

首都高速道路公団 正会員 益子直人
 埼玉大学 大学院 学生員 神山貴男
 埼玉大学 工学部 正会員 William Tanzo
 埼玉大学 工学部 正会員 睦好宏史

1. はじめに

RC構造物の耐震設計は、地震力は構造物に対して直角2方向に独立に作用すると考えて行われてきたが、実際の地震力は構造物に対してある角度をもって作用する。しかしながら2方向からの地震力を同時に受けるRC構造物の応答性状はこれまでほとんど明らかにされていなかった。本研究では2方向から地震波を入力できる載荷実験システムを開発し、仮動的実験手法により2方向地震力下におけるRC部材の応答性状を明確にすることを目的とした。

2. 仮動的実験システム

アクチュエーターを2台使用して、2方向載荷が可能な実験システムを開発した。アクチュエーターの先端及び後端にはピンを直結し、RC供試体は任意の座標に移動可能とした。さらにFig.-1のように本実験システムにコンピュータをオンラインで結び、コンピュータ内で計算された次ステップの変形量を2つのアクチュエーターを通して供試体に与え、その結果得られた復元力をコンピュータ内に取り込みつつ地震応答解析を行う2方向入力仮動的実験手法を開発した。ここで、 x と y の各運動方程式を解くときの数値積分法は、積分条件が非常に緩やかなオペレータ・スプリッティング法[1]を用いた。また、2台のアクチュエーターは直交性を常に保てないため、変形量と復元力は水平および垂直の成分に変換された。

3. 実験要因

実験は1方向入力による仮動的実験(PDU-1)、2方向入力による仮動的実験(PDB-1)を行った。実験に使用した供試体をFig.-2に示す。主鉄筋はD10を4本、帯鉄筋はD3を40mmピッチで配置した。鉄筋の降伏点はD10が386.1MPa、D3が249.0MPaで、コンクリート強度は36.7MPaであった。

地震波は1940年のEl-Centro波で、実構造物との相似則から時間刻みを実際の1/3とした。また、地震波の最大加速度は実際のNS成分とEW成分(320gal, 223gal)の比を一定として使用した。RC柱に作用する上載質量は1000kgとし、減衰は既往の研究から部材が降伏するまで2%とした[2]。

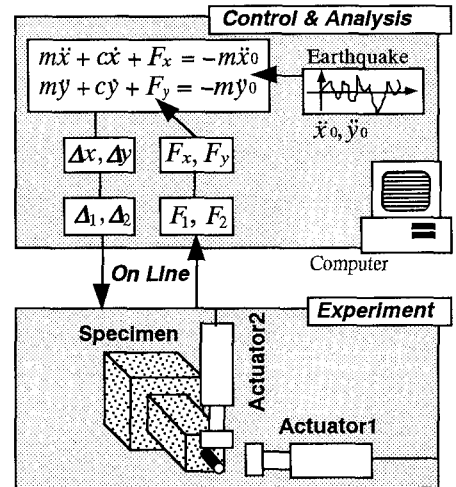


Fig.-1 Pseudo-dynamic test system

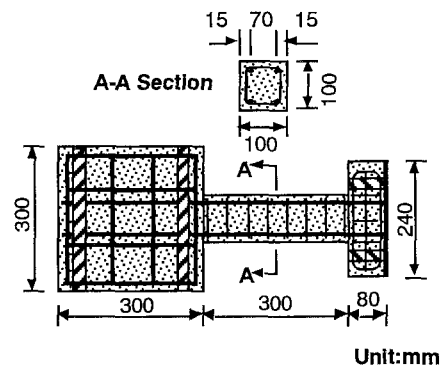


Fig.-2 Details of test specimen

4. 1方向および2方向仮動的実験結果

NS成分(最大加速度620gal)を入力した1方向仮動的実験(PDU-1)から得られたモーメント-回転角曲線をFig.-3に、NS成分(620gal)とEW成分(432gal)を同時に入力した2方向仮動的実験(PDB-1)から得られたモーメント-回転角曲線(NS成分)をFig.-4に示す。2方向入力を受けるRC柱では、1方向の場合に比べて最大耐力が約9.5%低下し、地震応答の全ステップに渡って約18%復元力が低下した。その結果剛性が低下し、履歴ループが丸みを帯び、所々に履歴のくぼみが見られる。ここでくぼみが顕著に現れている部分の時刻歴(0.8秒から1.1秒)をFig-5(a)に、その部分のモーメント-回転角曲線をFig-5(b)に示す。このようにEW成分の回転角が増加することで、NS成分のモーメントが減少することが分かる。

さらに、PDU-1にNS成分(800gal)、PDB-1にNS成分(800gal)とEW成分(557gal)を引き続き入力したところ、1方向入力の場合ではFig.-6のように崩壊せず、地震波のエネルギーを吸収したのに対し、2方向入力ではFig.-7のように地震波入力直後から変形が一気に進み、ほとんど耐力を持たずに、そのまま変位が反転することなく0.8秒後に崩壊に至った。PDU-1では被りコンクリートが剥離した程度で終わったのに対し、PDB-1では内部コンクリートが破壊した。

5. まとめ

本研究では、2方向入力可能な仮動的実験システムを開発し、1方向および2方向入力による仮動的実験を行った。実験結果から2方向入力を受けるRC柱は、(1)ある方向の変形が増加することにより、他の方向の復元力が低下する、(2)1方向入力と比較してより損傷が著しくなること等が明らかとなった。すなわち、独立した1方向入力による耐震安全性の検討は必ずしも十分とは言えない場合があり、構造物に応じては2方向入力による検討が必要である。

【参考文献】

- [1] 中島正愛・石田雅利・安藤和博：サブストラクチャ仮動的実験のための数値積分法、日本建築学会構造系論文報告集、第417号、pp.107-117、1990.11
- [2] 貞末和宏・睦好宏史・William TANZO・町田篤彦：サブストラクチャー仮動的実験によるRC2層ラーメン橋脚の地震時弾塑性応答、コンクリート工学年次論文報告、Vol.15、No.2、pp.1119-1124、1993.6

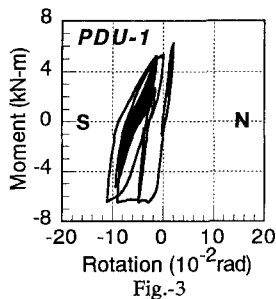


Fig.-3

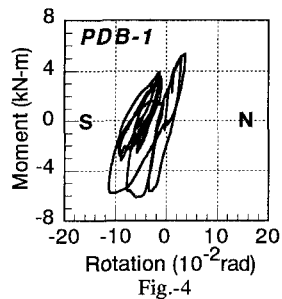


Fig.-4

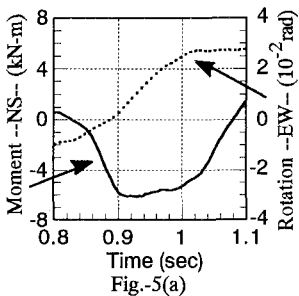


Fig.-5(a)

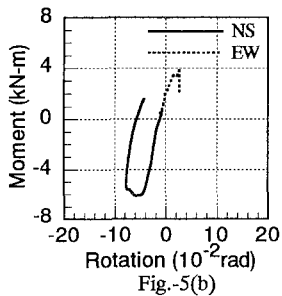


Fig.-5(b)

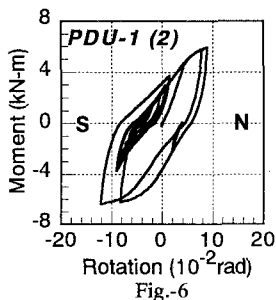


Fig.-6

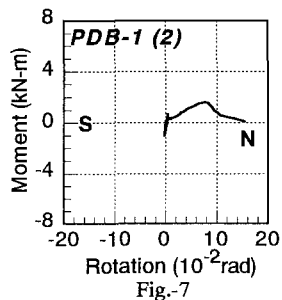


Fig.-7