

シラス斜面における土砂止擁壁の設計標準化に関する一考察

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○村上 明子
九州旅客鉄道株式会社 正会員 西本 晋平
九州旅客鉄道株式会社 正会員 内野 豊臣

1. はじめに

当社が運営する指宿枕崎線では、九州南部に広く分布している火山灰性粘土(シラス)が堆積した切取斜面が線路と平行しており、平成15年から平成21年にかけて53件の切取斜面崩壊が発生した(図-1参照)。このため、堆積、崩壊が周期化する¹⁾シラス斜面下に位置する鉄道の安全・安定輸送のためには、抜本的な対策が必要と考え、迅速かつ経済的な土砂止擁壁の設置を検討した。

従来、防災工事として土砂止擁壁を新設する場合、測量、地質調査、設計、施工というプロセスが必要となる。今回、簡易な現地調査のみで、地形条件に対応する最適な土砂止擁壁の設計をすることを目的として、擁壁形状のパターン化を行った。

本稿では、設計標準化の取り組みについて報告する。

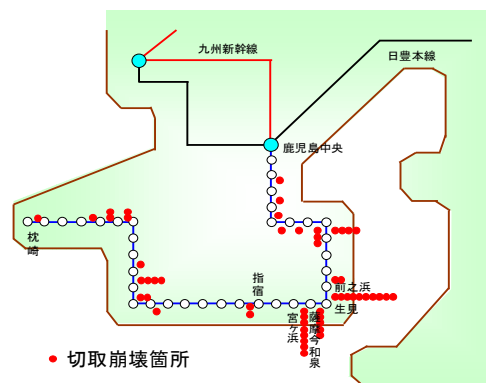


図-1 指宿枕崎線における切取崩壊発生箇所

2. 設計条件の検討及び擁壁形状選定フローの作成

土質の特性を詳細に把握するには、種々の土質試験を行う必要がある。しかし、今回は1次シラス上の擁壁設置を想定しており、その安定の検討に必要な土質情報のみを現地に於いて簡便に確認することとし、その他の土質定数は既往資料²⁾によることとした。

擁壁設置箇所の多くは狭い地で地表が起伏していることなどから、標準貫入試験の施工が困難なため、人力での施工が可能なスウェーデン式サウンディング試験や簡易動的コーン貫入試験を実施することとした。

以上より、現地では土質定数N値を確認することとした。

(1) 簡易動的コーン貫入試験による地盤支持力の測定

今回は1次シラス上に直接基礎の重力式擁壁を設置することを想定しているが、1次シラスの表層付近のN値は7程度以下と低い値しか期待できないことが報告されている³⁾。過去、指宿枕崎線沿線において切取崩壊が発生した現場において、簡易動的コーン貫入試験を行った結果、擁壁の根入れ以下(現地盤より深度50cm)程度では概ねN値=6を示した(図-2参照)。

以上のことより、N値=6以上の地盤を対象として擁壁の設置位置や高さや斜面形状による擁壁形状のパターン化を行うこととした。

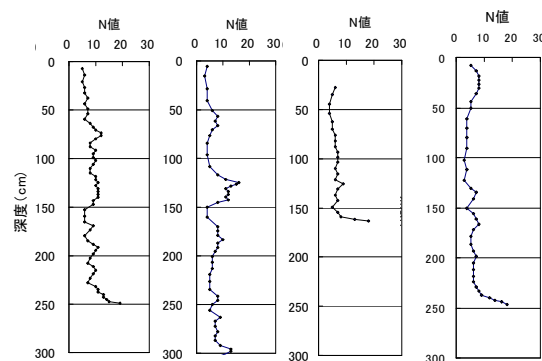


図-2 簡易動的コーン貫入試験結果

(2) 崩壊土砂の検討

土砂止擁壁は、崩壊土砂を受け止め、線路内に侵入することがないように土砂を擁壁背面に確実に留保しておく役割が求められる。崩壊土砂について以下の検討を行った。

a) 崩壊土砂量の検討: 切取崩壊による想定される崩壊土砂量は、全国の斜面災害データを分析し斜面高さと崩壊土砂量の関係を算出した『斜面高毎の崩壊量』⁴⁾に準拠した。これは、斜面高毎に想定される崩壊幅と崩壊土量が統計的にまとめられているものであるが、指宿枕崎線での過去の災害についても上記データと相関が見られることから、崩壊土砂量として採用した。

b) 捕捉土砂量(ポケット)の検討: 捕捉土砂量は、擁壁背面から斜面下端までの離れ及び擁壁の高さによって定められる。この際、斜面下端の考え方が重要になるが、擁壁背

Keyword ; シラス、擁壁、標準化、防災

連絡先 : 〒890-0045 鹿児島県鹿児島市武 1-2-1 九州旅客鉄道株式会社 鹿児島鉄道事業部(土木) TEL : 099-255-3684

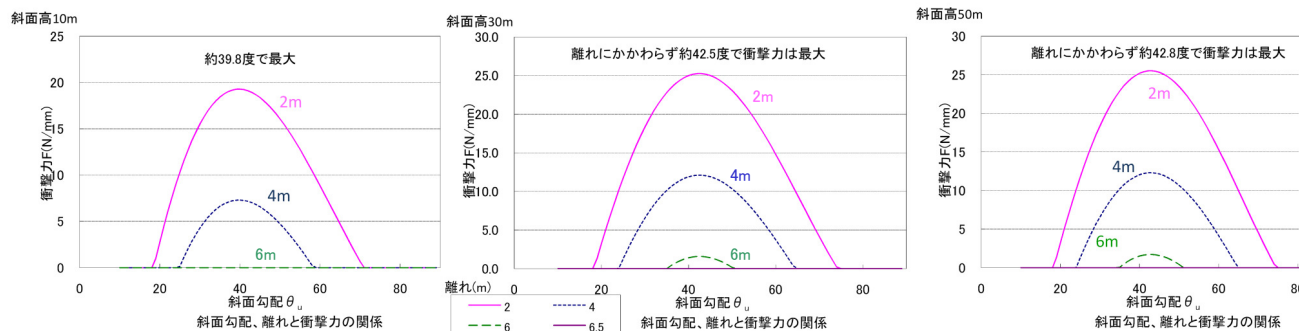


図-3 斜面勾配、離れと衝撃力の関係

面から斜面下端までの離れを確保するために、むやみに土砂を撤去すると斜面の安定性が損なわれることが懸念されるため、従来の地山を的確に推定し⁵⁾堆積土砂のみを取り除くこととした。今回は、擁壁高さ2～3.5mの4種類について、現状を踏まえ斜面勾配が40度と60度の場合について、想定される崩壊土砂量を留保する為の最低離れを決定した。

(3) 擁壁の安定性の検討

a) **常時の安定性の検討**: 通常、直接基礎の構造物を新設する際、基礎底面は良質な支持層(N値=20以上)に支持させることが望ましいとされている⁶⁾が、上述した貫入試験結果よりN値=6以上に適応する擁壁形状を検討した。

b) **土砂堆積時の安定性の検討**: 崩壊によって土砂が擁壁背面に堆積した場合、速やかに撤去することを前提としているが、一時堆積時の土圧による転倒、滑動、支持力について安定性の検証を行い、すべての制限値を満足する擁壁形状を求めた。

c) **地震時の安定性の検討**: 地盤の変形によって変化する滑動、転倒、支持力についても安定性の検討を行った。

d) **衝撃作用時の安定性の検討**: 想定される崩壊土砂量により生じる衝撃力について検討した。衝撃力は、斜面高さが同程度であっても斜面勾配が異なれば変化する。図-3に、斜面高さ別に離れと斜面勾配をパラメータとしたときの衝撃力の比較を示す。離れにかかわらず約40度で衝撃力が最大となることから、斜面勾配40度を採用した。

(4) 擁壁形状選定フロー

検討の結果、32種類の擁壁形状を作成した。選定のフローを図-4に示す。

3. まとめ

今回、シラス斜面に対応する土砂止擁壁の設計標準化を試み、以下の点を整理することで、地質・形状条件等より32種類の擁壁の中から最適な擁壁形状を決定する擁壁形状選定フローを作成した。

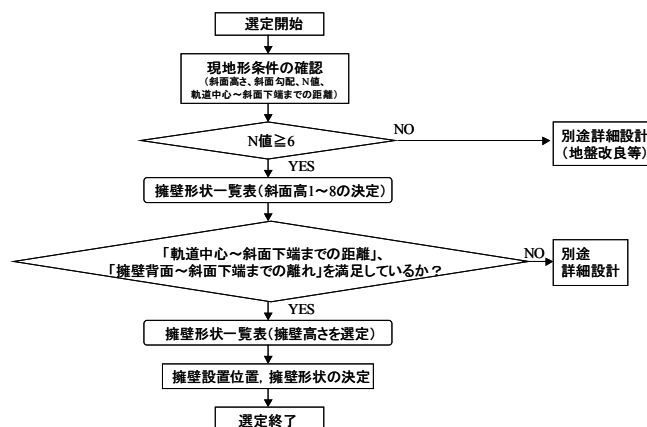


図-4 擁壁形状選定フロー

- ① シラス地盤 N 値=6 以上を対象
- ② 崩壊土砂量を統計量に準拠
- ③ 崩壊土砂の衝撃力は斜面勾配 40 度で最大

平成21年度には、フローに基づいて選定した土砂止擁壁を2箇所、計146mを新設した。工期、工事費ともに大幅な削減が図られた。

一方、実際の施工においては、様々な課題が発生するため、現地状況に応じた柔軟な対応と、施工実績の蓄積と活用が重要となる。また、設計自体もシラスの特性の把握、設計精度の向上等、今後取り組むべき課題も残されており、さらに検討を深める必要がある。

指宿枕崎線ではシラス斜面の切取崩壊が多発しており、同種の災害を未然に防ぐことが本職の責務である。今後、適切な土砂止擁壁の新設等により防災強度を高め、より一層お客さまに安全な旅を楽しんで頂けるよう取り組んでいく。

¹⁾ 大保正夫, しらす斜面の災害, 新線路, 平成4年5月号

²⁾ 地盤工学会, 土質試験の方法と解説

³⁾ 高田誠, 松元勇, 北村良介, 一次しらす地盤の力学的特性に関する一考察, 土木学会論文集 No.694, III-57, 343-348, 2001.12

⁴⁾ 全国地すべり崖崩れ協議会, 崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例, 平成19年3月

⁵⁾ 鹿児島県土木部砂防課, 土砂災害防止マニュアル鹿児島県版, 平成18年3月

⁶⁾ 国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編, 鉄道構造物等設計標準・解説 (基礎構造物・抗土圧構造物), 平成12年6月