

平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用

戸 田 修 実

平成 28 年 4 月に発生した熊本県熊本地方を震源とする地震は甚大な被害をもたらし、阿蘇郡南阿蘇村立野では阿蘇外輪山の一部（標高 755 m）に大規模な土砂崩れが発生した。今回、これら崩落した斜面の復旧に分解組立型バックホウの導入が決定され、12 ユニットに分解された分解組立型バックホウをヘリコプターにより山上まで空輸した。本稿は、実際の災害対応で行われた分解組立型バックホウの活用実績を報告するとともに、現場で感じた今後の課題等私見を述べたものである。

キーワード：分解組立型バックホウ、ヘリコプター空輸、輸送基地、送り出し基地、カニクレーン

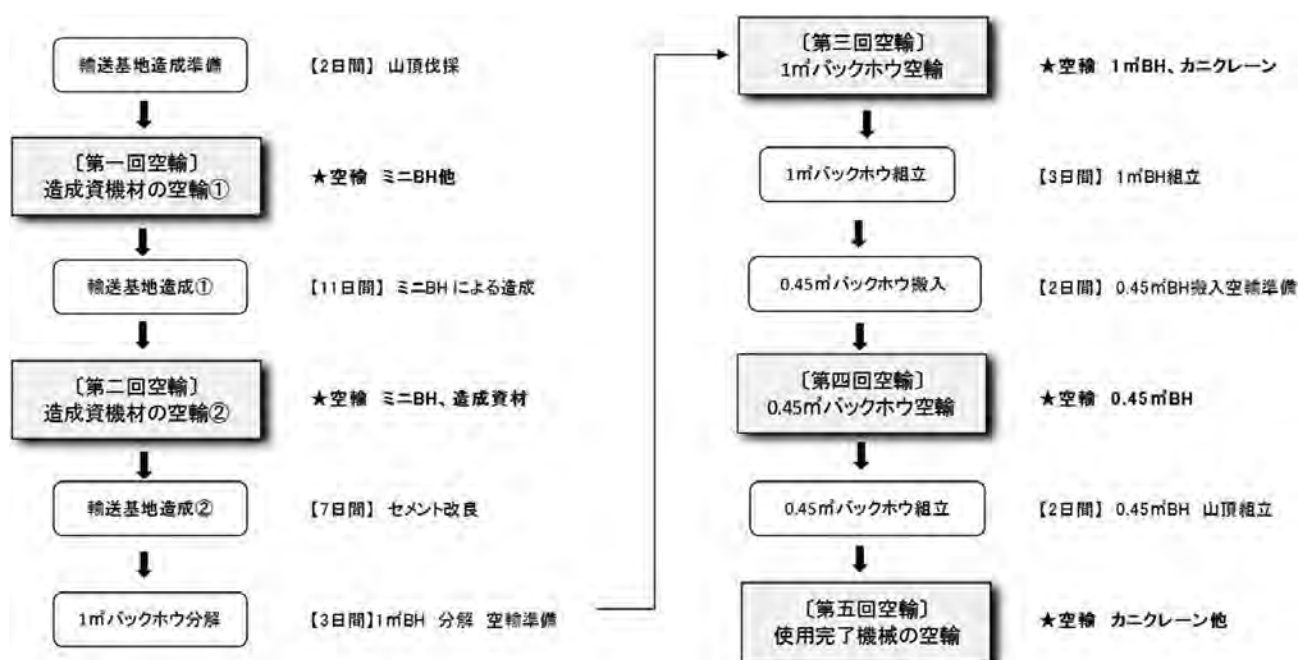
1. はじめに

被災箇所の崩壊規模は長さ約 700 m 巾約 200 m におよび、その土砂量は 50 万 m^3 と推定され、国道 57 号・JR 豊肥本線が寸断された。斜面下部の交通インフラの復旧を安全に進めるためには、崩壊地頂部に残る不安定土塊を取り除き、斜面の安定化を図る必要があった。地上と崩壊地頭部の標高差は約 300 m あり、また、アクセス道路構築には長期間必要と想定された。このため分解組立型バックホウを頂部に空輸し、頭部排土工の早期着手、アクセス道路構築の工程短縮を図るこ

ととした。今回は、国土交通省九州地方整備局の所有するバケット容量 1.0 m^3 の分解組立型バックホウを使用し作業を進めた。本稿では、実際の分解・組立・空輸作業を通じて得られた教訓や今後改善していくべき課題などを述べる。

2. 分解組立型バックホウの空輸概要

今回は全 5 回のヘリコプター空輸を行い、九州地整所有の 1.0 m^3 分組型バックホウと民間建設会社所有の 0.45 m^3 分組型バックホウの 2 台を運搬した。作業



図一 空輸作業実績フロー図

は5月30日の輸送基地造成着手から7月22日の第5回最終空輸まで約2か月の期間を要し完了した。図—1に空輸作業フローを示す。

①輸送基地造成準備作業

分組バックホウ搬入箇所として比較的緩やかな斜面である崩壊地の山頂部に輸送基地を設置した。山頂までの資材搬入用のモノレールは中腹までしか敷設されていなかった為、山頂までは徒歩による資材運搬となった。また、山頂部は高さ3mほどの熊笹が密集しており歩くことさえ困難であった。作業はミニバックホウの空輸が可能な敷地25m×25m程度を人力により伐採した。

②第一回空輸

当初、山頂部にある輸送基地の造成は人力作業でしか進めない状況であった。大量物資輸送が可能なまで敷地拡大を効率的に進めるため、第一回目の空輸では0.066m³のミニバックホウ1台と燃料であるドラム缶2本を運搬した。

③第二回空輸

輸送基地造成に必要な資機材を全て空輸した。主に敷鉄板(3m×1.5m×24枚)・セメント系土質改良材(20t)・0.066m³のミニバックホウ1台(追加応援機)・ユニットハウス(作業員休憩用)の運搬を行った。

④第三回空輸

12分割された分解組立型バックホウ(1.0m³)及び組立用カニクレーン(2.93t吊)2台をそれぞれ3分割して空輸した。

⑤第四回空輸

分解組立型バックホウ(1.0m³)の応援機として、民間建設会社所有の分解組立型バックホウ(0.45m³)を11分割して空輸した。

⑥第五回空輸

分解組立で使用したカニクレーン及び0.066m³ミニバックホウを空輸により地上部へ荷卸して今回の空輸作業を完了した。

3. 各作業の詳細報告

(1) 輸送基地造成

今回の崩壊地山頂部に設けた輸送基地は、ヘリコプターの離着陸目的の使用はなく、機材の荷受けとバックホウの組立に使用するためのもので敷地広さを25m×25mとした。空輸された機材を整然と組立しやすいよう投下できることや、組立てていく過程でのカニクレーンの移動、機材の仮置きが円滑にできることを考慮すればこれは最低限の広さであると考えられ



写真—1 山頂輸送基地 伐採状況



写真—2 山頂輸送基地 造成完了

た。地盤は阿蘇火山灰特有の黒ボクが占め非常に脆弱であった為、敷地全体を深さ50cmのセメント系固化材により改良した。敷き鉄板(1.5m×3m)は24枚を使用した。現地の状況によっては、枚数が増えることによる空輸手間とヤードの快適性とを比較して十分な検討が必要である(写真—1, 2)。

(2) 輸送ルート計画

送り出し基地(分解機材の出発地)は土砂崩落により寸断された場所から西側へ1kmほど離れた国道57号上に設け、バックホウの分解作業及び機材の荷取を行った。給油基地及びヘリポートはさらに西側へ4km離れた町立の温泉施設内に設置した。本来であれば送り出し基地と給油基地は同一場所が望ましいが、ヘリコプターの着陸と大型車両の搬入の双方を満足する敷地が得られなかった為、バックホウの分解場所である送り出し基地とヘリコプターが着陸できる給油基地を分離した。今回は、送り出し基地から輸送基地までの距離が1kmと短距離であった為、機材の運搬時間は平均4分/回程度で日運搬最大20回の運搬であっても2時間未満の作業時間で完了できた。

送り出し基地や給油基地の選定は、航空機会社が求める空側の条件と建設会社が求める陸側の条件の両方



図ー2 輸送ルート図



写真ー3 送り出し基地



写真ー4 給油基地

を満たす必要があり、基地の選定調査に相当時間を要した。ヘリコプターが着陸できる給油基地は、周辺に送電線や建物が無い事が条件であることから大型車両の搬入路が確保されていない事も多く、今回のように「送り出し基地」と「給油基地」を離れた場所に設置する方法は非常に有効な手段であると考えられる（図ー2，写真ー3，4）。

(3) 空輸作業

(a) 玉掛け

ヘリコプターでの輸送作業は一般的なクレーンでの運搬と次の点で異なり、玉掛けにおいてはこれらを良く理解して行った。

- ①地切り（荷が地面から離れる事）はクレーンに比べて急激であり輸送も高速である
- ②玉掛け作業は風圧を受けながらになる為クレーンのようにゆっくりとした安全確認ができない
- ③合図者を含めて3～4人の人員体制が必要となる

分解組立型バックホウは非常に良く設計されており、ブーム、アーム、各ユニットに玉掛け用吊ピースが取り付けられている他、専用吊治具により空輸に耐えうる玉掛けが簡単にできるよう工夫されている。それに比べて、カニクレーン、ミニバックホウ、敷鉄板等は空輸専用機器でない為、空輸中の荷振れに対する措置や短時間で玉掛けできる工夫など現地での対応が必要であった。また、空輸地切時の吊り直しを避ける為、各輸送機器は空輸用ワイヤーロープを取り付けた後移動式クレーンによる試験吊りを行い、吊荷のバランスを確認する事も重要である。特に雑資機材の玉掛け用具として用いるナイロンモックは一度吊上げて「引き絞り」を行わないと吊上げた後不安定な玉掛けになりやすいので注意が必要であった（写真ー5, 6）。

(b) 人員配置

ヘリコプターへの玉掛けは激しい風圧、土煙、騒音の中での作業に加え、直上でホバリングするヘリコプターに圧倒され精神的にも苦渋作業である。慣れないスタッフでは3人がかりでも手間の掛かる作業となり安全上にも厳しい状況であった。通常、輸送基地側及び到着地側での作業には航空会社スタッフは配置され



写真—5 送り出し基地での地切の瞬間



写真—7 屋外での分解作業



写真—6 ヘリコプターからの荷受け作業

ないが、今回の経験から、ヘリコプターへの玉掛けに慣れた航空会社スタッフにする事で、さらに安全で効率的な作業とする検討も必要であると思われた。

(c) 輸送機

ヘリコプターは「エアロスパシアル式 AS332L 型」3.0 t 吊りの大型汎用機を使用した。分組バックホウの運搬ではこれと同等機種のヘリコプターが必要になるが、国内に 10 機程度の保有しかない為作業工程の検討には注意が必要である。

(4) バックホウの分解組立作業

(a) 屋外作業

バックホウの分解は、一般的に天井クレーンを備えた屋内工場での作業を想定するが、今回は移動式クレーン（25 t 吊）を使用し現地で行った。使用する九州地整所有の分解組立型バックホウは災害復旧のため既に現地で稼働しており、分解の為にわざわざ工場へ運搬する事は非効率であると考えた。屋外での分解は天候に影響を受けるなど問題も多いことが想定されたが、実際には大きな障害もなく作業は順調であった。分解ヤードは、片側 2 車線往復 4 車線の国道 57 号上でおこなったため広さは十分であり地盤も舗装されて

いて条件的には恵まれていた。これらより『現地分解』は十分可能であった。『現地分解』か『工場分解』か、いずれかの判断は、それぞれの長所・短所を理解し、現地条件を考慮したうえで判断することが重要である（写真—7）。

(b) 分解作業

バックホウの分解時間は、作業員 6 人で 25 t 吊り移動式クレーンを使用し約 12 時間で完了することができた。これは、広い分解作業ヤードが確保できたことにより、横持ち・仮置きなどを効率よく行えた結果と考えられる。従って、分解作業ヤードが狭い等屋外作業の状況次第では、分解時間がそれ以上必要になることも予想される。また、バックホウ分解以外のカニクレーンの分解、空輪ワイヤー玉掛け他空輪準備作業には 8 時間を要し、一連の分解作業の所要時間は合計 20 時間となった。

(c) 付帯作業

カニクレーン（UR-W376C2RS 2.63 t 吊・重量 3860 kg）の分解は作業員 2 人で約 1.5 時間／台を要し、現場では 2 台を分解した。カニクレーンの分解方法は各種あるが、組立に使う重機の吊能力が分解されたユニット重量を下回らない事を十分確認したうえでこれを決める必要がある。

今回は組立に 0.066 m³ クレーン付きミニバックホウ（重量 2035 kg）を使用した。吊荷重は 200 kg であったのでアウトリガー（175 kg／基×4 基）と履帯（155 kg／本×2 本）を外し、カニクレーンを 2850 kg まで軽量化した。0.066 m³ ミニバックホウはカニクレーン組立以外にも輸送基地の造成など空輪作業に欠かせない重機であるが、幅広い選択肢から吊能力最大の重機を選ぶ事が作業効率を高めることになる（写真—8）。

(d) 組立作業

バックホウの組立時間は作業員 6 人で約 24 時間を要した。また、無線操作の機器取付調整時間を含め



写真一8 カニクレーンの分解作業



写真一9 空輸後の輸送基地

ると、更に5時間を見込む必要があり、その結果、約29時間が全体の所要時間となった。この組立作業時には、カニクレーンの配置移動、分割ユニットの並べ替え等の細部にわたる作業時間も含んでいる。

組立作業には、組み上がってから稼働させるまでに作動油・燃料の補充、試運転など調整時間を多く必要とするが、これらは計画する上で軽視すべきではない。特に電装・システム系は不具合が多発する部分であり、作業が中断し工程が遅れないように、対応スタッフの配置等十分な準備が必要である。

また、組立作業のほとんどは、クレーン操作上非常に難しいカニクレーン2台を使った相吊り作業となることからクレーンの転倒防止には細心の注意が必要であり、先を急ぐあまり無理な作業をする事のないよう安全には十分配慮すべきである。

ヘリコプターからの荷卸しは、ヤードの中心に分割ユニット最大重量 2722 kg の「センターフレーム」を置き、その周囲には最初に組立てる「走行フレーム」・「履帯」を配置した。その他の分割ユニットは「センターフレーム」を中心にした同心円状に置いた。各機材は整然と置くべきであるが空輸では分割ユニットを正確に荷卸しすることは難しく、配置は粗雑となり、組立作業中に分割ユニットの横持ちを行うため、カニクレーンの移動が多くなった。今後は、カニクレーンの移動や相吊りをできるだけ省力化できるよう安全で無駄のない分割ユニット配置を、実績や訓練を通じて次の機会に活かしていくことが重要になる（写真一9、10）。

4. おわりに

本稿では分解組立型バックホウの活用における「輸送基地造成」から「空輸」を含めた「バックホウ組立完了」について記述した。分解組立型バックホウの分



写真一10 輸送基地での組立作業

解については、屋内作業によりあらかじめ分解して搬入する事も想定されるが、今回のような災害時の対応では屋外での作業が多くなると思われる。また、空輸で運搬された分解機材の置き方についても実作業上重要である。

今回の分組作業は、ほとんど経験がなく手探り状態からのスタートであったが、国土交通省九州地方整備局指導のもと、『航空会社』『重機製造会社』『建設会社』の連携で作業を進めることができた。今後、他の現場等では既述したような要素を検討し作業を進める事も必要と思われる。これからもより安全で迅速な分組作業ができるよう『建設会社』の一員として協力をさせていただき所存である。

JICMA

【筆者紹介】

戸田 修実（とだ おさみ）
 (株)熊谷組
 関西支店 土木事業部（直轄作業所）
 作業所副所長

