地震動を受けた高靭性コンクリート柱に対する損傷度評価方法の一検討

東北学院大学 学生会員 〇浅野 亮 東北学院大学 学生会員 千葉 辰矢 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 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。このような材料で作られた構造物においては、建設時や供用現在の状態、また地震を受けた後の状態を把握することは、使用の継続を判断するのに必要不可欠である。本研究では、多様な強度や繊維含有量の高靱性モルタルにより製作された各種供試体を用いて、橋脚を想定した逆丁字型柱に対する振動実験を行い、各実験段階の応力レベルにおけるき裂の進展や剛性の変化において、衝撃弾性波法を用いた評価方法を検討しその結果について報告する。

2. 使用材料と振動台実験の概要

試験には、市販のポリマーセメントモルタル(以下PCM)、流し込み施工用と吹き付け施工用の高靱性繊維補強セメント複合材料(以下それぞれ流 HP, DFR)、設計圧縮強度100MPaの超高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(表-1参照).

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(100%level)を与えることで実験を行った. 供試体は橋脚を想定した逆 T 字型であり、柱の断面は 50 mm × 60 mm で高さは PCM のみ 900 mm,他 1400 mm である(図-1参照). 供試体上部におもりを 1 個(7.051 kg), 2 個(12.621 kg), 3 個(18.021 kg), 4 個(22.741 kg)を載せ振動を与えた. 4 個載せても破壊しなかった供試体については、再度おもりを 4 個載せ振動を与えた. すなわち、各供試体ことに 5 段階の振動実験が行われる.

3. 衝撃弾性波法による周波数測定

各供試体に対して、5段階の振動実験ごとに衝撃弾性波法を用いて周波数測定を行った. 測定は、実験後に供試体を振動台から外し重りを除去してから、頭頂部と基礎底面にそれぞれ1本ずつの加速度計を乗せ共振周波数と伝播速度を調べた. 図-2に高HPに対する各段階の共振周波数を示す. 段階が進むにつれてピーク周波数の振幅が小さくなり、その値も全体的に左へ移動していることが分かる. これは、打撃によるエネルギーが、ひび割れにより吸収されることと、損傷により構造物の剛性が弱くなり、固有振動数が小さくなることを表している.

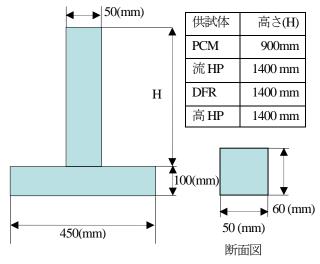


図-1 供試体概要

表-1 使用材料の配合表

材料	粉体	水	エマルジ	繊維
			ョン or AE	
			減水剤	
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/%)

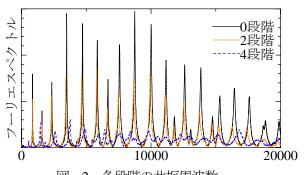


図-2 各段階の共振周波数

キーワード高靭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

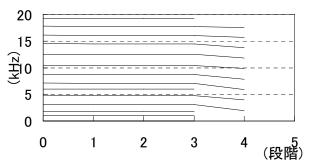


図-3 各段階における共振周波数の変化(PCM)

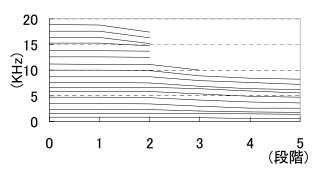


図-4 各段階における共振周波数の変化(高 HP)

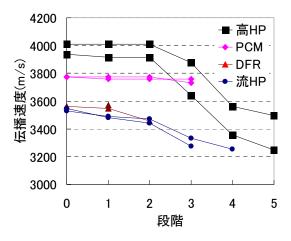


図-5 各載荷段階による伝播速度の変化

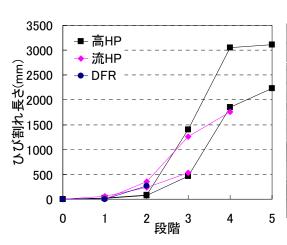


図-6 各載荷段階によるひび割れ長さの変化

図-3と図-4にPCMと高HPに対する,各段階における共振周波数の変化を示す.PCMが段階4で脆性破壊した様子が読み取れる.すなわち,周波数の変化がないことと低周波数成分が段階4でなくなることである.これに対し,高HPでは段階が進むにつれて周波数が変化し,また,高周波数成分からなくなっていくことから,高い延性を持って損傷が進んでいくことが分かる.このことは,共振周波数の変化を調べることで構造物の損傷状態や破壊性質を把握することができることを示している.

4. ひび割れと損傷状態の評価

上下 2 つの加速度から測定した各供試体の伝播速度の変化を各段階で調べた結果を図-5 に示す. 本体にひび割れがほとんどなかった PCM は段階による伝播速度の変化を示していないことに対し,高 HP は初期と段階 5 で約 20~30%の減少を,DFR と流 HP はその中間の変化を示している.この結果からも PCM が脆性破壊,それ以外は延性破壊していることが分かる.

図-6に各載荷段階によるひび割れ長さの変化を示す. 高 靭性コンクリートに要求される複数の微細ひび割れが, PCM を除いた全ての供試体で目視された. その中で最もひ び割れが増加したのは高 HP 供試体であり, その様子を写真 -1に示す. 応力が高い基部付近(写真の左側)には数多くの ひび割れが見えており, 右にいく程その数は減少している.

5. 結論

衝撃弾性波法を用いて共振周波数の変化を調べることで構造物の損傷状態や破壊性質を把握できることを示された. 本研究で用いた 3 種類の高靱性繊維補強セメント複合材料は、繰り返し振動荷重に対して、延性破壊することを確認した.

参考文献

1) Sansalone, M. and Carino, N. J.(1989), Detecting Delaminations in Concrete Slabs with and without Overlays Using the Impact-Echo Method, ACI Materials Journal, Vol. 86, No. 2, pp.175-184



写真-1 各載荷段階によるひび害い状態 (上から順に高 HP の 1 段階目から 5 段階目)