

地雷除去機のロボット化と普及による国際貢献

雨宮 清・生田 正治

当社は1997年から世界の地雷を撤去するために油圧ショベルを強化した対人地雷除去機を開発、これまでに世界6ヶ国に56台を納入し活躍をしている。しかし世界にはまだまだ多くの地雷があり被害者も一向に減らない。

そこで従来の約4倍の処理能力を持つ自走式地雷除去機を開発した。この新型機は大型の地雷にも耐え、さらに遠隔運転システムも装備され安全で、その性能は世界トップクラスである。今後、この自走式地雷除去機を普及させることで国際貢献を図ると共に2年後には完全ロボット化を目指し研究を進めていく。今回、その内容を紹介する。

キーワード：地雷，国際貢献，地雷除去機，建設ロボット，遠隔運転

1. はじめに

20世紀の戦争や内戦により埋められた地雷が、いまだ世界各国に6,000～7,000万個埋設されていると言われ、現在も毎年20,000人前後の人が被害に遭っている。また地雷埋設地帯は危険なため土地としても放置されており、なんの経済活動に寄与していない。世界の地雷原をみると中東・北アフリカに全体の54%・東アジアに21%・中央アフリカに約18%と言われている。

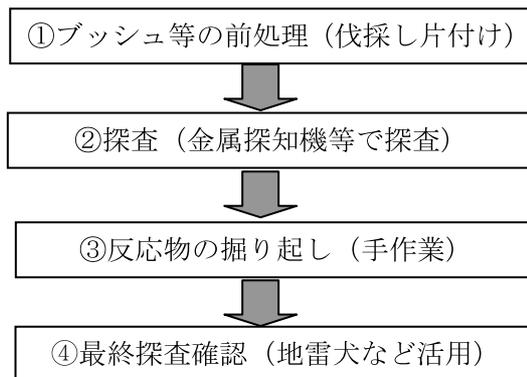
中でも、東南アジアを中心にした地域の地雷原は灌木や竹などが生い茂っており、その前処理に約6割強の労力を費やしている。一方、アフガニстанは内戦やアフガン戦争などで対人地雷と戦車用地雷、更には不発弾などが混在している。エジプトには第二次世界大戦時に埋められた戦車用地雷がまだ撤去されないうまに生き残っている。

更に、アフリカのサブサハラ地域各国では内戦がほぼ終息し復興を進めているが、インフラ整備や資源開発にあたり地雷が復興や生活の妨げとなっている。

このようにその地域の生い立ちや現場の状況で地雷の撤去方法や除去機を変える必要がある。そしてその国の状況に合わせて、より安全で効率的な除去機を開発提供していくことが技術先進国である日本の役割とも言える。

2. 地雷除去機の開発状況

一般的に手作業で地雷除去を実施する場合は以下の手順で実施する。



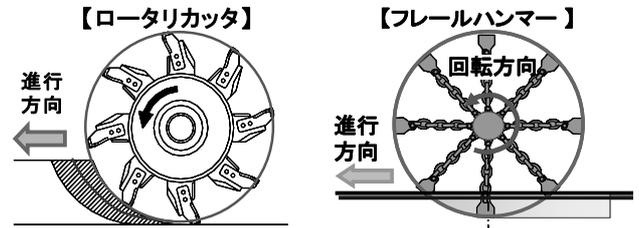
この作業の①ブッシュ等の前処理を機械化により安全に早く実施するために、油圧ショベル型の灌木伐採機兼対人地雷除去機を1997年に開発した。そしてカンボジアで地雷除去を専門に実施しているCMAC (Cambodian Mine Action Center)^{a)}の協力を得て、万一灌木伐採作業時に対人地雷の爆破にあってもオペレータの安全や機械の稼動に支障が発生しないことをテストで確認し除去機を完成させた(写真-1)。

CMACは、除去員の雇用確保もあり、主に灌木伐

a) カンボジア政府と国連が支援して組織的に地雷除去をしている団体



爆風型地雷 OZM2 による爆破試験状況 完成し伐採作業を実施している 16t 級地雷除去機
写真一 爆破試験と対人地雷除去機



【ロータリカッタ】
ビッドを高速で回転させ土中の地雷を粉砕。風圧に弱いブッシュ切断には適す。

【フレールハンマー】
鎖の先端に付いた分銅を高速回転させ土中の地雷を粉砕。中心軸が細いため大型地雷の爆風にも耐える。

図一 ロータリカッタ式とフレールハンマー式

採に本除去機を使用し土中の対人地雷の探査と掘り起こしは「人」に頼っている。また最終探査は「犬の嗅覚」を利用し実施している。

一方、アフガニスタンにはブッシュも無く多少の草があるだけの現場が多い。そこでロータリカッタ式 20t 級対人地雷除去機で土中の地雷を直接爆破除去している (写真一 2)。



ボゼーナ (スロバキア) 重量：約 4t マインウルフ (独) 重量：約 18t
写真一 3 海外代表的地雷除去機¹⁾



写真一 2 河川の法面部の地雷の撤去

走行タイプの場合、斜面や凹凸の多い現場では処理が難しいという欠点がある。車格としては、20t 以下の機械が多く手作りの商品が多い。

4. 地雷除去作業の課題と研究開発

今まで手作業で実施していた地雷除去作業の機械化が本格化してきたのは 2000 年以降である。日本でも探知技術や除去機の技術開発に「NEDO」の研究支援が認められ本格化してきている。

地雷除去機に求められる最も重要なニーズは以下の通りである。

- ①処理作業で機械の運転者やデマイナー (除去員) が絶対に被害を被らない。

3. 世界の地雷除去機

世界の地雷除去機を見ると欧州圏内の多数の国が地雷除去機を開発してきているがそのタイプは、ほとんどフレールハンマー式が多く、ロータリカッタ式 (ドラム型) は比較的少ない (図一 1)。

欧州製品 (写真一 3) に、フレールハンマー式が多いのは、対象とする地雷原にはブッシュ等が比較的不多いためである。

また、走行しながら処理するタイプが多く油圧ショベルを利用した旋回タイプは少ない。



写真一 4 30t 級旋回型フレール式除去機

- ②地雷除去率を限りなく 100 % に近づけ除去後の土地活用が安全にできる。
- ③除去能力を向上しできるだけ早く地雷原を復興する。

以上の市場ニーズに応じて 2002 年から 30 t 級油圧ショベルを利用したフレールハンマー式強化地雷除去機（無線システム付）の開発を実施してきた（写真—4）。

そして更にその技術を進化させ、2005 年から自走型フレール式除去機の開発に着手し従来機の約 4 倍の能力をもった機械を完成させた（写真—5）。



写真—5 自走型フレールハンマー式除去機

また、大型地雷に万一遭遇しても安全に作業が出来るように 2.4 GHz 帯の無線を使い安全距離の 500 m 以上から運転可能な遠隔操作・映像伝送システムを開発した（写真—6）。



写真—6 遠隔システム

5. 開発機の試験と性能評価

これらの開発した除去機の処理能力や対爆性能を国内及びカンボジアに持ち込み、試験を実施し確認してきた。

無線装置を利用し、大型地雷相当（火薬量約 10 kg）で対爆試験を実施した（写真—7）。

試験の結果、大型地雷の爆破に対しても一部カバー等の損傷はあるものの十分耐えることが確認できた。



アフガニスタンでの 30 t 級旋回型除去機の爆破試験

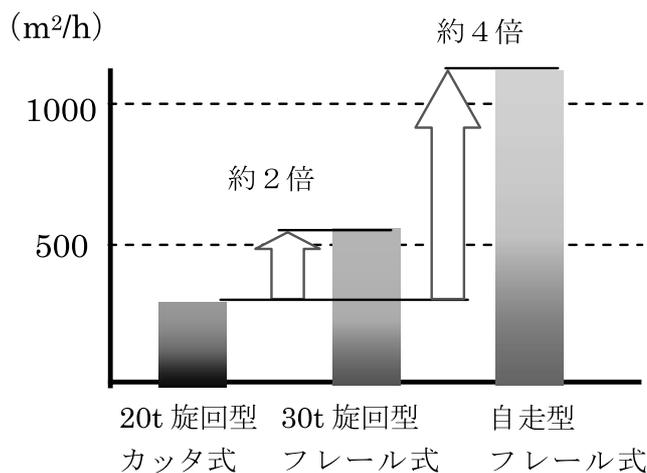


カンボジアでの自走型除去機の爆破試験

写真—7 対爆試験

更に実際の地雷原で除去パフォーマンス試験を実施した。以上のような試験を通じ各製品の性能を纏めると以下の通りである。

新規に開発してきたフレールハンマー式除去機（旋回型・自走型）の従来機との処理能力の比較を図—2 に示す。



図—2 処理能力の比較

次に処理対象物に対する適応状況を表—1 に示す。このように、地雷除去機はその現場の状況に応じた最適な機械を選択して使用することが重要である。

表一 処理対象物に対する適応状況

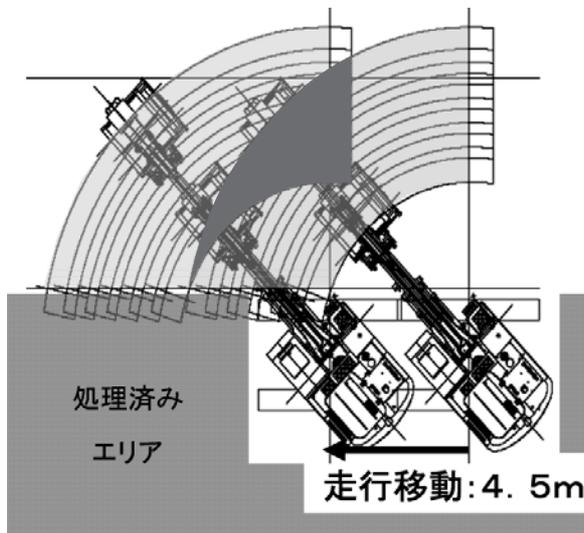
◎：最適 ○：適する △：条件により適用 ×：不適

処理対象物	20t 旋回型 カッタ式	30t 旋回型 フレール式	自走型 フレール式
草	◎	○	○
ブッシュ	◎	△	△
対人地雷	◎	◎	◎
大型地雷	×	○	○

6. 地雷除去作業の方法

アフガニスタンの地雷原は対人地雷だけでなく大型地雷や不発弾が混在している所が多い。また不整地も多いことから旋回型フレールハンマー式除去機が適している。

旋回型フレールハンマー式除去機で処理する場合は図一3のように安全な処理済のエリアに機械を設置して90度旋回をしながら1スパン約4.5mずつ処理していく。

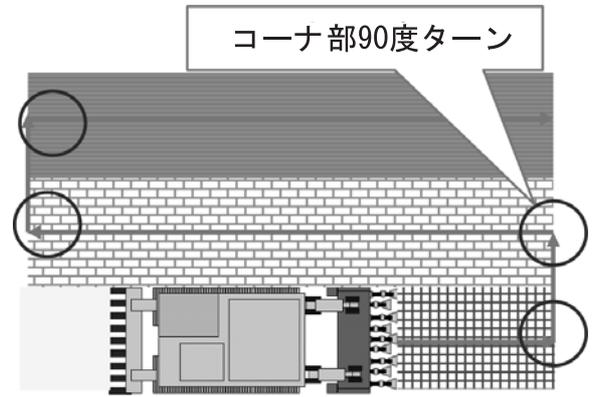


図一3 旋回型の除去作業の方法

遠隔無線操作方式で旋回型除去機を使う場合、地形の凹凸に応じ高さ調整が必要で、この細かい動作が遠隔無線操作では難しいことが判明した。また現地作業者も遠隔無線操作では受け入れに難色を示した。一方アンゴラ等の地雷原は比較的平坦な現場も多く、ブッシュ等もあるものの比較的小さい。今回開発した自走式フレールハンマー式除去機の導入が適していると判断する。

この場合の除去作業の手順を図一4に示す。

本除去機は平坦地で使われることからフレールハンマーの高さ調整(処理深さ)が比較的容易にできる。



図一4 自走式の除去作業の方法

7. 地雷除去機のロボット化の推進

地雷除去機についての基本技術の研究はほぼ完成に近いと判断している。今後は更に不測の事態でも安全確保が出来ることや作業能率の更なる向上が課題となってくる。

その為には、ロボット化による無人化自動運転の技術開発が望まれる。

開発した自走式フレールハンマー式地雷除去機をベースにして現在開発推進中である。

基本イメージを図一5に示す。



図一5 遠隔自動運転のイメージ

位置検出や方向転換時に必要な位置データはGPSデータを補足して確認し自動修正していく。当面は遠隔制御を搭載し、その後衛星データを活用した自動運転でロボット化を目指している。



写真—8 復興され野菜畑になった地雷原

人々が自立した生活が出来るように農地化(写真—8)にも力を入れていく必要がある。

このような背景から、当社グループはOBが中心になり、NPO法人「豊かな大地」を今年発足させ農業指導等をカンボジアで開始した。将来はカンボジア以外にも支援の輪を広げていく予定である。

また国内においては、これらの取組みや活動を広く講演会などを通じ一般の市民や学生に伝えている。地雷原で苦しむ人々の生活や地雷の恐ろしさを伝えることで「人の命の大切さ」や「日本の豊かさ」を伝えていくことも国際貢献と考えている。 JICMA

1) Mechanical Demining Equip-ment Catalogue (Requested by UN)

8. 地雷除去機による国際貢献

日本の技術で開発した地雷除去機を世界の地雷で苦しんでいる国に普及させ、1日も早く地雷を撤去していくことが国際貢献に繋がると考えている。現在まで6ヶ国にロータリカッタ式を54台、フレールハンマー式を2台納入することができた。最初に納入した機械は既に10,000時間を超える程の活躍をしている。

今後は今回の開発した従来機の4倍の能力を持つ自走式フレールタイプを提供することで地雷除去の促進に寄与していく。また地雷を撤去した後の土地活用等の支援が必要である。地雷を撤去してもそこに住む

【筆者紹介】

雨宮 清 (あめみや きよし)
山梨日立建機㈱
代表取締役



生田 正治 (いくた まさはる)
日立建機㈱
商品開発事業部
開発企画室



建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

平成16年1月号(第647号)～平成16年12月号(第658号)

1月号(第647号) ロボット技術特集	5月号(第651号) リサイクル特集	9月号(第655号) 維持管理特集	■体裁 A4判 ■定価 各1部840円 (本体800円) ■送料 100円
2月号(第648号) 地震防災特集	6月号(第652号) 海外の建設施工特集	10月号(第656号) 環境対策特集	
3月号(第649号) 地下空間特集	7月号(第653号) 安全対策特集	11月号(第657号) 除雪技術特集	
4月号(第650号) 行政特集	8月号(第654号) 情報化施工特集	12月号(第658号) 新技術・新工法特集	

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>