

近畿大学大学院 学生会員 ○ブンロン センパス

学生会員 米本 龍史

近畿大学理工学部 正会員 玉井 元治

1. はじめに

公共土木施設は国民生活の基盤となり、時代の流れに適応する実用性・耐久性を備えていなければならない。普通コンクリートは、大きな圧縮力を受ける構造物に適した材料として知られているが脆性破壊を起こしやすい。そのため、高架道路の床版や空港の滑走路など高い繰返し応力がかかる場所ではひび割れを誘発しコンクリートの劣化を進行させる場合が多く、エネルギー吸収能のある靱性を持った材料が求められている。本研究は、多孔質コンクリート(Porous Concrete: PoC)の連続空隙に常圧で樹脂を注入した複合型コンクリートの開発を行い、コンクリートの弱点である曲げ、引張強度を改善し、さらに変形能を高めることを目的とする。

2. 使用材料

セメント:普通ポルトランドセメント(C)、混和材:シリカフューム(SF), 混和剤:高性能減水剤 CAD9000 (SP), 砕石(G): 5号(13-20 mm), 6号(5-13 mm), 7号(2.5-5 mm)、ガラス球: $\phi 15, 13, 5 \text{ mm}$ の3種類、水: 一般水道水(W)、樹脂: エポキシ系樹脂(Ep), アクリル系樹脂(Ac), ポリエステル系樹脂(Pol)。

3. 配合および実験方法

- ①配合: $\text{SF}/(\text{C}+\text{SF})=5\%$, $\text{W}/(\text{C}+\text{SF})=25\%$ を一定とし、骨材比は5号:6号:7号=5:1:4を用いる。
骨材空隙へのペースト充填率は $\text{B}/\text{V}=30\%, 40\%, 50\%$ の3種類とする。
- ②骨材試験: 骨材実積率試験を JIS A 1104-1993 に準じて行い、実積率が最大となる骨材比を求める。
- ③フロー試験: セメントペーストのフロー値は 250 を得る SP の添加率として JIS R5201-1997 に準じて行う。
- ④空隙率試験: 全空隙, 連続空隙率試験を JCI ポーラスコンクリートの空隙率測定方法(案)による。
- ⑤圧縮強度試験: 寸法 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱供試体を使用し、JIS A 1108-1993 に準じて行う。同時に JSCE-G502-1988 に準じてひずみを測定し、弾性係数・ポアソン比を求める。
- ⑥引張強度試験: 寸法 $\phi 10 \times 15 \text{ cm}$ の円柱供試体を使用し、JIS A 1113-1993 に準じて行う。
- ⑦曲げ強度試験: 寸法 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱供試体を使用し、JIS A 1106-1993 に準じて行う。

4. 実験結果および考察

4. 1. ガラス球を用いた理論値

砕石の実積率は不規則な状態となるので、骨材の充填状況を確認するため、大粒, 中粒, 小粒の3種類のガラス球を用い、砕石に相応する立方格子充填とし、空隙に中粒, 小粒を図-1(a)の様に充填させた。この時が最密状態であると考えられ、ガラス球比は大粒:中粒:小粒=14:5:1であり、実積率は約76%と算出された。砕石(骨材比5:1:4)で得られた最大実積率は約71%となり、ガラス球を用いた場合より下回った。これは図-1(b)の様に5号砕石が不規則な充填となり、その間隙に入り込む細粒の7号砕石が多数必要であるためと考えられる。

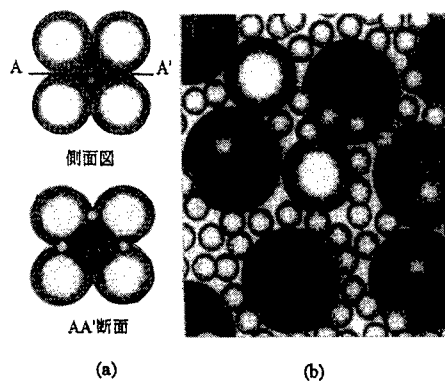


図-1 ガラス球充填モデル

4. 2. 強度試験

図-2, 3, 4 はそれぞれ圧縮、引張、曲げ強度とペーストの充填率との関係を図示したものである。供試体は養生期間 28 日を統一し、エポキシ系樹脂含有 PoC(EpPoC)、アクリル系樹脂含有 PoC(AcPoC)、ポリエステル系樹脂含有 PoC(PolPoC)、樹脂充填無普通 PoC(PoC)を使用した。図より、PoC は圧縮、引張、曲げ強度共にペースト充填率が高くなるにつれ強度が増加するが、各樹脂含有 PoC は、PoC に比べ強度の増加率は減少した。これは、充填率が高くなるに伴い、骨材と骨材の結合面積が増加するが、樹脂の充填量が減少したためだと考えられる。各樹脂充填後の圧縮、引張、曲げ強度は共に PoC に比べ高い数値を示した。各樹脂含有 PoC は圧縮強度では PolPoC が約 87%増、引張強度では PolPoC が約 67%増、曲げ強度では EpPoC が約 150%増となった。これらは各樹脂の注入による複合効果が発揮されたためと考えられる。特に、EpPoC の曲げ強度での向上は著しく、その要因としてエポキシ樹脂自身が他の樹脂に比べ、曲げ強度に強い特性を持っているためと考えられる。

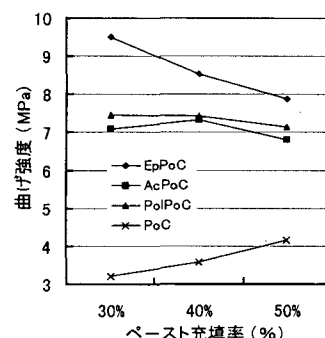
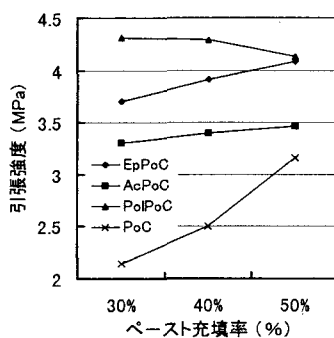
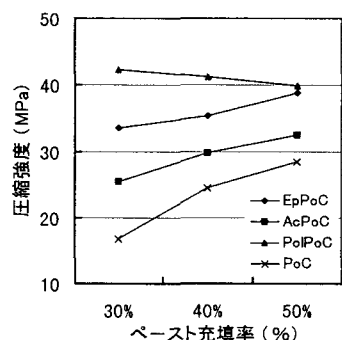


図-2 充填率による圧縮強度変化

図-3 充填率による引張強度変化

図-4 充填率による曲げ強度変化

4. 3. 応力-ひずみ曲線

図-5より PoC は脆性的な破壊を起こしていることが分かる。一方、図-6, 7, 8 より各樹脂含有 PoC は降伏点以降でも一定の応力を保ちながら変形を継続することが確認できた。これはコンクリート内部に破壊が生じ、その後樹脂による複合効果によって応力が維持されたために崩壊に至らなかったと考えられる。なお、これらのグラフより算出した弾性係数、ポアソン比は表-1 に示す通りである。

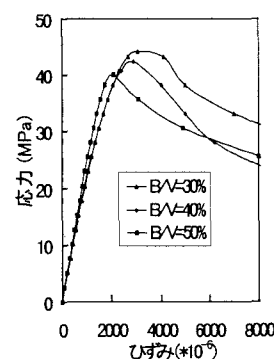
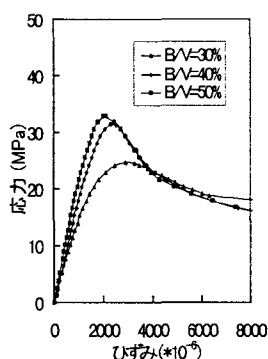
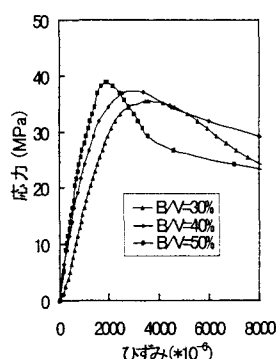
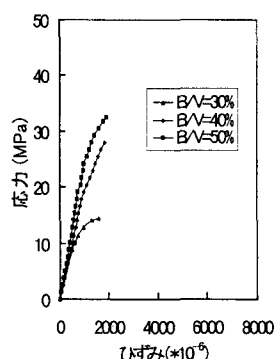


図-5 応力-ひずみ曲線 (PoC)

図-6 応力-ひずみ曲線 (EpPoC)

図-7 応力-ひずみ曲線 (AcPoC)

図-8 応力-ひずみ曲線 (PolPoC)

5. まとめ

PoC の連続空隙に樹脂を自然注入し改質を試みた結果、各強度は著しく向上し、靱性を持った複合材料を作成することができた。各樹脂含有 PoC とも普通コンクリートにはない変形能を持ち合わせ、施工も容易であるため多種多様な場所での利用が可能であると考えられる。今後の課題は温度変化による影響、耐久性などを総合的に検討していく必要がある。

表-1 各充填率における弾性係数とポアソン比

充填率	弾性係数 ($\times 10^4$ MPa)		ポアソン比	
	PoC	EpPoC	PoC	EpPoC
30%	1.89	2.00	1.168	0.121
40%	2.23	2.29	1.153	0.116
50%	2.31	2.39	0.141	0.101