

日本と米国における 取替え鋼床版事例の調査報告

技術委員会 床版小委員会 鋼床版部会

小笠原照夫 井口 進 奥村 学 川畑篤敬
工藤祐琢 齊藤史朗 林 暢彦 松下裕明



発表内容

1. 取替え鋼床版のニーズと利点
2. 日本における取替え鋼床版事例
3. 米国における取替え鋼床版事例
4. 取替え鋼床版に関する米国調査
(ニューヨーク)
5. まとめ

1. 取替え鋼床版のニーズと利点

1.1 取替え床版のニーズ

我が国では、建設後40～50年が経過した道路橋の劣化・損傷が顕在化しており、今後も増加すると予想される。



鋼道路橋の代表的な劣化損傷の1つに、交通量や活荷重増加によるRC床版のひび割れやコンクリート欠落が挙げられ、損傷事例の多くを占めている。

損傷のため床版の取替えが必要であると診断された場合、取替えられる床版構造は、次の項目が要求される。

- ①軽量化
床版を支持する主構造、支承、下部構造の負荷を軽減し、耐力と耐震性を向上させること。
- ②供用性
通行車両への影響が軽減すること。
- ③施工性
急速施工や分割施工が可能なこと。

1.2 取替え鋼床版工法の利点

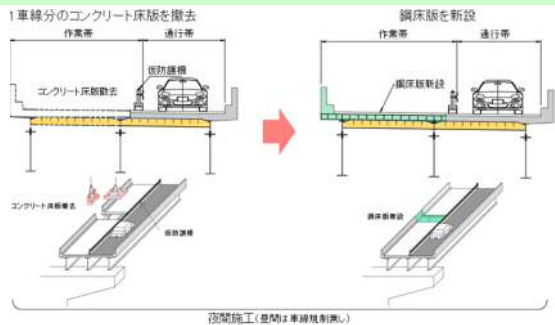
【取替え床版に検討される主な床版形式】

- ①鋼床版
- ②鋼・コンクリート合成床版
- ③RC床版
- ④PC床版

次の理由で、鋼床版による取替え工法の採用事例が多く見られる。

- ・ トータルコストの低減が期待できる有力な形式
- ・ 床版の復旧だけでなく、取替えにより耐力や耐震性向上など、橋梁全体の性能向上を図れる
- ・ 現場工期短縮や交通規制軽減が可能である
- ・ 曲線橋や幅員変化など複雑な線形に対応できる

1.3 取替え鋼床版工法のニーズ



首都高速道路の更新計画について
(H26年6月25日、首都高速道路株式会社HPより)

7

2. 日本における取替え鋼床版事例

【調査橋梁】 ※全9橋の内、B橋とD橋を除く、7橋分を報告

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 2. 1 A橋(単純非合成鉄桁) | 2. 2 B橋(単純合成鉄桁) |
| 2. 3 C橋(連続非合成鉄桁) | 2. 4 D橋(連続鉄桁+単純鉄桁) |
| 2. 5 E橋(ゲルバートラス橋) | 2. 6 F橋(上路アーチ橋) |
| 2. 7 G橋(単純非合成鉄桁) | 2. 8 H橋(吊橋) |
| 2. 9 I橋(連続鋼床版箱桁) | |

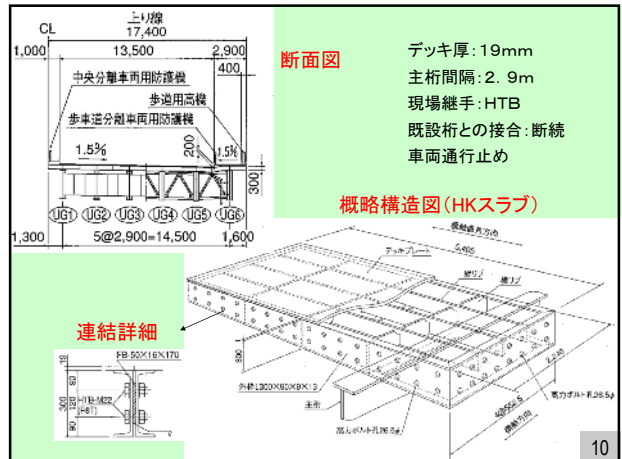
8

2.1 A橋

- 建設: 1970年, 単純非合成鉄桁(3連), 斜角58°
- 場所: 東京湾岸 コンテナ埠頭を結ぶ路線
- 床版取替え『HKスラブ』: 2001年(31年経過)
- RC床版の劣化、耐震性向上(大規模地震時緊急輸送路確保)



9



10

既設桁との接合



取替え鋼床版に主桁(縦桁)を掛け、
既設の主桁(縦桁)と全長に渡って接合

直交する横リブと縦桁(主桁)で接合

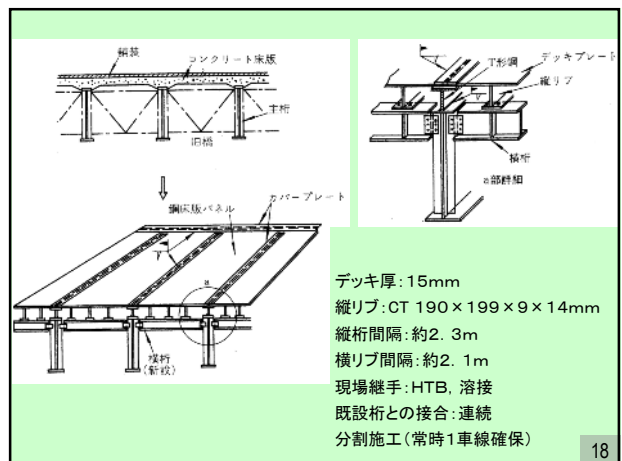
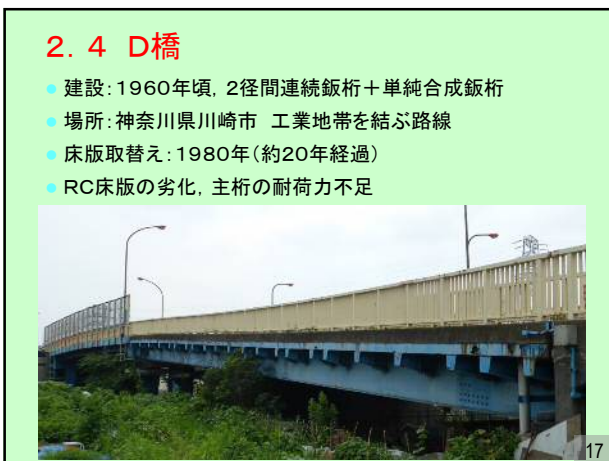
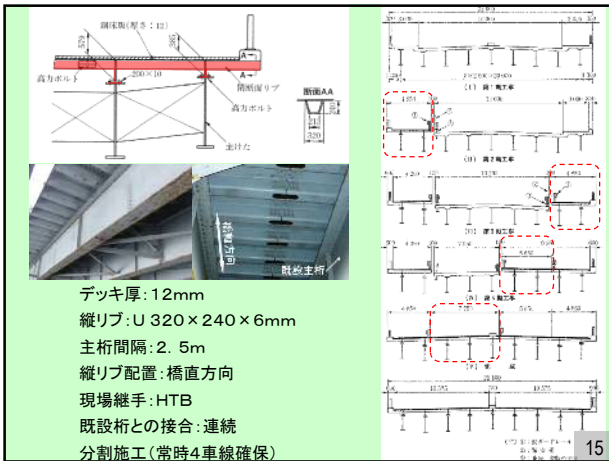
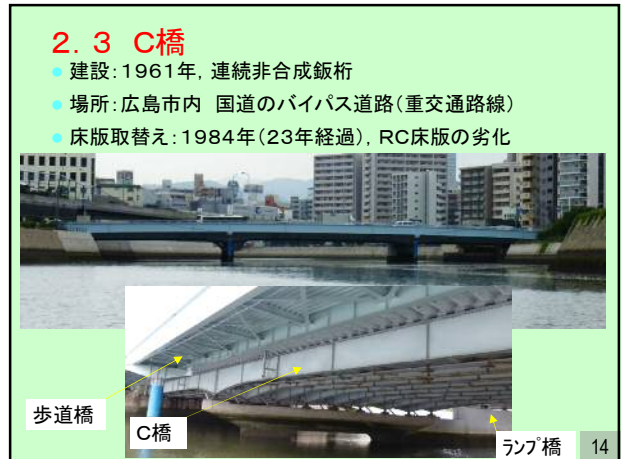
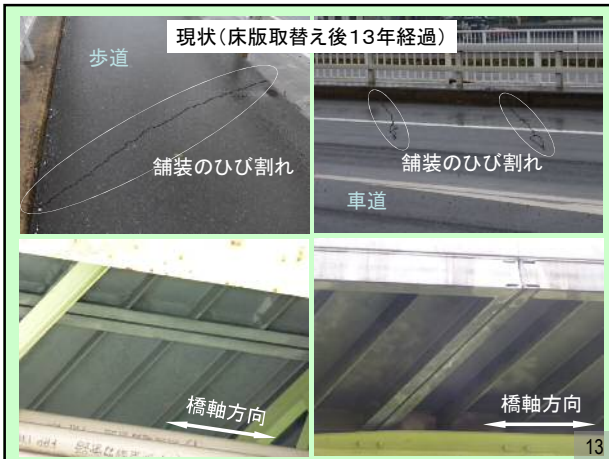
11

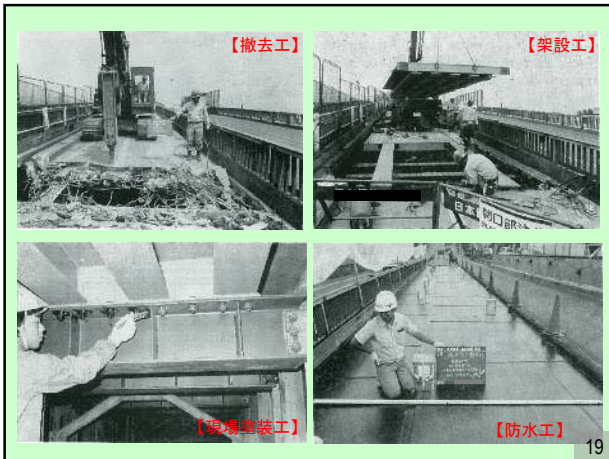
床版取替え時



- 上下線が分離構造となっているため、工事期間中は車両を通行止めて工事が行われた
- 旧床版の路面高を再現するため、RC床版撤去前後の高さを計測し、たわみの戻り量からファイラプレート厚を設定した

12






19



20

2.5 E橋

- 建設: 1957年, ゲルパートラス橋 (広島市 北部)
- 床版取替え: 1999年(42年経過)
- 走行中の大型車による事故で損傷して部分取替え



デッキ厚: 12mm
 縦リブ: PL 110×22mm
 縦桁間隔: 1.6m
 横リブ間隔: 0.4~0.5m
 現場継手: HTB
 既設桁との接合: 断続



21



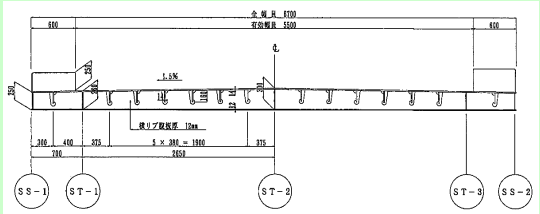
22

2.6 F橋

- 建設: 1966年, 上路アーチ橋
- 場所: 長野県 近くに採石場があり、トラックの通行が多い
- 床版取替え: 1998年(32年経過)
- RC床版の劣化, A活荷重対応



23



デッキ厚: 14mm
 縦リブ: Bulb 160×14mm
 縦桁間隔: 2.6m 横リブ間隔: 1.8m
 現場継手: HTB
 既設桁との接合: 断続
 (横リブ位置でフィラーPLを介して縦桁と接合)

24

床版取替え時



・昼間は交通を開放する必要があったため、夜間通行止め
で工事が行われた

・舗装はゴム入り
アスファルト舗装



現状(16年経過)



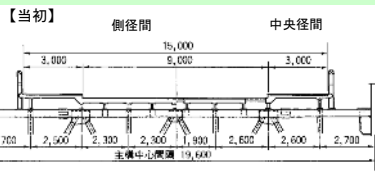
25

2.8 H橋

- 建設:1962年, 吊橋
- 場所:福岡県 北九州市
- 床版取替え:1990年(28年経過), 2車線から4車線化

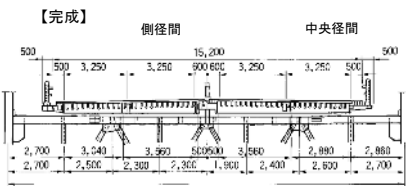


26



デッキ厚:12mm
縦リブ:Bulb PL
縦桁間隔:3.56m
横リブ間隔:2m程度
現場継手:HTB, 溶接
既設桁との接合:断続

床版取替え時

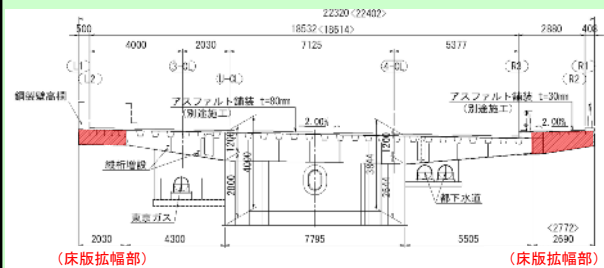


・門型クレーンを使用した分割施工(常時2車線確保)

27

2.9 I橋

- 建設:1994年, 連続鋼床版箱桁
- 場所:東京都 湾岸道路(重交通路線)
- 床版拡幅:2011年(17年経過), 国道立体化に伴う部分拡幅



28



デッキ厚:12mm
縦リブ:Bulb 230×11mm
横リブ間隔:約2.0m
現場継手:HTB
既設桁との接合:連続

29

2.10 調査結果まとめ

【取替え鋼床版採用理由】

- (1) 既設(RC)床版の劣化
- (2) 設計活荷重増大(基準の改定)への対応
- (3) 耐震性向上(基準の改定)
- (4) 床版拡幅

40~50年経過した橋梁は、古い基準で設計されているものが多く、活荷重や大規模地震に対する安全性が低い可能性が高い

⇒取替え鋼床版を採用することで、橋梁全体の補強を軽減でき、経済的となる可能性が大きいと考えられる

30

【現地調査結果一覧】

	A橋	B橋	C橋	D橋	E橋	F橋	G橋
舗装の状況	パネル継手に沿ったひび割れ	鋼床版特有のひび割れは認められず	鋼床版特有のひび割れは認められず	縦方向ひび割れと部分的な補修跡あり	鋼床版特有のひび割れは認められず	パネル継手に沿ったひび割れ	鋼床版特有のひび割れは認められず
疲労き裂	認められず	認められず	認められず	疲労を要によると思われる補修跡あり	認められず	—	認められず
腐食・塩害劣化	めっきのむき出しが確認されているが、腐食は認められず	健全	塩害劣化が進んでいるが、腐食は認められず	健全	健全	—	健全
パネル間の接合	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	—	異常なし
主桁との接合	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	—	異常なし
留意点	床版撤去時のキャンバーの戻り量	床版撤去時の桁の横割れ箇所		カバークラウドの現場溶接	配床版との接合部	狂脚交通開放時の高さが異なる(現場継手部等)と出来形管理	
構造上の特徴	鉄スラブ(引リフ)	合成桁(Bulb リフ)	Uリフを構造方向に配置	パネル継手を主桁・横桁上とし、カバークラウドにて現場溶接接合(T形鋼)	配床版の部分取替え(引リフ)	デッキ厚14mm、上蓋アーチ橋(Bulb リフ)	吊橋(Uリフ)

- 重交通路線にも関わらず、現在も概ね**健全な状態**で供用
- 橋面排水に留意することで、更なる**耐久性の向上**

31

【床版取替え工事の留意事項】

- (1) 工事中の交通確保
- (2) 既設桁の出来形確認
- (3) 施工ステップで変化する既設桁の形状への対応と安全確保
- (4) パネル継手の品質確保(疲労、漏水、舗装への配慮等)

32

3. 米国における取替え鋼床版事例

- ・長大橋を中心に鋼床版橋梁が多い
- ・特に、死荷重低減を目的にコンクリート系床版から鋼床版への取替え事例も多い

参考文献

- 1) Wolchuk, R. (2004). "ORTHOTROPIC DECKS WITH LONG SPANS", Proceedings, Orthotropic Bridge Conference, Sacramento, 2004.
- 2) Wolchuk, R. (2001). "The Use of Orthotropic Decks in Redecking of Bridges", ENGINEERING JOURNAL, FIRST QUARTER, 2001.
- 3) 土木学会: 鋼床版の疲労2010年改訂版、2010年12月

33

3.1 Golden Gate橋 (アメリカ西海岸 サンフランシスコ)

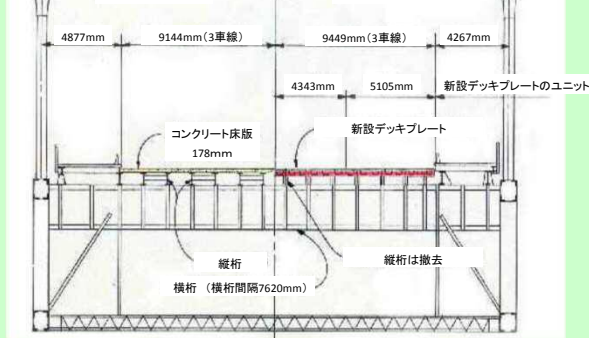
- 1937年に竣工。1985年(48年経過)鋼床版に取替え。
- 支間長: 343m + 1280m + 343m



34

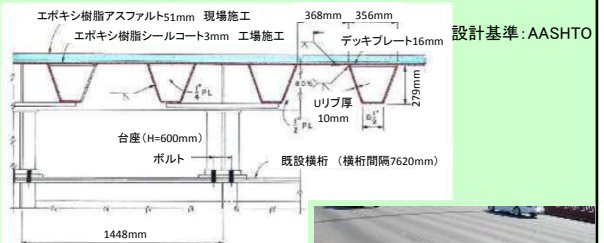
【取替え前】

【取替え後】



床版取替え前と取替え後の断面¹⁾

35



取替え後の鋼床版の構造詳細¹⁾

高さのある台座に支持された不連続なデッキパネルは地震の影響を受けやすいことが指摘されている

(1991年 T.Y. Lin International社)



舗装の劣化

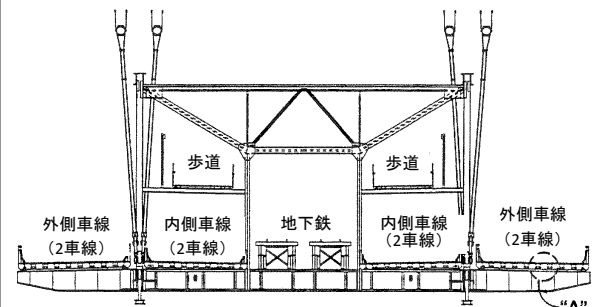
36

3.2 Williamsburg橋 (アメリカ東海岸 ニューヨーク)

- 1903年に竣工した中央径間488mの吊橋。
- 1996年(93年経過)に鋼床版への取替工事開始(軽量化)。



37



床版取替え後の断面²⁾(横桁で支持)
取替え鋼床版による軽量化

38

3.3 Bronx Whitestone橋 (アメリカ東海岸 ニューヨーク)

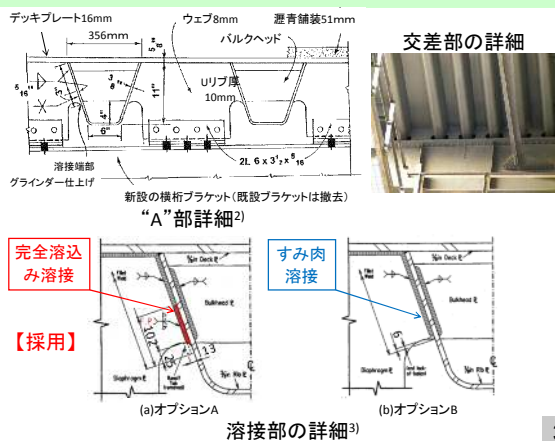
3.3 Bronx Whitestone橋 (アメリカ東海岸 ニューヨーク)

- 1939年に4車線で建設。2008年(69年経過)に6車線に拡幅。
- 床版取替えの要求事項: 軽量化(活荷重の増大、ケーブル劣化)

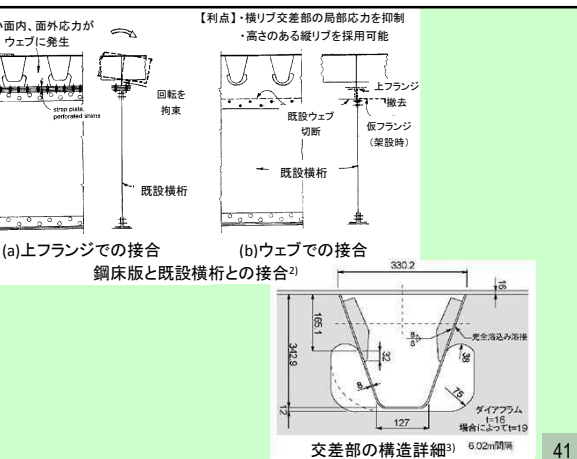


中央径間690m

40



39



41

4. 取替え鋼床版に関する米国調査 (ニューヨーク)

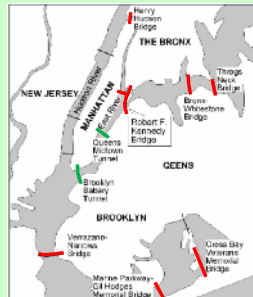
42

4.1 調査の概要

- 訪問先: MTA (Metropolitan Transportation Authority)



2013年6月 MTA (ニューヨーク)
メトロポリタン都市圏における鉄道やバス、橋梁、トンネルなどの公共輸送を運営する独立公益会社



【運営・管理】
橋梁(7橋)、トンネル(2箇所)

43

4.2 現地ヒアリング



44

4.3 現地調査

- 現地調査: Robert F. Kennedy橋(旧称Triborough橋)



45

- Bronxトラス橋(可動橋, 橋長465m)
1936年開通 → 交通量増加に伴う床版・床組の損傷
→ 大規模補修(1997年、61年経過)
→ 鋼床版への取り換え(2002年~2004年(3期施工))



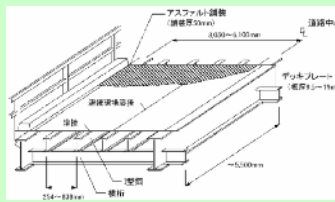
46

- Bronxトラス橋の鋼床版取り替え

■オリジナルの床版構造



■バルクデッキの構造例

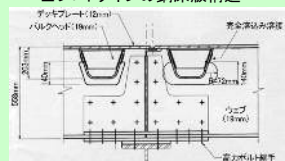


47

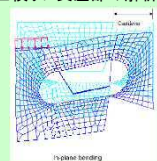
- Bronxトラス橋の鋼床版取り替え



■プロトタイプ鋼床版構造



■横リブ交差部の解析例




リーハイ大学での実験・解析結果に基づき構造詳細を決定

48

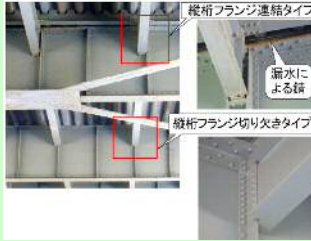
• Bronxトラス橋の鋼床版取り替え

■鋼床版と既設桁の取合い部



既設桁上に鋼床版が載る

■縦桁と横桁の取合い部



縦桁フランジ連結タイプ
漏水による錆
縦桁フランジ切り欠きタイプ

49

• Harlem River可動橋



• Queens吊橋



50

• Harlem River可動橋



• Queens吊橋



取替え鋼床版の舗装
当初: 9.5mm厚のエポキシポリマーコンクリート(工場施工)
↓ 供用後に
↓ 層状剥離
現在: 薄層のメチルメタクリレート樹脂舗装

51

• Queens吊橋の鋼床版取り替え

既設床版撤去



鋼床版の敷設



• Harlem River可動橋の鋼床版取り替え



架設索
取替え鋼床版

52

5. まとめ

53

- 日本では、重交通路線の鋼橋で、**床版の著しい損傷**により床版補修工事が多数行われている。一部では、橋梁本体の安全性も考慮して、鋼床版への取替え工事が行われている。
- 米国では、**長大橋の死荷重軽減**を目的とした鋼床版への取替え工事のニーズが高い。
- 今後、日本では、**大規模更新工事**や**古い基準で設計**された多くの橋梁で、床版の取替えが必要となる。
- 橋梁の安全性、床版拡幅等による使用性能向上、現場工期短縮等から**取替え鋼床版のニーズ**は高まると考えられる。

↓

この様なことから、日本橋梁建設協会では、日米の取替え鋼床版に関するデータを収集、整理し、鋼床版の発展に寄与したいと考えている。

54

終

ご清聴ありがとうございました