

埼玉大学 学生員 ○横山 雅美  
 埼玉大学 正会員 睦好 宏史  
 埼玉大学 正会員 町田 篤彦

1. はじめに 建造物の地震時応答性状を明らかにするための有効な手法の一つとして、仮動的実験手法(Pseudodynamic Test Method)があげられる。しかし、本手法も実際の地震動を受ける場合と異なり、載荷状態が静的であること、実験に伴う誤差をも解析に取り込んでしまうこと等の問題があり、真の地震応答性状の再現性について疑問が残る。本研究は以上の問題点を明らかにするために、振動実験と仮動的実験を行い、仮動的実験手法の地震応答再現性を検討し、静加力状態が仮動的実験結果に与える影響について解明しようとしたものである。

2. 実験概要 仮動的実験手法は、電算機による数値計算とアクチュエーターを用いた静的載荷実験とを組合わせたものであり、図-1に示すような閉じたループを繰り返すことによって順次実験が進められるものである。仮動的実験システムにおける載荷状況を図-2に、実験要因を表-1に、それぞれ示す。図-3は振動台による振動実験結果および仮動的実験結果より得られた変位の応答時刻歴である。なお、仮動的実験において用いた入力地震波は、それぞれ振動実験において供試体フーチング部で観測された加速度波形である。これらによると、供試体P-ELおよびP-TAにおいては、仮動的実験結果は精度よく振動実験結果を再現しているといえる。しかしながら、仮動的実験では変位が片側に残留する傾向を示し、振動実験結果に比べてずれを生じていることが分かる。

3. 静加力状態の影響 鉄筋コンクリート構造物がある一定の強制変位に保つ場合、応力緩和現象により反力が小さくなるという傾向があることが知られている<sup>(1)</sup>。仮動的実験においても、載荷が静的断続載荷であり、この応力緩和現象が生じているものと思われる。仮動的実験に及ぼす応力緩和現象の影響を明らかにするため、次のような2つの実験を行った。第一として、

表-1 実験要因

試験体	実験方法	入力地震波	最大加速度	時間軸
D-EL	振動実験	(a) EL-Centro	1816 GAL	1/4
P-EL	仮動的実験	(1940) N-S		
D-TA	振動実験	(b) Taft	1656 GAL	1/4
P-TA	仮動的実験	(1952) N-S		
D-SIN	振動実験	(c) 合成 sin 波	925 GAL	
P-SIN	仮動的実験			
HP-SIN	修正仮動的実験			

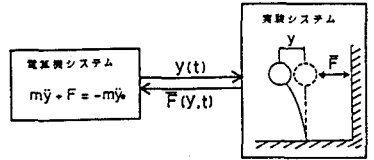


図-1 仮動的実験システム概念図

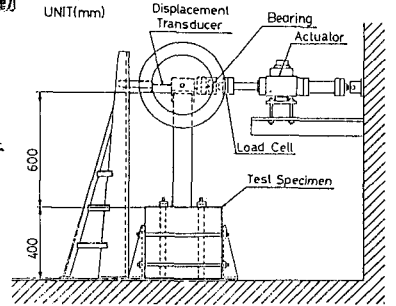


図-2 載加状況

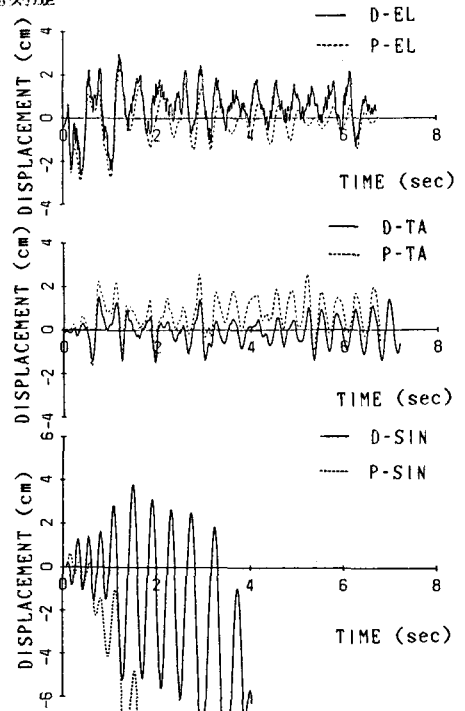


図-3 振動実験および仮動的実験応答変位時刻歴

仮動的実験において目的変位に達した後、1分後および2分後のデータを取り比較したものである（供試体T-1）（図-4）。第2は、連続荷重および断続荷重の相違が与える影響を明らかにするため、同一の変位履歴を連続荷重(T-2)および断続荷重(T-3)とすることによって荷重変位関係と比較したものである（図-5）。これらにより同一変位

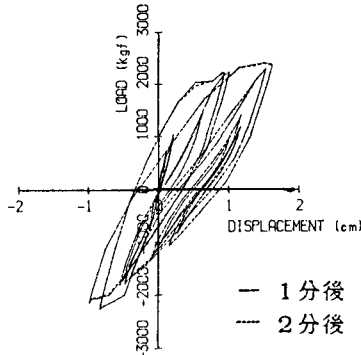


図-4 荷重変位関係(T-1)

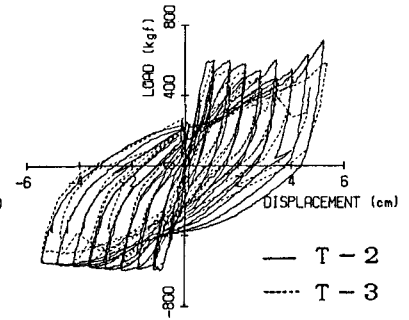


図-5 荷重変位関係(T-2,T-3)

に保つ時間がこの程度の範囲では、反力が大きく下がるということは認められなかった。しかしながら、連続荷重と断続荷重とでは、その描くスケルトンカーブが異なり、断続荷重状態の方が小さくなっていることがわかる。そして、その荷重が下がるという現象が顕著であるのは、荷重変位関係がスケルトンカーブ上を動いているときであることが観察される。スケルトンカーブ上で荷重が低下するという事は、仮動的実験では、地震応答時に生じる荷重F（慣性力）に対し、荷重が低下した後のFを計測しこれを用いて次ステップ変位を計算するため、変位を大きめに算出してしまふということが生じる。すなわちスケルトンカーブ上での応答計算が長く続けば、各ステップ毎に大きく変位を見積るため変位が片側において大きくずれてしまい残留変形を生じさせる恐れがあるといえるのである。特に、塑性域に入った場合に荷重が低下することが顕著であるため、耐震安全性を評価するにはこの影響は大きいものと思われる。

**4. 静加力状態を考慮した仮動的実験** 本研究では仮動的実験が静的断続荷重状態であることによりスケルトンカーブ上で低下した荷重を用い、実験が進められていることを考慮し、次のようなシステムを仮動的実験システムの中に入れた。これは図-6に示すように、システムの閉ループは同一であるが、反力Fを計測し次ステップのための計算に取り入れる際に荷重低下を補正し、補正した荷重を用いて次ステップを計算するというものである。本実験では荷重の低下分を3で行った実験に基づいて、スケルトンカーブ上で最大耐力の約9%(50kgf)とした。本手法を用いて仮動的実験を行った結果(MP-SIN)は図-7のようである。入力地震波には、3において大きく変位がずれてしまった合成 sin 波入力仮動的実験に用いた入力地震波と同一の地震波を用いている。この実験においては約1.2秒迄のデータしか取れなかったが、ここまでの比較では極めてよい精度で地震応答性状を再現していることが分かる。よって仮動的実験手法で地震応答性状を再現するためには、動的荷重及び静的断続荷重といった荷重状態の違いをも考慮し、その影響を取り除くことによって、実際の挙動の再現性を向上させることかでき、極めて有効な実験結果が得られるものと思われる。

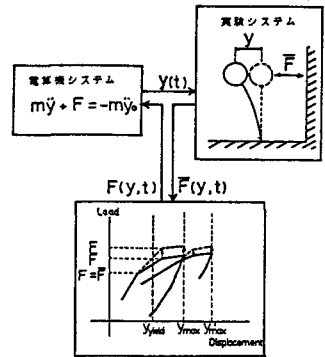


図-6 修正仮動的実験概念図

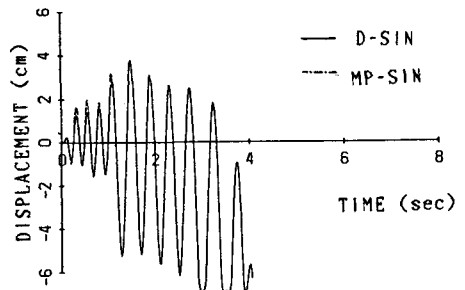


図-7 修正仮動的実験応答変位時刻歴

参考文献

[1].北川良和,長龍慶明,鹿嶋俊英:変形速度および応力緩和効果を考慮した地震応答解析,日本建築学会論文報告集 第343号,p,32-40,1984  
 [2].山崎 裕,中島正愛,上之園隆志,井崎征男:振動台実験と仮動的実験による鉄骨骨組の地震応答,日本建築学会構造系論文報告集 第364号,p,23-32,1986