

V-27 セメントを使用しないポーラスコンクリートの開発に関する基礎的実験

阿南高専 専攻科 学生会員 ○佐々木 政和
 阿南高専 専攻科 学生会員 久保脇ひとみ
 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

1. はじめに

近年、生態系への悪影響が少ない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、水質浄化工、透水・排水性舗装などへの適用に関する研究¹⁾が活発に行われている。しかし、ポーラスコンクリートの材料には、製造過程に環境負荷の大きい二酸化炭素を大量に排出する普通セメントが用いられ、またセメント原料の天然資源である石灰石の枯渇も問題になっている。一方、産業副産物である高炉スラグや石灰灰の年間発生量は数千万トンにもものぼり、セメント原料、コンクリート用混和材、天然骨材の代替品などに盛んに利用されているが、省資源や処分地の問題などの観点から、より積極的な利用が求められている。そこで、本研究では産業副産物の有効利用とより環境負荷の低減を図ったポーラスコンクリートの開発を目的として、セメントの代わりに産業副産物を結合材として用い、また粗骨材として天然骨材の代わりに高炉スラグ骨材も使用してポーラスコンクリートを製造し、配合を変化させた場合の強度などに及ぼす影響について、普通セメントを使用したものと比較しつつ調査した。

2. 実験概要

使用材料は結合材として表-1 に主な性状を示す高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、石膏を用い、粗骨材として高炉徐冷スラグを使用した。刺激剤として水酸化カルシウム(CHと略記)、水酸化ナトリウム(NH)、水酸化カリウム(KH)の三種類を用いた。また、比較用に普通セメントを用いた。

配合条件は表-2 に示すように、結合材の混合比率、刺激剤の混入率、空隙率を変化させ、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ および $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ の供試体を作製した。

所定材齢に達した供試体を用い圧縮強度試験、曲げ強度試験、動弾性係数の測定、pH の測定などを行った。

表-1 使用材料の主な性状

種類	密度 (g/cm^3)	性状
普通セメント(C)	3.15	比表面積 $3280 \text{cm}^2/\text{g}$
高炉スラグ微粉末(B)	2.91	比表面積 $3860 \text{cm}^2/\text{g}$
フライアッシュ(F)	2.30	比表面積 $3390 \text{cm}^2/\text{g}$ 主成分 SiO_2 : 59.0%
石膏(S)	2.13	主成分 SO_3 : 43.7% CaO : 32.8%
高炉徐冷スラグ	2.60	吸水率 2.86% 最大寸法 15mm

3. 実験結果および考察

図-1 は、刺激剤の割合を一定にし、結合材である高炉スラグ微粉末とフライアッシュの混合割合を変化させた配合の圧縮強度結果である。図からフライアッシュの混合した場合の影響は、全体的に普通セメントのものより強度が小さくなっており、特に早期材齢の混合割合が高いものほどこの傾向が強くなるが、逆に材齢に伴う強度増進が大きく刺激剤に水酸化カルシウムを用いた場合の材齢 28 日から

91 日では $5.0 \text{N}/\text{mm}^2$ ほど大きくなっている。なお、フライアッシュを使用しない場合の B9S1-3-CH6 の材齢 28 日および 91 日強度では、普通セメントのものより同等以上となり高炉スラグ微粉末の有用性がうかがえる。

図-2 は、結合材にフライアッシュを使用せず刺激剤の混入率を変化させた配合の圧縮強度結果である。水酸化カルシウムを用いたものの強度は、刺激剤の混入率が 2 から 4% への増加で $2 \text{N}/\text{mm}^2$ 、4 から 6% では $5 \text{N}/\text{mm}^2$ ほ

表-2 配合条件

水結合材比 (%) = 30
石膏の混入率 (%) = 10
高炉スラグとフライアッシュの混合割合 (B:F) = 9:0, 7.5:1.5, 6:3
刺激剤の混入率 (%) (フライアッシュなし) = 2, 4, 6
刺激剤の混入率 (%) (フライアッシュあり) = 4, 6, 8
目標空隙率 (%) = 15, 20, 25

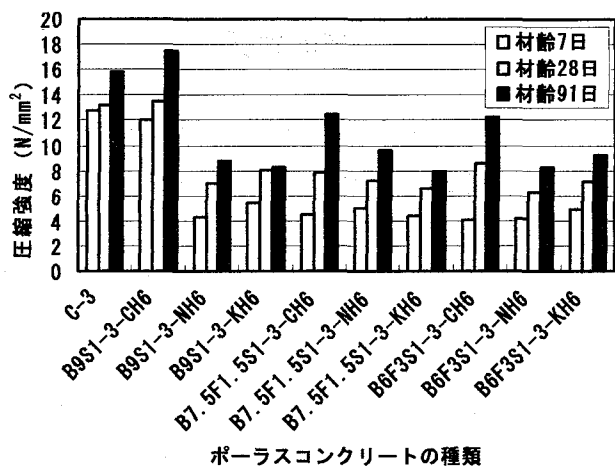


図-1 結合材の混合割合を変化させた配合の強度

ど増加している。また、水酸化カルシウムと水酸化カリウムのものはほぼ同様の傾向になっており 2 から 4%への増加で約 2N/mm^2 強度が大きくなっているが 4 から 6%ではほとんど強度増進はみられなかった。

図-3 は、空隙率を変化させた配合の圧縮強度の結果である。図より、いずれの配合のものも空隙率が大きくなるほど強度は低くなり、5%の増加で 1.5 から 2.5N/mm^2 低下しており、目標空隙率が 25%のものでは 6N/mm^2 ほどの小さな圧縮強度となっている。

図-4 は材齢 28 日における供試体を浸漬させた水の pH 値の結果である。図より、普通セメントを用いたものが同じ浸漬時間では最も高く 11.5 程度の値となっている。一方、産業副産物のみからなるものの pH は普通セメントを用いたものより 1~2 低く、中でもフライアッシュの混合割合が大きいほど、pH が低くなる傾向になっている。次に、刺激剤の種類による pH の影響については、水酸化カルシウムを用いたものが他の二つのものより pH が低くなる傾向がみられた。

コンクリート上に直接植栽を可能するためには、セメント系材料が有するアルカリ性を低減させることが要求されており、pH 値の低い産業副産物のみよるポーラスコンクリートは植栽の基盤材として利用できると思われる。

4. まとめ

普通セメントを使用しないで産業副産物みのポーラスコンクリートを製造することは可能であるが、全体的に強度が低く、何らかの改善策が必要であると思われる。しかし、フライアッシュを用いたものは長期材齢に伴う強度増進が大きいこと、配合によつては普通セメントを用いたものと同等の強度が得られること、産業副産物みのものは普通セメントを使用したものより pH が低くなることなどから、常に湿潤状態にあるような水辺環境への適用が考えられる。

《参考文献》 1): ポーラスコンクリートの設計・施工法と最近の適用例に関するシンポジウム論文集、日本コンクリート工学協会、2002

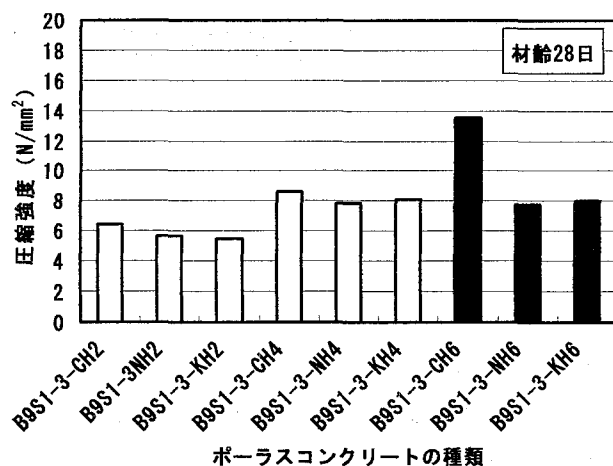


図-2 刺激剤の混入率を変化させた配合の強度

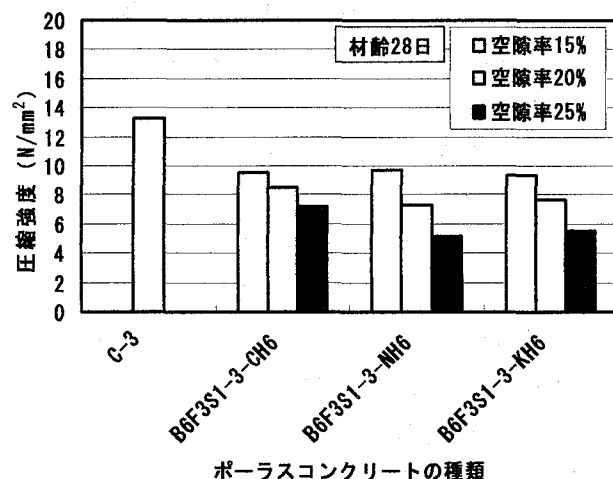


図-3 空隙率を変化させた配合の強度

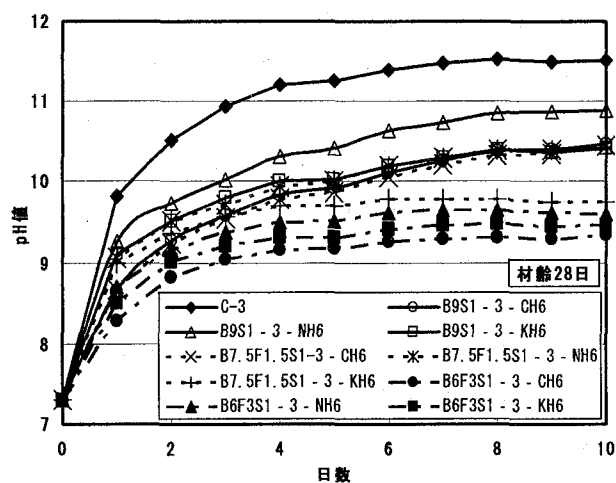


図-4 pH の時間変化