

# ストックインフラの補修はちゃんと確実に

“点検結果より損傷が著しいRC床版に特化”

～施工当時の状況把握で補修方法が異なることに着目～

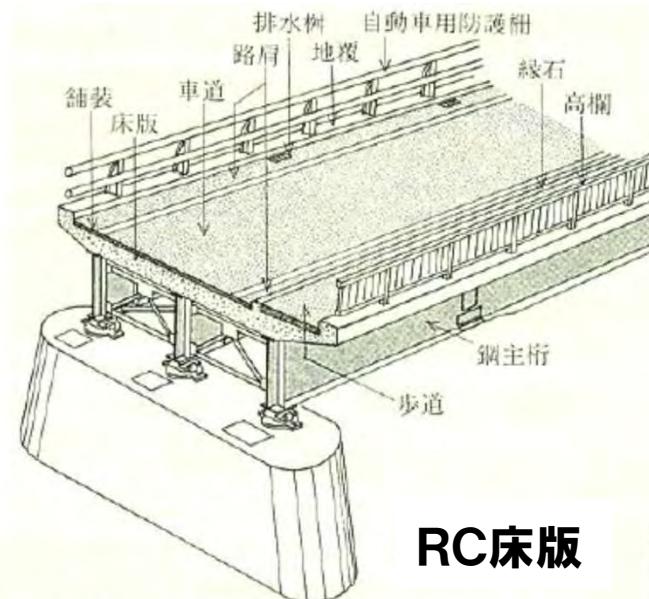
- ・個々の構造体の特性を理解しそれを踏まえた設計が行われているか
- ・損傷程度・部位によって補修内容が異なるが適正か
- ・設計思想を理解し施工されているか
- ・設計通りいかない場合の対応にも配慮した施工となっているか
- ・補修材料の特性を理解し施工に反映しているか
- ・予防保全の名のもとに必要以上に取り壊していないか

令和7年11月19日（水）

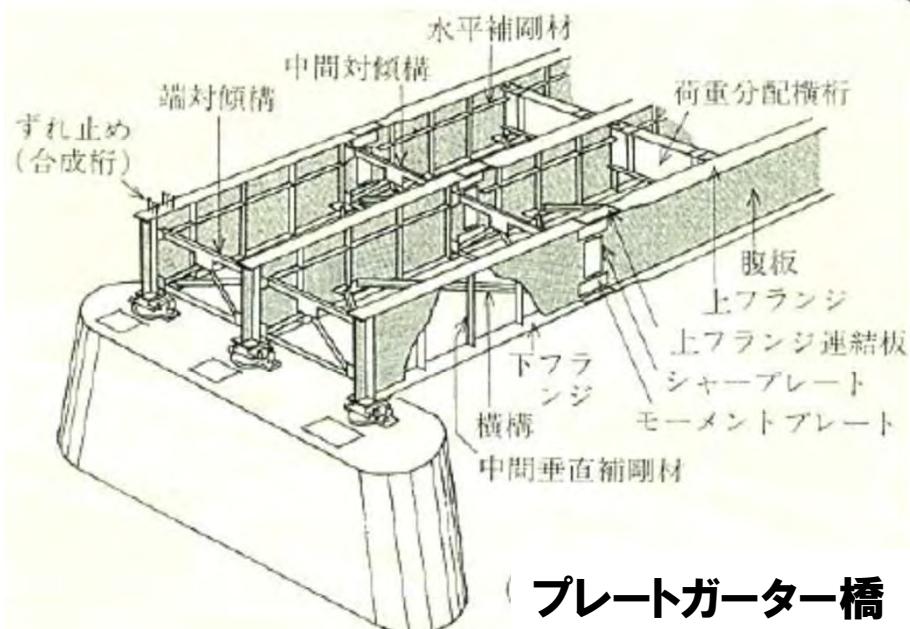
(公社) 土木学会 インフラメンテナンスエキスパート 佐々木一夫  
(元 国土交通省 東北地方整備局 道路保全企画官)

# 知りたい橋梁知識

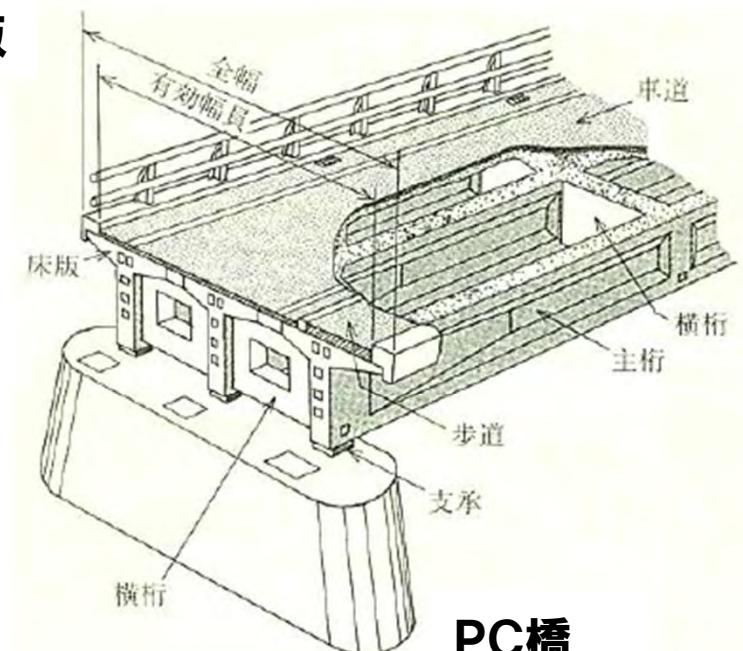
## （桁橋の構造）



RC床版



（プレートガーター橋



PC橋

# 道路橋示方書等の変遷

道路橋示方書の改定に伴って  
構造が変更される

大きな地震発生後に  
改訂

発生地震等

(橋の等級荷重等)  
共通編

M19 道路築造保存方法

T12 関東地震

S23 福井地震

S39 新潟地震

S53 宮城県沖地震

S57 浦河沖地震

S58 日本海中部地震

H7 兵庫県南部地震  
阪神淡路大震災

H23 東北太平洋沖地震  
東日本大震災

鋼橋

コンクリート橋

下部構造

耐震設計

T15 道路構造に関する細則案

S47 道示II制定

S53 道示III制定

S55 道示IV制定・道示V制定

H2 道示改訂(技術の進歩、研究成果の反映)

H6 道示改訂(車両大型化への対応)

H8 道示改訂(耐震性向上)

H14 道示改訂(性能規定化、耐久性向上)

H24 道示改訂(維持管理の確実性、容易性)

# 技術基準変遷(鋼橋編)1/3

H22.8.1 現在

【1/2】

【鋼橋編】

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

年 次	技術基準等	荷重条件	構造部位			耐震設計法	着目点				
			添接部の接合	主構造等	床版(鉄筋)		腐食	主構造	支承	床版	耐震
1926年( T 15 ) 1923年(T12) 関東地震に対応	・道路構造に関する細則 (T15.6)	・自動車荷重(1等橋) 12 tf 等分布荷重 600 kgf/m <sup>2</sup>				・地震荷重が初めて制定					
1939年( S 14 )	・鋼道路橋設計示方書 (S14.2)	・自動車荷重(1等橋) 13 tf 等分布荷重 500 kgf/m <sup>2</sup>	・リベット接合	SS41(400材)鋼材の規定	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1200 kgf/cm <sup>2</sup>	・設計震度の標準化					
1955年( S 30 )				・工場溶接が一般化	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1300 kgf/cm <sup>2</sup>						
1956年( S 31 ) 1948年(S23) 福井地震に対応	・鋼道路橋設計示方書 (S31.5)	・TL-20荷重の規定 T荷重(床、床組の設計) 20 tf L荷重(主桁の設計) 20 tf		・剛性が小さい( 揺れる )	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1400 kgf/cm <sup>2</sup> ・最小床版厚 14cm以上 ・配力筋:主鉄筋の 25%以上	・地域、地盤条件に応じた設計震度の補正					
1964年( S 39 )	・鋼道路橋設計示方書 (S39.8)			・高力ボルト規定 (F7T、F9T、F11T、F13T)	・SS50、SM50A(500材)鋼材の追加規定	・鉄筋の許容応力度(SD30) 1800 kgf/cm <sup>2</sup>					
1966年( S 41 )	・高力ボルト摩擦接合 設計施工指針 (S41.9)			・高力ボルトの改訂 (F9T、F11T)							
1967年( S 42 )	・床版設計に関する 暫定指針(案) (S42.9)			・SM53、SM58(520、570材)鋼材 の追加規定	・鉄筋の許容応力度(SD30) 1400 kgf/cm <sup>2</sup> ・最小床版厚 16cm以上 ・配力筋:主鉄筋の 70%以上						
1971年( S 46 )	・鉄筋コンクリート床版の 設計施工について (S46.3)				・曲げモーメント算出式の改訂 (主鉄筋、配力鉄筋)	・道路橋耐震設計指針(S47) 落橋防止対策の規定 液状化判定法の導入					
1973年( S 48 ) 1964年(S39) 新潟地震に対応	・道路橋示方書(S48.2)	・TT-43荷重の規定 (特定路線にかかる橋梁の設計荷重)		・高力ボルトの改訂 (F8T、F10T、F11T)	・床版厚の補正係数設定 大型車の交通量による補正(k1) 主桁の剛性による補正(k2) ・桁端部の車道部床版は、 床版厚さをハンチ高だけ増し厚 (範囲:床版支間長の1/2) 2倍の主鉄筋を配置 (中間支間の必要鉄筋量の2倍)						
1978年( S 53 )	・鉄筋コンクリート床版の 設計施工指針 (S53.4)				・鉄筋の許容応力度(SD295) 1200 kgf/cm <sup>2</sup>						
1980年( S 55 ) 1978年(S53) 宮城県沖地震 に対応	・道路橋示方書(S55.2)		・高力ボルトのF11Tを削除 (遅れ破壊による破断)		・桁端部の車道部床版は、2倍 の曲げモーメントにより床版厚 さを設計(2倍の主鉄筋を配 置)	・液状化に対する設計法の合理化 ・主鉄筋脱落とし部の設計法の 改良(下部工)					
1987年( S 62 )	・鉄筋コンクリート床版防水 層設計施工資料 (S62.1)					・動的解析用入力の規定 ・RC橋脚の変形性能照査の規定 ・落橋防止対策の規定(SE、落 橋防止装置)					

# 技術基準変遷(鋼橋編)2/3

H22.8.1 現在

【2/2】

【鋼橋編】

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

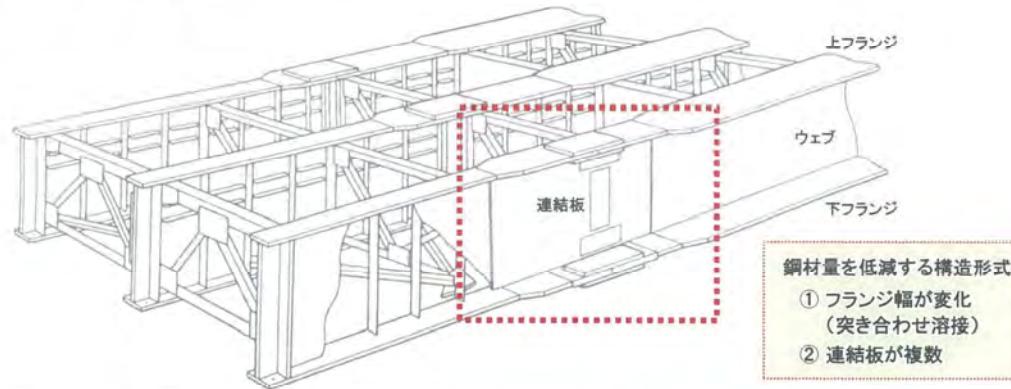
年 次	技術基準等	荷重条件	構 造 部 位			耐震設計法	着 目 点				
			添接部の接合	主構造等	床版(鉄筋)		腐食	主構造	支承	床版	耐震
1990年( H 2 ) 1982年(S57) 浦河沖地震に対応 1983年(S58) 日本海中部地震 に対応	・道路橋示方書(H2.2) ・スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律 (H2.6) → H3.4.1 脱スパイク法施行					・液状化判定法の改善 ・設計震度算出法の改善 動的解析による照査の明確化 ・RC橋脚の保有水平耐力照査法の明確化					
1994年( H 6 )	・道路橋示方書(H6.2)	・ 25tf 荷重に変更(B活荷重) T荷重、L荷重の載荷方法見直し				・主桁間隔による主鉄筋の曲げモーメント割増し (2.5m < L ≤ 4.0m)					
1996年( H 8 ) 1995年(H7) 兵庫県南部地震 に対応	・道路橋示方書(H8.12)			・溶接鋼材はSM材に仕様変更 (溶接構造用圧延鋼材) (H9.10 どうこう154号)  ・耐候性鋼材(裸仕様)の使用を基本 (腐食環境下では塗装仕様を検討) (H12.4 橋梁マニュアル P1-30)		・内陸直下型地震を想定した設計震度の規定 ・RC橋脚の地震時保有水平耐力法の改善 ・鋼製橋脚の地震時保有水平耐力法の規定 ・基礎、支承部、落橋防止に関する地震時保有水平耐力法の規定 ・液状化判定法の見直しと流動化に対する設計手法の規定 ・落橋防止システムの規定(桁かかり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造)	析端の腐食が著しく進行				
2002年( H 14 )	・道路橋示方書(H14.3)					・鉄筋仕様の変更(SD345) (H17.5 橋梁マニュアル P4-8)					

# 技術基準変遷(鋼橋:構造形式・床版編)3/3

## 【構造形式の着目点】

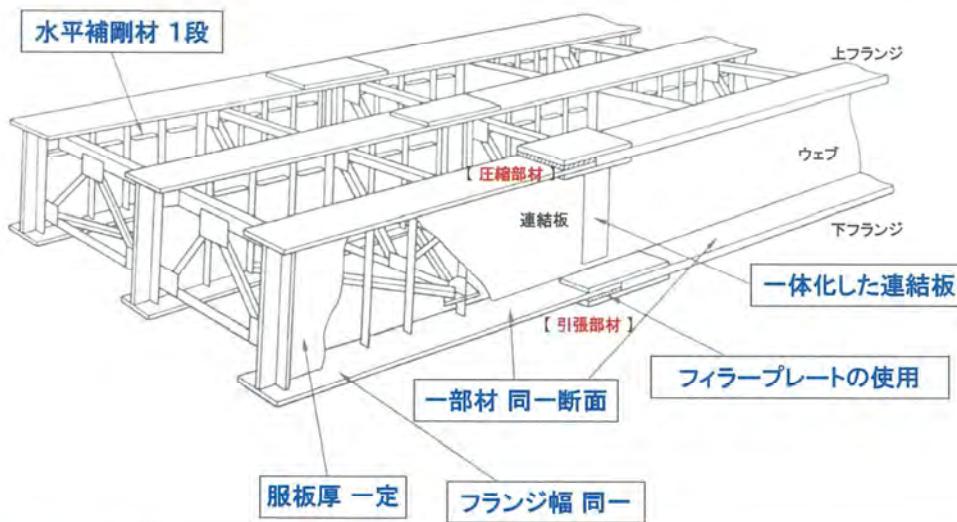
### 設計年次により上部工構造が異なる

#### ■ 平成7年以前の構造



#### ■ 平成8年以降の構造

平成7年10月に鋼道路橋設計ガイドライン(案)が策定され、省力化できる構造形式に変更された。適用範囲は、標準的なI形断面のプレートガーター橋(钣桁橋)を対象に、工場製作および現場施工の省力化を図るために改訂された。



#### ここに着目!

- これまでの上部工構造は、鋼材の重量を低減することで安価に製作してきた。  
【必要最小限の部材構成のため、許容応力度に余裕がなく、疲労等による損傷が懸念される】
- 近年は工場製作に際し、製作労務費と鋼材費用の割合が逆転する状況となったことから、鋼道路橋設計ガイドライン(案)(H7.10)により省力化できる構造形式に変更された。

## 【橋梁点検の要点】

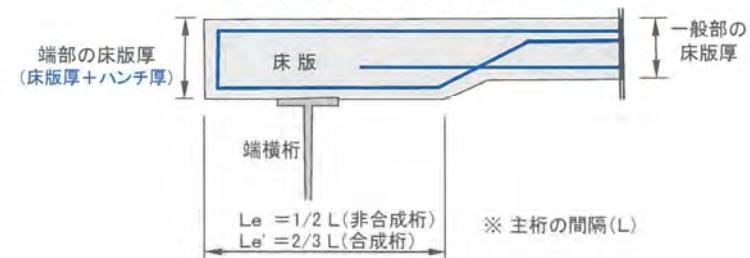
### 床版編

#### ■ H14 道路橋示方書(II P254)

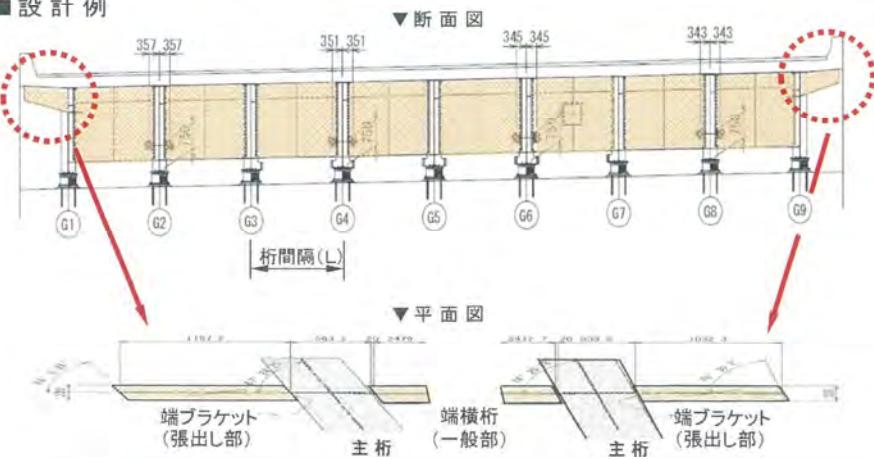
けた端部の車道部分の床版は、そこで連続性が断たれるので一般部の床版に比べて大きな曲げモーメントが生じる。

- 主鉄筋方向の発生曲げモーメント：一般部の2倍程度(有限要素法による解析結果)
- 伸縮装置付近は、不陸によって大きな衝撃がけた端部の床版に作用(床版増し厚)

#### ▼ 桁端部の床版厚(側面図)



#### ■ 設計例



#### ここに着目!

- 昭和48年以前に竣工した橋梁は、床版端部が耐荷力不足  
→ひび割れ、遊離石灰、浮き等  
【伸縮装置部の橋面に段差を生じさせないように管理する必要がある。】
- 斜角のある橋梁においては、張出し部の床版端部に端プラケットが無ければ応力超過

## 技術基準変遷(Co橋編)1/2

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

【コンクリート橋編】

年 次	技術基準等(主なもの)	耐久性に係わる基準等	荷重条件	コンクリート橋の施工に伴う変遷			耐震設計法	着目点(さび汁の有無)
				コンクリート打設に伴う変遷	鉄筋コンクリート橋	プレストレストコンクリート橋		
1926年(T15) 1923年(T12) 関東地震に対応	・道路構造に関する細則 (T15.6)		・自動車荷重(1等橋)12tf 等分布荷重 600kgf/m <sup>2</sup>	・コンクリートの付着強度が小さい(異形の1/2)	・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>	・地盤荷重が初めて制定		
1931年(S6)	鉄筋コンクリート標準示方書(S6)	・材令28日の圧縮強度を基準(最低基準強度値無し)		・コンクリートの付着強度が小さい(異形の1/2)	・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>	・設計震度の標準化		
1939年(S14)	鋼道路橋設計示方書(S14.2) 鉄筋コンクリート標準示方書(S15, S24)		・自動車荷重(1等橋)13tf 等分布荷重 500kgf/m <sup>2</sup>	・骨材に「川砂・川砂利」を使用	・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1300 kgf/cm <sup>2</sup>	・地域、地盤条件に応じた設計震度の補正		
1955年(S30)	・PC設計施工指針(S30)			・コンクリートの付着強度が小さい(異形の1/2)	・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1400 kgf/cm <sup>2</sup>	・下フランジに塩分付着(ひび割れの有無に着目)		
1956年(S31) 1948年(S23) 福井地震に対応	鋼道路橋設計示方書(S31.5) PC設計施工指針(S36)		・TL-20荷重の規定 T荷重(床、床組の設計)20tf L荷重(主析の設計) 20tf	・骨材に「川砂・川砂利」を使用	・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1800 kgf/cm <sup>2</sup>	・グラウト充填不足によるシースに沿ったひび割れ(支点部の析側面、支間中央部の析下面に着目)		
1964年(S39)	・鉄筋コンクリート道路橋設計示方書(S39)	・材令28日の最低基準強度を規定		・コンクリートの付着強度が小さい(異形の1/2)	・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1400 kgf/cm <sup>2</sup>	・横断勾配の低い側に着目、H8以前はブリーディンググラウト使用		
1967年(S42)	・床版設計に関する暫定指針(S42.9) PC道路橋示方書(S43) PC標準示方書(S43)			・ポンプ打設により低品質コンクリートなど)	・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 16cm以上 ・床版配力筋: 主鉄筋の70%以上	・横断勾配の低い側に着目、H8以前はブリーディンググラウト使用		
1971年(S46)	・鉄筋コンクリート床版の設計施工について(S46.3)			・防凍剤による害	・床版曲げモーメント算出式の改訂(主鉄筋、配力筋)	・横断勾配の低い側に着目、H8以前はブリーディンググラウト使用		
1973年(S48) 1964年(S39) 新潟地震に対応	・道路橋示方書(S48.2)		・TT-43荷重の規定 (特定路線にかかる橋梁の設計荷重)	・骨材に「碎石」を使用	・床版厚の補正係数設定 大型車の交通量による補正(k1) 主析の剛性による補正(k2)	・横断勾配の低い側に着目、H8以前はブリーディンググラウト使用		
1978年(S53)	道路橋示方書コンクリート編(S53.1) 鉄筋コンクリート床版の設計施工指針(S53.4)	・最低基準強度値が改訂 海砂の使用通知(S53.5)		・コンクリートポンプ打設	・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>	・横断勾配の低い側に着目、H8以前はブリーディンググラウト使用		
1980年(S55) 1978年(S53) 宮城県沖地震に対応	道路橋示方書(S55.2) コンクリート標準示方書(S55, S61)	・道路橋の塗装対策指針(S59.2)		・コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策を通知(S61.6)	・片持版端部の床版は、2倍の曲げモーメントにより床版厚さを設計(2倍の主鉄筋を配置)	・液状化に対する設計法の合理化		
1987年(S62)	・コンクリート道路橋便覧(施工:S59、設計:S60)				・PCホロー析のボイド形状・埋設型枠(54以前)	・主鉄筋設置落とし部の設計法の改良(下部工)		
	・鉄筋コンクリート床版防水層設計施工資料(S62.1)				・コンクリートが充填されにくい ・プレテン単純床版橋 標準設計制定(S56 建設省)	・動的解析用入力の規定 ・RC橋脚の変形性能照査の規定 ・落橋防止対策の規定(S-E、落橋防止装置)		

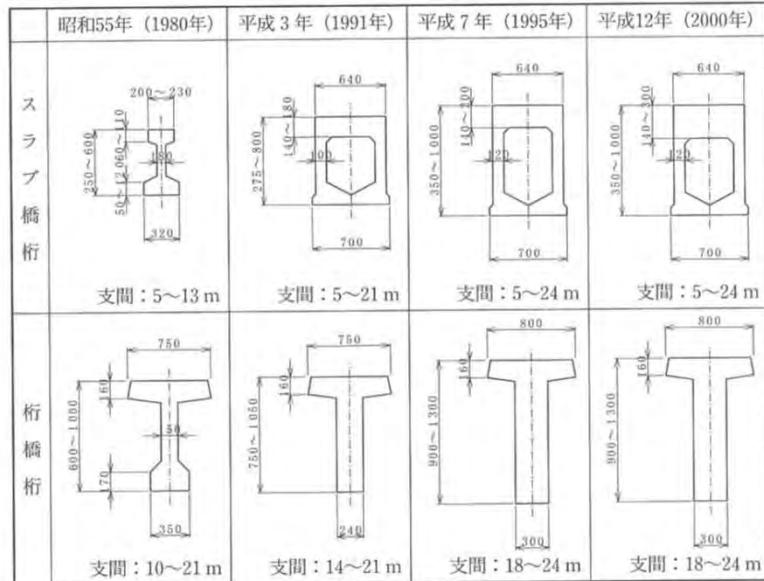
# 技術基準変遷(CO橋編)2/2

## ■道路橋の主要な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

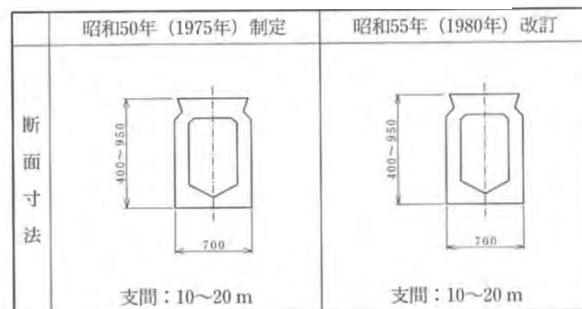
【コンクリート橋編】

年 次	技術基準等(主なもの)	耐久性に係る基準等	荷重条件	コンクリート橋の施工に伴う変遷			耐震設計法	着目点(さび汁の有無)	
				コンクリート打設に伴う変遷	筋筋コンクリート橋	プレストレストコンクリート橋		RC	PC
1990年(H2)	道路橋示方書(H2.2) 1982年(S57) 浦河沖地震に対応 1983年(S58) 日本海中部地震に対応	・アルカリ骨材反応抑制対策について(H1.7) PC工法設計施工指針(H3) プレキャストブロック工法によるPCT 析道路橋設計施工指針(H4)		異形鉄筋 (S,D,2,9,5以上)		主析溝水の恐れ 【主桁上縁で定着:平成5年以前】	・液状化判定法の改善 ・設計震度算出法の改善 ・動的解析による照査の明確化 ・RC橋脚の保有水平耐力照査法の明確化		
1994年(H6)	・道路橋示方書(H6.2) ・コンクリート道路橋設計便覧(H6)	・25tf荷重に変更 (B活荷重) T荷重、L荷重の載荷方法見直し		工場練りコンクリート 骨材に「碎石」、「砂」、「骨材」、「セメント」、「水」を用いる 混入材による品質確保 H10以上	過密配筋により単位水量が増加 H8年以降	主桁間隔による支間方向の曲げモーメント割増し:床版 (2.5m < L ≤ 6.0m) 【主桁端部で定着:平成6年以後】			
1996年(H8)	・道路橋示方書(H8.12) ・コンクリート道路橋施工便覧(H10) 1995年(H7) 兵庫県南部地震に対応	・使用材料の改訂 (どうこう159号 H10.12) コンクリート強度 24N/mm <sup>2</sup> 鉄筋 SD345 ・水セメント比を規定 (H13.3) 鉄筋: 55%以下 無筋: 60%以下 ・土木コンクリート構造物の品質確保 (H13.3) テスルハマーによる強度推定 ひび割れ発生調査		異形鉄筋 (S,D,3,4,5以上)	凍結に抑制剤の飛散による塗害が顕著 初期のひび割れが顕著	標準設計の変遷 平成2年以前 平成3年以後 塗分付着防止 ・鉄筋の許容応力度 (SD345) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>	・内陸直下型地震を想定した設計震度の規定 ・RC橋脚の地震時保有水平耐力法の改善 ・鋼製橋脚の地震時保有水平耐力法の規定 ・基礎、支承部、落橋防止に関する地震時保有水平耐力法の規定 ・液状化判定法の見直しと流動化に対する設計手法の規定 ・落橋防止システムの規定 (析かかり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造)		
2002年(H14)	・道路橋示方書(H14.3) コンクリート標準示方書(H14) コンクリート標準示方書(H20)	・高炉セメントの使用 (H14.9) ・単位水量の管理値を規定 (H15.10) 粗骨材(20~25mm) 175kg/m <sup>3</sup> 以下 ・配筋状態及びかぶり測定 (H17.5) 骨材の収縮ひずみ 1000 μm以下(6ヶ月)		異形鉄筋 (S,D,3,4,5以上)					

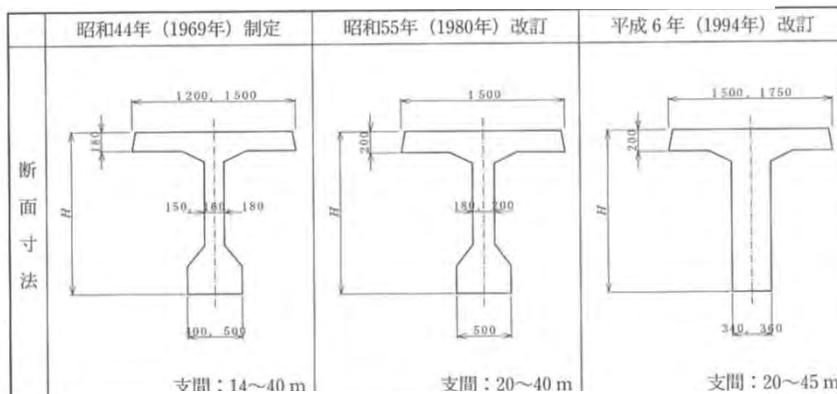
# PC桁の変遷



JIS桁断面形状の変遷

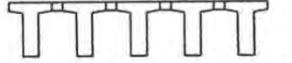
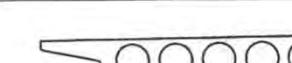


建設省標準設計プレテン桁断面形状の変遷

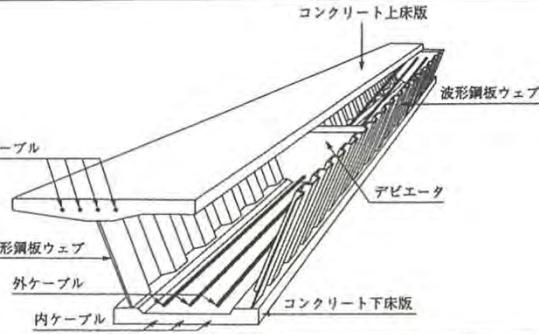
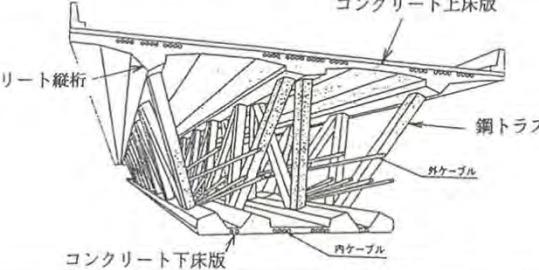


建設省標準設計ボステン桁断面形状の変遷

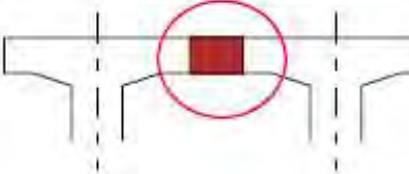
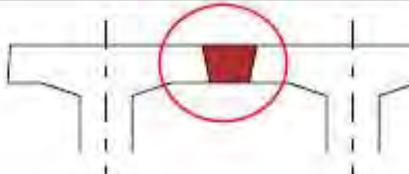
## コンクリート橋の主桁断面形状による分類

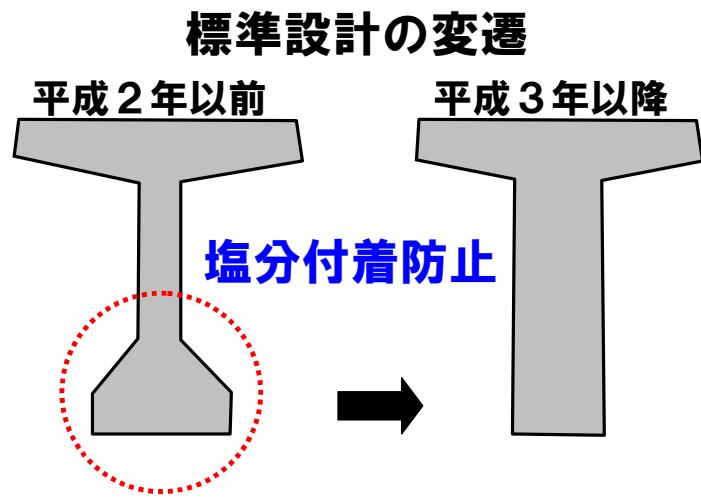
断面形状	概念図	概要
床版橋		2方向に広がりをもち、相対する2辺が支持され、他の2辺が自由な版構造 適用: RC 橋, PC 橋
T桁橋		T型断面形状をした、主桁2本以上からなる構造 適用: RC 橋, PC 橋
合成桁橋 (PCコンポ橋)		床版は工場で製作されたPC板を主桁上面に設置し、その上に場所打ちコンクリートを打設し合成床版とする構造 適用: PC 橋
中空床版橋		橋体の重量を軽減するため、橋体の内部を空洞にした床版橋 適用: RC 橋, PC 橋
箱桁橋		上フランジ、下フランジおよび2本以上のウェブから構成される構造 適用: PC 橋

## 鋼・コンクリート複合橋の主桁断面形状による分類

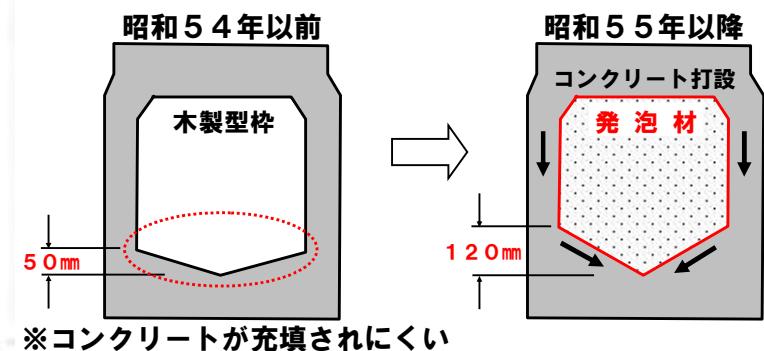
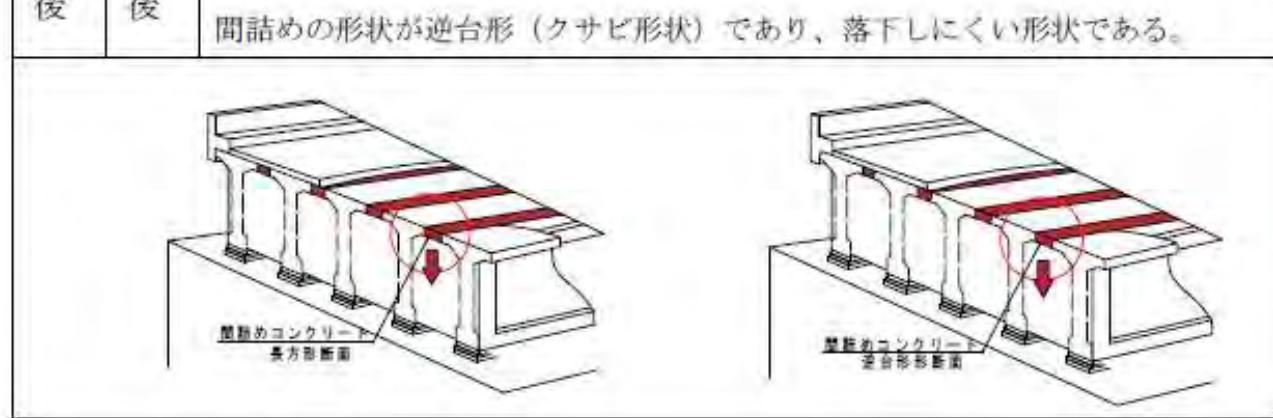
断面形状	概念図	概要
波形ウェブ橋		PC 箱桁のウェブを波形鋼板に置き換える、内ケーブルあるいは外ケーブルによりプレストレスを与えた合成構造
複合トラス橋		PC 箱桁のウェブを鋼トラス構造に置き換える、内ケーブルあるいは外ケーブルによりプレストレスを与えた合成構造

# PC桁(形状&間詰めコン)の技術変遷

ポ ス T	ブ レ T	間詰めコンクリートの形状
昭和 43 年 以 前	昭 和 45 年 以 前	 <p>間詰めの形状が長方形であり、落下しやすい形状。</p> <p><b>間詰め部の鉄筋配置</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>【床版幅：30cm未満】</li> <li>【床版幅：30cm以上】</li> </ul>
昭和 44 年 以 後	昭 和 46 年 以 後	 <p>間詰めの形状が逆台形（クサビ形状）であり、落下しにくい形状である。</p> <p><b>プレテン桁：定着鉄筋無し</b>  <b>ボステン桁：30cm以上は定着有り</b>  <b>30未満は定着鉄筋無し</b></p>

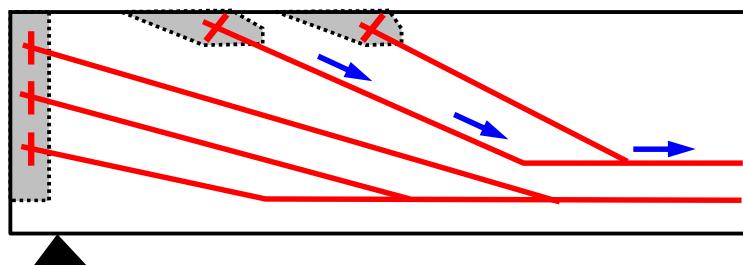


**PCホロ一桁のボイド形状  
埋設型枠変更(S55)**



# PC桁(PCケーブル)の技術変遷

## ポステン桁の床版上縁での PC ケーブルの定着



橋台

【主桁上縁で定着  
：平成5年以前】



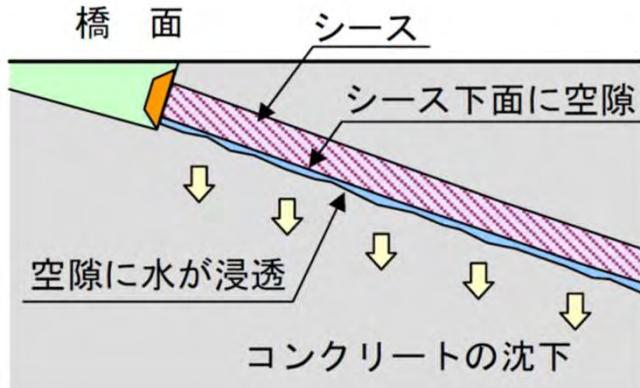
橋台

【主桁端部で定着  
：平成6年以降】

PCケーブル定着方法	
昭和54年以前	<p>PCケーブルの一部を、主桁上縁（床版上面）で定着している。</p>
昭和55年～平成5年	<p>桁長が27m以下の場合は、PCケーブルの一部を、主桁上縁（床版上面）で定着している。</p>
平成6年以後	<p>桁長が28m以上の場合は、主桁端部でPCケーブルを定着している。</p>

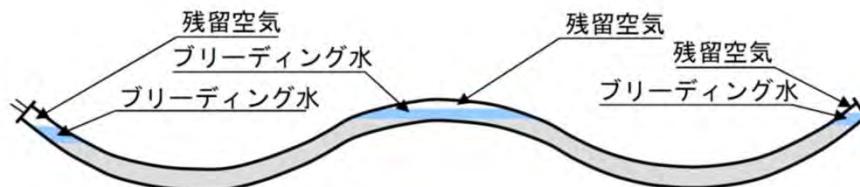
# PC桁(定着位置による不具合)

## PC定着部からの雨水の浸入による PC鋼材やシースの腐食

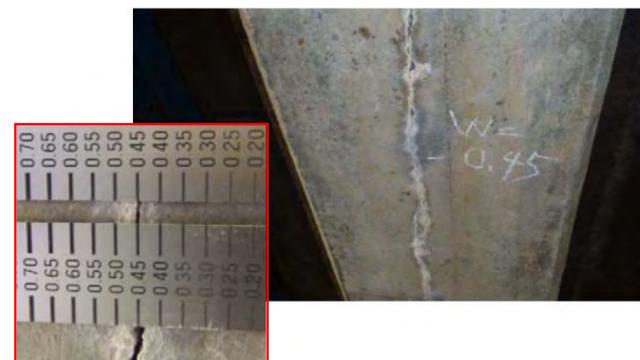


### ■ひび割れの発生原因

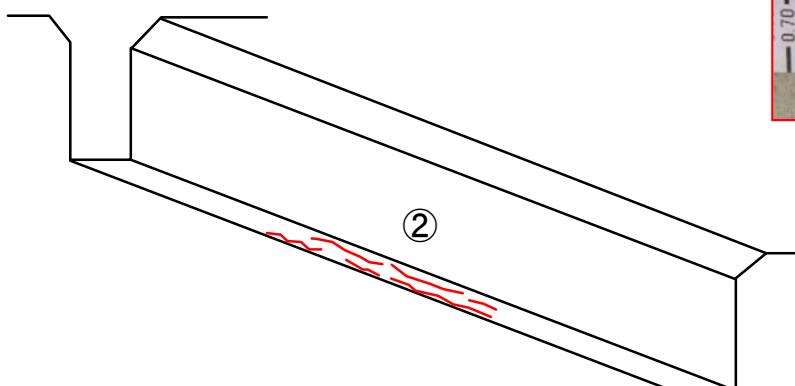
シース内のグラウト充填不良やシース管下面の空洞に水が浸入し、凍結膨張によりひび割れが発生したものと推定される。



ひび割れパターン②(幅 0.45mm)



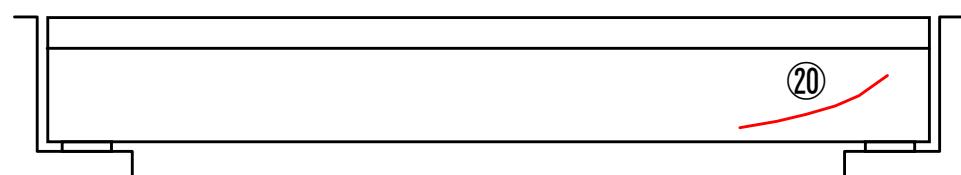
ひび割れパターン②  
主桁下面の橋軸方向ひび割れ



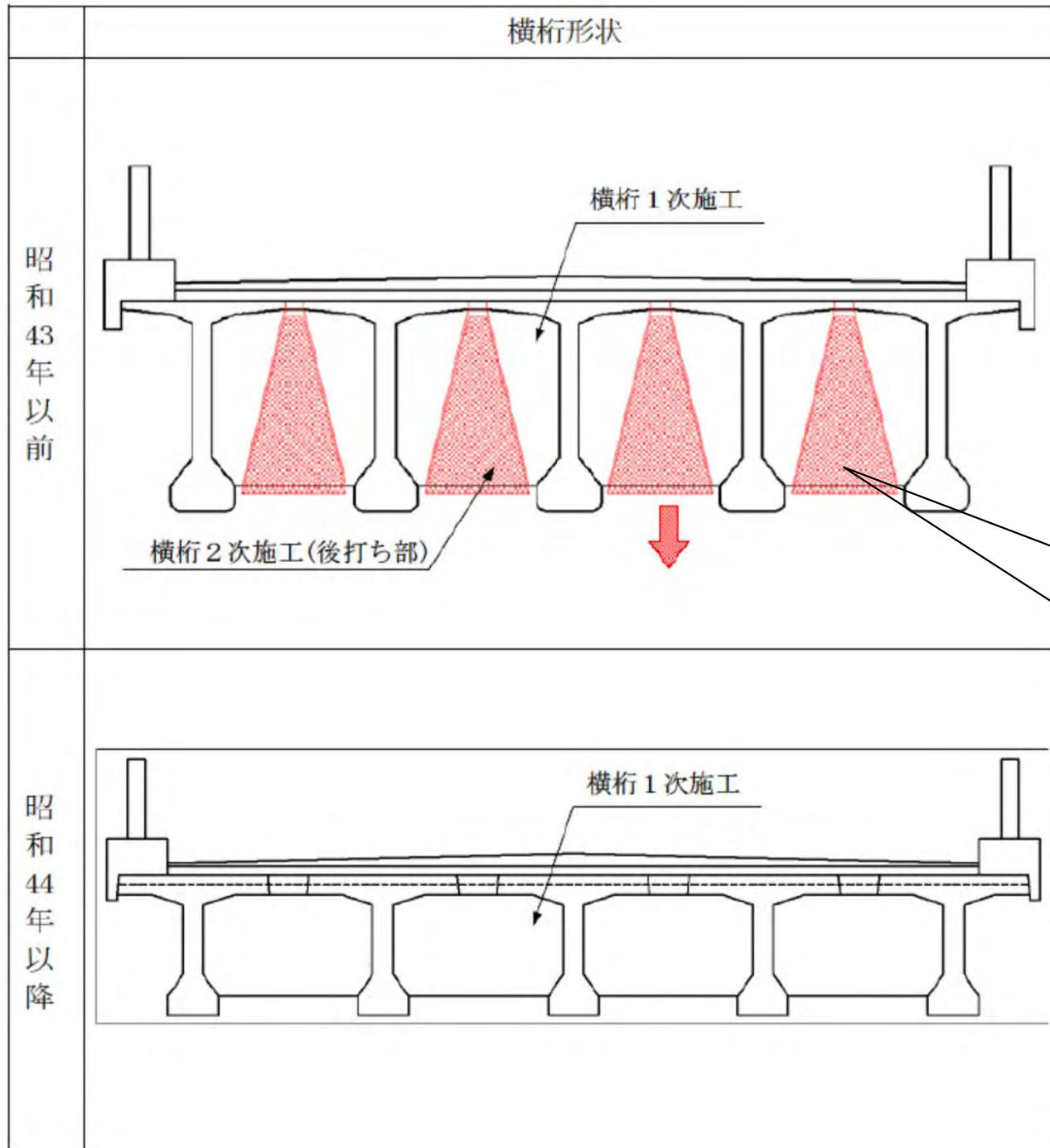
ひび割れパターン⑩(幅 0.2mm)



ひび割れパターン⑩  
シースに沿って生じるひび割れ



# PC桁(横桁形状)の変遷

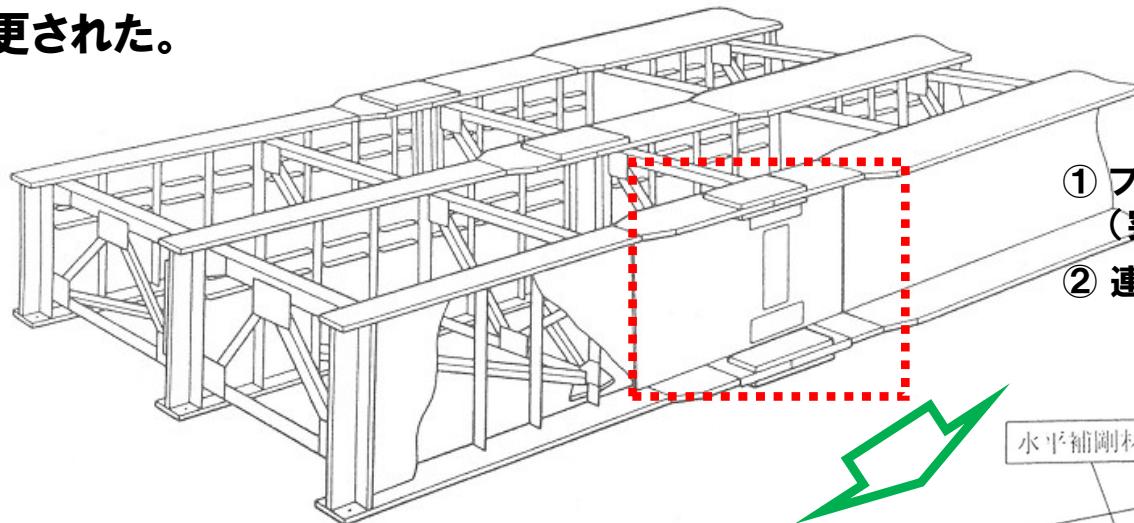


昭和43年以前に施工された横桁は、後打ち部を斜めに施工していた場合があり、特に横桁の打ち継ぎ目からの損傷に着目

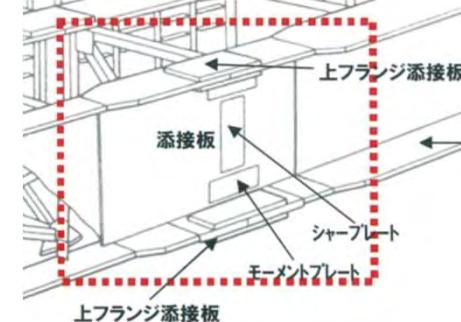
# 竣工年次を特徴づける構造変更(製作桁の省力化)

## ■ 平成11年以降の構造

平成7年10月に鋼道路橋設計ガイドライン(案)が策定され、省力化できる構造形式に変更された。



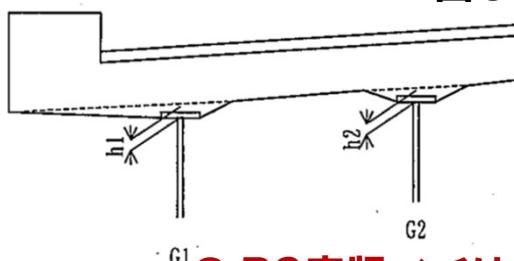
- ① フランジ幅が変化  
(突き合わせ溶接)
- ② 連結板が複数



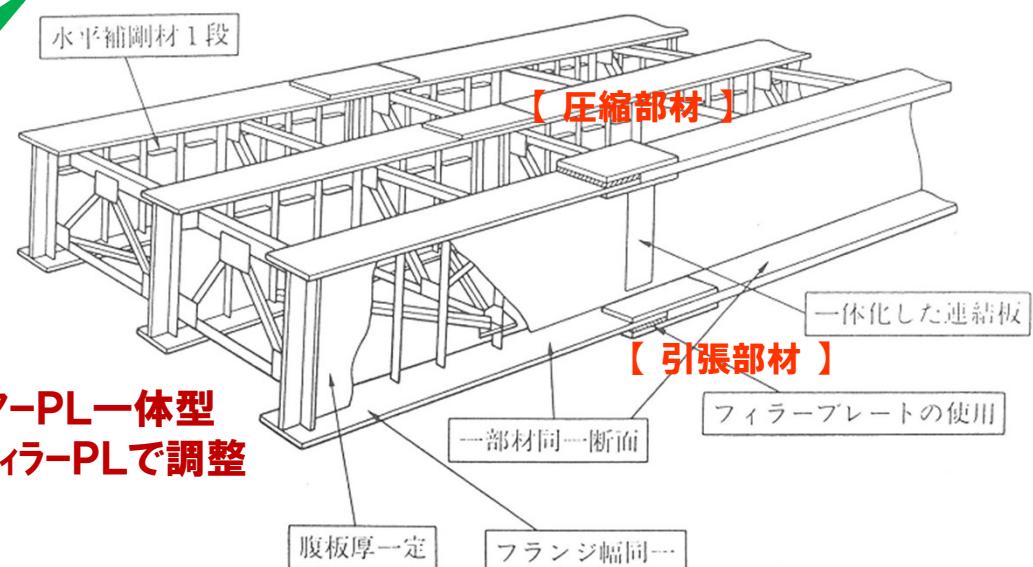
鋼材量を低減する構造形式

- 板桁のフランジ同一幅
- 板桁の腹板同一厚
- 水平補剛材一段

適用範囲は、標準的なI形断面のプレートガーター橋(钣桁橋)を対象に工場製作および現場施工の省力化を図るために改訂された。



- RC床版ハンチは橋軸方向・橋軸直角方向も同一

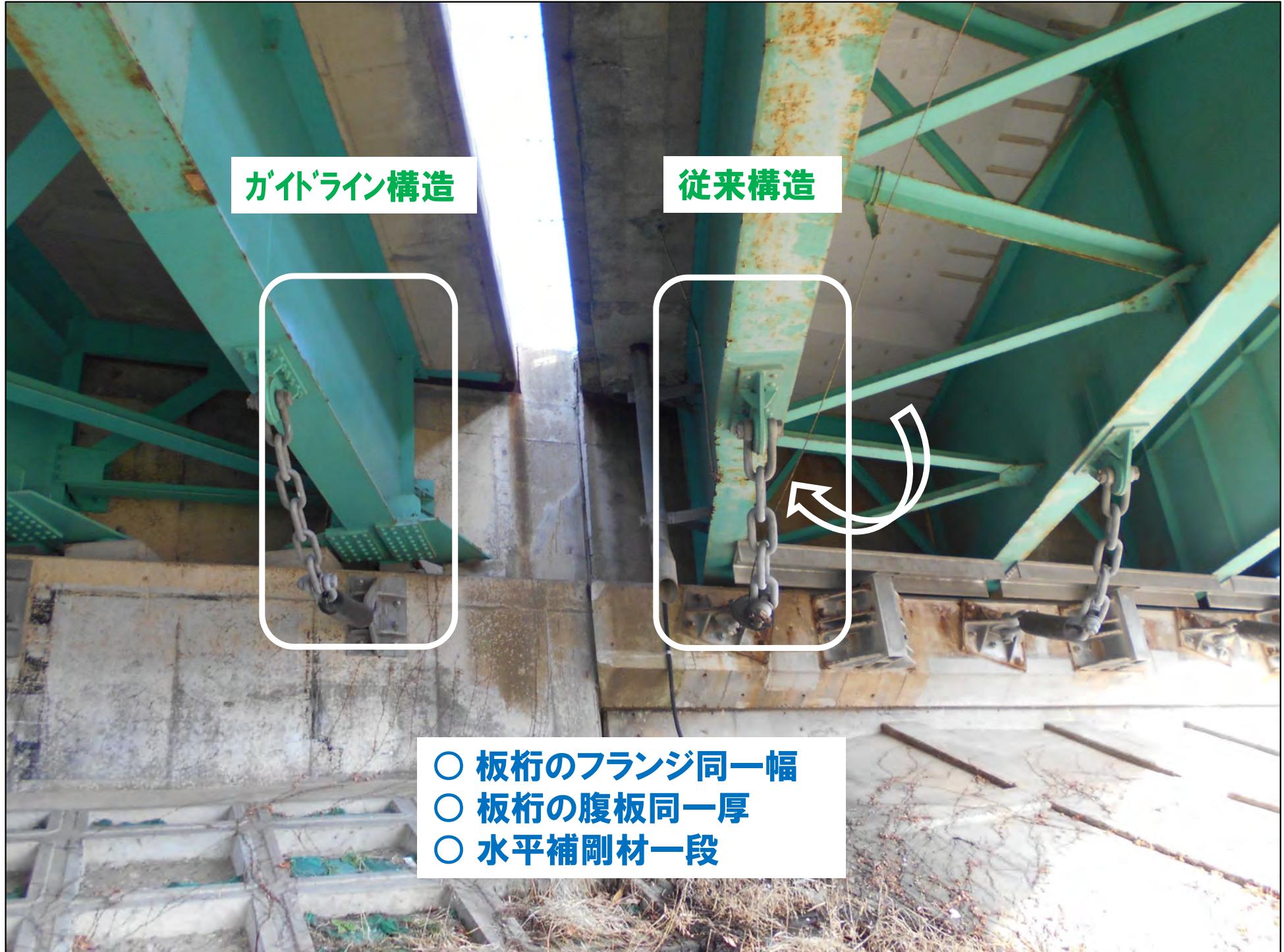


※これまでの上部工構造は、鋼材の重量を低減することで安価に製作してきた。

【必要最小限の部材構成のため、許容応力度に余裕がなく、疲労等による損傷が懸念される】

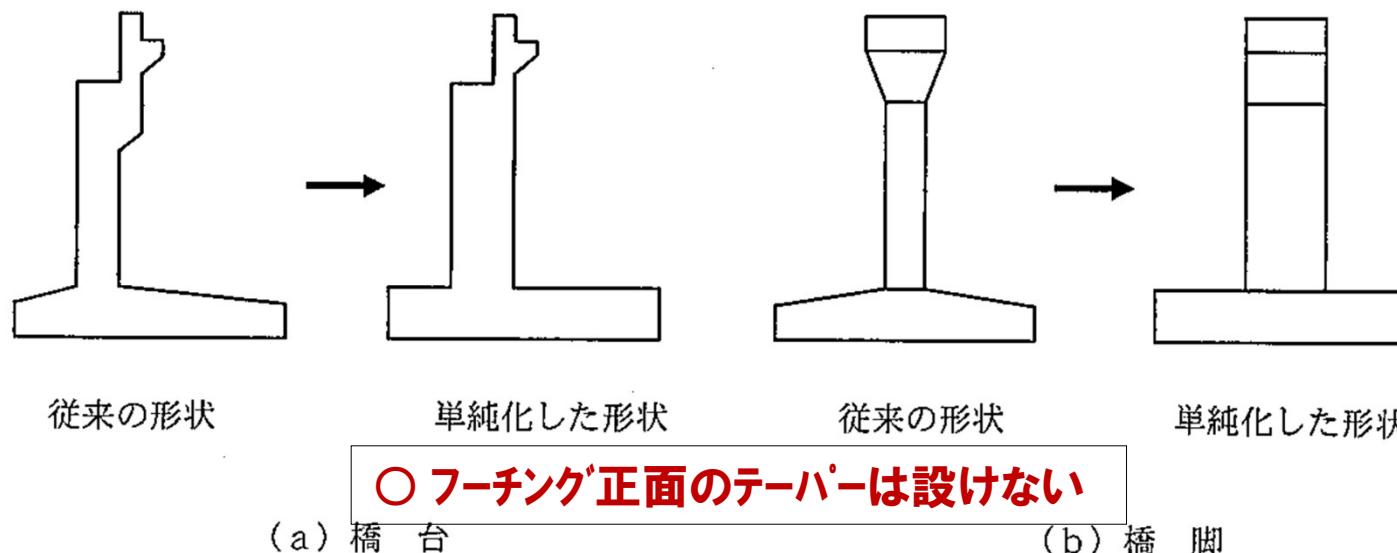
※近年は工場製作に際し、製作労務費と鋼材費用の割合が逆転する状況となったことから、鋼道路橋設計ガイドライン(案)により省力化できる構造形式に変更された。

# 省力(省人)化された構造比較

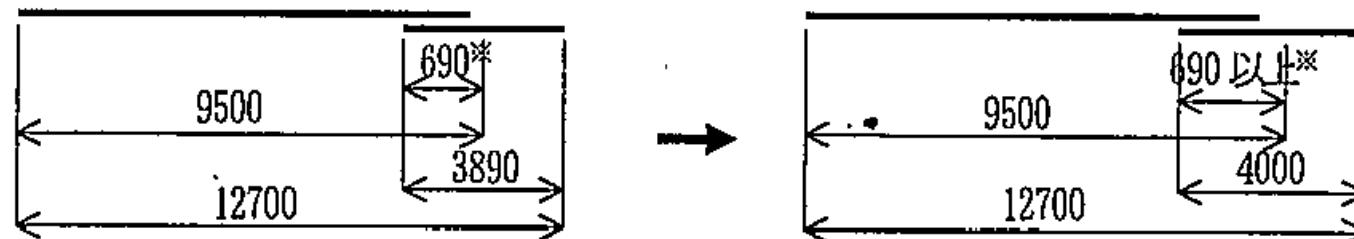


# 竣工年次を特徴づける構造変更（下部工形状単純化・鉄筋定尺長）

## 下部工形状変更



## 鉄筋定尺化で加工省力化

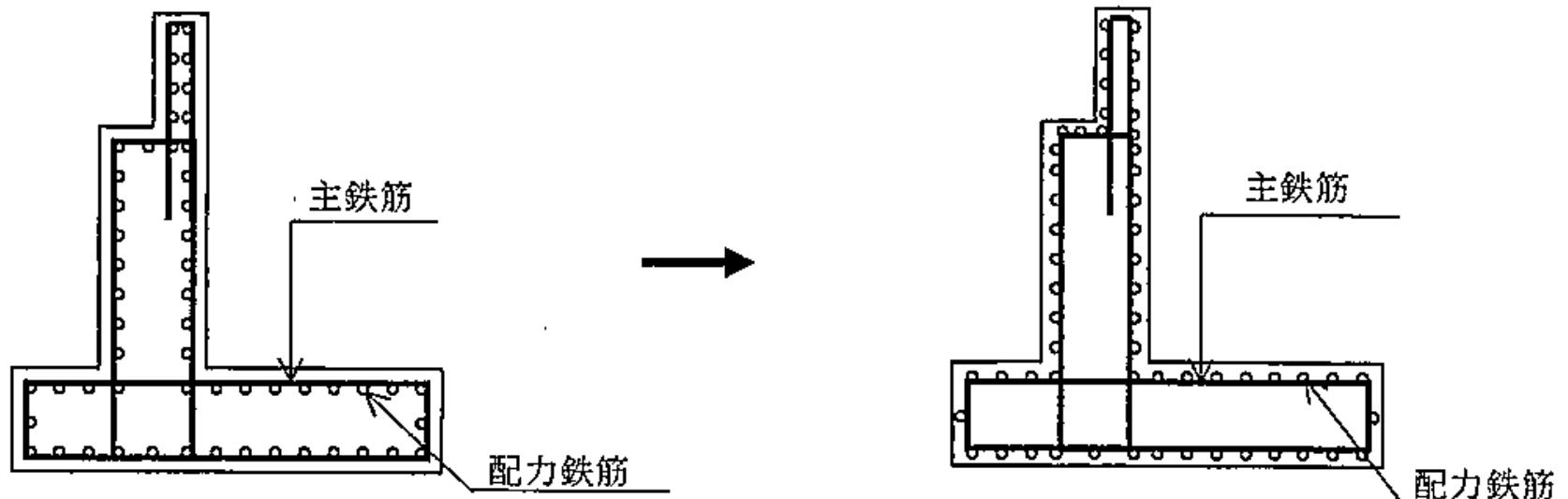


\*規定重ね継手長を 10mm 単位に切り上げた値である（鉄筋径 D22 を用いた場合）。

- 鉄筋の材質はSD345
- 定尺鉄筋(50cm単位)

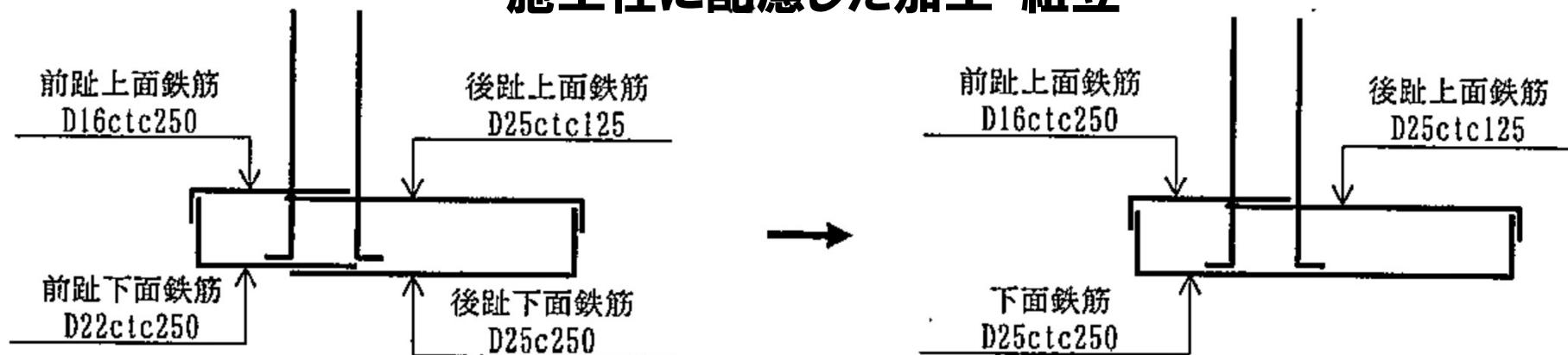
# 竣工年次を特徴づける構造変更（主鉄筋配置位置・組立省力化）

## 主鉄筋配置位置の変更



○配力鉄筋が外側配置

## 施工性に配慮した加工・組立



○フーチング下面鉄筋は前趾と後趾を統一1本もの

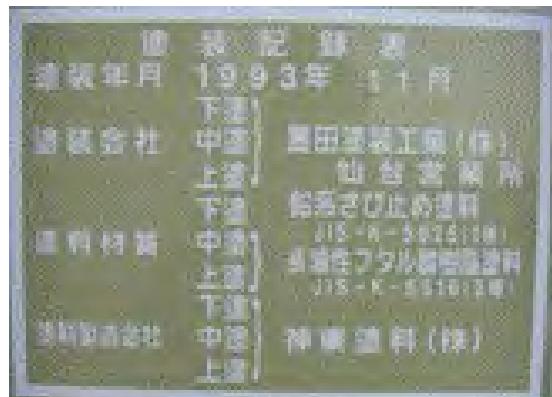
# 補修設計(工事)に役立つ橋歴・塗装歴

## 橋歴板・塗装歴



- 橋梁名が判明(橋銘板と不一致もあり)
- 竣工年次が判明(供用年次とは異なる)
- 発注者が判明
- 適用示方書年次が判明
- 設計者が判明
- 製作者が判明
- 施工者が判明
- 定着方式が判明(PC橋)

橋梁起点側左の桁に設置



- 塗装歴
- 塗料の種別
- 施工者

端部塗装についても  
塗装歴を明確にする  
必要がある

# 知っておきたいRC床版基礎知識



R6.3国道4号床版補修工事箇所の研り後写真

# 技術基準変遷(鋼橋編 RC床版関連抜粋)

年 次	荷重条件	構造部位	着目点					荷重条件
			腐食	主構造	支承	床版	耐震	
1926年 ( T 15 ) 1923年 (T12) 関東地震に対応	・自動車荷重(1等橋) 等分布荷重	12 tf 600 kgf/m <sup>2</sup>	ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出					・1等橋12t→TL-20 20t→TT-43→ 25t B活荷重
1939年 ( S 14 )	・自動車荷重(1等橋) 等分布荷重	13 tf 500 kgf/m <sup>2</sup>	ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1200 kgf/cm <sup>2</sup>				床版端部の耐力不足 ・単純桁橋の落橋対策
1955年 ( S 30 )			ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1300 kgf/cm <sup>2</sup>				・床版端部の耐力不足 ・支承機能の不可
1956年 ( S 31 ) 1948年(S23) 福井地震に対応	・TL-20荷重の規定 T荷重(床、床組の設計) L荷重(主桁の設計)	20 tf 20 tf	床版耐力が小	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1400 kgf/cm <sup>2</sup>	・最小床版厚 14cm以上	・配力筋 : 主鉄筋の 25%以上	・伸縮装置付近の衝撃荷重が大	・遊間異常口ーラーの機能およびピン構造→脱落
1964年 ( S 39 )			床版耐力が小	鉄筋の許容応力度(SD30) 1800 kgf/cm <sup>2</sup>				・橋脚のじん性力確保
1966年 ( S 41 )			大型車の過積載が横行	緩めた				
1967年 ( S 42 )			ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出 乾燥収縮 ひび割れ ・ボンブ打設	・鉄筋の許容応力度(SD30) 1400 kgf/cm <sup>2</sup>	・最小床版厚 16cm以上	・配力筋 : 主鉄筋の 70%以上		
1971年 ( S 46 ) 完成後50年経過			ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出 乾燥収縮 ひび割れ ・ボンブ打設	・曲げモーメント算出式の改訂 (主鉄筋、配力鉄筋)				
1973年 ( S 48 ) 1964年(S39) 新潟地震に対応	・TT-43荷重の規定 (特定路線にかかる橋梁の設計荷重)		ひび割れ 顯著 ・鉄筋露出 乾燥収縮 ひび割れ ・ボンブ打設	・床版厚の補正係数設定 大型車の交通量による補正(k1) 主桁の剛性による補正(k2)	・桁端部の車道部床版は、 床版厚さをハンチ高だけ増し厚 (範囲:床版支間長の1/2) 2倍の主鉄筋を配置 (中間支間の必要鉄筋量の2倍)			・耐荷力不足 ・EJ付近の衝撃荷重が大

## 荷重条件

- ・1等橋12t→TL-20 20t→TT-43→  
25t B活荷重

## 床版鉄筋規格と許容応力度

- ・丸鋼SR24 1,200~1,300~1,400kg
- ・異形SD30 1,800kgに緩和(緩くした)
- ・異形SD30 1,400~SD295 1,200~  
SD345 1,200kg

## 最小床版厚の規定

- ・TL-20 14cm~16cm以上
- ・TT-43 補正係数による 大型交通割増  
+主桁剛性割増  
TT-43 衍端部ハンチ高増し厚
- ・25t B活荷重 主鉄筋の曲げM割増  
※(例)16cm×50%増し=24cm

## 配力鉄筋量の変遷

- ・TL-20 主鉄筋の25%~70%以上~  
M計算式により決定
- ・TT-43 衍端部2倍の主鉄筋・配力筋配  
置

## 床版端部の付加

- ・耐荷力不足  
・EJ付近の衝撃荷重が大

# 技術基準変遷(鋼橋編 RC床版関連抜粋)

年次	基準名称	設計活荷重	最小床版厚	床版支間長	配力鉄筋量	鉄筋許容応力度
大正 15 年 6 月	道路構造細則	1等橋:T-12	規定無	規定無	規定無	規定無
昭和 14 年 2 月	鋼道示(案)	1等橋:T-13 2等橋:T-9	14cm (最小有効厚 11cm)	4m 以下	主筋断面の 25%以上 ※計算で求めていない	1800kgf/cm <sup>2</sup>
昭和 31 年 5 月	鋼道示	1等橋:T-20 2等橋:T-14	$t_0 = 3L + 11 \approx 16\text{cm 以上}$	3.6m 以下原則 原則 3m 以下	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
昭和 39 年 6 月	鋼道示					
昭和 42 年 9 月	RC 床版要領	1等橋:T-20 2等橋:T-14	$t_0 = 3L + 11 \approx 16\text{cm 以上}$	3m 以下望ましい	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
昭和 43 年 5 月	床版設計暫定基準(案)					
昭和 46 年 3 月	RC 床版設計	1等橋:T-20 TT-43 2等橋:T-14	$t_0 = 3L + 11 \approx 16\text{cm 以上}$	3m 以下望ましい	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
昭和 47 年 3 月	道示					
昭和 48 年 4 月	高架道路技術基準	1等橋:T-20 TT-43 2等橋:T-14	$t_0 = 3L + 11 \approx 16\text{cm 以上}$	原則 3m 以下	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
昭和 53 年 4 月	RC 床版設計施工					
昭和 55 年 2 月	道示	1等橋:T-20 TT-43 2等橋:T-14	$t_0 = 3L + 11 \approx 16\text{cm 以上}$	原則 3m 以下	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
平成 2 年 2 月	道示					
平成 5 年 11 月	高架道路活荷重の取扱	T 荷重	A 活荷重 B 活荷重	原則 3m 以下	主筋断面の 70%以上 ※力制曲げ M により算出	1400kgf/cm <sup>2</sup> 200kgf/cm <sup>2</sup> の余裕
平成 24 年 3 月	道示					

昭和48年以前の橋梁は床版端部が耐荷力不足  
ひび割れ、遊離石灰、浮き等

緩く(甘く)した

1800kgf/cm<sup>2</sup>

4m 以下  
桁間が大きく  
たわみ量が大きい

主筋断面の 25%以上

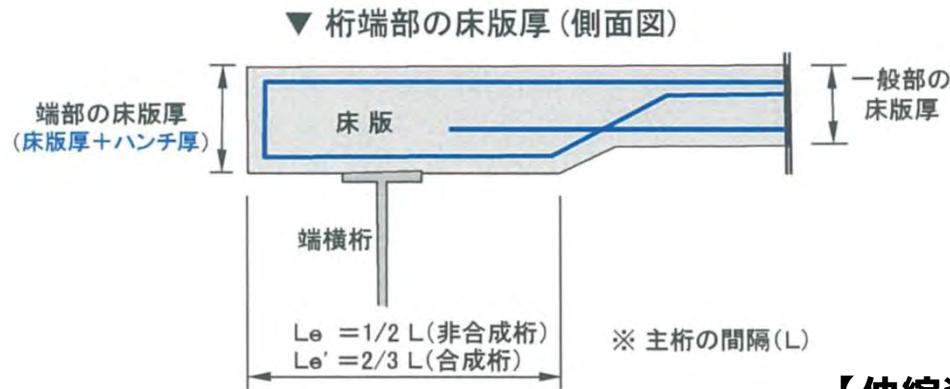
※計算で  
求めていない

主筋断面の 70%以上

昭和47年道示適用以前に  
竣工した橋梁



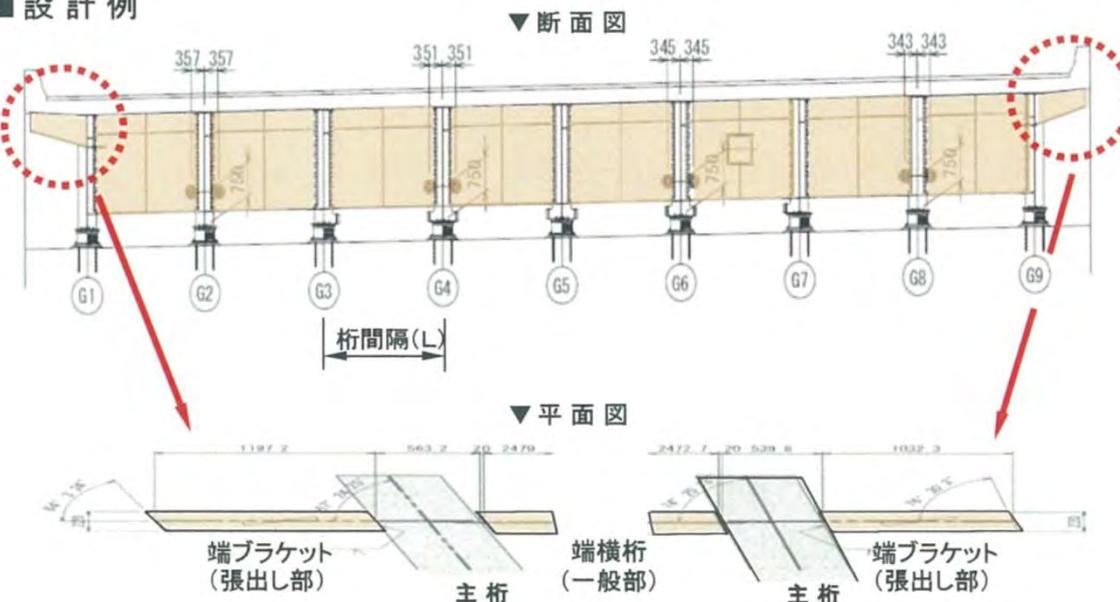
# 技術基準変遷(鋼橋編 RC床版関連抜粋“張出部”)



- 昭和48年以前に竣工した橋梁は、**床版端部が耐荷力不足**  
⇒ ひび割れ、遊離石灰、浮き等

【伸縮装置部の橋面に段差を生じさせないように管理する必要がある】

## ■ 設計例



- 斜角のある橋梁においては、**張出し部の床版端部に端プラケットが無ければ応力超過**  
⇒ ひび割れ、遊離石灰等

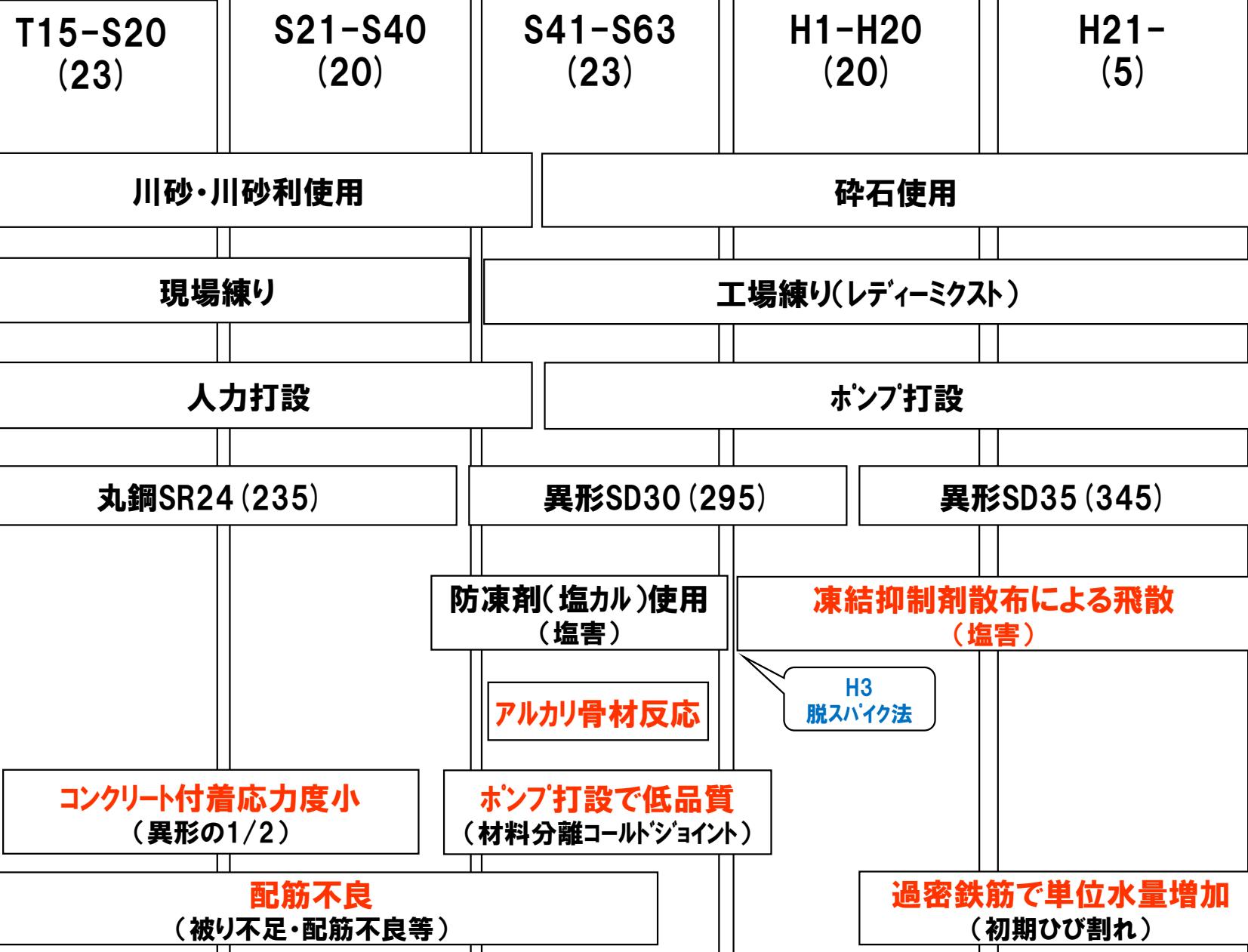
## ※H14 道路橋示方書(IIP254)

- 桁端部の車道部分の床版は、そこで連續性が断たれるので一般部の床版に比べて大きな曲げモーメントが生じる。
- 主鉄筋方向の発生曲げモーメント：一般部の2倍程度(有限要素法による解析結果)
  - 伸縮装置付近は、不陸によって大きな衝撃がけた端部の床版に作用(床版増し厚)  
十分な剛度を有する端横けた、端プラケット等で支持するのが望ましい

# コンクリート材料事情と打設の変遷

## コンクリート打設に伴う材料事情、作業の変化

年次(期間)



# 昭和40年代施工のRC床版構造



鉄筋結束  
全箇所結束の規定は無い  
※全箇所結束となったのは  
昭和52年度共通仕様書  
改定時から

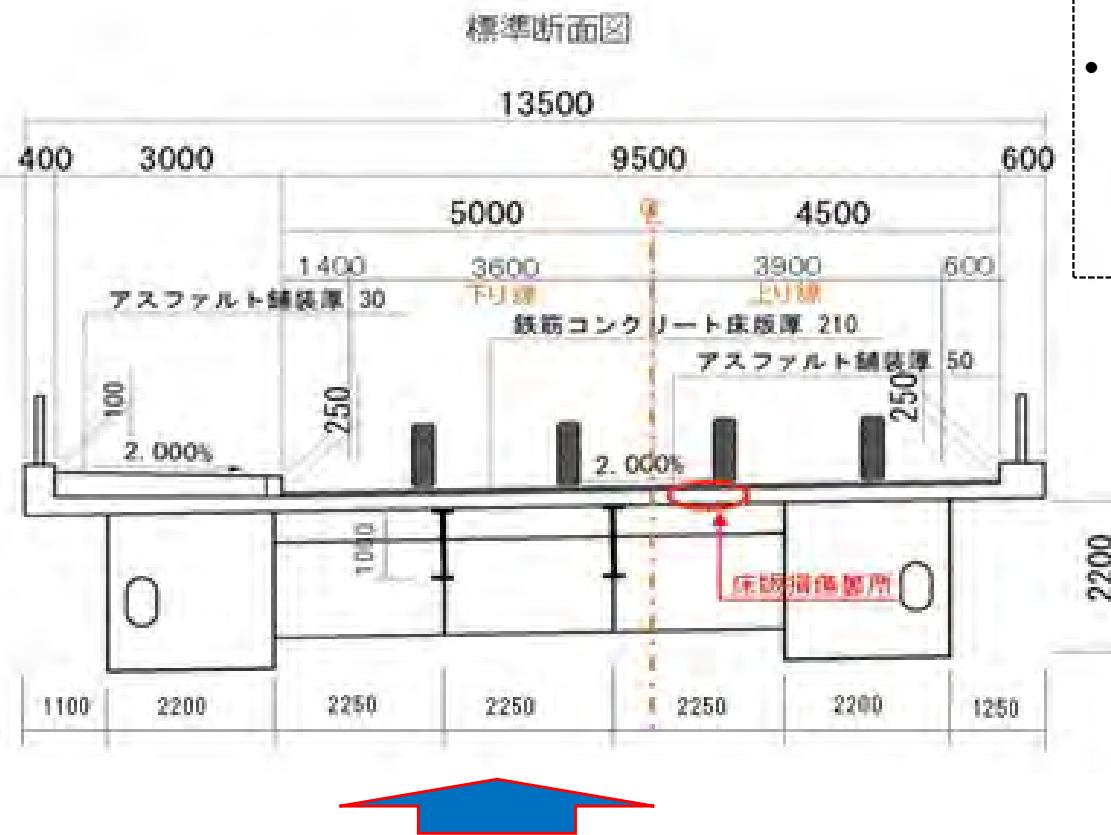
生コン打設⇒人力からポンプ打設に変更  
(慣れないため材料分離が発生の現場も)

床版厚⇒最少厚16(14)cm



骨材⇒川(海)砂利・砂

# RC床版の特徴



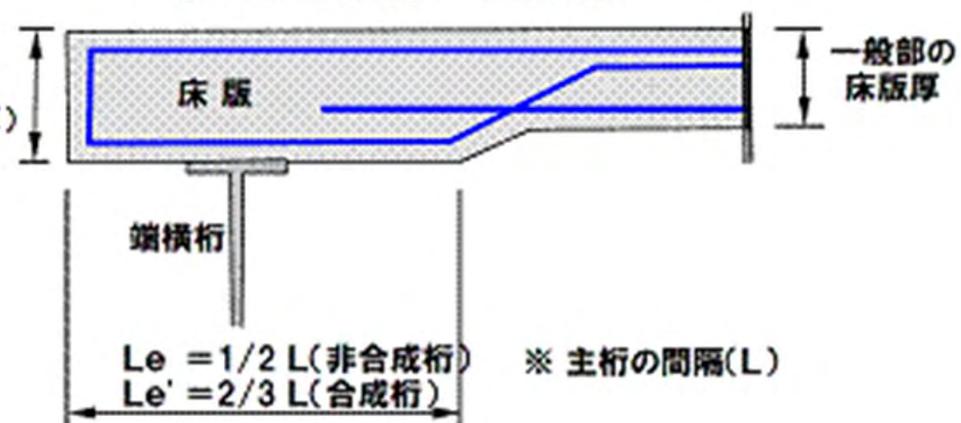
- 車輪の通る軌跡はおよそ幅50cm程度の範囲に集中している。
- 橋の床版において、ほぼ一定位置に加わる過大な荷重による変形は、その部分の床版の下面を早期に疲労させ、ひび割れの要因となり、さらにこれが伝播して破損が進む過程をたどる。

※ 昭和48年以前に竣工した橋梁は、床版端部が耐荷力不足  
→ ひび割れ、遊離石灰、浮き 等

注：伸縮装置部の橋面に段差を生じさせないように管理する必要がある

現場では床版を念頭に置いて、  
主桁・縦桁は車輪の軌跡の近くに配置されているか否か確認し  
、床版の損傷要因を把握する。

## ▼ 桁端部の床版厚（側面図）



# RC床版補修設計（工事）の勘所



補修後僅かな時間で  
**床版抜け落ち**

H25.4国道7号床版抜け落ち箇所の写真



# RC床版補修にあたっての留意事項(既往データの確認)

## 橋面舗装の異常イメージ



### 《着目点》

- ① 土砂の流出(水の色にも留意)
- ② 舗装のクモの巣状のひび割れ
- ③ 舗装のポットホール・舗装浮き
- ④ 舗装打ち継ぎ目の開き

橋面異常を確認したら安易に合材  
処理(穴埋め)で済ませない様に!  
補修歴(箇所・時期・内容)記録

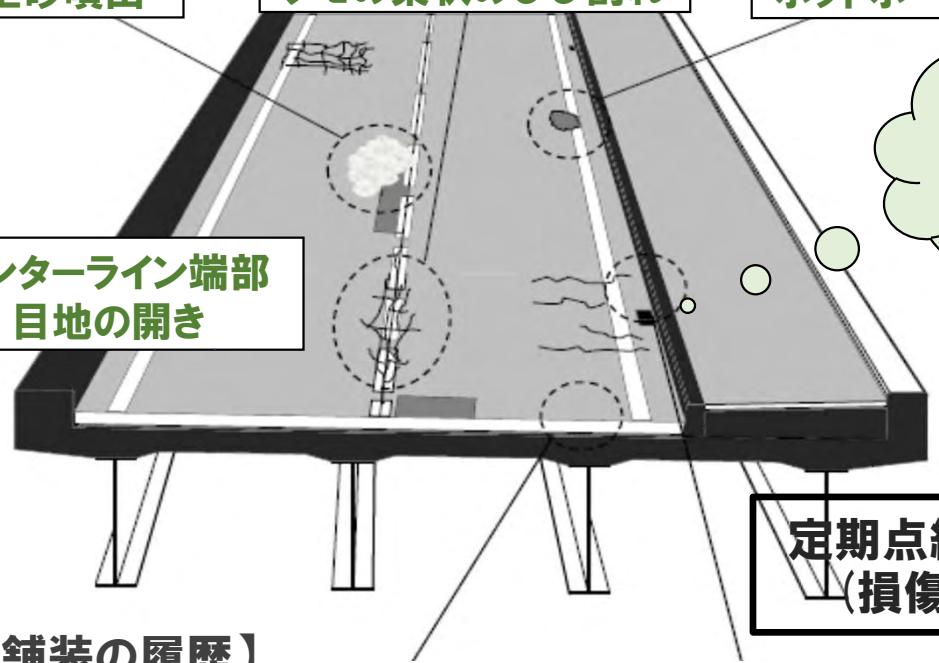
土砂噴出

クモの巣状のひび割れ

ポットホール

センターライン端部  
目地の開き

路面変状を  
見逃さない  
見落とさない



## 補修の視点にあたっては

定期点結果・補修歴の確認  
(損傷範囲・損傷具合)

橋梁の過去を知る  
(竣工年次、既設舗装厚)

## 【橋面舗装の履歴】

(S53.10以前)

橋面1層  
表層:細粒(13)  
4~5cm

(S53.11~)

橋面2層  
表層:密粒(13)  
4cm  
基層:粗粒(20)  
4cm

(H15.4~)

橋面2層  
表層:密粒(13T)  
改質II 4cm  
基層:粗粒(20)  
4cm

(H28.3~)

橋面2層  
表層:密粒(13T)  
改質II 4cm  
基層:密粒(13FW)  
改質II 4cm

(R5.3~)

橋面2層  
表層:密粒(13T)  
改質II 4cm  
基層:密粒(13FW)  
改質II 4cm

過去は表層は  
一層だった!

# 既設橋面舗装撤去～床版Co劣化部撤去時の留意点

## 床版撤去の流れ

定期点結果・補修歴の確認  
(損傷範囲・損傷具合)

橋梁の過去を知る  
(竣工年次、既設舗装厚)

### 補修範囲特定



### カッター工



S53以前は  
橋面舗装は一層  
であることを認識  
しないで既設鉄筋を  
切断するケースが  
多数発生している



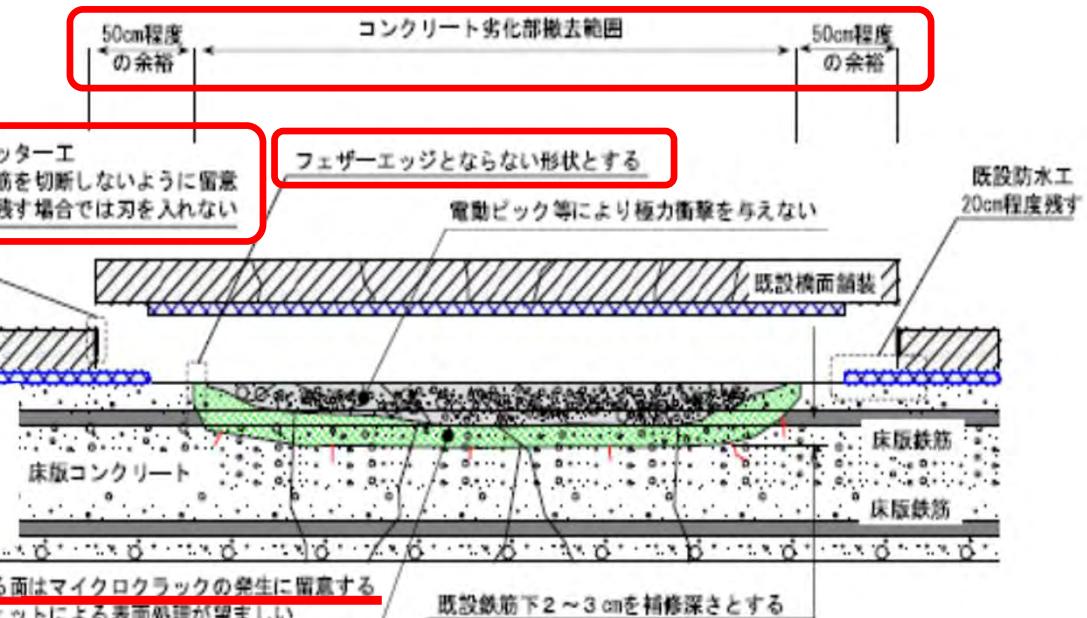
### 舗装版/床版取壊し



### 《施工にあっての課題》

- 打換え範囲の決定が難しい(既設As版撤去後判断)
- 打換え工法選定(局部打換えor薄層補修)が難しい
- 工程が組みにくい(既設As版撤去後判断)
- 大規模補修では材料確保、施設やヤード確保に配慮

### ○ 東北整備局で示された 道路橋の維持補修の手引き(案) H29.8 橋面舗装/既設床版劣化部撤去時の留意点



ブレーカー等の取り  
壊しではマイクロ  
クラックが発生する

- 橋面舗装カッター範囲は補修予定範囲 +50cm程度かつ、刃は舗装内に留める
- 切削機を使用する場合はアスファルトを10mm程度残し、残りを人力により実施する
- 境界部のフェザーエッジに留意する

# 補修範囲決定時の留意点

## 《補修範囲決定時の留意点》

### □ 過去に部分補修した周囲には要注意

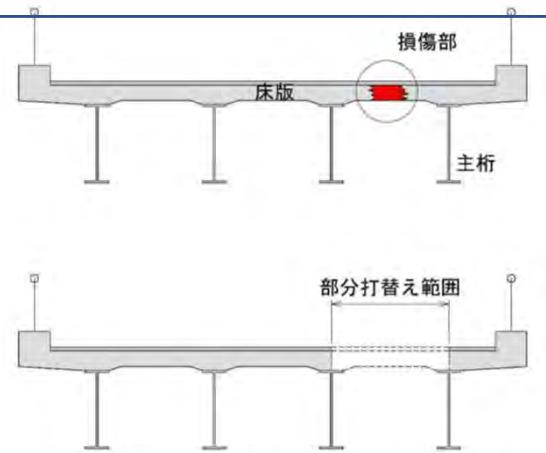
- ・補修した周辺は不具合予備軍のケースが殆ど、補修範囲決定が“肝”（複数人で確認）

- ・車（タイヤ）載位置が損傷が激しい、桁位置を意識し補修幅を決定

### □ 施工年次、構造による不具合発生の特徴

※ S47道示適用以前の橋梁は床版に負荷がかかっているので注視

- ① 床版厚が薄い、鉄筋量が少ない、桁間隔が広く(2.8m以上)たわみが大きい、桁重量が軽く剛性が小さい(板厚が薄く板幅が狭い等急激な断面変化)
- ② 桁位置と車両タイヤ位置が離れている場合は橋軸方向に同様の損傷が見られる
- ③ 斜角の橋梁、曲線橋、合成桁にも損傷が顕著に出ている



非破壊検査では以前に補修済の  
新旧材料分離箇所は判断しにくい

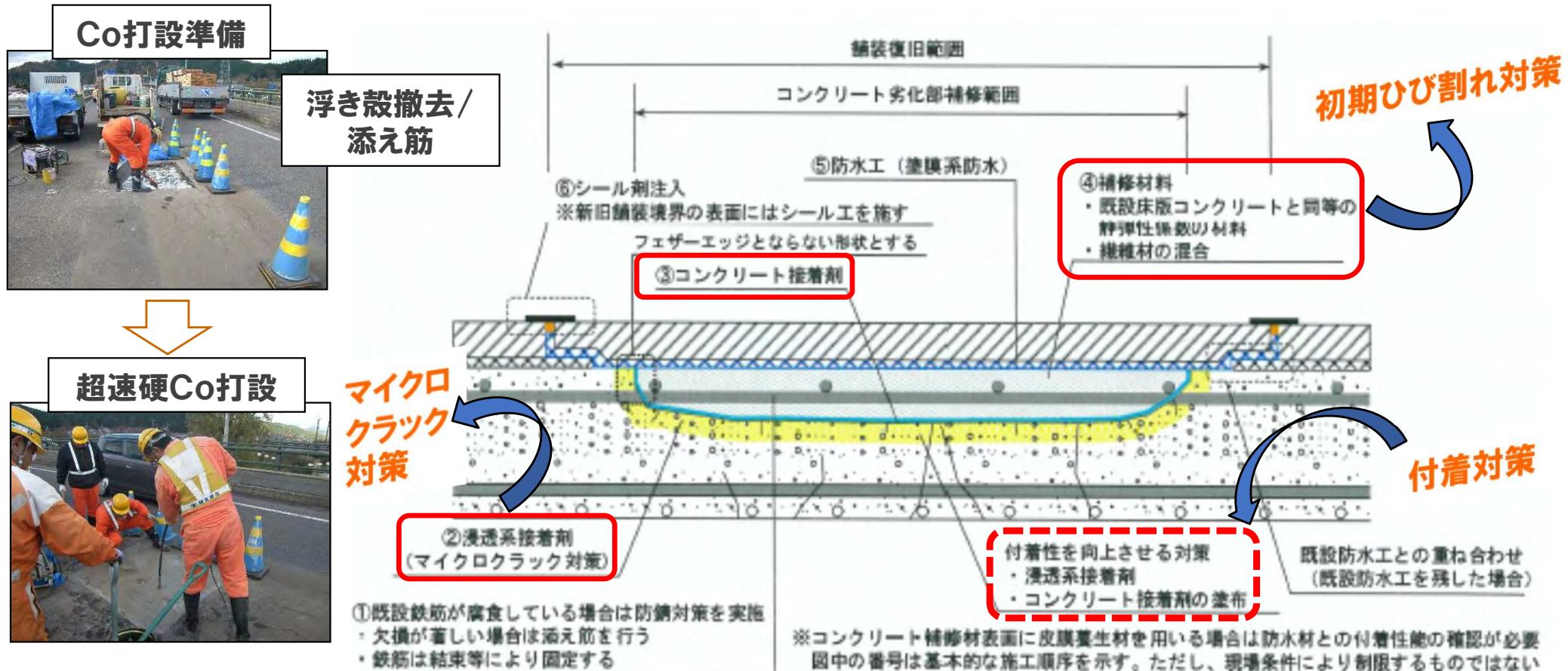


## 《事象（施工後短期間での再劣化）になってしまう要因》

### （構造や使用材料、施工方法に関して）

- ・どこに着目・チェックポイントとすべきか？知らない人たちの集まり（専門性を極める人がいない）  
補修の経験者がいない、本質を理解しないまま、補修を繰り返してきた
- ・補修の範囲、補修方法について、複数での現地確認により決定されていない（現場確認不足）
- ・各作業が下請単独で進められ、元請での一元管理機能が確立されていない
- ・過去の補修歴の把握不足、事前調査・補修の意図等打ち合わせ不足（書面上の手続きが必須）

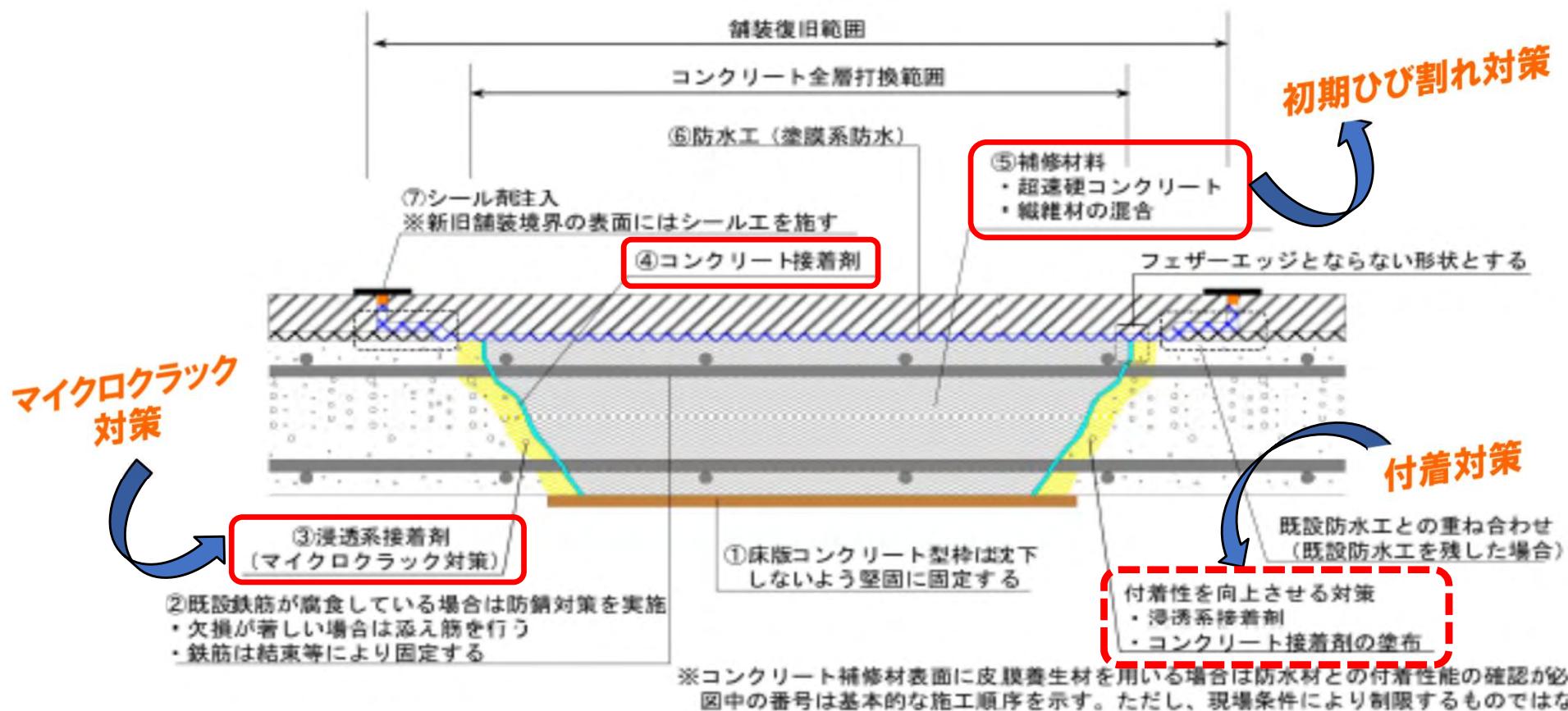
# 薄層補修(小規模)施工時の留意点



## ○ 東北整備局で示された 道路橋の維持補修の手引き(案) H29.8 橋面舗装/既設床版劣化部撤去時の留意点

- 新旧コンクリートの付着向上を目的とし「浸透系接着剤」「コンクリート接着剤」を実施する  
ウォータージェット使用の場合浸透系接着剤は省略
- 補修コンクリートは既設床版コンクリートと同等の静弾性係数の材料とし、初期ひび割れ抑制対策としてポリプロピレン繊維等を使用する  
※ あくまで全面的な補修を行うまでの応急的な措置となるが、次回補修までの期間を長く確保する  
(早期再劣化防止対策)

# 局部打換え(小規模)施工時の留意点



## ○ 東北整備局で示された 道路橋の維持補修の手引き(案) H29.8 橋面舗装/既設床版劣化部撤去時の留意点

- 新旧コンクリートの付着向上を目的とし「浸透系接着剤」「コンクリート接着剤」を実施する  
ウォータージェット使用の場合浸透系接着剤は省略
- 補修コンクリートは既設床版コンクリートと同等の静弾性係数の材料とし、初期ひび割れ抑制対策としてポリプロピレン繊維等を使用する  
※ あくまで全面的な補修を行うまでの応急的な措置となるが、次回補修までの期間を長く確保する  
(早期再劣化防止対策)

# 復旧にあたっての記録事項

## 《復旧にあたっての記録事項》

### □ 復旧にあたっては、**必要事項**について確認

#### ・既設As舗装厚の確認・記録

- ① 既設鉄筋の径/ピッチ/かぶり/腐食状況等の記録
- ② 既設床版厚(全厚打換の場合)の記録
- ③ 土砂化した既設床版Co塊、取り壊したCo塊は袋詰め等で保存  
(塩分量の測定等に使用)
- ④ 複数箇所の上鉄筋までの純被り
- ⑤ 既設As版撤去範囲での過去の補修歴有無
- ⑥ 鉄筋区分(SR/SD)、骨材区分(川砂利/碎石) 等



## 《早期再劣化を防止(遅らせる)としてどんなことに留意し、**何をすべきか(対応)** (広い視野で)》

### □ 補修の範囲、補修方法の妥当性の検証⇒設計・施工上の課題・留意点の抽出

- ・着手前の三者会議や施工経験者を含めた打合せによる、着目点・チェックポイントの共有
- ・受・発注者において、補修に関する文献等の熟読し、**本質の正しい理解のもと施工**

### □ 施工計画に基づく確実な施工

- ・施工方法・その管理(作業工程含む)について、施工計画書(作業手順書)に明記し、現場で計画に基づき**確実な施工**

### □ 補修範囲変更に伴う施工対応の想定⇒規制時間内での対応想定の事前打合せ

- ・既設As版撤去後の**損傷範囲拡大に対する対応**(具体的な施工図、施工可否)と書面手続き

### ■ 過去の粗雑事例を活かし、応用することで再粗雑防止を図る(早期再劣化が粗雑との認識不足)

# 床版補修で留意してほしい気づき1/6

① 既設床版コンクリート施工年次の事前確認により構造特性の見極めが重要 ⇒ 施工年次※により既設床版の構造特性が判明①

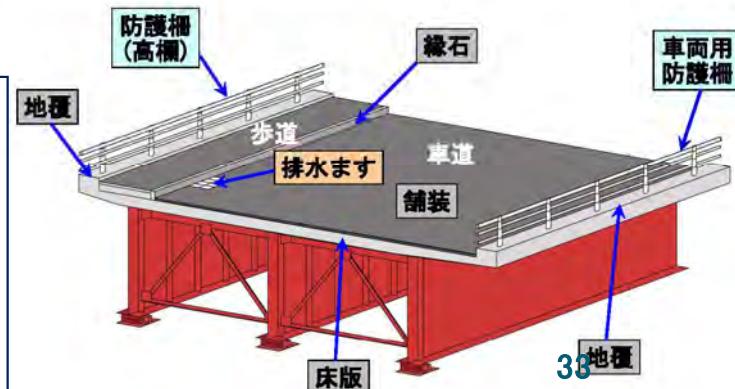
昭和40年代と以前整備された橋梁が床版の損傷が著しい

※ 適用道路橋示方書

- ☆ 橋面舗装厚⇒一層のみで厚4又は5cm  
(S53以前は一層)
- ☆ 床版厚⇒最少厚16(14)cm
- ☆ 鉄筋⇒最少鉄筋量のみ 丸鋼から異形へ変更
- ☆ 骨材⇒川(海)砂利・砂から切込碎石に変更
- ☆ 生コン打設⇒人力からポンプ打設に変更  
(慣れないため材料分離が発生)
- ☆ 防水工⇒施工無(S63以降支点部実施有)  
(全面施工はH5.3以降)



【橋梁の橋面構成】



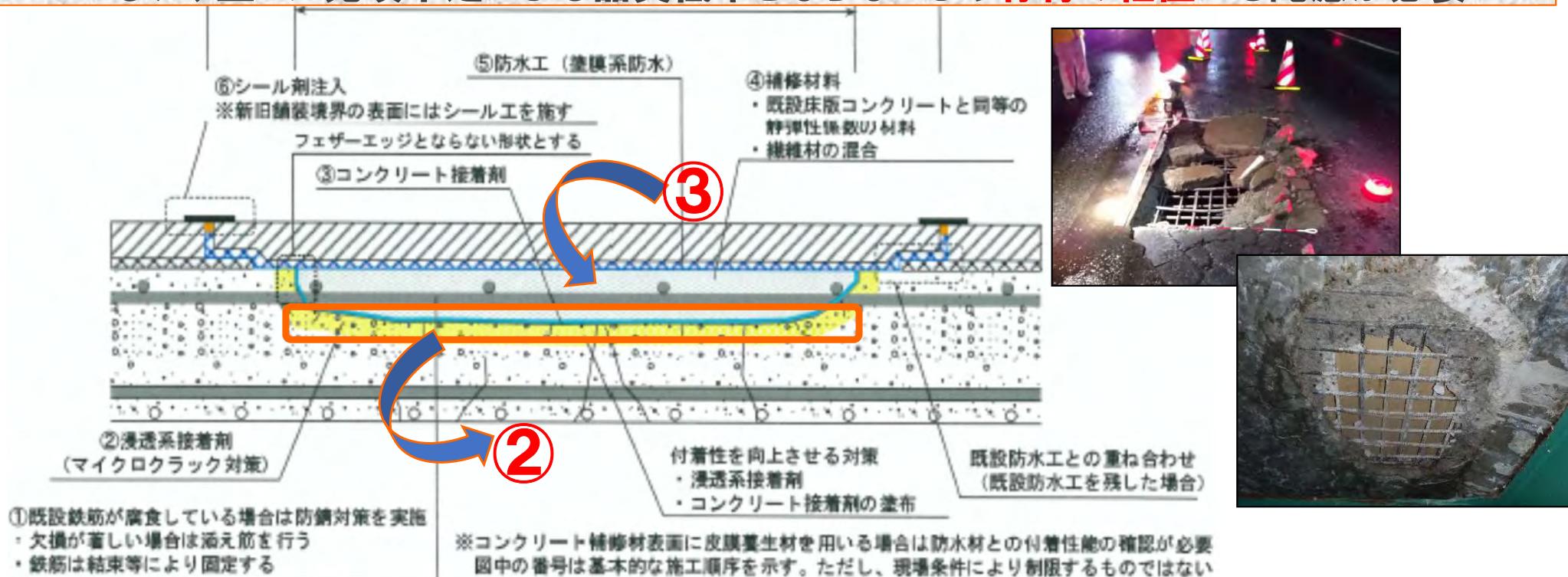
- As舗装版カッター時の深切りによる床版損傷防止
- 捶強鉄筋準備、鉄筋さび落とし・さび止め剤準備、結束筋作業段取り
- ▲ 事前調査による損傷範囲を大幅に上回る範囲となることが想定

## 床版補修で留意してほしい気づき2/6

### ② 既設断面をはつり取ることによる弊害として、既設床版取り壊し過ぎによる損傷範囲の拡大 ⇒ はつり過ぎ防止 薄い床版厚に配慮②

※ 既設との一体化を図るため、**画一的**に上鉄筋の2~3cm下まではつり、健全な部分のコンクリートまで撤去することで新たなマイクロクラックの発生の懸念される

※ また、生コン充填不足による品質低下とならないよう**骨材の粒径**にも配慮が必要



### ③ 既設床版コンクリートと同等の静弾性係数の材料（繊維材の混入）による確実な復旧 ⇒ 超速硬生コンでの復旧はNG ③

※ 割高を理由に超速硬生コンでの復旧が散見 一次的に接着ボンドの効果により一体化するが再劣化を早める要因となる

# 床版補修で留意してほしい気づき3/6

## ④ 復旧の生コン(モルタル)は、既設床版コンクリートと同等の静弾性係数の材料(纖維材の混入)による確実な復旧④

	鋼繊維	アラミド繊維	ビニロン繊維	ポリプロピレン繊維
概要				
引張強度 [N/mm²]	1000	3500	900	500
密度	7.85	1.44	1.30	0.91
材料の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用実績が多い</li> <li>補修時の毛羽立ちにより防水損傷の恐れがある(写真-3.1.5)</li> <li>腐食環境では発錆の可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引張強度は高い</li> <li>材料の入手性に劣る</li> <li>コスト面で比較的高額</li> <li>耐アルカリ性が他の材料に比べ劣る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引張強度は鋼繊維と同等</li> <li>耐アルカリ性は高い</li> <li>2.0%混合により鋼繊維と同程度の曲げ韌性が期待できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引張強度は低い</li> <li>耐アルカリ性は高い</li> <li>2.0%混合により鋼繊維と同程度の曲げ韌性が期待できる</li> </ul>
曲げ試験結果※ (曲げ韌性係数)	6.62[0.3%混合]	3.95[1.0%混合]	6.36[2.0%混合]	7.41[2.0%混合]
参考価格 (材料単価)	111,866 円[0.3%混合]	174,454 円[1.0%混合]	149,272 円[2.0%混合]	122,693 円[2.0%混合]
商品名称	NEXCO仕様 ドラミックス	ケプラー繊維 テクラーノ	ニュークリート クレテック	バルチップMK クラックバスター タフライトJr テレフタロンAC シムロックSX

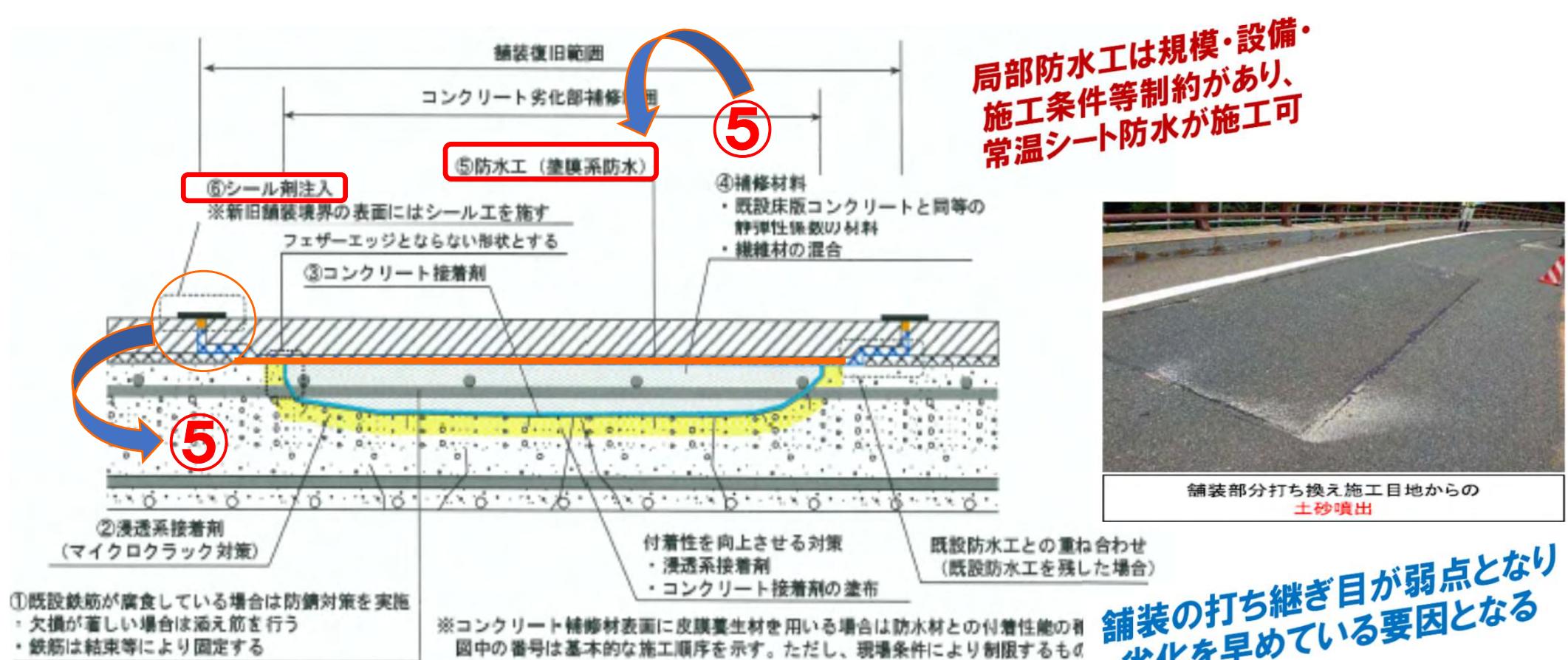
※ コンクリート(モルタル)への纖維材混入の目的は初期ひび割れ抑制対策であり防水工の補強となる

プレミックスタイプが望ましい

## 床版補修で留意してほしい気づき4/6

⑤ 既設防水工の有無に係わらず、防水工の処理と既設舗装との目地部からの水の侵入を遮断する ⇒ 再劣化迄の期間を長期確保⑤

※ 補装目地部からの水の侵入で、床版補修部に再劣化をもたらす



- ☆ 防水工⇒橋面部全面施工はH5.3以降
- ☆ 床版面⇒ほうき目から金ゴテ仕上げへ

## 床版補修で留意してほしい気づき5/6

### ⑥ 既設床版の脆弱部のみを『平のみによる研り』作業で⑥

※ ブレーカー取壊しは、健全部まで損傷(クラックも助長)させてしまい、復旧量も多くなり費用も増大する



### ⑦ 橋面舗装一層の場合の補修での配慮⑦

床版全面防水は塗膜防水、端部は導水テープ使用  
水抜きパイプの追加設置(排水誘導)

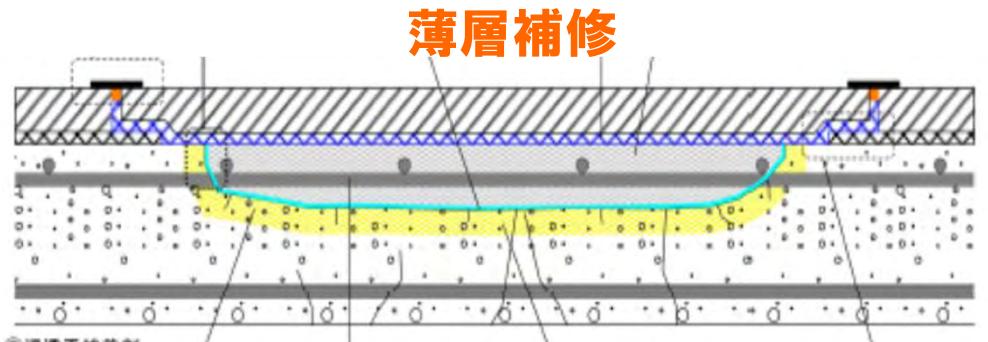
- 床版仕上げ面⇒ほうき目仕上げ(防水工は未実施)
- 排水溝⇒橋面水の排水処理(溝面が舗装面、排水穴未設置)



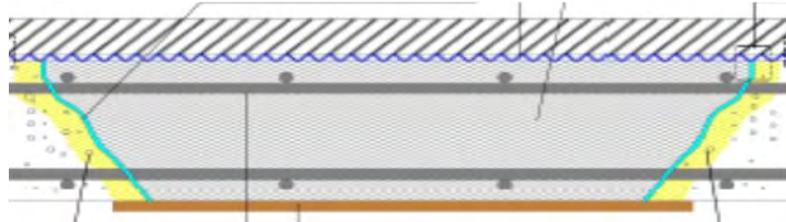
## 床版補修で留意してほしい気づき6/6

### ⑧ 最悪のケースを考慮し、作業に着手する ⇒ 補修範囲(厚)が事前調査時を上回ることとなった場合の緊急対応⑧

※ 取壊し範囲が拡大し復旧作業時間が増えても、事前取り決めた交通開放時間は守らなければならない(未補修での仮開放)



局部打換え(床版全厚)



☆ 全断面(全厚)補修となつた場合、仮交通開放を求められる

敷き鉄板の準備(主桁間に跨げる幅2.5~3.0mのものをストック)、摺付け合材確保

☆ 補修が床版全厚となつた場合の段取り換えが必要となる

床版作業足場・支保工・床版下面型枠材料準備と作業期間確保

# おわりに

土地柄（感）、地域の現状を一番知っているのは「**そこに住んでる方々**」。今後、地域のインフラは「**地域は自分たちで守っていく**」という**強い意志**が求められています。

「**橋梁や構造物の補修設計**」においても、地元コンサルタントが「**構造物の持つ特性や損傷内容を把握し、最大限活かし設計に盛り込む**」ことで、地元施工会社が**ちゃんと理解し、無駄のない確実な補修工事**が行えるような仕組みづくりを確立すべきです。

そのためには、地元コンサルタント各社、地元建設会社が互いに切磋琢磨し、「**地域の一翼を担う活動を展開**」されるよう期待します。

「群マネ」とは、

「**地域インフラ群再生戦略マネジメント**」の略称で、広域・多分野のインフラを「群」として捉え、効率的・効果的にマネジメントする考え方。具体的には、道路、公園、上下水道など、既存の枠にとらわれず、複数のインフラをまとめて管理することで、老朽化対策やコスト削減を目指す

詳細:

・**広域連携:**

複数の自治体が連携して、広範囲のインフラを一体的に管理することで、効率的なメンテナンスやコスト削減を図る

・**多分野連携:**

道路、公園、上下水道など、異なる分野のインフラをまとめて管理することで、効率的な工事や予算の活用ができる

・**持続可能なインフラメンテナンス:**

老朽化したインフラの維持管理だけでなく、将来を見据えたインフラの再編や更新、新設なども含めて検討し、持続可能なインフラ管理体制を構築する

群マネの目的:

・**効率的なインフラ管理、老朽化対策、地域課題の解決**

ご静聴ありがとうございました。

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

【鋼橋編】

年次	技術基準等	荷重条件	構造部位			耐震設計法	着目点	
			添接部の接合	主構造等	床版(鉄筋)		腐食	主構造
1926年(T15) 1923年(T12) 関東地震に対応	・道路構造に関する細則(T15.6)	・自動車荷重(1等橋) 12tf 等分布荷重 600kgf/m <sup>2</sup>				・地震荷重が初めて制定		
1939年(S14)	・鋼道路橋設計示方書(S14.2)	・自動車荷重(1等橋) 13tf 等分布荷重 500kgf/m <sup>2</sup>	・リベット接合	・SS41(400材)鋼材の規定	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1200kgf/cm <sup>2</sup>	・設計震度の標準化		
1955年(S30)				・工場溶接が一般化	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1300kgf/cm <sup>2</sup>			
1956年(S31) 1948年(S23) 福井地震に対応	・鋼道路橋設計示方書(S31.5)	・TL-20荷重の規定 T荷重(床、床組の設計) 20tf L荷重(主桁の設計) 20tf		・剛性が小さい(床版耐力が小)	・鉄筋の許容応力度(SR24) 1400kgf/cm <sup>2</sup> ・最小床版厚 14cm以上 ・配力筋:主鉄筋の25%以上	・地域、地盤条件に応じた設計震度の補正	・主構造の剛性が小さい	・支承機能の不可
1964年(S39)	・鋼道路橋設計示方書(S39.8)			・高力ボルト規定(F7T, F9T, F11T, F13T)	・SS50, SM50A(500材)鋼材の追加規定			
1966年(S41)	・高力ボルト摩擦接合設計施工指針(S41.9)			・高力ボルトの改訂(F9T, F11T)		・鉄筋の許容応力度(SD30) 1800kgf/cm <sup>2</sup>		
1967年(S42)	・床版設計に関する暫定指針(案)(S42.9)		・高力ボルトの遅れ破壊		・SM53, SM58(520, 570材)鋼材の追加規定	・鉄筋の許容応力度(SD30) 1400kgf/cm <sup>2</sup> ・最小床版厚 16cm以上 ・配力筋:主鉄筋の70%以上	・橋脚のじん性力(ねばり)	・遊間異常ローラー台の機能およびピン構造→脱落
1971年(S46)	・鉄筋コンクリート床版の設計施工について(S46.3)					・曲げモーメント算出式の改訂(主鉄筋、配力鉄筋)	・道路橋耐震設計指針(S47) 落橋防止対策の規定 液状化判定法の導入	
1973年(S48) 1964年(S39) 新潟地震に対応	・道路橋示方書(S48.2)	・TT-43荷重の規定 (特定路線にかかる橋梁の設計荷重)	F11T, F13T	・高力ボルトの改訂(F8T, F10T, F11T)	・急激な断面変化(ポンプ打設)	・床版厚の補正係数設定 大型車の交通量による補正(k1) 主桁の剛性による補正(k2) ・桁端部の車道部床版は、 床版厚さをハンチ高だけ増し厚 (範囲:床版支間長の1/2) 2倍の主鉄筋を配置 (中間支間の必要鉄筋量の2倍)	が弱い	
1978年(S53)	・鉄筋コンクリート床版の設計施工指針(S53.4)					・鉄筋の許容応力度(SD295) 1200kgf/cm <sup>2</sup>		
1980年(S55) 1978年(S53) 宮城県沖地震に対応	・道路橋示方書(S55.2)			・高力ボルトのF11Tを削除 (遅れ破壊による破断)		・桁端部の車道部床版は、2倍の曲げモーメントにより床版厚さを設計(2倍の主鉄筋を配置)	・液状化に対する設計法の合理化 ・主鉄筋段落とし部の設計法の改良(下部工)	
1987年(S62)	・鉄筋コンクリート床版防水層設計施工資料(S62.1)						・動的解析用入力の規定 ・RC橋脚の変形性能照査の規定 ・落橋防止対策の規定(SE、落橋防止装置)	

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

【鋼橋編】

年 次	技 術 基 準 等	荷 重 条 件	構 造 部 位			耐 震 設 計 法	着 目 点					
			添接部の接合	主構造 等	床 版 (鉄 筋)		腐 食	主構造	支 承	床 版	耐 震	
1990 年 ( H 2 ) 1982年(S57) 浦河沖地震に対応 ・ 1983年(S58) 日本海中部地震 に対応	・ 道路橋示方書(H2.2) ・ スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律 (H2.6) → H3.4.1 脱スパイク法施行					・ 液状化判定法の改善 ・ 設計震度算出法の改善 ・ 動的解析による照査の明確化 ・ RC橋脚の保有水平耐力照査法の明確化						
1994 年 ( H 6 )	・ 道路橋示方書(H6.2)	・ <b>25tf 荷重に変更</b> (B活荷重) T荷重、L荷重の載荷方法見直し				・ 主桁間隔による主鉄筋の曲げモーメント割増し ( $2.5m < L \leq 4.0m$ )						
1996 年 ( H 8 ) 1995年(H7) 兵庫県南部地震 に対応	・ 道路橋示方書(H8.12)			・ 溶接鋼材はSM材に仕様変更 (溶接構造用圧延鋼材) (H9.10 どうこう154号)  ・ 耐候性鋼材(裸仕様)の使用を 基本(腐食環境下では塗装仕 様を検討) (H12.4 橋梁マニュアル P1-30)			・ 内陸直下型地震を想定した設 計震度の規定  ・ RC橋脚の地震時保有水平耐 力法の改善  ・ 鋼製橋脚の地震時保有水平耐 力法の規定  ・ 基礎、支承部、落橋防止に關す る地震時保有水平耐力法の規 定  ・ 液状化判定法の見直しと流動 化に対する設計手法の規定  ・ 落橋防止システムの規定(桁 かかり長、落橋防止構造、変 位制限構造、段差防止構造)	桁 端 の 腐 食 が 著 しく 進 行				
2002 年 ( H 14 )	・ 道路橋示方書(H14.3)					・ 鉄筋仕様の変更( <b>SD345</b> ) (H17.5 橋梁マニュアル P4-8)						

## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

【コンクリート橋編】

年 次	技術基準等(主なもの)	耐久性に係わる基準等	荷重条件	コンクリート橋の施工に伴う変遷										耐震設計法	着目点(さび汁の有無)			
				コンクリート打設に伴う変遷			鉄筋コンクリート橋			プレストレストコンクリート橋					RC	PC	定着部 塩害	
1926年( T15 ) 1923年( T12 ) 関東地震に対応	・道路構造に関する細則 (T15.6)			・自動車荷重(1等橋) 12tf 等分布荷重 600kgf/m <sup>2</sup>			・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>			・間詰め部の鉄筋配置 【床幅: 30cm未満】		・地震荷重が初めて制定	せん					
1931年( S 6 )	・鉄筋コンクリート標準示方書(S6)	・材令28日の圧縮強度を基準(最低基準強度値無し)					・国道RCT桁橋標準設計 (S6.4)			・設計震度の標準化	断ひび割れ支点部に着目							
1939年( S 14 )	・鋼道路橋設計示方書(S14.2) ・鉄筋コンクリート標準示方書 (S15, S24)			・自動車荷重(1等橋) 13tf 等分布荷重 500kgf/m <sup>2</sup>			・RCT桁橋標準設計(S17.6) ・RCスラブ橋標準設計(S29.9)											
1955年( S 30 )	・PC設計施工指針(S30)						・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1300 kgf/cm <sup>2</sup>											
1956年( S 31 ) 1949年(S23) 福井地震に対応	・鋼道路橋設計示方書(S31.5) ・PC設計施工指針(S36)			・TL-20荷重の規定 T荷重(床、床組の設計) 20tf L荷重(主桁の設計) 20tf			・鉄筋の許容応力度(SR235) 床版: 1400 kgf/cm <sup>2</sup>			・プレテンスラブ橋 標準設計制定 (S32.3 日本道路協会)		・地域、地盤条件に応じた 設計震度の補正	中床 グラウト充填不足による 床橋の劣化 時 水 平 力 を算出					
1964年( S 39 )	・鉄筋コンクリート道路橋設計示方書(S39)	・材令28日の最低基準強度を規定					・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1800 kgf/cm <sup>2</sup>			・プレテンション桁 JIS制定 プレキヤストI桁(S34.2) プレキヤストT桁(S35.3) ・PC鋼線(約総合む)JIS制定 ・ボスティン単純桁橋 標準設計制定(S44 建設省)								
1967年( S 42 )	・床版設計に関する暫定指針 (S42.9)  PC道路橋示方書(S43) PC標準示方書(S43)						・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1400 kgf/cm <sup>2</sup>			・間詰め床版: 昭和4.4年以前 【橋脚のじん性力(ねばり)が弱い】 ・テーパー無し 【間詰めの抜け落ち】								
1971年( S 46 )	・鉄筋コンクリート床版の設計施工について(S46.3)						・床版曲げモーメント算出式の改訂(主鉄筋、配力鉄筋)			・プレテン単純T桁橋 標準設計制定(S47 建設省)		・道路橋耐震設計指針(S47) 落橋防止対策の規定 液状化判定法の導入						
1973年( S 48 ) 1964年(S39) 新潟地震に対応	・道路橋示方書(S48.2)			・TT-43荷重の規定 (特定路線にかかる橋梁の設計荷重)			・床版厚の補正係数設定 大型車の交通量による補正(k1) 主桁の剛性による補正(k2)			・H5まで 主桁シース内への漏水の恐れ 【主桁上縁で定着: 平成5年以前】								
1978年( S 53 )	・道路橋示方書コンクリート編(S53.1) ・鉄筋コンクリート床版の設計施工指針(S53.4)	・最低基準強度値が改訂 ・海砂の使用通知(S53.5)					・鉄筋の許容応力度(SD295) 床版: 1200 kgf/cm <sup>2</sup>			・プレテン単純中空床版橋 標準設計制定(S50 建設省)								
1980年( S 55 ) 1978年( S53 ) 宮城県沖地震に対応	・道路橋示方書(S55.2) ・コンクリート標準示方書(S55, S61)	・道路橋の塩害対策指針(S59.2)		・道路橋の塩害対策指針(S59.2)			・片持版端部の床版は、2倍の曲げモーメントにより床版厚さを設計(2倍の主鉄筋を配置)			・H8以前はブリーディンググラウト使用								
1987年( S 62 )	・コンクリート道路橋便覧 (施工:S59、設計:S60)	・鉄筋コンクリート床版防水層設計施工資料(S62.1)		・コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策を通知(S61.6)			【防凍剤とは】 凍結温度の低下と硬化促進に混和剤として使用されていた。			・PCホロ一桁のボイド形状・埋設型枠変更(S55) 【昭和54年以前】 木製模型 【昭和55年以後】 コンクリート打設 充填材 ※コンクリートが充填されにくい		・液状化に対する設計法の合理化 ・主鉄筋段落と共に部の設計法の改良(下部工) ・動的解析用入力の規定 ・RC橋脚の変形性能照査の規定 ・落橋防止対策の規定(S-E、落橋防止装置)						

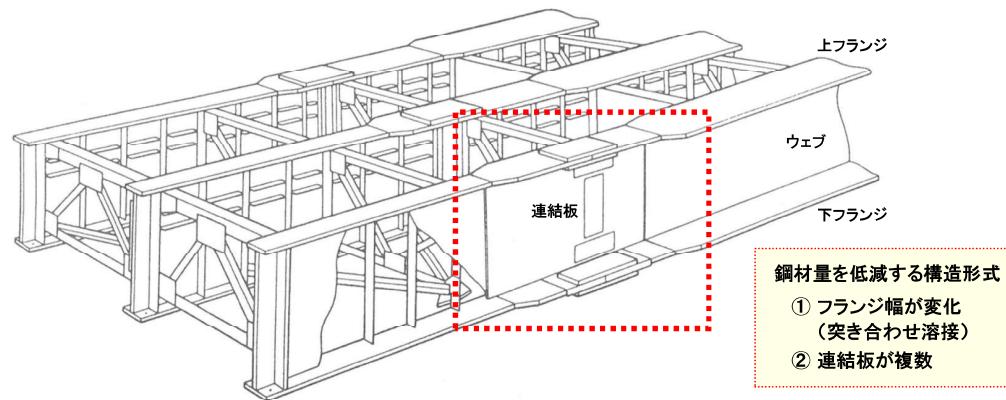
## ■道路橋の主な技術基準変遷と点検における着目点(直轄国道)

年 次	技 術 基 準 等 (主なもの)	耐久性に係る基準 等	荷 重 条 件	コンクリート橋の施工に伴う変遷			耐 震 設 法	着目点(さび汁の有無)		
				コンクリート打設に伴う変遷	鉄筋コンクリート橋	プレストレストコンクリート橋		RC	PC	定着部 塩害
1990 年 ( H 2 ) 1982年(S57) 浦河沖地震に対応 ・ 1983年(S58) 日本海中部地震 ・に対応	・ 道路橋示方書(H2.2) ・ スパイクイヤ粉じんの発生の防止に関する法律(H2.6) → H3.4.1 脱スパイク法施行 ・ PC工法設計施工指針(H3) ・ プレイヤストプロック工法によるPCT 桁道路橋設計施工指針(H4)	・ アルカリ骨材反応抑制対策について(H1.7)		工場練りコンクリート (H10.12) コンクリート強度 24N/mm <sup>2</sup> 鉄筋 SD345	異形鉄筋 (SD295以上)	主析滞水の恐れ	【主析上縁で定着 : 平成5年以前】	・ 液状化判定法の改善 ・ 設計震度算出法の改善 ・ 動的解析による照査の明確化 ・ RC橋脚の保有水平耐力照査法の明確化		
1994 年 ( H 6 )	・ 道路橋示方書(H6.2) ・ コンクリート道路橋設計便覧(H6)		・ 25tf 荷重に変更 (B活荷重) T荷重、L荷重の載荷方法見直し	骨材に「碎石」を使用 コンクリートボンブ打設	H10 H11 異形鉄筋 (SD345以上)	凍結に抑制剤の飛散による塩害が顕著 過密配筋により単位水量が増加	主析間隔による支間方向の曲げモーメント割増し : 床版 (2.5m < L ≤ 6.0m)	【主析端部で定着 : 平成6年以後】		
1996 年 ( H 8 ) 1995年(H7) 兵庫県南部地震 に対応	・ 道路橋示方書(H8.12) ・ コンクリート道路橋施工便覧(H10)	・ 使用材料の改訂 (どうこう150号 H10.12) コンクリート強度 24N/mm <sup>2</sup> 鉄筋 SD345	・ 水セメント比を規定 (H13.3) 鉄筋: 55%以下 無筋: 60%以下	土木コンクリート構造物の品質確保 (H13.3) テスハマーによる強度推定 ひび割れ発生調査	H 8 年 以降	初期のひび割れが顕著	標準設計の変遷 平成2年以前 平成3年以後 塩分付着防止	・ 内陸直下型地震を想定した設計震度の規定 ・ RC橋脚の地震時保有水平耐力法の改善 ・ 鋼製橋脚の地震時保有水平耐力法の規定 ・ 基礎、支承部、落橋防止に関する地震時保有水平耐力法の規定 ・ 液状化判定法の見直しと流動化に対する設計手法の規定 ・ 落橋防止システムの規定 (桁かかり長、落橋防止構造、変位制限構造、段差防止構造)		
2002 年 ( H 14 )	・ 道路橋示方書(H14.3) ・ コンクリート標準示方書(H14) ・ コンクリート標準示方書(H20)	・ 高炉セメントの使用 (H14.9) ・ 単位水量の管理値を規定(H15.10) 粗骨材(20~25mm) 175kg/m <sup>3</sup> 以下	・ 配筋状態及びかぶり測定(H17.5) ・ 骨材の収縮ひずみ 1000 μm以下(6ヶ月)							

## 【構造形式の着目点】

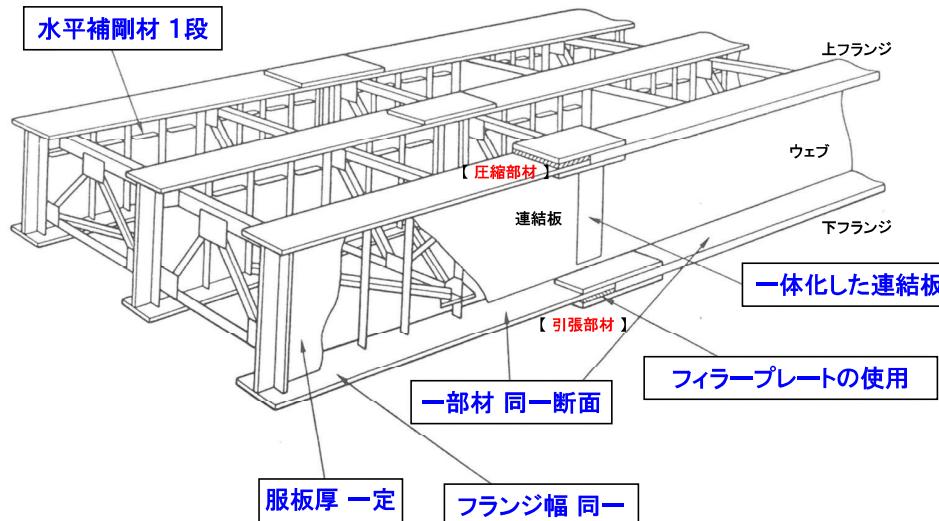
### 設計年次により上部工構造が異なる

#### ■ 平成7年 以前の構造



#### ■ 平成8年 以降の構造

平成7年10月に鋼道路橋設計ガイドライン(案)が策定され、省力化できる構造形式に変更された。適用範囲は、標準的なI形断面のプレートガーター橋(钣桁橋)を対象に、工場製作および現場施工の省力化を図るために改訂された。



#### ここに着目！

- これまでの上部工構造は、鋼材の重量を低減することで安価に製作してきた。  
【必要最小限の部材構成のため、許容応力度に余裕がなく、疲労等による損傷が懸念される】
- 近年は工場製作に際し、製作労務費と鋼材費用の割合が逆転する状況となったことから、鋼道路橋設計ガイドライン(案)(H7.10)により省力化できる構造形式に変更された。

## 【橋梁点検の要点】

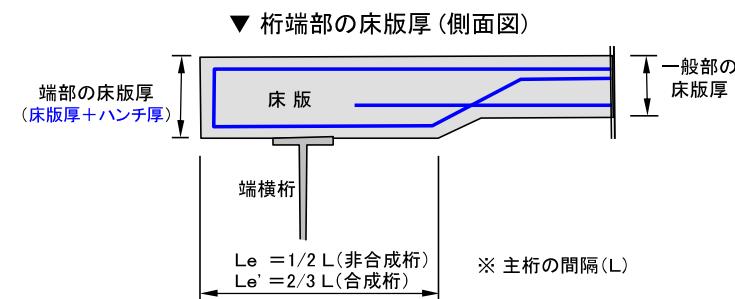
### 床版編

#### ■ H14 道路橋示方書(ⅡP254)

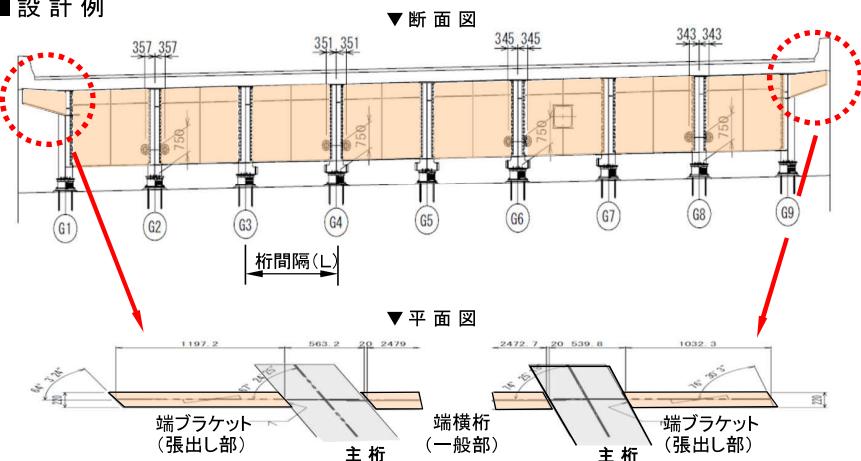
けた端部の車道部分の床版は、そこで連続性が断たれるので一般部の床版に比べて大きな曲げモーメントが生じる。

- 主鉄筋方向の発生曲げモーメント：一般部の2倍程度(有限要素法による解析結果)
- 伸縮装置付近は、不陸によって大きな衝撃がけた端部の床版に作用(床版増し厚)

十分な剛度を有する端横けた、端プラケット等で支持するのが望ましい



#### ■ 設計例



#### ここに着目！

- 昭和48年以前に竣工した橋梁は、床版端部が耐荷力不足  
→ひび割れ、遊離石灰、浮き 等  
【伸縮装置部の橋面に段差を生じさせないように管理する必要がある。】
- 斜角のある橋梁においては、張出し部の床版端部に端プラケットが無ければ応力超過  
→ひび割れ、遊離石灰 等