

品質を改善した高炉徐冷スラグを用いたコンクリートの物性に関する研究

岡山大学大学院 学生会員 ○白川 輝
岡山大学大学院 正会員 藤井 隆史
JFE スチール(株) 正会員 高橋 克則
JFE スチール(株) 正会員 田 恵太
岡山大学大学院 フェロー 綾野 克紀

1. はじめに

高炉徐冷スラグはJISに規格されており、コンクリート用粗骨材としての使用が認められているものである。しかし、コンクリート用骨材としてほとんど利用されていないのが現状である。本研究では、冷却速度を速め、緻密化することで品質の改良を行った高炉徐冷スラグ¹⁾をコンクリートの粗骨材に用い、圧縮強度、乾燥収縮およびクリープに及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

セメントには、普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm^3 , ブレーン値: $3,350\text{cm}^2/\text{g}$)を用いた。骨材は、砂岩骨材および製鉄所で通常の製造方法で製造された高炉徐冷スラグ粗骨材 N と通常よりも冷却速度を速めて緻密化した高炉徐冷スラグ粗骨材 T₂-1, T₂-2 および T₃を用いた。実験に用いた骨材の表乾密度、吸水率および粗粒率を表-1 に示す。コンクリートの配合は、単位水量を 175kg/m^3 で一定とした配合を用いた。乾燥収縮ひずみ測定には $100\times 100\times 400\text{mm}$ の角柱供試体を用いた。角柱供試体は脱型直後から材齢 7 日まで水中で養生を行った後、温度が $20\pm 2^\circ\text{C}$ で、相対湿度が $60\pm 5\%$ の恒温恒湿度室内で試験を開始した。クリープひずみの測定には $100\times 100\times 400\text{mm}$ の角柱供試体を用いた。クリープひずみ測定の角柱供試体は脱型直後から材齢 7 日まで水中養生を行った後、温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度が $60\pm 5\%$ の恒温恒湿度室内にて供試体を設置した。供試体への持続荷重の载荷には PC 鋼棒を用い、圧縮強度の 20% の応力を材齢 14 日に载荷した。乾燥収縮ひずみおよびクリープひずみの測定は、JIS A 1129-2: 2001 に示されるコンタクトゲージ法により、ホイットモア式ひずみ計(検長: 250mm, 最小目盛り: $1/1,000\text{mm}$)を用いて行った。

3. 実験結果および考察

図-1 は、高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度の経時変化を示したものである。通常の高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は、砂岩碎石を用いたものよりも小さい。しかし、緻密化した高炉徐冷スラグ粗骨材を用いることで、砂岩碎石を用いたものよりも大きくなることが分かる。図-2 は、高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたコンクリートの静弾性係数と圧縮強度の関係を示したものである。高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたものは、同一圧縮強度における静弾性係数が砂岩碎石を用いたものより大きいことが分かる。図-3 は、高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮の最終値を示したものである。高炉徐冷スラグを緻密化することで乾燥収縮ひずみが小さくなることが分かる。図-4 は、高炉徐冷スラグ粗骨材を用いたコンクリートのクリープ速度を示したものである。高炉徐冷スラグを粗骨材に用いると、クリープ速度は大きくなる。しかし、高炉徐冷スラグを緻密化することで改善されることがわかる。図-5 は、骨材の静弾性係数を示したものである。通常の高炉徐冷スラグは、砂岩碎石および石灰岩に比べて小さい。しかし、緻密化することで、砂岩と同程度になることが分かる。図-6 は、骨材の乾燥収縮ひずみの経時変化を示したものである。高炉徐冷スラグの骨材自身の乾燥収縮ひずみは、石灰岩と同程度に小さいことが分かる。

表-1 砂岩骨材の物性

骨材の種類	表乾密度(g/cm^3)	吸水率(%)	粗粒率
砂岩砕砂	2.65	1.77	3.04
砂岩碎石	2.74	0.64	6.87
徐冷スラグ粗骨材 N	2.56	6.14	6.48
徐冷スラグ粗骨材 T ₂ -1	2.78	1.59	6.97
徐冷スラグ粗骨材 T ₂ -2	2.77	1.79	6.57
徐冷スラグ粗骨材 T ₃	2.85	0.66	6.74

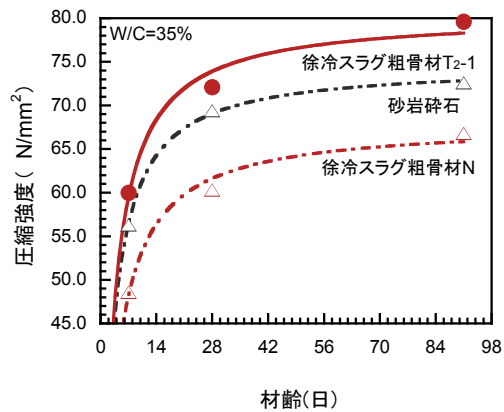


図-1 圧縮強度の経時変化(W/C=35%)

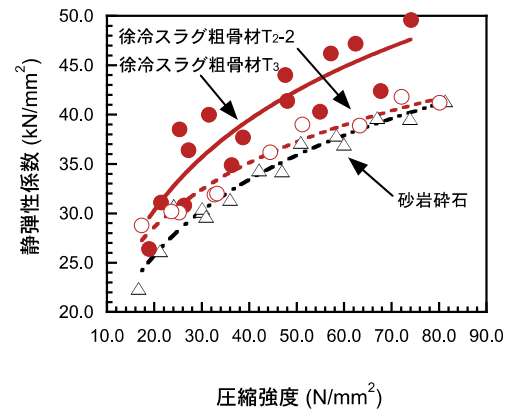


図-2 静弾性係数と圧縮強度の関係

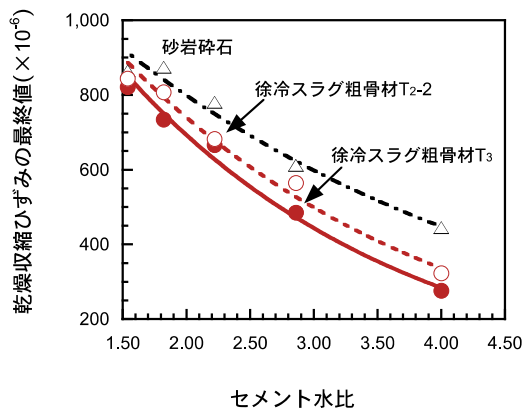


図-3 乾燥収縮ひずみの最終値とセメント水比の関係

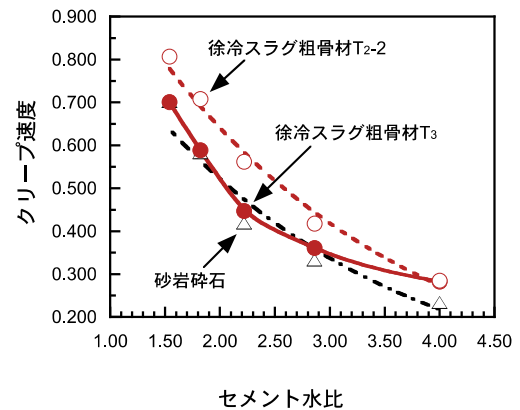


図-4 クリープ速度とセメント水比の関係

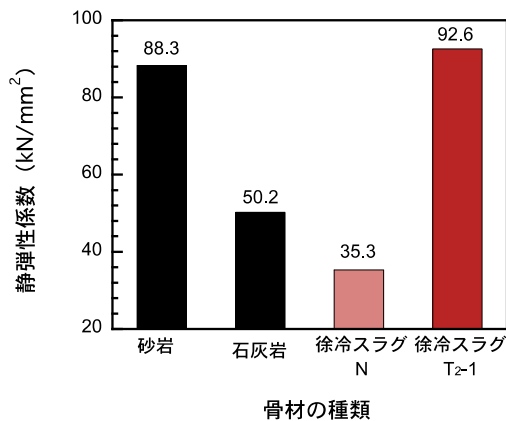


図-5 骨材の静弾性係数

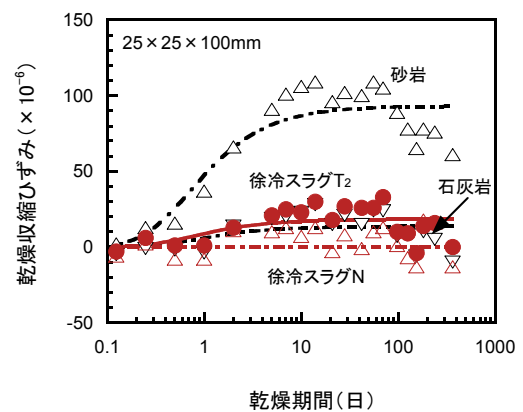


図-6 岩石の乾燥収縮ひずみの経時変化

4. まとめ

通常の高炉徐冷スラグを粗骨材として用いると、圧縮強度および静弾性係数は小さくなる。しかし、高炉徐冷スラグを緻密化することで、骨材の静弾性係数は大きくなり、それを粗骨材に用いると、砂岩碎石を用いたものと比べて、圧縮強度、静弾性係数は大きくなり、クリープも改善効果が確認された。また、高炉徐冷スラグの乾燥収縮ひずみは小さいため、コンクリートの乾燥収縮ひずみも小さくなる。

参考文献

- 1) 當房博幸, 宮本陽子, 渡辺圭児, 桑山道弘, 小澤達也, 田中敏宏: 粗骨材用高炉徐冷スラグの気孔率低減のための凝固条件, 鉄と鋼, Vol. 99, No. 8, pp. 532-541, 2013