大深度シールド立坑の地震時挙動と可撓継手の効果に関する基礎的研究 一地盤・立坑模型の振動台実験による挙動把握一

早稻田大学	学生会員	〇安藤 恒平
早稲田大学		藤原 康史
大成建設	フェロー会員	志波 由紀夫
大成建設	正会員	畑 明仁
大成建設	正会員	澤田 茉伊
早稻田大学	正会員	小泉 淳

1. はじめに

大深度円形立坑は、シールドトンネル施工時においては発進や到達、その後 の供用時においては地上と地下とのアクセスや換気施設などの役割があり、こ れが地震時に大きな被害を受けた場合の社会的な影響は大きく、その耐震性の 検討は必要不可欠であると考えられる.特に、軟弱な地盤と強固な地盤にまた がるような場合、地層境界付近が固定端に近い状態になることにより、その付 近に大きな断面力が発生することが予想される.これを軽減するための方策と して、著者らは、立坑の水平断面に可撓性継手を設けることを考え、模型振動 実験および数値シミュレーションにより基礎的な検討を行っている.



写真1 振動台実験

ひずみゲージ設置断面

1) 本稿では、小型模型を用いた振動台実験で継手の効果を検証した結果について報告する.

2. 模型振動実験の概要

振動台実験は,硬質な砂質地盤と軟質な粘性地盤にまたがる立坑 を想定し,硬度の異なる二層のシリコーンゴム製の地盤中にウレタ ン製の立坑を埋め込んだ約 1/200 スケールの小型模型を振動台テー ブルに固定し,加振するものである.写真1に実験の様子を,また, 図1に模型の概要を示す.立坑は直径 10cm,厚さ 3mmの円形断面 とし,厚さ 5mm の底版を取り付け,継手はヤング率がウレタンの 1/15 程度の厚さ 4mmのネオプレンゴムを深さ方向に約 2cm 間隔で

挟み込んで表現した.地盤および立坑の物性につい ては、相似則に従い決定した.地盤中には、深さ方 向の数箇所に加速度計を設け、またレーザー変位 計により、模型側面の地表面および地層境界位置 における変位を計測した(図1参照).立坑につい ては、深さ方向の数箇所に内外面に二軸ひずみゲ ージを貼り付け、鉛直および円周方向ひずみを計 測した(図2参照).検討ケースは、継手を有する 立坑が地層境界をまたぐ場合のほか、比較の







キーワード シールド立坑,可撓継手,模型振動実験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3丁目4番地1号 早稲田大学理工学術院 小泉研究室 TEL:03-3204-1894

8 6

Δ

2

(Gal)

0 @

2

0

5

10

振動数(Hz)

地表面/浅い立坑・継手なし

地表面/浅い立坑・継手あり

地表面/深い立坑・継手なし

地表面/深い立坑・継手あり

15

20

ため,継手を有さない場合や地層境界をまたがない場合を組 合せ,**表1**に示す4ケースとした.

加振波は、振動数を模型の共振振動数に一致させた正弦波 と数種類の実地震波とした.共振振動数は、1~50Hzの周波 数帯のホワイトノイズで加振することにより特定したが、い ずれのケースにおいても、一次固有振動数は6.0Hz程度とな り、継手の有無や立坑深さによる違いは小さかった.図3に 共振曲線を示す.

3. 実験結果および考察

振動数を模型の共振振動数に一 致させた正弦波で加振した時の地 表面変位が最大となる瞬間におけ る立坑の鉛直方向の軸ひずみの深 さ方向の分布を図4および図5に示 す.また,同様に十勝沖地震(八戸) の実地震波で加振した場合を

図6および図7に示す.浅い立坑で は、底面に近づくほど軸ひずみが 大きくなっているが(図4,図6参 照),深い立坑では、地層境界付近 で卓越した軸ひずみが発生してい る(図5,図7参照).継手の効果 については、浅い立坑の場合は、明 確に表れていないが、深い立坑の 場合は、地層境界付近で軸ひずみ が大幅に低減されており、特に深



い立坑の場合に効果が大きいと考えられる.

4. まとめ

本模型振動実験から,硬質地盤まで達するような深い立坑では,地層境界付近で大きな軸ひずみが発生する ことが確認された.このような大深度の立坑では,その水平断面に可撓性継手を設けることにより,発生する 軸応力を低減できることがわかった.また,この低減効果は硬質地盤まで達するような深い立坑において,よ り大きく期待できる.今後,解析的手段を用いて,さらに実験結果の詳細な分析をするとともに,立坑だけで なく,シールドトンネルを接続した場合などについても検討を進めていきたい.

参考文献

1)大深度シールド立坑の地震時挙動と可撓性継手の効果に関する基礎的研究―模型振動実験の数値シミュレ ーションによる考察―:澤田茉伊,志波由紀夫,畑明仁,徳丸大介,小泉淳,第66回年次学術講演回概要集, 2011

-976-