

6.2 災害危険個所関連技術

【災害復旧・危険個所／関連技術】

技術名	GPS ダンプ運行管理
番号	No. 6. 2-1
発注者	宮城県
施設名	—
所在地	宮城県岩沼市
工事名称	災害廃棄物処理業務互理名取ブロック（岩沼処理区）
施工期間	2011年10月～2014年3月
施工者	ハザマ・奥田建設・上の組・春山建設・佐藤建設共同企業体
キーワード	GNSS 運行管理、計量・出来高情報統合

(1) 概要

岩沼市では、東日本大震災での津波到達距離が内陸部 5 km 程度にまでおよび、約 46 万 t の災害廃棄物と約 16 万 t の津波堆積物が発生した。一次仮置場に集積された災害廃棄物と津波堆積物の処理は、岩沼市から宮城県へ事務委託され、上記共同企業体が行った。その内、一次仮置場から二次仮置場（17ha）への災害廃棄物等の運搬において、GPS ダンプ運行管理を導入した。

図-1 に全体処理フローを示す。市内各所の一次仮置場に集積された災害廃棄物は、木くず、

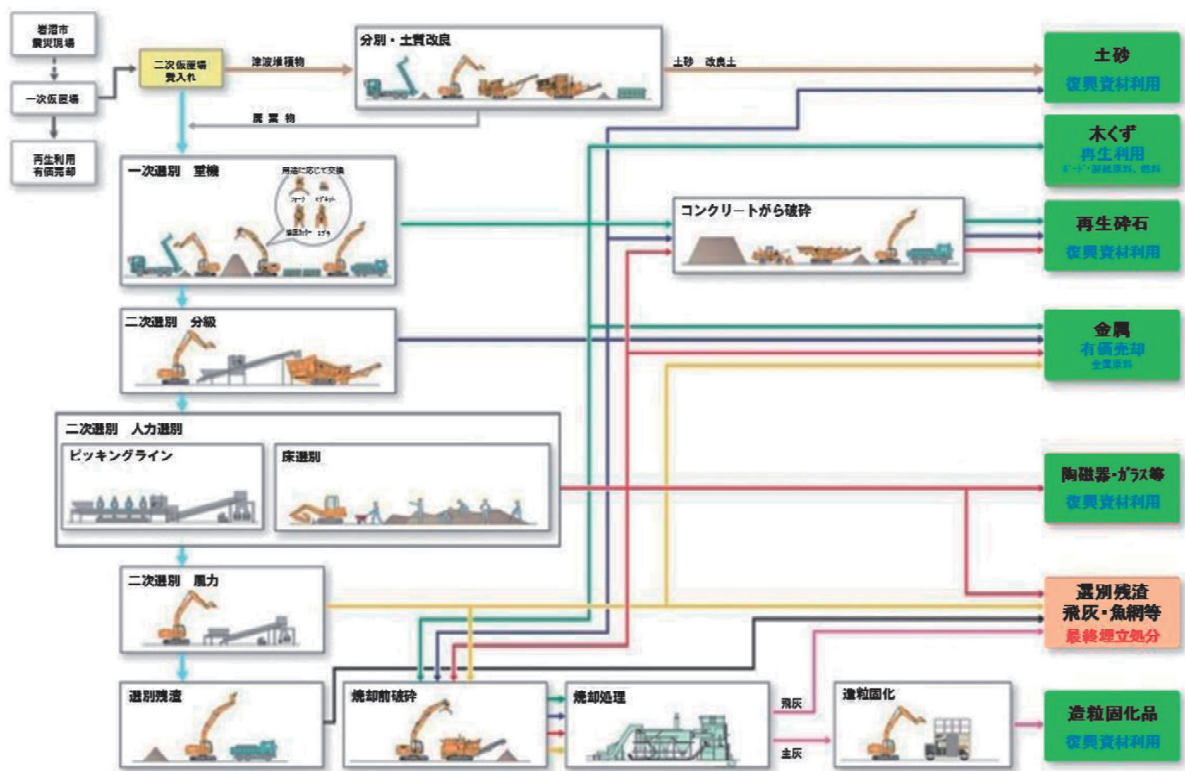


図-1 全体処理フロー図

混合ごみ（可燃・不燃）、コンクリートくず、アスファルトくず、金属くずと津波堆積物に分類されており、品目ごとに二次仮置場に搬入、二次仮置場内で中間処理を行った。

(2) 技術詳細

GPS 運行管理システムを運搬車両に搭載し、運行状況を集中管理するとともに、二次仮置場トラックスケールの計量情報も統合することで、車両ごとの積込、荷卸し場所・時間、運行ルート、積載物種類、積載重量の全データを一元管理した。

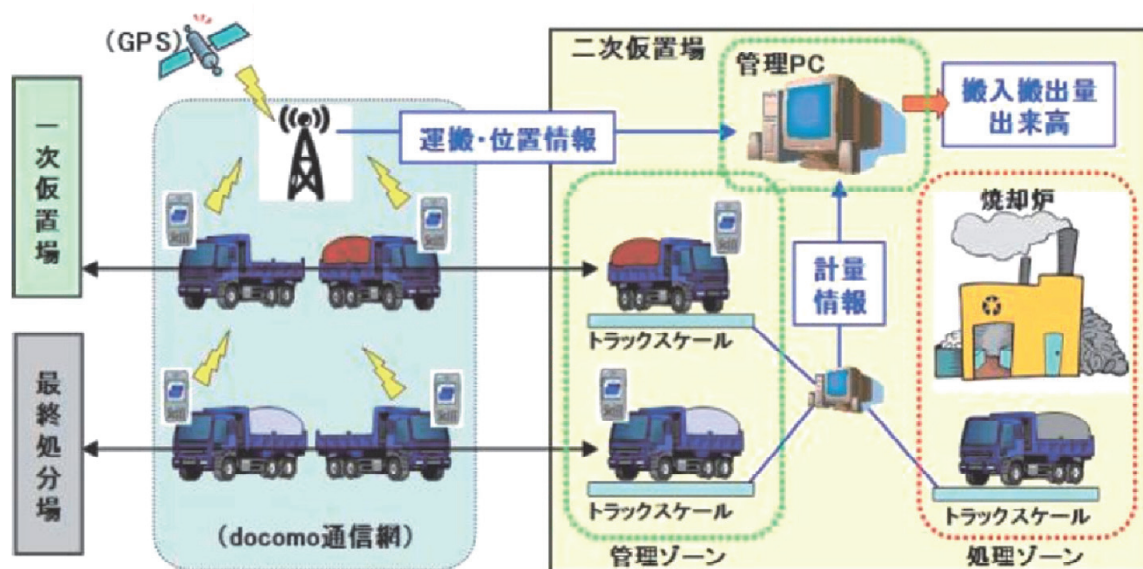


図-2 搬出・搬入管理の概念

(3) 結果

一次仮置場から二次仮置場への搬入最盛期には、1日述べ800台の車両が運行したが、円滑に搬入・計量作業を行うことができた。

参考文献	東日本大震災 災害廃棄物処理の報告：(一社)日本建設業連合会、pp. 105-114、2014年6月
備考	—

技術名	リアルタイムGPS動態観測システム
番号	No. 6. 2-2
発注者	林野庁東北森林管理局宮城北部森林管理署
施設名	—
所在地	宮城県栗原市栗駒字栗駒岳 国有林 21 林班地内
工事名称	荒砥沢Ⅱ (H21) 治山工事
施工期間	2009年7月～2010年6月
施工者	(株)熊谷組
キーワード	高精度リアルタイム動態観測、壁面形状計測、映像伝送、無線操縦

(1) 概要

1) 背景

岩手・宮城内陸地震が原因として発生した荒砥沢地すべりでは、高さ150mにもおよぶ滑落崖が形成(図-1、図-2、写真-1)され、更にはその背後にも新たな亀裂が発生し、冠頭部の崩壊が懸念されたことから、背後地山に対し約37万m³の排土工が計画された。

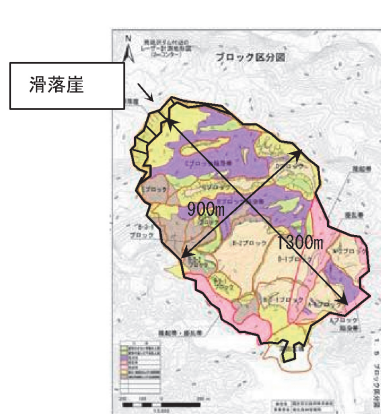


図-1 荒砥沢地すべり全体図

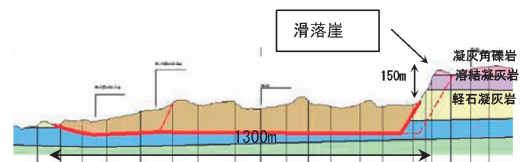


図-2 荒砥沢地すべり断面図

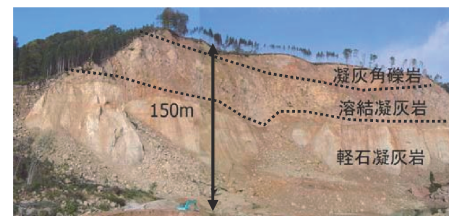


写真-1 滑落崖全景

2) 設計概要

本地すべり地では、拡大亀裂の進展に伴う冠頭部の崩壊が発生した場合に、地すべり移動体への頭部載荷や衝撃力により地すべり滑動の誘発が懸念されることから、冠頭部の排土工が計画された。工事概要を表-1に示す。排土量は滑落崖に対し斜面安定検討(図-3)を実施し、豪雨時においても安全率Fs=1.02から1.05を確保できる規模とした。

3) 無人化施工採用の背景

排土工は滑落崖冠頭部に対し高さ30m、施工範囲28,700m²、排土量約370,000m³となった。また、本工事では、施工の安全性の懸念から、一部の範囲で無人化機械による工法変更を実施した。

表-1 工事概要

工事名	荒砥沢Ⅱ (H21) 治山工事
工事場所	宮城県栗原市栗駒字栗駒岳 国有林21林班地内
発注者	東北森林管理局 宮城北部森林管理署
施工者	柵熊谷組 東北支店
工期	平成21年7月30日～平成22年6月30日
工事内容	<ul style="list-style-type: none"> ・頭部排土工 370,000m³ (有人：305,000m³ 無人化：65,000m³) ・切土法面緑化 2,000m² ・盛土工 340,000m³ ・作業道 W=8.5m L=1,160m ・旧市道改修 W=6.0m 420m

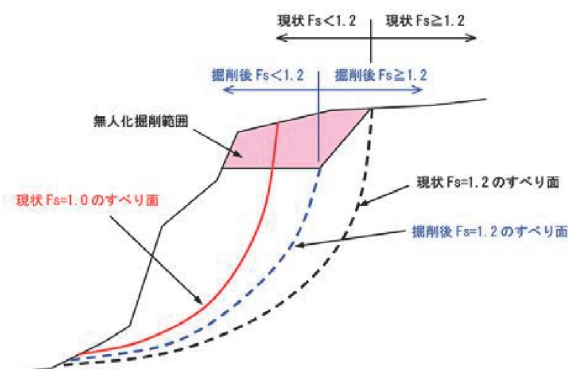


図-3 斜面安定検討概念図

(2) 技術詳細

1) リアルタイム GPS の概要

本工事は比高 150m の冠頭部での施工となることから、地山の挙動を常時把握し、安全に施工を進めることが求められた。本現場では地表面伸縮計による動態観測を継続的に実施していたが、施工範囲が広く、平面的な管理が必要と考え、滑落崖近傍、切土法面肩部に GPS 計測点を配置した。今回、滑落崖の岩盤性状から、変位速度の速い崩落現象の懸念があるため、GPS は変位追従速度に優れたシステム (リアルタイム GPS) を採用した。リアルタイム GPS は、迅速な計測結果を得るために RTNet と呼ばれるソフトウェアを利用し、まず、リアルタイム (数分で 10~20mm オーダー精度) での解析・評価を実施したのち、Bernese と呼ばれるソフトウェアを利用し、精度をミリオーダーまで向上させることを可能としたシステムである。観測は 24 時間体制で実施し、異常時には警報が携帯電話へ発信される。

2) ノンプリ動態観測の概要

滑落崖は地震直後から、経時的に軽石凝灰岩を主体として前面にせり出していることが確認されていた。このようなせり出しの進行は冠頭部の崩落に至る可能性があることから、滑落崖の壁面挙動を観測し安定性を評価する必要があった。そこで今回は、光波測距の応用としてノンプリズムによる壁面形状計測 (ノンプリ計測) を実施した。ノンプリ計測は、トータルステーションの機能の一つである「縦断面スキャン測量」を用いて行う動態観測法である。図-4 に示

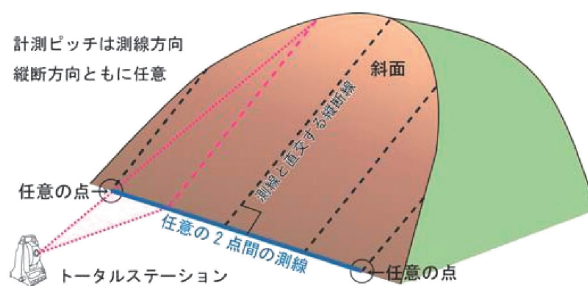


図-4 ノンプリ計測概念図

すように任意の 2 点間の測線に対して直交する方向に縦断面を作成し、同一線上の測定を繰り返すことにより動態観測を実施するものである。当地のような人が近づくことができない危険な場所への適用が有効である。観測は、滑落崖から約 200m 離れた箇所に基準点を設け、図-4 のように縦断線を 5 測線設定し、高低差約 120m 区間を観測した。なお、観測は 1 回/1 日実施し、その計測時間は概ね 2 時間程度である。

3) 無人化施工システム

無人化施工は汎用建設重機をラジコン化したもので、テレビカメラを見ながら遠隔操作を行う施工方法である。使用機械は掘削土量、工期、施工性などを勘案し、表-2 に示す資機材を採用した。施工イメージ図を図-5 に、東側斜面の崩落状況を写真-2 示す。無人化機械は主に掘削、整形に使用し、積み込み、運搬は有人での施工とした。

表-2 無人化施工機械一覧表

機械名	規格	台数	使用工種	摘要
遠隔操作式バックホウ	3.5m ³	1	掘削・整形	車載カメラ搭載
	1.5m ³	1	掘削・整形	車載カメラ搭載 ガイダンスシステム搭載
遠隔操作式ブルドーザー	16t	1	押土・整地	ガイダンスシステム搭載
大型ブレーカー	2t	1	転石・小割り	—
移動カメラ	—	2	作業監視	0.5m ³ 遠隔操作式バックホウ搭載
固定カメラ	—	3	作業監視	—
ハイビジョン固定カメラ	—	4	全体監視	1台
			崖面監視	3台
操作室	3K×4K	1	—	—

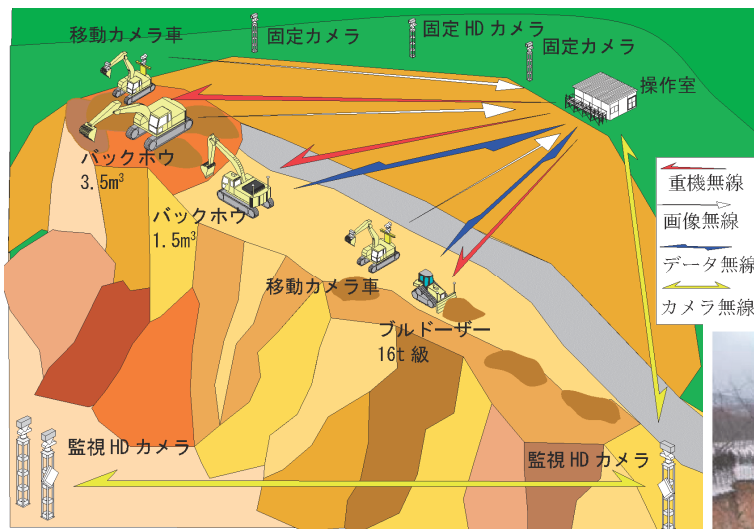


図-5 無人化施工イメージ図



写真-2 東側斜面の崩落

(3) 結果

観測は、リアルタイム GPS やノンプリ計測ともに本格的に掘削が開始された平成 21 年 11 月中旬～平成 22 年 6 月末まで実施した。また、観測中は管理基準値を定め安全を確保しながら施工した。

図-6 に冠頭部で実施したリアルタイム GPS と滑落崖壁面部で実施したノンプリ計測の結果を示す。リアルタイム GPS 観測結果では、法肩に設置した機器は概ね東～北東方向に変位し、滑落崖近傍に設置した機器は概ね南～北東方向に変位している。法肩部結果は、切土後の応力開放に伴う変位や沢地形の斜面傾斜方向への変位が発生したと考えられ、滑落崖近傍の結果は、概ね滑落崖側への変位が継続的に発生しているものと考えられる。

図-7 に示すノンプリ計測断面結果からは、今回の施工中において軽石凝灰岩に加え溶結凝灰岩で

もせり出している結果が得られた。

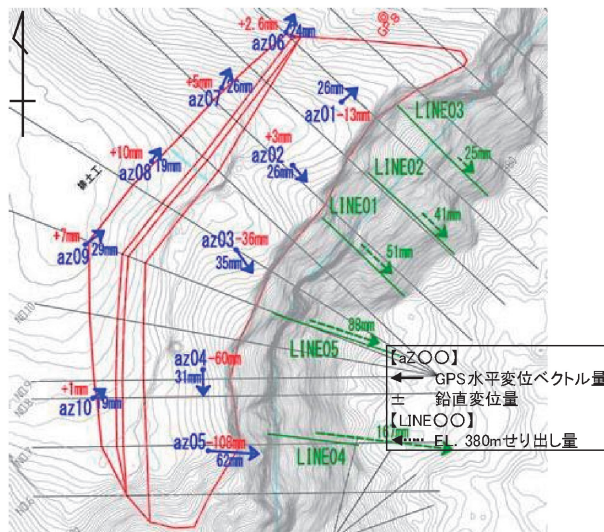


図-6 GPS・ノンプリ計測結果

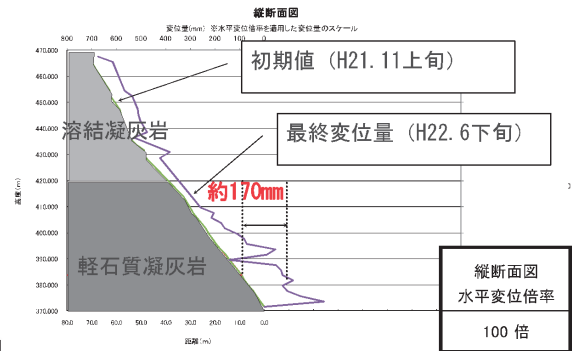


図-7 ノンプリ計測縦断面図結果

GPS 観測やノンプリ計測の結果からは、排土工事の進捗に伴う変位抑制効果の発揮により、変位収束の傾向が認められた。特に軽石凝灰岩のせり出しは、観測初期の 30mm/月から観測後期の 15mm/月へと減少する傾向が認められた。

無人化施工の計画を実施するにあたり、その施工範囲を検討した。無人化施工範囲の設定は図-3 に示すような標準断面における斜面安定結果により決定した。今回の検討結果から、図-8 に示すような標準断面結果を平面的に展開したものを図-9 に示す。その結果、無人化施工数量は 65,000m³ となった。

平均施工量は、2,000m³/日程度の排土を行い、約 3 ヶ月間で無人化施工を終了した。

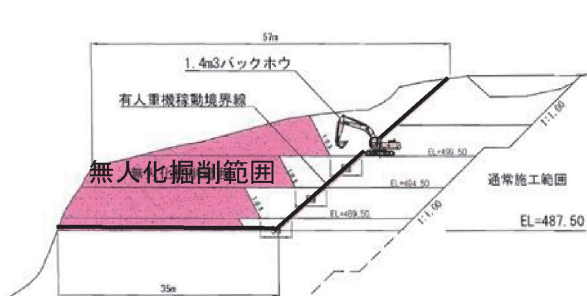


図-8 無人化施工範囲縦断区分図

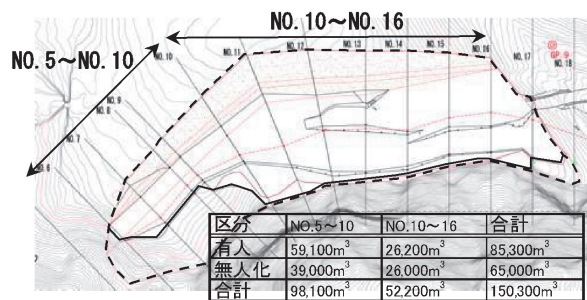


図-9 無人化施工範囲平面区分図

参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・荒砥沢地すべりにおける排土工事について：(株)熊谷組 片山、北原、黒澤、東北森林管理局宮城北部森林管理署 江坂、第 20 回調査・設計・施工技術報告会論文集（地盤工学会中部支部）、2011.6 ・岩手・宮城内陸地震に係る荒砥沢地すべり対策と大規模地すべりにより出現した地形・景観の活用に関する検討会 報告書：東北森林管理局、2010.3
備考	—