

オートクレーブ処理したポーラスコンクリートにおける再生骨材の有効利用

金沢大学工学部 正会員 ○山戸博晃 (株)ホクコン 正会員 田中義人
(株)中央復建コンサルタンツ 正会員 伏木 明 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之

1. まえがき

現在、建設廃棄物のリサイクル率は低迷しており、資源循環型社会を目指す上で、建設廃棄物のコンクリート材料としての利用技術を開発することが望まれている。一方、ポーラスコンクリートの目標強度は 20N/mm^2 程度までであるので、多孔質かつ吸水性を持つ瓦骨材や凝灰岩骨材などの低品質骨材も生物共生型ポーラスコンクリート用骨材として有効に活用できるものと考えられる¹⁾。

本研究では、コンクリート再生骨材、瓦廃材骨材、凝灰岩骨材などの再生骨材のポーラスコンクリート用骨材としての適用性を調べることを目的として、オートクレーブ処理したポーラスコンクリートの水和反応性状と強度発現性に関して検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料 使用骨材は、珪石(記号A)、再生骨材(記号B)、瓦廃材骨材(記号C)、凝灰岩骨材(記号D)である。使用骨材の物理的性質を表-1に示す。また、結合材は普通ポルトランドセメント(比重:3.16, 粉末度:3300 cm^2/g)及び2種類のフライアッシュ(FA・AおよびFA・B)である。混和剤はナフタリン系高性能減水剤を使用した。ポーラスコンクリートの配合を表-2に示す。

表-1 使用骨材の物理的性質

	記号	比重	吸水率(%)	BS破砕値(%)	粒経(mm)	備考
珪石骨材	A	2.62	1.1	16.3	10~20	硬質緻密
再生骨材	B	2.49	5.6	22.3		多孔質・吸水性
瓦骨材	C	2.26	6.5	24.4		多孔質・吸水性
凝灰岩骨材	D	1.67	39.2	49.6		多孔質・吸水性

表-2 ポーラスコンクリートの配合

配合	設計空隙率(%)	W/B(%)	単位量(kg/m^3)				
			水	セメント	フライアッシュ	粗骨材	減水剤
セメント単味	25	25	80	318	—	1396	0.954
FA・A40%*			74	178	119	1396	1.485
FA・B40%**			72	172	115	1396	2.296

*フライアッシュ分級品(比重:2.39, 粉末度:5700 cm^2/g , SiO_2 量:57%, 強熱減量:3.0%)

**フライアッシュ原粉(比重:2.17, 粉末度:3890 cm^2/g , SiO_2 量:68%, 強熱減量:2.2%)

2.2 試験体の作製方法

練り混ぜは、容量55リットルのパン型強制練りミキサーを使用し、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱試験体に4層に分けて詰め、突き棒及びテーブル型振動機により締め固めを行った。各試験体の養生は、蒸気養生(温度 65°C で3時間保持)後に水中養生及び蒸気養生後にオートクレーブ養生(温度 180°C , 10気圧で4時間保持)の2水準とした。試験項目は、圧縮強度、静弾性係数、動弾性係数、超音波パルス速度、透水試験、空隙分布の画像解析及び水酸化カルシウムの生成量(DSC)である。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度 図-1にポーラスコンクリート(珪石骨材)の圧縮強度の経時変化を示す。オートクレーブ養生では、フライアッシュの水熱反応が促進されるので、フライアッシュを40%置換した試験体でも7日材齢より高い圧縮強度が得られるが、その後の材齢に伴う強度増加は小さい。また、FA・B40%のものはFA・A40%よりも圧縮強度が大きくなった。X線回折の結果より、オートクレーブ養生では、フライアッシュのガラ

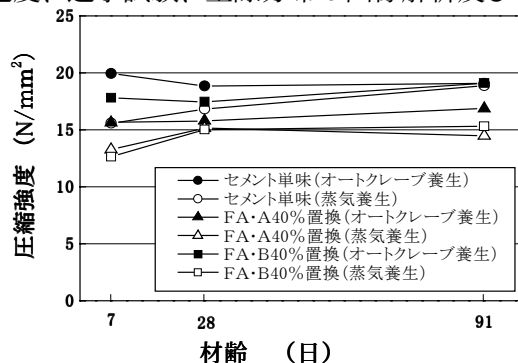


図-1 ポーラスコンクリート(珪石骨材)の圧縮強度の経時変化

キーワード：ポーラスコンクリート、オートクレーブ処理、フライアッシュ、再生骨材、圧縮強度

連絡先:工学部土木建設工学科 〒920-8667 金沢市小立野2-40-20 Tel 076-234-4621 Fax 076-234-4632

ス相に含まれるシリカ分が水熱反応に携わり、 $11\text{\AA}$ のトバモライトを生成することが確認された²⁾。FA・B40%の試験体の圧縮強度が大きくなったのはフライアッシュ中に含有されるシリカ分がFA・Aよりも多かったことによるものと推測された。図-2にオートクレーブ養生を行ったポーラスコンクリート（FA・B40%）の圧縮強度の経時変化を示す。再生骨材の圧縮強度では、 $14\sim 18\text{N/mm}^2$ の値となり、良質な硅石骨材と比較して若干圧縮強度が低下した。再生骨材には、原骨材にセメントモルタルが付着しており、界面組織の内部欠陥が圧縮強度に影響を及ぼしたものと推測された。一方、多孔質な瓦骨材及び凝灰岩骨材は、骨材自身の強度が小さいので、圧縮強度はそれぞれ $12\sim 15\text{N/mm}^2$ および $5\sim 8\text{N/mm}^2$ と硅石骨材および再生骨材と比較して小さな値を示した。

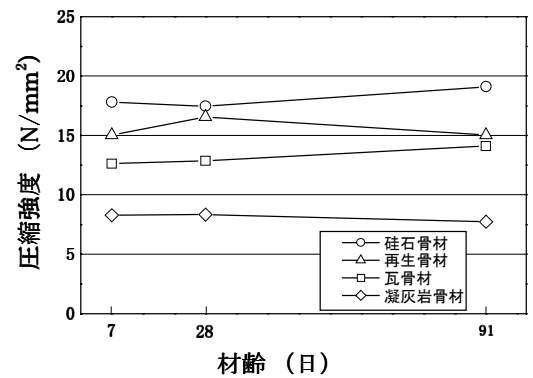


図-2 ポーラスコンクリート（FA・B40%）の圧縮強度の経時変化

3.2 弾性係数 図-3に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。ポーラスコンクリートの静弾性係数は通常のコンクリートよりもバラツキが大きくなるとともに、多孔質の凝灰岩骨材や瓦骨材を用いた試験体はACIの曲線式よりも静弾性係数の値がかなり小さくなった。図-4に圧縮強度と動弾性係数の関係を示す。圧縮強度と動弾性係数との間には直線的な関係が存在し、骨材の種類に関係なく、圧縮強度に比例して動弾性係数が増加する傾向が認められた。一方、同一の圧縮強度に対する弾性係数の値は、オートクレーブ養生の試験体は水中養生の試験体よりも小さいことが確認された。このため、オートクレーブ養生後の試験体の蛍光顕微鏡観察を実施したが、骨材とセメントペーストとの界面には微細なひびわれは発生しておらず、緻密な界面組織が観察された。

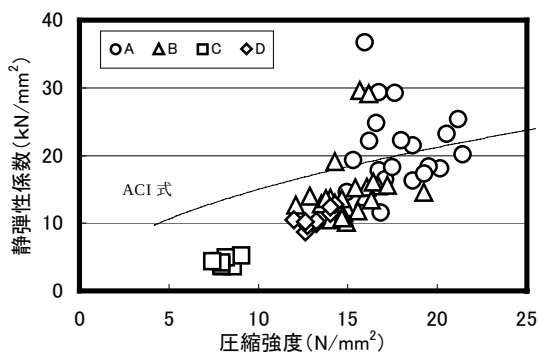


図-3 ポーラスコンクリート試験体の圧縮強度と静弾性係数の関係

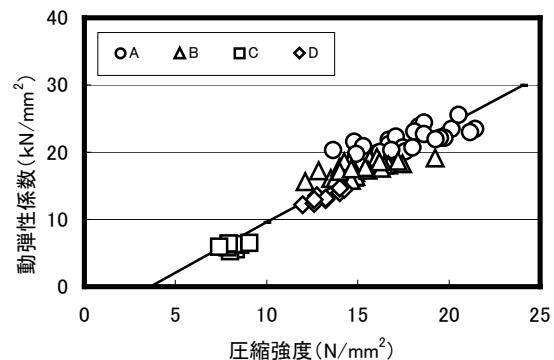


図-4 ポーラスコンクリート試験体の圧縮強度と動弾性係数の関係

4. あとがき 今回の試験結果より、オートクレーブ処理したフライアッシュ高含有ポーラスコンクリート試験体では初期材齢より大きな圧縮強度が得られ、高強度のポーラスコンクリート製品の製造が可能と判断された。また、ポーラスコンクリートの同一圧縮強度に対する弾性係数の値は、オートクレーブ養生の試験体は水中養生の試験体よりも小さいことが確認された。

<参考文献>

- 1) 澤崎晴彦他、フライアッシュ高含有ポーラスコンクリートの強度と暴露性状、セメント・コンクリート論文集、No.53, pp483-488, 1999.
- 2) 長瀧重義他、高温養生下におけるフライアッシュコンクリートの力学特性、土木学会論文集、No.390, pp.189-197, 1988.