

構造物基礎-地盤系のモデル化と地震応答について

京都大学工学部 正員 〇北浦 勝
清水建設 大工 後通
京都大学工学部 正員 後藤 尚男

1. まえがき

代表的な非線形復元力である δ -linear系と構造物基礎模型実験より得られた曲線近似型復元力系¹⁾(以下 k -loop系と呼ぶ)両者の振動特性、地震応答を比較検討することにより、 k -loop系の応答の特徴を確率統計的に捉えるとともに、 k -loop系を復元力の制御法がより容易な δ -linear系に置換しうるパラメータ領域について論ずる。

2. k -loop系の復元力特性

高重しレベルの異なる履歴ループの最大点を連ねた曲線(以下最大点曲線と呼ぶ)を $k(X/x_y)$ とする。また定常履歴ループなどの最大点の変位と復元力が無次元化すると、入力としての正弦波の振幅や振動数とはほぼ無関係な履歴ループを描く(固有履歴ループ)。²⁾これを $g(z/x)$ とすると k -loop系の復元力 $f(x/x_y)$ は次式で与えられる。

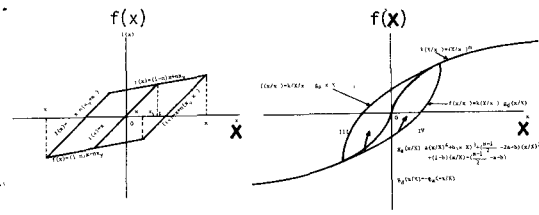


図-1 δ -linear系および k -loop系の復元力曲線

$$f(x/x_y) = c \cdot k(X/x_y) \cdot g(z/x)$$

c : 固有振動数に関する定数, z : 構造物の基礎の変位
 x_y : 最大点曲線における降伏する点の変位, X : 変位振幅

構造物基礎-地盤系の実験より得られた復元力曲線をよく近似する $k(X/x_y)$, $g(z/x)$ は図-1に示すとおりである。ただし g_d , g_u はそれぞれ固有履歴ループの上枝, 下枝を要する。また参考のために δ -linear系の復元力曲線を図-1に示す。

k -loop系と δ -linear系の等価減衰定数²⁾ β (減衰率 $= x/x_y$) が Z の所定値 β_0 以下 $\beta < \beta_0$ となり両者を等価であると見なし、両者のパラメータを定めた。本研究で用いたパラメータの組は、 k -loop系は ($a=0.05$, $b=0.20$, $m=0.83$)、 δ -linear系は ($m=0.66$ ただし m : 弾塑性傾斜率) である。

3. 正弦波入力に対する応答

下 k -Caughey が提案した変数徐変化法を k -loop系および δ -linear系に適用し、その共振曲線を見つけたのが図-2である。また同図に両系に実際に正弦波を入力して得た結果をプロットした。このことから k -loop系に対しては変数徐変化法が適用されることも明らかになった。また定常状態の応答量は δ -linear系の方が k -loop系よりも大きかった。このことは k -loop系においては微小振動時にも履歴減衰が作用していることと関連しているものと考えられる。 k -loop系および δ -linear系ともに、入力より若干の位相遅れを伴って振動しているが、その程度は後者の方が大きい。ここに A は入力のレベルを表わす。

4. 単地震波入力に対する応答

El-Centro地震波に対する k -loop系と δ -linear系の応答を系の固有周期を種々に変え

2得最大変位応答スเปクトルを图-3に、また入力および両系の応答のスเปクトル密度、自己相関関数、確率密度(分布)関数を图-4に示す。ニつらの図より、k-loop系のほうがシム性強く残して応答すること、k-loop系の応答変位は一般にbi-linear系のそれより小さいが、応答絶対加算度は大きくする傾向にあること、入力レベルの増加に伴う固有周期の延びはk-loop系はbi-linear系のように明確に表われないこと、応答レベルが低い範囲ではk-loop系の応答はbi-linear系のそれからほぼ推定しうるがレベルが増加するにつれてbi-linear系は応答を過大評価することになること、などがわかる。

参考文献 1) 北川他：構造物基礎-地盤系の非定常な履歴復元力について、昭和49年度関西支部年次学術講演会講演概要、2) 田治良宏：建築振動学

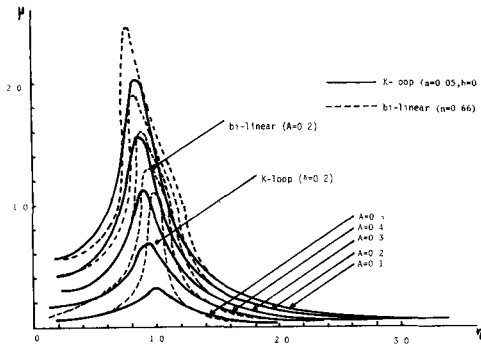


图-2 共振曲線

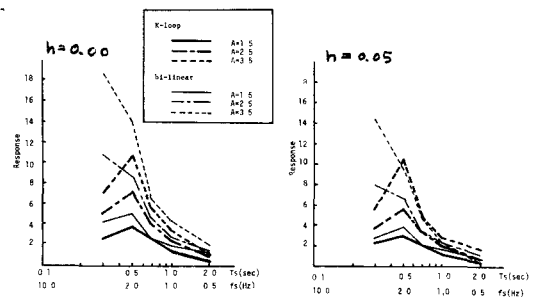


图-3 最大変位応答スペクトル

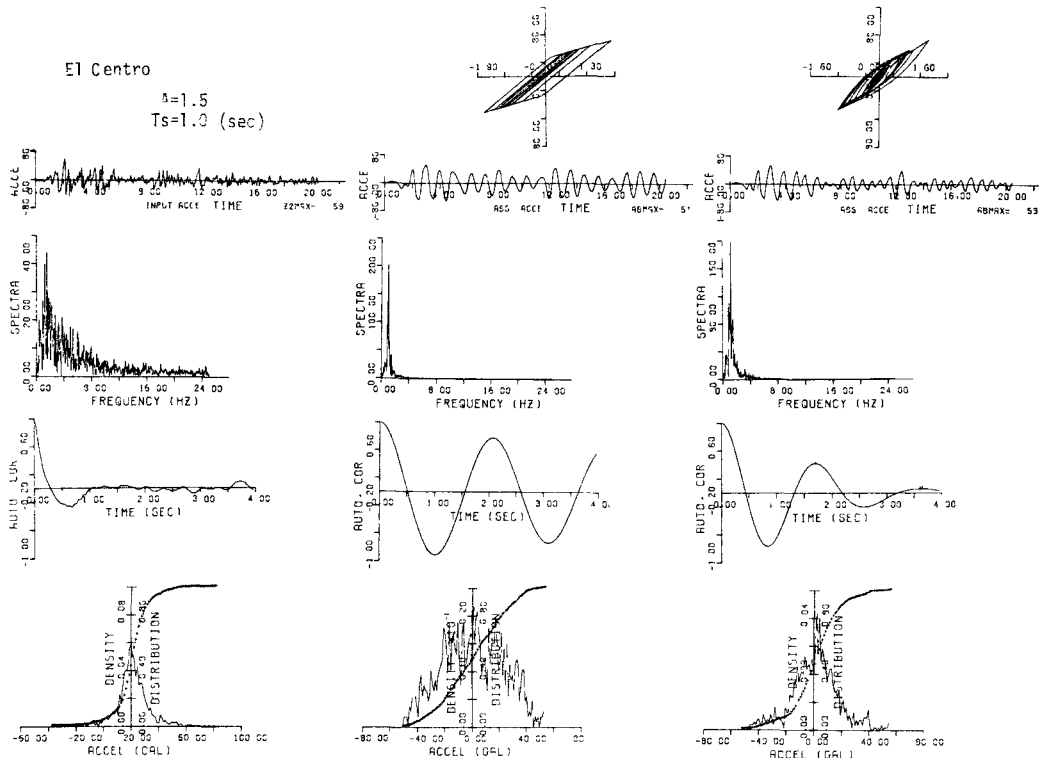


图-4 入力および応答のスペクトル密度、自己相関関数、確率密度(分布)関数