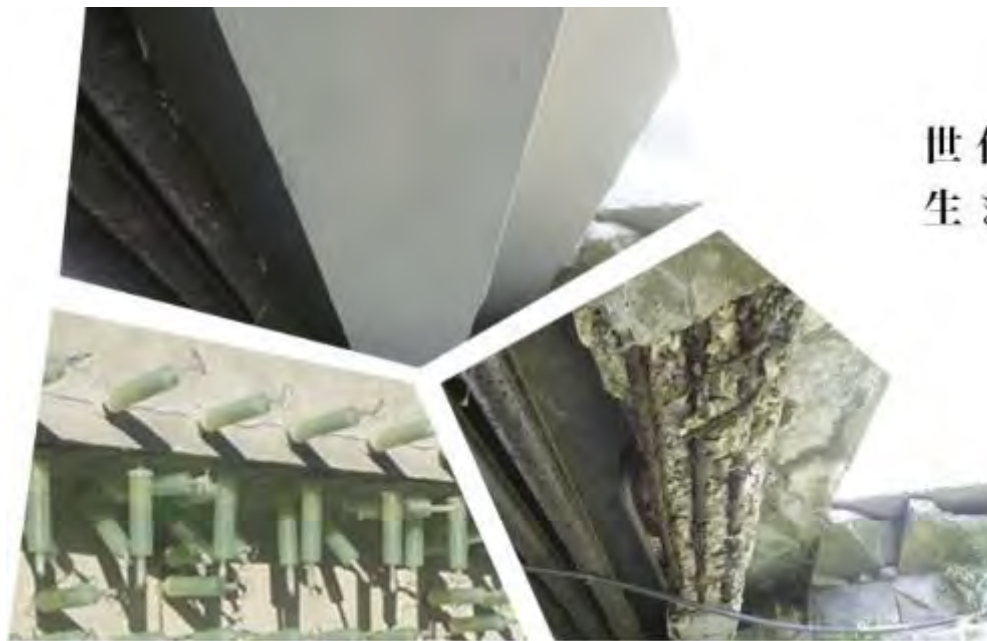




世代を越え
生まれ変わる



- **国土交通省 NETIS**

No. CG-070007-V
(H30年3月掲載終了)

- **土木学会 技術評価証**

第0009号・第0020号

- **工法特許**

第5074118号
第5941585号

IPH工法

(内圧充填接合補強工法)



一般社団法人 I P H工法協会

I P H工法とは？

I nside

P ressure

H ardening



構造体の**内部**から注入をスタートさせ、**低圧力**により微細部まで**接合**させる注入工法
内圧充填接合補強

I P H工法の活用実例

■ ① J R 高架橋（梁・床版）



■ ② 橋梁



■ ③ 土留め擁壁



I P H工法が活用された、補修・補強工事の一例です

IPH工法 施工事例①

① JR高架橋



①-1 サンディング後劣化状況の確認



①-2 断面修復



①-3 穿孔→台座取付→注入



①-4 保護ライニング後完了

IPH工法 施工事例②

② 橋梁(広島県)



②-1 着工前 劣化状況の確認



②-2 断面修復部



②-3 穿孔→台座取付→断面修復注入



②-4 保護ライニング後完了

IPH工法 施工事例③

③ 土留め擁壁



③-1 サンディング 劣化状況の確認



③-2マーキング→穿孔



③-3 台座取付→ひび割れ注入



③-4 保護ライニング後完了

IPH工法(内圧充填接合補強)

社会基盤施設のライフサイクルコスト低減に必要な工法として、日本建築学会及びコンクリート工学会(J C I)に論文を発表し技術評価を受けている

- 土木学会技術評価認定を受けた唯一の注入工法
(土木学会 技術評価 第0020号)
- 発明の名称「コンクリート構造物への注入充填材の注入方法、及び注入方法に使用する注入器」として特許が確定 [特許 第5074118号]
- 発明の名称「コンクリート構造物への注入充填材の注入方法及びその注入器」として特許が確定 [特許 第5941585号]
- 東京都新技術データベースに登録掲載 (登録番号 1501012)
- 広島県長寿命化技術活用制度に登録掲載 (区分3推奨技術)
- 国土交通省新技術NETISに登録

2007年に登録され、2012年に優位性が認められV認定を受けた

【IPH工法の特長】

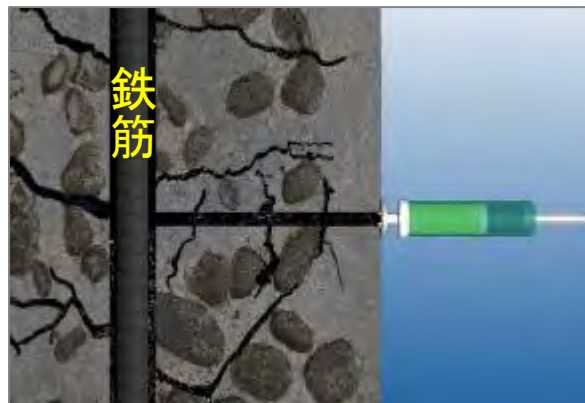
1. 空気と樹脂の置換
2. 高密度充填
3. 強度回復・耐久性向上
4. 鉄筋防錆・中性化抑制
5. 経済性の向上・環境対策

特長1-1

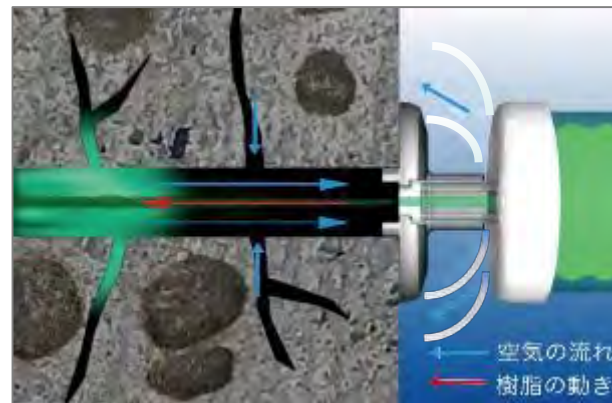
空気と樹脂の置換

Q. どういうしくみで置換できるのか？

A. 注入器のジャバラキャップのスリット部から、注入開始時にコンクリート内部の空気を抜き取り、樹脂と安定的に置換する。

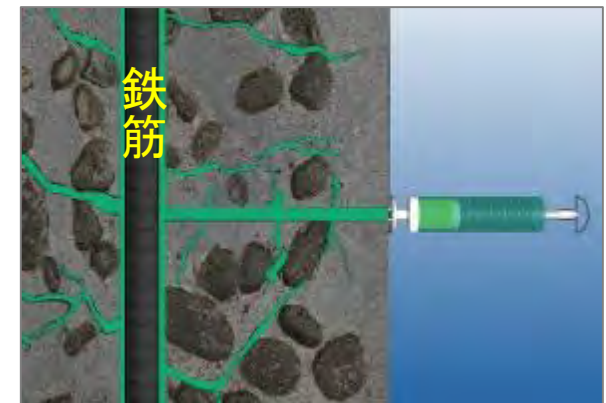


注入開始前
(カプセル取付直後)



注入開始時
(→空気 / ←樹脂)

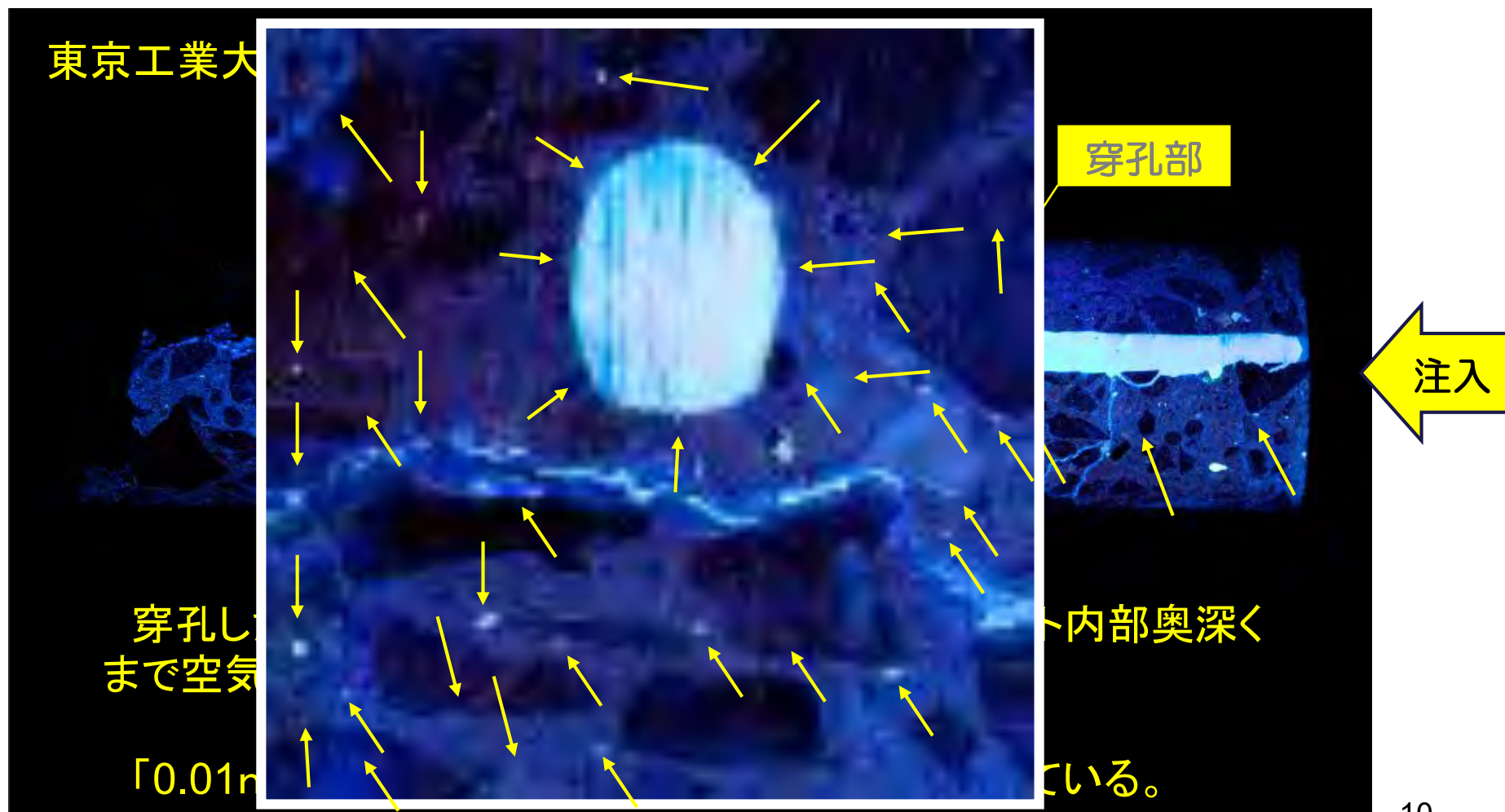
樹脂を注入した際、コンクリート内部にある空気をカプセルを通じ、筒状に抜くことができる。



注入完了後
(加圧硬化養生)

特長1-2 空気と樹脂の置換

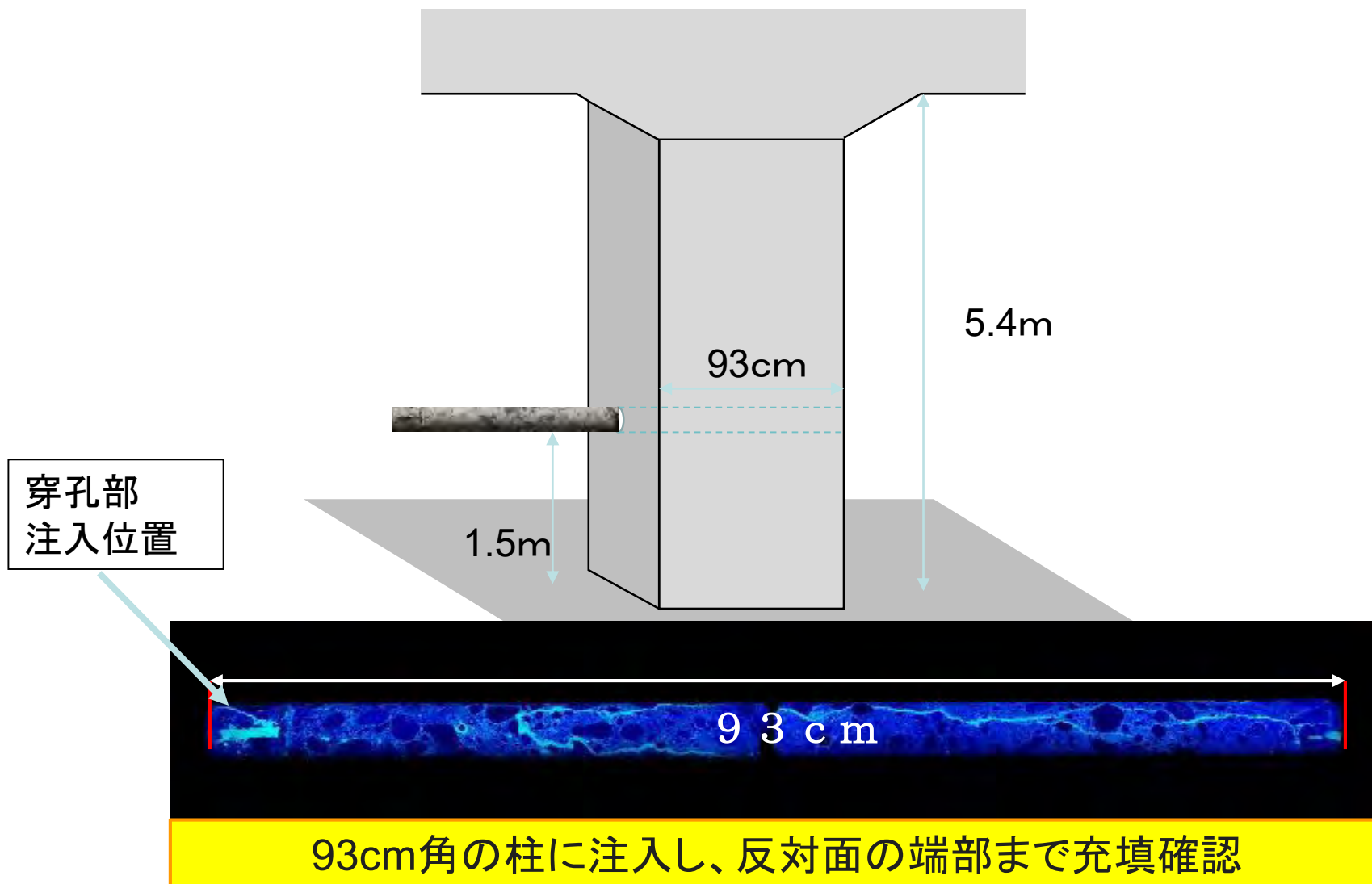
■ 抜き取りコア 置換状況確認



特長2-1

高密度充填

■ J R 高架橋 抜き取りコア充填確認 片面注入



特長3-1 強度回復・耐久性向上

Q. なぜ強度が回復できるのか？

A. 高密度に微細な空隙にまで、コンクリートの圧縮強度及び鉄筋との付着力回復により、部材強度が回復する

広島工業大学 実構造物での注入実験により、部材の強度回復を確認



載荷実験装置

平成26年度実験

AB-1(補修なし梁)

最大耐力 **155kN**

1.5倍

AB-1RE(IPH補修梁)

最大耐力 **241kN**

平成27年度実験

AC-1(補修なし柱)

最大耐力 **309kN**

せん断破壊

1.4倍

AC-1RE(IPH補修柱)

最大耐力 **426kN**

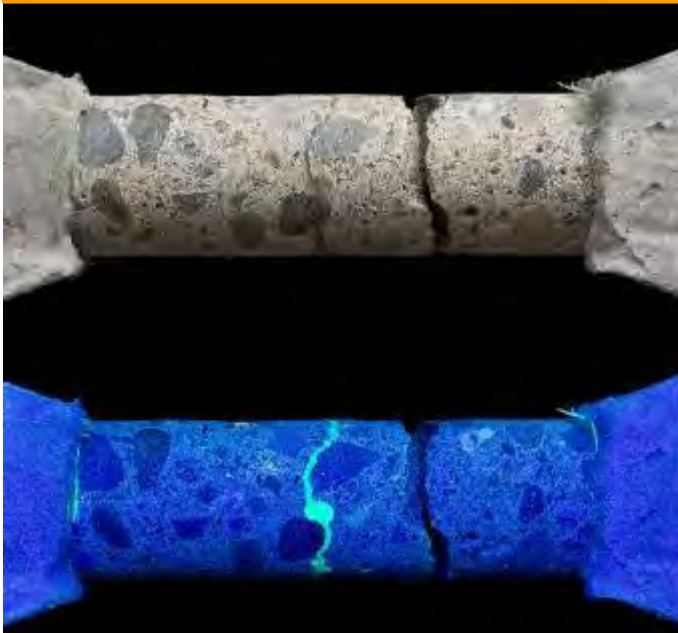
いずれの試験体も**耐力**が増大したことを実証

特長3-2 強度回復・耐久性向上

Q. なぜ耐久性が向上するのか？

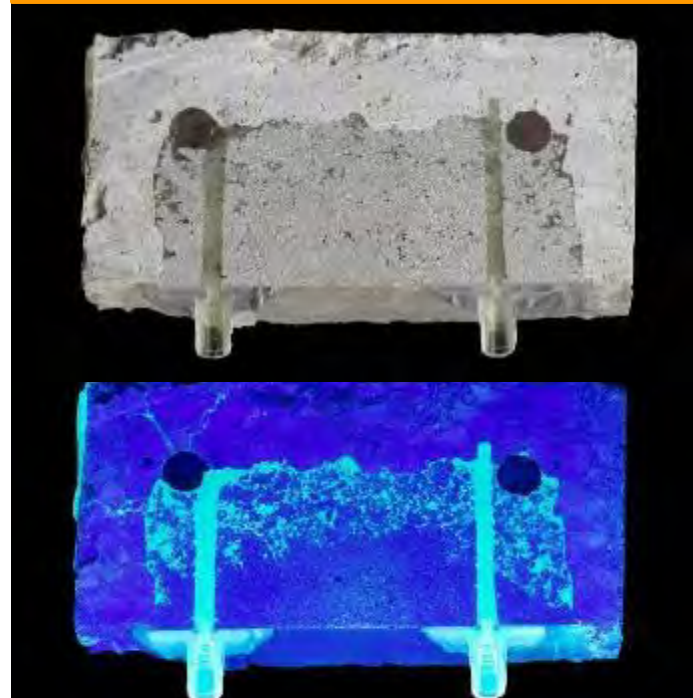
A. 部材強度が上がるため、構造物全体の耐久性も向上する

岐阜大学
注入後の引張試験



樹脂充填部では破断せず、
付着性能を実証

断面修復後注入確認実験



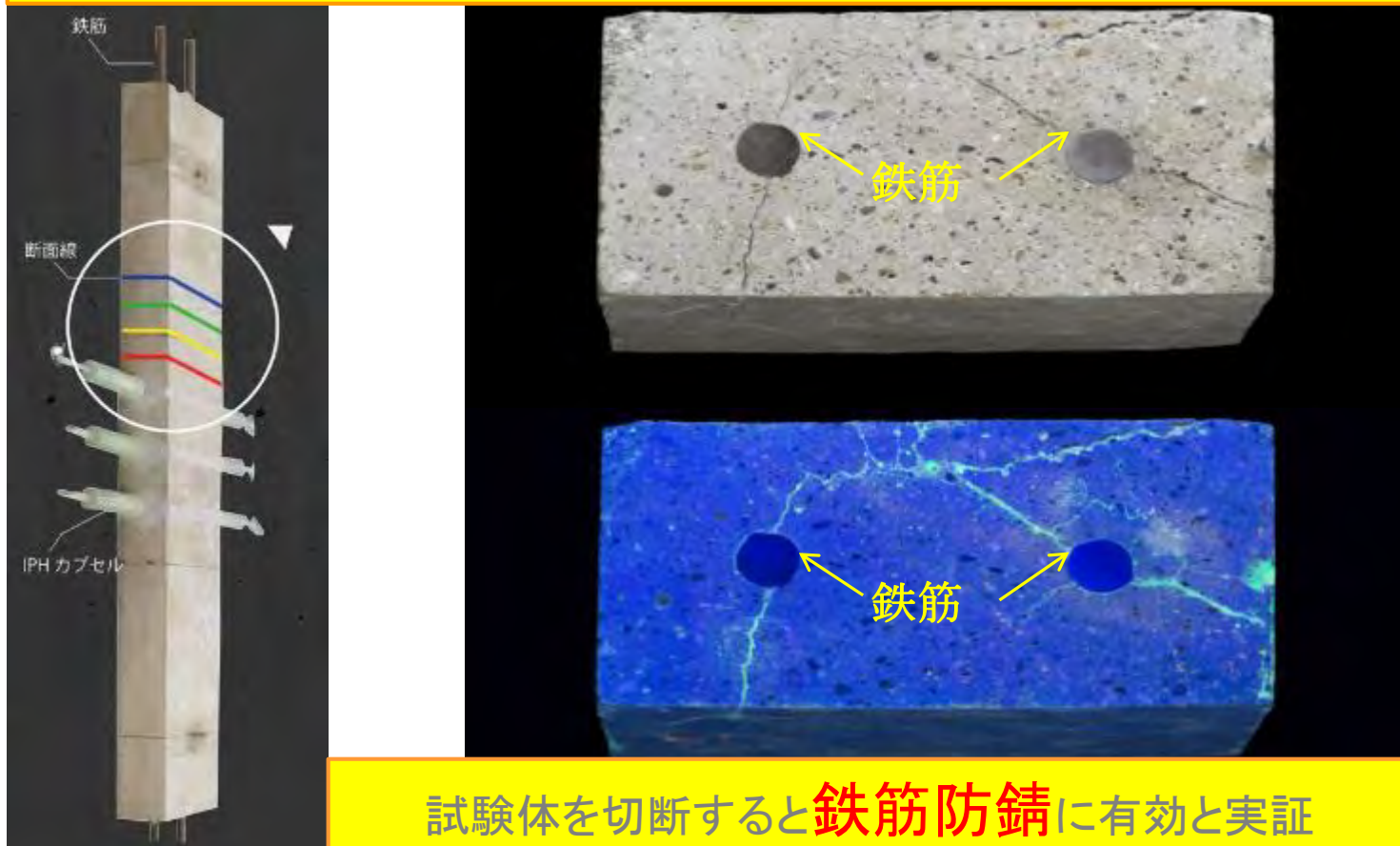
既存躯体と補修材の**一体化**
再剥落防止

特長4-1 鉄筋防錆・中性化抑制

Q. なぜ鉄筋防錆ができるのか？

A. 鉄筋沿いの空隙に樹脂が廻り、以降の防錆効果を高める

名古屋大学 注入実験により、鉄筋廻りへの充填を確認



試験体を切断すると鉄筋防錆に有効と実証

特長4-2 鉄筋防錆・中性化抑制

Q. なぜ劣化抑制ができるのか？

A. 微細な空隙に樹脂充填できるので、空気・ガス・水分等の浸入を防ぎ、劣化や中性化の進行や塩害，ASRの抑制が期待できる

実際の橋梁補修の抜き取りコア

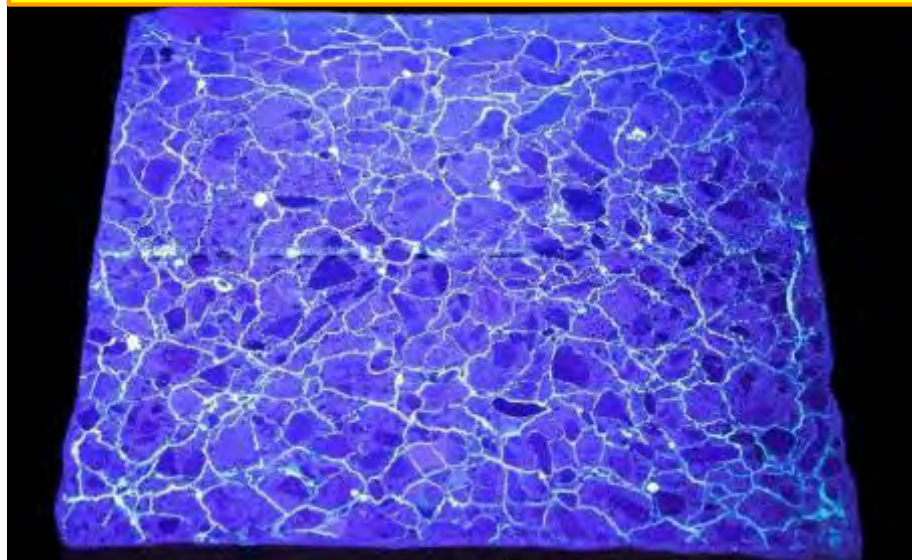
中性深さ確認試験



樹脂未注入

樹脂注入

岐阜大学 ASRを模した供試体に
注入し、充填範囲を確認



実際の施工現場の抜き取りコアで中性化の抑制効果も確認

網状に充填がされていることからASRの抑制効果も期待できると確認

特長5 経済性の向上・環境対策

Q. なぜ経済性の向上になるのか？

A. 耐久性の向上により、以後の補修周期を延ばすことが可能



- 斫り作業が不要なため解体殻が減少し、施工費や工期が低減
- 低騒音・無粉塵・無振動の専用工具を使用
- 注入器 I P Hカプセルは転用可能
- 道路・鉄道・空港等の供用を妨げない施工が可能
- 耐久性向上によるライフサイクルコストの低減

IPH工法 施工手順(断面修復工法)

下地処理

鉄筋防錆
欠損部補修

マーキング
穿孔

台座取付

サンディング

鉄筋防錆IPH#300

マーキング

JP台座取付



VDRダイヤモンド吸塵システム



欠損部補修IPH#600



穿孔



IPH工法 施工手順(断面修復工法)

漏れ止め材
塗布

注入
加圧養生

撤去・清掃

表面仕上
完成

漏れ止め材塗布IPH#300



カプセル台座撤去



表面仕上セラブレンド



IPHカプセル



ジャバラ



加圧養生

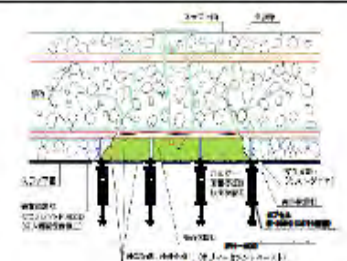


完成

＜他の低圧樹脂注入工法との比較表＞

工法または一般名称			IPH 内圧充填接合補強工法	工法 A	工法 C
イメージ図					
概要			コンクリート表面から穿孔し、表面をシールした上で注入材をコンクリート内部に低圧注入する。 低粘度で可使時間の長い注入材を低い圧力で一定時間をかけて注入するため注入箇所周囲の微細な空隙まで注入材が行き渡る。注入開始時にエア抜き出来る特徴を持つ。	ひび割れ表面をシールして、専用注入台座と専用注入器でエポキシ樹脂をひび割れ内部へ低圧注入する。 樹脂を押し込む注入であるため、微細部への侵入が不足	ひび割れ表面をシールして、専用注入器でエポキシ樹脂をひび割れ内部へ低圧注入する。 樹脂を押し込む注入であるため、微細部への侵入が不足
使用対象			断面修復・劣化部材・ひび割れ・躯体内部・漏水	ひび割れ・表面劣化部	ひび割れ・表面劣化部
主要目的			コンクリート耐力回復増強・ひび割れ注入	ひび割れ注入	ひび割れ注入
注入器具特性	注入器具	加圧方式	スプリング加圧方式	ゴムバンド方式	ゴム弾性元加圧方式
		加圧概要	スプリングを縮ませ、樹脂容器をセットする。注入開始時にスプリングを開放し、スプリングの反発力によって加圧する。 エア抜き機能を有する	伸ばしたゴムを注入器具に掛け、ゴムの縮む復元力によって加圧する。 エア抜き機能はない	注入器内に注入材を充填し、ゴム膜を膨らませ、そのゴムが元に戻ろうとする復元力で加圧する。 エア抜き機能はない
	注入圧力	加圧力	初圧圧力 0.06N/m ² 安定時圧力 0.02N/m ²	0.4 N/m ² 以下 0.098 N/m ² (1kgf/cm ²)	0.4 N/m ² 以下 0.34 N/m ² (340kPa)
		注入深さ・精度	微細部隙部にまで確実に注入材が充填される為、鉄筋周囲の接合密着により強度増強と防錆効果がある。	0.2mm 以下微細部には注入材の充填が不安定。 表面ひび割れに走る傾向	微細部には注入材が充填されない。 表面ひび割れに走る傾向
		加圧圧力の安定性	安定 スプリングはバネであり、加圧力の変動が少ない為すべて同一圧力の精度がある	不安定 ゴムの復元力が一定でないため（使用回数によりゴムが伸びて復元力は徐々に小さくなる）	不安定 注入器具内に充填するエポキシ樹脂量により、注入圧力が変化するため
	空気混入	樹脂攪拌時の気泡	ジャバラの凸部に気泡が残るため充填される注入材に混入を制御している。	空気混入する（防止機構なし）	空気混入する（防止機構なし）
		注入機器内の既存空気	注入器具及び台座に空気抜き機構あり	混入防止機構はなく、押し込む注入であり空気も入る	混入防止機構はなく、押し込む注入であり空気も入る
	注入器具の再利用		可能（15回程度）	可能（2～3回程度）	使い捨て
注入材	名 称		エポキシ系 E-396H	エポキシ系 E-206S	エポキシ系 BLダラウト
	注入材の粘度（20℃）		500±200mPa・s	600±100mPa・s	500±200mPa・s
	注入材の可使時間（20℃）		40～70 分程度	30～40 分程度	30～50 分程度
施工	コンクリート耐力回復効果		あり（実験評価・論文有）	—	—
	漏水部の施工		微細部にまで注入材が充填される為漏水対策効果がある。	微細部には注入材が充填されないため効果がない。	微細部には注入材が充填されないため効果がない。
	耐久性		20年以上	10年未満	10年未満
	ライフサイクルコスト 30 年		1 回	3 回～4 回	5 回～6 回

断面修復工法比較表

項目	名称	断面修復工	I PH内圧充填接合補強工法 (ポリマーセメントモルタル・エポキシ樹脂)
概要図		 欠損部 基礎 コンクリートをはかり後 ポリマーセメントモルタルで 埋戻し	
工法概要		欠損部のコンクリートをはかり取り、腐食鉄筋には防錆処理を施し、充填材（ポリマーセメントモルタル等）で埋戻す。 <pre> graph LR A[調査・施工部位特定] --> B[マーキング] B --> C[カッター切り] C --> D[所り撤去] D --> E[清掃] E --> F[エポキシプライマー塗布] F --> G[防錆処理] G --> H[断面修復] H --> A </pre>	欠損部のコンクリートをはかり取らずに、剥離部のひび割れや、ジャンカや、鉄筋周囲等の空隙部にエポキシ樹脂を細部に渡り注入を行う。但し、既に剥落している箇所については、防錆処理後、無収縮ポリマーモルタルを充填しエポキシ樹脂を注入する。 <pre> graph LR A[調査・施工部位特定] --> B[マーキング] B --> C[浮圧ミストダイアフラム] C --> D[合層取付(UP)] D --> E[カプセル注入] E --> F[注入調整] F --> G[清掃] G --> H[新調製材入り防食ペースト塗布] H --> I[エポキシ樹脂P-5000塗布] I --> A </pre>
工法特長		最も一般的な工法として用いられている。躯体構造との付着性は初期接着 1.5N/mm^2 以上としている。モルタルの付着性能に依存する工法である。充填材によって、耐久性、耐候性、凍結融解安定性に優れている。	コンクリートをはかり取らずに施工出来る為、コンクリート廃材が極めて少ない。また、鉄筋とコンクリートが剥離している場合でも、エポキシ樹脂を注入する為、確実な密着が確保出来、工期の短縮が図れる。
考 察		鉄筋とコンクリートが剥離している場合は、健全な箇所まで入念に、はかり取る必要があるが、又、はかり取った箇所の完全なる充填が確保出来ず界面接着にムラが生じる恐れがある。軌道・道路での修復は振動があり、剥離する危険が生じ、剥落部位も多く確認されている現状である。	全般的には工期短縮であるが、欠損部補修箇所については、無収縮ポリマーモルタル充填修復後、更にエポキシ樹脂注入の為、工程は増えるが、補修材と躯体の一体化が図れる。システムとして完成されている。
中性化及び塩害対策		非透水性の為、特に行わない。	特記仕様にするが、露出鉄筋がある場合亜硝酸リチウムペーストを塗布する事により鉄筋防錆を行う場合もある。
漏水部の施工性		状況により、止水工法と併用する事により可能である。 表面部の止水に留まる	多量の漏水の場合は、止水工法と併用するが、少量であれば注入する事により漏水を喰い止める事が出来る。コンクリート内部一体化による止水。
鉄筋とコンクリートの付着性		良好（但し、充填程度によりムラが生じる） 部分的な付着にとどまる。	完全付着の為、鉄筋の防錆と躯体の増強回復とが図れる。 要求性能に達する接着データ有り。
環境配慮性		はかり作業の為、騒音及び粉塵が生じる。はかり作業によって産業廃棄物が発生する。 初期付着は良好であるが、可動部施工では剥離	はかり作業を行わない事を基本とし、騒音及び粉塵が生じない。躯体と欠損断面修復材との接合一体化が可能
経 済 性		130,000 円/㎡程度（塗厚 50mm） 対策ごとに補修範囲が拡大	60,000 円～100,000 円/㎡ 局部欠損断面深さ、100mm 程度とする補修対策部位は経年健全性を保つ
総合評価		△	◎
耐 久 性		10 年未満	20 年以上
ライフサイクルコスト 30 年間		3 回～4 回（3 回×130,000）/㎡	1～2 回（1 回×90,000）/㎡

2. 品質管理について



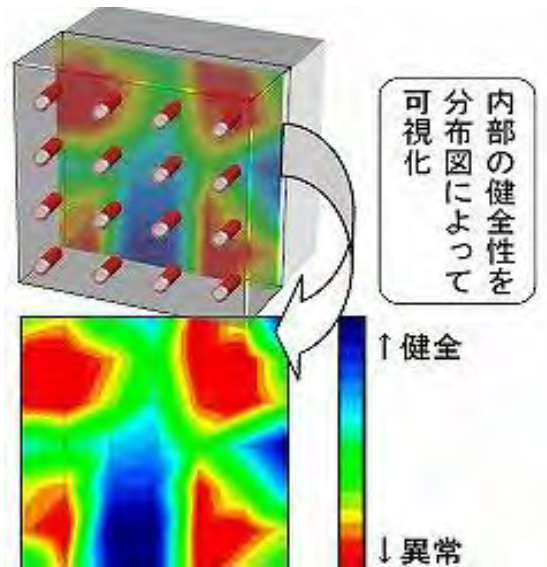
<品質管理>

①微破壊試験・・・コンクリートコア採取

1. 樹脂充填状況確認
2. コンクリート強度確認

②非破壊試験・・・超音波,弾性波,テストハンマー

1. 内部欠陥状況確認
2. コンクリート強度確認

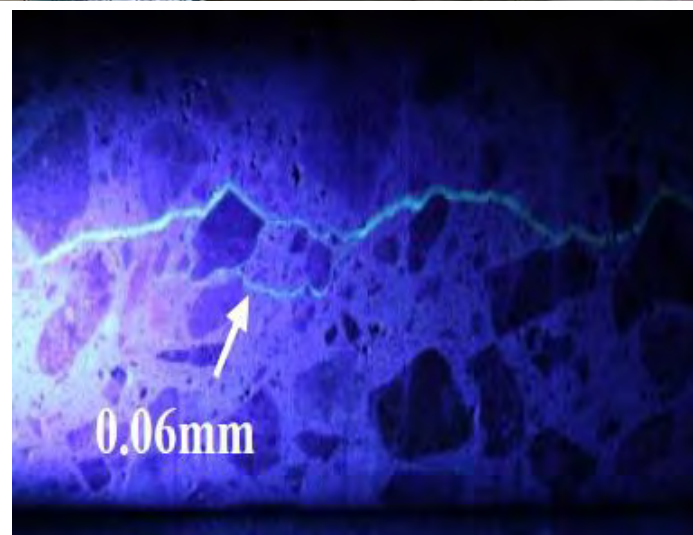
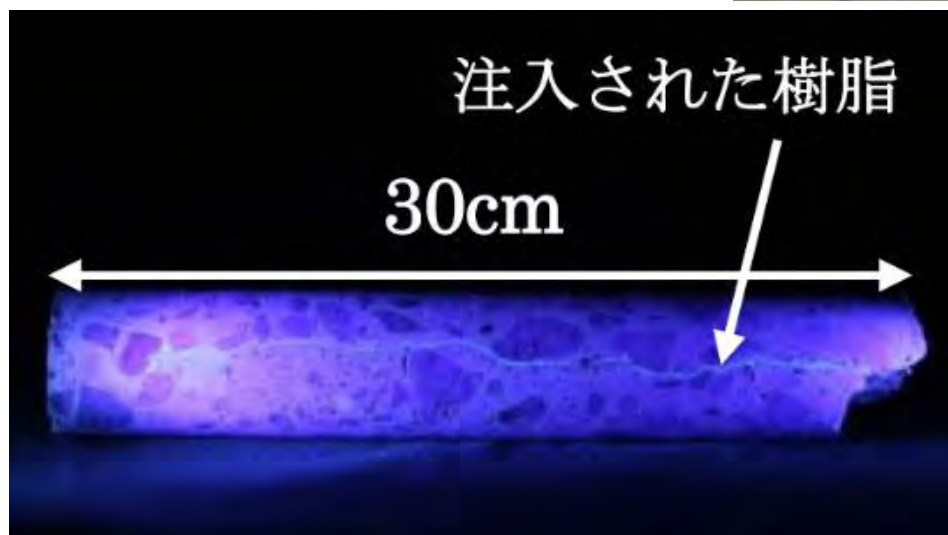
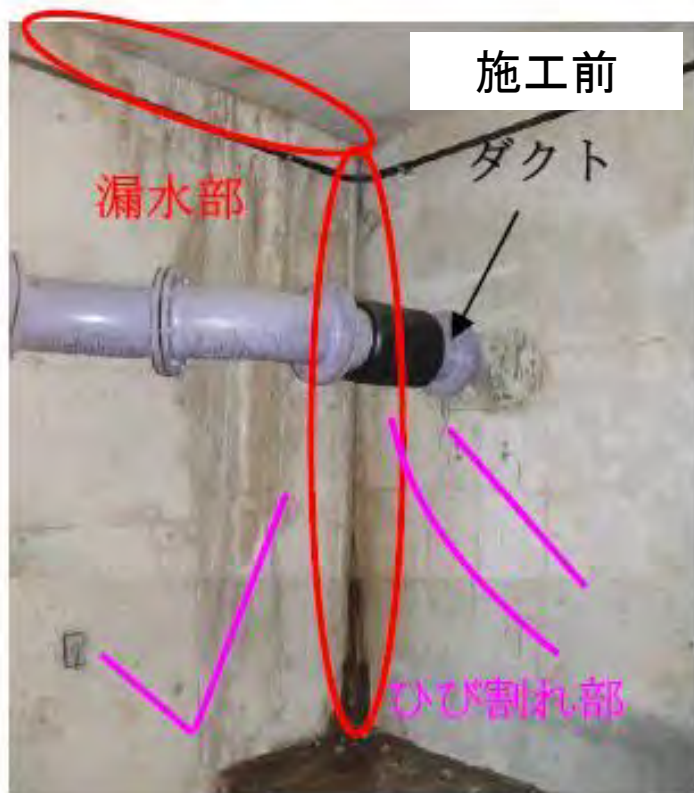


3. 施工事例について



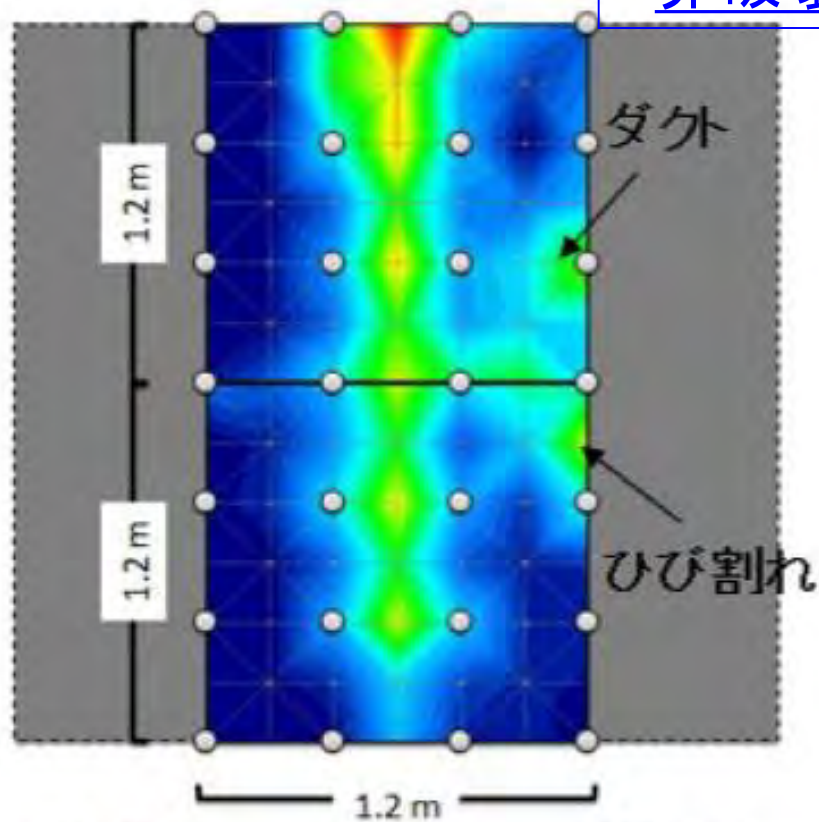
3-1 施工事例写真

浄化センター漏水部補修工事

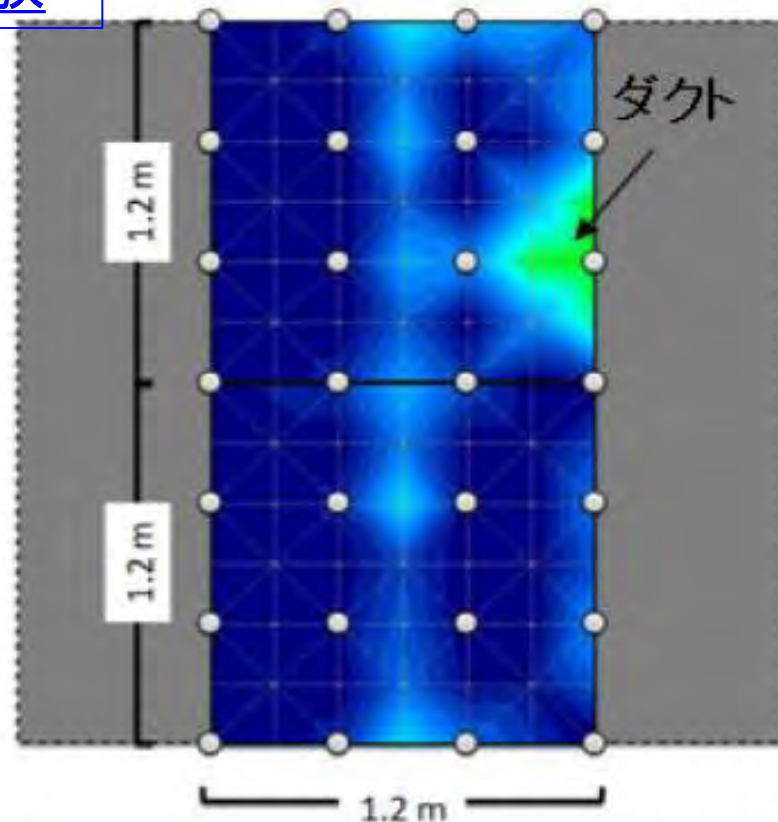


浄化センター漏水部補修工事

非破壊試験



(事前調査結果)



(事後調査結果)

3-2 施工事例写真

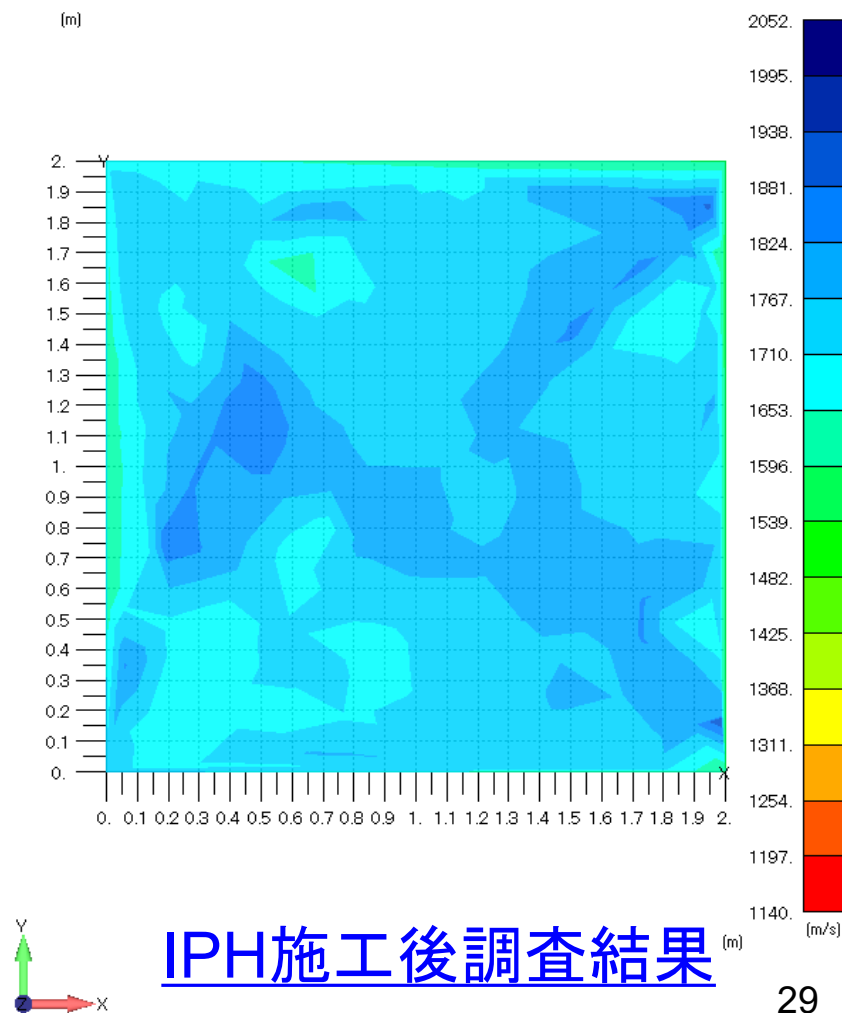
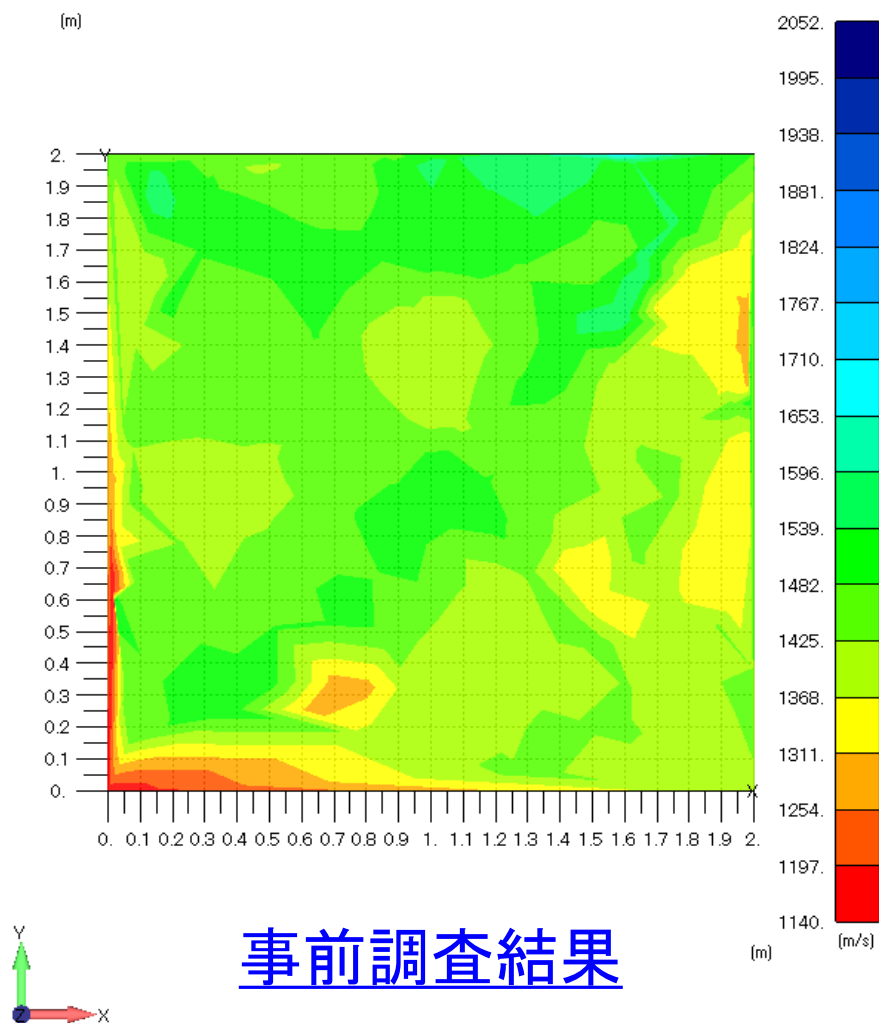
橋梁補修工事

橋梁補修工事



橋梁補修工事 非破壊試験(AEトモグラフィ)

非破壊試験



3-3 施工事例写真

用排水路補修工事

西里1号用排水路修繕工事



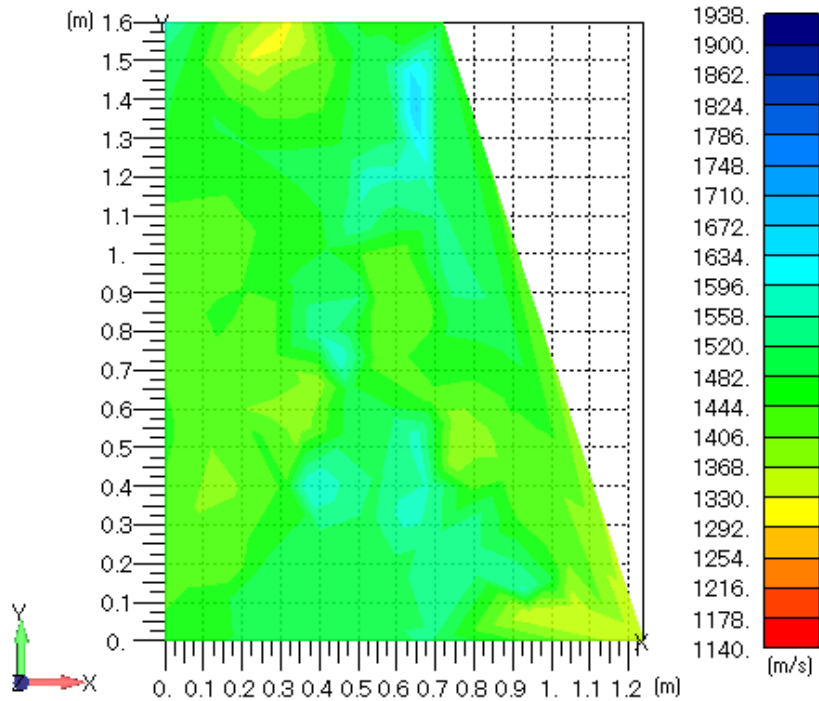
施工前

西里1号用排水路修繕工事

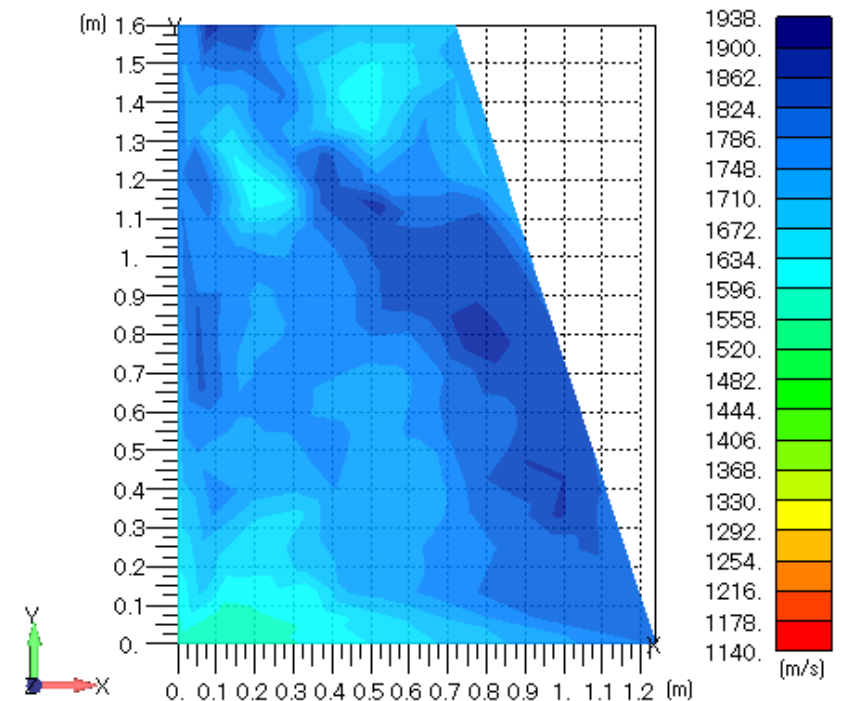
IPH施工



西里1号用排水路修繕工事



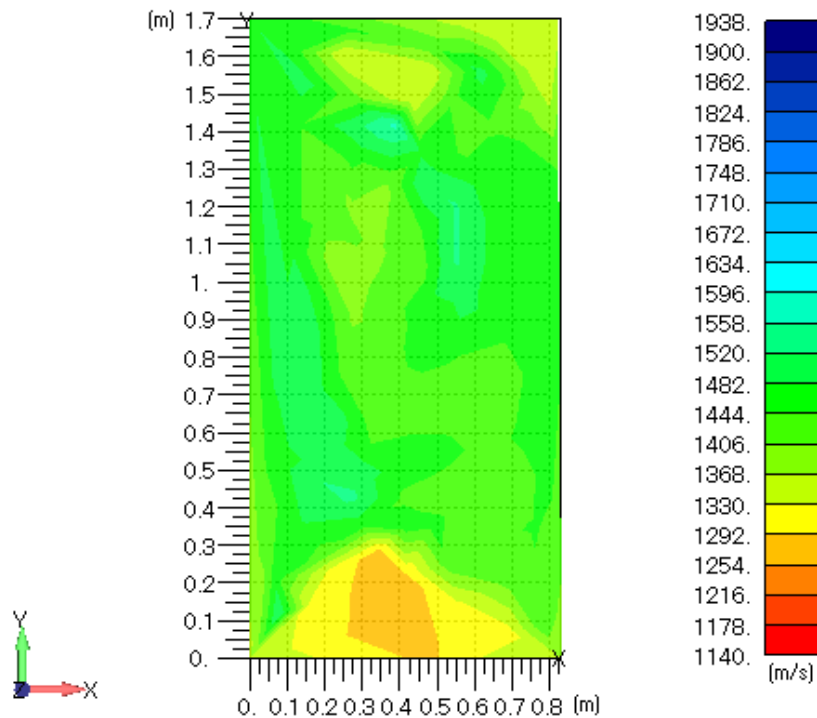
事前調査



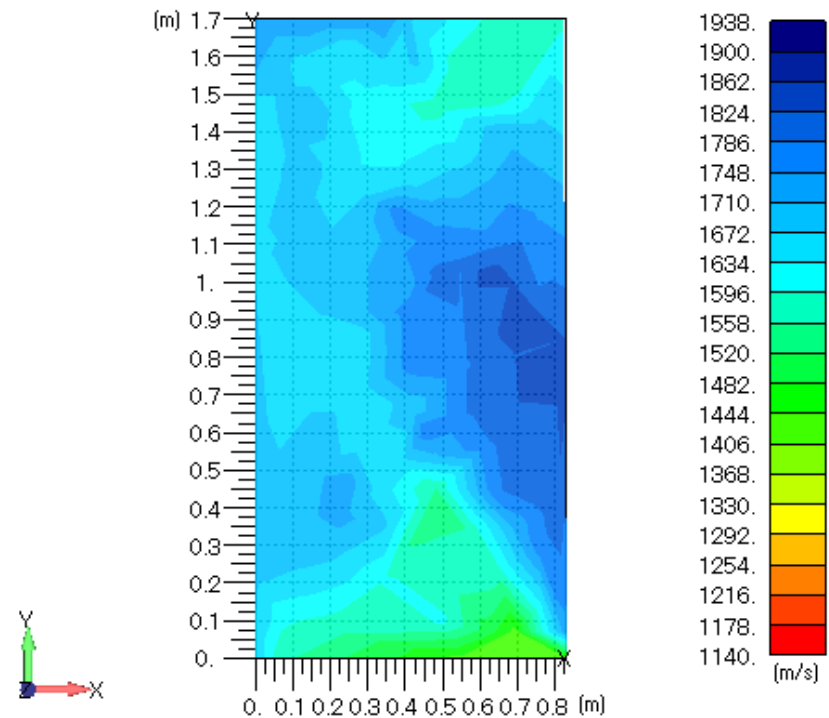
IPH施工

事後調査

西里1号用排水路修繕工事



事前調査



IPH施工

事後調査

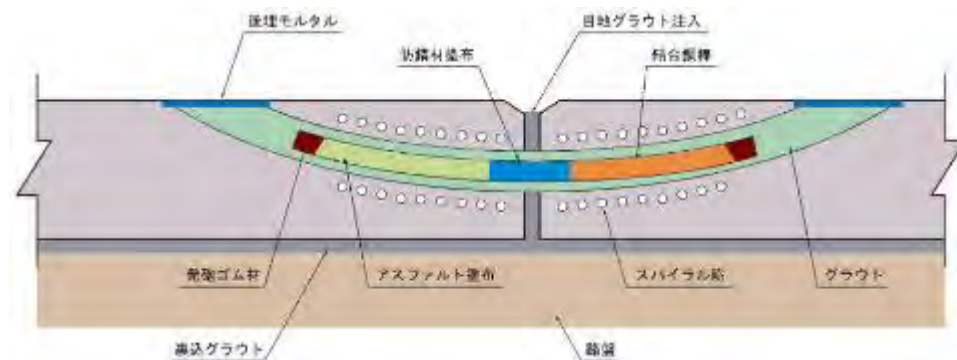
西里1号用排水路修繕工事

完成



3-4 その他 施工事例

1. 空港エプロン補修工事

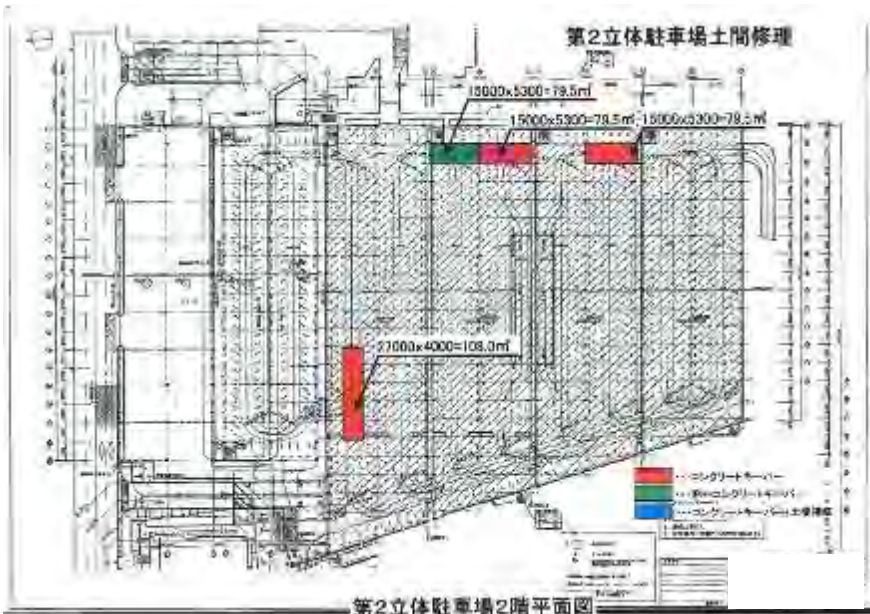


後埋モルタル損傷状況

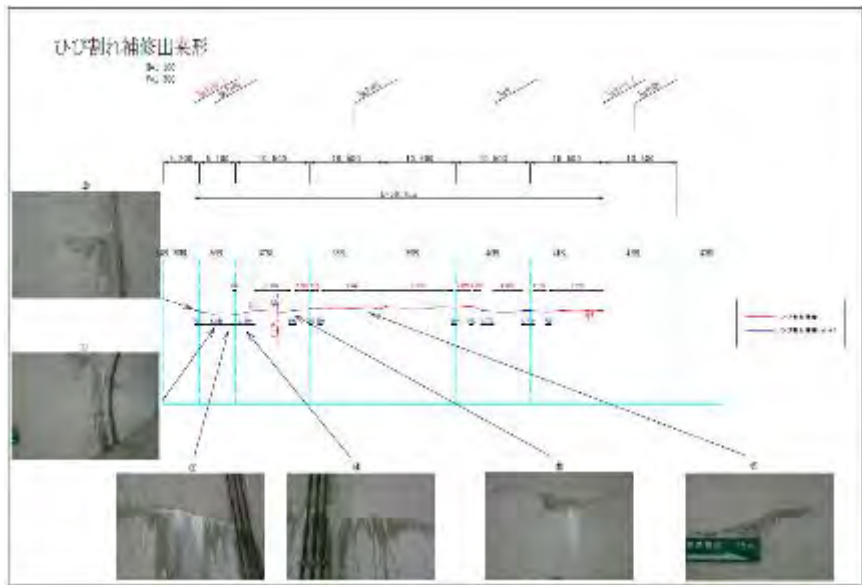
2. 送水管架台補修工事



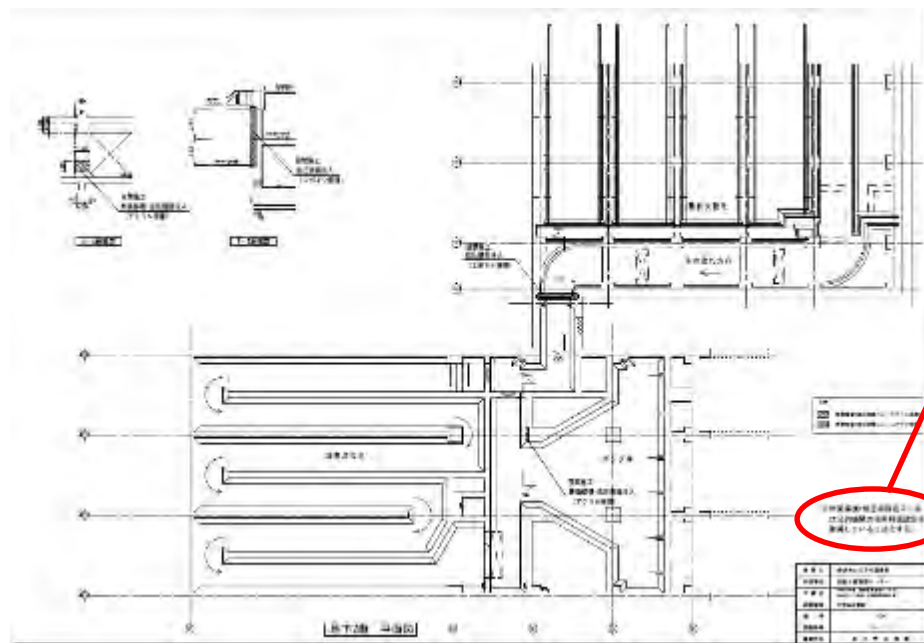
3. 立体駐車場土間補修工事



4. トンネル側壁補修工事



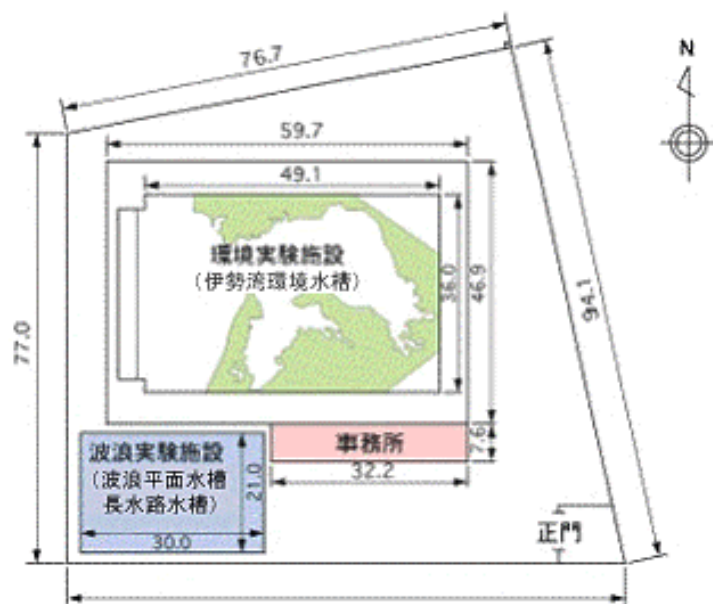
5. 水路耐震補強工事



※断面修復+低圧樹脂注入工法
は公的機関の技術評価認定を
取得している工法とする。



6. 水路補修工事



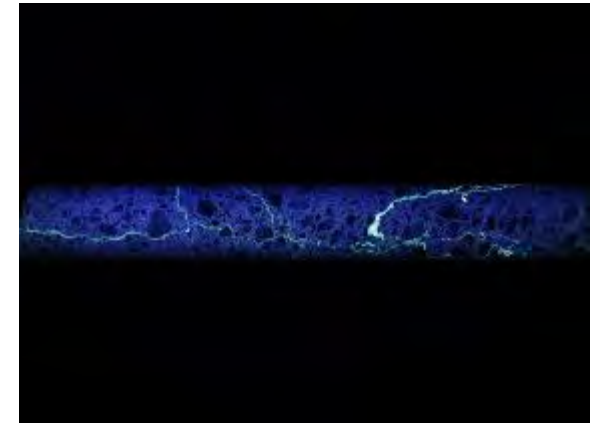
7. 工場土間補修工事



8. 擁壁補修工事



9. 重力式擁壁補修工事



品質管理 コア採取(60cm)

10. 床版(打ち継目)補修工事



11. タイル補修工事



12. 排水センター補修工事



13. 改修工事



14. 橋梁補修工事



15. 橋梁補修工事



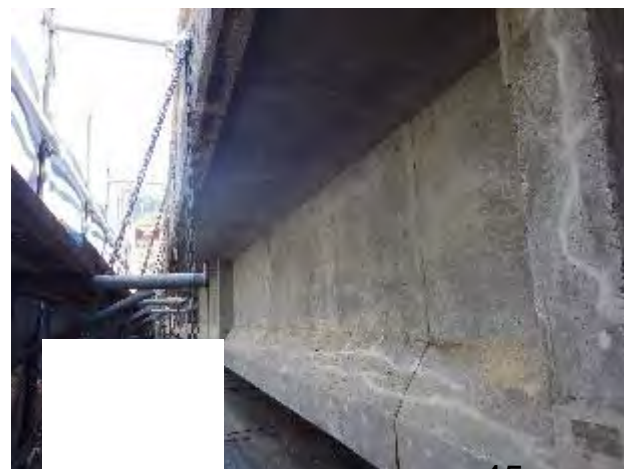
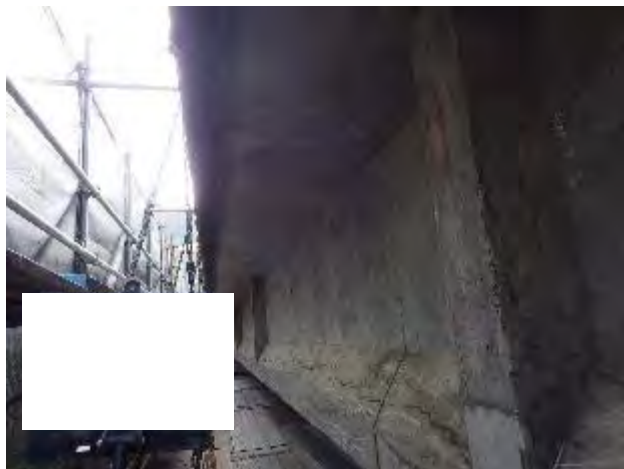
16. 高架橋ひび割れ対策工事



17. 橋台修繕工事



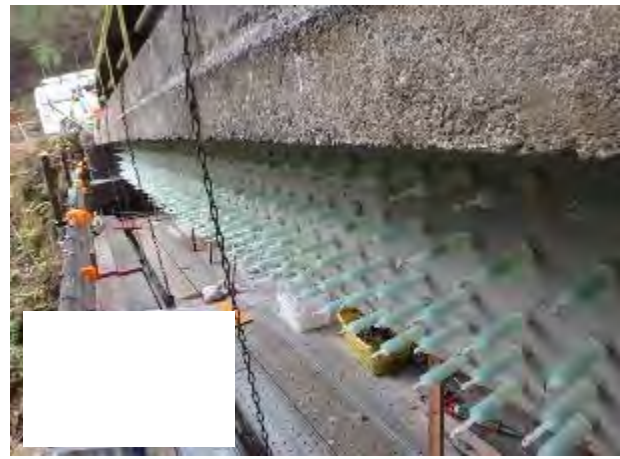
18. 橋梁補修工事



19. 落石防護壁修繕工事



20. 橋梁修繕工事



21. 擁壁補修工事



22. 火葬場煙突補修



23. 水槽補修工事



24. ため池補修工事



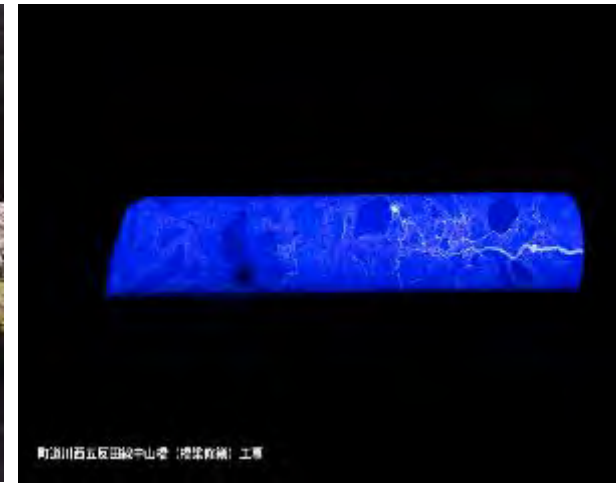
25. 高架橋補修工事



26. 鉄塔基礎補修工事



27. 橋梁修繕工事



28. 塀のひび割れ補修



29. 漏水対策工事



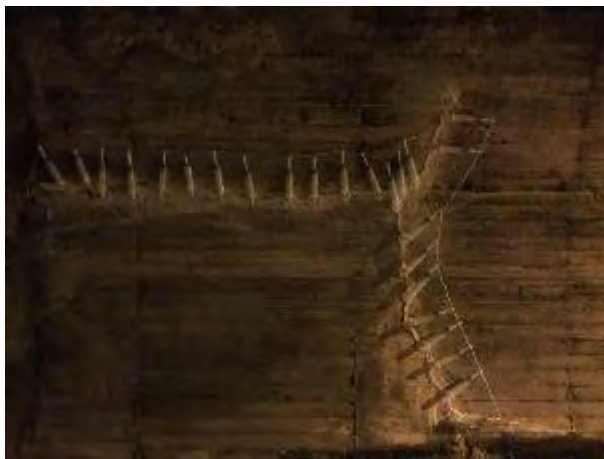
30. 橋梁補修工事



31. 橋梁補修工事



32. トンネル補修工事



33. 水管橋耐震化対策建設工事

9. 既設構造物のチャージングについて
コンクリート施工に伴う既設構造物へのチャージング率は、100%を見込んでいる。
10. 表面保護工における高圧洗浄後の乾処理について
表面保護工における高圧洗浄後の乾処理については、数量の把握が困難なことから、当初未計上としている。数量が把握できた段階で、変更追加を予定している。
11. ひび割れ注人工について
ひび割れ注人工については、IPH工法を想定している。

※現場説明事項記載



34. 海洋ドック排水ポンプ架台補修工事



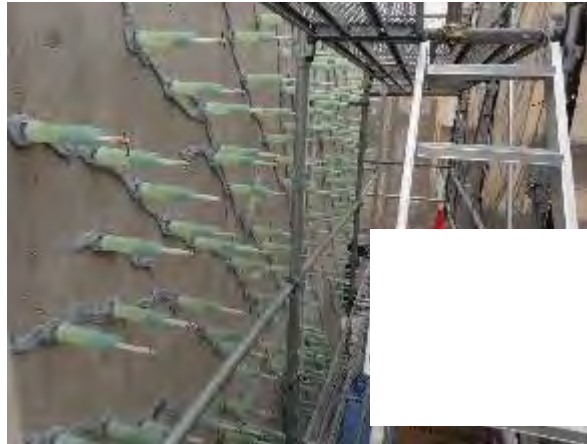
35. 柱補修工事



36. 壁補修工事



37. 擁壁補修工事



38. 柱補修工事



39. 擁壁補修工事



40. 床補修工事



43. 架台補修工事



44. 壁補修工事

