

JCI中国支部 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

ひび割れ抑制対策と表層品質の向上

横浜国立大学 細田 暁

2010.11.5 岡山県国際交流センター

本日の話題

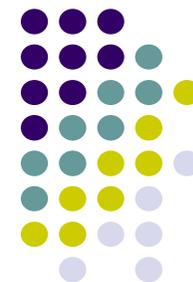
- 山口県のひび割れ抑制対策の本質とは？
- ひび割れに関する私見(ひび割れにこだわる意義とは？)
- 土木学会335委員会(委員長:岸 利治教授)の取組みの概要……表層品質の検査システムの構築
- 山口県の構造物の表層品質の調査結果の速報(2010年7月28～29日に調査)
- Y市の下水処理場の構造物の表層品質
- 今後の展開など



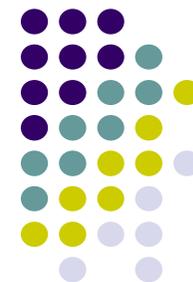
山口県のひび割れ抑制対策の本質とは

- 「ひび割れ」という問題を解決した一級のマネジメントである。今後も真の解決に向けて進歩を続けるであろう。
- マネジメントとは、望む結果を出すための仕掛けであり、望む結果が達成されなければならない。かつ、かかわるプレイヤーが生き生きと活躍できる仕掛けでないといけない。
- 構造物群で「ひび割れ」を抑制するためには、付け焼刃ではダメ。本質的な取組みが必要であった。「ひび割れ」そのものはサイン、トリガー、きっかけにすぎないが、本質的な取組みをした結果、表層品質(かぶり)も向上した。本質を突いたため、真にメンテナンスフリーと思われる構造物を達成した。「総合品質向上施策」であったと言える。

山口県のひび割れ抑制対策の本質とは (続)

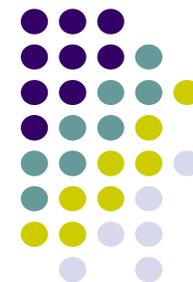


- 一方で、例えば総合評価方式は、マネジメントとして機能しているか？望む結果が達成され、かかわるプレイヤーは生き生きしていますか？
- 例えば、膨張材は、効果の出るわけのないケースでも技術提案され、使われている事例も多々あるとか。事後検証もされているとは思えない。
- 山口県のひび割れ抑制対策は、発注者・施工者・材料供給者・学などが協働で取り組むクリエイティブな仕組みであり、事後検証(データベース)を基本とする説得力のある仕組みである。



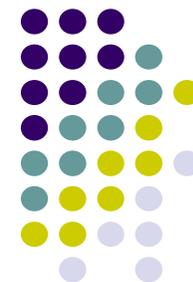
何のためのひび割れ制御か？

- 建設することは、非常に裾野の広い社会経済活動である。そこに関わるプレイヤーが、能力を磨き、生きがいを感じる事が大切。結局、国家は個々の集積でしかありえない。技術だけでなく、Win-Winになるためのシステム作りが大事。
- ひび割れが抑制された、品質の高いインフラを世の中に提供することは技術者の義務。
- 長期にわたり維持管理費用を節減できることで、財源の余裕分を戦略的に将来のために投資。
- 「公共事業が日本を救う」(著者:藤井聡 京都大学教授)
をぜひお読みください。胸がすかっと思えます。



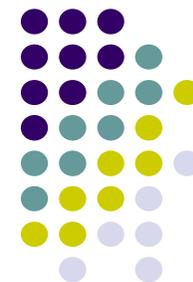
ひび割れは悪いか？（講演者の私見含む）

- 見た目が悪い。土木分野では「**外観**の照査」が行われ、鉄道構造物での判定基準は0.3mm。
- 漏水が海水で、著しい劣化に至った地下鉄の事例などあり。
- 一般的な環境において、鋼材の腐食に悪影響を及ぼすか？細田の感覚では「**かぶり不足**」の方が鋼材腐食にとって致命的で、ひび割れ部の局所的な腐食が甚大な被害に至った事例はほとんどない？
- 凍害には悪影響を及ぼすように思う。マイクロクラックも凍害とASRには悪影響を及ぼすであろう。（研究の進展が必要）



ひび割れは悪いか？（続き）

- 発注者は「ひび割れは悪い」としてもよいが，その根拠を明確にし，判定基準（特に補修の要否）を**契約図書に明記**しておくべきである。根拠については日本全国一律である必要は必ずしもなく，地域特性に合わせたものであってもよい。それこそが技術である。（**学会を活用すべき**）
- 「ひび割れが発生するのは施工が悪いからである。材料が悪いからである。」と断じるのは誤りである。**設計が悪い場合**も多々ある。**設計規準が悪い場合**もある。



土木学会335委員会 (委員長:岸 利治教授)の取組みの概要

- 表層品質の検査システム(竣工検査)の構築を目指した研究活動(現在,二期目)
- 概要については, H20年4月に土木学会講堂で開催された一期目の成果報告会での, 岸委員長の委員会趣旨説明のファイルでご説明します。

山口県 技術講習会(第6回)～コンクリートのひび割れ抑制対策～
[特集:コンクリート構造物の表層品質]

山口宇部線の構造物を対象にした 表層品質調査の経緯と結果速報

土木学会 コンクリート委員会 335委員会

「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」

幹事(調査隊長) 細田 暁 (横浜国立大学)

副委員長 蔵重勲 ((財)電力中央研究所)

Keywords:

表層品質, ひび割れ抑制対策, 非破壊試験による評価

山口県の構造物の説明に入る前に……

Y市の構造物，S高速道路株式会社の構造物を調査して……

施工も大切だけど，ひび割れにくい，表層品質を達成しやすい材料の使用も大切

養生が山口県のように特別でなくても，素晴らしい表層品質を達成していた（磯子）

鬼所長と酒を交わしながらいろいろと聞き出してみると……

自主的な単位水量試験（生コンを信用していないらしい）

ひび割れを抑えたいので，単位セメント量，単位水量をなるべく小さく

「セメントなどどうでもよい，骨材が命だ。」細骨材にこだわり。

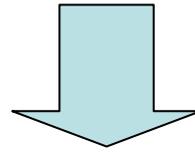
ブリーディング試験も自主的に実施。

構造物で良い品質が達成されるコンクリートを知り尽くしている。

しっかりと施工していても，1mmの幅のひび割れが発生した高炉セメントを用いた現場もある（S高速）。どうも，高炉セメントにはひび割れやすいものとそうでないものがあるようである（土木学会333委員会）。

山口県構造物の表層品質調査の経緯

初期ひび割れ（温度ひび割れ）を抑制する種々の取組みが、
表層品質（かぶりの品質）を向上させていると思われた。



山口県のひび割れ抑制対策は、
有害なひび割れを抑制するとともに、
かぶりの品質を向上させ、
構造物の耐久性を総合的に向上させていることを
証明したい。

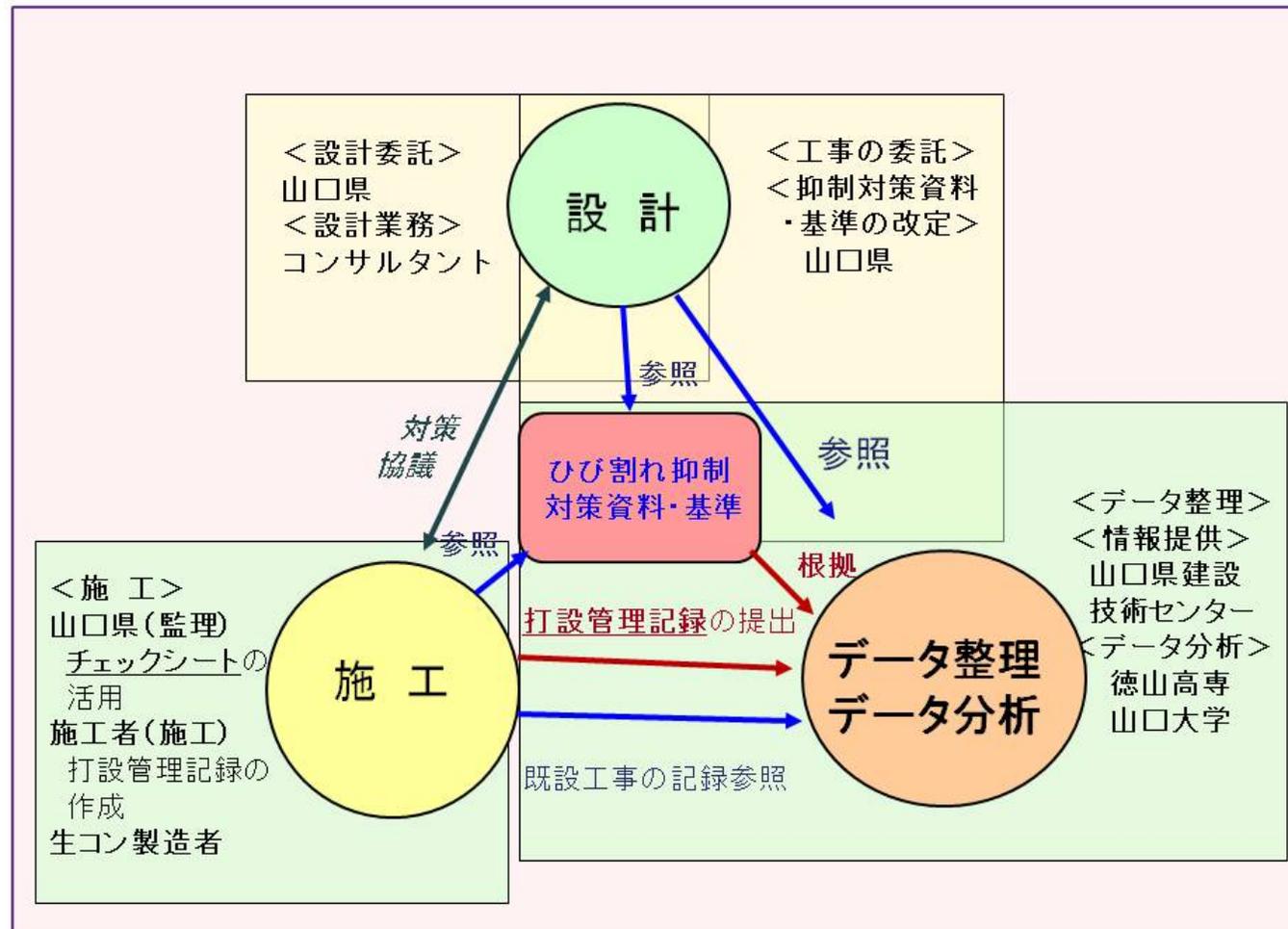
表層品質検査システムの構築

実構造物で要求された表層品質を達成するための手法の明確化

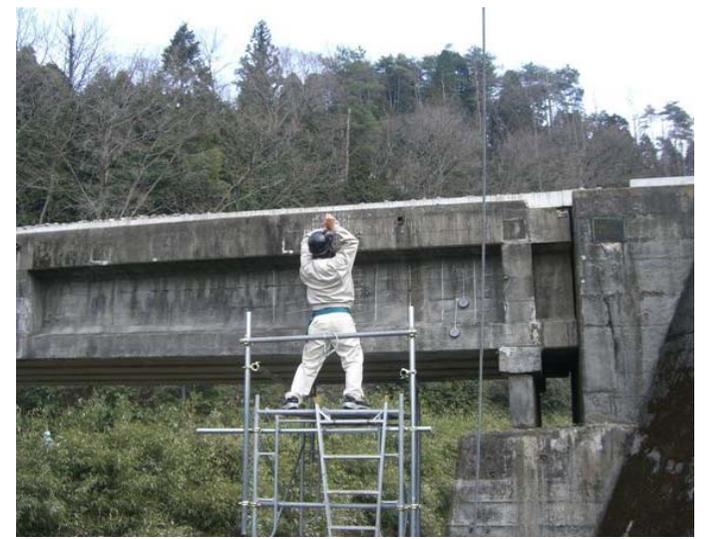
山口県構造物の表層品質調査の経緯

- 施工の基本事項の遵守
- 打設管理記録

表層品質（かぶりの品質）の向上
品質向上の要因分析が可能



テストハンマー試験

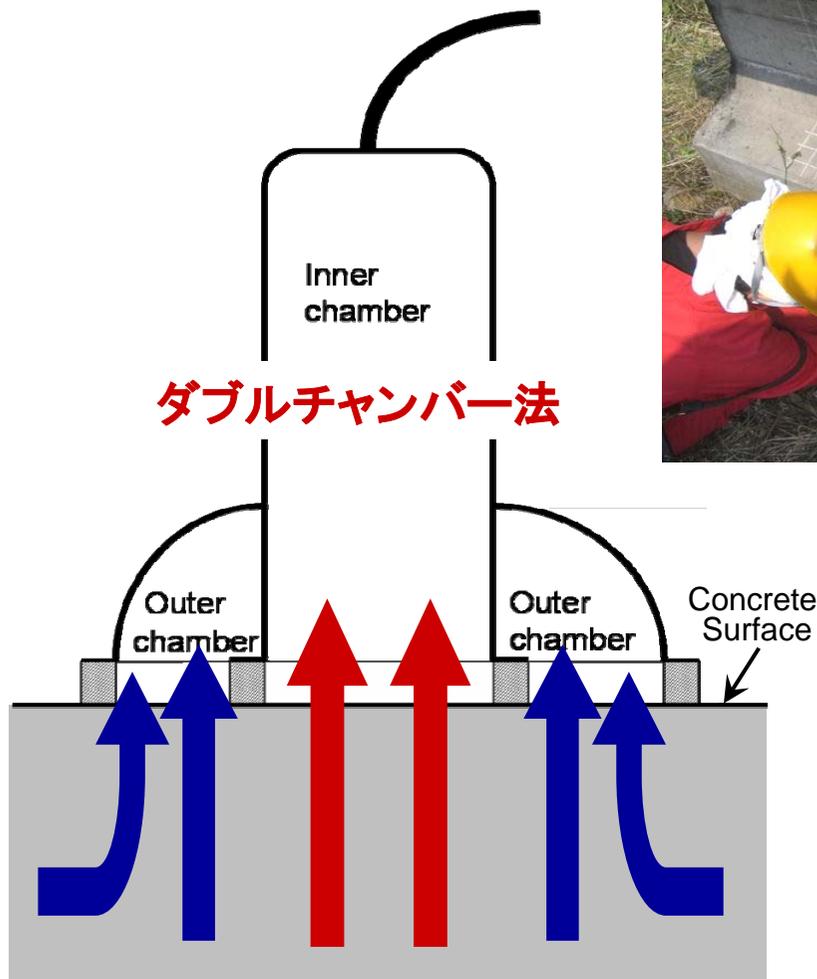


非破壊試験，短時間測定（1箇所当たり数分程度），定量評価可能，
実績・蓄積データ豊富，試験方法簡易，小型試験器

コンクリート表層の
強度特性を評価可能な
非破壊検査試験として着目

表層透気試験

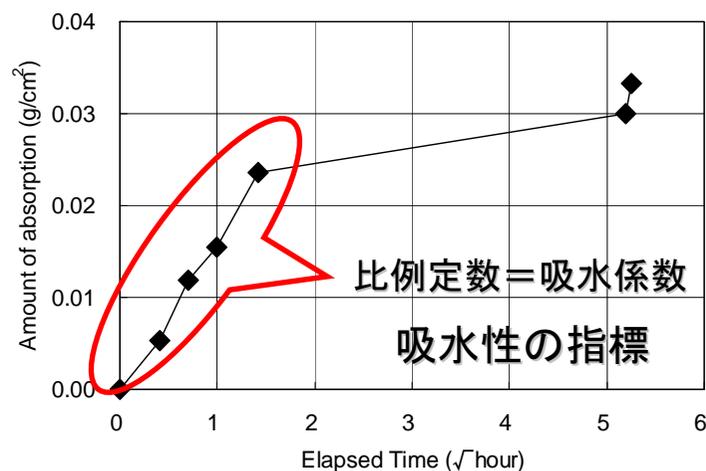
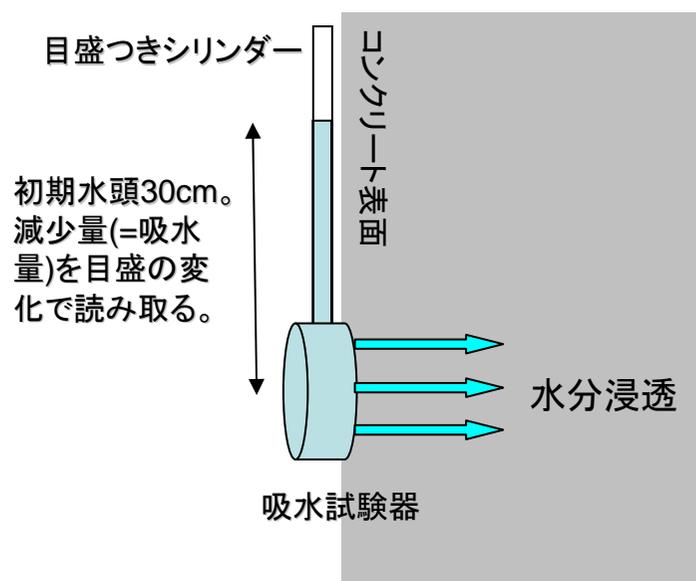
表層透気試験: Torrent 法 ⇒他にも種々の方法が提案されている



非破壊試験, 短時間測定(10~20分程度)
定量評価可能, 小型試験装置

コンクリート表層の
物質移動抵抗性を評価可能な
非破壊検査試験として着目

表面吸水試験



原理:

現地にて30cmの水頭をかけた(強い雨に相当する水圧)水の吸水試験を行う。
単位時間・単位面積あたりの吸水量と時間平方根の傾きを吸水係数として評価する。
吸水係数は、他の表面透気試験とある程度の相関があることを確認している。

特徴:

水を使用しているために、直接的に水の動きを把握できる。
仮に漏水があれば、視覚的に確認できるので、計測ミスの恐れが少ない。
10分の測定時間で品質を評価可能。(詳細を検討中)

調査の着眼点

- ① ひび割れ抑制対策の前後での表層品質の違い（橋台，Boxカルバート）
- ② 技術者の努力を正当に評価すべきである。

施工者の努力（丁寧な施工，養生）を正当に，定量的に評価すべきである。

設計での対策（高機能な材料の使用，施工時期など）を評価すべきである。

土木構造物は，造られる季節，使用される環境もそれぞれ異なる

（橋台の環境と，Boxカルバートの環境は，相当に異なる）

施工者が同じように努力したのに，表層品質が全く異なる，ということがあり得る

橋台の方が，Boxカルバートよりも，ひび割れ抑制対策が困難であることは，表層品質の調査結果からも浮き上がってくる

- ③ 各種の非破壊検査手法から得られる情報の整理

橋台の調査

① 抑制対策前
(流通センター, 2002)

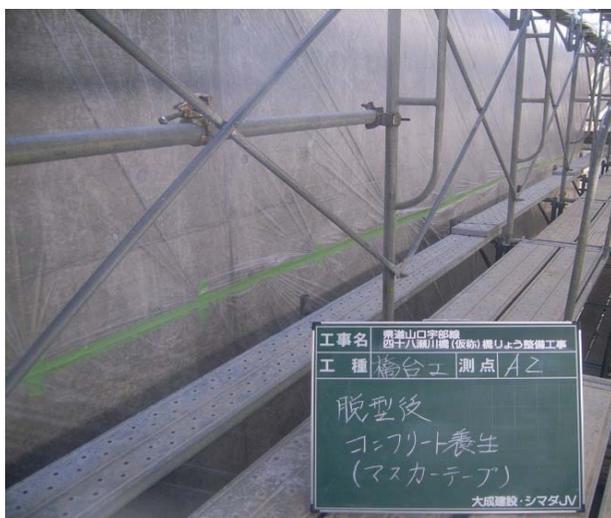


② 鍛冶畑川橋 (2005.9~, 低熱セメント)



抑制対策当初

③ 四十八瀬川橋
(2007.1~2, 養生の工夫)



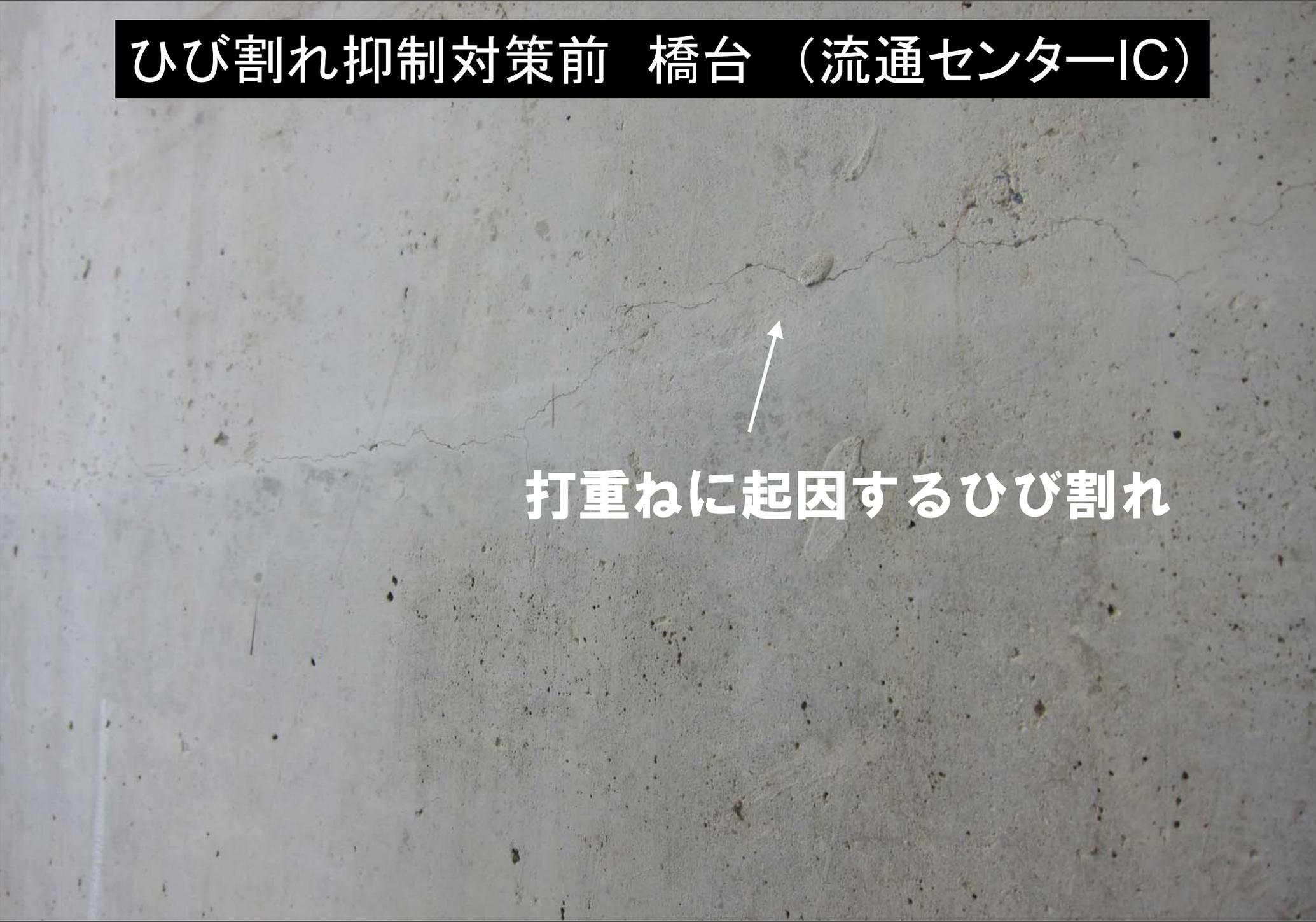
④ 国道2号橋 (2006~2007)
制御鉄筋等によるひび割れ抑制)



ひび割れ抑制対策前 橋台（流通センターIC）



ひび割れ抑制対策前 橋台（流通センターIC）



打重ねに起因するひび割れ

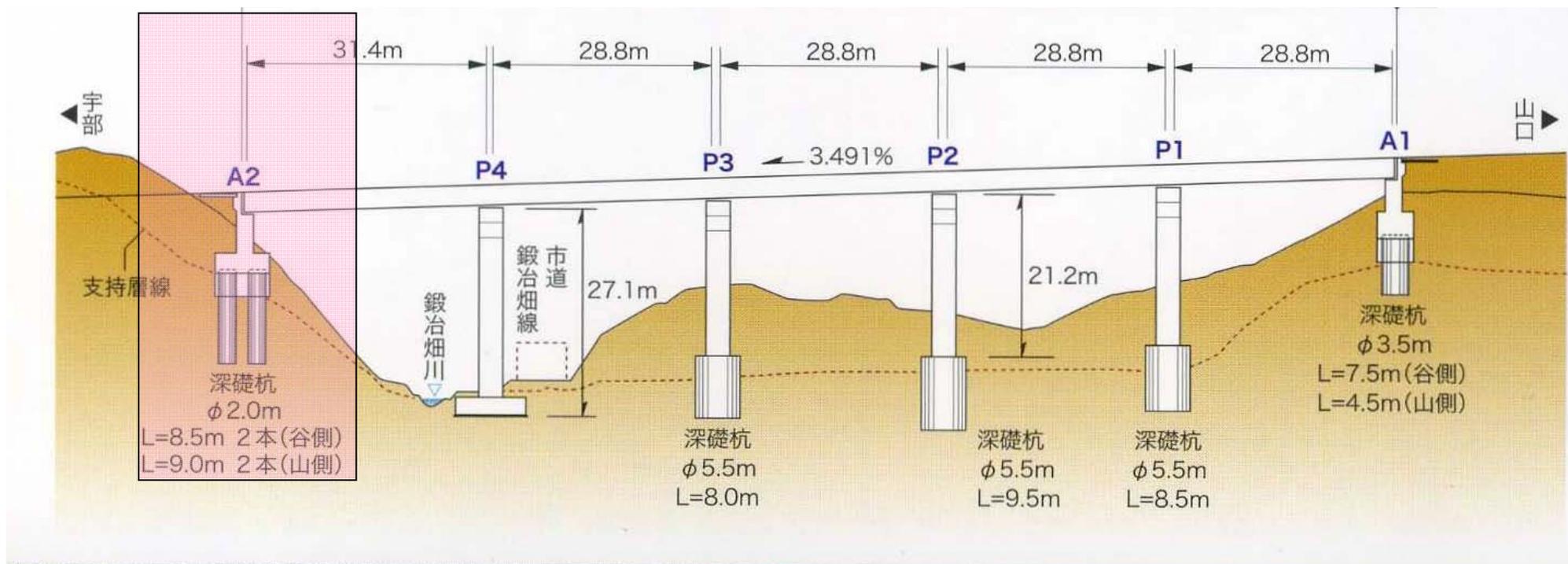
ひび割れ抑制対策前 橋台 (流通センターIC)



ひび割れ抑制対策前 橋台（流通センターIC）



鍛冶畑橋A2橋台 (2005, 抑制対策の取組み開始時)



特徴: 高炉セメント(第1, 2リフト)
低熱セメント(第3~5リフト)

測定趣旨・測定箇所

測定趣旨

セメント種類, 雨がかりの有無による表層品質への影響把握

* 試験施工時期に施工された構造物

測定箇所

<第5リフト>

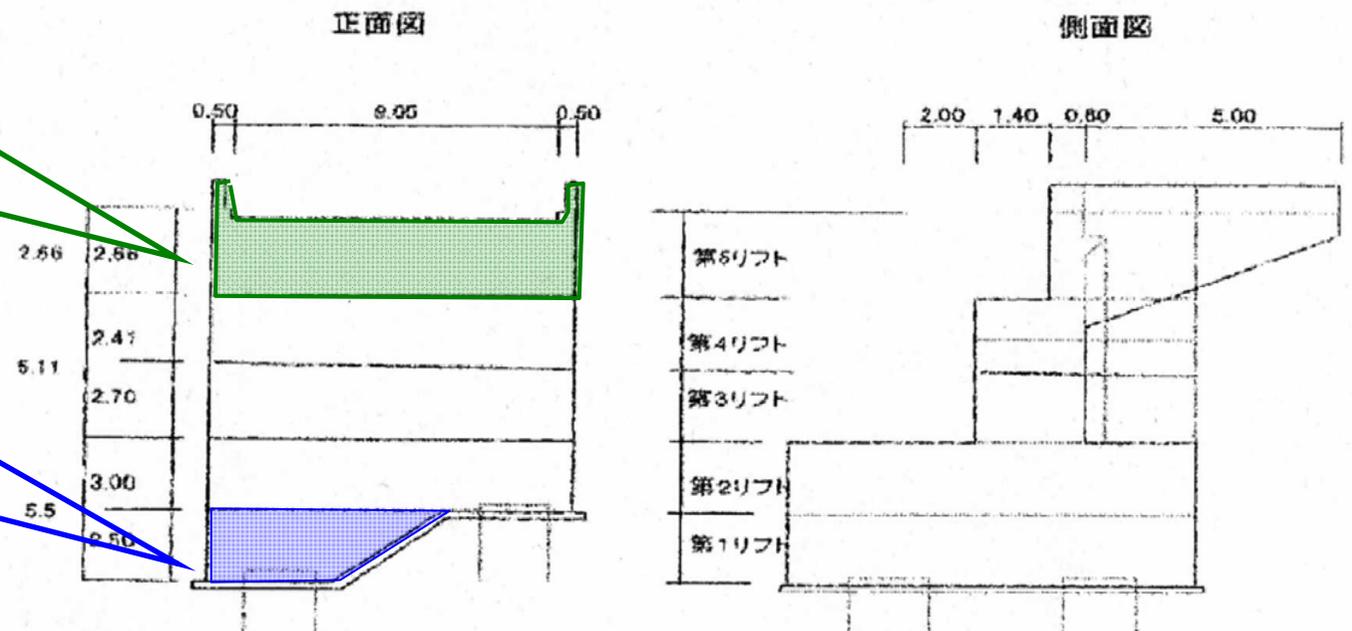
打設日: 2005.11.28

セメント種類: 低熱

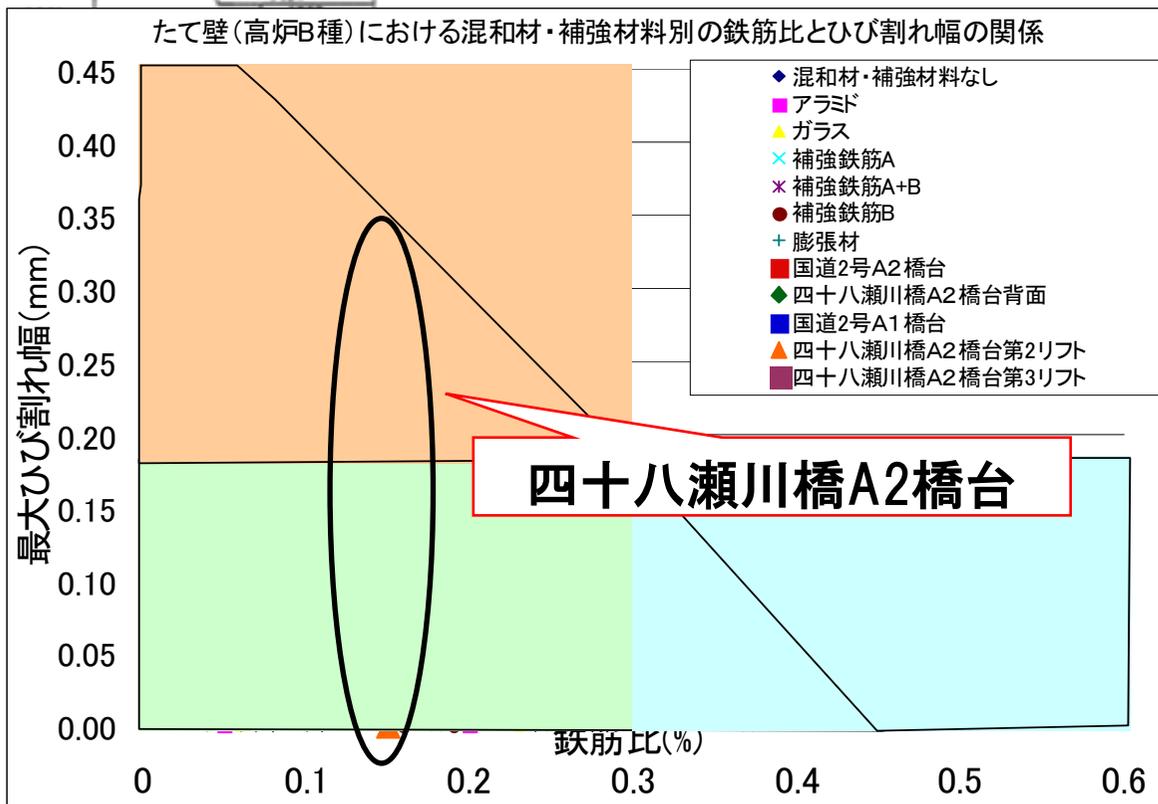
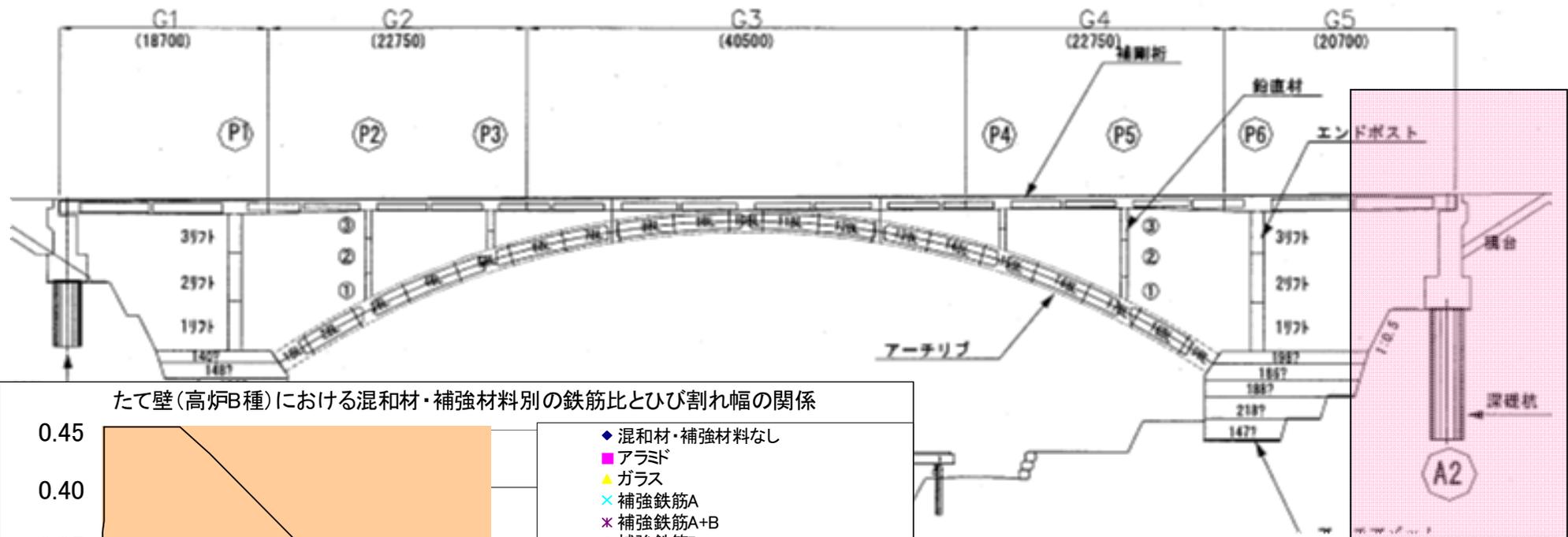
<第1リフト>

打設日: 2005. 9. 08

セメント種類: 高炉B種



四十八瀬川橋A2橋台(2007.1~2)



特徴:
工夫された養生方法

四十八瀬川橋A2橋台 測定趣旨

測定趣旨

養生方法による表層品質への影響把握

(型枠面:散水後マスカーテープ, 打設面:散水養生)

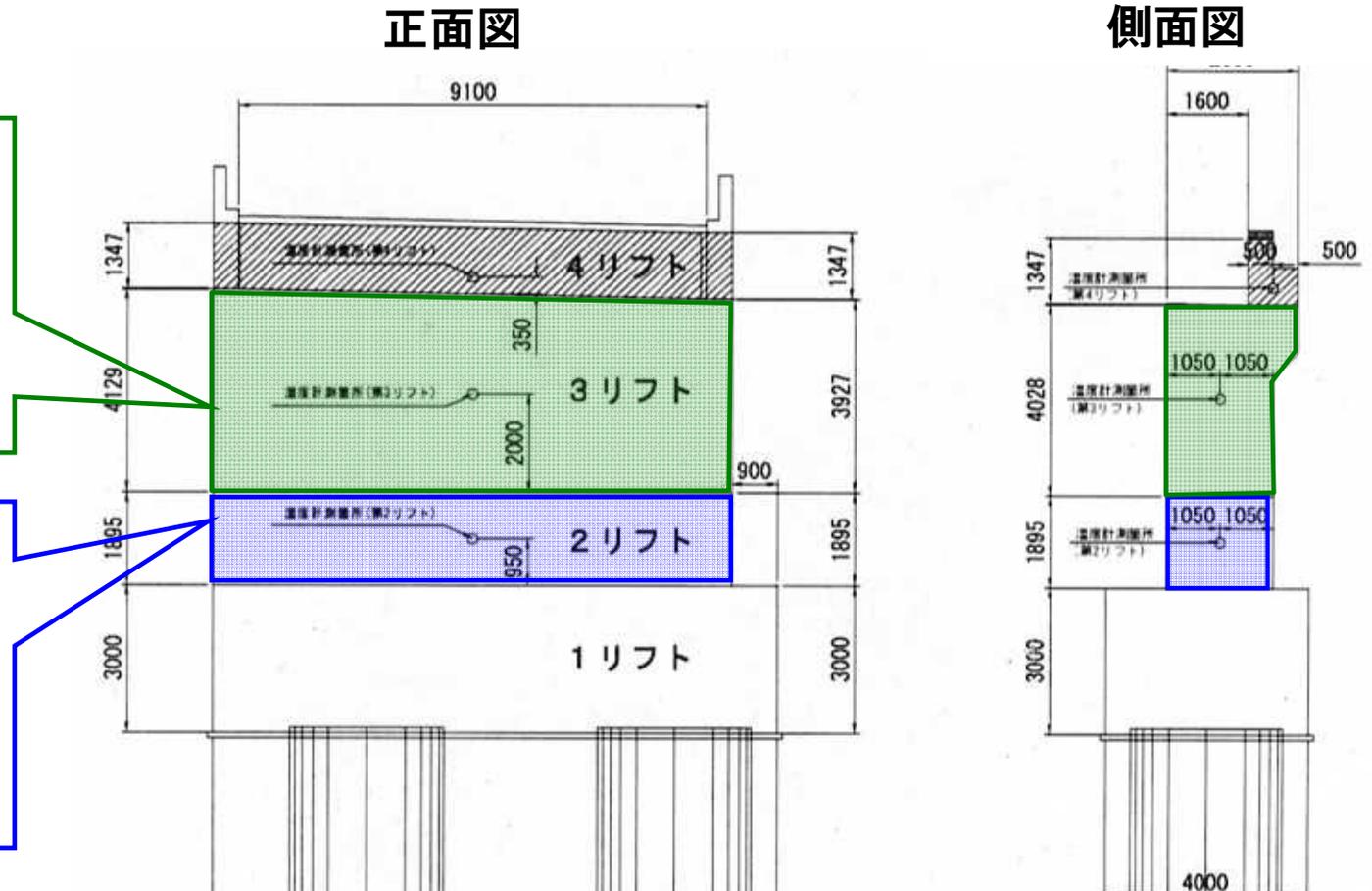
測定箇所

<第3リフト>

打設日:2007. 2.15
セメント種類:高炉B種
型枠残置期間:19日
養生期間:14日

<第2リフト>

打設日:2007. 1. 25
セメント種類:高炉B種
型枠残置期間:40日
養生期間:9日



四十八瀬川橋A2橋台 養生方法

型枠面：散水後マスカーテープ

打設面：散水養生

夜間平均気温が2～5℃となっているため給熱養生を実施



外周足場冬季用常用シート設置

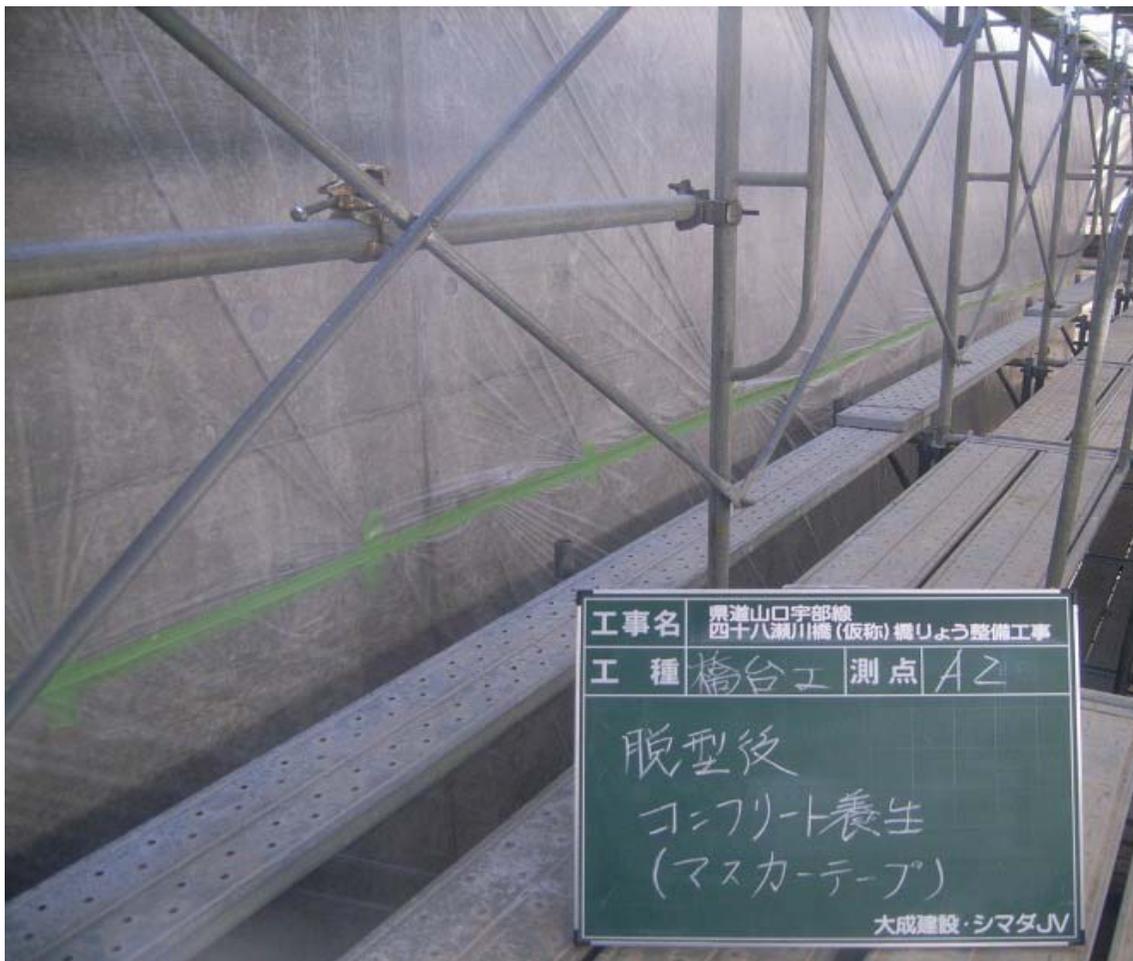
方法

- ①施工足場外周に養生用シートを設置
- ②シート内に投光機を設置しシート内温度(約5℃)を確保
- ③コンクリート天端仕上げは、皮膜養生剤を散布
- ④コンクリート表面の硬化が確保された段階で、養生マットを天端に敷き散水養生を実施

四十八瀬川橋A2橋台 脱型後の養生方法

型枠面：散水後マスキータープ

打設面：散水養生

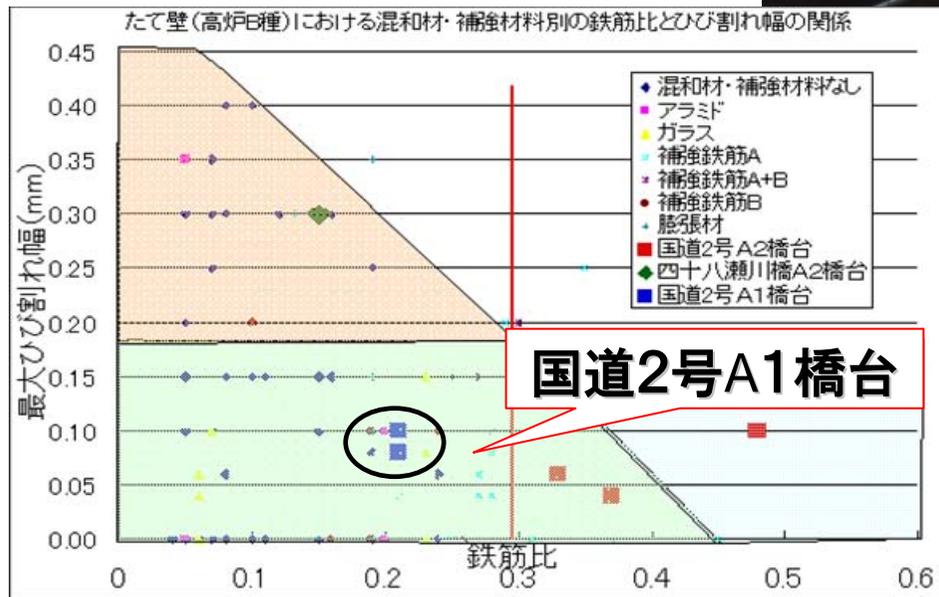


脱型後コンクリート養生(マスキータープ)

方法

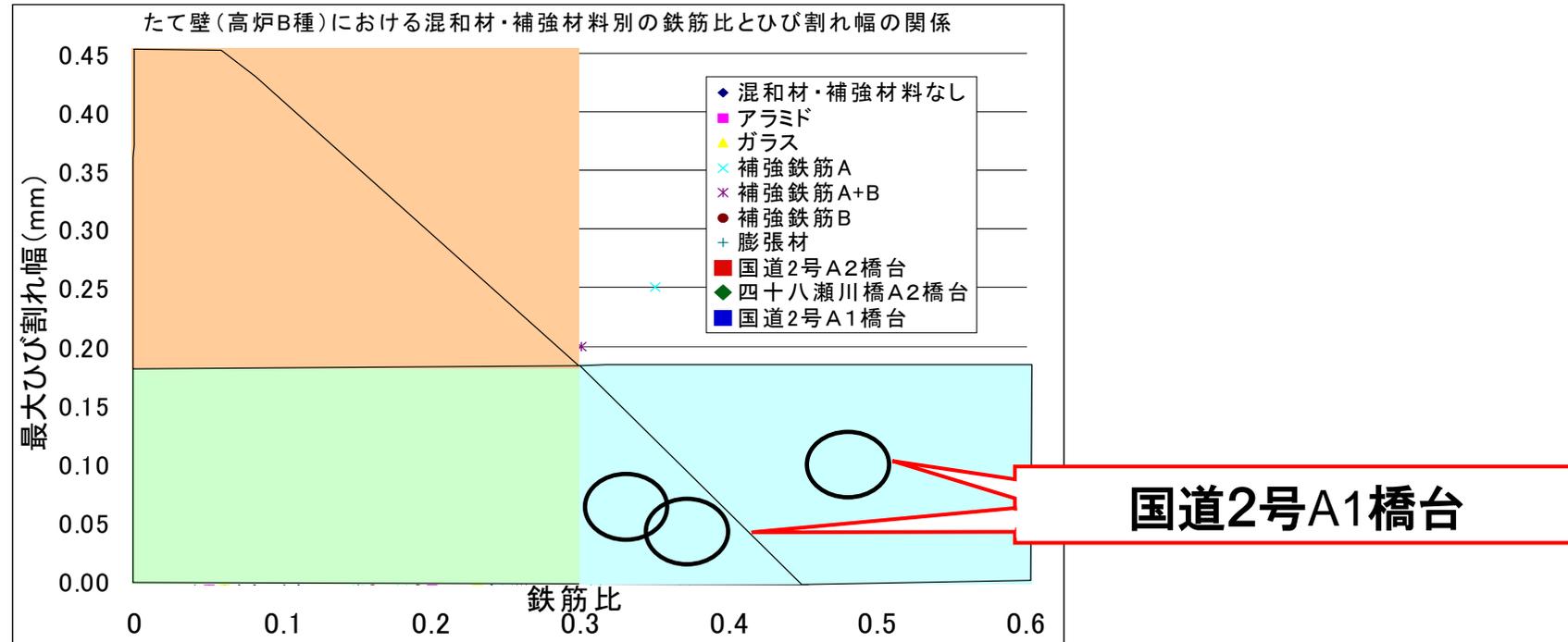
- ①脱枠後は初期点検終了後に養生用シート(マスキータープ)を準備し、躯体表面に散水した後に、養生用シートを貼り付けシート端部を粘着テープでとめる
- ②養生用シート設置後は、定期的に点検し、シート内部が乾いた際は、適宜、散水を実施
- ③養生用シートの設置期間は足場解体時期を考慮した上で出来る限り長期間設置

国道2号高架橋A1橋台



特徴：ひび割れ抑制対策の目玉の一つ
著しい乾燥の影響
橋台における施工条件の影響

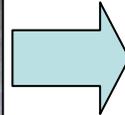
国道2号高架橋A2橋台



特徴: ひび割れ抑制対策の目玉の一つ
著しい乾燥の影響
橋台における施工条件の影響

Boxカルバートの調査

① 抑制対策前
(市道中ノ岡 多良郷線, 2003)



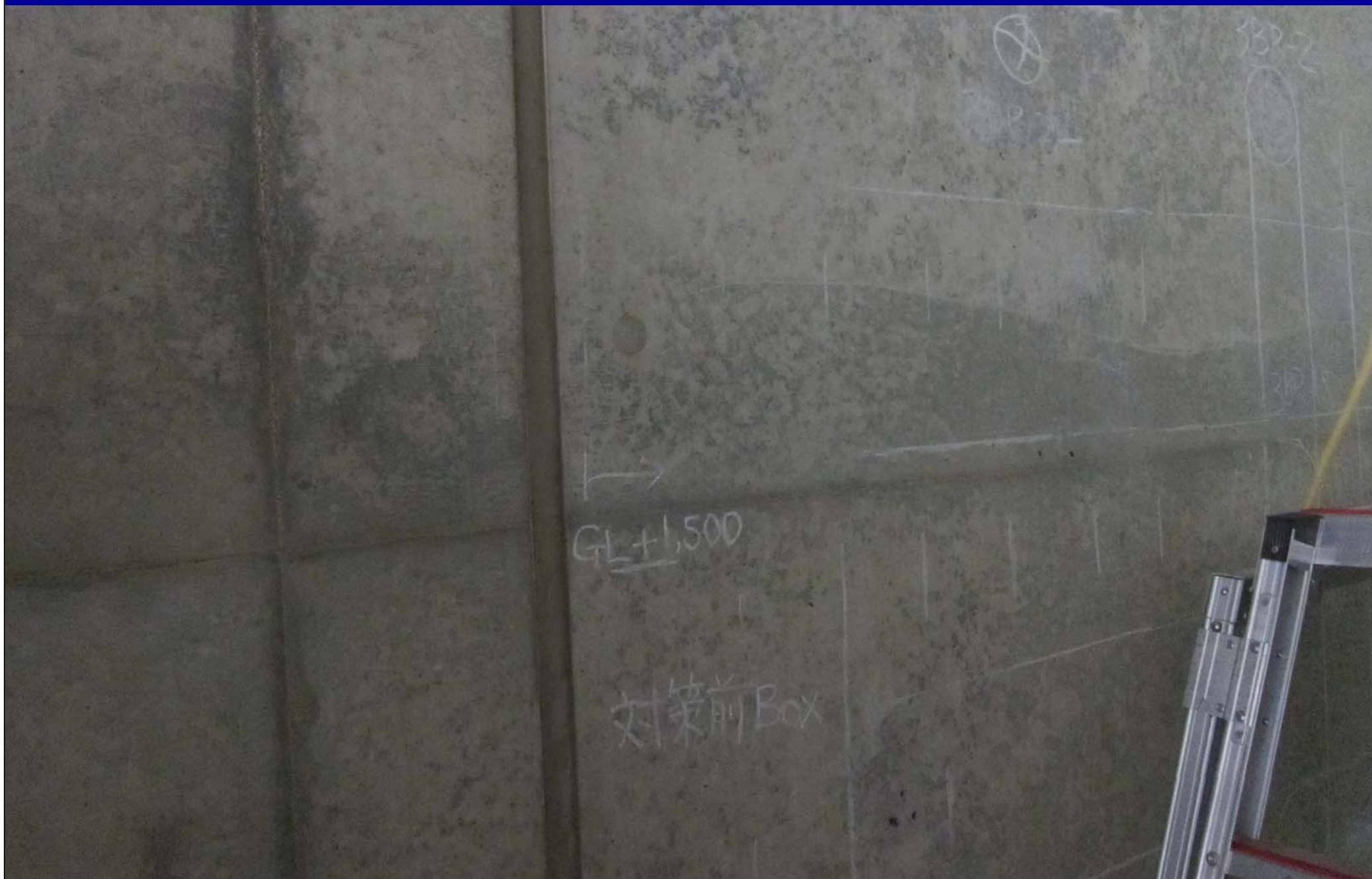
② NランプBox
(2008~9)



抑制対策前のBoxカルバート



抑制対策前のBoxカルバート



抑制対策前のBoxカルバート



抑制対策前のBoxカルバート



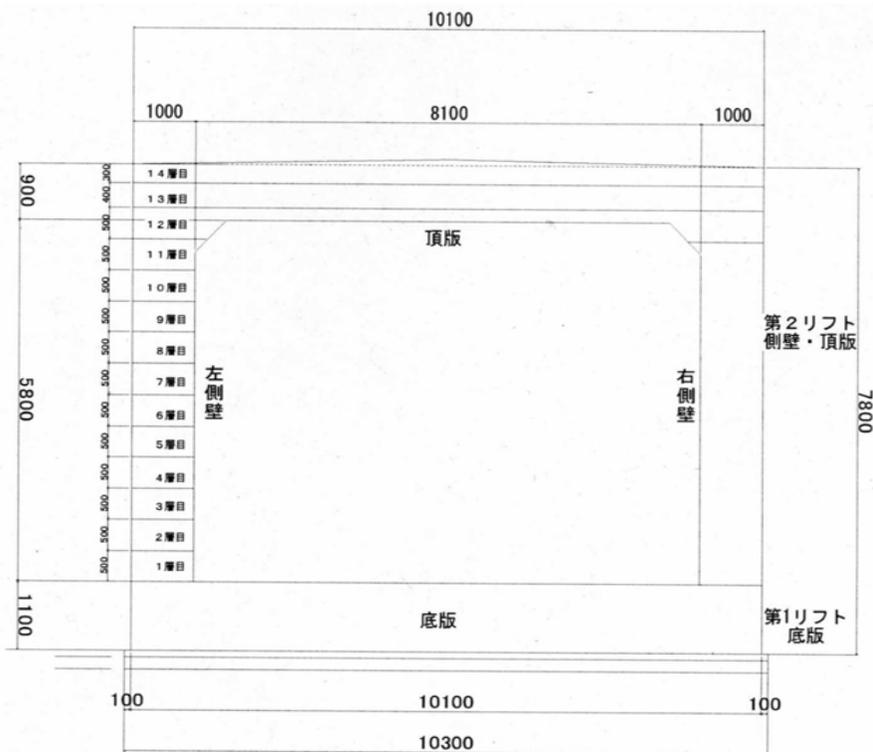
抑制対策前のBoxカルバート



抑制対策前のBoxカルバート

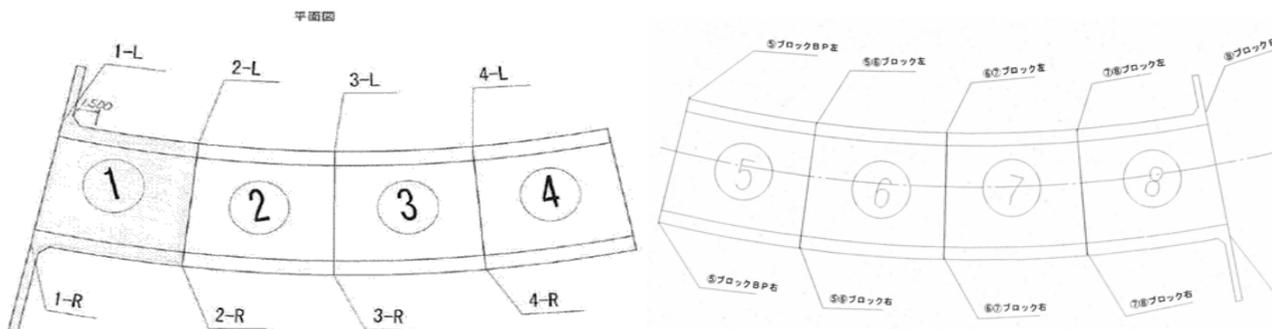


NランプBOX



平面図

**特徴: 抑制対策後の表層品質
施工条件の影響
高温の影響
測定結果の空間的ばらつき**



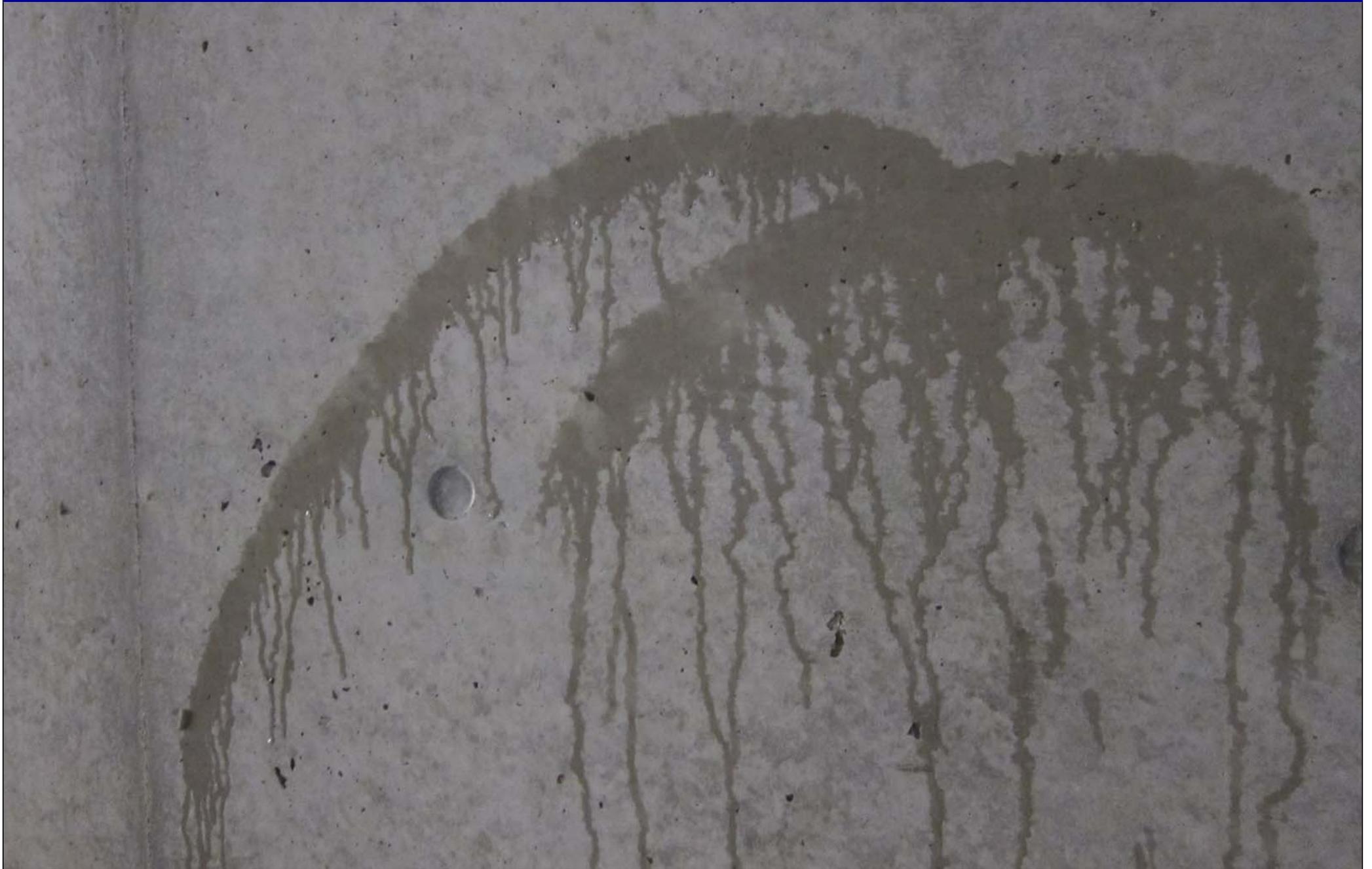
NランプBOX



NランプBOX



NランプBOX 水掛け観察



NランプBOX⑤ 夏場施工で苦労された様子が...



山口県の表層品質の調査結果については、論文投稿が完了していないため、パワーポイントのみでの紹介とさせていただきます。ご了承ください。