

令和元年6月12日

令和元年度 行政基礎研修
「コンクリート品質確保研修」

山口県によるひび割れ抑制・
品質確保システム

西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社
(徳山工業高等専門学校 客員教授)

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17年 ひび割れ抑制対策の試験施工に着手
平成19年 「ひび割れ抑制システム」の運用を開始
平成26年 「品質確保システム」に拡張

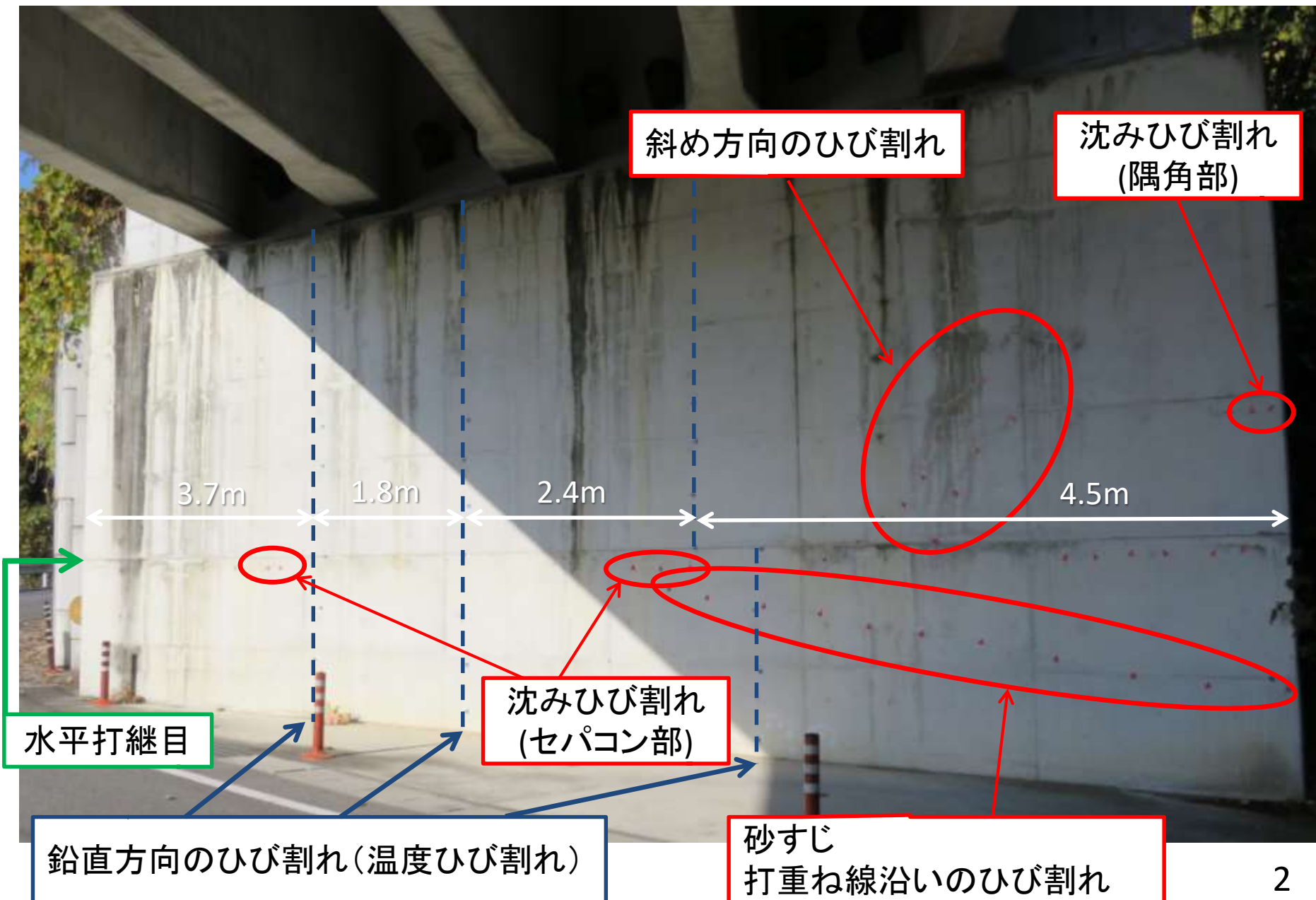
《システム構築前》
平成12年建設



《システム構築後》
平成22年建設



《システム構築前》平成12年建設

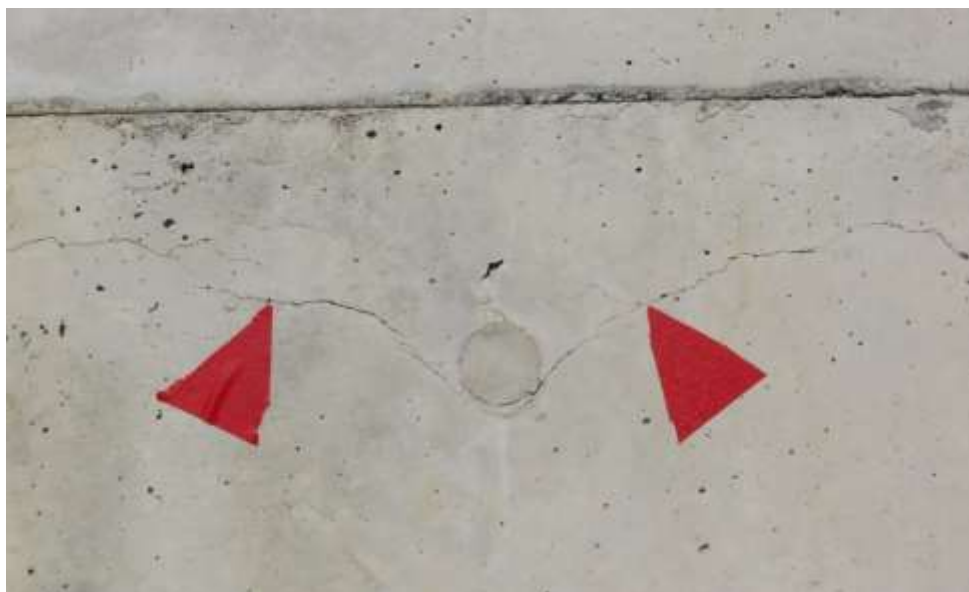


鉛直方向のひび割れ(温度ひび割れ)



沈みひび割れ

セパコン部



隅角部

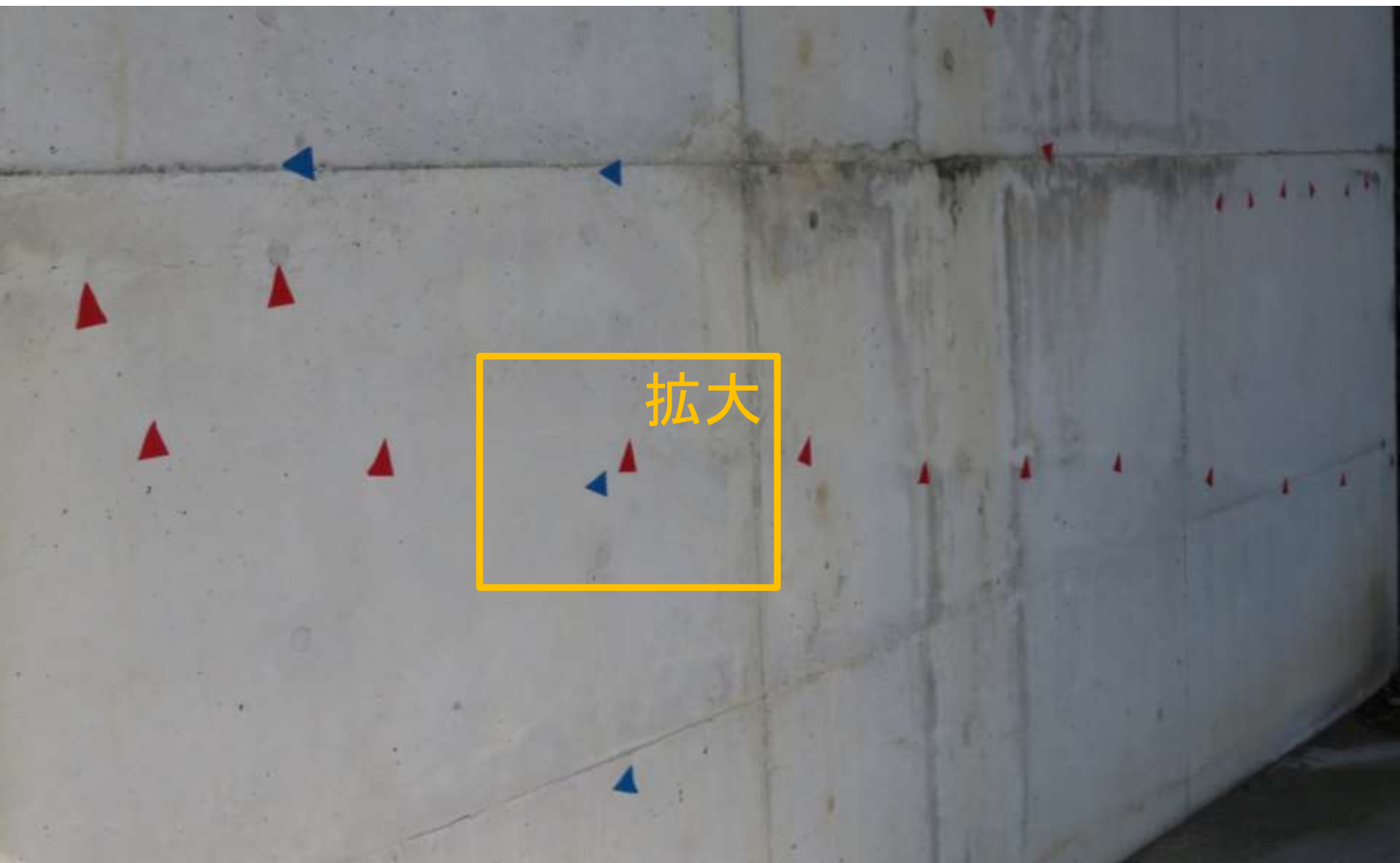


斜め方向のひび割れ



(この部分の施工が粗雑であるために、均質・密実・一体性が得られず、ひび割れ抵抗性が低いことが想定される。)

砂すじ・打重ね線沿いのひび割れ



拡大



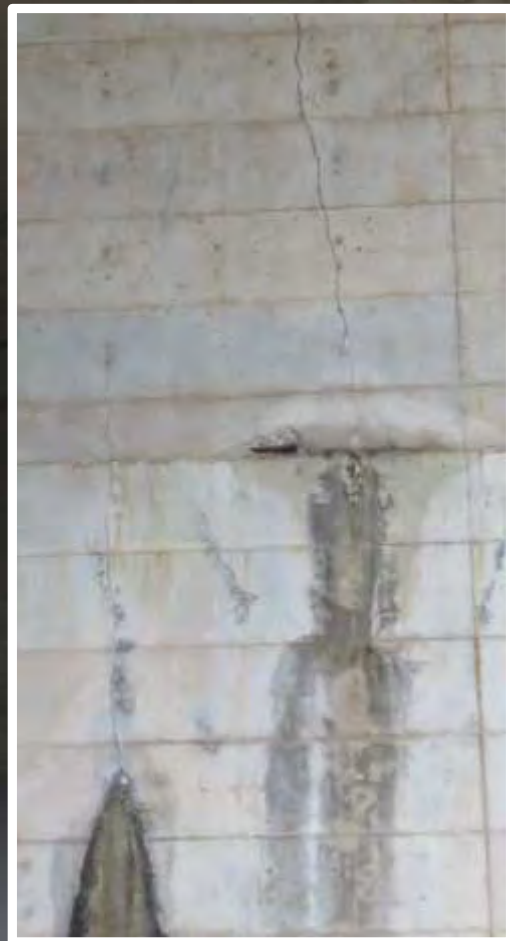
《システム構築後》 平成22年建設



拡大

山口県内の他の事例(1)

《システム構築前》 昭和53年開通



ボックスカルバート側壁におけるひび割れ

ひび割れ誘発目地の設置なし

ひび割れは不均等な間隔で発生, 漏水も見られる

山口県内の他の事例(2)

《システム構築前》平成17年開通



橋台たて壁と胸壁におけるひび割れ
ひび割れ誘発目地を設置
誘発目地以外の部分にひび割れが発生，漏水も見られる

本日の説明内容

1. システム構築前の山口県の状況(～H16)
2. 試験施工に着手(H17)
3. ひび割れ抑制システムの運用開始(H19)
4. 「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ(H26)
5. まとめ

1. 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

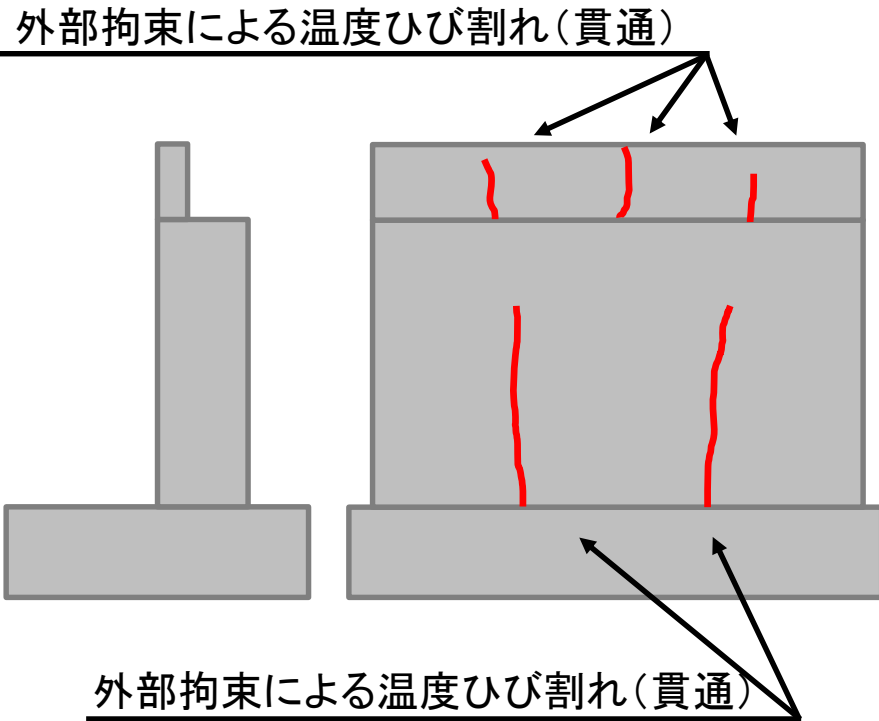
	施工数量 (A)	ひび割れ 箇所(B)	割合(%) (B/A)
橋台	14基	14基	100.0%
橋脚	14基	3基	21.4%
BOX	47ブ`ロック	34ブ`ロック	72.3%

※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。

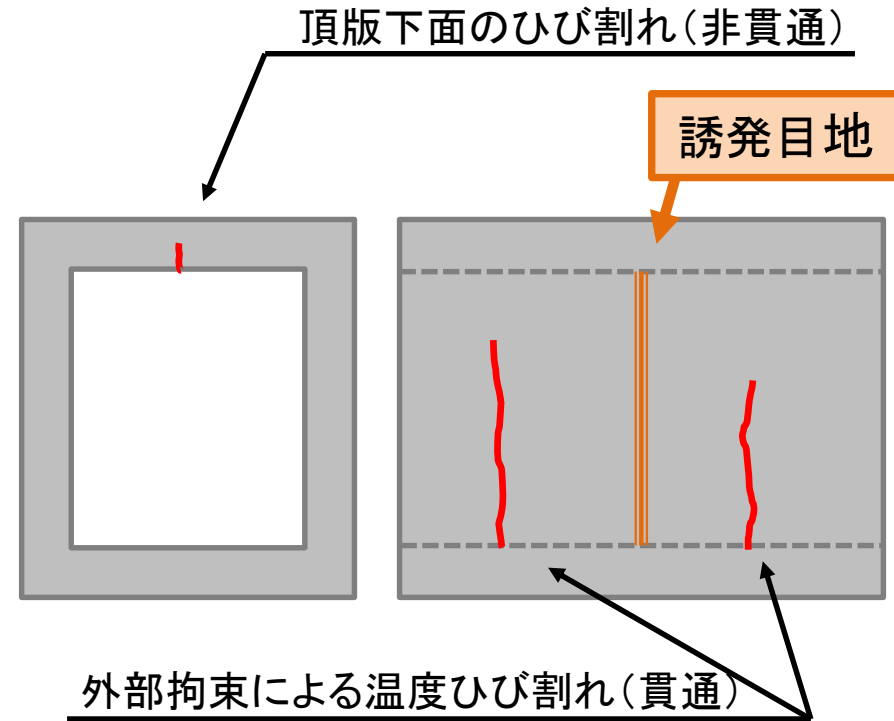
代表的なひび割れ

橋台



2橋を除き誘発目地を設置していない。

ボックスカルバート



全ての側壁に誘発目地を設置していたが、誘発目地部以外にひび割れが発生。

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

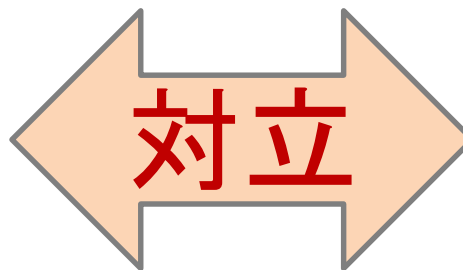


設計図書を確認し、
施工方法を決定した
施工者が、引取時に
補修をすべき。

発注者



対立



2. 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

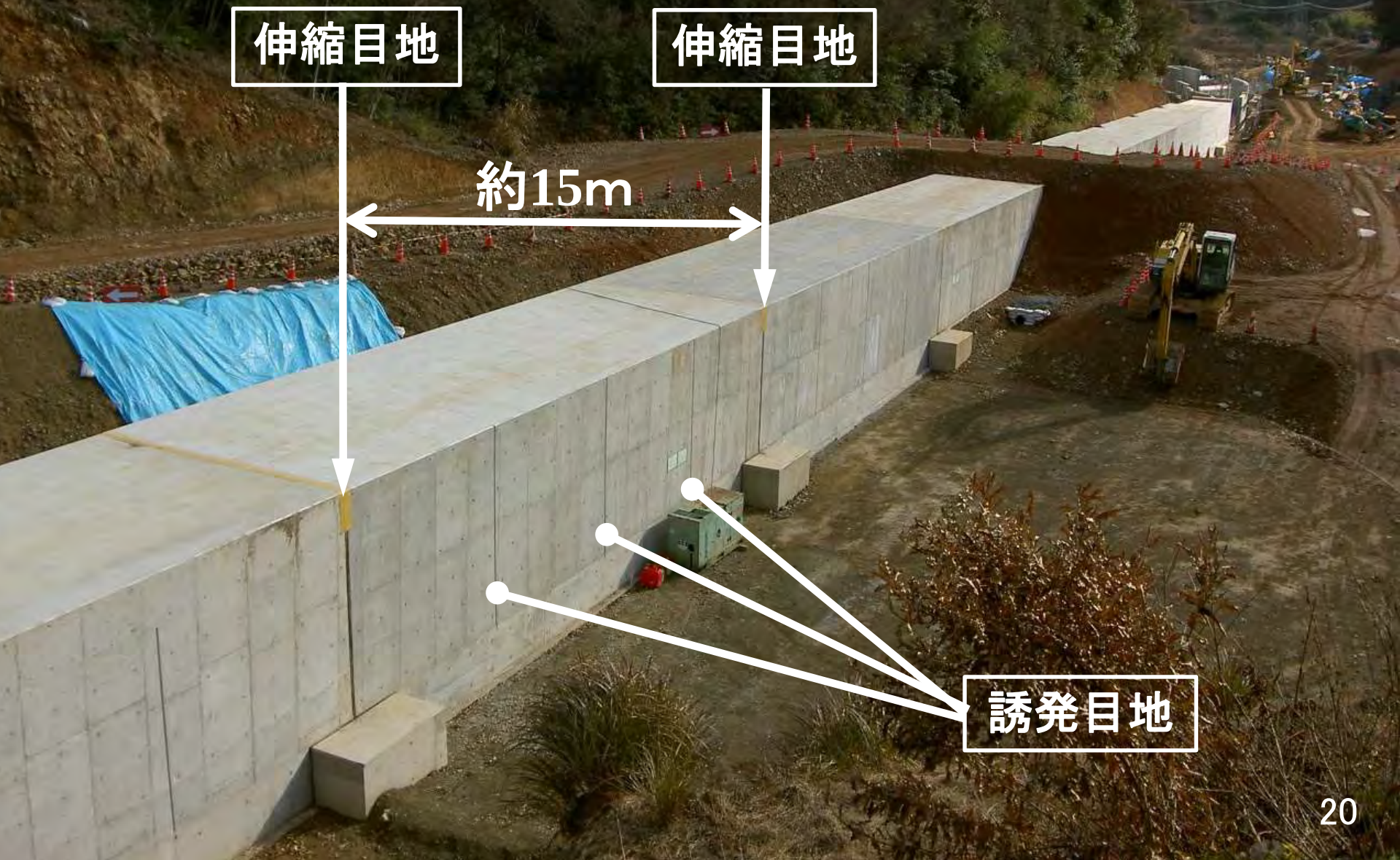
内 容

- 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



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

①
高炉B

長谷2号道路函渠

①	②
高炉B	高炉B

多良郷道路函渠

①	②	③	④	⑤
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

流通IC上りONランプ函渠

①	②	③	④
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

流通IC下りONランプ函渠

①	②	③	④
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

鍛冶ヶ浴1号水路函渠

①	②	③	④
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

鍛冶ヶ浴3号水路函渠

①	②	③
高炉B	高炉B	高炉B

宮の原水路函渠

①	②	③
高炉B	高炉B	高炉B

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

頂版
側壁
底版

北山田西1号水路函渠

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

多良郷水路函渠

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B	高炉B

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	ポリプロピレン 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

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。

3. 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

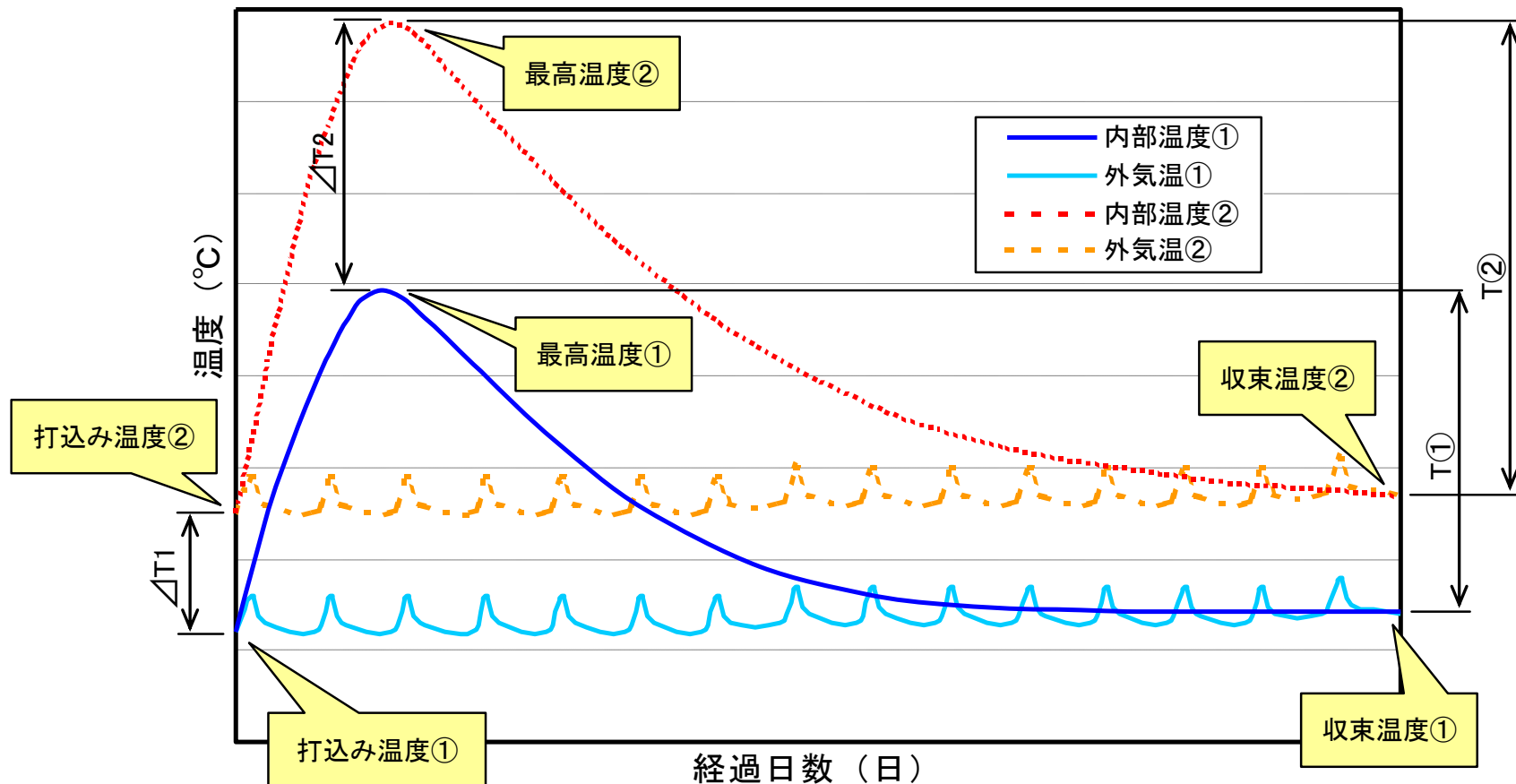
■材料等による対策

- ・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)

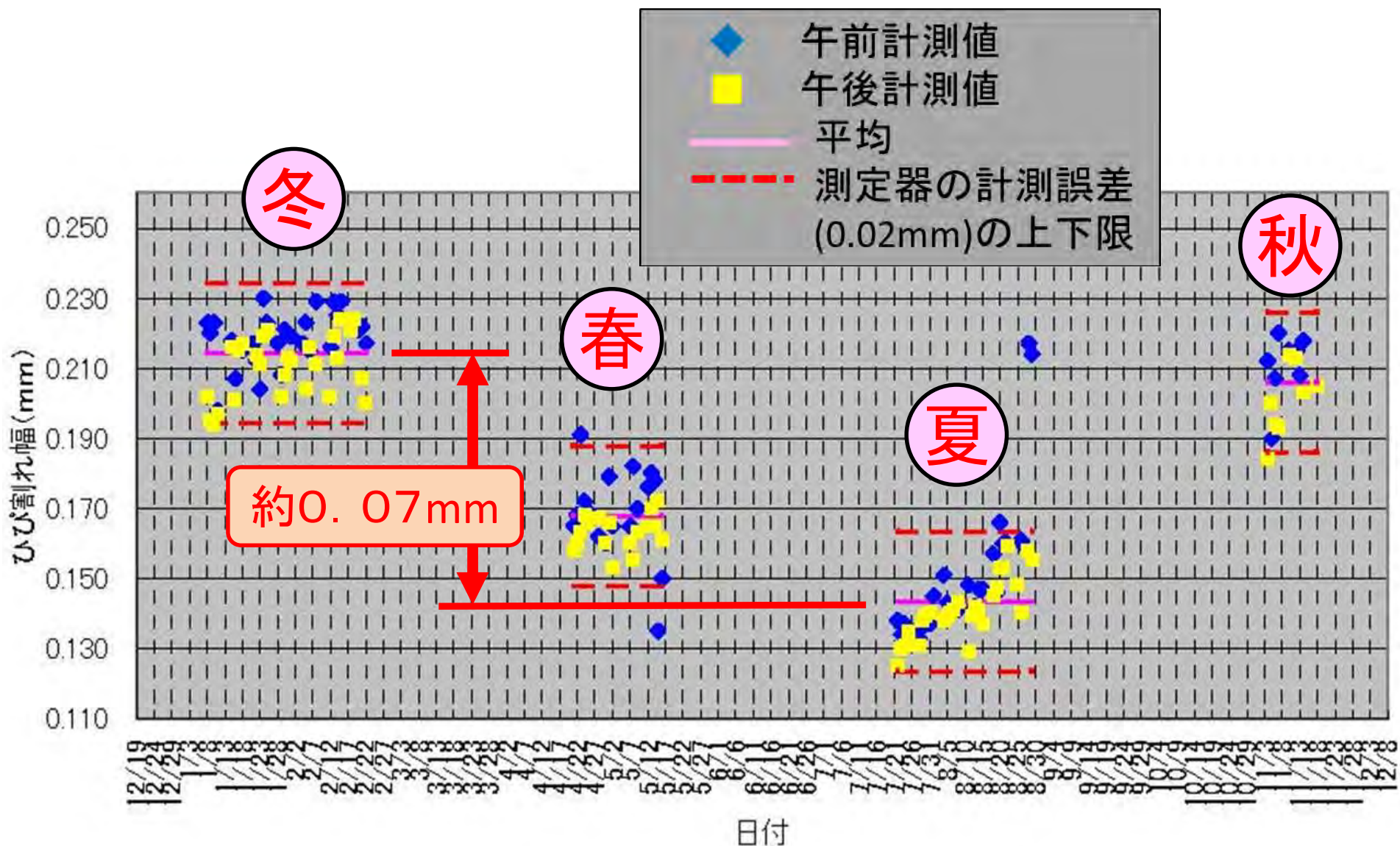
■確実な施工の実施

- ・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】

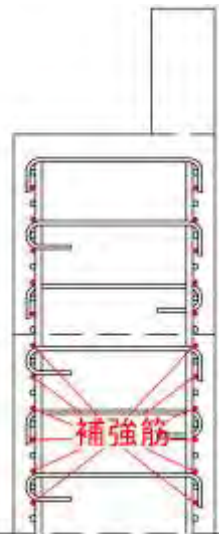
材料等による適切な対策方法

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。

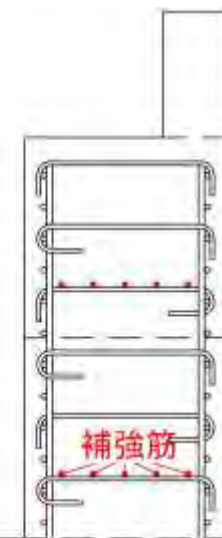
材料等による抑制対策一覧

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	誘発目地(間隔の目安5.0m(冬期), 3.5m(春・秋期))(暑中コンクリートは避ける)

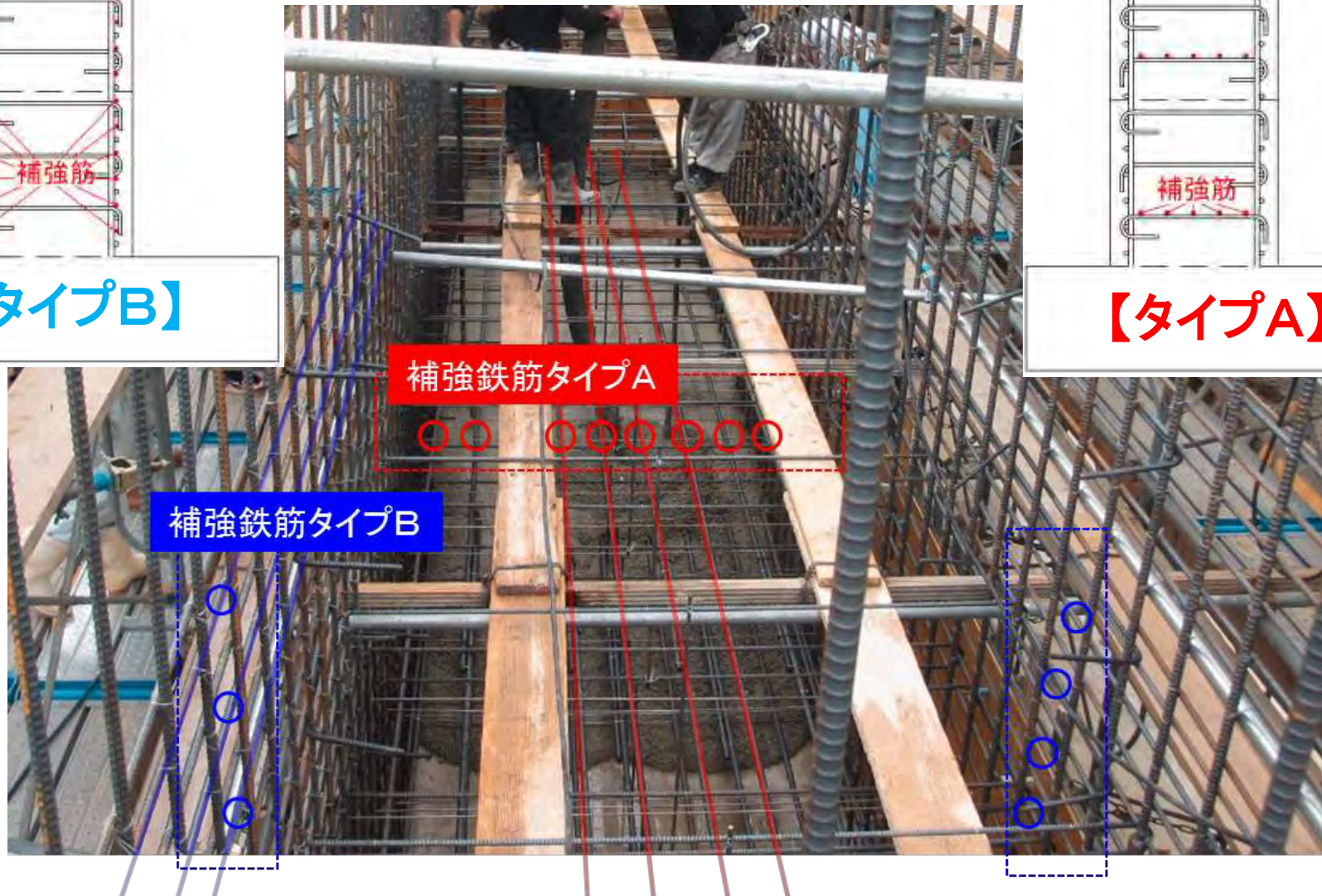
補強鉄筋の配置方法



【タイプB】



【タイプA】



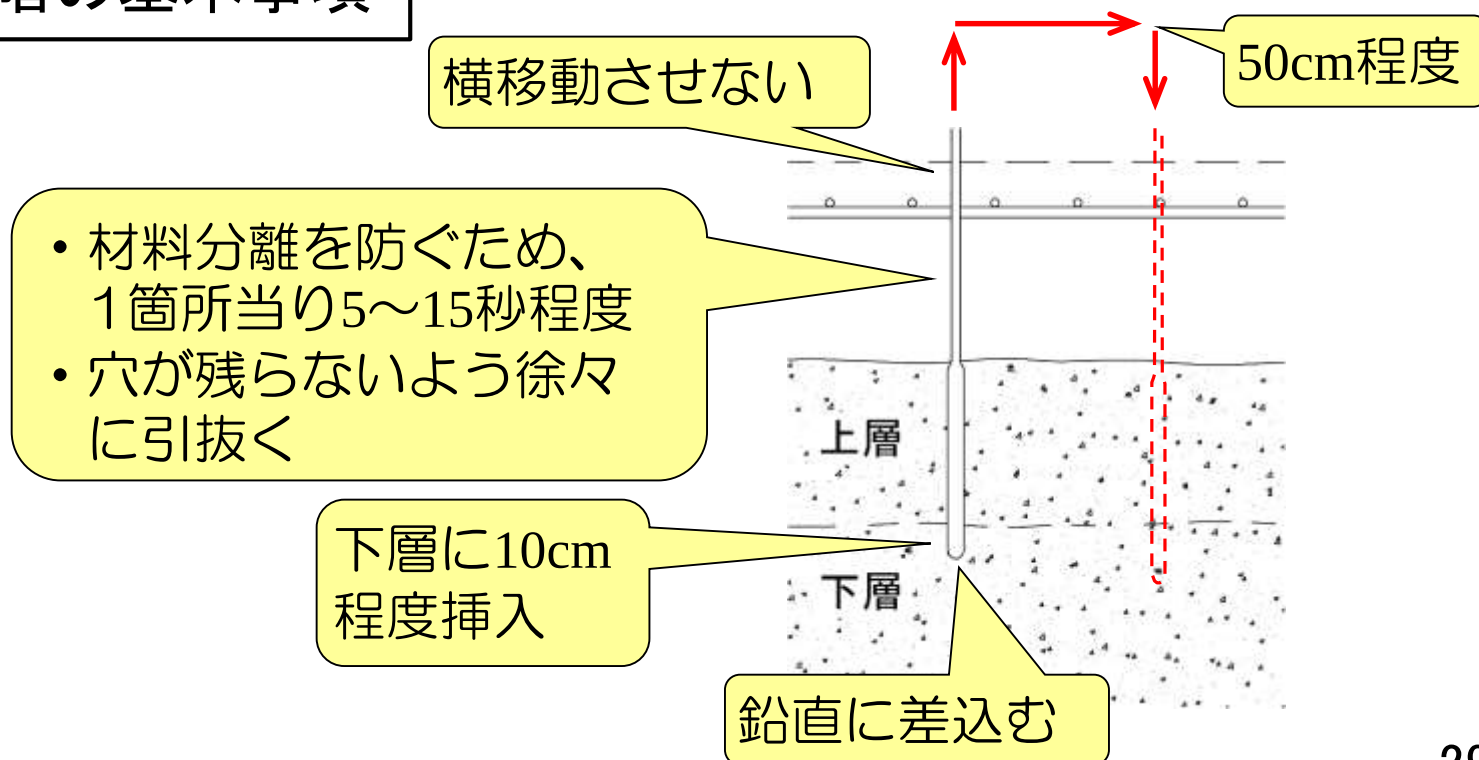
配力筋の間に配置

橋軸直角方向に配置
(中間帯鉄筋の上)

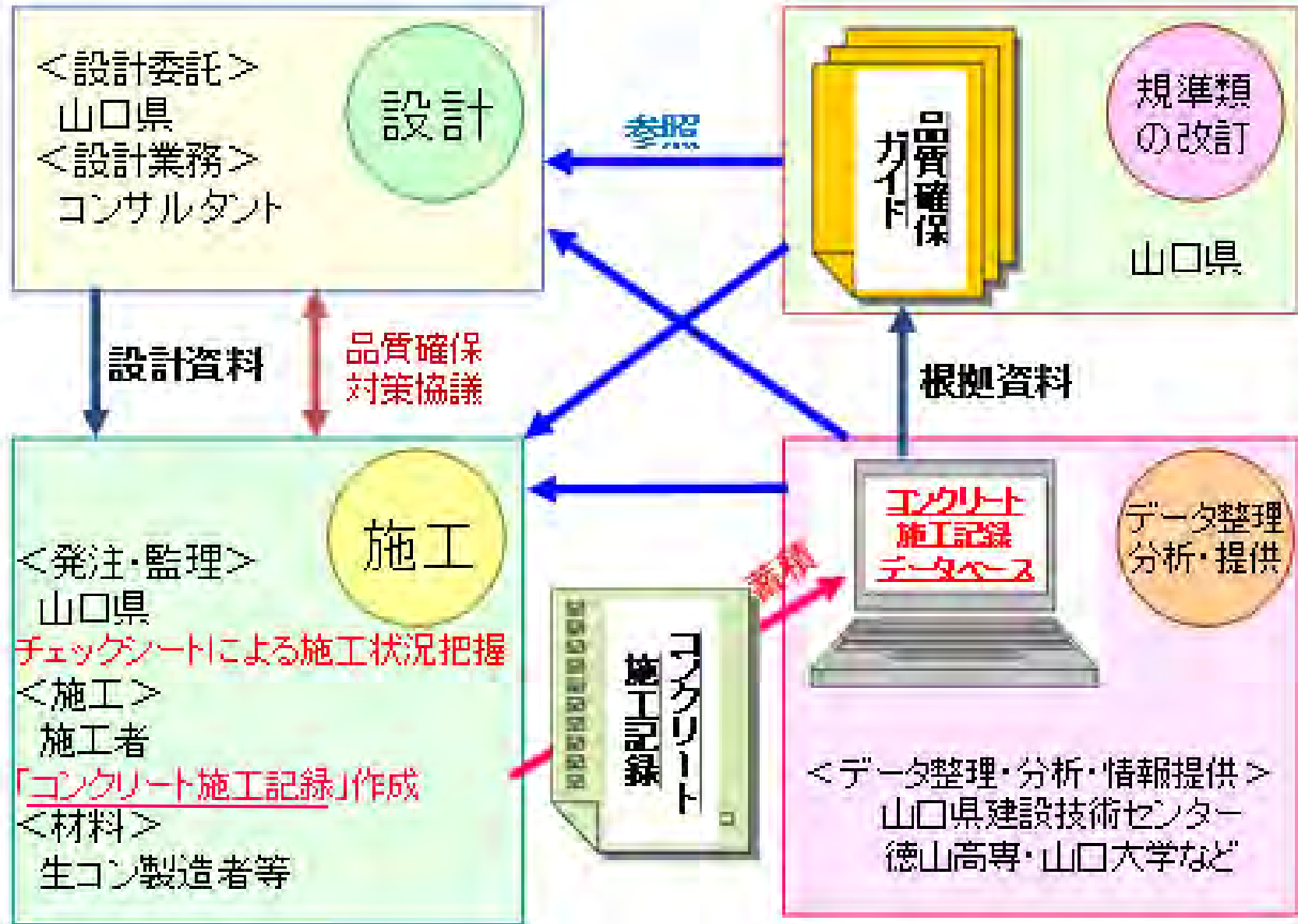
確実な施工の実施

- ・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)

チェックシートによる施工状況把握

H28.4版

様式4 施工状況把握チェックシート記載例

【 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 A1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。					施工計画書や打合せから事前に把握してきた内容をメモする。 臨時時に把握した数値を記す	—	○	
	型枠面は湿らせているか。						—	○	
	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。						—	○	
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等を取り除き、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	○	
	予備のパイプレートを準備しているか。						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。						—	○	
運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。						50～60分	○	
打込み	ポンプや配管内部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程度	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。							○	
	パイプレートを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。					50cm60cm/層にテープ	—	○	
	パイプレートを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。					型枠に50cm間隔でテープ	—	○	
	パイプレートの振動時間は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、パイプレートを鉄筋等に接触させていないか。					—	○		
	パイプレートを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。	—	○	
	パイプレートを、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。					表面養生剤を塗布	—	○	
	コンクリートの露出面を保湿状態に保っているか。					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受けるか。					5.0N/mm ²	5N/mm ² 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前に通知する。								

※コンクリート打込み作業員・・・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、チェックシートを用いて施工状況把握を行う。施工者との「技術的な対話」が生まれる。

✓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28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枚に収めている。

✓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。



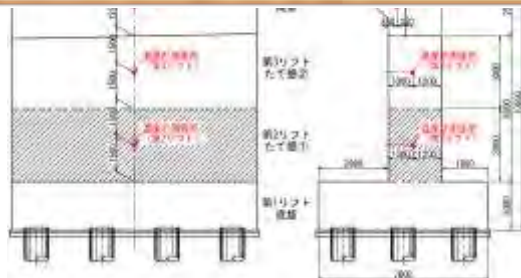
バイブレータ挿入 の位置に目印

作業のしやすさに 配慮した足場板

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
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
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	
鉄筋比(対策前)	0.11 %
筋比(実施)	0.30 %

補強鉄筋のタイプを選択

1段、2段等を記入

誘発目地を設置した場合は、その間隔を記入

膨張材を使用した場合に記入

鉄筋径・ピッチを選択または記入

その他の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	---	---	0.30 kg/m ³ 以下
	コンクリート温度	24.0 °C	---	---	
	打込み時外気温	22.0 °C	---	---	
	7日強度	19.0 N/mm ²	---	---	
	28日強度	31.0 N/mm ²	---	---	

塗装合板、無塗装合板、鋼製型枠、等を記入

処理剤(名称)、凝結遅延剤+高圧洗浄、チッピング、等を記入

○運搬・打込み・締固め

打込み日	2006年5月25日		天気	晴		下側リフト打込み日	2006年5月10日	
型枠種類	塗装合板		下側リフト打込み処理	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	3.0 m	打込み量	70.0 m ³		打込み速度	1.0 m/h	
締固め	バィブレー台数	3 台	バィブレー人数	4		バィブレー予備	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

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

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)

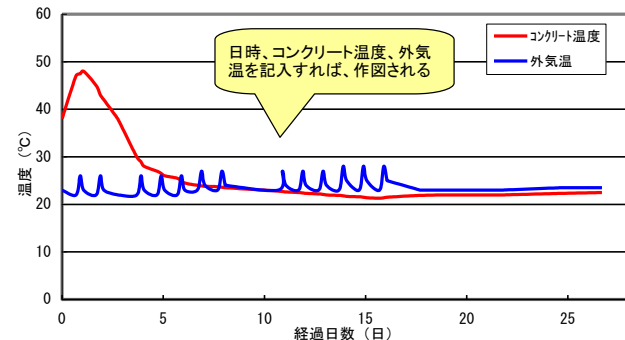
打込みから10日～14日後を目途に、受注者の判断で計測回数を1回/日に減らすことができる。
(判断基準の例としては、コンクリート内部温度が安定したとき、等がある)

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

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

ひび割れの発生	有	無	有	無	有	無
ひび割れの発生						

○ひび割れ概要

概要図

正面図

背面図

左側面図

右側面図

ひび割れ番号を明記

ひび割れ箇所が分かるように

シート⑥

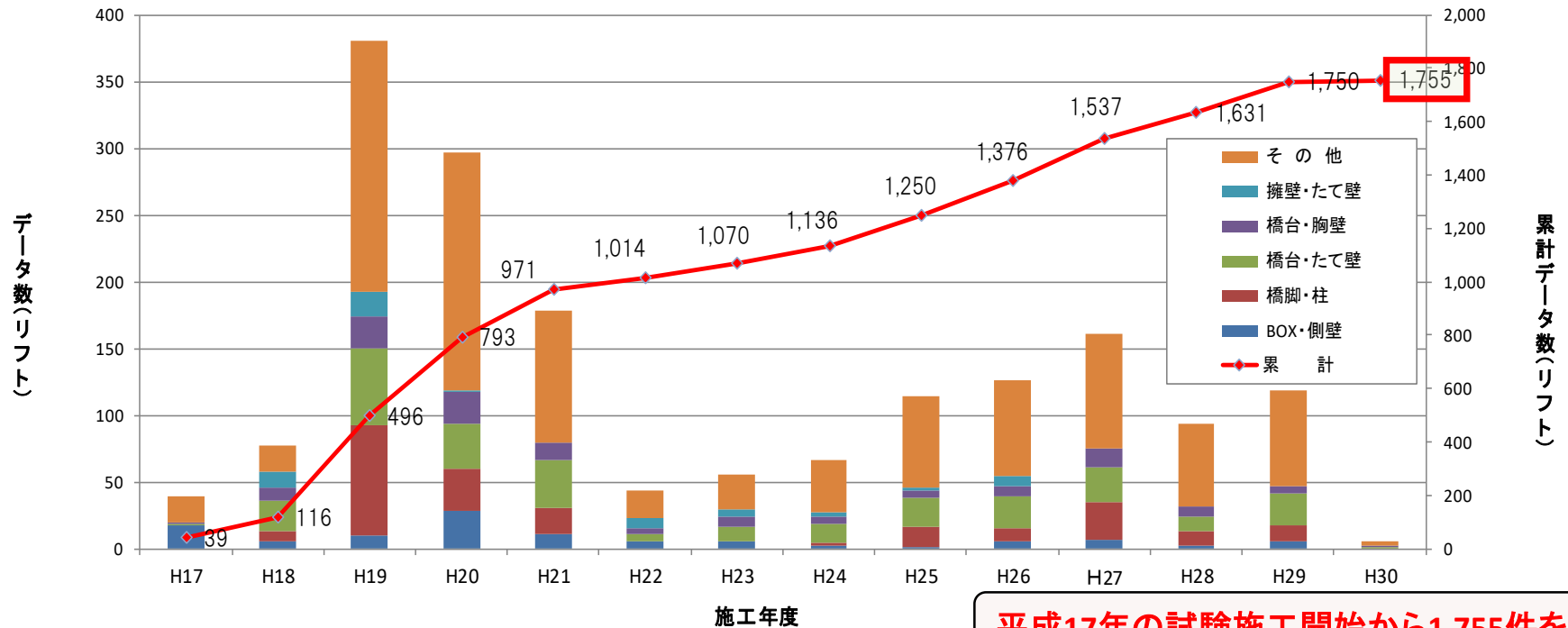
ひび割れの計測値 補修記録

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



コンクリート施工記録データ集計表(平成31年3月現在)



平成17年の試験施工開始から1,755件を蓄積

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	合 計
BOX・側壁	17	5	10	28	11	5	5	2	1	6	7	2	6	0	105
橋脚・柱	0	8	82	32	19	0	0	2	15	9	28	11	11	0	217
橋台・たて壁	2	23	58	34	36	6	11	15	22	24	26	11	24	1	293
橋台・胸壁	1	10	24	23	13	4	8	5	6	8	14	8	6	1	131
擁壁・たて壁	0	12	18	1	0	8	5	3	2	7	0	0	0	0	56
その 他	19	19	188	179	99	20	27	39	68	72	86	62	72	3	953
計	39	77	380	297	178	43	56	66	114	126	161	94	119	5	1,755
累 計	39	116	496	793	971	1,014	1,070	1,136	1,250	1,376	1,537	1,631	1,750	1,755	

4. 「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。

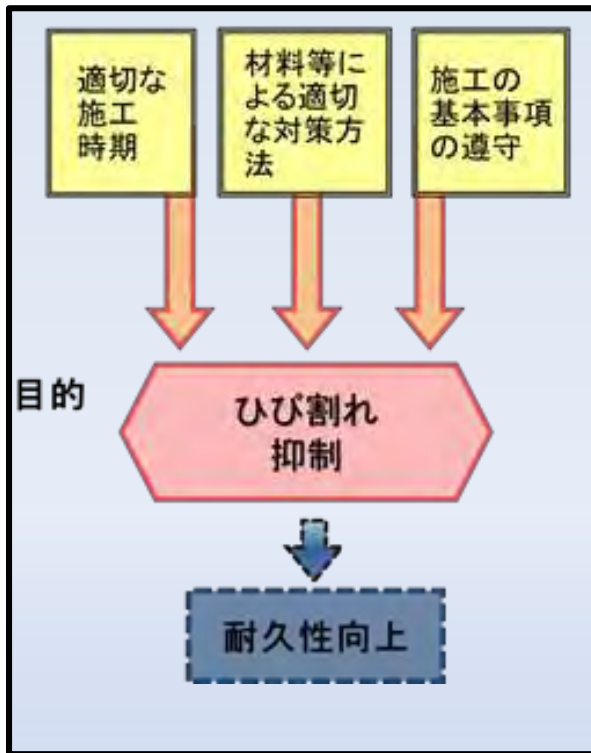
3)データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会



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

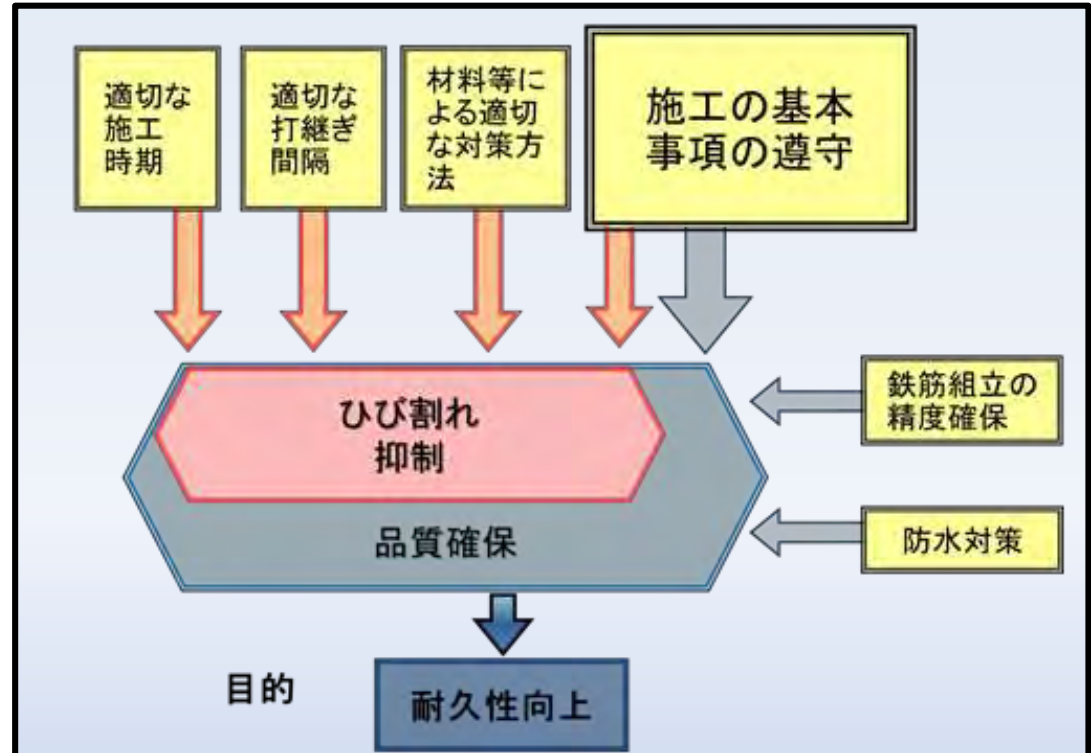
ひび割れ抑制から品質確保に拡大

平成19年(2007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(2014年)～



コンクリート構造物品質確保ガイド2014
【ガイド】
2016(改訂), 2017(改訂), 2018(改訂), 2019(改訂)

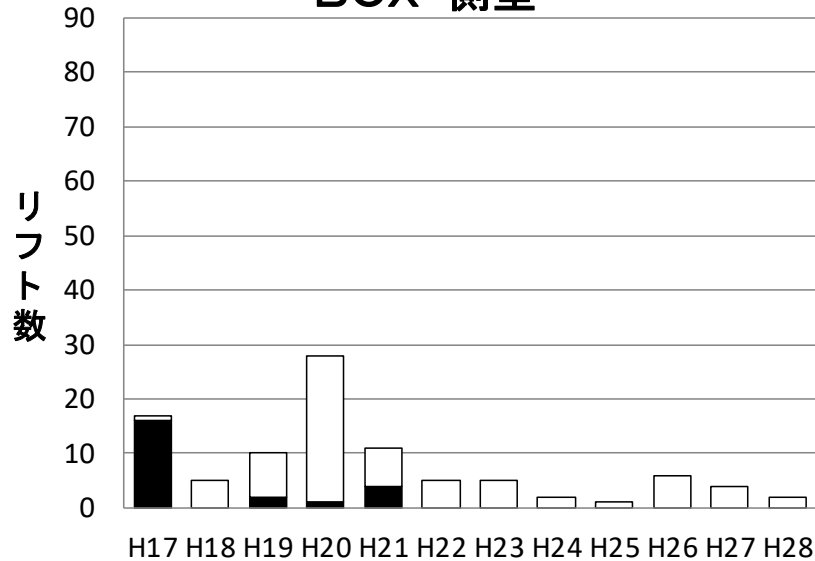
- ・ひび割れに限定した取組みを、品質全般に拡大
- ・対象構造物をRC限定からPCまで拡大
- ・各技術者が自ら考えるための参考資料を目指し、「ガイド」と名付けた
- ・順次、改訂を重ねていくことを示すために年版を付記 2014→2016→・・・→2019

システムの効果

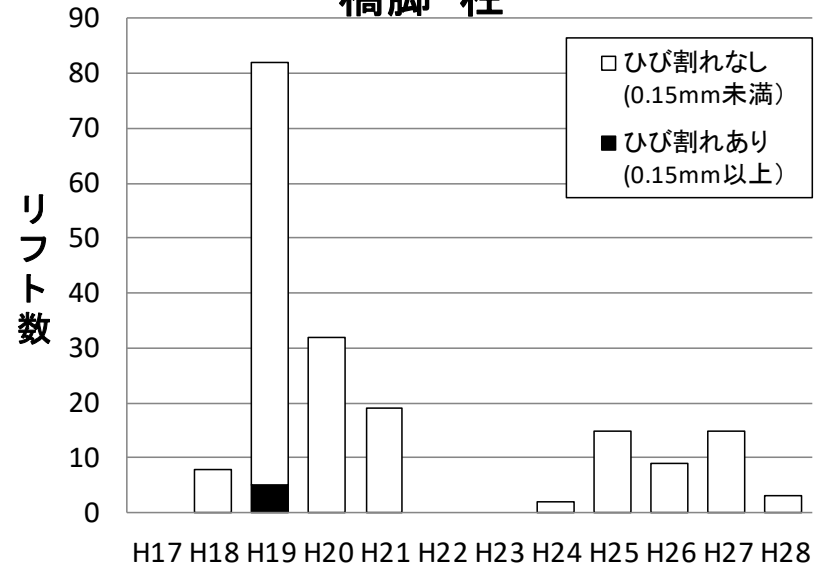
- ① 品質確保
 - ・施工時に発生するひび割れの減少
 - ・ひび割れ以外の初期欠陥の減少（表層品質の向上）
- ② 蓄積したデータの活用によるコスト縮減
 - ・新設時：数値解析に頼らずに、ひび割れ抑制設計ができる
 - ・維持管理時：建設時点の詳細な情報を参照できる
- ③ 設計・発注・施工・材料製造など関係者全体の協働意識の確立
【各々の役割を適切に果たす】
- ④ 技術者の能力向上
- ⑤ 模範的な構造物としての活用
- ⑥ 受発注価格の適正化

①品質確保 施工時に発生するひび割れの減少

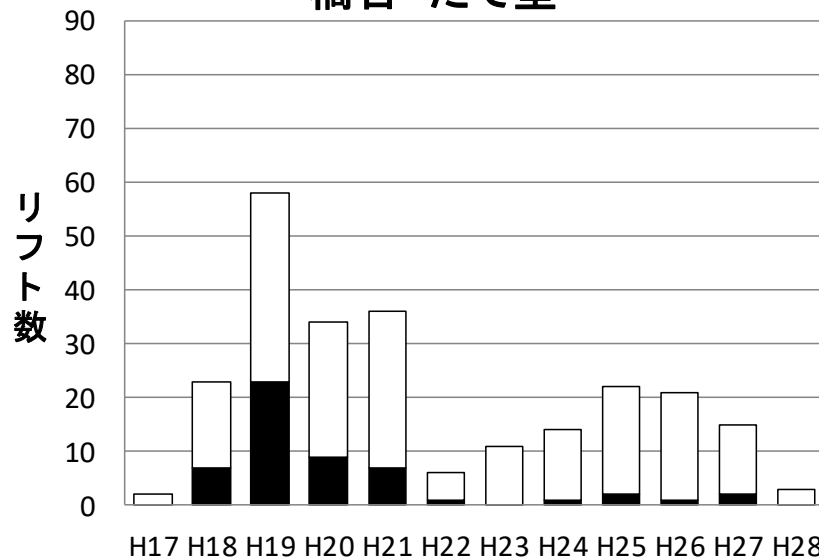
BOX・側壁



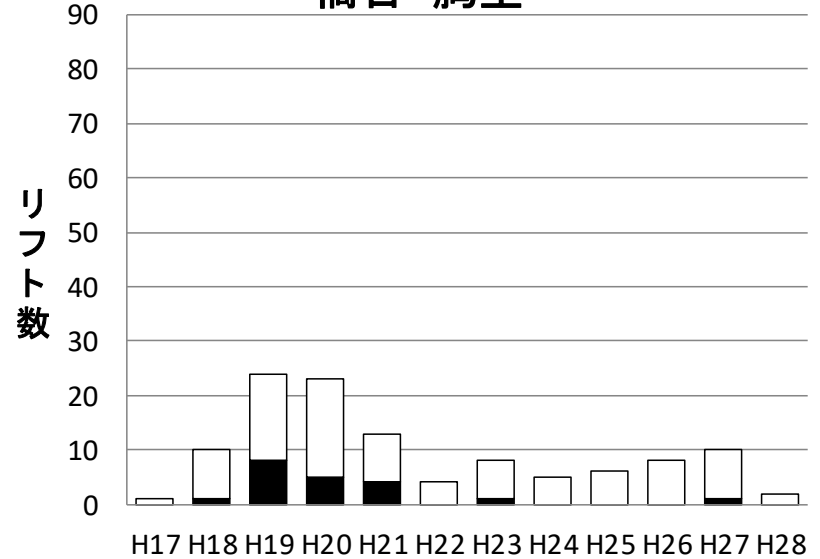
橋脚・柱



橋台・たて壁



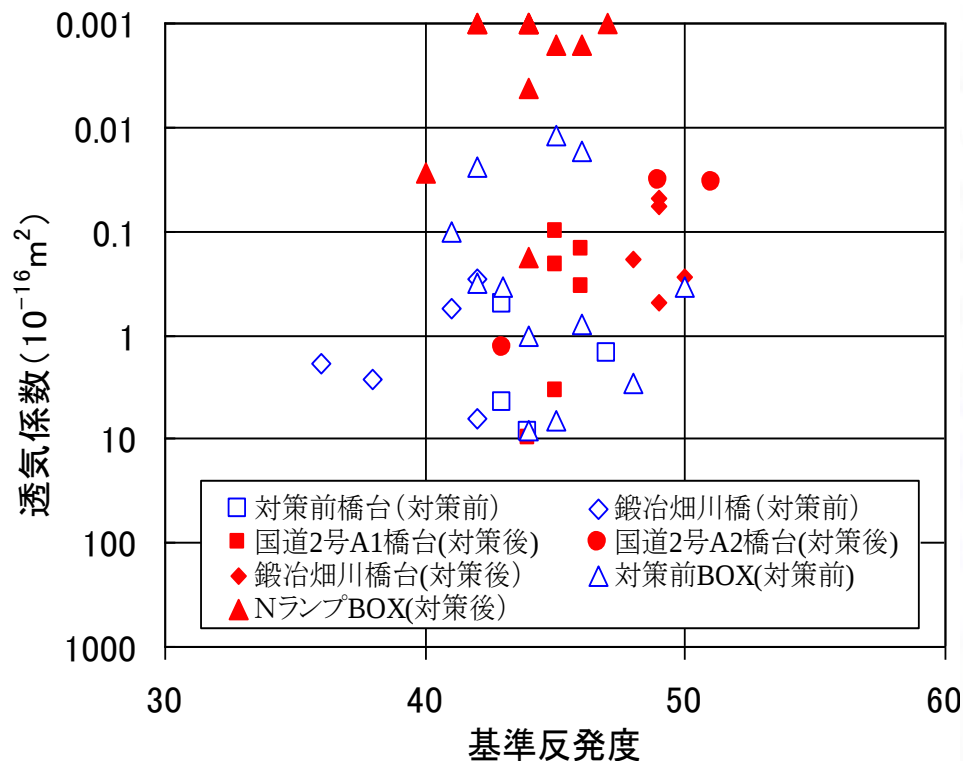
橋台・胸壁



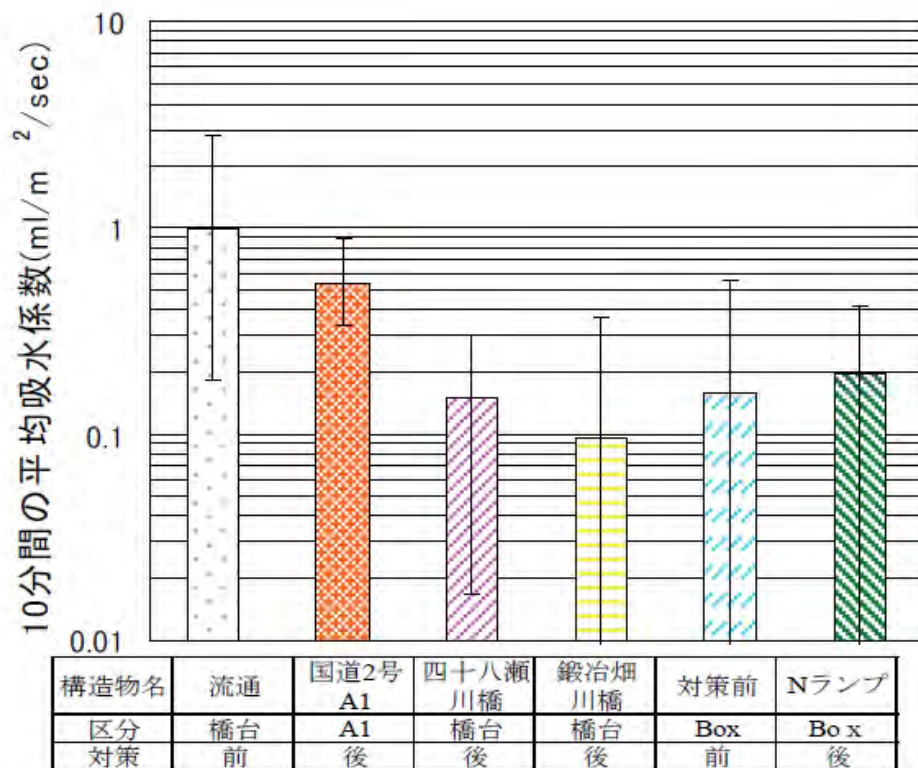
①品質確保 ひび割れ以外の初期欠陥の減少（表層品質の向上）

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。



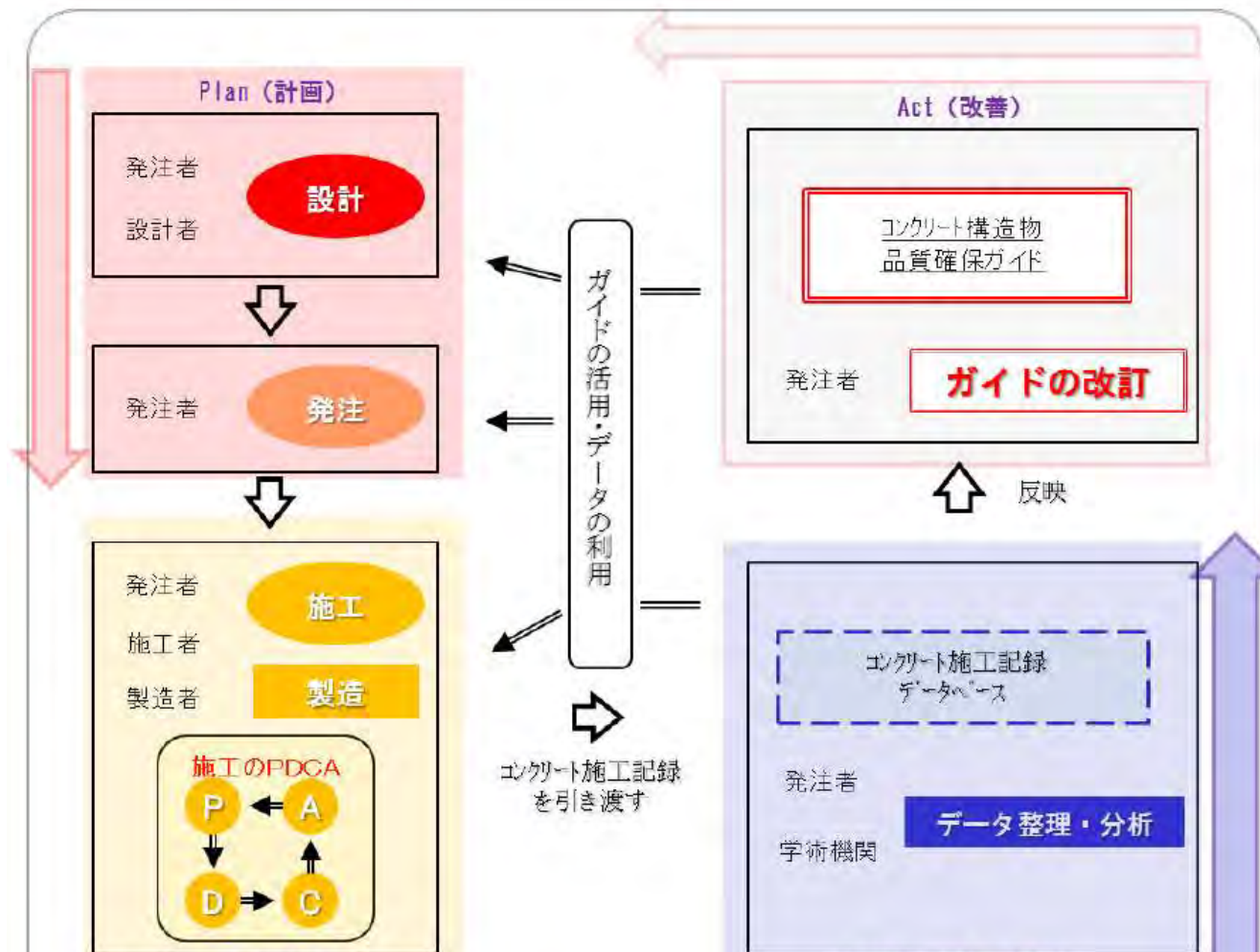
基準反発度と表層透気係数の関係



表面吸水試験の結果

5. まとめ

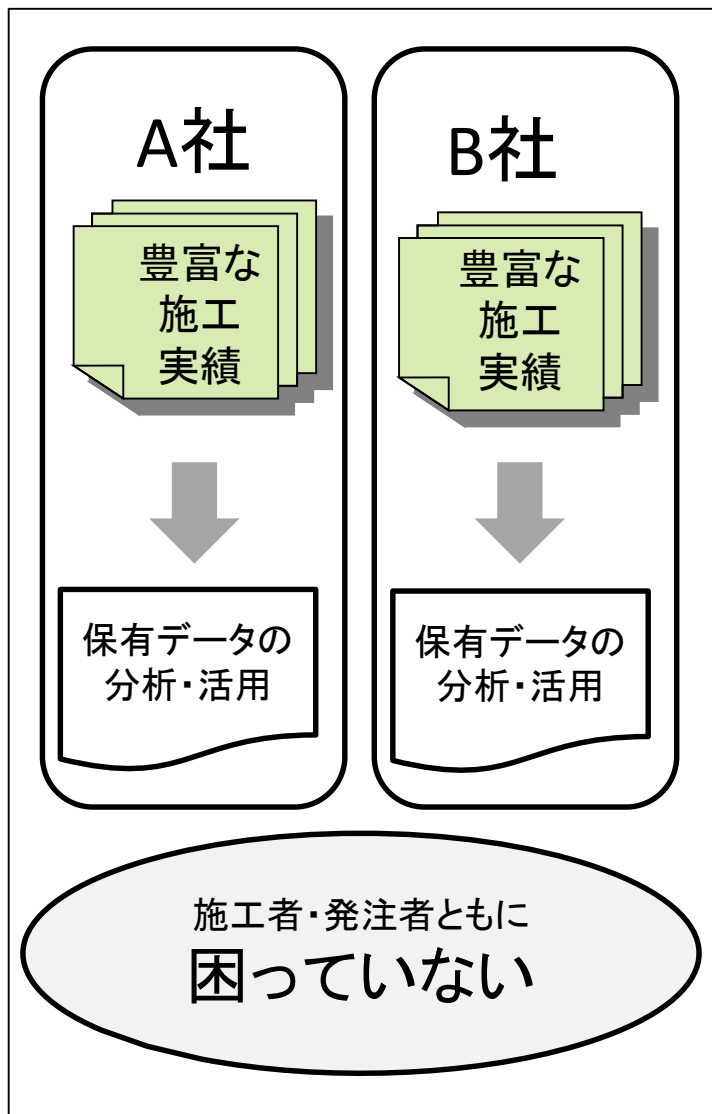
山口システムのPDCA(ガイド2019 9ページ)



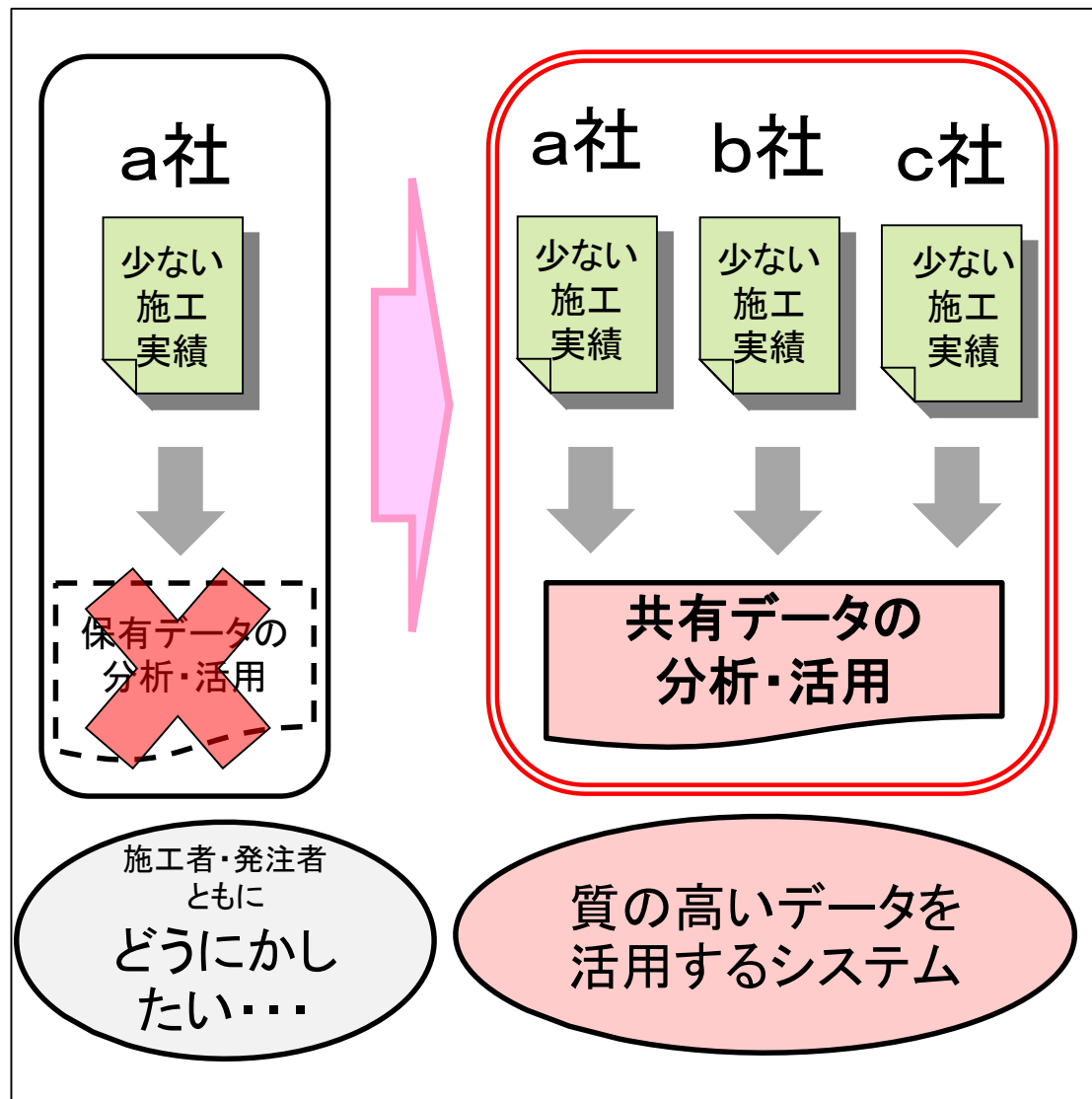
《現状は、ひび割れ抑制のPDCAに留まっている》
表層品質の記録なし 材料のPDCAではない

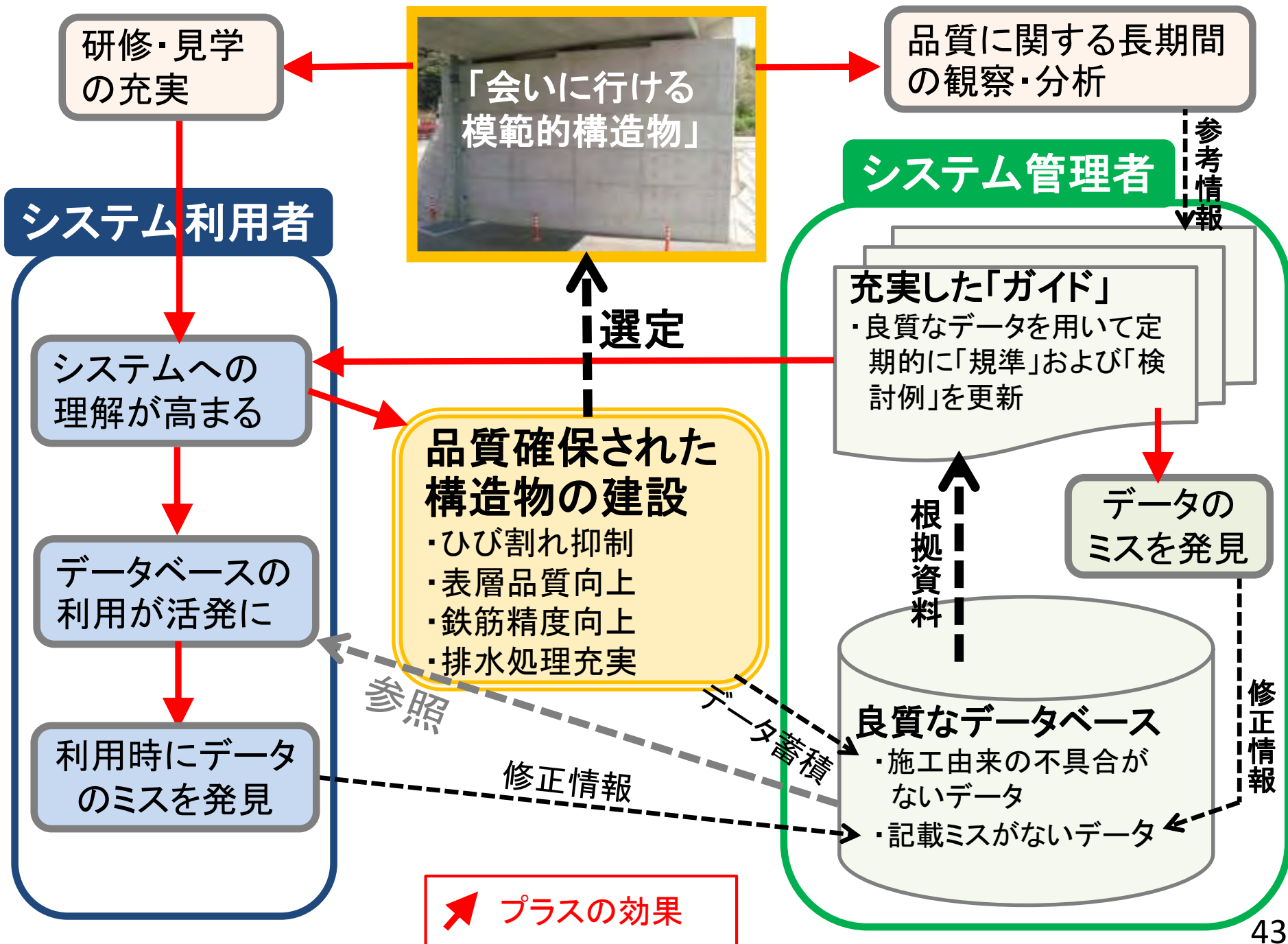
システムの概念

施工実績が豊富な建設会社



施工実績が少ない建設会社





山口システムのキーワード

コンクリート構造物が主役

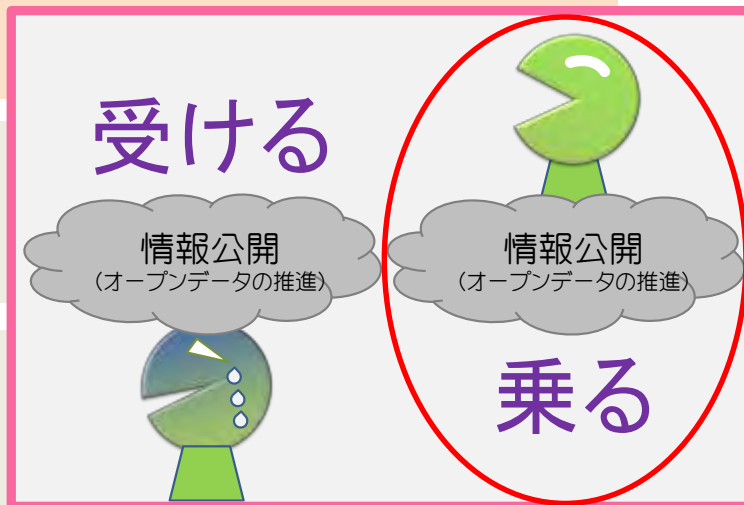
長持ちする良いコンクリート構造物をつくる

協働

全員が各自の役割を果たす

情報公開・情報共有

協働のために必要なことの一つ



段取り八分

以前は不具合が生じてから「泥縄的対応」で「不機嫌な現場」

素材を活かす

コンクリートのパフォーマンスをしっかりと引き出す

体格・体力にフィットした服(システム)

国交省標準ではなく、地域に適合したシステムを作り、リフォームを続ける

御清聴ありがとうございました。

山口県および山口県ホームページ
へのご訪問をお待ちしています。