遠心載荷実験による箱型構造物への地震時作用荷重の評価

(株)大林組	正会員	○堤内	隆広	正会員	永井	秀樹
東北電力(株)	正会員	菊地	慶太	正会員	伊藤	悟郎

1. はじめに

地中に埋設された箱型構造物の耐震性能を評価するためには、地震時に発生する地盤からの作用荷重および 構造物に作用する慣性力について相互作用を考慮した評価が重要である。そこで箱型構造物を模擬した縮小模 型による遠心載荷実験により、柔構造物と剛構造物の2タイプを同土槽に置き、作用荷重の相異について検討 した.地盤からの作用荷重は、地盤に押される側壁(前背面壁)に作用する土圧および地震方向と同方向にあ る側壁(せん断壁)の表面に作用する周面せん断力の合計となる。ここでは、地中構造物の設計手法で一般的 に用いられている応答変位法について3次元シェルモデルによる解析を行い、その再現性についても検証した。

2. 遠心載荷実験の概要

対象構造物は、地中に埋設された箱型構造物(高さ17.5m,幅12.5m×17.5m)とし、縮小模型の相似率を1/50 とした(図1).縮小模型は、弾性材料としてアルミ材を使用した.模型土槽の地盤は、N値10~15程度の埋戻 土を想定し、砂質土層および構造物の支持地盤として岩盤を想定したセメント改良土による二層構造とした. 砂質土層は、岐阜産7号珪砂(G_s=2.65、 γ_{max} =1.53 g/cm³、 γ_{min} =1.18g/cm³)を使用し、相対密度60~70%(γ_{d} =1.41g/cm³)を目標に鉄棒で十分に締め固めて製作した.セメント改良土は、模型土槽の下層に作成し、縮 小模型が受ける荷重を計測するために設置するロードセルが収まる厚さ150mmとした.模型土槽への入力波は、 実スケールで周波数f=1.0Hzの100gal、200gal、400galのサイン波とし、計測項目を図2とした.



3. 実験結果

(1) 地盤と構造物の応答変位・・・図3より地盤の平均せん断ひずみ(=表層地盤変位/土層高)は、100gal で約0.2%、200gal で約0.6%、400gal で約1.4%であり、入力波の漸増に伴い地盤の非線形性が大きくなる.
柔構造物の底版と側壁頂部との相対変位は、地盤変位より小さく、入力波の漸増に伴って線形で増加している.
(2) 前背面土圧・・・柔構造物の上部に設置された土圧計(図4)より、開口部側と中央部に設置された土圧が、剛構造物に設置された土圧計の値より小さい値を示し、構造物の変形により土圧が小さくなることが確認

キーワード 地中構造物,遠心載荷実験,応答変位法 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 TEL 03-5769-1307 FAX 03-5769-1972

土木学会第71回年次学術講演会(平成28年9月)

できた.前背面土圧の比率(=剛構造/柔構造,図6)は、約1.35~1.52倍となった.剛構造物の土圧では、 せん断壁側の土圧に比較して壁中央部が小さくなっており、前背面壁の端部の土圧が大きくなることがわかる. (3)応答加速度・・・構造物の応答加速度(図4)は、柔構造物の開口部側の側壁で増幅が見られるものの、 その他の部位で大きな増幅は見られない.また全水平力に対する慣性力の割合は、図5より約5%であり、一 般の地中構造物と同様にその割合が小さい.

(4) 作用水平荷重・・・入力波の漸増に伴い,地表面変位と全水平荷重の関係(図5)は,上に凸の曲線で収 束傾向にある.特にせん断壁に作用する周面せん断力は,200galから400galにかけて概ね一定値を示した. 周面せん断力/前背面土圧の割合は,100galで0.37であり,入力波の漸増に伴いその割合は減少した.



4. 解析(応答変位法)による作用荷重の評価結果

解析による作用荷重の評価は、柔構造物を対象に行った.地盤反力係数は、一次元応答解析より地盤の収束 剛性を求め、「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」より算定し、地盤反力度の上限値も同基準により設定 した.解析の作用荷重図を図7に示し、一次元応答解析の応答変位結果を図8に示す.作用荷重の解析と実験 の比較を図9に示す.全水平力は、実験値より解析値が大きくなり、解析における地盤と構造物の相互作用の 効果が小さく評価されているためと考えられる.各部位への作用荷重は、概ね両者で一致することを確認した.



5. まとめ

箱型構造物に作用する全水平荷重を,各部位に作用する荷重に分離して評価することで,各荷重の非線形性 を把握することができた.今回,応答変位法による解析手法の適用性を検討したが,今後,3次元 FEM 連成解 析を実施し,詳細に検証する予定である.

参考文献 菊地, 堀見「箱型構造物への変位照査手法の有効性の検討」2015/9, 土木学会第70回年次学術講演会