

# 自己養生型高炉スラグコンクリートを使用した PCaPC 部材の実用化検討

技術本部 技術研究所 中瀬博一  
 技術本部 技術研究所 鈴木雅博  
 技術本部 技術研究所 遠藤俊之  
 技術本部 技術研究所 椎野碧

## 1. はじめに

高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートは所要の性能を確保するために、プレキャスト PC 部材（以降 PCaPC 部材）の加熱養生後に 3 日間程度の湿潤養生を行ってきた。このため主に製造コストの削減を目的として湿潤養生の簡略化が望まれた。そこで、平成 29 年度の既報では、自己養生法の適用を検討し、湿潤養生を省略できる可能性を示唆した。

本報ではこの結果を受け、自己養生型高炉スラグコンクリート（以降、SC-BSF）を用いた PCaPC 部材の実用化に向けて実施した各種試験結果を報告する。

表-1 実験一覧

種別	試験項目, 検討事項	試験対象コンクリート			試験・評価方法
		SC-BFS	BFS-W3	P	
基礎物性 確認試験	乾燥収縮	○	○	○	JIS A1129
	自己収縮	○	○	○	JCI 超流動報告書
	拘束応力	○	○	—	JCI 自己収縮報告書
	クリープ	○	—	○	JIS A1157(2010)
施工性試験 (PCa 部材 製造実験)	仕上げ性状	○	—	—	目視観察
	充填性				目視観察
	ひび割れ				目視観察

・ SC-BFS：自己養生型高炉スラグコンクリート  
 ・ BFS-W3：高炉スラグコンクリート（脱枠後 3 日間湿潤養生）  
 ・ P：早強セメント単味使用のコンクリート

## 2. 実験概要

PCaPC 部材への自己養生型高炉スラグコンクリートの適用性を確認するため、収縮性状およびクリープ性状などの基礎物性の確認を行った後、実大試験部材を製造し、施工性の確認を行った。実施した実験の一覧を表-1 に示す。

表-2 使用材料

項目	種類	仕様	記号
セメント	早強セメント	密度 3.14g/cm <sup>3</sup> , 比表面積 4570cm <sup>2</sup> /g	HC
混和材	高炉スラグ微粉末	密度 2.91g/cm <sup>3</sup> , 比表面積 6010cm <sup>2</sup> /g	BFS
細骨材	砕砂	表乾密度:2.66g/cm <sup>3</sup> , 吸水率:1.13%	S
	人工軽量細骨材	密度 1.87g/cm <sup>3</sup> , 吸水率 15.3%	LS
粗骨材	砕石	表乾密度:2.93g/cm <sup>3</sup> , 吸水率:0.49%	G
混和剤	高性能減水剤,	ポリカルボン酸系	SP
	AE 剤	天然樹脂酸塩	AE

### 2.1 使用材料および配合

実験の使用材料を表-2 に示す。自己養生材としてプレウエッティングした人工軽量細骨材 LS を用いた。以降、各種材料の略記号は表-2 によるものとする。

コンクリートの配合を、表-3 に示す。SC-BFS は自己養生型高炉スラグコンクリートであり、細骨材容積の 30% を LS で置換した高炉スラグコンクリートである。また、BFS-W3 は一般的な高炉スラグコンクリートで、脱枠後 3 日間の湿潤養生とし、P は早強セメント単味の実績配合である。

いずれの配合もコンクリート打設後に最高温度 45℃ で加熱養生を行い、翌日（打設後 14 時間）に脱枠とした。

表-3 コンクリートの仕様および配合

配合名	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	スラブ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
						W	HC	BFS	S	LS	G
SC-BFS	50	18	6.0	36.0	48.2	158	219	219	572	172	967
BFS-W3	50	18	6.0	32.5	46.9	158	243	243	774	—	967
P	50	12	6.0	35.2	42.0	160	455	—	710	—	1078

### 2.2 試験方法

試験方法は表-1 に示す通りとし、乾燥収縮は「JCI 超流動コンクリート研究委員会報告書(1994)」に準じ、拘束応力は「JCI コンクリートの自己収縮研究委員会報告書(2002)」に準じて測定した。また、基長測定は自己収縮および拘束応力試験ではコンクリート打設直後とし、乾燥収縮試験では脱枠直後とした。

### 2.3 PCaPC 部材製造実験

部材製造における施工性および、ひび割れなどの不具合発生の有無を確認するため、PCaPC 床版の実大試験体を

製作した。試験体は図-1 に示す形状・寸法とした。コンクリート打設は、製品工場の通常の部材製造要領に準じて行ったが、試験体は脱枠後の湿潤養生を行わず、外気環境下で材齢 1 年後まで保管し目視観察を行った。

## 3. 実験結果

### 3.1 基礎物性確認試験

#### (1) 乾燥収縮

乾燥収縮試験結果を図-2 に示す。SC-BFS の材齢 1 年後における長さ変化率は、BFS-W3 に比べ  $150 \times 10^{-6}$  程度大きかったが、P に比べ若干小さかった。

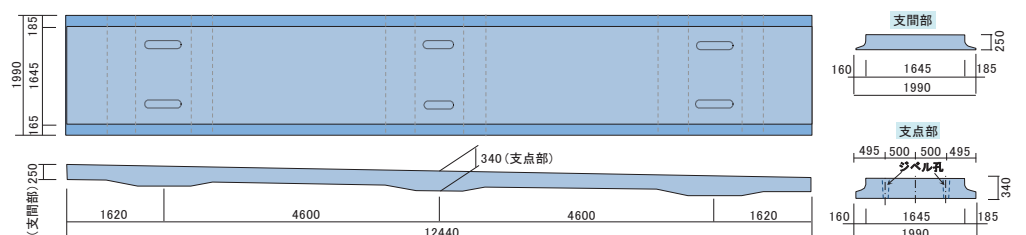


図-1 プレキャスト PC 床版試験体の形状および寸法

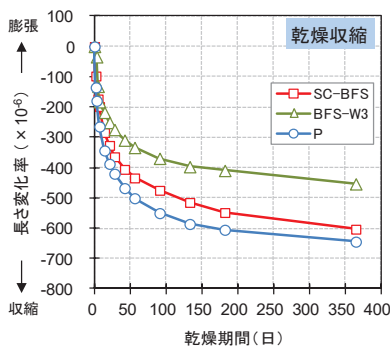


図-2 乾燥収縮試験結果

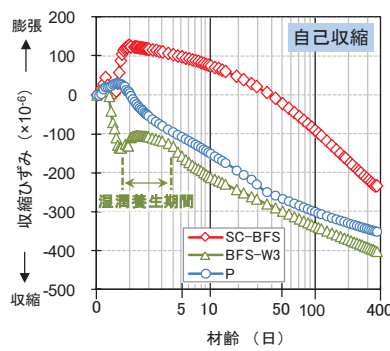


図-3 自己収縮試験結果

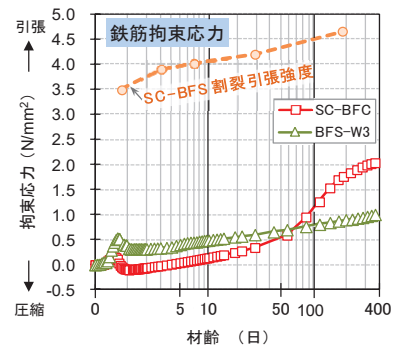


図-4 拘束応力試験結果

(2) 自己収縮

自己収縮試験結果を図-3に示す。SC-BFSは材齢1日までは膨張挙動を示し、BFS-W3は湿潤養生開始まで収縮傾向にあった。また、材齢1年後のSC-BFSの自己収縮ひずみは、BFS-W3およびPより $100\sim 150 \times 10^{-6}$ 程度小さかった。

(3) 拘束応力

鉄筋による拘束応力試験結果を図-4に示す。これより、初期材齢においてはSC-BFSの拘束応力はBFS-W3に比べ小さな値となったが、材齢60日程度以後はSC-BFSの方が大きな値を示した。BFS-W3に比べ、SC-BFSは、乾燥収縮が大きいことが一因であると推察される。ただし、図-4に示すように、SC-BFSの割裂引張強度は拘束応力に比べ十分に大きいため、ひび割れの発生には至らないものと考えられる。

(4) クリープ

クリープ試験結果を図-5に示す。SC-BFSのクリープ係数は、早強セメント単味の実績配合であるPと同等の値であり、従来と同様に部材設計が可能であることが確認された。

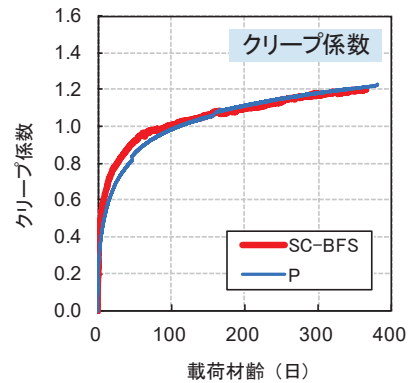


図-5 クリープ試験結果

3.2 PCaPC 部材製造実験

実機ミキサで練混ぜを行った場合でもSC-BFSのフレッシュコンクリート性状は基準値を満足した。また、外気温 $4^{\circ}\text{C}$ 程度の寒冷期であったが、圧縮強度発現も基準値を満足した。

部材の製造状況および脱枠後の外観をそれぞれ写真-1および写真-2に示す。SC-BFSは施工性に優れ、通常の施工方法で問題なく打設可能であった。また、打込み面の表面仕上げも問題なかった。さらに、屋外に1年間暴露し観察した結果、部材に問題となる劣化やひび割れ等は認められず、高品質なPCaPC部材の製造が可能であることが確認された。



写真-1 試験部材の製造状況



写真-2 PCaPC 床版試験部材の外観

4. まとめ

自己養生型高炉スラグコンクリートのPCaPC床版への適用性に関する検討を行った結果、以下知見が得られた。

- (1) 自己収縮は一般の高炉スラグコンクリート(湿潤養生3日)に比べ小さく、乾燥収縮は若干大きな値を示す。
- (2) 拘束応力は、初期材齢では一般の高炉スラグコンクリートに比べ小さいが、材齢60日以降では大きな値となる。ただし、コンクリートの引張強度に比べ十分に小さいため、ひび割れの発生には至らないものと考えられる。
- (3) クリープ係数は早強セメント単味の場合と同等である。
- (4) プレキャストPC床版の製造実験により、施工性(充填

性、表面仕上げ性など)は良好であり、ひび割れの発生も確認されず、高品質なPCaPC部材の製造が可能である。

Key Words : 自己養生, 高炉スラグ, プレキャスト部材



中瀬博一 鈴木雅博 遠藤俊之 椎野碧