

高炉スラグ微粉末混和コンクリートの強度発現性に及ぼす給熱養生の影響

東北大学 正会員 岩城一郎
JR 東日本 関 紀宏
JR 東日本 青木大地
東北大学 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

近年、コンクリートの高性能化，資源の有効利用といった観点から高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの施工例が増加してきた．高炉スラグ微粉末はコンクリートの流動性，強度，耐久性といった性能の向上に寄与する反面，これを混和しない同一水結合材比のコンクリートと比較して初期の強度発現が遅延し，その傾向は低温下でより顕著に現れるため，寒冷地においてこの種のコンクリートを施工する場合，強度発現性に問題が生じる恐れがあるとされてきた．そこで，著者らはこれまで，水結合材比 50%の一般的な高炉スラグ微粉末混和コンクリートを対象に，打込み直後に給熱養生を施した場合の初期の強度発現改善効果とその後の強度発現性について検討を行ってきた¹⁾．本研究では，高炉スラグ微粉末を混和した水結合材比 35%の粉体系高流動コンクリートを対象に，給熱養生が強度発現性に及ぼす影響を調べることにした．

2. 実験概要

実験は，モルタル供試体により行った．セメントは普通ポルトランドセメント，高炉スラグ微粉末は JIS 規格品である高炉スラグ微粉末 4000 及び 8000(ブレーン比表面積 $4450\text{cm}^2/\text{g}$ 及び $7980\text{cm}^2/\text{g}$) の 2 種類を使用した．高炉スラグ微粉末の置換率は 50%及び 70%の 2 水準とし，

表-1 基本となる配合

水結合 材比 (%)	スラグ 置換率 (%)	水粉体 容積比 (%)	単位量 (kg/m^3)				
			水 W	セメント C	スラグ BS	細骨材 S	粗骨材 G
35	50	105.7	175	250	250	816	841
	70	104.0	175	150	350	811	835

粉末度と置換率を組み合わせ，合計 4 種類の配合 (BS45 , BS47 , BS85 , BS87) により実験を行った．ここで，BS45 は高炉スラグ微粉末 4000 を置換率 50%で混和した配合を意味する．モルタルの配合は，表-1 に示す高流動コンクリートの一般的な配合から粗骨材を取り除くことにより設定し，高性能 AE 減水剤添加量は，既往の文献²⁾を参考に，高流動コンクリートとして必要な流動性が得られるよう各配合ごとに調整した．供試体はモルタル打込み後，20 及び 5 一定封かん養生を行う場合と，打込み後所定の期間 30 で給熱養生を行い，その後 5 一定封かん養生を行う場合について，材齢 7 日，28 日，91 日で圧縮強度を測定し，その強度発現性を比較検討した．給熱養生期間は，厳しい環境下においても初期凍害を含む凍結融解作用に対して十分な抵抗性を有するよう，材齢 7 日の圧縮強度が 15MPa を満足するように設定した．

3. 実験結果及び考察

図-1 に高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率を変化させた 4 種類の配合における各養生条件に対する強度発現結果を示す．図より，20 一定封かん養生を行った場合，高炉スラグ微粉末 4000 を混和した配合 (BS45 , BS47) では，高炉スラグ微粉末 8000 を混和した配合 (BS85 , BS87) に比べ，初期の強度発現が明らかに遅延しているが，材齢 91 日においては配合の違いによる圧縮強度の大きな違いは見られない．5 一定封かん養生を行った場合には，20 養生と比較して各配合とも明らかに強度発現が遅延しており，その傾向は，特に粉末度が低く置換率が高い配合 (BS47) で顕著に現れている．BS47 の材齢 7 日強度は水結合材比が 35%

キーワード：高炉スラグ微粉末，強度発現，給熱養生，高流動コンクリート

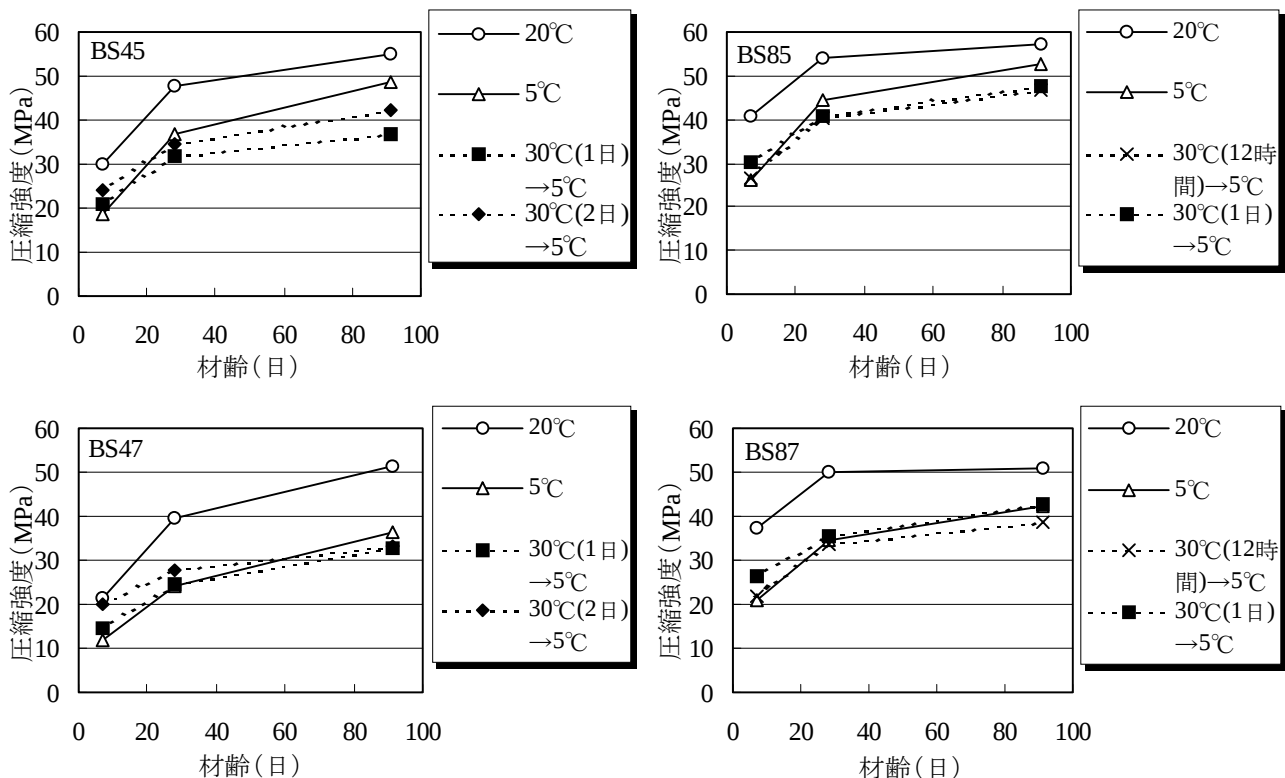


図-1 各養生条件に対する強度発現性（高炉スラグ微粉末の粉末度及び置換率の影響）

と非常に低いにもかかわらず 10MPa 程度しか得られていないことから、場合によっては、初期凍害やその後春までに受ける凍結融解作用に対して十分に抵抗できない可能性がある。そこで、初期の強度発現を改善させるため、打込み後 1 日及び 2 日給熱養生を行うこととした。高炉スラグ微粉末 8000 を混和した配合は、給熱養生を行わなくても 20MPa 以上の材齢 7 日強度が期待できるため、経済性を考慮し、打込み後 12 時間及び 1 日給熱養生を施すこととした。実験の結果、BS47 に対しては、給熱養生の結果、初期の強度発現が顕著に改善され、基準強度（15MPa）を満足する結果となった。材齢 91 日における圧縮強度は、5 養生を行った場合と比べ、多少低下するものの給熱養生を行うことによる悪影響は小さいと判断される。これに対して置換率 50%の配合（特に BS45）では、給熱養生を行うことにより、材齢長期の強度発現が 5 養生と比較して、大きく低下する結果となった。すなわち、置換率が比較的低い配合に対して給熱養生を行うと、長期の強度発現に悪影響を及ぼすため、むしろこれを避けるべきであると判断される。一方、BS87 では、給熱養生による長期の強度発現に及ぼす悪影響は少ないが、5 養生を行った場合にも材齢 7 日強度が基準強度を満足していることから、経済性を考慮するとやはり給熱養生を行う必要はないと判断される。

4. まとめ

高炉スラグ微粉末を混和した高流動コンクリートを寒冷地において施工する場合を想定し、給熱養生が強度発現性に及ぼす影響を調べた結果、高炉スラグ微粉末の粉末度が低く置換率が高い配合では、初期の強度発現を改善させるために給熱養生を施すことは有効であることが確認された。一方、置換率が比較的低い配合や粉末度の高い高炉スラグ微粉末を用いた場合には、給熱養生により長期の強度発現に悪影響を及ぼすこと、また経済性を考慮するとむしろ給熱養生を施すべきではないことが明らかになった。

参考文献

- 1) Miura, T. and Iwaki, I. : Strength development of concrete incorporating high levels of ground granulated blast-furnace slag at low temperatures, ACI Materials Journal, Vol.97, No.1, pp.66-70, 2000
- 2) 岡村甫, 前川宏一, 小澤一雅: ハイパフォーマンスコンクリート, 技報堂出版, 1993