

# 多孔質型鉄鋼スラグ水和固化体の強度とアルカリ溶出性に関する研究

○宮崎大学大学院 学生会員 小川 雅 宮崎大学工学教育研究部 正会員 尾上 幸造  
 宮崎大学大学院 学生会員 本田 寛樹 宮崎大学大学院 学生会員 松岡 史也

## 1. はじめに

鉄鋼スラグ水和固化体<sup>1)</sup>(Steel-making Slag Concrete, 以下 SSC)は、材料の多くが副産物であり、通常のセメントコンクリートに比べアルカリ成分の溶出が少なく、生物生育に好適な元素を豊富に含んでいる。本研究では、生物付着性が高いとされるポーラスコンクリートを参考に、多孔質型 SSC (Porous-type SSC, 以下 POSSC とする) を作製し、その基礎的性質について検討した。POSSC はスラグ表面のペースト厚さが小さいため、鉄などの有用成分が溶出しやすく藻場・魚礁ブロックとしての適用性が高くなると期待される。本稿では、未利用天然資源の有効利用先の開拓を目的として、シラス・新燃岳火山灰をポゾラン材として利用した POSSC の強度およびアルカリ溶出性について報告する。

## 2. 実験概要

使用材料を表 - 1 に示す。使用したポゾラン材はフライアッシュ II 種、鹿児島県横川産のシラス、新燃岳火山灰である。シラス・火山灰の主な成分は SiO<sub>2</sub> と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であり、ポゾラン反応が期待でき、自然由来の材料であることから環境負荷を抑制できると考えられる。POSSC の配合条件は以下の通りである。空隙率を 15%、25%、35% の 3 種類とし、骨材粒径を 20~10mm、10~5mm の 2 種類の合計 6 パターンとした。また、水結合材比を 25% に固定し、使用するポゾラン材はフライアッシュ (FA)、シラス (SR)、火山灰 (VA) とした。アルカリ刺激材には消石灰 (CH) を使用し高炉スラグ微粉末、ポゾラン材、消石灰の割合を BF : ポゾラン材 : CH = 5 : 2 : 1 とした。また比較としてポゾラン材を使用していない POSSC (空隙率 25%, 以下 Normal) を作製した。

表 - 1 材料物性

高炉スラグ微粉末	比表面積: 4280cm <sup>2</sup> /g 密度: 2.89g/cm <sup>3</sup>	フライアッシュ	比表面積: 4020cm <sup>2</sup> /g 密度: 2.28g/cm <sup>3</sup>
溶銃予備スラグ粗骨材 (20~10mm)	表乾密度: 3.00 g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 5.09% 実積率: 51%	シラス	粒径1.2mm以下 粗粒率: 1.57 表乾密度: 2.14g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 5.66%
溶銃予備スラグ粗骨材 (10~5mm)	表乾密度: 3.10 g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 5.87% 実積率: 55%	新燃岳火山灰	粒径1.2mm以下 粗粒率: 2.39 表乾密度: 2.25g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 9.70%
溶銃予備スラグ細骨材 (5mm以下)	表乾密度: 3.27 g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 8.7% 実積率: 55%	消石灰	密度: 2.20g/cm <sup>3</sup>

## 3. 実験方法

図 - 1 に実験の手順を示す。アルカリ溶出試験の供試体 (φ 75mm × 150mm) と海水の体積比は 1 : 3.9 とした。本研究では、生物付着性に影響を及ぼす固化体表面の pH を間接的に調べるため、固液比の小さい条件で実験を行った。海水は宮崎市青島漁港より採取した天然海水を使用し、海水への浸漬から 48 時間後にガラス電極式 pH メータを用いて海水 pH を測定し、海水の入替えを行った。強度試験用の供試体は天然海水中にて養生を行い、材齢 28 日と 91 日における圧縮強度を JIS A 1108 に準じて測定した。

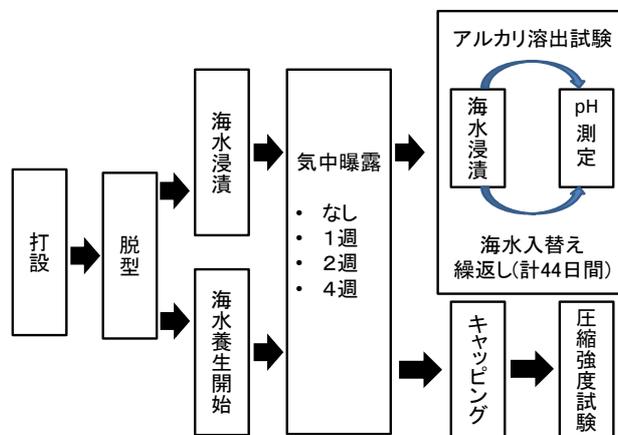


図 - 1 実験手順

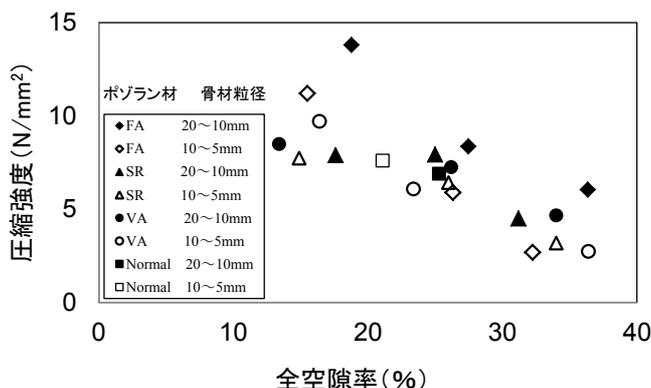


図 - 2 材齢 28 日全空隙率と圧縮強度

#### 4. 試験結果

図 - 2, 3 に各種ポズラン材を用いた POSSC と比較用の Normal の材齢 28 日, 91 日における全空隙率と圧縮強度の関係を示す。空隙率の増加にともないいずれも圧縮強度が低下した。また, 材齢 28 日から 91 日にかけての圧縮強度の伸びが小さいが, 密実体に比べてペースト量が少ないためと考えられる。

POSSC を浸漬した海水の pH の経時変化を図 - 4, 5 に示す。凡例の「PO」は多孔質であることを示し, そのあとに使用した混和材, 空隙率の順に表記している。OPC を用いた POOPC に比べて, POSSC では浸漬後の海水 pH が小さいことがわかる。FA, SR, VA のいずれのポズラン材を用いた場合でも pH の変化に大きな違いはなく, 骨材粒径の影響もみられない。しかし, Normal と比較するとポズラン材を用いたものの方が全体的に pH の低下が早い。これはポズラン反応によりアルカリイオンが消費されたことによるものと考えられる。

SSC (密実体)<sup>2)</sup> と POSSC の海水中におけるアルカリ溶出性の比較を図 - 6 に示す。後者の方が pH の低下が遅い。このことから, ポズラン材の違いよりも, ポーラス形状にしたことで海水と接する表面積が増加したことが pH の上昇に影響したものと考えられる。

#### 5. まとめ

1. POSSC のポズラン材としてシラス, 火山灰を利用することは十分可能である。
2. シラスおよび火山灰を用いた POSSC の強度は空隙率と負の相関関係にある。
3. POSSC は通常の POC よりもアルカリ溶出性が低く, またポズラン材の使用によりアルカリ溶出性を低減できる。

#### 参考文献

- 1) 松永久宏, 小菊史男, 高木正人, 谷敷多穂: 鉄鋼スラグを利用した環境に優しい固化体の開発, コンクリート工学, vol.41, No.4, pp.47-54, 2003
- 2) 本田寛樹, 尾上幸造, 金丸寛生, 小川雅, 松岡史也: 火山灰を混入した鉄鋼スラグ水和固化体のアルカリ溶出性および圧縮強度, 土木学会第 67 回年次学術講演会, V - 551, 2012

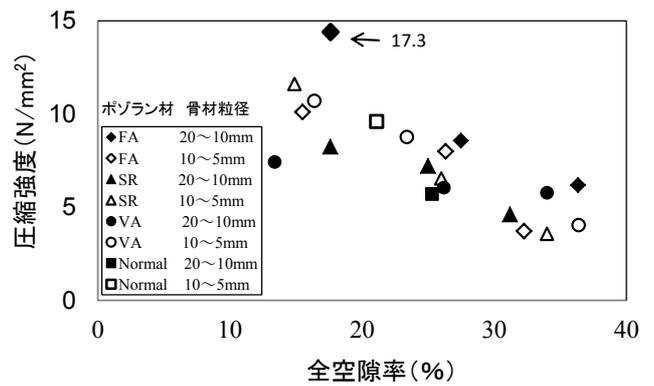


図 - 3 材齢 91 日全空隙率と圧縮強度

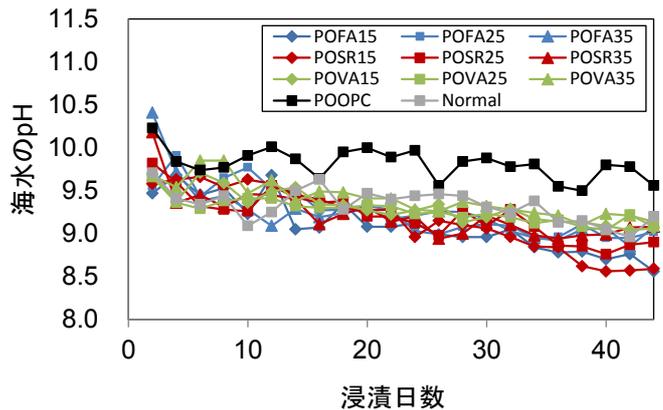


図 - 4 粒径 20~10mm の POSSC を浸漬した海水 pH の経時変化

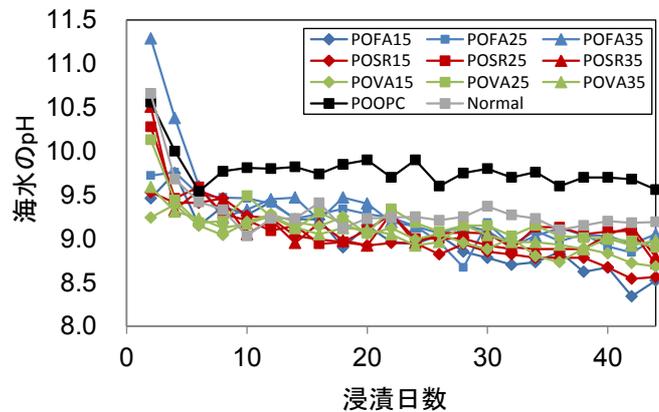


図 - 5 粒径 10~5mm の POSSC を浸漬した海水 pH の経時変化

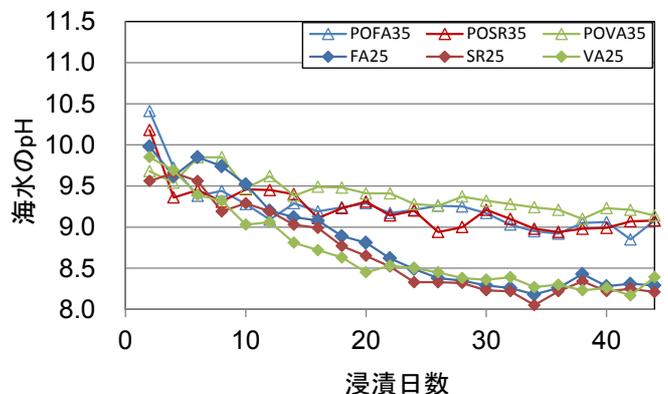


図 - 6 SSC, POSSC を浸漬した海水 pH の経時変化