

空輸対応型油圧ショベルの検討

安齋 裕幸¹

¹東北地方整備局 東北技術事務所 施工調査課（〒985-0842宮城県多賀城市桜木三丁目6-1）

2008年6月14日に発生した「岩手・宮城内陸地震」において天然ダムが形成し、決壊などによる二次災害の発生が懸念され早急な対応が必要であった。道路が寸断され陸路での運搬が不可能な箇所へは、復旧工事に使用する重機等を分解したうえでヘリコプターにより空輸し復旧作業を行った。

その際の教訓から、災害時において迅速に対応するため、作業能力が大きく分解可能な空輸対応型油圧ショベル(1.0m³級)の製作を行ったものである。

キーワード 災害復旧、天然ダム、油圧ショベル、分解輸送、空輸

1. はじめに

2008年6月14日に発生した「岩手・宮城内陸地震」において、地山の崩壊等によって河川が堰き止められ、多数の「天然ダム」が形成され、溢水やダムの決壊による二次災害の発生が懸念されたことから早急な対応が必要となった。

道路が寸断され、陸路による重機等の運搬が不可能な被災現場においては、ヘリコプターによる空輸が必要不可欠であり、今回の災害においては空輸対応型では国内最大機種種の油圧ショベル（0.5m³級）を分解したうえで空輸し復旧作業を行った。しかし、空輸対応型油圧ショベルは、民間でも数十台程度と非常に少なく、調達に時間がかかるのが現状である。また、迅速な復旧作業を行うには、作業能力の大きい大型の油圧ショベルが必要となる。

このため、分解輸送が可能な空輸対応型油圧ショベル(1.0m³級)の製作を行ったので報告する。



岩手・宮城内陸地震

図－1 空輸の状況

2. 災害時における空輸の課題

災害復旧においては、迅速な作業が要求されるため、施工能力の大きい油圧ショベルが必要となる。

しかし、空輸対応型ではない従来型油圧ショベルを民間ヘリコプターで空輸しようとした場合、以下の課題がある。

- ①1ブロックあたりの質量が民間ヘリコプターの輸送可能質量を超えるパーツが存在する
- ②分解組立に多くの日数を要する

そのため、1.0m³級の空輸対応型油圧ショベルを開発するにあたって、1ブロックあたりの最大質量を民間ヘリコプターで輸送可能な質量とし、分解組立作業の日数を短縮することを念頭に検討を行った。

3. 空輸対応型油圧ショベル分解ブロックの質量上限の設定

国内における民間の輸送用ヘリコプターを調査した結果、5t吊りが1機、3t吊りが8機保有されていることが確認された。分解ブロックの検討を行うにあたり、複数機あり災害時などに調達がしやすい、3t吊りヘリコプターを対象とした。

実際にヘリコプターで輸送できる質量については、気温と標高により変動するため、表－1¹⁾を基に検討した。また、標高は過去の災害実態等を参考に「500～1,000m未満」とした。

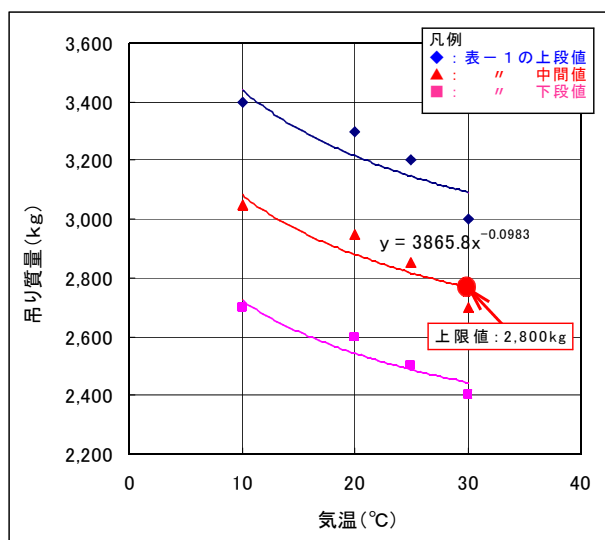
表－1 1飛行あたりの輸送可能質量
(吊り下げ状態)

単位：kg

積載量 ランク	標高	気温				概要
		10℃未満	～20℃未満	～25℃未満	～30℃未満	
3,500～ 4,000kg級	500～ 1000m未満	3,400	3,300	3,200	3,000	バケット質量 300kg含む
		2,700	2,600	2,500	2,400	

上段は、コンクリート、コンクリート骨材、バケット詰め資材でバケット質量を含む質量
下段は、鋼材、木材、その他

出典：治山林道必携（社）治山治水協会／（社）日本林道協会



図－2 3 t 吊りヘリコプターの
許容輸送質量検討図

表－1 の上段が重心の安定した状態、下段が重心がやや不安定な状態での輸送可能質量である。油圧ショベルを分解した各ブロックは、重心が安定しているため、上段値を適用できることになるが、より安全性を考慮した輸送を行うために、上段と下段の中間値を許容値とした。図－2 より、1 ブロックあたりの最大質量を2,800kgと設定した。

4. 空輸対応型油圧ショベル（1.0m3級）の製作

図－3 は、製作を行った空輸対応型油圧ショベル（1.0m3級）の全景である。以下、製作するにあたっての主な検討内容を示す。

（1）各ブロックの分割

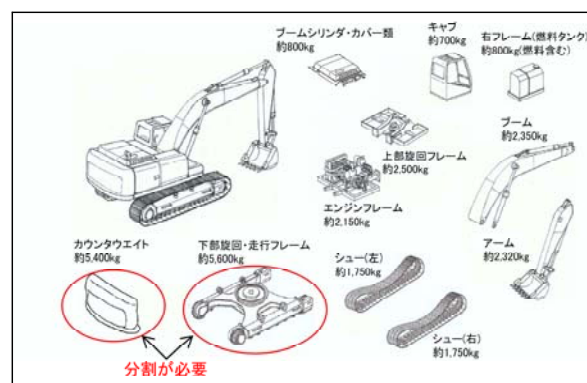
1.0m3級の従来型油圧ショベルを加工せずに分解した場合、図－4 のように11ブロックになる。しかし、下部旋回・走行フレーム（約5,600kg）及びカウンタウエイト（約5,400kg）の質量が、前項で検討した設定値「2,800kg」を超えてしまうため、さらに分割する必要がある。

最大質量となる下部旋回・走行フレームは、左右の走行フレーム、下部旋回フレームの3つに分割し、その接合は、強度に問題がなく、機械加工が比較的容易である「フランジ継ぎ手式」とした。（図－5）

また、カウンタウエイトは上下2分割（図－6）とすることで2,800kg以下に抑え、最終的な分解ブロック数は14ブロックとした。（図－7）



図－3 完成した油圧ショベル全景



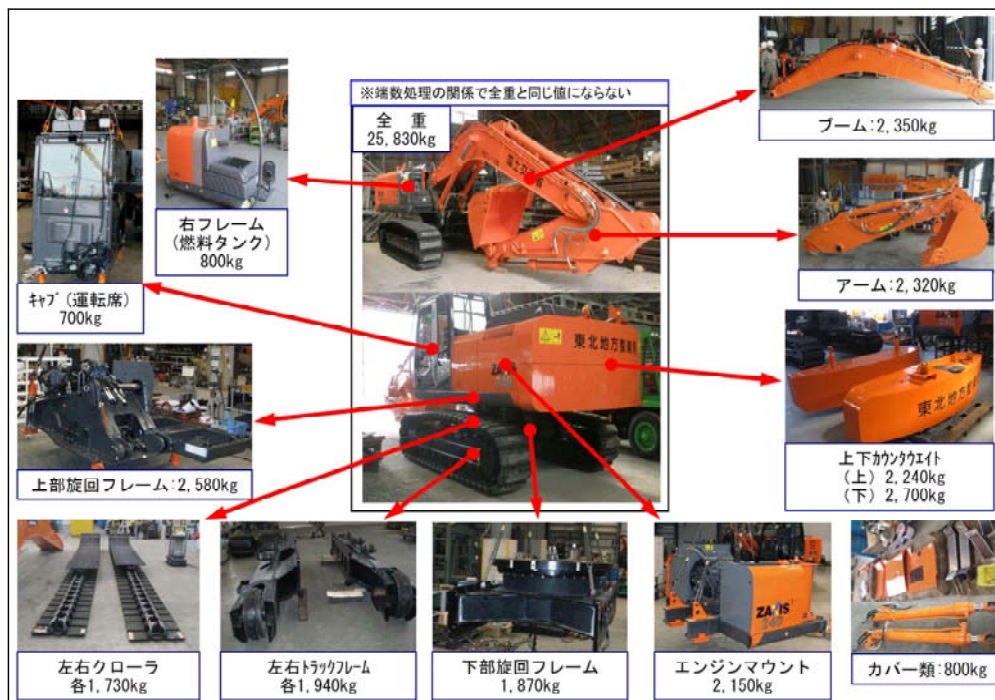
図－4 従来型油圧ショベルを加工せず分解した場合の分解ブロック図（11ブロック）



図－5 下部旋回・走行フレームの分割



図－6 カウンタウエイトの分割



図－７ 空輸対応型油圧ショベル（1.0m3級）分割図（14ブロック）



図－８ ワンタッチカプラとコネクタ



図－９ 工場組立の状況（走行フレーム）

（２）分解組立性の向上

従来型の油圧ショベルは、分解することを前提として設計されていないため、油圧配管や電気配線の取り外しに時間がかかり、工場での分解に３日を要している。

そこで、空輸対応型油圧ショベルは、分解組立を効率的に行うため、油圧配管の接続に「ワンタッチカプラ」を採用し、電気配線は「コネクタ化」して脱着が容易となるようにした。また、各接続部分の誤配管・配線を防止するため、カラーマーキングなどを施した。（図－８）

これにより、工場での分解組立は各１日で行えることが確認されている。（図－９）

（３）無人化施工への対応

「岩手・宮城内陸地震」において、余震による土砂崩落や降雨による土石流などが懸念される危険な



図－１０ 無人化施工イメージ

箇所には、遠隔操縦式の油圧ショベルが多く投入された。

そのため、災害時の二次被害を防止し安全性の確保が必要なことから、遠隔操縦装置を標準装備とした。（図－１０）

(4) アタッチメント

油圧ショベルは、バケットを各種アタッチメントに付け替えることで、幅広い用途に使用できる利点がある。災害時には様々な状況が想定されるため、この利点を活用することが求められる。そこで、災害時の作業の実態や、本体の大規模な改造が不要であること、取り扱いが容易であることなどを考慮し必要なアタッチメントを選定した。

a) 油圧ブレーカ

油圧ブレーカは、岩塊や岩盤の破碎、構造物の破壊など幅広い用途に使用できる。災害時にも、土砂崩落などによる多数の岩塊や倒壊した構造物の撤去などに不可欠であることから、専用の油圧配管を追加し標準装備とした。(図－１１)

b) クレーン仕様 (3t未満)

油圧ショベルとして、その機能を維持しながらクレーン作業を行う機能であり、災害復旧現場での作業に大きく貢献できるものとなることから、クレーン仕様を標準として装備した。(図－１２)

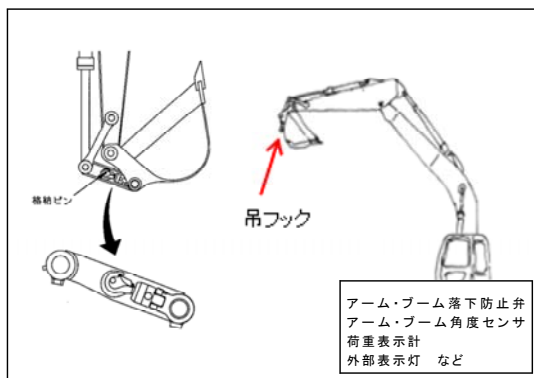
c) グラップルソー

このほか、主に林業機械として使用されているグラップルソーが想定される。

これは、木材の整理、集積、積み込み等を行うことができ、災害時には、倒木や散乱した資材等の整理作業に有効と判断される。(図－１３)



図－１１ 油圧ブレーカ



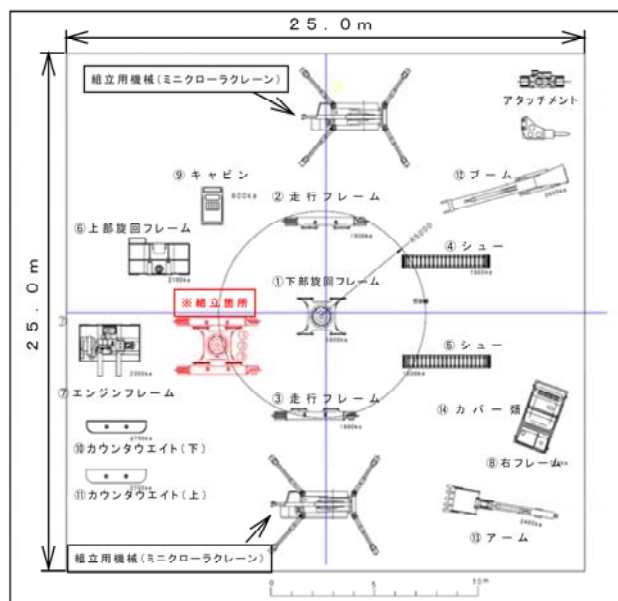
図－１２ クレーン仕様

5. 「災害時の空輸対応マニュアル」の作成

昨年度は、効率的に分解組立を行うための「運用(素案)」を取りまとめた。「運用(素案)」は、組立用機械や造成用機械の必要規格、分解した油圧ショベルを被災地へ空輸するための送り出し基地、空輸された油圧ショベルを組み立てるための必要面積とその際の各分解ブロックの配置(図－１４)等について記載したほか、災害復旧に必要なその他の資機材(排水ポンプ、発動発電機など)の空輸についても検討を行い取りまとめた。今年度は、実機を用い災害現場を想定した分解組立調査を実施し、必要作業日数や作業要領の確認を行い、その調査結果及び「運用(素案)」を基に「災害時の空輸対応マニュアル」として取りまとめを行う。



図－１３ グラップルソー



図－１４ 組立エリア(荷卸し配置図)

※ミニクローラークレーンはアウトリガを張り出した状態で表現している



図－１５ 遠隔操縦講習会（目視操作）



図－１６ 遠隔操縦講習会（モニタ操作）

6. おわりに

製作した空輸対応型油圧ショベル（1.0m³級）は、分解することを前提とした構造とすることで、現地分解、空輸、現地組立までの日数が、従来型の油圧ショベルより短縮されるものと推定される。また、0.5m³級と比べ、施工能力もほぼ倍になるなど、早急な復旧工事への着手と効率的な施工が可能となる。

さらに、二次災害防止のための遠隔操縦機能を有し、災害時に有用なアタッチメント（油圧ブレーカ等）を当初から装備するなど、災害時の多種多様な作業に活用されることが期待される。

今後は、災害時を想定した分解・組立調査を行い

作業日数等を確認し、建設機械の分解組立、空輸、安全管理の計画立案に資する「災害時の空輸対応マニュアル」について取りまとめる。

また、今回開発した油圧ショベルの災害時における効率的な活用を図るため、オペレーター育成の一環として遠隔操縦に係る操作講習会を東北各県で実施（図－１５、１６）、一般の土木工事等においても遠隔操縦で運用するなど、災害発生により必要性が生じたときに迅速に対応できるよう備えを進めている。

参考文献

1) (社) 治山治水協会、(社) 日本林道協会：治山林道必携