

東洋建設株	鳴尾研究所	正員	○弓山 泰
東洋建設株	鳴尾研究所	正員	芳田利春
神戸商船大学	船貨輸送研究施設	正員	久保雅義
神戸商船大学	船貨輸送研究施設	正員	斎藤勝彦

1. はじめに

著者らは、気象・海象条件の厳しい港湾および漁港で、荒天時でも船舶の入港を確保するための施設として「船舶入港支援ガイド」を提案している。これまでは、支援ガイドの機能を模型実験および簡易な数値計算により検討してきた。今回は、西宮市鳴尾浜の岸壁に実規模の支援ガイドを設置し、実船（20G.T.）を用いて行った実海域試験の結果として、空気バネ付きオイルダンパーの反力、エネルギー吸収特性、船舶衝突時の加速度などについて報告する。

2. 実験方法

本実験に用いた装置の概要を図-1に示す。ガイドはヒンジ構造であり、船舶の衝突エネルギーはフロート（受衝浮体）、丸鋼、受衝枠を介し、空気バネ付きオイルダンパー（以下ダンパー）によって吸収する。ダンパーの設計条件は、最大変位量2 m、最大反力10 tf、吸収エネルギー20 tf・mとした。次に、船舶の概要を図-2に示す。船舶の諸元は、全長19 m、総トン数19tである。この船舶の衝突に対するエネルギー吸収機能および変針補助機能を確認するため、衝突速度を0.51, 1.03, 1.54, 2.06および2.57 m/s、ガイド法線に対する衝突角度を15, 30, 45, 60および90°で実験を行った。また、ダンパーの反力特性の違いによるエネルギー吸収特性を検討するため、ダンパーのガス圧を1.5 kgf/cm²を基準に、1.0および3.0 kgf/cm²とした。ダンパー反力は圧力センサーで計測した油圧強度より求め、変位量は超音波式変位センサーで計測した。船体運動については、簡易速度計、加速度計、ジャイロおよびディファレンシャルGPSを用いて、船速、加速度および船体動揺を計測した。また、船体にかかる反力を検討するため、船首部のリブに歪ゲージを貼り、歪量を測定した。

3. 実験結果

ここでは、ダンパーの基準設計ガス圧である1.5 kgf/cm²の場合について解析する。

衝突速度とダンパー変位の関係を図-3に示す。衝突角度が35°以下あるいは衝突速度が1.03 m/s以下の場合にはダンパーはほとんど変位せず、それ以外の場合には衝突速度に比例してダンパー変位も大きくなり、衝突速度2.43 m/s、進入角度89.1°の場合に1.53 m発生した。次に、衝突速度とダンパー反力の関係を図-4に示す。進入角が

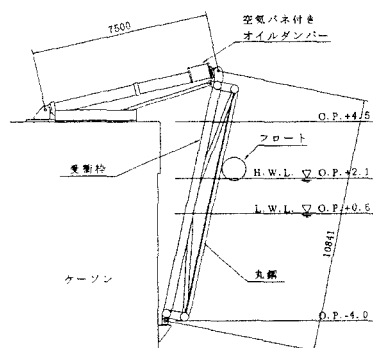


図-1 支援ガイド概略構造

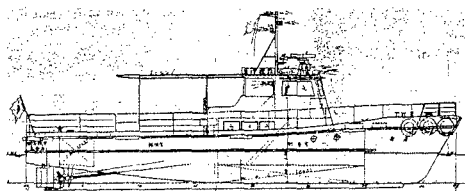


図-2 実験船

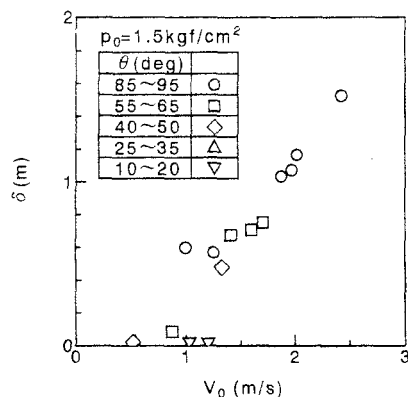


図-3 衝突速度とダンパー変位

35°以下あるいは衝突速度が1.03 m/s以下の場合にはダンパーがほとんど変位しないため、反力は初期ガス圧分のみである。それ以外の場合には、衝突速度に比例して反力は大きくなり、衝突速度2.43 m/s、衝突角度89.1°の場合に6.2 tfを発生した。

吸収エネルギーは、ダンパーの変位量と反力から次式で算出する。

$$E = \int_0^{T_{\max}} R(t) \cdot \frac{d}{dt} \delta(t) dt \quad (1)$$

ここに、 $R(t)$ はダンパー反力、 $\delta(t)$ はダンパー変位、 $T_{\max}$ は衝突から最大ダンパー変位発生までの時間である。衝突速度と(1)式より求めた吸収エネルギー量の関係を図-5に示す。進入角が35°以下あるいは衝突速度が1.03 m/s以下の場合にはダンパーがほとんど変位しないため、エネルギー吸収はない。それ以外の場合には、衝突速度に比例して吸収エネルギーは増大し、衝突速度2.43 m/s、衝突角度89.1°の場合に7.7 tf・mのエネルギーを吸収した。

ダンパー変位、反力および吸収エネルギーはすべて、設計値よりも小さい値を示した。これは、フロートの変形や、受衝撃前面の丸鋼の塑性変形により、ある程度、衝突エネルギーが吸収されたものと思われる。なお、船体の歪はほとんどみられなかった。

以上により、ガイドの基本的な衝撃吸収機能と、船体の安全性はほぼ確認できた。次に、乗員に対する安全を検討する1つのパラメータである、衝突時の加速度について検討する。

衝突速度と船首尾方向加速度の関係を図-6に示す。衝突角度が20°以下の場合には、衝突による加速度の変化はみられない。それ以外の場合には衝突速度に比例して増大し、衝突速度2.43 m/s、進入角度89.1°の場合に0.85 Gであった。加速度の絶対値はかなり大きい、その時間変化率はさほど大きくなく、体感的にも危険を感じなかった。

4. あとがき

以上、支援ガイドの実船による機能確認実験の結果、空気バネ付きオイルダンパーによる低反力・大エネルギー吸収機能と船体・乗員の安全性が確認できた。フロートの剛性、受衝撃の構造およびエネルギー伝達法(ヒンジ構造以外)など、検討の余地はまだあるが、今後の改善に対し、有用な知見を得ることができたと考える。

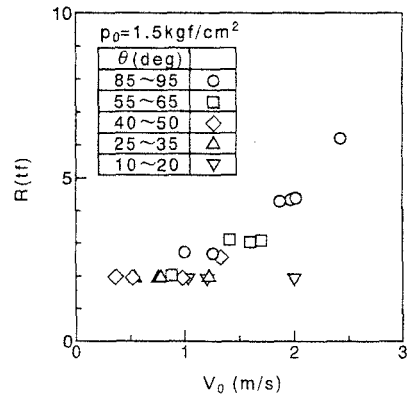


図-4 衝突速度とダンパー反力

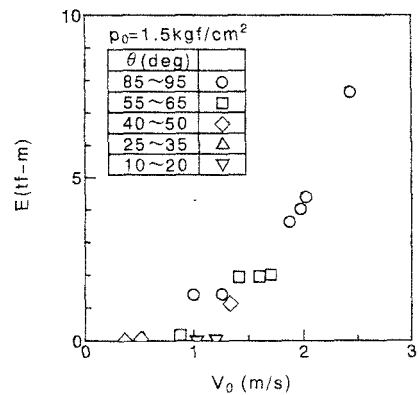


図-5 衝突速度と吸収エネルギー

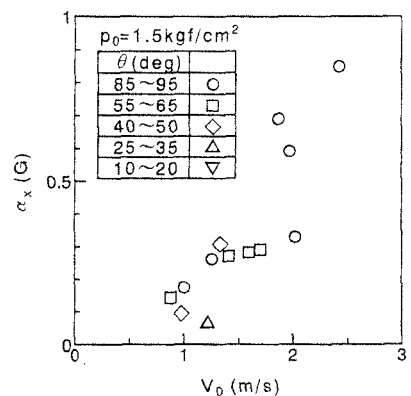


図-6 衝突速度と船首尾方向加速度