

50th Anniversary

平成25年度 橋梁技術発表会

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]

社団法人 日本橋梁建設協会
 Japan Bridge Association

発表内容

- 合成床版と少数I桁橋の概要
- 床版の損傷事例(グレーチング床版)
- 設計・施工の留意点
- 合成床版の維持管理
 - ・ 底鋼板の防錆
 - ・ 合成床版の点検・調査
 - ・ 部分打ち替え補修

合成床版と少数I桁橋の概要

少数I桁橋と合成床版

公共工事のコスト縮減...

多主桁から少数主桁へ

↓

長支間の高耐久性床版

↓

鋼・コンクリート合成床版の開発

PC床版の2主I桁橋
 ホロナイ川橋(1995年、H7)

合成床版の施工実績

施工面積 (m²)

平成8~24年の累計約250万m²

発注者別(床版面積比率)

発注者	比率
国交省など	48%
NEXCO	19%
都道府県など	19%
福北高速	7%
阪神高速	1%
名古屋高速	4%
首都高速	1%
鉄道関係	1%
その他	1%未満

国交省と沖縄総合事務局で137万m²
 内、関東地方整備局が56万m²(41%)

合成床版を用いた2主I桁橋の初期の事例

美里別川橋(2000年、H12)

利別川橋(2000年、H12)

従来桁の例、3主桁で上下線分離

合成床版を用いた少数I桁橋

合成床版を用いた2主 I 桁橋の特長



構造の特長

- ・床版支持間隔を大きくし、主桁本数を削減
- ・横桁を単純化し、横構を省略 (横力は床版が負担)

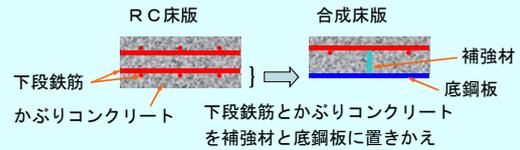
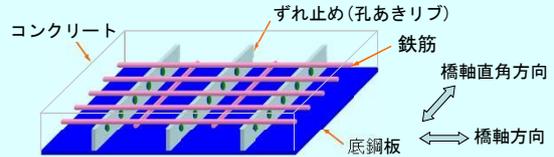
期待できる効果

- ・製作・架設費の低減 (部材数が少なくなり経済的となる)
- ・維持管理費の低減 (塗装面積、床版補修費が削減できる)
- ・景観が向上、点検が容易 (シンプルな外観で美しく、変状を発見しやすい)

7

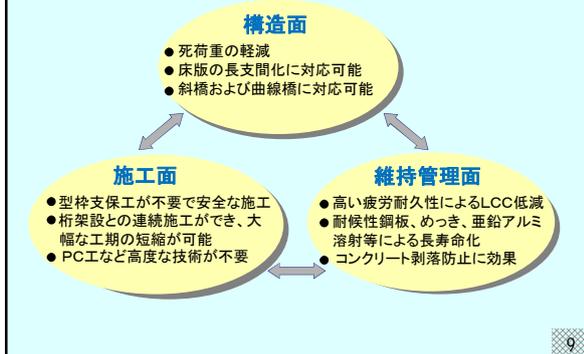
合成床版の構造概要

コンクリートと底鋼板とをずれ止めで合成



8

合成床版の特長

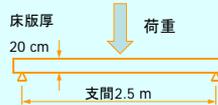
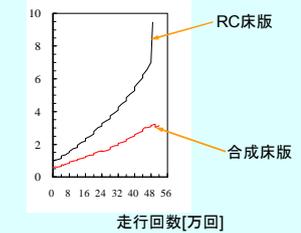


9

輪荷重走行試験



土木研究所における床版性能試験 (1997年～、H9～) 荷重は157～392kNに漸増



土木研究所の輪荷重走行試験により、PC床版に相当する長支間化が可能な高耐久性床版と位置付けられた

10

最近の橋梁形式



千歳ジャンクションOランプ橋 (1998年、H10)



福岡高速5号線 (2001年、H13～)



11

床版の損傷事例 (グレーチング床版)

12

グレーチング床版の損傷事例



パネル継手部からの漏水
合成床版でも同様の症状が現れると考えられるので、損傷形態を考慮して維持管理計画を立てる

底鋼板の欠損

13

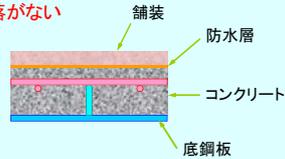
設計・施工の留意点

14

維持管理に関わる設計・施工の留意事項

特徴を考慮した維持管理

- 鋼部材(底鋼板・補強材)の割合が高い ⇒ 高疲労耐久性
- 舗装・防水層、底鋼板がコンクリートを被覆 ⇒ 高耐中性化
- 底鋼板 ⇒ コンクリート片剥落がない



設計・施工の留意事項

- 乾燥収縮・クリープによるひび割れの防止 ⇒ 膨張材の使用
- 床版内への浸水対策 ⇒ 防水層、床版水抜きパイプなど
- 使用環境に応じた底鋼板の防錆(凍結防止剤の影響など)

15

劣化の状況

◎ まず、どのように壊れるのかが明らかになっていることが点検調査の方針を検討するうえで重要!

輪荷重走行試験等から予測される劣化の状況

疲労損傷 ⇒ 剛性低下 ⇒ 床版たわみ増加

⇒ 舗装ひび割れ・ポットホール発生

⇒ 貫通ひび割れ発生 ⇒ 雨水等の浸入

⇒ 鋼板継手やモニタリング孔から漏水

目に見える
症状を確認

↓
詳細調査
の実施へ

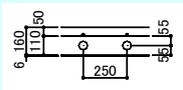
16

合成床版の疲労損傷(実験で確認した例)



試験後のひび割れ状況

試験体の断面(床版厚166mm)



・リップ上端に沿った水平ひび割れが発生し、一部で押し抜きせん断破壊に至るひび割れがみられた。

17

合成床版の維持管理 — 底鋼板の防錆 —

18

底鋼板外面の防錆

底鋼板外面の防錆方法は4種類



塗装



耐候性鋼材



溶融亜鉛めっき

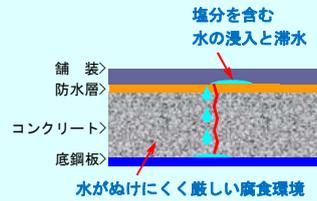


金属溶射

19

底鋼板内面(コンクリート接触面)の防錆

課題：ひび割れ部から塩化物を含む水の浸入があった場合の対策とその効果は？



塩分を含む水の浸入と滞水
水がぬげにくく厳しい腐食環境

凍結防止剤が散布される腐食環境において供用される合成床版の防食方法を検討した

20

防錆方法の現状と提案

底鋼板内面は、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よい

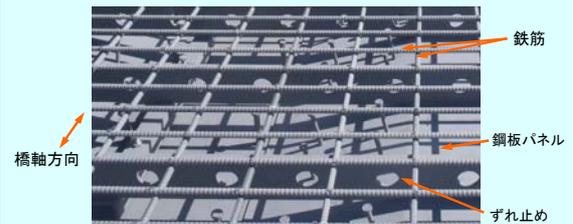
現状：原板プライマーと部分的な補修塗装
無機ジンクリッチペイント(膜厚30 μm)

塩化物を含んだ水の浸入に対しては、防食性能の高い塗装を提案

提案：無機ジンクリッチペイント(膜厚75 μm)
または、
無機ジンクリッチペイント(膜厚75 μm)
+ミストコート

21

提案する塗装の事例



底鋼板内面の塗装例：無機ジンクリッチペイント(膜厚75 μm)

- ・高カボルトの摩擦接合面と同じ
- ・重防食塗装の防食下地として実績が多い

22

塗装の耐久性試験

複合サイクル試験

1日の試験：

- ・6時間×3サイクル
- 塩水噴霧0.5H、湿润1.5H、熱風乾燥2H、温風乾燥2H } JISのサイクルD
- ・4時間×1サイクル
- 飽和酸化カルシウム溶液に浸漬 (コンクリート中のアルカリの影響を考慮)



(a) 試験体



(b) 塩水噴霧中

23

試験結果(複合サイクル試験)

外観観察結果(240サイクル)



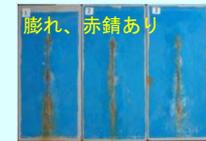
○ 無機ジンクリッチペイント



△ 有機ジンクリッチペイント



○ 無機ジンクリッチペイント +ミストコート



× エポキシ粉体塗装

24

合成床版の維持管理 — 合成床版の点検・調査 —

25

点検調査の基本方針

1. 定期点検の段階

舗装路面の異常と床版下面モニタリング孔などからの漏水の有無を重点的に点検する。

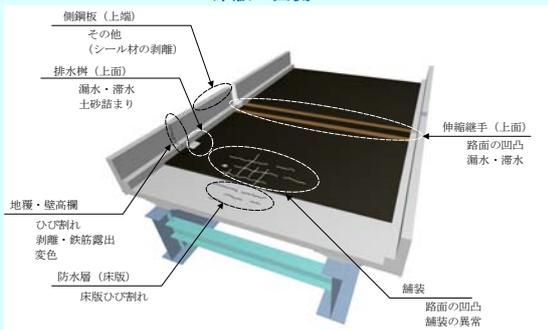
2. 詳細調査の段階

各種非破壊検査法を適用して調査する。
床版のたわみで損傷状態を評価する。

26

合成床版で予想される変状

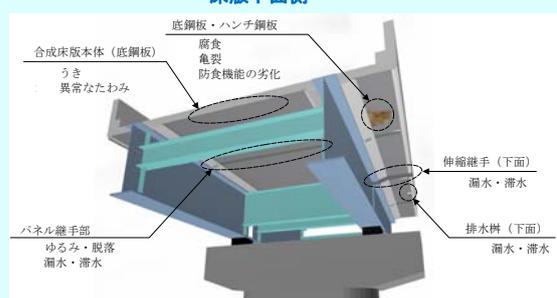
床版上面側



27

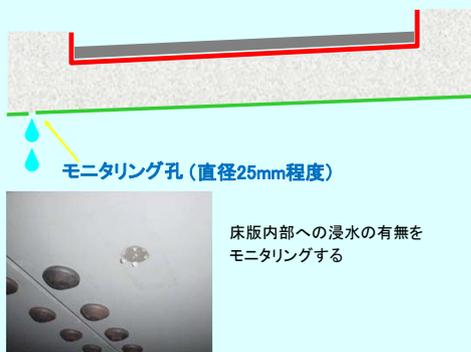
合成床版で予想される変状

床版下面側



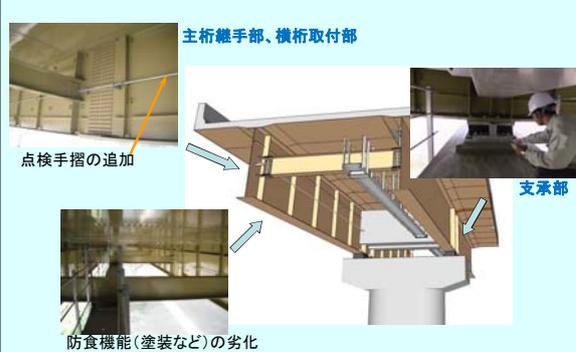
28

モニタリング孔



29

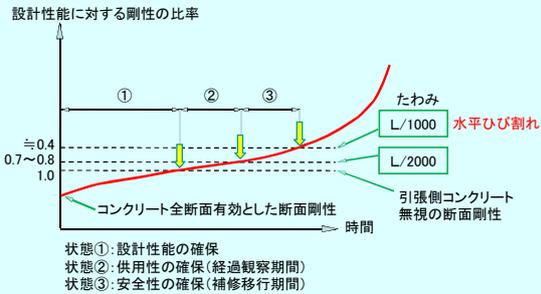
鋼桁の点検ポイント



30

損傷程度の評価

合成床版のたわみ変化の概念



33

合成床版の詳細調査方法

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。

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

32

非破壊検査の適用性検討(鎧橋)

検査対象

活荷重合成桁部
昭和41年完成 (RC床版)
昭和60年
鋼・コンクリート合成床版
に取替え
調査時点で24年経過
交通量(H17年調査)
3000台/日・1方向
大型車混入率8.5%



33

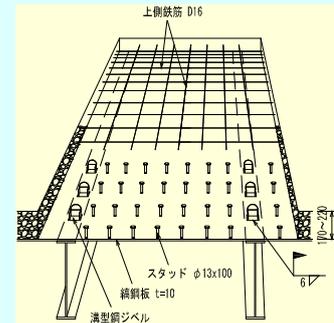
鎧橋の合成床版

1. ロビンソン型合成床版

- 床版厚18cm 底鋼板厚10mm
- 編鋼板(材質SM41A)
- スタッド φ13×100mm
- 補強リブなし

2. コンクリート

- 設計基準強度: 300kgf/cm²
- 早強セメント
- 膨張コンクリート(単位膨張材量は30kg/m³)



34

調査項目

取替え後24年経過した鎧橋の合成床版に対して

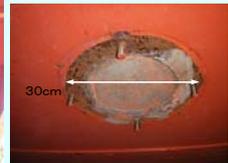
- 外観調査
- 合成床版に対する非破壊検査法の適用
- 床版たわみ計測と床版剛性の評価(IIS)

35

外観調査(目視観察)



鎧橋における点検孔
(蓋を取り外した状況)



・伸縮装置からの漏水による発錆が一部に見られたが、全体的に良好な状態

36

鎧橋に適用した非破壊検査法

・調査内容

目視観察 → たたき検査 →



底鋼板をテストハンマで叩き、異音部を把握
異音部の内部状態を、打音法と弾性スイープ波法で推定

弾性スイープ波法



底鋼板を弾性スイープ波を発生する探触子で励起し、反射音を集音し、波形解析から内部を推定

⇒ 板厚測定

打音法



底鋼板をインパルスハンマで叩き、反射音を集音し、波形解析から内部を推定

⇒ たたき検査、非破壊検査とも異常部なし

37

衝撃加振による計測

東京都開発のHISによる床版たわみ計測

重錘質量100kgの衝撃加振

荷重計からのデータ
速度センサーからのデータ

パソコンで演算処理(主桁の振動成分をキャンセルする演算も組み込んでいる)

床版たわみの算出



38

調査結果まとめ

- (1) 外観: 桁端で漏水があるが、全体的には良好
- (2) 非破壊検査結果
 - ・ たたき検査、打音法、弾性スイープ波法: 異常なし
 - ・ 板厚測定: 減厚なし

⇒ 底鋼板内面の状態を非破壊検査で把握できる
- (3) 衝撃加振によるたわみ計測は合成床版に適用可

39

合成床版の維持管理 — 部分打ち替え補修 —

40

損傷程度の場合わけ

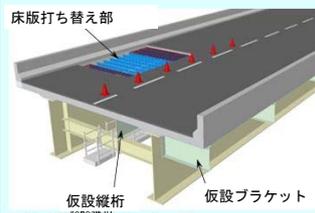
合成床版で補修が必要となった事例はまだないが、万一の事態を想定した部分補修方法を検討した

表 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換え

41

床版の部分打ち替え



半幅員打ち替え施工概要図

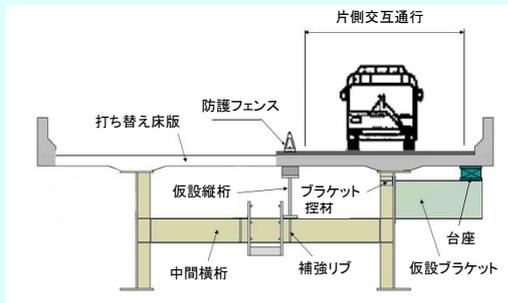
部分打ち替え(片側半幅員)の工程例

	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 検片ブタ	■	

23日で施工完了

42

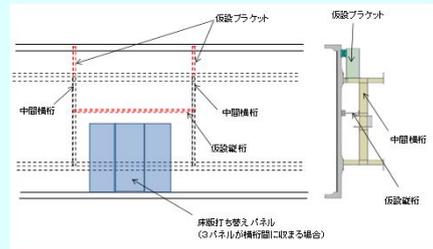
仮設材の設置



仮設材の設置断面図

43

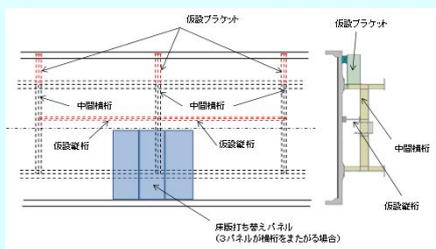
仮設材の配置範囲



仮設材の平面配置例1

44

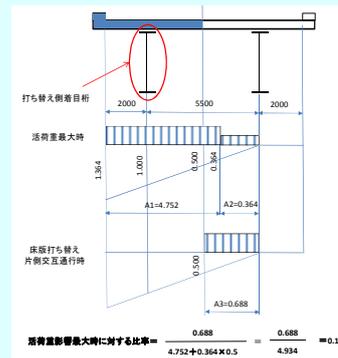
仮設材の配置範囲



仮設材の平面配置例2

45

合成桁の耐荷力への影響



床版撤去側鋼桁の活荷重分担は、設計荷重時の14%で十分小さく問題ない

46

打ち替えの試験施工例



(a) ウォータージェットロボットによるはつり



(b) コンクリートはつり後



(c) はつり部への打込み



(d) 新コンクリートの締め固め

47

まとめ

- (1) 合成床版の損傷事例はいまのところ報告されていない。
- (2) 点検・調査により構造物の状態を把握し、早期に手当てる。
- (3) 床版上面(舗装路面の異常)および、床版下面(漏水の有無)を重点的に点検する。
- (4) 詳細調査が必要な場合は、各種非破壊検査が適用できる。
- (5) 損傷状態は、床版たわみで評価できる。
- (6) 2主桁橋の床版補修は仮設材を適切に設置して実施できる。

48

終

ご清聴ありがとうございました

49