

地震加速度波形入力によるRC柱モデルの応答波形と最大応答変位

中部大学工学部 学生員○北村 伸一
 名古屋工業大学 学生員 河野伊知郎
 中部大学工学部 正会員 平澤 征夫

1. まえがき

本研究はRC柱が地震などにより動的損傷を受けた後の微振動特性より推定される損傷度の定量化に関する実験を行い、ニューマークのβ法による波形解析によって、柱の高さが違う3種類の供試体の動的非線形な挙動を明らかにすることを目的として行ったものである。

2. 実験方法

実験に使用した供試体の形状寸法を図-1に示す。高さ以外すべて同一とし、断面は10×15(cm)、軸方向鉄筋にD10mm ($\sigma_{sy}=3998\text{kgf/cm}^2$)を4本用い、高さはそれぞれ135cm,97.5cm,65cmとし、一番高い供試体からL柱,M柱,S柱と名付け、これらを2体ずつ合計6体作製した。波形の入力方法は図-2に示すような振動台試験法を用いた。地震加速度波形にはEL CENTRO (ETと略)¹⁾と日本海中部地震 (NTと略)²⁾を用い、水平一方向加振による載荷を行った。載荷の方向は図-3に示す強軸方向とした。供試体頂部に、はめ込み式の約1tfのおもりを取り付けて振動台上の鋼板(厚さ50mm)に8本のPC鋼棒($\phi 32\text{mm}$)によって固定した。各加速度倍率の入力は各段階(1倍・2倍・3倍etc)に対して同一の供試体を用いて行い、計測は柱頭部の応答加速度と応答変位、振動台の加速度と変位などのデータをデータレコーダーに記録した。また図-4に示すように各試験段階の始めと終わりに、40kgfのおもりを吊るしてから水平変位を測定した後に切り放すという方法により得た固有振動波形から、その段階での自由振動数と減衰定数を求めた。

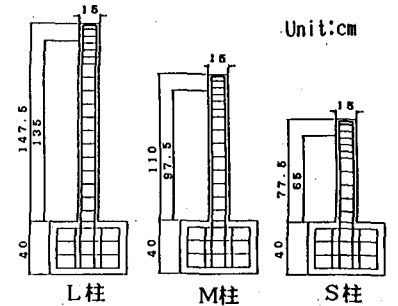


図-1 供試体の形状寸法

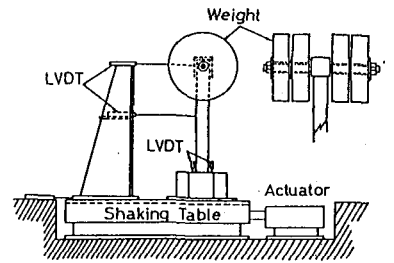


図-2 振動台試験法



図-3 載荷方向

3. 解析方法

ニューマークのβ法(β法と略)による頂部の応答変位波形の比較では、次の

①~⑤の波形を比較する。

①実測値の波形

②標準波形でp(振動数),h(減衰定数)を一定にしてβ法で計算した波形
 (L柱:p=3Hz,h=5%,M柱:p=4Hz,h=8%,S柱:p=5Hz,h=6%)

③標準波形でp,hを変化(実験で得たp,hを使用)させてβ法で計算した波形

④実測の振動台加速度を用いp,hを一定にしてβ法で計算した波形

⑤実測の振動台加速度を用いp,hを変化させてβ法で計算した波形

4. 実験結果

1) 振動数~最大応答変位

図-5より、振動数の大きさは、どの加振段階においても供試体の高さが高い順に小さくなっている。また入力波形の違いによる振動数の値の違いは非常に小さく、ほぼ同じ低下曲線になっているといえる。

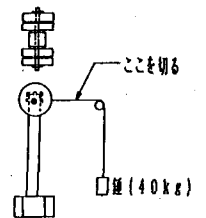


図-4 微振動計測

2) 減衰定数～最大応答変位

図-6より、EL CENTRO波形の場合、高さの違う3種類の供試体はすべて減衰定数は一度増加して減少するという傾向を示したが、日本海中部地震波形の場合、一定の規則性はみられず特にSNTの減衰定数は変動が大きくなった。これは、供試体頂部のおもりを固定するために4本のボルトを使用した、これが単振動の実験から減衰定数を求める際にバネの役割を果し、振動特性を微妙に変化させたものと考えられる。

5. 解析結果

図-7にLET (L柱のET波入力)、LNT (L柱のNT波入力)の供試体の応答変位波形を一例として比較して示す。LETでは①実測値の波形の最大応答変位は3.13cmで、これに近い値は③標準波形でp,hを変化をさせてβ法で計算した波形の3.13cmである。LNTでは①実測値の波形の最大応答変位は1.63cmであり、これに近い値は⑤振動台加速度を用いp,hを変化させてβ法で計算した波形の0.88cmである。表-1は、各供試体の①～⑤のそれぞれについて最大応答変位の正負の平均値をまとめたものである。表中に①実測値に最も近いものを網かけで示したが、これより⑤振動台加速度を用いp,hを変化させてβ法で計算した波形の値が最も多く合致することが分かる。

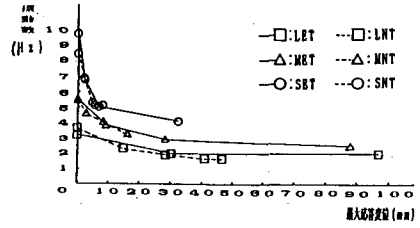


図-5 振動数～最大応答変位

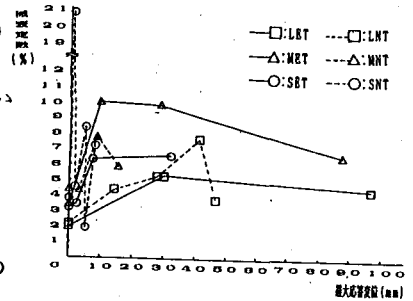


図-6 減衰定数～最大応答変位

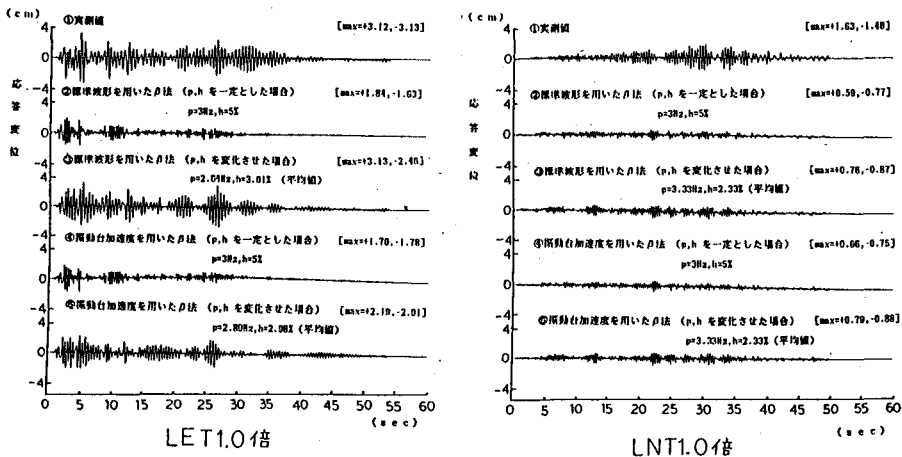


図-7 応答変位波形

6. まとめ

振動台試験法によるRC柱モデルの地震波形入力実験結果と、β法による波形解析結果と比較したところ、時系列で計算した最大応答変位に応じて、振動数と減衰定数を変化させた場合がその非線形応答の影響をよく表現できることがわかった。しかし、日本海中部地震波形に対しては、減衰定数の変化を適切に表現することができなかつたので、今後、振動数と減衰定数の大きさとその変化を適切に定量化する必要があるものと考えられる。

表-1 最大応答変位の平均値

	①	②	③	④	⑤
LET	3.13	1.74	2.80	1.74	2.10
LNT	1.65	0.68	0.82	0.71	0.84
MET	1.08	1.00	0.65	1.02	0.62
MNT	0.36	0.32	0.22	0.33	0.27
SET	0.37	0.57	0.33	0.68	0.58
SNT	0.19	0.25	0.12	0.25	0.14

Unit:cm

参考文献：1) STRONG MOTION EARTHQUAKE ACCELEROGRAMS,EERL 71-50,CIT,SEPT.1971

2) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 PP.157～161,1990.2