

平成25年度 PC橋等の維持管理に関する研修会

PC技術の最近の動向



(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

中国支部

本日の講習内容

(1)PC建協からの話題

- ・PC構造物の維持管理
- ・長期耐久性確保への提案

(2)各種基準類・マニュアルに関する話題

- ・H24道路橋示方書
（日本道路協会）
- ・2012年および2013年制定コンクリート標準示方書
（土木学会）

(1) P C 建協からの話題

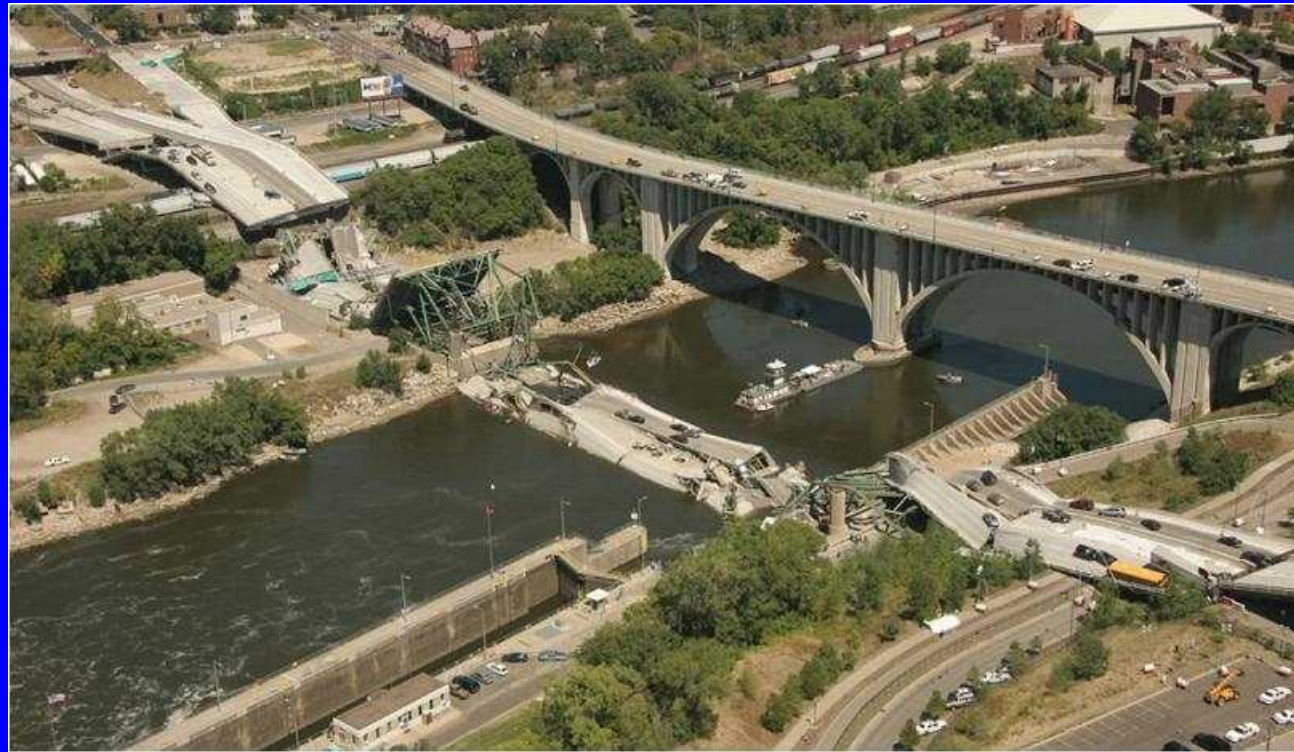
■ P C 構造物の維持管理

プレストレストコンクリート構造物の維持管理については、構築された時代での要求性能と技術水準を把握した上で、適切な維持管理方針を設定することが重要となる。

- ・ P C 構造物の歴史
- ・ P C 技術の変遷
- ・ P C 技術の参考図書

維持管理の重要性 ～落橋と長期耐久性～

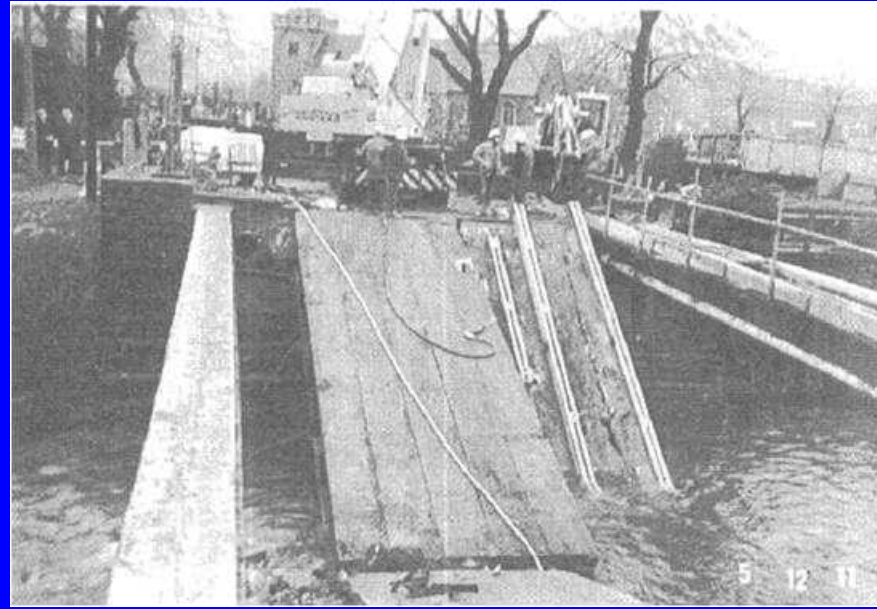
アメリカ ミネアポリス高速道路崩落事故(2007年8月1日)



プレストレストコンクリート橋ではありませんが、
供用中の橋梁が崩壊（ラッシュアワー時）

⇒診断，処置の重要性が再認識された

Ynys-y-Gwas橋（ヤンシーグァス橋） の落橋（1985年）



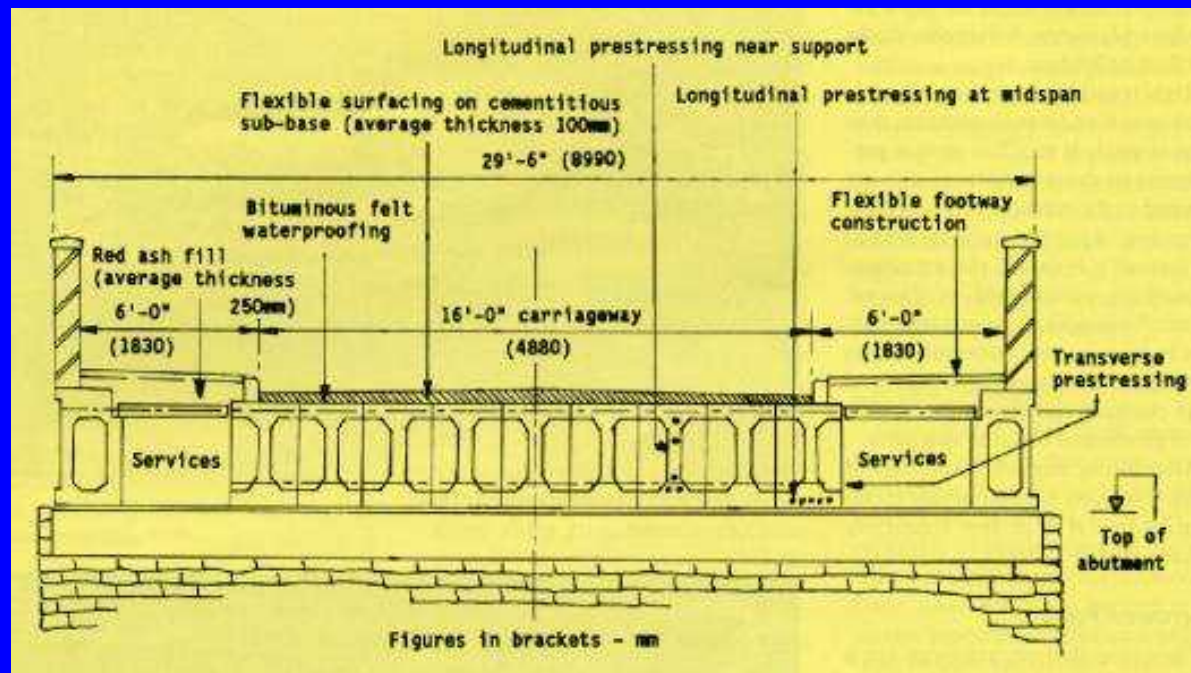
- グラウトの充填不良を起因としたPC鋼材の破断が要因と考えられている
- 英国では1992年～1996年までグラウト充填を行うポストテンション方式が禁止された

落橋したYnys-y-Gwas橋の概要

ポストテンション単純桁橋（1952年竣工）

支間 18.300m 桁高さ910mm 幅610mm

8セグメント 12 ϕ 5×5ケーブル



✓英国でのポストテンション橋は1948年から始まっています

長期耐久性を有する

プレストレストコンクリート橋



Luzancy橋（フランス，1946年，支間長55m）

- Freyssinetによるプレキャストセグメントを用いた
ポストテンション方式のPC橋
- 適切な設計・施工により60年間にわたって供用され
ている

PC構造物の歴史

■国内でのPC技術の歩み

明治19(1886)	ジャクソン(アメリカ) プレストレス導入方法を発明
昭和 1(1926)	フレシネー(フランス) PC技術の特許取得
昭和 3(1928)	フレシネー工法 日本に特許出願
昭和14(1939)	日本でPCの研究開始(吉田宏彦福井大学教授)
昭和26(1951)	国鉄 PC枕木の発注, 実用化
昭和26(1951)	日本最初のPC橋(プレテンスラブ橋) 長生橋 (七尾市)完成
昭和27(1952)	日本最初のプレテンT桁橋 泰平橋 (七尾市)完成
	PC数社が創業
昭和28(1953)	日本最初のポステン桁完成 東京駅プラットホーム桁
昭和29(1954)	本格的PC橋第1号 第一大戸川橋梁 (国鉄信楽線 L=30m)完成

■ 初期のPCけた橋

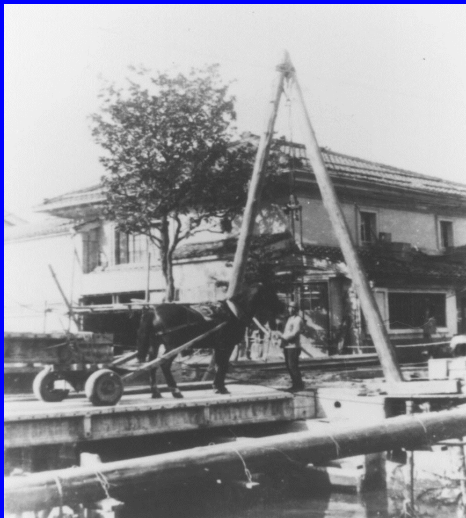
■ 長生橋 (日本最初のPC桁)

定着工法：プレテンション方式

完成：昭和26年(1951年)

所在地：石川県七尾市

支 間：3.86m



■泰平橋

石川県七尾市

日本最初のプレテンション方式T桁橋
完成 昭和27年(1952年)



■東京駅 6,7番ホーム橋

日本最初のポストテンション方式桁橋
完成 昭和28年(1953年)



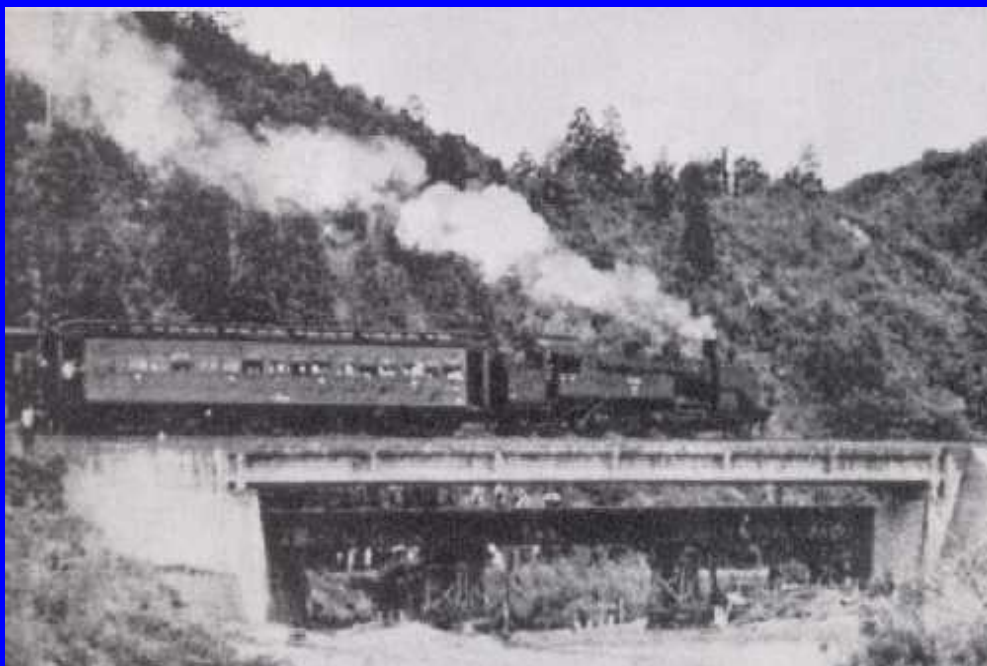
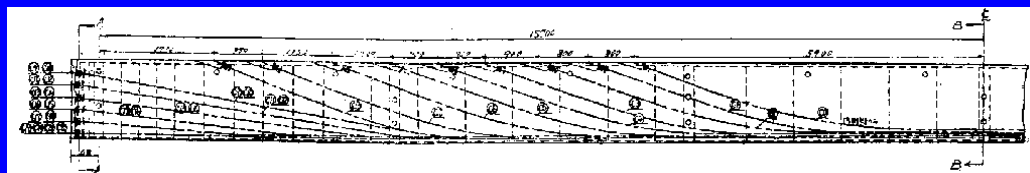
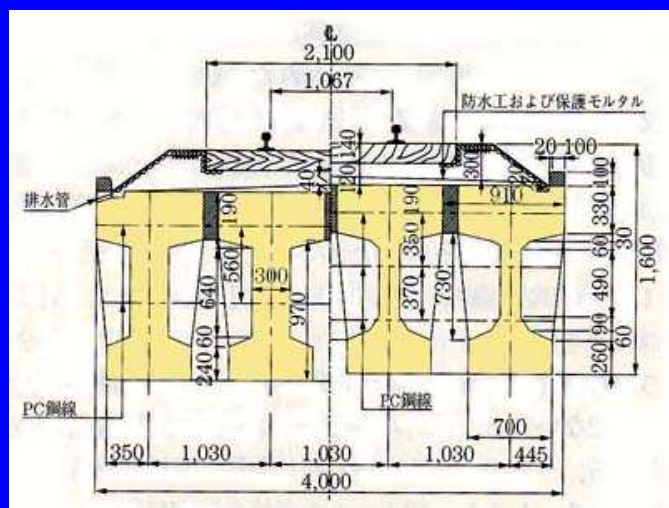
■第一大戸川橋梁（旧国鉄 信楽線）

日本最初の本格的なポストテンション方式鉄道橋

完成 : 昭和29年(1954年)

支間長 : 30m

設計 : 極東鋼弦コンクリート振興
フランス人技師コバニコ氏



平成20年登録有形文化財(文部科学省文化審議会)

■ 嵐山橋(神奈川県)

日本最初の片持ち架設工法

完成：昭和34年
(1959年)

橋長：75m

中央支間：51.2m



ディビダーク工法による片持ち架設
Dyckerhoff & Widmann社による設計
と、ドイツ人技師による現場指導が
行われた

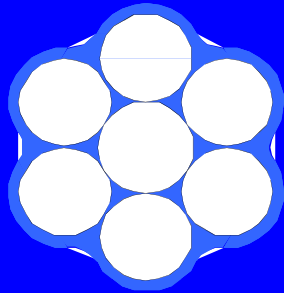


PC技術の変遷

①PC鋼材規格と変遷

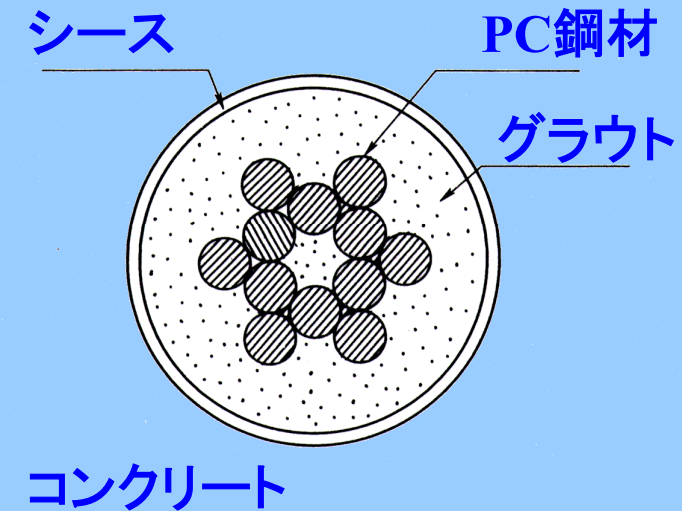
■PC鋼材とは？

プレストレスを導入する高張力鋼材 → ピアノ線

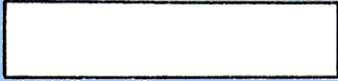


1S15.2mm
($A=138.7\text{mm}^2$)のPC
鋼より線で一本で約
26tを吊ることができる
高強度鋼材

シース・PC鋼材・グラウトの関係



■PC鋼材の種類

	種 類		主なサイズ (mm)	形 状	
	PC鋼線 (単線)		ϕ 5mm (SWPR1A) ϕ 7mm (SWPR1A) ϕ 8mm (SWPD1) ϕ 9mm (SWPD1)	 	
P C 鋼 線 ・ 鋼 よ り 線	PC鋼より線 (7本より)		A 種 1S12.4(SWPR7A) 1S15.2(SWPR7A)	 	
			B 種 1S12.4(SWPR7B) 1S15.2(SWPR7B)		
	PC鋼より線 (19本より) B種規格		1S17.8(SWPR19L) 1S19.3(SWPR19L) 1S21.8(SWPR19L) 1S28.6(SWPR19L)	 	
P C 鋼 棒	丸 棒		ϕ 23, ϕ 26, ϕ 32 SBPR785/1030(A-2) SBPR930/1080(B-1) SBPR785/1180(B-2)	 	

■PC鋼材の規格の変遷

昭和30年(1955)
プレストレストコンクリート設計施工指針

PC鋼材の規格を初めて定めた指針
(PC鋼線 2.0, 2.9, 5.0, 7.0 mm)

昭和36年(1961)
同指針

PC鋼より線(2.0~12.4mm)および
PC鋼棒(1~4種)の規格を設定

昭和53年(1978)、平成2年(1990)
道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋編

高強度PC鋼より線(B種)を追加
1S12.7、1S15.2(SWPR7B)
1S17.8、1S19.3、1S21.8(SWPR19)

平成8年(1996)
道路橋示方書 Ⅲコンクリート橋編

低リラクセーション鋼材の追加
→ 現在に至る

②定着工法の変遷

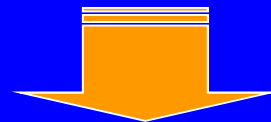
PC構造物に用いられてきた定着工法は、内外で開発

(国内)

安部ストランド工法
SWA工法
MDC工法 etc

(国外)

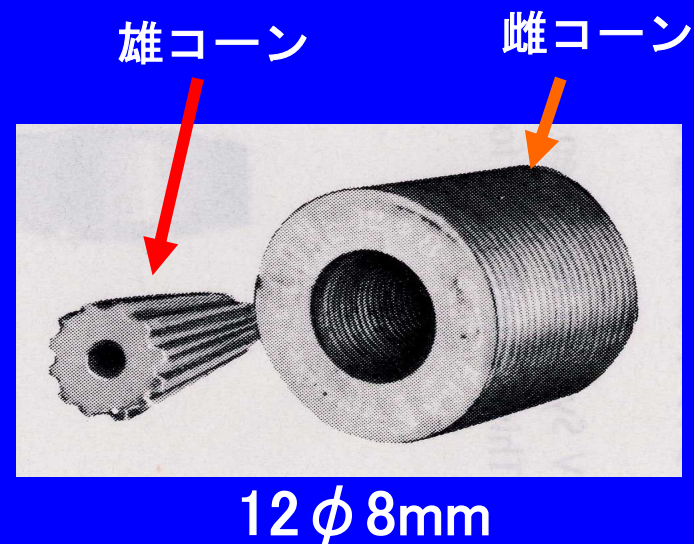
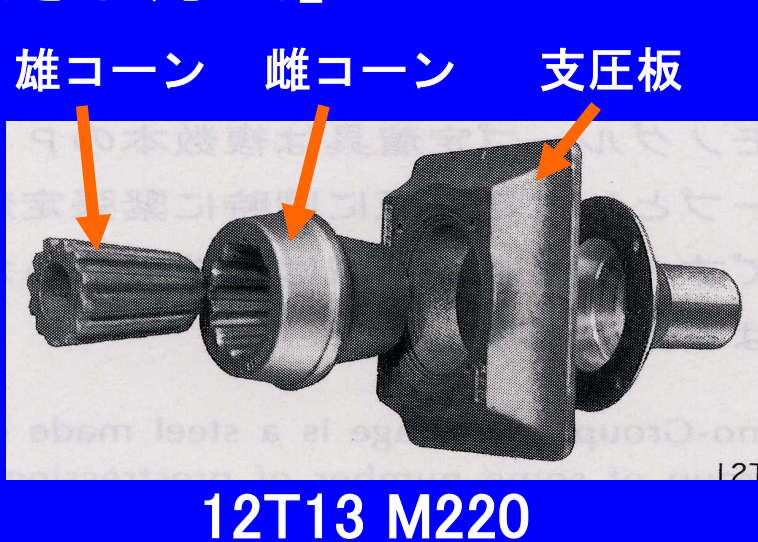
フレッシュナー工法
ディビダーク工法
VSL工法
SEEE工法 etc



施工実績は、国内の定着工法より
国外の定着工法の方が多い

■ 定着具の種類

【くさび方式】



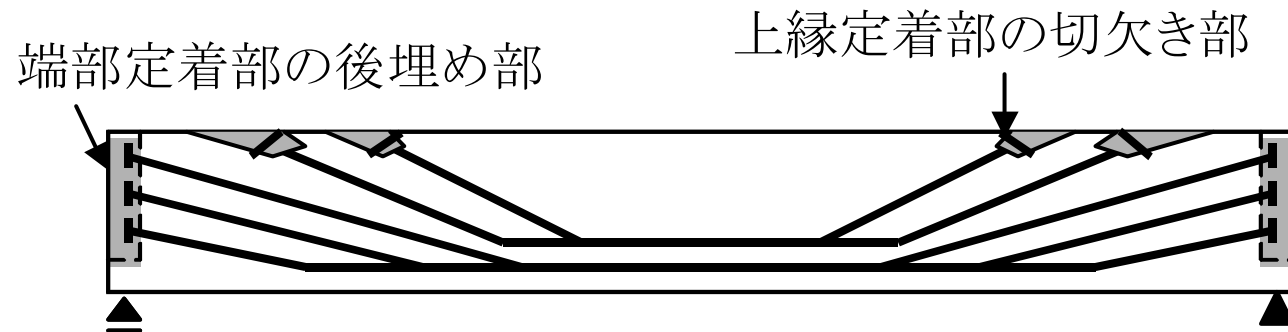
【ねじ方式】



■定着部の位置(ポステンPCT桁橋)

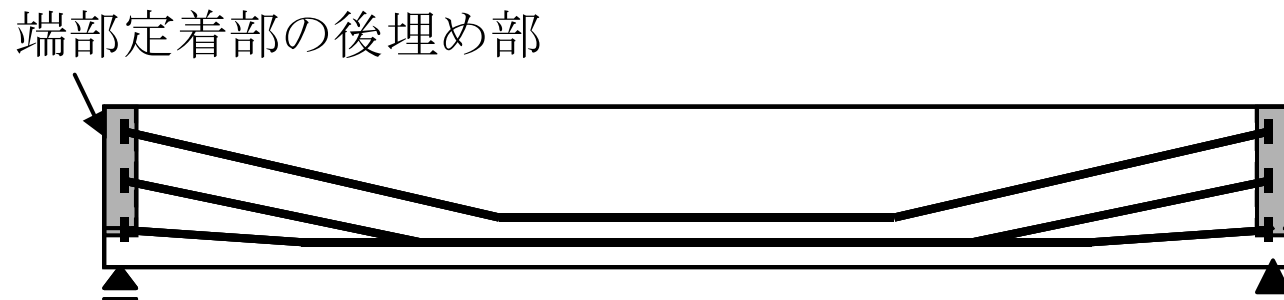
主桁定着部

1993年以前



マルチワイヤーケーブルを使用 (12φ5, 12φ7など)

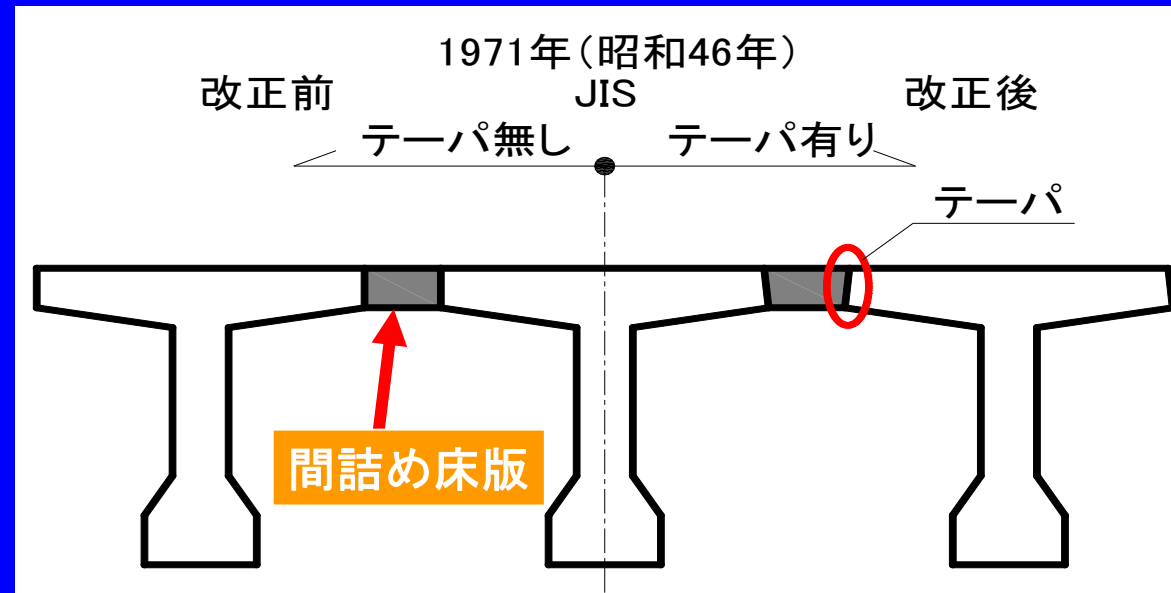
現 在



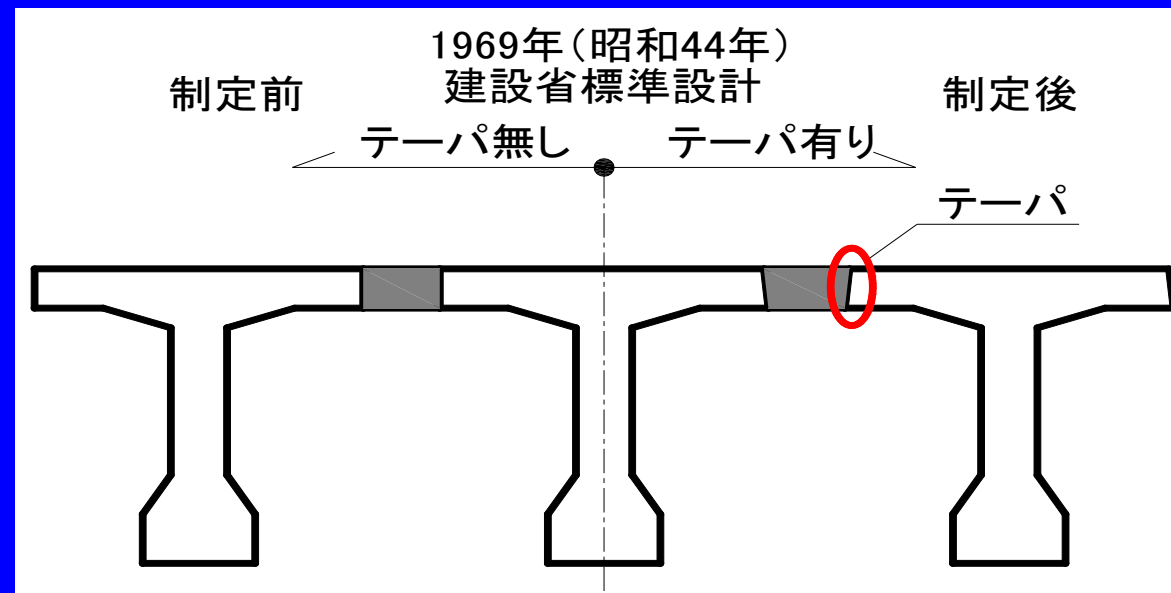
マルチストランドケーブルを使用 (12S12.7, 12S15.2など)

■PCT桁橋の間詰め床版

プレテン



ポステン



③PCグラウトの変遷

■グラウトの基本性能

PC鋼材の保護
+
コンクリート部材との一体性

【プレストレストコンクリート
設計施工指針(S30)】



PC鋼材の保護, コンクリート部
材との一体性

+

PC鋼材の破断の危険性
定着部の耐久性の重要性

【コンクリート標準示方書(H14)】

・グラウトの品質管理

流動性・ブリーディング率・膨張性・強度 (S 36～H 2)



耐久性向上を目的に塩化物イオン管理が追加 (H 3)

■PCグラウトの品質規格

昭和36年(1961)
プレストレストコンクリート設計施工指針

膨張率 0~5% を標準

昭和41年(1966)
ディビダーク工法設計施工指針(案)

ブリーディング率 3% 以下
膨張率 10% 以下

平成4年: 英国「グラウトを用いるPC橋を禁止」

平成8年(1996)
コンクリート標準示方書 施工編

高性能AE減水剤などを用いたノンブリーディングタイプのPCグラウトが望ましい

平成8年: 英国「グラウトを用いるPC橋禁止令を解除」

平成14年(2002)
コンクリート標準示方書 施工編

ノンブリーディングタイプを標準
→ 現在に至る

■PCグラウトの品質管理

年代	項目	流動性	ブリージング率	膨張性	強度
S36面～ (1945～)	Jロート流下時間 10～30秒 沈入装置沈入時間 30～40秒	体積法 ポリエチレン袋＋メスシリンダー 高さ法 押ぶたカン(φ99) 0～5% 20時間以上経過後 0%	0～5%	型わく法 σ 7 150, σ 28 150 押ぶたカン法 σ 7 200, σ 28 300 (単位: kgf/cm2)	
S53年～ (1978～)	Jロート6～12秒 JAロート15～30秒 泣入値9～21秒	同上	10%以下	σ 28=200kgf/cm2以上	
S61年～ (1986～)	JAロート1を標準 15～60秒	3%以下	同上	同上	
H8年～ (1996～)	JAロートによる測定 困難→J14ロート使用 高粘性型 8～12秒 低粘性型 4～8秒	同上 但し、実施工では1999年頃より ノンブリーディングが標準化された。	同上	σ 28=20N/mm2 (SI単位へ変更)	
2002年～	JPロート標準 高粘性型 14～23秒 低粘性型 6～14秒	0% (注入完了後3時間)	非膨張性タイプ －0. 5～0. 5% 膨張性タイプ 0～10%	非膨張性グラウト σ 28=30N/mm2 膨張性グラウト σ 28=20N/mm2	
2013年～	JPロート標準 高粘性型 14～23秒 高粘性～低粘性型 7～35秒 低粘性型 6～14秒 超低粘性型 3. 5～6秒	鉛直管試験 0% (測定完了後)	鉛直管試験 －0. 5～0. 5%	材令7日以降28日までに 30N/mm2以上を確認	

※赤字は改訂箇所を示す

④プレテンション方式 JISげたの変遷

年代	JIS番号	構造形式	支間	荷重
昭和34年(1959)	JIS A 5313	プレI	L=5～13m	TL-20,TL-14
昭和35年(1960)	JIS A 5316	プレT	L=8～15	TL-20,TL-14
昭和38年(1963)	JIS A 5319	プレI	L=5～13m	軽荷重T-10
昭和50年(1975)	建設省PRHげた	プレH(中空)	L=10～20m	TL-20,TL-14



建設省PRHげた 廃止し、
プレH、プレTの断面変更

平成 3年 (1991)	JIS A 5313	プレH	L= 5～21m	TL-20,TL-14
	JIS A 5316	プレT	L=14～21m	TL-20,TL-14
	JIS A 5319	プレH(充実)	L= 5～13m	軽荷重T-10



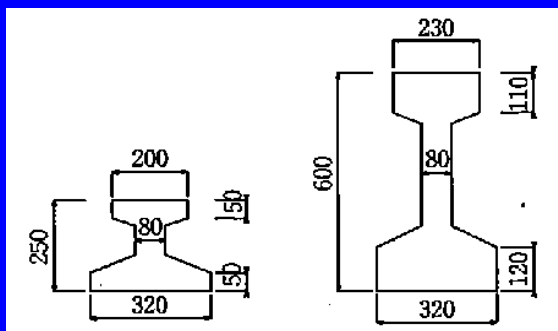
JISマーク表示品目の改訂

平成12年(2000)	JIS A 5373	プレH	L=5～24m	A活荷重、 B活荷重
		プレT	L=18～24m	
		プレH(充実)	L=5～13m	軽荷重T-10

■スラブ用プレストレストコンクリート橋げた の変遷(その1)

JIS A 5313

昭和34年(1959)制定



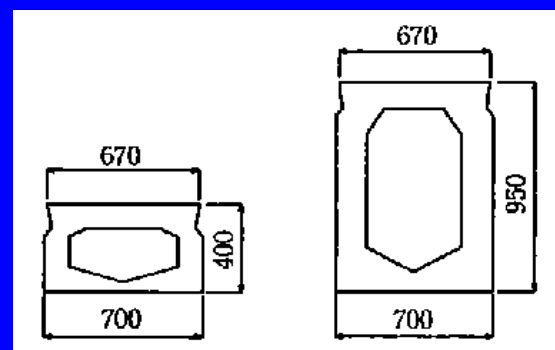
活荷重 T-20、T-14
適用支間 L=5~13m
桁高さ H=250~600mm
P C 鋼材 1 ϕ 2.9mm

昭和55年(1980)制定

道示S53に適合
適用支間、主桁断面変更無し
P C 鋼材 1S9.3、1S10.8mm (SWPR7A)

建設省PRH

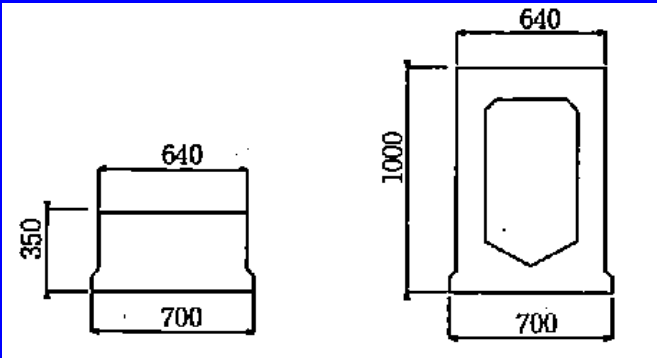
昭和50年(1975)制定



活荷重 L-20、L-14
適用支間 L=10~20m
桁高さ H=400~950mm
P C 鋼材 1S12.4mm (SWPR7A)

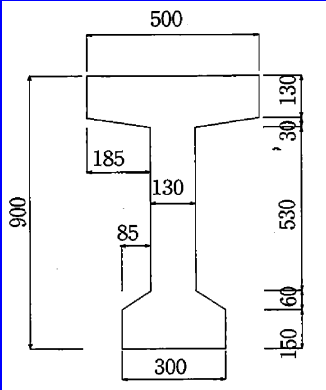
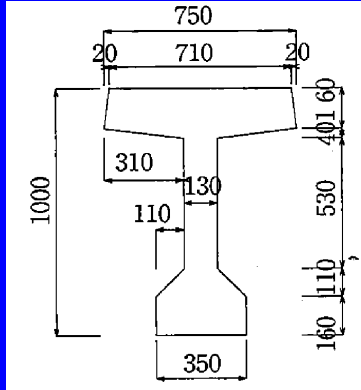
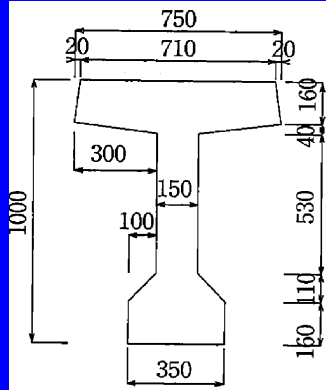
■スラブ用プレストレストコンクリート橋げた の変遷(その2)

平成 3年(1991) 建設省PRHが廃止され、**JIS A5313**に統合

JIS A 5313		
平成 3年 (1991)制定 道示 H2に 適合	I断面から中空断面へ改訂 適用支間 L=5~21m 桁高さ H=275~800mm PC鋼材 1S12.7mm、1S15.2mm (SWPR7BN) ボンドコントロール採用	
平成 7年 (1995)制定 道示 H6に 適合	設計自動車荷重: A,B活荷重 適用支間 L=5~24m 桁高さ H=350~1000mm	
平成12年 (2000)制定 道示 H8に 適合	JIS A 5319、5316と合併 JIS A 5373 となり、 現在に至る PC鋼材 1S12.7、1S15.2mm (SWPR7BL)	

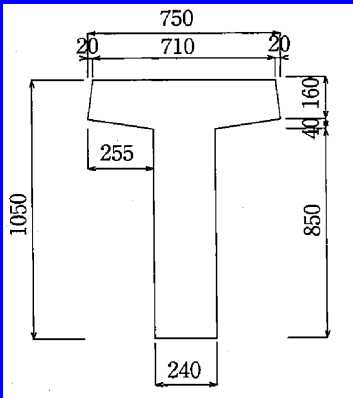
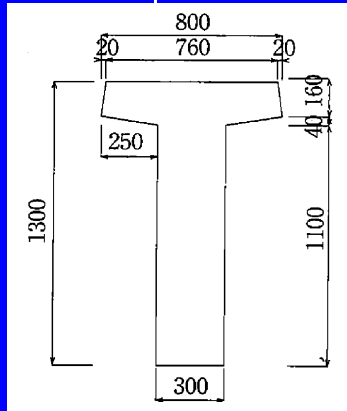
■けた橋用プレストレストコンクリート橋げた の変遷(その1)

JIS A 5316

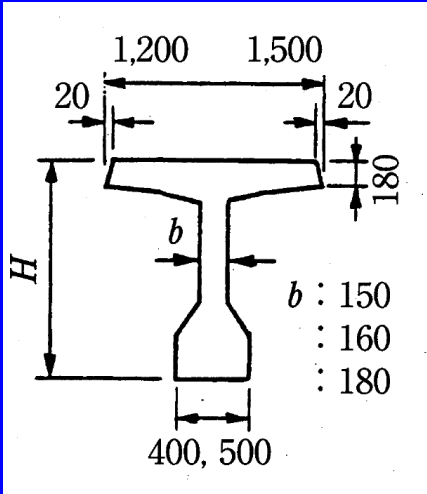
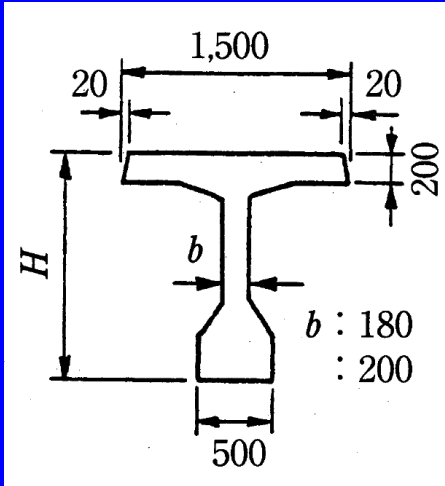
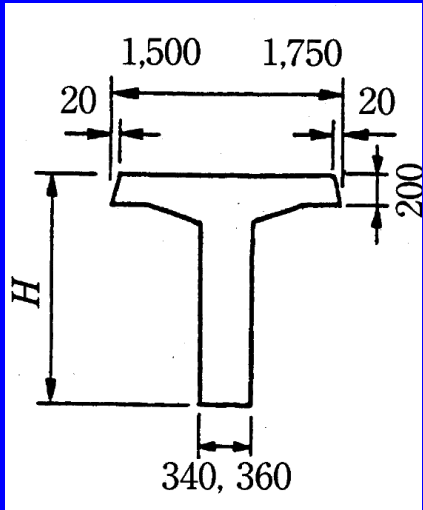
昭和35年(1960)制定	昭和46年(1971)改正 PC道示S43に適合	昭和55年(1980)改正 道示S53に適合
	上フランジ幅 750mm変更 バンドアップ鋼材採用 	
活荷重 T-20、T-14 適用支間 L=8~15m 桁高さ H=500~900mm PC鋼材 1φ5mm および 1S9.3(SWPC7)	活荷重 T-20、T-14 適用支間 L=10~21m 桁高さ H=600~1000mm PC鋼材 1S12.4(SWPR7)	適用条件変更無し

■けた橋用プレストレストコンクリート橋げた の変遷(その2)

JIS A 5316

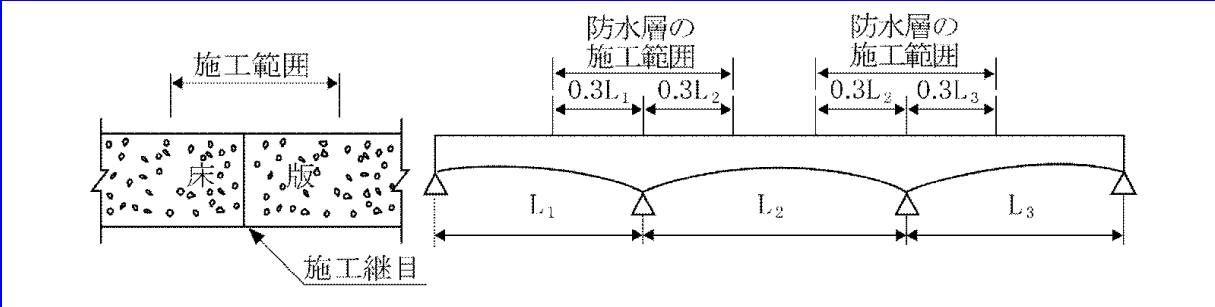
平成3年(1991)改正 道示 H2に適合	平成7年(1995)改正 道示 H6に適合	平成12年(2000)改正
省力化断面へ変更 (下フランジをストレート 形状に変更) 	活荷重： A、B荷重 平成7年にJIS A 5313と合 併し、JISA5316となる 	JIS の統合により JIS A 5373となり現在に至る
活荷重 T-20、T-14 適用支間 L=14~21m 桁高さ H=750~1050mm PC鋼材 1S15.2(SWPR7BN) ボンドコントロール採用	活荷重 A、B荷重 適用支間 L=18~24m 桁高さ H=900~1300mm	適用条件変更無し PC鋼材 1S15.2(SWPR7BL)

■ポストテンション方式標準Tげた橋(建設省標準設計)

	昭和44年(1969) 制定	昭和55年(1980) 改正	平成6年(1994) 改正
断面			
活荷重 適用支間 P C鋼材	TL-20、TL-14 L=14~40m 12φ5mm (SWPR1) 12φ7mm (SWPR1)	TL-20、TL-14 L=20~40m 12φ7mm (SWPR1) 12T12.4mm (SWPR7A)	B活荷重 L=20~45m 7S12.7mm (SWPR7BL) 12S12.7mm (SWPR7BL) 12S15.2mm (SWPR7BL)
場所打ち 床版幅	60cm以下	65cm以下	73cm以下

⑤橋面防水に関する変遷

【参考】中部地方整備局の道路設計要領の例

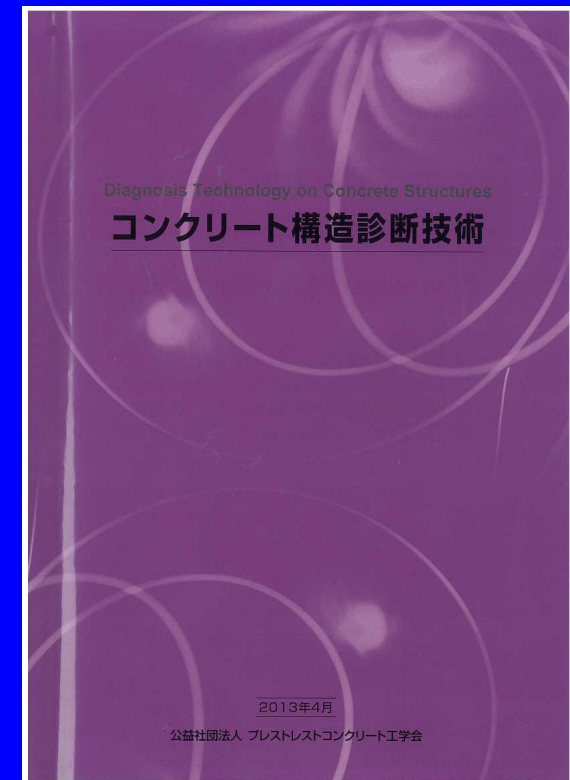
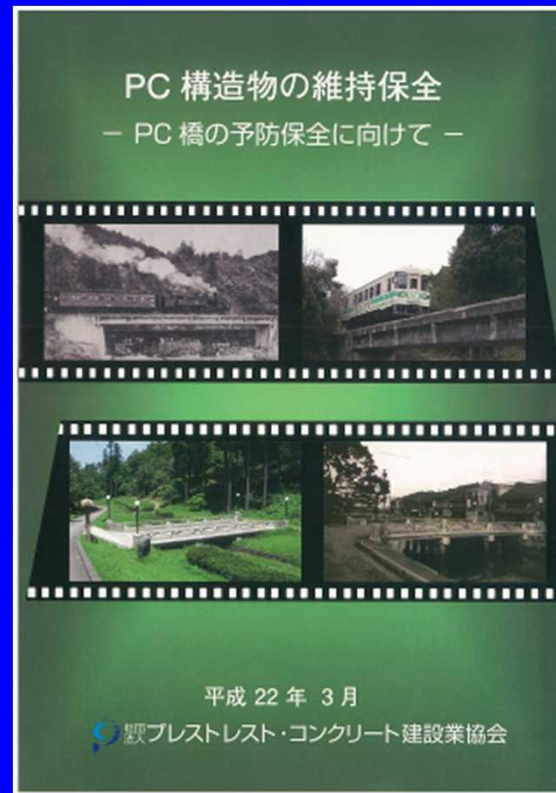
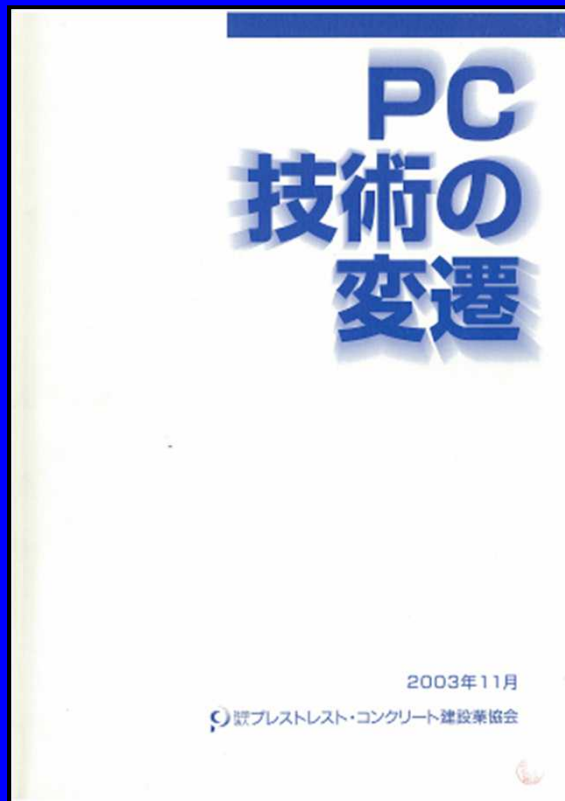
年	防水層に関する規定
昭和54年(1979) 以前	橋梁の床版には下記の場合、原則として防水工を施工する。 【RC床版】 ①連続桁の中間支点付近および施工継目付近 ②合成桁床版は全面 ③寒冷地で凍結融解に対する配慮を特に必要とする場合 ④橋面に波しぶきがかかる場合は全面 
平成6年(1994)	橋梁の床版面には原則として防水工を施工するものとする。 なお、施工範囲は、原則として全面防水とする。 【RC床版】 全面防水とする。

PC技術の参考図書

PC技術の参考図書

※参考資料

- ①PC技術の変遷(2003年11月 PC建協)
- ②PC構造物の維持保全 ―PC橋の予防保全に向けて―(2010年3月 PC建協)
- ③ コンクリート構造診断技術(毎年更新 PC工学会)
→コンクリート構造診断士資格試験での講習会受講により入手可能

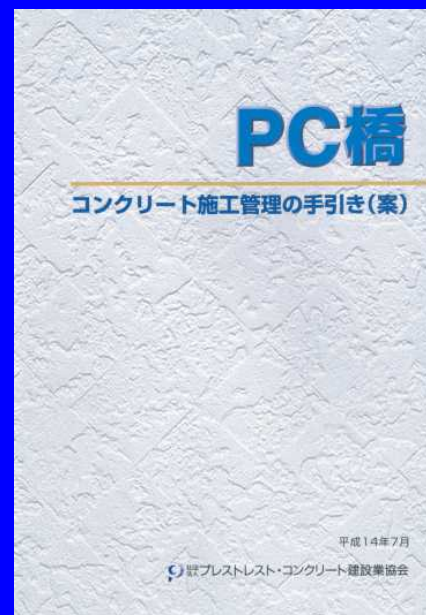


プレストレスコンクリート橋をメンテナンスする際、過去の社会情勢、規準類、材料、施工法等の施工時の状況を知る上で参考となります。

PC技術の参考図書

※参考資料

- ① 施工計画書作成の手引き(T桁橋・セグメントT桁橋編)
- ② 施工計画書作成の手引き(場所打ち編)
- ③ PC橋コンクリート施工管理の手引き(案)
- ④ PCグラウト&プレグラウト鋼材施工マニュアル(※2013年8月に改訂版を発刊)



プレストレスコンクリート橋の施工計画、品質管理に関する情報として参考となります。

(1) P C 建協からの話題

■ 長期耐久性確保への提案

高度成長期に整備された社会資本整備の**老朽化**， 少子高齢化による**労働力人口の減少**， 熟練技能者を含む**建設労働者の減少**， 本格化した東北復興工事における**建設資材の不足**， 限られた財源， **地球温暖化対策**などのさまざまな背景から、新設および補修工事においてP C構造物に求められる今のニーズに応える必要がある。

→**プレキャストPC技術の推進**

■現状のニーズを整理すると、

- 早く作る
(工期短縮・急速施工)
- 丈夫で長持ちする構造物
(高品質・高耐久)
- 安価な構造物
(コスト縮減)
- 静かで周りを乱さない工事
(環境負荷低減)
- 少ない労務で作る
(省力化)
- 災害の無い工事
(安全)



プレキャスト・プレストレストコンクリート技術を推進

プレキャスト化で創造する未来

プレキャスト・プレストレストコンクリート

多様なニーズにプレキャスト工法で貢献します

High

Speed 工期短縮・急速施工
Quality 高品質・高耐久



S

Safety 安全
Saving Labor
合理化・省力化



Low

Cost コスト低減
Impacts of Environment 環境負荷低減



一般社団法人
プレストレスト・コンクリート建設業協会 [略称]
JAPAN PRESTRESSED CONCRETE CONTRACTORS ASSOCIATION PC建協

新設及びリニューアル工事にて、プレキャスト工法の活用により時代の多様なニーズに応えることが重要。

High Speed (工期短縮・急速施工)

- 工場や現場製作ヤードで製作するため、**現場での作業が減少**し工期短縮が可能です。
- 型枠や鉄筋の形状を統一することで、作業が効率化し、**製品の急速製作が可能**です。

High Quality (高品質・高耐久)

- 品質管理の行き届いた工場等で製作される**品質の高いコンクリートのため、耐久性が向上**します。
- 工場製作とすることで、**高強度コンクリート**や高流動コンクリートの適用が可能となります。



Safety (安全)

- 現場での作業が減少するため、**現場工事の安全性が向上**します。
- 大規模でも工事を全面展開する必要がなく、**安全管理が容易**です。
- あらかじめ安全設備を設置できるため、**安全設備を設置するまでの高所作業を回避**できます。

Saving Labor (合理化・省力化)

- 機械設備を多用した製品の製作・架設により**労務を低減**できます。
- 現場条件に合わせた適切な**部分プレキャスト化により合理化**が図れます。



Low Cost (コスト低減)

- 型枠設備、架設設備の転用により、**建設コストを低減**できます。
- 耐久性の向上により**ライフサイクルコストを低減**できます。

Low Impacts of Environment (環境負荷低減)

- 現場での作業が減少し、**周辺環境への負荷を低減**できます。
- 高炉スラグなど**環境負荷低減材料を活用**できます。
- リサイクル可能な鋼製型枠使用など、**建設廃棄物を削減**できます。



To the Future (未来へ向けて)

- さらなるコンクリートの緻密化や高強度化により、**長寿命化**が図れ、**LCCO₂も削減**できます。
- 副産物（フライアッシュや高炉スラグ）の有効利用により、高強度の**低炭素型コンクリート**の適用も工場製作プレキャスト部材であれば実現可能で、基準化に向けて取り組んでいます。
- プレキャストのメリット（高品質、高耐久、急速施工）を生かして、**塩害地域**や**リニューアル工事**への採用実績も積み上げています。
- **超高強度繊維補強コンクリート**を用いたプレキャスト部材の適用により、低桁高化、軽量化による上下部工合計の建設費削減が可能です。

…PC建協は
これからも考え続けます

プレキャスト桁 【製作】

プレキャスト桁の製作状況



プレテンションスラブ桁
(JIS A 5373)



プレキャスト桁のストック状況



プレキャスト桁 【製作】

プレキャスト桁の製作状況



プレテンションT桁
(JIS A 5373)



プレキャスト桁のストック状況



プレキャスト桁 【製作】

プレキャスト桁の製作状況



仕切り板

ポストテンションT桁
(セグメント)



プレキャスト桁のストック状況



PC箱桁セグメント【製作】

製作方法による分類

ロングラインマッチキャスト方式



- ・ 1 径間または 1/2 径間分の固定式製作台を設置し、型枠を移動させながらセグメントを製作する方法です。
- ・ 製作台の設置面積が広くなります。

ショートラインマッチキャスト方式



- ・ 先に製作したセグメントの端面を小口型枠として利用し、隣接するセグメントを製作する方法です。
- ・ 製作設備設置面積が小さくできます。

製作場所による分類（運搬要領）

現場製作セグメント



- ・ 現場ヤード内を運搬するため比較的大きなセグメントの製作ができます。

工場製作セグメント

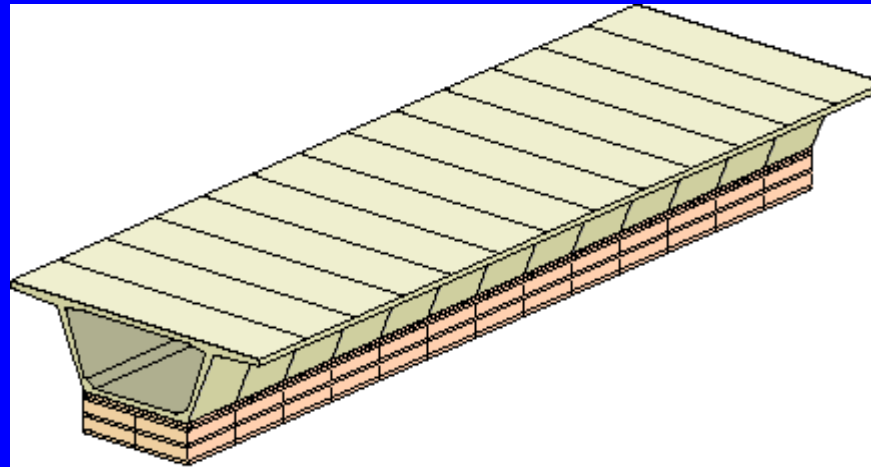


- ・ 公道上を運搬するためセグメント重量が制限されます（30ton未満）。

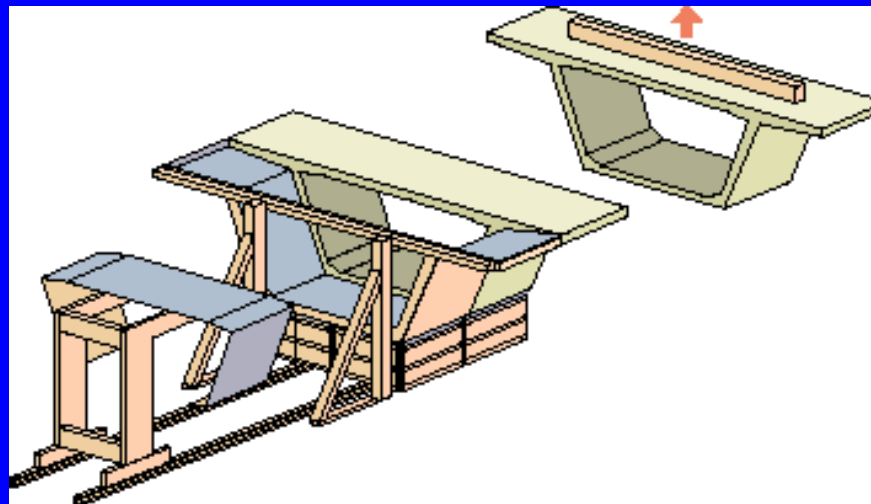
プレキャストセグメント工法

セグメントの製作方法(箱桁)

■ ロングラインマッチキャスト方式



■ ショートラインマッチキャスト方式

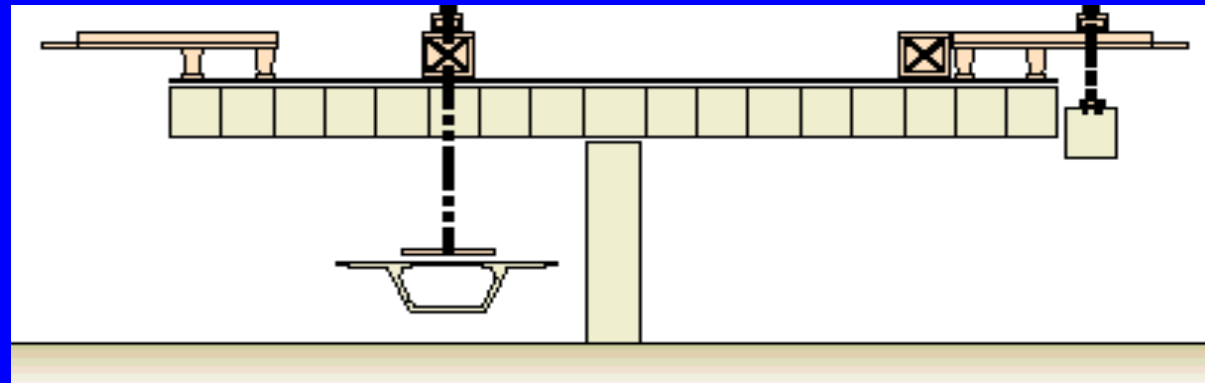


プレキャストセグメント工法

セグメントの架設方法

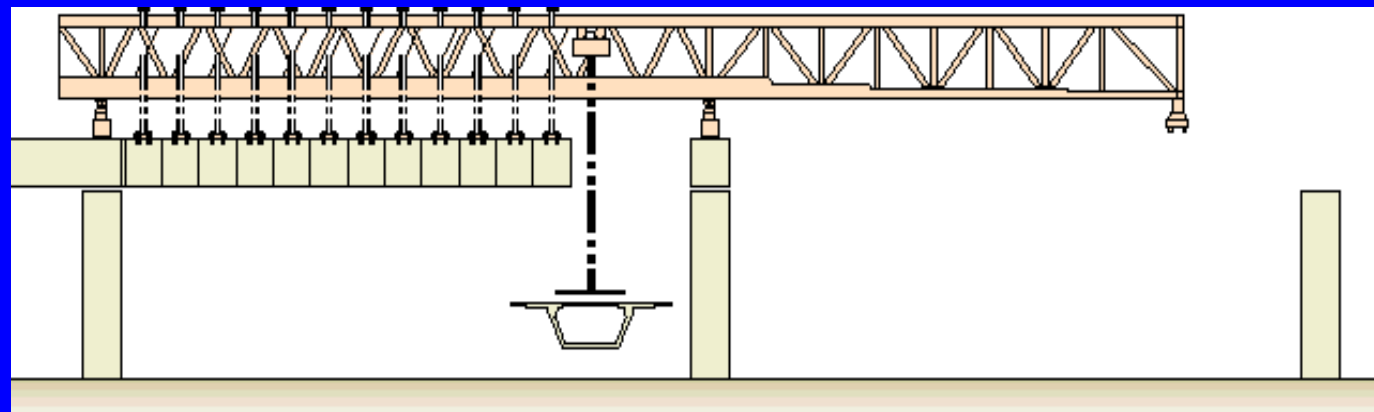
■ 張出し架設

セグメントを1個ずつ張り出す方法



■ スパンバイスパン架設

1径間分のセグメントを一括して一体化する方法



プレキャストセグメント工法

■スパンバイスパン工法の事例



橋長: 1519m, 最大支間: 49m
(セグメント重量: 80ton/個)



PC箱桁ハーフセグメントタイプ

フルセグメントタイプに対して、
・セグメント長:大 ⇒ セグメント個数の低減
・架設重量:小 ⇒ 架設設備費用の低減

コアセグメントタイプ（床版の一部を後打ちした箱形）



・ストラット付き張出床版部を後施工とした事例です。



・4主箱桁の中間床版部を後施工とした事例です。コアセグメントとすることでダブルガーダーの間を通過でき、橋面での組立・運搬による架設が可能となります。

PC箱桁ハーフセグメントタイプ

U形セグメントタイプ（上床版を後打ちしたU形）

リブ付きU形セグメント



・リブ付き床版箱桁の上床版を後施工としたハーフセグメントです。全幅 17m の広幅員箱桁の軽量化を図り工場からの運搬可能な重量に抑えています。

・スパンバイスパン工法によりU形セグメントを架設後、リブを利用してPC板を敷設し、上床版を構築します。



U桁リフティング架設工法



・1 スパン分のU桁を場内で製作し、一括架設を行うことで急速施工を図ります。

プレキャスト部材を部分的に採用した事例

プレキャストウェブの採用事例

固定支保工に適用した事例



架設状況



設置状況

張出架設に適用した事例



設置状況



施工状況

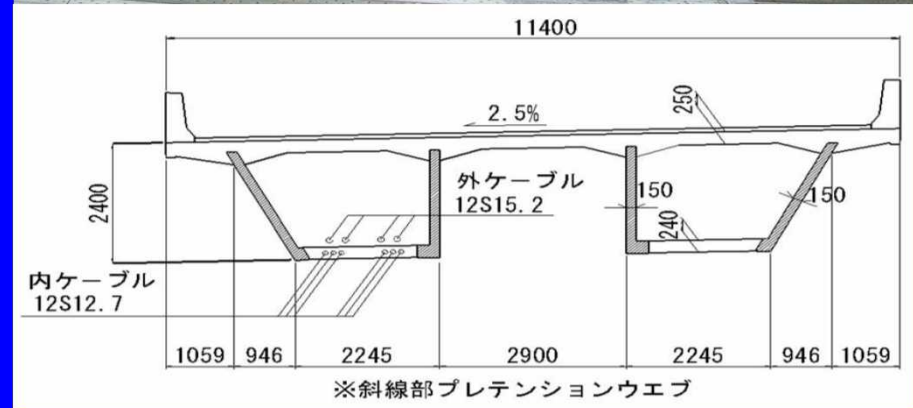
プレキャストウェブPC橋

プレストレスを導入したプレキャスト部材をウェブに用いた橋梁



プレキャストウェブPC橋の特徴

- ・ 高いせん断抵抗性の確保
- ・ ウェブ厚の低減
- ・ ウェブの高品質化と施工の省力化



従来工法と比較して約5%程度のコスト縮減効果

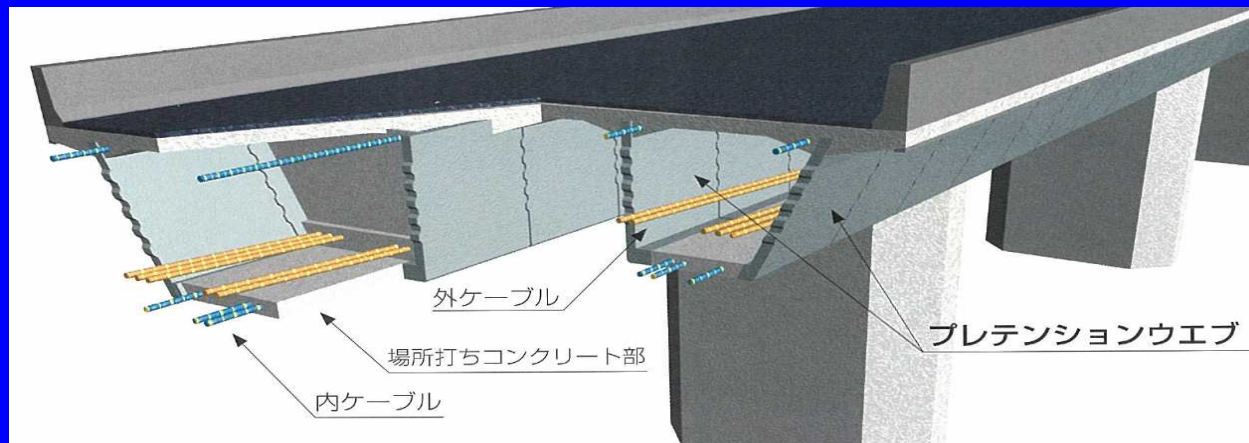
プレキャストウェブの製作



工場製作(プレテン部材)



架設状況(支保工)



プレキャスト部材を部分的に採用した事例

プレキャストリブの採用事例



プレキャストリブ設置状況



完成状況

プレキャストストラットの採用事例



ストラット設置状況



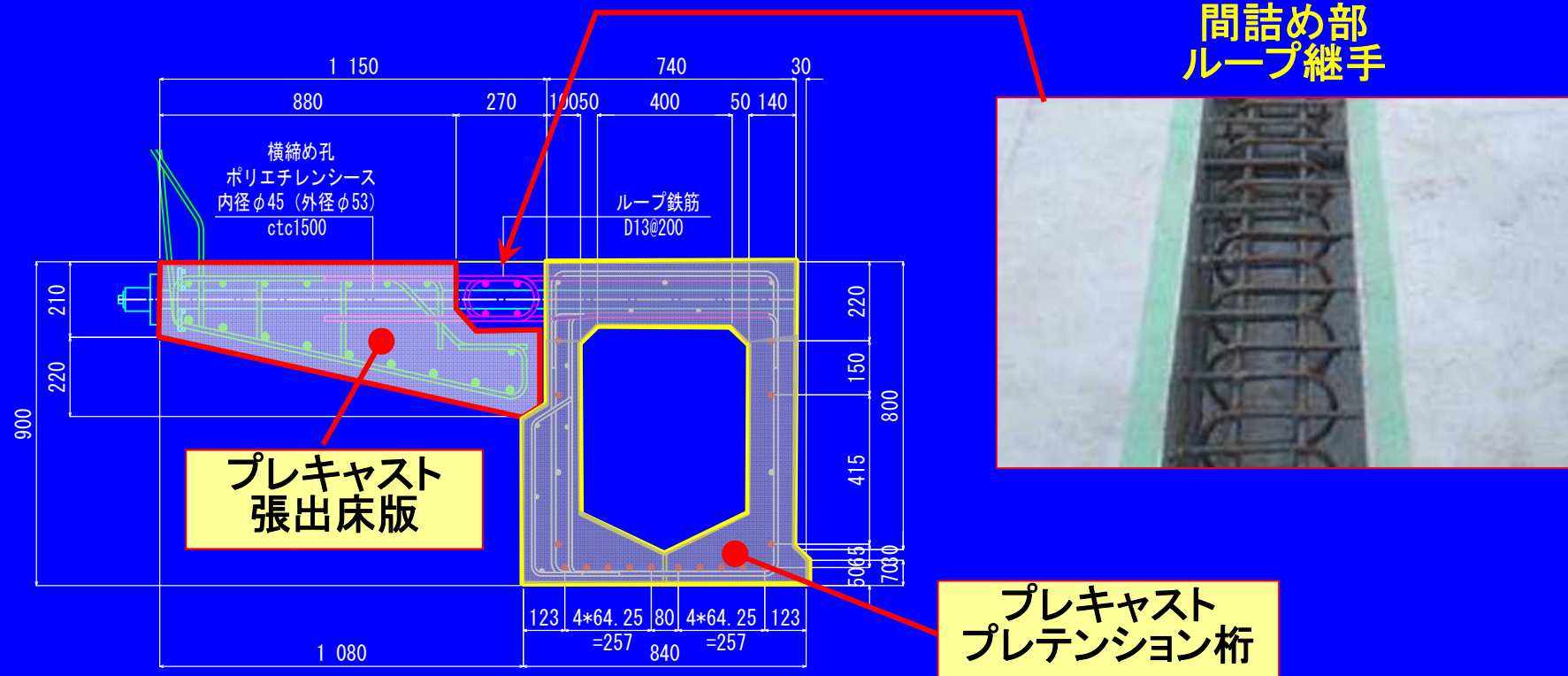
施工状況



完成状況

プレキャスト部材を部分的に採用した事例

プレテンH桁の張出床版をプレキャスト化



- ・接合については、
 - ・最下面はエポキシ樹脂系接着材
 - ・ループ継手下面は無収縮モルタル
 - ・ループ継手部は膨張コンクリート

プレキャスト部材を部分的に採用した事例

プレテンH桁の張出床版を プレキャスト化



プレキャスト張出床版の架設



プレキャスト張出床版の運搬



プレキャスト張出床版の設置状況

鋼橋床版のプレキャスト化事例

新設工事におけるプレキャストPC床版の採用事例



搬入状況



クレーンによる架設状況



橋上架設機による架設状況



敷設完了状況



施工状況（下方より）

鋼橋床版のプレキャスト化事例

リニューアル工事におけるプレキャストPC床版の採用事例



架設状況

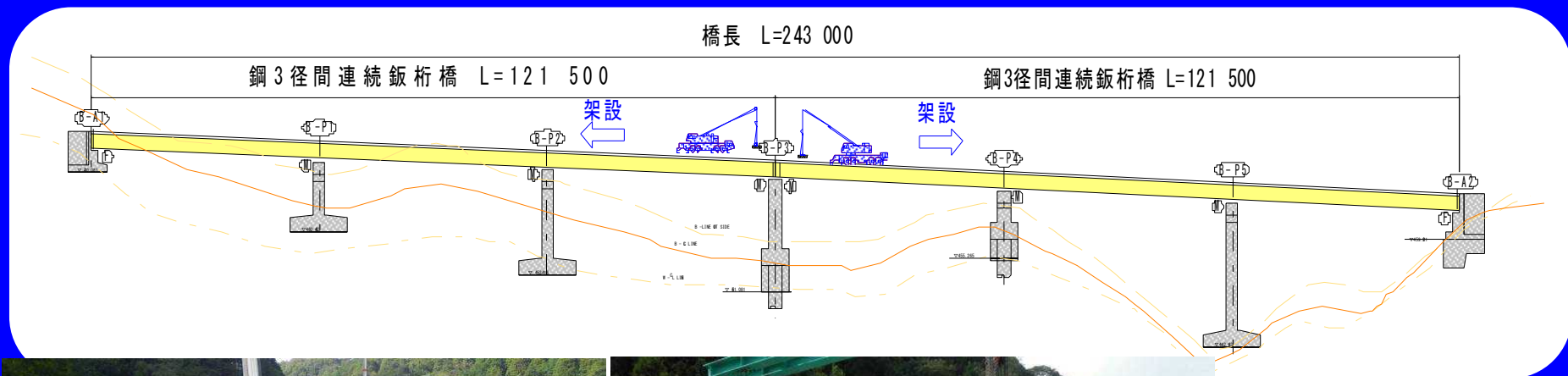


施工状況

リニューアル工事でのプレキャストPC床版の採用事例

■劣化床版の取替え工事にてプレキャストPC床版を採用

- ・経年劣化，凍結防止材の散布にてRC床版が劣化
- ・ライフサイクルコストの最小化を図り、高品質で高耐久なプレキャストPC床版への取替え工事が採用された



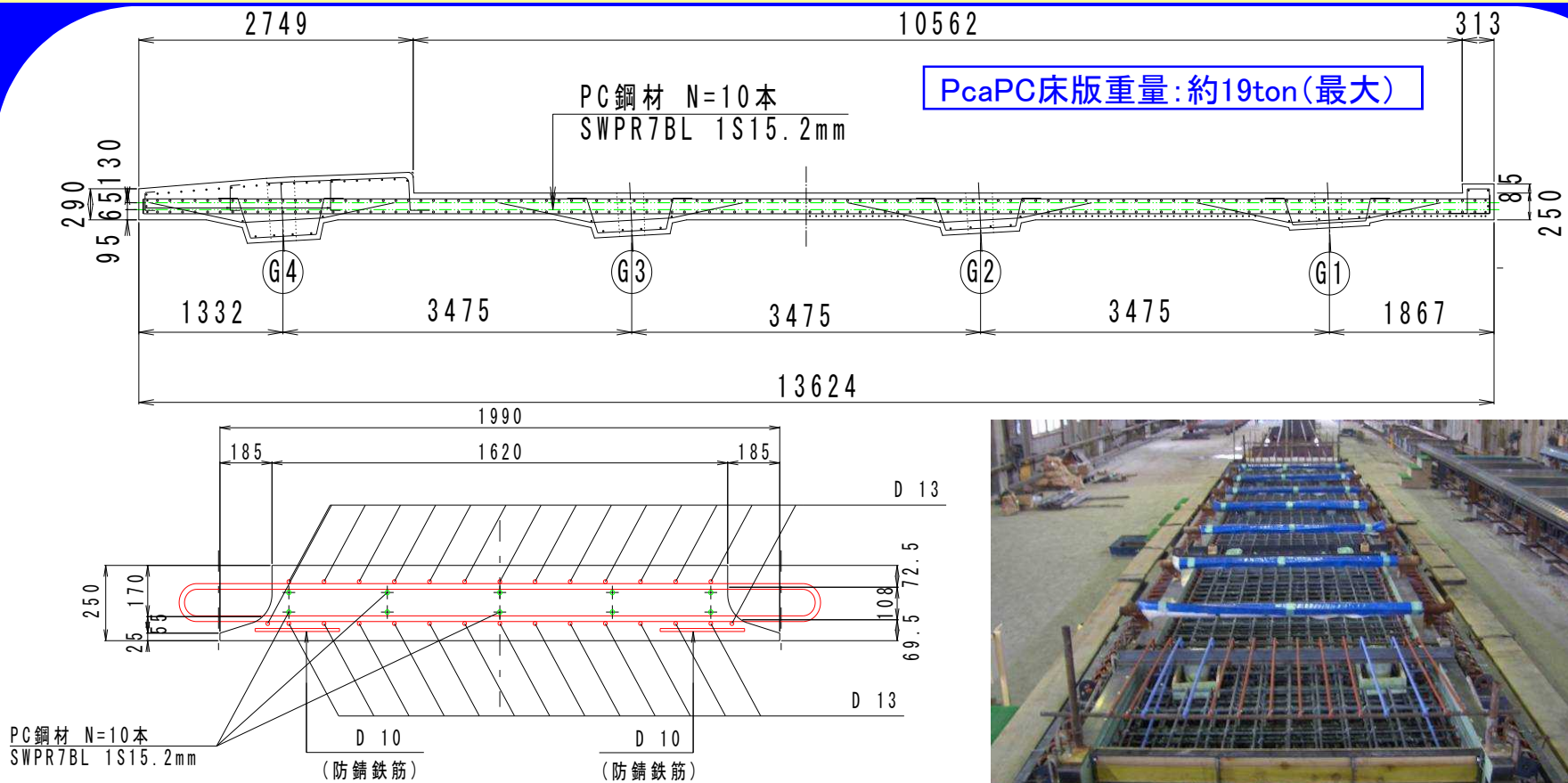
架設状況 全景



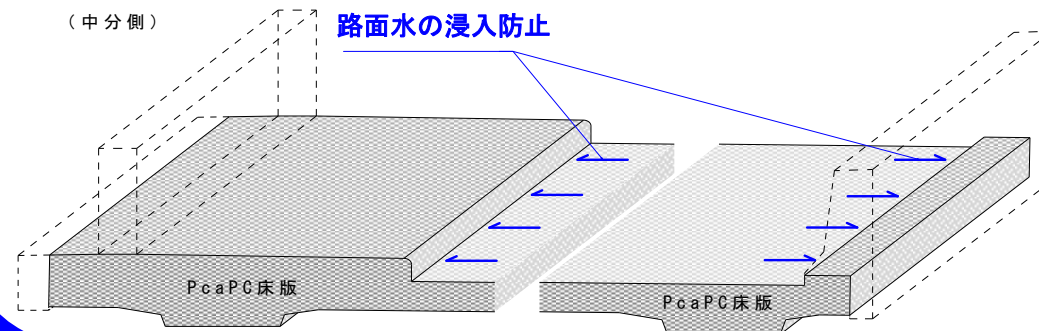
PcaPC床版架設

橋長: 243m (121.5m × 2連)
幅員: 10.6~8.8m(有効)
平面曲線: R=250~300m
縦断: 4%, 横断: 8%(変化)
PcaPC床版: 113枚

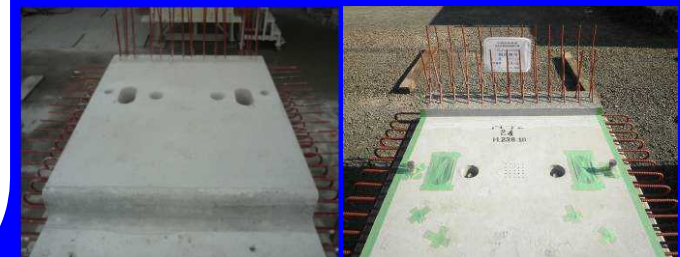
リニューアル工事でのプレキャストPC床版の採用事例



■地覆部を一体打設することで、水の浸入および漏水を防止



プレキャストPC床版 配筋状況



プレキャストPC床版形状

全国のPC工場

一般社団法人
プレストレスト・コンクリート建設業協会 [略称] PC建協
JAPAN PRESTRESSED CONCRETE CONTRACTORS ASSOCIATION

文字サイズ 小 中 大

ホーム

PC建協紹介	協会の活動	技術情報	施工情報	一般向け情報	支部の活動
--------	-------	------	------	--------	-------

ホーム > 施工情報 > 全国のPC工場・機材センター

架設工法について

全国のPC工場・機材センター

JIS 適合判断基準

施工情報

CONSTRUCTION INFORMATION

架設工法について

全国のPC工場・機材センター

全国のPC工場

全国の機材センター

JIS 適合判断基準

全国のPC工場

▶ 北海道	▶ 東北	▶ 関東	▶ 北陸・中部
▶ 関西	▶ 中国	▶ 四国	▶ 九州



・H26年現在、全国62工場
(中国地方は2工場)

※PC工場の所在地等は
当協会のHPをご確認下さい

2013年4月1日現在

(2)各種基準類・マニュアルに関する話題

■H24道路橋示方書・同解説
（日本道路協会）

■2012年および2013年制定コンクリート標準示方書
（土木学会）

■適用基準類の改訂状況

① 道路橋示方書・同解説(H24. 3)

⇒ H14改定:性能規定化、耐久性向上

⇒ H24改定:維持管理の確実性、新たな知見・技術の反映

② コンクリート標準示方書

⇒ 2012年制定 :[基本原則編]の新設、[設計編]、[施工編]

⇒ 2013年制定 :[維持管理編]

③ JIS改正2010:プレキャストコンクリート製品

④ 道路橋支承便覧(H16. 4)

⑤ 国交省・各自治体通達文、共通仕様書、特記仕様書等

⑥ 新技術・新工法・新材料 ⇒PC工学会各種規準類

⇒ 外ケーブル、プレグラウトPC鋼材、複合構造、高強度コンクリート、等

⑦ 各種マニュアル・手引き ⇒ PC建協刊行類

⇒ PCグラウト&プレグラウト鋼材 施工マニュアル(※2013年8月改訂)

H24道路橋示方書・同解説 (日本道路協会)

■ H24道路橋示方書・同解説

【維持管理に関する事項】

1 章 総則

1.3 設計の基本理念

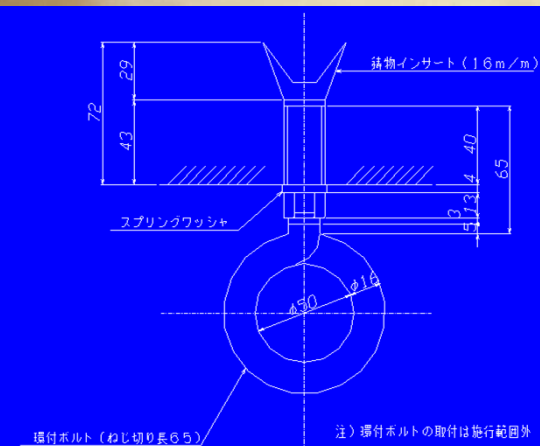
橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

- ・「維持管理の容易さ」が「維持管理の確実性と容易さ」に改められた。従来の示方書では、将来の不測の事態を考えて、橋の中に点検が行えない部位をできるだけ少なくすることについては配慮されない可能性があった。このため、点検などの維持管理が困難な部位をできるだけ少なくするなど、維持管理ができることの確実性についても配慮すべきことが明確にされた。
- ・設計段階において、供用期間中に必要となる維持管理行為を想定し、必要な箇所すべてに対してそれが確実に行えるようになっていることにも十分な考慮がなされるように規定された。

新設工事の設計・施工にて配慮した 点検・維持管理上の工夫(施工事例)

■橋梁点検用の吊りインサートの設定

新設工事の段階にて、将来の維持管理用の足場設置のための吊り金具の設定を行う。(環付きボルトを設置可能とした)

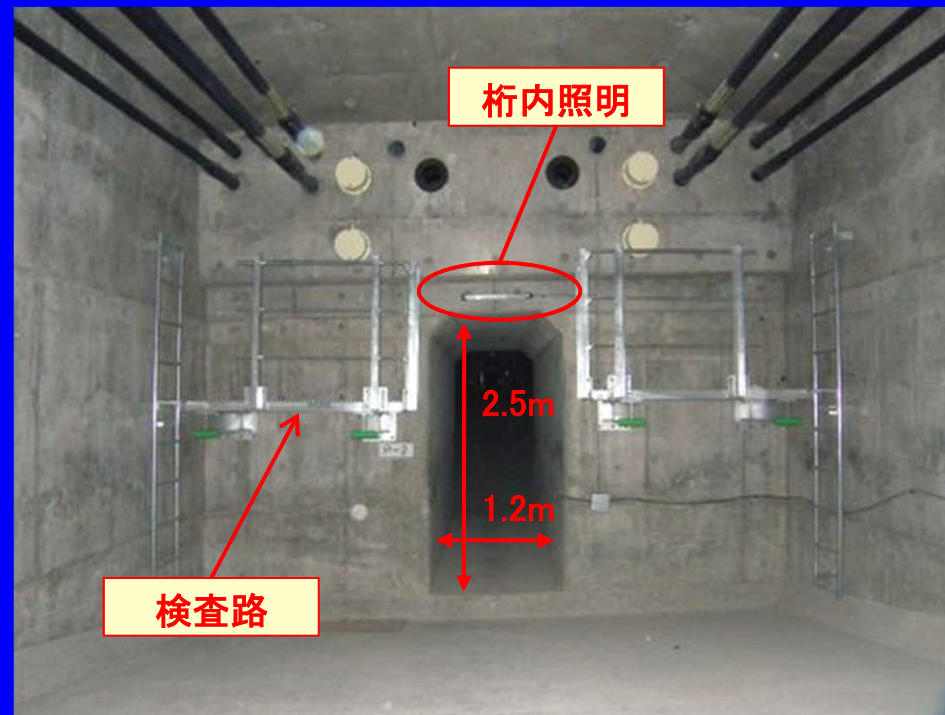


新設工事の設計・施工にて配慮した 点検・維持管理上の工夫(施工事例)

■工事概要

本橋は、内外ケーブル併用方式のPC4径間連続ラーメン箱桁橋であり、将来の維持管理性に配慮し、以下の工夫を行った。

- ・箱桁内空部に照明設備の設置
- ・外ケーブル定着部維持管理用の検査路を設置
- ・横桁マンホール寸法の大型化(点検・作業時の通行性や外ケーブル再緊張時のポンプの移動の容易性に配慮)



2012年および2013年制定
コンクリート標準示方書
(土木学会)

■2012年制定 コンクリート標準示方書

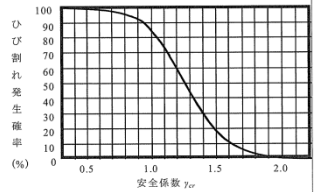
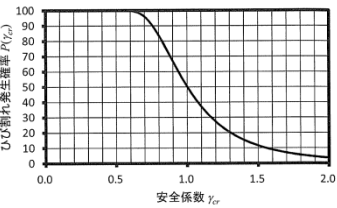
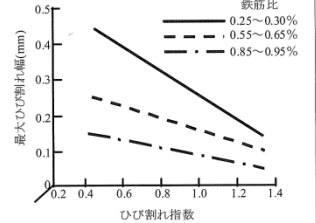
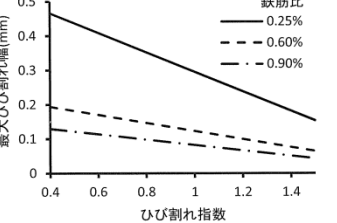
【設計編：温度ひび割れに対する照査に関する改訂】

- ・照査フローを見直し、「温度応力解析によるひび割れ照査」と「施工実績による照査(施工履歴データベースの活用等)」を同列に位置づけた。
 - ⇒温度ひび割れのように施工や環境の影響を敏感に受ける場合、高度な解析による評価よりも実績による評価の方の信頼性が高い場合もある。
- ・近年の実務の実態を踏まえ、「3次元有限要素法」を基本とした内容に変更した。
- ・3次元有限要素法を前提とした「安全係数(ひび割れ指数)とひび割れ発生確率の関係」を提示した。
 - ⇒JCI マスコンクリートのひび割れ制御指針改訂委員会が提案したものを採用。
- ・解析に必要な物性値の予測式等も上記改訂委員会の提案式を参考に変更した。

■2012年制定 コンクリート標準示方書

【設計編：温度ひび割れに対する照査に関する改訂】

表 9.3.1 温度ひび割れに対する照査に関する変更箇所一覧

項目	2007年版	2012年版																								
コンクリートの熱膨張係数	本編 5.2.7 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	本編 5.2.7 解説 表 5.2.2 ポルトランドセメント： $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 高炉セメント B 種： $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$																								
安全係数とひび割れ発生確率の関係	本編 12 章 12.2.2 解説 図 12.2.1 	標準 6 編 2 章 図 2.1.1 																								
一般的な配筋の構造物における標準的なひび割れ発生確率と安全係数	本編 12 章 解説 表 12.2.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ひび割れ発生確率</th> <th>安全係数 γ_{cr}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ひび割れを防止したい場合</td> <td>5%</td> <td>1.75 以上</td> </tr> <tr> <td>ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合</td> <td>25%</td> <td>1.45 以上</td> </tr> <tr> <td>ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合</td> <td>85%</td> <td>1.0 以上</td> </tr> </tbody> </table>		ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}	ひび割れを防止したい場合	5%	1.75 以上	ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	25%	1.45 以上	ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	85%	1.0 以上	標準 6 編 2 章 表 2.1.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>対策レベル</th> <th>ひび割れ発生確率</th> <th>安全係数 γ_{cr}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ひび割れを防止したい場合</td> <td>5%</td> <td>1.85 以上</td> </tr> <tr> <td>ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合</td> <td>15%</td> <td>1.40 以上</td> </tr> <tr> <td>ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合</td> <td>50%</td> <td>1.0 以上</td> </tr> </tbody> </table>	対策レベル	ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}	ひび割れを防止したい場合	5%	1.85 以上	ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	15%	1.40 以上	ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	50%	1.0 以上
	ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}																								
ひび割れを防止したい場合	5%	1.75 以上																								
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	25%	1.45 以上																								
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	85%	1.0 以上																								
対策レベル	ひび割れ発生確率	安全係数 γ_{cr}																								
ひび割れを防止したい場合	5%	1.85 以上																								
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	15%	1.40 以上																								
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	50%	1.0 以上																								
最大ひび割れ幅とひび割れ指数との関係	本編 12 章 解説 図 12.2.2 	標準 6 編 2 章 解説 図 2.2.1 																								
自己収縮の予測式	本編 5 章 5.2.8 $\epsilon'_{as}(t) = \gamma \epsilon'_{as\infty} \left[1 - \exp \left\{ -a(t-t_s)^b \right\} \right]$ $\epsilon'_{as\infty} = 3070 \exp \left\{ -7.2(W/C) \right\}$	標準 6 編 4.2 $\epsilon_{\theta,as} = -\beta \epsilon'_{as\infty} \left[1 - \exp \left\{ -a(t-t_s)^b \right\} \right]$ 普通ポルトランドセメント： $\epsilon'_{as\infty} = 3070 \exp \left\{ -7.2(W/C) \right\} + \epsilon'_{asT}$ $\epsilon'_{asT} = 50 \left[1 - \exp \left\{ -1.2 \times 10^{-6} \times (T_{\max} - 20)^4 \right\} \right]$																								

・コンクリートの熱膨張係数

・ひび割れ指数とひび割れ発生確率の関係

・ひび割れ発生確率と安全係数

・最大ひび割れ幅とひび割れ指数との関係

・自己収縮の予測式

■2012年制定 コンクリート標準示方書

【設計編：温度ひび割れに対する照査に関する改訂】

表 9.3.1 温度ひび割れに対する照査に関する変更箇所一覧			
項目	2007 年版		
	係数 a , b の値		
	W/C	a	b
	0.20	1.2	0.4
	0.23	1.5	0.4
	0.30	0.6	0.5
	0.40	0.1	0.7
	0.50 以上	0.03	0.8
	結合材に普通ポルトランドセメントのみを用いた場合の値		
	$a = 3.7 \times \exp\{-6.8 \times (W/C)\}$ $b = 0.25 \times \exp\{2.5 \times (W/C)\}$ 高炉セメントB種： $\varepsilon'_{max} = 2350 \exp\{-5.8(W/C)\} + \varepsilon'_{ast}$ $\varepsilon'_{ast} = 80[1 - \exp\{-1.2 \times 10^{-6} \times (T_{max} - 20)^4\}]$ $a = 3.7 \times \exp\{-6.8 \times (W/C)\} \times g$ $b = 0.25 \times \exp\{2.5 \times (W/C)\} \times h$ $g = 0.060T_{max} - 0.20$ $h = -0.0075T_{max} + 1.15$		
コンクリートの引張強度	標準 4 編 4.1.1 $f_{tk}(t) = c\sqrt{f'_c(t)}$ $c=0.44$ を標準とする。	標準 6 編 5.1.1 $f_{tk}(t) = c_1 \cdot f'_c(t)^{c_2}$ $c_1=0.13$, $c_2=0.85$ を標準とする。	
コンクリートの圧縮強度	標準 4 編 4.1.1 $f'_c(t) = \frac{t}{a+bt} d(i) f'_{ck}$ a, b は、解説 表 4.1.1 より求める。	標準 6 編 5.1.1 $f'_c(t) = \frac{t'}{a+b(t'-S_f)} f'_c(i)$ a, b, S_f は、解説 表 5.1.1 より求める。	
コンクリートのヤング係数	標準 4 編 4.1.2 $E_e(t) = \varphi(t) \times 4.7 \times 10^3 \sqrt{f'_c(t)}$ 材齢 3 日まで $\varphi=0.73$ 材齢 5 日以降 $\varphi=1.0$ 材齢 3 日から 5 日まででは直線補間してもよい。	標準 6 編 5.1.2 $E_e(t) = \Phi(t) \times 6.3 \times 10^3 f'_c(t)^{0.45}$ 最初のピーク温度時の有効材齢まで： $\Phi(t)=0.42$ 最高温度に達する有効材齢 + 1 有効材齢（日）以降： $\Phi(t)=0.65$ 最高温度に達する有効材齢後の 1 有効材齢（日）までは直線補間する。	
終局断熱温度上昇量 Q_∞ および、温度上昇速度 r	詳細は、標準 4 編 4 章 解説 表 4.2.1 による	詳細は、標準 6 編 5 章 解説 表 5.2.1 による	

- ・コンクリートの引張強度
- ・コンクリートの圧縮強度
- ・コンクリートの有効ヤング係数
- ・終局断熱温度上昇量および温度上昇速度

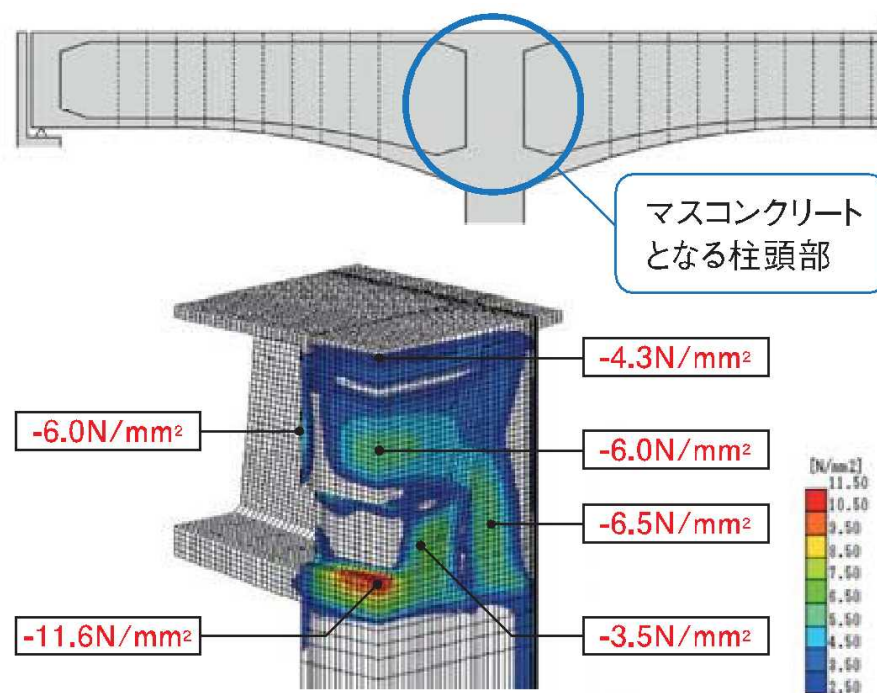
【温度ひび割れに対する照査事例】

マスコンクリートに対して実施工・配合を考慮した3次元FEM解析を用いた温度応力解析結果より、補強鉄筋の変更および追加を行った。

●補強鉄筋の変更および追加

橋軸方向鉄筋の変更：D16ctc125→D22ctc125

下床版橋軸方向鉄筋の追加：D16-36本追加



3次元FEM解析結果

効果

3次元FEM解析による温度応力の照査および
適切な補強鉄筋の配置により、有害なひび割れの発生なし

■2013年制定 コンクリート標準示方書

【維持管理編：標準 10章プレストレストコンクリート】

⇒プレストレストコンクリート構造物の維持管理の原則が新しく記載された。

10 章 プレストレストコンクリート

10.1 総 則

(1) この章は、プレストレストコンクリート構造物に特徴的な維持管理の標準を示す。

(2) プレストレストコンクリート構造物の維持管理は、PC 構造に特有の劣化に留意して行わなければならない。

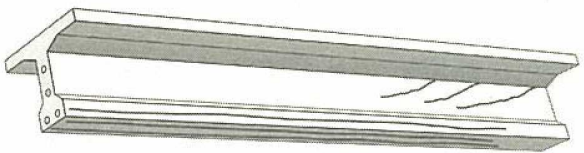
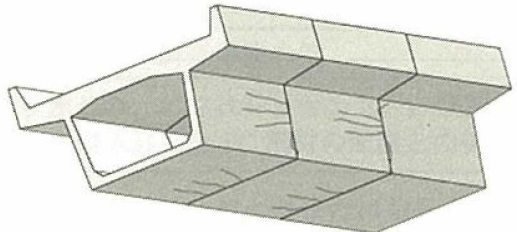
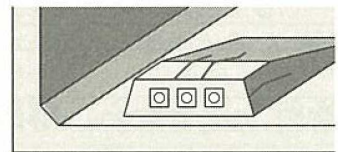
■PC構造に特有の劣化

- ・PC鋼材，定着部，偏向部に関する劣化
- ・ポストテンション方式のPCグラウト充填不足等に伴う
PC鋼材の腐食，破断
- ・施工目地を起点とした劣化

■2013年制定 コンクリート標準示方書

【維持管理編：標準 10章プレストレストコンクリート】

⇒10.3.2初期点検 解説 表 10.3.2 ひび割れに着目した点検の例

解説 表 10.3.2 ひび割れに着目した点検の例		
分 類	ひび割れパターンの例	ひび割れ発生要因
PC 構造特有のひび割れ	位置：PC 桁側面，下面 状況：PC ケーブルに沿ったひび割れ 	ポストテンション方式の <u>PC グラウト充填不足部分が存在するケーブル</u> では、その部分に水や塩化物イオンの侵入により、水の凍結膨張圧あるいはシースや PC 鋼材が腐食することが原因で PC ケーブルに沿ったひび割れが生じる。
	位置：PC 桁の施工目地部近傍 状況：目地部ひび割れ・開口，目地に対して直角に生じるひび割れ 	施工目地では、 <u>新旧コンクリートのクリープ、乾燥収縮差の影響や水和熱による拘束温度応力等</u> によるひび割れが生じやすい。
	位置：PC 鋼材定着部 状況：定着部あるいはその周辺部のひび割れ 	定着具本体の <u>局部支圧応力や周辺部位への曲げ応力</u> がコンクリートの引張強度を超えることでひび割れが発生する。発生要因は、コンクリートの圧縮（支圧）強度不足，補強鉄筋不足，コンクリート部材厚不足，定着位置の不備等が考えられる。

■2013年制定 コンクリート標準示方書

【維持管理編：標準 10章プレストレストコンクリート】

⇒10.6.2 補修および補強

10.6.2 補修および補強

補修および補強は、所定の効果が得られるように、劣化による性能の低下やライフサイクルコスト等を考慮して工法・材料を選定しなければならない。

■塩害対策

- ・断面修復工法の場合、残存断面へのプレストレス再分配が作用するため、応力超過等を十分に検討する必要がある。

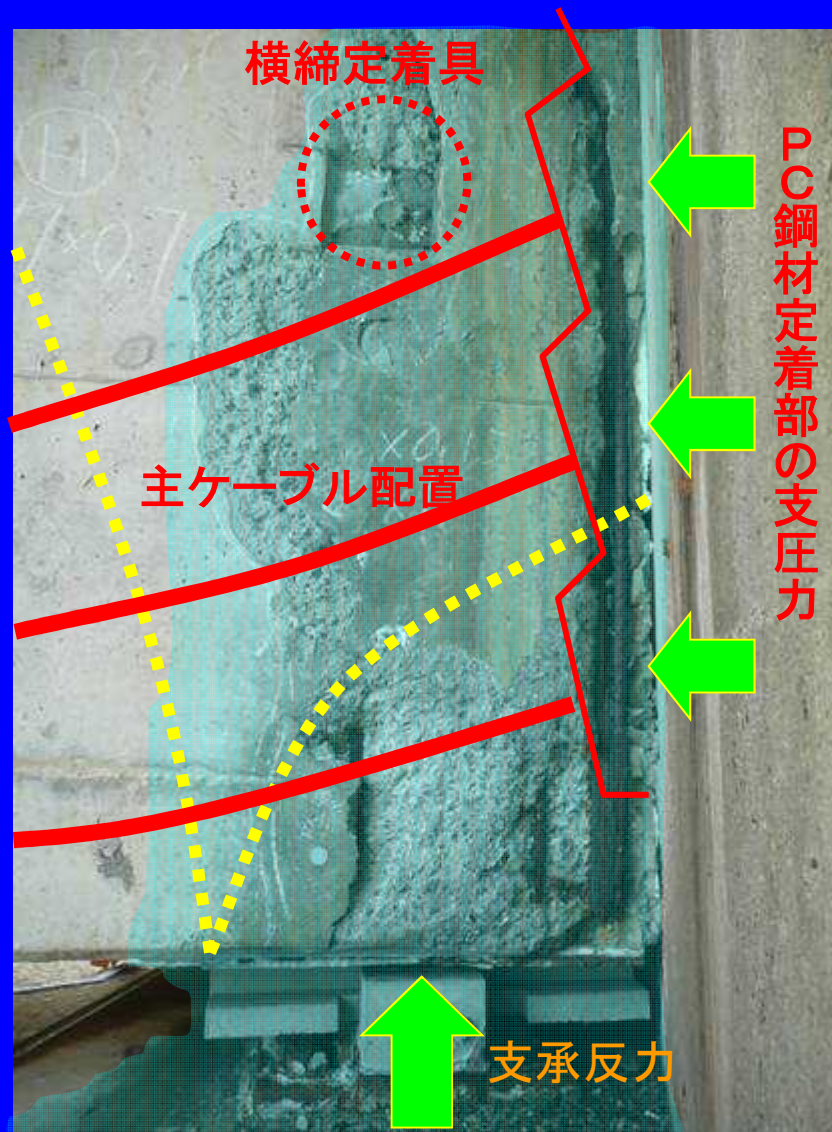
■防水工，排水工

- ・耐久性を維持する上で、優先して行う必要がある。
- ・桁端部は支承反力，PC鋼材定着部の重要な箇所であり、水の侵入を防ぐ予防的な対策が有効となる。

■プレストレスの追加

- ・補強設計の実施では、プレストレスの減少と残存の両者に対して照査を行う必要がある。

【桁端部の劣化事例】



①作用している力

PC鋼材定着部の支圧力
支承反力

②懸念される劣化

PC定着部の腐食・鋼材破断
せん断補強筋の破断
横締めPC鋼材の破断

③予想される破壊形態

PC鋼材・鉄筋破断によるせん断
耐力不足(支承反力によるせん断
破壊)
横桁横締の破断・突出

PC建協ホームページ

<http://www.pcken.or.jp/>

■タイプAの支承部のH24道示対応についての見解、Q&Aについて(H25年10月15日付け)

The screenshot shows the homepage of the Japan Prestressed Concrete Contractors Association (PC建協). The navigation bar includes links for 'PC建協紹介', '協会の活動', '技術情報', '施工情報', '一般向け情報', and '支部の活動'. The '技術情報' (Technical Information) section is highlighted. Below it, the 'タイプA支保のQ&A' (Type A Support Q&A) page is displayed. The page content includes a title 'タイプA支保のQ&A', a date '平成25年 10月15日', and a source '技術委員会 技術部会 (支保検討小委員会)'. The main text discusses the revision of the H24 road bridge design specifications and the association's stance on the application of Type A supports. A sidebar on the left contains links to 'PC技術総目次', 'PC橋のQ&A', and 'タイプA支保のQ&A'. At the bottom, there is a section for '積算参考資料' (Estimation Reference Materials).

→パッド型ゴム支承等とアンカーバーの組合せによる
支承部構造が使えなくなるのか？どのような留意点
があるのか？



新設橋への適用に対する見解を示すとともに、設
計上の留意点等についてQ&A形式にまとめて
います。

The screenshot shows the homepage of the Japan Prestressed Concrete Contractors Association (PC建協). The navigation bar includes links for 'PC建協紹介', '協会の活動', '技術情報', '施工情報', '一般向け情報', and '支部の活動'. The '技術情報' (Technical Information) section is highlighted. Below it, the 'タイプA支保のQ&A' (Type A Support Q&A) page is displayed. The page content includes a title 'タイプA支保のQ&A', a date '平成25年 10月15日', and a source '技術委員会 技術部会 (支保検討小委員会)'. The main text discusses the revision of the H24 road bridge design specifications and the association's stance on the application of Type A supports. A sidebar on the left contains links to 'PC技術総目次', 'PC橋のQ&A', and 'タイプA支保のQ&A'. At the bottom, there is a section for '積算参考資料' (Estimation Reference Materials).

PC技術総目次

平成25年 4月1日
技術委員会 技術部会 (設計検討小委員会)

この目次は、平成19年発刊の「道路橋計画マニュアル〔改訂版〕」を補足する資料として作成したものです。マニュアルの目次構成に合わせて整理をしてありますので、内容の理解度をさらに深めたい場合に活用してください。支部を含めた当協会の発刊物や各種規準の基となった共同研究の流れが一目でわかります。

また、絶版となってしまった貴重な資料については、PDFの形でダウンロードができるようになっています。さらに、各種工法協会が発刊する技術資料の最新版も掲載してありますので、網羅的な情報を一望できます。

今回は、各種PC橋の実績データベースに、2010～2011年度契約物件の調査結果（延べ839橋梁）を追加掲載しました。また、2009年度までの契約についても、前回の調査報告から若干の見直しを行っています。詳細は、実績情報〔2〕をご覧ください。

[PC技術総目次へ](#)

PC橋のQ&A

平成19年度より、当協会ならびに協会員各社に寄せられるPC橋に関する質問事項について、とりまとめ作業を行っております。

この度、暫定版ではありますが、とりまとめ資料の一部を公開させていただきます。まずは分類項目として、計画、設計に関する事項を中心にまとめていく予定です。

まだまだ、質・量とも不十分と思いますので、今後とも皆様のご意見や最新情報を取り入れながら、定期的に追加更新を行い、内容の充実そして分かりやすいQ&A集づくりに努めていく所存です。

本資料が、少しでもPC橋の計画・設計に携わる皆様のお役に立てれば幸いです。

平成20年 4月1日
技術部会 設計検討小委員会

この度、これまでの暫定版に11題を加えて、公開させていただきます。

今後とも、内容の充実に向けていく所存ですが、本資料が少しでも皆様のお役に立てれば幸いです。

なお、これまでの29題についても、一部、誤字等を修正させていただきましたことをご了承ください。

平成21年 4月21日
技術部会 設計検討小委員会

PC技術相談室

プレストレストコンクリート（PC）の活用に関する相談窓口です。技術的な課題を抱える事業主や設計者のご相談に、経験豊富なPC技術相談員がサポートします。

※業務内容により、有償業務となることがあります。

■PC技術相談室の役割

計画・設計に関すること	▶ どうすれば、工期短縮できますか？
施工に関すること	▶ 工程表を照査していただきたい。
積算に関すること	▶ 全体の積算はどうすればよいのですか？
補修・補強に関すること	▶ 補強のための昭和56年の復元設計はどうするの？

■お問い合わせ先

(一社) PC建協 PC技術相談室

TEL 03-3267-9099

E-mail pcsoudan@pcken.or.jp

■PC技術に関するご質問等について

ホームページ掲載の

「PC技術相談室」をどうぞご利用下さい。

(なお、PC建協 中国支部 事務局へとお問い合わせ頂いても同様にご対応致します。)

おわりに

ご清聴ありがとうございました

PC建協は、現在使用されている社会資本を人々が安全に安心して利用できるよう、技術の向上に向け積極的に取り組んで参ります。



(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

中国支部