

4. 100年橋梁を目指して

—鋼・コンクリート合成床版を用いた少数I桁橋の維持管理—

技術委員会 床版小委員会

設計小委員会

4. 100年橋梁を目指して

－ 鋼・コンクリート合成床版を用いた少数I桁橋の維持管理 －

技術委員会 床版小委員会 設計小委員会

上條崇、新井克典、春日井俊博、小西日出幸、遠藤輝好

1. はじめに

鋼・コンクリート合成床版¹⁾ (以下、合成床版) を用いた少数I桁橋は、高耐久性床版を用いて床版の支持間隔を大きくすることにより主桁本数を少なくし、横桁を単純化、横構を省略して構造の合理性を追求した橋梁形式である。この形式の橋梁は、部材数の減少により、シンプルな外観になるとともに、点検・維持管理もしやすくなるという特徴がある。この形式の橋梁は高速道路から一般道まで広く適用されてきており、施工実績は着実に増加している。

合成床版は、床版内部に水が浸入した場合に底鋼板上に滞水しやすく、かつ、床版下面から蒸発しにくい構造的な傾向がある。また、床版下面が鋼板で覆われているため、床版コンクリートのひび割れや滞水状態を直接目視できないことが維持管理上の課題となる。このため、合成床版を用いた少数I桁橋を維持管理していく上では、床版内に浸入した水をいかに検知するか、床版内に水が浸入した場合でも内部の鋼材の腐食をいかに抑制するかといった対応策を検討しておく必要がある。

本稿では、まず、合成床版の耐久性向上の要点を要求性能、設計、施工の面から整理する。次に、合成床版の耐久性を確保する上で重要な底鋼板の防錆に関して、厳しい腐食環境に置かれる合成床版の内面防錆仕様を実験検討した結果を紹介する。さらに、合成床版を有する少数I桁橋の具体的な維持管理方法として、合成床版の点検・調査方法について述べるとともに、長期間の供用期間中に万一、合成床版が損傷した場合の対策として、合成床版の部分打替え補修の要領を解説する。

2. 合成床版の耐久性向上の要点

2. 1 合成床版の要求性能

道路橋示方書で示される床版構造の基本的な要求性能²⁾は次のとおりであり、特に合成床版では、維持管理上の性能として床版コンクリート下面の状態を確認することが困難な構造であるため、変状確認時に安全

に補修・補強等できることが必要となる。

- (a) 荷重に対して疲労耐久性を損なう有害な変形が生じないこと。
- (b) 直接支持する活荷重等の影響に対して安全なこと。
- (c) 自動車荷重の繰返し通行に対して疲労耐久性がそこなわれないこと。
- (d) 部材の設計にあたっては、経年的な劣化による影響を考慮する。
- (e) 鋼種選定は、鋼材の機械的性質や品質を考慮する。
- (f) 所定の品質を確保できるコンクリートの打込み方法とする。
- (g) コンクリート内部の状態を直接的に確認できなくても、設計性能に対して十分な耐力を有しており、変状確認後も安全に補修・補強が行えること。
- (h) 橋の断面形の保持、剛性の確保、横荷重の支承への伝達が図れる構造とする。
- (i) 床版に主桁間の荷重分配作用を考慮した設計を行う場合には、その影響を適切に評価し、それに対して安全にする。
- (j) 地震の影響や風荷重等の横荷重に対して床版が抵抗する設計を行う場合には、その影響を適切に評価し、それに対して安全にする。

また、合成床版の設計にあたっての注意事項として、道示Ⅱ9.1.2の解説では、以下が記載されている。

- ・鋼部材とコンクリートを結合するずれ止めの溶接部や、鋼板、形鋼の取付け部又は開口部における鋼部材の疲労に対して配慮すること。
- ・継手部が一般部と同様の耐荷力及び耐久性を有していること。
- ・内部に水が浸入した場合にも滞水が生じないよう配慮すること。

2. 2 設計・施工の留意点

2. 2. 1 設計上の留意点

床版は、直接輪荷重を支持する部材であり、設計断面力における活荷重の占める割合が大きく、自動車の繰返し通行による疲労の影響を受けやすい部材であ

る。その上、床版の劣化が進行し、床版の補修が大がかりになると、交通への影響が懸念される。そこで、耐久性について検討するとともに、維持管理の容易さや確実性についても十分考慮して設計することが望ましい。床版の耐久性についての研究では、繰返し荷重による疲労損傷過程の解明につづき、材料劣化の影響の検討も始まっているので、最新の研究で得られた知見を床版の設計に反映していくことも重要である。

i) 防水・排水対策

桁端においては、伸縮装置とその上流側に設置された排水ます間での滞水を防止するためにスラブドレーンを設ける。縁石や鋼製排水溝を用いる場合には、空練りの敷きモルタルが多用されるが、目地からの浸水によって床版の劣化を引き起こすことが懸念されるため、床版上面に防水層を設けて、かつ施工中に溜まった水や施工後に浸水した雨水を排水できるような配慮が必要である。

ii) 塩害に対する配慮

塩害影響地域や凍結防止剤あるいは融雪剤が散布される寒冷地においては、①鉄筋のかぶりを大きくする。②塗装鉄筋を使用する。③コンクリート表面を塗装する。④使用コンクリートの水セメント比を制限する。等を配慮する必要がある。

iii) 輸送・架設時の安全性

鋼板パネルの輸送・架設時には、吊上げ、運搬時の支持点の位置や支持方法等に配慮し、鋼板パネルに過大な応力や有害な変形等を生じないようにすることが重要である。架設においては、施工手順と施工管理方法を照査し、各施工段階での床版と主桁の合成状態を考慮して、安全性を確認する必要がある。

iv) 底鋼板のモニタリング孔

合成床版は、乾燥収縮による初期ひび割れ防止のために膨張材を使用したコンクリートの適用を基本としており、さらにひび割れが発生した場合にも床版に降雨等による雨水が浸入しないように防水工を行う。防水効果の経時観察を行うことを目的に、鋼板パネルの縦横断勾配の低い位置にφ25mm程度のモニタリング孔を設ける。特に、連続桁の中間支点付近や床版コンクリートの打ち継ぎ目近傍は雨水が浸入しやすいので、モニタリング孔を配置することが望ましい。なお、桁下からの点検が困難な場合には、桁間の検査路から点検できるように、ハンチ部に設けることも検討する。

v) 側鋼板

側鋼板高さは、現地の施工条件を配慮して、足場工の要否とともに経済性を検討したうえで決定する。側鋼板の下端は水切りのために30mm程度突出させる。

2. 2. 2 施工上の留意点

施工において、鋼板パネルを鋼桁架設時の形状保持材として使用する場合は桁への固定方法や、鋼板パネルの継手作業、継手部の塗装用足場を確保するための施工条件を確認し、予め施工手順に盛り込んでおく。また、コンクリート打込み時の型枠としてのたわみ量確認、鋼材の周囲にコンクリートを充填するための締固め手順等を確認しておく必要がある。

i) 出来形管理

床版張出し部は、コンクリート自重による張出し先端のたわみ量が大きくなる場合がある。床版仕上がり高さで調整する方法や鋼板パネル製作時にキャンバーを付与する等、床版高さを確保する対策を決めておく。

ii) 鋼板パネルの現場継手

鋼板パネル間の継手は高力ボルトによる摩擦接合や引張接合等があり、それぞれ応力の伝達機構が異なることを把握しておく。使用するボルトの種類によって、締付け軸力管理方法に、トルク法、ナット回転法（溶融亜鉛めっき高力ボルトの場合）等があるため、それぞれの方法に応じた締付け機器の選定と締付け管理が重要である。

iii) 足場の設置

鋼板パネルの継手作業、継手部の塗装作業およびコンクリート打込み時の点検作業用に足場を設置する。

iv) コンクリート打込み・締固め

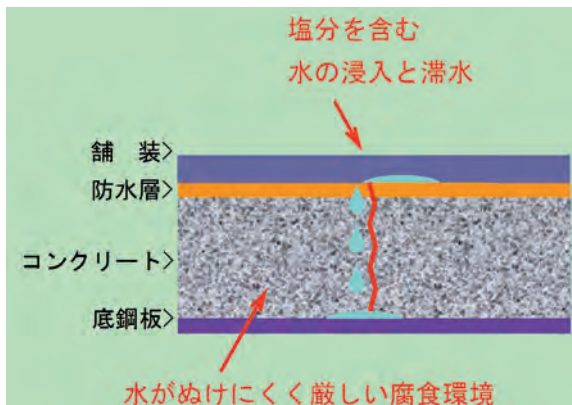
合成床版は鋼板パネルが型枠になるので、打込み時の鋼板温度に注意が必要である。例えば夏期の打込みではシート等で日射による温度上昇抑制対策をとるのがよい。また、鋼板パネルには補強用の鋼材が配置されているため、鋼材近傍で空隙が生じないように内部振動締固め機の締固め時間と間隔や挿入深さ等を管理する。

一般的なRC床版と同様、分割打設を行う場合には連続桁の中間支点付近の床版コンクリートに引張力が作用しないような、ひび割れ防止を考慮した打込み手順の検討が必要である。

3. 合成床版の維持管理

3. 1 底鋼板の防錆

合成床版は、床版内部に水が浸入した場合に底鋼板上に滞水しやすく、かつ床版下面から蒸発しにくい構造的な傾向（図一1）がある。また、寒冷地では冬期に凍結防止剤を路面に散布するが、塩化物を含んだ水が床版内部に浸入、滞水すると鋼材の腐食が促進されるおそれがある。これらの腐食環境に対して、合成床版の耐久性は次の点で基本的に確保されていると考えられている。すなわち、合成床版は、防水層により水の浸入が防止されていること、RC床版に比べて疲労耐久性が高くひび割れが発生しにくいこと、使用するコンクリートの水セメント比が低く中性化が遅いことである。しかし、防水層は完全ではなく、コンクリートのひび割れも皆無ではないことから、水の浸入を完全に防止することは不可能であり、コンクリートも施工の良否によっては強度が弱い部分が含まれる可能性がある。したがって、凍結防止剤が使用される寒冷地等において長期の耐久性を保証するためには塩化物の浸入を想定した対策が必要となる。



図一1 合成床版の構造的傾向

鋼板パネルのコンクリート接触面は、コンクリートにより防錆されるので、基本はコンクリート打ち込みまでの防錆があれば良く、現状では原板プライマーと部分的な補修塗装、あるいはブラストして無機ジンクリッチペイントを30 μ mの厚さで塗装する事例が多くなっている。これまでの検討結果^{3), 4)}から、特に腐食環境が厳しい条件で耐久性を向上させる必要がある場合の対策として次のことがわかっている。

- ・塗装による防錆は、一定の効果があり、ブラストして無機ジンクリッチペイントを75 μ mの厚さで

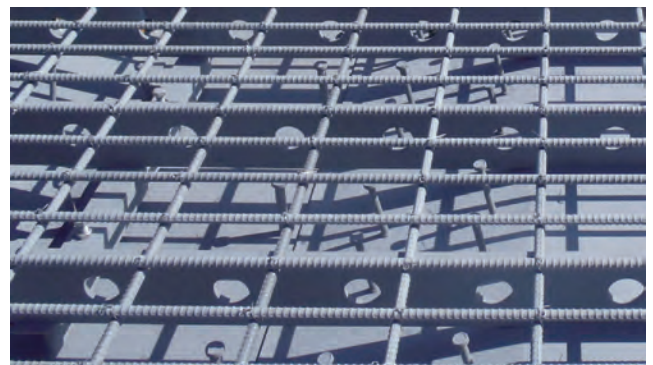
塗装する仕様が長期の耐久性が期待でき、経済性を考えるとともっとも良い。

- ・無機ジンクリッチペイントを防食下地として、その上にミストコートを施工する塗装仕様は、無機ジンクリッチペイント単体よりもさらに長期の耐久性が得られる。

現状の塗装仕様と提案する塗装仕様を表一1にまとめて示す。また、無機ジンクリッチペイントを75 μ mで塗装した実験供試体の例を写真一1に示す。この塗装は、高力ボルト摩擦接合面と同じであり、また重防食塗装の防食下地として鋼橋で一般的に用いられ実績が多いものであるため、合成床版のコンクリート接触面の塗装としてこれを適用することは、新たな設備投資が不要であることから経済的といえる。

表一1 塗装仕様

区分	塗装種別	素地調整
現状	原板プライマー(膜厚15 μ m)と部分的な補修塗装	原板のまま
	無機ジンクリッチペイント(膜厚30 μ m)	ブラスト 除錆度: ISO Sa 2 1/2
提案	無機ジンクリッチペイント(膜厚75 μ m)	
	無機ジンクリッチペイント(膜厚75 μ m)+ミストコート	



写真一1 塗装例（無機ジンクリッチペイント膜厚75 μ m）

提案する塗装仕様の耐久性を調べた複合サイクル試験の内容を表一2に示す。JISのサイクル腐食試験は、表中のステップ1から4に相当（以下、サイクルDという）し、これを3回繰り返した後で、飽和水酸化カルシウム溶液に浸漬する。なお、飽和水酸化カルシウム溶液に浸漬するのは、気中環境用のサイクルDにコンクリート中のアルカリの影響を付加して、コンクリート中にある合成床版の鋼材の腐食環境を模擬するためである。

塩水噴霧に使用する塩化ナトリウム濃度は50 \pm 10g/lとした。試験回数は、サイクルDの回数で表す。すなわち複合サイクル試験の24時間の試験回数は、3サイクルとなる。

表-2 複合サイクル試験

ステップ	時間[h]	温度[°C]	条件
1	0.5	30±2	塩水噴霧
2	1.5	30±2	湿潤 (95±3) %RH
3	2.0	50±2	熱風乾燥
4	2.0	30±2	温風乾燥
1~4	ステップ1~4を3回繰り返す		ステップ1~4のサイクルDの6時間を3回行う
5	4.0	23±2	飽和水酸化カルシウム溶液に浸漬

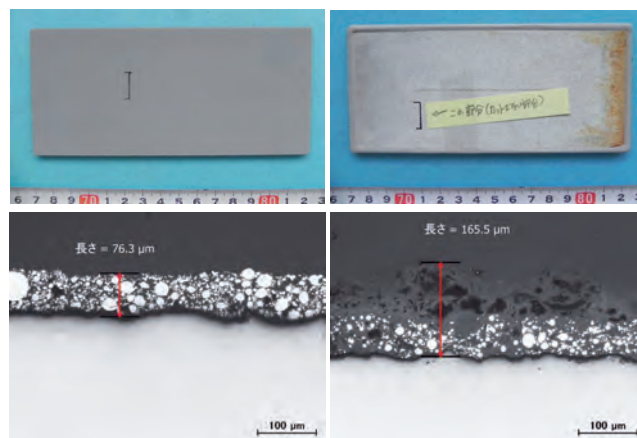
(備考) 移行時間は、各条件に移行後、その条件の規定の温度および相対湿度に達するまでの時間をいう。
 塩水噴霧から湿潤：10分間以内
 湿潤から熱風乾燥：15分間以内
 熱風乾燥から温風乾燥：30分間以内
 温風乾燥から塩水噴霧：瞬時に
 温風乾燥から浸漬：60分以内に（水洗いは行わない）
 浸漬から塩水噴霧：60分以内に（水洗いは行わない）

試験体の製作は、次のように行った。試験体は、サンドブラスト板で、寸法 150×70×3.2 mm とし、材質は SS400 とした。塗装の施工方法は、スプレーとした。きずは P カッターを用いて幅約 1mm、長さ 80mm、深さは鋼板面に達するまでとした。観察面以外から錆びないように、試験体の裏面、コバ面および表面の縁部分は、厚膜変性エポキシ樹脂塗料を試験体の塗膜の上に塗り重ねた。複合サイクル試験の前に、紫外線による劣化促進のためにキセノンランプ法（JIS K 5600-7-7：2008 促進耐候性）により 60 時間キセノンランプを塗膜試験面に照射した。

試験体の観察は、塗装外観および腐食状況を確認した。ただし、試験体周辺の内側約 10mm ときず下端から下方部分の外観評価、および錆汁による汚れは評価の対象外とした。

試験前と 603 サイクルの断面観察結果を写真-2、3 に示す。なお、試験前の断面観察用試験体は、複合サイクル試験の試験体とは別に用意したため、無機ジンク+ミストコート試験体の表面の色が異なっているが塗料は同じものである。塗料そのものの厚さは、初期値からほとんど変化していない。無機ジンクリッチペイントでは、白錆の分だけ全厚が厚くなっている。断面内の亜鉛粒子は、無機ジンクリッチペイントではサイクル数が増えるとともに消耗するが 603 サイクルでも残っており防食効果は維持されている。無機ジンク+ミストコートは試験終了時でも試験前と同様の亜鉛粒子が残っており、ミストコートによる防水効果が発揮されて無機ジンクリッチペイント単体に比べて腐食進行は遅いと考えられる。

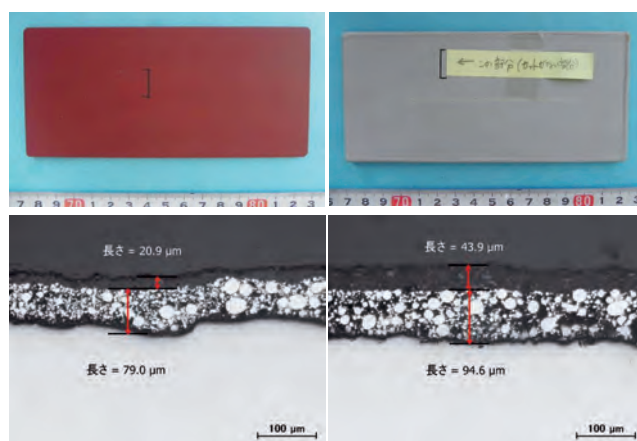
腐食環境における劣化因子の浸入に対して、ここで提案した対策をとれば、腐食耐久性を高めることができ、活荷重に対する疲労耐久性の高さと合わせてより長期に供用できる合成床版の実現が期待できる。



(a) 試験前 (b) 603 サイクル

写真-2 断面観察

(複合サイクル試験、無機ジンクリッチペイント)



(a) 試験前 (b) 603 サイクル

写真-3 断面観察

(複合サイクル試験、無機ジンク+ミストコート)

3. 2 合成床版の点検・調査

合成床版を含めて、構造物の寿命は設計・施工の良否はもとより、点検・調査、補修・補強を含めた維持管理によって大きく左右される。合成床版に限らずコンクリート系床版では、ひび割れからの雨水の浸入により床版の劣化は著しく加速されることが明らかにされており⁵⁾、合成床版の疲労耐久性を保持するためにも維持管理を適切に行う必要がある。合成床版の維持管理フローを図-2 に示す^{6), 7)}。点検結果や補修の履歴を一元管理して、維持管理に活用することが重要で

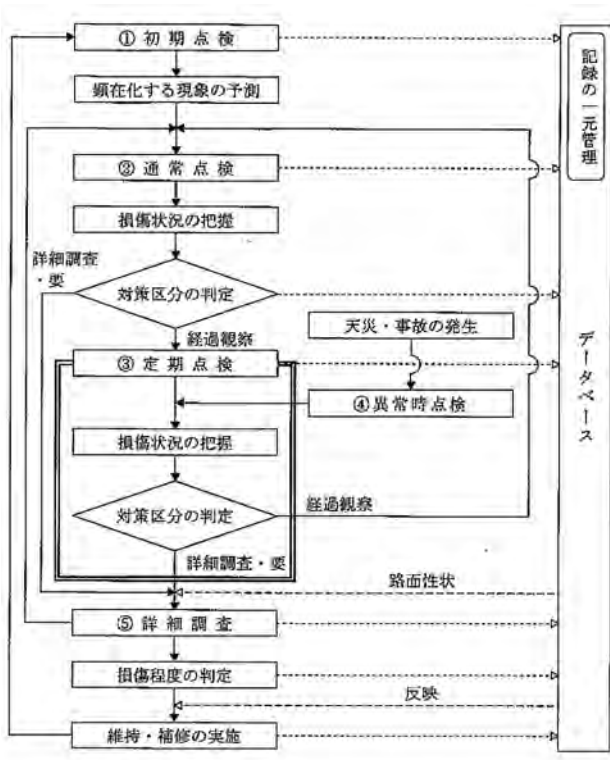


図-2 合成床版の維持管理フロー

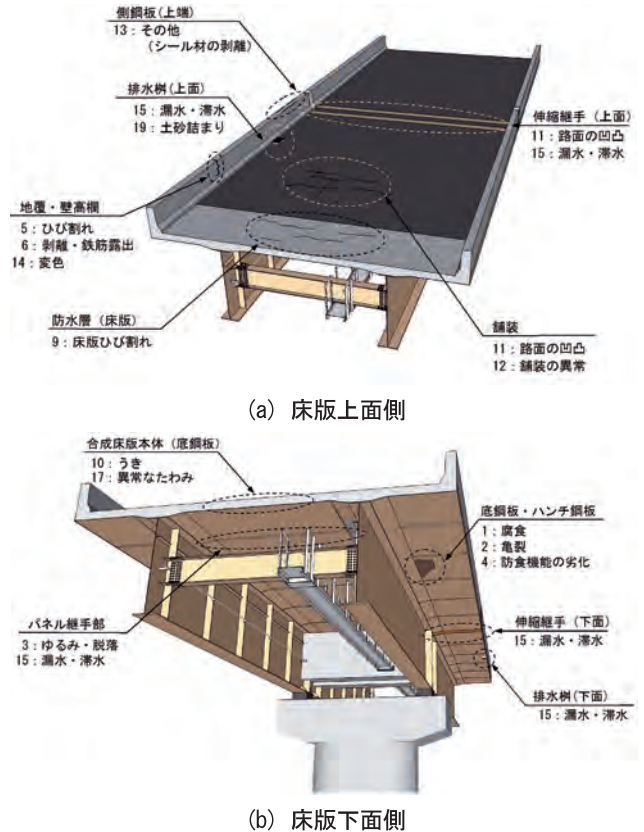


図-3 損傷が予想される箇所と変状項目

ある。

3. 2. 1 点 検

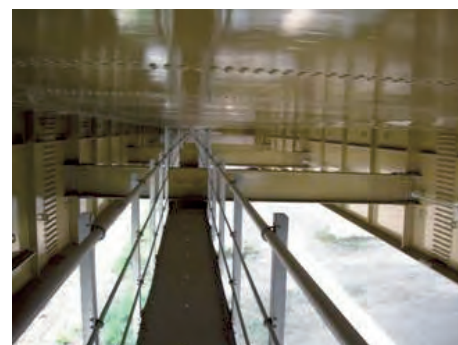
初期点検は、構造物が適切に施工あるいは補修・補強されているか否かを調べるとともに、構造物の維持管理を始めるに当たっての基本となるデータを集める目的で行う点検である。

合成床版の通常点検および定期点検では、舗装路面の異常と床版下面からの漏水の有無を重点的に点検することが基本となる。

通常点検は点検員による目視を主体とした点検であり、道路の通常巡回として実施する。通常点検では車道路面などの破損状況、伸縮継手上面の凹凸、排水柵の土砂詰まりなどの状況を確認する。

定期点検は橋梁定期点検要領（案）⁸⁾に従って道路構造物や付属物について点検する。合成床版に損傷が予測される箇所と変状項目を図-3(a), (b)に示す。図-3(a), (b)に示す変状のうち、底鋼板のうき、ボルトのゆるみといった外観だけでは検出が難しい変状は、テストハンマーによる打音検査などにより点検する。

定期点検は近接目視が基本となる。このため、合成床版を用いた少数 I 桁橋には、検査路や点検手摺などの設備を設けるのがよい。点検設備の例を写真-4(a), (b)に示す。



(a) 検査路



(b) 点検手摺

写真-4 点検設備の設置例

異常時点検は、地震や台風などの天災、火災および車両・船舶が構造物に衝突した場合に実施する点検であり、構造物の状況を把握するとともに、対策要否を判定することが目的となる。

表-3 詳細調査の検査項目と検査方法

検査項目	検査方法の例
床版のたわみ	IIS, FWD
床版内部の空隙	赤外線サーモグラフィ法
床版内部への浸水	打音法, 弾性スイープ波法, 超音波法, 横波法
塗装	膜厚計測
鋼板の腐食減厚	超音波板厚計
鋼材の疲労き裂	超音波探傷法, 磁粉探傷法

3. 2. 2 詳細調査

目視点検や打音検査で異常が認められ、補修の要否判定に十分な情報が得られていない場合には、非破壊検査でより詳細な情報を得ることができる。詳細調査における検査項目と検査方法の組み合わせの例を表-3に示す。

(1) 床版のたわみ計測

合成床版の疲労耐久性の低下は、ずれ止めの疲労損傷（ずれ止め鋼材の損傷またはずれ止めまわりのコンクリート損傷）およびコンクリート内部ひび割れ損傷の進展によるものであり、疲労損傷の進展に伴い床版剛性が低下して床版たわみが増加すると考えられており、「床版のたわみで損傷状態を評価する」のが基本方針となる⁹⁾。

床版のたわみは、床版下面に変位計を設置して測定することができるが、足場が必要となるため広範囲の調査には向かない。そこで、移動式の機材を用いて床版上面からたわみを計測する方法として、IIS (Impulse Input System Method)¹⁰⁾が開発されている。IIS は、橋面舗装上に速度センサーをセットして、100kg の重錘を 300~800 mmの高さから自由落下させたときに RC 床版が鉛直方向に変形する速度を計測するシステムであり、重錘落下時に発生する衝撃荷重による速度を変換してたわみ量を測定する。IIS によるたわみ計測状況を写真-5に示す。また、舗装のたわみを測定する目的で開発されたものであるが、IIS よりも大きな重錘を用いた FWD (Falling Weight Deflectometer)があり、床版のたわみ計測に活用できる。

(2) 床版内部への浸水

床版内部に水が浸入すると、床版剛性の低下が生じていない段階でも舗装のひび割れやポットホールなどの損傷が生じる可能性がある。また、床版コンクリー

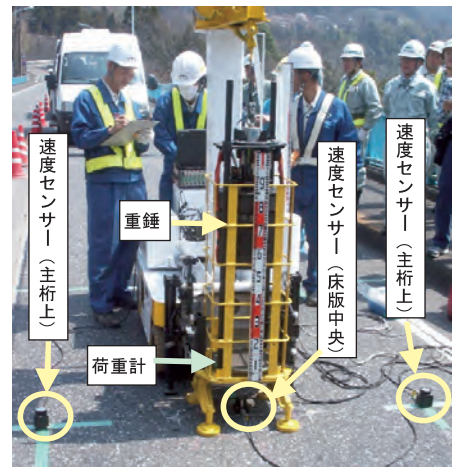
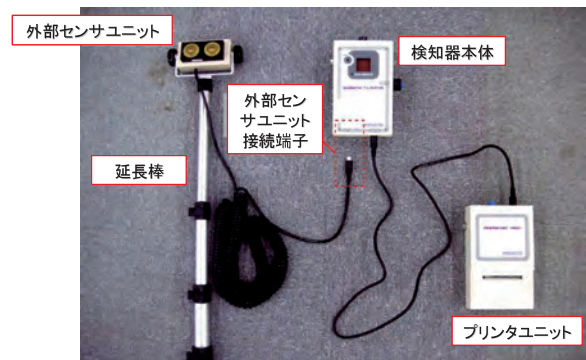


写真-5 衝撃加振によるたわみ計測機 (IIS)



(a) 計測状況



(b) 使用機器

写真-6 非破壊検査（弾性スイープ波法）

トに貫通ひび割れが生じた状態で、床版内部に水が浸入すると、鋼板パネルの継手部やモニタリング孔から漏水する。

したがって、合成床版の詳細調査においては、底鋼板の剥離、空隙の分布を知ることに加えて、底鋼板上面の滞水有無を知ることが重要となる。

底鋼板の上面の状態を非破壊で調査する方法としては、打音法、弾性スイープ波法（写真-6(a), (b)）¹¹⁾、超音波法、横波法などがある。いずれの方法とも、外力を与えて底鋼板を振動させ、底鋼板の応答をセンサーで捉えることで底鋼板上面の状態を推定するものである。

3.3 合成床版の部分打ち替え補修

3.3.1 損傷程度と補修範囲

合成床版で床版補修が必要になった事例はないが、重量物落下や火災等、万一の事態を想定した部分補修方法の検討は必要である。合成床版の損傷程度と補修範囲の関係は表-4のように考えられる。損傷程度①または②で、損傷の範囲が小さい局部的な打ち替えの場合は、片側交互通行しながら仮設の支持材等を設置しないで補修可能と考えられる。ここでは、損傷程度③の鋼板パネルを取り替え、コンクリートを打ち替える場合の補修方法について述べる。片側半幅員3パネル程度の打ち替えを想定するが、全幅員打ち替えが必要になった場合でも、片側ずつ交互に打ち替えることで施工可能である。

片側交互通行を確保して、合成床版3パネルの半幅員部の打ち替え施工の概要図を図-4に示す。

なお、本検討の詳細な内容を日本橋梁建設協会のウェブサイトに参加資料として公開している。本検討は想定条件をもとにした事例であるので、個別の事例では、その施工条件を十分に検討した上で適用されたい。

表-4 損傷程度と補修範囲

損傷程度	補修範囲
① コンクリートの損傷のみ	コンクリートの打ち替え
② 鉄筋、リブ等の腐食または損傷がある	鉄筋、リブ等の部分取り替えとコンクリートの打ち替え
③ 鋼板パネルの腐食や変形、疲労き裂がある	鉄筋、鋼板パネルの取り替えとコンクリートの打ち替え

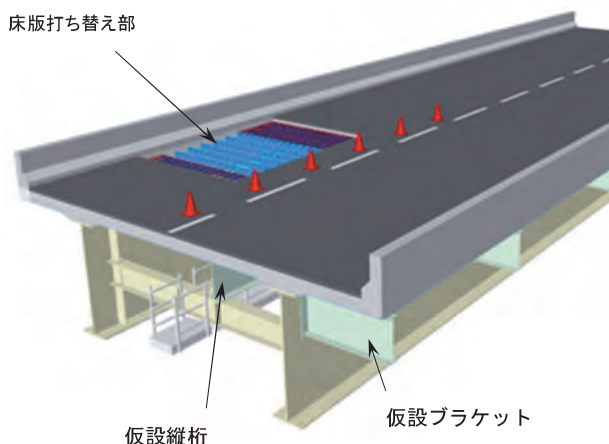


図-4 合成床版半幅員打ち替え施工概要図

3.3.2 仮設支持材の配置と設計手順

合成床版の片側打ち替えを行う場合、図-5の断面図に示すように交互通行側の床版を支持するための仮

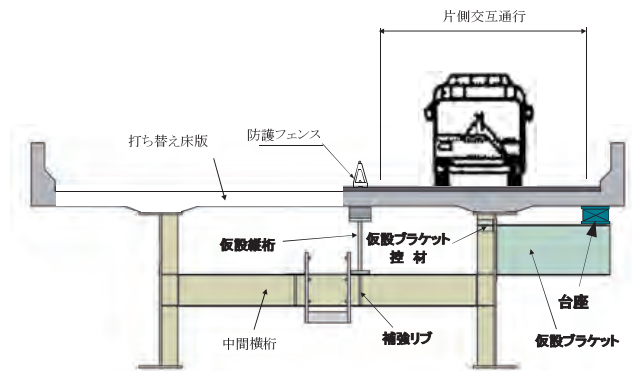


図-5 仮設材の設置断面図

設縦桁を設置する。仮設縦桁は、中間横桁で支持された単純桁として中間横桁上に納めるように設計できればよいが、高さの制限で桁高が確保できない場合は、切欠き構造を検討するか、中間横桁間に仮設横桁を追加設置し支持間隔を小さくして縦桁高を抑えるなどの検討を行う。縦桁は横倒れ防止構造も検討する。仮設ブラケットは床版張出部に輪荷重が載荷される場合の床版の転倒防止のために設置する。設置箇所は打ち替え床版部の横桁位置に必要な箇所設置する。張出し部に載荷された輪荷重を台座等で直接ブラケットに荷重伝達させる設計を行う。ブラケットフランジは中間横桁のフランジ位置に取り付けるか、垂直補剛材に控え材を介して応力伝達できる構造とする。

縦桁、ブラケットのいずれも補修時の仮設部材として既設部材には高力ボルト接合により取り付けられる構造とすることができる。縦桁設置位置の中間横桁には荷重支持点に補強リブが必要となるが、現場溶接で取り付けられる。縦桁・ブラケットの設置を省略し、床版部分撤去後の既設床版も含めたFEM解析で、片側通行時の安全性を検討することも可能と考えられる。

補強材は、橋梁新設時に予め取り付けしておくこともできるが、補修時に検討・設計しても十分に対応が可能である。

以上の設計手順の例を図-6にフローで示す。仮設支持材の平面設置範囲の例を図-7, 8に示す。打ち替え部が横桁間に収まる場合は図-7、横桁をまたぐ場合は図-8のようになる。

3.3.3 補修時、補修後の主桁の耐荷力

主桁が非合成桁として設計されている場合は、全死荷重および活荷重に対して鋼桁断面のみを抵抗断面と

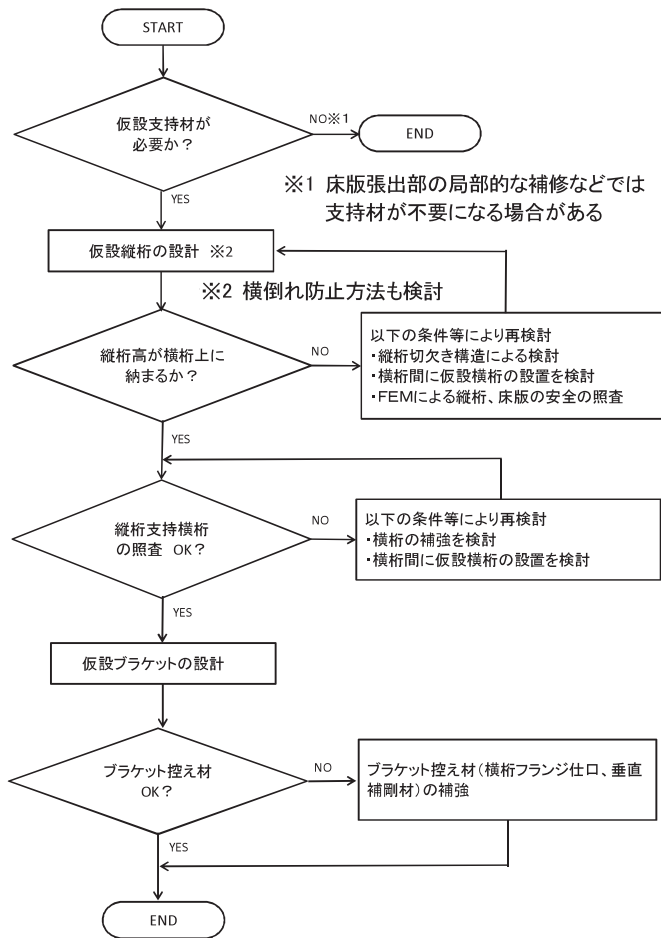


図-6 仮設支持材の設計フローの例

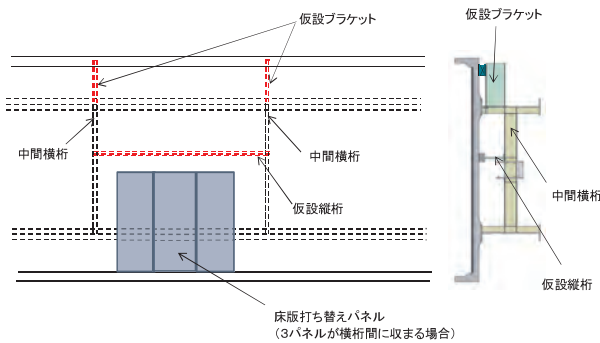


図-7 仮設支持材の平面設置配置の例 1

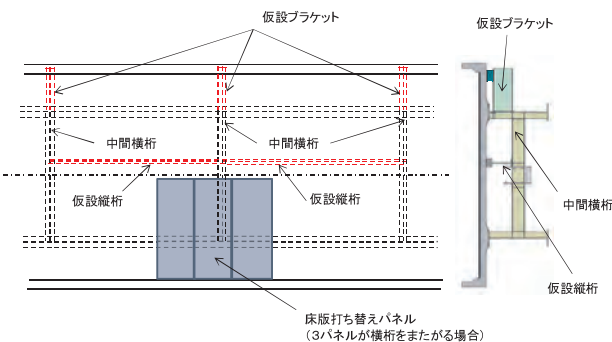
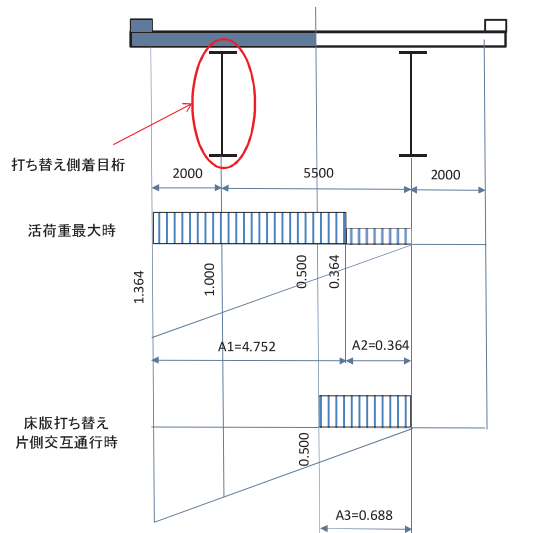


図-8 仮設支持材の平面設置配置の例 2

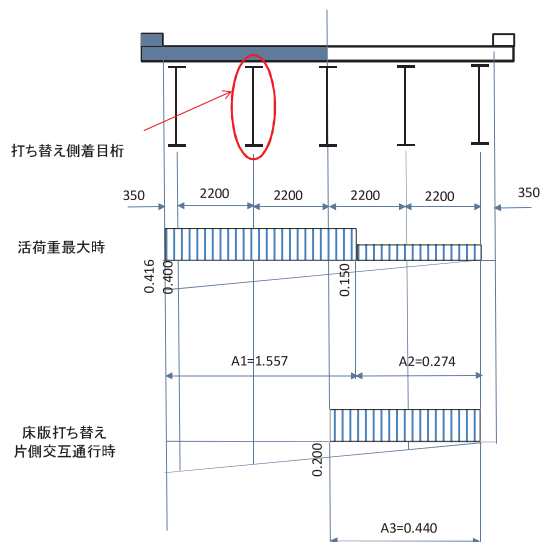
して設計されているため、補修時、補修後の主桁の耐荷力は問題にならない。活荷重合成桁の場合も、厳密には応力やキャンバーに変化を生じるが、軽微な変化であり、補修後の耐荷力に影響が出るほどの変化ではない。

合成桁の補修の場合は、床版撤去部の主桁の耐荷力については、次のように考えられる。2主I桁では、横桁による荷重分配がないため、片側半分床版を打ち替える場合の床版を撤去した側の主桁が受け持つ片側通行活荷重の影響は図-9の例に示すように活荷重最大時の14%と小さい。参考に従来桁の中桁の場合の影響例(図-10)¹²⁾の活荷重最大時の26%と比較しても小さいことがわかる。また橋軸方向の载荷も図-11に



$$\text{活荷重影響最大時に対する比率} = \frac{0.688}{4.752 + 0.364 \times 0.5} = \frac{0.688}{4.934} = 0.14$$

図-9 2主桁の活荷重影響線例



$$\text{活荷重影響最大時に対する比率} = \frac{0.440}{1.557 + 0.274 \times 0.5} = \frac{0.440}{1.694} = 0.26$$

図-10 従来桁の活荷重影響線例

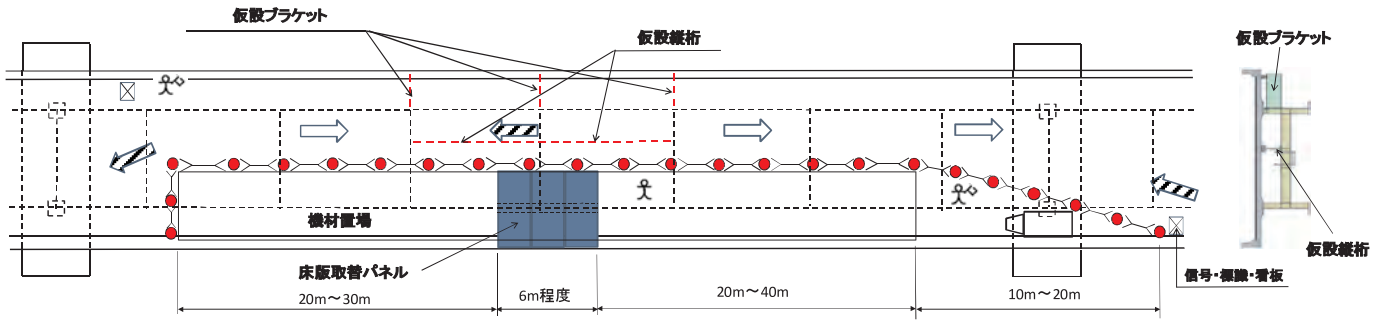


図-11 合成床版部分打ち替え時の片側交互通行状況図例¹³⁾

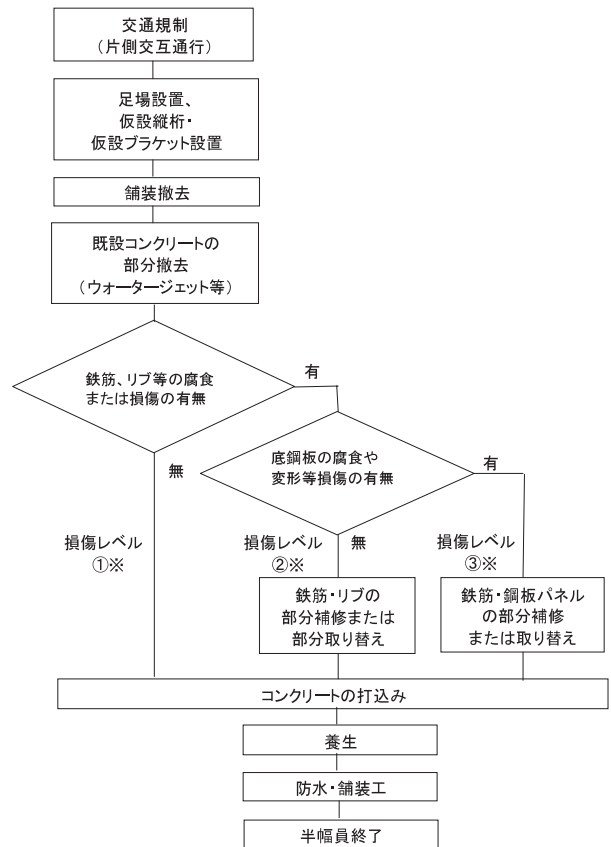
示すような交通規制範囲と支間長を比較して考えると、打ち替え側主桁に載荷する範囲の影響は非常に小さいことがわかる。したがって、床版撤去部鋼桁断面のみに作用する活荷重曲げモーメントは最大時の2割程度以下となり、耐荷力に問題ないと考えられる。

3. 3. 4 合成床版打ち替え施工方法

合成床版の部分打ち替えの施工手順は次のようになる。**①片側交互通行のための交通規制、②足場設置、③仮設支持部材の設置、④舗装撤去、⑤既設コンクリートの部分撤去、⑥コンクリートの打込み、⑦養生、⑧防水・舗装工**

軽微なひび割れ等の場合は、注入工法などのひび割れ補修となる。

既設コンクリートを部分撤去する場合においても、**表-4**に示した損傷程度により、コンクリートのみを打ち替える場合、鉄筋・リブも部分取り替えをする場合、鋼板パネルも取り替える場合の補修パターンがある。既設コンクリートをはつる方法としては、ブレーカーによる方法、ウォータージェット（ロボット）による方法などが考えられる。近年注目されているウォータージェットによるはつり試験施工の状況を**写真-7, 8**に示す⁹⁾。施工フロー図を**図-12**に示す。また、補修パターン③の鉄筋・鋼板パネルまで取り替える場



※損傷レベルは表-4の損傷程度に相当

図-12 部分打ち替えの施工フローの例



写真-7 ウォーター
ジェットロボット



写真-8 ウォーター
ジェットによるはつり後

	10日	20日
①足場施工	■	
②準備工(仮設材取付)	■	
③舗装・床版撤去工	■	
④床版工		■
⑤防水・舗装工		■
⑥片側交通規制	■	■
⑦後片づけ		■

図-13 部分打ち替え(片側半幅員)の工程計画の例

合を想定した工程計画の例を図-13に示す。

4. まとめ

耐久性が高く経済的な橋梁形式として、合成床版を用いた少数 I 桁橋を取り上げ、その設計、施工、点検、補修までのライフサイクルに渡った管理の要点を述べた。

合成床版を用いた少数 I 桁橋の歴史はまだ浅いが、この形式の橋梁は構造がシンプルで点検や補修が容易であることから、点検を継続的に実施することで 100 年を超える供用期間を期待できる。今後は、点検・調査、維持管理のデータを積み重ねることで、この形式の橋梁のより合理的なメンテナンス手法を提案していきたい。

[参考文献]

- 1) 日本橋梁建設協会：合成床版設計・施工の手引き，2008 年 10 月
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所，プレストレスト・コンクリート建設業協会，日本橋梁建設協会：道路橋の技術評価手法に関する研究－新技術評価のガイドライン（案）－，国土技術政策総合研究所資料第 609 号，2010 年 9 月
- 3) 春日井俊博，入部孝夫，竹下永造，三浦尚：鋼・コンクリート合成床版の鋼材防食に関する研究，日本コンクリート工学年次論文集，Vol. 32，No. 1，pp. 1109-1114，2010.
- 4) 春日井俊博，入部孝夫：鋼・コンクリート合成床版の環境耐久性向上対策－促進腐食試験による塗装仕様の検討－，日本橋梁建設協会 橋梁技術発表会資料，平成 24 年
- 5) 松井：移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について，コンクリート工学年次論文報告集 9-2，コンクリート工学協会，1987 年
- 6) 山下，保呂，奥村，佐藤，永来：鋼・コンクリート合成床版の要求性能と検証方法に関する一考察，第 5 回道路橋床版シンポジウム講演論文集，土木学会，2006 年
- 7) 橋，横山，上村，高田，数藤，佐藤：鋼・コンクリート合成床版の施工と維持管理について，第 5 回道路橋床版シンポジウム講演論文集，土木学会，2006 年
- 8) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁定期点検要領（案），2004 年
- 9) (社)日本橋梁建設協会：鋼・コンクリート合成床版 維持管理の計画資料，2007 年
- 10) 関口幹夫，佐々木俊平：IIS による各種床版の健全度の評価，平 19. 都土木技術センター年報，pp. 229-240，2007 年
- 11) 倉田，春日井，大久保，橋：鋼・コンクリート合成床版の実橋調査－鎧橋の載荷実験と非破壊検査－，日本橋梁建設協会 橋梁技術発表会資料，2010 年
- 12) 高島春生：道路橋の横分配実用計算法，現代社，昭和 41 年 7 月
- 13) 国土交通省関東地方整備局：道路工事保安施設設置基準，平成 18 年 4 月