

第2章 鋼橋

2.1 鋼橋の設計一般

2.1.1 設計の基本

- (1) 標準的なI形断面及び箱形断面のプレートガーダー橋は、「鋼道路橋設計ガイドライン(案)」により設計を行うこと。
- (2) 主桁の設計にあたっては、設計、製作、輸送、架設ならびに維持管理の確実性及び容易さを考慮した最適の断面を定めるものとする。
- (3) コンクリート系床版を用いる桁橋は、床版コンクリートの合成作用を適切に考慮する。
- (4) 計算理論は、原則として任意形平面解析および任意形格子解析によるものとする。
- (5) 設計上の仮定は、実際値との照査を行うこと。

解

- (1) 鋼道路橋設計ガイドライン(案)は、構造をできるだけ簡素化し構造を統一することにより製作の省力化を図る目的で取りまとめたものである。その内容・適用などは、ガイドラインの主旨をよく理解した上で使用すること。

ガイドラインによる構造のイメージを図-3.2.1に示す。

a) 従来の構造のイメージ

b) ガイドラインによる構造のイメージ

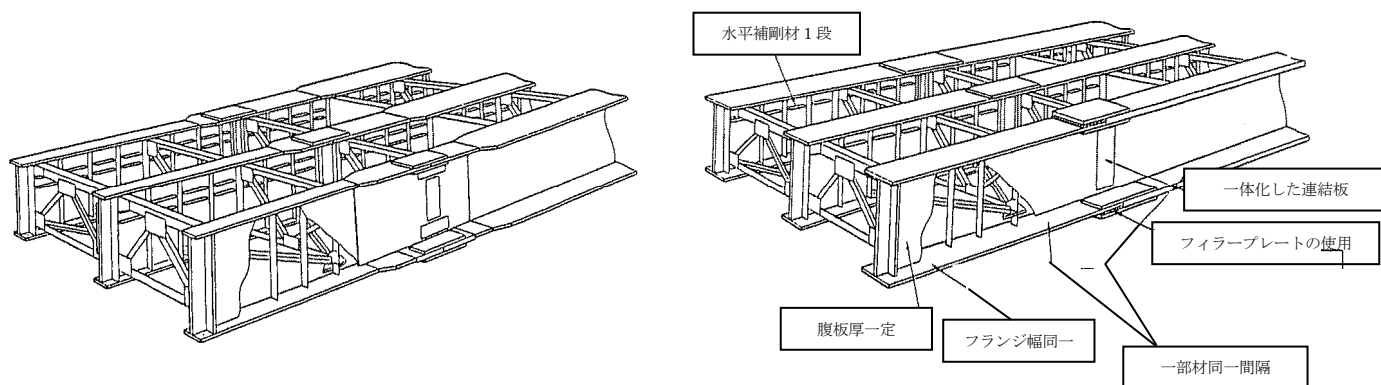


図-3.2.1 ガイドラインによる構造のイメージ

- (2) 主桁断面は、幅員、支間長に応じて、桁配置、桁高および鋼種の選定を適切に行い、製作、輸送、架設ならびに維持管理上問題のない断面構成としなければならない。

標準的な鋼橋の形式別の適用支間長や桁高などの推定については、「第2編 橋梁計画 3章 3.3 橋梁形式の一次選定」の内、表-2.3.9～表-2.3.10を参照のこと。

維持管理の確実性及び容易さとは、単に点検など設計段階で予定する維持管理行為に対する容易さに配慮するだけでなく、点検などの維持管理が困難な部位をできるだけ少な

くするなどの配慮をしなければならない。

- (3) コンクリート系床版を有する鋼橋は、「道路橋示方書Ⅱ鋼橋・鋼部材編」14章の規定に従い、床版コンクリートの合成作用を適切に考慮した設計を行うことを原則とし、コンクリート床版と鋼桁との間のずれ止めは頭付きスタッドを標準とする。なお、設計供用期間を100年とした耐久性能照査や最小床版厚の確保、防水層の設置等により、コンクリート床版の耐久性能が向上し床版取り換えのリスクが低減されていることから、従来実施していた非合成構造としての断面確保は行わないこととする。これを踏まえ、新設橋設計時には不測の損傷や将来の床版打ち換えを想定した交通の切り回しや半断面施工の可否、桁補強の実現性等を十分に検討し、対応可能な構造形式を採用することとする。なお、跨線橋等において交通の切り回しや事前の桁補強等が困難となる場合は、床版コンクリートの合成作用を考慮しない非合成構造としての照査や、床版取り換え時の施工ステップを再現した桁断面の照査の実施について、別途主管課と協議する。
- (5) 仮定鋼重と実鋼重との差は5%以内とすること。仮定剛度と実剛度との差は10%以内とすること。

参考文献：「鋼道路橋設計ガイドライン（案）」

平成7年10月

「鋼道路橋設計ガイドライン（案）Q&A」

平成8年5月

2.1.3 主桁の縦横断骨組配置

主桁の骨組は、現場施工性のよいハンチ高一定の考え方を基本とし、縦横断高さ調整は横桁、対傾構等で行うものとする。

解

工場内での縦横断高さ調整が若干複雑になるが、設備が整っている工場内作業であり、現場作業性を考慮してハンチ高一定を基本とする。

2.2 床版

2.2.1 一般

床版の設計は「道示Ⅱ. 11章」によるものとする。

2.2.2 コンクリートの設計基準強度および鉄筋の強度の特性値

床版設計時のコンクリートの設計基準強度および鉄筋の強度の特性値は以下のとおりとする。

(1) コンクリートの設計基準強度

主桁と合成作用を考えない床版 $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ 以上
 床版にプレストレスを導入する場合 道示Ⅰ編 9.2.3の規定による

主桁と合成作用を考慮する床版

床版にプレストレスを導入しない場合 $\sigma_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$ 以上
 床版にプレストレスを導入する場合 $\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ 以上

鋼コンクリート合成床版 $\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ 以上

(2) 鉄筋の疲労に対する耐久性能を満足する応力度の制限値

SD345

引張応力度の制限値 120N/mm²
 圧縮応力度の制限値 200N/mm²

解

(1) コンクリートの設計基準強度

プレストレストコンクリート部材の設計基準強度は次表以上のものとする。

表-3.2.2 プレストレストコンクリート部材の設計基準強度

	設計基準強度
プレテンション方式	36N/mm ²
ポストテンション方式	30N/mm ²

(2) 鉄筋の制限値

鉄筋は、主鉄筋、配力鉄筋とも重交通による繰り返し荷重及び橋面舗装の輪だち掘れ等に伴う衝撃の影響を考慮すると同時に、有害なひびわれの発生を防ぐことを目的として道示では疲労に対する耐久性能の照査として、鉄筋の応力度の制限値が明示されている。この制限値は、床版を支持する桁の不等沈下の影響を考慮していない曲げモーメントに対する応力度の制限値となっている。これまでの実績を踏まえて、付加曲げモーメントによる鉄筋の応力度が 20N/mm² 以下である場合には、付加曲げモーメントを考慮しない曲げモーメントに対して、この応力度の制限値を用いることができるとされている。20N/mm² を超える場合においては個別に制限値等を設定し照査を行う必要がある。

2.2.3 床版ハンチ

床版には主桁結合部付近のコンクリートに発生する有害なひびわれを防止するため、支持桁上にハンチを設ける。

解

- 1) ハンチ高は一般的に 70~80mm を標準とする。
- 2) 80mm 以上の場合には、ハンチ部に用心鉄筋を配置すること。
- 3) 箱桁上面のハンチは以下の考え方を標準とする。
 ハンチ高 50mm 未満の場合…打ち下ろしベタハンチとする。
 ハンチ高 50mm 以上の場合…埋め殺し型枠を使用する。
- 4) 床版のハンチ傾斜は、1:3 より緩やかにするのが望ましい。1:3 よりきつい場合は図-3.2.2 に示すように 1:3 までの厚さを床版として有効な断面積とみなす。

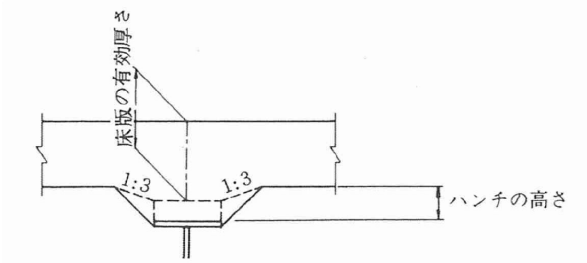


図-3.2.2 ハンチ部の床版の有効厚さ

- 5) ハンチ形状は図-3.2.3 (b)に示すひび割れが生じにくい構造を基本とする。



(a) ひび割れが生じやすい構造 (b) ひび割れが生じにくい構造

図-3.2.3 上フランジが厚い場合のハンチ構造

2.3 鋼橋の連結

2.3.1 部材の連結材

- (1) 部材の連結は、原則として摩擦接合用トルシア型高力ボルト (S10T) を用いることを原則とする。
- (2) 板厚差のあるフランジの高力ボルト継手は、原則としてフィラープレートを用いて連結するものとする。
- (3) 腹板の高力ボルト継ぎ手は原則としてモーメントプレートとシアプレートを一体化した連結板を用いる。

解

- (1) 部材の連結は、摩擦接合用トルシア型高力ボルトが一般的であり、これを用いることを原則とする。ただし、締めつけ作業が出来ないような場合には従来の摩擦接合用高力ボルト (F10T) を用いて良いこととする。
- (2) フィラーの板厚は厚い側の母材の 1/2 程度かつ 25mm 程度を限度とする。また、最小厚は 2.3mm とする。(耐候性鋼材の場合は 3.2mm とする。)

表-3.2.3 フィラープレート厚

使用鋼材		フィラープレート厚 T(mm)	
		一般鋼材	耐候性鋼材
板厚差 Δt	1mm	板厚の薄い側の母材を 1mmUP する (フィラープレートは使用しない)	板厚の薄い側の母材を 1mmUP する (フィラープレートは使用しない)
	2mm	T=2.3mm	板厚の薄い側の母材を 2mmUP する (フィラープレートを使用しない)
	3mm	T=3.2mm	T=3.2mm
	4mm	T=4.5mm	T=4.5mm
	5mm	T=4.5mm	T=4.5mm
	6mm 以上	T=板厚差 Δt と同じ	T=板厚差 Δt と同じ
フィラープレート 材質		SS400	一般部 : SPA-H or SMA400 箱桁内面 : SS400

- (3) 腹板の高力ボルト継ぎ手は原則として図-3.2.4(b)に示すモーメントプレートとシアプレートを一体化した連結板を用いる。

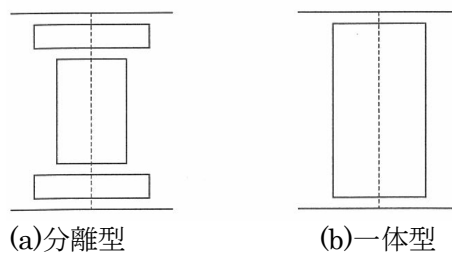


図-3.2.4 腹板の高力ボルト継手

2.3.2 連結位置

主桁の現場継手位置は以下の事項に留意して決定する。

- (1) 輸送、架設より制限される部材寸法および重量内とする。
- (2) 主桁断面配置から判断して適切な位置とすること。
- (3) 主桁の現場継手位置は、垂直補剛材間に配置することを原則とする。
- (4) 継手の設計計算に用いる曲げモーメントおよびせん断力は接合線位置のもので良い。

解

- (1) 主桁の現場継手位置は、部材の輸送条件（部材寸法、重量）以内とする。一方、最大部材重量は現場架設時のクレーン等架設機材設備にも影響するので設計段階で予め検討しておくのが望ましい。
- (2) 現場継手位置は、主桁断面応力に余裕のある位置に設けるものとする。
- (3) やむを得ない場合には、垂直補剛材位置での継手位置となることもあるが、原則としては、主桁の現場継手位置は、垂直補剛材間に配置する。
- (4) 継手の設計計算に用いる断面力は、厳密には接合線中心とボルト配置の水平距離差による影響があるが、一般的には影響が少ないので無視して良い。但し、連続桁の中間支点上付近などのように作用断面力が急変する場合や継手位置での主桁母材の応力に余裕のない場合などではこの限りではない。

2.3.3 部材の輸送

部材の最大寸法（幅・高さ・長さ）や輸送重量は、搬入路、架設方法を十分検討し決定する。また、工場製作前の鋼板輸送サイズについても考慮すること。

解

1) 工場製作される桁や部材の寸法および重量は、架橋現場までの搬入路、架設方法等を考慮して、設計上決定する。

一般国道で輸送総重量が 20t 以内の場合には、一般的に高床式セミトレーラで、幅 (B) = 2.5m、高さ (H) = 2.0m、長さ (L) = 12.0m の部材寸法が搬入上可能であるが、主要地方道や一般県道ないし山岳地などに位置する場合は設計計画時点で輸送部材寸法を検討すること。輸送上の関係法令は制限基準、許可申請および積載荷姿図などの詳細については、以下の資料等を参考にするとよい。

- ①「輸送マニュアル（陸上編）」 (社) 日本橋梁建設協会、(社) 鉄骨建設業協会
- ②「デザインデータブック」 (社) 日本橋梁建設協会

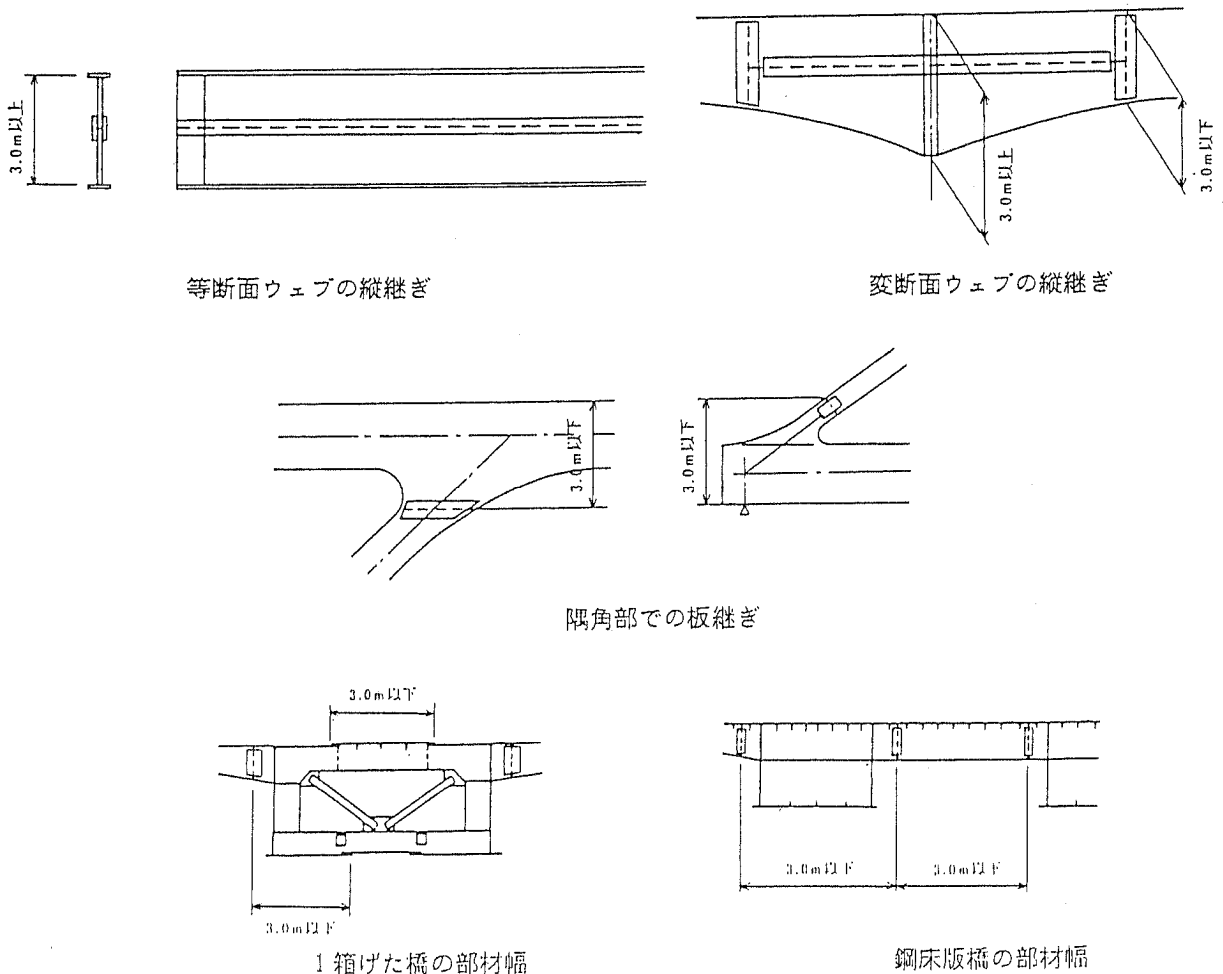


図-3.2.5 部材の寸法

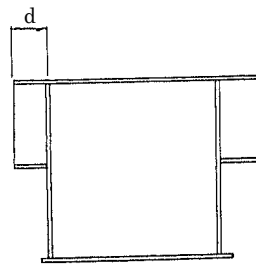
2) 箱桁断面の分割時の注意

1) 図-3.2.6 (a) は単体で輸送可能の場合であるが、横桁やブラケット取り付け仕口部寸法 d を出来るだけ小さくしておくこと。

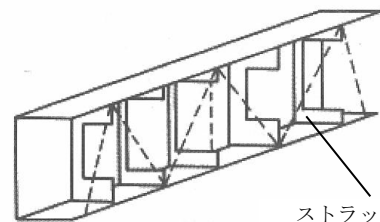
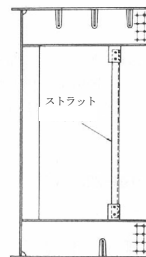
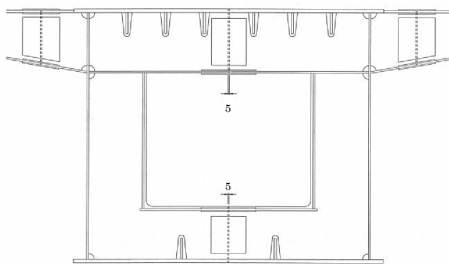
2) 図-3.2.6 (b) は2分割輸送の場合である。コの字形になるためストラットを取り付けるなどの配慮が必要である。また、ストラットはトラス状に組むのもよい。

3) 図-3.2.6 (c) は4分割輸送の場合であり、大形箱桁断面形状の場合の一般的分割方法となる。

組み立て時に下フランジを上方から落とし込めるよう $l_1 > l_2$ とすることの注意が必要である。

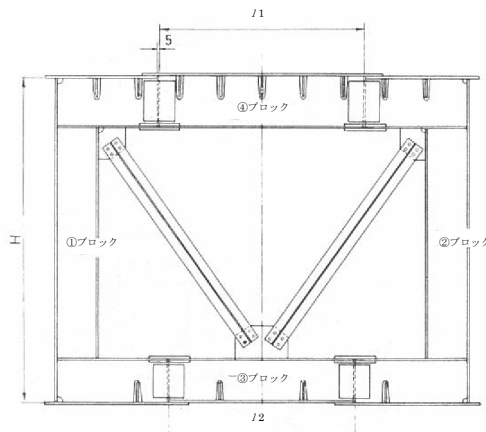


(a) 単体



ストラットをトラス状に設置

(b) 2 分割



(c) 4 分割

図-3.2.6 箱桁の分割

2.4 プレートガーダー橋 一般

2.4.1 主桁配置

主桁の配置に当たっては、大型車両の車輪の軌跡が床版に与える影響を考慮する他、以下の事項についても十分検討を行った上で決定すること。

- (1) 外桁部の張り出し量は適正量とすること。
- (2) 斜橋やバチ桁の桁配置は検討を要する。
- (3) 荷重分配横桁の間隔は 20m 以内とする（道示Ⅱ13.8.2 条）。
- (4) 曲線区間内に直線桁橋を配置する場合は検討を要する。

解

- (1) 車道側床版の張り出し量は地覆幅を含めて RC 床版は 1.5m 程度以下、PC 床版は 3.0m 程度以下とするのが望ましい。曲線橋等で、これを越える場合はブラケットを設けるのが望ましい。一方、張り出し量が極端に小さいと排水柵の設置が困難になったり、特殊変形柵が必要になることもあるので、適正な張り出し量を確保するよう桁配置の検討を行うこと。

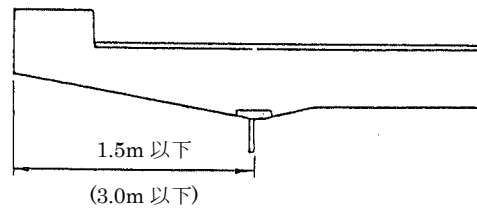


図-3.2.7 車道側床版の張り出し量

(2) 斜橋およびバチ桁橋の桁配置は以下の事項に留意して検討する。

1) 斜角 $\theta = 70^\circ$ 以上の場合、横桁、対傾構は斜め配置とし、斜角 $\theta = 70^\circ$ 未満の場合は、横桁、対傾構は主桁に直角配置とする（図-3.2.8 (a), (b)）。



図-3.2.8 横桁の配置

2) バチ桁橋で幅員が一定で端部のみ拡幅する場合には、横桁、対傾構を主桁に直角に配置する。バチ桁橋で両端の幅員が異なる場合には、状況に応じて主桁を放射状に配置するか、側縦桁とブラケットで処理するかなどを検討する（図-3.2.9）。

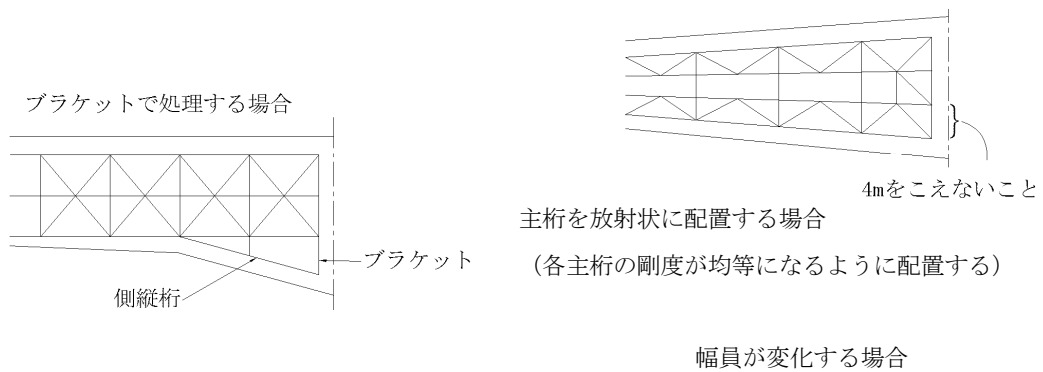


図-3.2.9 バチ桁橋の桁配置

3) 枝桁は通常主構造の格子計算では床組とみなして無視されるが、枝桁に支承がある場合は格子計算に入れるものとする。また、床版に悪影響を起ささないよう強固な対傾構を用いる必要がある。

(3) 荷重分配桁は、20m以下に配置すること。

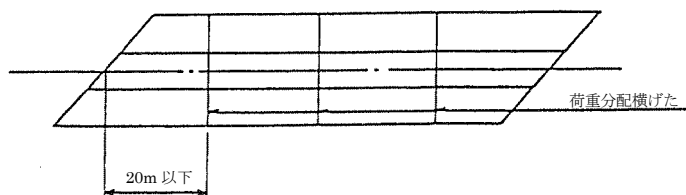


図-3.2.10 荷重分配桁の配置

(4) 曲線区間で直線桁ないし中間支点部折れ桁配置とする場合には、支点部および径間中央部での床版張出し量を十分検討して桁配置の決定を行うこと。

図-3.2.11において、 a 、 $b \leq 1.5\text{m}$ 、 c 、 $d \geq 0.6\text{m}$ 程度が望ましい。

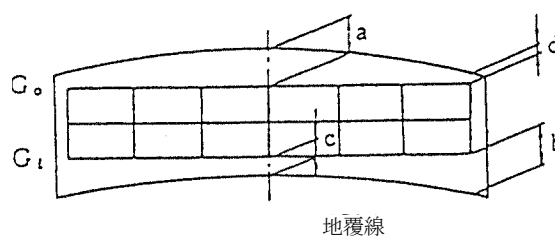


図-3.2.11 曲線区間内の桁配置

PC床版を有する場合は、場所打ち床版の施工性、鉄筋組み、プレファブ鉄筋化、横締めPC鋼材の曲げ上げ、曲げ下げなど偏心配置の精度管理が困難となるため、設計・施工性の観点から図-3.2.12に示すように道路線形なりの桁配置を標準とする。

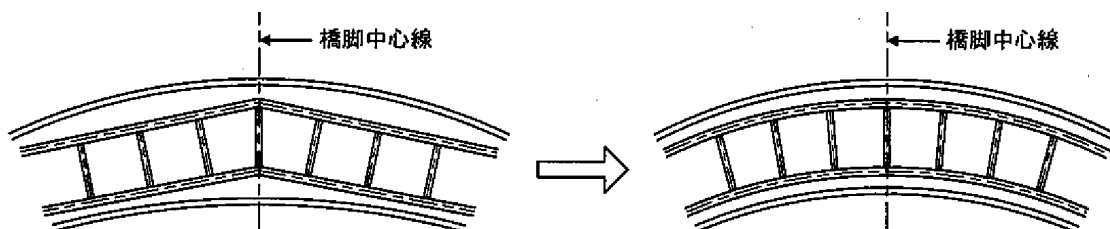


図-3.2.12 PC床版を有する桁の曲線区間の主桁配置

2.4.2 主桁の断面変化

主桁の断面変化は原則として継手位置で行うものとし、その間は板継ぎ溶接のない同一断面とし、現場継手位置は、一部材の重量、輸送長等を勘案して定めるものとする。

解

主桁の断面変化は、現場連結位置において行うものとする。

2.4.3 吊金具

足場用吊金具は、RC床版打設、塗装作業および架設後の維持管理を考慮し、工場製作の段階で取付けるものとする。

解

足場用吊金具は下図に示す2タイプとし、設置間隔はA2タイプで1.8m以下、Bタイプで1.0m以下とする。

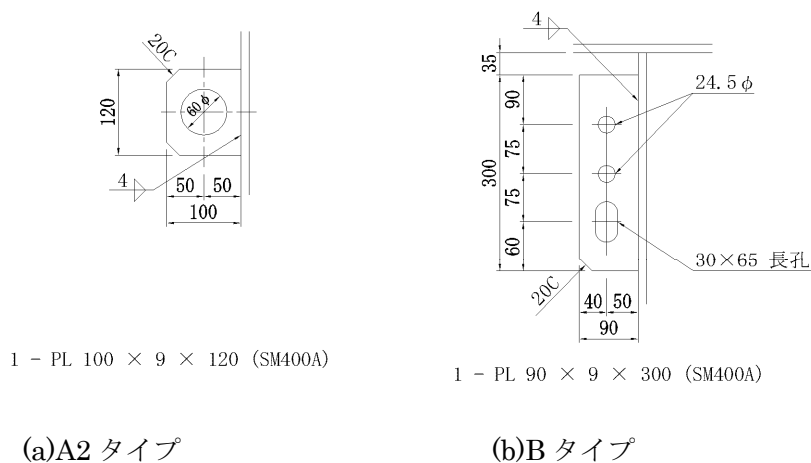


図-3.2.13 吊金具詳細図

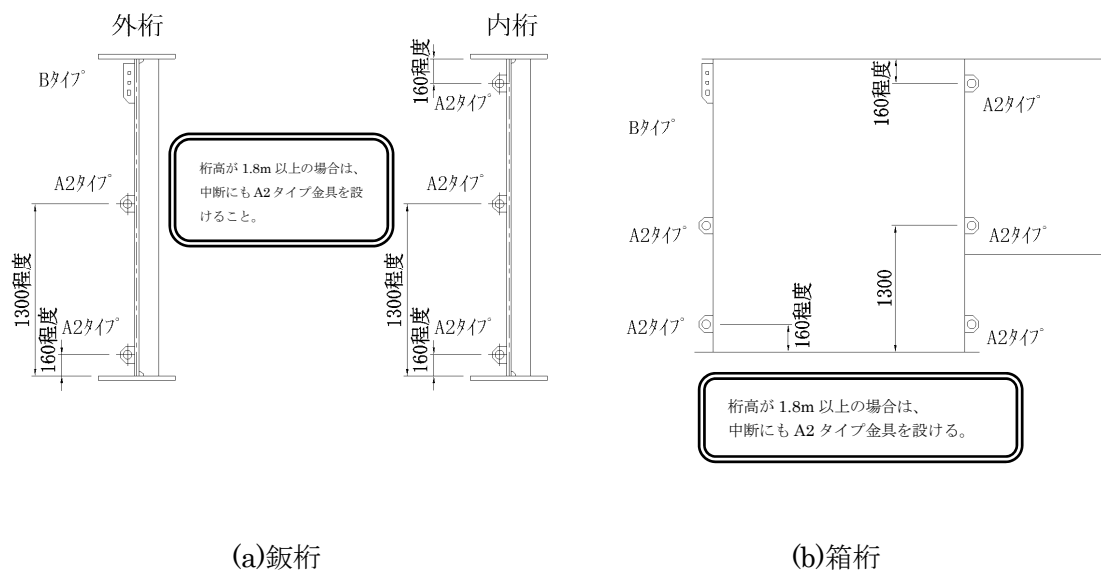


図-3.2.14 吊金具取付け位置図

2.4.4 桁端部の形状

- (1) I断面プレートガーダーの支点からの張出し量は、付属物の大きさ、橋梁形式、斜角、支承構造等を考慮して決定するものとする。
- (2) 桁端ウェブは橋台上の維持管理における点検の利便性を考慮し、主桁には切欠きを設けたり下部構造側のパラペットに切り欠きを設けることを原則とする。
- (3) 桁端部の主桁や支承に雨水が流れ込むことを防止するため、桁端部のウェブに水切りを設けるとともに、縦断勾配が低い側の支承部前面には、下フランジに止水板を設ける。

解

- (1) 桁端部における支点からの張出し量は、下記の項目を考慮して総合的に決定する。
 - ・主桁および支承の構造
 - ・桁端から下部構造頂部縁端までの桁の長さ
 - ・付属構造（伸縮装置、落橋防止装置）との取合い
- (2) 主桁の桁端ウェブは図-3.2.15を参考に点検の利便性を考慮し、切欠きを設ける。切り欠き形状は支承の形状寸法や遊間、桁かかり長等を考慮して決定する。

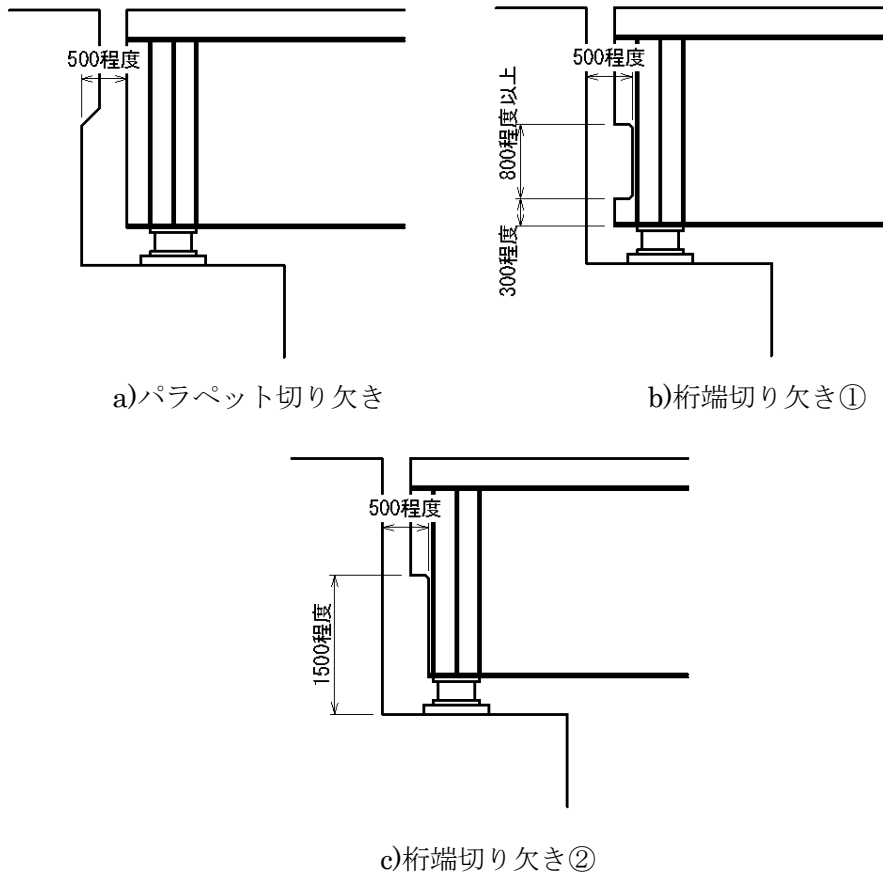


図-3.2.15 桁端ウェブの切欠き形状の例

(3) 桁端部は雨水や土砂堆積により腐食しやすい環境である。伸縮装置や主桁を伝わって雨水が流れ込むことを防止するため、水切り板や止水板を設置する。水切り・止水板の設置位置は、下部工検査路や歩道上空等は避けるなど、交差条件等を踏まえる必要がある。

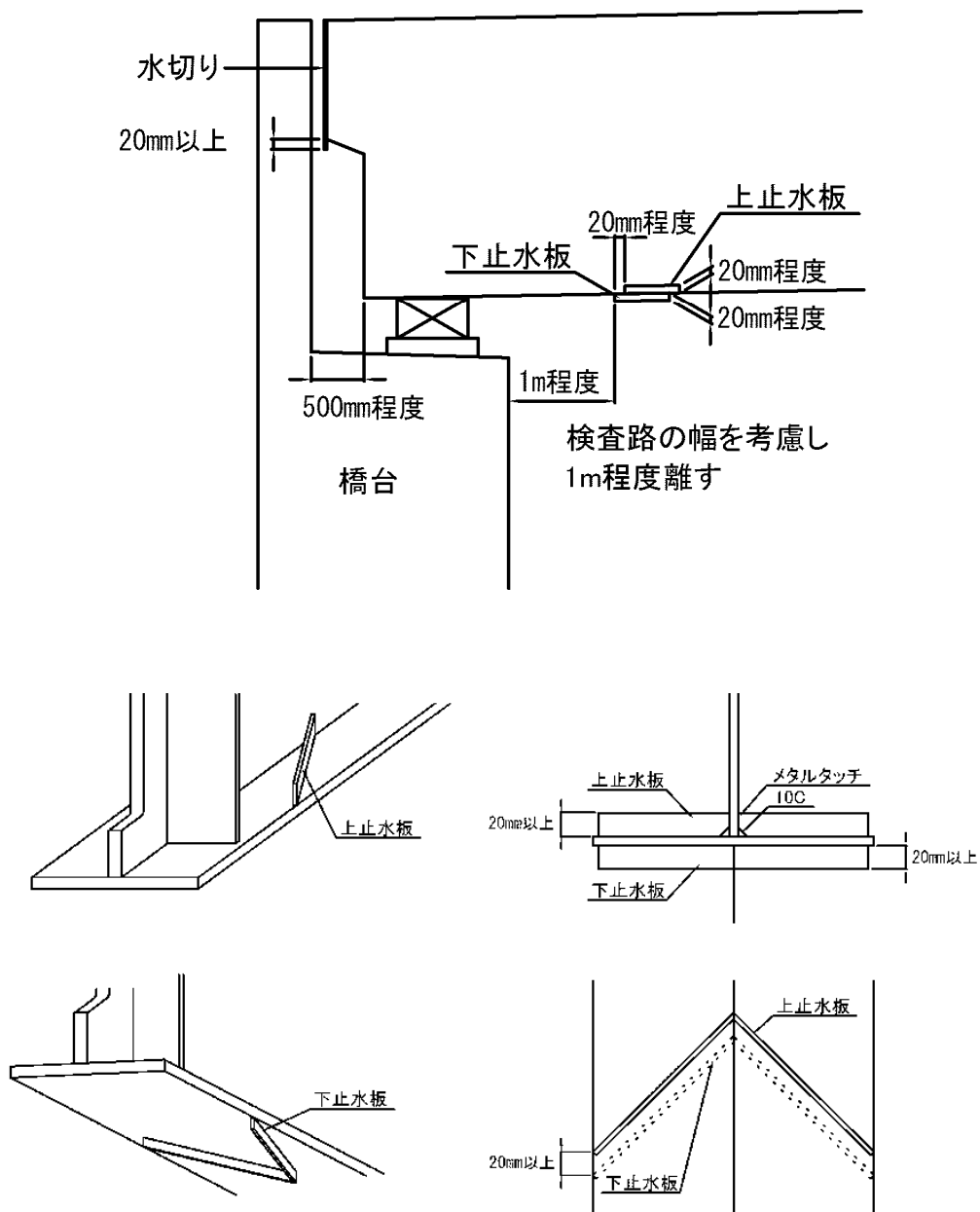


図-3.2.16 桁端部の止水形状の例

2.4.5 横構の配置

横構は、主桁本数に応じて適切に配置すること。

解

横構の標準的な配置は図-3.2.17のとおり。

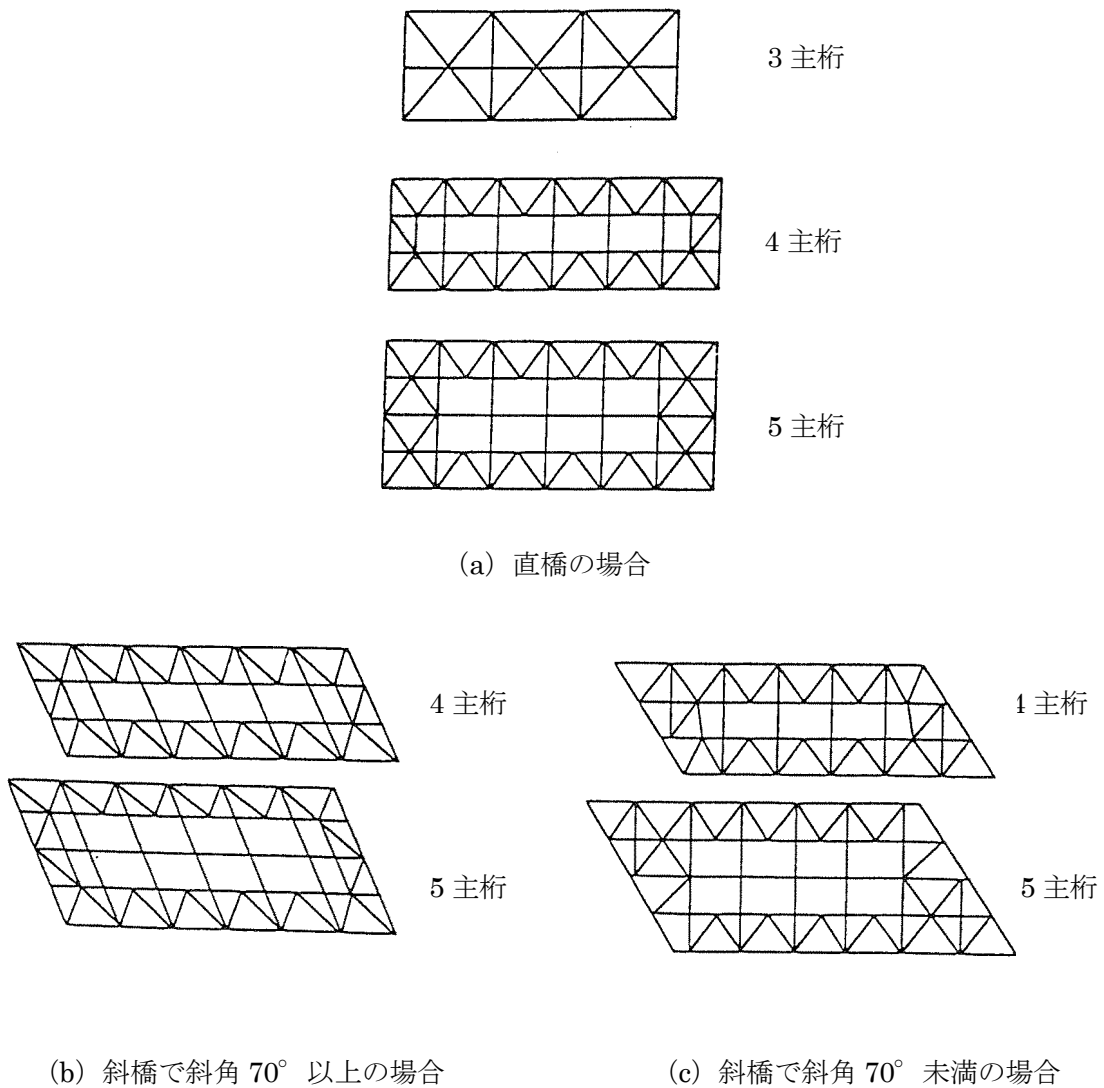


図-3.2.17 横構の標準的配

2.4.6 I桁橋主桁断面構成

I桁橋の主桁断面を構成する際は、以下の項目に注意すること。
 (1) フランジの最大幅は主桁高の1/3程度以内とする。
 (2) フランジの最小幅は210mm以上かつ、主桁高の1/5程度以上とする。

解

- (1) フランジ幅を腹板高に比してあまり大きくすると、せん断遅れによりフランジ断面の応力分布が均一でなくなる恐れがあり、最大幅の規定を行った（道示Ⅱ13.2.2、13.3.4参照のこと）。
- (2) フランジ連結断面にて、最小縁端距離（ e_{min} ）40mmと現場でのボルト締め作業性からのセンターゲージの最小（ c_{min} ）を130mm確保することより、最小幅（ B_{min} ）として210mmの規定を設けた。

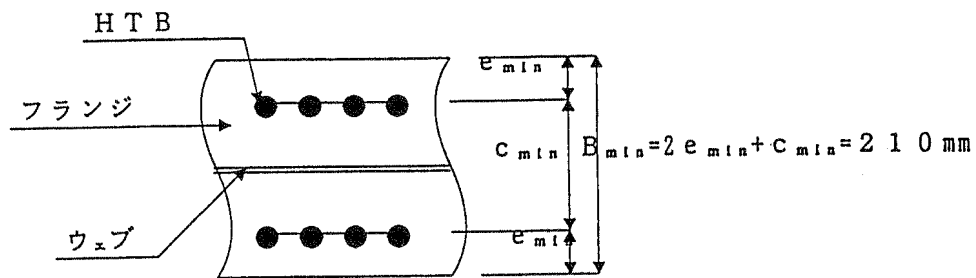


図-3.2.18 フランジ最小幅

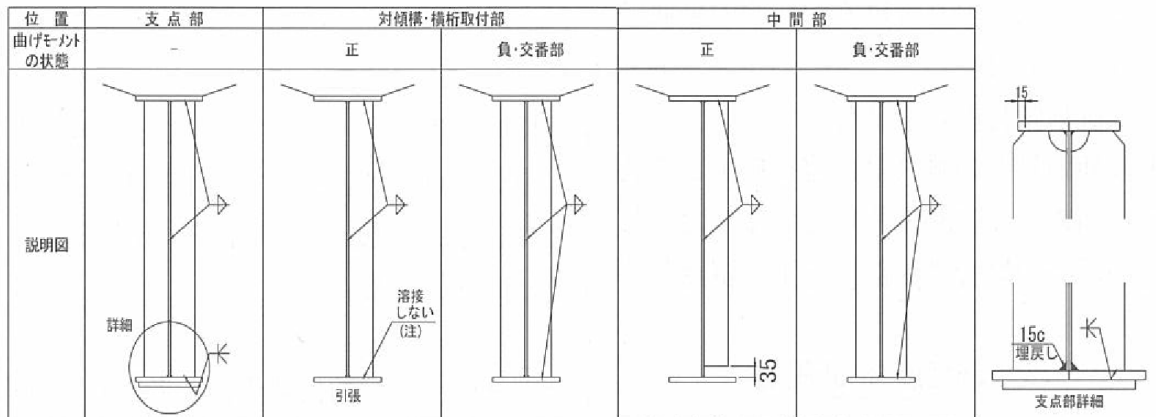
フランジ幅の最小値は輸送、架設中の剛性確保、支承との取合い、鋼桁との合成作用を考慮する場合のスタッドの配置等を考慮すると1/5程度以上とするのがよい。

2.4.7 細部構造

- (1) 垂直補剛材
垂直補剛材は曲げモーメントの状態を考慮して形状、溶接を決定する。
- (2) 水平補剛材
水平補剛材を設置する場合は1段を基本とし、垂直補剛材と同一面に取り付けるのを基本とする。
曲げモーメントの交番部は上下ともに水平補剛材を配置する。
- (3) 連結部付近の短い水平補剛材
連結部付近の短い水平補剛材は省略が可能か検討を行う。
- (4) 連結板
連結板の幅はフランジから5mm控えるものとする。
腹板の上下縁から第一ボルトまでの距離は110mmを標準とする。

解

- (1) 垂直補剛材は曲げモーメントの状態によって図-3.2.19に示す形状、溶接とする。補剛材がフランジの縁端から突出する場合は、15mm内側の位置から角を落とす。
支点上補剛材のすみ肉溶接サイズは、応力計算から決定する。支点上補剛材下端は、完全溶け込み溶接とする。また、補剛材は橋軸中心線側に取り付けるとする。



注) 曲線桁や折れ桁等では溶接とする。

図-3.2.19 垂直補剛材の形状・溶接

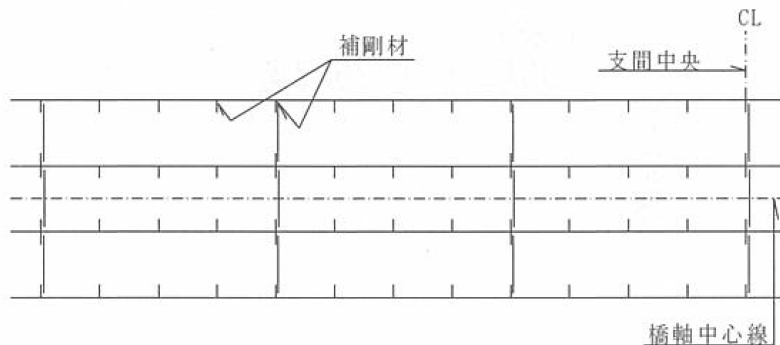


図-3.2.20 垂直補剛材の配置

(2) 水平補剛材を設ける場合には、1段を基本とする。ただし、中間支点部等において水平補剛材段数を増やすことで、前後の腹板厚が同一に出来る場合は、増やすことも検討する。

水平補剛材の配置は、一般的に製作性を考慮して垂直補剛材と同じ面に取り付けるが、その裏面に長尺物で取り付けても良い。

連続桁の死荷重による曲げモーメント符号が変化する区間では、垂直補剛材4パネル、または1対傾構間隔程度の範囲について図-3.2.21に示すように上下ともに水平補剛材を配置する。

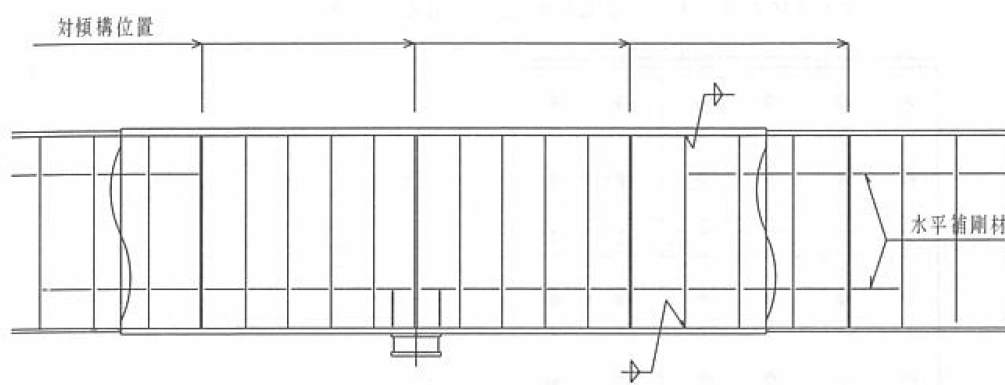


図-3.2.21 交番部の水平補剛材の上下配置

水平補剛材と垂直補剛材との離れは、溶接、塗装の施工性を考慮して、図-3.2.22のように35mm程度とする。ただし、垂直補剛材が斜めの場合は、溶接施工に留意して間隔を決める。

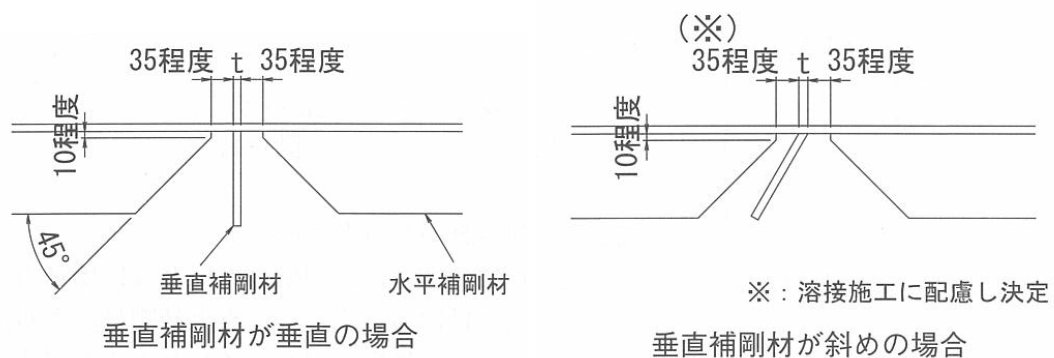


図-3.2.22 水平補剛材と垂直補剛材の間隔

水平補剛材と連結板との隙間は図-3.2.23のように20mm程度を標準とする。

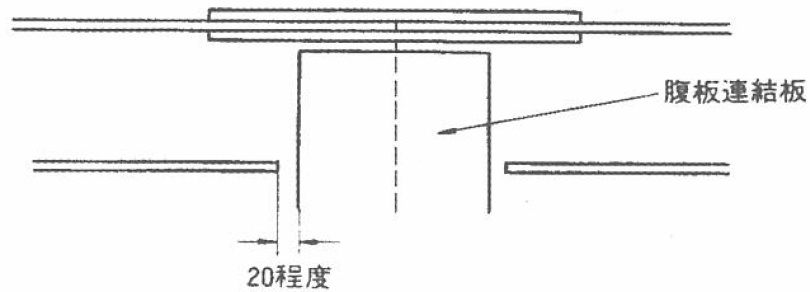
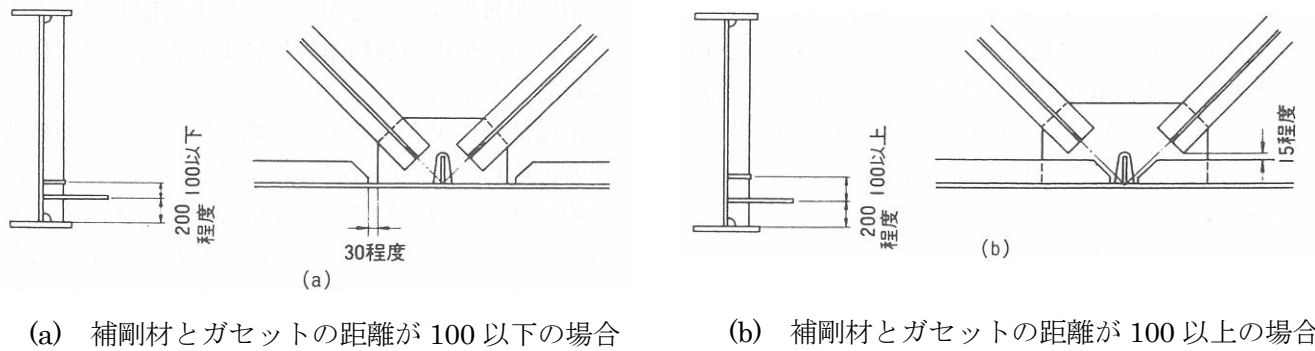


図-3.2.23 水平補剛材と連結板の間隔

中間支点近傍等の水平補剛材と横構ガセットプレートが近接し100mm以下となる場合は、溶接の施工性の観点から、図-3.2.24のように横構ガセットプレートと水平補剛材をラップさせない



(a) 補剛材とガセットの距離が100以下の場合

(b) 補剛材とガセットの距離が100以上の場合

図-3.2.24 水平補剛材と横構ガセットプレートとの取り合い

(3) 連結部付近の短い水平補剛材の省略については、腹板幅厚比(h/tw)から限界アスペクト比(α')を求め、パネルのアスペクト比(a/h)から省略が可能か図-3.2.25より検討を行うものとする。

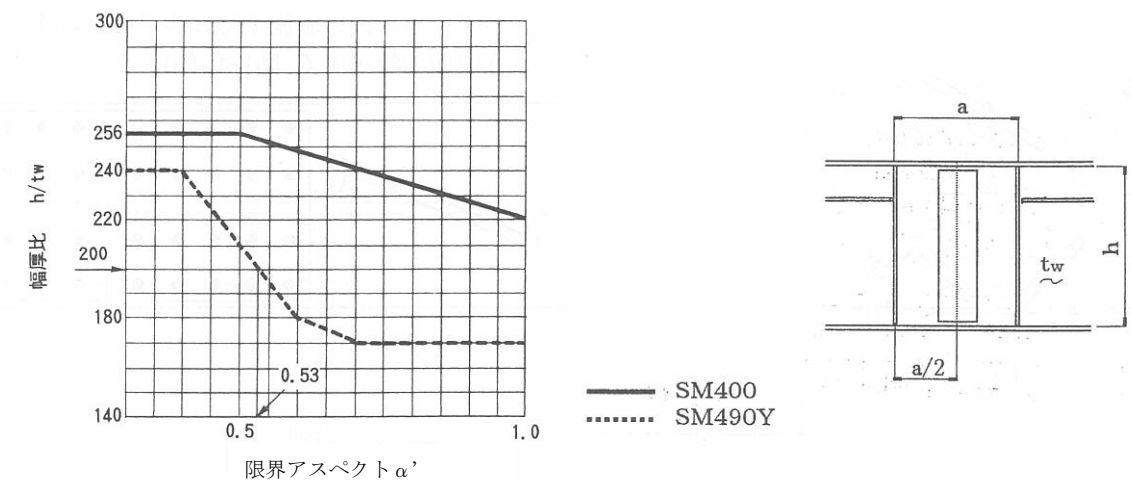


図-3.2.25 限界アスペクト比の照査

(4) 連結板の幅はフランジからはみ出すことが防錆上好ましくないため、図-3.2.26のようにフランジの端部から5mm控えるものとする。

腹板の上下縁から第一ボルトまでの距離は高力ボルト締め付けを考慮し、110mmを標準とする。

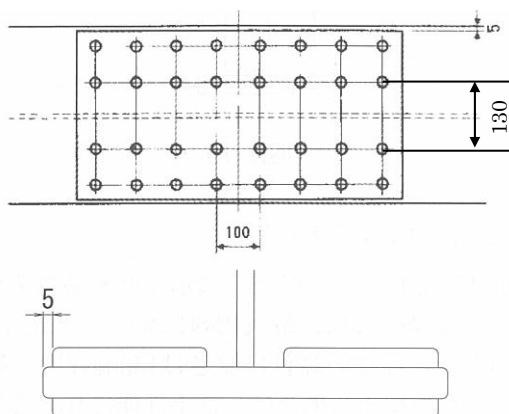


図-3.2.26 フランジ連結板

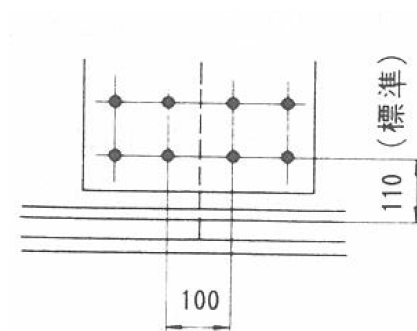


図-3.2.27 腹板第一ボルトまでの距離

2.4.8 箱桁橋

(1) 箱桁の断面構成

箱桁の断面構成は、構造的な製作・輸送・架設といった施工性及び維持管理の確実さを検討の上決定する。

(2) 縦リブおよび横リブ

- 1) 縦リブはフランジと同材質とし、原則として主桁の有効断面に組み込む。
- 2) 縦リブはフランジに直角に取り付ける。
- 3) 引張フランジ側には横リブは設ける必要はないが、製作架設時の断面変形を防ぐ目的でダイヤフラム間に1本以上配置する。

(3) 支承配置

箱桁の支承配置は、原則として1主桁1支承とする。

解

- (1) ① 輸送面より、最大部材幅は3.0m以内であり、箱桁の断面構成は下記の組み立てが標準となる。

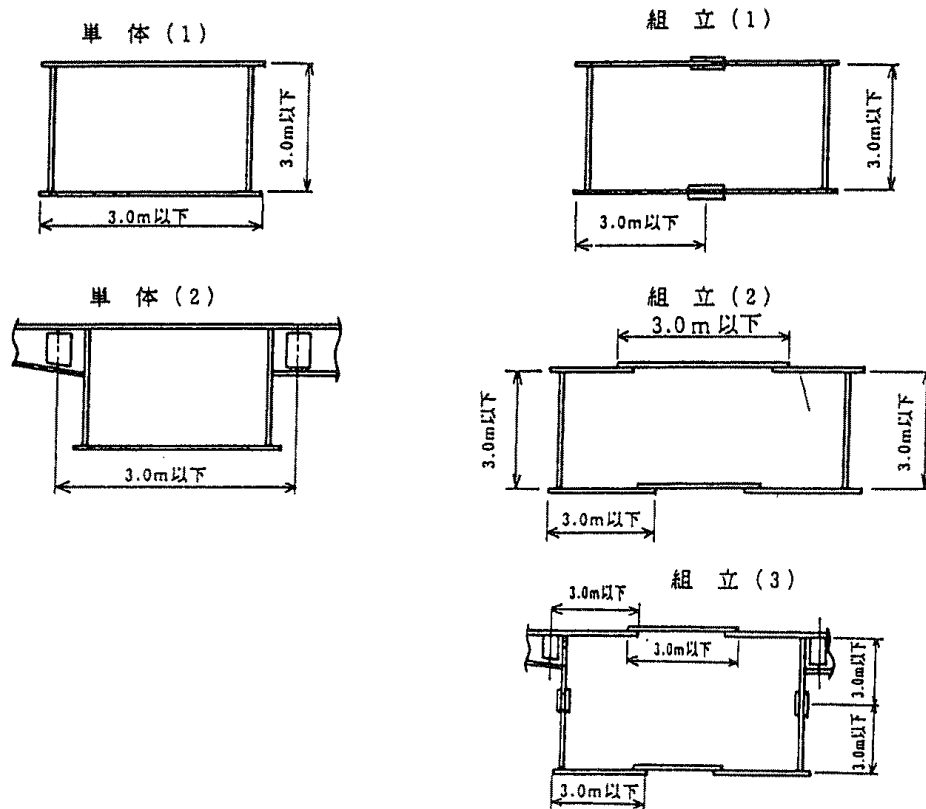


図-3.2.28 箱桁の断面構成

② 箱桁の最小寸法は、桁内部の作業性より以下のとおりである。

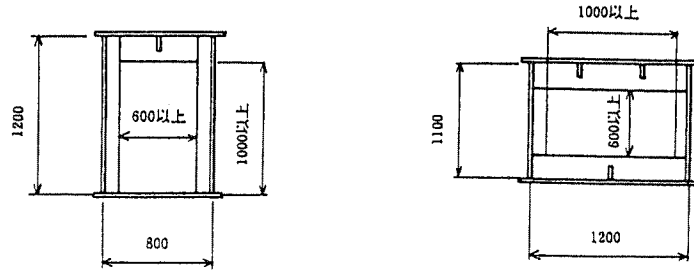
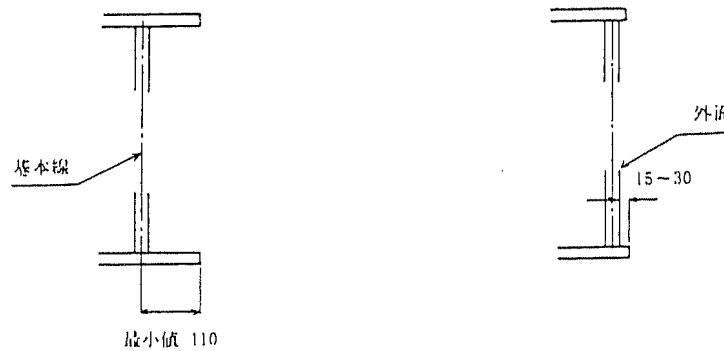


図-3.2.29 箱桁の最小寸法

③ 下フランジ突出幅は、床版型枠支保工の有無により以下のとおりである。



(a) 支保工が必要な場合 b) 支保工が不要な場合

図-3.2.30 下フランジ突出幅

(2) 2) 溶接作業性からフランジ面に直角とする。

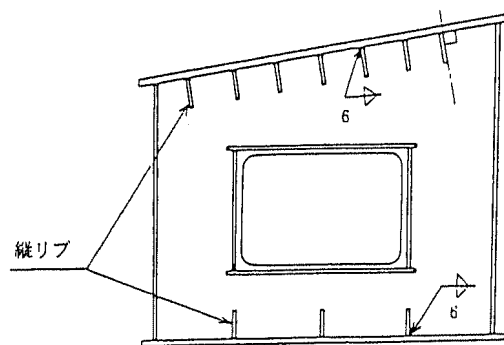


図-3.2.31 縦リブのフランジ取り付け

3) 引張フランジ側は座屈の問題を生じないので横リブを設ける必要がないため、引張フランジ側には原則として横リブは設けないこととしていたが、製作架設時において断面変形を防ぐ目的で必要となることから、設計段階から設けるものと改訂した。

(3) 支承配置

箱桁は、支点に作用する振りモーメントが大きい為、1主桁2支承とすると負反力が発生する恐れがあり、1主桁1支承を原則とする。

単箱桁橋の場合は2支承とするが、曲線単箱桁で負反力が発生する場合は、アウトリガーなどの検討を行い、負反力を発生しない構造を採用することが望ましい。

2.4.9 細部構造

(1) スカラップ

横リブの縦リブ貫通用スカラップは縦リブ最大板厚にて決定する。

(2) 横リブ

横リブにはフランジを設けて、垂直補剛材に取り付けるものとする。

(3) ダイヤフラム

ダイヤフラムは充腹板方式を標準とし、支点上を除き、箱桁に直角に設ける。

(4) 連結板

1) 連結板の幅はI桁と同様、端部から5mm控える。

2) 縦リブ孔は拡大孔とし、引張領域の断面欠損分は主桁フランジにて負担するものとする。

解

- (1) 横リブの縦リブ貫通用スカラップは、直接輪荷重が載荷されない場合は図-3.2.32のような形状とし縦リブと横リブの溶接は行わないものとする。直接輪荷重が載荷される場合には、横リブと縦リブを溶接する構造を採用する。ただし、床版打ち下ろし部は、直接輪荷重が載荷されないものとし、縦リブと横リブの溶接は行わなくてよいものとする。

箱桁内は特に狭く、暗い作業環境におかれているので、まわし溶接や、塗装時などの作業性を考慮し、縦リブ最大板厚+70mmのサイズを標準とする。

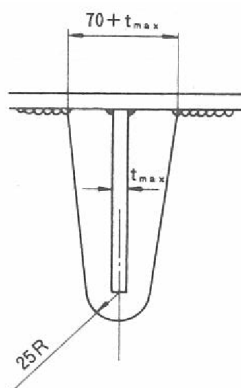


図-3.2.32 スカラップ詳細図

- (2) 圧縮フランジの横リブ形状は道示Ⅱ4.2.5に従い、縦リブと共に必要な剛性を求めて決定する。横リブのフランジと縦リブの先端との距離 e は溶接施工性、ガス切断のひずみ防止およびハンドリング等を考慮し 100mm 程度以上を確保する。また、引張フランジの横リブの構造は圧縮側に準ずる。

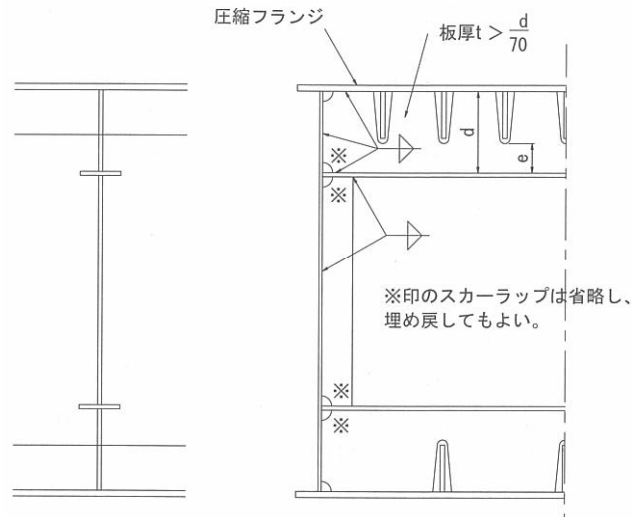


図-3.2.33 横リブ形状

- (3) 中間ダイヤフラムは図-3.2.34 に示すように充腹板方式を標準とし、貫通孔の補強リブは材片数を少なくするため、(a)の片側取り付けを標準とする。

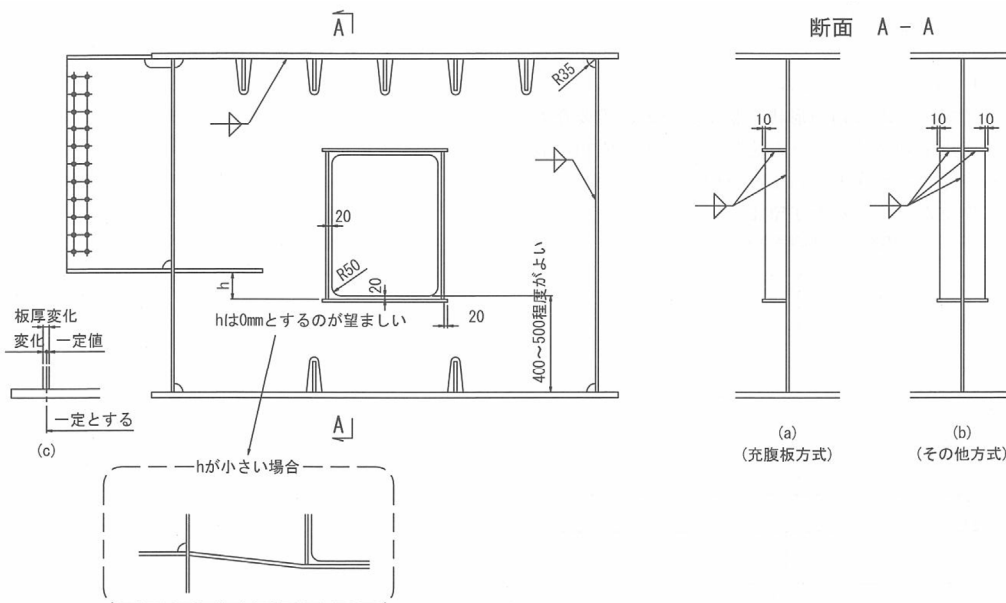


図-3.2.34 中間ダイヤフラム形状

ダイヤフラムは箱桁の形状保持に重要なものであるため、支点上のダイヤフラムを除き、腹板に直角に設ける。また、製作上の観点から、1部材中に2箇所以上のダイヤフラムを設けるのが望ましい。

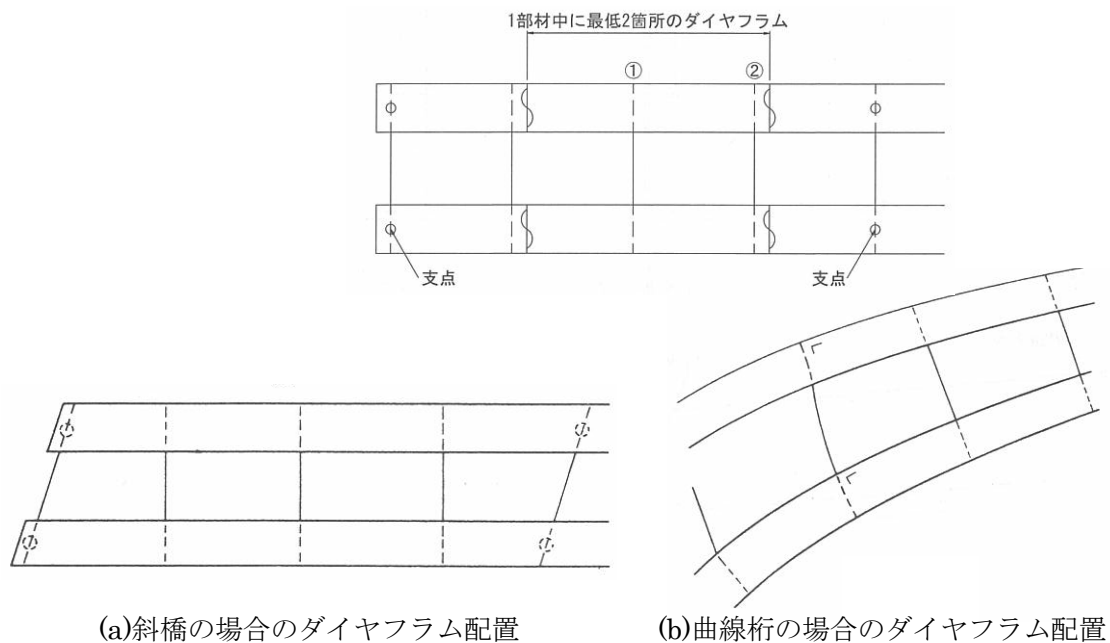


図-3.2.35 ダイヤフラム配置図

(4) 1) フランジ連結板はI桁の現場継手と同様に、防錆上好ましくないため、フランジの端部から5mm控えるものとする。

2) 縦リブは設置間隔が狭く、仮組時の孔合わせが困難なので、所定の孔径より1サイズアップの孔径とするのがよい。その場合、孔引き照査も1サイズアップの孔径控除で照査し、フランジにて負担するものとする。また、フランジと縦リブの端部は、まわし溶接を確実にを行うため、10mm程度控えるものとする。

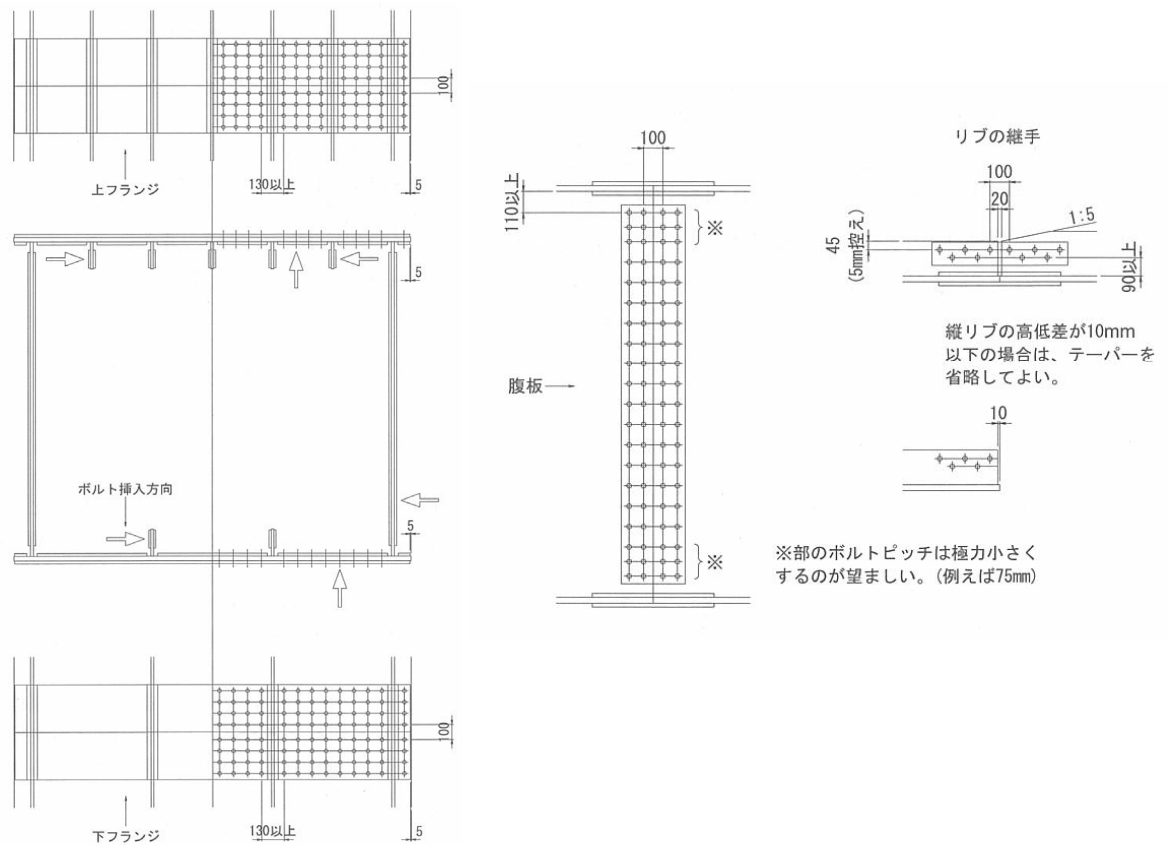


図-3.2.36 連結部詳細

2.4.10 箱桁内・床版型枠埋め殺し部の排水

- (1) 箱桁内の排水
箱桁内部は滞水に配慮し、端部には水抜き孔を設ける。
- (2) 床版型枠埋め殺し部の排水
床版型枠埋め殺し部にも滞水するため、排水構造を設置する。

解

(1) 箱桁の内部は高湿度となるため、結露水などの滞水に配慮する必要がある。内部には水の通り抜けの路をつくり、端部では図-3.2.37 に示すような外部に排水するための水抜き孔を設置し、水切りのための孔あきプレートを溶接する。

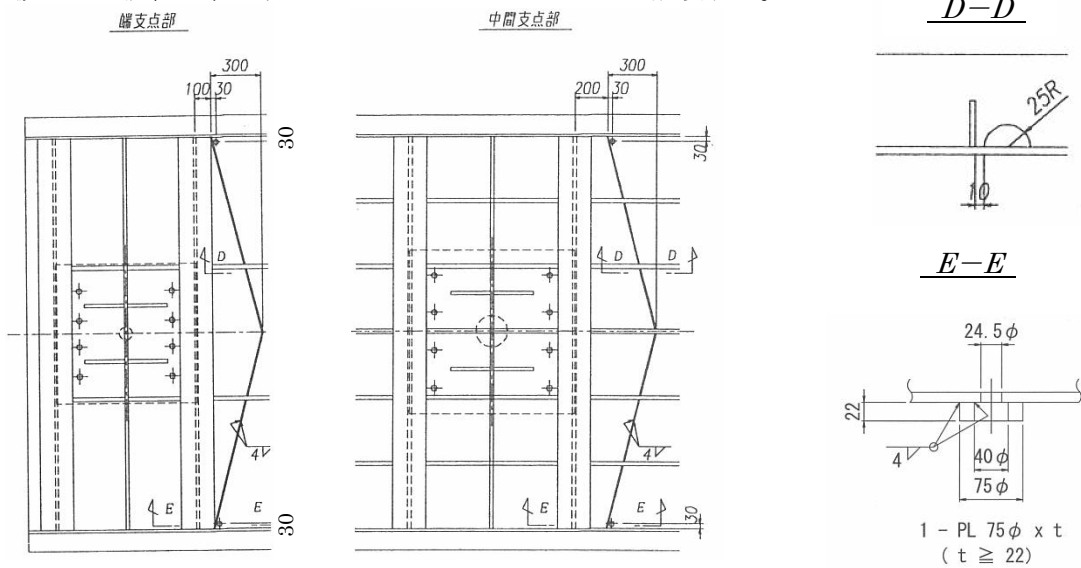


図-3.2.37 箱桁端部の水抜き孔

(2) 床版型枠埋め殺し部にも滞水するため、図-3.2.38 に示すような排水構造を、縦断勾配が低くなる側の桁端部および上フランジ連結板の縦断勾配の高い側に設置する。

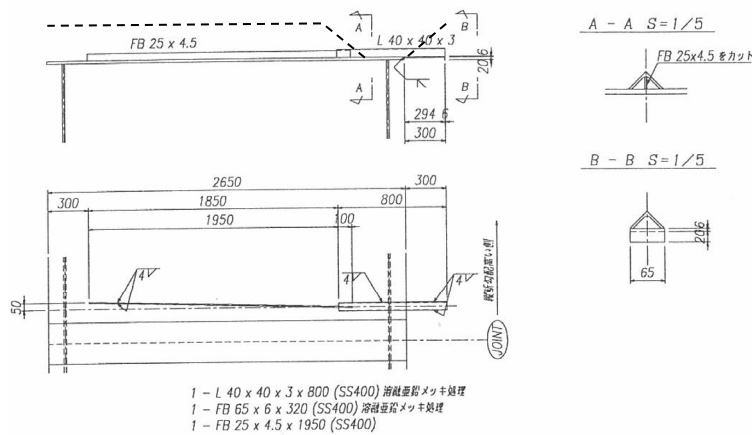


図-3.2.38 上フランジ水抜き構造詳細

2.4.11 マンホール

箱桁には架設作業、内面塗装、内部点検用にマンホールを設けるものとする。

解

架設作業、内面塗装、内部点検時の箱桁内部への進入用として、マンホールを設ける。桁端部のダイヤフラム、中間支点部内側腹板に内開き形式のマンホールを設置することを基本とする。

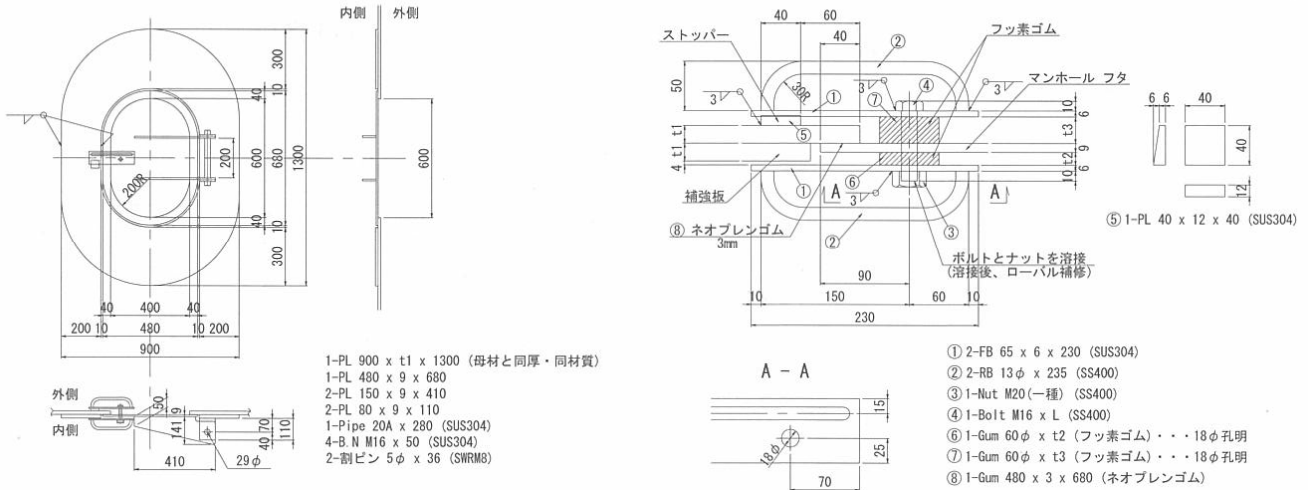


図-3.2.39 内開き形式マンホール詳細

連続箱桁等で桁長が大きく完成後には使用しない工事用マンホールを設置する場合には取り外し形式とし、比較的応力に余裕のある部分の上フランジに設置する。また、連結ボルトは締め付けを完全に行えるよう M20 以上とする。

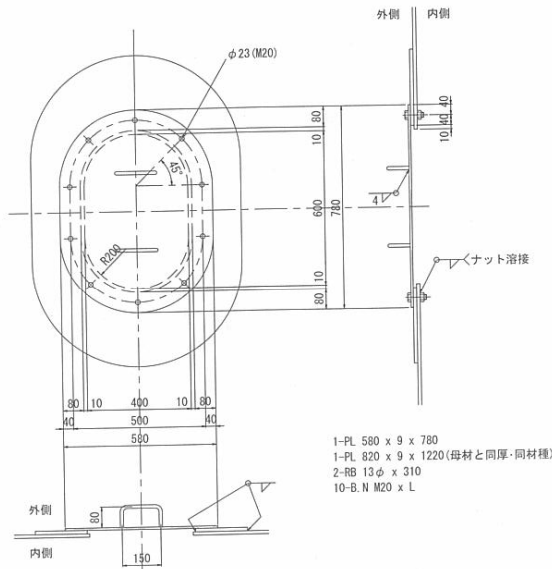


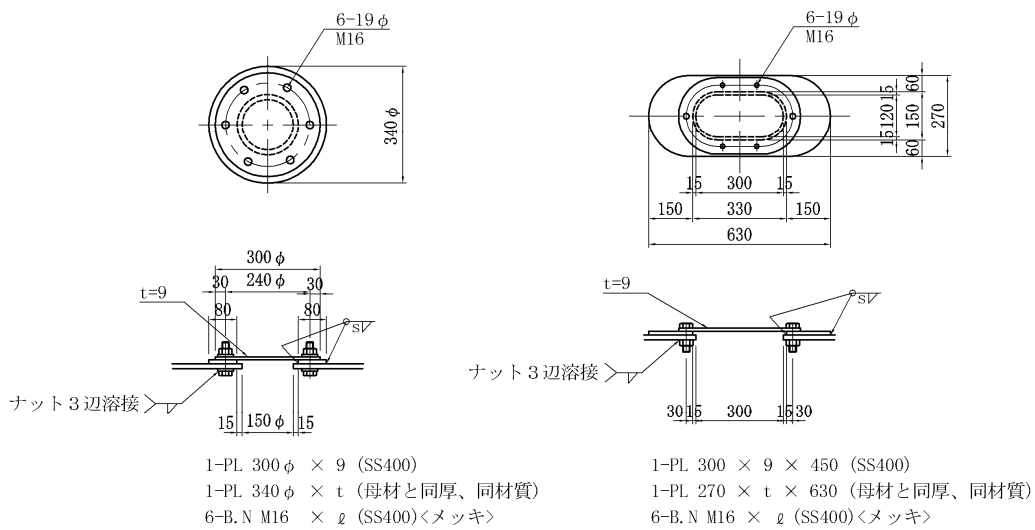
図-3.2.40 取り外し形式マンホール詳細

2.4.12 ハンドホール

箱桁には架設作業用に各連結付近にハンドホールを設置する。

解

ハンドホールは架設作業時のエアホースの差し入れ、およびボルト類の受け渡しを行うため、各連結位置の約 1m 以内に設置する。取付位置は上フランジ上面とし、補強プレートを外側に取り付け、架設中に箱桁内部に雨水が流入しにくいようにする。箱桁断面の桁高が高い場合、桁内に足場板等を搬入出する必要があるため、ハンドホール形状を幅の広い H・B タイプとする。



(a)H-A タイプ

(b)H-B タイプ

図-3.2.41 ハンドホール形状

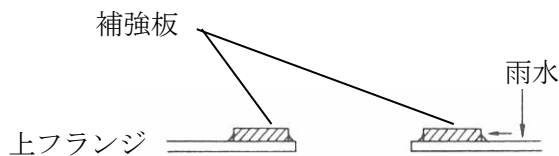


図-3.2.42 上フランジの補強板設置位置

2.5 曲線橋

2.5.1 曲線橋の主桁構造

曲線橋の主桁構造は、支間長および曲率半径より、適切な構造形式を選定すること。

解

曲線橋の主桁形式の主なものを図-3.2.43に示す。

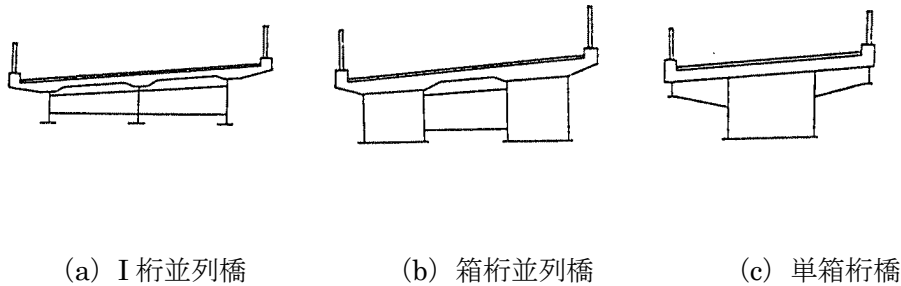


図-3.2.43 曲線橋の主桁形式

上記の形式の選択基準として、「主桁の剛性が等しい直線橋に比較して、たわみの増加が5%以下となるような条件」を考慮する場合、図-3.2.44のようになるとされている（参考文献3-61頁参照。）

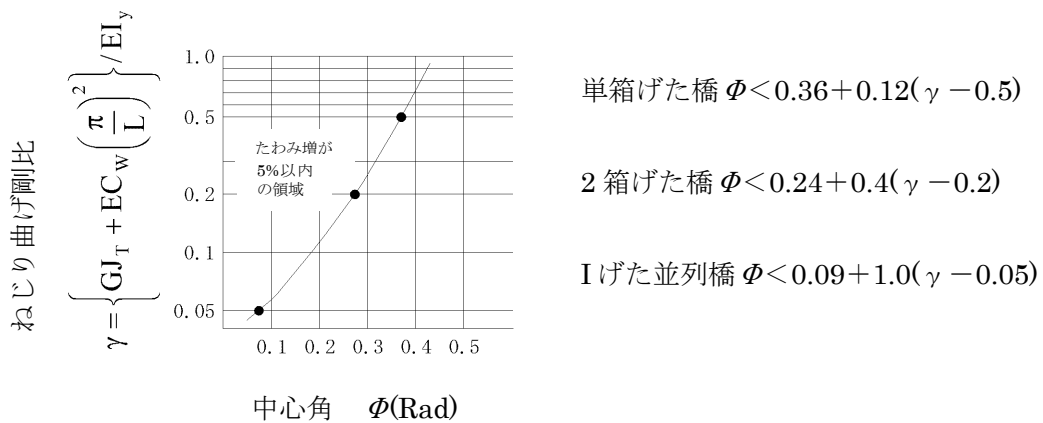


図-3.2.44 曲線橋の主桁形式の選択基準

ただし図-3.2.44において、

$$\phi = \frac{L}{R} : \text{中心角 (rad)}, \quad L : \text{支間 (cm)}, \quad R : \text{半径 (cm)}$$

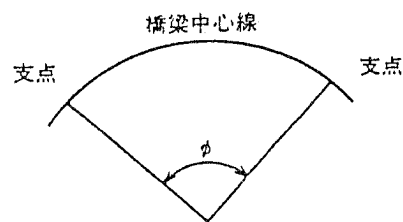
$$\gamma = \frac{GJ_T + EC_w (\pi/L)^2}{EI_y} : \text{ねじり曲げ剛比}$$

- E : 弾性係数 (kN/cm²)
- I_y : 断面二次モーメント (cm⁴)
- C_w : そりねじり抵抗係数 (cm⁶)
- G : せん断弾性係数 (kN/cm²)
- J_T : 純ねじり抵抗係数 (cm⁴)

主桁形式の選択は幅員の大きさにも関係するが、上図の基準に従うと、その目安は表-3.2.4のとおりとなる。

表-3.2.4 中心角と橋梁形式

中心角 φ	形式
5° ~ 15°	I桁並列橋
15° ~ 20°	箱桁並列橋
20° ~ 25°	単箱桁橋



支間長および曲線半径から主桁構造形式を選定する場合の目安は、図-3.2.45のとおりとなる。

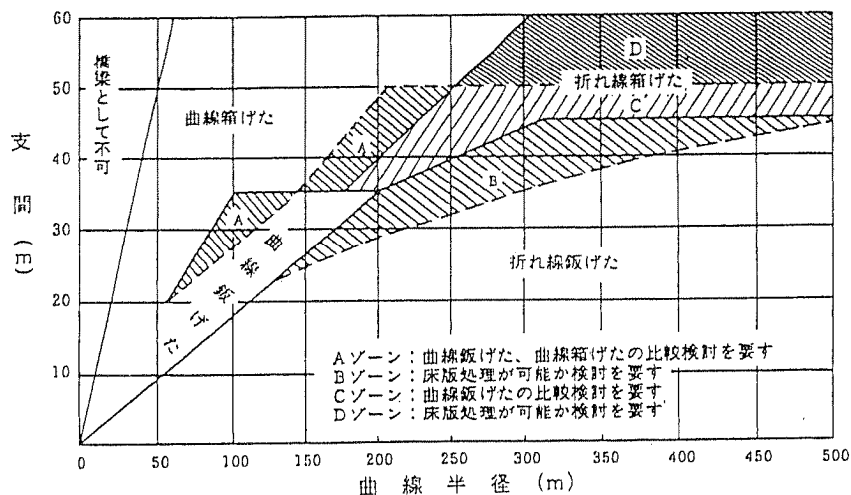


図-3.2.45 支間長、曲線半径による主桁構造形式の選定図

[参考文献]

「ねじり定数比とねじり曲げ剛比から考察した曲線桁橋設計法への一提言」

小松定夫、中井 博、田井戸米好

土木学会論文報告集第224号 1974年4月

参考として、幅員7mの橋梁構造物を一例とした、支間長、曲線半径による主桁構造形式の選定図を図-3.2.46に示す。

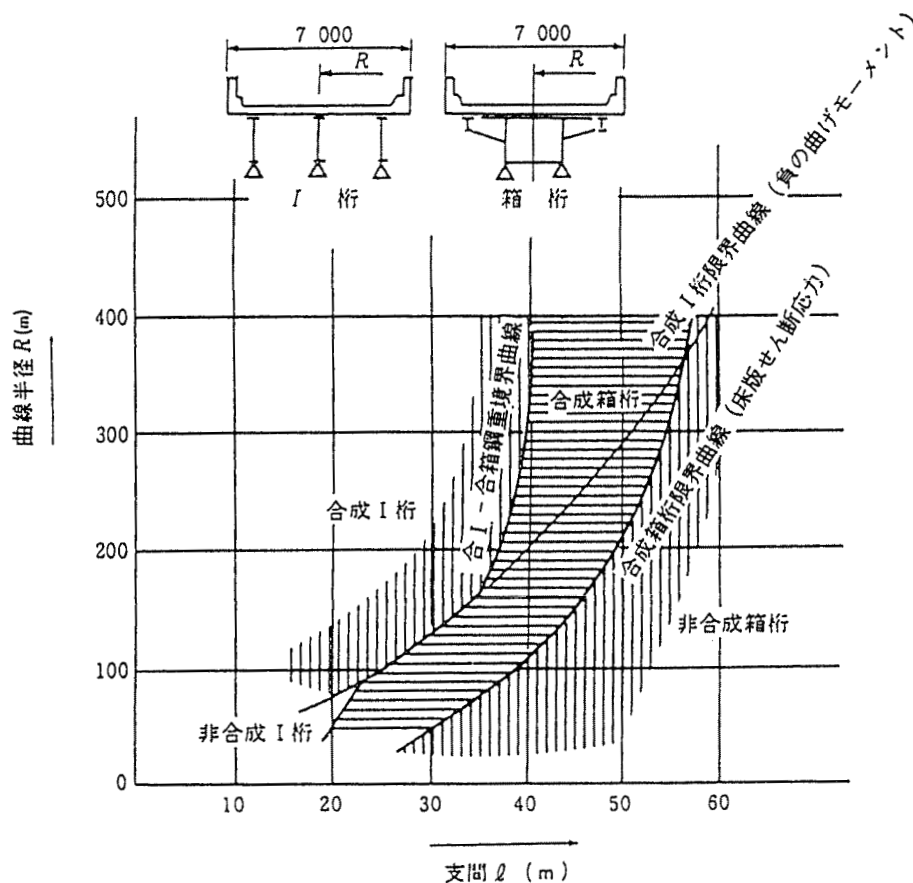


図-3.2.46 支間長、曲線半径による主桁構造形式の選定図例

2.5.2 直線橋との断面力、たわみ、反力などの概略比較

I 桁並列橋、箱桁並列橋の場合は、同形式の直線橋と比較した曲げモーメント、たわみ、反力等の変化率を示すと図-3.2.47 ようになる。

解

これらを利用すると中心角 ϕ より、概略の断面算定の目安を得ることが出来る。

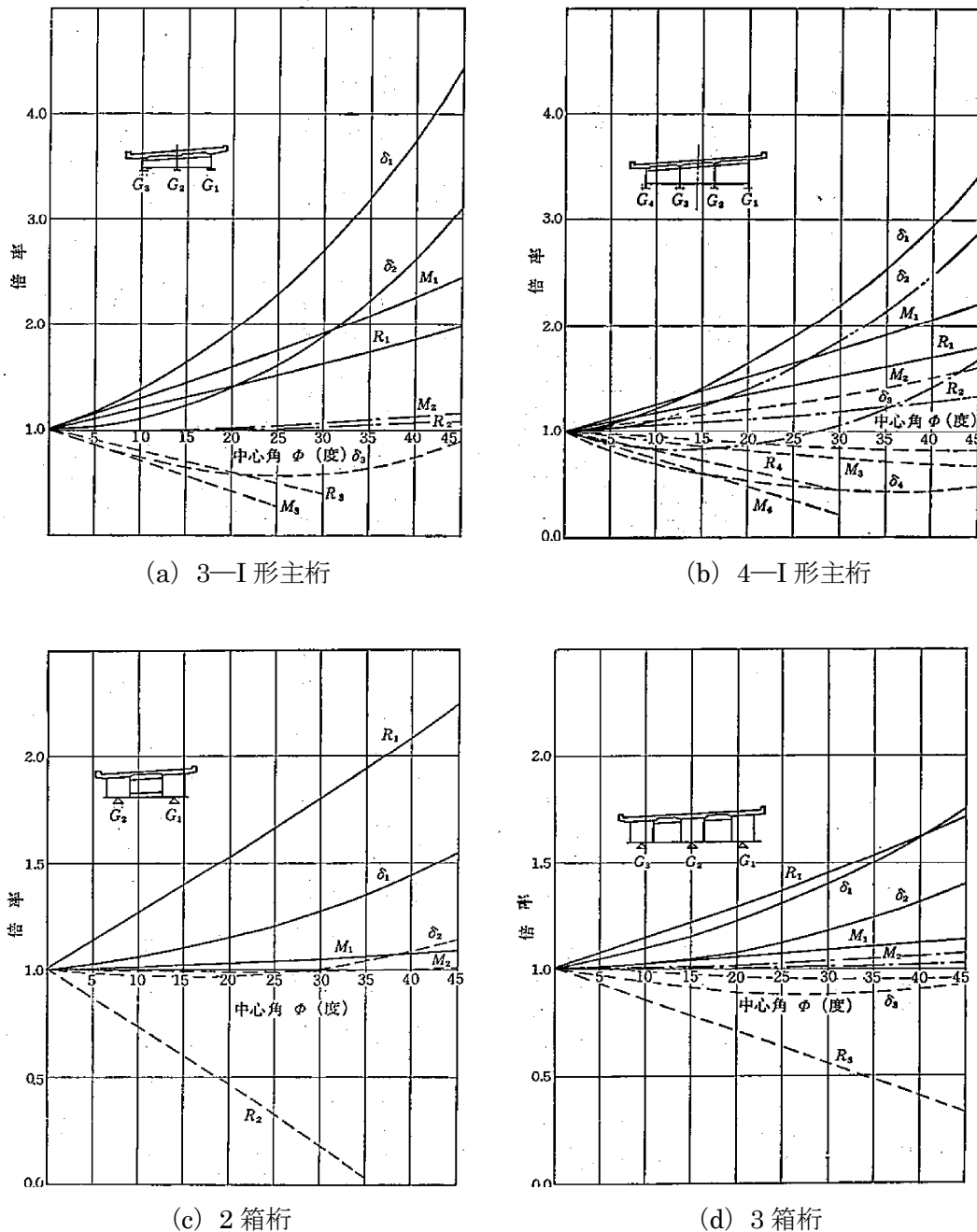


図-3.2.47 曲線桁の曲げモーメント、たわみ、反力と中心角 ϕ との関係図例
 [出典資料] 「鋼道路橋設計便覧」(昭和55年8月改訂) (社) 日本道路協会

2.5.3 曲線橋の横桁

曲線橋の横桁は、ねじりの伝達機構の上で重要な役割を果たすので、原則として充腹構造で十分剛性の大きなものとし、主桁とは剛結する。

解

I桁並列橋の横桁間隔は、付加応力を小さくするため、4～5mとするのが良い。また、連続桁で中間支点上で折れ桁構造とする場合、十分剛な横桁を設けること。

2.5.4 曲線橋の横構

I桁並列の曲線橋では、架設時および完成後の転倒、座屈などねじり耐力を上げるため上下に横構を設置することを原則とする。

2.6 鋼橋の塗装

塗装系は架橋地点の環境や、工場塗装と現場塗装の管理などを考慮して「道路橋示方書」および「鋼道路橋防食便覧」により決めることを原則とする。

解

一般的に外面の塗装は、架設地点の環境に応じて塗装系の選定を行うが、次のいずれかに該当する場合は塗装系の検討を行うこと。

- (1) 架橋地点が特殊な腐食環境にある場合。
- (2) 外面塗装について
 - ・一般外面塗装系には架橋地点の腐食環境の厳しさに十分耐えられる防食性能を有していると同時に美観・景観性をできるだけ長期間保つために耐侯性の良好な上塗り塗料を用いたC-5塗装系を適用することを標準とする。

表-3.2.5 C-5 塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
工場鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	6ヶ月以内
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	防食下地	無機ジンクリッチペイント	600	75	2日～10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	1日～10日
	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日～10日
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1日～10日
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

注) .1 使用量はスプレーの場合を示す。

注) .2 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。

注) .3 隠蔽力が劣る有機着色顔料を使用した塗色の上塗りには2回以上塗装する必要がある。

- ・一般環境に架設する場合で特にLCCを考慮する必要のない場合や、20年以内に架け替えが予定されている場合などではA-5塗装系を適用してもよい。

表-3.2.6 A-5塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
工製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	長ばく形エッチングプライマー	130	(15)	
橋梁製作工場	2次素地調整	動力工具処理 ISO St3			3ヶ月以内
	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	170	35	4時間以内
	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	170	35	1日～10日
					～6ヶ月
現場	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	120	30	2日～10日
	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	25	

注) .1 使用量はスプレーの場合を示す。

注) .2 プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。

注) .3 隠蔽力が劣る有機着色顔料を使用した塗色の上塗りは2回以上塗装する必要がある。

(3) 内面塗装について

- ・箱桁や鋼製橋脚などの閉断面部材の内面は外部環境の腐食作用を受けることは少ないが、結露や漏水等により部材内に滞水した水により鋼材が腐食しやすい。また、部材内面は塗膜の点検機会が少なく塗替えも容易でないため、耐水性に優れた内面用変性エポキシ樹脂塗料を厚く塗付して塗膜の防食効果を長期間維持できるD-5塗装系を適用することがよい。内面の色相は点検時の照明効果を良くするため明色仕上げすることがよい。一般外面の塗装系がA-5塗装系の場合には、内面用にはD-6塗装系を適用することがよい。

表-3.2.7 D-5 塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
工場 製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	
橋梁 製作	2次素地調整	動力工具処理 ISO St3			6ヶ月以内
	第1層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	4時間以内
	第2層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	1日～10日

注) プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。

表-3.2.8 D-6 塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
工場 製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	長ばく形エッチングプライマー	130	(15)	
橋梁 製作	2次素地調整	動力工具処理 ISO St3			6ヶ月以内
	第1層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	4時間以内
	第2層	変性エポキシ樹脂塗料内面用	410	120	1日～10日

注) プライマーの膜厚は総合膜厚に加えない。

(4) 鋼床版・コンクリート接触面の塗装について

鋼床版裏面は、グースアスファルト舗装時に 180℃程度まで温度が上昇するので耐熱性に優れていることが必要である。よって、外面には耐熱性に優れている無機ジンクリッチペイント、エポキシ樹脂塗料、ふっ素樹脂塗料を用いた一般外面の C-5 塗装仕様を、内面には内面用 D-5 塗装仕様を適用することがよい。なお、鋼床版上面は舗装の施工までにさびが生じることが多く、さび汁発生の原因となるだけでなく、グースアスファルト舗装面のケレンなどの処理の際に、附近に粉塵をまき散らすことになり好ましくないので、防せいのため無機ジンクリッチペイントを 30 μm 塗付する。このため二次素地調整はブラスト処理する。また、主桁上フランジ上面などのコンクリート接触部は、さび汁による汚れを考慮し無機ジンクリッチペイントを 30 μm 塗付する。

(5) 現場継手部塗装について

1) 現場ボルト接合部の塗装

場連結部は、塗料が付きにくく一般部に比べ塗膜の弱点となりやすいので長期耐久性に必要な膜厚確保のため超厚膜形エポキシ樹脂塗料を用いた外面：F-11、内面：F-12 塗装仕様を適用するのがよい。

表-3.2.9 F-11 塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔			
工 製 鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		160	(15)	4 時間以内		
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー				6 ヶ月以内		
塗 工 場	2 次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		600	75	4 時間以内		
	防食下地	無機ジンクリッチペイント				4 時間以内		
現 場 塗 装	素地調整	動力工具処理 ISO St3		160(130)	-	4 時間以内		
	ミスコート	変性エポキシ樹脂塗料下塗				1 日～10 日		
	下塗	超厚膜形エポキシ樹脂塗料				1100(500×2)	300	1 日～10 日
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗				170(140)	30	1 日～10 日
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗				140(120)	25	1 日～10 日

表-3.2.10 F-12 塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
工場 製鋼	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	
工場 塗装	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			6ヶ月以内
	防食下地	無機ジンクリッチペイント	600	75	4時間以内
現場 塗装	素地調整	動力工具処理 ISO St3			4時間以内
	ミストコート	変性エポキシ樹脂塗料下塗	160(130)	—	1日～10日
	下塗	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	1100(500×2)	300	

注) .1 塗料使用量：スプレーとし、(***)ははけ、ローラー塗りの場合を示す。

注) .2 母材と連結板の接触面は、工場塗装の無機ジンクリッチペイントまで塗布する。

2) 現場溶接部の塗装

外面および内面の溶接部には外面：F-13、内面：F-14 塗装仕様を適用するのがよい。

桁の連結部は、一般部に比べて発錆が早い。このため、現場接合の後の塗装には、長期耐久性に必要な膜厚確保のため超厚膜形エポキシ樹脂塗料を塗装する。

なお、溶接部の塗装範囲は、塗装品質を確保するために必要な範囲と溶接焼けを生じる範囲を考慮して、開先面から概ね 10cm 程度の部分とする。

表-3.2.11 F-13 塗装系

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔	
現場塗装	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		4時間以内	
	下塗	有機ジンクリッチペイント	600(300×2)	75	1日～10日
	下塗	変性エポキシ樹脂塗料下塗	240(200)	60	1日～10日
	下塗	変性エポキシ樹脂塗料下塗	240(200)	60	1日～10日
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170(140)	30	1日～10日
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	140(120)	25	1日～10日

表-3.2.12 F-14 塗装系

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔	
現場塗装	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		4時間以内	
	下塗	有機ジンクリッチペイント	600(300×2)	75	1日～10日
	下塗	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	1100(500×2)	300	

3) A 塗装系の現場連結部の塗装

A 塗装系の現場連結部には、外面：F-15、内面：F-16 塗装仕様を適用するのがよい。

表-3.2.13 F-15 塗装系

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔	
現場塗装	素地調整	動力工具処理 ISO St3		4時間以内	
	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	(140)	35	1日～10日
	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	(140)	35	1日～10日
	下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	(140)	35	1日～10日
	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	(120)	30	1日～10日
	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	(110)	25	2日～10日

表-3.2.14 F-16 塗装系

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔	
現場塗装	素地調整	動力工具処理 ISO St3		4時間以内	
	下塗	変性エポキシ樹脂塗料下塗	240(200)	60	1日～10日
	下塗	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	1100(500×2)	300	

(6) コンクリート接触面および摩擦接合面の塗装について

1) 一般橋梁 コンクリート接触面

基本方針・・・無機ジンクリッチペイント 30 μ m 塗付

一般橋梁のコンクリート接触面は、「鋼道路橋防食便覧 H26年3月 日本道路協会」に従い、さび汁による桁の汚れを発生することを考慮し、無機ジンクリッチペイント 30 μ m 塗付することを基本とする。

鋼道路橋防食便覧 H26年3月 日本道路協会 PII-35 より抜粋

また、主桁や縦桁上フランジなどのコンクリート接触部は、さび汁による汚れを考慮し無機ジンクリッチペイントを 30 μ m 塗付するのがよい。

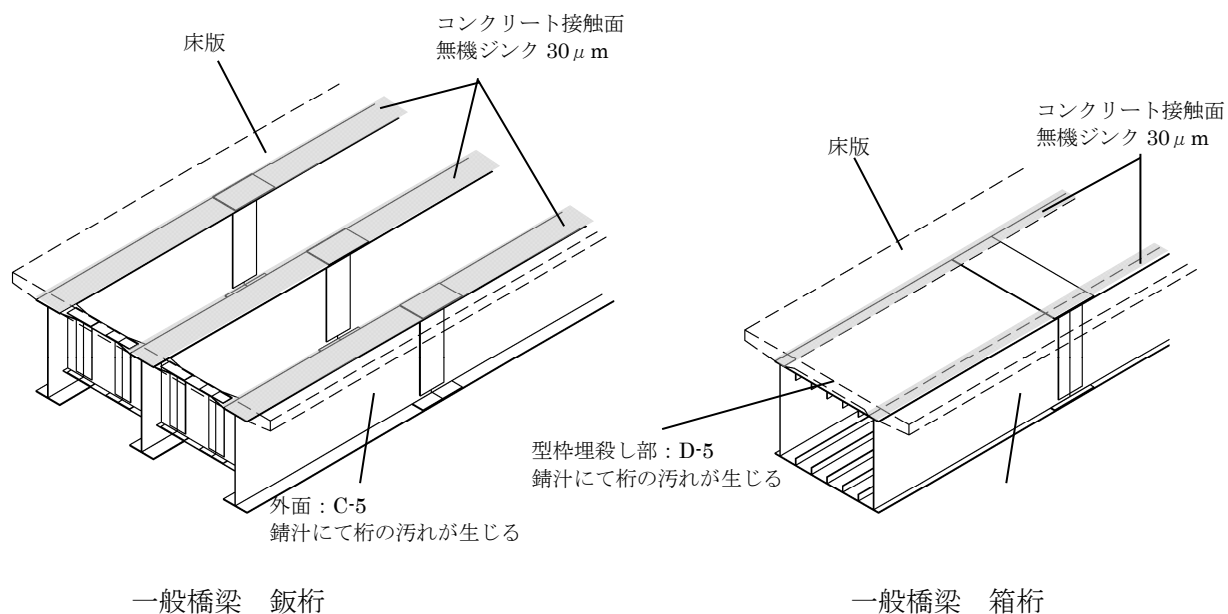


図-3.2.48 コンクリート接触面の塗装位置

2) 一般橋梁 摩擦接合面

基本方針…無機ジンクリッチペイント 50 μ m 塗付(接触面の合計乾燥膜厚 100~200 μ m)

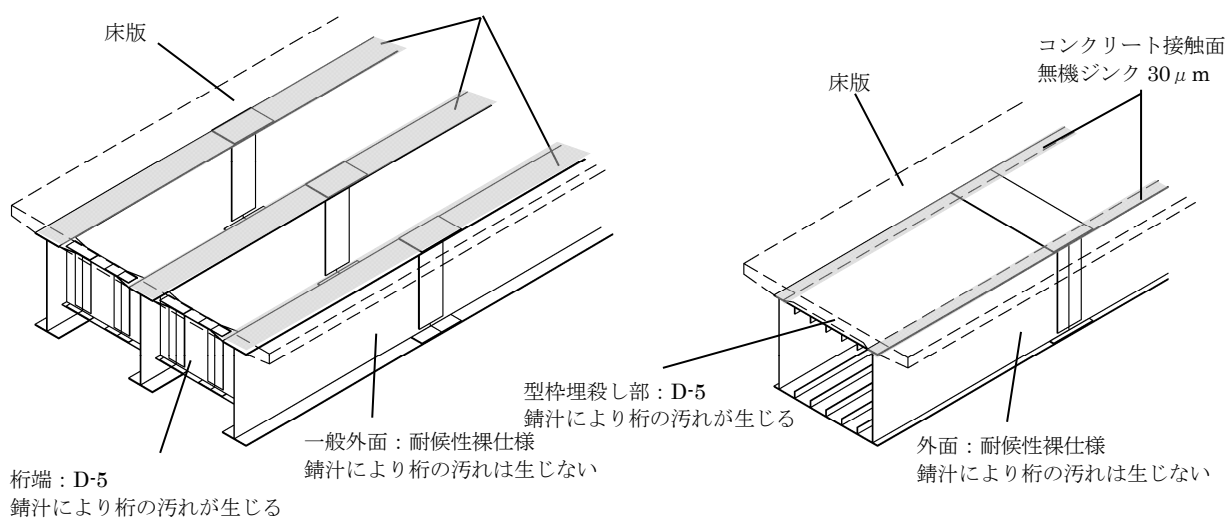
一般橋梁の摩擦接合面は、道路橋示方書に従い、現場塗装開始前までのさびの発生を防止するとともに、現場塗装時の素地調整作業を容易にできるため、無機ジンクリッチペイントを塗付することを基本とする。

また、道路橋示方書によれば、接触面に無機ジンクリッチペイントを塗付する場合、接触面を塗装しない場合と比較して、摩擦接合用ボルトの許容力を大きく確保できるため、継手のボルト本数の低減に効果があるため、無機ジンクリッチペイントを塗付することを基本とする。

3) 耐候性鋼橋梁 コンクリート接触面

基本方針・・・無機ジンクリッチペイント 30 μ m 塗付

耐候性鋼橋梁のコンクリート接触面は、摩擦接合面や埋め殺し型枠箇所等が内面塗装仕様となるため、錆汁による桁の汚れを考慮しコンクリート接触面は無機ジンクリッチペイントを30 μ m 塗付するものとする。



耐候性鋼橋梁 鋳桁

耐候性鋼橋梁 箱桁

図-3.2.49 耐候性鋼橋梁 コンクリート接触面位置

4) 耐候性鋼橋梁 摩擦接合面

基本方針・・・無機ジンクリッチペイント 50 μ m 塗付(接触面の合計乾燥膜厚 100~200 μ m)

耐候性鋼橋梁の摩擦接合面についても、一般橋梁と同様に継手のボルト本数の低減に効果があるため、無機ジンクリッチペイントを塗付することを基本とする。

(6) 塗装記録表について

- ・塗装作業完了時には桁端部の腹板に退色の生じにくい白色あるいは黒色で塗装記録表を表示すること。

表示内容及び表示位置については図-3.2.50、図-3.2.51 鋼道路橋防食便覧) によるのを原則とする。

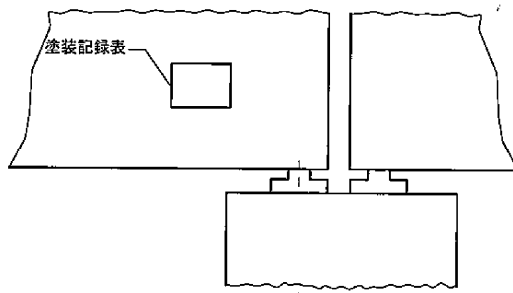


図-3.2.50 塗装記録表の表示位置

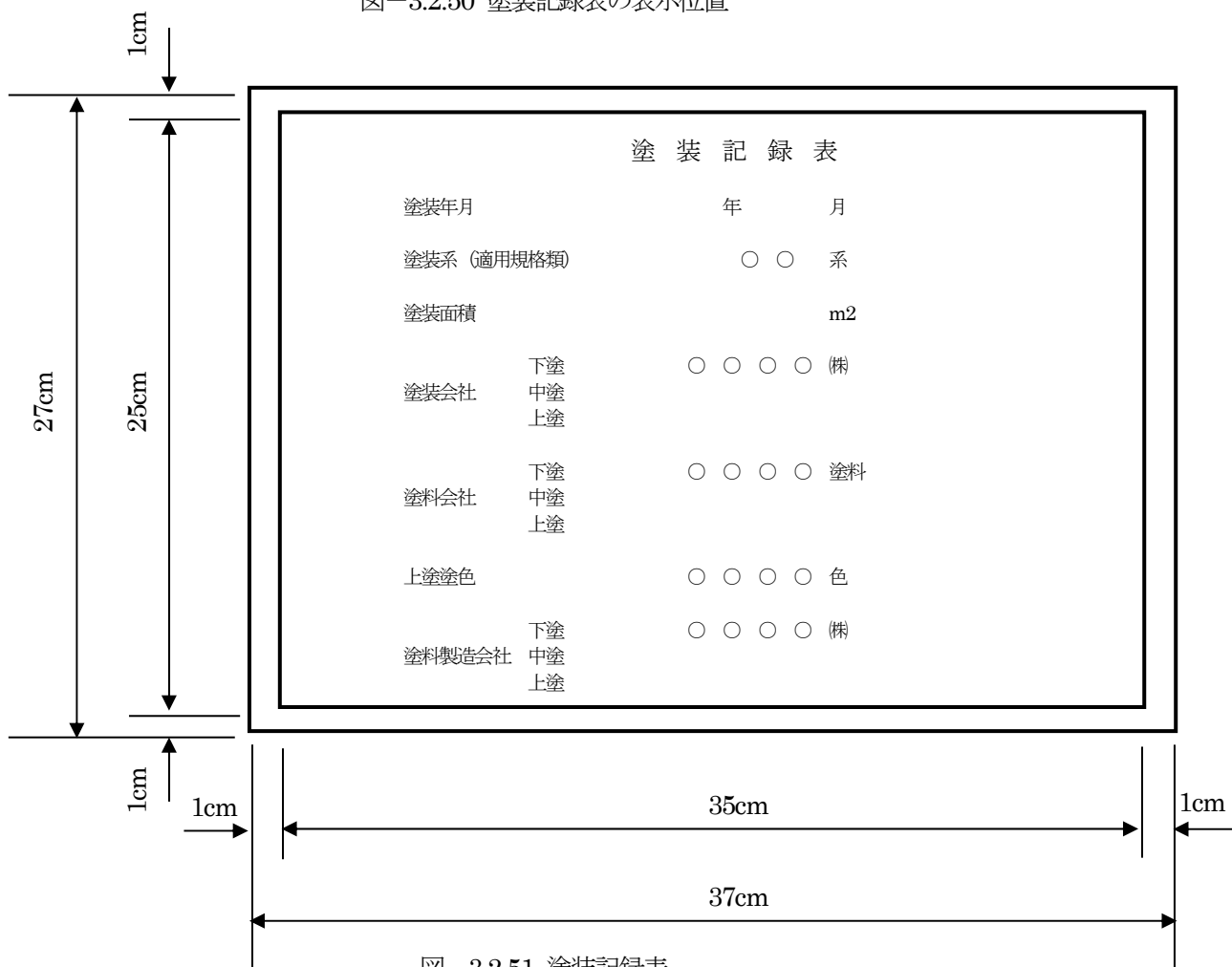


図-3.2.51 塗装記録表

2. 7 無塗装用耐候性鋼材の使用

2.7.1 一般

耐候性鋼材を無塗装で使用する橋種は原則として上路橋とする。
また使用に際しては、設計上、施工上および景観面への配慮を行うこと。

解

- 1) 耐候性鋼材の適用可否の判断については、主管課と協議の上、決定する。
- 2) 鋼橋の防錆方法は一般に図-3.2.52のように分類される。本節では耐候性鋼材の裸使用について使用上の注意を述べる。

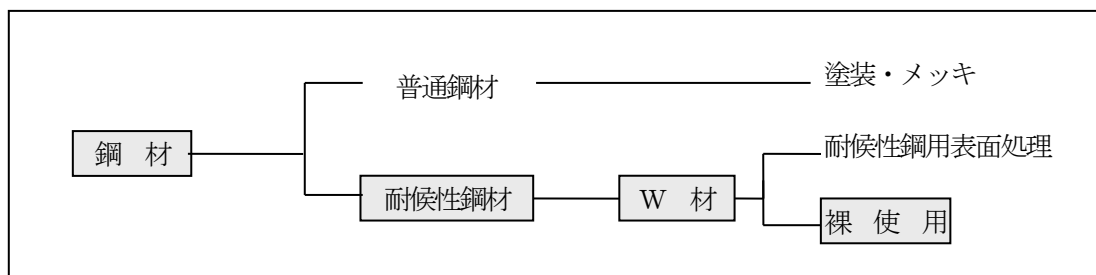


図-3.2.52 鋼材の防錆方法

- 3) 耐候性鋼材を無塗装で使用する橋種は、比較的保護性さびが生成され易くかつ実績も増えてきている上路橋に適用するのを原則とする。しかし、下路型式、その他については、耐候性鋼材の使用を制限するものではないが、参考資料①、②、③等の意図を正しく把握した上で準用すること。
- 4) 耐候性鋼材の裸使用適用区域は飛来する塩分量による影響が大きい。本県下全域においては海岸線より離れており、飛来塩分量の測定を省略して裸使用が可能である。

耐候性鋼材の裸使用に当たっては、以下の2.7.2～2.7.7で述べる適用橋種、適用地域、使用鋼材、景観面への配慮、設計・施工上の注意等について留意すること。

[出典・参考資料]

- ① 「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（改訂案）」

平成5年3月

建設省 土木研究所

(社) 鋼材倶楽部

(社) 日本橋梁建設協会

(社) 日本橋梁建設協会

(社) 日本橋梁建設協会

(社) 日本道路協会

- ② 「耐候性橋梁の手引き」

- ③ 「鋼橋防食便覧のQ&A」

- ④ 「鋼道路橋防食便覧」平成26年3月

2.7.2 適用橋種

耐候性鋼材を無塗装で使用する橋種は、原則として上路鋼道路橋とする。下路形式、その他については、耐候性鋼材の使用を制限するものではないが、参考資料等の意図を正しく把握した上で準用すること。

解

耐候性鋼材の適用を判定するためのフローチャートを以下に示す。まず飛来塩分に着目したJIS 耐候性鋼材(SMA)または、ニッケル系高耐候性鋼材の適用性の検討を行う。次に、凍結防止剤散布地域や架橋位置の地形などに着目した耐候性鋼材の適用性の検討を行い、耐候性鋼材の適用の判定を行う。

[参考資料] '16 デザインデータブック P244 一般社団法人日本橋梁建設協会

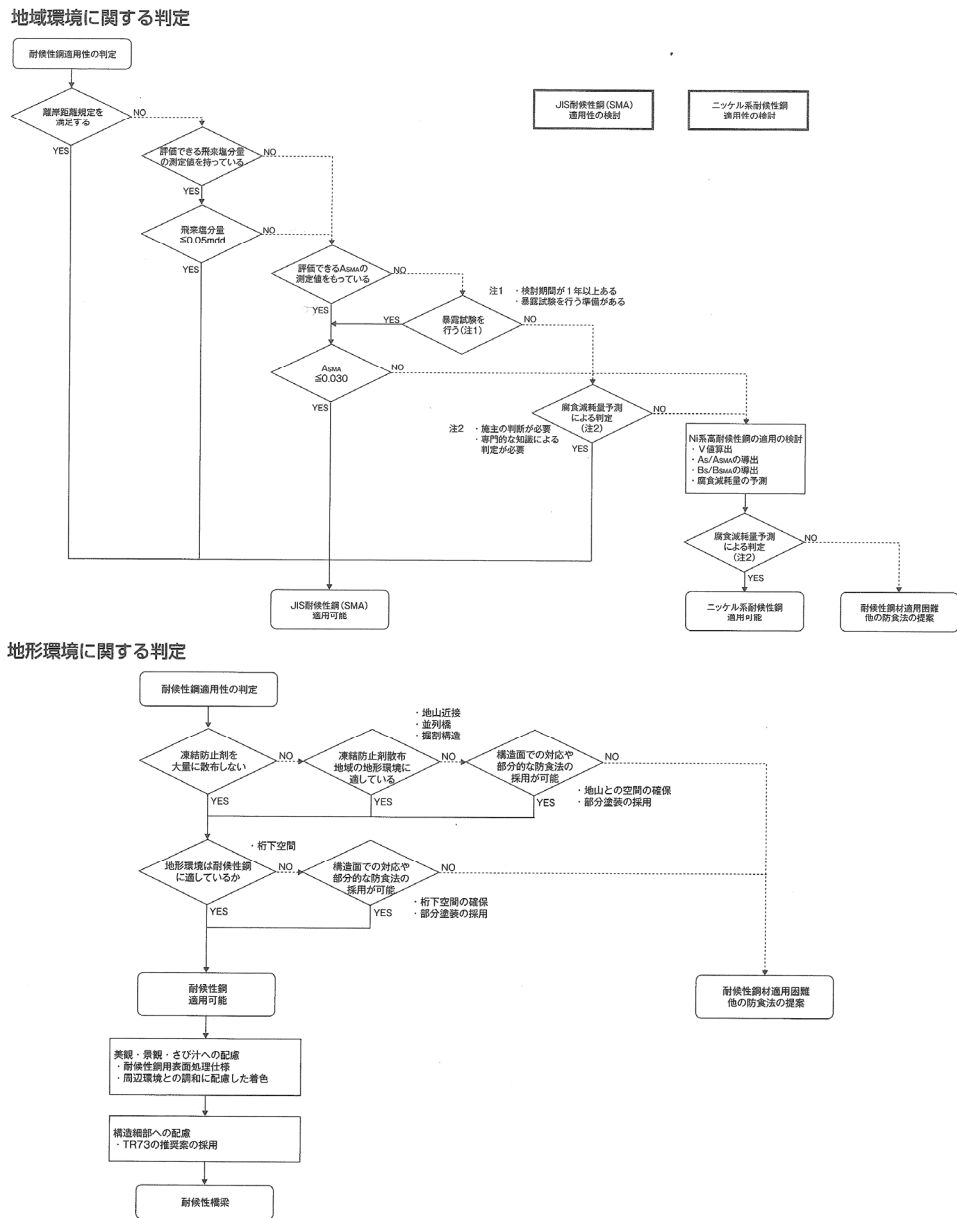


図-3.2.53 耐候性鋼材適用のフローチャート

2.7.3 適用可能地域

適用可能地域は、表-3.2.15 に示す通りであり、本県全域においては飛来塩分量の測定を省略して使用が可能である。

解

表-3.2.15 飛来塩分量の測定を省略して良い地域

地域区分		飛来塩分量の測定を省略して良い地域
日本海沿岸部	I	海岸線から 20km を越える地域
	II	海岸線から 5km を越える地域
太平洋沿岸部		海岸線から 2km を越える地域
瀬戸内海沿岸部		海岸線から 1km を越える地域
沖縄		なし

2.7.4 使用材料

(1) 鋼材

構造用鋼材は JIS G3114 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、SMA400W、SMA490W、SMA570W、SBHS400W、SBHS500W) を使用するものとする。

(2) 鋼種の選定

鋼板の板厚および形鋼の使用種類は可能な限り少なくするのが良い。

(3) 耐候性高力ボルト

無塗装耐候性橋梁に用いる高力ボルトは、耐候性トルシア形高力ボルトを用いるものとする。

解

(1) 溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材については、JIS G3114 (1988 年) に、通常裸使用される W 種と塗装を行って使用される P 種が規定されている。しかし、今までの研究成果と使用実績から、共通編において P 種に比べ初期工事費が安く、維持管理費も低減できる W 種に使用が限定されたことから選定鋼種の対象も W 種に限定することとした。

(2) 耐候性鋼材は鋼材のうちでも特殊な鋼種であり、その使用量はあまり多くない。したがって、種々の板厚の鋼材のロールチャンスが常にあるとは限らないので、板厚の種類はできるだけ多岐にわたらないようにするのがよい。

耐候性鋼材の形鋼についても同様で、比較的入手しやすい種類を選定し、種類は多くならないようにするのが望ましい。参考として、これまでの無塗装耐候性橋梁で比較的多く使用されている形鋼の種類を表-3.2.16 に示す。

表-3.2.16 無塗装耐候性橋梁でよく使用されている形鋼の種類

品種	規格	標準断面寸法(mm)
等辺山形鋼	SMA490AW	75×75×9 90×90×10 100×100×10 130×130×9 130×130×12
不等辺山形鋼	SMA490AW	125×75×10
溝形鋼	SMA490AW	250×90×9×13 300×90×9×13
H形鋼	SMA490AW	400×200×8×13
CT形鋼	SMA400AW	95×152×8×8 118×176×8×8 118×178×10×8 144×204×12×10
フィラープレート	SPA-H 相当	3. 2×1219×3048 4. 5×1219×3048

2.7.5 景観・湿気・漏水に対する配慮

使用に当たっては、設計・施工の両面から、景観・湿気・漏水に対する下記の項目などの配慮が必要である。

- (1) 橋台・橋脚および橋梁下の路面などをさび汁で汚すことがある。
- (2) 鋼材の仮置き中や床版打設前に、鋼材表面にさびむらが発生することがある。

解

(1) 橋座面上は一般に風通しが悪く塵芥や結露水がたまるなど腐食しやすい環境にあり以下のような対策が必要である。

- ① 橋座面に排水勾配を付ける。
- ② 支承位置には台座を設け、通風性を良くする。
- ③ 伸縮継手は非排水構造とする。
- ④ 桁端部内側の部分塗装を施す。(内面塗装と同様の仕様を基本とする。)
- ⑤ 桁ウェブやパラペットに切欠きを設ける。
- ⑥ 下フランジに止水板を取り付ける。

(2) 凍結防止剤散布などによる塩害に対しては、周辺の橋梁などの構造物の腐食状況を確認した上で適切な対策を施すこと。

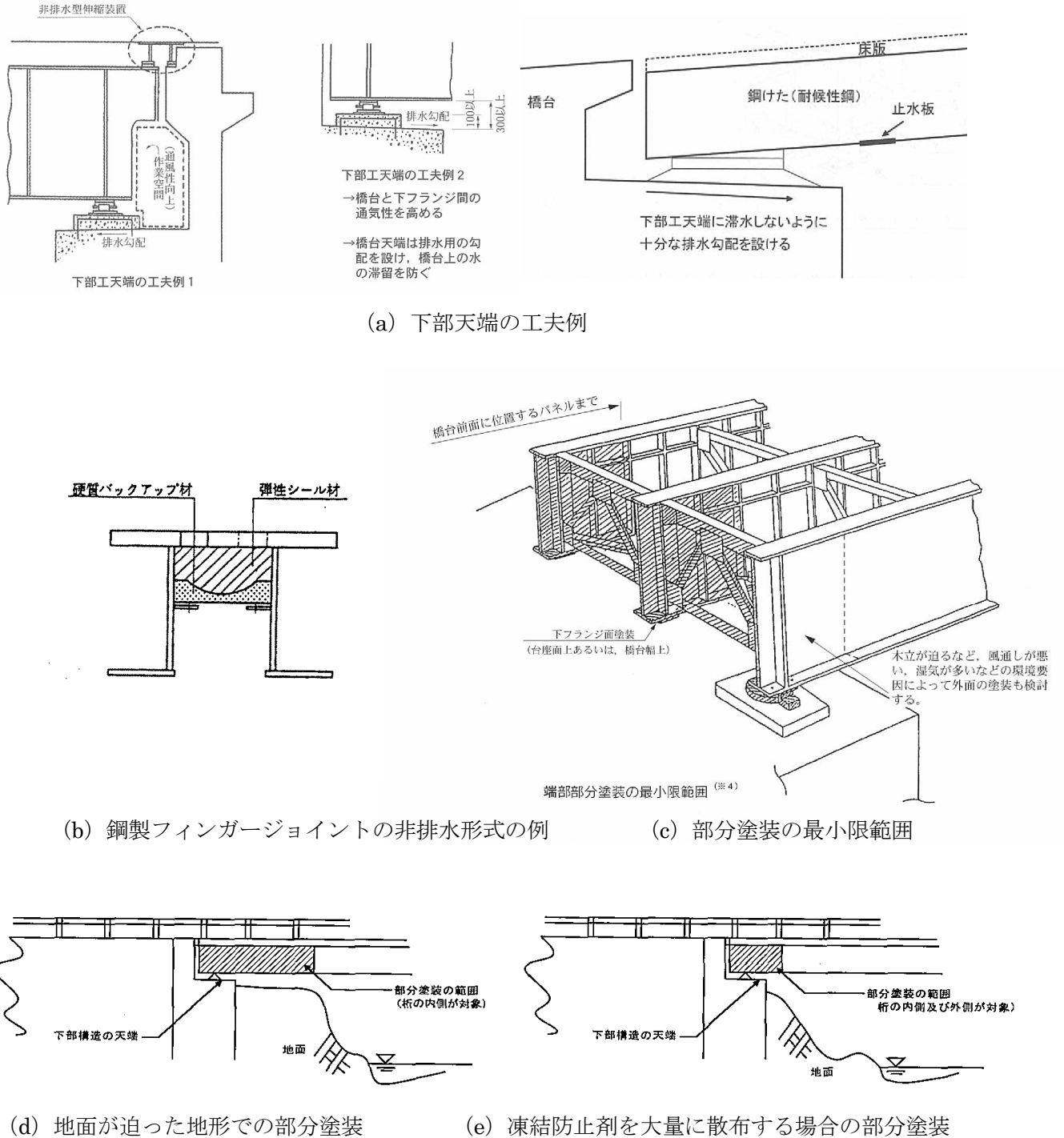


図-3.2.54 景観・湿気・漏水に対する構造の配慮

2.7.6 設計上の注意について

(1) 設計一般

- 1) 県内における温泉地域内においては、硫化水素の影響を考慮し、耐候性鋼材の使用に十分注意すること。
- 2) 耐候性鋼材の表面に保護性さびが生成されやすいように構造細目に配慮すること。
- 3) 凍結防止剤を散布する橋梁においては、特に排水処理に注意を要する。

(2) 腐食代

設計において、腐食代は考慮しなくて良いものとする。

(3) 高力ボルト継手

- 1) 主桁の部材間には10～20mmの隙間をあけるのがよい。
- 2) ボルトの最大中心間隔は圧縮、引張にかかわらず表-3.2.17の小さい方の値とする。ただし、形鋼の場合はこの規定によらなくてもよい。

表-3.2.17 ボルトの最大中心間隔

ボルト の呼び	最大中心間隔		
	t	p	g
M20	130	12t	12t
M22	150	千鳥の場合は $15t-3/8g$	
M24	170	ただし、12t以下	

ここに、t：外側の板または形鋼の厚さ (mm)

p：ボルトの応力方向の間隔 (mm)

g：ボルトの応力直角方向の間隔 (mm)

- 3) ボルト孔の中心から材片の重なる部分の縁端までの距離は、ボルトの呼び径 M20、M22、M24 に関して 50mm 以下とする。
- 4) フィラーを使用する連結および公称板厚の異なる連結はできる限り避けるのがよい。やむを得ずフィラーを用いる場合はフィラー板にも耐候性鋼材を使うのがよい。
- (4) 水平部材
水平部材は雨水、結露水などの自然排水が可能な構造とすること。
- (5) 補剛材
主桁外側の垂直補剛材は、下端部に 50mm 以上のスカーラップを設けるものとする。
- (6) 格点構造
トラス橋やアーチ橋の格点部は自然排水が可能で、通気性の良い構造とすること。
- (7) 箱断面の内面処理
箱断面の内面は塗装を施すことを標準とする。

- (8) 桁端部周辺
- 1) 桁端部、伸縮装置には塗装を施すことを標準とする。
 - 2) 伸縮装置には非排水型式を使用すること。
- (9) 防水層
- 床版には防水層を設けるものとする。
- (10) 排水装置
- 排水装置からの路面汚水が鋼桁にかからないよう排水装置の設置には注意をすること。
- (11) 高欄、地覆
- 高欄および地覆には耐候性鋼材の無塗装使用は避けること。

解

- (1) 1) 一般に鋼材は同一大気環境であっても、その鋼材が使われている位置や向きによって腐食の状態が著しく異なるが、既設の無塗装耐候性橋梁の観察結果から一般的に次の事が言える。
- ① 雨水が直接降りかかり、かつ水切れの良好な部分は保護性さびが形成し易い。
 - ② 風通しの良い内側の垂直面、水切れの良い水平下面は①に比べて保護性さびの形成がやや遅れるが、問題はない。
 - ③ 水平に置かれた材片の上面は泥、塵埃などにより水分が保持され易いため保護性さびの形成が遅れるが、風通しの良い開かれた部分では保護性さびが形成するものとしてよい。
 - ④ 材片が重なる部分も、開かれた場所で風通し、水切れが良好であれば保護性さびが形成するものと考えられる。
 - ⑤ 空気が通うことのできる閉じた断面の内部は結露し易く、乾燥し難いので、保護性さびを形成しない場合がある。
 - ⑥ 汚水が掛かったり降雨によって跳ねが掛かる部分、または雨水などの水切れに際して水みちになる部分は保護性さびが形成し難い。
 - ⑦ 泥や水がたまる面は保護性さびを形成しない。
- したがって、設計に際しては次の事象をできる限り防止、緩和するように努めるのがよい。
- イ) 泥、塵埃の堆積
 - ロ) 滞水
 - ハ) 結露
 - ニ) 床版、伸縮装置、配水管の破損による漏水
 - ホ) 雨水の定常的な水みち
- なお、主桁端部などのように、構造上の配慮で腐食環境を改善し難い箇所は、部分的に塗装を施すなどの処置が必要である。

2) 良好な大気環境の中では、無塗装耐候性橋梁の成否は水の処置の良否にかかっているといえる。床版や排水装置の不具合により、路面からの雨水が耐候性鋼材に直接かかることがあると、その箇所の保護性さびの形成が期待できない。その上、凍結防止剤の散布により、路面水に塩化物が混入すると、局部的に著しい腐食を招く恐れがあるので、無塗装耐候性橋梁では特に路面水の排水に注意する必要がある。

(2) 一般的な環境条件下では、耐候性鋼材の50年後推定板厚減少量は、概ね0.3mm程度と非常に小さく、設計において鋼材の腐食度を考慮する必要はない。

(3) 1) 主桁下フランジの高力ボルト連結部は、母材間のすき間が乾燥し難く、滞水することもあるため、母材間の間隔を広く開け、下面側の連結板を分割することにより、水抜き、乾燥を容易にする構造とするのが良い。すき間間隔は10~20mm程度とすることで滞水が起こり難くなる。

I桁の腹板の高力ボルト継手は上フランジ下面と連結板端面の間などで乾燥し難いすき間をなくすようにその間隔を広くする。腹板の連結板を分割せず1枚板にすることも滞水防止を考えた構造として望ましい。(図-3.2.55)

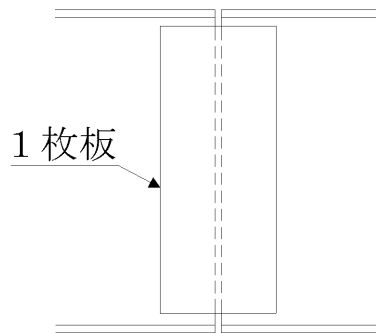
I桁下フランジ連結部の下面側の連結板は分割するなどのことにより、水抜き、乾燥をより容易にすることができる。(図-3.2.56)

箱桁下フランジ側の連結板は1枚板とする。ただし、張出し部の連結板は分割する。下フランジの自由突出幅は小さくしても効果がみられないため、塗装橋梁と同様の突出幅とする。(図-3.2.57)

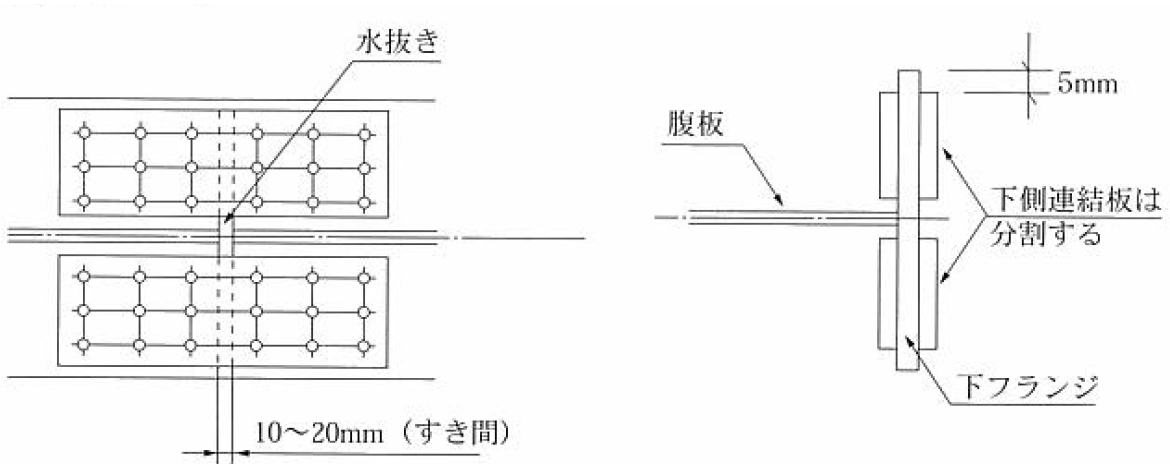
2) ボルトの配置は、板相互間の密着をできるだけよくするためにボルト間隔をなるべく小さくし、格子配列とすることが望ましい。しかし、形鋼については表-3.2.17によるのが難しい場合(例えば、CT形鋼の最大中心間隔 g など)があるので緩和規定を設けた。

3) 2)と同様の理由から最大縁端距離は道路橋示方書に規定される最小縁端距離を下回らない範囲で、なるべく小さくするのがよい。条文のとおり、最大縁端距離は50mmを標準とした。ただし、アーチリブの箱断面などのように、フランジ連結板の端部が腹板を覆うようにすることが困難な場合には最大縁端距離を外側の板厚の6倍以下としてよい。

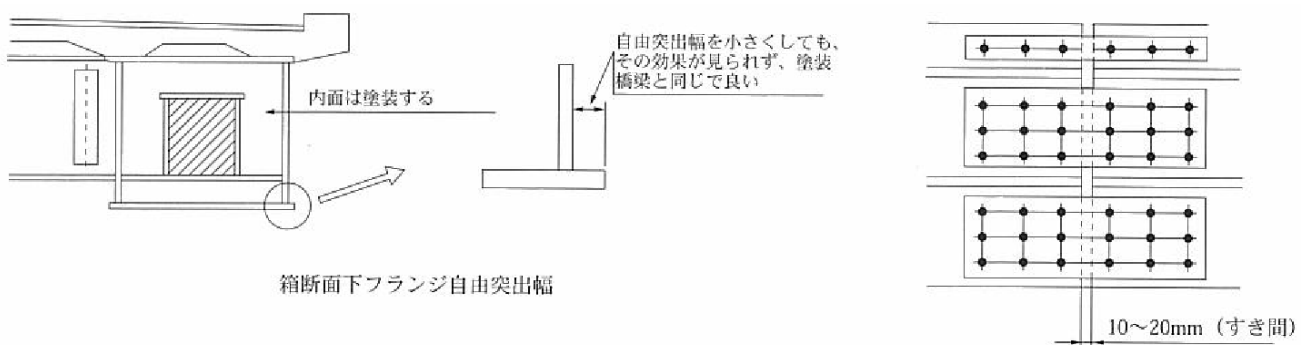
4) フィラーを使用した連結部では、接触面の周辺で毛細管現象により滞水が起こることが考えられる。したがって、耐候性鋼橋梁ではできる限りフィラーを用いる連結は避けるのがよい。やむを得ずフィラー板を用いる場合は、フィラー板にも耐候性鋼材を使うのがよい。薄板のJIS耐候性鋼材が入手し難い場合は、高耐候性鋼材SPA-Hまたはその相当品などを使用し、母材と同等の耐候性が確保されるようにする。



図—3.2.55 腹板の連結板



図—3.2.56 I桁下フランジの連結板



図—3.2.57 箱桁の自由突出および連結板

(4) 水平部材には雨水、結露水等が溜まり易いので、縦断勾配や横断勾配だけで自然排水できない場合は、以下のような方法などで自然に排水できる構造とするのがよい。

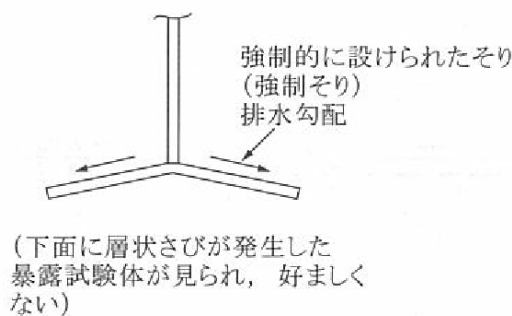
1) フランジなど水平部材

I 断面部材の下フランジは、腹板との溶接によって上向のひずみが残る恐れがあるので、予めフランジに逆ひずみを通常より大きく付けて溶接後も下向きの勾配が残るような製作法をとってきた。しかし、その効果は明確でなく、実際の橋梁では少なからず勾配などがあるために、強制的な排水勾配を設けなくても滞水することは少なくさび状態が悪くなったという報告はない。むしろ逆に、環境の厳しいところでは強制的な排水勾配を設けたことによって雨水による水洗いが無いフランジ面に層状剥離さびが発生したといった報告もある。したがって、極端な逆ひずみは好ましくなく、一般の塗装橋梁と同様に滞水が起こらない程度に製作するのがよい。(図-3.2.58(a)参照)。

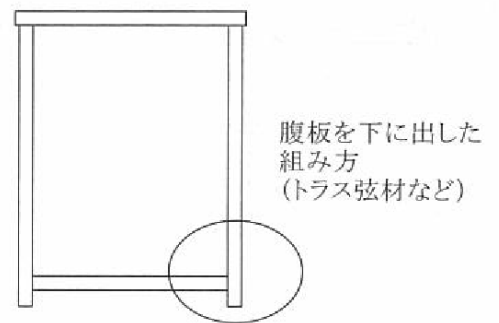
アーチ橋の横構のように、部材の傾きが大きく、逆ひずみ等で対応できない場合には、腹板に図-3.2.59に示すような水抜きのための切欠きを設けるのがよい。ただし、切欠き付近に高い応力が繰り返し作用する場合には、疲労損傷が懸念されるので、切欠きを必要とする構造は避けるのがよい。

2) トラス弦材

トラス弦材などで、腹板を下に出した組み方をした場合も同様なことが起こるため採用を避けるのがよいが、一般環境にあつては問題が顕著に現れていないため、構造上避けられない場合はこの限りではない。(図-3.2.58(b)参照)



(a)強制的に設けたそり



(b)腹板を下に出した組み方

図-3.2.58 避けたい構造

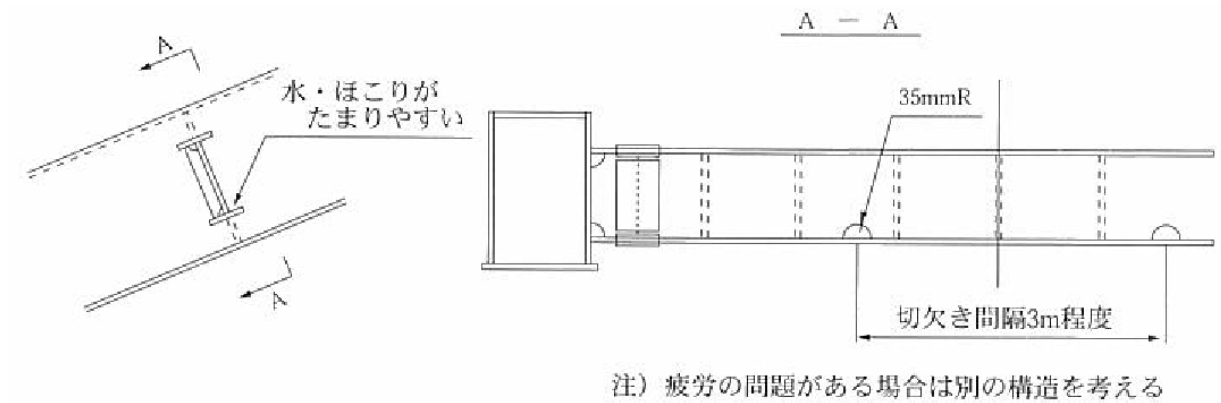


図-3.2.59 傾斜した横構の排水の注意点

- (5) 垂直補剛材の下端は、補剛材、腹板、下フランジの3材片が交差する部分である。この部分は桁に縦断勾配があれば滞水することとなる。そこで、外側の垂直補剛材はこの部分に通常よりも大きいスカーラップを設け、滞水を防ぐようにすることとした。なお、支点上の垂直補剛材については、スカーラップを除いた断面での応力照査が必要である。

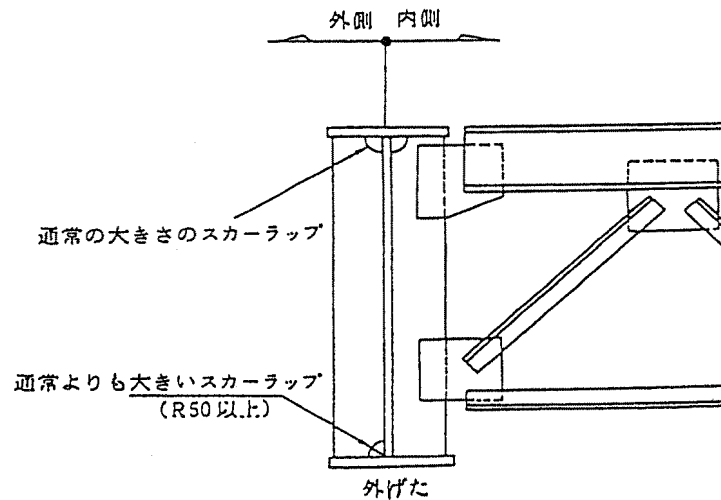


図-3.2.60 補鋼材下端部のスカーラップ

- (6) トラス橋やアーチ橋の格点部は、雨水の滞水や泥、塵埃の堆積等が生じ易い。それらを避けるために、格点部の構造は排水性、通気性のよい構造にするのがよい。(図-3.2.61)

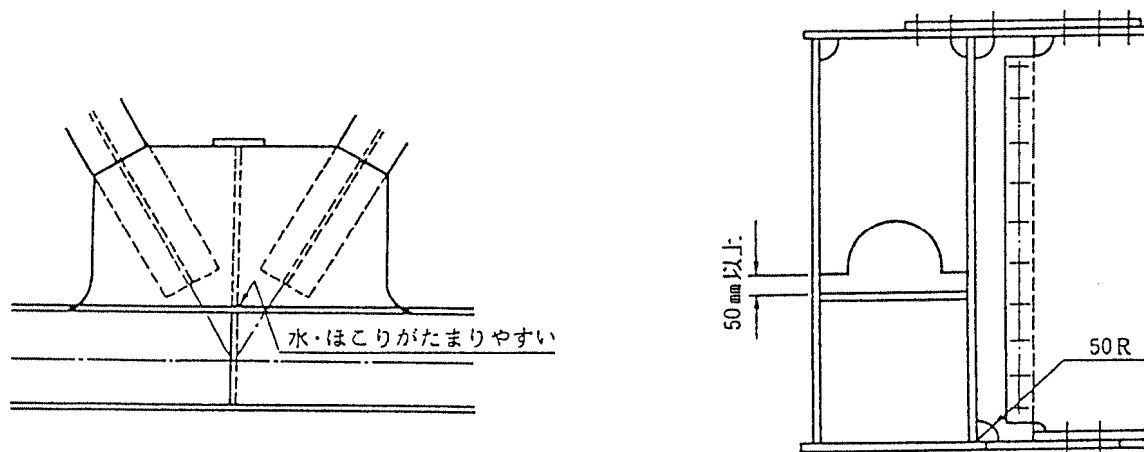


図-3.2.61 格点構造

- (7) 一般に箱桁の内部は気密ではなく、結露や雨水進入により湿潤になり易いと考えられている。また、箱桁内に導かれた排水管の損傷などによる漏水、連結部のすき間を通して床版ひびわれからの漏水などで内部に滞水することがある。したがって、箱桁の内面は、通常の塗装橋梁と同様の塗装を施すのがよい。

ただし、トラス部材の箱断面や鋼床版の閉断面縦リブのように、完全に密閉された箱断面の場合には、塗装橋梁と同様に内面を塗装しなくてもよい。

箱桁内面を塗装したことにより、内面部材は普通鋼材でよいが、連結板のような内面板と外面板とが同一形状で製作、架設において混乱を招く恐れのあるものについては誤用をさけるため耐候性鋼材を使用するのがよい。

- (8) 1) 桁端部は通気性が悪く、また構造物の連続性が途切れる部位であり、路面排水処理の不備や、伸縮装置の漏水などにより桁を長期間湿潤になることがある。このようなことから、桁端部は防食上の弱点でもあるため、地面との空間が取れずに風通しの悪い部位など良好な環境が望めない範囲の部位には塗装を施すのがよい。連続桁の中間橋脚部も通気性が比較的悪く、同様の配慮をするのが望ましい。

塗装範囲は図-3.2.54(c)~(e)のように下部構造の天端上の範囲を目安として、桁が地面に迫っているような地形ではその範囲を目安として塗装するのがよい。凍結防止剤を散布する路線の橋では、地覆の不連続部から路面排水が外桁の外面側に流れ落ちて桁を濡らす場合や伸縮装置の損傷部から路面排水が落ちて桁を濡らす場合があり、このような場合では外桁外面を含めて桁の高さと同じ程度の範囲を塗装するのがよい。このとき塗装色については無塗装部との色調の相違を考慮して景観上の観点から配慮するのが望ましい。

2) 伸縮装置については、桁端部を塗装する場合にも、排水装置からの漏水によって無塗装部分に影響を及ぼさないように、非排水形式を使用するのがよい。

(9) 道路橋示方書では、主として鉄筋コンクリート床版の耐久性向上のため、アスファルト舗装とする場合は、防水層を設けるものとされている。無塗装耐候性橋梁の場合、劣化した床版からの漏水が主桁等の保護性さびの形成を妨げる恐れがあるため、床版及び主桁等の両者の耐久性向上の観点から防水層を設けることが望ましいとした。防水層の設計・施工にあたっては「道路橋床版防水便覧」((社)日本道路協会、平成19年3月)によるのがよい。

なお、鋼床版ではグースアスファルト舗装が使用され、グースアスファルト舗装が使用されない場合には一般に防水層が設けられる。その場合、デッキプレートの継手に高力ボルトを用いると、その連結部の防水層が不完全になる場合があるのでより慎重に施工する必要がある。

また、排水装置周辺等の水の集まる箇所の排水工、防水工に特に注意する必要がある。

(10) ここでいう排水装置には、路面汚水を直接排水する配水管の他、床版と舗装の間の水を抜くための水抜き孔なども含んでいる。その配置を誤った場合、あるいは配水管の目詰まり等により継ぎ目などから漏水が生じた場合、路面汚水が鋼部材を濡らして保護性さびの形成を妨げることがある。したがって、排水装置の設計にあたっては次の事項に配慮しなければならない。

1) 排水管は排水柵から鉛直に下ろし、鋼部材の下端からの突出長を十分確保した垂れ流しの構造が望ましい。

2) やむを得ず、横引き構造の排水装置とする場合には、次の事項について配慮が必要である。

①十分な排水勾配を付ける。

②大口径の管を使用する。

③排水装置のジョイントはできるだけ漏水が生じない構造とし、鋼部材の直上は避けるのがよい。

3) 床版に水抜き孔を設ける場合には、その排水が鋼部材にかからないようにホース等により、排水処理する必要がある。さらに、凍結防止剤の散布により路面汚水に塩化物が多量に含まれる場合には、上記の排水処理について特に注意を払う必要がある。

(11) 耐候性鋼材のさびに対して歩行者が違和感等を持つことが懸念されるため、高欄や鋼床版の地覆など歩行者の接近する部材には、耐候性鋼材の無塗装使用を避けるのがよい。

2.7.7 施工上の注意について

(1) 黒皮処理

耐候性鋼材を無塗装使用する場合、鋼材は原板ブラストにより表面の黒皮を除去したものを使用することを標準とする。

(2) 部材の仮置き、輸送

部材の仮置きは、雨水などの滞水や泥水のはね返りなどがないう、姿勢、高さに配慮すること。

(3) コンクリート床版の施工

1) コンクリート床版は、鋼桁の架設後すみやかに打設すること。

2) コンクリートの打設は、鋼部材にコンクリートやモルタル、土砂が付着しないよう注意すること。

解

(1) 黒皮がついたままで暴露された耐候性鋼材は、黒皮の付着が均質でないため、黒皮部分とさびとのむらが生じ、黒皮がすべて剥離した後もさびの色むらが残ることがある。

このことから、無塗装使用する耐候性鋼材の表面は黒皮を除去するのを標準とした。

なお、原板ブラストにより黒皮を除去した場合は、工場製作時に付着した埃、油脂、マーキング等を除去しなければならない。

(2) 竣工後のさびの色むらを防止するため、この記述を設けた。

(3) 1) 鋼桁を据え付け後、床版打設までの間に雨がかけると、下部構造や桁下の路面等をさび汁で著しく汚染することがあるので、できるだけ鋼桁を雨ざらしにしないことが望ましい。

2) コンクリート、モルタル、土砂などが鋼材に付着し、しばらく経つと、それらを除去しても付着のない箇所とのさびむらが生じていることがある。また、モルタル等はさびの色に対して対称的であるため、外観を著しく損ねることとなる。特にモルタル等は乾燥後の除去が困難であるので、それらが鋼部材に付着しないように注意するとともに、万一、付着してしまった場合には水洗い等ですみやかに除去するものとする。

2.8 現場溶接構造

2.8.1 一般

現場溶接は、美観性、経済性における有意性から使用実績が増加してきている。
しかし、架設上あるいは溶接施工上において注意を要し、採用する際には現場における施工法を十分検討した上で選択すること。

解

現場溶接を採用するにあたっては下記項目を検討し、総合的判断により決定する必要がある。

- ① 極力溶接部を無応力とし、静止状態で施工できること。
- ② 施工性（継手の位置、変形対策、作業姿勢、作業足場の設置など）に問題がないこと。
- ③ 施工時の作業環境に問題がないこと。
- ④ 適正な工期が得られること
- ⑤ 作業者及び第三者に安全上問題がないこと。

これらを設計時、施工前に十分検討し、場合によっては設計や架設工法の変更を行う必要がある。

表-3.2.18 に設計・製作・架設・溶接施工面より、橋梁構造部材への一般的な現場溶接の適性をまとめた。

表-3.2.18 構造部材別現場溶接の採用適性一覧

部 材		設計	製作	架設	溶接 施工	技術的 総合 評価	美 観	
鋼 床 版	デッキプレート	◎	◎	○	◎	◎	変わらず	
	Uリブ	○	△	○	○	○	変わらず	
	開リブ	◎	△	△	△	△	変わらず	
円形橋脚 (柱)		◎	◎	○	◎	◎	著しく向上	
角 形 橋 脚	柱	◎	◎	○	◎	◎	著しく向上	
	横梁	◎	◎	○	○	○	著しく向上	
	縦リブ	◎	△	△	△	△	変わらず	
Y 形 橋 脚	柱	◎	◎	○	○	◎	著しく向上	
箱 桁	上フランジ	◎	◎	○	◎	◎	変わらず	
	ウェブ垂直継手	◎	○	△	○	○	著しく向上	
	下フランジ	断面方向	◎	◎	○	○	◎	著しく向上
		シーム方向継手	◎	△	△	△	△	著しく向上
	下フランジの縦リブ	◎	○	△	△	△	変わらず	
	ウェブ水平継手	◎	△	△	△	△	著しく向上	
I 桁	上下フランジ	◎	◎	○	○	○	著しく向上	
	ウェブ	◎	○	△	○	○	著しく向上	
斜張橋タワー		◎	◎	○	◎	◎	著しく向上	
トラス・アーチパイプ構造		○	○	△	△	△	著しく向上	

(◎：適している ○：可能である △：課題が多い)

2.8.2 高力ボルト接合と現場溶接について

高力ボルト接合と現場溶接継手の特徴を比較整理すると以下のとおりである。

解

現在、現場継手の主流は高力ボルト接合が一般的であるが、美観面より現場溶接継手が増加してきている。

高力ボルト接合と現場溶接継手の比較をおこなうと表-3.2.19 のとおりである。

表-3.2.19 高力ボルト接合と現場溶接継手の比較

項目	高力ボルト継手		現場溶接継手	
美観	△	良いとは言えないが、目立たない場合も多い。	○	良い。
塗装 (メンテナンス)	△	添接部は塗装が劣化しやすい。	○	良い。
設計	△	孔引控除による断面減少あり。厚板・高張力鋼ではボルト数が多くなる。	○	継手位置選定の自由度が高い。
鋼重	△	孔引控除による断面減少により、板厚が増える場合がある。	○	減少する。板厚が大きくなるほど有利。
製作	○	孔明け作業あり。再現性の良い仮組ができる。	○	孔明け作業がなくなる。ただし、現場溶接部の製作精度を高める必要がある。
現場作業 及び設備	○	容易。通常の足場でよい。	△	容易でない。電力設備(大容量発電機)、防風設備が必要。
作業員	○	橋梁特殊工で施工できる。	△	溶接技能を有する橋梁特殊工が必要。
検査	○	締付検査。	○	非破壊検査。
期間	○	短い。	△	架設工程においては溶接工程がクリティカルパスになることが多い。
変形	○	変形はない。	△	形状管理が必要である。

(○：適する △：若干問題がある)

2.8.3 主構造の部材別の現場溶接採用の適否

現場溶接を採用する際には、適用構造物別に設計、製作、施工面より十分な検討を行うこと。

解

現場溶接の採用にあたっては、表-3.2.20~表-3.2.25 に記載する、橋梁の部材別の現場溶接に関する設計、製作、架設、溶接性一覧表を参考とすること。

表一 3.2.20 部材別現場溶接 採用の適否 (その1)

部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
鋼床版 デッキプレート 	◎ ボルト継手より溶接のほうが設計上の問題は少ない。	◎ ボルト継手に比べ孔あけはなくなり、薄板であるため精度向上のため中床版、側床版が架設の場合、仮組では鋼床版自重による影響について配慮が必要である。	○ Uリブがボルト継手の場合でもエレクションピースを立上げること、組立上の問題は少ない。キャンチレバー逐次架設のときは工程上の問題が生じる場合がある。	◎ 裏波溶接方法が確立されており、特に問題はない。ただし、キャンパー変形には注意を要する。なお、曲線桁で横断勾配が大きい場合には、溶接施工上の注意を要する	◎ すでに溶接継手が標準となってきた。舗装厚を確保するには有利である。	変わらず	サブマージ アーク溶接 (裏波) ガスシールド アーク溶接 (裏波)
鋼床版 Uリブ 	○ ボルト継手が標準であるが、設計上はボルト継手のほうが困難な場合があり、この場合は裏当金付きの完全溶け込み溶接とする。	△ Uリブの芯ずれに注意を要し、課題が多い。	○ 溶接を採用した場合は、現場取付用Uリブを人力で扱える大きさにする必要がある。	○ ルートとの溶融に注意を要する。ウェブ近傍のUリブは溶接でできない場合があるから設計上注意を要する。	○ 実績も多く、適用可能であるが、施工性や裏当て金付きの架合せ溶接継手の疲労強度が低いことから、道路橋示方書ではボルト継手を標準としている。	変わらず	被覆アーク 溶接 (裏当金) ガスシールド アーク溶接 (裏当金)
鋼床版 開リブ (バルブプレート) 	◎ 溶接継手として設計することは可能である。	△ 開先加工が困難である。	△ 溶接継手にすると孔がないから組立上からは不利。別途にエレクションピースをつけることは実際的ではない。	△ バルブ部分の溶接に難がある。	△ 架設 (組立) および溶接施工には問題が多く、実績もほとんどない。	変わらず	行おうとすれば 被覆アーク溶接 (裏はつり両面施工)

表-3.2.21 部材別現場溶接 採用の適否 (その2)

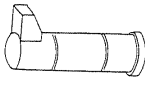
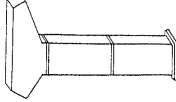
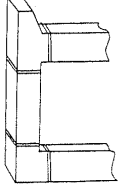
部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
<p>円形橋脚柱</p> 	<p>◎</p> <p>設計上の問題は少ない。</p>	<p>◎</p> <p>ボルト継手にすると曲面であり、孔あけ作業もしにくい。鋼管の巻き精度によっては目違いが生じる。</p>	<p>○</p> <p>組立上は孔があつた方がよいが、エレクションピースを取付けることで解決できる。</p>	<p>◎</p> <p>実績が多く、問題は少ない。</p>	<p>◎</p> <p>ボルト継手の方が例が少なく、溶接が最適である。</p>	<p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波、裏はつり両面施工) 被覆アーク溶接 (裏はつり両面施工)</p>
<p>角形橋脚柱</p> 	<p>◎</p> <p>溶接にすることに設計上の問題は少ない。大型橋脚では溶接継手でできない場合は設計できない場合がある。隅角部近傍に継手を設けることも可能である。</p>	<p>◎</p> <p>溶接にすると孔あけ作業はなくなるが、精度のよい開先を作るためには工数がかかるといえる。</p>	<p>○</p> <p>縦リブをボルト継手とすることで、組立上の問題は少ない。さらに外面にもエレクションピースをつけることが多い。</p>	<p>◎</p> <p>ガスシールドアーク溶接の裏波工法が定着し、安定した施工ができる。</p>	<p>◎</p> <p>施工例が多い。溶接継手にするのが有利である。</p>	<p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波) 被覆アーク溶接 (裏はつり両面施工)</p>
<p>角形橋脚横梁</p> 	<p>◎</p> <p>溶接継手位置に自由度があり、設計上有利な場合が多い。隅角部近傍に継手を設けることも可能である。</p>	<p>◎</p> <p>(柱の場合と同様)</p>	<p>○</p> <p>(柱の場合と同様) ただし、ベントが必要になる場合がある。</p>	<p>○</p> <p>下フランジ、ウェーブ (厚板) の溶接は、柱の場合に比べて施工性が劣る。ウェーブにスカップを設け、下フランジの溶接を行う場合もある。</p>	<p>○</p> <p>実績は柱の場合に比べて少ないが、溶接することによる大きな問題は少ない。</p>	<p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波) 下フランジには上向き溶接も用いられる。 ウェーブにはエレクトロガスアーク溶接 (裏波) も用いられる。</p>

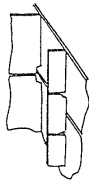
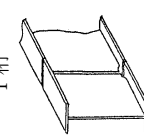
表-3.2.22 部材別現場溶接 採用の適否 (その3)

部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
角形橋脚 縦リブ 	◎ 溶接継手として設計することには問題ない。	△ 仮組がしにくい。	△ 孔がないので、組立上不利である。	△ 箱内面の作業となる。溶接長の短い割には両端にエンドタブをつけねばならず、それらの除去・仕上げを含め、工数がかかるとされる。	△ 実績がほとんどなく、また溶接継手とすることの利点は見いだせず、ボルト継手の方が架設上(主メンバーの開先精度上)も有利である。		行おうとすれば、被覆アーク溶接の裏はつり両面施工。
Y形橋脚 柱 	◎ 設計上の問題はなない。継手位置が分岐箇所付近すぎると溶接継手でなければ設計できない場合がある。	◎ (角形橋脚柱と同様)	○ (角形橋脚柱と同様) 分岐箇所に近い縦リブはボルト継合にできない場合があるので、組立用治具が必要となる。	○ (水平継手では角形橋脚と同様) 傾斜継手では施工法の確認が必要である。分岐部内側の外面からの溶接施工が困難な場合がある。	◎ 溶接施工が困難でなければ、角形橋脚と同様に有利である。	著しく向上する	ガスシールド アーク溶接 (裏はつり両面施工または裏波)
箱桁 上フランジ 			(鋼床版デッキプレートと同様)		◎	変わらず	鋼床版デッキプレートと同様。

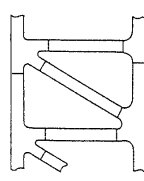
表一3.2.23 部材別現場溶接 採用の適否 (その4)

部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
<p>箱桁 ウェブ垂直継手</p> 	<p>◎.....△.....</p> <p>設計上の問題は少ない。</p>	<p>◎.....△.....</p> <p>孔あけ作業はないが、開先精度を高める必要があるため工数がかかると見られる。</p>	<p>△.....</p> <p>内側にエレクションピースが必要である。</p>	<p>◎.....</p> <p>ウェブが変形しやすい。上下端のステップ処理が必要である。自動溶接の場合、上端または下端に溶接残しができる。ここは半自動溶接または被覆アーク溶接で施工する。</p>	<p>◎.....</p> <p>実績も多く、総合的にみて、溶接にすることには問題はない。</p>	<p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波) エレクトロログアーク溶接 (裏波) 被覆アーク溶接 (裏波)</p>
<p>箱桁 下フランジ 断面方向継手</p> 	<p>◎.....</p> <p>設計上の問題は少ない。内面から下向溶接する場合は、溶接方法に応じてウェブやリップの切欠きが必要である。</p>	<p>◎.....</p> <p>架設上の配慮が必要である。溶接施工上の切欠き処理対策が必要である。下フランジの溶接ひずみなどのため作業性には注意が必要である。</p>	<p>◎.....</p> <p>上向き溶接では溶接層数が多くなり、能率が低下する。ピードの仕上げ、エレクションピースの除去および仕上げ作業は上向き姿勢となるので工数がかかると見られる。また変形に注意を要する。</p>	<p>◎.....</p> <p>下向溶接では問題はないが桁高が低い場合には作業性に注意を要する。上向き溶接では溶接層数が多くなり、能率が低下する。ピードの仕上げ、エレクションピースの除去および仕上げ作業は上向き姿勢となるので工数がかかると見られる。また変形に注意を要する。</p>	<p>◎.....</p> <p>実績が多い。</p>	<p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波) サブマージアーク溶接 (裏波)</p>
<p>箱桁 下フランジ シーム方向継手</p> 	<p>◎.....△.....</p> <p>シーム方向の溶接ではダイヤフランムや横リップの切欠きが必要である。</p>	<p>△.....</p> <p>架設上の配慮が必要である。溶接施工上の切欠き処理対策が必要である。下フランジの溶接ひずみなどのため作業性には注意が必要である。</p>	<p>△.....</p> <p>下向溶接では問題はないが桁高が低い場合には作業性に注意を要する。上向き溶接では溶接層数が多くなり、能率が低下する。ピードの仕上げ、エレクションピースの除去および仕上げ作業は上向き姿勢となるので工数がかかると見られる。また変形に注意を要する。</p>	<p>△.....</p> <p>シーム方向の溶接はダイヤフランムや横リップの切欠きが必要であり、変形対策等を含めて施工上難がある。美観以外には利点が少ない。</p>	<p>△.....</p> <p>著しく向上する</p>	<p>ガスシールドアーク溶接 (裏波) サブマージアーク溶接 (裏波)</p>	

表一3.2.24 部材別現場溶接 採用の適否 (その5)

部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
箱桁 下フランジの縦リブ 	◎ 下フランジを下向き溶接する場合、大きな切欠きを設ける必要がある。上向き溶接の場合は切欠きを設けない。	○ 特に問題はない。	△ 下フランジを下向き溶接の場合、一部切欠いておいた縦リブを、下フランジ溶接後取付けるが、ひずみが生じやすく難がある。	△ 低い姿勢での立向き溶接であり、容易な溶接とはいいがた。	△ 溶接にすることの効率は少ないが、設計上やむを得ない場合には溶接とする。基本的にはボルト継手の方がよい。	変わらず	ガスシールド被覆アーク溶接 (裏はつり両面施工)
	◎ 設計上の問題はない。	△ 工場内ハンドリング上で問題がある。ウェーブが波状変形を生じやすいので、ボルト継手の方がよい。	△ 組立には多くのエレクションピースを要し、かつ目違い直しにも工数がかかる。	△ 他の部位に比べ板厚は薄い、溶接能率はきわめて低い。溶接変形に注意を要する。下向きで施工できれば問題はない (○印)。	△ 技術的には施工上難があり、美観以外には利点が少ない。	著しく向上する	ガスシールドアーク溶接 (裏波または裏はつり両面施工)
I 桁 	◎ 特に問題はない。	◎ 特に問題はない。	○ フランジ幅に比べ大きいエレクションピースが必要である。	○ 下フランジでは、ウェーブ位置でビート継ぎを要する。	○ 極厚板の場合は溶接が適している。	著しく向上する	ガスシールドアーク溶接 (裏波)
	◎ 特に問題はない。上下端に切欠きを設ける必要がある。	○ 孔明け作業はないが、開先精度を高める必要がある。	△ 目違い修正などに工数がかかる。	△ 溶接能率がよくない (ガスシールドアーク溶接)。自動溶接の場合、上端または下端に溶接残しができる。ここは半自動溶接または被覆アーク溶接で施工する。	○ 総合的にみて、溶接にする効果は少ないが、溶接の適用は可能である。	著しく向上する	ガスシールドアーク溶接 (裏波) エレクトロロガスアーク溶接 (裏波) 被覆アーク溶接 (裏波)

表一3.2.25 部材別現場溶接 採用の適否 (その6)

部材	設計	製作	架設	溶接施工	技術的総合評価	美観	溶接法 (例)
斜張橋タワー		角形橋脚 (柱) の場合と同様			◎	著しく向上する	ガスシールド アーク溶接 (裏波)
トラス・アーチ パイプ構造 	○ 小さい閉断面部材では、裏当金を用いた片面溶接となり品質確保への配慮が必要である。	○ 構造によっては、立体版組立てが難しい。全箇所エレクションピンスが必要になる。また、架設工法や順序に応じて溶接変形を考慮した製作が必要となる。	△ 架設工法 (片持ち式工法など) によっては、エレクションピンスの強度から採用できない場合がある。	△ 一継手の溶接長が短い。そのため、施工能率が悪い。小さい閉断面部材では、内面での作業が難しい。また、エレクションピンスやエレクトロダブの除去、仕上げ作業は全姿勢となり工数がかかる。	△ 不可能ではないが、施工上難がある。美観上の要求が大きい場合には採用される。	著しく向上する	ガスシールド アーク溶接 (裏波)

2.8.4 主構造部以外の現場溶接について

主構造部以外についても現場溶接を採用するにあたっては、設計、製作、施工面より十分な検討を行うこと。

解

主構造部以外の現場溶接の採用にあたっては、表-3.2.26~表-3.2.27に記載する、橋梁の部材別の現場溶接に関する設計、製作、架設、溶接性一覧表を参考とすること。

表-3.2.26 主構造以外の現場溶接例 (その1)

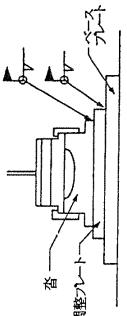
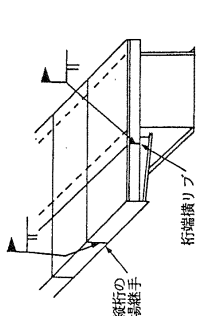
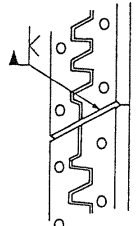
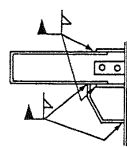
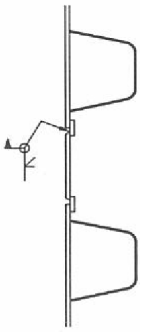
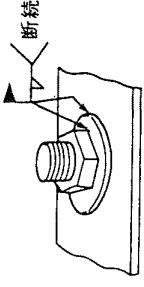
部位	構造概要	機能・目的	溶接姿勢	備考
① 沓の溶接		沓、調整プレートの固定	水平	施工空間の確認が必要 ゴム沓の場合溶接による熱影響を配慮する必要がある。
② 側縦桁の現場継手		化粧板やフェアリングを含めた側縦桁の美観を考慮	立向きなど	
③ 桁端横リブの現場継手		伸縮装置や排水の取り合い関係で溶接構造となる場合	立向き	施工空間の確認が必要
④ 伸縮装置フェースプレートとの溶接		幅員が広い場合や既設橋梁の拡幅で幅員が増加する場合	下向き	
⑤ 鋼製地覆、高欄の取付け		主構造の接合完了後施工される場合、美観と防水	水平	デッキプレート溶接線とのクリアランスの確認が必要

表-3.2.27 主構造以外の現場溶接例 (その2)

部位	構造概要	機能・目的	溶接姿勢	備考
⑥ ハンドホール等の蓋の取付け		舗装厚が薄くボルトによる取付けが不向きの場合	水平 下向き	
⑦ アンカーボルトの固定		弛み止めとして固定する場合	水平	

2.8.5 供用下における鋼構造物の補強・補修時の現場溶接

作業中の構造物の安全性、作業後の継手および部材性能を確保することが可能と判断された場合には、供用下において溶接を行ってもよい。

判断に際しては、次の項目に注意を払う必要がある。

- (1) 静荷重の作用による部材、構造物の不安定現象
- (2) 振動による溶接欠陥
- (3) 変動荷重の作用による高温割れ

なお、静荷重、振動、変動荷重の影響はそれぞれ独立して扱ってよい。

解

設計に際しては以下の配慮を行うこと。

- 1) 作業中の構造物の安全性
- 2) 作業後の継手および部材性能

施工に際しては以下の配慮を行うこと。

供用下の溶接では、作業中の構造物の安全性、および作業後の継手・部材の性能確保について十分な注意を払わなければならない。

特に、健全な部材に損傷を与えないよう配慮しなければならない。

[出典・参考資料]

「鋼橋の現場溶接」 (橋建協編 '05-3)

「鋼橋の設計と施工」第3編 (橋建協編 '91-2)

「供用下にある鋼構造物の溶接施工指針(案)」

平成5年2月(社)日本鋼構造協会

2.9 疲労設計

2.9.1 適用範囲

疲労設計にあたっては、「道示Ⅱ 8章 疲労設計」及び「鋼道路橋の疲労設計指針」の規定を満足するものとする。

解

この規定は、道路橋のうち主として鋼製の上部構造における自動車荷重に対してこれを適用する。

2.9.2 疲労設計一般

- (1) 疲労設計にあたっては、疲労強度が著しく低い継手、及び溶接の品質確保が難しい構造の採用を避けることとし、活荷重等によって部材に生じる応力変動の影響を評価して必要な疲労耐久性を確保する。
- (2) 設計計算による応力度の公称値と部材に発生する実応力との関係が明らかな場合には、応力による疲労耐久性の照査を行わなければならない。
- (3) 設計計算による応力度の公称値と部材に発生する実応力との関係が明らかでない場合には、二次応力に対する疲労耐久性が確保できるよう細部構造に配慮しなければならない。

解

- (1) 疲労耐久性の確保のためには、疲労強度が著しく低い継手の採用を原則避けることが必要である。なお、過去に疲労損傷を生じたことのある構造と類似の構造を採用する場合には、二次応力や応力集中の影響について特に慎重に検討することが必要である。
また、溶接部の品質確保が困難な継手を極力用いない配慮をすることも必要である。

2.9.3 疲労設計の流れ

疲労設計は以下のフローチャートにより行う。

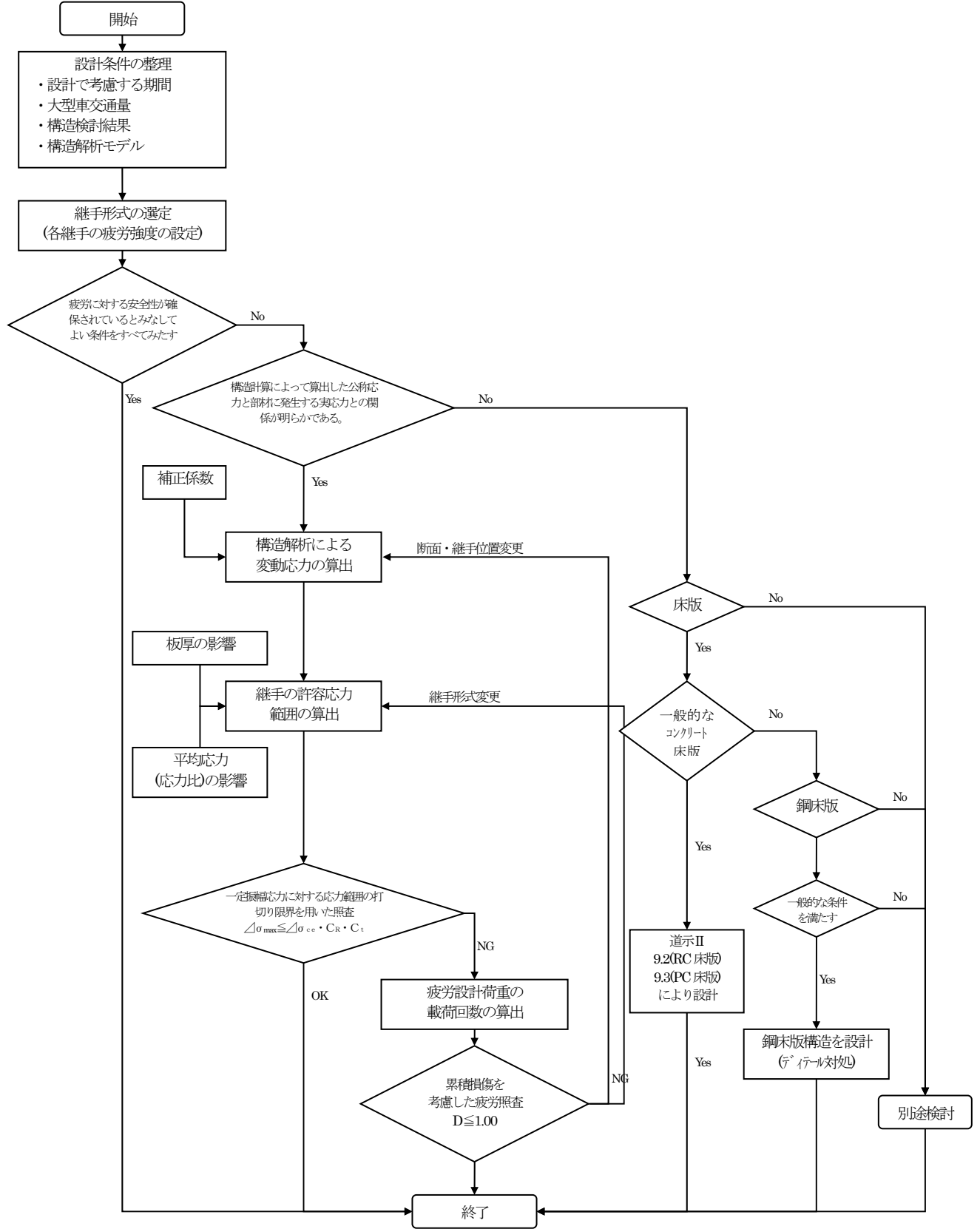


図-3.2.62 疲労設計の流れ

解

- (1) コンクリート床版を有する標準的な鋼桁橋において、表-3.2.28 の条件を全て満たす場合は、疲労に対する安全性が確保されているとみなしてよい。

表-3.2.28 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	「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編 8.3.2」に示される疲労強度等級 A~F 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
ADTT _{SLi}	1000 台/ (日・車線) 以下

- (2) 一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界による照査とは、着目する継手の応力範囲の最大値が一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界以下である場合には、疲労耐久性が確保されているものとする。
- (3) 一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界による照査を満足しない場合は、設計で考慮する期間における応力範囲とその回数を用いて、線形累積被害則に基づく照査を行う。このとき、変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界以下の応力範囲については、その影響を無視してよい。
- (4) 床版では、自動車荷重によって生じる応力に対する舗装の剛性、輪荷重のばらつき、輪荷重走行位置の分布などの影響が大きく、設計計算で得られる応力範囲を基にした疲労安全性の照査で適切な評価を行うことが一般に困難である。そこで、道路橋示方書に示される適用範囲に限定した上で、疲労耐久性が確保できる細部構造等の構造詳細の規定を満足することにより、疲労に対する安全性が確保できるものとする。

2.9.4 応力度による疲労照査

- (1) 作用する応力範囲の最大値が各継手の一定振幅応力に対する打ち切り限界としての応力以下であることを確認する。
- (2) (1) を満たさない場合、繰返载荷によって継手に作用する応力変動を考慮して、線形累積被害則に基づく照査を行う。
- (3) 上記の照査条件を満たさない場合は以下の対処を行う。
- ①継手の変更
当該継手を疲労強度等級の高い継手に変更する。
 - ②継手位置の変更
発生応力の低い位置に継手位置を変更する。
 - ③構造の変更
板厚を変更して発生応力を低減し、形式を変更する。

解

応力度による疲労照査は以下の式により実施する。

(1) 一定振幅による照査式

直応力に対して $\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_{ce} \cdot C_R \cdot C_t$

せん断応力に対して $\Delta\tau_{\max} \leq \Delta\tau_{ce}$

ここで、

$\Delta\sigma_{\max}$, $\Delta\tau_{\max}$: 対象継手部の最大応力範囲

$\Delta\sigma_{ce}$, $\Delta\tau_{ce}$: 一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界

C_R : 平均応力の影響を考慮する場合の補正係数

「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編 8.3.3 平均応力（応力比）の影響」により決定する。

C_t : 板厚の影響による補正係数

「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編 8.3.4 板厚の影響」により決定する。

(1) の一定振幅による照査式を満たさない場合は、以下の累積損傷度の照査式にて照査を行う。

(2) 累積損傷度による照査式

$$D \leq 1.00$$

ここで、

- D : 累積損傷度、 $D = \sum D_i$
- D_i : 車線 i に対する疲労設計荷重の移動載荷による累積損傷度

$$D_i = \sum (nt_i / N_{i,j})$$
- nt_i : 設計で考慮する期間に考慮する疲労設計荷重の載荷回数

$$nt_i = ADTT_{SLi} \cdot \gamma_n \cdot 365 \cdot Y$$
- $ADTT_{SLi}$: 一方向一車線 (車線 i) 当たりの日大型車交通量、
- γ_n : 頻度補正係数 (標準的には 0.03 としてよい)
- Y : 設計で考慮する期間 (100 年としてよい)
- ADTT : 一方向当りの日大型車交通量
- n_L : 車線数
- γ_L : 車線交通量の偏りを考慮するための係数
 偏りがない場合には $\gamma_L = 1.0$ とする。
 走行車線と追越車線毎に偏りがあるとする場合には、 $\gamma_L = 1.2$ とし、
 もう一方の車線を $\gamma_L = 0.8$ とする。
- $N_{i,j}$: 疲労設計曲線より求められる $\Delta\sigma_{ij}$ または $\Delta\tau_{ij}$ に対応する疲労寿命
- $\Delta\sigma_{ij}, \Delta\tau_{ij}$: 車線 i に対する疲労設計荷重一組の移動載荷によって得られる j 番目の応力範囲

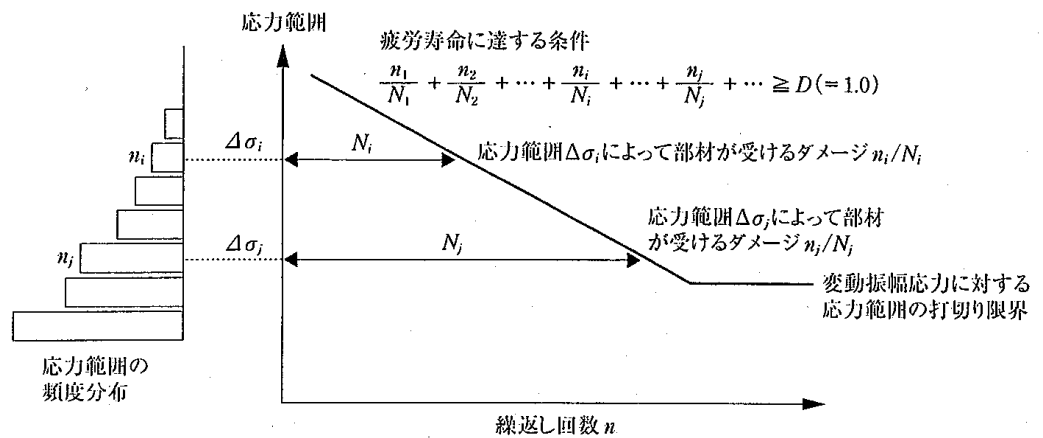


図-3.2.63 累積被害則の考え方

2.10 少数主桁

2.10.1 設計の基本

- (1) 少数主桁橋は、PC床版や鋼コンクリート合成床版を用い、I断面の主桁を2本配置した形式を基本とする。
- (2) 横構を省略し、床版にて横方向力を伝達する構造とする。
- (3) 適用支間は60m程度までとする。
- (4) 少数主桁の採用にあたっては、将来の床版打替えを想定した計画とする。

解

- (1) 主桁本数を少なくすることにより、材片数、部材数や溶接延長を低減でき、製作工数の低減と現場作業の効率化により経済性を図れることから、I断面の主桁を2本とした構造を基本とする。

床版の長支間化に対しては、PC床版や鋼コンクリート合成床版を適用するものとする。

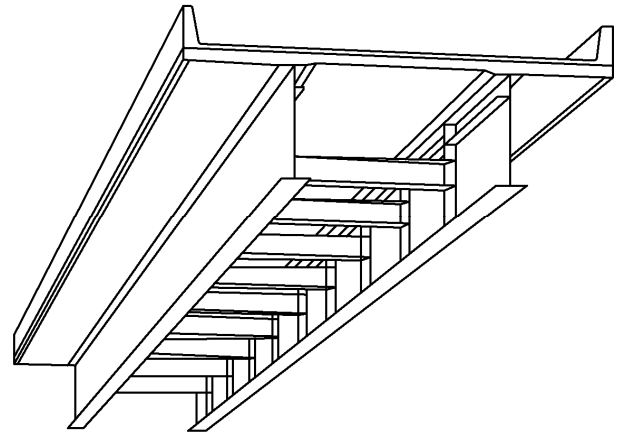


図-3.2.64 数主桁橋

- (2) 床版をPC床版や鋼コンクリート合成床版とすることにより、剛度や耐久性が向上し、健全性が維持できることから、従来横構に期待していた風荷重・地震力等の水平荷重の伝達をすべて床版で受け持つものとする。
- (3) 耐風安全性の検討において床版剛性を期待して、横構なしで設計が可能であることをFEM解析により確認できているのが支間60mまでであることから、適用最大支間長を60m程度と規定した。

少数主桁は直橋において採用することを基本とするが、これまでの実績から斜角 75° 以上、 $R=1000m$ 程度を採用の目安とする。ただしバチ型は適用外とする。平面曲線に対しては、曲線桁とすることを原則とする。

(4) 少数主桁の採用にあたっては、被災時に何らかの損傷を受けた場合に被災時の現道交通に与える影響を配慮すること。

【復旧作業が困難な箇所】

- ・河川、湖沼、海における橋梁の水上部分
- ・山岳部等の地形状況から補修作業の困難な橋梁
- ・その他復旧が困難な箇所

【被災時に迂回路の確保が困難な箇所】

- ・迂回路そのものがない箇所
- ・迂回路が損傷を受ける可能性が高い箇所
- ・その他迂回路の確保が困難な恐れのある箇所

2.10.2 全体系の解析

- (1) 鉛直荷重に対しては平面任意形格子理論により断面力を算出するものとする。
- (2) 水平荷重（風、地震）に対しては、床版を介して伝達することを前提とし、支点上横桁・支点上補剛材の設計には床版剛性を考慮するものとする。
- (3) 完成系の安全性とともに、架設系など施工時の安全性についても検討するものとする。

解

- (1) 床版の剛性により水平力を伝達させるため、支点付近では床版からの力を補剛材や横桁を介して支承に確実に伝達出来るように、床版と主桁および支点上横桁は確実に接合することとする。
- (3) 架設時は、横倒れ座屈などを十分検討した上で施工するものとし、必要に応じて仮設材を設けて安全性を確保するものとする。

2.10.3 主桁の配置

主桁の間隔は最大 6m 程度とする。

解

床版支間が 6m の実物大床版を用いた移動載荷試験が JH で行われており、疲労に対しての耐久性が確認されていることから、この条文を規定したものである。

2.10.4 補剛材

- (1) 中間横桁取付部の垂直補剛材は、主桁下フランジの固定点としての剛度が確保でき、かつ横桁からの端モーメントを伝達できる断面とする。
- (2) 荷重集中点の補剛材における上フランジと垂直補剛材の溶接部は完全溶け込み溶接とする。
- (3) 支点上補剛材は横桁と主桁からなるラーメンの柱として剛度の確保及び、応力の伝達が可能なように設計するものとする。

解

- (1) 垂直補剛材と主桁腹板および中間横桁で構成されるラーメンフレームが、主桁フランジの固定点としての十分な剛度を確保できるように、「鋼道路橋設計便覧第5章」のポニー・トラスの垂直材と同様の照査を行うとともに、横桁の桁高が低いことなどから、横桁の端部のモーメントに対して十分抵抗できる断面とすることを規定したものである。
- (2) 上フランジと横桁が取り付く垂直補剛材の溶接は、床版の回転変形を拘束することから応力集中が発生する。従って、この部分の溶接を完全溶け込み溶接とする。

2.10.5 ずれ止め

床版とのずれ止めは、原則として頭付きスタッドを使用する。

解

PC床版少数主桁橋では、風荷重や地震に対し床版剛性を考慮しており、床版や橋面舗装による地震時の慣性力や壁高欄および、遮音壁の受ける風圧力は、床版から支点付近のずれ止めを伝って、支点上横桁、支点へと伝わる。従って、ずれ止めは、橋軸方向と橋軸直角方向のせん断力を受けるため、方向性に依存しない頭付きスタッドを用いるものとする。

スタッドは主桁の輸送・架設において支障となる場合があるため、特にプレキャストPC床板の場合は、その架設にも配慮してネジ付きスタッドを標準とする。

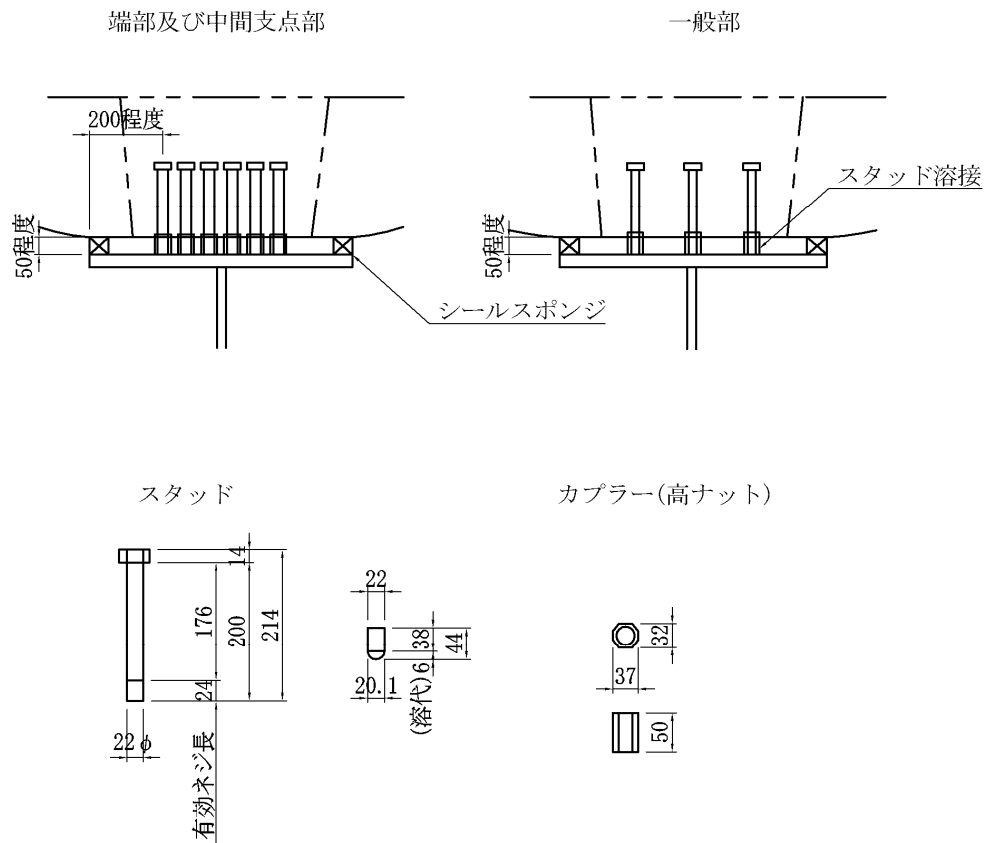


図-3.2.65 ネジ付きスタッド配置図

2.10.6 横桁

- (1) 横桁断面は、横桁と垂直補剛材によって形作られる U 型フレームとして必要な断面を確保するものとする。
- (2) 横桁間隔は、主桁圧縮フランジの固定間距離に配慮して決定するものとする。
- (3) 中間横桁は、原則として施工性を考慮し、H 形鋼を用いるものとする。また、その取付け位置は中段配置を基本とするものとする。
- (4) 横桁と主桁の連結は、横桁に発生する断面力を垂直補剛材に確実に伝達できる構造とするものとする。
- (5) 端支点上横桁及び中間支点上横桁は耐震性を考慮した構造とするものとする。

解

- (1) 圧縮フランジの固定点としての剛度を確保するため、「鋼道路橋設計便覧第5章」によりポネートラスにおける U 型フレームとして必要な断面を確保することを規定したものである。

$$C = \frac{6EI_1I_2}{h^2 (3BI_1 + 2hI_2)}$$

ここで、

C : 所要剛度

E : ヤング率

I₁ : 腹板の有効幅+垂直補剛材の柱としての断面二次モーメント
 腹板の有効幅は「道示Ⅱ11.5.2」によるものとする。

I₂ : 中間横桁の断面二次モーメント

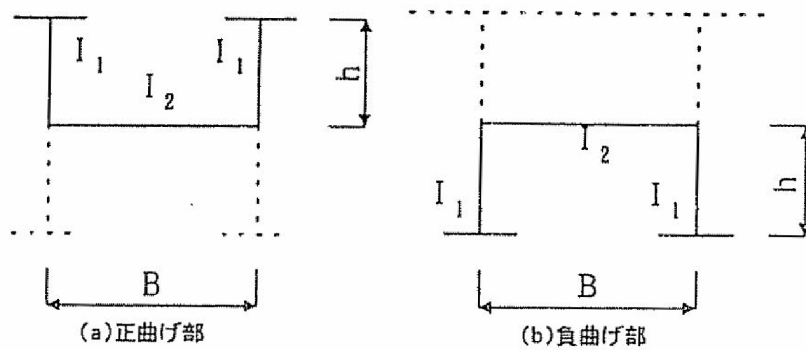


図-3.2.66 U型フレーム

- (2) 中間支点付近の主桁下フランジは圧縮側となり、主桁固定点間距離が長くなると許容応力度が低減され、中間支点付近の横桁間隔をむやみに大きくするのは経済性を考えると不利になることから、一般的には横桁間隔は支点付近を 5m 程度、その他は 10m 程度を目安とするものとする。
- (3) 中間横桁は、工場で製作するビルト H と H 形鋼の使用が考えられるが、一般的には工場製作の省力化から H 形鋼を使用するものとする。
- (4) U 形フレームとして必要な剛度を確保し、横桁端部に発生する断面力を確実に伝達できる構造とするものとする。

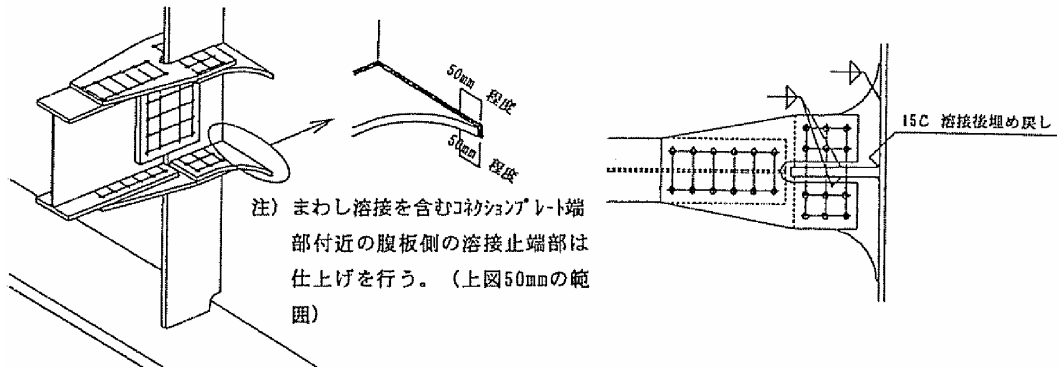


図-3.2.67 横桁接合構造

- (5) 端支点上横桁及び中間支点上横桁については耐震性を考慮してコンクリートを巻き立てる構造が良い。

橋台パラペットと桁端との遊間が少なく型枠の離脱が困難な場合は、鋼製型枠もしくは埋設型枠を使用する。または、パラペット側のコンクリート巻立てを省略することもある。

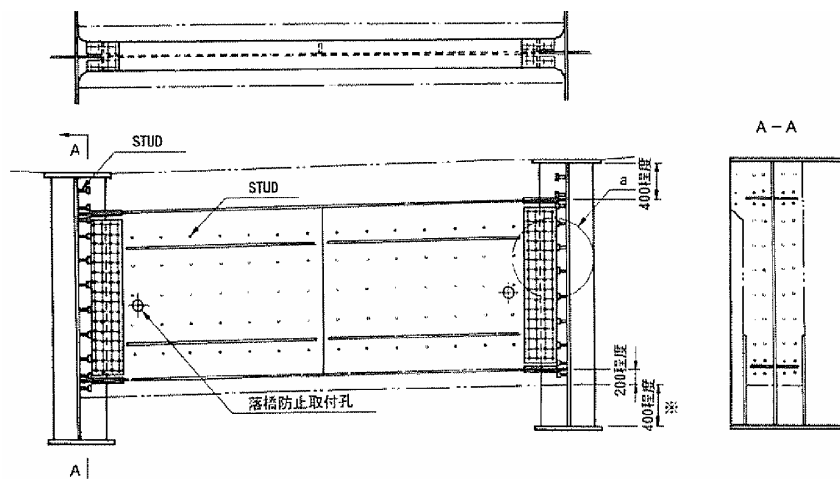


図-3.2.68 端支点上横桁コンクリート巻立て図

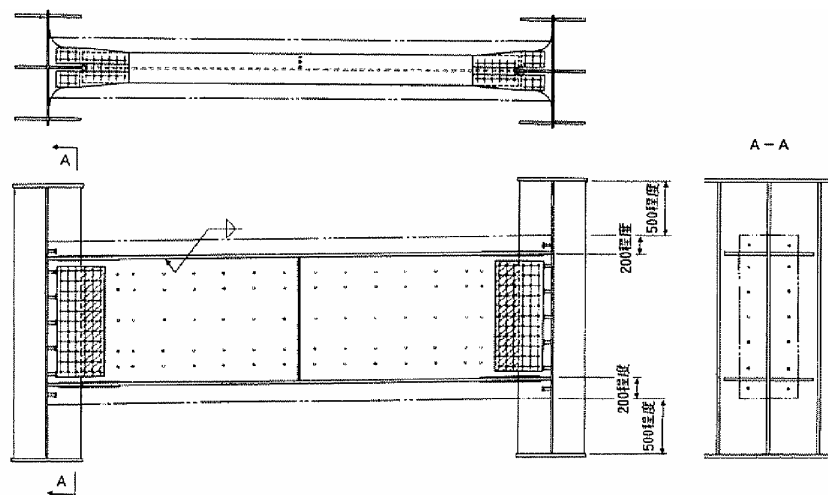


図-3.2.69 中間支点上横桁コンクリート巻立て図

2.10.7 床版設計一般

- (1) 少数主桁橋の床版は、PC床版や鋼コンクリート合成床版とする。
 (2) PC床版は、床版支間方向をPC構造、床版支間直角方向はRC構造として設計するものとする。

解

(1) 少数主桁橋の床版としては、プレキャストPC床版、場所打ちPC床版、鋼コンクリート合成床版の実績がある。

PC床版は、現場打ちPC床版とプレキャストPC床版がある。PC床版の採用に際し、場所打ちPC床版は、現場施工においてひびわれの発生に注意が必要であり、プレキャストPC床版は部材の製作、運搬や架設方法について検討を行うものとする。

なお、プレキャストPC床版は「JIS A 5373 推奨仕様 2-4 道路橋用プレキャストPC床版」に準じるものとする。

鋼コンクリート合成床版は、一般に曲線や斜角がある場合に採用を検討することが多い。鋼コンクリート合成床版を検討する場合は、「合成床版設計・施工の手引き（平成20年10月）（社）日本橋梁建設協会」を参考とする。

鋼コンクリート合成床版の下鋼板の防食は亜鉛アルミ溶射、溶融アルミ溶射、溶融亜鉛メッキ、塗装、無塗装耐候性鋼材から選択するものとする。

(2) PC床版支間方向はPC構造とする。また、床版支間直角方向は、RC構造とするが、過度のひびわれが発生し床版全体の剛性が低下しないよう、鉄筋の引張応力度を照査することとし、その制限値は鉄筋の疲労強度やひびわれ幅を考慮して、160N/mm²以下とする。

2.10.8 床版支間と床版厚

床版支間の取り方および床版の最小厚は、表-3.2.29によるものとする。

表-3.2.29 床版支間の取り方および床版厚

床版支間の取り方	床版支間は主鉄筋あるいは横締めPC鋼材配置方向に測った支持桁の中心間隔とする。
床版厚	道示II 11.2.4により求めるものとする。

解

(1) 鋼橋のPC床版の支間は、桁の回転拘束力等が不明であることから、主鉄筋あるいは横締めPC鋼材配置方向に測った支持桁の中心間隔とすることとした。

(2) 鋼橋のPC床版厚は、6m支間の連続版について疲労載荷試験を実施した結果、道示IIから求めた最小全厚にて床版の耐荷力・耐久性が確認できたため、道示II 11.2.4により算出することとした。

2.10.9 床版の設計曲げモーメントおよび応力度の照査

- (1) T 荷重（衝撃を含む）および死荷重による床版の単位幅（1m）あたりの設計曲げモーメントは、道示Ⅱ11.2.3により求めるものとする。
- (2) 床版の部材寸法、横締め PC 鋼材は、表-3.2.30 に示す制限値を満足するように決定するものとする。

表-3.2.30 制限値と決定項目

制限値	決定項目
全死荷重時：フルプレストレス	横締め PC 鋼材
設計荷重時：フルプレストレス	

解

(1) T 荷重による床版の設計曲げモーメントの算出は、道示Ⅱ11.2.3 に規定する床版支間長の適用範囲内では、道示式によるものとする。PC 床版少数主桁橋の死荷重による床版曲げモーメントは、図-3.2.70 に示すモデル (a)（横桁による主桁の拘束を考慮し、完全固定としたモデル）と、モデル (b)（主桁の拘束度を無視し、張出しを考慮した単純梁モデル）により算出するものとする。これは、以下の理由による。

- ① PC 床版少数主桁橋の死荷重による床版曲げモーメントは、張出し床版部の影響により中間床版部の正の曲げモーメントが打消される傾向にあること。
- ② 中間横桁による主桁変形拘束の影響により、床版曲げモーメントが橋軸方向の位置に応じ変化すること。
- ③ PC 床版少数主桁橋の主桁の拘束度は、実際にはモデル (a) とモデル (b) の中間にあると考えられること。



図-3.2.70 床版の死荷重による曲げモーメントを算出するための解析モデル

2.10.10 床版構造細目

- PC床版の構造細目は、道示Ⅱ11.2による他、下記に示す事項も満足させるものとする。
- (1) プレキャストPC床版の相互の橋軸方向継手はRCループ継手とし、膨張コンクリートを用いるものとする。
 - (2) 床版のハンチは以下のとおりとする。
 - 1) 床版には原則としてハンチを設けるものとし、その高さは8.0cm程度以上とする。
 - 2) ハンチこう配は1:5以上のこう配をつけることを基本とする。
 - 3) プレキャストPC床版のハンチ下面の水平区間は、鋼桁フランジ端より5cm~15cm程度余裕を持たせることが望ましい。
 - (3) 端部の床版はハンチ高だけ増厚するものとし、床版増厚部の長さは少なくとも第一横桁以上を確保するものとする。
 - (4) プレキャストPC床版敷設のための無収縮モルタル厚は、フランジ上面から30mmを基本とする。

解

- (1) 以下の利点を考慮し、RCループ継手を用いるものとする。
 - 1) ループ内のコンクリートに対して鉄筋の拘束効果があり、必要重ね継手長が短くなり、間詰め幅を小さくできる。
 - 2) 継手部のコンクリート打設のみの現場施工であり、省力化と経済性の面で優れる。
 - 3) 損傷した場合の床版の取替えが容易で、維持管理面に優れる。
- (3) 桁端部の床版増厚は、端部衝撃の影響を緩和し、橋梁全体の振動やそれに伴う騒音を低減する目的で行うものである。また、増厚範囲については、道示の規定および型枠・床版施工性の観点から第一横桁の位置(6m程度)を基本とするが、横桁位置がそれよりも大きい場合には、別途検討するものとする。

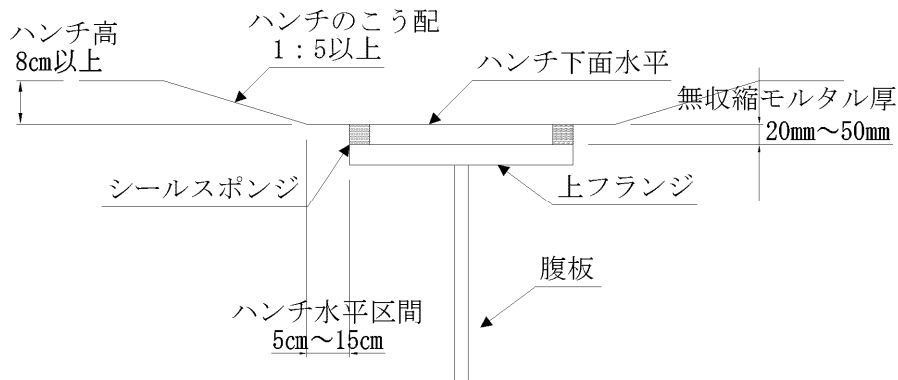


図-3.2.71 プレキャストPC床版ハンチ形状等

2.11 鋼橋の撤去

2.11.1 設計の基本

床版撤去計画にあたり、破壊する同一床版上での重機作業は原則行わないものとする。

解

鋼橋の撤去は、「橋梁撤去工技術マニュアル」[第5回 改訂版] 2017年9月 北陸橋梁撤去技術委員会に準拠するものとする。

ただし、現場条件により、やむを得ず破壊する同一床版上からの破壊解体の計画を行う場合は、作業時の荷重（衝撃等含む）に対する橋体の応力照査を行い、踏抜き・座屈や転倒を防止するための安全措置を計画すること。特に合成桁の床版を撤去する場合は注意が必要である。