

## 第9章 橋 梁 補 修



## 第9章 橋 梁 補 修

9.1 一 般	3-9-1
9.1.1 適用基準	3-9-1
9.2 橋梁用防護柵の補修	3-9-2
9.2.1 橋梁用防護柵の基本方針	3-9-2
9.2.2 床版張出部の照査	3-9-4
9.2.3 その他の照査	3-9-6
9.2.4 構造細目	3-9-7
9.3 連続繊維シートによる補修・補強	3-9-9
9.3.1 適用範囲	3-9-9
9.3.2 基本方針	3-9-9



## 第9章 橋梁補修

### 9.1 一般

#### 9.1.1 適用基準

既設橋の修繕設計に適用する基準類については適切に対応されているところであるが、「橋、高架の道路等の技術基準」を修繕設計に適用する場合は、当面の間、以下の通りの扱いとする。

(1) 適用の範囲

主として、橋の耐荷性能に関わる修繕及び耐震補強に対して適用する。また、修繕又は耐震補強後の供用期間として概ね10年以上を見込める場合に適用する。なお、修繕又は耐震補強後の供用期間として特に短い期間（概ね10年未満）を前提とする場合の修繕又は耐震補強においても、本基準に準じることが妨げないが、当該橋に求める性能を考慮して合理的な措置となるように措置の内容を検討すること。

(2) 既設橋の修繕設計に適用する技術基準について

1) 橋の修繕にあたって、橋の耐荷性能を建設時より向上させる措置を行う場合は、その修繕内容の決定にあたっては、以下の①又は②の方法による。

① 平成29年の道路橋示方書（以下、「H29道示」という）を適用する。

② 平成24年の道路橋示方書を適用する。このとき、橋の耐荷性能以外の性能に関わる措置内容の決定にあたっては、平成29年の道路橋示方書に準じた性能が得られるように配慮する。

2) 橋の修繕にあたって、橋の耐荷性能を建設時と同等の性能に戻す措置を行う場合は、その修繕内容の決定にあたっては、建設時に適用された技術基準を適用する。このとき、必要に応じて、使用材料や断面諸元の詳細等の検討において、適切な範囲でH29道示を適用することもできる。また、橋の耐荷性能以外の性能に関わる措置内容の決定にあたっては、H29道示に準じた性能が得られるように配慮する。

3) 橋の耐震補強を行う場合

1)に準じる事とする。また各種事務連絡の主旨も踏まえて、所要の性能が得られるように措置の内容を決定する。

(3) その他

橋の修繕を講じるにあたっては、道路法施行規則第4条の5の6の規定に基づき、その内容を記録する必要がある。

#### 【解説】

「橋、高架の道路等の技術基準」を修繕設計に適用する場合の取扱いについては、『令和2年7月20日 国土交通省事務連絡「橋・高架の道路等の技術基準」の修繕設計時の適用基準としての当面の扱いについて』に準拠する事として明記した。

なお、適用にあたっては下記事務連絡も参照して適切に運用するのがよい。

- ・『令和2年7月20日 国土交通省事務連絡 「橋・高架の道路等の技術基準」の修繕設計時の適用基準としての当面の扱いについて』
- ・『令和2年7月20日 国土交通省事務連絡 「橋、高架の道路等の技術基準を既設橋の修繕設計に適用する場合の留意事項（参考）」』
- ・『令和2年7月20日 北海道開発局事務連絡（道路建設課橋梁係） 「橋・高架の道路等の技術基準」の修繕設計時の適用基準としての当面の扱いについて』

## 9.2 橋梁用防護柵の補修

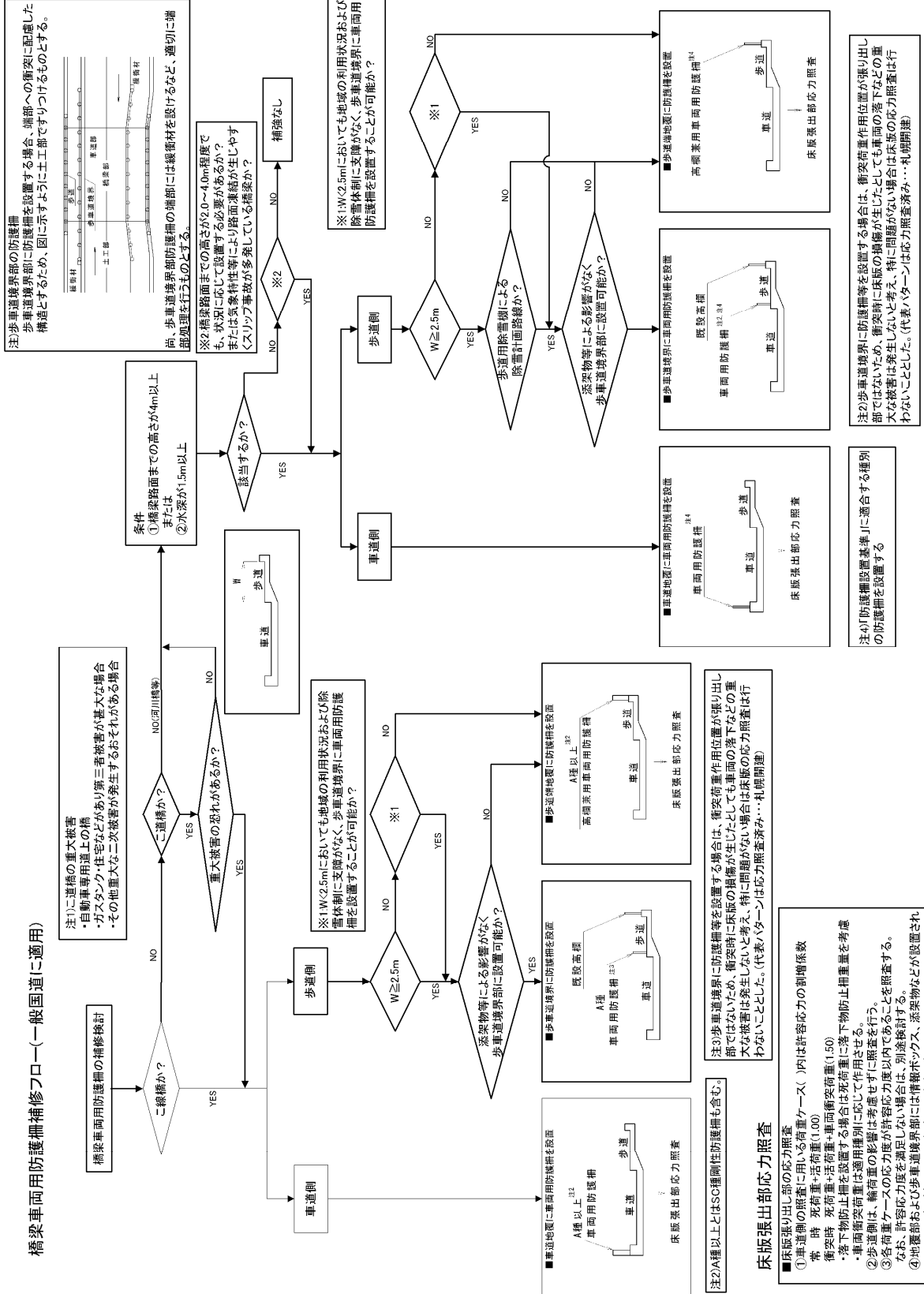
### 9.2.1 橋梁用防護柵の基本方針

- (1) 一般国道の防護柵の補修は、「橋梁部の防護柵の補修について H15.3 開発局道路維持課」に準拠し行うこと。
- (2) 補修設計は、次ページ以降に示すフローチャートに従い実施すること。

#### 【解 説】

- (1) 一般国道の防護柵の補修は、「橋梁部の防護柵の補修について H15.3 開発局道路維持課」に準拠し行うことを明記した。
- (2) 車両用防護柵の補修フローおよび床版張出し部の照査フローを次ページ以降に示す。床版の応力照査については、対象橋梁の床版厚および鉄筋量を既往資料等にて確認の上、行うこと。既往資料の無い場合の補修設計方法については、監督員と協議のこと。

橋梁車両用防護柵補修フロー（一般国道に適用）



## 9.2.2 床版張出部の照査

- (1) 橋梁用防護柵を交換する場合は、床版張出部等の応力照査を行い、防護柵定着部の安全性を確保する。
- (2) 車道側床版張出部の照査に用いる設計活荷重（輪荷重）は、B活荷重とする。

### 【解 説】

橋梁用防護柵の性能を確保するため、防護柵本体の耐力は勿論のこと、防護柵定着部についても安全性を確保することが必要である。

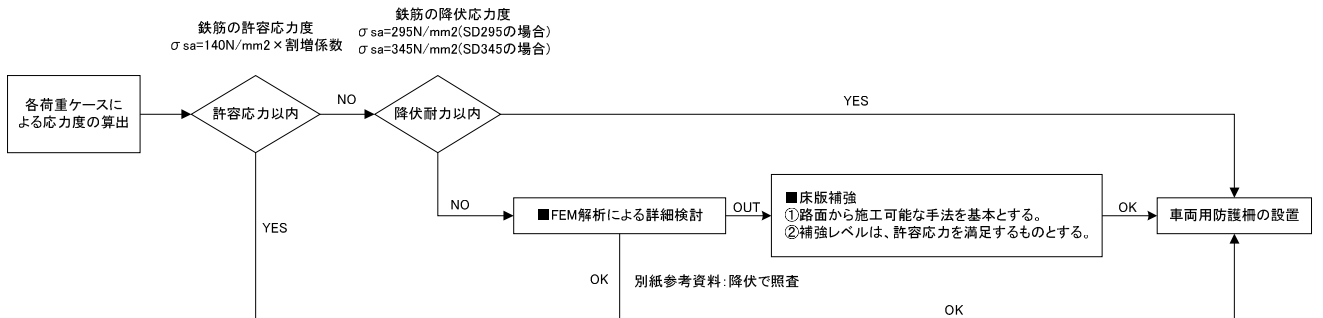
床版張出部応力照査のフローチャートを下記および次ページに示す。

また、応力照査に用いる設計活荷重（輪荷重）は、B活荷重とする。

### 床版張出部応力照査のフロー

#### □床版張り出し部の応力照査

- ①車道側の照査に用いる荷重ケース( )内は許容応力の割増係数  
 常時 死荷重+活荷重(1.00)  
 衝突時 死荷重+活荷重+車両衝突荷重(1.50)  
 ・落下物防止柵を設置する場合は死荷重に落下物防止柵重量を考慮  
 ・車両衝突荷重は適用種別に応じて作用させる。
- ②歩道側は、輪荷重の影響は考慮せずに照査を行う。
- ③各荷重ケースの応力度が許容値以内であることを照査する。
- ④地覆部および歩車道境界部には情報ボックス、添架物などが設置されている場合があるので、事前に調査を行うこと。



※既設橋の車両用防護柵を取り替える場合、発生応力が降伏以内であれば暫定的措置としてOKとする。ただし、照査結果により床版を補強する場合は、道示に規定される許容値を満足しなければならない。



※1 各荷重ケースによる応力度算出	
歩道側	車道側
たわみ性防護柵	たわみ性防護柵
剛性防護柵	剛性防護柵
剛性防護柵	剛性防護柵

各荷重ケースによる  
応力度の算出  
※1

許容応力以内か?

OK  
OUT

許容応力度  
常時  
 $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{sa} = 140.0 \text{ N/mm}^2$   
衝突時  
 $1.5\sigma_{ca} = 12.0 \text{ N/mm}^2$   
 $1.5\sigma_{sa} = 210.0 \text{ N/mm}^2$

床版片持ち部の発生応力が全て許容応力度以内に収まっているため、防護柵設置はOKである。

【コンクリートプレート】

OK

降伏耐力  
 $1.5\sigma_{ca} = 12.0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{sy} = 295.0 \text{ N/mm}^2$  (SD295)

降伏耐力以内か? ※2

OK

降伏耐力  
 $1.5\sigma_{ca} = 12.0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{sy} = 295.0 \text{ N/mm}^2$  (SD295)

FEM解析による  
詳細検討 ※3

OK

【コンクリートプレート+WJ】

暫定OK

既設橋の防護柵を取り替える場合、発生応力が降伏耐力以内であれば、暫定措置としてOKとする。

許容応力度  
常時  
 $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{sa} = 140.0 \text{ N/mm}^2$   
衝突時  
 $1.5\sigma_{ca} = 12.0 \text{ N/mm}^2$   
 $1.5\sigma_{sa} = 210.0 \text{ N/mm}^2$

許容応力度  
常時  
 $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{sa} = 140.0 \text{ N/mm}^2$   
衝突時  
 $1.5\sigma_{ca} = 12.0 \text{ N/mm}^2$   
 $1.5\sigma_{sa} = 210.0 \text{ N/mm}^2$

床版補強による  
断面照査 ※4

OK

別途補強可能か?

不可能

別途補強による断面照査

補強鉄筋によって、片持ち部の応力が全て許容値以内に収まっているため、防護柵設置はOKである。

別途補強可能か?

可能

別途補強によって、片持ち部の応力が全て許容値以内に収まっているため、防護柵設置はOKである。

【補強案】

- ・合成床版化
- ・ブラケット方式への変更
- ・床版増厚
- ・鋼板接着 等

別途検討

引張側  
圧縮側  
補強鉄筋

※4 床版補強による断面照査

引張側  
圧縮側  
補強鉄筋

引張側主鉄筋に補強筋を沿わせた断面にて床版断面の照査を行う。

※2 降伏耐力以内か?  
各荷重ケースによる応力が許容応力度を満足しなかった場合、降伏耐力による照査を行う。

※3 FEM解析による詳細検討  
張り出し表  
断面照査位置  
 $ML = -40.675X^2 + 93.529X - 13.173$  (近似式)  
 $\Sigma M = MD + ML + MP$   
活荷重曲げモーメントをFEM解析によって得た近似式を用いて算出し、床版断面の照査を行う。照査ケースは衝突時とし、床版耐力は降伏耐力で見込むとする。

※4 床版補強による断面照査  
引張側  
圧縮側  
補強鉄筋

引張側主鉄筋に補強筋を沿わせた断面にて床版断面の照査を行う。

### 9.2.3 その他の照査

鉄筋コンクリート床版張出部以外に橋梁用防護柵を設置する場合においても、衝突荷重に対して地覆が桁または床版と確実に一体化を図ること。

#### 【解説】

歩車道境界部、PC中空床版橋の地覆および橋台ウィング部などに防護柵を設置する場合、既設の地覆鉄筋が無いかまたは衝突荷重に対して鉄筋量が不足している場合は、定着アンカーを設置し、一体化を図ること。

照査方法は、「防護柵の設置基準・同解説」の参考資料「歩車道境界の連続基礎」を参考にするのがよい。また、基礎の端部は連続性が途切れることから、有効幅は中間部の1/2とする。

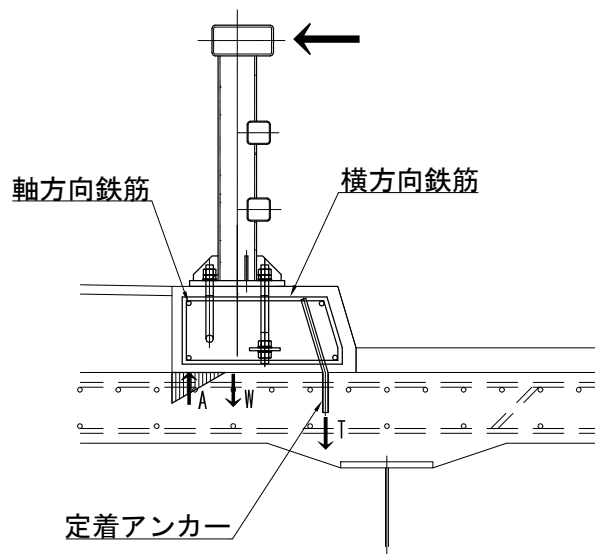


図9.2.1 地覆定着構造例（歩車道境界）

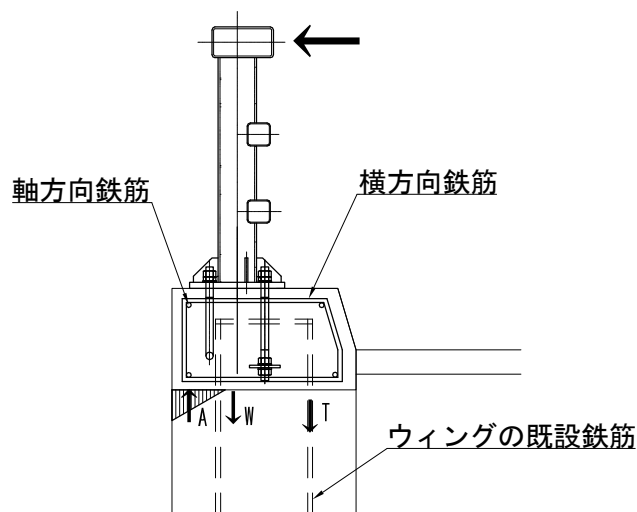


図9.2.2 地覆定着構造例（橋台ウィング部）

## 9.2.4 構造細目

- (1) 地覆の取り壊し方法は、床版張出部の照査結果に基づき決定する。また、取り壊し範囲は、地覆部周辺の劣化状況や施工上の必要範囲等を考慮し決定する。
- (2) 地覆打換えにともなう舗装撤去部には、床版防水層を敷設すること。

### 【解 説】

- (1) 地覆の取り壊し方法は、「9.1.2 床版張出部の照査」に準拠した応力照査結果に基づき決定する。このうち、ウォータージェット工法を併用する場合の取り壊し例（参考図）を下記に示す。また、取り壊し範囲は、地覆本体や地覆下の床版など地覆部周辺の劣化状況や、地覆鉄筋の交換の有無など施工上の必要範囲等を考慮し決定する。

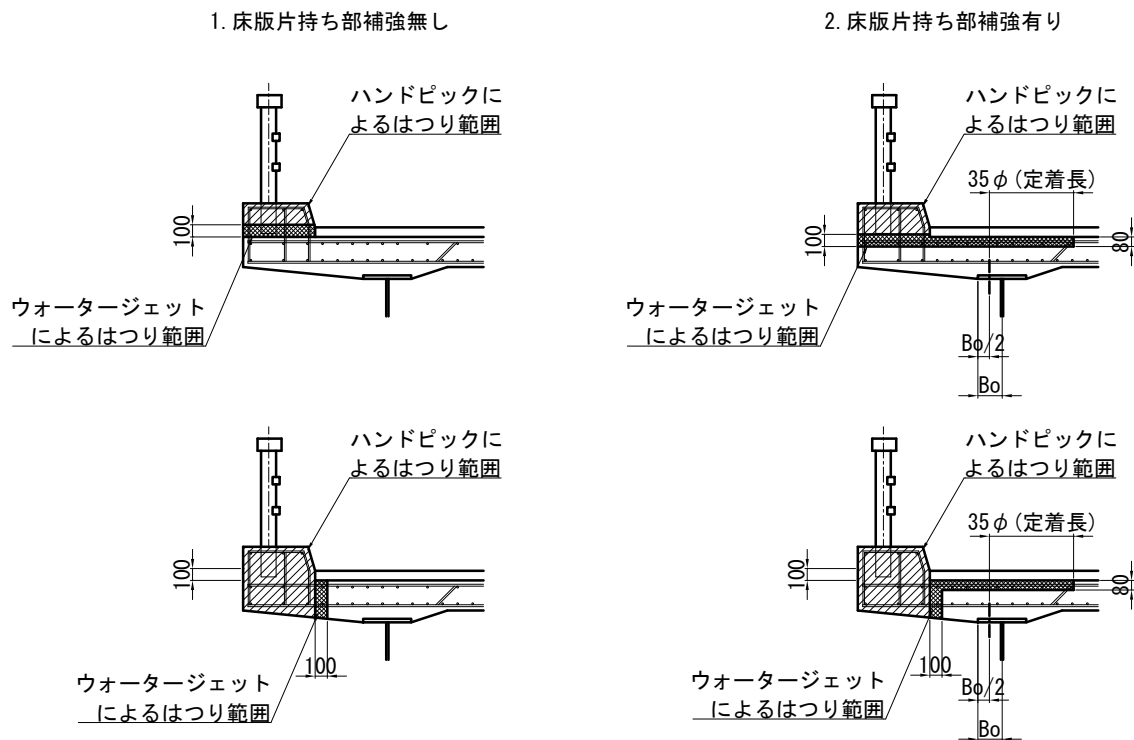
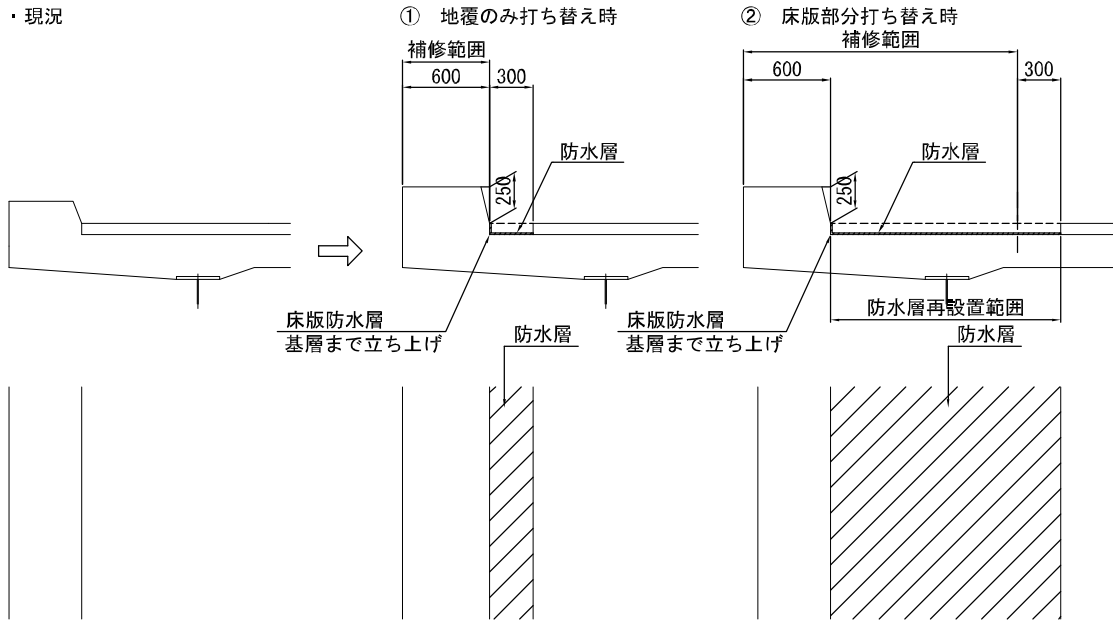


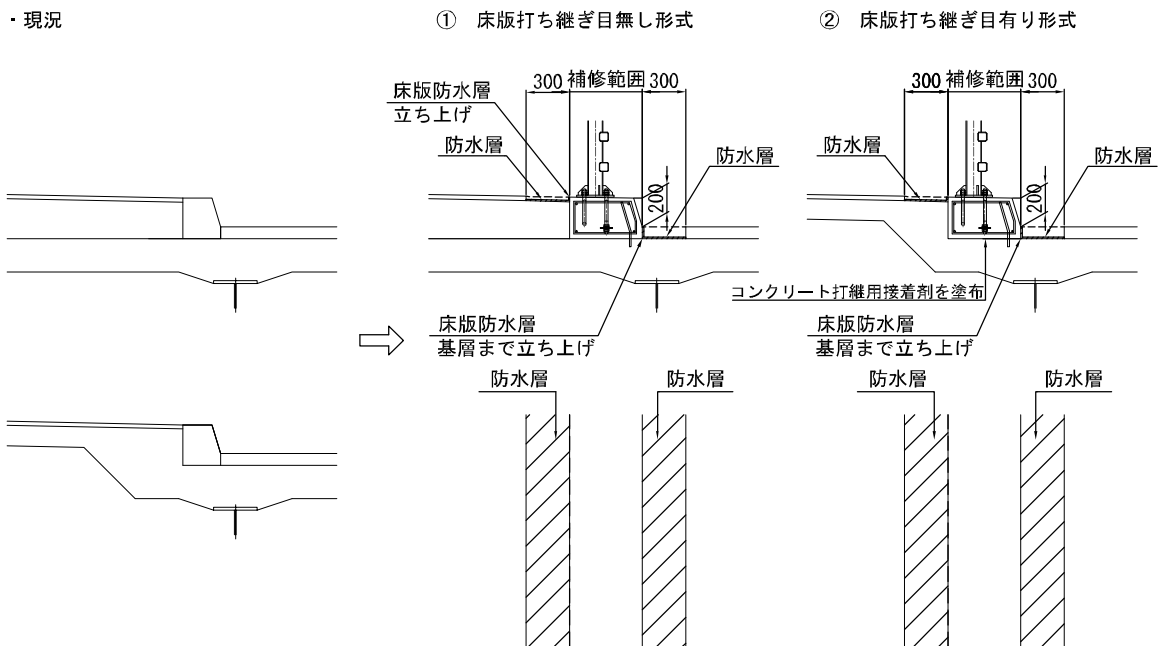
図9.2.3 地覆取り壊し例（参考図）

- (2) 地覆打換えにともなう舗装撤去部には、床版防水層を敷設する。床版防水工の敷設に関する参考図を下記に示す。

防水層設置範囲図（車道部）



防水層設置範囲図（歩車道境界部）



## 9.3 連続繊維シートによる補修・補強

### 9.3.1 適用範囲

本章は、橋梁等の補修・補強工事に使用する連続繊維シートの設計について適用する。

### 9.3.2 基本方針

- (1) 橋梁等の補修・補強工事に使用する連続繊維シートは、材料特性や適用条件等を十分踏まえた上で、個別箇所毎に適切な設計を行うこと。
- (2) 疲労補強や剥落防止対策等で床版下面に連続繊維シートを接着する場合、接着性能が失われることを防ぐため、床版防水工との併用を基本とする。
- (3) 河川内の橋脚の耐震補強として連続繊維シートによる曲げ補強を行う場合、単方向に強度を発揮する連続繊維シートを採用することを基本とする。
- (4) 耐震補強として橋脚に連続繊維シートを接着する場合、橋脚コンクリートと連続繊維シートとの接着だけではなく、その表面に施す表面保護工についても接着性の確認された材料を選定すること。

#### 【解説】

- (1) 連続繊維シートは、材料特性の異なる多様な種類（例えば、材料強度、弾性係数、製造方法など）の製品が市販されており、製品ごとに適用条件（例えば、目付量、接着剤の使用条件、施工手順、施工品質管理方法等）が定められている。

連続繊維シートにより補修・補強を行う場合は、材料の特性や性能が保証される適用条件等を十分踏まえた上で、シートの種類、目付量及び層数などについては経済性を考慮し計画・設計すること。

また、計画・設計にあたっては、研究機関、学会等の技術資料<sup>※1</sup>が参考になるが、これらを基準のごとく画一的に用いることのないように留意すること。

※1：例えば、『共同研究報告書整理番号第235号 コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ)－炭素繊維シート接着工法による道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針(案)－(平成11年12月建設省土木研究所)』など。

- (2) 床版内部に滞水すると、接着性能の低下だけではなく、RC床版の疲労やコンクリートの劣化が促進される恐れがある。そのため、床版下面に連続繊維シートを接着する場合には、床版防水工を併用することを基本とする。また、連続繊維シートによる床版下面補強を実施する場合、補強後の維持管理の観点や、滞水を防ぐ目的で、シートに間隔を空けて格子状に接着する格子貼りとするのが良い。

なお、格子貼りを採用せずに、既設床版下面全面に連続繊維シートを貼付ける全面貼りを採用する場合には、連続繊維シートより先に床版防水工を施工しなければならない。

参考文献：『複合構造シリーズ09 FRP接着による構造物の補修・補強指針(案)(2018年7月,土木学会)』、『コンクリートライブラリー95 コンクリート構造物の補強指針(案)(平成11年9月,土木学会)』など。

(3) 連続繊維シートの中には1枚で複数方向に強度を発揮する材料もあるが、経年で表面保護工が消失した場合、紫外線による劣化作用が補強効果へ及ぼす影響が大きい可能性がある。そのため、表面保護工の消失の恐れが高い河川内の橋脚では、単方向に強度を発揮する連続繊維シートを採用することを基本とした。なお、単方向の連続繊維シートで曲げ補強を行う場合、耐力計算の対象となる軸鉄筋方向の連続繊維シートを内側、はらみ出し防止の役割となる周長方向の連続繊維シートを外側に配置すること。

(4) 連続繊維シートによる橋脚の耐震補強箇所において、連続繊維シートを紫外線や河川流下物から保護する目的で施工される仕上げ厚さ10 mmの表面保護モルタルの浮き変状が剥落し、連続繊維シートが外部に露出する事例が複数生じている。そのため、表面保護工についても接着性の確認された材料を選定することとした。

表面保護工に仕上げ厚さ10 mmの表面保護モルタルを採用する場合、10mmの層厚を一度に仕上げることが可能な材料を選定することとし、最大塗布厚10未満の材料は選定しないこと。また、付着力を確保するため、接着増強の役割を有するプライマーを構成材料に含む工法を選定すること。なお、表面保護工の厚さを10mm以上の厚さで施工するなど、やむを得ず時間間隔を空けて複数層の施工を行う場合、目粗し等によって付着面積を増やすような手法ではなく、接着増強剤などによる化学的な作用によって付着力を増強させる方法を選ぶことが望ましい。

また、波打ち際の橋脚の表面保護モルタルにおいて、波浪による保護モルタルのすり減りが確認されている。そのため、波浪の影響を受ける橋梁においては、すり減りに強い材料の採用や、表面保護工を増厚して設計することが望ましい。

繊維露出が生じる一因である表面保護モルタルの浮き変状は、表面保護モルタル表面に生じたひび割れに沿って発展することが確認されている。そのため、表面保護モルタルの施工に際しては、初期の収縮ひび割れなどを低減することを目的に、養生日数の確保や、封緘養生などによる水分逸散対策を実施することが望ましい。