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 | ○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T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靭性繊維補強セメント を複合材料(以下それぞれ流 HP, DFR)、設計圧縮強度 100MPaの超高強度高靭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/%) |



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-5 各載荷段階による伝播速度の変化

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種類の高靭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



図-6 各載荷段階によるひび割れ長さの変化

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