

溝崩壊による被災防止のための簡易な支持構造の実験的考察

日本スピードショア(株) 正会員 ○菊田亮一
(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

1. はじめに

溝掘削工事において、作業者が崩土によって生き埋めになる労災事故が後を絶たないという問題がある。そこで筆者らは深さが1.5m未満の小規模な溝掘削工事に焦点を当て、簡易な土砂遮断システムである「土砂ガード」(図-1)を開発した。一連の研究から、このシステムの被災防止性能が確認され、現場で活用されている。また、労働安全衛生規則第356条によれば「その他の地山」については、手掘りでの垂直掘削時の上限を深さ2m未満と定めている。そのため深さ1.5m以上2m未満の掘削においても場合によっては災害防止措置を講じる必要がある。そこで筆者らは土砂ガード技術と矢板を併用して、土止め支保工に準じた性能を実現することを検証した²⁾。本研究ではさらに、矢板を併用した土砂ガードの閉口を制限する「フレーム固定装置」(図-2)を使用した場合の土砂遮断効果について実験的な検証を行ったのでその結果を報告する。

2. フレーム固定装置

土砂ガードは斜材と上下梁材で組まれた一対の矩形のアルミフレームが、連結部で回転自由に接続されたもので、上下の梁材の間に受圧シートを張ることで構成されている。土砂ガードと矢板を併用した場合、崩土を受けた矢板を介して上部梁材に水平力が作用しアルミフレームは閉口するが、受圧シートの張力によってその動きが制限され、内部に空間を確保する。本実験で検証したフレーム固定装置は、受圧シートに張力が生じる前にアルミフレームの閉口を制限することで、残存空間を最大限に確保することを目的としたものである。表-1に主な諸元を示す。支柱となるアルミチャンネルの一部を鋸歯状に加工し、下端に下部アングルを取り付けて、土砂ガードの下部梁材に引掛けるように設置する。そして支柱を中通しするように開口加工した上部アングルを支柱上端から下ろして上部梁材と鋸歯に固定する。崩土によって水平力が作用したアルミフレームは閉口しようとするが、上部梁材と下部梁材にアングルが固定され、アルミフレームの閉口を制限し、土砂ガード内部の空間を大きく確保することができると考えた。

3. 実大模型実験

矢板併用の土砂ガードにフレーム固定装置を設置した場合の効果を検証するために溝崩壊の実大実験を行った。本実験では深さ2mの溝壁を崩壊させ、矢板を介して土砂ガードに支持させた。実験に用いた土試料の物理特性や含水量の調整方法および地山の作製方法は既報²⁾に譲る。高さ2mの鉛直な溝壁を作製後、そこから1.0m離れた位置にL型擁壁(幅2m、高さ2m、奥行き1.35m)を設置した。この溝壁と擁壁で囲まれた部分が模擬溝である(図-3)。模擬溝に土砂ガードを設置、さらにフレーム固定装置を設置し、幅333mmの矢板をフレーム固定装置を挟むように3枚並べて土砂ガードと溝壁の間に設置した。土砂ガードの上部梁材の中央部に4枚のひずみゲージ(SG)を貼り

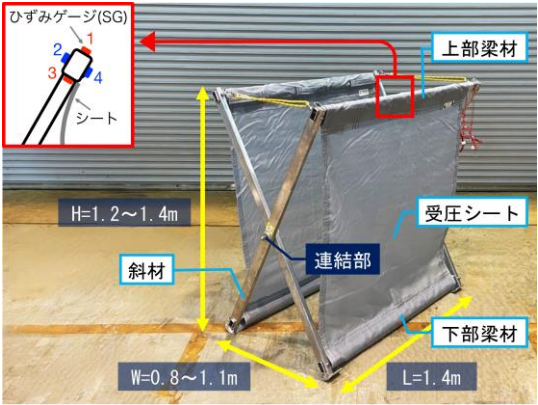


図-1 土砂ガード

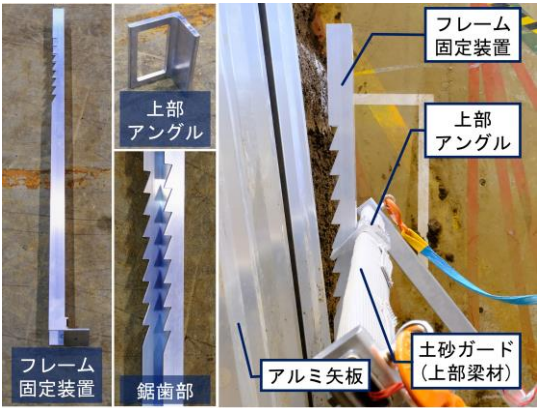


図-2 フレーム固定装置

表-1 フレーム固定装置の主な諸元

材質	A6063-T5
耐力(N/mm ²)	150
引張強度(N/mm ²)	110
支柱(mm)	[-75×50×t5, L=1600
上部アングル(mm)	L-90×60×t6, L=120
下部アングル(mm)	L-70×45×t5, L=75

キーワード 土砂崩壊, 溝掘削工事, 労働災害, 仮設機材, 実大実験, 土砂ガード

連絡先 〒575-0013 大阪府四條畷市田原台 8-2-5 日本スピードショア株式会社 TEL 0743-78-9000

付けてその出力を計測した。図-1 内にその貼り付け位置を示す。対辺 2 アクティブゲージ法により、曲げひずみから斜材の軸力方向(SG1-3)および直行する方向(SG2-4)に作用する換算等分布荷重を求め、それらの値の 2 乗の和を平方して上部梁材への換算等分布荷重 q_i を求めた。また、L 型擁壁から溝壁側の受圧シートに渡るようにワイヤ式変位計(DTP)を設置し、崩壊の前後での受圧シート間の距離の変化量 D を計測した。本実験では崩壊予兆を把握するために地山の天端に表層ひずみ棒(MPS)³⁾を設置し、その出力信号を確認しながら、ドラグ・ショベルを用いて土試料を地山の天端に段階的に盛土して鉛直荷重を増加させ、溝壁を不安定化させた。一連の研究の流れから本実験を Cs10 とした。

4. 実験結果

溝壁の崩壊後の様子(図-4)を観察したところ、受圧シートはたるみを保持したままで張力は生じておらず、また、土砂ガードの上下梁材はフレーム固定装置のアンクルで押さえられており、アルミフレームの閉口が制限されたことが確認できた。図-5 に DTP で実測した変位量 D を示す。崩壊を受けた際の衝撃で値に振れが生じたが、元の値からの変化が 2.2mm 程度に収束した。一連の実験ケースで特に矢板やフレーム固定装置を使用しない場合には 300mm 程度の減少が見られたケースもあり⁴⁾、他の実験ケースと比較すると大きく内部空間を確保することができた。図-6 には上部梁材に生じた換算等分布荷重 q_i と経過時間 t_e の関係を示す。アルミフレームが閉口した場合には受圧シートに張力が生じ、L 型擁壁側の上部梁材にも換算等分布荷重 q_c が生じるが、その最大値は $q_{cmax}=0.10\text{kN/m}$ であるため、シートに張力が生じなかったことが確認できた。また、溝壁側の上部梁材には矢板を介して崩壊による荷重が作用した。換算等分布荷重 q_s はピーク値で $q_{smax}=2.90\text{kN/m}$ を示したが、部材の安全率 F_s にすると $F_s=3.9$ であり、設計安全率 ($F_s=2.5$) を考慮すると十分安全であると考えられる⁵⁾。

5. まとめ

矢板とフレーム固定装置を用いた土砂ガードの土砂遮断効果を実験的に検証した。深さ 2m の実験ケースではアルミフレームの閉口を制限し、内部空間をさらに大きく確保でき、安全性が向上することが示された。今後は鋸歯のピッチを調整してより細かい調整を可能にするなどの改善を図る予定である。

参考文献：1)日本スピードショア(株)ホームページ「スピードガード」。
<https://speedshore.co.jp/product/speedguard/> 2)菊田亮一、玉手聡、堀智仁、永尾浩一、市山大輝：溝工事用土砂遮断システムの矢板併用についての実大実験、土木学会第 77 回年次学術講演会、VI-201、2022。3)玉手聡、堀智仁、菊田亮一、永尾浩一、市山大輝：表層ひずみ棒センサーの崩壊ブロック内外における反応、第 57 回地盤工学研究発表会、20-12-1-06、2022。4)菊田亮一、前田英樹、玉手聡、堀智仁：溝崩壊に対する簡易ガードの基礎的研究、第 54 回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.1953-1954、2019。5)菊田亮一、玉手聡、堀智仁：交差フレームに矢板を併用した簡易システムの支持性能、第 58 回地盤工学研究発表会、2023(投稿中)。

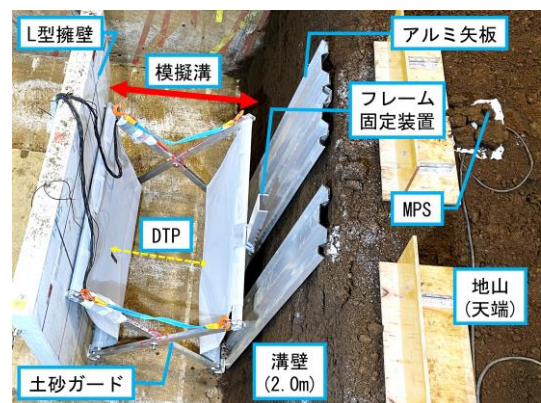


図-3 実大実験 (Cs10)

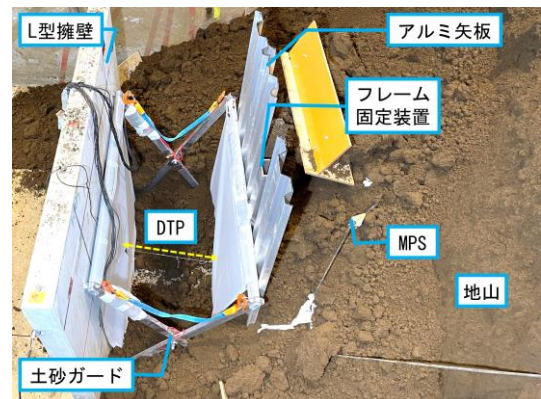


図-4 溝壁崩壊後 (Cs10)

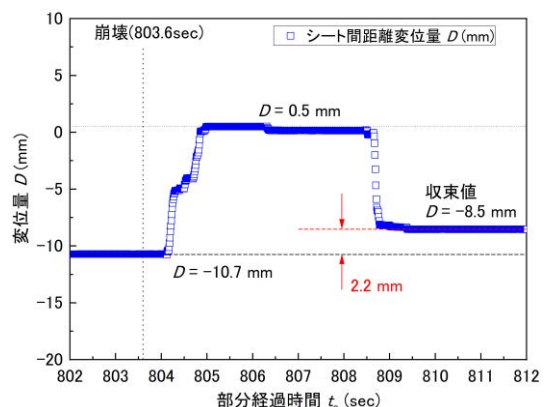


図-5 シート間距離変位量 (Cs10)

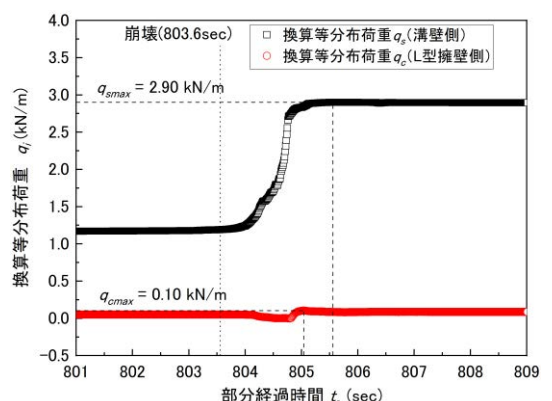


図-6 上部梁材への換算等分布荷重 (Cs10)