

日本大学大学院 ○学生員 梶川 洋史

日本大学大学院 フェロー 田村 重四郎

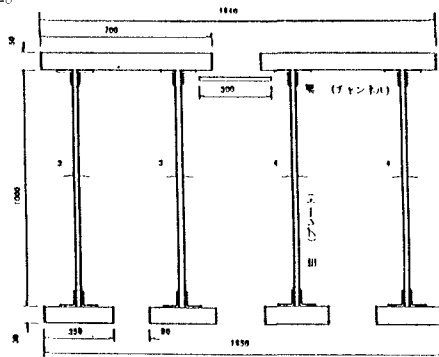
1. はじめに

地震活動の激しい本邦では、1995 年兵庫県南部地震のような大地震の度に土木構造物は被害を受けている。その経緯によって構造物の耐震性の研究が促進され、向上のための技術が著しく進歩してきている。発生確率の極めて低い大地震に対して重要構造物は部分的に被災しても崩壊には至らないとすることが求められ、構造物の耐震性を考えるとき被害の程度をも考慮した対応が必要であると考えられる。構造部材が破壊した場合に構造物の挙動にどのような変化が現れるか、破壊は進行するか、他の部材はどうなるか等の事項を知ることは基本的かつ重要なことである。本研究ではこのような研究の初歩的な段階として 1 層 3 径間ラーメンモデルを用いた模型振動破壊実験を行い、数値解析を行った。

2. 模型振動破壊実験

2.1 実験モデル

振動中の構造物の破壊現象を究明するにはまず単純な構造と機構をもつモデルを選択することが肝要であると考えられる。そこで実験モデルとして図 1 のように 2 つの門型ラーメンを結合させて、1 層 3 径間構造物を構成した。地震時に両者の結合を解放し、これを破壊とみなし、その前後の構造の挙動を測定する。ラーメンの脚部には鋼板を使用した。破壊後の挙動の違いを明確にするために 3.2mm (図中左側: 部分モデル 1)、4.0mm (同右側: 部分モデル 2) と厚さの異なるものとした。ラーメンの梁には剛性を与えるためにチャンネルを使用した。ラーメンの脚部と梁・基部(鋼板: 厚さ 30mm)との結合はアングル



＜図 1 実験モデル＞

(100×150×75×10mm) とボルトを用い緊結させた。2 つの部分モデルは鋼板を使用し、強力な電磁石を用いて緊結した。これを合成モデルとする。部分モデル 1, 2 及び振動台には加速度計を設置した。

2.2 実験手順

各ラーメンモデルの動的特性を調べるために共振実験を行っている。次に各ラーメンモデルの共振振動数で合成モデルを加振した後、電磁石の電源を切り、2 つの部分モデルに切断して構造の破壊をシミュレートする。

3. 実験結果

共振実験により得られた共振振動数、1 質点ばね系として計算した計算値、および減衰定数は表 1 のようになる。図 2 は部分モデル 1 の共振振動数で図 3 は振動数合成モデルの共振振動数で加振したものにおける人為的破壊の前後 2.5 秒間の波形である。図 3.4 より、人為的破壊前は合成モデルとして同じ加速度波形を示していた両部分モデルは、それぞれの共振振動数で加振された

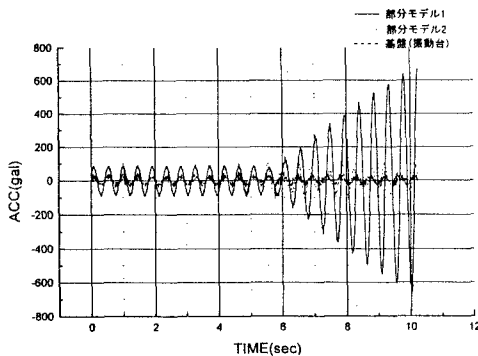
	実験値(Hz)	計算値(Hz)	減衰定数
部分モデル1	2.195	2.215	0.008407
部分モデル2	3.02	3.013	0.003808
合成モデル	2.605	2.614	0.019032

＜表 1 実験結果＞

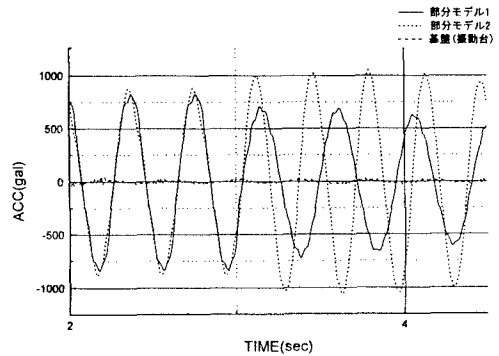
後に破壊した場合には加速度振幅が直線的に増加していることが分かった。合成モデルの基本振動数で加振した後、破壊すると破壊の瞬間に急激な加速度の変化があり、その後両部分モデルはそれぞれの固有振動で振動することが認められた。このことから破壊後両部分モデルはそれぞれ固有の振動で振動することが認められた。

Key Words: 構造物、部材、動的破壊、地震応答

〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科土木工学専攻 (Tel/Fax 047-474-2428)



〈図 2 部分モデル1の共振振動数の場合〉

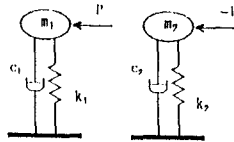


〈図 3 合成モデルの共振振動数の場合〉

4. 模型振動破壊実験(振動数 2.65Hz)に関する解析

1) 破壊前後における両部分モデルの加速度振幅の大きさを求め、加速度振幅の変化率と破壊時のモデルの加速度との関係を調べた(図 4)。部分モデル 1 の加速度振幅の変化率は破壊時のモデルの加速度によって変化し、破壊時の加速度が 0 の場合に最大値となりそれより増加又は減少すると変化率は減少している。その形状は加速度 0 を中心としてほぼ対称な形になっている。部分モデル 2 では全く逆の形状となっている。

2) 破壊の瞬間に急激な加速度の変化があることから、破壊時に何らかの外力がかかっているものと推測される。実験モデルを図 5 のような簡易モデルに置き換えて外力 P の大きさを算定すると図 6 のような波形となる。部分モデル 1、2 の P の波形は振幅の等しい逆位相の波形であり、合成モデルと同じ周期をもつものである。

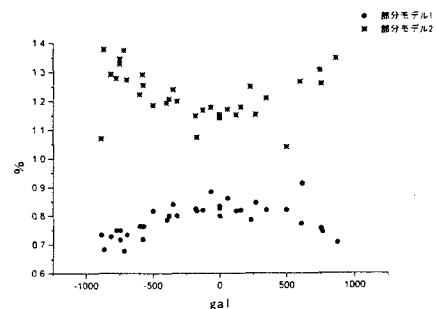


〈図 5 簡易モデル〉

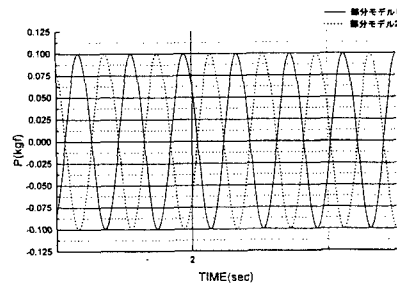
3) 破壊時の変位と速度を初期条件として算出した両部分モデルの破壊後の加速度波形と実験により得られた加速度波形を比較してみる。計算波形と実験波形では破壊後の最初のピークの値に相違が見られるものがある。この相違は破壊時の外力 P の影響と考えられる。破壊の瞬間では、 P が作用する時間は非常に短く不明瞭なため、影響全体を力積として想定し、速度の変化として考え、計算波形の初期条件の速度を増量して実験波形と一致させた。図 7 より、速度の増分倍率は破壊時の加速度の小さい領域では 1.0 に集中し、加速度の絶対値が増すにつれてふえる傾向があった。

5. まとめ

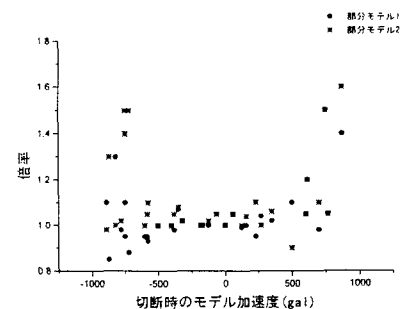
今回の研究では、破壊後には両部分モデルがそれぞれの固有の振動を始めること、破壊時の外力の大きさと振動に与える影響を速度の変化で表現できることなど構造物の破壊過程を解明する 1 つの資料を得ることができたものと思われる。実際の構造物については、更に検討が必要であると考えられる。



〈図 4 破壊時の加速度と加速度振幅の変化率〉



〈図 6 外力 P の波形〉



〈図 7 部分モデル1の速度増分〉