

玉掛け不要，災害復旧用小型移動式クレーン

大型土のう袋や袋詰玉石などをクレーンオペレーターのみでハンドリングする技術

竹 内 豊

本装置は大型土のう袋のはい付け等に用いる小型移動式クレーンである。吸引装置によって大型土のう袋のベルト等をフックの中心に引き込むことでクレーンのオペレーターのみで作業が可能になり、玉掛け作業や、はい作業主任者を配置することなく安全に取り扱うことが可能になる。従来の装置では、クレーンのオペレーター以外に玉掛け作業員が必須であり重機との接触リスクが高かったが、作業エリア内の無人化により作業員と重機との接触リスクを低減することが可能になり玉掛け作業員や、はい作業主任者の人件費の削減及び作業員が作業エリアから退避するまでのクレーンの待機時間の短縮の効果により施工費の縮減や事故リスクの低減が期待できる。

キーワード：クレーン，無人化，省人化，事故リスク低減，施工費縮減

1. はじめに

近年，気候変動の影響から集中豪雨の増加や，台風の大規模化，気温の上昇に伴う熱中症リスクの増加などが全国各地で散見され，もはや異常気象ではなくニューノーマルと呼ばれる時代に突入している。気候変動に対処し，国民の生命・財産を守り，経済・社会の持続可能な発展を図るためには，長期的には温室効果ガスの排出削減対策等に取り組む必要があり，中期的には各種防災工事を計画的に進める必要がある。また短期的には発生してしまった災害に対してインフラなどの復旧工事を迅速に対応する必要がある。さらに，慢性的な人手不足の問題もあり安全性はもちろんのこと，省力化への対応も重要な課題となっている。

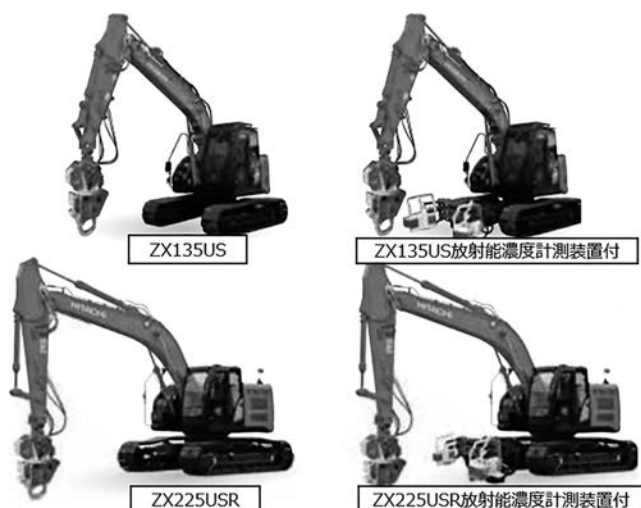
2. 玉掛け作業の完全機械化

そこで，災害復旧工事に対応かつ，省力化と事故リスクの低減を実現可能なものがないかと考えた。災害復旧工事では様々な重機が利用されているが工種を検討した結果，災害復旧工事の大型土のう設置工に着目した（図—1）。現在，大型土のう設置工では，ラフテレーンクレーンやクレーン機能付きの油圧ショベルが主に使われているが，大型土のうの吊り作業においては玉掛け作業が必須となっている。玉掛け作業はその性質上，重機との近接作業が避けられず，重機や吊り荷との接触リスクに常にさらされている。安全

性を確保するために，現場においてはクレーンや油圧ショベルの旋回範囲内に作業員がいる場合は重機を動かさない等の作業ルールの徹底や，センサー等を活用して重機を強制的に停止させたり，光や音等で重機のオペレーターや作業員に注意喚起するシステム等が活用されているが，接触リスクを完全に排除することは難しく，毎年不幸な事故が発生している。安全大会などで扱われるテーマもクレーンの吊り作業に起因するものが最も多い。接触リスクを排除するには近接作業そのものをなくす必要があると考え，玉掛け作業の機械化を検討することにした。玉掛け作業を機械化したクレーンは既に大型土のう用のクレーン（図—2）があり，主に福島の中間貯蔵施設や除去土壌の輸送工事に活用されていたが，大型土のうのベルトを倒立させる治具を併用する必要がある，玉掛け作業の完全機械



図—1 災害復旧現場での大型土のう設置工



図—2 大型土のう用クレーン

化は実現できてはいなかった。

元々大型土のう用クレーンは福島県内で 3.11 以降に発生した除去土壌の取り扱いにおいて、作業員が被ばくリスクに晒されないことを目的に開発されたクレーンであった。除去土壌を収納した大型土のうの放射能濃度の測定やハンドリング作業において、できる限り作業員が大型土のうに接触する時間を短縮することを主眼としていた。そこで玉掛け作業時に倒立治具（図—3）を使用し大型土のうのベルトを倒立させ、油圧開閉式のフックにて直接ベルトを掴むという手法を採用した。この手法により治具の取付け時と取外し時のみ大型土のうに接近する必要があるものの、大幅に被ばくリスクを低減することに成功した。だが治具を回収する作業は人手によるものであり、はい積みした大型土のうの上を移動するという足場の不安定な場所での作業を余儀なくされ、転落などの事故リスクは少なからず存在していた。

そこで完全機械化を目指し、特定の治具を必要としない吊り荷装置の開発に着手することにした。海外ではマグネットを利用した吊り荷装置が既に使用されており完全機械化を実現していたがマグネットの性質上、鉄製の治具を取付けする必要があった。この治具は回収する必要はないものの、災害復旧工事の終了後に大型土のうを回収し破袋する際に鉄製の治具を分別

回収する必要があるため、特定の治具を必要としないエア吸引方式を採用することとした。大型土のうのベルトを吸引して持ち上げ、油圧開閉式のフックで掴む構造を検討した。エア吸引によってベルトを吸着した後、ベルトをフックの中心まで引き込むギミックを各種検討した結果、電動で巻き取る方式などでは操作が複雑化し、かつ故障リスクが存在するため、より単純化することを検討し吸引ホースを蛇腹にすることでフックの中心に自動的に引き込む機構を構築し（図—4）、玉掛け作業の完全機械化を実現した。

また吸引の手法はバキューム式を採用した場合、大型土のう上に存在する土砂や水を吸引した際にフィルターが目詰まりするリスクが存在するため、負圧式を採用することとした。負圧式の採用により吸引装置であるエアガンの吐出口より吸引した土砂や水を大気開放することで目詰まりのリスクを回避した（図—5）。

玉掛け作業の完全機械化により、玉掛け作業者とはいい作業主任者を配置する必要がなくなり省力化を実現した。また、玉掛け作業者がクレーン旋回範囲内から退避する間クレーン作業を中断する必要がなくなったため、作業効率も向上した。作業効率を検証するため従来作業であるクレーン機能付き油圧ショベルと今回開発した吸引装置を搭載した小型移動式クレーンを使用し実証試験を行い約 140%の作業効率化が図れることを確認した（図—6）。

玉掛け作業の完全機械化による一番のメリットは事故リスクの低減にあり、クレーンの作業エリアに作業員を配置する必要がなくなったため、人と機械の完全

SIKIAIR 土のうベルト吸引装置使用方法



図—4 吸引装置使用方法



図—3 大型土のう倒立治具

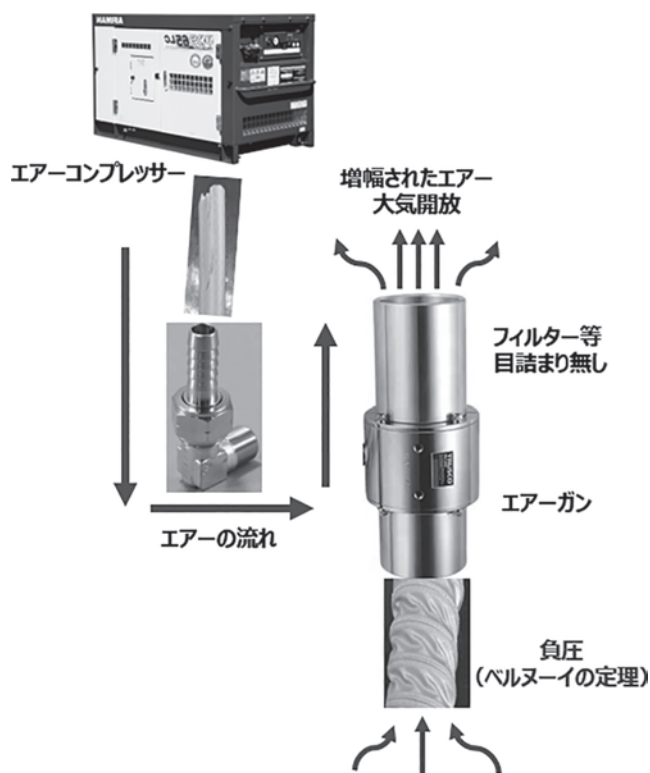


図-5 負圧式

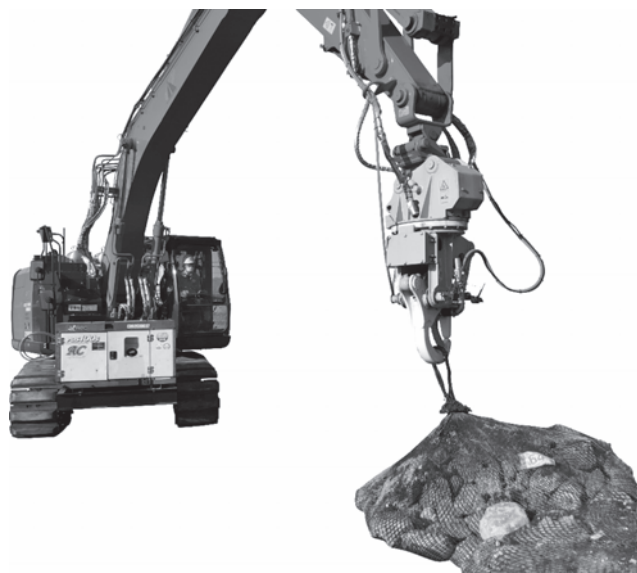


図-7 袋詰め玉石にも対応

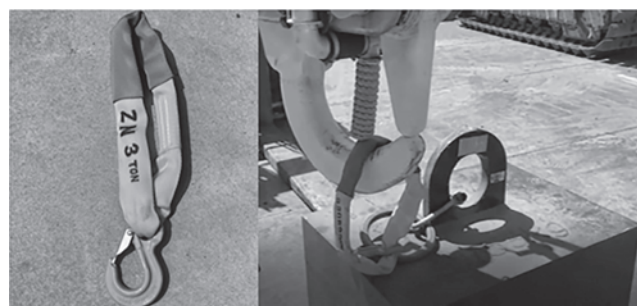


図-8 あらゆる吊り荷に対応可能に

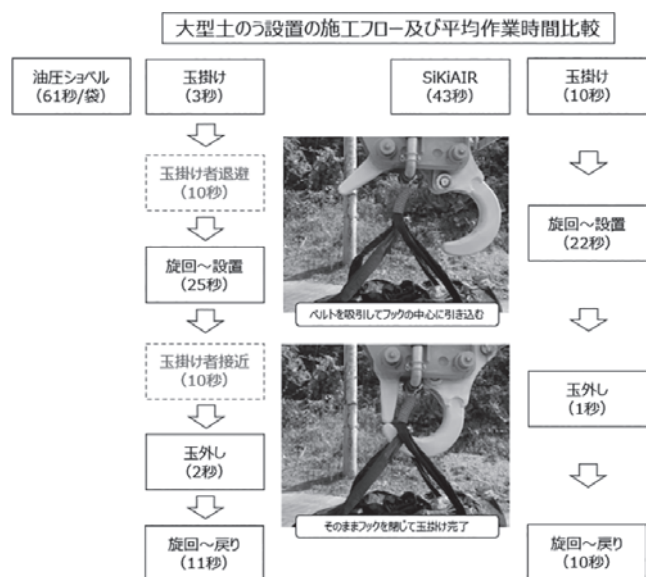


図-6 実証試験による作業効率化の確認



図-9 専用大型土のう

分離が実現し事故リスクを低減することに成功した。

3. 大型土のう以外の吊り荷にも対応

袋詰め玉石の口絞り部を吸引し油圧開閉式のフックで掴むことが可能なため、袋詰め玉石工にも対応可能である。袋詰め玉石の従来の設置作業では、玉外し作業をする際に、作業員が胴長を着て川の中に入っていたが、事故リスクの高い作業を排除することが可能に

なった(図-7)。

元々治具を使わないところから開発を始めた吸引装置を搭載した小型移動式クレーンではあったが、吊り荷の対象を拡大するためにナイロンスリングをエンドレス加工したフックを使用することで吸引が難しい吊り荷にも対応可能になった(図-8)。

また作業効率をさらに向上させるために専用の耐候性大型土のうを開発した(図-9)。大型土のうのベルトに吸引用UVシートとベルト2本を連結させる仕組みを構築した。この仕組みによりUVシートが広範囲に広がることでオペレーターが狙いやすくなり作業時間の短縮に成功した。

4. おわりに

災害復旧現場は通常の現場より作業環境が厳しく、常に事故リスクとの戦いである。次期モデルでは作業の完全無人化を目指し、無線による遠隔化を視野に更なるアップデートを検討している。

J C M A

[筆者紹介]

竹内 豊 (たけうち ゆたか)
日立建機日本(株)
関東甲信越支社 業務部 営業グループ
営業主任

