

I - B459 模型振動実験による地中構造物の地震時挙動の検討

日本国土開発㈱ 正 佐藤 泰 三浦 篤
 東京都立大学 正 岩橋敏広 学 飯野貴嗣
 五洋建設㈱ 木村良章

1. はじめに

1995年の阪神・淡路大震災において、神戸高速鉄道、市営地下鉄、JR六甲トンネル、神戸トンネル、電力、通信の地中線洞道、神戸市上下水道施設などの多くの地中構造物が被害を受けた。著者らは、これらの中で特徴的な被害を受けた開削洞道である大開駅舎部分を対象として、被害原因の検討を模型振動実験により行っている。本報文はその一部を報告するものである。

2. 実験概要

2.1 実験装置および実験材料 実験装置としてせん断土槽(1.2m×0.8m×1.0m)と振動台(4m×4m)を用い、構造物模型として大開駅舎の約1/30スケールモデル(塩化ビニール製:0.60m×0.60m×0.24m)を用いた。模型地盤は岐阜砂(乾燥砂)を空中落下することにより作成した。模型地盤の乾燥密度は、 $\rho_d = 1.56 \sim 1.62 \text{ t/m}^3$ 、S波速度は、 $V_s = 90 \sim 100 \text{ m/s}$ であった。なお、実験においては、地盤材料のせん断弾性係数の拘束圧依存性を考慮した相似則¹⁾にしたがい、材料の物性値を設定した。

2.2 実験条件 試験は、自由振動試験、正弦波入力試験($f = 5 \sim 30 \text{ Hz}$ 、振幅20~400gal)、ランダム波入力試験(おとし²⁾:10~800gal)および地震波入力試験(神戸海洋気象台の地震波形:最大818gal、時間軸1/1,1/5,1/10,1/20,1/30、振幅50%,100%)を行い、せん断土槽の変位、地盤および構造物の加速度、構造物側壁に作用する動土圧、上載土によるせん断土圧、側壁と中柱に生ずるひずみについて計測した。図-1に計測器の配置を示す。

3. 実験結果

3.1 地盤の応答特性 自由振動試験、正弦波入力試験結果から求めた模型地盤の平均的なせん断剛性比 G/G_0 、平均的な減衰定数 h とせん断ひずみ γ との関係を図-2に示す。図中にはModified Hardin-Drnevichモデル³⁾による曲線も示しているが、実験値との対応はよい。

正弦波入力試験における入力加速度と応答倍率との関係を図-3に、入力加速度と共振振動数との関係を図-4に示す。入力加速度レベルの上昇に伴い応答倍率、共振振動数は低下しており、地盤の非線形性が現れている。図-3,4には構造物上下に設置した加速度計による値も示しているが、地盤と同様の傾向が見られる。また、図-5には神戸NS波(時間軸1/10)の場合の最大入力加速度と最大応答加速度/最大入力加速度との関係を示すが、この場合も、地盤の非線形性が顕著に表れ、構造物がその影響を強く受けていることがわかる。

3.2 構造物の応答特性 図-6に、神戸NS波(時間軸1/10、振幅100%)の場合の地表付近(深度10cm)の最大加速度応答時における構造物側壁の動土圧(直土圧)、上床版のせん断土圧、側壁および中柱の曲げひずみを示す。文献²⁾の正弦波の入力レベルの大きい場合と同様に、せん断土圧と側壁に作用する動土圧は構造物のせん断変形を増す方向に作用しており、動土圧は側壁の上下位置で作用方向が逆転している。構造物に生ずる曲げひずみも、文献²⁾の正弦波の場合と同様に、中柱において大きく発生しており、側壁の約3~4倍の曲げひずみが生じている。図-7は最大加速度応答時における地盤および構造物の加速度分布を示したものであるが、加速度振幅の大きい方が、地盤と構造物との加速度の差が大きい傾向が認められる。

4. まとめ

模型振動実験の結果から、正弦波入力の場合と同様に地震波入力の場合も、地中構造物の挙動は地盤の挙動の影響を受け、上載土の水平慣性力に伴うせん断土圧の影響を強く受けること、中柱にひずみが集中すること等が確認された。

キーワード：模型振動実験、阪神・淡路大震災、地震時挙動、地中構造物
 〒243-03 神奈川県愛甲郡愛川町中津4036-1 日本国土開発㈱ 技術開発研究所
 TEL 0462-85-4924 FAX 0462-86-0946

（参考文献）

- 1) 国生、岩楯：軟弱地盤の非線形震動特性についての模型振動実験と解析，土木学会論文集，No.285, pp57-67, 1979
- 2) 岩楯他：模型振動実験による地下鉄構造物の地震時挙動の検討，第32回地盤工学会研究発表会投稿中，1997

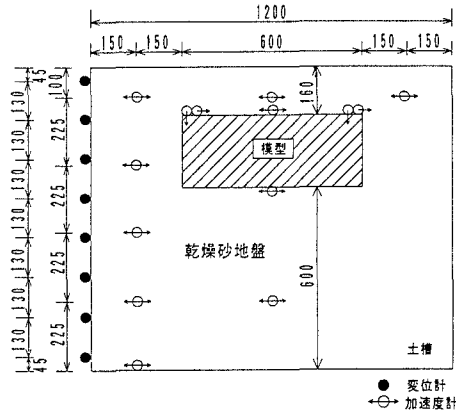


図-1 計測器の配置

基準ひずみ $\gamma_r = 3.5 \times 10^{-4}$

$$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma/\gamma_r}$$

$$h = \frac{4}{\pi} \left[\frac{G_0}{G} \left\{ \frac{\gamma_r}{\gamma} - \left(\frac{\gamma_r}{\gamma} \right)^2 \ln \left(1 + \frac{\gamma}{\gamma_r} \right) \right\} - 0.5 \right] + 0.02$$

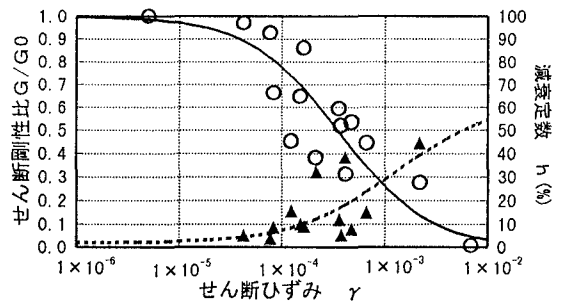


図-2 模型地盤の動的変形特性

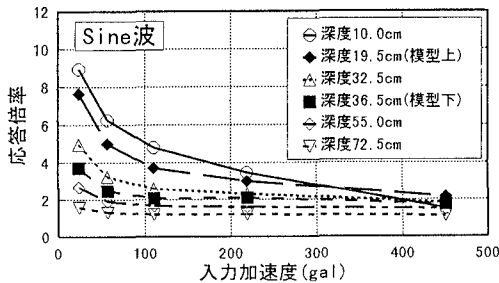


図-3 入力加速度と応答倍率との関係

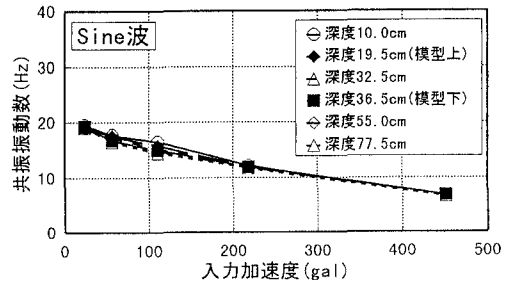


図-4 入力加速度と共振振動数との関係

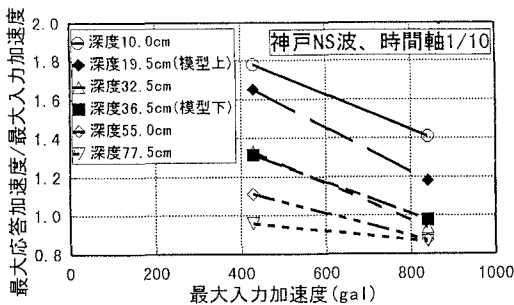


図-5 最大入力加速度と最大入力加速度/最大入力加速度との関係（神戸NS波、時間軸1/10）

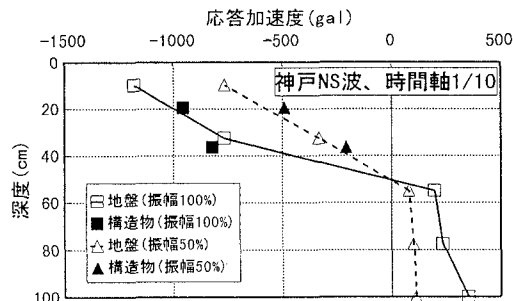


図-7 最大加速度応答の深度分布（神戸NS波、時間軸1/10）

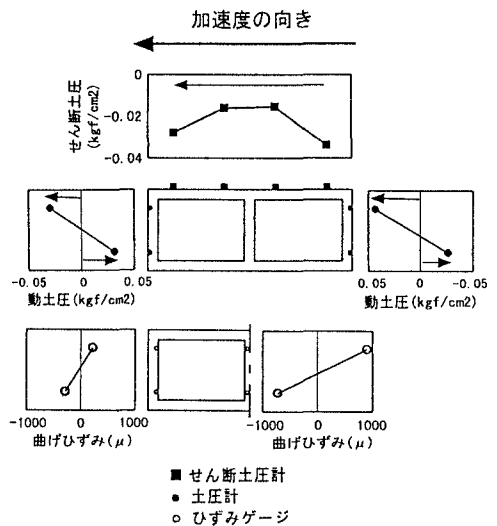


図-6 構造物に作用する土圧と曲げひずみの分布（神戸NS波、時間軸1/10、振幅100%）