

鋼矢板斜め自立土留め工法の実施工を模擬した遠心模型実験

(株) 大林組 正会員 ○嶋田洋一 正会員 高橋真一
正会員 前田知就 正会員 杉江茂彦

1. はじめに

自立土留めに作用する土圧は、土圧理論によると、土留めを傾斜させることで低減する。しかし、一般的には施工性や工事範囲を考慮して、自立土留めは鉛直打設されるが、最近では傾斜しても施工できる施工機械が開発されており、設計的に土圧低減効果を期待して斜めに打設することで、より効率的な土留め施工の可能性が大きくなってきている。

著者らはこれまで、自立土留めに関して砂地盤による遠心模型実験を行い作用する土圧分布や変形挙動に検討^{1) 2)}を行い、土留めを傾斜させることで土留めに作用する土圧軽減と掘削に伴う変形の減少を定量的に確認した。

ここでは、具体的な適用現場を念頭に、現場の掘削断面を反映した模型実験を行い、土留めの傾斜の効果について検証した。

2. 実験方法

図-1 に適用現場における掘削断面を示す。模型実験では図-2 に示す 1/33 縮尺の模型地盤を作製し最大 33G の遠心加速度を载荷し、土留めの変形や土圧分布の検討を行った。使用した土槽寸法は、幅 80cm×高さ 50cm×奥行き 20cm、前面はアクリル板を使用し、地盤変位の計測が可能である。また、アクリル板を含む土槽と模型地盤の間には摩擦低減のためテフロンシートを貼付している。模型地盤の掘削深さは小段を設け最大 29cm、土留め壁の高さは 36cm である。

写真-1 に模型地盤を示す。鋼矢板による土留めを想定して、土留め壁をアルミ板で作製した。土留め壁模型には、小型土圧計 ($\phi 6\text{mm}$, 容量 1MN/m^2) を主働側 7 箇所、受働側 4 箇所埋込み状態で設置し、壁面にかかる土圧を計測した。模型地盤は、土留め模型を所定の場所に設置後、乾燥した豊浦標準砂を空中落下方法で投入し作製した。実験では、1G 場で所定の掘削後、遠心加速を载荷する方法を繰り返しながら、掘削を模擬した。

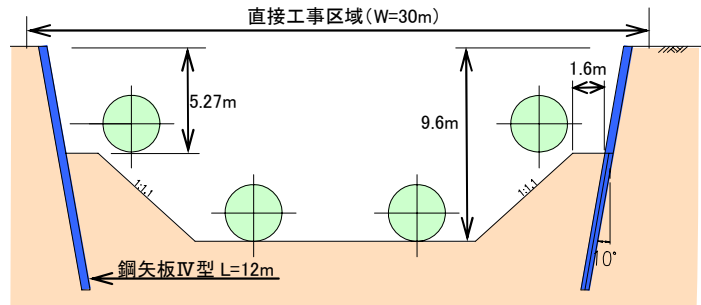


図-1 適用対象の掘削断面

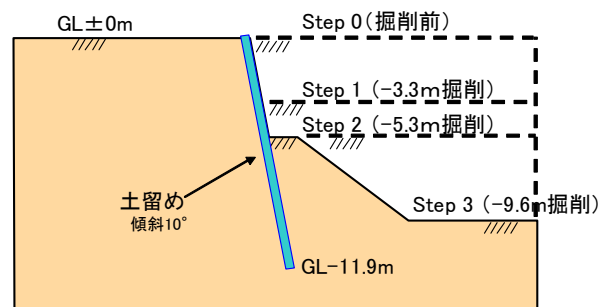


図-2 模型地盤の概要

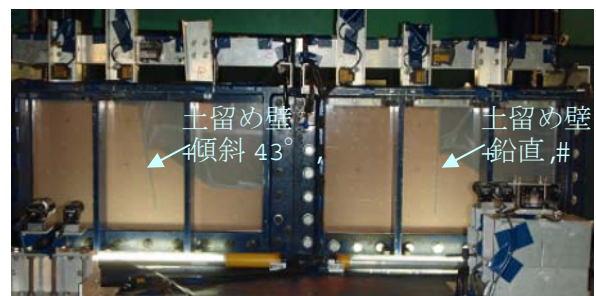


写真-1 模型地盤

表-1 実験ケース

No.	Case 1	Case 2
土留め条件	直立	傾斜 10°
土留め模型	アルミ製 厚さ 7mm	
地盤	材料：豊浦標準砂（乾燥） 密度： $\rho_d=1.55\text{g/cm}^3$ 作製方法：空中落下方式	
掘削過程	Step0：掘削前 Step1：掘削深さ 3.3m Step2：掘削深さ 5.3m Step3：掘削深さ 9.6m	

キーワード 自立土留め、砂地盤、鋼矢板、土圧、変形、沈下、遠心模型実験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティー (株)大林組 生産技術本部 基盤技術部
TEL 03-5769-1322

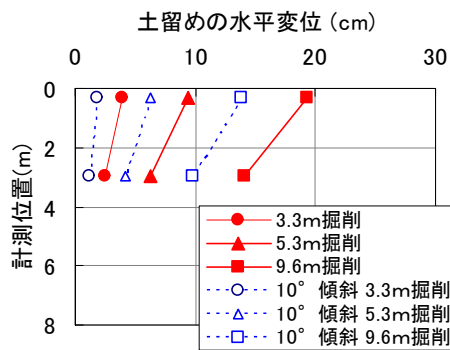


図-3 土留めの水平変位分布

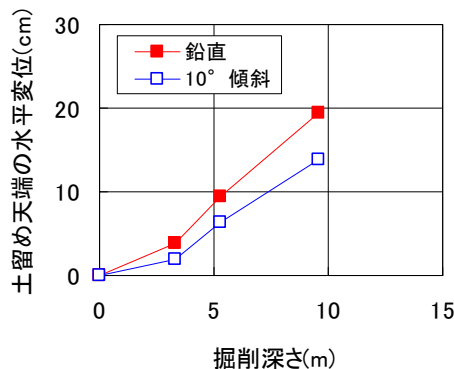


図-4 掘削深さと土留めの水平変位

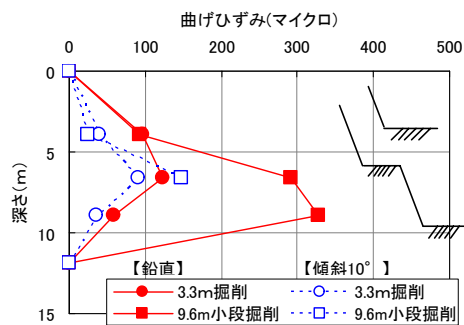


図-5 土留めの曲げひずみ分布

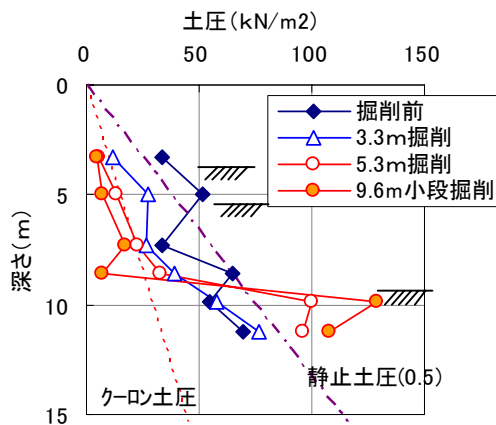


図-6 壁面に作用する土圧(鉛直土留め)

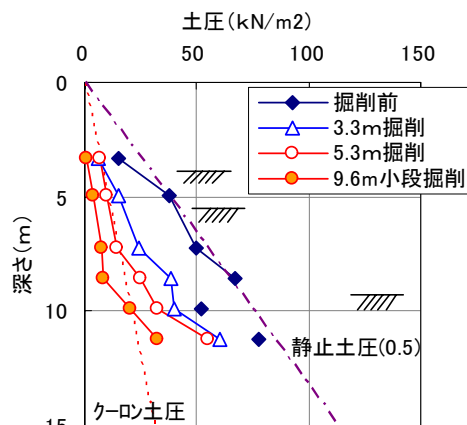


図-7 壁面に作用する土圧分布(傾斜土留め)

3. 実験結果

図-3、図-4 は、掘削に伴う土留めの変形挙動を示したものである。なお、以下に示す変位は、実験計測結果を 33 倍して実物変位に換算したものである。図-3 は掘削段階ごとの土留め壁の変位分布である。土留め上部ほど水平変位が大きく、土留め下方を軸に前方に傾いていく変形が生じている。またどの掘削深さにおいても、傾斜土留めの変位量は鉛直土留めの水平変位量に比べて小さくなっている。図-4 は、掘削深さと土留め上部での水平変位の関係である。深さに応じて変形の差も増加し、実験を行った最大掘削深さにおいては、鉛直土留め 20cm に対して、傾斜土留め 14cm 程度と約 30%変形量が小さくなることが確認できた。

土留め壁の曲げ状態を把握するために土留め壁にひずみゲージを深さ方向に 3 箇所、土留め壁の表裏に貼付した。図-5 は、曲げひずみの深度分布であり、土留めの傾斜のあるなしに関わらず、土留め中央付近で最大値が現れている。最大曲げひずみの大きさは掘削深さに関わらず傾斜土留めの方が鉛直土留めに比べて小さい。3.3m 掘削時に比べて 9.6m 掘削時の方がその差が大きく、土留めの傾斜の効果が顕著に現れている。

図-6、図-7 は土留めに作用する主働側土圧の深度分布である。鉛直土留めでは、掘削前の状態で計測結果にバラツキが見られるが、図中に付記した $K_0=0.5$ と仮定した静止土圧にほぼ等しいことから、この装置による土圧の定量的な把握が妥当なことが確認できる。掘削部分では土圧が低減し、根入れ部分では静止土圧より増加した。図中には土留めの摩擦角を $\phi/3$ で考慮したクーロン土圧を付記した。掘削部分で計測された主働側土圧はクーロン土圧と同等かやや小さな分布になっている。傾斜土留め壁に加わる土圧は、深さに関わらず、静止土圧より減少し、鉛直土留めの主働土圧に比べて小さな作用荷重になっており、土留めの安定性に寄与していることが土圧の面からも確認できた。

参考文献

- 1) 嶋田他：自立土留めに働く砂地盤の土圧に関する遠心模型実験，土木学会第 65 回年次学術講演会，Ⅲ-456，2010 年
- 2) 嶋田他：鋼矢板自立土留めに働く砂地盤の土圧に関する遠心模型実験，第 46 回地盤工学研究発表会，2011 年