



ハレーサルト 高炉スラグ細骨材を用いた 超耐久性低炭素型コンクリート



株式会社 **技研**

ハレーサルト工業会 ランデス株式会社



2020年度土木学会 新技術の地域実装促進に関わる研究助成

2020年度土木学会
新技術の地域実装促進に関わる研究助成

超耐久性低炭素型コンクリート 「ハレーサルト®」を用いた プレキャスト部材の社会実装

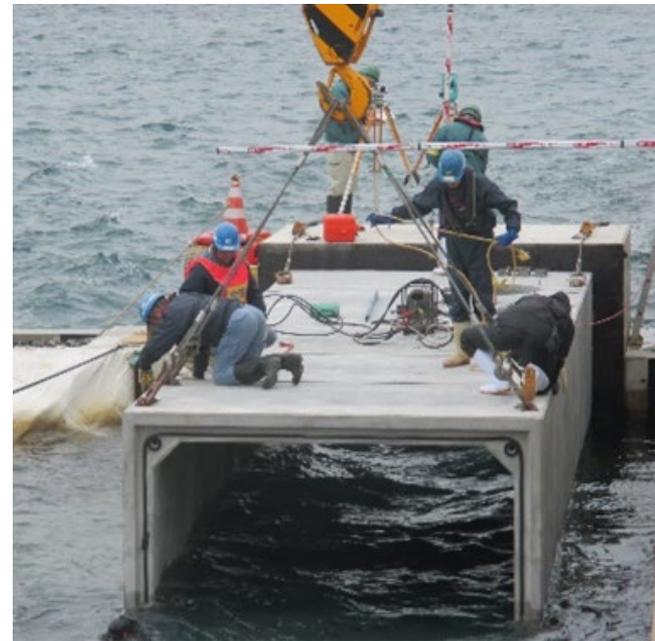
ランデス(株) 岡山大学 岡山県
ハレーサルト工業会



高炉スラグ細骨材を用いた 超耐久性コンクリート「ハレーサルト」 実績：耐塩害（海洋構造物）



ジャケット式棧橋床版
中国地方整備局宇野港湾事務所



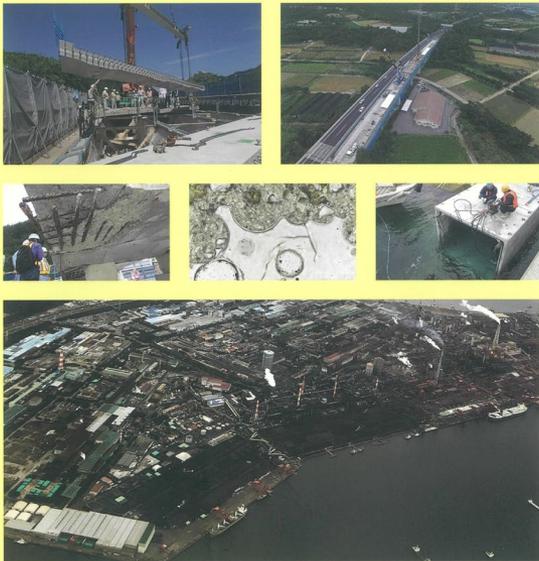
ボックスカルバート
九州地方整備局下関港湾事務所



「高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)」

155 コンクリートライブラリー

高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)



土木学会

302 C.L.155 高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)

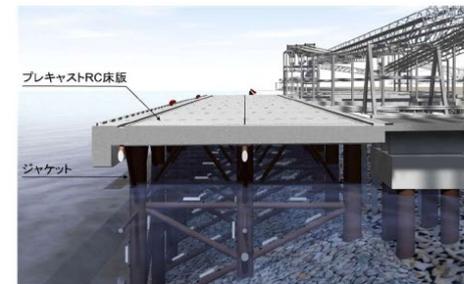
1. プレキャストRC床版

1.1 概要

中国地方整備局が発注する瀬戸内地方の港湾工事で施工されたプレキャストRC床版を用いたジャケッ式栈橋の施工例を示す。プレキャストRC床版を用いた栈橋の完成イメージを図1に、施工場所を図2に示す。栈橋の施工場所は、河口に位置する港湾に造成された人工島の東海岸で、プレキャストRC床版の製造工場は、港湾の対岸に位置する。製造工場で作製された部材は、施工場所の北側に設けられた接合ヤードにて一部を接合し、施工場所まで輸送した。栈橋は、海上部に位置する過酷な塩害環境となるため、プレキャスト床版には、BFSコンクリートが用いられた。



(a) 全体図

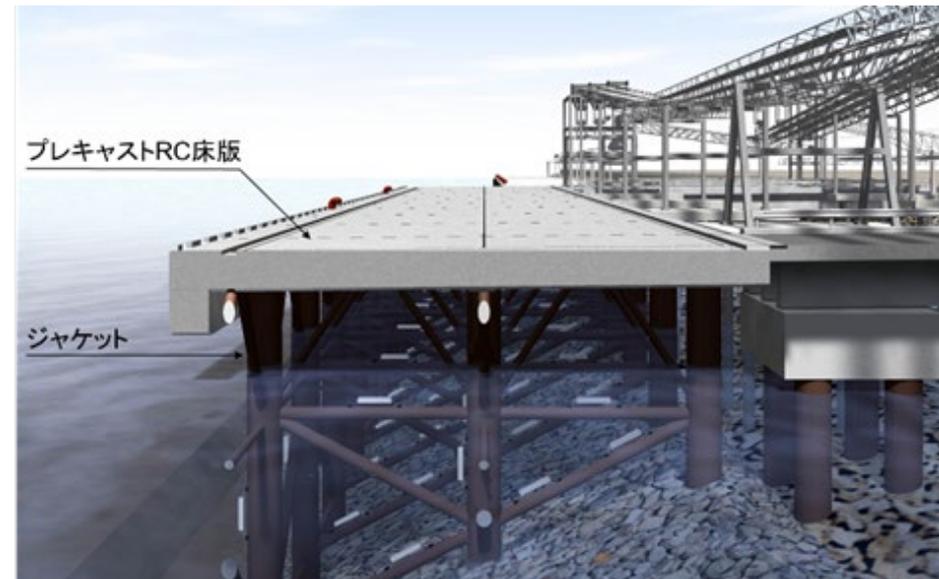


(b) 断面図

図1 プレキャストRC床版を用いた栈橋の完成イメージ [出典：中国地方整備局宇野港湾事務所]

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況1



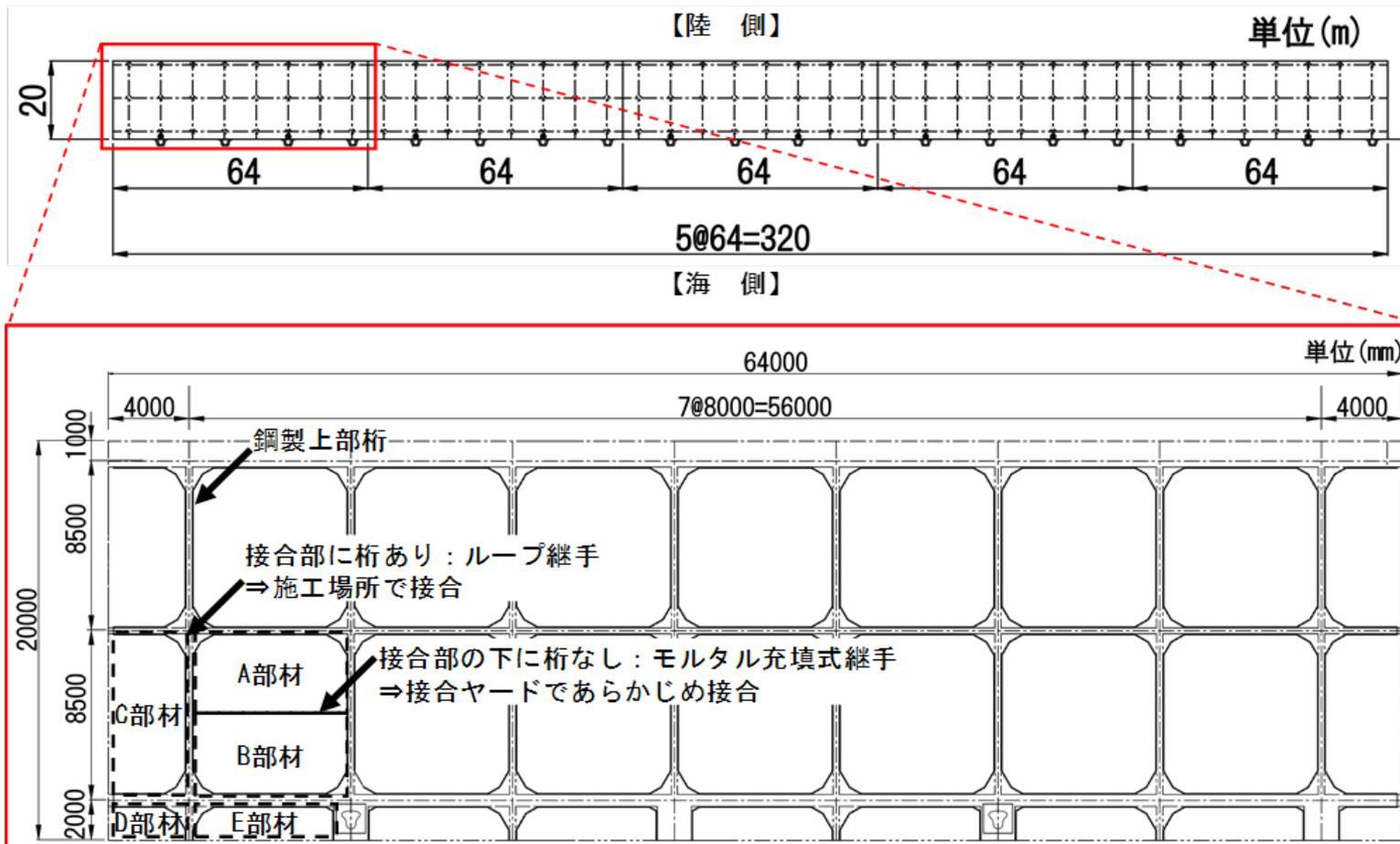
プレキャストRC床版を用いた栈橋の完成イメージ
[出典: 中国地方整備局宇野港湾事務所]

水島港玉島地区岸壁(-12M) 築造工事施工状況2



水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況3



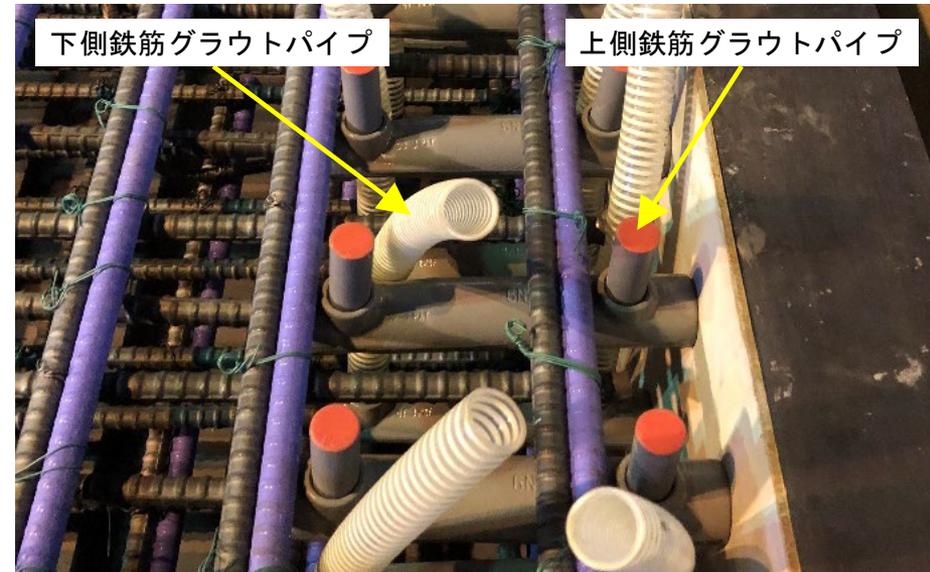
栈橋上部工の全体図， ジャケットの平面図およびプレキャストRC床版の部材割付図
 [出典：中国地方整備局宇野港湾事務所]

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況4



配筋の状況



A部材のモルタル充填式継手

[出典：中国地方整備局宇野港湾事務所]

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況5



ループ継手

[出典：中国地方整備局宇野港湾事務所]



A部材の接合面



B部材の接合面

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況6



接合前のプレキャストRC床版



台船輸送状況

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況7



RC床版据付け状況



RC床版据付け状況

水島港玉島地区岸壁(-12M)

築造工事施工状況8



RC床版据付け完了



間詰コンクリート打設状況



ジャケット式栈橋施工状況





ジャケット式栈橋施工状況



NETIS登録技術：CG-110006-VE(ボックスカルバート)、CG-130006-VE(張り出し歩道)、CG-160019-A(剛性防護柵)、CG-200018-A(BFSコンクリートを使用した高耐久性プレキャストL型擁壁)

NETIS掲載期間終了技術：CG-130019-A(歩車道境界ブロック)、CG-130005-A(スリット側溝)、CG-120040-A(U型側溝)、CG-120041-A(自由勾配側溝)

耐塩害性 耐凍害性 複合劣化 耐硫酸性 低炭素 資源循環

超耐久性 低炭素型
コンクリート

ハレーサルト®

Concrete_with_High_Resistance_to_Sulfuric_Acid_Attack



ハレーサルトとは

高炉スラグ細骨材(製鉄所から排出される副産物)を有効利用した緻密コンクリートです。普通コンクリートと比べ、以下の優れた特長があります。

- ① 耐塩害性 緻密で高強度な素材であるため塩化物イオンの侵入を抑止
- ② 耐凍害性 緻密で高強度な素材であるため凍結融解に対する高い抵抗性を発揮
- ③ 複合劣化 塩害と凍害が同時に発生する環境でも、構造物としての強度を維持
- ④ 耐硫酸性 硫酸と反応し、高い浸食抵抗性を有した強固な表面被膜を形成
- ⑤ 低炭素 高炉スラグを多く使用しているため約35%のCO₂排出削減
- ⑥ 資源循環 原材料として約50%の高炉スラグを使用

- ハレーサルトは国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)による助成を受け、岡山大学・広島大学・秋田大学・ランデス株式会社の産学共同研究により開発された、コンクリートです。(特許取得済)(H20)
- SIP戦略的イノベーション創造プログラム「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」採択(H26)
- 第17回国土技術開発賞入賞(H27)
- 土木学会コンクリートライブラリー155「高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)」発刊(R1)

ハレーサルトの特徴

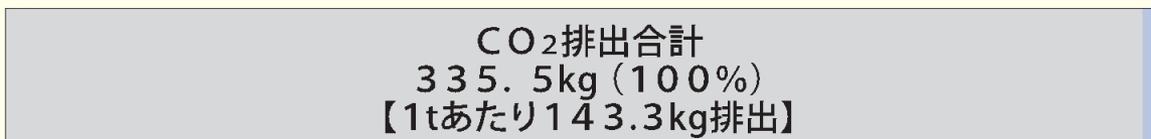


●低炭素 CO₂排出削減35%

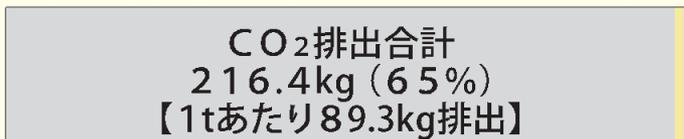
- 材料の約50%が高炉スラグであるため、一般的なコンクリートに比べて原材料に由来するCO₂の排出量を35%削減できます。

CO₂排出比較 (下記配合例1m³あたり)

普通コンクリート W/C=40.0% f'ck=35N/mm²



ハレーサルト W/B=25.0% f'ck=50N/mm²



**CO₂排出量35%削減
1tあたり54kg削減**

- 練混水
- 結合材
- 細骨材
- 粗骨材
- 混和剤

●資源循環 再資源化率50%

- セメントの一部を高炉スラグ微粉末に、細骨材の100%を高炉スラグ細骨材に置き換え、高炉スラグを質量比率で約50%使用することで、資材の有効利用による資源循環が図れます。

配合例(1m³あたり)

普通コンクリート W/C=40.0% f'ck=35N/mm²

練混水 結合材 細骨材 粗骨材 混和剤

材料名	水	セメント	砂	砕石	混和剤	合計
使用量 (kg)	172(7%)	430(18%)	774(33%)	965(41%)	2.8 [※]	2341
CO ₂ 排出量 (kg)	0.0	329.2(98%)	2.9(0.9%)	2.8(0.8%)	0.6(0.2%)	335.5

ハレーサルト W/B=25.0% f'ck=50N/mm²

材料名	水	セメント	高炉スラグ 微粉末	高炉スラグ 細骨材	砕石	混和剤	合計
使用量 (kg)	160(7%)	256(11%)	384(16%)	751(31%)	871(36%)	4.16 [※]	2422
CO ₂ 排出量 (kg)	0.0	196.0(91%)	15.2(7%)	1.8(0.8%)	2.5(1.2%)	0.9(0.4%)	216.4



高炉スラグとは？



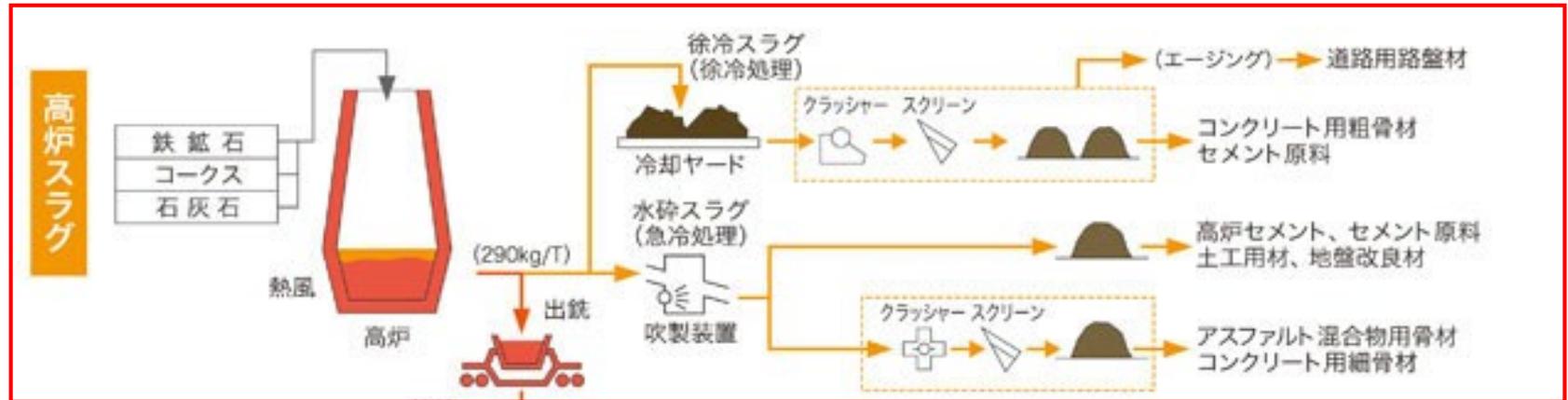
高炉スラグ微粉末



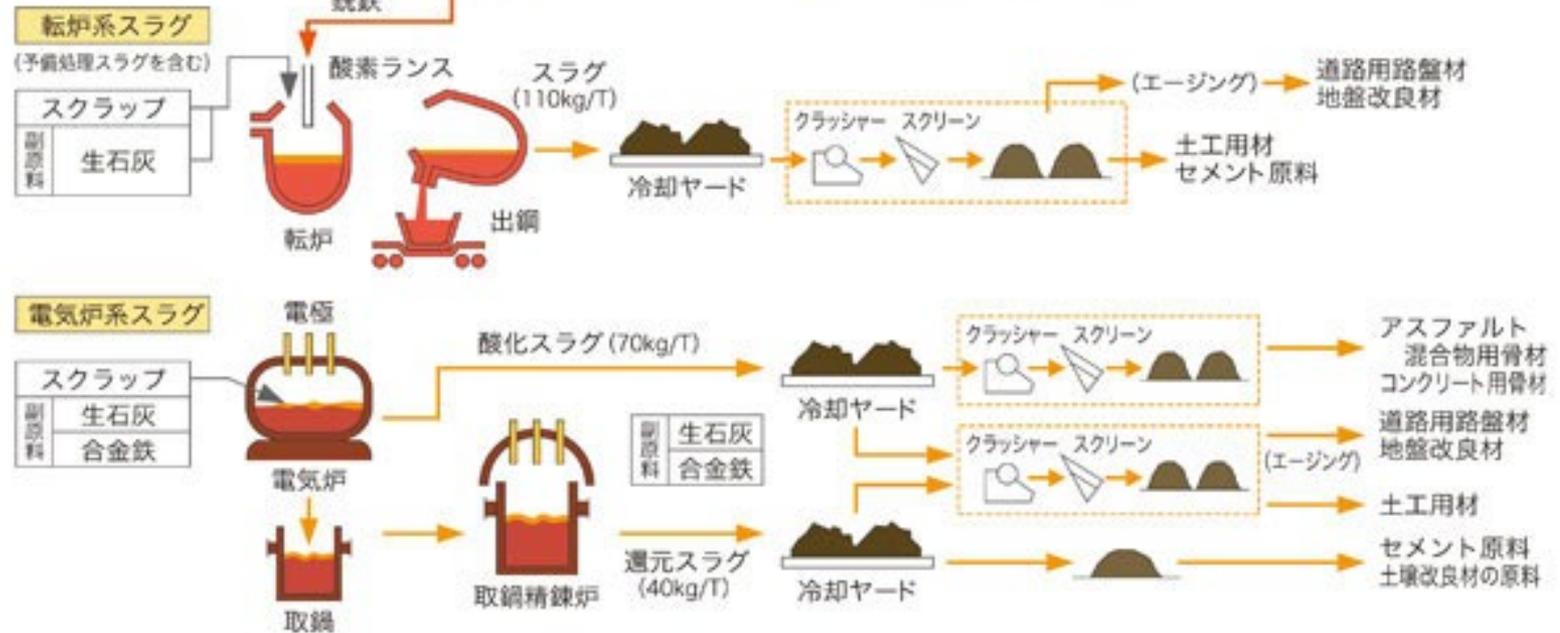
高炉スラグ細骨材



鉄鋼スラグの製造フロー

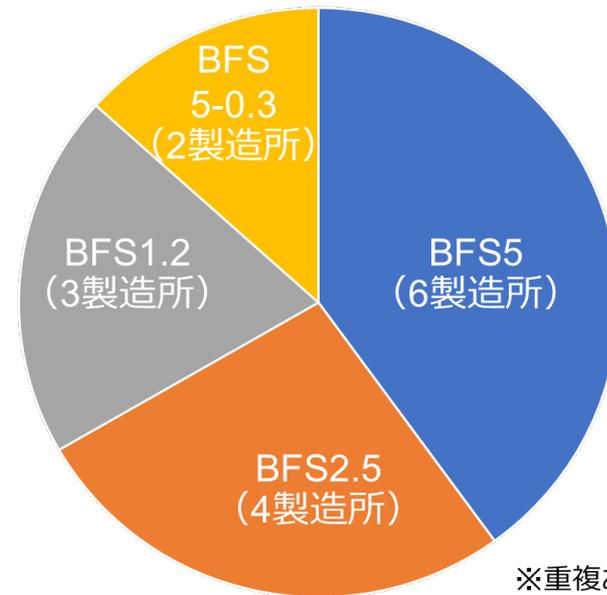
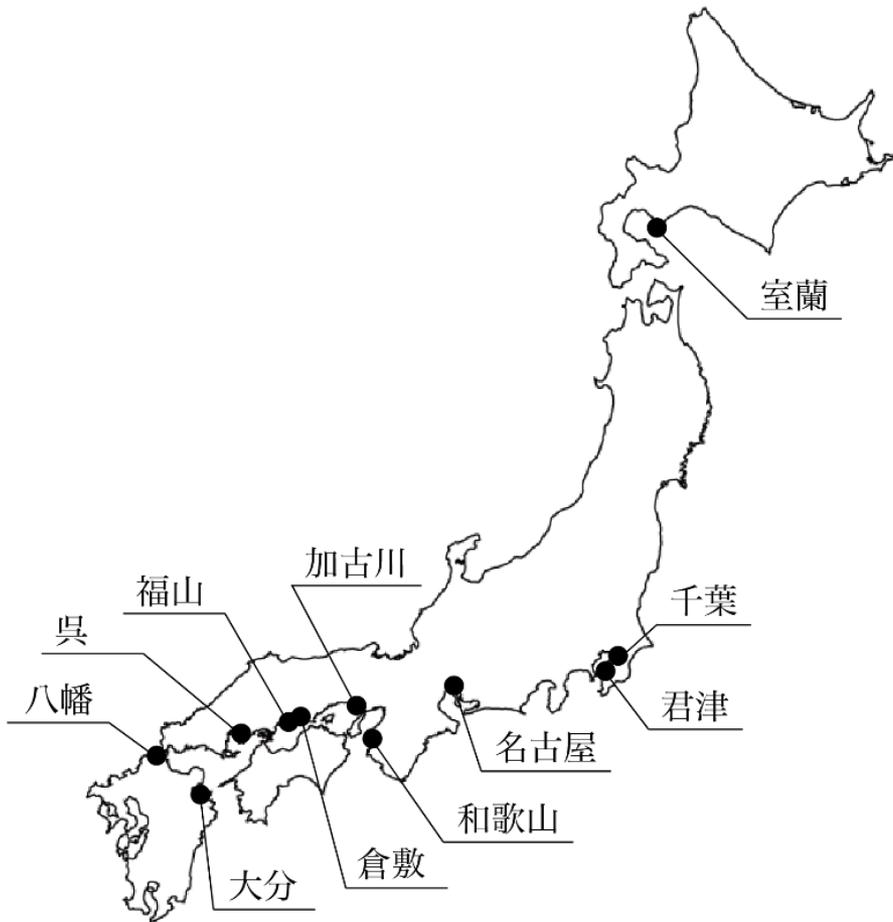


製鋼スラグ





高炉スラグ細骨材 (BFS) 製造所





ハレーサルトの開発

岡山大学共同開発

- 高炉スラグ細骨材を100%使用することにより
耐塩害、耐凍害、耐硫酸性を向上したコンクリート

配合例(1 m³あたり)

普通コンクリート W/C=40.0% f'ck=35N/mm²

練混水 結合材 細骨材 粗骨材 混和剤

材料名	水	セメント	砂	砕石	混和剤	合計
使用量 (kg)	172(7%)	430(18%)	774(33%)	965(41%)	2.8*	2341
CO ₂ 排出量 (kg)	0.0	329.2(98%)	2.9(0.9%)	2.8(0.8%)	0.6(0.2%)	335.5

ハレーサルト W/B=25.0% f'ck=50N/mm²

材料名	水	セメント	高炉スラグ 微粉末	高炉スラグ 細骨材	砕石	混和剤	合計
使用量 (kg)	160(7%)	256(11%)	384(16%)	751(31%)	871(36%)	4.16*	2422
CO ₂ 排出量 (kg)	0.0	196.0(91%)	15.2(7%)	1.8(0.8%)	2.5(1.2%)	0.9(0.4%)	216.4



「ハレーサルト」の特長

- 低炭素 CO₂が**35%**以上削減
- 資源循環 副産物使用率**50%**
- 耐塩害性 5倍以上
- 耐凍害性 4倍以上
- 耐硫酸性 3倍以上
- 高強度 2倍以上

低炭素だけでないことが最大の特長



コンクリート劣化状況



塩害

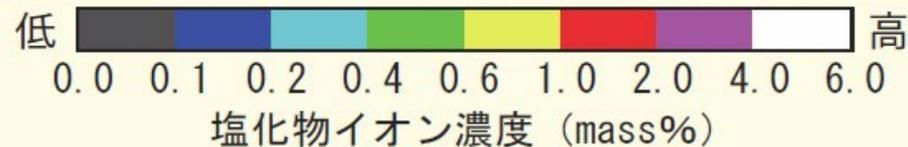
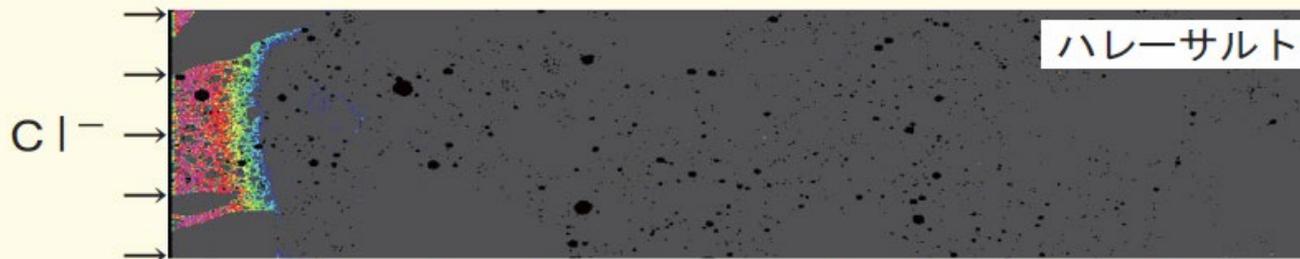
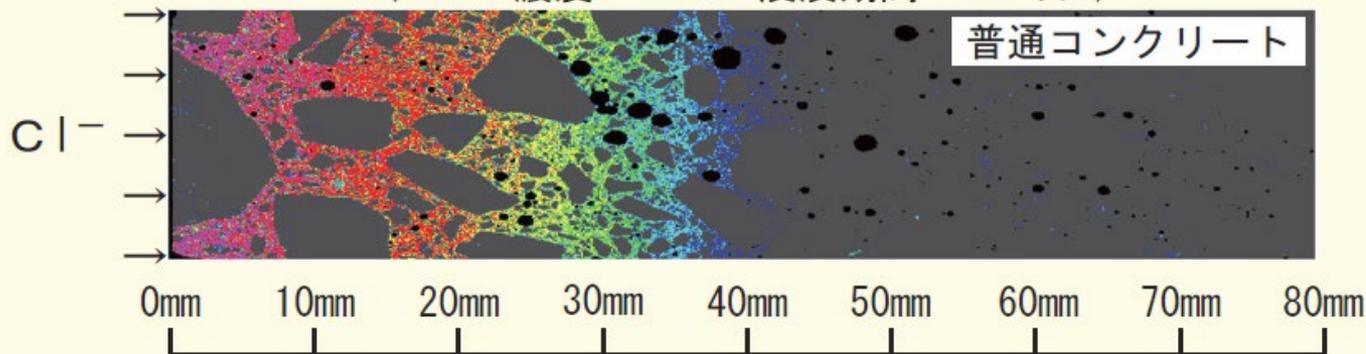


凍害



耐塩害性(塩化物イオン浸せき試験)

EPMA(電子線マイクロアナライザ)による
表面からの塩化物イオンの浸透深さと濃度解析写真
(NaCl 濃度 : 10% 浸漬期間 : 365 日)





耐塩害性暴露試験状況

普通コンクリート



既存のコンクリートは
20年で壊れました。

ハレーサルト



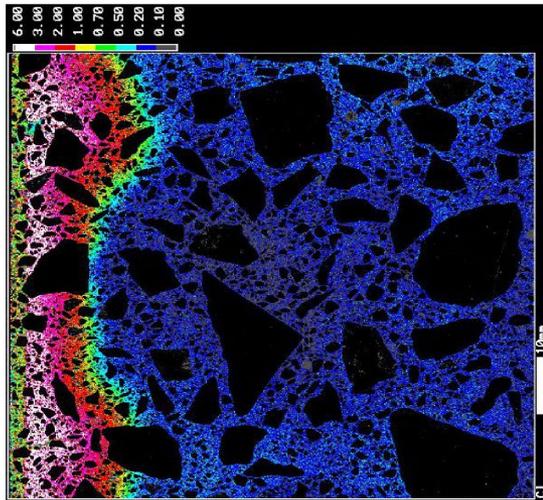
設計耐用年数100年で
性能照査をしました。



耐塩害性暴露試験結果

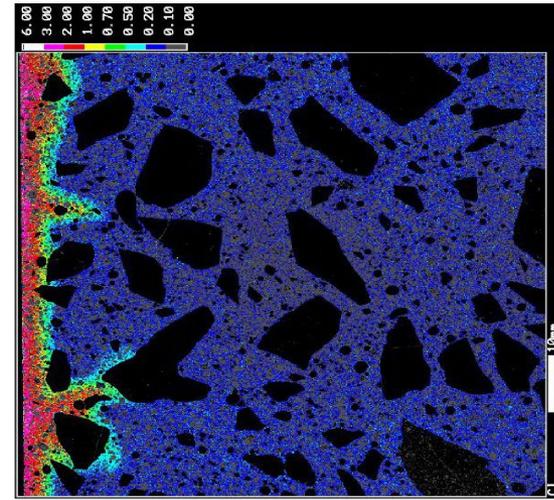
暴露期間: 1085日(約3年間)

普通コンクリート



浸透深さ=2.0cm

ハレーサルト



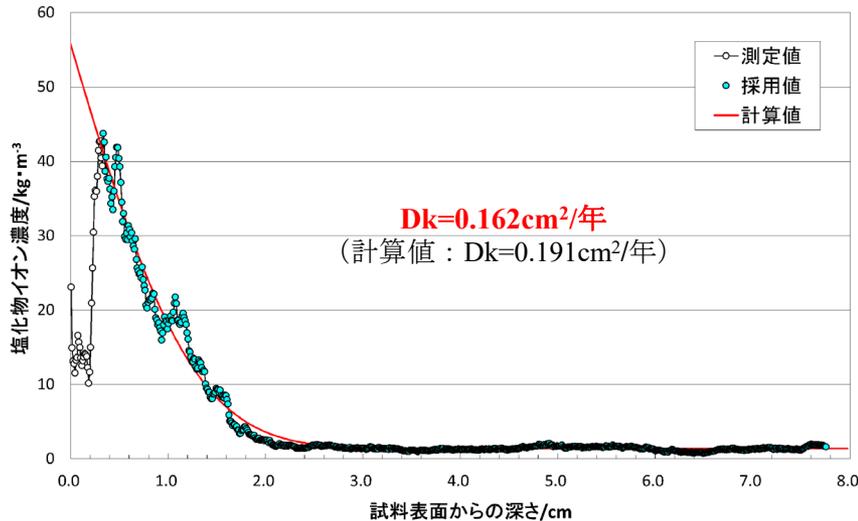
浸透深さ=0.6cm



耐塩害性暴露試験結果

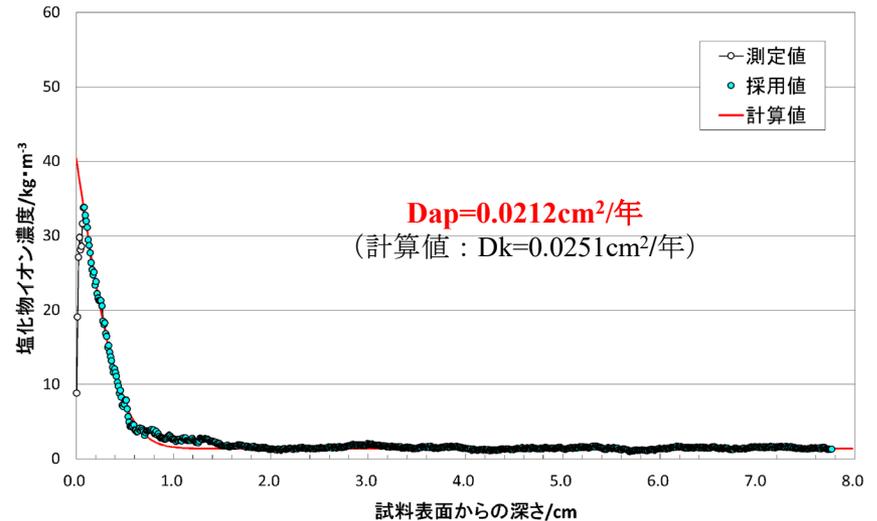
暴露期間: 1085日(約3年間)

普通コンクリート



Dap=0.162cm²/年

ハレーサルト

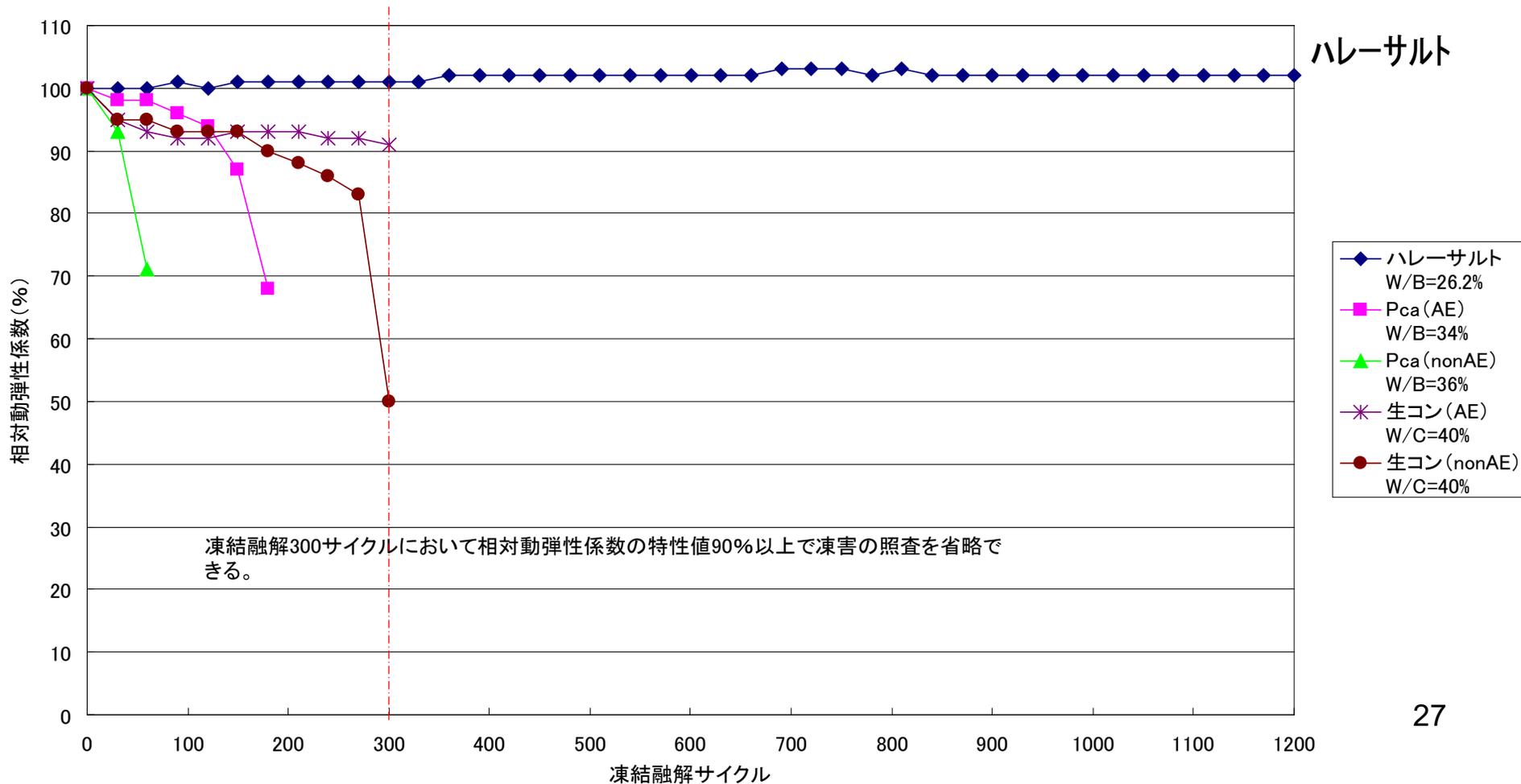


Dap=0.0212cm²/年



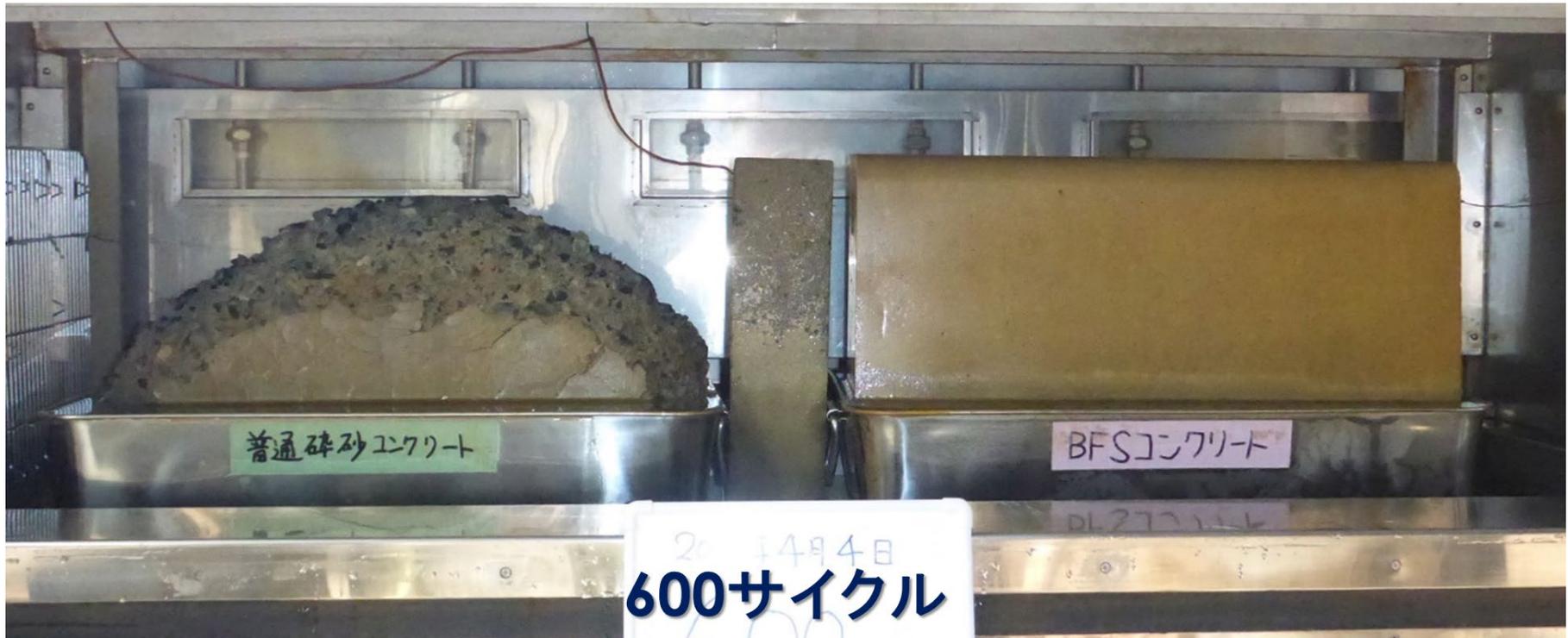
ハレーサルトの耐凍害性能

凍結融解試験結果 JIS A 1148
(A法:水中凍結融解試験方法)



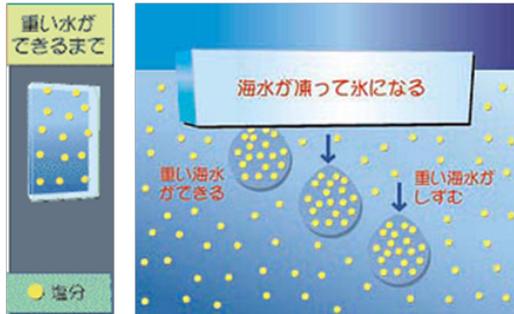


塩害と凍害の複合劣化

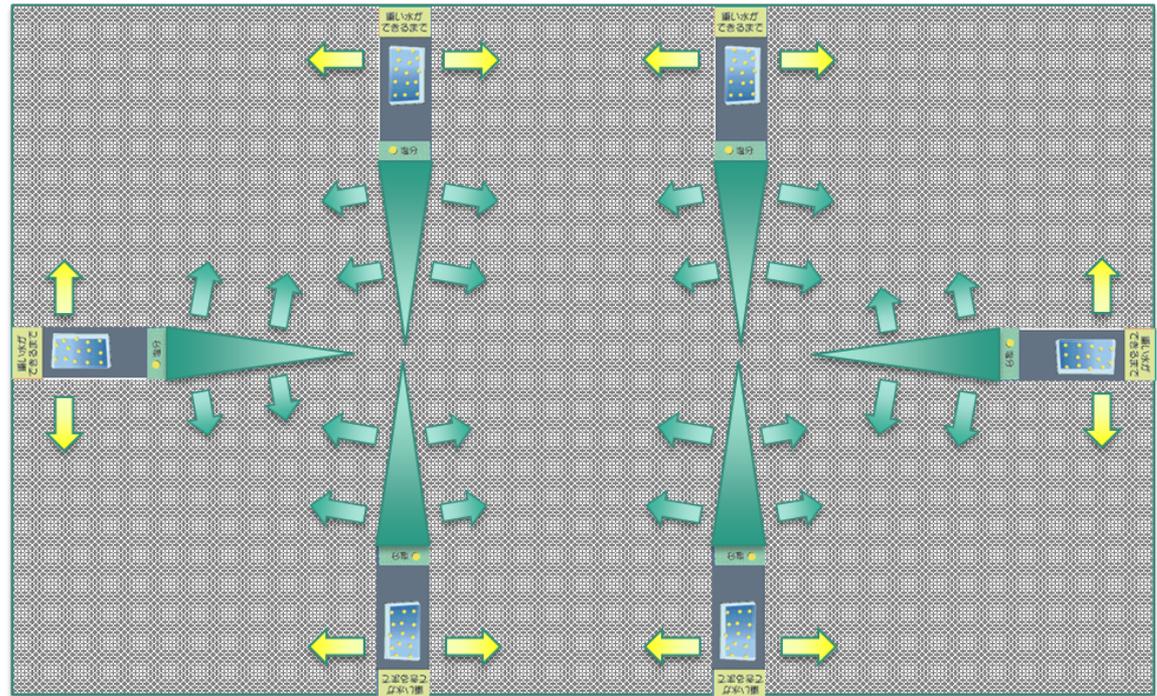
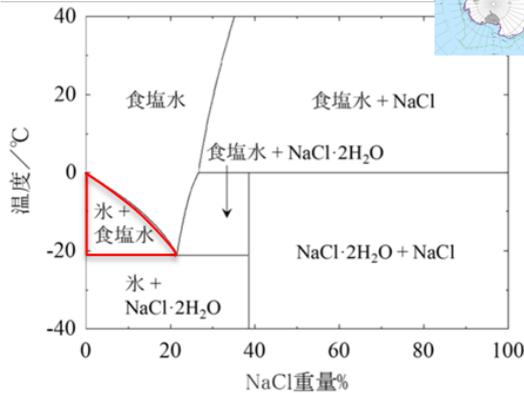




複合劣化でコンクリートが早く壊れる理由



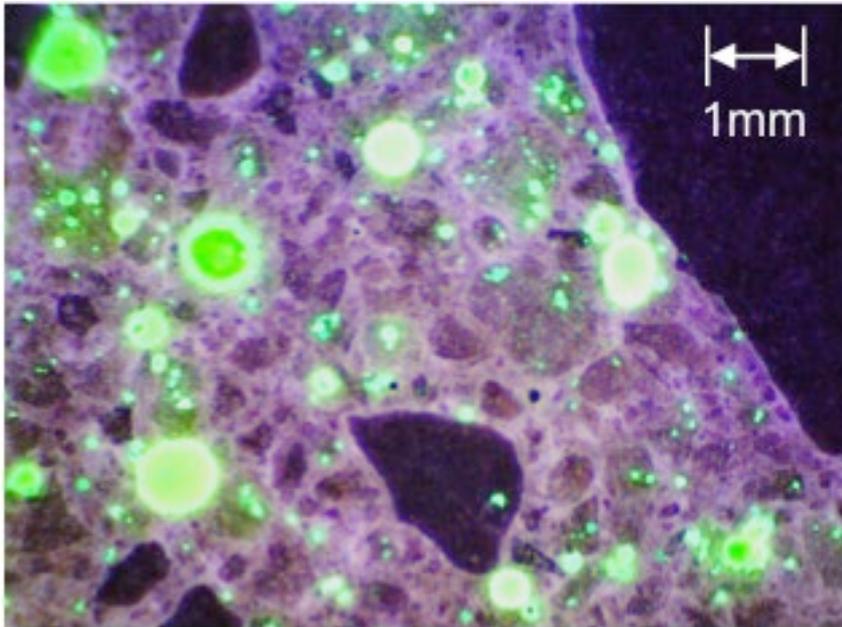
※国立極地研究所WEBより



塩水は凍らない

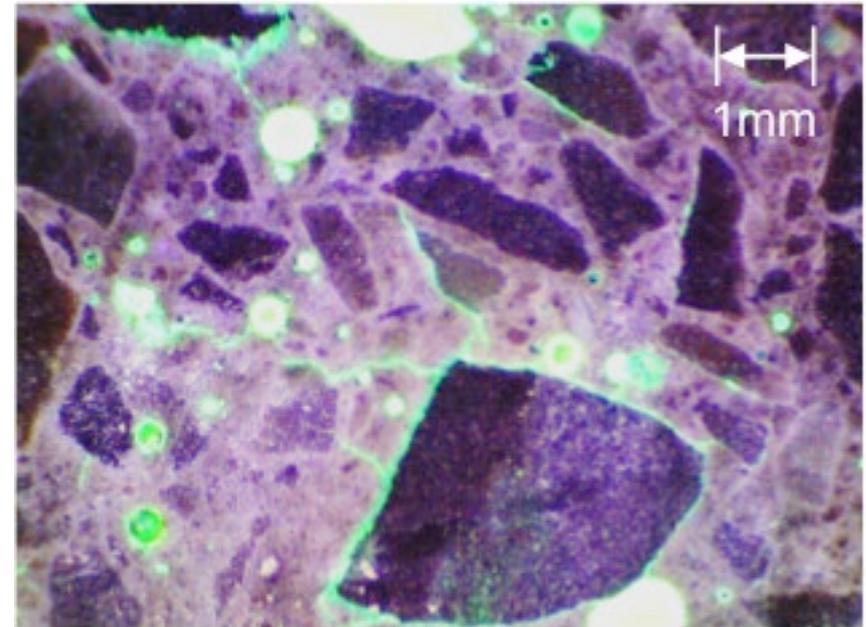


コンクリートの内部拡大



ハレーサルト

骨材周りに空隙がなく、密実であるためひび割れが発生していない。

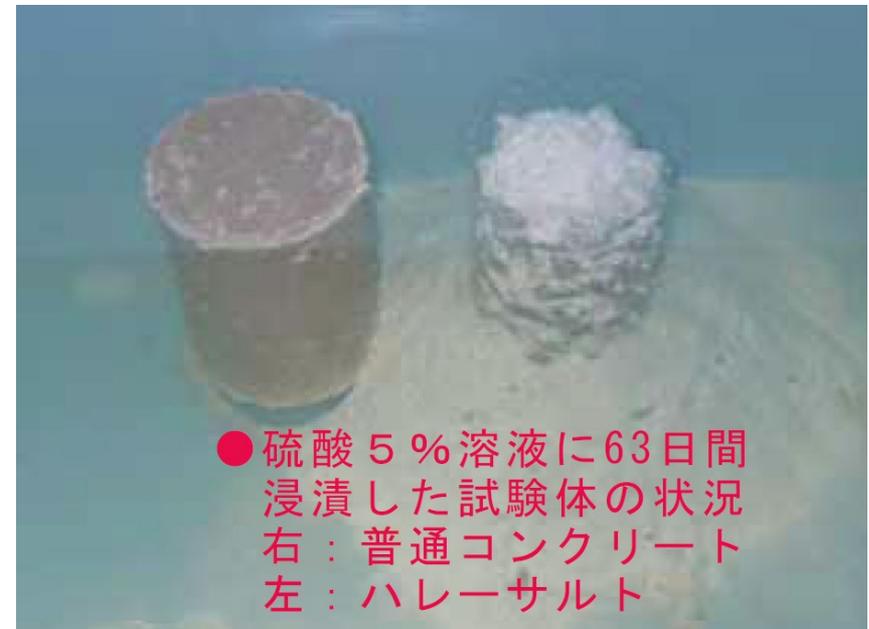
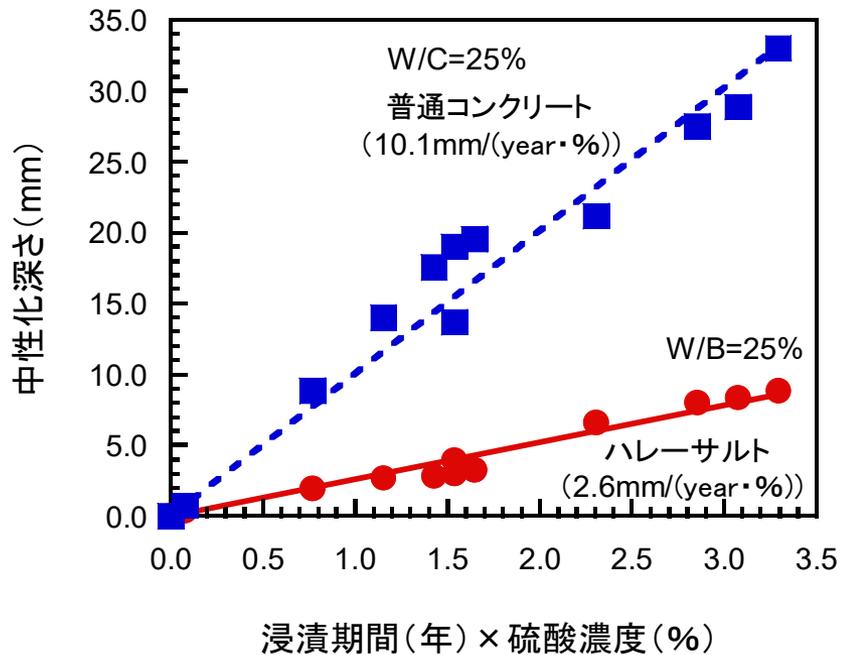


普通コンクリート

骨材周りに水酸化カルシウムと思われる空隙があり、ひび割れが発生している。



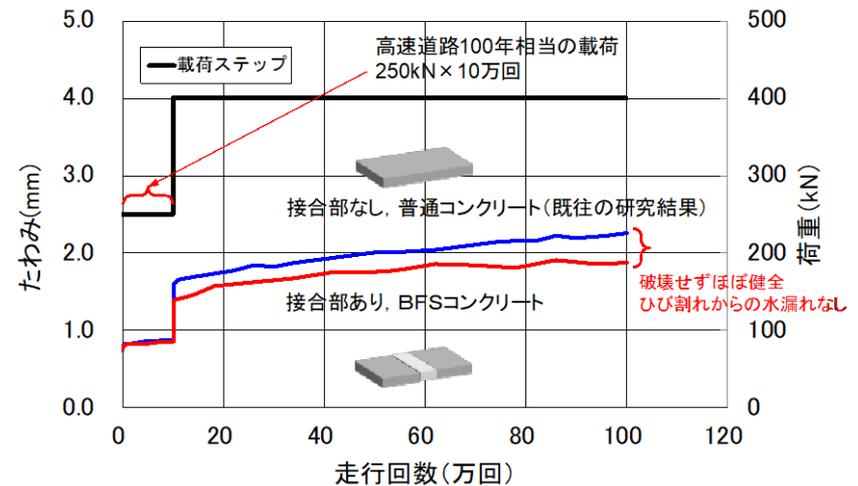
ハレーサルトの耐硫酸性能





SIPによる耐久性確認状況

SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)





公的機関による評価

NETIS

- ・ CG-210006-A ハレーサルトプレキャスト床版
- ・ CG-200018-A BFSコンクリートを使用した高耐久性プレキャストL型擁壁
- ・ CG-160019-A ハレーサルト剛性防護柵
- ・ CG-130006-VE ハレーサルト張り出し歩道
- ・ CG-110006-VE ハレーサルトボックスカルバート

NETIS掲載終了技術

- ・ CG-130019-A ハレーサルト歩車道境界ブロック
- ・ CG-130005-A ハレーサルトスリット側溝
- ・ CG-120041-A ハレーサルト自由勾配側溝
- ・ CG-120040-A ハレーサルトU型側溝

建設技術審査証明(下水道技術)

- ・ 下水道新技術推進機構(R03.3証明書更新)

JIS認証(H31.2継続)

- ・ 落蓋式JIS側溝300A



新技術
の検索

登録申請書作成
活用効果調査表作成

テーマ設定型
の比較表

マッチング

維持管理技術
ページ

震災復旧・復興
支援技術ページ

マニュアル
/FAQ

新技術を探す

検索キーワード

有用な新技術の選択

推奨技術 準推奨技術 評価促進技術 活用促進技術 [説明](#)

旧実施要領での技術の位置付け

活用促進技術 (旧) 設計比較対象技術 少実績優良技術 [説明](#)

この条件で検索

▼ 他の条件を表示

※チェックボックス条件は、1つも選ばないと絞込なし (全件) になります。

[試行現場照会一覧](#)

[過去に選定された推奨技術・準推奨技術の一覧](#)

利用上の注意

What's NEW

[一覧へ](#)

- 2020年12月24日 [テーマ設定型「PC橋に用いる被覆PC鋼線技術」…](#)
- 2020年11月09日 [従来技術を変更した技術一覧表を更新しました。](#)
- 2020年11月05日 [実施規約に基づき、汚染土壌の不溶化・泥土改質材…](#)

記者発表資料等

[一覧へ](#)

- 2020年06月22日 [令和2年度推奨技術等を6技術選定～公共工事等…](#)
- 2019年06月26日 [令和元年度推奨技術等を6技術選定～公共工事等…](#)
- 2018年10月26日 [「簡易に鋼材、鉄筋等の腐食状況を把握できる技…](#)

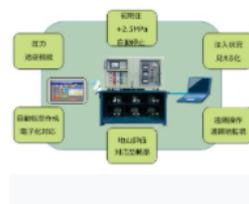
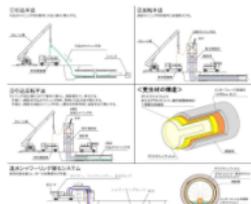
CO₂削減関連技術

脱炭素社会実現に向けたCO₂削減に関連する技術は [こちら](#)

リニューアルに関するお問い合わせ

新着技術

[最近登録された新技術の一覧\(50件\) 一覧へ](#)





新技術
の検索

登録申請書作成
活用効果調査表作成

テーマ設定型
の比較表

マッチング

維持管理技術
ページ

震災復旧・復興
支援技術ページ

マニュアル
/FAQ

新技術を探す



戻る



表示項目の選択



CSV出力



印刷・プレビュー

検索キーワード

CO2削減

この条件で検索

CO₂削減関連技術は、新技術活用システム（NETIS）に登録された技術からキーワード「CO₂削減」で検索したものです。具体的なCO₂削減の内容については各技術のページでご確認ください。また、実際に工法を選定するに当たっては、他のキーワードでも検索をお願い致します。CO₂削減関連技術は、申請者から提出された申請書にCO₂削減効果等に関する記載がなされている技術を抽出したものであり、国土交通省が当該技術のCO₂削減効果等を確認、評価等しているものではありません。

検索結果 73 件

ページ件数 **10件** 25件 50件

絞り込み検索

※チェックボックス条件は、1つも選ばないと絞り込みなし（全件）になります。

◀CLOSE

一般 ▾

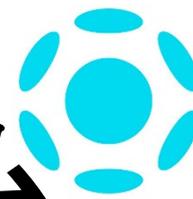
すべて

土工 (17)

共通工 (27)

比較	No.	技術概要 アブストラクト ▾ 選択	写真	登録年度 ▲ ▾	最終評価年月日 ▲ ▾	技術の位置付け ▲ ▾
<input type="checkbox"/>	1	BFSコンクリートを使用した高耐久性プレキャストL型擁壁（CG-200018-A） 本技術は、セメント質量の最大60%を高炉スラグ微粉末に、細骨材質量の100%を高炉スラグ細骨材に置換したBFSコンクリートとし、凍害・塩害に対する耐久性を向上させたプレキャスト型擁壁がある。本技術により高耐久性の構造物が構築可能。		2020 (R02)		

NETIS | 新技術情報提供システム



NETIS_CO₂削減 コンクリート 2021年2月10日現在 28件

No.	NETIS登録番号	技術名称	登録年度
1	CG-200018-A	BFSコンクリートを使用した高耐久性プレキャストL型擁壁	2020 (R02)
2	KT-200101-A	環境パイル工法	2020 (R02)
3	KK-180008-A	移動昇降式足場「スカンクライマー」	2018 (H30)
4	KK-180004-A	面状発熱体シートによるセントル加温養生システム	2018 (H30)
5	KTK-170021-A	FRP海藻着生基質 藻場しげる	2017 (H29)
6	KK-170007-A	落とし込み式高耐久木製残存型枠工法	2017 (H29)
7	CG-160019-A	ハレーサルト剛性防護柵	2016 (H28)
8	KK-160056-A	イーグルホールド工法	2016 (H28)
9	KT-160070-A	山岳トンネルの安全対策・省エネ制御システム「TUNNEL EYE」	2016 (H28)
10	KT-160066-A	LLクリート	2016 (H28)
11	KT-160045-A	超軽量敷板プラボーくんPSLシリーズ	2016 (H28)
12	KT-160036-A	軽量敷板プラボーくんPSK	2016 (H28)
13	KT-160021-VE	移動式クレーン搭載用エコモード、燃料消費モニタシステム	2016 (H28)
14	CG-160001-A	CO2-SUICOMを用いたインターロッキングブロック	2016 (H28)
15	KT-150015-A	ローカーボンハイパフォーマンスコンクリート(Low Carbon High-Performance Concrete, 略してLHC)	2015 (H27)
16	CG-130006-VE	ハレーサルト張り出し歩道	2013 (H25)
17	KT-120106-VE	フリーフレーム工法NC II 型枠	2012 (H24)
18	KK-110050-VE	土木標準積算データを利用した施工管理システム[デキスパート]	2011 (H23)
19	KK-110041-VR	高炉徐冷スラグ骨材を100%使用したコンクリート二次製品	2011 (H23)
20	CB-110047-VE	遮熱養生工法	2011 (H23)
21	KK-110037-VE	次世代コンクリート誘導モルタル化剤スリックパワープライム	2011 (H23)
22	QS-110021-VE	マサコート(遮熱・断熱・抗菌の水性塗料)	2011 (H23)
23	CG-110006-VE	ハレーサルトボックスカルバート	2011 (H23)
24	KT-100112-VE	自動アイドリングストップ機能付エンジン溶接機	2010 (H22)
25	TH-100029-VR	レストム工法	2010 (H22)
26	KK-100052-VE	次世代コンクリート誘導剤スリックパワープレミアム	2010 (H22)
27	TH-100024-VE	トンネル工事用電気集じん器 e'-DUSCO(イーダスコ)	2010 (H22)
28	SK-100001-VE	SF工法(スピードフォーム工法)	2010 (H22)



ハレーサルトのCO₂排出量比較

材料/ 種別	インベントリ データ (CO ₂ 原単位) kg -CO ₂ /kg	普通コンクリート (W/C=40%、C/B=100%)		ハレーサルト (W/B=25%、C/B=40%)	
		単体量 kg/m ³	CO ₂ 排出量 kg-CO ₂ /m ³	単体量 kg/m ³	CO ₂ 排出量 kg-CO ₂ /m ³
W	0	172	0.0	160	0.0
C	0.7655	430	329.2	256	196.0
GGBF	0.0396	0	0.0	384	15.2
S	0.0037	774	2.9	0	0.0
BFS	0.0024	0	0.0	751	1.8
G	0.0029	965	2.8	871	2.5
AD	0.2184	2.80	0.6	4.16	0.9
合計			335.5		216.4 (35%削減)



使用したインベントリデータ

材料	インベントリデータ (kg-CO ₂ /kg)	出典元
W	0.0000	
OPC	0.7655	LCAデータベース2020年度第1版
GGBF	0.0396	JCIコンクリート工学Vol.56, No.11, 2018.11
S	0.0037	コンクリートライブラリー125, コンクリート構造物の環境性能照査指針2005
BFS	0.0024	JCIコンクリート工学Vol.56, No.11, 2018.11
G	0.0029	コンクリートライブラリー125, コンクリート構造物の環境性能照査指針2005
AD	0.2184	JCIコンクリート工学Vol.56, No.11, 2018.11



ハレーサルト工業会

正会員16社 賛助会員16社

正会員

共和コンクリート工業株式会社

株式会社技研

ジオスター株式会社

株式会社ピーエス三菱

鶴見コンクリート株式会社

株式会社丸治コンクリート工業所

日本コンクリート株式会社

ケイコン株式会社

山陽ブロック工業株式会社

キョクトウ高宮株式会社

美建工業株式会社

株式会社総合開発

株式会社ヤマウ

株式会社九コン

不二コンクリート工業株式会社

ランデス株式会社

賛助会員

日本製鉄株式会社

JFEスチール株式会社

花王株式会社

BASFジャパン株式会社

住友大阪セメント株式会社

日本シーカ株式会社

GCPケミカルズ株式会社

竹本油脂株式会社

デンカ株式会社

太平洋マテリアル株式会社

株式会社フローリック

株式会社宝機材

東京鉄鋼土木株式会社

ヒロセ補強土株式会社

JFE商事テールワン株式会社

株式会社 シー・アンド・アールコンサルタント



ハレーサルト工業会 学術研究委員会委員

学術研究委員会委員

川上 洵	秋田大学名誉教授
綾野 克紀	岡山大学教授
河合 研至	広島大学教授
佐川 康貴	九州大学准教授
久田 真	東北大学教授
上野 敦	東京都立大学准教授
伊達 重之	東海大学教授
佐藤 靖彦	早稲田大学教授
皆川 浩	東北大学准教授
藤井 隆史	岡山大学准教授