

# 衝撃弾性波法を用いた高靱性コンクリートのひび割れ測定

東北学院大学 学生会員 伊藤 辰  
 東北学院大学 正会員 李 相勳  
 デーロスジャパン 正会員 林 承燦  
 デーロスジャパン 正会員 森井 直治

## 1. はじめに

近い将来、宮城県沖を震源とした大地震が発生すると予測されている。その対策としては、耐震設計指針の見直しや、既存構造物への耐震補強が挙げられる。補修や補強材に広く使用されている高靱性コンクリートは、普通コンクリートより高い耐震性が期待される。

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による、各応力レベルにおける段階のき裂の進展や剛性の変化を衝撃弾性波法を用いて評価できるかを試みた。

## 2. 使用材料の力学性能

試験には、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セメント複合材料（以下流HP）、吹き付け高靱性繊維補強セメント複合材料（以下DFR）、超強度高靱性繊維補強セメント複合材料（以下高HP）、の4種類の材料を使用した。各材料の配合を表-1に示す。

### 2.1 圧縮試験

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（高HPのみ2体）し圧縮試験を行った。試験は荷重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。試験結果の内最大値を記録したのを代表として図-1に示す。

### 2.2 引張試験<sup>1), 2)</sup>

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」を示す特徴がある。試験には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。圧縮試験と同様に結果の内最大値を示したケースを図-2にまとめる。圧縮試験と引張試験から求めた各試験の強度と終局ひずみ表-2にまとめる。

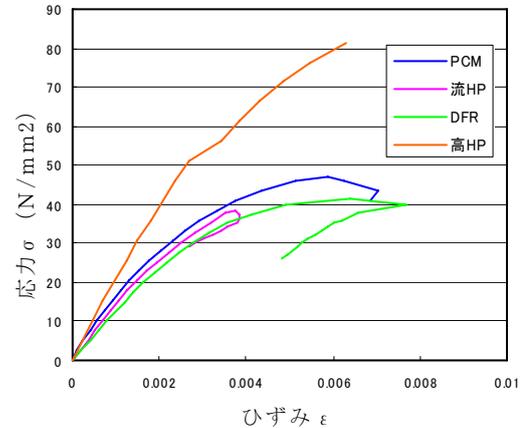


図-1 応力-ひずみ関係曲線

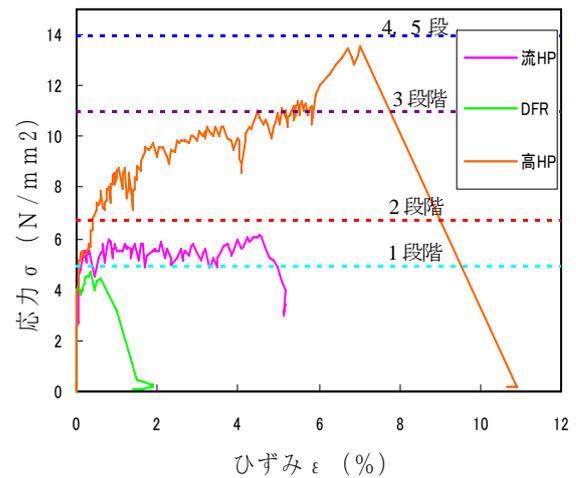


図-2 応力-ひずみ関係曲線

表-1 使用材料の配合表 (kg/m³)

材料	粉体	水	エマルジョン or AE 減水剤	繊維
PCM	1830	290	—	0.5(Vol%)
流HP	1507	286	34.7	2.0(Vol%)
DFR	1630	301.6	0.4075	1.7(Vol%)
高HP	1760	345	12.6	2.0(Vol%)

表-2 各試験の強度(最大値)と終局ひずみ

	材料	強度(N/mm²)	終局ひずみ
圧縮試験	PCM	46.9	0.005862
	流HP	38.5	0.003748
	DFR	41.5	0.006372
	高HP	81.5	0.006319
引張試験	PCM	3.9	0.000019
	流HP	6.2	0.045150
	DFR	4.7	0.003500
	高HP	13.5	0.070389

キーワード 高靱性繊維補強複合材料, ひずみ硬化特性, 複数ひび割れ特性, 衝撃弾性波法, 振動台実験

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工学科 TEL(022)368-7213

### 3. 振動実験

兵庫県南部地震（神戸海洋気象台）のNS地震波を与えての振動実験を行った。振動実験には橋脚を想定した逆T字型の供試体を用いた。柱部分の断面は50mm×60mmである。高さHは、PCM=1000mmであるが、供試体を倒壊させるために流HP、DFR、高HP=1500mmで製作した。振動実験は図-2に示すように重りを変化させながら、5段階に分けて行った。各段階における柱基部に負荷する応力レベルは図-2示すとおりである。各段階は、1段階9kg、2段階14.57kg、3段階19.97kg、4.5段階24.69kgとした。

### 4. 衝撃弾性波法によるひび割れ評価(高HP)

各供試体に打撃を与えて地震動を与える前と地震動を与えた後の周波数の変動によりひび割れの測定を試みた。供試体の頭頂部(25kHz周波数範囲)に加速度計を取り付け、頭頂部を棒付き鉄球で打撃した。段階が進むにつれて、すなわち重りの増加するほど、ピーク周波数が小さくなる方向に移動することが分かる。図-3は振動実験と衝撃弾性波法を示す。図-4 高HPにおける頭頂部の周波数測定の結果を示す。次に、図-5はこの周波数の変動を各載荷段階に対してプロットしたものである。写-1に各載荷段階におけるひび割れ進展中状況を示す。

### 5. 結論

本研究は繊維の含有量の異なる4つの材料を用いて圧縮試験、引張試験により静的特性を調査し、振動台実験を行い衝撃弾性波法を用いてひび割れの評価した結果を示した。段階の増加につれて複数のひび割れが分散しながら増加することが分かる。しかし、写-1では4から5段階の過程ではひび割れの増加があまり見受けられない。このことは図-5 載荷段階による周波数の変動からも読み取れる。すなわち、4から5段階の間には周波数の変動が目立たないことから、本研究で用いた柱部材のひび割れの状況と衝撃弾性波法による周波数の変動との密接な関連性が確認された。

#### 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, 200

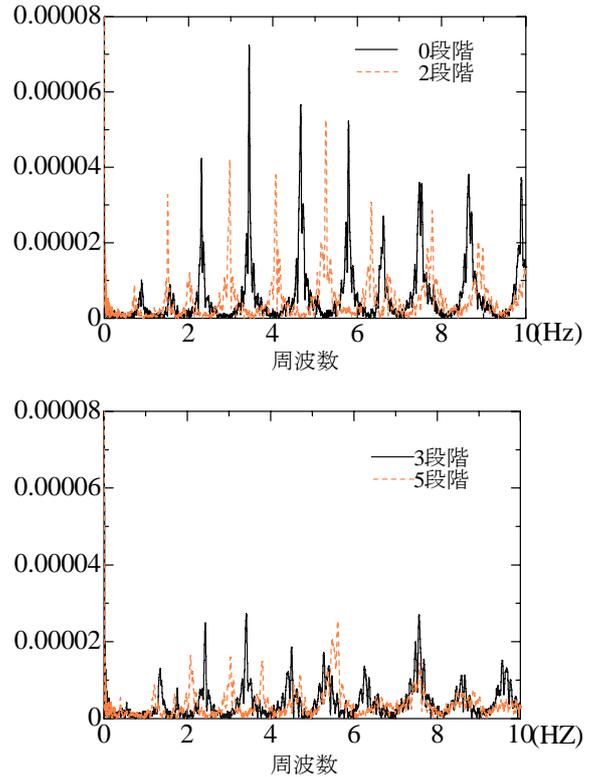


図-4 各段階におけるピーク周波数の変化

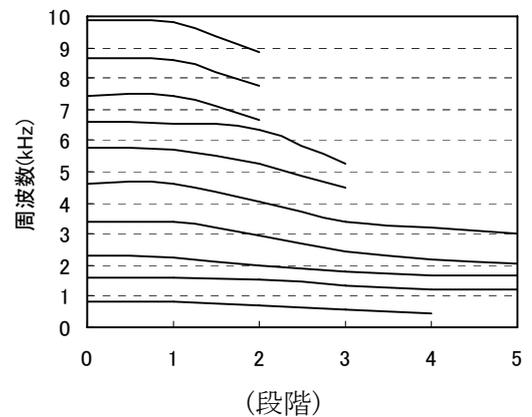


図-5 載荷段階による周波数の変動

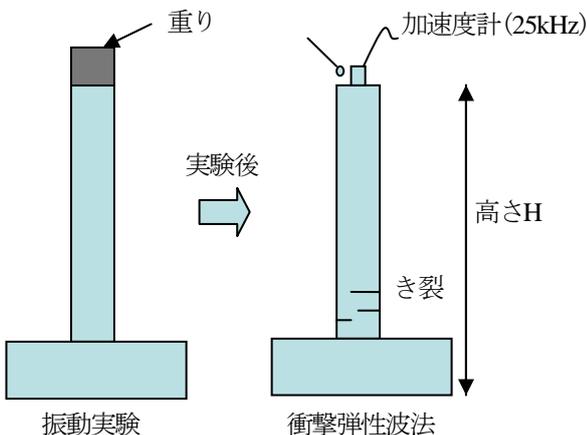


図-3 実験概要



写-1 載荷段階のひび割れ(前面)