

道路橋床版の 維持管理マニュアル

2012年6月

公益社団法人 **土木学会**

鋼構造委員会

道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会

公益社団法人 土木学会 鋼構造委員会
道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会

委員構成

委員長	大田 孝二	(一財) 土木研究センター
副委員長	阿部 忠	日本大学
幹事長	大西 弘志	岩手大学
幹事	塩永 亮介	(株) I H I
〃	藤山 知加子	法政大学
連絡幹事	橋 吉宏	川田工業 (株)
顧問	日野 伸一	九州大学大学院
〃	堀川 都志雄	元 大阪工業大学
〃	松井 繁之	大阪工業大学
委員	岡田 昌澄	首都高速道路 (株)
〃	鈴木 寛久	首都高速道路 (株)
〃	田中 良樹	(独) 土木研究所
〃	増井 隆	首都高速道路 (株)
〃	三田村 浩	(独) 土木研究所 寒地土木研究所
〃	村山 隆之	(株) エム・ケー・コンサルタント

〈床版補修工法の評価選定検討分科会〉

分科会長	緒方 辰男	西日本高速道路 (株)
幹事	久保 圭吾	宮地エンジニアリング (株)
委員	石崎 茂	(株) 富士技建
〃	一瀬 八洋	鹿島道路 (株)
〃	今吉 計二	福岡北九州高速道路公社
〃	上條 崇	(株) 横河住金ブリッジ
〃	川井 豊	日本大学
〃	後藤 昭彦	(株) 高速道路総合技術研究所
〃	小林 朗	新日鉄マテリアルズ (株) 日鉄コンポジット社
〃	佐藤 貢一	奈良建設 (株)
〃	佐藤 辰巳	パシフィックコンサルタンツ (株)
〃	清水 良平	川田工業 (株)
〃	関口 幹夫	東京都
〃	本間 雅史	(株) ドーコン
〃	松井 俊道	名古屋高速道路公社
〃	松原 浩司	(株) ケミカル工事
〃	松本 政徳	(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
〃	峰松 敏和	住友大阪セメント (株)
〃	山浦 明洋	横河工事 (株)
〃	横山 和昭	西日本高速道路 (株)
〃	横山 広	(株) 国土開発センター
旧委員	長屋 考司	名古屋高速道路公社
〃	和田 圭仙	西日本高速道路 (株)

(五十音順, 敬称略)

目 次

はじめに	1
第1章 総 則	
1.1 適用の範囲	5
1.2 用語の定義	7
1.3 維持管理の流れ	10
第2章 道路橋床版の損傷と点検調査方法	
2.1 道路橋床版の損傷	
2.1.1 RC床版の損傷	16
2.1.2 PC床版の損傷	21
2.1.3 合成床版の損傷	23
2.2 道路橋床版の点検	
2.2.1 点検の目的	28
2.2.2 点検の種別と方法	29
2.2.3 点検の流れ	31
2.2.4 道路橋床版の点検項目	34
2.2.5 点検結果による損傷度の評価	38
2.2.6 対策区分の判定	39
2.2.7 道路橋床版の評価・判定の運用	40
2.3 道路橋床版の詳細調査	
2.3.1 調査の目的と概要	50
2.3.2 詳細調査の項目	50
2.3.3 詳細調査方法	54
第3章 道路橋床版の劣化進行過程の評価	
3.1 道路橋床版の劣化要因と劣化進行過程	
3.1.1 輪荷重による疲労	80
3.1.2 塩 害	84
3.1.3 凍 害	88
3.1.4 中性化	90
3.1.5 アルカリシリカ反応	92
3.1.6 初期欠陥	95
3.1.7 複合劣化	97

3.2	変状グレードによる劣化進行過程の評価	
3.2.1	ひび割れ間隔と遊離石灰による評価	101
3.2.2	はく離面積による評価	102
3.2.3	舗装損傷による床版上面の評価	102
3.3	疲労耐久性の詳細な評価方法	
3.3.1	ひび割れ密度による疲労耐久性評価	105
3.3.2	たわみ試験による疲労耐久性評価	107
3.3.3	輪荷重走行試験による疲労耐久性評価	112
3.3.4	数値解析による疲労耐久性評価	116
第4章 対策工法の選定		
4.1	対策工法選定上の着目点	120
4.2	対策工法の選定手順	122
4.3	対策工法選定の事例	128
4.3.1	一般	128
4.3.2	中性化－ひび割れ注入工法, 表面保護工法	129
4.3.3	塩害－電気化学的防食工法	135
4.3.4	輪荷重による疲労－縦桁増設工法	141
4.3.5	輪荷重による疲労－炭素繊維シート接着工法	147
4.3.6	輪荷重による疲労－下面増厚工法	153
4.3.7	輪荷重による疲労－鋼板接着工法	159
4.3.8	輪荷重による疲労－上面増厚工法	164
4.3.9	塩害－部分打換工法	171
4.3.10	輪荷重による疲労・塩害－下面増厚工法＋電気化学的防食工法	177
4.3.11	輪荷重による疲労・凍害－上面増厚工法	185
第5章 対策工法の設計施工		
5.1	一般	193
5.2	各種対策工法	193
5.2.1	床版防水工法	193
5.2.2	ひび割れ注入工法	194
5.2.3	表面保護工法	199
5.2.4	電気化学的防食工法	207
5.2.5	縦桁増設工法	215
5.2.6	炭素繊維シート接着工法	219
5.2.7	下面増厚工法	228
5.2.8	鋼板接着工法	236
5.2.9	上面増厚工法	243
5.2.10	水平ひび割れ注入工法	252
5.2.11	部分打換工法	254
5.2.12	床版取替工法	257

【付録】

《付録 1》道路橋の維持管理における本マニュアルの背景と概要	付-1
《付録 2》道路橋床版の維持管理マニュアル適用事例	
付録 2.1 輪荷重による疲労を受けたRC床版	付-18
付録 2.2 凍結防止剤による塩害を受けたRC床版	付-29
《付録 3》数値解析事例	付-39
《付録 4》道路橋の維持管理における設計基準の変遷	付-43

5.2.7 下面増厚工法

5.2.7.1 概要

- (1) 下面増厚工法は、床版下面に所定量の補強筋を配置し、ポリマーセメントモルタルを吹付け工法などで増厚一体化する工法である。
- (2) 下面増厚工法による補修・補強の設計は、床版の点検結果に基づき、その劣化・損傷要因、劣化進行過程を適切に評価し、工法の適用性について検討したうえで行うのがよい。

【解説】

- (1) 下面増厚工法は、床版下面に所定量の補強筋を配置し、ポリマーセメントモルタル（以下PCMと記す）を吹付け工法などで増厚一体化する工法である。標準断面を図-解 5.2.35 に示す。本工法は、PCMの高付着性能を利用し既設床版と下面増厚部を一体化し、合成機能を発揮させる工法である。その結果、床版の鉄筋応力度やたわみ量を低減させ疲労耐久性を向上させるものである¹⁾²⁾。

また、PCMの中性化進行速度が一般のコンクリートと比較して遅く、凍結融解作用などの外的環境に対して耐久性が高いことから、補強後の耐久性向上も期待できる。そのため下面増厚工法のかぶり厚さは、耐久性から定まる値として10mm以上もしくは鉄筋径以上とし、一般のコンクリートのかぶり厚さより薄い構造となっている。吹付けによる増厚充填は充填性がよいことから、D6～D13程度の細径鉄筋の場合、補強筋は床版下面に直接固定する手法が取られている（図-解 5.2.36）。一方、D16以上の鉄筋を使用する場合は、床版と鉄筋の間を10mm程度あけ、PCM吹付けモルタルが充填しやすくするとよい。

PCMの湿式吹付け工法は、ミキサによりPCMを所定時間練混ぜ、練りあがったPCMをポンプにより吹付けノズル先端まで圧送し、高圧力のエアで吹付けるものである。また、PCMの湿式吹付け工法は、ロス率が1.25程度と低く、吹付け作業時の粉塵も少なく作業環境は良好である。床版下面への一層あたりの吹付け厚さは30mm程度であり、増厚量が厚い場合は吹付けを積層し厚付けを行う。寒中の期間は施工後適切な養生を行い、所定の強度が得られるよう配慮する必要がある。

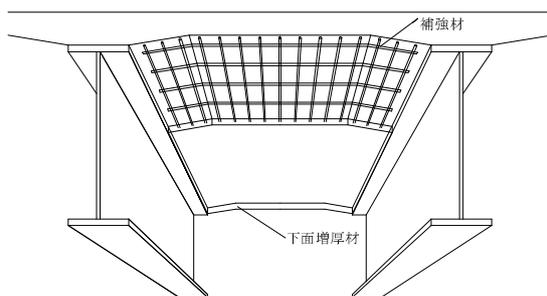


図-解 5.2.35 下面増厚工法概念図

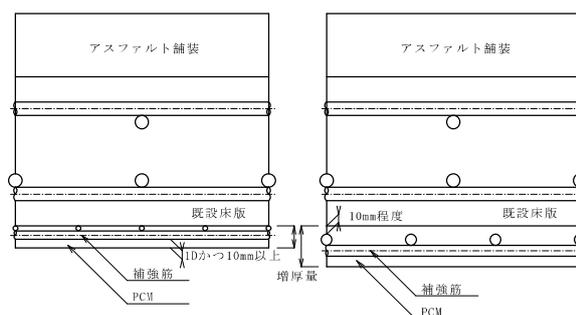


図-解 5.2.36 PCMを用いた下面増厚工法の標準断面

- (2) 下面増厚工法は、床版の引張側となる下面に補強筋を配置し、既設鉄筋の応力を負担する補強工法である。このことから、主として床版の曲げ補強を目的に使用されている。補強筋をPCMを用いて増厚一体化するために床版厚さは増加し、増厚量分のせん断耐荷力の向上も期待できる。この曲げ補強とせん断補強により、下面増厚工法は床版の鉄筋応力度やたわみ量を低減させ疲労耐久性を向上させるものである³⁾。

下面増厚工法の床版の損傷要因と適用範囲については、3章に記載されている。通行車両の荷重条件は、B活荷重に対する床版の補強対策が可能であり、劣化進行過程としては加速期前期までの床版に対する補

強対策である。床版の損傷段階が乾燥収縮により橋軸直角方向に貫通したひび割れが大きな間隔で発生する潜伏期の段階においても予防保全として下面増厚工法を実施することにより床版の疲労耐久性を向上させることから延命効果がある。過去の実績と実橋での載荷試験の結果から二方向ひび割れ、輪荷重により床版上面ではねじりモーメントによって橋軸直角方向にひび割れが発生し、下面から発生したひび割れとつながり貫通し、並列の梁状になる加速期前期の段階においても下面増厚工法を実施することにより床版の剛性が向上し疲労耐久性を向上させ延命効果があることが報告されている。これらの範囲の損傷に対し下面増厚工法は適用可能である。

下面増厚工法などの下面対策は、床版上部などからの雨水の浸透があると、既設床版と補強部界面に浸透水が滞水する。その結果、雨水の浸透および滞水は補強後の床版の疲労耐久性を低下させる。以上のことから下面増厚工法を検討する場合は、床版防水システムを計画し、あわせて部分打換え、ひび割れ注入の検討もするのがよい。

塩害、凍害、中性化、ASRにより損傷を受けた床版に対する下面増厚工法の適用性については3章に示されている。下面増厚工法は輪荷重による床版の疲労損傷に加え、これらの劣化原因により床版が損傷しており、床版の損傷に対する補修と疲労耐久性向上が必要な場合に適用する。また、塩害、凍害、中性化、ASRにより床版が劣化損傷し既設鉄筋の断面が欠損している場合に、欠損した鉄筋分の耐荷力を回復する目的として下面増厚工法を適用することができる。

塩害を受けた床版の損傷は、海浜部からの飛来塩分により塩化物イオンがコンクリート中に侵入するものと、施工時にコンクリートに使用された海砂により塩化物イオンがコンクリート中に内在する内部塩分によるものに大別される。いずれの場合も床版上面と下面側の鉄筋が発錆し、かぶりコンクリートの浮きや剥離が生じる。床版上面側と下面側の浮きや剥離が生じた箇所のコンクリート中の塩化物イオン濃度が発錆限界 1.2kg/m^3 以上である場合には、鉄筋の裏側までコンクリートを除去しポリマーセメントモルタルで断面修復する。さらに下面増厚補強することにより断面剛性が向上し床版の疲労耐久性が向上する。

凍害により損傷した床版は、床版上面側の地覆、高欄、床版や張出し床版、床版下面等にコンクリートのスケーリングや断面欠損が生じる。中性化により損傷した床版は主に床版下面のかぶりコンクリートの剥落や浮きが生じている。耐荷力や疲労耐久性の向上が必要な場合には、床版上面側や張出し床版などの断面欠損部分の補修を施し床版下面増厚工法により補強する。補修方法は損傷部分のコンクリートを取り除きポリマーセメントモルタルで断面修復する。補修後に下面増厚することにより床版断面剛性が向上し床版の疲労耐久性が向上する。

ASRによる床版の損傷やその補修対策は十分な事例や研究が実施されていない。そのため、ASRにより損傷した床版の補修補強を行う場合には、その適用性について十分検討したうえで実施するのがよい。損傷状況はASRにより床版内部に層状のひび割れが発生し、特に雨水等が供給される床版上面と張り出し床版や床版下面のかぶりコンクリート部にひび割れが発生し内部からゲルが析出し、損傷が進行すると浮きや剥離が生じるものである。これらの損傷箇所の断面欠損部分の断面修復をポリマーセメントモルタルで施し、下面増厚することにより断面剛性が向上し床版の疲労耐久性向上を目的とする補強が可能である。

塩害、凍害、中性化、ASRによる床版劣化は、補修補強後に床版に雨水等が供給されることを防ぐことにより塩化物イオンの供給や劣化の進行を抑制し再損傷を防ぐことが可能となる。そのため、断面修復・下面増厚補強と同時に橋面防水工を実施する必要がある。また、伸縮ジョイントからの回り水や張出し床版からの回り水により床版下面に雨水や塩化物イオンが供給される場合は、供給される範囲をコンクリート表面保護工により塩化物イオンの侵入を防ぐことが必要である。

5.2.7.2 設計

- (1) 下面増厚工法は、標準断面を基本とし、補強筋を設計計算により決定するのがよい。
- (2) 増厚の施工範囲は、ハンチ下端までとし、増桁が増設されている場合は増桁上フランジ端部までとするのがよい。
- (3) 下面増厚工法の標準的な構造細目を以下に示す。
 - ・補強筋は、主桁フランジ近傍まで配置し、鉄筋の場合は細径鉄筋を数多く配置するようにする。
 - ・かぶり厚さは、所定の耐久性が得られる厚さ以上とする。
 - ・補強筋は、アンカーボルトと取り付け金具を用いて床版下面に直接固定・配置する。
 - ・補強筋の継手は重ね継手とし、所定の継手長を確保する。
- (4) 補強筋は、規格に適合した適切な材料を使用する。下面増厚に使用するモルタルは、既設床版と一体化し補強効果を発揮できる材料を使用する。

【解説】

(1) 床版は、輪荷重を直接受け主桁などに比べ過酷な条件下にさらされているため、疲労耐久性を確保することが重要である。近年、床版の種々の研究成果として床版厚さと水分が疲労寿命に大きく影響することが判明してきた。特に、床版の疲労劣化は、押抜きせん断耐力との関係性が明らかになってきている。このため、下面増厚により、既設床版のせん断耐力を確保するために必要な増厚量を決定する必要がある。このため、下面増厚量は、かぶり厚の設定、補強鉄筋量の設定およびせん断耐力の照査により決定する。なお、せん断耐力の照査は、補強床版厚が道路橋示方書に定める最小床版厚を満足する場合は、省略することができる。

下面増厚工法は、図-解 5.2.37 の手順により設計を行うものとする。下面増厚により上部工の死荷重が増加するが、増厚さ 70mm 程度では橋梁の上部工全死荷重の 5~6% 程度の増加である。このため、下面増厚に伴う死荷重増加に対する主桁や床組みの補強は基本的に行わなくともよい。

既往の研究成果より既設コンクリートと下面増厚部は一体となり合成構造として機能する。このことから下面増厚工法を曲げ部材に適用する場合、補強材と既設コンクリート断面が一体化した合成断面として、部材断面に生じるコンクリート、既設筋の応力度は算定することができるものとする。また、本工法は、すでに作用している永久荷重により既設構造物が変形した状態で施工が行なわれることから、補修・補強材は補強前に作用している永久荷重を負担することができない。したがって補強前に既に作用している永久荷重は、補強前の既設断面が負担するものとし、活荷重および補強後に作用する永久荷重は補強後の断面が負担するものとして、これらの荷重による応力度の合成応力度を算定する⁴⁾。

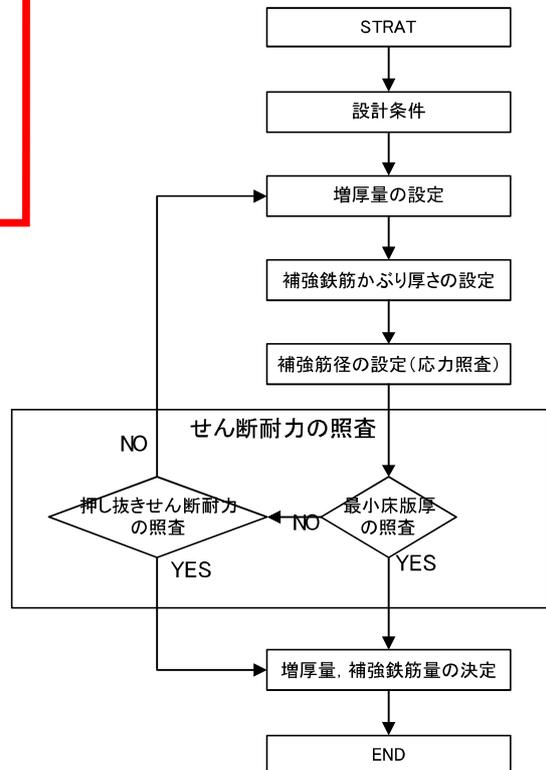


図-解 5.2.37 設計の手順

- (2) 増厚の施工範囲は、ハンチ下端までとし、増桁が増設されている場合は、増桁上フランジ端部までとする。

ハンチ角部の断面変化点は、押抜きせん断破壊の端部となる場合がある。このため床版厚さはハンチ下端まで増厚した方が床版の押抜きせん断補強には有効であり、曲げ補強の端部定着としても有効である。このことから下面増厚補強範囲は、ハンチ下端までとした(図-解 5.2.38)

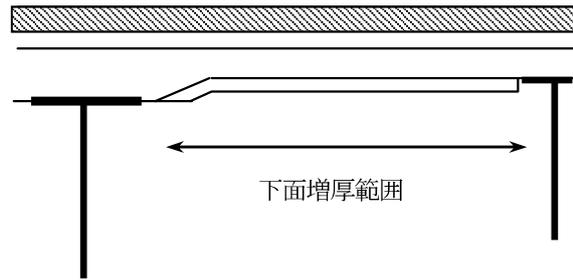


図-解 5.2.38 下面増厚補強範囲

- (3) 必要断面積が同じであれば、補強筋の間隔を大きくすると補強筋の1本当りの必要断面積が大きくなり、増厚量も増加するため、不経済となる。また補強筋の間隔が適当に小さい方がひび割れの分散性も良好である。したがって、一般に必要な断面積が同じ場合には、できるだけ間隔が小さくなるよう補強筋の大きさを選定する(最大間隔 150mm)。

増厚部の厚さは、補強筋の外側に 10mm 以上かつ補強筋の径以上のかぶりを確保できる厚さが標準である。補強筋とモルタルとの付着を確保し補強筋に合理的に応力負担させるために、補強筋の最外面から径以上のかぶりを確保し、PCM の中性化進行速度が、通常のコングリートと比較して 1/5 以下であることから、耐久性上必要となる最小かぶり厚さを 10mm 以上としている。

さらに、塩害などで損傷した床版の補強を行う場合には、既設鉄筋および補強筋の必要かぶり厚さが確保できるように増厚量を決定する。また、鉄筋の腐食対策には PCM に防錆剤を混入することも、腐食対策として有効である⁵⁾。

使用限界状態内では、補強筋の既設コングリート部材への定着は、増厚部のモルタルと旧コングリートの付着により確保することができる。さらに補強筋をコングリートアンカー(M8以上)6本/m²で固定することにより、終局性状が改善され、疲労耐久性が向上する。このことから、補強を目的とした場合には、コングリートアンカー(M8以上)を6本/m²以上で、補強筋を固定する。

補強筋の継手は、重ね継手とし、必要な継手長を重ねた後、PCM を増厚し継手部を既設部材に一体化する。補強筋が鉄筋の場合には、必要継手長は、鉄筋径の30倍以上の長さとする。その他の補強筋を使用する場合には、その材料の仕様に従うものとする。また、主鉄筋方向には継ぎ手を設けない。

- (4) PCM を用いた下面増厚工法に用いる補強筋は、異形鉄筋、または FRP(Fiber Reinforced Polymer)グリッドを用いる。補強筋に鉄筋を用いる場合には、「JIS G 3112 鉄筋コングリート用棒鋼」に適合する SD295A 以上の異形棒鋼を用いる。過去の使用実績では、D6~D19 の補強鉄筋が使用されている。D6、D10 等の細径鉄筋は SD295A が多く用いられている。細径鉄筋の SD345 は、受注生産であり量産されていないことから、補強鉄筋として細径鉄筋を使用する場合は SD295A を使用して良い。また、施工の合理化を目的に工場で格子状に溶接加工した補強鉄筋が使用されている。溶接加工した補強鉄筋は、輪荷重の繰返し作用による溶接箇所の破断が懸念されるが、補強筋に作用する応力レベルが比較的低いことと、輪荷重走行試験により補強鉄筋の溶接箇所の疲労損傷が無いことが確認されている。このことから、補強筋を格子状に溶接加工したものを使用することができる。

補強筋として用いる FRP グリッドは、連続繊維に樹脂系接着剤に含浸させながら連続的に格子などの形状に成形された連続繊維補強材で、道路橋床版の補強では炭素繊維を強化繊維とした CFRP(Carbon Fiber Reinforced Polymer)グリッドが主として用いられている。CFRP グリッドには、炭素繊維の種類によって高強度型(引張強度 1400MPa、ヤング係数 100GPa)と高弾性型(引張強度 1200MPa、ヤング係数 165GPa)が

あり、それぞれ断面積や格子間隔の異なるものが製造されている。

鉄筋と FRP グリッドの品質性能の違いは、補強筋の破断に至る荷重～ひずみの関係において、鉄筋が降伏点を有するのに対し、FRP グリッドでは降伏点を

持たず、破断強度まで荷重～ひずみの関係が直線的で塑性変形を示さないことである⁴⁾。また、CFRP グリッドは、素材の成分から中性化や塩害などによる発錆やアルカリなどによる劣化現象を生じない耐久性に優れた補強筋である。炭素繊維以外の強化繊維を使用する場合には、アルカリなどに対する化学的安定性や耐久性などに考慮した材料を選定が必要である。

下面増厚工法に用いる PCM は、輪荷重試験により床版補強の疲労耐久性向上を確認した材料を使用する。下面増厚工法に用いる PCM の必要物性の例を表-解 5.2.18 に示す。下面増厚工法に使用する PCM は、主にプレミックスモルタルが使用されている。セメント成分、細骨材および粉末化された界面活性剤やポリマー成分と必要に応じて繊維などがあらかじめ製造元工場で配合され、一つの包装で供給される材料である。本材料は、水のみを混合することで下面増厚工法の PCM として用いることができる。試験または信頼できる資料により品質が確かめられるものを用いる。また、従来使用されていた乾式吹付け材料は粉塵が多いなどの問題点が指摘されていたが、近年技術改善が図られてきている。輪荷重走行試験などにより補強効果の確認が行われれば使用することも考えられる。

表-解 5.2.18 ポリマーセメントモルタルの必要物性の例

試験名称	規格	基準値 (4週強度)
付着試験	建研式	1.7 N/mm ² 以上
圧縮試験	JIS R 5201	27.0 N/mm ² 以上
曲げ試験	JIS R 5201	6.0 N/mm ² 以上
引張試験	JIS A 1113	2.5 N/mm ² 以上
静弾性試験	ASTM C 469	1.5×10 ⁴ N/mm ² 以下

5.2.7.3 施工と維持管理

- (1) 下面増厚工法による道路橋床版の補強は、床版コンクリートと下面増厚部分の一体化が図れるように、適切な施工手順、材料の選定、施工および施工管理を行う。
- (2) PCM の品質管理は、硬化する前の性状と硬化後の性状を確認することにより実施する。
- (3) 下面増厚工法により補強を行った道路橋床版は、供用期間を通じて適切な維持管理を行い、所要の性能を満足するように維持するのがよい。

【解説】

- (1) PCM による下面増厚工法の一般的な施工のながれを図-解 5.2.39 に示す。図-解 5.2.39 に示した各工程の概要は次のとおりである。
 - ① 施工計画書：施工計画書では、計画工事の目的を十分理解し、現地の状況を踏まえて、使用材料、施工機械、施工手順、安全衛生管理等を計画する。施工前調査や試験施工により得られた結果を施工管理手法や施工管理試験に用いる。
 - ② 足場架設：下面増厚施工は床版下面の施工であることから、上向き作業が主となる。そのため足場は全面板張りとし作業に支障の無いようにする。また、作業空間は表面処理工・補強筋の取付け・吹付け作業を通じて 1800mm 程度の作業空間が確保できるよう適切な足場を設置する。

③ 施工前調査:床版下面の変状調査及び既設床版形状を計測し、下面増厚工法の施工に必要な情報を得る。その結果を下面増厚工法の施工計画に反映させ、施工精度の向上と効率的で経済的な工程管理を行う。そのため下面増厚の施工前に実施する。

④ 基準試験:基準試験は対象となる橋梁毎の条件下で、実際に使用するミキサとポンプを用い、材料・設備・施工に関する試験を実施し、下面増厚材料が所定の性能を有していることを確認する。基準試験は、施工規模や現場の状況を考慮して材料メーカーの品質証明により確認してもよい。

⑤ 試験施工:計画される増厚断面の配筋がD19程度以上で断面厚が厚くなるなど過去の実績が少ない場合、必要に応じて試験施工を実施する。試験施工は対象箇所や構造物の置かれている環境を考慮して行うものとし、実施工における施工管理方法・施工管理基準・品質管理基準に反映させることを目的とする。

⑥ 桁等防護養生:ケレン工による桁の損傷やPCM吹付けモルタルによる粉塵等の飛散防止を目的に桁や足場の防護養生を行う。

⑦ 事前補修:事前調査の変状調査により確認されたひび割れのうち、漏水を伴っているものや、有害であると考えられるひび割れの補修を行っておく。また、変状調査により確認されたかぶりコンクリートの浮き、剥離や剥落箇所の補修対策として断面修復を行っておく。塩害などで劣化したコンクリートの補修を行う場合、高塩分部の除去や浮きや豆板などコンクリートの不良部を除いた後、既設鉄筋の防錆処理など適切な処置を行う。

床版下面に発生しているひび割れは、ひび割れ注入などのひび割れ補修を実施することを基本とする。この場合、漏水が生じているか貫通ひび割れの可能性の高いひび割れを対象に、下面増厚工事に先立ち補修を実施すると良い。

下面増厚にて床版の性能を回復できないような劣化が著しい箇所は、下面増厚に先立ち劣化部を部分的に打ち替えることを基本とする。

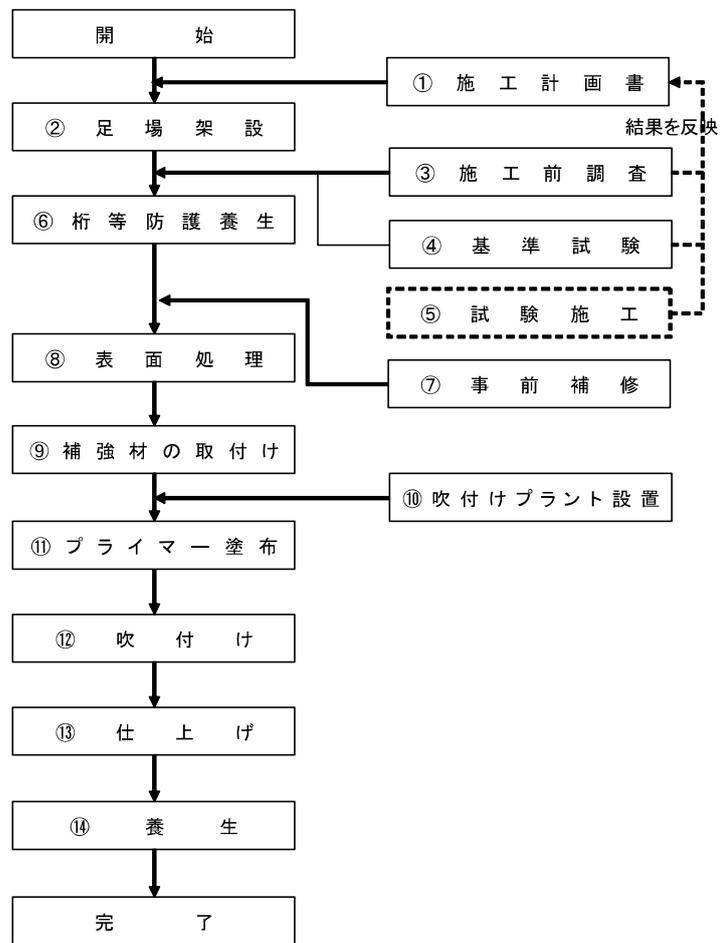


図-解 5.2.39 下面増厚工法の施工のながれ

- ⑧ 表面処理 (図-解 5.2.40) : 下面増厚に使用される PCM 吹付けモルタルの接着力を確保するために、床版下面の脆弱層を取り除く。施工方法は橋梁立地条件等を考慮し、ウォータージェット工法 (P 処理または S 処理) またはバキュームブラスト工法により行う。
- ⑨ 補強筋の取付け (図-解 5.2.41) : 補強筋を床版下面にコンクリートアンカーを用いて固定する (コンクリートアンカー M8 6 箇所/㎡)。
- ⑩ 吹付けプラント設置 : PCM 材料、ミキサ、吹付け機、コンプレッサー、発電機等を適切な場所に設置する。
- ⑪ プライマー塗布 : PCM 吹付けモルタル材料個々に指定された素地調整材料として、水やプライマー材を所定の方法で塗布する。
- ⑫ 吹付け (図-解 5.2.42) : PCM 吹付けモルタルをミキサで練混ぜ、PCM 吹付けモルタルをポンプにより床版下面まで圧送し、吹付けガンにより吹付け増厚を行う。
- ⑬ 仕上げ : コテ仕上げにより施工面を仕上げる。
- ⑭ 養生 : 必要に応じ仕上がり面に養生剤を散布し、足場内を適度な環境温度に保つ。
- ⑮ 留意事項 : 下面増厚工法は、既設コンクリートと補強筋が接着一体化されることにより補強効果が得られる。しかし、既設コンクリートと補強筋の接着部に床版からの浸透水等により滞水等があるとその接着効果が得られず、十分な補強効果が期待できないこともある。また、床版のひび割れに雨水等が侵入すると上面側の鉄筋の発錆及び床版の疲労寿命が急激に低下することが確認されている。このため、下面増厚工法の施工に先立って床版防水システムを整備することを原則とする。
- (2) 品質管理試験として以下の試験を行うのがよい。

① 材料のフレッシュ性状試験

PCM のフレッシュ性状は、モルタルの配合および流動性状を確認することにより行う。PCM は、所定配合を適切な練混ぜ方法により行うことにより、所定の流動性、ポンプ圧送性、厚付け性、良好な強度発現が得られる。このことから練混ぜを開始する時点および配合変更時にモルタル配合及び流動性状、モルタル温度、外気温等を確認し硬化前の品質を管理する。PCM のフレッシュ性状試験の例を表-解 5.2.19 に示す。



図-解 5.2.40 表面処理状況
(バキュームブラスト)

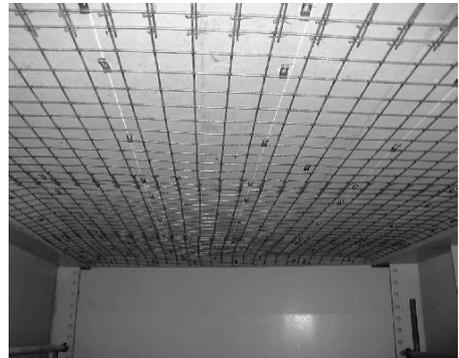


図-解 5.2.41 補強筋取付け状況



図-解 5.2.42 PCM 吹き付け状況



図-解 5.2.43 下面増厚補強完了

表-解 5.2.19 PCMのフレッシュ性状試験の例

試験項目	試験規格	試験頻度	備考
モルタル配合		練混ぜ開始時および配合変更時	適正配合であることを確認する。
流動性状	JIS R 5201	練混ぜ開始時*	フロー試験 JIS R 5201 等により流動性状を確認する。練混ぜ開始時以降は目視により流動性を確認する。
モルタル温度		練混ぜ開始時*	
外気温等		練混ぜ開始時*	

注) *必要に応じて実施する。

② 硬化した後の強度性状試験

硬化した後の PCM の強度性状は、付着強度試験、圧縮強度試験により強度等を確認することにより行う。硬化した後の強度試験は PCM 吹付けにより下面増厚した材料品質の安定性と性能確保を確認するために、200m²ごとに1回、付着強度試験、圧縮試験により強度等を確認することにより行うのがよい。PCMの硬化した後の強度試験の例を表-解5.2.20に示す。

表-解 5.2.20 PCMの硬化した後の強度試験の例

試験項目	試験規格	試験頻度	基準値（4週強度）	備考
付着強度試験	建研式付着強度試験	200m ² に1回	1.7 N/mm ² 以上	
圧縮試験	JIS A 1149-2001	200m ² に1回	27 N/mm ²	

(3) 維持管理

本工法では、床版上面からの浸透水や補強筋の腐食などによる経年劣化が補強後の床版の劣化として考えられる。床版上面からの浸透水や補強筋の腐食などは、一般の床版の損傷と同様に床版下面の補強面の外観変状を観察することにより把握できる。部分的に浸透水や補強筋の腐食などが確認される場合には、増厚部分の浮きが生じている場合があるので、たたき検査により確認し、必要に応じて適切な対策を講じるのがよい。

【参考文献】

- 1) 川間重一・内田賢一・西川和廣：既設 RC 床版の階段状荷重漸増載荷における疲労耐久性評価手法に関する研究，土木学会第 55 回年次学術講演会，CS-257，2000.10
- 2) 横山 和昭，佐藤 貢一，日野 伸一：下面増厚した RC 床版のせん断補強効果と疲労耐久性の評価に関する実験的研究，土木学会論文集 A Vol. 63，No.4pp.768-779，2007.12
- 3) 佐藤貢一，檜作 正登，肥田 研一，引地 健彦：吹付け下面増厚補強した道路橋 RC 床版の補強効果，コンクリート工学協会年次学術論文報告集，Vol22 .No.3 pp517-pp522，2000.6
- 4) 佐藤貢一，小林 朗，関根 健一，財津 公明：FRP グリット工法により床版下面増厚補強した道路橋 RC 床版の輪荷重走行試験による補強効果の確認，土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集，2001.9
- 5) ポリマーセメントモルタル吹付け工法によるコンクリート構造物の補修補強設計・施工マニュアル（案）（増厚補強編），RC 構造物のポリマーセメントモルタル吹付け補修・補強工法協会，平成 19 年 7 月

道路橋床版の維持管理マニュアル

平成24年6月14日印刷

平成24年6月21日発行

編集者 東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内） 土木学会鋼構造委員会
道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会
委員長 大田 孝二
発行者 東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内） 土木学会 大西 博文
発行所 東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内） 公益社団法人 土木学会

〒160-0004/ 電話(03)3355-3441 番(代表)

ISBN 978-4-8106-0782-6