

漁港用のネット式船舶入港支援ガイドに関する実験的研究

久保雅義*・斎藤勝彦**・岡田 学***・下田直克****

1. はじめに

久保ら(1990)は、気象・海象条件の激しい外洋に面した漁港で荒天時の入港が困難になること、また、漁港の入口付近で荒天による海難がしばしば起こっていることを示した。そこで、低速で入港してくる漁船の漂流を防ぎ、狭い港口部を安全に航行できるように「船舶入港支援ガイド」(以降、「ガイド」と略称する。)を漁港の入口に設置することを提案した。さらに、20GT型の漁船を対象として漁港用ガイドの基本的な構造を考えた。このとき残された技術的検討項目は以下の9項目であった。

- 1) 潮位や波浪による船体の上下動により、受衝面の高さを十分に大きくする必要がある。
- 2) 波浪による船体運動によって船がネットに絡まないか。
- 3) 杭下部のヒンジのメンテナンス
- 4) 漂流物の除去の必要性と費用
- 5) ネットや受衝部の枠の材料
- 6) ダッシュポットのドルフィンへの装備可能性
- 7) ネットの弾性やダッシュポットの規模決定
- 8) ドルフィンの杭や杭頭の規模決定
- 9) 建設および保守の費用と、設置した場合の効果との関係

本論文では、主として5)~9)のことを念頭に置いて、H漁港を対象としてガイドの試設計を行なった。そして、その機能について模型実験により検討した。

2. 試設計

(1) 対象船舶と利用条件

対象船舶：20GT型底曳網漁船

全 長	19.15 m
登録長	14.95 m
垂線間長	14.40 m

幅	3.05 m
喫 水	1.38 m
航海速力	10ノット

ここで、航海速力：10ノットは、H漁港でのヒアリング調査により得た値である。

利用条件：H漁港でのヒアリング調査を参考として以下のように定める。

風 速	15 m/s
有義波高	2.0 m
水 深	8.0 m
潮 位 差	1.5 m

図-1は、漁船がガイドに接触するときの形式を示したものであり、以下の2タイプを考える。

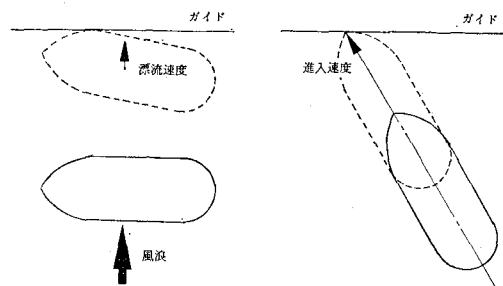


図-1 漁船のガイドへの接触形式

- 1) ガイドから船の長さ程度離れて停止し、風浪によって漂流され接触する。
- 2) 通常の入港速度(航海速力の約1/2)でガイドと斜めに接触する。

久保ら(1990)と同様に、漂流速度は1.5 m/s、入港速度は2.6 m/sとし、ガイドへ作用する運動エネルギーは、10 t-mとする。

(2) ガイドの基本構造

ガイドの基本構造は、図-2のように、漁船が船首部を突っ込まないように1 mピッチに縦ラインを張った鋼管製の受衝枠(10 m×10 m、管径φ508 mm、肉厚t

* 正会員 工 博 神戸商船大学教授 船貨輸送研究施設

** 正会員 商船修 神戸商船大学助手 船貨輸送研究施設

*** 正会員 工 修 東洋建設(株)技術研究所

**** 正会員 技研興業(株)総合技術研究所

=12mm)で、漁船の衝突を受け止める構造である。受衝棒の上端はドルフィン上のダッシュポットおよびバネに、また、下端はドルフィンの基礎杭(杭径 ϕ 812.8 mm, 肉厚 $t=12$ mm と 9 mm の継ぎ杭, 杭長 $L=18$ m)にそれぞれヒンジで固定されている。さらに、ガイドは航路に沿って連続して並んでおり、漁船が縦ラインに引っ掛らず滑らかに沿いながら航行できるよう、前面にネットを取付けている。

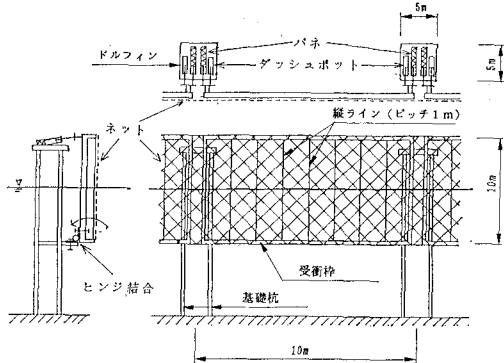


図-2 船舶入港支援ガイドの基本構造

(3) 反力条件

漁船がエネルギー吸収装置から受ける反力は、漁船の船体強度以下でなければならない。漁船の船体強度は、FRP 船の場合、海運局の FRP 船特殊基準があるが、船長が 20 m 以下の漁船には適用されない。また、小型 FRP 漁船の製造者は中小の業者であり、厳密に設計を行わず、見よう見まねで製作しているのが現状である。造船会社に問い合わせたところ、20 GT 型 FRP 漁船の船底の限界荷重は約 10 tf/m^2 、船側強度は 20 tf/m^2 以上あるという回答を得た。そこで、設計に用いる許容反力は、 10 tf/m^2 とした。また、受衝面積を 1 m^2 程度と考え、エネルギー吸収装置の反力は、 10 tf とする。

(4) エネルギー吸収装置

エネルギー吸収装置としては、受衝棒の上両端にダッシュポットとバネを1組ずつ並列に取り付ける。そして、ダッシュポットとバネが反力を等分に、すなわち、 5 tf ずつ受け持つものとする。これらの特性を決める上で注意したことは、仕様が既に市販されている程度であり、かつ、ドルフィン上部工 ($5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$) に設置可能な大きさであることである。そこで、ダッシュポットの初期変位速度を漂流速度に等しい 1.5 m/s とし、ダッシュポットとバネのストロークを 1.0 m 、最大反力を 5 tf とすれば、ダッシュポット(シリンダ径 ϕ 100 mm, ストローク長 $s=1500 \text{ mm}$)とバネ(コイル径 D

=150 mm, コイル長 $L=3.2 \text{ m}$)の全長はそれぞれ、 4 m 程度に納まることがわかった。このときのダッシュポットの減衰係数、バネ定数はそれぞれ、 3.33 t/m/sec 、 5 t/m となり、それぞれの特性曲線および、エネルギー吸収特性は 図-3 のようである。

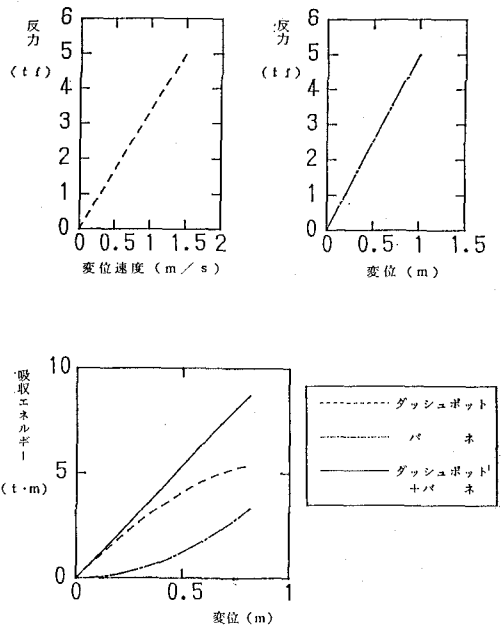


図-3 ダッシュポットとバネの特性曲線

(5) 構造概略設計

ドルフィン構造の概略設計は、図-4 に示す条件で行った。荷重として自重、漁船の衝突力および波力を考慮して計算した結果、杭の最大曲げ応力度 $\sigma_b=880 \text{ kg/cm}^2$ 、最大圧縮応力度 $\sigma_c=264 \text{ kg/cm}^2$ を得たが、杭材として、SS41 を用いるならば、許容応力度は 2100 kg/cm^2 であるので、安全である。また、受衝棒に作用する波力はモリソン式で算定し、利用条件 ($H_{1/3}=2 \text{ m}$, $T_{1/3}=6 \text{ sec}$) のもとで約 500 kgf 、限界条件 ($H_{1/3}=8 \text{ m}$, $T_{1/3}=12 \text{ sec}$) では約 6.5 tf となった。よって、オーダーのめれば、上記のエネルギー吸収装置で、耐波性も有していると見て差し支えないと思われる。

3. 模型実験

漁船、受衝棒の模型は縮尺 $1/14.4$ のものを用い、ダッシュポットおよびバネは、それぞれ縮尺した減衰係数、バネ定数に合わせて模型を製作した(久保, 1981)。実験は、神戸商船大学の開放型風洞水槽において行い、漁船が風によって漂流しながらガイドに接触する場合の

われていることがわかる。これは、船の運動エネルギーが、ダッシュポットとバネの変位だけでなく、船体の横傾斜、ガイド各部の摩擦、縦ラインの伸び等によっても吸収されていることによるものと思われる。

また、図-7 は、漂流速度およびガイド法線直角方向進入速度と、船の最大横傾斜角の関係を進入角度をパラメータとして実物のスケールで示したものである。図に示すように、船の横傾斜の方向は、常に、ガイドの反対側であった。漂流の場合の横傾斜角は 10° 程度と比較的小さいが、自航の場合は正面衝突の場合（進入角： $80 \sim 89^\circ$ ）を除き、進入速度が大きくなるにつれて、横傾斜角も大きくなっている。模型船では横傾斜角が 25° より大きくなると甲板に浸水し始めることから、実船においてもその安全に支障をきたすものと思われる。

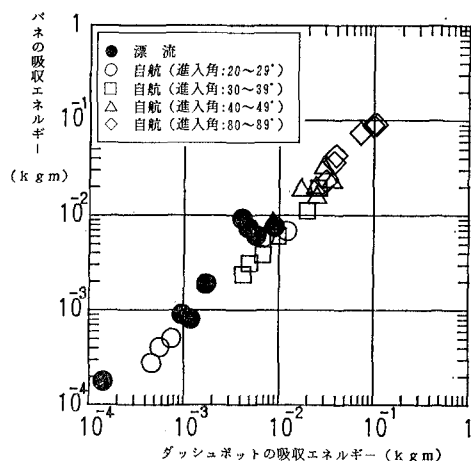


図-8 ダッシュポットとバネによる吸収エネルギー

図-8 はダッシュポットの吸収エネルギーとバネの吸収エネルギーを進入角度をパラメータとして対比したものである。これによれば、ダッシュポットとバネの吸収エネルギーはほぼ同等であり、両者の特性の関係は妥当なものと思われる。また、自航の場合、ダッシュポットとバネの吸収エネルギーは進入角が大きいくほど大きくなり、効率が良くなる。

図-9 は、ダッシュポットとバネおよびそれらの摩擦による吸収エネルギーの和をガイドによる吸収エネルギーと考え、それと、船が横傾斜することにより吸収するエネルギーを比べたものである。これによると、自航の場合、横傾斜の吸収エネルギーは、ガイドの吸収エネルギーと値が同等かそれ以上であり、船の進入角度が小さいほど、横傾斜の吸収エネルギーがガイドの吸収エネルギーに比べて大きくなる。ただし、正面衝突の場合（進

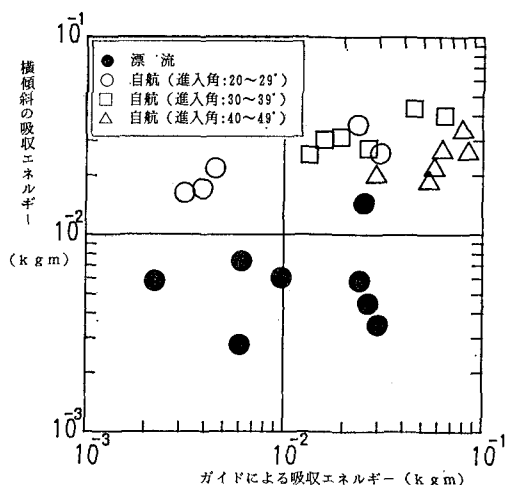


図-9 ガイドと横傾斜による吸収エネルギー

入角： $80 \sim 89^\circ$) は横傾斜をほとんど生じないため、図には載せていない。また、漂流の場合は大きくばらついているが、横傾斜の吸収エネルギーはガイドの吸収エネルギーに比べ小さい。

5. おわりに

先に構造諸元を検討したガイドで、風により漂流する場合だけでなく、自航で衝突する場合も小型漁船の運動エネルギーを十分吸収できることが実験により確認できた。しかしながら、これは、船の運動エネルギーが、ダッシュポットとバネの変位だけでなく、船体の横傾斜、ガイド各部の摩擦、縦ラインの伸び等によっても吸収されているためであり、条件によっては、かなり大きな船体の横傾斜を生じている。このため今後は、横傾斜を低減する方法を見つけ出し、材料の耐候性やメンテナンスについて検討していく予定である。

また、H漁港を対象としてガイドの概略工費を見積ると、延長 1m あたり、支持杭を岩盤に打設する場合でも約 290 万円であった。これに対し、ケーソン式防波堤の場合は、同じ条件で約 820 万円となり、約 1/3 の工費で施工できる。ただし、これは施工費だけの比較であり、ガイドの場合はメンテナンスが必要なため、その費用も見積らなければならないが、逆に、荒天時でも漁へ出れるプラスの経済効果等も考慮する必要がある。

最後に、本研究を進めるにあたり、大阪大学工学部榎本亨教授には貴重な意見を賜った。また、実験においては当時学生だった藤本滋君、末神英彦君にご助力頂いた。ここに、諸氏に対してお礼申し上げる次第である。

参考文献

に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 728-732.

久保雅義 (1981): 荷役限界からみた港内静穏度に関する基礎的研究, 大阪大学学位論文, p. 258.

久保雅義・斎藤勝彦・大音宗昭 (1990): 漁船の入港援助施設
