

平成27年4月17日(金)
於:ウェルピア伊予

一般財団法人 建設業技術者センター主催
建設技術者のための技術力向上セミナー
～コンクリート構造物のひび割れと劣化、その対策について～

第二部
～山口県のコンクリートひび割れ対策について～

山口県 土木建築部 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。

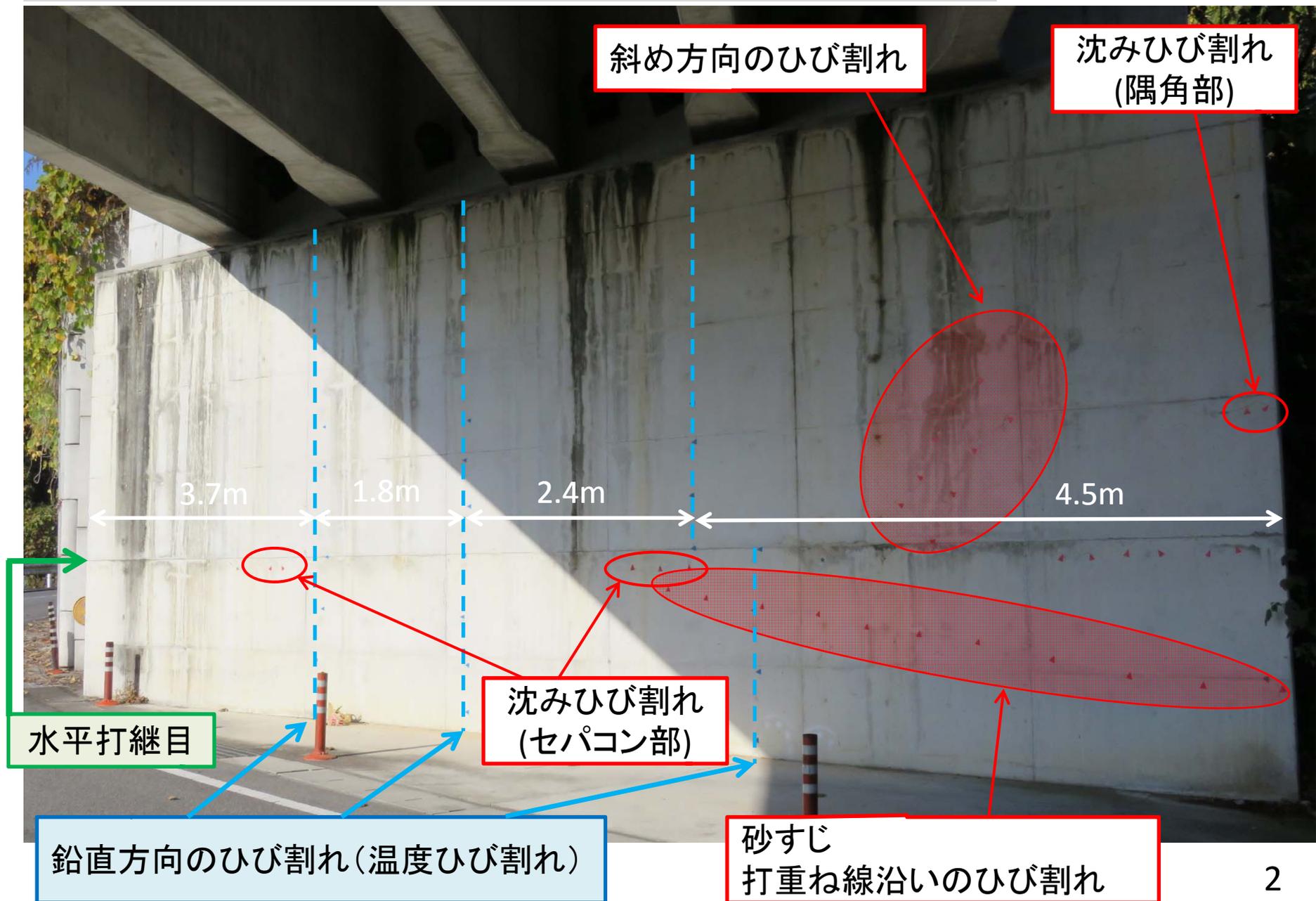


平成12年建設

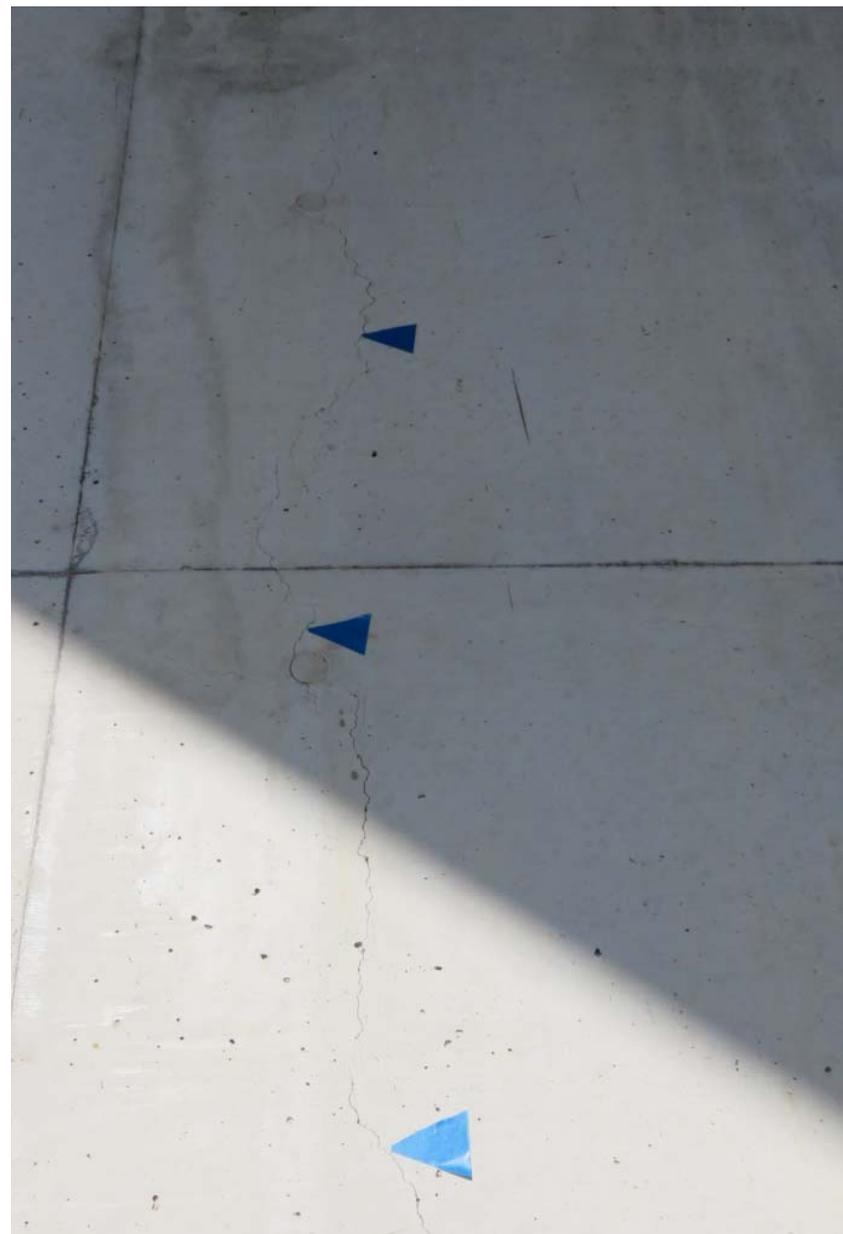


平成22年建設

システム運用前の橋台（平成12年建設）

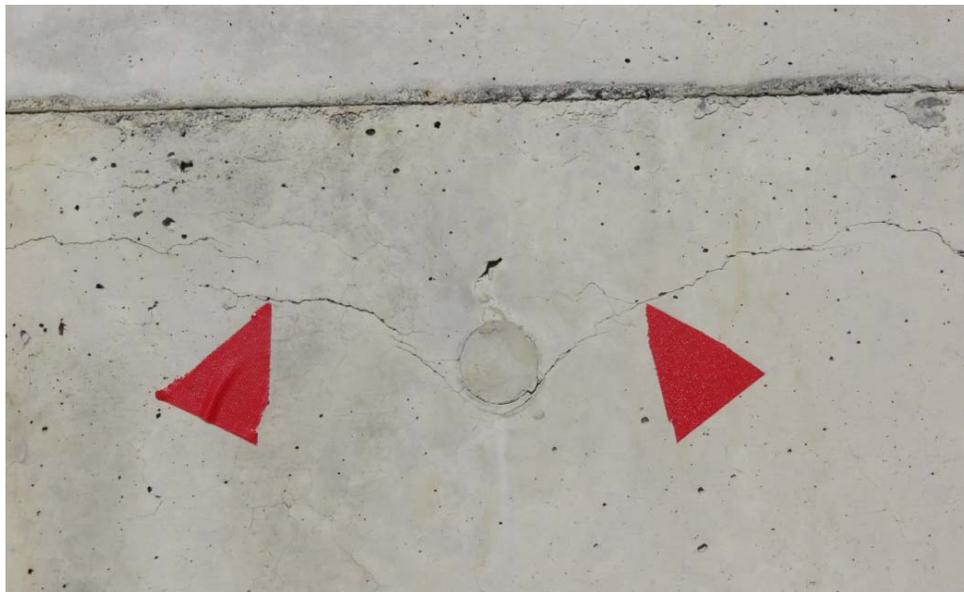


鉛直方向のひび割れ(温度ひび割れ)



沈みひび割れ

セパコン部

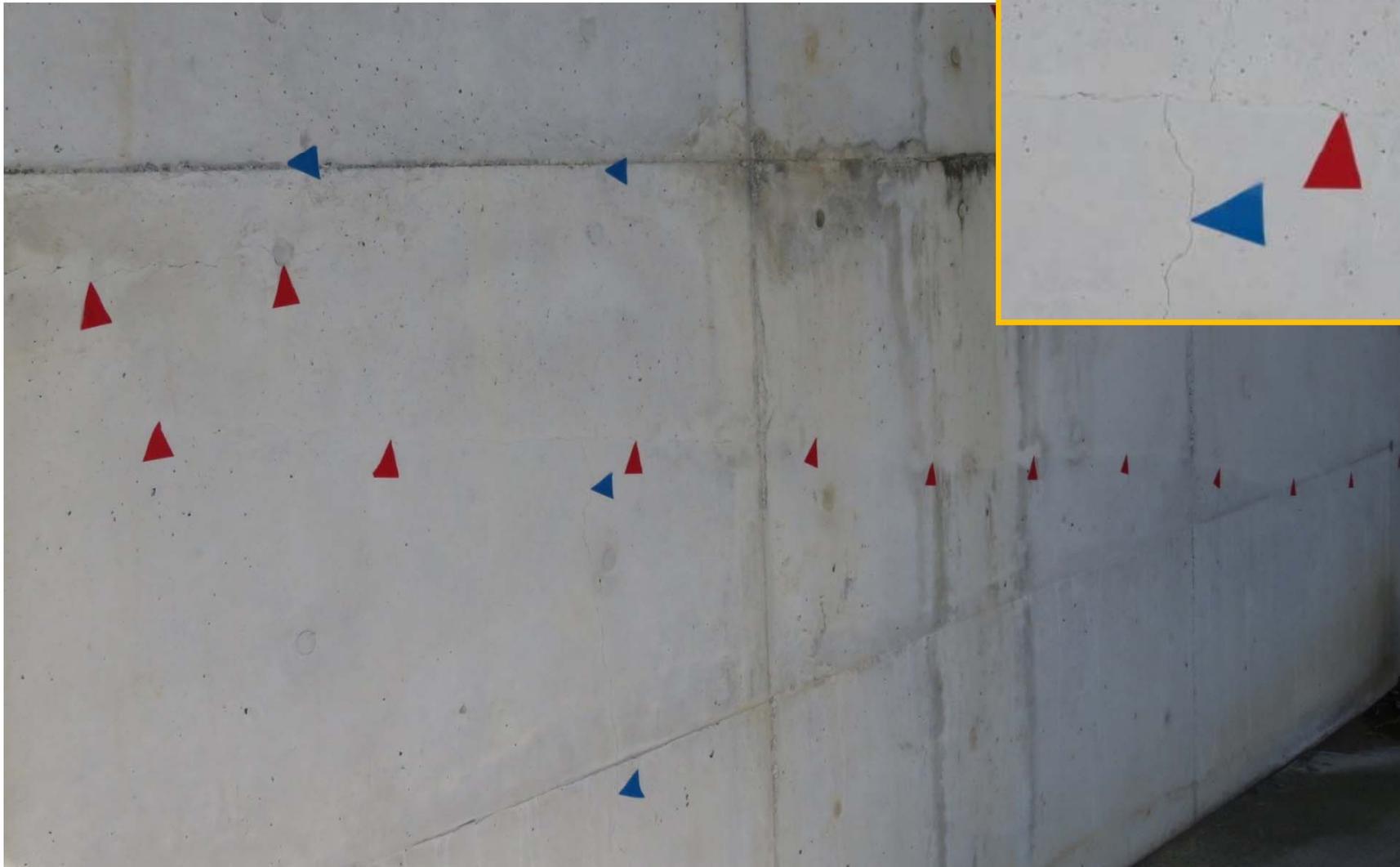


隅角部



砂すじ・打重ね線沿いのひび割れ

拡大



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



システム運用後の橋台（平成22年建設）



システム運用後の橋台（平成27年建設）



○ システム構築前の山口県の状況

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。

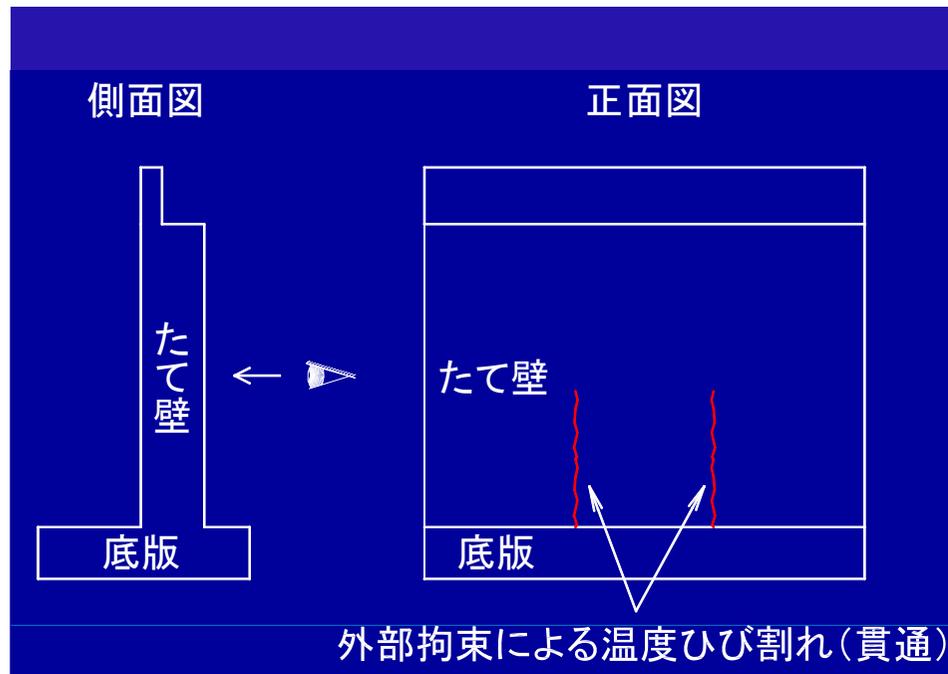
山口宇部線建設工事(地域高規格道路L=14km) における平成15・16年度のひび割れ発生状況

| | 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% |

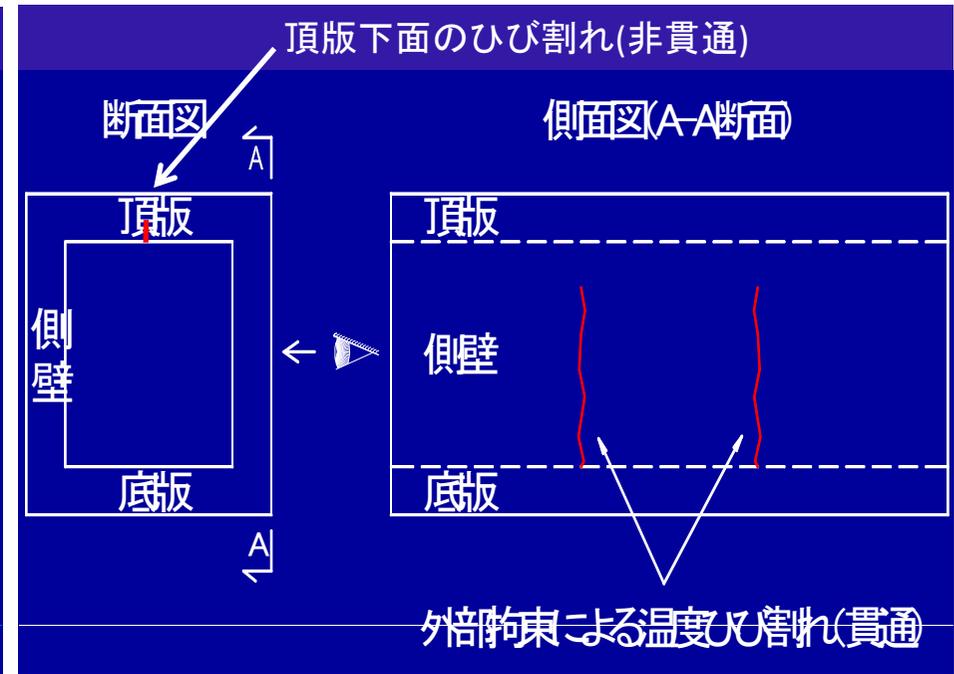
※セパコン部の沈みひび割れは含まない。
※補修の必要があるもの・ないものをどちらも含む。

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。

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。

施工者



発注者

○ 試験施工に着手

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。

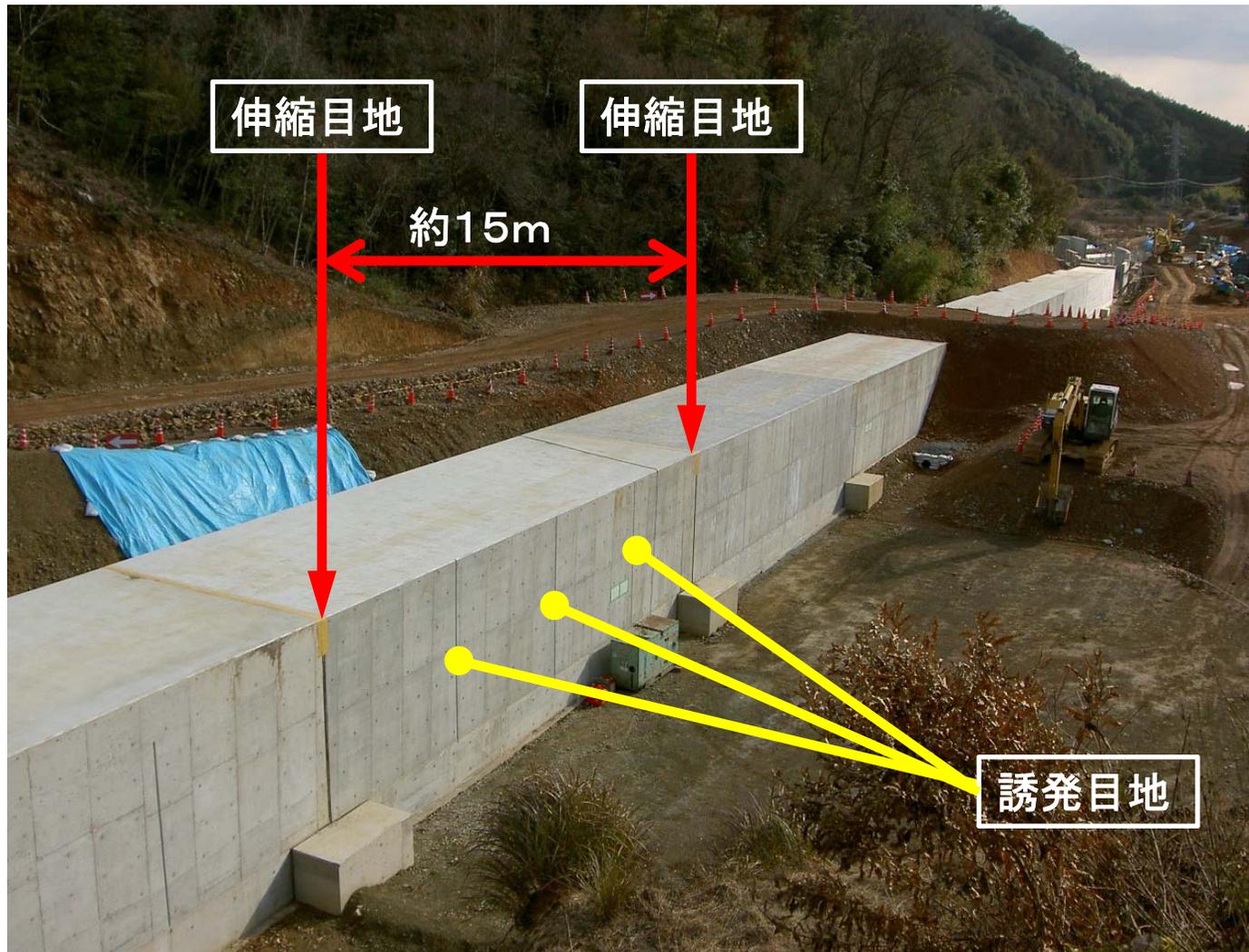
「わからない。」まま、時間が過ぎる・・・
実際の施工で様々な対策を試せば、効果を検証できるはず。
(構造物施工の最盛期を逃せば、何も解決しない・・・)



H17 試験施工開始

試験施工に使用した構造物の例

(北山田2号水路函渠 L=248m 17ブロック)



H17試験施工のひび割れ発状況 (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 |

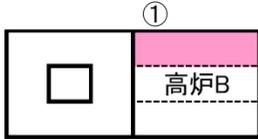
凡例

| |
|----|
| 頂版 |
| 側壁 |
| 底版 |

※着色部がひび割れ発生箇所。
 ※側壁の誘発目地ひび割れは含まない。

H15・16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



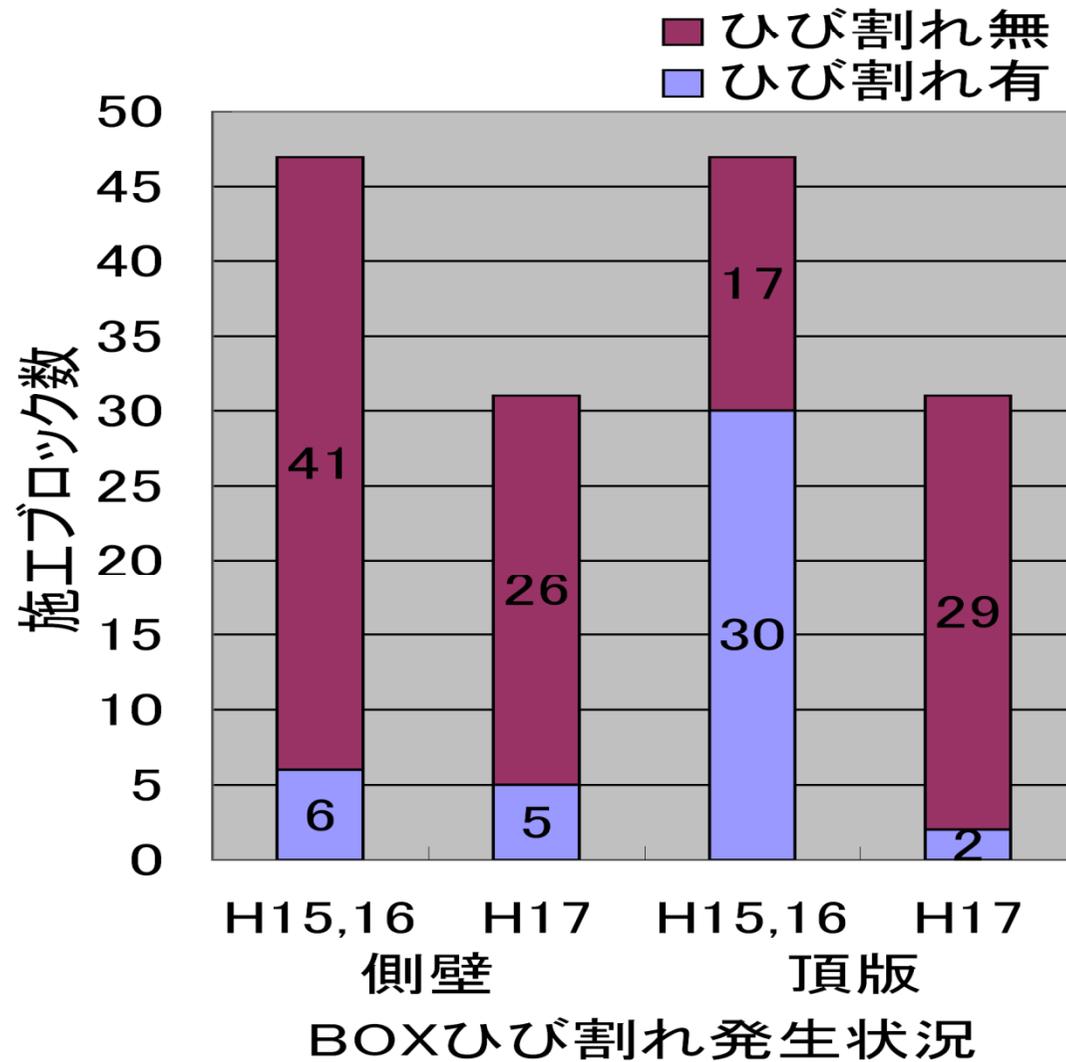
多良郷水路函渠



凡例



ひび割れ発生状況の比較(BOX)

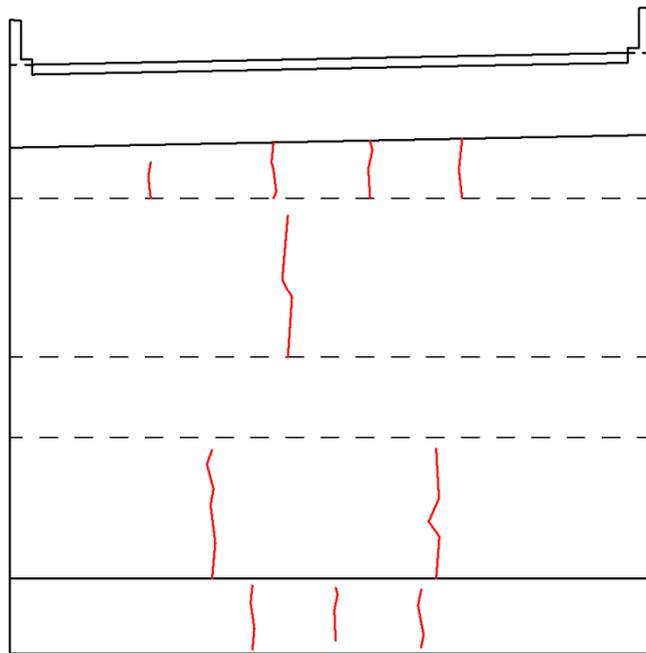


※側壁の誘発目地に生じたひび割れは含まない。

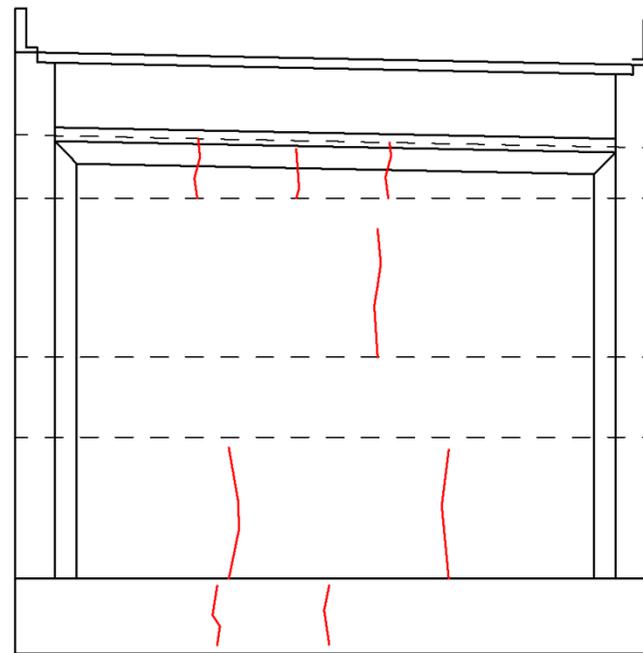
H17試験施工のひび割れ発生事例(橋台たて壁)

(長谷川橋A1橋台)

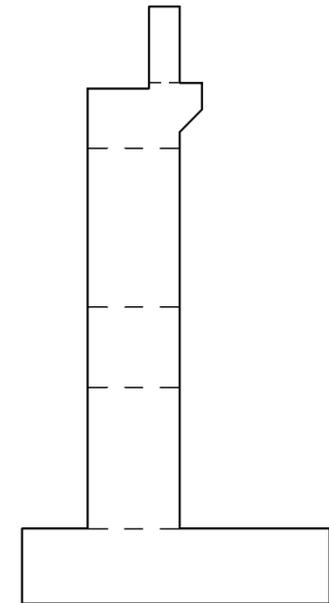
正面図



背面図



側面図



試験施工の結果

- ・丁寧な施工によって、「施工由来のひび割れ」が減少する。
- ・ボックスカルバートでは、丁寧な施工及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、丁寧な施工に加え、補強鉄筋等の補強材により、ひび割れを分散し、ひび割れ幅を補修が不要な程度に抑制できる。
- ・夏期の打込みを避けることで、ひび割れが減少する。
- ・材料による対策は、低熱セメントのように費用は高いが発生を確実に防止できるもの、補強鉄筋のように費用は安いが効果が限定的なもの、に分かれる。

試験施工の効果

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。

○ ひび割れ抑制システムの運用開始(H19)

抑制対策 の三本柱

- 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

「夏生まれ」
を減らす
【発注者が主役】

ひび割れ 抑制

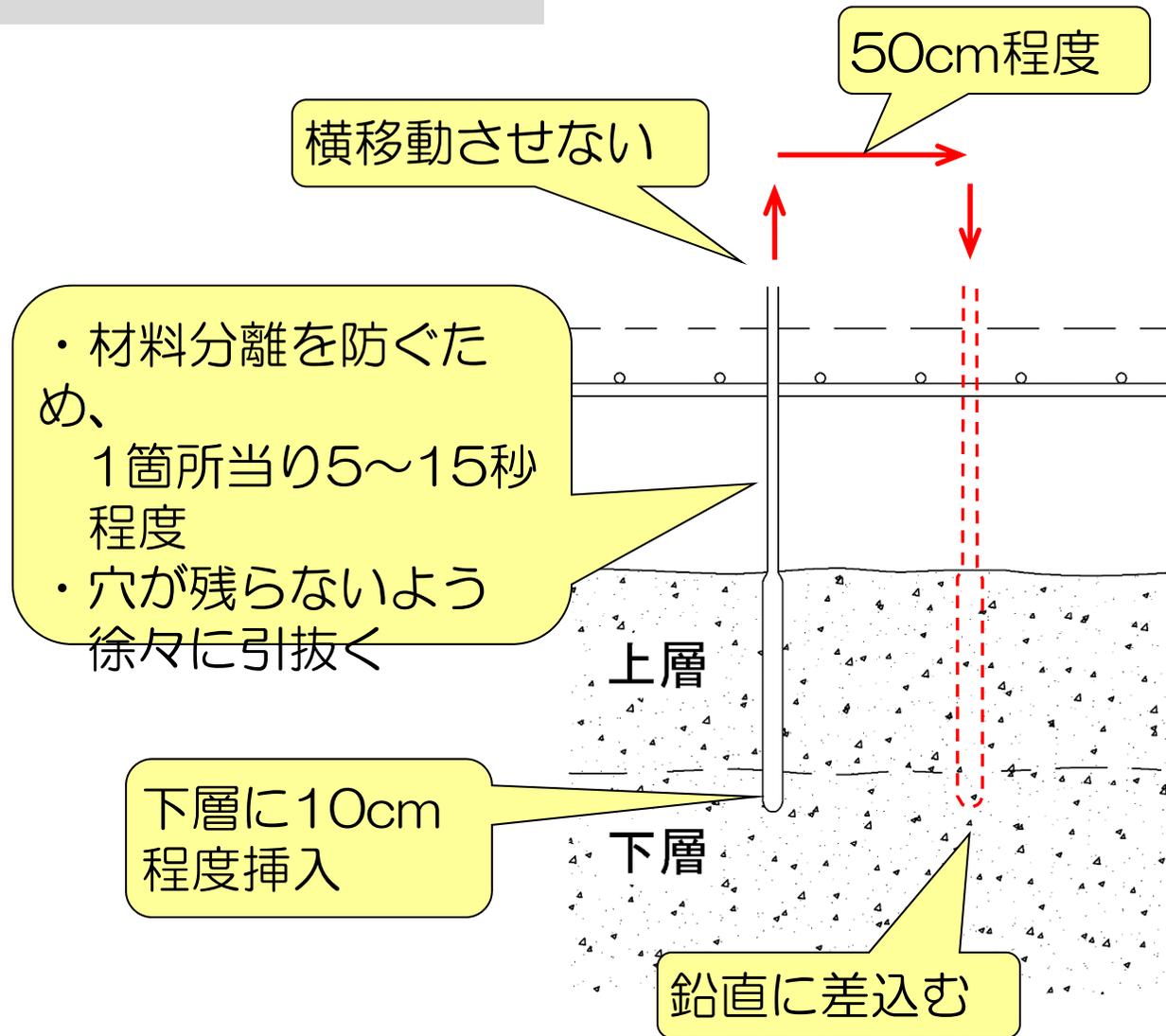
材料費・施工費を
追加して抑制
【発注者が主役】

「施工由来のひび
割れ」を減らす
【施工者が主役】

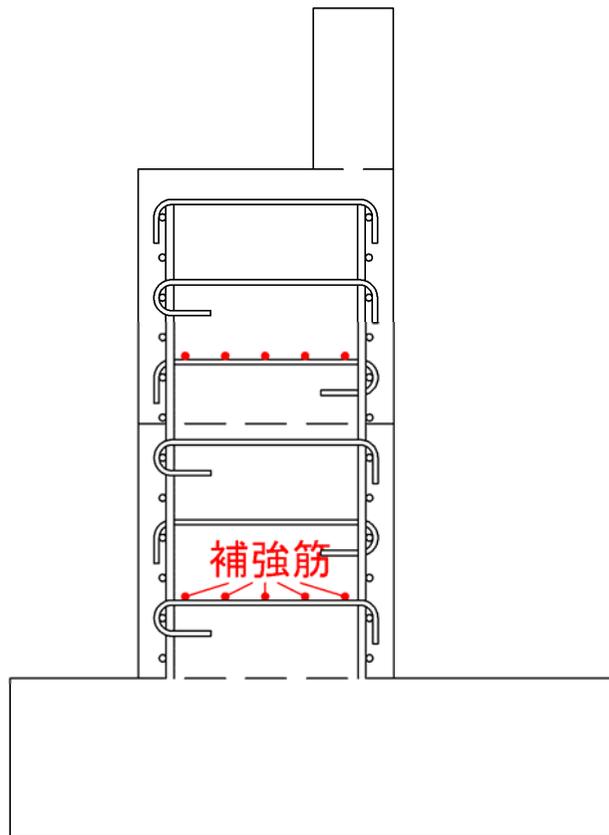
- 材料等による対策
 - ・誘発目地(伸縮目地)
 - ・コンクリートの仕様
 - ・補強材の設置
 - ・養生方法の工夫

- 確実な施工の実施
 - ・施工の基本事項の遵守

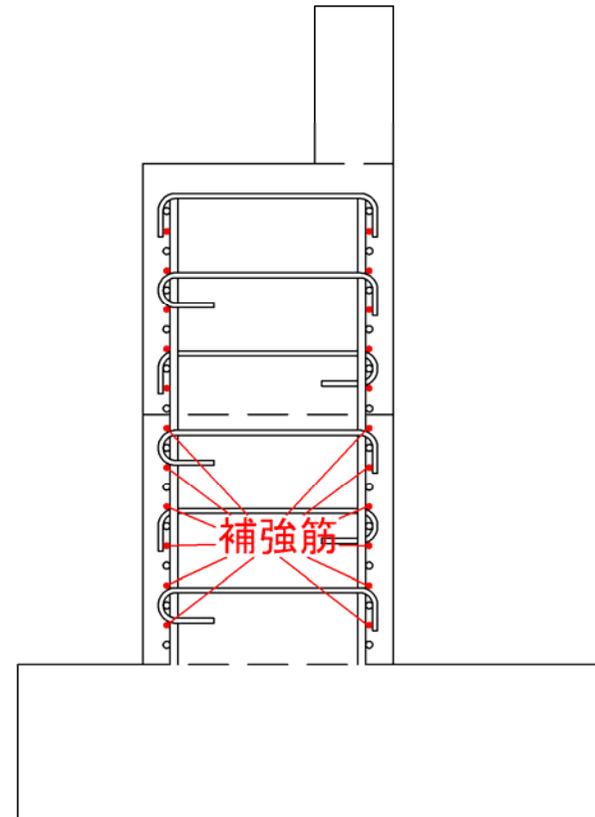
「確実な施工の実施」の例 (締固め)



「材料等による対策」の例 (補強鉄筋の設置)



【タイプA】



【タイプB】

各リフトの施工記録をデータベースに蓄積

記録シート①

リフト図

○基本情報

| | | | | |
|-----------|------------------------------|------|-----------|---------------|
| 発注者(事務所名) | 山口県下関土木建築事務所 | 受注者 | 株式会社 コプロス | |
| 路線・河川・地区等 | 主要県道下関長門線 | 工期 | H25.10.4 | ～ H26.3.28 |
| 工事名 | 主要県道下関長門線 交通安全(防災安全交付金・合併)工事 | 工区 | 第1工区 | |
| 施工場所 | 下関市 大字石原 地内 | 緯度 | 34度0分59秒 | 経度 130度57分13秒 |
| 構造物名 | A2橋台 | | | |
| 構造物詳細 | たて壁 | リフト名 | 第1リフト | |

打込みリフト図

正面図

側面図

○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 | 1.40 m |
| 長さ(幅) | 22.61 m |

○配筋

| | | |
|--------|-------|----------|
| 主鉄筋 | 前面 | D16 @250 |
| | 背面 | D19 @250 |
| 配力筋 | 前面 | D13 @250 |
| | 背面 | D13 @250 |
| 設計純かぶり | 7cm以上 | |
| 備考 | | |

○ひび割れ抑制対策

| | |
|------------|-------------------|
| 補強鉄筋 | タイプA+B |
| 配筋状況(タイプA) | D25 @200 |
| タイプA段数 | 2 段 |
| 配筋状況(タイプB) | D13 @250 |
| 鉄筋比(発注時) | 0.30 % |
| 鉄筋比(実施) | 0.30 % |
| 誘発目地間隔 | m |
| 膨張材 | kg/m ³ |
| その他の対策 | |

記録シート②

コンクリート打込み管理表

○基本情報

| | | | | |
|-----------|------------------------------|------|----------|------------|
| 路線・河川・地区等 | 主要県道下関長門線 | 工期 | H25.10.4 | ～ H26.3.28 |
| 工事名 | 主要県道下関長門線 交通安全(防災安全交付金・合併)工事 | 工区 | 第1工区 | |
| 構造物名 | A2橋台 | | | |
| 構造物詳細 | たて壁 | リフト名 | 第1リフト | |

○コンクリート

| | | | | | | |
|--------|----------|------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-------|
| 材料・配合 | 呼び強度 | 27 N/mm ² | スランブ | 8 cm | 骨材最大寸法 | 20 mm |
| | 水セメント比 | 52 % | 単位セメント量 | 310 kg/m ³ | | |
| | セメント種類 | 高炉B種 | セメント会社 | 太平洋セメント | | |
| | 混和剤 | | 混和材 | | | |
| 生コン工場 | | 山口小野田レミコン株式会社 下関工場 | | | | |
| 品質管理試験 | 試料採取時期 | 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 | |
| | スランブ | 9.5 cm | cm | cm | 8 ± 2.5 cm | |
| | 空気量 | 4.2 % | % | % | 4.5 ± 1.5% | |
| | 塩化物イオン量 | 0.05 kg/m ³ | kg/m ³ | kg/m ³ | 0.30 kg/m ³ 以下 | |
| | コンクリート温度 | 11.0 °C | °C | °C | | |
| | 打込み時外気温 | 5.0 °C | °C | °C | | |
| | 7日強度 | 21.7 N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | |
| | 28日強度 | 34.5 N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | |

○運搬・打込み・締固め

| | | | | | | |
|------|------------|------------|---------------------|---------------------|------------|---------|
| 打込み日 | 2014年1月28日 | 天気 | 曇り | 下側リフト打込み日 | 2014年1月17日 | |
| 型枠種類 | 塗装合板 | 下側リフト打継目処理 | 打ち継ぎ処理剤(ジョイントックスCT) | | | |
| 運搬 | 現場までの運搬時間 | 5 分 | 現場待機時間 | 10 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 | 8:40 | 終了時刻 | 14:00 | | |
| | リフト高 | 2.5 m | 打込み量 | 81.5 m ³ | 打込み速度 | 0.6 m/h |
| 締固め | バンプレタ台数 | 3 台 | バンプレタ人数 | 4 人 | バンプレタ予備 | 1 台 |
| | ホース筒先 | 1 人 | | | | |

○コンクリート温度履歴

| | | | | | |
|-------------|---------|------|---------|-------|---------|
| 初期温度 | 11.0 °C | 最高温度 | 46.7 °C | 温度上昇量 | 35.7 °C |
| 最高温度に到達した時間 | 56 時間後 | | | | |

○養生

| | | | |
|------------|-----------|---------------------|-----|
| 脱枠日 | 2014年2月1日 | 残置期間 | 4 日 |
| 養生方法 | 型枠面 | 型枠 | |
| | 打込み面 | 通常養生マット+Qマット(保温マット) | |
| 養生(湿潤状態)期間 | 12 日 | | |

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 | 主要県道下関長門線 | 工期 | H25.10.4 ~ H26.3.28 |
| 工事名 | 主要県道下関長門線 交通安全(防災安全交付金・合併)工事 | 工区 | 第1工区 |
| 構造物名 | A2橋台 | | |
| 構造物詳細 | たて壁 | リフト名 | 第1リフト |

| 日時 | 天気 | 計測時刻 | コンクリート温度 ℃ | 外気温 ℃ | 備考 |
|------------------|----|-----------|---------------|----------|-----------|
| 2014/1/28 (火) | 昼 | 曇り 14:00 | 14.5 | 9.3 | 打設終了後計測開始 |
| | 夕 | 曇り 18:00 | 15.8 | 11.1 | |
| 2014/1/29 (水) | 朝 | 晴れ 8:00 | 29.9℃ | 3.4℃ | |
| | 昼 | 晴れ 13:00 | 34.3℃ | 10.0℃ | |
| 2014/1/30 (木) | 朝 | 曇り 8:00 | 44.6℃ | 9.6℃ | |
| | 昼 | 曇り 13:00 | 45.9℃ | 15.4℃ | |
| 2014/1/31 (金) | 朝 | 曇り 8:00 | 46.4℃ | 13.5℃ | |
| | 夕 | 曇り 18:00 | 46.5℃ | 6.8℃ | |
| 2014/2/1 (土) | 朝 | 晴れ 8:00 | 46.5℃ | 6.8℃ | |
| | 昼 | 晴れ 13:00 | 46.1℃ | 13.6℃ | |
| 2014/2/2 (日) | 夕 | 晴れ 18:00 | 45.5℃ | 8.9℃ | |
| | 朝 | 晴れ 8:00 | 43.4℃ | 6.4℃ | |
| 2014/2/3 (月) | 昼 | 晴れ 13:00 | 42.6℃ | 13.5℃ | |
| | 夕 | 晴れ 18:00 | 41.6℃ | 10.0℃ | |
| 2014/2/4 (火) | 朝 | 曇/雪 8:00 | 38.2℃ | 12.6℃ | |
| | 昼 | 曇/雪 13:00 | 36.7℃ | 17.5℃ | |
| 2014/2/5 (水) | 夕 | 曇/雪 18:00 | 35.3℃ | 14.1℃ | |
| | 朝 | 曇/雪 8:00 | 32.1℃ | 14.3℃ | |
| 2014/2/6 (木) | 昼 | 曇/雪 13:00 | 31.2℃ | 15.4℃ | |
| | 夕 | 曇/雪 18:00 | 30.3℃ | 11.9℃ | |
| 2014/2/7 (金) | 朝 | 曇/雪 8:00 | 27.8℃ | 6.5℃ | |
| | 昼 | 曇/雪 13:00 | 26.9℃ | 6.8℃ | |
| 2014/2/8 (土) | 夕 | 曇/雪 18:00 | 26.0℃ | 4.8℃ | |
| | 朝 | 曇/雪 8:00 | 23.3℃ | 4.2℃ | |
| 2014/2/9 (日) | 昼 | 曇/雪 13:00 | 22.1℃ | 5.8℃ | |
| | 夕 | 曇/雪 18:00 | 21.2℃ | 3.9℃ | |
| 2014/2/10 (月) | 朝 | 曇/雪 8:00 | 19.0℃ | 3.9℃ | |
| | 昼 | 曇/雪 13:00 | 18.2℃ | 1.4℃ | |
| 2014/2/11 (火) | 夕 | 曇/雪 18:00 | 17.4℃ | 1.6℃ | |
| | 朝 | 曇/雪 8:00 | 15.1℃ | 3.2℃ | |
| 2014/2/12 (水) | 昼 | 曇/雪 13:00 | 14.2℃ | 2.3℃ | |
| | 夕 | 曇/雪 18:00 | 13.1℃ | 2.2℃ | |
| 2014/2/13 (木) | 朝 | 曇/雪 8:00 | 11.2℃ | 3.1℃ | |
| | 昼 | 曇/雪 13:00 | 10.6℃ | 6.2℃ | |
| 2014/2/14 (金) | 夕 | 曇/雪 18:00 | 9.3℃ | 5.2℃ | |
| | 朝 | 曇/雪 8:00 | 9.3℃ | 5.2℃ | |

【 記入記録シート③及び④の計測していない記入欄は割愛した。
下のグラフは、記録シートその2の最下段に表示されている。】

コンクリート温度・外気温計測結果

記録シート⑤

ひび割れ調査票 (その1)

○基本情報

| | | | |
|-----------|------------------------------|------|---------------------|
| 路線・河川・地区等 | 主要県道下関長門線 | 工期 | H25.10.4 ~ H26.3.28 |
| 工事名 | 主要県道下関長門線 交通安全(防災安全交付金・合併)工事 | 工区 | 第1工区 |
| 構造物名 | A2橋台 | | |
| 構造物詳細 | たて壁 | リフト名 | 第1リフト |

○ひび割れの有無

| | |
|---------|---|
| ひび割れの有無 | 有 |
|---------|---|

○ひび割れ概要

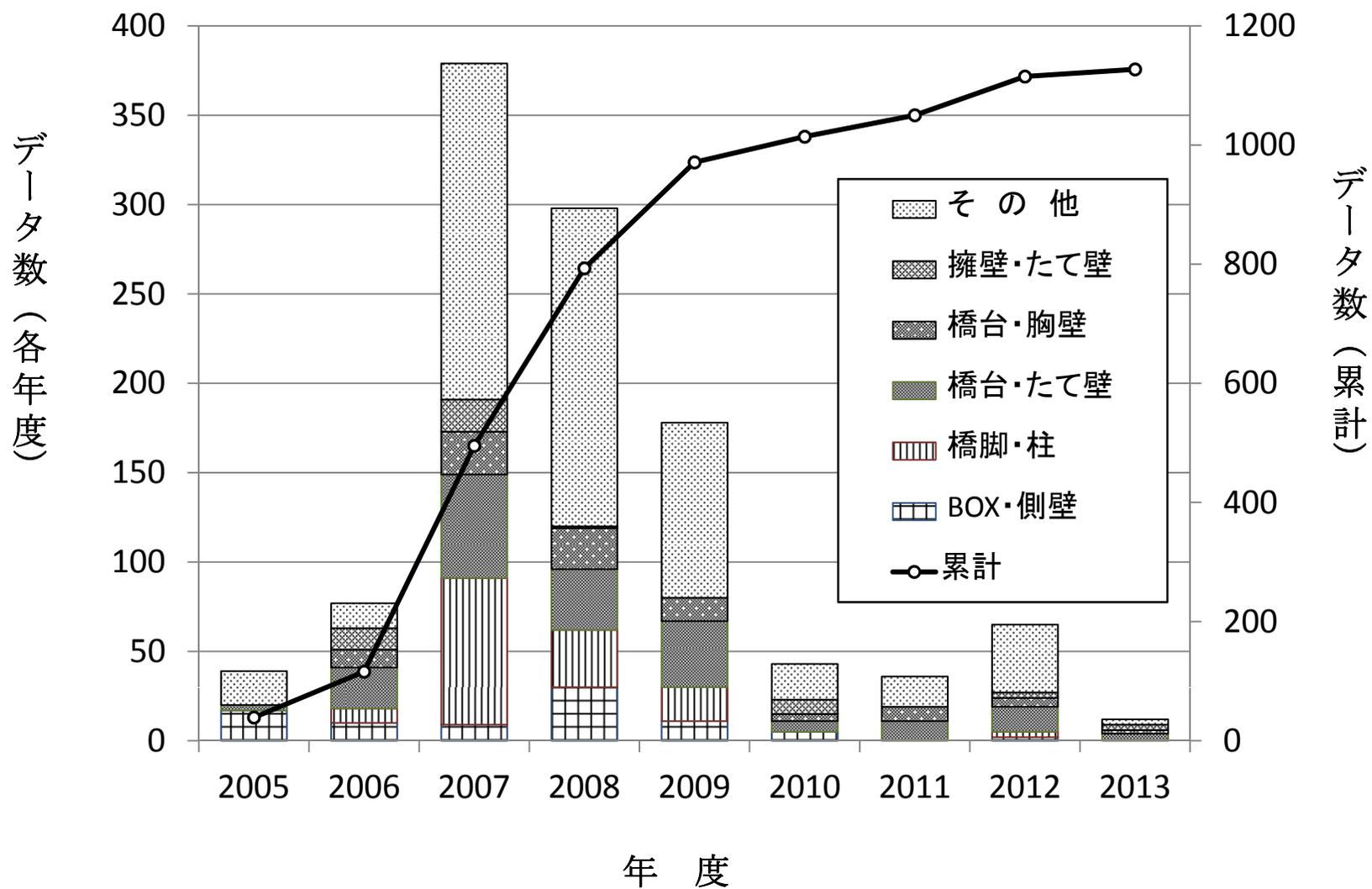
概要図
正面図

(下流側)
(上流側)

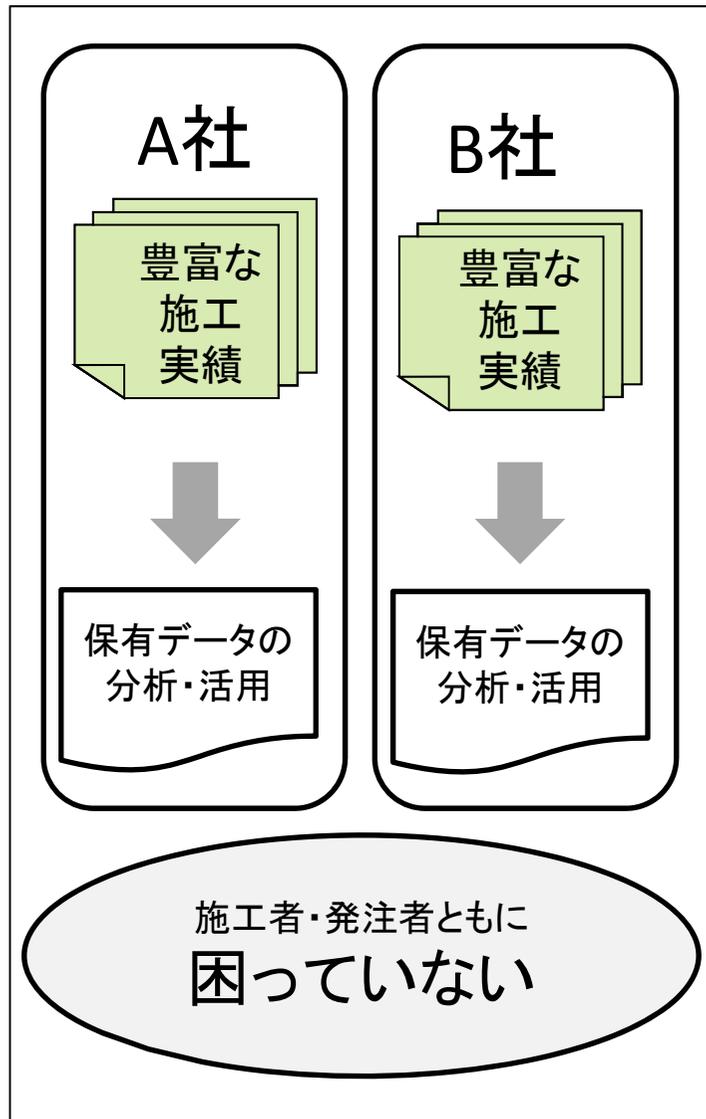
背面図

(下流側)
(上流側)

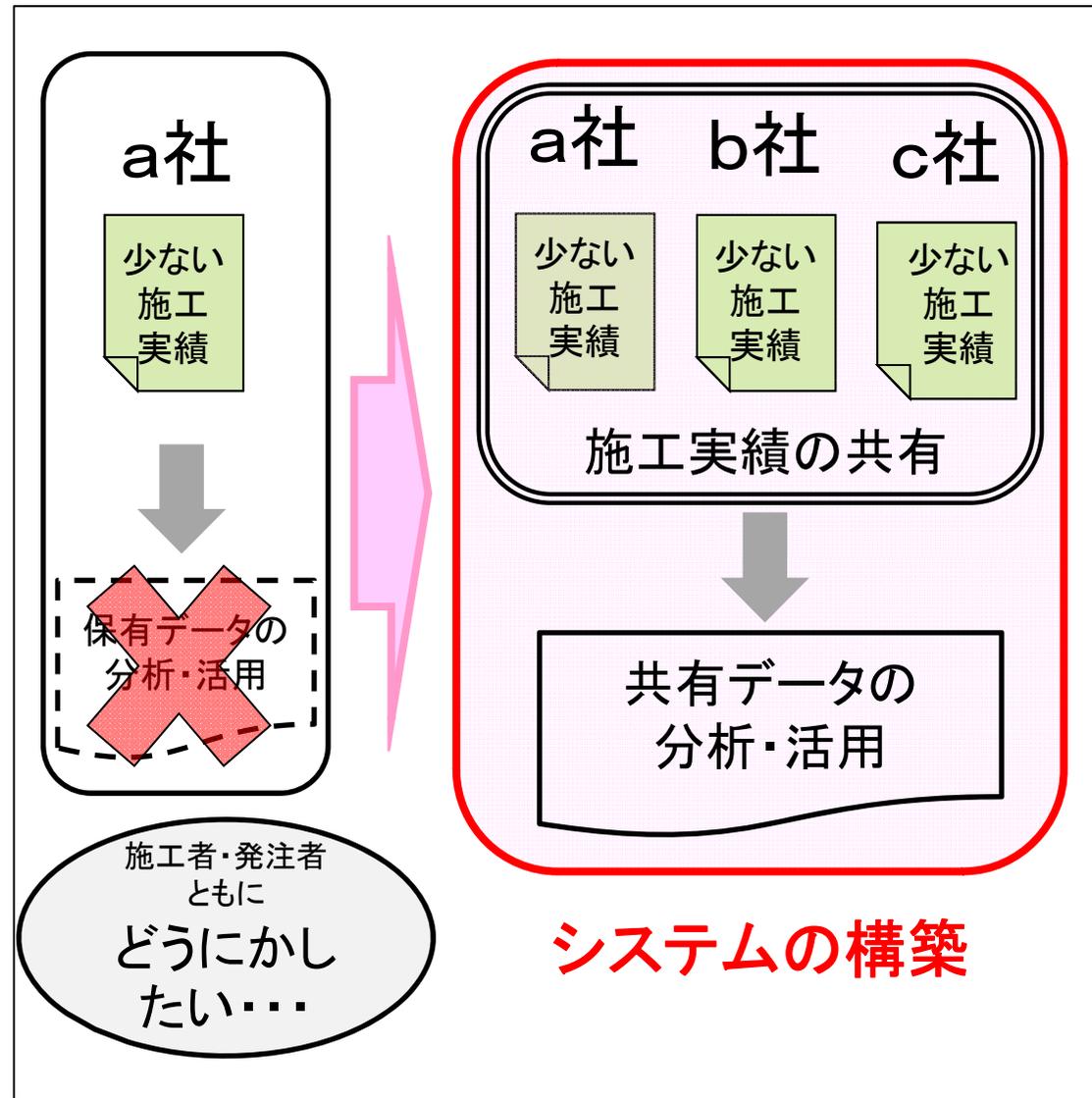
データベースに蓄積した施工記録データ数



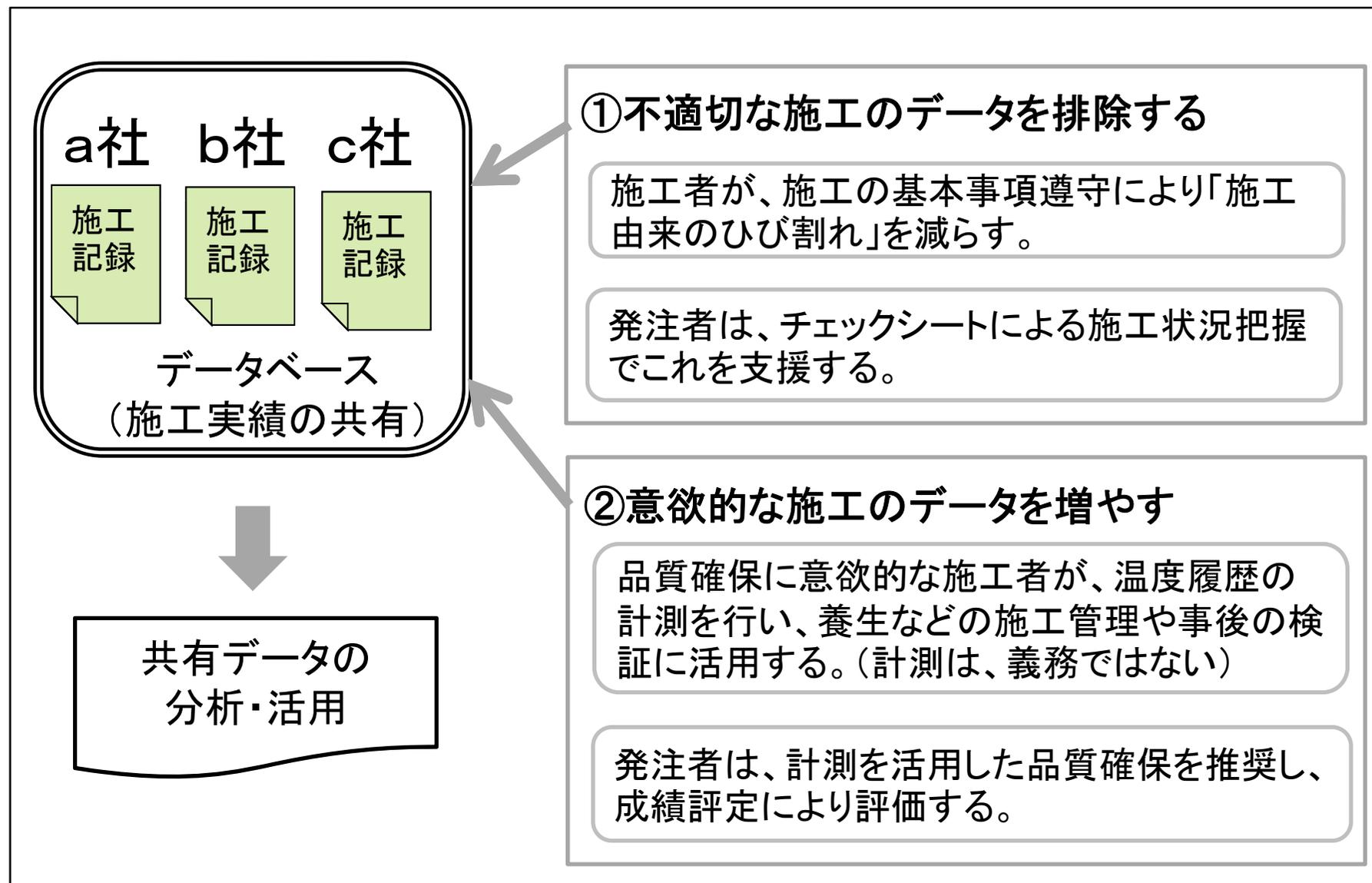
施工実績が豊富な建設会社



施工実績が少ない建設会社



システムの基本概念



共有データの活用度を向上するための工夫

施工状況把握に活用するチェックシート

「施工由来のひび割れ」を減らす工夫

- 発注者が、コンクリート打込みに臨場して、施工の基本事項が遵守されているか、27項目のチェックシートを用いて施工状況把握を行う。
- 改善すべき点があれば、改善を指示。改善指示した事項は定期的に集計結果を公表。
- チェックシートはHPで公表しており、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。

【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 | | 工事名 | | 工区 | | | | | |
|---------|--|------|----|-----|-----------------------|--|---------|----|----|
| 構造物名 | | 部位 | | リフト | | | | | |
| 受注者 | | 確認者 | | | | | | | |
| 配合 | | 確認日時 | | | | | | | |
| 打込み開始時刻 | 予定 | | 実績 | | 打込み開始時気温 | | 天候 | | |
| 打込み終了時刻 | 予定 | | 実績 | | 打込み量(m ³) | | リフト高(m) | | |
| 施工段階 | チェック項目 | | | | | | | 記述 | 確認 |
| 準備 | 連続装置・打込み取囲は汚れていないか。 | | | | | | | - | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| | 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。 | | | | | | | | |
| 打込み | 予備のバイブレータを準備しているか。 | | | | | | | | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| | 締め遅らせてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。 | | | | | | | | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| 締固め | 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。 | | | | | | | | |
| | 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。 | | | | | | | | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| 養生 | 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。 | | | | | | | - | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| | 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。 | | | | | | | - | |
| 要改善事項等 | 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。 | | | | | | | - | |
| | コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。 | | | | | | | - | |
| | 湿潤状態を保つ期間は適切であるか。 | | | | | | | | |
| | 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。 | | | | | | | - | |

※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

| | | | |
|-----|--|---|--|
| 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。 | | |
| | 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。 | | |
| | 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。 | — | |
| 締固め | 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。 | — | |
| | 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。 | — | |
| | 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。 | — | |
| | 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。 | — | |

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・・・

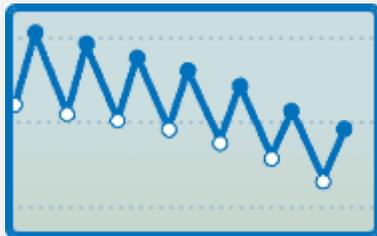
- セルフチェック
自らがグラフを作り、変化を把握する。
- セルフコントロール
望ましいグラフの形を理解して、それに近づくように自ら努力する。



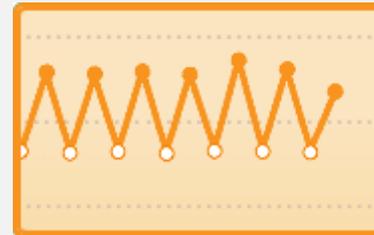
体重の記録は、ダイエットに役立つだけでなく、

- 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。

体重計ダイエットの場合、夜と朝の体重に差があり、緩やかな右肩下がりが望ましい。



理想パターン



停滞



無理しすぎ



不首尾

温度履歴の計測の場合は、

- ・スタートの温度が低いこと
- ・最高温度が低いこと
- ・降下する勾配が緩やかなこと

によって、ひび割れが生じにくくなる。

○ 「ひび割れ抑制」から「品質確保」へ

●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。

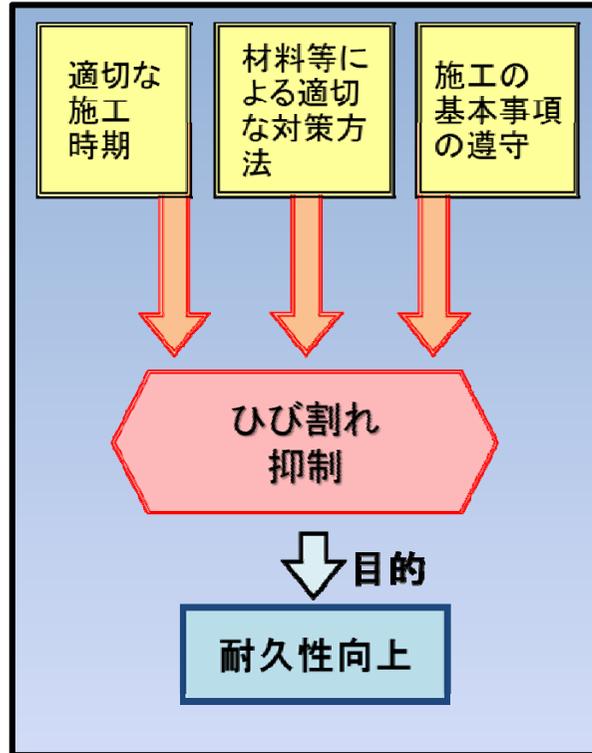
3)データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会



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

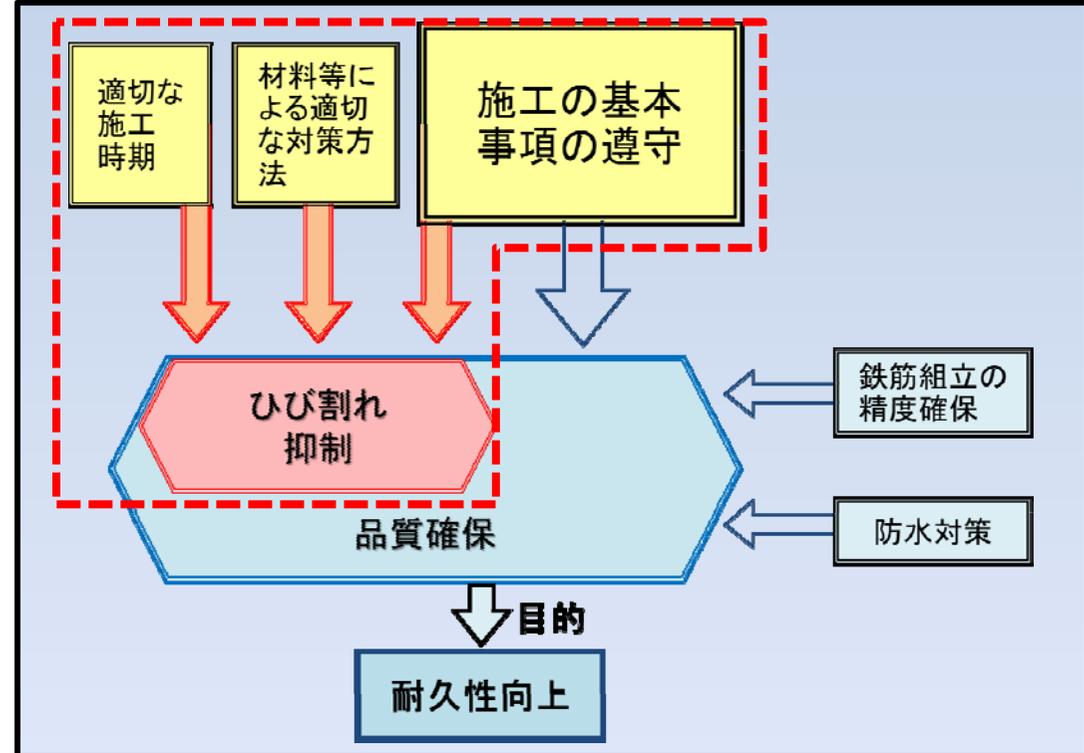
新たな規準書「ガイド」への移行

平成19年～



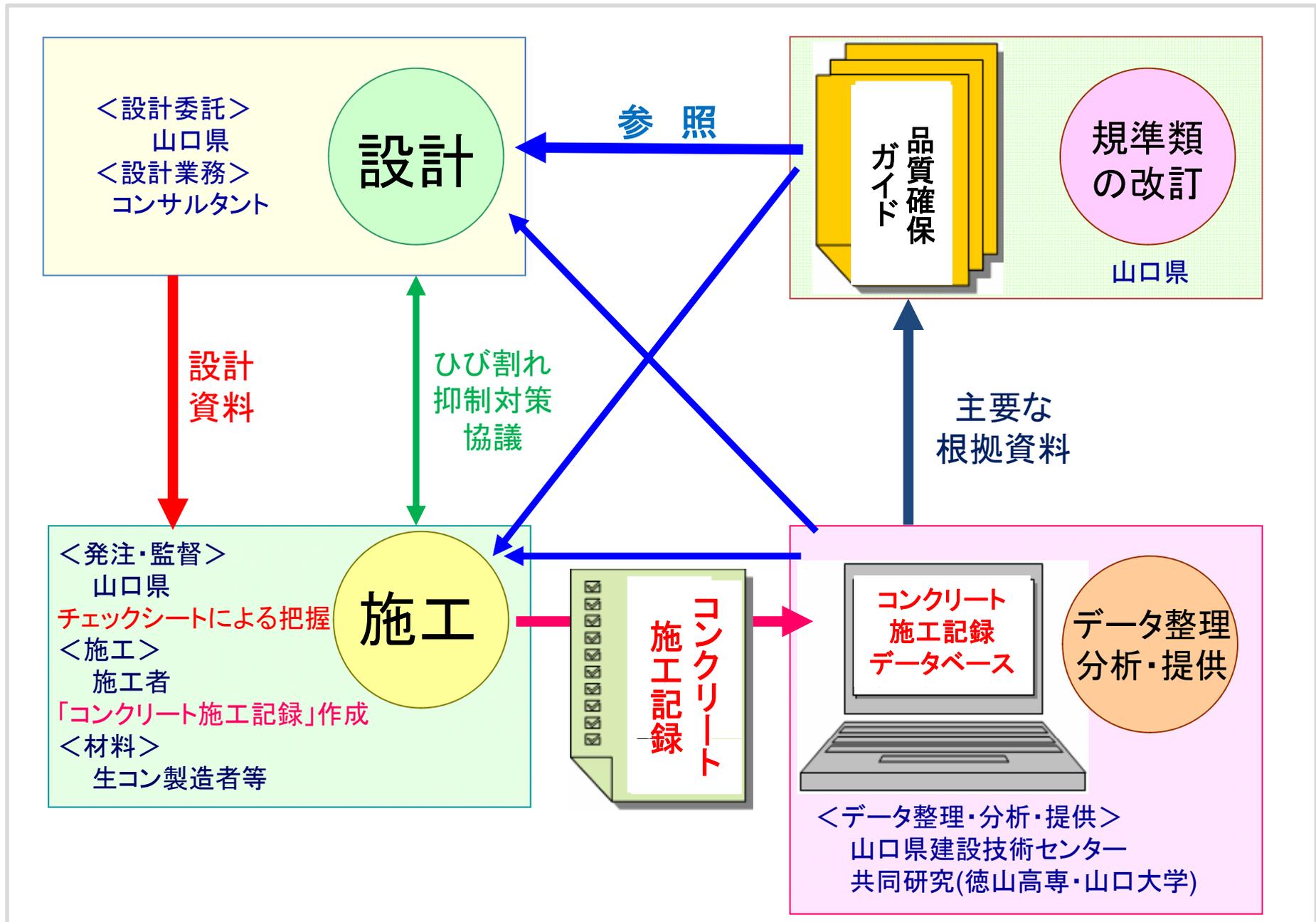
コンクリート構造物
ひび割れ抑制対策資料
【対策資料】

平成26年～



コンクリート構造物
品質確保ガイド2014
【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、「2014」版とした



システムの構成

「ガイド」をはじめシステムの情報を山口県HPにて公表

コンクリート 品質確保

検索

山口県 YAMAGUCHI PREFECTURE

◎ 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 | 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 | 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](#)

◎ 平成26年 (2014年) 11月 26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2014 (平成26年5月) です。

[コンクリート構造物品質確保ガイド2014 \(その1\) \(ZIP: 9MB\)](#) (平成26年11月17日修正版)

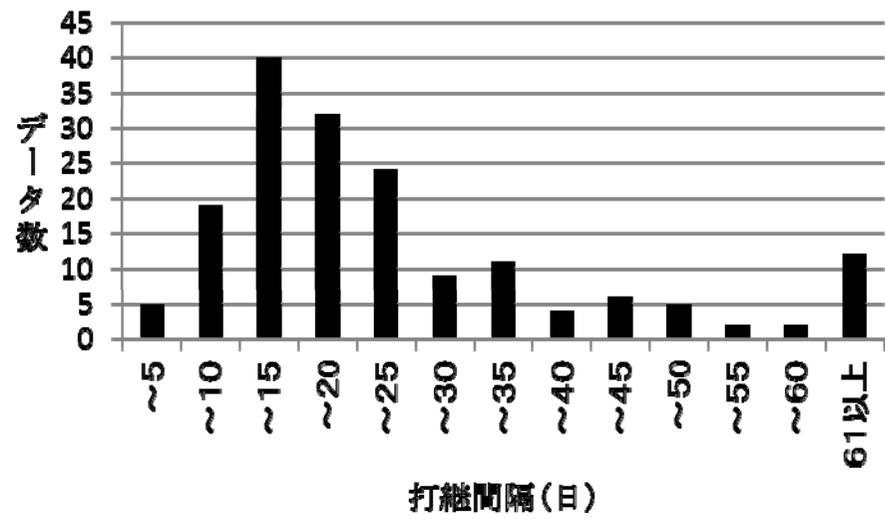
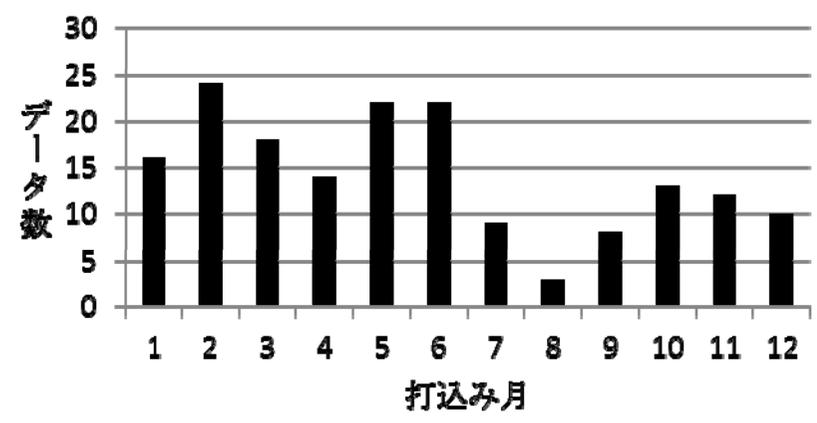
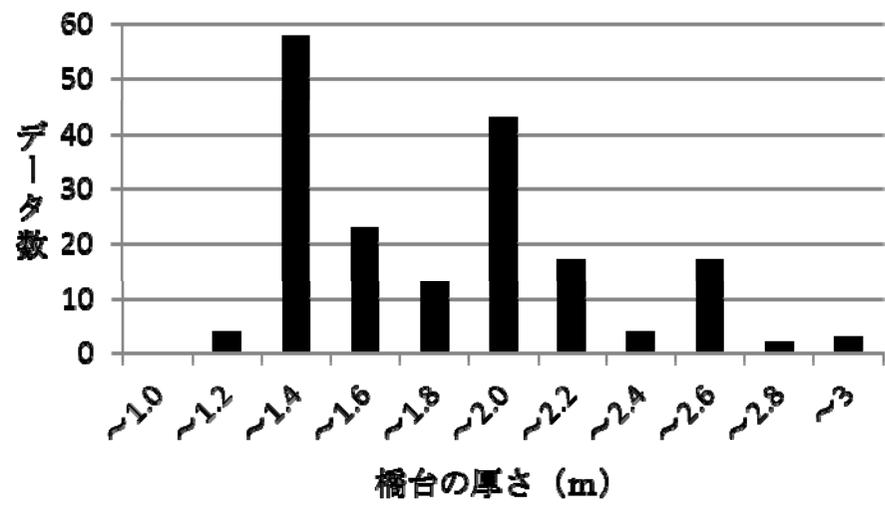
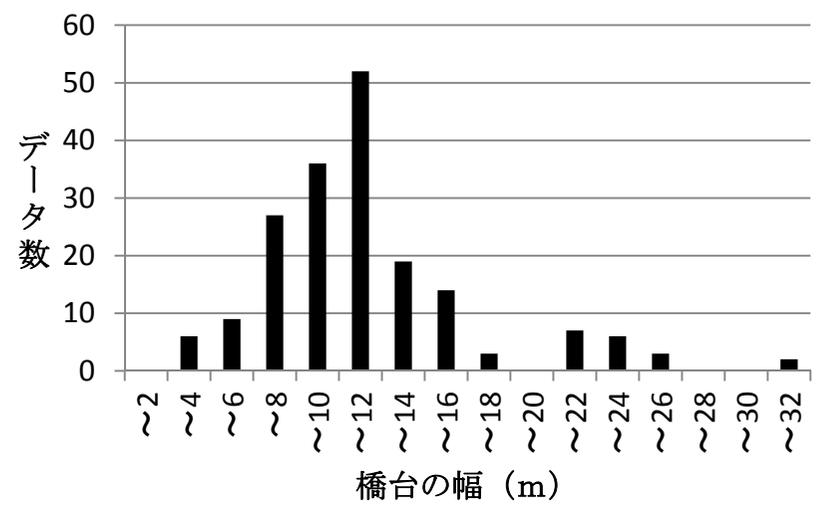
データベースの活用によるひび割れ抑制設計

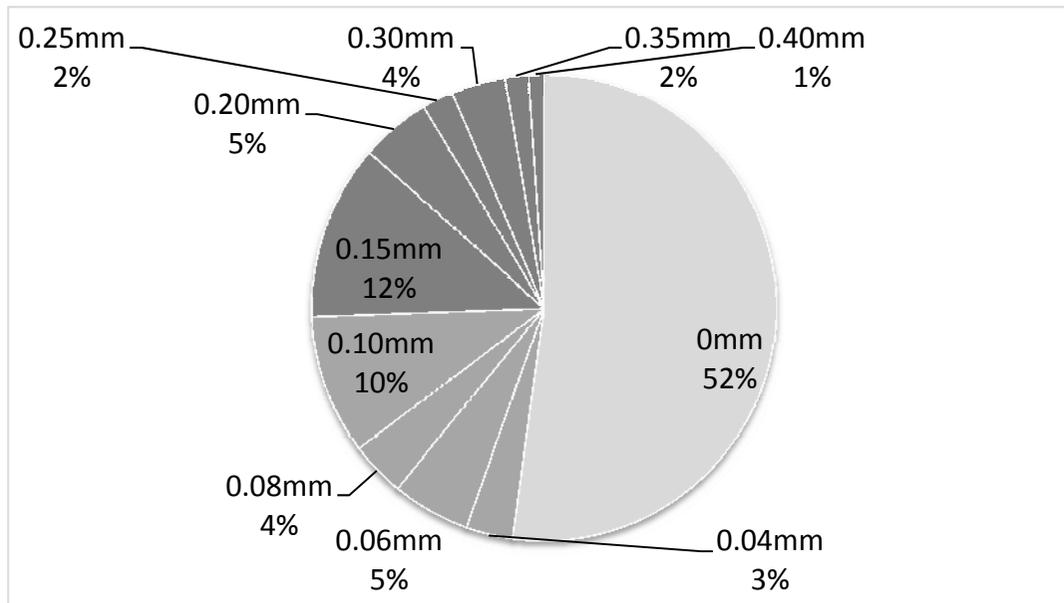
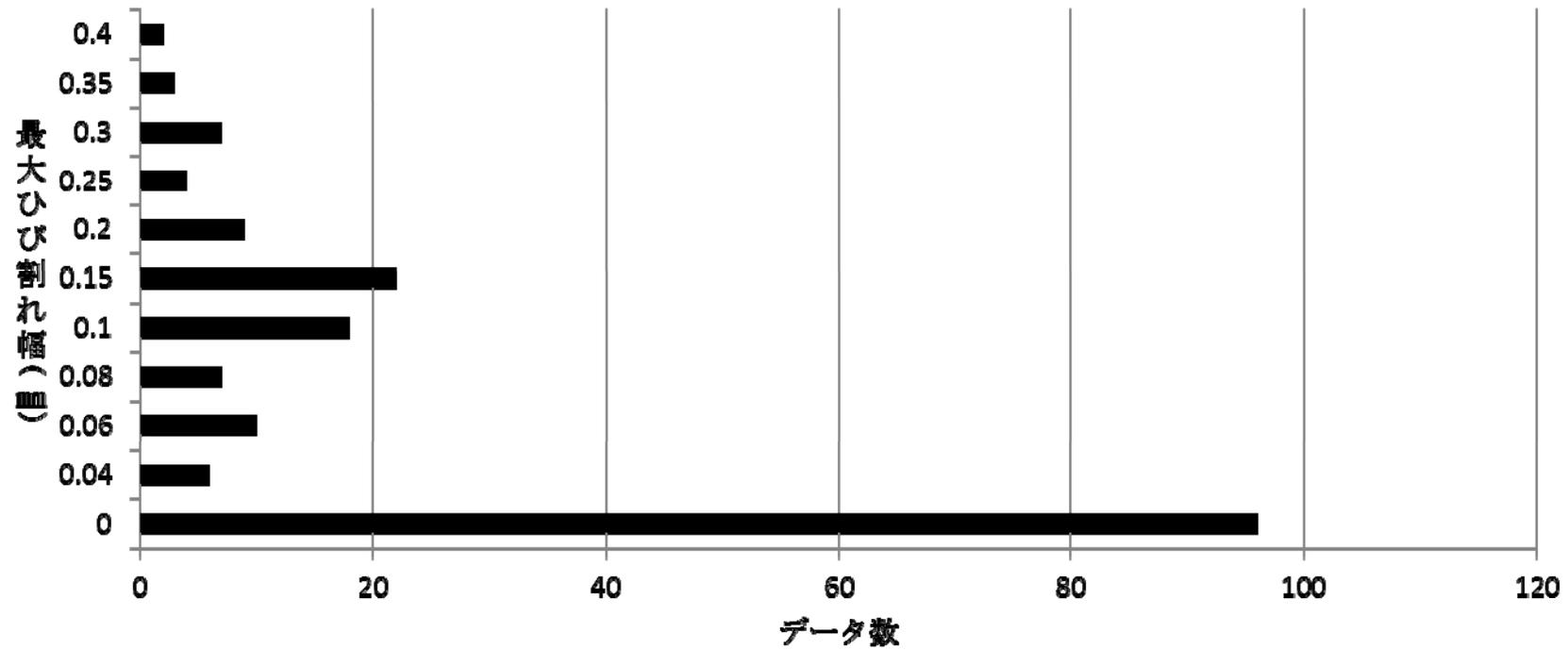
データベースに蓄積されたデータには、実構造物のデータであることに起因する特質として、偏在性が避けられず、これが活用する上での制約になる。

- 試験施工段階では、ある程度過度に安全側設計とした事例があり、逆に運用開始して間のない時期には、抑制対策を講じないまま危険側設計とした事例もあった。
- しかし、システムの浸透に伴って、蓄積されるデータは、ひび割れ抑制対策に適合したものに限られ、設定条件（鉄筋比や打継間隔など）も結果（最大ひび割れ幅など）も狭まる。
- また、構造物の形状寸法については、標準的なもの以外の事例はあまり増えない。
- 結果として、標準的な形状寸法の構造物に、最小限度安全側設計の抑制対策を行った施工実績のデータが充実し、形状寸法が特殊な構造物や、標準的でない対策の検討に直接参考となるデータは増加しにくい。

- 検討対象の構造物・部材の各要素が分布の密な個所に該当する場合は、参照できる豊富な既往データによって確定的な判断ができる。
- 分布が疎な個所では、少ないデータを参考にしながら幾分安全側の設定を行うことで対応する。
- それぞれの施工した結果が新たなデータとしてデータベースに蓄積されるので、次第に設計の精度が向上していくことになる。

データの分布(橋台たて壁の場合)

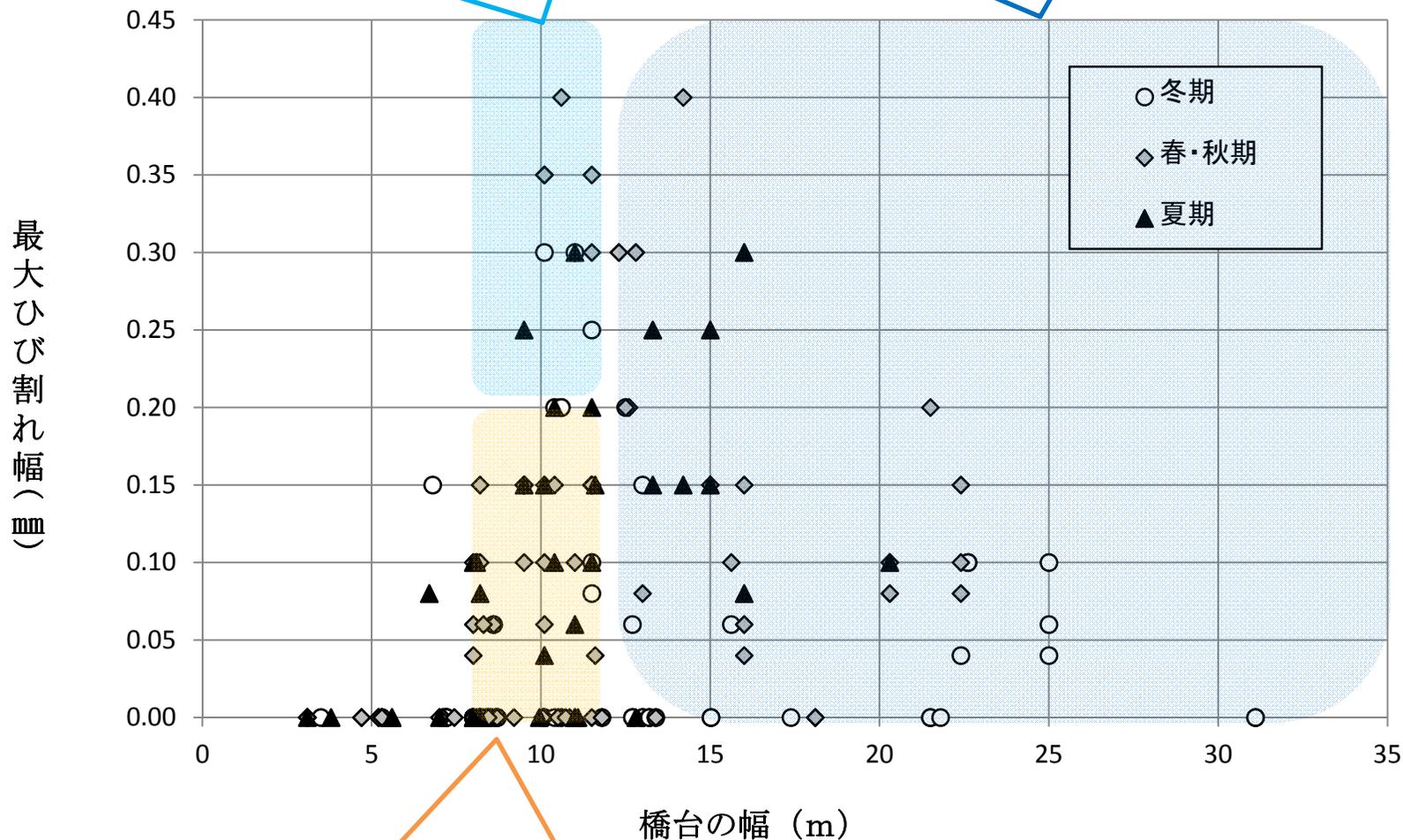




最大ひび割れ幅と各要素の関係(橋台たて壁の場合)

ひび割れ抑制対策が実施されるので、追加されるデータ数は少ない

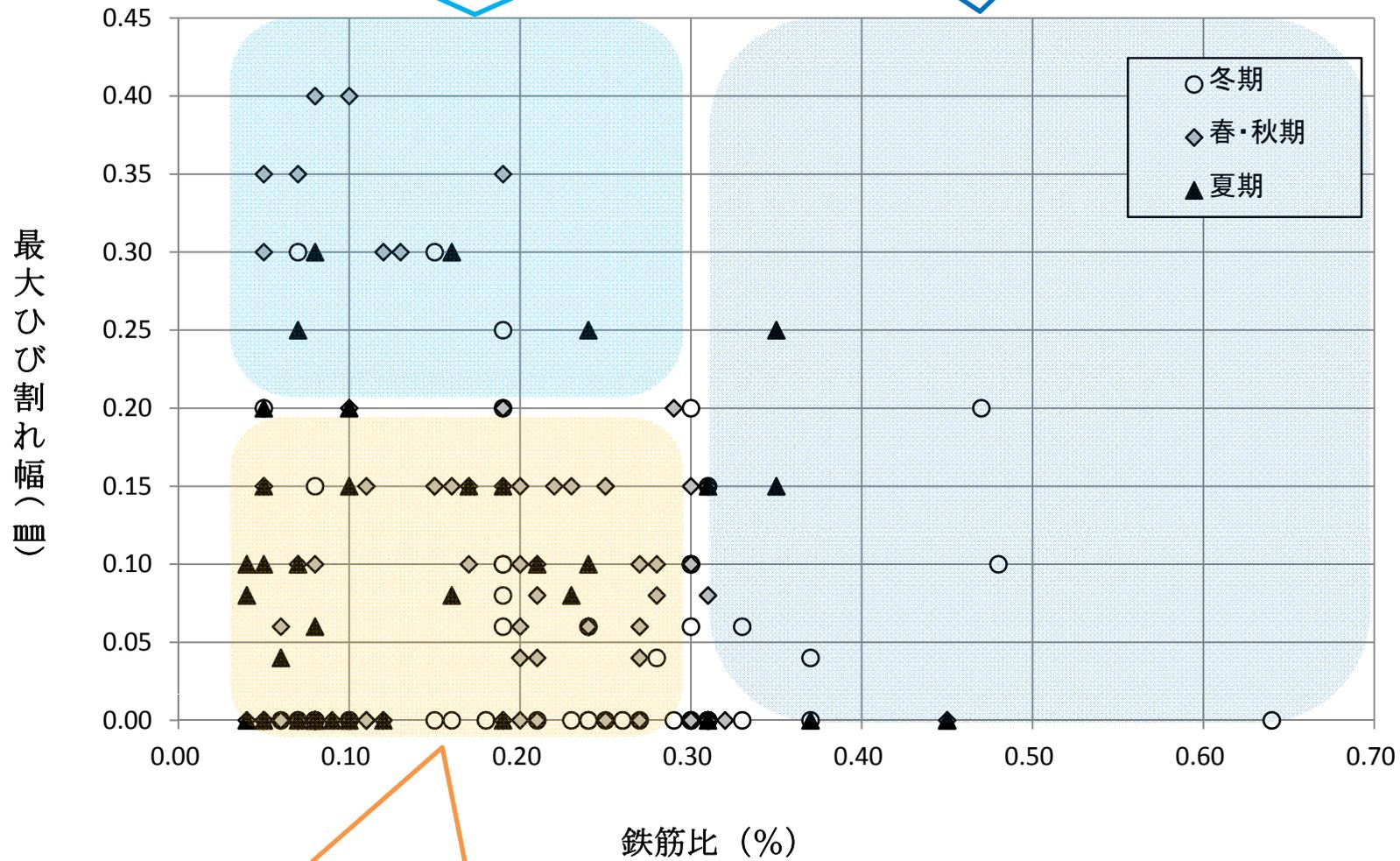
建設する構造物が少ない



8~12m程度のデータが増えていく

ひび割れ抑制対策が実施されるので、追加されるデータ数は少ない

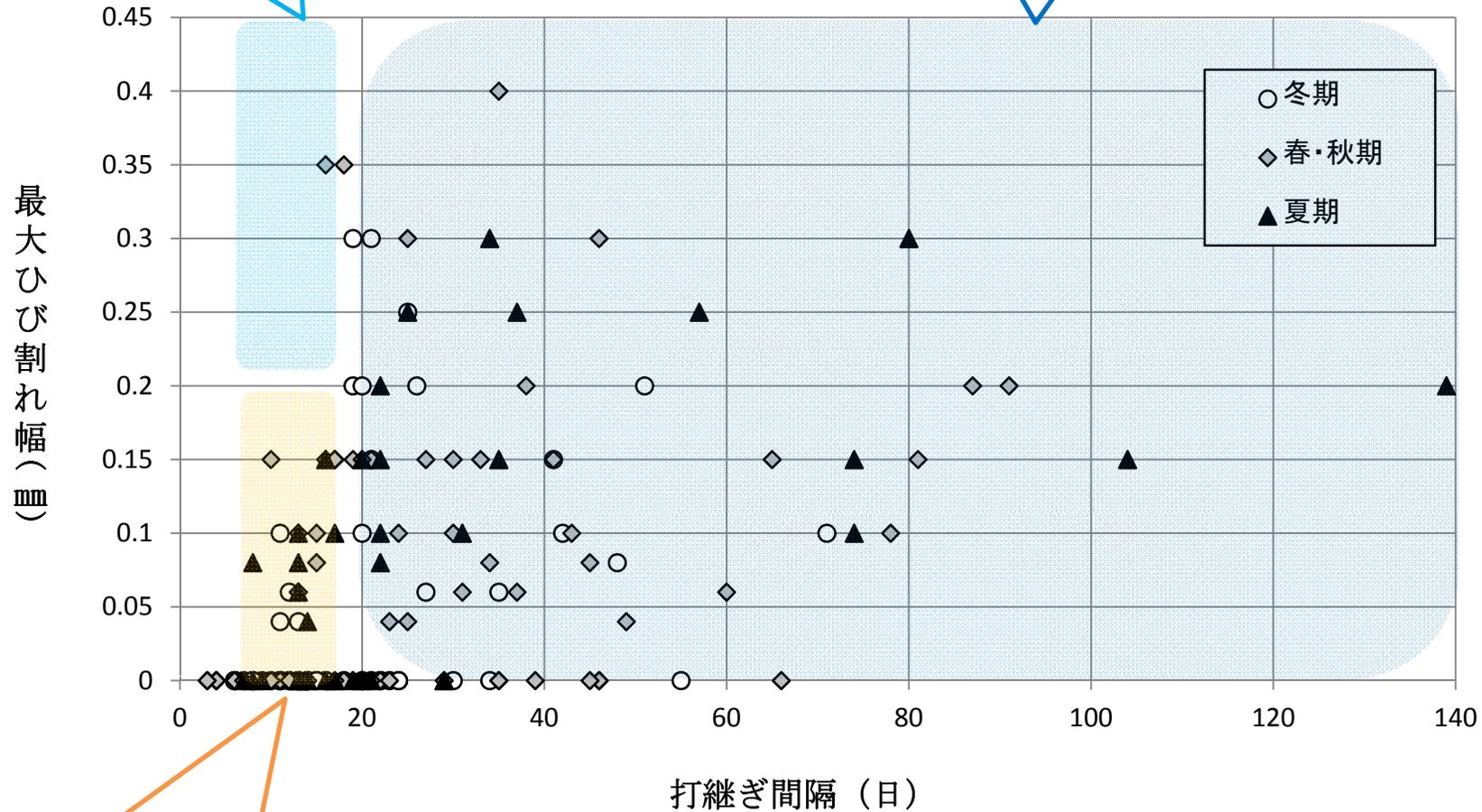
0.30%を超える対策は限定的



0.30%以内のデータが増えていく

ひび割れ抑制対策が実施されるので、追加されるデータ数は少ない

目安の15日を超える施工が減少



15日程度以内のデータが増えていく

(まとめとして) システムの効果

1 品質確保

- ①施工時に発生するひび割れの減少
- ②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

- ①新設時: 数値解析に頼らずに、適切なひび割れ抑制対策を設計できる
- ②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

【能力=技術(スキル)+意欲(マインド)】 【「成功体験」の共有】

5 研修・浸透に有効な「模範構造物」

【品質確保された構造物は、以降の施工のわかりやすい模範・手本となる】

6 受発注価格の適正化

- ①ダンピング受注への抑止効果
- ②市場価格(発注価格)の適正化

57年前に示された「コンクリートの施工が粗雑になりやすい原因」

吉田徳次郎著「鉄筋コンクリート設計方法」（1958年）において、鉄筋コンクリートの欠点の一つが「施工が粗雑になりやすいこと」であり、その主な原因として以下の3つに言及されている。

i) 「従来、土木の工事をする人の中にはコンクリートその他に関する示方書は確実に実行されないのがあたりまえであると考える習慣があり、従って工事請負者は示方書通り施工しないことを予想して法外に安い値段で工事を落札し、工費の方から正当で必要な施工をすることができないこと」

ダンピング

スキル

ii) 「作業手や工事監督者が鉄筋コンクリートについての十分な知識がないために、主としてコンクリートの重量を利用するコンクリート構造物の場合における習慣にとらわれ、故意でないにしても示方書に従って完全な施工をすることに努力しない場合があること」

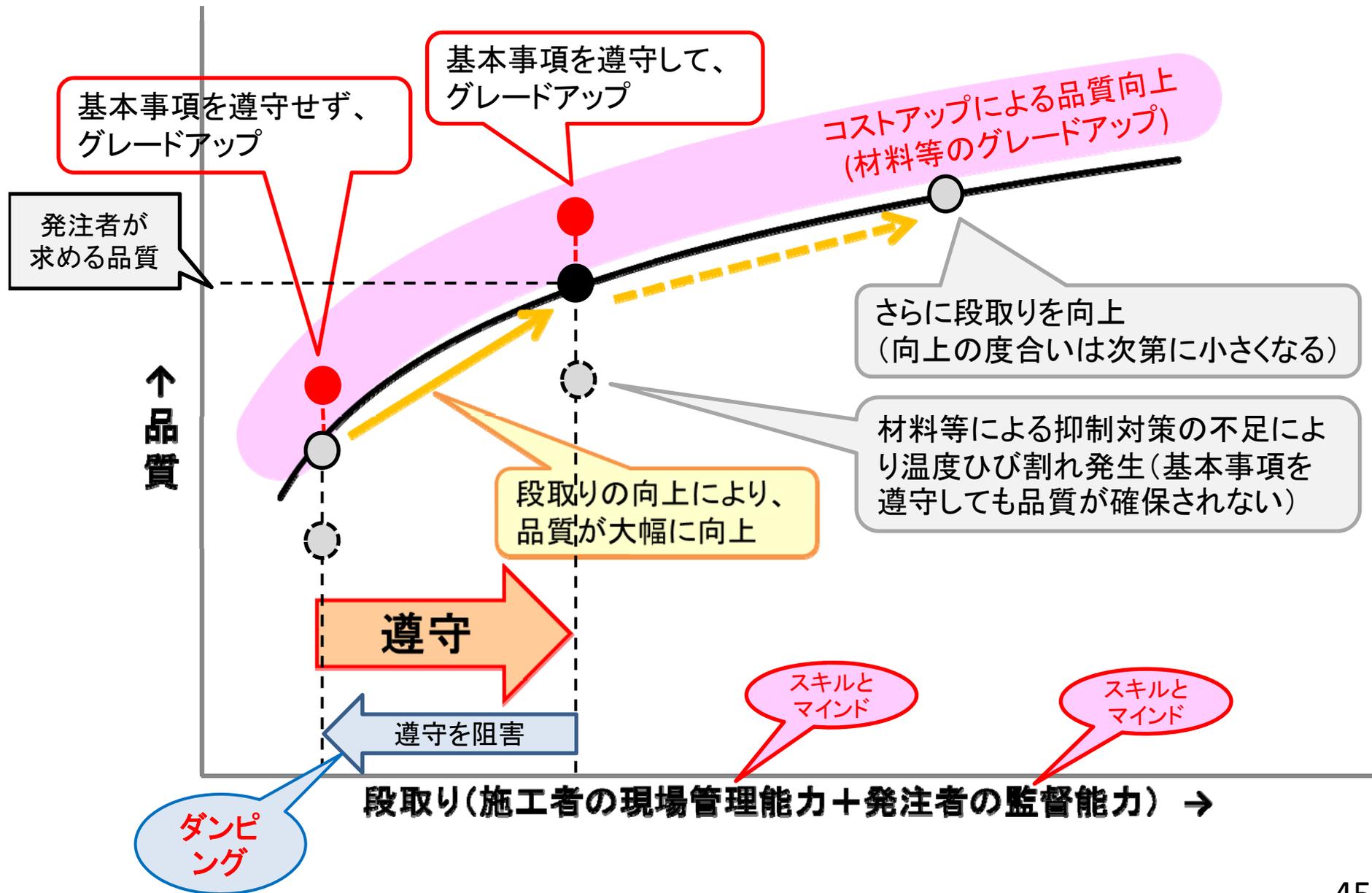
マインド

iii) 「鉄筋コンクリート構造はでき上がりさえすれば、その施工の良否はあとから容易にわからないということが、知らず知らず作業手その他の人の頭に働いて、各自の労力を省くことばかりを考えるようになり易いこと」

マインド

細田暁：品質確保と人，コンクリート工学，Vol.52No.9，pp784-788，2014.9.

品質確保に対する諸要素の影響のイメージ図



システムの浸透(監督職員研修)

チェックシートによる施工状況把握の研修だけでは、研修効果が小さい
(特に、経験の浅い若手職員)

システム運用前・運用後の構造物を使った研修と合わせると、

- ・完成後の構造物表面を観察すれば、施工の要改善点を見いだせること
- ・施工段取りの改善が品質に明らかに効果を及ぼすことを理解できるようになり、研修効果が大幅に高まる



- 出先事務所の管内ごとで、2種類の研修を実施
 - ・チェックシートによる施工状況把握の実地研修
「リアル『成功体験』」
 - ・システム運用前・運用後の既存構造物による研修
「仮想『成功体験』」

- 建設年に沿って構造物を見学する
自主研修モデルコースを設定



“品質確保CH(土木学会350委員会(コンクリート構造物の品質確保小委員会)HP)”にも公開中

施工状況把握の現地研修



既存構造物による研修

システム運用前



システム運用後



自主研修モデルコース(土木学会350委員会視察時)

①寄江高架橋A1 W=10.5m 1998年(システム運用前)



③嘉川IC橋A1 W=20.3m 2007年(試行段階)



④高井大橋A1 W=21.5m 2009年(システム運用後)



⑤朝田ICBランプ橋A2 W=8.0m 2010年(システム運用後)



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！