

高炉スラグ微粉末高含有セメントを用いた体積変化特性の把握

芝浦工業大学 蟻川 駿太
芝浦工業大学大学院 水野 博貴
芝浦工業大学 伊代田 岳史

1. 研究背景・目的

近年、環境負荷低減の観点から建設業界では、製造過程で多くの CO_2 を排出する普通ポルトランドセメント（以下、OPC）の代替材料として、 CO_2 排出量の少ない高炉スラグ微粉末（以下、BFS）を置換したセメントの利用が進められている。

CO_2 削減のためには、BFS の大量置換が求められているため、BFS 高含有のコンクリートについて多くの研究が進められている。しかし、BFS は OPC と比較して自己収縮が大きくなるとの報告¹⁾があり、収縮の増大は、ひび割れの危険性を高め、コンクリートの耐久性に影響を与える。また、既往の研究²⁾より、OPC と BFS 置換したセメントを用いたコンクリートの自己収縮には差はないが、セメントペーストの自己収縮は BFS 置換したものが著しく大きくなることが報告されている。

そこで、本研究では BFS 高含有セメントにおける自己収縮挙動と骨材による拘束を検討した。

2. 実験概要

本研究で使用したコンクリートの計画配合を表-1 に示す。配合条件は水セメント比を 30% とし、単位水量、細骨材量を一定とした。セメント種は OPC と混和材料として BFS を置換したものを使用し、置換率を 0% (N)、50% (B50)、60% (B60)、70% (B70)、80% (B80) とした。また、実験ではコンクリート、モルタル、セメントペーストの3種類のセメント硬化体を使用した。なお、本研究で使用した供試体は JCI の自己収縮試験方法に準拠したものとし、概要図を図-1 に示す。コンクリートでは $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の角柱供試体を、モルタル、セメントペーストでは $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ の角柱供試体を使用した。また、供試体の自由な変形が拘束されないように、内部にはテフロンシート（厚さ 1mm）

表-1 コンクリートの計画配合

記号	W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	OPC	BFS	ECM	S	G
N	30	48	170	567	0	0	762	850
B50				283	283	0	752	840
B60				227	340	0	750	837
B70				170	397	0	748	835
B80				113	453	0	746	833

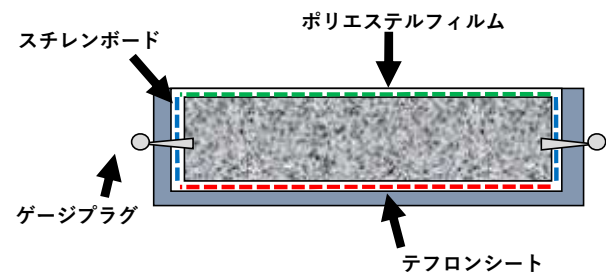


図-1 供試体概要図

m), ポリスチレンボード（厚さ 3mm）、ポリエステルフィルム（厚さ 0.01mm）を設置した。計測は打設前にゲージプラグを型枠に設置し、ダイヤルゲージにて計測を行った。脱型は翌日に行い、脱型後は供試体からの水分の逸散を防ぐため、アルミテープによりシールして、恒温恒湿室(温度: $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度: $60 \pm 5\%$)に静置した。

3. 実験結果

3.1 自己収縮測定結果

ダイヤルゲージ法によって測定した自己収縮量の経時変化を図-2 に示す。なお、自己収縮の開始時点は、凝結試験によって得られた凝結の始発とした。コンクリートでは、経過時間 10 日程度でグラフの傾きが小さくなり始め、20 日以降の収縮量は 200 から $250\mu\text{m}$ 程度に収束していることが分かる。モルタルでも同様に、10 日ほどでグラフの傾きは小さくなり始めるが、収縮量が収束するのは 60 日を経過してからである。セメントペーストでは時間経過による傾きの変化は緩やかであり、他

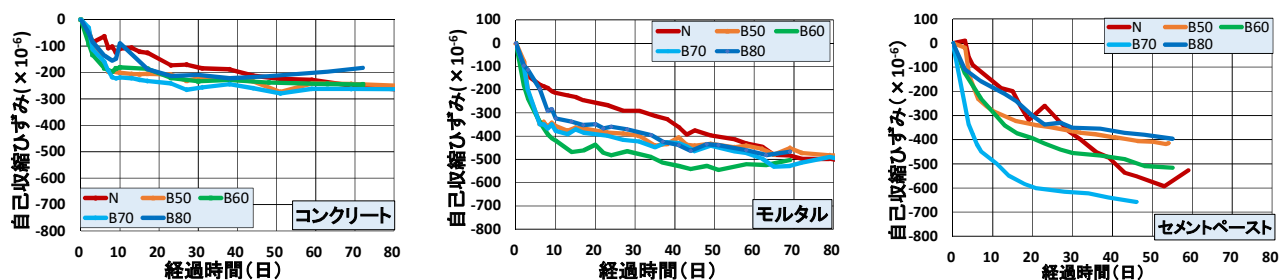


図-2 ダイアルゲージ法による自己収縮量測定値

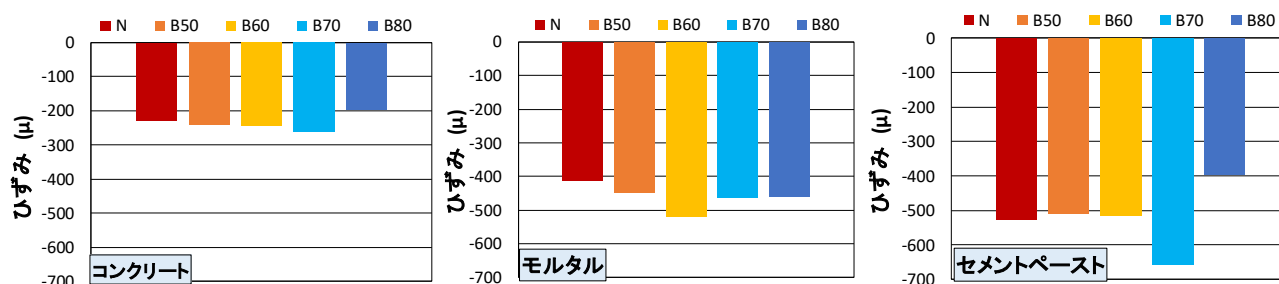


図-3 硬化体種類毎の収縮量の比較

の硬化体種類と比較して各置換率での収縮量に顕著な差が認められた。

3.2 硬化体種類毎の収縮量の比較

56 日経過時点における各置換率での収縮量を比較した結果を図-3 に示す。骨材が混入されたモルタルやコンクリートでは、セメントペーストと比較して収縮量が小さくなっている。また、コンクリートは各置換率で同等の収縮量であるが、モルタルは B60、セメントペーストでは B70 と置換率の高いものほど収縮量が大きい。以上から骨材が混入していないペーストの方が、BFS を混和した影響を大きく受けており、骨材の混入により硬化体の収縮が抑制されていることが確認できる。

ここで、各硬化体での収縮量の差分を時間経過ごとに示した結果を図-4 に示す。セメントペーストとコンクリートの収縮量の差分を全骨材の収縮拘束量とする。BFS 置換したものに関して、置換率が上がるにつれて拘束量は増大しており、B70 が最も骨材の拘束を受けていることが分かる。以上のことから、BFS の収縮能力は骨材を混入することにより大幅に抑制されていると考えられる。

今後は、骨材による収縮の拘束が硬化体のひび割れにどの程度関与するのかについて検討していく必要がある。

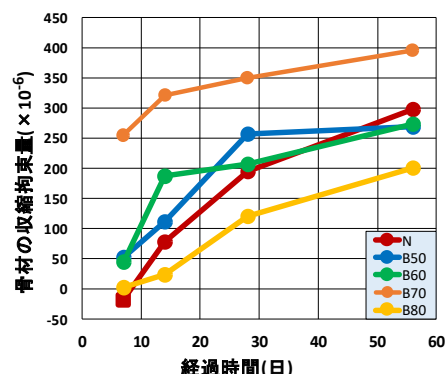


図-4 各硬化体における収縮量の差異

4. まとめ

- (1) BFS 置換率毎の収縮量から、置換率による収縮量の違いを確認することができた。
- (2) 硬化体ごとの収縮量の差によって骨材が収縮抑制に寄与することが確認できた。
- (3) BFS 置換したセメント、特に B70 の収縮量は骨材の混入で抑制量が大きく、それによる硬化体への影響は検討が必要である。

[参考文献]

- (1) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮研究委員会報告書 2002
- (2) 伊代田岳史：高炉スラグ微粉末を大量使用したコンクリート, JCI コンクリート工学 Vol.52 5号 2014