

I-562

強震動を受けた一自由度系弾塑性最大応答について

広島工業大学 正会員 浅野 照雄

1. まえがき

構造物の地震動による最大応答変位は、構造物の構造特性(剛性・復元力特性等)と地震動の特性によって大きく影響を受ける。本文は、構造物を完全弾塑性復元力特性を有する一質点バネダッシュポットモデルに置換して、その最大応答変位と降伏力との関係について地震動応答スペクトルから検討を行ったものである。

2. 弾塑性応答解析

(1) 方法 構造物の復元力特性を図-1に示す。初期剛性 $k=1$ (t/cm)、減衰定数5%とし、降伏力は、3.5t以下は0.1t毎に、それ以上は0.5t毎に変化させて計算を行った。入力地震波は最大加速度50gal以上の強震記録をスペクトル強度100cmになるように修正して用いた(表-1)²⁾³⁾。

(2) 結果 最大応答変位と降伏力との関係は、図-2に示すように、固有周期の短い構造物はエネルギー一定則に、長い周期に対しては変位一定則に従う傾向があるといわれている。¹⁾本研究では、図-3に示すパターンの関係に分類された。(図は降伏した場合の応答を示す。)図中、短周期に対してはエネルギー一定則に基づく降伏力 Q_y と応答最大変位 δ_N との関係式

$$Q_y = k \delta_L / \sqrt{(2\mu - 1)} \quad (\mu = \delta_N / \delta_y, \delta_L : \text{弾性系最大応答変位}, \delta_y : \text{降伏変位})$$
を示す曲線を記している。即ち、短周期の場合(1)エネルギー一定則より小さく、降伏力が低くなっても変位は減少する(2)エネルギー一定則より小さく、降伏力がある程度低くなっても変位の増加が少ない(3)エネルギー一定則の曲線上に沿う(4)変位が急激に大きくなりエネルギー一定則より大きくなる。長周期の場合(1)変位一定則に従う(2)降伏力が小さくなると弾性系変位より小さくなり、ある降伏力から一定となる(3)降伏力が小さくなってもしばらく変位一定則に従っているが、ある降伏力で急激に大きくなる(4)降伏すると急激に変位が大きくなる。

3. 応答スペクトルからの検討

解析に用いた強震記録の速度と加速度の応答スペクトルを図-4に示す(減衰定数5%)。完全弾塑性応答においては応答変位が大きくなると系の固有周期が長くなる傾向があるから、図-3で示した固有周期より大きい周期(短周期に対しては0.4~0.5秒まで、長周期に対しては2.0秒まで)に対する応答スペクトルの大きさに注目する。まず、短周期に対しては加速度応答スペクトルについて見てみるとエネルギー一定則より小さくなる場合はスペクトルが小さくなっており、一方、スペクトルの大きさがほぼ同じ場合はエネルギー一定則より大きくなる傾向が見られる。従って、エネルギー一定則が適用できるのは、その構造物の弾性系の固有周期より大きい周期(0.4~0.5秒まで)の加速度応答スペクトルが弾性系の固有周期のそれより小さい場合(約2/3程度)であって、従来指摘されている¹⁾スペクトル一定領域ではない結果となった。また、長周期に対しては、速度応答スペクトルについて見てみると、変位の変化量が短周期と比較して大きく系の固有周期の変化も大きくなると思われるが、仮に2.0秒までのスペクトルの大きさを比較すると、弾性系の固有周期のそれよりも小さい方が変位一定則に当てはまり、逆に、大きいと応答変位が大きくなる傾向があるように思われる。

4. あとがき

地震動を受けた構造物の弾塑性応答最大変位と降伏力の関係における経験則、エネルギー一定則及び変位一定則の適用については、系の特性の非正常性と地震動特性との関連から十分な検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 柴田 明德: 最新耐震構造解析, 森北出版 2) 建設省土木研究所: 土木研究所彙報 3) 運輸省港湾技術研: 港湾技術資料

表 1 地震震害 23)

地震番号	観測地	年月日	M	震央距離	震源地
1	飯島橋(1B)	1968.4.1	7.5	193 km	日向灘
2	観高橋(11A)	1970.1.21	6.7	35	日向山系
3	開北橋(1C)	1978.2.20	6.7	86	宮城県沖
4	" (1R)	"	"	"	"
5	品川(1S)	1980.9.25	6.1	41	千葉県南部

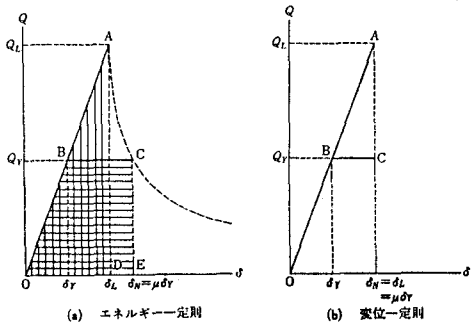


図-2 エネルギー一定則と変位一定則

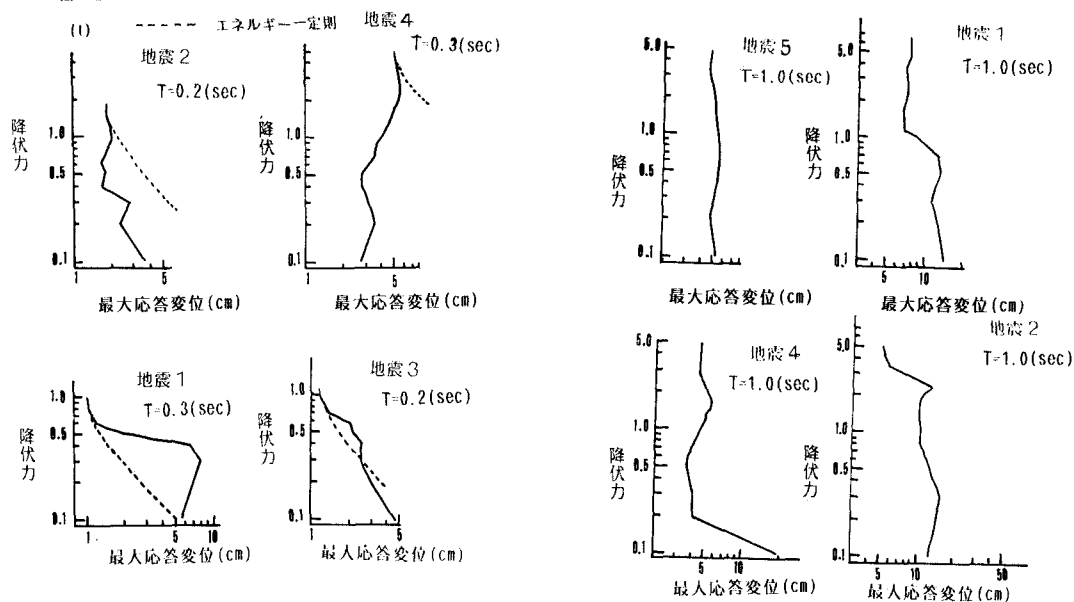
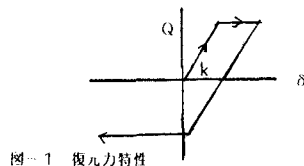


図-3 最大応答変位と降伏力

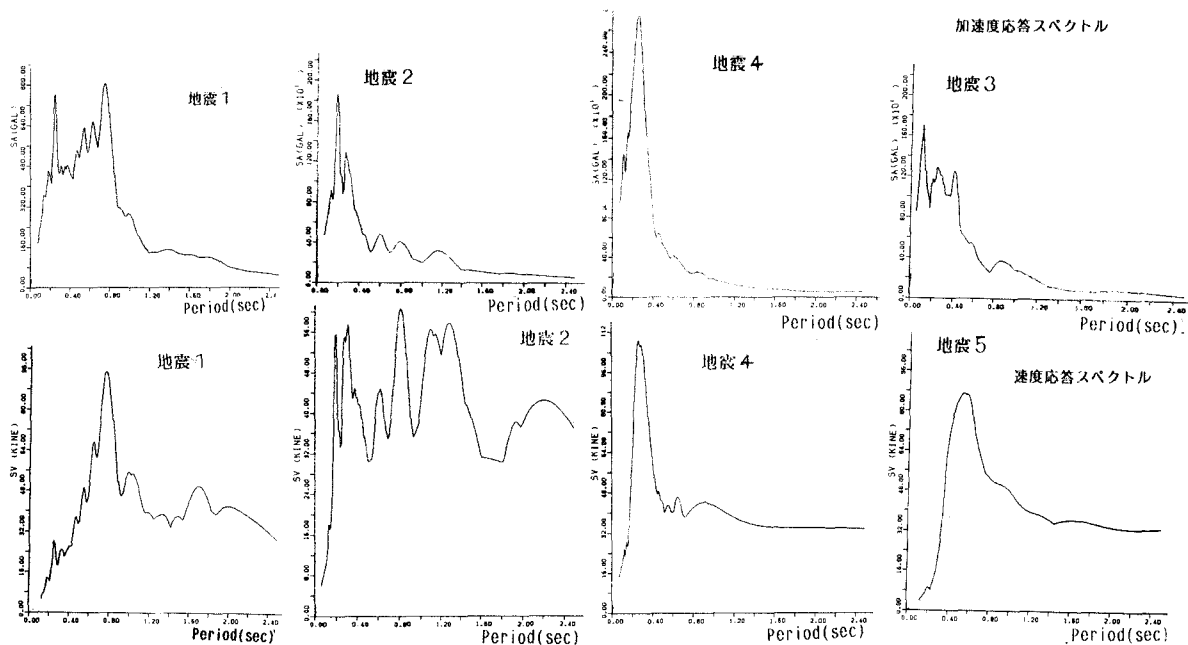


図-4 応答スペクトル