

Ⅲ - B194

乾燥砂中の深い円形立坑の遠心模型実験

－（その2）主働時における土圧と周辺地盤の地中土圧計測結果－

西松建設技術研究所 正会員 野本 寿
西松建設技術研究所 正会員 今村眞一郎
西松建設土木設計部 正会員 藤井利侑
群馬大学工学部 正会員 萩原敏行

1. はじめに

本報文中では、その1¹⁾に引き続き、主働時の円形立坑に作用する土圧と周辺地盤の地中土圧計測結果について、立坑模型実験結果をもとに考察したので以下に報告する。

2. 実験概要

図-1に、実験装置土槽部における地表面変位計および地中土圧計の設置位置図を示す。なお、実験方法については別報を参照されたい¹⁾。

地表面計測では、立坑の水平変位に伴う周辺地盤における地表面変位を捉える目的で3台のレーザー測距計（精度0.01mm）による測定を計画した。この変位計は、土槽上部の立坑模型の中心軸を通る可動方向に設けたガイドレール上をシーケンサ制御によりモーター駆動され任意に移動する。したがって、移動計測により横断方向地表面形状（計測範囲：0～350mm）を、また定位置による立坑変位に伴う経時的な地表面形状を任意の位置で計測することができる。

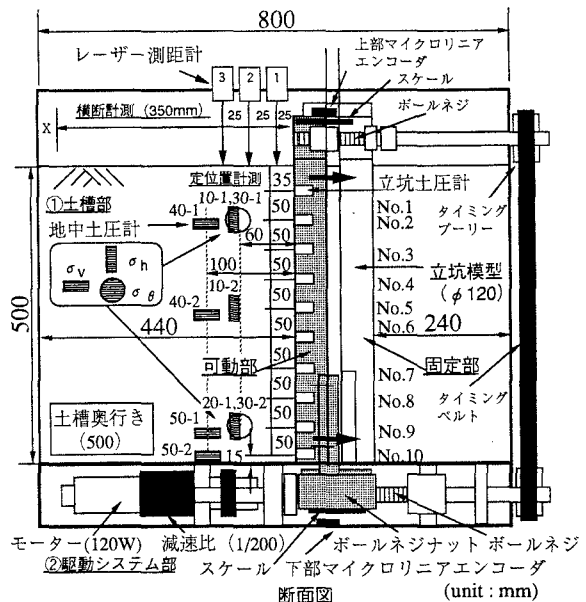
地中土圧計測では、立坑の水平変位に伴う周辺地盤中における地中土圧の挙動を把握する目的で、容量0.98～4.91MN/m²のダイヤフラム型土圧計（直径φ30mm、厚さ10mm）を用いた。なお、これらの地中土圧計は、予め土圧検定を行っており計測精度を確認している²⁾。

遠心実験は、表-1に示すような6ケースについて実施した。なお、遠心加速度598m/s²（60g）におけるプロトタイプの立坑径（D_p）は7.2m、立坑深さ（H_p）は30mに相当する。

3. 遠心実験結果および考察

図-2は、主働状態での立坑深さと水平土圧との関係を示したものである。図は、 $\delta/H = 4.0 \times 10^{-3}$ の（ δ ：立坑水平変位量、H：立坑モデル深さ）の立坑水平変位レベルでの立坑に作用する深さ方向の水平土圧分布を示している。図内には、ランキン土圧およびBeresantsevの解析解³⁾を比較のために示した。さらに大深度における円形立坑に作用する主働土圧を検討するために、過去に実施した軸対称の弾塑性モデルによる有限要素解析の結果⁴⁾（立坑深さH_p=30m、立坑変位 $\delta=2$ mm、 $\delta/H = 4.0 \times 10^{-3}$ ）についても示している。

実験より得られた主働土圧は、深さ方向によらずほぼ一定値に収束する傾向を示している。ま



た、この結果はランキンの主働土圧に比べて小さく、その差は深い位置になる程大きくなっている。すなわち、二次元のランキン土圧は深い円形立坑に作用する土圧を過大評価していることがわかる。深さ30mまでの水平土圧分布は、有限要素解析の結果ならびに軸対称で行ったBeresantsevの解析解と良好な一致を示している。

図-3は、立坑端から0.5D付近の浅い位置と深い位置に設置した地中土圧計測結果である。図中には、有限要素解析結果から得られたすべり面付近0.5D (60mm)での地盤の応力状態の変化も示している。

解析結果は、プロトタイプ深さ20mまでは応力比 σ_v/σ_h 、 σ_v/σ_r (σ_v :鉛直応力、 σ_h :水平応力、 σ_r :接線方向応力)はともに増加する傾向を示している。また、20m以深では σ_v に比べて σ_r の値が卓越していることから、周辺地盤は σ_v と σ_r で決まる破壊モードとなり、立坑壁面方向へのすべりが生じると予想される。

実験結果から得られた深い位置での応力比 σ_v/σ_h 、 σ_v/σ_r については、データポイント数は少ないものの解析結果と良い対応を示し、実験の再現性が良好なことがわかる。

一方、浅い位置での応力比 σ_v/σ_r は σ_v/σ_h よりも大きい値を示し、解析値の約2倍近い値を示している。したがって、周辺地盤中の応力状態に関しては、今後さらに実験を進め検討する必要がある。

図-4は、立坑水平変位に伴う立坑に作用する水平土圧と地盤内の深さ方向3カ所に設置した水平方向の土圧変化を示している。図から、立坑に作用する各深さでの水平土圧が、立坑下部より順次減少し、一定値に収束する傾向は、同一の深さの周辺地盤内に設置した地中水平土圧の挙動と良く対応していることがわかる。今回の結果より、立坑に作用する土圧変化と周辺地盤の地中土圧の変化との相関性が確認できたと考えられる。

4. まとめ

本実験より、プロトタイプ深さ30mまでの円形立坑に作用する主働土圧分布は、有限要素解析結果ならびにBeresantsevの解析解によりほぼ近似できることが分かった。また、立坑に作用する土圧変化と周辺地盤の地中土圧の変化との相関性が確認できたと考えられる。

今後は、さらに実験を進め主働時の円形立坑に作用する土圧と周辺地盤の地中土圧との関係を検討したい。また、当実験システムに改良を加え、実現に近い変位モードを想定した実験や施工過程の模擬が可能なシステムを開発していく予定である。

【参考文献】

- 1) 今村・藤井・野本・萩原：乾燥砂中の深い円形立坑の遠心模型実験 (その1)，土木学会第52回年次学術講演会講演概要集，1997 (投稿中)。
- 2) 今村・野本・斎藤・上野・藤井：土圧計測用小型円型ロードセルの設計と遠心模型実験への適用について，土木学会論文集，No.540/VI-31，pp.203-213，1996。
- 3) Beresantsev, V.G.: Earth pressure on the cylindrical retaining walls, Conf. on Earth Pressure Problems, pp.21-27, 1958。
- 4) 藤井・萩原：大深度円形立坑に作用する主働土圧について，第31回地盤工学研究発表会，pp.1945-1946，1996。

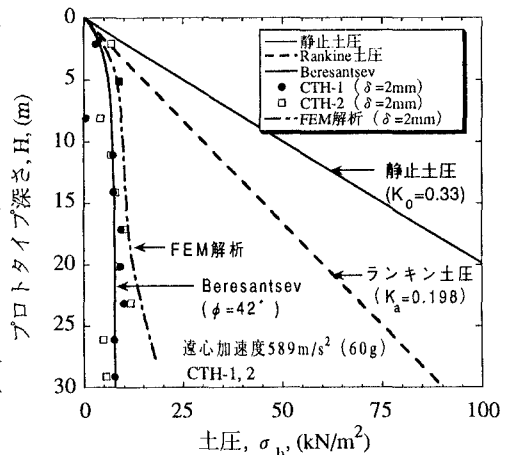


図-2 深さ方向の水平土圧分布

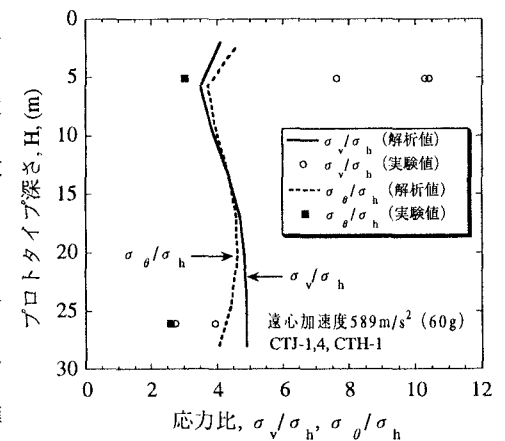


図-3 地盤内の応力分布

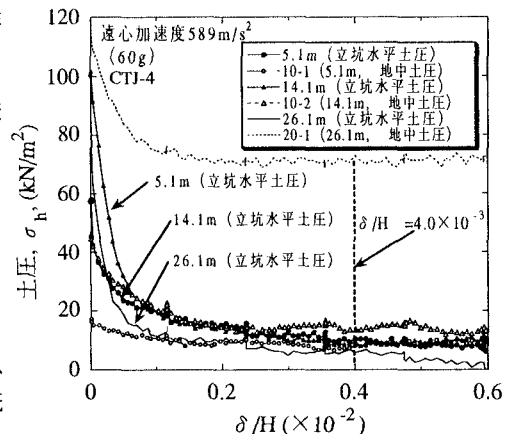


図-4 立坑水平変位に伴う立坑水平土圧、地中土圧の変化