

ネットロール土のう応急対策工法の検討

(一財) 砂防・地すべり技術センター 浦 真^{※1}、井上 隆太

(※1 現：株式会社パスコ)

東亜グラウト工業株式会社 木村 佳嗣、梅沢 広幸、櫻井 哲弥

1. 緒言

近年、気候変動による土砂災害の頻発化が著しく、土砂災害から早期復旧を図るために、応急対策工法を充実させることが課題である。

筆者らは、これまで応急対策工法の技術開発を進めており、本研究ではこれまで提案したワイヤーネットを用いた土砂災害応急対策工法のうち、ネットロール土のう工法について、抵抗性能の定量評価について検討を行った。

応急対策工については、蒲原ら¹⁾によって発災から対策完了までの施工期間に応じた対策工の分類がされており、**ステップ1**（発災後1週間程度）、**ステップ2**（発災後2週間から1ヶ月）、**ステップ3**（発災後2ヶ月程度）として、それぞれに対応した応急対策工法案が示されている。

本工法は、発災から1か月程度までに材料手配から対策完了までが終了する、**ステップ1～ステップ2**を想定した工法に該当するものである。

ステップ1、2の概要を以下に引用する。

ステップ1（発災後1週間程度）

- ▶ **規模**：発災後1週間程度で可能な規模
- ▶ **想定する性能**：
 - ①土のう積み等による水路の確保により、地盤がむき出しになっている場所からの土砂を含む流水の宅地等への流入の防止
 - ②小規模な雨による拡大崩壊を発生源とする崩壊・土石流の流出防止

ステップ2（発災後2週間から1ヶ月程度）

- ▶ **規模**：3m程度の高さの擁壁体またはネット構造により捕捉可能な土砂量
- ▶ **想定する性能**：
 - ①1/1 確率規模程度の雨による土砂を含む流水の流出に対して安定（溪流部のみ）
 - ②施設天端まで堆積した土圧に対して安定

2. ネットロール土のう工法の概要

(1) 構造の概要

ネットロール土のう工法は、大型土のうを積層した堤体構造に対して、その全体を金網で被覆した構造体である。図1に構造概要図を示す。全体を被覆する金網に高強度鋼製ネットを用いることで、土のう積み構造体を一体化する拘束力が高まり、外力による変形への抵抗性能の向上が期待できる。

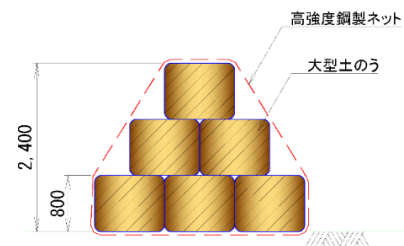


図1 ネットロール土のう工法 構造概要図

本報では、大型土のう袋（1 tフレキシブルコンテナバッグ）を用いたネットロール構造についての検討事例を示すが、水防対策で用いられる土のう袋（20 kg）などを用いることも可能であり、備蓄資材を活用するなど、現地状況に合わせた対応が可能である。

(2) 施工性

ネットロール土のう工法の施工は、単体の大型土のう積み堤体構造と比較して、全体を軽量な高強度鋼製ネットで被覆する工程だけが追加作業となる。ステップ2で想定している規模（高さ2.4m程度）であれば、鋼製ネットを被覆する施工手間は、大型土のう積みの施工期間に対し、6%程度の増加で収まると試算されることから、少しの手間で大きな効果が得られると期待される。以下に試算を示す。

数量 土のう袋：3段積×延長分=6袋/m×20m=120袋

高強度鋼製ネット：被覆分12m/m×20m=240m²

施工日数 ①土のう土砂詰め：5袋/1hr →120袋で24hr

②土のう積み上げ：10袋/1hr →120袋で12hr

③ネット被覆：150m²/hr →240m²で2hr

A. 単体土のう積み：①+② 合計36hr(100%)

B. ネットロール土のう：①+②+③ 合計38hr(106%)

3. 外力に対する抵抗性能の検討

外力に対する抵抗性能の検討は、3段積みのネットロール土のう工法に対して行い、同規模となる大型土のう単体を積層した堤体構造と比較検討した。

土のう積層堤体の破壊の形態は、主に個々の土のうが滑動抵抗を喪失することによって移動してしまうケースが多いことから、滑動に対する安定性について定量評価を行うこととした。

抵抗性能の検討では、土砂流の衝撃実験を実施した際の流速、水深³⁾を用いて検討を行うこととした。以下に安定計算に用いる外力諸元を示す。

検討諸元

土砂流の単位体積重量	$\gamma_d = 15 \text{ kN/m}^3$
流速	$U = 10 \text{ m/s}$
水深	$D_d = 0.2 \text{ m}$
地盤との摩擦係数	$f = \tan \phi \approx 0.5$
土砂流流体力	$F = \gamma_d / g \cdot D_d \cdot U^2$

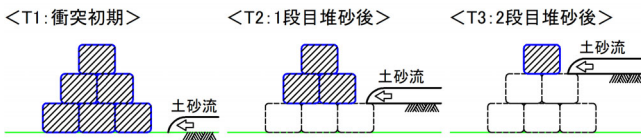
滑動に対する検討：滑動安全率 $F_s = f \cdot \Sigma V / \Sigma H$

f ：摩擦係数

ΣV ：鉛直力合計 kN/m

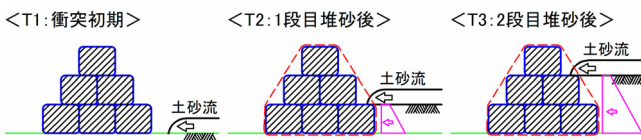
ΣH ：水平力合計 kN/m

A. 単体土のう積



- ▶ 単体の土のうを積層した構造では、重力式堤体としての抵抗性能が堆砂の進行とともに低下する。
- ▶ 礫衝突など局所的な衝突でも、衝突力が伝達しない土のうは抵抗に寄与しないため、Bに劣る。

B. ネットロール土のう工法

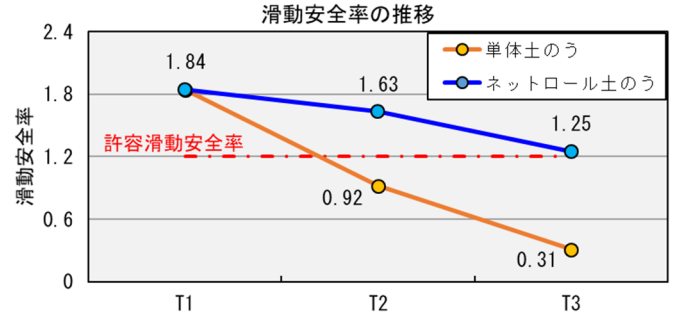


- ▶ 高強度鋼製ネットによる一体化が保たれている限り、重力式堤体としての抵抗性能が発揮される。
- ▶ 堤長方向にも一体化が図られているため、礫衝突など局所的な衝突に対しても全体で抵抗する。

滑動に対する安定性の検討結果を、表 1 に示す。ネットロール土のう工法は、堆砂が進むにつれて

堆砂部分の土圧が作用するため、滑動安全率が低下する。一方、単体土のう積では、流体力に抵抗できる部分は、外力の作用している位置より上部にある土のう重量のみとなることから、堆砂が進むにつれて滑動安全率が大幅に低下し、2 段目以上に土砂流が作用する場合、水深 0.2m 程度の土砂流にも抵抗できない可能性がある。

表 1 堆砂の進行に伴う滑動安全率の低下



土砂流衝突実験³⁾では、単体土のう積の場合、土砂流の衝突方向に最大 12m の移動が生じたことに対し、ネットロール土のう工法では最大 3m 程度の変状に留まり、堤体構造が維持された結果となったが、本検討での安定計算を用いた評価手法によって、抵抗性能の違いについて説明できると考えられる。

4. 結言

ネットロール土のう工法の高強度鋼製ネット被覆による抵抗性能の向上について、安定計算による定量評価を試みた。従来、応急対策工として多く用いられている単体土のう積堤体では、流体力の作用位置が上部に移行すると安全率が低下し、単体の土のうが流出してしまう場合でも、ネットロール土のう工法では許容滑動安全率が確保できることを確認した。

参考文献

- 1) 蒲原潤一, 岩男忠明, 倉本洋平, 松本洋和, 浦真: 近年の土砂災害に対する応急対策工の導入実績と今後の技術開発の方向性, sabo, vol. 127, p. 2-9, 2020
- 2) 浦真, 藤平大, 木村佳嗣, 櫻井哲弥, 梅沢広幸: ワイヤネットを用いた多様な土砂災害応急対策工の開発に関する研究, sabo, vol. 130, p. 24-29, 2021
- 3) 浦真, 井上隆太, 木村佳嗣, 櫻井哲弥, 梅沢広幸: ワイヤネットを用いた多様な土砂災害応急対策工の開発に関する研究 (2), sabo, vol. 131, p. 18-21, 2022