

V-31 ノンセメントポーラスコンクリートの開発に関する基礎的実験

阿南工業高等専門学校 正会員 ○天羽 和夫
和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩 敬孝
高知工業高等専門学校 正会員 横井 克則

1.はじめに

連続空隙を有するポーラスコンクリートは、水質浄化機能、吸音機能、植生機能など普通コンクリートが有しない各種機能を持ち、環境への負荷の低減や環境を保全する材料として近年研究が活発に行われている。しかし、ポーラスコンクリートの結合材として一般的に用いられているセメントは製造時に環境負荷の大きい二酸化炭素を排出し、セメントから溶出するアルカリも問題となる。そこで、本研究では産業副産物の有効利用と品質の向上を目的として、セメントを使用しないで高炉スラグ微粉末やフライアッシュを主材料とした結合材やポーラスコンクリートの供試体を作製し、配合条件を変化させた場合の強度面への影響について検討を行った。

2.実験概要

使用材料は粗骨材として高炉徐冷スラグ（密度 2.53g/cm^3 ）と比較用に海部川産採石（密度 2.65g/cm^3 ）を用い、結合材には表-1 に主な性状を示す普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、排脱石こう、水酸化カルシウムを用いた。

結合材の配合条件は表-2 に示すように、水結合材比、高炉スラグとフライアッシュとの混合比率などを変化させて、 $4\times 4\times 16\text{cm}$ の供試体を作製した。なお、結合材のフロー値は高性能減水剤を調整して 200 前後となるよう調整した。ポーラスコンクリートについては、空隙率、水結合材比などを変化させた。所定材齢に達した供試体を用いて、結合材は曲げ強度試験および圧縮強度試験を行い、またポーラスコンクリートについては圧縮強度を測定した。

表-1 結合材の主な性状

種 類	密 度 (g/cm^3)	性 状
普通ポルトランドセメント(OP)	3.16	比表面積 $3270\text{cm}^2/\text{g}$
高炉スラグ微粉末(B)	2.29	比表面積 $4060\text{cm}^2/\text{g}$ 、塩基度 1.84
フライアッシュ(F)	2.24	比表面積 $3670\text{cm}^2/\text{g}$ 、主成分 SiO_2 *57.5%
排脱石こう(S)	2.29	主成分 SiO_2 33.1%、 SO_3 :43.9%
水酸化カルシウム(CH)	2.31	主成分 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

表-2 配合条件

結 合 材	水結合材比(W/P、%)=25、30、35
	水酸化カルシウムの混入率(CH、%)=0、2、4、6
	石こうの混入率(S、%)=5、10、15
	スラグとフライアッシュの混合比率(B:F)=7:3、6:4、5:5
ポ ー ラ ス コ ン ク リ ー ト	目標空隙率(%)=15、20、25
	水結合材比(W/P、%)=25、30、35
	スラグとフライアッシュの混合比率(B:F)=7:3、6:4、5:5
	水酸化カルシウムの混入率(CH、%)=0、2、4、6
ト	石こうの混入率(S、%)=5、10、15

3.実験結果および考察

図-1 から見られるように結合材の曲げ強度、圧縮強度とも水結合材比が大きくなるにつれて大きくなっており、曲げ強度では 5%の低下で約 4N/mm^2 、圧縮強度の場合では約 10N/mm^2 の強度増加がみられる。また、材齢に伴う強度増進も良好となっている。しかし、産業副産物のみの最大のものでも、セメントペーストのものと比較して曲げの強度では約 5N/mm^2 、圧縮では 60N/mm^2 ほど小さくなっている。水酸化カルシウムの混入率と強度との関係を示す図-2 から、水酸化カルシウムの混入率が増加するほど曲げ強度、圧縮強度とも大きくなっているが、増加率は曲げ強度の方が良好である。なお、水酸化カルシウム 0%のものは、材齢初期にひび割れが発生して曲げ強度試験ができなかった。石こうを高炉スラグ微粉末やフライアッシュに混入した場合、石こうの混入率が高いものが低いものより針状の反応生成物が多く強度発現に寄与する¹⁾ といわれているが本実験の図-3 からみらるようには明確な傾向はみられなかった。

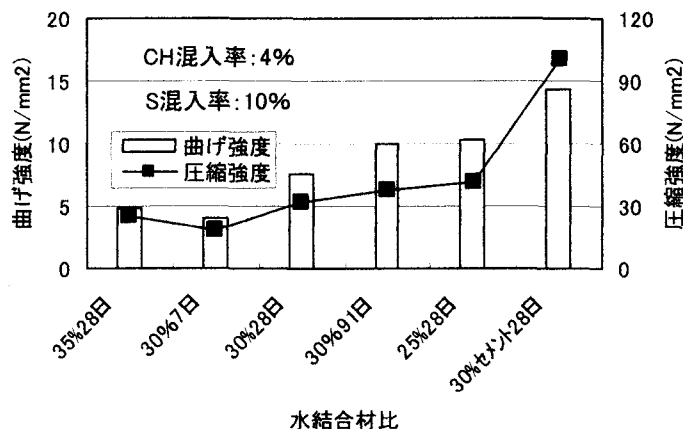


図-1 結合材の水結合材比と強度との関係

図-4 は高炉スラグ微粉末とフライアッシュとの混合比率と材齢 28 日強度との関係を示す。図から高炉スラグ微粉末の混入率の多いものほどいずれの強度も高くなっている。高炉スラグは比較的早期から強度発現に寄与するが、フライアッシュのポズラン反応はこれに比べて緩慢であることが起因していると思われる。

ポーラスコンクリートの圧縮強度結果を示す図-5 から、水結合材比の影響は、5%の変化で約 1N/mm^2 大きくなり、25% のものは材齢 28 日で 8N/mm^2 の強度となっている。材齢の影響はセメントを用いたポーラスコンクリートより材齢 28 日から 91 日への強度発現は良好となっている。水酸化カルシウムの影響は明確な傾向はみられなかったが、0% のものは固結しなかった。高炉スラグ微粉末とフライアッシュとの混合比率の影響はスラグの多いものほど強度も若干ではあるが大きくなる。しかし、産業副産物のものは全体的に強度は小さく、最大でも 8N/mm^2 程度でセメントのものよりかなり小さい。

なお、目標空隙率を変化させた場合は、当然のことながら空隙率の増加とともに有効断面積が少なくなるために強度は小さくなり、本実験の場合には空隙率 25% のものの材齢 28 日強度は 5.1N/mm^2 とかなり小さくなっている。また、水酸化カルシウムの最も多い 6% のものでもセメントのものに比べ PH の値は 1 前後小さくなっている。

4.まとめ

セメントを使用しないで産業副産物からなるポーラスコンクリートの実用化を図るためには、強度改善が求められ、特に空隙率の大きいポーラスコンクリートや有効活用の進んでいないフライアッシュを多量に用いる場合については今後の検討課題となる。

《参考文献》

- 1) 堀井ら：産業副産物のみで製造したモデルおよびコンクリートの基礎性状、第 57 回セメント技術大会講演要旨、2003

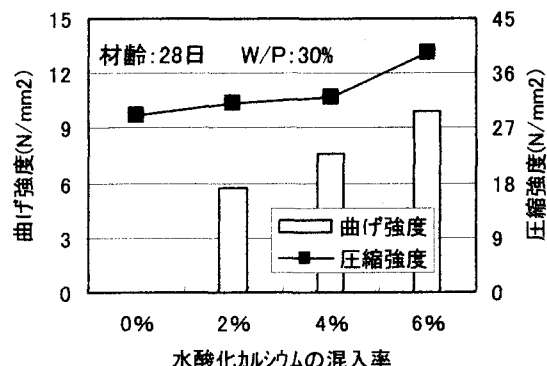


図-2 結合材の水酸化カルシウムの混入率と強度との関係

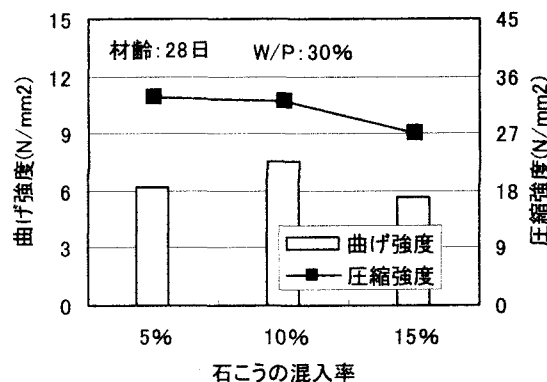


図-3 結合材の石こうの混入率と強度との関係

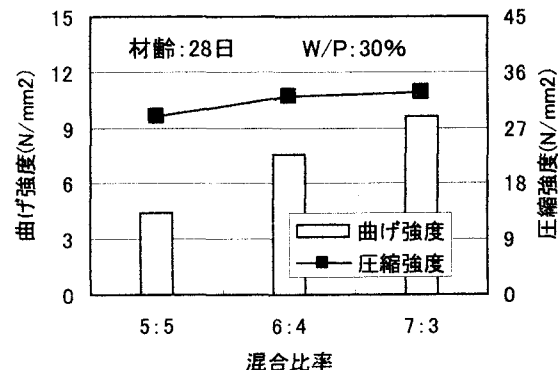


図-4 結合材の高炉スラグ微粉末とフライアッシュとの混合比率と強度との関係

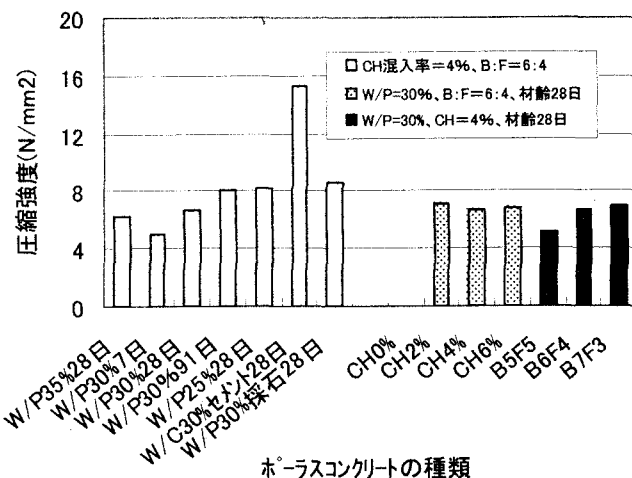


図-5 ポーラスコンクリートの種類と圧縮強度との関係