

阿蘇大橋地区斜面防災対策工事（直轄砂防災害関連緊急事業）の取組み（その4）

ー土留盛土工の計画・設計・施工ー

国土交通省九州地方整備局

光武 孝弘 野村 真一

(株)熊谷組 正会員 ○天下井 哲生 正会員 中出 剛 土居 陽介

八千代エンジニアリング(株) 池田 誠 鈴木 正美 辻本 和紀

1. はじめに

阿蘇大橋地区の斜面崩壊に伴い流出した国道 57 号および JR 豊肥本線の復旧工事を安全に行うため、斜面上部に残る多量の不安定土砂の崩落による二次災害を防ぐための緊急的な対策工が求められた。このため、崩壊地頭部の不安定土塊の除去と併せて、崩壊地下部に落石や流出土砂を受け止める土留盛土工が応急対策施設として計画された。余震や降雨等により更なる崩壊の危険が懸念されている中で、土留盛土工の施工は崩壊地に人が立ち入ることなく、遠隔無線操作による無人化施工を導入することとなり、これを踏まえた配置・構造形状の計画・設計が課題となった。ここでは、土留盛土工の計画・設計および施工の概要について報告する。

2. 土留盛土工の配置計画

施工基盤となる崩壊土は阿蘇地域特有の黒ボクを含み、降雨により著しく泥濘化する。写真-1 は進入路造成時に施工機械が泥濘化地盤に沈み込んだ状況であるが、傾斜地における建設機械の沈み込みや滑りが、無人化施工では大きな課題となった。このため、無人化施工での施工性を考慮して、最も緩勾配となる勾配変化点に土留盛土工を配置することとした。また、別途検討した崩壊地内での落石シミュレーションにより、土留盛土工が 1 段の場合は盛土高が大きく安定しないことから、上下段の 2 段配置とした。無人化施工における作業性を考慮し、航空レーザ測量により得られた 3 次元地形モデルから斜面の凸凹地形に対して等レベルな施工基盤となるよう平面線形を設定した(図-1)。



写真-1 泥濘化地盤での重機の沈み込み

3. 土留盛土工の形状・仕様

盛土形状は無人化施工での施工性を考慮し、図-3 に示すように土留天端幅を 5.0m、法勾配を 1:1.0 とした。盛土高は落石シミュレーションによる跳躍高に余裕高を考慮し高さ 3m としたが、下段については運用後に 5m まで嵩上げが可能な形状とした。また、土留盛土工はソイルセメントにより築造するものとし、目標強度については「砂防ソイ

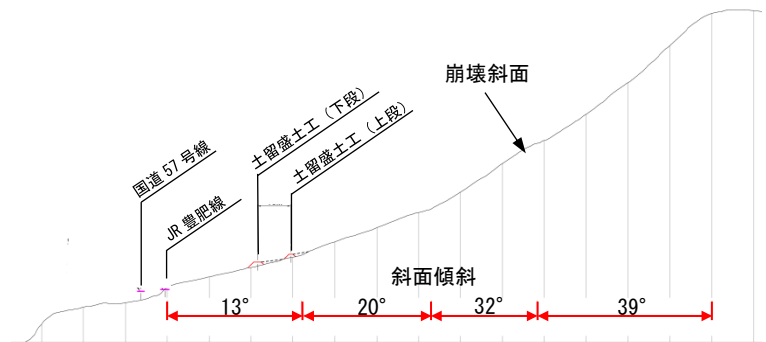


図-1 斜面勾配と土留盛土工位置

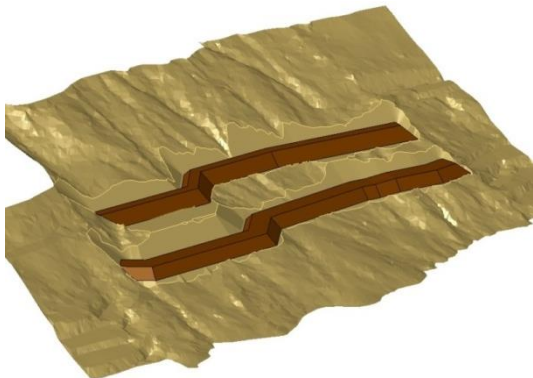


図-2 土留盛土工の 3 次元モデル

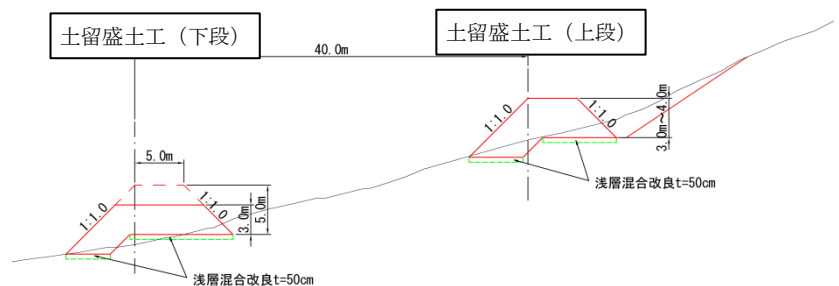


図-3 土留盛土工標準断面

キーワード 熊本地震, 阿蘇大橋, 斜面崩壊, 砂防事業, 土留盛土工, 無人化施工

連絡先 〒810-0004 福岡市中央区渡辺通 4-10-10 (株)熊谷組 九州支店土木部 TEL 092-721-0215

ルセメント便覧¹⁾」の応急対策施設を参考として目標強度レベルⅠに相当する 0.5N/mm^2 とした。なお、盛土基盤は施工時のトラフィカビリティ確保のため、先行して盛土と同様な強度を目標として浅層混合改良を実施した。

4. 土留盛土工の安定検討

土留盛土工の安定性については以下により確認した。

- ①基礎地盤の円弧すべり
- ②基礎境界面の安定（転倒，滑動，地盤反力）
- ③土留盛土工の内部安定

ここで、崩壊地内の地盤定数については、周辺ボーリング調査結果や崩壊地内土砂を無人化施工機械で採取した試料による室内試験結果をもとに評価した。また、③については、土留盛土工に最大 3m の落石が衝突した場合を想定し、衝撃力に対して破壊範囲を三角錐としたときのせん断抵抗から破壊領域を推定したが(図-5)、大規模な破壊には至らないと評価された。

5. 土留盛土工の試験施工と出来形管理

施工は当初、改良材と崩壊土を現位置攪拌する方式として上段盛土工の施工を開始したが、工程短縮を図るため施工途中から母材として購入土を用い、場外で混合攪拌した改良土を敷均・転圧する方式とした。

1) 改良土の室内配合試験

ソイルセメントの配合は、施工の進捗に合わせて 3 回室内試験を実施し、母材が崩壊土では 200kg/m^3 、購入土では $70\sim 100\text{kg/m}^3$ とした。

2) 試験施工

試験施工では砂置換法による現場密度試験ならびに圧縮強度試験(材令 7 日，28 日)を実施し、施工時の改良材の攪拌時間ならびに改良土の転圧回数の妥当性を確認した。配合①および配合②を対象に試験施工を行い、両者ともバックホウ(0.7m^3 級)の 4 回転圧で締固め度 90%以上を満足することが確認できた。

3) 土留盛土工の出来形管理

土留盛土工の出来形は無人化施工機のマシンガイダンスにより座標管理を行うとともに、UAV 計測により得られた地形図により確認を行った(図-6)。

6. おわりに

土留盛土工が完成し一部は有人施工に移行しているが、今後は土砂堆積状況を監視し必要に応じて除石が必要となる。また、無人化施工による土留盛土工の管理試験方法について開発する予定である。なお、土留盛土工の落石解析やすべり計算等の基礎設計は、基礎地盤コンサルタンツ(株)で実施したものである。【参考文献】1) 砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント設計・施工便覧，2011。

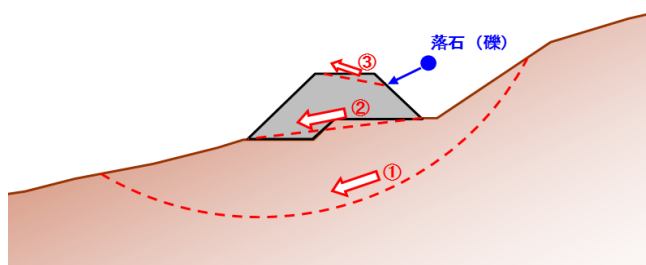


図-4 土留盛土工の安定検討

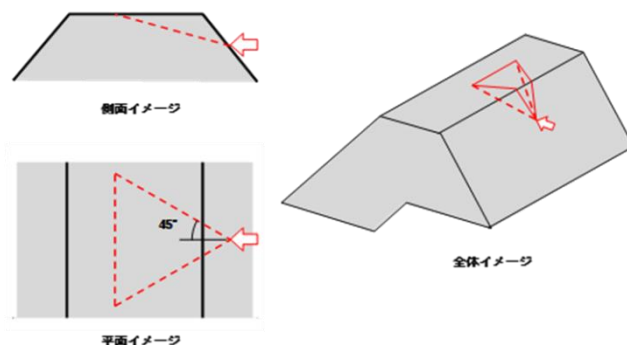


図-5 落石衝撃による破壊領域

表-1 室内配合試験の概要

配合	母材	固化材	決定 添加量	試験概要
①	母材 A (崩壊土砂)	高有機質土用	200 kg/m ³	・現地崩壊土砂の配合試験 ・7日材令強度から28日材令強度を推定し固化材の添加量を決定した
②	母材 B (白川河川 浚渫土)	特殊土用	100 kg/m ³	・盛土材を購入土に変更するための暫定配合試験 ・土質試験の結果から固化材は特殊土用に変更した ・3日材令強度から7日材令強度および28日材令強度を推定した ・材令7日の圧縮試験結果から推定強度を確認した
③	母材 B (白川河川 浚渫土)	特殊土用	70 kg/m ³	・最適な添加量を決定する配合試験 ・添加量を $50\sim 80\text{kg/m}^3$ の間で変えて配合を決定した



写真-2 土留盛土工の施工状況

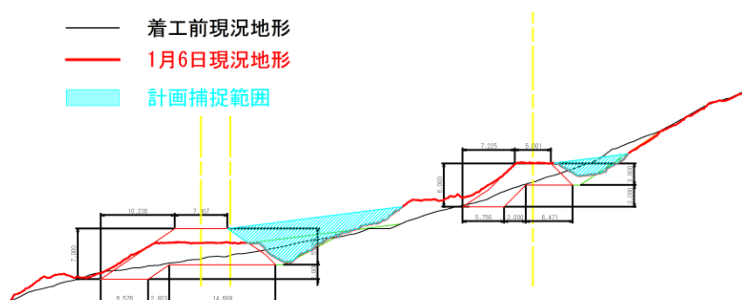


図-6 土留盛土工の出来形管理