

平成30年10月4日(木)

宮城県建設産業会館

一般財団法人 建設業技術者センター主催

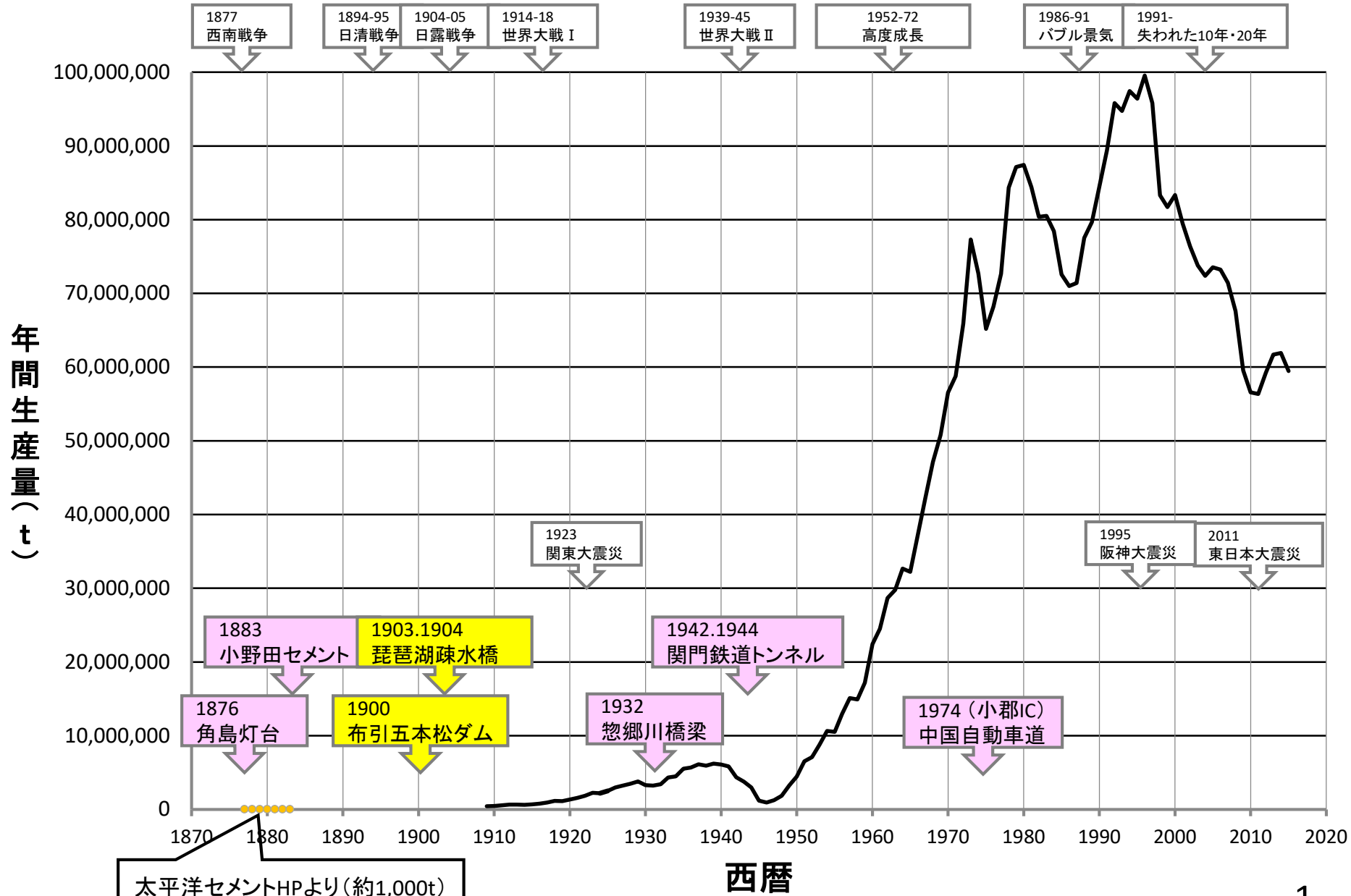
第6回 建設技術者のための技術力向上セミナー

第二部 「山口県のコンクリート構造物ひび割れ抑制・ 品質確保システムについて」

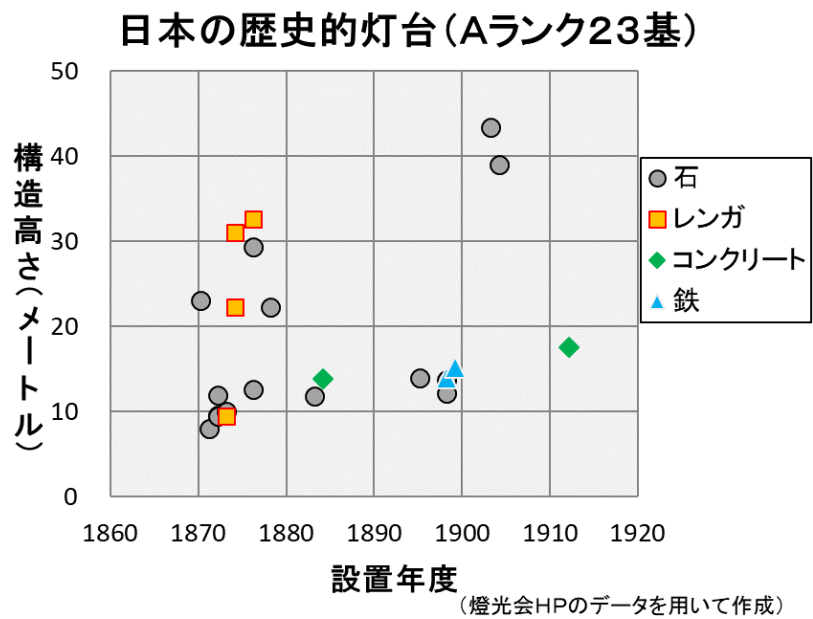
西日本高速道路エンジニアリング中国(株)

二宮 純

はじめに(山口県の紹介を兼ねて)



グラフは「セメント生産高の変遷(セメント協会資料調べ)」





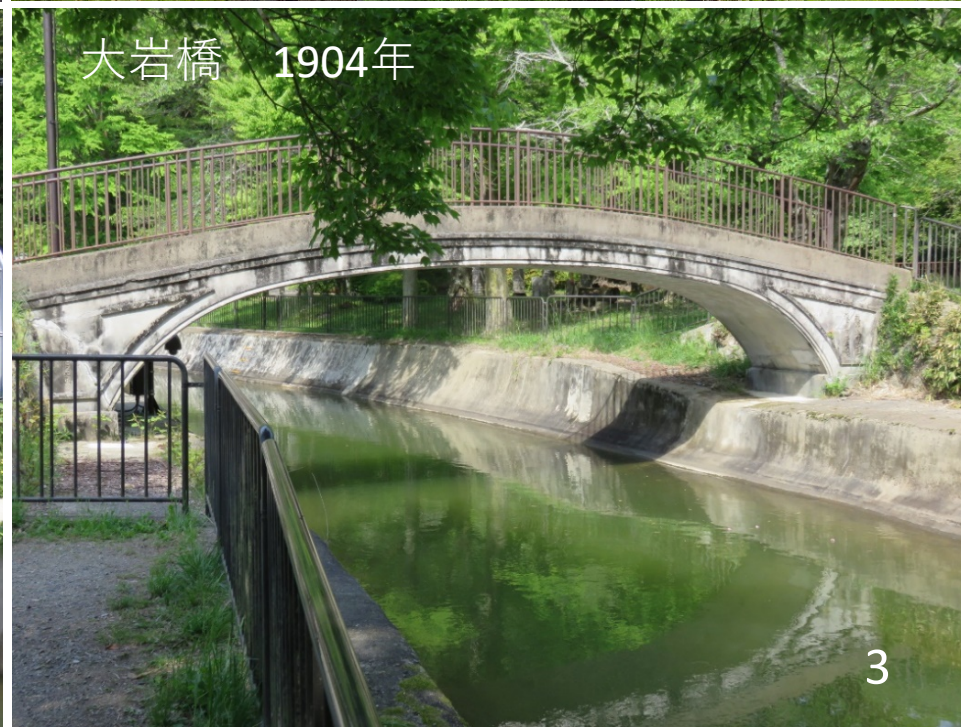
小野田セメント工場 1883年



布引五本松ダム 1900年



琵琶湖疏水橋 1903年



大岩橋 1904年



本日の説明内容

1. システム構築の前と後
2. システム構築前の状況(～H16)
3. 試験施工に着手(H17)
4. ひび割れ抑制システムの運用開始(H19)
5. 「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ(H26)
6. データベースを活用するひび割れ抑制設計
7. おわりに

1. システム構築の前と後

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

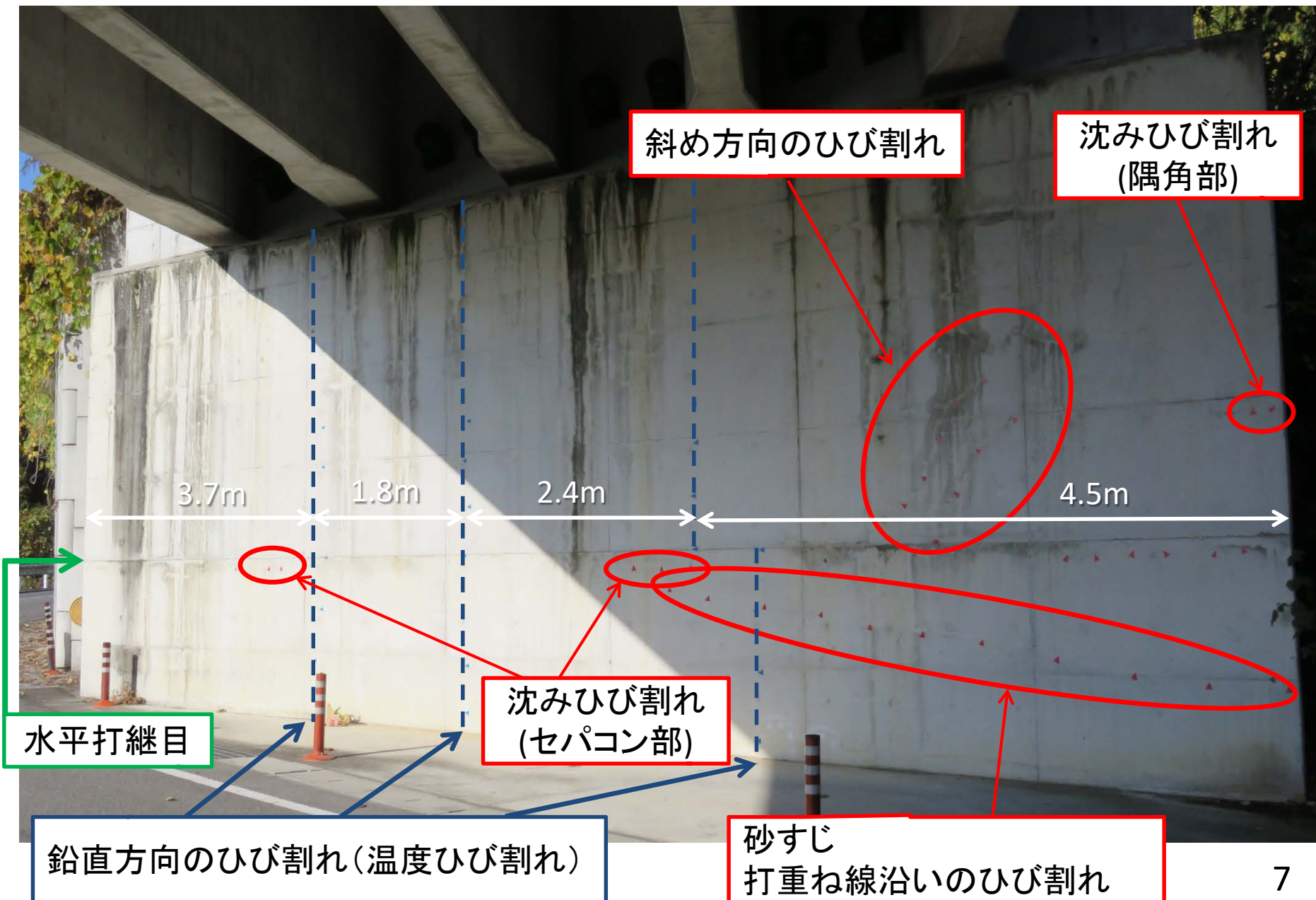
《システム構築前》
平成12年建設



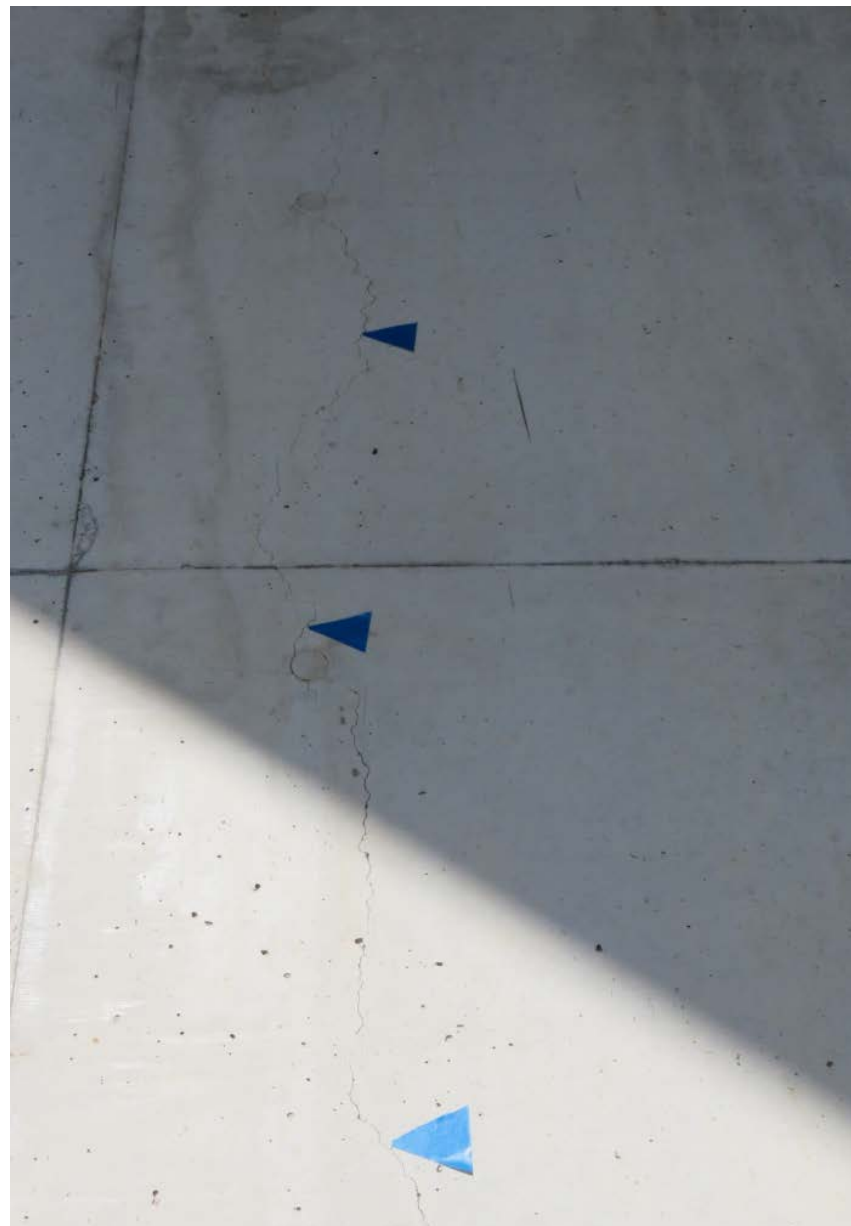
《システム構築後》
平成22年建設



《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

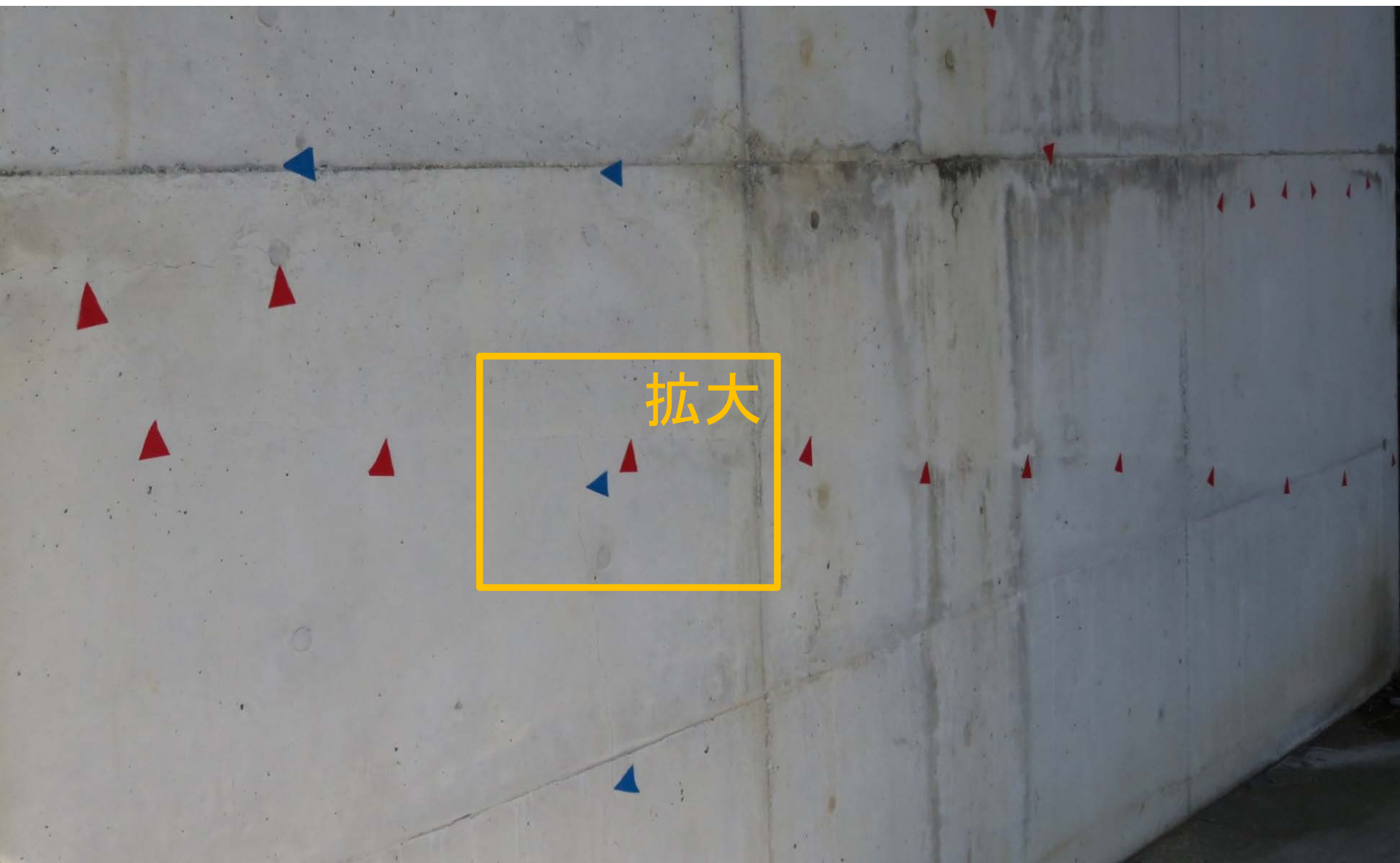


斜め方向のひび割れ

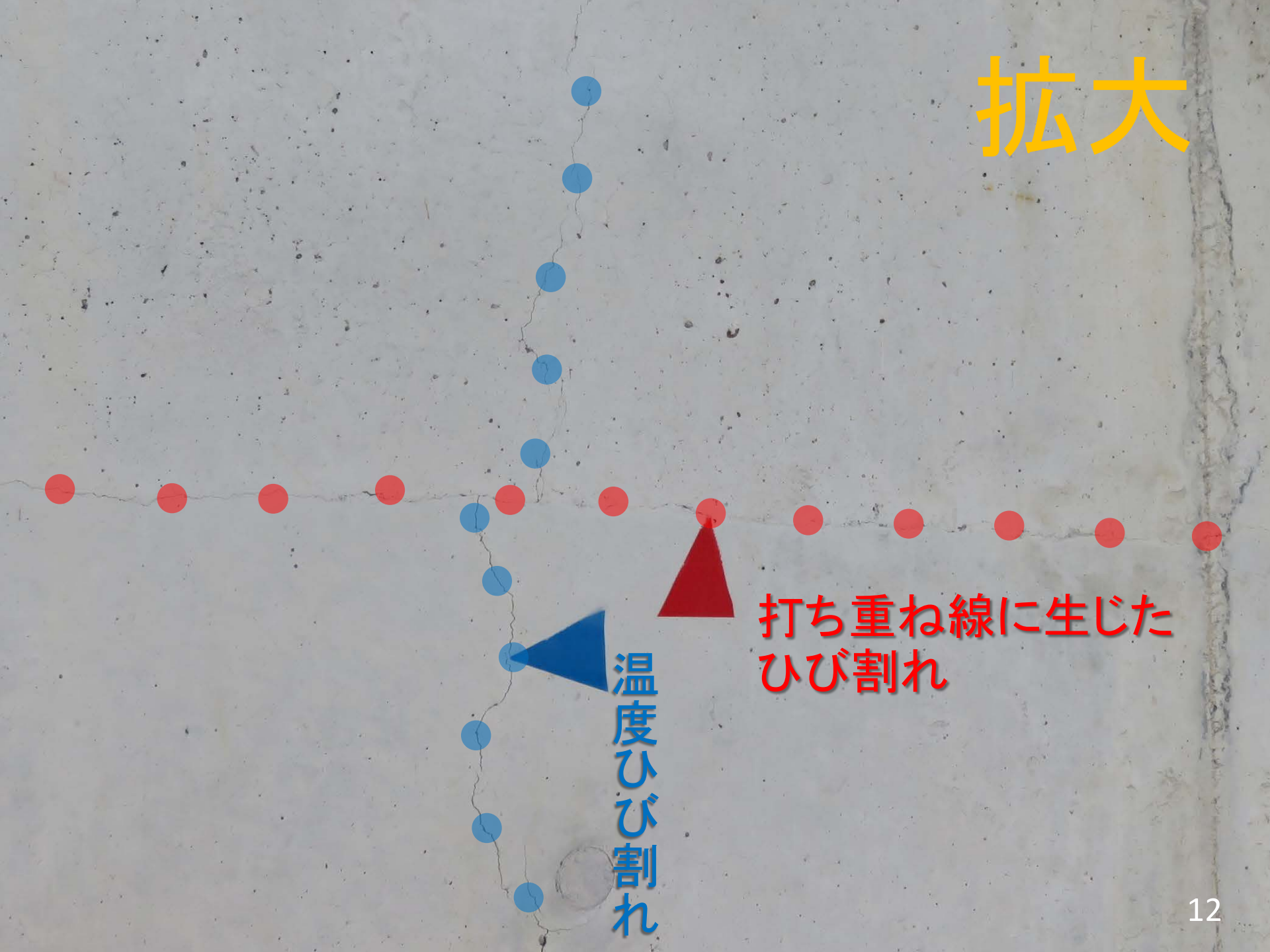


(この部分の施工が粗雑であるために、均質・密実・一体性が得られず、ひび割れ抵抗性が低いことが想定される。)

砂すじ・打重ね線沿いのひび割れ



拡大



温度ひび割れ

打ち重ね線に生じた
ひび割れ

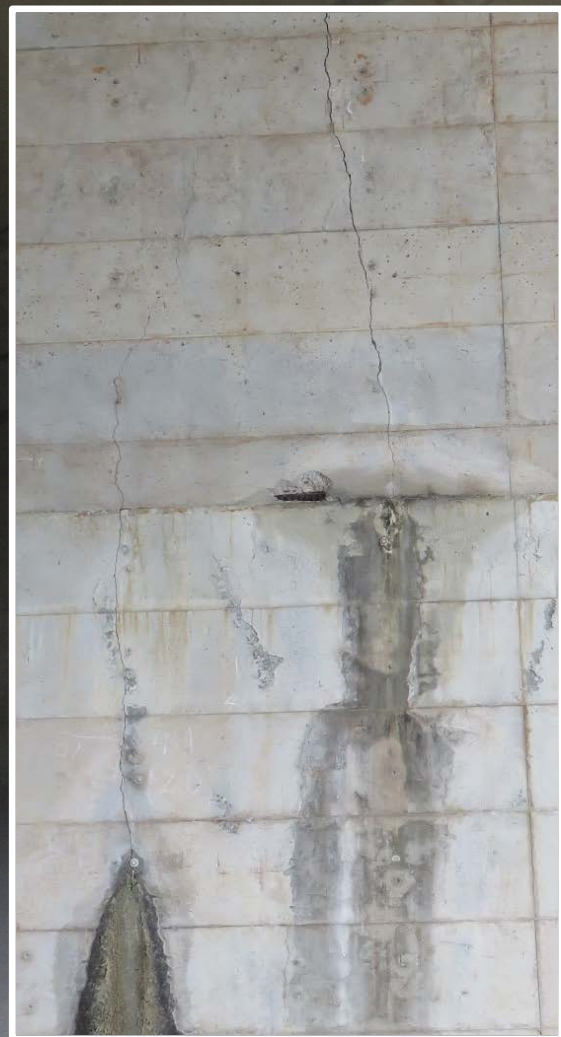
《システム構築後》 平成22年建設



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
(発生間隔は不均等 ・ 盛土からの漏水が見られる)

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しているが、制御できていない)

2. システム構築前の状況(～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

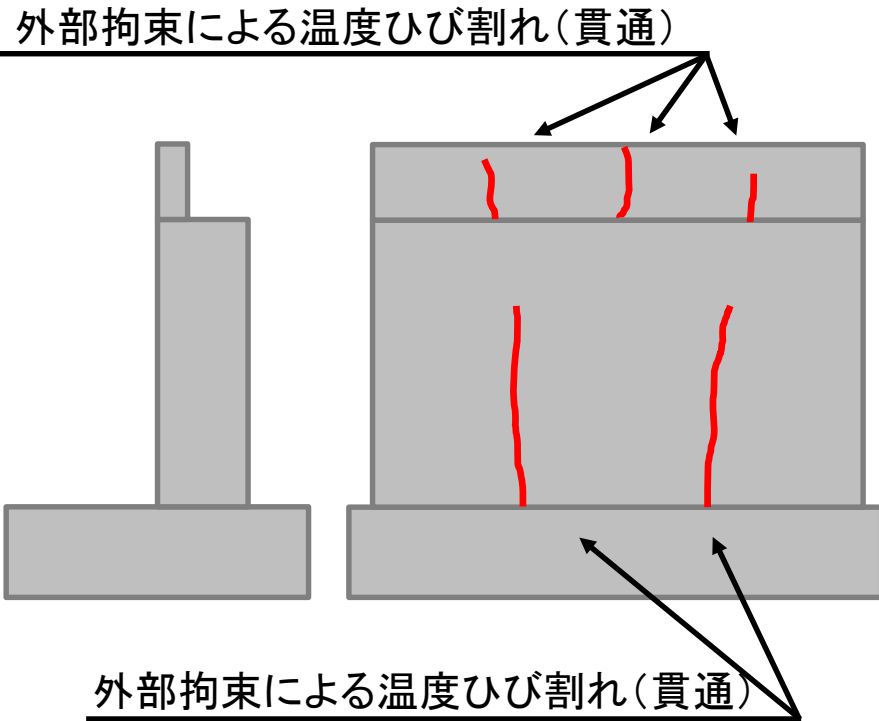
	施工数量 (A)	ひび割れ 箇所(B)	割合(%) (B/A)
橋台	14基	14基	100.0%
橋脚	14基	3基	21.4%
ボックスカルバート	47ブ ロック	34ブ ロック	72.3%

※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。

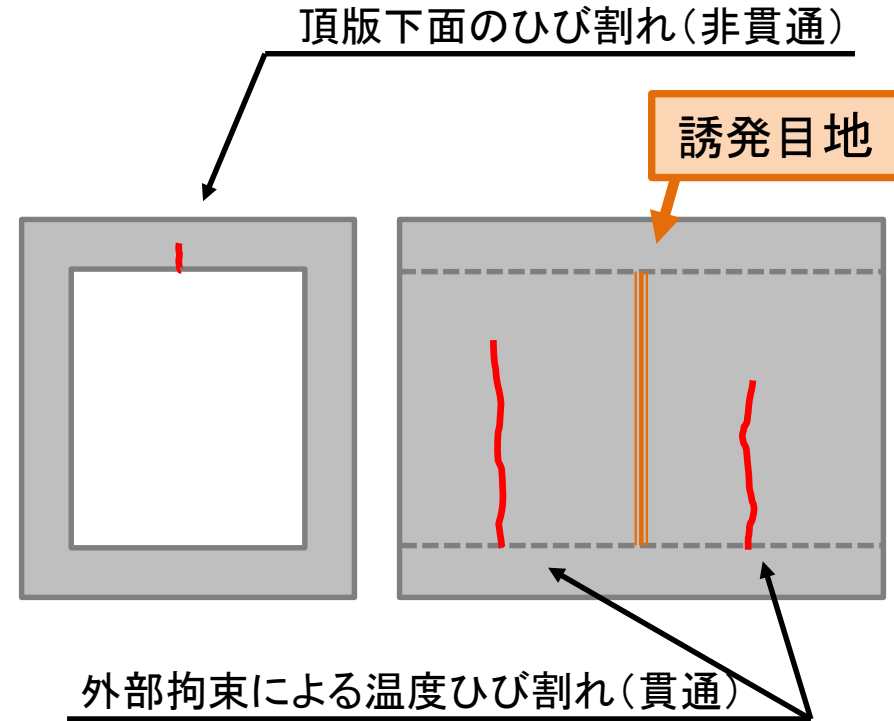
代表的なひび割れ

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)

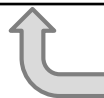
- | | |
|------------|------------|
| (1) 対策方法検討 | (2) 施工状況調査 |
| (3) 対策方法評価 | (4) 説明資料作成 |

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

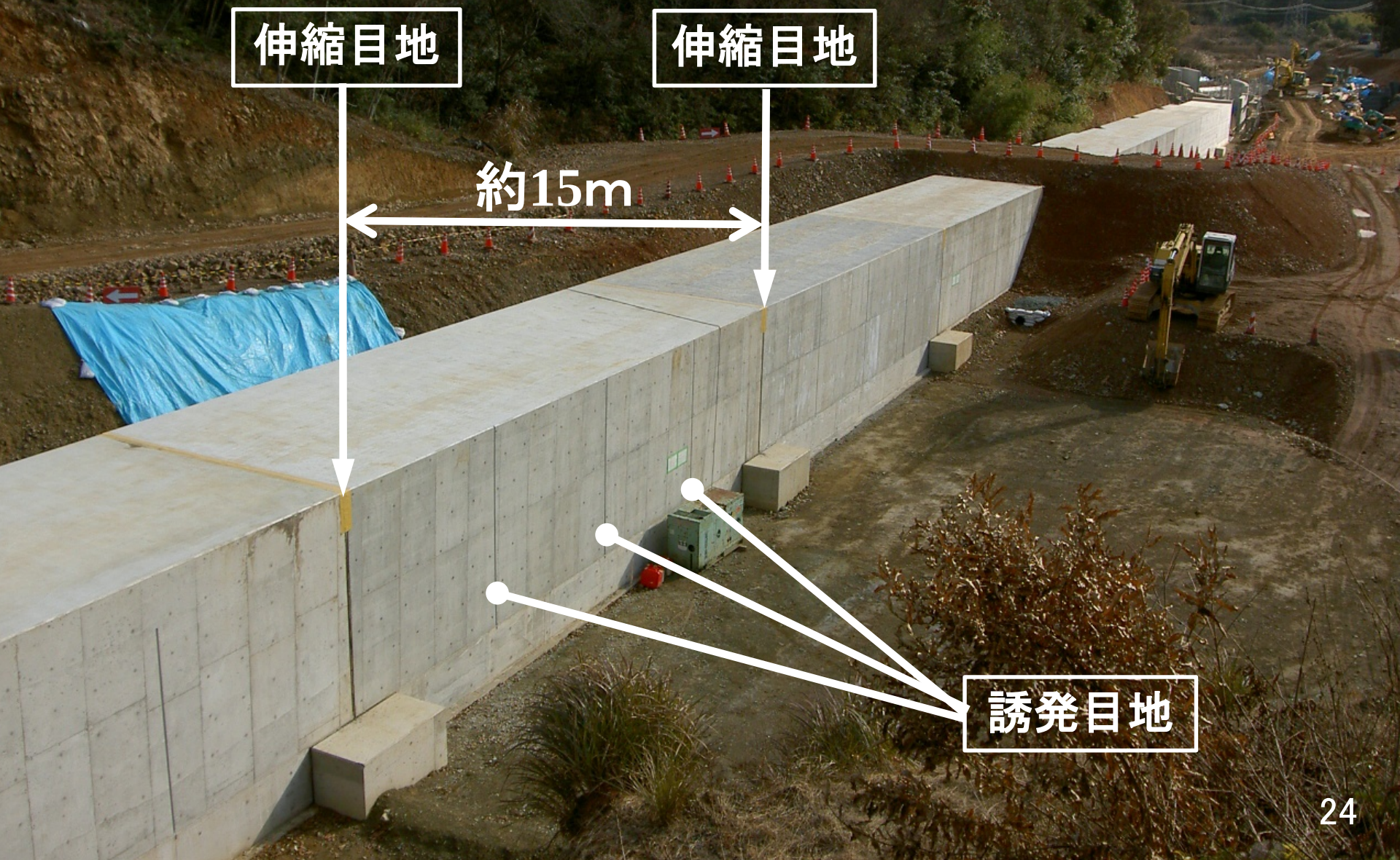
10種類の抑制対策

対 策		ボックスカルバート (頂版・側壁)	橋台 (たて壁・胸壁)	橋脚 (柱)	橋脚 (底版)
		ブロック	基	基	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
	膨張材	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			
計		31	7	7	5



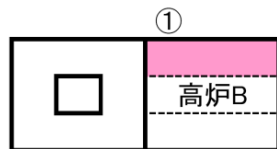
ボックスカルバートの側壁には、
従前と同様に誘発目地を設置

試験施工に使用した構造物の例

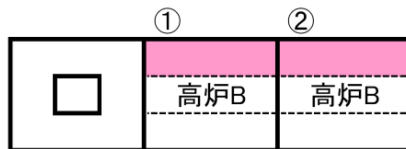


平成15・16年度施工のひび割れ発生状況(BOX)

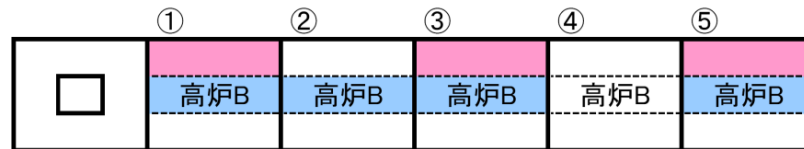
長谷1号道路函渠



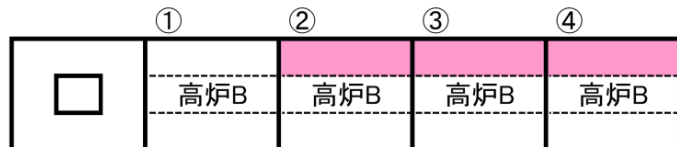
長谷2号道路函渠



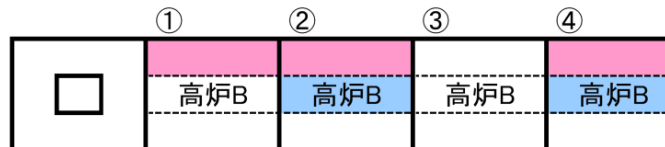
多良郷道路函渠



流通IC上りONランプ函渠



流通IC下りONランプ函渠



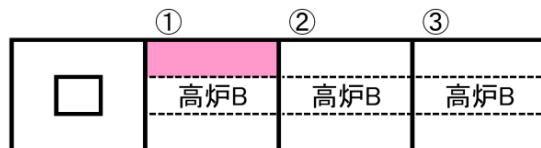
鍛冶ヶ浴1号水路函渠



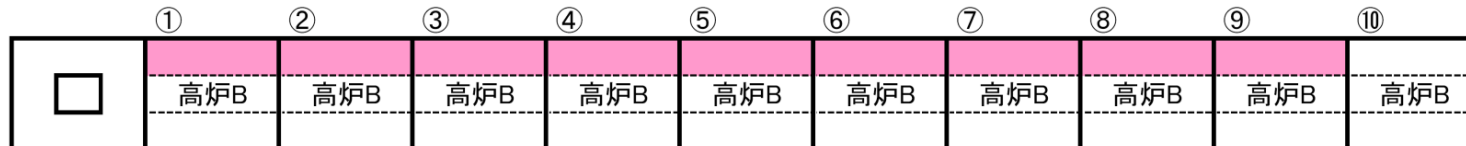
鍛冶ヶ浴3号水路函渠



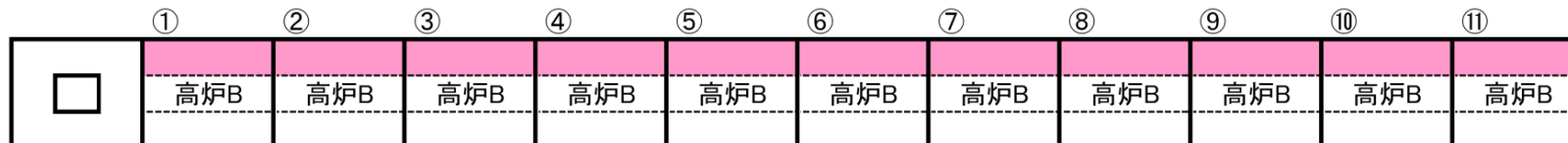
宮の原水路函渠



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	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

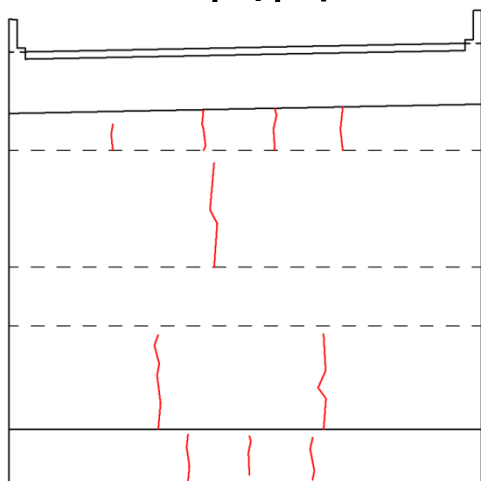
頂版
側壁
底板

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

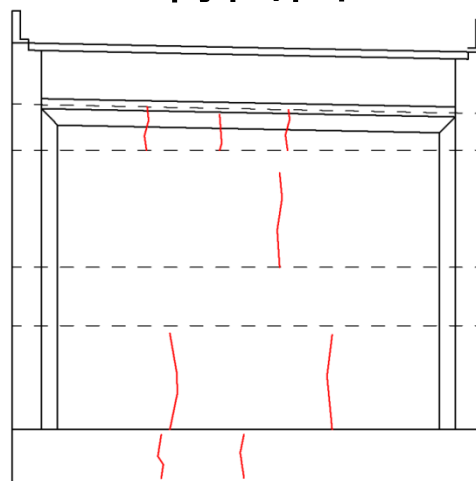
平成17年度試験施工のひび割れ発生事例(橋台)

無対策: 高炉B種セメント

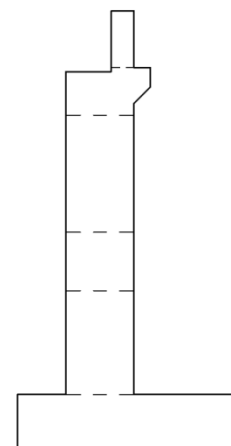
正面図



背面図



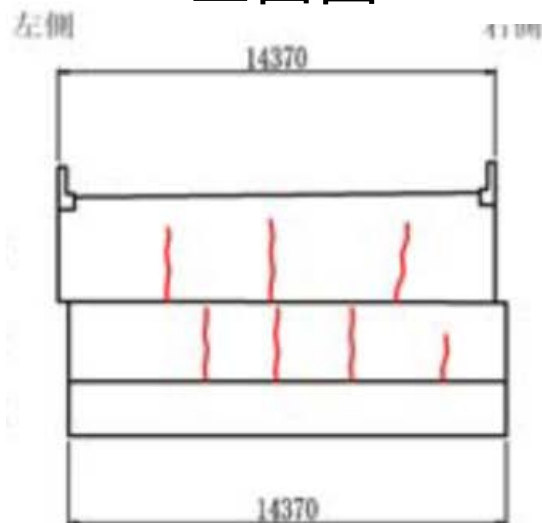
側面図



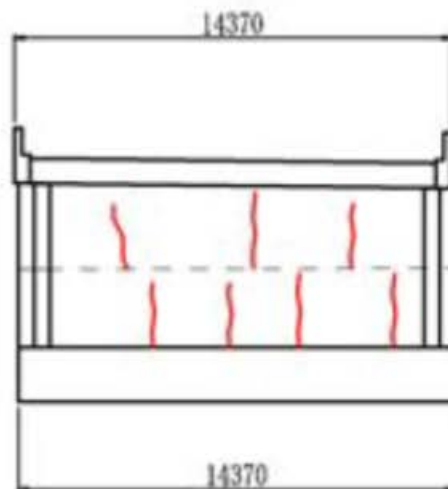
		たて壁①			たて壁③		たて壁④					底版			
		1	2	計	1	計	1	2	3	4	計	1	2	3	計
ひび割れ幅 (mm)	前面	0.15	0.20	0.35	0.20	0.20	0.04	0.20	0.10	0.06	0.40	0.04	0.04	0.04	0.12
	背面	0.20	0.20	0.40	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	-	0.40	0.04	0.04	-	0.08
	右側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
	左側	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00
長さ(m)	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

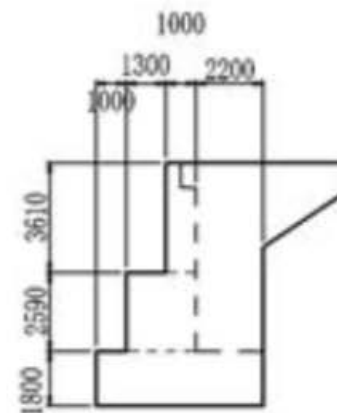
正面図



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。

4. 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

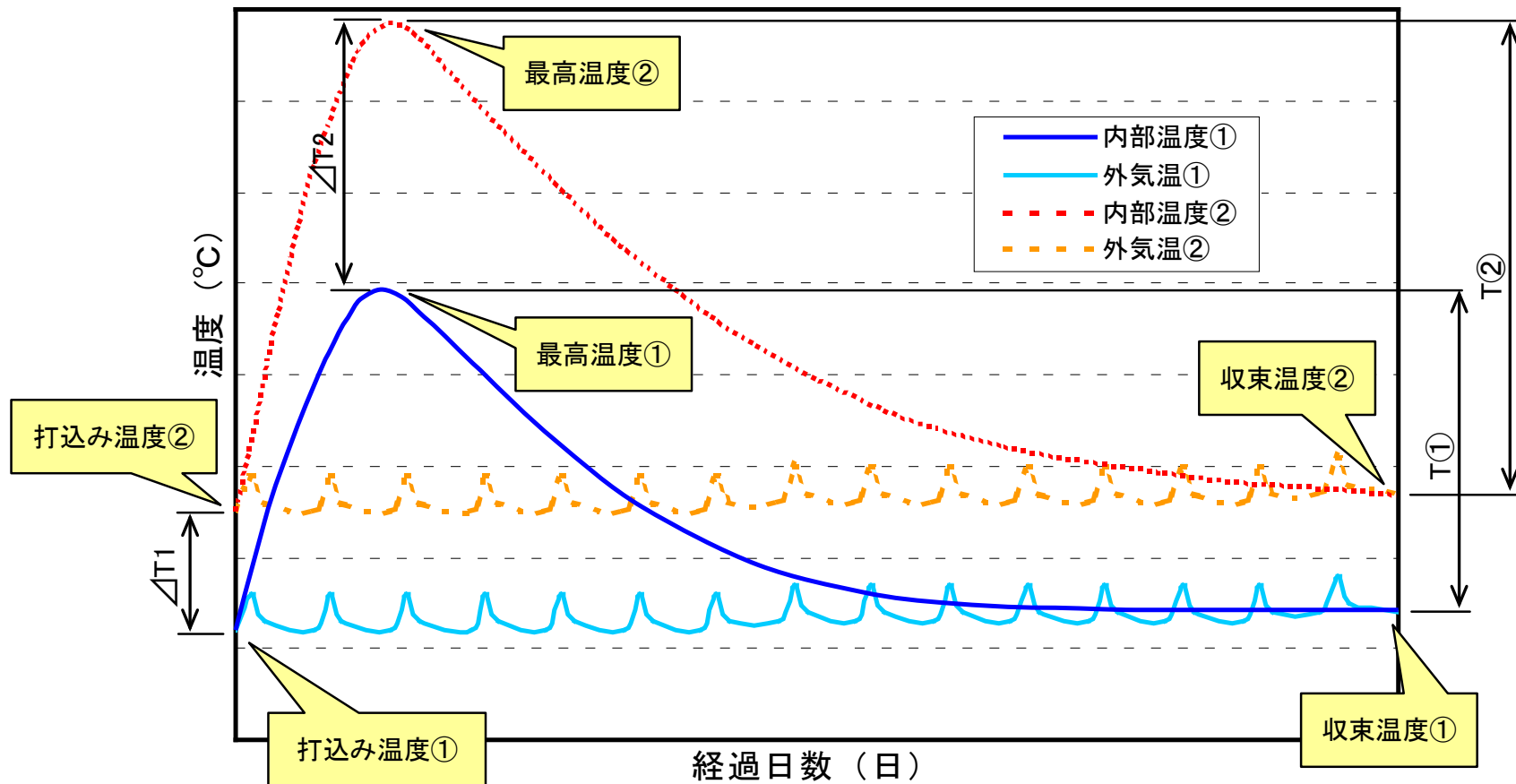
■材料等による対策

- ・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)

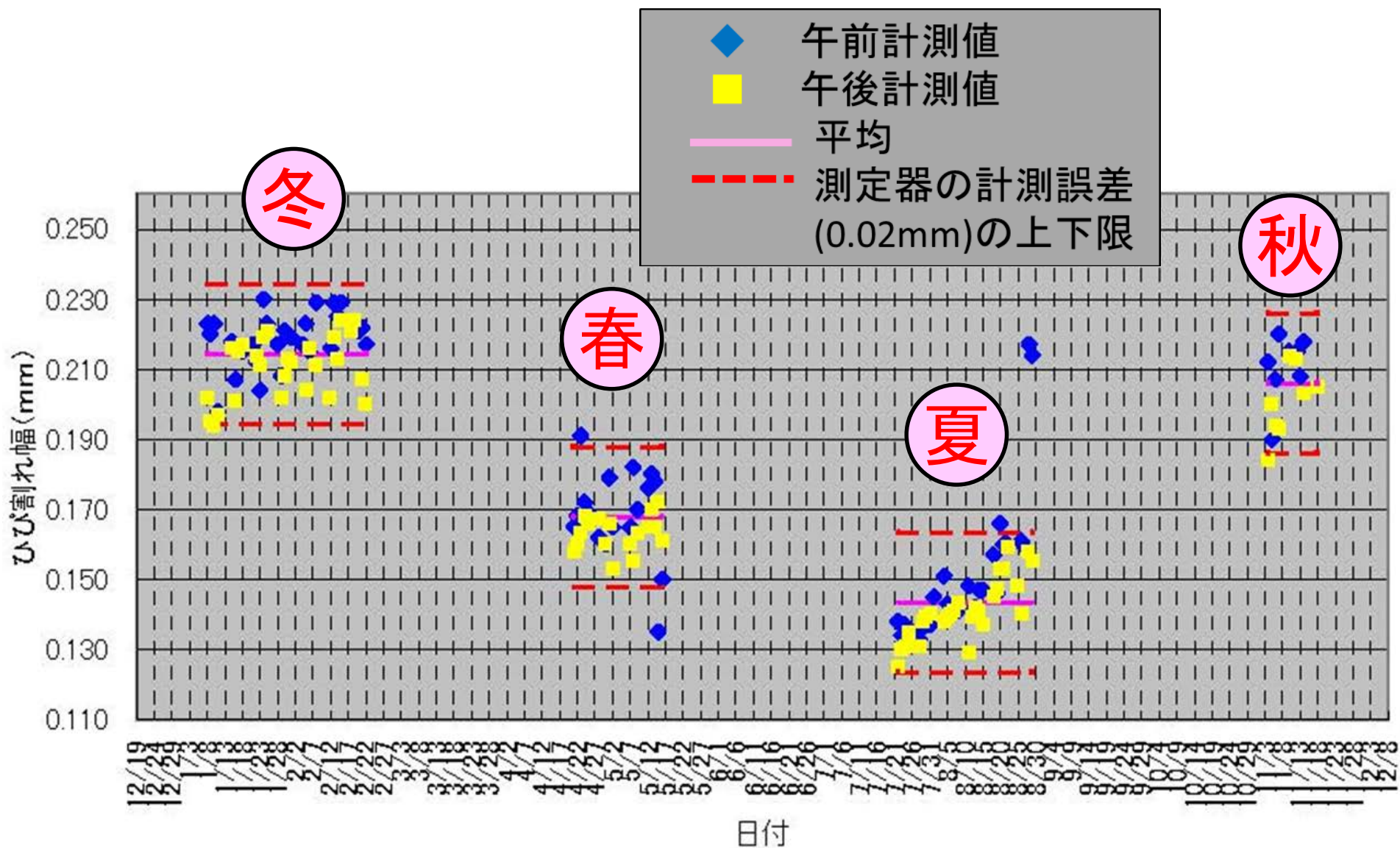
■確実な施工の実施

- ・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】

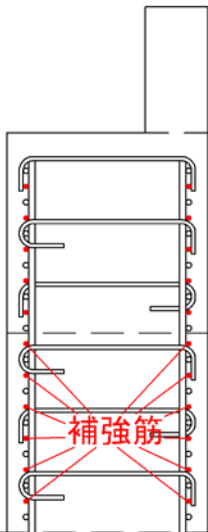
材料等による適切な対策方法

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。

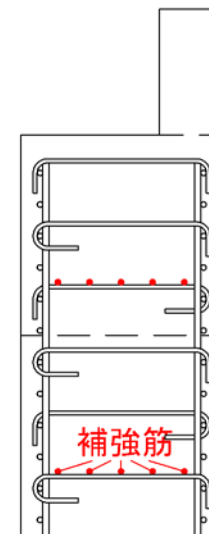
材料等による抑制対策一覧

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)

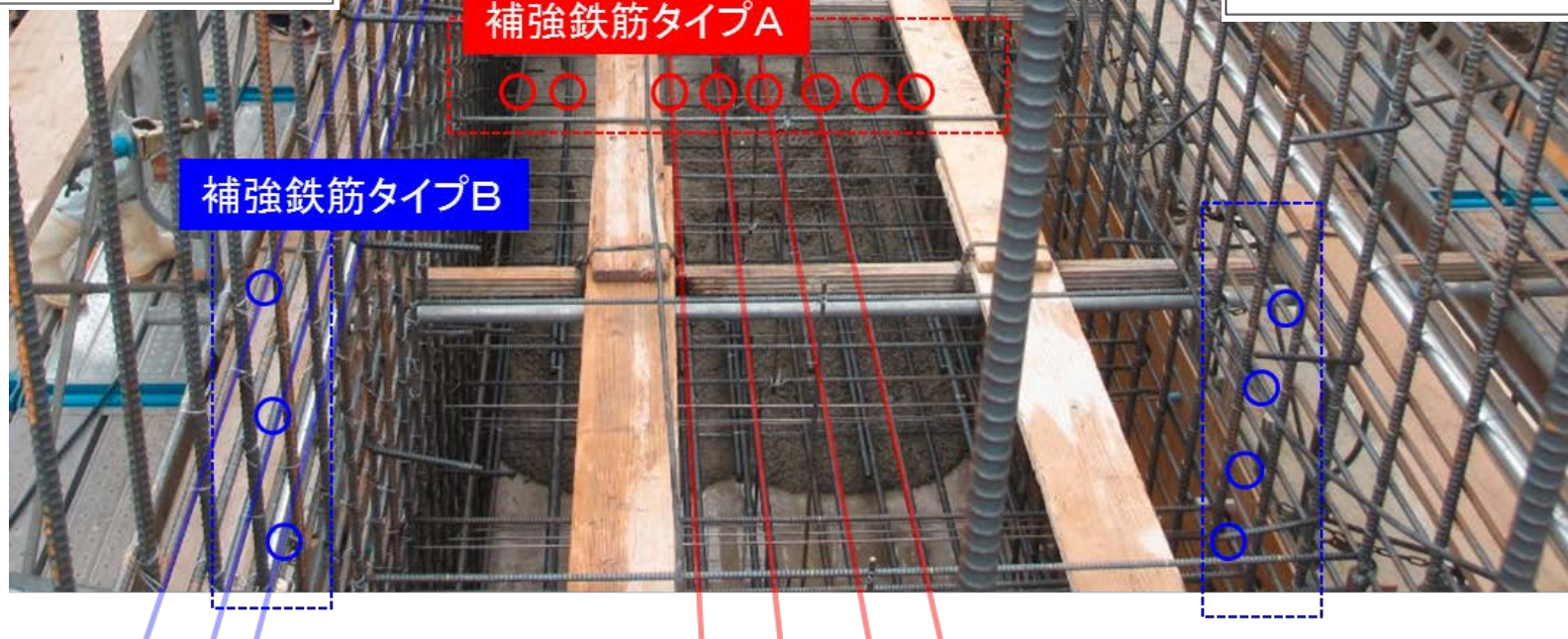
補強鉄筋の配置方法



【タイプB】



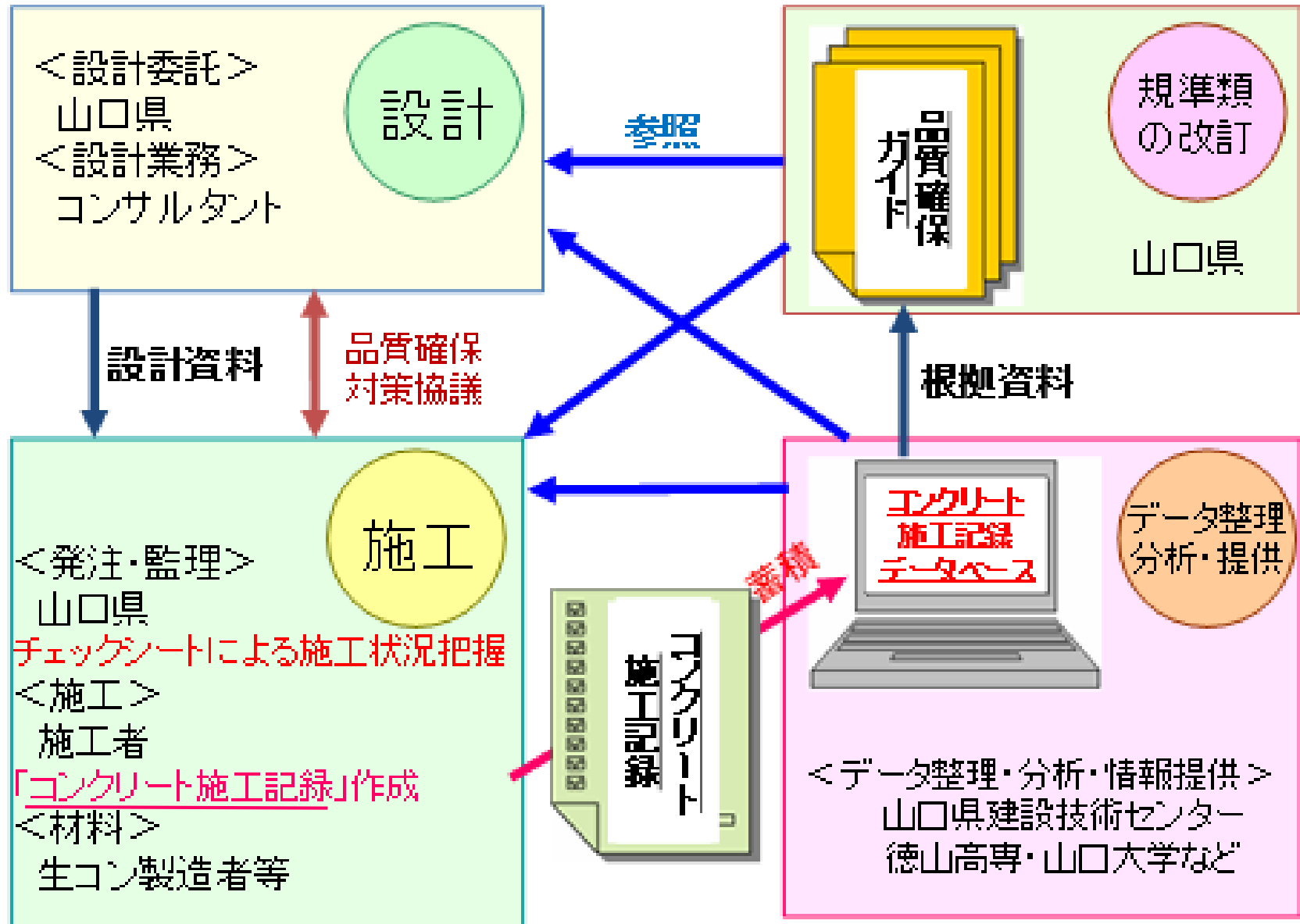
【タイプA】



配力筋の間に配置

橋軸直角方向に配置
(中間帯鉄筋の上)

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

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 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（m³）	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。 現場時に把握した数値を記す。	—	○	
	型枠内は濡らせているか。					—	○	
	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	○		
	準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。				—	○		
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	○	
	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		
締固め	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/60cm/90cmにテープ	—	○	
	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間隔でテープ	—	○	
	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	○	
	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潤状態に保っているか。				表面養生剤を塗布	—	○	
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。				10日間	10日間以上	○	
	型枠および養生工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。				5.0N/mm²	5N/mm²以上	○	
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欄にて通知する。							

※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 (①～⑥の6シートに1リフトごとの施工情報を記録)

サンプル

○基本情報

発注者(事務所名)	山口土木建築事務所	受注者	〇〇建設(株)
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1 ~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
施工場所	山口市〇〇	緯度	34度42分22秒
構造物名	〇〇橋	経度	136度55分42秒
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

リフト図

正面図

側面図

打込みリフト図

リフト毎に記入

構造物の場所を緯度経度で記入

補強鉄筋のタイプを選択

タイプA

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

その他対策の具
体名を記入

○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(mm2)	7,449mm2	

○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(mm2)	13,752 mm2
その他の対策	
鉄筋比(対策前)	0.11 %
鉄筋比(実施)	0.30 %

サンプル

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1 ~ H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1
構造物名	〇〇橋		
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト

コンクリート打込み管理表

配合計画書に記載された産地を記入

材料・配合

呼び強度	27 N/mm ²	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
水セメント比	55 %	単位セメント量	300 kg/m ³	粗骨材産地	
セメント種類	高炉B種	セメント会社	〇〇セメント(株)		
混和剤	AE減水剤	混和材	細骨材産地		
生コン工場	〇〇(株) 〇〇工場				

品質管理試験

試験採取時期	打込み開始時	150m ³ 打込み時又は午後	300m ³ 打込み時	試験許容値
スランプ	9.0 cm	---	---	8±2.5cm
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
	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
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
締固め	バイブレー台数	3 台	バイブレー人数	4 人	バイブレー予備
	ホース筒先	1 人			1 台

「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(湿润状態)期間	7 日		

サンプル

記録シート③

コンクリート打込み管理表（温度計測その1）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1		
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備 考
2006/5/25 (木)	晴	15:30	38.0℃	23.0℃	養生開始時 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)
2006/5/26 (金)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	47.0℃ 47.5℃ 48.0℃	22.0℃ 26.0℃ 23.0℃	
2006/5/27 (土)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	45.0℃ 43.0℃ 42.0℃	22.0℃ 26.0℃ 23.0℃	
2006/5/28 (日)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	9:30	38.0℃	22.0℃	
2006/5/29 (月)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	30.0℃ 29.0℃ 28.0℃	22.0℃ 26.0℃ 23.0℃	
2006/5/30 (火)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	27.0℃ 26.5℃ 26.0℃	22.0℃ 26.0℃ 23.0℃	
2006/5/31 (水)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	25.5℃ 25.0℃ 24.5℃	22.0℃ 26.0℃ 23.0℃	
2006/6/1 (木)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	24.0℃ 23.9℃ 23.8℃	23.0℃ 27.0℃ 24.0℃	
2006/6/2 (金)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	23.7℃ 23.6℃ 23.5℃	23.0℃ 27.0℃ 24.0℃	
2006/6/3 (土)	朝 昼 夕		℃ ℃ ℃	℃ ℃ ℃	
2006/6/4 (日)	朝 昼 夕		℃ ℃ ℃	℃ ℃ ℃	
2006/6/5 (月)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	22.8℃ 22.7℃ 22.6℃	23.0℃ 27.0℃ 24.0℃	
2006/6/6 (火)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	22.5℃ 22.4℃ 22.3℃	23.0℃ 27.0℃ 24.0℃	
2006/6/7 (水)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	22.2℃ 22.1℃ 22.0℃	23.0℃ 27.0℃ 24.0℃	
2006/6/8 (木)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	21.9℃ 21.8℃ 21.7℃	23.0℃ 28.0℃ 25.0℃	
2006/6/9 (金)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	21.6℃ 21.5℃ 21.4℃	23.0℃ 28.0℃ 25.0℃	
2006/6/10 (土)	朝 晴 昼 晴 夕 晴	8:00 13:00 17:00	21.3℃ 21.4℃ 21.5℃	23.0℃ 28.0℃ 25.0℃	
2006/6/11 (日)	朝 昼 夕		℃ ℃ ℃	℃ ℃ ℃	

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)

サンプル

記録シート④

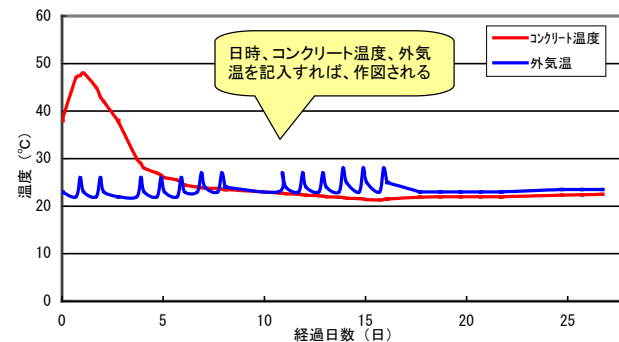
コンクリート打込み管理表（温度計測その2）

○基本情報

路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1		
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

日時	天気	計測時刻	コンクリート温度	外気温	備 考
2006/6/12 (月)	朝 晴 昼 夕	8:00	21.9℃ ℃ ℃	23.0℃ ℃ ℃	
2006/6/13 (火)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.0℃ ℃ ℃	23.0℃ ℃ ℃	
2006/6/14 (水)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.0℃ ℃ ℃	23.0℃ ℃ ℃	
2006/6/15 (木)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.0℃ ℃ ℃	23.0℃ ℃ ℃	
2006/6/16 (金)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.0℃ ℃ ℃	23.0℃ ℃ ℃	
2006/6/17 (土)	朝 昼 夕		℃ ℃ ℃	℃ ℃ ℃	
2006/6/18 (日)	朝 昼 夕		℃ ℃ ℃	℃ ℃ ℃	
2006/6/19 (月)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.3℃ ℃ ℃	23.5℃ ℃ ℃	
2006/6/20 (火)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.4℃ ℃ ℃	23.5℃ ℃ ℃	
2006/6/21 (水)	朝 晴 昼 夕	8:00	22.5℃ ℃ ℃	23.5℃ ℃ ℃	

コンクリート温度・外気温計測結果



サンプル

ひび割れ調査票（その1）

記録シート⑤

○基本情報

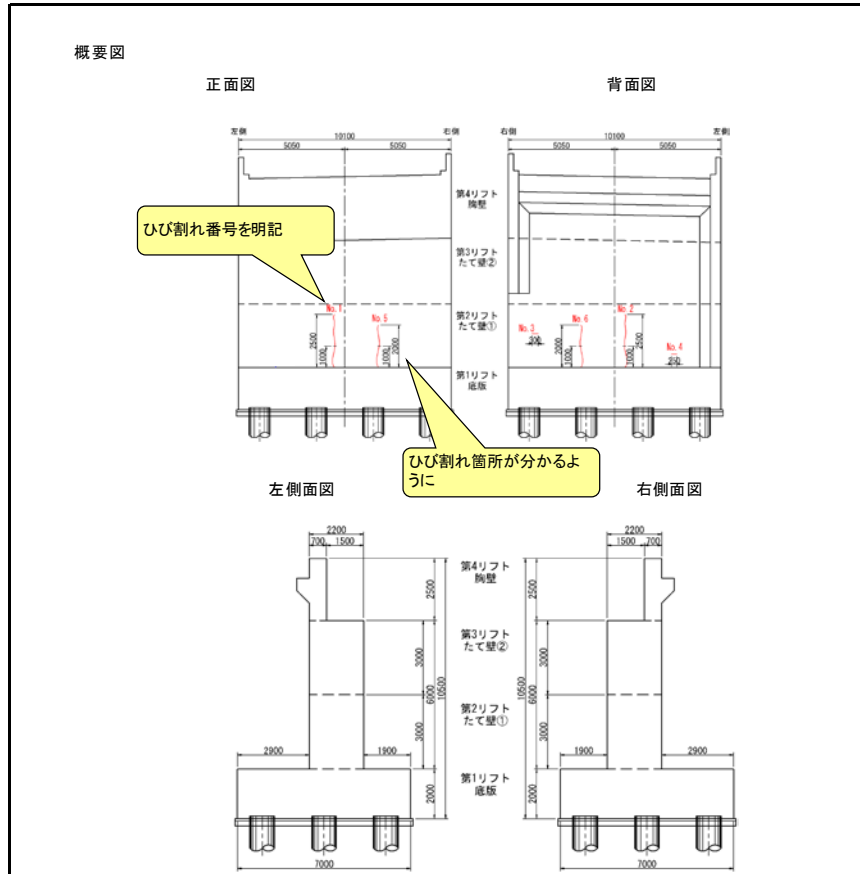
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1		
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○種類別ひび割れの有無

温度ひび割れの有無	有	沈みひび割れの有無	有	() ひび割れの有無	
-----------	---	-----------	---	-------------	--

ひび割れの有無を選択

○ひび割れ概要



サンプル

ひび割れ調査票（その2）

記録シート⑥

○基本情報

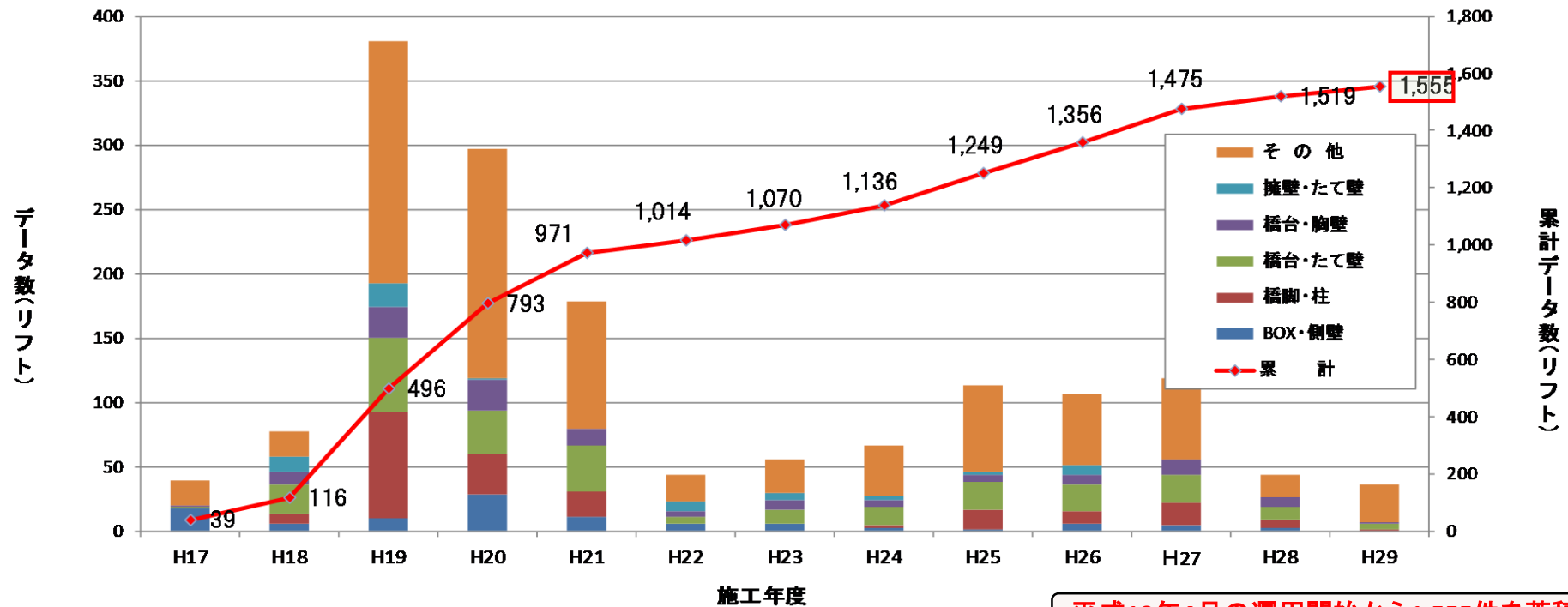
路線・河川・地区等	山口宇部線	工期	H18.4.1	～	H19.3.31
工事名	道路改良工事	工区	1		
構造物名	〇〇橋				
構造物詳細	A1橋台	リフト名	第2リフト		

○ひび割れ状況

ひび割れ	No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
	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							
	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					
補修	備考	2006/6/5 初期観察実施、No.1水漏れあり										
	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	備考	No. 1、2、3、5：軟質系I*杉樹脂注入										
		商品名でも良い										

ひび割れの位置、形状、方向を選択

コンクリート施工記録データ集計表(平成30年3月現在)

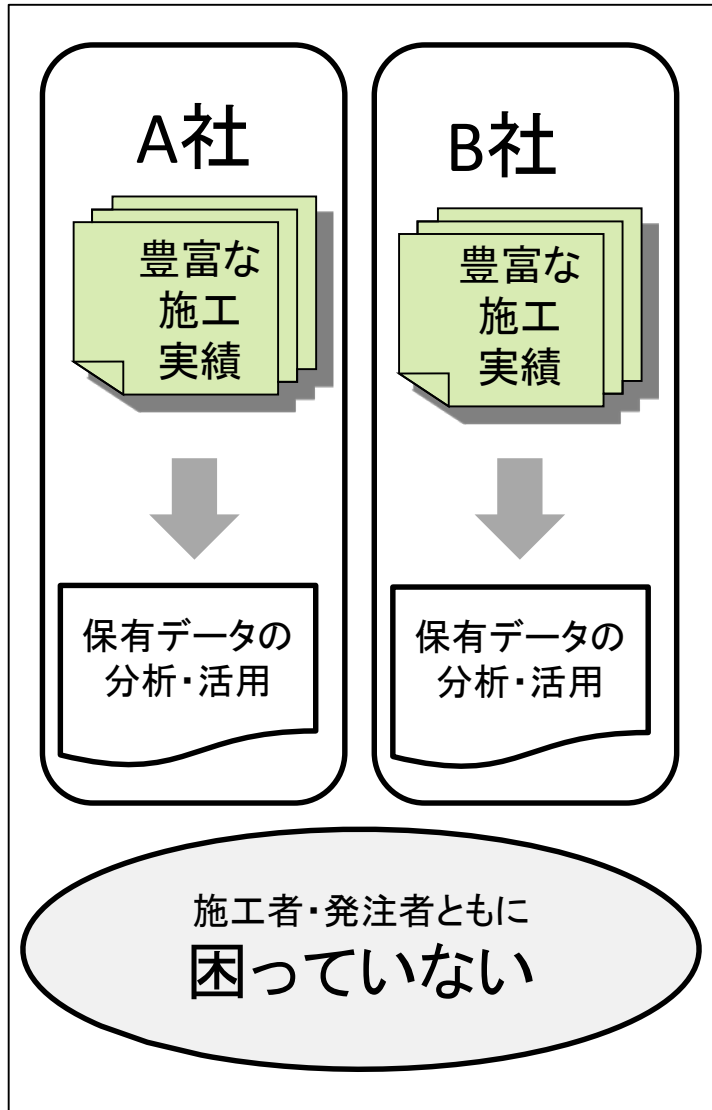


平成19年4月の運用開始から1,555件を蓄積

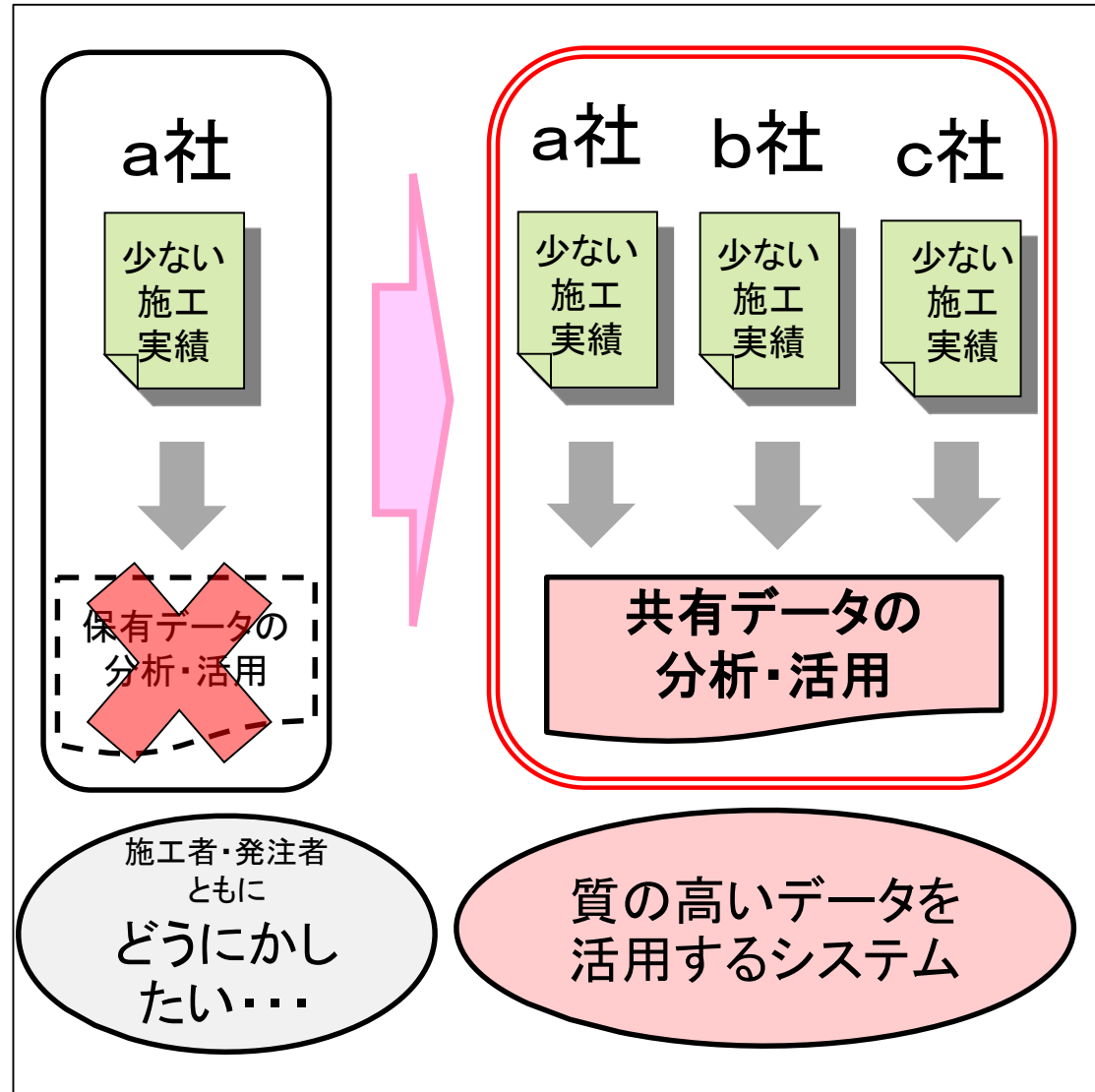
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	合 計
BOX・側壁	17	5	10	28	11	5	5	2	1	6	4	2	0	96
橋脚・柱	0	8	82	32	19	0	0	2	15	9	18	7	1	193
橋台・たて壁	2	23	58	34	36	6	11	15	22	21	22	10	4	264
橋台・胸壁	1	10	24	23	13	4	8	5	6	8	12	7	2	123
擁壁・たて壁	0	12	18	1	0	8	5	3	2	7	0	0	0	56
その 他	19	19	188	179	99	20	27	39	67	56	63	18	29	823
計	39	77	380	297	178	43	56	66	113	107	119	44	36	1,555
累 計	39	116	496	793	971	1,014	1,070	1,136	1,249	1,356	1,475	1,519	1,555	41

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

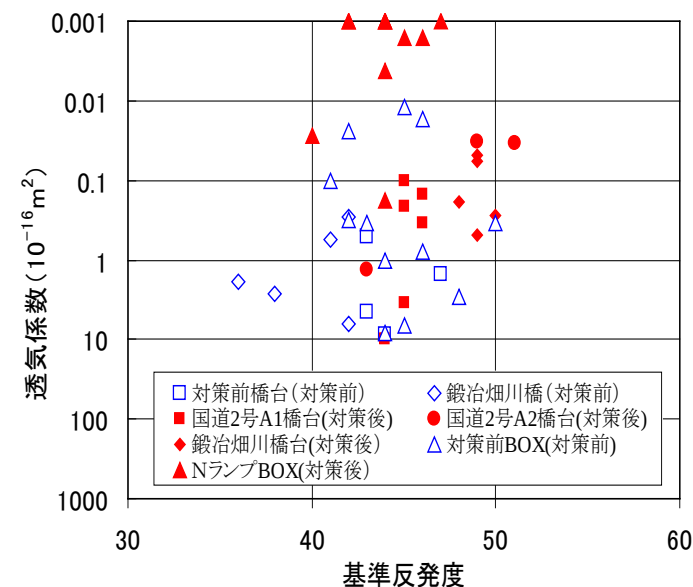


5. 「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ(H26)

●平成22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⁾と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。

●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。

●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



基準反発度と表層透気係数の関係⁴⁾

1)構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会

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

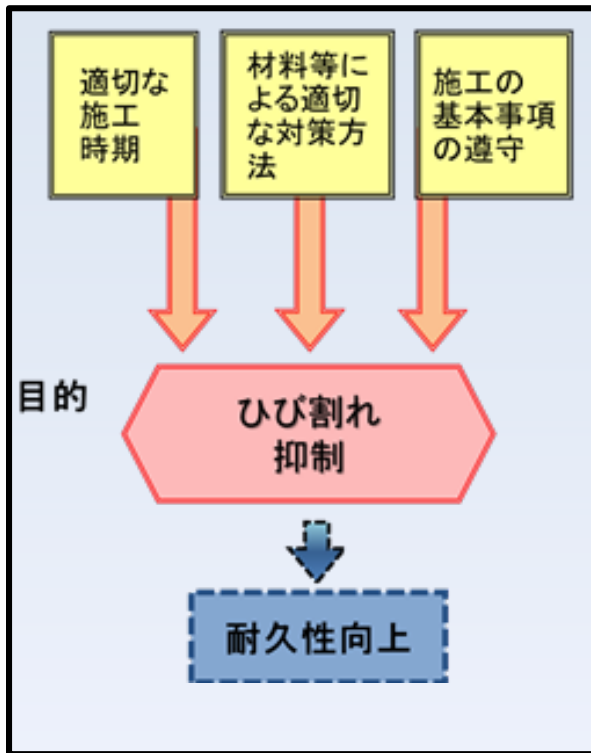
3)データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会

4)吉田・細田・林・内田: 表面吸水試験および透気試験による山口県の構造物の表層品質評価,

コンクリート工学年次論文集, Vol.13, No.1, pp.1823-1828, 2011.

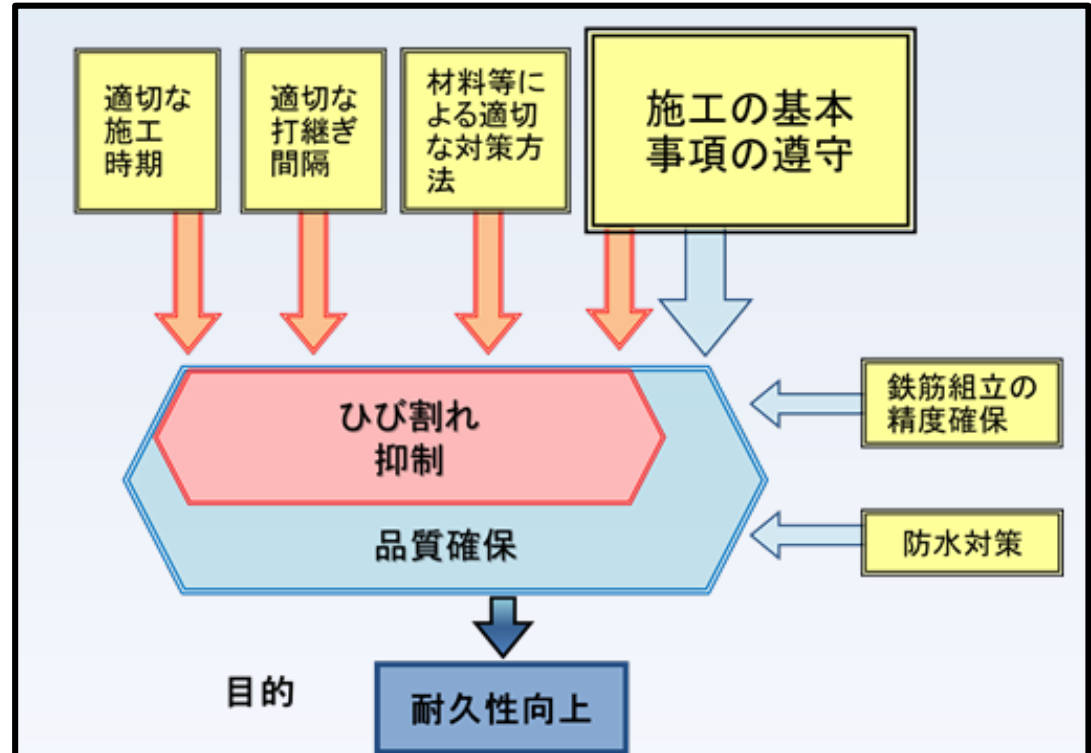
ひび割れ抑制から品質確保に拡大

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)

- ・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」、...

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（従来構造物との対比）
- ⑥ 受発注価格の適正化

6. データベースを活用するひび割れ抑制設計

宮城県共通仕様書（土木工事編Ⅰ）（平成29年10月以降）124ページ
< <https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/644951.pdf> >

第11節 マスコンクリート

3-11-1 一般事項

本節は、マスコンクリートの施工に関する一般的事項を取り扱うものとする。

3-11-2 施工

1. 一般事項

受注者は、マスコンクリートの施工にあたって、事前にセメントの水和熱による温度応力及び温度ひび割れに対する十分な検討を行わなければならない。

2. マスコンクリート打設計画

受注者は、温度ひび割れに関する検討結果に基づき、打込み区画の大きさ、リフト高さ、継目の位置及び構造、打込み時間間隔を設定しなければならない。

3. マスコンクリート打設温度

受注者は、あらかじめ計画した温度を超えて打ち込みを行ってはならない。

4. マスコンクリート温度制御

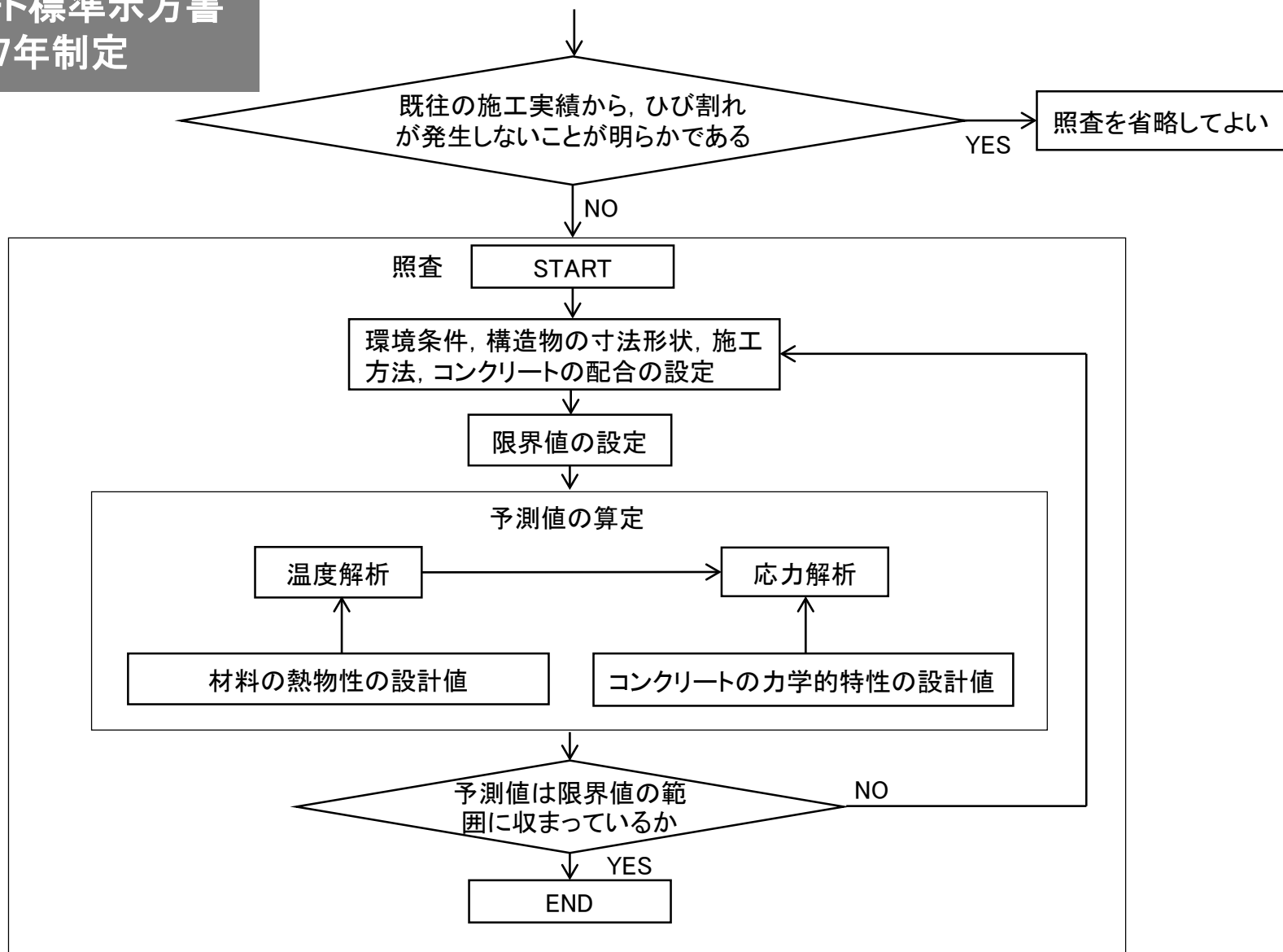
受注者は、養生にあたって、温度ひび割れ制御が計画どおりに行えるようコンクリート温度を制御しなければならない。

5. 型枠による対策

受注者は、温度ひび割れに制御が適切に行えるよう、型枠の材料及び構造を選定するとともに、型枠を適切な期間存置しなければならない。

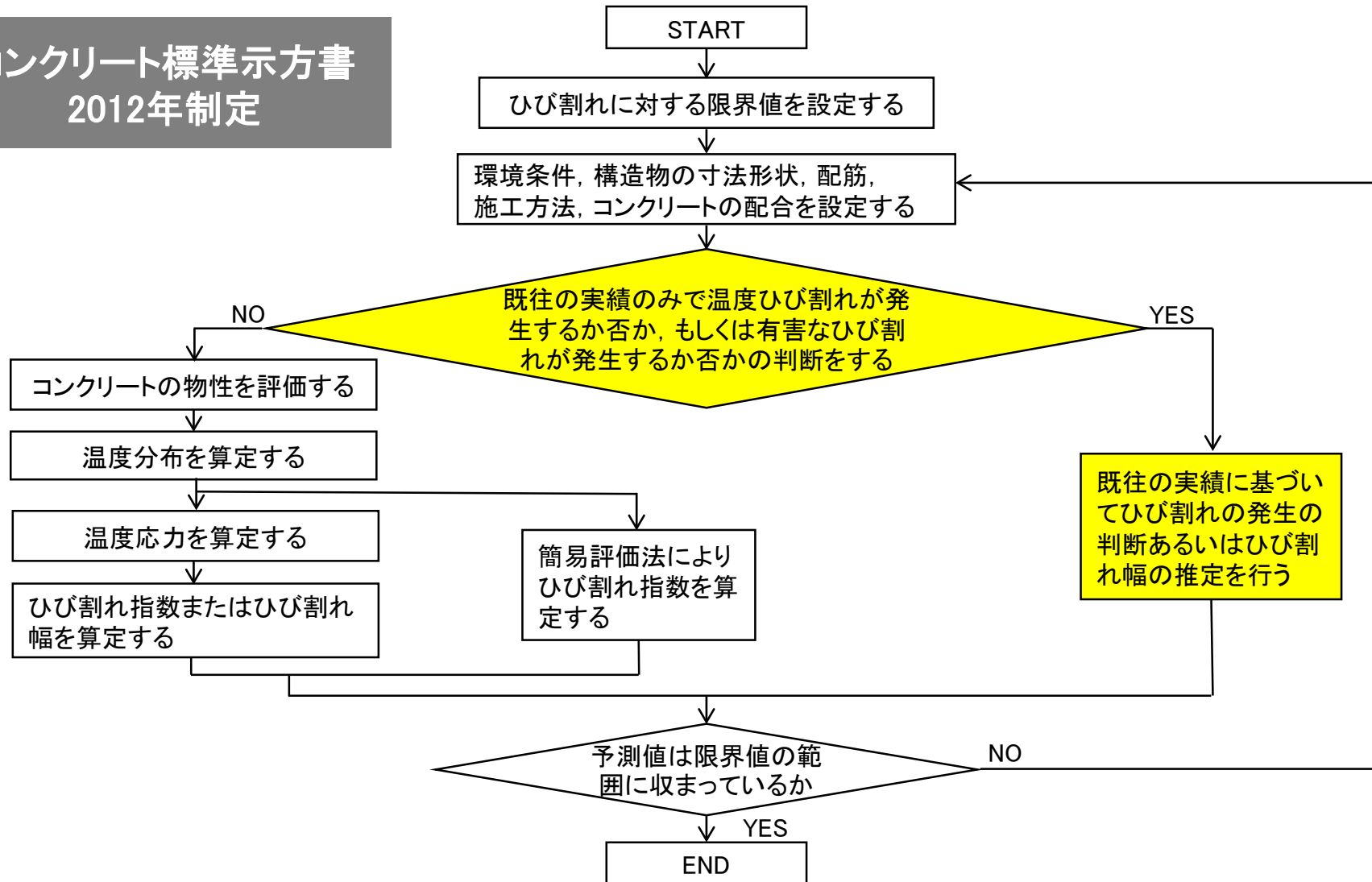
初期ひび割れに対する照査のフロー(セメントの水和に起因するひび割れ)

コンクリート標準示方書
2007年制定



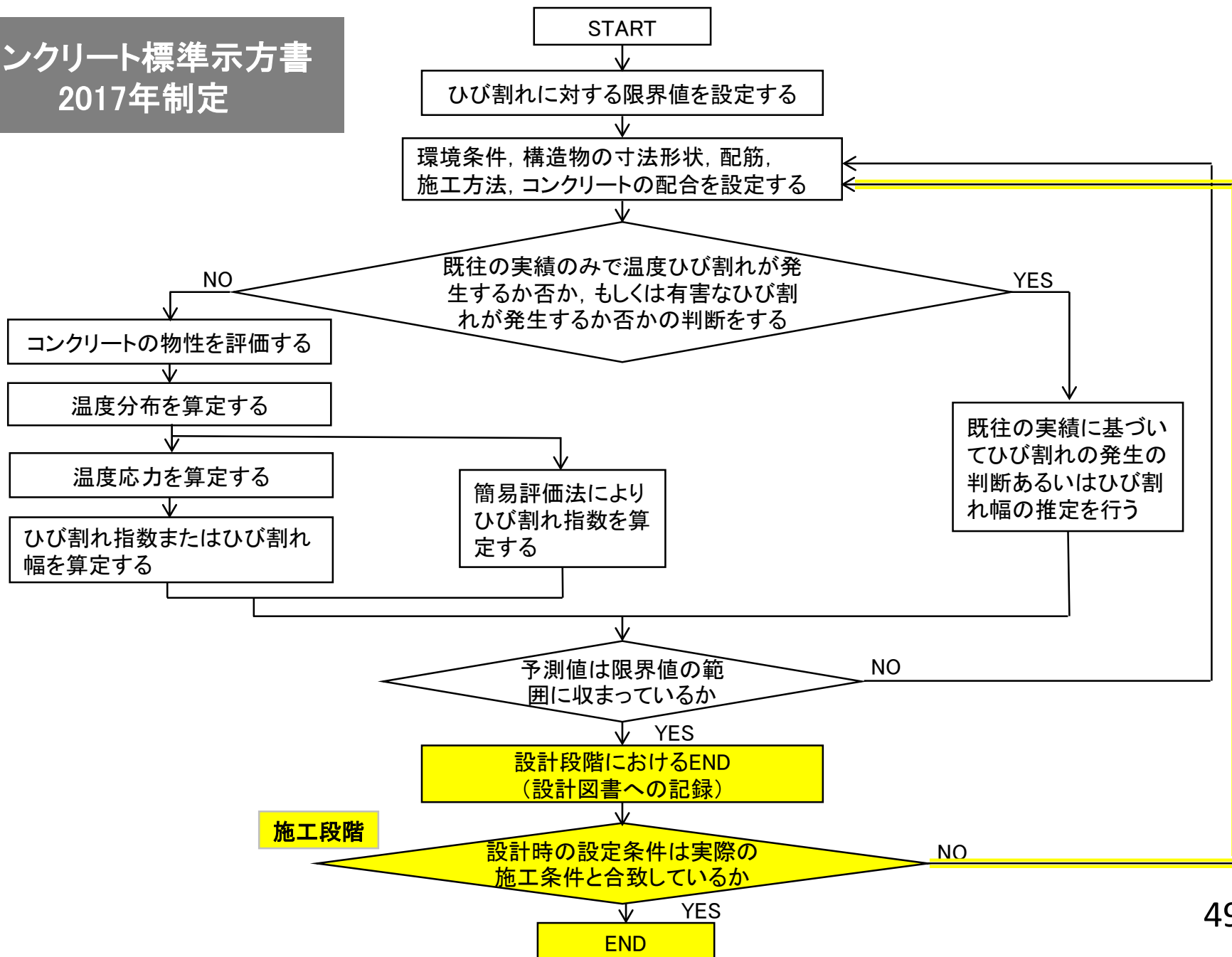
初期ひび割れに対する照査のフロー(セメントの水和に起因するひび割れ)

コンクリート標準示方書
2012年制定



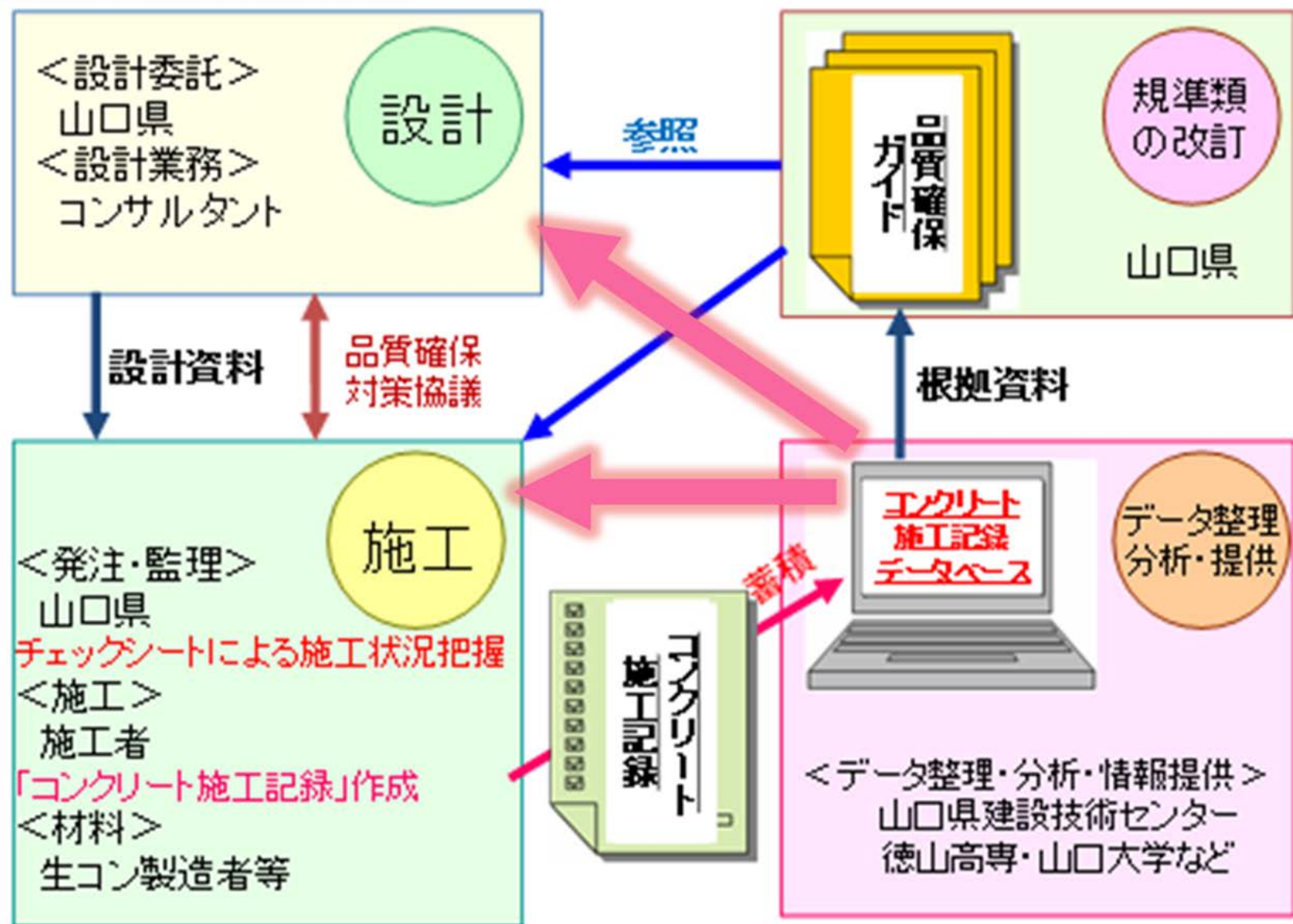
初期ひび割れに対する照査のフロー(セメントの水和に起因するひび割れ)

コンクリート標準示方書
2017年制定



初期ひび割れに対する照査のフロー(セメントの水和に起因するひび割れ)

システムの構成



山口システムによるひび割れ抑制設計

山口県 YAMAGUCHI PREFECTURE

法人番号 2000020350001

● 本文へ ● 携帯サイト ● Other Languages 背景色を変更 **白 黒 青** 文字サイズ **拡大 標準 縮小**

● 組織から探す ● **サイトマップ** 🔍 情報検索 キーワードを入力 検索 ● 検索の仕方

トップページへ **くらし・環境** **医療・福祉** **教育・文化・スポーツ** **しごと・産業** **魅力・観光** **県政情報**

▶ [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](#)

～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設計を実施しました。平成26年には、そ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「ひび割れ抑制設計」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」を作成しました。また、これ以降、新たな知見や蓄積されたデータ等を基に、ガイドの改訂を重ねています。

ガイド2018（平成30年7月）です

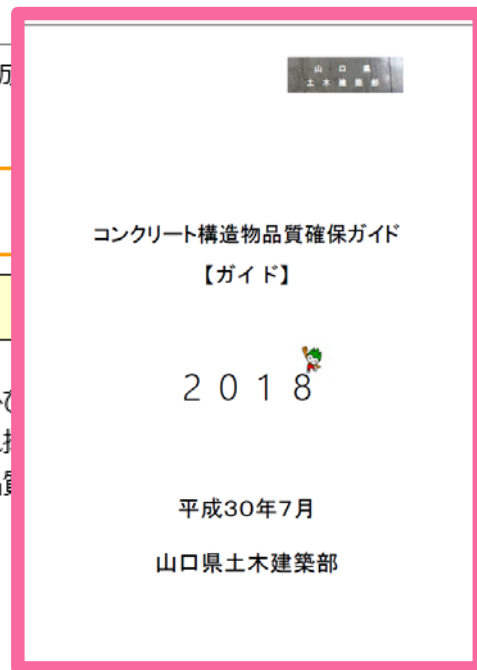
 [コンクリート構造物品質確保ガイド2018（その1）（PDF：8MB）](#) **NEW!**

 [コンクリート構造物品質確保ガイド2018（その2）（ZIP：3MB）](#)

（注）（その2）はガイドと対策資料との関係を示す資料（ガイド参照資料）です。2017版から変更はありません。

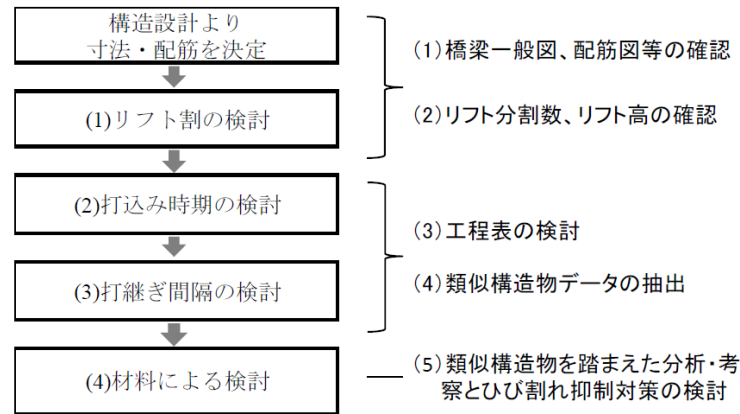
 [コンクリート構造物品質確保ガイド2018【改訂資料】（PDF：248KB）](#)（平成30年7月） **NEW!**

（注）平成30年7月時の改訂内容説明資料です

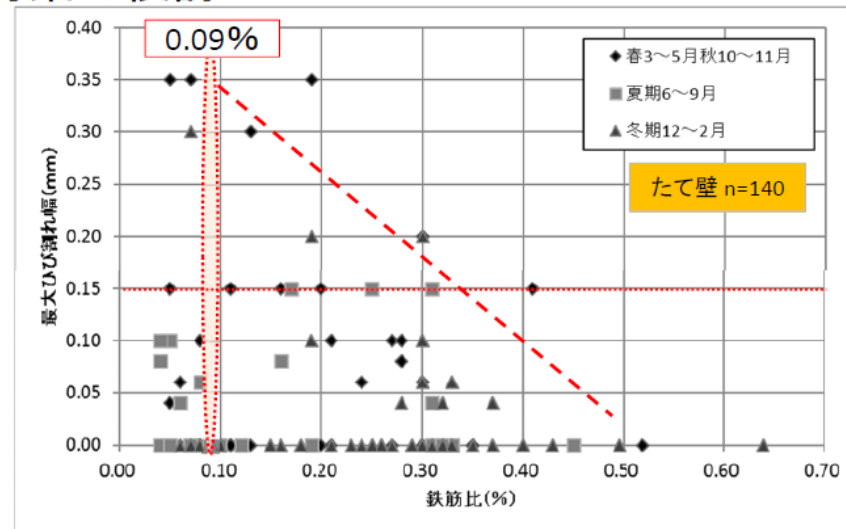


資料編1「材料等によるひび割れ抑制対策」検討例
三つの検討例(①・②・③)が掲載されています。

1 検討の手順



(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るため、補強鉄筋により鉄筋比を0.3%程度確保する必要があると考える。

技術講習会(第9, 10, 11回)資料にも、設計事例が紹介されています。

3. 講習会資料

- ・ [技術講習会\(第12回\)案内\(平成30年 9月18日開催予定\)](#) **NEW!**

3. 1 技術講習会資料

技術講習会で配布した資料です。

- ・ [技術講習会\(第11回\)資料\(平成29年 9月 4日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第10回\)資料\(平成28年 8月22日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第9回\)資料\(平成27年 9月14日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第8回\)資料\(平成26年 6月12日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第7回\)資料\(平成24年 8月22日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第6回\)資料\(平成22年 7月30日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第5回\)資料\(平成21年11月26日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第4回\)資料\(平成20年11月 4日開催\)](#)
- ・ [技術講習会\(第3回\)資料\(平成19年10月 9日開催\)](#)

3. 2 その他講習会資料

- ・ [コンクリート構造物のひび割れ抑制対策に関する講習会資料\(平成22年11月5日開催\)](#)
- ・ 平成25年度災害復旧事業実務講習会・コンクリート講習会資料(平成25年5月17日開催)



[設計時の土木コンクリート構造物ひび割れ抑制対策について \(ZIP: 3MB\)](#)

7. おわりに

山口システムのキーワード

コンクリート構造物が主役

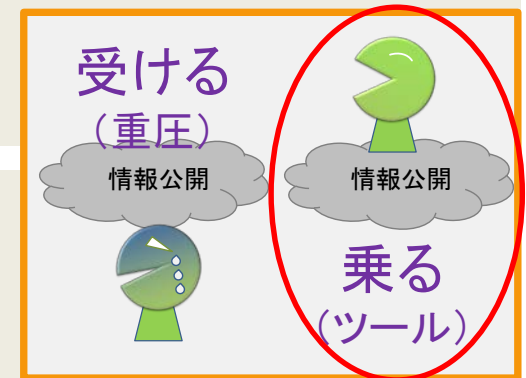
長持ちする良いコンクリート構造物をつくる

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」→「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

《参考》 山口システムのコスト・手間の分担

負担者	内容	もしも負担をやめたら
受注者	施工の基本事項の遵守 (手間)	コンクリートの均質・密実・一体性が低下 →ひび割れ・不具合が増加 →点検しにくい・補修しにくい →ノイズが増え、データの品質が低下
	施工データの作成 (手間)	作成費を発注者が支払う方式へ →体裁重視になり、不良データが増加
発注者	《対策が必要な場合》 材料による抑制対策 (材料費と施工費)	受注者が任意で対策を実施する方式へ ひび割れの補修基準を緩和 →丁寧な施工への意欲が低下 →ひび割れが増加
	施工データのチェック (手間)	受注者が直接アップロードする仕組みへ →不良データが増加 →データベースの信頼性が低下
	データベースの運営 (手間)	データベースを終了する →システムが成立しなくなる →以前の「不機嫌な現場」に戻る

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！