

Ⅲ-533

大深度立坑の掘削工事における掘削地盤の変形計測事例について

飛島建設(株) 横浜支店 前川 一
 飛島建設(株) 土木本部 正会員 小林 延房
 飛島建設(株) 土木本部 峯谷 明
 飛島建設(株) 土木本部 大野 孝二

1. はじめに

本報文は、参考文献(3)で盤ぶくれの定量的な確認のため、立坑中央部に設置した区間変位計(計測精度 0.5mm)の計測結果について検討した。

工事および地盤条件は、参考文献(3)と同じである。

2. 計測方法

変位計はS-1~6までを連結し、鋼線と共に加圧アンカーで地山に固定した。最下端は、ボーリング調査結果からGL-108m地点の固結度の大きい安定した微細粒固結シルト層に固定した。(図-1参照)

変位は各区間毎(表-1参照)に計測し、例に示すように累計変位としてまとめた。

例 S-4: GL-75~108mの変位(S-4~6までの合計)

3. 計測結果

(1)計測結果

計測結果(累計変位経時変化)を図-2に示す。

①各区間の地盤の挙動は以下の通りである。

- ・S-1 (GL-53~108m): 計測対象層厚が2.0mと薄いため、計測結果はS-2とほとんど同じになった。
- ・S-2 (GL-55~108m): 6区間の中では最も累計変位量が大きく、5次掘削完了時で最大1.9mmの浮き上がりであった。
- ・S-3 (GL-62~108m): この区間は6次~7次掘削にかけて変位が大きくなり、最大1.2mmであった。
- ・S-4~S-6 (GL-75, -82, -87~108m): 変位は掘削の進行とともに増加しているが、各区間とも0.2~0.3mmとごくわずかな変位であった。

②5次掘削完了以降変位の増加がないのは、揚水による揚圧力の低下に伴う揚水対象層(GL-86.4~106.7m)の沈下と、掘削に伴うリバウンドが相殺されるためと考えられる。

③4次~5次掘削にかけて、掘削休止間も区間変位計は変位の増加を示し、リバウンドは掘削後すぐには増加せず、時間とともに徐々に増えている。

(2)計測値と解析値の比較

地盤の変位量(浮き上がり、沈下)を予測するため、有効応力解析プログラムDACSARを用いて全応力解析と有効応力解析を行った。解析で考慮できる地盤の挙動を表-2に示す。

- ・モデル 立坑中央部を回転軸とする円筒の軸対称モデル
- ・変形係数 孔内水平載荷試験より得られた変形係数の2倍(除荷時は圧縮時の2倍)
- ・透水係数 揚水試験結果より得られた透水係数
- ・地下水位 有効応力解析で考慮。

S-4~6の変位の計測値と解析値を比較したものを図-3に示す。

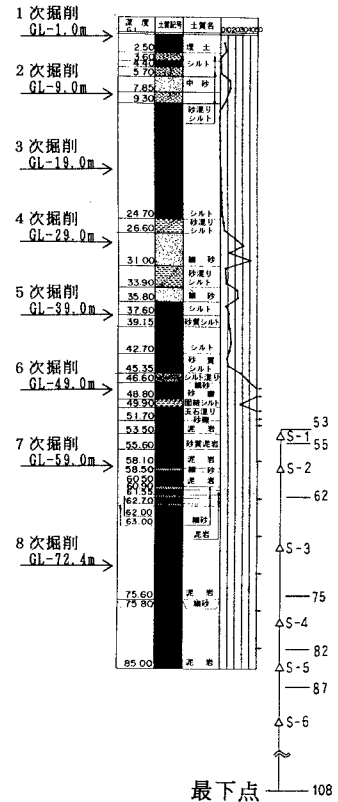


図-1 変位計位置図

表-1 地盤状況

区間変位計	変位測定区間	地盤状況
S-1	GL-53~55m	固結シルト層
S-2	GL-55~62m	固結シルト層と未固結細砂の互層
S-3	GL-62~75m	細砂の薄層が挟在する固結シルト層
S-4	GL-75~82m	滞水層の未固結細砂層を含む固結シルト層
S-5	GL-82~87m	不等水層を形成する固結シルト層
S-6	GL-87~108	主滞水層をなす細砂層

表-2 解析項目

	全応力	有効応力	地盤の動き
掘削に伴うリバウンド	○	○	↑
掘削力による盤ぶくれ	—	○	↑
地下水低下による地盤の圧縮	—	○	↓

※ ↑浮き上がり ↓沈下

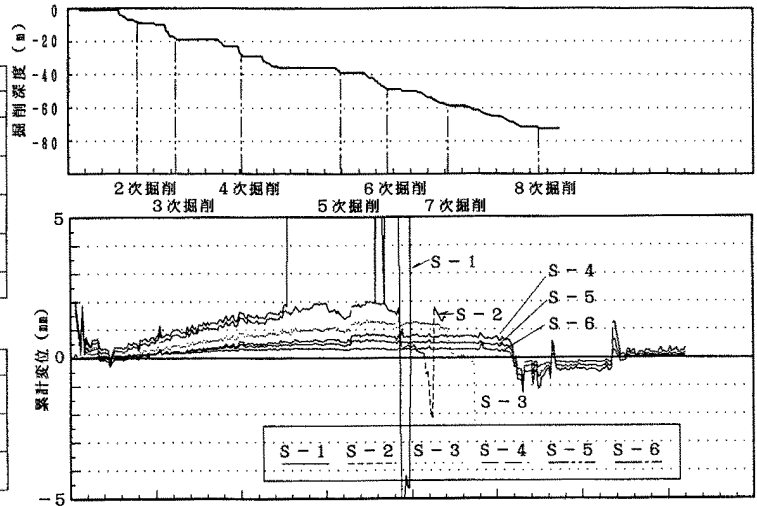


図-2 累計変位経時変化図

①全応力解析と計測値

・地盤の変位は、GL-49m以降急激に増加しており、GL-72mでは計測値と大きく異なる。

②有効応力解析と計測値

・変位の大きさは全応力解析に比べて計測値に近い。
・増減の傾向もGL-59mまでは比較的近い。

揚水により地下水位を低下させたため、全応力解析より地下水位の低下を考慮できる有効応力解析が計測値に近い結果が得られた。

計測値と解析値が異なる原因として、解析では施工の経過時間を考慮していないことが挙げられるため、今後経過時間も考慮した解析が望まれる。

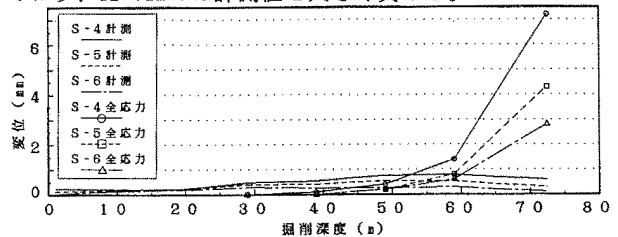


図-3 (a) 変位 (全応力と計測値)

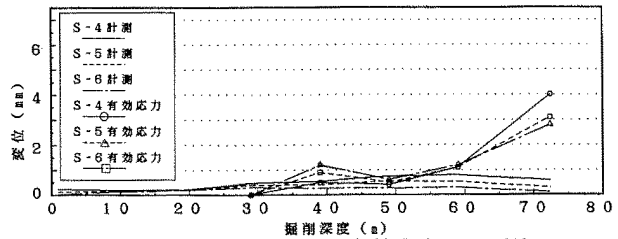


図-3 (b) 変位 (有効応力と計測値)

4. まとめ

- (1) 計測値は5次掘削完了時に最大で1.9mm (S-2) の浮き上がりとなったが、主にGL-55~75mの層の変位が増加したもので、GL-75mより深部の泥岩層は5次掘削以降変化していない。
- (2) 揚水を行った場合、掘削底面のリバウンドと沈下は相殺される可能性があり、地下水位の低下を考慮した有効応力解析が全応力解析より実測に合う。
- (3) 泥岩層におけるリバウンドは、荷重が変化しない間も時間とともに徐々に増える。

最後に本報文をまとめるに当たり、日本下水道事業団をはじめ多くの方々からご指導を頂きました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- (1) 松元, 太田, 小林: 地盤改良部を考慮したリバウンド解析, 第26回土質工学研究発表会 (1991, 7)
- (2) 松井, 中平: 軟弱粘土地盤のヒーピングに関する現場実験と弾塑性解析, 土と基礎 (1989, 5)
- (3) 村上, 前川, 大野, 谷内: 大深度立坑の掘削工事における盤ぶくれの計測事例について, 土木学会第50回年次学術講演会 (1995)