

遠心場における矢板の強制変位実験 - シルト質地盤を対象として -

武蔵工業大学 学生会員 ○日下部 澄音 正会員 末政 直晃
独立行政法人 産業安全研究所 正会員 豊澤 康男 伊藤 和也

1. はじめに

仮設構造物である土留めの設計・施工は経済的であるとともに安全であることが要求される。このような土留め構造物の危険な、または過大な設計・施工を避けるには、土留め矢板に作用する壁面土圧や土留め矢板の変形を正しく把握することが重要である。本研究はシルト質地盤を対象とし、遠心場において矢板の変形を高精度に制御することのできる可動土留め装置を用いて実験を行い、崩壊に至るまでの地盤の挙動、地盤や矢板の変形と壁面土圧発現の相互作用について検討を行った。

2. 実験概要

実験では 10 段の切梁をそれぞれ独立して水平方向に変位させることによって土留め（実物換算で 17.5m）の変形モードを変えることができる可動土留め装置を用いた。切梁の先端部には分割式矢板をそれぞれ装着している。この分割式矢板は中央部がヒンジによって取付けられており、地盤の変形に応じて回転し土留めの連続性を保つ構造となっている。この背後には 2 方向ロードセルが配置されており、分割式矢板に作用する水平・鉛直荷重を計測している。地表面の沈下量は土槽の上 3 ヶ所に固定したレーザー変位計により計測した。模型地盤は土槽（幅 500mm、高さ 400mm、奥行き 200mm）に、シルト質土である CFP-100 を用いて空中落下法により作成した。CFP-100 と豊浦砂の物理量、粒径と粒径加積曲線¹⁾を表 - 1、2 と図 - 1 に示す。CFP-100 の平均粒径は豊浦砂のその約 1/3 であるが、曲率係数はほぼ同じである。また、CFP-100 の内部摩擦角 ϕ は 44.5° である²⁾。矢板の変形モード（図 - 2 参照）を下端固定、中央変形、上端固定、平行移動とし、遠心加速度 50G 場においてすべての実験を行った。模型地盤の相対密度 D_r （%）はどの変形モードにおいてもほぼ 60%であった。

表 - 1 CFP-100 と豊浦砂の物理量

試料名	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	最大乾燥密度 $\rho_{d\max}(\text{g/cm}^3)$	最小乾燥密度 $\rho_{d\min}(\text{g/cm}^3)$	最大間隙比 $e_{\max}$	最小間隙比 $e_{\min}$
CFP-100	2.655	1.588	1.170	1.269	0.672
豊浦砂	2.640	1.645	1.335	0.978	0.605

表 - 2 CFP-100 と豊浦砂の粒径

試料名	10%粒径 $D_{10}(\text{mm})$	30%粒径 $D_{30}(\text{mm})$	60%粒径 $D_{60}(\text{mm})$	平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	均等係数 U_c	曲率係数 U_c'
CFP-100	0.031	0.042	0.05	0.05	1.8	1.02
豊浦砂	0.116	0.14	0.16	0.16	1.5	0.97

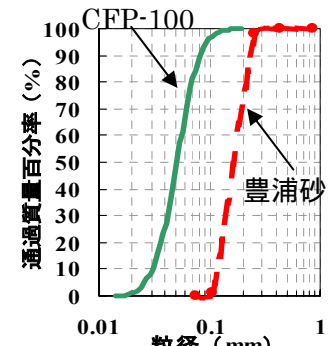


図 - 1 粒径加積曲線

3. 実験結果と考察

水平土圧分布を図 - 2 に示す。なお X/L は矢板の傾き（模型地盤の中央部までの高さ： L 、中央部の矢板の水平方向変位： X ）である。また主働土圧はランキンの土圧理論式より計算した。既往の研究³⁾より、下端固定で矢板を変位させるとランキンの主働土圧に近い土圧分布をとることが分かっている。（１）下端固定の $X/L=0.040$ で理論値と近い計測値となっている。下端固定以外の変形モードでは、特に（３）上端固定時の深さが-4m から-6m の上層地盤において大きな土圧を得た。上端を固定し土留め矢板を変位させると、下層の地盤が変形し、同様に上層の地盤も変形する。しかし、土留め矢板上部の変位量は下部のそれに比べ小さいため、上層の地盤は土留め矢板に押しつけられる。この結果、上部の土圧が大きくなったと考えられる。また土留め矢板上部に地盤が押しつけられたことでアーチ作用が発生し、-8m 付近から急激に土圧が小さくなったと考えられる。 $X/L=0.004$ の時点でもこの現象が見られる。上端・下端の両方が固定されている（２）中央変形でも同様のことが起こっていると

キーワード 遠心模型実験、土留め、土圧

考えられる。また、同じ現象は試料として豊浦砂を用いた既往の研究⁴⁾でも生じている。ただし計測された上部土圧は豊浦砂地盤の方が大きかった。この原因としては、ダイレイタンシーや粒子径の違いによる影響などが考えられる。(4) 平行移動では上層の地盤で土圧は大きいものの、分布形状は(1) 下端固定と似ている。しかし、下層の地盤においては土圧が小さくなっている。

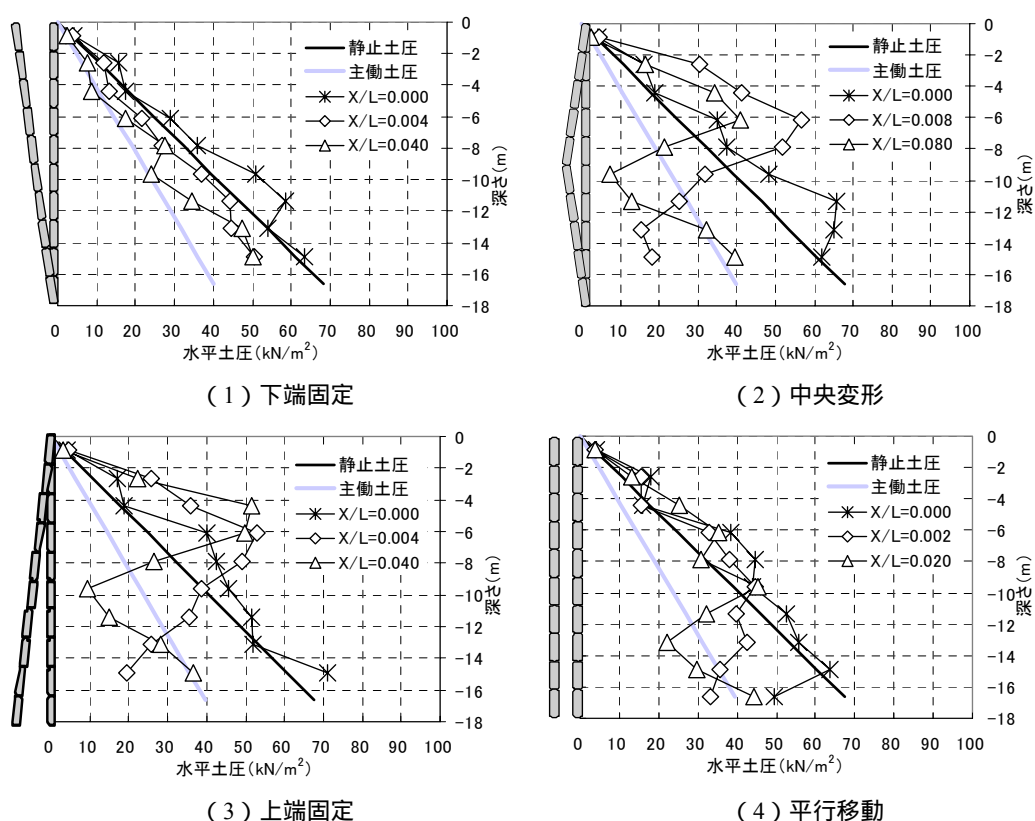


図 - 2 水平土圧分布

図 - 2 (2) 中央変形の後、中央部を固

定し、上端を変位させ土留め矢板の最終的な形状を(1)の下端固定と同じにした($X/L=0.100$)。このときの水平土圧分布を図 - 3 に示す。どちらの場合もほぼ同じ土圧分布となった。このことより、土留め矢板の変形過程が異なっても最終的な形状が同じであれば、ほぼ同じ土圧分布を得ることが分かった。各変形モードの地表面沈下量を図 - 4 に示す。この図より、変形モードによって異なる沈下量を得ることが分かった。特に、上端固定時の矢板から約 7m 離れた付近での沈下量が他の変形モードに比べ大きな値をとった。

4. 結論

シルト質土である CFP-100 を用いて模型地盤を作成し矢板の強制変位実験を行い、以下の結論を得た。

- (1) 下端を固定した土留め矢板の変形モードでは水平土圧分布がランキンの土圧理論に従い、上端固定と中央変形の変形モードでは地盤上部に土圧が集中する傾向が確認された。
- (2) 土留め矢板の変形過程が異なっても、最終的な形状が同じであれば、同様の土圧分布を得た。
- (3) 地表面の沈下量は土留め矢板の変形モードによって異なった。特に、土留め矢板から約 7m 離れた場所で大きな差が見られた。

<参考文献>

- 1) 近藤ら：シルト質土の液状化強度、第 38 回地盤工学研究発表会、pp365-366、2003
- 2) 河村ら：シルト質地盤の円形基礎の支持力実験、土木学会第 31 回関東支部技術研究発表会 投稿中
- 3) 石原研而：土質力学、丸善株式会社、1988
- 4) 市川ら：遠心掘削シミュレータによる壁面土圧の再配分に関する研究(砂地盤)、施工過程を考慮した地盤の変形・破壊予測に関するシンポジウム pp155-160、2002

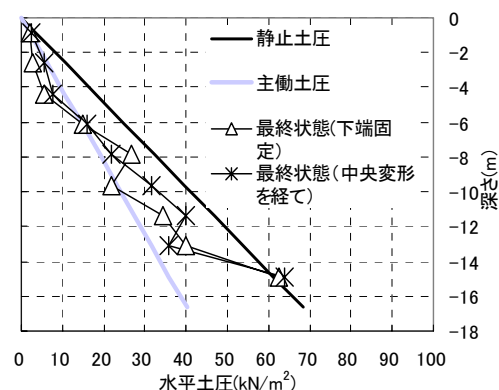


図 - 3 最終的な土圧分布

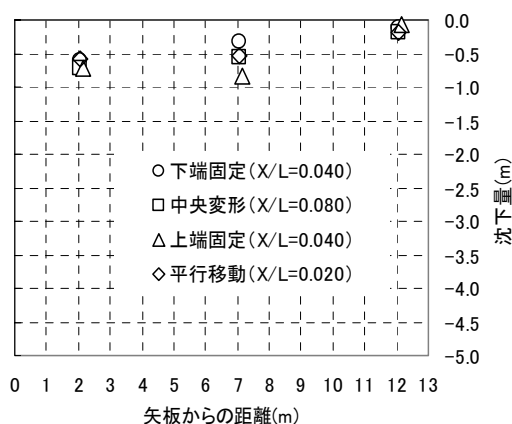


図 - 4 地表面の沈下量