

異型ブロック撤去装置（チェーン式）の開発

Development of Equipment for Carrying Artificial Concrete Blocks by Means of Endless Chain

加藤久雄*・中道正人**・田室正秋*・日南田登志朗***・淵山省三****

Hisao. Kato, Masato. Nakamiti, Masaaki. Tamuro, Tosiro. Hinata and Shozo. Fuchiyama

Artificial concrete blocks installed in the sea for wave dissipation sometimes need to be carried or removed for the expansion or redevelopment of existing port facilities. Tying up this type of block with a rope either by workers on the sea or by divers at the bottom is always a risky operation. And carrying out any operation which involves the worker or diver having to approach and rope those blocks provides less productivity. Under these circumstances, a more efficient type of equipment is developed both to carry or remove those blocks from the sea by means of an endless chain on a less expensive basis and to guarantee the lives of worker's lives. In addition the expected results are attained during sea trials of the experiment.

Keywords: (Artificial concrete block, endless chain)

1. はじめに

港湾等の防波堤もしくは護岸の前面や海底には膨大な「異型ブロック」が適宜据え付けられ、消波機能を果たしている。近年、港湾の再開発、沖合い展開が図られ、これに伴い大量のブロックを「リサイクル」ないし、「撤去」する必要が生じている。

異型ブロックを移設あるいは撤去する場合、現在は海上でも陸上でも人力でブロックにワイヤーロープを玉掛けし、クレーンで吊り上げる方法を用いている。この方法は面倒なうえに、作業員が不安定なブロックの上に乗ったりブロックの下に潜り込まなければならず、挟まれや落下の危険性が高い。作業に潜水を伴えば危険性も増大する。また、効率もあまり良くない。

このような背景のもと、異型ブロックの移設あるいは撤去作業時の安全を確保し、作業効率及び経済性を改善する目的で「異型ブロック撤去装置（チェーン式）」を開発し、海上実験で所期の成果を確認した。

本稿はこの海上実験の結果を中心にとりまとめたものである。

2. 開発の経緯

2-1. 開発の背景

新潟西海岸一帯には海浜の浸食対策として異型ブロックによる離岸堤及び突堤群が設置されている。これらの倒壊を防止するため、現在、この沖合に新たに消波構造物（幅広潜堤）を施工中であり、将来は養浜により面的に海岸を防護する計画である。これに伴い、既存離岸堤や突堤のなかで機能上不要となったり、また、景観や施工に支障となるため撤去、移設しなければならないブロック数は約50,000個と推定されている。このうち、約40,000個が6.3t型テトラポッドである。

2-2. 開発目標及び技術課題

(1) 開発目標

新潟西海岸で最も撤去個数が多い6.3t型テトラポッドを対象とし、遠隔操作によって安全かつ効率的に撤去できる装置を開発する。

(2) 技術課題

撤去装置の開発に関わる主要な技術課題を抽出し体系化して、それぞれの課題の位置付けを明確にしな

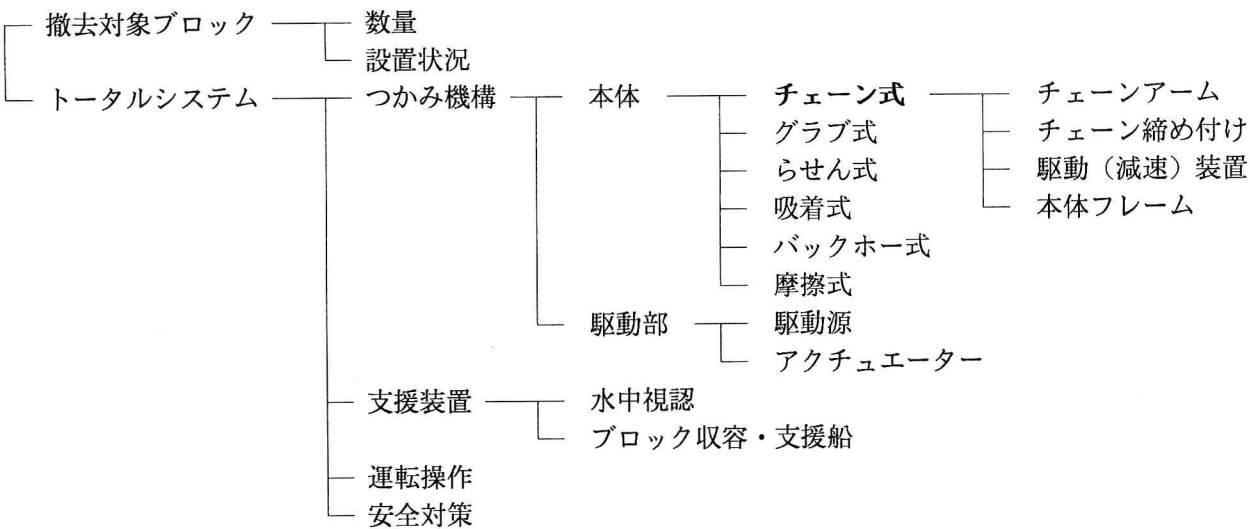
* 非会員 運輸省 第一港湾建設局 新潟機械整備事務所 (951 新潟市入船町4-3778)

** 正会員 運輸省 第一港湾建設局 新潟機械整備事務所

*** 非会員 東亜建設工業株式会社 北陸支店 新潟工事事務所

**** 非会員 東亜建設工業株式会社 土木本部 機電部 技術Ⅲ課

から検討を進めた結果、チェーン式とグラブ式の2案について開発を進めることとした。
本稿ではチェーン式について報告する。図－1に技術開発主要課題樹木図を示す。



図－1 技術開発主要課題樹木図

2-3. 開発経緯

異型ブロック撤去装置（チェーン式）の開発全体計画フローを図－2に示す。

技術開発課題	昭和62～平成元年度	平成2年度	平成3年度	平成4年度	平成5年度	平成6年度以降
トータルシステム	基礎調査	トータルシステムの概略検討	トータルシステムの詳細検討		トータルシステムの最適化検討	●現地へ導入 ●据付へ応用開発
つかみ機構	●チェーン式 ●その他	模型(1/20)実験	プロトタイプ装置(6.3t型)設計／製作	プロトタイプ装置(6.3t型)製作	海上実験／改造	
水中視認			概略検討		海上実験	

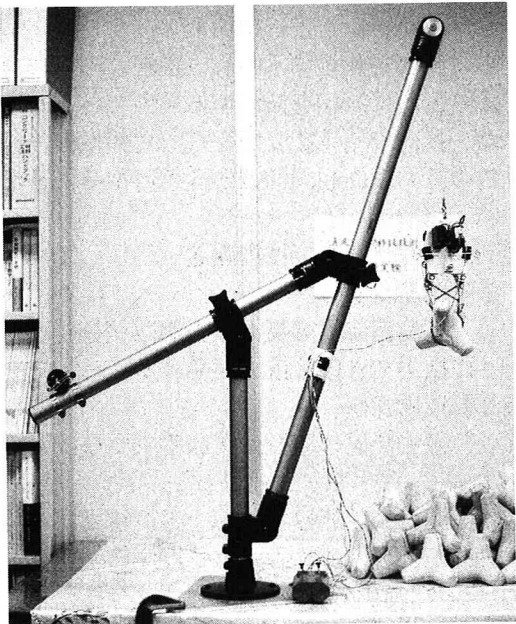
図－2 異型ブロック撤去装置（チェーン式）の技術開発全体フロー図

まず、新潟西海岸における移設予定異型ブロックの現状及び全国の移設工事の実態等の基礎調査を行った。これらの調査結果を基にまとめた複数の撤去装置案について比較検討を行った結果、1本のリング状チェーンで異型ブロックを固縛し吊り上げる構造のチェーン式と、複数の爪で異型ブロックをつかみあげる構造のグラブ式の2案について具体的な検討を進めることとした（平成元年度）。

チェーン式については、実用規模の約1/20の模型装置によりテトラポッドの模型（6.3t型の約1/20、高さ10cm、重量0.8kg）を対象に撤去実験を行い、原理を確認するとともに実機製作のための基礎データを取得した。模型実験の状況を写真－1に示す（平成2年度）。

模型実験の結果と、チェーンをブロックに有効に絡ませるためのアーム形状及びホイールの配置を検討するために行ったシミュレーション結果に基づき、実用規模のプロトタイプ機を設計・製作した（平成3～4年度）。

このプロトタイプ機を用いて、実海域で実用規模の海上実



写真－1 模型実験状況

験を行い、システムの安全性、実用性及び汎用性等について所期の成果を確認した（平成5年度）。

なお、本装置の開発に当たり、機械及び施工の専門家等からなる「調査研究委員会」（委員長 社団法人日本海上起重技術協会 専務理事 谷口武志氏）等を設置した。

3. 開発装置の概要

型式	油圧駆動チェーン式
主要寸法	3,070×2,140×1,335mm
重量	約3.6トン
主構造材質	SUS316L
チェーン	フラッシュバット溶接 スタッド付
定格荷重	5.75t (6.3t型トラボッド1個相当)

開発装置の外形を図-3に示す。

本装置は吊り下げ用の支持フレームに、油圧モーターによって互いに反対方向に回転駆動する左右一對の巻取部と、互いに開閉可能な左右一對のアーム及び巻取部に巻掛けたエンドレスなチェーンから構成されている。チェーンはアームの途中で交差した後、アームの下方でループを形成し、このループ状のチェーンをブロックの脚に絡ませる構造となっている。

独立した2台の油圧モーターは各々定出力制御を行い、負荷が軽い場合はチェーン巻取速度が早くなるが、負荷が大きい場合は巻取速度が遅くなるように作動する。仮に左右の巻取部が同等の速度で駆動した場合、ブロックに絡んだままの状態ではチェーンが滑ることになり、チェーンが磨耗したり、ブロックが損傷したり、さらにはブロックにチェーンを確実に絡ませることが出来なくなる恐れがあるが、巻取部が各々定出力制御されているため、チェーンは張力の小さい方から巻き取られ、最終的に両側が同一張力になってから締め付けられることになるのでチェーンとブロックの間で滑りを生じることがない。この際に生じる左右のチェーンの巻取量の差は、チェーンが円環状のエンドレスになっているために容易に吸収することが出来る。即ち、左右の巻取部の速度差及び繰り返し動作により、ブロックに絡む部分が移動してもエンドレスになっているためなら問題ない。むしろブロックに絡む箇所がチェーンの一部だけでなく、その全長を有効に利用できるためチェーンの寿命が長くなる。

チェーンを交差させることによって巻き取り時にアームを閉じる方向に力が作用するため、アームの先端がブロックに確実に密着するとともに、ブロックを締め付けるように絡ませることが出来、さらに吊り上げる時は自然にアームが閉じられた状態になるので安全である。

以上の様に本装置は簡単な機器で構成されており、海洋土木工事のように過酷な条件下での使用にも耐えられるよう堅牢な構造となっている。図-4に示すように本装置はクレーンに吊り下げて使用し、オペレータが遠隔操縦する。このため、ブロックに作業員が近づく必要がなく、安全性が確保できる。

なお、本装置は特許申請中である。

異型ブロックを吊り上げるための手順を以下に示す。

- ① クレーンを旋回させ、本装置を撤去する異型ブロックの側に近づける。この時、アームを完全に開き、チェーンを繰り出しておく。
- ② クレーンの旋回及びブームの起伏を利用して、チェーンをブロックの脚に絡ませる。
- ③ アームを閉じ、チェーンを十分に巻き取ってブロックを固縛したのち、クレーンのワイヤを巻き上げて吊り上げる。
- ④ クレーンを旋回して、吊り上げたブロックを所定の位置に降ろす。
- ⑤ アームを十分に開き、ブロックに絡まったチェーンを緩める。
- ⑥ クレーンで装置を吊り上げることによって、ブロックの脚の先端からチェーンを抜き取る。

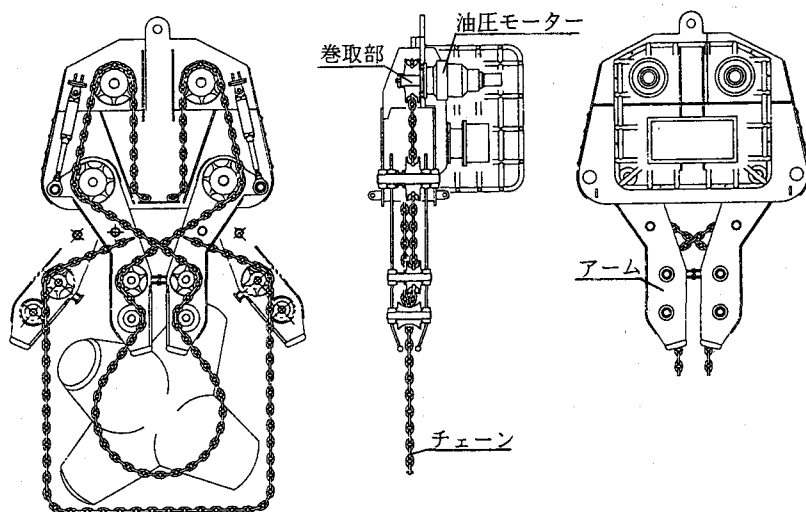


図-3 チェーン式異型ブロック撤去装置

4. 海上実験
4-1. 海上撤去実験
(1) 目的

既設離岸堤と突堤に設置されている異型ブロックの撤去を行い、装置の性能を把握するとともに実用化のための課題を抽出する。

(2) 実験方法

プロトタイプ機を起重機船（180トン吊り）に装着し、既設離岸堤（新潟市入船町地先）のテトラポッド（6.3t型）及び突堤（同市西船見町沖）の六脚ブロック（K0.9型）を撤去して自船の甲板上に回収する。この時の作業状況を観察するとともにサイクルタイムを計測する。撤去作業の状況を図-4及び写真-2に示す。

なお、本実験は工程等の制約のため、水上部（半水没状態のものも含む）の撤去のみとした。

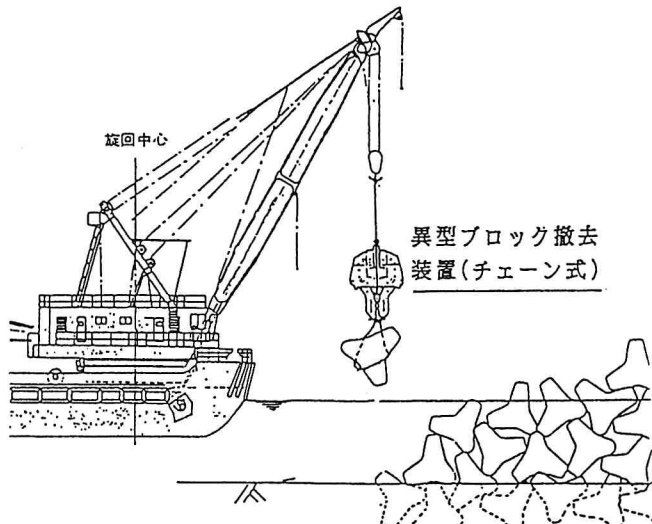


図-4 撤去作業状況



写真-2 吊り上げ状況

実験に用いた异形ブロックの諸元と形状を表-1に示す。

表-1 异形ブロックの諸元と形状

諸 元		ブ ロ ッ ク 形 状
テトラポッド	型 式 : 6.3t型 実 重 量 : 5.75t 主要寸法 : H-2070mm D-2225mm S-2470mm 設置場所 : 離岸堤	
	六脚ブロック	

(3) 実験結果

①. 基本機能の確認

オペレータの遠隔操作によって表層のブロックから順次撤去し、下層のブロックも容易に撤去できた。

テトラポッド以外の异形ブロックも容易に撤去できた。

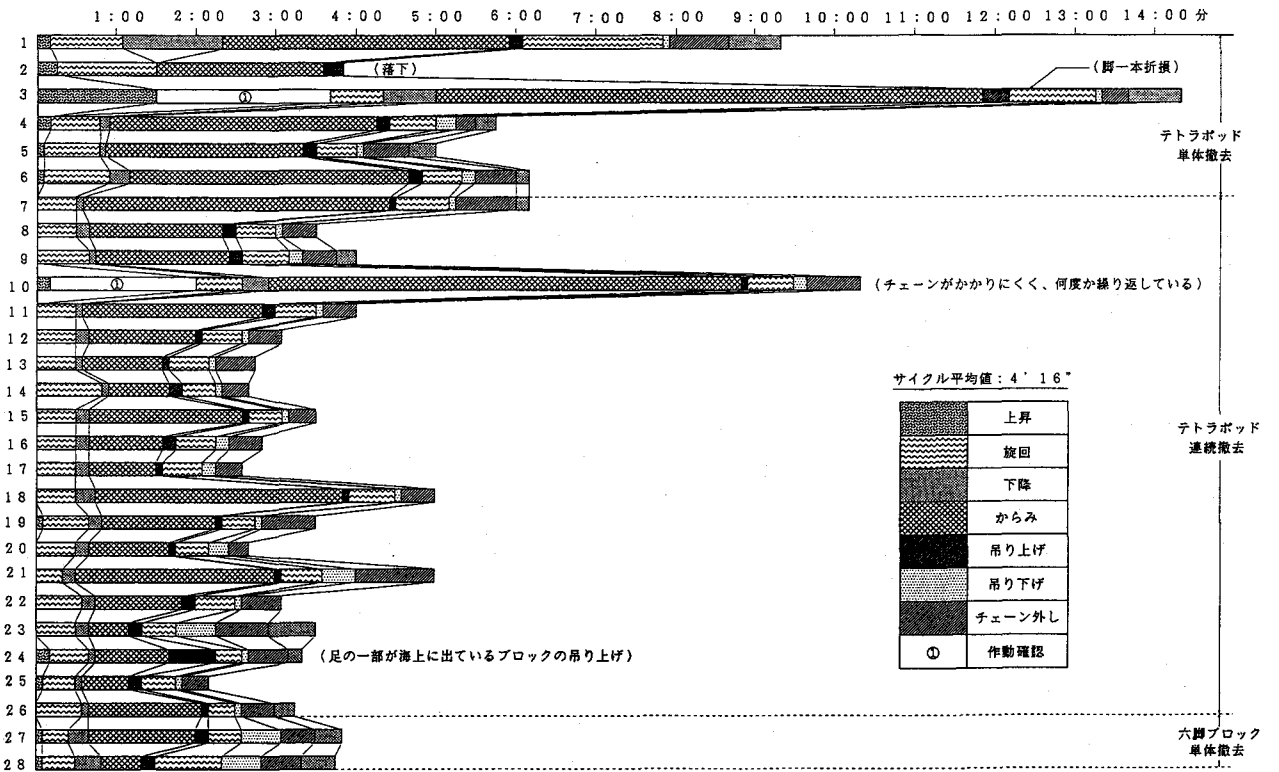
②. サイクルタイム

撤去作業の基本サイクルタイムを以下に示す。

- 上 昇・・・甲板上から撤去装置を吊り上げる。
- 旋 回・・・目的のブロック上まで撤去装置を旋回する。
- 下 降・・・目的のブロック上に撤去装置を降ろす。
- 絡 み・・・クレーンの旋回やブームの起伏を利用してチェーンをブロックの脚に絡ませる。
- 吊り上げ・・・ブロックの脚にチェーンが絡んだことを確認した後、旋回可能な高さまで吊り上げる。
- 旋 回・・・吊り上げたブロックを甲板上の仮置場所まで旋回する。
- 吊り下げ・・・ブロックを甲板上に降ろす。
- チェーン外し・・・ブロックの脚からチェーンを外す。
- 下 降・・・撤去装置を甲板上に降ろす。

実験では合計 28 個の異型ブロックを撤去した。この時の平均サイクルタイムは 4 分 16 秒であった。なお、脚が 1 本折損しているテトラポッドも撤去できたが、チェーンが絡みにくく、サイクルタイムが 14 分を越えたため、統計からは除いた。撤去作業時のサイクルタイムを表-2 に示す。

表-2 撤去のサイクルタイム



以上の結果から、本装置は異型ブロックの撤去装置として実用的なことが確認できた。

4-2. 海上据え付け実験

(1) 目的

撤去装置として開発した本装置を据え付け装置として用いる時の技術的課題を抽出するとともに、作業のサイクルタイムを計測する。

(2) 実験方法

海上実験で起重機船の甲板上に回収、仮置きしたブロックの一部を、本装置を用いて甲板上から吊り上げ、離岸堤及び突堤上に据え付ける。この時の状況を観察するとともに、サイクルタイムを計測する。

(3) 実験結果

オペレータの遠隔操作によって甲板上に仮置きしたブロックを代表的な据え付け姿勢で吊り上げることが出来、離岸堤及び突堤上に据え付けることが出来た。ただし、チェーンをスムーズに外せなかったケースもあり、チェーンの脱着機構の開発が必要と思われる。合計 13 回行った据え付け作業の平均サイクルタイムは 3 分 50 秒であった。表-3 に据え付け作業のサイクルタイムを示す。

表-3 据え付け作業のサイクルタイム

項 目	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	備 考
ブロック種類	テトラポッド			六脚ブロック	*2本の脚が下向き
ブロック姿勢	正 立	傾 斜*	倒 立	—	
据 付 個 数	4	5	2	2	
サイクルタイム	3分49秒	3分36秒	4分46秒	3分31秒	
3分50秒					

5. 考 察

5-1. 安全性

本装置の操作はすべてクレーン操縦室で行うため、吊り荷周辺に作業員が近づく必要がなく、挟まれや吊り荷の落下による災害に対し、安全性が向上した。

5-2. 効率性

今回の実験で取得したわずか39個のデータに基づいた検討結果ではあるが、撤去及び据え付け作業のサイクルタイムは従来の玉掛けによる作業と同等もしくはそれ以下である。

図-5に従来方法と本装置を用いた撤去据え付け作業のサイクルタイムの比較を示す。

また、操作が簡単であるため、通常のクレーンオペレータであれば若干の練習で操作を容易に行うことが出来る。

5-3. 汎用性

本装置は6.3t型テトラポッド用撤去装置として開発したが、六脚ブロックや脚が破損したブロック等、他の異型ブロックにも適用できる。また、据え付け装置としても応用できる。

5. おわりに

開発された異型ブロック撤去装置（チェーン式）は、海上実験の結果から、「水上部」の異型ブロックを対象とした撤去装置として「安全」かつ「効率的」で「実用性」が高く、また、据え付け装置としても応用できることが明らかとなった。

なお、今後は本装置の実撤去工事への導入を図るとともに、異型ブロックの「据え付け装置」としての開発を実施する計画である。さらに濁水中の視認技術等の開発と相まって、水中部での作業性の向上が期待でき、異型ブロック撤去・据え付け作業の合理化に寄与するものと考えられる。

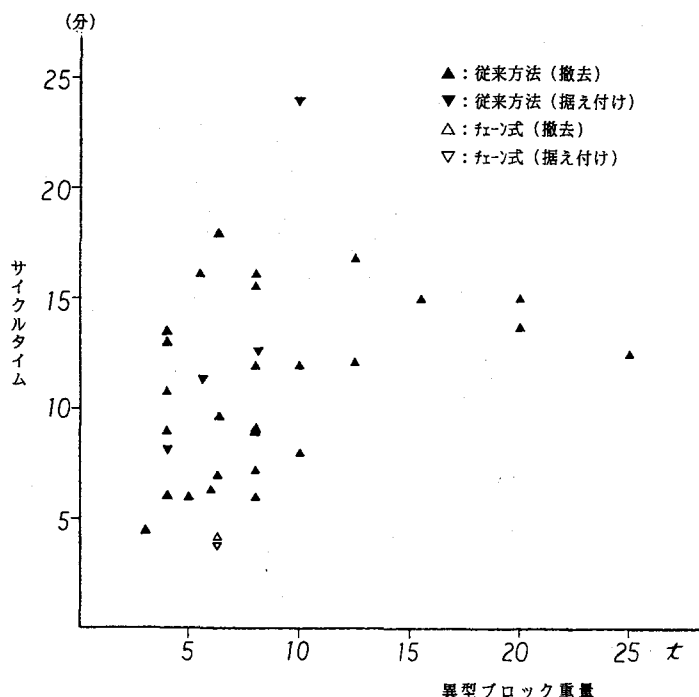


図-5 撤去・据え付け作業のサイクルタイム

参考文献

- 1) 運輸省第一港湾建設局新潟機械整備事務所, 異型ブロック撤去装置（チェーン式）海上実験報告書, 平成5年12月
- 2) 加藤久雄, 異型ブロック撤去装置の開発, 作業船 第212号, 平成6年3月