

高炉スラグ微粉末を高混入したモルタルのひび割れ閉塞状況の観察

東京都市大学 学生会員 ○福田和世
東京都市大学 正会員 栗原哲彦

1. はじめに

コンクリートへの産業廃棄物の利用は、コンクリートの性能向上および資源の有効利用の観点から、様々な用途で実施されてきた。特に我が国では、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュの発生量が極めて多く、混合セメントや混和材としてのJIS化もあり、利用が促されてきた。高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを適切に利用することによって、コンクリートのワーカビリティの改善、水和熱の低減、耐久性の向上等の効果が期待でき、コンクリートの各種性能の改善に貢献してきた¹⁾。本研究では、最近JIS化されたブレン値 $3000\text{cm}^2/\text{g}$ の高炉スラグ微粉末を対象に、それを高混入したモルタルを用いてひび割れ閉塞状況について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

実験フローを図1に、モルタルの配合を表1に示す。この配合表は、置換率0%の示方配合を基本に、粗骨材を除き、またセメントを高炉スラグ微粉末に置換したものである。高炉スラグ微粉末には、ブレン値 $3000\text{cm}^2/\text{g}$ のものを使用し、セメントに対する置換率を0, 40, 60, 80%とした。作製した供試体は、寸法 $40\times 40\times 160\text{mm}$ の角柱供試体とした。それぞれの置換率で3本ずつ打設・脱型後、28日間の水中養生を実施した。

2.2 ひび割れ作製方法および観察方法

28日間の水中養生後、一点集中載荷による曲げ破断させた。その後、破断した供試体を復元し、輪ゴムで固定した。これにより微細なひび割れを再現した。なお、ひび割れ幅の計測を容易にするため、観察部分の供試体表面を青色に着色した。

ひび割れ再現後の水中養生(自己治癒)においては、水の循環を定期的に行い、養生温度を 20°C に保った。供試体を観察する際は、ひび割れ幅を大きくしない

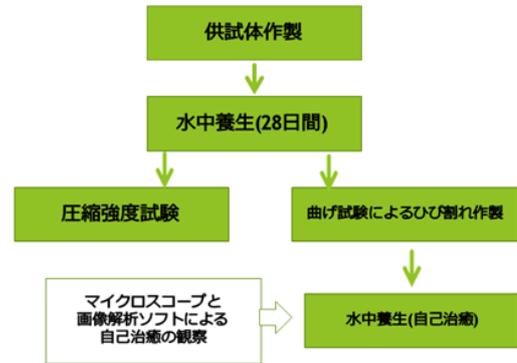


図1 実験フロー

表1 モルタルの配合

	単位量(kg/m^3)							
	W/B (%)	W	C	混和材	S	Ad1	Ad2	空気量
置換率0%	50	280	176	—	495	1.8	1.8	5%
置換率40%	50	280	106	70	495	1.8	1.8	5%
置換率60%	50	280	70	106	495	1.8	1.8	5%
置換率80%	50	280	35	141	495	1.8	1.8	5%

Ad₁: ポゾリス No.70 Ad₂: マイクロエア 303A

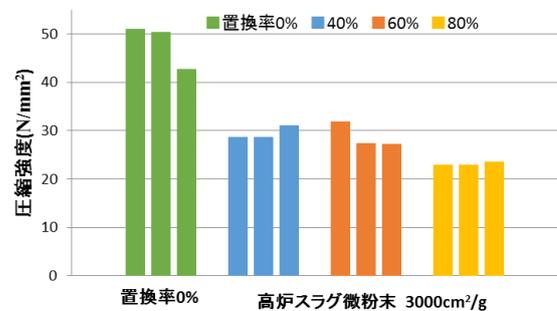


図2 圧縮試験結果

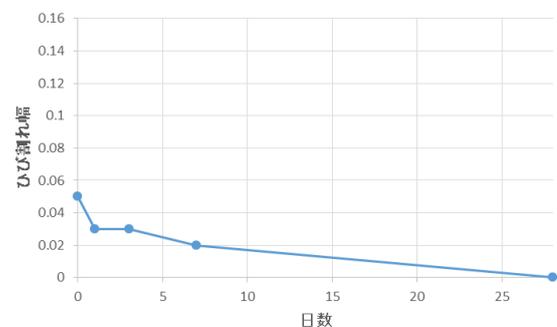


図3 ひび割れ閉塞過程 置換率0%②

キーワード 自己治癒 ひび割れ閉塞 高炉スラグ微粉末 3000 置換率

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 栗原研究室 TEL:03-5707-0104 (代) nkuri@tcu.ac.jp

ように慎重に取り出し、マイクロ스코プと画像解析ソフトを用いて、0, 1, 3, 7, 28 日後にひび割れ閉塞状況を観察した。

3. 実験結果および考察

圧縮試験結果を図2に示す。高炉スラグ微粉末の置換率を大きくするほど、圧縮強度が低下した。ただ、既往の研究²⁾と比べて本研究では、置換率0%の圧縮強度が高炉スラグ微粉末を使用した時より大きくなった。

置換率0%と置換率80%のひび割れ閉塞状況の一例を図3~4に示す。水中養生(自己治癒)が進むにつれ、ひび割れ幅が減少し、28日後にはほぼ閉塞していることがわかる。これは閉塞した他の供試体においても同様の減少を確認できた。

各ケースで、再現したひび割れ幅の初期値が最大となった供試体を例に、そのひび割れ閉塞状況を図5~8に示す。全供試体のひび割れ閉塞状況を表2に示す。図から最大ひび割れ幅を生じた供試体においては、置換率0%ではほぼ閉塞、置換率40%では閉塞せず、置換率60%では閉塞、置換率80%では閉塞しなかった。表2に示す全供試体のひび割れ閉塞状況を見ると、0.1mm以下の場合は、置換率60%^③を除き全ての供試体でひび割れが閉塞している。一方で、今回の実験結果からは、供試体のばらつきもあり閉塞速度の差異は認められなかった。しかし、以上より置換率に関係なく、高炉スラグ微粉末(ブレン値3000cm²/g)を高混入した場合においても自己治癒によるひび割れ閉塞を期待できることがわかった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 水中養生(自己治癒)が進むにつれて、ひび割れ幅が減少することが確認できた。
- (2) 全供試体のひび割れ閉塞状況をみると、0.1mm以下の場合は、置換率60%^③を除き全ての供試体でひび割れ幅が閉塞した。
- (3) 今回の実験結果からは、各供試体にばらつきがあり閉塞速度の差異は認められなかった。
- (4) 置換率に関係なく、高炉スラグ微粉末を高混入した場合においても、自己治癒によるひび割れ閉塞を期待できる。

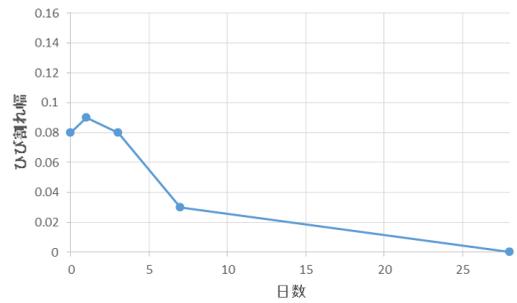


図4 ひび割れ閉塞過程 BFS 3000 80%③

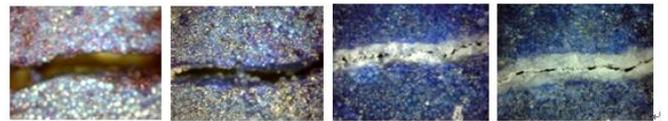


図5 閉塞状況 置換率0%③

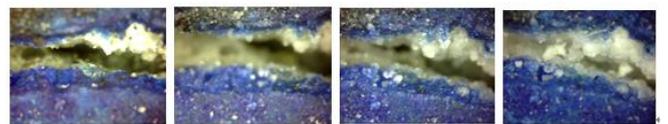


図6 閉塞状況 BFS 3000 40%③

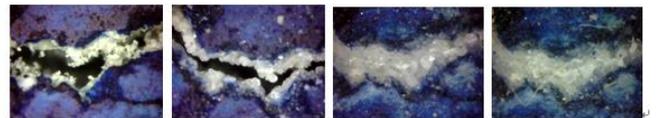


図7 閉塞状況 BFS 3000 60%①

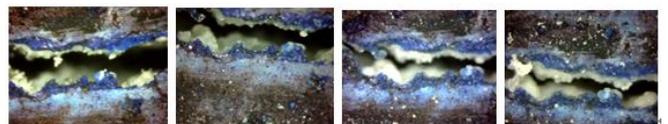


図8 閉塞状況 BFS 3000 80%②

表2 各供試体のひび割れ閉塞状況

置換率(%)	No.	ひび割れ幅(mm)			閉塞状況
		導入時	7日後	28日後	
0	①	0.03	0.00	0.01	△
	②	0.05	0.02	0.00	○
	③	0.07	0.01	0.006	△
40	①	0.08	0.00	0.00	○
	②	0.09	0.04	0.04	△
	③	0.15	0.10	0.07	×
60	①	0.15	0.00	0.00	○
	②	0.07	0.10	0.00	○
	③	0.03	0.10	0.10	×
80	①	0.06	0.04	0.00	○
	②	0.13	0.07	0.05	×
	③	0.08	0.03	0.00	○

○：閉塞している △：見掛け上閉塞している

×：閉塞していない

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会:混和材積極利用によるコンクリート性能への影響評価と施工に関する研究委員会, p1, 2013
- 2) 南拓也ら:粉末度の異なる高炉スラグ微粉末を高混入させたモルタルの材料特性, 第42回土木学会関東支部技術研究発表会概要集, V-20, 2015