

粉末度が異なる高炉スラグ微粉末を混入したポーラスコンクリートの強度特性

高知工業高等専門学校 正会員○横井克則

阿南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫

阿南工業高等専門学校 正会員 橋本 温

(株) アーバンプロジェクト 内藤啓二

1. はじめに

産業副産物である高炉スラグは、年間の発生量が 3000 万トンと極めて多く建設材料として積極的に用いられているとともに、近年ではリン除去等による水質浄化の可能性も報告されている¹⁾。その中でも、急冷・粉砕して作られる高炉スラグ微粉末はコンクリートの品質の改善や経済性を向上させる混和材として利用されているが、最近では粉砕技術の進歩によって比表面積が $15000\text{cm}^2/\text{g}$ 程度の高粉末度のものが製造可能となっている。一方、環境配慮型コンクリートとして、連続空隙を有するポーラスコンクリートが注目されており、水質浄化機能や植生機能などを持つコンクリートとしての実用化が進められている²⁾。そこで本研究では、ポーラスコンクリートの品質改善や機能向上を目指し、高粉末度の高炉スラグ微粉末を混入して、代替率、空隙率、骨材粒径などの変化による強度への影響について調査を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合 セメントには普通セメント（密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$ ）、骨材には徳島県鳴門町大麻産砕石（比重 2.62）、混和材の高炉スラグ微粉末には比表面積 $4450\text{cm}^2/\text{g}$ （B4，密度 $2.92\text{g}/\text{cm}^3$ ）および $14780\text{cm}^2/\text{g}$ （B15，密度 $2.90\text{g}/\text{cm}^3$ ）の 2 種類を用いた。配合は表－1 に示すように、高炉スラグ微粉末の種類と代替率を変化させた各配合において、空隙率、骨材粒径、水結合材比を変化させ、強度におよぼす影響を調査した。

2.2 供試体および試験方法 供試体は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の型枠を用いて、各層ごとに 25 回ずつ突きならしながら 3 層に詰め、翌日に脱型し所定の材齢まで標準養生を行った。試験は、JIS A 1108 に従い 7 日、28 日、91 日後の圧縮強度と動弾性係数を求めた。

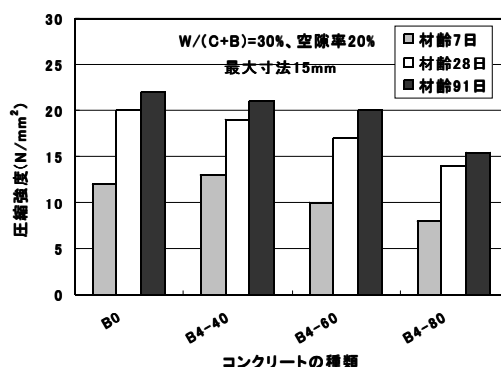
3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度 従来の粉末度が $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 程度の高炉スラグ微粉末を用いたポーラスコンクリートの圧縮強度を図－1 に示す。図より、代替率の増加とともにいずれの材齢においても強度は低下しており、代替率が 20 % 増加すると強度は 2 ～ $4\text{N}/\text{mm}^2$ 小さくなり、80 % 代替した場合の材齢 28 日強度は $14\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の値となっている。また、従来、高炉スラグ微粉末は長期における強度発現が大きい、ポーラスコンクリートに混入した場合、材齢 7 日から 28 日への強度増加が大きく、28 日以降の強度増加は小さかった。これは、ポーラスコンクリートは内部まで養生水が浸透するため水和が早く、早期の強度発現性が良好となるためと思われる。

表－1 配合条件

配合種別	空隙率 (%)	骨材粒径 (mm)	水結合材比 (%)
B0	20	5～15	30
B4-40			
B4-60			
B4-80			
B4-20+B15-20	15, 20, 25	2.5～5 5～15 15～20	27, 30, 33
B4-40+B15-20			
B4-20+B15-40			
B4-60+B15-20			
B4-40+B15-40			

配合種別で、B4-20+B15-40 の B4 は $4000\text{cm}^2/\text{g}$ の微粉末、B15 は $15000\text{cm}^2/\text{g}$ の微粉末、20 と 40 は微粉末のセメントへの代替率 (%) を示す



図－1 従来の微粉末を用いたコンクリートの圧縮強度

キーワード：高炉スラグ微粉末、ポーラスコンクリート、混和材、圧縮強度、水質浄化

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 Tel & Fax 088-864-5582

図－２に従来の高炉スラグ微粉末に加えて高粉末度（ $15000\text{cm}^2/\text{g}$ ）のものを混合使用した場合の結果を示す。全体的に従来のものを単独で使用した場合（図－１）より高粉末度のものを混合利用することで強度改善が図られており、代替率が 60 %

のものではセメント単独のものより同等かそれ以上となっており、高粉末度のものを 40 % 代替した B4-20+B15-40 における 91 日強度は 23N/mm^2 と高い値となっている。

次に、目標空隙率を変化させた場合の圧縮強度結果で代替率の大きいものを図－３に示す。図より、空隙率が 5 % 増加すると $5 \sim 6\text{N/mm}^2$ の強度低下となっている。しかし、空隙率を変化させた場合でも高粉末度を混入したものがこれを用いないものより大きい強度となっており、B4-40+B15-20 ではセメント単独の強度と同等になっている。

図－４に骨材粒径を変化させた場合の結果を示す。全体的な傾向として、骨材の最大寸法が 5mm と 15mm では強度に大きな差は認められないが、20mm になると $3 \sim 7\text{N/mm}^2$ の強度低下となっている。これは、骨材粒径が大きい場合は骨材間の接点数が少なくなるためであると考えられる。

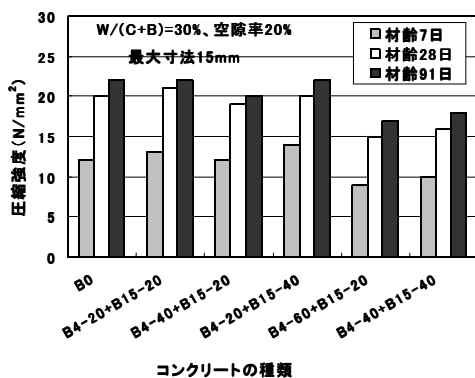
図－５には水結合材比を変化させた場合の結果を示す。その結果、水結合材比が変化しても強度に明確な差はなかった。これは本実験での水結合材比の範囲が狭かったことと、水結合材比が大きい場合にワーカビリティが改善され逆に強度が大きくなったためであると思われる。しかしこの場合においても、従来のものの単独使用より高粉末度のものを混合した場合の方が全体的に強度が増進している。

3.2 動弾性係数 図－６に動弾性係数と圧縮強度の関係をまとめて示す。本コンクリートにおいても圧縮強度と動弾性係数の関係には相関が確認されたが、配合による違いは特に見られなかった。図中にこれら結果をまとめた近似指数式を示す。

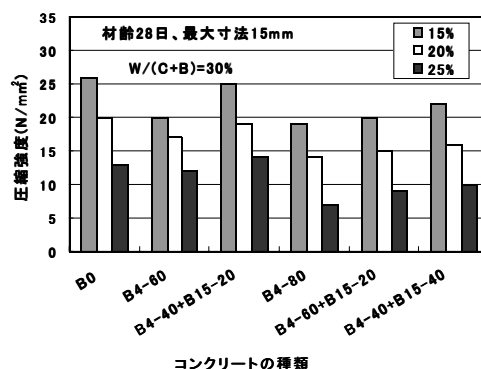
4. まとめ

- (1) 新たに開発された比表面積 $14780\text{cm}^2/\text{g}$ の高粉末度の高炉スラグ微粉末を従来の粉末度のものと混合利用することにより、ポーラスコンクリートの圧縮強度が改善されることが確認できた。
- (2) 動弾性係数と圧縮強度は高い相関性を持ち、指数式で近似することができた。

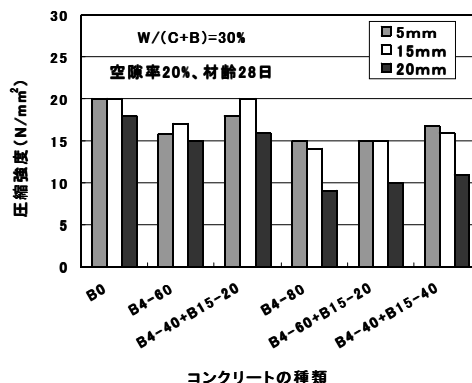
参考文献 1) 伊藤, 西嶋, 正藤, 岡田: 鉄鋼スラグ散布による沿岸海域でのリン除去の基礎的研究, 水環境学会誌, Vol.19, No.6, pp.501-507, 1996.
2) 水口裕之: エココンクリートとは, コンクリート工学, Vol.36, No.3, pp.9-12, 1998.



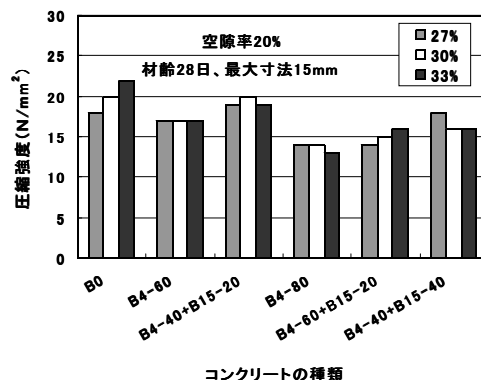
図－２ 微粉末を混合使用したコンクリートの圧縮強度



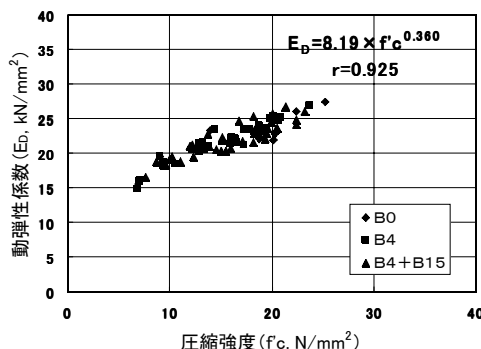
図－３ 空隙率と圧縮強度の関係



図－４ 骨材の粒径と圧縮強度の関係



図－５ 水結合材比と圧縮強度の関係



図－６ 動弾性係数と圧縮強度の関係