

令和 5年度 橋梁技術発表会

鋼コンクリート合成床版，PC床版の 手引き改訂について

～鋼コンクリート合成床版・PC床版の設計・施工，
維持管理手引き改訂の説明～

床版小委員会

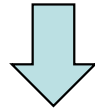
床版技術部会・床版施工部会

松村寿男，鈴木康宏

1. はじめに
2. 関連する基準改定の経緯
3. 鋼コンクリート合成床版
設計・施工の手引き
4. 鋼コンクリート合成床版
維持管理の計画資料(改訂 第2版)
5. PC床版設計の手引き(改訂第3版)
6. PC床版施工の手引き
-場所打ちPC床版編- (改訂第2版)
7. おわりに

1 はじめに

- ・H29道路橋示方書改定
- ・R2コンクリート道路橋設計便覧、鋼道路橋設計便覧の改定

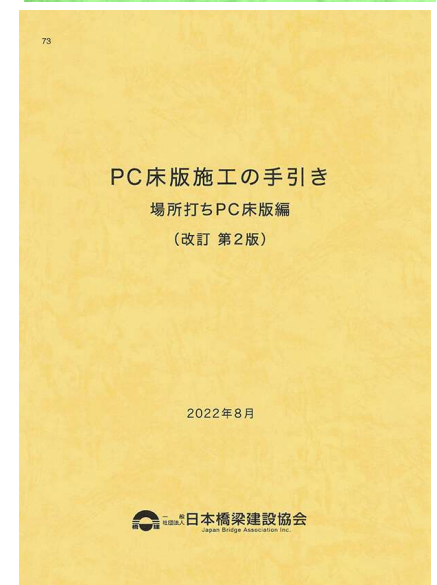
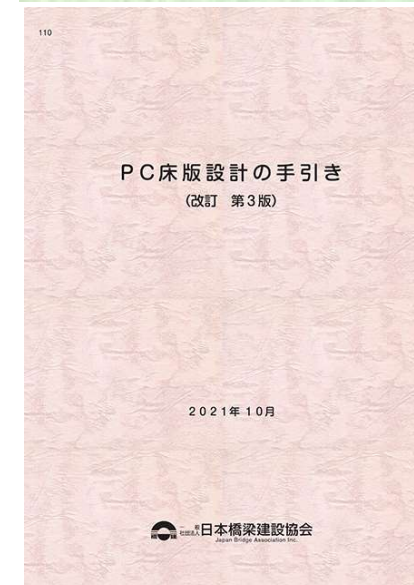
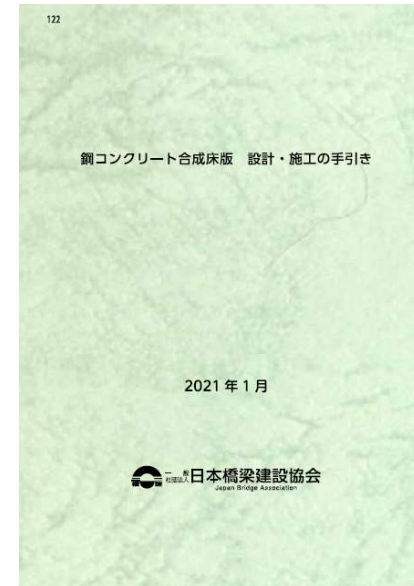


鋼コンクリート合成床版：

- ・設計照査を規定。
- ・定期点検対象、維持管理の手引き見直し。

PC床版(場所打ち床版編)：

- ・設計の手引きの見直し。
- ・施工の手引き、実績に伴う解説、管理方法など追記。



2 関連する基準改定の経緯

鋼コンクリート合成床版 設計・施工の手引き

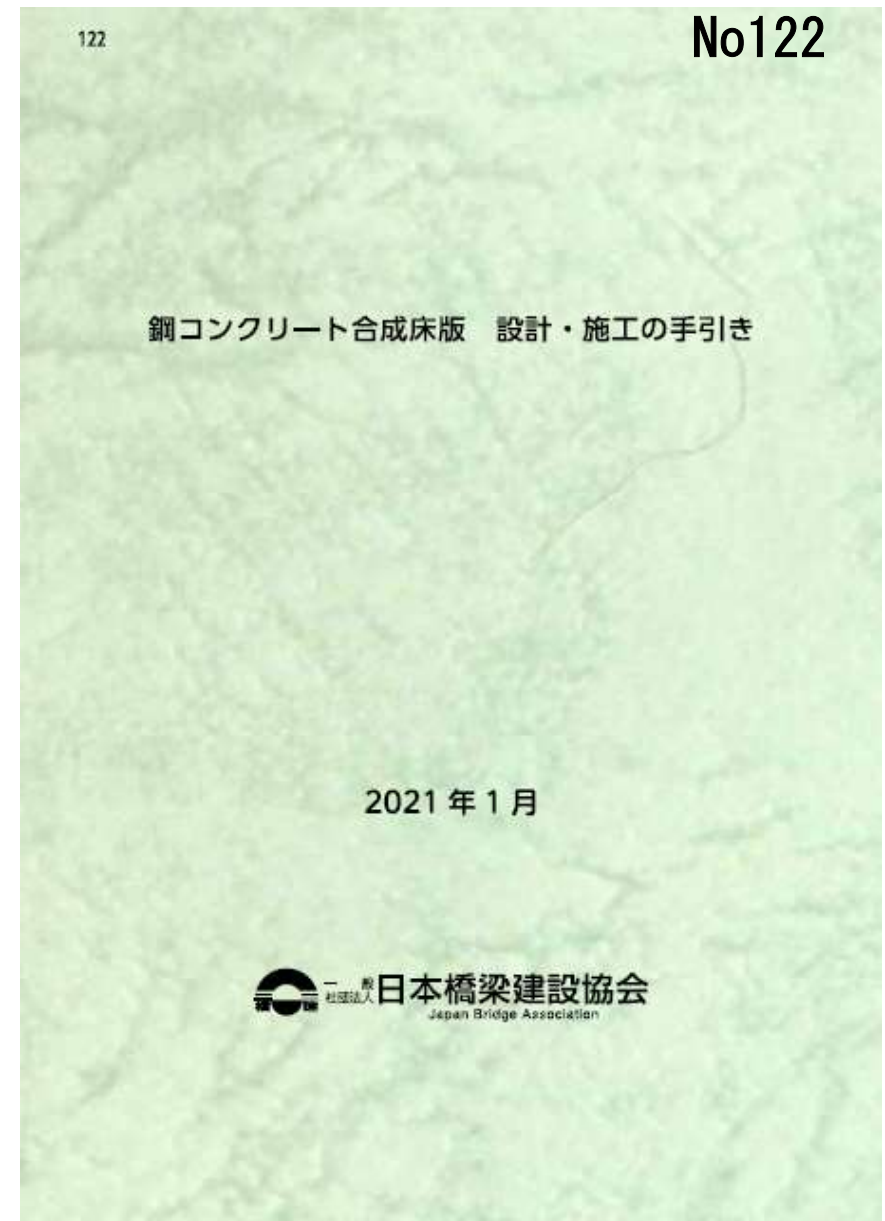
・平成29年の道路橋示方書改定で、鋼コンクリート合成床版の設計で求められる要求性能が明記。



・許容応力度設計法から部分係数設計法に変更。本手引きにて設計・施工の大幅な改訂に対応。

・道示に対応した計算例を示し、設計の流れが理解しやすい手引き。

基準図書	H29道示	R2設計便覧	R2施工便覧	R2コン設便覧
適用	○	○		



2 関連する基準改定の経緯

鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料(改訂 第2版)

・「鋼コンクリート合成床版設計・施工指針(案)」(JSCE:2016)で維持管理の指針。施工実績から、合成床版が定期点検の対象。本計画資料の見直し。



・協会の会員である合成床版メーカー各社の研究成果、施工、点検から得られた知見を基に、合成床版の維持管理に対する考え方をまとめた。

基準図書	H29道示	R2設計便覧	R2施工便覧	R2コン設便覧	H31点検要領
適用	○				○



2 関連する基準改定の経緯

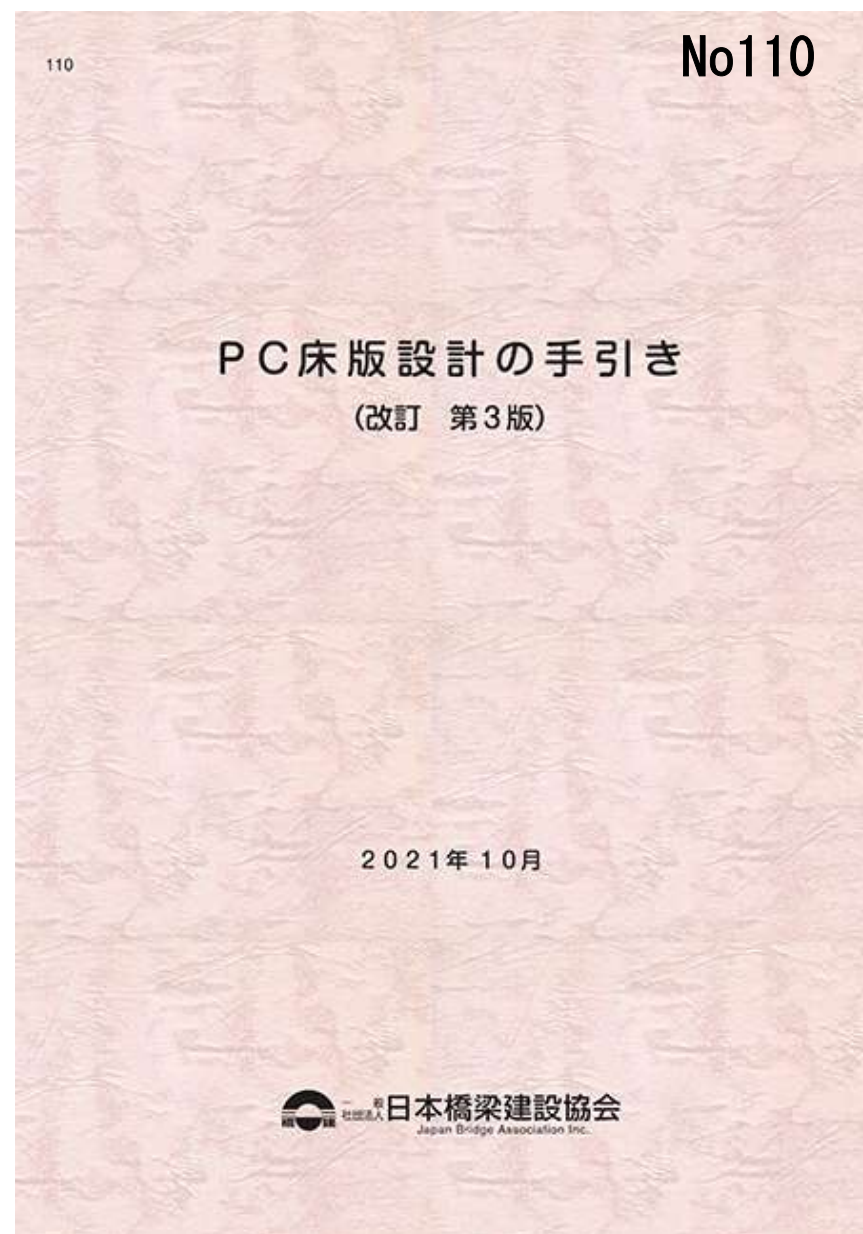
PC床版設計の手引き（改訂第3版）

平成29年の道路橋示方書などの改定にて、鋼橋に適用される場所打ちPC床版を中心に見直し。



- ・ H29道示に対応した作用・荷重係数・応力制限値を適用。
- ・ 耐荷性能・耐久性能の照査
- ・ 場所打ちPC床版の設計計算例を追加。過去の知見も資料に残す。

基準図書	H29道示	R2設計便覧	R2施工便覧	R2コン設便覧
適用	○	○		○



2 関連する基準改定の経緯

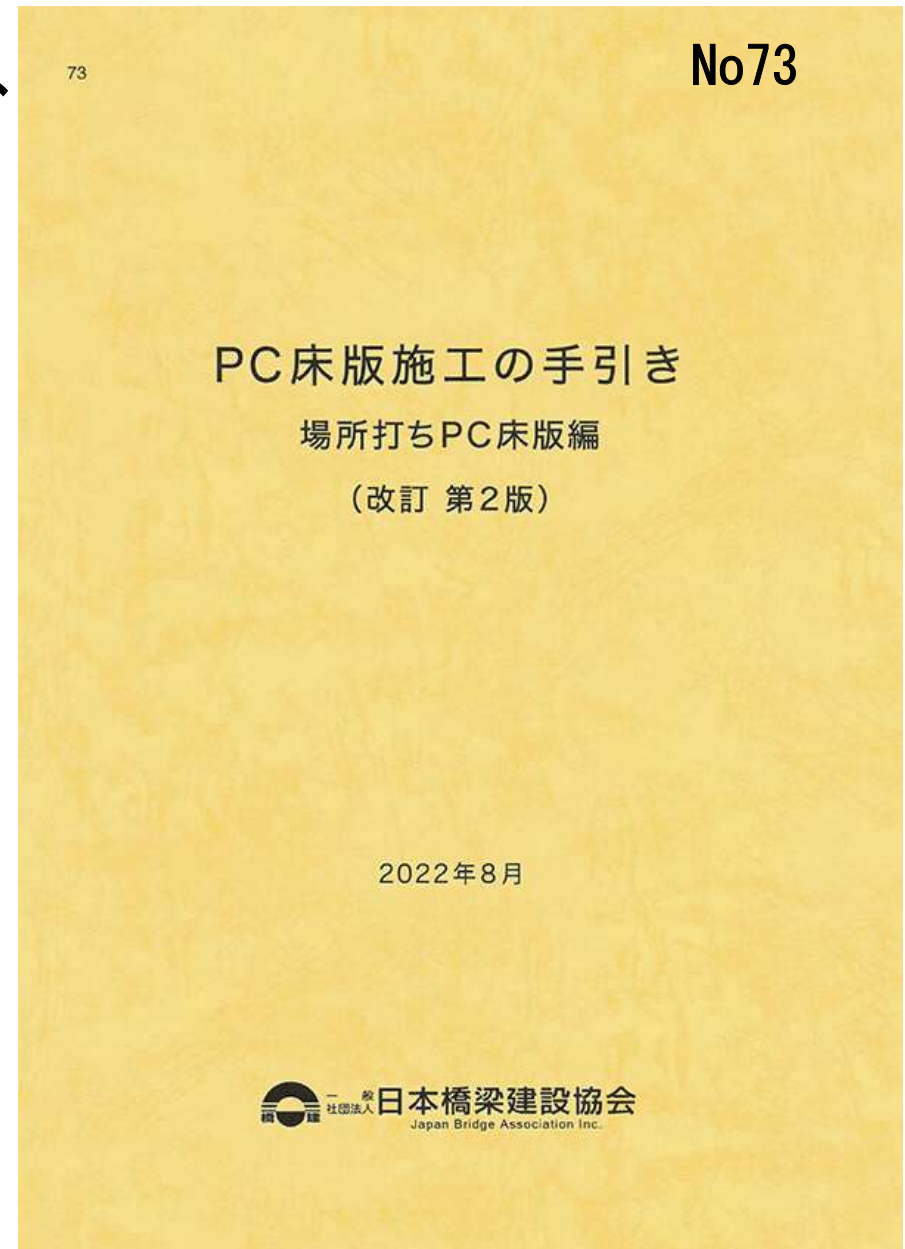
PC床版施工の手引き 場所打ちPC床版編（改訂第2版）

H29道示（Ⅱ編、Ⅲ編）改定、H27年、施工便覧などが改訂。鋼橋の場所打ちPC床版の施工法を中心に手引きを見直し。



- ・ **施工実績からの知見追加。**
- ・ 固定式支保工工法を主体に**PC床版の品質確保や耐久性向上の留意点。**
- ・ 施工法の詳細解説、固定式支保工の計算、PC緊張管理等記載の充実。

基準 図書	H29 道示	R2 設計 便覧	R2 施工 便覧	R2 コン設 便覧
適用	○		○	○



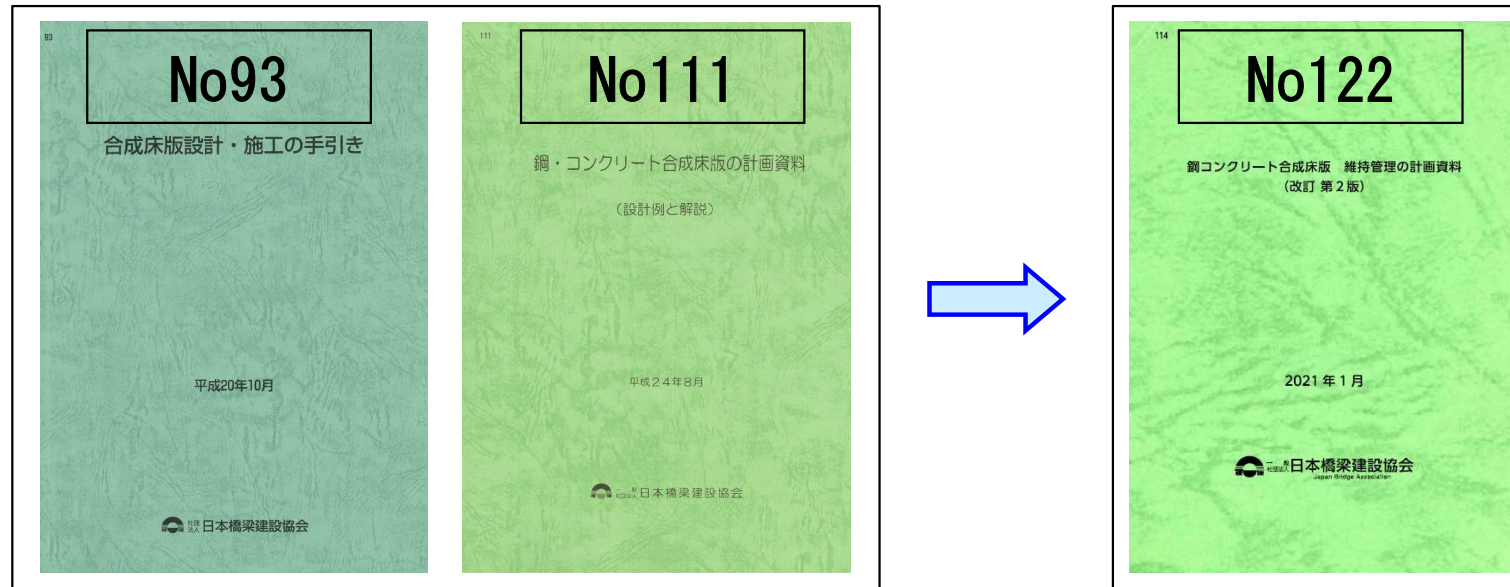
3. 鋼コンクリート合成床版 設計・施工の手引き

4. 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料 (改訂 第2版)

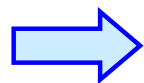
3 鋼コンクリート合成床版 設計・施工の手引き

3.1 発刊・改訂の経緯

No122 鋼コンクリート合成床版 設計・施工の手引き 2021年1月発行



- 道路橋示方書・同解説が2017年（平成29年）11月に改定され、鋼コンクリート合成床版の設計で求められる要求性能が明記された。
- 示方書改定では許容応力度設計法から部分係数設計法へと大きく設計体系が変わった。



2冊の手引きを1冊の手引きに纏め、大幅な改訂を実施した。
・設計は改定された道路橋示方書に準拠、設計計算例を示した。
・施工は準拠基準類の見直し、記載内容の充実を図った。

3.2 目次

第1章	総則	}	第2章～第5章 主に設計に関する内容 平成29年11月改定の 道示の記載に準拠 した構成とした。
第2章	作用		
第3章	使用材料		
第4章	材料の特性値		
第5章	設計		
第6章	鋼板パネルの工場製作	}	第6章～第9章 主に施工に関する内容 準拠基準類の見直し 記載内容の充実を図った。
第7章	コンクリートの品質および配合		
第8章	鋼板パネルの輸送		
第9章	合成床版の現場施工		
付録1	合成床版の設計計算例		平成29年11月改定の道示に対応した計算例を示した。
付録2	構造概要（橋建協標準合成床版）		
付録3	ずれ止め形式毎の水平せん断力の制限値		
付録4	施工時把握チェックシート（合成床版編）		
	コンクリート打込み時の施工状況把握チェックシート		

第1章 総則

1.8 合成床版の性能表示

7頁

合成床版本体に合成床版の性能表示をする場合は、工事名、竣工年月日、発注者、施工業者、主要材料（種類・規格など）、コンクリート設計基準強度、製品名、製作会社などを記載するものとする。

- ・ 性能表示を行う場合の記載内容について参考として記述
将来の維持管理で必要となる情報を記載するのが良い。
- ・ 表示箇所は検査路などから容易に確認できるところが良い。

第2章 作用

2.2 作用の組合せおよび荷重係数

9頁

作用の組合せに対する荷重組合せ係数および荷重係数

作用の組合せ		荷重組合せ係数 γ_p と荷重係数 γ_q									
		D		L		TH		WS		EQ	
		γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q	γ_p	γ_q
①	D	1.00	1.05								
②	D+L	1.00	1.05	1.00	1.25						
③	D+TH	1.00	1.05			1.00	1.00				
④	D+TH+WS	1.00	1.05			0.75	1.00	0.75	1.25		
⑤	D+L+TH	1.00	1.05	0.95	1.25	0.75	1.00				
⑥	D+L+WS	1.00	1.05	0.95	1.25			0.50	1.25		
⑦	D+L+TH+WS	1.00	1.05	0.95	1.25	0.50	1.00	0.50	1.25		
⑧	D+WS	1.00	1.05					1.00	1.25		
⑨	D+TH+EQ	1.00	1.05			0.50	1.00			0.50	1.00
⑩	D+EQ	1.00	1.05							1.00	1.00

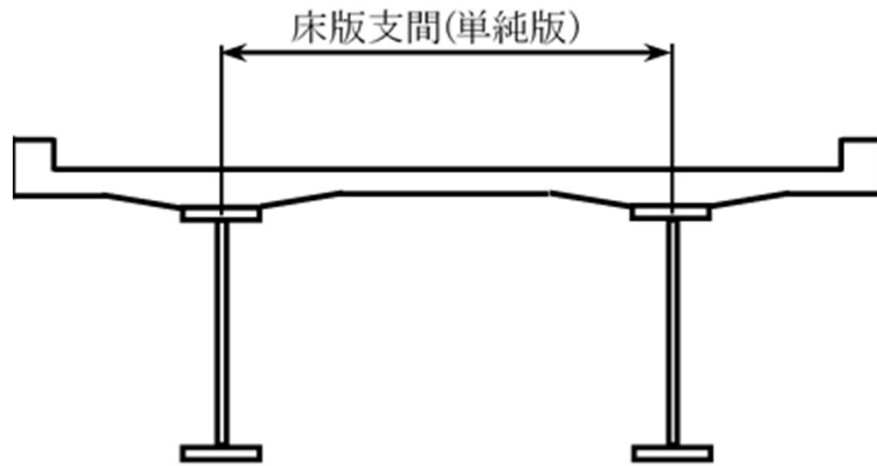
⇒平成29年11月改定の示方書に準拠
合成床版の設計における作用の組合せの例を記載

第5章 設計

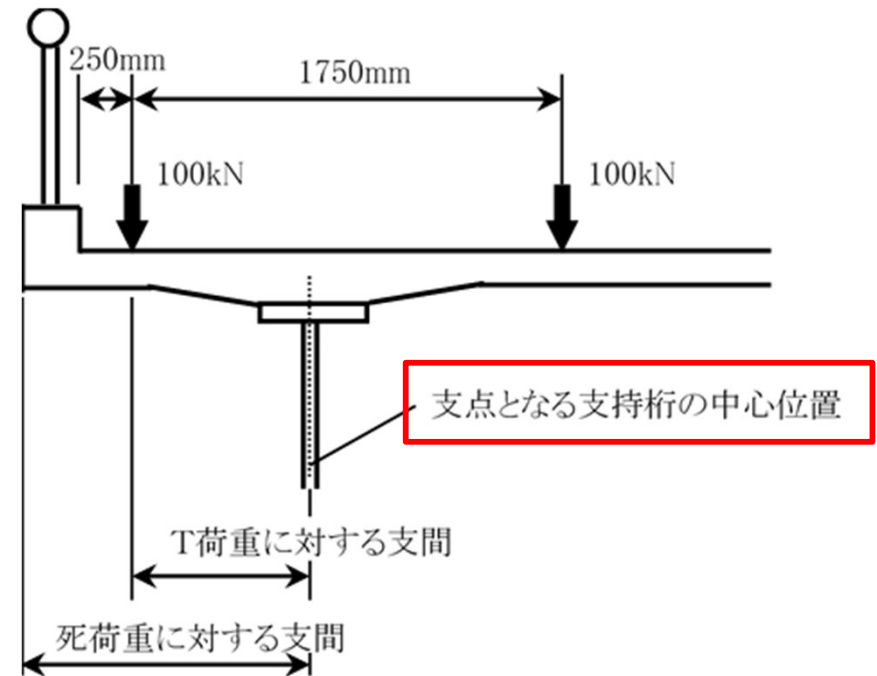
- 5.1 適用の範囲
- 5.2 設計一般
- 5.3 床版の支間
- 5.4 床版の最小全厚
- 5.5 底鋼板の最小板厚
- 5.6 設計断面力
- 5.7 主桁作用による応力度の重ね合わせ
- 5.8 継手
- 5.9 ずれ止め
- 5.10 耐久性能の照査
- 5.11 耐荷性能の照査
- 5.12 その他の性能の照査
- 5.13 横荷重の照査
- 5.14 構造細目
- 5.15 合成桁への適用に対する留意点
- 5.16 疲労設計
- 5.17 防せい防食法の選定

平成29年11月改定の道示に対応
部分係数設計法の設計体系へ大幅な改訂を実施

5.3 床版の支間



単純版の床版支間



片持版の床版支間

片持版の床版支間を支点となる支持桁の中心位置とした

平成29年11月改定の道示に準拠

片持版の支間は、これまでRC床版における規定に順じ、支点となる支持桁のフランジ突出幅の1/2からとしていたが、[道示Ⅱ]11.2.2(4)が規定されたためこれによることとした。

5.4 床版の最小全厚

14頁

合成床版の単純版または連続版のコンクリートと底鋼板を加えた床版全厚さは、式 (5.4.1) の値、かつ160mm以上とすることを原則とする。

$$hc = 25L + 110 \quad (5.4.1)$$

ここに、

hc : 床版の最小厚さ (mm)

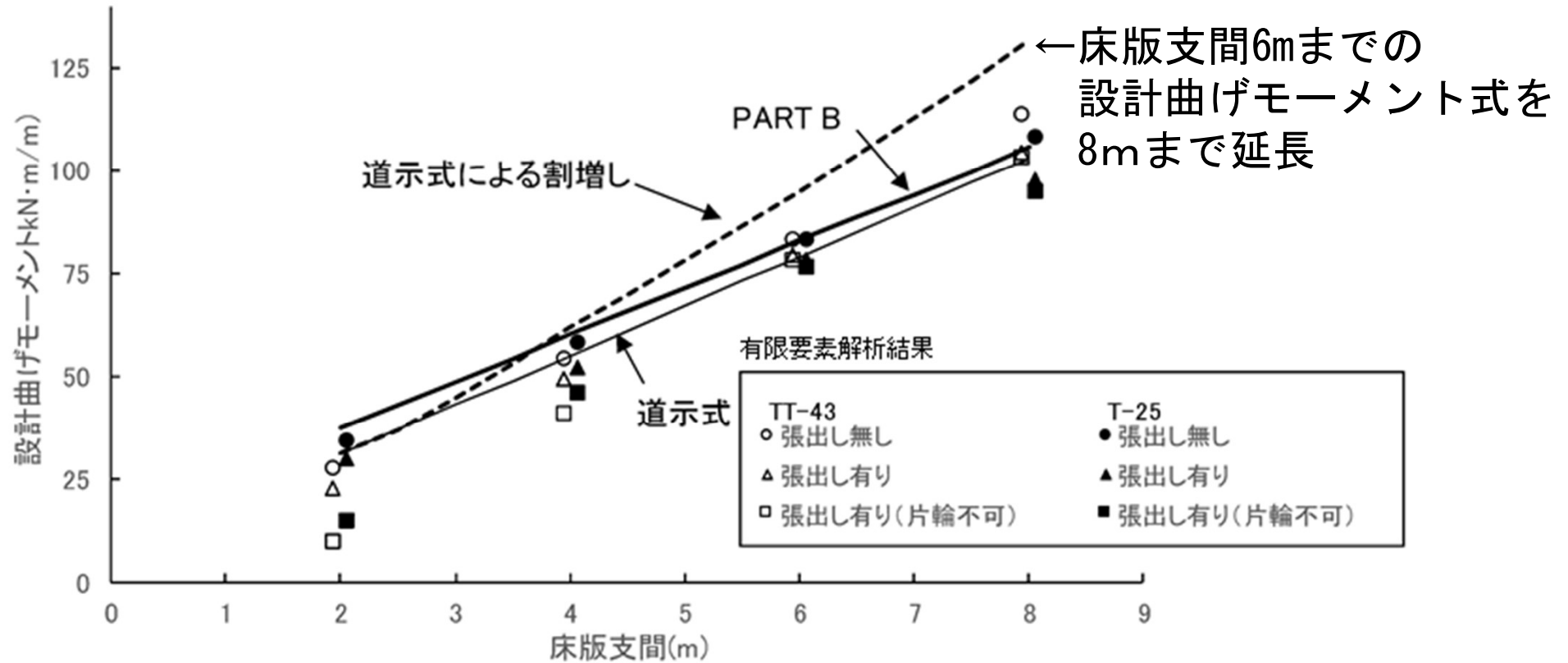
コンクリート厚+底鋼板厚で小数第1位を四捨五入し
第1位まで求めた値をcm単位で切り上げる。

L : 5.3で求めた床版支間 (m)

- ・ [道示Ⅱ]11.5(6)では、最小全厚は小数第1位を四捨五入し、第1位まで求めた値としている。
- ・ 本手引きでは施工管理の便などを考慮し、計算により求めた値をcm単位で切り上げるものとした。

5.6 設計断面力

5.6.2 T荷重による設計曲げモーメント



合成床版の設計曲げモーメント

- ・ 適用支間を6mから8mに拡大した。
- ・ 適用支間が8mを超える場合は有限要素法解析や試験など適切な評価方法に基づいて設計曲げモーメントを算出する。

5.6 設計断面力

5.6.3 ずれ止めの設計に用いる水平せん断力

ずれ止めの設計に用いる水平せん断力は、合成床版のずれ止め構造に合わせて算出する。

版に作用するせん断力

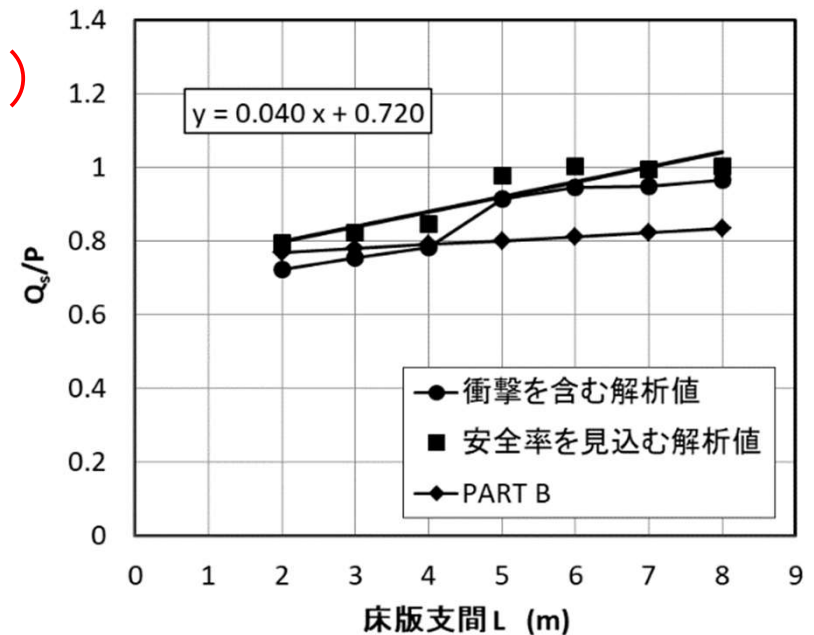
$$Q_s = k(0.040L + 0.720) P \dots \text{解(5.6.1)}$$

k : 十分剛なずれ止め (1.0)

頭付きスタッド (適切に設定※)

※頭付きスタッドの分担率について

東山浩士, 大久保宣人, 春日井俊博,
久保圭吾: 道路橋鋼コンクリート合成
床版のずれ止めに作用する水平せん断
力に関する解析的検討, 鋼構造論文集,
第27巻第105号, pp. 99-104, 2020. 3.



版に作用するせん断力

5.10 耐久性能の照査

22頁

5.10.2 疲労の照査

疲労に対する床版の曲げモーメント (M_d)

$$M_d = M_{TL} + M_{DL}$$

M_{TL} : T荷重による設計曲げモーメント

M_{DL} : 死荷重による設計曲げモーメント

【照査】 荷重係数を考慮しない荷重条件にて応力度照査を行う。

$$\sigma_{TL} + \sigma_{DL} \leq \sigma_{yd}$$

σ_{TL} : T荷重による曲げ応力度

σ_{DL} : 死荷重（合成前＋合成後）による曲げ応力度

σ_{yd} : 応力度の制限値

⇒これまでの道示と同様の照査方法

5.11 耐荷性能の照査

24頁

5.11.2 限界状態 1 の照査

限界状態 1 : 部材全体が弾性挙動する限界の状態

【合成床版の限界状態 1 (合成後)】

- ①コンクリートの圧縮応力度が σ_{ck} の2/3に達するか
- ②底鋼板 (正曲げの場合) または引張鉄筋 (負曲げの場合) が降伏応力度に達するときの状態

【照査方法】荷重係数を考慮した荷重条件にて耐力照査を行う。

Md (設計曲げモーメント)

$\leq Myd$ (降伏曲げモーメントの制限値)

$Myd = \xi_1 \cdot \phi_y \cdot Myc$ (降伏曲げモーメントの特性値)

$= 0.90 \times 0.85 \cdot Myc$

※その他、ずれ止めに生じる水平せん断力の照査を行う。

(詳細は「設計・施工の手引き」を参照)

5.11 耐荷性能の照査

28頁

5.11.3 限界状態3の照査

限界状態3：作用に対して抵抗力を発揮できなくなる限界の状態

【合成床版の限界状態3（合成後）】

- ①コンクリートの圧縮ひずみが終局ひずみ（0.0035）に達するか
- ②鋼部材（底鋼板、引張鉄筋）のひずみが降伏ひずみに達するときの状態

【照査方法】荷重係数を考慮した荷重条件にて耐力照査を行う。

Md （設計曲げモーメント）

$\leq M_{ud}$ （部材破壊に対する曲げモーメントの制限値）

$M_{ud} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_u \cdot M_{uc}$

$= 0.90 \times 0.90 \times 0.80 \cdot M_{uc}$ （破壊抵抗曲げモーメントの特性値）

※その他、合成前の断面に対して鋼板パネル断面の照査を行う。

（詳細は「設計・施工の手引き」を参照）

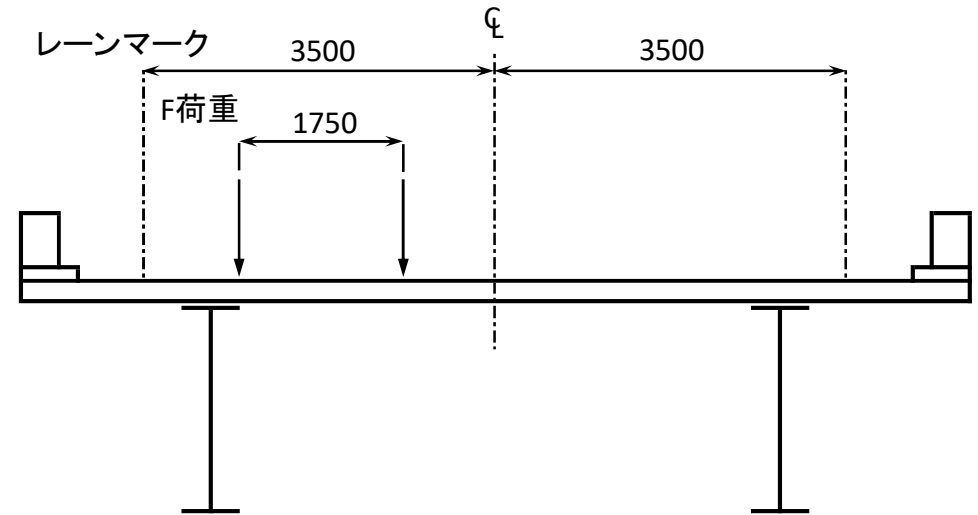
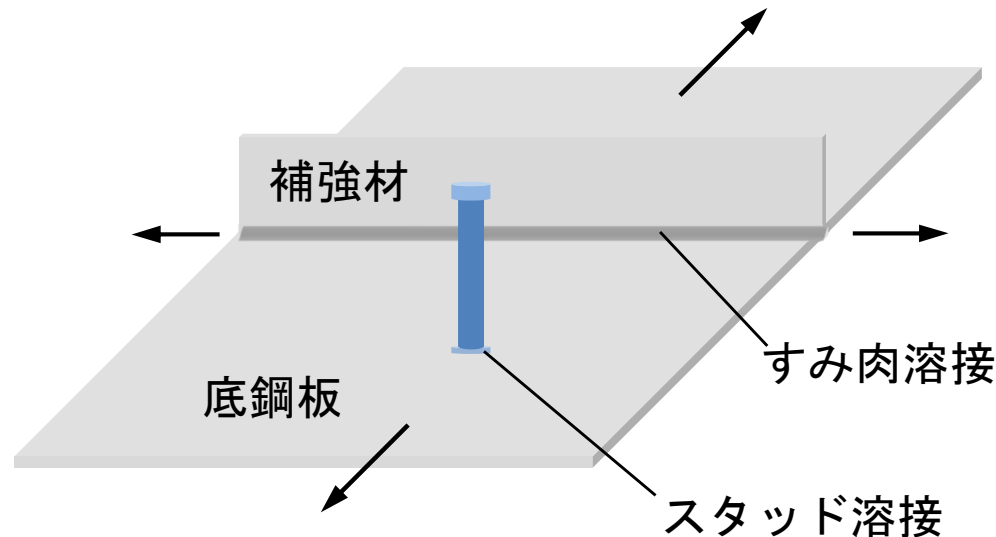
5.16 疲労設計

45頁

合成床版の疲労破壊に対する照査方法について新たに記載

5.16.2 合成床版の鋼材継手部の疲労照査

[道示Ⅱ]に規定される疲労設計荷重（F荷重）を用いた照査方法について記載

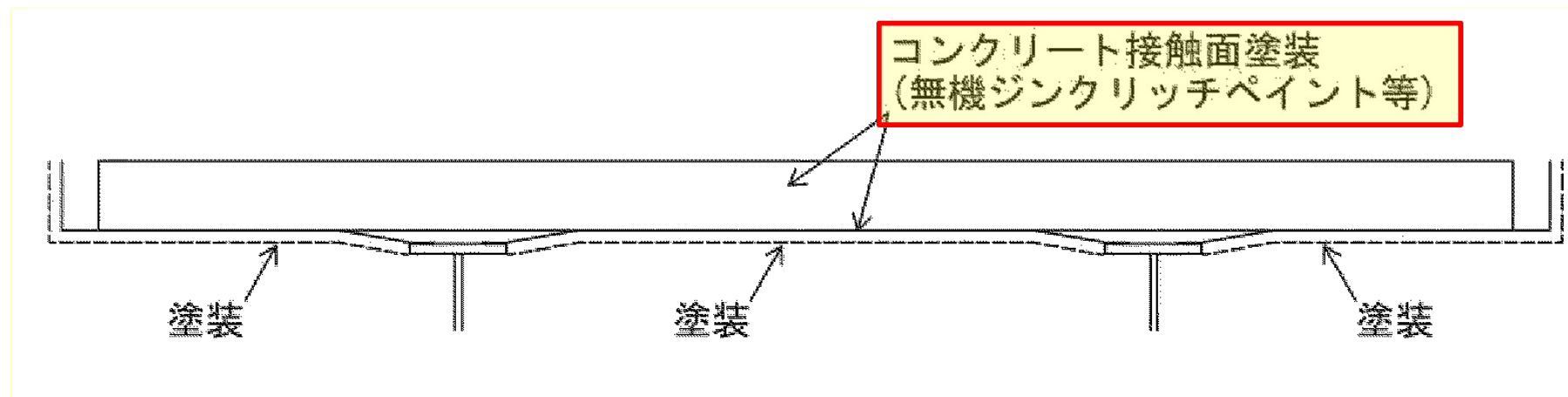


疲労照査の対象となる鋼材継手部の例

F荷重の載荷例
(各車線の中央に載荷)

6.5 防せい防食

⇒コンクリート接触面については、鋼板パネルの据え付けから打込みまでの期間に応じた防せい防食の必要性を記載



- ・コンクリート施工前の鋼板パネルからの錆汁滴下
- ・塩分を含んだ水が浸入の場合や剥離が生じた場合に配慮

7.2 コンクリートの配合

⇒コンクリート打込み作業の生産性向上を目的として、
荷下ろし時の目標スランプの標準を
「8 cm」 → 「12 cm」とした。

表-解 7.2.2 コンクリートの要求品質

圧縮強度 (N/mm ²)	スランプ ^{注)} (cm)	空気量 (%)	塩化物 イオン量 (kg/m ³)
設計基準強度 30以上	12	4.5	0.3以下

注) 荷卸し時の目標スランプ

- ・「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」
平成29年4月/国土交通省通達による

9.3.2 コンクリートの打込み

⇒あらかじめ打込みの順序を適切に計画する必要がある

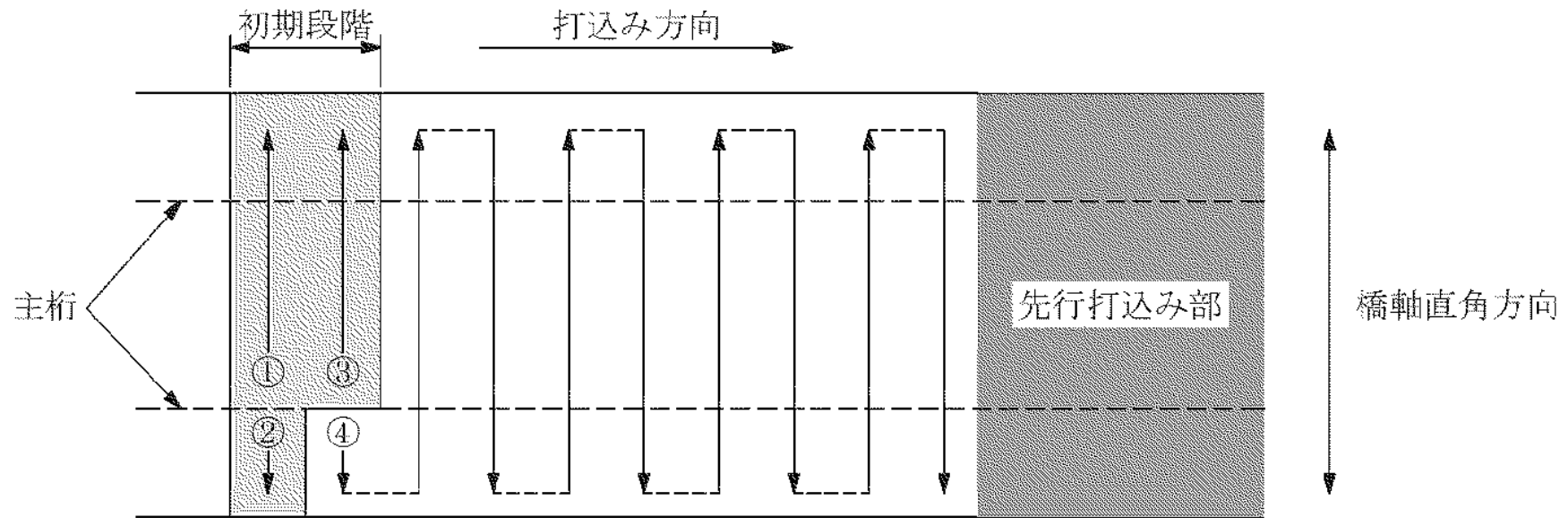


図-解 9.3.1 打込み順序 (例)

橋軸直角方向の打込み順序にも配慮が必要

3 鋼コンクリート合成床版 設計・施工の手引き

付録4 施工状況把握チェックシート

173頁

⇒施工状況把握チェックシート（合成床版編）を例示
 ・準備 ・運搬 ・打込み ・締固め ・養生
 について、施工上の基本事項を列記した

施工段階	チェック項目	記述	確認
準備	定規用鉄筋は計画のとおり配置されているか。	—	
	鋼板パネルの鋼桁への固定に問題が無いかな。	—	
	鋼板パネルの継目（底鋼板、側鋼板部）、鋼板パネルと鋼桁との接合部に隙間がないか（止水パッキン、コーキングの確認）	—	
	壁高欄または地覆の鉄筋に床版仕上がり高さがマーキングされているか。	—	
	施工順序（範囲）、打込み間隔（施工日）が計画のとおりか。	—	
	打込み方向に問題は無いかな（補強リブが形鋼タイプの場合）。		
	床版同士の鉛直打継目が、鋼板パネルの補剛材及び現場継手から離れた位置に計画されているか。		
	桁端張出部の底鋼板はコンクリート打込み時に変形しないよう対策がとられているか。		
	鋼板パネルおよび鋼材にさびや変状が無いかな。		
	コンクリートポンプ車の整備（車検証）および点検（定期検査記録）は適正か。	—	
	使用する材料は膨張コンクリートとしているか。		
	予備の内部振動機の準備、発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。	使用台数 予備台数	
	圧送配管の配置、暑中または寒中養生、支持方法は計画のとおりか。	—	
	かぶり内に結束線がないことを確認したか。（チェックシート運用者が監理技術者にも確認）	—	
鋼板パネルの夏期の異常高温、冬期の異常低温に対して対策がとられているか。	—		

3. 鋼コンクリート合成床版
設計・施工の手引き

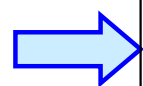
4. 鋼コンクリート合成床版
維持管理の計画資料 (改訂 第2版)

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.1 発刊・改訂の経緯

平成19年3月「鋼・コンクリート合成床版 維持管理の計画資料」発刊

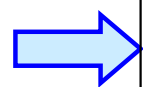
- 合成床版は、高耐久化や合理化が可能なことから、各機関で広く採用されるようになった。
- 合成床版の優れた疲労耐久性を保証する上で、維持管理体系を明確にすることが必要。



研究開発や施工によって得られた知見を基に、合成床版に対する維持管理の考え方をまとめた。

2021年1月「鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料」改訂

- 平成26年に公布された「定期点検に関する省令・告示」により5年に1回の近接目視による点検を実施することが基本となった。
- これまでに施工された合成床版に対して、近接目視による点検が実施され、点検結果が蓄積されてきた。



平成19年に発刊した第1版に、継続的な研究結果や点検結果によって得られた知見を追加し、より具体的な維持管理方法を明示した。

4.2 主な改訂内容

- (1) 道路橋示方書・同解説（H29.11）への対応
 - ・ 要求性能の見直し等
- (2) 橋梁定期点検要領（H31.3）への対応
 - ・ 点検フロー、判定区分の見直し等
- (3) 考慮すべき劣化機構の見直し
 - ・ 鋼材の遅れ破壊、コンクリートの化学的浸食を削除
- (4) 底鋼板（コンクリート接触面）の防せい防食方法の見直し
 - ・ 溶融亜鉛めっき、ポリマーセメント系材料による内面塗装を削除
 - ・ 無機ジンクリッチペイント（30 μ m、75 μ m）を追加
- (5) 補修方法例の追加
 - ・ 合成床版の部位別に損傷程度に応じた補修方法を例示
- (6) 「鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）」の追加
 - ・ 合成床版を対象とした点検マニュアルの追加
 - ・ 各製品の構造の特徴と点検の要領の追加
- (7) 非破壊検査適用事例の見直し
 - ・ 最新の非破壊検査方法を追加

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

4.3.1 合成床版を対象とした点検マニュアル

本マニュアルは、道路橋定期点検要領（平成31年3月）を補完するものであり、鋼コンクリート合成床版の点検に関する部分のみを範囲としている。

【目次】

1. 適用の範囲
2. 定期点検の目的
3. 定期点検の頻度
4. 定期点検計画（4.2 点検の項目および方法）
5. 損傷状況の把握（5.2 損傷程度の評価）
6. 対策区分の判定（6.1 判定区分）
7. 健全性の診断
8. 定期点検結果の記録

付録

（付録1）点検調書の書式例

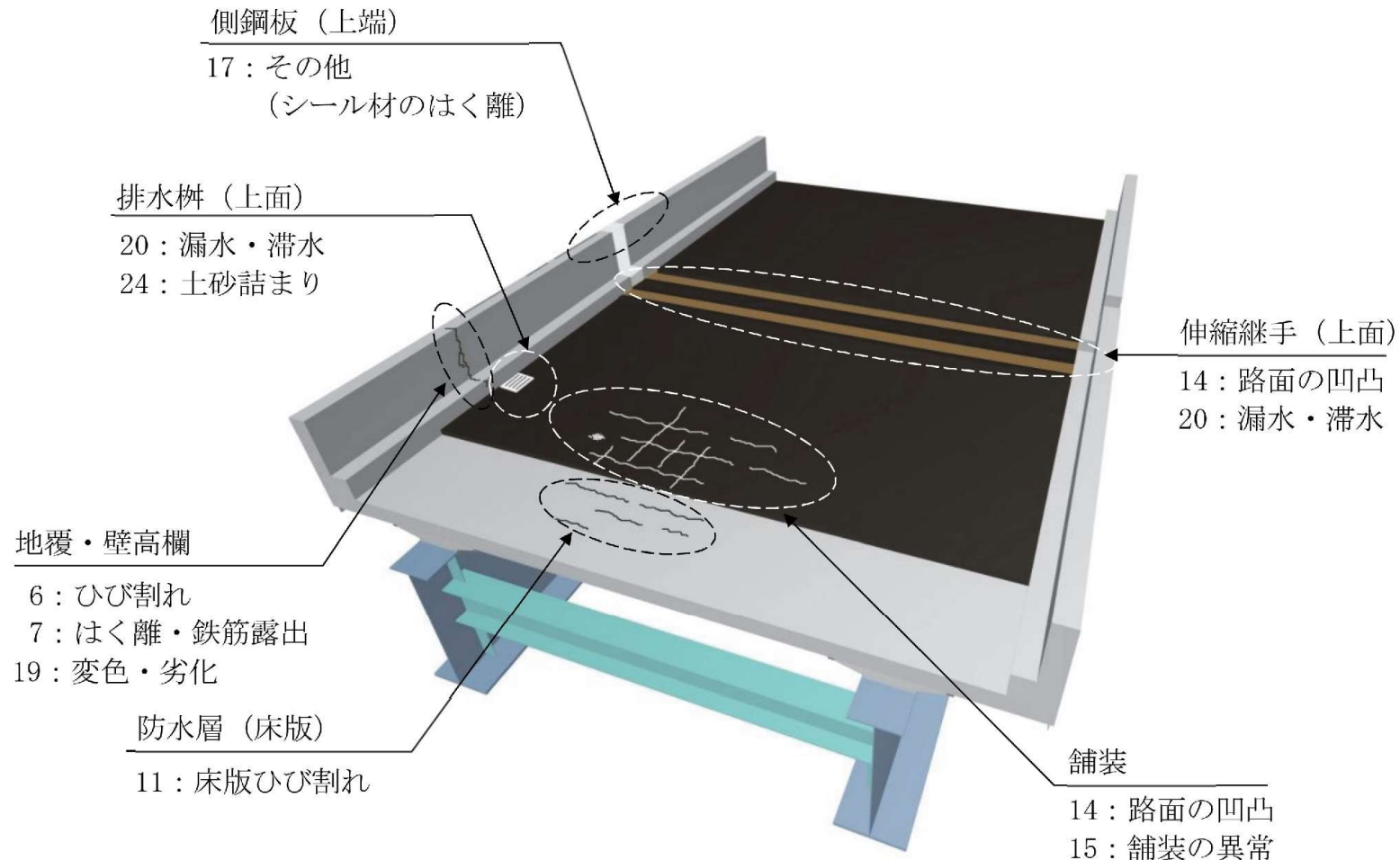
（付録2）参考資料 **各製品の構造の特徴と点検の要領**

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-9頁

(1) 4.2 点検の項目および方法

合成床版の主な損傷の種類と着目箇所を明示



(a) 床版上面側

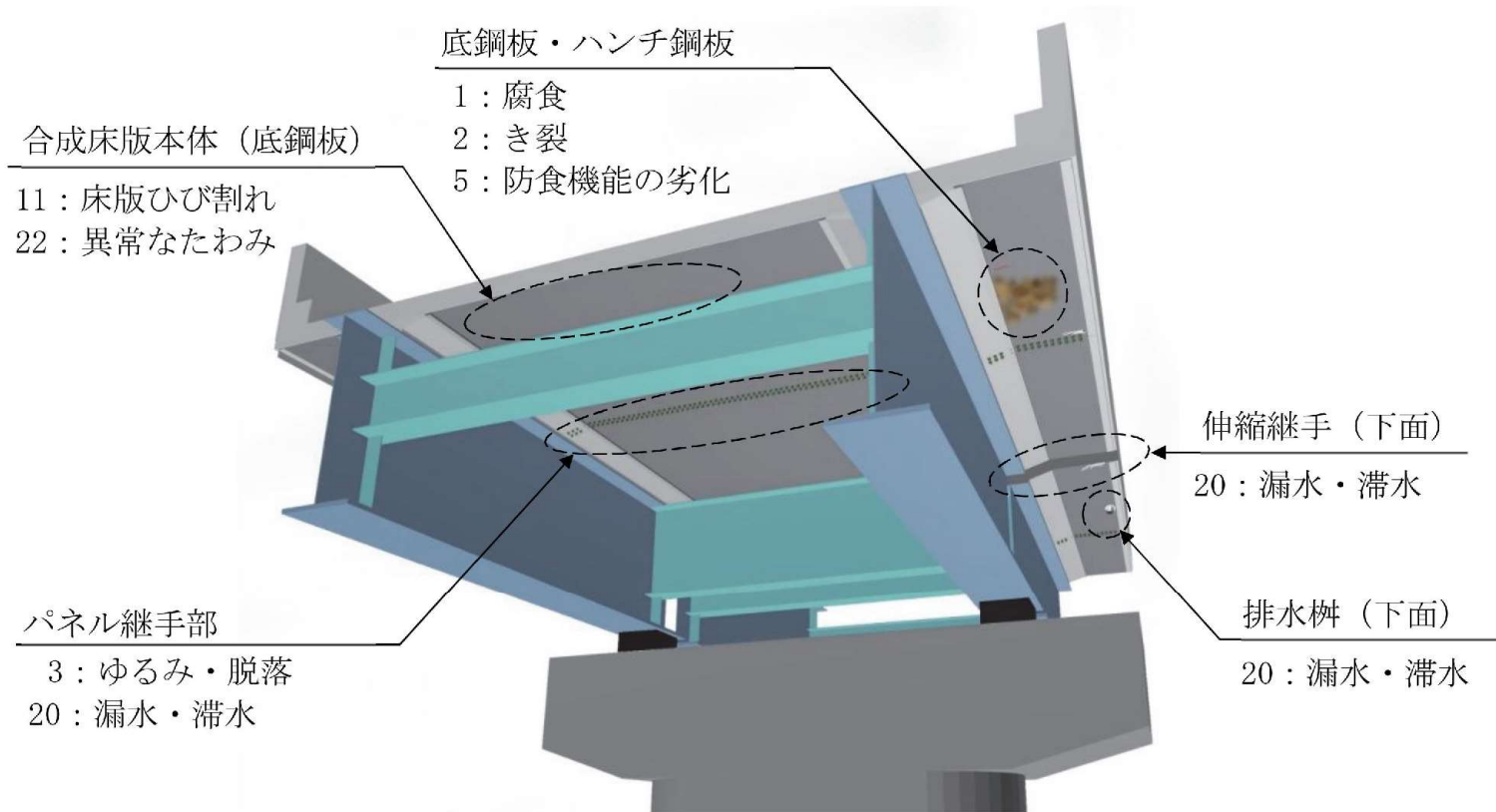
4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-9頁

(1) 4.2 点検の項目および方法

合成床版の主な損傷の種類と着目箇所を明示



(b) 床版下面側

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

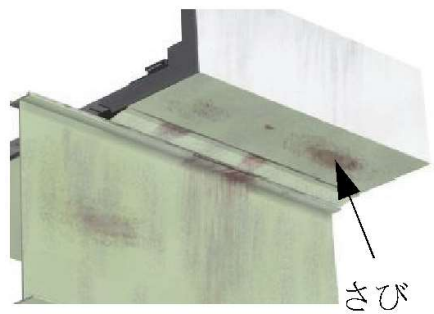
4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-20頁

(2) 5.2 損傷程度の評価

合成床版の着目箇所および損傷の種類別に評価区分を設定

表解-5.2.1 腐食の評価区分

着目箇所	区分	損傷の深さ	損傷の面積
底鋼板下面  底鋼板上面 （詳細調査 の場合）	a	損傷なし	損傷なし
	b	小	小
	c	小	大
	d	大	小
	e	大	大
【備考】 損傷の深さ (大)：鋼材表面に著しい膨張が生じている、または明らかな板厚減少が視認できる (小)：錆は表面的であり、著しい板厚減少は視認できない 損傷の面積 (大)：着目部分の全体に錆が生じている、または着目部分に拡がりのある発錆が複数ある。 (小)：損傷箇所の面積が小さく局部的である。			

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-51頁

(3) 6.1 判定区分

評価区分（損傷程度）と対策区分（判定区分）の対応を例示

表解-6. 1. 1 鋼コンクリート合成床版の損傷度評価と対策区分の対応の目安

対象部材	材料	番号	損傷の種類	対策区分									
				A	B	C 1	C 2	E 1	E 2	M	S 1	S 2	
				損傷なし	状況に応じて補修	速やかに補修		緊急対応		維持工事で対応	調査		
予防保全	構造安全	構造安全	第三者被害			詳細	追跡						
鋼	鋼	(1)	腐食	a	b	c		d, e					
		(2)	き裂	a		c		e					
		(3)	ゆるみ・脱落	a				e			e		
		(4)	破断	a				c	c		c		
		(5)	防食機能の劣化	塗装	a		d, e						c
				めっき、金属溶射	a		c						c
				耐候性鋼材	a, b		d	e					c
		鋼コン	コン	(8)	漏水・遊離石灰	a					c		d, c
(9)	比が落ち												

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-69頁

本資料に掲載された製品

No.	製品名	製造会社名
1	SCデッキ	川田工業株式会社
2	パワースラブ	株式会社横河ブリッジ
3	QS Slab	宮地エンジニアリング株式会社
4	チャンネルビーム合成床版	株式会社IHIインフラシステム
5	ADS床版	日本ファブテック株式会社
6	リバーデッキ	JFEエンジニアリング株式会社
7	TRC床版	株式会社横河NSエンジニアリング
8	MESLAB	三井住友建設鉄構エンジニアリング株式会社
9	パイプスラブ	株式会社駒井ハルテック、 日本ファブテック株式会社、 株式会社IHIインフラシステム
10	ダイヤスラブ	エム・エムブリッジ株式会社
11	HITスラブ	日立造船株式会社
12	KT-スラブ	株式会社巴コーポレーション
13	NSスラブ	日鉄エンジニアリング株式会社
14	Uリブ合成床版	JFEエンジニアリング株式会社

4 鋼コンクリート合成床版 維持管理の計画資料

4.3 鋼コンクリート合成床版点検マニュアル（案）

I-71頁

製品名	パワースラブ		製造会社名	株式会社横河ブリッジ	特許登録番号	特許第3579167号	NETIS登録番号	KT-030003-V (掲載期間終了)
基本諸元	底鋼板厚	底鋼板の補強材の種類	底鋼板の補強材の配置間隔		ずれ止めの種類		ずれ止めの配置間隔	
	6mm（注）8mm、9mmの実績あり	孔あきリブ	480～500mm（注）桁端部、曲線部、斜角部ではこれより間隔が狭くなることもある		孔あきリブ		孔あきリブ間隔は480～500mm、孔間隔は250mm	

構造の特徴

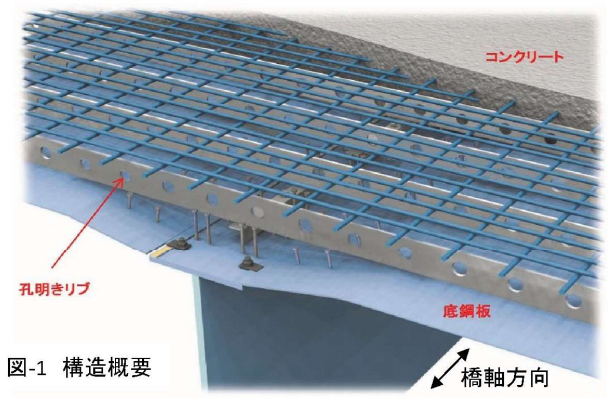


図-1 構造概要

- ・孔あきリブの中にコンクリートが充填されコンクリートと底鋼板とが合成される。
- ・コンクリートと底鋼板の付着は設計上期待していないので、剥離しても耐荷力には問題はない。
- ・ずれ止めの損傷は耐荷力の低下につながる。

孔の中にコンクリートが充填されることで"ずれ止め"として機能する。

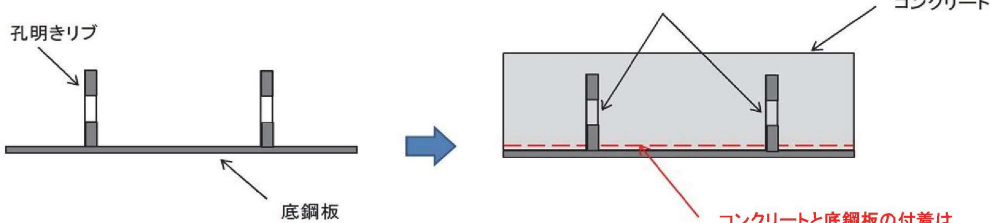
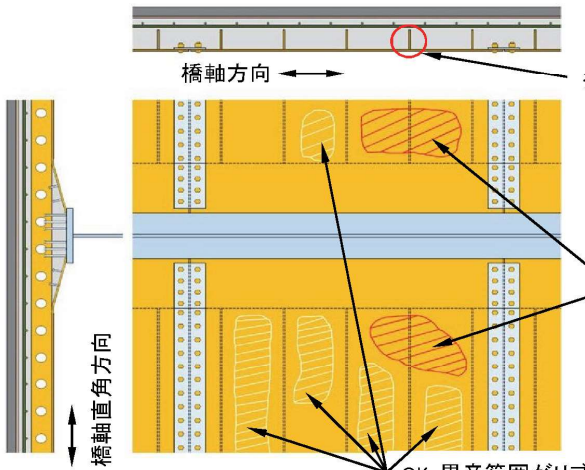


図-2 底鋼板とコンクリートとの合成方法

コンクリートと底鋼板の付着は設計上期待していない。

点検の要点

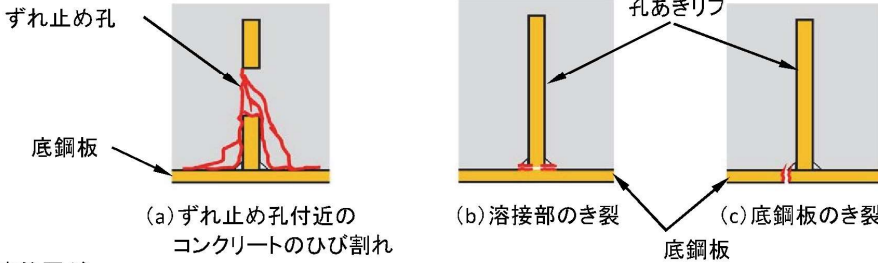
たたき検査による異音範囲の記録例



OK: 異音範囲がリブ間

NG: 異音範囲がリブをまたぐ

NG部分で想定される損傷の種類（注: 過去の実験結果等から推測される損傷を以下に例示する）



(a) ずれ止め孔付近のコンクリートのひび割れ

(b) 溶接部のき裂

(c) 底鋼板のき裂

点検の要点

- ・底鋼板とコンクリートとの合成作用が失われていないことを確認。
- ・ずれ止め付近の変状の有無を重点的に点検する。
- ・異音の範囲がリブ間に限られている場合は剥離と判断できる。
- ・異音の範囲がリブをまたぐ場合は、上記(a)～(c)の損傷が疑われるので、詳細調査により損傷の種類と範囲を特定する。

5. PC床版設計の手引き（改訂第3版）

6. PC床版施工の手引き

－場所打ちPC床版編－（改訂第2版）

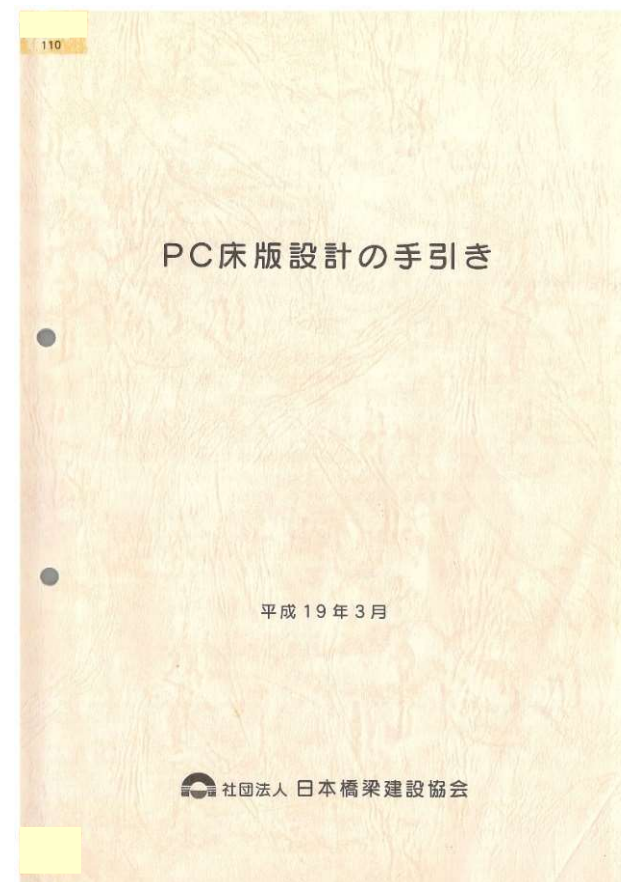
5 PC床版設計の手引き

5.1 PC床版設計の手引き

初版、改訂第2版 の発刊

1990年代から始まった鋼橋の**少数主桁**化により，主桁間隔6m程度に対応できる**長支間床版**が必要となった。

PC鋼材を用いて床版支間方向にプレストレス（**圧縮応力**）を導入する**プレストレスコンクリート床版（PC床版）**が開発され，NEXCO（旧名称：日本道路公団）を中心に採用された。



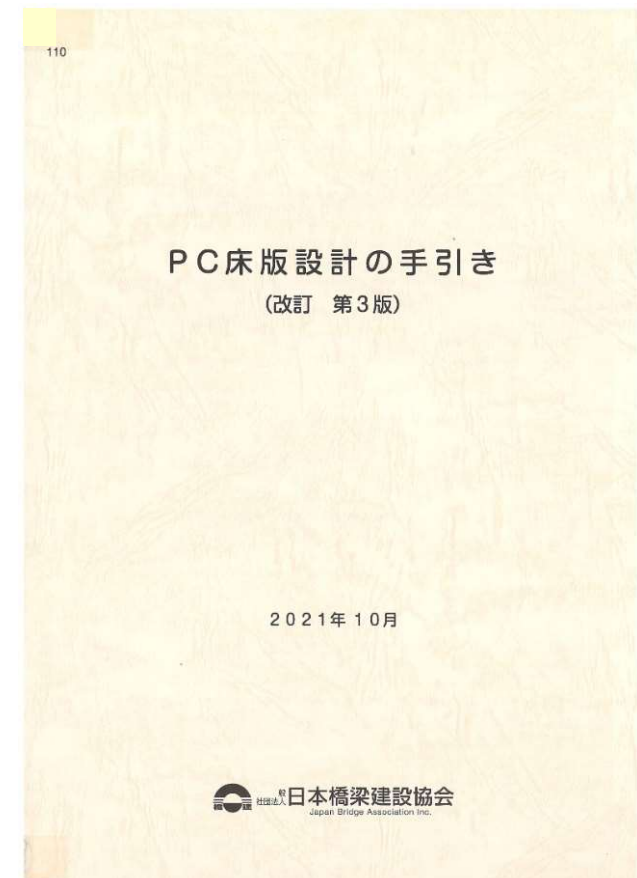
「PC床版設計の手引き」（平成19年）を発刊。

「PC床版設計の手引き 改訂 第2版」（平成24年）を発刊。

改訂 第3版 の発刊

平成29年の道路橋示方書の改定，令和2年の各道路橋設計便覧の改定により「**PC床版設計の手引き 改訂 第3版**」(2021年)を発刊した．主な改訂内容を以下に示す．

- ① 平成29年道路橋示方書の改定に対応した設計と解説
- ② 同示方書に対応した場所打ちPC床版の設計計算例
- ③ 前手引きに記載された研究成果、課題とその対処方法の整理



①平成29年道路橋示方書の改定に対応した設計と解説

■応力度の制限値の算定

道路橋示方書では**コンクリート設計基準強度 σ_{ck} が 30N/mm^2** を超えるコンクリートに対する**制限値**が規定されていない。そのため本テキスト第5章, 第6章では従来の道路橋示方書の考えに倣い, 制限値(テキスト内の参考値のため**設定値**と呼ぶ)を算出し, その考え方をわかりやすく解説に記載した。

表-解 5.4.1 コンクリートの曲げ圧縮応力度の設定値の例 (N/mm^2)

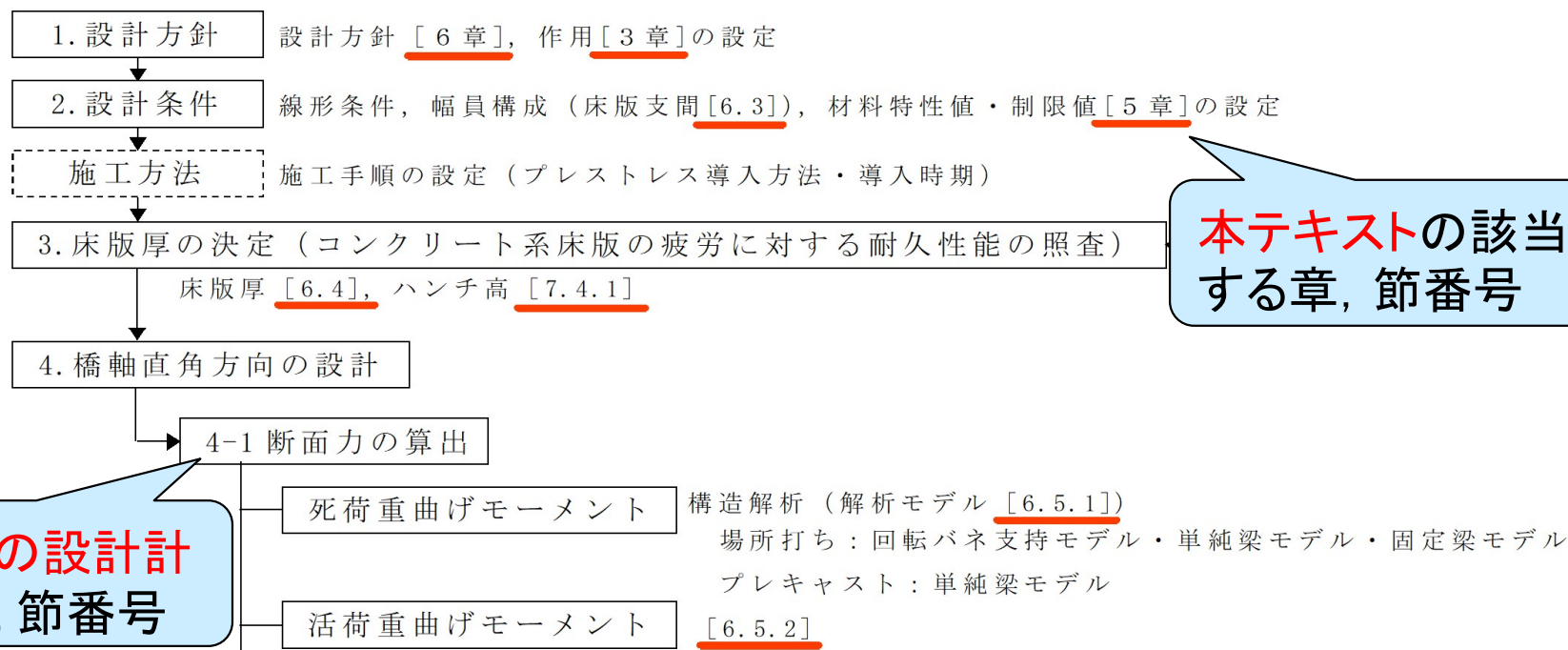
コンクリートの設計基準強度 曲げ圧縮応力度の制限値	40	50
鋼桁との合成作用を考慮しない場合	13.3	16.7
鋼桁との合成作用を考慮する場合	10.0	10.0

本テキストで
算出した設
定値

①平成29年道路橋示方書の改定に対応した設計と解説

■PC床版の設計フロー

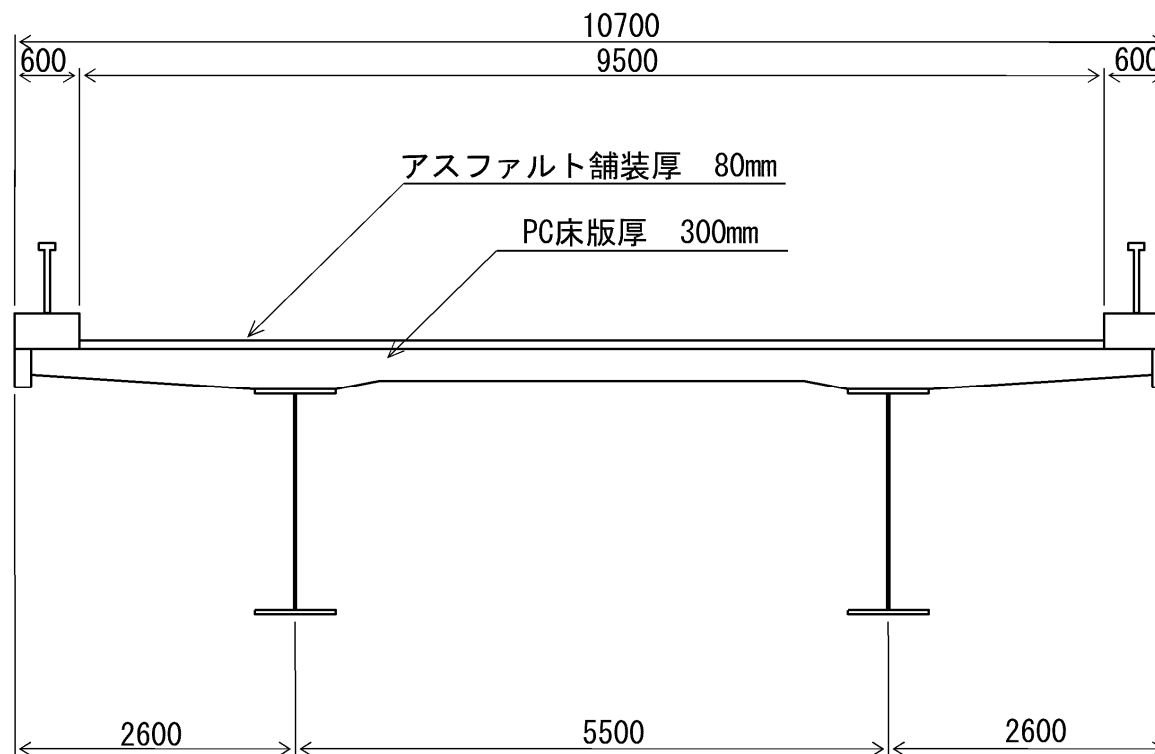
第7章ではPC床版の一般的な**設計フロー**を示した。**設計フロー**の各設計項目には、**②場所打ちPC床版の設計計算例及び本テキストの章番号, 節番号**を追記することで、設計初心者でもフローに従って**設計手順**を容易に理解できるようにした。



②同示方書に対応した場所打ちPC床版の設計計算例

一般的な橋梁形式を参考に、本テキスト第7章の**設計フロー**に従い、**場所打ちPC床版の設計計算**を行った。

■ 構造寸法図



■ 構造条件

- 1) 構造形式: 3径間連続I桁橋
- 2) 橋 長: 151.200m
- 3) 支 間: 3@50.0m
- 4) 床版形式: 場所打ちPC床版
- 5) 舗 装: アスファルト舗装
- 6) 使用材料:

・コンクリート;

設計基準強度 $\sigma_{ck} = 40\text{N/mm}^2$

・鉄筋; SD345

・PC鋼材; PC鋼より線SWPR19L

1S28.6ctc375

PC鋼より線 19本より線	SWPR19N	19本より 17.8mm		
	SWPR19L	19本より 19.3mm		
		19本より 20.3mm		
		19本より 21.8mm		
		19本より 28.6mm		

②同示方書に対応した場所打ちPC床版の設計計算例

設計計算で使用する数値や数式には、それぞれ引用した元の情報（道路橋示方書やメーカーカタログ等）を記載し、設計初心者が迷わず、効率的に理解できるように工夫した。

数値や数式の
引用元

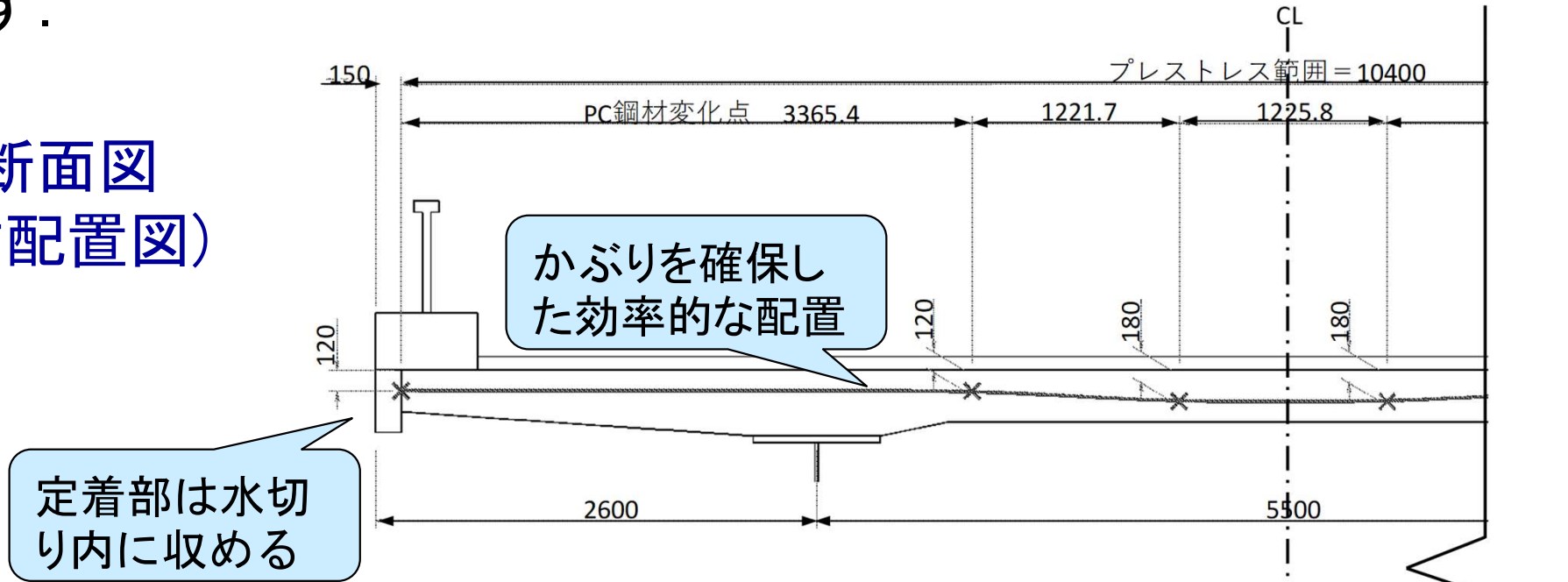
2) PC 鋼材 (1S28.6)

引張強度	$\sigma_{pu} =$	1780 N/mm ²	… 「 <u>道示Ⅲ 表-4.1.2</u> 」
降伏強度	$\sigma_{py} =$	1510 N/mm ²	… 「 <u>道示Ⅲ 表-4.1.2</u> 」
引張応力度の制限値			
プレストレスング中	$\sigma_{pai} =$	1359 N/mm ² ($\sigma_{py} * 0.9 < \sigma_{pu} * 0.8$)	… 「 <u>道示Ⅲ 表-解 3.4.1</u> 」
プレストレス導入直後	$\sigma_{pat} =$	1246 N/mm ² ($\sigma_{pu} * 0.7 < \sigma_{py} * 0.85$)	… 「 <u>道示Ⅲ 表-5.1.1</u> 」
疲労耐久性の照査	$\sigma_{pa} =$	1068 N/mm ² ($\sigma_{pu} * 0.6 < \sigma_{py} * 0.75$)	

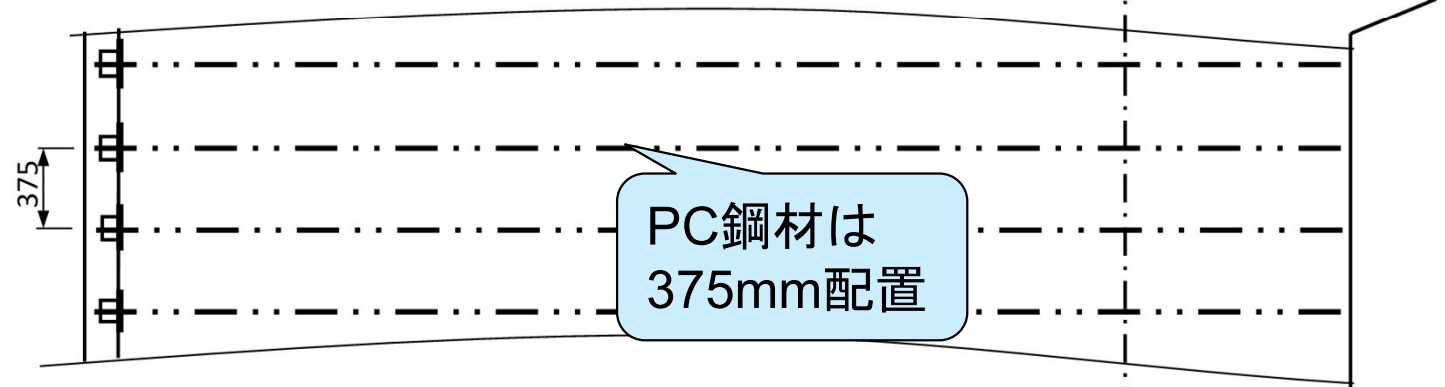
②同示方書に対応した場所打ちPC床版の設計計算例

設計計算結果による床版断面図，平面図とそのPC鋼材配置を下図に示す。

■ 床版断面図 (PC鋼材配置図)



■ 床版平面図 (PC鋼材配置図)



③前手引きに記載された研究成果, 課題とその対処方法の整理

■付録1 主桁作用に対するひび割れ幅の照査

ひび割れ幅の照査は, 過去の設計基準や研究で得られた**知見**が, PC床版の設計にとって今後も参考になるため, 本テキストに残すこととした.

付録1 主桁作用に対するひび割れ幅の照査

主桁作用によってPC床版に発生するひび割れ幅を算出する場合は, コンクリート標準示方書〔設計編: 標準〕4編2.3.4に準じて行うことができる.

ひび割れ幅の制限値は, 下記にて算出される値とする.

$$w_a = \alpha c \quad (\text{付解 1.6})$$

ここに

- w_a : ひび割れ幅の制限値 (mm)
- α : 環境条件の区分により規定される係数
- | | |
|--------------|--------|
| 一般環境では | 0.005 |
| 腐食性環境では | 0.004 |
| 特に厳しい腐食性環境では | 0.0035 |
- c : ひび割れに抵抗する鉄筋の純かぶり (mm)

③前手引きに記載された研究成果, 課題とその対処方法の整理

■付録6 膨張材使用についてのこれまでの経緯

床版のひび割れ抑制対策として、現在では一般的に使用されている膨張材について、これまでに報告された9件の論文や報告書等について概要をまとめた。

	論文・報告書	床版打継目の対処方法
1.	報告書「実物大模型による移動型枠を用いた場所打ちPC床版の施工検証実験」 (社) 日本橋梁建設協会, 2001. 10.	床版支間を11mとした施工実験により, PC床版施工時の注意事項が報告されている。①温度応力低減対策: コンクリート発熱抑制, 養生/防風対策, 膨張材の使用が効果ある。②PC鋼材に緊張順序の配慮: 局所的な変形を生じさせる緊張方法を避ける③補強鉄筋の追加: ひび割れ幅の抑制, 分散される。
2.	報告書「長支間場所打ちPC床版施工試験報告書(短期)」 (社) 日本橋梁建設協会, 2002. 3.	膨張材は既設床版の拘束が強い部分に効果的に働き, 打継目の新床版側における橋軸直角方向の引張応力に0.9~1.5N/mm ² 程度, また, 新設床版の主桁近傍における橋軸方向の引張応力に対して0.5N/mm ² の改善効果があることが示されている。併せて, 鉄筋配置について, 打継目の新床版側の橋軸直角方向鉄筋は一般部より密に配置(補強)することが検討された。
3.	寺田典生, 福永靖雄, 本間淳史, 會澤信一, 高瀬和男, 福田長司郎: 長支間場所打ち床版における温度応力に関する考察, 橋梁と基礎, 2002. 9.	実橋での温度応力事例を扱っている。温度応力低減対策として, 膨張材を使用し, 適切な養生を行う(具体的には, 被膜養生材+養生マット, 保温シート, 木製型枠+長期間養生)。さらに, 橋軸方向は床版断面積に対する最小鉄筋量の確保の必要性, 橋軸直角方向は用心鉄筋の配置について示されている。
4.	「PC床版施工の手引き 場所打ちPC床版編」 (社) 日本橋梁建設協会, 2004. 3.	初期ひび割れ対策として, 膨張材の使用, 単位セメント量の抑制または, 普通セメントの使用, 用心鉄筋の追加, プレストレス導入方法の検討について示されている。

5. PC床版設計の手引き（改訂第3版）

6. PC床版施工の手引き

－場所打ちPC床版編－（改訂第2版）

6 PC床版施工の手引き -場所打ちPC床版編-

6. PC床版施工の手引き (場所打ちPC床版編)

平成10年頃より橋梁の合理化構造が研究され、少数主桁の構造の採用が進み、それとともにPC床版の採用が増加。

平成16年3月「PC床版施工の手引き 場所打ちPC床版編」第1版を発刊。

初版の背景

- ・ NEXCO施工の長支間 (10m) PC床版に対応
- ・ 移動型枠式支保工工法による施工を想定
- ・ 版厚が厚く高強度なコンクリート特有な品質管理

現在の背景

- ・ 直轄工事のPC床版採用と支間の標準化 (6m前後)
- ・ 固定式支保工工法における新型型枠の登場
- ・ ひび割れを抑制する施工方法などの解明
- ・ 各種基準の改定 (道示・施工便覧・コン示)

6 PC床版施工の手引き -場所打ちPC床版編-

(1) 主な改訂内容

PC床版の施工に関し、およそ25年の施工実績から標準化された施工法と現在における関連する基準に基づき、手引きを全面改訂した。主な改訂内容を以下に示す。

- 1) 各種関連基準の最新情報への対応
- 2) コンクリート施工における目標スランプの変更
- 3) 移動式型枠支保工工法の縮小と固定式支保工工法の記載充実
- 4) 仕上げ・養生に特に留意したコンクリート打込み手順の詳説
- 5) PC床版コンクリート特有のひび割れ防止対策
- 6) PC鋼材緊張手順の詳細な解説
- 7) 端部斜めひび割れ抑制に留意した端部床版の施工手順

(2) 改訂内容の詳細

1) 各種関連基準への対応

- ① コンクリート標準示方書 2017年
⇒施工計画に基づいた適切な施工方法 (2章)
- ② 道路橋示方書 II編、III編 平成29年11月
⇒耐久性を損なわないための留意点/ひび割れ (5章)
- ③ 鋼道路橋施工便覧 令和2年9月 (平成27年7月)
⇒場所打ちPC床版の施工法の詳説 (全体)
- ④ コンクリート道路橋施工便覧 令和2年9月
など

2) コンクリートの目標スランプの変更

■コンクリート標準示方書（2017）：土木学会

2012コン示 標準的な値 8cm（あるいは12cm）

2017コン示 スランプは現場の施工条件によって決まるもの
施工者の責任において自ら定める。

■平成29年4月21日 通達（国土交通省）

（現場打ち鉄筋コンクリート構造物におけるスランプ値の設定等）

スランプ8cm

⇒鉄筋量増加により締固めが困難で、生産性を高める点で問題

⇒コンクリートの充填不良による品質低下に懸念

「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」（国交省）を基本とする



高性能AE減水剤を適正に使用し、単位水量を抑制しながら
荷おろし時の目標スランプを 12 ± 2.5 cmとする

3) 移動式支保工工法の簡略化と固定式支保工工法の記載の充実

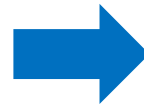
長支間（10m）PC床版 ⇒ 6m支間PC床版に標準化



ハンドリングの良い、固定式支保工工法 が主体



移動式支保工工法
解説の簡略化

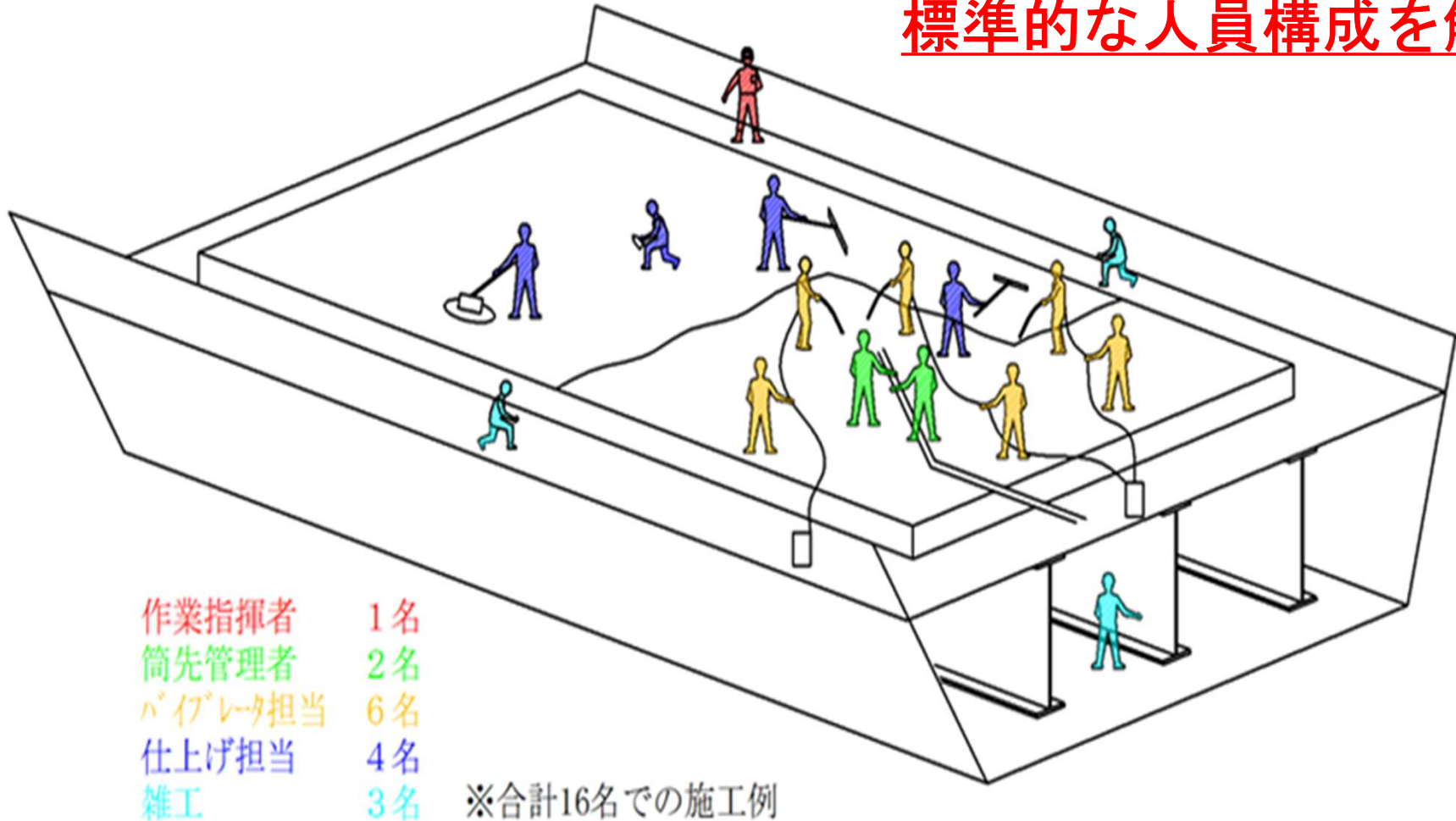


固定式支保工工法
解説の充実

4) 仕上げ・養生に留意したコンクリート打込み手順の充実

- PC床版は、打込み体積に対し仕上げ面積が大きい
⇒ 多くの人員を要するため、高品質な施工が可能な

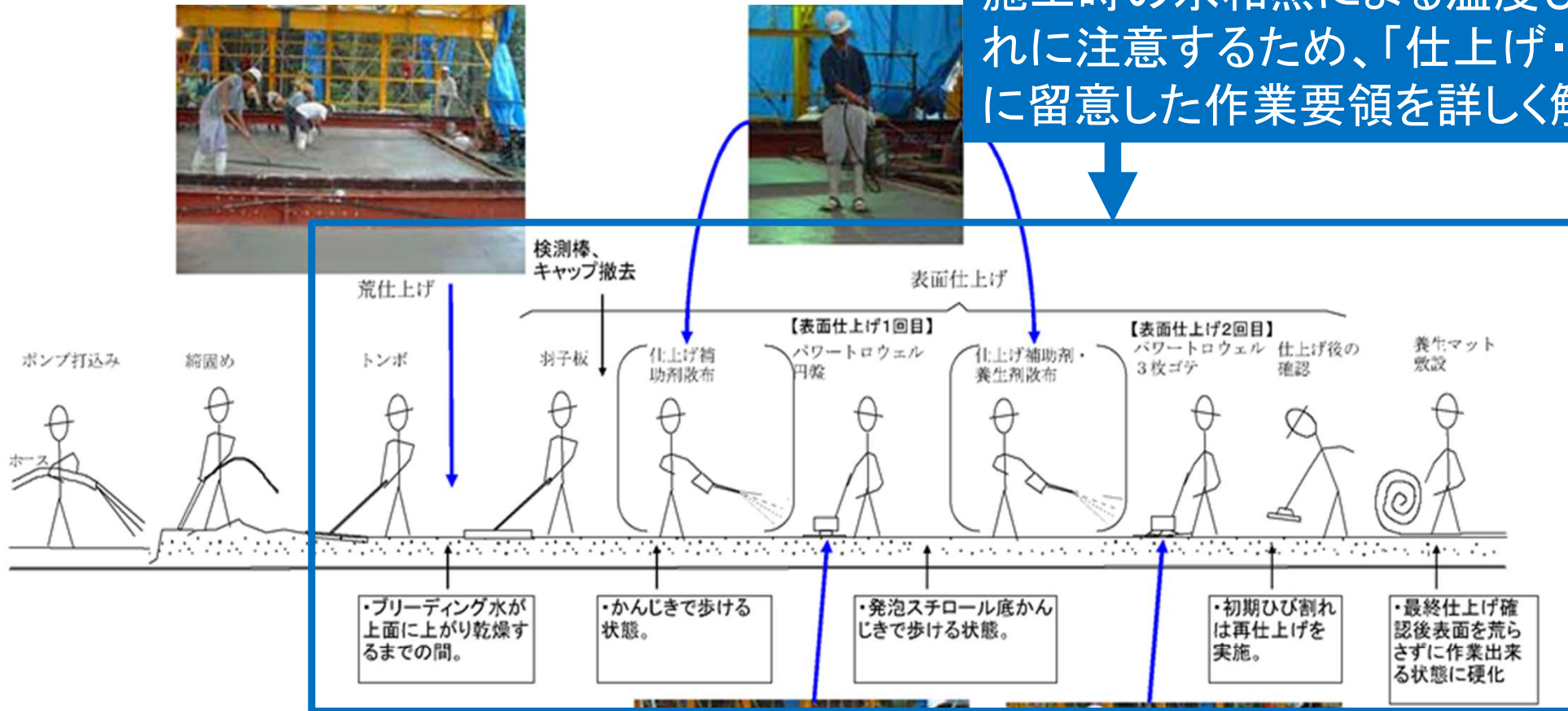
標準的な人員構成を解説



人員配置を詳しく解説した

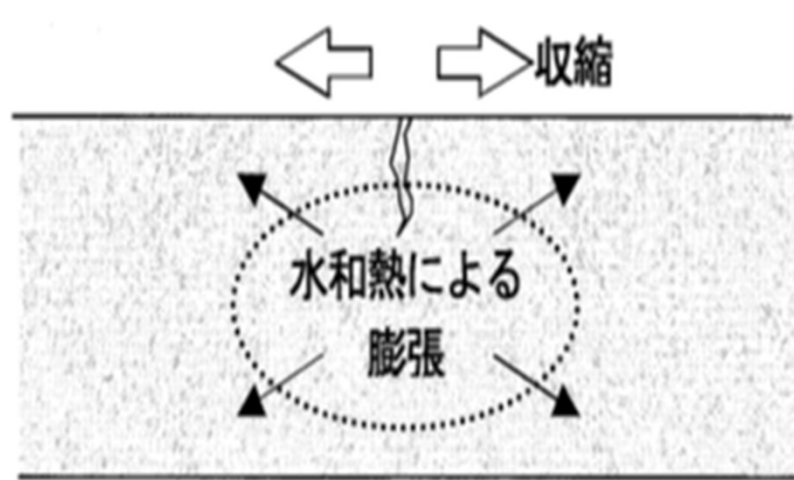
⇒ 仕上げ・養生工程を念入りに行う施工要領を解説

施工時の水和熱による温度ひび割れに注意するため、「仕上げ・養生」に留意した作業要領を詳しく解説

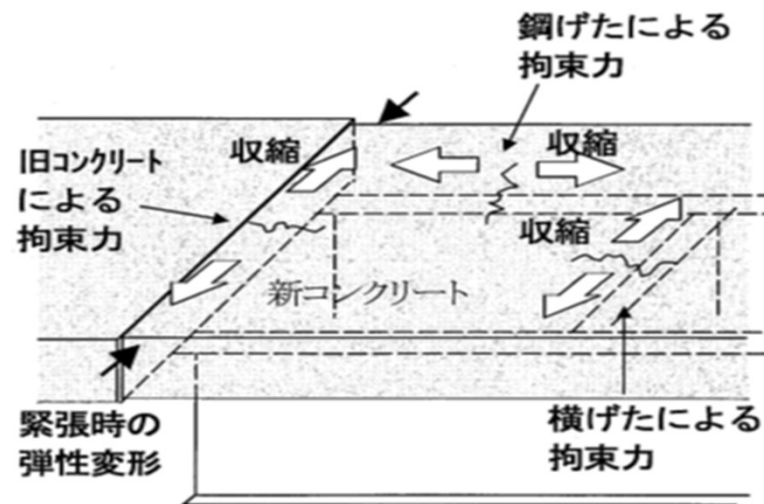


5) PC床版特有のひび割れ防止対策

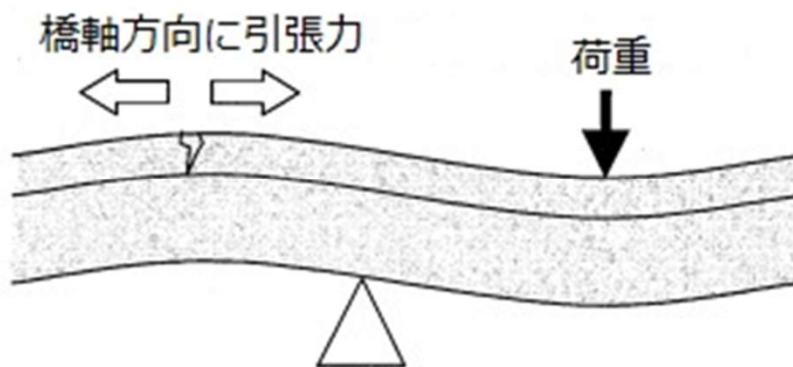
セメント量が多く高強度かつ、ハンチを含めて50cm厚となるPC床版特有の施工時に生じやすいひび割れについて注意喚起



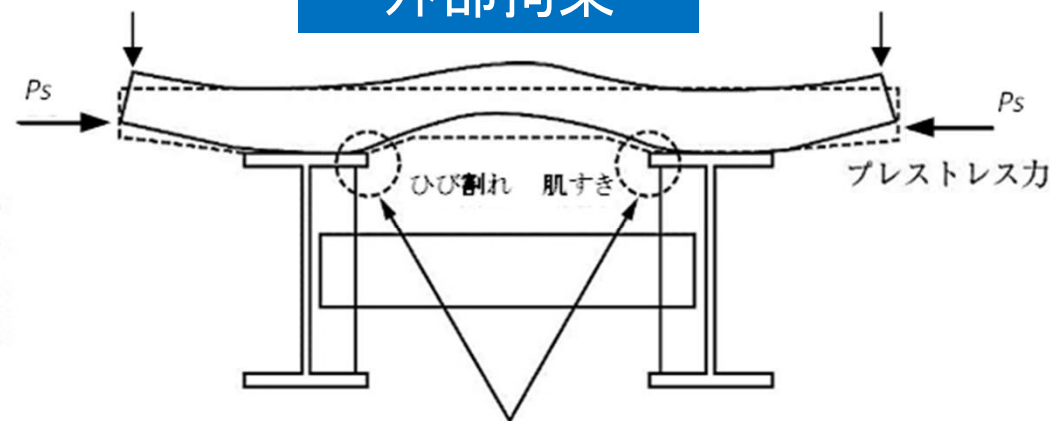
内部拘束



外部拘束



施工時の外力



横桁拘束

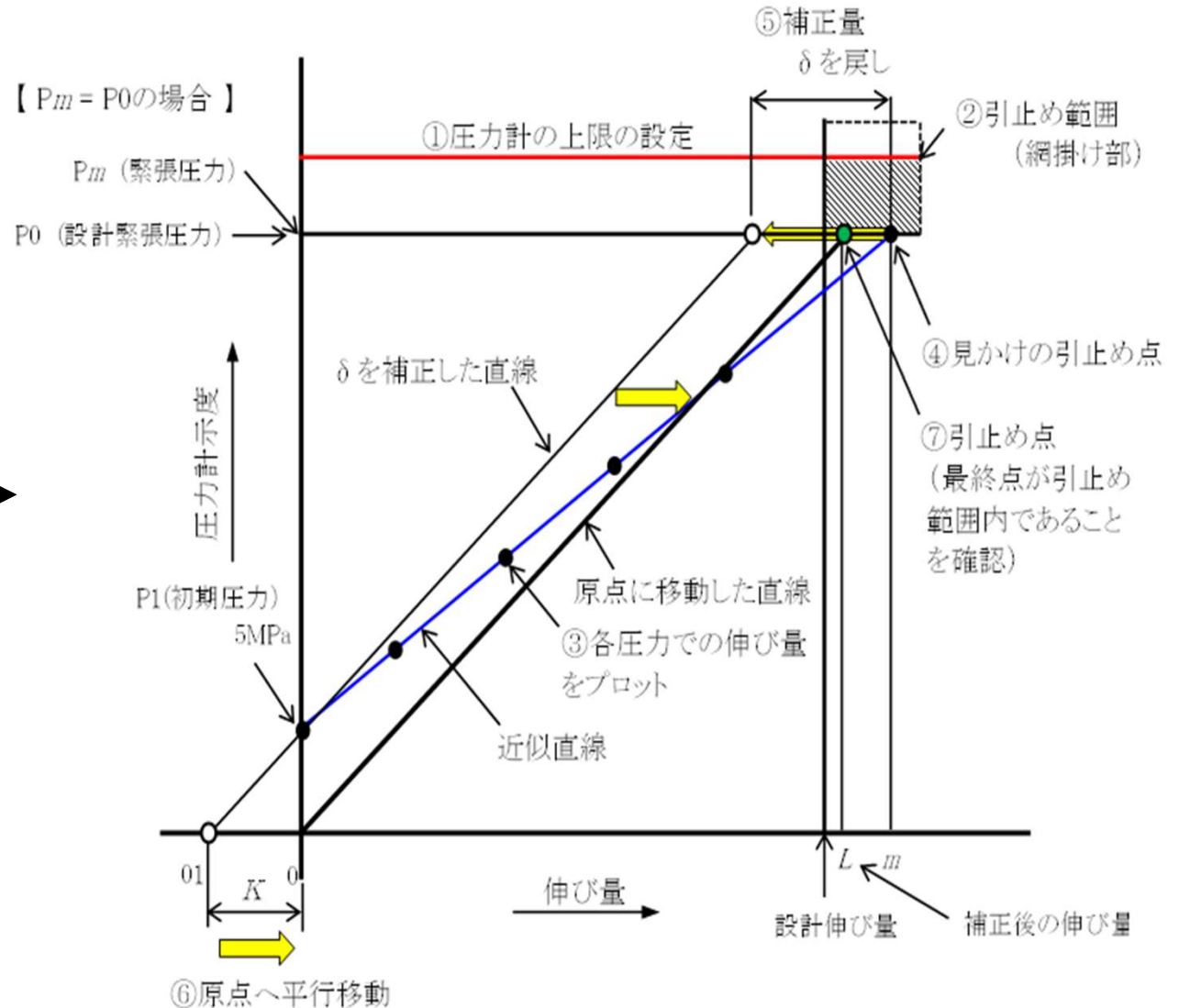
6) PC鋼材緊張手順の詳細な解説

ポストテンションPC鋼材の緊張管理手順の詳細な解説

(詳細は手引きを参照願います)

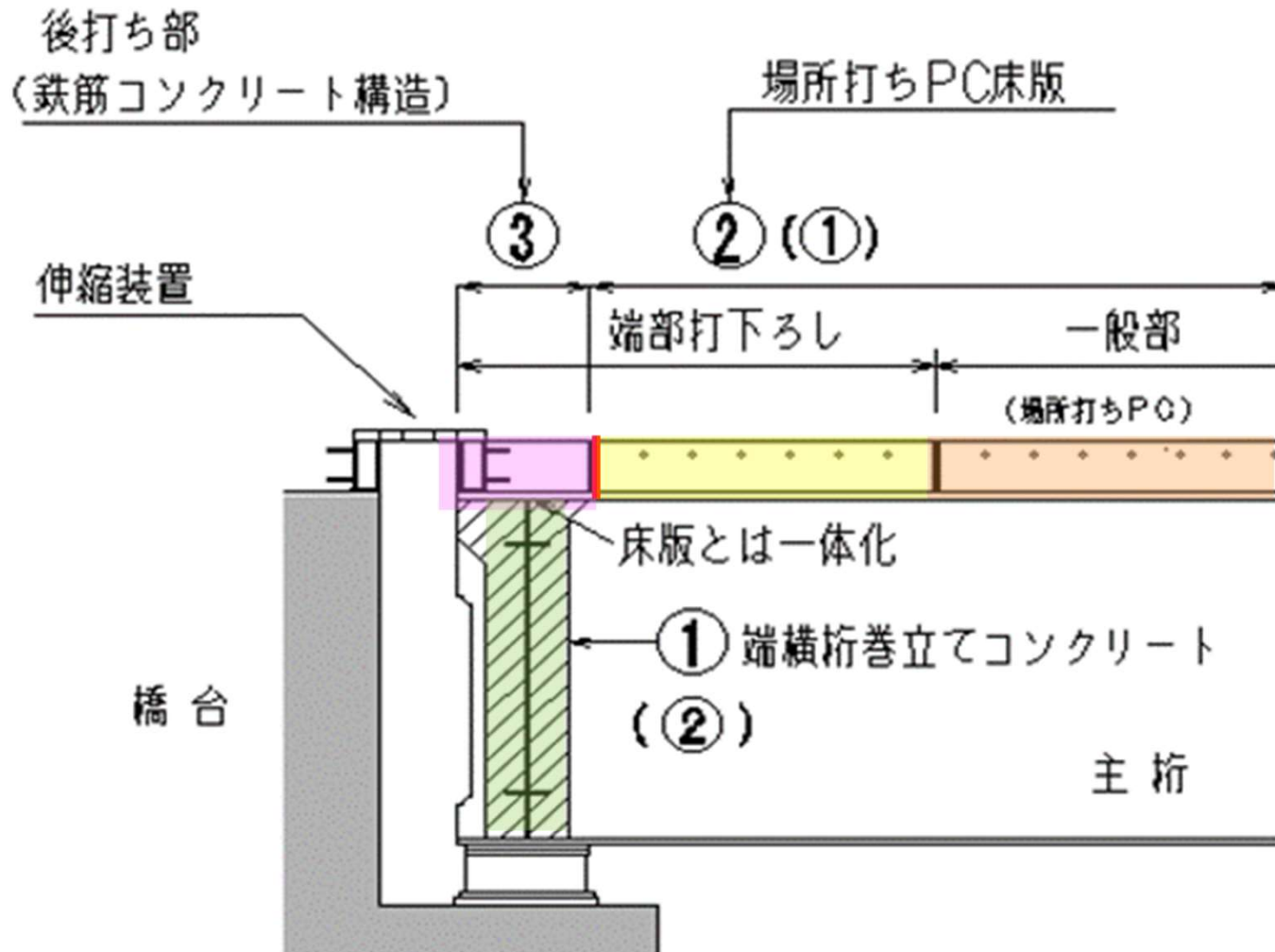
【緊張管理要領】

- ① 圧力計上限の設定
- ↓
- ② 引止め範囲設定
- ↓
- ③ 伸び量プロット
- ↓
- ④ 見かけの引止め点
- ↓
- ⑤ 補正量 δ 戻し
- ↓
- ⑥ グラフの原点スライド
- ↓
- ⑦ 補正した引止め点、引止め範囲内であることを確認



7) 床版端部の斜めひび割れに留意した端部床版の施工手順

端部床版に生じやすい斜めひび割れを抑制する施工要領
 について、端横桁巻立てコンクリート施工とともに解説
 (詳細は手引きを参照願います)



①巻立てコンクリート
 (①一般部+打下ろし)

↓
 ②一般部+打下ろし
 (②巻立てコンクリート)

↓
2週間空ける

↓
 ③後打ち部(RC構造)

()内数字は順序を
 問わない

※手引きには巻立てコンと
 床版を縁切りするタイプも
 解説している。

- ・合成床版設計・施工の手引き、維持管理の計画資料、PC床版設計の手引き、PC床版施工の手引きの改訂資料のテキストをご活用ください。
 - ・令和6年以降も設計基準・便覧などの改定にともない、対応する手引きを見直し、改訂してまいります。
 - ・今後テキストの改訂が行われた際は、ポイントを橋梁技術発表会において解説いたします。
- 引き続き、関係者のご指導を賜りたいと思います。

ご清聴ありがとうございました。