

浅い掘削溝の妻側崩壊に対する保護方策の実験的検証

(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 正会員 ○玉手 聡, 堀 智仁
日本スピードショア(株) 正会員 菊田亮一

1. はじめに

土砂崩壊による死傷災害の約 4 割は土止め支保工の設置が標準とされていない深さ 1.5m 未満の浅い溝掘削工事で発生している¹⁾。本研究ではこのような小規模な工事において容易に実施可能な安全方策の提供を目的に土砂遮断装置²⁾を開発している。本装置の特徴はその要求性能を「崩壊防止」から「被災防止」に改めたことであり、作用荷重と発生変位の条件を見直した。具体的には、人に危害が加わらない範囲で変位の発生を認め、作用荷重は災害に多く見られた自立性の地山でのクリープ的な崩壊に限定した。このような要求性能の再検討によって保護機材の軽量化と構造の簡易化が可能になった。本報告では溝工事におけるさらなる労働災害の防止のため掘削端部である妻側の崩壊対策について議論する。

2. 妻側の崩壊対策

土砂遮断装置(以下、「土砂ガード」と言う)は図 1 のように作業者を囲むように設置して使用する個人用の保護手段である。詳細は既報³⁾に譲るが、本装置は重さが 200N 程度と軽量で、構造もシンプルであり現場で簡単に使用できるものである。これまでの研究³⁾から溝側壁からの崩土を受圧するとシート張力が増加して梁を溝壁側に張り出す力が生じて崩土を支持する機序を明らかとなった。そして、崩土の圧力に応じた分力が上下の梁を介して溝壁の肩と溝先を支持することで崩壊ブロックが小さくなり、最終的に受圧シートへの作用土圧と梁による水平支持力がバランスして保護空間が構築される。

溝掘削では側面からの崩壊に加えて端部(妻側)にもその危険がある。本研究ではこの妻側崩壊に対する保護方策を検討した。一般的な土止め支保工では妻側にも矢板を建て込み水平土圧に対する反力は土止め支保工の自重と土との摩擦によって発揮させる。一方、本研究が対象とする深さ 1.5m 未満の溝工事では土止め支保工に代わって土砂ガードによる防護を



図1 土砂遮断装置(土砂ガード)の使用イメージ

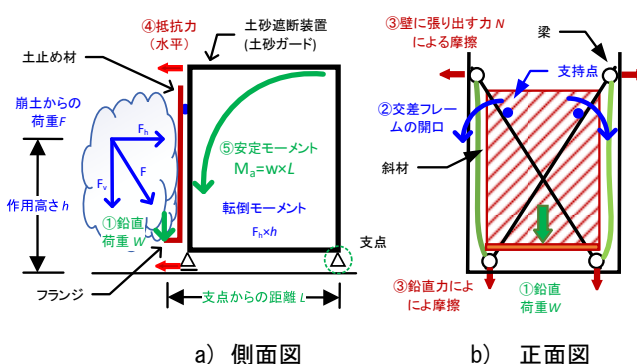


図2 転倒モーメントと水平土圧に対する抵抗(Cs1)

検討している。前述のとおり、土砂ガードの妻側には交差フレームの開口部が存在するためそのままでは崩土が内部に流入する。また、土砂ガード自体が軽く自重では水平土圧に抵抗できない。そこで本研究ではその解決策として 3 つの方法を考案し効果を実験的に調査した。

3. 崩土の重さを利用した抵抗機序

本研究で考案した方策とは、土砂ガード妻側に作用する崩土の重さを利用して抵抗力を発揮させる機序である。具体的には妻側から落下する土砂を交差フレームの前面に設置した土止め材で受圧する方法である。この土止め材として、ここではアルミ板による Cs1 と化学繊維シートによる Cs2 と Cs3 の計 3 ケースを比較する。両部材に共通するアイディアは、崩土の衝突によって生じる荷重から鉛直成分を抽出して交差フレームの上部に伝え、その力を水平方向の摩擦力と安定モーメントに利用するものである。

キーワード 土砂崩壊, 労働災害, 溝掘削工事, 妻側対策, 被災防止, 保護方策

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 TEL 042-424-4512(代)

図 2 は妻側からの崩土に対する抵抗機序を模式的に示す. 同図は土止め材がアルミ板の例であるが, 崩土が土止め材に衝突するとその重量の一部 w が①鉛直荷重となってフランジに作用する. この鉛直荷重は支持点を介して交差フレームに伝わる. 土砂ガードの後ろ側支点から受圧板までの距離を L とすると, 反時計回りに⑤安定モーメント $M_a(=w \times L)$ が発生し, これが土圧の水平荷重成分による転倒モーメント $M_t(=F_h \times h)$ よりも大きければ転倒しない. さらに, 支持点を介して斜材に伝った鉛直荷重は②交差フレームを開口させるように働く. すなわち水平分力が生じ, この分力は梁を溝壁側に張り出す押し付ける力 N となる. したがって, 崩土の荷重を利用した③摩擦力が溝側面と溝底部の両方で発揮され, この④抵抗力が崩土による水平荷重成分よりも大きければ土砂ガードは滑動しない.

本研究の実験ケースを表 1 に示す. Cs1 ではアルミ板の支持点を交差フレーム上に設置し, Cs2 と Cs3 ではシート材の上辺左右に設けたハトメを両上梁のフックに取り付けた. シート下端の設置方法は両ケースで異なり, Cs2 では内側に折り曲げて交差フレームの脚部で押さえた. Cs3 は逆に外側に折り曲げて崩土がシートの上に載るようにした.

図 3 は実験開始前の様子である. 1)では向かって正面に関東ロームを盛土して作製した高さ 2m の模型地山が見える. この鉛直壁は妻側の溝壁を模擬したものであり, 溝壁の高さが 1.7m となるように手前側の床には高さ 0.3m 盛土した. 手前側が 3 つのエリアに分かれてるのは比較実験のためである. 向かって左側は土砂ガードが単体で置かれ, 妻側は交差フレームの開口部がある. 中央は Cs1 であり交差フレーム上にアルミ製の土止め材が設置されている. 右側は妻側の溝壁のみである. 一連の実験では模型地山の天端に 2)のように盛土して崩壊を再現し, 妻側対策の有無や方法の違いによる効果を調べた. その結果, 全てのケースにおいて崩土は土止め材で遮断され, 内部への流入は 2)のように防げた. 土砂ガードの水平移動量を 5)のようにコンクリート壁へのマーキングによって実測したところ, 3)のシートを脚部で押さえた Cs2 では最大 200mm と大きくなった. 一方, 崩土をシートに上載させた 4)の Cs3 では 5mm と最も小さくなり土との摩擦の効果が認められた.

表 1 妻側の土止め材の設置方法と発生変位の比較

ケース	Cs1	Cs2	Cs3
溝壁高さ	1.7 m		
模擬溝幅	1.18 m	1.17 m	1.17 m
材質	アルミ板	ポリプロピレンシート	
大きさ	縦 1.0m, 幅 0.7m, 厚さ 5mm	縦 1.25m, 幅 1.0m	
下端条件	溝底部と板の間に 0.1m ほどの隙間有り	シートを内側に巻き込み脚部で押さえる	シートを妻側(外側)に前置き
重さ	110 N	22 N	
最大水平変位	35 mm	200 mm	5 mm

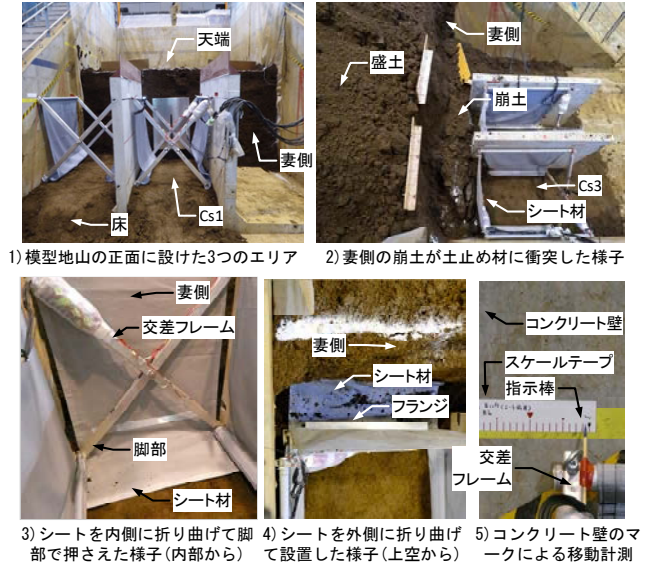


図 3 妻側の崩壊に対する防護方策を検証する様子

5. まとめ

本研究では小規模な溝工事での土砂崩壊による労働災害の防止を目的に簡易な個人用の保護手段である「土砂遮断装置」(土砂ガード)を提案し, さらに妻側の崩壊対策を検討した. 本装置は軽量であるため妻側からの土圧に自重では抵抗できないが, 崩土の重さを利用して抵抗力を発揮させる機序を考案し, その効果を実験的に検証した. その結果, 土止め材に衝突した崩土の鉛直荷重を交差フレームで支持させることで梁と側壁や床面との間に摩擦力が発揮され, 土圧に抵抗できることがわかった. 今後は性能の検証と構造的な修正を行って実用化を目指したい.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K05019 の助成を受けたものである. 関係各位にお礼申し上げます.

参考文献

1)玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一, 前田英樹: 小規模崩壊に対する被災防止技術の検討, 第 54 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.1951-1952, 2019. 2)特許第 6431239 号, 土砂遮断装置, 2018. 3)菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁: 溝工事用被災防止システムの部材強度に関する実験的検討, 第 56 回地盤工学研究発表会講演概要集, 13-10-4-03, 2021.