

東京都立大学 正会員 国井隆弘
同 同 福井留男

1. はじめに

大地震時に予想される構造物の非線形応答特性はこれまでに多くの研究がなされ、その成果は設計などに役立てられてきた。しかしながらこれらの成果はその多くが遠地に発生した大地震に対応するものであり、近地に発生したいわゆる直下型地震に対応する成果ではない。一般に、直下型地震はそのマグニチュードもせいぜい7前後で継続時間も短かいが、局所的な被害ははなはだしく大きい。にもかかわらず未解明な問題は多く残されている。ごく最近になり内外各地の内陸性地震による被害が相次いだことと相まって、直下型地震が注目されるようになった。本報告ではこれに対応し、冒頭で述べたように遠地震による成果が直下型ではどうかという観点から直下型地震による非線形応答特性の若干の検討を行い、いくつかの成果を得たのでここに報告するものである。

2. 解析方法

構造物のモデルはBi-linear型の復元力特性を持つ1質点系とし、~~非線形~~線型振動した時の最大応答値を下回るように降伏点を定めて非線形応答を発生させた。“降伏点を大きく越える場合とそうでない場合”および“大きな塑性率を示す時の挙動”の検討を考慮しモデルのタイプを表2のような仮定した。固有周期は0.1秒から10秒まで任意に21種類選んだ。入力として一般に使用される“E1-Centro (NS)”を遠地震の代表とし、直下型では実記録の“松代 No.47”と本四公団により作成された人工地震波“本四 N3”を代表とした。このことについて、直下型に対応する大きな加速度値を持つ実記録はきわめて少ないので不十分さをいくらかでも補う意味から人工地震波を使用することにした。

表-1. 地震波

	デ-タ長 (sec)	規格化後のピーク値(gal)	
		最大加速度	平均パワ-
E1-Centro (NS)	25.0	200	200
本 四 N3	12.0	200	262
松 代 No.47	12.0	200	530

表-2. モデルのタイプ

	タイプ	YP	PN
線 形	Linear	1.0	0.0
非 線 形	TYPE-1	0.8	0.8
	TYPE-2	0.2	0.8

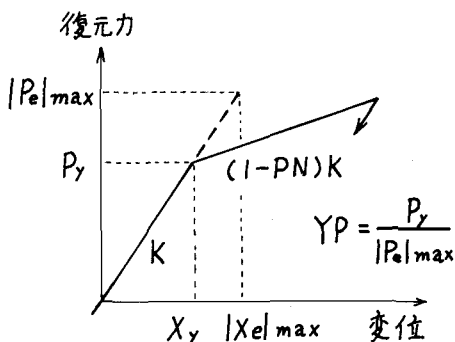


図-1. Bi-linear型復元力特性と記号

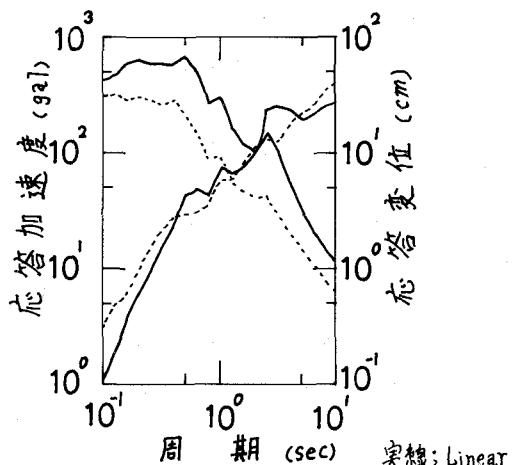


図-2. 応答スペクトル(E1-Centro)

実線; Linear
点線; TYPE-2

性質の異なる地震波による応答の相違を論議する為には規格化しておく必要があり、本報告では①最大加速度、②平均パワー($\frac{1}{T} \int_0^T \dot{x}^2 dt$)の2種類により入力を規格化した。

平均パワーで規格化する場合、最大値を200 galとした時の“E1-Centro”波の平均パワーを基準とし、他の2波の平均パワーがこれに等

しくなるように係数を乗じた。応答の評価は応答スペクトルの形で表現して行なう。

3. 結果およびまとめ

TYPE-1の応答はどの場合でもLinearの応答にはほぼ等しくなり、従って図示していない。規格化した“E1-Centro”による応答を図-2に、平均パワーにより規格化した直下型の応答を図-3(a), (b)に各々示した。直下型では中期的範囲の周期において加速度・変位とも線形応答に近く、この傾向は最大加速度で規格化した場合に著しい。非線形応答変位の線形に対する比をとったのが図-4, 5である。これらの結果をまとめると、

1) 入力を最大加速度で規格化した場合、“本四・松代”の非線形応答は“E1-Centro”の応答よりも小さいがあるいは線形応答を大きく越えない。

2) 平均パワーで規格化した場合、約0.3秒以下ないしは5秒以上の周期範囲で“本四・松代”による応答は“E1-Centro”によるものより著しく大きい値を示す。

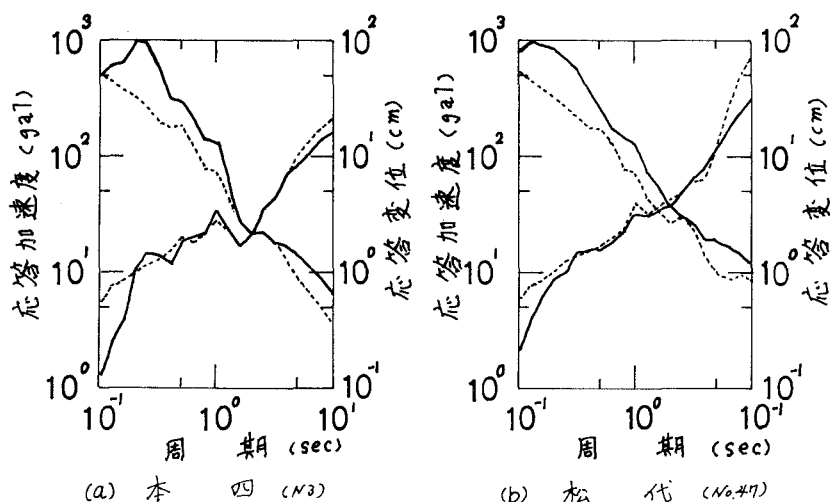


図-3. 応答スペクトル (規格; 平均パワー) 実線; Linear 点線; TYPE-2

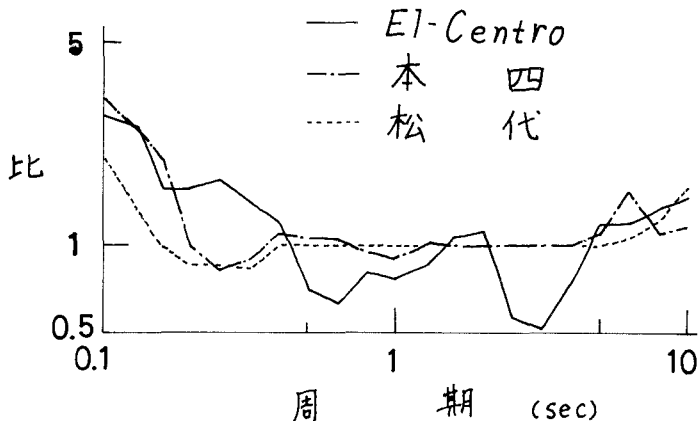


図-4. 非線形応答変位の線形応答変位に対する比 (規格; 最大加速度)

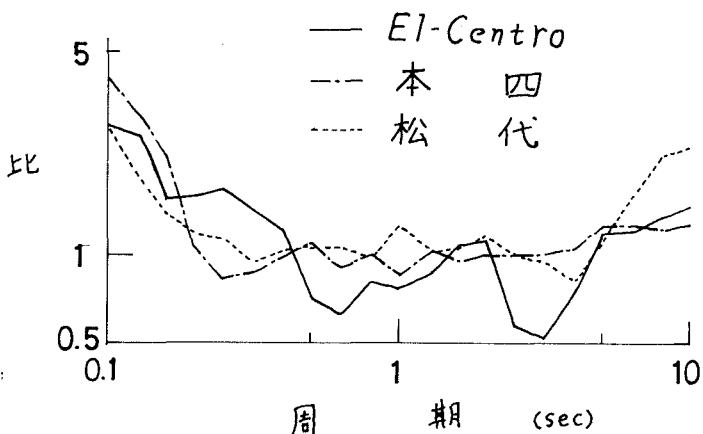


図-5. 非線形応答変位の線形応答変位に対する比 (規格; 平均パワー)