

自立土留めに働く砂地盤の土圧に関する遠心模型実験

(株) 大林組 生産技術本部 正会員 ○嶋田洋一 松本伸
技術研究所 正会員 高橋真一 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、土留め壁へ作用する土圧は低減する。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。

本論文では、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を行うとともに、斜め打設した場合の土圧分布やその変形特性について検討を加えた。

2. 実験方法

図-1、写真-1 に模型地盤の概要を示す。図では傾斜した土留めのケースを示した。砂地盤を対象とした自立土留めを模擬するため、あらかじめ土留めを有する模型地盤を作製した後、遠心力を最大 50G まで増加させる方法で行った。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。模型地盤深さは 44cm、土留め壁の高さは 36cm である。

写真-2 に土留め模型を示す。地盤改良利用による土留め壁を想定して、模型用石膏(強度:8000kN/m²)で作製した。土留め模型には、小型土圧計(φ6mm、容量 1MN/m²)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。

表-1 に計測項目、表-2 に実験ケースを示す。実験では、1G 場で所定の掘削(10cm、20cm、50G 遠心加速度場で各々 5m、10m 相当)後、遠心加速を載荷する方法で進めた。実験では、土留めに働く土圧、レーザー変位計を用いた土留めの水平変位、土留め背面地盤の沈下、CCD カメラによる地盤変形挙動を観測した。

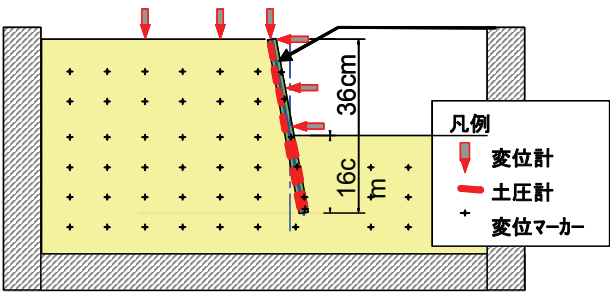


図 - 1 模型地盤の概要

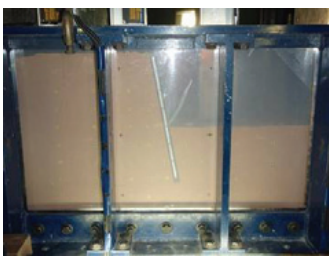
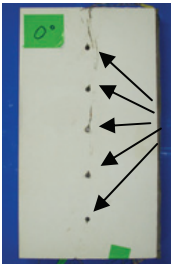


写真-1 模型地盤



小型土圧計

写真-2 土留め模型

表-1 計測項目

計測項目	計測方法
壁面土圧	小型土圧計(φ6mm) 土留め主働側 7 箇所 土留め受働側 4 箇所
土留め変形	レーザー変位計、CCD カメラ
地盤変形	レーザー変位計、CCD カメラ

表-2 実験ケース

No.	Cs1	Case2	Case3
土留め条件	直立	傾斜 10°	傾斜 20°
土留め模型	石膏製 厚さ 17mm (50G 場で 85cm 相当)		
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	Step1: 掘削深さ 10cm (50G 場で 5m 相当) Step2: 掘削深さ 20cm (50G 場で 10m 相当)		

キーワード 自立土留め、砂地盤、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
TEL 03-5769-1322

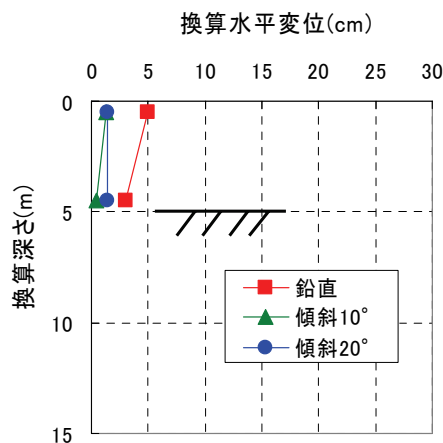
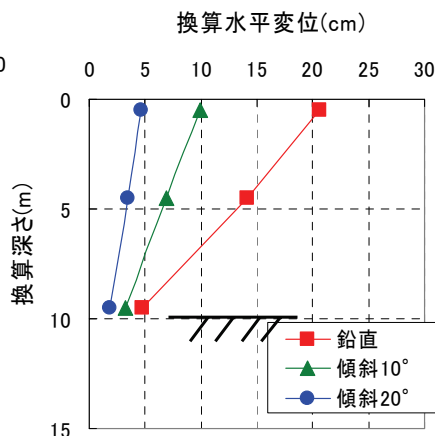
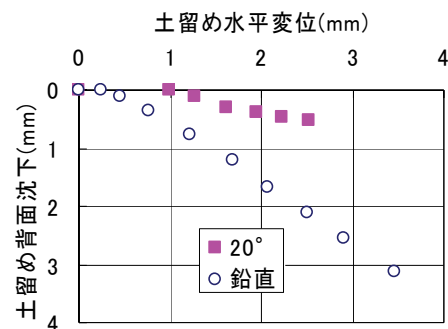
図-2 土留め天端の水平変位
(5m 掘削相当時)図-3 土留め天端の水平変位
(10m 掘削相当時)

図-4 土留め水平変位と背面沈下

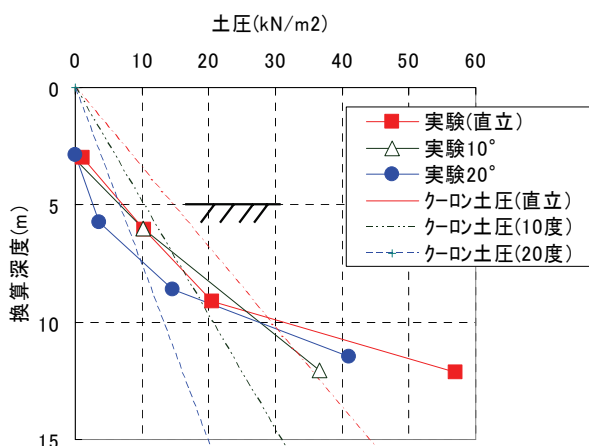


図-5 壁面に作用する土圧(5m 掘削相当時)

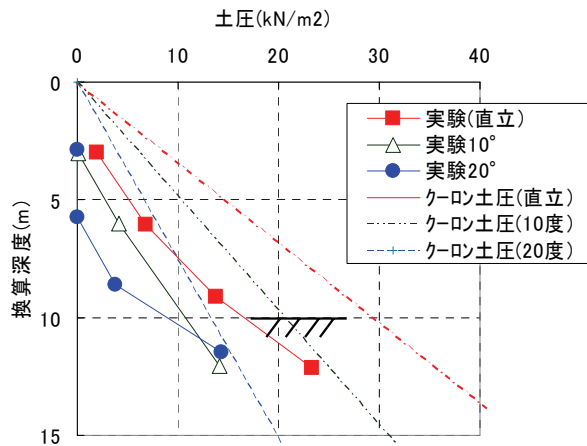


図-6 壁面に作用する土圧(10m 掘削相当時)

図-2、図-3に5m、および10m掘削相当時の土留めの水平変位の分布を示す。5m掘削相当の段階からCase1(鉛直土留め)に比べてCase2, Case3(傾斜土留め)が小さい水平変位となっている。10m掘削相当時点ではその傾向はより明確になり、実験の結果では、水平変位がCase2で約1/2、Case3で約1/4まで低減する効果が認められた。一方その変形挙動は、土留め天端が一番大きく、掘削面では2~4cm程度と小さく、掘削とともに土留めが前方へ傾いてくる変形となっている。当初鉛直状態であったCase1では、掘削に伴う変形によってオーバーハング状態となるが、Case2, 3で当初の斜めの効果により、鉛直状態までまだ達せず、安定状態を保っていると言える。

図-4は、掘削に伴う土留めの水平変位と、土留め背面地盤の沈下を示した。土留めの沈下が小さい結果、背面地盤の変形も抑制され、背面地盤の沈下発生量も小さくなっている。

図-5、図-6は、各掘削段階の土留め壁面に作用する主働側の土圧の分布である。図中には、クーロン土圧を付記している。土圧分布は、どの深さにおいても、クーロン土圧よりも小さな値を示している。特に壁面上部の方が比較的小さな土圧となり、この傾向は土留めの傾斜が大きいCase3が最も顕著になっている。土留めの傾斜によって土圧の合力が減じるとともに、土留め上部の土圧の減少がより大きいことから、土留めに作用する合力の作用点の位置も相対的に下がり、その結果、先に示した変形抑制効果が大きく現れたものと考えられる。これらの壁に作用する土圧に関しては、抗土圧構造物は異なるものの、高田ら¹⁾によるもたれ擁壁に対する一連の遠心実験でも認められ、土留めの変形による土圧分布の減少の影響が示唆される。

今後は、背面地盤の変形特性や受働部側の土圧評価など、検討を引き続き進めるとともに、斜め打設した場合の土留めの設計、施工技術に関して検討を進める予定である。

参考文献：高田、新井：もたれ擁壁に働く土圧、大阪市立大学修士論文梗概集、2003年、他