

大阪モノレール構造物設計指針

平成 30 年 7 月

大阪府都市整備部

はじめに

大阪モノレール構造物設計指針（以下、「指針」という。）は、昭和 57 年 3 月に大阪府土木部において策定し、これまで昭和 62 年 1 月、平成 2 年 4 月及び平成 9 年 3 月に改定してきたところです。

この度、道路橋示方書が改定されたことをうけ、指針を改定しました。

なお、今回改定した指針は、今後新たに設計する大阪モノレール門真以南延伸事業に適用することとしますが、必要に応じ既設構造物の改良等にも適用することができるものとします。

指針の主な改定内容は、以下の通りです。

（１）部分係数設計法に関連する項目

モノレールのインフラ部は、道路構造物の一部であることから、設計指針の改訂にあたっては、道路橋示方書の設計手法を採用し、作用・制限値に関する係数は道路橋示方書に準拠する。

（２）限界状態設計法に関連する項目

・モノレールについては、耐震設計上の重要度が B 種の橋であることから、橋の耐震性能 2 を満足することとし、偶発作用支配状況において、その状態が橋の限界状態 2 を超えないことを、所要の信頼性を有して満足することを照査する。

・モノレールにおける限界状態 2 については、支柱の塑性化は生じているものの、落橋等の致命的でない状態を実現すること及び L2 地震後は、速やかな列車運行を実現することとし、残留変位の制限値を $7/1000 \text{ rad} + 5.5 \text{ mm}$ とする。

大阪モノレール技術審議会経緯

	開催日	審議内容
第 1 回審議会	平成 28 年 8 月 29 日	大阪モノレール構造物設計指針及び関連する設計基準等の改定の内容を説明
現地調査	平成 29 年 2 月 2,3 日	延伸区間、営業区間及び車両基地の確認
第 2 回審議会	平成 29 年 7 月 11 日	PC 鋼材・桁端過密構造改良の提案 東京モノレール等での使用実績のある改良型支承板支承の提案
第 3 回審議会	平成 29 年 12 月 22 日	平成 29 年度道示通達を踏まえ改訂する指針の考え方を整理
第 4 回審議会	平成 30 年 5 月 22 日	指針改定（修正案の提示） 答申（本審議会に提出された資料と説明の範囲において、適切） 前回課題（鋼軌道桁用支承の構造検討）の提示・意見

平成 30 年 7 月
大阪府都市整備部

大阪モノレール技術審議会委員

氏名（50音順）	職名	備考
五十嵐 晃	京都大学防災研究所 教授	
杉浦 邦征	京都大学大学院 教授	会長代理
常田 賢一	大阪大学大学院 名誉教授	会長
古川 愛子	京都大学大学院 准教授	
森川 英典	神戸大学大学院 教授	
山口 隆司	大阪市立大学大学院 教授	
山本 貴士	京都大学大学院 准教授	

目 次

共通編	1
1章 総則	1
2章 橋の耐荷性能に関する基本事項	7
3章 作用	8
軌道桁編	21
1章 総則	21
2章 作用	21
3章 鋼構造	21
3-4 材料の特性値（その1）	24
3-4' 許容応力度（その2）	39
3-5 疲労の検討	43
3-6 鋼床板	74
3-7 鋼軌道桁中間横桁の設計	82
4章 プレストレストコンクリート構造	85
4-2 材料の特性値（その1）	85
4-2' 許容応力度（その2）	90
4-3' 破壊安全度の検討（その2）	95
5章 鉄筋コンクリート構造	98
5-2 材料の特性値（その1）	98
5-2' 許容応力度（その2）	100
5-3 鉄筋の疲労の検討	103
5-4 終局荷重時における断面の安全度	103
支承及び伸縮装置編	104
1章 支承部（その1）	104
1'章 支承部（その2）	107
2章 伸縮装置等	111

下部工編（その１）	112
1章 総則	112
2章 作用	113
3章 鋼構造	114
4章 コンクリート構造	128
5章 基礎	131
下部工編（その２）	132
1'章 総則	132
2'章 支柱	132
3'章 ラーメン構造	139
4'章 基礎	144
モノレール橋編	145
1章 総則	145
停車場編	146
1章 総則	146
2章 作用	146
3章 構造物の安全度照査（その１）	146
3'章 構造物の安全度照査（その２）	147
4章 高欄・排水等	147
耐震設計編	148
1章 総則	148
2章 耐震設計の基本方針	148
3章 耐震設計上考慮すべき荷重とその組合せ	149
4章 震度法による耐震設計	150
5章 地震時保有水平耐力法による耐震設計	151

共通編

総則

1 - 1 目的

大阪モノレールは都市モノレール法の目的に適合し、安全でかつ経済的なものであるとともに、環境との調和がとれたものでなければならない。このために設計指針を設ける。

1 - 2 適用の範囲

この設計指針は「大阪モノレール構造基準」に規定するモノレール構造物に適用する。この設計指針に示していない事項については、次の示方書等による。

- | | | |
|-----------------------------|------------|--------|
| 1) コンクリート標準示方書 | (2017年度版) | 土木学会 |
| 2) 建造物設計標準 | (昭和58年5月) | 土木学会 |
| 3) 道路橋示方書・同解説 | (平成29年11月) | 日本道路協会 |
| 4) 立体横断施設技術基準 | (昭和54年1月) | 日本道路協会 |
| 5) モノレール構造物設計指針 | (昭和50年3月) | 日本道路協会 |
| 6) 中量軌道輸送システム及びモノレール構造物設計基準 | (昭和60年3月) | 運輸省 |
| 7) 建築基準法 | | |

1 - 3 用語の定義

この設計指針で使用する用語の定義は次のとおりとする。

- | | |
|-----------------|---------------------------------|
| (1) 軌道桁 | 軌道面を形成し、かつ、モノレール車両を直接支持する桁をいう。 |
| (2) 支柱 | 軌道及び停留場を支持するために設けられる梁、柱及び基礎をいう。 |
| (3) 設計モノレール車両荷重 | 軌道構造物の設計の基礎となるモノレール車両の荷重をいう。 |
| (4) モノレール橋 | 軌道桁を支持する桁を有する橋梁をいう。 |

1 - 4 構造規格

軌道の構成・建築限界・線形等の構造規格は、「大阪モノレール構造基準」の規定による。

1 - 5 構造物下空間

構造物下空間は、構造物下の道路・鉄道・河川等の必要空間及び維持管理に必要な空間を考慮して定める。

1 - 6 使用材料

1 - 6.1 鋼材

鋼材などは表 - 1 および表 - 2 に示す規格に適合するものを標準とする。

表 - 1 標準とする鋼材 (JIS)

鋼材の種類	規格		鋼材記号
1. 構造用 鋼材	JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400, SM490, SM490Y SM520, SM570
	JIS G3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400W, SMA490W SMA570W
	JIS G3140	橋梁用高降伏点鋼板	SBHS400, SBHS400W SBHS500, SBHS500W
2. 鋼管	JIS G3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK400, STK490
	JIS A5525	鋼管杭	SKK400, SKK490
	JIS A5530	鋼管矢板	SKY400, SKY490
3. 接合用 鋼材	JIS B1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F8T, F10T
	JIS B1180	六角ボルト	強度区分 4.6, 8.8, 10.9
	JIS B1181	六角ナット	強度区分 5, 8, 10
4. 溶接 材料	JIS Z3211	軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒	
	JIS Z3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒	
	JIS Z3312	軟鋼, 高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ	

4. 溶接材料	JIS Z3313	軟鋼、高張力鋼および低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ	
	JIS Z3315	耐候性鋼用のマグ溶接及びミグ溶接用リッドワイヤ	
	JIS Z3320	耐候性鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ	
	JIS Z3351	炭素鋼および低合金鋼用サブマージアーク溶接リッドワイヤ	
	JIS Z3352	サブマージアーク溶接及びエレクトロslag溶接用フラックス	
5. 鋳鍛造品	JIS G3201	炭素鋼鍛鋼品	SF490A, SF540A
	JIS G5101	炭素鋼鋳鋼品	SC450
	JIS G5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW410, SCW480
	JIS G5111	構造用高張力炭素鋼および低合金鋼鋳鋼品	SCMn1A, SCMn2A
	JIS G4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S35CN, S45CN
	JIS G5501	ねずみ鋳鉄品	FC250
	JIS G5502	球状黒鉛鋳鉄品	FCD400, FCD450
	JIS H5102	高力黄銅鋳物	HB2C4
6. 線材 線材二次製品	JIS G3502	ピアノ線材	SWRS
	JIS G3506	硬鋼線材	SWRH
	JIS G3536	PC鋼線およびPC鋼より線	SWPR1, SWPD1, SWPR2, SWPD3, SWPR7, SWPR19
	JIS G3549	構造用ワイヤロープ	
7. 棒鋼	JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345, SD390, SD490, SR235, SD295A, SD295B
	JIS G3109	PC鋼棒	SBPR785/1030, SBPR930/1080, SBPR930/1180
8. その他	JIS B1198	頭付きスタッド	呼び名 19, 22

表 - 2 標準とする鋼材 (JIS 以外)

鋼材の種類	規格	鋼材記号
接合用鋼材	摩擦接合用トルシア形高力ボルト (S10T)・六角ナット・平座金のセット	S10T
	摩擦接合用トルシア形超高力ボルト (S14T)・六角ナット・平座金のセット	S14T
	支圧接合用打込み式高力ボルト (B8T, B10T)・六角ナット・平座金のセット	B8T, B10T
線材二次製品	平行線ストランド	
	被覆平行線ストランド	

1-6.2 コンクリート

(1) コンクリート材料

コンクリートに用いる材料は、次に示すものを使用しなければならない。

- 1) セメントは、比表面積、凝結時間、圧縮強さ、有害成分の制限等の特性や品質が確かなものでなければならない。
- 2) 水には油、酸、塩類、有機物等の有害物が含まれてはならない。
- 3) 細骨材は、清浄、強硬で耐久性と適度な粒度を有するとともに、ごみ、泥、有機不純物、塩化物等を有害量含まれてはならない。
- 4) 粗骨材は、清浄、強硬で耐久性と適度な粒度を有するとともに、薄い石片、細長い石片、有機不純物、塩化物等を有害量含まれてはならない。
- 5) 混和材料として用いる混和剤及び混和材は、コンクリートの特性や品質の改善に対する効果及びその特性や品質が確かなものとする。

(2) コンクリートの強度

コンクリートは原則として表 - 3 の最低設計基準強度以上のものを用いる。

表 - 3 コンクリートの最低設計基準強度

		(N/mm ²)
部材の種類		最低設計基準強度
無筋コンクリート部材		18
鉄筋コンクリート部材		21
プレストレストコンクリート部材	プレテンション方式	36
	ポストテンション方式	30

ただし、均しコンクリートや鋼製橋脚の充填コンクリートなどは、無筋コンクリート部材の最低設計基準強度以下のコンクリートを使用してよい。

1 - 7 設計計算に用いる物理定数の値

設計計算に用いる物理定数の値は次のとおりとする。

(1) 鋼材

設計計算に用いる鋼材の物理定数の値は表 - 4 の値を用いてよい。

表 - 4 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	2.0×10^5 N/mm ²
PC 鋼線、PC 鋼棒のヤング係数	2.0×10^5 N/mm ²
PC 鋼より線のヤング係数	1.95×10^5 N/mm ²
鋳鉄のヤング係数	1.0×10^5 N/mm ²
鋼のせん断弾性係数	7.7×10^4 N/mm ²
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 鋼材の見かけのリラクゼーション率は、表 - 5 の値を標準とする。

ここで、高温の影響を受ける場合とは、蒸気養生を行う場合又は部材上縁に配置された PC 鋼材の純かぶりが 50mm 未満で加熱混合型アスファルト舗装を行う場合とする。

表 - 5 PC 鋼材の見かけのリラクゼーション率

(%)

PC 鋼材の種類	規 格		備 考
	標準値	高温の影響を受ける場合	
PC 鋼線、 PC 鋼より線	5	7	通常品
PC 鋼棒	1.5	2.5	低リラクゼーション品
	3	5	通常品

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リラクゼーション率から、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 鋼材の見かけリラクゼーション率を定める。

[道路橋示方書 編 P61 ~ 62
編 P45]

(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。

)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及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 - 6 の値とする。

ii) 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比 n は 15 とする。

表 - 6 コンクリートのヤング係数

	$\times 10^4$ (N/mm ²)								
設計基準強度	21	24	27	30	40	50	60	70	80
ヤング係数	2.35	2.50	2.65	2.80	3.10	3.30	3.50	3.70	3.80

2) コンクリートのせん断弾性係数は式 (- 1) により算出してよい。

$$G_c = \frac{E_c}{2.3} \dots\dots\dots (- 1)$$

ここに、

G_c : コンクリートのせん断弾性係数 (N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

3) コンクリートのクリープ係数および乾燥収縮度は本編 3 章 3 - 2 . 17 の規定によらなければならない。

[道路橋示方書 編 P46]

1-8 そり

軌道桁及びモノレール橋には、そりをつけるものとする。そりは死荷重によるたわみと、本編 3 章 3 - 2 . 2 に規定する活荷重によるたわみの 1/2 との合計に、更にプレストレスの影響・乾燥収縮及びクリープの影響を考慮してつけるものとする。

この場合、活荷重は軌道桁及びモノレール橋の全長にわたって載荷するものとする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P60]

2 章 橋の耐荷性能に関する基本事項

2 - 1 橋の耐荷性能の設計において考慮する状況の区分

設計にあたっては、1) から 3) の異なる 3 種類の状況を考慮する。

- 1) 永続作用による影響が支配的な状況（永続作用支配状況）
- 2) 変動作用による影響が支配的な状況（変動作用支配状況）
- 3) 偶発作用による影響が支配的な状況（偶発作用支配状況）

[道路橋示方書 編 P33]

2 - 2 橋の耐荷性能の設計において考慮する橋の状態の区分

設計にあたっては、設計供用期間中に生じることとを考慮する橋の状態を 1) 及び 2) に区分して設定する。

- 1) 橋としての荷重を支持する能力に関わる観点
 - ）橋としての荷重を支持する能力が損なわれない状態
 - ）部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態
- 2) 橋の構造安全性に関わる観点
 - ）橋としての荷重を支持する能力の低下が生じ進展しているものの、落橋等の致命的ではない状態

[道路橋示方書 編 P35]

2 - 3 橋の耐荷性能

大阪モノレールは連続高架橋であり、国道及び府道を跨ぐ構造であることから、耐震設計上の橋の重要度の区分は B 種の橋に位置付けられる。

橋の耐荷性能は、路線の位置付け、架橋位置、交差物件等との関係等を勘案し、B 種の橋であることから、耐荷性能 2 とする。

耐荷性能 2 は、橋としての荷重を支持する能力の観点から) 及び) について、また、橋の構造安全性の観点から) 及び) について、それぞれ所要の信頼性を満足する性能とする。

- ）永続作用支配状況や変動作用支配状況において、部分的にも損傷が生じておらず橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない状態を実現すること。
- ）永続作用支配状況や変動作用支配状況において、) に加えて、落橋等の致命的な状態に至らないだけの十分な終局強さを有している状態を実現すること。
- ）偶発作用支配状況において、直後に橋に求められる荷重を支持する能力を速やかに確保できる状態を実現すること。
- ）偶発作用支配状況において、) に加えて、橋としての荷重を支持する能力の低下が生じているものの、橋として落橋等の致命的ではない状態を実現すること。

[道路橋示方書 編 P37 ~ 38]

- 23. 施工時荷重 (ER)
- 24. 衝突荷重 (CO)
- 25. 高欄に作用する荷重 (HF)

3 - 2 作用の特性値

3 - 2 . 1 死荷重 (D)

- (1) 死荷重には自重及び添加物 (ケーブルダクト、電柱、待避所、器機、標識等) を考慮するものとする。
- (2) 死荷重の算出には、表 - 7 に示す単位体積重量を用いてもよい。ただし、実重量の明らかなものは、その値を用いる。

表 - 7 材料の単位体積重量

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	材料	単位体積重量 (kN/m ³)
鋼・鋳鋼・鍛鋼	77.0	セメントモルタル	21.0
鋳鉄	71.0	木材	8.0
アルミニウム	27.5	歴青材 (防水用)	11.0
銅	88.0	アスファルトコンクリート舗装	22.5
鉄筋コンクリート	24.5		
プレストレストを導入するコンクリート(設計基準強度 60N/mm ² 以下)	24.5		
プレストレストを導入するコンクリート(設計基準強度 60N/mm ² を超え 80N/mm ² まで)	25.0		
コンクリート	23.0		

- (3) 材料の単位体積重量を (2) によらず定める場合には、(4) から (6) に従わなければならない。
- (4) 材料の単位体積重量のばらつきを適切に評価する。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P62]

[道路橋示方書 編 P92]

- (5) JIS 等の公的規格に従って材料の単位体積重量や部材寸法等の変動の上限値や下限値が制御された材料を用いる場合には、規格を満足するもののみを母集団とする場合のばらつきで評価する。
- (6) 材料の単位体積重量の特性値は、その母集団を正規分布としたときの非超過確率 50%に相当する値とすることを標準とする。

3-2.2 活荷重 (L)

活荷重は、設計モノレール車両荷重及び停留場等の群集荷重とする。

(1) 設計モノレール車両荷重 (L_1)

設計モノレール車両荷重は、図 - 1 及び図 - 2 のとおりとし、その載荷方法は次のとおりとする。

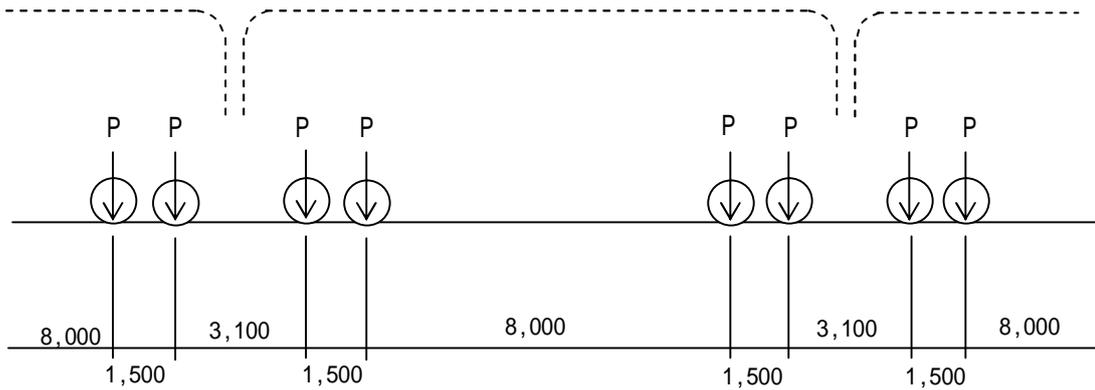


図 - 1 軸配置

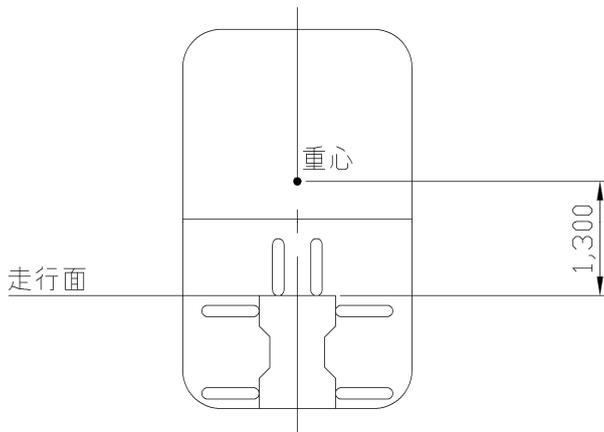


図 - 2 重心位置

軸重	
状態	軸重 P(kN)
満員時	110
平均的荷重時	90
空車時	80

1) 設計モノレール車両荷重は、地震時保有水平耐力法による耐震設計以外は、無限連行荷重とし、編成車両数にかかわらず、部材に最も不利な応力を生じるように載荷しなければならない。

但し、救援列車の場合を除き設計モノレール車両荷重を途中で切って2箇所以上に載荷することは原則として行わない。また、地震時保有水平耐力法による耐震設計においては6両編成の車両を対象とする。

2) 疲労の影響を考慮する場合、活荷重は平均的荷重とし、3-5.2応力による疲労照査にて検討する。一般部は、複線を支持する部材は複線支持部材及び単線を支持する部材は単線支持部材として、検討するものとする。

駅部については、単線載荷又は複線載荷の状態について検討するものとし、複線載荷の場合は片線停止状態、他線走行状態とする。

3) 地震の影響を考慮する場合においては、活荷重は平均的荷重とし、一般部は複線を支持する構造物についても単線載荷の状態について検討しなければならない。駅部では単線載荷又は複線載荷の状態について検討する。ただし、設計モノレール車両荷重による衝撃は加算しない。

(2) 群集荷重 (L_2)

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しなければならない。

2) 避難通路及び点検通路には 3.0 kN/m^2 載荷する。ただし、この群集荷重は避難通路及び点検通路を設計する場合に用い、主桁や下部構造の設計には考慮しなくてよい。

3) 停車(留)場のプラットホームには次の群集荷重を載荷する。

() 床、床組を設計する場合においては 3.0 kN/m^2 とする。

() 主桁及び下部構造を設計する場合においては 2.0 kN/m^2 とする。

ただし、地震の影響を組み合わせる場合においては 1.0 kN/m^2 とする。

4) 停車(留)場の階段、コンコース、連絡通路には、次の群集荷重を載荷する。

() 床、床組を設計する場合においては 5.0 kN/m^2 とする。

() 主桁及び下部構造を設計する場合においては 3.5 kN/m^2 とする。

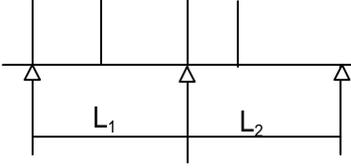
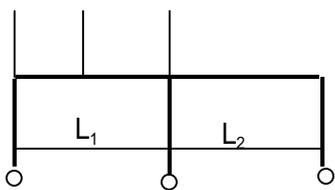
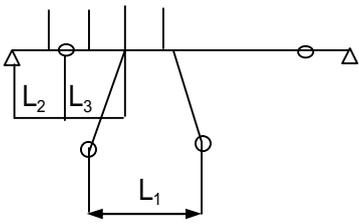
ただし、地震の影響を組み合わせる場合においては 1.5 kN/m^2 とする。

3-2.3 衝撃の影響 ()

活荷重の載荷に際しては衝撃を考慮しなければならない。ただし、群集荷重については衝撃を考慮しない。

衝撃係数は、表 - 8 に示す支間 (L) を用いて (- 2) 式より算出する。

表 - 8 衝撃係数を求めるときの支間

形式	部材	支間 L (m)
単純桁	桁及び支承	支間 L
連続桁		荷重 に対しては L_1 荷重 に対しては L_2 荷重 に対しては $(L_1+L_2) / 2$
ラーメン	(1)  (2) 	(1) 荷重 に対しては L_1 荷重 に対しては $(L_1+L_2) / 2$ (2) 荷重 に対しては L_1 荷重 に対しては 吊桁に対して L_2 片持部およびラーメンに 対して L_2+L_3 荷重 に対しては ラーメンに対して L_1 片持部に対して L_2+L_3

鋼 桁	}	$\frac{25}{50 + L}$	} \dots \dots \dots (- 2)
プレストレストコンクリート桁		$\frac{20}{50 + L}$	
鉄筋コンクリート桁			
		L : 支間 (m)	

3-2.4 車両横荷重 (LF)

車両横荷重は、一軸集中移動荷重とし、走行面の高さにおいて軌道軸に直角かつ、水平に作用する。その大きさは連結された一縦列のモノレール車両につき設計モノレール車両荷重の一軸重の25%とする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P71]

3-2.5 遠心荷重 (CF)

曲線区間においては、次式による遠心荷重が車両重心の高さにおいて、軸の位置で水平に、かつ、軌道に直角方向に作用し、衝撃は生じないものとする。

$$F = \frac{V^2}{127R} P$$

ここに、F：遠心荷重 (kN)

R：曲線半径 (m)

P：設計モノレール車両荷重による軸重 (kN)

V：当該曲線区間を走行するモノレール車両の最高速度 (km/h)

尚、軌道桁に対しては、片勾配に応じて上記遠心荷重を低減することができる。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P70～71]

3-2.6 制動荷重 (BK₁) 及び始動荷重 (BK₂)

制動荷重又は始動荷重は、モノレール車両重心位置において軌道方向に作用するものとし、制動荷重及び始動荷重は設計モノレール車両荷重の15%とする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P72]

3-2.7 風荷重 (W)

構造物及びモノレール車両に作用する風荷重 (設計基準風速 $V_0 = 40\text{m/s}$) は、次のとおりとする。

(1) 軌道構造物 (停留場を除く) に負載する風荷重

1) 活荷重を負載しないときの風荷重 (WS)

風上側構造物の有効鉛直投影面積に対して 風上側部材 3.0 $(V_0/40)^2$ kN/m²

風下側構造物の有効鉛直投影面積に対して 風下側部材 1.5 $(V_0/40)^2$ kN/m²

2) 活荷重を負載するときの風荷重 (WL)

風上側モノレール車両及び構造物の有効鉛直投影面積に対して

風上側部材 1.0 kN/m²

風下側構造物の有効鉛直投影面積に対して 風下側部材 0.5 kN/m²

[建設省 モノレール構造物設計指針 P66]

ただし、モノレール車両と重なる構造物の鉛直投影面に対しては、風荷重を考慮しないものとする。

部材の断面形状が円形である場合は、その部材に限り風荷重の大きさは、上記の値を 1/2 としてよいものとする。ただし、風下側の部材に対しても風上側の風荷重が作用するものとする。

(2) 停留場部に負値する風荷重

1) 活荷重を負載しないときの風荷重 (WS)

風上側構造物の垂直投影面積に対して 風上側部材 3.0 $(V_0/40)^2$ kN/m²

風下側構造物の垂直投影面積に対して 風下側部材 1.5 $(V_0/40)^2$ kN/m²

停留場の上屋に作用する風荷重は、「建築基準法」に基づいて算出し、これを負載する。

2) 活荷重を負載するときの風荷重 (WL)

風上側構造物の垂直投影面積に対して 風上側部材 3.0 $(V_0/40)^2$ kN/m²

風下側構造物の垂直投影面積に対して 風下側部材 1.5 $(V_0/40)^2$ kN/m²

停留場の上屋に作用する風荷重は、「建築基準法」に基づいて算出し、これを負載する。

3) 暴風時、モノレール車両が避難する停留場においては空車荷重を負載し、(2)1) 項の風荷重を負値する。

4) 上記に依り難い場合(分岐桁のように床版を有する構造物等)、道路橋示方書 共通編 8.17 による。

3-2.8 温度変化の影響 (TH)

- (1) 設計に用いる基準温度は+20 を標準とする。
- (2) 設計に用いる温度変化の範囲は次のとおりとし、構造物における温度の昇降は基準温度の差として考慮しなければならない。ただし、温度変化の範囲は、とくに検討した場合には実状に応じて定めることができる。

1) 鋼構造

鋼構造全体の一様な温度変化を考慮する場合の温度変化の範囲は、-10 から +50 までとする。

2) コンクリート構造

コンクリート構造全体の温度変化を考慮する場合の温度昇降は、一般に、基準温度から地域別の平均気温を考慮して定める。一般の場合、温度の昇降はそれぞれ 15 度とする。断面の最小寸法が 700mm 以上の場合には、上記の標準を 10 度とすることができる。

3) 支承及び伸縮装置

	普通の地方
鉄筋コンクリート橋 プレストレストコンクリート橋	- 5 ~ + 35
鋼橋 (上路橋)	- 10 ~ + 40
鋼橋 (下路橋及び鋼床版橋)	- 10 ~ + 50

- 4) 水中又は土中にある構造物では温度変化の影響は考慮しなくてよい。

- (3) 設計に用いる線膨張係数は次のとおりとする。

- 1) 鋼構造物における鋼の線膨張係数は 12×10^{-6} とする。
- 2) コンクリート構造物における鋼材およびコンクリートの線膨張係数は 10×10^{-6} とする。
- 3) 鋼とコンクリートの合成桁における鋼構造およびコンクリートの線膨張係数は 12×10^{-6} とする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P69]

[道路橋示方書 編 P126 ~ 127]

3-2.9 温度差の影響 (TF)

- (1) 鋼構造
部材間又は部材各部における相対的な温度差は 15 度とする。
- (2) コンクリート床版を有する鋼桁橋コンクリート床版と鋼桁の温度差による影響を考慮する必要がある場合には、その温度差を 10 度とし、温度分布は鋼桁及びコンクリート床版においてそれぞれ一様とする。
- (3) コンクリート構造
床版とその他部材の相対的な温度差は 5 度とし、温度分布は床版とその他の部材においてそれぞれ一様とする。
- (4) 設計に用いる線膨張係数は 3-2.8 温度変化の影響の項に準じる。
- (5) タイドアーチ・補剛桁を有するアーチ・ラーメン・鋼床版橋等では、日光直射部分と日陰部分との温度差は 15 度を標準とする。
但し、特に検討した場合には、温度変化の範囲は実状に応じて定めることができる。

[道路橋示方書 編 P128 ~ 129]

3-2.10 地震の影響 (EQ)

地震の影響については、耐震設計編による。

3-2.11 支点移動の影響 (SD)

- (1) 不静定構造物において、地盤の圧密沈下等のために長期にわたり生じる支点の移動及び回転の影響が想定される場合には、この影響を適切に考慮しなければならない。
- (2) (3) による場合には (1) を満足するとみなしてよい。
- (3) 支点移動の影響による断面力の算出にあたっては、コンクリート橋については弾性計算で求めた最終移動量の推定値による断面力の 50% を設計計算に用いるものとし、鋼橋については弾性計算で求めた最終移動量の推定値による断面力をそのまま設計計算に用いる。
- (4) 本編による以外の地震の支点移動の影響については、道路橋示方書 耐震設計編の規定による。
(注)(1) 連続桁やラーメン構造の橋脚のような不静定構造物においては、地盤沈下等のために生じる基礎構造物の沈下、水平移動、回転等によって生じる支点移動によって部材応力度の増加する箇所が生じるので適切にこの影響を考慮しなければならない。

[道路橋示方書 編 P131 ~ 132]

3-2.12 施工時荷重 (ER)

橋の施工時の安全性を確保するため、施工方法、施工中の構造を適切に考慮して、自重、施工機材、風、地震の影響等に対して必要な検討を行い、施工時荷重を設定しなければならない。

[道路橋示方書 編 P147]

3-2.13 高欄に作用する荷重 (HF)

高欄等には原則として下記の荷重が頂上又は 1.5m の高さの位置に、直角かつ水平に作用するものとする。

- (1) 橋側歩道の高欄 0.7 kN/m
- (2) ホーム上の柵 1.0 kN/m

- 1) 上記の荷重は、利用客が特に密集しない場合の値である。密集が予想され、かつ、空間の余裕が十分にとれない箇所や通路の突き当たり面には、2.5 kN/m 程度の値を考慮する。
- 2) 荷重の作用位置は、高欄が 1.5m より低い場合にはその頂部に、また、これより高い場合には 1.5m とする。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P23]

3-2.14 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、静止土圧等を考慮し、道路橋示方書 共通編 8.7 に準じる。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P13]

3-2.15 水圧 (HP)

[道路橋示方書 編 P115~121]

水圧を受ける構造物の設計には、必要により流水圧等を考慮し、道路橋示方書 共通編 8.8 に準じる。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P14]

3-2.16 浮力又は揚圧力 (U)

[道路橋示方書 編 P121~124]

浮力又は揚圧力は、必要に応じて、これを設計に考慮し、道路橋示方書 共通編 8.9 に準じる。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P16]

[道路橋示方書 編 P125]

3-2.17 コンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響 (CR, PCR, SH, PSH)

コンクリート部材の設計に考慮するコンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響については次による。

(1) コンクリートのクリープひずみは式(- 3)により算出する。

$$\epsilon_c = \frac{c}{E_c} \dots \dots \dots (- 3)$$

ここに、 ϵ_c : コンクリートのクリープひずみ
 c : 持続荷重による応力度 (N/mm²)
 E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)
 : 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 - 9 の値を標準とする。

表 - 9 コンクリートのクリープ係数

持続荷重を載荷するときの コンクリート材齢(日)		4~7	14	28	90	365
クリ-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) 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 - 10 の値を標準とする。

表 - 10 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の コンクリート材齢(日)	4~7	28	90	365
乾 燥 収 縮 度	20×10^{-5}	18×10^{-5}	16×10^{-5}	12×10^{-5}

(4) (2)項または(3)項により難しい場合は、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料の材齢等を考慮して別途にコンクリートのクリープ係数および乾燥収縮度を定める。

(5) 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、次の規定により算出する。

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おいては、コンクリートのクリープの影響は一般に考慮しなくてよい。乾燥収縮の影響による不静定力を算出する場合においては、コンクリートの乾燥収縮度を 15×10^{-5} とする。ただし、軸方向鋼材量が部材のコンクリート断面積の 0.5% 未満の場合には乾燥収縮度を 20×10^{-5} 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おいては、コンクリートのクリープの影響による不静定力は(2)項あるいは(4)項に規定する値を用いて算出する。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。また、乾燥収縮の影響による不静定力は、(4)項の規定により算出する。

[道路橋示方書 編 P114]

3 - 2 . 18 支承の摩擦による影響 (F)

支承の摩擦による影響を計算する場合の支承の摩擦係数は、表 - 11 のとおりとする。

表 - 11 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	ふっ素樹脂支承板支承	0.10
	高力黄銅鋳物支承板支承	0.15
	鋳鉄の線支承	0.20
	鋼の線支承	0.25

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P21]

3 - 2 . 19 衝突荷重 (C0)

自動車の衝突のおそれがある支柱には、コンクリート壁等の十分な防護施設を設ける。これらの防護施設が設けられない場合においては、次の衝突荷重のいずれかが路面から 1.8mの高さに水平に働くものとして、設計を行う。

車道方向について	1000 kN
車道と直角方向について	500 kN

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P22]

3 - 2 . 20 車止の影響 (ST)

軌道の終端の構造物に対しては、保安設備応じた衝突荷重を考慮する。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P23]

軌道桁編

1 章 総則

1 - 1 適用の範囲

この編は、軌道桁に適用する。

1 - 2 たわみの設計限界値 (m)

活荷重 (衝撃は含まない) による軌道桁の最大たわみは、

$$\frac{L}{600} \text{ (m) } \quad \{ L : \text{支間 (m) } \}$$

以下とする。この場合、車両は複線を載せる構造物については、複線載荷の状態で検討しなければならない。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P26]

2 章 作用

2 - 1 作用の種類

軌道桁の設計に当たっては、 . 共通編 3 章 3 - 1 に示す作用を考慮する。

3 章 鋼構造

3 - 1 適用の範囲

この章は、主として鋼製の軌道桁に適用する。

3 - 2 走行面のすべり止め処理

鋼製軌道桁の走行面には、必要に応じて、適切なすべり止め処理を施すこととする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P86]

3 - 3 鋼種の選定

- (1) 鋼種は、部材の応力状態、製作方法、架橋位置の環境条件、防せい防食法、施工方法等に応じて、鋼材の強度、伸び、じん性等の機械的性質、化学組成、有毒成分の制限及び厚さやそり等の形状寸法等の特性や品質を考慮して適切に選定しなければならない。
- (2) 次の場合には、鋼種の選定を特に注意して行わなければならない。
 - 1) 気温が著しく低下する地方に使用される場合
 - 2) 溶接により拘束力を受ける主要部材で主として板厚方向に引張力を受ける場合
 - 3) 主要部材において小さな曲げ半径で冷間曲げ加工を行う場合
 - 4) 溶接割れ防止の予熱温度を低減して溶接施工を行う場合
 - 5) 溶接入熱量の大きい溶接法を適用する場合
 - 6) 塑性化を考慮する場合
- (3) 溶接を行う鋼材には、溶接性が確保できることが確認された鋼材を用いなければならない。
- (4) JIS G 3106 (溶接構造用圧延鋼材)、JIS G 3114 (溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材) 及び JIS G 3140 (橋梁用高降伏点鋼板)のうち SBHS400、SBHS400W、SBHS500、及び SBHS500W の規格に適合する鋼材を用いる場合には、(3)を満足するとみなしてよい。
- (5) JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材)、JIS G 3106、JIS G 3114 及び JIS G 3140 のうち SBHS400、SBHS400W、SBHS500、及び SBHS500W の規格に適合する鋼材を用いるにあたって、その鋼種及び板厚は表 -1 に基づいて選定するのを標準とする。

表 - 1 板厚による鋼種選定標準

鋼種		板厚(mm)							
		6	8	16	25	32	40	50	100
非溶接構造用鋼	SS400	●	●	●	●	●	●	●	●
溶接構造用鋼	SM400A	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM400B	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM400C	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM490A	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM490B	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM490C	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM490YA	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM490YB	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM520C	●	●	●	●	●	●	●	●
	SBHS400	●	●	●	●	●	●	●	●
	SM570	●	●	●	●	●	●	●	●
	SBHS500	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA400AW	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA400BW	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA400CW	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA490AW	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA490BW	●	●	●	●	●	●	●	●
	SMA490CW	●	●	●	●	●	●	●	●
SBHS400W	●	●	●	●	●	●	●	●	
SMA570W	●	●	●	●	●	●	●	●	
SBHS500W	●	●	●	●	●	●	●	●	

注：板厚が 8mm 未満の鋼材については道示 鋼橋・鋼部材編 5.2.1 及び 11.8.4 による。

3 - 4 材料の特性値(その1)・・・旧建設省基準

3 - 4 . 1 鋼材の強度の特性値

(1) 構造用鋼材の強度の特性値は、表 - 2 に示す値とする。

表 - 2 構造用鋼材の強度の特性値 (N/mm²)

		鋼種 鋼材の 板厚(mm)	SS400	SM490	SM490Y SM520 SMA490W	SBHS400 SBHS400W	SM570 SMA570W	SBHS500 SBHS500W
			SM400 SMA400W					
引張降伏 圧縮降伏	40 以下	235	315	355	400	450	500	
	40 を超え 75 以下	215	295	335		430		
	75 を超え 100 以下			325		420		
引張強度	-	400	490	490 (520) ¹⁾	490	570	570	
せん断降伏	40 以下	135	180	205	230	260	285	
	40 を超え 75 以下	125	170	195		250		
	75 を超え 100 以下			185		240		
支 圧	鋼板と 鋼板と の間の 支圧強 度 ²⁾	40 以下	235	315	355	400	450	500
		40 を超え 75 以下	215	295	335		430	
		75 を超え 100 以下			325		420	
	ヘルツ 公式で 算出す る場合 の支圧 強度 ²⁾	40 以下	1250	1450	-	-	-	-
		40 を超え 75 以下						
		75 を超え 100 以下						

注：1) () は SM520 材の引張強度の特性値を示す。

2) 曲面接触において、図 -1 に示す r_1 と r_2 との比 r_1/r_2 が、円柱面と円柱面は 1.02 未満、球面と球面は 1.01 未満となる場合は、平面接触として取り扱う。この場合の支圧強度は、投影面積について算出した強度に対する値である。

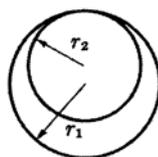


図 - 1 曲面接触

(2) 鋳鍛造品の強度の特性値は、表 - 3 に示す値とする。

表 - 3 鋳鍛造品の強度の特性値 (N/mm²)

強度の種類 鋳鍛造品の種類		引張降伏 圧縮降伏	引張 強度	せん断 降伏	支圧		
					鋼板と鋼板 との間の支 圧強度 ¹⁾	ヘルツ公式を用いる場合	
						支圧強度	硬さ 必要値 HB ²⁾
鍛鋼品	SF490A	245	490	140	245	1,250	125 以上
	SF540A	275	540	160	275	1,450	145 以上
鋳鋼品	SC450	225	450	130	225	1,250 ⁵⁾	125 以上 ³⁾
	SCW410	235	410	135	235	1,250 ⁵⁾	125 以上 ³⁾
	SCW480	275	480	160	275	1,450 ⁵⁾	145 以上 ³⁾
	SCMn1A	275	540	160	275	1,430	143 以上
	SCMn2A	345	590	200	345	1,630	163 以上
機械構 造用鋼	S35CN ⁴⁾	305	510	175	305	1,490	149 以上
	S45CN ⁴⁾	345	570	200	345	1,670	167 以上
鋳鉄品	FCD400	250	400	145	250	1,300 ⁵⁾	130 以上 ³⁾
	FCD450	280	450	160	280	1,400 ⁵⁾	140 以上 ³⁾

注 1) 曲面接触において、図 - 1 に示す r_1 と r_2 との比 r_1/r_2 が、円柱面と円柱面では 1.02 未
満、球面と球面では 1.01 未満となる場合は、平面接触として取り扱う。この場合の支圧強
度は、投影面積について算出した強度に対する値である。

注 2) HB は JIS Z 2243 (ブリネル硬さ試験 - 試験方法) に規定するブリネル硬さを表す。

注 3) JIS に規定がない鋼種について、支圧応力度の特性値の算出に用いたブリネル硬さの下限
値を表す。

注 4) 機械構造用鋼 S35CN、S45CN は JIS G 4051 に規定される材質 S35C、S45C に熱処理として焼
ならしを施し、その規格の解説付表に示される機械的性質を満足する材料とする。

注 5) SC450、SCW410、SCW480、FCD400、FCD450 を支圧部材に使用する場合は、右欄の硬さ必要
値を満足することを確認しなければならない。

(3) 鋼管の強度の特性値は、表 - 4 に示す値とする。

表 - 4 鋼管の強度の特性値 (N/mm²)

	鋼種	SS400	SM490	SM490Y	SM570
	鋼管の板厚 (mm)	SM400 SMA400W STK400	STK490	SM520 SMA490W	SMA570W
引張降伏 圧縮降伏	40 以下	235	315	355	450
	40 を超え 75 以下	215	295	335	430
	75 を超え 100 以下			325	420
引張強度	-	400	490	490 (520) ¹⁾	570

注：1) () は SM520 材の引張強度の特性値を示す。

(4) 棒鋼及び PC 鋼棒の強度の特性値は、表 - 5 及び表 - 6 に示す値とする。

表 - 5 鉄筋コンクリート用棒鋼の強度の特性値 (N/mm²)

特性値	棒鋼の種類	SD345
引張降伏・圧縮降伏		345
引張強度		490
せん断降伏		200

表 - 6 PC 鋼棒の強度の特性値 (N/mm²)

特性値	鋼棒の種類	丸棒 B 種		
	丸棒 A 種	1 号	2 号	
	2 号	SBPR930/1080	SBPR930/1180	
引張降伏	785	930	930	
引張強度	1,030	1,080	1,180	

(5) PC 鋼線及び PC 鋼より線、平行線ストランド及び被覆平行線ストランド及び構造用口
 ープの強度の特性値は、表 - 7 から表 - 9 に示す値とする。

表 - 7 PC 鋼線及び PC 鋼より線の強度の特性値 (N/mm²)

鋼線材の種類		特性値	降伏強度	引張強度
SWPR1AN	5mm		1,420	1,620
SWPR1AL	7mm		1,320	1,510
SWPD1N	8mm		1,270	1,470
SWPD1L	9mm		1,220	1,410
SWPR1BN	5mm		1,520	1,720
SWPR1BL	7mm		1,420	1,610
	8mm		1,370	1,560
SWPR2N SWPR2L	2.9mm、2本より		1,710	1,930
SWPD3N SWPD3L	2.9mm、3本より		1,700	1,920
SWPR7AN SWPR7AL	9.3mm、7本より		1,460	1,720
	10.8mm、7本より		1,460	1,720
	12.4mm、7本より		1,460	1,720
	15.2mm、7本より		1,470	1,730
SWPR7BN SWPR7BL	9.5mm、7本より		1,580	1,850
	11.1mm、7本より		1,590	1,860
	12.7mm、7本より		1,580	1,850
	15.2mm、7本より		1,600	1,880
SWPR19N SWPR19L	17.8mm、19本より		1,580	1,850
	19.3mm、19本より		1,580	1,850
	20.3mm、19本より		1,550	1,820
	21.8mm、19本より		1,580	1,830
	28.6mm、19本より		1,510	1,780

表 - 8 平行線ストランド及び被覆平行線ストランド用亜鉛めっき鋼線の強度の特性値 (N/mm²)

種別	降伏強度		引張強度
	0.7%全伸び耐力	0.8%全伸び耐力	
ST1570	1,160 以上	-	1,570 以上 1,770 以下
ST1770	-	1,370 以上	1,770 以上 1,960 以下

注：耐力は、降伏点の代用特性で、引張試験において全伸びが所定の量に達するときの値

表 - 9 構造用ワイヤロープ用素線の強度の特性値 (N/mm²)

区分	種別	降伏強度	引張強度
丸線	ST1470	1,080	1,470
	ST1570	1,160	1,570
	ST1670	1,220	1,670
T線	-	-	1,370
Z線	-	-	1,270

[道路橋示方書 編 P49～50]

3-4.2 接合部に用いる鋼材の強度の特性値

- (1) 溶接部の強度の特性値は 章の表 - 1 に示す溶接材料を使用し、道路橋示方書 編 20 章の規定に従って溶接を行うことを前提として、表 - 10 に示す値とする。なお、溶接継手の現場溶接では、原則として道路橋示方書 編 20 章に規定する工場溶接と同等の管理を行わなければならない。
- (2) 強度の異なる鋼材を接合する場合の特性値には、強度の低い鋼材に対する値をとる。

[道路橋示方書 編 P55]

表 - 10 溶接部の強度の特性値 (N/mm²)

鋼種			SM400 SMA400W		SM490		SM490Y SM520 SMA490W		
鋼材の板厚 (mm)			40 以下	40 を 超え 100 以下	40 以下	40 を 超え 100 以下	40 以下	40 を 超え 75 以下	75 を 超え 100 以下
工場 溶接	完全溶込み 開先溶接	圧縮降伏	235	215	315	295	355	335	325
		引張降伏	235	215	315	295	355	335	325
		せん断降伏	135	125	180	170	205	195	185
	すみ肉溶接 及び部分溶込 み開先溶接	せん断降伏	135	125	180	170	205	195	185
	引張強度		400		490		490(520) ¹⁾		
現場溶接			原則として工場溶接と同じ値とする						

鋼種			SBHS400 SBHS400W		SM570 SMA570W		SBHS500 SBHS500W	
鋼材の板厚 (mm)			100 以下	40 以下	40 を 超え 75 以下	75 を 超え 100 以下	100 以下	
工場 溶接	完全溶込み 開先溶接	圧縮降伏	400	450	430	420	500	
		引張降伏	400	450	430	420	500	
		せん断降伏	230	260	250	240	285	
	すみ肉溶接 及び部分溶込 み開先溶接	せん断降伏	230	260	250	240	285	
	引張強度		490	570			570	
現場溶接			原則として工場溶接と同じ値とする					

注：1) () 内は SM520 材の引張強度の特性値を示す。

(3) 高力ボルトの強度の特性値は、1) から 3) に示す値とする。

1) 摩擦接合用高力ボルト及び摩擦接合用トルシア形高力ボルトの強度の特性値は、表 - 11 に示す値とする。

表 - 11 摩擦接合用高力ボルトの強度の特性値 (N/mm²)

ボルトの等級	F8T	F10T	S10T	S14T ¹⁾
引張降伏	640	900	900	1260
せん断破断	460	580	580	810
引張強度	800	1,000	1,000	1,400

注：1) 防せい処理されたボルトとする。

2) 支圧接合用高力ボルトの強度の特性値は、表 - 12 及び表 - 13 に示す値とする。

表 - 12 支圧接合用高力ボルトのせん断強度の特性値 (N/mm²)

ボルトの等級	B8T	B10T
せん断降伏	370	520
せん断破断	460	580
引張強度	800	1,000

表 - 13 支圧接合用高力ボルトの支圧強度の特性値 (N/mm²)

母材及び連結板の鋼種 鋼材の板厚(mm)	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SM520 SMA490W	SBHS400 SBHS400W	SM570 SMA570W	SBHS500 SBHS500W
40 以下	400	535	605	680	765	850
40 を超え 75 以下	365	500	570		730	
75 を超え 100 以下			555		715	

3) 引張接合用高力ボルトの強度の特性値は、表 - 14 に示す値とする。

表 - 14 引張接合用高力ボルトの引張強度の特性値 (N/mm²)

ボルトの等級	F10T	S10T
引張降伏	900	900
引張強度	1,000	1,000

(4) 仕上げボルトの強度の特性値は、表 - 15 に示す値とする。

表 - 15 仕上げボルトの強度の特性値 (N/mm²)

JIS B 1051 による 強度区分	4.6	8.8	10.9
応力の種類			
引張・圧縮降伏	240	660	940
せん断降伏	135	380	540
引張強度	400	830	1,040
支圧	240	660	940

(5) 頭付きスタッドの強度の特性値は、表 - 16 に示す値とする。

表 - 16 頭付きスタッドの強度の特性値 (N/mm²)

降伏強度	引張強度
235	400

[道路橋示方書 編 P57]

3-4.3 設計に用いる定数

3-4.3.1 一般

- (1) 設計計算に用いる物理定数は、使用する材料の特性や品質を考慮したうえで適切に設定しなければならない。
- (2) 3-4.3.2 及び 3-4.3.3 による場合には、(1) を満足するとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P61]

3-4.3.2 鋼材の物理定数

(1) 章の表 - 1 に示す鋼材に関する定数の特性値は表 - 17 の値とする。

表 - 17 鋼材に関する定数

鋼種	定数
鋼及び鋳鋼のヤング係数	$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
PC 鋼線のヤング係数	$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
PC 鋼より線のヤング係数	$1.95 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
PC 鋼棒のヤング係数	$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
鋳鉄のヤング係数	$1.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
鋼のせん断弾性係数	$7.70 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
鋼及び鋳鋼のポアソン比	0.30
鋳鉄のポアソン比	0.25

(2) プレストレスの減少量を算出する場合の PC 鋼材の見かけのリラクセーション率は、コンクリートのクリープ、乾燥収縮等の影響を考慮し、その値の信頼性が確保される範囲において適切に定める。ただし、PC 鋼材の見かけのリラクセーション率とは、PC 鋼材が一定のひずみを保持した状態で、PC 鋼材の応力が時間の経過とともに減少する影響と、コンクリートが乾燥収縮、クリープ等により収縮する影響とを考慮して定める PC 鋼材引張力の減少量を、最初に与えた PC 鋼材引張力に対する百分率で表した値とする。

(3) PC 鋼材の見かけのリラクセーション率は、表 - 18 の値を標準とする。ただし、高温の影響を受ける場合とは、蒸気養生を行う場合又は部材上縁に配置された PC 鋼材の純かぶりが 50mm 未満で加熱混合型アスファルト舗装を行う場合とする。

表 - 18 PC 鋼材の見かけのリラクセーション率 (%)

PC 鋼材の種類	規格		備考
	標準値	高温の影響を受ける場合	
PC 鋼線	5	7	通常品
PC 鋼より線	1.5	2.5	低リラクセーション品
PC 鋼棒	3	5	通常品

3-4.3.3 ケーブルのヤング係数

ケーブルのヤング係数は、表 - 19 に示す値とする。

表 - 19 ケーブルのヤング係数 (N/mm²)

構造	ヤング係数
ストランドロープ	1.35×10^5
スパイラルロープ、ロックドコイルロープ	1.55×10^5
平行線ストランド、被覆平行線ストランド	1.95×10^5
PC 鋼材	1.95×10^5

注) 亜鉛めっき鋼線では、めっき部を有効断面に含めて算出

[道路橋示方書 編 P63]

3-4.4 作用の組合せと荷重係数

(1) 設計で考慮する状況は、3-1に規定する作用を次の規定のとおり組み合わせて代表させるものとし、各状況において、括弧書きの作用については橋が最も不利な状況になる条件を考慮して組み合わせなければならない。

1) 永続作用による影響が支配的な状況(永続作用支配状況)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP +(ER)

2) 変動作用による影響が支配的な状況(変動作用支配状況)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +TF +(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD +WP+EQ +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP+EQ +(ER)

D+L +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP+EQ +(ER)

3) 偶発作用による影響が支配的な状況(偶発作用支配状況)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +EQ

D+L +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +EQ

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +CO

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD+(CF) +CO

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +ST

4) 風荷重については必要に応じて他の作用を考慮しない場合など、また、衝突荷重及び制動荷重については死荷重及び活荷重のみと組合せる場合など、1)2)以外の条件を適切に設定する。

(2) (1)1)から3)に規定する作用の組合せに対して、表 - 20の荷重組合せ係数及び荷重係数を考慮する。

ここに、

p: 荷重組合せ係数であり、異なる作用の同時載荷状況に応じて、設計で考慮する荷重規模の補正を行うための係数。

q: 荷重係数であり、荷重特性値に対するばらつきに応じて、設計で考慮する荷重規模の補正を行うための係数。

表 - 20 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (1/3)

作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値									
			D		L		LF		PS, CR, SH		E, HP, u	
			p	q	p	q	p	q	p	q	p	q
①	D	永続作用支配状況	1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
②	D+L	変動作用支配状況	1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
③	D+TH		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
④	D+TH+WS		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑤	D+L+TH		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑥	D+L+WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑦	D+L+TH+WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑧	D+WS		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑨	D+TH+EQ		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑩	D+EQ		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+EQ		1.00	1.05	1.00	1.25	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑪	D+EQ	偶発作用支配状況	1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+EQ		1.00	1.05	1.00	1.25	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑫	D+CO		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+CO		1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+ST		1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05

表 - 21 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (2/3)

作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値									
			TH		TF		GD SD		CF BK		WS	
			p	q	p	q	p	q	p	q	p	q
①	D	永続作用 支配状況	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
②	D+L	変動作用 支配状況	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
③	D+TH		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
④	D+TH+WS		0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	0.75	1.25
⑤	D+L+TH		0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
⑥	D+L+WS+ WL		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25
⑦	D+L+TH+ WS+WL		0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25
⑧	D+WS		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.25
⑨	D+TH+EQ		0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
⑩	D+EQ		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
⑪	D+EQ	偶発作用 支配状況	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
⑫	D+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
	D+L+ST		-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-

表 - 22 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (3/3)

作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値								
			WL		EQ		CO		ST		
			p	q	p	q	p	q	p	q	
①	D	永続作用支配状況	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②	D+L	変動作用支配状況	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	D+TH		-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	D+TH+WS		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑤	D+L+TH		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑥	D+L+WS+WL		0.50	1.25	-	-	-	-	-	-	-
⑦	D+L+TH+WS+WL		0.50	1.25	-	-	-	-	-	-	-
⑧	D+WS		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨	D+TH+EQ		-	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-
⑩	D+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-
⑪	D+EQ	偶発作用支配状況	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	
⑫	D+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	
	D+L+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	
	D+L+ST		-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	

表 - 23 各作用特性の分類

	永続作用	変動作用	偶発作用
1)死荷重			
2)活荷重			
3)衝撃の影響			
4)プレストレス力			
5)コンクリートのクリープの影響			
6)コンクリートの乾燥収縮の影響			
7)土圧			
8)水圧	()		
9)浮力又は揚圧力	()		
10)温度変化影響			
11)温度差の影響			
12)雪荷重			
13)地盤変動の影響			
14)支点移動の影響			
15)遠心荷重			
16)制動荷重			
17)風荷重			
18)波圧			
19)地震の影響			
20)衝突荷重			
21)車両横荷重			
22)車止めの影響			

設計供用期間中の水位の変動幅や橋への荷重効果としての変動幅によっては、永続作用として扱うこともある。

3-4 許容応力度(その2) 旧運輸省基準

3-4-1 一般

- (1) ひとつの荷重による鋼桁各部の設計応力度は、本章 3-3-2 に規定する許容応力度を超えてはならない。
- (2) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(LI)、衝撃(I)及び遠心荷重(LF)のみの応力度に対して検討する。
- (3) 荷重の組合せは原則として表 -24 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は本章 3-4-2 に規定する許容応力度に表 -24 に示す割増係数を乗じた値とする。

表 - 24 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	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +温度変化の影響	1.15	ラーメン構造に適用する。
3	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +車両横荷重	1.00	
4	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +風荷重	1.25	死荷重+風荷重(活荷重がない場合)についても検討する。
5	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +制動荷重又は始動荷重	1.25(1.35)	
6	架設時荷重	1.25	
7	死荷重+活荷重+遠心荷重 +地震の影響	1.60[1.70]	
8	死荷重+活荷重+遠心荷重 +温度変化の影響+地震の影響	1.60[1.70]	ラーメン構造に適用する。
9	死荷重+活荷重+遠心荷重+衝突荷重	1.60[1.70]	
10	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.60[1.70]	

注:1)()内の係数は、複線を支持する部材に用い、この場合、制動荷重又は始動荷重は、列車の進行する方向によって部材にもっとも不利となる応力となるように制動荷重と始動荷重の組合せを考える。

2)[]内は SM570 の鋼材を用いる場合を示す。

3 - 4 - 2 構造用鋼材及び溶着部の許容応力度

(1) 基本許容応力度

構造用鋼材及び溶着部に対する基本許容応力度は、表 -25 に示す値とする。

表 - 25 構造用鋼材及び溶着部に対する基本許容応力度 (N/mm²)

応力の種別		鋼材	SS400	SM490	SM490Y	SM570	
			SM400 SMA400		SM520 SMA490	SMA570	
構造用鋼材	引張応力度 (純断面につき)	軸方向応力度	145	195	215	255	
		曲げ応力度					
	圧縮応力度 (総断面につき)	軸方向応力度					
		曲げ応力度					
	せん断応力度	総断面につき	80	110	120	145	
支圧応力度	鋼板と鋼板	205	275	300	380		
溶着部	工場溶接	開先溶接	引張応力度	145	195	215	255
			圧縮応力度				
		せん断応力度	80	110	120	145	
	すみ肉溶接	ビード方向の引張・ 圧縮応力度	145	195	215	255	
		のど厚に関して引張・ 圧縮・せん断応力度	80	110	120	145	
現場溶接		上記の90%を原則とする。					

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強度の低い鋼種に対する値をとる。

2) 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) および における突き合わせ溶接で主要部材については、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 JIS Z 3060 の 3 級以上とする。

4) において、ビード方向の引張・圧縮の場合は 100%とする。

(2) 座屈許容応力度

橋桁部に対する座屈許容応力度は、表 -26 に示す値とする。

表 - 26 橋桁部材の座屈許容応力度 (単位：N/mm²)

鋼種 応力 の種別	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
	軸方向応力度	0 < ℓ/r 9 のとき 135	0 < ℓ/r 8 のとき 185	0 < ℓ/r 8 のとき 205
圧縮応力度 (総断面につき) 曲げ応力度	9 < ℓ/r のとき 135-0.77(ℓ/r-9)	8 < ℓ/r のとき 185-1.21(ℓ/r-8)	8 < ℓ/r のとき 205-1.44(ℓ/r-8)	10 < ℓ/r のとき 255-2.08(ℓ/r-10)
	130 < ℓ/r のとき 725,200(r/ℓ) ²	115 < ℓ/r のとき 725,200(r/ℓ) ²	105 < ℓ/r のとき 725,200(r/ℓ) ²	95 < ℓ/r のとき 725,200(r/ℓ) ²
	(1) 強軸まわりの曲げに対し の ℓ/r の代わりに次の式で示す等価細長比(ℓ/r) _e を用いる。 $(\ell/r)_e = F \frac{\lambda}{b^*}$ ここで、形断面の場合 $F = \sqrt{12 + 2\beta/\alpha}$ 箱形断面の場合 $F = 0$ $0 < 1 : F = \frac{1.05(\beta - \beta_0)}{1 - \beta_0} \sqrt{3\alpha + 1} \cdot \sqrt{b/\lambda}$ $1 < 2 : F = 0.74 \sqrt{(3\alpha + \beta)(\beta + 1)} \sqrt{b/\lambda}$ $2 : F = 1.28 \sqrt{3\alpha + \beta} \sqrt{b/\lambda}$ $\beta_0 = \frac{14 + 12\alpha}{5 + 21\alpha}$ U形断面の場合 $F = 1.1 \sqrt{12 + 2\beta/\alpha}$			
(2) 弱軸まわりの曲げに対し	135	185	205	255

注:1) における ℓ は部材の座屈長さ(cm)を、また、r は考える軸についての総断面の断面 2 次半径(cm)を示す。なお、ℓ のとり方については表 -27 による。

2) における ℓ はフランジの固定点間距離(cm)を、また、b はフランジの幅(cm)を示す。ただし、*印の b は箱形断面および U 形断面の場合、腹板中心間隔(cm)を、下路プレートガーダーの場合、主桁中心間隔(cm)を示す。はフランジの厚さ(tf)と腹板の厚さ(tw)の比(tf/tw)を、また、は腹板高さ(h)とフランジの幅(b)との比(h/b)である。

表 - 27

部材または桁	ℓ
トラスの弦材	骨組長さ
トラスの腹材 (構面外)	骨組長さ
トラスの腹材 (構面内)	骨組長さの 0.9
横構および対傾構	骨組長さ

3 - 4 - 3 ボルト及びピンの許容応力度

ボルト及びピンに対する基本許容応力度は、それぞれ表 -28 及び表 -29 に示す値とする。

表 - 28 ボルトの基本許容応力度 (単位：N/mm²)

ボルト 応力の種類		摩擦接合用高力ボルト		支圧接合用高力ボルト	普通ボルト
		F8T	F10T	B6T	4T
せん断応力度		105	130	105	85
支圧 応力度	SS400	検算しなくてよい		235	185
	SM400				
	SMA400				
	SM490			310	
	SM490Y			350	
	SM520				
	SMA490				
SM570	-				
SMA570					

表 - 29 ピンの基本許容応力度 (単位：N/mm²)

鋼種 応力の種別		SS400	S30CN	S35CN
		曲げ縁応力度		195
せん断応力度		100	115	135
支圧応力度	回転を伴わない場合	205	245	270
	回転を伴う場合	100	120	135

3-5 疲労の検討

3-5.1 疲労に対する耐久性の確保と応力変動の評価

3-5.1.1 耐久性確保の方法と照査

(1) 部材等の設計耐久期間に対して所要の耐久性能を確保するための方法は、以下の方法1から3のいずれかに適合するものを標準とする。

方法1:特に必要な場合において、結果的に部材耐荷力や断面積などを増加させることや、その性能が橋や部材の耐荷力とは直接的に関係しない機構や方法を用いることで、着目する部材の材料が永続作用の影響や変動作用の経年の累積を受けないようにするもの。

方法2:その性能が橋や部材の耐荷力とは直接的に関係しない機構や方法によって、永続作用の影響や変動作用の影響の経年の累積による劣化の影響が、部材の耐荷性能の照査において見込む有効断面や有効断面内の材料強度の低下に達しないようにするもの。

方法3:結果的に部材耐荷力や断面積などを増加させることで、永続作用の影響や変動作用の影響の経年の累積による劣化の影響が、部材の耐荷性能の照査において見込む有効断面や有効断面内の材料強度の低下に達しないようにするもの。

(2) 部材毎の設計耐久期間に対して、方法1から3を達成するための方法や耐久性能の照査については、道路橋示方書 編の6章、 編の6章、 編の6章の関連する規定による。

[道路橋示方書 編 P87~88]

3-5.1.2 鋼部材の耐久性確保の方法

(1) 3-5.1.1に規定する耐久性確保の方法1による場合、その部材の設計耐久期間を通じて応力の繰り返しによる影響が累積しないとみなせるようにしなければならない。

(2) 3-5.2に規定する応力による疲労照査を行う場合、(3)(4)の規定による場合、(1)を満足するとみなしてよい。

(3) 継手に作用する応力変動を適切に評価し、応力範囲の最大値が、3-5.3.2に規定する各継手の一定振幅応力に対する打切り限界としての応力範囲以下である。

(4) 表 - 30 の条件をすべて満たす。

表 - 30 疲労に対する安全性が確保されているとみなしてよい条件

橋梁形式	コンクリート床版を有する鋼桁橋
使用継手	3-4.3.2の規定において疲労強度等級A~F等級に分類される継手
使用鋼種	SS400, SM400, SM490, SM490Y, SM520, SMA400, SMA490, SBHS400
支間長	最小支間長が50m以上

[道路橋示方書 編 P149]

- (5) 3-5.1.1 に規定する耐久性確保の方法 3 による場合、その部材の設計耐久期間に生じる応力繰り返しの影響を適切に評価して、その影響によって設計耐久期間中にその部材の耐荷性能の低下が生じる可能性が十分に小さいとみなせるようにしなければならない。
- (6) 3-5.2 に規定する応力による疲労照査を行う場合、(7) の規定による場合、(5) を満足するとみなしてよい。
- (7) 継手に作用する応力変動を適切に評価し、3-5.3.2 に規定する各継手の継手強度等級を満足する。

(5)(7) 方法 3 は、設計耐久期間にわたって、疲労の影響により耐荷力の低下が生じない部材として設計することであり、方法 3 を選定した部材に対して、応力による疲労照査を行う場合では、疲労限設計を満たさない場合でも、線形累積被害則の考え方を適用して、設計耐久期間中に想定される継手に作用する応力変動の影響による継手の累積損傷度が 1 を超えないように設計することが考えられる。ここに、線形累積被害則とは図 -2 に示すように、橋の部材の設計耐久期間に継手に作用する応力の応力範囲 $\Delta\sigma_i$ によって部材が受ける疲労損傷度 n_i / N_i の総和が、1 を超える場合に疲労耐久性が確保されない状態に至ると考えるものである。

なお、方法 3 を選定した部材で、橋の設計供用期間中に取替えを前提としない部材では、部材の設計耐久期間を橋の設計供用期間として設計することが考えられる。

応力による照査が困難な溶接部に対しては、実験や解析等で設計耐久期間中における耐久性が確保されるとみなせる細部構造などの採用により、耐久性を確保することが考えられる。

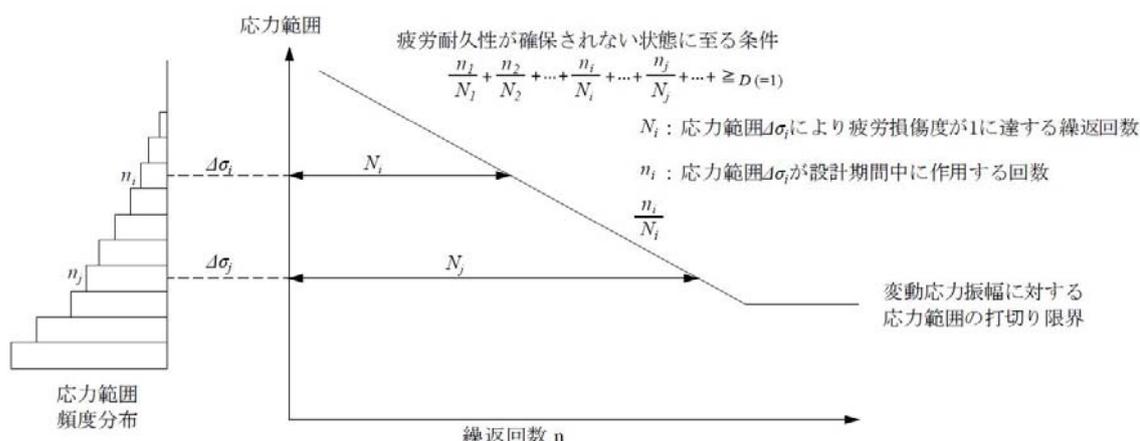


図 -2 線形累積被害則の考え方

3-5.2 応力による疲労照査

3-5.2.1 照査の基本

- (1) 応力による疲労照査では、部材等にある各継手が疲労に対する安全性を確保していることを、継手部の応力とその繰り返し数の関係により適切に評価しなければならない。

[道路橋示方書 編 P149]

3-5.2.2 疲労設計荷重と応力範囲の算出

- (1) 疲労設計に用いる列車荷重は、共通編3章3-2.2に規定する平均的荷重時(90kN)とする。

- (2) 変動応力の計算

1) 変動応力の算出

着目部位の変動応力は、一組の疲労設計荷重を載荷し、進行方向に移動載荷させて算出するものとする。軌道が複数ある場合には、それぞれ軌道毎に算出するものとする。

2) 変動応力の補正

疲労設計荷重(平均的荷重)の移動載荷により求めた変動応力には、以下の変動応力補正係数 γ_F を考慮する。

$$\gamma_F = \gamma_{F1} \times \gamma_{F2} \times \gamma_{F3} \times i_f \times \gamma_a \cdots \cdots (- 1)$$

ここに、

γ_F : 変動応力補正係数

γ_{F1} : 同時載荷等補正係数1(複数載荷される影響を考慮するための係数)、3.0としてよい。

γ_{F2} : 同時載荷等補正係数2(影響線の基線長の違いが変動応力に与える影響を考慮するための係数)

$$(\log L_{B1} + 1.50) / 3.0 \quad (\text{ただし、} 2/3 \leq \gamma_{F2} \leq 1.00)$$

L_{B1} : 対象とする断面力の影響線の基線長のうち影響線縦距が最大となる位置を含む範囲のもの(m)

ここに、影響線の基線長とは、影響線が0となる位置で影響線を分割した場合のそれぞれの範囲の長さとする。

γ_{F3} : 同時載荷等補正係数3(隣接する軌道に同時に載荷される軸重の影響を考慮するための係数)

対象とする断面力の影響線が正負に交番する場合は $\gamma_{F3} = 1.00$

対象とする断面力の影響線が常に0以上または0以下というように同一符号となる場合は表-31に与える値

[道路橋示方書 編 P150~151]

表 -31 正負交番しない影響線形状を有する部材の同時載荷等補正係数 γ_{F3}

$ADTT_{SLi}$ \ L_{B2}	$L_{B2} \leq 50m$	$50m < L_{B2}$
$ADTT_{SLi} \geq 2000$	1.00	1.00
$2000 < ADTT_{SLi}$	1.00	1.10

ここに、

L_{B2} : 対象とする断面力の影響線の基線長の和 (m)

$ADTT_{SLi}$: 1 軌道の 1 日当り換算通過列車本数

i_f : 動的作用の影響を補正するための係数

車両の動揺に伴う軸重の変化等、動的作用の影響を考慮するための係数で、原則として式(- 2)により算出する。

$$i_f = 10 / (50 + L) \dots\dots\dots (- 2)$$

ここに、

L : 衝撃係数 (編) を求めるときの支間長 (m)

γ_a : 計算応力補正係数

疲労設計荷重 (平均的荷重) の移動載荷に用いた構造解析モデルの相違の影響を考慮するための補正係数で、原則として表 -32 によってよい。

表 -32 各種解析手法と主構造に対する計算応力補正係数 γ_a

構造形式	解析手法	計算応力補正係数 γ_a
コンクリート床版を有する鋼桁のうち 形又は箱形断面のもの (ただし、少数主桁橋を除く)	三次元 FEM 解析	1.0
	骨組解析又は格子解析	0.8
鋼床版を有する鋼桁のうち 形又は箱形断面のもの	三次元 FEM 解析	1.0
	その他 ¹⁾	1.0

注 : 1) 実応力と計算応力の相違に関して十分に検討した場合には別途設定してよい。

3) 応力範囲の算出

応力範囲の算出は、(2)の規定に基づき補正された変動応力の波形に対して適切な波形処理の方法を用いて行うものとする。

(4) 疲労設計にあたって考慮する疲労設計荷重の载荷頻度は、式(- 3)に基づいて算出するものとする。

$$nt_i = ADTT_{SLi} \cdot \gamma_n \cdot 365 \cdot Y \dots\dots\dots (- 3)$$

ここに、

- nt_i : 設計で考慮する疲労設計荷重の载荷回数
- $ADTT_{SLi}$: 1 軌道 1 日当り換算通過列車本数
- $ADTT_{SLi} = ADTT / n_L \times \gamma_L$
- γ_n : 頻度補正係数 (標準的には 1.00 とする)
- Y : 設計耐久期間 (年)
- $ADTT$: 1 軌道 1 日当り通過列車本数
- n_L : 車線数
- γ_L : 通過列車荷重の偏りを考慮するための係数 (標準的には 1.00 とする)

3 - 5 . 2 . 3 応力による照査の方法

[道路橋示方書 編 P152 ~ 153]

(1) 3-5.2.2の規定により算出される応力範囲の最大値と3-5.3.1に規定する一定振幅応力に対する打切り限界が式(- 4)の関係を満足する場合、その継手は疲労に対する安全性が確保されているとみなしてよい。

$$\left. \begin{array}{l} \text{直応力に対して} \\ \Delta\sigma_{\max} \quad \Delta\sigma_{ce} \cdot C_R \cdot C_t \\ \text{せん断応力に対して} \\ \Delta\tau_{\max} \quad \Delta\tau_{ce} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (- 4)$$

ここに、

- $\Delta\sigma_{\max}, \Delta\tau_{\max}$: 3-5.2.2 で算出される対象継手部の最大応力範囲 (N/mm²)
- $\Delta\sigma_{ce}, \Delta\tau_{ce}$: 一定振幅応力に対する応力範囲の打切り限界 (N/mm²)
- C_R : 3-5.3.3 に規定する平均応力の影響を考慮して基本許容応力範囲及び打切り限界を補正するための係数
- C_t : 3-5.3.4 に規定する板厚の影響を考慮して基本許容応力範囲及び打切り限界を補正するための係数

[道路橋示方書 編 P158 ~ 159]

3-5.3 継手の疲労強度

3-5.3.1 継手の疲労設計曲線

(1) 継手の疲労強度は、3-5.3.2 に規定する強度等級に応じた式(- 6)、又は式(- 7)による疲労設計曲線で表す。

$$\left. \begin{aligned} \Delta\sigma^m \cdot N &= C_0 (\Delta\sigma > \Delta\sigma_{ce}, \Delta\sigma_{ve}) \\ N &= (\Delta\sigma \quad \Delta\sigma_{ce}, \Delta\sigma_{ve}) \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \cdots (- 6)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta\tau^m \cdot N &= D_0 (\Delta\tau > \Delta\tau_{ce}, \Delta\tau_{ve}) \\ N &= (\Delta\tau \quad \Delta\tau_{ce}, \Delta\tau_{ve}) \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \cdots (- 7)$$

ここに、

N : 疲労耐久性が確保されない状態に至るまでの応力の繰返回数

C_0 : $2 \times 10^6 \cdot \Delta\sigma_f^m$

D_0 : $2 \times 10^6 \cdot \Delta\tau_f^m$

$\Delta\sigma$: 直応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\tau$: せん断応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\sigma_f$: 直応力に対する 2×10^6 回基本許容応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\tau_f$: せん断応力に対する 2×10^6 回基本許容応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\sigma_{ce}$: 一定振幅応力に対する打切り限界としての直応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\sigma_{ve}$: 変動振幅応力に対する打切り限界としての直応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\tau_{ce}$: 一定振幅応力に対する打切り限界としてのせん断応力範囲 (N/mm²)

$\Delta\tau_{ve}$: 変動振幅応力に対する打切り限界としてのせん断応力範囲 (N/mm²)

m : 疲労設計曲線の傾きを表すための係数で、3-5.2.3 に規定する値とする。

(2) 継手の強度等級に対する 2×10^6 回基本許容応力範囲は、表 -33 から表 -35 までに示す値とする。

表 -33 直応力を受ける継手の強度等級 ($m = 3$)

強度等級区分	2×10^6 回基本許容応力範囲 $\Delta\sigma_f$ (N/mm ²)
A	190
B	155
C	125
D	100
E	80
F	65
G	50
H	40
H'	30

表 -34 せん断応力を受ける継手の強度等級 ($m = 5$)

強度等級区分	2×10^6 回基本許容応力範囲 $\Delta\sigma_f$ (N/mm ²)
S	80

表 -35 直応力を受けるケーブル及び高力ボルトの強度等級 ($m = 5$)

強度等級区分	2×10^6 回基本許容応力範囲 $\Delta\sigma_f$ (N/mm ²)
K1	270
K2	200
K3	150
K4	65
K5	50

(3) 継手の一定振幅応力及び変動振幅応力に対する、それぞれの打切り限界としての応力範囲は、表 -36 から表 -38 までに示す値とする。

表 -36 直応力を受ける継手の打切り限界としての応力範囲($m = 3$)

強度等級区分	一定振幅応力の場合 $\Delta\sigma_{ce}$ (N/mm ²)	変動振幅応力の場合 $\Delta\sigma_{ve}$ (N/mm ²)
A	190	88
B	155	72
C	115	53
D	84	39
E	62	29
F	46	21
G	32	15
H	23	11
H'	16	7

表 -37 せん断応力を受ける継手の打切り限界としての応力範囲($m = 5$)

強度等級区分	一定振幅応力の場合 $\Delta\tau_{ce}$ (N/mm ²)	変動振幅応力の場合 $\Delta\tau_{ve}$ (N/mm ²)
S	67	42

表 -38 直応力を受けるケーブル及び高力ボルトの打切り限界としての応力範囲($m = 5$)

強度等級区分	一定振幅応力の場合 $\Delta\sigma_{ce}$ (N/mm ²)	変動振幅応力の場合 $\Delta\sigma_{ve}$ (N/mm ²)
K1	270	170
K2	200	126
K3	148	68
K4	46	21
K5	32	15

条文に示す疲労設計曲線を図 -3～図 -5 に示す。変動振幅応力に対する打切り限界としての応力範囲は、(社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説(2012年改訂版)を参考に、一定振幅応力に対する打切り限界としての応力範囲は、既往の研究成果を基に、それぞれ定められたものである。

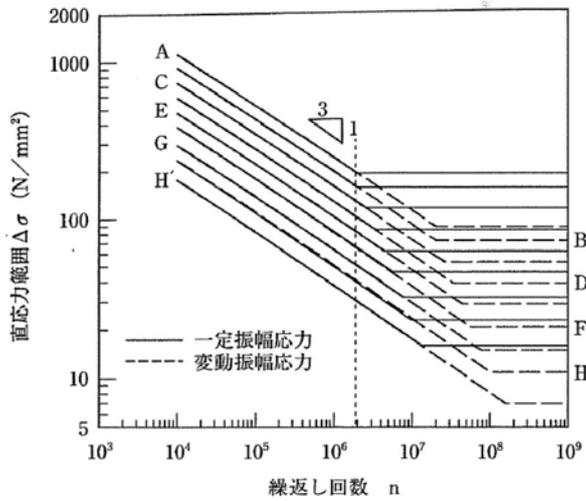


図 -3 直応力を受ける継手の疲労設計曲線

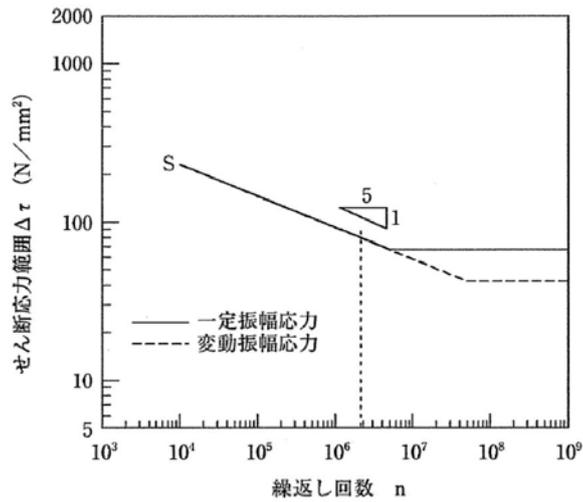


図 -4 せん断応力を受ける継手の疲労設計曲線

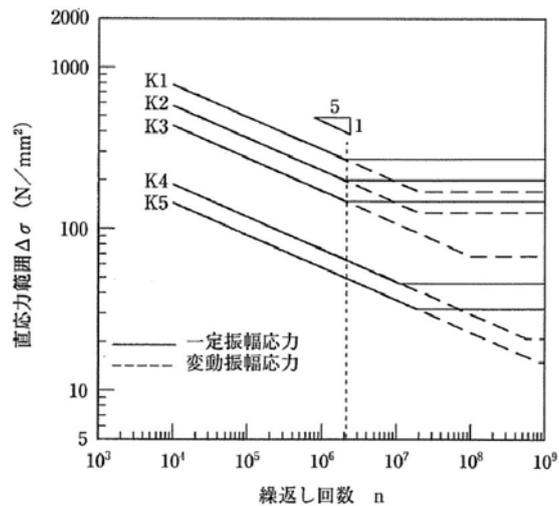


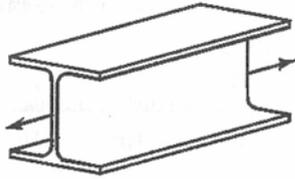
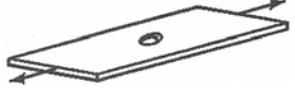
図 -5 直応力を受けるケーブル及び高力ボルトの疲労設計曲線

3-5.3.2 継手の強度等級

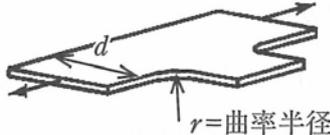
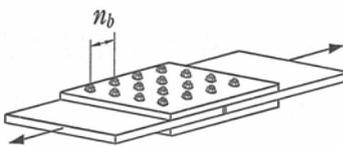
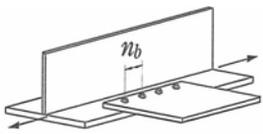
- (1) 部材の接合に用いる継手の強度等級は、継手の種類に応じて適切に定めなければならない。
- (2) (3) 及び (4) を満足する場合には、(1) を満足するとみなしてよい。
- (3) 部材の接合に用いる継手のうち、設計に用いる強度等級は、表 -39 から表 -41 までに示すものによることを原則とする。
- (4) 表 -39 から表 -41 までに示す以外の継手を使用する場合には、のど厚、開先、姿勢、電流、電圧、溶接材料等の溶接条件、残留応力、板厚等の実構造で用いる場合の溶接条件や継手の拘束条件及び荷重の条件を適切に評価した疲労試験によって疲労強度を確認する。

表 -39 直応力を受ける継手の種類と強度等級

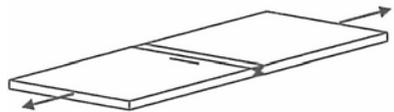
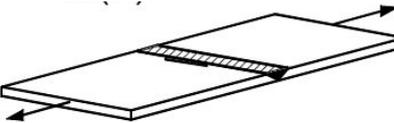
(a) 非溶接継手 (1/2)

継手の形式	構造の細部形式	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
1. 帯板	(1) 表面及び側面、機械仕上げ(表面粗さ 50 μm 以下)	A(190)	
	(2) 黒皮付き、ガス切断縁(表面粗さ 100 μm 以下)	B(155)	
	(3) 黒皮付き、ガス切断縁(著しい条痕は除去)	C(125)	
2. 形鋼	(1) 黒皮付き	B(155)	
	(2) 黒皮付き、ガス切断縁(表面粗さ 100 μm 以下)	B(155)	
	(3) 黒皮付き、ガス切断縁(著しい条痕は除去)	C(125)	
3. 円孔を有する母材 (純断面応力、実断面応力)		C(125)	

(a) 非溶接継手 (2/2)

継手の種類	構造の細部形式	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
4. フィレット付きの切抜きガセットを有する母材	(1) $1/5 \ r/d$ (切断面の表面粗さ $50 \mu\text{m}$ 以下)	B(155)	
	(2) $1/10 \ r/d < 1/5$ (切断面の表面粗さ $50 \mu\text{m}$ 以下)	C(125)	
	(3) $1/5 \ r/d$ (切断面の表面粗さ $100 \mu\text{m}$ 以下)	C(125)	
	(4) $1/10 \ r/d < 1/5$ (切断面の表面粗さ $100 \mu\text{m}$ 以下)	D(100)	
5. 高力ボルト摩擦接合継手の母材(総断面応力)	(1) $1 \ n_b \ 4$	B(155)	
	(2) $5 \ n_b \ 15$	C(125)	
6. 高力ボルト支圧接合継手の母材(純断面応力)	$n_b \ 4$	B(155)	
7. 応力方向に力を伝えない高力ボルト締め孔を有する母材(純断面応力)		B(155)	
備考	n_b : 1 ボルト線上のボルト本数(最大) 注) 3. 5. 6. 7. において孔を押抜きせん断で加工した場合は、強度等級を 1 等級低減しなければならない。 注) 表面粗さとは、JIS B 0601(2013)に規定する最大高さ粗さ Rz とする。		

(b)横方向突合せ溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	突合せ溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 両面溶接(裏はつりあり)	1) 余盛削除	-	D(100)	
				2) 止端仕上げ	止端破壊	D(100)	
				3) 非仕上げ		D(100)	
		2. 片面溶接	(1) 裏当て金がなく良好な裏波形状を有する	1) 非仕上げ	止端破壊	D(100)	

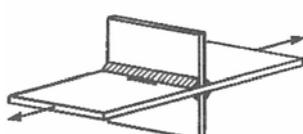
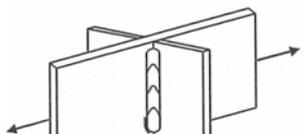
注) 1.(1) 1), 1.(1) 2), 1.(1) 3), 2.の強度等級は、溶接内部のきず寸法が次のものを対象とする。

板厚 t	きず寸法
t ≤ 18mm	3mm 以下
t > 18mm	板厚の 1/6 以下

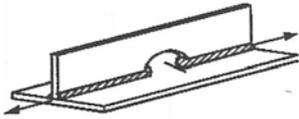
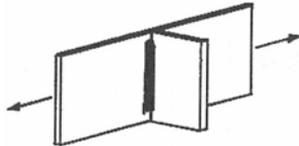
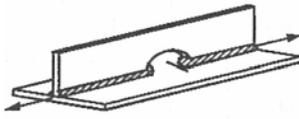
備考

これらの継手において、溶接内部のきず寸法が板厚の 1/6 を超え、板厚の 1/3 以下とした場合は、強度等級を F 等級としなければならない。
 注) 1.(1) 1) において、余盛の削除に際してはアンダーカットを残してはならない。
 注) 1.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実にしなければならない。止端仕上げの曲率半径は 3mm 以上とする。
 注) 1.(1) 3) 2.の強度等級は、アンダーカットが 0.3mm 以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが 0.3mm を超え 0.5mm 以下とした場合は、強度等級を 1 等級低減しなければならない。

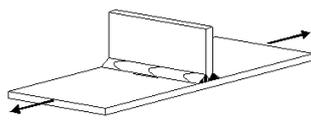
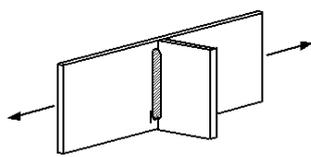
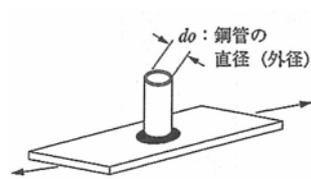
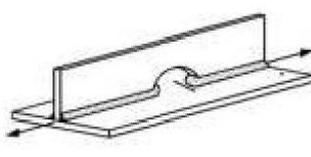
(c)横方向荷重非伝達型十字溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	荷重非伝達型十字溶接継手	1. 完全溶込み 開先溶接	(裏はつりあり) (1) 両面溶接	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
		2. 部分溶込み 開先溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
		(2) 始末端を含む	-	E(80)			
		(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)		
			2) 止端仕上げ		D(100)		
			3) 非仕上げ		E(80)		
		3. すみ肉溶接	(2) 溶接の始末端を含む	-	E(80)		
			(3) 中空断面部材を含む (d_0 100mm)	-	F(65)		
(4) 中空断面部材を含む ($d_0 > 100$ mm)	-		G(50)				
備考	<p>注) 1.(1) 1), 2.(1) 1), 3.(1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。</p> <p>注) 1.(1) 2), 2.(1) 2), 3.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は3mm以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 3), 2.(1) 3), 3.(1) 3), 3.(2), 3.(3), 3.(4) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p>						

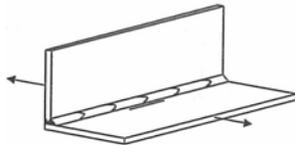
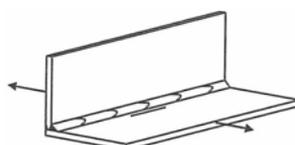
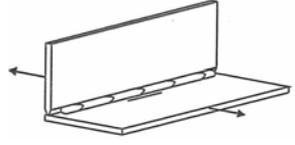
(d)横方向荷重非伝達型T溶接継手 (1/2)

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	荷重非伝達型T溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(裏はつりあり) (1) 両面溶接	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
		(2) スカラップを含む ($\Delta\tau_{max} / \Delta\sigma_{max} < 0.4$)	-	まわし溶接部 止端破壊	G(50)		
		2. 部分溶込み開先溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
			(2) 始末端を含む	-	E(80)		
(3) スカラップを含む ($\Delta\tau_{max} / \Delta\sigma_{max} < 0.4$)	-	まわし溶接部 止端破壊	G(50)				

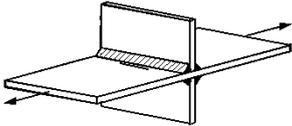
(d)横方向荷重非伝達型T溶接継手 (2/2)

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	荷重非伝達型T溶接継手	3. すみ肉溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
			(2) 溶接の始末端を含む	-	止端破壊	E(80)	
			(3) 中空断面部材を含む (d ₀ 100mm)	-		F(65)	
			(4) 中空断面部材を含む (d ₀ > 100mm)	-		G(50)	
(5) スカラップを含む ($\Delta\tau_{max}$ / $\Delta\sigma_{max} < 0.4$)	-	部ま 止止 端端 破破 壊壊 溶溶 接接	G(50)				
備考	<p>注) 1.(1) 1), 2.(1) 1), 3.(1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。</p> <p>注) 1.(1) 2), 2.(1) 2), 3.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は3mm以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 3), 1.(2), 2.(1) 3), 2.(2), 2.(3), 3.(1) 3), 3.(2), 3.(3), 3.(4), 3.(5) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p> <p>注) 1.(2), 2.(3), 3.(5) の$\Delta\tau_{max}$ はウェブの最大せん断応力範囲、$\Delta\sigma_{max}$ はフランジの曲げによる最大直応力範囲とする。</p>						

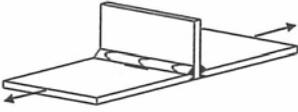
(e)横方向荷重非伝達型角溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	荷重非伝達型角溶接継手	1. 完全溶込み 開先溶接	(裏はつりあり) (1)両面溶接	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
		2. 部分溶込み開先溶接	(1)連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
	(2)始末端を含む	-	止端破壊	E(80)			
備考	<p>注) 板曲げ応力が作用する場合には適用してはならない。</p> <p>注) 1.(1) 1), 2.(1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。</p> <p>注) 1.(1) 2), 2.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は3mm以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 3), 2.(1) 3), 2.(2) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p>						

(f) 横方向荷重伝達型十字溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図						
横方向	荷重伝達型十字溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)							
				2) 止端仕上げ		D(100)							
				3) 非仕上げ		E(80)							
備考	<p>注) 1. の強度等級は、溶接内部のきず寸法が次のものを対象とする。</p> <table border="1" data-bbox="354 898 743 1016"> <thead> <tr> <th>板厚 t</th> <th>きず寸法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t ≤ 18mm</td> <td>3mm 以下</td> </tr> <tr> <td>t > 18mm</td> <td>板厚の 1/6 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>これらの継手において、溶接内部のきず寸法が板厚の 1/6 を超え、板厚の 1/3 以下とした場合は、強度等級を F 等級としなければならない。</p> <p>注) 1. (1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。</p> <p>注) 1. (1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は 3mm 以上とする。</p> <p>注) 1. (1) 3) の強度等級は、アンダーカットが 0.3mm 以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが 0.3mm を超え 0.5mm 以下とした場合は、強度等級を 1 等級低減しなければならない。</p>							板厚 t	きず寸法	t ≤ 18mm	3mm 以下	t > 18mm	板厚の 1/6 以下
板厚 t	きず寸法												
t ≤ 18mm	3mm 以下												
t > 18mm	板厚の 1/6 以下												

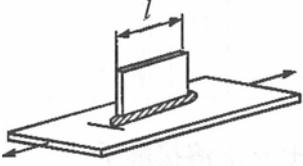
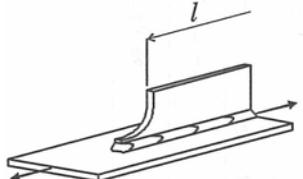
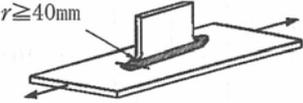
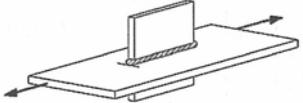
(g)横方向荷重伝達型T溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図						
横方向	荷重伝達型T溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)							
				2) 止端仕上げ		D(100)							
				3) 非仕上げ		E(80)							
備考	<p>注) 1.の強度等級は、溶接内部のきず寸法が次のものを対象とする。</p> <table border="1" data-bbox="359 896 750 1019"> <thead> <tr> <th>板厚 t</th> <th>きず寸法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t ≤ 18mm</td> <td>3mm 以下</td> </tr> <tr> <td>t > 18mm</td> <td>板厚の 1/6 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>これらの継手において、溶接内部のきず寸法が板厚の 1/6 を超え、板厚の 1/3 以下とした場合は、強度等級を F 等級としなければならない。</p> <p>注) 1.(1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。</p> <p>注) 1.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は 3mm 以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 3) の強度等級は、アンダーカットが 0.3mm 以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが 0.3mm を超え 0.5mm 以下とした場合は、強度等級を 1 等級低減しなければならない。</p>							板厚 t	きず寸法	t ≤ 18mm	3mm 以下	t > 18mm	板厚の 1/6 以下
板厚 t	きず寸法												
t ≤ 18mm	3mm 以下												
t > 18mm	板厚の 1/6 以下												

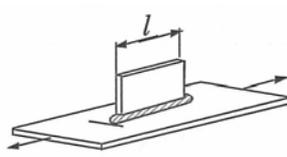
(h)横方向荷重伝達型角溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	荷重伝達型角溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 連続	1) 滑らかな止端	止端破壊	D(100)	
				2) 止端仕上げ		D(100)	
				3) 非仕上げ		E(80)	
備考	<p>注) 板曲げ応力が作用する場合には適用してはならない。 注) 1.(1) 1) において、アンダーカットは除去する。このとき、仕上げは応力の方向と平行に確実に行わなければならない。 注) 1.(1) 2) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は 3mm 以上とする。 注) 1.(1) 3) の強度等級は、アンダーカットが 0.3mm 以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが 0.3mm を超え 0.5mm 以下とした場合は、強度等級を 1 等級低減しなければならない。</p>						

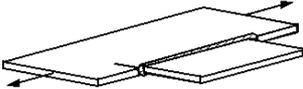
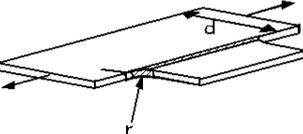
(i)横方向面外ガセット溶接継手 (1/2)

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図	
横方向	面外ガセット溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) フィレットなし (1 \leq 100mm)	1) 止端仕上げ	まわし溶接部止端破壊	E(80)		
				2) 非仕上げ		F(65)		
			(2) フィレットなし (1 > 100mm)	1) 止端仕上げ		F(65)		
				2) 非仕上げ		G(50)		
			(3) フィレットあり(フィレット部仕上げなし) (1 \leq 100mm)	-		F(65)		
			(4) フィレットあり(フィレット部仕上げなし) (1 > 100mm)	-		G(50)		
			(5) フィレットあり(フィレット部仕上げあり)	-		フィレット部	E(80)	
			(6) 主板貫通(埋め戻し)	1) 非仕上げ		部まわし溶接部止端破壊	G(50)	

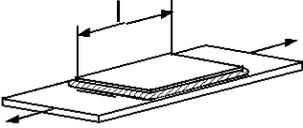
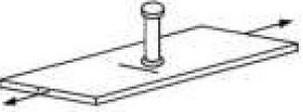
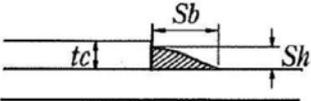
(i)横方向面外ガセット溶接継手 (2/2)

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	面外ガセット溶接継手	2. すみ肉溶接	(1) フィレットなし (1 100mm)	1) 止端仕上げ	まわし溶接部止端破壊	E(80)	
				2) 非仕上げ		F(65)	
			(2) フィレットなし (1 > 100mm)	1) 止端仕上げ	ルート破壊	等級なし	
				2) 非仕上げ	部まわし溶接止端破壊	G(50)	
備考	<p>注) 1.(1) 1), 1.(2) 1), 1.(5), 2.(1) 1), 2.(2) 1) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は3mm以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 2), 1.(2) 2), 1.(3), 1.(4), 2.(1) 2), 2.(2) 2) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p>						

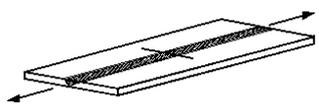
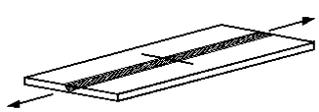
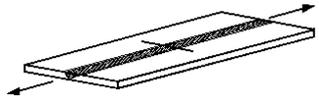
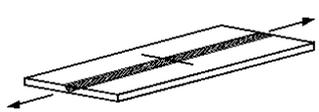
(j)横方向面内ガセット溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	面内ガセット溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1)フィレットなし	1) 止端仕上げ	ファイレット部	G(50)	
			(2)フィレットあり(フィレット部仕上げなし)	-		等級なし	
			(3)フィレットあり(フィレット部仕上げあり、 $1/3 r/d$ 又は $r \geq 200\text{mm}$)	-		D(100)	
			(4)フィレットあり(フィレット部仕上げあり、 $1/5 r/d < 1/3$)	-		E(80)	
			(5)フィレットあり(フィレット部仕上げあり、 $1/10 r/d < 1/5$)	-		F(65)	
備考	<p>注) 1. (1), 1. (3), 1. (4), 1. (5) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は 3mm 以上とする。</p> <p>注) 1. (2) の強度等級は、アンダーカットが 0.3mm 以下の継手を対象とする。</p>						

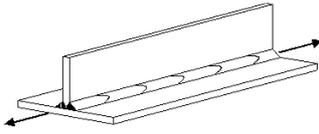
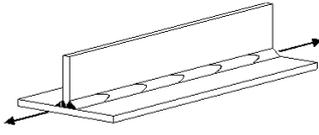
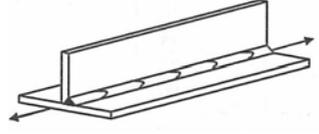
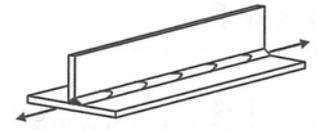
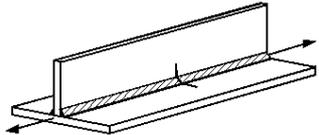
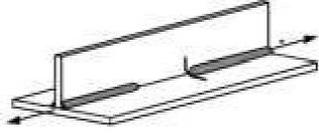
(k)その他の横方向溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
横方向	カバープレートの溶接継手	1. すみ肉溶接	(1) 1 300mm	1)溶接部仕上げ	止端破壊	D(100)	
				2)止端仕上げ		E(80)	
				3)非仕上げ		F(65)	
			(2) 1 > 300mm	1)溶接部仕上げ		D(100)	
				2)非仕上げ		G(50)	
				-		-	
スタッド溶接継手	2. スタッド溶接	-	-	1) 主板側止端破壊	E(80)		
備考	<p>注) 1.(1) 1), 1.(1) 2), 1.(2) 1) において、仕上げはアンダーカットが残らないように応力の方向と平行に確実に行わなければならない。止端仕上げの曲率半径は3mm以上とする。</p> <p>注) 1.(1) 3), 1.(2) 2) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。これらの継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>注) 1.(1) 1) の脚長 Sh, Sb は、$Sh = 0.8t_c$、$Sb = 2Sh$ とする (t_c : カバープレートの板厚)。</p>						

(I) 縦方向突合せ溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
縦方向	突合せ溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 両面溶接 (裏はつりあり)	1) 余盛 削除	-	D(100)	
				2) 非仕 上げ	-	D(100)	
		2. 部分溶込み開先溶接	-	-	-	D(100)	
		3. 片面溶接	(1) 裏当て金 がなく良好 な裏波形状 を有する	-	-	D(100)	
備考	注) 1. (1) 1) において、余盛りの削除に際してはアンダーカットを残してはならない。 注) 1. (1) 2), 2., 3. の強度等級は、アンダーカットが0.5mm以下の継手を対象とする。						

(m)縦方向T溶接継手

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図		
縦方向	T溶接継手	1. 完全溶接 開先溶接	(1)両面溶接 (裏はつりあり)	-	-	D(100)			
		2. 部分溶接 込み開先溶接	(1)両面溶接	-	-	D(100)			
			(2)片面溶接	-	-	D(100)			
		3. 片面溶接	(1)裏当て金がなく良好な裏波形状を有する	-	-	等級なし			
		4. すみ肉溶接	(1)連続	-	-	D(100)			
			(1)断続	-	-	E(80)			
		備考	<p>注) 4.(2) の強度等級は、アンダーカットが0.3mm以下の継手を対象とする。この継手において、アンダーカットが0.3mmを超え0.5mm以下とした場合は、強度等級を1等級低減しなければならない。</p> <p>注) 1., 2., 3., 4.(1) の強度等級は、アンダーカットが0.5mm以下の継手を対象とする。</p>						

(n)縦方向角溶接継手

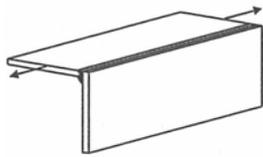
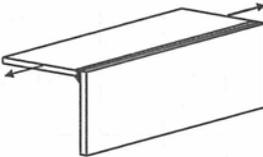
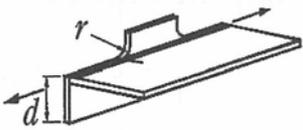
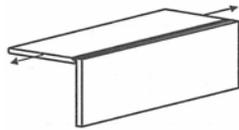
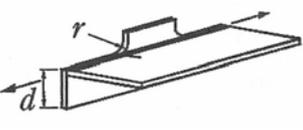
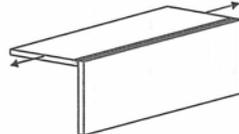
方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図		
縦方向	角溶接継手	1. 完全溶込み開先溶接	(1) 両面溶接 (裏はつりあり)	1) 余盛削除	-	D(100)			
				2) 非仕上げ	-	D(100)			
			(2) 切抜きガセット (1/5 r/d)	-	フィレット部	D(100)			
			(3) 切抜きガセット (1/10 r/d < 1/5)	-		E(80)			
			2. 部分溶込み開先溶接	(1) 外側溶接のみ	-	-	D(100)		
				(2) 内側すみ肉溶接あり	-	-	D(100)		
				(3) 切抜きガセット (1/5 r/d)	-	フィレット部	D(100)		
				(4) 切抜きガセット (1/10 r/d < 1/5)	-		E(80)		
		3. 片面溶接	(1) 裏当て金がなく良好な裏波形状を有する	-	-	D(100)			
		備考	注) 1. (1) 1) において、余盛りの削除に際してはアンダーカットを残してはならない。 注) 1. (1) 2), 1. (2), 1. (3), 2., 3. の強度等級は、アンダーカットが 0.5mm 以下の継手を対象とする。						

表 -40 直応力を受けるケーブル及び高力ボルトの種類と強度等級

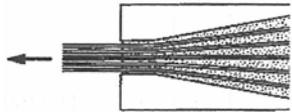
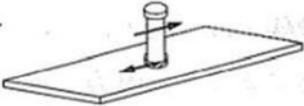
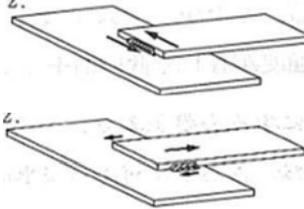
方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
-	1. ケーブル本体	-	(1)平行線	-	-	K1(270)	
		-	(2)ロープ	-	-	K2(200)	
	2. ケーブル定着部	-	(1)平行線 新定着法	-	-	K1(270)	
		-	(2)平行線 亜鉛鍍込み	-	-	K2(200)	
		-	(3)ロープ 亜鉛鍍込み	-	-	K3(150)	
	3. 高力ボルト	-	(1)転造	-	-	K4(65)	
		-	(2)切削	-	-	K5(50)	
	備考	注) 2.(1) 新定着法とはケーブル本体と同程度の疲労強度を有する定着部構造とする。					

表 -41 せん断応力を受ける継手の種類と強度等級

方向	継手の形式	溶接の種類	溶接及び構造の細部形式	溶接部の状態	着目	強度等級 ($\Delta\sigma_f$ (N/mm ²))	継手形状図
-	せん断応力を受ける継手	-	1.スタッドを溶接した継手のスタッド断面	-	-	S(80)	
		-	2.重ね継手の側面すみ肉溶接のど断面	-	-	S(80)	
		-	3.鋼管の割込み継手の側面すみ肉溶接のど断面	-	-	S(80)	
		-	4.上記以外	-	-	S(80)	
備考							

3-5.3.3 平均応力（応力比）の影響

直応力を受ける継手に対して、平均応力の影響を考慮する場合の 2×10^6 回基本許容応力範囲及び打切り限界としての応力範囲は、表 -33 及び表 -36 に規定する値に、式 (- 8) により算出した平均応力に関する補正係数 C_R を乗じた値とする。

$$\left. \begin{aligned} C_R &= 1.00 && (-1.00 < R < 1.00) \\ C_R &= 1.30(1.00 - R)/(1.60 - R) && (R = -1.00) \\ C_R &= 1.30 && (R > 1.00) \end{aligned} \right\} \dots (- 8)$$

ここに、

$$\begin{aligned} R &: \text{応力比 } R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} &: \text{最小応力度 (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_{\max} &: \text{最大応力度 (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

なお、応力比の算出に用いる最大及び最小応力度は、荷重係数を考慮しない死荷重応力に疲労設計で考慮する応力変動の影響を足し合わせた合計の応力度の最大及び最小値である。

表 -42 平均応力に対する補正係数

最大 応力 σ_{\max}	平均応力 $\frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$	最小 応力 σ_{\min}	応力比 $R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$	状態	補正係数 C_R
+	+	+	$0 < R < 1$	部分片振り引張	1.00
		0	$R = 0$	完全片振り引張	
	0	-	$-1 < R < 0$	部分両振り	$1.30(1.00 - R)/(1.6 - R)$
			$R = -1$	完全両振り	
0	-	$R < -1$	部分両振り	1.30	
-		$R = -$	完全片振り圧縮		
-			$1 < R$	部分片振り圧縮	

3-5.3.4 板厚の影響

板厚が 25mm を超えかつ非仕上げの溶接継手のうち、横方向突合せ溶接継手、横方向荷重非伝達型十字溶接継手、横方向荷重伝達型十字溶接継手、横方向面外ガセット溶接継手、カバープレートの溶接継手においては、直応力に対する 2×10^6 回基本許容応力範囲及び打切り限界としての応力範囲は、表 -33 及び表 -36 に示す値に、式(- 9)により算出した補正係数 C_t を乗じた値とする。

ただし、横方向荷重非伝達型十字溶接継手及び完全溶込み開先溶接による横方向荷重伝達型十字溶接継手において付加板の厚さが 12mm 以下の場合には、直応力に対する 2×10^6 回基本許容応力範囲及び打切り限界としての応力範囲は補正しなくてもよい。

$$C_t = \sqrt[4]{25/t} \dots\dots\dots (- 9)$$

ここに、

t : 板厚(mm)

[道路橋示方書 編 P194]

3-6 鋼床版

3-6.1 設計一般

- (1) この節は、デッキプレートを縦リブ及び横リブで補剛した鋼床版の設計に適用する。
- (2) 鋼床版が主桁の一部として作用する場合は、次のとおり設計を行わなければならない。
- 1) 鋼床版は次の二つの作用に対してそれぞれ安全であることを照査しなければならない。
 - i) 主桁の一部としての作用
 - ii) 床版及び床組としての作用
 - 2) 鋼床版の設計にあたっては、1)に示した二つの作用を同時に考慮した場合に対して安全であることを照査しなければならない。この場合、それぞれの作用に対して、鋼床版が最も不利になる載荷状態について設計応答値を算出し、その合計に対して照査を行う。
ただし、上記に示した二つの作用を同時に考慮した照査を行う場合にあっては、耐荷性能に関する規定の設計強度を40%増した設計限界値を用いてよい。
- (3) 床版及び床組としての鋼床版の設計は、次の1)から3)までの規定により行う。
- 1) 活荷重は、共通編3章3-2に示されるモノレール荷重とし、荷重係数 γ_{pi} (=1.00)および荷重組合せ係数 γ_{qi} (=1.00)を考慮する。
 - 2) 衝撃係数 i は次のとおりとする。
 - i) 縦リブ： $i = 0.4$
 - ii) 横リブ： $i = 20 / (50 + L)$ここに、 L ：横リブの支間(m)
 - 3) モノレール荷重で設計する橋においては、横リブの設計に用いる断面力は、1)及び2)で算出した断面力に、式(- 10)により算出した割増係数を乗じた値とする。
$$k = k_0 \quad (L \leq 4)$$
$$k = k_0 - (k_0 - 1) \times (L - 4) / 6 \quad (4 < L \leq 10) \quad (- 10)$$
$$k = 1.0 \quad (L > 10)$$
ただし、
$$k_0 = 1.0 \quad (B \leq 2)$$
$$k_0 = 1.0 + 0.2 \times (B - 2) \quad (2 < B \leq 3)$$
$$k_0 = 1.2 \quad (B > 3)$$
ここに、 L ：横リブの支間(m)、 B ：横リブ間隔(縦リブの支間)(m)

- (4) 鋼床版のデッキプレート上に載荷する輪荷重については、舗装による荷重分布を考慮しない。
- (5) 鋼床版の設計にあたっては、モノレール荷重の通行に対する疲労の影響について、十分な配慮を行わなければならない。

[道路橋示方書 編 326]

3-6.2 床版又は床組作用に対するデッキプレートの有効幅

縦リブのフランジ又は横リブのフランジとしてのデッキプレートの片側有効幅は、式(11)により算出し、その適用方法は表-43による。

表-43 床版又は床組作用に対するデッキプレートの有効幅

部材	区間 (個所)	片側有効幅		摘要
		記号	等価支間長 l	
縦リブ		L	$0.6L$	
横リブ	単純支持	L	L	
	連続支持	L_1	$0.8L_1$	
		L_2	$0.6L_2$	
		s_1	$0.2(L_1+L_2)$	
		s_2	$0.2(L_2+L_3)$	
	張出し部	L_3	$2L_3$	
		L_2	L_2	
両側の有効幅を用いて直線変化させる。				

[道路橋示方書 編 P329]

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= b && \left(\frac{b}{l} \leq 0.02 \right) \\ \lambda &= \left\{ 1.06 - 3.2 \left(\frac{b}{l} \right) + 4.5 \left(\frac{b}{l} \right)^2 \right\} b && \left(0.02 < \frac{b}{l} < 0.30 \right) \\ \lambda &= 0.15l && \left(0.30 \leq \frac{b}{l} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots (- 11)$$

ここに、

λ : デッキプレートの片側有効幅 (mm)

$2b$: 縦リブ又は横リブの間隔 (mm)

なお、閉断面リブでは図 -6 に示すとおりとする。

l : 等価支間長 (mm)

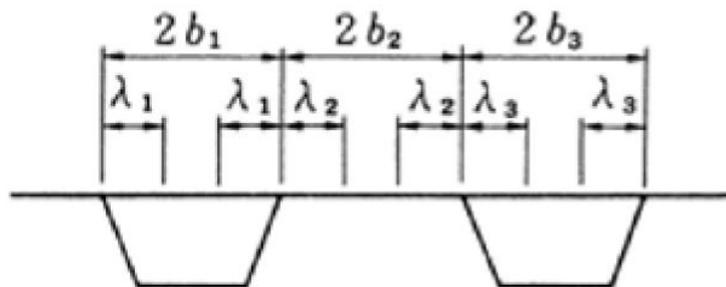


図 -6 閉断面縦リブの間隔

3-6.3 鋼床版の限界状態 1

3-6.1 から 3-6.2 による鋼床版が、道示 鋼橋・鋼部材編の 5.3、9.3、9.6、及び 13.5 の規定を満足する場合には、限界状態 1 を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P333]

3-6.4 鋼床版の限界状態 3

3-6.1 から 3-6.2 による鋼床版が、道示 鋼橋・鋼部材編の 5.4、9.4、9.9、及び 13.6 の規定を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P334]

3-6.5 鋼床版の耐久性能

鋼床版は、列車荷重の繰返し通行に伴う疲労に対して、設計耐久期間を 100 年とする場合、3-6.1 から 3-6.4 及び 3-4 の規定を満足することで、部材の耐久性能が確保されるとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P335]

3-6.6 デッキプレートの最小板厚

(1) デッキプレートの板厚 t (mm) は、式(- 12)より算出される値以上としなければならない。

列車荷重を受ける部分 : $t = 0.037 \times b$ ただし、 $t \geq 12\text{mm}$
主桁の一部として作用する
列車荷重を受けない部分 : $t = 0.025 \times b$ 、ただし、 $t \geq 10\text{mm}$ } (- 12)

ここに、
 b : 縦リブ間隔 (mm)

(2) 閉断面縦リブを使用する場合には、3-6.7 の規定を満足する。

[道路橋示方書 編 P330]

3-6.7 構造詳細による鋼床版の疲労設計

3-6.1 から 3-6.2 の規定を満足する鋼床版の疲労に対して、設計耐久期間を 100 年とする場合、1) から 3) までの条件を満足する鋼床版が、3-6.8 の規定を満足する場合には、疲労耐久性が確保されるとみなしてよい。

- 1) 縦リブ支間 L が、 $L \leq 2.5\text{m}$ である。
- 2) 縦リブが、バルブプレートリブ、平板リブ又は以下に示す閉断面リブである。
 $U-320 \times 240 \times 6$ 、 $U-320 \times 260 \times 6$ 、 $U-320 \times 240 \times 8$ 、 $U-320 \times 260 \times 8$
- 3) デッキプレートの板厚 t_d が、12mm 以上である。ただし、2) に示す閉断面リブの場合、走行輪荷重が常時載荷される位置直下のデッキプレートの板厚は 16mm 以上である。

[道路橋示方書 編 P196]

3-6.8 構造細目

- (1) 閉断面リブとデッキプレートの縦方向溶接継手は、必要なのど厚を確保するとともに、リブ板厚の 75% 以上の溶込み量を確保するものとする。
- (2) デッキプレートの橋軸方向継手位置は、なるべく輪荷重の直下となる位置と一致しないよう配慮するとともに、横リブ及び横桁の継手部では (5) の規定を満足するものとする。
- (3) 縦リブの継手
 - 1) 縦リブの継手は、縦リブの支間中央部の $L/2$ (L : 縦リブ支間長) の範囲に設けない。
 - 2) 縦リブの継手は、原則として高力ボルト摩擦接合継手を標準とする。やむを得ず、閉断面リブで溶接継手とする場合には、裏当て金を用いた完全溶込み突合せ溶接継手とする。
 - 3) 縦リブの高力ボルト摩擦接合継手は、次の規定による。
 - i) 輪荷重の載荷位置直下に位置する縦リブ継手部のスカラップの長手方向の大きさは 80mm 以下とする。
 - ii) 連結板の設計にあたっては、縦リブ母材の断面欠損の影響を考慮する。
 - 4) 高力ボルト摩擦接合継手部の縦リブの増厚は行わなくてもよい。
 - 5) 閉断面リブの継手部では、閉断面リブ内部の防せい防食を確保する。
- (4) 閉断面リブ内部には、防せい防食のために密閉構造とする場合を除き、原則としてダイヤフラムを設けない。
- (5) 横リブの継手
 - 1) 横リブ及び横桁の継手部において、デッキプレートの溶接のために設けられるスカラップの長手方向の大きさは 80mm 以下とする。
 - 2) 輪荷重の直下となる位置には、原則として横リブまたは横桁の継手部を設けないものとする。

[道路橋示方書 編 P198]

(6) 縦リブと中間横リブ又は横桁の交差部

- 1) 縦リブと横リブ又は横桁交差部では、原則として縦リブ、及び縦リブとデッキプレートとの縦方向溶接を連続させる。
- 2) 交差部は、図 -7、図 -8 に示す構造を標準とし、縦リブとデッキプレートの縦方向溶接を連続させるために設けられる横リブまたは横桁のコーナーカット部には埋戻し溶接を行うものとする。

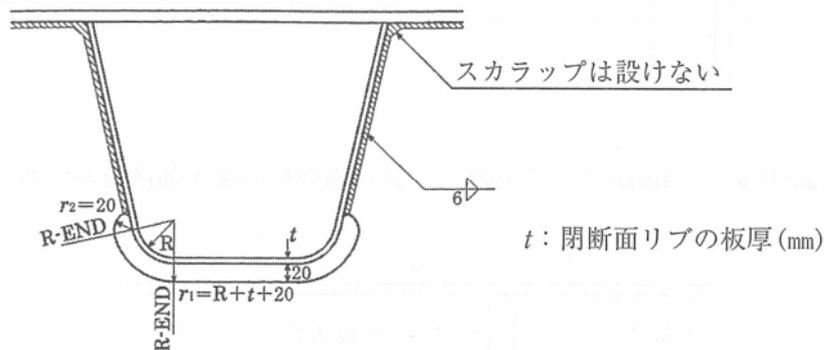


図 -7 閉断面リブと中間横リブ又は横桁との交差部構造の標準

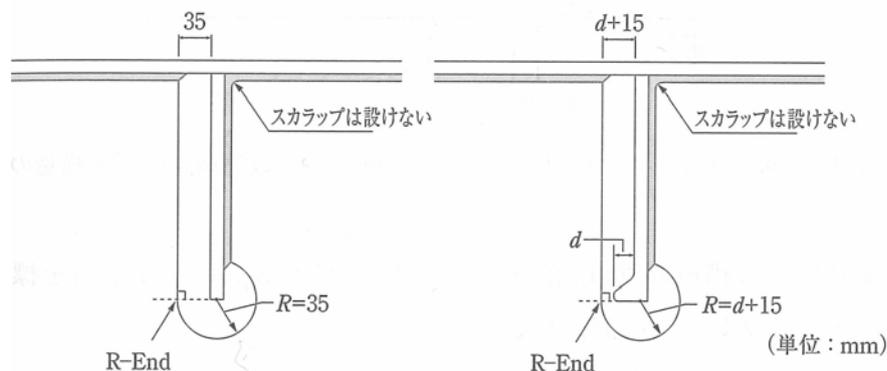


図 -8 平板リブ又はバルブプレートリブと中間横リブ
又は横桁との交差部構造の標準

- 3) 縦リブが貫通する中間横リブ又は横桁では、開口部の影響による剛性の低下に配慮しなければならない。

(7) 縦リブと端横リブ又は端横桁の交差部

- 1) 交差部は、図 -9、図 -10 に示す構造を標準とする。
- 2) 以下の条件を満たす場合には、閉断面の縦リブと端横リブ又は端横桁との接合を裏当て金を用いた完全溶込み開先溶接としてよい。

- i) 閉断面リブと裏当て金は密着している。
- ii) 閉断面リブと端横リブもしくは端横桁の腹板とのギャップ間隔は4~5mmを保持している。

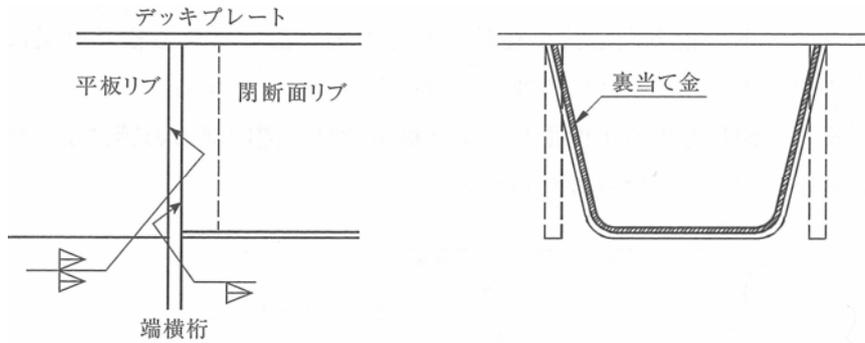


図 -9 閉断面リブと端横リブ又は端横桁の交差部構造の標準

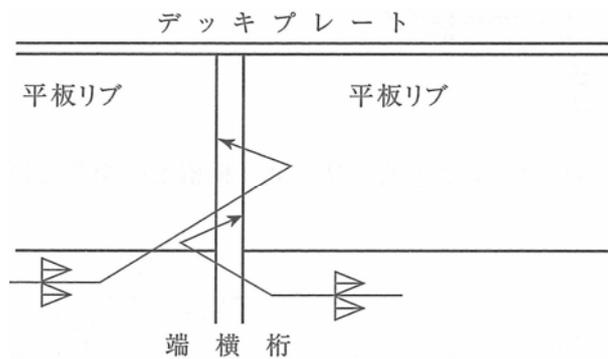


図 -10 平板リブ又はバルブプレートリブと端横リブ又は端横桁の交差部構造の標準

- (8) 横リブ又は横桁の垂直補剛材の取付けは、図 -11 に示す構造を標準とし、デッキプレートに溶接しない。

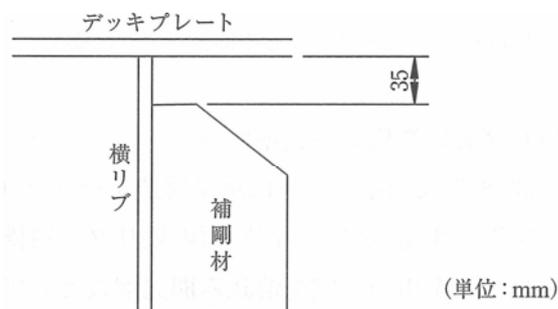


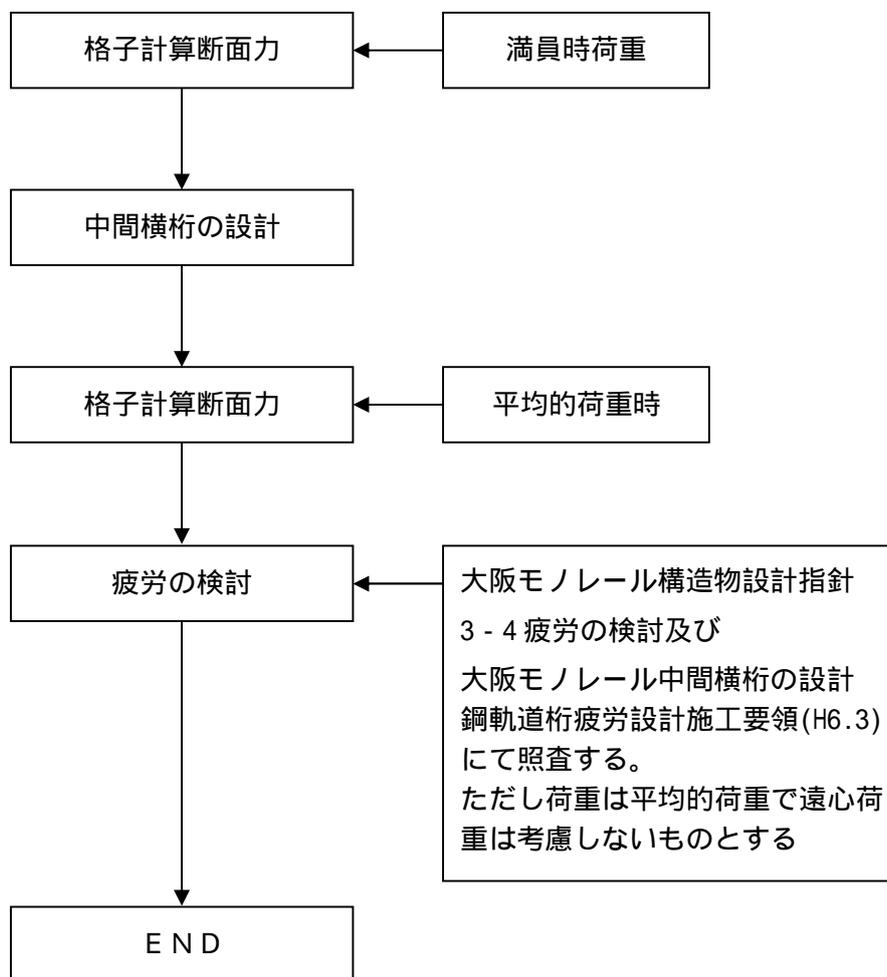
図 -11 横リブ又は横桁の垂直補剛材の取付け構造の標準

- (9) 走行輪荷重が常時載荷される位置直下には、原則として縦桁を配置しないものとする。やむを得ず、輪荷重載荷位置直下またはその近傍に縦桁を配置する場合にも、縦桁の垂直補剛材上部のデッキプレートとの溶接部端の近傍が輪荷重の常時載荷位置とならないようにする。
- (10) 走行輪荷重が常時載荷される位置直下には、コーナープレーンを配置しないことを標準とする。やむを得ず配置する場合には、コーナープレーンとデッキプレートの縦方向溶接において75%以上の溶込み量を確保する。

3 - 7 鋼軌道桁中間横桁の設計

3 - 7 . 1 設計法

中間横桁は下記の設計フローにて行う。



3-7.2 中間横桁と軌道桁連結部の局部応力度の計算式

$$\text{横桁フランジ} \quad f = 1.46 \times (0.72 + 0.00036H) \times (1 + 420/L) \times FL/Z$$

$$\text{軌道桁ウェブ} \quad W = 30.0 \times (576/H + 0.262) \times (1 + 490/L) \times (1.455 - 0.0455t) \times FL \times 10^{-5}$$

ここで、

f 、 W ：それぞれ連結部の横桁上フランジ、及び上フランジと交差する軌道桁ウェブに生じる局部応力度(N/mm²)

F ：横桁に作用するせん断力(N)

L ：横桁において曲げモーメントがゼロになる位置と、軌道桁の内側ウェブ表面との間の距離(mm)

$$L = M / F - B / 2$$

ただし M は、 F と同時に横桁連結部に生じる曲げモーメント(N・mm)

B は、軌道桁ウェブ外面間距離(mm)

Z ：横桁と軌道桁連結部の断面係数(mm³)、横桁フランジは、端部における拡幅を無視し、さらに有効幅を考える。横桁ウェブは、連結部の実際の高さとする。フランジの有効幅は、次式による。

$$\lambda = 1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2 b \quad (0.02 < b/l < 0.30)$$

ここに、

λ ：フランジの片側有効幅(mm)

b ：端部の拡幅を無視したフランジ幅の半分(mm)

l ：着目する横桁の軌道桁内側ウェブ間の長さ(mm)

H ：連結部における横桁の高さ(横桁の下フランジ上面から上フランジ上面までの距離)(mm)

t ：連結部における軌道桁ウェブ厚(mm)

3-7.3 中間横桁と軌道桁連結部の疲労の検算

中間横桁と軌道桁連結部の疲労の検算は次式による。

$$f = f_{\max} - f_{\min} \quad a$$

$$W = W_{\max} - W_{\min} \quad a$$

[記号の意味]

$\left(\begin{array}{cc} f_{\max}, & f_{\min} \\ W_{\max}, & W_{\min} \end{array} \right)$: 横桁フランジ及び軌道桁ウェブの局部応力度の代表的最大値及び最小値。並列桁では、G1 桁載荷時と G2 桁載荷時で、交番応力となる。引張応力を正号、圧縮応力を負号とする。(N/mm²)

f、 W : 横桁フランジ及び軌道桁ウェブの局部応力度の計算作用応力範囲。(N/mm²)

a : 疲労許容応力範囲で 80 N/mm² とする。

4章プレストレストコンクリート構造

4-1 適用の範囲

この章は、主としてプレストレストコンクリート製の軌道桁に適用する。

4-2 材料の特性値（その1）・・・旧建設省基準

4-2-1 一般

- (1) 部材等の耐荷性能の照査に用いる作用は、3章3-4.4による。
ただし、地震の影響を考慮する場合は、耐震設計編の規定による。
- (2) コンクリート橋の上部構造の耐荷性能の照査に用いる部材等の限界状態1と限界状態3は、表-44によることを基本とする。

表-44 部材等の限界状態1と限界状態3

部材等の 限界状態1	1) 部材等の挙動が可逆性を有する限界の状態 2) 部材等の機能を低下させる変位及び振動に部材等が至らない限界状態 3) 部材等の設計で前提とする耐荷機構が成立している限界の状態
部材等の 限界状態3	部材等の挙動が可逆性を失うものの、耐荷力を完全には失わない限界状態

- (3) 部材等の抵抗の特性値の設定は次によるものとする。
 - 1) 部材等の限界状態に関する抵抗の特性値は、限界状態における抵抗の特性を適切に考慮して設定しなければならない。
 - 2) 抵抗の特性値の設定には、照査の目的及び方法を考慮したうえで、限界値を適切に評価できる理論的な妥当性を有する手法や実験等による検証のなされた手法等の適切な知見に基づいた方法を用いなければならない。
- (4) 道路橋示方書 コンクリート橋・コンクリート部材編 3章設計の基本を基本とする。

4-2-2 コンクリートの特性値

永続作用の影響が支配的な状況に対して以下の制限値を超えないこととする。

(1) コンクリートの圧縮応力度の制限値は表 - 45 の値とする。

表 - 45 コンクリートの圧縮応力度の制限値 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度		30	40	50	60	70	80
応力度の種類							
曲げ圧縮応力度 の制限値	(1)長方形断面の場合	12.0	15.0	17.0	19.0	23.0	27.0
	(2)T形および箱形断面の場合	11.0	14.0	16.0	18.0	22.0	26.0
(3)軸圧縮応力度の制限値		8.5	11.0	13.5	15.0	18.5	22.0

(2) コンクリートの引張応力度の制限値は表 - 46 の値とする。

表 - 46 コンクリートの引張応力度の制限値 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度		30	40	50	60	70	80
応力度の種類							
曲げ引張応力度の制限値		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
軸引張応力度の制限値		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(3) コンクリートの斜め引張応力度の制限値は表 - 47 の値とする。

表 - 47 コンクリートの斜引張応力度の制限値 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度		30	40	50	60	70	80
応力度の種類							
斜引張応力度制限値	1) せん断力のみ又はねじりモーメントのみ考慮する場合	0.8	1.0	1.2	1.3	1.3	1.3
	2) せん断力とねじりモーメントをともに考慮する場合	1.1	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6

変動作用の影響が支配的な状況に対して以下の制限値を超えないこととする。

- (1) プレストレスコンクリート構造に対する圧縮応力度の制限値は表 - 48 の値とする。

表 - 48 プレストレスコンクリート構造に対する圧縮応力度の制限値
(N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類		30	40	50	60	70	80
		曲げ圧縮応力度 の制限値	(1)長方形断面の場合	18.0	22.5	25.5	28.5
(2)T形および箱形断面の場合	16.5		21.0	24.0	27.0	33.0	39.0
(3)軸圧縮応力度の制限値	12.5		16.5	20.0	22.5	28.0	33.0

- (2) プレストレスコンクリート構造に対する引張応力度の制限値は表 - 49 の値とする。

表 - 49 プレストレスコンクリート構造に対する引張応力度制限値
(N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類		30	40	50	60	70	80
		(1)曲げ引張応力度の制限値	2.2	2.7	3.1	3.5	3.5
(2)軸引張応力度の制限値		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

- (3) プレストレスコンクリート構造に対する斜引張応力度の制限値は表 - 50 の値とする。

表 - 50 コンクリートの斜引張応力度の制限値
(N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類		30	40	50	60	70	80
		斜引張応力度制限値	1) せん断のみ又はねじりモーメントのみ考慮する場合	1.7	2.2	2.6	3.0
2) せん断のみとねじりモーメントをともに考慮する場合	2.2		2.7	3.1	3.5	3.5	3.5

偶発作用の影響が支配的な状況に対して軌道桁は、道路橋示方書 耐震設計編によるものとする。

4 - 2 - 3 PC 鋼材の制限値

(1) プレストレッシング直後の PC 鋼材の引張応力度の制限値は表 - 51 の値とする。

表 - 51 PC 鋼材の引張応力度制限値

応力度の状態	引張応力度制限値	備考
(1)プレストレッシング中	0.80 pu あるいは 0.90 py のうち小さい方の値	pu : PC 鋼材の引張強度の特性値 (N/mm ²) py : PC 鋼材の降伏強度の特性値 (N/mm ²)
(2)プレストレッシング直後	0.70 pu あるいは 0.85 py のうち小さい方の値	

(2) 時間に依存する部材変形を抑制するための PC 鋼材の引張応力度の制限値は表 - 52 の値とする。

表 - 52 PC 鋼材の引張応力度制限値

引張応力度制限値	備考
0.60 pu あるいは 0.75 py のうち小さい方の値	pu : PC 鋼材の引張強度の特性値 (N/mm ²) py : PC 鋼材の降伏強度の特性値 (N/mm ²)

[道路橋示方書 編 P24,66,189]

4 - 2 - 4 鉄筋の制限値

(1) 鉄筋の引張応力度の基本値は、表 - 53 の値とする。

表 - 53 鉄筋の引張応力度の基本値 (N/mm²)

作用部材の条件	鉄筋の種類		
	SD345	SD390	SD490
重ね継手長又は定着長を算出する場合の鉄筋の引張応力度	200	230	290

(2) コンクリートの付着応力度の基本値は、表 - 54 の値とする。

表 - 54 コンクリートの付着応力度の基本値 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類	コンクリートの設計基準強度						
	21	24	27	30	40	50	60 ~ 80
付着応力度	1.4	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0	2.0

[道路橋示方書 編 P85]

4 - 2 許容応力度 (その2) ・ ・ ・ ・ ・ 旧運輸省基準

4 - 2 - 1 一般

(1) 部材等の耐荷性能の照査に用いる設計作用の組合せは、表 - 55 による。
 ただし、地震の影響を考慮する場合は、耐震設計編の規定による。

表 - 55 設計作用の組合せ

荷 重 の 組 合 せ	部材引張部のコンクリートの許容曲げ引張応力度(N/mm ²)			基本許容応力度の割増係数	備考
	c _k (N/mm ²)				
	30	40	50		
死荷重(D) + プレストレス(PS)	1.2	1.5	1.8	1.00	
+ クリープの影響(PCR) + 乾燥収縮の影響(PSH)	0	0	0	1.00	
死荷重(D) + 活荷重(L ₁) + 衝撃(I) + 遠心荷重(CF) + プレストレス(PS) + クリープの影響(PCR) + 乾燥収縮の影響(PSH)	0.8	1.0	1.2		
+ 車両横荷重(LF)					
+ 風荷重(W ₁)	2.2	2.5	2.8	1.25	
+ 風荷重(W ₂ =0.5 × W ₁)					
+ 制動荷重(BK ₁) + 始動荷重(BK ₂)	2.2	2.5	2.8	1.15	
架設時荷重(ER)	2.2	2.5	2.8	1.30	
+ 地震の影響(EQ)	2.2	2.5	2.8	1.50	
死荷重(D) + 活荷重(L ₁) + 車止めの影響(ST)	2.2	2.5	2.8	1.50	

注) 荷重の組合せ については、走行時のカント不足 (0.05)、均衡カント及びカントオーバー (0.03) の状態並びに停止時を考慮するものとする。

4-2-2 コンクリートの許容応力度

(1) コンクリート基本の許容曲げ圧縮応力度は表 - 56 及び表 - 57 の値とする。

表 - 56 コンクリートの基本の許容曲げ圧縮応力度

適用範囲		ck (N/mm ²)		
		30	40	50
プレストレッキング直後	長方形断面	15.0	19.0	21.0
	T形及び箱型断面	14.0	18.0	20.0
設計荷重作用時	長方形断面	12.0	15.0	17.0
	T形及び箱型断面	11.0	14.0	16.0

表 - 57 コンクリートの基本の許容軸方向圧縮応力度

適用範囲	ck (N/mm ²)		
	30	40	50
プレストレッキング直後	12.0	14.5	16.0
設計荷重作用時	9.0	12.0	13.5

(2) コンクリートの基本の許容支圧応力度は、以下を適用する。

(a) 全面載荷の場合は式 (-13) による。

$$c_a' = c_k/3 \dots\dots\dots (-13)$$

(b) 局部的載荷の場合、コンクリート面の全面積を A、支圧をうける面積を A' とした場合、基本の許容支圧応力度 c_a' は式 (-14) でこれを求める。

$$c_a' = c_k/3 \cdot (A/A') \dots\dots\dots (-14)$$

ただし、 $c_a' \leq c_k$

(c) 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基本の許容支圧応力度を定めてよい。

(3) コンクリートの基本の許容曲げ引張応力度は表 - 58 による。

表 - 58 許容引張応力度

適用範囲	ck (N/mm ²)		
	30	40	50
プレストレス導入後	1.2	1.5	1.8
全死荷重作用時	0.0	0.0	0.0
死荷重(D), 活荷重(L ₁), 衝撃(I), 遠心荷重(CF) 乾燥収縮(PSH), クリープ(PCR)の作用時	0.8	1.0	1.2
車両横荷重(LF), 風荷重(W)の影響を考え合せたとき、また、まれにしか生じない荷重の組合せを考えたとき	2.2	2.5	2.8

(4) コンクリートの許容斜引張応力度は表 - 59 による。

表 - 59 許容斜引張応力度

適用範囲		ck (N/mm ²)		
		30	40	50 以上
設計荷重作用時	せん断力による応力	1.1	1.3	1.5
	せん断力とねじりによる応力	1.4	1.7	2.0

4 - 2 - 3 PC 鋼材の許容引張応力度

(1) 許容引張応力度

設計荷重作用時の許容応力度 p_a は、 $0.60 p_u$ 又は $0.75p_y$ のうちいずれか小さい方の値以下とする。

ポストテンション方式の場合、プレストレスを与えた直後に部材内の PC 鋼材に働いている最大の引張応力度 p_a は $p_a \leq 0.70 p_u$ $p_a \leq 0.85 p_y$ のいずれも満足しなければならない。

ただし、プレストレスング中にはこの値を $0.80 p_u$ または $0.90 p_y$ のうちいずれか小さい値まで上げてよい。

プレテンション方式の場合で最初に引張るときの PC 鋼材の許容応力度 p_a は $p_a \leq 0.70 p_u$ $p_a \leq 0.80 p_y$ のいずれも満足しなければならない。

ここに、 p_u : PC 鋼材の引張強度

p_y : PC 鋼材の降伏点応力度

4 - 2 - 4 鉄筋の許容引張応力度

風荷重等が加わって ,コンクリートに生ずる引張応力を受けるために鉄筋を用いる場合 , その基本許容応力度は , 以下によるものとする。

表 - 60 鉄筋の基本許容応力度

(N/mm²)

鉄筋の種類	SR235	SR295	SD235	SD295	SD345	SD390
基本許容引張応力度	140	180	140	180	200	220

4-3 破壊安全度の検討(その2)・・・旧運輸省基準

4-3-1 終局荷重作用時における断面の安全度

プレストレストコンクリート部材の設計では、終局状態について破壊の安全度を検討しなければならない。

死荷重及び設計モノレール荷重に対しては、次の荷重状態に対して安全であることを確かめなければならない。

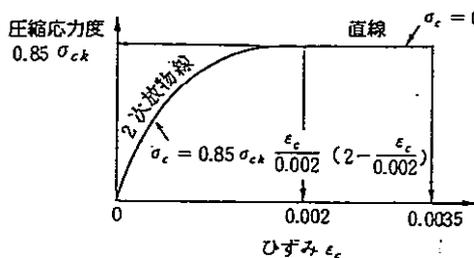
$$1.70 \times (\text{死荷重} + \text{設計モノレール荷重} + \text{衝撃} + \text{遠心荷重} + \text{車両横荷重})$$

上記の場合の設計モノレール荷重は、複線構造物においても単線載荷とする。
ただし、駅部では複線載荷も検討する。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P46]

4-3-2 曲げ破壊モーメント計算上の仮定

- 1) 縦ひずみは、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PC鋼材及び鉄筋は、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応力は、これを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 - 12 に示す2次放物線と直線とからなるものとし、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。

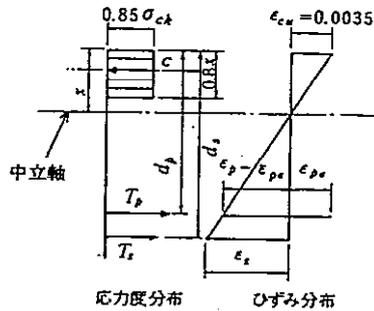


σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)
 ϵ_c : コンクリートのひずみ
 σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

図 - 12 コンクリートの圧縮応力度 - ひずみ曲線

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 - 13 に示す長方形分布としてよい。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P46 ~ 47]

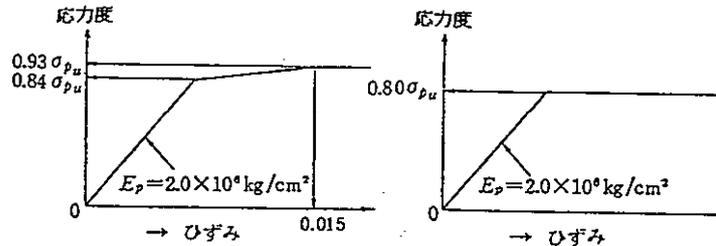


ϵ_{pe} : 有効引張応力度に対応するPC鋼材のひずみ
 ϵ_p : 破壊時におけるPC鋼材のひずみ
 ϵ_s : 破壊時における鉄筋のひずみ
 ϵ_{cu} : コンクリートの終局ひずみ

図 - 13 コンクリートの応力度の分布

5) JISG3536 及び JISG3109 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 - 14 に示すものとしてよい。

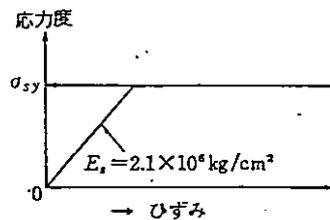


(a) PC鋼線, PC鋼より線, PC鋼棒1号 (b) PC鋼棒2号

σ_{pu} : PC鋼材の引張強度

図 - 14 PC鋼材の応力度 - ひずみ曲線

6) 鉄筋も応力度 - ひずみ曲線は、一般に図 - 15 に示すものとしてよい。



σ_s : 鉄筋の応力度 (N/mm²)

ϵ_s : 鉄筋のひずみ

E_s : 鉄筋のヤング係数

σ_{sy} : 鉄筋の降伏点応力度

図 - 15 鉄筋の応力度 - ひずみ曲

7) はりのせん断破壊に対する安全度の検討に用いる破壊計算用せん断 S_d は、桁高変化、わん曲配置されたPC鋼材引張力の影響を考慮して次の式でこれを求めてよい。

$$S_d = S_d + S_{hd} + S_{pd}$$

ここに、 S_d : 破壊に対する安全度を検討するための荷重による計算用せん断力

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

8) 破壊計算用せん断力 S_d は次の式による S_{dmax} をこえてはならない。

$$S_{dmax} = 0.2 \quad c_k \quad b_w d$$

ここに、 c_k : コンクリートの設計基準強度

b_w : はりの腹部幅

d : はりの有効高さ

9) 破壊計算用せん断力 S_d は斜引張鋼材の計算をしない場合、次の式による S_{cd} をこえてはならない。

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

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

ここに、 τ_c : 表 - 61 による

b_w : はりの腹部幅

d : はりの有効高さ

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 : 考慮する断面での破壊計算用曲げモーメント

図 - 61 τ_c (N/mm²)

c_k (N/mm ²)	30	40	50	60
τ_c	0.45	0.55	0.65	0.70

5 章 鉄筋コンクリート構造

5 - 1 適用の範囲

この章は、主として鉄筋コンクリート製の軌道桁に適用する。

5 - 2 材料の特性値 (その1) ・ ・ ・ ・ ・ 旧建設省基準

5 - 2 - 1 一般

- (5) 部材等の耐荷性能の照査に用いる作用は、3章3-4.4による。
ただし、地震の影響を考慮する場合は、耐震設計編の規定による。
- (6) コンクリート橋の上部構造の耐荷性能の照査に用いる部材等の限界状態1と限界状態3は、表 - 61 によることを基本とする。

表 - 61 部材等の限界状態1と限界状態3

部材等の 限界状態1	4) 部材等の挙動が可逆性を有する限界の状態 5) 部材等の機能を低下させる変位及び振動に部材等が至らない限界状態 6) 部材等の設計で前提とする耐荷機構が成立している限界の状態
部材等の 限界状態3	部材等の挙動が可逆性を失うものの、耐荷力を完全には失わない限界状態

- (7) 部材等の抵抗の特性値の設定は次によるものとする。
 - 1) 部材等の限界状態に関する抵抗の特性値は、限界状態における抵抗の特性を適切に考慮して設定しなければならない。
 - 2) 抵抗の特性値の設定には、照査の目的及び方法を考慮したうえで、限界値を適切に評価できる理論的な妥当性を有する手法や実験等による検証のなされた手法等の適切な知見に基づいた方法を用いなければならない。
- (8) 道路橋示方書 コンクリート橋・コンクリート部材編 3章設計の基本を基本とする。

5-2-2 コンクリートの特性値

道示 コンクリート橋・コンクリート部材編を準用する。

5-2-3 鉄筋の特性値

(1) 鉄筋の引張応力度の基本値は、表 - 62 の値とする。

表 - 62 鉄筋の引張応力度の基本値 (N/mm²)

作用部材の条件	鉄筋の種類		
	SD345	SD390	SD490
重ね継手長又は定着長を算出する場合の鉄筋の引張応力度	200	230	290

(2) コンクリートの付着応力度の基本値は、表 - 63 の値とする。

表 - 63 コンクリートの付着応力度の基本値 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 / 応力度の種類	21	24	27	30	40	50	60 ~ 80
	付着応力度	1.4	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0

[道路橋示方書 編 P85]

5 - 2 許容応力度 (その 2) ・ ・ ・ ・ ・ 旧運輸省基準

5 - 2 - 1 一般

- (4) 主荷重による鉄筋コンクリート桁各部の設計応力度は、本章 5-2-2 に規定する許容応力度をこえてはならない。
- (5) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(L1)、衝撃(I)及び遠心荷重(CF)のみの応力度に対して検討する。
- (6) 荷重の組合せは原則として表 -64 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は、本章 5-2-2 に規定する許容応力度に表 -64 に示す割増係数を乗じた値とする。

表 - 64 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	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	ラーメン構造に適用する。
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+車両横荷重	1.00	
3	死荷重+温度変化+乾燥収縮の影響	1.15	
4	死荷重+風荷重	1.25	
5	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+制動荷重 又は始動荷重	1.15	
6	架設時荷重	1.30	
7	死荷重+地震の影響	1.50	
8	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.50	

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P39]

5-2-2 コンクリートの基本許容応力度

- (1) 鉄筋コンクリートにおけるコンクリートの基本の許容応力度一般にコンクリートの材齢 28 における圧縮強度をもとにして定めた設計基準強度によりこれを定める。
- (2) 基本の許容曲げ圧縮断応力度（軸方向をともなう場合を含む）は表 - 65 の値とする。

表 - 65 コンクリートの基準の許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

設計基準強度 ck	18	21	24	27	30	40
基準の許容曲げ圧縮断応力度	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	14.0

- (3) 斜引張鉄筋のない部材の許容せん断応力度は表 - 66 の値とする。

表 - 66 許容せん断応力度 (N/mm²)

設計基準強度 ck	18	21	24	27	30	40
曲げによるせん断 a1	0.35	0.37	0.39	0.42	0.45	0.55
押抜きせん断 ap	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.70

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、荷重の組合せによる割増をしてはならない。

- (a) 部材の有効高さが 60cm 以下の場合、許容せん断応力度 a1 及び ap は、次の式に示す係数を乗じた値とする。

$$= 1.6 - d$$

- (b) l/d が 2 以下の場合、許容せん断応力度 ap は、次の式に示す係数を乗じた値とする。

$$= 1.6 - 0.3 \cdot l/d$$

ここに、d：検討断面における部材の有効高さ (m)

$$: l/4$$

l：荷重載荷面の周長 (m)

- (4) 斜引張鉄筋のある部材の基準の許容せん断応力度は表 - 67 の値とする。ただし、ねじりの影響を考慮する場合は基準の許容せん断応力度 a2 に 1.3 を乗じた値とする。

表 - 67 基準の許容せん断応力度 (N/mm²)

設計基準強度 ck	18	21	24	27	30	40
a2	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P40～41]

(5) 基準の許容付着応力度は表 - 68 の値以下とする。

表 - 68 基準の許容付着応力度 (N/mm²)

設計基準強度 ck	18	24	30	40
丸鋼	0.7	0.8	0.9	1.0
異形鉄筋	1.4	1.6	1.8	2.0

(6) 基準の許容支圧応力度

(a) 全面載荷の場合は式 (-15) による。

$$c_a' = ck/3 \dots\dots\dots (- 15)$$

(b) 局部的載荷の場合，コンクリート面の全面積を A ，支圧をうける面積を A' とした場合，基本の許容支圧応力度 c_a' は式 (- 16) でこれを求める。

$$c_a' = ck/3 \cdot (A/A') \dots\dots\dots (- 16)$$

ただし， $c_a' \leq ck$

(c) 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基本の許容支圧応力度を定めてよい。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P41]

5 - 2 - 3 鉄筋の基本許容応力度

JIS G 3112 に適合する鉄筋の基準の許容引張応力度は、一般に鉄筋の種類に応じて表 -69 の値とする。

表 - 69 鉄筋の基準の許容引張応力度 (N/mm²)

鉄筋の種類	SR235	SR295	SD235	SD295	SD345	SD390
基本許容引張応力度	140	180	140	180	200	220

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P41]

5 - 3 鉄筋の疲労の検討

道示 コンクリート橋・コンクリート部材編を準用する。

5 - 4 終局荷重作用時に検討

終局荷重作用時の断面の安全度は、本編 4-3 によって安全であることを確かめるものとする。

支承及び伸縮装置編

1 章 支承部 (その1)・・・旧建設省基準

1 - 1 一般

- (1) 上下部接続部に支承を用いる場合には、支承部は、次の性能を確保するよう、適切な形式、構造及び材料を選定しなければならない。
 - 1) 上部構造から伝達される荷重を確実に下部構造に伝達すること。
 - 2) 活荷重、温度変化等による上部構造の伸縮や回転に追随し、上部構造と下部構造の相対的な変位を吸収すること。
- (2) 支承部の設計にあたっては、塵埃、水の滞留等の劣化要因に対する耐久性や施工、維持管理及び補修の確実性及び容易さに配慮しなければならない。特に、B種の橋においては、災害後の支承部の点検や支承の損傷に対して応急対策を行うために必要な空間や構造を予め設計することを標準とし、必要に応じて、建設時点で予め必要な措置を講ずるものとする。
- (3) 耐久性能の検討は、軌道桁編、下部工編等関連する規定に従わなければならない。
- (4) 支承部の耐荷性能の照査は、規定する作用組み合わせに対し、部材等の限界状態と特性値を用いて、部材等の耐荷性能の照査により行わなければならない。
- (5) 支承の耐震設計は「道路橋示方書」耐震設計編の規定によって行う。

[道路橋示方書 編 P163]

1 - 2 支承に作用する負の反力

支承は、次の式より負の反力を計算し、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添加する必要がある。

$$R_u = R_{L+1} + R_D \quad (1)$$

$$R_u = R_D + R_W \quad (2)$$

ここに、 R_u : 支承に生じる負の反力 (kN)
 R_{L+1} : 衝撃を含む活荷重による最大負反力 (kN)
 R_D : 死荷重による支承反力 (kN)
 R_W : 風荷重による最大負反力 (kN)
: 衝撃の影響を含む活荷重による最大の負の力に対する割増係数
で 1.65 とする。

[道路橋示方書 編 P165]

1 - 3 可動支承の移動量

(1) 可動支承は、桁の温度変化・コンクリートのクリープ及び乾燥収縮・プレストレスによる部材の弾性変形・活荷重によって生じるたわみによる移動量及び施工時の余裕量を考慮して設定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張係数は、 共通編 3 章 3 - 2.8 の規定による。

(2) コンクリート構造物のクリープ及び乾燥収縮の影響を算定する場合には表 - 1 による。

表 - 1 コンクリートのクリープ係数と乾燥収縮量

コンクリートのクリープ係数	= 2.0
コンクリートの乾燥収縮	20deg 降下相当

[道路橋示方書 編 P171]

1 - 4 可動支承部における移動制限装置

可動支承部は、地震その他不測の事態における桁の異常な移動を防止する装置を設ける。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P85]

1 - 5 アンカーボルト

アンカーボルトは沓の位置を固定し、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、その最小直径は 25mm とし、上向きの力に対して抵抗できる十分な付着が得られるように下部構造中へその直径の 10 倍以上の固定長を確保する。

[道路橋示方書 編 P169 ~ 170]

1 - 6 支承各部の厚さ

ソールプレート及びベースプレートの厚さは原則として 22mm 以上とする。

ソールプレートは主桁に確実に定着させなければならない。主要部の厚さは鋳鋼の支承においては 25mm 以上、鋳鉄の支承においては 35mm 以上とする。

[道路橋示方書 編 P169 ~ 170]

1-7 支承材料の特性値

1-7-1 一般

支承の設計に用いる組合せ及び特性値は 軌道桁編 3章を準用する。

1-7-2 支承に用いる鋳鍛造品の特性値

支承その他に用いる鋳鍛造品の特性値は表 - 2 に示す値とする。

表 - 2 鋳鍛造品の強度の特性値 (N/mm²)

強度の種類 鋳鍛造品の種類		引張降伏 圧縮降伏	引張 強度	せん断 降伏	支圧		
					鋼板と鋼板 との間の支 圧強度 ¹⁾	ヘルツ公式を用いる場合	
						支圧強度	硬さ 必要値 HB ²⁾
鍛鋼品	SF490A	245	490	140	245	1,250	125 以上
	SF540A	275	540	160	275	1,450	145 以上
鋳鋼品	SC450	225	450	130	225	1,250 ⁵⁾	125 以上 ³⁾
	SCW410	235	410	135	235	1,250 ⁵⁾	125 以上 ³⁾
	SCW480	275	480	160	275	1,450 ⁵⁾	145 以上 ³⁾
	SCMn1A	275	540	160	275	1,430	143 以上
	SCMn2A	345	590	200	345	1,630	163 以上
機械構 造用鋼	S35CN ⁴⁾	305	510	175	305	1,490	149 以上
	S45CN ⁴⁾	345	570	200	345	1,670	167 以上
鋳鉄品	FCD400	250	400	145	250	1,300 ⁵⁾	130 以上 ³⁾
	FCD450	280	450	160	280	1,400 ⁵⁾	140 以上 ³⁾

注 1) 曲面接触において、図 - 1 に示す r_1 と r_2 との比 r_1/r_2 が、円柱面と円柱面では 1.02 未満、球面と球面では 1.01 未満となる場合は、平面接触として取り扱う。この場合の支圧強度は、投影面積について算出した強度に対する値である。

注 2) HB は JIS Z 2243 (ブリネル硬さ試験 - 試験方法) に規定するブリネル硬さを表す。

注 3) JIS に規定がない鋼種について、支圧応力度の特性値の算出に用いたブリネル硬さの下限値を表す。

注 4) 機械構造用鋼 S35CN、S45CN は JIS G 4051 に規定される材質 S35C、S45C に熱処理として焼ならしを施し、その規格の解説付表に示される機械的性質を満足する材料とする。

注 5) SC450、SCW410、SCW480、FCD400、FCD450 を支圧部材に使用する場合は、右欄の硬さ必要値を満足することを確認しなければならない。

[道路橋示方書 編 P47]

1 章 支承部(その2) 旧運輸省基準

1 - 1 一般

- (1) 支承は、これに作用する荷重を座面にできるだけ均等に分布し、かつ、列車方向及び直角方向の荷重並びに上揚力に抵抗できるように設計する。
- (2) 計算上、上揚力が作用しない場合でも、浮上がりに対して抵抗できる構造とする。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P50]

1 - 2 許容応力度

1 - 2 - 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 -3 により、 r_1 、 r_2 のとり方は図 -1 による。

- 1) 線支承 $K_1 \left(\frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} \right)$ N/mm
- 2) ローラー支承 $0.8K_1 r_2$ N/mm
- 3) 球面支承 $K_2 \left(\frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} \right)^2$ N

表 - 3

係数	材料の組合せ	
	SS400 と SC450	SM490 と SC480
K_1	10	13
K_2	0.08	0.13

ここに、 r_1 : 凹面半径 (cm)
 r_2 : 凸面半径 (cm)

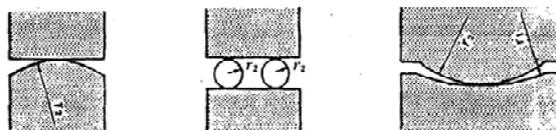


図 - 1

(2) 鋳鋼を支承部に用いる場合の許容応力度は表 -4 による。

表 - 4 (N/mm²)

応力の種別	鋳鋼	
	SC450	SC480
引張縁応力度	130	140
圧縮縁応力度	140	150
せん断応力度	80	90

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P50 ~ 51]

1 - 2 - 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。この場合のKの値は表 -5により、 r_1 、 r_2 のとり方は本章1-2-1の図 -1による。

$$\text{線支承 } K_1 \left(\frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} \right) \text{ N/mm}$$

表 - 5

材料の組合せ	SS400 と FC250
係数	
K	15

- (2) 鋳鉄を支承部に用いる場合の許容応力度は表 -6による。

表 - 6 (単位：N/mm²)

鋳鉄	FC250
応力の種類	
引張縁応力度	60
圧縮縁応力度	120
せん断応力度	45

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P51]

1 - 2 - 3 銅合金支承部の品質及び許容応力度

銅合金を支承板として使用する場合はJIS H 5102 4種とする。許容応力度は、35N/mm²とする。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P51]

1 - 2 - 4 ゴム支承の品質及び許容応力度

支承に用いる合成ゴムの品質及び許容応力度は次による。

- (1) 連続桁、スパンの大きい桁などの支承に合成ゴムを使用する場合は、その品質は JIS K 6386 C08～12 に適合するもの、またこれと同等以上のものでなければならない。
- (2) 支圧応力度 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。
 $1.5 \text{ N/mm}^2 \leq c \leq 8.0 \text{ N/mm}^2$
- (3) せん断ひずみは0.7以下としなければならない。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P52]

1 - 2 - 5 荷重の組合せ及びその許容応力度

支承の設計に用いる荷重の組合せ及び許容応力度については、軌道桁編及びモノレール橋編を準用する。

1 - 3 桁の上揚力に対する検討

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、それを打消す重量物を付加しなければならない。

$$R=1.6(R_L+R_i+R_{d_1})+\frac{R_{d_2}}{1.3}$$

ここに、

R : 支点到生ずる反力(上揚力が生ずる場合、負号とする)

R_L 、 R_i : それぞれ支点到上揚力(負反力)を生じさせる部分に設計モノレール車両荷重を載荷した場合の支点到反力及び衝撃による支点到反力

R_{d_1} 、 R_{d_2} : それぞれ支点到上揚力(負反力)及び下向きの反力(正反力)を生じさせる部分の死荷重による支点到反力

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P52]

1 - 4 可動支承の可動量

可動支承の可動量は、桁の所定移動量に対応できるものとしなければならない。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P53]

1 - 5 支承部材の寸法

- (1) 鋳鋼及び鋳鉄の沓の主要部の厚さは次の各号による。
 - 1) 鋳鋼沓では 25mm 以上とする。
 - 2) 鋳鉄沓では 35mm 以上とする。この場合バットレスを設けないのを原則とする。
 - 3) リブの高さは 150mm 以上とする。
- (2) 銅合金支承板の厚さは 25mm 以上とする。
- (3) ソールプレート及びベッドプレートの厚さは 22mm 以上とする。
- (4) ローラーの直径は特別の場合を除き、100mm 以上とする。
- (5) 鋼脚などに球面支承を用いる場合、その半径は 75mm 以上とし、上・下球面の半径の差は最小 1mm 程度とするのを原則とする。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P53]

1 - 6 アンカーボルト

アンカーボルトは沓の位置を固定し、これに加わる縦・横方向の荷重、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。

- (1) 下部構造中に埋込む長さは、直径の 10 倍以上とする。
- (2) アンカーボルトの最小直径は 30mm とする。
- (3) 上揚力が生ずる場合には、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。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P53]

1 - 7 落橋防止

上部構造は、地震により、落下しないよう配慮しなければならない。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P54]

2 章 伸縮装置等

2 - 1 伸縮装置

伸縮装置は、構造物の形式・必要伸縮量を基本として、全体的な耐久性・平坦性・排水性・水密性・施工性・補修性・経済性等を考慮して定める。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P55]

2 - 2 付属施設及び添加物等

付属施設及び添加物を設置する場合には、これらが構造物に及ぼす影響を考慮する。

下部工編（その１）・・・旧建設省基準

1 章 総則

1 - 1 適用の範囲

この編は、支柱に適用する。ただし、本編に記載なき事項については、次の示方書に準拠する。（以下道示と略する。）

道路橋示方書 共通編～ 耐震設計編 日本道路協会（H29.11）

1 - 2 構造形式及び材料の選定

- （３） 構造形式及び材料は、上部構造の形式・上部構造からの荷重・上部構造からきまる支点の許容変位量・気象の影響・流水の影響・地盤条件・施工条件等を考慮して選定する。
- （４） 1 基の基礎構造には、異種の形式を併用しないのを原則とするものとする。ただし、十分な検討を行って安全をたしかめた場合は併用してもよい。
- （５） 下部構造の形式は、視距等道路交通に対する影響を考慮して選定する。
- （６） 下部構造の形式は、死荷重状態で偏心荷重状態となることを避けるのが望ましい。

1 - 3 柱の形状

道路の中央帯に設ける場合の支柱の柱の形状は、橋軸方向 2.30m × 橋軸直角方向 1.70m を標準断面とし、外力及び現地の状況を考慮して拡大することを基本とする。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P113]

2 章 作用

2 - 1 作用の種類

支柱の設計にあたっては、 共通編 3 章作用に示す荷重を考慮する。

3 章 鋼構造

3 - 1 適用の範囲

この章は、主として鋼製の支柱に適用する。

3 - 2 鋼種の選定

鋼種の選定は、 軌道桁編 3 章 3-3 に示す規定による。

3 - 3 設計状況の設定

- (1) 設計にあたっては、 共通編 2 章の規定に示す設計状況を、 共通編 3 章に規定する作用を用いて適切に設定しなければならない。また、設定にあたっては、それぞれの設計状況の区分において橋にとって最も不利となる作用の組合せを考慮することを原則とする。
- (2) (3)及び(4)による場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
- (3) 作用の組合せを、3 - 3 の規定に従い設定する。
- (4) 施工時の設計状況は、(3)に関わらず、施工条件を考慮して所要の橋の性能が得られるよう適切に設定する。

[道路橋示方書 編 P46]

3 - 4 作用の組合せ

(1) 設計で考慮する状況は、共通編 3 章に規定する作用を次の規定のとおり組み合わせさせて代表させるものとし、各状況において、括弧書きの作用については橋が最も不利な状況になる条件を考慮して組み合わせなければならない。

1) 永続作用による影響が支配的な状況 (永続作用支配状況)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP +(ER)

2) 変動作用による影響が支配的な状況 (変動作用支配状況)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +TF +(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK) +WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF) +GD+SD+(CF)+(BK)+WS+WL+WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WS +WP +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH+(TF)+(SW)+GD+SD +WP+EQ +(ER)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP+EQ +(ER)

D+L +PS+CR+SH+E+HP+(U) +(TF) +GD+SD +WP+EQ +(ER)

3) 偶発作用による影響が支配的な状況 (偶発作用支配状況)

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +EQ

D+L +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +EQ

D +PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +CO

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD+(CF) +CO

D+L+I+LF+PS+CR+SH+E+HP+(U) +GD+SD +ST

4) 風荷重については必要に応じて他の作用を考慮しない場合など、また、衝突荷重及び制動荷重については死荷重及び活荷重のみと組合せる場合など、1) 2) 以外の条件を適切に設定する。

(2) (1) 1) から 3) に規定する作用の組合せに対して、表 - 1 ~ 3 の荷重組合せ係数及び荷重係数を考慮する。

ここに、

p : 荷重組合せ係数であり、異なる作用の同時載荷状況に応じて、設計で考慮する荷重規模の補正を行うための係数。

q : 荷重係数であり、荷重特性値に対するばらつきに応じて、設計で考慮する荷重規模の補正を行うための係数。

表 - 1 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (1/3)

作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値									
			D		L		LF		PS, CR, SH		E, HP, u	
			p	q	p	q	p	q	p	q	p	q
①	D	永続作用 支配状況	1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
②	D+L	変動作用 支配状況	1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
③	D+TH		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
④	D+TH+WS		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑤	D+L+TH		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑥	D+L+WS+ WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑦	D+L+TH+ WS+WL		1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
⑧	D+WS		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑨	D+TH+EQ		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑩	D+EQ		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+EQ		1.00	1.05	1.00	1.25	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑪	D+EQ	偶発作用 支配状況	1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+EQ		1.00	1.05	1.00	1.25	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
⑫	D+CO		1.00	1.05	-	-	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+CO		1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05
	D+L+ST		1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05

表 - 2 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (2/3)

作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値									
			TH		TF		GD SD		CF BK		WS	
			p	q	p	q	p	q	p	q	p	q
①	D	永続作用 支配状況	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
②	D+L	変動作用 支配状況	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
③	D+TH		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
④	D+TH+WS		0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	0.75	1.25
⑤	D+L+TH		0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
⑥	D+L+WS+ WL		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25
⑦	D+L+TH+ WS+WL		0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25
⑧	D+WS		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.25
⑨	D+TH+EQ		0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
⑩	D+EQ		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
⑪	D+EQ	偶発作用 支配状況	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
⑫	D+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	D+L+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
	D+L+ST		-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-

表 - 3 作用の組合せに対する荷重組合せ係数及び荷重係数 (3/3)

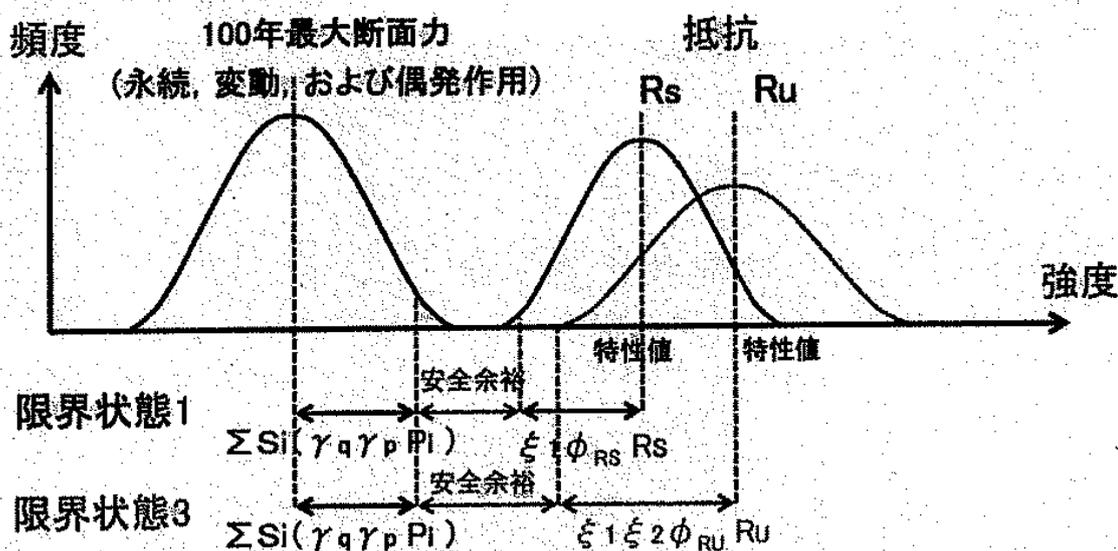
作用の組合せ		設計状況の区分	荷重組合せ係数 p と荷重係数 q の値								
			WL		EQ		CO		ST		
			p	q	p	q	p	q	p	q	
①	D	永続作用支配状況	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②	D+L	変動作用支配状況	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③	D+TH		-	-	-	-	-	-	-	-	-
④	D+TH+WS		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑤	D+L+TH		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑥	D+L+WS+WL		0.50	1.25	-	-	-	-	-	-	-
⑦	D+L+TH+WS+WL		0.50	1.25	-	-	-	-	-	-	-
⑧	D+WS		-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨	D+TH+EQ		-	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-
⑩	D+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-
⑪	D+EQ	偶発作用支配状況	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	
	D+L+EQ		-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	
⑫	D+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	
	D+L+CO		-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	
	D+L+ST		-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	

[道路橋示方書 編 P49]

3-5 部材の限界状態照査

表 - 4 部材等の限界状態

限界状態 1	部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態 (鋼橋・鋼部材編項目例：板の引張降伏、圧縮降伏)
限界状態 2	部材等としての荷重を支持する能力は低下しているもののあらかじめ想定する能力の範囲にある限界の状態 (耐震編にて規定)
限界状態 3	これを超えると部材等としての荷重を支持する能力が完全に失われる限界の状態 (鋼橋・鋼部材編項目例：板の局部座屈、全体座屈)



100年間で最大の断面力を与える1段階の荷重組合せ



限界状態 1 と限界状態 3 について照査

限界状態 1

$$\sum S_i (\gamma_q \gamma_p P_i) \quad 1 \cdot \Phi_{RS} \cdot R_S \cdots \cdots \cdots (- 1)$$

限界状態 3

$$\sum S_i (\gamma_q \gamma_p P_i) \quad 1 \cdot 2 \cdot \Phi_{RU} \cdot R_U \cdots \cdots \cdots (- 2)$$

- P_i : 作用の特性値
 γ_q 、 γ_p : 荷重係数、組合せ係数
 γ_1 : 調査・解析係数
 γ_2 : 部材・構造係数
 Φ_{RS} 、 Φ_{RU} : 限界状態 1、3 に対応する抵抗係数
 R_S 、 R_U : 限界状態 1、3 に対応する抵抗の特性値

限界状態 1 (軸方向引張力を受ける部材)

表 - 5 調査・解析係数、抵抗係数

	1	Φ_{Yt}
以下以外の組合せ	0.90	0.85
D+EQ(L1)		1.00
D+EQ(L2)	1.00	

限界状態 3 (軸方向引張力を受ける部材)

表 - 6 調査・解析係数、部材・構造係数、抵抗係数

	1	2	Φ_{Yt}
以下以外の組合せ	0.90	1.00	0.85
D+EQ(L1)		0.95 ¹⁾	1.00
D+EQ(L2)	1.00		

注:1) SBHS500 及び SBHS500W

3-6 鋼部材の特性値

3-6.1 一般

使用鋼材及び鋳鍛造品の特性値は、軌道桁編 3 章を適用する。
ただし、鋼管部材については 軌道桁編 3 章の各鋼種に対する上限値を用いるものとする。局部座屈に対する特性値は 3-6.3 に示す値を適用する。

[道路橋示方書 編 P477]

3-6.2 鋼管部材の限界状態 1

3-6.2.1 軸方向圧縮力を受ける鋼管部材

軸方向圧縮力を受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 1 9 章鋼管 19.8.1 の規定を満足する場合には、限界状態 1 を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P494]

3-6.2.2 軸方向引張力を受ける鋼管部材

軸方向引張力を受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.3.5 の規定を満足する場合には、限界状態 1 を超えないとみなしてよい。ただし、部分係数は表 -7 に示す値とする。

表 -7 調査・解析係数、抵抗係数

	1	Φ_{Rt}
)) 及び) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
) 組合せケース で を考慮する場合		1.00
) 組合せケース で を考慮する場合		

軸方向引張力を受ける鋼管部材では、鋼管部材に生じる応力度が鋼材の降伏強度に達する状態を限界状態 1 とし、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.3.5 に規定される軸方向引張力を受ける部材が限界状態 1 を超えないとみなせる条件を満足する場合、限界状態 1 を超えないとみなしてよいとされた。

[道路橋示方書 編 P494]

3-6.2.3 曲げモーメントを受ける鋼管部材

曲げモーメントを受ける鋼管部材が、3-6.3.3 の規定を満足する場合には、限界状態 1 を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P495]

3-6.2.4 せん断力を受ける鋼管部材

せん断力を受ける鋼管部材が、3-6.3.4の規定を満足する場合には、限界状態1を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P495]

3-6.2.5 軸方向力及び曲げモーメントを受ける鋼管部材

軸方向力及び曲げモーメントを同時に受ける鋼管部材が、3-6.3.5の規定を満足する場合には、限界状態1を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P495]

3-6.2.6 軸方向圧縮力及びせん断力を受ける鋼管部材

軸方向圧縮力及びせん断力を受ける鋼管部材が、3-6.3.6の規定を満足する場合には、限界状態1を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P496]

3-6.3 鋼管部材の限界状態 3

3-6.3.1 軸方向圧縮力を受ける鋼管部材

軸方向圧縮力を受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.4.4 の規定を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。ただし、部分係数は表 - 8 により、局部座屈の影響を考慮した特性値の補正係数は式(- 3)に示す値とする。

$$\rho_{crl} = \begin{cases} 1.0 & \left(\frac{R}{\alpha t} \leq \chi \right) \\ 1 - 0.003 \left(\frac{R}{\alpha t} - \chi \right) & \left(\chi < \frac{R}{\alpha t} \leq 200 \right) \end{cases} \dots\dots (- 3)$$

ここに、

ρ_{crl} : 局部座屈に対する圧縮応力度の特性値に関する補正係数

R : 鋼管の半径(中心から外縁までの距離)(mm)

t : 鋼管の板厚(mm)

$$\alpha = 1 + \frac{\phi}{10}$$

$$\phi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, 0 \leq \phi \leq 2$$

σ_1 : 曲げにより、鋼管に圧縮が生じる側の合応力度(N/mm²)。ただし、符号は圧縮応力度を負とする。

σ_2 : 曲げにより、鋼管に引張が生じる側の合応力度(N/mm²)。ただし、符号は圧縮応力度を負とする。

χ : SS400 相当の場合 50(t ≤ 40)

55(t > 40)

SM490 相当の場合 35(t ≤ 40)

40(t > 40)

SM490Y 相当の場合 35

SM570 相当の場合 25

表 - 8 調査・解析係数、部材・構造係数、抵抗係数

	1	$\frac{2}{3} \Phi_{Rt}$ ($\frac{2}{3} \Phi_{Rt}$ と Φ_{Rt} の積)
)) 及び) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
) 組合せケースで を考慮する場合		1.00
) 組合せケースで を考慮する場合	1.00	

軸方向引張力を受ける鋼管部材

軸方向引張力を受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.4.5 の規定を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。ただし、部分係数は表 - 9 によるものとする。

表 - 9 調査・解析係数、部材・構造係数、抵抗係数

	¹	² Φ_{Rt} (² と Φ_{Rt} の積)
)) 及び) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
) 組合せケースで を考慮する場合		1.00
) 組合せケースで を考慮する場合	1.00	

[道路橋示方書 編 P498]

3-6.3.3 曲げモーメントを受ける鋼管部材

曲げモーメントを受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.4.6 の規定を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。このとき、横倒れ座屈に対しては曲げ圧縮応力度の制限値の上限値を用いて照査し、局部座屈に対しては、道示 鋼橋・鋼部材編 1 9 章鋼管 19.8.1 の規定を用いる。

[道路橋示方書 編 P499]

3-6.3.4 せん断力を受ける鋼管部材

せん断力を受ける鋼管部材が、式(- 4)を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。このとき、支持条件、溶接による初期変形及び残留応力等の初期不整の影響、環補剛材やダイアフラムの有無等を考慮する。ただし、部分係数は表 - 12 によるものとする。

$$\tau_{ud} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \Phi_{Rs} \cdot \tau_{yk} \dots\dots\dots (- 4)$$

ここに、

- τ_{ud} : せん断応力度の制限値(N/mm²)
- τ_{yk} : 表 - 10 に示す局部座屈に対するせん断降伏強度の特性値(N/mm²)
- Φ_{Rs} : 抵抗係数で、表 - 12 に示す値とする。
- τ_1 : 調査・解析係数で、表 - 12 に示す値とする。
- τ_2 : 部材・構造係数で、表 - 12 に示す値とする。

表 - 10 局部座屈に対するせん断降伏強度の特性値 (1/2)

鋼種	鋼管の板厚(mm)	局部座屈に対するせん断降伏強度(N/mm ²)	
		補剛材を設ける場合	補剛材を設けない場合
SS400 SM400 SMA400W STK400	40 以下	$135 - 0.003 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} < 120$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $120 < \frac{R}{t} < 200$	85
	40 を超え 100 以下	$125 - 0.003 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} < 130$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $130 < \frac{R}{t} < 200$	
SM490 STK490	40 以下	$180 - 0.007 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} < 95$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $95 < \frac{R}{t} < 200$	100
	40 を超え 100 以下	$170 - 0.006 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} < 100$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $100 < \frac{R}{t} < 200$	

表 - 11 局部座屈に対するせん断降伏強度の特性値 (2/2)

鋼種	鋼管の板厚(mm)	局部座屈に対するせん断降伏強度(N/mm ²)	
		補剛材を設ける場合	補剛材を設けない場合
SM490Y SM520 SMA490W	40 以下	$205 - 0.010 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 85$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $85 < \frac{R}{t} \leq 200$	
	40 を超え 75 以下	$190 - 0.008 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 90$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $90 < \frac{R}{t} \leq 200$	
	75 を超え 100 以下	$185 - 0.007 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 95$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $95 < \frac{R}{t} \leq 200$	
SM570 SMA570W	40 以下	$250 - 0.018 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 70$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $70 < \frac{R}{t} \leq 200$	
	40 を超え 75 以下	$235 - 0.016 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 75$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $75 < \frac{R}{t} \leq 200$	
	75 を超え 100 以下	$235 - 0.015 \left(\frac{R}{t} \right)^2$: $\frac{R}{t} \leq 75$ $12,500 / \left(\frac{R}{t} \right) - 15$: $75 < \frac{R}{t} \leq 200$	

表 - 12 調査・解析係数、部材・構造係数、抵抗係数

	1	$2 \Phi_{Rs}$ ($2 \Phi_{Rs}$ の積)
)) 及び) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
) 組合せケースで を考慮する場合		1.00
) 組合せケースで を考慮する場合	1.00	

軸方向力及び曲げモーメントを受ける鋼管部材

軸方向力及び曲げモーメントを同時に受ける鋼管部材が、道示 鋼橋・鋼部材編 5 章耐荷性能に関する部材の設計 5.4.8 の規定を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。

[道路橋示方書 編 P501]

3-6.3.6 軸方向圧縮力及びせん断力を受ける鋼管部材

軸方向圧縮力応力度及び曲げに伴うせん断応力度が同時に作用する鋼管部材が、垂直応力度及び曲げに伴うせん断応力度がそれぞれ最大となる荷重状態に対して、式(- 5)を満足する場合には、限界状態 3 を超えないとみなしてよい。

$$\frac{\sigma_d}{\sigma_{cud}} + \left(\frac{\tau_d}{\tau_{ud}} \right)^2 \leq 1 \dots\dots\dots (- 5)$$

ここに、

σ_d : 鋼管断面に作用する垂直応力度(N/mm²)で、軸方向圧縮応力度と曲げ応力度の和をとる。

τ_d : 鋼管断面に作用する曲げに伴うせん断応力度(N/mm²)

σ_{cud} : 19.8.1 に規定する圧縮応力度の制限値(N/mm²)

τ_{ud} : せん断応力度の制限値(N/mm²)で式(- 4)により算出する。

[道路橋示方書 編 P502]

4 章 コンクリート構造

4 - 1 適用の範囲

この章は、鉄筋コンクリート及び鉄骨鉄筋コンクリート支柱に適用する。

4 - 2 使用部材の各特性値

道示 コンクリート橋・コンクリート部材編 4 章を準用する。

4 - 3 橋脚の設計

4 - 3 . 1 梁・柱部の設計一般

- (1) 橋脚は、上部構造等から作用する荷重を確実に基礎に伝達できる構造としなければならない。
- (2) (1)を満足するために、T 形橋脚とする場合は 4-3.2、ラーメン橋脚とする場合は 4-3.3 の規定を満足しなければならない。

[道路橋示方書 編 P93]

4 - 3 . 2 T 型橋脚

- (1) T 形橋脚の設計にあたっては、柱及び張出ばりで構成される部材の形状の影響等を適切に考慮しなければならない。
- (2) (3)及び(4)の規定に従う場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
- (3) T 形橋脚の柱は、1)及び2)に従って設計する。
 - 1) T 形橋脚の柱は、フーチング等との接合部を固定端とする片持ちばりとして設計する。
 - 2) T 形橋脚の柱の設計にあたっては、最も不利となる軸力及び曲げモーメントの組合せを荷重として用いる。
- (4) T 形橋脚の張出ばりは、1)から3)に従って設計する。
 - 1) 張出ばりは、片持ちばりとして設計する。
 - 2) 片持ちばりの張出長は、柱断面が長方形の場合には柱前面における鉛直断面から、円形の場合には柱外面より柱直径の 1/10 内側へ入った位置からはり先端までの長さとする。また、柱断面が小判形の場合には、断面が半円形と長方形からなるものとして円形の場合の規定により張出長を求める。
 - 3) 張出ばりを一方向にのみ張出す場合には、道示 コンクリート橋・コンクリート部材編 15.3 から 15.5 に規定する端接合部として設計する。

[道路橋示方書 編 P95]

4-3.3 ラーメン橋脚

- (1) ラーメン橋脚の設計にあたっては、柱及びはりで構成される部材の形状や不静定構造であることによる影響等を適切に考慮しなければならない。
- (2) (3)及び(4)に従う場合には、(1)を満足するとみなしてよい。
- (3) フーチングが連続していないラーメン橋脚では、不同沈下及び相対水平移動を考慮して設計する。
- (4)1) ラーメン橋脚は、面外荷重に対する柱の荷重分担を適切に評価して設計する。
 - 2) 3)による場合には、1)を満足するとみなしてよい。
 - 3) ラーメン橋脚の面外荷重に対する柱の分担率は、柱の剛度比によって定める。ただし、柱の剛度にあまり差がない場合には、柱の軸力に比例させて面外荷重を分配した場合についても検討する。
- (5) 柱とはりの接合部は、道示 コンクリート橋・コンクリート部材編 15.3 から 15.7 の規定に従って設計する。

[道路橋示方書 編 P98]

4-4 橋座部の設計

- (1) 橋座部は、支承部等から作用する荷重を躯体に確実に伝達できる構造としなければならない。
- (2) 橋座部は、(1)を満足するため、支承部から作用する荷重に対して(3)から(5)を満足しなければならない。
- (3) 支承部が取り付けられる橋座部の部位において、(4)を満足する場合には、支承部からの水平力に対する部材等の強度に関する限界状態 1 を超えないとみなしてよい。
- (4) 支承部が取り付けられる橋座部の部位において、1)及び2)を満足する場合には、支承部からの水平力に対する部材等の強度に関する限界状態 3 を超えないとみなしてよい。
 - 1) 式(- 6)に従い支承部の縁端と下部構造頂部縁端との間の距離(支承縁端距離)を確保する。

$$S \geq 0.2 + 0.005l \dots\dots\dots (- 6)$$

ここに、

S : 支承縁端距離(m)

l : 支間長(m)

[道路橋示方書 編 P115]

2) レベル 2 地震動を考慮する設計状況において支承部から作用する水平力が式 (- 7)により算出する制限値を超えない。

$$P_{bs} = P_c + P_s \cdots \cdots \cdots (- 7)$$

$$P_c = 0.32\alpha\sqrt{\sigma_{ck}}A_c \cdots \cdots \cdots (- 8)$$

$$P_s = \sum \beta(1-h_i/d_a)\sigma_{sy}A_{si} \cdots \cdots \cdots (- 9)$$

ここに、

P_{bs} : 橋座部における支承部から作用する水平力の制限値(N)

P_c : コンクリートの負担する耐力(N)

P_s : 補強鉄筋の負担する耐力(N)

α : コンクリートの負担分を算出するための係数で、図 - 1 による。

σ_n : 鉛直力による支承下面の支圧応力度(N/mm²)。支承に作用する死荷重反力を下鋼板の面積で除した値とする。

σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

A_c : コンクリートの抵抗面積(mm²)

β : 補強鉄筋の負担分に関する係数で、0.5 としてよい。

h_i : i 番目の補強鉄筋の橋座面からの距離(m)

d_a : 支承背面側のアンカーボルトの中心から橋座縁端までの距離(m)

σ_{sy} : 補強鉄筋の降伏強度の特性値(N/mm²)

A_{si} : i 番目の補強鉄筋の断面積(mm²)

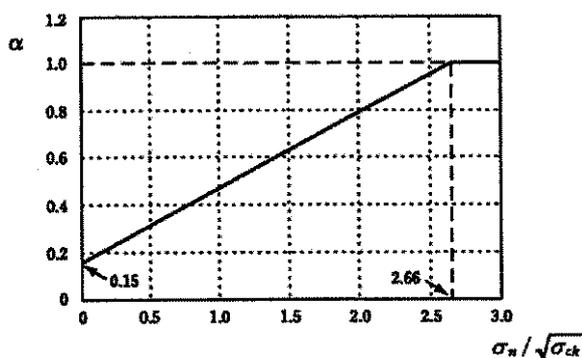


図 - 1 コンクリートの負担分を算出するための係数 α

(5) 支承部が取り付けられる橋座部の部位は、集中荷重による局所的な影響が部材に生じないように、鉄筋を配置することにより適切に補強する。

(6) 橋座部の設計にあたっては、1)及び2)に配慮しなければならない。

1) 塵埃、滞水等による支承部や上部構造の腐食等への対応。

2) 支承部等の点検、交換及び損傷への対応が確実かつ容易に行えること。

5 章 基礎

道示 下部構造編を準用する。

下部工編（その2）・・・旧運輸省基準

1 章 総則

1 - 1 適用の範囲

この章は、下部構造の設計に適用する。

1 - 2 荷重

下部構造の設計に用いる荷重は、 共通編 3 章に示すものとする。

2 章 支柱

2 - 1 総則

2 - 1 - 1 適用の範囲

この章は、鋼及び鉄筋コンクリートの支柱の設計に適用する。

2 - 1 - 2 支柱の剛性

支柱は、支承、伸縮装置等の構造を考慮して、十分な剛性を有するよう設計しなければならない。

2-1-3 支承に作用する列車方向の荷重

(1) 上部構造から支承に作用する列車方向の荷重は次による。

$$\text{固定支承} \quad P_1 = T - \frac{\mu R}{2}, \text{ かつ } P_1 \leq \frac{T}{2}$$

$$\text{可動支承} \quad P_2 = \mu R, \text{ かつ } P_2 \leq \frac{T}{2}$$

T : 列車方向の水平力

μ : 共通編 3-2.18 に示す摩擦係数

R : 上部構造反力

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P58]

2-2 許容応力度

2-2-1 鋼材の許容応力度

2-2-1-1 構造用鋼材及び溶着部の許容応力度

軌道桁編 3-4-2 を適用する。

2-2-1-2 ボルト及びピンの許容応力度

軌道桁編 3-4-3 を適用する。

2-2-1-3 鋼管の許容応力度

鋼管構造に用いる鋼材の許容応力度は、表 - 13 によるものとする。ただし、開先溶接については、軌道桁編 3-4.2 の規定による。

表 - 13 鋼管の許容応力度 (N/mm²)

鋼種	SS400 SM400 SMA400 STK400	SM490 STK490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570	
(a) 軸方向引張応力度(純断面積につき)	150	200	220	260	
(b) 軸方向圧縮応力度(純断面積につき)	II 軌道桁編 表 II-25 を適用する。				
i) 全体座屈に対するもの	II 軌道桁編 表 II-25 を適用する。				
ii) 局部座屈に対するもの	板厚 40mm以下	R/t ≤ 50 : 140 200 ≥ R/t > 50 : 140 - 0.44(R/t - 50)	R/t ≤ 35 : 185 200 ≥ R/t > 35 : 185 - 0.57(R/t - 35)	R/t ≤ 35 : 210 200 ≥ R/t > 35 : 210 - 0.68(R/t - 35)	R/t ≤ 25 : 255 200 ≥ R/t > 25 : 255 - 0.82(R/t - 25)
	板厚 40mmをこえ 75mm以下	R/t ≤ 55 : 125 200 ≥ R/t > 50 : 125 - 0.39(R/t - 55)	R/t ≤ 40 : 175 200 ≥ R/t > 40 : 175 - 0.56(R/t - 40)	R/t ≤ 35 : 195 200 ≥ R/t > 35 : 195 - 0.62(R/t - 35)	R/t ≤ 25 : 245 200 ≥ R/t > 25 : 245 - 0.78(R/t - 25)
R : 鋼管の半径 (mm) (中心から外縁までの距離) t : 鋼管の厚さ (mm)					
(c) 軸方向圧縮力及び曲げモーメントを受ける部材	II 軌道桁編 表 II-25 を適用する。				
i) 全体座屈に対するもの	II 軌道桁編 表 II-25 を適用する。				
ii) 局部座屈に対するもの	t _a = α × t として (b), ii) による鋼管厚 t _a の許容応力度を用いるものとする。 α = 1 + φ/10 φ = (σ ₁ - σ ₂)/σ ₁ 0 ≤ φ ≤ 2 σ ₁ : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度、ただし、圧縮応力度(N/mm ²)に対して符号は負とする。 σ ₂ : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度、ただし、圧縮応力度(N/mm ²)に対して符号は負とし、引張応力度(N/mm ²)に対して符号は正とする。				
(d) せん断応力度					
i) 補剛材を設けるもの	板厚 40mm以下	R/t ≤ 120 : 80 - 0.0018(R/t) ² 200 ≥ R/t > 120 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 95 : 105 - 0.0039(R/t) ² 200 ≥ R/t > 95 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 85 : 120 - 0.0056(R/t) ² 200 ≥ R/t > 85 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 70 : 145 - 0.0106(R/t) ² 200 ≥ R/t > 70 : 7,500/(R/t) - 9.0
	板厚 40mmをこえ 75mm以下	R/t ≤ 130 : 75 - 0.0016(R/t) ² 200 ≥ R/t > 130 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 100 : 110 - 0.0034(R/t) ² 200 ≥ R/t > 100 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 90 : 115 - 0.0050(R/t) ² 200 ≥ R/t > 90 : 7,500/(R/t) - 9.0	R/t ≤ 75 : 140 - 0.0087(R/t) ² 200 ≥ R/t > 70 : 7,500/(R/t) - 9.0
ii) 補剛材を設けないもの (R/t ≤ 30)	50	60	-	-	
(e) 応力度の組合せ	軸方向圧縮度とせん断応力度の組合せは、次式によって照査する。 $\frac{\sigma}{\sigma_a} + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1$ ここに、σ : その断面に生じる垂直応力度(σ _n + σ _b) (N/mm ²) τ : その断面に生じるせん断応力度 (N/mm ²) σ _a : (b) ii) または (e) ii) によって求めた局部座屈による許容圧縮応力度 (N/mm ²) τ _a : (d) によって求めた局部座屈による許容せん断応力度 (N/mm ²) σ _n : 軸力による垂直応力度 (N/mm ²) σ _b : 曲げによる垂直応力度 (N/mm ²)				

2-2-2 鋼支柱の許容応力度

- (7) ひとつの荷重による鋼支柱各部の設計応力度は、本章 2-2-1 に規定する許容応力度をこえてはならない。
- (8) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(L1)、衝撃(I)及び遠心荷重(CF)のみの応力度に対して検討する。
- (9) 荷重の組合せは原則として表 -14 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は、本章 2-2-1 に規定する許容応力度に表 -14 に示す割増係数を乗じた値とすることができる。ただし、基礎については本章 2-2-5 の項を準用する。

表 - 14 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	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+車両横荷重	1.00	
3	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+風荷重	1.25	死荷重+風荷重 (活荷重がない 場合)について も検討する。
4	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +制動荷重又は始動荷重	1.25(1.35)	
5	架設時荷重	1.25	
6	死荷重+活荷重+遠心荷重+地震の影響	1.60[1.70]	
7	死荷重+活荷重+遠心荷重+衝突荷重	1.60[1.70]	
8	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.60[1.70]	

注:1)()内の係数は、複線を支持する部材に用い、この場合、制動荷重又は始動荷重は、列車の進行する方向によって部材にもっとも不利となる応力となるように制動荷重と始動荷重の組合せを考える。

2)[]内は SM570 の鋼材を用いる場合を示す。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P59]

2-2-3 コンクリートの基本許容応力度

(1) 基準の許容曲げ圧縮応力度（軸方向力を伴う場合を含む）は表 - 15 の値とする。

表 - 15 コンクリートの基準の許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 c_k	18	21	24	27	30	40
基準の許容曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	14.0

(2) 斜引張鉄筋のない部材の許容せん断応力度は表 - 16 の値とする。

表 - 16 許容せん断応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 c_k	18	21	24	27	30	40
曲げによるせん断 a_1	0.35	0.37	0.39	0.42	0.45	0.55
押抜きせん断 a_p	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.70

(3) 斜引張鉄筋のある部材の基準の許容せん断応力度は表 - 17 の値とする。ただし、ねじりの影響を考慮する場合は基準の許容せん断応力度 a_2 に 1.3 を乗じた値とする。

表 - 17 基準の許容せん断応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 c_k	18	21	24	27	30	40
a_2	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

(4) 基準の許容付着応力度は表 - 18 の値以下とする。

表 - 18 基準の許容付着応力度 (N/mm²)

コンクリートの設計基準強度 c_k	18	24	30	40
丸鋼	0.7	0.8	0.9	1.0
異形鉄筋	1.4	1.6	1.8	2.0

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P40~41]

2-2-4 鉄筋の許容応力度

コンクリートに生ずる引張応力を受けるために鉄筋を用いる場合、その基準の許容引張応力度は表 - 19 の値とする。

表 - 19 鉄筋の基準の許容引張応力度 (N/mm²)

鉄筋の種類	SR235	SR295	SD295A SD295B	SD345	SD390
基準の許容引張応力度	140	180	180	200	220

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P40]

2-2-5 鉄筋コンクリート支柱の許容応力度

- (1) ひとつの荷重による鉄筋コンクリート支柱各部の設計応力度は、本章 2-2-3 及び 2-2-4 に規定する許容応力度をこえてはならない。
- (2) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(LI)、衝撃(I)及び遠心荷重(CF)のみの応力度に対して検討する。
- (3) 荷重の組合せは原則として表 - 20 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は本章 2-2-3 及び 2-2-4 に規定する許容応力度に表 - 20 に示す割増係数を乗じた値とすることができる。

表 - 20 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	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+車両横荷重	1.00	
3	死荷重+風荷重	1.25	
4	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +制動荷重又は始動荷重	1.15	
5	架設時荷重	1.30	
6	死荷重+地震の影響	1.50	
7	死荷重+活荷重+遠心荷重+衝突荷重	1.50	
8	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.50	

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P62]

2 - 3 破壊安全度の検討

地震時におけるコンクリート部材断面の破壊安全度は次により検討する。

- (1) 部材の断面の破壊に対する検討は、表 -21 に示す構造物（フーチング以下の部分を除く）の部材断面の破壊強度が同表に示す荷重組合せによる断面力以下であることを確かめることにより行うものとする。ただし、この検討を行った場合、表 -20 における死荷重 + 地震の影響の荷重組合せの検討を行わなくてよい。

この場合の列車荷重は破壊構造物においても単線載荷とする。ただし、駅部では、複線載荷も検討する。

表 - 21 部材の墓に対する検討に用いる荷重の組合せ

構造物の種類	部材断面の破壊に用いる荷重の組合せ
支柱 ラーメン構造	$1.0 \times (\text{死荷重}) + 1.0 \times (\text{列車荷重}) + 1.5 \times (\text{地震の影響})$

注：線路方向を検討する場合の列車荷重に乗ずる設計水平震度は 0.20 とし、1.5 を乗じてはならない。

遠心荷重が作用する場合は、 $1.0 \times (\text{遠心荷重})$ を加える。

- (2) 地震時における破壊強度の計算

圧縮と曲げを受ける断面の破壊強度の計算は次の仮定によって、これを行うものとする。

- 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応力は、これを無視する。
- 3) コンクリートの圧縮応力度 - ひずみ曲線及びコンクリートの応力度の分布は、編 4-3'-24) によるものとし、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。
- 4) 鉄筋の応力度 - ひずみ曲線は、編 4-3'-2 6) による。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P63]

3 章 ラーメン構造

3 - 1 総則

3 - 1 - 1 適用の範囲

この編は、鋼及び鉄筋コンクリートのラーメン構造の設計に適用する。

3 - 1 - 2 荷重

ラーメン構造の設計に用いる荷重は、 共通編 3 章に示すものとする。

3 - 2 鋼構造

3 - 2 - 1 総則

3 - 2 - 1 - 1 適用の範囲

この編は、鋼製のラーメン構造の設計に適用する。

3 - 2 - 1 - 2 鋼種の選定

道示 鋼橋・鋼部材編 1.4.2 を適用する。

3 - 2 - 1 - 3 設計計算に用いる物理定数

軌道桁編 3-4.3 を適用する。

3-2-2 許容応力度

3-2-2-1 構造用鋼材及び溶着部の許容応力度

軌道桁編 3-4-2 を適用する。

3-2-2-2 リベット、ボルトの許容応力度

軌道桁編 3-4-3 を適用する。

3-2-2-3 鋼管の許容応力度

本編 2-2-1-3 を適用する。

3-2-2-4 鋼ラーメンの許容応力度

- (1) ひとつの荷重による鋼ラーメン各部の設計応力度は、本章 3-2-2-1 から 3-2-2-3 に規定する許容応力度を超えてはならない。
- (2) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(L₁)、衝撃(I)及び遠心荷重(CF)のみの疲労許容応力変動範囲を超えないことを確かめる。
- (3) 荷重の組合せは原則として表 -22 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は、本章 3-2-2-1 から 3-2-2-3 までに規定する許容応力度に表 -22 に示す割増係数を乗じた値とすることができる。ただし、基礎については本章 3-3-2-3 の項を準用する。

表 -22 荷重の組合せ及び許容応力度に乗ずる係数

ケース	荷重の組合せ	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +温度変化の影響	1.15	
3	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+車両横荷重	1.00	
4	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+風荷重	1.25	死荷重+風荷重 (活荷重がない 場合)について も検討する。
5	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +制動荷重又は始動荷重	1.25(1.35)	
6	架設時荷重	1.25	
7	死荷重+活荷重+遠心荷重+地震の影響	1.60[1.70]	
8	死荷重+活荷重+遠心荷重 +温度変化の影響+地震の影響	1.60[1.70]	
9	死荷重+活荷重+遠心荷重+衝突荷重	1.60[1.70]	
10	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.60[1.70]	

注:1) ()内の係数は、複線を支持する部材に用い、この場合、制動荷重又は始動荷重は、列車の進行する方向によって部材にもっとも不利となる応力となるように制動荷重と始動荷重の組合せを考える。

2) []内は SM570 の鋼材を用いる場合を示す。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P59]

3-3 鉄筋コンクリート構造

3-3-1 総則

3-3-1-1 適用の範囲

この章は鉄筋コンクリートのラーメン構造に適用する。

3-3-1-2 設計計算に用いる物理定数の値

共通編 1-7 を適用する。

3-3-2 許容応力度

3-3-2-1 コンクリートの基本許容応力度

本編 2-2-3 を適用する。

3-3-2-2 鉄筋の許容応力度

本編 2-2-4 を適用する。

3-3-2-3 鉄筋コンクリートラーメンの許容応力度

- (1) ひとつの荷重による鉄筋コンクリートラーメン各部の設計応力度は、本章 3-3-2-1 から 3-3-2-2 に規定する設計応力度をこえてはならない。
- (2) 疲労の影響については、死荷重(D)、設計モノレール車両荷重(L_1)、衝撃(I)及び遠心荷重(CF)のみの応力度に対して検討する。
- (3) 荷重の組合せは原則として表 -23 による。なお、個々のケースにおいてもそれを構成する荷重を取捨して検討する。その場合の許容応力度は本章 3-3-2-1 から 3-3-2-2 に規定する許容応力度に表 -23 に示す割増係数を乗じた値とすることができる。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P62]

表 - 23 荷重の組合せ及び許容応力度の割増係数

ケース	荷重の組合せ	係数	備考
1	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重	1.00	
2	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重+車両横荷重	1.00	
3	死荷重+温度変化の影響+乾燥収縮の影響	1.15	
4	死荷重+風荷重	1.25	
5	死荷重+活荷重+衝撃+遠心荷重 +制動荷重又は始動荷重	1.15	
6	架設時荷重	1.30	
7	死荷重+地震の影響	1.50	
8	死荷重+活荷重+遠心荷重+衝突荷重	1.50	
9	死荷重+活荷重+車止めの影響	1.50	

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P62]

4 章 基礎

4 - 1 一般

基礎の設計に当たっては、地形、地質、環境条件等について十分な調査を行い構造物を安全に支持するとともに、有害な変位を生じないようにしなければならない。

4 - 2 転倒、滑動及び支持の検討

基礎構造物は、転倒、滑動及び支持に対する安全度の検討を行うものとする。

[運輸省 中量軌道構造設計基準 P65]

モノレール橋編

1章 総則

モノレール構造物におけるモノレール橋の設計は、 . 共通編 1 - 2 適用の範囲に示された示方書等によるものとする。ただし、疲労の影響を考慮する場合には、 . 軌道桁編又は . 下部工編に示された安全度照査を実施する。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P120]

停留場編

1 章 総則

1 - 1 適用の範囲

この章は、モノレール構造物における停留場のうち、乗降客の用に供する部分に適用する。

1 - 2 停留場の上屋

停留場の上屋の設計は、「建築基準法」を準用する。

1 - 3 横断歩道橋

横断歩道橋の設計は、「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 - 4 たわみの許容量

群集荷重による主桁のたわみは $L/600$ (L : 支間 (m)) 以下とする。

2 章 作用

2 - 1 荷重の種類

停留場の設計に当たっては、. 共通編 3 章に示す荷重を考慮する。

3 章 構造物の安全度照査 (その 1) 旧建設省基準

鋼構造については、. 下部工編 (その 1) 3 章を、コンクリート構造については同編 4 章を適用する。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P121]

3 章 構造物の安全度照査（その2）・・・・・・・・旧運輸省基準

支柱については、下部工編（その2）2 章 2 - 2 をラーメン構造については、同編 3 章 3 - 2 - 2 及び 3 - 3 - 2 を適用する。

4 章 高欄・排水等

4 - 1 高欄

高欄は、床面から 100cm 以上の高さとし、床面に与える影響については、高欄推力と床面の等分布荷重との組合せに対して、安全性を照査しなければならない。この場合、許容応力度の割増は行わない。

4 - 2 ホーム前面

ホーム前面に柵を設ける場合は、ホーム床面から 120cm の高さとするのを標準とし、その側面に直角に 1.0kN/m の推力が水平に頂上に働くものとする。

4 - 3 排水

床面は、すみやかな排水が可能なように設計しなければならない。又、床面からの排水は直接道路上に落下しないように設計しなければならない。配水管の内径は 10cm 以上とする。排水装置は、ごみ、泥等を除去しやすい構造とする。

4 - 4 床面の舗装

床面は舗装し、水たまりが生じないように排水に留意しなければならない。舗装は厚さ 2cm 以上の耐磨耗性のものとする。

ただし、コンクリート床版の場合、摩擦層 2cm 以上を見込み、一体施工したものは舗装を省略できるものとする。

4 - 5 付属施設及び添加物等

照明、標識等の付属施設及び添加物等を設置する場合には、これらが構造物に及ぼす影響を考慮する。

[建設省 モノレール構造物設計指針 P122 ~ 123]

耐震設計編

1 章 総則

1 - 1 適用の範囲

この編は大阪モノレール構造物の耐震設計に適用する。耐震設計に関し、この編に示していない事項については、道示 耐震設計編による。

1 - 2 用語の定義

この編で使用する用語の定義は次のとおりとする。

- (1) レベル 1 地震動 橋の供用中に発生する確率が高い地震動をいう。
- (2) レベル 2 地震動 橋の供用中に発生する確率は低い、大きな強度をもつ地震動をいう。

2 章 耐震設計の基本方針

- (1) 大阪モノレールは連続高架橋であり、国道及び府道を跨ぐ構造であることから、耐震設計上の橋の重要度は B 種の橋に位置付けられる。
- (2) 橋の耐震設計では、以下の 1) ~ 3) を満足しなければならない。
 - 1) 橋の耐荷性能を上部構造、下部構造及び上下部接続部の耐荷性能で代表させるとき、上部構造、下部構造、および上下部接続部は、少なくとも道示 共通編 2.3 に規定する橋の耐荷性能を満足するために必要な耐荷性能を有すること。
 - 2) 上部構造、下部構造及び上下部接続部の耐荷性能を部材等の耐荷性能で代表させるとき、これらを構成する部材等は、少なくとも道示 共通編 2.3 に規定する橋の耐荷性能を満足するために必要な耐荷性能を有すること。
 - 3) 橋の性能を満足するために必要なその他の事項を適切に設定し、その事項に対して必要な性能を有すること。

[道路橋示方書 編 P11 ~ 12]

3章 耐震設計上考慮すべき荷重とその組合せ

- (1) 耐震設計にあたっては、次の荷重を考慮しなければならない。
1. 死荷重 (D)
 2. 活荷重 (L)・・・設計モノレール車両荷重 (L_1)
 3. プレストレス (PS)
 4. コンクリートのクリープの影響 (CR)
 5. プレストレスされたコンクリートのクリープの影響 (PCR)
 6. コンクリートの乾燥収縮の影響 (SH)
 7. プレストレスされたコンクリートの乾燥収縮の影響 (PSH)
 8. 土圧 (E)
 9. 水圧 (HP)
 10. 浮力または揚圧力 (U)
 11. 地盤変動の影響 (GD)
 12. 支点移動の影響 (SD)
 13. 地震の影響 (EQ)
- (2) 荷重の組合せは次のとおりとする。
(1)項 1. ~ 13. に示す荷重に、道示 編 4 章地震の影響の特性値を適切に組み合わせる
- (3) 荷重は最も不利な応力、変位、その他の影響が生じるように作用させなければならない。

注) 耐震設計上考慮する活荷重はモノレール車両荷重の平均的荷重 (軸重 90kN) とし、一般部は複線を支持する構造物についても単線載荷の状態について検討し、駅部では単線載荷又は複線載荷の状態について検討する。

[道路橋示方書 編 P16 ~ 17]

4章 震度法による耐震設計

震度法に用いる設計水平震度は、道示 耐震設計編3章によるものとし、地域区分はA2 ($C_z=1.0$ 、 $C_{z'}=1.0$ 、 $C_{z''}=1.0$) とする。

[道路橋示方書 編 P46～55]

5 章 地震時保有水平耐力法による耐震設計

5 - 1 支柱の安全性の判定

支柱に対しては、死荷重及び活荷重を単線載荷した状態で式(- 1)、および式(- 2)を満足するよう耐震設計しなければならない。さらに、活荷重無載荷の状態では式(- 3)を満足するよう耐震設計しなければならない。

$$Pa \leq khc \cdot W \cdot \dots \cdot \dots \cdot (- 1)$$

$$R \leq Ra_1 \cdot \dots \cdot \dots \cdot (- 2) < D >$$

$$R \leq Ra_2 \cdot \dots \cdot \dots \cdot (- 3) < D+L >$$

ここに、

Pa ; 支柱の地震時保有水平耐力

khc ; 道示 耐震設計編に規定するレベル2地震動の設計水平震度
 khc は原則として支承の設計水平震度 0.9 より小さくする。

W ; 道示 耐震設計編に示される地震時保有水平耐力法に用いる等価重量

R ; 道示 耐震設計編に示される橋脚の残留変位 (mm)

Ra_1 ; 活荷重無載荷の状態での支柱の許容残留変位 (mm) で、下表内の式で得られた値のうち小さい値とする。

Ra_2 ; 活荷重を単線載荷した状態での支柱の許容残留変位 (mm) で、下表内の式で得られた値のうち小さい値とする。

荷重条件	許容残留変位	橋軸方向	橋軸直角方向
死荷重時 (D)	Ra_1	$h / 100$	$h / 100$ ただし、 $7/1000rad+55mm()$ 以内
活荷重載荷時 (D+L)	Ra_2	$h / 100$	$h / 100$ ただし、 $7/1000rad+55mm()$ 以内

1) $7/1000rad$ は、軌道保守管理基準より

2) $55mm$ は下沓とダボの隙間

[大阪モノレール運用規定 (H12.9) 通達文]

[道路橋示方書 編 P172 ~ 173]

h ; 残留変位照査位置

$$h = H +$$

h : 支柱高さ (柱基部 ~ 梁天端)

: 梁天端から照査位置までの高さ

1) 橋軸方向照査位置〔 支承中心 (ピン位置) で照査する 〕

PC 桁では、 $h = H + 0.450\text{m}$ とする。

2) 橋軸直角方向

) 死荷重時 (桁重心位置で照査する)

PC 桁では、 $h = H + 1.45\text{m}$ とする。

) 死+活荷重時 (レールレベル 走行面で照査する)

PC 桁では、 $h = H + 2.20\text{m}$ とする。

[大阪モノレール運用規定 (H12.9) 通達文]

5 - 2 支柱基礎の安全性の判定

道示 耐震設計編 10 章による。