

プレジャーボート用錨の把駐性能に関する一考察

A Study on the Holding Ability of Anchors for Pleasure Boats

佐藤 治夫*

Haruo SATO

要旨: 本研究は、小型船の安全錨泊に寄与できるよう、錨索と海底面とのなす角（牽引角度）に焦点を当て、牽引角度の大小によるプレジャーボート用錨の把駐抵抗（把駐力）の相違を比較検討したものである。実験には4種類の錨（VDR型錨,VDH型錨,VDS型錨,VDQ型錨）を用いた。把駐抵抗は、錨を小型舟艇の船尾より曳引し、その曳索張力（把駐抵抗）をロードセルで測定し求めた。その結果、VDS型錨が高い把駐抵抗を示し、VDR型錨が安定した把駐抵抗を示した。また、VDQ型錨は他の3錨に比べ小さい把駐抵抗となった。この研究が、プレジャーボートの海難事故の減少に少しでも役に立てばと考えている。

キーワード: プレジャーボート, アンカー, 把駐性能

1. はじめに

近年、プレジャーボートによる海難事故は増加傾向にある。その原因としては操船ミスや気象・海象の判断ミスなどの人為的ミスが考えられるが、しかし、停泊船同士の接触事故や自錨の把駐力の把握不足に起因する錨鎖・錨索の切断などの海難事故が多数発生している。これらは自錨の性能を知っていればある程度防ぐことができると考えられる。したがって、安全な錨泊をするためには、底質（海底地盤の種類）と錨の把駐力との関係を知ることが重要である。一般に、錨の把駐力は、 $H = \lambda \cdot W$ （ λ ：把駐力係数、 W ：自船の錨の空中重量）で表示され、把駐力係数 λ は海底の底質や錨の形状により決まる値であり、把駐力を大きくするためには把駐力係数 λ を大きくしなければならないことになる。また、把駐力は実際の海底で錨を曳引し、その把駐抵抗を測定することにより概略の値を求めるのが普通である。つまり、安全

な錨泊には錨効きのよい底質と高把駐力を得ることができる形状の錨が必要となる。しかし錨の形状によって錨効きのよい底質となったり、ならなかったりするので底質と錨の形状の関係は複雑である。なおプレジャーボートなどの総トン数20トン未満の小型船に装備すべき錨や錨鎖・錨索は小型船舶安全規則および細則第45条に規定されている。これまで行われてきた錨の把駐力に関する研究は、大別して3つに分類される。すなわち、一つは模型実験による錨の把駐性能に関する研究、二つめは海底地盤における錨の研究、三番目は新型錨の開発に関する研究である。筆者は、既報¹⁾²⁾でプレジャーボート用錨の把駐性能について報告しているが、それらは錨を水平方向に曳引した場合の結果である。しかし、プレジャーボート等は錨に直接錨索を結んで錨泊するため、はじめから錨索と海底地盤との間に角度が生ずることになる。しかしながら錨索と海底地盤とのなす角度によつ

* 正会員 東海大学 海洋学部航海学科航海専攻

て錨の把駐力がどのように変化するかを実海域で検討した研究は皆無である。本論文は、錨索と海底地盤とのなす角度（以後牽引角度という）による把駐抵抗を比較検討し、各錨の把駐力を発揮できる限界牽引角度を提案し、安全錨泊に寄与することを目的とする。

今回、清水港内外の砂質土の測点（緯度35°02.49N, 経度138°31.70E）で、4種類の形状の異なるプレジャーボート用錨の把駐抵抗を測定した。実験に用いたプレジャーボート用錨は、市販のローター・ウイング・アンカー（以後VDR型錨という）、デルタ・ハイテン・アンカー（以後VDH型錨という）、デルタ・ストック・アンカー（以後VDS型錨という）およびデルタ・クイック・アンカー（以後VDQ型錨という）である。プレジャーボート用錨としてダンフォース型アンカーが普及しているが、ダンフォース型アンカーに比べ把駐性能がよいとされる4種類のアンカーを選定し、今回は実験に供した。なお、今回の実験に用いたアンカーは4種類のみで小型船で使用されているアンカーのすべてを網羅しているものでないことをお断りしておく。

錨の曳引実験は、清水港内外の砂質地盤の海底で実施し、4錨の牽引角度別の把駐抵抗を測定した。また、錨効きの指標となるH/W値（H：最大把駐抵抗、W：錨の空中重量）を求めた。すなわち、H/W値を把駐力係数 λ と考えた場合、H/W値が大きい錨は錨効きがよい錨と定義することができる。今回プレジャーボート用錨の錨効きの善し悪しに、H/W値を用いたが、プレジャーボート用錨のH/W値が大きいことから大型船錨とは異なる指標で評価したほうがよいとの考えもあるが、わかり易さを考え、大型船用錨の錨効きの指標であるH/W値を用いることにする。また、底質は様々な粒径粒子の混合体であることから、砂と泥の混合比による分類がなされる³⁾。それによると本実験の測点

の底質は、砂質土（砂の含有量が67～100%）である。なお、測点の底質分析は行わなかったが、過去に行われている場所と同一場所であることから過去の資料を参考にした。含砂率は経年してもほとんど変わらないと考えている。

2. 実験方法

実験は、2006年の8月21日に実施したものである。

錨の曳引には、曳索に8mmのベクトランロープを用い、船尾より曳索を繰り出し、海底に対して曳索が牽引角度を持つように曳索の長さを調節した。錨爪を海底に搔かせるため、曳索を予定の長さに伸ばした時点で伸長を止め、錨爪の搔き込みを感じた後、曳引を開始した。把駐抵抗はロードセルで測定し、レコーダーに描かせた把駐抵抗曲線の最大把駐抵抗値を最大把駐抵抗（H）とする。また、牽引角度は、10°、11.5°、15°、20°、25°、30°、36.8°の7種類である。各牽引角度に対する各錨の曳引回数はそれぞれ1回ずつである。また、錨の曳引に使用した船舶は小型舟艇（G.T. 19トン）で、錨曳引時の船速は、GPSで測定したが1ノット（約50cm/s）前後である。VDR型錨、VDH型錨、VDS型錨およびVDQ型錨の空中重量は8kgである。各錨の形状および主要寸法⁴⁾は、図1、図2、図3および図4に示す通りである。

3. 結果と考察

測点の底質⁵⁾は、含砂率が94.3%、平均粒径値が3.10で、粒径が1/8～1/16mmの極細砂の底質で、含水比も33%と小さい。また、測点の水深は12mで、海底は平坦である。

図5にVDR型錨のH/W値と牽引角度の関係を示す。なお、爪の開き角度は22°である。

図5よりわかるようにVDR型錨は、牽引角度が大きくなるにつれ、H/W値が小さくなることがわ

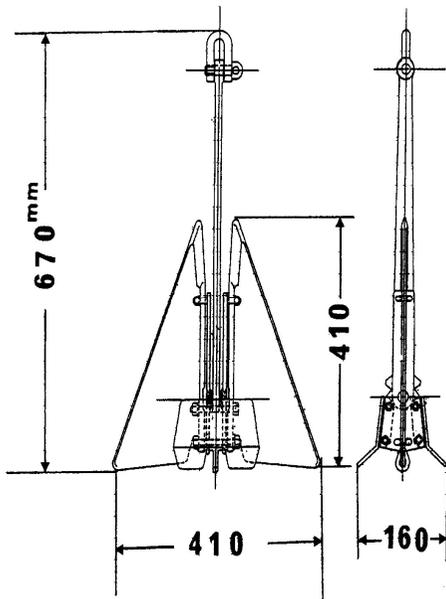


図1 VDR型錨

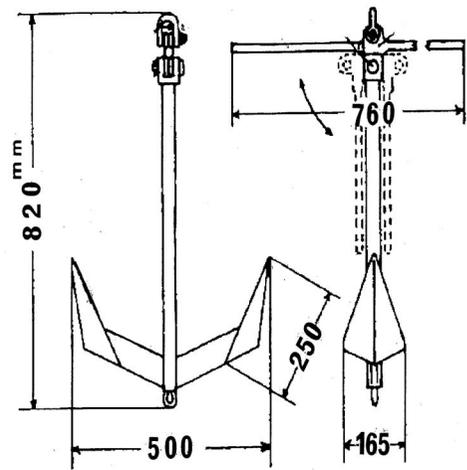


図3 VDS型錨

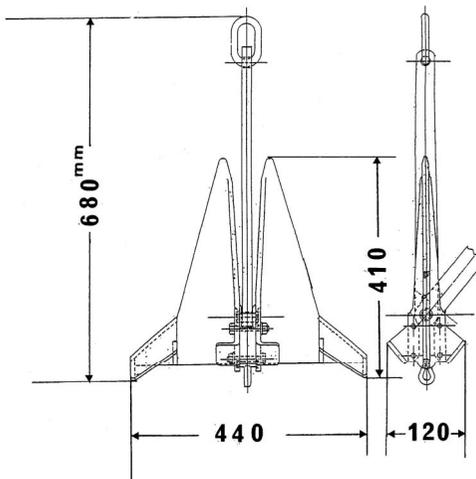


図2 VDH型錨

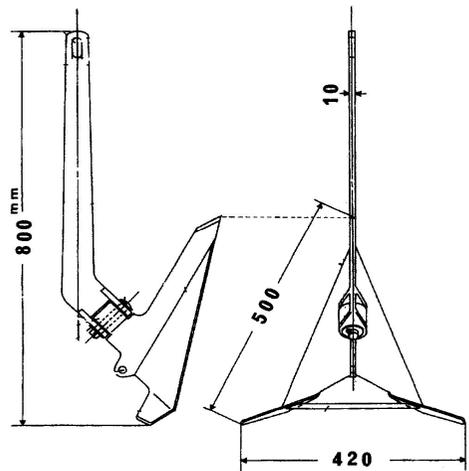


図4 VDQ型錨

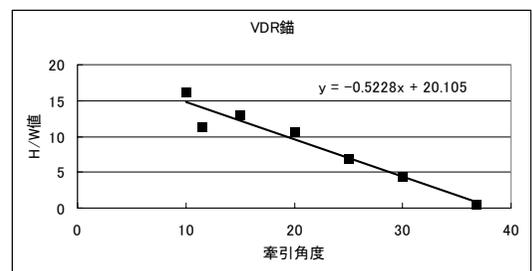


図5 VDR型錨のH/W値と牽引角度の関係

かる。また、図5は各牽引角度に対するH/W値を示しているが、値が回帰直線上に載っていることから、同じ割合でH/W値が減少していると考えられる。しかし、今回実施された牽引角度11.5°でのH/W値は牽引角度15°より小さい値を示す結果となった。

錨効きを論ずる場合、H/W値が大きいほど錨効きがよいということになるが、今回の実験で得られたVDR型錨のH/W値は、牽引角度が大きくなるにつれて小さくなる。この結果は、「アンカーロープの傾斜角度によってアンカーの効きに影響がある」⁶⁾、「アンカーの効きは、アンカーロープと海底のなす傾斜角度が小さいほど良くなる」⁶⁾、などを裏付けたことになる。

プレジャーボート用錨の把駐力に関する海上実験がほとんど行われていない現状もあるが、日本小型船舶検査機構の研究レポート「新型アンカーの性能」の調査試験結果⁷⁾、と比較する。

研究レポートで使用された錨は、東大生産型アンカー、ダンフォースアンカー、ダンフォース型アンカー、CQRアンカー、ブルースアンカー、フォールディングアンカー、日本型アンカー（唐人錨）の7種類で、これらの中で一番大きいH/W値を示したのは、ダンフォースアンカーの14.2（牽引仰角24°）であった。この値と単純に比べた場合、VDR錨の牽引角度25°のH/W値は6.9と小さく、錨効きはよくないといえる。ただし、日本小型船舶検査機構の調査試験は、陸上におけるもので海上実験とは実験方法も異なり、実験地盤も単一の砂である。またアンカーの空中重量も不明である。しかし、調査試験および本研究の海上実験に使用された錨は、プレジャーボートが実際に海上で用いる錨であり、含砂率等の地盤の性質が違うだけととらえれば比較できると考える。ここでいう牽引仰角とは、アンカーを牽引する場合の牽引ロープと実験地盤とのなす角度である。

今回、H/W値が10以上を錨効きの安全境界線と仮定すると、VDR型錨は砂質土でもよく掻き込み形状（逆V字型になる）のため、牽引角度20°までなら安全錨泊が可能な錨効きが得られると考える。

図6にVDH型錨のH/W値と牽引角度の関係を示す。なお、爪の開き角度は25°である。

VDH型錨は、砂質土では牽引角度11.5°のH/W値の10.6が一番大きく、他の牽引角度ではH/W値が10以下となり、砂質土では錨効きはよくないことを示した。また図6は、H/W値に多少のばらつきはあるものの牽引角度が大きくなるほどVDH型錨のH/W値は減少するが、その割合はVDR型錨より緩やかな減少傾向を示している。これはVDH型錨の錨全体の形状が砂質土に掻き込みにくい形状であるからと考えられる。したがって各牽引角度によるH/W値は、VDR型錨ほど大きな差がないといえる。

つまり砂質土では、VDH錨よりVDR錨の錨効きがよいといえる。

図7にVDS型錨のH/W値と牽引角度の関係を示す。

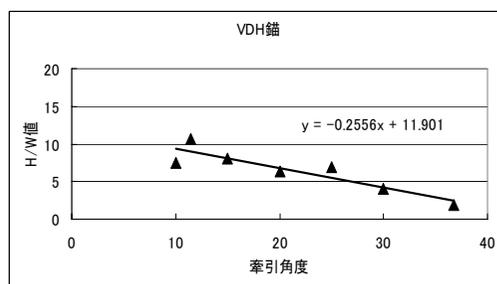


図6 VDH型錨のH/W値と牽引角度の関係

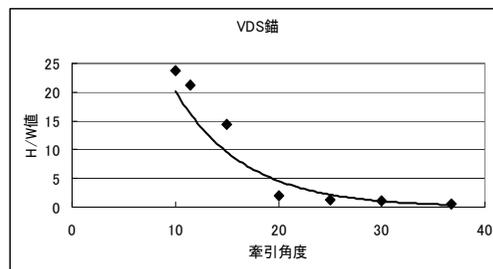


図7 VDS型錨のH/W値と牽引角度の関係

VDS型錨は、図7よりわかるように他の3錨とは異なった減少傾向を示した。牽引角度15°まではH/W値が14.4以上と他の3錨に比べ大きい値を示した。また、牽引角度10°ではH/W値が23.8とVDR型錨よりも大きい値を示したことから錨効きがよいといえる。これはVDS型錨の錨全体の形状が砂質土に掻きこみ易いからと考える。しかしながら、牽引角度が20°を超えるとH/W値は2以下となり把駐力が極端に悪くなることがわかった。したがってVDS型錨は牽引角度15°までは安全錨泊が可能と考える。

図8にVDQ型錨のH/W値と牽引角度の関係を示す。

VDQ型錨は、図8よりわかるようにすべての牽引角度でH/W値が10以下となった。牽引角度11.5°でH/W値が6.8と5.0以上を示したが、他の3錨に比べ小さい値を示した。つまり砂質土では錨効きはあまりよくない錨といえる。これはVDQ型錨の形状（左右のスタビライザーとV型爪）が砂質土に適していないと考えられる。つまり爪に垂直についているフレームと左右のスタビライザーが邪魔となり、錨が海底に掻き込まず表面を滑るような状態で曳引されたと考える。

図9に3種類（VDR型錨,VDH型錨,VDQ型錨）の錨のH/W値と牽引角度の関係をまとめたものを示す。

3錨のH/W値の牽引角度の関係を比較すると、VDR型錨、VDH型錨およびVDQ型錨は牽引角

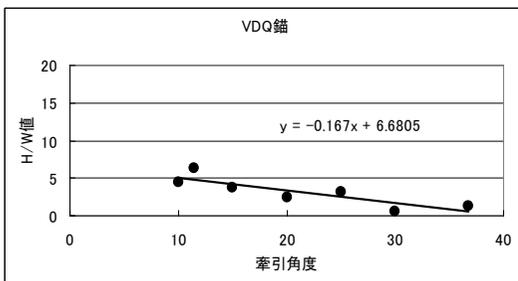


図8 VDQ型錨のH/W値と牽引角度の関係

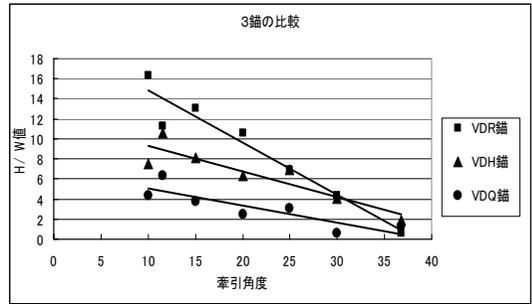


図9 各錨のH/W値と牽引角度の関係

度が大きくなるにつれ多少ばらつきはあるものの、3錨とも直線的にH/W値が減少することがわかった。また、図中の3錨の中ではVDR型錨が一番よい錨といえる。しかし、図7に示したようにVDS型錨は指数関数的に減少するが、H/W値が牽引角度11.5°まではVDR型錨より大きく、牽引角度20°以上では極端にH/W値が小さくなることがわかった。したがって4錨を比較した場合、牽引角度15°まではVDS型錨のH/W値が一番大きく、牽引角度20°ではVDR型錨が一番大きい値を示した。このように錨の形状や牽引角度によって把駐力が相違することがわかった。砂質土においては、既報¹⁾²⁾で報告したように4錨を水平に曳引した場合、VDR型錨、VDS型錨、VDH型錨、VDQ型錨の順で錨効きがよいことがわかっている。今回は牽引角度がある場合の実験であったが、牽引角度がある場合でも錨効きのよい錨は、VDR型錨、VDS型錨、VDH型錨、VDQ型錨の順となった。

4. まとめ

今回、市販の形状の異なる4種類のプレジャーボート用錨の把駐力を底質砂の海域で測定する機会が得られ、各錨の牽引角度別の把駐力を比較検討することができた。また、H/W値と牽引角度の関係を示す変化曲線の形が、錨の種類で違うことがわかった。実験で得られた結果から、各錨のH/W値を牽引角度の点から見てまとめると下記のように

になる。

- 1) VDR型錨は、安全錨泊を可能にするであろうH/W値を10と仮定した場合、牽引角度20°まで使用できると考える。
- 2) VDH型錨は、牽引角度11.5°までなら安全錨泊を可能にする。
- 3) VDS型錨は、H/W値が指数関数的に減少するが、牽引角度15°までは安全錨泊ができると考える。
- 4) VDQ型錨は、砂質土の底質ではH/W値が小さいことがわかった。つまり、砂質土の海底には向かない錨といえる。

謝辞

土質関係についてご教示を賜った東海大学海洋学部海洋建設工学科の福江正治教授に厚くお礼申し上げます。また実験に熱心に協力していただいた本学科の卒研生に深謝すると共に実験でお世話になった小型舟艇の乗組員の方々に厚くお礼申し上げます。

引用・参考文献

- 1) 佐藤治夫：プレジャーボート用アンカーの把駐性能に関する実験的研究，「海-自然と文化」東海大学紀要海洋学部，第1巻第1号，pp.23-30，2003年。

- 2) 佐藤治夫：小型用アンカーの把駐性能に関する実験的研究，日本航海学会論文集，第107号，pp339-345，2002年9月。
- 3) 本田啓之輔：操船通論，成山堂書店，東京，269pp，1989年。
- 4) 中村技研工業：Vulcan Delta High Holding Anchor，中村技研工業，東京，2pp，2001年。
- 5) 佐藤治夫：ボート・ヨット用アンカーの把駐性能に関する実験的研究，日本沿岸域学会論文集，14，pp175-180，2002年3月。
- 6) 日本小型船舶検査機構：ANCHOR，日本小型船舶検査機構，東京，10pp，1998年。
- 7) 日本小型船舶検査機構：新型アンカーの性能，JCIテクニカルレポート，NO.1，pp2-3，1999年10月。

著者紹介



佐藤 治夫（正会員）

東海大学海洋学部航海学科航海専攻（静岡県静岡市清水区折戸3-20-1），昭和24年生まれ，昭和47年3月東海大学海洋学部水産学科卒，昭和48年3月同大学海洋学専攻科修了，昭和48年4月東海大学海洋学部航海工学科勤務，現在同大学教授，博士（工学），日本航海学会，日本船舶海洋工学会，地盤工学会など会員。

E-mail:sharu@scc.u-tokai.ac.jp

A Study on the Holding Ability of Anchors for Pleasure Boats

Haruo SATO

ABSTRACT : The holding ability of four types of anchors was examined in relation to the resistance against the towing rope set at various angles. Experiments were performed using four type anchors (VDR-type, VDH-type, VDS-type and VDQ-type). These anchors were pulled using the Research Vessel, HOKUTO (19T). The tension force was measured using a loadcell connected to the towing rope. The experimental results indicated that the VDS-type anchor showed the highest resistance, the VDR-type anchor showed the most stable resistance, and the DVQ-type anchor showed the lowest resistance.

KEYWORDS : *pleasure boat, anchor, holding ability*