

大規模修繕・大規模更新に求められる技術【床版取替】

白水 晃生

(株)横河ブリッジ

大規模修繕・大規模更新に 求められる技術(床版更新編)

(株)横河ブリッジ

白水 晃生

目 次

1. はじめに
2. どうして床版は損傷するのか？
3. 床版更新には何が求められているのか？
4. 床版更新の規制種別による分類と課題
5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題
6. 施工上の課題
7. 技術開発の事例
8. 米国の床版更新の事例
9. おわりに

1. はじめに

床版の損傷は走行車両の安全に関わる。
床版が陥没したら、洋の
東西を問わず大変。



写真一床版の陥没状況
(出典 横河工事(現:横河ブリッジ))



写真一陥没して渋滞するアメリカの例
(ref. H.P.: CME Associates Inc.)

1. はじめに

床版がどのような状態になったら更新するのか？それとも補修でよいのか？この判断が難しい。

実際、床版陥没(左から右へ)はすぐだった。



写真一床版下面からの損傷状況



写真一左部の拡大状況

⇒床版更新の判断技術、これも求められる技術

写真の出典は横河工事(現:横河ブリッジ)

2. どうして床版は損傷するのか？

床版に損傷が生じる理由

- 2-1 規準が交通荷重の実態の後追い
- 2-2 交通荷重の増大(過積載車の増加)
- 2-3 凍結防止剤(塩化カルシウム)の投与
- 2-4 脆弱な防水層あるいは欠如
- 2-5 床版コンクリートの品質

いつごろから床版の損傷が生じ始めたのか？

⇒昭和40年頃から

2. どうして床版は損傷するのか？

2-1 規準が交通荷重の実態の後追い

鋼橋の床版の設計規準は、モータリゼーションや知見の積み重ねから、刻々と変わってきました。

- ・昭和39年道示では、床版支間長2～4mで最小全厚が14cmでした。昭和43年の通達で16cmとなりました。
- ・昭和39年道示では、配力筋方向の曲げモーメントも算出されず、主鉄筋の25%以上と規定しているだけ。

急激な床版の陥没への進行も、**配力筋の少ない昭和39年道示以前**に設計されたものと判断されることが多い。

2. どうして床版は損傷するのか？

2-1 規準が交通荷重の実態の後追い

- ・昭和53年の通達（鋼道路橋設計便覧の付属資料に掲載）で、床版設計において
 - ①床版厚の規定に大型車混入量、桁剛性の差、補修の難易を考慮することとなった。
 - ②縦桁等の剛性差のある床版の曲げモーメントの規定を改定
 - ③主鉄筋の曲げ応力度を 1400kg/cm^2 から 1200kg/cm^2 に低減
 - ④床版支間は3m以下が望ましい

2. どうして床版は損傷するのか？

2-1 規準が交通荷重の実態の後追い

表 2.2-1 RC床版の基準の変遷

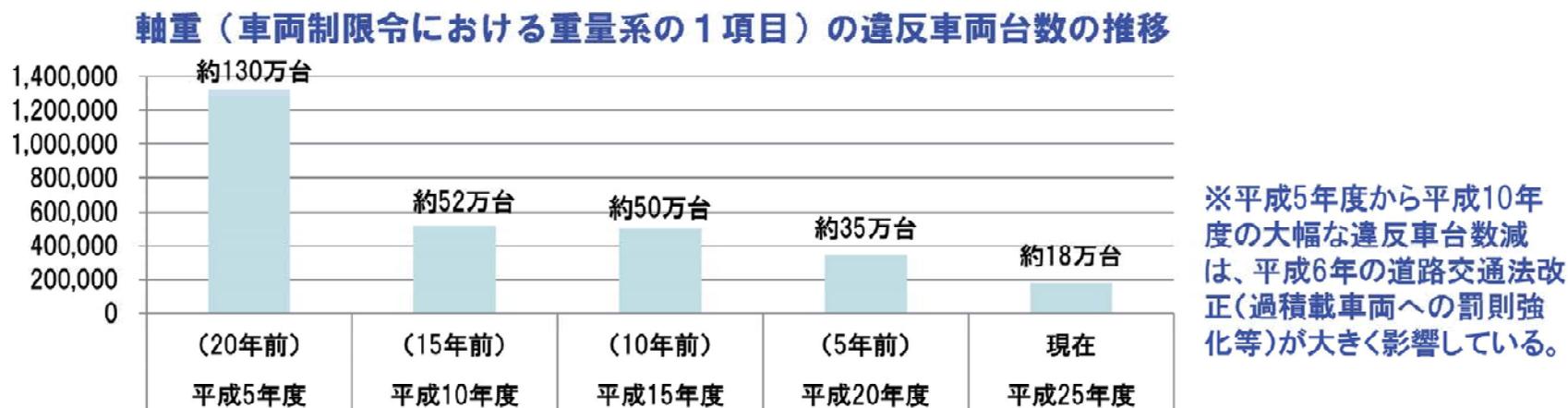
基準	後輪軸重(tf)	活荷重曲げモーメント(tf・m)※1		配力鉄筋量	許容応力度(kgf/cm ²)		最小版厚(cm)
		主鉄筋	配力鉄筋		鉄筋	コンクリート	
1926(大15) 道路構造に関する細則案 (内務省)	P=4.5(T-12) ~ P=2.25(T-6)	-	-	-	1200	45	-
1939(昭14) 鋼道路橋設計示方書 (案) (内務省)	P=5.2(T-13), P=3.6(T-9)	-	-	-	1300	$\sigma_{28}/3$ ≤ 65	-
1956(昭31) 鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会)	P=8.0(T-20), P=5.6(T-14)	(1+l) × (0.4 × P × (L-1)/(L+0.4)) ただし、2.0 < L ≤ 4.0	-	主鉄筋の 25%以上	1300	$\sigma_{28}/3$ ≤ 70	14 (有効版厚11)
1964(昭39) 鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会)			-	主鉄筋の 70%以上	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 80	
1967(昭42) 鋼道路橋一方鉄筋 コンクリート床版の配 力鉄筋設計要領 (建設省)			-	-	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 80	3L+11 ≥ 16
1968(昭43) 鋼道路橋の床版設計 に関する暫定基準 (案)(日本道路協会)			-	-	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 80	
1971(昭46) 鉄筋コンクリート床版 の設計について(建設 省)			0.8 × (0.12 × L + 0.07) × P	0.8 × (0.10 × L + 0.04) × P	1400 (余裕200)	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	
1973(昭48) 道路橋示方書 (日本道路協会)	付加曲げ モーメントを 生じる場合 は別途	0.8 × (0.10 × L + 0.04) × P	左記に対する 照査により決 定	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	
1978(昭53) 道路橋鉄筋コンク リート床版の設計、施 工について(建設省)	大型車交通 量1000台 (日・方向) 以上で20%増 し	0.8 × (0.10 × L + 0.04) × P 大型車交通量1000台 (日・方向) 以上で20%増し	左記に対する 照査により決 定	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	
1980(昭55) 道路橋示方書 (日本道路協会)	付加曲げ モーメントを 割増し	0.8 × (0.10 × L + 0.04) × P	左記に対する 照査により決 定	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	
1990(平2) 道路橋示方書 (日本道路協会)	付加曲げ モーメントを 割増し	0.8 × (0.10 × L + 0.04) × P	左記に対する 照査により決 定	1400	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	
1994(平6) 道路橋示方書 (日本道路協会)	P=10.0 (T荷重片側)	2.5 < L ≤ 4.0 で、 1.0 + (L- 2.5)/12 を割増し	左記に対する 照査により決 定	1400 (余裕200)	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	
1996(平8) 道路橋示方書 (日本道路協会)	P=10.0 (T荷重片側)	2.5 < L ≤ 4.0 で、 1.0 + (L- 2.5)/12 を割増し	左記に対する 照査により決 定	1400 (余裕200)	$\sigma_{28}/3$ ≤ 100	3L+11 ≥ 16 (大型車交通量、 不等沈下考慮)	

※1: 連続版で主鉄筋が車両進行方向に直角の場合

出典 土木学会鋼
構造委員会：道路
橋床版の維持管理
マニュアル
(2012/6)

2. どうして床版は損傷するのか？

2-2 交通荷重の増大(過積載車の増加)



- 7 -

首都高速道路株式会社

図 軸重違反車の推移
出典 首都高速道路管原社長定例会見
(H26/10/22)

近年は罰則の強化で、過積載車数が減少している。

2. どうして床版は損傷するのか？

2-3 凍結防止剤(塩化カルシウム)の投与

平成2年にスパイクタイヤが禁止され、それに伴い凍結防止剤を大量にまくようになった。その結果、床版に塩分が含有され、鉄筋の腐食につながり、塩害となる。近年はこうした事例が増えてきた。



写真 塩害による損傷例
出典 横河ブリッジ

2. どうして床版は損傷するのか？

2-4 脆弱な防水層あるいは欠如

床版上に防水層の必要性が明文化されたのは、平成14年の道路橋示方書からであった。

道路協会では、平成19年に「道路橋床版防水便覧」が出版され、床版防水の重要性が高まっていた。

松井先生のコンクリート工学年次論文報告(1987年)によれば、水を張った状態での移動輪荷重試験による床版の劣化進行は、水がない状態に比べ250倍になるとのこと。

2. どうして床版は損傷するのか？

2-5 床版コンクリートの品質

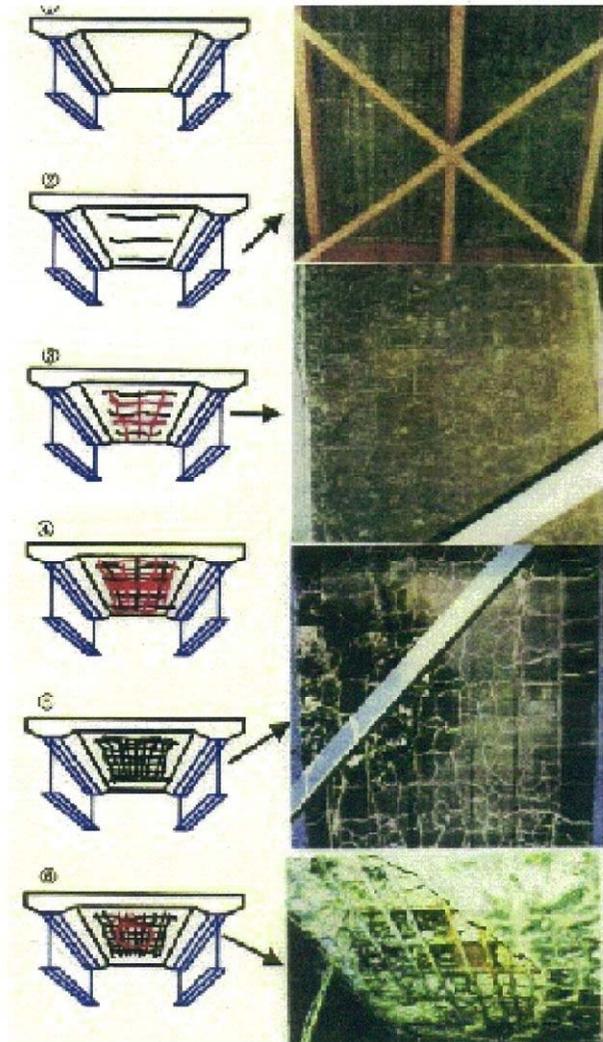
床版には、最低基準であるコンクリートの設計基準強度が 21N/mm^2 や 24N/mm^2 が用いられてきた。現在の道路橋示方書でも合成効果を考慮しない場合は、 24N/mm^2 以上と規定されている。

強度の小さなコンクリートは単位水量が多く、それだけ乾燥収縮量も多いので、ひび割れの量が多くなる。またかぶりコンクリートも透気係数や透水係数も小さいので塩害に対する抵抗も小さい。

2. どうして床版は損傷するのか？

床版損傷のメカニズム

- ①乾燥収縮による橋軸直角方向のひび割れ⇒異方性に
- ②活荷重によるひび割れの伸展⇒より異方性になって梁に近くなる
- ③活荷重によって梁のひび割れ⇒格子状のひび割れとなる
- ④すり磨きによるひび割れの伸展⇒ブロック状となり落下の危険性



出典 土木学会鋼構造委員会：道路橋床版の維持
管理マニュアル(2012/6)

2. どうして床版は損傷するのか？

道路橋床版の 維持管理マニュアル



2012年6月

公益社団法人 土木学会

鋼構造委員会

道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会

出典 土木学会鋼
構造委員会：道路
橋床版の維持管理
マニュアル
(2012/6)

3. 床版更新には何が求められているのか？

○安全

○品質（耐久性）

○経済性

◎新設橋梁と異なり、既にあるインフラの更新は以下の点が異なる。

○周辺環境への影響ミニマム

⇒振動、騒音、粉塵や有害物質の発生

○既存交通への影響ミニマム

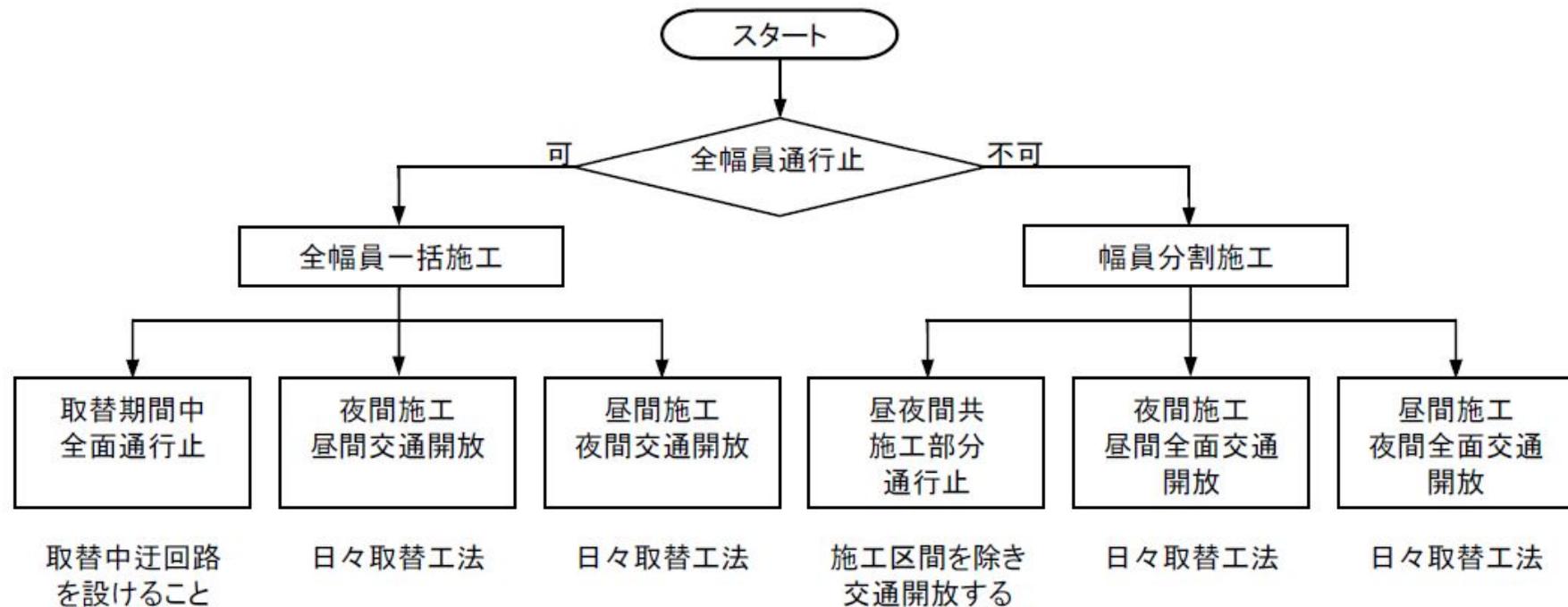
⇒夜間施工昼間解放や急速施工

※インフラの更新により環境性、耐震性、交通環境の向上も図れる

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

取替え期間中、全面通行止めができれば問題ないが、他の規制の場合はどうするのか？



図：床版更新の規制による分類

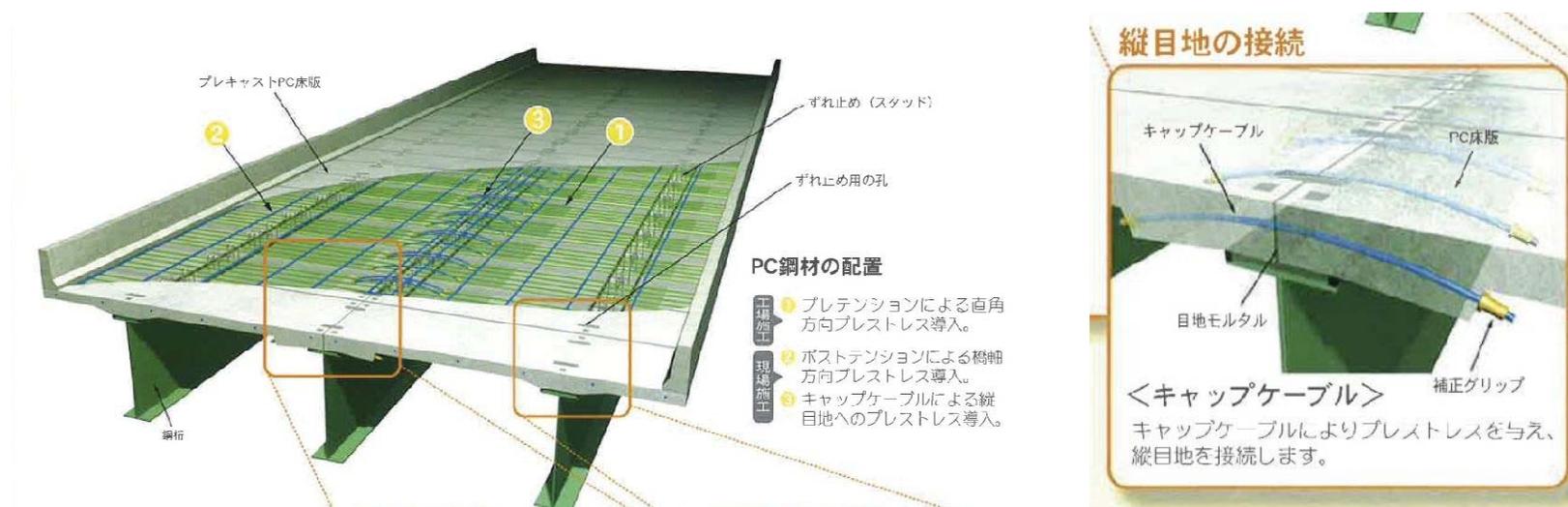
出典は横河工事(現:横河ブリッジ)のパンフから

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

幅員方向に分割施工する場合の課題は？

鋼床版の場合、ボルトあるいは溶接で接続、
コンクリート系床版の場合、鉄筋もしくはプレ
ストレス力で接続。



図：分割された床版の一体化

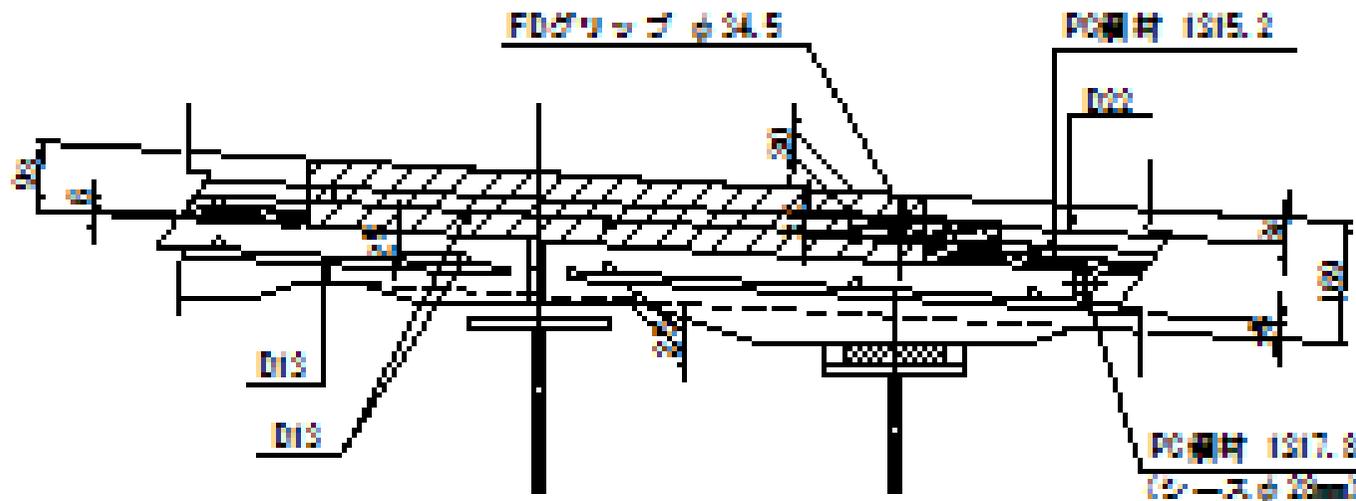
出典は横河工事(現:横河ブリッジ)のパンフから

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

幅員方向に分割施工する場合の課題は？

車線間継手詳細図 S=1/10



図：分割された床版の一体化例

出典は横河工事(現:横河ブリッジ)施工の蛇淵橋から

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

幅員方向に分割施工する場合の課題は？



写真：主鉄筋の機械式継手（名神松尾川橋の拡幅工事）

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

夜間施工しながら昼間に交通開放するときの課題は？

新設床版と既設床版間はどうするの？



写真：床版間のあき（左：新設床版、右：既設床版）

出典は横河工事(現:横河ブリッジ)の御幸3期工事から

4. 床版更新の規制種別による分類と課題

○更新にあたっての課題

新設床版と既設床版間はどうするの？

夜間

仮設鋼床版

⇒

昼間



新設床版

既設床版

⇒仮設鋼床版を橋軸直角方向に3分割し、良好なハンドリングを実現



既設床版

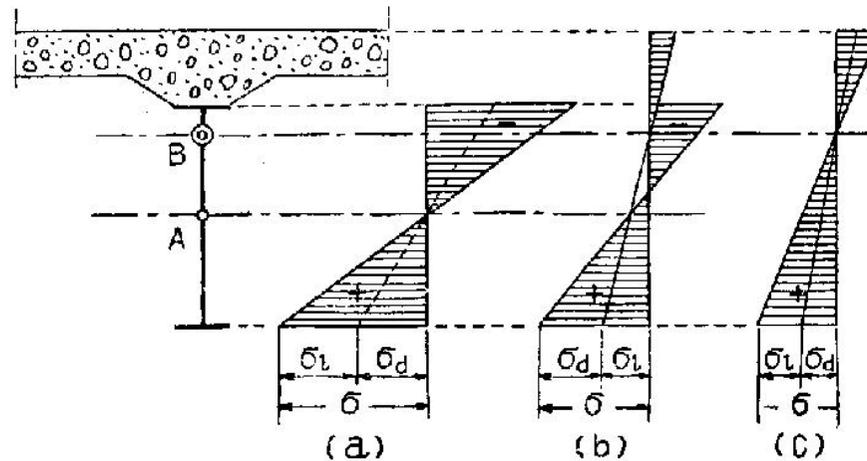
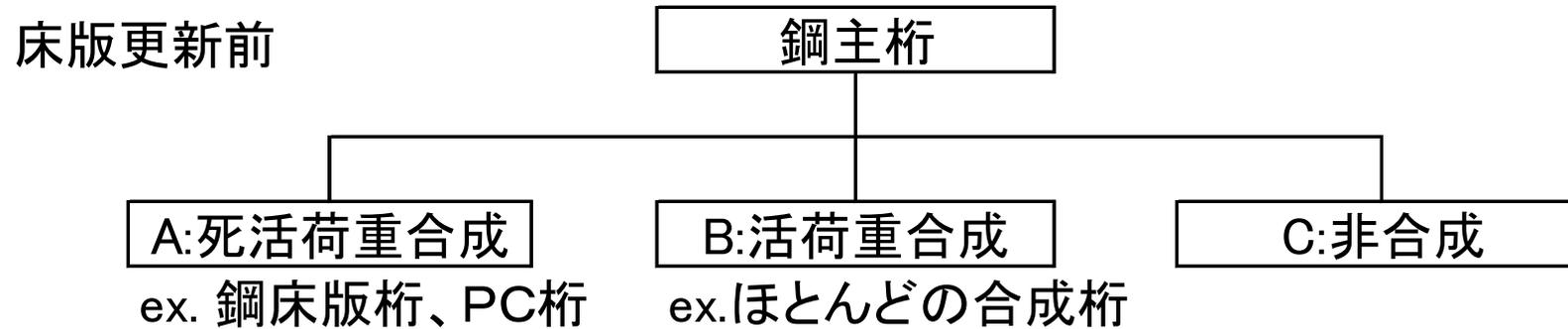
新設床版

仮設鋼床版

⇒仮設鋼床版上の舗装を毎日のがして、再舗装することで平坦性を確保

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

◎床版と鋼主桁との合成による違い



第3図 合成桁の曲げ応力

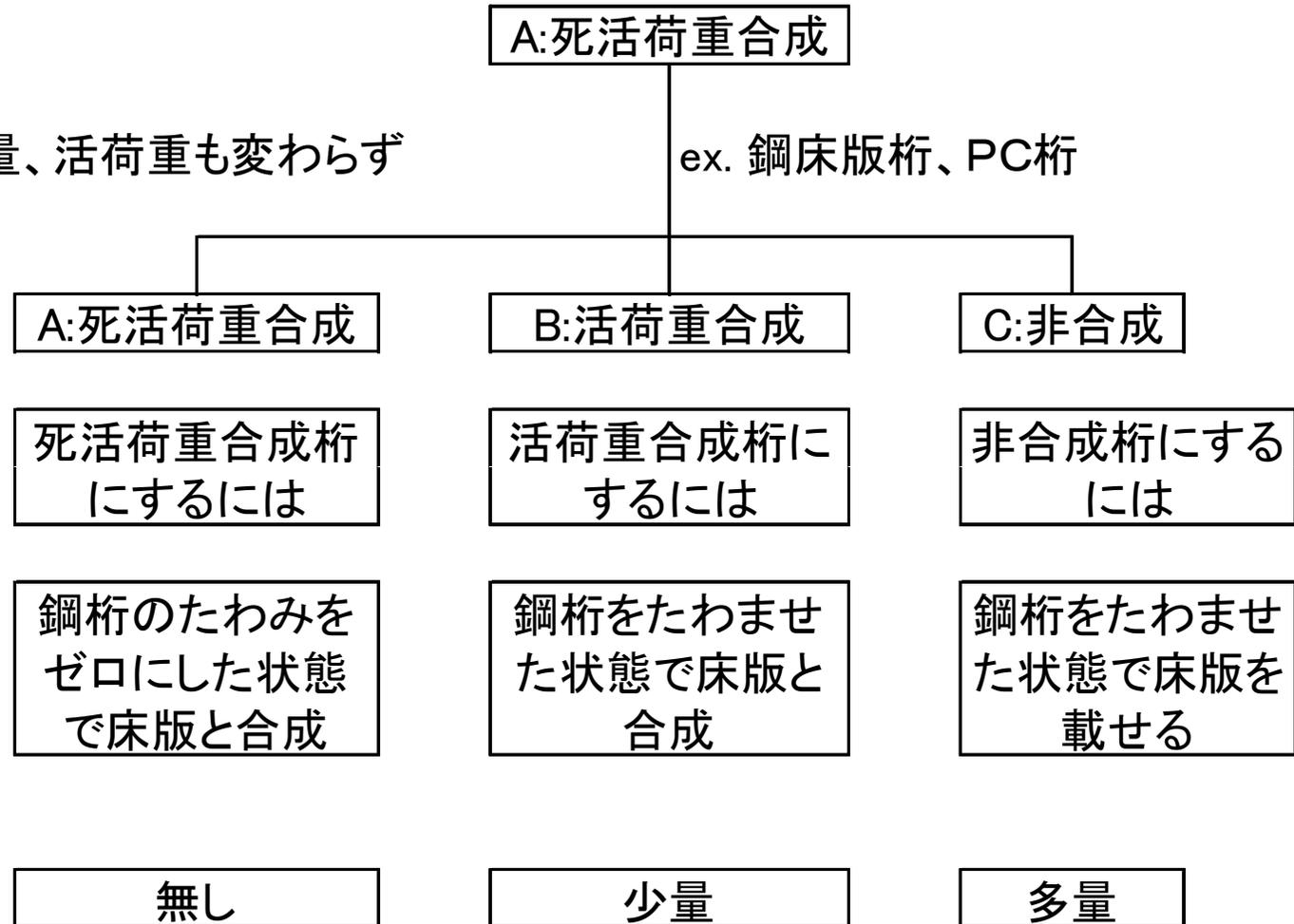
図の出典は、福田武雄、橋梁設計上の最近の傾向について、
第7巻第11号、東京大学生産技術研究所報告より,pp-263

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

完成時

床版更新後

新たな床版は同重量、活荷重も変わらず



鋼桁の補強量

床版と鋼桁との合成の違いによる補強量のイメージ

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

完成時

床版更新後

新たな床版は同重量、活荷重も変わらず

B:活荷重合成

ex.ほとんどの合成桁

A:死活荷重合成

B:活荷重合成

C:非合成

死活荷重合成桁にするには

活荷重合成桁にするには

非合成桁にするには

鋼桁のたわみをゼロにした状態で床版と合成

鋼桁をたわませた状態で床版と合成

鋼桁をたわませた状態で床版を載せる

鋼桁の補強量

無し

無し

少量

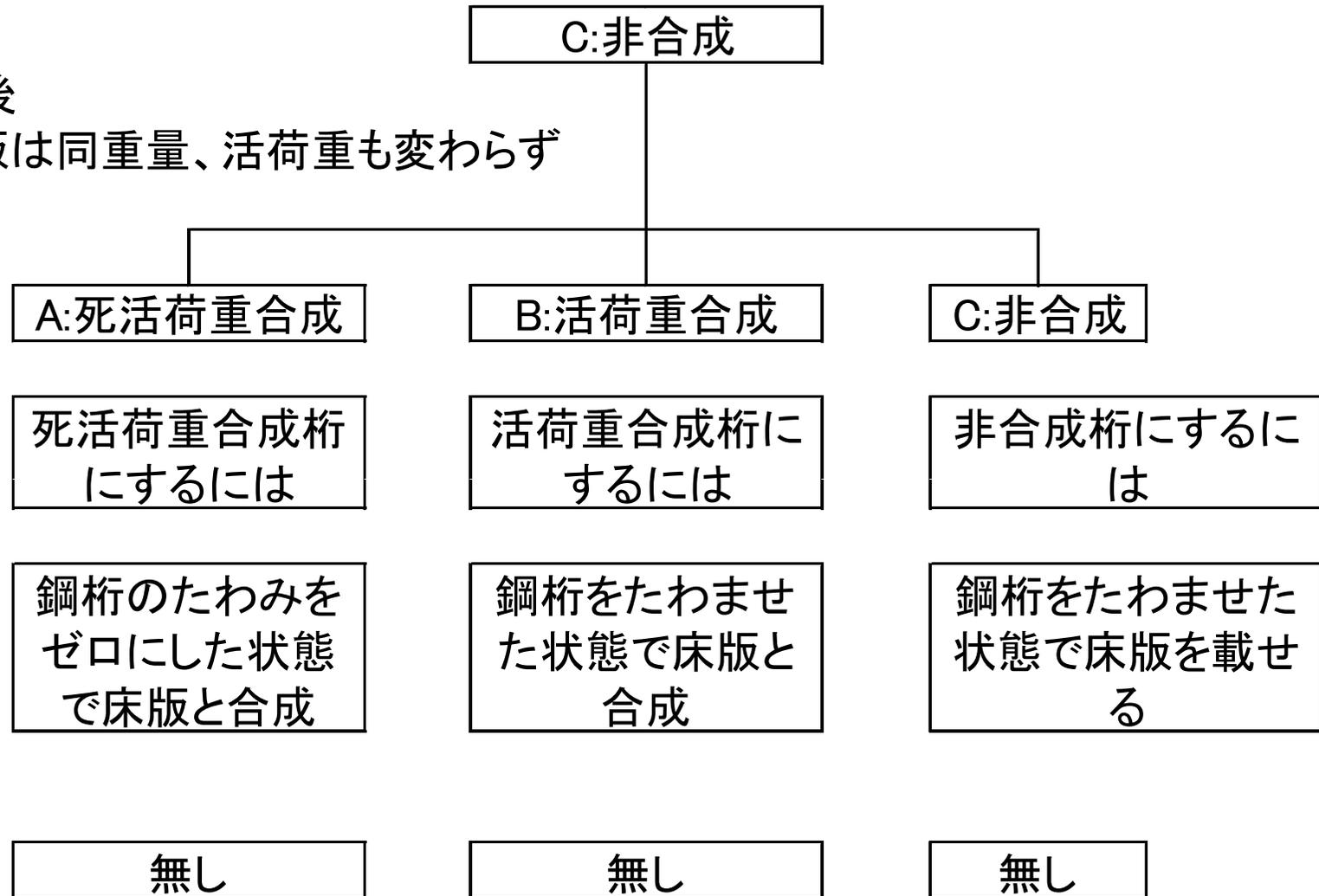
床版と鋼桁との合成の違いによる補強量のイメージ

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

完成時

床版更新後

新たな床版は同重量、活荷重も変わらず



鋼桁の補強量

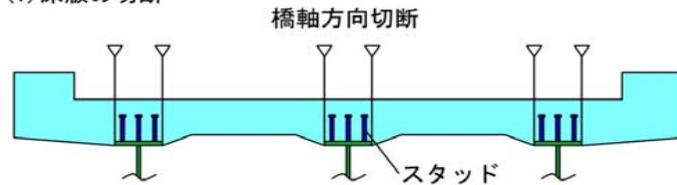
床版と鋼桁との合成の違いによる補強量のイメージ

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

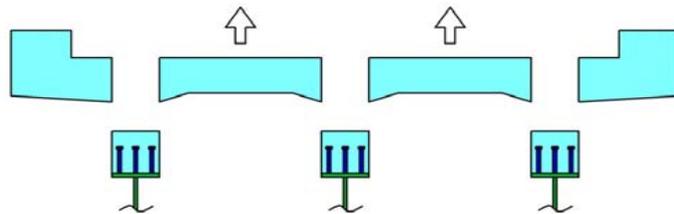
○更新にあたっての課題

- ①合成桁の場合、スタッド周りのコンクリートの撤去はブレーカで行うと時間がかかり騒音が伴う。他の方法はないのだろうか？

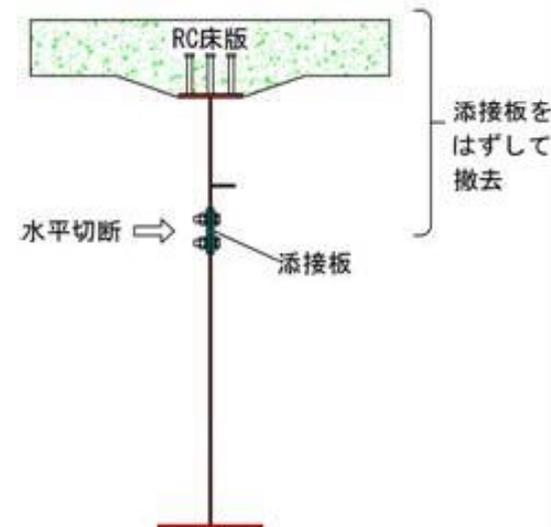
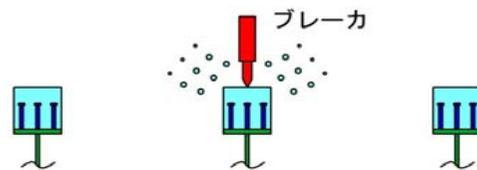
(1) 床版の切断



(2) 鋼桁上の床版以外を吊上げ撤去



(3) ブレーカによる鋼桁上の床版の破碎
コンクリート屑の収集・撤去

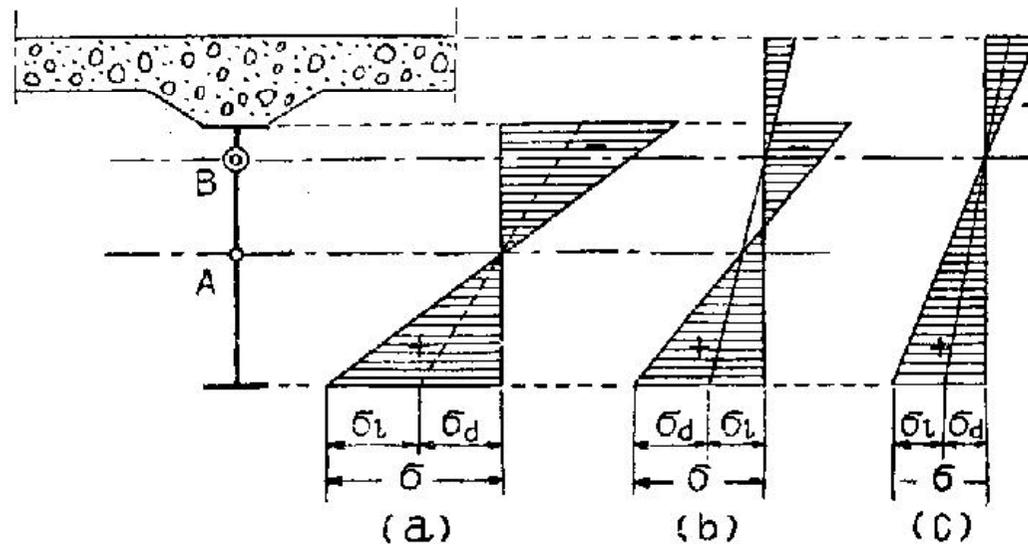


出典；岸田ら：急速施工を可能とする支持桁を用いた合成桁の床版更新工法の開発、第71回土木学会全国大会，2016.9

5. 床版と鋼主桁との合成による分類と課題

○更新にあたっての課題

- ②例えば、鋼床版に代える場合、死活荷重合成が望ましいが、どうやって鋼主桁を無応力状態とし床版と合成させるか？



第3図 合成桁の曲げ応力

図の出典は、福田武雄、橋梁設計上の最近の傾向について、
第7巻第11号、東京大学生産技術研究所報告より,pp-263

6. 施工上の課題

○雨天での課題（一例として）

- ・ 高力ボルトの締め付け
- ・ コンクリートやモルタルの打込み
- ・ 舗装の施工
- ・ 防水層の施工

⇒雨が降ると大半の施工ができなくなる。



写真：仮屋根の施工例（出典：横河ブリッジ）

7. 技術開発の事例(その1)

急速施工を目的とした継手の開発

現状の技術: 間詰め部のコンクリートの養生に、超速硬コンクリートの場合、 $24\text{N}/\text{mm}^2$ 発現までに最低3時間必要となる。ループ内に6本の鉄筋を配筋する必要がある

- ・床版取替えには、プレキャスト床版が採用される場合が多い
- ・プレキャスト床版どうしの継手にはループ継手が多用されている

メリット

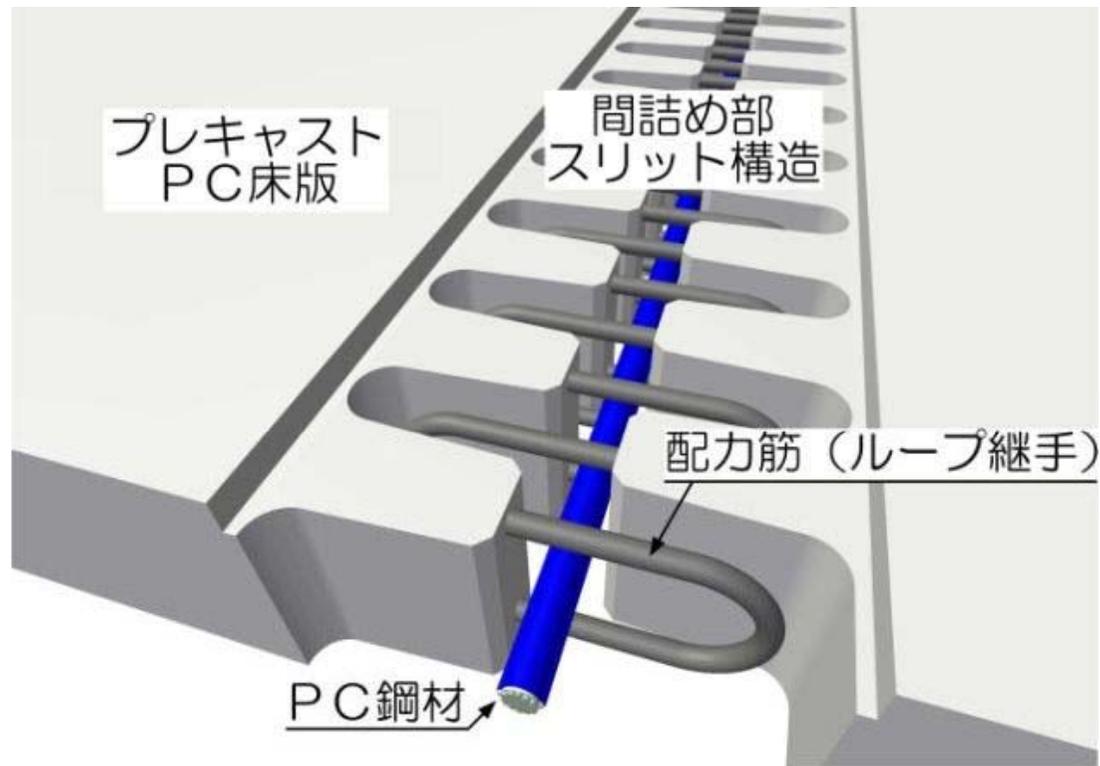
- ◆ ループ継手は実績も多く、十分な耐力や耐久性が各種実験により確認されている
- ◆ ループ継手は、ループ筋どうしを結束する必要がなく、誤差吸収能力に優れる



ループ継手をベースに改良を試みる

7. 技術開発の事例(その1)

スリットループ継手



⇒使用する間詰めコンクリートは、1時間で30N/mm²の強度発現するので、従来に比べ2時間の短縮

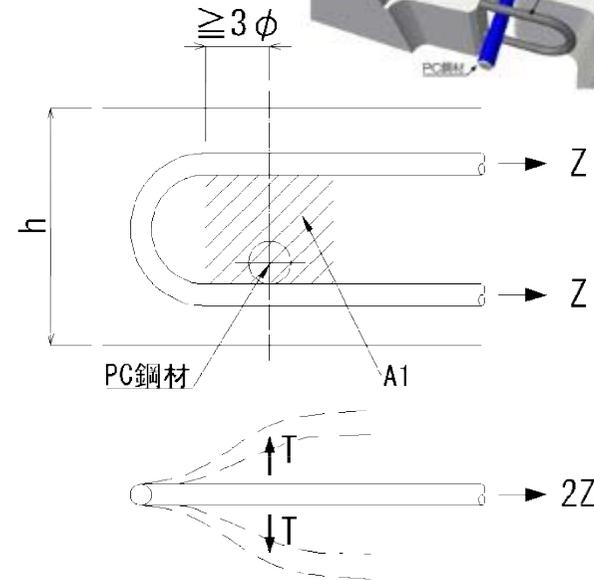
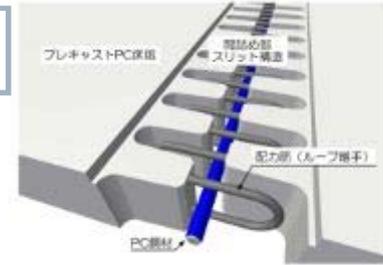
出典は光田ら:西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工, 第7回床版シンポジウム, 2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

スリットループ継手とは？

構造・性能

- 速硬性の間詰材を用いるので
⇒養生時間が1時間に短縮
- 実績豊富で信頼性のある
⇒ループ継手を採用.
- 硬化熱の多い間詰材の量を減らすために
⇒スリット構造を採用
- ループ筋の割裂作用に対し、十分な圧縮力を与える必要からPC鋼材による緊張
⇒PC緊張⇒主筋としての効果



施工性

- 間詰幅をスリット形状と狭く出来ることで
⇒現場での施工量が少ない.
- 段差が30mmあるため,
⇒上方よりコンクリートの打ち込みが容易
⇒施工誤差の解消が容易

T : 割裂力 (N)
 Z : 鉄筋引張力 (N)
 ϕ : 鉄筋径 (mm)

ループ継手の割裂力に対するイメージ図

7. 技術開発の事例(その1)

超速硬コンクリートとは？

超速硬コンクリート(間詰め材)に求められる性能

- 1) プレキャスト部のコンクリートと同程度の強度や弾性係数等の材料特性
- 2) 早期にプレストレス導入可能となる強度発現のできる
- 3) 水和熱による温度応力の影響が



超速硬無収縮モルタル
+
粗骨材(最大10mmの玉砂利)混入



写真 フロー試験状況

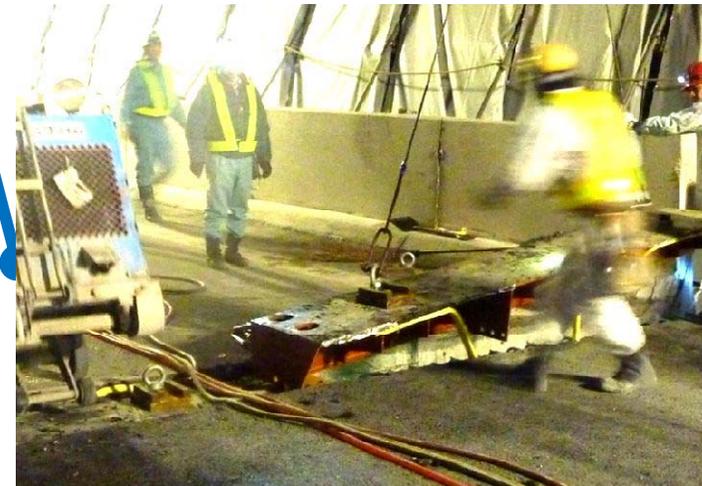
出典は光田ら:西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工,第7回床版シンポジウム,2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

施工ステップ



①既設床版切断



②仮設鋼床版撤去

出典は光田ら:西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工, 第7回床版シンポジウム, 2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

施工ステップ

- ① 既設床版切断
- ② 仮設鋼床版撤去
* 取替初日なし
- ③ 既設床版撤去
- ④ T字部材 (U.Flг+Web) 架設
- ⑤ プレキャストPC床版架設
- ⑥ 仮設鋼床版架設
- ⑦ 床版-T字部材間モルタル打設
- ⑧ プレキャストPC床版間詰め部施工
(PCケーブル・型枠・コンクリート打設)
- ⑨ 仮舗装
仮路面標示
- ⑩ PCケーブル
緊張



③既設床版撤去



④T字部材(U.Flг+Web)架設

出典は光田ら：西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工, 第7回床版シンポジウム, 2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

施工ステップ

- ① 既設床版切断
- ② 仮設鋼床版撤去
*取替初日なし
- ③ 既設床版撤去
- ④ T字部材 (U.Flg+Web) 架設
- ⑤ **プレキャストPC床版架設**
- ⑥ 仮設鋼床版架設
- ⑦ **床版-T字部材間モルタル打設**
- ⑧ プレキャストPC床版間詰め部施工
(PCケーブル・型枠・コンクリート打設)
- ⑨ 仮舗装
仮路面標示
- ⑩ PCケーブル
緊張



⑤プレキャストPC床版架設



⑥床版-T字材間モルタル打設

出典は光田ら:西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工, 第7回床版シンポジウム, 2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

施工ステップ



⑦間詰め部コンクリート打設施工



⑨PCケーブル緊張

出典は光田ら:西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工,第7回床版シンポジウム,2012.6

7. 技術開発の事例(その1)

**床版（橋軸方向の長さ2.5m）を1夜間で4枚取替え、
施工期間を1/2にすることが可能になりました。**

PC床版架設～
間詰め部養生完了時間
約1/3に出来ます。

従来工法 2h54min/枚



本工法 1h07min/枚

御幸大橋では、3枚取替
たにもかかわらず
1h20min早く施工完了
しました。



工種	従来工法		本工法	
	2枚取替え		3枚取替え	
	実施実績	時間(分)	実施実績(3枚当り)	時間(分)
交通規制	20:00 ~ 20:50	0:50	20:00 ~ 20:50	0:50
作業員・工事車両進入	20:50 ~ 21:21	0:31	20:50 ~ 21:10	0:20
床版切断	21:08 ~ 21:30	0:22	21:12 ~ 21:58	0:46
仮設鋼床版 撤去	22:06 ~ 22:16	0:10	21:05 ~ 21:20	0:15
床版撤去	21:34 ~ 23:12	1:38	21:30 ~ 23:00	1:30
フランジはつり	22:20 ~ 0:01	1:41	- - -	- - -
T字部材 架設	- - -	- - -	21:40 ~ 23:10	1:30
PC床版 架設	0:02 ~ 0:27	0:25	23:15 ~ 0:04	0:49
仮設鋼床版 再据付	0:57 ~ 2:14	1:17	0:05 ~ 0:30	0:25
モルタル充填(床版下面)	0:39 ~ 1:46	1:07	23:55 ~ 0:37	0:42
〃 養生	1:46 ~ 2:46	1:00	0:37 ~ 1:37	1:00
間詰め部 鉄筋・型枠	0:10 ~ 1:20	1:10	23:35 0:30	0:55
間詰め部 モルタル打設	- - -	- - -	0:32 ~ 1:35	1:03
〃 ジェットCon打設	2:09 ~ 2:50	0:41	- - -	- - -
〃 養生	2:50 ~ 5:50	3:00	0:55 ~ 2:35	1:40
PCケーブル緊張	- - -	- - -	2:29 2:52	0:23
仮舗装	3:50 ~ 4:40	0:50	2:27 ~ 4:00	1:33
後片付け	4:40 ~ 4:50	0:10	4:00 ~ 4:30	0:30
PC床版架設～間詰め部養生完	0:02 ~ 5:50	5:48	23:15 ~ 2:35	3:20

出典は光田ら：西名阪道御幸大橋(上り線)におけるプレキャストPC床版の開発及び急速施工，第7回床版シンポジウム，2012.6

7. 技術開発の事例(その2)

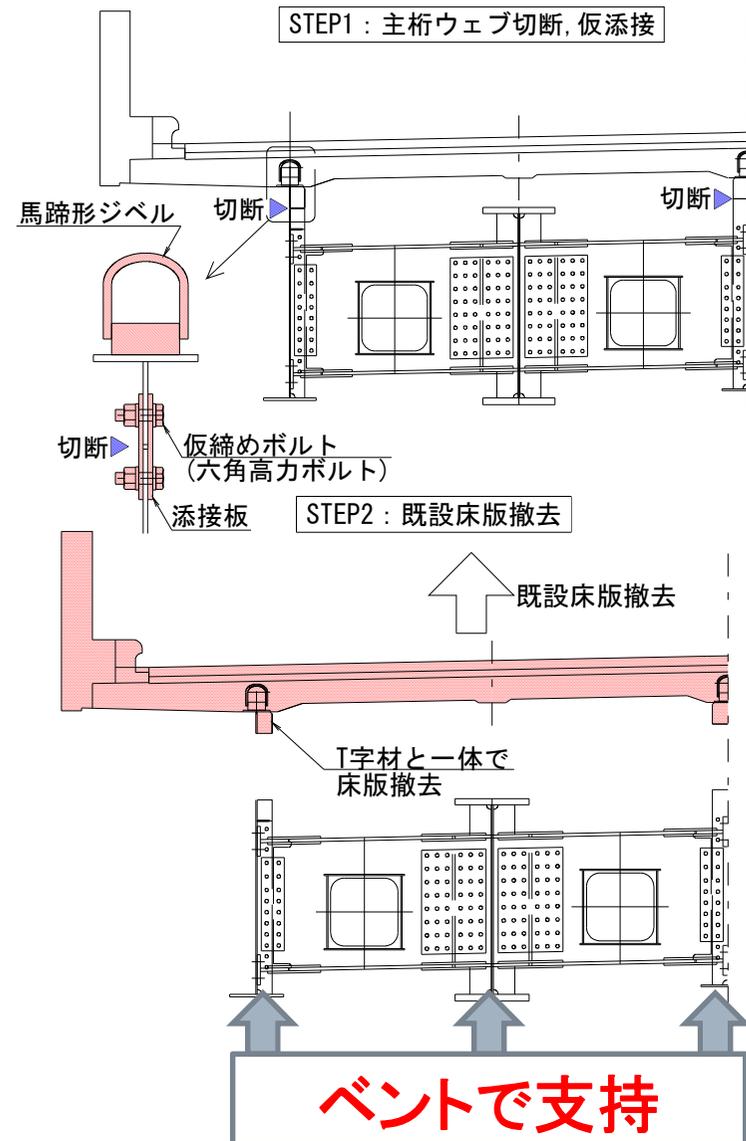
現状の技術

平成23～24年に完了した**合成桁**の御幸大橋2期工事と3期工事

工法の特徴として、あらかじめ腹板を切断し、高力ボルトで接合し、床版更新時に上フランジと床版を合わせて更新する。この時、主桁が不安定になることから、**いずれも下からベントで支持**した。(更新した床版の形式はプレキャスト合成床版)

交通制約条件は、以下のとおり。

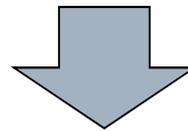
- ①夜間通行止め10時間
(20:00～6:00)
- ②日中(6:00～20:00)は1車線での交通解放



7. 技術開発の事例(その2)

合成桁の床版更新工法の開発

- ◆ 都市内では路下条件が厳しく、ベントを使用することは難しい
- ◆ 交通量が多いと、床版更新に伴う交通規制等は最小限に抑える必要がある



- ①ベントに変わる主桁の支持工法
- ②施工条件としては夜間1車線規制帯内のみでの施工かつ
昼間全幅員解放

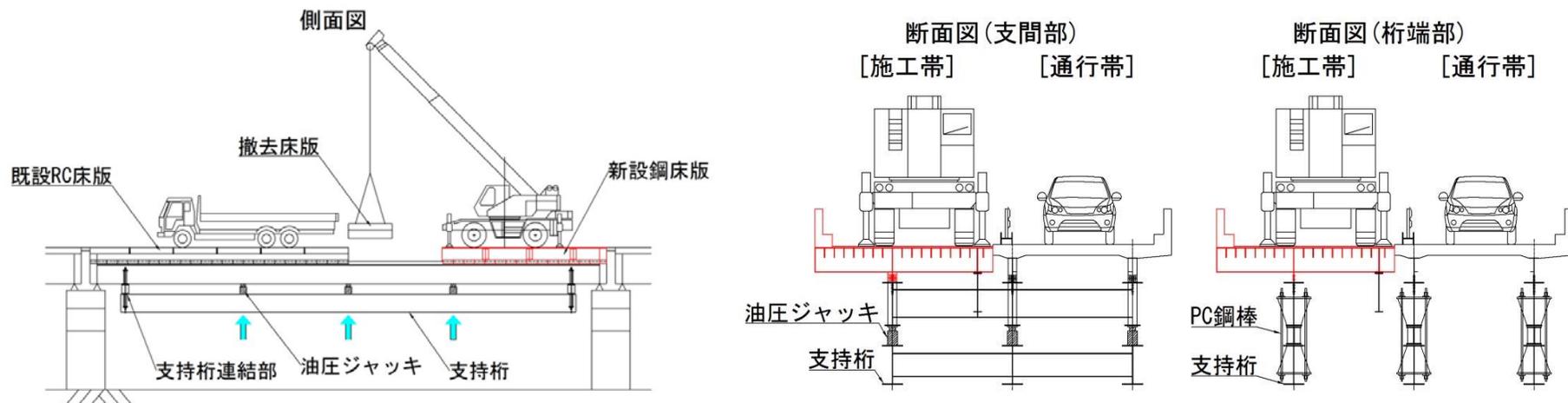
出典は岸田ら:急速施工を可能とする支持桁を用いた合成桁の床版更新工法の開発、第71回土木学会全国大会, 2016.9

7. 技術開発の事例(その2)

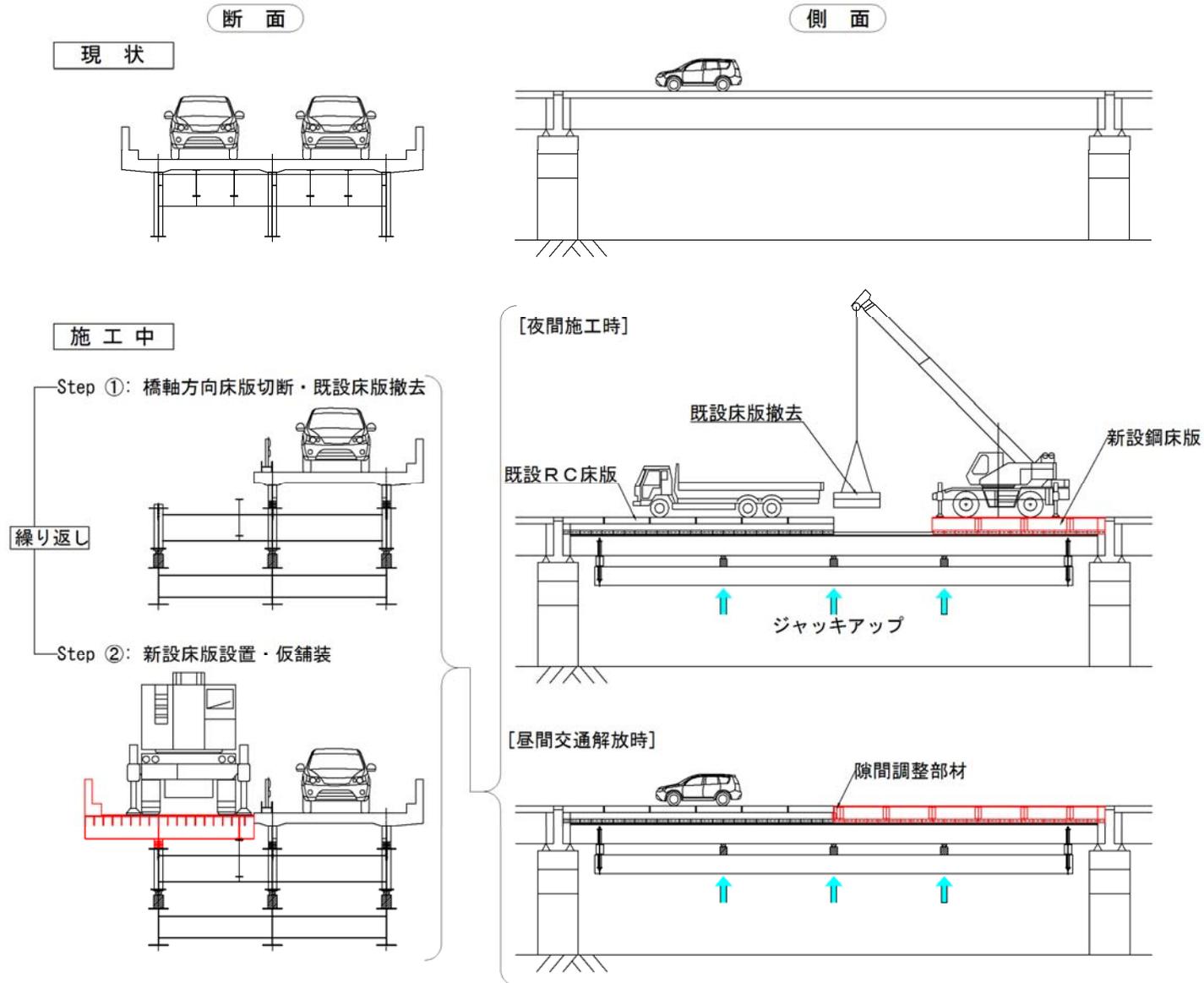
○更新にあたっての課題

- 鋼床版に更新する場合、下フランジをどのように無応力状態とし床版と合成させるか？
- 半断面で交通を1車線通しながら安全に施工するには？

ベントを使用せずに、床版と上フランジを含む腹板上側を撤去した状態で片側交通開放した時の橋梁の安定性を確保するために、重ね梁の機能を持たせた梁(支持桁と呼ぶ)を主桁の下方に設け、これからベントに代わって主桁を支持する工法である。



7. 技術開発の事例(その2)



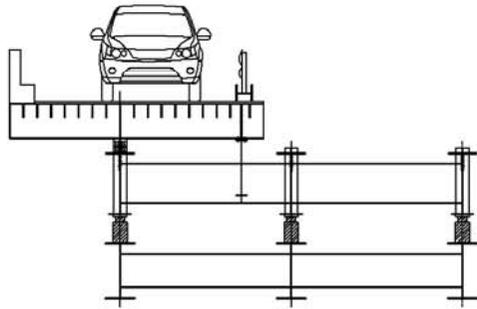
出典は岸田ら:急速施工を可能とする支持桁を用いた合成桁の床版更新工法の開発、第71回土木学会全国大会, 2016.9

7. 技術開発の事例(その2)

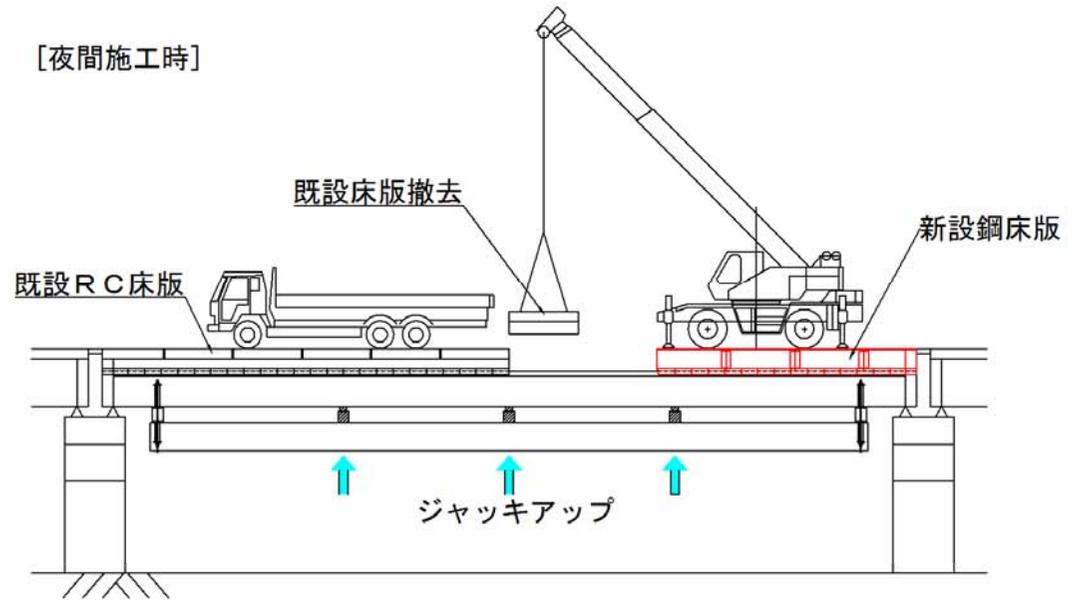
< 施工帯を反対車線に切り替え >

一先と同様に床版撤去・設置を行うー

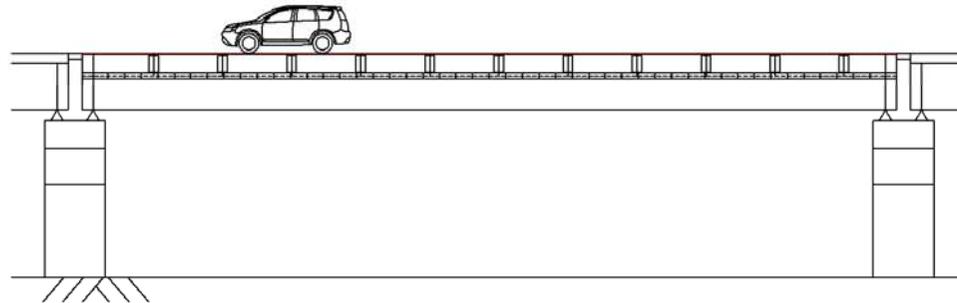
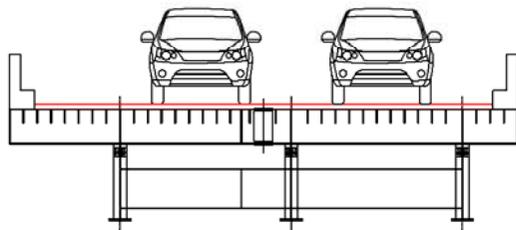
Step ①' : 橋軸方向床版切断・既設床版撤去



[夜間施工時]



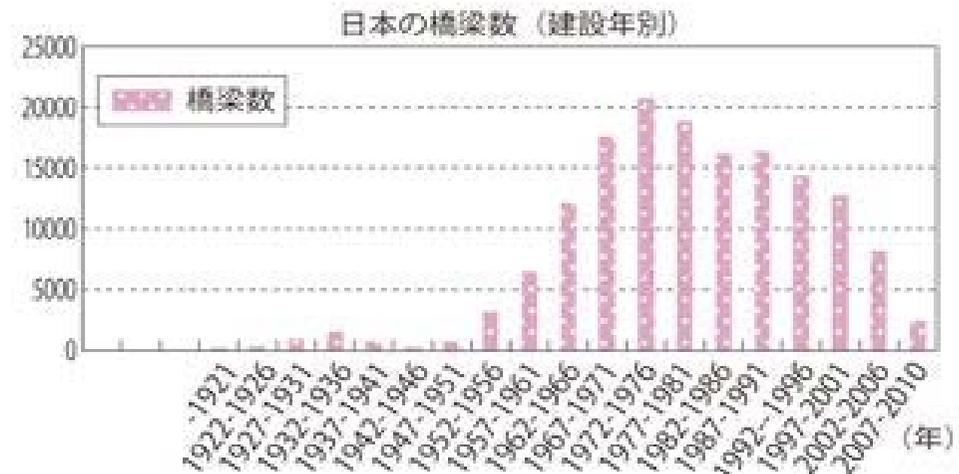
完成系



出典は岸田ら:急速施工を可能とする支持桁を用いた合成桁の床版更新工法の開発、第71回土木学会全国大会, 2016.9

8. 米国の床版更新の事例

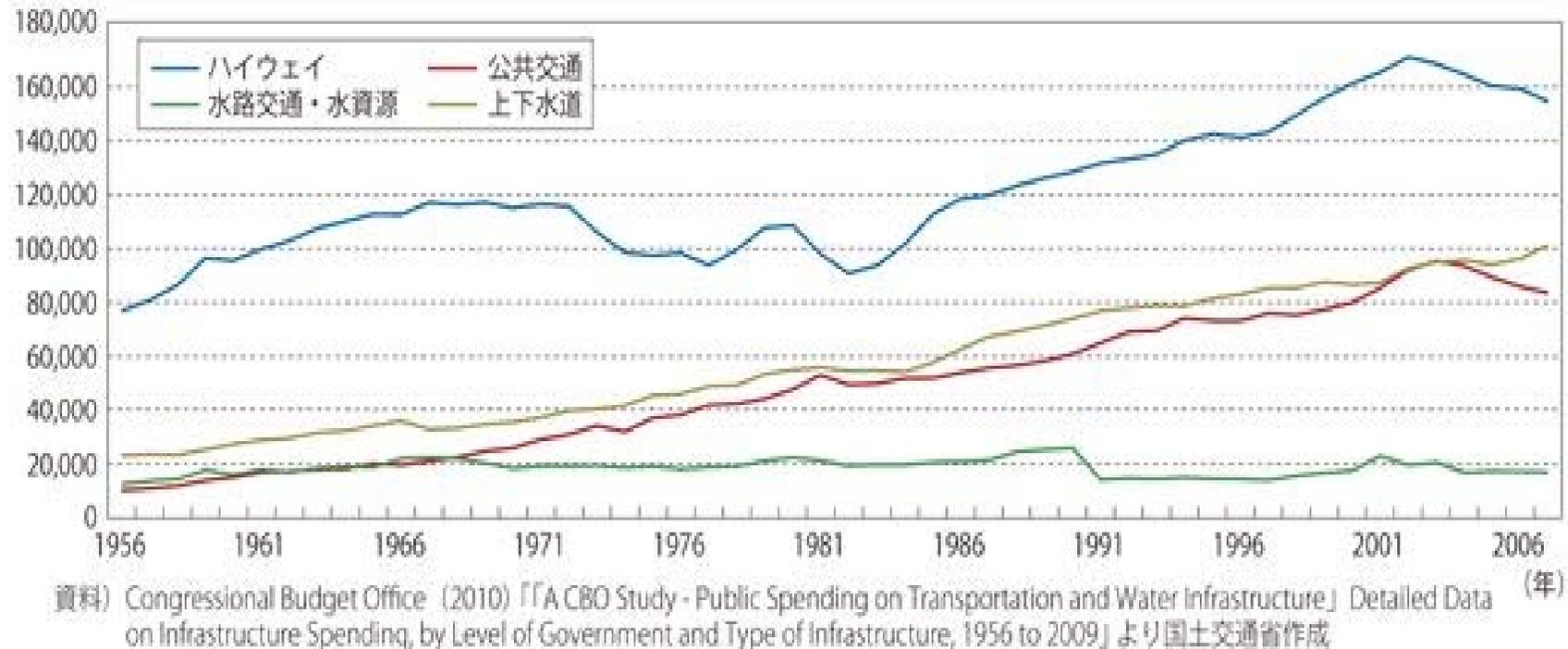
荒廃するアメリカその後
アメリカは20年、日本に
比べて社会資本の投資
が進んでいる。
⇒維持管理も早くから
手を打つ必要がある。



資料) 国土技術政策総合研究所資料第645号「平成21年度・平成22年度道路構造物に関する基本データ集」、Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation

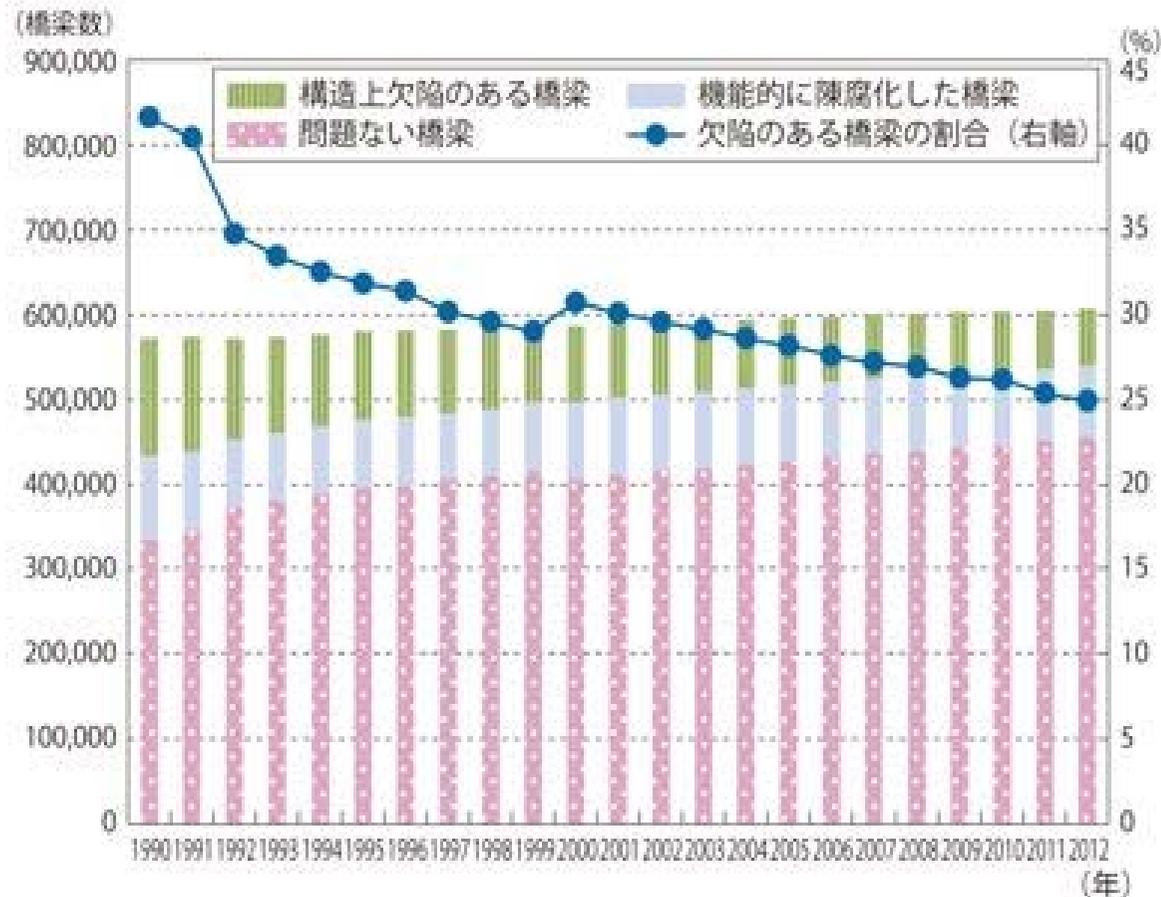
8. 米国の床版更新の事例

◆ 荒廃するアメリカその後

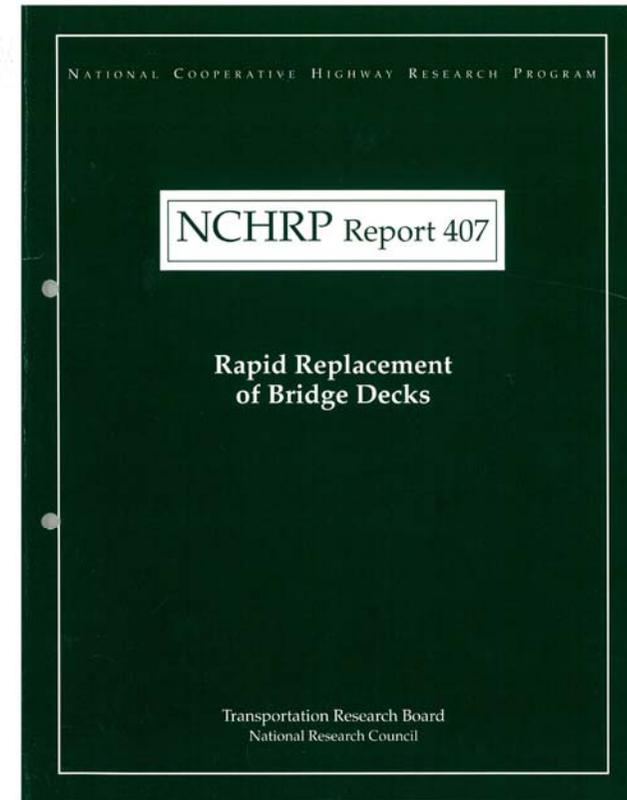


⇒アメリカでは'80年以降公共投資を増加させている。同時に更新に関する技術開発も加速。

8. 米国の床版更新の事例



資料) Bureau of Transportation Statistics 「National Transportation Statistics」より国土交通省作成



TRB; Rapid Replacement of Bridge Decks, NCHRP, Report407,1998

⇒メンテを増やし、健全橋梁の割合が増加。

左図の出典は、国交省HPより、荒廃するアメリカその後

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)

場所: ナイアガラ近郊

完成年度: 2011

建造年度: 1960

発注者: ニューヨーク州Thruway Authority

橋梁形式: トラス+鈹桁

規制方法: 夜間施工昼間開放

日平均交通量: 65,500

床版構造(取替え前):

(取替え後): Precast Exodermic deck(t=240mm,189mm)

施工面積: 8,400m²

受注金額: \$ 48.2 Mio

その他: 歩廊、伸縮、支承や高欄の更新、

1夜間で4パネル更新、ポリエステルコンクリート(PCM)舗装(t=20mm)

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



旧床版の劣化状況

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



Exodermic deck (下までコンクリートを打ち込むものと途中で止めるものと2種類ある)

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



旧床版の撤去状況

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



旧床版の撤去状況

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



旧床版の撤去状況

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



新床版(プレキャスト合成床版)
の設置状況(設置方向に注意)

8. 米国の床版更新の事例

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



主桁上に新床版の間詰めを設けることで型枠の廃止につながる

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



8. 米国の床版更新の事例(その1)

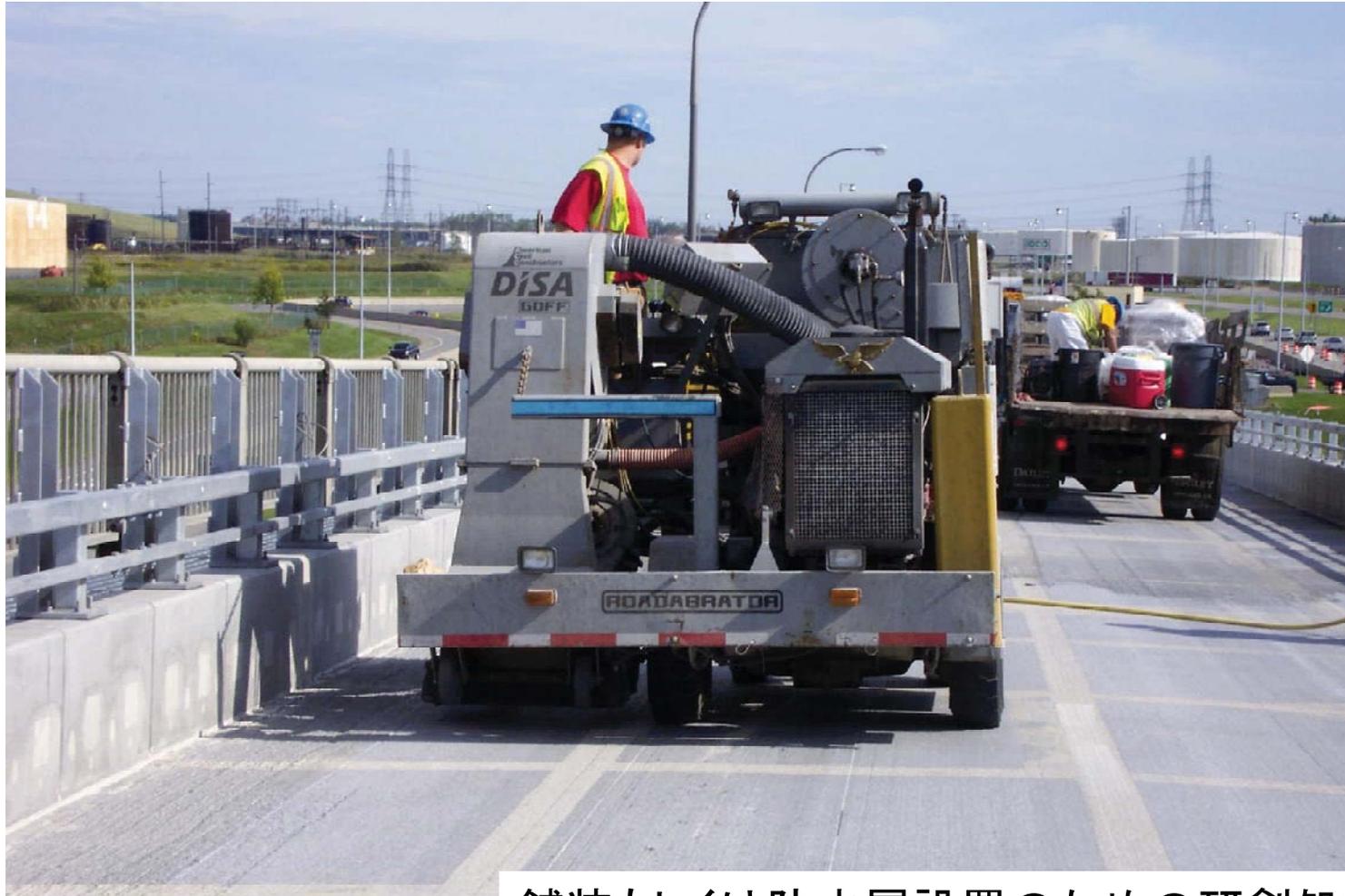
8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



昼間開放時の新床版と旧床版
の間に設ける仮設覆工版

8. 米国の床版更新の事例

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



舗装もしくは防水層設置のための研創処理？

8. 米国の床版更新の事例(その1)

8.1 Grand Island Bridge (ref. from www.bergmanpc.com)



完成状況

8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

場所: ボストン北、メドフォード近郊

完成年度: 2011

建造年度: 1950年代後半

発注者: マサチューセッツ州道路局

橋梁形式: 3径間連続鈹桁(片側5車線、計10車線)

規制方法: 金曜夜から日曜夕方までの施工

日平均交通量: 190,000

床版構造(取替え前):

(取替え後): Precast concrete deck

施工面積:

受注金額:

その他: 10週末で14橋の取替え

8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)



Interstate-93の鋼桁更新

8. 米国の床版更新の事例(その2)

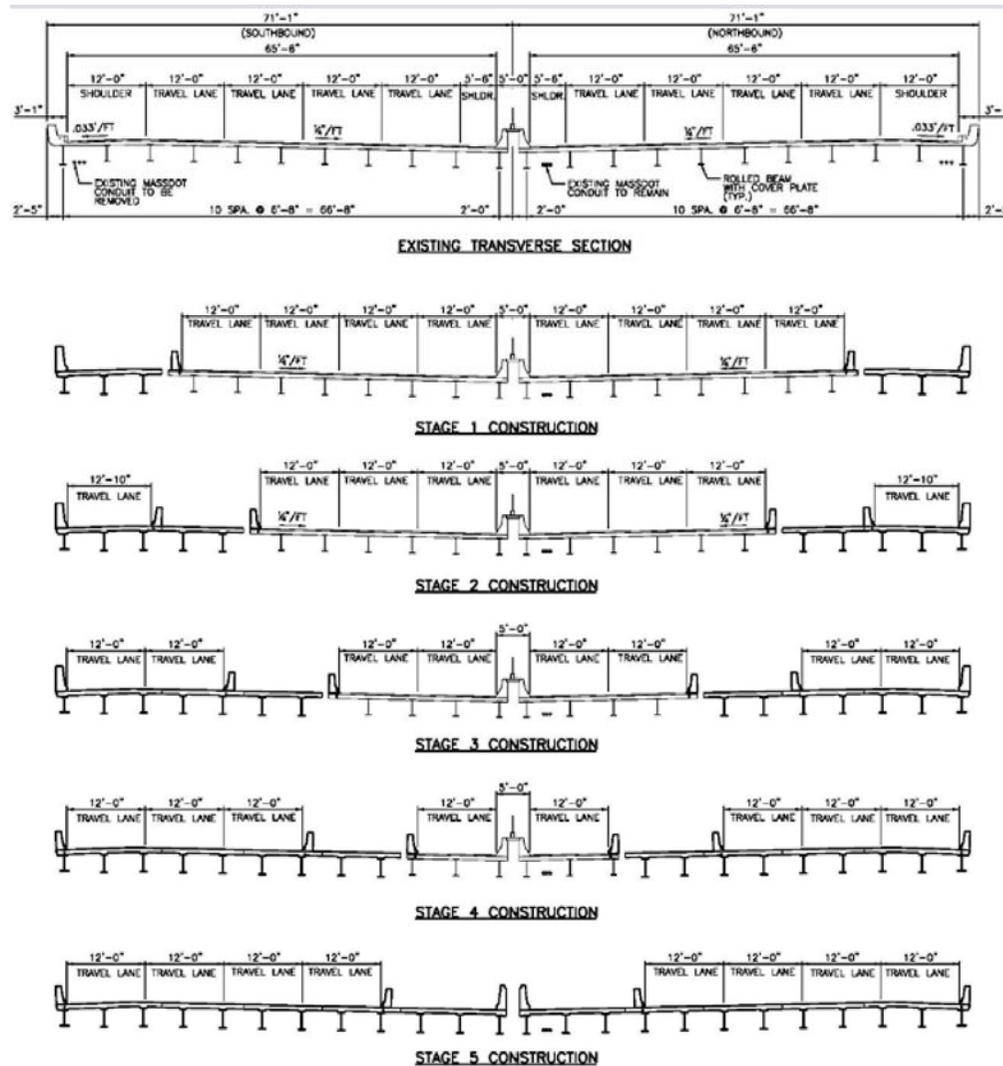
8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)



下面からみた床版の劣化状況

8. 米国の床版更新の事例(その2)

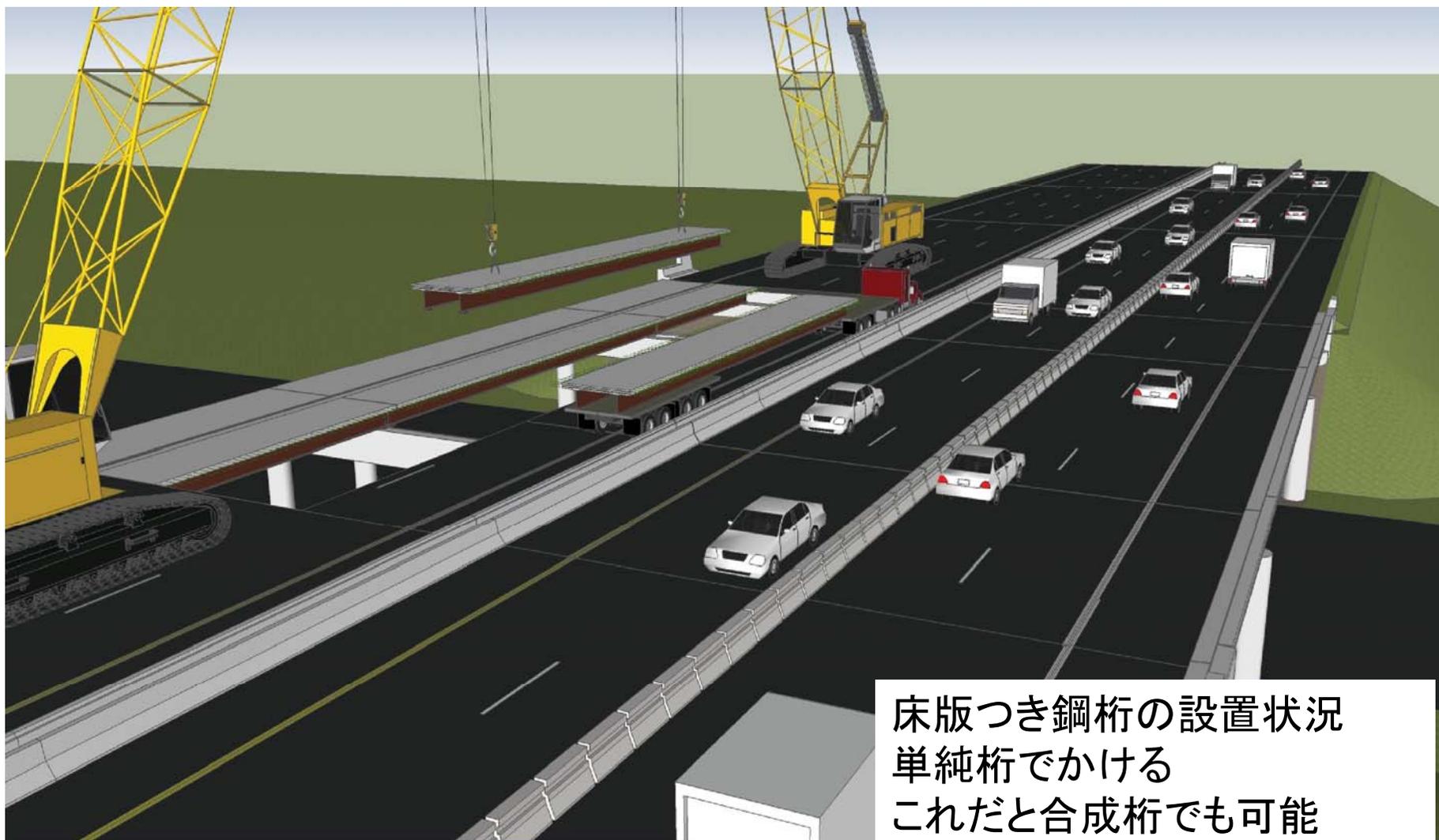
8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)



主桁11本、幅員20m以上、普通に施工すると4,5年かかる

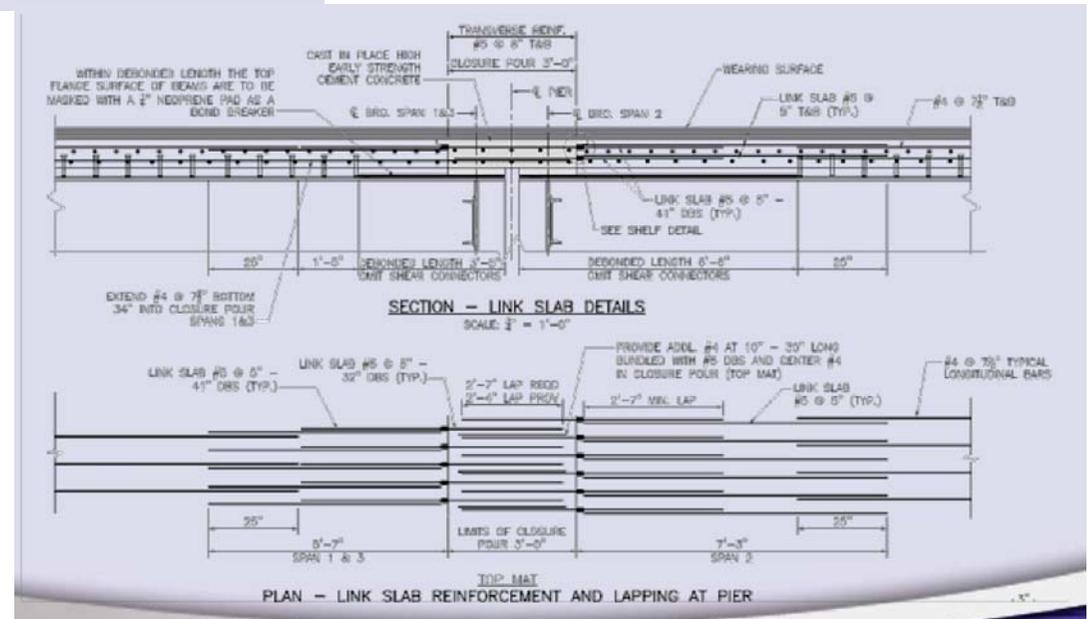
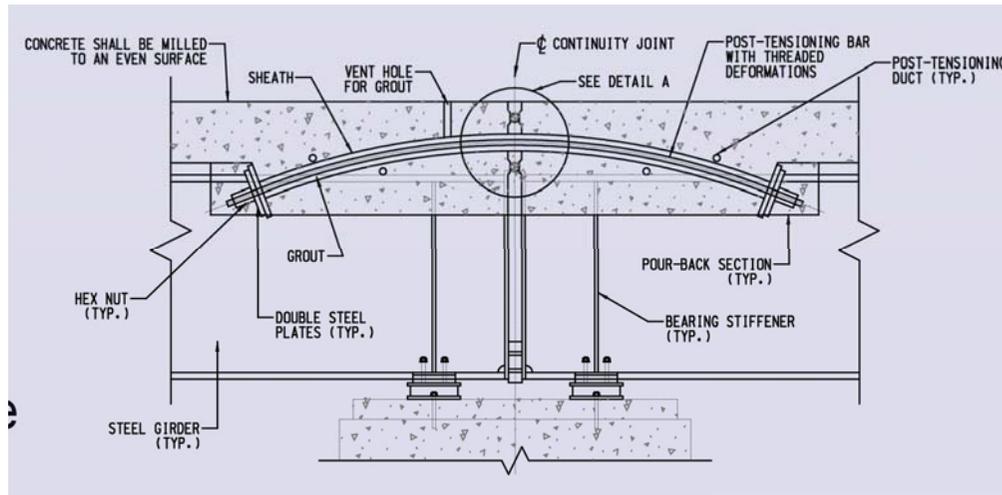
8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)



8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)



単純桁でかけて、連続化する構造。

8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Friday Night, 10:00 pm – Demolition Begins



8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Saturday Morning, 7:00 am – Demolition Complete



8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Saturday Afternoon – Erection Continues



8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Saturday Afternoon – Placement of Rebar



現場で融通が利くように打継目は長めに取っている

8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Sunday Morning – Placement of High Early Concrete



8. 米国の床版更新の事例(その2)

8.2 The Massachusetts Fast 14 Project (ref. from CME Associates Inc.)

Completed Bridge



9. おわりに

【まとめ】

- ①鋼道路橋の床版更新は先進国で盛んに行われており、国や地方の事情やその道路固有の事情に応じて、更新方法に求める技術は様々である。
しかし、急速施工に関する技術の優先順位は各国とも高いと考えられる。
- ②鋼道路橋の床版更新に求められる技術は、多岐にわたっており、今後も様々な技術の創出が期待される。
- ③御幸大橋の事例では、床版更新にあたり、延長床版の適用や遮音壁を高くしたことで、騒音や振動が低減した。このように、床版更新時には、付加価値を高めることも可能となるので、実際の施工では、このあたりも考慮して計画されるのが望ましい。

ご清聴ありがとうございました