

片爪アンカーの挙動の研究 (その4)

—標準錨による錨地の調査—

Behaviors of Anchor with a Single Fixed Fluke (4th Report)

—Survey of Soil of Anchorage by Standard Anchor—

浦 環*・能 勢 義 昭*・坂 巻 隆*

Tamaki URA, Yoshiaki NOSE and Takashi SAKAMAKI

1. 目 的

海図上には錨泊の便を考慮して、海底土の種類が記号で記入されている。アンカーの効き、すなわち最大把駐力は海底土の力学的な特性により定まるが、この底質情報のみでは、海底を構成する物質の粒度を大まかに知ることができるだけであり、自船のアンカーの効きを定量的に推定することは困難である¹⁾。たとえば、Sで表される砂質の海底は、船舶用のストックレスアンカーに対してごく常識的な低い最大把駐力を与えるにすぎないことが明らかになりつつあるが、Mで表される粘土質の海底では、土の締め具合により力学的な特性値が大きく変わり極端に効いたり、効かなかったりすることが知られている。締まった砂まじりの粘土 (MS) はアンカーが良く効く場合があるとされているし、へドロ状のMでは、ビンジ型のアンカーの最大把駐力係数がせいぜい1.0程度しか期待できない。したがって、土の粒子の構成 (砂・シルトとか泥とかいった表現法) だけでなく、その剪断特性を表す指標の開発およびその指標とアンカーの効きとを対応づける研究が期待される。海図等からの情報で錨地で自船のアンカーの最大把駐力が推定することができれば、そこで錨泊するときに船が耐えられる外力の大きさを計算することができ、錨泊の安全性と信頼性を向上させるためにきわめて都合が良い。この目的のために当研究室で開発しているARS-S型片爪アンカー^{2~4)}の小型のものを「標準錨」として用いた錨地調査法を検討し、実海域における調査をおこなったので報告する。

2. 標 準 錨

錨地におけるアンカーの効きは、アンカーの形状 (性能) と海底土の剪断特性およびアンカーの引き方により定まる。したがって、錨地の剪断特性の評価とアンカーの性能の研究が重要なポイントである。前者はいわゆる現場の調査であり、土木工学的なさまざまな調査法が考えられる。しかし、海底面の広い領域にわたって効果的

に調査するには、アンカーの効きに関連した、より実用的な調査法の開発が望まれる (図1参照)。ここでは、小型の標準錨を用いた錨地の調査法を提案する。その概要は

(1) 錨地で標準錨を引き、錨地の各位置での把駐力 H を求め、次式で定義される海底土把駐指数 H_i の分布を計測する。

$$H_i \equiv H/L_s^3 \quad (\text{ton}/\text{m}^3) \quad (1)$$

ここで、 L_s は標準錨の代表長さである。

(2) あらかじめ、自船のアンカー (各種アンカー) と標準錨との性能を次式で定義される無次元最大把駐力

$$C_d \equiv H/\gamma L^3 \quad (2)$$

γ : 海底土の水中単体積量
で比較し、次式で定義される錨性能指数

$$H_r \equiv C_d(\text{自船錨})/C_d(\text{標準錨}) \quad (3)$$

$$= \{H(\text{自船錨})/L^3\} / \{H(\text{標準錨})/L_s^3\} \quad (4)$$

を得ておく。 L は自船のアンカーの代表長さである。ただし、 H_r は砂質と粘土・シルトとは別にし、それぞれ H_{rs} , H_{rm} とする。

(3) 錨地で本船が期待しうる最大把駐力 H_{\max} は

$$H_{\max} = H_i \times H_r \times L^3 \quad (5)$$

で与えられる。

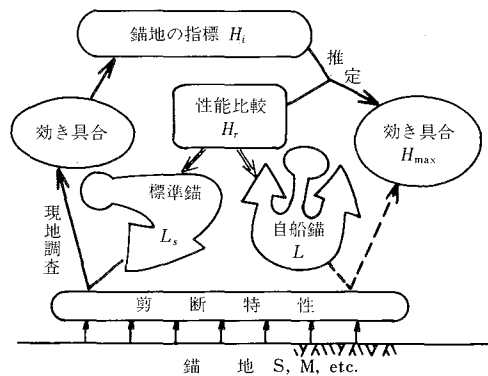


図1 錨地の評価法

*東京大学生産技術研究所 第2部

研究速報

当研究室で先に開発したARS-S型完全安定型アンカーの形状を基本として、爪の長さ $L_s=0.3$ mのものを標準錨とする。対応するアンカー重量は鑄造モデルで約30 kgであるが、鋼板溶接組み立てとし、重量約24 kgである。その写真および寸法を図2~3に示す。

3. 海底土把駐指数の試験法

一般的な試験法は以下のとおりとする。

- (1) アンカー・スイベル・ロープと繋ぎ、ロープ端を移動させて引く(図4参照)。これにより、チェーンと海底土との摩擦の影響を除き、ロープのねじれをとる。
- (2) スコープ角は5度以下(あるいは索長を水深の10倍以上)とし、スコープ角の影響を少なくする。
- (3) 船で引く場合には標準錨の反対側に打ったアンカーの保留索を引き込むことにより船を移動させて標準錨を引く。アンカーに変位を与えて荷重を計る形態が望ましい。
- (4) 索は水中重量ゼロで伸びの少ないものを用いる。
- (5) 張力はロードセルで直接計るものとする。
- (6) アンカーの移動速度は12 m/min以下とし、速度影響を少なくする。

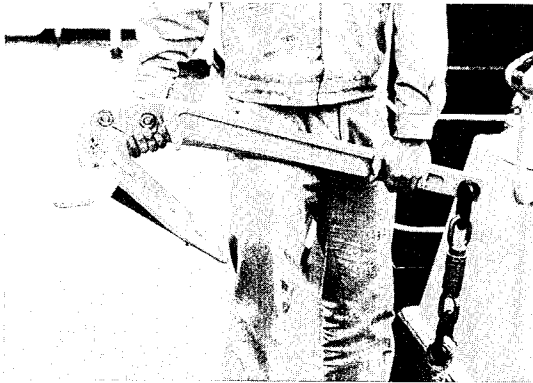


図2 標準錨

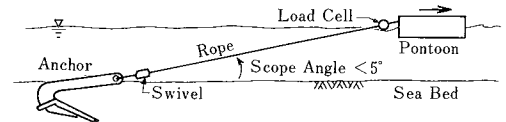


図4 錨地における標準錨の引き方

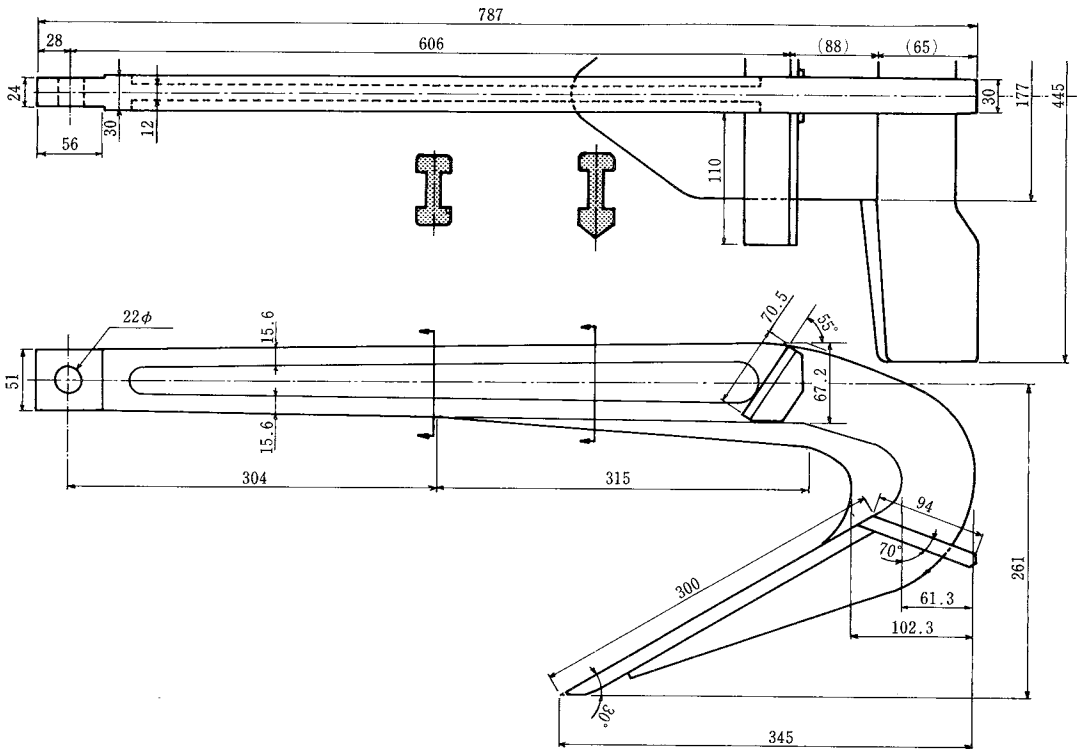


図3 標準錨の寸法

4. 実 海 試 験

表 1 に示すように、静岡県初島沖および神奈川県根岸湾において試験を行った。以下にその概要を示す。試験した海域等のデータと最大把駐力の結果をまとめて表 1 に示す。なお、初島沖のデータは点データであり、根岸湾のデータは線データである。

4.1 初島沖試験

海洋科学技術センター所属の海中作業実験船「かいよう」を用いて、

- a Light Weight Type (爪開き角 50°)
- b Light Weight Type (爪開き角 30°)
- c ARS-S 型片爪

の自重約 2.3 ton のアンカー 3 丁を引き、あわせて標準錨を前記手順で引いた。ただし、本船の可変ピッチプロペラの推力により引いた。上記 3 丁のアンカーは 46 mmφ、7.23 kg/m の係留索(ワイヤー)を水深の約 10 倍である 600 m 繰り出して引いた。投錨地点および牽引方

向を図 5 に示す。最大張力の試験結果を表 1 に示す。ここでは、爪角 50° の LWT アンカー以外はアンカーを引き切っておらず、最大把駐力を示すものでないことに注意しておく。すなわち、他の 2 種のアンカーは貫入した後はほとんど移動していない。標準錨は 16 mmφ ナイロン製クロスロープを約 600 m 繰り出し、甲板上のテークルを介して引き、張力計で張力を計測した。本船アンカーの近い位置に投錨し、本船の移動とともに標準錨を引いたが、本船用アンカーが十分に効いて本船が移動しない場合には、キャプスタンでロープを引き込んだ。

4.2 根岸湾試験

根岸湾は海底泥が厚く堆積し、アンカーの効きが悪いことで知られている。石川島播磨重工業(株)横浜事業所第 3 岸壁沖は昭和 49~50 年度に(社)日本海難防止協会によって把駐力試験がおこなわれた海域で、海底は極めて緩い状態の泥で構成され、自重が 1~6 ton の JIS 型ストックレスアンカーの最大把駐力係数は 1.3~2.8 と小さい⁶⁾。このような内湾の堆積泥における把駐力の推

表 1 試験海域と使用したアンカー

試験海域	初 島 沖				根 岸 湾
計測位置	静岡県熱海市初島沖 北北東約 800 m				神奈川県横浜市 石川島播磨重工業(株) 第 3 突堤北側
計測年月日	昭和 60 年 11 月 30 日				昭和 61 年 1 月 16、17 日
底質(海図上)	S S h				M
水深	60 m				10~13 m
使用アンカー	LWT (50°)	LWT (30°)	ARS-S	標準錨	標準錨
代表長さ(L)	1650 mm	1650 mm	1225 mm	300 mm	300 mm
アンカー重量	2303 kg	2303 kg	2220 kg	24 kg	24 kg
最大把駐力	6 ton	25 ton 以上	14 ton 以上	327 kg 以上	—
$H/\gamma L^3$	1.40	5.86 以上	8.02 以上	12.7 以上	—

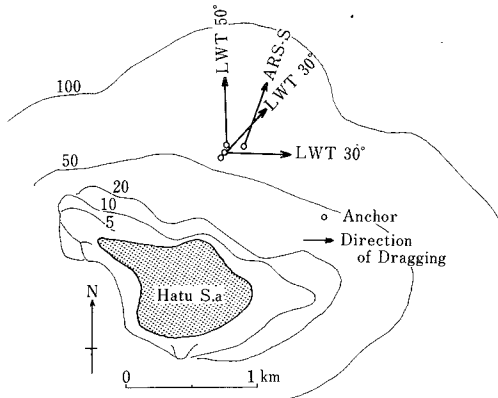


図 5 初島沖の調査海域および牽引方向、○印が投錨点

表 2 各種アンカーの錨性能指数 H_p

アンカーの種類	海底土(海図記号)		引用文献
	S系統	M系統	
JIS型ストックレス	0.2~0.7	0.2~0.3	1, 4, 6
ストック	0.3	—	1, 4
ARS-S型片爪	1.0	1.0	1, 4
LWT (30°)	0.5	—	—
LWT (50°)	0.1 以下	—	—

研究速報

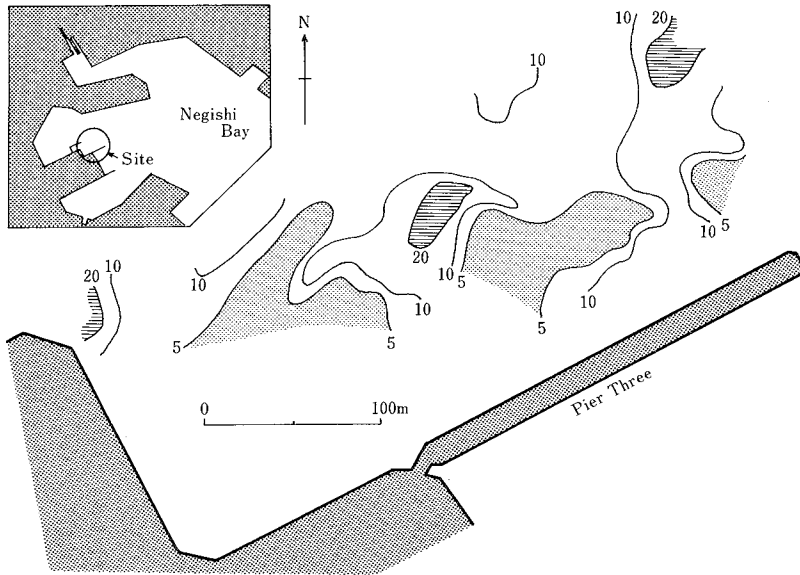


図6 根岸湾における海底土把駐指数の分布

定は避泊・錨泊の安全上極めて重要である。また当海域では、それ以後に著者らにより、石川島播磨重工業(株)修繕部の協力を得て、海底土のサンプリング・テストや、その強度テストを実施しており⁵⁾、海底土の性状が知られている。この東西約400m、南北約150mの海域において標準錨の把駐力を12本の測線にわたって計測し、錨地調査法の具体的なデータを得ることをおこなった。標準錨は岸壁からスイベル・16mmφクロスロープ・滑車・張力計を介してフォークリフトで引いた。(1)式で定義した海底土把駐指数 H_i の分布を図6に示す。

5. 錨性能指数

前報⁴⁾に示した兵庫県松帆の浦の試験では、ARS-S型アンカーの大型のものを用いてJIS型のストックレスアンカーおよびストックアンカーの砂質海底での性能比較をおこなったが、このときのARS-S型アンカーの把駐力データを標準錨に換算して錨性能指数を推定することができる。今回の試験結果と併せて、5種類のアンカーの錨性能指数を表2に示す。

6. おわりに

図6に示されるように、海底土把駐指数の分布図の具体例を示し、錨性能指数とあわせて、錨地における本船錨の効きを推定するための資料の作成手順を示した。今後はより多くの錨地の把駐指数分布データを蓄積し、各種アンカーの錨性能指数を検討し、より信頼性の高い情報を提示することが必要である。

本研究をおこなうにあたって以下の方々よりご協力を賜わった。

□初島沖の試験に関連して、海洋科学技術センター深海開発技術部安藤久司部長、同運航部小谷良隆部長、同開発技術部高川真一研究副主幹、三井造船(株)造船設計部総合設計室宮田紀隆課長、日本海洋事業(株)堀昭夫船長、同財津正隆一等航海士。

□根岸湾の試験に関連して、石川島播磨重工業(株)横浜修理船工場中島貞夫工場長、同新井信弘ドックマスター。

□標準錨に関連して、東京大学生産技術研究所試作工場岡本伸英技官。

ここに深甚なる謝意を表す次第です。

(1986年3月26日受理)

参考文献

- 1) 浦 環：アンカーの最大把駐力係数，日本航海学会論文集，第71号，(1984.9)，pp. 37~45
- 2) 浦 環・能勢義昭：片爪アンカーの挙動の研究，生産研究，Vol. 31. 10，(1979.10)，pp. 712~715
- 3) T. Ura and Y. Yamamoto：Development of Absolutely-Roll-Stable Anchors，Proc. 13th OTC，(1981)，pp. 373~379
- 4) 浦 環・能勢義昭：片爪アンカーの挙動の研究(その3)，生産研究，Vol. 36. 5，(1984.5)，pp. 227~229
- 5) 浦 環：海底土の粘性流体力学的特性の研究，第15回土質工学研究発表会講演集，(1980)，pp. 1793~1796
- 6) ㈱日本造船研究協会：大型専用船の錨泊に関する実験研究，(1976)