

1-22 レベル2地震動に対する変位応答スペクトルに関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生員 ○福本 年宏 徳島大学工学部 フェロー 平尾 潔
 徳島大学工学部 正 員 成行 義文 徳島大学大学院 学生員 周 濱

1. はじめに

本研究では、変位に基づく耐震設計法の基になる変位応答スペクトルについて検討した。具体的には、我が国の道路橋示方書のレベル2地震動に対する標準加速度応答スペクトルを目標として作成された模擬地震動を用いて、完全弾塑性型の復元力特性を持つ1自由度系構造物の非弾性応答解析を行い、地震動のタイプ別、地盤種別および終局変位靱性率ごとに非弾性変位応答スペクトルを求めた。そして、これらの非弾性変位応答スペクトルの近似式を導き、変位に基づく設計法の手順に従って単柱式橋脚を設計してみた。

2. 変位に基づく耐震設計手順

変位に基づく設計法とは、まず構造物に許される設計変位を規定し、設計地震力による変位が、これを満たすように構造物を設計するという方法である。図-2に示すようなBilinear型復元力特性を持つ、図-1に示す単柱式橋脚を例にとって、変位に基づく設計法の手順を示せば以下のようになる。

① まず最初に、設計条件として最大変位 Δ_u 、弾塑性剛性比 γ を規定し、1自由度系の質点の質量 M を与える。

② 降伏変位 Δ_{yi} を仮定する。

③ 最大変位 Δ_u と降伏変位 Δ_{yi} から終局変位靱性率 μ_{ui} を求める。

$$\mu_{ui} = \frac{\Delta_u}{\Delta_{yi}} \quad (1)$$

④ この終局変位靱性率 μ_{ui} に対応する非弾性変位応答スペクトルを用いて、最大変位 Δ_u に対応する固有周期 T を求める。

⑤ 求めた固有周期 T から構造物の弾性剛性 K' を計算する。

$$K' = \frac{4\pi^2 M}{T^2} \quad (2)$$

⑥ 剛性 K' と②の Δ_{yi} より、図-2の降伏水平力 H_d を求める。

⑦ 降伏水平力 H_d に対する断面を設計し、その剛性 K を求める。

⑧ 求めた剛性 K と降伏水平力 H_d より降伏変位 Δ_{yi+1} を計算する。

$$\Delta_{yi+1} = \frac{H_d}{K} \quad (3)$$

この Δ_{yi+1} と先ほど仮定した Δ_{yi} を比較して、その誤差が許容範囲内ならば設計を終了し、そうでなければ、この降伏変位を用いてもう一度終局変位靱性率 μ_{ui+1} を求め、同様な手順で計算を行う。そして、求めた降伏変位と先に仮定したそれとの差が許容範囲に入るまで繰り返す。

3. 入力地震動

本研究では、非弾性応答解析を行う際、入力地震動として道路橋示方書v耐震設計編¹⁾に規定されているレベル2(タイプI、タイプII)地震動のI種、II種、III種地盤に対する動的解析用の加速度スペクトルを目標として作成された計21波の模擬地震動を用いた。

4. 構造特性値

完全弾塑性型復元力特性を有する1自由度系モデルの非弾性応答解析を行う際に用いた構造特性値は、表-1のようである。

表-1 構造特性値

復元力特性	Bilinearモデル
減衰定数 h	0.05
弾塑性剛性比 γ	0.00
終局変位靱性率 μ_u	1.0 (弾性応答)
	1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0, 8.0
固有周期 T	0.1(sec)~3.0(sec)

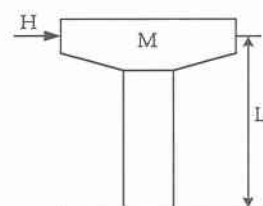


図-1 単柱式橋脚

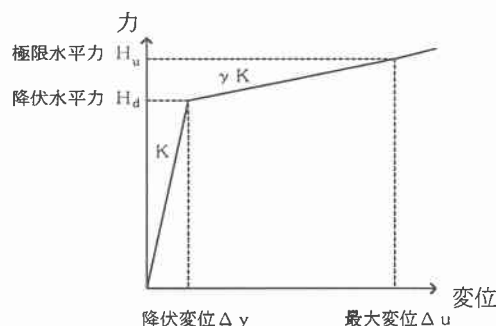


図-2 力と変位の関係

5. 解析結果

本研究では、非弾性応答解析より求めた変位応答スペクトルを地震動タイプ別、地盤種別ごとに描き、終局変位靱性率による相違を比較検討し、それらの近似式を求めた。

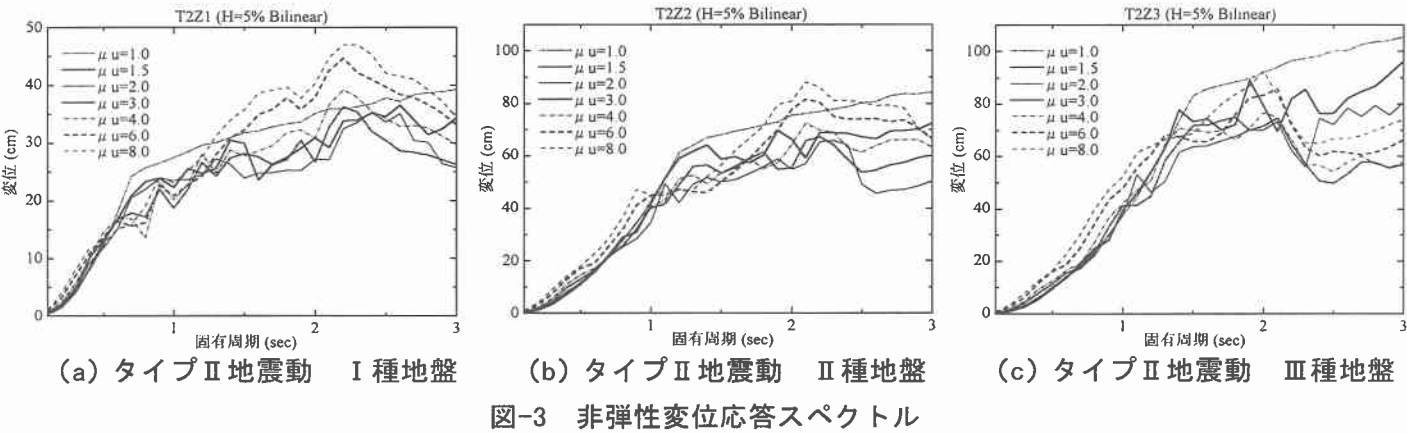


図-3 非弾性変位応答スペクトル

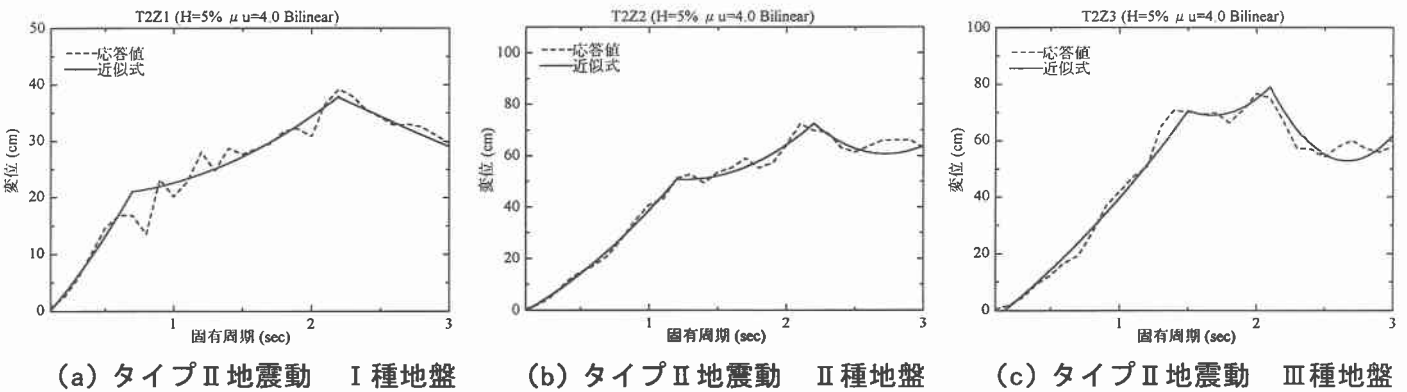


図-4 非弾性変位応答スペクトルの近似式（終局変位靱性率 $\mu_u=4.0$ の場合）

図-3 は、各地盤種別に対するタイプⅡ地震動各4波の平均変位応答スペクトルを終局変位靱性率 μ_u ごとに示したものである。この図より、地盤種別により多少の差はあるが、非弾性変位応答スペクトルは、固有周期1秒前後までの範囲、固有周期1秒前後以上2秒前後までの範囲、固有周期2秒前後以上の範囲で形が異なっていることが分かる。したがって、本研究では、非弾性変位応答スペクトルをこの3つの周期範囲に分けてそれぞれの範囲について、固有周期Tと終局変位靱性率 μ_u の関数として近似式を導いた。一例として、各地盤種別ごとに終局変位靱性率 μ_u が4.0の場合のタイプⅡ地震動に対する近似式と応答値を比較して示すと図-4のようであり、この図より、非弾性応答解析より求めた応答値と近似式は、比較的よく一致していることが分かる。

6. 終わりに

変位に基づく設計法では、2. で述べたように固有周期Tを求める手順で、非弾性変位応答スペクトルが必要となり、このスペクトルの相違が設計結果に大きく影響してくることになる。それゆえ、今後、設計用変位応答スペクトルの相違が設計結果に及ぼす影響について、さらに比較検討してみる必要がある。

7. 参考文献

1) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）1996年12月
2) Mervyn J. Kowalsky, M. J. Nigel Priestley and Gregory A. Macrae: Displacement-based design of bridge columns in seismic regions, Earthquake engineering and structural dynamics Vol. 24, 1623-1643(1995)