

埼玉大学 正会員 陸好宏史

埼玉大学 正会員 町田篤彦

1. まえがき

地震のような動的な外力が作用する鉄筋コンクリート(RC)構造物の研究例は、建築構造物において非常に多く報告されているが、土木構造物における単一柱式RC橋脚のような構造物の研究例は極めて少ない。単一柱式RC橋脚は建築物の柱と比べて一般に、断面形状、主鉄筋及び帯鉄筋の量、軸力の大きさなどが著しく異なっており、建築の柱とは別に解明する必要がある。建築では一般に、地震のような動的な外力が作用するRC構造物の挙動を求める場合、静的実験によって得られた力学的特性は、動的な外力が作用した場合と同じであると仮定し、数値計算によって地震時におけるRC構造物の挙動を求めているが、これらの応答計算によるRC構造物の挙動が実際に動的な外力を受けるRC構造物の挙動と等しいか否かという検証はほとんど行われていない。

本研究は、単一柱式RC橋脚を対象とした模型供試体を用いて、定常波入力による振動実験及びこれと変位振幅、繰返し回数を同一とした静的正負繰返し実験を行い、これらをもとにして復元力モデルを定めて応答解析を行い、振動時におけるRC橋脚の挙動を解明しようとしたものである。

2. 実験概要

実験は16体の供試体について行われたが、本報告では単一柱式RC橋脚に最も相似しているものについて報告する。供試体は図-1に示すように、断面が 10×15 cm、高さが60cm、引張鉄筋比が0.8%、帯鉄筋比を0.1%とした。振動実験及び静的実験ともに供試体頭部に833kgの重錘を載荷した。

強制振動実験では、入力波として正弦波を用い、供試体頭部の変位の大きさによって振動台の振動数を 7.5^{Hz} 、 4.5^{Hz} 、 3.5^{Hz} 、 2.5^{Hz} と変化させ破壊に至らしめた。この時の地盤加速度は500~600gal程度である。静的載荷実験では、振動実験によって得られた変位振幅及び繰返し回数が等しくなるようにするとともに、供試体頭部の速度が常に 0.2 cm/secとなるような荷重速度で正負繰返し載荷を行った。

3. 復元力特性の比較

静的実験及び振動実験から得られた履歴曲線を比較する場合、振動実験によって求められた履歴曲線には、一般に復元力の他に速度に依存する減衰力が含まれている。しかしこの種の粘性減衰力は非常に不明確な量で、従来ほとんど解明されていない。ここでは粘性減衰力を含めた供試体の全抵抗力を動的復元力として静的復元力と比較することにした。図-2は静的及び振動実験において変位と繰返し回数が等しい履歴曲線について示したものである。一般に弾性域で荷重速度の影響により初期剛性は動的の方が高くなっている。また変位が δ_y (降伏変位)から $3\delta_y$ 位までは、静的実験より得られた履歴曲線が逆S字を描くのに対し、振動実験より得られた履歴曲線が紡錘形を描き、ループ形状に違いがみられた。さらに静的実験及び振動実験と

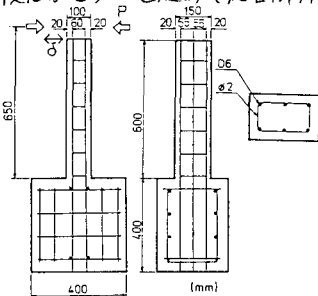


図-1 供試体の形状寸法

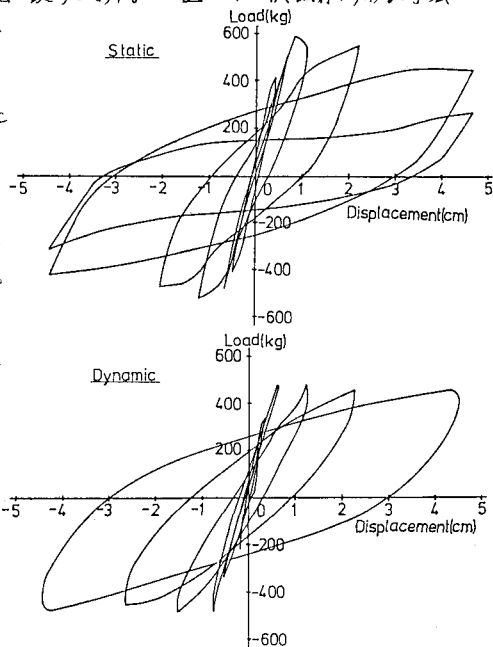


図-2 復元力特性の比較

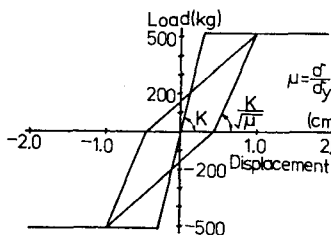


図-3 復元力のモデル化

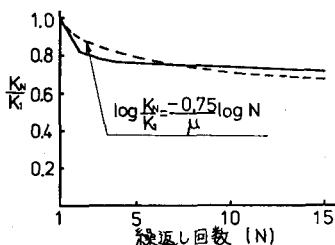


図-4 繰返しによる剛性の低減

もに、降伏変位を越えてから繰返しによって剛性が低下する現象が顕著であった。

4. 応答解析

応答解析に用いた復元力特性は、静的実験から得られた結果をもとにして、スグルトンカーブは完全弾塑性とし、履歴曲線は剛性低下型バイリニアールモデルを用いた(図-3)。また、減衰に関しては静的及び振動実験から得られた履歴曲線

を検討した結果、粘性減衰はほとんど生じていないことが確かめられたので、ここでは $C=0$ とした。図-5(a)は振動実験及び応答計算から得られた応答加速度と供試体頭部の応答変位を示したものである。図に示した波形は地震振動数を4.5~3.5Hzに変化させた時の波形を示している。応答計算では変位、応答加速度ともに実験値より大きな値となっている。特に応答加速度の計算値が実験値よりも5割程度大きい。即ち、2.6秒付近で地震振動数が変化した後の1回目に描く波形の計算値と実験値は良く一致しているが、実験値はその後、同一変位にもかかわらず繰返し回数の増加とともに応答加速度が減少している。この原因として、繰返しによるRC構造物の剛性の低下が考えられる。図-4は振動実験によって得られた剛性の低下と繰返し回数との関係を示したものである。このように、降伏変位を越えてからの剛性の低下は最初の数回目で顕著に起こり、その後はある値に漸近していく傾向がある。これをもとに、繰返し回数による剛性の低下を関数によってモデル化し、これを復元力特性に組み入れた応答計算を行った。この結果を図-5(b)に示す。図から地震振動数が変化した後における応答変位及び応答加速度は実験値と良く一致していることが示されている。このことは、動的繰返し外力が加わるRC構造物の挙動を求める場合、繰返しによる剛性の低減を復元力特性に組み入れる必要がある事を示唆するものである。また、繰返し回数の増加により剛性が低減するほか、履歴減衰も減少して、ヒステリシスループの形状が変化していく事も確かめられており、このことも応答計算に考慮する必要があると考えられるので、今後さらに動的繰返し外力下におけるRC構造物の実際の挙動を表現し得る復元力モデルについて研究していく必要がある。

本研究は、昭和56年度科学研究費補助金(課題番号585016)により行ったものである。また、振動実験は、建設省土木研究所との共同研究として行われたものである。

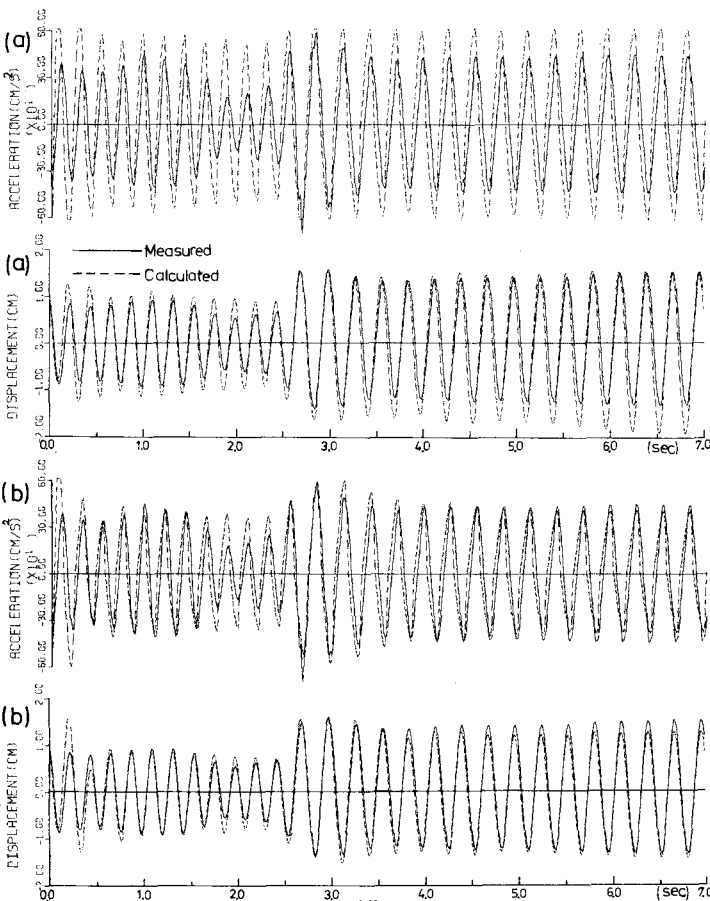


図-5 応答波形