

I - B 295

入力損失効果が非線形復元力特性を有するケーソン基礎構造物
に与える影響についての研究

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 齊藤 正人

同上 正会員 室野 剛隆

同上 正会員 西村 昭彦

1. はじめに

現在の耐震設計法は、兵庫県南部地震の被害等を鑑み、動的解析が主体となっている。地震時における地盤-基礎-構造物系の動的相互作用を考慮した解析を行なうには、Kinematic 相互作用と Inertial 相互作用をそれぞれ独立に扱うことが可能である SR(スウェイ&ロッキング)モデルの適用が合理的である。著者等はすでに、基礎の大型化に伴う曲げ変形モードを考慮したケーソン基礎構造物を対象に、Kinematic 相互作用である有効入力動の理論的研究を行なっており¹⁾、その中で弾性波動論に基づく有効入力動の理論解を定式している。さらに著者等は、互層地盤に埋設されたケーソン基礎の有効入力動の動特性を、軸対称 FEM 解析により把握した²⁾。そこで本研究では、実構造物を対象に上記理論式から有効入力動を算定し、非線形復元力特性を有する Inertial 系に作用させてその応答性状を把握し、その効果を検討した。

2. ケーソン基礎における有効入力動の理論式

本研究では、表層が一様地盤で、基礎を下層の硬質基盤に支持される場合を対象に検討を行なう。すでに参考文献¹⁾により、ケーソン基礎の曲げ変形モードとロッキングを同時に評価した理論式を提案しており、理論定式の詳細については参考文献¹⁾を参照されたい。ケーソン基礎の有効入力係数 η (無質量基礎の天端応答を地表面応答で除したものの)の理論式は次式で表される。

$$u_f'(H, \omega) = (G_u^* + G_\phi^* H) u_g \quad (1)$$

$$\eta = \frac{u_f'(H, \omega) + u_g}{u_{sf}(H, \omega) + u_g} \quad (2)$$

ここで $u_f'(H, \omega)$: 基礎天端応答, $G_u^* u_g$: 基盤相対曲げ変形応答,

$G_\phi^* u_g$: ロッキング変位角, $u_{sf}(H, \omega)$: 地表面変位, u_g : 基盤入力動

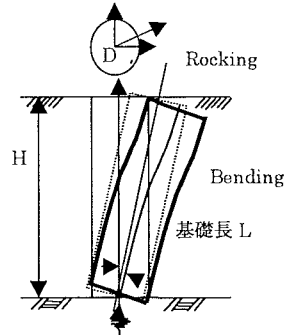


Fig.1 数値モデル

3. SR モデルによる地震応答計算

Fig. 2 に解析対象構造物を示す。この構造物を 2 質点 3 自由度系の SR モデルに置換すると Fig. 2 のようになり、その非線形復元力特性は Clough モデルで設定し、その骨格曲線は Fig. 4 に示すモデルを用いる。有効入力動は、(2)式により振動数領域の有効入力係数 η を算定し、別途 SHAKE で解析した地表面応答をフーリエ変換し、その振幅スペクトルに η を乗じて求める。解析地盤は、せん断弾性波速度 $V_s=75\text{m/s}$ 、地盤 1 次固有振動数 0.85Hz を想定している。Fig. 5 に式 2 から算定した対象構造物の有効入力係数 η を示す。

Fig. 5 より、基盤入力動の振動数が高くなるに従

キーワード：有効入力動, SR モデル

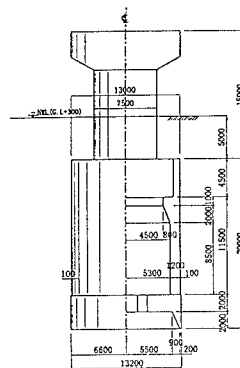


Fig.2 解析対象構造物

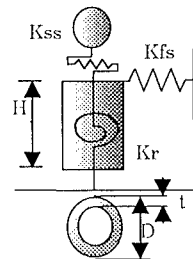


Fig.3 SR モデル図

連絡先：〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7262 FAX042-573-7248

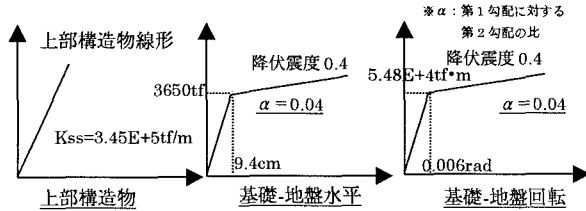


Fig.4 基礎、上部構造の復元力特性

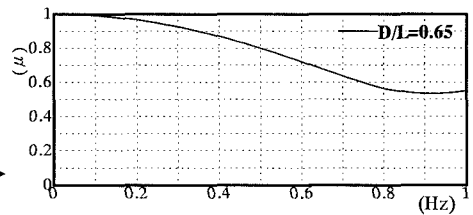


Fig.5 対象構造の有効入力係数

い、入力損失が大きくなり、高次振動数成分のフィルター効果が現れていることが分かる。算定される有効入力動は Fig.6 上段に示すように、一様地盤の地表面加速度が 685 gal なのに対し、入力損失効果により 430 gal まで低減されている。解析結果について考察すると、応答塑性率は一様地盤の地表面加速度を入力した場合、スウェイで 2.08、ロッキング 1.66、有効入力動の場合、スウェイ 1.72、ロッキング 1.48 であり、有効入力動を考慮することで応答塑性率をスウェイで 83%、ロッキングで 89%に低減されることが分かった。

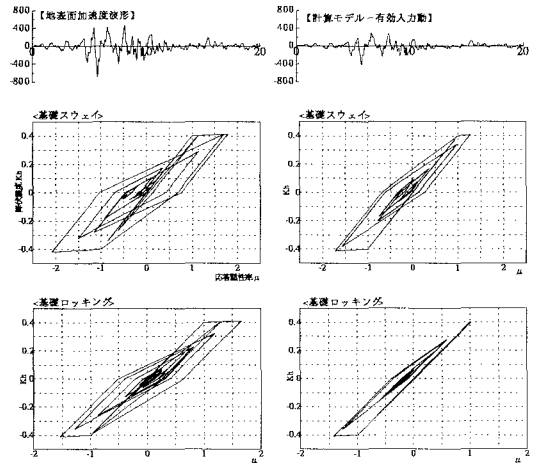


Fig.6 SR モデルによる解析結果

Fig.7 は、前述の実構造の基礎長 L を一定にして、基礎直径 D をパラメトリックに変化させた場合、有効入力係数の変化を示したものである。また Fig.8 には、それらを用いて、前述のモデル同様に解析した応答塑性率(μ)を、一様地盤の応答塑性率(μ_p)で正規化し、各降伏震度毎にプロットしたものである(水平動)。ただし慣性系の固有周期は 1.46 秒で一定とする。 D と L の比(D/L)が大きくなることで入力損失は大きくなり、それに伴い、応答塑性率も降伏震度によらず低減され、本解析では最大で 62%($D/L=0.9$)の低減率であった。以上の結果から、有効入力動の耐震設計における有用性を検証できた。

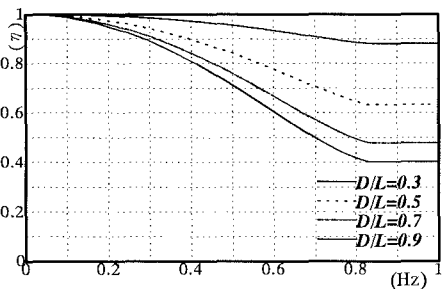


Fig.7 基礎形状が有効入力係数に与える影響

参考文献

- 1) Saito, M., Murono, Y., Nishimura, A., "Study on Effective Seismic Motion of Caisson Foundation with Flexural and Rocking Motions" 10th. JEES (during application)
- 2) 齊藤, 西村, 金田. "互層地盤に埋設されたケーソン基礎構造の有効入力動に関する解析的研究" 第 53 回土木学会年次学術講演会(投稿中)

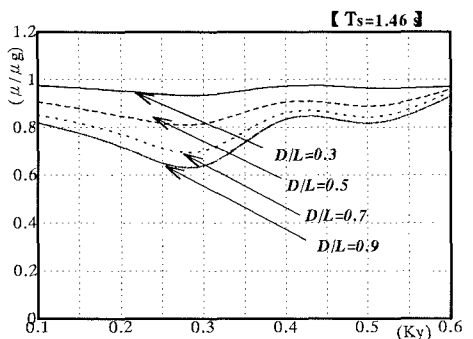


Fig.8 基礎形状が応答塑性率に与える影響