

I - B 257

乾燥砂地盤を対象とした大型振動台による模型振動実験の地震応答解析

大成建設 正会員 坂下克之 同 岡本晋 同 渡辺和明
同 志田智之 同 福岡研一 同 森井慶行

1. はじめに

レベル2地震動のような強震動により、大ひずみが発生する場合の地盤の動的非線形特性は、現状では不明な点が多い。今回著者等は、強震動作用時の地盤の応答特性を調べるため、乾燥砂を対象として、図1に示すような地盤模型を用いた模型振動実験、および大ひずみ領域にいたる中空ねじり試験¹⁾を実施した。本報告では、上記実験結果をもとに、H-Dモデル、R-Oモデルといった従来の非線形モデルの適用性の検証解析を実施した。

2. 解析方法

解析に用いる非線形モデルの初期せん断剛性、規準ひずみ等の諸元は、5kN/m²、20kN/m²、29kN/m²の3種類の拘束圧下で行った中空ねじり試験の結果より、解析モデル深度方向に拘束圧依存性を考慮してフィッティングした。図2に、拘束圧20kN/m²の場合の、中空ねじり試験結果と設定した非線形モデルの $G_h \sim \gamma$ 曲線を示す。

解析は、非線形動的解析汎用プログラムTDAPⅢを用いた逐次非線形解析により実施した。地盤模型を図3に示すような、ばね-質点系にモデル化し、下端より加速度波形を入力した。質点間を結ぶばねへの非線形モデルの適用方法により、以下に示す解析ケースを設定した。Case1: H-Dモデル。Case2: R-Oモデル。Case3: R-Oモデルと、一定のせん断応力が加わったときに滑動する摩擦モデル(1次勾配大、2次勾配を中空ねじり試験結果の応力-ひずみ曲線の大ひずみ時の接線剛性より仮定したバイリニア型)を直列に配置。

入力波形は、図4に示す時間軸を2/5とした、神戸海洋気象台NS波とした。

3. 解析結果

図5に、地表の応答加速度波形を示す。実験結果は、ある一定の加速度で応答が頭打ちとなり、波形が平らにたぶれる現象が見られる。解析結果では、Case1およびCase3がこの現象を再現できている。

図6に最大加速度の深度分布を示す。実験結果は、入力位置から上に向かって漸減し、地表付近で局所的に増幅している。地表付近で局所的に増幅する現象はどの解析結果でも再現できていないが、地表以外の応答と比較すれば、Case1は実験より小さく、Case2は実験より大きい。Case3が実験と最も近い分布となっている。

図7に、拘束圧20kN/m²(深さ1.2m)の位置における、せん断応力-せん断ひずみ履歴曲線を示す。実験では、せん断ひずみを直接計測するのは難しく、2測点の加速度応答をフィルターをかけて積分した変位差から求めるといった解析の方法によっている。実験結果ではひずみは2%以上に達している。Case1はせん断応力が強度に達すると傾きが0となり、Case2では逆に傾きが大きく、ともに中空ねじり試験結果、実験結果の曲線から外れてくる。Case3もCase1とCase2の中間的な挙動であるものの、中空ねじり試験結果、実験結果に一致しているとはいえない。しかし、摩擦モデルの諸元の設定によって、さらに近づけられることが考えられる。

4. まとめ

強震動が作用する場合の地盤の挙動に対し、従来の非線形モデルの適用性を検証した。その結果、せん断ひずみが1%を越えるような挙動に対しては、従来のH-DモデルやR-Oモデルでは実現象を的確に再現できないが、今回の摩擦モデルのように簡易的な改良を加えることにより、ある程度近づけられることがわかった。今後さらにすぐれた非線形モデルの確立に向けて検討を続けて行く予定である。

参考文献

1) 福岡研一、後藤聡他：大きなせん断ひずみをうける砂の非線形挙動、第53回土木学会年次学術講演会、1998年(投稿中)

キーワード：地盤、非線形、地震応答解析、レベル2地震動

連絡先：〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 TEL 045-814-7230 FAX 045-814-7251

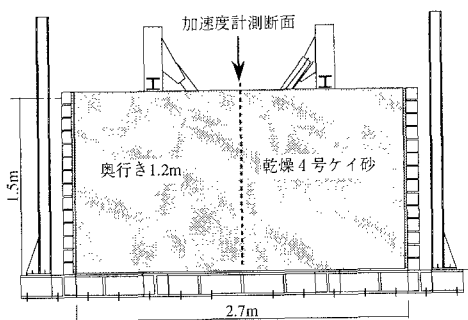


図1 実験で使した地盤模型

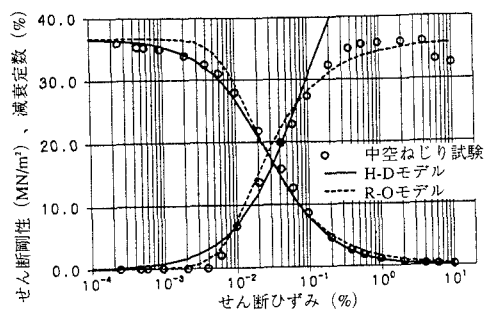


図2 中空ねじり試験結果と解析用非線形モデルの $G, h \sim \gamma$ 曲線 (拘束圧 20 kN/m^2)

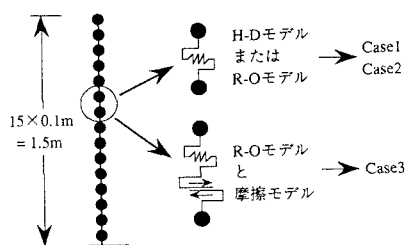


図3 解析モデル

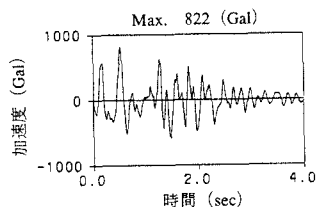


図4 入力波形（神戸海洋気象台NS波、時間軸2/5、位相反転）

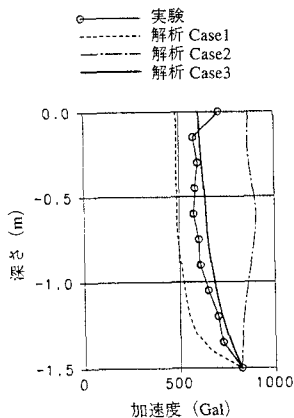


図6 最大加速度分布

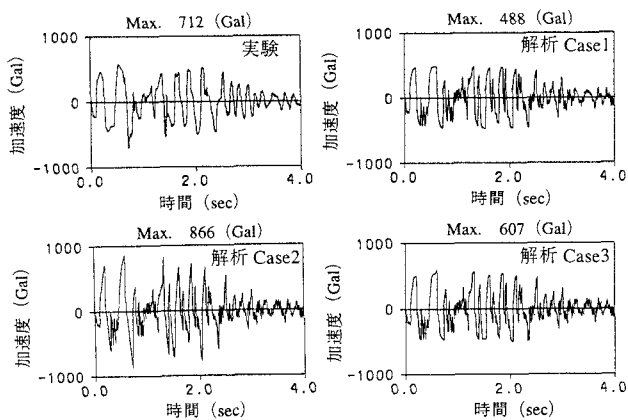


図5 地表の応答加速度波形

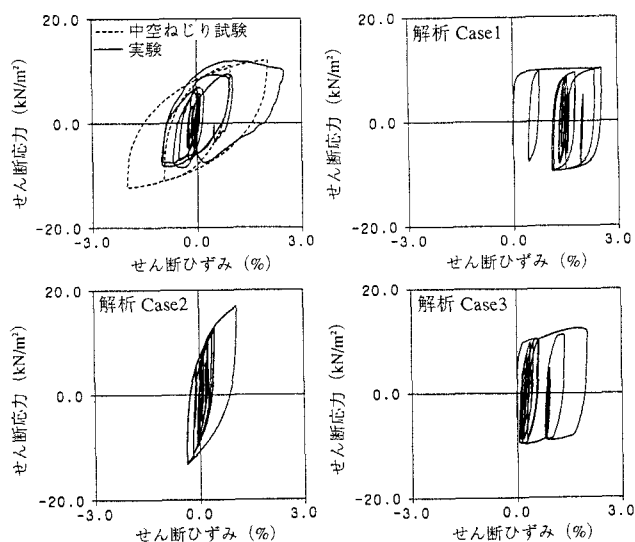


図7 拘束圧 20 kN/m^2 (深さ 1.2 m) のせん断応力～せん断ひずみ関係