

## 2. 構造計画編

はじめに

本編は、道路橋を計画し、設計するにあたり、架橋環境に順応した構造形式の設計を行うにあたっての留意事項をまとめたものである。

枠書きで記載されている事項は、形式選定や部材形状・配置の検討において、常に考慮するのがよい技術的な観点である。様々な選択肢があったり、他の条件との関係から選択は一つに決めることはできないものが大半である。一方で、どのように、また、他の条件と合わせて考えたときにどの程度考慮することにしたのかを設計図書に残し、意思決定の過程を明らかにしておくのがよい。なぜなら、これらの情報は、施工や維持管理への引き継ぎ事項を整理するうえでの背景の一つとなる事項と考えられるためである。

また、整備局等での工夫の例などに基づき、細部構造の例も紹介することにした。国総研資料 第1121号（道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究）にに掲載している。いずれも、現時点での一例であるとともに、今後の実績等について見直されていくものとなる認識である。

# 1章 総則

## 1.1 設計一般

- (1) 橋の各部の部材等の配置や形状の検討にあたっては、不測の事故や災害時に部材等の状態を確認し、必要に応じて修繕を行うことの確実性、及び、容易さの両者について評価する。また、必要に応じて、構造上の配慮をしたり、点検施設等を設置するなど、対策を取るものとする。
- (2) 劣化損傷要因に対する構造的対応として、耐久性阻害因子または、耐荷性に影響を及ぼす可能性を少なくするようにおよび、予防保全が可能であるように、以下の考慮をする。
- 1) 耐久性阻害因子を少なくするように配慮するのがよい項目
    - ① 対象とする構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を未然に防止する対策
    - ② 対象とする構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を排除、または抵抗する対策
  - 2) 耐荷性に影響を及ぼす可能性を少なくするように配慮するのがよい項目
    - ① フェールセーフの確保
  - 3) 予防保全が可能ないように配慮するのがよい項目
    - ① 深刻化する前に変状が確認できる
    - ② 部分的補修ができる
- (3) 防護柵等の付属物や添架物の配置や取り付けにあっても、上記(1)及び(2)に準じて、検討を行う。

### 【解説】

(1) 1) 定期的・近接目視する必要がある部位、または、不測の事故や災害時に橋の状態に関する部材等を速やかに確認し、橋や部材の状況を適切に把握するために、目視点検がしやすいよう点検施設（検査路、吊金具など）、維持管理施設や添架物件（防護柵、中央分離帯転落防止網、落下物防止柵など）の設置について、配慮しなければならない。

定期的・近接目視する必要がある部位、または、不測の事故や災害時に橋の状態に関する部材等の状況を確実に把握するために、点検や調査が容易にできる構造等について、考慮しなければならない。

以下には代表的な留意点を示すが、この他にも橋梁定期点検要領(平成31年3月 国土交通省道路局 国道・技術課)を参考にするなど耐久性や維持管理の確実さや容易さのバラつきをできるだけ小さくするよう橋の細部に至るまでの構造に配慮を払うようにする。

(1) 2) 架橋環境や使用条件による劣化、不測の事故・災害により損傷を受けた部材の補修・補強・耐荷力の向上・更新の方法、供用状態に応じた施工の確実性について、考慮しなければならない。

維持管理のための 1)アクセスがしにくい、2)近づいても狭くて進入ができない、3)近づけたのに埋め込まれたりすることで直接状態が確認できない、4)移動性が悪いなどの構造は避けるべきである。以下に事例を示す。

#### ① アクセスがしにくい

目的の箇所にアクセスが困難な事例を写真-1.1.1に示す。下部構造に設置された検査路において、上部工へアクセスする昇降用の検査路しかない場合、下部構造の横断方向や支承本体を点検する際には橋梁点検車を準備せざるを得ない。また、主桁の間に添架物が設置されている場合、床版を隠すように添

架物が並んでいると点検者が進入することが困難な場合がある。他にも、桁下空間が狭い、トラス橋のように構成する部材が多い、箱桁内で人が届かないような箇所を点検する場合に点検施設が準備されていない、箱桁のマンホールが橋座面との間が狭隘で進入が困難な事例等がみられた。

以上より、点検通路の連続性が確保されていない、添架物等の部材の配置によって点検時のアクセス性が低下する場合がある。



(a) 横断検査路の不足



(b) 検査路の未設置



(c) 横断検査路の不足



(d) 狭隘な桁下空間



(e) トラス下弦材の確認困難



(f) 添架管位置の配慮不足



(g) 箱内上部の確認困難



(h) マンホールが開かない



(i) 桁端部の点検開口部

写真-1.1.1 アクセスがしにくい事例

② 近づいても狭くて進入できない

目的の箇所近づいても狭くて進入できない事例を写真-1.1.2 に示す。桁端部と胸壁との隙間が狭い事例、桁下面と橋座との隙間が狭い事例がみられ、いずれも支承部や桁下面の状況、桁端部の腐食等の近接目視が困難となる。桁端部は伸縮装置からの漏水、橋座面の滞水、通気性の条件等により、塗装劣化、腐食が局部的に発生しやすい場所であり、定期点検や緊急点検の際に近接目視のための点検空間の確保及び補修・補強・更新のための空間の確保が必要な場所である。

また、横桁上部と床版との隙間が無く、塗膜（防食機能）の状況を目視ができない事例、横桁と主桁との狭隘部にボルトが設置されて腐食状況が確認困難な事例、ゲルバー部では隙間が狭く変状の確認困

難な事例がある。

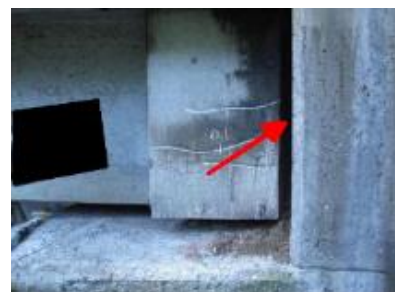
定期点検において、局所的な損傷も含めて状態の把握が必要であるが、進入できるための空間が確保されていないと適切な状態の把握ができないと考えられる。



(a) 桁端部と胸壁の離隔が狭い



(b) 桁下面と橋座の離隔が狭い



(c) 桁端部と胸壁の離隔が狭い



(d) 桁端部の進入困難



(e) 添架物で進入困難



(f) 添架物で進入困難



(g) 横桁上面の目視困難



(h) 狭隘部のボルトの目視困難



(i) ゲルバー部の目視困難

#### 写真-1.1.2 近づいても狭くてアクセスできない事例

③ 近づけたのに埋め込まれたりすることで直接状態が確認できない

定着部保護キャップにより、グラウト状態やPC ケーブル、落橋防止システム（鋼材）の状態が目視できない事例がみられた。定着部からの漏水やさび汁の発生の損傷が発生した場合、定期点検や緊急点検において近接目視の必要があるが、グラウトキャップや保護キャップにより確認ができない。以上より、狭隘箇所や部材の密集箇所、部材が保護されている箇所について外観目視が難しい場合がある。



(a) 内部の状態確認が困難



(b) 内部の状態確認が困難



(c) 定着部保護キャップ内の目視が困難



(d) 定着部保護キャップ内の目視が困難

写真-1.1.3 外観目視が困難な事例

④ 移動性が悪い

個々には近づけても断面から断面への移動性が悪いと、維持管理性が劣ることになる。移動性が悪い事例を写真-1.1.4 に示す。落橋防止システムが点検通路と干渉しており移動性が悪い、安全性（手すりが不連続）が低い事例がみられた。

他には、検査路に位置する横桁の開口が小さく移動性が悪い事例がみられた。橋軸方向の移動経路となる検査路の延長上に位置する横桁等の開口は、定期点検や緊急点検において移動の障害となる場合がある。また、箱桁内に入る場合等でも、たとえばマンホールが重かったり、小さかったりすると移動性が悪くなると考えられる。



(a) 検査路と付属物の輻輳



(b) 検査路上に付属物



(c) 検査路の横断性が悪い



(d) 検査路入口に付属物



(e) 横桁の開口が小さい



(f) 開口部に添架物が設置



(g) 検査路に添架物



(h) マンホールが重い・小さい



(i) 昇降部に手掛けがない

写真-1.1.4 移動性が悪い事例

(2) 1) 対象構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を未然に防止する対策、対象構造物・部材が阻害因子を排除または抵抗する対策を考慮するのがよい。

対象構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を排除または縮減する対策として、橋梁付属物等の仕様に対して考慮するのがよい。付属物については、①部材（本体、付属物の両方）の耐久性向上に対する阻害因子を未然に防止するために付属物の機能に直接関わる対策（排水管の材質、管径など）、②部材に対し耐久性向上に対する阻害因子の排除などに関する対策（伸縮装置の非排水構造や清掃など）がある。

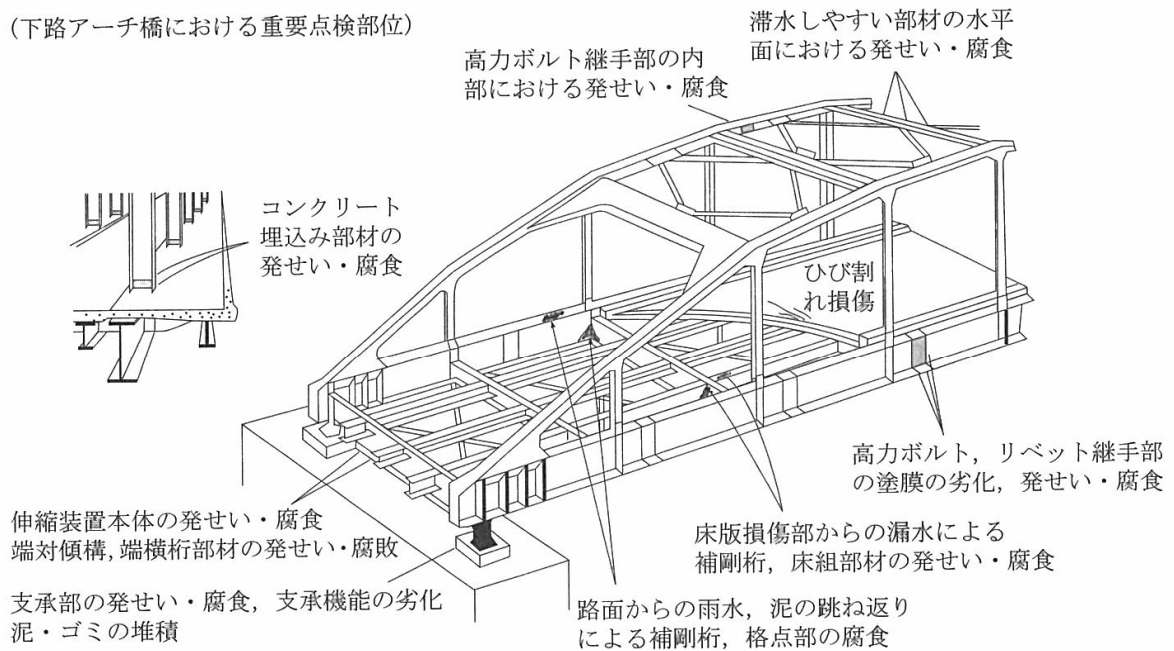
(2) 2) 設計にあたり、一部部材の損傷等が原因で、橋梁が致命的な状態とならないように配慮するのがよい。

(2) 3) 定期的な点検や、不測の事故・災害により損傷を受けた部材の状態を把握するが、既に発生していた損傷の進行性や新たに生じた損傷が深刻化する前に、変状が確認できるよう配慮するのがよい。

損傷劣化が発生した場合、交通の確保、補修期間の短縮の観点から、その部材全体でなく部分補修できることが求められる。

たとえば、鋼橋における部材位置の腐食箇所については留意する。

(下路アーチ橋における重要点検部位)



注：海岸地域に位置する橋に関しては床組部材の発せい・腐食をチェックすること。

出典：鋼道路橋防食便覧 平成 26 年 3 月 (日本道路協会)

## 2章 上部構造

### 2.1 鋼橋

#### 2.1.1 一般

鋼橋の上部構造及び鋼部材等の設計は道示Ⅱの規定による。なお、構造設計上、点検及び修繕等が困難となる箇所をできるだけ少なくするものとし、設計供用期間中の更新及び修繕等の維持管理が確実にできるように配慮する。

#### 【解説】

鋼橋の桁端部等は、局所的な腐食環境の悪化により防食機能の低下が懸念されるため、構造細部の検討に加えて、耐久性の信頼性向上を考慮した供用期間中の点検及び修繕等の維持管理が確実にできるように構造設計しなければならない。以下に配慮すべき項目を示す。

(1) 箱桁のマンホールや横桁の開口部は、その設置（高さ、点検施設や添架物件との関連など）や大きさについて、マンホールの用途、たとえば点検通路のみ、排水管等付属物の取替、外ケーブル再緊張等の資材搬入、点検器具の搬入など、その用途に応じた開口形状とする必要がある。開口の大きさについては、実証実験から点検通路のみの場合は、幅 600×高さ 800mm 以上を確保するものとし、用途に応じて決定する。点検通路と開口部の高さの差は 400mm 以下とし、それを上回る場合は、ステップを設置する。ただし、横桁など高さの低い桁に開口を設ける場合は、高さ 600mm を確保し、幅は 800mm 以上確保することが望ましい。

(2) 近接目視や非破壊検査等も考慮した空間が確保できるように配慮するのがよい。特に湿潤環境となりやすい桁端部や、部材が近接する支承周りは十分な配慮が必要である。また、点検性を考慮し、横桁形式を構造上可能な場合は対傾構にて設計することとする。但し、対傾構にて耐荷性の確保が困難な場合には、I 形断面（フルウェブ）の横桁構造とする。実証実験より、桁端部や桁下（支承周り）の点検が可能な空間として、図-2.1.1、図-2.1.2 に示す点検空間の例を確保するのがよい。

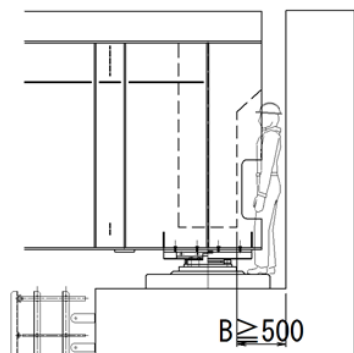


図-2.1.1 桁端部の点検空間の例

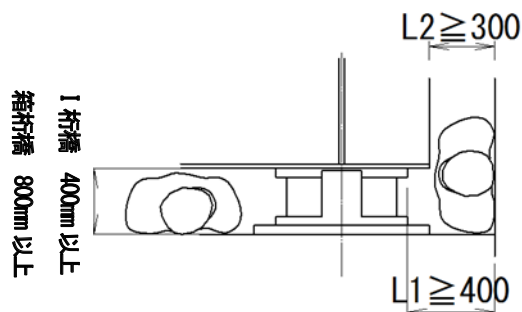


図-2.1.2 桁下（支承周り）空間の例



(3) 構造特性上、近接目視ができない場合は、目視に変わる点検法を検討提案するものとする。

床版と横桁間の鏡を使用した点検イメージを図-2.1.3に示す。ただし、目視と同等の損傷把握が可能な方法とする必要がある。

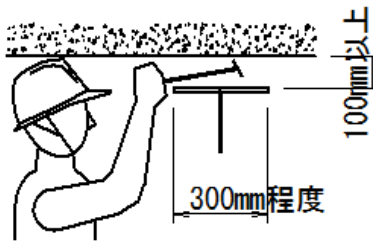


図-2.1.3 点検法と空間（鏡による点検）の例

(4) 橋の主構造と同等の耐久性の確保が困難な部材（支承、伸縮装置等）は、供用期間中の補修を考慮するのがよい。また、作業の確実性のために、ジャッキアップのための桁等補強対策を事前に行う。現地でジャッキアップポイント及び荷重の確認ができるよう、写真-2.1.1に示す表示例を参考にすること。



写真-2.1.1 ジャッキアップポイント等表示の例

また、地震の影響による損傷や、架橋環境等により更新が必要な場合に、その作業のしやすい構造に配慮するのがよい。鋼箱桁の場合は、支承に比べてフランジ幅が広いいため、更新のための資機材設置・作業空間としてアンカーホール削孔用のコアドリル設置を想定して、図-2.1.4に示すとおり、下部工天端との離隔をI桁橋は400mm以上、箱桁橋は800mm以上確保するのがよい。なお、支承高さが低く橋座部において支承取替え時のジャッキアップスペースを確保できない場合は、台座コンクリートを高くとる等、維持管理が確実に行えるように配慮する。

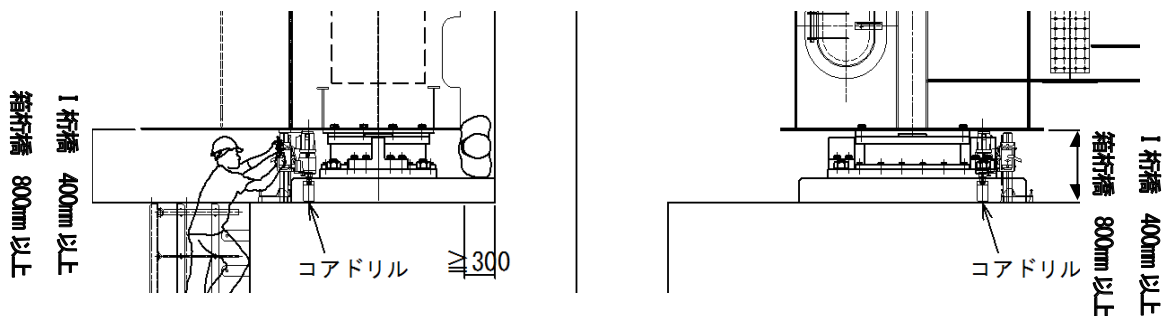


図-2.1.4 更新に必要な支承部空間の例

(5) 桁端部の漏水対策として、非排水構造の伸縮装置を標準とする。なお、止水ゴムや弾性シーリング等の止水材が損傷した場合でも、確実に伸縮装置からの漏水を防ぐ必要があるため、樋等を設ける二次排水構造とすることが望ましい。また、路面部の止水だけではなく地覆部にも止水構造を設けるとともに、地覆や壁高欄の遊間などの不連続部からの漏水が生じないように、導水地覆を設けるなどの配慮をしなければならない。

(6) 橋座面の滞水防止対策として、橋座部には排水勾配を付けるものとし、必要に応じて排水溝、排水管による導水処理を行う。

(7) 現場継手部の隙間より雨水が浸入し、桁内に滞水が生じないように、ウェブについて隙間や添接板周辺をシール等で塞がなければならない。また、鳥の侵入防止も兼ねて、現場溶接時のスカーラップも同様にキャップ等で塞ぐ必要がある。

(8) マンホールの蓋の周辺から桁内部に水が浸入し、滞水が生じないように、蓋の周辺にはパッキン等を設け、止水性の高い構造としなければならない。

マンホール付近に散水をした簡易実験の結果に基づき、マンホール部の止水性を高める対策としては、蓋上部に水切り板を設置する構造に加え、気密性の高いパッキンを使用することや蓋構造を外開きにすることが望ましい。

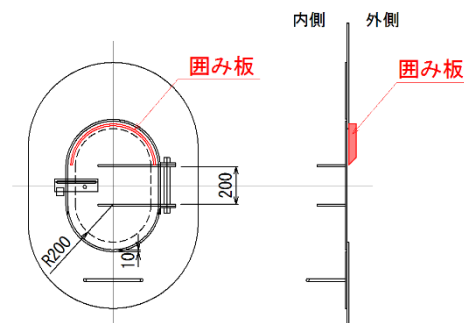


図-2.1.5 マンホール部の止水の例

(9) ハンドホール部の止水対策として、上フランジ上面に止水板を設け、箱桁内部に水が流入し難い構造とするとともに、蓋の周辺にはパッキンやシール等を施し、止水性の高い構造としなければならない。また、鋼床版等の場合は、舗装等への影響に配慮し別途補強板を設けて、ハンドホール内への水の浸入を防止するのがよい。

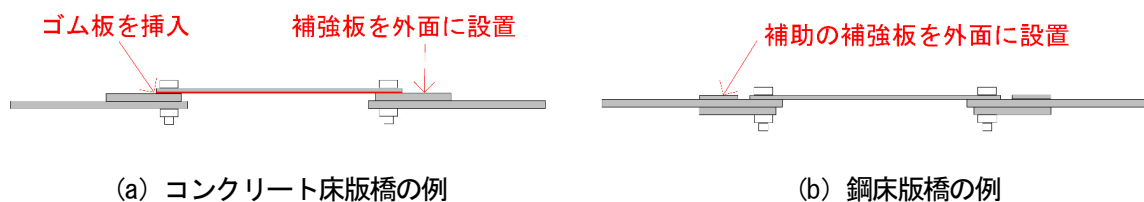


図-2.1.6 ハンドホール部の止水の例

(10) 箱桁内部に排水管を設ける場合、万が一それらが破損・脱落した場合、滞水が生じる可能性がある。そのため、そのような事態を回避するために、箱桁内部に排水管を設置しないことを基本とする。ただし、止むを得ず内部に設置する場合は、鞘管などを設け滞水が生じない構造とする。

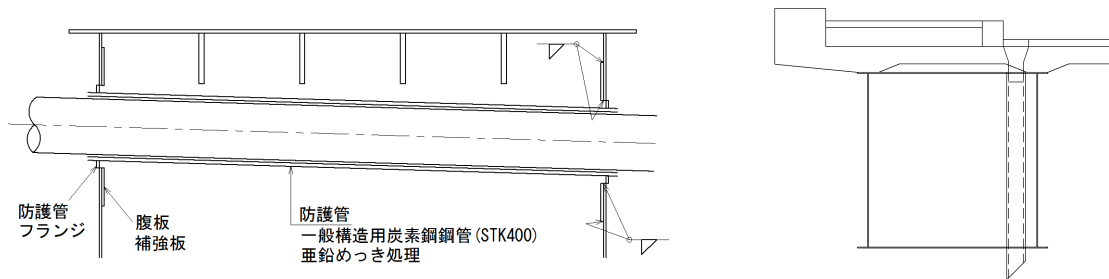


図-2.1.7 箱桁内配管の漏水対策の例

(11) 伸縮装置からの漏水や桁遊間から吹き込んだ雨水が箱桁端部に滞水し、腐食の要因となっている事例が見受けられる。よって、そのような事態を回避するために水切り板や導水板を設けるとともに、水抜き孔を設け滞水が生じない構造とするのがよい。また、桁端部における水切り(導水板)の例として、伸縮装置からの漏水を桁遊間側に排除する例を図-2.1.8、図-2.1.9に示す。さらに、塗装の増し塗りや重防食塗装を採用し防食機能を向上させるのがよい。

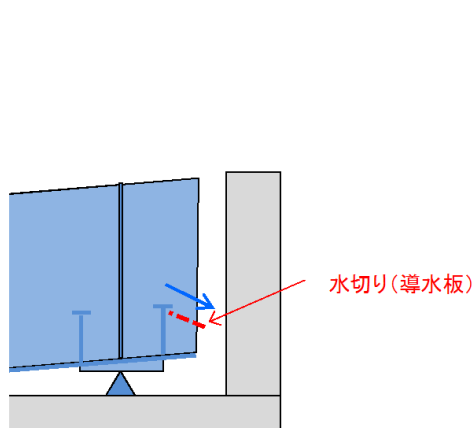


図-2.1.8 桁端部の導水の例

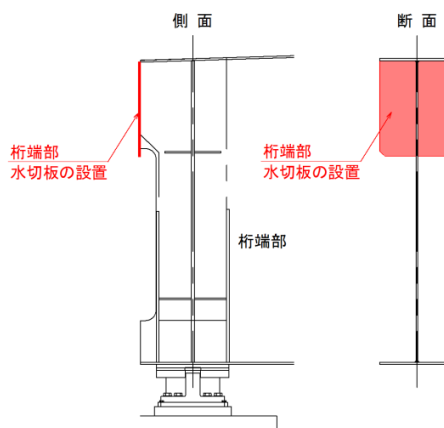


図-2.1.9 桁端部(上部)の導水の例

(12) 現場継手部やハンドホール部の止水性が損なわれた場合に備えて、現場継手部近傍には、水抜き孔を設けるとともに、確実に排水されるように導水板を設けなければならない。導水板と水抜き孔とは、可能な限り近づけた配置とすることでコーナー部への滞水に配慮する。また、導水板と縦リブの取合い構造には縦リブに半円の開口を設け、貫通する構造（図-2.1.10(a)）と縦リブに導水板を溶接する構造（図-2.1.10(b)）の2種類があるが、簡易実験の結果から貫通する構造（図-2.1.10(a)）の方が望ましい。



図-2.1.10 縦リブと導水板の取合い

(13) 箱桁上フランジ上面は、床版の損傷や空間の結露により滞水が生じ、上フランジの腐食原因となる。また、現場継手部の隙間からそれらが桁内に侵入し滞水を生じることがある。そのため、縦断勾配の低い側の現場継手部手前や床版コンクリート打下し部手前には、水抜きを設けるのがよい。

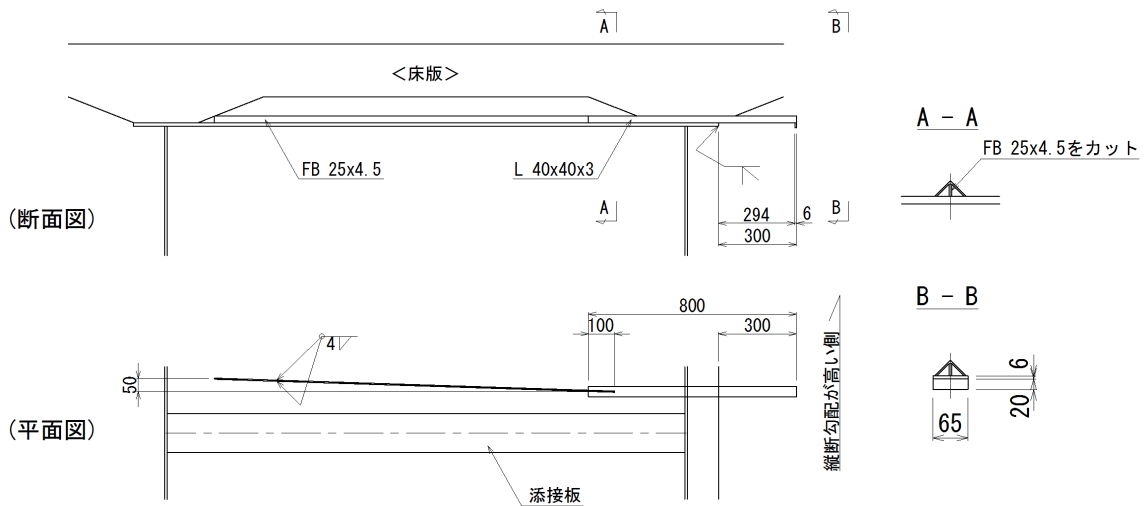


図-2.1.11 箱桁上面の導水の例

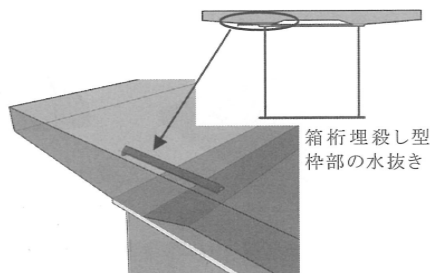
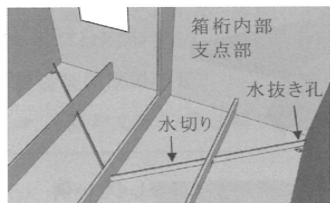


図-2.1.12 箱桁内部の水切り例 図-2.1.13 床版埋殺し型枠部の水切り例

出典：鋼橋の品質確保の手引き 2011.3 (土木学会)

(14) 部材（ブラケット下フランジ）の水切りとして、伝い水が桁等の腐食に影響しないように、水切り板を設置するのがよい。設置位置は、主桁への影響を回避するため桁下フランジから離れた位置とする。

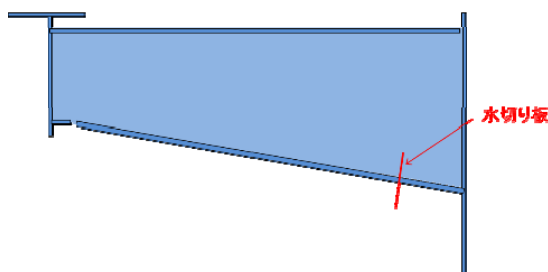


図-2.1.14 水切りの例

(15) 環境条件により湿潤状態になりやすい箇所は、機能低下を考慮した防せい防食を施すことが望ましい。

i) 防せい防食方法として塗装を施す場合

伸縮装置の損傷等により湿潤状態となりやすい鋼橋の桁端部、及び表面の凹凸形状によって湿潤状態となりやすい添接部、主桁の下端部については、腐食による機能低下を防ぐため図-2.1.15 及び図-2.1.16 に示す範囲について塗装を増塗りすることが望ましい。なお、塗装増塗り部の仕様は、こば面も含め桁部はC-5系塗装、添接部はF-11系塗装とし、主桁の内・外側ともに下塗りを1層多く施すものとする。

また、水切り（導水板）も同様に下塗りを1層多く施すものとする。

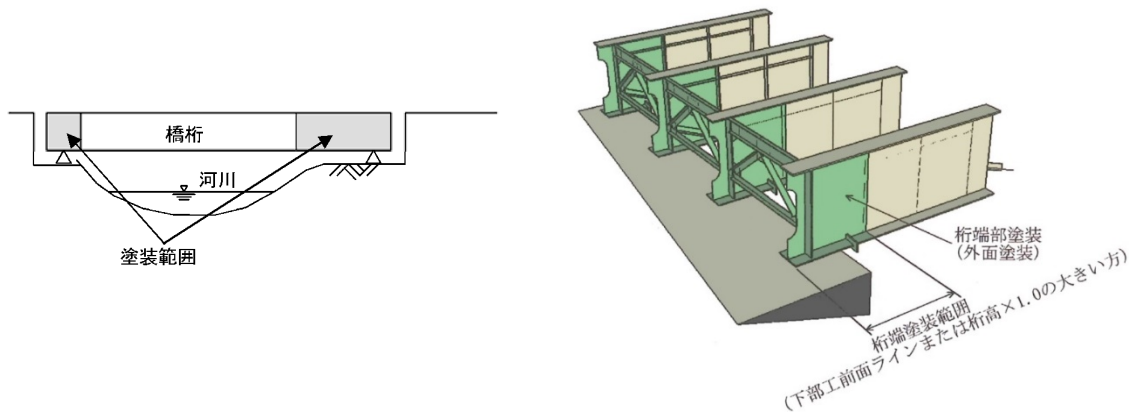


図-2.1.15 桁端部の塗装増塗り範囲

出典：耐候性鋼橋梁の手引き 2013.4 (日本橋梁建設協会)

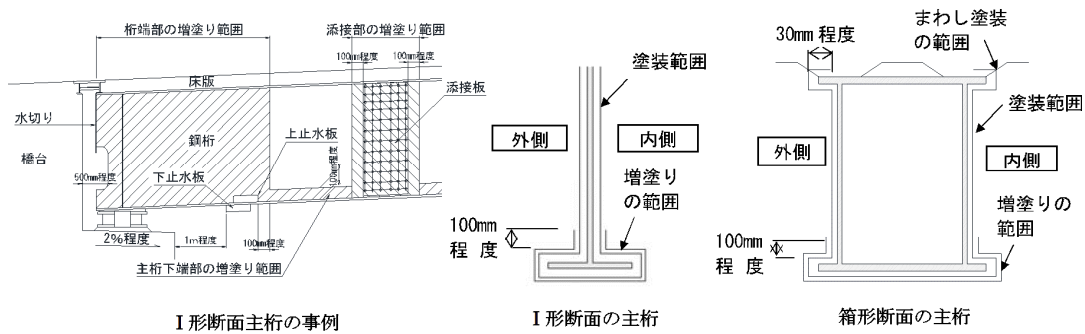


図-2.1.16 桁端部、添接部、主桁下端部の塗装増塗り範囲

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

ii) 防せい防食方法として耐候性鋼材を使用する場合

桁端部については、一般的に風通しが悪く、橋座部の滞水等により湿潤状態になりやすい。そのため、耐候性鋼材を使用する場合は、緻密なさび層（保護性さび）が形成されにくいいため、桁端部に塗装等の防せい防食を施すことが望ましい。なお、塗装等の範囲は、図-2.1.17 に示す範囲に加え、図-2.1.18 に示す地形条件等により緻密なさび層が形成されにくい箇所とする。なお、桁端部に施す塗装は C-5 系を標準とする（箱桁の場合は外面塗装を C-5 系、箱桁内面を D-5 系とする）。

また、凍結防止材散布地域の工夫として路面からの飛散影響範囲の確認を行い、地山と鋼桁の距離や並列橋との距離に留意する必要がある。図-2.1.19（'16 Design Data Book:（一社）日本橋梁建設協会：参照）

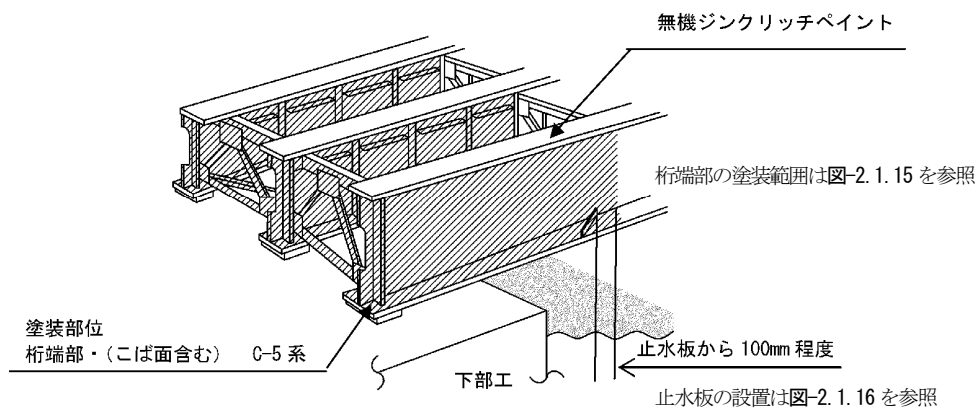


図-2.1.17 緻密なさび層が形成されにくい箇所の塗装範囲

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

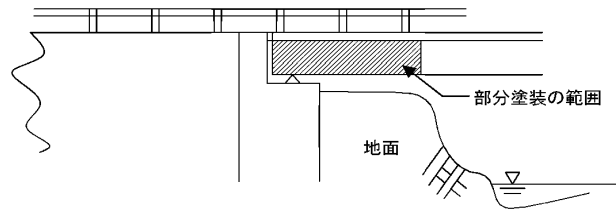


図-2.1.18 地形条件等により緻密なさび層が形成されにくい箇所の例

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

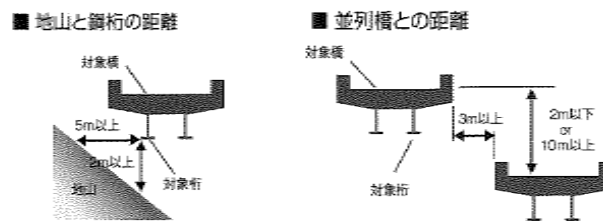


図-2.1.19 凍結防止剤散布地域の工夫

出典：'16 Design Data Book（日本橋梁建設協会）

#### (16) 吊足場計画の確認

点検の確実性のため検査路が多く付けられるケースが増えてきているが、補修や塗装の塗替時の吊足場計画の確認が抜ける場合があり、『点検』、『補修』、『塗替』における吊足場用金具の設置計画を熟慮し、設置に際しては、検査路に重ねることが無いように留意すること。

## 2.2 コンクリート橋

### 2.2.1 一般

- (1) コンクリート橋の上部構造及びコンクリート部材等の設計は道示Ⅲの規定による。
- (2) 設計では、道示Ⅲ〔3.8.2〕の規定に従い、構造設計上実施できる事項を検討し、必要に応じて構造設計に反映させる。このとき、維持管理の確実性や容易さの観点について検討する。

#### 【解説】

(1) コンクリート橋の上部構造の設計は道示Ⅲの規定によるほか、複合構造橋も含めコンクリート部材一般の設計も道示Ⅲの規定による。なお、コンクリート橋における鋼部材の設計は道示Ⅱの規定、耐震設計に関する事項は道示Ⅴの規定による必要がある。

(2) 設計にあたっては、設計で前提とする施工品質の確認が容易であること、一部の部材が損傷することで構造物全体の安定性が失われないこと、点検や修繕が困難な箇所を排除すること、更新が確実に行えること、耐荷性能・耐久性能の前提とする状態と実際との乖離を小さくすることなどの観点に対して、構造設計上の配慮を行うかどうかの検討を行うこととされている。

支承部は滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、点検や交換が困難となる場合が多く、橋の他の部材と同等の耐久性を確保するために十分な配慮が必要な箇所である。さらに、大規模な地震に対しては損傷を生じる可能性もある。そのため、少なくとも支承部においては、供用中の補修や更新等について、構造設計上の考慮を行うかどうかの検討を行う必要がある。なお、大規模地震等で支承部の被災が懸念され、早急に橋の供用性を判断する必要がある場合には、支承部に容易に近づき状態を確認できることに加え、被災した場合に応急対策などが行えるための空間が確保されていることも重要である。図-2.2.1～図-2.2.3に点検空間の確保例を示す。なお、橋座部の桁下高さについては、3. 共通仕様・標準編 3編 下部構造 2章 橋台 2.1.2 構造細目を参照すること。さらに、既設橋の支承の交換や被災時の応急対策では、主桁の仮支持のために主桁の補強が必要になる場合もあることから、ジャッキアップによる作用荷重に対して、設計の段階であらかじめ補強やジャッキアップポイント等の表示の必要性について検討するのがよい。

#### 1) PC プレテンション桁の場合

PC プレテンション桁で、桁高が0.8m未満でパッド型や帯状のゴム支承の場合は、桁や胸壁を切り欠くのは困難である。その場合には、図-2.2.1 a)のように切欠きは設けなくてよい。桁高0.8m以上の場合には、ポールカメラ等で点検できるように桁の切欠きを設置する。



図-2.2.1 PC プレテンション例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成28年3月



## 2) PC ポストテンションT桁の場合

PC ポストテンションT桁の場合は、**図-2.2.2**に示すように切欠きを設置するものとするが、桁高が低い場合の切欠き高は、確保できる高さとしてよい。

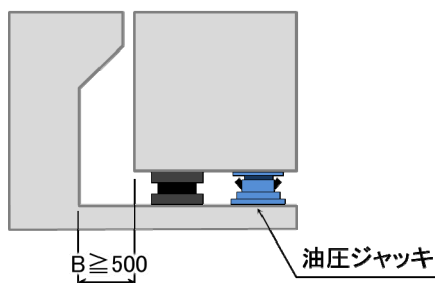


図-2.2.2 PC ポストテンションT桁の例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成28年3月

## 3) PC 場所打ち桁（箱桁、中空床版橋）の場合

PC 場所打ち桁の場合は、**図-2.2.3**に示すように胸壁を切欠く場合と、桁端部を切欠く場合の2種類があるが、桁高やPC鋼材の定着に留意して適宜決定する。なお切欠き高は、目視点検を考慮した高さを確保することが望ましい。

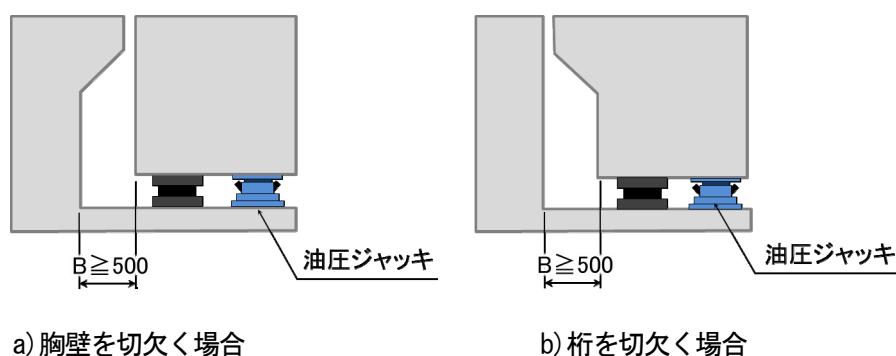


図-2.2.3 PC 場所打ち桁の例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成28年3月

桁端部は、伸縮装置の排水機能の劣化等による漏水に起因する損傷が発生しやすい部位であるが、主桁や横桁と胸壁までの遊間が小さく通気性が悪い環境にあり、また直接目視確認できない場合が多く、点検及び補修を行うことが困難な部位でもある。このため、架橋環境や伸縮装置の止水効果が低下した場合におけるフェールセーフとしての役割を考慮し、あらかじめ桁端部の劣化損傷抑制対策の有無について検討するのがよい。

新設における桁端部の劣化損傷抑制対策としては表面保護工法の実績が多く、「コンクリート標準示方書・維持管理編（土木学会）」では表面処理工法として、表面被覆工法と表面含浸工法の二つが示されている。

「寒地土木研究所報告第 133 号」にて示される表面含浸工法の特徴を下記に挙げる。

- ・少ない工程でかつ短期間で施工が行えるため、簡便で安価
- ・材料が液状のため、隅角部や狭小部での施工ムラが生じにくい
- ・施工範囲を劣化の発生・進行が懸念される特定の部位に限定することが可能であり、効率的な対策が行える
- ・コンクリートの質感・外観を大きく変えることがないため、施工後も目視による日常点検・維持管理が可能
- ・材料を被せる被覆材とは異なり、材料を含浸させる工法であるため、コンクリート表面では紫外線劣化を受けても、含浸部では紫外線の影響をほとんど受けない

表面含浸工法に用いられる含浸材は、コンクリート表層部に吸水防止層を形成して、水分や劣化因子の侵入を抑制するシラン系と、コンクリートへのアルカリ付与や表層部、脆弱部などの強化あるいは緻密化を主目的としたけい酸塩系に大別されるが、含浸材の種類を選定する際には、施工時も含め現地の条件や使用目的等を整理し、その適用性や経済性等も考慮し選定することが必要である。なお、表面含浸材の種類による適用性については、「表面保護工法設計施工指針（案）表面含浸工法マニュアル」（土木学会、コンクリートライブラリー119）や「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」（土木学会、コンクリートライブラリー137）が参考となる。

## 2.2.2 プレストレストコンクリート橋

### 2.2.2.1 一般

- (1) プレストレストコンクリート部材の耐久性能の確保は、道示Ⅲ〔6章〕による。
- (2) 部材断面の照査位置は、支点付近、断面力の最大ならびに最小位置、部材寸法の変化位置のほか、必要な位置において検討を行う。
- (3) 鋼材の定着部については、PC 鋼材を曲げ上げて上フランジ上面に定着してはならない。
- (4) 場所打ち中空床版橋の断面の最小寸法は、道示Ⅲ〔14.4.1(6)〕による。
- (5) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端充実断面部に対しては、プレストレス力が全断面で有効とならない範囲を適切に定め、その範囲に対して設計で前提とする状態が確保できるよう、適切に施工方法を選定するとともに、構造設計上の配慮を行う。
- (6) 耐久性に関する設計の信頼性を向上させるために、ひびわれの発生、拡大を極力避けることができるよう、設計の段階においても持続荷重や集中荷重並びに施工中の各段階で生じる残留応力の一連の重なりについて適切に検討を行う。また、施工時にも必要に応じて適切に検討の見直しを行う。

#### 【解説】

(1) プレストレストコンクリート部材では、内部鋼材の防食及び疲労に対して、耐久性能を確保する必要がある。道示Ⅲ〔6.2〕では、標準的な内部鋼材の防食方法として、かぶりによる方法が規定されている。なお、塩害（凍結防止剤の影響を含む）に対する耐久性能の信頼性を高めるため、構造設計上の配慮事項として、

#### 1.0 (D+L+PS+CR+SH+E+HP+U)

の荷重組合せに対してコンクリートの引張応力を生じさせないという方法がとられる場合もある。

(3) PC 鋼材の定着部を上縁に定着した場合、橋面からの水が定着部切欠きに溜まる恐れがあることから、PC 鋼材の定着部を上縁では定着しないこととされている。

(4) 場所打ちコンクリート中空床版橋の断面の最小寸法は、**図-2.2.4** のとおりとする。なお、これらの数値は性能を確保するために必要な部材寸法の最小値を示すものであるため、パイプレータの挿入や組み立て筋のかぶり確保などの施工性を考慮して断面厚さを定めるのがよい。

※工場製作：工場で作成するプレキャスト製品を示す。

現場製作：現場付近の製作ヤードなどで製作することを示す。

場所打ち：工場や現場付近の製作ヤードなどではなく、架橋地点で直接製作することを示す。

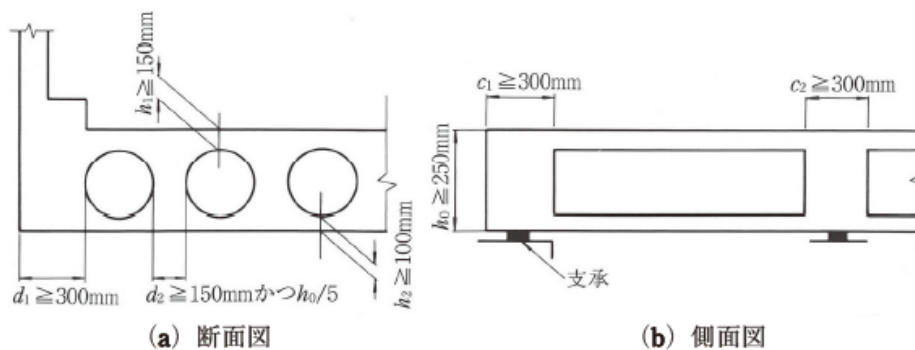


図-2.2.4 中空床版橋の断面の最小寸法

出典：道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編 平成 29 年 11 月

(5) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端部充実断面は、プレストレス力が有効とならない範囲においてひび割れが生じやすく、支承部の荷重支持などの設計で前提とする状態が確保されない可能性が高い。そのため、設計段階においても状態が確保されるよう配筋を行うなど適切に設計上の配慮を行う必要がある。特に、桁高が小さく断面諸元から PC 鋼材の配置が 1 段配置などに制約される場合、プレストレス引張応力及び桁自重の影響と推察されるひび割れが桁端 RC 部に発生する可能性がある。そのため、プレストレス力が有効とならない範囲を適切に定め、設計で前提とする状態が確保できる施工方法を選定するとともに、適切に構造設計上の配慮を行う必要がある。

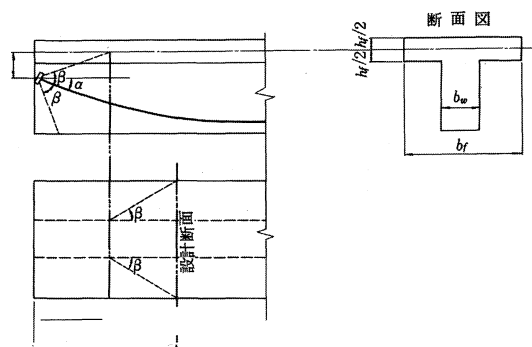


図-2.2.5 プレストレス力のひろがり

出典：道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編 平成 29 年 11 月

(6) 国総研資料 第910号、第1046号、第1068号にまとめられているように、国土交通省が行っている定期点検の結果によれば、供用年数が比較的短いPC橋においてもひびわれの発生が数多くの橋で認められる。このようなPC橋の変状の原因は、設計や使用材料、施工時の内力などが複合的に影響していることがわかっている。そこで、梓書きは設計の段階からこれらの影響を考慮して、細部構造や施工手順、管理方法などについて検討することを求めたものである。具体的な内容はこれらの国総研資料を参考に橋毎に検討するのがよい。

### 3章 上下部接続部

#### 3.1 支承部

##### 3.1.1 支承部の維持管理について

(1) 支承やその他支承部を構成する部材等を設計するにあたっては、設計耐久期間によらず、橋の設計供用期間中の支承部の点検、交換、支承部の損傷時の措置方法について検討を行い、支承部及びこれらが取り付けられる上下部構造の設計に反映しなければならない。具体には、少なくとも 1) から 3) の観点について、検討を行い、設計に反映する。

- 1) 平常時・地震時に点検を行う必要があるため、支承に容易に近づくための空間の確保。
- 2) 支承の点検・交換に必要なスペースの確保。
- 3) 支承部の交換や被災時の応急対策時の仮支持点の検討。

(2) 維持管理に確実に引き継ぐため、検討した内容が正確に理解できるように必要な情報を設計概要としてとりまとめる。

##### 【解説】

(1) 支承部は、滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、維持管理がしにくい場所となることが多く、大規模な地震に対しては損傷を生じる可能性がある。そのため、設定した設計耐久期間によらず、支承部の交換や損傷時の措置方法も含めた維持管理の方法について検討を行い、これを設計に反映させることを原則とする。

2) 3) 一般に仮支持の方法は、a) から d) が考えられる。

- a) 主桁を橋座で受ける。
- b) 横桁を橋座で受ける。
- c) 下部構造にブラケットを設けて主桁を受ける。
- d) ベントを設けて主桁を受ける。

橋梁形式、現地状況等を考慮して仮支持方法について検討を行い、桁及び受け点の補強等を含め、あらかじめ対策をしておくことが合理的であれば、設計に反映する必要がある。

(2) 具体的に検討した維持管理の方法及び設計に反映した情報は、維持管理で不可欠な情報であるため、設計概要にとりまとめなければならない。特に、支承交換等の仮支持については、検討した仮支持方法、あらかじめ対策を施した内容、施工時に追加すべき検討・対策が正確に理解できるようにとりまとめる必要がある。

## 3.2 遊間及び伸縮装置

### 3.2.1 伸縮装置

#### 3.2.1.1 一般

- (1) 道示 I [10.3.1] に規定する性能を満足するよう、適切な構造及び材料を選定する。
- (2) 設計耐久期間によらず、橋の設計供用期間中の点検、交換、伸縮装置部の損傷時の措置方法について検討を行い、伸縮装置及びこれらが取り付けられる構造の設計に反映する。

#### 【解説】

(1)(2) 伸縮装置部は、輪荷重が直接載荷されることから騒音、振動の発生源の一つであり、供用性に極めて重大な影響がある。そのため、設置箇所において要求される性能を総合的に判断して決定する必要がある。伸縮装置は、支承部と同様に橋の構成部材の中でも維持管理が行いにくい場所となることが多く、清掃、点検、補修、取り替え等の維持管理を確実かつ容易に行えるよう十分に考慮する必要がある。また、輪荷重が直接載荷されることから、橋梁部材で早期に劣化損傷が発生することも考えられるため、設計耐久期間に関わらず交換を前提とした検討を行う必要がある。そのため、取り替えの際の交通規制が道路ネットワークに与える影響も考慮し、耐久性の高い構造・材料の選定をしたり、車線毎に更新できる構造としたりする等の配慮が必要である。

伸縮装置の設計・施工は、伸縮装置の特徴を踏まえて、走行安全性・平坦性、耐久性、水密性、騒音・振動への配慮、すべり抵抗の観点より、当該橋梁の適合性の高いものを選定する。なお、製品ジョイントは、製品ごとにアンカーや切り欠き等の構造が決まっているため、施工時に不具合が生じないよう、伸縮装置を設置する上部構造又は下部構造の配筋、後施工範囲（切り欠き形状）等を設計段階で配慮するのがよい。なお、平成 29 年道路橋示方書から伸縮装置に求める性能として、路面として求められる水準以上のすべり抵抗性を有することが新たに規定された。このことから、伸縮装置の表面形状により走行安全性が低下すると判断した場合は、すべり抵抗が確保できる表面処理を施すなどの配慮が必要である。この場合、最低限の性能として、舗装路面のすべり抵抗性試験による最低値（BPN で 40 以上）を準用するものとする。

橋の設計供用期間中の点検、交換、伸縮装置部の損傷時の措置方法について検討を行い、伸縮装置及びこれらが取り付けられる構造の設計に反映する必要がある。また、特に地震時の損傷により緊急車両の通行が難しくなるタイプの伸縮装置を採用する場合には、地震後の緊急対応とあわせて検討する必要がある。

### 3.2.1.2 構造上の配慮事項

- (1) 伸縮装置の止水に対する構造上の配慮事項として、1)から4)を標準とする。
- 1) 雨水等の侵入に対して水密性を有するものとし、構造は非排水構造とする。なお、二次止水構造とすることが望ましい。
  - 2) 非排水構造の回復措置や点検は、橋面あるいは桁下から容易に行える構造とする。
  - 3) 止水した流入水が主桁や橋座等に影響が及ぼさないように、導水する構造とする。
  - 4) 地覆部を含めた止水構造とする。
- (2) 後打ちコンクリートは、少なくとも1)の検討を行う。
- 1) 伸縮装置と床版が一体となるようコンクリートの充填不良が発生しにくい構造とする。
- (3) 積雪寒冷地においては、雪が詰まった状態での自動車荷重の繰返し作用による影響や凍結防止剤による影響等に配慮して設計する。

#### 【解説】

- (1) 1) 2) 桁端部の損傷は、伸縮装置部からの漏水が原因であることが多いため、伸縮装置の止水対策は重要である。

一般的に止水ゴムや弾性シーリング等が止水材として用いられるが、永続的ではない。そのことに留意して樋等を設ける二次止水構造とすることが望ましい。また、止水効果が永続的でないことから、伸縮装置を取り替えることなく、止水効果だけの回復措置や点検等が容易に行える構造を検討する必要がある。なお、伸縮装置部の止水対策を施しても、必ずしも確実な止水効果が得られるとは限らない。そのため、橋座部の排水勾配の確保、端部塗装等、各編に規定されている事項は施す必要がある。

3) 二次止水構造として、樋等を設けた場合も主桁や橋座等に影響を及ぼさないように、導水する構造とする必要がある。

4) 伸縮装置からの漏水を防止するためには、地覆部を含めた止水構造とする必要がある。また高欄の隙間からの漏水を防止するため、鋼板等の跳水板の設置をしなければならない。

- (2) 1) 伸縮装置からの漏水の原因として後打ちコンクリートの充填不足がある。後打ちコンクリートの充填不足は、路面水の進入経路になる他、伸縮装置本体のガタツキの原因にもなるため、鉄筋を確実に配筋するとともに、後打ちコンクリートの充填不良が発生しにくい構造を検討する必要がある。

また、後打ちコンクリート打設において、捨て型枠を在置することにより、目視点検が困難になっているケースがある。そのため、後打ちコンクリートの型枠は、撤去可能なものとするのがよい。さらに、後打ちコンクリートの舗装側は、滞水しやすいため床版防水の端部処理を特に入念に施工する必要がある。

伸縮装置の取り替えが困難にならない構造とし、3.2.1.1 のとおり、伸縮装置は交換を前提とする部材であるため、後打ちコンクリートの強度を過度に上げたり、不必要に過密鉄筋にしたりすることは、伸縮装置の交換時の支障になる可能性がある。また、主桁もしくは床版より高強度のコンクリートを用いた場合、地震時の損傷が主桁もしくは床版にまで達する可能性があるため、いたずらに強度を上げることは避けた方がよい。

## 4章 下部構造

### 4.1 橋台

#### 4.1.1 橋台背面アプローチ部

##### 4.1.1.1 踏掛版

新設橋梁及び架け替え橋梁については、橋台背面部の盛土および路盤沈下による走行性の低下を防ぐため、踏掛版を設置することを標準とする。

##### 【解説】

橋台背面部においては、裏込め土砂の圧密等による沈下だけではなく、地震時の橋台の振動に伴う沈下や、液状化に伴う沈下等の変状が生じる可能性がある。

常時における走行車両や橋台への衝撃を低減するための配慮に加え、地震後の円滑な道路交通の確保のため、橋台背面部においては、踏掛版を設置するものとする。

なお、軟弱地盤において踏掛版設置後に地盤の残留沈下等により、空洞の発生が想定される場合は、別途対策を行うこととする。



## 5章 付属物等

### 5.1 排水計画

#### 5.1.1 排水計画の留意事項

排水計画では、伸縮装置、排水設備、床版防水、地覆、桁端部などの構造各部の排水が確実にできる構造とするほか、単独対策ではなく、橋梁全体の排水計画として排水が確実にできる構造とする。

#### 5.1.2 維持管理性への配慮

排水計画は、供用期間中に確実に機能が保持されるよう維持管理の計画と整合させ、予定する点検などの維持管理計画によって確実にその状態が把握できるものとするとともに、適切な措置ができるような維持管理しやすい計画とする。

排水施設を計画する際は、その他付属物の全体配置計画を確認し排水機能や点検計画に問題が生じないか確認する。