

横浜国立大学 学生員 ○伊東 祐之
 横浜国立大学 正 員 池田 尚治
 横浜国立大学 正 員 山口 隆裕

1. はじめに 今年改訂される土木学会コンクリート標準示方書には、新たに耐震設計の項が設けられる。そこでは、地震後の構造物に要求される供用性能の指標として、損傷の程度を塑性変位の大きさに対応させている。このためRC構造物の地震時の弾塑性応答変位を予測し、その挙動を把握することが合理的な耐震設計を行なうに際して増々重要となってきた。弾塑性応答変位を精度よく予測するためのアプローチのひとつに、部材の復元力特性を数学的モデルで仮定することなく地震応答解析を行なうことができる、電算機-アクチュエータオンラインシステムによる準動的試験がある。^{1) 2) 3)}ここでは、RC橋脚を対象としてこのシステムによる実験を実施したのでその概要を報告する。

2. システムの概要 準動的試験の特徴は、部材の復元力特性を数学的モデルで仮定するかわりに载荷中の供試体から復元力の値を取り込んで地震応答解析を行なうというもので、実験と解析のハイブリッドな構造となっている。実際には、前のステップまでの各データから弾塑性地震応答解析を行ないそのステップの応答変位を求めて、それをDAコンバーター、アクチュエータを通して供試体に作用させる。次に供試体の復元力をADコンバーターを通して測定し、これを基に次のステップの弾塑性地震応答解析を行ない、得られた

応答変位を供試体に作用させるという流れになっている。応答解析には、第一ステップのみ線形加速度法を用いそれ以後は中央差分法を用いた。なお、すべての周辺機器は16ビットパソコンによって制御されている。

3. 準動的試験 開発したシステムを用いてRC橋脚を想定した供試体の実験を行なった。使用した供試体の概略図を図-1に示す。断面は30cm×30cmでフーチング上面から载荷点までは90cmの独立柱である。主鉄筋はSD30-D13を14本(引張鉄筋比1.0%)、フープ筋は曲げ破壊がせん断破壊に先行するようにSD35-D6を用いてフープ筋比0.35%とした。コンクリートは最大粗骨材寸法25mmで圧縮強度 $\sigma_{28} = 350 \text{ kg/cm}^2$ のものを使用した。図-2に载荷装置の概略を示す。試験は、軸力なし(ケース1)と一定軸力13.5ton(応力にすると $\sigma_0 = 15.0 \text{ kg/cm}^2$)を作用させたもの(ケース2)の2ケースを行なった。入力地震波形は八戸N-S(1968年)の初めの8秒間(時間間隔1/100秒、 $\ddot{z}_{\max} = 262 \text{ gal}$)を用いた。部材の固有周期を0.35秒と仮定し、初期剛性は本試験に先だって行なわれた正負繰返し試験より得た15.14ton/cmを用いた。これらによって計算された一自由度系の換算質量は46.0tonになり、最大入力静的降伏耐力に対する比は、ケース1で1.50、ケース2で1.25となる。なお速度に比例する減衰は考慮しなかった。また試験に要した時間は実時間の約1000倍だった。

4. 試験結果と考察 準動的試験によって得られた復

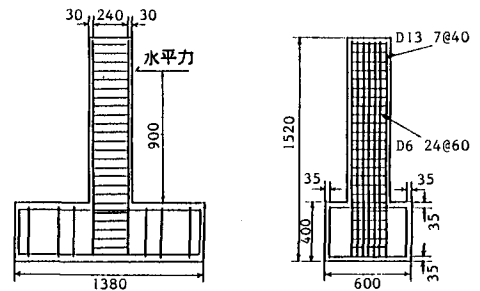


図-1 試験供試体

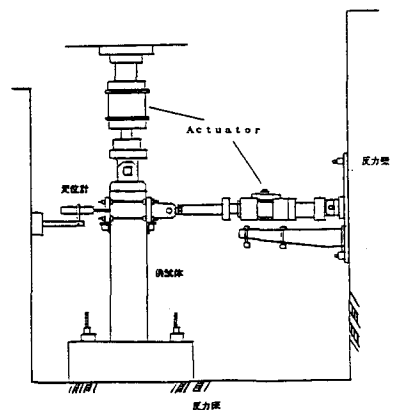


図-2 载荷装置概略図

元力-変位履歴曲線を図-3 (a) (b) に示す。両図を比較すると、ケース2はケース1に比べて軸力の影響によりひび割れの発生が少なく、従って剛性が高いので応答変位も小さい。さらに降伏後もじん性に豊み安定した履歴曲線をえがいている。以上のことから本試験で作用させた程度の軸力は、耐震性には良い影響をおよぼすといえよう。図-4 (a) にはケース1において準動的試験で得られた応答変位の時刻歴を実線で示した。同図に破線で示してあるのは、剛性劣化型のCloughモデル⁴⁾を用いて行なった弾塑性地震応答解析の結果得られた応答変位の時刻歴である。初期剛性15.14ton/cm、二次剛性0.45ton/cm降伏変位0.587cm等はすべて正負繰返し試験の結果を用いた。また、準動的試験と同じく減衰定数は0とした。両者を比較してみると、応答変位の最大値が生じている時刻が大きく違うことや弾性域での位相のずれなどが観察される。図-4 (b) には減衰定数を3%としたこと以外は上述と同じ条件で解析を行なった結果を示したが、準動的試験の結果と比較的良好一致した。このことは、この供試体で準動的試験を行なう際得られる復元力には、減衰定数にして3%程度の減衰力をも含んでいるということを示唆している。この復元力に含まれる減衰力の量の把握にはなお一層のデータの蓄積が必要であろう。

5. まとめ

1) RC構造物のように復元力特性が複雑なもの地震応答を求めるには、準動的試験は非常に有効な手段である。

2) 通常RC橋脚に作用する程度の軸力は作用しない時と比較して、耐震性において有利に働く。

3) 準動的試験によって得られた応答変位は、減衰定数を3%とした弾塑性応答解析結果とよく対応した。

<謝辞> 本研究を実施するにあたり、卒研生の中川逸朗君（現愛媛県庁）の多大な協力を得た。ここに深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 岡田 電算機-アクチュエータオンラインシステムによる構造物の地震応答実験 1982,1 コンクリート工学
- 2) 岡田・岡 電算機-アクチュエータオンラインシステムによる鉄筋コンクリート骨組の地震応答実験その1-その5 日本建築学会論文報告集第275,第279,第280,第282,第284号
- 3) 野中・後藤・山崎 鉄筋コンクリート梁部材の地震応答の再現と予測 土木学会第39回年次集 1984,10
- 4) R.W.Clough and S.B.Jhonston Effect of Degradation on Earthquake Ductility Requirements 第2回日本地震工学シンポジウム講演集 1966年

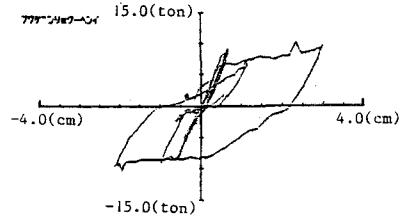


図-3 (a) 復元力-変位 履歴曲線 (N=0 ton)

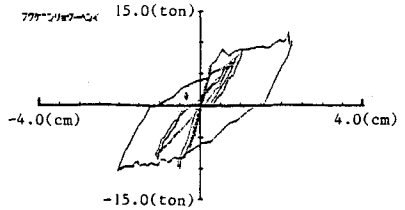


図-3 (b) 復元力-変位 履歴曲線 (N=13.5 ton)

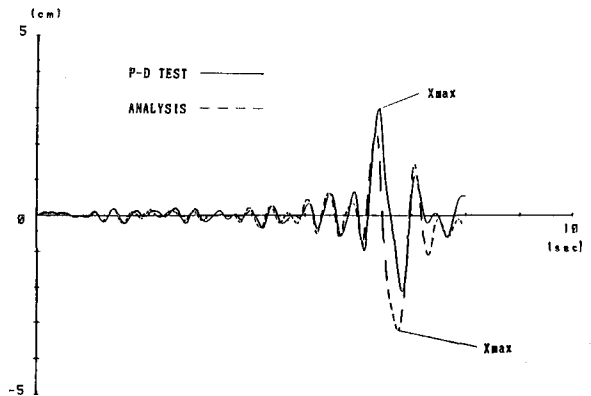


図-4 (a) 応答変位の時刻歴 (h=0)

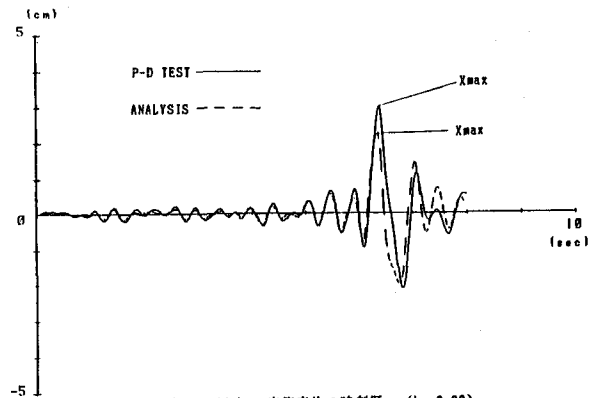


図-4 (b) 応答変位の時刻歴 (h=0.03)