

船舶解体用ボックスカッター に関する研究

研究開発成果報告書

平成24年11月

一般財団法人 日本海事協会
株式会社 寺岡
株式会社 キムラ

目次

- 研究の背景・目的及び目標
- 期待される成果と波及効果
- 研究体制と管理体制
- 成果概要
- 試作機の仕様の方向性、設計と製作
- 既存解体機との比較
- 切断刃物の設計と製作
- 検証・評価試験の結果
- 実用化への評価
- まとめ
- 課題
- 事業化展開

研究の背景

■ 研究の背景

1. 発展途上国での劣悪な労働環境の下の船舶解体
2. 安全確保や周辺環境保全の措置が不十分
3. 作業者の死亡事故の多発
4. 有害物質や重油による周辺の環境汚染問題
5. 世界的な安全かつ環境上適正な船舶リサイクル施設の確保

研究の目的

■ 研究の目的

1. 国際競争力を有する先進国型船舶シップリサイクルの構築
2. コスト削減(工期短縮)
3. 高い安全・環境基準を満たす技術の開発
4. クレーン・玉掛作業の効率化
5. 重機による船舶解体の活用

研究の目標

■ 重機アタッチメントの要件

1. 厚さ30mmの鋼板が切断できること。
2. 1工程（閉じる、切断、開く）で鋼板をインサイズ（1,200mm × 500mm以下）に切断できること。
3. 1工程の時間は20秒以下であること。
4. 既存の重機に取り付けて使用できること。

期待される成果と波及効果

- 1工程でインサイズの鋼板切断が可能。
- 切断時間の大幅な短縮。
- 新しい高効率の船舶解体技術の確立。
- 重機を使用した切断方法の採用。
- 作業員の危険を大幅に軽減。
- 有害物質の海洋流出を防ぎ、環境に悪影響を与えるリスクを無くす。

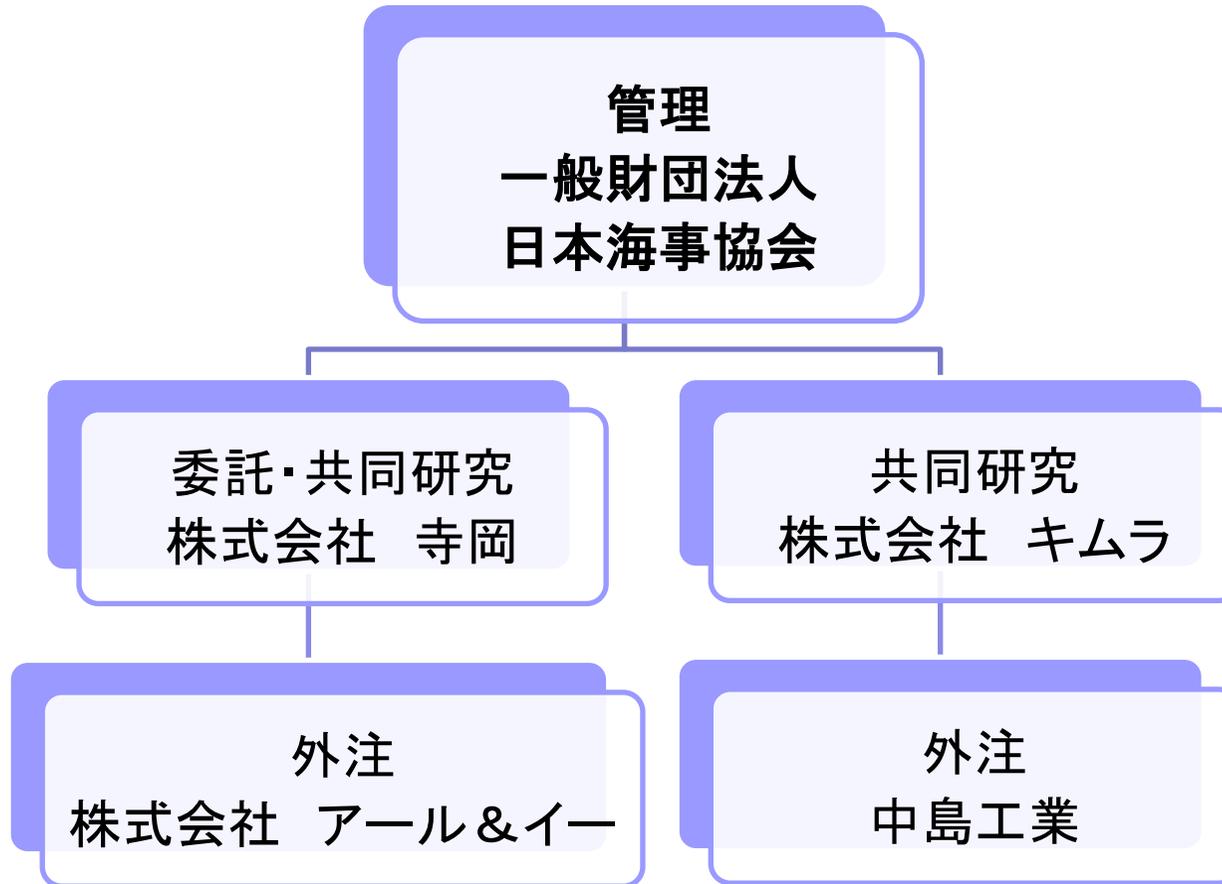
研究体制

【研究体制】

本研究開発は、(株)寺岡、(株)キムラ、日本海事協会との共同研究体制により研究を行うとともに、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより同協会の研究支援を受けて実施しております。

管理体制

■ 「船舶解体用ボックスカッターに関する研究」



成果概要

■ 船舶解体用ボックスカッターの開発

ボックスカッター本体及びポンプユニットの設計、製作を行い、試作機の開発に成功した。

■ 耐摩耗切断刃物の開発

外注先である(株)アール&イーが室蘭工業大学と共同研究にて開発された耐摩耗材料を用い、ボックスカッター用の切断刃を製作した。

■ 船舶解体用ボックスカッターの検証・評価

ボックスカッターを通常の重機に取付け、船舶ブロックの切断試験を行なった。試験により、目標値であった厚さ30mmの鋼材をインサイズに切断することに成功した。一切断に関わる時間は26秒と、目標値に近似していながら達成できなかった。問題点として、ボックスカッター内への切断物の詰まりの発生、切断刃物の亀裂、破損、操縦者からの切断部の視認性の問題などが発生した。

■ 実用化への評価

従来のアタッチメントによる切断速度と比較して、本開発ボックスカッターは約20分の1の速度で切断可能であり、船舶解体用として実用化可能であり、他分野においても市場開拓が可能である。

試作機の仕様の方向性、設計と製作

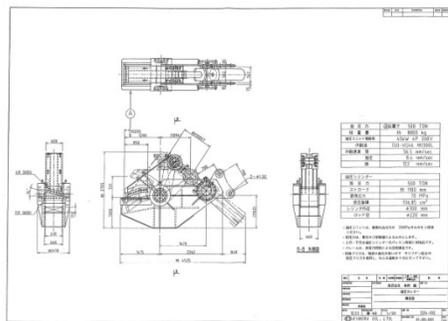


図1.1 構造図

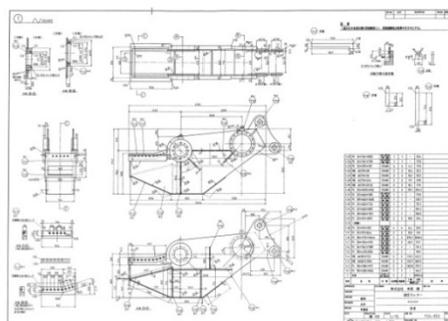


図1.2 本体図

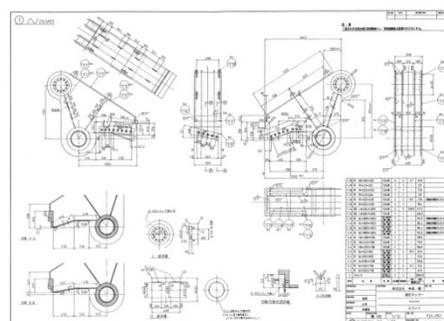


図1.3 スライド図



図1.4 全景写真

表1 試作機の仕様データ

項目	仕様・能力
加圧力	スライド先端部で 500TON
総重量	約8,800kg
作動速度 閉	56.5mm/sec
加圧	8.4mm/sec
開	122mm/sec

表2 油圧シリンダーの仕様

項目	仕様・能力
加圧力	500TON
ストローク	約1,100mm
使用面積	70MPa
受圧面積	706.85cm ²
シリンダー内径	φ300mm
ロッド径	φ220mm

試作機の仕様の方向性、設計と製作

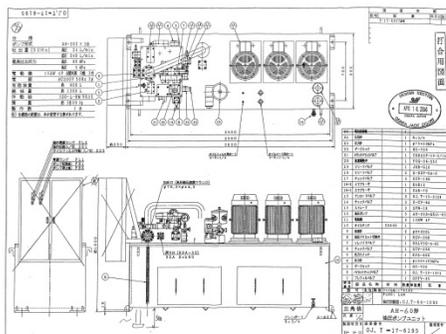


図1.5 ポンプユニット

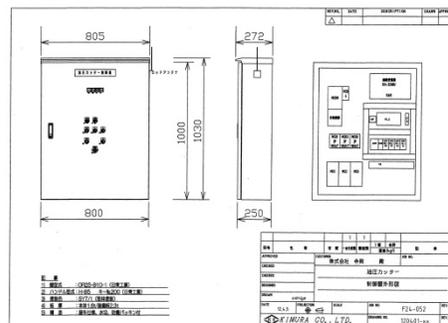


図1.6 制御盤

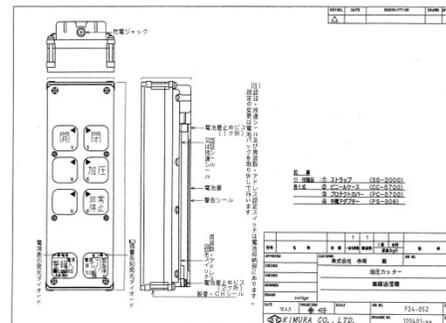


図1.7 操作送信器



図1.8 全景写真

表3 油圧ポンプユニットの仕様

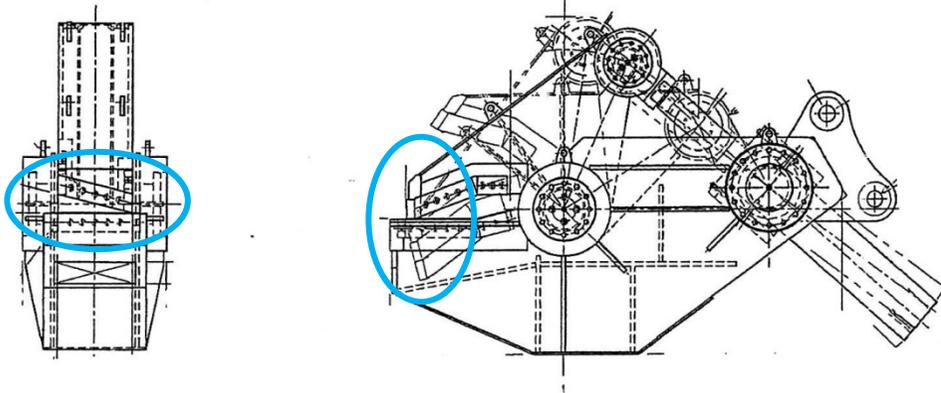
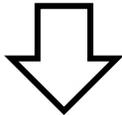
項目	仕様・能力
ポンプ型式	AH20s : 3台
吐出量 (60Hz) 高圧	36 L/min
低圧	240 L/min
吐出圧力 高圧	72 MPa
低圧	7 MPa
電動機	15Kw 4P 全閉外扇 3台
電源	三相 AC200V 50/60Hz
有効油量	約 750 L
総油量	約 1,380 L

既存解体機との比較

■ 加圧力(切断力)の比較

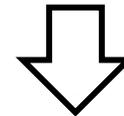
新開発「船舶解体用ボックスカッター」

- ・刃先先端部で500トンの加圧力
- ・厚鋼板の穴開け、切断が可能



従来技術「ラバウンティシャー」

- ・スライド口元部で738トンの加圧力
- ・先端部では、1/4～1/5に加圧力が下がる



《重機の仕様》

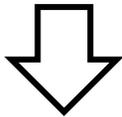
- ・油圧ポンプ圧力: 33.1MPa
- ・油圧ポンプ油量: 260L

既存解体機との比較

■ 切断物の比較

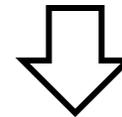
新開発「船舶解体用ボックスカッター」

- ・三方、上下に切断刃物
- ・板状に切断が可能(インサイズ)



従来技術「ラバウンティシャー」

- ・上下の切断刃物
- ・剣先方向のみの切断



既存解体機との比較

■ 既存重機に取付

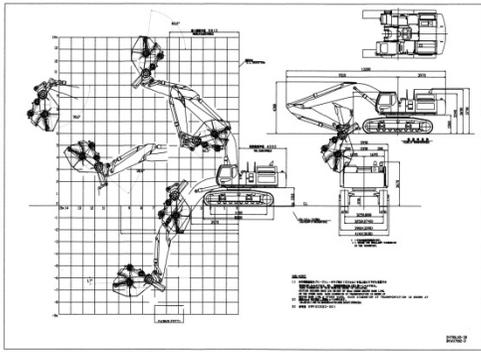


図2.1 取付モデルケースー1

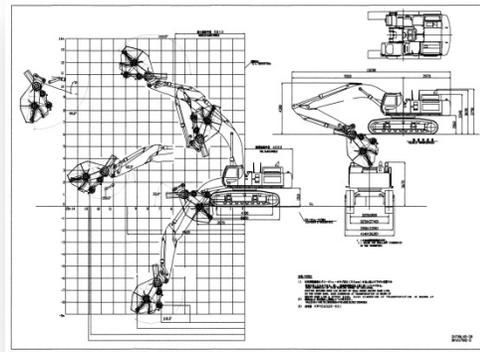


図2.2 取付モデルケースー2



図2.3 ボックスカッター取付状態



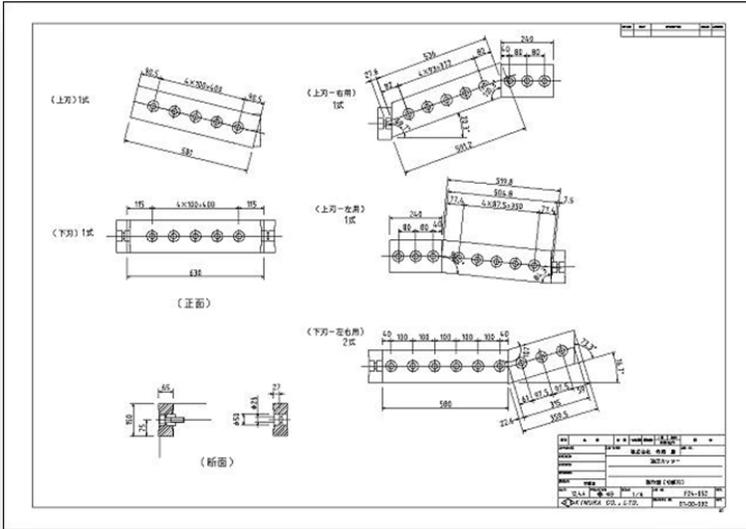
図2.4 油圧ユニット設置状態



図2.5 ボックスカッター一切断状態

切断刃物の設計と製作

■ 設計と製作



インサイズホックスカッター用の切断刃として、外注先である(株)アールアンドイー(北海道)が室蘭工業大学と共同研究された耐摩耗性材料を用いた破砕刃を購入して、本実験に使用した。



溶解



注湯



型ばらし

切断刃物の設計と製作

■ 設計と製作



切断刃形状加工後

検証・評価試験の結果

■ 試験内容と結果

①開閉スピードの時間測定

結果 : 1工程(閉→開) (閉)18.0秒+(開)8.7秒=26.7秒

②厚さ30mm、幅1.0m、長さ2.3mの鋼板用意し、切断試験、開閉スピードの測定を行う。

切断結果 : 30mm鋼板の切断クリア

スピード結果 : (閉)119.0秒<加圧時間含む>+(開)13.1秒=132.1秒

③1工程のインサイズ切断寸法の測定

測定結果 : 【幅】600mm 【縦】700mm

④既存の重機(パワーショベル)に取付け、操作性、操縦性の確認

操作性結果 : 上下の動き、開閉の動作は問題ないが、運転席からスライドの動きが見えず、感に頼るところもあり経験が必要である。

検証・評価試験の結果

《試験ブロック仕様》

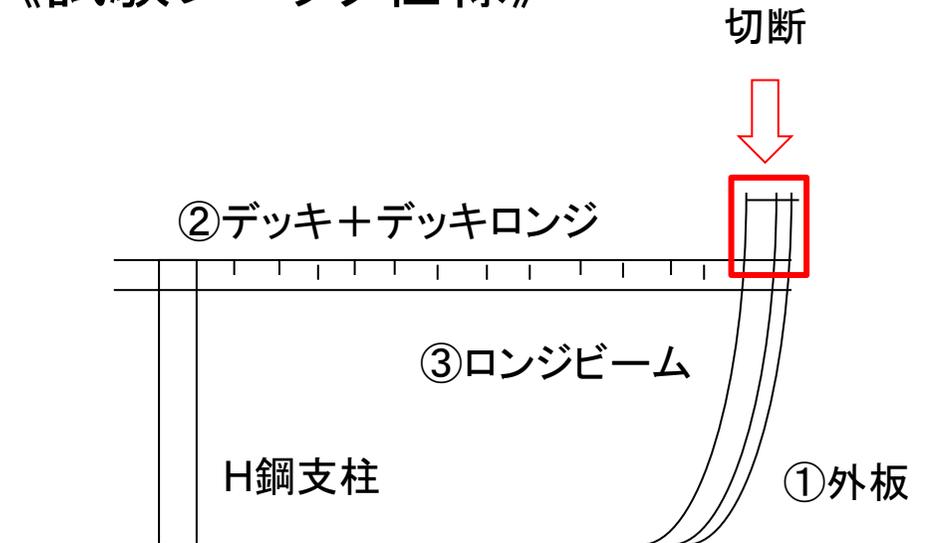


表4 切断ブロック詳細

板材	板厚mm
①外板	15.0mm
②デッキ+ロンジ	5.0mm+9.0mm
③ロンジビーム	450×150×9.0mm

図2.18 試験ブロック 切断箇所

発生した問題点と原因

- ①切断刃物の割れ、亀裂 → 切断刃物の形状、切断当たり面及び角度の不具合
(集中荷重になる上切断刃物と下切断刃物のクリアランスの調整)
- ②切断物(インサイズ)の引っ掛かり → 切断刃物の形状(側面の凹凸 平面差2mm)
- ③切断物(インサイズ)の落下 → スライド閉時、前面刃物先端と受けスベリ面との
隙間大(182mm)、(切断物の厚み幅 : 50~150mm)



①切断刃物の破損・亀裂



②切断物の引っ掛かり

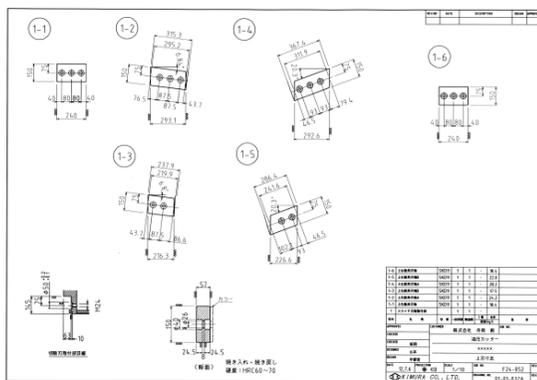


③切断物の落下

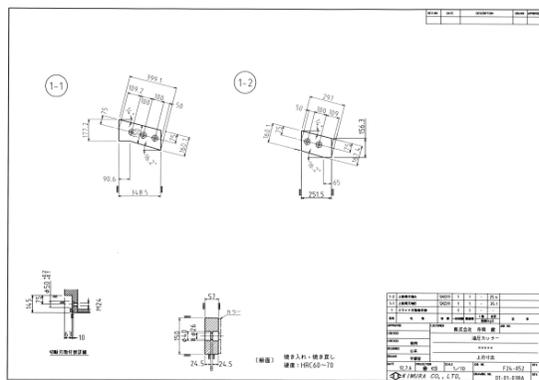
発生した問題点に対する対策

①切断刃物の割れ、亀裂

- 対策：
- ① 新たな形状(前面上歯)の切断刃物の設計・製作
 - ② 交換頻度を少なくする為に1枚分を2枚に分ける
 - ③ 製作コストを下げる為に、刃物の厚みを薄くする
 - ④ 調整シムを刃物とベースに差込み隙間のクリアランスを調整する



・改良した破碎刃図面



・改良した破碎刃取付

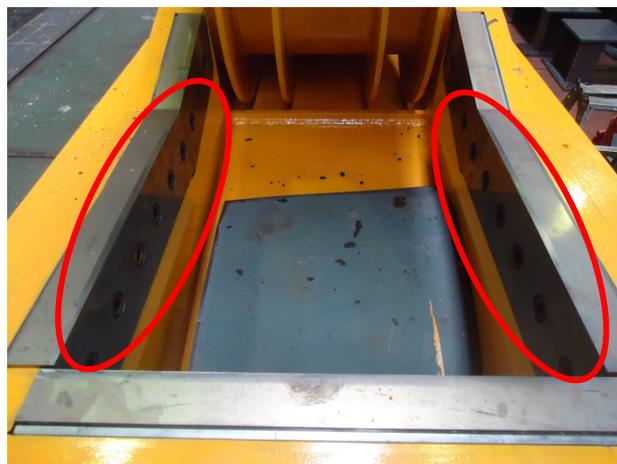
発生した問題点に対する対策

②切断物(インサイズ)の引っ掛かり

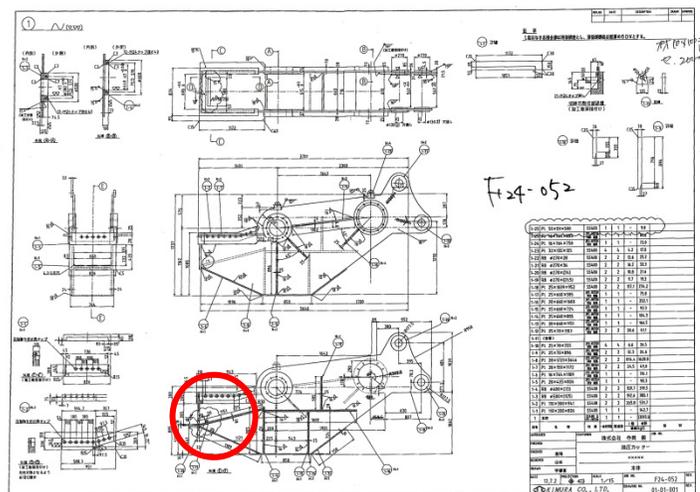
対策：側面の凹凸のない切断刃物の設計・製作

③切断物(インサイズ)の落下

対策：受けスベリ面の刃物先端が下がる位置に落下防止の角鋼材を取り付ける。



・切断物の引っ掛かりは見当たらない



・スベリ落下防止の角鋼材を取付

改良後の再検証・評価試験の結果

・発生した問題点と原因

- ①上下刃物の噛み合わせ不足、切断物の引掛り → スライド上刃と本体下刃の噛み合わせ時の重なりが少ない。
- ②切断物(インサイズ)の自然落下 → スライド閉時、前面刃物と受けスベリ面との隙間大(182mm)(切断物の厚み幅:50~150mm)
※対策として、受けすべり面の刃物先端が下がる位置に落下防止の角鋼材を取付つけたが、改善になっていない。
- ③切断物(インサイズ)が落下開口部に間える → スライド閉時のプレス当たり不足



①噛み合わせ不足、引掛り



②切断物の自然落下



③切断物が間えて落下しない

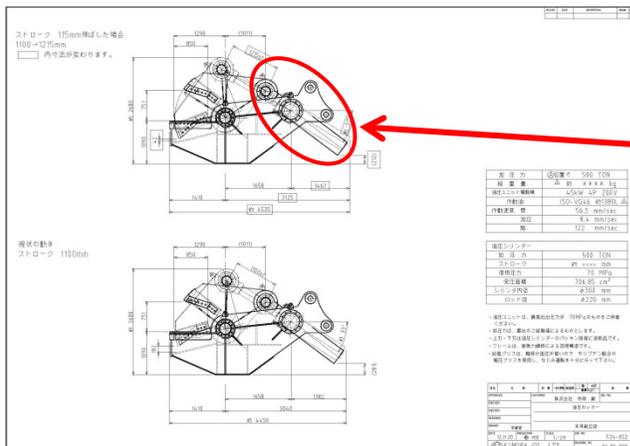
発生した問題点の対策

①上下刃物の噛み合わせ不足、切断物の引掛り

対策： スライド開閉油圧シリンダーのストロークを現行の1,100mmから最大許容範囲の1,215mmに変更する。
ストロークを伸ばす事により、スライドの回転角度が増し切断刃物どうしの噛み合わせが大きくなる。

②切断物(インサイズ)の自然落下

対策： スライド開閉油圧シリンダーのストロークを現行の1,100mmから最大許容範囲の1,215mmに変更する。
ストロークを伸ばす事により、スライド先端刃物が最下部まで降り、受けスベリ面との隙間を42mmに可能。



・ストローク1,215mm油圧シリンダー

・油圧シリンダーを改良した比較組立図

発生した問題点の対策

③切断物(インサイズ)が落下開口部に間える

対策 : スライド部裏の空所に切断物押さえの格子鋼板を設置し切断物をプレスする。



・スライド裏の空所に押さえ格子鋼板の設置

実用化への評価

インサイズボックスカッターの開発に当たり、従来の重機アタッチメントを利用した切断試験を行ない、開発したボックスカッターとの比較を行い実用化評価を行った。

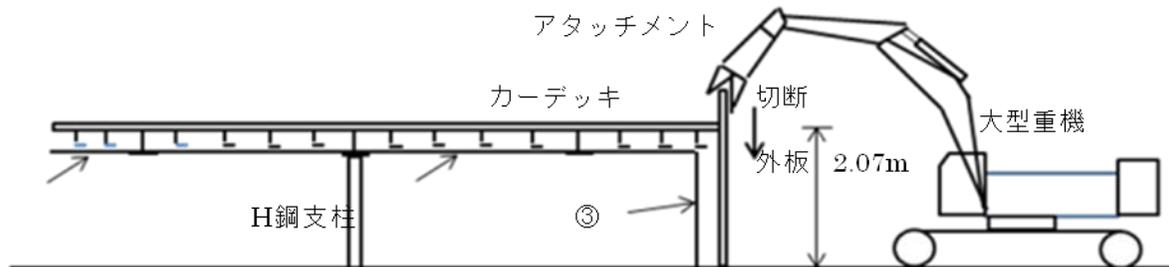


表 従来アタッチメント仕様

使用アタッチメント	鉄骨切断機K-33 (ツーシリンダー両刃駆動)
切断能力	3200kN
最大開口幅	825mm
カッター長	530mm
質量	3300kg
備考	ブースター内蔵による素早い開閉

実用化への評価

試験結果

新開発のアタッチメントを利用した切断は、従来の切断機を利用したものと比較して約20分の1である、15秒で切断することが可能となった。

また、切断面も、従来の切断機による引きちぎる様な形状ではなく、綺麗な板状であることから、船舶鋼材の出荷時にもトラックにおける積み込み量も多くなり、輸送コストの低減も期待される。

シップリサイクルの事業化において、コスト低減、解体速度向上が第一条件となっており、本開発ボックスカッターが実用化される効果は高い。また、スクラップ業者などシップリサイクル以外への市場開拓も期待できる。

	従来の鉄骨切断 アタッチメント	油圧式ボックスカッター
切断厚	15mm	15mm
切断時間	1000mm×1000mm 900秒	700mm×600mm 40秒
切断面	引きちぎられた様子	綺麗な板状

まとめ

①船舶解体用ボックスカッターの開発

ボックスカッター本体およびポンプユニットの設計、製作を行い、**試作機の開発に成功した。**

②耐摩耗切断刃物の開発

外注先である(株)アールアンドイーが室蘭工業大学と共同研究にて開発された耐摩耗材料を用い、ボックスカッター用の切断刃を製作した。これまでの切断試験により高硬度で優れた耐摩耗性を有している。

③船舶解体用ボックスカッターの検証・評価

ボックスカッターを通常为重機に取付け、船舶ブロックの切断試験を行った。試験により、目標値であった**厚さ30mmの鋼材をインサイズに切断することに成功した。切断に関わる時間は26秒**と、目標値に近似していながら達成できなかった。問題点としては、ボックスカッター内への切断物の詰まりの発生、切断刃物の亀裂、破損、操縦者から切断部の視認性の問題などが判明した。

④実用化への評価

従来のアタッチメントによる切断速度と比較して、本開発ボックスカッターは**約20分の1の速度で切断可能であり、船舶解体用として実用化可能**であり、他分野においても市場開拓が可能である。

課題

・今後の研究開発の課題としては、下記の点を克服しなければならない。

①切断物の排出対策

- ・切断物の詰まり ⇒ 作業効率が低下
- ・開口前に切断物の落下 ⇒ 作業の安全面に影響

②切断刃物の強度及び耐久性

- ・硬度が高く割れやすい材料 ⇒ 韌性を上げた割れにくい材料へ

③切断速度の向上

- ・目標値6秒経過 ⇒ コスト面を検討し油圧ポンプの追加

④切断部視認性の問題

- ・オペレーターからの切断位置の視認性 ⇒ 技術力の向上、インターフェースの改良

事業化展開

今後の流れとして、補完研究としてボックスカッターに発生している問題点を克服し、自社テストを繰り返し行い、性能を向上させる。それと同時に試作機を、現在インサイズカットを行なっているスクラップ業者や、船舶解体業者に提供し第三者評価を得る。

本製品の出荷先としては、船舶解体メーカー、スクラップ業者が挙げられる。シップリサイクル条約の日本での批准が進んだ場合、国内での船舶解体需要は上昇する。本開発の目的として述べた通り、シップリサイクルの国内事業化においては、解体速度の上昇、コスト削減が重要であるため、ガス切断から重機による切断へ工法が移行すると考えられ、本開発ボックスカッターは重要なものとなる。

また、波及効果として、海外での船舶解体業者への輸出や、国内スクラップ業者などへの供給も期待できる。