

VI-109 離島港湾における錨地改善について

日本大学工学部 正員 寺中啓一郎
 東京都港湾局 正員 和野 信市
 (株)大東設計C 正員 安孫子忠志
 (株)大東設計C 正員 森 和裕

1. はじめに

伊豆諸島は富士火山帯に属し全て火山島であり、各島の港湾も岩礁や転石海岸に立地しているものがほとんどである。泊地が起伏の激しい岩礁や転石海底であるため船舶の錨が岩に掛り巻上げができずに海難審判事故となったり、錨爪が転石を噛みこんだまま揚錨され次の寄港ができなくなったり、或は錨鎖が岩の亀裂にくいこんだり転石にからまり切断しなければならない等の事故が発生して、当海域における航行安全上の問題となっている。この錨掛りの機構を解明するため模型実験を行ったので結果と考察を述べる。

2. 模型実験結果と考察

実験は図-1に示すように試験槽に砂または小砂利の基材を入れ、その上に岩や転石に見合う石材を敷き並べ図-2に示す模型錨を牽引した。牽引角度、石の量及び大きさを変化させ牽引力を測定し、関係を調べた。

実験結果は次式で示される把駐係数 H と石の大きさを表す R_L の関係を、石の量を表す投影面積率 R_A によって整理して図-3に示すように統計手法によりまとめた。

$$H = P / W$$

H ; 1回の実験の最大把駐係数

P ; 1回の実験の最大把駐力(牽引力) (kgf)

W ; 模型錨の重量 (kg)

また、同図には実際の錨を適用した場合を想定し、標準となる砂地の把駐係数と100~10,000GT級船の装備錨及び鎖の耐力荷重を把駐係数に換算して範囲を斜線で示した。すなわち、把駐係数の標準偏差 $H+2S$ (95%)値が錨の耐力荷重範囲に入っているか、それ以上となる場合には揚錨不能になる確率が高く危険であることを示したものである。図-3のケースは、転石錨地で牽引角 $\theta = 0$ 度の場合であり、石の大きさ R_L (フリューク長と石の直径との比)が大きくなるほど、石の量 R_A (投影面積率)が多いほど把駐係数 H が大きくなり錨掛り危険性が增大することや、錨のフリューク長と同程度以上の大きさの石が存在すると、それほど量が多くない場合

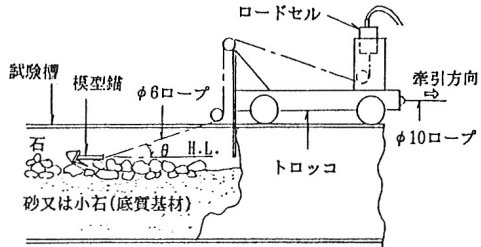


図-1 錨掛り模型実験概念図

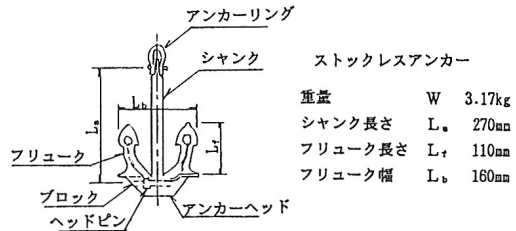
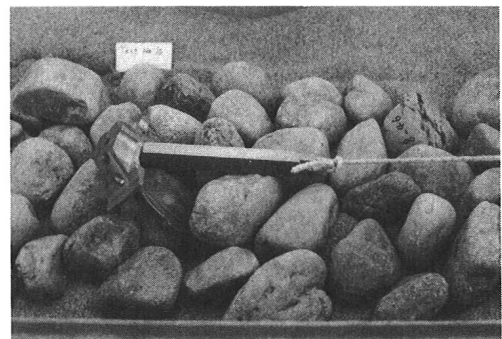


図-2 模型実験用錨



UNDERLAY: SAND
 CLASS OF ROCK: 8
 DRAGGING POWER RATIO: 6.0
 QUANTITY OF ROCKS: 85 (AREA)
 DRAG ANGLE: 0

写真-1 錨掛り模型実験の様子

でも錨掛りの危険性のあることを示している。以上の実験結果から錨地の底質毎の危険性について考察整理すれば次のとおりである。

(1) 底質の種類にかかわらず牽引角度 θ が小さいほど把駐係数が大きくなる傾向にあり、実錨に対する適用は最大値となる $\theta = 0$ 度と考える必要がある。

(2) 転石錨地ではフリック長 L_f と同程度以上の大きさの石が投影面積率で50%以上の量のある所は危険性があり、石の大きさが大きいほど、量が多いほど危険度が高くなる。

(3) 岩錨地の錨掛りの危険性は突岩の寸法や形状、牽引方向などの幾何的要素が支配的である。突岩の大きさ（比高）がフリック長 L_f 以上の場合で、突岩の最小間隔 B がフリック幅 L_b に対し

$$\text{丸みのある岩} \quad B < 1/4 \cdot L_b$$

$$\text{角張った岩} \quad B < 1/2.5 \cdot L_b$$

の場合に危険である。

(4) 転石と岩が混在する錨地では転石のみの場合より2～3倍把駐係数が大きくなり、転石の大きさがフリック長比0.7程度以上で、石の量が投影面積率 $R_A = 40\%$ 以上ある場合には危険性がある。

3. 錨地改善

以上の実験結果に基づき八丈島の八重根港において試験工事を実施し、実錨を牽引して安全を検証した後、危険度の高い港から改善工事が行われている。

八重根港は旧噴火口付近に位置するため起伏の激しい岩礁地帯であり、錨掛りの危険度も非常に高い評価の錨地であった。改善工事は図-4に示すように、突岩を掘削し、凹地を捨石で埋込む方法を採用している。工事の仕上げ面は上記実験結果から、対象船舶を100～5,000GTとした場合の錨の大きさと関係で凹凸差50cm未満、凸岩間隔70cm以上を基準としている。本工事は昭和61年から平成元年までの4年間で実施され、岩掘削量約3,500m³、捨石埋込み量約7,500m³である。なお、当港に近接した民家や岸壁ケーソンへの影響を考慮して、写真-2のように火薬を使わず静的破砕剤によって岩掘削を行ったり、図-5に示すように捨石が波浪によって散乱しないように特殊水中コンクリートを流し込み表層を固める等の注意がはられ竣工している。

岩礁地帯にある港湾の錨掛りについて機構解明実験を行った結果と若干の考察及び改善工事事例について述べたが、同様な問題を持つ関係者の参考になれば幸甚である。

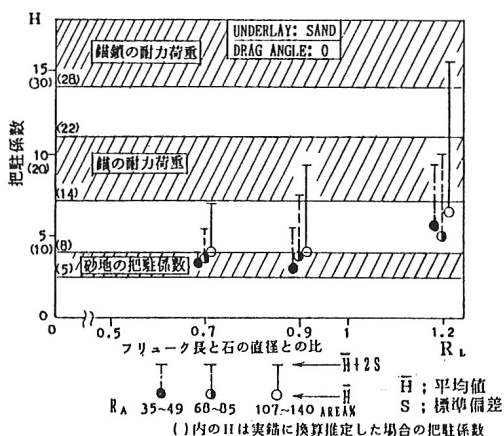


図-3 転石錨地の実験結果と危険性

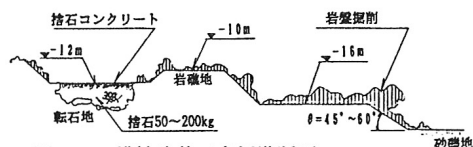
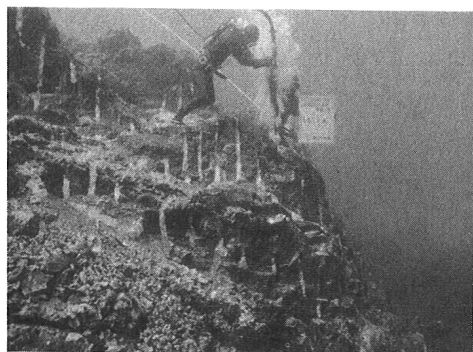


図-4 錨地改善工事標準断面



図-5 錨地改善工事埋込み要領



(白い縦筋は静的破砕剤の充填跡である)

写真-2 錨地改善工事 岩掘削状況