する。

$$\frac{\log \sigma_o - \log \sigma_i}{\log N_i - \log N_o} = k = \frac{1}{m} \quad (\text{Fig-7})$$

$$N_o = N_i (\sigma_i / \sigma_o)^m$$

Range-Pair Count Method



Fig-1



Fig-2

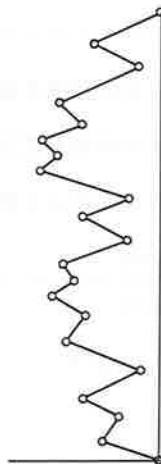
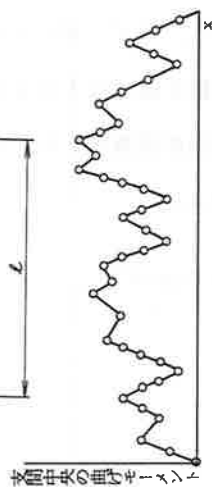


Fig-3

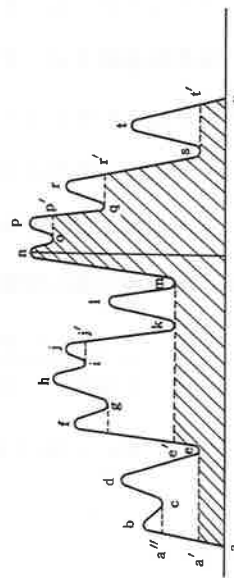


Fig-4

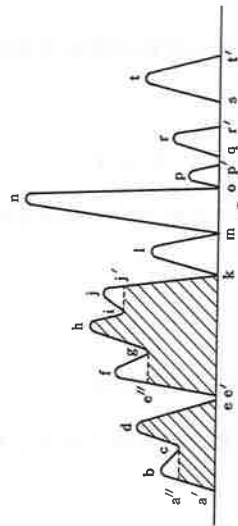


Fig-5

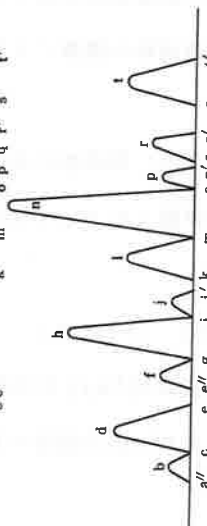


Fig-6

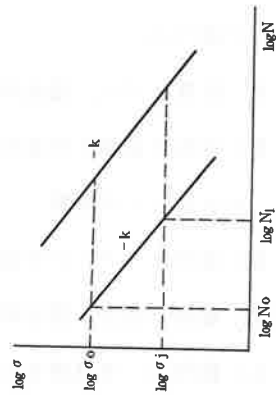


Fig-7



ここで、 $N_i=1$  とすると、 $N_0$  は応力  $\sigma_i$  の 1 回が  $\sigma_0$  の何回分に相当するかを表わしている。

よって

$$N_{eq} = \sum_{i=1}^n (\sigma_i / \sigma_0)^m$$

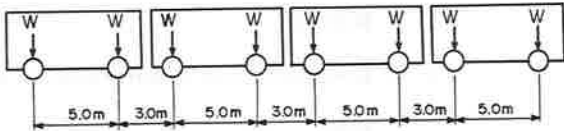
ここで、 $\sigma_i$  : Fig-6 における個々の応力波の最大値

$\sigma_0$  : 基本とする最大応力 (一般に疲労設計用荷重による最大応力度をとる)

$-1/m$  : S-N 線図の勾配

## (2) 計 算 例

下表に示す新交通システムをモデルとして疲労許容応力変動範囲を計算する。

| 時 間 帯       | 時 間                                                                                  | 運行時隔 | 運行回数     | 車両編成 | 定 員 | 乗車効率   | 乗 車 数                                    | 軸 重   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|-----|--------|------------------------------------------|-------|
|             | t                                                                                    | h    | $f=60/h$ | n    | c   | $\eta$ | $m=t \cdot f \cdot n \cdot c \cdot \eta$ | W     |
| 時 ー 時       | 時 間                                                                                  | 分    | 回/時間     | 両    | 人/両 | —      | 人                                        | ton/軸 |
| 600 — 800   | 2.0                                                                                  | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.3    | 1,800                                    | 6.5   |
| 800 — 1000  | 2.0                                                                                  | 3    | 20       | 4    | 75  | 0.2    | 2,400                                    | 6.0   |
| 1000 — 1630 | 6.5                                                                                  | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.5    | 9,800                                    | 7.0   |
| 1630 — 1830 | 2.0                                                                                  | 3    | 20       | 4    | 75  | 1.3    | 15,600                                   | 8.5   |
| 1830 — 2400 | 5.5                                                                                  | 6    | 10       | 4    | 75  | 0.5    | 8,300                                    | 7.0   |
| 計 (片道)      | 18.0                                                                                 |      | (220)    |      |     |        | 38,000                                   |       |
| 合 計 (往復)    |                                                                                      |      |          |      |     |        | 76,000                                   |       |
| 車 両         |  |      |          |      |     |        |                                          |       |

疲疲労設計用列車荷重の軸重(W)を9 t, 供用期間を鋼桁は60年コンクリート桁は100年とし, 代表的支間とmの値に応じた換算くり返し回数の計算結果を表-1, 2に示す。

表-1の値を用いて, 例えば, 鋼桁で支間5 m, 非調質鋼の溶接継手(継手区分A), 単線支持からなる単純支持部材の直応力許容疲労許容応力変動範囲は次の通り求められる。

$$\sigma_{fa} = \left( \frac{2 \times 10^6}{9.7 \times 10^6} \right)^{\frac{1}{4}} \times 1530 \times 1.0 \times 1.0 \times \frac{1 + \left( \frac{25}{50+5} \right)}{1 + \frac{3}{4} \times \left( \frac{25}{50+5} \right)}$$

$$\approx 0.67 \times 1530 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.09 = 1112 \text{ kg/cm}^2$$

鉄筋の疲労の検討は, 計算作用応力度が疲労許容応力度を超えないことを確かめるものとし, 疲労許容応力度は次式によって求める。

$$\sigma_{sa} = \sigma_{min} \times \left( 1 - \frac{\sigma_{min}}{\sigma_B} \right) \cdot \frac{10^a}{N \gamma^k} \cdot \gamma \cdot \frac{1+i}{1+\frac{3}{4}i} \quad \dots\dots\dots (2.2.5)$$

ここに,  $\sigma_{sa}$  : 鉄筋の疲労許容応力度 ( $\text{kg/cm}^2 \leq 2000 \text{ kg/cm}^2$ )

$\sigma_{min}$  : 鉄筋に発生する最小引張応力度 ( $\text{kg/cm}^2$ )

ただし, 圧縮応力を受ける場合は, 0としてよい。

$\sigma_B$  : 鉄筋の引張強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )

a, k : 表-2.2.7に示す材料特性値 (S D35の場合)

$\gamma$  : 鋼桁の疲労許容応力範囲の場合と同様 (4-3-2-3 参照)

i : 衝撃係数

$N \gamma$  : 供用期間中の疲労検算用荷重による応力の総換算繰返し回数

上式中の係数  $(1 - \sigma_{min} / \sigma_B)$  は平均応力の影響を考慮したもので, 鋼桁における係数  $\beta$  に相当し, 上式の  $\sigma_{min}$  を除くと両式は基本的には同じ式である。なお, 鉄筋の疲労の検討は引張応力を受ける場合에만検討する。

上式によって、支間 10 m で単線支持のコンクリート単純桁における重ね継手鉄筋（ただし  $\sigma_{min}=1000\text{ kg/cm}^2$ ）の疲労許容応力度は表-2 の値を用いて次の通り求められる。

$$\sigma_{sa} = 1000 + \left(1 - \frac{1000}{4900}\right) \times \left\{ \frac{10^4}{(1.66 \times 10^6)^{0.13}} \right\} \times 1.0 \times \frac{1 + \left(\frac{7}{20+10}\right)}{1 + \frac{3}{4} \left(\frac{7}{20+10}\right)}$$

$$\approx 1000 + 0.8 \times 1554 \times 1.0 \times 1.05 = 2305 \text{ kg/cm}^2$$

一般に RC 桁は活荷重による鉄筋応力度が最大  $1000\text{ kg/cm}^2$  以下であり、疲労によって鉄筋は決定されない。しかし活荷重割合が比較的大きく、また支間長が小さいスラブの場合は疲労によって鉄筋が決定される場合がある。

表-1 鋼桁の換算くり返し回数

| 支間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$<br>(1日当り<br>列車数) | $A$<br>60年間<br>(総<br>数)<br>$60 \times 365 \times f$ | $N$<br>(1列車当りのNeq) |       |       | $N\gamma = A \times N$ |            |            |
|-----------|------------|----------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|------------------------|------------|------------|
|           |            |                      |                                                     | $m=3$              | $m=4$ | $m=5$ | $m=3$                  | $m=4$      | $m=5$      |
| $\leq 3$  | 6.0        | 40                   | 876 000                                             | 2.37               | 1.58  | 1.05  | 2 076 120              | 1 384 080  | 919 800    |
|           | 6.5        | 20                   | 438 000                                             | 3.01               | 2.18  | 1.57  | 1 318 380              | 954 840    | 687 660    |
|           | 7.0        | 55                   | 1 204 500                                           | 3.76               | 2.93  | 2.28  | 4 528 920              | 3 529 185  | 2 746 260  |
|           | 7.0        | 65                   | 1 423 500                                           | 3.76               | 2.93  | 2.28  | 5 352 360              | 4 170 855  | 3 245 580  |
|           | 8.5        | 40                   | 876 000                                             | 6.74               | 6.36  | 6.01  | 5 904 240              | 5 571 360  | 5 264 760  |
| 計         |            |                      |                                                     |                    |       |       | 19 180 020             | 15 610 320 | 12 864 060 |

| 支間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$ | $A$       | $N$   |       |       | $N\gamma$  |           |           |
|-----------|------------|-----|-----------|-------|-------|-------|------------|-----------|-----------|
|           |            |     |           | $m=3$ | $m=4$ | $m=5$ | $m=3$      | $m=4$     | $m=5$     |
| $3 <$     | 6.0        | 40  | 876 000   | 1.49  | 0.99  | 0.66  | 1 305 240  | 867 240   | 578 160   |
|           | 6.5        | 20  | 438 000   | 1.89  | 1.36  | 0.98  | 827 820    | 595 680   | 429 240   |
|           | 7.0        | 55  | 1 204 500 | 2.36  | 1.83  | 1.42  | 2 842 620  | 2 204 235 | 1 710 390 |
| $\leq 5$  | 7.0        | 65  | 1 423 500 | 2.36  | 1.83  | 1.42  | 3 359 460  | 2 605 005 | 2 021 370 |
|           | 8.5        | 40  | 876 000   | 4.23  | 3.93  | 3.76  | 3 705 480  | 3 442 680 | 3 293 760 |
| 計         |            |     |           |       |       |       | 12 040 620 | 9 714 840 | 8 032 920 |

| 支間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$ | $A$       | $N$   |       |       | $N\gamma$ |           |           |
|-----------|------------|-----|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
|           |            |     |           | $m=3$ | $m=4$ | $m=5$ | $m=3$     | $m=4$     | $m=5$     |
| $5 <$     | 6.0        | 40  | 876 000   | 0.40  | 0.23  | 0.14  | 350 400   | 201 480   | 122 640   |
|           | 6.5        | 20  | 438 000   | 0.51  | 0.32  | 0.21  | 223 380   | 140 160   | 91 980    |
|           | 7.0        | 55  | 1 204 500 | 0.64  | 0.43  | 0.31  | 770 880   | 517 935   | 373 395   |
| $< 10$    | 7.0        | 65  | 1 423 500 | 0.64  | 0.43  | 0.31  | 911 040   | 612 105   | 441 285   |
|           | 8.5        | 40  | 876 000   | 1.14  | 0.93  | 0.81  | 998 640   | 814 680   | 709 560   |
| 計         |            |     |           |       |       |       | 3 254 340 | 2 286 360 | 1 738 860 |

| 支間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$ | $A$       | $N$   |       |       | $N\gamma$ |           |           |
|-----------|------------|-----|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
|           |            |     |           | $m=3$ | $m=4$ | $m=5$ | $m=3$     | $m=4$     | $m=5$     |
| $10 \leq$ | 6.0        | 40  | 876 000   | 0.31  | 0.20  | 0.13  | 271 560   | 175 200   | 113 880   |
|           | 6.5        | 20  | 438 000   | 0.39  | 0.28  | 0.20  | 170 820   | 122 640   | 87 600    |
|           | 7.0        | 55  | 1 204 500 | 0.49  | 0.37  | 0.29  | 590 205   | 445 665   | 349 305   |
|           | 7.0        | 65  | 1 423 500 | 0.49  | 0.37  | 0.29  | 697 515   | 526 695   | 412 815   |
|           | 8.5        | 40  | 876 000   | 0.88  | 0.81  | 0.75  | 770 880   | 709 560   | 657 000   |
| 計         |            |     |           |       |       |       | 2 500 980 | 1 979 760 | 1 620 600 |

表-2 鉄筋の換算くり返し回数

| 支 間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$<br>(1日当り<br>列車数) | A<br>(100年間総数)<br>(100×365× $f$ ) | N<br>(1列車当りのNeq) | $N\gamma = A \times N$ |
|------------|------------|----------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|
|            |            |                      |                                   | $m = 7.96$       | $m = 7.69$             |
| $\leq 3$   | 6.0        | 40                   | 1 460 000                         | 0.35             | 511 000                |
|            | 6.5        | 20                   | 730 000                           | 0.66             | 481 800                |
|            | 7.0        | 55                   | 2 007 500                         | 1.16             | 2 328 700              |
|            | 7.0        | 65                   | 2 372 500                         | 1.16             | 2 752 100              |
|            | 8.5        | 40                   | 1 460 000                         | 5.15             | 7 519 000              |
| 計          |            |                      |                                   |                  | 13 592 600             |

| 支 間<br>(M)   | 軸 重<br>(t) | $f$ | A         | N          | $N\gamma$  |
|--------------|------------|-----|-----------|------------|------------|
|              |            |     |           | $m = 7.69$ | $m = 7.69$ |
| $3 < \leq 5$ | 6.0        | 40  | 1 460 000 | 0.22       | 321 200    |
|              | 6.5        | 20  | 730 000   | 0.41       | 299 300    |
|              | 7.0        | 55  | 2 007 500 | 0.72       | 1 708 200  |
|              | 7.0        | 65  | 2 372 500 | 0.72       | 1 445 400  |
|              | 8.5        | 40  | 1 460 000 | 3.22       | 4 701 200  |
| 計            |            |     |           |            | 8 475 300  |

| 支 間<br>(M)    | 軸 重<br>(t) | $f$ | A         | N          | $N\gamma$  |
|---------------|------------|-----|-----------|------------|------------|
|               |            |     |           | $m = 7.69$ | $m = 7.69$ |
| $5 < \leq 10$ | 6.0        | 40  | 1 460 000 | 0.04       | 58 400     |
|               | 6.5        | 20  | 730 000   | 0.08       | 58 400     |
|               | 7.0        | 55  | 2 007 500 | 0.15       | 301 125    |
|               | 7.0        | 65  | 2 372 500 | 0.15       | 355 875    |
|               | 8.5        | 40  | 1 460 000 | 0.65       | 949 000    |
|               |            |     |           |            | 1 722 800  |

| 支 間<br>(M) | 軸 重<br>(t) | $f$ | A         | N          | $N\gamma$  |
|------------|------------|-----|-----------|------------|------------|
|            |            |     |           | $m = 7.69$ | $m = 7.69$ |
| $10 \leq$  | 6.0        | 40  | 1 460 000 | 0.04       | 58 400     |
|            | 6.5        | 20  | 730 000   | 0.08       | 58 400     |
|            | 7.0        | 55  | 2 007 500 | 0.14       | 281 050    |
|            | 7.0        | 65  | 2 372 500 | 0.14       | 332 150    |
|            | 8.5        | 40  | 1 460 000 | 0.64       | 934 400    |
|            |            |     |           |            | 1 664 400  |

