

曲げせん断型を考慮した建物の弾塑性地震応答

佐賀大学 学生員○神崎 秀一 学生員 京谷 昌彦
佐賀大学 王 松涛 正員 古賀 勝喜

1. まえがき

現在、日本では地盤と構造物の動的相互作用を適切に評価することは複雑であり、その解析方法も色々あるが、建築物と地盤との動的相互作用の効果を、明確な形で考慮している地震荷重規定は、アメリカ・ATC-3以外にはみられない。また関東大震災においては、固有周期が長く、地盤の柔らかい所では、被害率が高く、固有周期が短くて地盤の堅い所でも、被害率が高かったように震害と地盤条件は密接な関係にある。最近の釧路地震でも、地盤による影響が大きい事が確認されている。よって本研究では、簡単なSRモデルを利用して、地盤の影響を含めた曲げせん断型を考慮した建物の弾塑性地震応答を検討する。

2. 計算モデル及び運動方程式

N自由度曲げせん断多質点系モデル及びその振動方程式の増分形式は、それぞれ図1と、次のような方程式で示す。

$$[M]\Delta \ddot{X} + [C]\Delta \dot{X} + [K(t)]\Delta X = -[M]\{\bar{1}\}\Delta \ddot{X}g \quad \dots \textcircled{1}$$

$$[M] = \begin{bmatrix} m_0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & m_1 & \dots & m_1 h_1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & m_n & m_n h_n \\ 0 & m_1 h_1 & m_n h_n & J_0 + \sum m_i h_i^2 \end{bmatrix} \quad [K] = \begin{bmatrix} k_n + k_{00} & k_{01} & \dots & k_{0n} & 0 \\ k_{10} & k_{11} & \dots & k_{1n} & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ k_{n0} & k_{n1} & \dots & k_{nn} & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & k_r \end{bmatrix} \quad [C] = \begin{bmatrix} & 0 & & & \\ C_{FB} & \vdots & & & \\ & & & & \\ 0 & \dots & 0 & & \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_h & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & C_r \end{bmatrix}$$

K_H : スウェイばね定数 C_H : スウェイ減衰係数
 K_R : ロッキングばね定数 C_R : ロッキング減衰係数

弾性問題の場合 $[K]$ は上記のものを用いる。

弾塑性問題の場合 $[K]$ は次式を用いる。

$$[K] = [K_M] + [K_S] \quad \dots \textcircled{2}$$

ここに、 K_M : 剰余マトリクス。構造物は塑性に入る時、この部分の復元力はやはり弾性である。

K_S : せん断モデルの場合のみ用いるマトリクス

①の方程式ではバイリニア型の復元力特性を採用し、レイリー減衰を利用して $[C_{FB}]$ を求め、線形加速度法で数値解析を行う。

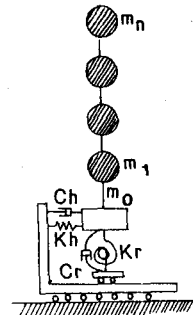


図1 計算モデル

表1 計算例

3. 計算例

計算例のCASEは表1のように示す。CASE1では、3種類の地震波を使用した。層せん断力、じん性率、転倒モーメントなどの結果は、それぞれ図2, 3, 4に示す。CASE2では最大加速度を246 (gal)として入力した。図5, 6, 7はCASE3の計算結果である。

	地震波	最大加速度 (gal)	地盤のせん断波 V_s (m/s)	想定する建物
CASE 1	EL-CENTRO	105	270	15階建ての鉄骨架構
	イタジマ	88		
	カイホク	96		
CASE 2	EL-CENTRO	246	500	
CASE 3	EL-CENTRO	105		

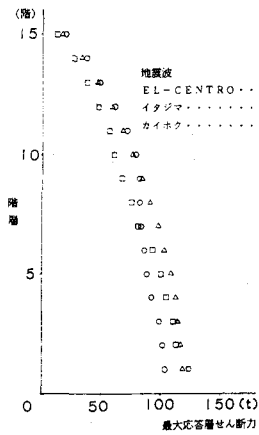


図2 各層における
最大応答層せん断力

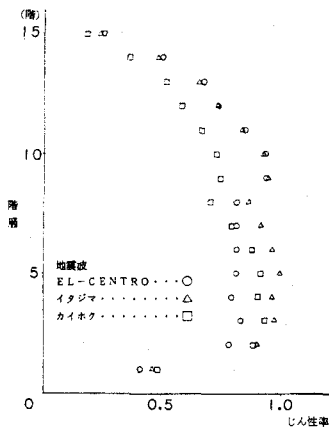


図3 各層における
じん性率

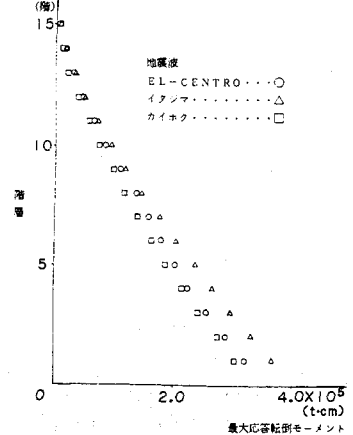


図4 各層における
最大応答転倒モーメント

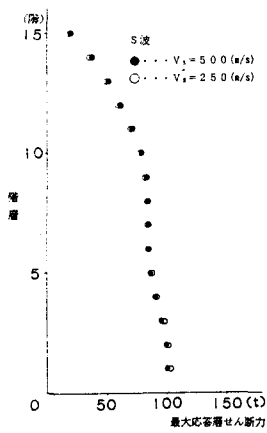


図5 各層における
最大応答層せん断力

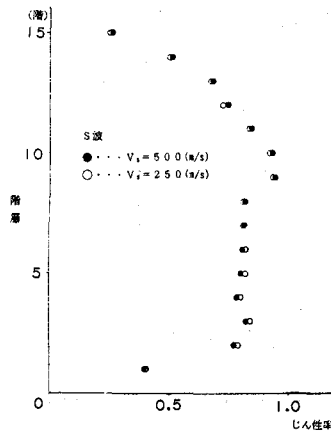


図6 各層における
じん性率

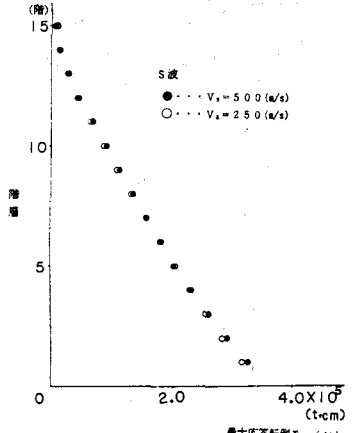


図7 各層における
最大応答転倒モーメント

4. 検討

図2, 3, 4に示すように、EL-CENTRO、イトハマ、カイホクの3つの地震波を入力した時の最大応答層せん断力、じん性率、最大応答転倒モーメントの高さに沿う傾向は、大体一致している。また入力した最大加速度が2.46 ($g a_1$)になると、この構造物は破壊される事が分かった。この構造物の剛性はあまり堅くなく地盤の剛性があまり柔らかくない場合、地盤の影響は図5, 6, 7に示すように構造物の応答に対する影響は少ない。今回は少ないモデルで解析のみを行ったが、いろいろなモデルで解析を行い、実験の結果と比較する事が望まれる。

参考文献

- (1) 日本建築学会：地震荷重—その現状と将来の展望，丸善株式会社，1987
- (2) 原：1-(4) 土と地盤の動的性質，構造物と地盤の動的相互作用シンポジウム，PP. 21-31，1985
- (3) 富澤：実用動的耐震設計法，オーム社，1983