

埼玉大学 学生員○鶴田和久

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

現在、RC骨組の地震応答解析に使用されている振動モデルには、大別して多質点振動モデルと骨組モデルとがある。そして、いずれの振動モデルでも、骨組の弾塑性性状を考慮するために、復元力特性が組み込まれている。復元力特性を組み込む場合、振動モデルの振動特性を支配する骨組の剛性を、骨組の特徴を十分把握して適切に決定することが肝心となる。

そこで、本報は、骨組モデルを中心として、骨組モデルを構成する部材の力学モデルに Giberson の One Component Model¹⁾を採用し、復元力特性の相違が骨組の振動特性に及ぼす影響を確かめるとともに、多質点振動モデルを用いた場合の振動特性との比較検討を行い、今後の地震応答解析を行う際のモデルの決定に関する参考資料とするものである。

2. 解析モデル

図-1に Giberson の One Component Modelの概略を示す。

本解析では、既往の解析にも採用されているように²⁾、実際に生ずるモーメント分布に近いと考えられる逆対称モーメント分布をはりおよび柱に仮定し、曲げ降伏型のRC骨組を想定して断面計算から材端バネ特性を定めた。図-2は、弾性材回転角と塑性バネ回転角との和が、逆対称モーメント時の材端降伏時回転角にちょうど一致するように材端バネ特性を定めた例である。このモデルを骨組の各部材に適用

して、節点を無限に剛と仮定した骨組モデルに置換し、各層の上載荷重を柱へはり接合部に集中させ、曲げ変形のみを考慮した。

復元力モデルには、RC骨組に多用されている a) Takedaモデル³⁾、b) Degradation-Tri-linear(D-Tri)型モデル⁴⁾、c) Cloughモデル⁵⁾の3種を採用した。

なお、多質点振動モデルの初期剛性の決定には武藤のD値法を用い、層せん断力は節点ふり分け法⁶⁾を用いて決定した。また、復元力モデルにはTakedaモデルを用いた。

3. 地震応答解析

対象構造物として、図-3に示すような、引張鉄筋比0.32~1.16%，上層ばりの幅 240cm，中層ばりの幅 160cm，せん断スパン比 2.0~3.4 のRC 2層ラーメン橋脚を用いた。数値計算法には、Newmark の β Scheme に基づく増分法を用い、 $\beta=1/6$ とした。地震波には、TAFT-EW 成分を最大加速度400galに拡大して用いた。応答計算の時間刻みは、非線形バネの変形が剛性変化点を越える場合、外力との不釣合を生ずるため、その誤差を僅少とする趣旨から、地震波の生データをさらに分割して0.0025sec とした。粘性減衰は、剛性比例型とし、 $h=0.02$ として弾性時のものをそのまま用いている。

4. 解析結果

1) 骨組モデルに及ぼす復元力特性の影響； 図-4のa)~c)に各復元力特性ごとの2層目の応答変位時刻

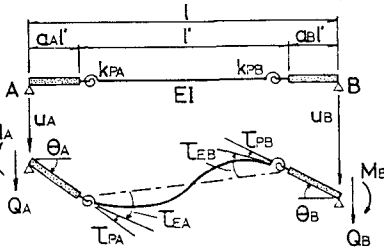


図-1 One Component Model

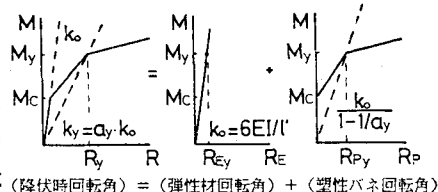


図-2 材端バネ特性

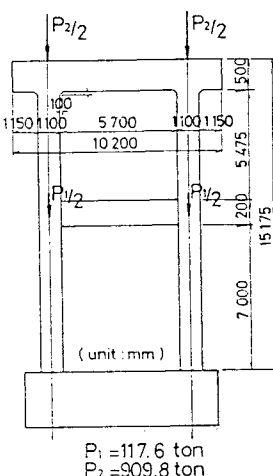


図-3 対象構造物

歴を示す。これらによれば、全体的に最大応答変位側に波形が、片寄る傾向があることが認められる。特に、Cloughモデルを用いた場合に、その傾向が強い。これは、Cloughモデルの減力時剛性が Degrading化されていないため、経験した最大変位側に残留変位が生じたためと考えられる。また、減力時剛性あるいはスケルトンカーブが相違しても、降伏後の振動数に影響を及ぼさない傾向があることが伺える。そして、降伏前の履歴法則がすべての復元力モデルで異なるにもかかわらず、降伏後の応答に影響を与えていないことも認められる。これらのことは、図-5に示した1層目の柱下端の回転角の時刻歴からも確かめられる。

表-1は、最大層間応答値の結果を示したものである。この表から、骨組モデルの場合、復元力特性にRC部材特有の最大変位点指向傾向を包含していれば、最大応答値には、どの復元力モデルを用いてもほとんど影響しないことが伺える。

2) 多質点振動モデルを用いた場合の振動特性； 2層目の応答変位時刻歴を示した図-4のd)から、応答波形が負側の最大応答変位経験後、骨組モデルを用いた場合のそれとは対称的に正側に片寄り、降伏後の振動数は小さくなっている。これは、降伏時層せん断力の決定に節点振り分け法を用いているため、骨組全体の降伏時層せん断力を、過小評価している点に問題があると考えられる(表-1参照)。多質点振動モデル自体が簡略化されたモデルであるため、復元力モデルに用いるデータは、非線形フレーム解析等を行って決定すべきである。

5. おわりに

以上、復元力特性が、振動モデルに及ぼす影響について検討を試みた。今後、はり部材にSlip性状を考慮した復元力モデルを導入して検討を加えるとともに、部材モデルの問題点を克服すべく研究を進めていく必要があると思われる。

なお、橋脚の資料を快く提供くださった国鉄構造物設計事務所小林明夫氏に謝意を表します。

<参考文献>

- 1) M.F.Giberson :Two Nonlinear Beams with Definitions of Ductility, Proc. ASCE, Vol. 95, ST. 2, 1969. 2.
- 2) 志賀, 柴田, 渋谷, 高橋 :東北大学工学部建設系研究棟における強震応答実測とその弾塑性応答解析, 日本建築学会論文報告集, 第 301号, 1981. 3.
- 3) T. Takeda, M.A. Sozen and N.N. Nielsen :Reinforced Concrete Response to Simulated Earthquakes, Proc. ASCE, Vol. 96, ST. 12, 1970. 12.
- 4) 深田泰夫 :鉄筋コンクリート造建物の復元力特性に関する研究 (その1), 日本建築学会関東支部梗概集, 第40回, 1966. 10.
- 5) R.W. Clough and S.B. Johnston :Effect of Degradation on Earthquake Ductility Requirements, 第2回日本地震工学シンポジウム講演集, 1966.
- 6) 柴田明徳著 :最新耐震構造解析, 森北出版

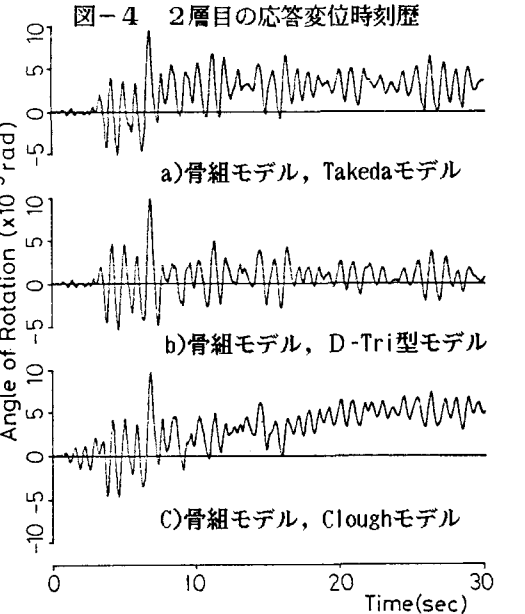
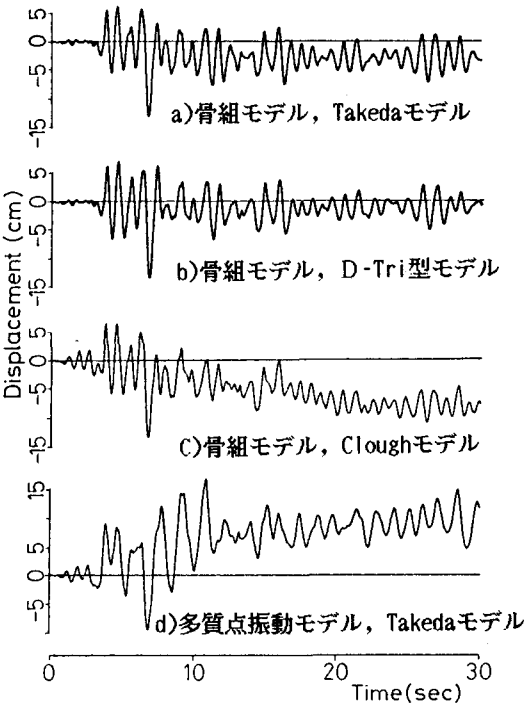


図-5 1層目の柱下端の回転角の時刻歴

表-1 最大層間応答値

振動 モデル	復元力 モデル	1 層				2 層				弾 性 周 期 (Sec)	
		最大応答* 層間変位		最大層** せん断力		最大応答* 層間変位		最大層** せん断力			
		正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側		
		1次	2次								
A	Takeda	3.7	7.1	379	391	2.7	5.9	353	368	0.47	0.06
	D-Tri	4.0	7.5	387	407	3.1	5.9	357	384	0.47	0.06
	Clough	3.5	7.4	388	370	3.1	6.0	369	354	0.70	0.10
B	Takeda	6.6	2.5	181	205	10.3	7.0	166	202	0.64	0.11

注) A : 骨組モデル, B : 多質点振動モデル, * : cm, ** : ton