

# プレキャストPC部材への 高炉スラグ微粉末の適用

川田建設(株)九州工場

## 概要

プレストレストコンクリート（PC）構造物は、比較的強度の高いコンクリートを用い、しかもプレストレスの導入によりひび割れが制御されているため、耐久性に優れるという特徴があります。しかし、構造物の長寿命化を図る観点より、さらなる耐久性の向上が望まれることもあります。また、持続可能な社会を目指していくため、環境負荷の軽減に努めることも重要であります。

上記の要求に対応するには、高炉スラグ微粉末の使用が有効であり、当社九州工場においてPC部材への適用を積極的に進めております。

### 高炉スラグ微粉末の使用によるメリット

#### ➤ 構造物の耐久性向上

塩分の浸透に対する抵抗性が高く、海水等による侵食も受けにくい。

#### ➤ 環境負荷の軽減

リサイクル材料であり、温室効果ガスの発生を大幅に抑制できる。

## 適用事例

工事名称：第二京阪門真地区PC床版工事

製作期間：平成20年9月～平成21年5月

本工事PC床版には、高炉スラグ微粉末6000を早強セメントに対し50%置換したコンクリートを使用しました。従来の早強セメントのみの配合と同程度の水結合材比で所定の圧縮強度が得られること、製品出荷時の色合いも従来のものと遜色がないことを確認しております。また、PC床版の製作にあたっては蒸気養生後、構造物の品質を確実にするため、散水養生を3日間実施しました。

### ●コンクリート配合

注）各材料の使用量の単位はkg/m<sup>3</sup>

| 件名       | 水結合材比(%) | 水   | 結合材    |           | 骨材  |      | 混和剤  |
|----------|----------|-----|--------|-----------|-----|------|------|
|          |          |     | 早強セメント | 高炉スラグ6000 | 細骨材 | 粗骨材  |      |
| 門真地区PC床版 | 37.9     | 160 | 211    | 211       | 732 | 1026 | 3.48 |
| プレテン桁    | 36.5     | 160 | 438    | 0         | 698 | 1058 | 3.94 |

### ●圧縮強度の確認

| 材齢(日) | 試験値<br>N/mm <sup>2</sup> | 規格値<br>N/mm <sup>2</sup> | 養生方法   |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------|
| 1     | 46.7<br>(42)             | 35                       | 蒸気養生   |
| 7     | 61.7<br>(56)             | 50                       | 製品同一養生 |
| 28    | 70.8<br>(61)             |                          | 製品同一養生 |

注）括弧内は、プレテン配合（早強セメント）の試験値

### ●色合いの確認

プレテン配合 早強セメント      高炉スラグ微粉末使用  
材齢1日      材齢14日



硫化鉄の影響で青みが治まり白っぽくなる

### ●PC床版の製作・保管 ⇒ PC床版の架設・設置 ⇒ 橋梁完成



## ■ 耐久性に関する検証データ

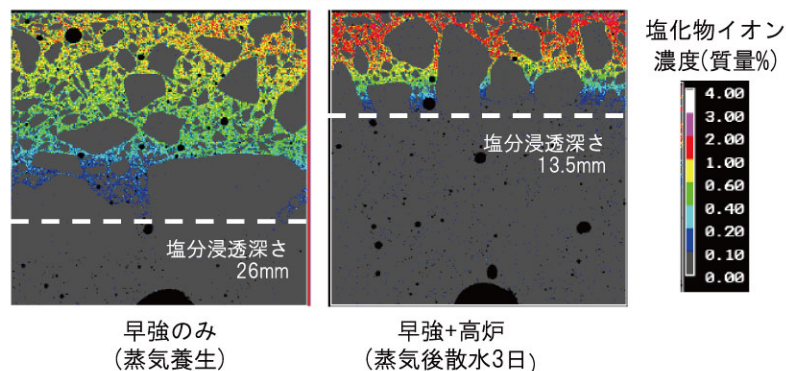
高炉スラグ微粉末を混入することで塩分の浸透を抑制することが知られています。当社九州工場におけるPC床版用のコンクリート配合においても海洋暴露した供試体についてJSCE-G574に準拠したEPMA（電子プローブマイクロアナライザ）面分析を実施した結果、高炉スラグ微粉末を用いた方が塩分の浸透が抑制されていることが確認されました。

### ● 海洋暴露の状況



注）当社九州工場に隣接する公共埠頭（干満部）に供試体を暴露している状況です。暴露期間は2005年10月から2010年3月までとしています。

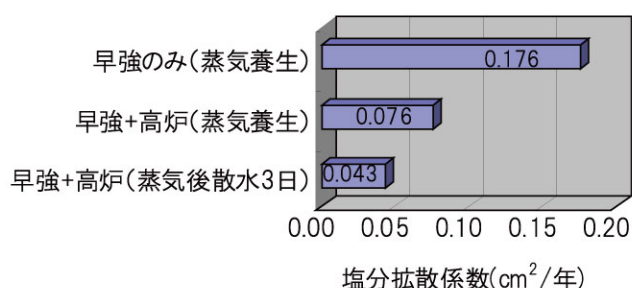
### ● 塩分の浸透状況（EPMA面分析）



また、EPMA面分析で得られた塩化物イオン濃度の勾配に基づき“塩分拡散係数”を算出することで、実構造物の塩分浸透深さを予測することができるようになります。供用100年時点の塩分浸透深さの予測値は、早強のみの配合に比べ、高炉スラグ微粉末を用いることで約1/2に抑制されます。

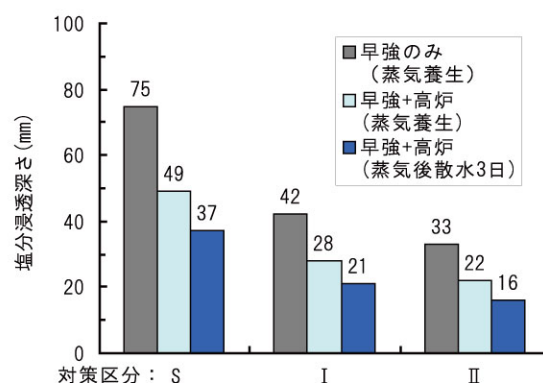
注）土木研究所「ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書」を参照し、表面塩化物イオン濃度は道路橋示方書に示される各対策区分の中央値を用い、供用100年時点の塩化物イオン濃度が1.2kg/m<sup>3</sup>（初期0.3kg/m<sup>3</sup>を考慮）となる深さを試算しました。

### ● 塩分拡散係数の算出結果



注）塩分拡散係数は、コンクリート表面から塩分が浸透する現象がフィックの第二法則で表されると仮定し、EPMA面分析による塩化物イオン濃度分布に基づき、拡散方程式の解で帰帰することで算出しました。

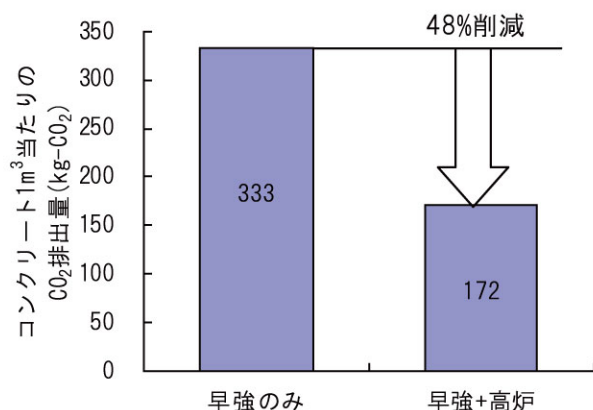
### ● 供用100年時点の塩分浸透予測値



なお、高炉スラグ微粉末を用いることで中性化が助長されると言われておりますが、今回の配合では問題にはならないことを確認しております（JIS A 1153の促進中性化試験を実施した結果、促進期間13週における中性化深さは最大1mm）。

## ■ 環境負荷に関する検証データ

高炉スラグ微粉末は製鉄所の高炉から生成する副産物を再利用し、セメントと置き換えることで、コンクリートの材料に由来するCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減できます。



### ＜CO<sub>2</sub>排出量の算出データ＞

・早強セメントのみのコンクリート配合

| 材料                  |                                    | 水      | セメント   | 高炉スラグ  | 細骨材    | 粗骨材    | 混和剤    |
|---------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 配合量                 | kg/m <sup>3</sup>                  | 160    | 438    | 0      | 698    | 1058   | 3.94   |
| 原単位                 | kg-CO <sub>2</sub> /kg             | 0.0000 | 0.7466 | 0.0404 | 0.0028 | 0.0028 | 0.2500 |
| CO <sub>2</sub> 排出量 | kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 0.0    | 327.0  | 0.0    | 2.0    | 3.0    | 1.0    |
|                     |                                    | 333    |        |        |        |        |        |

・早強セメントに対し高炉スラグ微粉末6000を50%置換したコンクリート配合

| 材料                  | 水                                  | セメント   | 高炉スラグ  | 細骨材    | 粗骨材    | 混和剤    |        |
|---------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 配合量                 | kg/m <sup>3</sup>                  | 160    | 211    | 211    | 732    | 1026   | 3.48   |
| 原単位                 | kg-CO <sub>2</sub> /kg             | 0.0000 | 0.7466 | 0.0404 | 0.0028 | 0.0028 | 0.2500 |
| CO <sub>2</sub> 排出量 | kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 0.0    | 157.5  | 8.5    | 2.0    | 2.9    | 0.9    |
|                     |                                    |        |        | 172    |        |        |        |

注）原単位は土木学会「コンクリート構造物の環境性能照査指針（試案）」2005.11による。

# PRODUCT & FACTORY INFORMATION

当社九州工場では、環境に配慮したプレキャスト製品も取り扱っております。

## ●法面の防災緑化工法「ジオステップ」

NETIS登録 HR-050004-A



## ●建築梁「プレビーム桁」

ハイブリッド構造による大スパン化の実現



## ●地下貯水槽「エコマモール」

NETIS登録 HR-050005-A



## ●鉄道ラーメン高架橋ハーフプレキャスト工法

第13回国土技術開発賞優秀賞受賞(2011年)



### <主な製品ラインナップ>

- 建築用高強度プレキャスト部材
- 人工地盤用プレキャスト部材
- 道路橋用プレキャスト部材

## 川田建設(株)九州工場

当社西日本のプレキャスト製品の生産拠点で、隣接する公共埠頭からの製品の海上輸送が可能です。あらゆるニーズに応える最新鋭のPC工場として、本州は勿論、離島への製品供給も対応します。

|                        |                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 所在地                    | 〒873-0007<br>大分県杵築市片野1150-212                                        |
| 電話番号                   | 0978-66-4020                                                         |
| FAX                    | 0978-66-4021                                                         |
| 敷地面積                   | 82,118㎡                                                              |
| プレキャストPC部材用<br>ベンチアバット | 7,000kN 75m×1基<br>5,000kN 75m×1基<br>5,000kN 70m×1基<br>5,000kN 28m×1基 |
| コンクリート製造装置             | 1.0m <sup>3</sup> ×1基                                                |
| 製品曲げ試験装置               | 1,000kN×1基                                                           |
| PC関連JIS                | JIS A5373(認証番号TC0808037)                                             |



確かな技術で  
社会基盤の発展  
に貢献する

2013.9.2 第2版