

すき取り物の盛土材料としての利用について

渡辺 英* 西川 純一**

1. はじめに

近年、高規格道路建設に見られるような大規模土工を伴う工事が多く施工されている。とりわけ山間部・丘陵部を通ることが多いため、建設工事に際し大量の伐根物及びすき取り物が発生している現状にある。このうち、伐根物については産業廃棄物として処分し、また、表層のすき取り物については、一般廃棄物として処分することになっている。しかし、発生量もさることながら、現在使われている処理場の許容量にも限度があり、さらには、新規の処理施設の整備も遅れており、その処理に苦慮しつつ現在に至っている。

近年、事業を行うに際し、再生資源を利用するよう努めるとともに、建設工事に係る副産物の全部若しくは一部を再生資源として利用することを促進することが要請されている。そこで、切土作業時に発生するすき取り物を取り上げ、その有効利用を目的に、盛土材料としての利用可否について検討する必要がある。

そこで今回、施工マニュアル（案）を作成し、すき取り物の盛土材料としての利用について、物性、施工方法及び使用箇所を考慮し、使用の可否を決定することとした。

以下に施工マニュアル（案）を示し、次いでこれを作成する際の背景を解説する。

< 施工マニュアル（案） >

すき取り物の盛土材料としての利用について

1. すき取り物の物性

(1) すき取り物の定義

すき取り物の定義については、特に明確なものはないが、伐根除根時に発生する表土のうち、切り株などの伐根物、下刈り作業に伴い発生する刈り取り草などを取り除いた表土とする。

(2) 使用適否の判定

1) 室内土質試験

（すき取り物盛土の土量 $1,000\text{m}^3$ に 1 回）

2) 物理試験

土粒子の密度試験（土砂分に対して実施）

含水比試験（土砂、草木類混在試料に対して実施）粒度試験（土砂分に対して実施）液性限界・塑性限界試験（土砂分に対して実施）突固め試験（JIS A 1210：非繰返し法・湿潤法）トラフィカビリティー試験

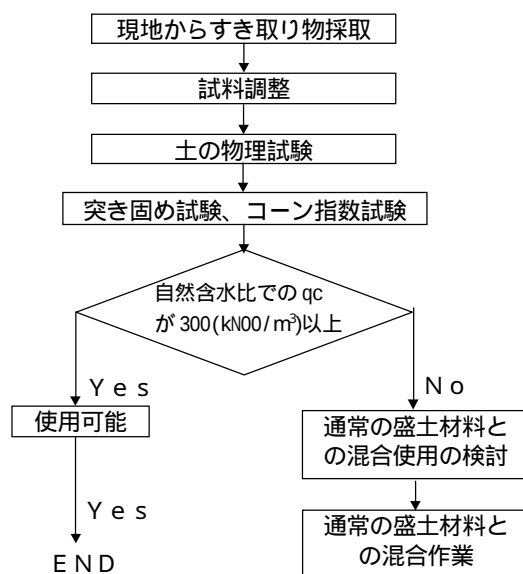


図 - 1 現場管理のための土質試験の流れ

2. 施工方法

- (1) 路体盛土の最下部に使用し、仕上がり厚 1 層 30cm とし、2 層 60cm を限度とする。
- (2) 通常の土工と同様に層厚管理を行い、十分に締固める。

3. 品質管理

- (1) すき取り物盛土は、通常の盛土と同様の品質管理を行うものとする。
- (2) 品質管理方法は、原則としてジャー式砂置換法（JIS A 1214）とする。
- (3) 規格値は、最大乾燥密度の 85% 以上とする。
- (4) 試験は、すき取り物盛土の上量 $1,000\text{m}^3$ に 1 回の割で行う。

4. 使用箇所の適否

すき取り物の腐食分解に伴う長期沈下などに、不明な点が残るため、以下の箇所には使用しないものとする。

- (1) 市街地、構造物の背面など残留沈下に問題のある箇所
- (2) 傾斜地盤、軟弱地盤など盛土の安定上問題のある箇所
- (3) 盛土高 4m未滿、9mを超える盛土施工箇所。

2. 盛土の安定性

1) 円弧すべりに対する検討

すき取り物を盛土の一部に使用した場合、一般の盛土材料に比べ強度の小さいすき取り物を敷設した部分が弱部となり、すべり破壊を生じる危険性が懸念される。この場合の盛土の安定性の目安を得る目的で、盛土の安定解析を行った。

解析の方法は円弧すべり法（分割法）とし、安全率 F_s は次式¹⁾ から算定した。

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + W \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

c : 粘着力 (tf/m^2)

l : 分割片で切られたすべり面の弧長 (m)

W : 分割片の全重量 (tf/m)

α : 各分割片で切られたすべり面の中心とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 ($^\circ$)

ϕ : せん断抵抗角 ($^\circ$)

計算上設定した条件は、次の通りである。

すき取り物を盛土の一部に敷設する位置は、次の2点の理由から原地盤から一定高さまでとした。

- ・舗装に悪影響がでないよう、路盤から極力離す必要がある。
- ・すき取り物は工程上、土工に先立って出てくるものである。

すき取り物の厚さは、30, 60, 90cm の3ケースとした。

すき取り物の単位体積重量は、試験施工結果から $\gamma_t = 1.6 (\text{tf/m}^3)$ とした。

すき取り物の強度定数は、三軸圧縮試験結果のうち、現場で想定される締固め度 85% に対応する値を採用した。この時、安全側の考えに立ち、せん断抵抗角は無視した。粘着力は室内試験の平均値

を採用し $c = 1.9 (\text{tf/m}^2)$ とした。

本体盛土の土質定数は砂質土と仮定し、 $t = 1.9 (\text{tf/m}^3)$, $c = 0$, $\phi = 30^\circ$ とした。

盛土のり面の勾配は1:1.8、盛土高さは、5.0, 10.0, 15.0m(すき取り物厚を含む)の3ケースとした。

盛土高さと計算の結果得られた最小安全率の関係を図 - 2 に示す。盛土構造物に要求される最小安全率は、 $F_s = 1.2$ であること¹⁾ から、今回の解析条件における限界盛土高さは表 - 1 の通りである。

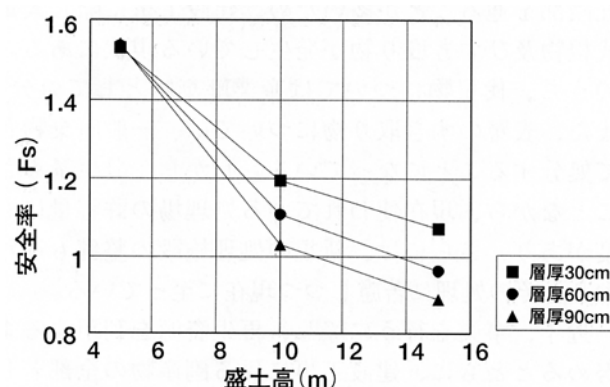


図 - 2 盛土高さと最小安全率

表 - 1 すき取り物厚と限界盛土高

すき取り物厚 (cm)	限界盛土高 (cm)
30	10
60	9
90	8

2) 滑動に対する検討

傾斜地盤においてすき取り物を盛土の一部に使用した場合、一般の盛土材料に比べ強度の小さいすき取り物を敷設した部分が弱部となり、滑動破壊を生じる危険性が憂慮される。こうした際の盛土の安定性の目安を得る目的で、盛土の安定解析を行った。

安全率 F_s は次式から算定した。この時、a-a面(本体盛土とすき取り物の境界)での滑動とb-b面(すき取り物と地盤の境界)での滑動が考えられるが、本検討においては両者に有意な差は生じないとみられるので、a-a面での検討のみを行った(図 - 3)。

$$F_s = \frac{PV \cdot \tan \phi + c \cdot B}{PH}$$

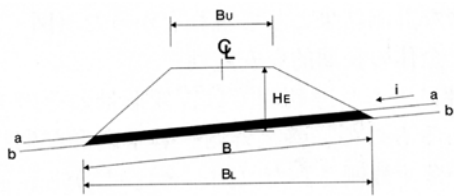
PV : すべり面に鉛直に作用する力 (tf/m)

PH : すべり面に水平に作用する力 (tf/m)

ϕ : せん断抵抗角 (deg.)

C : 粘着力 (tf/m^2)

B : すべり面の長さ (m)



B_U: 盛土天端幅 (m) B: すべり面の斜長 (m)
B_L: すべり面の長さ (m) H_E: 盛土高 (m)

図一 3 滑动に対する安定計算

計算上設定した条件は、次の通りである。

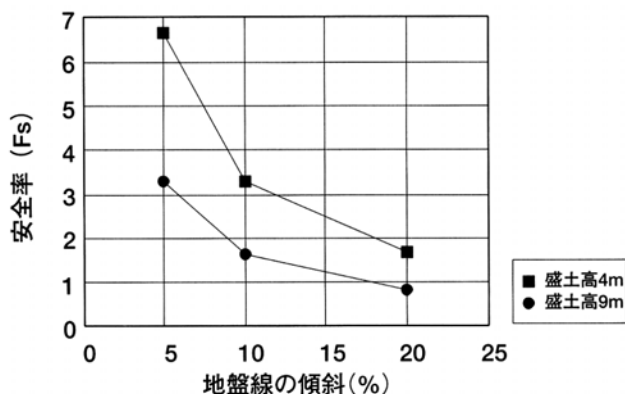
すき取り物を盛土の一部に敷設する位置、すき取り物の強度定数及び本体盛土の単位体積重量は、前述の円弧滑りに対する検討と同様とした。

盛土のり面の勾配は1:1.8、盛土高さは、4.0、9.0 m (すき取り物厚を含む) の2ケースとした。

盛土天端幅は、高規格道路を考え25mとした。

地盤線の傾斜は、5、10、20%とした。

地盤線の傾斜と計算の結果得られた安全率の関係を図-4に示す。盛土高が高くなると滑动に対する安全率が低くなることがわかる。滑动に対する所要安全率は $F_s = 1.5^{(2)}$ であることからまた、盛土高9mの場合、地盤線の傾斜が10%を越えると不安定になる。



図一 4 地盤線の傾斜と滑动に対する安全率

3. すき取り物を使用した盛土の仕上がり層厚

1) すき取り物の分解による沈下量の検討

すき取り物を盛土の一部に使用した場合、すき取り物に混在している草木類の腐植分解に伴う沈下が問題となる。しかし、草木類すなわち土中に含まれる有機物の分解は数年オーダーで進行するとされており³⁾、現時点では試験施工からこの問題を判断できない。

そこで、強制分解沈下試験の結果を用いて、実際にすき取り物を盛土の一部に使用した場合に、どれだけ

の沈下を生ずるのかを予測した。この試験は、標準圧密試験器を用いて、水浸容器内に水酸化ナトリウム溶液(10%)で満たし、定荷重をもとに経過時間毎の沈下量を測定するものである。

すき取り物の分解による沈下量 S は、強制分解沈下試験の結果から得たひずみ量 ε を用いて、次式から算定した。

$$S = \varepsilon \cdot 100 \cdot H$$

S : 分解による沈下量 (cm)

ε : 試験結果から得たひずみ (%)

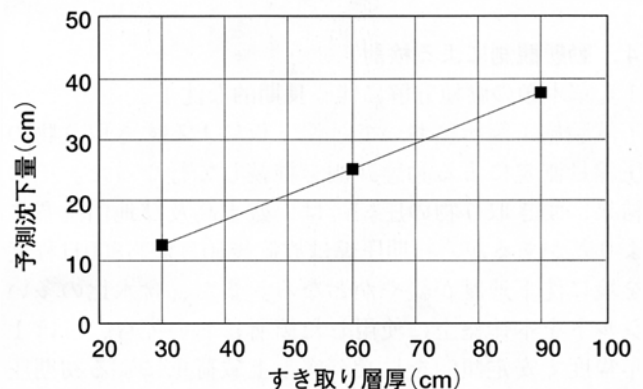
H : すき取り物の層厚 (cm)

計算上、設定した条件は次の通りである。

すき取り物を盛土の一部に敷設する厚さは、30、60、90cmの3ケースとした。

強制分解沈下試験から得られたひずみには、試料ごとに差があった。計算に際しては、安全側の立場に立って、試験結果のうち最も大きいひずみ量を示した結果($\varepsilon = 42\%$)を用いた。

すき取り厚と予測される長期的な沈下量の関係を図-5に示す。すき取り層厚30~90cmにおけるすき取り物の分解に伴う沈下量は13~38cmであっ



図一 5 すき取り厚と予測される長期的な沈下

た。

2) 使用箇所に関する検討

泥炭性軟弱地盤対策工指針では、舗装完成後の残留沈下量は次の値⁴⁾を目安としている。

一般盛土区間 (市街地) : 10cm 程度

一般盛土区間 (郊外地) : 30~50cm 程度

橋梁等構造物との接続盛土部: 10~30cm 程度

すき取り物の分解による沈下量は、舗装完成後、長

期にわたって進行するものと考えられるので、上記の基準にしたがって検討を加える。郊外地の一般盛土区間での許容残留沈下量を30cmとすると、すき取り層厚60cmが限度と判断できる。しかし、市街地での一般盛土区間および橋梁等構造物との接続盛土部では、すき取り層厚30cmでも許容残留沈下量を満足できないと考えられる。

また、道路工事設計施工要領⁵⁾に構造物の裏込め、埋戻し部には、圧縮性の小さい材料を用いることとの規定があり、このことから橋梁等構造物との接続盛土部においては、すき取り物を盛土の一部として使用できないと判断できる。なお、橋梁等構造物との接続盛土部とは、盛土高を9mと仮定すると図-6⁵⁾に示し

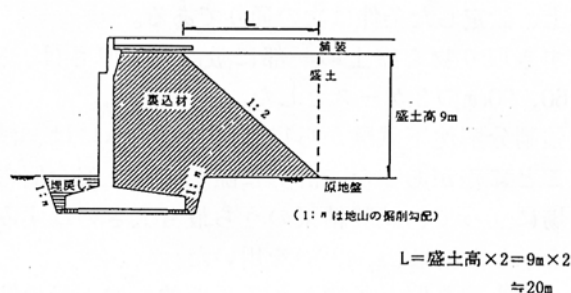


図-6 構造物背面の一例

たように構造物の端部から20m程度とした。

4. 動態観測による検討

1) 草木類の腐植分解に伴う長期的な沈下

試験施工箇所において、沈下板によるすき取り物の圧縮量測定による動態観測を継続して行なった。その結果、すき取り物の圧縮量は、盛土高及び地山土質により差があるが、初期圧縮は放置後50日から200日程度を境に沈下速度が緩やかとなる。また、含水比の多いシルトを本体盛土に使用した箇所においても、ほぼ1年程度で安定傾向を見せ、盛土上載荷重による初期圧縮が、ほぼ収束方向に向かい、その後沈下速度が緩やかとなった。腐食に対する影響は、2年経過時におい

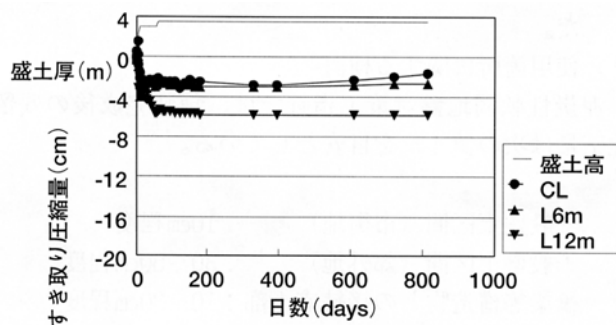
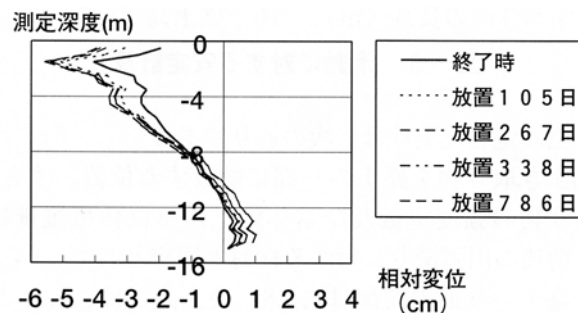


図-7 試験施工箇所(層厚60cm)でのすき取り物の圧縮量

ても顕著な計測結果として現れなかった(図-7)。

2) 盛土全体の長期的な安定性

傾斜計による動態観測では、変形量とそのモードに違いはあるものの、盛土外側へ若干変形が生じているケースが多く観測された(図-8)。しかし、通常の盛土においてもこの程度の変形力が生ずる場合もあること



《盛土外側へ変位(-)、盛土内側へ変位(+)》

図-8 傾斜計測定結果図(試験施工箇所)

から、崩壊に結びつくものとは考えにくい。

3) すき取り物の圧縮に伴う強度増加

試験施工箇所において1年経過時のせん断強度の確認に引き続き、2年経過時について経年変化を確認するため、試料Dの施工箇所では電気式静的コーン貫入試験を実施した。試験結果によると、層厚60cm箇所では、1年経過時は $q_c = 1,400 (\text{kN/m}^2)$ で、2年経過時には $q_c = 1,400 (\text{kN/m}^2)$ となり、層厚90cm箇所では、1年経過時及び2年経過時に $q_c = 1,500 (\text{kN/m}^2)$ を計測した。これらの経年変化を見てみると、盛土路体が増加傾向にあるが、すき取り物の強度増加は、盛土後初期の段階で

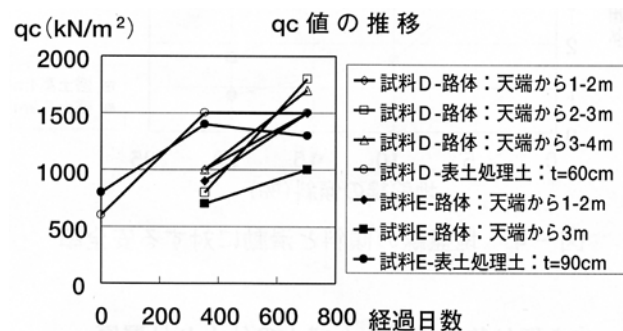


図-9 qc値の推移(試験施工箇所)

増加がほぼ終了したとみられる(図-9)。

5. まとめ

すき取り物を盛土材料として現場施工するにあたり、すき取り物の物性、施工方法および使用箇所などのこれらの条件を検討した結果をもとに、施工マニュアル(案)を作成した。今後、この手法を用いて施工を行う

ことにより、建設副産物対策として、またコスト縮減として活用されることが望まれる。

ただし、ここでの検討において、すき取り物に含まれる草木類の腐植分解に伴う長期的な沈下、すき取り物の圧縮に伴う強度増加、盛土全体の長期的な安定性（水平変位）については、今後とも経年変化の観測及び検討を継続する必要がある。^{6) 7) 8) 9) 10)}

参考文献

- 1) 日本道路協会；道路土工のり面工・斜面安定工指針，pp148 - 149，昭和61年11月
- 2) 日本道路協会；道路土工；擁壁・カルバート・仮設構造物工指針，pp51，昭和62年5月
- 3) 木暮敬二；高有機物の地盤工学、pp19、平成7年10月
- 4) 北海道技術センター；泥炭性軟弱地盤対策工指針、pp54，昭和63年10月
- 5) 北海道開発局；道路工事設計施工要領，平成6年4月
- 6) 渡辺 英・西川純一・林 宏親；地盤工学会北海道支部；技術報告集第39号「表土処理の盛土利用への検討」pp203 - 208，平成11年2月
- 7) 山口 悟・西川純一・北野初雄；日本道路協会；第22回日本道路会議「表土処理の盛土材料としての利用への検討 ～表土処理土の工学的特性～」
- 8) 林 宏親・西川純一・北野初雄；日本道路協会；第22回日本道路会議「表土処理の盛土材料としての利用への検討～盛土の安定性と長期沈下～」
- 9) 渡辺 英・西川純一・藤森雄三；日本道路協会；第23回日本道路会議「表土処理の盛土材料としての利用への検討～試験施工の結果と考察～」
- 10) 渡辺 英・西川純一・藤森雄三；地盤工学会北海道支部；技術報告集第40号「表土処理の盛土利用への検討と考察」pp283 - 286，平成12年2月



渡辺 英*
開発土木研究所
構造部
土質基礎研究室
研究員



西川 純一**
開発土木研究所
構造部
土質基礎研究室
室長