



広島県コンクリート診断士会  
第44回定例会

# 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」

2020年10月14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：9,000万円

売上高：53億円(2016年8月期)

従業員数：255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

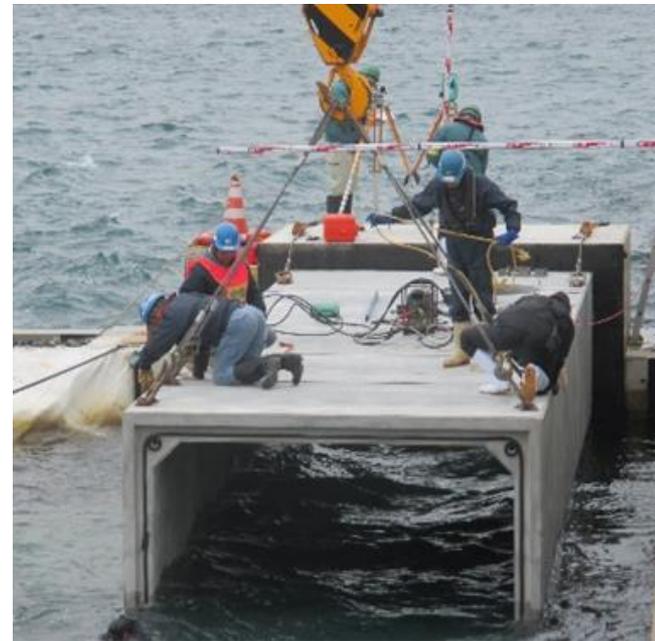
工場：落合、久米南、倉敷、広島、山口



# 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



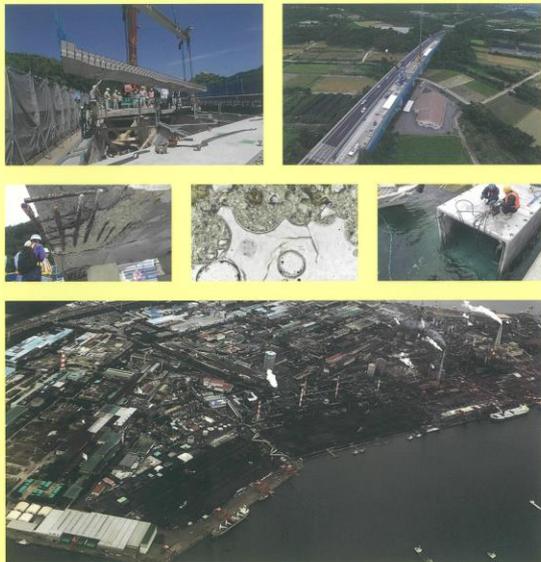
ボックスカルバート  
九州地方整備局下関港湾事務所



# 「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)

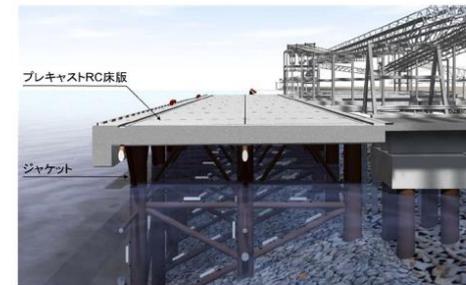
### 1. プレキャスト RC 床版

#### 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ト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]



# 第17回国土技術開発賞



建設分野の新技术への挑戦

国土技術開発賞

**JICE** 一般財団法人  
**国土技術研究センター** HPより  
Japan Institute of Country-ology and Engineering



入賞：高炉スラグを用いた  
超耐久性コンクリート

副題：ハレーサルト

応募者名：ランデス(株)

技術開発者：ランデス(株)

細谷多慶



# 高炉スラグとは？



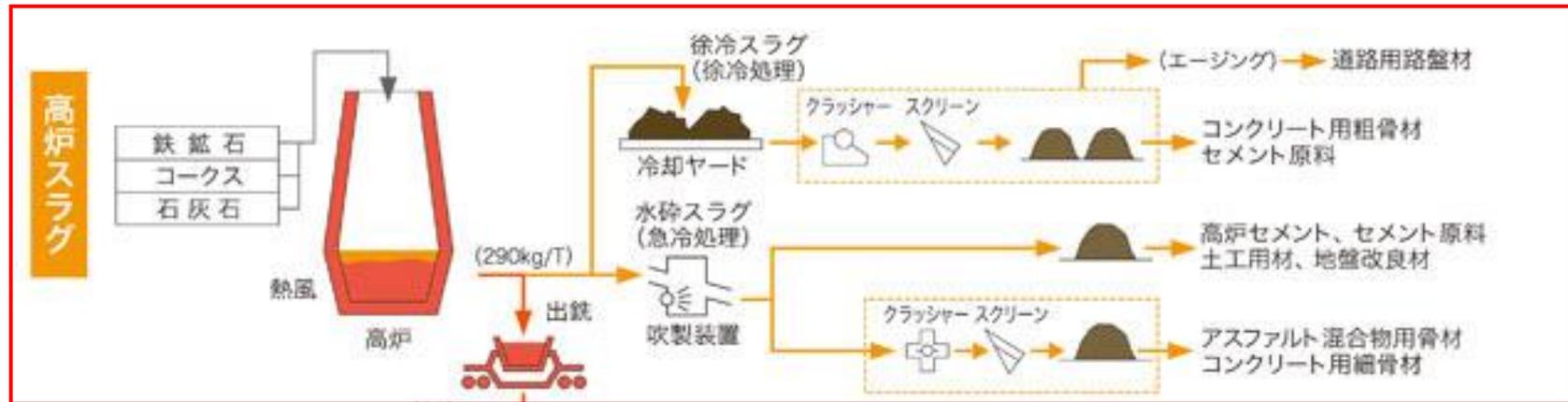
高炉スラグ微粉末



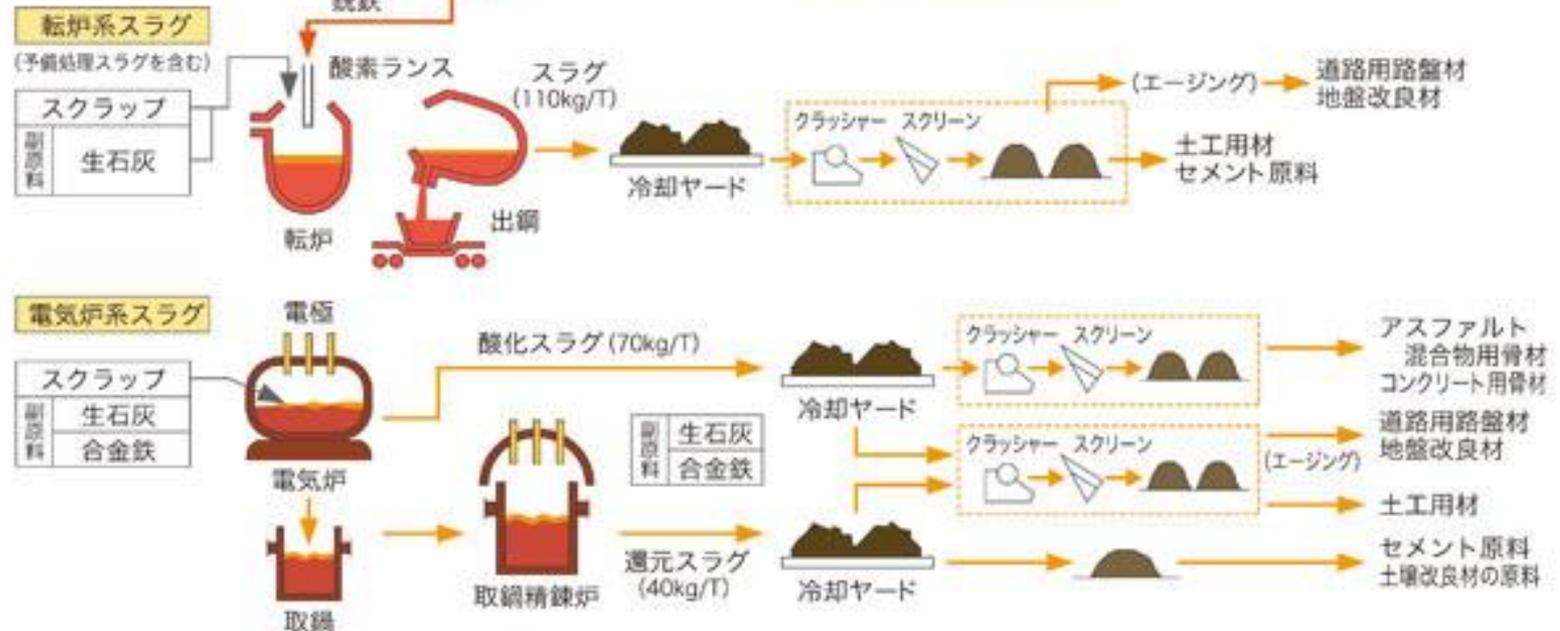
高炉スラグ細骨材



# 鉄鋼スラグの製造フロー

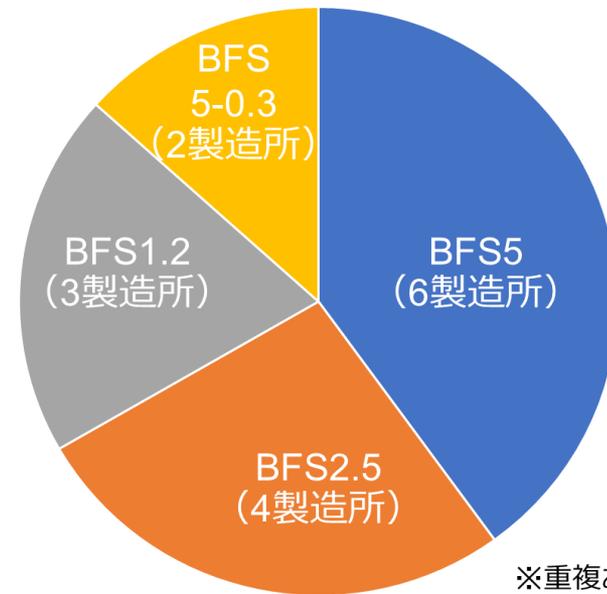
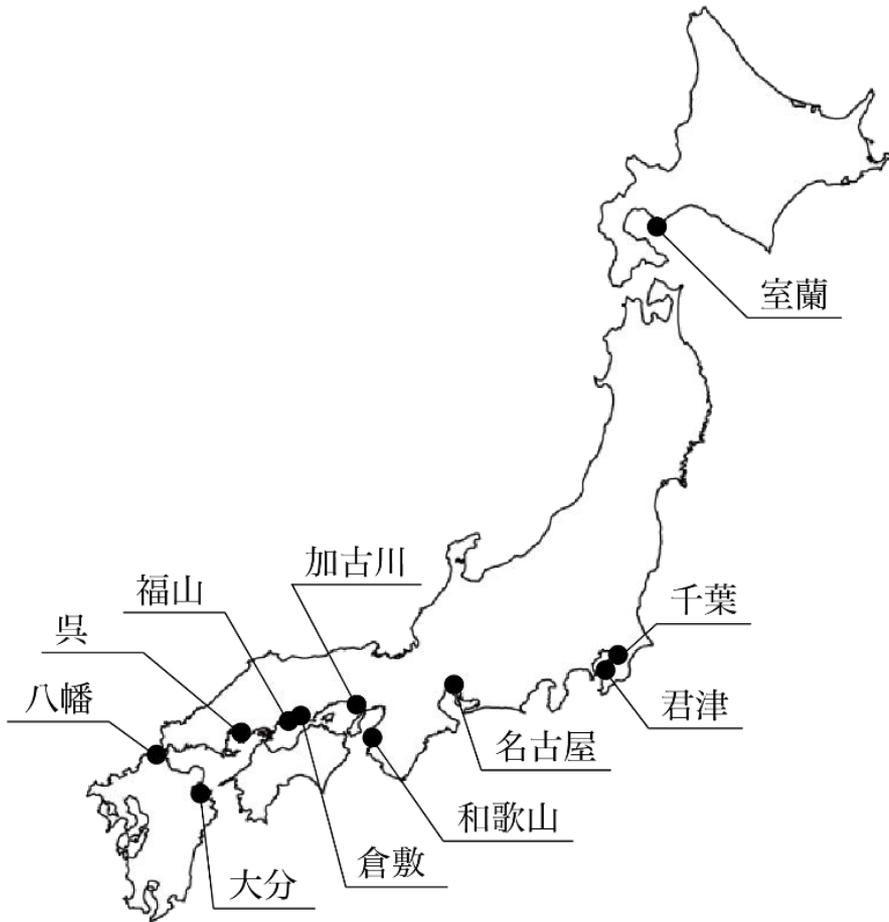


**製鋼スラグ**





# 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

普通コンクリート W/C=39.0%  $f'_{ck}=35\text{N/mm}^2$  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
使用量 (kg)	170 (7%)	436 (19%)	690 (29%)	1052 (45%)	2.7*
CO <sub>2</sub> 排出量 (kg)	0.0	334.2 (98%)	2.6 (0.8%)	3.0 (0.9%)	0.9 (0.3%)

ハレーサルト W/B=26.2%  $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$

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
使用量 (kg)	160 (7%)	244 (10%)	366 (15%)	842 (36%)	764 (32%)	6.5*
CO <sub>2</sub> 排出量 (kg)	0.0	187.1 (93%)	9.7 (4.8%)	0.0	2.3 (1.1%)	2.3 (1.1%)



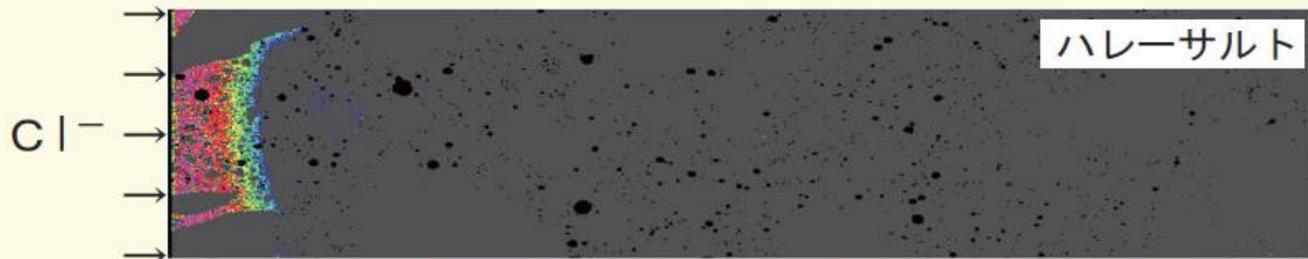
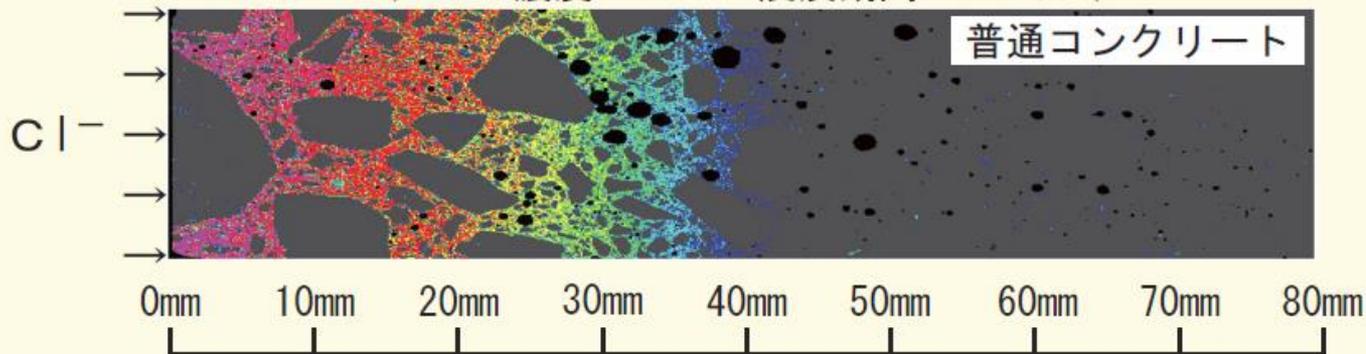
# 高炉スラグ細骨材を使用した 超耐久性コンクリート「ハレーサルト」の 特徴

- 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
- 資源循環 副産物使用率50%
- 低炭素 CO<sub>2</sub>が40%以上削減



# 耐塩害性(塩化物イオン浸透試験)

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



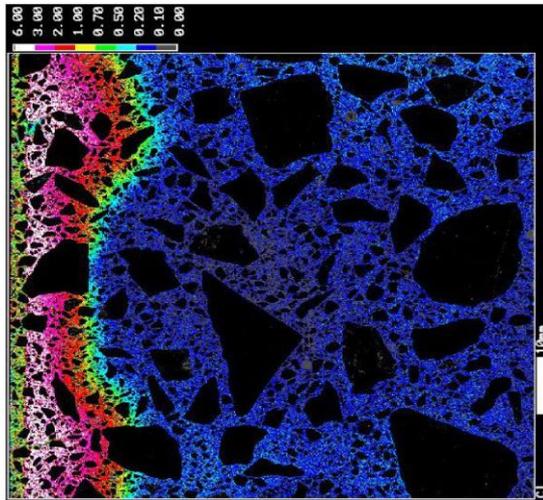
設計耐用年数100年で  
性能照査をしました。



# 耐塩害性暴露試験結果

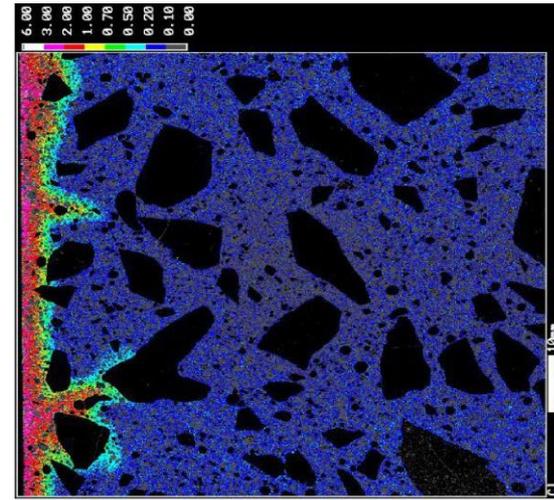
暴露期間: 1085日(約3年間)

普通コンクリート



浸透深さ=2.0cm

ハレーサルト



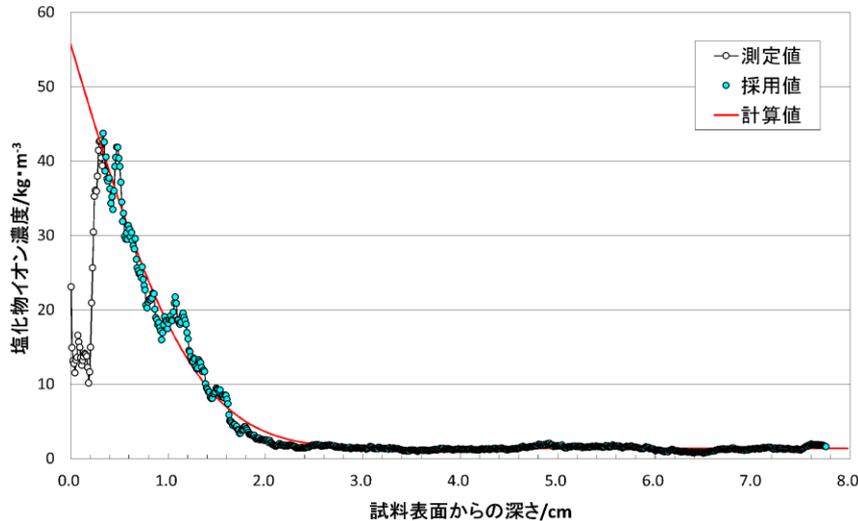
浸透深さ=0.6cm



# 耐塩害性暴露試験結果

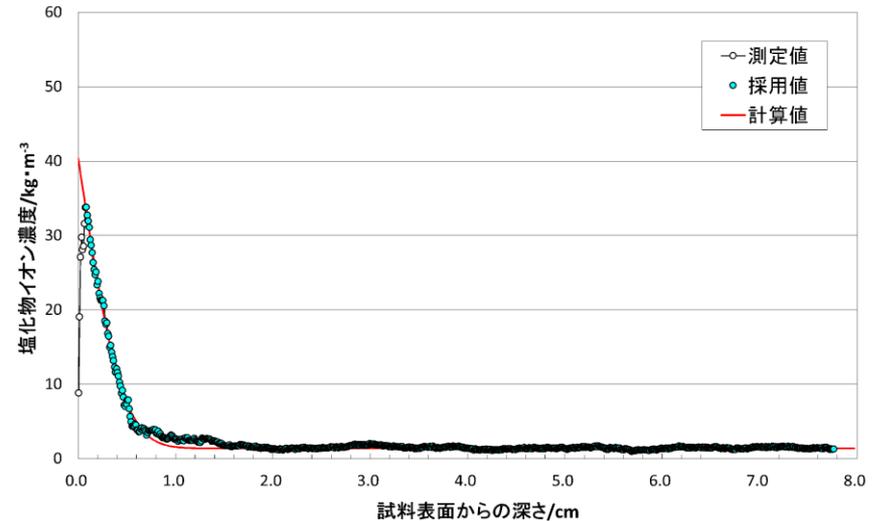
暴露期間: 1085日(約3年間)

## 普通コンクリート



$D_{ap}=0.162\text{cm}^2/\text{年}$

## ハレーサルト

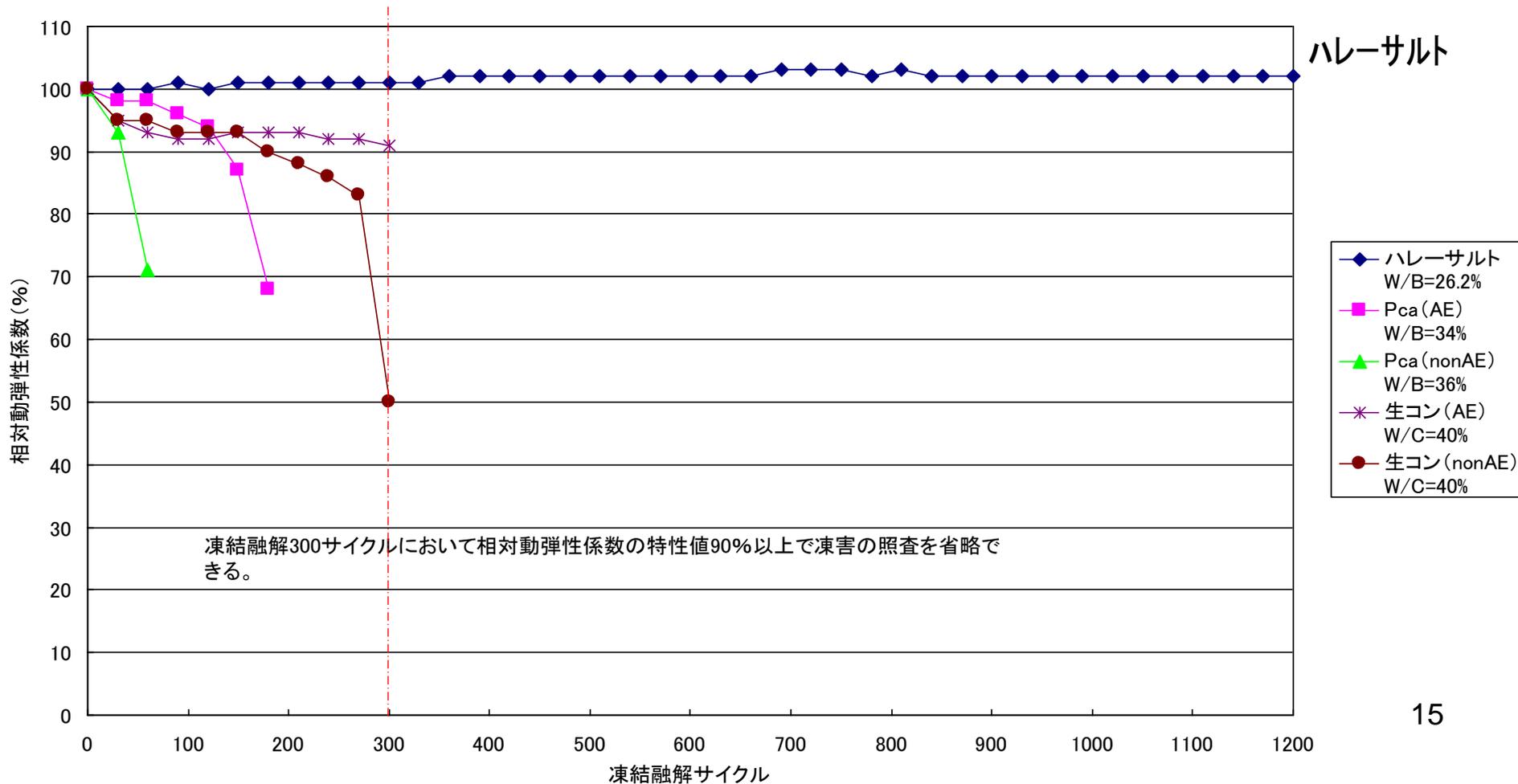


$D_{ap}=0.0212\text{cm}^2/\text{年}$



# 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)



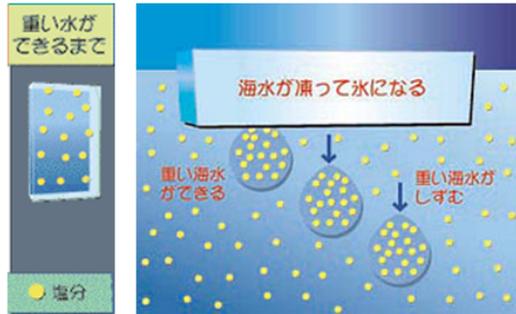


# 塩害と凍害の複合劣化

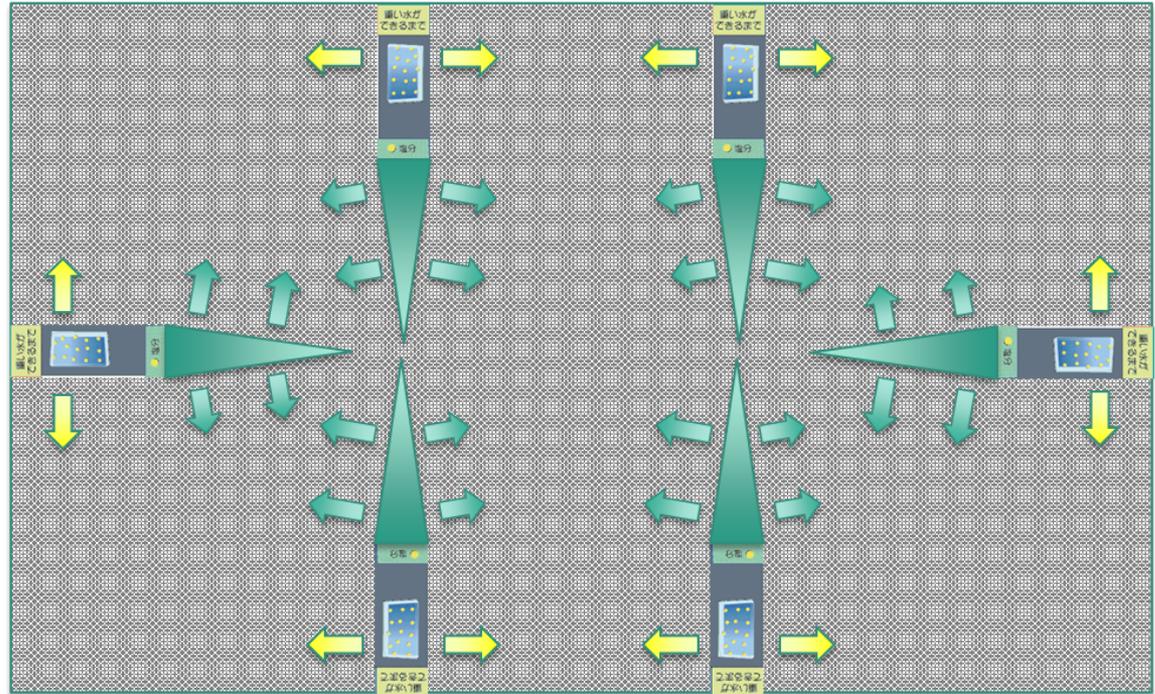
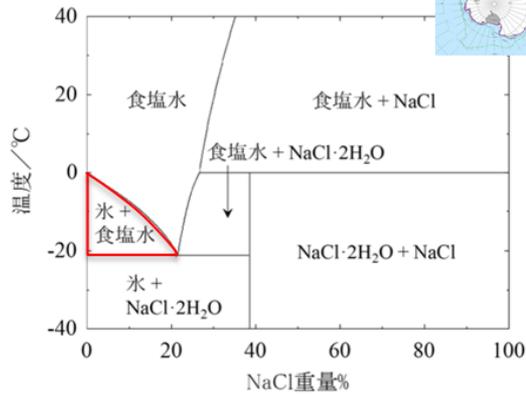
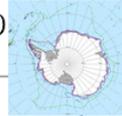




# 塩水は凍らない

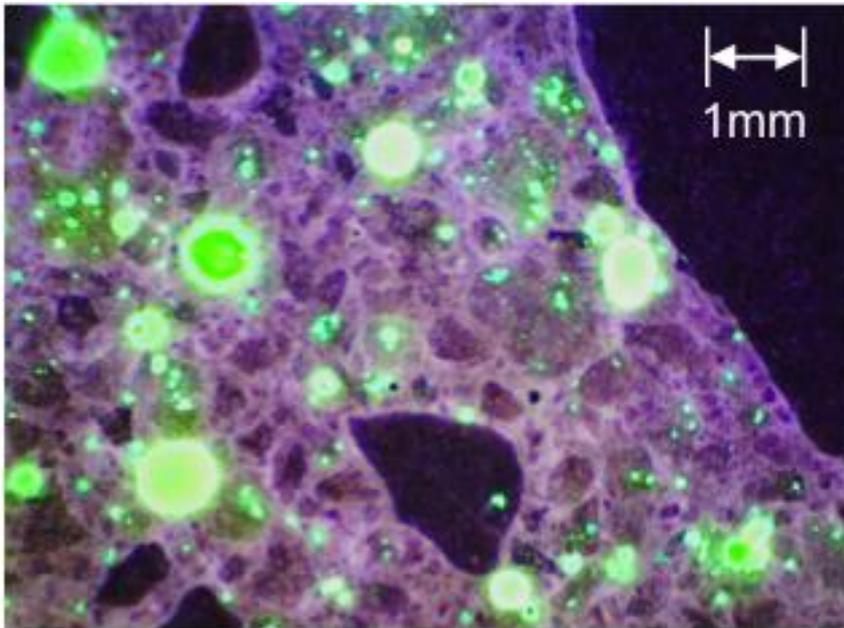


※国立極地研究所WEBより

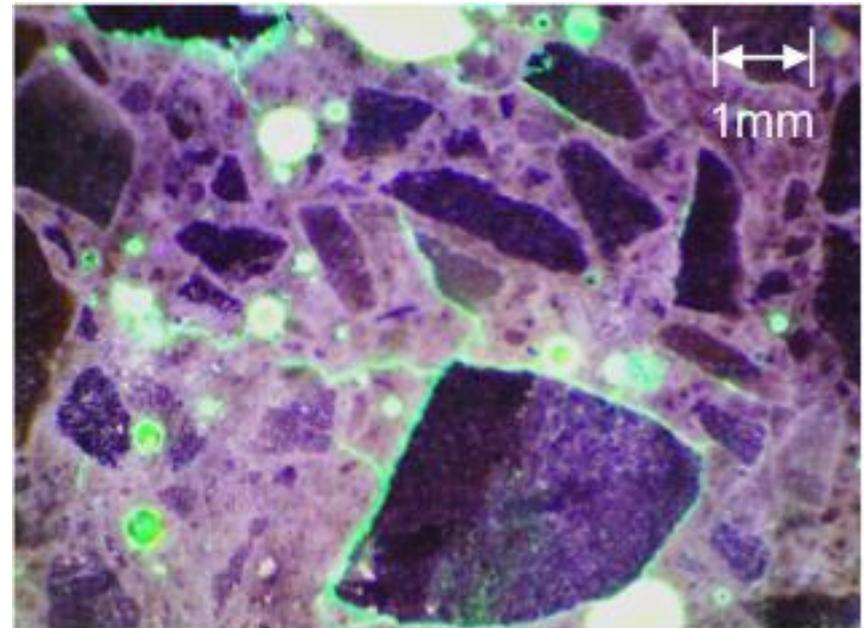




# コンクリートの内部拡大



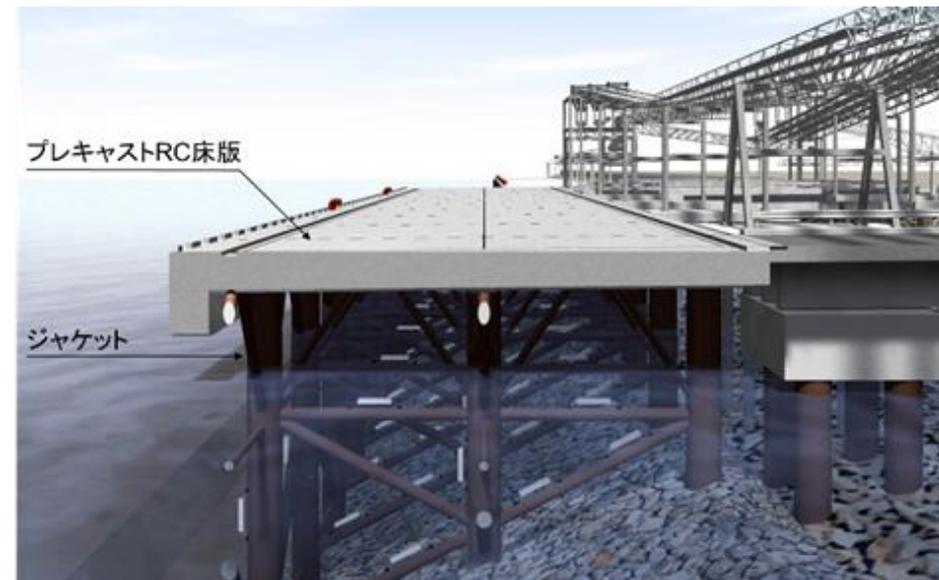
ハレーサルト



普通コンクリート

# 水島港玉島地区岸壁(-12M)

## 築造工事施工状況1



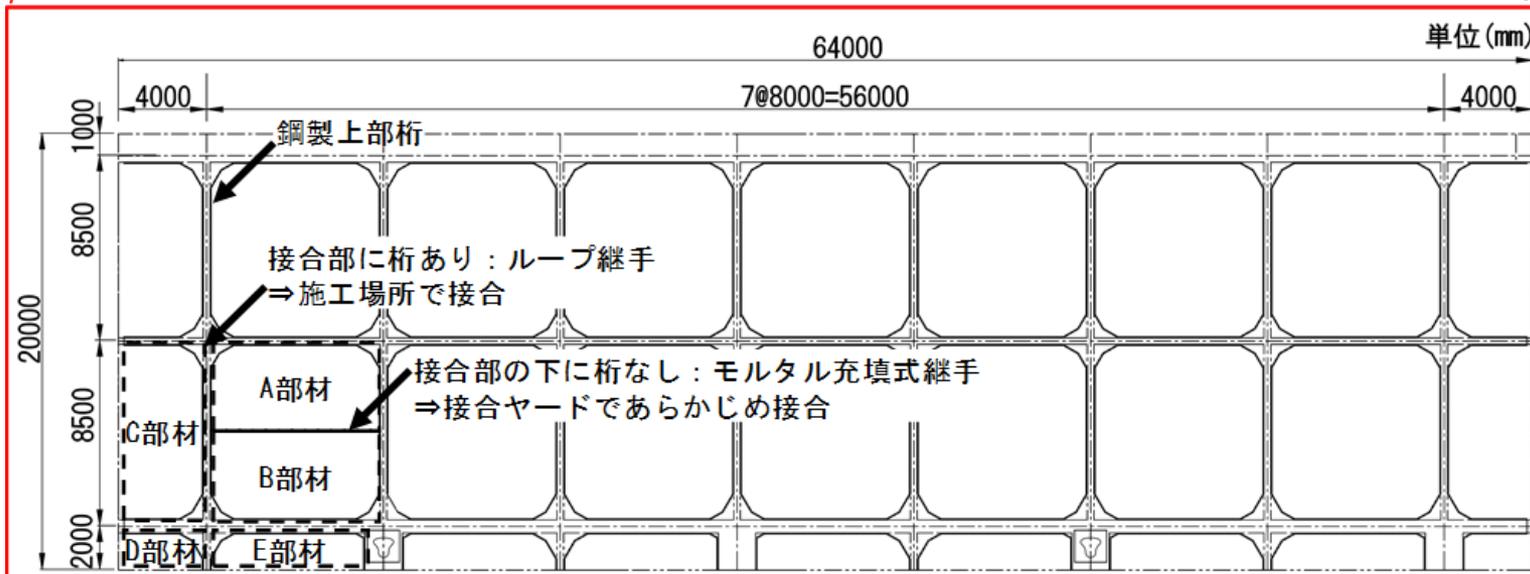
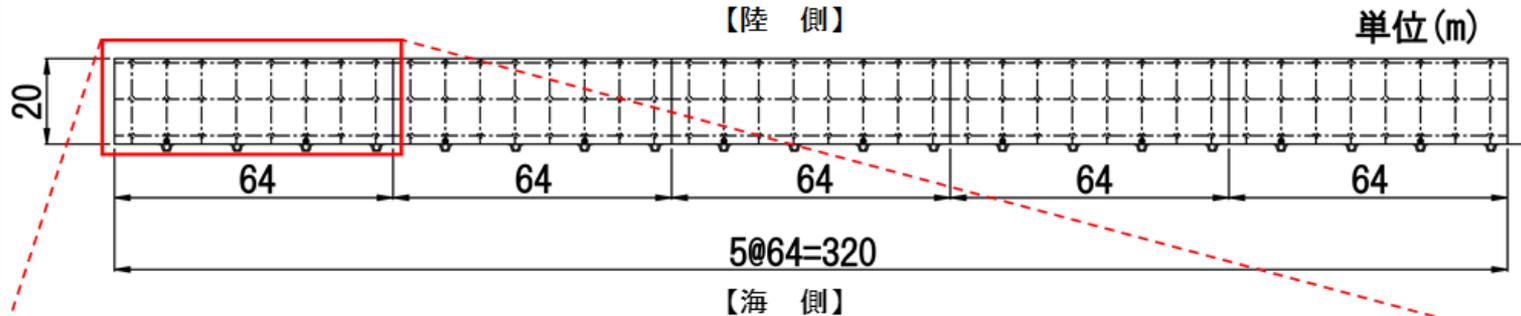
プレキャストRC床版を用いた栈橋の完成イメージ  
[出典: 中国地方整備局宇野港湾事務所]

# 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



# ボックスカルバートの施工状況



2500 × 2500 × 1500mm



製品重量 5t/基

関門航路(西側)土砂処分場護岸築造外1 件工事  
九州地方整備局下関港湾事務所



# ボックスカルバートの施工状況



製品搬入状況(陸上よりクレーン設置)



上部マンホール部もBFSコンクリート仕様

関門航路(西側)土砂処分場護岸築造外1 件工事  
九州地方整備局下関港湾事務所



# ボックスカルバートの施工状況



土砂処分護岸（手前内側が処分場）



処分場内の排水処理として使用

関門航路(西側)土砂処分場護岸築造外1 件工事  
九州地方整備局下関港湾事務所



# 公的機関による評価

## NETIS

- ・ CG-110006-VE ハレーサルトボックスカルバート
- ・ CG-130006-VE ハレーサルト張り出し歩道
- ・ CG-160019-A ハレーサルト剛性防護柵

## NETIS掲載終了技術

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

## 建設技術審査証明(下水道技術)

- ・ 下水道新技術推進機構(H28.3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  
ランドス株式会社

### 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  
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

岡山大学大学院教授

川上 洵

秋田大学名誉教授

河合 研至

広島大学大学院教授

濱田 秀則

九州大学大学院教授

久田 真

東北大学大学院教授

上野 敦

首都大学東京大学院准教授

伊達 重之

東海大学教授

佐藤 靖彦

早稲田大学教授