

## 交差フレーム型溝用土止めシステムの必要強度に関する実験的解析

日本スピードショア(株) 正会員 ○菊田亮一, 前田英樹  
(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

溝掘削工事では作業者が土砂の生埋めとなる労災事故が後を絶たない。筆者らは深さ 1.5m 未満の小規模工事における安全対策を目的に、交差フレーム型の簡易な溝用土止めシステム「土砂ガード」の開発を行っている。本研究では 1/10 スケールでの遠心模型実験<sup>1)</sup>による検証結果を踏まえて、実大実験用のモデルを試作した。本稿では、溝掘削工事の土砂崩壊を模した実大実験を行い、本モデルの構成部材に必要な強度について検証を行った。

### 2. 土砂ガードの構造

図-1 に実験用に試作した「土砂ガード<sup>2)</sup>」を示す。土砂ガードは上下の梁材と斜材から成る X 字状に組み合わせられた一対の矩形フレームに、左右両側の上下梁材間に受圧シートを張設した構造体である。各々のフレームは連結部で回転自由であり、これを溝内に吊り降ろすと自重による回転モーメントによって自動的に開いて張り出す。

土砂ガードの受圧シートは建築足場用の高強度なポリプロピレン性シート材(引張強さ 50kN/m)を使用した。シートサイズは横幅 1.25m, 縦 1.34m を有し、この部分が崩土を受け止める。上部梁材には鋼製単管パイプ( $\phi 48.6 \times t 2.4 \text{mm}$ )を用い、下部梁材にはアルミ合金製単管パイプ( $\phi 50 \times t 4.0 \text{mm}$ )を用いた。斜材にはアルミ合金製角パイプ( $\square 80 \times 40 \times t 3.0 \text{mm}$ )を受圧シートの張力から生じる曲げ応力に対して強軸方向に設置した。その諸元を表-1 に示す。梁材、斜材ともに長さは 1.5m である。本体の下部には掘削溝底面との摩擦低減用の樹脂製のローラーが備え付けられており、総重量は約 370N である。

本実験では受圧シートに作用した崩土荷重によって斜材に生じた曲げ応力を実測した。その方法は斜材にひずみゲージを貼り付けてその出力を計測するものである。図-1 内にその貼り付け位置を示す。斜材 1 本につき 4 か所のひずみゲージを図のように貼り付けて、対辺 2 アクティブゲージ法により、斜材に作用する曲げモーメントを求めた。ひずみゲージは下から順に、SG-1~4 とした。斜材の曲げによる極性は図-1 に示す通りである。

### 3. 溝壁崩壊の実大模型実験

#### 3-1. 実験概要

土砂ガードに対する作用荷重とその被災防止効果を調べるために溝壁崩壊の実大模型実験を行った。本実験で用いた土試料は関東ロームであり、物理特性や含水量の調整方法及び模擬溝と地山の作製方法については既報<sup>3)</sup>と同

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

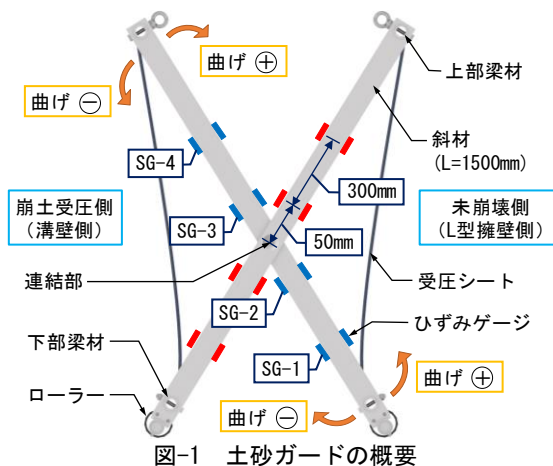


図-1 土砂ガードの概要

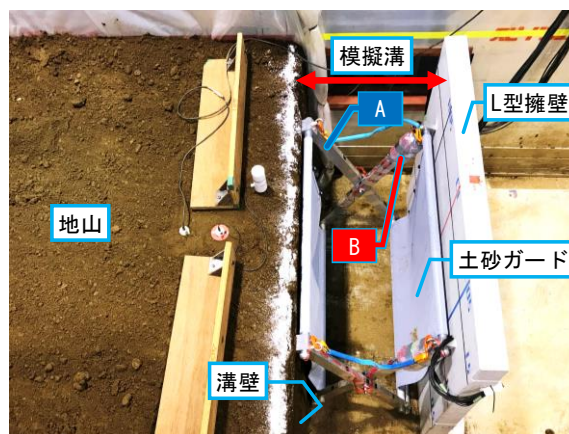


図-2 土砂ガードの設置状況

表-1 土砂ガード斜材の諸元

材質	断面係数 (cm <sup>3</sup> )	断面二次モーメント (cm <sup>4</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
A6063-T6	14.0	55.9	175	205

様である。切土、掘削による溝壁の作製後、そこから0.8m離れた位置にL型擁壁(幅2.0m, 高さ1.75m, 奥行き1.3m)を設置した。この擁壁と溝壁で囲まれた部分が模擬溝である。土砂ガードの設置状況を図-2に示す。斜材の上部が溝壁側に接する斜材をA, L型擁壁側へ接する斜材をBとした。

溝壁の崩壊についてはドラグ・ショベルを用いて土試料を地山の天端に盛土して溝壁を不安定化させた。バケツ2杯分の土試料を盛土の一段階と定義し天端に均等に分散させ、5分以上のインターバルを与えて盛土を繰り返した。再現性を確認するため同じ条件で2回崩壊実験を実施した。1回目の実験をCs1, 2回目の実験をCs2とした。

### 3-2. 土砂ガードへの作用荷重

段階的に盛土した結果, Cs1では第11盛土後に溝壁は崩壊し, Cs2では第14盛土後に崩壊が発生した。図-3にCs2における斜材の作用曲げモーメント $M$ と経過時間 $t_e$ の関係を示す。図中には, 最も大きな曲げモーメントが作用するSG-3成分の値を示した。Cs2において $M$ の値は $t_e=1325.3$ 秒の時にB(SG-3)にてピーク値 $M_{max}=0.59\text{kN}\cdot\text{m}$ を示した。一方, Cs1では $t_e=1267.5$ 秒の時にB(SG-3)が $M_{max}=0.39\text{kN}\cdot\text{m}$ を示した。図-4は $M_{max}$ が大きかったCs2の斜材A, Bに生じた $M$ の分布を示す。全体的な値としては斜材B(未崩壊側)の方が斜材A(崩土受圧側)よりも大きい。これは, 崩土を受けて撓んだ受圧シートの張力が斜材Aの軸方向に近い角度で生じたためである。その結果, 斜材Aには曲げよりも軸力が卓越した。一方, 斜材Bには連結部を介して集中荷重が水平方向に作用して $M$ は増加した。また, L型擁壁には斜材Bが崩土荷重によって押し付けられた痕跡があり, こちら側の受圧シートが張力をほとんど分担しなかったことも $M$ を増大させた原因と考えられる。

Cs1において斜材Bに生じた最大曲げ応力度は $\sigma_b=28\text{N}/\text{mm}^2$ , Cs2の斜材Bに生じた値は $\sigma_b=42\text{N}/\text{mm}^2$ であった。表-2に斜材の材料耐力に対する曲げ応力度の割合を示す。いずれのケースにおいても斜材に作用した曲げ応力度は部材の弾性域内に収まった。

### 4. まとめ

溝壁崩壊の実大実験による土砂ガードへの作用荷重の検証を行った。その結果, 斜材の曲げ応力については材料耐力に対して概ね30%以下と, あまり大きくないことがわかった。同様の実験で検証した他の部材強度の検討結果<sup>4)</sup>と併せて, 今後は実用化に向けてより小断面の部材を使用して, 軽量化したモデルで検証する予定である。

**謝辞:** 本研究ではキョーワ株式会社の梶原幸治様から土砂ガードの受圧シートに用いた「ライトネス」をご提供頂いた。この場をお借りして深くお礼申し上げます。

**参考文献:** 1)堀智仁, 玉手聡, 菊田亮一, 前田英樹: 交差フレーム型溝用土止めシステムの抵抗性能に関する遠心模型実験, 土木学会第75回年次学術講演会論文集, 2020(投稿中)。2)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。3)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。4)菊田亮一, 前田英樹, 玉手聡, 堀智仁: 溝崩壊時の被災防止システムに関する実大実験, 第55回地盤工学研究発表会 CD-ROM, 2020

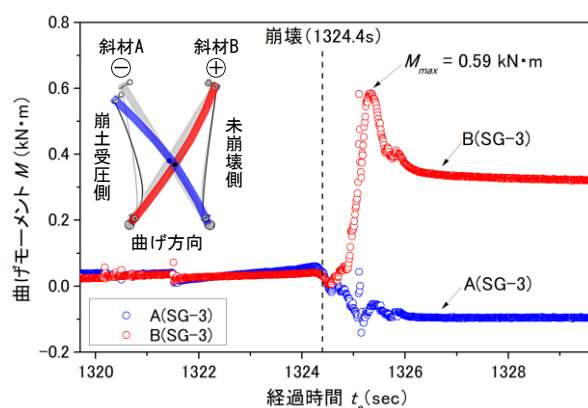


図-3 斜材に作用した曲げモーメント (Cs2)

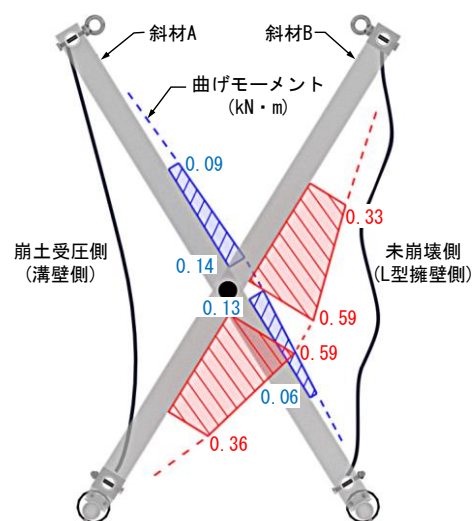


図-4 斜材に生じた曲げモーメント分布 (Cs2)

表-2 材料耐力に対する曲げ応力度の割合

	曲げ応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	割合 (%)
Cs1	28	16%
Cs2	42	24%