

高靱性コンクリートにより補強された RC 柱に対する振動実験

東北学院大学 学生会員 ○今野 宏育
東北学院大学 学生会員 渡辺 辰紀
東北学院大学 正 会 員 李 相勲
(株) デーロス 正 会 員 林 承燦

1. はじめに

阪神大震災、新潟中越地震などの大型地震の発生は、予期できなかった被害を橋脚をはじめとする土木構造物にもたらした。近い将来、宮城沖を震源とした地震が発生すると予測されており、防災・建設分野の産・学・官全体がその対策につとめている。その対策には、新しい構造物を作るときに必要な耐震設計法の見直しと既存構造物への耐震補強が考えられる。耐震設計法については、阪神大震災以来相当なレベルの地震に対応できるまで整備されてきたが、既存構造物についてはまだ十分な補強が行われていないのが現状である。そこで本研究では、鉄筋コンクリート巻立て工法に高靱性コンクリートを用いることを想定してその材料における耐震補強への効果を検討する。材料としては複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料と超高強度ひずみ硬化型セメント系材料を用い、圧縮試験と引張試験を通じてこれら高靱性コンクリートの基本的力学性能を調べるとともに、橋脚を想定した柱供試体を用いた振動実験を通じて基本的動的特性など調べることを本研究の目的とする。

2. 圧縮試験

供試体は一律、直径 5cm、高さ 10cm、断面積 19.6cm^2 (1963mm^2) の円柱供試体とし、普通ポリマーセメントモルタル(以下 PCM)、複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(以下 HPFRCC)、超高強度ひずみ硬化型セメント系材料(以下 UHP-SHCC)の 3 種類の材料(配合表を表 2.1 に示す)を使用し、荷重 5kN 毎にデータロガーで記録し、破壊に至るまで測定を行った。各供試体 3 回ずつ試験を行い、最大荷重(破壊点)、圧縮強度、ヤング係数を表 2.2 に応力とひずみの関係を図 2.1 に示す。図 2.1 を見ても分かるように UHP-SHCC の圧縮強度が最も大きく HPFRCC の約 4 倍の値を示している。

3. 引張試験

HPFRCC と UHP-SHCC の材料に対して $60\times 330\times 30\text{mm}$ (試験断面 $30\times 30\text{mm}$) のダンベル形状の供試体を使用して引張試験を行った。各 5 回ずつ試験を行い、その結果をそれぞれ図 3.1 と図 3.2 に示す。両方とも終局ひずみ(応力が大幅に低下する時のひずみ)が $0.005\sim 0.01$ の範囲にあり $5\sim 7\text{MPa}$ の引張強度を示している。

表 2.1 コンクリートの配合表

	モルタル (kg/mm^3)	水 (kg/mm^3)	繊維		
			混入率 (vol%)	種類	長さ (mm)
PCM	1800	288	0.5	PVA	不明
HPFRCC	1700	315	2.0	PVA, PE	12, 9
UHP	2200	253	2.0	PE	12

表 2.2 圧縮試験結果

供試体名	最大荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm^2)	ヤング係数 ($\times 10^4 \text{N}/\text{mm}^2$)
PCM	74.0	37.8	2.29
HPFRCC	52.7	26.9	1.67
UHP-SHCC	198.9	101.5	2.72

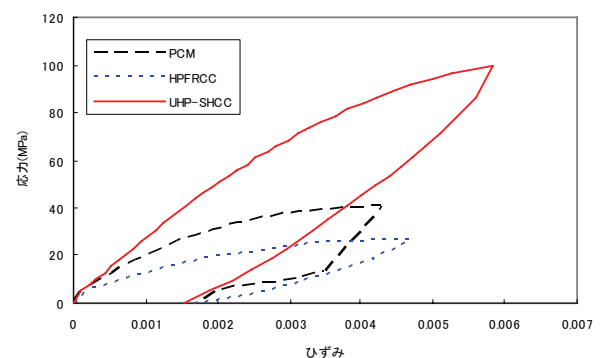


図 2.1 応力とひずみの関係

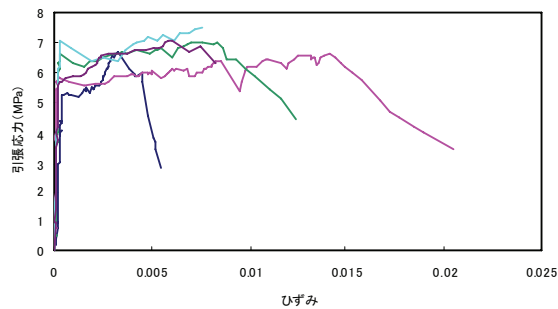


図 3.1 HPFRCC 引張応力におけるひずみの関係

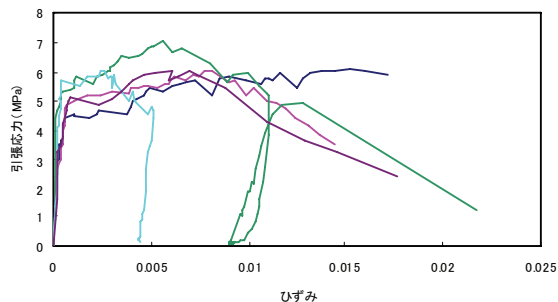


図 3.2 UHP-SHCC 引張応力におけるひずみの関係

4. 振動実験

振動実験については圧縮試験と同様に、PCM、HPFRCC、UHP-SHCC の各材料を用いて作成した 6 つの供試体に対し調和振動を与えることで行った(写真 4.1)。柱の断面は 5cm×5cm で高さは 1m である。断面中央に 9mm の鉄線を配置したものと断面の両側に 6mm の鉄線を 1 本ずつ配置したものの、2 種類の供試体を材料ごとに製作した。加振は低い振動数から高い振動数まで変化させ共振と認められる振動数を探し、しばらく振動させることを破壊するまで続けた。PCM の供試体については 2 種類の供試体ともに根元の部分が破壊されたが、残りの供試体においてはひび割れが生じ共振周波数の変化はあったものの破壊までは至らなかった。各供試体におけるひび割れ性状を写真 4.2 に示す。PCM の場合と比べて HPFRCC と UHP-SHCC の両供試体についてはひび割れ間隔が細かく (PCM: 8~9cm, HPFRCC: 2~3cm, UHP-SHCC: 1.5~2cm)、動的荷重についても引張靱性を発揮することが確認できた。図 4.1 は PCM 供試体の振動台の加速度応答と供試体上部の加速度応答を 5 秒間隔にフーリエ変換し両者のピーク周波数の比を表したものである (Fp1: 振動台, Fp2: 供試体上部)。実験のはじめから破壊時まで共振振動数が変化することがわかる。各供試体の比較は省略する。

6. 結論

普通モルタルと 2 種類の高靱性モルタルで製作された供試体に対して圧縮・引張試験および振動実験を行った。



写真 4.1 実験装置および供試体



写真 4.2 実験によるひび割れ
(PCM: 上、HPFRCC: 中、UHP-SHCC: 下)

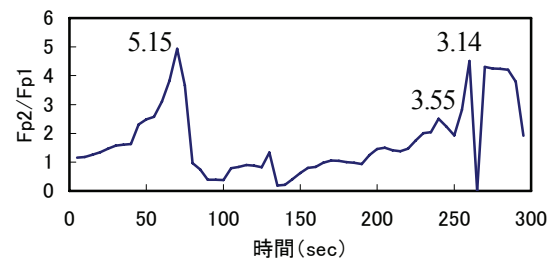


図 4.1 共振振動数の変化(PCM)

結果、今回の高靱性コンクリートは圧縮強度は異なるものの、引張強度や引張特性、また振動を受けるときのひび割れの発生などに同様な結果を示している。今回の RC 柱の補強に関する基礎的実験をさらに進めていきたい。

参考文献

- 1) 国枝稔、AhmedKamal、中村光、EugenBrühwiler、超高強度ひずみ硬化型セメント系材料の開発、コンクリート工学年次論文集、vol. 29、No. 1、pp315-320、2006
- 2) 森山守、林承燦、内田裕市、六郷恵哲、複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料の引張性能と試験装置、コンクリート工学年次論文集、vol. 28、No. 1、pp311-316、2007