

多様な高靱性コンクリートにより製作された柱の動的特性

東北学院大学 学生会員 ○菅原 夢美
東北学院大学 学生会員 熊谷 圭介
東北学院大学 正会員 李 相勲
デーロスジャパン 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、橋脚をはじめとする土木構造物に、予測できなかった被害を与えた。近い将来、宮城県沖を震源とした地震が発生すると予測されており、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通しと、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、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、橋脚を想定した逆T字型柱供試体を用いた振動実験を通じて、動的特性を調べることを本研究の目的とする。

2. 圧縮試験

本研究では、セメント対細骨材比 1:3 モルタル（以下 1:3M）、ポリマーセメントモルタル（以下 PCM）、流し込み高靱性繊維補強コンクリート複合材料（以下流 HP）、吹き付け高靱性繊維補強コンクリート複合材料（以下 DFR）、超強度高靱性繊維補強コンクリート複合材料（以下高 HP）、の 5 種類の材料を使用した。

材料ごと圧縮強度を調べるために、高さ 10cm、直径 5cm の円柱供試体を 3 体作成し圧縮試験を行った。試験は荷重 2kN(高 HP のみ 10kN)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。結果から最大荷重、圧縮強度を表-1、応力とひずみの関係を図-1 に示す。また、各材料の配合を表-2 に示す。

圧縮試験における最大荷重時のひずみは 1:3M が 0.004、PCM と高 HP が 0.005、DFR が 0.0055、流 HP が 0.006 程度の値を示した。

表-1 圧縮試験結果

供試体名	最大荷重(kN)	圧縮強度(N/mm ²)
1:3M	46.4	23.5 N/mm ²
PCM	103.3	52.4 N/mm ²
流 HP	74.6	37.7 N/mm ²
DFR	64.8	32.8 N/mm ²
高 HP	195.5	99.6N/mm ²

表-2 使用材料の配合表 (kg/m³)

・1:3 モルタル			
セメント	水	砂	—
505.2	252.6	1515.7	—
・PCM			
粉体	水	—	繊維
1925	262	—	0.5(Vol/%)
・流 HP			
粉体	水	エマルジョン(アクリル系ポリマー)	繊維(PVA+PE)
1507	286	34.7	2.0(Vol/%)
・DFRCC(DFR)			
粉体	水	高性能 AE 減水剤	繊維(PVA+PE)
1630	301.6	0.4075	1.7(Vol/%)
・高強度 HPFRCC(高 HP)			
粉体	水	高性能 AE 減水剤	繊維(PE)
1889.7	325.7	8.1	1.7(Vol/%)

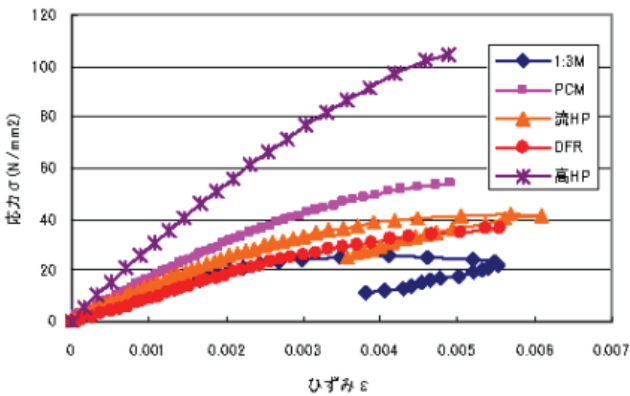


図-1 応力-ひずみ関係曲線

キーワード 高靱性繊維補強コンクリート複合材料、ひずみ硬化特性、複数ひび割れ特性

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学工学部環境建設学科 TEL (022) 368-7213

3. 引張試験^{1), 2)}

高靱性繊維補強コンクリート複合材料は、引張力を受けても脆性的に破壊せず、変形(あるいはひずみ)の増大に伴って、引張荷重(あるいは引張応力)が増加する「ひずみ硬化特性」と、複数の細かいひび割れが分散して生じる「複数ひび割れ特性」を示す点に特徴がある。

本研究では DFR、流 HP、高 HP、の 3 つの材料に対してそれぞれ 3 体ずつダンベル型平板供試体を作成し引張試験を行った。また、1:3M と PCM については割裂試験で引張強度を求めた。両試験の結果を表-3 にまとめる。

引張試験から得られた応力-ひずみ関係曲線(図-2)から、終局ひずみは流 HP 5.1%, DFR 1.7%, 高 HP 3.9% という結果が得られた。終局ひずみを比較すると流 HP は DFR の 3 倍、高 HP の 1.3 倍となり、引張強度は高 HP に劣るが、最も靱性のあるコンクリート材料であると考えられる。

表-3 引張試験結果

供試体名	引張強度(N/mm ²)	引張強度/圧縮強度
1:3M	2.1	1/11
PCM	4.6	1/11
流 HP	6.1	1/6
DFR	5.3	1/6
高 HP	9.6	1/10

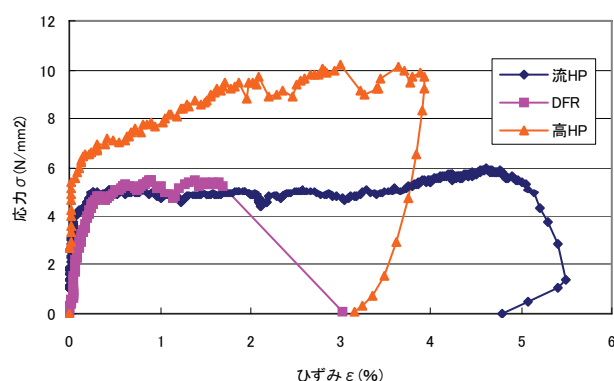


図-2 応力-ひずみ関係曲線

4. 振動実験

振動実験においては、PCM、流 HP、DFR、高 HP の各材料を用いて作成した 4 つの供試体に対し兵庫県南部地震の地震動(40%level)を与えることで振動実験を行った。その後、同じ供試体に対し調和振動を与えて完全破壊させた。1:3M の供試体は運搬中に亀裂が発生したため除外した。供試体は橋脚を想定した逆 T 字型であり、柱の断面は 30 mm×30 mm で高さは 800 mm である。また、せん断破壊を防止するため、供試体の断面中央根元部分に 5 mm の鉄線を配置した。地震動を与える実験は、供試体上部におもりを 2 個、6 個、10 個の順番に載せて行った。調和振動の実験では、固有振動数からひび割れ発生に伴う振動数の変化に合わせて調和振動の周波数を調整しながら加振した。

図-3 は、地震動の振動実験における振動台の加速度と、供試体根元部分のひずみの関係を示したものである。ここでは比較のため PCM と DFR の結果のみを示す。PCM と DFR は、おもり 2 個と 6 個の場合では同様な加速度-ひず

み関係を示している。しかし、おもり 10 個の場合では PCM は加速度-ひずみ軌跡が乱れている反面、DFR は 2 個と 6 個ともに同様な軌跡を描いていることが分かる。

調和振動実験の加速度振幅(Fp1:振動台、Fp2:供試体上部)の破壊までの時刻歴のグラフを図-4 に示す。両加速度の差の面積が供試体に与えられるエネルギーであることを考えると、流 HP と高 HP は共振時間が長く、加速度の差の面積も大きくなっていることからエネルギー吸収能力が高いと分析される。

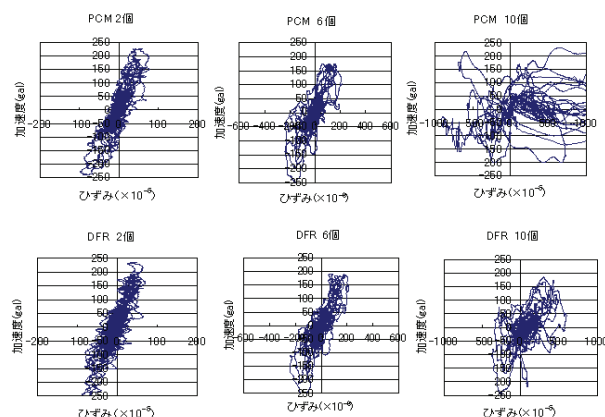


図-3 地震動による加速度-ひずみ曲線

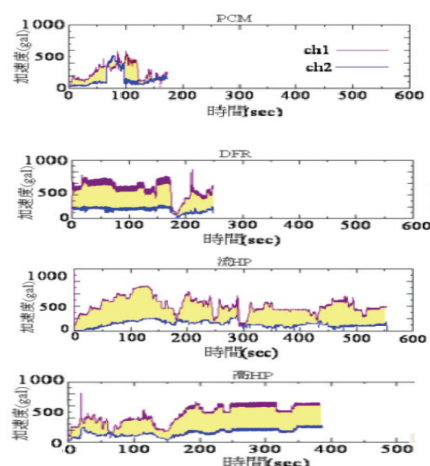


図-4 加速度振幅の破壊までの時刻歴

5. 結論

本研究は繊維の含有量の異なる 5 つの材料を用いて圧縮試験、引張試験、振動実験を行いその成果を報告するものである。これらの実験より、流 HP、DFR、高 HP の 3 つの材料は、大小の差はあるものの全体的に引張伸び率が大きく、振動エネルギーの吸収能力が高いことが分かった。

参考文献

- 1) 林 承燦・森山 守・河合正則・内田祐市：HPFRCC で補強された RC 梁のひび割れ挙動, コンクリート工学年次論文集 第 29 巻 pp.1405-1410, 2007
- 2) 森山 守・林 承燦・内田祐市・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 第 28 巻 pp.311-316, 2006