

第6章 維持管理

道路橋の床版は、直接輪荷重を支える部材であることに加え、交通量や車両荷重の増大などにより、鋼橋を構成する部材の中で最も劣化の早いもののひとつとなっている。

コンクリート材料の高強度化とともに、常に圧縮力を作用させておくことによりコンクリートの材料劣化を遅らせることのできるプレストレストコンクリート床版（P C床版）の採用も増えてきている。しかし、床版の補修は一般的に交通規制をとまなうため、特に幹線道路においてはこれを極力避けることが要求されており、P C床版は部分的な損傷に対する補修が難しいため、交通規制が大掛かりになることが課題となっている。

これらの要求を踏まえ、合成床版は橋梁建設の合理化にともなう少数主桁化に対応できるだけでなく、プレストレスを与えることなくR C床版に比べて高い耐久性を持たせ、通常の使用状態においては補修の必要のない床版として開発されてきた。

そこで本章では、合成床版の要求性能である高耐久性を確保してメンテナンスフリーとするために配慮すべき事項を中心に維持管理について述べる。

6.1 高耐久性の確保

一般にコンクリート床版は車両などによる活荷重の繰り返しによるひび割れ疲労、温度変化による膨張・収縮、ひび割れ内に浸透した水分の凍結・融解による作用などの繰り返し荷重による劣化と疲労の促進の他、鉄筋などの鋼材の腐食による鋼材の劣化やコンクリートの割れ、コンクリート材料の中性化、落下物や衝突による衝撃的な破壊などによって損傷を生じ、劣化する。

合成床版は、底鋼板や鋼製の主部材の強度が床版強度に占める割合が高いため、活荷重に対する疲労強度はR C床版に対して高く、建設省土木研究所などで行われた移動輪荷重載荷試験の結果からもその耐久性が確認されている。^{1), 2)}

一方コンクリート材料の中性化に対しては、合成床版はその上面が舗装に、下面が底鋼板に覆われており、大気（炭酸ガス）との接触面積が非常に小さいことから、中性化の進行は劣化としてほとんど配慮する必要がない程度と考えられる。

このため、合成床版の高い耐久性を確保するためには、床版コンクリートの乾燥収縮、クリープによるひび割れと床版内への水の浸入を防ぐことが肝要であると言える。

6.1.1 初期ひび割れの防止

合成床版の当初建設時に、ひび割れがなく鋼部材との付着のしっかりした高品質のコンクリートを施工するこ

とが、床版の耐久性を確保するために重要である。

床版コンクリートのひび割れ内に浸入した水は、コンクリートの材料劣化を促し、特に寒冷地においては冬期に凍結し、その膨張・収縮により床版を早期に劣化させる。このため、ひび割れを生じさせないことが耐久性確保に有効であり、もしひび割れが生じて水が浸入しないようにすることが必要である。とりわけ建設段階において、防水層や舗装を設置する前に生じたひび割れに降雨などにより水が浸入することにより、床版の耐久性は著しく損なわれることとなる。

またひび割れと同様に、底鋼板やずれ止め、鉄筋などの鋼材とコンクリートの付着が悪く隙間が生じると、コンクリートの劣化だけでなく鋼材の腐食も促すこととなるため、注意が必要である。

6.1.2 防水層の設置

従来からR C床版においても、連続桁の中間支点付近のような引張応力状態となってひび割れの生じ易い箇所や合成桁のような床版自体が橋梁主断面の一部をなすような重要な部材となるような場合に、床版上に防水層を設置することが一般的となっている。³⁾

合成床版は下面が底鋼板に覆われているため、水分が浸入すると完全な排水は極めて困難である。このため、完全な橋面防水はR C床版より重要である。

阪神高速道路公団の設計基準⁴⁾においては、漏水が構造物の耐荷力に大きな影響を与える可能性のあるものに対して床版に防水層を施すよう規定されており、その適用床版に合成床版（鋼製底板が応力部材であるもの）が挙げられている。

アンケートで唯一劣化損傷の報告のあった事例では、床版コンクリートと中央分離帯や地覆のコンクリートの打継目から雨水が浸入し、鋼材の腐食を引き起こしたとされており、これらは鉄筋コンクリート床版においても損傷事例の報告されている箇所である。施工の手順から打継目が避けられない箇所であるため、慎重な施工を行うとともにこれを補完する防水層の設置についても完全な止水性能を発揮するように施工する必要がある。これらの箇所の他に排水樹の周りでも雨水が浸透しやすいため、配慮が必要となる。

（防水工については、第一分科会報告 4.8.1 参照）

6.1.3 滞水の防止

前項で示したように、合成床版ではR C床版よりも水の浸入を防止することが重要であるため、設計段階において床版上面における縦横断方向の排水勾配の確保や、低くなる箇所への舗装内水抜きを設置など、床版上面に滞水しないように配慮することが必要である。

（排水処理の例は、第一分科会報告 図-4.8.6 参照）

6.1.4 底鋼板の防錆

合成床版はその両面または片面が鋼板で覆われ、また床版強度が鋼板強度に依存する割合が大きいいため、鋼板の防錆も耐久性確保に重要である。

底鋼板下面の防錆方法は、FRP製の合成床版で不要であるのを除き、溶融亜鉛めっきを標準とする合成床版が多い。他には普通鋼材を用いて鋼桁と同じ塗装仕様を採用して鋼桁と同時に塗り替えを行ったり、アルミ亜鉛溶射、耐候性鋼材の使用など、鋼桁の仕様に合わせることができる。

併せて、底鋼板に水抜き孔を設けて排水を図ることも有効である。その際、1㎡毎にφ5cm程度の孔を1ヶ所設置するのがよいと考えられる。

6.2 劣化と点検

合成床版はメンテナンスフリーを基本としているとはいえ、突発的な事故やおかれた環境など様々な要因によって損傷を受けることが考えられるため、RC床版より点検頻度を下げることが可能となるとは考えられるが、定期的な点検は必要であり、損傷や劣化が発見された場合には適切な補修を行う必要がある。補修の際には合成床版の種類によって床版内の構造が異なるため、その種類や寸法を確認した上で適切な補修方法を選択しなければならない。

また、合成床版は下面が底鋼板で覆われているため、コンクリートに損傷が発生したとしても破片が落下して2次的な災害が発生することがない反面、路下からの目視点検でコンクリートの損傷が把握しづらい。

6.2.1 既存の点検基準

既存の道路橋の床版にはRC床版が多く用いられており、その点検は各橋梁管理者の点検基準にのっとって行われている。一方合成床版に着目すると、I形鋼格子床版など建設後長期間を経過したものがあり、底鋼板の存在や鉄筋に代わる鋼部材を用いているにもかかわらず、合成床版の構造特性に配慮した特別な点検が行われていないのが現状である。日本道路公団、本州四国連絡橋公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団においても、点検標準などに合成床版の特性を考慮した点検方法や劣化度評価方法は規定されていない。

現在までに経年劣化による損傷が原因で使用不能状態となった合成床版の事例報告はなく、定期点検における近接目視や叩き点検によって有害な損傷が認められていないものと思われるが、合成構造や複合構造の採用が増え、床版が橋梁の主構造部材として強度が期待され、また床版支間が長くなる傾向にある中で、多くの種類の合成床版が提案されてきている現状から、合成床版の劣

化状況を正確に把握する技術の開発は重要な要素となってきたと考えられる。

合成床版は従来のRC床版と異なり、下面が鋼板で覆われているためコンクリートのひび割れや鋼材（鉄筋や鋼板）の腐食、コンクリートと鋼材の付着分離などを目視で確認することが困難であり、目視による点検に代わる点検方法の採用が必要である。

下面が鋼板で覆われている、鋼板接着補強を施したRC床版の点検が参考となるが、叩き点検による鋼板とコンクリートの間の注入された樹脂の接着状況や、鋼板継目部からのエフロレッセンスや錆の流出状況からひび割れの状況を予測する程度の点検が行われているにすぎない。

6.2.2 使用限界状態と劣化

アンケートにて使用限界状態や劣化の確認方法、評価方法等について調査を行った結果、使用限界状態は合成床版の種類によって様々に想定されていることがわかった。コンクリートの圧壊、底鋼板の波断、ジベルと底鋼板の連結破断などが使用限界状態と考えられるものが多いが、健全性の点検には直接これらの状態を把握するための手法には触れられておらず、維持管理のための健全度評価を行うには、使用限界状態に至る劣化の過程の把握が重要と考えられる。

また、合成床版の種類によって、コンクリートのひび割れや鋼部材の亀裂や錆が床版の性能に及ぼす影響が異なると考えられるため、これに配慮する必要がある。

アンケートにおいて唯一の損傷事例は、中央分離帯および地覆部のコンクリート打継目からの浸透水によるものである。中央分離帯および地覆部は路面の横断勾配により雨水の集まる箇所であり、また一般的に床版コンクリートと同時に打設されないため、何れの種類の合成床版においても水による劣化が最も生じ易い箇所といえる。

合成床版に生じると考えられる劣化とその確認方法を表-6.1に示す。コンクリートの中性化については、6.1において述べたように、合成床版ではコンクリートの中性化による劣化はほとんど生じないものと考えてよい。

6.2.3 点検方法

健全性の点検手法として各床版で最も多く挙げられているものは、「底鋼板のモニタリング孔による浸透水の有無の確認」である。

考えられる劣化の状態や構造特性から、合成床版は次の方法での点検を行うのが良いと考えられる。

表-6.1 合成床版に生じる劣化とその確認方法

劣化箇所	劣化の種類	考えられる原因	確 認 方 法						その他
			目視	叩き	触手	超音波探査	レーダー探査	静的たわみ計測	
コンクリート	ひび割れ	材料収縮・過大荷重・疲労	○	○	○				
	中性化	外的化学作用・アルカリ骨材							表面アルカリ度測定、コア貫きサンプリングによる成分分析
	圧壊	過大荷重・疲労		○				○	
	エフロレンス	水分の透過	○						
	空洞（充填不良・豆板）	施工不良		○					
	異物混入	施工不良				○			
	強度不足	施工不良							シュミットハンマ
	かぶり不足	施工不良	○			○	○		
鉄筋	破断	過大荷重・疲労						○	
	さび	水分の浸透・アルカリ骨材	○						電位差計測
	付着剥離	さび・施工不良		○		○			
底鋼板	さび	水分の滞留・防錆皮膜の劣化	○	○					
	クラック	ノッチ・疲労	○	○	○				
	付着剥離	交通振動・施工不良		○		○		○	
	継手の破断	過大荷重・疲労	○					○	
ずれ止め	ずれ止めの破断	過大荷重・疲労		○				○	
	底鋼板との分離	過大荷重・疲労		○				○	
	付着剥離	さび・交通振動・施工不良		○				○	

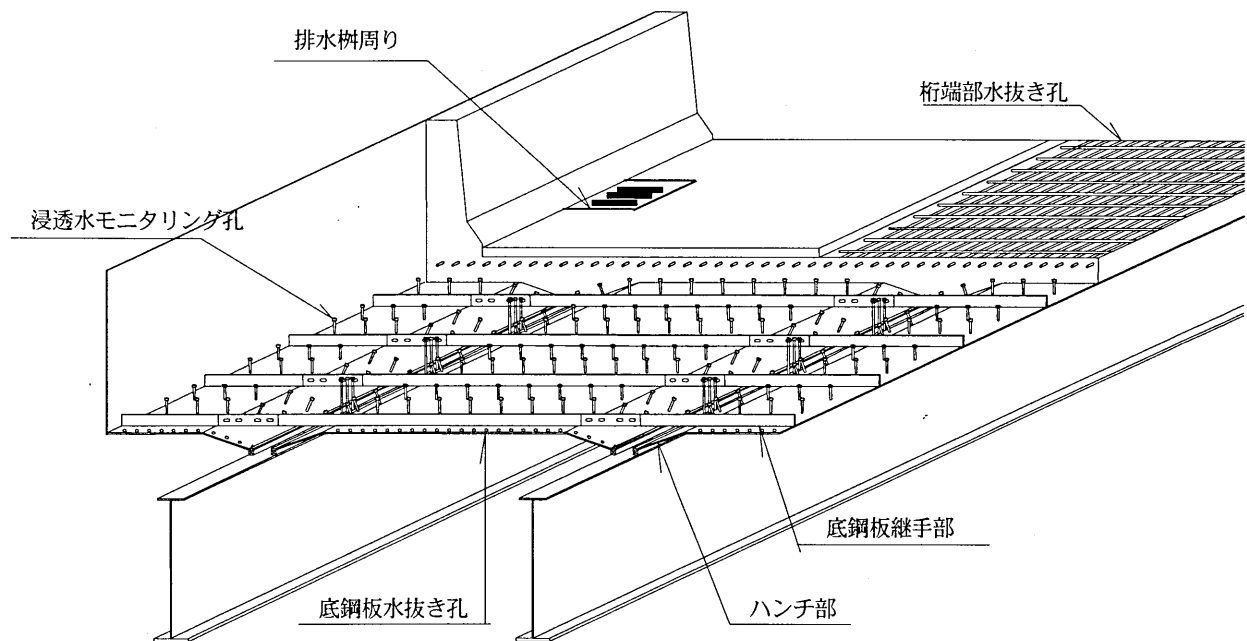


図-6.1 底鋼板点検箇所

- (1) 底鋼板に水抜き用や浸透水確認用の孔がある合成床版の場合には、浸透水の有無と量、滞水状況、エフロッセンスやさび汁の発生状況を目視にて確認することにより、コンクリートのひび割れや鋼部材の発錆の状態を把握することが可能である。
- (2) 橋面において、舗装面の割れやポットホールの発生状況を目視にて確認することにより、床版コンクリート上面の割れや材料劣化の状況を把握する。
- (3) 床版裏面からの目視により、底鋼板や継手の変状を観察する。
- (4) 床版裏面からの叩き点検により、底鋼板とコンクリートの付着剥離や底鋼板とずれ止めの破断状況を把握する。
- (5) 静的たわみ試験により、コンクリートや鋼材の劣化にともなう床版全体の剛性低下を把握する。
- (6) その他、構造形式の異なる合成床版特有の劣化状況を把握する。

(1) や (4) の点検については直接劣化状況を観察できないため、今後簡便で精度の良い点検方法の開発が必要となる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所他：道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告書（その1），1999. 3.
- 2) 建設省土木研究所他：道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告書（その2），1999. 10.
- 3) 日本道路協会：道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料，1987. 1.
- 4) 阪神高速道路公団：設計基準第2部 構造物設計基準（橋梁編） 第2編 鋼構造，1994. 5.
- 5) 松井，大田，西川：鋼橋床版の各国での取組みとこれからの床版，橋梁と基礎，1999. 3.

第7章 今後の展望

合成床版は高い耐久性を有するばかりでなく、型枠撤去作業やプレストレス導入といった現場作業を低減できるため、現場作業の効率化や工期短縮に寄与することが可能である。主桁間隔の変化や床版張出長の変化にもフレキシブルに対応が可能であるため、拡幅や曲線などの道路線形への適応性が高く、またずれ止めの形式選定により合成桁への適用も可能である。

合成床版には新設橋梁への適用だけでなく、既設橋梁への適用も考えられる。損傷したRC床版の打ち替えに合成床版を採用することにより、型枠の設置・撤去作業を省略することができ、また配筋作業も大幅に少なくすることができる。また、既設と同じ厚さの床版でより高い耐荷力の床版に変更したり、既設と同等の耐荷力で床版荷重を軽減することも可能である。

また耐候性鋼材の適用により防錆費用は今後削減できると考えられる他、コンクリートの軽量化によりさらなる軽量化への取り組みも行われている。

鋼橋の合理化のため、さらに広い床版支持間隔を用いる可能性もあり、合成床版はこれにも追随できるものと考えられる。

現在開断面箱桁への適用の試みが行われており、合成床版の採用により架設時の補強部材を大幅に削減できる効果が期待されている。