



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

令和3年7月2日

ランデス株式会社
技術開発本部 細谷多慶

ランデス株式会社 会社概要



事業内容: プレキャストコンクリート企画開発及び製造・
販売、土木建築工事の設計・施工、その他関連事業

設立 : 1962年10月

資本金 : 9,750万円

売上高 : 60億5,500万円(2019年8月期)

従業員数 : 210名

営業所: 本社、岡山、山陰、四国、広島、東広島、山口、
大阪、東京、仙台

工場: 落合、久米南、倉敷、広島、山口

主な取扱製品【道路用製品】



主な取扱製品【大型海洋製品】



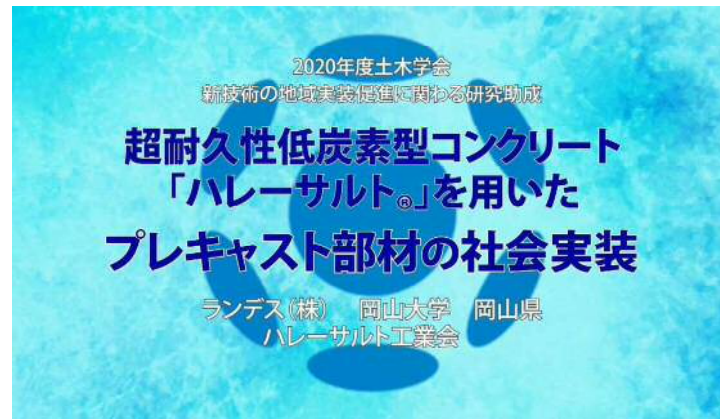
TVせとうち「プライド」

本放送 2/14 (日) 12:00-12:30
 再放送 2/15 (月) 17:25-17:55、2/21 (日) 24:35-25:05



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



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)

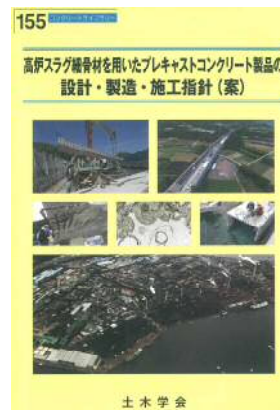


ジャケット式栈橋床版
中国地方整備局宇野港湾事務所



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)」



302 C.L.31 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

中国地方整備局が管轄する岡山県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ト式床版の施工事例を示す。プレキャストRC床版を用いた床版の完成イメージを図1に示す。床版の施工順序は、(1)に設置する基礎に設置された人工島の周辺で、プレキャストRC床版の製造工場は、床版の設置に併せて、製造工場で設置された鉄骨は、施工現場の仕組に設置された鉄骨と一体化を強化し、施工現場で搬入した。鉄骨は、海上に設置する構造物の基礎となるため、プレキャストRC床版には、BISコンクリートが用いられた。



図1 プレキャストRC床版を用いた構造物の完成イメージ [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

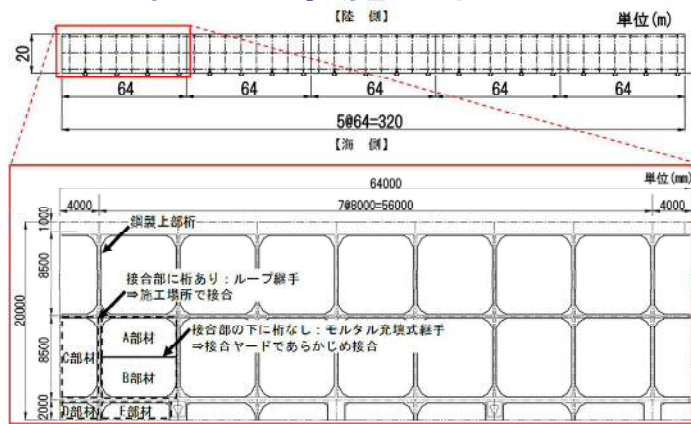


プレキャストRC床版を用いた栈橋の完成イメージ
 [出典: 中国地方整備局宇野港湾事務所]

水島港玉島地区岸壁(-12M) 築造工事施工状況2

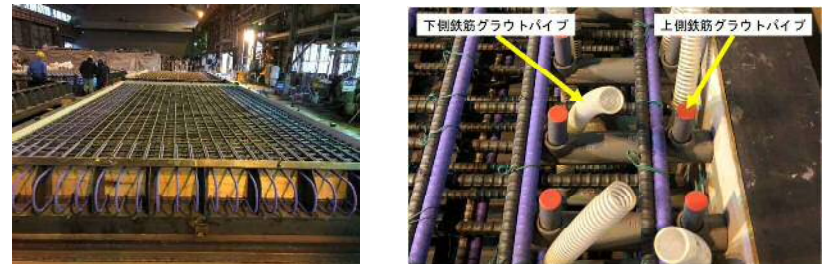


水島港玉島地区岸壁(-12M) 築造工事施工状況3



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

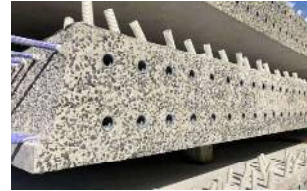
[出典: 中国地方整備局宇野港湾事務所]

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

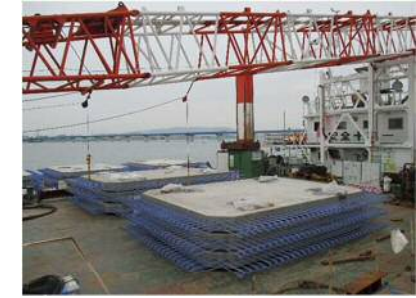


B部材の接合面

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

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(酸性防護層)、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型橋梁)
NETIS掲載期間終了技術：CG-130019-A(歩道護欄ブロック)、CG-130065-A(スリット橋脚)、CG-120040-A(U型橋脚)、CG-120041-A(自由形橋脚)

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 **ハレーサルト**[®]
Concrete_with_High_Resistance_to_Sulfuric_Acid_Attack

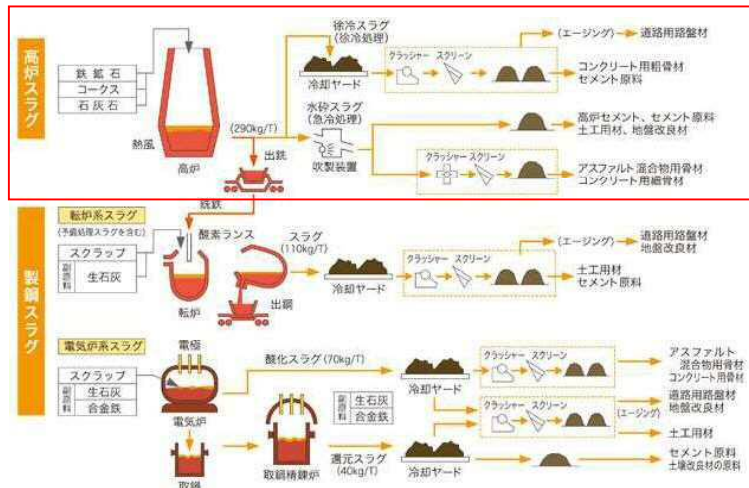
ハレーサルトとは

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3.5%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(H27)
- 土木学会コンクリートライブラリー「55 高炉スラグ細骨材を用いたノレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針(案)」発行(R1)

鉄鋼スラグの製造フロー



ハレーサルトの特徴

●低炭素 CO₂排出削減3.5%

・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3.5%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/B=40.0% f_{ck}=35N/mm²

CO₂排出合計
335.5kg(100%)
【1tあたり143.3kg排出】

練混水

結合材

細骨材

粗骨材

混和剤

ハレーサルト W/B=25.0% f_{ck}=50N/mm²

CO₂排出合計
216.4kg(65%)
【1tあたり89.3kg排出】

CO₂排出量3.5%削減
1tあたり5.4kg削減

●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

材料名	水	セメント	砂	碎石	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

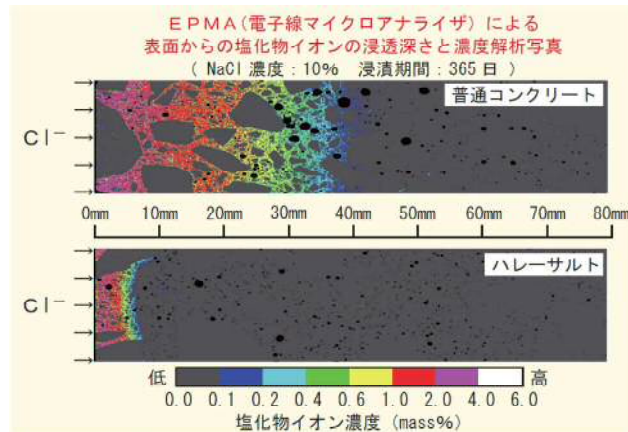
材料名	水	セメント	高炉スラグ微粉末	高炉スラグ細骨材	碎石	混和剤	合計
使用量(kg)	160(7%)	256(11%)	384(16%)	751(31%)	871(36%)	4.16*	2422
CO ₂ 排出量(kg)	0.0	196.0(91%)	15.2(7%)	1.8(0.8%)	2.5(1.2%)	0.9(0.4%)	216.4

「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

環境負荷低減(低炭素)+高耐久性が最大の特長

耐塩害性(塩化物イオン浸せき試験)



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



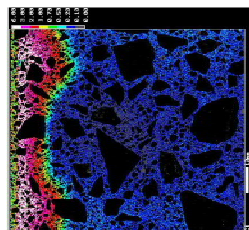
設計耐用年数100年で
性能照査をしました。

耐塩害性暴露試験結果

暴露期間: 1085日(約3年間)

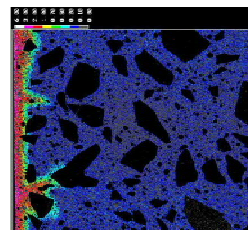


普通コンクリート



浸透深さ=2.0cm

ハレーサルト



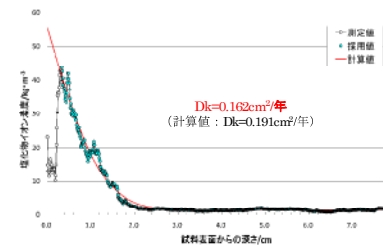
浸透深さ=0.6cm

耐塩害性暴露試験結果

暴露期間: 1085日(約3年間)

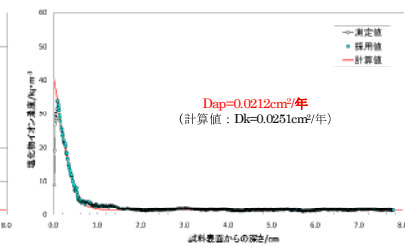


普通コンクリート



$D_{ap}=0.162\text{cm}^2/\text{年}$

ハレーサルト

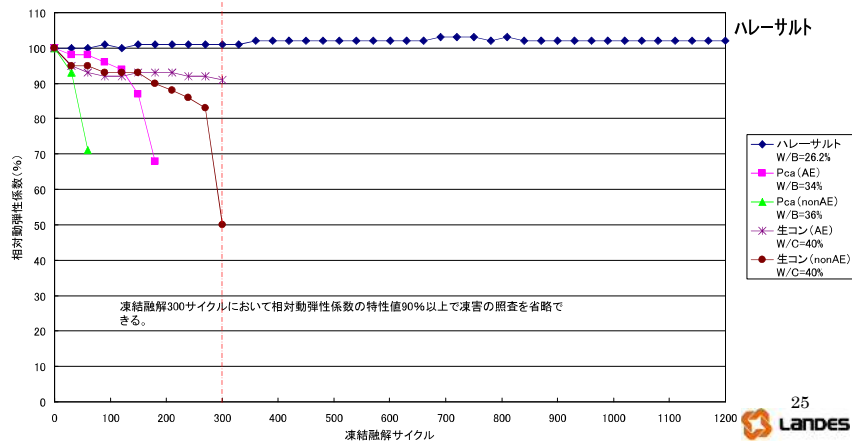


$D_{ap}=0.0212\text{cm}^2/\text{年}$

ハレーサルトの耐凍害性能



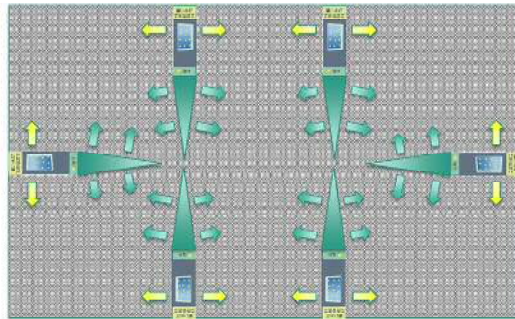
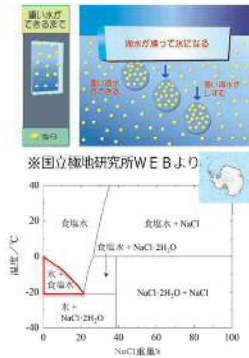
凍結融解試験結果 JIS A 1148
(A法: 水中凍結融解試験方法)



塩害と凍害の複合劣化

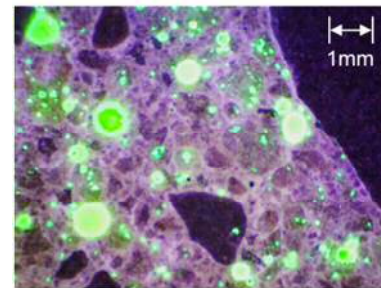


複合劣化でコンクリートが早く壊れる理由



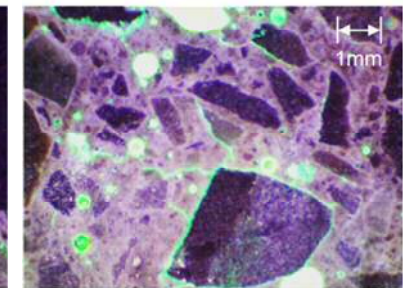
塩水は凍らない

コンクリートの内部拡大



ハレーサルト

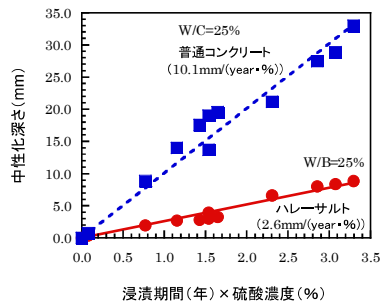
骨材周りに空隙がなく、密実であるためひび割れが発生していない。



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



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

ハレーサルト工業会

正会員15社 賛助会員15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
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
GOP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
ヒロセ補強土株式会社
JFE商事テールワン株式会社
株式会社フローリック
株式会社宝機材
東京鉄鋼土木株式会社

ハレーサルト工業会 顧問・学術研究委員会



顧問

阪田 憲次 岡山大学名誉教授

学術研究委員会委員

綾野 克紀 岡山大学教授
川上 洵 秋田大学名誉教授
河合 研至 広島大学教授
濱田 秀則 九州大学教授
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