

V-339

構造物を構成する一部材を取り出して行う仮動的実験手法

埼玉大学大学院 学生員 益子直人  
 埼玉大学工学部 正会員 陸好宏史  
 埼玉大学工学部 正会員 町田篤彦

1. はじめに

仮動的実験(Pseudo-Dynamic Test)は、地震力を受ける鉄筋コンクリート(RC)構造物の応答を静的に再現できる手法である。これまで、この手法は単一柱式橋脚の様な単一部材から成る構造物を主な対象として、載荷制御アルゴリズムや精度などの検討が行われてきた。これをラーメンのような複雑な構造物に適用する場合、構造物全体としての応答を求めることは可能であったが、構造物を構成する一部材を取り出して、各部材の特性を実験的に求める方法については行われていなかった。また1976年の宮城県沖地震の際、RC2層ラーメン橋脚において、中層梁にせん断破壊が確認され、中層梁の地震応答性状の重要性が示唆された。これらのことをふまえ、本研究では、構造物を構成する一部材を取り出して行う仮動的実験手法を開発し、この手法をRC2層ラーメン橋脚の中層梁に適用し、中層梁およびラーメン全体の応答を精度良く再現できるかどうかの検証を行った。

2. 仮動的実験

中層梁を模した供試体は合計3体作製した。1体目(SP-1)は上下フーチングが互いに、水平方向にのみ変位するよう両端固定形式で設置し、2、3体目(SP-2, 3)は片持梁形式で設置した。

図-1は本仮動的実験の概念図である。実験対象となるRC2層ラーメンは1層柱下端部における軸応力が15kgf/cm<sup>2</sup>となるよう設計した。中層梁は実験部材としてその復元力を静的載荷試験により求め、他の部材は解析部材として復元力モデルにTakeda Modelを仮定し、その復元力を評価した。計算機システム内では、各部材に材端剛塑性バネモデルを設定し、各々の部材の剛性マトリックスよりラーメン全体の剛性マトリックスを作成し、同時に地震波を読み込み、運動方程式を解き、各層位置の水平変位を算出した。これより各部材の変位を求め、先に述べたように中層梁は静的載荷試験により、また他の部材は予め設定した復元力モデルにより復元力を評価し次ステップの剛性を定めるという過程を繰り返した。

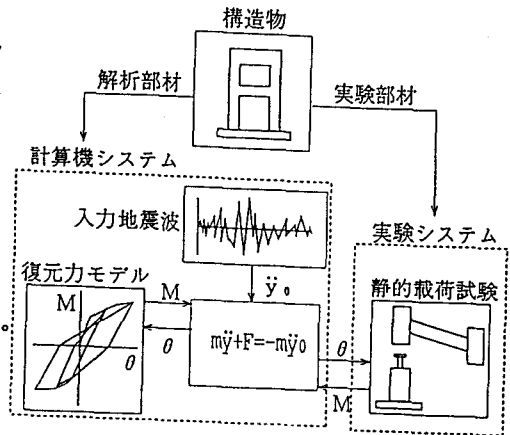


図-1 仮動的実験概念図

また運動方程式はNewmarkの $\beta$ に基づく増分法を用い $\beta=1/6$ として解いた。そして入力地震波にはEL-CEN TRO 1940 NS成分を用いた。

3. 実験結果

本研究で開発した仮動的実験手法の妥当性を検討するために、中層梁を他の部材と同様にモデル化した場合の解析結果を実験結果と比較した。両端固定形式で設置したSP-1の実験結果は図-2のように回転角の増加につれて剛性が上昇することが認められた。これは上部フーチングと拘束梁との摩擦により復元力が正しく評価できないためであって、載荷方法に工夫が必要であることが示された。従って、2体目以降は中層梁供試体を片持ち梁形式で設置する事とした。

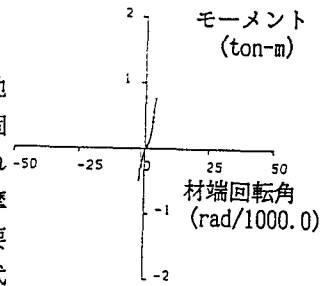


図-2 モーメント-曲率の履歴曲線

図-3はSP-2についての仮動的実験の結果と解析結果を比較したものである。太線が実験結果、細線が解析結果となっている。図-3より約1.2秒程度までは中層梁材端の回転角、構造物天端の水平変位ともに実験値は解析値を精度良く追従していることが確認できる。このことは本実験手法の妥当性を示すものである。1.2秒後、実験値の回転角が急激に降下し、構造物が崩壊に至った結果となったが、これは供試体と載荷装置とを固定している鋼板の変形により、正しい復元力およびに水平変位の測定が行えなかったためと考えられる。すなわち計測された復元力が実際のものより小さいものとなり、中層梁の剛性を過小に評価したため、それが次ステップの剛性マトリックスの作成時に影響を及ぼし、解析結果に比べ表-1に示すように各部材の降伏が早まり、その結果、構造物の崩壊に至ったと考えられる。従ってSP-3においては鋼板の厚みを増して変形を防いであうえで、実験を行った。

図-4はSP-3に関して、図-3と同様の比較を表したものである。期待に反して、実験値は解析値に対しあまり一致した性状を表していない。これは、比較的初期(0.5秒時)における計測データ転送時に復元力を過小に転送したため、中層梁の剛性を低く評価した結果となり、表-2に示すように、解析値に比べかなり早い時期に中層梁に降伏が発生し、その後の応答に大きな影響を及ぼしたと考えられ、このため解析値との差が生じたものと推測できる。従ってこの様なデータ転送ミスを防げばSP-2と同様な一致を示せたことが予想される。

4. まとめ

以上のことにより構造物を構成する1部材を取り出して行う仮動的実験の妥当性が示された。今後さらに供試体設置方法、完全なるオンライン化によりさらに精度の高い実験が可能となる。

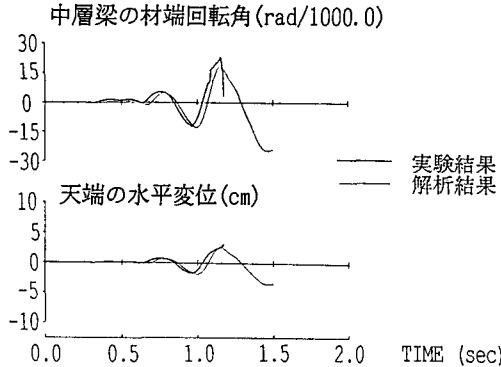


図-3 中層梁の回転角及び構造物全体の変位の時刻歴応答曲線(SP-2)

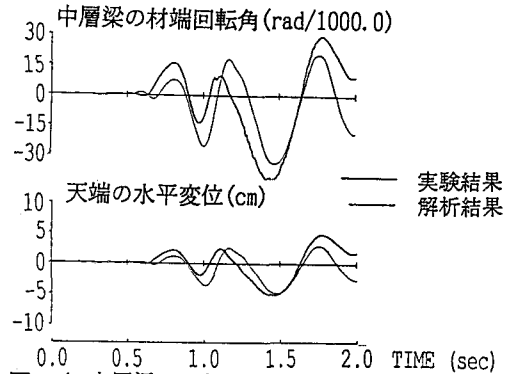


図-4 中層梁の回転角及び構造物全体の変位の時刻歴応答曲線(SP-3)

表-1 各部材の降伏時間

(SP-2)	実験値	解析値
1層柱下+	0.895	0.920
-	1.055	1.090
1層柱上+	1.085	
-	1.045	
2層柱下+	0.900	
-	1.065	1.100
2層柱上+	0.855	0.880
-	0.675	0.715
中層梁+	1.055	1.085
中層梁-	0.890	0.915

表-2 中層梁の降伏時間

(SP-3)	実験値	解析値
中層梁+	0.685	1.085
中層梁-	0.925	0.915

参考文献

[1] 鶴田和久、睦好宏史、町田篤彦：「地震力を受ける鉄筋コンクリート橋脚の弾塑性応答に関する研究」、土木学会論文集378号V6, 1987. 2  
 [2] 岡田清：「電算機-アクチュエーター-オンラインシステムによる構造物の地震応答実験」、コンクリート工学、Vol. 20, No1, pp. 31-37, 1982. 1  
 [3] 貞末和宏、睦好宏史、町田篤彦：各部材の靱性を考慮したRC 2層ラーメン橋脚の地震時弾性応答に関する研究、土木学会第46 回年次講演概要集V、pp. 756-757, 1991. 9