

エア封入袋体による土止め効果を検証するための遠心载荷模型試験

新日本製鐵(株) 正会員 山田知裕、羽上田裕章
労働省 正会員 豊澤康男、堀井宣幸、玉手 聡

1. 研究目的

新日本製鐵(株)では、軽量の袋体（トレンチバッグ）を吊り降ろし、空気圧で膨張させることにより掘削壁面を押さえる簡易土止め工法（トレンチバッグ工法）を開発した。本工法に用いる袋体は、従来の矢板に比べ非常に軽量であるため、土止め工施工に際し省力化が期待できる。また、溝上での作業により土止め工設置が出来るため、危険な作業が発生せず、施工上安全な工法である。しかしながら、この方式の土止め工については研究成果が少なく、地盤崩壊防止メカニズムは十分には解明されていない。

そこで本研究は、エア封入袋体が地盤崩壊を抑制するメカニズムを明らかにすることを目的として遠心模型実験を行った。

2. 試験概要

遠心载荷実験で使用した模型土槽は、幅 430mm × 高さ 250mm × 奥行き 100mm であり、模型地盤としては、カオリン粘土と中間土（カオリン粘土：豊浦標準砂 = 1：2 {重量比}）をそれぞれ異なる先行圧密圧力（粘土：0.10、0.13、0.16MPa、中間土：0.13、0.16、0.19MPa）で一次元圧密を施した計 6 種を準備した。この地盤の左右に高さ 125mm × 幅 50mm の掘削溝（遠心加速度 20G 時の換算掘削高さ 2.5m、幅 1.0m）を成形した後、左側の溝に高さ 50mm × 幅 50mm の袋体（遠心加速度 20G 時の換算袋体高さ 1.0m）を設置した（図 1）。右側の掘削溝は、土止め工を設けない素掘状態とした。

実験は、遠心加速度を徐々に上昇させるとともに、遠心加速度 20G 時に袋体内圧が 0.02MPa となるように徐々に上昇させる方法で行った。また、遠心加速度が 20G に達した後は、袋体内圧を 0.02MPa に留めた状態で左右両側の掘削溝が崩壊するまで遠心加速度を上昇させた。

3. 試験結果及び考察

粘土地盤の先行圧密圧力及び含水比を表 1 にまとめ、掘削壁面下部にすべり線が発生した時の加速度、すべり線が地表面に達し、崩壊に至った時の加速度を図 2 に示す。粘土地盤では、遠心加速度の上昇に伴ってまず掘削壁面下部にすべり線が発生し、それが地表面に向かって進展し、ついには地表面に小さなクラックが発生すると同時に地盤が滑り出す過程を辿って崩壊した。袋体を設置した場合は設置しない場合に比べ、すべり線発生時の遠心加速度、崩壊時の遠心加速度がともに 4 割程度大きく、袋体設置による土留め効果が確かめられた。

中間土地盤の先行圧密圧力及び含水比を表 2 にまとめ、すべり線が地表面に達した時の加速度を図 3 に示す。中間土地盤では、素掘状態の掘削溝では地表面にクラックが発生すると同時にすべり線が発生し地盤の崩壊に至った(写真 1 参照)。袋体を設置した溝では、まず袋体下部の

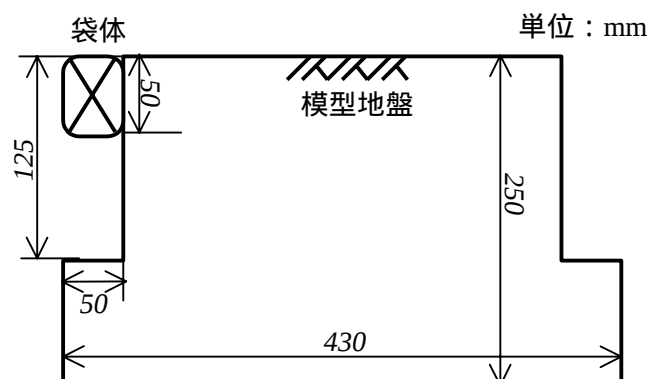


図 1 遠心载荷模型地盤

表 1 粘土地盤を対象とした試験諸値

地盤強度	弱	中	強
先行圧密圧力 (MPa)	0.098	0.127	0.157
含水比(%)	52.56	47.58	45.35

表 2 中間土地盤を対象とした試験諸値

地盤強度	弱	中	強
先行圧密圧力 (MPa)	0.127	0.157	0.186
含水比(%)	20.64	20.00	19.75

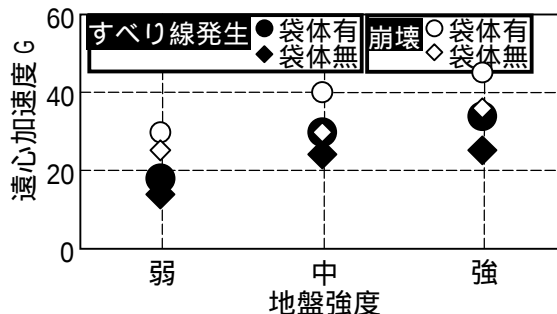


図 2 粘土地盤の試験結果

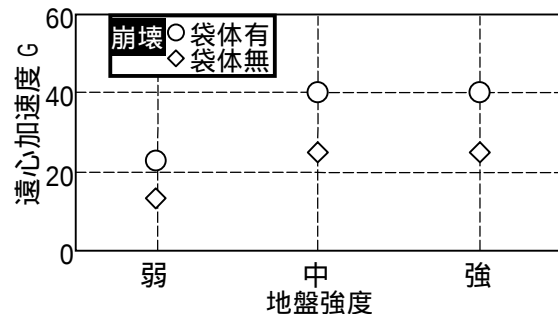


図 3 中間土地盤の試験結果

溝壁面がはげ落ち、次いで地表面にクラックが発生して崩壊に至った。袋体を設置した場合は、設置しない場合に比べ、崩壊時の遠心加速度が 6 割程度大きく、中間土地盤における袋体設置効果を確認することができた。

掘削溝のような鉛直な掘削面を有する地盤では、亀裂、クラック等の不連続箇所の発生や掘削に伴う地盤変形の発達に崩壊を助長する。袋体は、比較的土圧が小さく浅い掘削壁面に袋体内圧に等しい側方圧力を添加することで掘削溝を保持する。掘削壁面に側方圧力を加える働きをする袋体を設置することで、地盤内のひずみを押さえられ、掘削壁面下部におけるすべり線の発生や地表面における亀裂発生を抑制し、掘削壁面が内側へ倒れ込む現象を防止していると考えられる。従って、袋体設置による土止め工は、掘削地盤を保持して地盤崩壊を防ぐ効果があることが伺える。



写真 1 試験時の地盤状況（中間土地盤，地盤強度中）

4. まとめ

エア封入袋体が地盤崩壊を抑制するメカニズムを明らかにすることを目的として、地盤種類、先行圧密強度が異なる 6 ケースの模型地盤に掘削溝を施し、遠心載荷模型試験を行った。本研究のまとめを下記に示す。

- (1) エア封入袋体を設置した場合は、設置しない掘削溝に比べ、粘土地盤ではすべり線発生時及び崩壊時の遠心加速度、中間土地盤では崩壊時の遠心加速度が大きい結果が得られ、エア封入袋体の設置による土止め効果を確認することができた。
- (2) エア封入袋体を設置することで、掘削溝面に側方圧力が添加される結果、地盤崩壊を助長する地表面における亀裂やクラック等の不連続箇所の発生や掘削に伴う地盤変形の発達を抑制し、掘削壁面を保持して地盤崩壊を防ぐ効果があると認められた。