

## 動揺解析による荒天時港内係留漁船の安全性に関する研究

鳥取大学工学部      FID-会員      上田 茂      国土総合建設(株)      正会員      ○恵良 拓路  
鳥取大学大学院      学生員      土屋 京助

### 1.はじめに

これまでの漁港の整備計画は、外海からの波浪に対して防波堤や波除堤等を設けることで安全な係留泊地をつくり、さらには係留施設を低反射構造にするなど係留泊地の静穏度を高めるための整備が行われている<sup>1)</sup>。しかしながら、それらの施設が整備されていても、台風、及び冬期季節風などの荒天時において、漁船被害隻数が多いことは、被害の発生が波浪によるもののみならず風況特性が重なり合い要因となっていることも考えられる。このようなことから、強風時の風対策が強く望まれている。そこで、本研究では荒天時、主に風の影響による船体の動揺及び係留索張力を数値シミュレーション手法により求め、荒天時においても安全な係留方法を検討する。

### 2.動揺計算<sup>2)</sup>

係留船舶の動揺は、港湾技術研究所の浮体動揺解析システムプログラムを用いて計算を行った。ただし、このプログラムでは係船岸に対して横付けされた船舶を対象としているため、ヨウイングが微小であり、船体と風向との相対風向は常に一定であると考えられていたが、動揺が大きい場合には不適当であったので、後述するように相対風向を適時変化させるようプログラムを変更した。プログラムでは、風荷重の算定には次式で与えられるヒューズの実験式を用いた。

$$F_w = \frac{\rho \cdot C_D \cdot U^2 (A_f \cos^2 \phi + A_s \sin^2 \phi)}{2}$$

$F_w$  : 風圧力(kgf)、 $C_D$  : 風効力係数、 $\phi$  : 相対風向(deg)、 $\rho$  : 空気密度 (= 0.125 kgf · s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)  $A_f$  : 正面投影面積(m<sup>2</sup>)、 $A_s$  : 側面投影面積(m<sup>2</sup>)、 $U$  : 相対風速 (m/s) (基準高度 10mにおける風速と同等)

### 3.計算条件、及び計算結果

対象船舶としては、総トン数 2.8 トン、垂線間長が 7.95m の漁船 1 とし、その諸元を表-1 に示す。また、漁船の係留方法としては、長崎県琴漁港で実際に用いられている図-1 のような係留系を対象とする。係留索には直径 15mm のクレモナ三打ちロープを用い、その変位復元力特性を図-2 に示す。船体に作用する外力は、風のみが作用するとし、その条件は風速 10 ~ 20m/s、風向は船首側を 0° として時計回りに 180° まで計算を行った。その結果より、例として風速 15m/s でのスウェーイング、ヨウイングの計算結果を図-3 に示す、このような結果より、漁船のように係船岸に対して垂直に係留された場合の船体の動揺は左右揺れや船首揺れが大きくなることがわかる。特にヨウイング(船首揺れ)は大きい時で 30° ほどにもなっており、これまでのように船体と風向との相対風向を一定とすると、実現象と異なる動揺を示すと考えられる。

表-1 船舶諸元 (漁船 1)

|        |           |
|--------|-----------|
| 総トン数   | 2.800 ton |
| 載荷重量   | 1.100 ton |
| 満載排水量  | 4.400 ton |
| 垂線間長   | 7.950 m   |
| 型幅     | 2.290 m   |
| 型深さ    | 0.690 m   |
| 喫水(満載) | 0.419 m   |

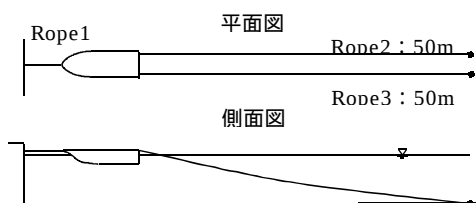


図-1 係留方法

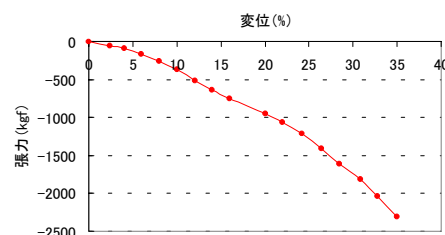


図-2 係留索の変位復元力特性

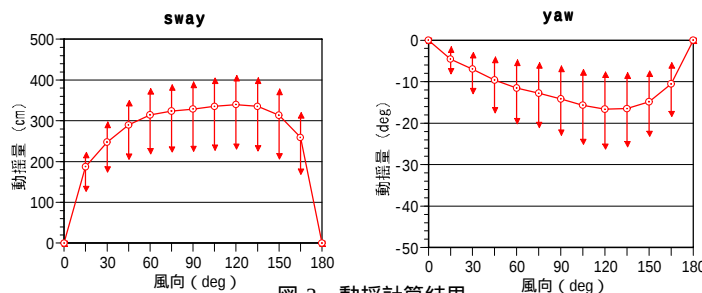


図-3 動揺計算結果

キーワード : 荒天時係留、相対風向、係留方法、漁船

連絡先 : (〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101、TEL : 0857-31-5286、FAX : 0857-28-7899)

#### 4. 相対風向を考慮する場合と、しない場合との計算結果の比較、検討

前述したように、本研究では、船首揺れと風向からタイムステップ毎の相対風向を求め、それについて風圧力を算定するようにプログラムの修正を行い、相対風向を考慮しない場合と同条件で計算を行った。その結果の一例として、図-4 に風速が 15m/s の時のスウェイ、ロールの動揺比較を示す。この図より、スウェイでは風が船体の斜め後方から作用する場合に差が生じることがわかる。また、ロールは相対風向を考慮しない場合では、常に船体側面から風が作用するため、考慮する場合より動揺が大きくなっている。他の条件においても、このような傾向となり、係船岸に垂直に係留される船舶について、動揺計算を行う場合には、船体と風向との相対風向を考慮する必要があると考えられる。

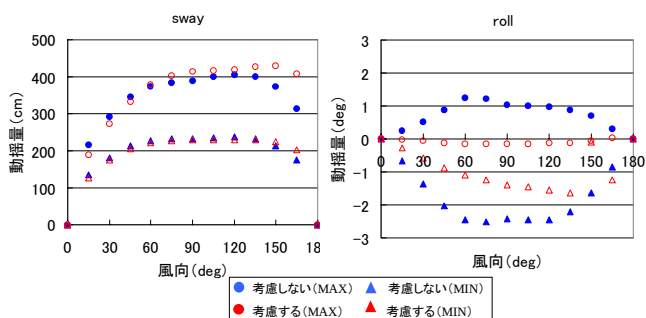


図-4 動揺量の比較（風速 15m/s）

#### 5. 安全な係留系の提案

以上のようなことから、相対風向を考慮する場合に対して、図-5 に示すようないくつかの係留系に対して計算を行った。また、表-2 に計算条件を示すように、船体に風のみが作用する場合、波のみ、風及び波が作用する場合と分けて計算を行った。このような条件で計算を行った結果から、漁船の浸水や転覆、係留索の破断、及び隣接する漁船や岸壁などに接触する危険などの項目より、係留漁船の安全性を検討した。その結果、荒天時において比較的安全に係留できると考えられる係留状態を、図-6 のように提案する。これからわかるように、安全な係留系としては、船首側の係留索をその開きを  $90^{\circ}$  として設置し、風の許容作用範囲としては船首側の  $120^{\circ}$ 、波の許容作用範囲としては船尾側の  $90^{\circ}$  であると設定した。このような係留状態においては、今回の計算条件の範囲内では比較的安全に係留できると考えられる。

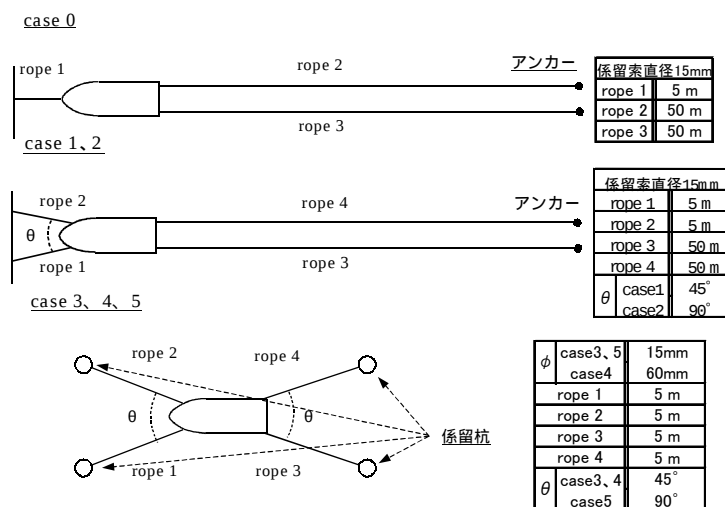


図-5 係留系

表-2 計算条件

|                    | 係留系         | 風向 (deg)         | 風速 (m/s)          |
|--------------------|-------------|------------------|-------------------|
| A シリーズ<br>(風のみが作用) | case0～case5 | 0～180<br>(15°刻み) | 10～30<br>(5m/s刻み) |

|                   | 係留系         | 波向 (deg)          | 波周期 (s)       | 波高 (m) |
|-------------------|-------------|-------------------|---------------|--------|
| Bシリーズ<br>(波のみが作用) | case0～case3 | 90～180<br>(45°刻み) | 2～4<br>(1s刻み) | 0.3    |

|                   | 係留系         | 風向 (deg)          | 風速 (m/s)          | 波向 (deg) | 波周期 (s) | 波高 (m) |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|---------|--------|
| Cシリーズ<br>(風、波が作用) | case0～case3 | 45～135<br>(45°刻み) | 10～15<br>(5m/s刻み) | 135      | 2、3     | 0.3    |

#### 6. 結論

実際に用いられている図-1 に示すような係留系では、スウェイが非常に大きく、風速が 20m/s 以上となると係留索の破断などにより係留が困難となる。しかし、この係留系を図-5 の case2 のような係留系にすることにより、ローリングは若干大きくなるが、スウェーイングが大幅に低減し、風速が 25m/s 以下ならば係留が可能であると考えられるケースが多くなることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 漁港新技術開発研究会 第 6 研究部会 (風対策部会):「台風 9119 号における漁船被害現地調査報告書〔山口県・福岡県・長崎県・熊本県〕」、平成 4 年 12 月
- 2) 上田茂:「係岸船舶の動揺解析手法とその応用に関する研究」、港湾技研資料 NO.504, Dec1984

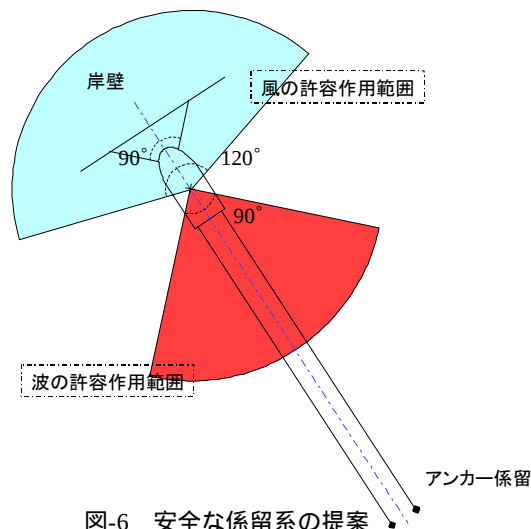


図-6 安全な係留系の提案