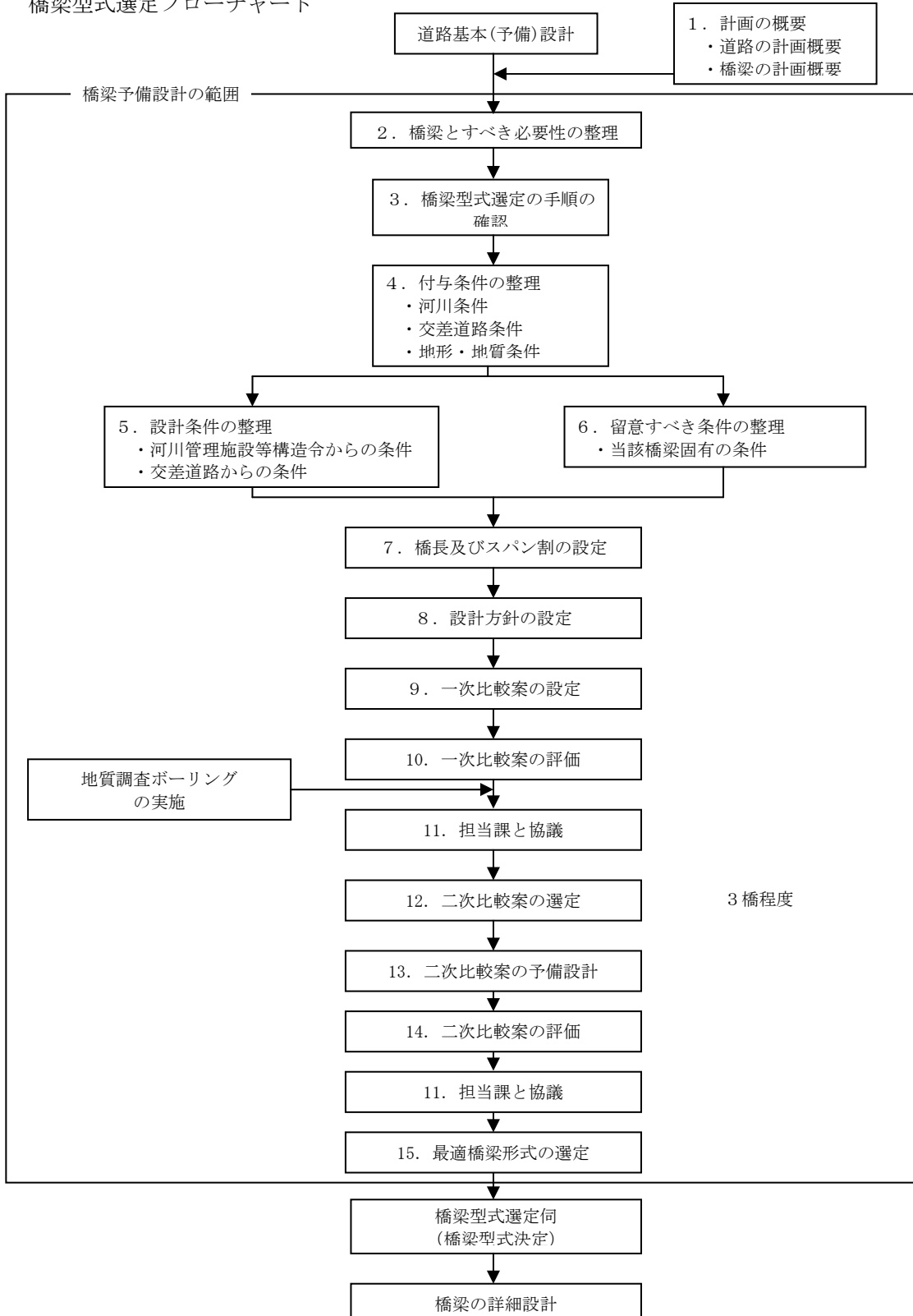


第8章 参 考 資 料

1 橋梁型式選定

(設計要領〔道路編〕橋梁形式選定の手続き要領 北陸地方整備局(平成25年4月)参考)

I 橋梁型式選定フローチャート



II 橋梁型式選定手順

橋梁型式選定は次の手順に従い行うものとする。

1 計画の概要

- (1) 道路の計画概要については、次の項目について整理する。
 - ①事業名 ②道路規格 ③幅員構成 ④計画交通量 ⑤道路幾何構造 ⑥その他
- (2) 橋梁の計画概要について整理する。
 - ①橋梁名（仮称） ②位置 ③橋梁延長（概略） ④幅員構成 ⑤幾何構造
 - ⑥事業スケジュール ⑦その他

イ 橋梁を含む道路の計画と当該橋梁の基本計画を明らかにする。

ロ 計画交通量は、現道拡幅事業や河川改修事業関連においても、将来計画交通量を明確にする。

2 橋梁とすべき必要性の整理

- (1) 高架橋・跨線橋・跨道橋・避溢橋等の場合は「橋梁とすべき必要性」及び「概略橋梁延長」について整理する。
- (2) 橋梁前後区間の土工部を含めた盛土形式と橋梁型式との経済比較を実施すること。

イ 「橋梁とすべき必要性」では河川を横過する橋梁を除き、下記要件を整理する。

- ① 高架橋の場合：バイパス事業等による関係地域の生活環境の変化（日照権、景観性の欠如等）や地域環境の変化（地域分析、生活関連道路の付替等）等を合わせて整理。
- ② 跨線橋及び跨道橋の場合：管理者との協議経緯、従道路等の将来計画を考慮した交差点設計、黄金分割と橋長（中央支間長の決定）等の整理。
- ③ 避溢橋の場合：過去の洪水履歴、避溢に必要な幅員（予測洪水量）、地元の要望等の整理。

ロ 高架橋では上記要件を整理するとともに、経済性についても整理する。

3 橋梁型式選定の手順の確認

- ・フローチャートに基づき、与えられる条件で橋梁型式選定の手順を示す。

4 付与条件の整理

- (1) 河川橋梁は、河川条件を次の項目について整理する。
 - ①現況断面 ②計画高水量 ③計画高水位 ④けた下余裕高 ⑤堤防構造
 - ⑥低水敷・高水敷の区分の有無 ⑦改修計画断面 ⑧計画河床勾配 ⑨最深河床 ⑩その他
- (2) 跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋は次の項目について整理する。
 - ①交差する鉄道、道路の現況幅員及び建築限界 ②たん水等の流下断面
 - ③確保すべき空間（断面） ④整備計画がある場合は計画内容 ⑤その他
- (3) 地形、地質の概要について整理する。
 - ①地形、地質は特に重要な要因であることから、既存資料等を可能な限り収集する。
 - ②また、詳細な地質概要を把握するため、各下部工の位置において地質ボーリングを実施する。
- (4) 各関係機関との協議経緯について整理する。

協議に基づく地域特性、特殊性について論理的に整理する。

イ 説明資料は、項目別に整理するとともにポンチ絵等で分かり易く説明する。

ロ 河川橋梁について

- ① 現況平面及び断面：実測平面図（1/100～1/500程度）及び横断測量図（1/50～1/500）とする。
- ② 計画高水量・高水位及び改修計画断面等の取り扱い
 - a 工事実施計画に基づき計画する。
 - b 上記計画のない河川は、管理者との協議により決定する。
- ③ けた下余裕高：計画洪水量より求める。
- ④ 計画河床勾配及び最深河床について
 - a 管理者が実施している河床変動調査（河川横断測量）に基づき、決定する。
 - b 上記以外の河川は、河川測量を上下流実施して、決定する。

ハ 跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋について

- ① 現況平面及び断面：実施平面図（1/100～1/500程度）及び横断測量図（1/50～1/500）とする。
- ② 他事業者の計画について
 - a 跨線橋の場合：
 - ・増線計画及び電化計画の有無
 - ・施工者の確認（下部工：国土交通省、上部工：JR〇〇）
 - ※下部工の施工を含めて、相手側（JR〇〇）に委託する場合は近接施工の条件により、跨線橋の構造及び延長が短くなる場合がある。
 - この場合、鉄道用地の買収又は無償借地の手続きが必要となる。
 - ・近接施工等の施工上の制約条件の有無。
 - b 跨道橋の場合：
 - ・都市計画、暫定計画、将来計画等の有無。
 - ・立体交差の中央径間は、従道路との平面交差計画に基づき計画する。
 - c 避溢橋等の場合：
 - ・地域分断等へ配慮した高架橋は、地元協議の経緯を踏まえて整理。
- ③ 跨線橋、跨道橋では維持管理の作業空間を確保する必要がある。そのための管理者協議では作業空間の決定根拠を整理（必要とする空間と相手管理者が要求する空間を整理）

ニ 地質概要の把握について

- ① 当該区間の地質把握のため、各下部工の位置において地質ボーリングを実施する。なお、長大橋梁の場合や地盤状況が複雑な場合である複数箇所での地質ボーリングを実施する。
- ② 杭基礎の必要な橋梁では、必要に応じて水平方向地盤反力係数、地盤液状化の判定に必要な調査を実施する。

5 設計条件の整理

- (1) 河川橋梁は、「河川管理施設等構造令」等から次の項目について整理する。
- ① 基準径間長
 - ② 河川阻害率
 - ③ 斜角、食込み角度及び食込み幅
 - ④ 橋脚根入れ深さ
 - ⑤ 区間毎（低水敷・高水敷）の必要径間長
 - ⑥ 流心方向
 - ⑦ 橋脚設置可能範囲
 - ⑧ 船舶関係からの航路空間等
 - ⑨ その他

(2) 跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋は次の項目について整理する。

①交差方式 ②必要径間長（中央支間長） ③その他

(3) その他の制約条件

①地形、地質 ②大規模添架物等 ③その他

イ 説明資料は、項目別に整理するとともにポンチ絵等で分かり易く説明する。

ロ 「河川管理施設等構造令」に基づいて整理する河川橋梁について

① 基準径間長：規則第28条「主要な公共施設に係る橋」に基づいて、計画する。

河川阻害率： ※4車線道路に架かる橋梁は適用外とする。（ $W < 30m$ ）

② 橋脚根入深さ： a. 低水敷（ $h \geq 2.0m$ ）及び高水敷（ $h \geq 1.0m$ ）とする。

b. 河川条件（管理者）により変更する場合は、その根拠を明確にする。

③ 航路空間等：関係管理者とは文書確認とする。

ハ 跨線橋、跨道橋、避溢橋その他の高架橋について

① 交差施設（交差点設計）からの設計条件の整地、検討する。

② 経済性等からの高架構造とすべき区間の整理、検討する。

6 留意すべき条件

留意すべき条件について整理する。

イ 留意すべき条件とは、付与条件・設計条件以外で、特に設計上、配慮する条件を言う。

ロ 環境、景観、漁業権、気象条件、交通特性の他、当該地域の特性等についても、必要な場合は整理、検討する。

ハ 塩害対策、防音壁の設置等その橋梁特有な施工条件、現場条件等について、特に留意すべき条件がある場合は整理、検討する。

ニ なお、防音壁を設置する橋梁では、騒音測定値及び地元関係者等の意見等を整理する。

7 橋長及びスパン割の設定

(1) 橋台位置の選定では、盛土高・背面地盤条件等を勘案のうえ、決定するものとする。

(2) スパン割の選定では、橋脚設置可能位置等のコントロールポイントを設定のうえ、橋種毎の最適スパン割を選定する。

イ 橋台位置の選定について

① 橋台型式・前後区間の盛土高・構造物型式・地盤条件等を比較・検討して、選定する。

② 比較・検討では、L・C・Cを考慮した経済比較を最優先とする。

③ 跨線橋、跨道橋、避溢橋等の高架橋では、橋台背面の盛土費用（軟弱地盤処理を含む）、橋梁の建設費用及び用地費等を含めた総合的な経済比較（グラフ比）で決定する。

ロ 橋脚位置の決定について

① 高架橋の場合：交差する道路の計画を把握し、橋台・橋脚設置可能位置を選定する。

② 河川橋梁の場合：橋台位置決定の根拠をポンチ絵等で判りやすく表現する。

ハ スパン割について

- ① 高架橋の場合：a. 最適スパン割の決定は、複数のスパン割を検討の上、決定する。
※最適スパン割の決定根拠をその前後のスパン割から説明する。
b. 複数の橋種を検討する場合についても、a. と同様の手続きとする。
- ② 河川橋梁の場合：a. 最適スパン割の決定は、基準径間長を基に複数のスパン割を検討の上、決定する。
※最適スパン割の決定根拠をその前後のスパン割から説明する。
b. 複数の橋種を検討する場合についても、a. と同様の手続きとする。

8 設計方針の設定

- (1) 4、5及び6の条件に基づき、設計方針を整理する。
- (2) 比較案設定の留意事項及び視点について整理する。

- イ 付与条件、設計条件及び留意すべき条件等を整理する。
- ロ 整理された条件に基づき、比較案の設計方針を設定する。

9 一次比較案の設定

- (1) 設計方針に基づき、一次比較案として10橋種程度を設定する。
- (2) 下部工、基礎工についても複数案を設定し、経済比較のうえ下部工型式及び基礎形式を決定する。

- イ 設計方針に沿う橋種は原則としてすべて選定する。なお、選定橋種とはその橋種における最適径間数をもって1案とする。

(設定例)

- | | |
|------|-----------|
| 案-1 | 5径間連続鋼鈹げた |
| ◎案-2 | 4径間連続鋼鈹げた |

※設定例では、経済性から最適径間の第2案「4径間連続鋼鈹げた」を一次比較案とする。

- ロ 設計条件により一次比較案を設定する場合に、単に数あわせの比較案を設定し、10案とする必要はない。
- ハ 一次比較案の設定において、特に重要と思われる事項は局担当課と協議する。
- ニ 下部工、基礎工についても複数の型式、杭種、杭径を設定し、経済比較を行い決定する。

10 一次比較案の評価

- (1) 次の評価項目別に評価を行い一覧表に整理する。
①経済性 ②構造的性 ③施工性 ④走行性 ⑤環境への適応性 ⑥維持管理面
- (2) 総合評価により順位を付ける。

- イ 工事費は既存データから単位当たり鋼重と単位当たり単価より算出する程度の精度とする。
- ロ 比較案の設計精度は、橋梁概略設計程度とする。（概略設計とは、経験及び既存の文献、資料等に基づき行う設計。）
- ハ 一覧表は、別紙様式-1を参考に作成する。

ニ 総合評価は、比較案設定上の留意事項等当該橋梁の保有すべき条件を勘案し各々の評価項目のウェイト付けから評価する。また、そのウェイト付けについては何故そうするかについて明確に記述する。

(配点例)

(a) 評価項目の配点は、100点満点で次を目安とする。

- ①経済性 50～60点 ②構造的性 10～15点 ③施工性 10～15点 ④走行性 0～5点
⑤環境への適応性 5～10点 ⑥維持管理面 5～10点

(b) 評価の方法

①経済性

1 位……最大値(50～60点)

2位以降……最大値－〔(当該案の工事費／1位案の工事費－1)×最大値〕

②構造的性～⑥維持管理面

良 い……最大値

評価は、相対評価で行うものとし、必ずしも
3段階評価にするものではない。

中 間……最大値×1／2

悪 い……0

ホ 評価にあたっては、次の視点を参考に評価を行い、どの視点に基づき評価したかを明確にしておくこと。

① 経済性

・建設費＋維持管理費

なお、維持管理費の算出は次の資料等を参考として行うとよい。

*土木研究所資料第3506号「ミニマムメンテナンス橋に関する検討」、平成9年6月

*共同研究報告書整理番号第273号「ミニマムメンテナンスPC橋の間発に関する共同研究報告書(I)」-ライフサイクルコスト算出手法に関する検討-平成13年3月

*「鋼橋上部工基本計画検討資料」(社)日本橋梁建設協会

*「鋼橋ライフサイクルコスト 新しい命題への第一歩」(社)日本橋梁建設協会

*「PC橋のライフサイクルコストと耐久性向上技術」(社)プレストレス・コンクリート建設業協会、2005.5

・コスト削減施策の適用性

② 構造的性

・構造の一般性

・耐久性

・耐震性(反力分散ゴム支承・免震支承の採用)

③ 施工性

・供用までの全体工期(事業スケジュール)

・施工時期の限定(降雨・降雪・漁業)

・暫定施工となる場合の二期線の施工法

・一般工法あるいは特殊工法等の信頼性・施工時の安全性

・仮設物の有無及び工法とその制約

・騒音、振動、水質汚濁等の周辺環境への影響

- ④ 走行性
 - ・連続げた、埋設ジョイント等を用いて伸縮継手数を極力減らす。
 - ・冬期の走行の安全性（路面凍結への配慮）
- ⑤ 環境への適応性
 - ・環境……騒音、振動
 - ・美観・景観……橋体としての美観及び周辺環境との調和
- ⑥ 維持管理
 - ・経常的維持管理の難易
 - ・主げた、床版等の補修の難易
 - ・除雪作業の難易（投雪、堆雪、排雪作業から）
 - ・凍結対策（薬剤散布、保温対策）
 - ・跨線橋での作業難易（列車の本数、電化等）
 - ・塗装等

11 担当課との協議

- (1) 二次比較案の選定にあたっては、一次選定評価表により担当課と協議する。
- (2) 二次比較案の評価結果については、担当課と協議する。

12 二次比較案の選定

- (1) 一次比較案の評価結果により、原則として上位から3案程度を選定する。
- (2) 二次比較案の選定橋種について、選定の主旨と理由を明確にする。

- イ 原則として上位から3案程度とするが、一次比較案の段階では、上部工・下部工・基礎工の関連的確に把握できないことから、鋼橋とコンクリート橋の両タイプを選定しておくことが望ましい。
- ロ 二次比較案の選定にあたっては、原則として担当課と協議する。
- ハ 選定された比較3案より経済性に優れる比較案を落とした場合には、経済性に優れる案をなぜ選択しなかったかの理由を明確にしておくこと。

13 二次比較案の予備設計

二次比較案について橋梁予備設計を行う。

- イ 二次比較案の評価を適正に行うため、与えられた条件により、上部工・下部工及び仮設工（架設工）について予備設計を行う。なお、比較一般構造図は1案1葉とする。
 - ① 上部工ー支間割、主げた配置等を想定し、主要点（主げた最大曲げモーメント又は、軸力の生じる箇所等）の概略応力及び概略断面検討を行い、支間割、主げた配置、主構を決定するほか、構造決定に必要な検討を行い、概略数量及び概算工事費を算出する。
 - ② 下部工ー上部工・二次比較案から基礎工の型式規模を想定し、概略応力計算及び安定計算を行い、概略数量及び概算工事費を算出する。
 - ③ 仮設工ー土留、締切り、仮橋等及び仮設工法の間接工事が必要な場合は、概略応力計算を行い（架設工）概略数量及び概算工事費を算出する。
- ロ 下部工施工位置において、必要数ボーリング調査を行い、地質を十分把握しておく必要がある。

14 二次比較案の評価

- (1) 比較案について、一次選定と同様に次の項目別に評価を行い一覧表に整理する。
①経済性 ②構造的性 ③施工性 ④走行性 ⑤環境への適応性 ⑥維持管理面
- (2) 総合評価にあたって、特に二次製品の視点から重視すべき評価項目について要約し整理する。
- (3) 各種要因、社会経済情勢等も考慮し総合的に評価し最良案を選定する。

イ 一覧表は、別紙様式-2を参考とする。

(配点例)

(a) 評価項目の配点は、100点満点で次を目安とする。

- ①経済性 50～60点 ②構造的性 10～15点 ③施工性 10～15点 ④走行性 0～5点
⑤環境への適応性 5～10点 ⑥維持管理面 5～10点

(b) 評価の方法

①経済性

1 位……最大値(50～60点)

2位以降……最大値－〔(当該案の工事費／1位案の工事費－1)×最大値〕

②構造的性～⑥維持管理面

良 い……最大値

中 間……最大値×1／2

悪 い……0

評価は、相対評価で行うものとし、必ずしも3段階評価にするものではない。また、どのような観点から評価を行ったかを項目毎に明確にしておくこと。

作成例

様式－1 一次橋梁型式選定（その ）

比較案		側断図	断面図	概算工事費 評価項目		評価項目に対する評価の視点・所見	総合評価	
案	橋種			工事費 (百万円)	(/m ²)			
第 案				工事費 (百万円)	上部工 (/m ²)			
					下部工			
				評価項目	維持管理費	① 経済性		
					合計	② 構造的性		
						③ 施工性		
						④ 走行性		
						⑤ 環境への適応性		
	⑥ 維持管理費							
第 案				工事費 (百万円)	上部工 (/m ²)			
					下部工			
				評価項目	維持管理費	① 経済性		
					合計	② 構造的性		
						③ 施工性		
						④ 走行性		
						⑤ 環境への適応性		
	⑥ 維持管理費							
第 案				工事費 (百万円)	上部工 (/m ²)			
					下部工			
				評価項目	維持管理費	① 経済性		
					合計	② 構造的性		
						③ 施工性		
						④ 走行性		
						⑤ 環境への適応性		
	⑥ 維持管理費							

作成例

様式-2 二次橋梁型式選定 (その)

比較案		側断図	断面図	概算工事費 (百万円・千円)		評価項目に対する評価の視点・所見		総合評価	
案	橋種			上部工	下部工	維持管理費 ライフサイクルコスト	①経済性		②構造的
第 1 案				上部工	橋体工 橋面工 小計 ※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮設 小計	①経済性			
				下部工					②構造的
				維持管理費					③施工性
				ライフサイクルコスト					④走行性
									⑤環境製
									⑥維持管理面
第 2 案				上部工	橋体工 橋面工 小計 ※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮設 小計	①経済性			
				下部工					②構造的
				維持管理費					③施工性
				ライフサイクルコスト					④走行性
									⑤環境製
									⑥維持管理面
第 3 案				上部工	橋体工 橋面工 小計 ※躯体と基礎工に区分 A1橋台 ～ P1橋脚 ～ 仮設 小計	①経済性			
				下部工					②構造的
				維持管理費					③施工性
				ライフサイクルコスト					④走行性
									⑤環境製
									⑥維持管理面

2 輸送、架設計画

輸送、架設は安全かつ経済的な設計をしなければならない。橋梁の形式、現場の地形、環境、交通路、架設時期、作業時間を考慮して計画するものとする。

(1) 輸 送

輸送は、運搬する製品の長さ、高さ、巾等の形状、重量、輸送路（道路、鉄道、船舶）によって支配されるため、設計の段階から考慮し、合法的で安全かつ経済的な計画をしなければならない。

(2) 架 設

架設工法の選定にあつての参考フローチャートを図76・77に示す。

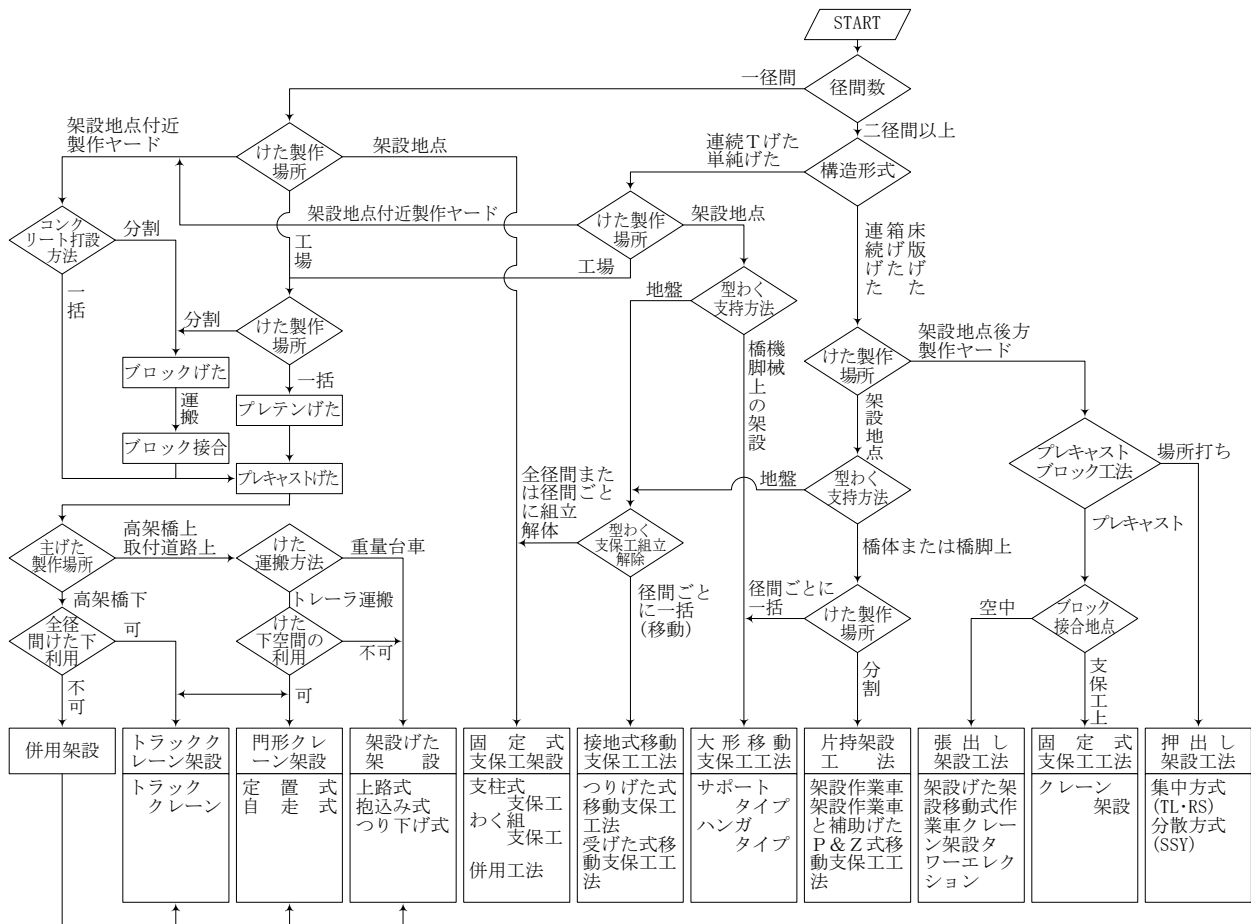
(3) 架設時の設計計算

架設中の本体構造物はもちろんのこと、架設構造物の安全性の照査をしなければならない。荷重、許容応力度、安全率は、次による。

コンクリート道路橋施工便覧第10章架設工

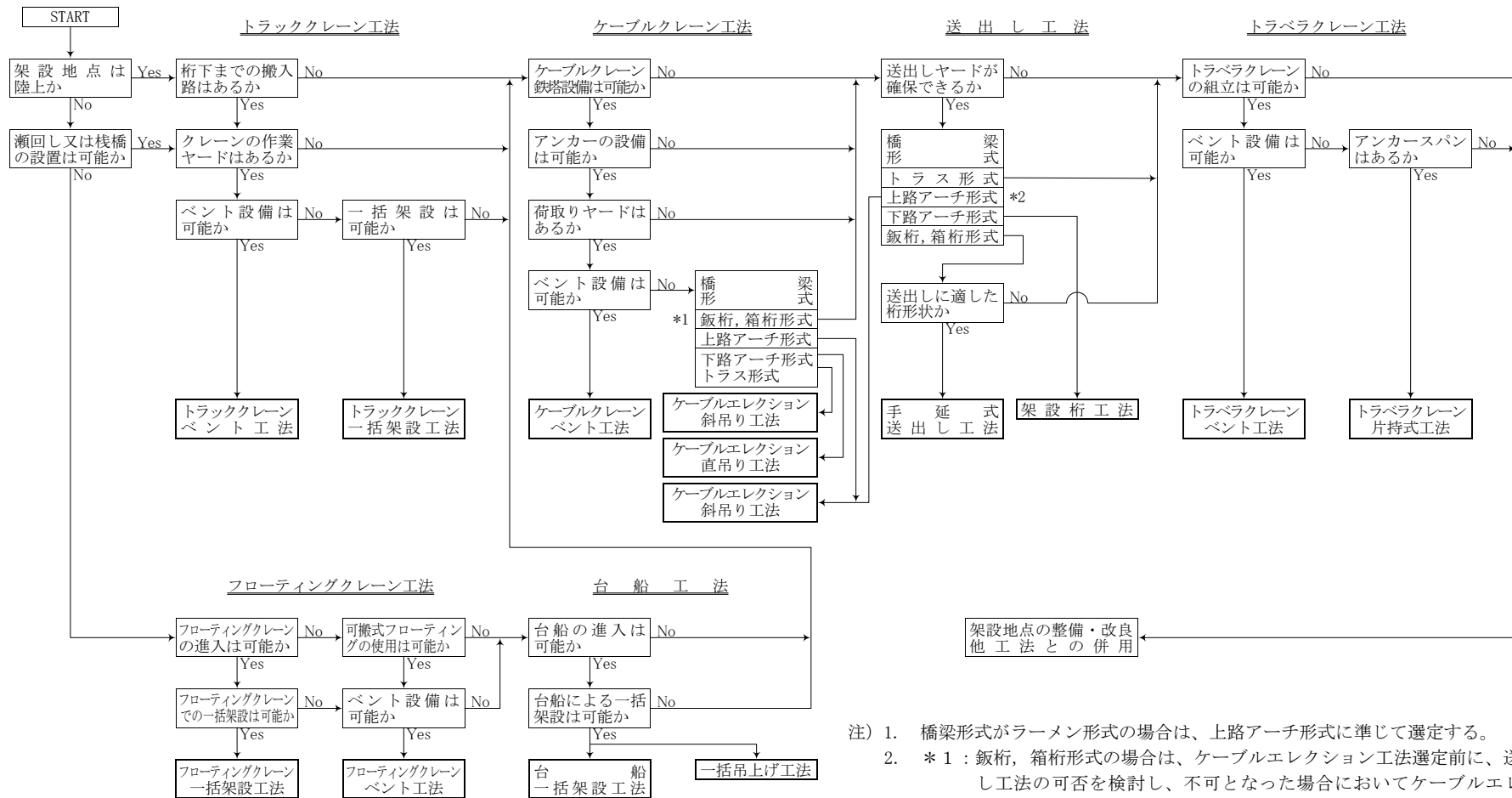
鋼道路橋施工便覧 IV架設編 第1章 架設工事の調査・計画・設計

参考図書、土木学会、鋼構造架設設計施工指針



(東北地方整備局 道路橋計画設計資料)

図76 架設工法選定フローチャート (PC橋)



- 注) 1. 橋梁形式がラーメン形式の場合は、上路アーチ形式に準じて選定する。
 2. *1: 鉸桁、箱桁形式の場合は、ケーブルエレクション工法選定前に、送出し工法の可否を検査し、不可となった場合においてケーブルエレクション直吊り工法を選定する。
 *2: 上路アーチ形式の場合は、地理的条件の整備・改良を行うことを前提にして、ケーブルエレクション斜吊り工法を選定する。
 3. 図中各工法について、横取り工法との併用が有利か検討する。
 (「橋梁架設工事の積算」日本機械化協会)

図77 架設地点の利用条件から選ばれうる標準的架設工法 (鋼橋)

3 鋼橋の検査について

(1) 材料検査

最近の鋼材は新製品の開発により、規格、寸法および形状などきわめて多岐にわたるため、これらの材料の受入および保管に関してはそれぞれの用途と特性を認識し取扱い上の諸点に十分留意し、品質の維持に努めなければならない。

購入あるいは現物支給により納入される鋼材は通常はしけ、トラック、トレーラーなどによって工場に搬入されるが、これら各種鋼材類の取扱い荷役作業については、鋼板類、形鋼、棒鋼およびその他の鋼材の品質、製品寸法、形状および重量などに応じた荷役設備および荷役用具を正確に使用して、取扱中の形状不良またほきずなどの発生防止に注意すべきである。

鋼材の受入れにさいしては次の検査が行なわれるが、その実施は橋りょう会社に搬入されたときに行なわれるほか、シェアリング会社で行なわれる場合、製鋼会社を搬出するときに行なわれる場合などがあり、発注者の監督員が立会うことはだんだん少なくなる傾向にある。

また、鋼材の機械的性能を確かめる材料試験は規格合格証明書を照査することのみで再度確認のために行なうことも少なくなっている。しかし、たとえば無規格材を耐力部分に用いるような場合設計上の必要からシャルピー値、炭素当量などを J I S より厳しい値で要求しようとする場合には注意して材料を確認する必要がある。

(イ) 照 合

購入契約書、鋼材規格合格証明書（ミルシート）と現品との照合を行ない、規格、形状、寸法、製鋼番号および員数などを確認する。

鋼材規格証明書は鋼材の J I S 適合品に、J I S G 0 3 0 3 鋼材の検査通則と当該規格の規定にもとづいて製造業者（製鋼所）において行なわれた材料試験の成績結果を記載したものであり、規格番号、鋼材の種類、溶鋼番号（チャージ番号）、鋼塊番号イゴット番号、板番号または整理番号ロール番号、形状および寸法、化学成分ならびに機械試験の成績などが記されている。

この試験では注文者の要求により、立会いを規定されている場合もあるが、一般には製鋼所の試験所（検査課）にまかされている。

鋼材には製鋼所によって一定していないが、製造業者名（記号）、鋼材の種類、溶鋼番号整理番号、形状および寸法などが表示されている。鋼板では材端隅角部に刻印され、ステンシル（または吹付けマーク）も併記されることが多い。形鋼では、各個の小口に刻印またはペンキで記入あるいは側面にステッカーをはりつけ結束しその代表に刻印または荷札（アルミニウム製または布製）をつけるものなどまちまちである。※注文者が立会検査を要求する場合は、製造者と事前に協議をしておくこと。

(ロ) 外観検査

照合と同時に鋼板あるいは形鋼の外観検査を行なわなければならないが、目視により行なうのが普通であるので、その全数について表裏を検査することは困難な場合が多い。実状としてミルスケールの下にかくれた欠陥は発見し難い。原板にてショットブラストを行なった鋼材は製鋼会社において欠陥がチェックされているので、原板の外観検査をある程度省略できると思われる。

また、表面欠陥と同時に形状寸法、ひずみなどを検査するのがたてまえである。

外観検査などにより表面欠陥を発見した場合、板取りの際欠陥部を避けるか、「道路橋示方書

Ⅱ、鋼橋編表－15. 3. 16、欠陥部の補修方法」にもとづいて補修し、構造物に支障を生じないようにしなければならない。

シャーリング会社から切断鋼板を購入する場合、切断前の大きさについては前記による一般検査を行なう。しかるのち、切断前に各板別の板取りけがき検査を行ない、さらに、切断後にガス切断面寸法精度の検査をするとともに規格色別区分の表示の確認を行なう。

(ハ) 形状および寸法の許容差

鋼材の形状および寸法の許容差については、J I S G 3 1 9 3 (鋼板) J I S G 3 1 9 2 (形鋼) J I S G 3 1 9 1 (棒鋼) に定められているが、耐力部材の断面積が設計に用いた断面積より少ないことは、安全性の点から好ましくないので、道路橋示方書では鋼板の(一)側の寸法の許容差を“公称板厚の5%以内”と規定している(表－64で太線から右上がJ I Sと異なっている。)このことは主要部材に用いられる鋼板のみならず形鋼などにも必要であるが、とくに板厚の薄い形鋼にあっては製造技術上の問題もあるので、鋼材全体に適用することはできない。

H形鋼ではJ I Sの公差の規定よりは厳しくなるが、フランジについては－5%制限を準用し、ウェブについては公称板厚の5%と1mmのいずれかを満足するのが望ましい。

鋼板や形鋼のひずみは、レベラー、プレス、ビームベンダーなどによってきょう正されるが、H形鋼のように断面剛性の大きい場合や、鋼板でも強度が高く板厚の厚い場合には大型のプレスをもってしてもスプリングバックが大きく、きょう正が困難になることが多い。とくに、調質を施したSM570にあっては材質をいちじるしく劣化させることがあるので加熱きょう正はできない。したがって購入にさいしては、ひずみの少ない材料を購入するよう十分注意しなければならない。

(ニ) 保 管

各種鋼材の入庫から出庫に至るまでの間の品質の保持が主な目的であるが、あわせて使用個所への円滑なる供給等、運搬荷役の経済性なども考えることが必要である。また、保管場所は材種別に選定すべきである。保管中に発生する各種の品質低下などの防止措置、および取扱いに関しては次のような管理要領によるのがよい。

- ① 鋼材類の保管場所は品質保持上屋内保管が理想であるが、屋外置場を利用する場合には防水シートなどを用いて適正に保護管理することが望ましい。とくに軽量形鋼、小型棒鋼、パイプ類などの長期保管は品質維持上難点が多いので、常時適正在庫量の管理が望ましい。
- ② 鋼材類は適当な高さ(30～50cm)の台の上に保管し、湿気、水分、不純物などの付着による発錆を防止する。
- ③ 保管材は規格、形状、寸法別に整理保管し、品種を明瞭に表示して、異種材使用の防止取扱いの便宜などを計る。
- ④ 整理台への積荷、置方などの不具合、また、形状寸法の材料の山積などによるひずみ曲がりなどの発生に注意する。
- ⑤ その他材料の受入れ、払出し移動作業における取扱いには無理のない用具、機械設備を使用して、ひずみ、きずなどの発生を防止するとともに安全作業を行なうべきである。
- ⑥ 長期にわたり保管する場合は用途に応じて保管条件に十分な配慮を要する。

⑦ 色別区分

鋼材の端部（切断鋼板の場合は片面上）などにペンキなどにて色別表示を行なうのがよい。

(2) 原寸検査

原寸検査とは橋りょう製作に着手する前に、必要な程度の原寸大図を作製し、設計の基本となるべき原寸が設計図で意図している諸元を正確に表現しているかどうかを照査するものである。ただし、構造が簡単であり、工作図面が完備しており、詳細寸法が明確に決定されている場合等には原寸検査を省略する場合もある。

原寸検査を必要とする場合には、原寸検査員は、原寸検査に際し、原寸のもととなった設計図をよく照査し、設計の意図するところを、よく理解していなければならない。

原寸検査員の心得としては、この他に次の事項を念頭におかなければならない。

- ① 設計上の誤りはないかを発見するよう努める。
- ② 製作上、架設上で支障となるところはないかどうかを検討する。とくに溶接、ボルト、リベットの施工可否を検討する。
- ③ 設計図上では、あいまいであった詳細部の寸法、形状を定める。

以上の事項は詳細設計の一部と考えられぬこともなく、実際、詳細部の決定には設計担当者の判断が必要となる場合が多いから、決定を早めるためにも、原寸検査には設計担当者が立合うのが好ましい。具体的な検査内容としては、寸法検査と詳細構造検査に大別されようが、寸法検査の項目としては、

- ① 全長、支間長、幅員、対角長
- ② けた高、キャンバ、縦断勾配
- ③ 格間長、横げた間隔
- ④ 添接位置、部材長
- ⑤ 曲線げたの場合は曲線のシフト

などであり、詳細部の検査としては、

- ① 添接部
- ② 支承部
- ③ 隅角部
- ④ その他部材取合部

である。

先に述べたように、橋りょう製作に直接必要となるのは、型板、定規であるから、本来は、型板、定規をチェックするのが本筋である。しかし、これでは、橋りょうの全体的形状のチェックには困難をきたすので、全長、支間長、幅員、対角などのチェックは、床面上で行なうのがよい。ただし床面は、床材料（木質フローリングや鋼床板が多い）によっては、湿度などの影響で大きな誤差を生ずることがあるので、この点に注意する必要がある。

寸法の許容誤差については、構造物の形式、大きさ、部品の重要度、原寸図作成要領によって一概に定められないが、全長など長大寸法で $\pm 2\text{mm}$ 、詳細部の寸法で $\pm 1\text{mm}$ を一応の目安と考え適宜判断すればよいと考えられる。

検査途上で発見された問題点、不都合な点は、検査員がその場で定められるものは指示することが

望ましいが、構造物の成否を決するような重要事項は、かならず責任技術者の判断により定める。

原寸検査を行なった場合には検査報告書を作成し、設計担当者、工事担当者に報告されねばならない。また検査記録は少なくとも工事竣工までは保管されなければならない。

なお、最近は、数値制御によって縮尺原図を書き、写真投影法によって鋼板上に直接焼きつけたりあるいは直接ガス切断やマーキングを行う、いわゆるNC工作法の開発が進んでおり、また骨組寸法を計算し、その結果を直接長さ定規にうつし取るなどの工作法もとられている。このような工作法では、原寸に相当する作業が電子計算機などから得られるデジタル量の照査として行われる。したがって、このような工作法を採用する場合は、上記の原寸の目的を十分に果たすように、必要に応じて、

- ① 加工実験などによるシステムおよびプログラムの妥当性の照査
- ② NC機への入力情報の照査
- ③ 異常値の発生のないことの確認
- ④ 最終結果の精度の照査

などを行っておく必要がある。

なお、原寸図作成に用いる鋼製巻尺はJIS B 7572に示される一級以上の鋼製巻尺を用いなければならない。

(3) 仮組立検査

仮組立検査は、工場製作完了時点での完成検査であるので、検査は仮組立作業がすべて完了した時点で、発注者側の監督員の立会のもとに、施工者側の社内検査が終了した後に行なう。

なお、仮組立の簡略化（仮組立シミュレーション等）を適用する場合は、管理方法の精度を十分検討の上実施するものとする。

(イ) 仮組立検査の項目

仮組立検査はつぎの項目から必要に応じて行なう。

- ① 寸法検査
 - (I) 全長、支間
 - (II) けた、トラス等の高さ
 - (III) けた、トラス等の中心間距離
 - (IV) 骨組線長ならびにけた、トラス等の通りおよび対角
 - (V) 製作キャンバ
 - (VI) けた、トラスの鋼直度
 - (VII) 部材の長さ、断面、曲り
 - (VIII) ウェブ、フランジの直角度
 - (IX) 板の平面度
 - (X) その他
- ② 添接部検査
 - (I) 穴ぐり状態（穴のくい違い、穴径、穴周辺の状態）
 - (II) 現場継手部の目ちがい、すきま等
 - (III) 現場溶接継手部の開先形状寸法
- ③ 外観検査

- ④ スタッドジベル検査
- ⑤ 放射線検査
- ⑥ 取合部検査
- ⑦ 部品検査
 - (Ⅰ) 伸縮継手
 - (Ⅱ) 高 欄
 - (Ⅲ) 支 承
 - (Ⅳ) 排水装置一式
 - (Ⅴ) ネームプレート
- (ロ) 仮組立検査の要点
 - ① 寸法検査
 - (Ⅰ) 立合検査では、あらかじめ作成された社内検査の報告書にしたがって、主として主要寸法をチェックするのが普通である。測定寸法の許容誤差は製作図寸法に対し、表5・1に示す範囲にあるのを標準とする。
 - (Ⅱ) 製作キャンバのチェックは一般にレベルにより測定する。
 - (Ⅲ) 大型の箱げたなどの場合、日射の影響により箱げたの左右上下面に温度差が生じ、製作キャンバおよびけたの通りに影響がでる場合もあって、このような場合の計測は曇天とか早朝のように温度差の少ない時期を選ばなければならない。
 - ② 添接穴検査

穴径、穴のくい違いが所定の精度に収まっているかを貫通停止ゲージによりチェックし、穴周辺の状態（バリ、まくれがとれているか）についても検査する。
 - ③ 取合部検査

複雑な取合部分は原寸時に十分検討してあっても、仮組立時に不都合を生ずる場合があるので、以下について確認しなければならない。（取り付け可能な部品は必要に応じ本体橋りょうに仮組立するのがよい。）

 - (Ⅰ) 下部構造との取合い
 - 支承、および伸縮継手のアンカーボルト穴の位置、間隔
 - 伸縮継手と床板縁石部との相対関係
 - (Ⅱ) 伸縮装置、排水装置等との取合い
 - 排水管と橋体との取合い
 - 伸縮継手と橋体との取合い
 - (Ⅲ) 部分仮組立の場合
 - 仮組立した部分としない部分との取合い
 - ④ 外観検査

橋りょう各部材の外観目視検査は、各部材完成までの段階で随時行なわれているのであるが、仮組立検査においては最終の仕上げとして入念に行なわなければならない。

外観検査は以下の項目について行なう。

 - (Ⅰ) 部材の切断、切削状況

- (Ⅱ) 部材表面の打ち傷、掻き傷、鋼板表面のロール傷などおよび発錆状況
- (Ⅲ) 溶接部のビート形状および割れ、ブローホールなどの欠陥
- (Ⅳ) 溶接われ
- (Ⅴ) 架設時を想定して構成部材相互の取合いを検討する。また、組立マーキング図により部材組立の難易を確認する。

⑤ スタッドジベル検査

仮組立検査時のスタッドジベル検査は、スタッドジベルの溶接形状・溶接後の余盛形状の肉眼検査、およびハンマーによる打撃検査を行なう。

⑥ 放射線検査

放射線検査を行なう場合は、重要な突合せ溶接継手（主げたフランジ、ウェブなど）について、抜取箇所を前もって指示しておき、仮組立検査時にそのフィルムと試験記録を提出させる。

⑦ その他

仮組立検査の結果、製作精度に問題が生じたり設計上疑義を生じた場合、検査員がその場で判断できる時は指示することが望ましいが、重要な問題である場合には必ず設計者と打合せ、その対策を決めなければならない。また検査後は必ず検査報告書を作成し、設計担当者、工事担当者に検査の指示事項を報告する。

出来型管理基準は長野県土木工事施工管理基準による。

4 橋梁設計の照査参考資料

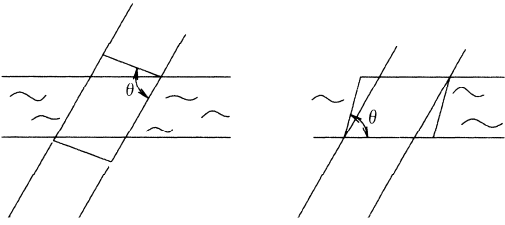
このチェックリストは平成12年1月適用の詳細設計照査要領（長野県土木部）の中の橋梁詳細設計照査要領を補完するものである。

橋梁設計のチェックリスト（共通）

照 査 項 目		備 考
(I) 橋 梁 計 画		
1	関係諸官庁及び地元との協議は十分行なわれているか ・河川管理者、砂防河川管理者 ・ダム管理者 ・道路管理者 ・鉄道管理者 ・交安委員会 ・環境省 ・営林署、林野庁 ・教育委員会、文化庁 ・県林務部、農政部等 ・橋梁添架者	(1) 協議内容：河川改修計画の有無、道路拡巾計画の有無、鉄道の断線・線増電化計画の有無及び施工区分、支間割り、桁下余裕高、交差路の切りまわし、交差路の巾員構成、添架物、埋設物の有無、騒音対策、その他 参考資料： ・河川管理施設等構造令 ・高速自動車国道の河川横断に伴う橋梁設置について（昭42.4.1付河川局治水課長通達） 河川流量と支間割りとの関係 河川流量と桁下余裕高との関係 河川流量と橋台取付護岸との関係 ・道路構造令 建築限界
2	架橋地点の選定は正しいか	(1) ルート選定は十分か (2) 橋台の設定位置については橋梁中心の断面図だけでなく、端部等の地形的要因も十分検討のうえ決定する必要がある。
3	土質調査等の現地調査は十分行なわれているか。	(1) 特に注意を要するカ所 ・地形が急峻なところで地質断面 ・転石、基岩の判定ができていないか。 (2) 基礎工として、深い抗基礎等の必要がある多径間橋梁においては、支間を標準より大きくした方がむしろ経済的に有利となる
4	桁下空間の計算は正しいか	(1) 本線の縦横断勾配、桁のタワミおよび交差路の縦横断勾配を考慮しているか。

照 査 項 目		備 考
5	鋼橋の場合桁下余裕高は、塗装等の維持補修に対する配慮がなされているか。	(1) 特に河川堤防の桁下余裕高として50cm以下となると、下フランジ塗装のいたみもはげしくなり、また補修塗りの作業ができなくなる。 (2) 跨線橋の塗装余裕高として50cm程度が考えられる。
6	橋長橋種の決定はどうか 支間長に対する橋梁形式の選定は適当か。	(1) 上部形式と標準適用支間との関係 (2) 橋梁形式の選定にあたっては、曲線橋あるいは斜橋としての適否も合わせて検討する必要がある。 (3) 固定橋脚（橋台）の選定は妥当か。
(Ⅱ) 橋梁区間の幾何構造		
1	平面線形 (1) 橋梁部は曲線区間か、直線区間か。 (2) 曲線区間にある場合 a) 曲線の向きは正しいか。 b) 主桁は曲線桁か、交点上で折れているか、直線か。 c) 床版に対する主桁の配置は適当か。 d) 床版の張出し量は適当か。	1～3 橋梁部では、なるべく複雑な平面線形及び縦断線形をさけるのが望ましい。 d) 張出し量が1.5m以上となると、ブラケット等で支持する必要がある。（鋼橋の場合）
2	縦断線形 (1) 高さの基準となる測線の位置は正しいか。	(1) 橋梁部上下部全体の一般図に明示する必要がある。
3	横断勾配 (1) 横断勾配は片勾配か、屋根勾配か。 (2) 橋梁区間内で横断勾配が反転していないか。 (3) 横断勾配は床版のハンチ高で調整しているか。ハンチ高を一定とし、桁配置で調整しているか。	調整コンクリートは必要最小限か
4	巾員構成 (1) 曲線ランプ、視距、追越、登板車線等による拡巾はあるか。 (2) 拡巾区間にある場合 a) 視距の計算に、地覆、高欄等の影響は考慮されているか。	

照 査 項 目		備 考
5	<p>b) ランプのすりつけ部の横断勾配と本線の横断勾配は一致しているか。</p> <p>(3) 道路規格と巾員構成との関係は正しいか。</p> <p>座 標</p> <p>(1) 橋架部との座標原点と道路部の座標との関連は明確か。</p>	<p>b) すりつけ部と本線とで横断勾配が異なっていると、床版の配筋型枠等が複雑となるのでできるだけこのような例はさけるのが望ましい。</p> <p>(3) 中央帯、泡雪余裕巾及びアプローチとの関連等について確認</p> <p>(1) 施工上必要な各点について座標 (X、Y Z) を明示する必要あり。</p>
(Ⅲ) 設 計 条 件 お よ び 設 計 計 算		
1	<p>計算方法</p> <p>(1) 設計に用いた計算方法は何か。</p> <p>(2) 格子げたの計算を行う場合</p> <p>a) 連続桁の場合、各径間について荷重分配係数の補正を行なっているか。</p> <p>b) 各着目点における各桁の荷重分配係数の総和は1となるか。</p> <p>c) 計算に用いる帽員のとり方は適切か。</p> <p>(3) 仮定の分配横桁の配置と実際の配置との差はあるか。</p> <p>(4) 外桁、内桁、及び分配横桁の仮定剛度と実剛度との差はどの程度か。</p> <p>(5) 仮定死荷重と実死荷重との差はどの程度か。</p> <p>(6) 死荷重と偏載部分（床版張出し部、高欄等）は分配されているか。</p>	<p>(1) 斜角の小さい橋梁、バチ型橋梁等の複雑な形状をもつ場合は、任意格子げたとして電子計算機を用いることが多い。</p> <p>(4) 通常の場合、5～10%以内が妥当である。</p> <p>(5) 5%以下が望ましい。</p>
2	<p>荷 重</p> <p>(1) B活荷重適用かA活荷重適用か。</p> <p>(2) 雪荷重、支点移動の影響等の特殊荷重を考慮する必要はないか。</p> <p>(3) 衝撃係数のとり方は正しいか。</p> <p>(4) 検査路、防音壁添架物等附属品の死荷重は設計に考慮されているか。</p> <p>(5) 防音壁等に作用する風荷重は考慮されているか。</p>	<p>2 道路橋示方書共2.2 荷重の組合せ、もれはないか。</p> <p>(2) 道路橋示方書共2.2.13～2.2.17</p> <p>(3) 道路標示方書共2.2.3 衝撃の対象とする部材はどれか。</p> <p>(5) 道路橋示方書共2.2.9</p>

照 査 項 目	備 考
<p>(6) 添架物の荷重、添架位置は適当か。 切欠き部の設計はどのように処理したか。</p> <p>(7) 施工時荷重</p> <p>(8) 温度変化の影響</p> <p>3 設計震度</p> <p>(1) 設計水平震度、慣性力の算定方法は適切か。</p> <p>(2) 鉄筋コンクリート橋脚における、地震時保有水平耐力の照査は適切か。</p> <p>(3) 動的解析はしなくてよいか。</p> <p>4 完成系と施工系の構造は同一か。</p> <p>5 FとMの設定はどのようにしたか。</p> <p>6 斜角の検討</p>	<p>(7) 埋め殺し型枠、作業荷重等</p> <p>(8) 道路橋示方書共2.2.10</p> <p>(1) 道路橋示方書 耐震6章</p> <p>(2) 道路橋示方書 耐震10章</p> <p>(3) 道路橋示方書 耐震7章</p>  <p>デッドスペースを作るか</p>
(IV) 付 属 品	
<p>1 伸縮装置</p> <p>(1) 伸縮量の計算方法は正しいか。</p> <p>(2) 種類の選定は適切か。</p> <p>(3) 伸縮継手の移動方向と支承の移動方向は一致しているか。</p> <p>2 支 承</p> <p>(1) 種類の選定は適切か。</p> <p>(2) 支承の移動量の計算方法は正しいか。</p> <p>(3) 支承の移動方向は適正か。</p> <p>(4) 負反力の検討を行っているか、また負反力が生じる場合、支承構造にどのような対策を構じているか。</p> <p>3 排水装置</p> <p>(1) 排水ますの間隔および排水管の径は適切か。</p> <p>(2) 排水管の勾配は適当か。</p>	<p>(1) 道路橋伸縮装置便覧 3 伸縮量の算定</p> <p>(2) 移動量の大小、交通量によって種類選定を行わなければならない。</p> <p>(1) 道路橋示方書 耐震15章</p> <p>(2) 〔道示〕共4.1.3 耐震15章</p> <p>(4) 〔道示〕共4.1.2</p> <p>(1) 〔道示〕共5.2 積雪地帯では、融雪による水を容易に排除できるように配慮する必要がある。</p> <p>(2) 3%以上とすることが望ましい。</p>

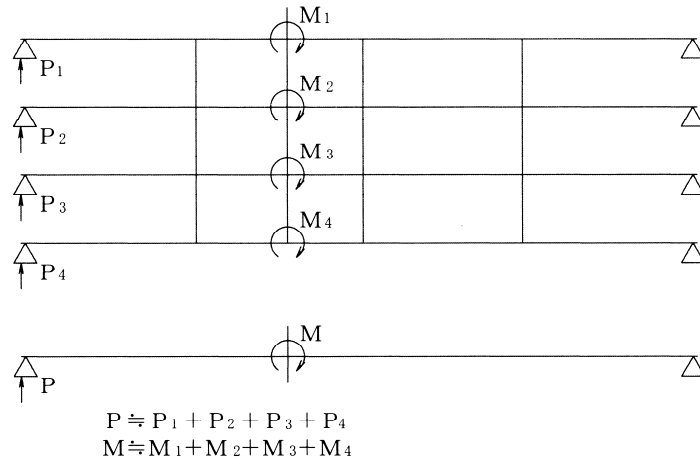
照 査 項 目		備 考
4	<p>(3) 排水管の曲がり部は、ごみなどの溜らない構造、あるいは容易に清掃できる構造となっているか。</p> <p>(4) 排水装置と主桁との取合いは適切か。</p> <p>その他</p> <p>(1) 防音壁などの付属品を設置する必要はないか。</p> <p>(2) 落橋防止装置の選定は適切か。</p> <p>(3) 防護柵類の選定は適切か。</p> <p>(4) 照明施設、検査路の設置の要否</p>	<p>(4) 排水ます部の鉛直方向排水管が主げたの上フランジにあたり、伸縮継手部の横引き排水管が主げた端部の腹板にあたりする場合がある。</p> <p>(2) 道路橋示方書 耐震16章</p>
(V) そ の 他		
1	運搬は可能か、ヤードはあるか。	
2	架設工法は適切か。	
3	施工時の交通処理対策は考慮されているか。	
4	施工時の騒音、振動に対する検討は行なわれたか。	
5	仮設工（仮締切、築島、支保工、仮栈橋、仮橋）の設計はしてあるか。	
6	旧橋撤去工法の計画はしてあるか。	
7	社内検査は終了しているか。	
8	図面及び報告書は全部できているか。	
9	橋架添架に伴う図面、数量および、費用負担算出用荷重を算出してあるか。	

橋梁のチェックリスト（鋼橋）

照 査 項 目		備 考
(I) 一 般 事 項		
1	設計条件の整理	横過条件、道路幾可、交通条件
2	許容応力度およびたわみ (1) 許容応力度の取り方は正しいか。 (2) 荷重の組合せに対する許容応力度の割増しは正しいか。 (3) 作用応力度に対する許容応力度の余裕ほどの程度か。 (4) 主げたのたわみ量は制限内か。	(1) 道路橋示方書鋼3.2 (2) 道路橋示方書鋼3.1 (4) 道路橋示方書鋼2.3
3	使用材料 (1) 板厚による鋼種の使用区分は正しいか。 (2) 使用材料の板厚、幅、長さは標準寸法のものか。 (3) 使用最大板厚は何mmか。	(1) [道示] 鋼1.6 (2) JIS G 3192~3193
(II) 床 版 の 設 計		
1	床版の支間のとり方は正しいか。	1 [道示] 鋼9.2.3
2	使用鉄筋径および鉄筋間隔は適当か。	2 [道示] 鋼9.2.6
3	床版厚さは適当か。	3 [道示] 鋼9.2.5
4	斜橋の場合 (1) 主鉄筋の方向は直か斜か。 (2) 主鉄筋方向と支間方向は一致しているか。 (3) 桁端部の床版片持ち部をブラケットで支持する必要はないか。	4 [道示] 鋼9.2.3 (1)-1 斜角が小さい場合（約70°以下）は直角方向に配筋し桁端部に斜方向の補強鉄筋を入れるのが望ましい。 (3) 斜角が小さく斜方向の張出し量が多い場合はブラケットで支持した方が良い。 この場合ブラケットのたわみによる影響を考慮する。
5	補強鉄筋 (1) 床版端部の補強を行なっているか。 (2) 連続桁の場合、中間点上で配力筋方向に補強を行なっているか。	(1) 道路橋示方書鋼9.2.11
6	ハンチ (1) 最小および最大ハンチ量は適当か。	(1) 桁の上フランジ上端からの純ハンチは30mm~150mmぐらいが適当である。

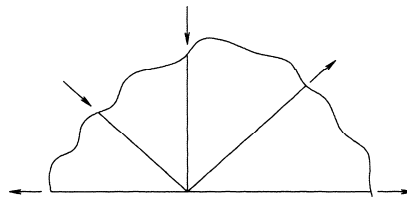
照 査 項 目		備 考
	(2) ハンチ量は変化しているか。一定か。	ハンチ量が大きい場合は補強鉄筋を配置する。
7	床版の支持げたに不等沈下のおそれがある場合、これによる床版の曲げモーメントの増分を考慮しているか。	
8	添架荷重、高欄、防護柵等への衝突荷重、風荷重の影響は考慮されているか。	8 道路橋示方書鋼 9.2.4
(Ⅲ) 橋 架 の 基 本 構 造		
1	けたの平面骨組 (1) けた配置は左右耳げたの断面力のバランスを考慮して決定しているか。 (2) けた配置は耳げたと内げたの断面力のバランスを考慮して決定しているか。	(1) 床版の片持ち長さが異なる場合、あるいは曲線区間に橋架がある場合等は、左右耳げたの断面力ができるだけバランスするように配置することが望ましい(5~10%以内)
2	けたの縦横断骨組 (1) 路面の縦横断勾配は床版のハンチ高さで調整しているか。ハンチ高さを一定とし、けた配置で調整しているか。	(1) けたの製作の便を考えて判断する。またハンチ高さが大き過ぎると死荷重が著しく増加するので注意する。
3	けた端部およびけた遊間 (1) けた端部の片持ち長さは、支承、伸縮装置等の取合い、橋梁の斜角等を考慮しているか。 (2) けた遊間量は伸縮装置との取合いを考慮しているか。	(1) 一般砕プレートガーダーのけた端片持ち長さの目安は次のとおりである。 支間 20m以下 …………… 200~250mm 20~30m以下 …… 250~300mm 30m~ …………… 300~500mm
(Ⅳ) 主 げ た の 設 計		
	(1) けた高選定は適切か。 (2) 交差物の建築限界などによりけた高制限を受けていないか。	(1) 支間に対するけた高の割合は次の値程度が標準である。 単純プレートガーダー：1/15~1/17 合成 げ た：1/17~1/20 連続プレートガーダー：1/18~1/22

照 査 項 目		備 考
2	断面変化 (1) 断面変化をする数および断面変化位置は適切か。	(1) 省力化のため板継ぎ溶接のない構造とし断面変化は継手位置で行う。
3	板厚および板幅 (1) 板厚および板幅は急激に変化していない (2) フランジ板厚とフランジ幅との割合はどの程度か。 (3) フランジの最大、最小幅とけた高との割合はどの程度か。	(1) 板厚の変化は厚いほうの板厚の1/2以下とする。 (2) [道示] 鋼4.2 11.3.2 (3) I形断面としての幅と高さのバランスを考え、フランジはけた高の1/6～1/3ぐらいの範囲にとどめるのがよい。
4	垂直補剛材 (1) 補剛材間隔および補剛材剛度は適当か。 (2) 支点上の垂直補剛材の応力度の検討を行っているか。 (3) 補剛材の突出長と板厚との関係は適当か。	(1) [道示] 鋼11.4.3、11.4.4 (2) [道示] 鋼11.5 (3) [道示] 鋼4.2.3
5	水平補剛材 (1) 補剛材の使用段数、位置、剛度、突出幅と厚さの比は適当か。 (2) 補剛材に生ずる応力度は許容応力度を超えていないか。 (3) 交番応力部で腹板の上下に補剛材を配置する場合、上下に補剛材を配する区間の位置と数は適当か。	(1) [道示] 鋼11.4.6、11.4.7 水平補剛材は特殊な場合を除き1列とする。 (2) 水平補剛材の材質は、主げたの腹板より低い強度のものを使用する機会が多いため補剛材の応力度を確認する必要がある。 連続桁の水平補剛材の上下ラップは、鉛直補剛材間4パネル程度が望ましい。
(V) 対 傾 構 お よ び 横 構		
1	対 傾 構 (1) 対傾構間隔は適当か。 (2) 対傾構部材の細長比は規定を満足しているか。 (3) 端対傾構位置では、対傾構上弦材に床版コンクリートを打ち下しているか。 (4) 支点上で主げたが折れ曲がっている場合これに対する対傾構の応力度が検討されているか。	(1) [道示] 鋼11.6.2(2) (2) [道示] 鋼4.1.5 荷重分配対傾構は主要部材とみなす。 (3) 床版を打ち下している場合は、対傾構上弦材は直接輪荷重を受けるとして設計する。



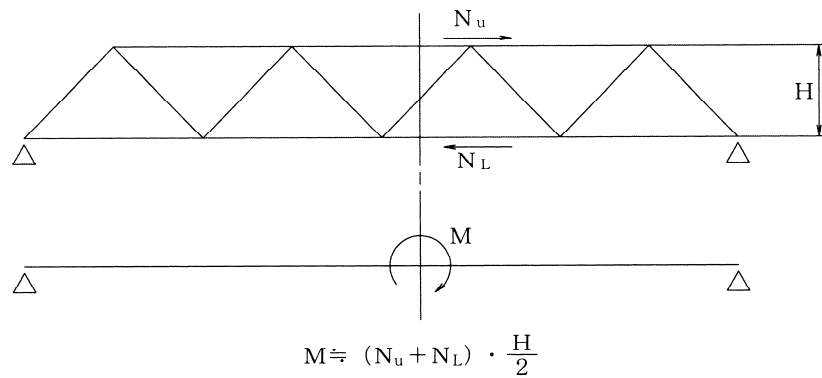
(図-8)

例③：トラス等の各点均合いを確認する。



(図-9)

例④：トラス等の主構をビームとみなして、上下弦材の軸力を確認する。



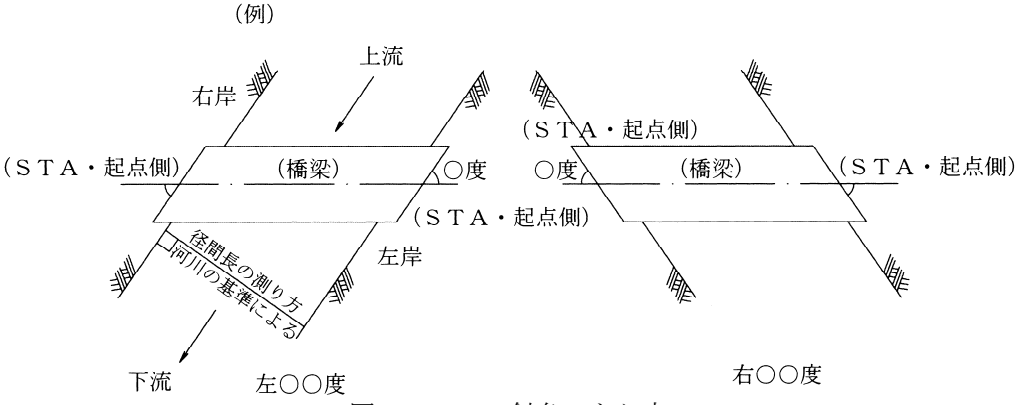
(図-10)

- (6) 既往の設計例と比較し、使用材量の数量に極端な差がないかどうか確認する。また差があればその原因を追求する。
- (7) アウトプットデータを図化または表にする。

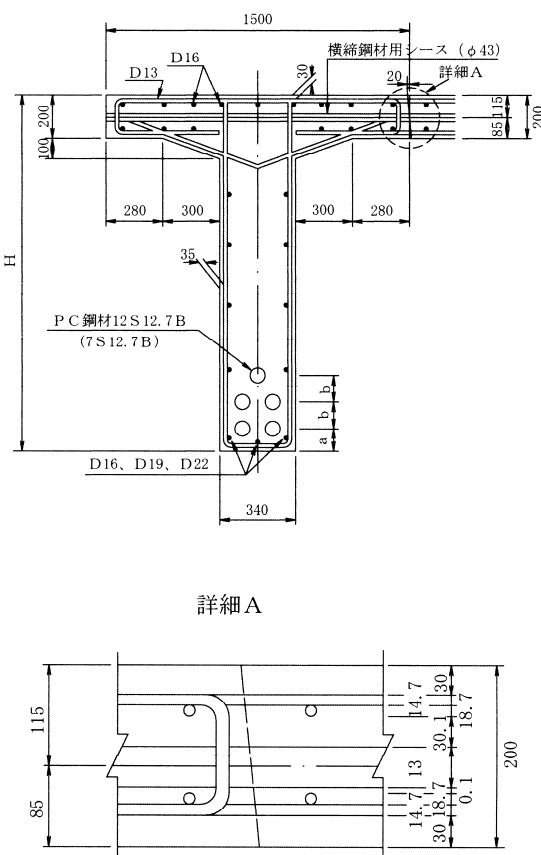
以上、電算結果のごく概念的な手法を述べてきたが、プログラムの作成にあたっては、関連のあるインプットデータについては、その相関々係をプログラムのチェックルーチンで追わせることも照査の大きな助けになるものである。また電算結果の照査の困難さの主たる原因の一つにアウトプットに対する不慣れ、抵抗感があげられる。橋梁の設計自動化の方向がますます進められようとしている現在、インプットデータが書き易く、アウトプットデータが読み易いという条件が不可欠となってくるであろう。このためには、アウトプット記号を統一すること、及び設計計算書にアウトプット様式の説明書を添附することなども重要な条件となってくるものと思われる。

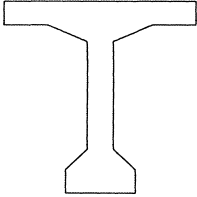
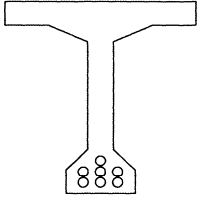
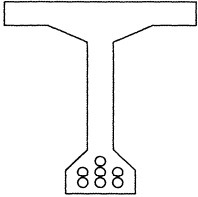
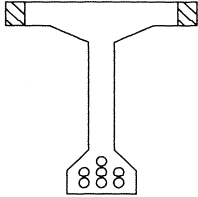
(この項、昭和50年度「道路橋に関する地区講習会」資料より)

橋梁設計チェックリスト (コンクリート橋)

照 査 項 目		備 考
(I) 設 計 条 件		
1	道路条件 (1) 道路規格 (2) 幅員構成 (3) 平面線形 (4) 縦断線形 (5) 横断勾配	(1) 第 種・第 級 (道路構造令第3条) (2) 標準横断構成はどの区分に相当しているか。道路の標準幅員に関する基準(案)について。 (3) 橋梁部は直線区間か、曲線区間か。橋梁は斜橋になっているか。 (4) 縦断勾配の把握 (5) 横断勾配の把握
2	橋梁条件 (1) 橋 格 (2) 橋 長 (3) 支間及びけた長 (4) 斜 角	(1) 道路構造令第35条 (2) 支間割は妥当か、基礎位置や形式、固定脚の位置等の検討 支間に対する橋梁形式の選定は妥当か。 (4) 斜角のとり方は妥当か(図-15.2.2)
(例) 		
図-15.2.2 斜角のとり方		
(II) 使 用 材 料		
1	コンクリート (1) 設計基準強度 (2) 弾性係数 (3) クリープ (4) 乾燥収縮 (5) 許容応力度	(1) [道示Ⅰ] 3.2.3 (2) [道示Ⅰ] 3.3 (3) [道示Ⅰ] 2.2.5 (4) [道示Ⅰ] 2.2.5 (5) [道示Ⅲ] 3.2 許容曲げ圧縮応力度は断面形状の違いで分けているか。

照 査 項 目		備 考
2	鋼 材 (1) 機械的性質等 (2) ヤング係数 (3) 許容応力度 (4) 使用鋼材の選定	(1) 〔道示Ⅰ〕 3. 1 (2) 〔道示Ⅰ〕 3. 3 (3) 〔道示Ⅲ〕 3. 3、3. 4 P C鋼材の許容引張応力度を〔道示Ⅲ〕 3. 4に従って算出した結果は第3章表一解3. 3. 1参照。 (4) 鋼線、鋼より線、鋼棒を各構造部材毎に適切に使い分ける必要がある。 どのように選定したか。また定着工法の選定は
(Ⅲ) 床 版 の 設 計		
1	荷重強度 (1) 死荷重 (2) 活荷重 (3) 添加物等、その他の荷重	(1) 〔道示Ⅰ〕 2. 2. 1 (2) 〔道示Ⅰ〕 2. 2. 2 (3) 防音壁設置の有無、各機関で定められた荷重の有無。(他の部材の設計においても同様)
2	断面力算出法の適用	2 〔道示Ⅲ〕 4. 1 R C床版またはP C床版の採用。 床版の支間方向が車両進行方向に対して直角か平行か。
3	床版の計算支間	3 〔道示Ⅲ〕 7. 4. 3
4	床版の厚さ	4 〔道示Ⅲ〕 7. 3. 1、7. 3. 2
5	活荷重による低減	5 〔道示Ⅲ〕 7. 4. 2 A活荷重で設計する橋はT荷重による設計曲げモーメントを20%低減してよい。
6	鋼材の配置 (1) 使用鉄筋径および鉄筋間隔 (2) 斜橋の支承部付近の鋼材 (3) 片持版端部及び横げた上	(1) 〔道示Ⅲ〕 7. 6 定着具付近の補強〔道示Ⅲ〕 6. 6. 8 (2) 〔道示Ⅲ〕 7. 6、7. 7 (3) 〔道示Ⅲ〕 7. 8 端横げた上も中間たと同様の取扱で良い。

照 査 項 目	備 考
(IV) 主 げ た の 設 計	
<p>1 主げたの断面形状</p>  <p style="text-align: center;">詳細A</p>	<p>1 主げた断面各部の最小厚は〔道示Ⅲ〕 7.3.1、7.3.2、6.3、9.4による。 旧建設省の標準設計を参考に示す。</p>
<p>〔注〕支間とけた高の関係および主げた間隔は便覧 第13章 図-13.2.1、表-13.21を参照するとよい。</p>	
<p>2 荷重組合せ</p> <p>(1) 設計荷重作用時</p> <p>(2) 終局荷重作用時</p> <p>3 断面力の算出</p> <p>4 断面諸常数</p>	<p>(1) 〔道示Ⅰ〕2.2 PC橋の場合通常1.主荷重+主荷重に相当する特殊荷重の組合せで十分である。</p> <p>(2) 〔道示Ⅲ〕2.2</p> <p>3 〔道示Ⅲ〕9.3</p> <p>4 PC橋では断面応力度を求める場合、各々の荷重が載荷される時期の違いにより有効な断面状態を使い分ける必要がある。(図-15.2.4)</p>

照 査 項 目	備 考										
5 プレストレス (1) PC鋼材は定着具の支圧面より所定の長さだけが直線区間をとっているか。 (2) PC鋼材の最小曲げ半径 (3) プレストレスの減少計算	(1) 〔道示Ⅲ〕 6.6.6 (2) 〔道示Ⅲ〕 6.6.6 (3) 〔道示Ⅰ〕 2.2.5 考慮すべき項目 導入直後 1. コンクリートの弾性変形 2. PC鋼材とシースの摩擦 3. 定着具のセット量 有効プレストレス 1. クリープ (コンクリート) 2. 乾燥収縮 (コンクリート) 3. レラクセーション (PC鋼材) 定着具のセットによるPC鋼材引張力の減少は各PC工法によって異なる。 ねじ式、ばたん式の定着方式においてはセット量は僅少であるので無視できる。										
(a) 総断面 	(b) 純断面 	(c) PC換算断面 	(d) 場所打換算断面 								
	$\text{(純断面)} = \text{(総断面)} - \text{(シーす断面)} \quad \text{(PC換算断面)} = \text{(純断面)} + \text{(PC鋼材断面積)}$ $\text{(場所打換算断面)} = \text{(純断面)} + \text{(PC換算断面)} + \text{(間詰断面積)}$										
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="263 1467 582 1512">各荷重作用時</th> <th data-bbox="582 1467 1380 1512">断 面 状 態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="263 1512 582 1612">主げた自重作用時</td> <td data-bbox="582 1512 1380 1612"><u>純断面</u> (主げたの総断面積からシーすの断面積を除いた断面)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="263 1612 582 1713">床版、橋げた荷重作用時</td> <td data-bbox="582 1612 1380 1713"><u>PC鋼材換算断面</u> (PC鋼材換算断面積を主げたコンクリートに換算し、純断面に加えた断面、換算比: E_p/E_c)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="263 1713 582 1881">その他死荷重作用時 (舗装、歩道、地覆、高欄)</td> <td data-bbox="582 1713 1380 1881"><u>場所打ちコンクリート換算断面</u> (床版場所打ちコンクリートを主げたコンクリートに換算し、PC鋼材換算断面に加えた断面) この場合、場所打ち床版部分の換算幅は外げたの場合、場所打ち幅の1/2、中げたの場合全幅とする。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="263 1881 582 1960">活荷重作用時</td> <td data-bbox="582 1881 1380 1960"><u>場所打ちコンクリート換算断面</u></td> </tr> </tbody> </table>	各荷重作用時	断 面 状 態	主げた自重作用時	<u>純断面</u> (主げたの総断面積からシーすの断面積を除いた断面)	床版、橋げた荷重作用時	<u>PC鋼材換算断面</u> (PC鋼材換算断面積を主げたコンクリートに換算し、純断面に加えた断面、換算比: E_p/E_c)	その他死荷重作用時 (舗装、歩道、地覆、高欄)	<u>場所打ちコンクリート換算断面</u> (床版場所打ちコンクリートを主げたコンクリートに換算し、PC鋼材換算断面に加えた断面) この場合、場所打ち床版部分の換算幅は外げたの場合、場所打ち幅の1/2、中げたの場合全幅とする。	活荷重作用時	<u>場所打ちコンクリート換算断面</u>	
各荷重作用時	断 面 状 態										
主げた自重作用時	<u>純断面</u> (主げたの総断面積からシーすの断面積を除いた断面)										
床版、橋げた荷重作用時	<u>PC鋼材換算断面</u> (PC鋼材換算断面積を主げたコンクリートに換算し、純断面に加えた断面、換算比: E_p/E_c)										
その他死荷重作用時 (舗装、歩道、地覆、高欄)	<u>場所打ちコンクリート換算断面</u> (床版場所打ちコンクリートを主げたコンクリートに換算し、PC鋼材換算断面に加えた断面) この場合、場所打ち床版部分の換算幅は外げたの場合、場所打ち幅の1/2、中げたの場合全幅とする。										
活荷重作用時	<u>場所打ちコンクリート換算断面</u>										
図-15.2.4 各荷重作用時に用いる断面状態											

照 査 項 目		備 考
6	曲げに対する検討 (1) 設計荷重作用時 (2) 終局荷重作用時	(1) 〔道示Ⅲ〕 4. 2. 3 (2) 〔道示Ⅲ〕 4. 2. 4 (曲げ破壊安全度 $F \geq 1.0$) 計算の流れは便覧 2. 4. 4 を参照。判定された領域に対応した計算を行っているか。
7	せん断に対する検討 (1) 終局荷重時の平均せん断応力度 (2) 設計荷重時の斜引張応力度 (3) 設計荷重時の平均せん断応力度	(1) 〔道示Ⅲ〕 4. 3. 4 (2) 〔道示Ⅲ〕 4. 3. 3、3. 2 (3) (3) 〔道示Ⅲ〕 4. 3. 3 越えている場合はせん断補強筋を配置する必要がある。 越えていない場合は最小鉄筋量を満足する必要がある。 なお、せん断応力度に関する計算手順は便覧 2. 5. 1 を参照するとよい。
8	ねじれに対する検討	8 〔道示Ⅲ〕 4. 4 ねじりモーメントを考慮する必要がある部材 (1) 曲線橋や斜橋などねじりモーメントの大きな部材 (2) ねじり抵抗を考慮しないと成立しない構造系 (3) 箱げたなどのねじり抵抗が大きい部材
(V) 横 げ た の 設 計		
1	配 置 (1) 支点上の横げた (2) 中間横げた (3) 最小ウェブ厚 (20cm以上)	(1) 〔道示Ⅲ〕 9. 2 (2) 〔道示Ⅲ〕 9. 2 (3) 〔道示Ⅲ〕 6. 3 設計は主げたと同様に行う。
(VI) そ の 他		
1	鋼材のかぶり	1 〔道示Ⅲ〕 6. 6. 1 ただし、海岸線から300mの範囲にある橋梁については「道路橋塩害対策指針(案)」を参考とするのが良い。

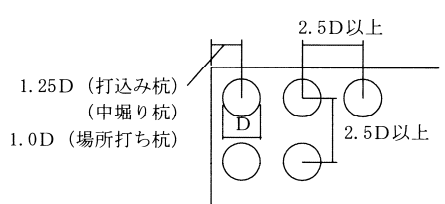
照 査 項 目		備 考
6	<p>そ の 他</p> <p>(1) 支承の種類、形状面は正しいか。</p> <p>(2) アンカーボルトの径、本数は良いか。</p> <p>(3) 下フランジと橋台や橋脚天端と接触しないか。</p> <p>(4) 下フランジと橋脚天端との間隔。</p> <p>(5) 構造詳細の照査。</p> <p>(6) 耐候性鋼材を使用したことによる工夫はあるか。</p>	<p>(1) 鋼橋でゴム支承使用の場合主げたからゴムがはみ出す時があるので注意が必要である。</p> <p>(3) 縦断勾配が大きい場合チェックする必要があるか。</p> <p>(4) ジャッキアップのための間隔として最小10cm以上確保することが望ましい。</p> <p>(5) 便覧第4章参照 〔特に4.1.2参照〕</p>
(Ⅷ) 使 用 材 料 の 数 量		
1	けた高	1 橋梁形式ごとの最大けた高
2	コンクリート量	2 橋梁形式ごとの橋面積1m ² 当たりのコンクリート量 橋梁形式ごとのコンクリートm ³ 当たりの型枠面積
3	鋼材料	3 PC橋のコンクリートm ³ 当たりのPC鋼材量 橋梁形式ごとのコンクリートm ³ 当たりの鉄筋量

橋梁設計のチェックリスト（下部）

照 査 項 目	備 考
(I) 下部工一般設計及び橋台、橋脚	
<p>1 形式の選定、可動、固定の選定は適切か。</p> <p>2 耐震設計（静的解析だけでよいか）</p> <p>3 荷重にもれはないか、大きさはよいか。 （荷重の整理）</p> <p>4 荷重の組合せはどのようにしているか。</p> <p>5 衝撃をみた部材はどれか</p> <p>6 部材の寸法をどのようにきめたか。</p> <p>7 モデル化は適切におこなわれているか</p> <p>8 応力度を照査する断面にもれはないか</p> <p>9 単鉄筋、複鉄筋のどちらで計算しているか。</p> <p>10 許容応力度のとり方は適切かまた余裕は。</p> <p>11 配筋にまちかいはないか。</p> <p>12 鉄筋のかぶり、あき、フックおよび曲げ形状</p> <p>13 定着、継手は適正か。</p> <p>14 最小鉄筋量の照査はしてあるか。</p> <p>15 スターラップ、帯鉄筋、補強鉄筋の径と間隔をどのように決めたか。</p> <p>16 斜め橋台の検討はしたか。</p> <p>17 フーチングの剛性評価はしたか。</p> <p>18 目地は必要か。</p> <p>19 仮設工の設計</p> <p>20 ウィング形状、方向は適切か。</p> <p>21 踏掛版を設置するのか。</p> <p>22 裏込め土の選定は適切か。</p> <p>23 フーチングの土被りは充分か。</p>	<p>1 経済性、施工性、美観</p> <p>2 動的解析の必要はないか、設計震度の算出</p> <p>3 安定計算、応力計算、橋軸方向、橋軸直角方向 死荷重、活荷重、土圧、動水圧、浮力、踏掛版、風荷重のモデル図、裏込材のCとφ、支承の摩擦係数、標準設計との差はどうか。</p> <p>11 モデル化が適切に反映されているか、応力計算どおりか。断落し部の計算はしてあるか。</p> <p>15 開孔部、柱とフーチング、張出部の結合部、鉄筋段落し部の補強筋</p> <p>16 75° より小さい場合</p> <p>18 躯体巾15m以上。</p> <p>19 矢板、仮栈橋、築島の大きさ、構造、応力計算</p>

照 査 項 目		備 考
(Ⅱ) 基 礎 一 般		
1	基礎形式の選定は適切か。	1 経済性、施工性
2	基準変位量、許容変位量の設定はよいか。	2 常時、地震時
3	支持層の選定と根入れの深さは適切か。 設計N値、r、c、φ、Eの設計使用値	3 地盤調査の追加の必要性、及び評価は適切か。既存データーとの比較
4	土質定数の低減必要性	4 軟弱地盤、砂質地盤であるか。
5	圧密変位量に対する評価はどうか。 常時における設計地盤面と耐震設計上の地盤面の設定	
6	圧密沈下を生じる地盤中の深い基礎であるか。	6 負の摩擦力の検討
7	偏荷重を受ける基礎か	7 側方移動に対する評価およびその対策は安全の検討とその対策
8	近接施工の検討	
9	保耐法による照査	9 直接基礎を除く橋脚基礎は地震時保有水平耐力法により照査を行う。 道示V 10章
(Ⅲ) 直 接 基 礎 の 設 計		
1	底面における鉛直地盤支持力は底面地盤の許容鉛直支持力以内か。	1 荷重の偏心傾斜を考慮した地盤の極限支持力、斜面上にある場合の評価は。
2	荷重合力の作用位置は常時には底面の中心より底面巾の1/6以内、地震時には底面幅の1/3以内にあるか。	
3	底面におけるせん断抵抗力は底面地盤の許容せん断抵抗力以内にあるか。	3 突起の検討、C、φはどのように決められているか。
4	根入れ部に作用する水平反力は地盤の許容水平支持力以内か。	4 水平反力は原則として基礎底面のせん断抵抗力のみで支持させる。
5	変位は許容変位量以内か。	5 鉛直変位、回転変位、水平変位
6	地盤反力度の算出	6 常時の最大地盤反力度は上限値以下となっているか。 道示IV 10.3.1
7	基礎の有効根入れ深さ	7 設計地盤面の設定は適切か。

照 査 項 目	備 考
(IV) ケ ー ソ ン 基 礎 の 設 計	
1 底面における鉛直地盤反力度は地盤の許容鉛直支持力度以内か。	
2 前面における最大水平地盤反力度は、その位置における地盤の許容水平支持力度以内か	2 設計地盤面の設定
3 底面におけるせん断抵抗力は底面と地盤との間に働く許容せん断抵抗力以内か。	
5 鉛直荷重、水平荷重の分担はどのようにしたか。	
6 竣工時と施工時のケーソン各部の応力度を照査してあるか。	
7 圧密層がある場合、周面に働く負の摩擦力について検討したか。	
8 形状、寸法の決定はどうしたか。	8 長・短辺の比は3：1以下、側壁の厚さ50cm以上
9 隔壁の設置	9 5～6m間隔、側壁の厚さに近いもの
10 ケーソンの沈下関係図の作成	10 沈下作業に支障があるか照査する。リフト構築高さは妥当か。
11 フリクションカットの大きさ	
12 上スラブと側壁、隔壁との結合状態は単純支承か固定支承か、第1.2状態のチェックは	12 応力計算と配筋はどうしたか。最小定着鉄筋量
13 底スラブの設計はどうしたか。	13 厚さは最小で2m、単純ばり
14 刃口設計及び形状	14 片持ばり、スパンの長さは隔壁までの長さ。隔壁がなければ1.5m
15 ニューマチックケーソンの作業室天井スラブ吊げたの設計	15 2方向スラブまたは格子構造、有効幅は
16 パラペットの設計	16 片持ばり
17 摩擦減少装置の検討	
18 打継目の補強鉄筋	
19 止水壁または土留め仮壁の設計	19 とりこわしに対する工夫はしてあるか。
20 隔壁の通水孔	20 径4～5cm、1m ² あたり1本
21 築島の設計	21 大きさ及び構造の決定

照 査 項 目		備 考
(V) 杭基礎の設計 (一般)		
1	各々の杭に伝達される軸方向押し込み力軸方向引抜力は、許容支持力以内か。 また、水平変位は許容変位量以内か。	1 支持杭か摩擦杭か。 道示IV 12章
2	抗種、抗径、抗長の決定はどうか。	2 工法を含めて検討しているか。斜杭（角度は）
3	軸方向許容押し込み支持力の算出（鉛直）	3 設計N値、 $N \leq 2$ は無視
4	軸方向の許容引抜き力の算出	
5	杭本数、杭の配列、フーチングの大きさは	 <p>1.25D (打込み杭) (中掘り杭) 1.0D (場所打ち杭)</p> <p>2.5D以上</p> <p>2.5D以上</p> <p>図一解 8.3.1 杭の最小中心間隔</p>
6	杭の最小中心間隔	6 2.5D以上
7	杭基礎に対する設計外力 (V、H、M) の算出	
8	負の周囲摩擦力の検討	8 圧密層があるか、斜杭の曲げ検討
9	群杭の検討	9 仮想ケーソン
10	杭とフーチングの結合は、方法Aか方法Bか。	10 フーチングの補強
11	杭本体に生じる曲げモーメント	11 杭頭部とフーチングを剛結合として求めたモーメントと杭頭部をヒンジ結合 ($M=0$) として求めたモーメントをともに満足するように設計する。
12	杭の先端処理の設計はしてあるか。	12 特に中掘杭の場合
13	施工中の支持層の確認方法はどうか。	13 動的支持力の確認、電流計、掘削土の採取確認、チェックボーリング
(VI) 鋼 杭		
1	材質、寸法、断面性能、1本の長さは、	1 S K K - 400、490、厚 9 mm以上、 $\phi 400 \sim 1000$
2	結合部の設計	2 鉄筋、中詰めコンクリート、ずれ止め、ストッパー
3	腐食代	3 外側 1 mm、内側は考慮しない
4	溶接部の許容応力度	4 工場溶接、母材に同じ、現場溶接は工場溶接の90%
5	板厚変化は経済性より決定する。	5 最大 7 mmまで、1 ~ 2ヶ所

照 査 項 目		備 考
6	工場溶接と現場溶接の使い分け	6 断面変化部、テーパのつけ方（差3mm以上） 工場溶接部と現場溶接部は2m以上離す
7	杭端部の補強（先端部）	7 フリクションカッターとしても有効 頭部は原則として補強バンドは使用しない。
8	現場継手図、たれ止め、吊り金具の設計	
(VII) 既製コンクリート杭		
1	材質、寸法、断面性能、1本の長さ。	1 PHC（A、B、C）、SC、PCウェル（I、II、III）
2	結合部の設計	
3	断面変化の決定は経済比較より決定	3 3断面まで
4	継手構造	4 端板式溶接継手
(VIII) 場所打杭		
1	許容応力度の確認	1 コンクリート $300 \times 0.8 = 240 \text{kg/m}^2$
2	主鉄筋	2 一重配筋、間隔、かぶり、鉄筋量（最大6%、最小0.4%）、D22～D35 6本以上、重ね継手として45φ以上
3	断面変化	3 3断面変化まで
4	帯鉄筋の間隔（D13以上）	4 フーチング低面（設計地盤面）より杭径の2倍の位置まで……15cm以下、側断面積の0.2%以上 主鉄筋第一断面変化位置まで……30cm以下 第二断面～第三断面………50cm
5	公称径＝設計径	
(IX) 深礎工法（斜面上に設けられる深礎杭）		
1	水平地盤面か斜面上か。	1 斜面：設計地盤面の傾斜角が10°以上で地表面が傾斜
2	許容鉛直支持力の算出（斜面影響）	2 鉛直荷重は低面のみ
3	水平方向の許容支持力の算出（斜面影響）	3 水平荷重は、深礎杭の前面、底面で支持
4	杭頭許容変位量の決定	4 杭径の1%かつ5cm以下
5	底面におけるせん断抵抗力は許容せん断抵抗力以内か。	5 円狐すべり 常時 $F_s \geq 1.5$ 地震時 $F_s \geq 1.2$
6	最小中心間隔	
7	杭の外周面からフーチング縁端まで	7 0.25m以上
8	設計地盤面の決定	

照 査 項 目		備 考
9	作用土圧	
10	軸線の設置はどうしたか	10 計算モデルの図示
11	杭 1 本当たりの受けもつ荷重配分はどう決定したか。	11 脚天端における水平変位が等しくなるよう分担率を決定する。
12	水平バネ間隔	50cm
13	支持層内の弾性領域への最小根入長	2 m
14	群杭の考慮	杭 2 本以上はすべて横方向地盤反力係数の補正をする。
15	ライナープレートの設計	h = 15m 以深では土圧の増なし、 許容応力度 1500kg/m ²
16	設計半径 < 公称半径 < 掘削半径	それぞれことなる
17	許容応力度	コンクリート 240 × 0.9kg/m ²
18	山留め材は埋めころしか撤去か	鉄筋のかぶり 埋めころし 10cm 撤去 25cm 原則として埋めころしとする
19	鉄 筋	鉄筋量を除いて場所打杭参照
20	塑性化後のせん断定数	C _o = C (土砂、軟岩) C = o (硬岩) φ β = φ ≤ 30° (土砂、軟岩) φ β = 2 / 3 φ ≤ 30° (硬岩)
(X) そ の 他		
1	ウィングの設計は適切か、またパラペットの補強	
2	踏掛版の設計。パラペットへの影響を考慮しているか。	
3	親柱の台座の設計	
4	後打コンクリート部の明示	
5	応力計算と図面との照査	
6	材料計算に誤りはないか	
7	パラペット等の箱抜きに対する補強は十分なされているか。	

5 耐候性鋼材の橋梁への適用

耐候性鋼材無塗装使用橋梁は、建設費は、通常塗装橋梁程度または若干下まわる例が多い。維持管理コストが低減できるということで期待が大きい。使用にあたっては、建設省、社団法人鋼材倶楽部、社団法人日本橋梁建設協会の共同研究の耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究報告書Ⅰ～Ⅷによる。以下に無塗装耐候性橋梁の設計施工要領（案）を示す。

無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（改定案）

平成5年3月 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書（X X）

建設省土木研究所
(社)鋼材倶楽部
(社)日本橋梁建設協会

1 総 則

1.1 適用の範囲

この要領は耐候性鋼材を無塗装で使用する上路鋼道路橋に適用する。この要領に示されていない事項については、道路橋示方書・（建設省通達）によるものとする。

[解説]

この要領は、耐候性鋼材を無塗装使用する橋梁の設計・施工にあたり、塗装を施す通常の橋梁と異なる点について示したものである。したがって、この要領に示されていない事項については道路橋示方書および共通仕様書によらなければならない。

前要領では、実績の多い鉄筋コンクリート床版を有する上路プレートガーダー橋を主たる対象としていた。これは他の橋種への適用を制限するものではないが、その構造細目等は示していなかった。その後、既設橋の調査結果等より、上路形式のトラス、アーチ、ラーメン等の他の橋種でも床版下の環境条件はプレートガーダーと概ね同様であり、鋼床版についても、デッキプレート下面、縦リブおよび横リブ等の環境条件はプレートガーダーの主桁内側の環境条件と概ね同様であることが確認された。

以上の点から、無塗装耐候性橋梁の適用の範囲を「鉄筋コンクリート床版を有する上路プレートガーダー橋」から「上路鋼道路橋」に変更することとした。下路形式等の他の形式について、その使用を制限するものではないが、この要領の意図を正確に把握した上で、これを準用されたい。

1.2 適用可能地域

- (1) 所定の方法によって測定した飛来塩分量が0.05mdd以下の地点には、耐候性鋼材を無塗装使用してよい。
- (2) 表－1.2.1に示す地域では、飛来塩分量の測定を省略して、耐候性鋼材を無塗装使用してよい。

表－1.2.1

地域区分*)		飛来塩分量の測定を省略してよい地域
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

*) 表－1.2.2に示す地域区分

表－1.2.2

日本海沿岸部		北海道稚内市から松前町までの日本海に面した地域 青森県蟹田町から福井県までの日本海に面した地域
		京都府から山口県下関市までの日本海に面した地域 福岡県北九州市から長崎県平戸市までの日本海に面した地域
太平洋沿岸部		日本海I、II、瀬戸内海、沖縄、離島を除く全域
瀬戸内海沿岸部		兵庫県神戸市から山口県光市までの瀬戸内海に面した地域 香川県鳴門市から愛媛県長浜町までの瀬戸内海に面した地域
沖	縄	沖縄県全域

1.3 景観に対する配慮

- (1) 橋台、橋脚および橋下の路面等をさび汁で汚染しないようにするのがよい。
- (2) 無塗装使用の耐候性鋼材の表面は、水みちなどにより色むらができないようにするのがよい。

[解説]

さび汁対策、さびの色むら防止といった景観に対する配慮については、設計、施工の両面にわたるため、この条を設けた。

- (1) 無塗装耐候性橋梁は、建設中および建設後に、橋台や橋脚あるいは橋下の路面等を鋼部材からのさび汁によって汚染してしまうことがある。仮置き中や床版打設前などの鋼部材が雨で直接洗われる場合に特に多量のさび汁が流出するので、その期間をできるだけ短縮し、著しく汚染する可能性のあるところはさび汁に対する一時的な防護を設けるなどの工夫を施すのがよい。

橋台や橋脚は、天端やその周辺の排水にさび汁が混入していることを前提として、構造を工夫するのがよい。参考として、付録－２に無塗装耐候性橋梁の下部構造の事例を示す。

- (2) 仮置き中や床版打設前に、鋼材表面に水みちができて、床版打設後もその跡がさび色のむらとして長期にわたって残ることがある。このことから、鋼部材が雨で直接洗われる期間をできるだけ短縮するなどの工夫を施すのがよい。

トラスの下弦材の格点部などのように、床版打設後も雨がかけられ、比較的複雑な形状を有する箇所は、水みちができて早期に乾燥するように、水切り、風通しのよい構造としておくのがよい。

なお、部材マークについても、色むらを避けるため、竣工後見えなくなる位置に記入するなどの工夫がなされている。

以上のほか、4.2(1)に示す部材の仮置き、4.3に示す鉄筋コンクリートの施工についても注意する必要がある。

1.4 用語の定義

(1) 耐候性

大気中での腐食に耐える性質をいう。

(2) 無塗装使用

黒皮の付着した状態または黒皮を除去した状態で使用し、以後防錆のための処理を行わないことをいう。

(3) 無塗装用耐候性鋼材

JIS G 3114溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材のグレードWのものをいう。

(4) 無塗装耐候性橋梁

耐候性鋼材を無塗装使用した橋梁をいう。

(5) 安定さび層

良好な環境条件下における耐候性鋼材のさびは赤褐色、から褐色、暗褐色と変化し、腐食速度も次第に遅くなる。これは鋼材の表面に緻密で密着性のよいさびの層ができるため、このようなさびの層を安定さび層という。

(6) さび汁

鋼材の表面を流れ、鉄イオンを溶かし込んだ雨水等をいう。

(7) 海岸線

護岸構造物等の海側天端を結んだ線をいう。

[解説]

本要領で使用する用語について定義した。

(6) さび汁

さび汁は酸化してコンクリート橋台などをさび色に汚染することがあるため、美観上の問題とされることがある。

(7) 海岸線

護岸構造物等がなく、海岸線が明確でない場合は、満潮汀線（春分の日における満湖面と陸岸の交線）とみなしてよい。

2 使用材料

2.1 鋼材

構造用鋼材はJIS G 3114溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材のうち、SMA400W、SMA490W、SMA570Wを使用するものとする。

[解説]

JIS G 3114溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材は、使用条件によりWタイプとPタイプに区分されている。このうちPタイプは主として塗装を施して使用する鋼材であるので、無塗装耐候性橋梁にはWタイプを使用し、誤用のないようにしなければならない。

なお、完全にコンクリートに覆われる部材には耐候性鋼材を使用しなくてもよい。

2.2 鋼種の選定

鋼板の板厚および形鋼の種類はできるだけ少なくするのがよい。

[解説]

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。特に板厚が6mm未満の鋼材は入手が困難である。また、現段階では同一鋼種、同一板厚につき1m×3mの鋼板1枚以上が供給最小単位である。

耐候性鋼材の形鋼についても同様で、比較的入手し易い種類を選定し、種類は多岐にわたらないようにするのがよい。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一解2.2.1に示す。

表一解 2.2.1 無塗装耐候性橋梁でよく使用される形鋼の種類

形 状	寸 法
山 形 鋼	90×90×10 100×100×10 130×130×12
溝 形 鋼	300×90×9×13 300×90×10×15.5
C T 形 鋼	95×152×8×8 118×176×8×8 119×177×9×9 144×204×12×10

2.3 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、耐候性高力ボルトを用いるものとする。

[解説]

耐候性高力ボルトの化学成分はJIS等に規格化されていない。無塗装耐候性橋梁に用いる高力ボルトは、JIS B 1186（摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット）のうちF10TまたはF8T、あるいは日本道路協会規格（トルシア形高力ボルト・六角ナット・平座金のセット）のうちS10Tに合格するもので、かつ耐候性を付与するために主としてCu、Cr、Niなどを添加したものを使用するものとする。

参考として、ボルトメーカーが供給している耐候性高力ボルトの化学成分を表一解 2.3.1 に示す。

表一解 2.3.1 耐候性高力ボルトの化学成分 (%)

ボルトメーカー	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	B	Ti	Cu	Ni	Al
A	0.17 ～ 0.21	0.10 以下	0.70 ～ 0.90	0.030 以下	0.035 以下	0.80 ～ 1.00	—	0.0005 以下	—	0.30 ～ 0.50	0.20 以下	—
B	0.20 ～ 0.25	0.15 ～ 0.25	0.70 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.60 ～ 0.80	—	0.001 ～ 0.003	—	0.30 ～ 0.50	0.30 ～ 0.50	0.04 ～ 0.08
C	0.15 ～ 0.25	0.10 ～ 0.50	0.40 ～ 1.20	0.040 以下	0.050 以下	0.70 ～ 0.90	0.10 以下	0.0005 ～ 0.0030	0.05 以下	0.25 ～ 0.60	0.30 ～ 0.80	—
D	0.20 ～ 0.25	0.35 以下	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.25	—	0.0005 以上	—	0.25 ～ 0.50	0.35 ～ 0.55	0.01 以上
E	0.20 ～ 0.23	0.10 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.035 以下	0.70 ～ 0.90	—	0.001 ～ 0.003	0.005 ～ 0.040	0.30 ～ 0.50	0.35 ～ 0.55	—
F	0.33 ～ 0.38	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.85	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30	—	—	0.25 ～ 0.45	0.40 ～ 0.60	—

2.4 溶接材料

無塗装耐候性橋梁に用いる溶接材料は、表一 2.4.1 に示す規格に適合するものとする。

表一 2.4.1 溶接材料

規 格		材 料 記 号	
		母材の鋼種	
		SMA400W SMA490W	SMA570W
JIS Z 3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒	DA5016W DA5026W	DA5816W DA5826W
JIS Z 3315	耐候性鋼用ガスアーク溶接 ソリッドワイヤ	YGA-50W	YGA-58W
JIS Z 3320	耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接 フラックス入りワイヤ	YFA-50W	YFA-58W
JIS Z 3351	炭素鋼及び低合金鋼用サブマージ アーク溶接ワイヤ	S501-AW*	S582-AW*
JIS Z 3352	炭素鋼及び低合金鋼用サブマージ アーク溶接フラックス	S502-AW*	

*) JIS Z 3183に示される溶着金属の品質区分

[解説]

(1) 材料について

従来、耐候性鋼材に用いる溶接材料は、昭和43年に制定された耐候性鋼材の規格JIS G 3114-1968（溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材）を参考に一部の溶接法に関して規格化されていたが、昭和58年の改正で耐候性鋼材の規格がWタイプとPタイプの2種類に分類されたため、この鋼材規格と溶接材料規格の耐候性成分に整合性を欠く部分が生じた。このことから、従来の要領（案）では、「溶接材料は溶接金属の化学成分のうちCu、Cr、Niの含有量がWタイプの下限値を下回らないことを分析試験結果報告書等によって確認の上で使用し、溶接金属の耐候性を確保するのがよい」としていた。その後、両者の整合性をとるため、各溶接材料の規格が見直された。

1) 被覆アーク溶接棒

1982年に制定されたJIS Z 3214（耐候性鋼用被覆アーク溶接棒）は、上記の理由から1987年に改正された。これにより、Wタイプに対応するDAXXXWを用いることとした。

表-2.4.1に示したDA5016WとDA5816Wは低水素系、DA5026WとDA5826Wは鉄粉低水素系を表す。従来どおり、被覆アーク溶接棒はこれらの低水素系溶接棒を使用するのを標準とし、イルミナイト系（DA5001W）およびライムチタニア系（DA5003W）は除外した。

2) 炭酸ガスアーク溶接ソリッドワイヤ

耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接ソリッドワイヤの品質規格については、JIS Z 3315-1983（旧称：耐候性鋼用ガスシールドアーク溶接用鋼ワイヤ）に規定されていたが、前項と同様、母材との整合性をとるため、1987年に改正された。さらに、1993年に、主として関連規格との整合をとるための改正がなされた。これを踏まえて、Wタイプに対応するYGA-XXWを用いることとした。

3) 炭酸ガスアーク溶接フラックス入りワイヤ

従来、耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接フラックス入りワイヤについては規格化されていなかったが、耐候性鋼材の溶接にも、フラックス入りワイヤを用いた炭酸ガスアーク溶接が採用されていた。このことから、新たに1987年にJIS Z 3320（耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接フラックス入りワイヤ）が制定された。その後、1993年に、主として関連規格との整合をとるための改正がなされた。これを踏まえて、Wタイプに対応するYFA-XXWを用いることとした。

4) サブマージアーク溶接用材料

これまでのサブマージアーク溶接用材料については、軟鋼および50kgf/mm²高張力鋼（490N/mm²相当）を対象としたJIS Z 3311（鋼サブマージアーク溶接材料）およびJIS Z 3314（耐候性鋼用サブマージアーク溶接用鋼ワイヤ及びフラックス）が制定されていたが、低合金鋼の溶接に対する材料規格は示されていなかった。しかし、近年、サブマージアーク溶接は低合金鋼の溶接にも広く使用されていることから、JIS Z 3314-1983を廃止して、低合金鋼の溶接に対する規格も含めた次の3規格が制定された。すなわち、a)およびb)のサブマージアーク溶接用材料によって得られる溶着金属の品質をc)の規格により規定することとされた。

a) JIS Z 3351-1988（炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶接ワイヤ）

b) JIS Z 3352-1988（炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶接フラックス）

c) JIS Z 3183-1988（炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶着金属の品質区分及び試験方

法)

(2) 材料の選定について

1) 化学成分による材料選定

(1)に述べたとおり、1987～88年にかけて、溶接材料についても耐候性鋼材の規格のうちWタイプに対応する規格が明示され、従来のごとく、溶接金属の化学成分について逐一分析して確認する必要がなくなり、材料選定が比較的安易となった。

なお、サブマージアーク溶接に用いる材料としては、SXXXX-AWの品質を満たすため、一般にワイヤにはYS-Cu2が、フラックスにはFS-FG3またはFS-FP1（すみ肉用）がそれぞれ用いられている。

参考として、表一解2.4.1に各溶着金属の化学成分規格値を示す。

2) 吸収エネルギーによる材料選定

JISに規定されている溶接金属の衝撃試験温度と衝撃値は、表一解2.4.2のとおりであるが、サブマージアーク溶接用の材料については、吸収エネルギーにより記号中の数値の末尾が「1」と「2」に区分されているので、母材に応じて選定するものとする。

なお、サブマージアーク溶接の溶着金属の規格について、S581-AWの衝撃試験の規格値が試験温度-5℃で2.8kgf・m（27J）以上とされており、母材SMA570Wの規格値（試験温度-5℃で4.8kgf・m（47J）以上）よりも機械的性質が劣るため、SMA570Wに対してはS582-AWのみとした。

表一解2.4.1 溶着金属の化学成分（%）

規 格	記 号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
JIS G 3114*1	SMA400XW	0.18 以下	0.15～ 0.65	1.25 以下	0.035 以下	0.035 以下	0.30～ 0.50	0.45～ 0.75	0.05～ 0.30
	SMA490XW SMA570W	0.18 以下	0.15～ 0.65	1.40 以下	0.035 以下	0.035 以下	0.30～ 0.50	0.45～ 0.75	0.05～ 0.30
JIS Z 3214	DAXXXW	0.12 以下	0.90 以下	0.30～ 1.40	0.040 以下	0.030 以下	0.30～ 0.70	0.45～ 0.75	0.05～ 0.70
JIS Z 3215	YGA-XXW	0.15 以下	0.30～ 1.20	0.70～ 1.80	0.030 以下	0.030 以下	0.30～ 0.60	0.50～ 0.80	0.05～ 0.70
JIS Z 3220	YFA-XXW	0.12 以下	0.90 以下	0.50～ 1.60	0.030 以下	0.030 以下	0.30～ 0.60	0.45～ 0.75	0.05～ 0.70
JIS Z 3183	SXXXX-AW	0.12 以下	0.90 以下	0.60～ 2.20	0.030 以下	0.030 以下	0.30～ 0.60	0.45～ 0.75	0.05～ 0.70
JIS Z 3351*2	YS-Cu2	0.15 以下	0.30 以下	0.80～ 2.20	0.030 以下	0.030 以下	0.30～ 0.55	0.50～ 0.80	0.05～ 0.80

*1) 鋼材の化学成分、*2) ワイヤの化学成分

表一解 2.4.2 衝撃試験の試験温度と吸収エネルギー

材 料 記 号		衝 撃 試 験		
		試験温度 (°C)	吸収エネルギー	
			(kgf・m)	(J)
溶 接 材 料	DA5016W DA5026W	0	4.8以上	47以上
	DA5816W DA5826W	-5	4.8以上	47以上
	YGA-50W	0	4.8以上	47以上
	YGA-58W	-5	4.8以上	47以上
	YFA-50W	0	4.8以上	47以上
	YFA-58W	-5	4.8以上	47以上
	S501-AW*	0	2.8以上	27以上
	S502-AW*		4.8以上	47以上
	S582-AW*	-5	4.8以上	47以上
耐 候 性 鋼 材	SMA400BW	0	2.8以上	27以上
	SMA400CW		4.8以上	47以上
	SMA490BW	0	2.8以上	27以上
	SMA490CW		4.8以上	47以上
	SMA570W	-5	4.8以上	47以上

*) JIS Z 3183に示される溶着金属の品質区分

3 設 計

3.1 設計一般

- (1) 耐候性鋼材の表面に安定さび層が生成され易いように構造細目に配慮するのがよい。
- (2) 凍結防止剤が散布される橋梁においては、特に水の処置に注意しなければならない。

[解説]

- (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。耐候性鋼材の表面に安定さび層が形成されるか否か、あるいは安定さび層の生成までの期間も、その鋼材の位置や使われ方によって異なるが、モデル構造物の長期暴露試験や既設の無塗装耐候性橋梁の観察結果から、次のようなことがいえる。
 - 1) 雨水が直接降りかかり、かつ水切りの良好な部分はさびが安定化し易い。
 - 2) 風通しの良い内側の垂直面、水切れの良い水平面は1)に比べて安定化がやや遅れるが、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さびの安定化が遅れるが、風通しの良い開かれた部分では安定化するものとしてよい。

- 4) 材片が重なる部分も、聞かれた場所で風通し、水切れが良好であれば安定化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、安定化しない場合がある。
- 6) 汚水がか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さびが安定化し難い。
- 7) 泥や水がたまる面はさびが全く安定化しない。

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、主げた端部などのように、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見える。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、その箇所のさびの安定化が期待できない。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。

3.2 腐食代

腐食代は考慮しないものとする。

[解説]

1.2の解説で述べたように、適切な環境条件下では、耐候性鋼材の50年後推定板厚減少量は、概ね0.3mm程度と非常に小さい。この値を著しく超えるようなさびの発生が予想されるような場合には耐候性鋼材を無塗装使用するべきではない。万が一架設後にさびの安定化が期待できないことが判明した場合には、その時点で塗装を行うべきである。したがって、この要領を適用する橋梁については鋼材の腐食代を考慮する必要はない。

3.3 高力ボルト継手

- (1) 主げたの部材間には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－3.3.1の小さい方の値とす。ただし、形鋼の場合はこの規定によらなくてもよい。

表－3.3.1 ボルトの最大中心間隔

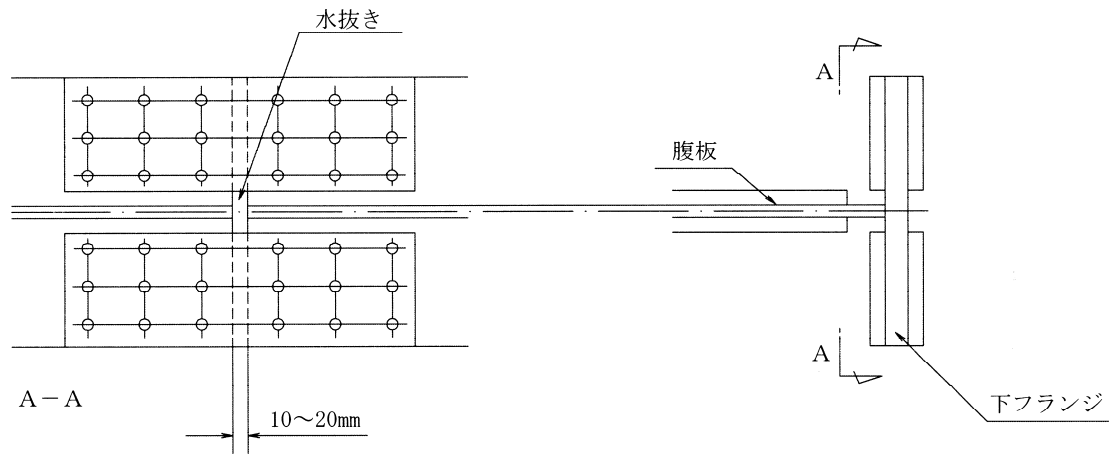
ボルトの呼び	最大中心間隔		
	p		g
M20	130	12 t 千鳥の場合は $15 t - \frac{3}{8} g$ ただし、12 t 以下	12 t
M22	150		
M24	170		

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)

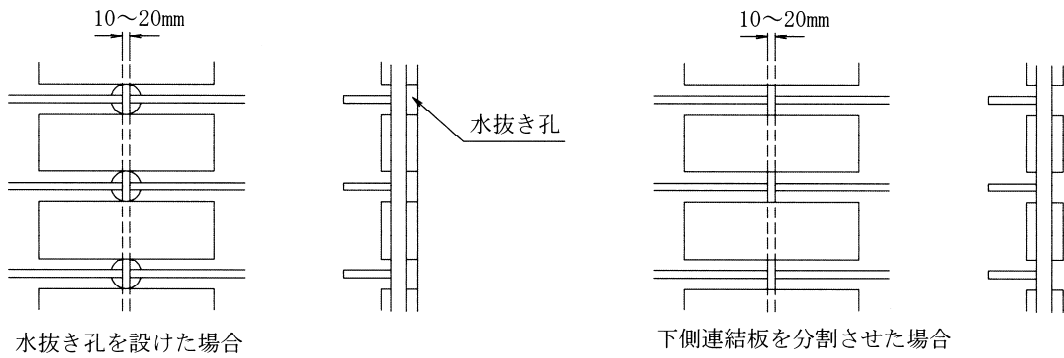
- (3) ボルト孔の中心から材片の重なる部分の縁端までの距離は、ボルトの呼び径M20、M22、M24に関して50mm以下とする。
- (4) フィラーを使用する連結および公称板厚の異なる連結は避けるのがよい。

[解説]

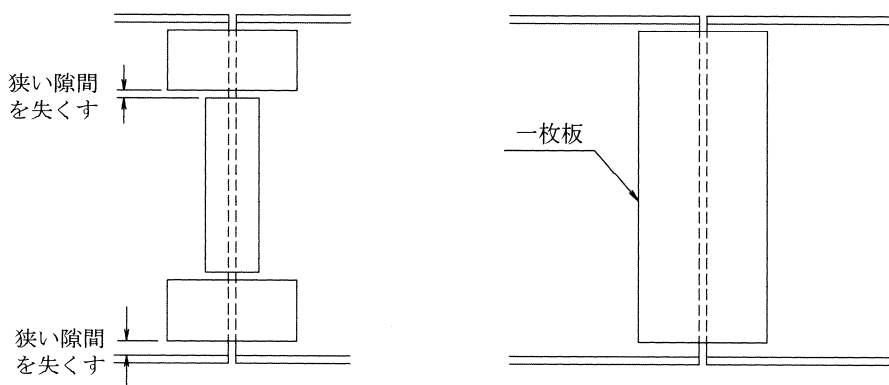
- (1) 主げた下フランジの高力ボルト継手は、母材間の隙間が乾燥し難く、滞水することもあるため、さびの安定化が困難な場合がある。そこで、母材間の間隔を積極的に開け、フランジ下面の連結板を分割することなどにより、水抜き、乾燥を容易にすることとした。なお、箱げたの下フランジは腹板や縦リブとの溶接によって一平面ではなく角折れが生じている可能性があるが、連結板を分割することによって、連結板とフランジの密着性も改善される。(図－解3.3.1～2)
- 主げた、主構等の腹板の高力ボルト継手は、上フランジ下面と添接板端面の間などの乾燥し難い隙間をなくすように、その間隔を大きくするのがよい。(図－解3.3.3)
- (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－3.3.1によるのが難しい場合(例えば、C T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におけるフィラー端部およびフィラーのない公称板厚の異なる連結における密着しない接合面は湿潤状態になり易く、さびの安定化が難しいと考えられるので、このような連結は避けるのがよい。やむを得ず、フィラーを使用する場合には、フィラーにも耐候性鋼材を使用しなければならない。



図一解 3.3.1 1 げた下フランジ連結板



図一解 3.3.2 箱断面下フランジ連結板



図一解 3.3.3 腹板の連結

3.4 水平部材

水平部材は雨水、結露水等の自然排水が可能な構造とするのがよい。

[解説]

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。

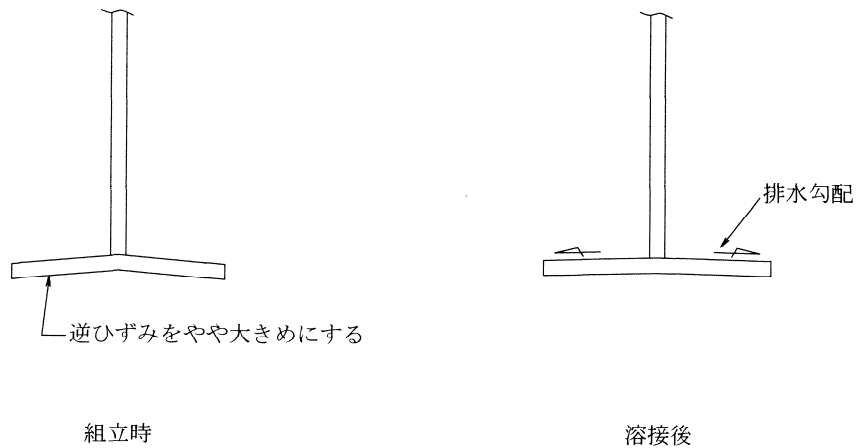
(1) I断面部材の下フランジ

下フランジは腹板との溶接によってひずみが生じ、滞水する恐れがあるので、予め付けるフランジの逆ひずみを通常より大きくし、溶接後も下向きの勾配がつくようにする（図一解3.4.1）。

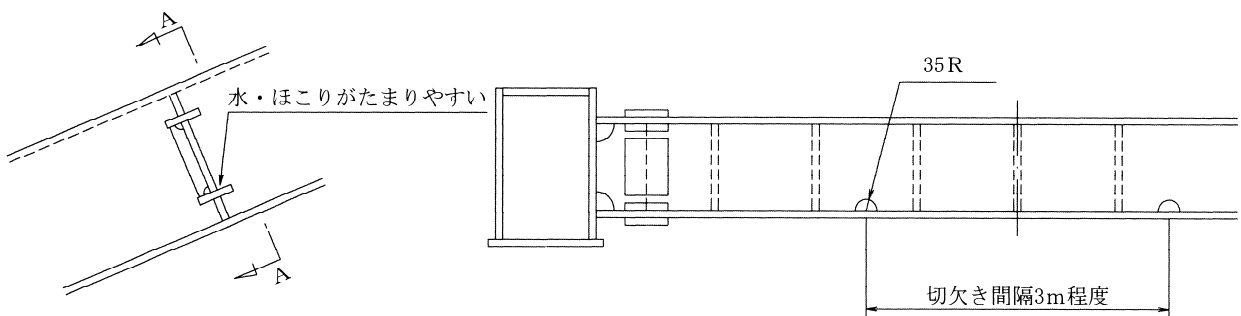
アーチ橋の横溝のように、部材の傾きが大きく、逆ひずみ等で対応できない場合には、腹板に図一解3.4.2に示すような水抜きのための切欠きを設けるのがよい。ただし、切欠き付近に高い応力が繰り返り作用する場合には、疲労損傷が懸念されるので、切欠きを必要とする構造は避けるのがよい。

(2) 箱断面部材の下フランジ

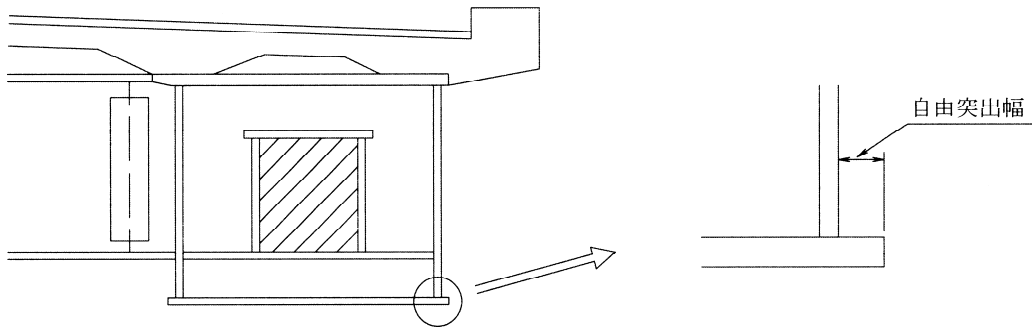
箱断面についてはフランジの自由突出幅を小さくすることによって滞水を防ぐのがよい。その場合、型枠用支保工や足場の支持方法を検討しておく必要がある（図一解3.4.3）。



図一解3.4.1 下フランジの排水勾配



図一解3.4.2 傾けた機構の排水



図一解 3.4.3 箱げた下フランジの自由突出幅

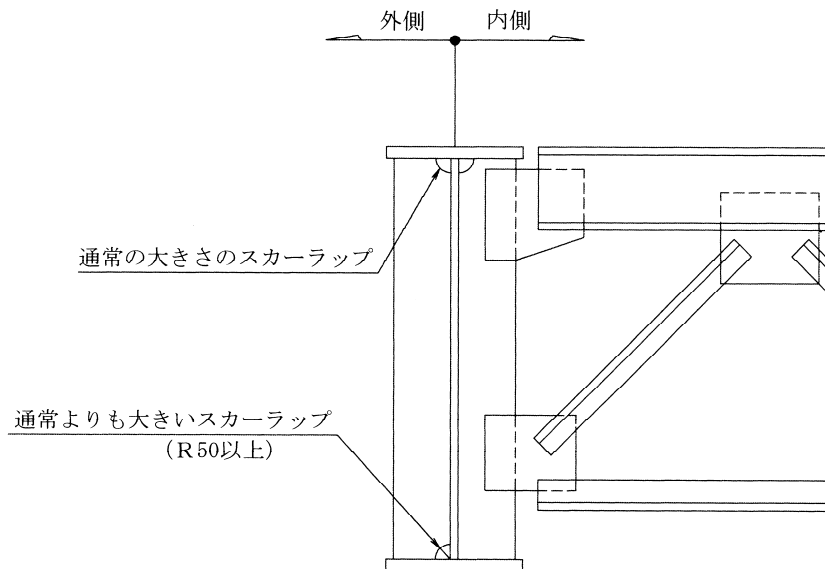
3.5 補剛材

主げた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のがよい。

[解説]

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。この部分はけた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。



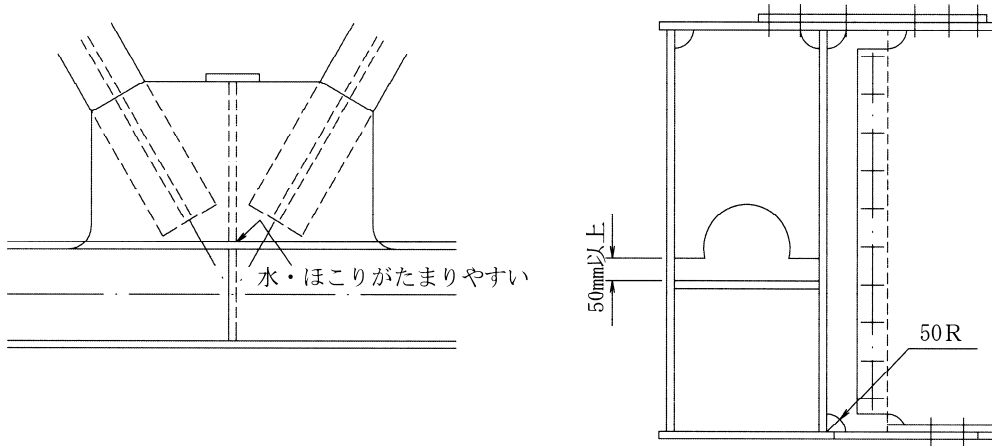
図一解 3.5.1 補剛材下端部のスカーラップ

3.6 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のがよい。

[解説]

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（図一解3.6.1）。



図一解3.6.1 格点構造

3.7 箱断面の内面処理

箱断面の内面は塗装を施すのを標準とする。

[解説]

箱断面の内部は外気に対して気密状態ではなく、かつ風通しが悪い。そのため、結露や雨水の進入で内部が湿潤状態となり易く、さびの安定化が難しい。したがって、このような部分は無塗装とせず、通常の橋梁と同様な塗装処理を行うことを標準とした。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。

3.8 けた端部周辺

- (1) けた端部、伸縮装置および支承は塗装を施すのを標準とする。
- (2) 伸縮装置には非排水形式を使用するのがよい。

[解説]

- (1) けた端部、伸縮装置および支承は路面からの汚水が直接かかったり、泥がたまるなど、非常に腐食し易い環境にあるので、通常の塗装橋梁においても防食に対する配慮が特に必要とされている。こ

のような箇所に耐候性鋼材を無塗装使用してもさびの安定化は期待できない。したがって、本要領ではこのような部分は無塗装とせず、通常の塗装橋梁と同様に塗装を施すのを標準とした。塗装を施す範囲は、下部構造の天端上の範囲を目安として、景観上支障とならないように配慮するのがよい。なお、支承については溶融亜鉛メッキが施される場合もある。

(2) 従来、けた端部周辺を無塗装とする場合に非排水形式の伸縮装置を用いることとしていたが、けた端部を塗装する場合にも、塩分等を含んだ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とした。

(3) けた端部を無塗装とする場合には、それぞれの機能が十分発揮できるように下記のような設計上の配慮とともに十分な維持管理が必要である。

1) 伸縮装置からの漏水等によって鋼げたが濡れるとさびの安定化が期待できない。したがって、伸縮装置は非排水形式のものを使用するとともに、地覆部や歩道の立ち上がり部分からも土砂、雨水などが漏れないようにしなければならない。

なお、伸縮量が大きく、やむを得ず排水形式の伸縮装置を使用する場合には、その排水に工夫し、鋼げたや支承周辺を濡らさないようにしなければならない（付録－２参照）。

2) 支承周辺は風通しをよくし、乾燥し易い構造とするのがよい。

3) 支承に無塗装で使用する鋼材は耐候性の高いものとする。たとえば、支承本体に鋳鋼品を使用する場合には、表一解 3.8.1 に示すような耐候性を向上させる元素（P、Cu、Cr等）が添加されている材料を用いる。その他に耐候性の高い材料としては次のようなものがある。

- ボルト …………… 耐候性高力ボルト、SUS403
- ベアリングプレート …………… KBsC4+SL
- ローラ、支圧板 …………… C-13B（13クロム系ステンレス鋼）
- アンカーボルト …………… SUS403（ステンレス棒鋼）

表一解 3.8.1 耐候性鋳鋼品の化学成分（％）

相当規格	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr
SC450相当				0.08～ 0.15	0.040 以下	0.30～ 0.60	0.45～ 0.85
SCW480相当	0.20 以下	0.30～ 0.70	0.60～ 1.00	0.040 以下	0.040 以下	0.30～ 0.60	0.45～ 0.85

3.9 防水層

床版には防水層を設けるのがよい。

[解説]

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、必要に応じて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げた等のさびの安定化を

妨げる恐れがあるため、床版および主げた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「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料」（社）日本道路協会、昭和62年1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カボルトを用いると、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。

3.10 排水装置

排水装置からの路面汚水によって鋼げたを濡らさないように、排水装置を設計しなければならない。

[解説]

ここでいう排水装置には、路面汚水を直接排水する排水管の他、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、あるいは排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さびの安定化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。

3.11 高欄、地覆

高欄および地覆には耐候性鋼材の無塗装使用を避けるのがよい。

[解説]

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。

3.12 添架物

水道管を添架する場合には空気弁より噴出する水や結露水によって鋼部材が濡れないようにしなければならない。

[解説]

水道管を橋梁に添架する場合、橋梁内に空気弁を設け、水道管中の空気を抜くケースがよくある。空気弁からの飛沫水等によってその周囲の鋼げたが常に湿潤状態となると、さびの安定化に好ましくない。また、地中を通ってきた冷たい水道水が橋梁部にさしかかると、外気と水道水の温度差によって水道管の外面に結露水が発生し、頻繁に鋼げたを濡らす場合がある。これは季節によっても異なるが、これらの結露水からも鋼げたを防護する必要がある。

4 施 工

4.1 黒皮処理

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する。

[解説]

黒皮が付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。

4.2 部材の仮置き、輸送

- (1) 部材の仮置き、輸送にあたっては、飛来塩の付着をできるだけ避けるように配慮するのがよい。
- (2) 部材の仮置きは、雨水等の滞水、泥水のはね返り等がないように、姿勢、高さ等に配慮するのがよい。

[解説]

- (1) 鋼部材に塩分が付着すると、水洗いを行っても完全に除去することが難しく、安定さび層の形成に好ましくないとともに、さびの色むらができる可能性がある。このことから、仮置き、輸送の際に飛来塩の付着をできるだけ避けるのがよい。船の甲板上の輸送はできるだけ避けるべきであるが、大型部材等でやむを得ない場合は、潮風や海水の影響を受けないようにシートで保護するものとする。
- (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。

4.3 コンクリート床版の施工

- (1) コンクリート床版は、鋼げたの架設後すみやかに打設するのがよい。
- (2) コンクリートの打設は、鋼部材にコンクリート、モルタル等が付着しないようにするのがよい。鋼部材に付着したコンクリート、モルタル、土砂などはすみやかに除去するものとする。

[解説]

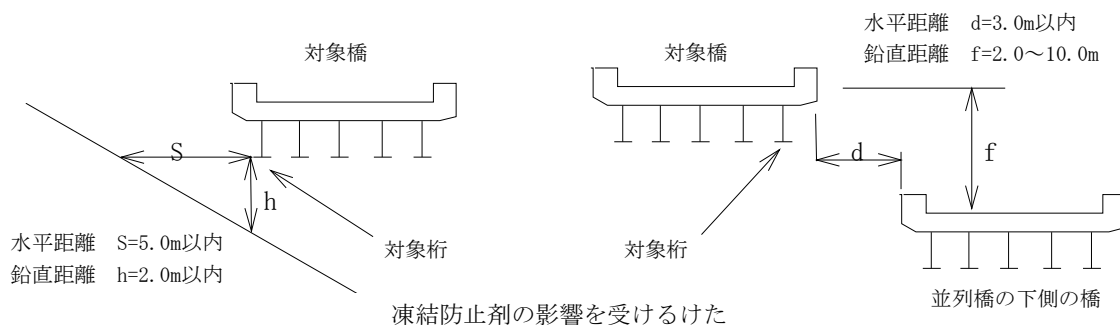
- (1) 鋼げたを据え付け後、床版打設までの間に雨がかけると、下部構造やけた下の路面等をさび汁で著しく汚染することがあるので、できるだけ鋼げたを雨ざらしにしないことが望ましい。
- (2) コンクリート、モルタル、土砂などが鋼材に付着し、しばらく経つと、それらを除去しても付着のない箇所とのさびむらが生じていることがある。また、モルタル等はさびの色に対して対称的であるため、外観を著しく損ねることとなる。特にモルタル等は乾燥後の除去が困難であるので、それらが鋼部材に付着しないように注意するとともに、万一、付着してしまった場合には水洗い等ですみやかに除去するものとする。

5 耐候性鋼材の橋梁を使用する場合の留意事項

5.1 適用可能地域

凍結防止剤の影響と桁下の環境条件についての適用可能地域は以下のとおりとする。

- (1) 架橋位置が凍結防止剤を散布する路線において、保護性さびの形成がされないことが懸念される下図の箇所については、その採用をしないものとする。



- (2) 架橋位置が水面あるいは植生からの湿気に対して以下の値を満足すること。

なお、対象水位はM.W.Lとする。

- (イ) 川などの動水面では、けた下フランジなどを水面上約2.4m以上離す。
- (ロ) 湖水などの静水面では、けた下フランジなどを水面上約3.0m以上離す。

5.2 耐候性鋼用表面処理剤

景観に対する配慮として、さび汁対策をする必要がある場合は、耐候性鋼用表面処理剤の使用を以下のとおりとする。

(1) 流出したさび汁により周辺を汚すことを抑制する必要がある場合には、耐候性鋼材に耐候性鋼用表面処理を施することも有効であり、また保護性さびの形成を助けることから、耐候性鋼用表面処理剤の使用箇所は、下路橋及び桁下を汚してはいけない箇所とする。

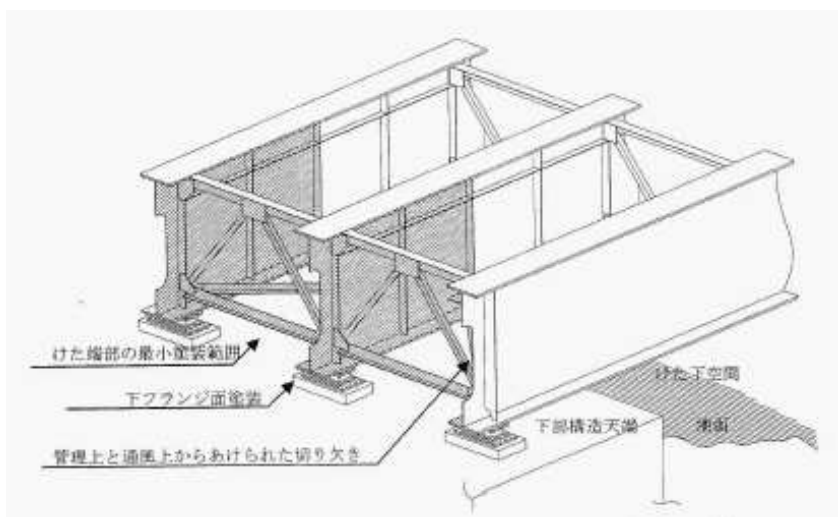
なお、耐候性鋼用表面処理剤の性能については、橋毎にその使用目的に応じて検討するものとする。

5. 3 けた端部塗装

けたの端部塗装範囲については次のとおりとする。

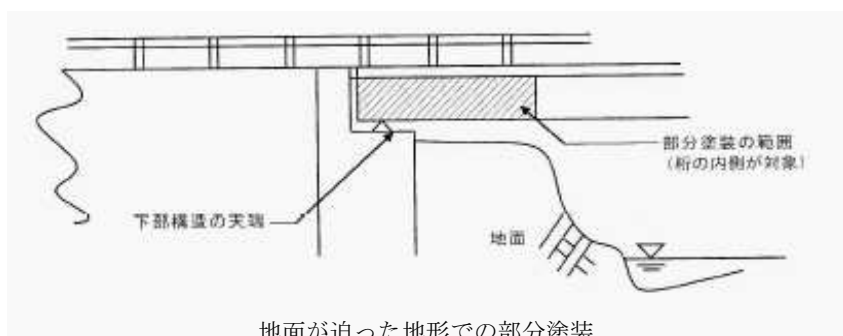
(1) けた端部は通気性が悪く、また構造物の連続性が途切れる部位であり、路面排水などによりけたを長時間湿潤状態にすることがある。このようなことから、けたの端部は防食上の弱点でもあるため下図の箇所について端部塗装を施すのを標準とする。

部分塗装は、外面にはC-5系を使用し、内面にはD-5系を使用する。



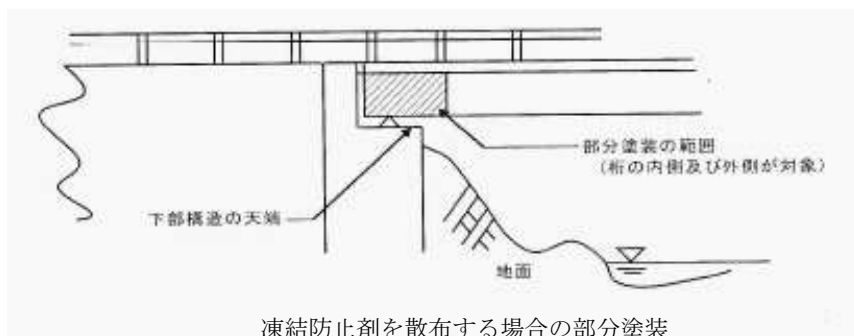
下部構造上の塗装範囲の例（橋台の例）

※ 下部構造の天端
までを目安とする。



地面が迫った地形での部分塗装

※ 地面が迫っている
範囲を目安とする。



凍結防止剤を散布する場合の部分塗装

※ 外げたの外面も含めて、けたの高さと
同じ程度の範囲を目
安とする。

5. 4 防水層

無塗装耐候性橋梁の場合、劣化した床版からの漏水が主げた等のさびの安定化を妨げる恐れがあるため、床版及び主げた等の耐久性向上の観点から防水層を施工するものとする。防水層のシート防水と塗膜防水の使い分けについては次のとおりとする。

- (1) シート系床版防水層は、防水の確実性、床版及び舗装との密着性、床版のひび割れに対する追従性などに優れていることから、車道部の防水層に使用する。
- (2) 塗膜系床版防水層は、舗装の薄い部分への適用が優れていることから、歩道部の防水層に使用する。

5. 5 排水装置

無塗装耐候性橋梁の場合、凍結防止剤が含まれた路面水が橋げたに付着すると保護性さびが形成されない可能性があるため、一般的な排水管の突出長の運用方針は以下のとおりとする。

運用方針

排水管の下フランジ等鋼材下端からの突出長は、40 cm以上とするが、排水が風により飛散するなどの現場条件を加味するなかで、可能な限り長くすることが望ましい。

ただし、寒冷地では、排水管の末端は、地面より 50 cm以上離すものとする。

5. 6 伸縮装置

無塗装耐候性橋梁の伸縮装置部における歩車道境界および地覆部分の非排水性については以下のとおりとする。

- (1) 凍結防止剤を散布する路線の橋では、伸縮装置部の歩車道境界および地覆の切れ目から、路面排水が流れ落ちて、けたをぬらす場合がある。
よって、保護性さびの形成の観点から、非排水型の伸縮装置等により、けたをぬらさない構造とすること。

5. 7 検査路

耐候性橋梁の場合は、保護性さびが形成されているか否かを定期的（5年ごとの定期点検）にて確認する必要があるため橋台、橋脚周りの点検ができるよう、検査路を設置するものとする。

- (1) 無塗装耐候性橋梁においては、定期的な点検を要するため、けた端部の点検ができるよう検査路を現場状況に応じて設置すること。
なお、構造については本課協議のこと。

6 近接橋台、橋脚の設計

既設構造物に接近して新設構造物を計画する場合は、新設構造物完成後ならびに施工中に既設構造物に与える影響を考慮して、橋台、橋脚の設計を行う。

基礎構造物の近接施工には、同時に近接した基礎を施工する場合の問題と、既設の基礎の近傍に新たに基礎を設ける場合の問題とがあるが、設計上問題となるのは後者の場合である。

この場合もっとも心配になる問題は、既設の基礎の地盤をゆるめるおそれがあるかどうかということである。検討の方法としては、一般に既設基礎構造物の設計図と、施工状況をできるだけ把握した上で、既設の基礎に悪影響を与えないような基礎を選定する作業が必要となる。

また、影響外または無条件の範囲であっても、高い被圧地下水層に達したときや、地下水位の低下、地下水の流動による土粒子の流出等がある場合には有害な影響を生ずることがあるので注意を要する。

1) 基本的な考え方

影響外範囲①……一般に、新設構造物の施工による地盤変位の影響が及ばないと考えられる範囲。

影響範囲②……新設構造物の施工による地盤変位の影響が及ぶと考えられる範囲で、既設構造物がこの範囲にある場合は必要に応じて適切な対策工を実施すると同時に、施工中における既設構造物、仮設構造物、周辺地盤等の変位・変形の観測を行わなければならない。

要注意範囲③……新設構造物の施工に伴う直接の影響は受けないが、影響範囲②の領域の土塊が変位することに伴う間接的な影響をうけて変位を生ずる可能性のある範囲で、既設構造物がこの範囲内にある場合には、特に対策工を実施する必要はないが、既設構造物の変位、変形観測のための現場計測を実施しなければならない。

各範囲の設定方法は新設側の施工工法、すなわち開削工法、ケーソン沈設及び杭打設などによって異なる。したがって、例えば杭を打設してから開削を行う場合のように複数の施工段階となるときは、その施工段階ごとに近接程度を調べなければならない。

また、既設構造物が2つの範囲にまたがって存在する場合は、地盤条件や基礎本体の剛性を考慮して、総合的に判断しなければならないが、一般的には次のように判断してよい。

① 影響外範囲①と要注意範囲③にまたがる場合

要注意範囲③とする。

② 影響範囲②にまたがる場合

イ 既設構造物が直接基礎またはケーソン基礎の場合

影響範囲②と他の領域を区分する境界線が既設基礎底面を通る場合は影響範囲②とする。その他の場合は要注意範囲③とする。

2) 新設基礎が開削工法の場合の影響範囲

新設基礎が開削工法の場合は、①土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲、②土留め壁の引抜きによる影響範囲、③ヒービングに対する影響範囲についてそれぞれ検討を行う。

① 土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲

① 砂質地盤の場合

影響範囲②……土留め壁に、計算上有意なたわみ変形が生ずる深さを D_2 とし、 D_2 に関してすべり線を対数ら線と仮定することによって得られる領域。この対数ら線は、 D_2 に関して得られる任意の対数ら線のうち、対数ら線と土留め壁で囲まれた土塊の自重と既設構造物に作用する荷重、対数ら線に沿った粘着力、および土留め壁の反力によるモーメントのつり合いから、土留め壁の反力を最大にする対数ら線である。(図-3.1)

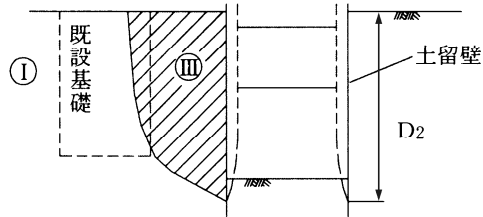


図-3.1 土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲（砂質土）

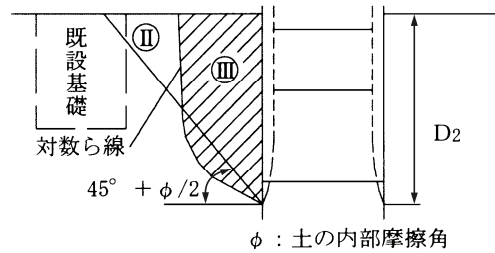


図-3.2 土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲（砂質土で、影響範囲Ⅲが既設構造物にかからない場合）

影響外範囲①……上記以外の範囲（図-3.1）

ただし、上記の判定において、影響範囲Ⅲが、既設構造物にかからない場合は、図-3.2に示すように要注意範囲Ⅲを設定する。

⑤ 粘性地盤の場合

影響範囲Ⅲ……図-3.3に示される領域

影響外範囲①……上記以外の領域

ここで、 D_2 は計算上土留め壁に有意なたわみ変形が生じる長さとする。

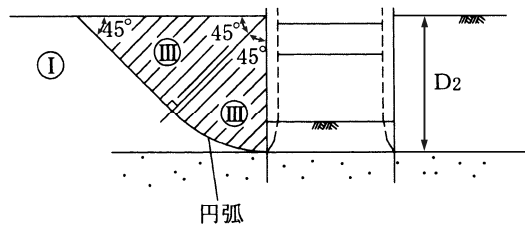


図-3.3 土留め壁のたわみ変形に起因する影響範囲（粘性地盤）

② 土留め壁の引抜きによる影響範囲

矢板などの土留め壁の引抜きを行う場合には、次のように影響範囲を設定する。

影響範囲Ⅲ……土留め壁先端から、水平面に対し $45^\circ + \phi/2$ の角度をなす直線より内側の領域（図-3.4）

影響外範囲①……上記以外の領域

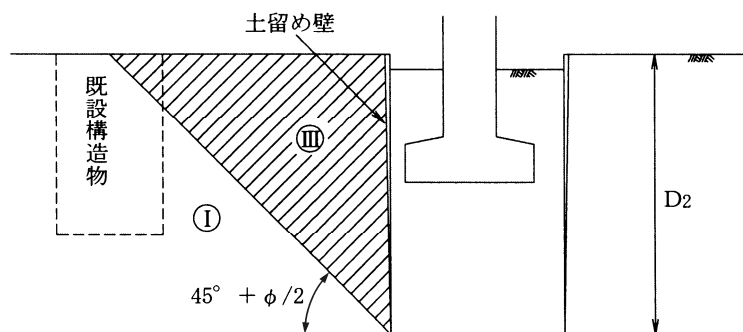


図-3.4 土留め壁の引抜きを行う場合の影響範囲

③ ヒービングに対する影響範囲

ヒービングに対する影響範囲は、(3.1)式を満たす場合には考慮する必要はない。

$$Nb = \frac{rH}{C} < 3.14 \dots\dots\dots (3.1)$$

ここに Nb : 安定係数

r : 土の単位重量 (t/m³)

H : 掘削深さ (m)

C : 掘削底面下の地盤の粘着力 (t/m²)

式を満たさない場合は、次に示すように影響範囲Ⅲ、要注意範囲Ⅱを設定する。

影響範囲Ⅲ……………図-3.5で示される範囲

要注意範囲Ⅱ…………… // //

影響外範囲Ⅰ……………上記以外の領域

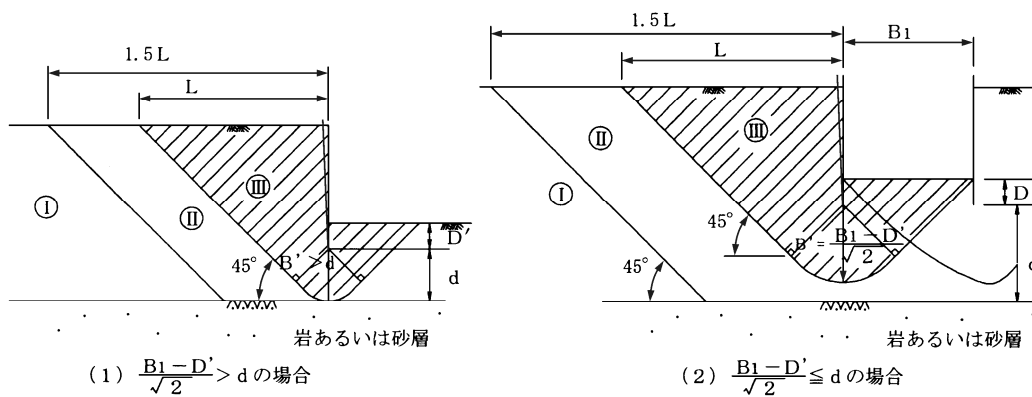


図-3.5 ヒービングに対する影響範囲

3) 新設基礎がケーソン基礎の場合の影響範囲

① 通常のニューマチックケーソン工法の場合

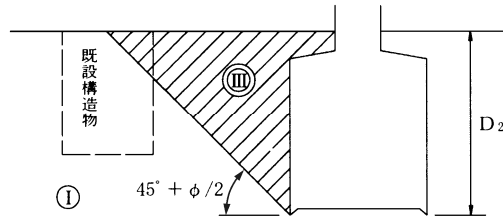
影響範囲Ⅲ……………ケーソン底面端から水平面に対し45° + φ / 2の角度をなす直線より内側の領域 (図-3.6)

影響外範囲Ⅰ……………上記以外の領域

② ニューマチックケーソン工法で、かつ、施工中の周辺地盤への影響に対して特別の配慮がなされている場合

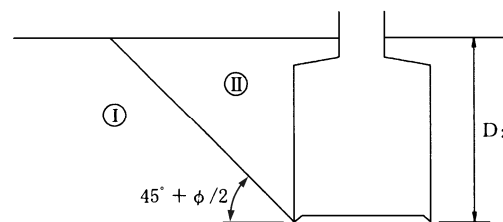
ニューマチックケーソン工法で、次に掲げる項目に対して特別に配慮する場合は、通常のニューマチックケーソンの場合の影響範囲Ⅲを要注意範囲Ⅱとする。(図-3.7)

- ㉑ フリクションカッターを設けない。
- ㉒ ジェットイング等、ケーソン周面地盤をゆるめるような摩擦低減工法を行わない。
- ㉓ エアブローが絶対に起こらない。
- ㉔ 余掘りを行わない。



影響範囲㊸ ケーソン底面端から水平面に対し $45^\circ + \phi/2$ の角度をなす直線より内側の領域
 影響外範囲㊹ 上記以外の領域

図-3.6 ケーソン基礎の場合の影響範囲
 (通常のニューマチックケーソンの場合)



要注意範囲㊸ ケーソン底面端から水平面に対し $45^\circ + \phi/2$ の角度をなす直線より内側の領域
 影響外範囲㊹ 上記以外の領域

図-3.7 ケーソン基礎の場合の影響範囲
 (特別に配慮されたニューマチックケーソンの場合)

③ オープンケーソンの場合

オープンケーソンの場合には3) - ①通常のニューマチックケーソン工法の場合の影響範囲の検討を行うものとするが、粘性地盤の場合には2) - ③のヒービングに対する影響範囲についても検討する。ただし、オープンケーソンの場合の底スラブコンクリートの打投は、水中コンクリートを原則として影響範囲を考慮しているため、排水により底スラブを打設する場合は別途検討する。

4) 新設基礎が場所打ち杭基礎の場合の影響範囲

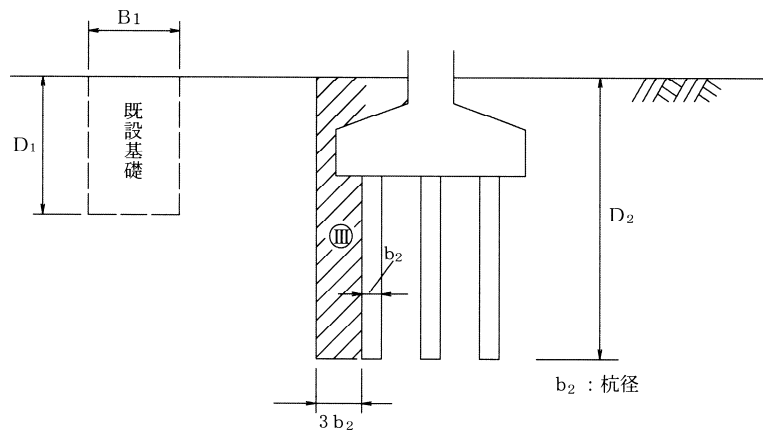


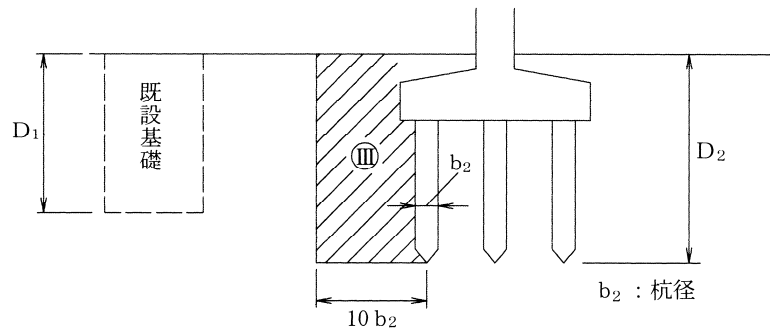
図-3.8 場所打ち杭基礎の場合の影響範囲

影響範囲③……場所打ち杭の根入れ深さを D_2 とし、深さ D_2 、巾 $3b_2$ の領域。ここで、 b_2 は、場所打ち杭の杭径である。（図－3.8）

影響外範囲①……上記以外の領域

5) 新設基礎が既製杭打ち込み工法の場合の影響範囲

① 先端閉塞杭または開端PC杭の場合



図－3.9 既製杭打ち込み工法の場合の影響範囲（閉端杭の場合）

先端閉塞杭と、開端PC杭のように実断面の大きい先端開放杭の場合の影響範囲は以下のとおりとする。

影響範囲③……深さ D_2 、および杭に本体からの距離が $10b_2$ 以内の領域

影響外範囲①……上記以外の領域

② 鋼管開端杭の場合

影響範囲を特に設けない。ただし、既設基礎が杭基礎で、杭中心間距離が $2.5b$ 以内のときは、群杭としての検討を行う。

ここで $b = (b_1, b_2 \text{の大きい方})$ b_1 : 既設基礎の杭径 b_2 : 新設基礎の杭径