

V-87

寒冷地における養生温度の上昇が高炉スラグ微粉末
混和コンクリートの強度発現に及ぼす影響

東北大学大学院工学研究科 学生会員 鈴木 一利

東北大学工学部 正会員 岩城 一郎

同 上 フェロー 三浦 尚

1. まえがき

化学抵抗性の向上、および水和熱の低減などを目的として〔1〕、高炉スラグ微粉末（以下GGBSと記す）を混和したコンクリートが使用されている。しかし、GGBSの混和は以上のような利点がある反面、コンクリートの初期強度を減少させるという不利な影響を及ぼすことも確認されている。この影響は、GGBSの置換率が大きくなると、より顕著に現われる傾向にある〔2〕。さらに、このようなコンクリートは強度発現に対して養生温度の影響を受けやすいため〔3〕、低温下で養生される場合には、注意が必要である。

実際のコンクリート構造物では、コンクリートが打設された時期により、打設された時は低温であっても、日時の経過とともに外気温がだんだん上昇していくという場合もある。そこで、本研究では、GGBSを混和したモルタル供試体を作製し、低温環境下で打設された後ある程度材齢が進んでから養生温度を5℃から20℃に上昇させた場合、圧縮強度がどの程度増進するか、またその増進傾向がGGBSの置換率と粉末度および養生温度を5℃から20℃に上昇させる時期によって、どのように異なるかを調べることを目的とした。

2. 実験材料および方法

本研究において用いられたGGBSの化学分析結果を表-1に示す。GGBSの粉末度が4100 cm^2/g のものを以下GGBS4、8240 cm^2/g のものを以下GGBS8と記す。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は山砂（宮城県大和町産，比重2.53，粗粒率2.71）を使用した。

表-1 GGBSの化学分析結果

	強熱減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
GGBS4	0.1	33.1	13.9	0.2	42.2	6.7
GGBS8	0.05	33.2	14.4	0.5	41.0	5.5

（単位：％）

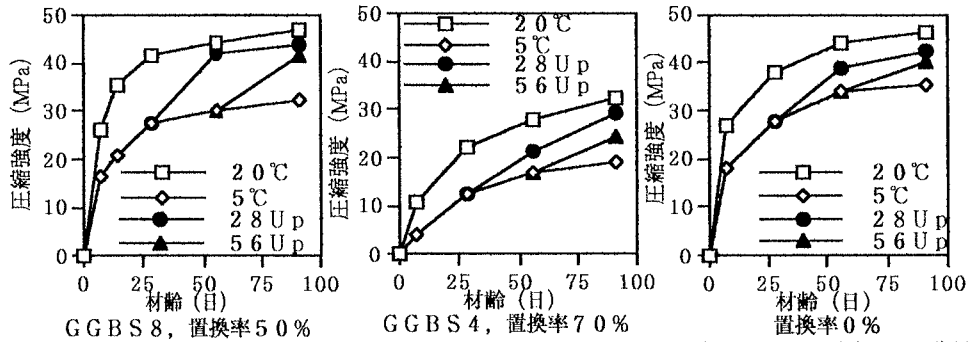
供試体は $\phi 5 \times 10$ の円柱供試体とし、モルタルの配合はすべて水：結合材：細骨材＝1：2：5とした。本実験では置換率をそれぞれの粉末度に対し50％および70％とした。また比較のために、普通ポルトランドセメントのみの配合、つまり置換率0％の配合（以下置換率0％と記す）についても実験を行った。養生方法は、寒冷地での現場の状況を考慮して設定することにした。まず、気中養生については、GGBSを低温で養生した場合、十分な強度が得られないことが明らかになっているため、実際の現場でも用いてはいけないと判断し、本研究の対象から除外した。また、実際の施工において、常に水中養生を行うことは難しいと考えられるため、これも対象外とした。その結果、本実験では封かん養生を採用した。円柱供試体は、打設後直ちに20℃と5℃の恒温室にそれぞれ置いた。さらに、材齢28日と材齢56日で、5℃の恒温室に置いた供試体の一部を20℃の恒温室に移した。圧縮強度試験は材齢7，14，28，56，91日で行った。

3. 実験結果および考察

実験結果の一例として図-1にGGBS8，置換率50％、GGBS4，置換率70％および置換率0％の圧縮強度試験結果を示す。また、20℃で一定養生した時の圧縮強度に対する各養生条件における圧縮強度の

キーワード：高炉スラグ微粉末，圧縮強度の増進，粉末度，置換率，養生温度

〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉 TEL 022-217-7432 FAX 022-217-7432



図一：圧縮強度試験結果
28, 56 Up : 材齢28日あるいは材齢56日に養生温度を上昇

表一：圧縮強度比

	GGBS 4 , 70 %			GGBS 8 , 50 %			0 %		
	5℃	28 Up	56 Up	5℃	28 Up	56 Up	5℃	28 Up	56 Up
56日	59.9	76.3		68.2	95.3		77.0	87.6	
91日	59.5	90.3	75.6	69.5	94.1	89.3	76.1	91.5	86.5

比を表一に示す。これを以下圧縮強度比と記し百分率で示す。

GGBSを混和した供試体の圧縮強度比は混和しない供試体の圧縮強度比と比較して、5℃養生条件下では、明らかに小さくなることを確認した。特に粉末度が小さく置換率が高いGGBS 4、置換率70%の供試体においては、20℃一定養生の6割程度の圧縮強度しか期待できない結果となった。

GGBS 8、置換率50%については、材齢28日に養生温度を上昇させた場合も材齢56日に養生温度を上昇させた場合もその約一ヵ月後の圧縮強度は、圧縮強度比で約90%となり十分に圧縮強度が増進する結果となった。ただし、材齢28日に養生温度を上昇させた場合に関しては、材齢56日以降の圧縮強度の増進はそれほど見られず、頭打ちの傾向にある。

GGBS 4、置換率70%については、養生温度上昇後、圧縮強度の増進はGGBS 8、置換率50%の供試体ほど顕著ではない。しかし、材齢28日に養生温度を上昇させた場合、材齢56日以降も圧縮強度の増進が継続する。これは、材齢56日に養生温度を上昇させた場合の材齢91日以降についても当てはまるであろう。つまり、粉末度が低く置換率が高い配合に対しては、91日以降でも圧縮強度が増進する可能性があり、調べておく必要があると思われる。

4. まとめ

- 1) 本実験の範囲では、封かん養生において、低温下における高炉スラグ微粉末の混和による圧縮強度の低減は、材齢28日あるいは材齢56日で養生温度を上昇させることによって、改善することを確認した。
- 2) 粉末度8000 cm^2/g の高炉スラグ微粉末を置換率50%で混和した配合は、養生温度上昇後約一ヵ月間、良好な圧縮強度の増進を示し、その後は頭打ちの傾向にある。
- 3) 粉末度4000 cm^2/g の高炉スラグ微粉末を置換率70%で混和した配合は、養生温度上昇後緩やかに圧縮強度が増進する。さらに、長期にわたって圧縮強度が増進する可能性がある。

参考文献

- [1] 国府勝郎：高炉スラグ微粉末，コンクリート工学，Vol.26，No.4，pp.25-31，1988.4
- [2] 小林明夫，山下裕章：高炉セメント使用上の注意点，構造物設計資料，No.87，pp.3-7，1986.9
- [3] 遠藤裕悦，児玉和己，中川修，高田誠：高炉スラグ微粉末がコンクリートの配合と強度に及ぼす影響について，高炉スラグ微粉末のコンクリートのへの適用に関するシンポジウム論文集，pp73-80，1987.3