

# 高炉スラグ材料を用いた PCaPC 部材用コンクリート ーハレーサルト PSー



河中涼一  
大阪支店 土木技術部

園田強介  
土木本部 土木本部室

橋野哲郎  
技術本部 技術部

## 概要

工場で生産されるプレテンション方式のプレキャスト（以下、PCa）PC 部材では、JIS に定められるプレストレス導入時の圧縮強度  $35\text{N/mm}^2$  を、製造サイクルの観点から材齢 18 時間で発現させることを自社目標とする場合がある。そのため、工場製品には早強ポルトランドセメント（以下、HPC）が用いられ、蒸気養生を併用することが多い。しかし、急激な温度上昇や高温での養生を伴う蒸気養生は、コンクリートの耐久性に関する品質を低下させることがある上に、重油等の化石燃料が多く用いられ炭酸ガス排出の一因となっている。高炉スラグ微粉末（以下、GGBS）および高炉スラグ細骨材（以下、BFS）を併用したコンクリート（以下、BFS コンクリート）は、劣化因子の浸透抵抗性が高く、高耐久であることが知られているが、HPC を GGBS に置換することに加え、BFS に散布された固結防止剤の影響で、コンクリートの強度発現が遅くなるため、早期強度の確保が求められる PCaPC 部材への適用は難しいと考えられてきた。そこで、BFS コンクリートにカルシウムシリケート系硬化促進剤（以下、硬化促進剤）を添加することで従前の製造サイクルを確保し、蒸気養生を行わずに高耐久かつ低炭素な PCaPC 部材を製造可能な BFS コンクリート「ハレーサルト PS」を岡山大学と協同で開発した。ハレーサルト PS の配合について、GGBS は早強ポルトランドセメントに対して質量比で 50% を置換し、BFS は天然細骨材と 100% 置換する。本研究では、外気温が異なる四季を通じてハレーサルト PS の強度発現性を調べ、さらに塩分浸透性、水分浸透性、凍結融解抵抗性、乾燥収縮ひずみおよびクリープの特性を調べた。

## ハレーサルト PS の強度および耐久性

図-1 は、ハレーサルト PS の圧縮強度と材齢の関係を示したものである。春期および夏期において、材齢 18 時間で PC 桁の緊張力導入に要する  $35.0\text{N/mm}^2$  を下回らない圧縮強度を発現することが可能である。冬期の結果は、春期および夏期と同じ養生方法を用いた場合の結果であるが、保温養生の方法を工夫することで冬期でも強度の発現を促進することが可能である。図-2 および図-3 は、ハレーサルト PS の塩化物イオンの見かけの拡散係数および水分浸透速度係数を一般的な PC 桁用のコンクリートと比較したものである。ハレーサルト PS は、GGBS を用いることでセメントペースト部が緻密化されることに加え、BFS がセメントペーストと反応して細骨材とセメントペーストの界面に隙間がないため、劣化因子の侵入に対する高い抵抗性を有していることが分かる。図-4 は、凍結水に濃度 10% の塩水を用いた厳しい条件での凍結融解試験結果である。一般的な PC 桁用のコンクリートも 600 サイクルまで相対動弾性係数が低下していないが、ハレーサルト PS は 1,000 サイクルを超えても相対動弾性係数は低下しておらず、さらに高い凍結融解抵抗性を有していることが分かる。図-5 および図-6 は、ハレーサルト PS の乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数を一般的な PC 桁用のコンクリートと比較したものである。ハレーサルト PS の乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数は、一般的な PC 部材用のコンクリートに比べて小さく、収縮やクリープ変形の拘束が問題となるコンクリート構造物にも有利であることが分かる。

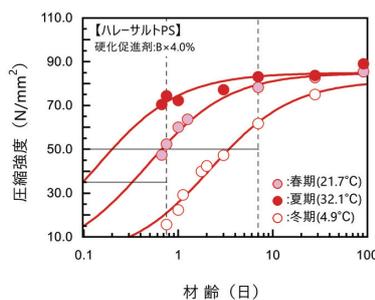


図-1 圧縮強度

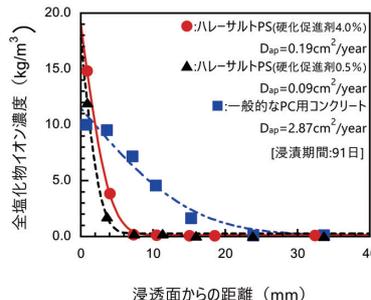


図-2 塩化物イオンの見かけの拡散係数

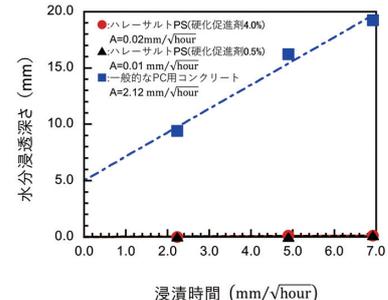


図-3 水分浸透速度係数

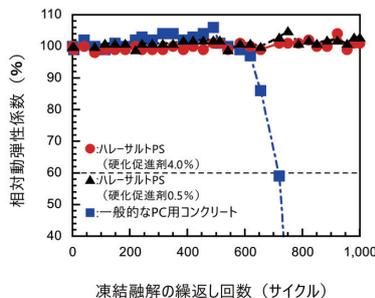


図-4 凍結融解抵抗性

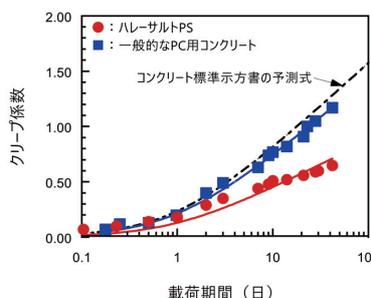


図-5 乾燥収縮ひずみ

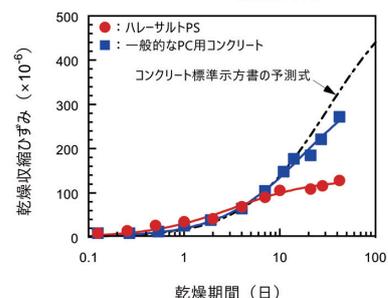


図-6 クリープ係数

謝辞：本技術開発に多大なるご指導を頂きました岡山大学の綾野教授、藤井准教授、関係各位に感謝申し上げます。

Key Words：高炉スラグ微粉末，高炉スラグ細骨材，高耐久，低炭素