

ポーラスコンクリートへの廃棄物使用率の向上に関する研究 (その2)

前川明弘*, 湯浅幸久*, 村上和美*

The Possibility of Using Inorganic Wastes as The Constituents of Porous Concrete (II)

by Akihiro MAEGAWA, Yukihiisa YUASA and Kazumi MURAKAMI

In this study, three kinds of inorganic wastes (E-glass powder, silica based stone fines, cordierite contained ceramics powder) were used as a part of materials for porous concrete. In order to obtain the fundamental research data on porous concrete, the effects of replacement ratio and curing conditions on the compressive strength of the concrete, in which inorganic wastes were used 10 ~ 30 percent of unit cement content, were investigated. The results of these investigations are summarized as follows.

- 1) Three kinds of inorganic wastes can be utilized as a substitute of cement as far as the replacement ratio is under 20 percent.
- 2) As the autoclave curing of 180 °C improves the compressive strength of porous concrete.

Key Words: porous concrete, inorganic wastes, curing condition, compressive strength

1. はじめに

ポーラスコンクリートはその内部に多くの独立あるいは連続空隙を有するエココンクリートの一種で、主として植生、水質浄化などに使用されている^{1,2)}。近年では、大都市のヒートアイランド現象による高温化対策や透水性舗装といった利用も試みられてきており、今後、新たな分野に利用が拡大されていくと予想される材料である³⁾。本研究では、前年度よりポーラスコンクリートの材料の一部として、無機系廃棄物を使用することについて検討している⁴⁾。前年度は、ポーラスコンクリートの材料に使用する無機系廃棄物として、E-ガラス粉、碎石粉およびコージェライト系陶磁器くずの3種類を選定した。これらをセメントの内割りで10~30%置換して使用した結果、10~20%程度の置換であればポーラスコンクリートの強度は低下しない

ことが確認され、セメントの代替材料として利用できる可能性が見いだされた。しかしながら、これらの実験は養生方法がすべて標準養生のみの検討であったことから、養生方法に封緘養生とオートクレーブ養生を追加し、養生後のポーラスコンクリートの物性などについて検討した。異なる養生方法を追加したのは、E-ガラス粉や碎石粉は高温高圧環境下で水熱反応性を示し、セメントとの反応促進が期待できるためである。本研究では、特に、高温高圧養生下でのポーラスコンクリート強度の変化について確認した。

2. 実験方法

2.1 使用材料

廃棄物原料はE-ガラス粉、碎石粉およびコージェライト系陶磁器くずとし、粉碎処理などについては前年度と同様とした。その他の材料として、

* 材料技術グループ

表1 ポーラスコンクリートの調合

廃棄物原料	置換率 (%)	空隙率 (%)	W/B (%)	計量重量 (Kg/m ³)				粗骨材
				セメント	廃棄物	水	混和剤	
なし	0	20	21.9	417	0	91	4.174	1550
E-ガラス粉体	10		21.0	377	42	88	4.186	
	20		20.1	336	84	84	4.199	
	30		19.2	295	126	81	4.212	
碎石粉	10		22.0	370	41	91	4.115	
	20		22.1	325	81	90	4.058	
	30		22.2	280	120	89	4.002	
陶磁器くず	10		22.0	370	41	90	4.102	
	20		22.0	323	81	89	4.041	
	30		22.1	278	119	88	3.979	

研究用セメント, 高性能AE減水剤, 単粒度碎石 (6号: 5~13mm) を使用した.

2.2 練混ぜ条件

ポーラスコンクリートの練混ぜは, 揺動攪拌型ミキサ (オムニミキサ) を使用しておこなった. 練混ぜ条件は, セメントおよび水を投入後30秒間は50rpm, その後は200rpmのミキサ回転数で270秒間混練し, 粗骨材を投入してさらに200rpmで90秒間練り混ぜる方法とした.

2.3 調合および養生条件

ポーラスコンクリートの調合は, 前年と同様, それらのペーストフロー値が190となるような水結合材比 (以下W/Bという) でおこなった. 調合表を表1に示す. 養生については, 供試体をラップで梱包し65℃の恒温槽で8時間処理する65℃封緘養生と180℃で3時間処理するオートクレーブ養生の2種類とした. 養生は, 全て材令1日で脱型した供試体でおこなった. 圧縮強度用供試体は, φ10×20cmの簡易型枠に2層に分けて詰めた. 各層は突き棒を使用して充填し, 最後に起振力735N/mm²で10秒間締め固めた.

3. 結果と考察

3.1 養生方法とペースト強度

ポーラスコンクリートの圧縮強度はそれらのペースト強度に大きく影響を受けることから, まず, それぞれの養生方法とペースト強度との関係について調べた. セメントに対して廃棄物粉体置換率を0~30%に変化させたときのペースト圧縮強度と各養生条件との関係を図1~3に示す. 図1~3よ

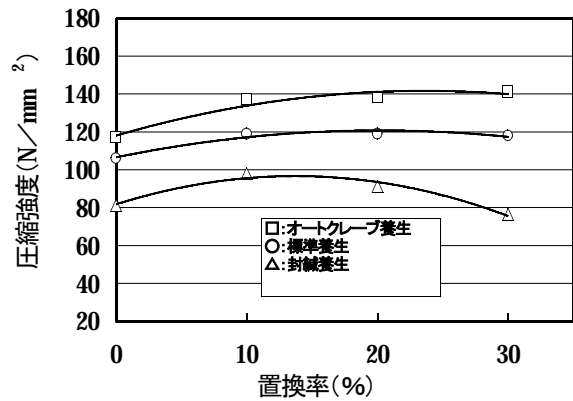


図1 Eガラス混入率とペースト圧縮強度との関係

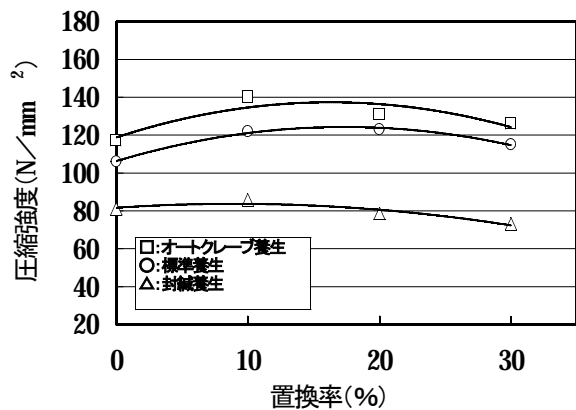


図2 碎石粉混入率とペースト圧縮強度との関係

り, 混入した廃棄物の種類に関わらず, 圧縮強度の強さはオートクレーブ養生, 標準養生, 封緘養生の順になった. オートクレーブ養生では標準養生より5~20N/mm²強度が増大しており, これはシリカ

成分が高温で処理されたことで多く溶出し、カルシウム成分と反応して強度に寄与する珪酸カルシウム系水和物が多く生成したためである。逆に、封緘養生は、標準養生より圧縮強度が低下した。これは低水セメント比であることやシリカ、カルシウムの溶出バランスが悪いため、水和が進まなかったのではないかとと思われる。

3.2 廃棄物置換率とペースト強度

廃棄物置換率と圧縮強度との関係は、オートクレーブ養生および標準養生をおこなうと、廃棄物の種類に関わらず無混入のものより圧縮強度が増加した。特にE-ガラス粉、陶磁器くずを30%置換したものをオートクレーブ養生すると、20~30N/mm²程度圧縮強度が増加しており、置換することによる効果が確認できた。

封緘養生の場合は、置換率30%とするとすべての廃棄物で若干ではあるものの圧縮強度が減少しており、碎石粉の場合では、置換率20%でも圧縮強度が減少した。

3.3 養生方法、廃棄物置換率とポーラスコンクリートの圧縮強度との関係

ペーストの実験と同様に、廃棄物粉体置換率を0~30%に変化させ、表1に示す調査でポーラスコンクリートを作製した。また、ポーラスコンクリートの圧縮強度と廃棄物置換率および各養生条件との関係を図4~6に示す。これらから、ポーラスコンクリートの圧縮強度と養生方法の関係は、強度の大きいものから順にオートクレーブ養生、標準養生、封緘養生となった。これはペースト強度の結果と一致していた。

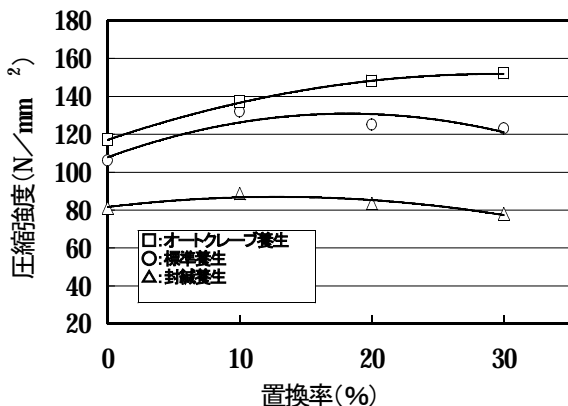


図3 陶磁器くず混入率とペースト圧縮強度との関係

一方、廃棄物置換率と圧縮強度との関係をみた場合、オートクレーブ養生では、圧縮強度が無混入に比べ増加したのはE-ガラス粉だけであり、碎石粉では20%、陶磁器くずでは30%混入すると強度が減少した。このことから、廃棄物置換率は、

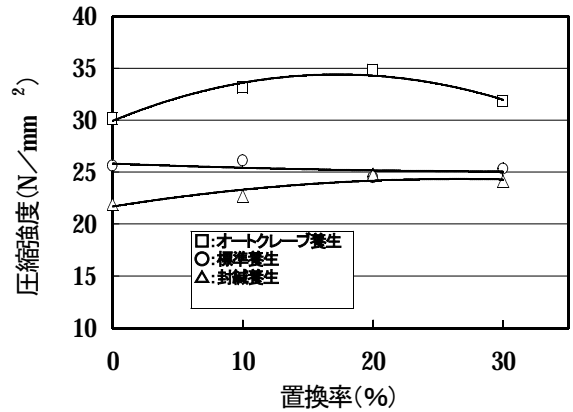


図4 E-ガラス混入率とポーラスコンクリート圧縮強度との関係

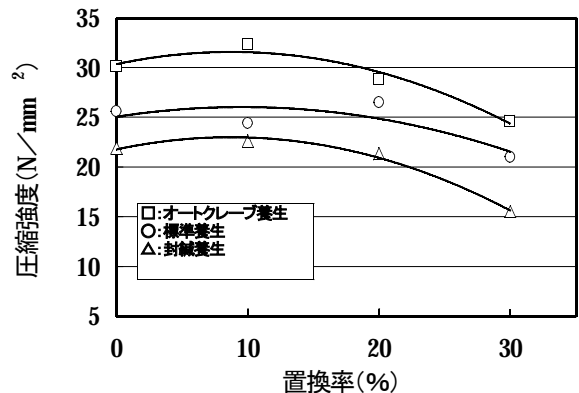


図5 碎石粉混入率とポーラスコンクリート圧縮強度との関係

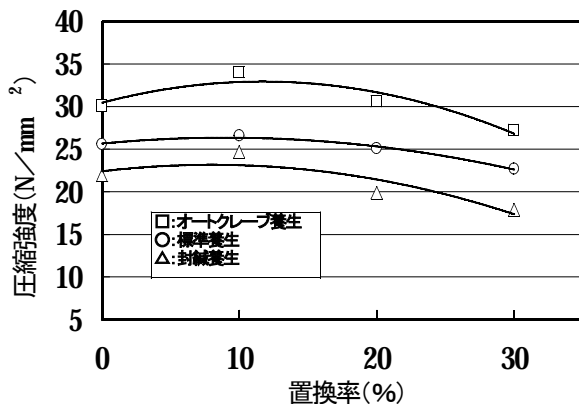


図6 陶磁器くず混入率とポーラスコンクリート圧縮強度との関係

10～20%程度の範囲で圧縮強度が高くなることが確認できた。これは、他の養生方法に於いても同様の傾向であった。

上記の結果は、廃棄物置換率が大きくなるとポーラスコンクリートの圧縮強度が小さくなるという点で、ペーストの圧縮強度の結果と異なっていた。これらの原因を明確にすることは困難であるが、ポーラスコンクリートの場合、骨材表面におけるペーストと骨材の状態の影響を強く受けているのではないかと思われる。すなわち、ポーラスコンクリートとした場合にはペーストの膜厚が非常に薄いため、骨材との界面において、一部でも水和物の性状や形態が良好でないような部分が存在すればその影響を強く受けてしまい、破壊しやすくなるのではないかと推察される。

以上のことから、ポーラスコンクリートの材料として本実験で使用した廃棄物を使用する場合、10～20%の添加であれば圧縮強度には影響がないことが明らかになった。

4. まとめ

本実験の知見は以下の通りである。

1) E-ガラス粉, 砕石粉および陶磁器くずをポーラスコンクリート用材料として使用する場合、セメント

の内割りで10～20%程度の置換であれば圧縮強度は低下しない。

2) ポーラスコンクリートの養生方法は、圧縮強度の大きいものから順にオートクレープ養生、標準養生、封緘養生であった。このことから、オートクレープ養生は、ポーラスコンクリートの圧縮強度を増加させるには有効であった。一方、封緘養生は、本実験の範囲においては実用的でないことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 松川徹ほか：“自然環境に優しい多孔質コンクリートの緑化に関する研究”。セメント・コンクリート論文集, No. 55, p384-389(2001)
- 2) 金子文夫ほか：“ポーラスコンクリートを利用した生物的水質浄化方法”。自然環境との調和を考慮したエココンクリートの現状と将来展望に関するシンポジウム論文報告集, p67-70(1995)
- 3) 鈴木徹ほか：“車道用ポーラスコンクリートのコンシステンシー試験および基礎物性に関する考察”。セメント・コンクリート論文集, No. 55, p345-352(2001)
- 4) 前川明弘ほか：“ポーラスコンクリートへの廃棄物使用率の向上に関する研究”。平成12年度三重県科振工研報, No. 25, p87-90 (2001)