

V-270

準動的載荷実験および振動台実験
における減衰の影響について

横浜国立大学 正会員 山口隆裕
 日本道路公団 正会員 滝澤 晶
 横浜国立大学 学生員 ○武村浩志
 横浜国立大学 正会員 池田尚治

1. はじめに 鉄筋コンクリート構造物の地震応答挙動を減衰の観点から見てみると、ひび割れの発生や主筋の降伏による履歴減衰が支配的であり、速度依存型の粘性減衰の影響は小さいことがこれまでの研究において示されている¹⁾。しかしながら、準動的載荷実験の中に実際に速度依存型の粘性減衰をどのように導入していくかは、まだ統一的に定式化されていないのが現状である。本研究は、準動的載荷実験と振動台実験を行い、その結果を比較、検討することにより準動的載荷実験に含まれる速度依存型の粘性減衰を定量的に評価しようとするものである。両実験に使用した供試体は実験を容易かつ合理的に行うために同じ諸元の小型模型柱とし、載荷もそれぞれ本研究室で開発した小型装置により行うこととした。

2. 実験方法と供試体 振動台は、70cm×70cmの台を電気油圧式アクチュエーターによって振動させるもので、その載荷能力は載荷容量±5 tonf、最大加速度150gal、ストローク±10cmである。準動的載荷装置は、高さ35cm、幅25cm、奥行き40cmのコンパクトなもので、載荷容量±20kgf、載荷可能ストローク±10cmである。使用した供試体は2種類あり、1つは履歴減衰の影響の小さいアクリル柱供試体、もう1つはRC柱を模擬したモルタル柱供試体とした。アクリル柱供試体の上端部には2.528kgfの錘りが載っており、自由振動させた時の固有周期は0.475秒、減衰定数は0.045であった。モルタル柱供試体は、主筋にφ2のアルミニウム棒を用いたものである。細骨材には軽量骨材を用いることによって、弾性係数比を11程度とRC部材に近いものとした。静的実験より得られた降伏変位は5.5mmであった。また、実験において供試体が降伏域まで至るように、供試体上端部には8.8kgfの錘りを載せ、作用地震波は最大加速度を150galとするEl Centro 1940 NS波とした。図-1にモルタル柱とアクリル柱供試体の形状を示す。アルミニウム棒の引張強度は1970kgf/cm²、モルタルの圧縮強度は108kgf/cm²であった。

3. 実験結果及び考察 図-2にアクリル柱供試体を用いた両実験における時刻歴応答変位の比較を示す。準動的載荷実験において、静的実験より求めた初期剛性及び自由振動から求めた減衰定数から粘性減衰係数を求め、それを実験全過程の振動方程式中に用い

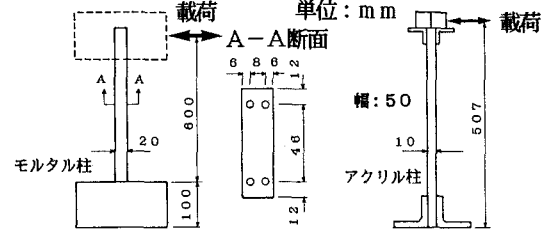


図-1 モルタル柱及びアクリル柱供試体図

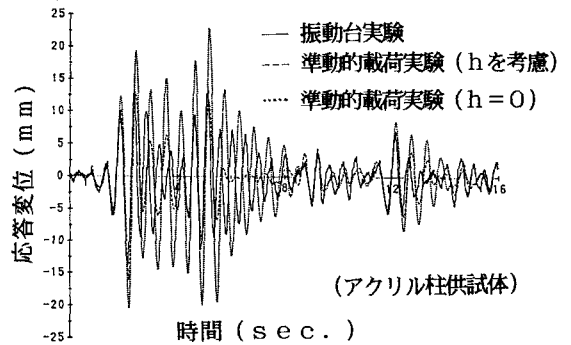


図-2 両実験における時刻歴応答変位の比較

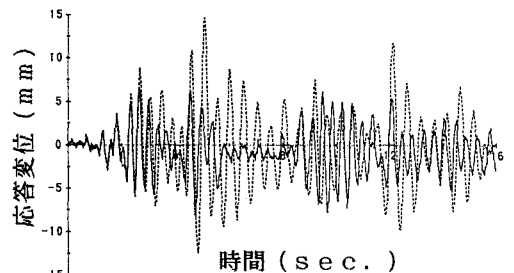


図-3 時刻歴応答変位の比較(振動台実験)

た場合の準動的載荷実験結果は振動台実験結果とほぼ一致しているのに対し、粘性減衰係数を零として行った準動的載荷実験結果は大きく両者からずれている。このことから、剛性の変化の小さい供試体を用いた振動台実験及び準動的載荷実験は、準動的載荷実験に初期剛性及び減衰定数を与えることによって、両実験結果がほぼ一致することが確認された。この結果を踏まえた上で、次に履歴減衰の大きいモルタル柱供試体を用いて両実験を行った。両実験とも、同じ諸元の供試体をそれぞれ3体ずつ用いて行ったが、得られた応答挙動にはばらつきが見られた。図-3に振動台実験より得られた時刻歴応答変位のうちの差の大きかった2体の値を、同様に図-4には準動的載荷実験より得られた時刻歴応答変位の結果を示す。3秒程度までは各供試体ともよく一致しているが、供試体製作の精度、ひび割れの発生状態、及び塑性域での応答の僅かな差などによってそれ以降は差が生じている。そこで、これら3つの各実験結果の中から、得られた最大応答変位が3体のうち中間の値を示す実験結果を1つずつ取り出して、両実験間の比較を行うことにした。その結果を図-5に示す。前述した供試体のばらつきのことを考慮すれば、両者はよく一致していると言える。なお、今回の準動的載荷実験ではひび割れ前の剛性及びその剛性時の減衰定数から速度に依存する粘性減衰係数を求め、それを実験の全過程に用いたものであった。図-6には、主筋の降伏以降の速度に依存する粘性減衰係数を零として行った応答計算値と、図-5に示す振動台実験の結果との比較を示す。図からわかるように、今回用いた供試体における振動台実験では、履歴減衰を持つようになってからも、速度に依存する粘性減衰の影響がある程度生じていることが確認された。しかしながら、その差は図-3に示す供試体間のばらつきの範囲内程度のものであった。

4. まとめ 本研究の範囲内で結果をまとめると以下の通りとなる。

- 1) アクリル柱供試体を用いてその弾性挙動範囲内で振動台実験及び準動的載荷実験を行った結果、準動的載荷実験において初期剛性及び減衰定数から求められた粘性減衰係数を実験の全過程に用いることで、剛性の変化の小さい場合、両実験結果がほぼ一致することが確認された。
- 2) モルタル柱供試体を用いて振動台実験及び準動的載荷実験を行った結果、準動的載荷実験において考慮される速度依存型の粘性減衰の値は、主筋の降伏後は得られる結果に大きな影響を及ぼさないことが確認された。

参考文献 1) 陸好、町田、鶴田：ひずみ速度を考慮した鉄筋コンクリート部材の動的非線形地震応答解析、

土木学会論文集、第366号, p113~122, 1986年2月

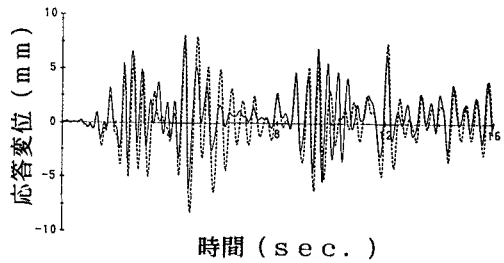


図-4 時刻歴応答変位の比較
(準動的載荷実験)

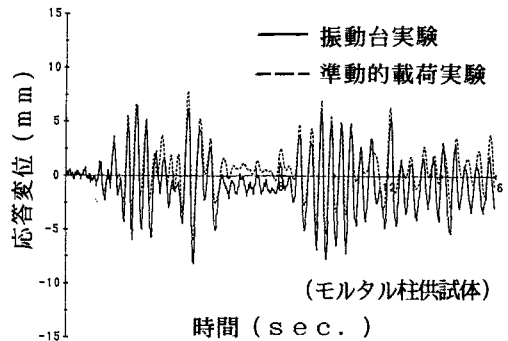


図-5 両実験における時刻歴応答変位の比較

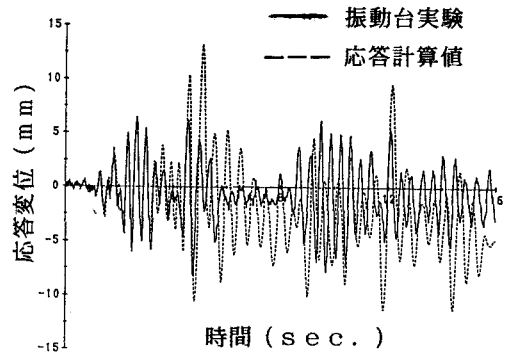


図-6 時刻歴応答変位の比較