

国際平和貢献としての地雷除去装置

Mine-clearing System for Use in International Peacekeeping

上野 俊明

Ueno Toshiaki

生田 正治

Ikuta Masaharu

雨宮 清

Amemiya Kiyoshi

西野 統

Nishino Osamu

20世紀の戦争や内戦によって埋められた地雷は、いまだに世界各国の合計で6,000万個から1億1,000万個（1998年度米国国務省の報告書）が埋設されていると言われ、現在も毎年2万人前後の人が被害に遭っている。このような背景の下、山梨日立建機は、人道的支援の観点から国際平和貢献を目的としてプロジェクトチームを結成し、1995年、油圧ショベルの機能を利用した地雷除去機の開発に着手した。その後、1997年に日本政府がオタワ条約に調印してから、開発が本格化した。現在、世界9か国で86台（2012年4月現在）が地雷除去作業で活躍しており、さらに使いやすく効率的な地雷除去機の開発と提供を積極的に進めている。

また、日立製作所は、防衛省向けの国際貢献機材として、対戦車地雷に耐えられ、遠隔操縦機能を有した地雷処理装置を地雷除去機をベースに開発し、試作品を2010年に納入した。

1. はじめに

日立グループは、国際社会への貢献をめざした地雷除去の事業として、1995年に山梨日立建機株式会社が開発に着手した対人地雷除去機を提供している。

カンボジアの場合、国連機関とカンボジア政府が支援する地雷除去専門組織CMAC（Cambodian Mine Action Centre：カンボジア地雷対策センター）のスタッフに状況を確認すると、灌（かん）木、葦（あし）、竹など（以下、ブッシュと記す。）の除去が最も困難であり、地雷除去全体の70%の時間を要していることが判明した。そこで、1995年、これらの樹木を効率的に処理できる灌木伐採兼対人地雷除去機の開発に着手した。

当時は、対人地雷除去機は輸出規制品であったが、人道的な見地から開発をスタートした。その後、1997年に日本政府がオタワ条約（対人地雷の使用、貯蔵、生産及び移譲の禁止並びに廃棄に関する条約）に調印し、のちに対人地雷除去装置・探査装置を「武器輸出三原則」から除外

することになり、開発に拍車がかかった。

ここでは、国際平和貢献を目的とした地雷除去装置について述べる。

2. 地雷原の様子によって異なる対策

世界の地雷原を見ると、開発開始当時、中東・北アフリカに全体の約54%、アジアに約21%、中央アフリカに約18%、中南米に約5%が埋設されたままになっていた。

各地の土壌や埋設状況、地雷の種類、不発弾の混在などによって除去方法は異なる。カンボジアなど、東南アジアの場合は対人地雷が多く、埋設された地雷は雨季になると流れて移動するために場所の確定が難しく、しかも地雷原の多くに草やブッシュが生い茂っており、これが対人地雷除去作業の妨げになっていた。一方、中東・北アフリカなどの地雷原では、ブッシュなどの前処理は少ないものの、対戦車地雷（ATM：Anti-tank Mines）や不発弾（UXO：Unexploded Ordnance）が多く見られる。一口に地雷と言っても戦車の破壊を目的にした対戦車地雷（火薬量：6～10 kg）と、人を負傷させることを目的にした対人地雷（火薬量：50～250 g）があり、さらに不発弾などが混在している場所もある。

これらの状況の中でも最大の課題は、東南アジアの地雷原に生い茂ったブッシュを効率よく処理するカッタの開発であった。

3. 製品に至るまで

現在、対人地雷除去機には、油圧ショベルをベースにした旋回式と、研究開発実績をベースに新規開発したブッシュ（自走）式の二つのタイプがある。除去処理方式としてはRC（Rotary Cutter：ロータリーカッタ）式と、より耐爆性の高いフレールハンマー式がある。

3.1 旋回式対人地雷除去機

1995年からのカンボジアの地雷原調査において、現場が求めているのは、全体の7割を占めていた前処理としてのブッシュ除去作業を効率的にできる機械であることが判明した。当時、カナダ製のブッシュカッターや国産の草刈り機などの製品が市場に存在したが、いずれもカンボジアのブッシュを切断するには能力不足であった。この課題を解決するためには、効率のよい、独自の灌木伐採兼対人地雷除去機を開発し、さらに、切断したブッシュを片づける機能も必要であると判断した。一方、オペレータの安全性や機械の耐久性・耐爆性は最重要必須項目であり、1998年にこれらを備えた油圧ショベル型対人地雷除去機の1号機を試作機として完成させた。

カンボジアでは地雷原がジャングル化しており、このジャングルに生い茂るブッシュの伐採と撤去を人手で行うことは、地雷の爆発のほか、蚊の媒介によるマラリアやデング熱への感染、毒蛇に襲われる危険を伴う。

このような課題を解決するための機械がRC式である。RCを高速回転させ、ブッシュを根元から伐採して排除したあとで、同じカッターで土中の地雷を爆破処理する。油圧ショベルをベースにした旋回式は、地雷が埋設された地形条件に左右されにくいというメリットを有している。油圧ショベル本体の登坂力に加え、凹凸の激しい不整地や傾斜の厳しい場所においても、アーム先端部を地形に沿って合わせることができる。また、先端のアタッチメントをバケットなどに変更することにより、掘削作業を行うことも可能である。カンボジアでの耐爆試験により、キャブ（運転室）の安全性・耐爆性、RCの耐久性・耐爆性、刃の強度を確認したうえで、旋回式の灌木伐採兼対人地雷除去機を2000年に納入することができた。現在でもこの機械は現役で稼働している（図1参照）。



図1 | ロータリーカッターで効率よくブッシュを処理する旋回式対人地雷除去機
地雷を見つけやすくするため、ロータリーカッターで灌（かん）木を伐採して整地する。不整地や斜面など、地形の形状に合わせて旋回しながら除去作業を行う。

3.2 フレールハンマー式地雷除去機

地雷原は埋設状況がさまざまであり、不発弾や対戦車地雷が混在している場所も多い。万一それらに遭遇した場合に備え、オペレータや機材の安全確保に重点を置いた機材の開発は必須である。1995年から2000年の研究開発実績を基に、2002年から独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援も受け、より耐爆性の高い除去機をめざし、フレールハンマー式地雷除去機の開発に着手した。フレールハンマー式はRC式と異なり、回転軸を細くし、チェーンの先端にハンマー（分銅）を付けて高速回転させ、地雷を爆破して吹き飛ばす。また、回転部に隙間が多いため爆風に強い。

難易度の高い耐爆評価試験に関しては、防衛省の協力を得て実施した。また、外務省の協力により、アフガニスタン、カンボジアなどでの実証試験に参加し、2007年2月から実用化した（図2参照）。現在、カンボジア、アンゴラで使用されている。

さらに、2006年から、平坦地でより処理能力の高い地雷除去機を開発をスタートさせた。前方に従来の2倍となる3 m幅のフレールハンマーを装着し、90本のハンマー付きのチェーンによって高速で地面を叩き、自走しながら地雷を爆破していく。それと同時に、本体後方に装着した9本の大型リッパ（鋤（すき））で土を耕すことができ、農地などに回復することができる。その処理能力は1時間当たり1,700 m³と手作業の100倍以上になり、効率よく地雷を除去することができる。

主な特徴は、以下のとおりである（図3、図4参照）。

- (1) フレールハンマー装置両下部に装着したレベルプレート（ソリ型）は、地盤に応じて処理の深さを調整でき、地盤の凹凸に反応し、一定の深さを掘削することによって対人地雷を爆破処理する自動制御装置である。
- (2) 農地などに復興するため、後部にリッパを装着している。



図2 | アフガニスタンで実施した耐爆評価試験

作業員の安全確保を最重要課題とし、厳しい耐爆評価試験を実施している。



フレールハンマー式地雷除去機



レベルプレート



リッパ

図3 | フレールハンマー式地雷除去機

前方に装着した耐爆性の高いフレールハンマーで地雷を除去したあと、農地として利用するため、後方に装着したリッパで大地を耕す。



スライド式昇降キャブ



フレール部のハンマーとチェーン

図4 | スライド式昇降キャブおよびフレール部のハンマーとチェーン

キャブ（運転室）は後部に設置して安全性を図り、ハンマーやチェーンは現地の技術者が摩耗や損傷を肉盛り再生できるように配慮している。

(3) 安全性向上のためにキャブを本体後部に配置している。また、スライド式昇降キャブの採用によって視界性を向上させた。

(4) ハンマー部やチェーンの形状・材質は、数々の実証の中で検討して開発した。現地の技術者が肉盛り再生をできるよう、維持コストの低減を図った。

4. 地雷除去機の技術を適用した地雷処理装置

2010年、日立製作所は、地雷除去機で培った、油圧ショベルをベースとする旋回式対人地雷除去機のRC式とフレールハンマー式の技術を適用した地雷処理装置の試作機を防衛省に納入した。主な特徴は、以下のとおりである（図5参照）。

(1) アタッチメント方式により、RCやフレールハンマー、および地雷探知機を容易に交換することができる。これにより、RCによる灌木の伐採・集積、地雷探知機による不発弾・地雷の探知、およびフレールハンマーによる地雷の除去などという、地雷除去に必要な一連の作業に1台で対応できる。



フレールハンマー取り付け状態



地雷探知機取り付け状態



ロータリーカッタ取り付け状態

写真提供：防衛省

図5 | 地雷処理装置の試作機

アタッチメント方式により、ロータリーカッタ、フレールハンマー、地雷探知機を容易に交換することができる。

(2) 材質を変更し、板厚を厚くして強度を向上することにより、対人地雷だけでなく対戦車地雷にも耐えられるようにした。

(3) 安全を考慮し、人員が搭乗しなくても処理できるように遠隔操縦機能を有している。これは、キャブ内の人の頭の位置にカメラを据え付け、その映像を見ながら地雷処理装置を遠隔操縦で動かすことにより、地雷探知や地雷処理

を行うものである。また、後方にもカメラを取り付け、後方の安全確認を可能にした。

(4) 陸上や海上での輸送だけでなく、航空機に搭載して運搬できるように、装置を分割できる構造となっている。

5. おわりに

ここでは、国際平和貢献を目的とした地雷除去装置について述べた。

地雷除去活動は、地雷原の地雷を除去すれば終わるわけではない。地雷除去後の土地が農地や学校用地などに利用され、そこに暮らす住民たちの自立・自活につながることで実を結ぶ。ニカラグアでは、地雷除去後の土地でオレンジが栽培され、年間60万ケース、約150万ドルの輸出ができるようになり、コーヒーや高原野菜の栽培も行われるようになった。

カンボジアでは、現在、地雷除去後の土地に二つの学校が建ち、子どもたちが教育を受けられる体制ができた。また、特定非営利活動法人「豊かな大地」を通じて、住民への農業教育、井戸や溜（ため）池の建設、道路の整備といった自立を支援するための活動を積極的に行っている。社会の安全・安心のため、子どもたちがはだしで遊べる平和で豊かな大地を取り戻し、国際平和に貢献したいと考えている。

参考文献など

- 1) 雨宮：国際平和貢献を目的とした地雷除去機の開発，日立評論，89，2，208～214（2007.2）
- 2) 雨宮：地雷除去に挑む，小学校時報（2009.3）
- 3) 雨宮：モノづくりを通じた国際社会への貢献，日立評論，94，5，408～411（2012.5）
- 4) 対人地雷除去機：TIERRA+，Vol.102，16～17，日立建機（2011.10）
- 5) 日立建機株式会社，地雷除去への取り組み，
<http://www.hitachi-kenki.co.jp/company/csr/contribution/mine/index.html>

執筆者紹介



上野 俊明

1989年日立製作所入社，ディフェンスシステム社 装備システム本部 エンジニアリング部 所属
現在，メカトロニクス関連製品の事業推進に従事



雨宮 清

1970年有限会社峽東車輛工業所（現 山梨日立建機株式会社）設立，同社代表取締役
1995年から地雷除去機の開発に従事



生田 正治

1967年日立建機株式会社入社，開発本部 商品開発・建設システム事業部 技術部 所属
現在，建設機械の応用製品に関する技術的な対応業務に従事



西野 統

1992年日立製作所入社，ディフェンスシステム社 装備システム本部 メカトロニクスシステム設計部 所属
現在，メカトロニクス関連製品の設計に従事