

常圧蒸気養生した高炉スラグ微粉末混入コンクリートの圧縮強度

石川島建材工業（株） 正会員 ○小山 広光
 石川島建材工業（株） 正会員 伊達 重之
 東海大学大学院 高山 章大
 東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年、公共工事においてグリーン調達法の普及やコンクリートの耐久性向上等の見地から、高炉セメントおよび高炉スラグ微粉末を使用する事例が増しており、コンクリート二次製品においても同様の傾向にある。一般に、高炉スラグ混入コンクリートは、初期の強度発現が遅いものの、長期強度が高いことやコンクリートの水密性の向上およびアルカリ骨材反応抵抗性、塩化物イオンの遮蔽性等の耐久性が向上することが特徴である。しかし、促進養生され早期に所要の強度発現を要求されるコンクリート二次製品において、高炉スラグ混入コンクリートの初期強度発現が遅い特徴は、その製造工程上、考慮すべき重要な問題となる。このためコンクリート二次製品に高炉スラグ微粉末を用いる場合は、通常の場合より水結合材比を小さくし、もしくは蒸気養生温度を高くする場合が多いが、これらのことは自己収縮および乾燥収縮によるひび割れ発生が懸念され、逆に耐久性が低下する可能性もある。

高炉スラグ微粉末混入コンクリートにおいては、初期の水中養生の効果について確認されているが¹⁾、蒸気養生の後に水中養生を行ったコンクリートについてこれまでにその効果を確認した報告は少ない。本研究は、常圧蒸気養生される高炉スラグ微粉末混入コンクリートの品質向上を目的とし、蒸気養生後の水中養生による強度増進効果に及ぼす配合および混和材の影響について実験的検討を行った。

2. 実験概要

使用材料を表—1に、コンクリートの配合を表—2にそれぞれ示す。水結合材比は2種類とし、高炉スラグ微粉末の置換は、セメントの質量置換とし、0%、30%、60%の3水準とした。また、高炉スラグは粉末度4610cm²/gと3300cm²/g(低ブレンタイプ)の2種類を使用した。

表—1 使用材料

材料種別	材料名	備考
セメント	早強ポルトランドセメント	密度3.14
混和材	高炉スラグ微粉末	粉末度4610cm ² /g (密度2.89)
		粉末度3300cm ² /g (密度2.83)
細骨材	砕砂	密度2.62
粗骨材	砕石	密度2.65
混和剤	高性能減水剤	ポリカルボン酸系

表—2 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	スラグ置換率 (%)	単位水量 (kg/m ³)
34	42	0, 30, 60	138
47	49	0, 30, 60	160

コンクリートの練混ぜは100リットルの2軸強制練りミキサーを使用し、90秒間練混ぜを行った。練混ぜ終了後ただちに各種強度試験用型枠にコンクリートを打設し、恒温恒湿槽を用いて1.5時間20℃で前置した後、最高温度45℃で3時間の蒸気養生を行った。蒸気養生終了後に脱型し、材齢7日まで20℃で水中養生し、その後試験材齢まで20℃-65%RHの気中養生を行った。また比較として、水中養生を行わずに脱型後そのまま気中養生するものも併せて行った。圧縮強度(供試体寸法φ100mm×200mm)の試験材齢は6時間(脱型時)、7日、14日、28日とし、28日材齢では曲げ試験(供試体寸法100mm×100mm×400mm、3等分載荷)も併せて行った。

キーワード: 高炉スラグ微粉末, 高炉スラグ置換率, 蒸気養生, 水中養生, 圧縮強度

連絡先: 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1 TEL 03-5221-7237 FAX 03-5221-7298

3. 結果および考察

図－1は、水結合材比 34%および 47%の場合について、圧縮強度の経時変化を示したものである。図中の凡例において、“W” は脱型後 7 日材齢まで水中養生を施したものを、“D” は脱型後の水中養生を経ず 20℃-65%RH の気中で養生をしたものをそれぞれ示す。図より、脱型後気中養生したものは、材齢 7 日まで大幅な強度増加が見られるが、それ以降の強度増加は僅かである。一方、脱型後 7 日材齢まで水中養生を施したものは、7 日以降の気中養生期間においても強度増加が見られる。そこで、脱型後 7 日材齢まで水中養生の影響を評価するために、図－2 に脱型後 7 日材齢まで水中養生をしたものとしなないものの材齢 28 日におけるコンクリートの圧縮強度の比を、 $\sigma_{28W}/\sigma_{28D}$ とし示す。また、曲げ試験結果についても同様の値を同図に示した。図より、圧縮強度および曲げ強度とも、水結合材比が大きいほど、高炉スラグ置換率が大きいほど、水中養生による強度増進効果が大きくなる傾向にあった。また、同じ高炉スラグ置換率の配合では、ブレン値の低いものを用いたコンクリートが前述の水中養生の効果が小さい結果となった。

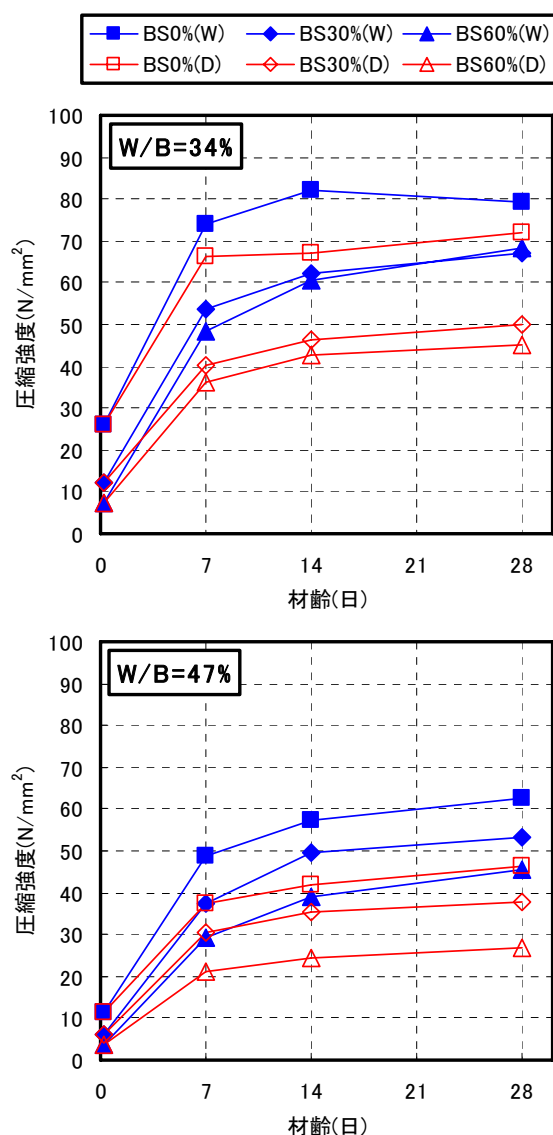
水結合材比の大きい配合ほど水中養生による強度増進効果が大きくなるのは、水結合材比の大きい配合の方が蒸気養生後のコンクリートの組織が緻密でないため、その後の水中養生において養生水が浸透しやすく、結合材の水和がより進行したためその効果が大きく現れたものと考えられる²⁾。また、高炉スラグ混入コンクリートは、ブレンコンクリートよりも蒸気養生時の水和反応の程度が低いいため、蒸気養生の後の水中養生により水和反応が促進され、高炉スラグ置換率が大きいほど水中養生による強度増進効果が大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

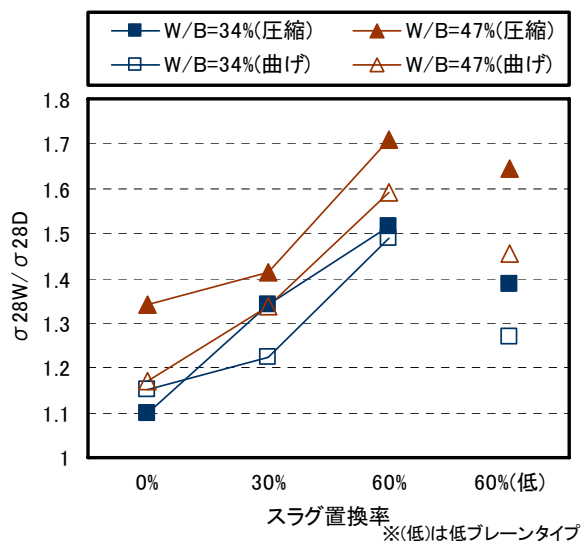
本研究により、蒸気養生を施したコンクリートにおいて、水結合材比が大きいほど、高炉スラグ置換率が大きいほど、高炉スラグの粉末度が高いほど、蒸気養生終了後の初期水中養生による強度増進効果が大きくなることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大賀宏行, 平間貴司, 國府勝郎: 高炉スラグ微粉末を混和したモルタルにおける物質移動に及ぼす初期養生条件の影響, コンクリート工学年次論文集, vol. 17, No. 1, pp. 349-352, 1995
- 2) Komsan MALEESEE, Tetsurou KASAI: Influences of penetrative curing on properties of cementitious materials, 土木学会論文集, No. 767/V-64, pp. 301-312, 2004



図－1 圧縮強度の経時変化



図－2 気中養生と水中養生の 28 日強度比