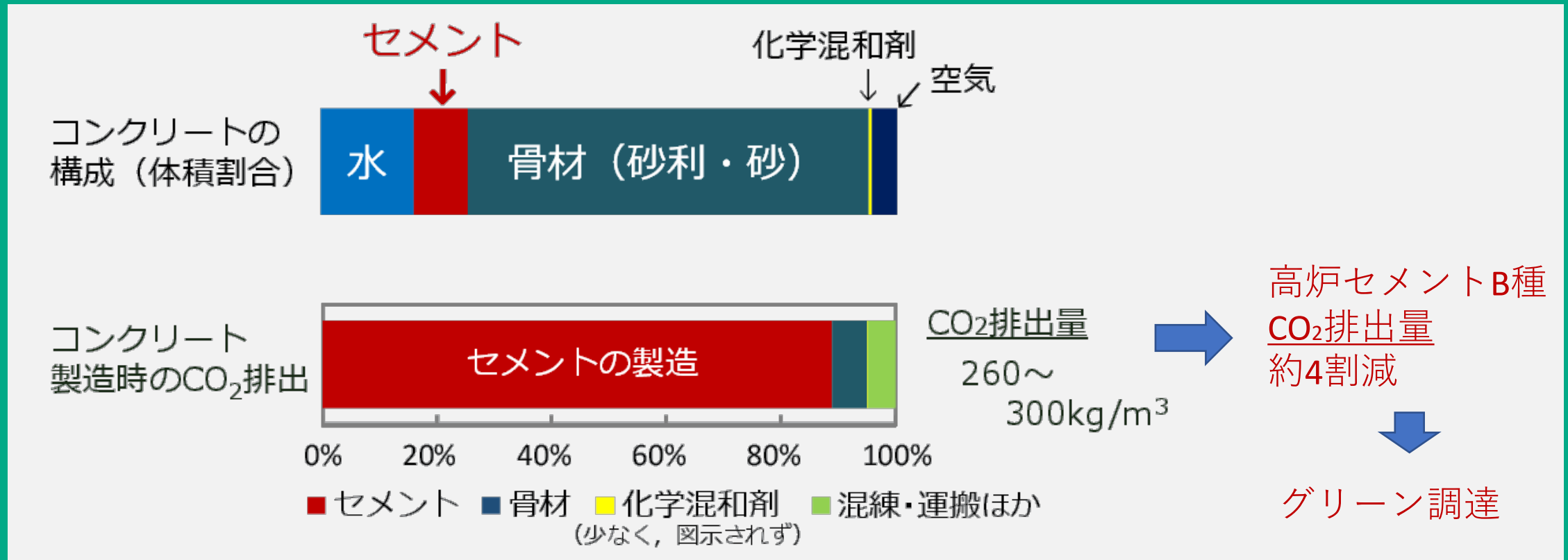


2025.10.3
第16回出展技術発表会

T-eConcrete®および耐硫酸コンクリート

大成建設（株）技術センター
社会基盤技術研究部 コンクリート研究室
宮原 茂禎

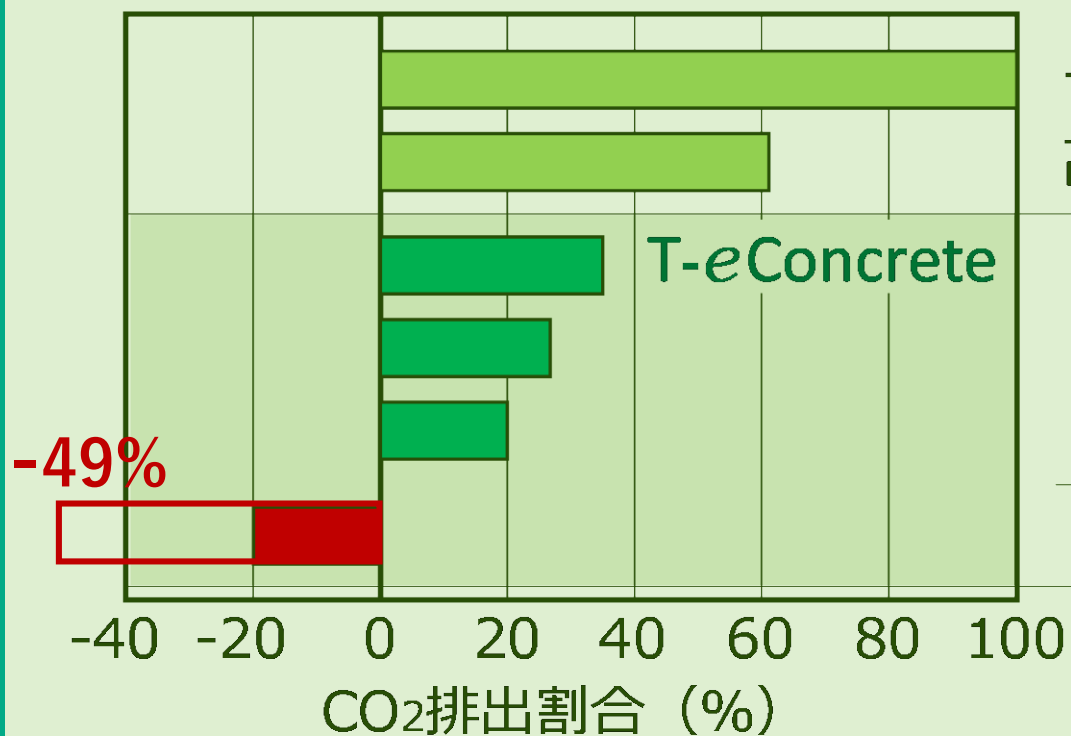
コンクリートの材料構成とCO₂排出量



CO₂排出量の9割がセメントに由来＝混和材で置き換えるとCO₂減
例：高炉セメントB種，セメントの30～60%を高炉スラグ（鉄鋼業の副産物）で置換え

T-eConcrete ファミリー

2009年頃～



一般のコンクリート…ポルトランドセメントを使用
高炉セメントB種コンクリート…グリーン調達指定品

建築基準法対応型

フライアッシュ活用型

セメント・ゼロ型

CO2排出量を削減

Carbon-Recycle

資源化したCO2を利用

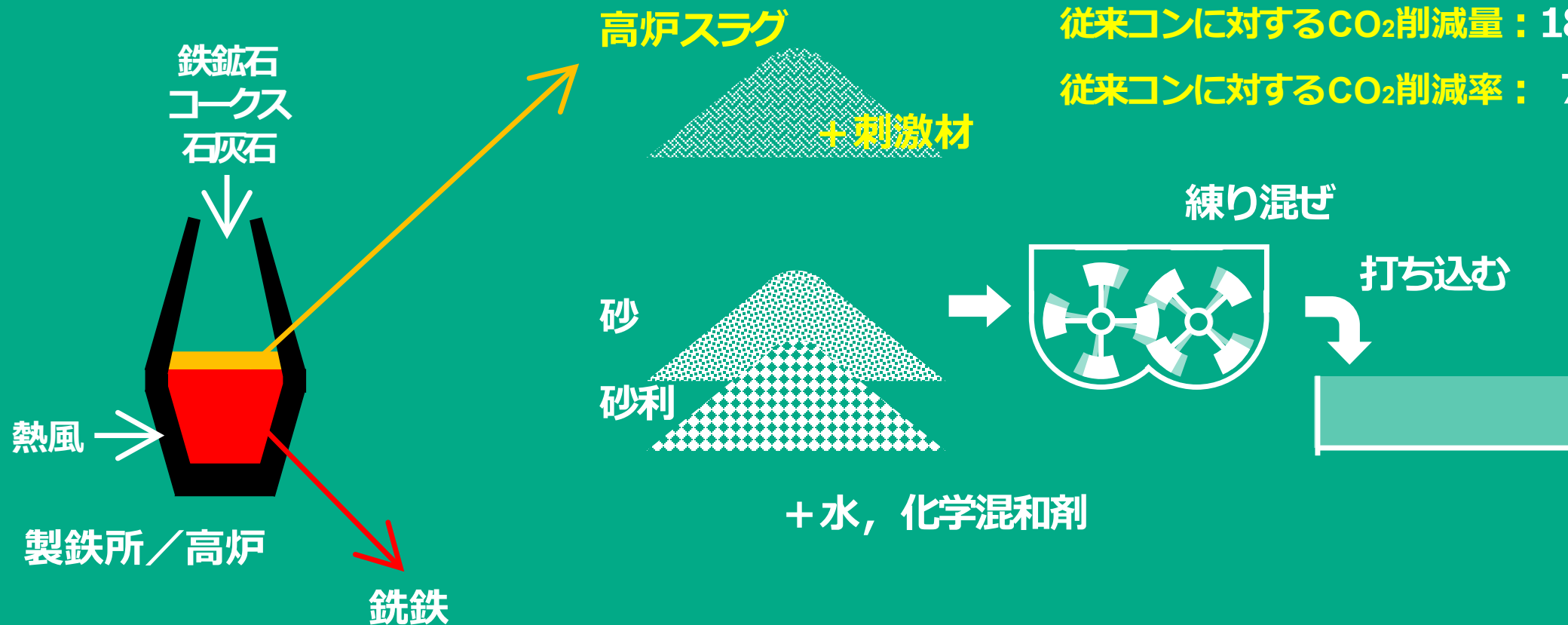
T-eConcreteとは？

T-eConcrete[®] / セメント・ゼロ型

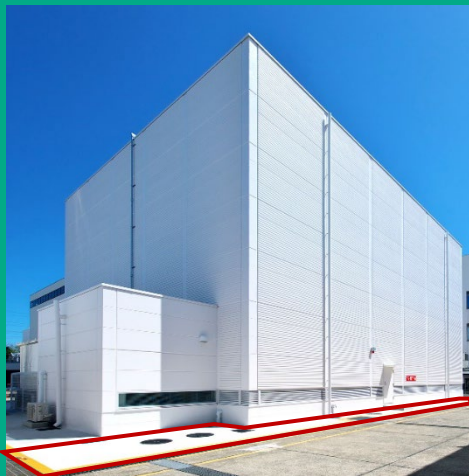
CO₂原単位： 52～90 kg/m³

従来コンに対するCO₂削減量： 182～240 kg/m³

従来コンに対するCO₂削減率： 70～80%



T-eConcrete / セメント・ゼロ型 実績



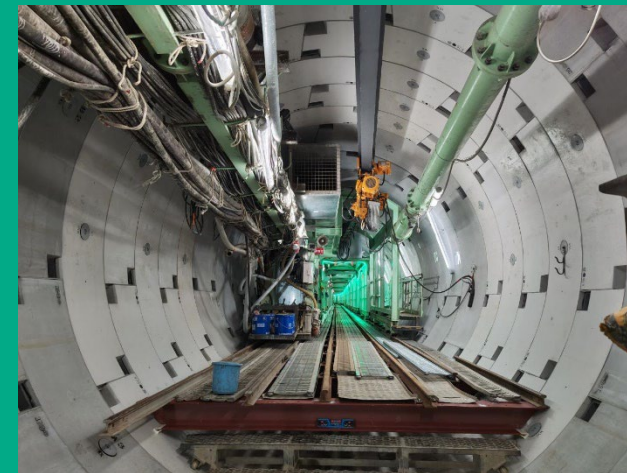
現場打ち 土間コンクリート

2021

シールドセグメント・インバート



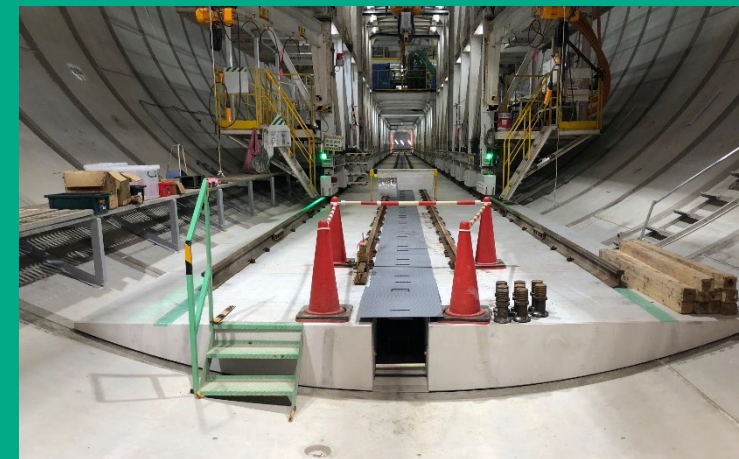
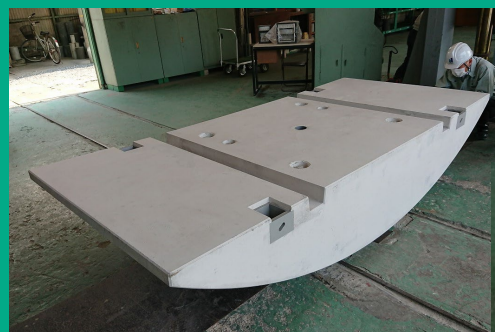
2022



2013

2018

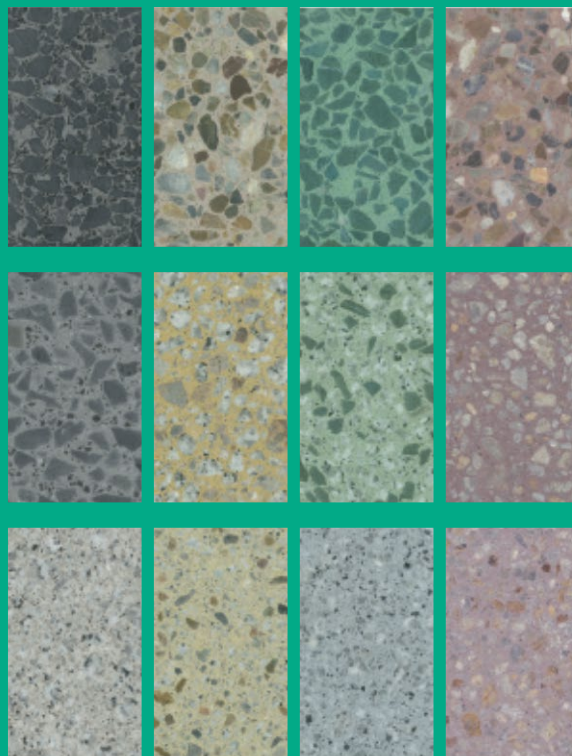
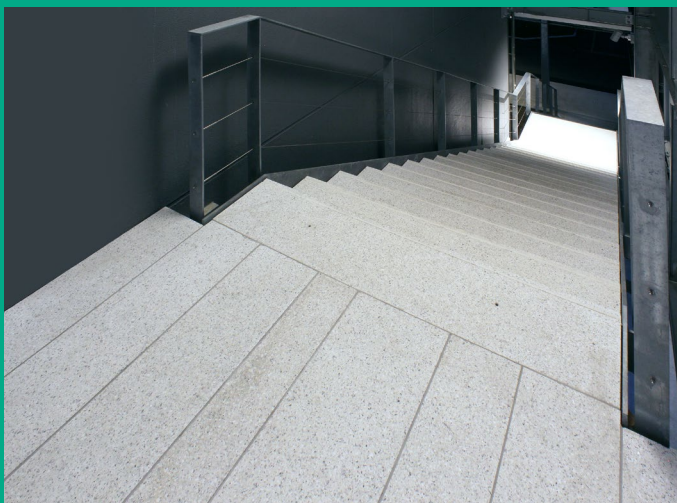
土木学会指針
「混和材を大量に使用した
コンクリート構造物の
設計・施工指針（案）」



T-eConcrete / セメント・ゼロ型 実績



2019
建築 外装材



T-razzo® / 擬石パネル

2018

舗装パネル

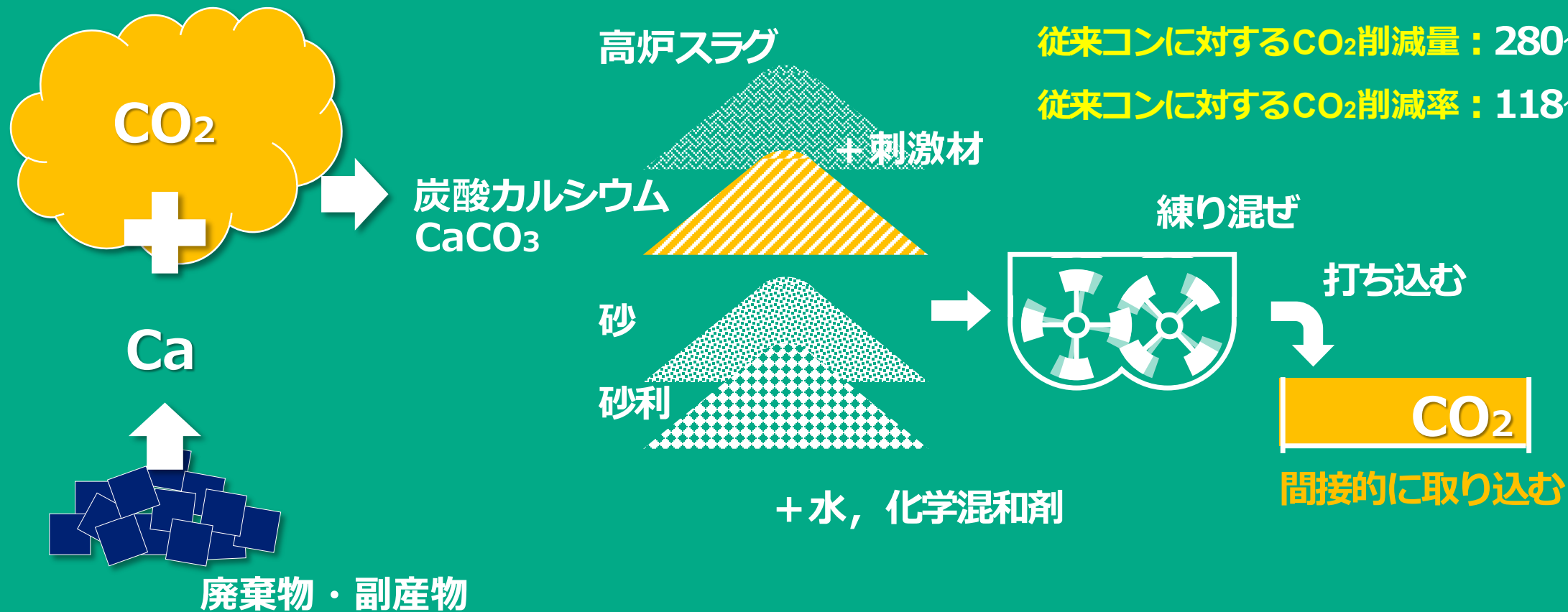


ベンチ座面



カーボンリサイクル・コンクリートは…

T-eConcrete[®] / Carbon-Recycle



CO₂原単位 : -116 ~ -45 kg/m³

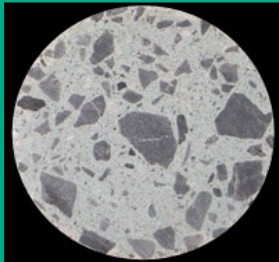
CO₂吸収・固定量 : 98 ~ 171 kg/m³

従来コンに対するCO₂削減量 : 280 ~ 351 kg/m³

従来コンに対するCO₂削減率 : 118 ~ 149%

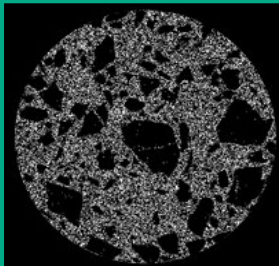
カーボンリサイクル・コンクリートの特徴

T-eConcrete® / Carbon-Recycle



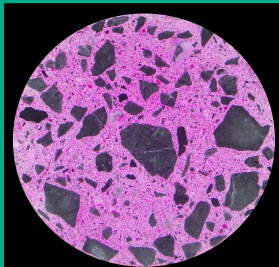
切断面（直径10cm）

- カーボンリサイクル製品（炭酸カルシウム）を副産物（高炉スラグ）で固化
- スランプ/12-21cm, スランプフロー/45-60cm, 圧縮強度20-45N/mm²



固定した炭素の分布（白い点）

- CO₂固定量： 98～ 171kg/m³
- CO₂原単位：-116～ -45kg/m³ コンクリート1m³あたり

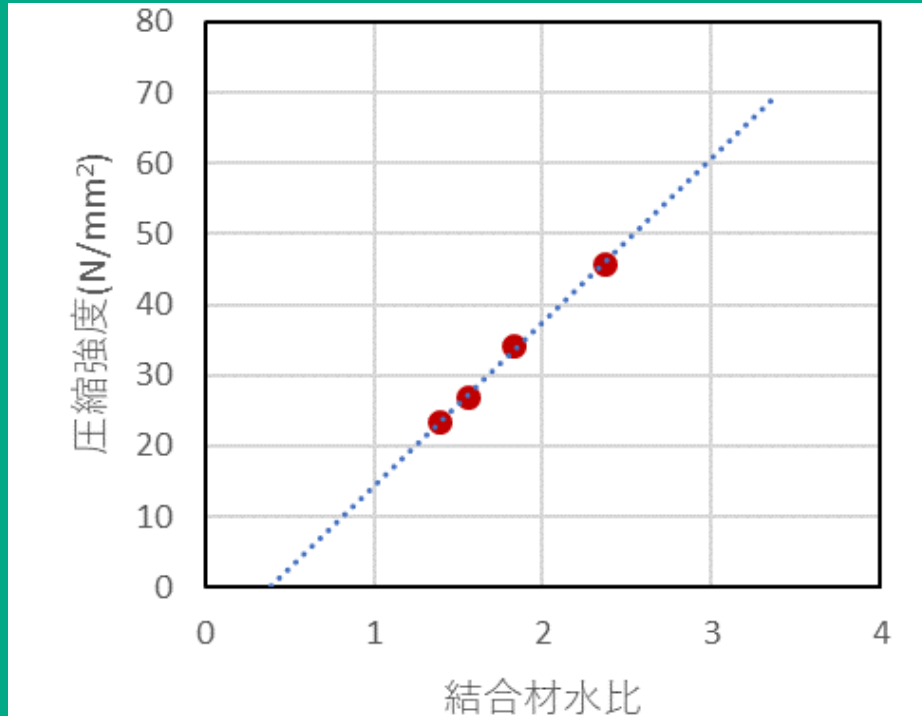


pH指示薬の呈色（ピンク＝強アルカリ性）

- 強アルカリ性を確保→鉄筋を防錆
- 特別な設備は不要. 建設現場で高濃度のCO₂を扱うことがなく安全
- 現場打ちコンクリートおよびコンクリート製品として適用

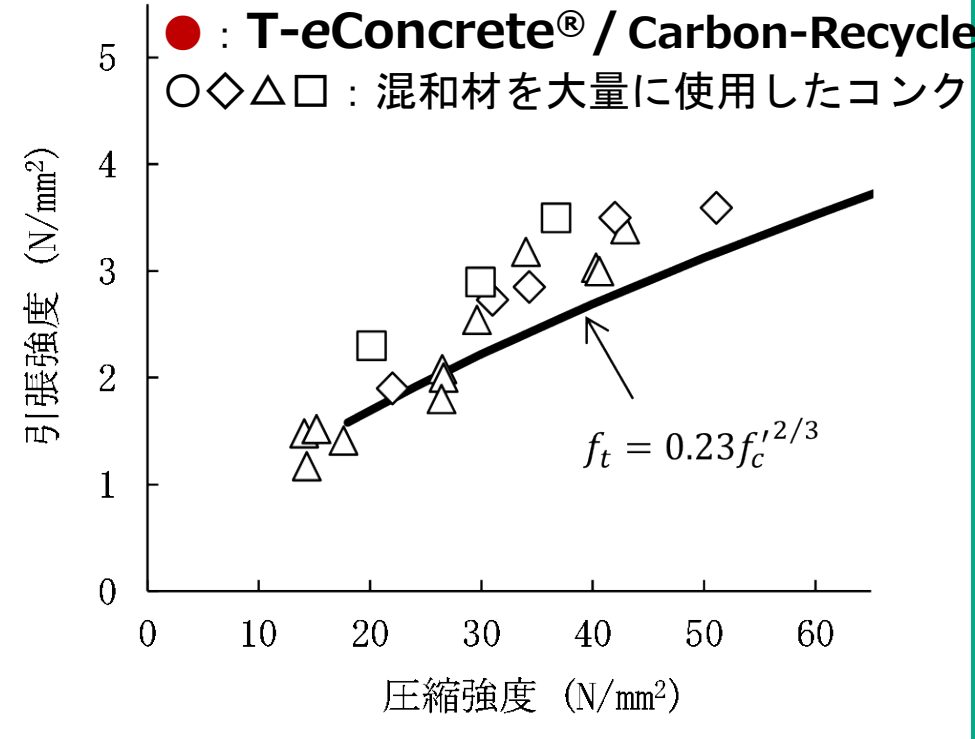
T-eConcrete[®] / Carbon-Recycleの強度

● : T-eConcrete[®] / Carbon-Recycle



結合材水比と圧縮強度に相関
＝強度に合わせて配合設計可能

● : T-eConcrete[®] / Carbon-Recycle ,
○◇△□ : 混和材を大量に使用したコンクリート



圧縮強度と引張強度に相関関係
＝通常のコンクリートと同様

T-eConcrete / Carbon-Recycleのコンクリート舗装への適用



通常のコンクリート		253 - 274
現場打ち/Mix A	▲ 171	55 収支 : ▲ 116
Mix B	▲ 115	65 ▲ 50
舗装ブロック	▲ 98	53 ▲ 45
CO ₂ 吸収 ←		→ CO ₂ 排出

T-eConcrete / Carbon-Recycle

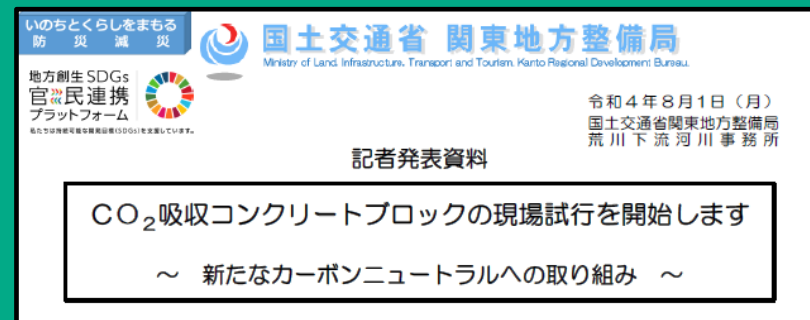
備蓄用根固めブロックの製造



1t型1基, 3t型2基, 3.0m³

国土交通省関東地方整備局公募事業
「現場ニーズと技術シーズのマッチング」

関東地方整備局から プレスリリース

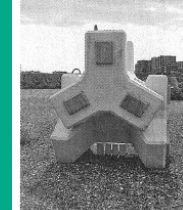


- * 圧縮強度 : 39 MPa or N/mm²
- * CO₂ 吸収量 : 114 kg/m³
- * CO₂ 排出収支 : ▲48 kg/m³
- * CO₂ 削減量 : 322 kg/m³
(通常のコンクリート274 kg/m³ からの削減量)

現地試験が始動



パネルを水中設置する様子

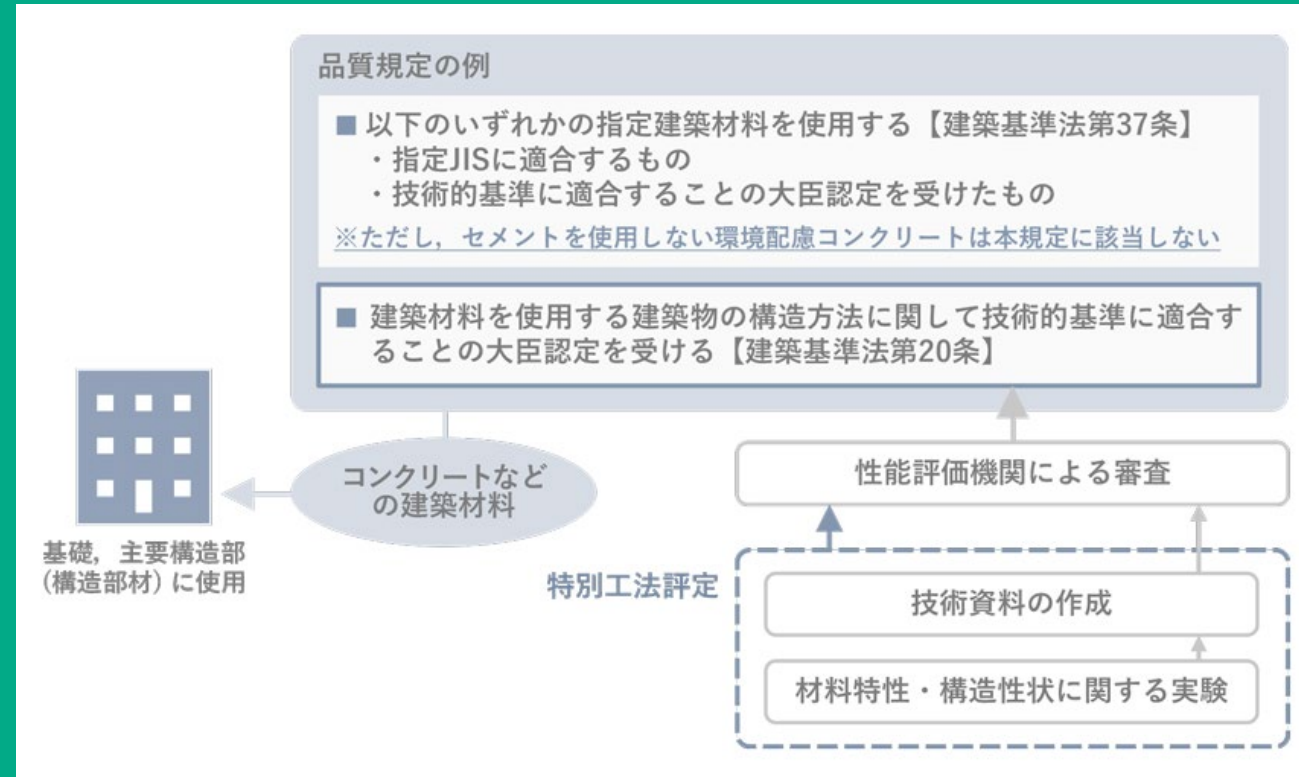


関東整備局荒川下流 河川藻類の

大成建設ら開発のCO₂吸収コンクリ

T-eConcrete / Carbon-Recycle 建築構造部材への適用

セメントを使用しないコンクリートを建築物の構造部材に適用
建築基準法第20条に基づく大臣認定を取得して適用



大成建設HP : 8/24リリース

T-eConcrete まとめ

実現したのは…「普通」

- * 鉄筋コンクリートが作れる
- * 「現場打ち」ができる
- * 二次製品(プレキャスト)ができる



カーボンネガティブを
達成

- * 特殊な製造・施工技術が必要としない. 既存ストックを継承
生コン工場や施工機械
従来の製造・施工技術



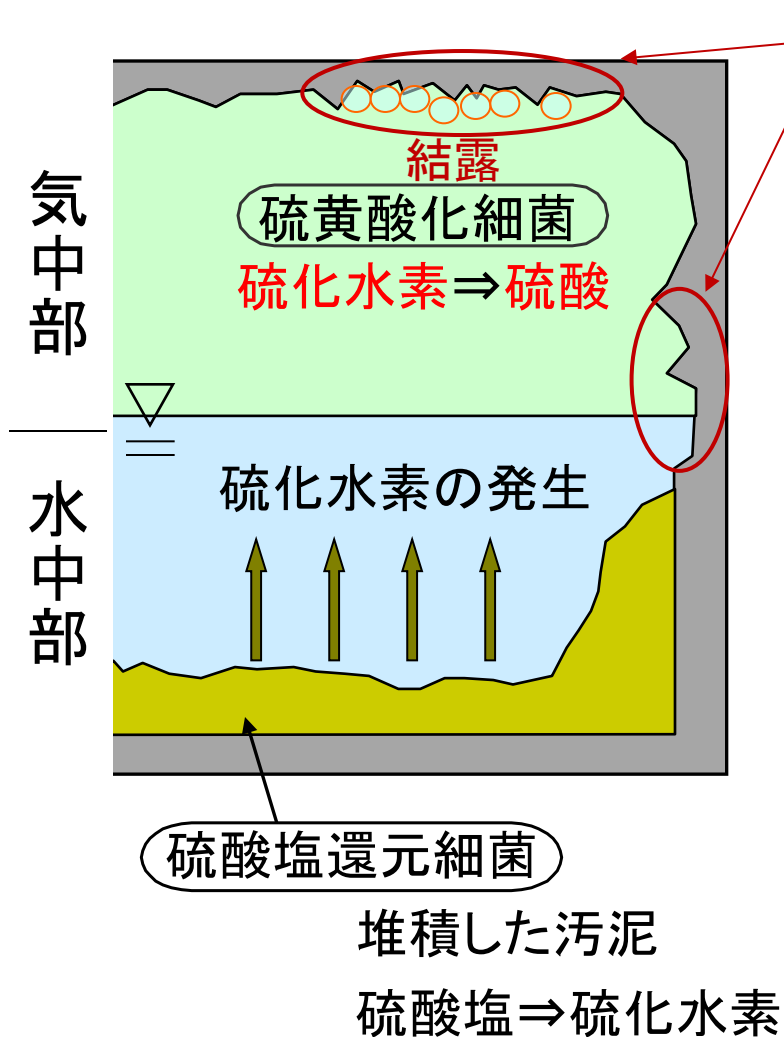
基盤材料として
スムーズな置き換え

実績を積み重ねシリーズ累計2万m³を突破

耐硫酸コンクリート



下水道施設でのコンクリートの劣化

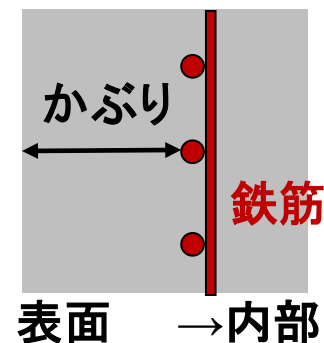


天井や水位線付近で特に激しい劣化



かぶりがなくなり鉄筋が垂れ下がる様子

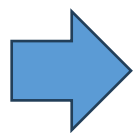
日本コンクリート工学協会:コンクリート構造物の損傷・劣化事例スライド集



通常のコンクリートの硫酸劣化の速度

通常のコクリートの劣化速度は硫化水素濃度の対数に比例

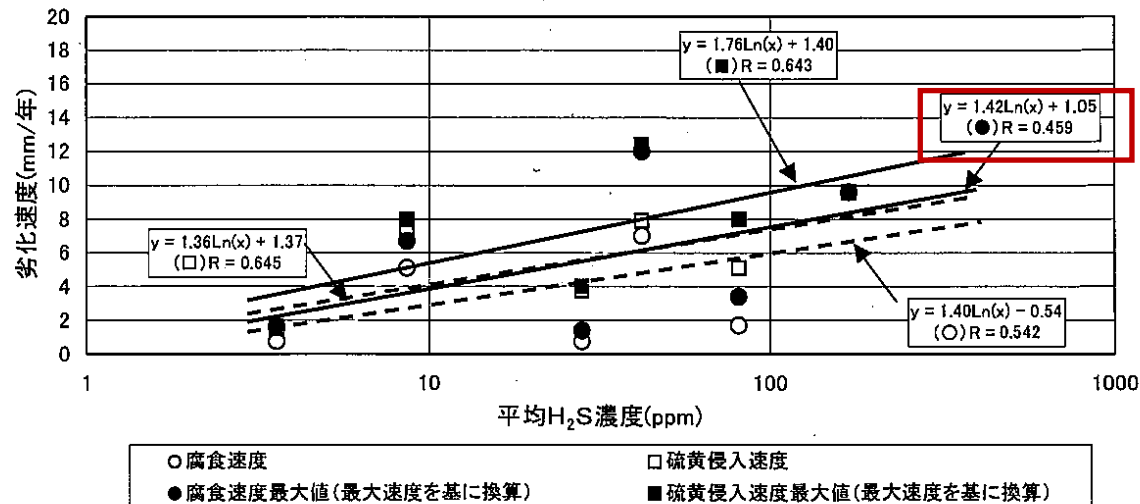
$$\underline{1.42 \ln(x) + 1.05} \quad x: \text{年平均硫化水素濃度 (ppm)}$$



10ppm : 4.3mm/年

50ppm : 6.6mm/年

100ppm : 7.6mm/年



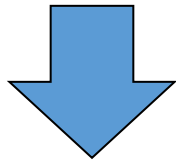
年平均H₂Sガス濃度と劣化速度

日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術
及び防食技術マニュアルH29」

メンテナンスの技術的課題

硫酸への対策：樹脂による被覆が広く普及

- ・約10年毎に塗り替え
- ・早期の剥がれや膨れでやり直しが多い



コンクリートに耐硫酸性を付与
メンテナンスフリーの下水道
構造物が実現

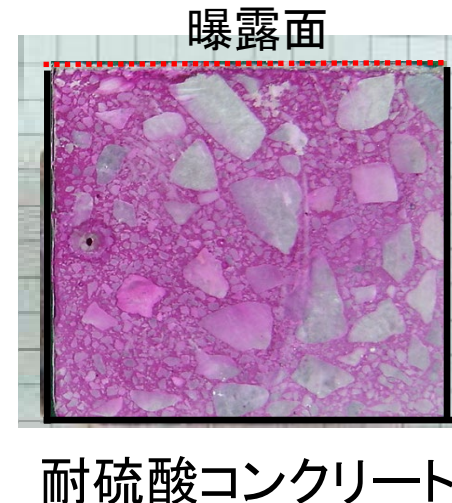
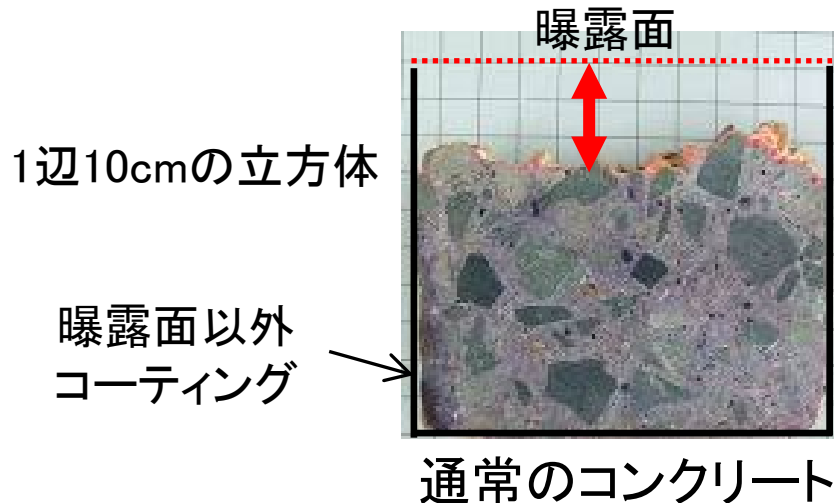


躯体の漏水により
1年後に剥離した例

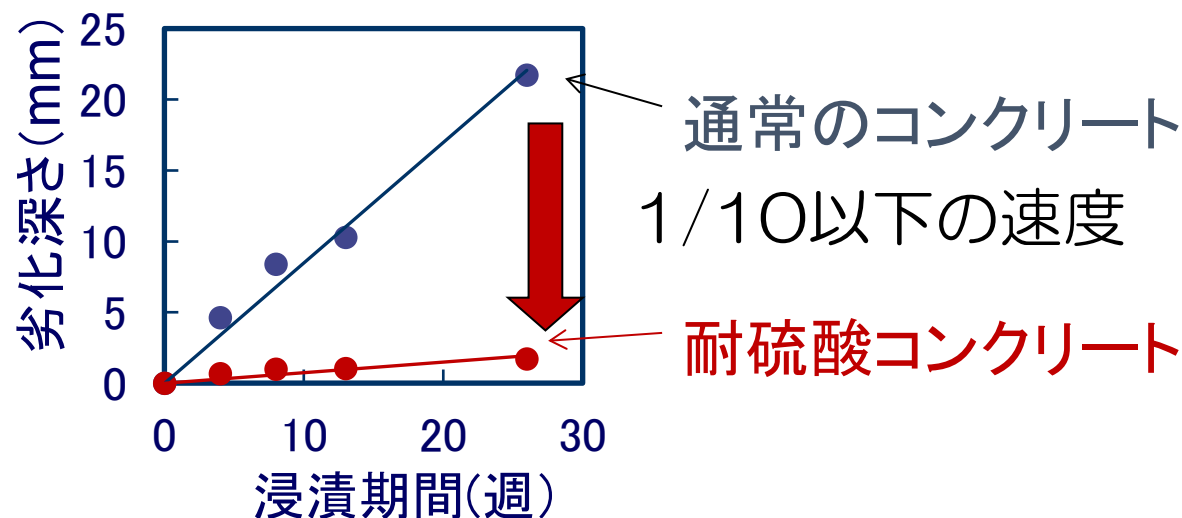
耐硫酸コンクリートの特徴

①通常のコンクリートの10倍以上の耐硫酸性

硫酸への浸せき試験で確認（濃度5%，6ヶ月間）

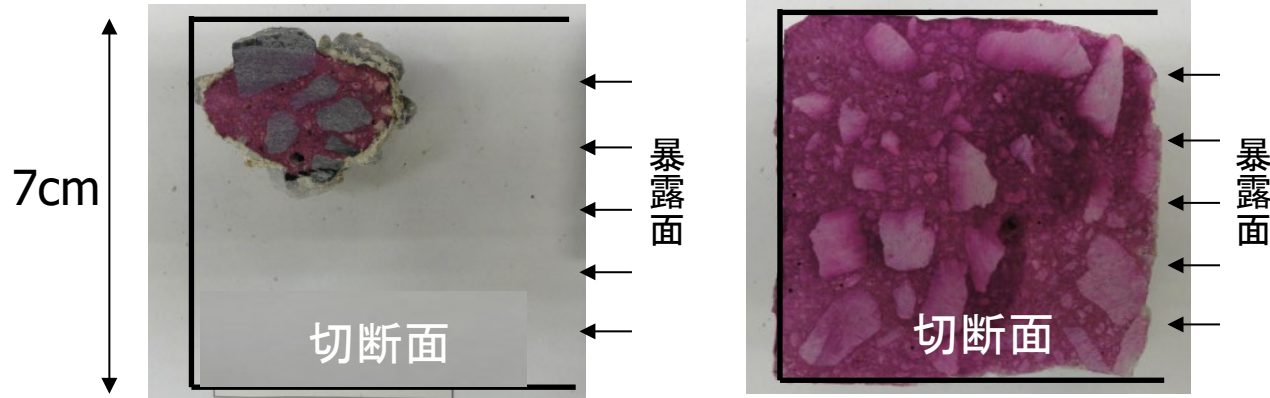


※指示薬でアルカリ領域を赤に呈色



耐硫酸コンクリートの特徴

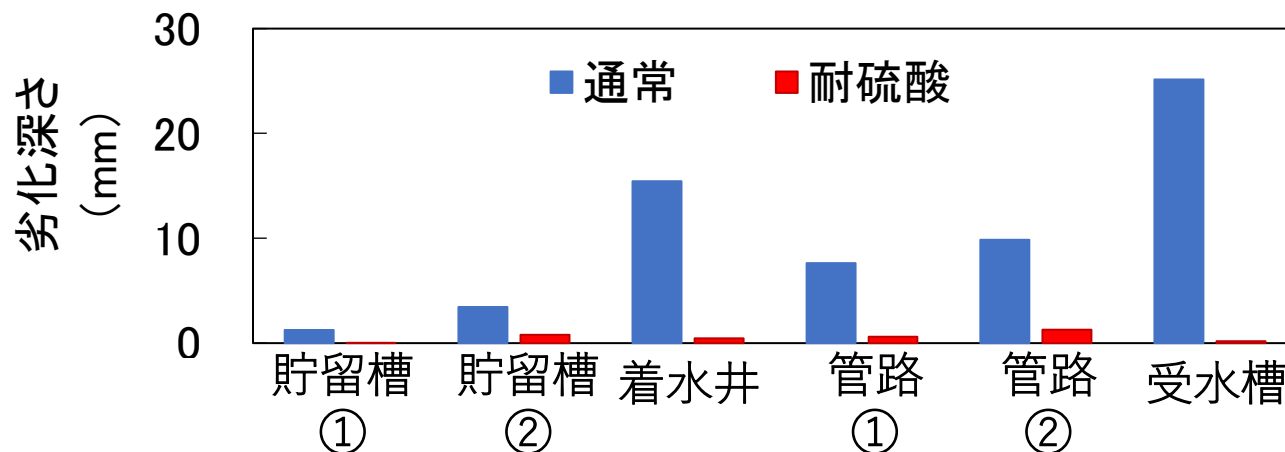
- ①通常のコンクリートの10倍以上の耐硫酸性
実環境での品質



通常のコンクリート

耐硫酸コンクリート

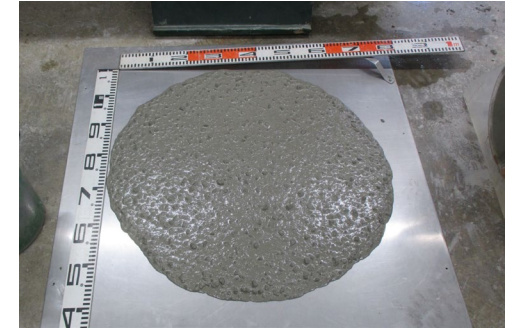
着水井 曝露期間4.4年



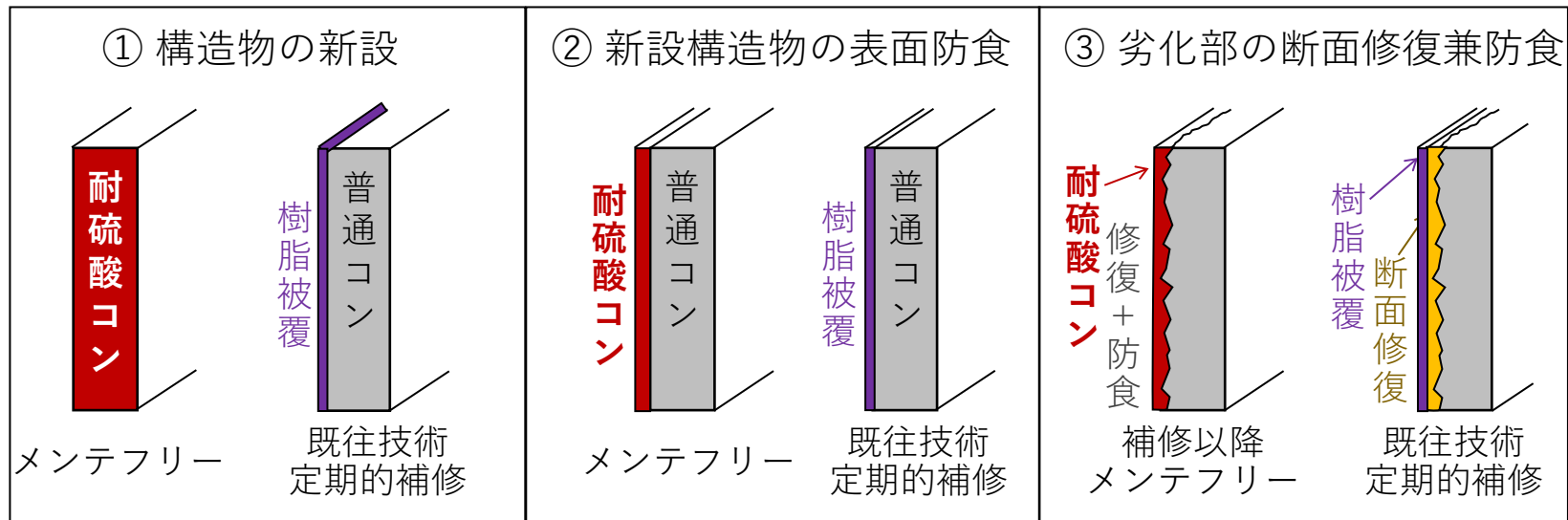
耐硫酸コンクリートの特徴

② 確実に充填する高流動コンクリート

- 欠陥を排除⇒確実に性能を発揮させる
- 狭隘部にも確実に充填

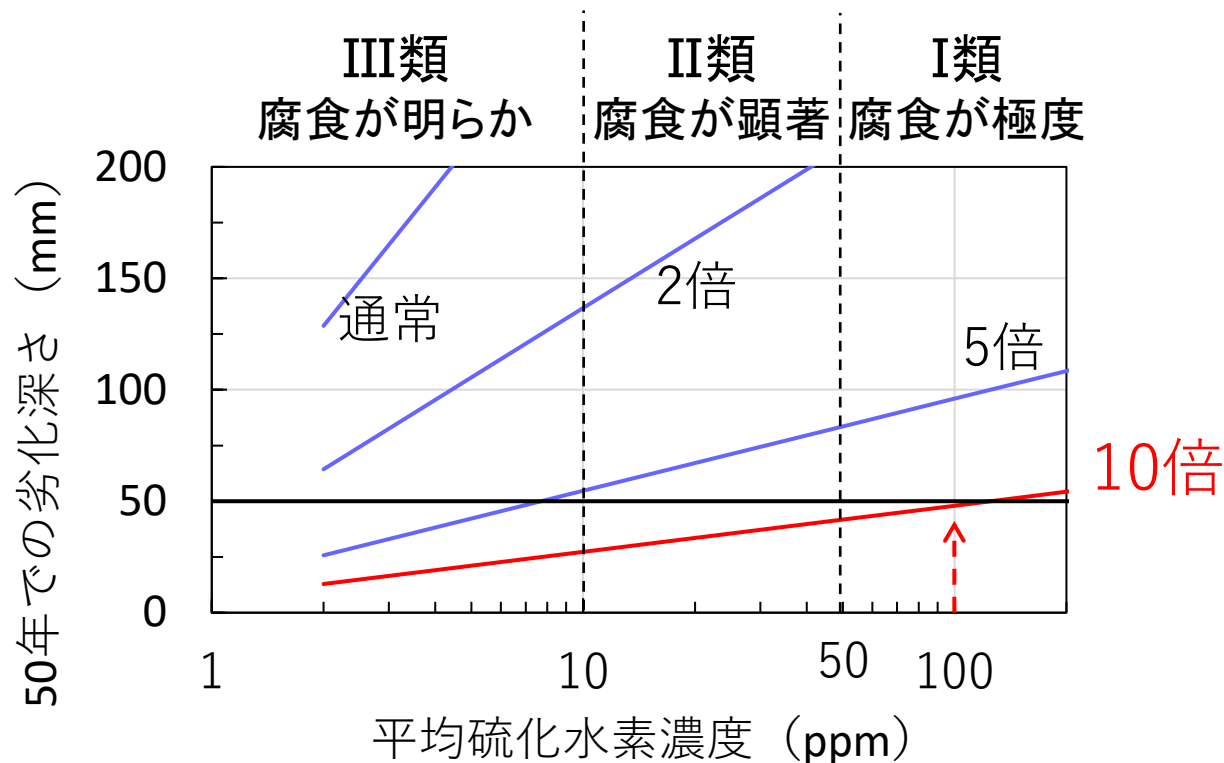


様々な施工方法で適用可能



10倍の耐硫酸性でメンテナンスフリー

50mmのかぶりで、極度な腐食環境(100ppm)においても、標準耐用年数(50年)の間、鉄筋まで劣化が到達しない



日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術
および防食技術マニュアル」, 2012

耐硫酸コンクリートの材料の特徴

配合例

W/C (%)	単位量(kg/m ³)							
	水	セメント	膨張材	石灰石微粉末	石灰石細砂	石灰石碎石	耐硫酸性付与剤	増粘剤
51.7	170	295	15	350	861	632	9.6	6.0

※粒度調整灰をセメントの5%（16kg/m³）使用

- 耐硫酸性付与剤（有機系混和材）で耐硫酸性向上
- 石灰石微粉末と増粘剤で、流動性を制御
- 骨材を石灰石にすることで耐硫酸性が10倍以上に向上

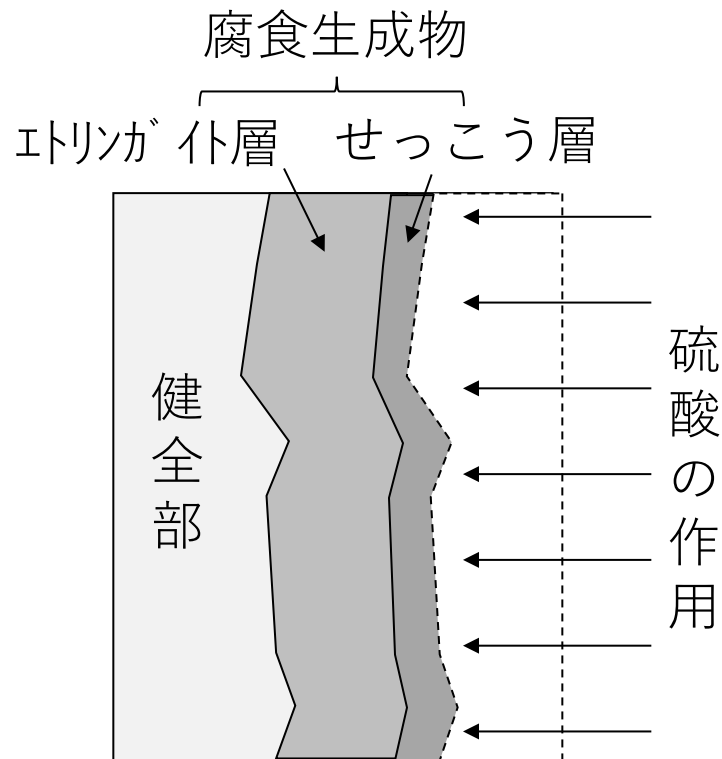
適用範囲

設計基準強度：21～42（大臣認定の範囲：関東宇部大井工場）
スランプフロー：60～70cm

耐硫酸性の発現メカニズム

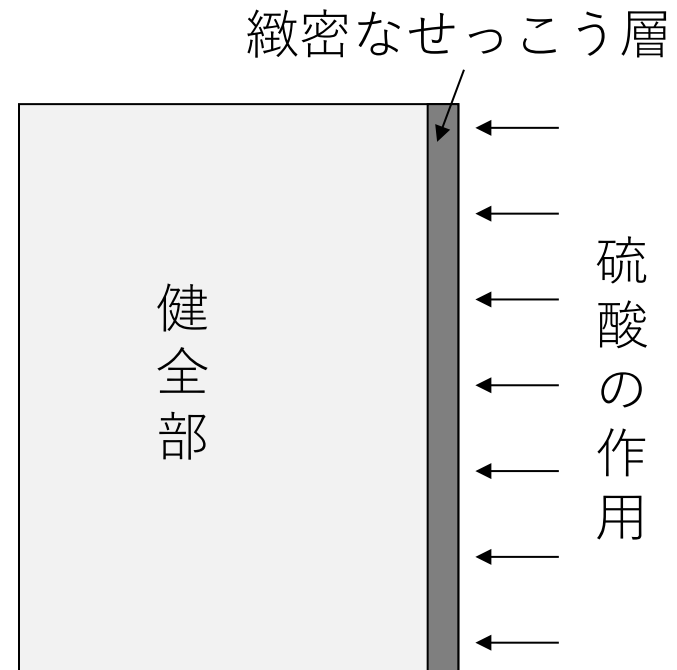
①耐硫酸性付与剤の効果

硫酸による**腐食生成物**（せっこう）が**バリア層**として働く
“自己防衛機能”を付与



通常のコンクリート

腐食生成物をバリアとする

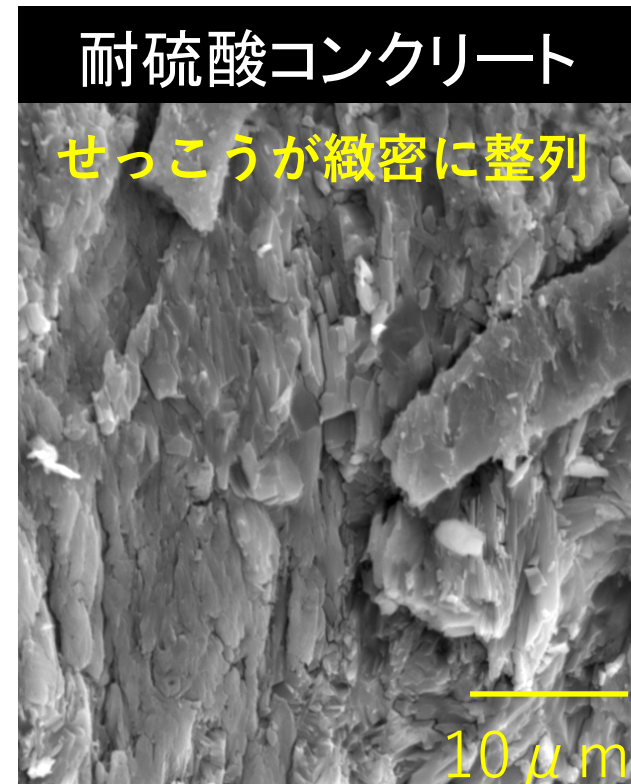
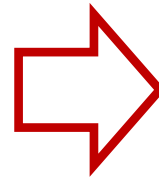


耐硫酸コンクリート

※セメント中のCa成分 (Ca(OH)_2 , $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ ゲル) + 硫酸の SO_4^{2-} → CaSO_4

耐硫酸性の発現メカニズム

①耐硫酸性付与剤の効果



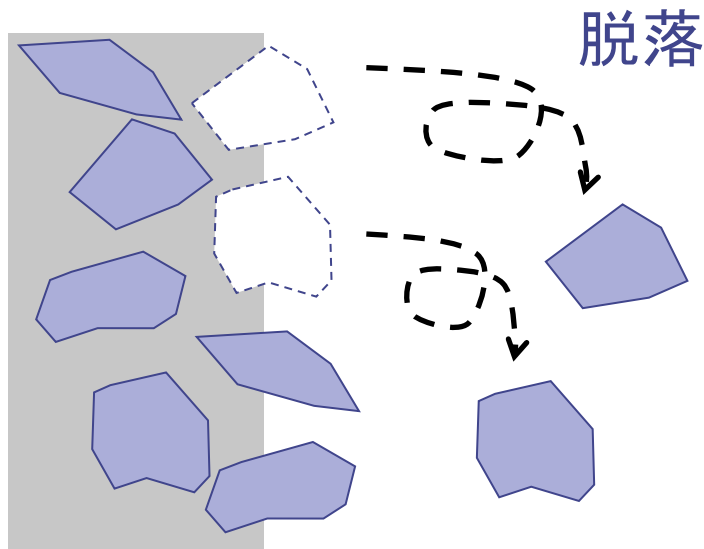
硫酸接触後の表面のせっこうの生成状況
(走査型電子顕微鏡)

耐硫酸性の発現メカニズム

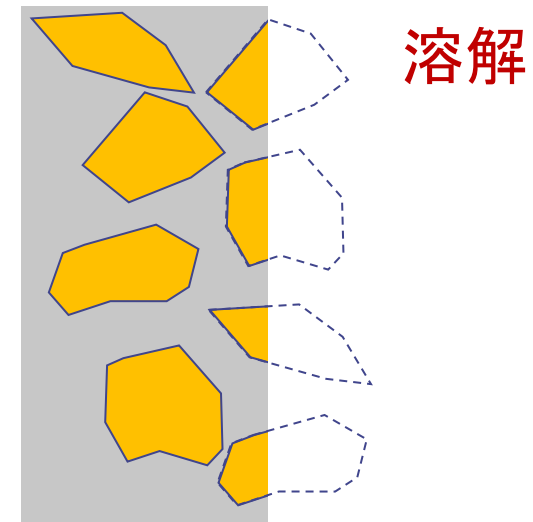
②石灰石（ CaCO_3 ）骨材の効果

- 硫酸に溶解して酸の働きを弱める中和効果
- 脱落による急激な欠損がない

酸に不溶の骨材



石灰石骨材



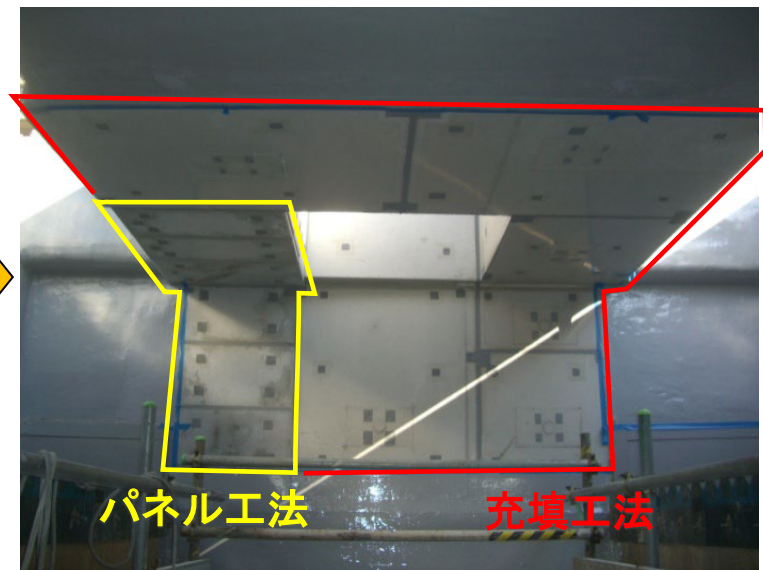
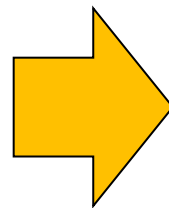
実施例① 薄層（ $t=35\text{mm}$ ）の断面修復＋防食 ～東京都との共同研究による試験施工～

芝浦水再生センター第一沈殿池の補修に試験適用

- ・水位線付近から上部の壁と天井， 13m^2 を施工
- ・充填工法とパネル工法を適用



施工前



パネル工法

充填工法

施工完了

実施例① 薄層 ($t=35\text{mm}$) の断面修復＋防食 充填工法による施工状況



パネル工法による施工



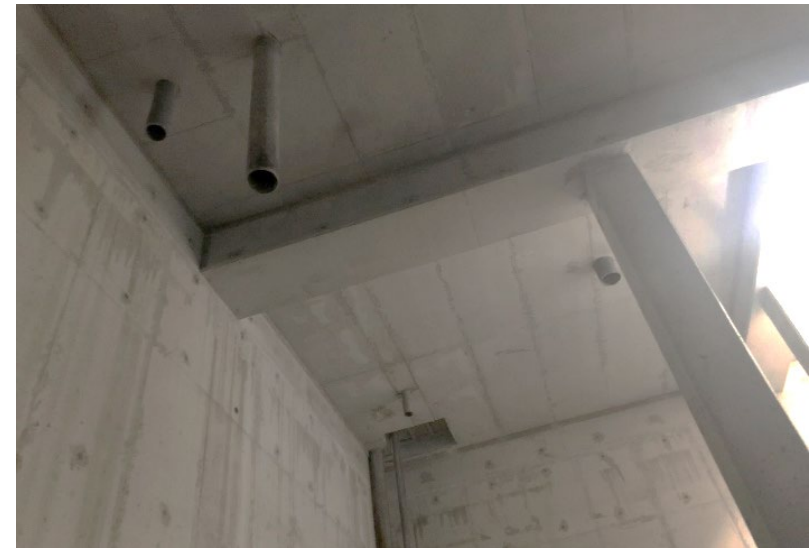
実際の施設で施工法の十分な適用性を確認

実施例② 水槽の大規模な断面修復＋防食 ～民間排水処理槽のメンテナンスフリーを実現～

壁面と天井面、合計2700m²を厚さ10cmで補修



施工前



施工完了

実施例② 水槽の大規模な断面修復＋防食 ～民間排水処理槽のメンテナンスフリーを実現～ 壁面の施工状況

ラス網



耐硫酸コンクリート充填

既存躯体
(プライマー処理)

実施例② 水槽の大規模な断面修復＋防食 ～民間排水処理槽のメンテナンスフリーを実現～

天井面の確実な充填のため

- ・ 既存スラブに削孔し、充填口・空気抜き・流動確認に利用
- ・ 空気を追い出すため“片押し”で施工



ご清聴ありがとうございました