

法尻補強工と排水補強パイプを利用した盛土の降雨・耐震性能向上施策の検討

JFE 建材株式会社 正会員 ○田島 秀俊
JFE 建材株式会社 正会員 飯塚 幸司
小田急電鉄株式会社 非会員 岡本 浩資

1. はじめに

近年、様々な自然災害が生じ、社会交通システムの営業運行に影響することが多くなっている。これまで土構造物は復旧しやすい構造物である為、変形を許容しながら、様々な自然事象に対して対応してきた。また、複数の自然災害が同時発生することは、確率的な観点で考慮しなくてよいとされてきたが、昨今の降雨量の増加を考えると、災害復旧や営業復旧を早期に行える構造形式を検討することが重要になっている。

本報告では、年々増えている降雨災害に対応しつつ、希に生じる大規模な地震に対して、早期に復旧できる盛土の安定化工法の提案を行い、設計体系と試算結果を報告する。

2. 提案する盛土安定化工法の概要

一般的な盛土では、降雨時に地表面部の地盤飽和度が向上し、土のせん断強度が低下する。また、地下水位が上昇することで、すべり安定釣合における地盤抵抗力が最も期待される法尻部において、確実に土のせん断強度が低下しやすい環境にある。ここでは、法尻部の安定化と共に、排水性能の向上を目的とし、図1に示す法尻部にKSパッケージ®と排水パイプの設置、耐震対策に必要な法面補強工法（図中では法面工と地山補強材）を合わせた構造形式を提案する。これらは、耐降雨性能の向上を基本とした上で、該当路線の重要度に応じた必要な耐震補強対策を併用させたものである。既往の盛土災害では、法尻部の布団籠が先行的に滑りだし、盛土崩壊した事例があるため、KSパッケージの滑動防止対策として、排水パイプにて水平抵抗特性を期待することで、降雨性能の向上と共に、耐震抵抗特性の向上を図る点が特徴的である。提案工法における地震時の変形モード区分を図2に示す。KSパッケージを多段積みすることで、主働土圧が作用した籠体安定系の変状と、全体安定系の変状を両者評価し、適切な変形モードを選定した設計大系にて性能確認することが必要になる。図3に地震時変形量の評価フローを提案する。内的安定モード（滑動・転倒）の変形量はNewmark法を適用することとした。

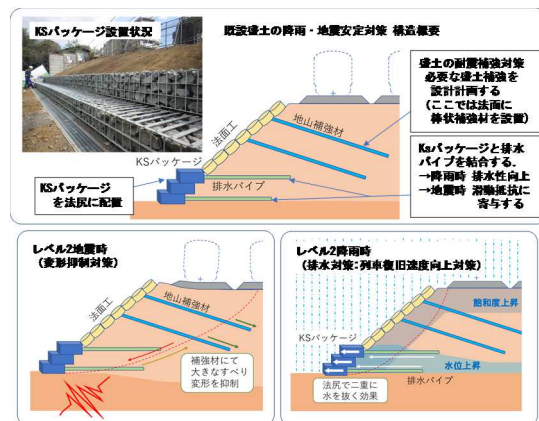


図1 提案工法の適用概要

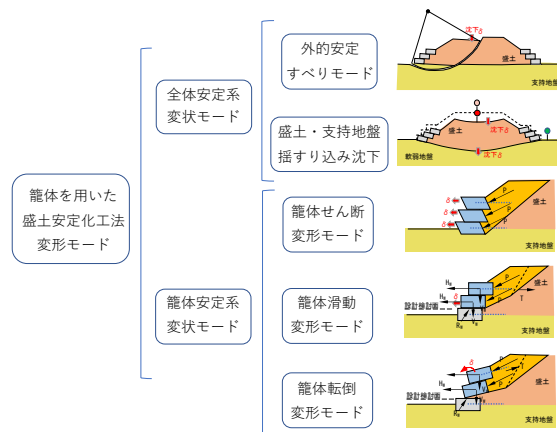


図2 KSパッケージを用いた盛土安定化対策の変形モード区分と変形モード概要

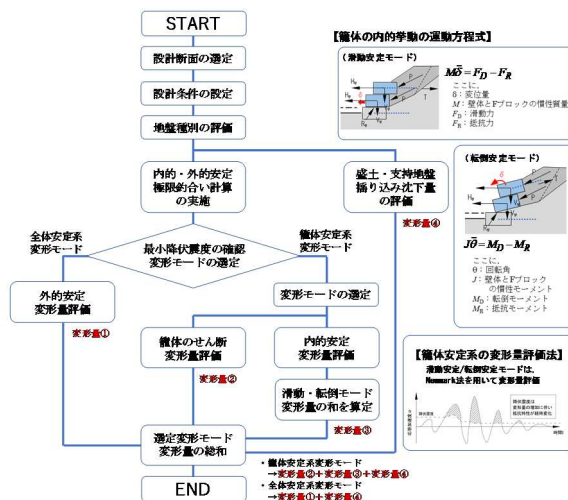


図3 地震時変形量の評価フロー

キーワード 鉄道盛土, L2地震, 排水パイプ, 鋼製ふとん籠, 変形量照査

連絡先 〒160-8309 東京都新宿区西新宿1丁目8番3号 TEL 03-3349-2385

3. 極限釣合い式で不明瞭な要素と実験結果

籠体の安定を設計評価する際、極限釣合い式を仮定し、変形が生じるか否か、部材が壊れないかを性能評価しなければいけない。ここでは、先述した変形モードを評価するにあたり、図4に示す極限釣合い式の不明瞭な抵抗特性を実験確認し、実験結果として得られた特性を評価体系に組み込むこととした。主には、①KS パッケージ自体のせん断変形特性、②KS パッケージの多段積み境界部での水平摩擦特性、③KS パッケージの多段積み時に設置される補強鉄筋の水平抵抗特性、④排水パイプの接続構造における水平抵抗力の発現特性について、参考文献¹⁾²⁾にて実験確認を行った。ここで得られた実験結果より、図5に示す抵抗特性を設計評価すると仮定した。

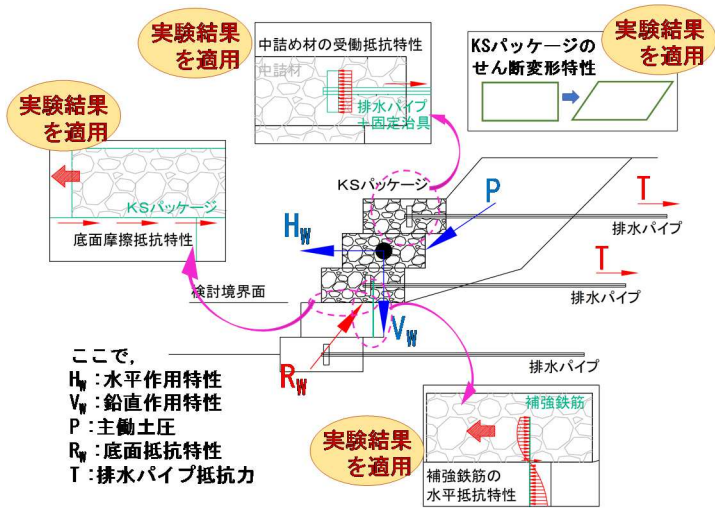


図4 極限釣合いの抵抗特性と実験成果適用区分

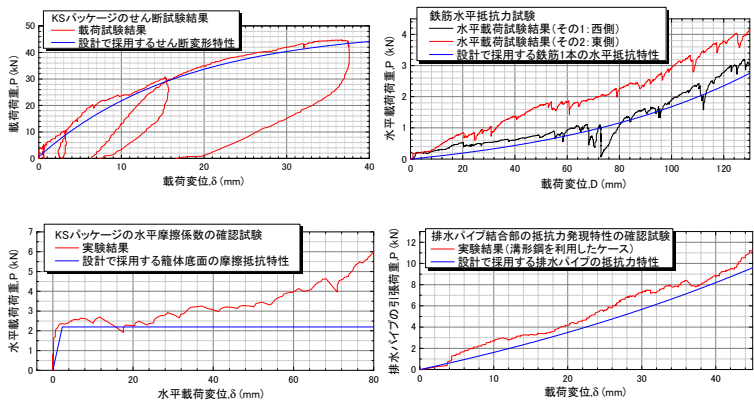
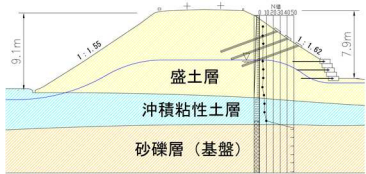


図5 実験結果より設定した KS パッケージの抵抗特性



(実盛土の地層状況)

表 地盤情報一覧			
地層区分	γ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	Φ ($^\circ$)
盛土層	15.5	10.7	34.0
冲積粘性土層	14.5	23.8	12.1
砂礫層	21.0	6.5	39.0

(安定対策仕様)

地山補強材：φ200mm，L=7.0m，3段，水平ピッチ1.2m，頭部受圧板
KSパッケージ：H0.5m×B1.2m，5段，補強鉄筋1本/m，
排水パイプ：H0.5m×B1.2m，3段，水平ピッチ2.0m，溝型鋼にて固定

5. まとめと今後の課題

提案した構造形式を用いた盛土の安定化対策としての適性を設計確認することができた。壁高の大きい構造形式や、豪雨耐性における定量評価について、今後の検討課題となる。本研究に際し、(公財) 鉄道総合技術研究所の基礎・土構造研究室にご指導を頂いた、ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 飯塚ら：鋼製ふとん籠のせん断特性と非接触抵抗体に関する実験的研究，第75回年次学術講演会，2020年
- 2) 野崎ら：鋼製ふとん籠の段積み状態における境界部に関する実験的研究，第75回年次学術講演会，2020年

変形区分		降伏震度	変形量
全体安定系	外的安定すべりモード	$K_b=0.357$	249mm
	盛土 揺すり込み沈下量	—	3mm
	支持地盤 揺すり込み沈下量	—	2mm
籠体安定系※1 (1～2段境界部の 変形モード)	せん断変形モード	全体系(外的) $K_b=0.421$	41mm (KSP1～5累積量) 26mm (KSP2～5累積量)
	滑動変形モード	$K_b=0.421$	528mm
	転倒変形モード	$K_b=0.421$	0mm
	選定された変形モード		
軌道面沈下量		外的安定すべりモード 290mm	

※1：全段境界面で検討した結果、1～2段境界面が弱面となった、最下段が1段目

図6 実盛土を想定した試算結果