

傾斜地盤上の高盛り土の安定確保と コスト縮減を考慮した道路設計

帯広開発建設部 足寄道路事務所 工務課
〃
計画課

○富田 旭
櫛田 努
阿部幸康

現場は、北海道横断自動車道黒松内北見線で、丘陵地と小利別川間の傾斜地盤上に20mの高盛り土を施工するものである。

地質は、表層から2mが脆弱な崖錐堆積物で、それ以深に風化頁岩がある。通常の段切りでは崖錐堆積物上の盛り土となり崩壊に至ることが懸念された。

本文は、盛り土の安定を確保するため切り取り形状と浸透水を遮断する排水工を提案、設計・施工したので報告する。

キーワード：自然災害、防災

はじめに

日本道路協会は、「道路土工—盛土工指針」を平成22年4月に発行した。性能規定への流れや地震や豪雨など頻発する災害を踏まえ盛り土の指針を再編した。

ポイントとして、

- ・性能設計を取り入れて、盛り土の要求性能を明確化
 - ・災害を踏まえ、排水対策と締固めの重要性を強調
 - ・維持管理における点検の着眼点を記載
- などが挙げられる¹⁾。

本文は、降雨時に崩壊することが多い傾斜地盤上の盛り土に対し、大きく切り取る断面形状を提案、今回の改訂の主旨の一つである入念な排水対策を実施し盛り土の安定を確保したので報告する。

1. 設計を進める上での課題と問題点

現場は、北海道横断自動車道黒松内北見線で、傾斜地盤上に20mの高盛り土を施工するものである。設計は過年度に実施設計が完了していたが、地山からの湧水処理や薄い腹付け盛り土などに対し配慮した設計がされておらず、根本的に見直す必要があった。

設計区間の地盤は、地滑り崩積土や軟弱な扇状地堆積物が分布している。周辺の地形は傾斜地や沢部にあたり、その上部は樹林や牧草地として利用されており、湧水が見られる。(図-1)

設計上の課題は、傾斜地盤上の高盛り土において基礎地盤を適切に処理し安定を確保することであるが、次に述べる問題点があった。

(1) 段切り形状の定量化

盛り土と現況地盤との境目付近は、盛り土の滑動や沈下が生じやすいため段切りを行う。その形状は、大きい

ほど安定するが定量化されていない。

(2) 長期間にわたり効果の高い排水工

盛り土上部は、樹林や牧草地で集水地形となっている。また、施工は複数年になるため、暫定施工中の安定確保や供用後の長期間にわたり効果的な排水工が必要になる。



【図-1】現地周辺状況

2. 対策工の技術的な検討

現場は、表層から2mまでは脆弱な崖錐堆積物が分布し、それ以深に風化頁岩が分布している。通常の段切りでは崖錐堆積物上の盛り土となり崩壊に至ることが懸念された。そのため、切り取り形状を多くし岩盤との密着性を向上させる段切り形状と、浅層地下水や切盛境の浸透水を遮断する排水工を提案した。

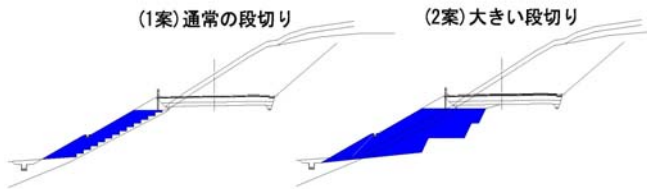
(1) 機械施工を考慮した切り取り形状

傾斜地盤上の盛り土は、施工幅が4m未満となり、人力併用で斜面上の施工となるため施工効率が落ちる。そこで、施工性を考慮し、機械施工が可能な形状とした。

a) 切り取り形状

形状は礫質土の床掘り勾配を参考に、
 切り取り高さ：4m
 切り取り勾配：1：0.5
 小段：土工量軽減のため、高さ2m毎に幅1mの小段を設置
 掘削幅：機械施工を考慮し5mを確保
 崖錐堆積物：除去

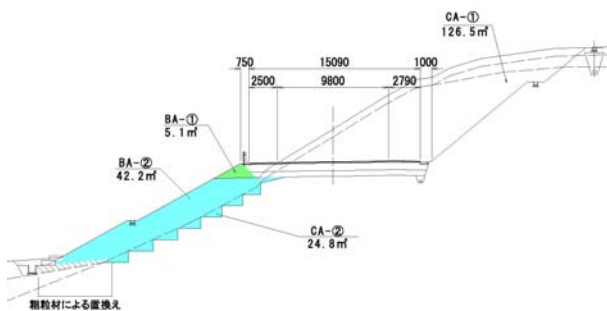
通常の段切りとの比較を図-2～4、表1、2に示す。



【図-2】段切り比較図

【表-1】通常の段切りにおける土工費及び施工日数

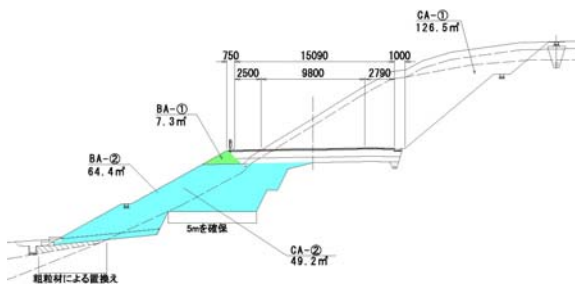
| 細別 | m当り 土量 [m ³] | m当り 金額 [円] | 100m当り 施工日数 [日] |
|----|--------------------------------|------------------|-----------------------|
| CA | 151.3 | 60,437 | 58 |
| BA | 47.3 | 12,671 | 13 |
| 合計 | — | 73,108 | 71 |



【図-3】土積横断図(通常の段切り)

【表-2】大きい段切りにおける土工費及び施工日数

| 細別 | m当り 土量 [m ³] | m当り 金額 [円] | 100m当り 施工日数 [日] |
|----|--------------------------------|------------------|-----------------------|
| CA | 175.7 | 51,226 | 54 |
| BA | 71.7 | 15,975 | 16 |
| 合計 | — | 67,201 | 70 |



【図-4】土積横断図(大きい段切り)

提案した形状は、通常の段切りと比べ盛り土が増加する一方、切り土施工費は機械掘削により下がる。全体の費用は、通常の段切り費用73千円に対し大きい段切り費用は67千円で、8%コスト縮減となった。

工程は切り土に支配される。通常の段切り日数58日に対し大きい段切り日数は54日で、7%短縮された。

(2) 複数年施工における安定を考慮した排水設計

盛り土上部は、樹林や牧草地で集水地形となっている。通常は、段切り時に浸透水を処理するが、施工が複数年となるため、未施工箇所からの湧水が盛り土内に滞りし不安定化する。

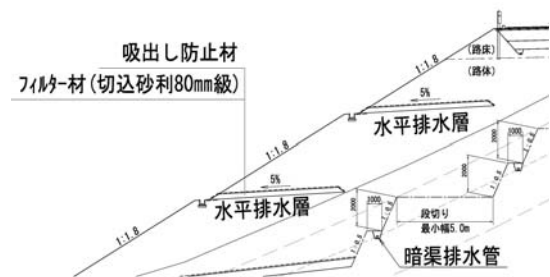
そこで、浸透水対策は、盛り土基盤排水層や水平排水層²⁾の他、盛り土に先行して切盛境に遮断排水層を設置し浸透水を排水、安定を図ることとした。

a) 水平排水層

盛り土内の浸透水を排除するため、盛り土小段毎に水平排水層を設置する。横断方向の長さは、指針では小段高さの1/2以上としている。

当該路線は、地山からの浸透水も多く速やかに排水する目的に小段間まで設置した。(図-5)

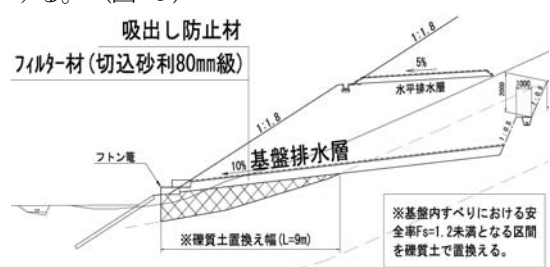
層厚は30cmとし、5%の排水勾配を付ける。フィルター材は透水性のよい良質な材料とする。また、水平排水層の上面からの盛り土材土粒子の吸出しを防止し、盛り土の安定化を図るため吸出し防止材を敷設する。



【図-5】水平排水層断面図

b) 基盤排水層

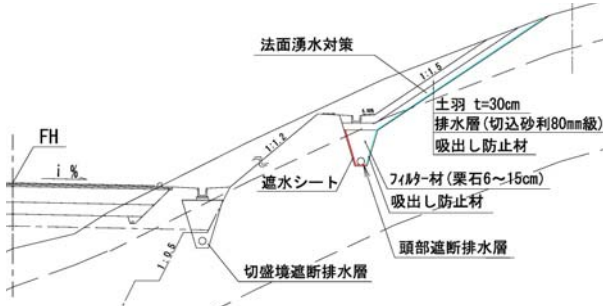
基盤排水層は、地山から盛り土内への浸透水を防止するため底面に設置する。層厚は50cmとし、段切りまでの全面に設置する。また、地形状況、施工時の巻きだし・転圧等を考慮し10%程度の勾配を付ける。フィルター材は水平排水層と同様、透水性のよい良質な材料とする。(図-6)



【図-6】基盤排水層断面図

c) 遮断排水層

本線右側は、切盛境に遮断排水層を設置する。設置深さは崖錐堆積物以深とする。掘削深さは施工の安全上1.5mとし、1.5mを超える場合、仮設切り土を行い掘削することとした。(図-7、切盛境遮断排水層)



【図-7】 遮断排水層断面図

d) 盛り土法尻部の置換え

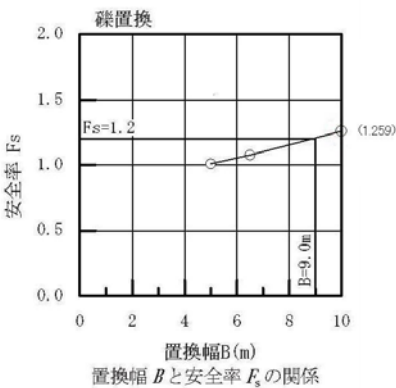
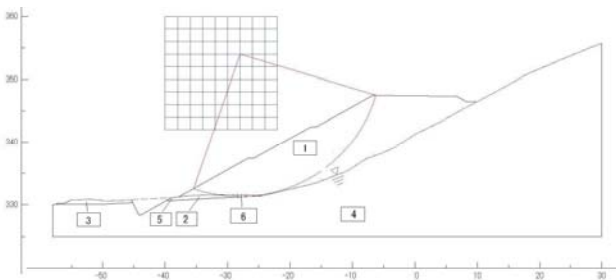
法尻部は軟弱な河川堆積物のため、置換え幅毎に円弧計算から安全率を求め、安全率1.2確保できる必要幅を求める(図-8)。

必要幅は、礫質土で置換え速やかに排水出来る構造とした。(図-6※礫質土置換え幅)

| | | | |
|---------|---------------------|----------|-----------|
| 最小安全率 | $F_s \text{ MIN} =$ | 1.259 | (置換幅10m時) |
| 円弧の中心 | X | = -28.00 | (m) |
| | Y | = 354.00 | (m) |
| 半径 | R | = 22.74 | (m) |
| 抵抗モーメント | $M_R =$ | 32646.1 | (kN・m) |
| 起動モーメント | $M_D =$ | 25923.3 | (kN・m) |

| 層番号 | 飽和重量 (kN/m ³) | 湿潤重量 (kN/m ³) | 内部摩擦角 (度) | 粘着力 (kN/m ²) | 粘着力の 一次係数 | 水平震度 | 鉛直震度 |
|-----|------------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-------|-------|
| 1 | 19.00 | 19.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 20.00 | 20.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 20.00 | 20.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 26.40 | 26.40 | 40.00 | 500.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 16.00 | 16.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 16.00 | 16.00 | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



【図-8】 置換え幅の検討図

e) 切り土法面の湧水対策

盛り土上流は牧草地のため、湧水が多い。崖錐堆積物は2m程度あるため、暗渠排水では処理しきれない。そこで、切り土勾配を1:1.5に緩くし表面にフィルター材を30cm敷設後、土羽30cmを張付け湧水対策を行った。(図-7、頭部遮断排水層と法面湧水対策)

3. 施工状況

施工手順に沿って、状況写真を示す。

(1) 切り取り形状



【写真1 段切り施工状況】



【写真2 段切り完了】

(2) 基盤排水層



【写真3 基盤排水層床面状況】



【写真4 基盤排水層完了】



【写真5、基盤排水層吐口フトン管設置】



【写真6、基盤排水層吸出し防止材設置】

(3) 遮断排水層



【写真7、遮断排水床掘り状況】



【写真8、吸い出し防止材・遮水シート設置】

(4) 切り土法面の湧水対策



【写真9、切り土法面排水層敷設】

おわりに

大きな切り取り及び盛り土の締固めは、大型機械施工で岩盤との密着性を向上させ、確実な締固め施工が可能となった。対象盛り土延長1.3kmにおいて、770万円のコスト縮減も図られた。また、施工基面は平坦部が5m確保され、機械作業の安全性向上にもつながったものと考えている。

基盤排水層や遮断排水層は、融雪期には牧草地からの浸透水を路体外に排水していることが確認され、その効果が確認されている。

当該区間は、浸透水が供給される切り土区間も広範囲に存在する。切り土小段やのり頭は湧水状況に応じ遮断排水を設置、法面の浸透水は、(2) e)で提案した砕石による排水層を採用している。

近年、異常気象から自然災害が多発しており、各地で道路盛り土の被害が増加している。また、地震時の崩壊事例も多い。今回提案した設計は、地山との密着性やせん断強度も向上し耐震上も有利な構造となっている。

今後、防災面からも安全な道路が求められる中、より良い設計を提案し、施工していく所存である。

参考文献

- 1) 日経コンストラクション(p66~p67 2010.6.11)
- 2) 道路土工 盛土工指針(平成22年4月)