

斜面表層崩壊対策に関する力学的土嚢設置の効果評価

Effect and evaluation on mechanical setting of sandbags for measures to slope outer layer collapse

(株)砂子組	正会員	井元 俊介 (Syusuke Imoto)
(株)砂子組	正会員	山元 康弘 (Yasuhiro Yamamoto)
(株)砂子組	非会員	妹尾 正之 (Masayuki Seo)
(株)砂子組	正会員	金子 弘幸 (Hiyoyuki Kaneko)
(株)砂子組	正会員	田尻 太郎 (Taro Tajiri)

1. はじめに

林道工事や仮設仮道工事、さらには本設切り土盛土が、昨今の局地的豪雨を被った場合、特に切り土法面の膨らみ対処を行わないと表層崩壊に繋がるケースがあるので、一般的には押さえ盛土として大型土嚢を設置する。また表層崩壊を起こした後も、大型土嚢を設置するのが一般的であるが、これらには2つの課題がある。

一つは土嚢を積んだ背面に水が流れたときの土嚢の安定性、二つ目には土嚢を置く場所の地耐力である。特に切り土盛土斜面が豪雨等で表層崩壊を起こした場合、法尻の地耐力も減少していると考えられることから本来は、地耐力測定等を実施した後に土嚢を設置するのが望ましいと考えられる。

大型土嚢は一般的に、十分な締め固めを行わない近隣土砂を入れ多段積みし、土嚢本体の繊維で上部の土嚢荷重を負担する、いわゆる拘束効果を期待した力の再配分で落ち着かせる方法を取る事になる。十分な締め固めを省略するために、迅速な対応が可能となるが、多段積み上部の土嚢重量が増えるほど、下部土嚢の変形が大きくなると共に地耐力が期待されない場合は、最も下段の土嚢に負担がかかり十分な安全率が確保できていない可能性がある。

このことから、切り土盛土に関して上部表層崩壊の後に土嚢を二重に5段積んだモデルを考え、2次元 FEM で

乾燥、湿潤状態を考慮しながら、一段ずつ土嚢を取っていくステップ解析を行った。

2. 地質踏査結果および現場状況



図 - 1 ダンプトラック走行中の林道

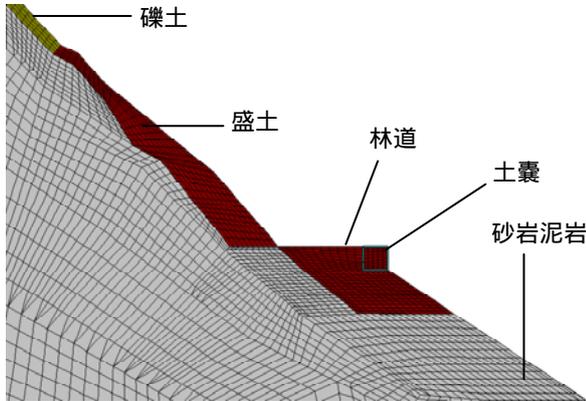
図-1 および 2 に、表層崩壊を起こした林道取付工事の現場を示す。崩壊箇所は尾根に囲まれた傾斜 30 ~ 40° の斜面で、被災箇所の中にやや不明瞭な沢地形が分布する（表流水は不明）。



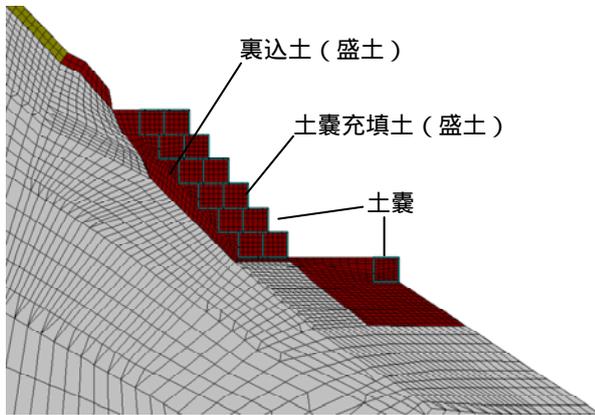
図 - 2 崩壊箇所全景

崩壊面の土質は泥岩が主体の砂岩泥岩で、スレーキング風化しており、節理等の構造は読み取れなかった。
 図-1の林道下側の斜面は、1:1.5の勾配を持つ成形された盛土と考えられる。

3. 解析モデルおよび岩盤物性値



(a) 崩壊前の当初斜面



(b) 崩壊後の斜面と土嚢

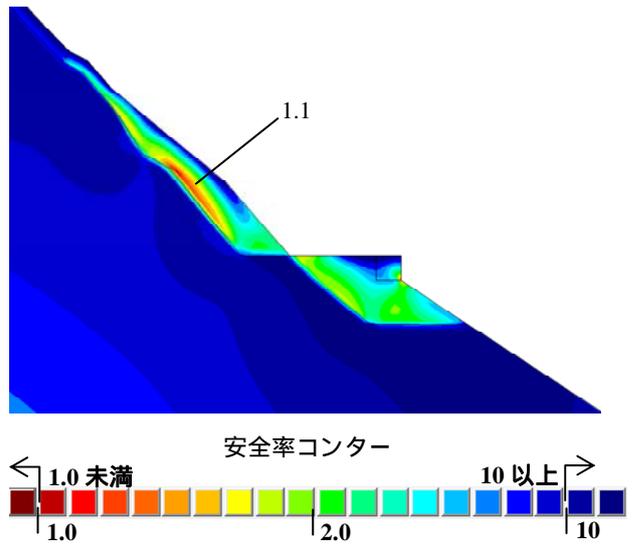
図-3 解析モデル

図-3に解析モデルを示す。図-3-(a)の林道上部の盛土斜面は、既往工事図面を用いた。林道を支持する盛土部分は、図-1に示した地質踏査結果より想定したものである。同図-(b)の崩壊後の斜面は、崩壊後に実施した測量結果に基づいている。表-1に岩盤物性値を示す。

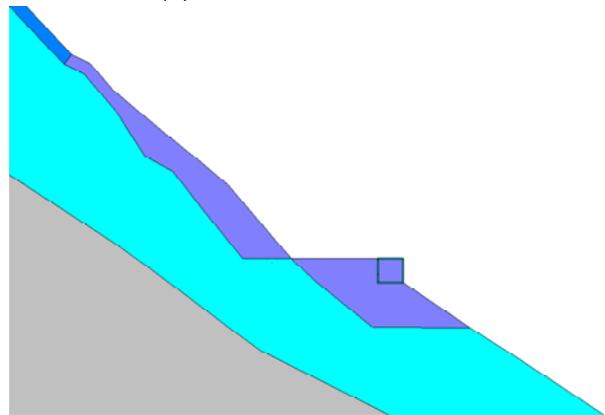
表-1 岩盤物性値

		礫土	盛土	砂岩泥岩	土嚢(袋)
弾性係数	E(kN/m ²)	6,300	5,000	500,000	1
ポアソン比	ν	0.3	0.3	0.2	
粘着力	c(kN/m ²)	30	15	1,000	
内部摩擦角	$\phi(^{\circ})$	20	35	38	
重量	w(t/m ³)	1.8	1.9	2.5	
湿潤重量	w'(t/m ³)	2.8	2.9	3.5	

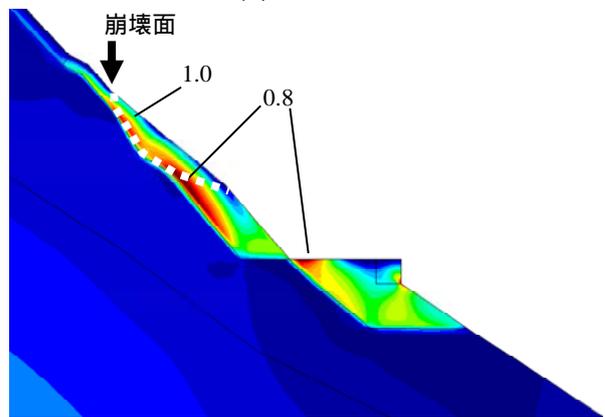
岩盤物性値はボーリング結果等がないため、同じ工区内にある地質性状の近い現場の調査結果を用いている。土嚢裏込土と土嚢充填土は盛土と同じとし、土嚢(袋)は微小な引張剛性を持つトラス要素で表現した。



(a) 当初斜面乾燥時の安全率



(b) 地下水位



(c) 当初斜面湿潤時の安全率

図-4 当初斜面の解析結果

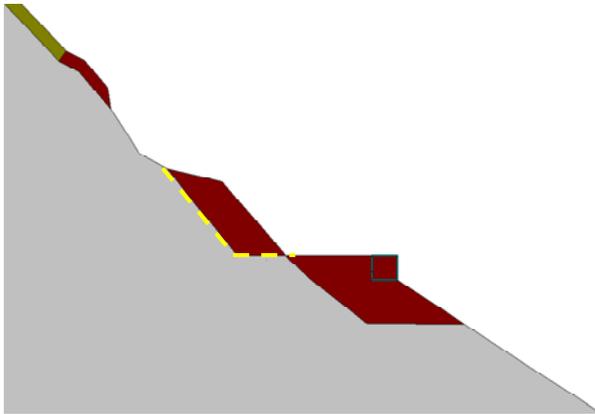
4. 当初斜面の解析

ステップ解析を行うために、初期状態として崩壊前の当初斜面を想定する。当初斜面の乾燥時と湿潤時の安全率を図-4-(a), (c)に示す。(b)に示した地下水位は地質踏査からの推定で、重量は表-1の湿潤重量を使用した。

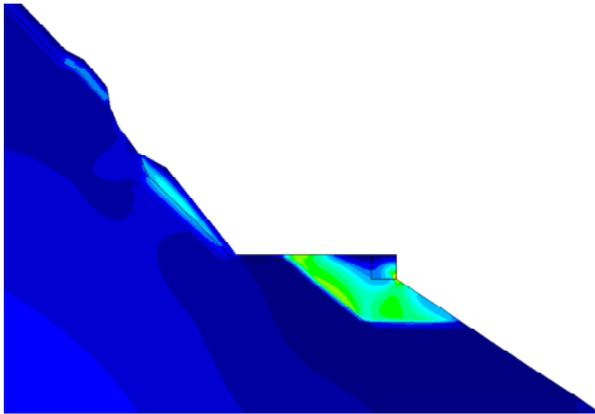
乾燥状態で当初斜面は、基盤岩と盛土の境界部で安全率が低いものの、崩壊には至らないと考えられる。なお安全率は、引張破壊しないものとして計算した。湿潤状態で境界部の安全率は1を下回り、安全率の低下部が繋

がる形で崩壊面が形成され、表層崩壊に至った可能性がある。想定できる崩壊面で盛土を切り取ると図-5-(a)となり、崩壊後に実施された測量結果とほぼ一致する。

(a)は災害要因の除去と土嚢設置のため、点線まで盛土は廃土される。その状態での安全率を、同図-(b)に示す(乾燥状態)。表層崩壊と災害要因の除去により、崩壊後の斜面は安定していたと考えられる。



(a) 崩壊後の斜面



(b) 崩壊後の安全率

図 - 5 表層崩壊後の状況

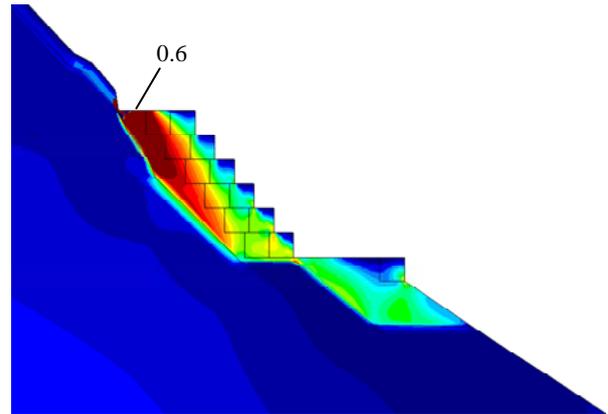
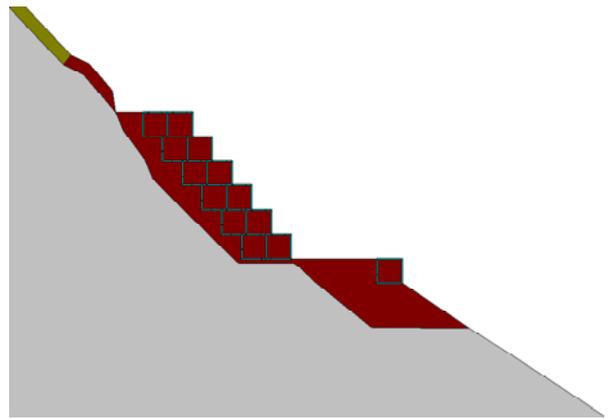
5. 土嚢設置の影響

図-5-(b)に、土嚢および裏込め土を設置した状態での安全率を、図-6に示す。

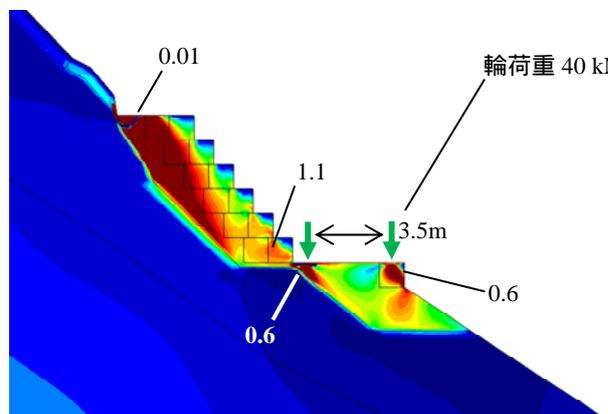
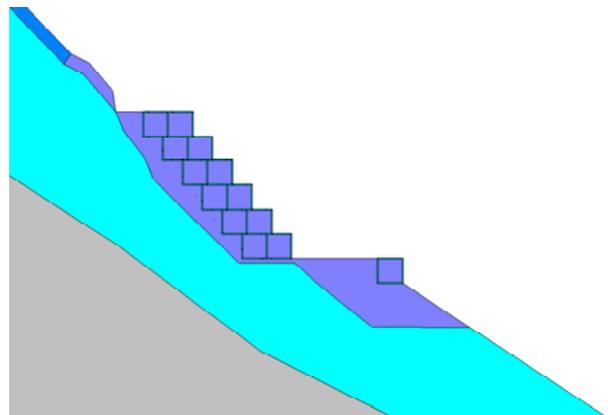
土嚢設置後の乾燥状態で、土嚢の裏込め土はほとんど自立していないと考えられる。湿潤状態で、その傾向はさらに顕著になり、裏込め土が自立しない影響は土嚢内部の充填土に及び、特に多段積み最下段の土嚢への影響が大きい。湿潤状態では土嚢の充填土も大半が自立しないことから、多段積み維持される理由は、土嚢袋による拘束効果によるところが大きいと推測される。

さらにダンプトラックの走行による輪荷重を、3.5 m幅×40 kNとして与えると、法尻の地耐力も大きく低下している可能性がある事がわかる。

法尻の地耐力の低下などの影響により、大きな負担を受ける多段積み土嚢最下段の根足を失った場合、自立していない裏込め土および土嚢群が、地耐力の低下した林道に、上載荷重としてばら撒かれ、林道自体が失われる可能性は否定できない。

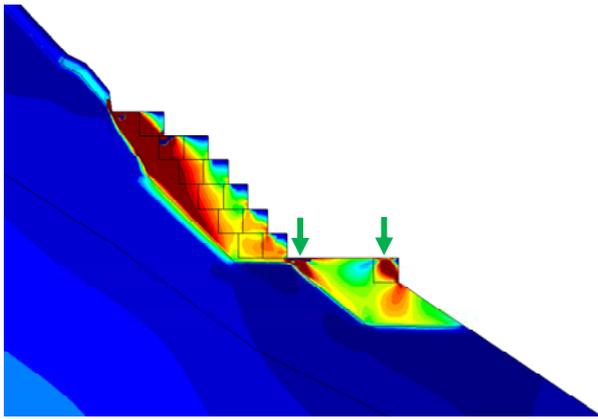


(a) 土嚢設置後乾燥状態

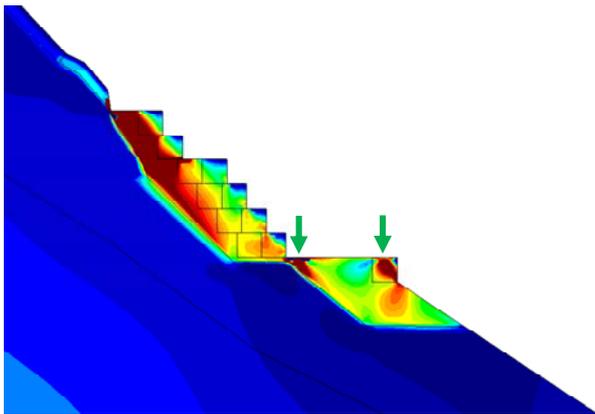


(b) 土嚢設置後湿潤状態

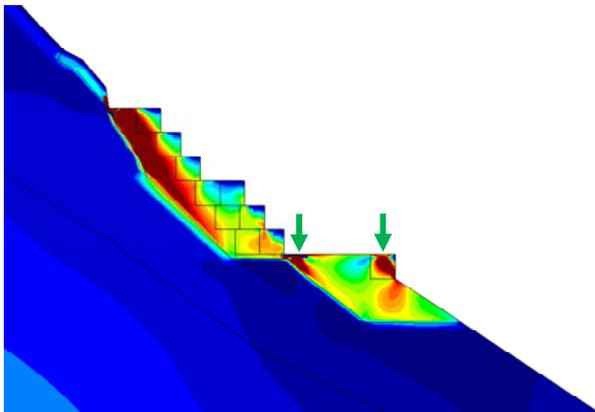
図 - 6 土嚢設置の影響



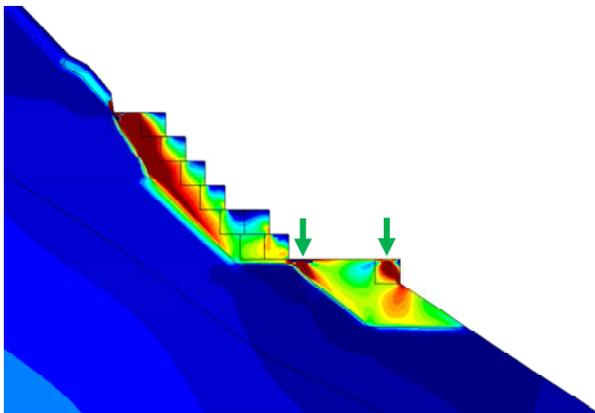
(a) 1 段目撤去



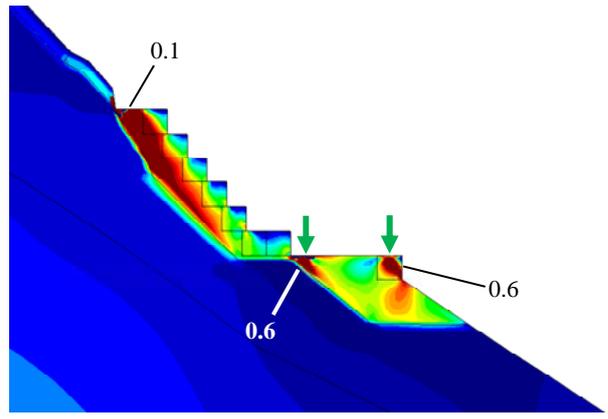
(b) 2 段目撤去



(c) 3 段目撤去



(d) 4 段目撤去



(e) 5 段目撤去

図 - 7 多段積み土嚢の撤去

6. 多段積み土嚢の撤去

前節の結果は、土嚢の過積によるものと想定し、1 層目の土嚢を、1 段ずつ順次撤去するステップ解析を行った。結果を図-7 に示す。全て湿潤状態である。

図-7-(a) ~ (e) に示すように、多段積み土嚢の 1 層目をほぼ全部撤去すれば、裏込め土が自立しない事と、輪荷重による地耐力の低下は避けられないものの、最下段土嚢への負担は減少し、土嚢壁は自立すると考えられる。

図-5-(b) に示すように、崩壊後の斜面は土嚢壁がなくても安定している可能性があり、多段積み土嚢の 1 層目を撤去する事によって、押さえ盛土としての大型土嚢壁は、妥当な予防工になると考えられる。

なお現場において、輪荷重によるものと考えられる、崩落事故や崩落事例は報告されておらず、輪荷重による林道部分の地耐力の低下は、あったとしても局所的なものにとどまっていると、現状では思われる。

7. まとめ

今回のケースでは、表-1 に示したように、崖錐堆積物である礫質土と大きくは変わらない土を盛土材料として用いているために、土嚢壁背面の裏込め土が自立せず、輪荷重による法尻の地耐力の低下などが見られ、これまで述べてきたような結果になったと考えられる。

しかし今回の解析では、崩壊後の斜面は応力開放と災害要因の除去によって、そのまま安定している場合も少なくないと思われる事、また予防工として施工した土嚢による押さえ盛土が、条件によっては逆に災害要因を招きかねないという結果も得られた。

参考文献

- 1) 1980 北海道大学農学部演習林研究報告書
- 2) 林野庁林道技術基準 指針細則
- 3) 林野庁林道技術基準解説