

安全で環境に適合した先進国型シップリサイクルシステムに関する基礎的研究

著者	仲條 靖男
学位名	博士（工学）
学位の種類	課程博士
報告番号	甲第392号
研究科・専攻	物質工学専攻
学位授与年月日	2017-03-23
URL	http://doi.org/10.15118/00009188

	ナカジョウ ヤスオ
氏 名	仲條 靖男
学位論文題目	安全で環境に適合した先進国型シップリサイクルシステムに関する基礎的研究
論文審査委員	主査 教授 清水 一道
	教授 河合 秀樹
	教授 藤木 裕行
	教授 寺本 孝司

論文内容の要旨

世界の外航船舶は 2015 年末現在で 12 億総トン、11 万隻を超え、あらゆる物資の大量輸送を担っている。船舶は建造(造船)され、運航(海運)され一般的に耐用期間約 30 年で代替えされるが、代替えのための廃船処理の多くは南西アジア等の開発途上国の海浜において労働者がガス切断を行い解体して得られる鉄、非鉄、中古機械等の再利用を目的とする、いわゆる「シップリサイクル」として行われてきたが、船舶の解体過程における油他の汚染物質流出による深刻な環境汚染や不十分な安全対策による重大な事故が頻発した。この対策のため国際海事機関 (IMO) は「2009 年の船舶の安全かつ環境上適正な再生利用のための香港国際条約」を制定し環境の改善を図ろうとしており、世界最大のリサイクル国であるインドにおいても我が国の協力等により改善が進んでいる。しかし、船舶の解体手法の太宗は労働者によるガス切断であり火災や爆発の危険性や、労働力依存の前近代的な解体手法の改善が急務となっている。このため我が国は 2009 年に室蘭シップリサイクルパイロットモデル事業を実施し、安全で環境に適合した先進国型シップリサイクルシステムの研究を行い、重機による鋼材切断の有効性を検証・評価した。この研究に基づき本研究ではインドを中心としたシップリサイクルの現状を調査すると共に重機切断に使用する耐摩耗材料の開発を行い、スガ式摩耗試験によるアブレスブ摩耗特性調査及びシャー切断試験による摩耗評価を行った。

第一章では、シップリサイクルの概要及び同産業の課題を述べた。

第二章では、研究背景としてシップリサイクル手法及び世界のシップリサイクルの概要について述べた。

第三章では、国内で研究した重機を用いた鋼板切断による解体手法の結果として

ガス切断方式のとの速度,コストの比較検証を行った.

第四章では,重機切断に用いる切断刃の耐摩耗性に優れた材料を開発し,スガ式摩耗試験によるアブレシブ摩耗特性調査及びシャー切断試験による摩耗評価を行った.

第五章では, シップリサイクルの今後の動向について, シップリサイクル条約の国際的な現状と, 海事産業及び鉄鋼産業におけるシップリサイクルの意義及びインドにおけるシップリサイクル改善事業について述べた。

第六章は総括であり, 本研究の成果を要約する.

ABSTRACT

World fleet reckoned more than 1.2 Billion GT or 110 thousand in its number as of the end of 2015 has been bearing mass transportation of every goods in glob. Ships are built (shipbuilding) and operated (shipping) and then finally replaced with the age of about 30 years old as its years of life. For the replacement, most of the abandonment of ships has been carried out at developing economies in the South West Asia as well-known as “Ship Recycling” in order to get steel, no-metal, second-hand equipment, etc. However, this activity results serious environment pollution with the spillage of hazardous materials such as oils and frequent fatal labor accidents. In order to cope this situation, International Maritime Organization (IMO) adopted The Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships, 2009 aimed at to improve the environment and India largest ship recycling country has also been improving the situation with the cooperation from Japan. Although, improvement is observed, dismantling procedures is dominantly carried out by gas cutting which may have risks for fire and/or explosion and pre-modern labor intensive procedure should be improved urgently.

Under the backdrop, government of Japan has carried out experimental project to establish environmentally sound and safe ship recycling system in advanced economy as the Muroran Ship Recycling Pilot Model in 2009 and evaluated the viability of the introduction of steel cutting by heavy equipment. Based on the pilot model, this research is surveyed the current status of the global ship recycling industry mainly focused to Indian and developed abrasive wear resistant cast iron for the crushing blade of mechanical cutting and abrasive wear characterization using the suga type abrasion testing machine and shearing machine is evaluated.

In the 1st Chapter, outline and issues of the ship recycling is explained.

In the 2nd Chapter, ship recycling process and outlook of the global ship recycling industry is explained as the background of this research.

In the 3rd Chapter, investigation of cutting speed and cost required in comparison of gas cutting and mechanical cutting with crushing blade is explained based on the results came out from the pilot project.

In the 4th Chapter, development of the anti-abrasive material for the crushing blade of heavy equipment with the wear characterization by suga type abrasion testing machine and shearing machine is observed.

In the 5th Chapter, forecast of the ship recycling industry and current status of the ship recycling convention in the international community, significance of

the ship recycling in the maritime industries and steel industries with the bilateral cooperation by Japan to India for the ship recycling improvement is explained.

The 6th Chapter is the summary of the results of the research.

論文審査結果の要旨

シップリサイクルは船舶の需給調整、サブスタンダード船・老朽船の排除のため船舶を解体する海運にとって必要不可欠な産業であるが、これまで南西アジア諸国を中心に環境・労働対策が不十分なまま海浜にて船舶が解体され、深刻な環境問題、重篤な労働災害を招いた。このため国際海事機関によるシップリサイクル条約が採択され、安全で環境上適正なシップリサイクルの実施が不可欠となった。世界の主要海運・造船国である我が国はシップリサイクルにおいてもその責任を果たし、かつ国内で先進国型のシップリサイクル事業化を目指し 2010 年に大型船のリサイクル実証実験を室蘭にて行った。本論文は実証実験で実施した従来型 LPG ガス切断手法の効率、コストを検証し、新たな水素ガス切断等の導入と重機切断による切断効率とコストを比較し、重機切断速度はガス切断の 2.17 倍の効率と解体工期が 6 ヶ月から 3 ヶ月弱に短縮可能との結論を得た。

しかし重機切断は切断刃が短期間で摩耗し切断能力が低下するため耐摩耗性の優れた重機用切断刃の開発が必要なため、特にアブレシブ摩耗に優れた耐摩耗性多合金白鑄鉄について研究開発を行なった。従来、バナジウム(V)等の炭化物形成能力の高い元素を複数含有する多合金系白鑄鉄は、凝固時に高硬度の MC や M_2C 及び M_7C_3 炭化物を晶出し、その後の熱処理により基地が二次硬化するため、良好な耐エロージョン摩耗特性及び耐アブレシブ摩耗特性を示すことが明らかとなっているが、V と同様に炭化物を形成しやすい元素にニオブ (Nb) 及びがあり、Nb を添加することで更なる耐摩耗性を有する材料の開発が可能であることが推測され、更にコバルト (Co) は基地組織の強化に寄与することが知られており、耐アブレシブ摩耗性向上が期待できる。本研究では Nb 及び Co の配合比率を変化させて材料の開発を行なった。開発した材料は、スガ式摩耗試験により評価し、その結果 Nb 含有多合金白鑄鉄は V 含有多合金白鑄鉄と比較して良好な耐アブレシブ摩耗特性を示した。また、切断刃として SCI-W, SCI-VMn, SKD11, 10%Co 多合金白鑄鉄を製作してシャー切断試験機による切断試験を行い、10%Co 多合金白鑄鉄は SKD11 と比較して切断性能は同等で耐摩耗性に優れており、シャー切断材料として期待ができる。

本研究は、効率的で低コストな船舶リサイクル手法が検証され、かつ重機切断刃

による解体に必要な耐摩耗性に優れた多合金白鑄鉄材の開発を進め、基礎的な評価試験による材料評価においては、耐摩耗性が証明された、本研究結果により、鉄鋼業、自動車関連産業の多い室蘭地域において、重機等を用いたシップリサイクル事業化による高品質な船舶鉄スクラップの安定供給が期待される。その価値は高く評価できるものである。このため、審査員の合議により本論文は学位に値するものと判断した。