

# 港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE  
OF  
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No.1055

September 2003

コンテナ船およびフェリーの荷役許容動揺量の検討

佐藤 平和  
白石 悟  
米山 治男

独立行政法人 港湾空港技術研究所

Independent Administrative Institution,  
Port and Airport Research Institute, Japan



## 目 次

要 旨 .....	3
1. まえがき .....	4
2. 既往の研究 .....	4
2.1 P.Burrn の提案値 .....	4
2.2 上田・白石の提案値 .....	5
2.3 PIANC WG24 の提案値 .....	5
3. 検討の方法 .....	5
4. 荷役許容動揺量の暫定値 .....	6
4.1 荷役障害事例の収集 .....	6
4.2 動揺シミュレーションによる係留船舶の荷役許容動揺量の解析 .....	9
4.3 荷役許容動揺量の暫定値の提案 .....	17
5. アンケート調査およびその解析 .....	20
5.1 アンケート調査 .....	20
5.2 アンケート調査の統計的分析 .....	20
6. 荷役許容動揺量の提案 .....	33
7. 結論 .....	33
謝辞 .....	34
参考文献 .....	34
付録 A 荷役障害事例調査アンケート票 .....	35
付録 B 荷役許容動揺量アンケート票 .....	38

# A Study on the Allowable Ship Motions for Container Ships and Ferries

Hirakazu SATOH\*  
Satoru SHIRAISHI\*\*  
Haruo YONEYAMA\*\*\*

## Synopsis

This paper discusses ship motions moored at a quay wall as the harbour calmness index. Cargo handling at a wharf may occasionally be interrupted and/or suspended if ship motions exceed the allowable ones. The wharf operation efficiency, then, should be defined based on the allowable ship motions for cargo handling in terms of the type and size of a ship and cargo handling equipment.

In this study, we investigated instances of interruption and suspension of cargo handling due to ship motions for container ships and ferries. We then estimated the allowable ship motions for container ships and ferries through executing numerical simulations for each instance of interruption and suspension of cargo handling. We also evaluated and revised the estimated values respecting opinions of cargo handling operators, and finally proposed the allowable ship motions for container ships and ferries.

**Key Words :** Allowable ship motions, Container ship, Ferry, Calmness index, Cargo handling,  
Wharf operation efficiency

---

\* Kanto Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport

Former Member of Offshore Structures Division, Geotechnical and Structural Engineering Department

\*\* Coastal Development Institute of Technology

Former Head of Offshore Structures Division, Geotechnical and Structural Engineering Department

\*\*\* Head of Offshore Structures Division, Geotechnical and Structural Engineering Department

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone : +81-46-844-5060 Fax : +81-46-844-0255 e-mail : yoneyama@pari.go.jp

# コンテナ船およびフェリーの荷役許容動揺量の検討

佐藤 平和\*  
白石 悟\*\*  
米山 治男\*\*\*

## 要 旨

本研究では港内の静穏度の指標としての係留船舶の動揺に着目して論じる。係留船舶が荷役の許容動揺量を超えて動揺する場合には、荷役が中断または延期されることがある。したがって、港湾荷役の稼働率は荷役可能な船舶の動揺量に基づき、船種、船型、および荷役の方法にしたがって定義されなければならない。しかしながら、我が国ではコンテナ船・フェリーに対する調査が実施されておらず、また荷役許容動揺量に及ぼす長周期波の影響が十分に考慮されていないなどの課題がある。

そこで、本研究においては、係留船舶の動揺が原因となって荷役に支障をきたした事例をコンテナ船・フェリーを対象として調査する。また、個々の事例について数値シミュレーションを行って係留船舶の許容動揺量の暫定値を求める。この許容動揺量の暫定値について港湾荷役関係者に意見照会を行い、それらの結果に基づいて修正して得た荷役許容動揺量を提案する。

キーワード：荷役許容動揺量、コンテナ船、フェリー、静穏度指標、荷役作業、荷役稼働率

---

\* 国土交通省関東地方整備局（前 地盤・構造部海洋構造研究室）

\*\* 財団法人沿岸開発技術研究センター（前 地盤・構造部海洋構造研究室長）

\*\*\* 地盤・構造部海洋構造研究室長

〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 独立行政法人港湾空港技術研究所

電話：046-844-5060 Fax：046-844-0255 e-mail：yoneyama@pari.go.jp

## 1. まえがき

本研究では港内の静穏度の指標としての係留船舶の動揺に着目して論じる。係留船舶の動揺に及ぼす要因としては、風・波・流れなどの外力、係船岸の種類・係留索・防舷材などの係船岸の特性、そして船舶それ自身の諸元などがある。なかでも外力のうち、波の影響が最も大きい。従来の港湾の施設の技術基準では、港内の静穏度の目安は係船岸前面波高が 50cm 以下とされているが、船舶が長周期波の作用を受けると、たとえ波高が 50cm 程度であったとしても、係留船舶が荷役の許容動揺量を超えて動揺を起し、荷役が中断または延期されることがある。したがって、港湾荷役の稼働率は荷役可能な船舶の動揺量に基づき、船種、船型、および荷役の方法にしたがって定義されなければならない。

本研究において検討する荷役許容動揺量の考え方は P.Burrn (1981a, 1981b) によって提案されたもので、我が国では上田・白石 (1988) が、国内における荷役障害事例に基づいて一般貨物船、穀物運搬船、鉱石運搬船、タンカー (内航および外航) について示している。また、PIANC (国際航路会議) の WG (1995) においても既往の調査をまとめて数値を提案している。しかしながら、荷役許容動揺量に及ぼす長周期波の影響が十分に考慮されていない、また、コンテナ船およびフェリーに対する調査が我が国では実施されていないことから、これらの船種を対象に新たに調査を実施し、コンテナ船およびフェリーの荷役許容動揺量の提案をすることとした。

## 2. 既往の研究

係留船舶の荷役稼働率を対象施設に係留している船舶の荷役の可否で評価する際には船舶の荷役がどの程度の動揺量まで許容できるかの指標値としての荷役許容動揺量が必要である。検討対象施設の詳細が固まっておらず荷役機械等の関係から荷役に対する動揺量の許容値が定まっている場合には、その数値を用いれば良いが、港湾計画を立案する場合や係留施設の設計を行う場合には、一般にはこの値が定まっていないことが多い。実際に、港湾計画等の初期計画においては対象施設の詳細が決まっていないことが多く、港形やその用途のみが定まっている。このような場合に係留船舶の動揺の影響を考慮して荷役稼働率を算定しようとしても、荷役許容動揺量としては一般的な数値を使用せ

ざるを得ない。このような目的から過去にも荷役許容動揺量が提案されている。ここでは、まず過去の研究における提案値について紹介する。

### 2.1 P.Burrn の提案値

P.Burrn (1981a) は "The Dock and Harbour" の中で表-1 に示す荷役許容動揺量を提示している。ただし、動揺6成分のうちピッチについては示されておらず、また、これらの数値設定の根拠も論文中には明記されていない。また、P.Burrn (1981b) は、その著書 "Port Engineering (Third Edition)" の中で荷役許容動揺量について表-2 の数値を提示している。この中では、前述のピッチに加えてロールについても記述がない。

表-1 P.Burrn (1981a) による提案値

船種	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (deg)	Yaw (deg)
タンカー (7'係留)	±2.3	+1.0	±0.5	±4.0	±3.0
鉱石運搬船 (クラムシカ)	±1.5	+0.5	±0.5	±4.0	±3.0
穀物運搬船 (I/A, カシヨ)	±0.5	+0.5	±0.5	±1.0	±1.0
コンテナ, RoRo (Normal Locks)	±0.5	+0.3	±0.3	±0.3	±2.0
コンテナ, RoRo (Side)	±0.2	+0.2	±0.1	nil	nil
コンテナ, RoRo (Bow, Stern)	±0.1	nil	±0.1	nil	nil
一般貨物船	±1.0	+0.5	±0.5	±0.3	±2.0
LNG	±0.1	+0.1	nil	nil	nil

表-2 P.Burrn (1981b) による提案値

船種	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Yaw (deg)
タンカー	±2.0	+0.5	±0.5	±1.0
鉱石運搬船 (ばら積み, クレーン荷役)	±1.5	+1.0	±0.5	±0.5 (重要でない)
穀物運搬船 (ばら積み)	±0.5	+0.5	±0.3 (装置に依存)	±1.0 (重要でない)
LNG	Very Small ±0.2	Very Small	Very Small	Very Small
コンテナ船	±0.5	+0.3	±0.3	~nil
RoRo (Side)	±0.3	+0.2	±0.1	~nil
RoRo (bow or Stern)	±0.1	nil	±0.1	~nil

(注：タンカー・鉱石運搬船：サージが最も重要、穀物運搬船：サージおよびスウェイが最も重要、LNG：全ての運動が危険、RORO：最も効率的な運用については全ての運動が無視できる量であること)

## 2.2 上田・白石の提案値

上田・白石（1988）は国内の港湾における荷役障害事例を調査し、荷役障害時の動揺シミュレーション結果から荷役許容動揺量の暫定値を求め、さらに全国の荷役業者にアンケート調査を行い、荷役許容動揺量を提案している。提案された荷役許容動揺量については、表-3に示す。表中の数値はスウェイ以外の成分は±1.0のように動揺の片振幅で示しているが、スウェイは+0.75のように係船岸からの離れる量で表記している。ただし、当時は、長周期波に対する情報が十分でなかったことから提案値を求める際に実施された動揺シミュレーションにおいて、この影響が加味されていない。また、コンテナ船やフェリー等の外洋の港湾において長周期波の影響によって荷役の中断や係留索の切断の恐れがあるとされている船舶については検討の対象になっていない。これは、この研究を実施した当時は、コンテナバースは三大湾など内湾の比較的静穏な港湾に立地することが多く、外洋性の港湾に見られるようなうねりおよび長周期波による係留船舶の動揺に及ぼす影響が顕在化していなかったことによる。

表-3 上田・白石の提案値

船種	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
一般貨物船	±1.0	+0.75	±0.5	±2.5	±1.0	±1.5
穀物運搬船	±1.0	+0.5	±0.5	±1.0	±1.0	±1.0
鉱石運搬船	±1.0	+1.0	±0.5	±3.0	±1.0	±1.0
石油タンカ (内航)	±1.0	+0.75	±0.5	±4.0	±2.0	±2.0
石油タンカ (原油)	±1.5	+0.75	±0.5	±3.0	±1.5	±1.5

## 2.3 PIANC WG24の提案値

PIANCのWG24では港湾の中での係留船舶の動揺に関するガイドライン(1995)をとりまとめた。その中で、荷役許容動揺量については、2.1および2.2で述べたほかに幾つかの既往の研究結果を取りまとめ、表-4(1)～(2)の数値を提案している。

表-4(1) PIANCの提案値

船種	荷役方法	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
漁船	エレベータ	±0.075	+0.15	±0.2	±1.5	±1.5	±1.5
	リフト リフト	±0.5	+1.0				
	クレーン クレーン	±1.0	+1.0				
沿岸定期船	船体キヤ	±0.5	+1.2	±0.3	±1.0	±0.5	±0.5
	クレーン	±0.5	+1.2	±0.4	±1.5	±0.5	±1.0
	クレーン	±0.3	+0.6	±0.3	±1.0	±0.5	±0.5
	ストレーン	±0.4	+0.6	±0.4	±2.0	±0.5	±0.5
	クレーン	±0.2	+0.6	±0.4	±2.0	±1.0	±1.5
フェリー、 RoRo船	鉄道クレーン	±0.05	+0.1	±0.2	±0.5	±0.5	—

表-4(2) PIANCの提案値

船種	荷役方法	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
一般貨物船		±1.0	+1.5	±0.5	±2.5	±1.0	±1.5
コンテナ船	100%効率	±0.5	+0.6	±0.4	±1.5	±0.5	±0.5
	50%効率	±1.0	+1.2	±0.6	±3.0	±1.0	±0.75
ばら詰船	クレーン	±1.0	+1.0	±0.5	±3.0	±1.0	±1.0
	エレベータ リフト	±0.5	+0.5	±0.5	±1.0	±1.0	±1.0
	コンベヤ	±2.5	+2.5	—	—	—	±1.5
石油タンカ	クレーン	±1.5	+3.0	—	—	—	—
ガス運搬船	クレーン	±1.0	+2.0	—	±1.0	±1.0	±1.0

(注：原文では両振幅の表示としているが、他の提案値と比較できるように±1.0のように片振幅の表示に変更して示した。)

## 3. 検討の方法

2.で述べたように、過去にも荷役許容動揺量の調査は実施されているが、以下のような課題があると思われるので新たに調査を行うこととした。

- ①荷役許容動揺量に及ぼす長周期波の影響が十分に考慮されていない。
- ②コンテナ船・フェリーに対する調査が我が国では実施されていない。

具体的には、荷役障害が頻繁に発生していると思われる港湾を対象にアンケート表を送付し、荷役障害発生事例を収集した。なお、荷役障害発生事例の調査対象期間は港湾によっても異なるが、おおむね1997年以降としている。

得られた荷役障害発生事例を基に係留船舶の動揺の数値シミュレーションを行い、これらの動揺量を統計処理することによってコンテナ船およびフェリーの荷役許容動揺量の暫定値を提案する。また、提案した荷役許容動揺量暫定値について全国の荷役業者にアンケート調査を行い、荷役許容動揺量を提案する。

まず、本研究においては、係留船舶の動揺が原因となって荷役に支障をきたした事例を調査する。次に、個々の事例について数値シミュレーションを行い、係留船舶の荷役許容動揺量の暫定値を求める。この荷役許容動揺量の暫定値について港湾荷役関係者に意見照会を行い、それらの結果に基づいて修正して得られた荷役許容動揺量を提案する。

図-1に荷役許容動揺量の検討の具体的なフローを示す。

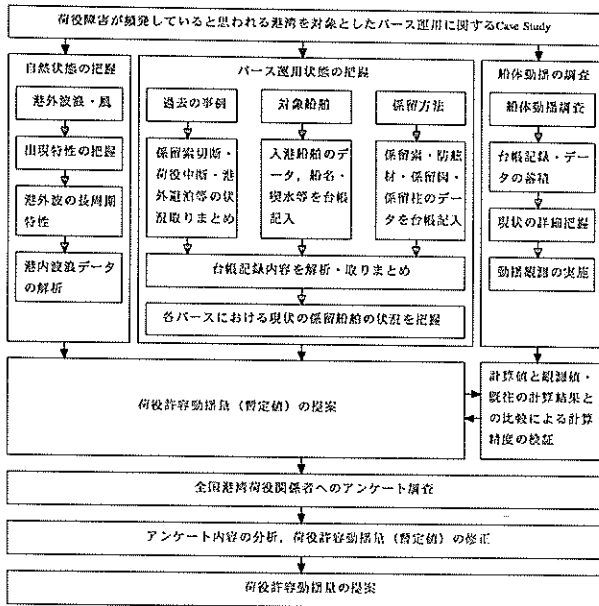


図-1 荷役許容動揺量の検討フロー

#### 4. 荷役許容動揺量の暫定値

この章では係留船舶の荷役障害発生事例を調査し、さらに動揺シミュレーション(上田, 1983, 1984)により動揺量を推定した例としてA港, SA港, T港, H港, SI港の事例を紹介する。A港, SA港, H港の事例はコンテナ船の荷役障害発生事例である。T港, SI港の事例はフェリーの荷役障害発生事例である。4.1では、荷役障害発生事例および波浪条件について考察する。4.2では、これらの荷役許容動揺量を評価するために実施した動揺シミュレーションを紹介する。また、4.3では、これらの荷役障害発生事例について動揺シミュレーションを行った結果および既往の研究成果との比較から荷役許容動揺量の暫定値を提案する。

##### 4.1 荷役障害事例の収集

荷役許容動揺量を新たに調査し、提案することを目的に荷役障害が頻発していると思われる港湾を対象にアンケート表を送付し、荷役障害発生事例を収集した。ここでは、収集した荷役障害発生事例の紹介および考察をする。なお、荷役障害発生事例の収集の際に送付したアンケート票の詳細は巻末の付録Aに示す。

###### (1) A港

図-2にA港の港湾計画図と検討対象バースを示す。このバースでは主としてコンテナ船の荷役が実施されている。

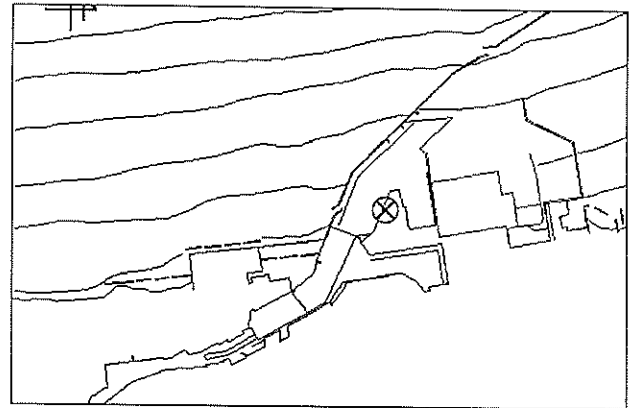


図-2 A港の港湾図

検討対象バースにおける荷役障害発生事例を表-5に示す。表中の波浪条件は実測された港外波高および周期に対して当該港湾における静穏度計算によって求めたバース前面の波高比を乗じた値である。この事例については、港内の波高が比較的大きく、しかも風速が大きいことが特徴的である。

表-5 A港における荷役障害発生事例

ケース	載貨重量トン	波浪		風	
		$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	風向	風速
1	7,208DWT	0.44m	7.0s	WNW	16.0ms

###### (2) SA港

図-3にSA港の港湾計画図と検討対象バースを示す。対象バースは北港内のコンテナを主として取り扱うバースである。

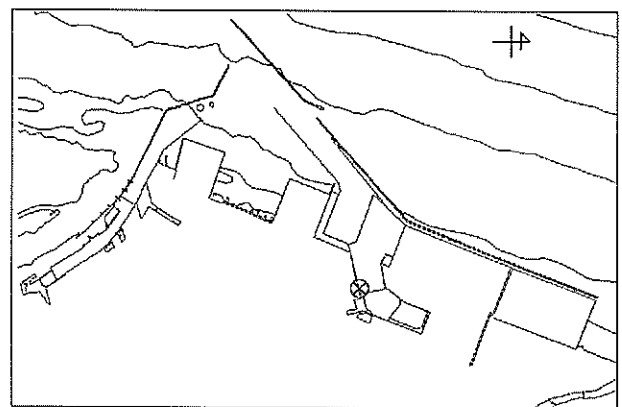


図-3 SA港の港湾図

検討対象バースにおける荷役障害発生事例を表-6に示す。表中の波浪条件は実測された港外波高および周期に対して当該港湾における静穏度計算によって求めたバース前面の波高比を乗じた値である。

荷役障害は港外有義波港がおおむね 3.0m 以上の高波浪時に発生している。静穏度計算によって得られる波高比を乗じて求めた港内波高は比較的小さく、港内有義波高が 0.15m 以下でも荷役障害が発生している。

表-6 SA 港における荷役障害発生事例

ケース	載貨重量トン	波浪		風	
		H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	風向	風速
1	5,839 <sub>DWT</sub>	0.10 <sub>m</sub>	9.1 <sub>s</sub>	SE	1.4 <sub>m/s</sub>
2	5,839 <sub>DWT</sub>	0.14 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	NNE	10.4 <sub>m/s</sub>
3	5,839 <sub>DWT</sub>	0.11 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	N	6.2 <sub>m/s</sub>
4	5,839 <sub>DWT</sub>	0.16 <sub>m</sub>	7.9 <sub>s</sub>	—	20.0 <sub>m/s</sub>

(3) T 港

T 港においては、図-4 に示すフェリーバースにおける荷役障害が頻発しているため、ここでの荷役障害発生事例を収集した。

対象バースにおける荷役障害発生事例を表-7 に示す。表中の波浪 1 および波浪 2 は波向 0 度および 300 度と仮定した場合の荷役障害時の港内有義波高・周期を示す。波向 0 度はバースに沿う方向の波、波向 300 度はバースに斜方向から入射する方向である。ただし、表中の波浪条件は実測された港外波高および周期に対して当該港湾における静穏度計算によって求めたバース前面の波高比を乗じた値である。

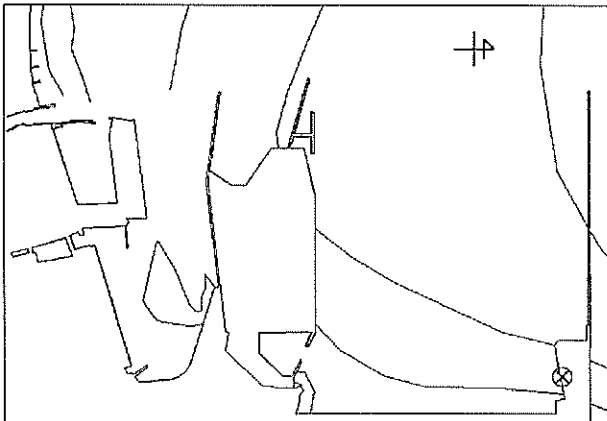


図-4 T 港の港湾図

荷役障害は冬季に季節風が卓越している際に頻発している。このバースの場合には、港湾が湾内に位置しており、荷役障害は港外波の波高がそれ程大きくない 0.5m から 1.0m の場合に発生していることが特徴的である。

波高 300 度については、入射波が有義波高 0.2 から 0.4m の場合に多く発生していることがわかる。また、

表-7 T 港における荷役障害発生事例

ケース	総トン数	波浪 1		波浪 2		風	
		H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	風向	風速
1	17,345 <sub>GT</sub>	0.67 <sub>m</sub>	8.2 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	8.2 <sub>s</sub>	SSW	3.1 <sub>m/s</sub>
2	17,345 <sub>GT</sub>	0.62 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	0.23 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	N	8.0 <sub>m/s</sub>
3	17,345 <sub>GT</sub>	1.80 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	0.68 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	NNW	17.0 <sub>m/s</sub>
4	17,345 <sub>GT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	6.0 <sub>s</sub>	0.38 <sub>m</sub>	6.0 <sub>s</sub>	N	5.6 <sub>m/s</sub>
5	17,329 <sub>GT</sub>	0.76 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	0.29 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	NW	8.4 <sub>m/s</sub>
6	17,345 <sub>GT</sub>	0.87 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	0.30 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	W	5.8 <sub>m/s</sub>
7	17,345 <sub>GT</sub>	1.10 <sub>m</sub>	4.8 <sub>s</sub>	0.41 <sub>m</sub>	4.8 <sub>s</sub>	NNW	12.6 <sub>m/s</sub>
8	19,904 <sub>GT</sub>	0.91 <sub>m</sub>	4.8 <sub>s</sub>	0.34 <sub>m</sub>	4.8 <sub>s</sub>	ENE	1.1 <sub>m/s</sub>
9	17,345 <sub>GT</sub>	0.51 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	0.19 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	N	4.8 <sub>m/s</sub>
10	17,345 <sub>GT</sub>	0.57 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	0.21 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	WNW	6.0 <sub>m/s</sub>
11	17,329 <sub>GT</sub>	0.84 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	0.32 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	W	5.8 <sub>m/s</sub>
12	17,345 <sub>GT</sub>	0.88 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	0.33 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	NNW	8.0 <sub>m/s</sub>
13	17,345 <sub>GT</sub>	0.75 <sub>m</sub>	7.3 <sub>s</sub>	0.28 <sub>m</sub>	7.3 <sub>s</sub>	NNE	7.6 <sub>m/s</sub>
14	17,045 <sub>GT</sub>	0.65 <sub>m</sub>	5.6 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	5.6 <sub>s</sub>	N	7.4 <sub>m/s</sub>
15	17,329 <sub>GT</sub>	0.60 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	0.23 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	NNW	8.4 <sub>m/s</sub>
16	17,345 <sub>GT</sub>	0.85 <sub>m</sub>	5.5 <sub>s</sub>	0.32 <sub>m</sub>	5.5 <sub>s</sub>	NNW	14.8 <sub>m/s</sub>
17	17,329 <sub>GT</sub>	0.56 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	0.21 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	NNE	5.0 <sub>m/s</sub>
18	17,329 <sub>GT</sub>	0.88 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	0.33 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	NW	6.1 <sub>m/s</sub>
19	17,345 <sub>GT</sub>	0.93 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.35 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	NW	10.4 <sub>m/s</sub>
20	17,329 <sub>GT</sub>	0.77 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	0.29 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	N	10.3 <sub>m/s</sub>
21	17,345 <sub>GT</sub>	0.62 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	0.23 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	SSE	3.0 <sub>m/s</sub>
22	17,329 <sub>GT</sub>	0.51 <sub>m</sub>	8.5 <sub>s</sub>	0.19 <sub>m</sub>	8.5 <sub>s</sub>	SSE	4.8 <sub>m/s</sub>
23	17,345 <sub>GT</sub>	0.25 <sub>m</sub>	5.5 <sub>s</sub>	0.09 <sub>m</sub>	5.5 <sub>s</sub>	SE	12.9 <sub>m/s</sub>
24	17,329 <sub>GT</sub>	0.53 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	0.20 <sub>m</sub>	7.4 <sub>s</sub>	N	9.0 <sub>m/s</sub>
25	17,329 <sub>GT</sub>	0.68 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	N	7.9 <sub>m/s</sub>
26	17,345 <sub>GT</sub>	0.70 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	0.26 <sub>m</sub>	5.1 <sub>s</sub>	N	8.6 <sub>m/s</sub>
27	17,345 <sub>GT</sub>	0.80 <sub>m</sub>	6.1 <sub>s</sub>	0.30 <sub>m</sub>	6.1 <sub>s</sub>	W	7.6 <sub>m/s</sub>
28	17,329 <sub>GT</sub>	0.68 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	W	7.9 <sub>m/s</sub>
29	17,345 <sub>GT</sub>	1.21 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	0.46 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	NNW	11.1 <sub>m/s</sub>
30	17,345 <sub>GT</sub>	0.71 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.27 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	WNW	6.9 <sub>m/s</sub>
31	17,329 <sub>GT</sub>	0.89 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.34 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	N	9.5 <sub>m/s</sub>
32	17,329 <sub>GT</sub>	0.48 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	0.18 <sub>m</sub>	6.7 <sub>s</sub>	NNW	7.1 <sub>m/s</sub>
33	17,329 <sub>GT</sub>	0.89 <sub>m</sub>	8.0 <sub>s</sub>	0.34 <sub>m</sub>	8.0 <sub>s</sub>	NW	7.9 <sub>m/s</sub>
34	17,345 <sub>GT</sub>	0.72 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	0.27 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	NNE	5.1 <sub>m/s</sub>
35	17,329 <sub>GT</sub>	1.06 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	0.40 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	NW	10.0 <sub>m/s</sub>
36	17,345 <sub>GT</sub>	0.62 <sub>m</sub>	6.6 <sub>s</sub>	0.20 <sub>m</sub>	6.6 <sub>s</sub>	NNW	4.7 <sub>m/s</sub>
37	17,329 <sub>GT</sub>	1.19 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	0.45 <sub>m</sub>	5.7 <sub>s</sub>	NNW	11.0 <sub>m/s</sub>
38	17,329 <sub>GT</sub>	0.98 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	0.37 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	N	10.7 <sub>m/s</sub>
39	19,904 <sub>GT</sub>	0.68 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	N	8.1 <sub>m/s</sub>
40	17,345 <sub>GT</sub>	0.21 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	0.08 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	SE	3.0 <sub>m/s</sub>
41	17,345 <sub>GT</sub>	0.80 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	0.30 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	N	9.5 <sub>m/s</sub>
42	17,345 <sub>GT</sub>	1.04 <sub>m</sub>	5.6 <sub>s</sub>	0.39 <sub>m</sub>	5.6 <sub>s</sub>	N	9.4 <sub>m/s</sub>
43	17,329 <sub>GT</sub>	0.62 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	0.23 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	N	4.6 <sub>m/s</sub>
44	17,329 <sub>GT</sub>	0.75 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	0.28 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	N	9.0 <sub>m/s</sub>
45	17,345 <sub>GT</sub>	0.60 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.23 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	SW	4.2 <sub>m/s</sub>
46	17,345 <sub>GT</sub>	0.66 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.24 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	NW	8.7 <sub>m/s</sub>
47	17,345 <sub>GT</sub>	0.90 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	0.33 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	WNW	5.6 <sub>m/s</sub>
48	17,329 <sub>GT</sub>	0.83 <sub>m</sub>	5.9 <sub>s</sub>	0.31 <sub>m</sub>	5.9 <sub>s</sub>	NNW	11.6 <sub>m/s</sub>
49	17,345 <sub>GT</sub>	0.88 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	0.32 <sub>m</sub>	5.8 <sub>s</sub>	N	10.9 <sub>m/s</sub>
50	17,345 <sub>GT</sub>	0.42 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	0.16 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	N	6.9 <sub>m/s</sub>
51	17,329 <sub>GT</sub>	0.56 <sub>m</sub>	7.9 <sub>s</sub>	0.21 <sub>m</sub>	7.9 <sub>s</sub>	NNW	19.8 <sub>m/s</sub>
52	17,329 <sub>GT</sub>	0.79 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	0.29 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	NNW	12.1 <sub>m/s</sub>
53	19,904 <sub>GT</sub>	1.02 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	0.38 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	N	13.1 <sub>m/s</sub>
54	17,329 <sub>GT</sub>	0.67 <sub>m</sub>	6.8 <sub>s</sub>	0.25 <sub>m</sub>	6.8 <sub>s</sub>	NW	8.1 <sub>m/s</sub>
55	17,029 <sub>GT</sub>	0.86 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	0.32 <sub>m</sub>	5.0 <sub>s</sub>	N	8.1 <sub>m/s</sub>
56	17,345 <sub>GT</sub>	0.69 <sub>m</sub>	6.2 <sub>s</sub>	0.26 <sub>m</sub>	6.2 <sub>s</sub>	NNW	12.3 <sub>m/s</sub>
57	17,329 <sub>GT</sub>	0.54 <sub>m</sub>	6.0 <sub>s</sub>	0.20 <sub>m</sub>	6.0 <sub>s</sub>	NW	6.3 <sub>m/s</sub>
58	17,329 <sub>GT</sub>	0.89 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	0.33 <sub>m</sub>	5.4 <sub>s</sub>	WSW	6.5 <sub>m/s</sub>
59	17,345 <sub>GT</sub>	0.61 <sub>m</sub>	6.6 <sub>s</sub>	0.22 <sub>m</sub>	6.6 <sub>s</sub>	WSW	4.7 <sub>m/s</sub>
60	17,329 <sub>GT</sub>	1.05 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	0.39 <sub>m</sub>	5.2 <sub>s</sub>	NW	9.6 <sub>m/s</sub>

(注：波浪 1 は波向 0 度における港内の有義波高・周期を、波浪 2 は波向 300 度における港内有義波高・周期を示す。)



このバースの場合には荷役障害が生じているときの風速はN系の風速が大きなきときであることが特徴的である。これは、湾がN方向に開いた地形的な影響によるものと思われる。

N系の場合には風速 8.0m/s 以上で荷役障害が発生しているが、W系の場合には、N系の時よりも風速が小さな風速 5~8m/s のときに荷役障害が発生していることが特徴的である。

#### (4) H 港

図-5 は H 港の形状と検討対象バースを示す。対象バースは-10m岸壁で主としてコンテナ船の荷役に供されている。

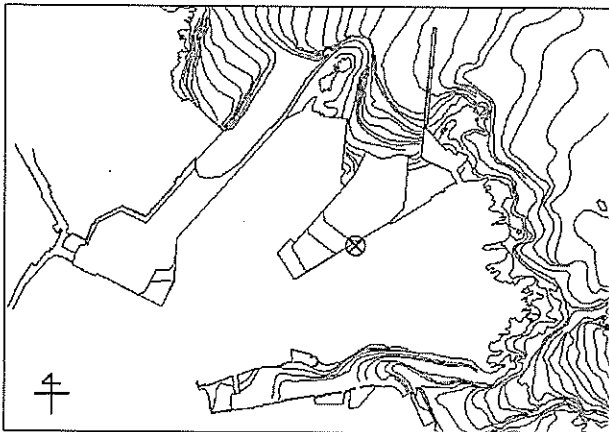


図-5 H 港の港湾図

表-8 は検討対象バースにおける荷役障害発生事例一覧である。表中の港外波高および港内波高は目視観測による値である。ただし、周期は約 50km 離れた M 港における実測値である。波高は目視による値で 0.5m 程度の刻みで計測されているためそれほど精度が良いとは言えない。また、細島港では風のデータが得られていないので M 港における実測データを記載している。

港内波高は目視データであるため、正確さに欠けるがおおむね波高 1.0m の高波浪の波が港内に進入しているときに荷役障害が発生していることがわかる。

表-8 H 港における荷役障害発生事例

ケース	載貨重量トン	波浪		風	
		H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	風向	風速
1	5,783 <sub>DWT</sub>	1.20 <sub>m</sub>	9.8 <sub>s</sub>	WSW	2.0 <sub>m/s</sub>
2	5,946 <sub>DWT</sub>	1.20 <sub>m</sub>	9.8 <sub>s</sub>	WSW	2.0 <sub>m/s</sub>
3	5,946 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	7.3 <sub>s</sub>	SE	4.9 <sub>m/s</sub>
4	5,783 <sub>DWT</sub>	1.50 <sub>m</sub>	9.3 <sub>s</sub>	W	4.6 <sub>m/s</sub>
5	2,098 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	7.7 <sub>s</sub>	NE	3.0 <sub>m/s</sub>
6	510 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	8.7 <sub>s</sub>	ENE	2.0 <sub>m/s</sub>
7	5,783 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	11.7 <sub>s</sub>	SSE	2.1 <sub>m/s</sub>
8	3,191 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	11.5 <sub>s</sub>	SSE	2.8 <sub>m/s</sub>
9	510 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	11.5 <sub>s</sub>	SSE	2.8 <sub>m/s</sub>
10	5,946 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	8.8 <sub>s</sub>	W	2.3 <sub>m/s</sub>
11	510 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	SSW	2.7 <sub>m/s</sub>
12	510 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	6.4 <sub>s</sub>	SSW	2.7 <sub>m/s</sub>
13	3,053 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	8.0 <sub>s</sub>	W	4.2 <sub>m/s</sub>
14	1,300 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	10.0 <sub>s</sub>	NNE	2.6 <sub>m/s</sub>
15	5,783 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	9.1 <sub>s</sub>	NNE	4.5 <sub>m/s</sub>
16	5,918 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	8.4 <sub>s</sub>	NNW	2.7 <sub>m/s</sub>
17	2,895 <sub>DWT</sub>	1.50 <sub>m</sub>	10.2 <sub>s</sub>	NNW	1.7 <sub>m/s</sub>
18	510 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	7.2 <sub>s</sub>	SSE	7.8 <sub>m/s</sub>
19	5,946 <sub>DWT</sub>	1.00 <sub>m</sub>	9.4 <sub>s</sub>	NNE	8.5 <sub>m/s</sub>
20	5,918 <sub>DWT</sub>	0.50 <sub>m</sub>	8.6 <sub>s</sub>	SSE	1.5 <sub>m/s</sub>

#### (5) SI 港

図-6 は SI 港の港湾計画図とその検討対象バースを示したものである。対象バースではカーフェリーが係留されている。

表-9 は SI 港の検討対象バースにおける荷役障害発生事例である。表中の港外波高・周期は実測値、港内波高は目視観測による値、周期は港外波の周期を記載している。

SI 港においては周期 12.0s 以上のうねり性の波浪が作用しているときの荷役障害発生事例が相当数あるのが特徴的である。有義波高は目視による値、有義周期は港外波の数値を記載している。荷役障害は港内で有義波高が 0.5m 前後のときに頻発していることがわかる。

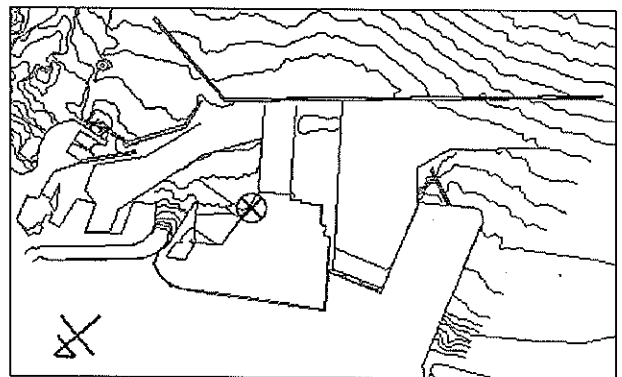


図-6 SI 港の港湾図

表-9 SI 港における荷役障害発生事例

ケース	総トン数	波浪		風	
		H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	風向	風速
1	11,098GT	0.45m	12.6s	ESE	6.4m/s
2	12,418GT	0.55m	11.2s	SE	4.2m/s
3	11,098GT	0.45m	11.6s	ESE	3.0m/s
4	11,272GT	0.45m	12.7s	ESE	6.7m/s
5	11,098GT	0.35m	8.1s	NE	4.8m/s
6	11,098GT	0.40m	10.5s	NE	5.2m/s
7	11,272GT	0.75m	9.5s	ESE	8.9m/s
8	11,272GT	0.40m	14.3s	NNE	5.2m/s
9	11,098GT	0.75m	13.8s	ENE	7.0m/s
10	11,272GT	1.50m	12.1s	E	10.9m/s
11	11,098GT	1.50m	10.6s	SE	20.9m/s
12	11,098GT	0.45m	14.6s	WNW	2.1m/s
13	11,098GT	0.45m	13.4s	SW	1.4m/s
14	11,098GT	0.75m	13.9s	NW	3.8m/s
15	15,139GT	0.35m	7.8s	E	8.8m/s
16	11,272GT	0.25m	8.4s	WNW	7.4m/s
17	12,415GT	0.65m	8.8s	ESE	7.5m/s
18	12,415GT	0.55m	13.0s	SW	2.7m/s
19	12,415GT	0.65m	8.1s	SSE	15.1m/s

4.2 動揺シミュレーションによる係留船舶の荷役許容動揺量の解析

荷役許容動揺量の算定は以下の手順で実施した。

- ①荷役障害事例ごとに係留船舶の動揺シミュレーションを実施した。計算の外力条件は荷役障害発生時のものを用いた。波浪は港外の有義波高を用い、これに波高比を乗じ港内の有義波高を求めた。波高比は当該事務所において実施した静穏度計算の値を用いている。ただし、一部港湾においては港内における目視波高を用いている。なお、この場合でも有義周期は港外における観測値を用いている。長周期波成分については平石（1999）の簡略式を用いている。
- ②動揺計算で得られた動揺量を荷役障害発生事例ごとに整理し、動揺成分ごとに累積出現累積確率分布を求めている。
- ③動揺成分ごとに累積出現確率分布における超過確率 50%の値を求め、これを既往の研究成果と比較している。

(1) A 港

図-7 は A 港における対象バースの船舶の係留図である。なお、A 港における荷役障害発生事例は 1 例のみなので、個別港湾での荷役許容動揺量は求めている。

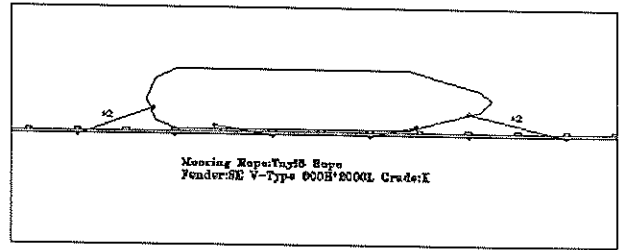


図-7 A 港における係留事例

(2) SA 港

図-8 は SA 港における対象バースの船舶の係留図である。

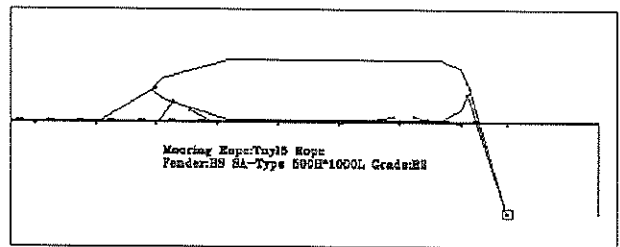


図-8 SA 港における係留事例

当該港湾の荷役支障データよりコンテナ船の荷役許容動揺量の暫定値を表-10 のように提案する。ただし、当該港湾については荷役中断の事例数が極めて少ないことに留意する必要がある。表には PIANC-WG による提案値を併記している。

表-10 SA 港における荷役許容動揺量（コンテナ船）

	荷役許容動揺量		
	計算結果	PIANC	
		100%効率	50%効率
Surge(m)	±1.80	±0.5	±1.0
Sway(m)	+2.40	+0.6	+1.2
Heave(m)	±0.20	±0.4	±0.6
Roll(deg)	±0.53	±1.5	±3.0
Pitch(deg)	±0.33	±0.5	±1.0
Yaw(deg)	±0.60	±0.5	±0.75

サージ、スウェイについては PIANC の稼働率 100% および 50% 数値よりもかなり大きい。一方、ヒープ、ロール、ピッチは PIANC の提案値よりも小さい。ヨウはほぼ同じ数値である。サージ、スウェイの動揺量が大きくなった原因としては、荷役中断の事例中に 20.0m/s の強風が作用したケースがあるためである。

(3) T 港

図-9 は T 港における対象バースの船舶の係留図である。ここでは、船尾にランプがあるため係留索や防舷材の配置が通常のバースと異なることに注意する必要

がある。

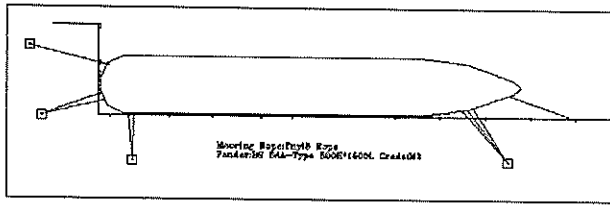


図-9 T港における係留事例

当該港湾の荷役支障データより荷役許容動揺量の暫定値を表-11のように提案する。サージ、ピッチについては波向0度に対するものを、その他の動揺成分については波向300度に対するもので評価する。表にはPIANC-WGによる提案値を併記している。

得られた荷役許容動揺量の暫定値はサージ、スウェイについてはPIANCの数値よりも大きく、ヒープ、ロール、ピッチ、ヨウについてはPIANCの数値よりも小さい。その理由として、当該バースの荷役障害発生事例を見ると風速10m/sを超えるケースが見られることから、船舶の回転運動成分よりも並進運動成分であるサージ、スウェイが卓越したものと考えられる。

表-11 T港における荷役許容動揺量（フェリー）

	荷役許容動揺量		
	計算結果		PIANC
	波向0°	波向300°	Side Ramp
Surge(m)	±0.46	±0.10	±0.3
Sway(m)	+0.61	+0.40	+0.6
Heave(m)	±0.10	±0.20	±0.3
Roll(deg)	±1.20	±0.65	±1.0
Pitch(deg)	±0.10	±0.10	±0.5
Yaw(deg)	±0.14	±0.14	±0.5

#### (4) H港

図-10はH港における対象バースの船舶の係留図である。

当該港湾の荷役支障データより荷役許容動揺量の暫定値を表-12のように提案する。表にはPIANC-WGによる提案値を併記している。

サージについてはPIANCの効率100%と50%の間の数値、スウェイについてはPIANCの効率50%の数値とほぼ同等である。また、ヒープは荷役効率100%の数値と同様である。しかしながらロールはPIANCの提案値よりもかなり大きい。これは対象船舶のメタセンター高さ(GM)が不明であったため造船設計便覧(関西造船協会, 1983)の図を参考に仮定して求めている

が、得られた値がかなり小さい値であったため計算上のロールの動揺が大きくなった。また、ピッチおよびヨウについてもPIANCの値よりもかなり大きい。ただし、当該バースにおいては防舷材の損傷が見られることから現実にもかなり大きな動揺量となっているものと思われる。なお、動揺量の大きな時にはタグボートで支援されて荷役が実施されることもあるが、数値シミュレーションではこの影響を考慮していない。したがって船体から岸壁が離れる動揺(スウェイ)については実際よりもやや大きく計算されている可能性がある。

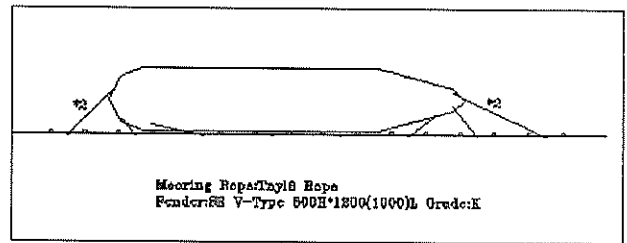


図-10 H港における係留事例

表-12 H港における荷役許容動揺量（コンテナ船）

	荷役許容動揺量		
	計算結果	PIANC	
		100%効率	50%効率
Surge(m)	±0.65	±0.5	±1.0
Sway(m)	+1.35	+0.6	+1.2
Heave(m)	±0.62	±0.4	±0.6
Roll(deg)	±6.60	±1.5	±3.0
Pitch(deg)	±0.97	±0.5	±1.0
Yaw(deg)	±1.80	±0.5	±0.75

#### (5) SI港

図-11はSI港における対象バースの船舶の係留図である。

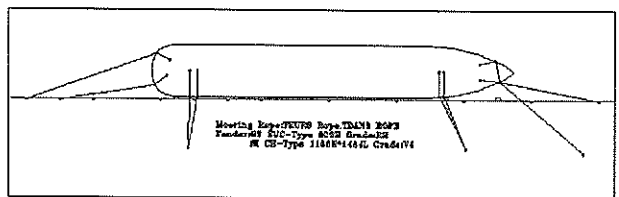


図-11 SI港における係留事例

当該港湾の荷役支障データより荷役許容動揺量の暫定値を表-13のように提案する。表にはPIANCによる提案値を併記している。

サージ、ピッチ、ヨウについてはPIANCの提案値とかなり良く一致する。一方、ロールはPIANCの提案値

よりもやや大きい。ヒープは PIANC の提案値よりも小さくこのバースにおいては荷役障害の原因となっていないものと考えられる。

表-13 SI 港における荷役許容動揺量 (フェリー)

	荷役許容動揺量	
	計算結果	PIANC Side Ramp
Surge(m)	±0.31	±0.3
Sway(m)	+0.14	+0.6
Heave(m)	±0.19	±0.3
Roll(deg)	±1.30	±1.0
Pitch(deg)	±0.46	±0.5
Yaw(deg)	±0.44	±0.5

(6) 港湾別の荷役障害発生時動揺量の出現分布

図-14～図-18 は各港の荷役障害発生事例についての動揺成分別動揺量の最大動揺量の累積出現頻度分布図である。

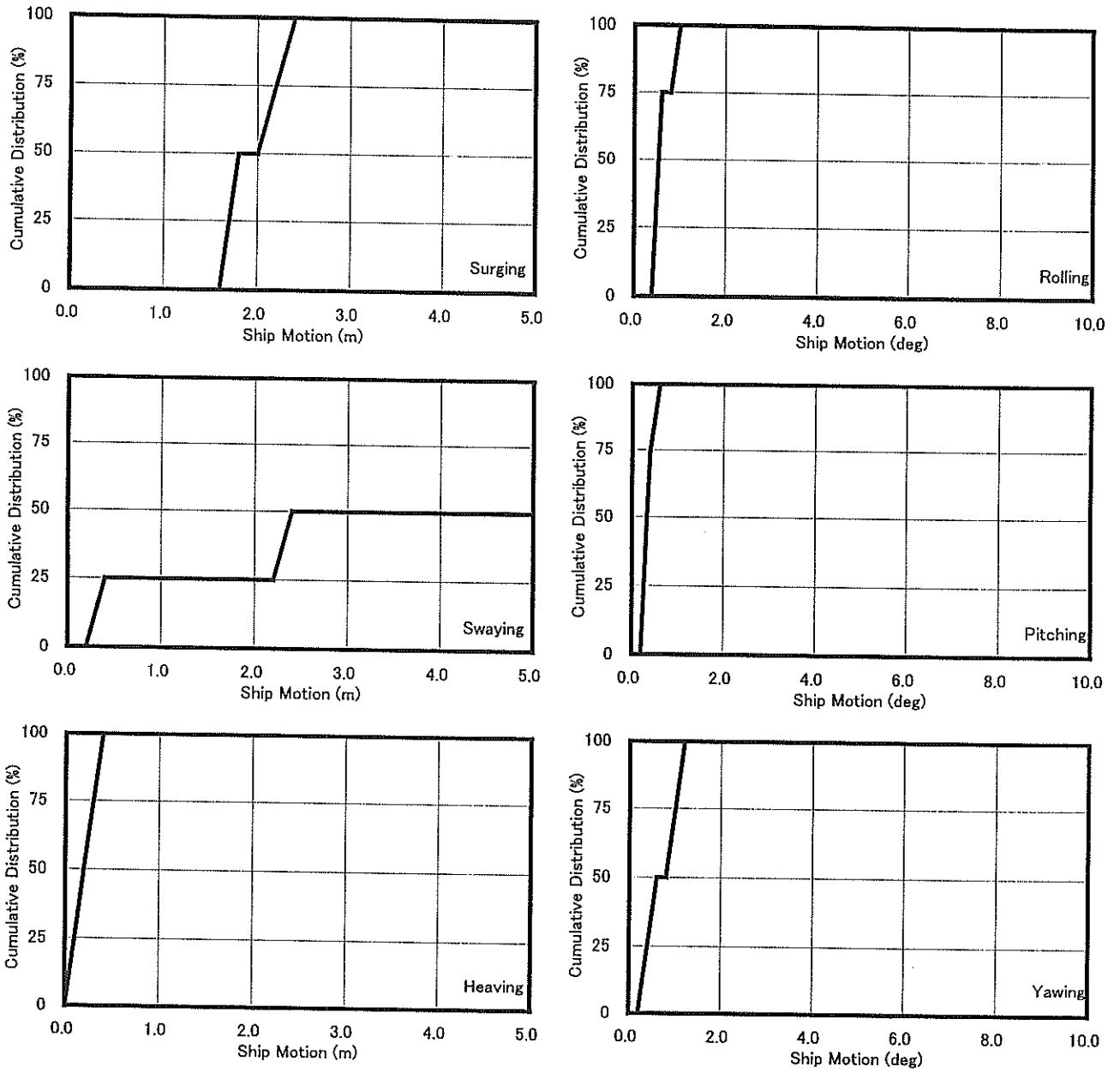


図-14 SA 港における最大動揺量の累積確率分布

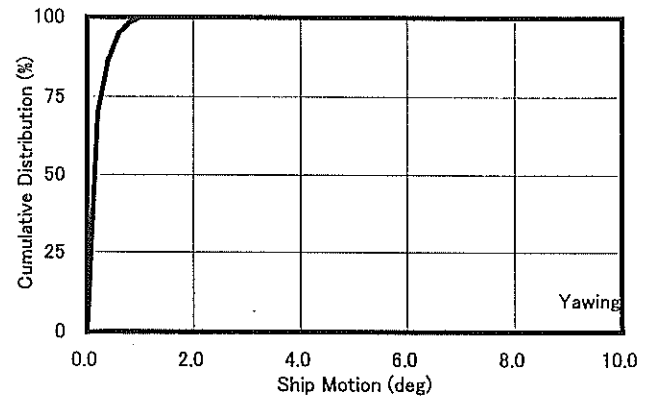
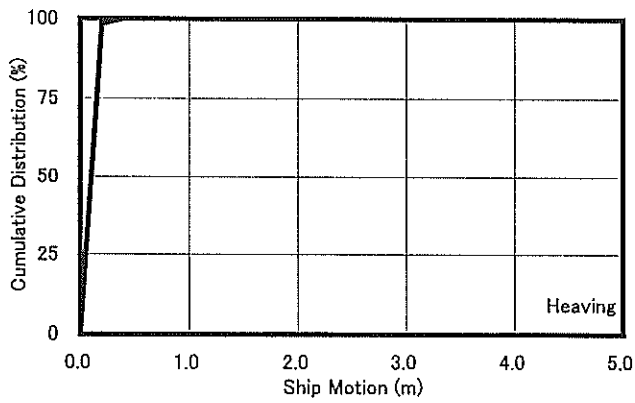
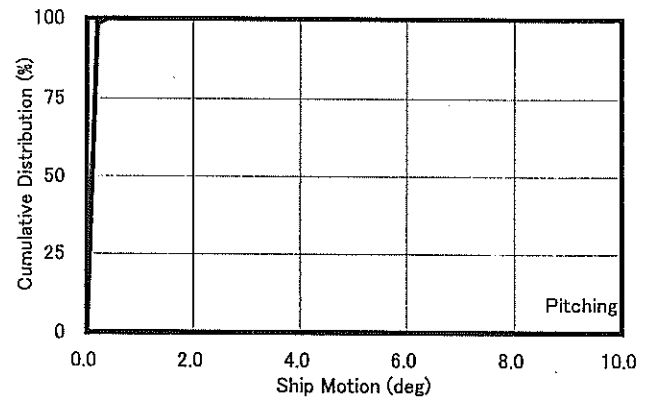
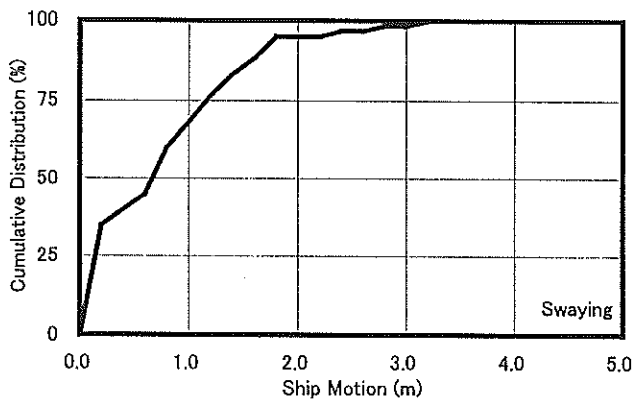
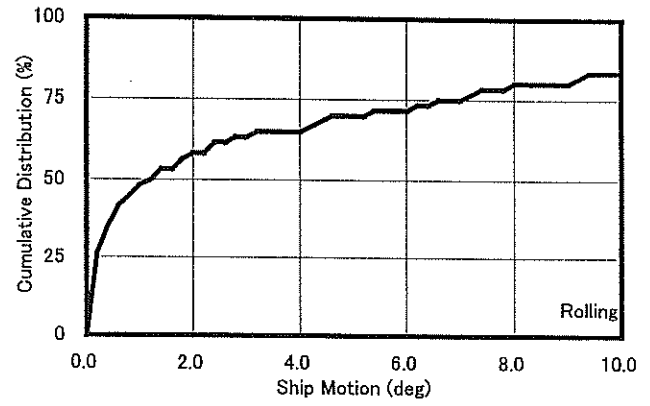
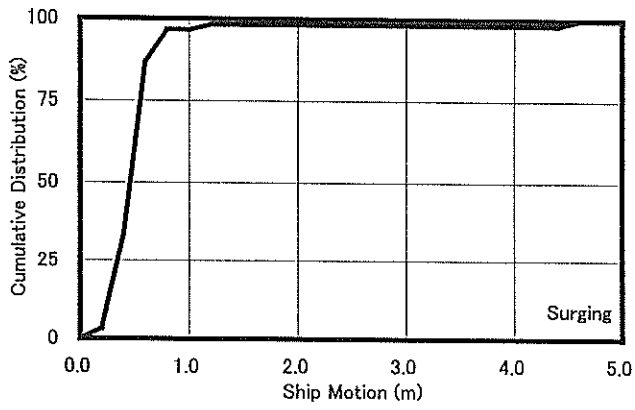


図-15 T港における最大動揺量の累積確率分布 (波向0度)

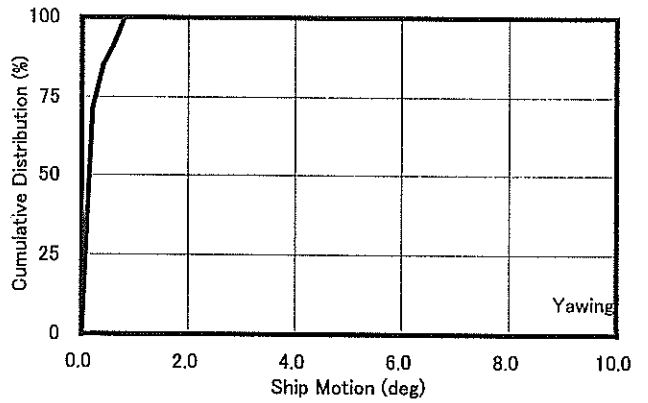
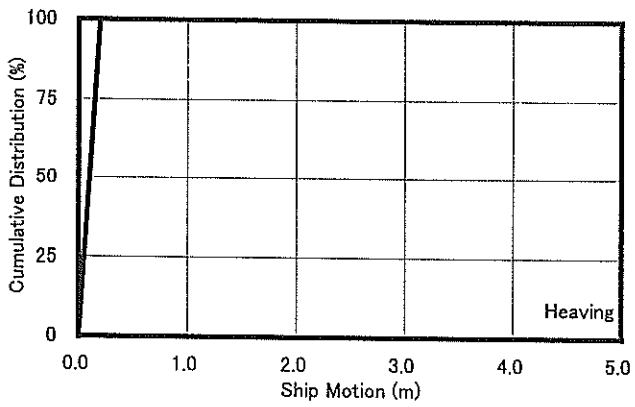
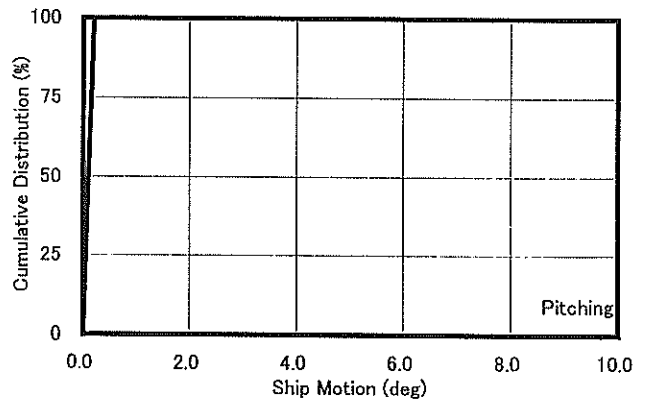
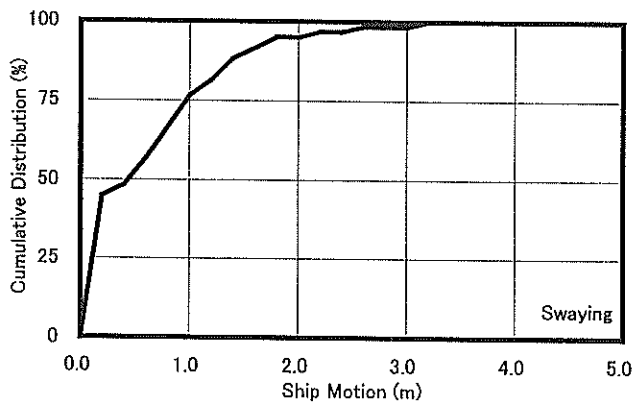
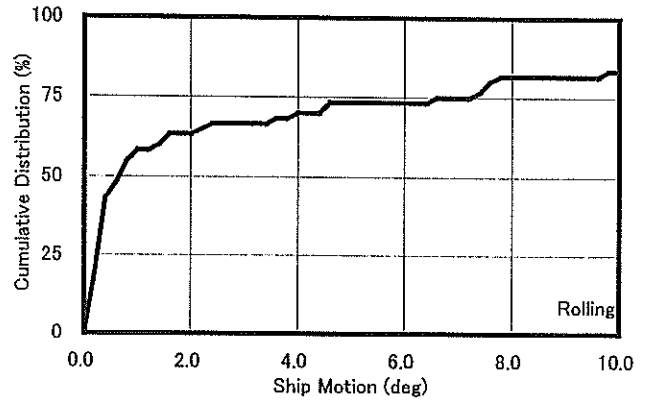
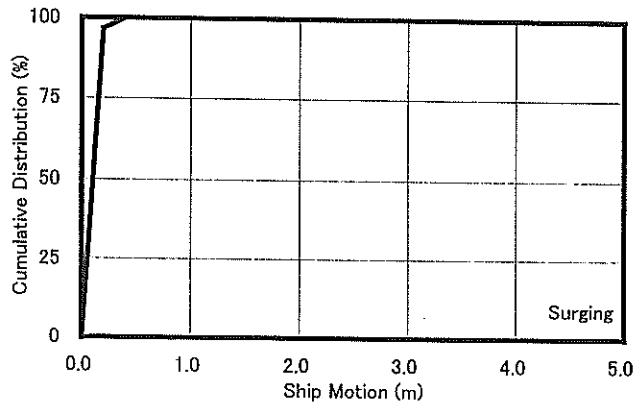


図-16 T港における最大動揺量の累積確率分布 (波向 300 度)

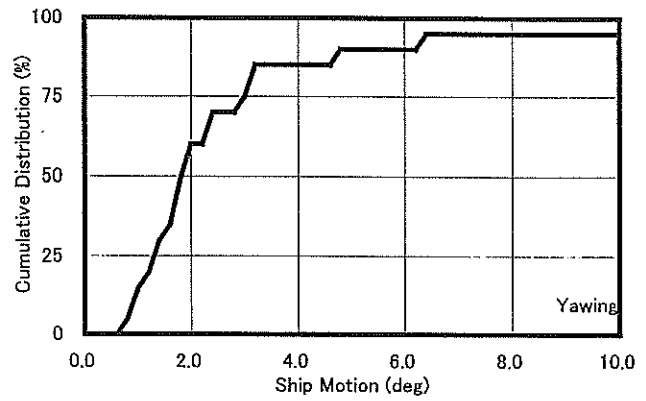
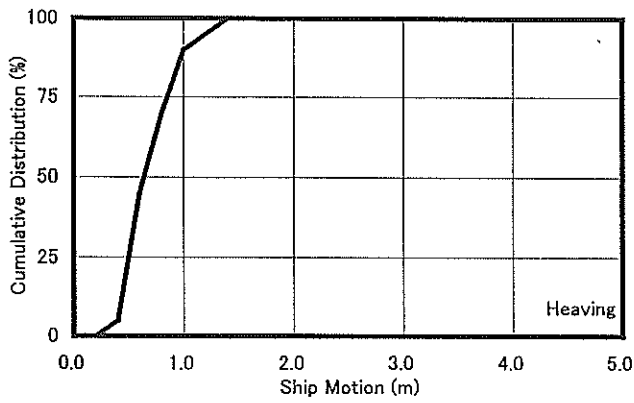
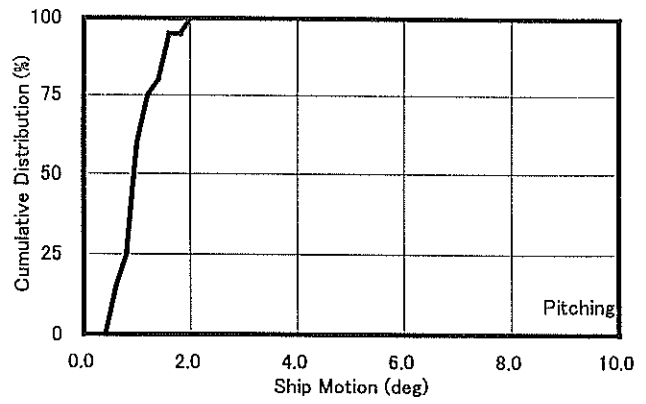
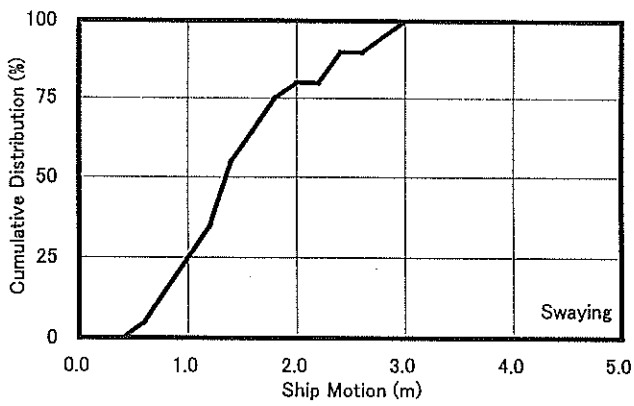
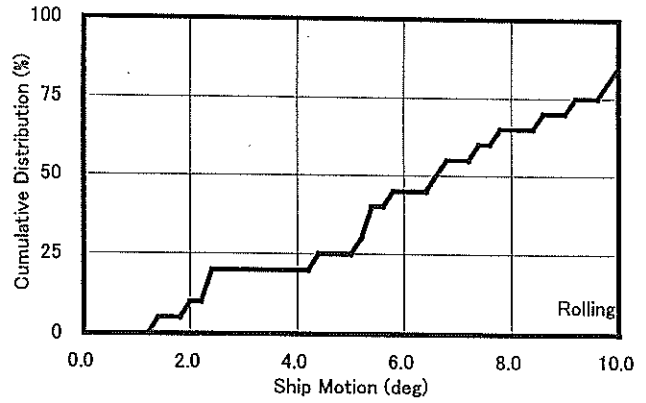
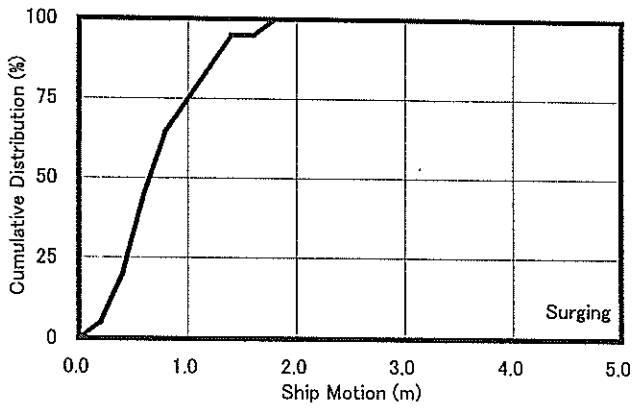


図-17 H港における最大動揺量の累積確率分布



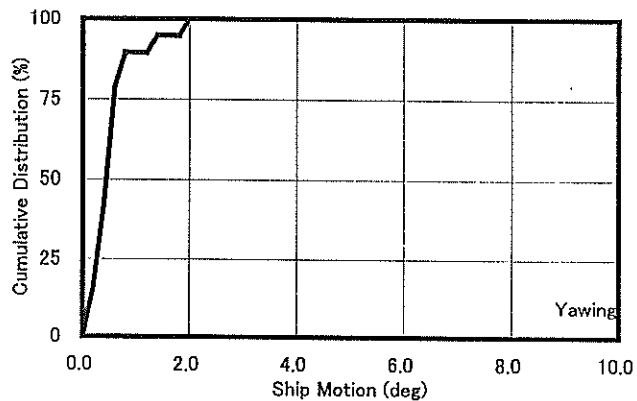
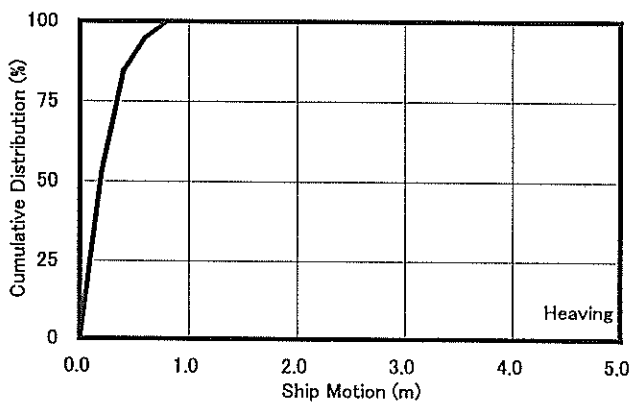
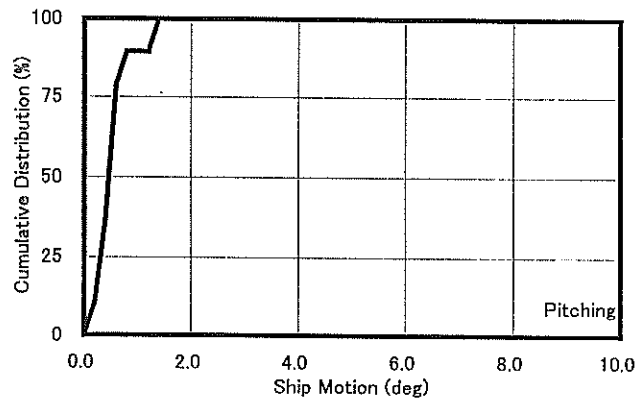
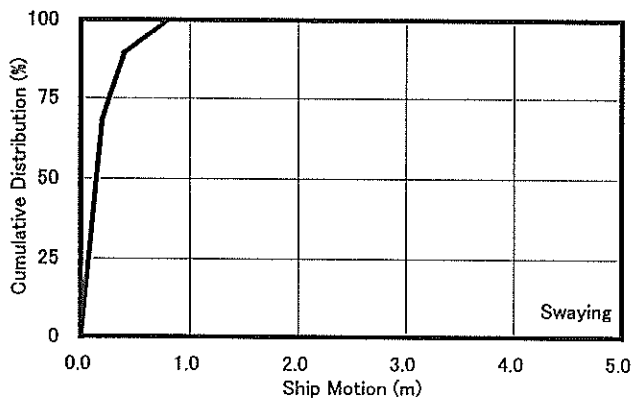
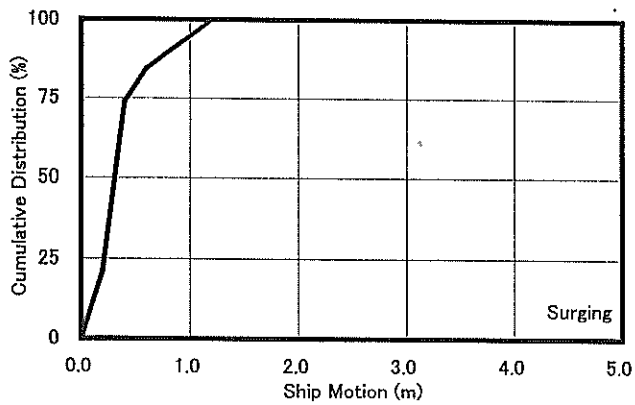


図-18 SI港における最大動揺量の累積確率分布

### 4.3 荷役許容動揺量の暫定値の提案

#### (1) コンテナ船

以上に検討した A 港, SA 港, H 港のコンテナ船に関する全 25 ケースをまとめて累積出現頻度分布を求めて, 図-19 に示す。

当該 3 港のコンテナ船に対する荷役障害データより荷役許容動揺量の暫定値を表-14 のように提案する。表には PIANC による提案値を併記している。サージについては, PIANC の荷役効率 50% と 100% の数値の中間の値となった。これは実際にも, 外洋の港湾でうねりや長周期波が作用する場合には, 荷役効率は 100% よりも小さくなっていると考えられることから, 得られた数値は概ね PIANC の数値を同等であると考えられる。

スウェイについては, PIANC の提案よりも大きな数値が得られた。これについては一部に船体が大きく離れてタグボートで押し付けて荷役が実施されていた事例が含まれているため, 実際にはこれよりも小さな数値が限界値と考えられる。同じことはヨウにも言える。また, ロールは PIANC の提案値よりもかなり大きな値となっているが, 船舶の GM が不明であったために, 実際よりもやや小さな GM で動揺シミュレーションを実施したことに起因しているものと思われる。

表-14 コンテナ船の荷役許容動揺量の暫定値

	コンテナ船の暫定値		PIANC	
	50%効率	100%効率	50%効率	100%効率
Surge(m)	±1.0	±0.5	±1.0	±0.5
Sway(m)	+1.5	+0.8	+1.2	+0.6
Heave(m)	±0.6	±0.4	±0.6	±0.4
Roll(deg)	±5.0	±2.5	±3.0	±1.5
Pitch(deg)	±1.0	±0.5	±1.0	±0.5
Yaw(deg)	±1.5	±0.8	±0.75	±0.5

#### (2) フェリー

T 港, SI 港のフェリーに関する全 79 ケースのデータを取りまとめた計算結果によると, サージは PIANC の提案値よりもやや大きく, ロールは PIANC の提案値とほぼ同等である。これに対してスウェイ, ヒープ, ピッチ, ヨウについては PIANC の提案値よりもかなり小さい。それぞれの港湾で荷役障害の原因となる動揺成分が異なることを考えると, T 港, SI 港の数値を両方加算して評価するよりも, それぞれの港湾における荷役障害の主たる動揺成分を考慮した上で限界動揺量を定めるのがより適切と思われる。この観点からデータを見直すとサージ, ピッチおよびヨウについては SI

港, スウェイおよびロールについては T 港のデータを用いた方が荷役許容動揺量として適当であると思われる。なお, ヒープはいずれの場合についても PIANC の提案値よりも小さく, 調査対象とした範囲の中では荷役障害の要因となっていない。

以上のことから, 荷役障害の主たる動揺成分別に求めた累積出現頻度分布を図-20 に示す。

また, 荷役障害の主たる動揺成分別のフェリーに対する荷役支障データより荷役許容動揺量の暫定値を表-15 のように提案する。表には PIANC による提案値を併記している。

表-15 フェリーの荷役許容動揺量の暫定値

	フェリーの暫定値		PIANC
	中短距離	長距離	Side Ramp
Surge(m)	±0.4	±0.4	±0.3
Sway(m)	+0.4	+0.4	+0.6
Heave(m)	±0.3	±0.3	±0.3
Roll(deg)	±1.0	±1.0	±1.0
Pitch(deg)	±0.5	±0.5	±0.5
Yaw(deg)	±0.5	±0.5	±0.5

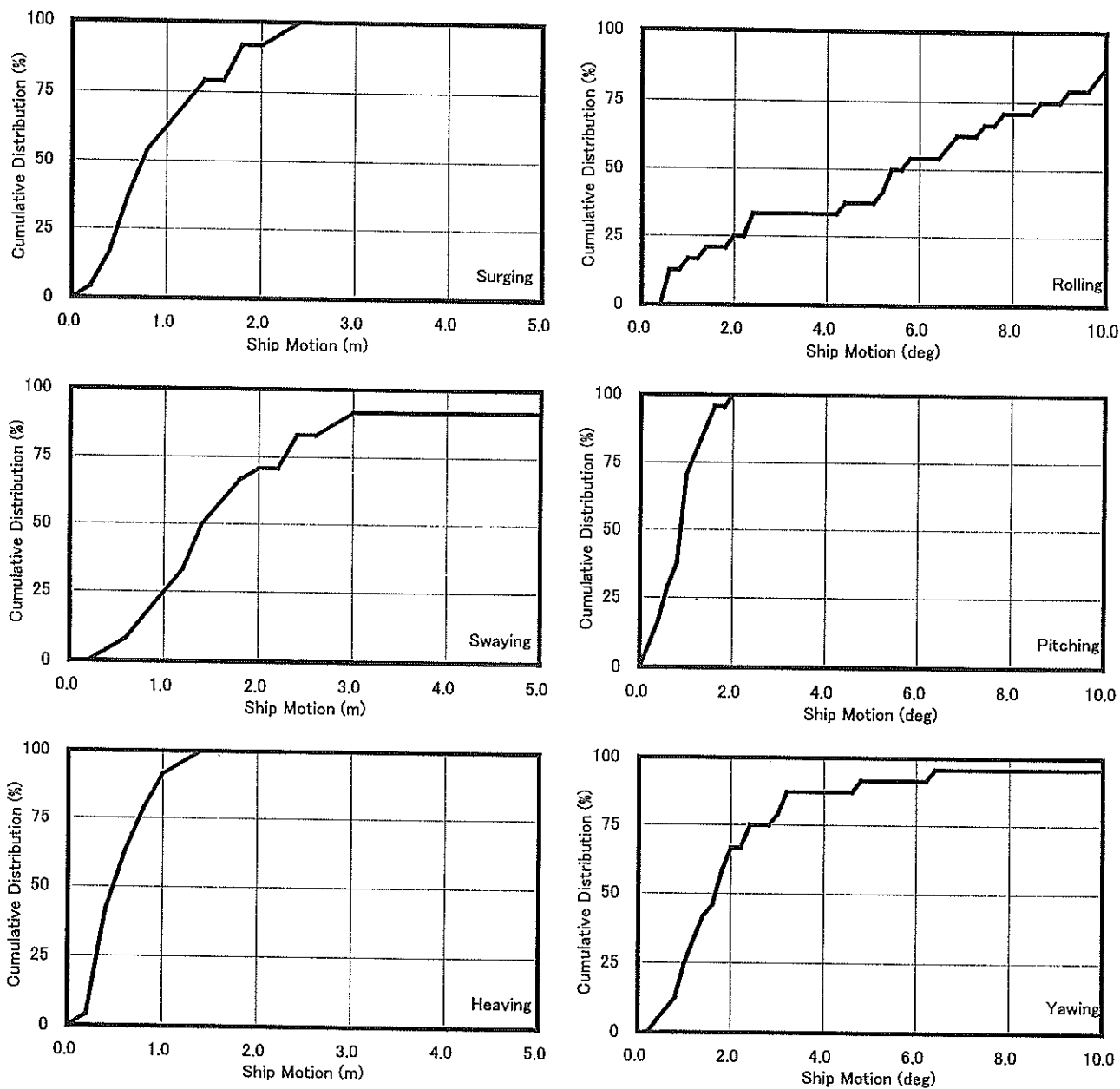


図-19 コンテナ船の最大動揺量の累積確率分布

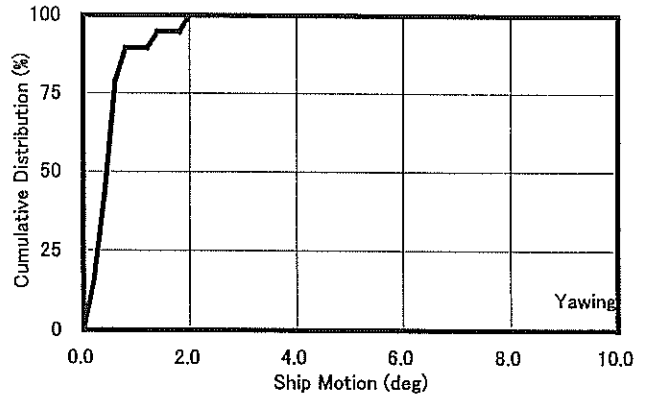
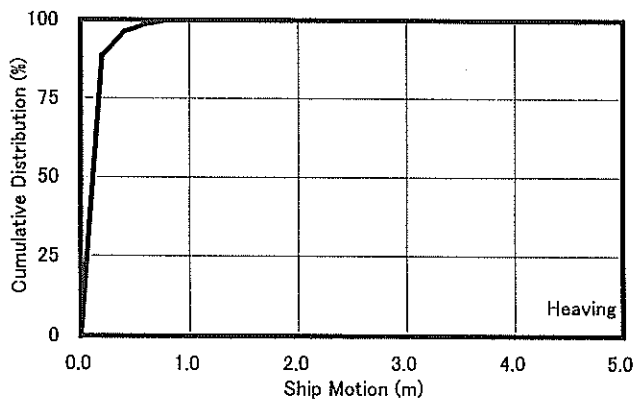
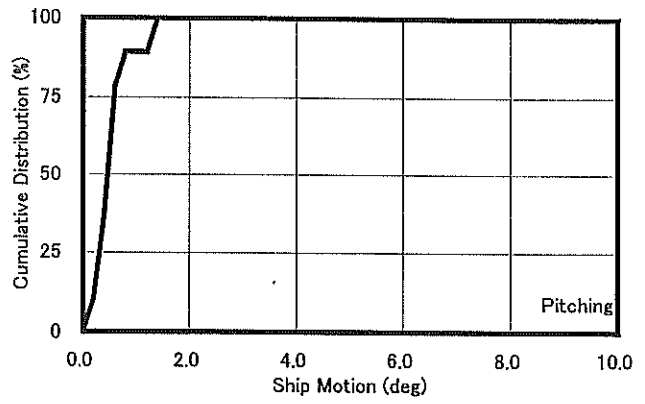
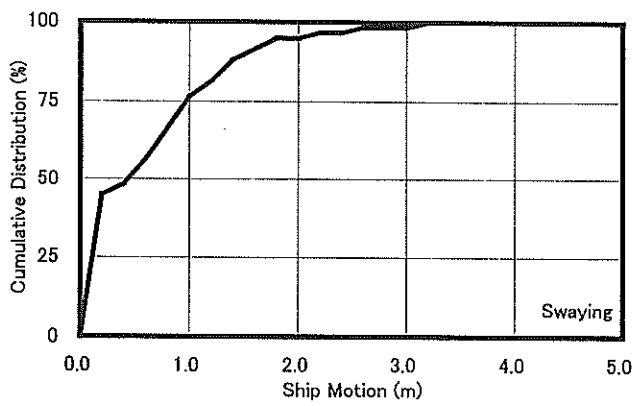
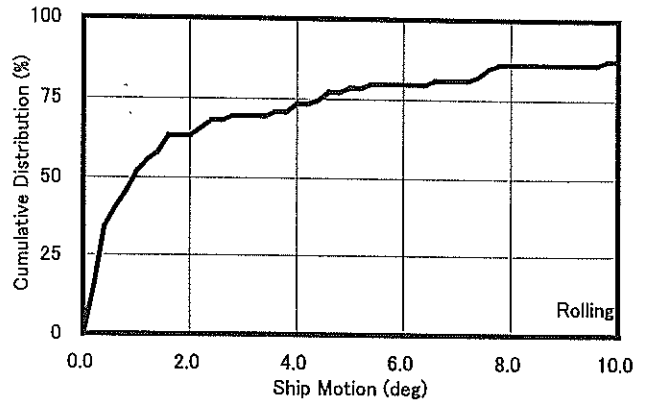
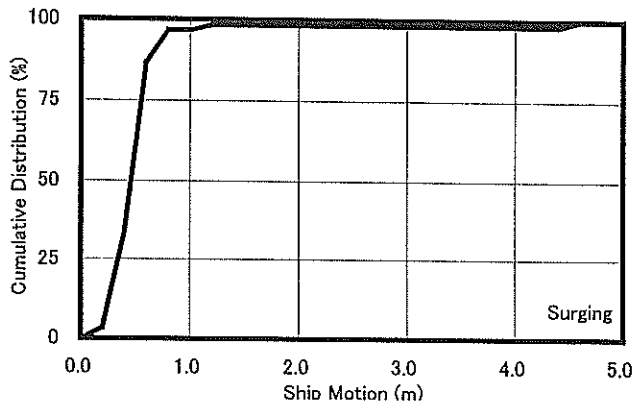


図-20 フェリーの最大動揺量の累積確率分布

## 5. アンケート調査およびその解析

### 5.1 アンケート調査

アンケート調査票による調査は各地方整備局、北海道開発局および沖縄総合事務局の協力により実施された。調査はコンテナ船もしくはフェリーを取扱うほとんどすべての荷役会社に送付した。アンケート調査票の詳細を付録 B に示す。

アンケート調査票の質問項目は全部で 5 項目であり、質問 1 は都道府県および港湾名である。質問 2 は船のタイプとサイズ、取扱われる商品および荷役方法の種類である。船のタイプはコンテナ船、中短距離フェリーおよび長距離フェリーに分類される。船のサイズは 7 種類に分類される。商品の種類は農畜産品、水産品、林産品などの 15 項目に分類される。荷役方式はガントリクレーン、グラブ、シューターなど荷役機器により 10 項目に分類される。

質問 3 は荷役中断の原因と頻度に関する質問である。荷役中断の原因は波浪、強風、雨または雪、霧、その他の 5 項目の気象条件による原因に分類される。また、波浪による船舶の同様が原因で荷役中断が発生した場合には質問 4 において荷役中断が生じたバース、その際の波高、周期などの詳細な状況について記述される。

質問 5 は本アンケート調査における主目的の一つである。ここでは、船舶の荷役許容動揺量の暫定値について、荷役許容動揺量の判断コードを用いて、荷役会社に直接意見を求めている。ここで、荷役許容動揺量の判断コードとして -2, -1, 0, +1, +2 の 5 段階で評価している。+2 は荷役会社で判断する荷役限界動揺量が暫定値よりかなり大きいと考えられる場合であり、概ね暫定値の 1.5 倍以上の場合に対応している。+1 は暫定値よりもやや大きいと考えられる場合、0 は暫定値とほぼ同程度と考えられる場合、-1 は暫定値よりもやや小さいと考えられる場合に対応している。また、-2 は暫定値よりかなり小さいと考えられる場合を示し、概ね暫定値の 0.7 倍以下の場合に対応している。荷役会社の判断指標の分布がランク 0 に集中しない場合、すなわち、荷役会社の判断指標が暫定値と異なる場合には、その修正を行う必要がある。また、荷役会社が考える荷役許容動揺量が暫定値と異なる場合には、実際にどの程度の船体動揺が生じた場合に荷役限界状態になるかを記述してもらっている。

アンケート調査の送付先は合計 632 箇所であり、内訳はコンテナ船の取扱い会社が 300、フェリーの取扱い会社が 332 箇所である。また、有効回答数はコンテ

ナ船で 80、フェリーで 115、全体で 195 であり約 3 分の 1 程度の回答が得られた。

表-16 および図-21 はアンケート調査票の送付数および回答数を示す。

表-16 アンケート調査回答数

	全体	コンテナ船	フェリー	
送付数	632	300	332	
返送有	222	96	126	
返送無	410	204	206	
有効回答数	195	80	115	
無効回答数	27	16	11	
地域別有効回答数	北海道	14	3	11
	東北	17	7	10
	北陸	5	1	4
	関東	24	16	8
	中部	13	9	4
	近畿	23	13	10
	中国	30	15	15
	四国	15	1	14
	九州	49	14	35
沖縄	5	1	4	

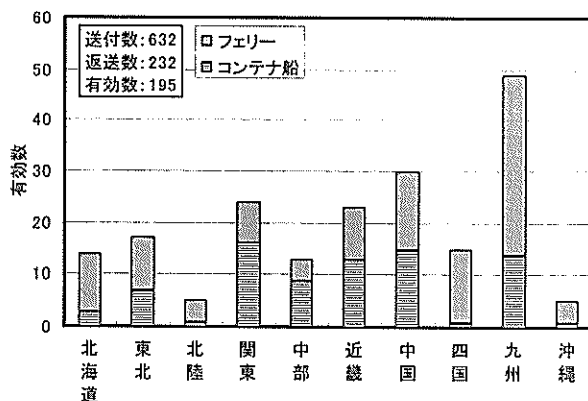


図-21 地域別有効回答数

### 5.2 アンケート調査の統計的分析

アンケート調査から得られたデータを統計的に分析した。分析は以下の 2 つについて行った。第一に、船体の荷役許容動揺量の暫定値に対する荷役会社の 5 段階評価で表された判断指標のまとめである。図-22 から図-25 は船体動揺成分ごとの船体動揺の各ランクを船種ごとに示す。コンテナ船ではサージ、スウェイおよびヨウの動揺成分において、荷役会社による判断指標がランク-2 からランク 0 に偏っており、実際の荷役許容動揺量は暫定値よりも小さいと考えられる。また、フェリーでは、荷役会社による意見の大部分が概ねラ

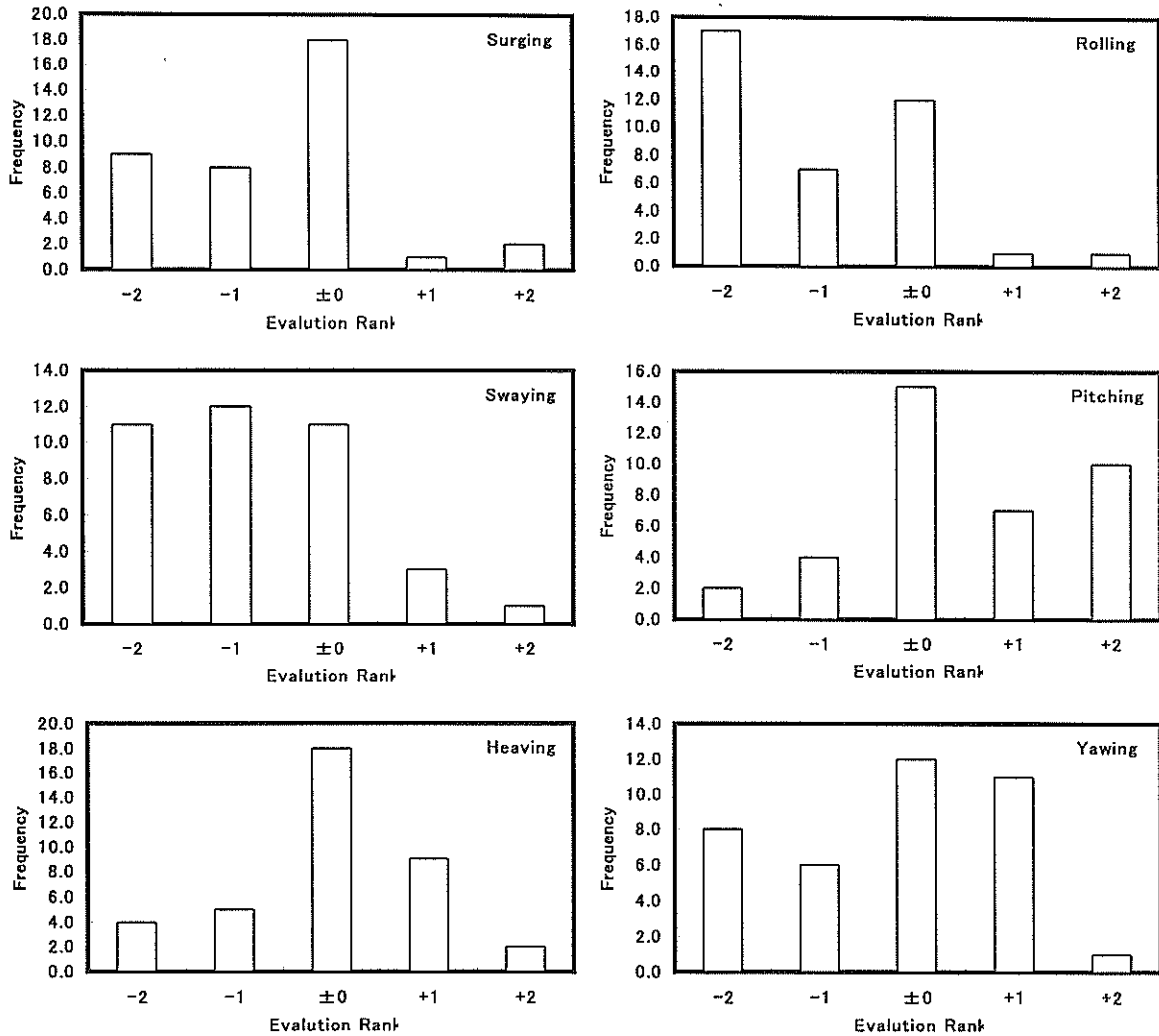


図-22 荷役会社判断による動揺成分ごとの判断指標分布（コンテナ船（50%効率））

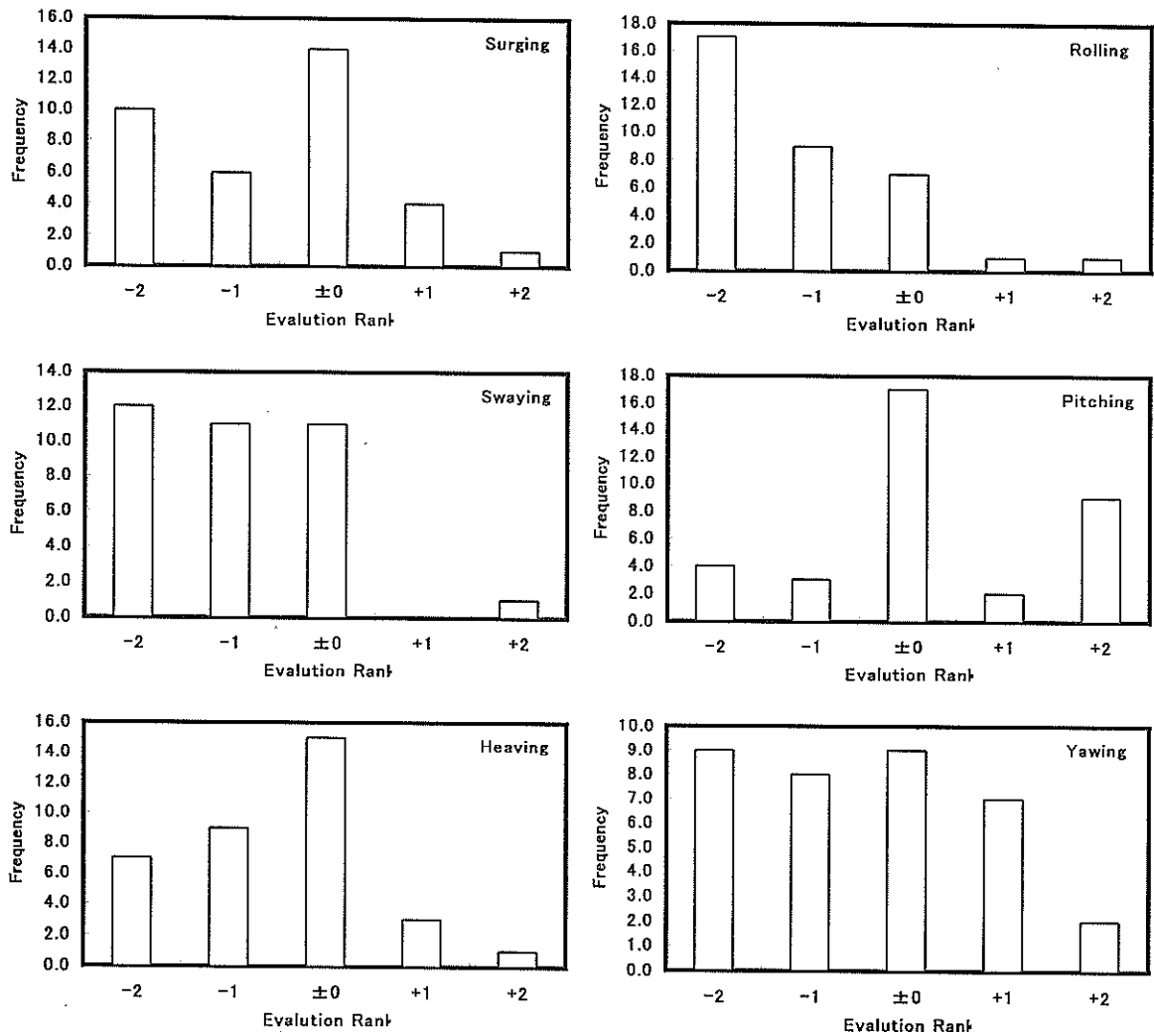


図-23 荷役会社判断による動揺成分ごとの判断指標の分布 (コンテナ船 (100%効率))

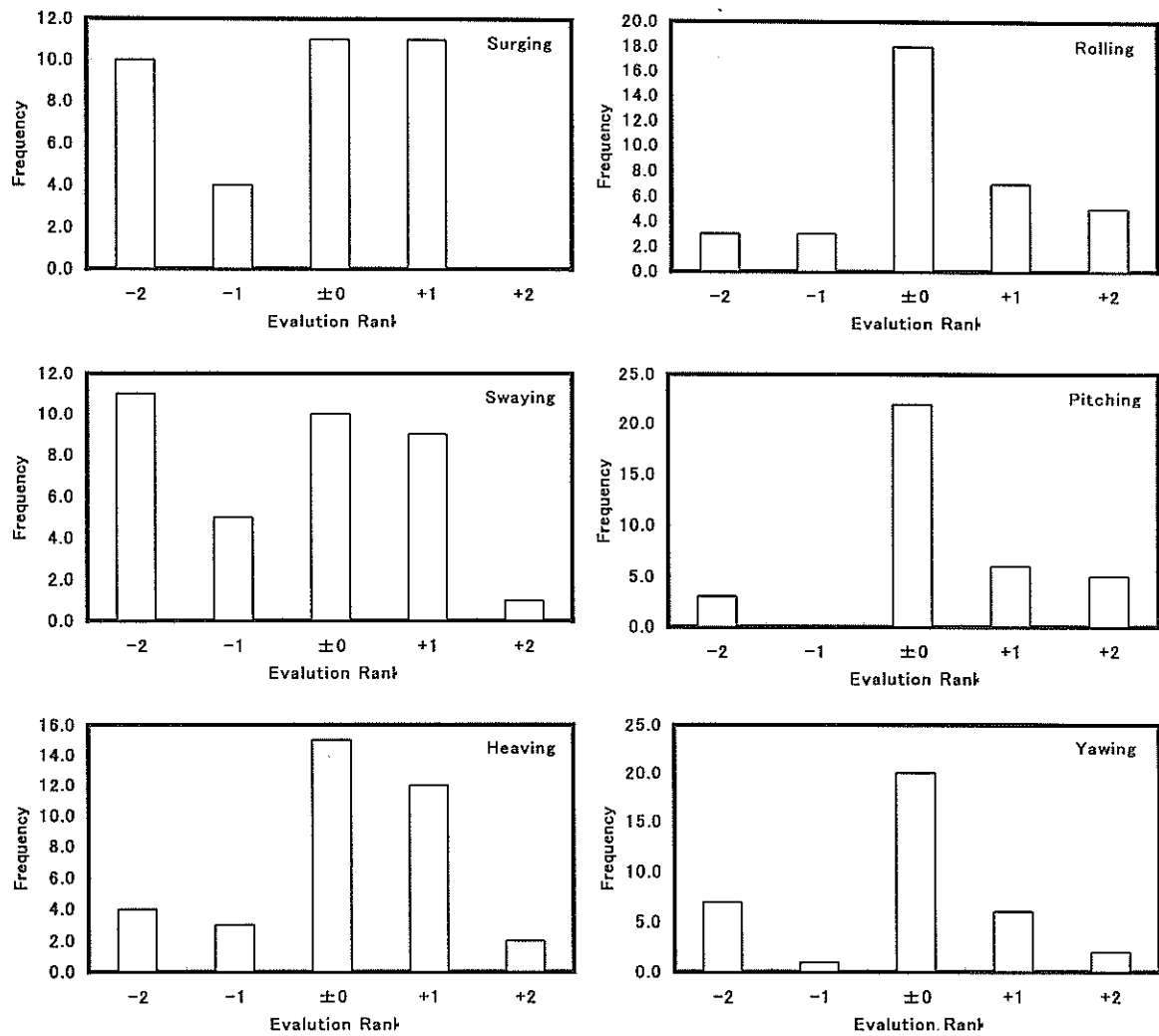


図-24 荷役会社判断による動揺成分ごとの判断指標の分布（中短距離フェリー）



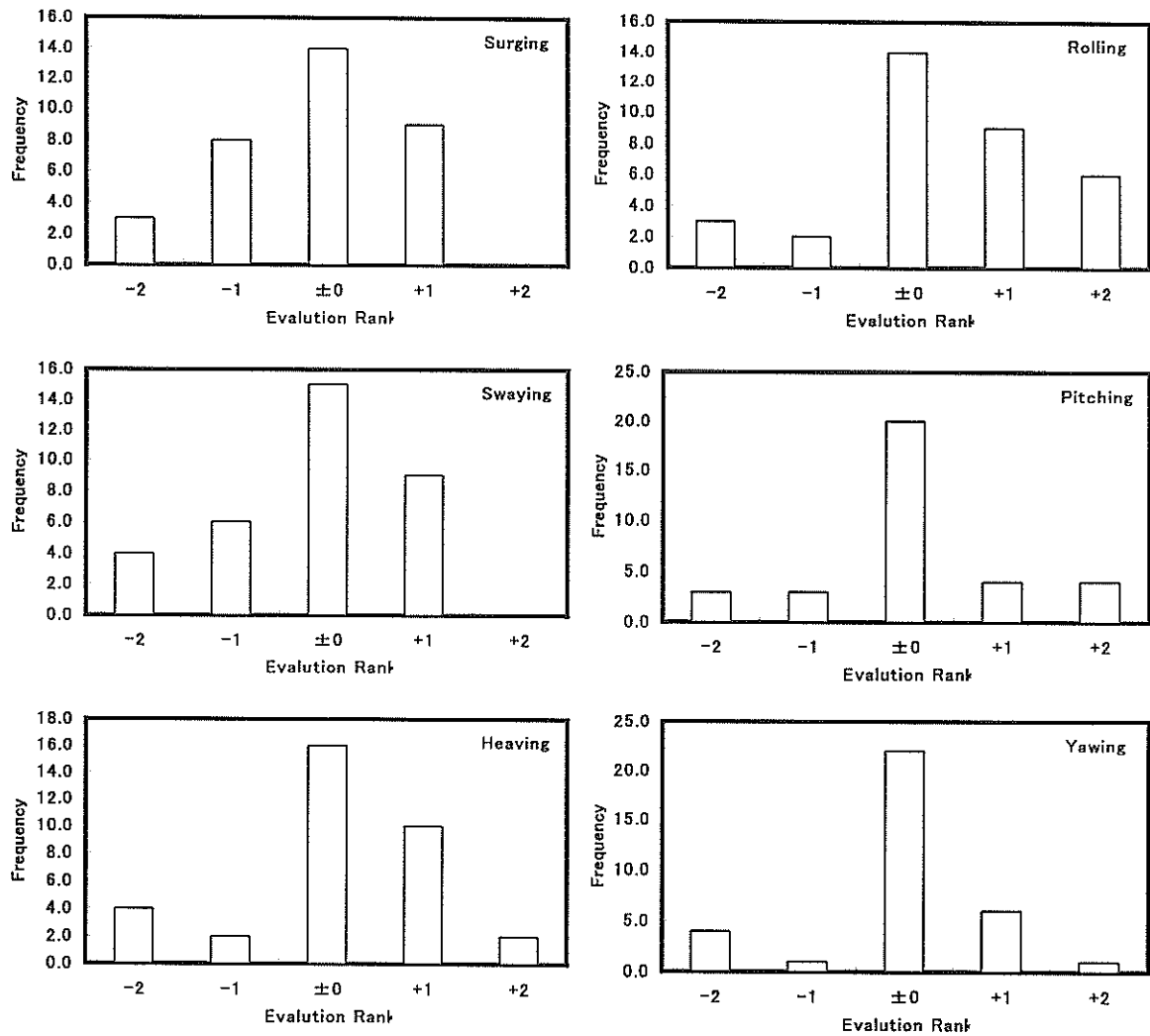


図-25 荷役会社判断による動揺成分ごとの判断指標の分布（長距離フェリー）

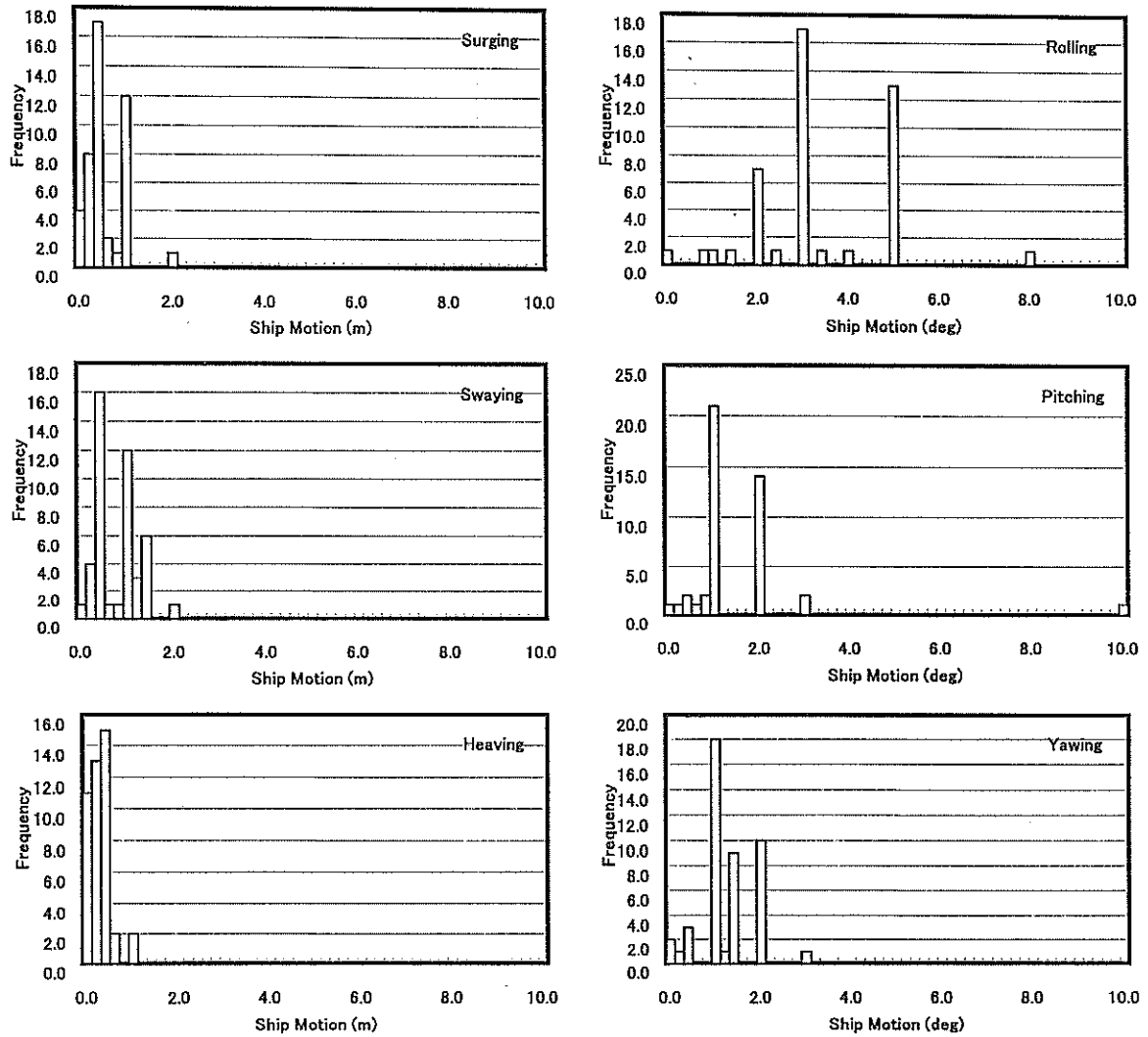


図-26 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の頻度分布 (コンテナ船 (荷役効率 50%))

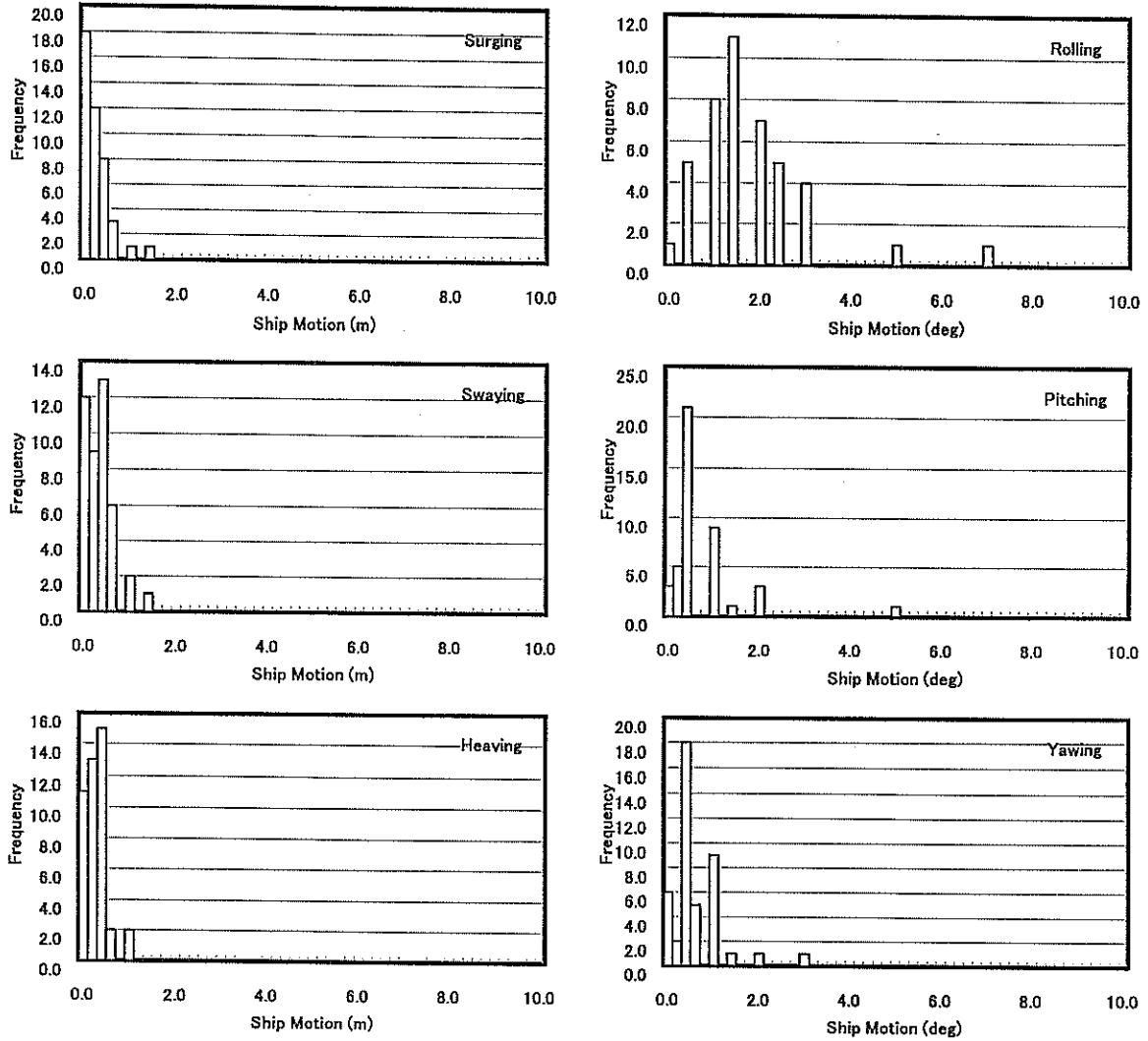


図-27 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の頻度分布（コンテナ船（荷役効率 100%））

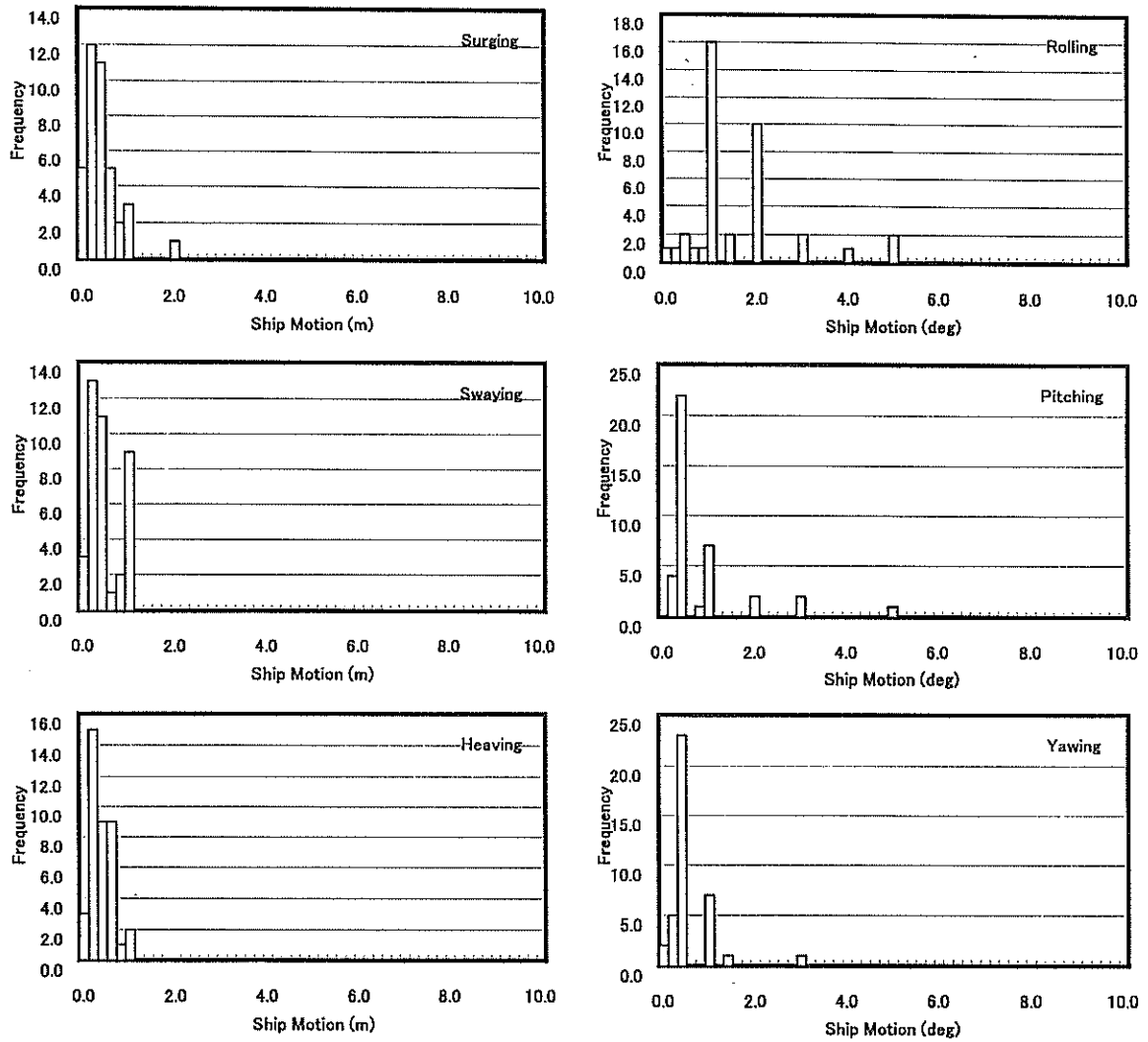


図-28 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の頻度分布（中短距離フェリー）

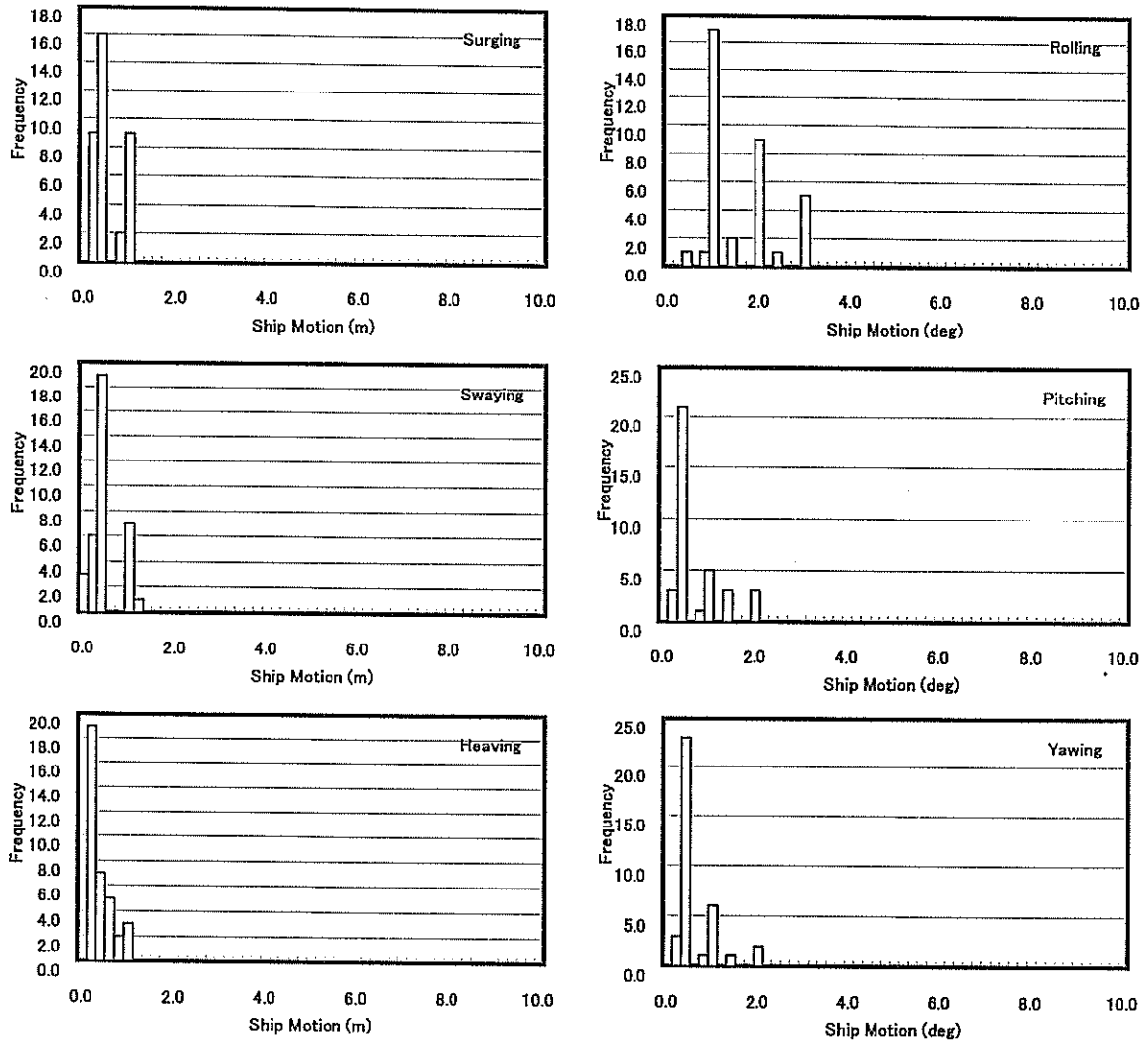


図-29 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の頻度分布（長距離フェリー）

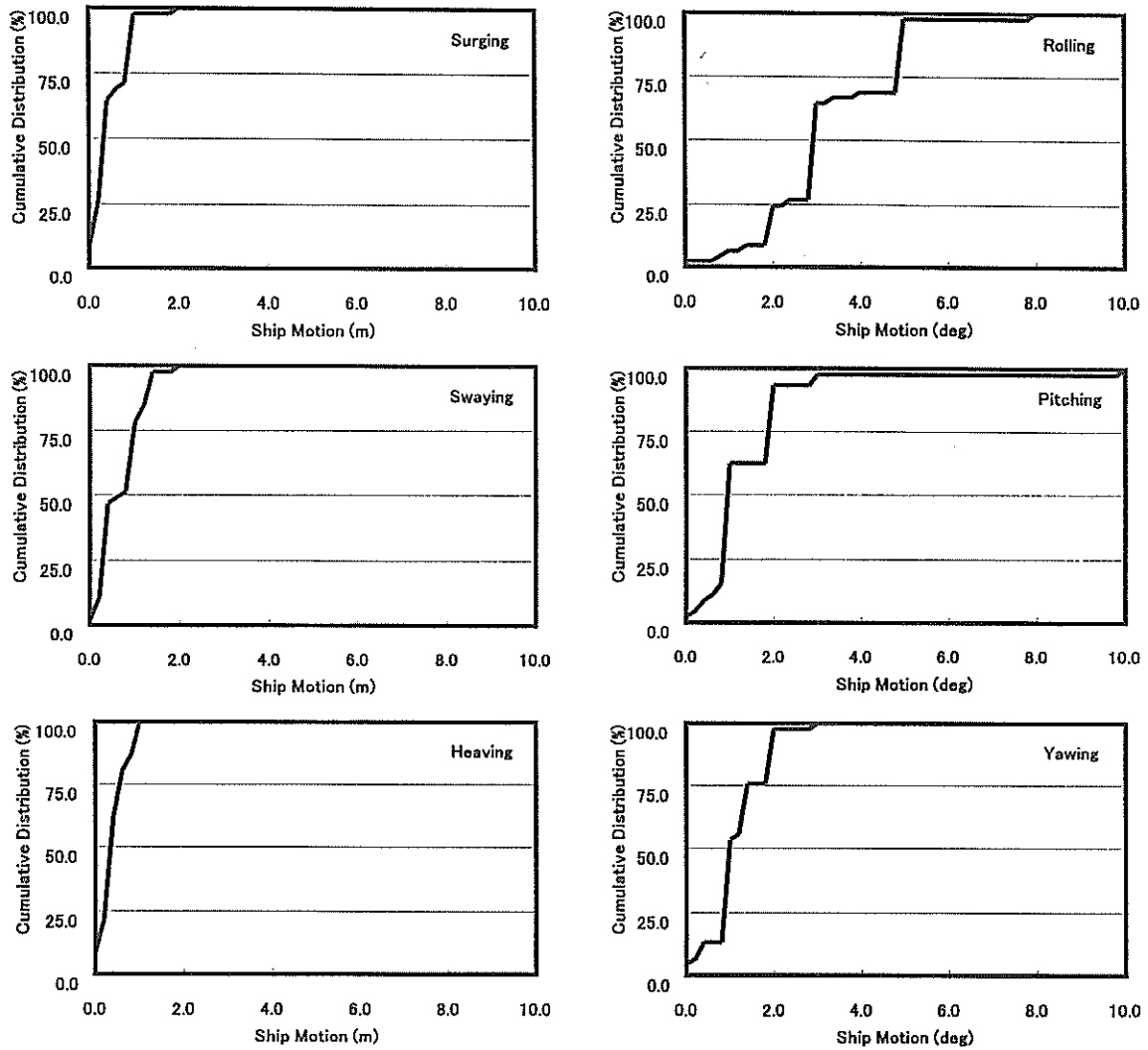


図-30 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の累積確率分布 (コンテナ船 (荷役効率 50%))

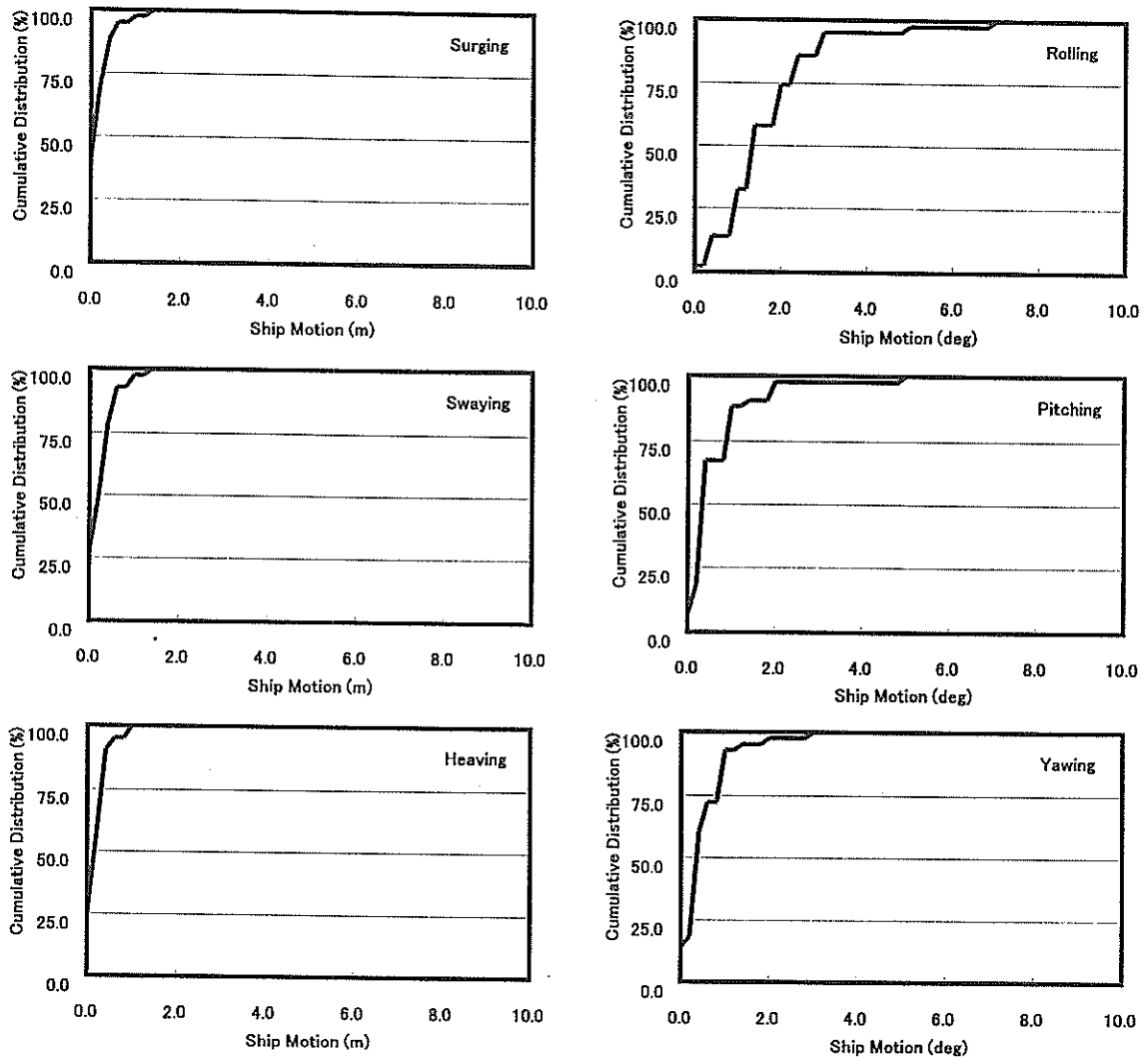


図-31 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の累積確率分布 (コンテナ船 (荷役効率 100%))

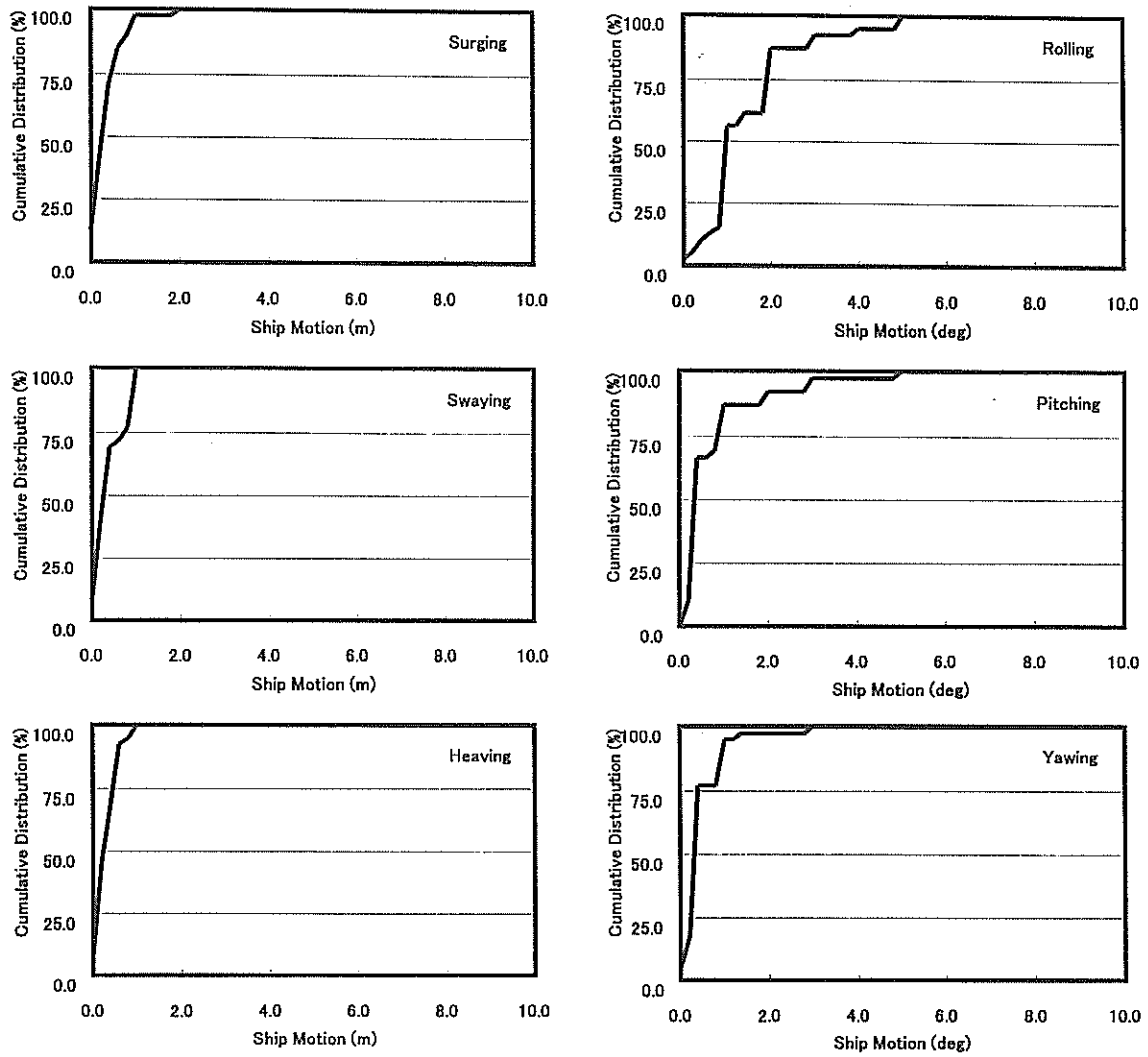


図-32 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の累積確率分布（中短距離フェリー）



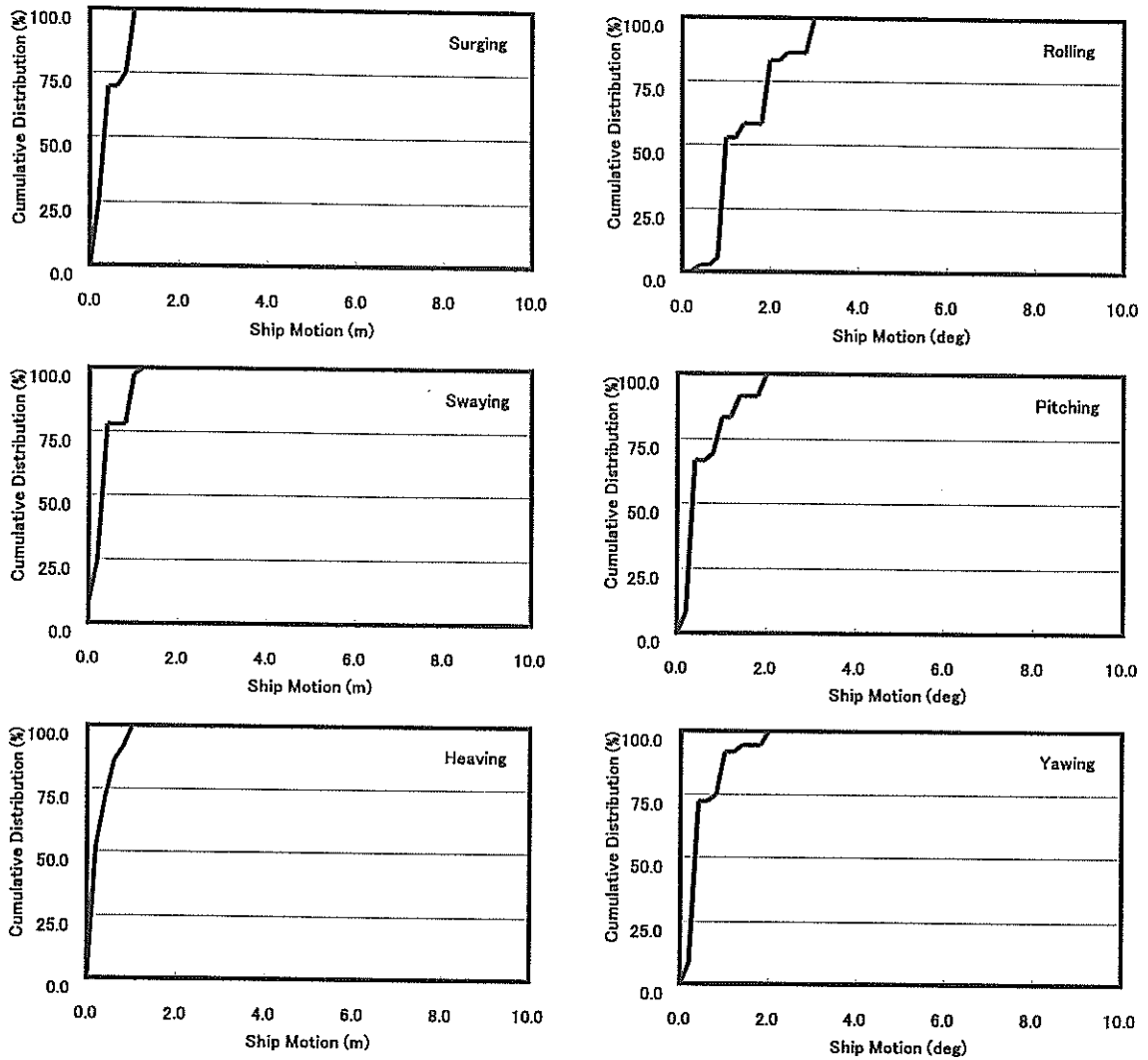


図-33 荷役会社判断による動揺成分ごとの荷役許容動揺量の累積確率分布（長距離フェリー）

表-17 荷役許容動揺量の分析結果

船種	動揺成分	暫定値	提案値	アンケート調査結果				PIANC
				平均値	累積頻度分布			
					25%	50%	75%	
コンテナ船 (50%効率)	Surge(m)	±1.0	±1.0	±0.60	±0.38	±0.52	±1.03	±1.00
	Sway(m)	+1.5	+1.0	+0.82	+0.48	+0.90	+1.18	+1.20
	Heave(m)	±0.6	±0.6	±0.54	±0.41	±0.54	±0.74	±0.60
	Roll(deg)	±5.0	±3.0	±3.36	±2.45	±3.12	±5.04	±3.00
	Pitch(deg)	±1.0	±1.0	±1.52	±1.04	±1.15	±2.08	±1.00
	Yaw(deg)	±1.5	±1.0	±1.28	±1.06	±1.18	±1.59	±0.75
コンテナ船 (100%効率)	Surge(m)	±0.5	±0.5	±0.29	±0.12	±0.26	±0.46	±0.50
	Sway(m)	+0.8	+0.5	+0.41	+0.18	+0.41	+0.57	+0.60
	Heave(m)	±0.4	±0.4	±0.32	±0.20	±0.36	±0.51	±0.40
	Roll(deg)	±2.5	±1.5	±1.80	±1.12	±1.54	±2.41	±1.50
	Pitch(deg)	±0.5	±0.5	±0.78	±0.43	±0.53	±1.07	±0.50
	Yaw(deg)	±0.8	±0.5	±0.67	±0.43	±0.55	±1.03	±0.50
中短距離 フェリー	Surge(m)	±0.4	±0.4	±0.46	±0.28	±0.45	±0.65	±0.30
	Sway(m)	+0.4	+0.5	+0.49	+0.30	+0.46	+0.92	+0.60
	Heave(m)	±0.3	±0.4	±0.43	±0.29	±0.43	±0.65	±0.30
	Roll(deg)	±1.0	±1.0	±1.58	±1.05	±1.17	±2.11	±1.00
	Pitch(deg)	±0.5	±0.5	±0.89	±0.45	±0.54	±1.06	±0.50
	Yaw(deg)	±0.5	±0.5	±0.62	±0.42	±0.51	±0.59	±0.50
長距離 フェリー	Surge(m)	±0.4	±0.4	±0.56	±0.40	±0.51	±1.00	±0.30
	Sway(m)	+0.4	+0.5	+0.52	+0.40	+0.49	+0.59	+0.60
	Heave(m)	±0.3	±0.4	±0.45	±0.29	±0.39	±0.64	±0.30
	Roll(deg)	±1.0	±1.0	±1.58	±1.08	±1.19	±2.13	±1.00
	Pitch(deg)	±0.5	±0.5	±0.77	±0.46	±0.54	±1.08	±0.50
	Yaw(deg)	±0.5	±0.5	±0.68	±0.45	±0.53	±1.00	±0.50

ンク0に集中しており、荷役許容動揺量の暫定値は荷役会社によって判断される荷役許容動揺量とほぼ同等であると考えられる。第二に、荷役会社によって判断される荷役許容動揺量のまとめである。図-26 から図-29 は船体動揺成分ごとの荷役会社が判断する荷役許容動揺量の頻度分布図を、図-30 から図-33 は累積確率分布を示す。荷役許容動揺量の提案値は、上述の判断指標による暫定値の判定結果が大または小の偏りをもつ場合には、極端な数値の影響を防ぐため累積確率分布の50%値を荷役許容動揺量の提案値とする。表-17 は上述の方法により求めた荷役許容動揺量の提案値およびアンケート調査票の分析結果を示す。

## 6. 荷役許容動揺量の提案

以上により、得られたコンテナ船およびフェリーの荷役許容動揺量の提案値を表-18 に示す。

表-18 荷役許容動揺量の提案値

	コンテナ船 (50%効率)	コンテナ船 (100%効率)	中短距離 フェリー	長距離 フェリー
Surge(m)	±1.0	±0.5	±0.4	±0.4
Sway(m)	+1.0	+0.5	+0.5	+0.5
Heave(m)	±0.6	±0.4	±0.4	±0.4
Roll(deg)	±3.0	±1.5	±1.0	±1.0
Pitch(deg)	±1.0	±0.5	±0.5	±0.5
Yaw(deg)	±1.0	±0.5	±0.5	±0.5

## 7. 結論

本研究では、港湾の静穏度指標としての荷役許容動揺量について議論した。対象とした船種はコンテナ船およびフェリーであり、コンテナ船(荷役効率50%時)、コンテナ船(荷役効率100%時)、中短距離フェリーおよび長距離フェリーについて長周期波をも考慮した動揺数値シミュレーションおよび荷役会社に対して行われたアンケート調査に基づいて荷役許容動揺量を提案した。

荷役許容動揺量の提案値は PIANC の荷役許容動揺

量とほぼ同程度である。ただし、スウェーデンについてはどの船種についても PIANC の提案値と比較して荷役許容動揺量は小さくなった。PIANC のとりまとめの作業の中では、我が国からは上田・白石（1988）の調査結果に基づいて一般貨物船、穀物運搬船、鉱石運搬船、タンカーについての荷役許容動揺量を提案し、これらがそのレポートの中でほぼ取り入れられる形になっている。しかしながら、今回検討したコンテナ船、フェリーに対するデータはその当時無く、ヨーロッパにおける提案値が採用される形となった。しかしながら、その調査は今回行った程には系統だてられたものではなく、今回の調査結果は、我が国の実態を反映させて提案されたものであることから、今後の港湾計画の改訂等においては本提案に基づく荷役許容動揺量を用いるのが良いと考えられる。

（2003 年 5 月 12 日受付）

#### 謝辞

本研究中で行ったアンケート調査票による調査は各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局および全国荷役会社の協力により実施された。ここに記することにより、ご協力いただいた関係各位に感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 上田茂・白石悟(1983):係留船舶の動揺計算法とその評価, 港湾技術研究所報告, 第 22 巻第 4 号, pp.181-218.
- 上田茂(1984):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, 372p.
- 関西造船協会(1983):造船設計便覧 (第 4 版), 海文堂, 1036p.
- 平石哲也(1999):長周期波のエネルギーレベルとそれによる荷役稼働率の推定, 港湾技研資料, No.934, 17p.
- PIANC (1995) : Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours – A Practical Guide –, *Report of Working Group No.24 of the Permanent Technical Committee II*.
- Burrn, P. (1981a) : Breakwater or Mooring System ?, *The Dock & Harbour Authority*, pp.126-129.
- Burrn, P. (1981b) : Port Engineering, Third Edition, *Gulf Publishing*, pp.350-351.
- Ueda, S. and Shiraishi, S. (1988) : The Allowable Ship Motions for Cargo Handling at Wharves, *Rept. Port*



## バース運用状況・記録用紙

(分かる範囲で記入して下さい)

港名		港		棧橋・岸壁名			
船舶名				船籍			
全長 LOA		m	型幅 B	m	総トン数	GT	
垂線間長 LPP		m	型深 D	m	載荷重量トン数	DWT	
喫水 (荷役初期)	船首	m	KG	m	GM	m	船舶の着棧舷 (○をする)
	船尾	m	MID-G	m	排水量	t	
喫水 (荷役中断)	船首	m	KG	m	GM	m	右舷付け 左舷付け
	船尾	m	MID-G	m	排水量	t	
日時 (月日時を記入)		港外波浪		港内波浪(目視)および風			
		H1/3	T1/3	H1/3	T1/3	風向	平均風速
港外到着時		m	s	m	s	m/s	
着棧・着岸時		m	s	m	s	m/s	
荷役開始時		m	s	m	s	m/s	
荷役中断時		m	s	m	s	m/s	
港外避泊時		m	s	m	s	m/s	
荷役再開時		m	s	m	s	m/s	
荷役終了時		m	s	m	s	m/s	
出港時		m	s	m	s	m/s	
係留中に発生した船体動揺の日時・振幅・周期、その他特記事項							
日時							
	振幅	周期	振幅	周期	振幅	周期	振幅
前後揺(m)	m	s	m	s	m	s	m
左右揺(m)	m	s	m	s	m	s	m
上下揺(m)	m	s	m	s	m	s	m
横揺(°)	°	s	°	s	°	s	°
縦揺(°)	°	s	°	s	°	s	°
船首揺(°)	°	s	°	s	°	s	°
船体動揺に関する特記事項							
気象海象概況での特記事項							

(注) 船体動揺は前後方向、および左右方向の水平運動が1~3分程度になる傾向があるので、特にこのような長周期の動揺に注目して記入して下さい。

(注2) MID-Gは船尾側を-とする。

係留索の状況(係留索の取り方を記入の上、係留索番号をつけて下さい)  
 防舷材の状況(船体に接触している防舷材を記入して下さい)



(注) 棧橋上の係船柱の番号も図に付記していただければありがたいです

番号	材質	索係	破断の有無・時間	交換の有無・時間	増取の有無・時間
①		mm			
②		mm			
③		mm			
④		mm			
⑤		mm			
⑥		mm			
⑦		mm			
⑧		mm			
⑨		mm			
⑩		mm			
⑪		mm			
⑫		mm			
⑬		mm			
⑭		mm			
⑮		mm			
⑯		mm			
⑰		mm			
⑱		mm			
⑳		mm			

係留索の状況に関する特記事項

防舷材の状況

付録B 荷役許容動揺量アンケート票

港湾荷役の限界動揺量に関する調査

1. ご回答者の港湾名などをご記入下さい。

都道府県		港湾名	
------	--	-----	--

2. 貴社で実施の荷役作業について、主たる船種、品目、荷役方式について、別紙アンケート回答コード表のコード番号をご記入下さい（複数記入可）。該当する船舶が無い項目については記入しないで下さい。

船種コード: 船種	船型	品目	荷役方式
4: コンテナ船			
7: 中短距離フェリー			
8: 長距離フェリー			

3. 貴社実施の荷役作業において自然条件が原因で荷役中断が生じたことがある場合、その主たる原因とその順位および頻度（概略の数値で結構です）についてご記入下さい。なお、荷役中断の原因は、下記のコードから選んで下さい。

順位	荷役中断の原因	荷役中断の頻度 (回/年)	年間の荷役実施船舶数 (隻/年)
1			
2			
3			
4			
5			

荷役中断原因コード
1: 波浪
2: 強風
3: 雨または雪
4: 霧
5: その他(その他の場合は理由を記入して下さい: )

4. 設問3において、波浪による船舶の動揺が原因で荷役中断が生じた事例があると回答された方は以下の質問にお答え下さい。

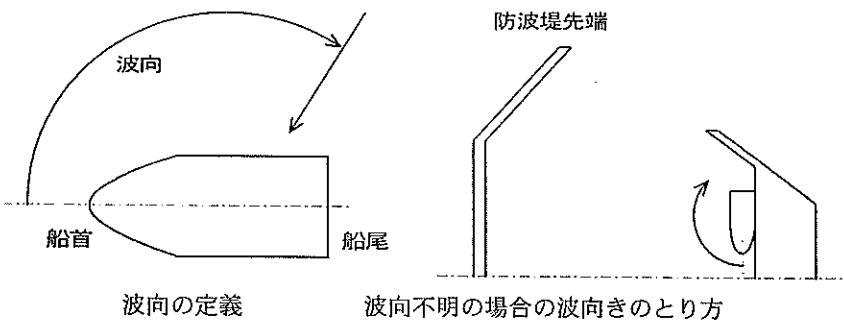
以下、荷役中断が生じたバース名および荷役中断が生じた際の波高（バース前面）、風速、船種、船型、品目、荷役方式等についてご記入下さい。なお、別途荷役中断の一覧表がある場合は、以下の表のかわりに関連資料を提出していただいても結構です。

a. 風波による場合（船種、船型、品目、荷役方式は別紙に示すコードを記入して下さい。）

バース名	波高		周期		波向		平均風速	船種	船型	品目	荷役方式
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			
	約	cm	約	秒	約	度	約	m/s			

b. うねりまたは長周期波による場合（船種、船型、品目、荷役方式は別紙に示すコードを記入して下さい。）

バース名	波高		周期		波向		船種	船型	品目	荷役方式
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				
	約	cm	約	秒	約	度				



(注) 波向は左図に示すように、船首から時計回りに測った角度で記入して下さい。波向が不明の場合は、船体中心と防波堤の先端を結んだおおよその角度を記入して下さい。



5. 現地の荷役中断事例を解析して、港湾荷役における船舶の荷役限界動揺量として、船種別に以下の数値を求めました。下記の数値について、貴社の荷役の状況と比較して、ご意見を回答下さい。質問は船種別（2種、コンテナ船、フェリー）となっています。なお、貴社において、該当船舶がない場合には、該当船舶の有無の欄に「レ」を記入の上、次の船種に進んで下さい。「貴社における判断」の欄には下記の「荷役限界動揺量の判断コード」から該当するものを選んで○を付けて下さい。また、これとは別に貴社における荷役限界動揺量の数値をご記入下さい。

船種	動揺成分					
	サージ(m)	スウェイ(m)	ヒープ(m)	ロール(deg)	ピッチ(deg)	ヨウ(deg)
コンテナ船(50%)	±1.0	+1.5	±0.6	±5.0	±1.0	±1.5
コンテナ船(100%)	±0.5	+0.75	±0.4	±2.5	±0.5	±0.75
フェリー	±0.4	+0.4	±0.3	±1.0	±0.5	±0.5

(注) スウェイについては船体が、係船岸から離れる量を記載しています。その他の成分については、動揺の振幅を示しています。

例：ヒープ±0.6：上下方向に-0.6m～+0.6mの範囲、すなわち、1.2mの振幅の動揺をしていることを示します。

① コンテナ船（荷役効率 50%：荷役のスピードは低下するが荷役が実施できるレベル）

該当船舶の有無（下の空欄にレ印を付けて下さい。）

有		無	
---	--	---	--

「無」とお答えの場合は次の船種にお進みください。

貴社における代表的な船型、品目、荷役方式についてコード番号をご記入ください。

船型コード		品目コード		荷役方式コード	
-------	--	-------	--	---------	--

動揺成分	荷役限界動揺量の提案値	貴社における判断					貴社において荷役限界と 思われる動揺量	
		-2	-1	±0	+1	+2		
サージ	±1.0m	+	+	+	+	+	±	m
スウェイ	+1.5m	+	+	+	+	+	+	m
ヒープ	±0.6m	+	+	+	+	+	±	m
ロール	±5.0°	+	+	+	+	+	±	°
ピッチ	±1.0°	+	+	+	+	+	±	°
ヨウ	±1.5°	+	+	+	+	+	±	°

荷役限界動揺量の判断コードより該当するものに○印を付けて下さい。 数値をご記入ください。

② コンテナ船 (荷役効率 100% : 荷役のスピードが低下することなく実施できるレベル)

該当船舶の有無 (下の空欄にレ印を付けて下さい。)

有		無	
---	--	---	--

「無」とお答えの場合は次の船種にお進みください。

貴社における代表的な船型、品目、荷役方式についてコード番号をご記入ください。

船型コード		品目コード		荷役方式コード	
-------	--	-------	--	---------	--

動揺成分	荷役限界動揺量の提案値	貴社における判断					貴社において荷役限界と 思われる動揺量	
		-2	-1	±0	+1	+2		
サージ	±0.5m	-	-	±	+	+	±	m
スウェイ	+0.75m	-	-	±	+	+	+	m
ヒーブ	±0.4m	-	-	±	+	+	±	m
ロール	±2.5°	-	-	±	+	+	±	°
ピッチ	±0.5°	-	-	±	+	+	±	°
ヨウ	±0.75°	-	-	±	+	+	±	°

荷役限界動揺量の判断コードより該当するものに○印を付けて下さい。

数値をご記入ください。

③ 中短距離フェリー (航海距離 300km 未満)

該当船舶の有無 (下の空欄にレ印を付けて下さい。)

有		無	
---	--	---	--

「無」とお答えの場合は次の船種にお進みください。

貴社における代表的な船型、品目、荷役方式についてコード番号をご記入ください。

船型コード		品目コード		荷役方式コード	
-------	--	-------	--	---------	--

動揺成分	荷役限界動揺量の提案値	貴社における判断					貴社において荷役限界と 思われる動揺量	
		-2	-1	±0	+1	+2		
サージ	±0.4m	-	-	±	+	+	±	m
スウェイ	+0.4m	-	-	±	+	+	+	m
ヒーブ	±0.3m	-	-	±	+	+	±	m
ロール	±1.0°	-	-	±	+	+	±	°
ピッチ	±0.5°	-	-	±	+	+	±	°
ヨウ	±0.5°	-	-	±	+	+	±	°

荷役限界動揺量の判断コードより該当するものに○印を付けて下さい。

数値をご記入ください。

④ 長距離フェリー（航海距離 300km 以上）

該当船舶の有無（下の空欄にレ印を付けて下さい。）

有		無	
---	--	---	--

「無」とお答えの場合は次の船種にお進みください。

貴社における代表的な船型、品目、荷役方式についてコード番号をご記入ください。

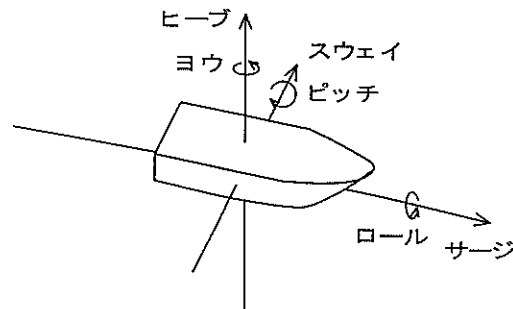
船型コード		品目コード		荷役方式コード	
-------	--	-------	--	---------	--

動揺成分	荷役限界動揺量の提案値	貴社における判断					貴社において荷役限界と 思われる動揺量	
		-2	-1	±0	+1	+2		
サージ	±0.4m	-	-	±	+	+	±	m
スウェイ	+0.4m	-	-	±	+	+	+	m
ヒーブ	±0.3m	-	-	±	+	+	±	m
ロール	±1.0°	-	-	±	+	+	±	°
ピッチ	±0.5°	-	-	±	+	+	±	°
ヨウ	±0.5°	-	-	±	+	+	±	°

荷役限界動揺量の判断コードより該当するものに○印を付けて下さい。

荷役限界動揺量の判断コード	
+2	: 当港または当社の荷役限界動揺量はここで提示されている数値よりかなり大きい。 (提示されている数値の概ね 1.5 倍以上である。)
+1	: ここで提示されている数値よりやや大きい。
±0	: ほぼ同程度と考えられる。
-1	: 荷役限界動揺量はここで提示されている数値よりやや小さい。
-2	: ここで提示されている数値と比較するとかなり小さい。 (提示されている数値の概ね 0.7 倍以下である。)

- 備考：動揺成分について、
- サージ：前後動
  - スウェイ：左右動
  - ヒーブ：上下動
  - ロール：横揺れ
  - ピッチ：縦揺れ
  - ヨウ：船首揺れ



6. 最後に会社名、記入者名をご記入下さい。

社名等		所属、役職		氏名	
電話		ファクシミリ		E-mail	
住所					

## アンケート回答コード表

以下のコード表は設問2，4および5の回答に使用します。

船種コード

船種コード	船種
1	一般貨物船
2	穀物運搬船
3	鉱石運搬船
4	コンテナ船
5	油槽船(石油タンカー、LPG船、LNG船)
6	カーキャリアー
7	中短距離フェリー
8	長距離フェリー
9	その他(旅客船、漁船、貨客船、作業船など)

船型コード

船型コード	船型 (GT)
1	～ 999
2	1,000 ～ 2,999
3	3,000 ～ 9,999
4	10,000 ～ 29,999
5	30,000 ～ 49,999
6	50,000 ～ 99,999
7	100,000 ～

品目コード

品目コード	品目
1	農畜産品
2	水産品
3	林産品
4	石炭
5	鉱石、原塩
6	砂利、砂、石材
7	原油
8	金属製品
9	機械類
10	窯業品
11	石油製品
12	化学薬品
13	軽工業品
14	雑工業品
15	その他

荷役方式コード

荷役方式コード	荷役方式
1	ガントリークレーン(陸上クレーン)
2	グラブ
3	シューター
4	ベルトコンベア
5	チクサンジョイント(パイプ荷役)
6	本船デリック
7	船上クレーン
8	船尾、船側開口
9	ニューマチックアンロダー
10	その他

港湾空港技術研究所資料 No.1055

2003.9

編集兼発行人 独立行政法人港湾空港技術研究所

発行所 独立行政法人港湾空港技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号  
TEL. 046(844)5040 URL. <http://www.pari.go.jp/>

印刷所 野崎印刷紙器株式会社

Copyright © (2003) by PARI

All rights reserved. No part of this book must be reproduced by any means without the written permission of the President of PARI.

この資料は、港湾空港技術研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複写は港湾空港技術研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。