

II-52

船舶入港支援ガイドの実海域試験

東洋建設（株）○正員 弓山 泰、 正員 芳田利春
神戸商船大学 正員 久保雅義、 正員 斉藤勝彦

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.）を用いて行った衝突試験の結果として、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、受衝杵を介し、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、対象船舶は20G.T.型漁船、最大衝突速度を2.57m/sとし、最大変位量2m、最大反力10tf、吸収エネルギー20tf・mとした。衝突試験に用いた船舶は総トン数19tの測量船で、船舶諸元を表-1に示す。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2.57m/s、ガイド法線に対する衝突角度を15、30、45、60および90°で試験を行った。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1.5kgf/cm²を基準に、1.0および3.0kgf/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流速計、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、船首部のリップに歪ゲージを貼り、歪量を測定した。

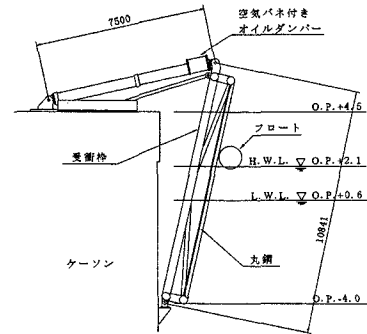


図-1 支援ガイド概略構造

表-1 実験船の諸元
(単位: m)

全 長	19.000
型 巾	4.300
型 深	2.150
計画満載吃水	1.250

3. 実験結果

ここでは、ダンパーの基準設計ガス圧である1.5kgf/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-2に示す。衝突角度が35°以下あるいは衝突速度が1.03m/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2.43m/s、進入角度89.1°の場合に1.53m発生した。次に、衝突速度とダンパー反

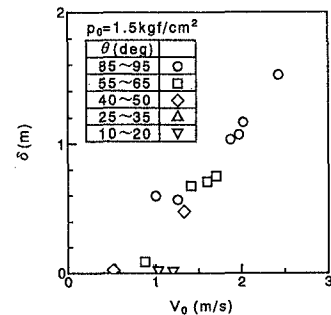


図-2 衝突速度とダンパー変位

力の関係を図-3に示す。進入角が 35° 以下あるいは衝突速度が 1.03m/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 2.43m/s 、衝突角度 89.1° の場合に 6.2tf を発生した。また、ダンパー変位と反力の関係の一例を図-4に示すが、船舶衝突時の初期反力の衝撃的な立ち上がりはみられず、反力の変動幅も小さい。

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。

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

ここに、 $R(t)$ はダンパー反力、 $\delta(t)$ はダンパー変位、 $T_{\delta_{\max}}$ 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 1.03m/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 2.43m/s 、衝突角度 89.1° の場合に $7.7\text{tf}\cdot\text{m}$ 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、乗員に対する安全性を検討する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 2.43m/s 、進入角度 89.1° の場合に 0.85G 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試験の結果、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。

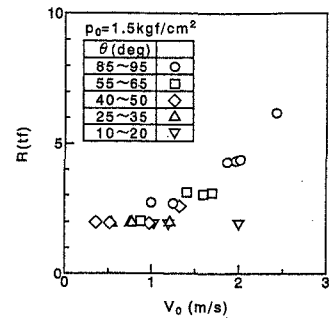


図-3 衝突速度とダンパー反力

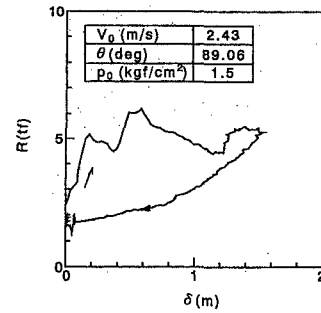


図-4 ダンパー変位と反力

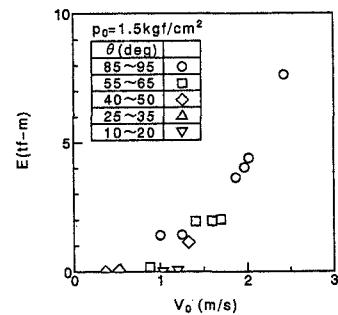


図-5 衝突速度と吸収エネルギー

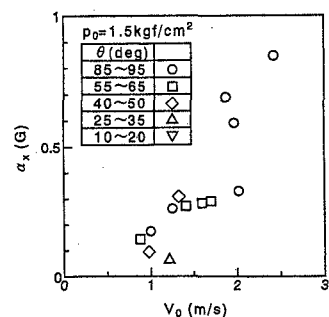


図-6 衝突速度と船首尾方向加速度