

平成29年4月12日(水)

於: グランメッセ熊本

一般財団法人 建設業技術者センター主催

第5回 建設技術者のための技術力向上セミナー

第二部

「山口県のコンクリートひび割れ対策について」

西日本高速道路エンジニアリング中国(株)

二宮 純

山口県では、新設コンクリート構造物のひび割れ抑制対策に平成17年から取り組み、ひび割れ抑制だけでなく品質全般も向上した。

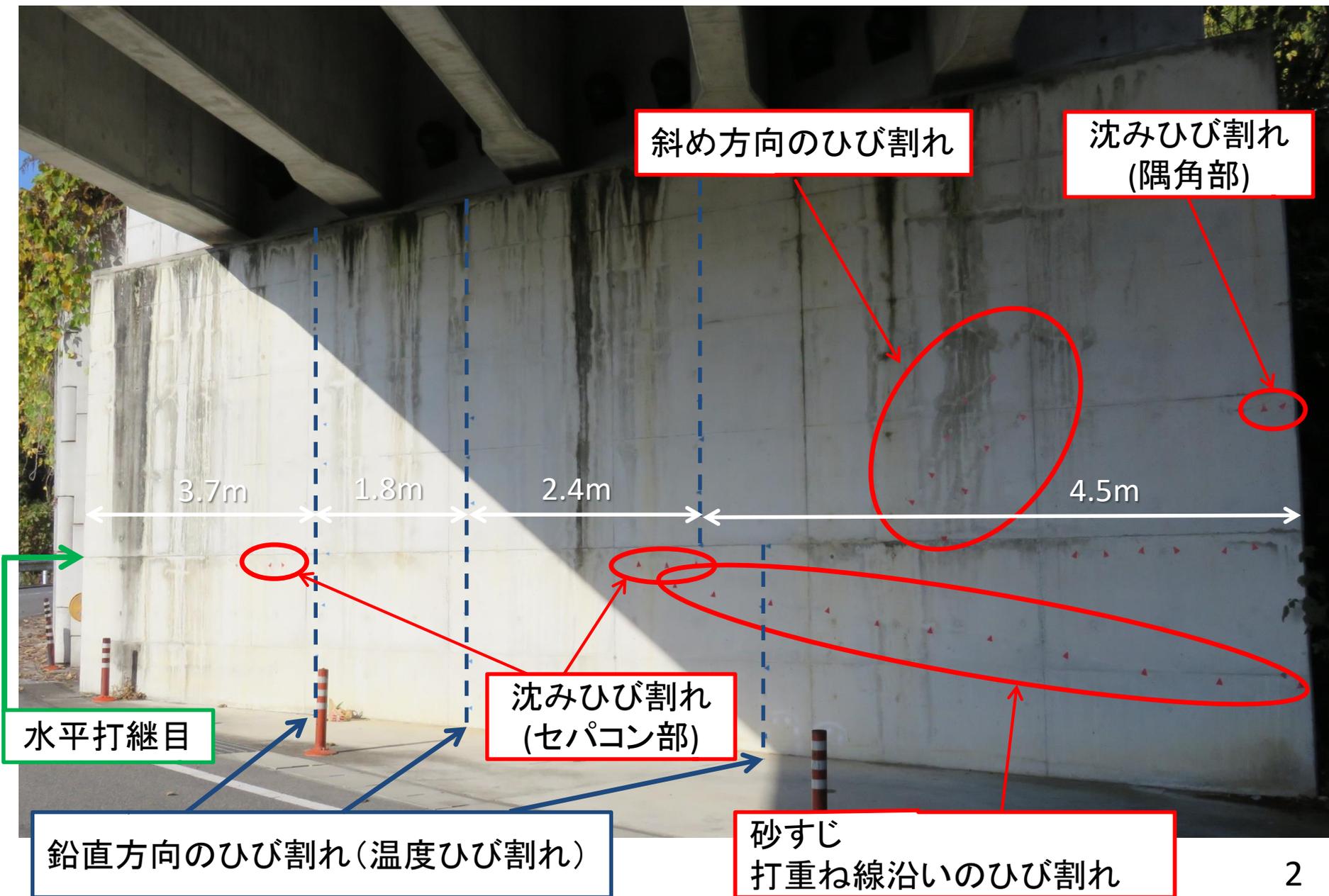


平成12年建設

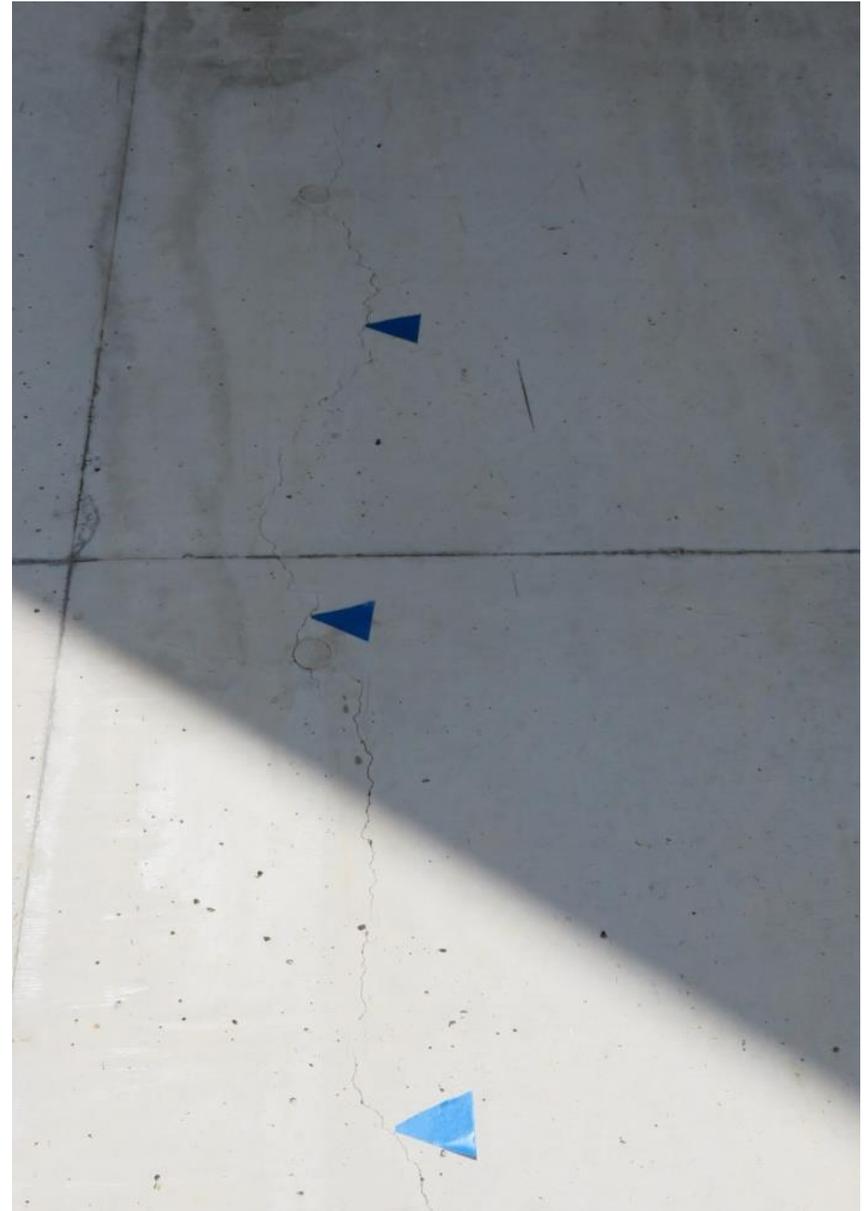


平成22年建設

システム構築前の橋台（平成12年建設）



鉛直方向のひび割れ(温度ひび割れ)



沈みひび割れ

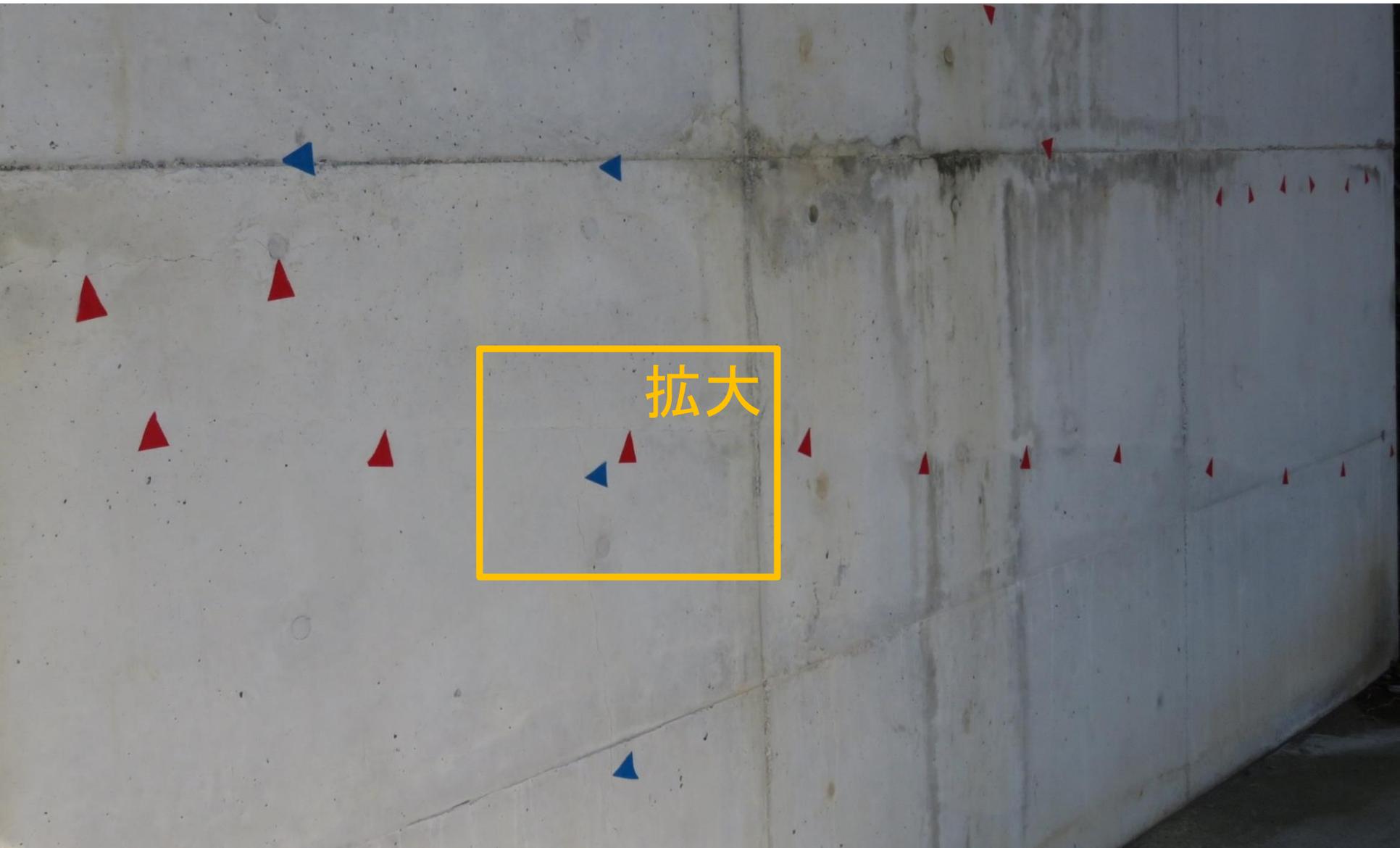
セパコン部



隅角部



砂すじ・打重ね線沿いのひび割れ



拡大

拡大



温度ひび割れ

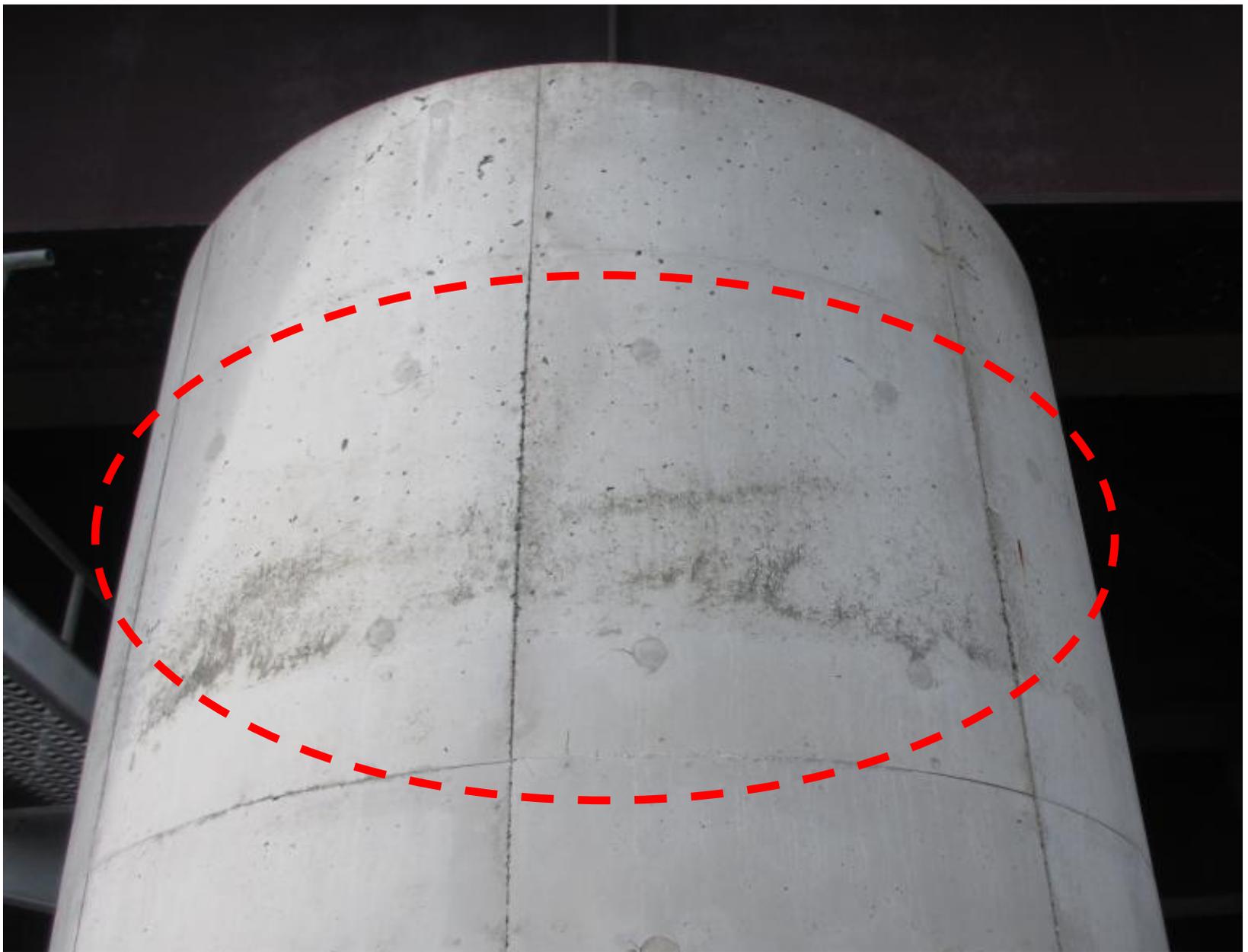
打ち重ね線に生じたひび割れ

鉛直方向の温度ひび割れとは異なり、
「施工由来」と想定される斜め方向のひび割れ

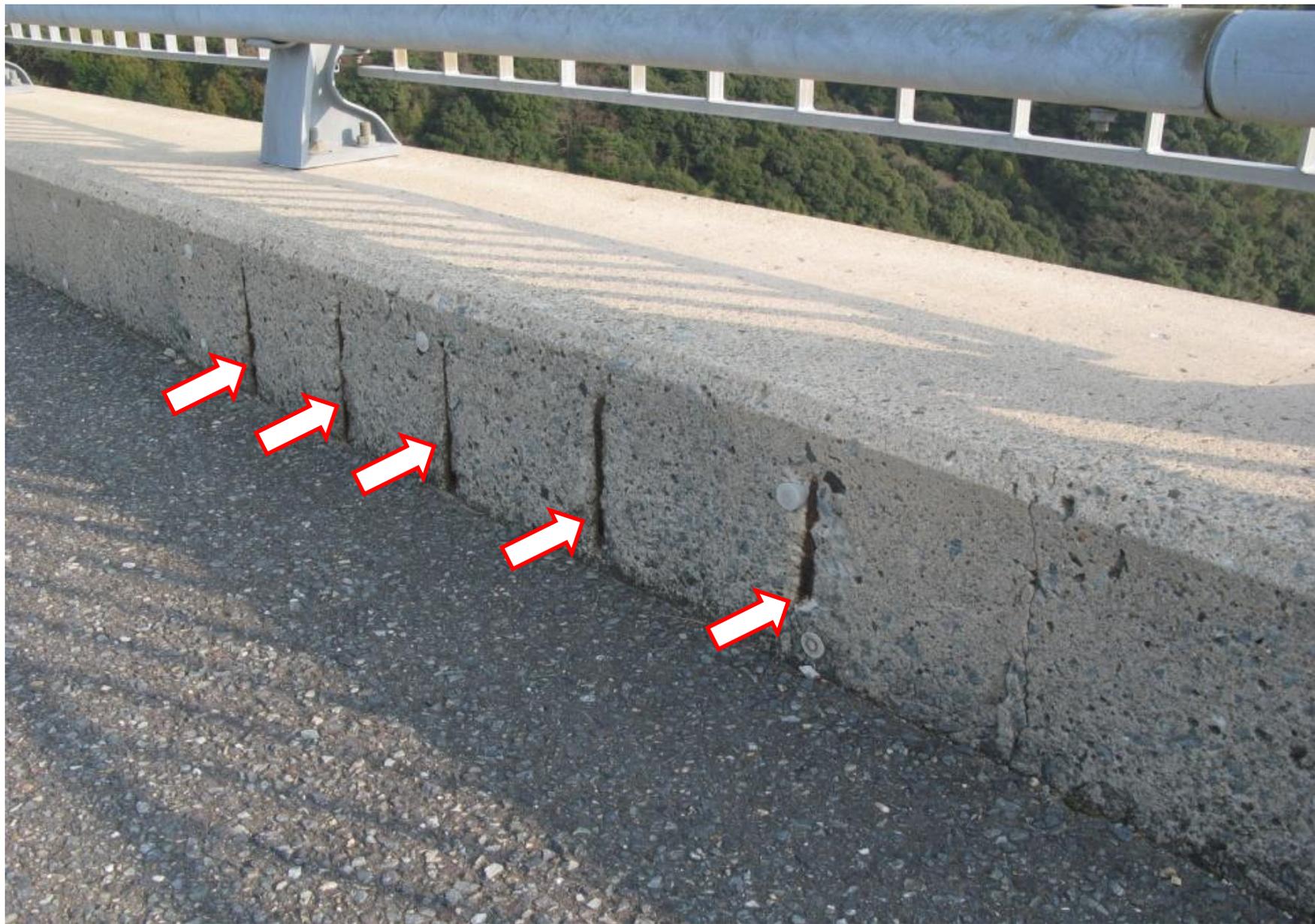




逆T式橋台たて壁におけるコールドジョイント



橋脚柱における砂すじ



橋梁地覆における鉄筋腐食

システム構築後の橋台（平成22年建設）



拡大

○ システム構築前の山口県の状況(～H16)

コンクリート構造物に発生するひび割れに関係する二つの制度改正があり、ひび割れが建設現場における大きな関心事(困りごと)になっていた。

①ひび割れの調査

平成13年より、コンクリートの品質確保を目的として、ひび割れ発生状況の調査を工事受注者に義務づけた。

②成績評定での取り扱い

平成15年に開始した成績評定制度において、ひび割れの調査結果や処理状況が減点の要素になった。

山口宇部線建設工事(地域高規格道路) 延長14km



国道9号

山陽新幹線

国道2号

山口宇部線建設工事(地域高規格道路L=14km) における平成15・16年度のひび割れ発生状況

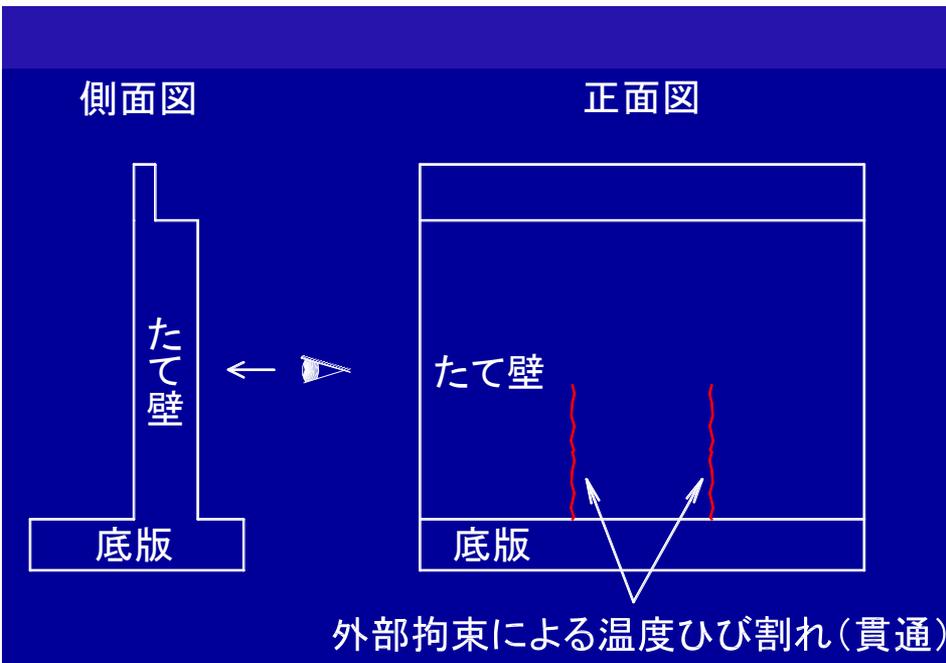
	施工数量 (A)	ひび割れ 箇所(B)	割合(%) (B/A)
橋台	14基	14基	100.0%
橋脚	14基	3基	21.4%
BOX	47ブ`ロック	34ブ`ロック	72.3%

※セパコン部の沈みひび割れは含まない。

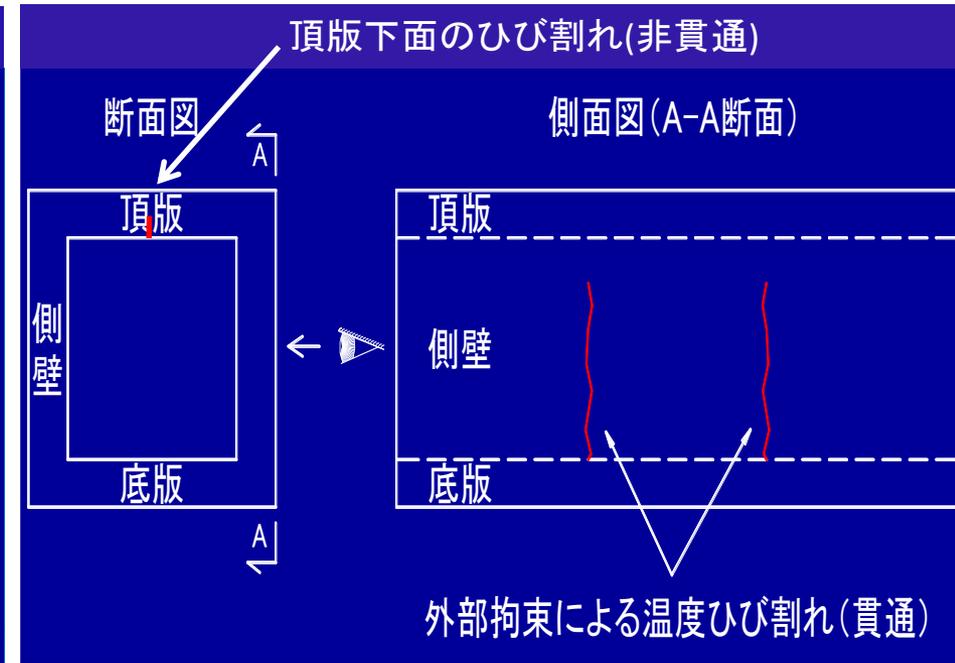
※補修の必要があるもの・ないものをどちらも含む。

代表的なひび割れ

橋台たて壁



BOX側壁



ひび割れが発生すると

設計も材料も
決まっているのだから、
発生したひび割れの
補修責任はない。

施工者



設計図書を確認し、
施工方法を決定した
施工者が、引取時に
補修をすべき。

発注者



対立

○ 試験施工に着手(H17)

ひび割れの原因は設計・材料・施工のいずれにも含まれる。
丁寧な施工で避けることが出来るものと、出来ないものが混在。

抑制する対策はたくさんあるが、必要最小限のコストで抑制する対策を選定する手法は確立されていない。

「わからない。」まま、時間が過ぎる・・・

実際の施工で様々な対策を試せば、効果を検証できるはず。
(構造物施工の最盛期を逃せば、何も解決しない・・・)



H17 試験施工開始

準備(部内・部外調整)

- 試験施工の実施の承認(部内)
- 試験施工の実施予算配当(部内)
- 試験施工への協力(施工者団体, 生コン組合)
- 試験施工支援業務の発注(部内)

(1)対策方法検討 (2)施工状況調査
(3)対策方法評価 (4)説明資料作成

内容

- 形状や寸法が類似した50リフト・ブロックにおいて10種類(無対策の高炉セメントBおよび9種類)の対策により施工を行い, 各対策の抑制効果・施工性・経済性を確認する
- 平成15・16年度施工の構造物のひび割れ記録を整理し, 試験施工の結果と比較する

10種類の抑制対策

対策		ボックスカルバート (側壁・頂版) (ブロック)	橋台 (たて壁・胸壁) (基)	橋脚 (柱) (基)	橋脚 (底版) (基)
セメント ・混和剤	無対策：高炉 B 種セメント (B)	14	3	7	3
	普通ポルトランドセメント (N)	4	1		
	低熱ポルトランドセメント (L)	1	1		
	早強ポルトランドセメント (H)	1			
	高性能 AE 減水剤	1	1		1
	膨脹材	1	1		1
補強	溶接金網	4			
	FRP 繊維	2			
	アラミド繊維	2			
	ポリプロピレン短繊維	1			
合計		31	7	7	5

試験施工に使用した構造物の例



伸縮目地

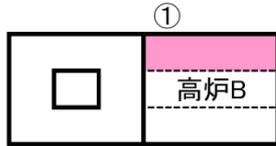
伸縮目地

約15m

誘発目地

平成15・16年度施工のひび割れ発生状況(BOX)

長谷1号道路函渠



長谷2号道路函渠



多良郷道路函渠



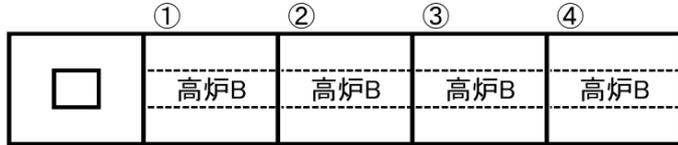
流通IC上りONランプ函渠



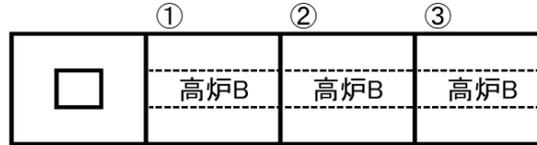
流通IC下りONランプ函渠



鍛冶ヶ浴1号水路函渠



鍛冶ヶ浴3号水路函渠



宮の原水路函渠



北山田西1号水路函渠



多良郷水路函渠



着色部がひび割れ発生箇所
ひび割れ幅0.06~0.30mm
補修を要するものが多い

凡例



平成17年度試験施工のひび割れ発生状況 (BOX)

北山田2号水路函渠

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
□	高炉B	早強	低熱	普通	溶接金網 高炉B	FRP 高炉B	高炉B	高炉B	高炉B
⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰		
高性能AE	膨張材	アラミド 高炉B	ホリフホレン 高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B		

市井手道路函渠

①	②	③	④	
□	アラミド 高炉B	溶接金網 高炉B	FRP 高炉B	高炉B

上ノ山水路函渠

①	②	③	
□	高炉B	高炉B	高炉B

高井水路函渠

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
□	高炉B	溶接金網 普通	溶接金網 高炉B	溶接金網 普通	溶接金網 高炉B	溶接金網 普通	高炉B

凡例

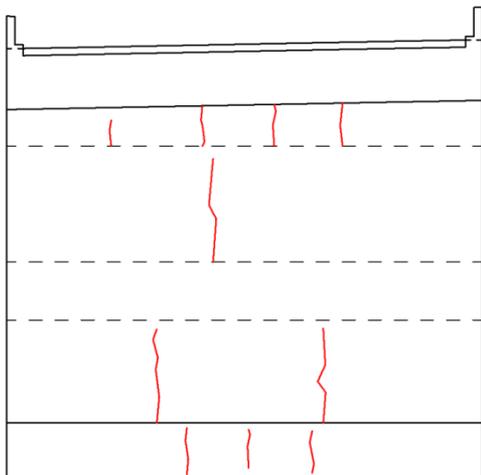
頂版
側壁
底板

着色部がひび割れ発生箇所
ひび割れ幅0.04~0.10mmで補修不要な範囲

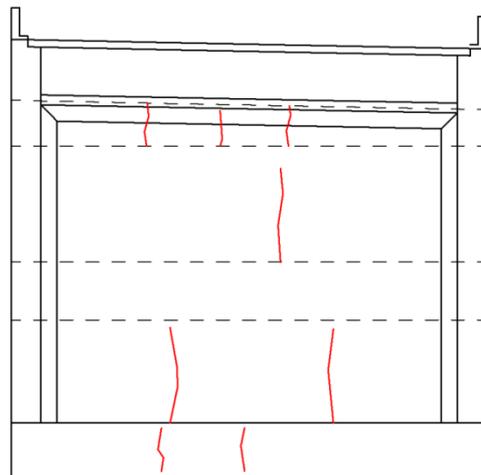
平成17年度試験施工のひび割れ発生事例(橋台)

無対策: 高炉B種セメント

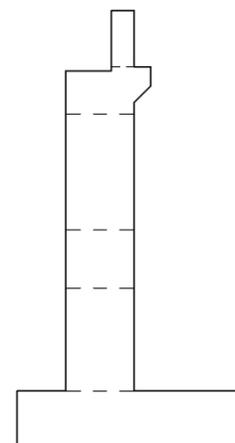
正面図



背面図



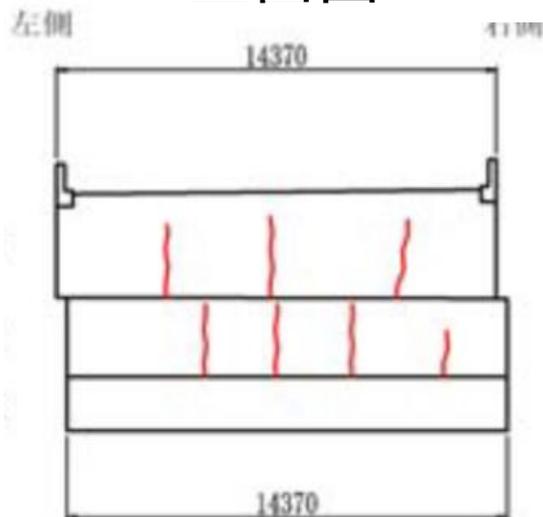
側面図



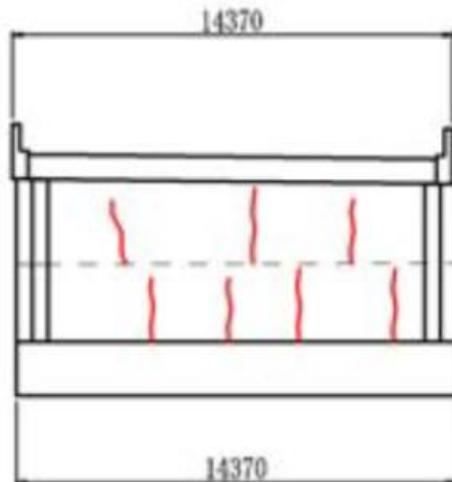
		たて壁①			たて壁③		たて壁④					底版			
		1	2	計	1	計	1	2	3	4	計	1	2	3	計
ひび割れ幅 (mm)	前面	0.15	0.20	0.35	0.20	0.20	0.04	0.20	0.10	0.06	0.40	0.04	0.04	0.04	0.12
	背面	0.20	0.20	0.40	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	-	0.40	0.04	0.04	-	0.08
	右側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
	左側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
長さ(m)	前面	2.96	2.93	5.89	2.88	2.88	0.80	1.30	1.34	1.38	4.82	1.30	1.20	1.45	3.95
	背面	2.95	2.96	5.91	2.65	2.65	1.47	1.10	1.57	-	4.14	1.35	1.35	-	2.70
	右側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
	左側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	2.70

高性能AE減水剤

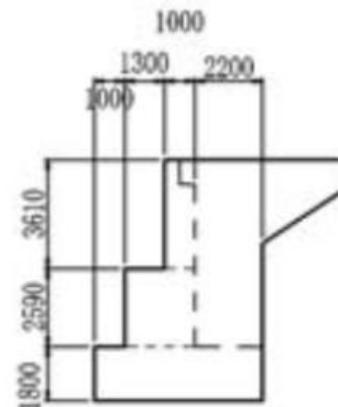
正面図



背面図



側面図



		たて壁					胸壁			
		1	2	3	4	計	1	2	3	計
ひび割れ幅 (mm)	前面	0.20	0.15	0.20	0.15	0.70	0.08	0.15	0.15	0.38
	背面	0.15	0.20	0.10	0.15	0.60	0.06	0.15	0.06	0.27
	右側	0.10	-	-	-	0.10	-	-	-	0.00
	左側	0.15	0.20	-	-	0.35	-	-	-	0.00
長さ(m)	前面	2.40	2.40	2.40	1.50	8.70	2.40	2.70	2.60	7.70
	背面	2.40	2.40	2.10	2.10	9.00	2.10	2.50	2.10	6.70
	右側	1.40	-	-	-	1.40	-	-	-	0.00
	左側	1.50	1.70	-	-	3.20	-	-	-	0.00

検証できた結果

- ・丁寧な施工によって、「施工由来のひび割れ」が減少する。
- ・夏期の打込みを避けることで、ひび割れが減少する。
- ・ボックスカルバートでは、丁寧な施工および誘発目地設置により、ひび割れを抑制できる。
- ・橋台たて壁では、低熱セメントおよび膨脹材の有効性が認められたが、低熱セメントは高価で経済性の観点から標準的な対策には採用できない。膨脹材も比較的高価であり、さらに検証を行う必要がある。（翌年度にさらに検証を行った。）

試験施工の副次的成果

全員（発注者・施工者・材料供給者）の意識が変わった。

不機嫌な現場

「自分は、ひび割れについての
の主演ではない。」



協働意識

コンクリートの品質に、設計・施工・材料がいずれも影響することを確認できたので、全メンバーがそれぞれの役割を果たし、協働してコンクリート構造物の品質を向上させようという意識が生まれた。

○ ひび割れ抑制システムの運用開始(H19)

■ 適切な施工時期

- ・設計・発注における工程検討
- ・施工における工程検討

- ・温度ひび割れが生じやすい夏期施工を避ける
- ・夏期を避けられない場合は、材料等による対策を強化

- ・材料費・施工費を追加して抑制
- ・施工結果の記録をデータベースに蓄積し、共有のデータとして活用

ひび割れ抑制

- ・「施工由来のひび割れ」を減らす
- ・発注者は、チェックシートにより施工状況把握を行い、遵守を促す
- ・施工者もチェックシートを参考にして、段取りを向上

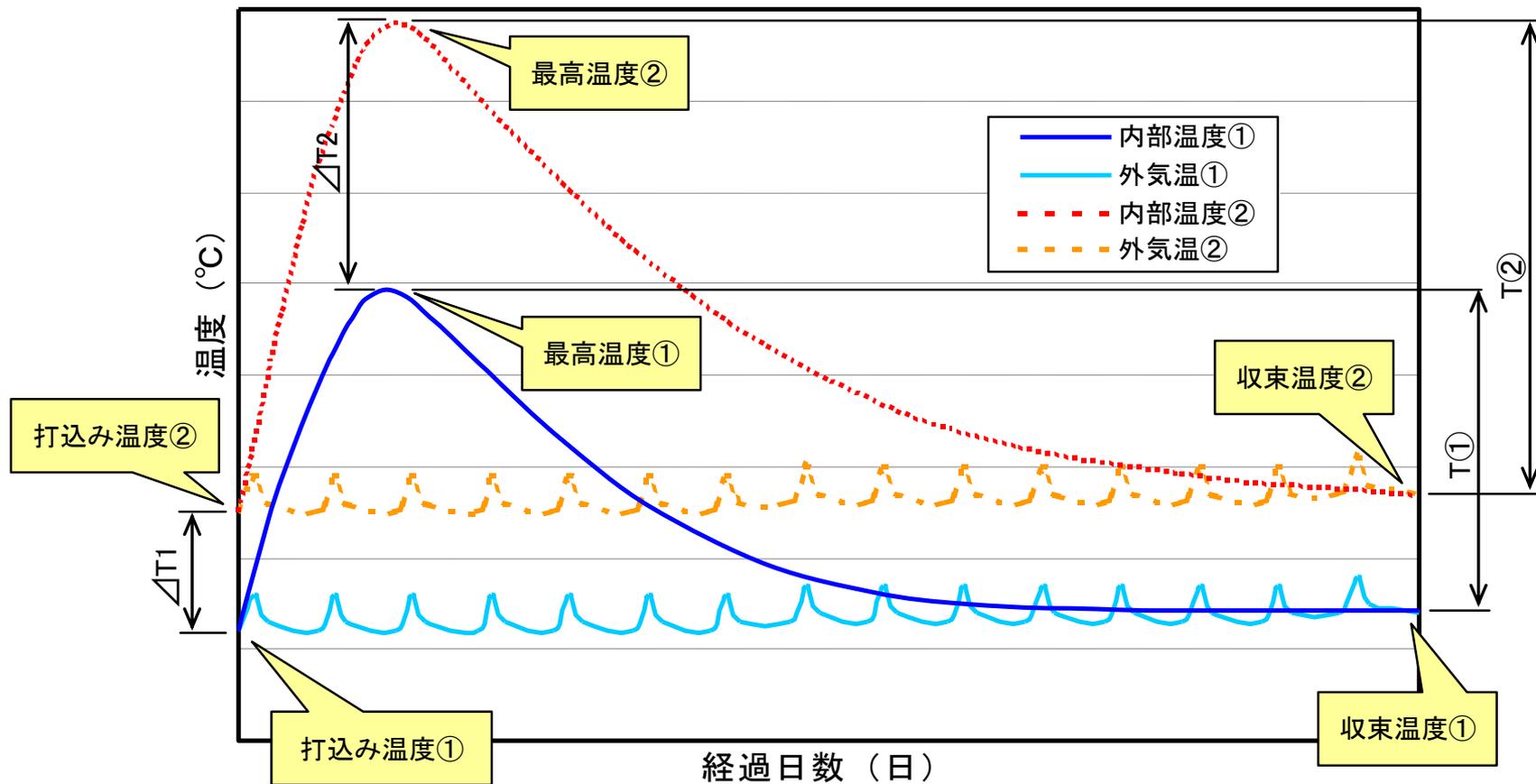
■ 材料等による対策

- ・誘発目地
- ・コンクリートの仕様
- ・補強材の設置
- ・養生方法の工夫(推奨に留まる)

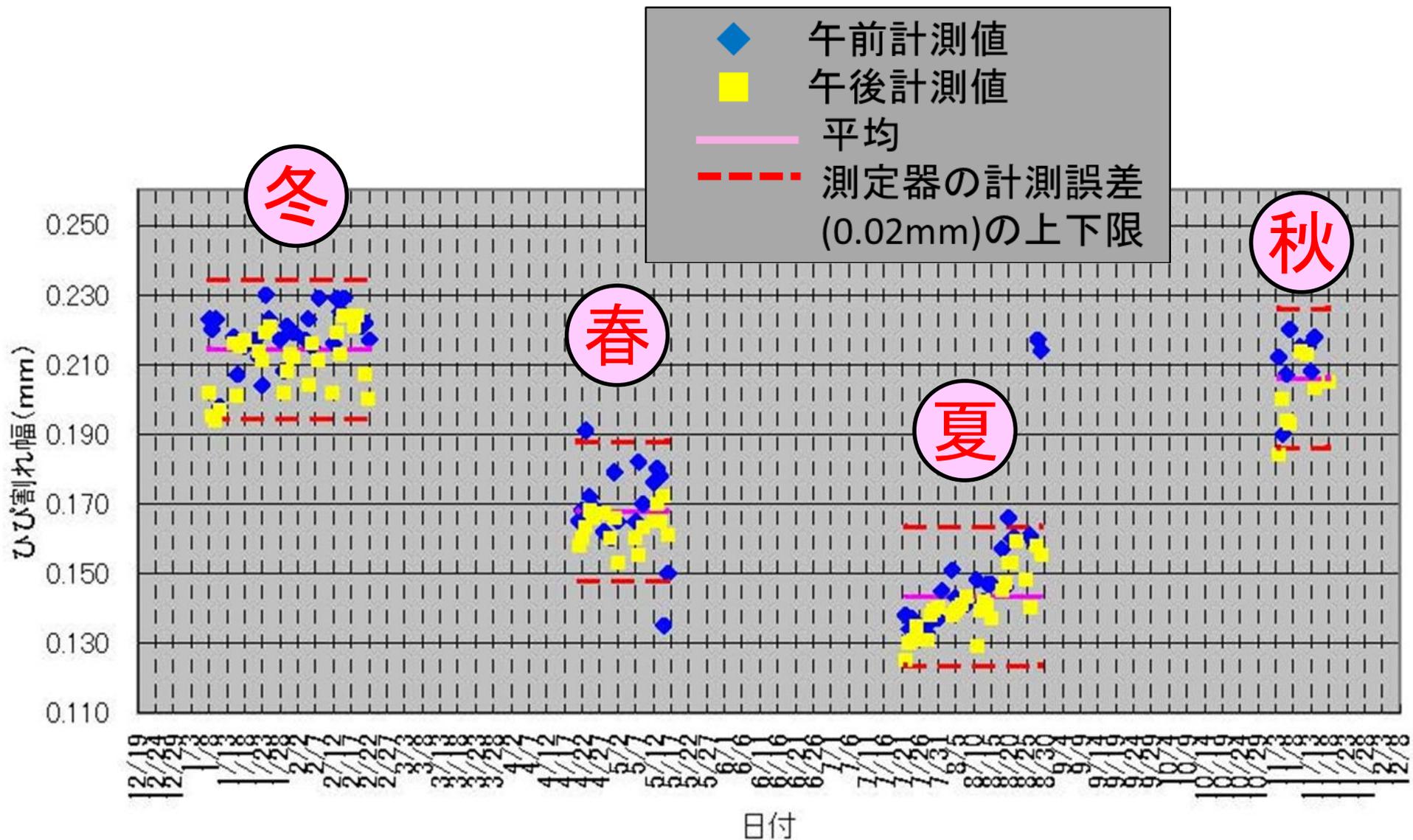
■ 確実な施工の実施

- ・施工の基本事項の遵守

適切な施工時期



打込み温度が高いほうが水和反応が早くなるので、打込み温度差よりも最高温度差が大きく ($\Delta T_1 < \Delta T_2$)、内部温度の下降量も大きくなる ($T_2 > T_1$)。したがって、打込み温度が高いほうが収縮量・引張応力が大きくなり、温度ひび割れが発生しやすくなる。



コンクリート擁壁のひび割れ幅の計測事例
 【夏に生じたひび割れは冬に広がることになる】

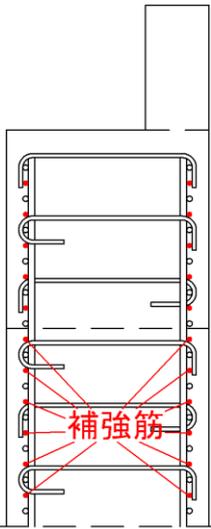
材料等による適切な対策方法

従来の標準仕様である高炉セメントB種コンクリートを活用することを基本にして、抑制効果とともに経済性・施工性を考慮して、標準的な対策方法を決定。

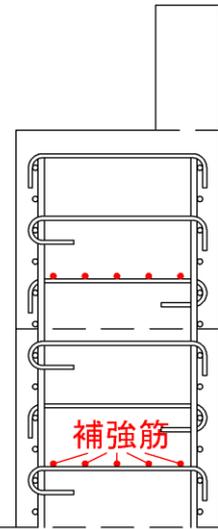
材料等による抑制対策一覧

部材	標準的な対策
橋台たて壁 壁式橋脚柱	補強鉄筋(鉄筋比の目安0.3%) ガラス繊維
橋台胸壁	補強鉄筋(鉄筋比の目安0.5%) 水和熱抑制型膨張材
BOX側壁など	誘発目地(間隔の目安5.0m, 3.5m)

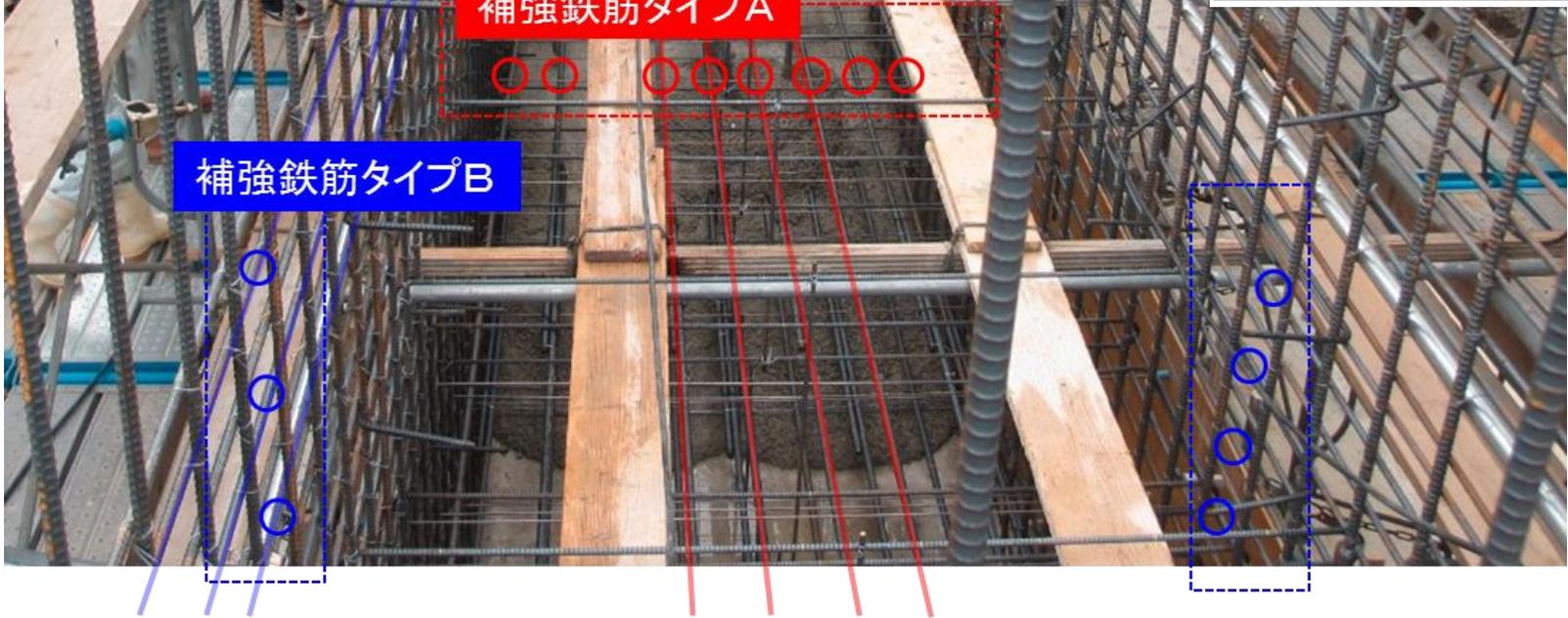
補強鉄筋の配置方法



【タイプB】



【タイプA】



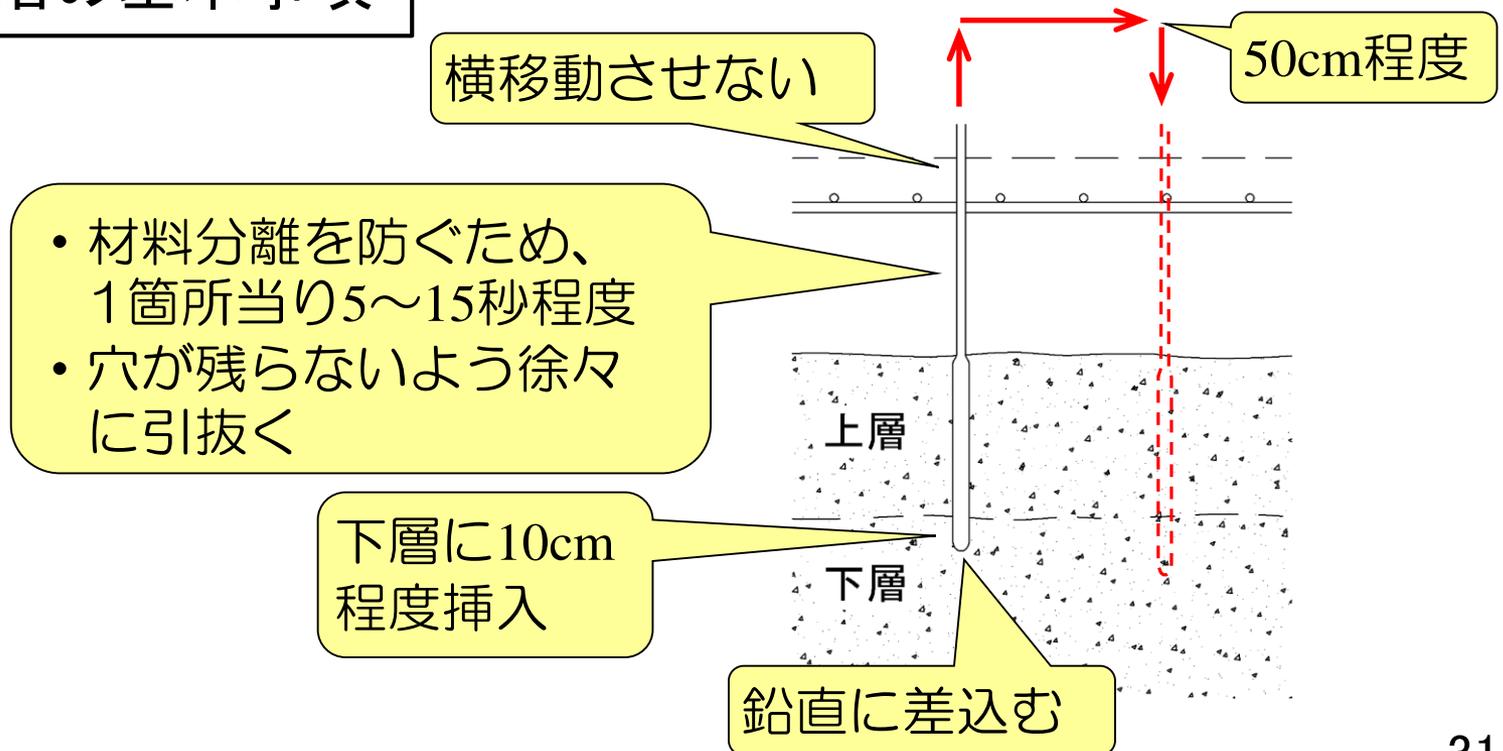
配力筋の間に配置

橋軸直角方向に配置
(中間帯鉄筋の上)

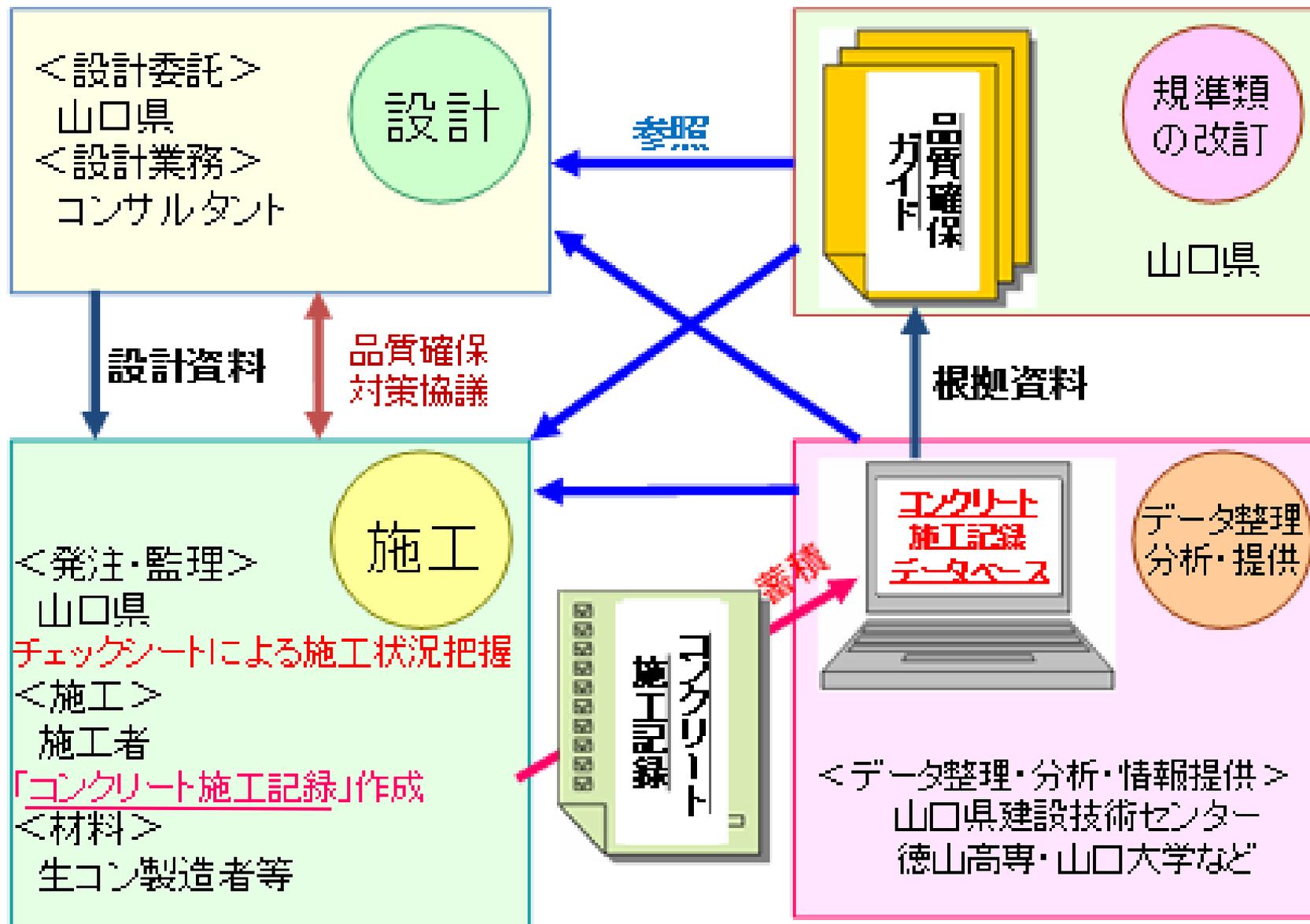
確実な施工の実施

- ・コンクリート標準示方書〔施工編〕に示された施工の基本事項を遵守することにより、「施工由来のひび割れ」を減少させる。
- ・これを発注者が支援するために、施工状況把握チェックシートの開発や、e-learningの活用および研修の強化による監督職員の能力向上を実施。

締固め段階の基本事項



システムの構成

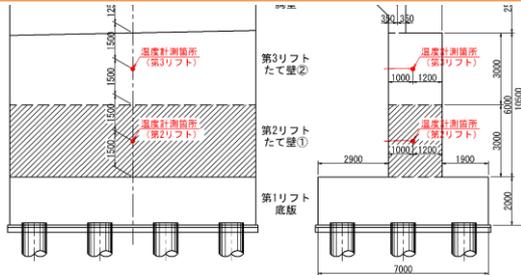


(下線・傍線部は品質確保システム (H26~) で名称を変更)

コンクリート施工記録

シート①

工事名, 受注者, 工期,
構造物名など
形状・寸法
ひび割れ抑制対策



○構造

構造物種類	橋台
構造形式	RC構造
打込み部位	たて壁

○寸法

厚さ	2.20 m
長さ(幅)	10.10 m
リフト高	3.00 m

○配筋

主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
設計純かぶり	4cm以上	
鉄筋量(mm ²)	7,449mm ²	

○ひび割れ抑制対策

補強鉄筋	タイプA	1段、2段等を記入
配筋状況(タイプA)	D19 @125	
タイプA段数	3段	
配筋状況(タイプB)		
誘発目地間隔	m	誘発目地を設置した場合は、その間隔を記入
断面欠損率(%)	%	
膨張材	kg/m ³	
補強鉄筋量(mm ²)	13,752mm ²	
その他の対策		膨張材を使用した場合に記入
○鉄筋比		
鉄筋比(対策前)	0.11%	
鉄筋比(実施)	0.30%	
鉄筋径・ピッチ	鉄筋径・ピッチを選択または記入	
その他対策の具体名	その他対策の具体名を記入	

シート②

コンクリート(配合など)
運搬・打込み・締固め
コンクリート温度履歴
養生

品質管理試験

空気量	5.5	%	---	%	---	%	4.5±1.5%
塩化物イオン量	0.03	kg/m ³	---	kg/m ³	---	kg/m ³	0.30 kg/m ³ 以下
コンクリート温度	24.0	°C	---	°C	---	°C	
打込み時外気温	22.0	°C	---	°C	---	°C	
7日強度	19.0	N/mm ²	---	N/mm ²	---	N/mm ²	
28日強度	31.0	N/mm ²	---	N/mm ²	---	N/mm ²	

○運搬・打込み・締固め

打込み日	2006年5月25日	天気	晴	下制リフト打込み日	2006年5月10日	
型枠種類	塗装合板	下制リフト打継目処理	処理剤(〇〇)	打継ぎ間隔	15日	
運搬	現場までの運搬時間	20分	現場待機時間	0分	荷卸し時間	20分/台
	現場内運搬方法	ポンプ(配管なし)	ポンプ圧送距離	m	ポンプ車台数	1台
打込み	開始時刻	8:10	終了時刻	11:00		
	リフト高	3.0m	打込み量	70.0m ³	打込み速度	1.0m/h
締固め	パイプ/レータ台数	3台	パイプ/レータ人数	4	パイプ/レータ予備	1台
	ホース筒先	1人				

「ポンプ(配管あり)」の場合記入

○コンクリート温度履歴

初期温度	24.0°C	最高温度	48.0°C	温度上昇量	24.0°C
最高温度に到達した時間	30時間後				

○養生

脱型日	2006年6月5日	残置期間	11日
養生方法	型枠面	型枠+ブルーシート	
	打込み面	養生マット+ブルーシート+散水	
養生(湿潤状態)期間	7日		

シート③

コンクリート温度と外気温の計測値

2006/5/26	(木)	朝	晴	8:00	47.0 °C	22.0 °C
2006/5/26	(金)	屋	晴	13:00	47.5 °C	26.0 °C
		夕	晴	17:00	48.0 °C	23.0 °C
2006/5/27	(土)	朝	晴	8:00	45.0 °C	22.0 °C
		屋	晴	13:00	43.0 °C	26.0 °C
2006/5/28	(日)	夕	晴	17:00	42.0 °C	23.0 °C
		朝	晴	9:30	38.0 °C	22.0 °C
2006/5/29	(月)	屋	晴		°C	°C
		夕	晴		°C	°C
2006/5/30	(火)	朝	晴	8:00	30.0 °C	22.0 °C
		屋	晴	13:00	29.0 °C	26.0 °C
2006/5/31	(水)	夕	晴	17:00	28.0 °C	23.0 °C
		朝	晴	8:00	27.0 °C	22.0 °C
2006/6/1	(木)	屋	晴	13:00	26.5 °C	26.0 °C
		夕	晴	17:00	26.0 °C	23.0 °C
2006/6/2	(金)	朝	晴	8:00	25.5 °C	22.0 °C
		屋	晴	13:00	25.0 °C	26.0 °C
2006/6/3	(土)	夕	晴	17:00	24.5 °C	23.0 °C
		朝	晴	8:00	24.0 °C	23.0 °C
2006/6/4	(日)	屋	晴	13:00	23.9 °C	27.0 °C
		夕	晴	17:00	23.8 °C	24.0 °C
2006/6/5	(月)	朝	晴	8:00	23.7 °C	23.0 °C
		屋	晴	13:00	23.6 °C	27.0 °C
2006/6/6	(火)	夕	晴	17:00	23.5 °C	24.0 °C
		朝	晴	8:00		°C
2006/6/7	(水)	屋	晴		°C	°C
		夕	晴		°C	°C
2006/6/8	(木)	朝	晴	8:00	22.8 °C	23.0 °C
		屋	晴	13:00	22.7 °C	27.0 °C
2006/6/9	(金)	夕	晴	17:00	22.6 °C	24.0 °C
		朝	晴	8:00	22.5 °C	23.0 °C
2006/6/10	(土)	屋	晴	13:00	22.4 °C	27.0 °C
		夕	晴	17:00	22.3 °C	24.0 °C
2006/6/11	(日)	朝	晴	8:00	22.2 °C	23.0 °C
		屋	晴	13:00	22.1 °C	27.0 °C
2006/6/12	(月)	夕	晴	17:00	22.0 °C	24.0 °C
		朝	晴	8:00	21.9 °C	23.0 °C
2006/6/13	(火)	屋	晴	13:00	21.8 °C	28.0 °C
		夕	晴	17:00	21.7 °C	25.0 °C
2006/6/14	(水)	朝	晴	8:00	21.6 °C	23.0 °C
		屋	晴	13:00	21.5 °C	28.0 °C
2006/6/15	(木)	夕	晴	17:00	21.4 °C	25.0 °C
		朝	晴	8:00	21.3 °C	23.0 °C
2006/6/16	(金)	屋	晴	13:00	21.3 °C	28.0 °C
		夕	晴	17:00	21.4 °C	25.0 °C
2006/6/17	(土)	朝	晴	8:00	21.5 °C	25.0 °C
		屋	晴	13:00		°C
2006/6/18	(日)	夕	晴	17:00		°C
		朝	晴	8:00		°C
2006/6/19	(月)	屋	晴	13:00		°C
		夕	晴	17:00		°C
2006/6/20	(火)	朝	晴	8:00	22.3 °C	23.5 °C
		屋	晴	13:00	22.4 °C	23.5 °C
2006/6/21	(水)	夕	晴	17:00	22.5 °C	23.5 °C
		朝	晴	8:00		°C
2006/6/22	(木)	屋	晴		°C	°C
		夕	晴		°C	°C

打込み日の計測は、原則として「仕上げ時」または「養生開始時」に行い、備考欄に計測時期を記入する。
 なお、これらのタイミングで計測できなかった場合でも、計測時期が分かるように備考欄に記入する。(例:養生開始後、3時間経過後)

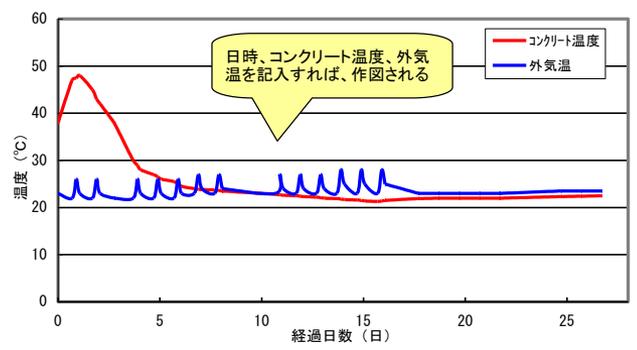
打込みから10日～14日後を目途に、受注者の判断で計測回数を1回/日に減らすことができる。(判断基準の例としては、コンクリート内部温度が安定したとき、等がある)

シート④

コンクリート温度と外気温の計測値・グラフ

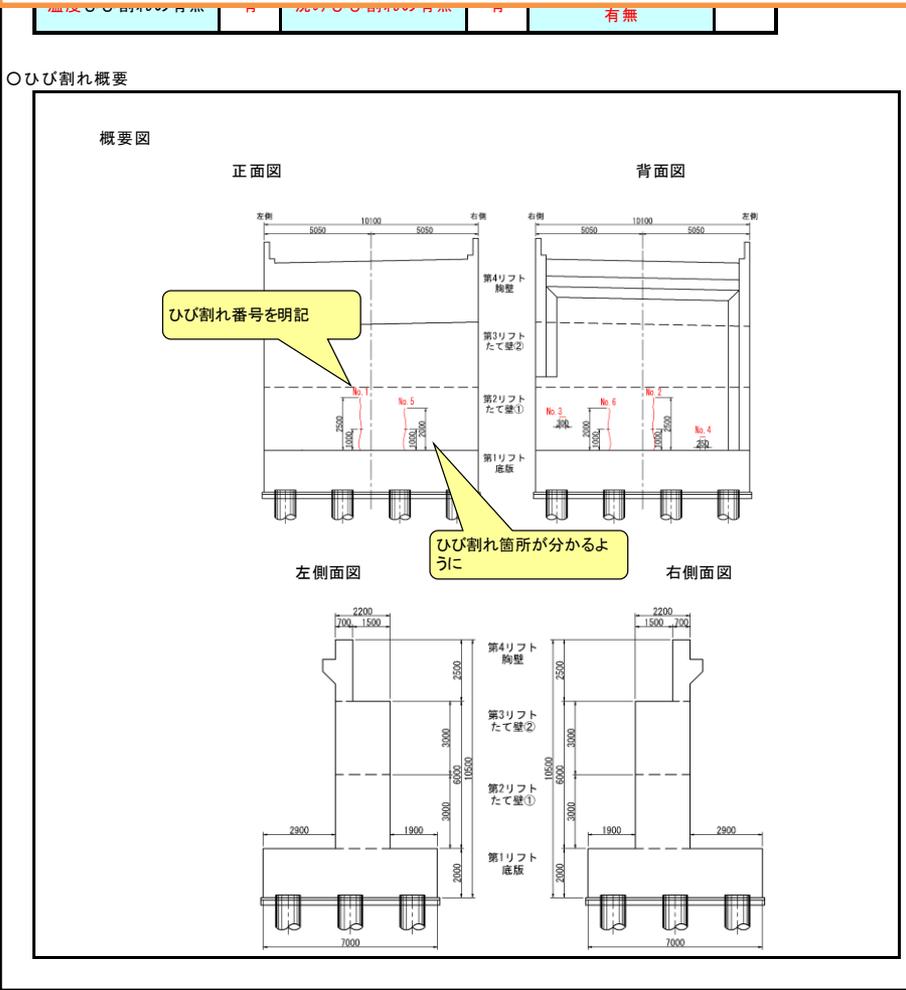
2006/6/12	(月)	屋			°C	°C
2006/6/13	(火)	夕			°C	°C
		朝	晴	8:00	22.0 °C	23.0 °C
2006/6/14	(水)	屋			°C	°C
		夕			°C	°C
2006/6/15	(木)	朝	晴	8:00	22.0 °C	23.0 °C
		屋			°C	°C
2006/6/16	(金)	夕			°C	°C
		朝	晴	8:00	22.0 °C	23.0 °C
2006/6/17	(土)	屋			°C	°C
		夕			°C	°C
2006/6/18	(日)	朝			°C	°C
		屋			°C	°C
2006/6/19	(月)	夕			°C	°C
		朝	晴	8:00	22.3 °C	23.5 °C
2006/6/20	(火)	屋			°C	°C
		夕			°C	°C
2006/6/21	(水)	朝	晴	8:00	22.4 °C	23.5 °C
		屋			°C	°C
2006/6/22	(木)	夕			°C	°C
		朝	晴	8:00	22.5 °C	23.5 °C
2006/6/23	(金)	屋			°C	°C
		夕			°C	°C

コンクリート温度・外気温計測結果



シート⑤

発生したひび割れの のスケッチ図



シート⑥

ひび割れの計測値 補修記録

ひび割れ	位置	正面	背面	背面	背面	正面	背面				
	種類	貫通	貫通	沈み	沈み	貫通	貫通				
	方向	鉛直	鉛直	水平	水平	鉛直	鉛直				
調査日	2006/6/5	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm			ひび割れの位置、形状、方向を選択			
	2006/6/12	0.15mm	0.15mm	0.20mm	0.15mm						
	2006/6/19	0.15mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm				
	2006/6/26	0.20mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm				
	2006/7/3	0.25mm	0.20mm			0.10mm	0.10mm				
	2006/7/10					0.15mm	0.10mm				
	2006/7/17					0.15mm	0.10mm				
	備考	2006/6/5 初期観察実施、No.1水漏れあり									
補修	補修の有無	有	有	有	なし	有	なし				
	補修日	2006/7/25	2006/7/25	2006/7/25		2006/7/25					
	補修方法	注入	注入	注入		注入					
	備考	No. 1、2、3、5：軟質系1*杉樹脂注入									

商品名でも良い

チェックシートによる施工状況把握

様式4 施工状況把握チェックシート記載例 H28.4版							
【 施 工 状 況 把 握 チェックシート(コンクリート打込み時) 】							
事務所名	〇〇土木建築事務所		工事名	県道〇〇線 道路改良工事	工区	1	
構造物名	〇〇橋 AI橋台		部位	たて壁	リフト	2	
受注者	〇〇建設(株)		確認者	主任監督員 〇〇〇〇			
配合	27-8-20BB		確認日時	2012/10/11(木) 7:30~13:30			
打込み開始時刻	予定	8:00	実績	8:10	打込み開始時気温	22.0℃	
					天候	曇のち晴	
打込み終了時刻	予定	12:00	実績	12:20	打込み量(m ³)	80	
					リフト高(m)	3.0	
施工段階	チェック項目				メモ	記述	確認
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。					-	○
	型枠内は濡らせているか。				施工計画書や打合せから事前に把握できた内容をメモする。	-	○
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。					-	※1
	かぶり内に結束線はないか。				現場時に把握した数値を記す。	-	○
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。					-	○
	コンクリート打込み作業人員 ^(※) に余裕を持たせているか。					8人	○
	予備のバイブレータを準備しているか。					使用4台 予備1台	使用4台 予備1台
	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。					-	○
	速撤					50~60分	○
	繰り返してから打ち終わるまでの時間は適切であるか。						
打込み	ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。					-	○
	鉄筋や型枠は乱れていないか。					-	○
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。					-	○
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。					-	○
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。					-	○
	一層の高さは、50cm以下としているか。				50cm>6層	50cm	○
締固め	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。					-	○
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。					約2m→ 1m以下	※2
	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。					-	○
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。				50cm/90cm/120cm	-	○
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。				型枠に50cm 間隔で挿入	-	○
	バイブレータの振動時間は5~15秒としているか。				目安8秒	6秒~10秒	○
養生	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。					-	○
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。				養生については、後日記入をする。	-	○
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。					-	○
	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。					-	○
養生	コンクリートの露出面を湿润状態に保っているか。				表面養生剤を塗布	-	○
	湿润状態を保つ期間は適切であるか。				10日間	10日間以上	○
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。				5.0N/mm ²	85mm以上	○
要改善事項等	※1 型枠内部に結束線(3本)が落ちていたため、打込み前に取り除かせた。 ※2 排出口から打込み面までの高さが、明らかに1.5mを超えていたため、口頭で注意したところ、是正された。 上記※1、※2については是正を確認するため、次回打込み時も施工状況把握を行うことを工事打合せ簿にて通知する。						
※コンクリート打込み作業人員・・・コンクリートの打込み・締固め作業時の人員のうち、直接作業に携わらない者(監理・主任技術者やポンプ車運転手等)を除いた人員							

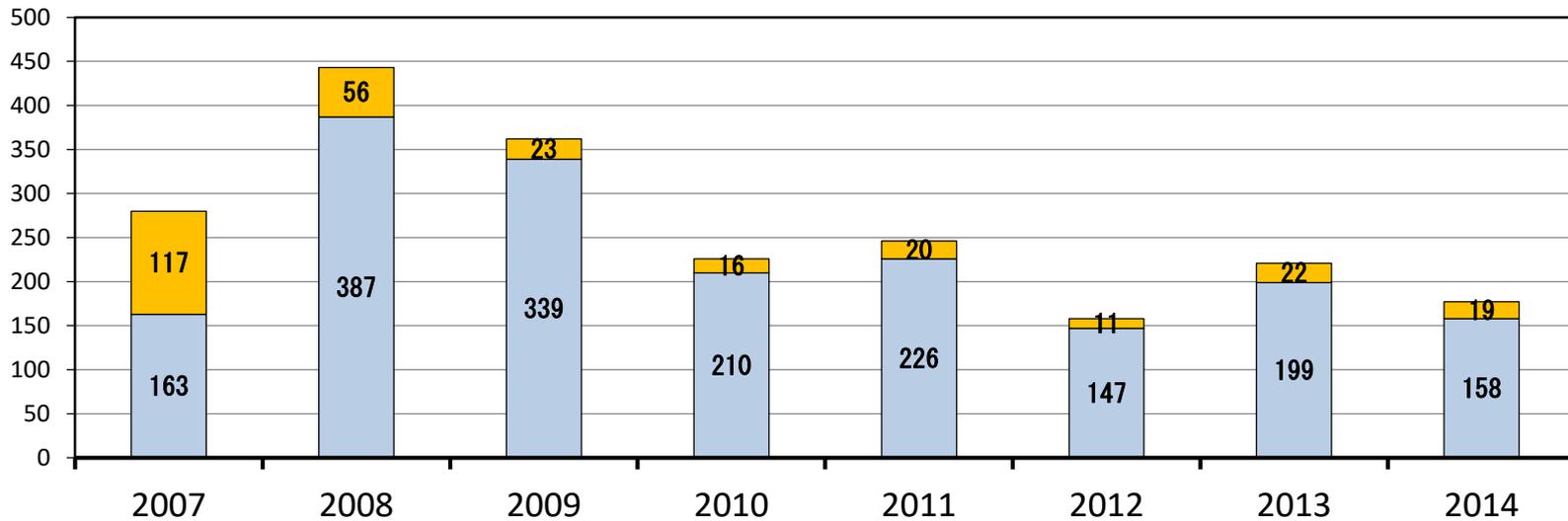
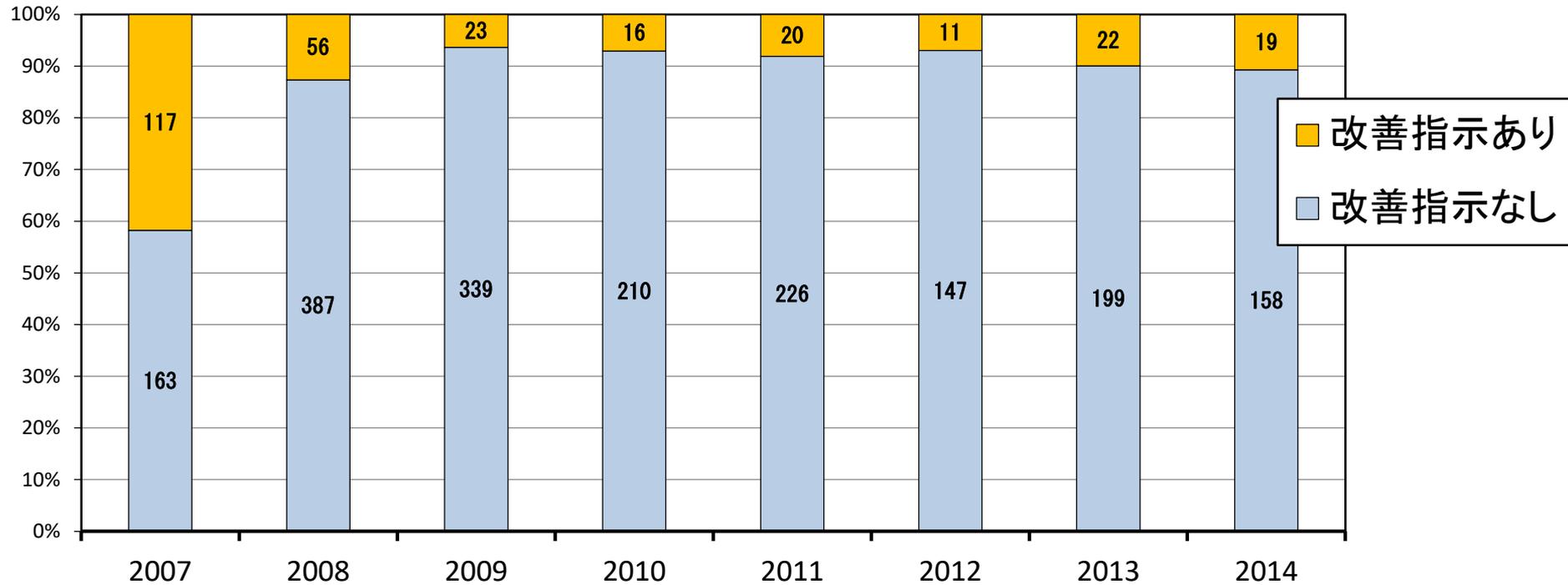
✓発注者がコンクリート打込みに臨場して、チェックシートを用いて施工状況把握を行う。

✓チェックシートは、コンクリート標準示方書[施工編]に示される施工の基本事項から27項目を抽出し、現場での使いやすさに配慮してA4版用紙1枚に収めた。

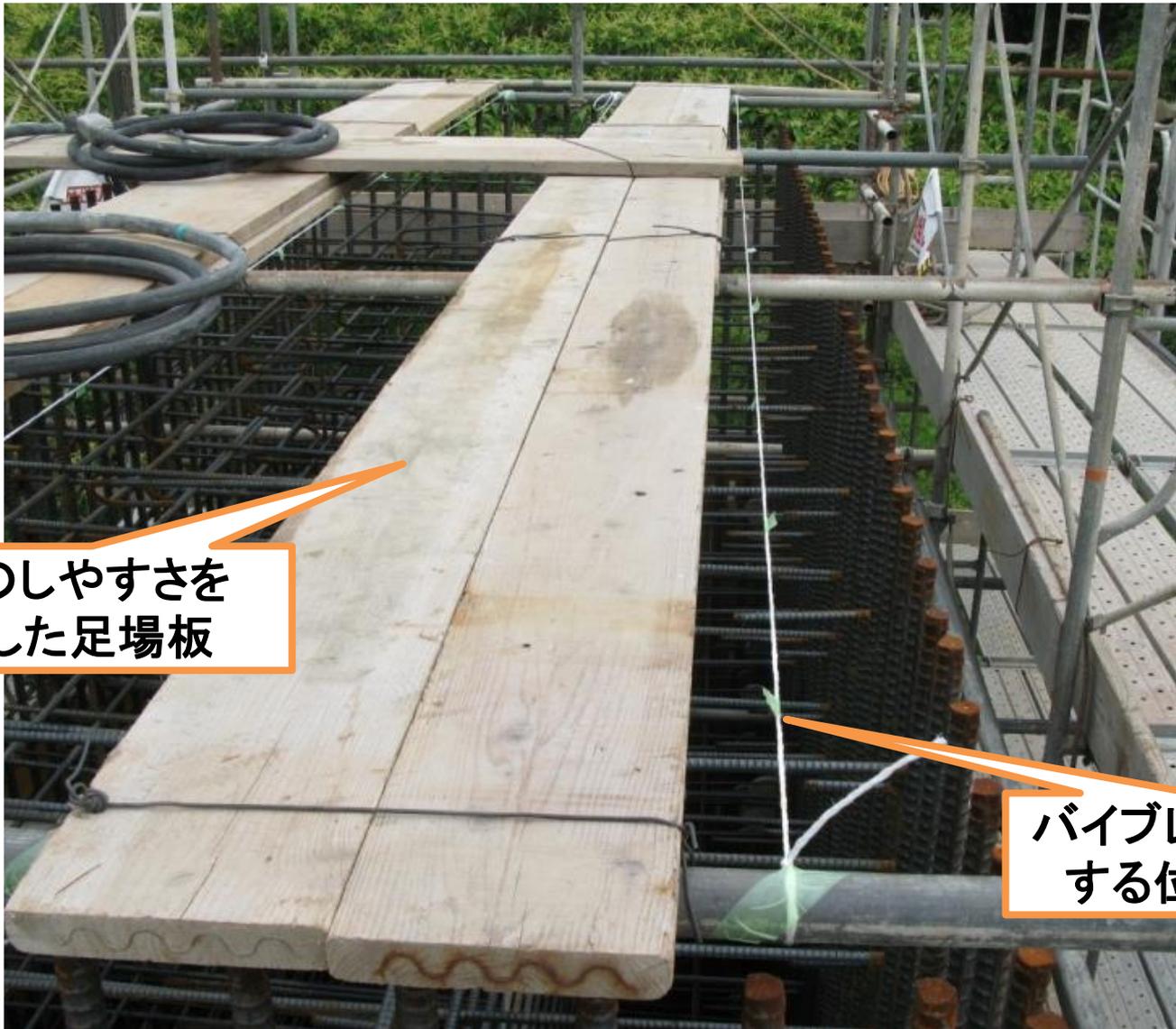
✓改善すべき点があれば、改善を指示。改善指示の集計結果を定期的に公表。

✓チェックシートはHPで公表。施工者も着目点を共有することで、足場・バイブレータをはじめとする仮設器材の適切な準備、作業打合せの充実など、段取りの向上が図られる。

改善指示をしたリフトの割合・数の経過



施工者の段取りの改善



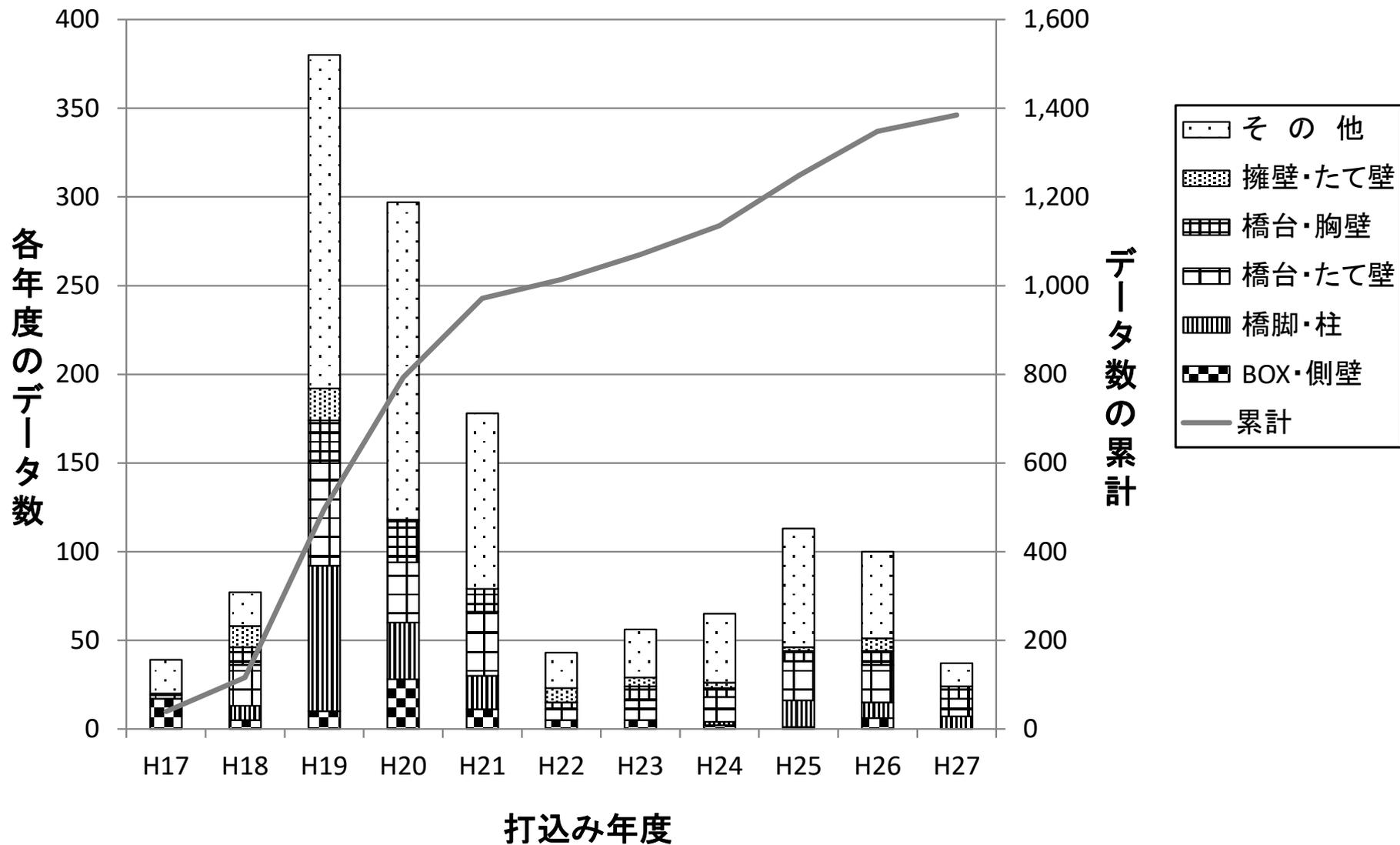
作業のしやすさを
配慮した足場板

バイブレータを挿入
する位置に目印

A high-angle photograph of construction workers on a steel rebar grid. The workers are wearing white and blue uniforms and hard hats. They are positioned on a narrow metal walkway. The rebar grid is dense and extends across the frame. Red arrows point to specific locations on the grid where vibration plates are to be inserted. A text box in the lower-left corner contains the text 'バイブレータを挿入する位置に目印' (Marking the position for vibration plate insertion).

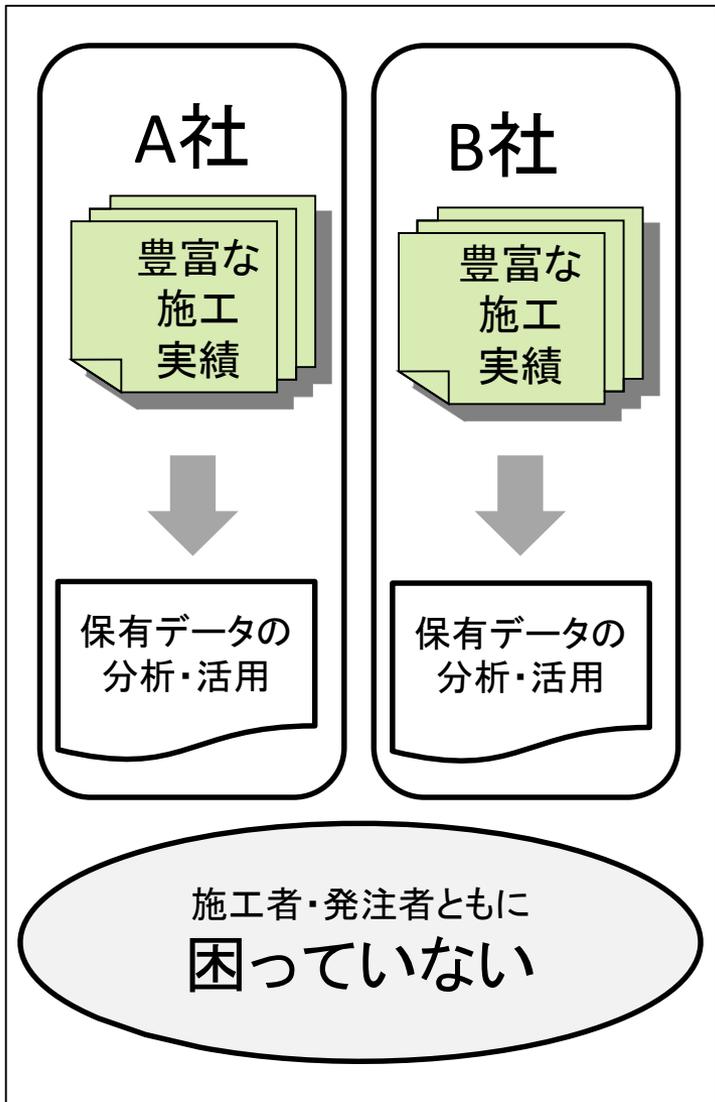
バイブレータを挿入
する位置に目印

データベースのデータ数

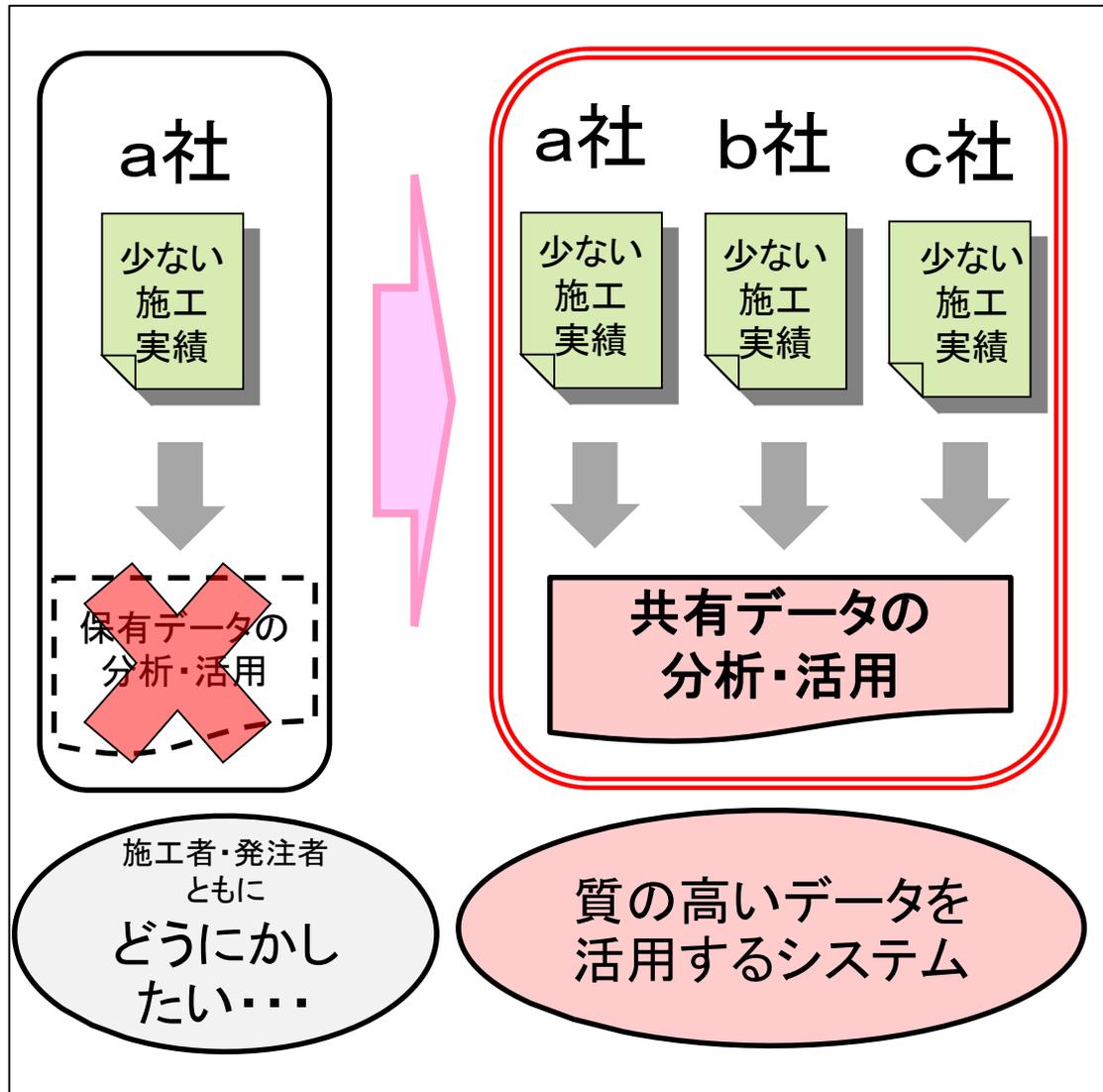


システムの概念

施工実績が豊富な建設会社



施工実績が少ない建設会社



データの質を高める工夫

①不適切な施工のデータを排除

- ・ 施工者が、施工の基本事項遵守により「施工由来のひび割れ」を減らす。
- ・ 発注者はチェックシートによる施工状況把握で支援する。

②不正確なデータを排除

- ・ 品質確保に意欲的な施工者が気温とコンクリート内部温度を計測し、養生の管理や事後の検証に活用する。
- ・ 計測は義務ではない。発注者は、計測を活用した施工管理を推奨し、成績評定により評価する。
- ・ 義務化すると、「目的」の品質確保を意識しないまま計測する「手段の目的化」が生じる懸念があり、その場合、データの精度が低下する。

温度履歴の計測

- 「推奨」（義務ではない）
- 器具・計測手間の費用は計上しない
- 温度履歴計測を活用した（あるいは、これと同等以上の）施工管理を計画かつ実施した場合、成績評定で加点評価

- 温度履歴の計測は、良好な品質を得るという「目的」を実現するための様々な「手段」のうちの一つである。
- 義務化すると、手段が目的化し、効果が低下する。
（品質確保を意識しないまま計測するケース）
- 義務化により、データ精度の低下も懸念される。

「体重計ダイエット」に似ている・・・

- セルフチェック
自らがグラフを作り、変化を把握する。
- セルフコントロール
望ましいグラフの形を理解して、それに近づくように自ら努力する。



体重の記録は、ダイエットに役立つだけでなく、

- 身体が不調になった時に、医師に見せれば、診断の精度が上がる
- 将来、自分がダイエットに再チャレンジする時や、他の人がチャレンジする時の、参考データになる。

○ 「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ（H26）

●平成21年に、山口県のシステム運用前/後の構造物について、土木学会335委員会¹⁾・JCI膨張コンクリート研究委員会²⁾による合同調査が行われ、ひび割れ抑制効果とともに、コンクリート表層の品質向上（透気性・吸水性など）が確認された。

1) 構造物表面のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会

2) 高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会

●平成23～24年のJCIデータベース研究委員会³⁾において、山口県システムも研究対象となり、品質確保に向けたシステムについて検討が行われた。

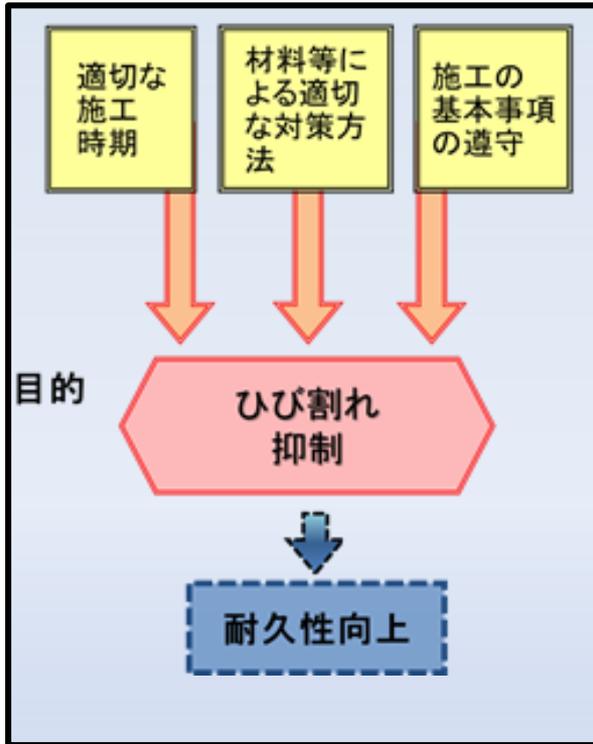
3) データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会



これらの成果を活用して、山口県システムを「品質確保」に拡張

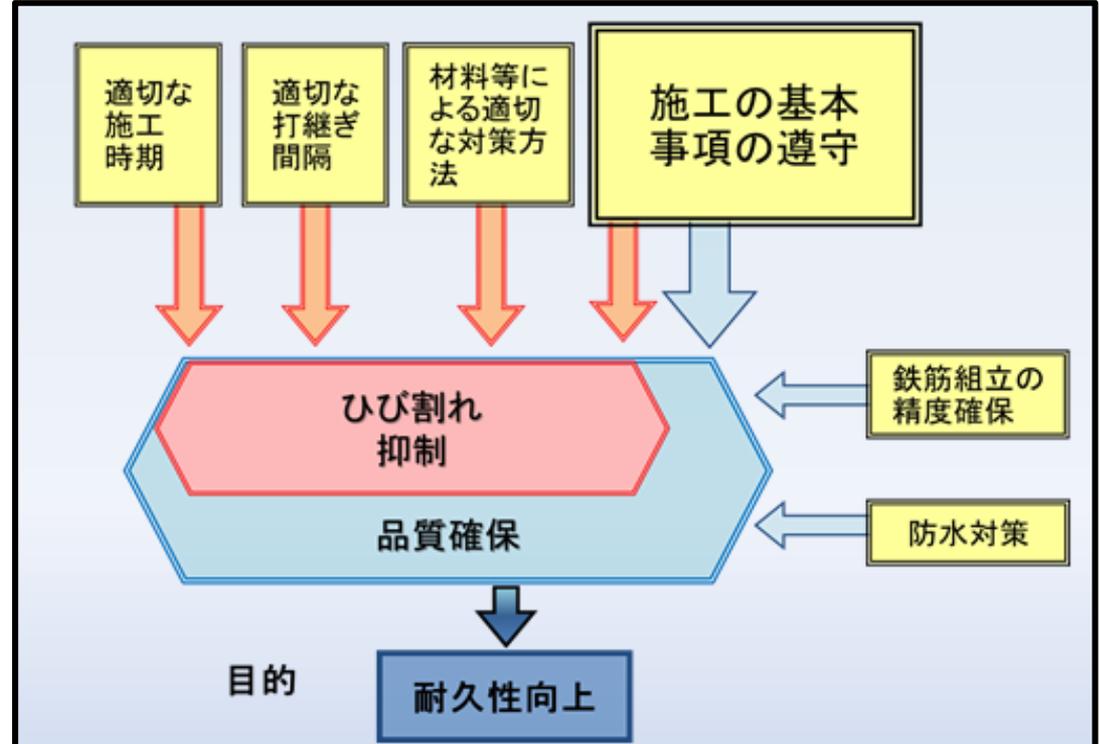
新たな規準書「ガイド」へ移行

平成19年～



コンクリート構造物
ひび割れ抑制対策資料
【対策資料】

平成26年～



コンクリート構造物
品質確保ガイド2014 → 2016(改訂)
【ガイド】

- ・ひび割れに限定した取組みを、品質全般に拡大
- ・対象構造物をRC限定からPCまで拡大
- ・各技術者が自ら考えるための参考資料を目指し、「ガイド」と名付けた
- ・順次、改訂を重ねていくことを示すために年版を付記「2014」、「2016」

「ガイド」の改訂(H28)

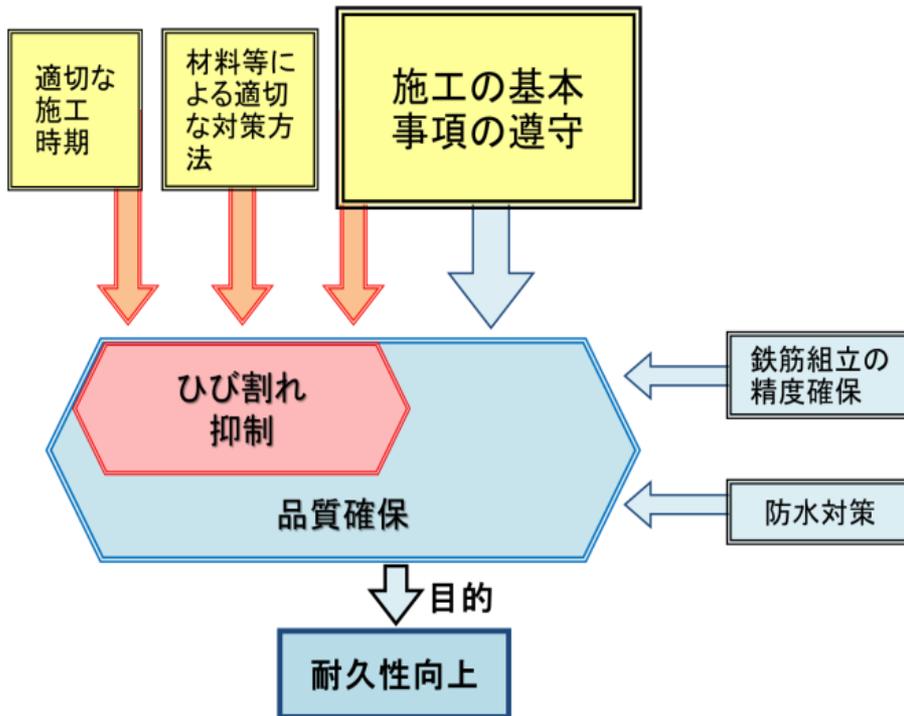
ガイド【ガイド2016】改訂内容

- (1) 施工状況把握チェックシートの改訂
- (2) コンクリート施工記録シートの項目を追加
- (3) 「打継ぎ間隔の調整によるひび割れ抑制対策」
を四本目の柱として位置付け
- (4) 「材料等によるひび割れ抑制対策」検討例の
見直し
- (5) 施工時に発生する不具合の事例を改訂
- (6) 内容が理解しやすいよう図表の表現を見直し

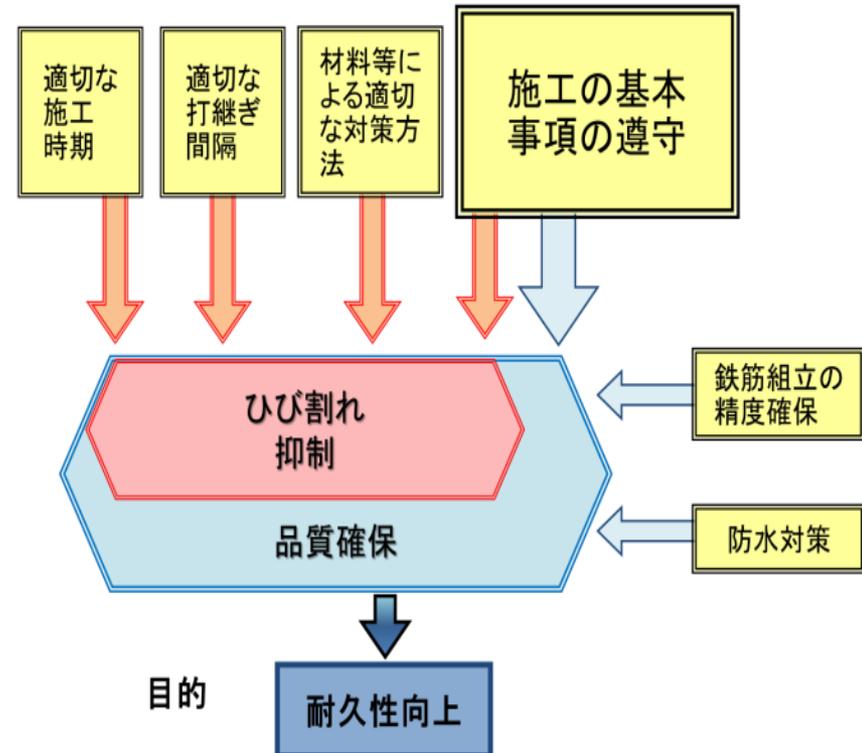
(3)

「打継ぎ間隔の調整によるひび割れ抑制対策」
を四本目の柱として位置付け

ガイド2014



ガイド2016



システムの効果

- ① 品質確保
 - ・施工時に発生するひび割れの減少
 - ・ひび割れ以外の初期欠陥の減少（表層品質の向上）
- ② 蓄積したデータの活用によるコスト縮減
 - ・新設時：数値解析に頼らずに、ひび割れ抑制設計ができる
 - ・維持管理時：建設時点の詳細な情報を参照できる
- ③ 設計・発注・施工・材料製造など関係者全体の協働意識の確立
【各々の役割を適切に果たす】
- ④ 技術者の能力向上
- ⑤ 模範的な構造物としての活用
- ⑥ 受発注価格の適正化

①品質確保

- ・ 施工時に発生するひび割れの減少
- ・ ひび割れ以外の施工時に生じる不具合の減少
(表層品質の向上)

橋台(平成22年建設)

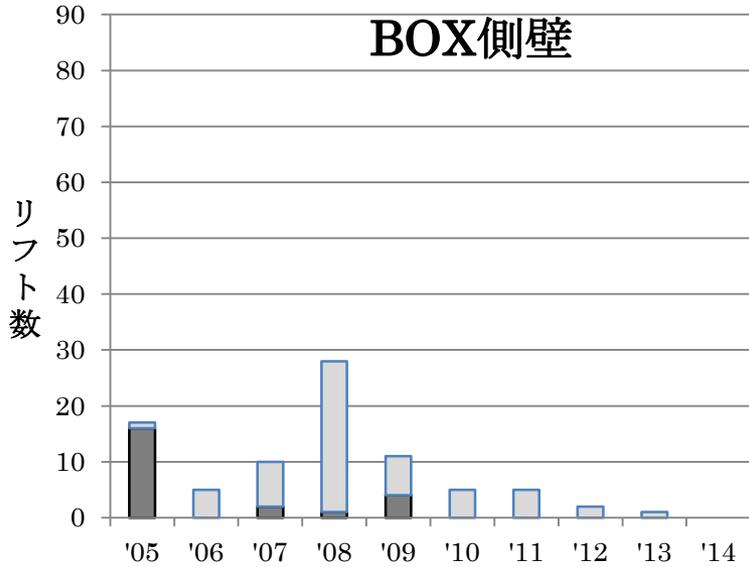


橋台(平成27年建設)

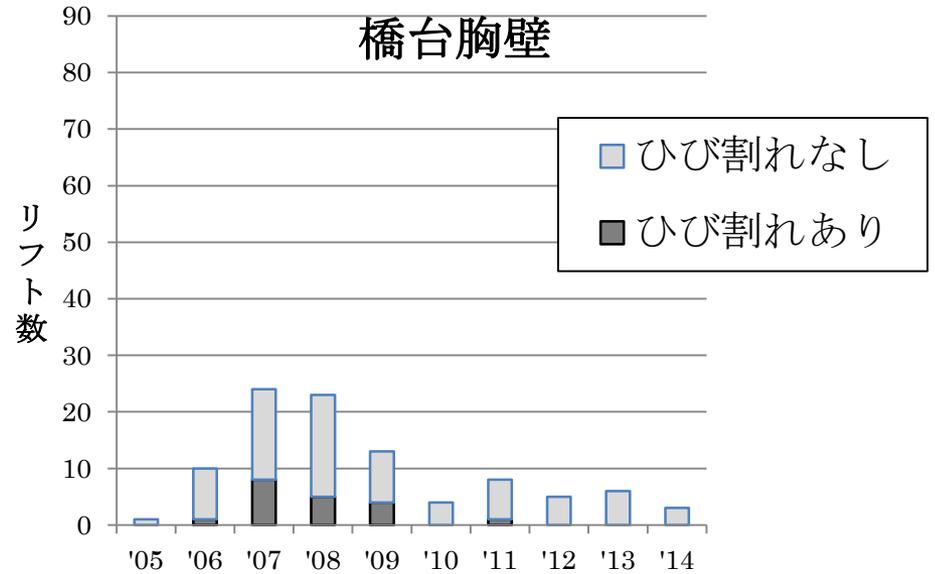


ひび割れ抑制

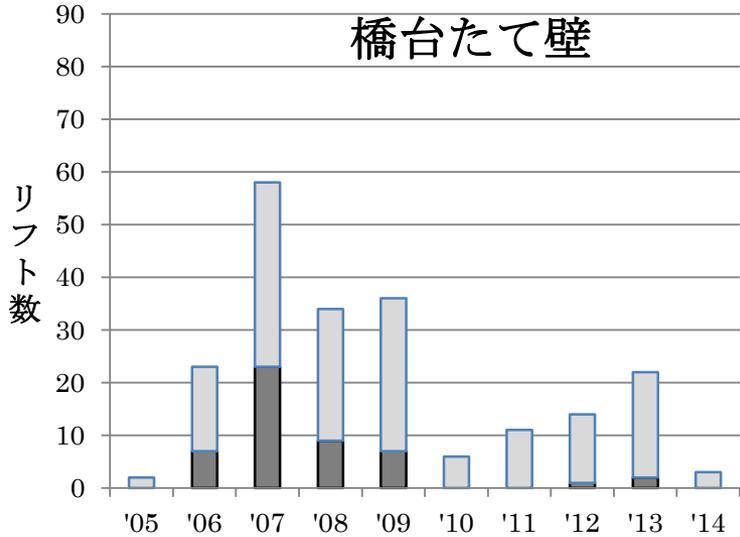
BOX側壁



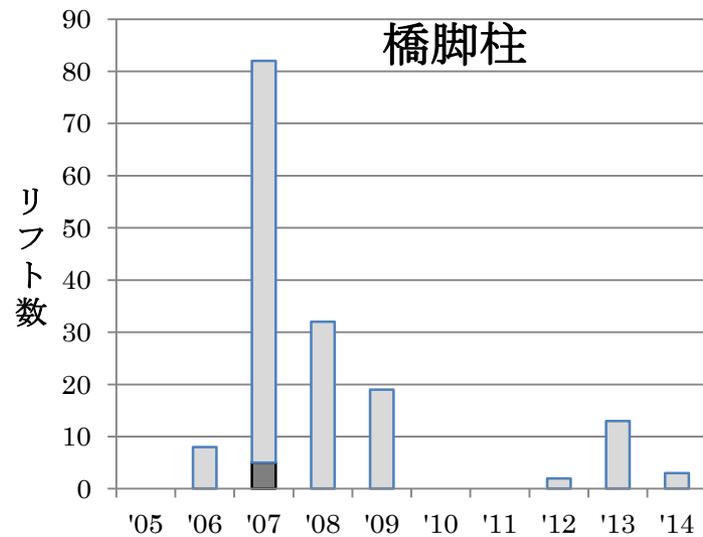
橋台胸壁



橋台たて壁



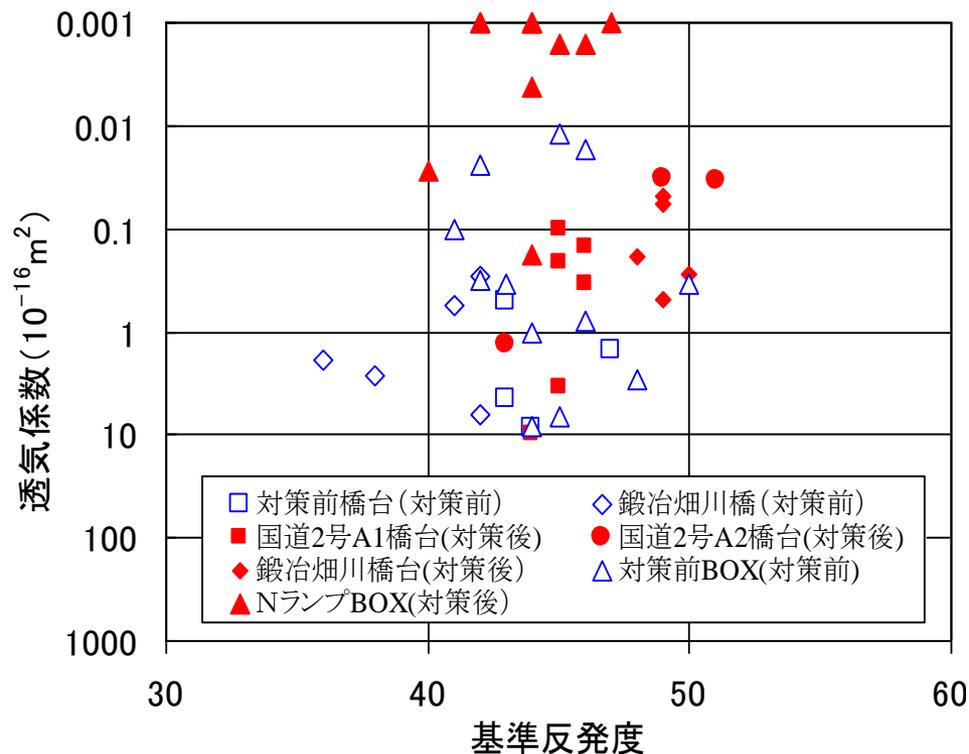
橋脚柱



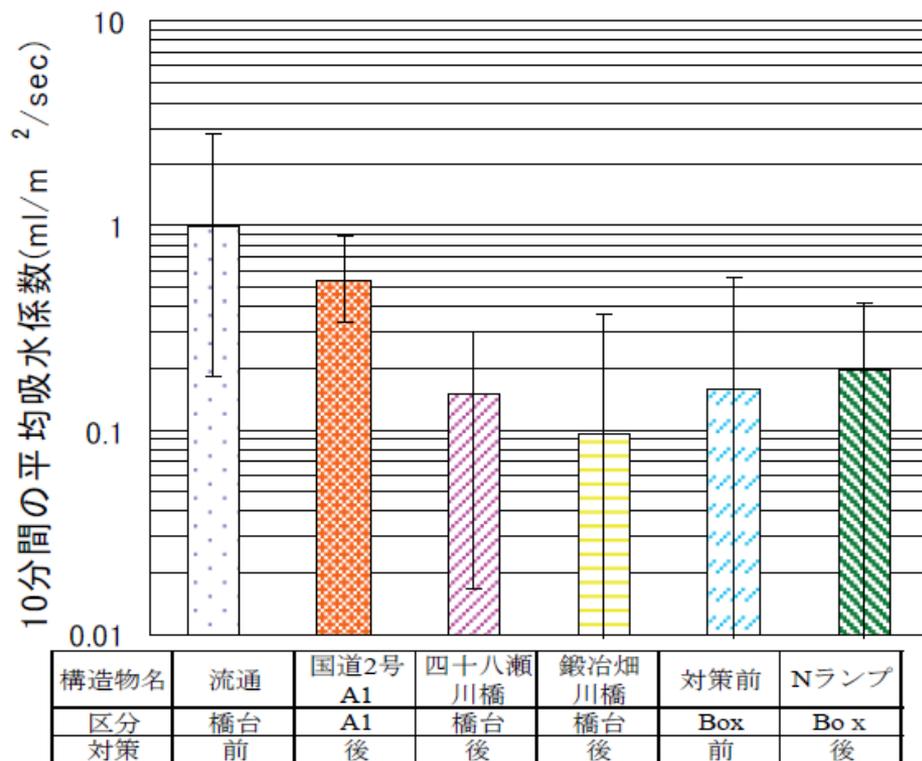
表層品質

平成22年，システム運用前後の構造物の表層品質などについて，土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会」と日本コンクリート工学会「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会」が合同調査。

表層透気試験・表面吸水試験等により，表層品質の向上効果が確認できた。



基準反発度と表層透気係数の関係



表面吸水試験の結果

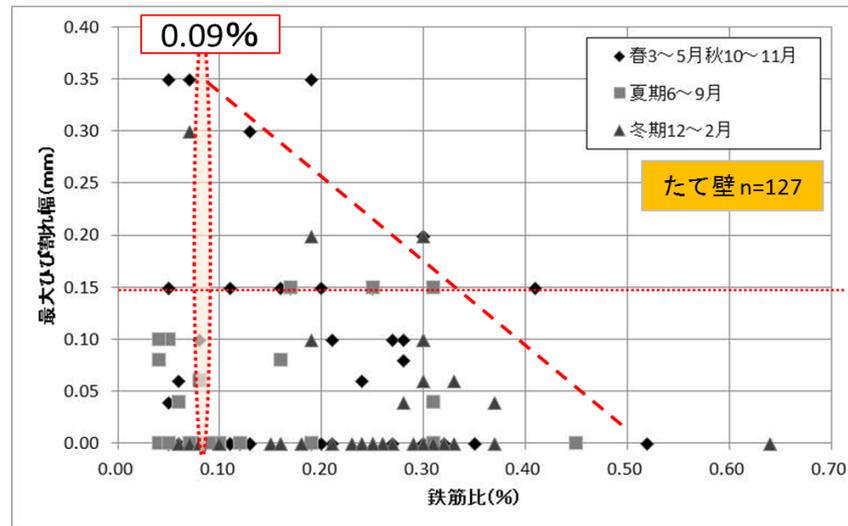
② 蓄積したデータの活用によるコスト縮減

- ・ 新設時：数値解析に頼らずに、ひび割れ抑制設計ができる
- ・ 維持管理時：建設時点の詳細な情報を参照できる

コンクリート構造物品質確保ガイド2016

資料編1 「材料等によるひび割れ抑制対策」検討例

(5) 類似構造物を踏まえた分析・考察とひび割れ抑制対策の検討



○「鉄筋比・最大ひび割れ幅グラフ」から、打込み時期を問わず、鉄筋比が小さいと有害なひび割れが発生していることがわかる。

○原設計の鉄筋比0.09%では有害なひび割れが発生する恐れがあり、補強鉄筋により鉄筋比(0.30%以上)を確保する対策が必要と考える。

⑤模範的な構造物としての活用

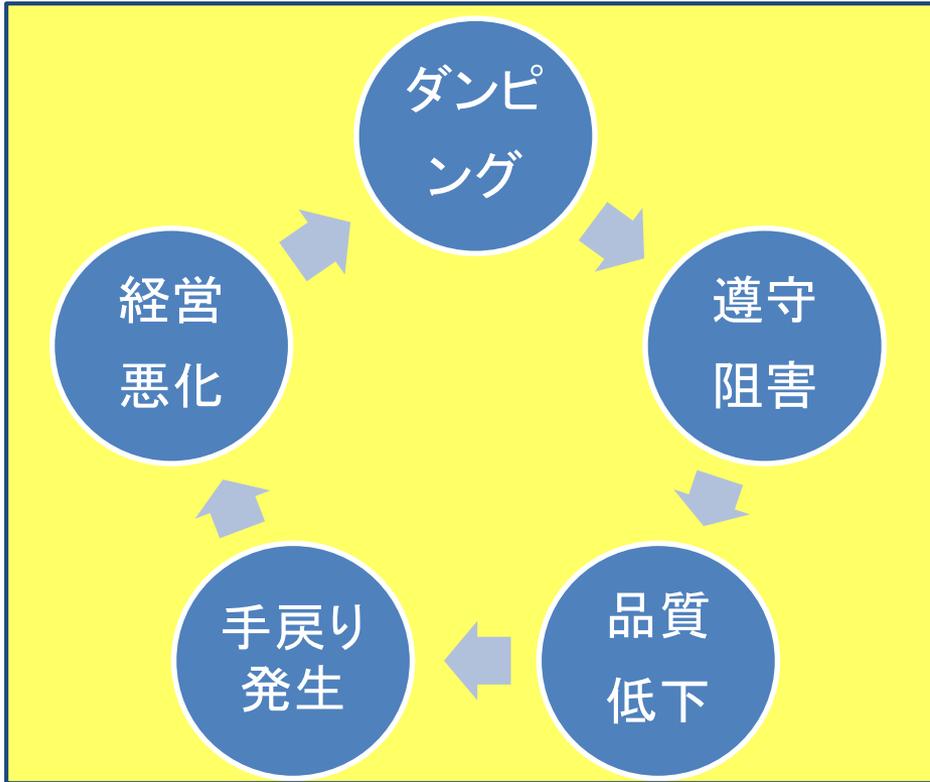
品質確保が達成できた構造物は，その後の施工のわかりやすい模範・手本となる（**会いに行ける模範的構造物**）

模範的構造物の事例（平成26年建設）



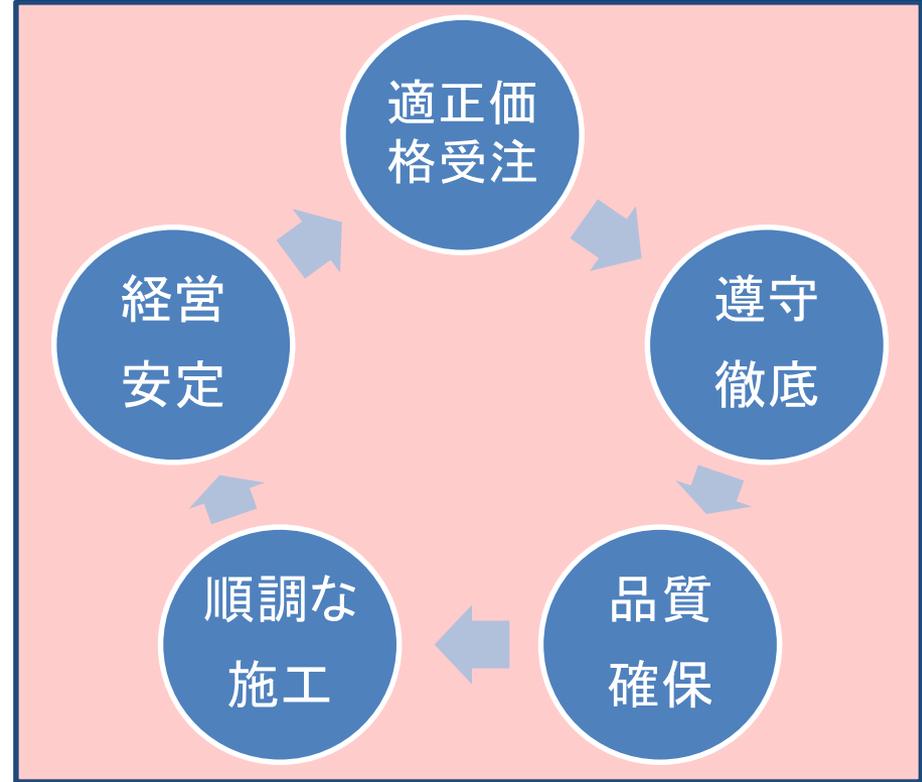
⑥受発注価格の適正化

工事の受注価格（入札価格）および発注価格（予定価格）の適正化が期待できる



マイナスの循環

この企業が多いと市場価格が下落
市場価格を反映した予定価格も下落



プラスの循環

この企業が多いと市場価格が安定
市場価格を反映した予定価格も安定

システムにおける情報共有

HPによる情報発信（山口県・山口県建設技術センター）

The screenshot shows the top navigation area of the Yamaguchi Prefecture website. On the left is the logo for Yamaguchi Prefecture, featuring a stylized red 'Y' and the text '山口県 YAMAGUCHI PREFECTURE' next to a green mascot character. To the right of the logo are links for '本文へ', '携帯サイト', and 'Other Languages'. Further right are options to change the background color (白, 黒, 青) and text size (拡大, 標準, 縮小). Below these are search and navigation buttons: '組織から探す', 'サイトマップ', '情報検索' (with a search icon), a text input field for 'キーワードを入力', a '検索' button, and a link for '検索の仕方'. A horizontal menu below contains buttons for 'トップページへ', '暮らし・環境', '医療・福祉', '教育文化・スポーツ', 'しごと・産業', '魅力・観光', and '県政情報'. At the bottom of the menu is a breadcrumb trail: 'トップページ > 組織から探す > 技術管理課 > コンクリート品質確保・トップページ'.

平成28年(2016年)3月31日

技術管理課

～コンクリート構造物の品質確保～

1. コンクリート構造物品質確保ガイド

山口県では、平成19年に「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料」を作成しコンクリート構造物ひび割れ抑制対策に取り組んできました。これまでの運用で得られた多くの知見を踏まえて、その対象を「ひび割れ抑制」から「品質確保」に拡大し、発注者、設計者、施工者、製造者の各関係者に活用していただけるよう「コンクリート構造物品質確保ガイド」に移行しましたのでお知らせします。

ガイド2016（平成28年4月）です **NEW!**

 [コンクリート構造物品質確保ガイド2016（その1）（PDF：10MB）](#) **NEW!**
 [コンクリート構造物品質確保ガイド2016（その2）（ZIP：3MB）](#)

技術講習会

第1回(H18.4.26) ~ 第10回(H28.8.22)

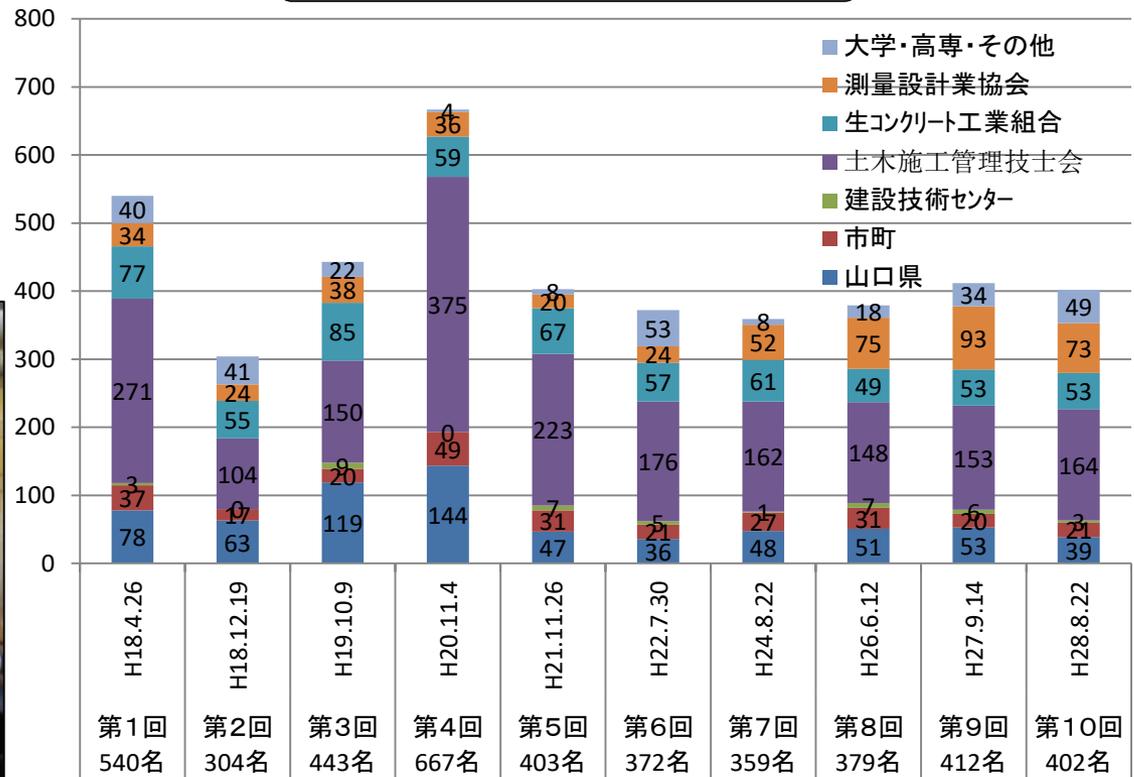
ほぼ毎年継続して実施

◇共同開催者

- ・山口県土木建築部
- ・(一財)山口県建設技術センター
- ・(一社)山口県建設業協会
- ・山口県土木施工管理技士会
- ・山口県生コンクリート工業組合
- ・(一財)山口県測量設計業協会



技術講習会 所属別参加者数



山口県土木施工管理技士会
(第3回から共同開催)

(一財)山口県測量設計業協会
(第5回から共同開催)

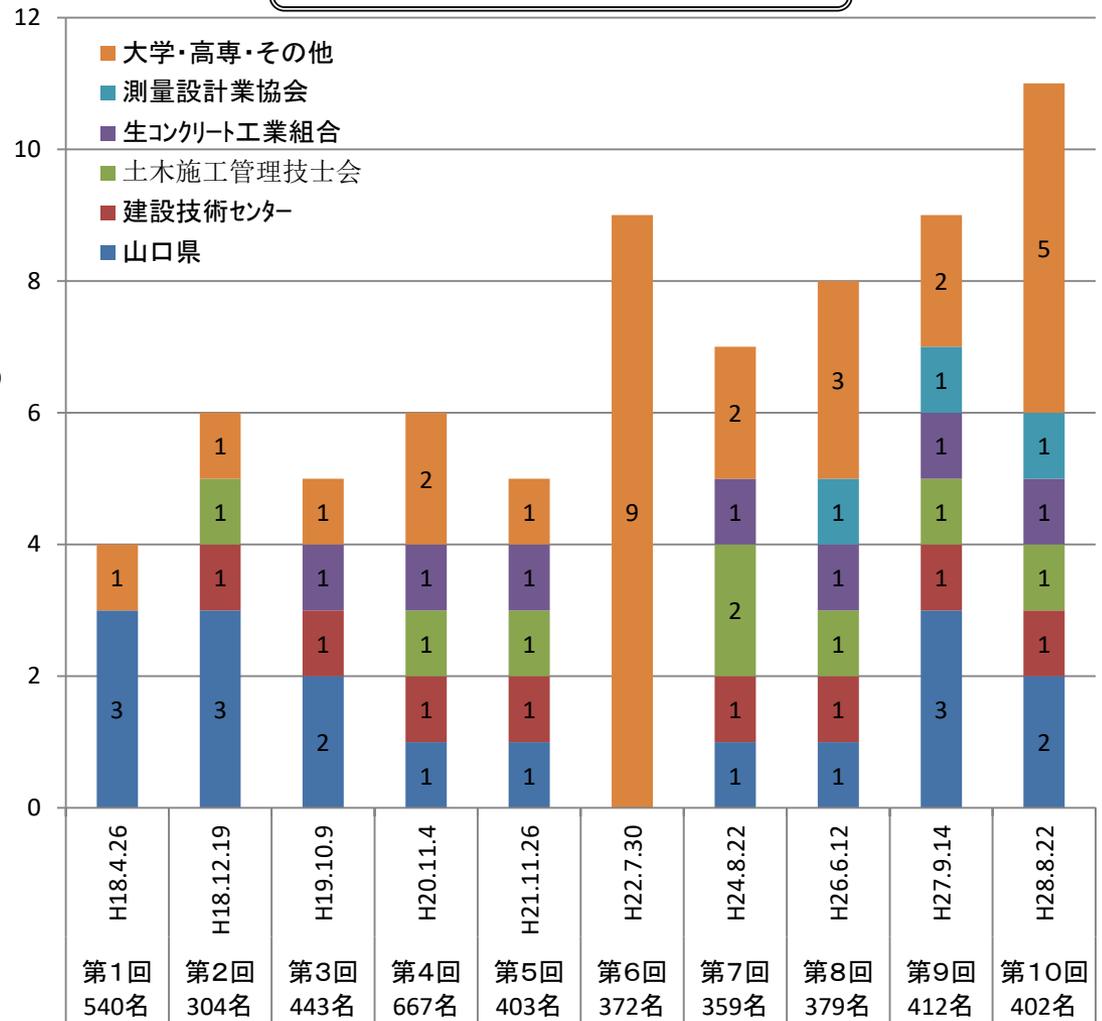
技術講習会 所属別発表者数

◇学の支援

- ・第1回から第10回のすべてで、徳山工業高等専門学校の田村教授の講演
- ・第4回は、山口大学の中村教授
- ・第6回は、JCI, JSCEの合同調査にあわせ、調査結果の報告を兼ねて開催。
- ・第10回は、土木学会(コンクリート構造物の品質確保小委員会(350委員会)も加わり共同開催

◇発表者

- ・学に加えて、第2回から共同開催者の発表を進め、第8回からは、**共同開催者(発注者、施工者、設計者、製造者)のすべてからの発表。**
- ・学からは、**全国での取り組みを紹介**



技術講習会(第9回) ～コンクリートの品質確保～

(平成27年9月14日(月曜日) 10:00～16:30 山口県健康づくりセンター 多目的ホール)

共同開催 山口県土木建築部・(一財)山口県建設技術センター・(一社)山口県建設業協会・
山口県土木施工管理技士会・山口県生コンクリート工業組合・(一社)山口県測量設計業協会

山口県では、平成17年からコンクリート構造物の品質確保に産学官が連携して取り組んでおり、本講習会は、平成18年4月から県と関係民間団体が共同で開催し、それぞれの分野における最新の知見や取組み等の情報を共有することで、取組みのさらなる進展を図っております。

さらに、今回は特別講演としまして、改正品確法の主旨を踏まえ、近年多発する大規模災害への対応を学ぶため、東日本大震災直後、がれき撤去や道路啓開を皮切りに、復旧そして復興にご尽力されておられます、一般社団法人仙台建設業協会副会長の深松努氏をお迎えし、「東日本大震災における取組みに学ぶ」につきまして、ご講演いただきます。

プログラム

- 10:00～10:10 開会あいさつ
- 10:10～11:10 基調講演「復興道路とコンクリートの品質確保」 田村隆弘 徳山工業高等専門学校 副校長
- 11:10～11:40 「生コン技術者からみたコンクリート舗装」 吉岡国和 山口県生コンクリート工業組合
- 12:40～13:05 「ボックスパート工事におけるコンクリート構造物品質確保対策」 佐藤節也 熊野舗道工業株式会社
- 13:05～13:30 「ひび割れ抑制設計の事例」 林 一成 サンヨーコンサルタント株式会社
- 13:40～15:10 特別講演「東日本大震災における取組みに学ぶ(仮題)」 深松努(一社)仙台建設業協会副会長
- 15:20～16:00 コンクリート構造物の品質確保に向けた取組み事例
- ①「橋梁設計におけるひび割れ抑制設計」 草園大樹 山口県長門土木建築事務所
 - ②「橋梁下部工工事におけるコンクリート構造物の品質確保」 中三川大輔 山口県下関土木建築事務所
 - ③「橋梁上部工工事におけるコンクリート構造物の品質確保」 濱邊正治 山口県宇部土木建築事務所
- 16:00～16:10 「コンクリート構造物の品質確保におけるセンターの取組み」 福田将之(一財)山口県建設技術センター
- 16:10～16:25 質疑応答
- 16:25～16:30 閉会あいさつ

発注者職員研修

• チェックシートによる施工状況把握の実地研修

- ① 監督職員がチェックシートを用いて施工状況把握を行う
目的を理解する。
- ② 施工状況把握を適切に行うスキルを習得する。

実際の打込み現場に臨場し、
施工状況把握を行う。

研修参加者で振り返りを行う。



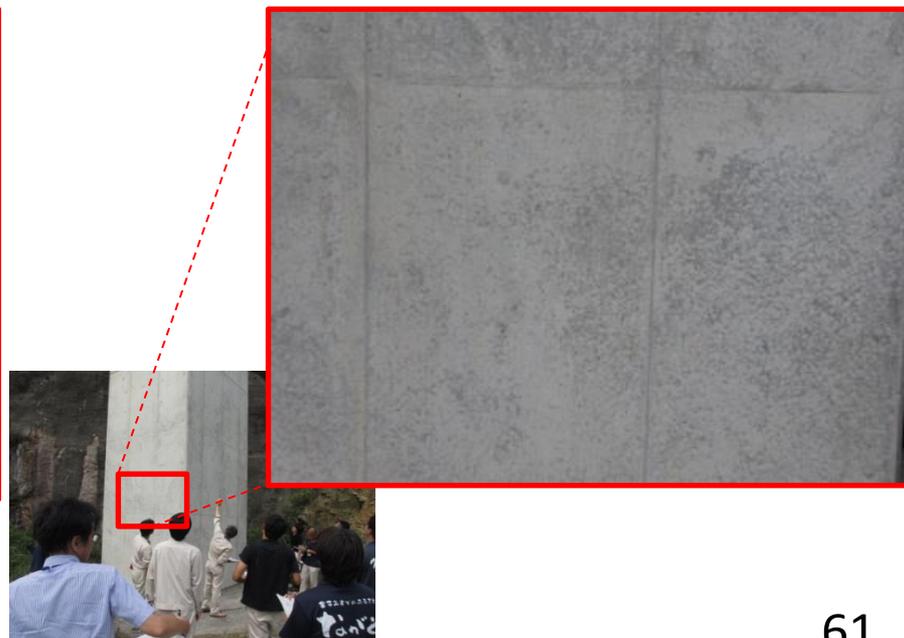
- システム運用前と運用後の既設構造物による研修
(H26年度から目視評価法を導入し再開)

- ①システムによる、ひび割れ抑制及び砂すじなどの初期不具合の減少への**効果を理解**する。
- ②目視評価法を用いて、既設構造物の施工状況を推定する**スキルを習得**する。

システム導入前

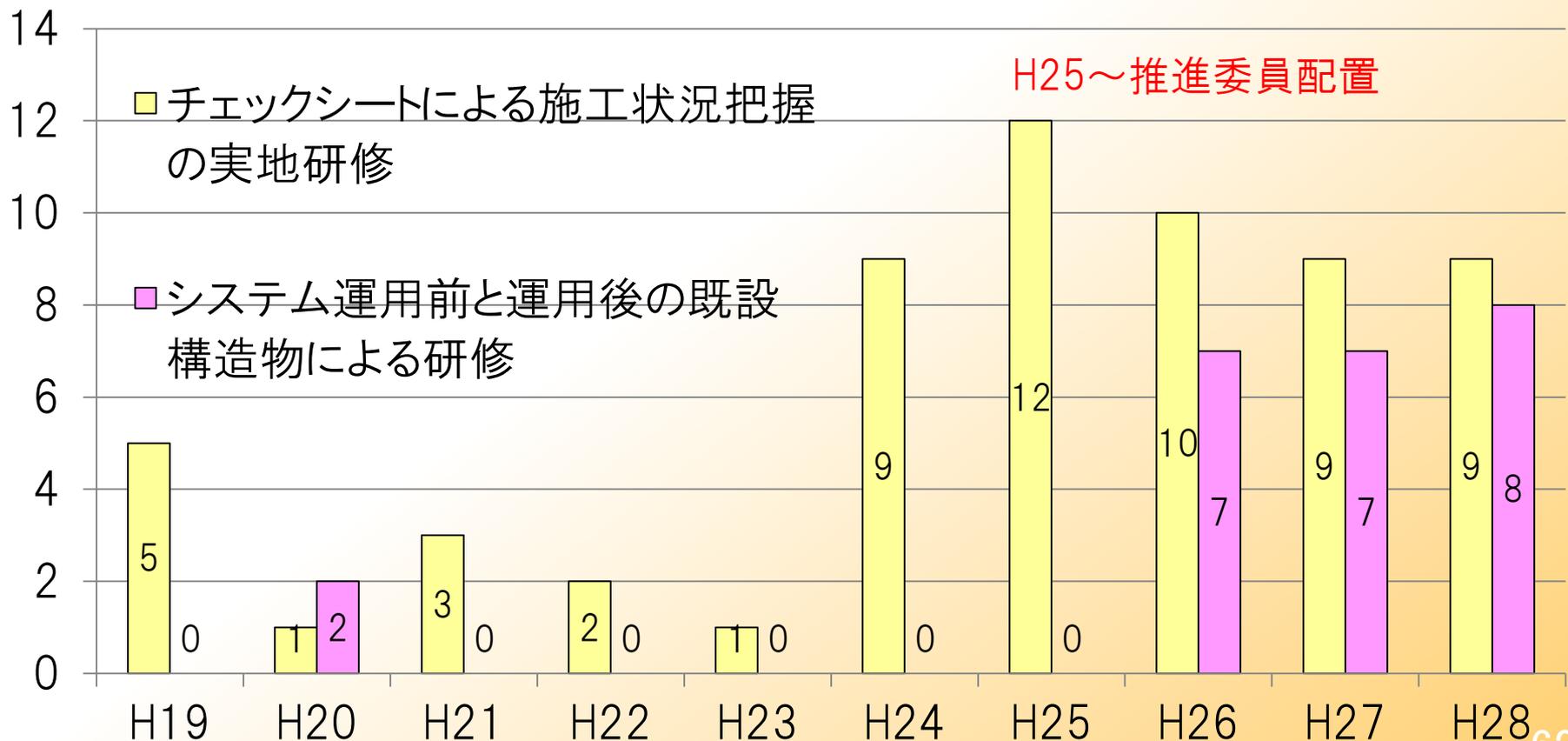


システム導入後



研修開催回数^①の推移

- H19運用開始時は5現場で5回開催した。
- H20～H23は、1回～3回の開催にとどまる。(大規模災害・国体)
- H25以降、各事務所単位で10回以上開催している。



今後の課題

①システムの持続性と発展性の継続

利便性や信頼性を向上するための改善をタイムリーに行っていくことが必要。

②蓄積データの質・量の充実

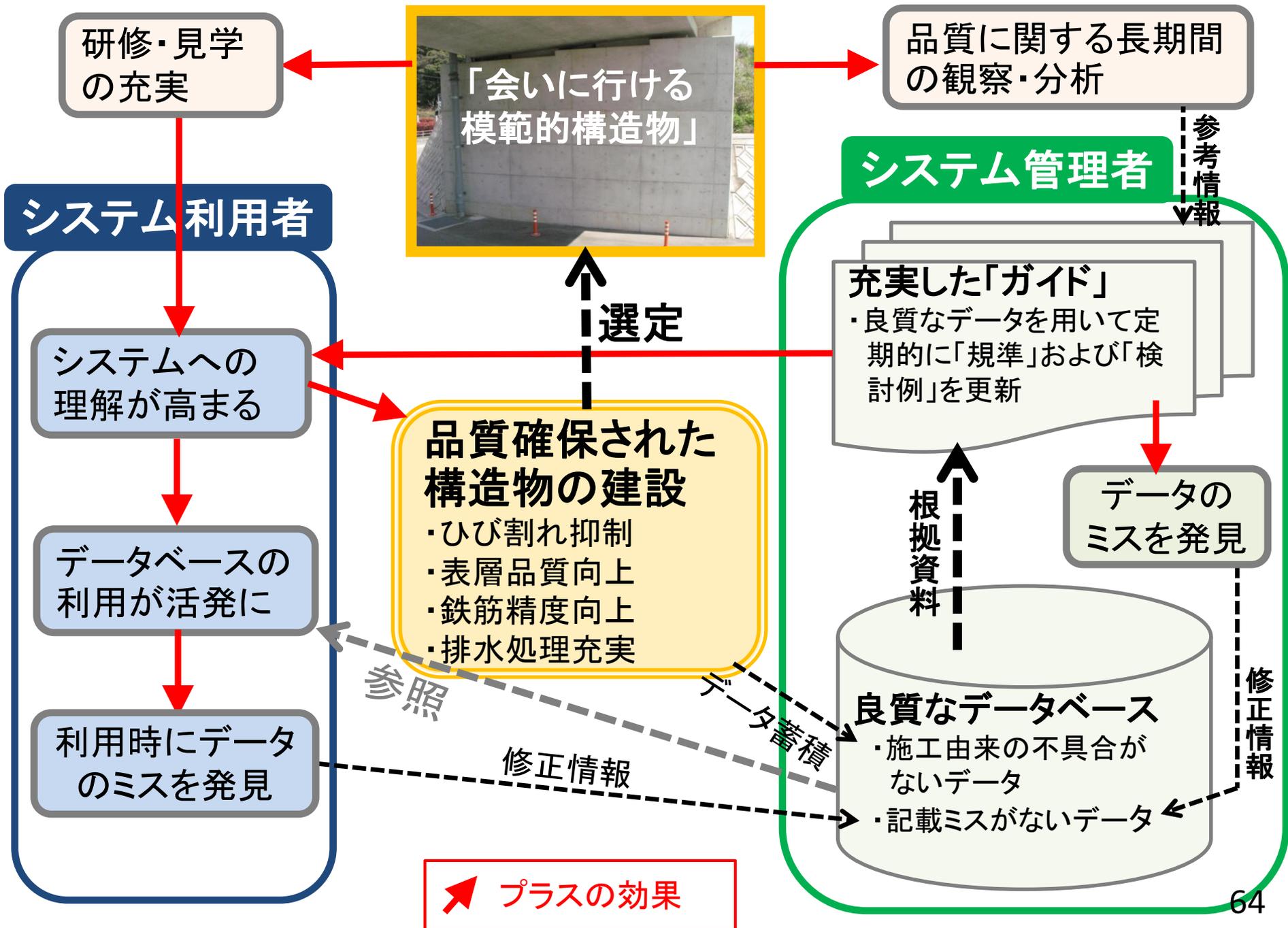
質・量の充実によって、データベースが活発に利用され、さらに充実が進む相乗効果が期待できる。

③ひび割れ幅計測方法の標準化

品質確保システムへの移行時に対応できなかった。ひび割れ幅の妥当性は、システムの信頼性に大きく影響する。迅速な対応が望ましいが、十分な根拠が必要。

④維持管理段階への展開

施工時のデータの蓄積に留まっており、維持管理段階では、参照する構造物のデータを個別に抽出することになる。維持管理のデータベースシステムと連結できれば、利便性が向上する。



御清聴ありがとうございました。

山口県(ホームページ&現地)への
御訪問をお待ちしています！