

溝工用土砂遮断システムの矢板併用についての実大実験

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

佐藤工業(株)技術センター 正会員 永尾浩一, 市山大輝

1. はじめに

溝掘削工事では作業者が土砂の生き埋めとなる労災事故が後を絶たない。筆者らはこれまで深さ 1.5m 未満の小規模な溝掘削工事における災害防止に焦点を当て、簡易な溝工用の土砂遮断システム「土砂ガード」(図-1)を開発してきた。そして、一連の研究からその被災防止性能が確認され²⁾現在、現場で活用されている。本研究ではさらに深さ 1.5m 未満仕様の土砂ガードにアルミ合金製の矢板(以下、「アルミ矢板」という)を併用した場合の土砂遮断効果について実験的な検討を行ったのでその結果を報告する。

2. 溝工事に関する安全基準

土止め先行工法に関するガイドライン(平成 15 年 12 月 17 日基発第 12217001 号)では小規模な溝掘削工事における労働災害防止のため深さ 1.5m 以上での土止め支保工の設置を推奨している。一方、労働安全衛生規則第 356 条では、一般の施工で計画されることが多い「その他の地山」について、手堀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 未満では無補強で掘削したために労働災害に至るケースが見られる。そのため、本研究では深さ 1.5m 以上 2m 未満における災害防止を目的に、効率的で安全性の高い技術の提供を検討しており、具体的には土砂ガード技術に矢板を併用して土止め支保工に準じた性能の実現を検討している。

3. 実大模型実験

土砂ガードに矢板を併用した場合の効果を確認するために溝崩壊の実大模型実験を行った。本実験では深さ 2m の溝壁を崩壊させ、アルミ矢板を介して土砂ガードに支持させた。実大模型実験に用いた土試料の物理特性や含水量の調整方法及び地山の作製方法、土砂ガードの詳細は既報³⁾に譲る。高さ 2m の鉛直な溝壁を作製後、そこから 0.95m 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-2)。溝壁と L 型擁壁の間に土砂ガードを設置し、アルミ矢板は土砂ガードと溝壁の間に設置した。アルミ矢板の幅は 1 枚当たり 333mm であり、3 枚並べて設置することで約 1m の壁を設けた。アルミ矢板の主な諸元を表-1 に示す。土砂ガードの上部梁材の中央部にひずみゲージ(SG)を貼り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。4 枚のひずみゲージを図のように貼り付け、対辺 2 アクティブゲージ法により、斜材の軸力方向に作用する荷重(SG1-3)と、それと直行する方向の荷重(SG2-4)を計測した。SG1-3 成分及び SG2-4 成分の曲げひずみから等分布荷重をそれぞれ換算して求め、それらの値の 2 乗の和を平方して合力を計算し、シートの平均張力 T_i を求めた。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)⁴⁾を設置し、その出力信号を確認しながら適宜

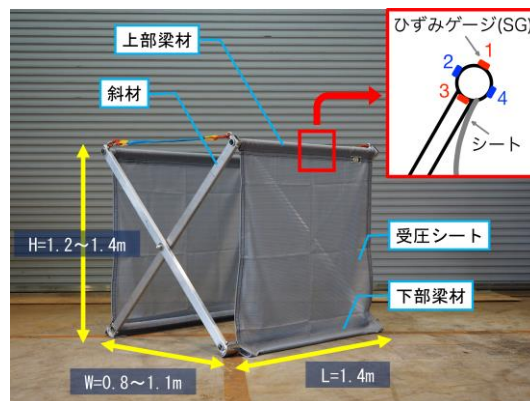


図-1 土砂ガード

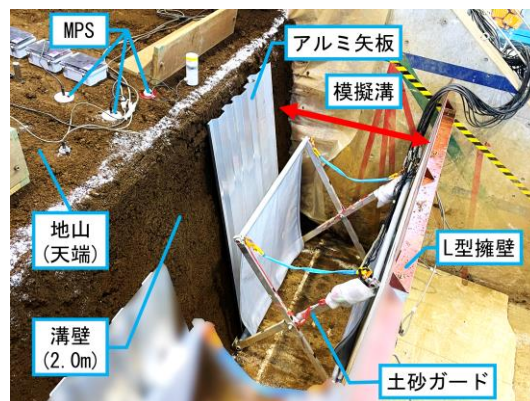


図-2 模擬溝と土砂ガード設置状況

表-1 アルミ矢板の主な諸元

材質	A6N01S-T5
耐力(N/mm ²)	205
引張強度(N/mm ²)	245
断面係数(cm ³)	22.56
断面二次モーメント(cm ⁴)	45.12
質量(kg/m)	5.63

キーワード 土砂崩壊, 溝工事, 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

インターバルを設け、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。また、深さ 2m で矢板を併用しない土砂ガードの実験も行った³⁾。こちらを Cs8 とし、矢板を併用した本実験を Cs9 とする。

4. 実験結果

図-3 に模擬溝が崩壊した後の様子を示す。図中の赤で示した矢印が矢板なし(Cs8)の土砂ガード内の残存空間であり、黄色は矢板併用(Cs9)の場合の残存空間である。いずれの矢印も土砂ガード内で空間が最小となった部分を示す。並べて比較すると Cs9 の方が大きく空間を確保していることがわかる。受圧シートが直接崩土を受けると、受圧シートのたわみや伸びが生じ、土砂ガードの内側にはらみ出すため残存空間は狭くなる。アルミ矢板は受圧シートに比べて剛性が高く、崩土を受けた場合の変形はごく僅かである。そのため受圧シートが内側にはらみ出すことなく、残存空間を大きく保つことができたと考えられる。Cs9 の受圧シートに生じた張力 T_i と経過時間 t_e の関係を図-4 に示す。図中にはシート張力として溝壁側 T_s と反対側の L 型擁壁側 T_c を示した。崩壊は $t_e=2462.8$ 秒の時に発生し、その後約 1.6 秒程度でピーク値 $T_{smax}=1.36\text{kN/m}$ 、 $T_{cmax}=0.77\text{kN/m}$ を示した。図-5 には Cs8 の結果を示す。ピーク値は $T_{smax}=3.01\text{kN/m}$ 、 $T_{cmax}=1.30\text{kN/m}$ であった。受圧シートは高強度なポリプロピレン繊維(引張強さ 50kN/m)でできており、いずれも生じた張力は設計安全率²⁾の 10 よりも大きく余裕を持って支持された。Cs9 のアルミ矢板は崩土に押されながら土砂ガードに対して倒れ込むような挙動で上部梁材に水平力を与えた。また、Cs8 の土砂ガードは上部梁材に崩土の水平力が作用し、いずれのケースでも梁材と斜材から成るアルミフレームが開口しようとする動きは制限された³⁾。Cs9 のシート張力は Cs8 に比較すると T_s で約 45%、 T_c で約 59%程度と小さくなった。崩壊後の様子を観察すると、崩土を受け止めたアルミ矢板が土砂ガードの上部梁材にもたれかかり、矢板の下端は床面との摩擦で支えられていた。その部分が支点となって荷重が分散されたことが理由と考えられる(図-6)。

5. まとめ

深さ 1.5m 未満仕様の土砂ガードの性能向上について実験的に検証を行った。深さ 2m の実験ケースでは矢板の併用によって内部空間をより大きく確保できることがわかった。本実験では矢板

下端が支点となり崩土荷重を分散する働きを示したが、崩壊の形態によっては矢板及び土砂ガードに対して同様の荷重の作用メカニズムが再現されるとは限らないため、さらなる検討と工夫を進める予定である。

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：溝工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。3)菊田亮一，玉手聡，堀智仁：溝工用被災防止システムの適用深さに関する実大模型実験，第 57 回地盤工学研究発表会講演概要集，2022(投稿中)。4)永尾浩一，市山大輝，玉手聡，堀智仁，菊田亮一：土砂崩壊簡易モニタリングシステムを用いた模擬溝崩壊実験の計測，第 57 回地盤工学研究発表会講演概要集，2022(投稿中)。

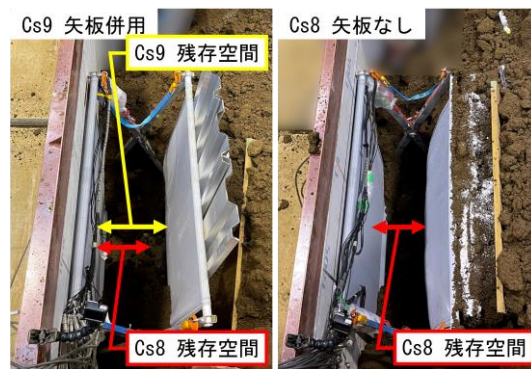


図-3 残存空間の比較

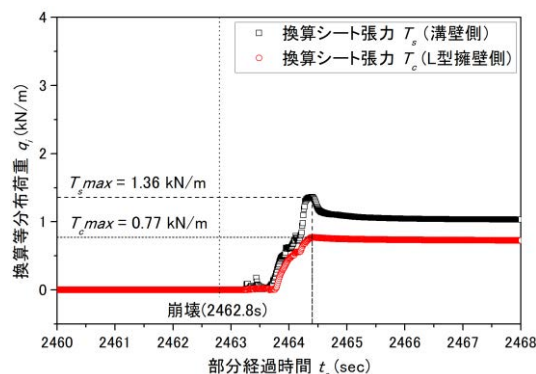


図-4 受圧シートに生じた張力 (Cs9)

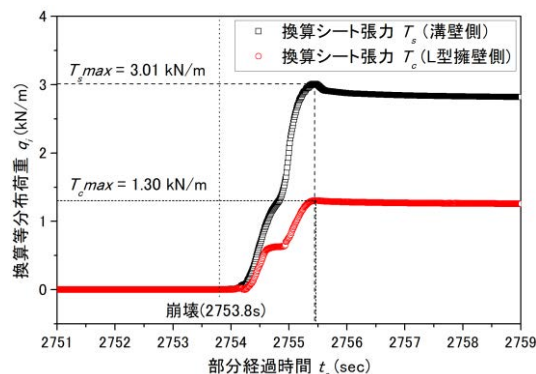


図-5 受圧シートに生じた張力 (Cs8)

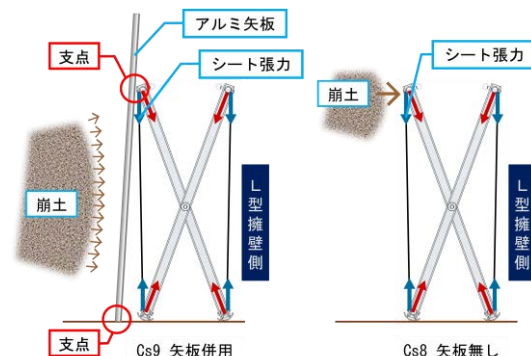


図-6 荷重の作用メカニズム