

# 小規模な溝工事での労働災害を防止する新技術 — スピードガード —

日本スピードショア(株) 事業推進部 菊田 亮一

地面を溝状に掘削するいわゆる溝掘削工事では土砂の生き埋めとなる労災事故が後を絶ちません。2003年の12月に策定された「土止め先行工法に関するガイドライン」(基発第1217001号)により掘削深さ1.5m以上の死傷災害は大幅に減少しましたが1.5m未満では依然多く発生しています。当社では独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所(安衛研)と共同でその防止対策を研究し「スピードガード」を開発しました。スピードガードは小規模な溝工事での労働災害防止に焦点を当てた新技術であり、従来の「土止め支保工」とは異なる保護手段です。

## 浅い溝工事にも危険が！

人々の生活を支える電力線や通信線、ガス管、上下水道などのライフラインが地中に張り巡らされていますが、これらを埋設するために行われるのが溝掘削工事です。この工事は新設のみではなく古くなった既設物の更新や、さらに震災などの自然災害による災害復旧でも行われます。

通常の溝掘削工事では写真1のような土止め支保工が設けられ、先のガイドラインではその設置後に作業者は溝に入るよう(先行設置を)求めています。



写真1 土止め支保工

しかしながら、実際の工事では様々な問題に直面します。例えば、別の管が錯綜して埋設されているケースです。既設物を傷つけないよう注意が必要で、時に土止め支保工設置前の溝内に入ることもあるようです。また、1.5m未満の浅い掘削ではそもそも土止め支保工の設置が計画されていないケースが多いのです。

また、土砂崩壊による労働災害には、掘削後しばらく経って崩壊し、被災したケースがあります。すなわち、崩壊までの時間差が判断を誤らせるのです。地盤は鉄やコンクリートなどの人工的な材料と異なって強度的な不確実性が高く、安定しているように見えても崩壊に備えることが必要です。

そこで私どもは簡易かつほぼ確実に作業者を土砂の生き埋めからまもる技術を考案<sup>1)</sup>しました。

## 土止めではなく「土砂遮断」という新技術

1.5m未満の浅い溝掘削工事における労働災害の防止を目的に「スピードガード」(写真2)を開発しました。

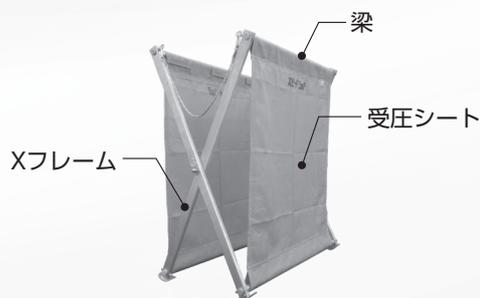


写真2 スピードガード

スピードガードは「土止め」ではなく「土砂遮断」という新たな発想から生まれた技術です。具体的には崩壊した際に作業者の生存空間を確保する小型軽量の機材です。

従来の土止め支保工は崩壊を発生させない(変位ゼロ)強固な構造を備える反面、その設置に労力を要する問題がありました。一方、スピードガードは作業者を被災させないことに性能が特化されています。これは崩土を作用外力とし、若干の変位を許容する仕様に改めたことで構造を小型軽量なものとなりました。<sup>2)</sup>

また、土止め支保工のように掘削した溝壁のすべてを補強するのではなく、作業者周辺のみを保護しつつ移動可能なものとする(写真3)で効率的な安全対策を実現しました。



写真3 スピードガード使用時

### ■■■ スピードガードの構造

スピードガードは、軽量なアルミ合金製の一对の「Xフレーム」とそれらを繋ぐ4本の「梁」、そして「受圧シート」から成るシンプルな構造です。Xフレームは中心から下方にやや偏心した位置で回転可能に結合されています。これにより、溝内に吊り下ろしたフレームは重力によって半自動的に開口する組立不要な機構を備えます。

Xフレームの側面には高強度な受圧シートが帆を張るように位置します。このシートが崩土を受け止めて内部に生存空間を確保しますので、Xフレームと受圧シートに囲まれた中で作業していれば人に危害はほとんど及ばなくなっています。

### ■■■ 土砂遮断性能の実験的検証

スピードガードの開発にあたっては崩土に抵抗するメカニズムと構造的な必要強度の検証が不可欠です。そのため実大規模の模型地盤を崩壊させてスピードガードに衝突させる実験<sup>3)</sup>を行いました。さらに、1/nの小型模型による遠心模型実験も行って地盤内部の変形や溝深さの違いによる遮断性能を確認しました<sup>4)</sup>。

図1は実大実験の様子です。スピードガードが崩壊土砂を遮断して内部に生存空間が残されています。また、崩土を受圧した際に生じた張力はXフレームが開くように働き、溝壁を補強する効果も確認されました。このようにXフレームに生じた曲げモーメントや受圧シートの張力を計測して、構造と強度を最適化しました<sup>5)</sup>。図2は遠心模型実験装置と模型地盤の様子です。深さ1.5mを基準に異なる深さと幅の溝モデルで崩壊を再現し、土砂遮断の性能を確認しました。



図1 実大実験による検証 (安衛研)

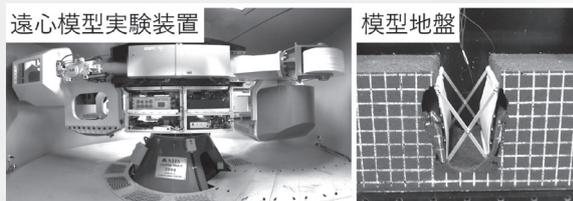


図2 遠心実験模型装置と模型地盤 (安衛研)

### ■■■ Q&A

- Q1 どのような工事で使うの？  
 A1 深さ1.5m未満の溝工事で使うものです。一見、溝壁が崩壊するおそれがないように見えても「もしも」に備えましょう。なお、崩壊のおそれがある場合は必ず「土止め支保工」を使用してください。
- Q2 矢板や切梁が無くて大丈夫なの？  
 A2 大丈夫です。両側面に配置した高強度なシートが崩土をしっかり受け止めます。受圧すると少し内側に膨らみますが生存空間は残るように設計されています。また、崩土がシートに衝突すると、その反作用でXフレームは開くように回転して梁が強く外側に張り出す構造になっています。
- Q3 簡単に使えるの？  
 A3 溝の中に吊り下ろすだけで簡単にお使いいただけます。Xフレームは重力で半自動的に開くため溝内での組立が不要でスピーディな設置が可能です。設置以前に溝内に作業者が立ち入ることのない「土止め先行工法」の考えに準じたものとなっています。
- Q4 溝の中で移動するのに邪魔にならない？  
 A4 重量は18kgと軽量にできており、作業者がひとりで運ぶことが可能です。スピードガードと共に移動することで常に安全エリアの中で作業することができます。

### ■■■ 新たな工学的対策の提案

スピードガードは日本スピードショア(株)より好評発売中です。また、レンタル・リースでのご利用も承っております。ご購入前のデモ使用のご相談につきましても、お気軽にお問い合わせください。(https://speedshore.co.jp/)

表1 スピードガードの主な仕様

適用溝深さ	1.5m未満
適用溝幅	0.8~1.1m
機材延長	1.4m
機材高さ	1.2~1.4m
質量	18kg
材質	フレーム：アルミ合金 シート：ポリプロピレン繊維

#### 参考文献

- 1) 特許第6431239号「土砂遮断装置」, 2018年10月5日.
- 2) 玉手聡、堀智仁、菊田亮一、前田英樹(2019) 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 DVD, pp. 1951 - 1952.
- 3) 菊田亮一、玉手聡、堀智仁(2020) 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講演概要集, 21-12-1-01.
- 4) 堀智仁、玉手聡、菊田亮一(2020) 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. 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会講演概要集, VI-984.
- 5) 菊田亮一、玉手聡、堀智仁(2020) 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. 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会講演概要集, VI-985.