

平成27年度 橋梁技術発表会

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 齊藤史朗 林 暢彦



一般
社団法人

日本橋梁建設協会

Japan Bridge Association Inc.

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、耐荷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

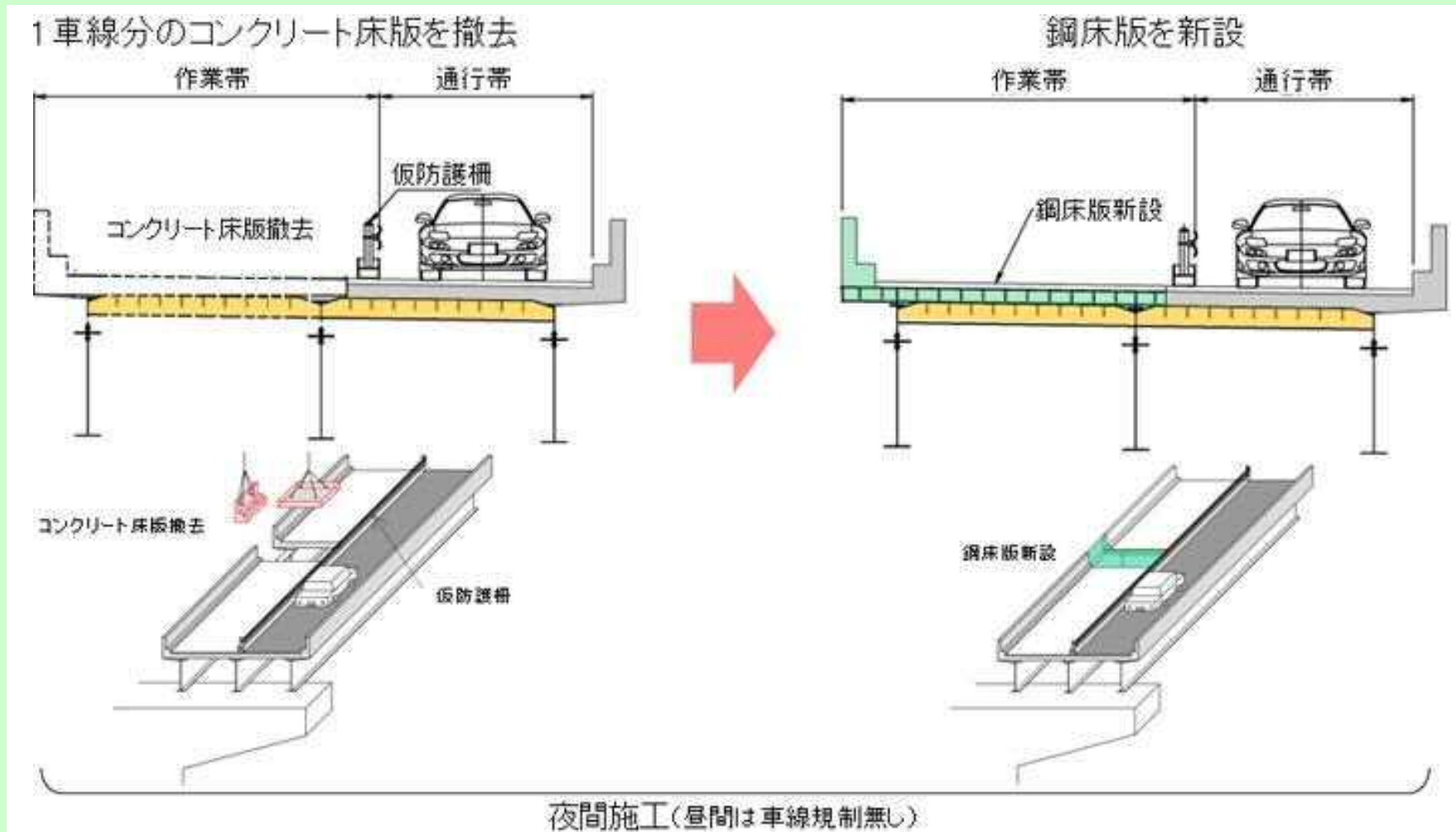
【取替え床版に検討される主な床版形式】

- 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、取替えにより耐荷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, 首都高速道株式会社HPより)

2. 日本における取替え鋼床版事例

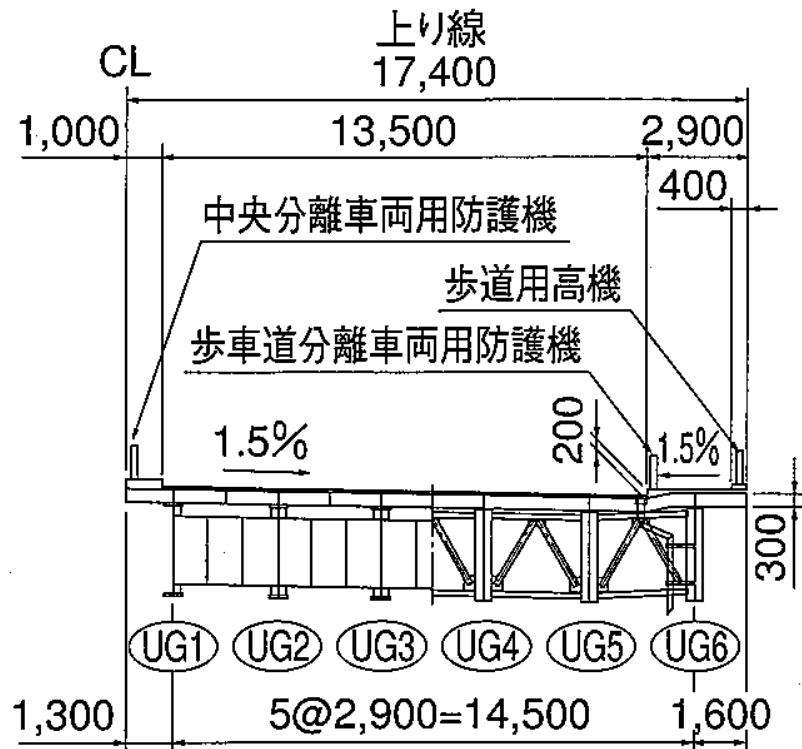
【調査橋梁】 ※全9橋の内、B橋とD橋を除く、7橋分を報告

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 2. 1 A橋(単純非合成鈹桁) | 2. 2 B橋(単純合成鈹桁) |
| 2. 3 C橋(連続非合成鈹桁) | 2. 4 D橋(連続鈹桁+単純鈹桁) |
| 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(単純非合成鈹桁) | 2. 8 H橋(吊 橋) |
| 2. 9 I橋(連続鋼床版箱桁) | |

2.1 A橋

- 建設：1970年，単純非合成鈹桁（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）





断面図

デッキ厚: 19mm

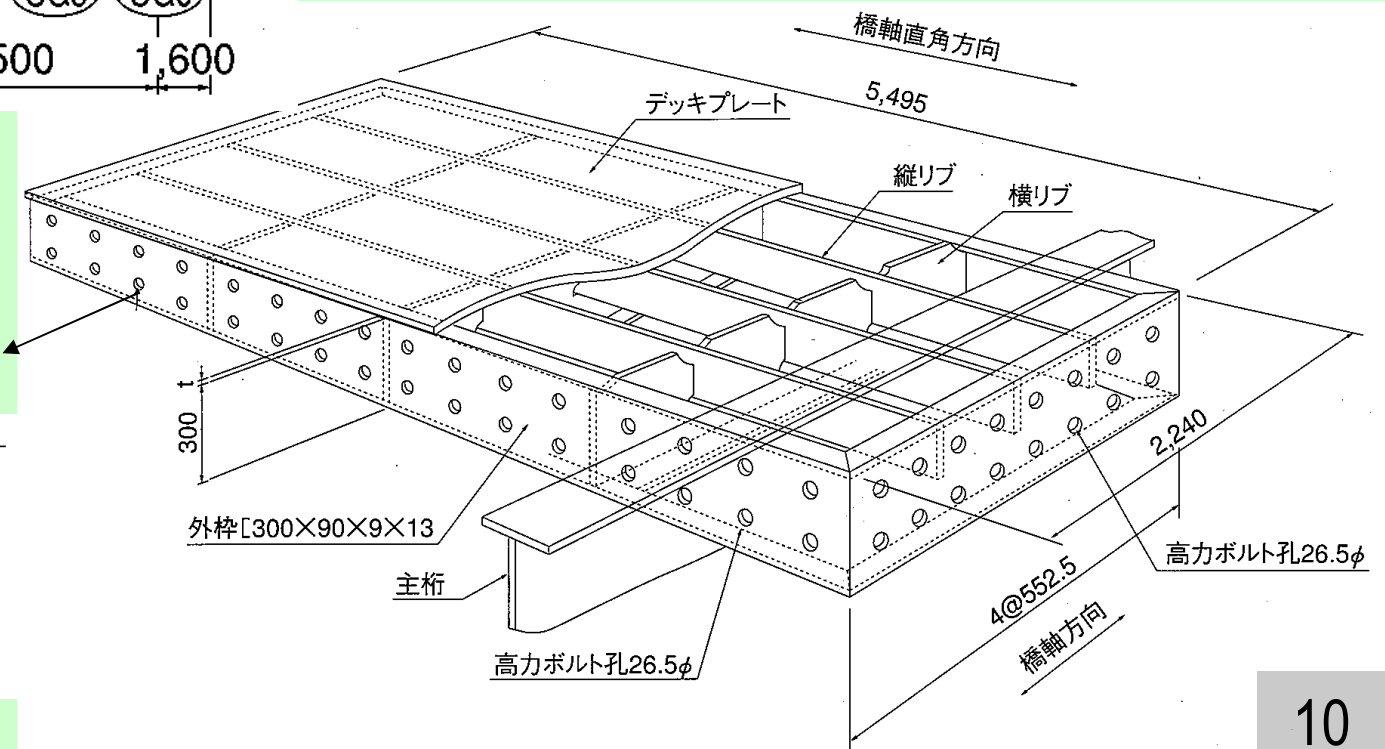
主桁間隔: 2.9m

現場継手: HTB

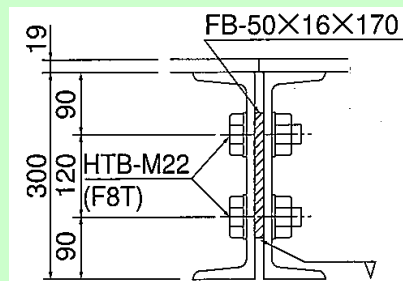
既設桁との接合: 断続

車両通行止め

概略構造図 (HKスラブ)



連結詳細



既設桁との接合

連続

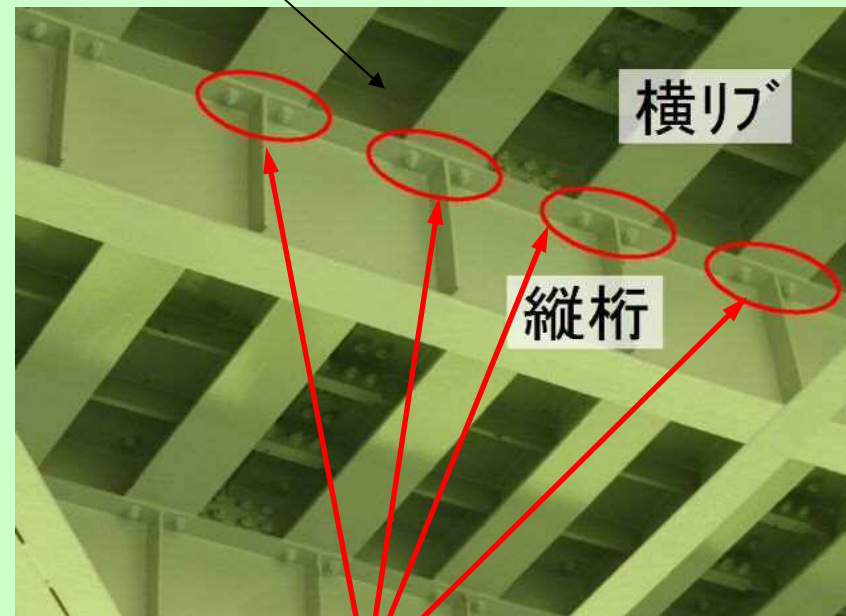
取替え鋼床版



取替え鋼床版に主桁(縦桁)を設け、
既設の主桁(縦桁)と全長に渡って接合

断続

取替え鋼床版



直交する横リブと縦桁(主桁)で接合

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して工事が行われた
- 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ィラープレート厚を設定した

現状(床版取替え後13年経過)

歩道



車道



2.3 C橋

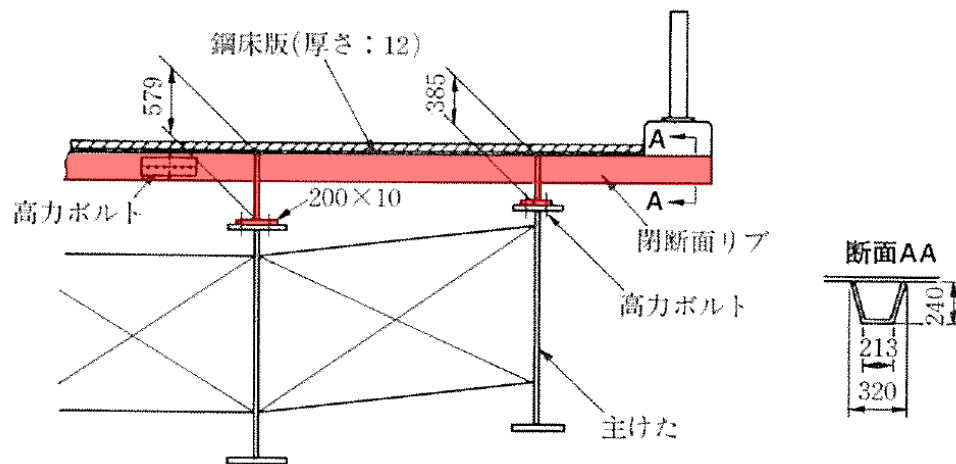
- 建設: 1961年, 連続非合成鈹桁
- 場所: 広島市内 国道のバイパス道路(重交通路線)
- 床版取替え: 1984年(23年経過), RC床版の劣化



歩道橋

C橋

ランプ橋



デッキ厚: 12mm

縦リブ: U 320×240×6mm

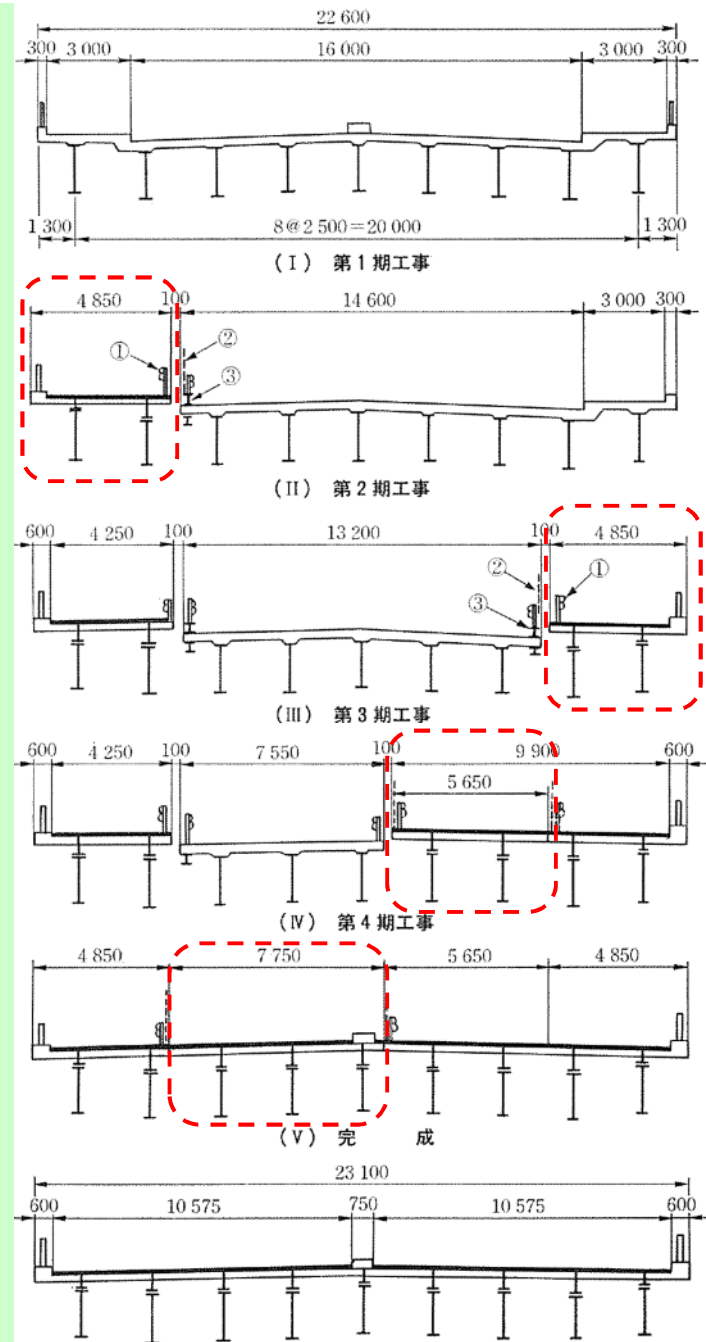
主桁間隔: 2.5m

縦リブ配置: 橋直方向

現場継手: HTB

既設桁との接合: 連続

分割施工(常時4車線確保)



(注) ①: 仮ガードレール
②: 保安柵
③: 地覆, 床版の補強

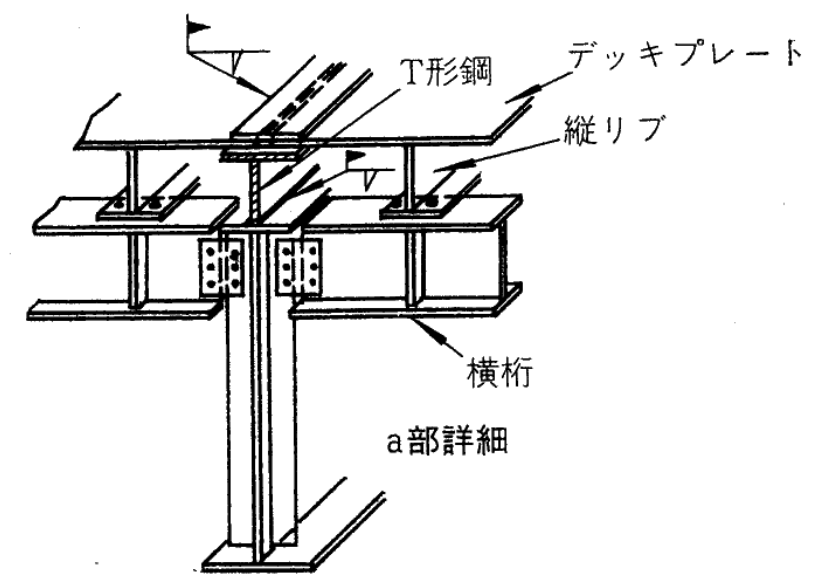
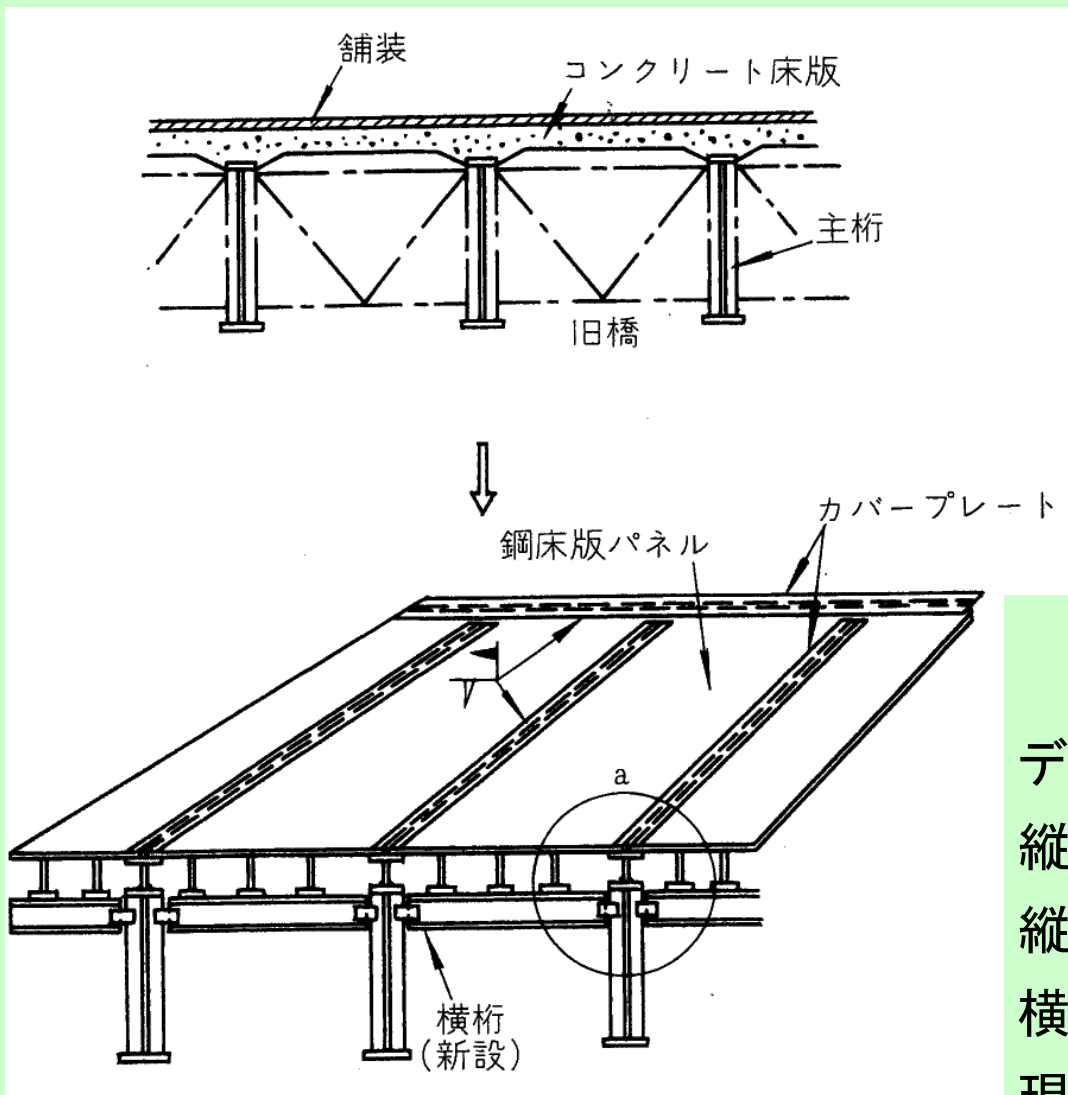
現状(床版取替え後30年経過)



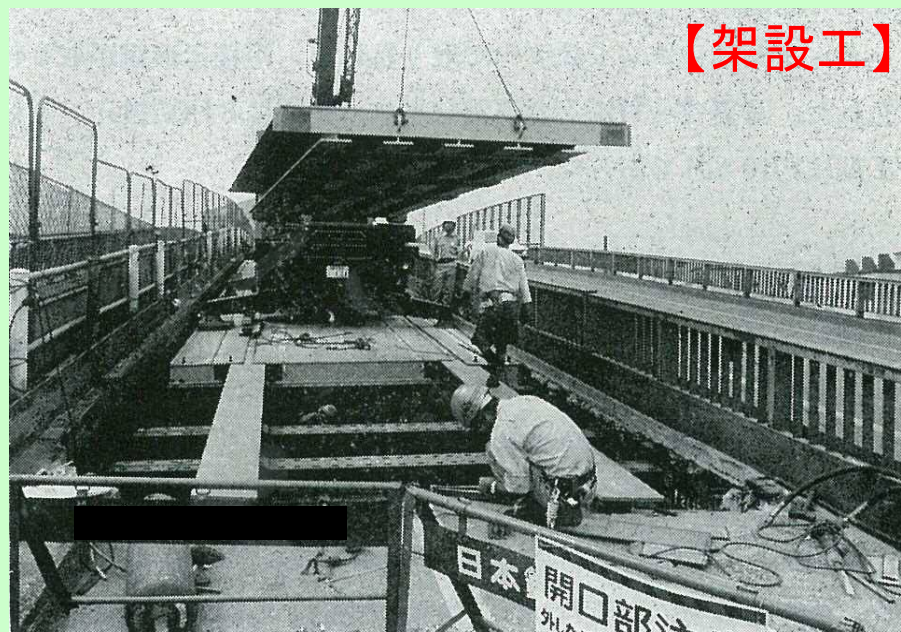
2.4 D橋

- 建設: 1960年頃, 2径間連続鈹桁+単純合成鈹桁
- 場所: 神奈川県川崎市 工業地帯を結ぶ路線
- 床版取替え: 1980年(約20年経過)
- RC床版の劣化, 主桁の耐荷力不足



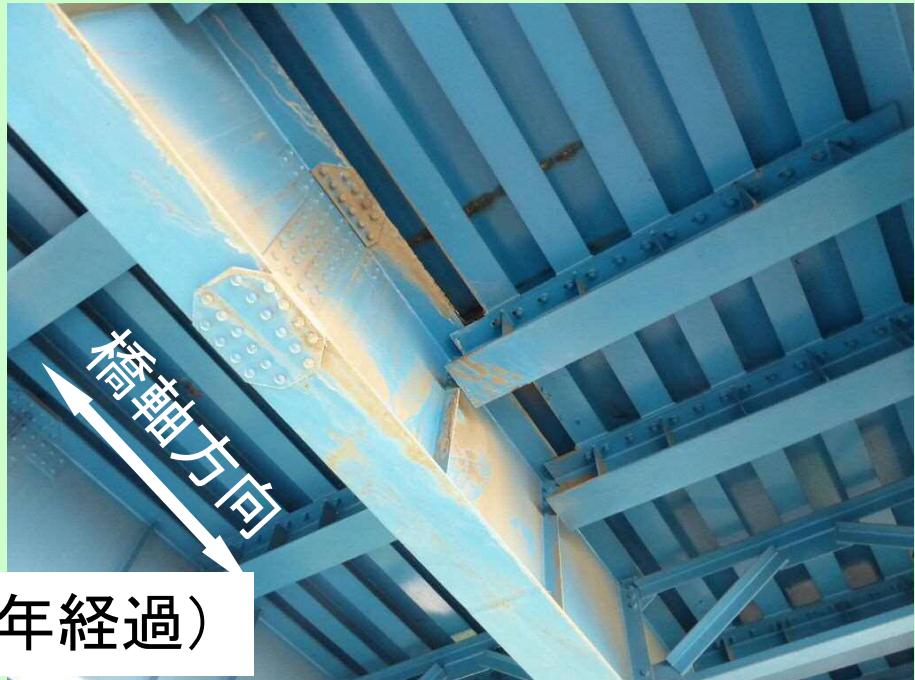


デッキ厚: 15mm
 縦リブ: CT 190 × 199 × 9 × 14mm
 縦桁間隔: 約2.3m
 横リブ間隔: 約2.1m
 現場継手: HTB, 溶接
 既設桁との接合: 連続
 分割施工 (常時1車線確保)





現状(床版取替え後34年経過)

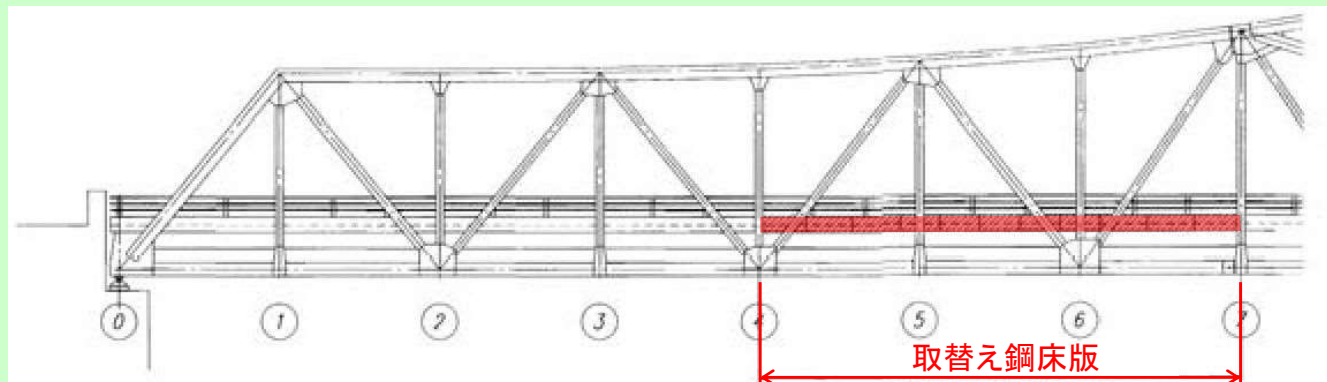


2.5 E橋

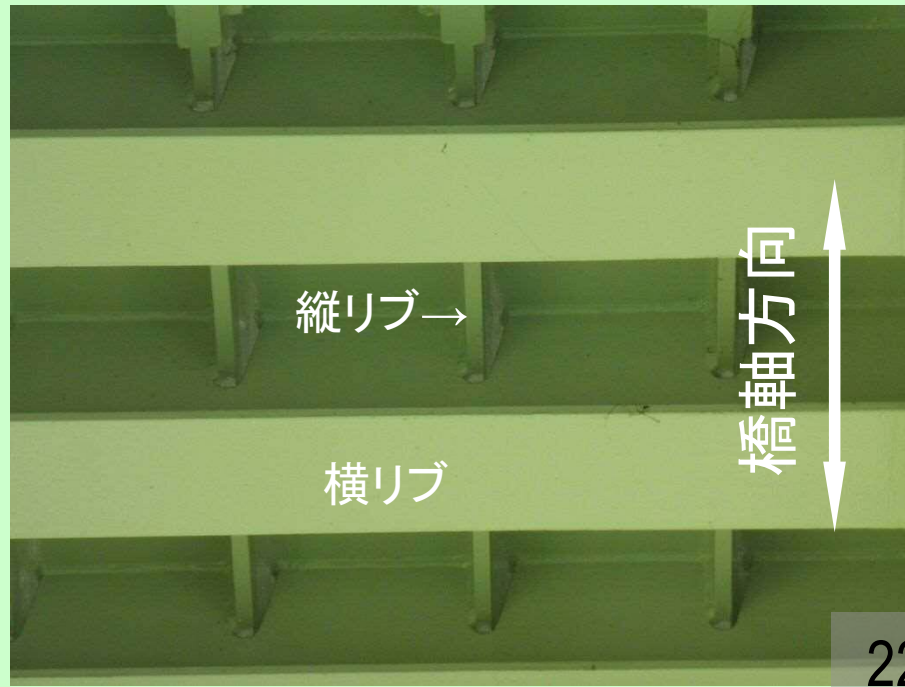
- 建設: 1957年, ゲルバートラス橋 (広島市 北部)
- 床版取替え: 1999年(42年経過)
- 走行中の大型車による事故で損傷して部分取替え



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



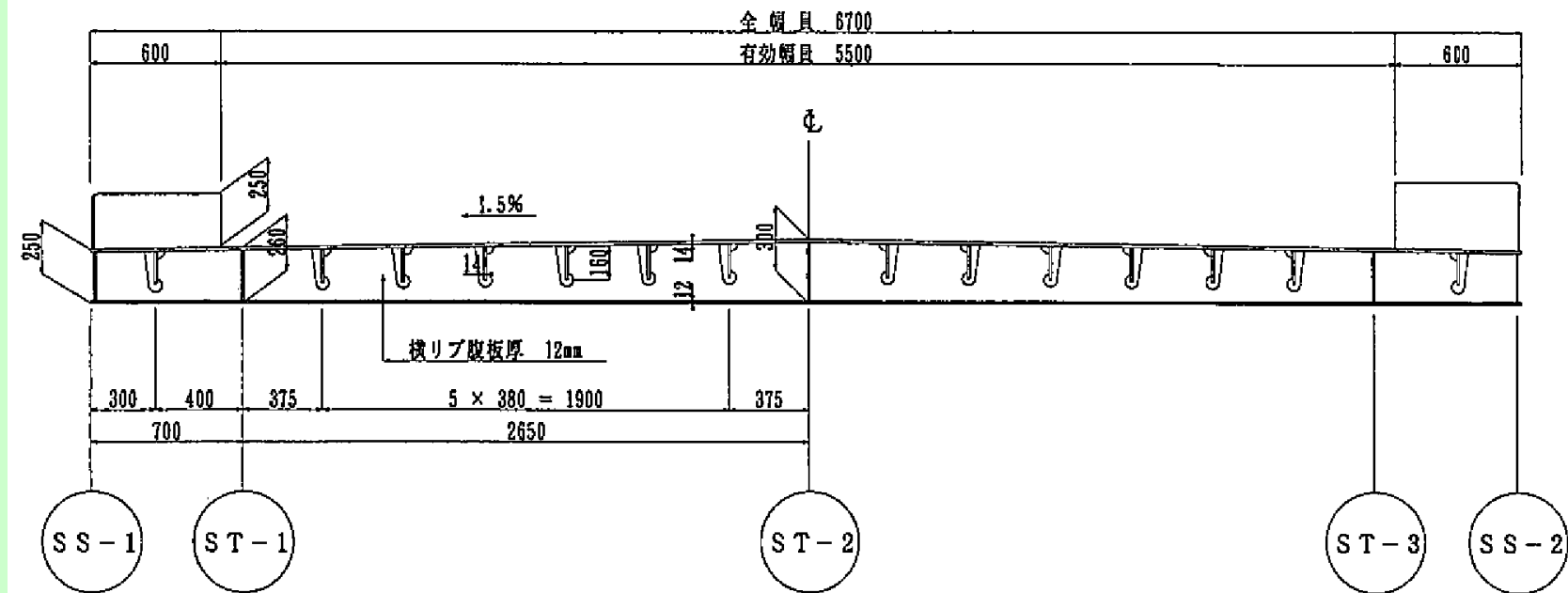
現状(床版取替え後15年経過)



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





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)

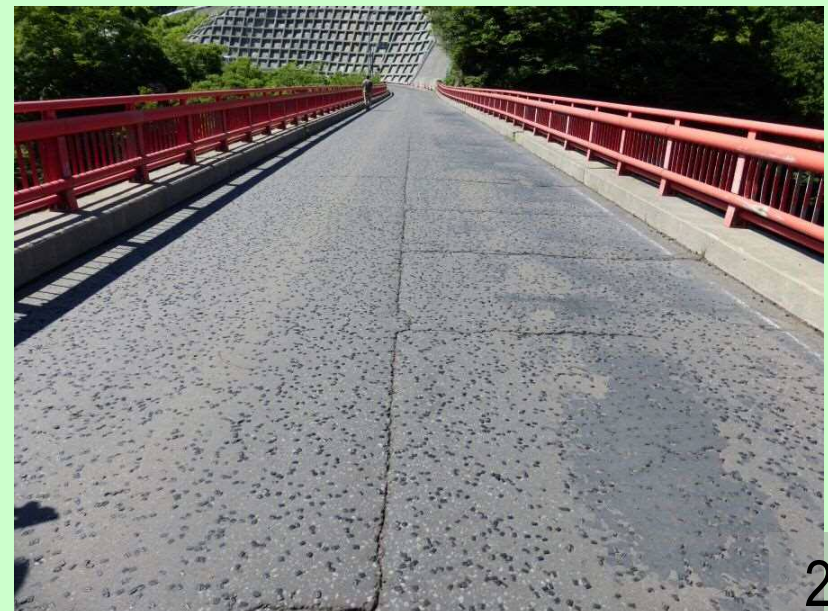
床版取替え時



- ・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)

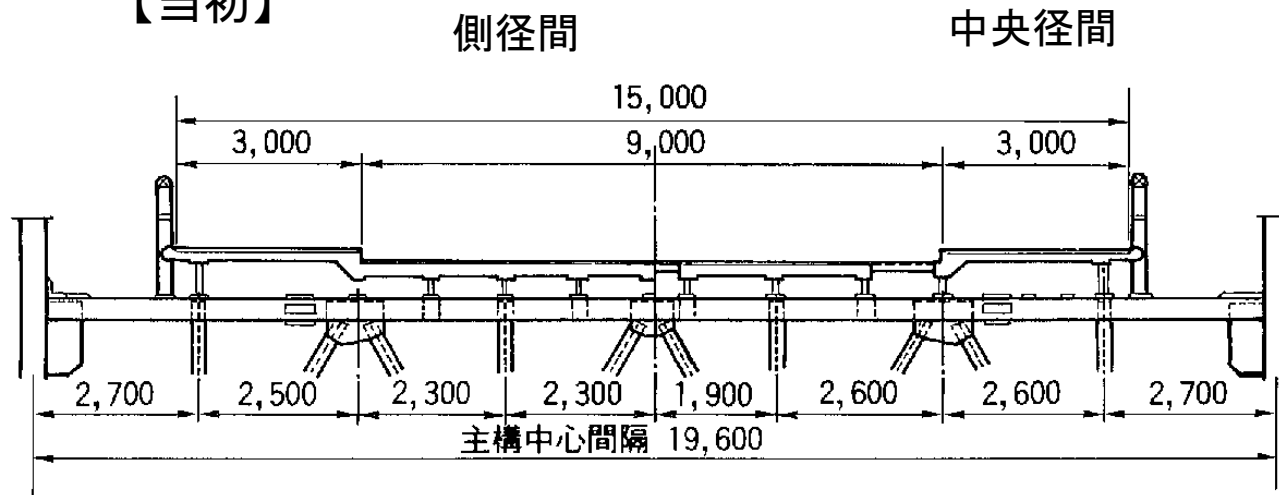


2. 8 H橋

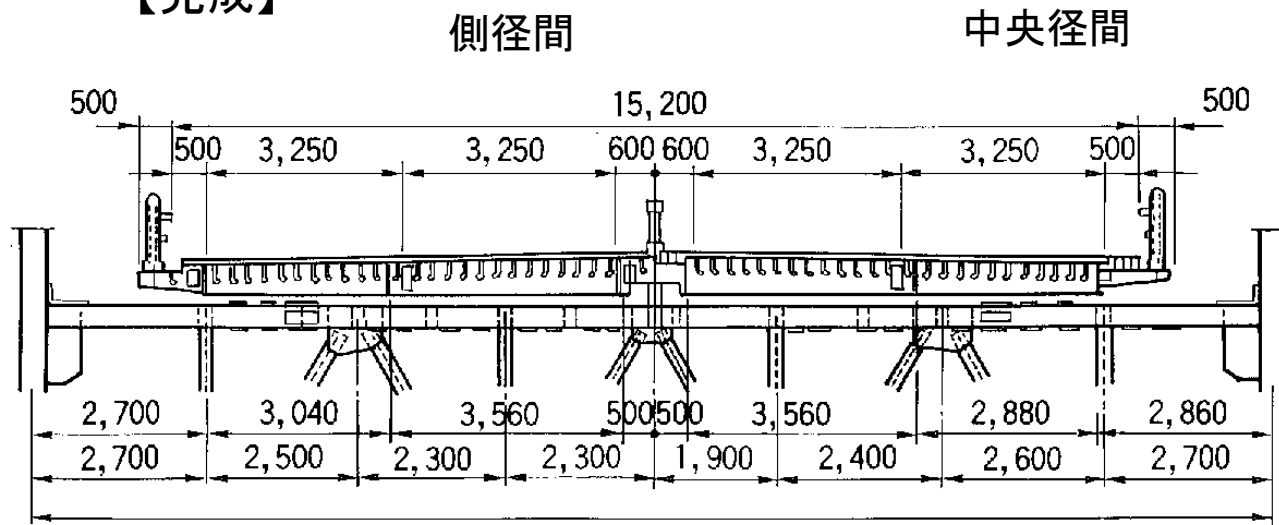
- 建設: 1962年, 吊橋
- 場所: 福岡県 北九州市
- 床版取替え: 1990年(28年経過), 2車線から4車線化



【当初】



【完成】



デッキ厚: 12mm

縦リブ: Bulb PL

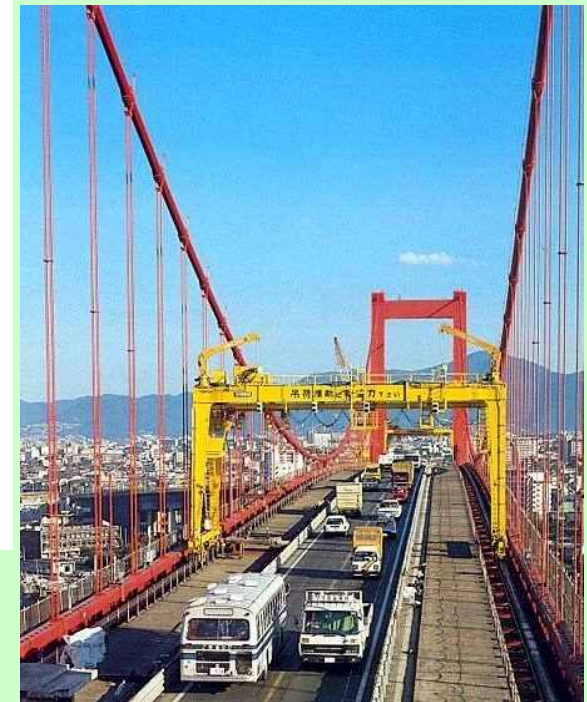
縦桁間隔: 3.56m

横リブ間隔: 2m程度

現場継手: HTB, 溶接

既設桁との接合: 断続

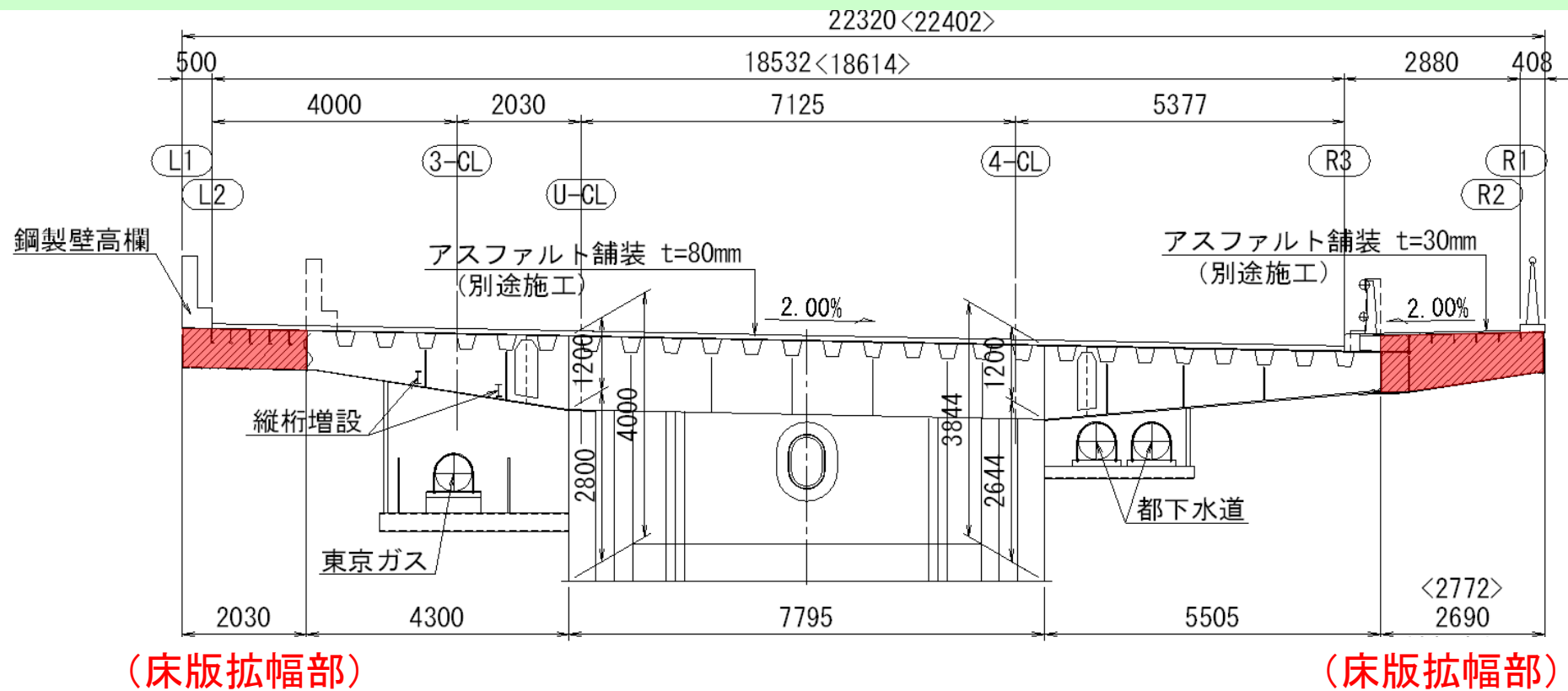
床版取替え時

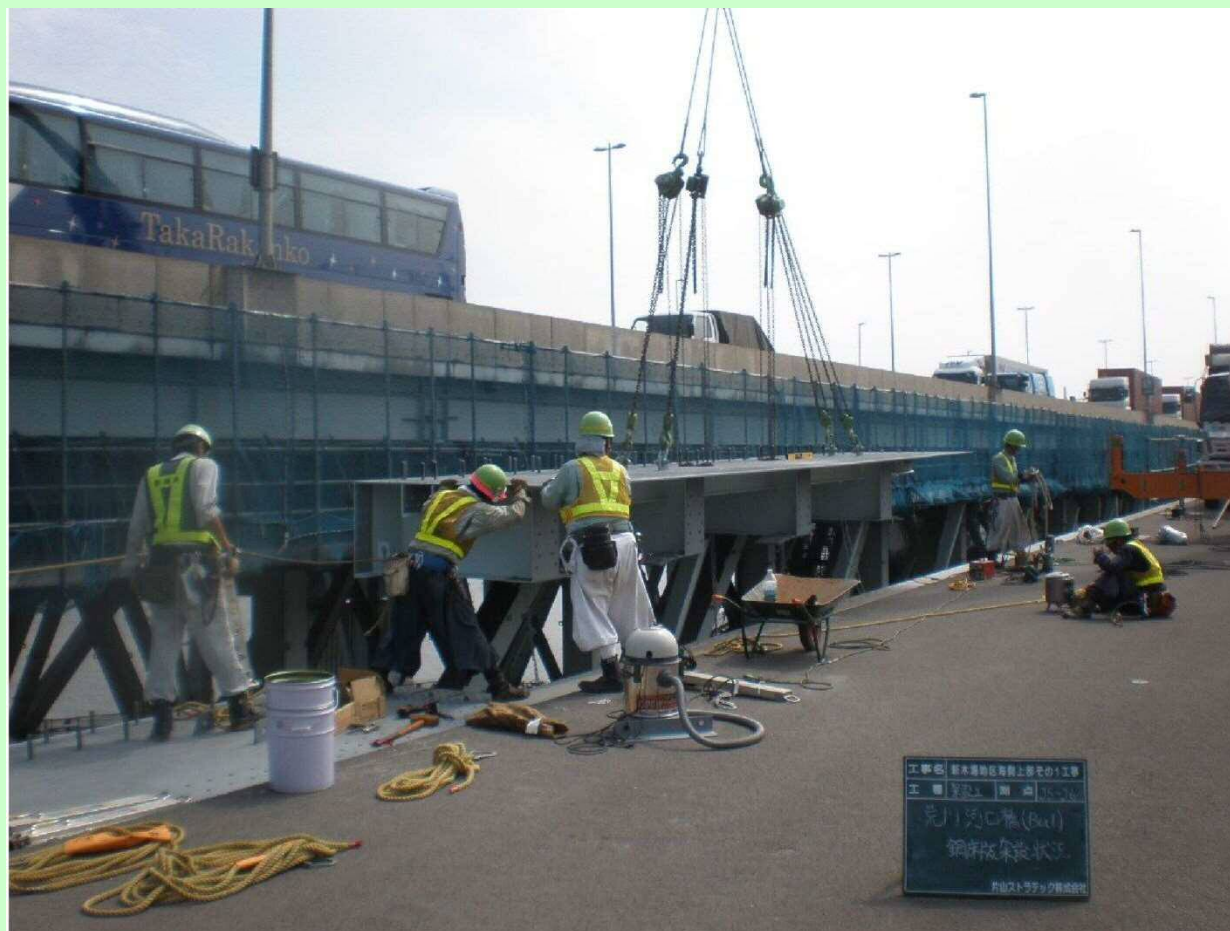


・門型クレーンを使用した分割施工(常時2車線確保)

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





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

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

【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	疲労き裂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・塗膜劣化	めっきの白さびが発生しているが、腐食は認められず	健全	塗膜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倒れ座屈		カバープレート の現場溶接	RC 床版との接合部	昼間交通開放時の路面状態(現場継手部等)と出来形管理	
構造上の特徴	HK スラブ (PL リブ)	合成桁 (Bulb リブ)	Uリブを橋直方向に配置	パネル継手を主桁・横桁上とし、カバープレートにて現場溶接接合 (CT形鋼)	RC 床版の部分取替え (PL リブ)	デッキ厚 14mm、上路アーチ橋 (Bulb リブ)	吊橋 (Uリブ)

- 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**

【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)

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

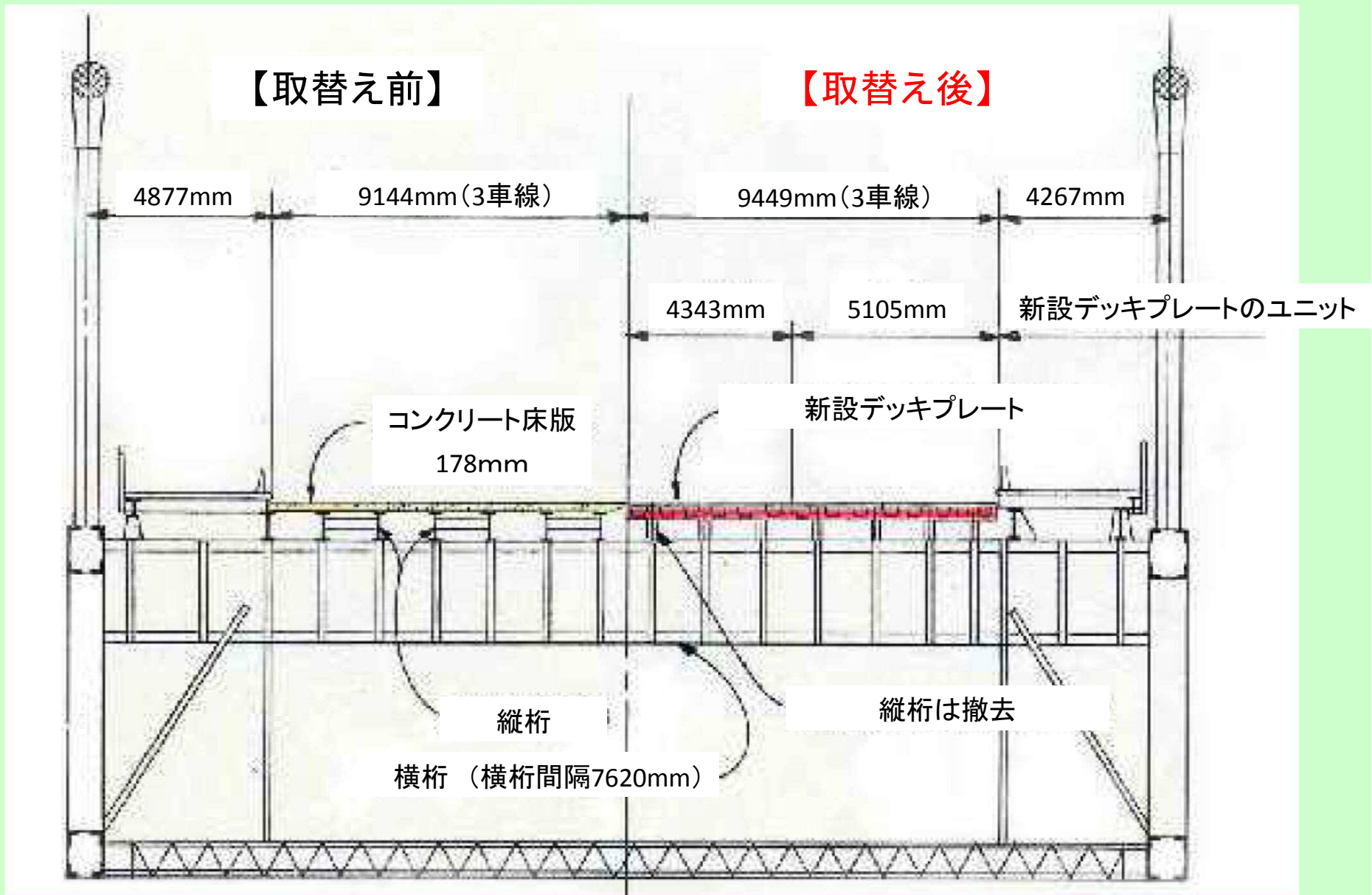
参考文献

- 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

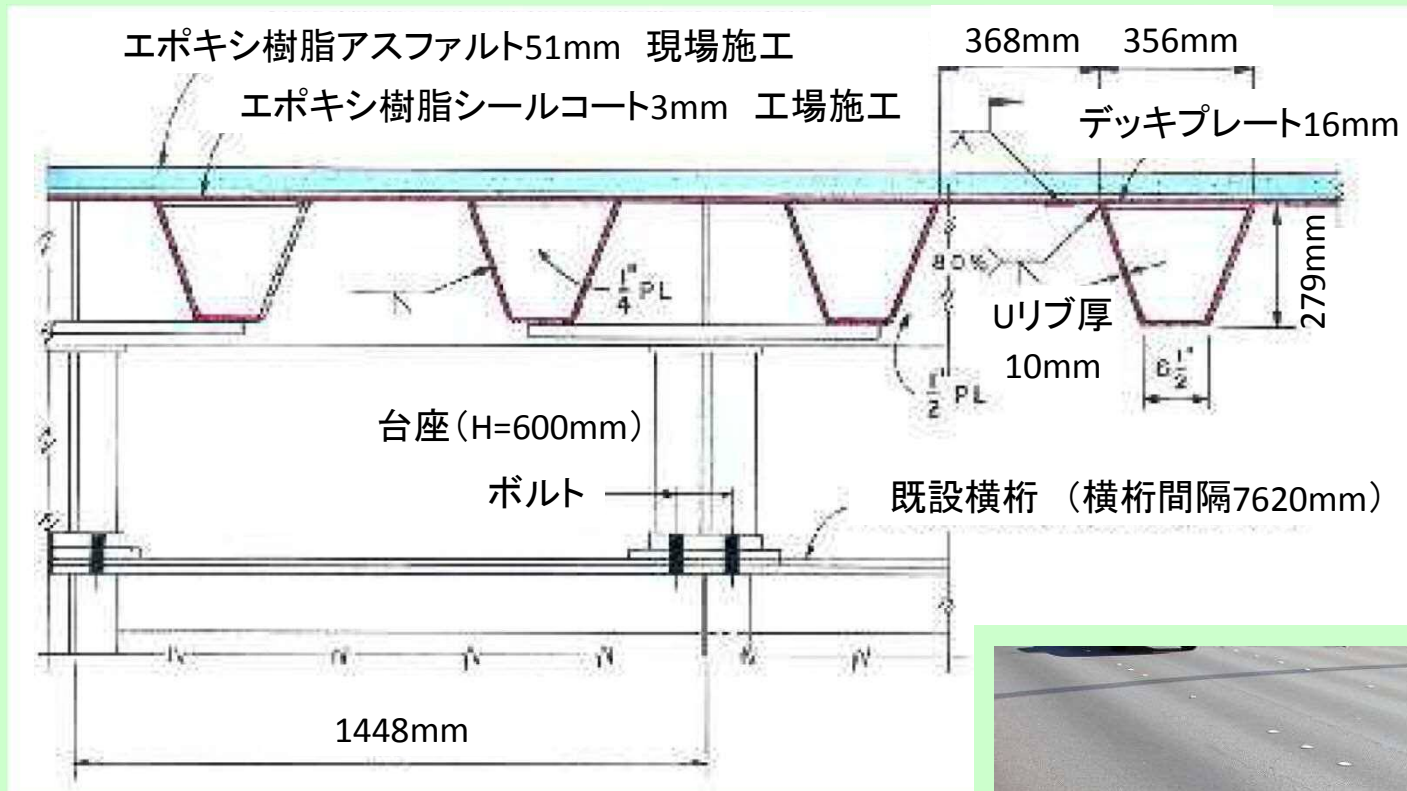
3. 1 Golden Gate橋 (アメリカ西海岸 サンフランシスコ)

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





床版取替え前と取替え後の断面¹⁾



設計基準:AASHTO

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

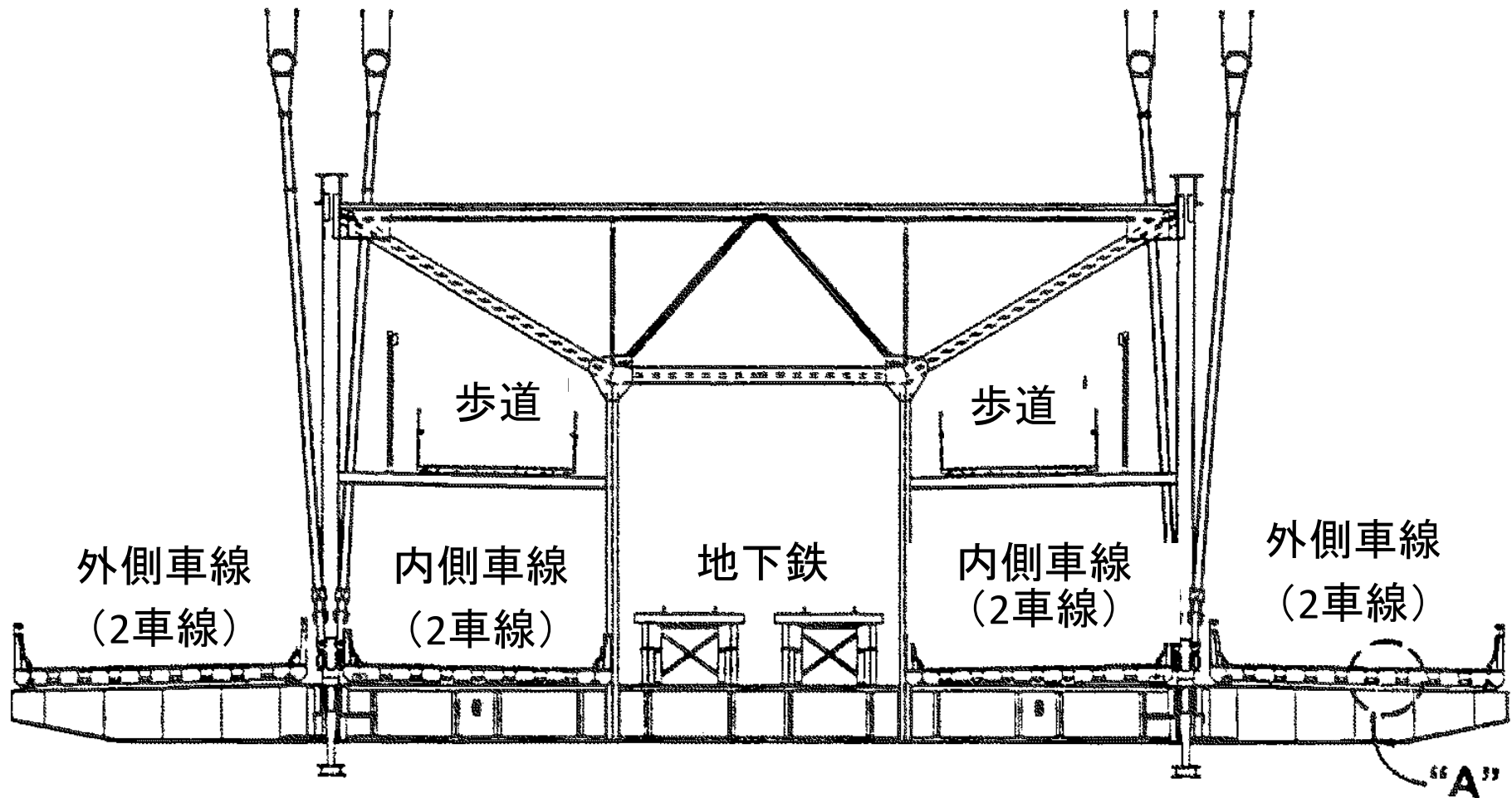
(1991年 T.Y. Lin International社)



3. 2 Williamsburg橋 (アメリカ東海岸 ニューヨーク)

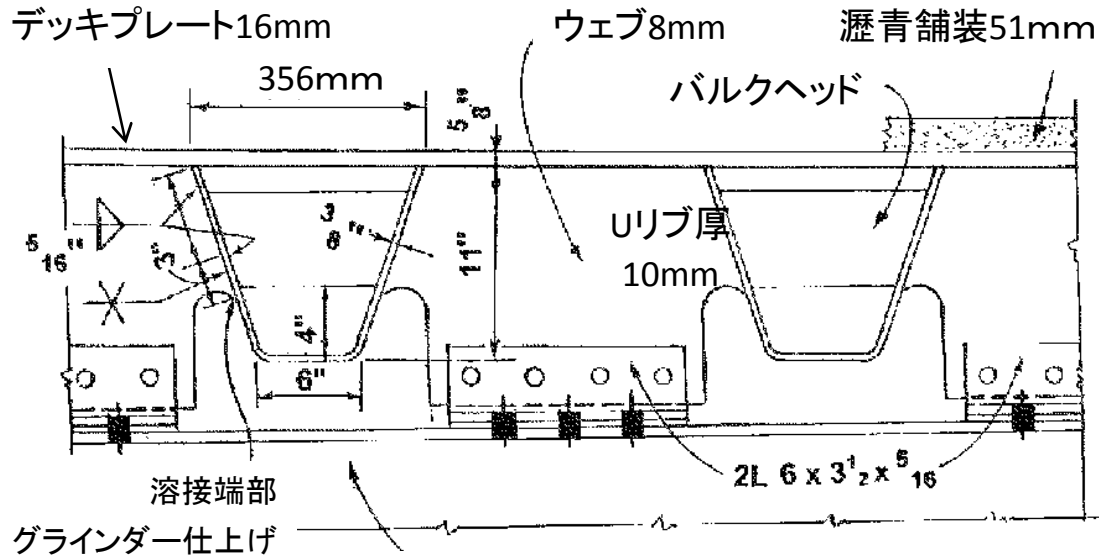
- 1903年に竣工した中央径間488mの吊橋。
- 1996年(93年経過)に鋼床版への取替工事開始(軽量化)。





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



新設の横桁ブラケット(既設ブラケットは撤去)

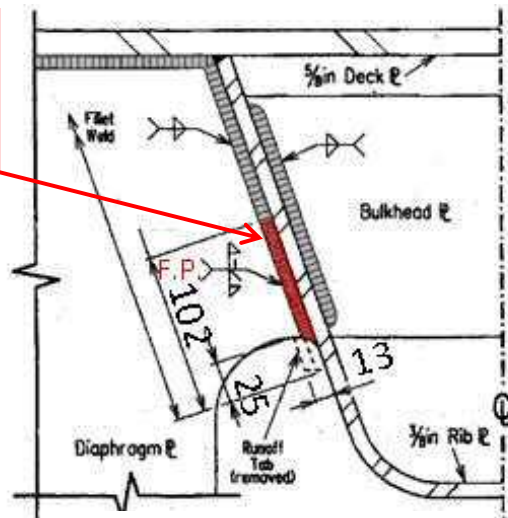
“A”部詳細²⁾

交差部の詳細



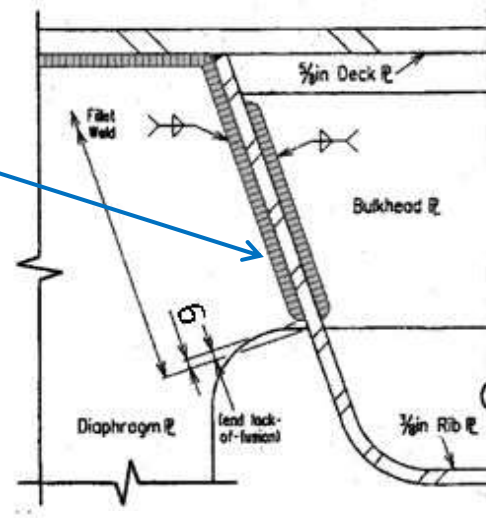
完全溶込み溶接

【採用】



(a)オプションA

すみ肉溶接



(b)オプションB

溶接部の詳細³⁾

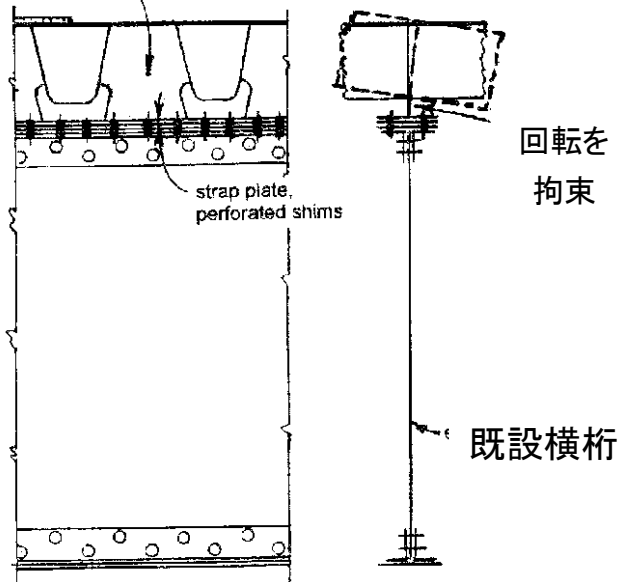
3. 3 Bronx Whitestone橋 (アメリカ東海岸 ニューヨーク)

- 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)



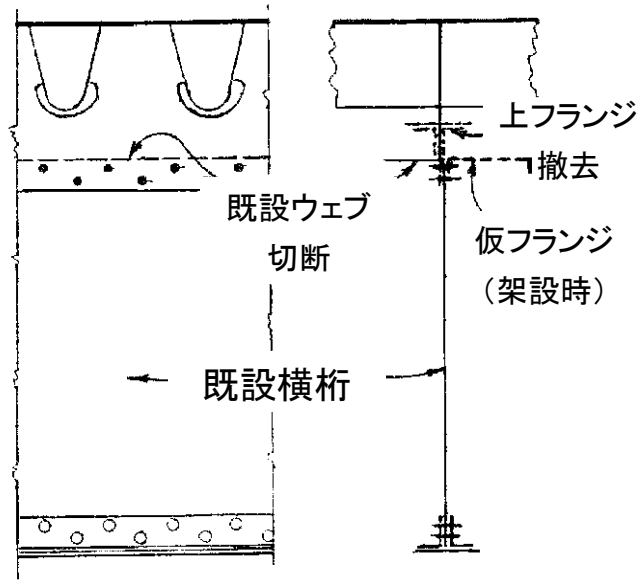
中央径間690m

高い面内、面外応力が
ウェブに発生



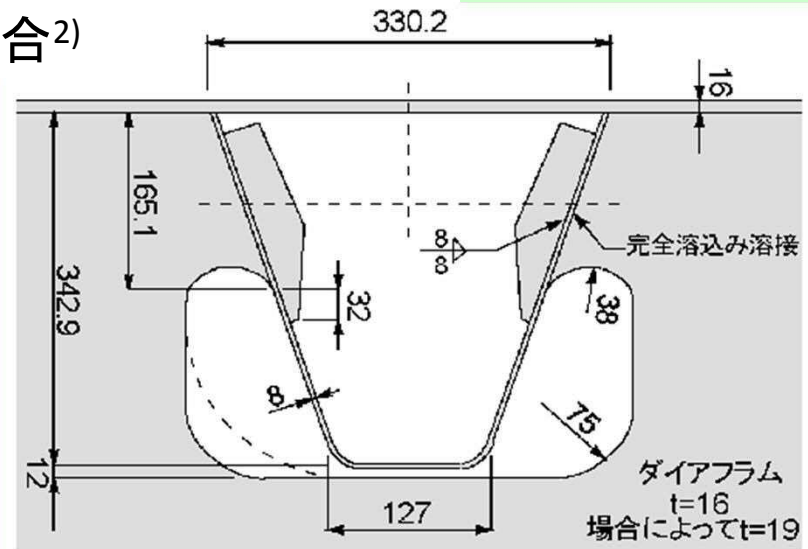
(a)上フランジでの接合

【利点】・横リブ交差部の局部応力を抑制
・高さのある縦リブを採用可能



(b)ウェブでの接合

鋼床版と既設横桁との接合²⁾



交差部の構造詳細³⁾ 6.02m間隔

4. 取替え鋼床版に関する米国調査 (ニューヨーク)

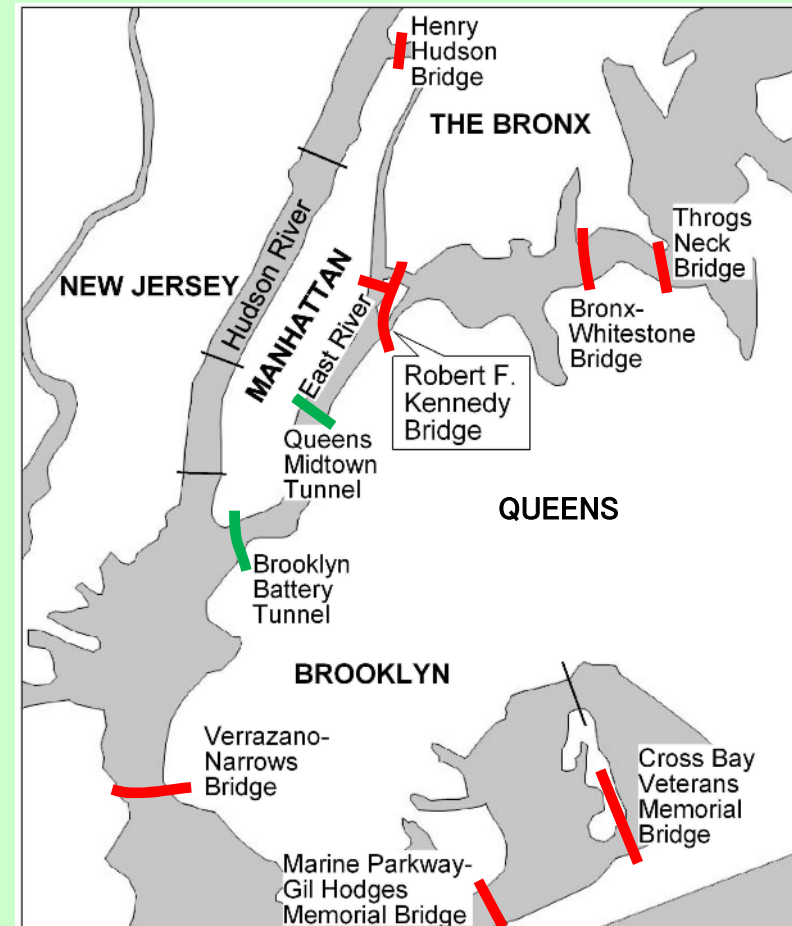
4. 1 調査の概要

- 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)

4. 2 現地ヒアリング



4.3 現地調査

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

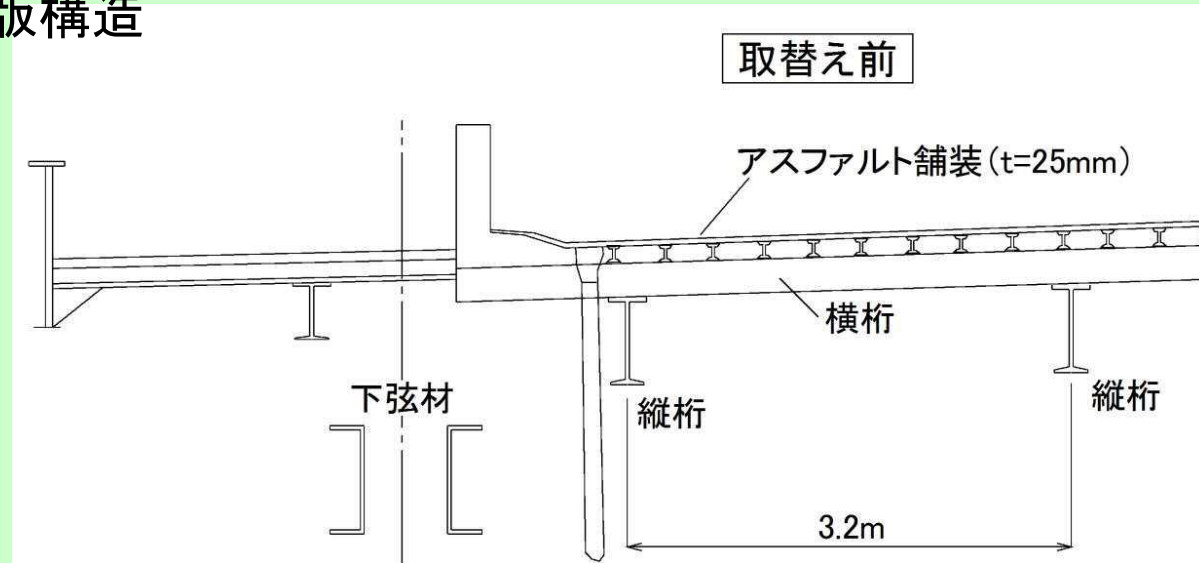


- Bronxトラス橋(可動橋, 橋長465m)
1936年開通 → 交通量増加に伴う床版・床組の損傷
→ 大規模補修(1997年、61年経過)
→ 鋼床版への取り換え(2002年～2004年(3期施工))

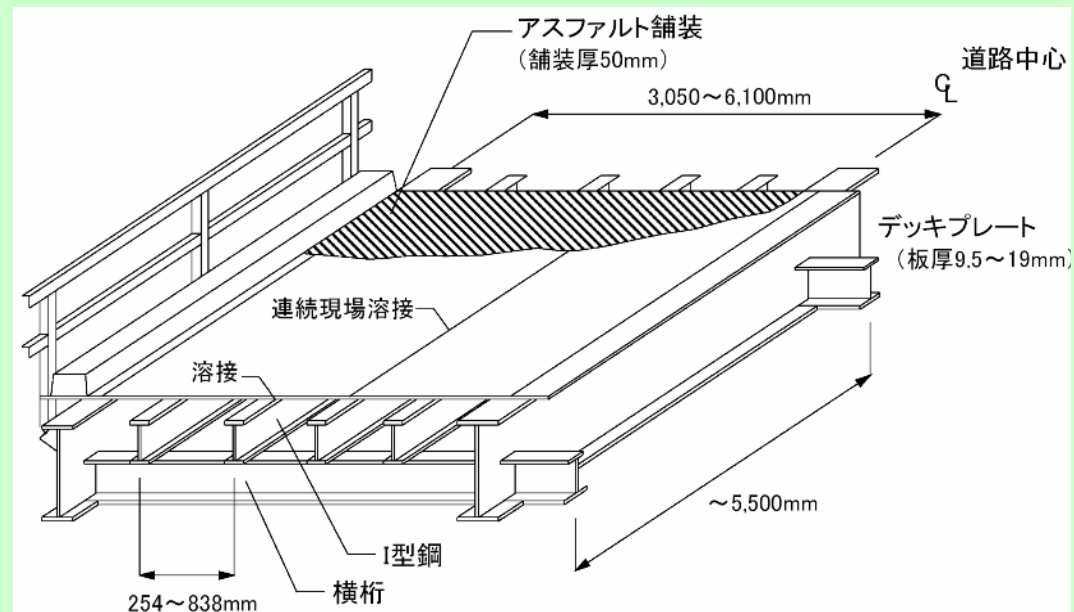


- Bronxトラス橋の鋼床版取り替え

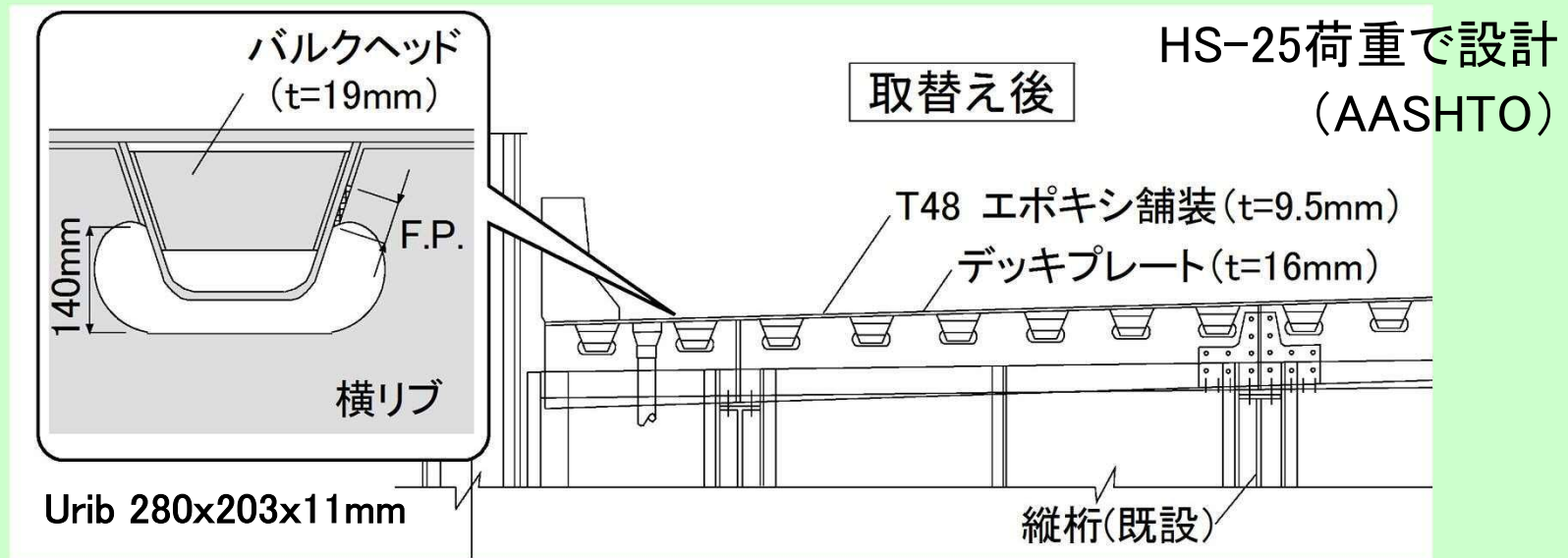
- オリジナルの床版構造



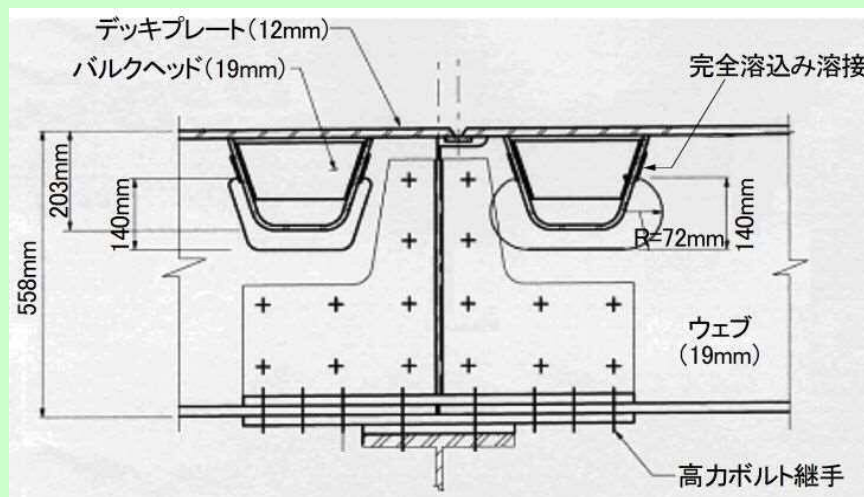
- バトルデッキの構造例



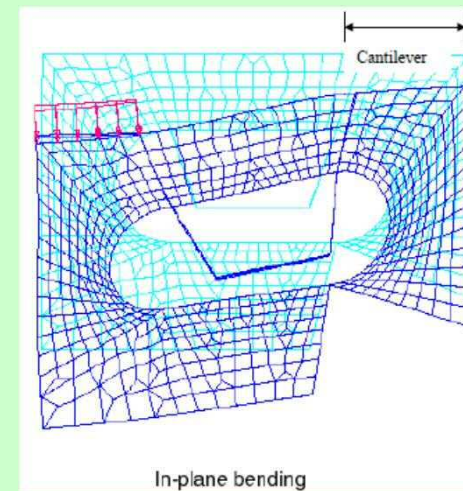
- Bronxトラス橋の鋼床版取り替え



■プロトタイプの鋼床版構造



■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

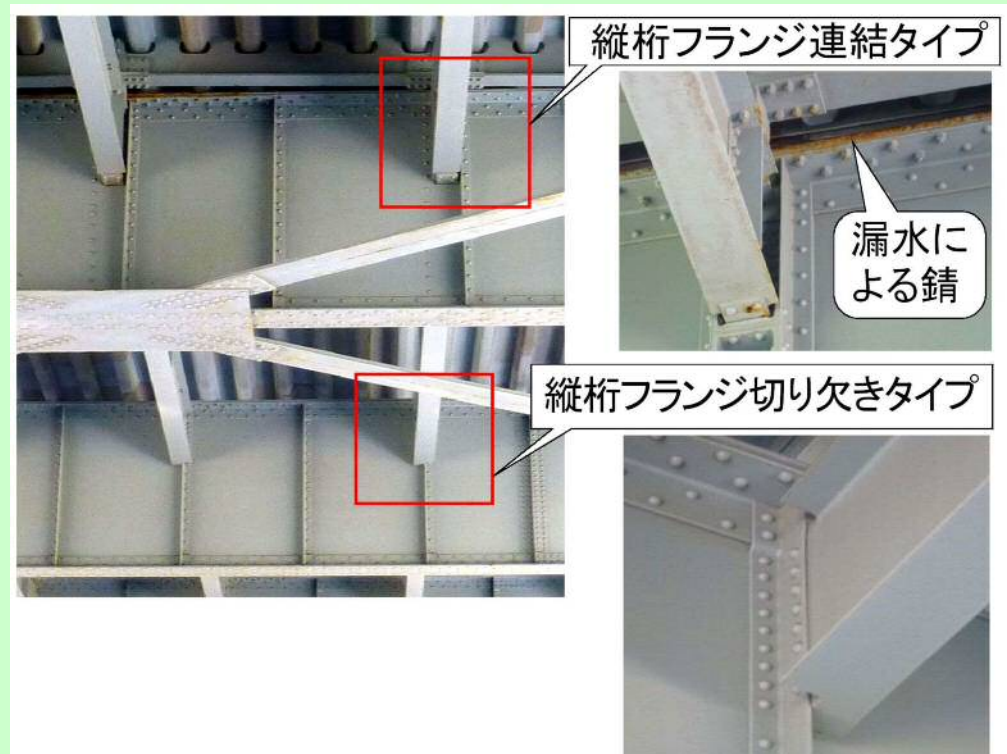
- Bronxトラス橋の鋼床版取り替え

■ 鋼床版と既設桁の取合い部



既設縦桁上に鋼床版が載る

■ 縦桁と横桁の取合い部



- Harlem River可動橋



- Queens吊橋





- 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

- 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



架設梁

取替え鋼床版

5. まとめ

- 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。

終

ご清聴ありがとうございました



一般
社団法人

日本橋梁建設協会

Japan Bridge Association Inc.