

I - B372

地盤応答解析手法の違いが構造物の弾塑性応答に与える影響

（その1）検討方法と基本特性の比較

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 西村 昭彦

同 上 正会員 室野 剛隆

同 上 正会員 澤田 亮

1. はじめに

表層地盤の非線形応答解析手法としては、これまで幾つかの手法が提案されており、鉛直アレー記録などの実観測波形と比較することでその妥当性や各解析手法の問題点について検討されている。しかしその多くは、主に地盤の最大応答値や表層地盤の伝達関数に注目していた。構造物の耐震設計を考えた場合、地盤の最大応答値そのものよりも地盤の応答値が構造物の応答特性に与える影響、特にL2レベルの耐震設計を考えた場合は構造物の弾塑性領域での挙動が問題になる。そこで、本報告では構造物の耐震設計を念頭に、地盤の応答解析手法の違いが構造物の弾塑性応答特性に与える影響について、兵庫県南部地震で記録された鉛直アレー記録を例にとり検討した結果について述べる。なお、本報告は2部構成となっており、（その1）では検討方法と基本特性の比較を、（その2）では主に弾塑性応答の比較結果について述べるものとする。

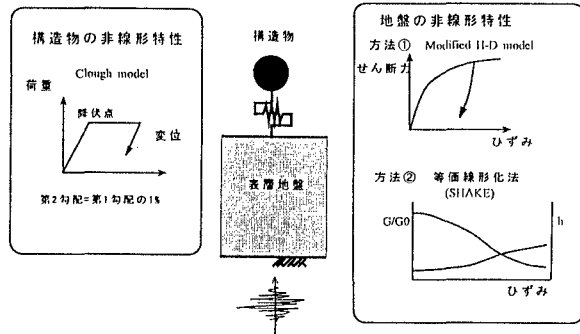


図1 検討方法の概要

2. 検討方法

検討方法の概要を図1に示す。過去の地震で鉛直アレー記録が観測されている地盤につ

いて表層地盤を1次元でモデル化し、表層地盤の応答解析を実施した。次に得られた地表面の応答波形を1自由度系の構造物モデルに入力し、弾性および弾塑性応答解析を実施した。また実際に観測された地表面波形を構造物に入力した場合についても解析し、両者を比較した。

地盤の非線形応答解析手法として、本検討では等価線形化法と逐次積分法の2通りを用いて地盤の応答解析を行った。等価線形化法ではSHAKEを用い、有効ひずみ換算係数は一般的な値0.65を用いた。また非線形特性 ($G/G_0 \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ 関係) は既存の実験式¹⁾を用いた。逐次積分法では、修正H-Dモデルを用い、等価線形化法で用いた $G/G_0 \sim \gamma$ 関係より規準ひずみ γ_r を設定した。

構造物は鉄道RC橋脚を想定し、その非線形履歴特性はBi-linear型の Clough modelで与え、第2勾配は第1勾配の1%とした。構造物の初期減衰は $h=5\%$ とした。解析は逐次積分法により行っている。

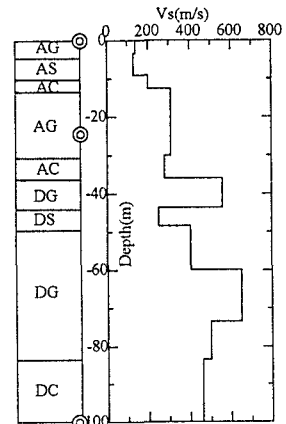


図2 地盤条件

3. 解析対象地盤

本報告では兵庫県南部地震において高砂発電所（関西電力（株））で観測された鉛直アレー観測記録を用いて検討した例を紹介する。当該地点の地盤条件および地震計設置位置を図2に示す。GL-100mに設置された

Key Words 等価線形化手法／逐次積分法／弾塑性応答／耐震設計法

連絡先：〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 0425(73)7262 FAX 0425(73)7248

地震計の観測値の最大値はNSで86gal, EWで109galであり, 地表面では約2倍程度増幅されている。

4. 検討結果

図3に地表面の観測波形と解析波形の比較を, 図4に地盤の最大応答加速度の深度分布を示す。等価線形化法も逐次積分法も最大応答値の深度分布は定性的に観測値に似ているが, SHAKEは観測値より

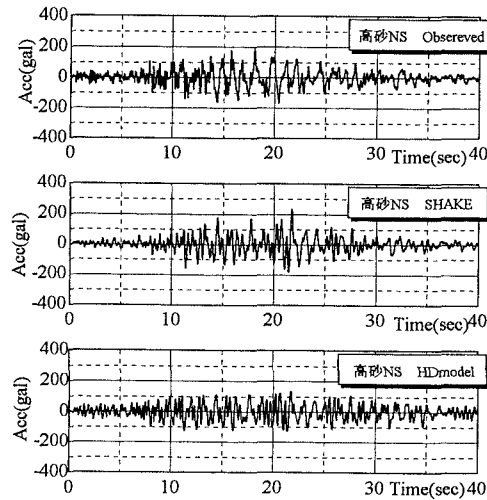


図3 応答波形の比較

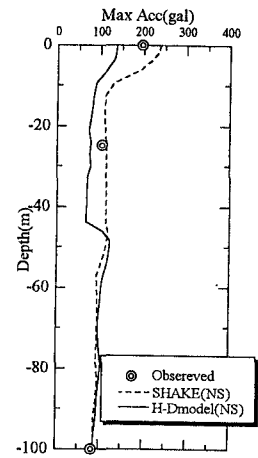


図4 最大応答値分布

も大きく, 逐次積分法(H-D)では小さく評価している。このような傾向は, 修正H-Dモデルの場合は減衰を過大に評価することに起因しているものと考えられる⁹⁾。図5は地表面と基盤間の伝達関数である。いずれの解析結果も2Hz以下の卓越周期にずれが見られる。観測点では噴砂は確認されていないが, 周辺では液状化が認められたとの報告もあり⁹⁾, 完全液状化までは至らないまでも過剰間隙水圧の上昇等の影響があったためと考えられる。また, SHAKEの結果では3Hz以上の高振動数側では, 等価剛性, 等価減衰を一定として地盤のひずみに大きくは寄与しない高振動数領域でも用いることにより, 増幅率を小さく評価していることも分かる。次に図6に弾性応答加速度スペクトルを示す。定性的には伝達関数の特性を同様の傾向を示している。しかし高振動数側でSHAKEは増幅率を小さく見積もることの影響は弾性スペクトルから見るとあまり大きくないことが分かる。

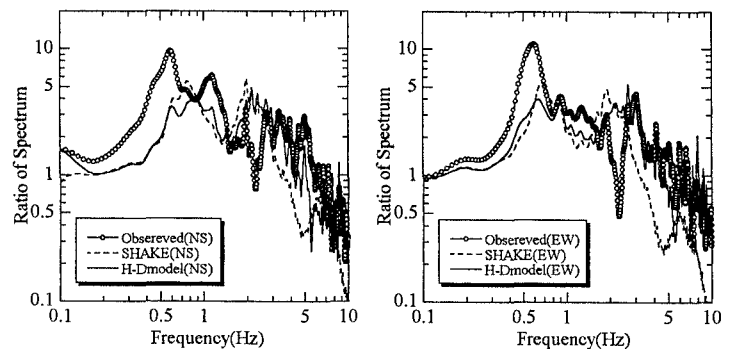


図5 表層地盤の伝達関数の比較

引き続き, (その2)では弾塑性応答について比較検討を行う。

謝辞 高砂発電所の地盤条件等については, 関西電力(株)松本氏よりご提供いただいたものです。紙面を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 例えば, 岩崎, 龍岡, 高木: 地盤の動的変形特性に関する実験的研究Ⅱ, 土木研究所報告第153号, 1980.3
- 2) 田蔵, 清水, 横田: 地盤の非線形地震応答特性, 第15回地盤振動シンポジウム, 1987.8
- 3) 地盤工学会: 阪神・淡路大震災調査報告書(資料編Vol.1), 平成8年10月

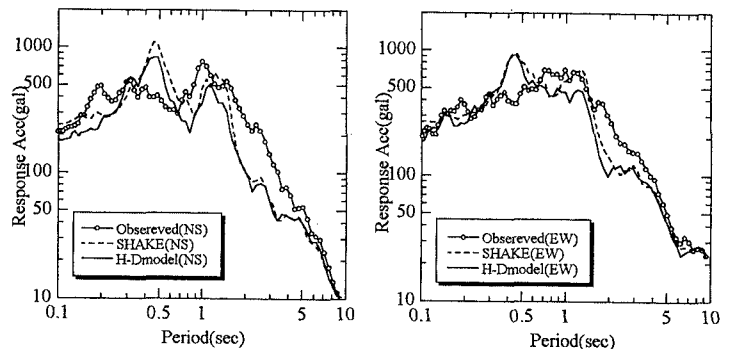


図6 弾性加速度応答スペクトルの比較