

第118研究部会
大型鉱石運搬船の船体各部
応力に関する実船試験
報 告 書

昭和45年3月

社 団 法 人

日 本 造 船 研 究 協 会

大型鉱石運搬船の船体各部応力に関する実船試験

目 次

は し が き	1
1. ま え が き	2
2. 試 験 の 概 要	3
2.1 試 験 船	3
2.2 試験期間、航路および計測員	3
2.3 計測項目および計測位置	4
2.4 計測装置	8
2.5 計測方法	12
2.6 理論計算	13
3. 試験結果	15
3.1 気象、海象	15
3.2 応力短期分布(1)	58
3.3 応力短期分布(2)	77
3.4 応力長期分布	102
3.5 八雲丸の動的応力頻度分布	103
3.6 荷積み時静的応力	121
3.7 静的応力計算	142
3.8 動的応力計算	147
3.9 波浪水圧	148
3.10 背波水圧	149
4. 試験結果の考察	151
4.1 縦応力の実測と計算	151
4.2 振動応力	152
4.3 荷積み、卸し時の応力変動	152
4.4 航海中の横応力、局部応力	153
4.5 計 器	153
5. あ と が き	154

2. 試験の概要

2.1 試験船

本年度計測対象とした試験船八雲丸および昭武丸の主要々目を表 2.1-1 に示す。各船の外観を図 2.1-1 および図 2.1-2 に示す。

表 2.1-1 試験船要目

		八 雲 川 丸	昭 武 丸
船 種		Bulk Carrier	Bulk Carrier
L p.p (m)		220.00	23.622
B mld (m)		32.20	31.852
D mld (m)		18.50	18.745
D.W. (T)		64880	63420
船 主		川崎汽船(株)	昭和海運(株)
竣 工		昭4 2.1 0.2 5	昭4 1.1 2.1

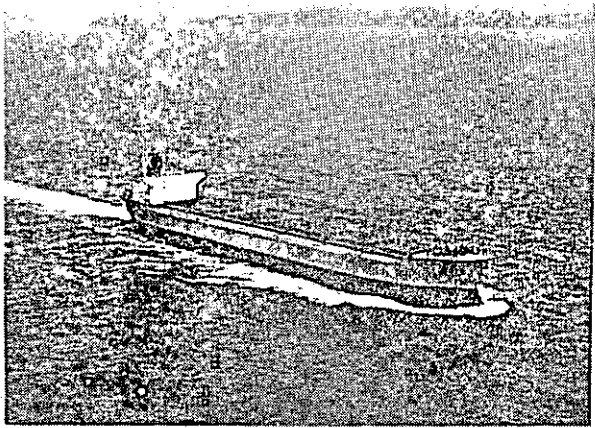


図 2.1-1 八雲丸

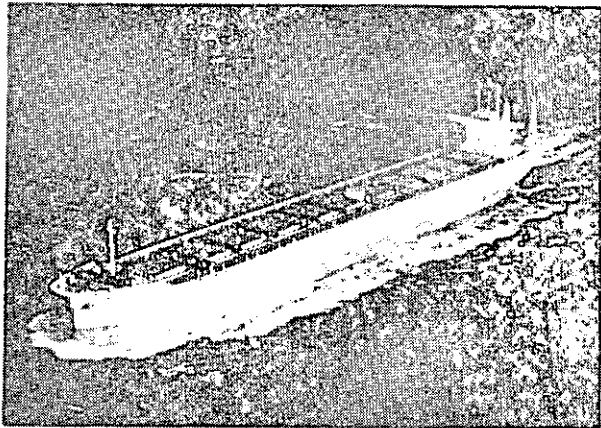


図 2.1-2 昭武丸

2.2 試験期間、航路および計測員

八雲丸の試験期間および航路は次の通りである。

第1次航(図 2.2-1)

昭和44年	8月28日	相 生	発
	9月 6日	ワイバ(オーストラリア)	着
	9月 7日	"	発
	10月14日	エムデン(西ドイツ)	着
	10月22日	"	発
	11月 4日	ノーホーク(アメリカ)	着
	11月 6日	"	発
	11月 6日	ニューポートニュース(アメリカ)	着
	11月 7日	"	発
	12月10日	水 島	着

第2次航

昭和44年	12月14日	水 島	発
	12月24日	ポートヘッドランド(オーストラリア)	着
	12月26日	"	発

昭和45年	1月27日	セント（オランダ）	着
	2月4日	“	発
	2月15日	ノーホーク（アメリカ）	着
	3月1日	“	発
	3月1日	ニューポートニュース（アメリカ）	着
	3月2日	“	発
	4月1日	千葉	着

昭武丸の試験期間および航路は次の通りである。

第1次航（図 2.2-2）

昭和44年	11月20日	横浜	発
	12月15日	サンニエラス（ペルー）	着
	12月17日	“	発
45年	1月15日	戸畑	着
	1月17日	“	発
	1月18日	堺	着
	1月20日	“	発

第2次航（図 2.2-3）

昭和45年	1月20日	堺	発
	2月2日	ポートヘッドランド（オーストラリア）	着
	2月3日	“	発
	2月15日	福山	着

各計測実験における乗船計測員は次の10名であつた。

八雲川丸	第1次	船舶技術研究所	清水 誠
		川崎重工(株)	大石 智也
	第2次	船舶技術研究所	谷 政明
		川崎重工(株)	大山 綱之
昭武丸	第1次	東大生産技術研究所	能勢 義昭
		船舶技術研究所	竹本 博安
		日本鋼管(株)鶴見造船所	中村 義二
	第2次	船舶技術研究所	直井 保
		日本海事協会	菊入 博昭
		日本鋼管(株)鶴見造船所	楠原 泰四郎

2.3 計測項目および計測位置

計測項目としては

- 1) 波浪中航走時の船体各部の動的応力
- 2) 荷役時の船体各部の静的応力

に重点をおき、このほか

- 3) 気象、海象（ログブックおよび目視観測による）
- 4) 船体動揺（動揺計による）

の計測も行ない。さらに昭武丸においては

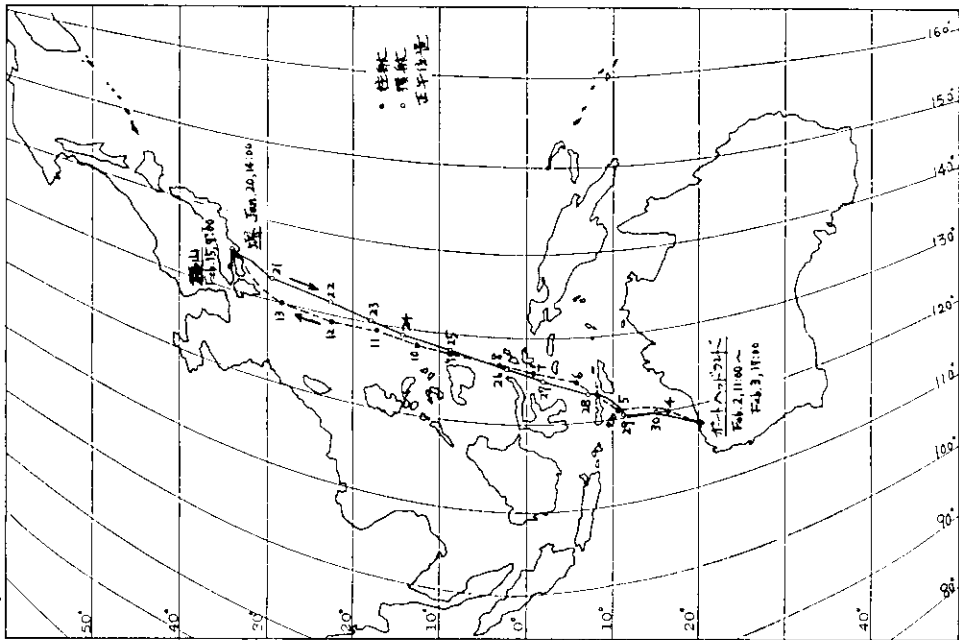


図 2.2-3 昭武丸第 2 次航路

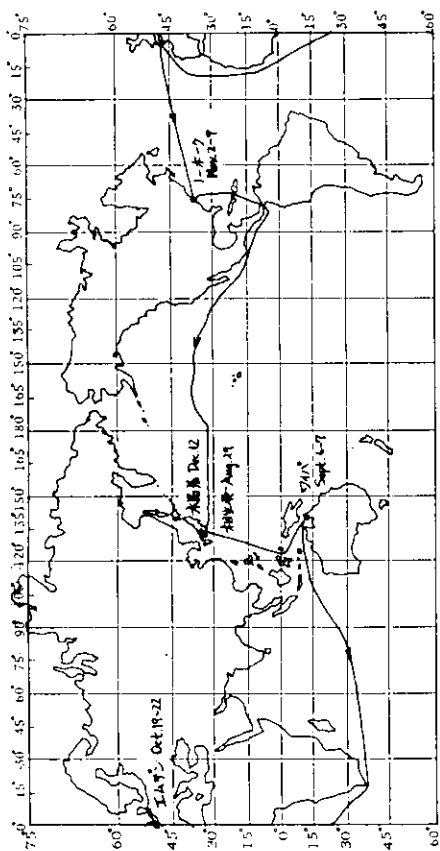


図 2.2-1 八雲丸第 1 次航路 (日本→オーストラリア→ドイツ→アメリカ)

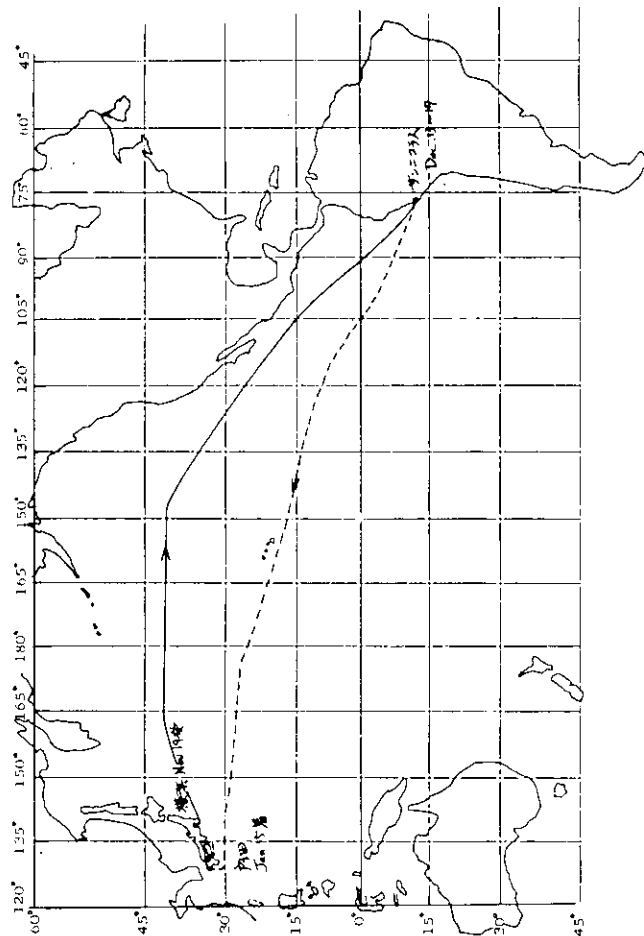


図 2.2-2 昭武丸第 1 次航路

(5) 荷波による甲板水圧

の計測も行なつた。

八雲丸における応力計測点は表 2.3 - 1 および図 2.3 - 1 ~ 4 に示す通り、動的計測 10 点、静的計測 22 点合計 32 点である。

表 2.3 - 1 八雲丸計測点

	動的計測		静的計測	
	計測点	数	計測点	数
上甲板	①、② 頻度計用	3	U 1 ~ U 4	4
船倉内 (No.4 C.H.)	③、④、⑤	3	4H 1 、 4H 2	2
			S 1 ~ S 4	4
二重底内	⑥、⑦、⑧、⑨	4	D 3 ~ D 5 (P & S)	6
			F 6 ~ D 8 (A & F)	6
計		10		22

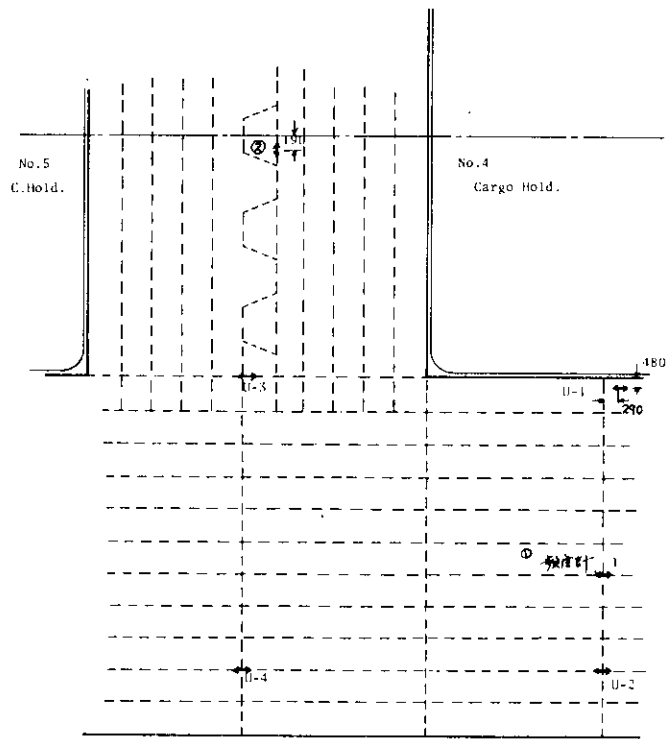


図 2.3 - 1 八雲丸上甲板応力計測位置

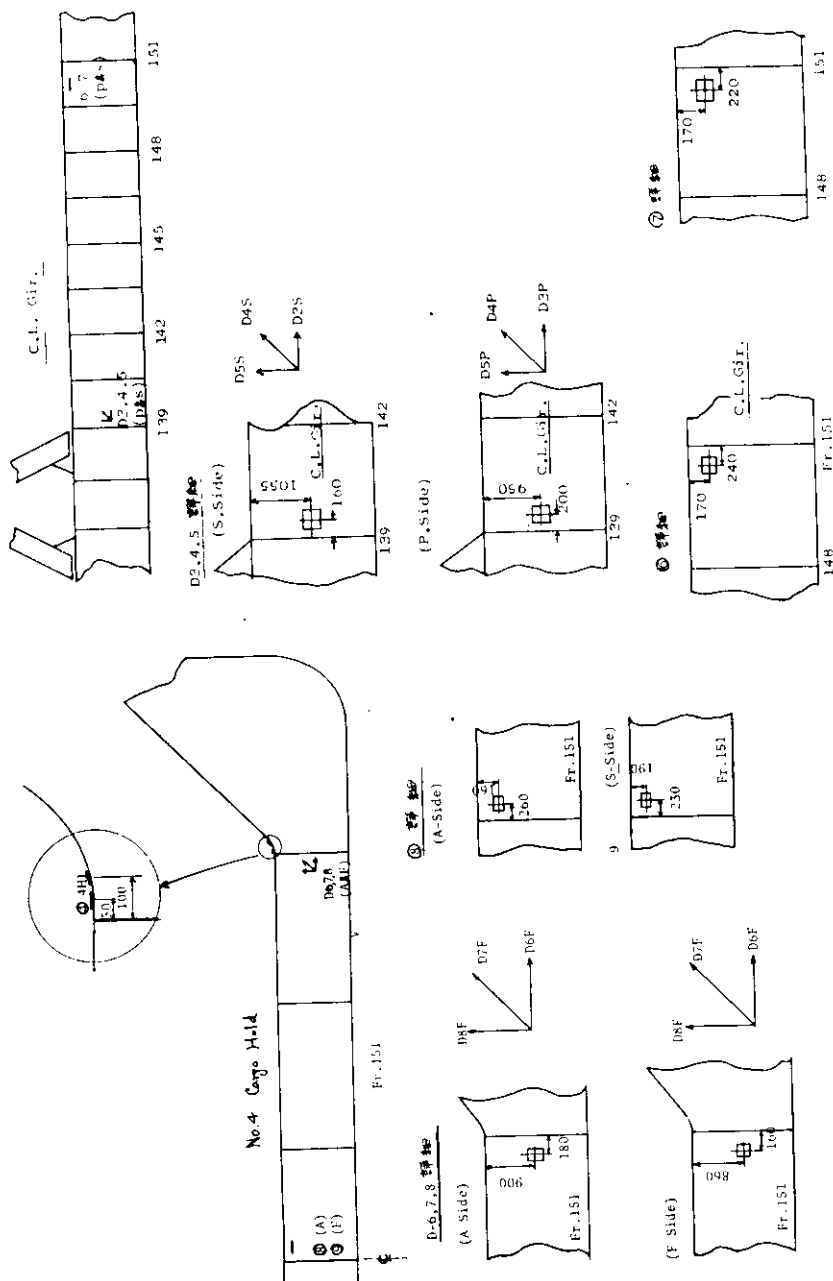
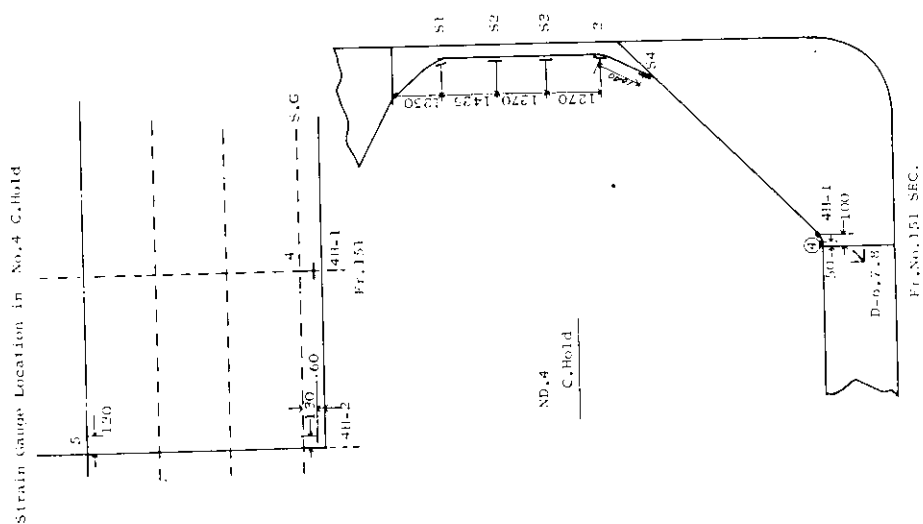


圖 2-2 入鏡川地質圖 二重底内比力計測位置

图 2.3-3 入雲川坑二重設計測位置

图 2.3-4 八發川丸箱内心方番測位置

昭武丸における応力計測点は表 2.3 - 2 および図 2.3 - 5 ~ 10 に示す通り、動的計測 32 点、静的計測 89 点、合計 121 点である。図 2.3 - 11 に船倉内フレーム計測点の準備状況を示す。

表 2.3 - 2 昭武丸計測点

	動的計測		静的計測	
	計測点	数	計測点	数
上甲板	DD1 ~ DD12 √E 計、頻度計	14	SD1 ~ SC5	5
二重底 (No. 4, C.H)	DB1、DB2	2	SB1 ~ SB6	6
二重底内 (")	DL1 ~ DL3 (A&F)	6	SL1 ~ SL7 (A&F)	14
	DG1 ~ DG3 (P&S)	6	SG1 ~ SG11 (P&S)	22
			SW1 ~ SW3 (A&F)	6
倉内横肋骨	DF1、DF2 (P&S)	4	SF1 ~ SF4	4
			SF5 ~ SF11 (A&F)	14
船側外板			SS1 ~ SS3 (P&S)	6
			SS4 ~ SS6	3
			SS7 ~ SS9 (P&S)	6
			SS10 ~ SS11	3
計		32		89

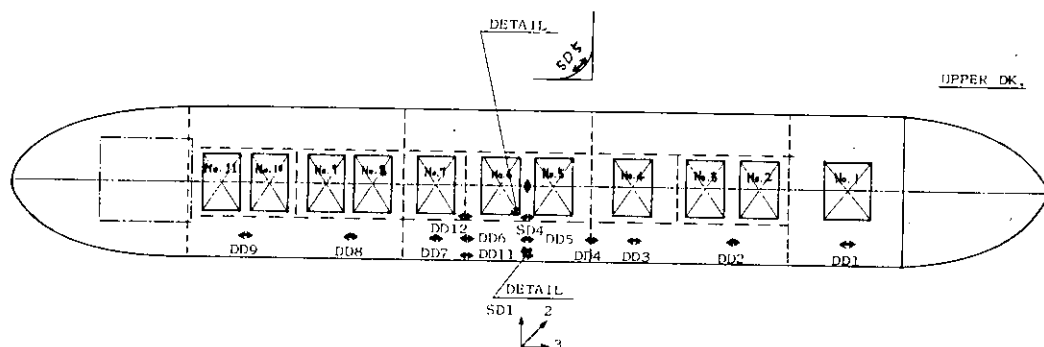


図 2.3 - 5 昭武丸上甲板応力計測位置

2.4 計測装置

1) 概 要

八雲丸、昭武丸の計測装置系統図をそれぞれ図 2.4 - 1、2.4 - 2 に示す。図から分るように八雲丸では計測点数が少なく、したがって動的計測では電磁オシログラフに記録し、静的計測では計測員がスイッチを切り換えて、歪を読む方式をとっている。一方、昭武丸では、計測点数が多く、データ処理の便を考慮して、デジタル記録方式を全面的に採用した。すなわち動的計測には、高速 A - D 変換器をもつデータ集録装置を用いている。静的計測では、低速 A - D 変換器を用いたデジタル歪計測装置を用いている。

また、動的計測に、応力頻度計、動揺計 (八雲丸、昭武丸)、RMS 計 (昭武丸) が使用されている。以下、主な項目について説明する。

2) 歪ゲージ

歪計測の成否は主に歪ゲージの絶縁によつて左右されるため、歪ゲージの防水、防湿には特に注意を払った。甲板

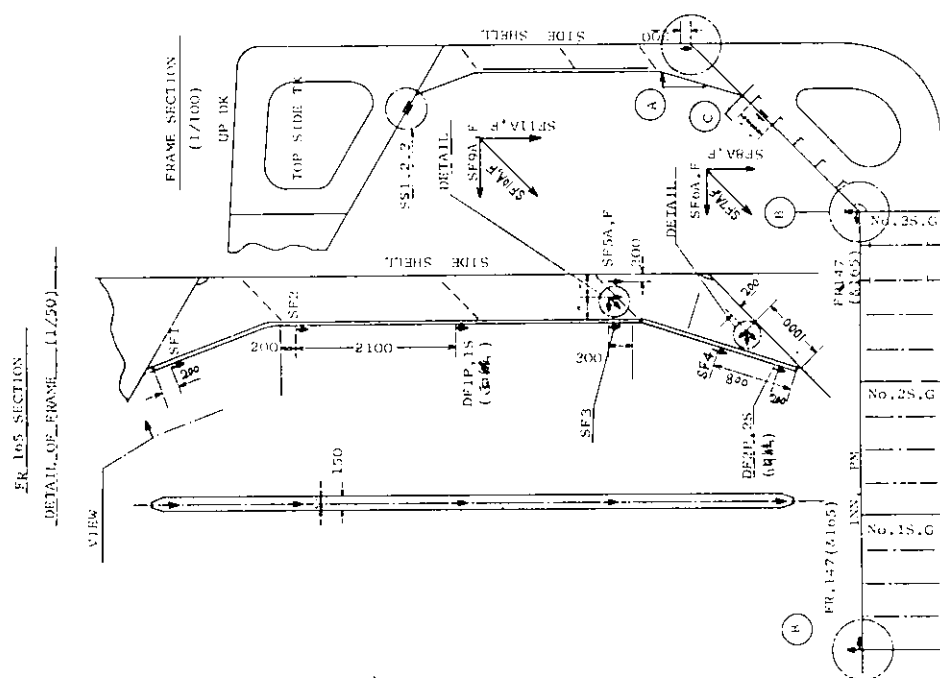
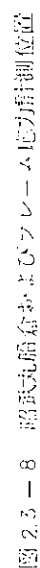


図 2.3-7 昭武丸胎倉およびフレーム式力計測位置



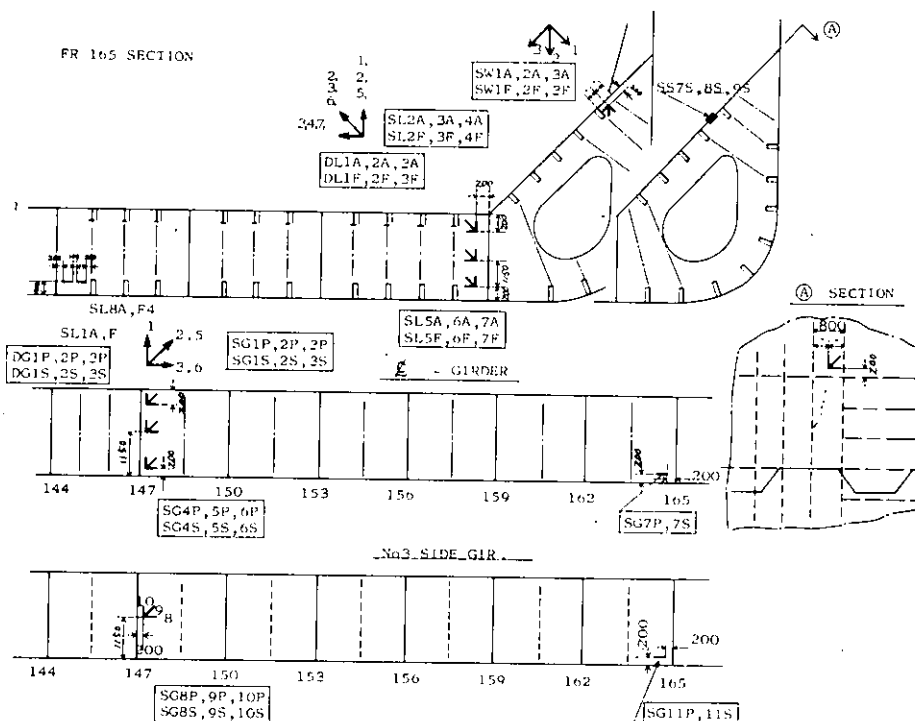


図 2.3 - 9 昭武丸二重底応力測定位置

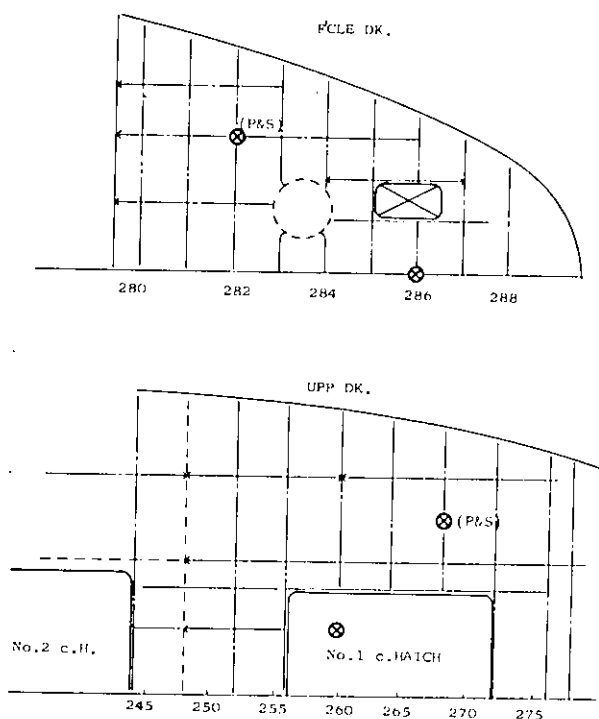


図 2.3 - 10 背波水圧計測位置

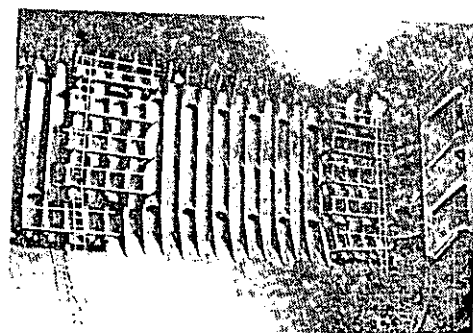


図 2.3 - 11 昭武丸船倉内フレーム

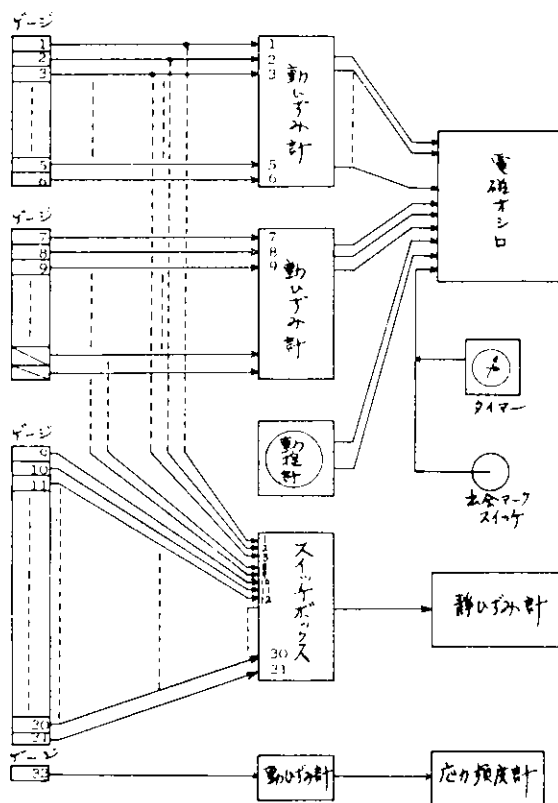


図 2.4-1 八雲丸計測系統図

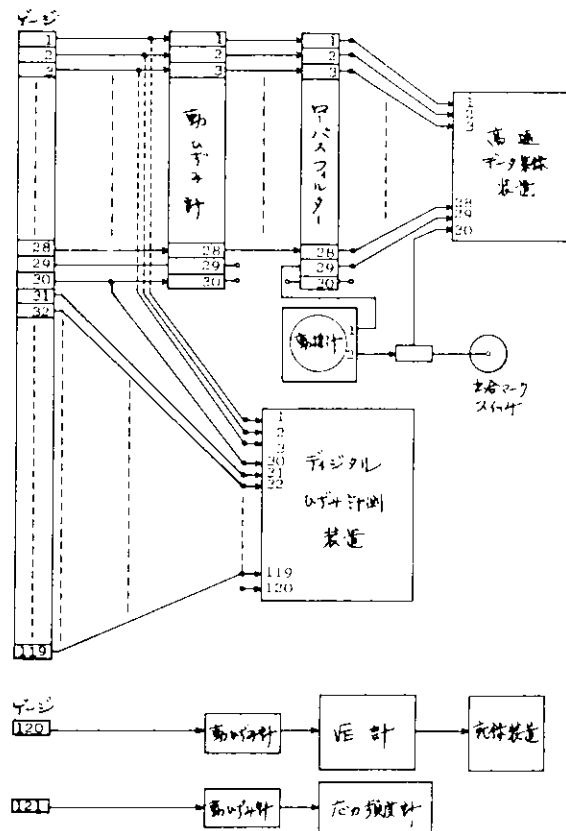


図 2.4-2 曙武丸計測系統図

上、倉内、二重底内共、計測部分に溶接された銅製箱型プロテクター（図 2.4-3）により、至ゲージの保護、防湿を計っている。プロテクター内には、空隙がないようにワセリンを満ちし、キャブタイヤ・コード貫通部は、貫通ピースにより防湿を計っている。

静的計測点の3方向ゲージは、アクティブ3に対しダミー1とし、キャブタイヤ・コードを節約した。

3) 配 線

動的計測点の配線は、すべて4芯キャブタイヤ・コードを使用した。静的計測点は、倉内、二重底内から甲板上までは、キャブタイヤ・コードを使用し、甲板上で、ビニール平行線に切換えた。接続部には、防水処理を行なっている。甲板上、倉内で荷役等により損傷を受けるおそれのある部分は、銅製アングルまたは鋼管によりコードを保護した。コード類のタンクおよび甲板貫通部、デッキハウスへの引き込み部分には貫通ピースを使用し、水密を期した。図 2.4-4 はホッパー部の貫通ピースを示す。

4) 動的計測装置

1) 八雲丸（図 2.4-1 参照）

重量計測点9点、動揺計（縦、横）2点、出会マーク1点（含タイマー）計12点を電磁オシログラフに記録する。動揺計は交流ブリッジ法（3,000 Hz、3 V）、6チャンネルのものを2台使用した。出力は直接、電磁オシロに入れる。動揺計はジャイロ式のものを使用した。出会マークは、押しボタン、スイッチのパルスを、クロック、パルスに重畳する方法をとった。

応力頻度計は動揺計、振巾検出部、計数部から成り動揺計により検出された至



図 2.4-3 ゲージプロテクター

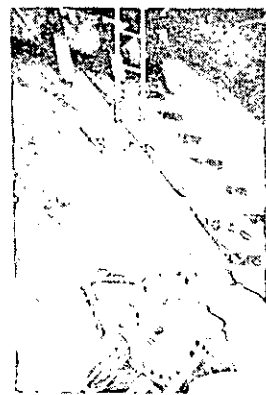


図 2.4-4 ホッパー貫通部

のピークからピークまでの変化量に従つて、その大きさに対応するカウンターの計数を行ない、Peak to Peak 値の頻度分布を計測することができる。

ii) 昭武丸(図 2.4-2 参照)

動歪計測点 28 点、動揺計(縦、横)2 点、(出合いマークは横揺れにパルスを入れる)計 30 点を高速デジタル、データ集録装置に記録する。図 2.4-5 および表 2.4-1 に示すように高速デジタル、データ集録装置は、30 チャンネルの入力を 125 Hz ~ 8 KHz で走査するマルチプレクサ(含プリアンプ)、A-D 変換器、磁気テープ装置および制御装置より成る。データは符号+10 bit で表わされ、磁気テープに記録される。この装置を直接電子計算機に接続して、データを一度計算機の磁気テープに転送してから、処理を行なう。デジタル記録方式の利点は、電源電圧、周波数の変動等の外乱により、データの精度が左右されないことである。一方、チャンネル数が多くなると、周波数特性が悪くなるが今回の計測では、入力は数 Hz 以下であり、問題にならない。

表 2.4-1 高速データ集録装置主要目

名 称	データタック 1500
入力チャンネル数	30 チャンネル (60 チャンネルまで増設可)
入力インピーダンス	5 K Ω 不平衡
サンプリング周波数	125、250、500、2K、4K、8K、Hz
データ表示形式	符号+10 bit (2進)
総合精度	$\pm 0.3\%$
記録密度	200 BPI
磁気テープ記録形式	連続記録、互換性なし
環 境	20 $^{\circ}$ C $\pm$ 15 $^{\circ}$ C
消費電力	AC 100V 50、60 Hz 1kVA

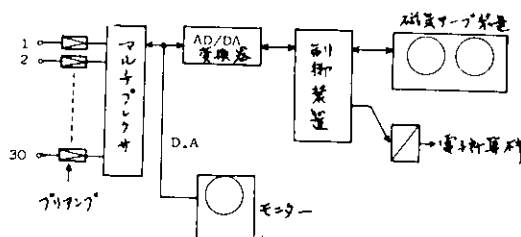


図 2.4-5 高速データ集録装置

P.M.S. 計は動歪計の出力信号をアナログ的に 2 乗して時間 T で積分したものを開平方して、すなわち一定時間 T の $\sqrt{E}$ を求めて、ペン書きオシロに入力信号とともに記録する(T は 100 秒とした)。

背浪水圧は最高水圧計と簡易型水圧頻度計の 2 種を使用した。簡易型水圧頻度計は、6 段階に分けられた水圧の大きさに対応するカウンタを持ち、受けた水圧の大きさに応じて、そのレベルのカウンターで計数し、その頻度分布を計測する。最高水圧計は、受圧面に張られた銅製薄板の変形量から、水圧の最高値を計測する。これは船首部甲板上に配置される。

5) 静的計測装置

i) 八雲丸(図 2.4-1 参照)

静的計測点 31 点(動的計測点 9 点を含む)をスイッチ・ボックス 2 台に接続し、順次、静歪計に切換えて、歪を計測、記録する。動的計測点 9 点は動歪計より、スイッチ・ボックスに配線を変える。

ii) 昭武丸(図 2.4-2 参照)

静的歪計測点 119 点(動的計測点を含む)をデジタル歪計測装置により計測する。本装置の構成は図 2.4-6 および表 2.4-2 に示すようにブリッジ平衡回路、入力スキャナ同コントローラ、デジタル電圧計(A-D 変換器)、デジタルプリンター、紙テープ、パンチャーより成る。データは、プリントアウトされ、また電算機への入力として紙テープがパンチされる。計測時間は、1 点 1 秒である。

2.5 計測方法

1) 航海中の計測

i) 動的応力

1 日 1 回定時に 20 分間、電磁オシロ(八雲丸)、高速データ集録装置(昭武丸)に応力を記録する。20 分

表 2.4 - 2 デジタル歪測定装置主要目

測定範囲	0 ~ ± 50,000 μ Strain
測定点数	120点
使用ゲージ	120 Ω ゲージ ファクタ 1.7 ~ 2.2
ゲージ使用法	2ゲージ法、4ゲージ法、2ゲージ タミー共通
ブリッジ電圧	直流 2-V
走査速度	1秒/点 (2秒/点)
初期平衡方式	手動方式
精 度	測定範囲の± 0.05 %
環 境	20 ± 10 °C
電 源	100 V ± 10 °C 50 or 60 Hz

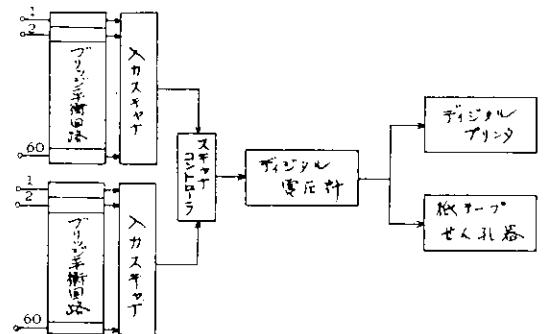


図 2.4 - 6 デジタル歪計測装置

間の前後に校正信号を入れる。八雲丸では 16 : 00 ~ 16 : 20、昭武丸では、12 : 30 ~ 12 : 50 に計測を行なった。

また、特に荒海時には、特別計測を定時外に行なった。

ii) 応力頻度計、 $\sqrt{E}$ 計、気象海象

午前 8 : 00 ~ 午後 8 : 00 に 4 時間毎に計測する。(昭武丸では午前 8 : 30 ~ 午後 8 : 30 とした。) 計測時間は 20 分間とした。海象は、目視観測による。

2) 荷役時の計測

荷役開始から終了まで一定時間間隔で、歪計測、吃水計測を行なった。八雲丸丸では通常 2 時間ごとに、昭武丸では 1 時間毎に計測を行なった。

また、荷役の状態、バラストの状態は変更があれば、その都度記録した。これから、各時刻の荷重状態が推定できる。

2.6 理論計算

1) 横 応 力

強度計算には電算プログラム FRAMB (立体) (三菱重工で開発されたもの) を用いた。このプログラムは大型骨組構造を解析することを目的として開発されたもので、等断面部材よりなる立体骨組構造を曲げ剛性のほか、剪断剛性、捩り剛性も考慮して解くものである。

現状では電子計算機の能力から、バルクキャリアのような複雑な構造を完全に置換することはできないので、ここでは次のような二段階の計算を行なった。

まず、船体横断面を単純化した立体モデルに置換して 3 Hold に亘って解き、最も severe な中央部 Transverse Ring の変形を求める。ついでこの変形を用いて詳細に分割した横断面のモデルについて計算し、各部の部材力および応力を求める。

2) 波浪縦曲げモーメント

波浪縦曲げモーメントによつて生じる船体中央部上甲板の縦応力の計測値を解析するため、ストリップ法¹⁾によつて計算した波浪縦曲げモーメントの応答函数を用いて応答理論^{2) 3)}により波浪縦曲げモーメントの統計値を計算した。

計算の対称とした船は昭武丸である。本船のサンニコラス港から日本への復航について計算を行なった。

3) 波浪水圧

波浪縦曲げモーメントと同様に、昭武丸のサンニコラス港からの復航を対称として扱い、船体表面に作用する波浪変動水圧の応答函数と統計値をストリップ法^{4) 5)}と応答理論⁶⁾を用いて計算した。

この計算値を荷重として強度計算を行ない、横部材の波浪中での応力計測値と比較検討することが目標であるが、それを行なうために多少検討すべき問題があるので今回は計算のみにとどめた。

参 考 文 献

- 1) 福田淳一：“規則波中の船の縦曲げモーメント”、造船学会論文集、第110号、昭36.12、続編、第111号、昭37.6
- 2) St.Denis, M. and Pierson, W.J. : “ On the Motions of Ships in Confused Seas ” ,
Trans. S.N.A.M.E., Vol. 61, Nov. 1953.
- 3) 福田淳一：“長期の波浪曲げモーメント異常値の傾向について”、造船学会論文集、第123号、昭43.6.
- 4) Tasai, F. : “ An Approximate Calculation of Hydrodynamic Pressure on the Midship
Section Contour of a Ship Heaving and Pitching in Regular Waves ”, Report of Res. Inst.
of Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. XIV, No.48, 1966.
- 5) 郷田国夫：“波浪中の船体に働く横荷重について（第2報）”、造船学会論文集、第123号、昭43.6
- 6) 同 上 （第3報）、造船学会論文集、第126号

3. 試験結果

3.1 気象・海象

気象及び海象の観測結果は表 3.1-1、表 3.1-2、表 3.1-3 および図 3.1-1 に記載した通りである。

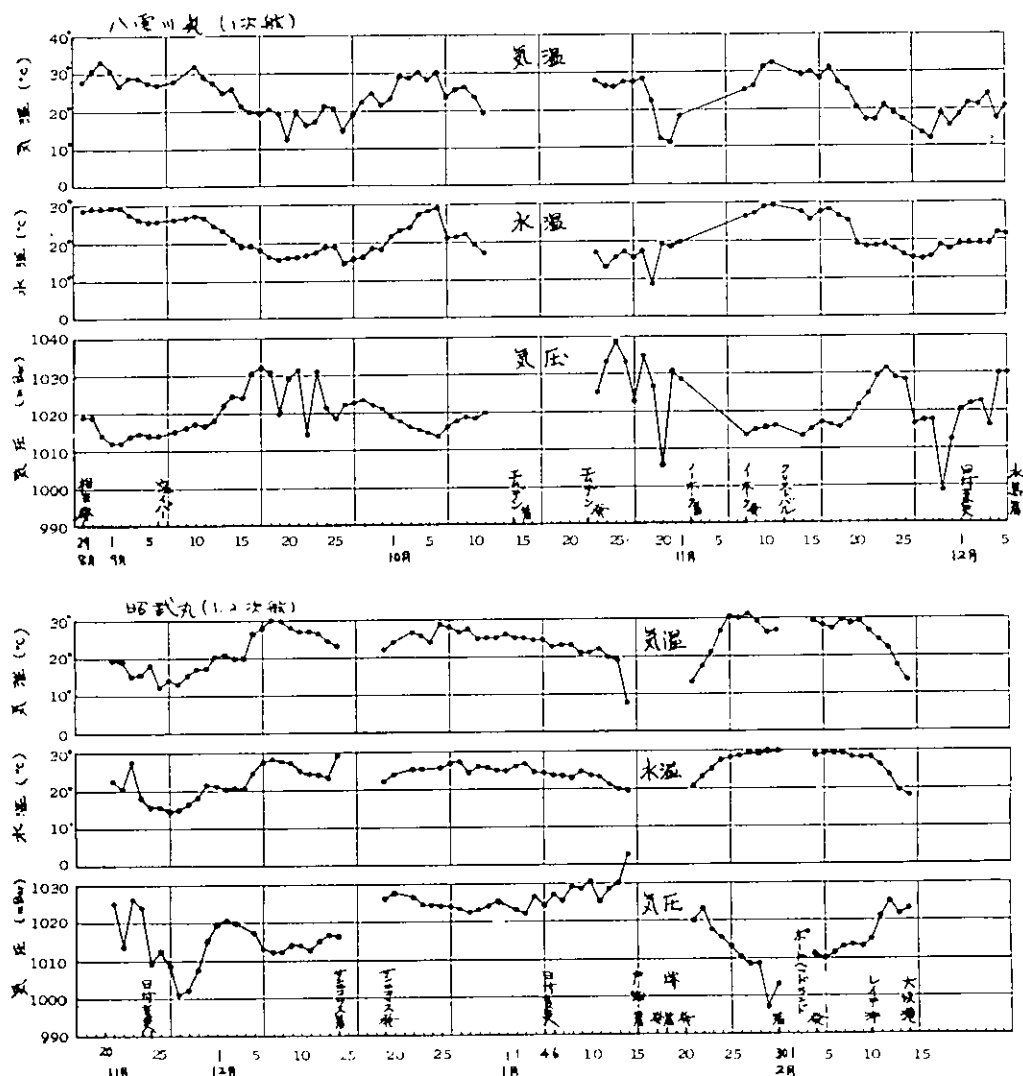


図 3.1-1 気温、水温及び気圧の記録

この表のうち、天候、気圧、気温、水温、船速、プロペラ回転数は、航海士が観測した4時間ごとの航海日誌から写し、波浪及び風力、横揺等の観測は、実験乗船者によつて計測したものである。特に船体に加わる外力的な条件として与えられる波浪については、計測装置がないため、目視観測にたよらざるを得なかつた。これらの波浪観測について、うねり、風浪等の波高、波長の測定は、連続して約10ヶ程度を測定しその平均値を記録した。同様にして、うねり、風浪の周期をストップウォッチで10ヶ程度計測し、平均したものを記録した。

大洋中では、うねり、風浪が同一海面上に存在し、又発達過程において大小種々様々な相違があり、完全に熟成した規則波と呼ばれる大きなうねりばかりでなく、通常これらうねり、風浪がいくつか重なつて発生しているものであるから、観測に当つては、波長の比較的長い丸味のあるものをうねりとし、波長の短い尖つたものを風浪として計測した。したがつて波高観測の際、うねり、風浪の重なつている波高計測は、うねりと思われるものについて、風浪の波高を除外し丸味をもたせて、山から谷までの波高計測を行つた事と観測船橋からの高い位置での計測を行つたので、波長の大小にかゝらず、波高は低く計測された傾向がある。

1) 波高、波長の観測

これらの観測値からビューフォート風力階級と風浪階級の頻度分布を示したものが図3.1-2および3である。また波高と波長の関係を示したのが図3.1-4から図3.1-6である。図中にはNeumann Piersonの完全発達不規則波に関する次の式から導いた波長 L_w と、波高 H_w の関係式で

$$R = 0.622 \left(\frac{U}{10} \right)^5$$

$$h_{1/3} = 2.832 \sqrt{R}$$

$$\lambda_m = \frac{3\pi}{g} U^2$$

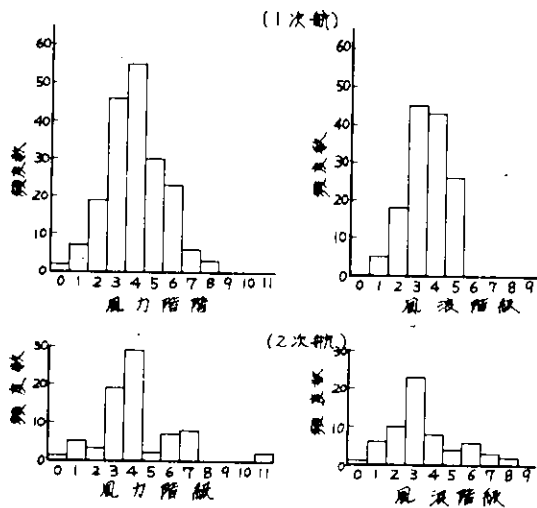


図3.1-2 昭武丸におけるビューフォート風力階級と風浪階級の頻度分布

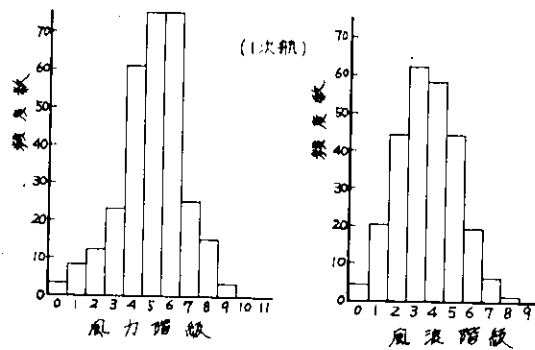


図3.1-3 八雲丸におけるビューフォート風力階級と風浪階級の頻度分布

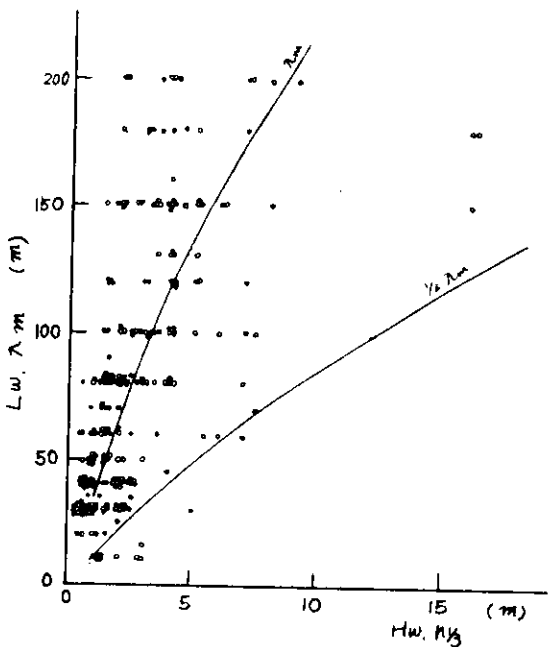


図3.1-4 波長と波高の関係(八雲丸1次航)

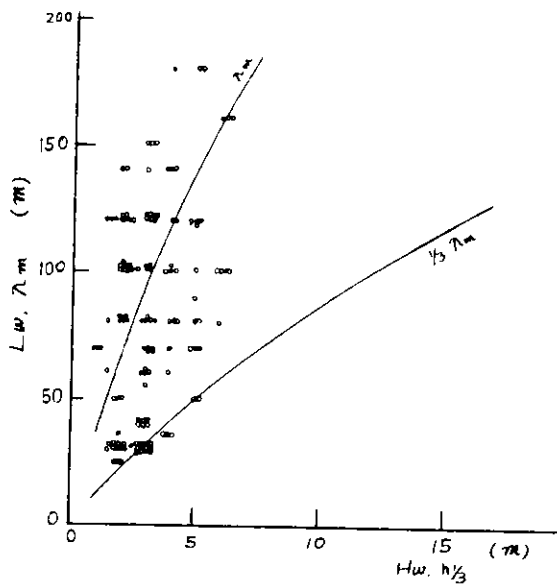


図3.1-5 波長と波高の関係(昭武丸1次航)

この式のなかで U は風速 (m/sec), R は完全発達不規則波の累積エネルギー密度、 $h_{1/3}$ は波高の $1/3$ 平均値、 λ_m はエネルギー・スペクトラムのピークに対応する波長である。これらの諸式から U と R を消去し、 λ_m と $h_{1/3}$ の関係を求めて実線で示した。○印にて記入したものは、波高、波長の観測値で、計算によつて求めた λ_m と $h_{1/3}$ との関係を比較すると、波高が波長に対して低い結果になつてゐる。この傾向は八雲丸、昭武丸サンニコラス航路、昭武丸オーストラリア航路共経路同じで、原因としては、風浪とうねりが重り合つて起るので、うねりの頭がどこにあるか判別しがたいために、波高を低めに計測したことが主な原因となつてゐるのではないかと思われる。また観測波長のバラツキが目立つてゐるが、これは船の周りの視界内の海面の平均的な波長を記述するのに對し、波周期から計算される波長は海面の代表的なある卓越した波長を示すことによるものとの相違だと思われる。

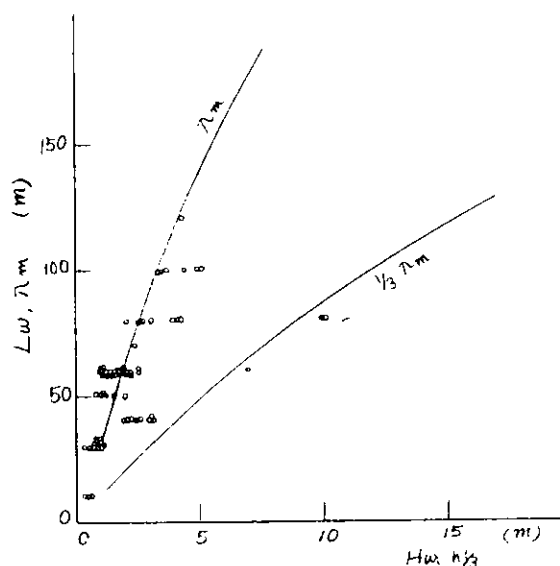


図 3.1-6 波高と波長との関係 (昭武丸 2 次航)

2) 波長と周期の関係

図 3.1-7 から図 3.1-9 は波長と周期の関係をもとにプロットしたものである。図中の実線は、波長 λ と波の周

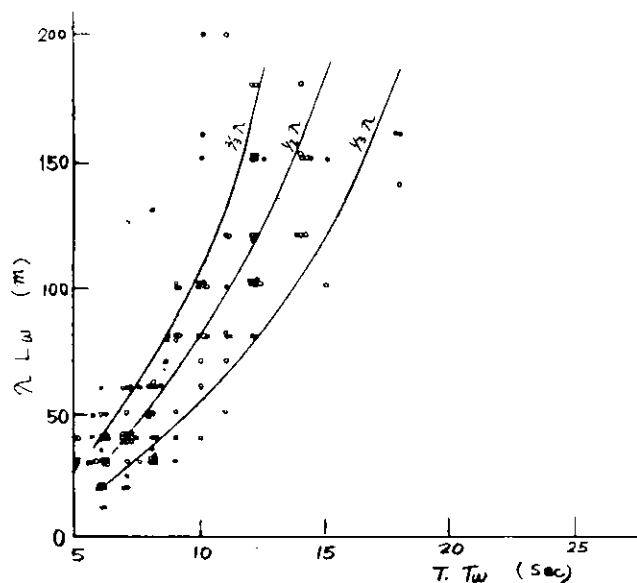


図 3.1-7 波長と周期との関係 (八雲丸 1 次航)

期 T との関係で、式

$$\lambda = K \frac{g}{2\pi} T^2$$

で示される。

K は波のスペクトラムによる係数で、スペクトラムが狭く、従つて規則波に近い程 1 に近い値となる。この図によると観測点は概ね $1/3 \lambda$ から $1/2 \lambda$ 範囲内に直点され、その平均的傾向は、 $K \approx 1/2$ であらわされてゐることがわかる。

3) 風速及び波高の関係

・ 風向及び風速は、船内に設置されてゐる向進型風力計及び対船風力計から、約 1 分間観視してその平均値を記録し

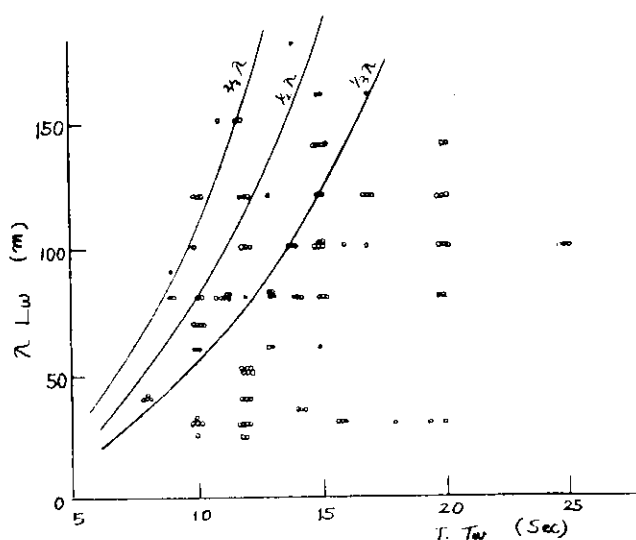


図 3.1-8 波長と周期との関係 (昭武丸 1 次航)

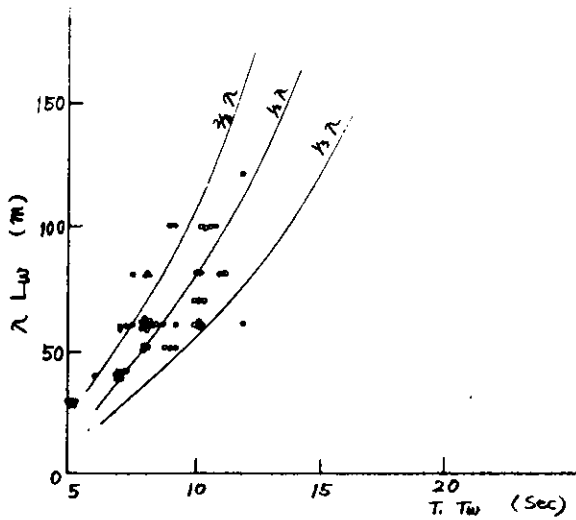


図 3.1-9 波長と周期との関係（昭武丸 2 次航）

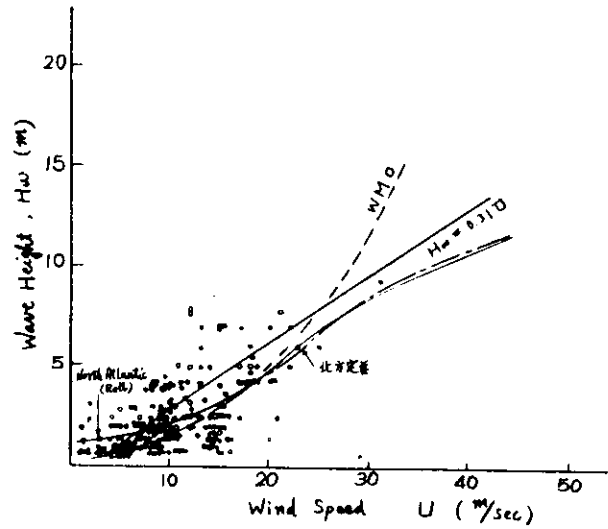


図 3.1-10 風速と波高の関係（八雲丸 1 次航）

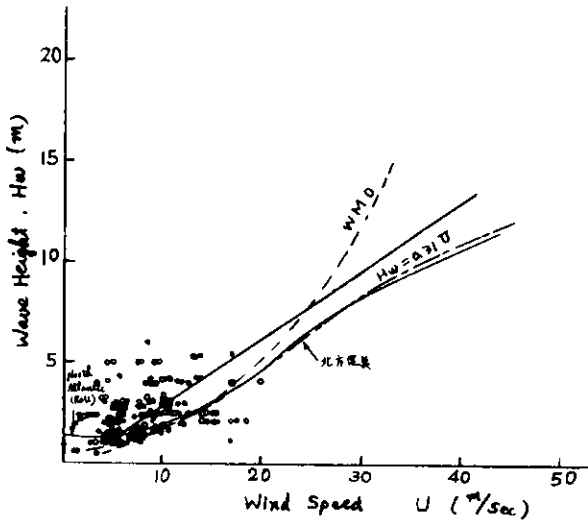


図 3.1-11 風速と波高の関係（昭武丸 1 次航）

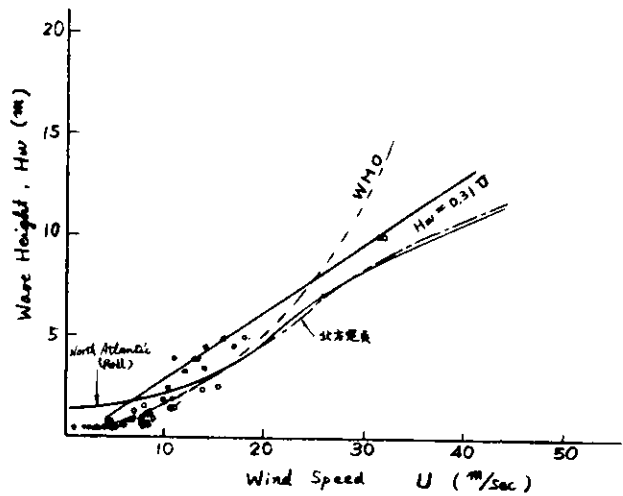


図 3.1-12 風速と波高の関係（昭武丸 2 次航）

たもので、更に針路、船速、対船風向、対船風力から計算により絶対風速を求めた。図 3.1-10 から図 3.1-12 まではそれぞれの船の絶対風速をプロットしたもので、横軸は風速、縦軸は波高である。図中の実線は Roll によって北大西洋における 10 定点で観測された値及び、北大西洋上の北方定点の観測値等を記入したが、本航海での観測値の平均を代表するとみなすことがいえる。八雲丸、および昭武丸サンニコラス航路の観測点はかなりバラついていて、その傾向を見出すことはできないが、昭武丸オーストラリア航路では、よくその傾向が現われている。

4) 風速と波高の関係

図 3.1-13 から図 3.1-15 までは、絶対風速から気象庁で用いているビューホート風力階級に、それぞれを既算して当てはめ縦軸に波高、横軸にビューホート風力階級をとってプロットしたものである。点はかなりバラついているが、図中に示した WMO の実線と比べ、ほぼ似た傾向を示している。これらのバラつきの原因は発生地点からの距離、吹送時間、地形、深水域、浅水域による風浪の種類等も考慮されるが、特に観測誤差によるものが大きいと思われる。

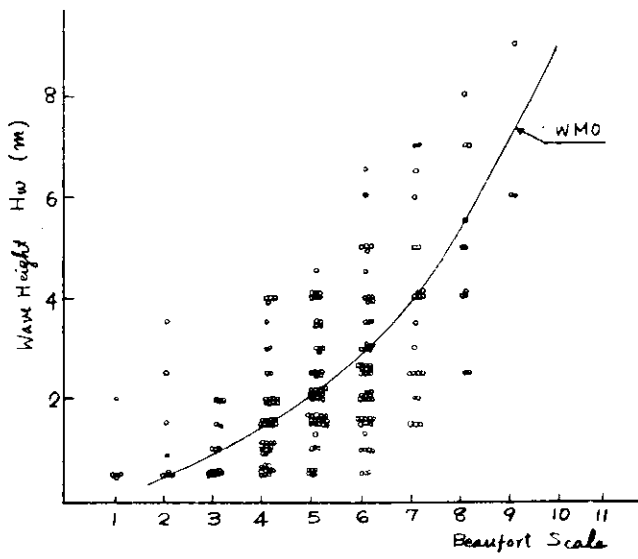


図 3.1-13 ビューフォート階級と波高の関係 (八雲丸 1 次航)

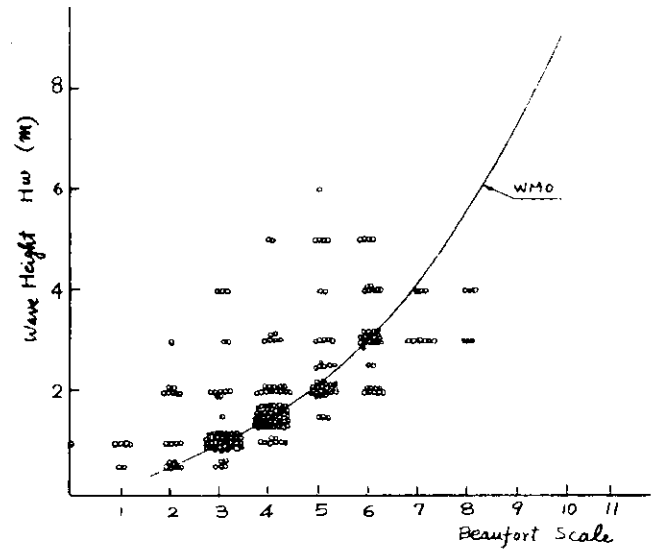


図 3.1-14 ビューフォート階級と波高の関係 (昭武丸 1 次航)

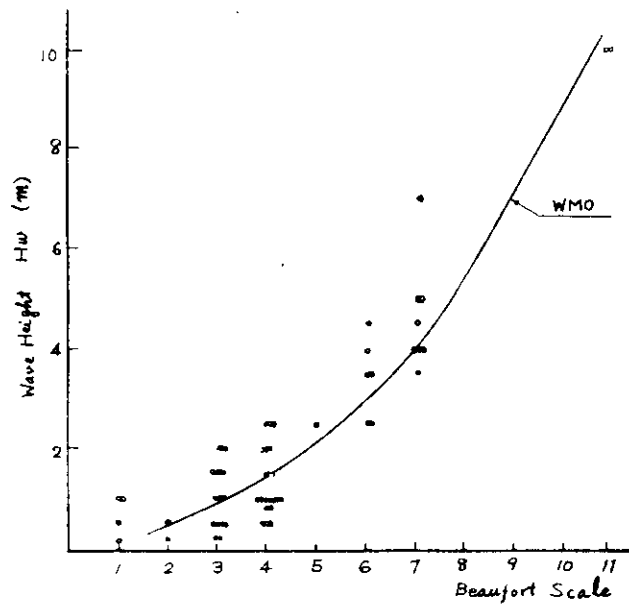


図 3.1-15 ビューフォート階級と波高の関係 (昭武丸 2 次航)

表3.1-1-1 気象及び海象観測（八雲川丸1次航）

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		力	船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	周 期 sec	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周 期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)				
8/29	晴	(B-1) ~1	9:40 ~ 9:50	2.5 2.5		9.1	風 うねり	0.5 (0.5)	3.0 (1)	(1)	1	風 5.5m	NWN 4.2	1	16.0	107.0	うろこのようなさざなみ がある程度
	晴			2.5 2.5		9.1	風 うねり	0.5 (0.5)	3.0 (1)	(1)	1	風 9m	NWN 4.5	2	15.0	109.2	全 上
	晴			0 0		0	風 うねり	0.5 (0)	3.0 (1)	—	0	風 9m	E 2.0	1	16.0	107.7	全 上
	晴						風 うねり			—	1	風 8m	E 3.0	2	16.0	107.6	
8/30	晴			2.5 2.5		12.2	風 うねり	0.5 (0.5)	4.0 (4)	—	3	風 8m	ENE 7.8	4	16.64	108.0	小波が大きくなつた程度
	晴			2.5 2.5		11.7	風 うねり	0.5 (0.5)	4.0 (5)	—	3	風 9m	ENE 12.0	5	16.5	107.9	全 上
	晴						風 うねり	0.5 (0.5)	4.0 (5)	—	4	風 9m	NE 16.0	5	16.57	107.5	白浪点在
	晴						風 うねり	3		—	4	風 10m	ENE 10.0	5	16.5	107.4	
8/31	晴			2 2		12.0	風 うねり	0.5 (0.5)	3.0 (2)	5.8 —	1	風 14m	SE 8.5	4	16.2	106.9	小波が大きくなつた程度
	晴			2 2		11.8	風 うねり	0.5 (0.5)	3.0 (2)	5.8 —	1	風 7m	NE 12.0	2	16.5	106.6	全 上
	晴	(B-1) ~2	16:10 ~ 16:20	2 2		11.8	風 うねり	0.5 (0.5)	4.0 (2)	6.0 —	1	風 8.8m	0	0	16.5	106.6	全 上
	晴						風 うねり	0.5 (0.5)	2.0 (2)	—	1	風 60m	NE 3.0	2	16.5	106.6	全 上
9/1	晴			2 2		11.8	風 うねり	(0.5)	(2.0)	(6.0)	1	風 7.5m	E 4.5	3	16.7	106.6	全 上
	晴			2 2		11.8	風 うねり	(0.5)	(2.0)	(6.0)	2	風 10m	NE 13.0	4	16.5	106.7	全 上
	曇	(B-1) ~3	16:10 ~ 16:20	2 2		11.6	風 うねり	(0.5)	(2.0)	(5.8)		風 6m	NE 11.0	2	16.3	106.7	全 上
	曇			2 2		11.8	風 うねり	(0.5)	(2.0)	(6.0)		風 4m	ENE 10.0	1	16.5	103.0	

月 日	天 候	計測番号	観測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風		船 速 平均 (Kts)	プロペラ 回転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階級			
9/2	時 8 スコール			0	0	風	(0.5)	(20)	(7.0)	3	16.5	106.4	白浪点在
12	雨					風	(0.5)	(25)	(7.0)	2	16.0	106.2	全 上
16	薄曇	(B-2) ~1	16:10 ~ 16:20			風	(0.5)	(20)	(7.0)	3	16.5	106.2	全 上
20	スコール									3	16.0	105.8	
9/3	時 8 スコール					風	2 (1)	40 (30)	7.0 (4.2)	3	16.0	106.2	白浪点在
12	晴	(B-2) ~2	12:00 ~ 12:05			風	2.5 (1)	40 (20)	7.0 (3.5)	2	16.5	106.4	小波が大きくなつた程度
16	晴					風	2 (1)	40 (20)	7.0 (3.5)	2	15.5	106.5	全 上
20	晴					風	4 —	80 —			16.7	107.2	
9/4	時 8 晴					風	1.5 (1.5)	80 (30)		3	16.0	109.9	白浪点在
12	晴					風	2 (2)	80 (25)		3	16.0	109.7	全 上
16	晴	(B-2) ~3	16:45 ~ 17:05			風	2 (2)	80 (20)		4	16.0	108.3	白浪一面
20	晴					風	2 (2)	80 (30)		4	11.0	107.0	全 上
9/5	時 8 曇					風	2 (0.5)	40 (3)	7 —	3	16.0	109.0	白浪点在
12	晴					風	2 (0.5)	40 (3)	7 —	3	16.0	110.4	全 上
16	晴	(B-3) ~1	15:30 ~ 15:50			風	2.5 (0.5)	40 (3)	7 —	3	15.5	111.0	全 上
20	曇					風	2 (0.5)	40 (3)	7 —	3	16.0	109.5	全 上

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)	風力 階級			
9/6	8時 スコール					風	2 (1)	30 (4)	6 —	3	15m	E 7.8	16.0	109.6	白浪点在	
	12時 晴					風	2 (1)	30 (4)	6 —	3	17m	E 9.0	16.0	109.6	全 上	
	16時															
	20時															
9/8	8時 晴					風	1.5 (1)	30 (4)	5.5 —	3	3m	SE 7.0	15.5	110.7	白浪点在	
	12時 晴					風	2 (1.5)	40 (6)	5.6 —	4	2.5m	SE 9.0	15.7	110.7	白浪一面	
	16時 晴					風	2 (1)	50 (6)	5.6 —	4	11m	SE 10.0	15.7	110.0	全 上	
	20時 晴					風	2 (1.5)	50 (10)	6.2 —	5	9m	SE 12.0	16.0	110.0		
9/9	8時 晴					風	1.5 (0.5)	40 (7)	7 —	4	4m	SE 7.0	15.8	110.2	白浪一面	
	12時 快晴					風	1 (0.5)	40 (8)	6 —	4	1m	E 11.0	15.8	109.6	全 上	
	16時 快晴					風	1 (0.5)	30 (5)	6 —	3	2m	E 7.5	16.0	110.4	全 上	
	20時 晴					風	1 (0.5)	30 (5)	6 —	3	0.5m	E 7.5	16.0	110.5	・	
9/10	8時 晴					風	0.5 (0.5)	40 (2)	8 —	1	7.6m	E 15.0	16.0	110.8	小波がある程度	
	12時 晴					風	0.5 (0.5)	40 (2)	6.7 —	1	4.4m	E 12.5	16.0	110.9	全 上	
	16時 晴					風	0.5 (0.5)	40 (2)	8 —	2	4.2m	E 12.0	17.0	111.0	全 上	
	20時 薄曇					風	0.5 (0.5)	40 (3)		2	4m	E 11.5	16.5	110.9		

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波 浪			風			船速平均 (Kts)	プロペラ回転数	海象状況	
					左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪階級	対流方向及び風速(m/s)				絶対方向及び風速(m/s)
9/11	時8	晴						0.5 (0.5)	3.0 (2)	8 —	2	8.8m	SSE ↑ 4.5	3	16.0	小波がある程度
	12	晴						0.5 (0.5)	3.0 (2)	8 —	2	8m	SSE ↑ 4.5	3	16.5	全上
	16	快晴						0.5 (0.5)	5.0 (2)	8 —	2	8.5m	SSE ↑ 4.5	3	17.0	全上
	20	晴						0.5 (0.5)			2	8m	SSE ↑ 4.5	3	17.0	
9/12	時8	晴						2.5 (1.5)	10.0 (10)	— (2.6)	4	14m	S ↑ 7.0	4	16.0	白浪一面
	12	晴						5 (3)	15.0 (10)	1.4 (2.6)	5	17m	S ↑ 11.0	6	15.7	白浪高し
	16	晴	(B-4) ~1	16:00 ~ 16:20				4.5 (3)	15.0 (10)	1.4 (2.6)	5	18m	SE ↑ 13.0	6	14.9	全上
	20	晴						5 (3.5)	12.0 (10)	1.1 (2.6)	5	13m	SE ↑ 5.0	6	14.8	全上
9/13	時8	薄曇			4 4	9.1		5 (2)	13.0 (10)	7 —	5	16m	SSE ↑ 13.0	6	15.0	白浪高し
	12	薄曇			7.5 7.5	8.5		4 (1.5)	8.0 (10)	9 —	5	14m	SSE ↑ 10.0	5	15.0	全上
	16	晴	(B-4) ~2	16:30 ~ 16:50	7.5 7.5	8.5		4 (1.5)	8.0 (10)	1.0 —	5	14m	SSE ↑ 10.0	5	14.85	全上
	20	薄曇						4 (1.5)	8.0 (10)		5	14m	SSE ↑ 9.0	5	15.0	
9/14	時8	薄曇			7 7	9.0		1.5 (0.5)	6.0 (5)	8 —	2	11.5m	SSE ↑ 7.5	4	15.0	小波がある程度
	12	晴			4 4	2.0		1.5 (0.5)	6.0 (6)	8 —	2	10m	SSE ↑ 6.0	4	15.0	全上
	16	薄曇	(B-4) ~3	16:00 ~ 16:20	1 1	8.7		1.5 (0.5)	6.0 (5)	7.5 —	2	7m	SSE ↑ 4.0	3	15.7	全上
	20	薄曇									2	4m	E ↑ 9.5	3	15.5	

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波		* () 内の数字は風浪の値			風		力	船速平均 (Kts)	プロペラ回転数	海象状況
					左	右	周期 sec	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪階級	対船方向及び風速 (m/s)	絶対方向及び風速 (m/s)			
9/15	時 8	晴						風	3	180	1.4	1	11m	WSW 0	15.5	110.8	波長の長いうねりがある程度
	12	晴						風	3.5 (0.5)	150 (3)	1.2	1	10m	SSW 2.0	15.9	109.8	全上
	16	薄曇	(B-5) ~1	16:25 ~ 16:45				風	4 (1.5)	150 (3)	1.2	4	11.5m	SSE 9.0	14.8	109.7	白浪一面
	20	薄曇						風	4 (1.5)	100 (4)		4	11m	SSE 7.5	15.0	109.9	
9/16	時 8	曇			3.5	3.5	8.5	風	2.5 (0.5)	100 (2)	1.0.2	2	8m	SSE 6.5	14.5	109.1	波長の長いうねりがある程度
	12	薄曇			4	4	10.0	風	3 (0.5)	100 (2)	1.0.2	2	8m	SE 6.0	15.0	109.9	全上
	16	晴	(B-5) ~2	16:10 ~ 16:30	2.5	2.5	8.0	風	2 (0.5)	100 (2)	1.0.0	2	11m	S 6.5	14.6	109.9	全上
	20	曇						風	2 (0.5)	100 (2)	1.0.0	2	11m	S 6.5	14.5	110.2	
9/17	時 8	スコール			1.5	1.5	10.0	風	0.5 (0.2)	80 (1)	9.0	1	7m	NW 1.5	15.5	111.2	小波がある程度
	12	薄曇			1.5	1.5	10.0	風	0.5	40		0	6m	NW 1.0	15.0	110.9	全上
	16	晴	(B-5) ~3	16:10 ~ 16:30	1	1	10.0	風	2 (0.5)	180 (1.5)			6.5m	E 12.0	16.0	110.8	波長の長いうねりがある程度
	20	快晴											8m	W 0	16.0	110.7	
9/18	時 8	晴			1.5	1.5		風	2	150		1	9m	W 1.0	15.6	109.8	波長の長いうねりがある程度
	12	晴			1.5	1.5		風	2 (0.5)	200 (2)	1.1.0	2	10m	NW 5.0	15.6	109.0	全上
	16	快晴	(B-6) ~1	17:30 ~ 17:50	1	1	10.0	風	2 (0.5)	200 (2)	1.0.1	2	10m	NW 4.5	14.8	109.5	全上
	20	快晴										1	8m	NW 3.0	13.5	108.7	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			★ () 内の数字は風浪の値			風		鉛 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期(sec)	波浪 階級	対船方向及び風速(m/s)	絶対方向及び風速(m/s)				
9/19	8 時 快 晴			1	1	風	4 (0.5)	160 (4)	10.0	4	12m	N 8.0	14.4	107.0	波長の長いうねりがある 程度 白浪点在	
	12 快 晴			1	1	風	3.5 (1)	150 (10)	10.0 (5.0)	4	14.5m	N 12.0	14.2	107.0	波長の長いうねりがある 程度 白浪一面	
	16 晴	(B-6) ~2	16:20 ~ 16:40	1	1	風	5 (3)	150 (20)	12.5		16m	N 12.0	13.4	107.1	全 上	
	20 雨					風	— (3)	— (20)	—		15m	W 8.3	13.5	106.3		
9/20	8 時 薄 曇	(B-7) ~1	8:30 ~ 8:50	10	10	風	5 (3)	150 (20)	12.0	6	20m	SE 25.0	11.0	102.7	大波となる 海面は荒れ模様	
	12 晴			13	13	風	8 (3)	150 (20)	12.0	6	12m	SE 18.0	11.0	105.4	全 上	
	16 晴	(B-7) ~2	16:00 ~ 16:20	13	13	風	7.5 (2.5)	100 (15)	12.0	6	12m	SE 18.0	11.3	103.2	全 上	
	20 晴					風				4	10m	SE 11.0	12.5	105.8		
9/21	8 時 薄 曇			5	5	風	3 (0.5)	80 (2)	12.0	3	12m	W 5.0	14.0	108.9	波長の長いうねりがあり 白浪は点在しない	
	12 薄 曇					風	2.5 (0.5)	100 (2)	12.0	3	16m	NW 4.0	14.0	108.9	全 上	
	16 スコール	(B-7) ~3	16:35 ~ 16:55			風	1.5 (0.5)	70 (5)	8.5	3	16m	NW 9.0	14.5	109.4	全 上	
	20 スコール					風				4	16m	NW 9.0	14.8	109.1		
9/22	8 時 雨			1	1	風	1.5 (0.5)	60 (7)	—	3	13m	W 5.5	15.0	109.0	白浪点在	
	12 曇			7	7	風	1 (0.5)	30 (5)	5.0	3	7m	NW 4.0	15.0	110.4	全 上	
	16 雨	(B-8) ~1	17:20 ~ 17:40	15	15	風	7 (2)	100 (8)	—	6	15m	SE 19.0	15.0	110.6	風浪強く大波となる	
	20 曇					風				7	22m	NNE 23m	13.2	107.5		

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		船 速 均 平 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	周期 sec	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波高 (m)	波長 (m)	波高 (m)	波長 (m)		
9/23	時 8 薄曇			2.5	2.5	9.5	→	2.5 (0.5)	10.0 (4)	12.0	5	6m	SE 9m	13.0	108.5	白浪高し
	12 晴			2.5	2.5	9.5	→	1.5 (0.5)	10.0 (4)	12.0	4	4m	ESE 10m	14.5	107.7	白浪一面
	16 薄曇	(B-8) ~2	16:00 ~ 16:20				風 →	1.0 (0.5)	8.0 (3)	—	3	5.5m	E. 12m	16.0	110.3	白浪点在
	20 薄曇						→				5	7.5m	NE 12m	15.0	110.8	
9/24	時 8 スコール			5	5	10.0	→ 風	3.5 (1.5)	10.0 (10)	—	5	14m	NNE 15.5	13.5	106.5	白浪高し
	12 スコール			5	5	10.0	→ 風	5 (1.5)	10.0 (10)	12.0	5	16m	NNE 17.0	13.0	104.5	全 上
	16 スコール	(B-8) ~3	16:00 ~ 16:20	1	1	10.0	→ 風	1.5 (1.5)	12.0 (10)	12.0	5	15m	NNE 16.5	13.0	106.0	全 上
	20 スコール						→			—	4	9m	N 8.5	13.3	105.8	
9/25	時 8 スコール						→	2	8.0	10.0	1	7m	SE 8.0	14.0	107.4	中位のうねりがある程度
	12 薄曇			2.5	2.5	9.0	→	3	10.0	12.0	1	13m	S 9.0	14.0	108.0	波長の長いうねりがある程度
	16 晴	(B-9) ~1	16:00 ~ 16:20	2.5	2.5	9.0	→	2.5	8.0	10.0	2	8.5m	SE 11.5	14.0	102.4	全 上
	20 晴						→				4	10m	W 2.5	15.0	110.1	
9/26	時 8 晴						→	2.5 (0.5)	8.0 (5)	11.0	1	19.5m	WSW 12.5	14.0	107.5	波長の長いうねりがある程度
	12 スコール						→	2.5 (0.2)	4.0 (1)		2	19m	WSW 12.0	14.0	107.2	全 上
	16 薄曇	(B-9) ~2	16:00 ~ 16:20	7.5	7.5	9.0	→	2	7.0		1	14m	SSW 6.5	14.5	108.3	全 上
	20 晴						→					8m	W 2.0	15.0	109.9	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風			船 速 平 均 (K t s)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況	
				左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)				絶対方向及 び風速(m/s)
9/27	時 8 薄 曇			2	2	風 ↙	1.5 (0.5)	8.0 (3)	7.5 —	3	0m ↙	ESE 7.5	4	110.9	白浪点在
	12 薄 曇			2	2	風 ↙	1.5 —	6.0 —	7.0 —	3	3m ↙	SSE 11.0	4	111.0	全 上
	16 晴	(B-9) ~3	16:00 ~ 16:20	2	2	風 ↙	1.5 (1)	8.0 (4)	7.5 —	3	2.5m ↙	SSE 10.5	5	111.0	全 上
	20 スコール					風 ↙					2m ↙	SE 9.7	5	111.1	
9/28	時 8 スコール					風 ↙	1 (0.5)	5.0 (5)	7.0 —	2	0m ↙	SE 7.8	4	110.9	小波が次々なくなった程度
	12 スコール					風 ↙	1 (0.5)	5.0 (3)	6.0 —	2	2m ↙	SE 7.0	4	110.9	全 上
	16 スコール					風 ↙	1.5 (0.5)	5.0 (4)	— —	3	1.5m ↙	SE 5.0	3	110.9	全 上
	20 スコール					風 ↙					3.8m ↙	SSE 7.5	4	110.9	
9/29	時 8 スコール					風 ↙	— (0.5)	— (20)	— —	2	0m ↙	SE 7.5	4	110.8	小波がある程度
	12 スコール					風 ↙	— (0.5)	— (20)	— —	2	2m ↙	SE 7.5	4	111.0	全 上
	16 晴					風 ↙	— (0.5)	— (20)	— —	2	1m ↙	SE 7.5	4	111.0	全 上
	20 スコール					風 ↙					1m ↙	SE 7.3	4	111.1	
9/30	時 8 スコール			1 1	9.0	風 ↙	— (0.5)	— (25)	— —	3	1.5m ↙	SE 9.0	5	110.6	小波がある程度
	12 スコール			1.5 1.5	9.0	風 ↙	— (0.5)	— (15)	— —	3	1.5m ↙	SE 9.0	5	111.1	全 上
	16 スコール					風 ↙	— (0.5)	— (15)	— —	3	4m ↙	ESE 9.0	4	110.8	全 上
	20 スコール					風 ↙					0m ↙	SE 7.7	4	110.8	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風		船 速 (kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階級			
10/1	時 8 スコール					風	1 (1)	30 (5)	—	3	SE 0m 7.7	4 111.1	白浪点在
	12 曇					風	1 (1)	30 (5)	—	3	SE 2m 8.0	5 110.9	全 上
	16 スコール	(3-10) ~1	16:40 ~ 17:00			風	1 (1)	30 (5)	—	3	SE 2m 6.0	4 111.0	全 上
	20 スコール										SE 0m 7.7	4 110.6	
10/2	時 8 スコール					風	1 (0.5)	40 (5)	6.0 —	2	SE 4m 3.5	3 110.7	小波がある程度 うねりと風浪が判別しにくい
	12 スコール					風	1 (0.5)	40 (5)	6.0 —	2	SE 3m 5.0	3 110.9	全 上
	16 晴					風	1 (0.5)	40 (5)	6.0 —	2	SE 1m 5.0	3 111.0	全 上
	20 晴										SE 0m 7.7	4 111.0	
10/3	時 8 晴					風	0.5 (0.5)	30 (7)	5 —	2	SE 3m 4.5	4 111.1	小波がある程度
	12 晴					風	0.5 (0.5)	30 (8)	5 —	2	SE 4m 5.5	4 110.9	全 上
	16 晴					風	0.5 (0.5)	30 (6)	5 —	2	SE 4m 5.0	3 111.4	全 上
	20 晴										SE 4m 5.0	3 111.4	
10/4	時 8 曇					風	0.5 (0.2)	25 (1)	7.5 —	2	SE 7.5 1.6	6 111.3	小波がある程度
	12 曇					風	0.5 (0.5)	20 (3)	6.0 —	2	SSE 8 1.5	6 111.4	全 上
	16 晴					風	1 (0.5)	30 (3)	7.0 —	2	SW 10 1.2	6 111.5	白浪一面
	20 曇										11	111.2	

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波			・()内の数字は風浪の値				風		船速平均 (Kts)	プロペラ回転数	海象状況
					左	右	周期 (sec)	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波高 (m)	波長 (m)	波高 (m)	船速平均 (Kts)	プロペラ回転数			
10/5	8時	雨	(B-10) ~2	8:35 ~ 8:55														
	12	曇																
	16	うす曇																
	20																	
10/6	8時	晴	(B-11) ~1	8:43 ~ 9:03														
	12	うす曇																
	16	曇	(B-11) ~2	16:35 ~ 16:55														
	20	曇																
10/7	8時	曇																
	12	快晴																
	16	晴	(B-11) ~3	16:00 ~ 16:07														
	20	晴																
10/8	8時	曇																
	12	うす曇																
	16	快晴																
	20	晴																

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪				* () 内の数字は風浪の値			風		力	船 速 均 平 (Kts)	プロペラ 同 転 数	海 象 状 況
				左	右	周 期 sec	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波 階 級	対船方向及 び風速(m/s)	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)				
10/9	時 8						風	1 (0.2)	60 (2)	7	3	6	6	S 13.5	5	15.3	110.6	白波点在
	12						風	0.5 (0.2)	30 (3)	—	2	4	4	S 11.5	5	15.8	110.6	小波の小さいのがある程 度
	16	(B-12) ~1	16:07 ~ 17:27				風	1 (0.3)	50 (4)	—	3	5	5	S 12	5	15.3	110.4	白波点在
	20											5	5	S 12	5	15.3	110.2	
10/10	時 8						風	1.5 (0.3)	120 (5)	—	4	7	7	S 14	6	15.0	109.8	波長の長いうねりがあり 白浪点在
	12						風	1.5 (0.8)	90 (10)	—	5	8	8	S 14.5	6	15.0	109.6	白波高し
	16	(B-12) ~2	16:30 ~ 16:50				風	1.2 (0.8)	80 (10)	—	5	10	10	SSE 14.5	6	15.0	109.6	全 上
	20															15.0	109.9	
10/11	時 8						風	1.5 (0.2)	60 (1)	—	3	10	10	S 15.5	7	15.0	109.8	小波が大きくなつた程度
	12						風	1.5 (0.2)	50 (1)	—	3	10	10	SE 10.0	5	15.0	109.8	全 上
	16	(B-12) ~3	16:30 ~ 16:50				風	1.5 (0.2)	120 (1)	—	4	9.5	9.5	SE 11.5	6	15.3	109.8	全 上
	20											9.0	9.0	S 14		15.3	109.8	
10/23	時 8																	
	12																	
	16	うす曇					風	1.5 (0.8)	70 (1)		5	19.5	19.5	NE 14	6	15.5	100.5	白波高し
	20																	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		船 速 均 平 (kts)	プロペラ 回転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 級	対流方向及び風速(m/s)	対流方向及び風速(m/s)	風力 階級			
11/1 時 8 12 16 20	晴					うねり風	1.5 (0.5)	7.0 (5)	1.0 —	4	4	ENE 11	6	15.0	105.1	中位の波長で一面に白浪が生ずる
	うす曇					うねり風	1.5 (0.8)	7.0 (5)	—	4	7.5	E 14.5	6	15.0	107.3	全 上
	曇					うねり風	1.5 (0.5)	8.0 (6)	—	4	7.0	E 14	6	16.0		全 上
11/8 時 8 12 16 20																
	快晴					風	(0.6)	(8)	—	3	8	N 15	7	15.0	108.6	白浪点在
	晴	(B-16) ~2	16:30 ~ 16:50			風	(0.1)	(2)	—	1.	9	S 15	1	16.0	109.8	うろこのようなさざなみがある程度
	晴					風					9	NW 11	5	15.8	107.6	
11/9 時 8 12 16 20	快晴					うねり	1.5 (0.1)	12.0 (0.5)	1.4 —	2	9	S 15	5	15.8	109.5	小波の大きいものであるが波頭はくだけていない
	快晴					うねり	0.7 (0.1)	3.0 (0.5)	—	2	8	NW 11	5	15.5	110.0	全 上
	晴	(B-16) ~3	16:10 ~ 16:30			うねり	0.8 (0.1)	4.0 (0.5)	1.0 —	2	10	S 3	2	16.0	109.9	全 上
	晴													16.0	109.9	
11/10 時 8 12 16 20	晴					風	(0.8)	(7)	(4.2)	4	2	NE 9	5	15.5	109.0	白浪一面
	晴					風	(0.6)	(6)	(4.0)	4	7	NE 12	6	16.0	109.0	全 上
	晴	(B-17) ~1	16:20 ~ 16:50			風	(0.5)	(7)	(4.0)	4	10	ENE 13.5	6	15.0	106.7	全 上

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値				風 力	船 速 均 平 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周 期 (sec)	波浪 階級	対船方向及び 風速(m/s)	絶対方向及び 風速(m/s)				
11/11	晴					風	(0.6)	(1.2)	(6.0)	3	8	NW 4	3	16.3	1099	白浪点在
	晴					風	(0.8)	(1.2)	(6.0)	4	7	NE 14	6	15.8	1103	全 上
	晴	(B-17) ~2	16:30 ~ 16:35			風	(0.8)	(1.0)	(4.5)	4	7.5	N 14	6	16.0	1104	全 上
	晴										7.5	N 14	6	16.3	1100	
11/14	曇			1	1	風	1.5 (0.7)	4.0 (6)	9	5	18	WSW 11	6	16.0	1091	中位の波長で白浪が沢山 現われる
	うす曇			2.5	2.5	風	1.5 (0.8)	8.0 (8)	12	5	16	W 10	5	16.5	1091	全 上
	うす曇	(B-18) ~1	16:03 ~ 16:23	2.5	2.5	風	1.5 (0.8)	5.0 (6)	11	5	15	SW 10.5	5	15.6	1090	全 上
	うす曇	(B-18) ~2	16:40 ~ 17:00								14	SW 10.5	5	15.3	1090	
11/15	晴			1	1	風	1.5 (0.8)	10.0 (7)	11	4	10	WSW 3	2	15.3	1090	波長の長いうねりと白浪 が一面になる
	晴			1	1	風	1.0 (0.8)	8.0 (6.0)	11	4	13	N 6	4	16.0	—	全 上
	晴	(B-18) ~3	16:10 ~ 16:20	1	1	風	0.8 (0.6)	7.0 (5)	11	4	10	WNW 6	4	15.5	1085	全 上
	晴	(B-18) ~4	16:40 ~ 17:00								10.5	NNE 6	4	15.5	1095	
11/16	晴			1	1	風	2 (0.7)	3.0 (4)	8	4	14	SSW 8	4	15.5	1093	波長の長いうねりと白浪 が一面になる
	晴			1	1	風	2 (0.7)	3.0 (1)	—	4	14	NNW 8	4	15.5	1081	全 上
	晴	(B-19) ~1	16:00 ~ 16:10	1	1	風	1.5 (0.1)	3.0 (1)	5	3	12	N 7.5	4	15.5	1086	全 上
	晴										12	SSW 9	5	15.5	1090	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風		船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期(sec)	波 浪 階 級	対船方向及 び風速(m/s)	対船方向及 び風速(m/s)	
11/17	時 8			1	1	風	0.8 (0.2)	3.5 (1)	6	3	→ NNW 7	→ NNW 7	白浪点在
	12			1	1	風	1.2 (0.2)	3.5 (1)	8	3	→ WSW 8.5	→ WSW 8.5	全 上
	16			1	1	風	1.5 (0.6)	5.0 (4)	8	5	→ WSW 12.5	→ WSW 12.5	白浪が高くなる
	20										→ WSW 10.5	→ WSW 10.5	
11/18	時 8	(B-19) ~2	8:00 ~ 8:10	1	1	風	2.5 (0.3)	6.0 (2)	10	3	→ N 15	→ N 15	白浪点在
	12	(B-20) ~1	9:00 ~ 9:30	1	1	風	2.0 (0.2)	6.0 (1.5)	6	3	→ N 15.5	→ N 15.5	全 上
	16	(B-20) ~2	16:10 ~ 16:30	1	1	風	3.5 (0.5)	6.0 (2)	7	3	→ N 15.5	→ N 15.5	全 上
	20										→ N 15	→ N 15	
11/19	時 8			2	2	風	3 (0.8)	4.0 (4)	7	4	→ N 9	→ N 9	白浪一面
	12			2	2	風	2.5 (0.2)	3.0 (1.5)	9	3	→ NNE 9	→ NNE 9	白浪点在
	16	(B-20) ~3	16:05 ~ 16:15	2	2	風	1.5 (0.2)	3.0 (1.5)	8	3	→ NNE 9	→ NNE 9	全 上
	20	(B-21) ~1	16:25 ~ 16:35								→ NNW 9.5	→ NNW 9.5	
11/20	時 8					風	2 (0.2)	3.0 (2.5)	8	3	→ NE 7.5	→ NE 7.5	白浪点在
	12					風	2 (0.4)	6.0 (6)	7	3	→ NE 10	→ NE 10	全 上
	16					風	1.5 (0.2)	5.0 (1.5)	9	3	→ NE 9.5	→ NE 9.5	全 上
	20										→ NE 8	→ NE 8	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値		風		船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階 級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)			
11/21	時 8			2	2	うねり風	3.5 (1)	200 (15)	18	5	17 WNW 10	→ 5	15.0	108.9	白浪高し
	1 2	(B-21) ~2	13:30 ~ 13:40	2	2	うねり風	4 (1)	200 (10)	18	4	15 NW 7.5	→ 4	15.0	105.3	全 上
	1 6	(B-21) ~3	15:15 ~ 15:25	2	2	うねり風	4 (2)	200 (20)	18	4	15 NW 7.5	→ 4	14.5	107.1	全 上
11/22	2 0										14 NNW 9	→ 5	13.5	106.0	
	時 8					うねり風	2 (1)	80 (10)	9	5	12 NE 11	→ 6	13.5	106.4	波の中途のもので、白浪 がたたくさんあらわれる
	1 2					うねり風	3 (0.7)	100 (7)	9	5	11 NE 11.5	→ 6	14.0	107.0	全 上
11/23	1 6	(B-22) ~1	16:15 ~ 16:25			うねり風	2.5 (0.5)	100 (8)	9	5	11 NE 11.5	→ 6	14.8	107.9	全 上
	2 0										9.5 NE 11.0	→ 6	14.8	108.6	
	時 8			1	1	うねり風	3.5 (0.2)	150 (1)	18	4	5 ESE 12.5	→ 6	15.0	109.1	うねりの波長が長く白浪 が一面
11/24	1 2			1	1	うねり風	3.5 (0.5)	150 (3)	18	4	3 ESE 10	→ 5	14.8	108.5	全 上
	1 6	(B-23) ~1	16:00 ~ 16:10	1	1	うねり風	4 (0.5)	130 (3)	18	5	12 SE 18.5	→ 7	14.3	107.8	全 上
	2 0										5 SE 11.0	→ 6	14.0	106.9	
11/24	時 8			1	1	うねり風	2.5 —	150 —	—	4	9 SSW 2	→ 2	14.3	107.3	うねりの波長が長い白浪 はなし
	1 2			1	1	うねり風	2 —	150 —	—	4	8 SE 12	→ 6	14.0	107.0	全 上
	1 6	(B-23) ~2	16:00 ~ 16:10	1	1	うねり風	4 —	180 —	—	4	9.5 SE 13	→ 6	14.5	100.1	全 上
11/24	2 0										7.5 SE 11	→ 6	14.8	108.3	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風			観 測 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	絶対方向及 風速 (m/s)	絶対方向及 風速 (m/s)		
12/4	時 8			3	3	うねり風	2.5 (0.3)	6.0 (5)	—	5	15 風	SE 21 風	106.2	白浪高し 波頭が砕けてできた白い 泡は尾を引いて流れる
	12			1	1	うねり風	1.5 (0.5)	5.0 (2.0)	—	5	19 風	SW 16 風	108.5	全 上
	16	(B-31) ~1	15:50 ~ 16:00	2	2	うねり風	2.5 (0.8)	8.0 (2.0)	—	5	19 風	S 20 風	109.1	全 上
	20					うねり					19 風	S 17.5 風	109.0	
12/5	時 8			—	—	うねり風	2.5 (1.5)	3.5 (1.5)	—	5	24 風	W 17.0 風	107.4	白浪高し 波頭が砕けてできた白い 泡は尾を引いて流れる
	12			2.5	2.5	うねり風	4 (2)	4.5 (2.0)	—	6	24 風	W 17.0 風	—	全 上
	16	(B-31) ~2	16:15 ~ 16:35	4	4	うねり風	5.5 (2.5)	6.0 (3.0)	—	7	24 風	W 13 風	—	全 上
	20					うねり					20 風	W 15.5 風	—	
12/6	時 8			5	5	うねり風	3.5 (0.4)	18.0 (4)	—	3	13 風	NW 9.5 風	102.4	白浪点在
	12			2.5	2.5	うねり風	3 (0.3)	15.0 (3.5)	—	3	9 風	NE 10.0 風	104.8	全 上
	16	(B-32) ~1	16:00 ~ 16:20	4	4	うねり風	2 (0.1)	15.0 (1)	—	3	9 風	NE 10.0 風	106.0	全 上
	20					うねり					4 風	E 11 風	109.3	
12/7	時 8			5	5	うねり風	2.0 (0.1)	5.0 (0.5)	—	4	11.5 風	SE 15 風	109.1	白浪一面
	12	(B-32) ~2	12:00 ~ 12:20	2.5	2.5	うねり風	2.0 (0.4)	6.0 (5)	—	4	12.0 風	SSE 14 風	108.9	全 上
	16			2.5	2.5	うねり風	2.5 (0.4)	3.5 (0.5)	—	4	19.5 風	SW 16 風	105.0	全 上
	20					うねり					20 風	W 13 風	106.1	

表 3.1-2 気象及び海象観測（昭武丸1次航）

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値		風		力	船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況	
				左	右	周期 sec	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)					絶対方向及 び風速(m/s)
11/20	時 8			1.5	1.5	12.4	風	1~1.5 (3.5)	30~40 (9)	8~9	5	130° → 16m	ESE ↘ 8.5	5	14.5	111.4	白浪高し 船首にしぶきが少々上る
	12			1.5	1.5	12.5	風	2~3 (4)	30~40 (9)	8~9	5	130° ↘ 16m	ESE ↘ 8.5	5	14.5	112.2	全 上
	16	TAPE① 1	18:25 18:35	1.5	1.5	12.6	風	2~3 (4)	30~40 (9)	8~9	5	140° ↘ 17m	ESE ↘ 9.0	5	14.5	112.2	全 上
	20			1.5	1.5	12.5	風	2~3 (4)	30~40 (10)	8~9	5	150° ↘ 19m	E ↘ 12.5	6	14.5	109.2	
11/21	時 8	TAPE① 2	9:00 9:20	1.5	1.5	12.3	風	2~3 (2)	30 (10)	—	5	↘ 12m	SE ↘ 14.0	6	15.5	110.4	白浪高し
	12			1.5	1.5	12.3	風	2~3 (2)	30 (10)	—	5	↘ 11m	SE ↘ 14.5	6	15.5	110.3	全 上
	16			1.5	1.5	12.6	風	2~3 (2)	30 (10)	—	5	120° ↘ 6.5	NNW ↘ 15.0	6	13.5	110.7	全 上
	20			1.5	1.5	12.5	風	2~3 (2)	30 (10)	—	5	110° ↘ 4.0	N ↘ 15.0	6	13.0	111.5	全 上
11/23	時 8			2	2	12.5	風	2~3 —	30	16	—	100° ↘ 1.0	ESE ↘ 4.5	2	15.0	112.3	小波が大きくなった程度
	12	TAPE① 3	12:05 12:25	2	2	12.5	風	2~3 —	30	16	—	100° ↘ 1.0	ESE ↘ 4.5	2	14.0	112.2	全 上
	16	TAPE① 4	13:00 13:20	2	2	12.5	風	2~3 —	30	16	—	250° ↘ 1.5	SE ↘ 8.5	3	15.0	112.2	全 上
	20						風					↘ 1.0					
(A) 11/24	時 8			3	3	10.5	風	2 (1~2)	25~30 (4~5)	12	4	120° ↘ 1.3	SW ↘ 18.5	6	15.5	111.5	白浪一面
	12	TAPE① 5	13:00 13:20	2.5	2.5	10.5	風	2 (0.5~1)	25~30 (4~5)	12	3	120° ↘ 1.2	SW ↘ 17.0	6	14.5	111.2	白浪点在
	16			2.5	2.5	10.5	風	2 (1~2)	20~25 (4~5)	12	4	120° ↘ 1.2	SW ↘ 17.5	6	15.0	111.7	白浪一面
	20			3	3	10.6	風	2 (1~2)	20~25 (4~5)	12	4	↘ 1.2		6	15.5	112.3	全 上

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風			船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回転数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期(sec)	波浪の値	対船方向及び風速(m/s)	対船方向及び風速(m/s)		
11/24	曇			1	1	←	1~2	25~30	10		30° 4m	NW 4.0	112.7	小波が大きくなった程度
	雨	TAPE② 6	12:55 ~ 13:15	0.75	0.75	←	1~2	20~25	10		10° 4m	WSW 3.5	112.4	全 上
	雨			1	1	←	1~2	25~30	10		4m		112.3	全 上
	曇			1	1	←	1~2	25~30	10				112.3	全 上
11/25	曇			2.5	2.5	↙	1~2	25~30	18		25° 14.5m	SE 8.2	112.4	小波が大きくなった程度
	曇	TAPE③ 7	12:55 ~ 13:15	2.25	2.25	↙	2~3	25~30	20		30° 15m	SE 9.0	111.9	全 上
	曇			2.25	2.25	↙	2~3	25~30	19.5		30° 15m	SE 9.2	111.8	全 上
	曇					↙							111.5	
11/26	霧雨			1	1	↙	1~2	100	25		50° 6m	SW 6.2	112.3	小波が大きくなった程度
	薄曇	TAPE② 8	12:40 ~ 13:00	0.75	0.75	↙	1~2	100	25		60° 10m	S 9.3	112.3	全 上
	曇			0.75	0.75	↙	1~2	100	25		60° 8m	S 8.0	112.3	全 上
	薄曇					↙							112.1	
11/27	曇	TAPE③ 9	9:15 ~ 9:35	3.5	3.5	風 ↙	3~4 (2~3)	30~35 (5~10)	14.3	5	120° 15m	SW 20.0	111.3	風浪とうねりの判別がしにくくい 白浪高し
	曇	TAPE③ 10	13:00 ~ 13:20	4	4	風 ↙	3~4 (2~3)	30~35 (5~10)	14.5	5	120° 11.5m	SW 17.3	111.2	全 上
	曇			3.5	3.5	風 ↙	3~4 (2~3)	30~35 (7~10)	14.5	5	120° 11.5m	SW 17.3	111.3	全 上
	曇					↙							111.2	

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波			風			船平均 (Kts)	プロペラ 回転数	海象状況
					左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波高 (m)	波長 (m)			
11/28	8時	曇			2	2	風	5~6 (2~3)	100 (8~10)	15	5	55° 18m	13.0	110.3	白浪高し 追波のため青波は船首に 上らぬ
	12	曇	TAPE③ 11	12:45 ~ 13:05	2	2	風	5~6 (2~3)	100 (8~10)	15	5	50° 10m	12.5	110.7	全上
	16	曇			2.5	2.5	風	6 (2~3)	100 (8~10)	16	5	55° 10m	16.0	110.7	全上
	20	雨											15.0	110.5	
11/29	8時	霧雨			0.75	0.75	風	3 (1~2)	40~50 (7~8)	12	4	90° 2m	15.0	111.3	白浪一面
	12	曇	TAPE④ 12	12:50 ~ 13:10	1.25	1.25	風	5 (1~2)	40~50 (8~9)	12	4	40° 2m	14.5	111.2	全上
	16	霧雨			1.25	1.25	風	5 (1~2)	40~50 (8~9)	12	4	80° 4m	15.0	109.1	全上
	20	晴											16.5	111.5	
11/30	8時	霧雨			1.5	1.5	風	1~2	50	12	2	25° 10m	15.5	112.0	小波が大きくなった程度
	12	晴	TAPE④ 13	12:35 ~ 12:55	0.25	0.25	風	1~2	50	12	2	35° 8m	14.0	112.0	全上
	16	晴			0.25	0.25	風	1~2	50	12	2	35° 7m	15.5	111.8	全上
	20	晴											15.0	112.3	
12/1	8時	晴			0.5	0.5	風	1~2	120	13	2	40° 10m	14.5	112.0	うねりの波長が長い
	12	晴	TAPE④ 14	12:55 ~ 13:15	1	1	風	1~2	120	14	2	40° 8m	14.5	112.0	全上
	16	晴			1.4	1.4	風	1~2	120	14	2	40° 8m	15.5	111.8	全上
	20	快晴											15.5	111.5	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		うねり方向	波 浪		波 浪		波 浪		風		船 速 平 均 (kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右		波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階 級	波 浪 階 級	波 浪 階 級	波 浪 階 級	波 浪 階 級			
12/11	時 8			2	2	風 →	(1~2)	(7~8)	—	3	0	0	SE → 7.5	SE → 7.5	13.5	110.5	白浪点在
	1 2	TAPE⑧ 24	12:45 ~ 13:05	2	2	風 →	2~3 (1~2)	120 (7~8)	—	3	0	0	SE → 7.5	SE → 7.5	16.5	110.7	全 上
	1 6			2	2	風 →	2~3 (1~2)	30~40 (7~8)	—	3	0	0	SE → 7.5	SE → 7.5	15.0	110.0	全 上
	2 0														14.5	110.4	
12/12	時 8			0	0	風 →	2~3 (1~2)	30 (7~8)	—	3	15°	15°	ENE ↑ 5.2	ENE ↑ 5.2	14.5	110.0	白浪点在
	1 2	TAPE⑤ 25	13:00 ~ 13:20	0	0	風 →	2~3 (1~2)	30 (7~8)	—	3	15°	15°	ENE ↑ 5.2	ENE ↑ 5.2	13.5	111.2	全 上
	1 6			0	0	風 →	2~3 (1~2)	30 (7~8)	—	3	15°	15°	ENE ↑ 5.2	ENE ↑ 5.2	15.5	110.5	全 上
	2 0														14.5	111.4	
12/13	時 8			0	0								NE ↑ 4.0	NE ↑ 4.0	14.0	111.4	
	1 2	TAPE⑥ 26	12:40 ~ 13:00	0	0	風 →	1~2	140	20	2	10°	10°	NE ↑ 4.5	NE ↑ 4.5	14.0	111.7	波長の長いうねりがある 程度
	1 6			0	0	風 →	1~2	140	20	2	10°	10°	NE ↑ 4.5	NE ↑ 4.5	14.5	111.3	全 上
	2 0														14.0	111.0	
12/18	時 8														15.0	112.7	
	1 2	TAPE⑩ 28	12:40 ~ 13:00	2	2	風 →	1.5 (0.5~1)	70~80 (7~8)		3	45°	45°	S 8.5	S 8.5	15.0	112.9	白浪点在
	1 6			2	2	風 →	1.5 (0.5~1)	70~80 (7~8)		3	45°	45°	S 8.5	S 8.5	14.0	113.2	全 上
	2 0														14.5	112.6	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風		船 速 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波浪の値 階級	対船方向及 風速(m/s)	絶対方向及 風速(m/s)	
12/19	時 8 薄 曇					☐						3	
	12 晴	TAPB① 29	12:30 ~ 12:50	1	1	風 ☐	(1.5~2) (1~1.5)	(15) (7~8)	(30) —	3	30° 6m	SSW 4.0	112.5
	16 晴					☐						3	
	20 曇					☐						3	
12/20	時 8 曇			4.75 4.75	3.5	風 ☐	1~2 (0.5~1)	70~80 (7~8)	14~17 —	3	30° 4m	S 4.5	112.5
	12 曇	TAPB② 30	12:35 ~ 12:55	4.75 4.75	3.5	風 ☐	1~2 (0.5~1)	70~80 (7~8)	14~17 —	3	30° 4m	S 4.6	112.6
	16 曇			5.1 5.1	5.5	風 ☐	1~2 (0.5~1)	70~80 (7~8)	14~17 —	3	90° 6m	S 10.0	112.6
	20 曇					☐						4	
12/21	時 8 薄 曇			1.5 1.5	10.0	風 ☐	1.5~2.0 (1.0~1.5)	30~35 (7~8)	10 —	4	60° 5m	SE 12.0	112.5
	12 晴	TAPB② 31	12:35 ~ 12:55	1.5 1.5	11.0	風 ☐	2~3 (1.5~2)	60 (7~8)	13 —	4	45° 4m	S 6.0	112.6
	16 薄 曇			0.75 0.75	11.0	風 ☐	2~3 (1.5~2)	60 (7~8)	13 —	4	70° 5m	SSW 7.0	113.1
	20 曇					☐						4	
12/22	時 8 スコール			0.75 0.75	10.5	風 ☐	(1~1.5)	(7~8)	— —	4	60° 3m	SSW 7.3	112.5
	12 薄 曇	TAPB② 32	12:35 ~ 12:55	0.25 0.25	8.3	風 ☐	2~3 (1~1.5)	80 (7~8)	13 —	4	25° 2m	E 5.0	112.6
	16 晴			1.25 1.25	10.5	風 ☐	2~3 (1~1.5)	80 (7~8)	13 —	4	45° 3m	S 6.2	112.7
	20 晴					☐						4	

月	日	天候	計測番号	計測時間	波				浪		風		鉛 平均 (kco)	プロペラ 回転数	海象状況
					横揺 (Deg)	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 風速(m/s)	絶対方向及 風速(m/s)			
12/31	時 8	快晴			1 1		2~3	120	—	2	10° 6m	SW 2.0	12.5	111.4	波長の長いうねりがある程度
	12	快晴	TAPE⑤ 41	12:40 ~ 13:00	1 1		2~3	120	—	2	10° 7m	SW 2.0	14.0	111.3	全上
	16	快晴			1 1		2~3	120	—	2	60° 6m	NE 7.0	14.0	111.5	全上
	20	快晴											14.5	112.0	
S45 1/1	時 8	快晴			2 2		0.5~1	70~80	11	1	10° 8m	SW 1.0	13.5	111.6	さざなみがある程度
	12	快晴	TAPE⑥ 42	12:40 ~ 13:00	2 2		0.5~1	70~80	11	1	0° 8m	SW 1.0	13.0	111.7	全上
	16	晴			2.5 2.5		0.5~1	70~80	11	1	0° 7m		14.5	111.2	全上
	20	快晴											14.0	111.2	
1/2	時 8	薄曇			1.5 1.5		2~3 (0.5~1)	70 (7~8)	10	3	40° 13m	N 10.0	13.5	111.0	白浪点在
	12	晴	TAPE⑤ 43	12:40 ~ 13:00	1.5 1.5		2~3 (0.5~1)	70 (7~8)	10	3	40° 13m	N 10.0	14.0	111.0	全上
	16	晴			1.5 1.5		2~3 (0.5~1)	70 (7~8)	10	3	40° 10.5m	NNW 10.0	14.0	111.3	全上
	20	霧雨											13.5	110.7	
1/3	時 8	晴			5.0 5.0		4~5 (2~3)	70 (7~8)	10.2	5	60° 5m	ENE 10.2	14.0	110.1	白浪高し
	12	晴	TAPE⑤ 44	12:40 ~ 13:00	4.5 4.5		4~5 (2~3)	70~80 (7~8)	10.2	5	60° 5m	E 10.2	14.0	110.6	全上
	16	晴			3.5 3.5		4~5 (2~3)	70~80 (7~8)	10.2	5	60° 5m	E 10.2	13.0	111.0	全上
	20	曇											13.0	111.0	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風		船 速 均 平 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 階 級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)	
1/4	時 8			0.75	1.1.3	う	2~3 (1~2)	1.00 (7~8)	1.4.0	4	45° 6m	SSE 5.6	白浪一面
	12	TAPE⑦ 45	12:40 ~ 13:00	0.75	1.1.1	う	2~3 (1~2)	1.00 (8)	1.4.0	4	45° 6m	SSE 5.6	全 上
	16			0.75	1.1.1	う	2~3 (1~2)	1.00 (8)	1.4.0	4	20° 6m	SW 3.0	全 上
	20												
1/6	時 8			1.25	1.0.8	風う	2~3 (0.5~1)	1.20 (1.0)	1.2.0	3	45° 9m	N 6.2	波長の長いうねりと小波 がある程度
	12	TAPE⑦ 46	12:40 ~ 13:00	1.25	1.0.8	風う	2~3 (0.5~1)	1.20 (1.0)	1.2.0	3	35° 5m	ENE 4.2	全 上
	16			1.25	1.0.8	風う	2~3 (0.5~1)	1.20 (1.0)	1.2.0	3	10° 6m	E 1.2	全 上
	20												
1/7	時 8			3.35	1.0.5	風う	2~3 (1.5~2)	70~80 (7~8)	1.1.2 1.5	3	30° 16m	NNW 10.5	白浪一面
	12	TAPE⑦ 47	12:40 ~ 13:00	4	1.0.5	風う	2~3 (2~2.5)	70~80 (7~8)	1.1.2 1.5	3	42° 14m	N 10.0	全 上
	16			4	1.0.5	風う	3~4 (2~2.5)	70~80 (9~10)	1.1.2 1.5	3	55° 12m	N 10.0	全 上
	20												
1/8	時 8			9	9.5	風う	5~6 (0.5)	1.20 (3~5)	10~15	3	30° 9m	SSW 5.0	波長の長いうねりと小波 が大きくなった程度
	12	TAPE⑧ 48	12:40 ~ 13:00	9	9.5	風う	5~6 (0.5)	1.20 (3~5)	10~15	3	30° 8m	SSW 4.5	全 上
	16			9	1.0.8	う	3~4 (0.5)	1.20 (1~2)	10~15	3	15° 9m	SSW 3.5	全 上
	20												

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風			船 速 平 均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波 浪 の 値	対給方向及 び風速(m/s)	対給方向及 び風速(m/s)		
1/9	時 8			2.75	1.0.8	風	2~3 (1~1.5)	6.0 (7~8)	10~15	4	0° → 15m	W → 7.5	110.6	白浪一面
	1 2	TAPE⑤ 4 9	12:40 ~ 13:00	2.75	1.0.8	風	2~3 (1~1.5)	6.0 (7~8)	10~15	4	0° → 15m	W → 7.5	109.7	全 上
	1 6			2.75	1.0.8	風	2~3 (1~1.5)	10.0 (7~8)	10~15	4	0° → 15m	W → 12.0	109.3	全 上
	2 0												109.8	
1/10	時 8			5	9.5	風	3~4 (0.5~1)	8.0 (7~8)	1 3.0	3	20° 12m	SSW ↑ 6.2	109.3	小波が大きくなった程度 白浪点在
	1 2	TAPE⑤ 5 0	12:40 ~ 13:05	5	9.5	風	3~4 (0.5~1)	8.0 (7~8)	1 3.0	3	20° 12m	SSW ↑ 6.2	109.9	全 上
	1 6			5	9.5	風	4~5 (0.5~1)	8.0 (7~8)	1 3.0	3	15° 10m	N → 4.0	107.9	全 上
	2 0												109.0	
1/11	時 8			3.5	10.5	風	4~5 (2~3)	10.0 (9~10)	4.0	5	70° 18m	S → 12.0	110.7	白浪高くなる
	1 2	TAPE⑤ 5 1	12:40 ~ 13:00	2	10.1	風	4~5 (2~3)	12.0 (9~10)	4.0	5	25° 19m	NW → 13.5	110.7	全 上
	1 6			2	10.2	風	4~5 (2~3)	12.0 (9~10)	4.0	5	20° 14.5m	NW → 8.0	110.5	全 上
	2 0												110.2	
1/12	時 8										15° →		110.0	
	1 2	TAPE⑤ 5 2	12:40 ~ 13:00	2.5	10.0	風	3~4 (1~2)	12.0 (7~8)	—	4	10° 18m	W → 6.5	110.2	白浪一面
	1 6			1.5	10.3	風	5~6 (1~2)	10.0 (7~8)	—	4	10° 15m	WSW → 7.5	110.0	全 上
	2 0			0.75	10.3	風	5~6 (1~2)	8.0 (7~8)	—	4	10° 16m	WSW → 8.5	110.6	全 上

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値		風		力	船 速 平均 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)	対船方向及 び風速(m/s)				
1/13	時 8			0.25	9 ~ 10	風 →	3 ~ 4 (2 ~ 3)	80 ~ 90 (9 ~ 10)	9 ~ 10	5	0° 19m	W → 11.5	5	14.0	109.8	船首に背波が時々打込む 白浪高し
	12	TAPE⑩ 53	12:40 ~ 13:00	0.25	9 ~ 10	風 →	4 ~ 5 (3 ~ 4)	80 ~ 90 (9 ~ 10)	9 ~ 10	5	0° 20m	W → 13.3	6	13.5	110.0	全 上
	16			0	0	風 →	4 ~ 5 (3 ~ 4)	90 (9 ~ 10)	9 ~ 10	5	0° 18m	W → 11.3	6	13.5	109.1	全 上
	20												6	13.5	109.9	
1/14	時 8			0	0	風 →	(1.5)	(7 ~ 8)	(10)	4	0° 17m	W → 9.7	4	13.0	109.8	白浪一面
	12	TAPE⑩ 55	12:40 ~ 13:00	0	0	風 →	(1.5)	(7 ~ 8)	(10)	4	0° 19m	W → 11.5	5	13.0	110.98	全 上
	16			0	0	風 →	(1.5)	(7 ~ 8)	(10)	4	10° 19m	W → 12.5	5	13.5	110.2	全 上
	20			0	0								5	13.0	110.3	

表 3.1-3 気象及び海象観測 (昭武丸 2 次航)

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波			浪			風			船速 平均 (Kts)	プロペラ 回転数	海象状況
					左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及び 風速 (m/s)	絶対方向及び 風速 (m/s)	風力 階級				
1/21	時8	快晴			2	2	うねり風	1 (0.5)	60 (30)	8 (2.5)	3	20° うねり風	E 7m	2.5	3	14.5	115.1	小波が大きくなつた程度 白浪はほとんどなし
	12	曇			1 0.5	1	うねり風	1.5 (1.0)	60 (50)	8 (3)	4	60° うねり風	WNW 12m	4	4	15.7	114.5	うねり波がしらはくすれ ていない
	16	晴	TAPB③ 2	20分	2	1	うねり風	1.5 (1.0)	60 (50)	7 (3)	3	11m うねり風	NW 11	4	4	15.7	111.5	全上 うねり、風浪の判別がし にくい
	20	曇	TAPB③ 3	20分			うねり風				3	うねり風		4	4	16.0	111.3	
1/22	時8	晴			3	3	うねり風	2 (0.5)	80 (20)	11 (3.4)	3	30° うねり風	NE 3.5m	4	4	14.5	112.1	小波が大きくなつた程度 白浪はほとんどなし
	12	晴	TAPB③ 4	20分	2	2	うねり風	3 (0.5)	80 (20)	7.5 (4)	4	30° うねり風	ENE 7m	3.5	4	15.5	112.1	白浪点在
	16	晴			2	2	うねり風	2 (0.5)	50 (20)	8 (4)	3	40° うねり風	NE 3m	5.5	3	15.6	112.3	小波が大きくなつた程度 白浪はほとんどなし
	20	晴			2	2	うねり風				3	60° うねり風	E 10m	9	4	15.6	112.4	
1/23	時8	晴			1.5	2	うねり風	2.5 (1.5)	80 (30)	10 (4.2)	4	60° うねり風	ENE 5-10m	7	4	14.0	111.2	白浪が生じ始める
	12						うねり風					うねり風						
	16						うねり風					うねり風						
	20						うねり風					うねり風						
1/24	時8	晴			1	1	うねり風	1.5 (0.5)	60 (20)	7.2 (3.8)	3	60° うねり風	NE 3m	6	3	14.5	111.0	小波が大きくなつた程度 うねり、風浪が判別しに くい
	12	曇	TAPB③ 5	20分	1~2	1~2	うねり風	1.5 (0.5)	60 (20)	8.0 (3.8)	3	60° うねり風	NE 4m	6	3	15.2	111.5	全上
	16	晴			1~2	1~2	うねり風	1.5 (0.5)	60 (20)	8.0 (3.5)	3	40° うねり風	NE 3m	5	3	15.2	111.3	全上
	20	晴			1~2	1~2	うねり風					40° うねり風	NE 3m	5	3	15.2	111.3	

Engine 故障のため観測せず
約10時間停止

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		力	船 速 (Kts)	プロペラ 回 転 数	海 象 状 況
					左	右	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)	風力 階級				
1/25	時 8	快 晴			2	2	8	う風	2 (1)	60 (30)	8.0 (3.3)	4	95° 3m	NE 10	4	16.9	111.6	小波が大きくなつた程度 白浪点在
	12	晴	TAP24 6	20分	2	2	8.5	う風	2 (1)	60 (30)	8.0 (3.5)	4	120° 2m	NNE 11	4	16.9	111.7	全 上
	16	曇			2	2	9	風	1.5 (0.8)	50 (20)	8.0 (3.0)	3	120° 2m	NNE 11	3	16.9	111.7	全 上
	20	曇			2	2	8.3	風					120° 2m	NNE 11	4	16.9	111.5	
1/26	時 8	快 晴			1	2	10	う風	1.5 (0.5)	60 (20)	8 (3)	1	0°	N	1	15.0	112.5	小波が小さくはつきりし 波がしらはなめらかで砕 けていない
	12	晴	TAP24 7	20分	1	1	12	う風	1.0 —	60 —	8 —	1	10°	N	0	15.0	112.5	全 上
	16	快 晴			1	1	12	う風	1.0 (0.5)	60 (15)	7 (3)	1	30°	N	3	15.0	112.5	全 上
	20	曇			1	1	12	風					30°	N	3	15.0	112.5	
1/27	時 8	快 晴			0	0	0	風	— (0.2)	— (5)	— (1.5)	1	50°	NNE	0	14.5	114.2	小波が小さくはつきりし 波がしらはなめらかで砕 けていない
	12	晴	24 8	20分	0	0	0	風	— (0.2)	— (5)	— (1.5)	2	30°	W	4.5	15.2	114.0	小波が大きくなつた程度 で白浪はほとんどない
	16	晴			0	0	0	風	— (0.2)	— (5)	— (1.5)	2	45°	WNW	5.5	15.2	113.5	全 上
	20	晴			0	0	0	風										
1/28	時 8	晴			0	0	0	風	— (0.2)	— (10)	— (3.3)	2	10°	S	5.5	15.4	110.1	小波が小さくはつきりし 波がしらはなめらかで砕 けていない
	12	快 晴	24 9	20分	0	0	0	風	— (0.5)	— (20)	— (3.1)	2	20°	NE	2	15.9	110.1	小波が大きくなつた程度
	16	晴なり 曇つたり			5	5	8.2	風	— (1.0)	— (30)	— (3.2)	4	0°	NE	9	15.6	109.4	全 上 白浪点在
	20	曇			5	5	8.3	風					35°		4	15.6	110.1	

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			風 力			船 速 平均 (Kts)	プロペラ 回転数	海 象 状 況
				左	右	周期 sec	りねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期(sec)	波浪 階級	対船方向及 風速(m/s)	絶対方向及 風速(m/s)	
1/29	時 8	雨	20分 20分	13	13	6	風	2.5 (1.5)	6.0 (4.0)	8 (2.5)	5	30° 20m WSW 15.5	WSW 15.5	風浪強く白波多し
	1 2	雨	20分	5	7	10	風	7 (3)	6.0 (4.0)	8.2 (6)	6	120° 25m WNW 2.6	WNW 2.6	全 上
	1 6	雨	20分	15	15	7	風	1.0 (3)	8.0 (4.0)	8.0 (6)	8	170° 25m NNE 3.2	NNE 3.2	白浪多く波頭がくずれ る追浪のせいか船首に青波 が打上る
	2 0	雨	20分	23	23	8.2	風	1.0 (3)	8.0 (4.0)	8.2 (6)	8	110° 25m NW 3.2	NW 3.2	全 上
1/30	時 8	雨		10	10	8.6	風	4 (2)	8.0 (4.0)	10.0 (6)	6	60° 10~18m NE 1.3	NE 1.3	風浪強く白波多し
	1 2	雨	20分	10	10	8.8	風	4 (2)	8.0 (4.0)	10.0 (6)	6	10~18m NE 1.3	NE 1.3	全 上
	1 6	曇	20分	8	8	10.8	風	4 (1)	8.0 (4.0)	11.0 (6)	6	95° 8m NE 1.1	NE 1.1	全 上
	2 0	曇		8	8	5.0	風					50° 8~10m E 7.5	E 7.5	白浪多し
2/ 4	時 8	晴		4	4	10	風	1 (0.8)	6.0 (3.0)	10.2 (4.8)	3	90° 6~7m SSW 9	SSW 9	白浪点在
	1 2	晴	20分 10分	5	5	8	風	1.5 (0.8)	6.0 (3.0)	10.2 (5.0)	3	85° 2~3m SW 8	SW 8	全 上
	1 6	晴		5	5	8	風	1 (0.5)	6.0 (2.0)	10.2 (4.2)	3	65° 2m SW 8.5	SW 8.5	全 上
	2 0	晴										2m 2m		
2/ 5	時 8	晴		2	1.5	9	風	— (0.5)	— (3.0)	— (4.6)	2	30° 3m SW 4.5	SW 4.5	小波がある程度
	1 2	晴	20分	2	2	7.5	風	— (0.5)	— (3.0)	— (5.0)	2	60° 6m SSW 8.5	SSW 8.5	全 上
	1 6	晴		2	2	7.5	風	— (0.5)	— (3.0)	— (4.6)	2	60° 4m SSW 5	SSW 5	全 上
	2 0	晴		2	2	7.4	風					60° 3m SSW 4	SSW 4	全 上

月	日	天候	計測番号	計測時間	横揺 (Deg)		波		* () 内の数字は風浪の値		風		船平均 (Kts)	プロペラ 回転数	海象状況		
					左	右	うねり方向	波高 (m)	波長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対給方向及び 風速(m/s)				絶対方向及び 風速(m/s)	
2/6	時 8	晴			0 0	0	〇	〇	〇	〇	20°	NW 5m	1	14.7	110.2	うろこのようなざなみ がある程度	
	12	曇	28 20	20分	1 1	6.1	風	(0.8)	(30)	(4.6)	3	30°	NW 7m	4	13.7	110.2	白浪点在
	16	雨			0.5 1	6.0	風	(0.8)	(30)	(4.8)	3	30°	N 13m	8	13.7	110.2	全上
	20	曇			0.5 1	6.0	〇					40° 10m	SE 6.5	4	13.7	110.0	
2/7	時 8	晴			0 0	0	風	(0.5)	(10)	(3.8)	2	30°	NW 3m	3	13.7	110.3	小波がある程度
	12	晴	28 21	20分	0 0	0	風	(0.5)	(10)	(3.8)	2	30°	NW 12m	4	17.0	110.9	全上
	16	快晴			0 0	0	風	(1)	(30)	(5)	3	5°	N 14m	7	14.5	110.9	小波が大きくなつた程度
	20	曇			0 0	0	風	(1)	(30)	(4.8)	3	5°	NNE 12m	4	13.7	110.7	全上
2/8	時 8	快晴			2 2	6	風	1 (0.5)	60 (10)	7.4 (2.5)	3	0°	N 15m	8	14.0	110.1	白浪点在
	12	晴	28 22	20分	6 6	7.8	風	2.5 (0.5)	80 (10)	7.5 (3.2)	4	5°	N 16m	8.5	13.7	110.1	白浪一面
	16	快晴			10 10	8	風	3.5 (0.5)	100 (30)	9.0 (5.0)	5	10°	NNW 17m	8	14.0	109.1	白浪高し
	20	快晴			8 8	8	風	3.5 (0.5)	100 (30)	9.0 (5.0)	5	0°	N 18m	12	12.0	107.9	全上
2/9	時 8	晴			4 4	9	風	2.5 (0.5)	70 (20)	1.0 (3)	4	20°	NW 12m	6	12.7	109.4	白浪一面
	12	曇	TAPE 28 23	20分	4 4	9	風	2.0 (0.5)	70 (10)	1.0 (2)	3	10°	NNW 8.5m	3	11.7	109.7	白浪点在
	16	晴			6 6	9	風	2.0	70	1.02	3	5°	NNW 9m	3	12.0	109.4	全上
	20	曇			6 6		〇					10m NE 7	4	12.0	109.3		

月 日	天 候	計測番号	計測時間	横 揺 (Deg)		波 浪			* () 内の数字は風浪の値			風		船 速 (Kts)	ブローラ 回 転 数	海 象 状 況
				左	右	周期 sec	うねり方向	波 高 (m)	波 長 (m)	周期 (sec)	波浪 階級	対船方向及 び風速(m/s)	絶対方向及 び風速(m/s)			
2/10	時 8	TAPB② 24 25	20分 10分	10 10	9.2	9.2	風	4.5 (2.5)	10.0 (4.0)	10.2 (6)	6	10° 20m	→ 1.4	12.7	107.5	白浪高し 船首に青波が時々打込む
	12	② 26	20分	10 10	10	10	風	5.0 (2.5)	10.0 (4.0)	10.5 (7)	7	0° 22m	→ 1.6	12.2	106.3	大波が高く船首に青波が 打込む
	16			18 18	9.9	9.9	風	5.0 (2.5)	10.0 (4.0)	10.5 (7)	7	15° 22m	NE 1.8	11.7	106.1	全 上
	20			18 18	9.9	9.9	風					23m	NE 1.9	12.0	106.1	
2/11	時 8			8 8	10	10	風	4.5 (1)	12.0 (3.0)	12 (4.5)	7	20° 22m	NE 1.7	11.5	105.0	大波が高く船首に青波が 打込む
	12	TAPB② 27	20分	10 10	9.8	9.8	風	3.5 (1)	10.0 (3.0)	10.2 (4.3)	6	20° 20m	NE 1.4	11.2	106.3	全 上
	16			8 8	10	10	風	2.5 (1)	6.0 (3.0)	8.8 (4.5)	5	20° 16m	NE 10.5	13.0	106.9	白浪高し 船首に青波が打込む
	20			8 8	9.2	9.2						20° 17m	NE 1.1	13.0	108.5	
2/12	時 8			5 5	9.2	9.2	風	1 (0.5)	6.0 (3.0)	12.0 (5.0)	3	30° 12m	NNW 8	14.2	110.5	白浪点在
	12	TAPB③ 28	20分	4 4	9.2	9.2	風	1 (0.5)	5.0 (2.0)	8.2 (4.2)	3	45° 12m	E 8.5	13.5	111.2	白浪点在 風浪、うねりの判別がし にくい
	16			4 4	9.2	9.2	風	1 (0.5)	6.0 (2.0)	9.2 (4.0)	3	45° 12m	E 8.5	13.5	111.3	全 上
	20			4 4	9.2	9.2						45° 12m	E 8.5	14.0	111.6	全 上
2/13	時 8			4 4	7.6	7.6	風	1 (0.5)	5.0 (2.0)	9.2 (3.8)	2	20° 8m	E 3.5	15.5	111.3	小波が大きくなつた程度
	12	TAPB③ 29	20分	1 1	7.6	7.6	風	1 —	5.0 —	9.2 —	1	10° 6m	SW 3.5	15.2	110.8	うろこのようなどなみ がある程度
	16			1 1	8.2	8.2		1 —	5.0 —	9.0 —	1	10° 6m	SW 3.5	15.0	110.9	全 上
	20			1 1	8.6	8.6								13.8	111.3	

3.2 応力短期分布 I (昭武丸)

昭武丸において求めた各計測点別の応力の短期分布の代表的な計測例を以下に示す。データの解析は高速データ集録装置 (DATAC) により、1 回の計測につきそれぞれ 20 分ずつ記録されている航海中の動的応力の頻度分布を、次の要領で求めたものである。すなわち、(A) (B) および (C) のような方法で現象を分析し、それらの結果について、それぞれ Peak Count, Range Count の 2 つの計数方式でデータを整理した。(図 3.2-1、2 参照)

(A) DATAC に記録された生のデータについて。(記号 A)

(B) (A) のデータから、船体固有振動とそれより周波数の高い振動成分を除いたものについて。(記号 B)

(C) 船体振動成分について。(生のデータから (B) の成分を除いたものについて。)(記号 C)

上記 A、B、C の場合について、Peak Count, Range Count の 2 つの方法により頻度分布を求める。

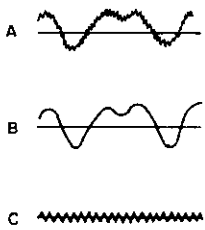


図 3.2-1

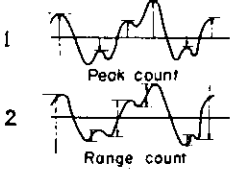


図 3.2-2

1) Peak Count (記号 1)

変動応力の平均値に対する極大値の頻度分布を求める。極大値の分布は、データが周波数に対して一様に分布するとき、正規分布に近づき、ある一つの周波数を中心に狭い帯域に分布するとき Rayleigh に近づくことになる。

2) Range Count (記号 2)

変動応力の極小値から極大値までの変動分の頻度分布を求めたものである。分布は正の側のみで、データがある一つの周波数を中心に狭い帯域に分布するとき、Rayleigh 分布に近づくことになる。

データ処理は、初めに生のデータ (A) を船体固有振動 (縦曲げ) の周期の 2 倍の時間について平均して、船体振動成分を除いて (B) のデータとし、(A) のデータから (B) を差引いて (C) のデータとする。

この (A) (B) (C) のデータについて、それぞれピークを検出し、Peak Count の場合には、極値と平均値との差を求め、Range Count の場合には、その前のピークからの変動分を求めて、その大きさに対応するカウンターで計数する。このとき 0.1 Kg/mm^2 以下の変動応力は雑音として無視している。

解析結果の一部として、1 月 8 日、1 月 29 日 (2 回) の各計測点毎の応力頻度分布及び変動応力の $\sqrt{E}$ の分布を図 3.2-6 7 に示す。

各計測時の気象、海象等を表 3.2.1 に示す。

応力頻度のグラフ中、記号 A 1、A 2……C 2 は上記の記号 A、B、C、1、2 に対応する。例えば A 2 は、生のデータについて、Range Count により求めた頻度分布であることを示す。横軸に応力 σ (Kg/mm^2) をとる。(Peak Count の場合片振巾を、Range Count の場合複振巾を表す。) 縦軸には頻度 f をとる。

CH, N は DATAC のチャンネル番号 N を表し、次の () 中に計測点番号を示す。

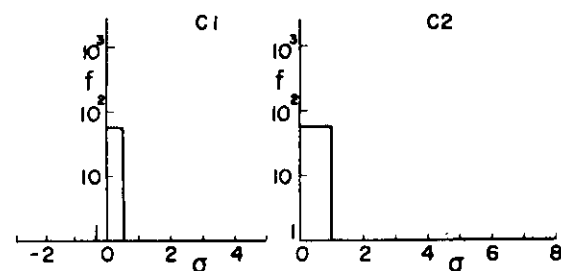
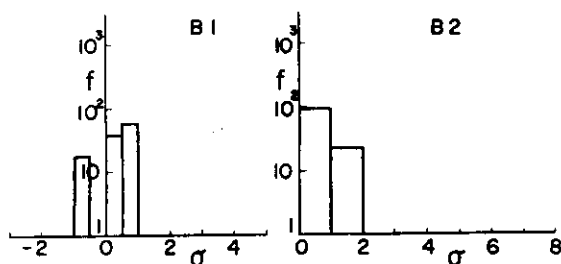
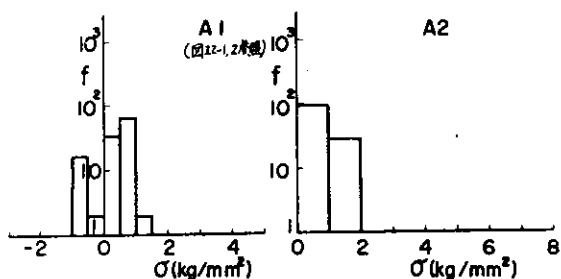
図 3.2-3 ~ 22 は、1 月 8 日 12 時 30 分の応力頻度分布であるが、船体中央付近の甲板の縦応力 (DD-3 ~ 7、DD-11、12)、 $\#4$ Hold の Inner Bottom の横応力 (DB-2) 及び、Frame の応力 (DF-1(P)、DF-1(S)) が比較的に大きい値を示している。

図 3.2-23 ~ 44 は、1 月 29 日 8 時 30 分の応力頻度

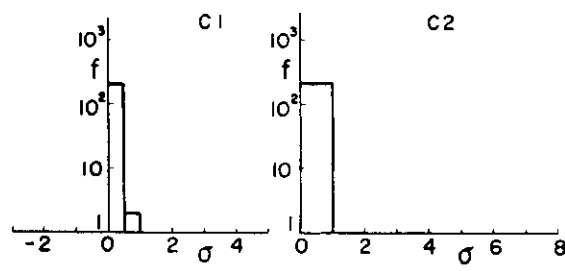
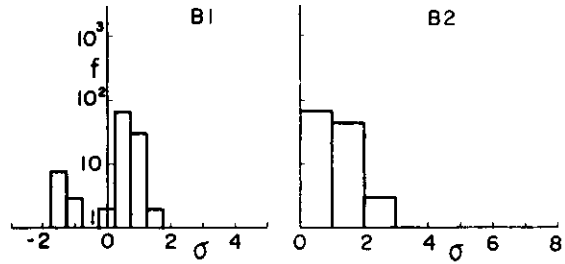
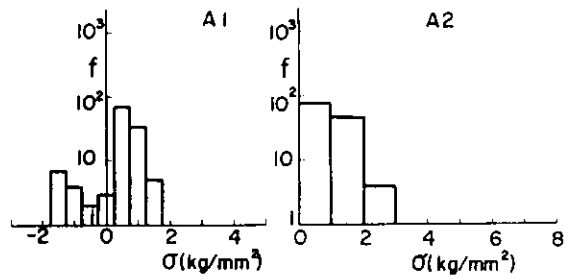
表 3.2.1 気象 海象

図の番号	3.2-3~3.2-22	3.2-23~3.2-44	3.2-45~3.2-66
計測日時	1月8日12時30分	1月29日8時30分	1月29日12時30分
天候	快晴	雨	雨
風速状態	強風	軽荷	軽荷
船速	13.0 kt	12.2 kt	13.0 kt
主機回転数	109.7 RPM	92.1 RPM	92.5 RPM
波	うねり うねり 風浪	うねり	うねり
波高	5~6 (0.5) m	2.5 (1.5) m	10 (3) m
波長	120 (3~5) m	60 (40) m	80 (40) m
周期	10~15 sec	8 (2.5) sec	8.0 (6) sec
波高増級	3	5	8
風速	5.5 m/s	30° 20 m/s	120° 20~25 m/s
風向 (船)	SSW	WNW	NNW
総振度	4.5 m/sec	15.5 m/sec	28.5 m/sec
風力増級	3	6	11
揺左右	9°, 9°	13°, 13°	15°, 15°
揺周期	9.5 sec	6 sec	7 sec
海象 状況	波長の長いうねり と小波が大きく なった程度。	風が強く 白波が多い。	白波が多く 波腹がくずれ。

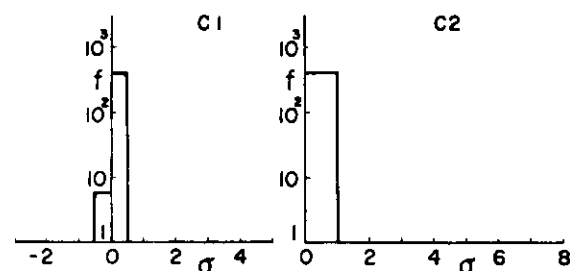
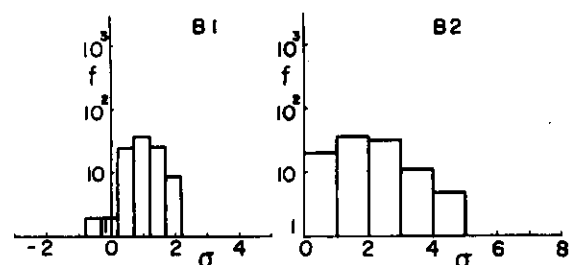
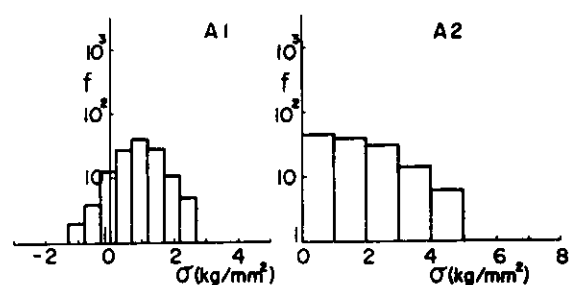
※ () 内は風浪を示す。



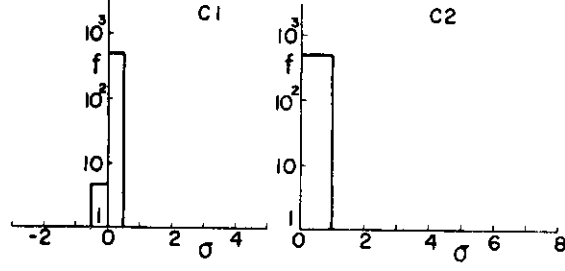
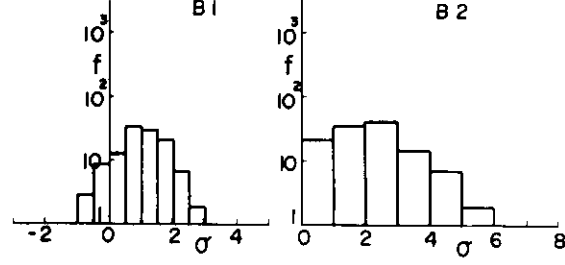
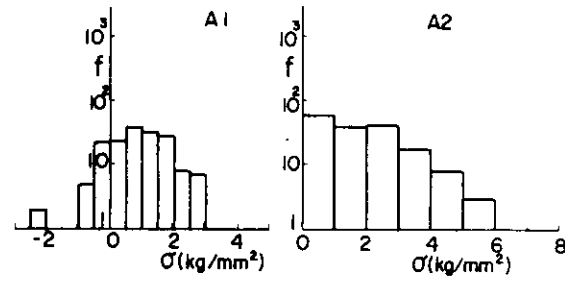
3.2-3 CH.1 (DD-1)



3.2-4 CH.2 (DD-2)



3.2-5 CH.3 (DD-3)



3.2-6 CH.4 (DD-4)

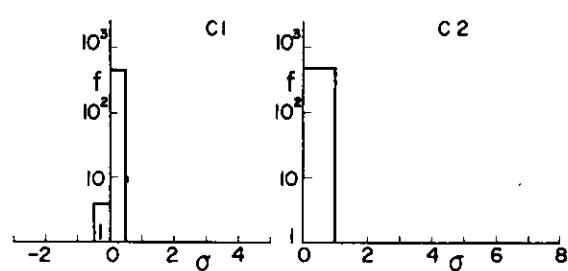
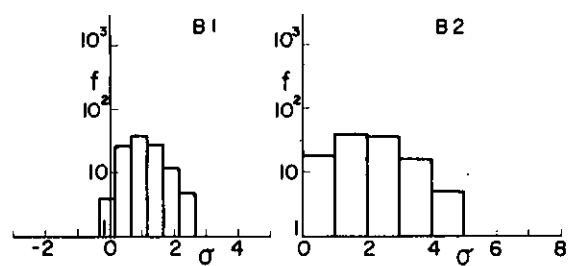
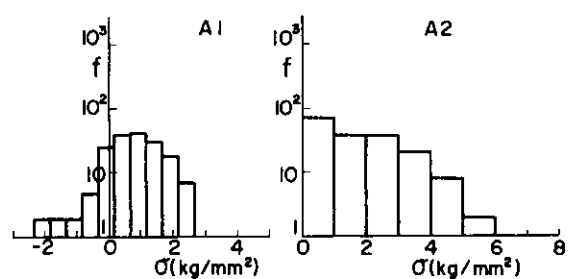


图 3.2-7 CH.5 (DD-5)

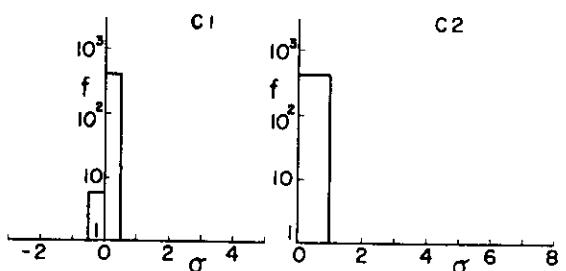
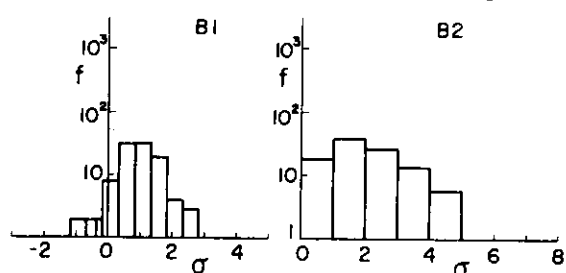
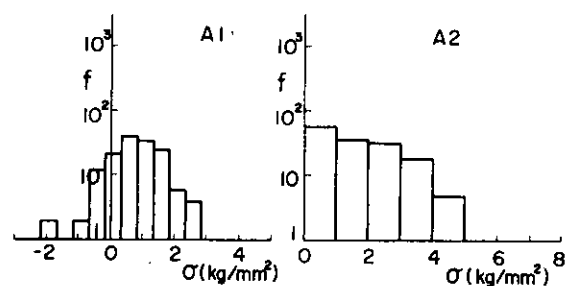


图 3.2-8 CH.6 (DD-6)

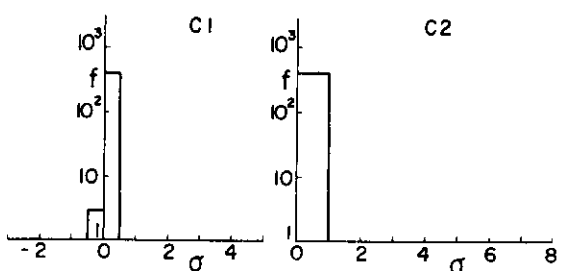
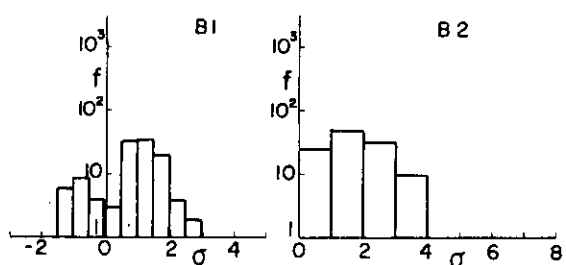
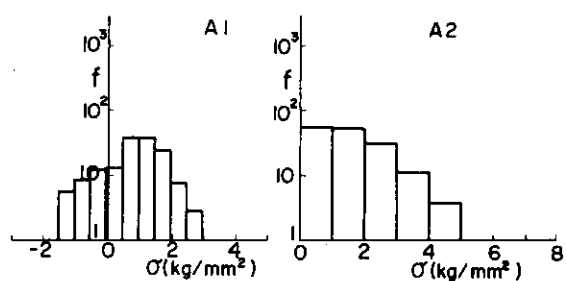


图 3.2-9 CH.7 (DD-7)

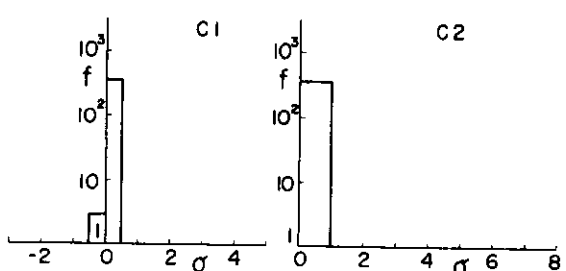
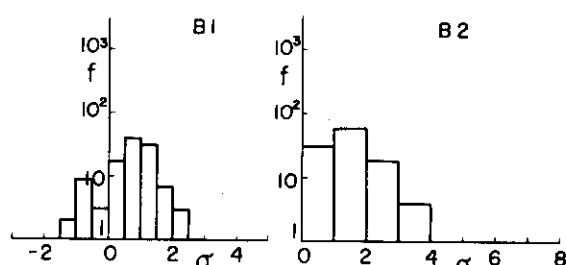
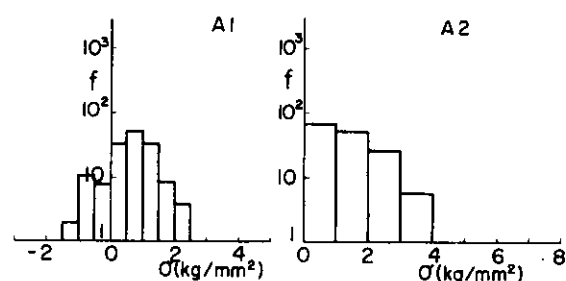
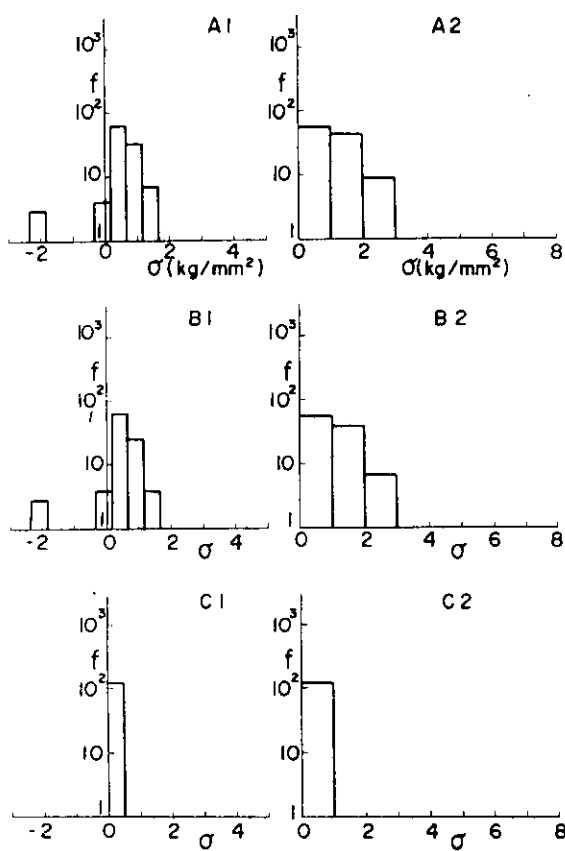
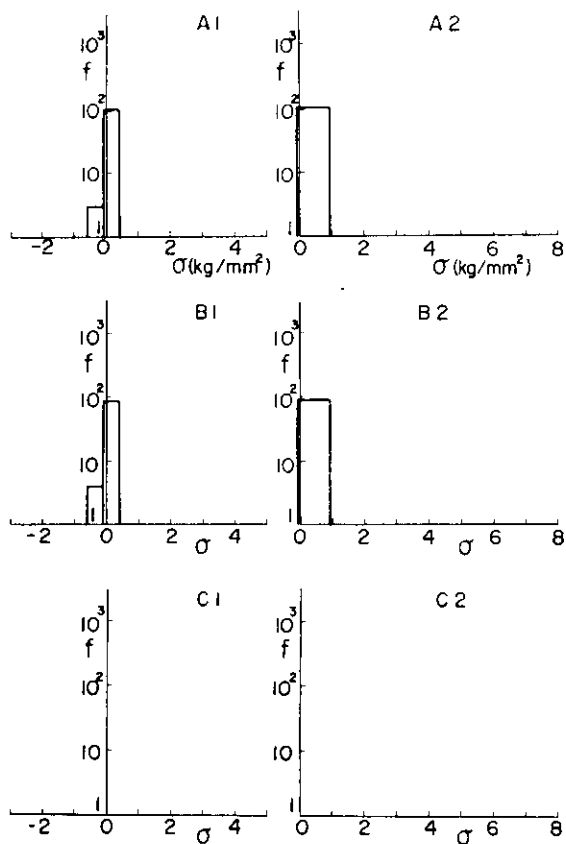


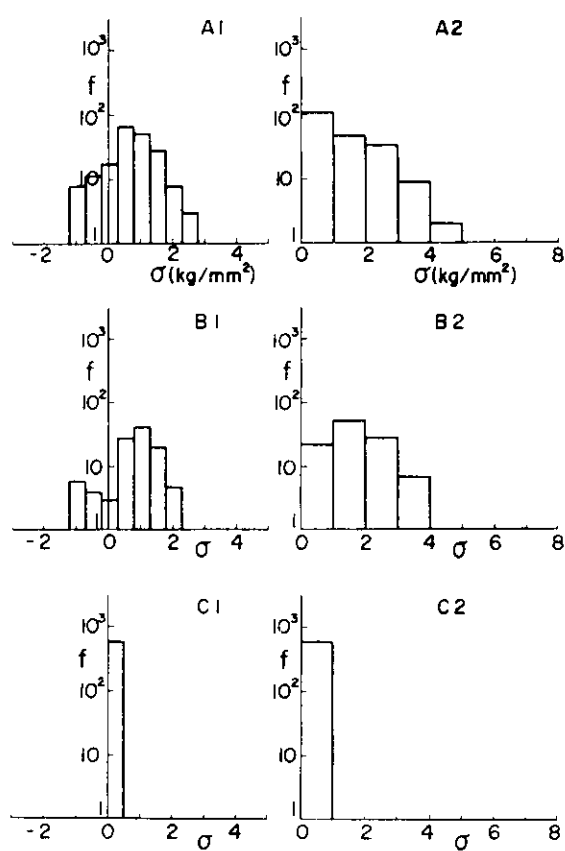
图 3.2-10 CH.8 (DD-8)



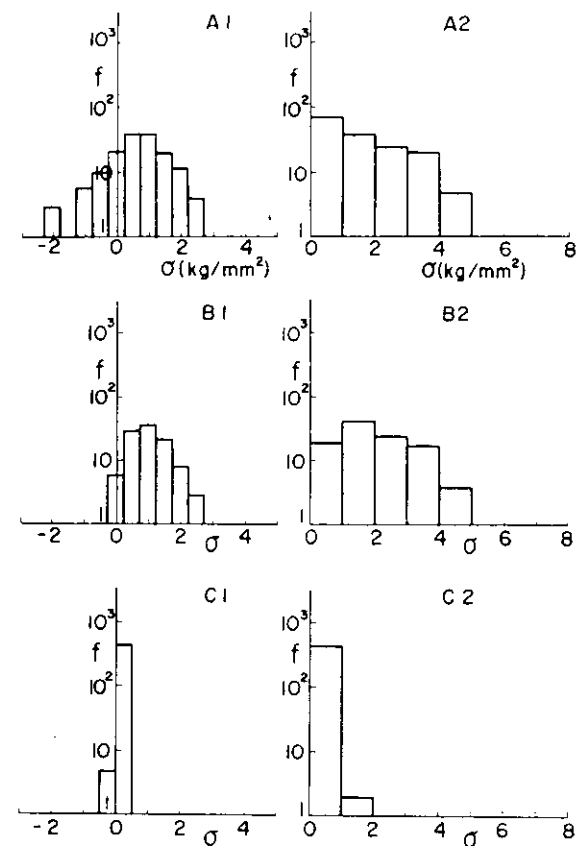
3.2-11 CH.9 (DD-9)



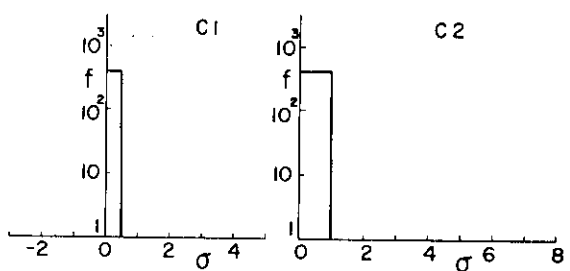
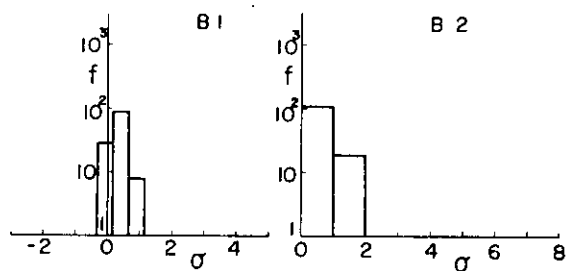
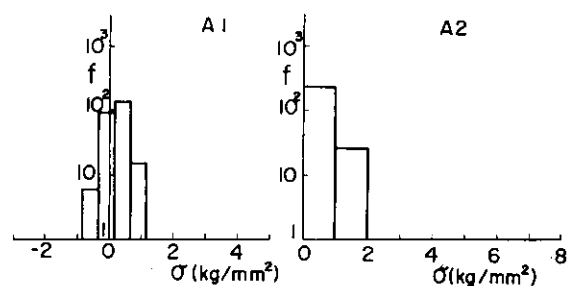
3.2-12 CH.10 (DD-10)



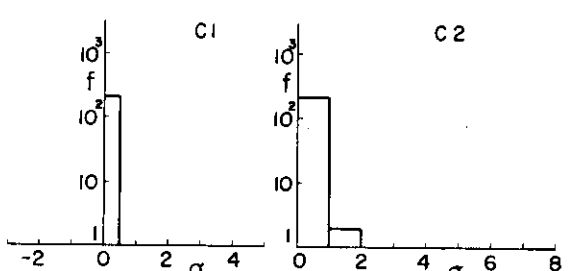
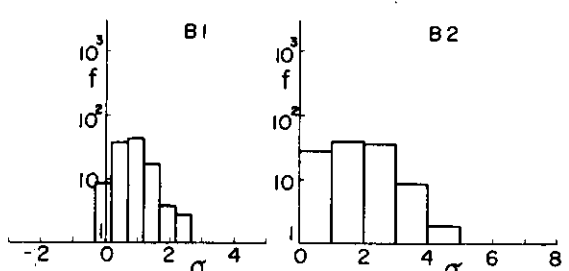
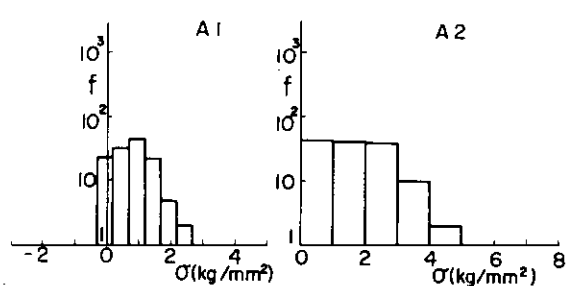
3.2-13 CH.11 (DD-11)



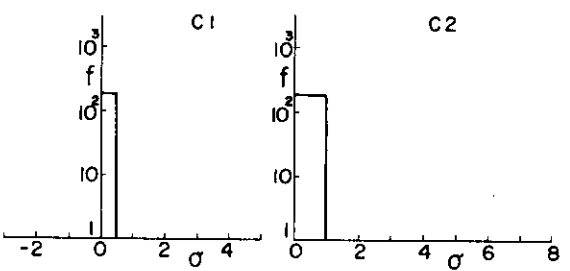
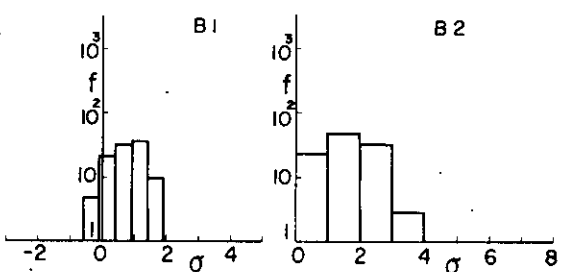
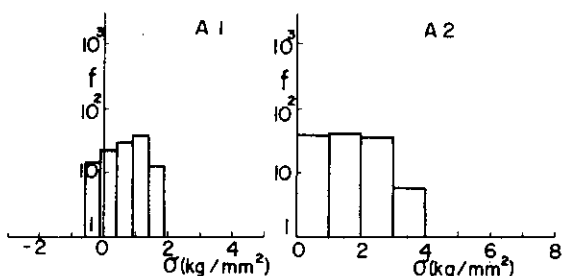
3.2-14 CH.12 (DD-12)



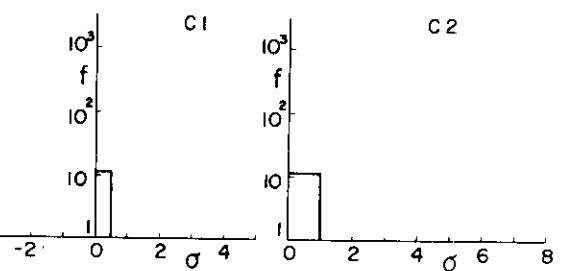
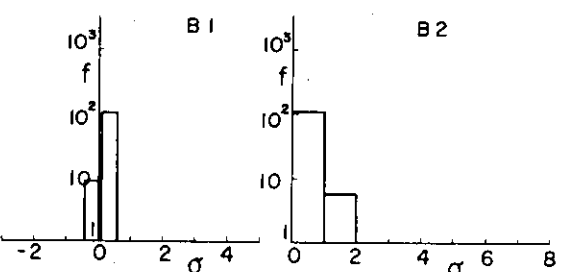
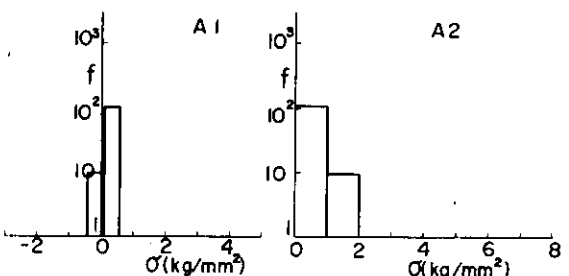
3.2-15 CH.13(DB-1)



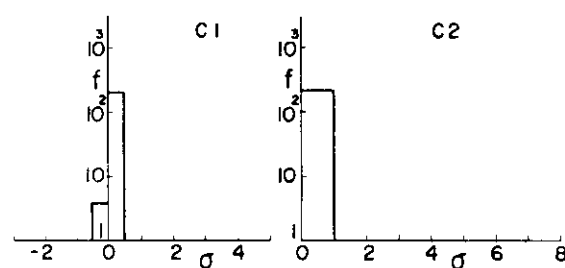
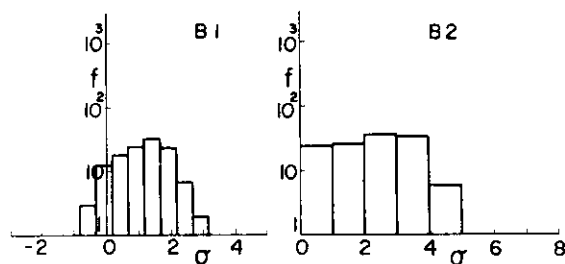
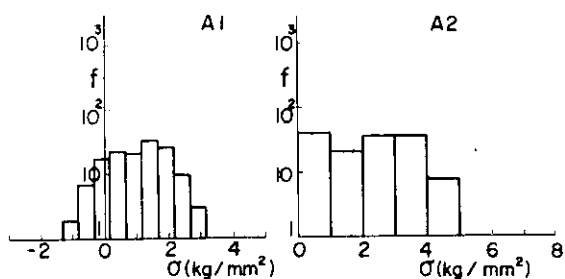
3.2-16 CH.14(DB-2)



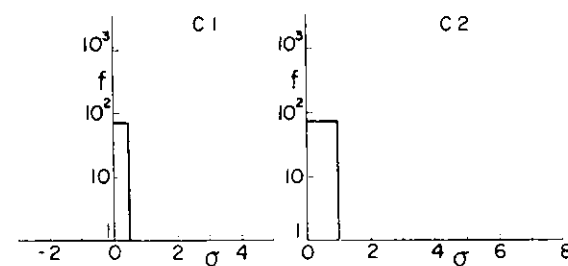
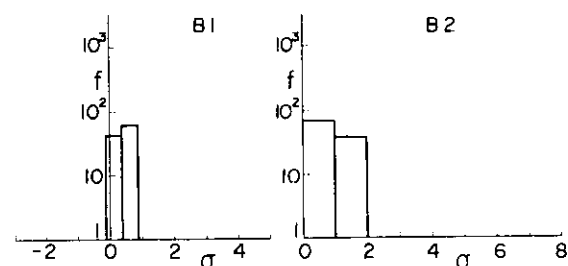
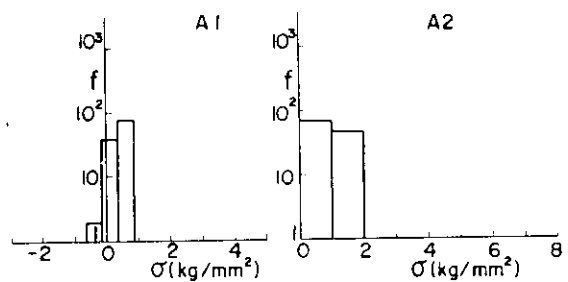
3.2-17 CH.15(DF-1(P))



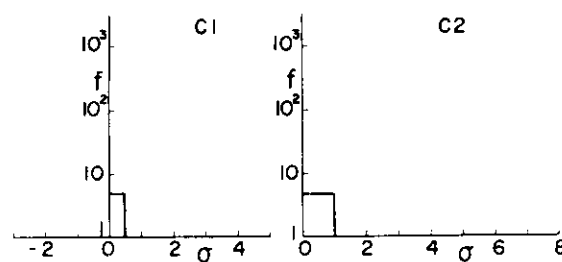
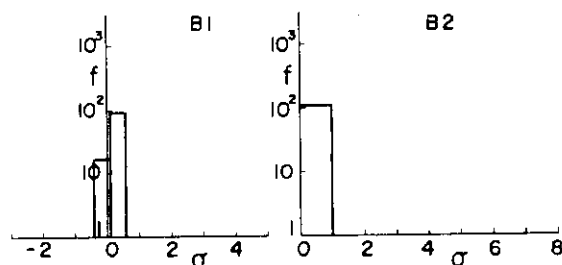
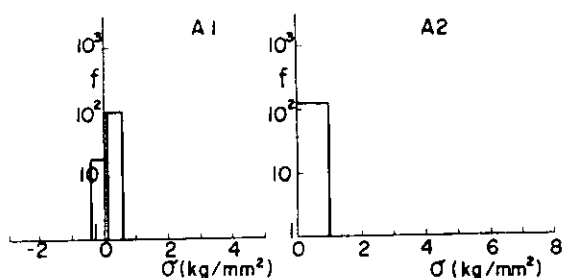
3.2-18 CH.16(DF-2(P))



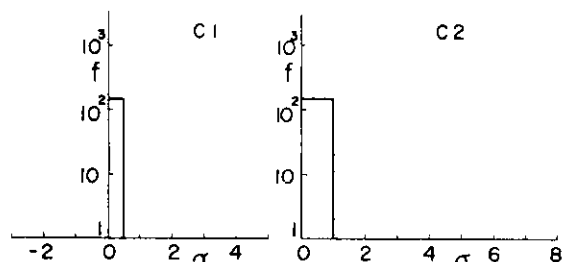
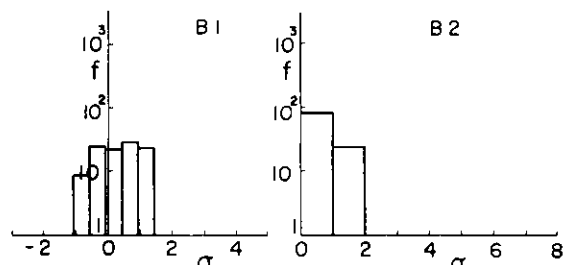
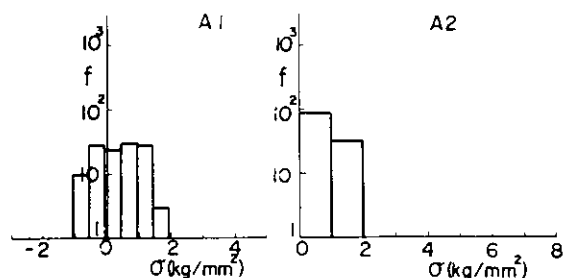
32-19 CH.17 (DF-1(S))



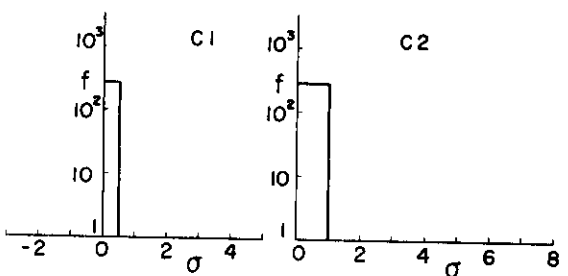
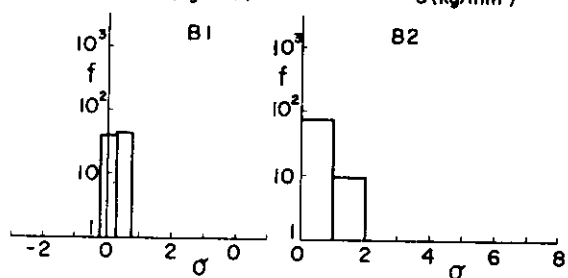
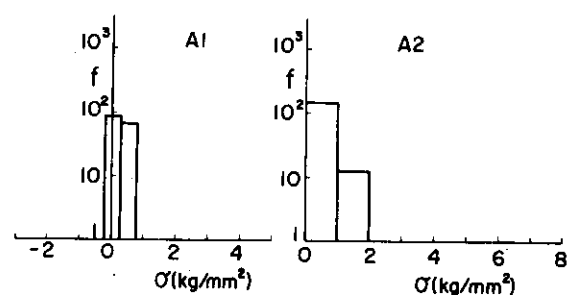
32-20 CH.18 (DF-2(S))



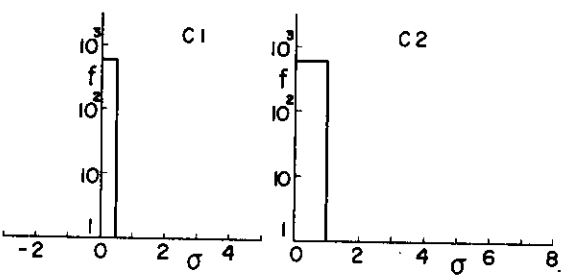
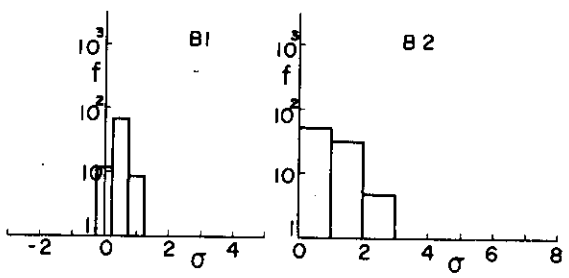
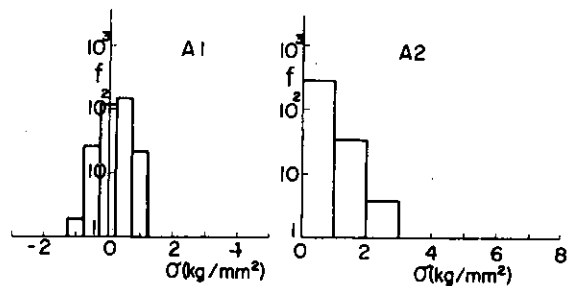
32-21 CH.22 (DL-1(F))



32-22 CH.25 (DG-1(P))



☑ 3.2-23 CH. I (DD-I)



3.2-24 CH.2 (DD-2)

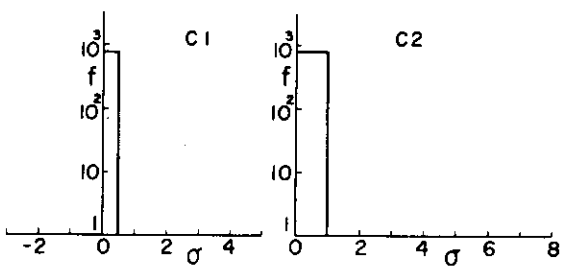
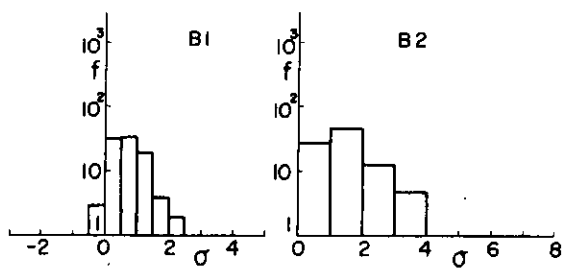
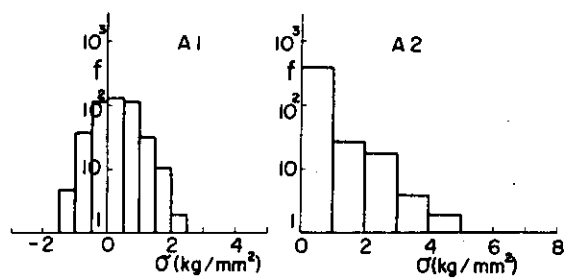


图 3.2-25 CH.3 (DD-3)

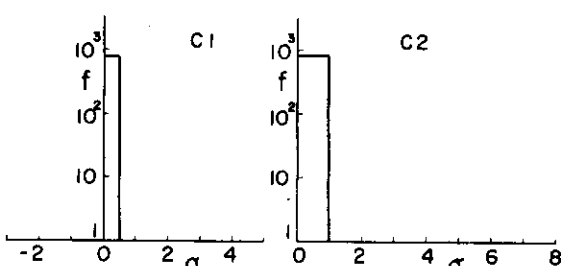
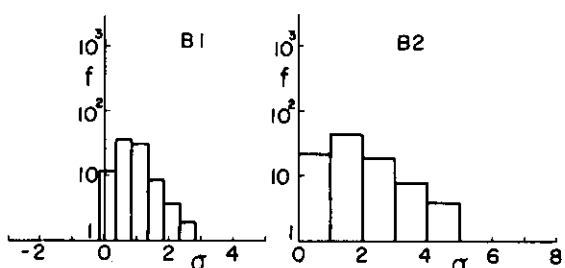
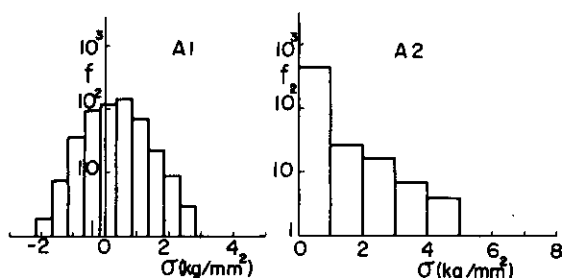
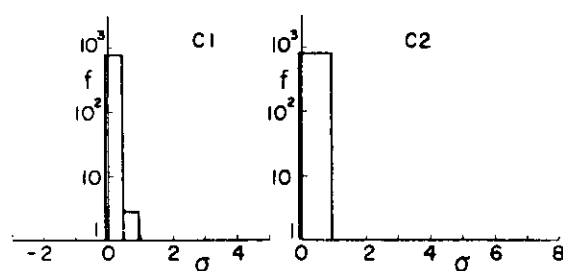
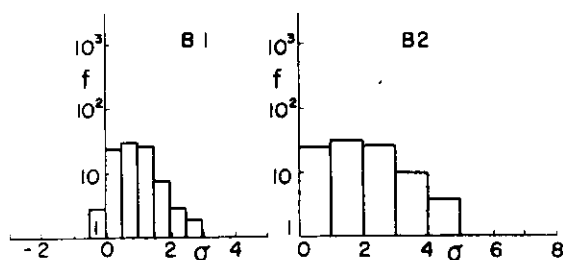
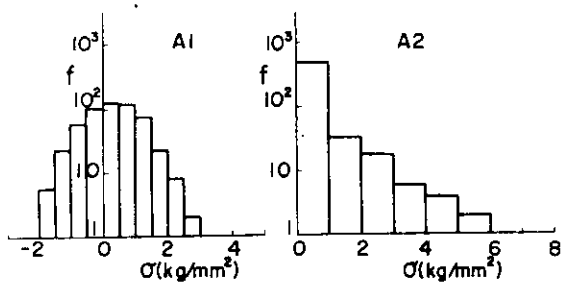
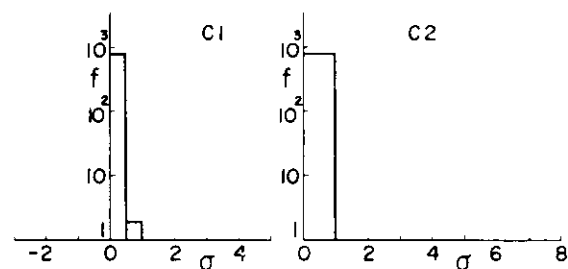
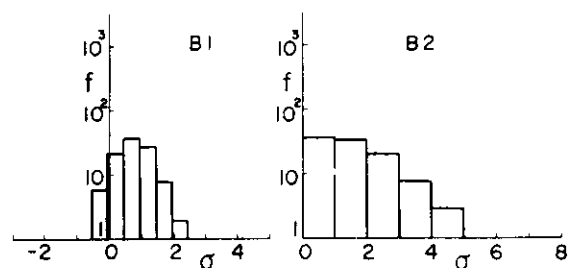
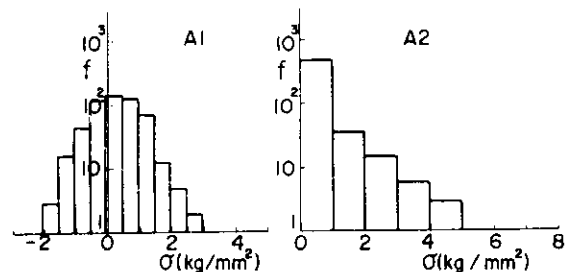


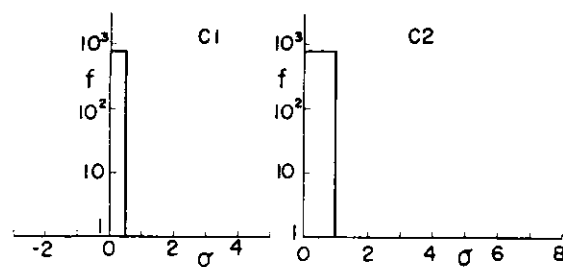
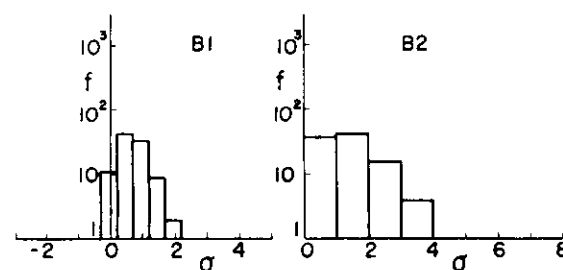
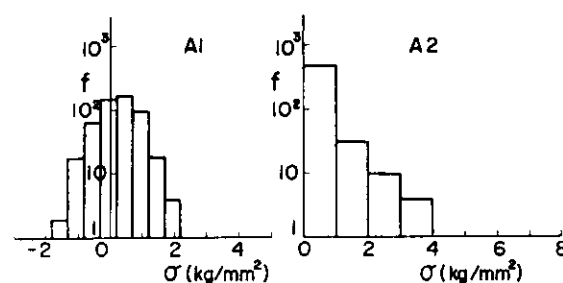
图 3.2-26 CH.4(DD-4)



☒ 3.2-27 CH5(DD-5)



3.2-28 CH.6(DD-6)



☒ 3.2-29 CH. 7 (DD-7)

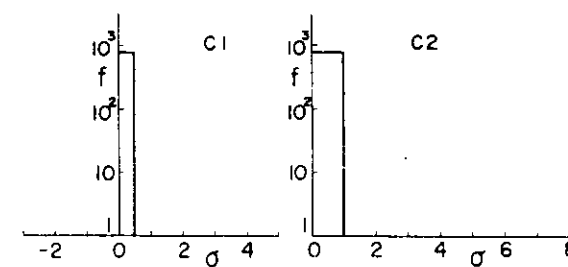
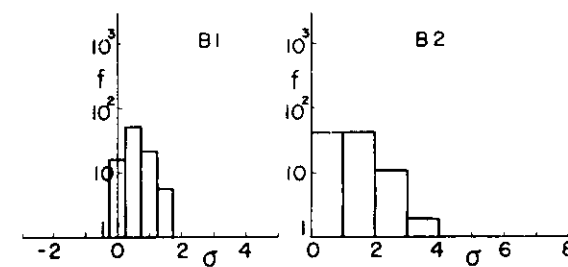
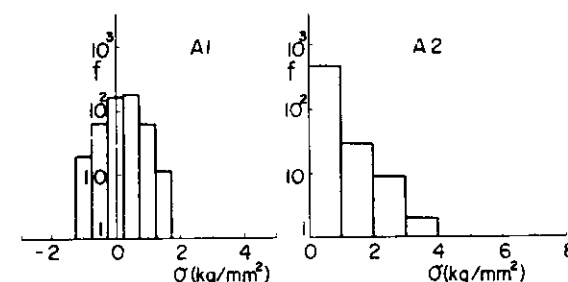
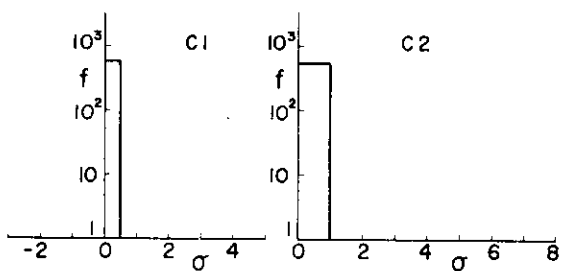
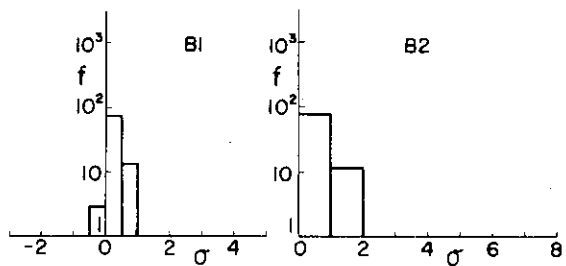
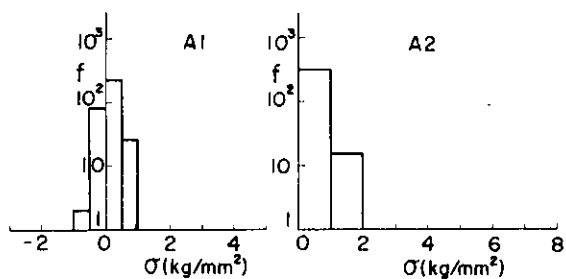
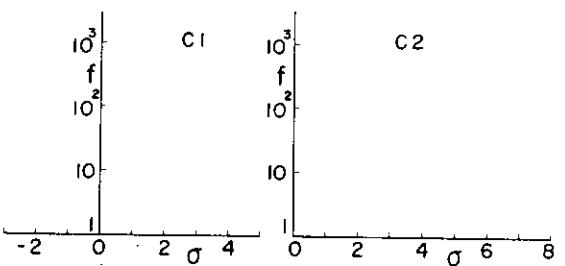
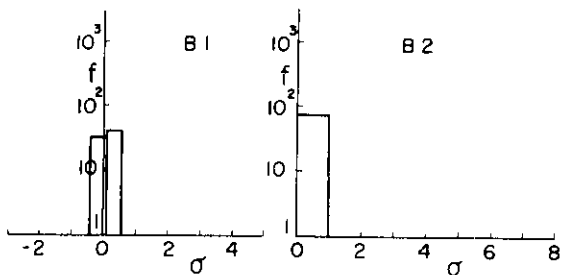
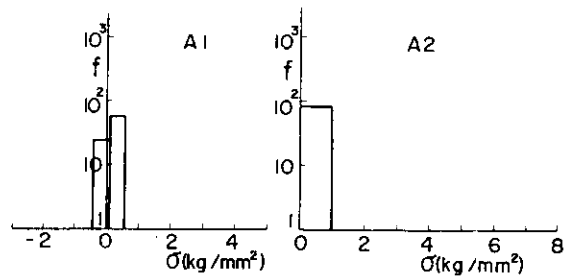


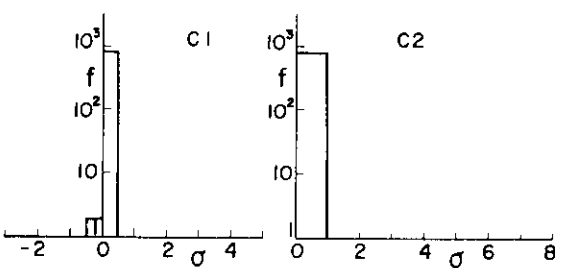
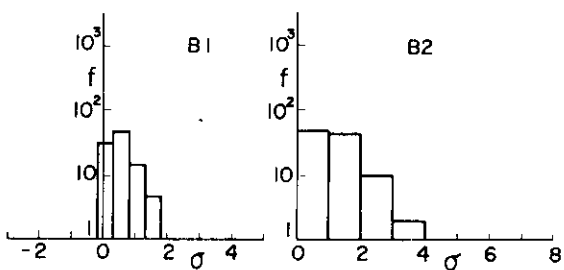
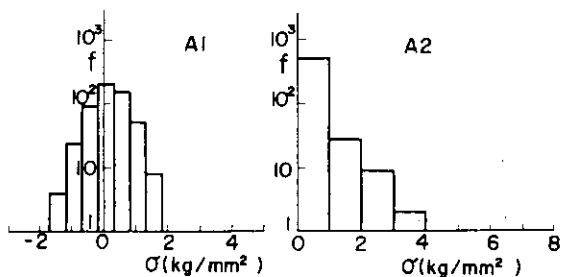
图 3.2-30 CH.8(DD-8)



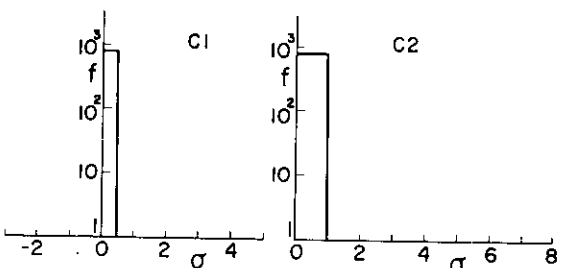
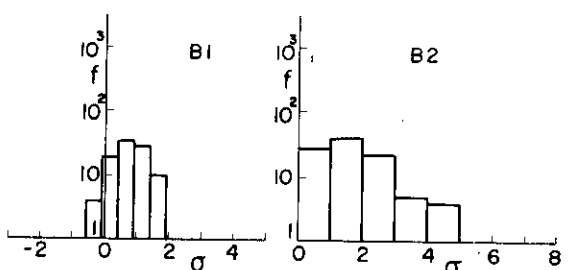
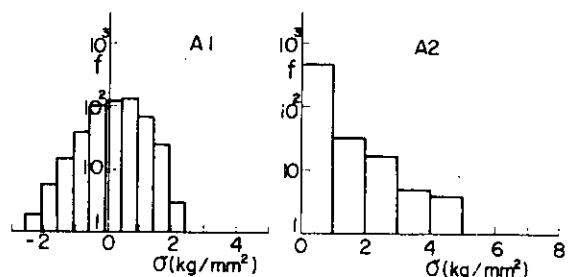
3.2-31 CH.9(DD-9)



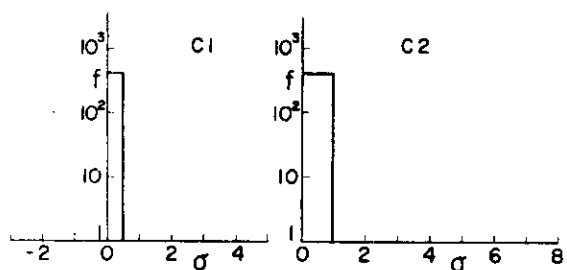
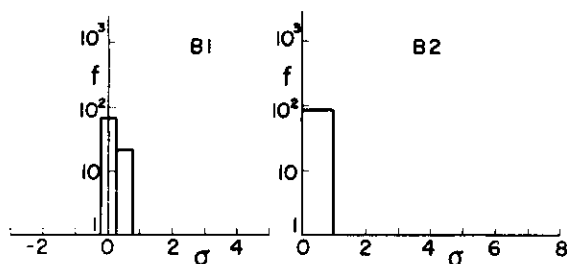
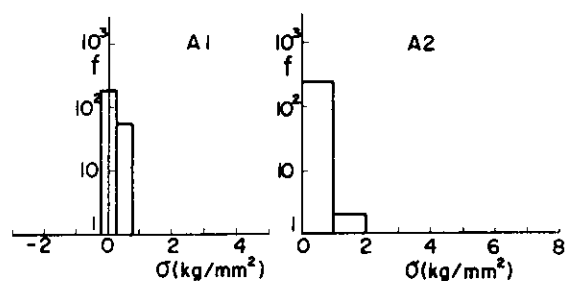
3.2-32 CH.10(DD-10)



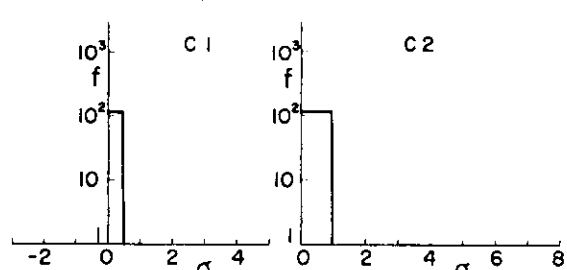
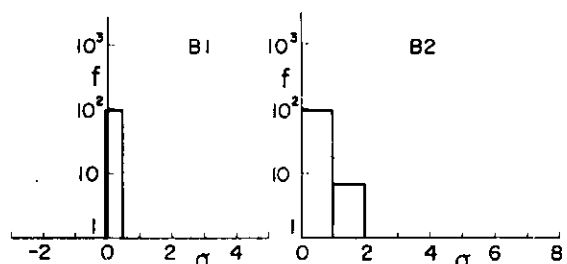
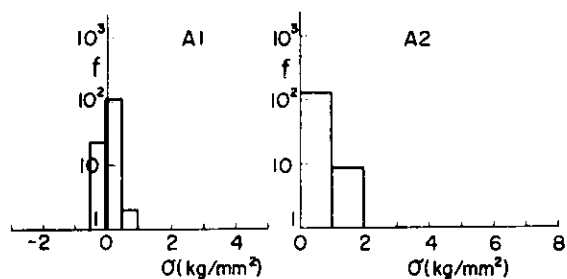
3.2-33 CH.11(DD-11)



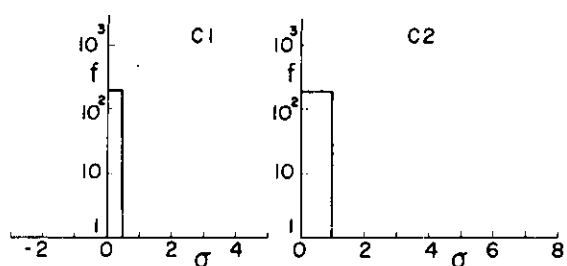
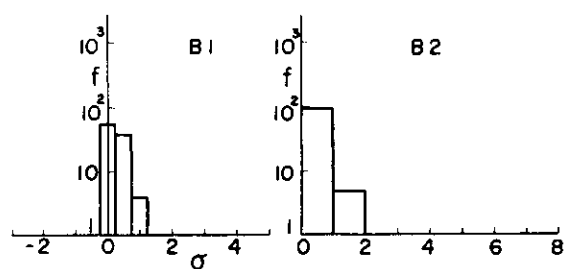
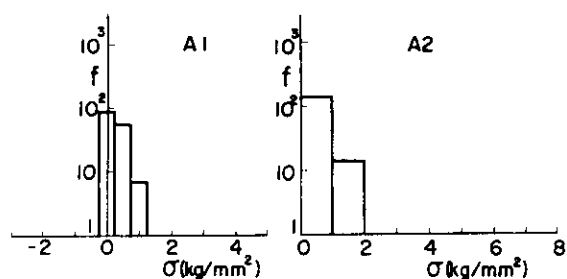
3.2-34 CH.12(DD-12)



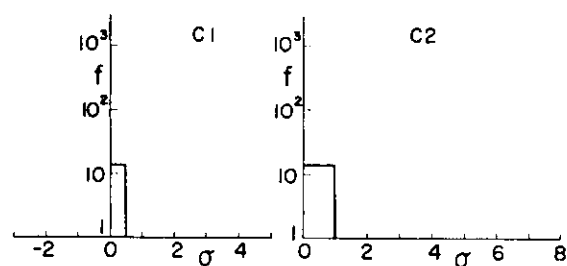
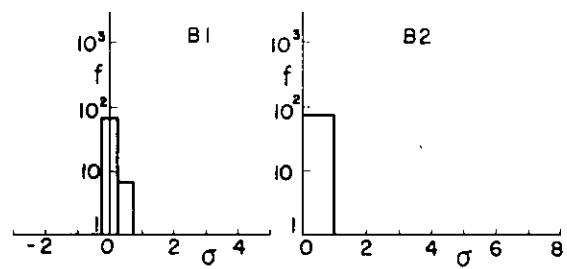
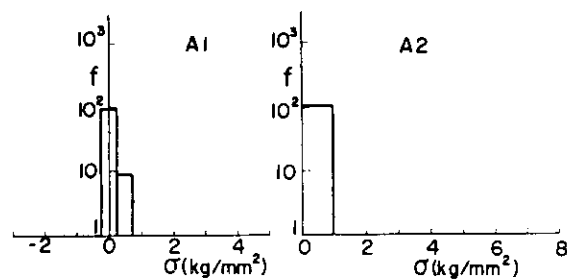
☒ 3.2-35 CH.13 (DB-I)



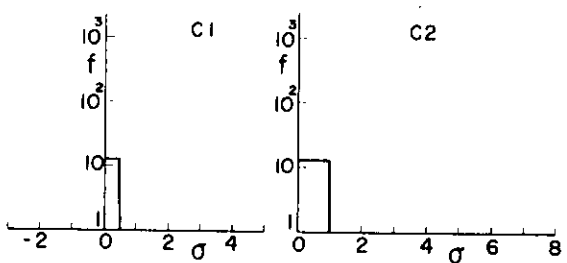
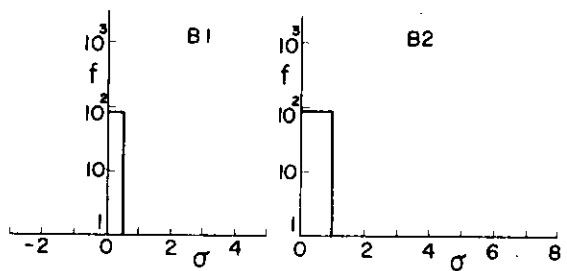
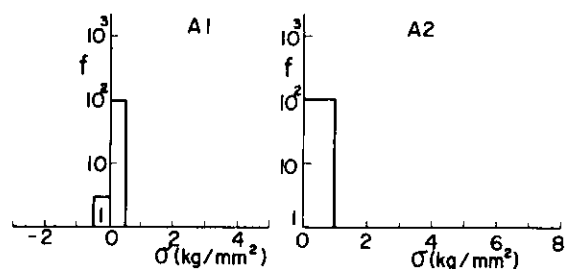
☑ 3.2-36 CH.14 (DB-2)



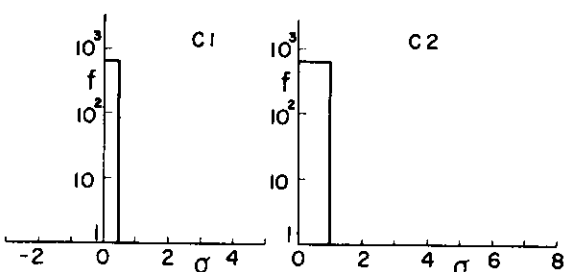
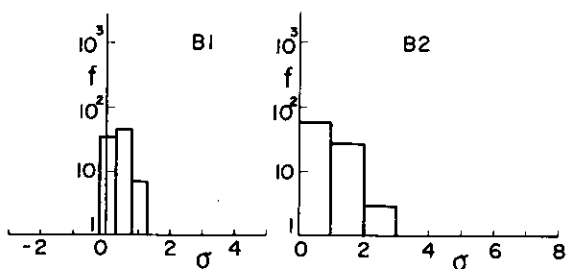
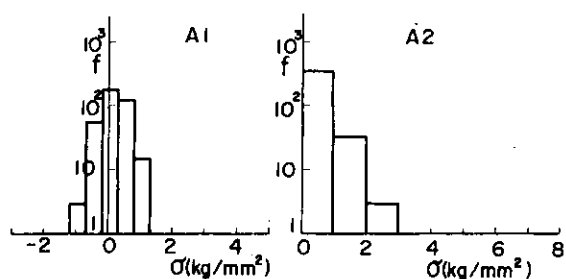
☒ 3.2-37 CH.15(DF-I(P))



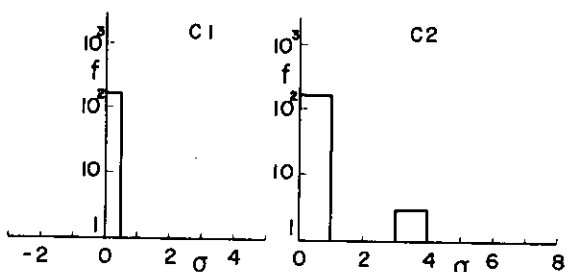
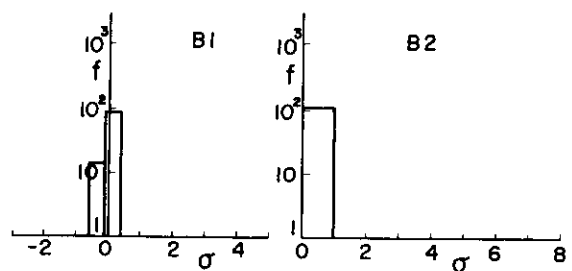
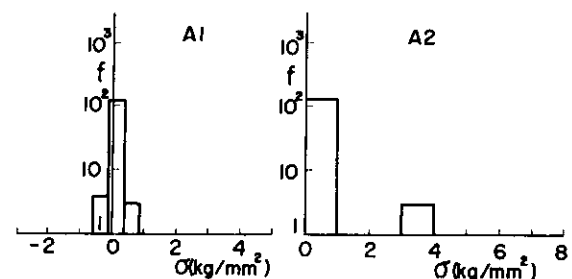
☑ 3.2-38 CH.17(DF-I(S))



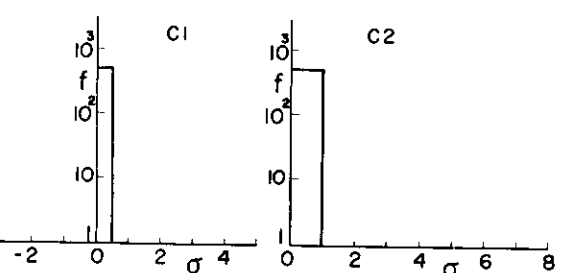
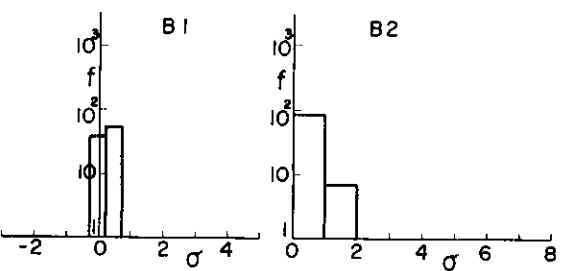
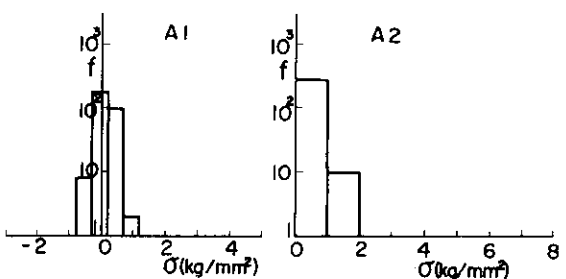
32-39 CH.18(Df-2(S))



32-40 CH.20(SB-1)



32-41 CH.22(DL-1(F))



32-42 CH.26(SB-2)

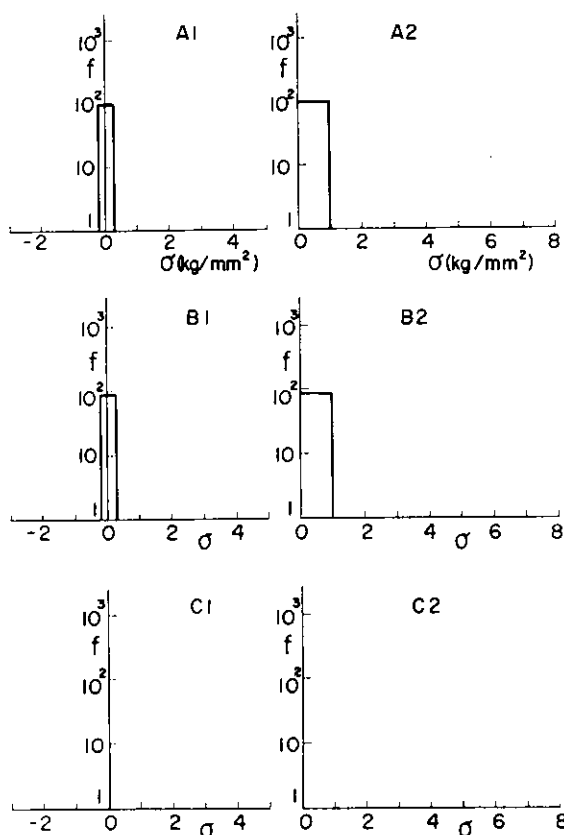


図 3.2-43 CH.27(SB-6)

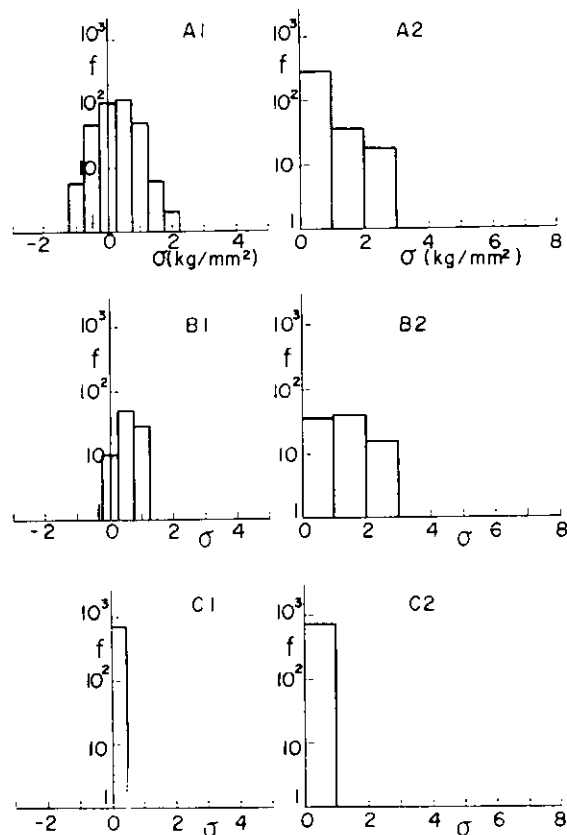


図 3.2-44 CH.28(SB-5)

分布である。1月8日の場合と同様に船体中央部付近の甲板の縦応力の値が大きい、他の点(DB-2、DE-1(P、S))の値は非常に小さくなっている。

図3.2-45～46は、1月29日12時30分の応力頻度分布を示しているが、全体的に応力が小さく、傾向的には同日、8時30分のものに近い。

図3.2-67(1)～(6)に、上記3例について求めた $\sqrt{E}$ の分布を示している。図3.2-67(1)は甲板上の $\sqrt{E}$ の分布を示す。DD-3～8、11、12が比較的に大きく、1月8日の応力が他のものより大きいことが示されている。Range CountとPeak Countとの対応は、ほぼ2:1になる。これはPeak Countの値の基準となる0ベースが、それぞれの計測(10～20分)時間の平均の値を便宜上とつていので、むしろ当然とも云えるかもしれない。船体中央部でのRange Countの最大値は1月8日で2.5 kg/mm²程度である。

図3.2-67(2)は、No.4 HoldのFrame 165(P、S)中央部、下端部の $\sqrt{E}$ を示している。Frame中央部で1月8日の $\sqrt{E}$ が大きい、下端部ではさほど大きくない。

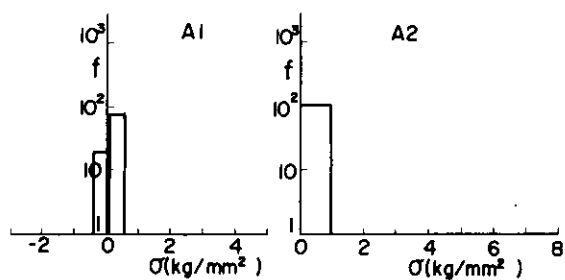
図3.2-67(3)は、No.4 HoldのInner Bottomの横応力の $\sqrt{E}$ を示す。この辺りでは $\sqrt{E}$ の大きさに余り差がない。

図3.2-67(4)は、同じくNo.4 HoldのInner Bottomの横応力の $\sqrt{E}$ を示す。No.3 Side Girderの部分で1月8日の $\sqrt{E}$ が特に大きい。

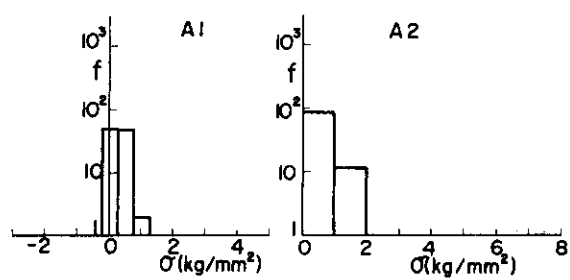
図3.2-67(5)、(6)に、Frame 165のFloor Plate端部の垂直方向の応力の $\sqrt{E}$ 、No.3 Side Girderの $\sqrt{E}$ を示している。こゝでは、特に差は認められない。

これから一般に、船体中央部甲板の縦応力が他の計測点に比べて大きく、又表3.2-1～3の気象海象よりFrame、Inner Bottomに生じている比較的に大きい応力は載荷状態、波長に関係があるように思われる。

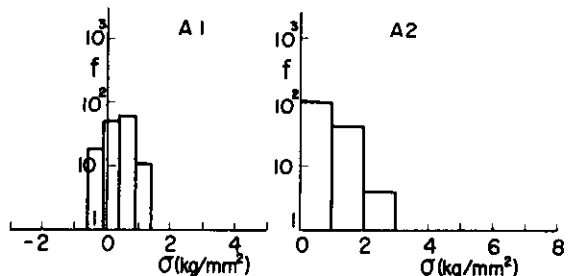
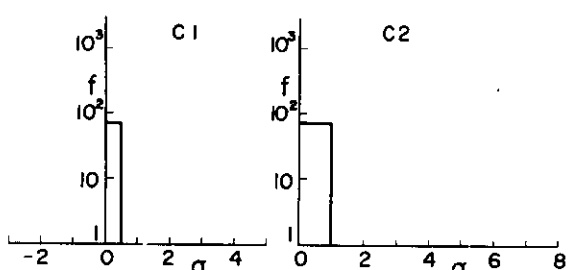
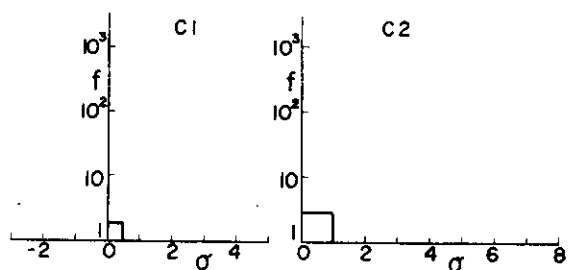
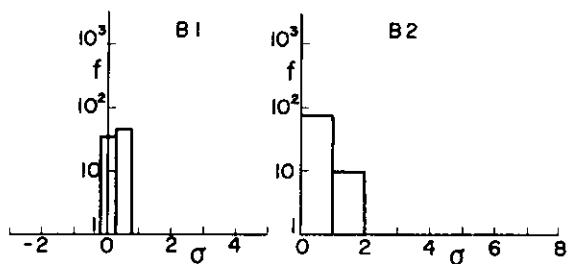
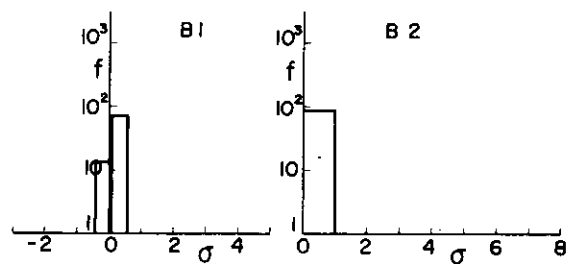
尚これらのデータ処理には、船舶技術研究所の共用電子計算機FACOM 270-20を使用した。



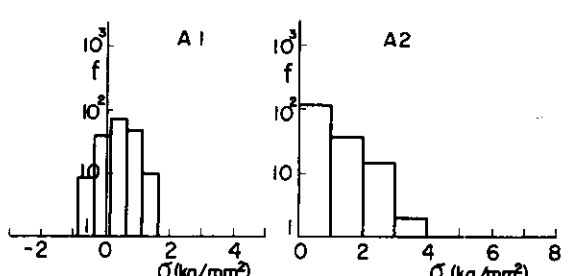
32-45 CH.1 (DD-1)



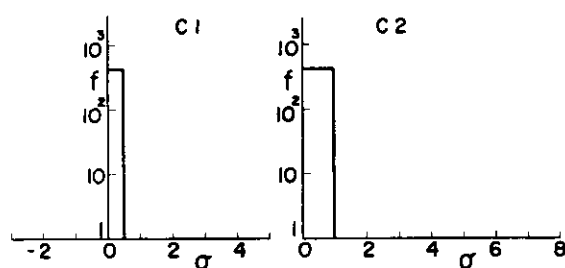
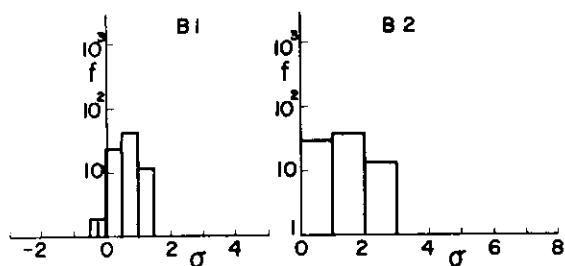
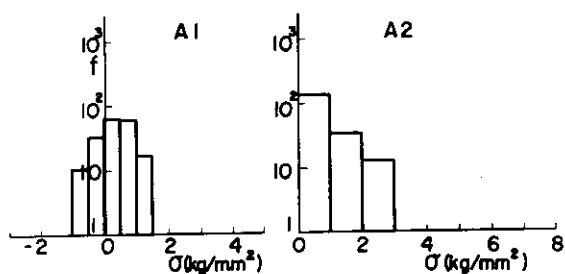
32-46 CH.2 (DD-2)



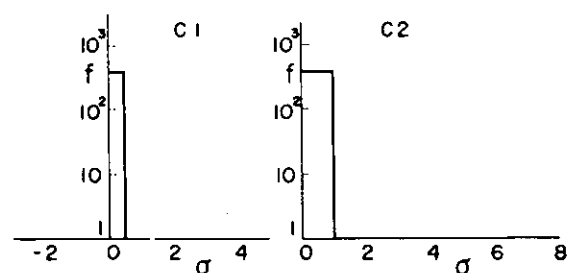
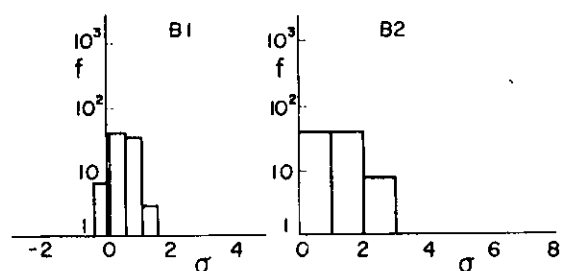
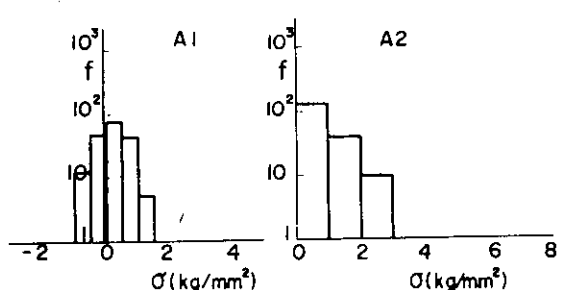
32-47 CH.3 (DD-3)



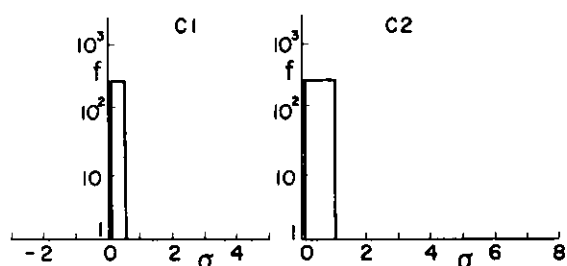
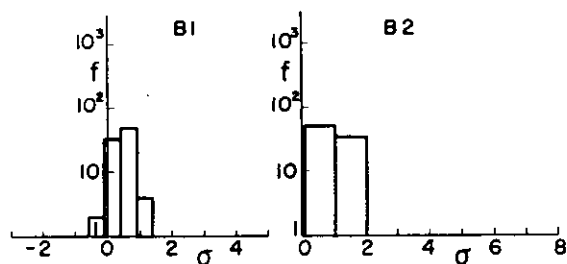
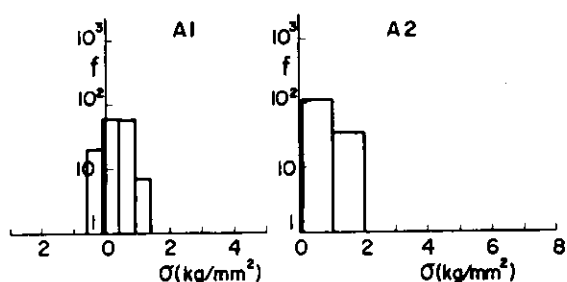
32-48 CH.4 (DD-4)



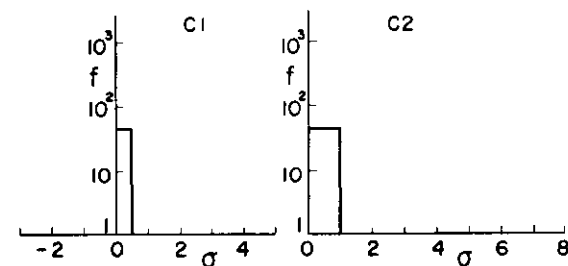
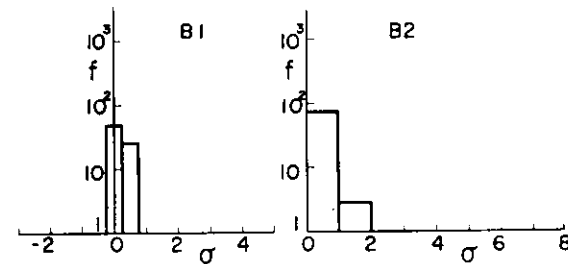
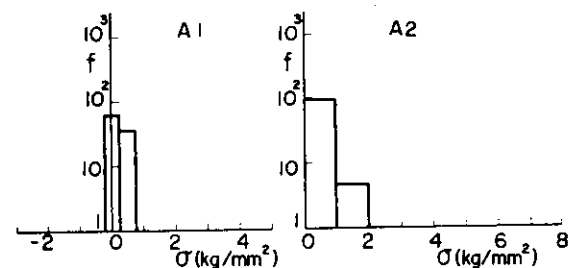
☒ 3.2-49 CH.6 (DD-6)



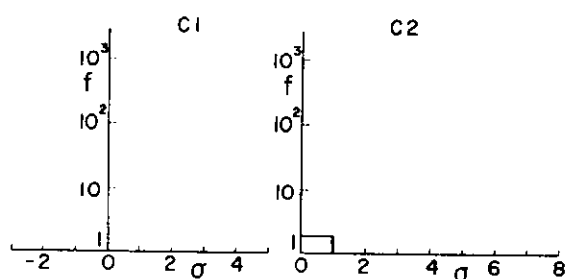
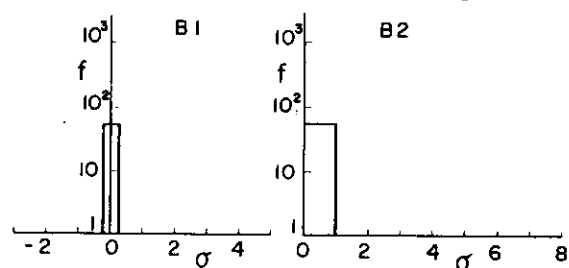
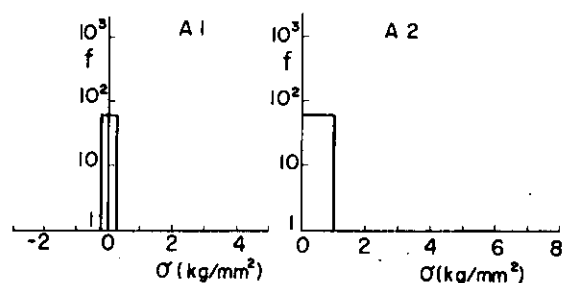
☒ 3.2-50 CH.7 (DD-7)



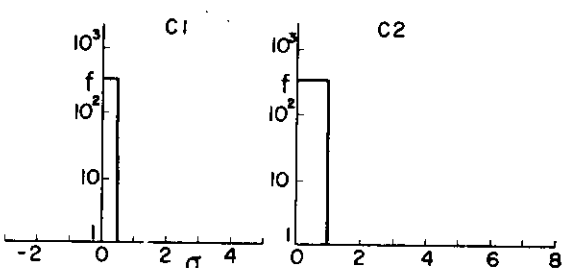
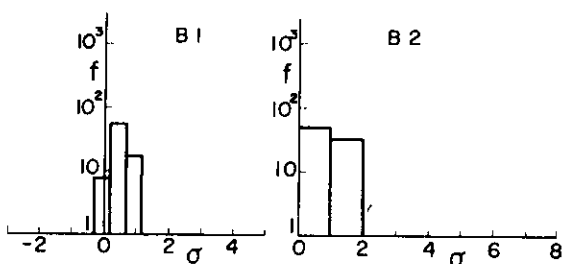
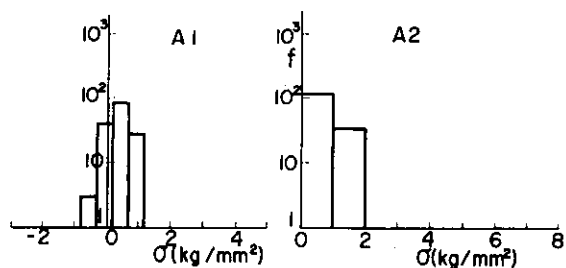
☒ 3.2-51 CH.8 (DD-8)



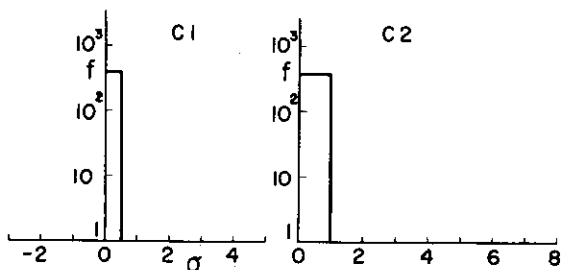
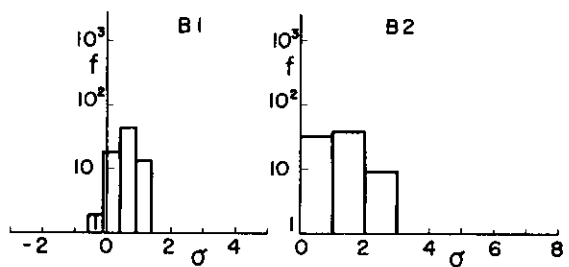
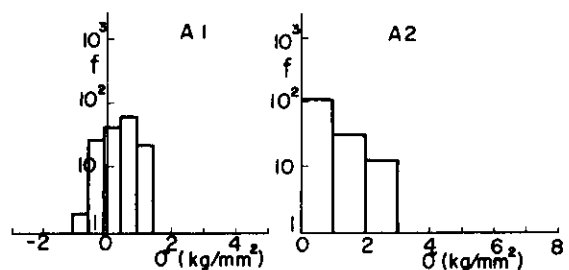
☒ 3.2-52 CH.9 (DD-9)



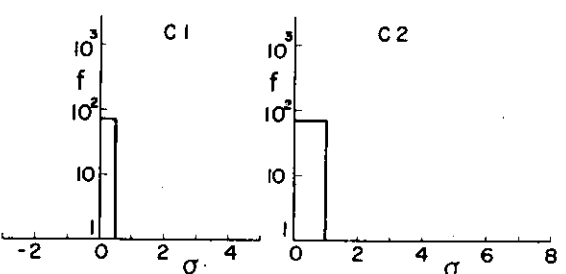
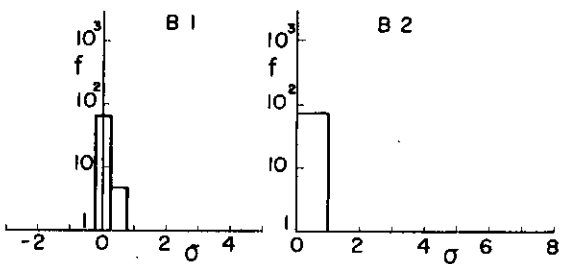
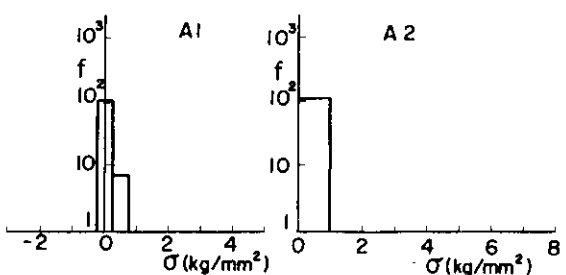
☒ 3.2 -53 CH. 10 (DD -10)



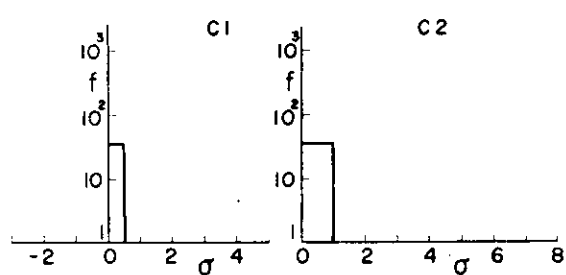
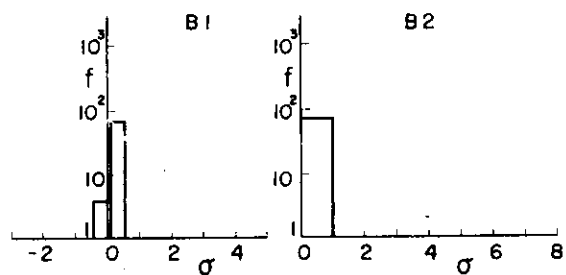
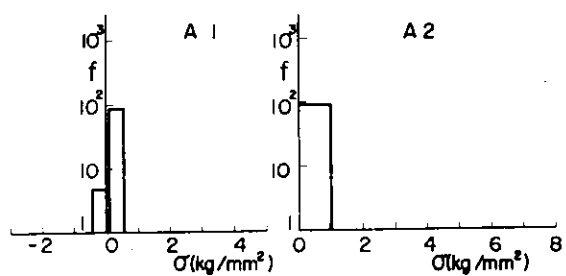
☒ 3.2-54 CH. 11 (DD-11)



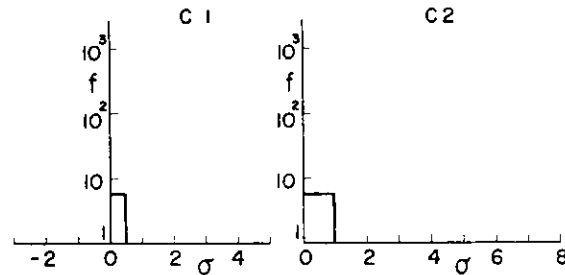
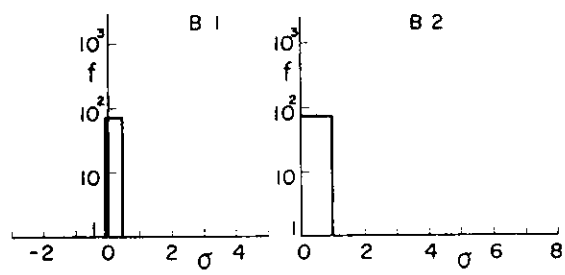
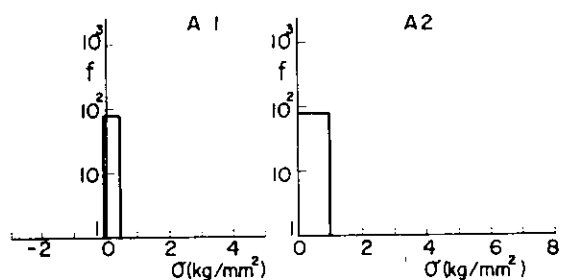
☒ 3.2 - 55 CH.12 (DD-12)



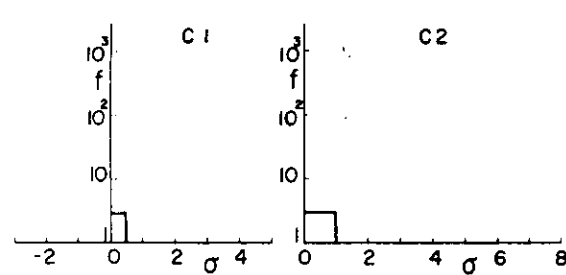
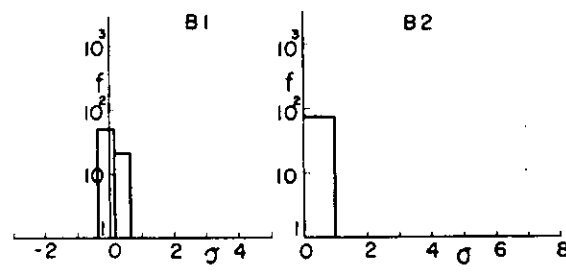
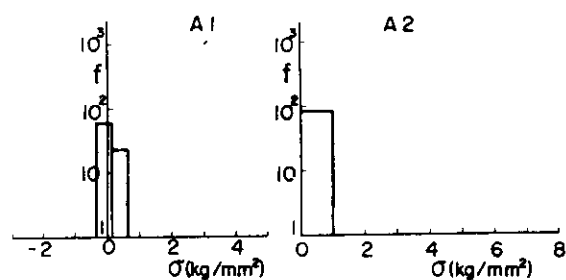
☑ 3.2 -56 CH.13(DB-1)



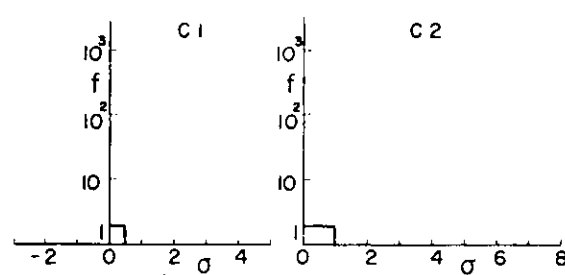
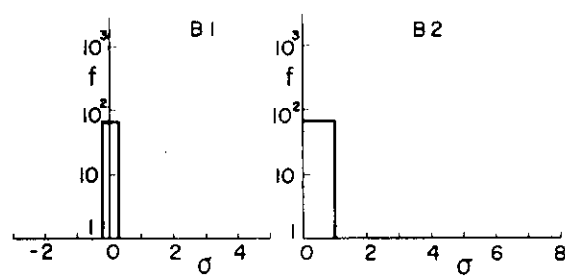
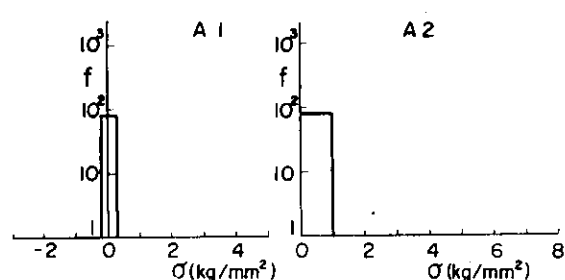
3.2-57 CH. 14 (DB-2)



3.2-58 CH. 15 (DF-1(P))



3.2-59 CH. 17 (DF-1(S))



3.2-60 CH. 18 (DF-2(S))

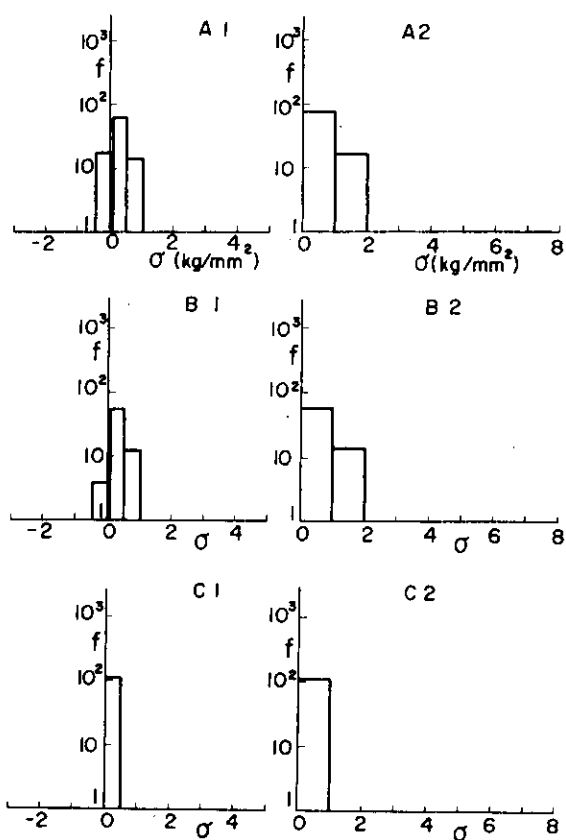


图 3.2-61 CH.20(SB-1)

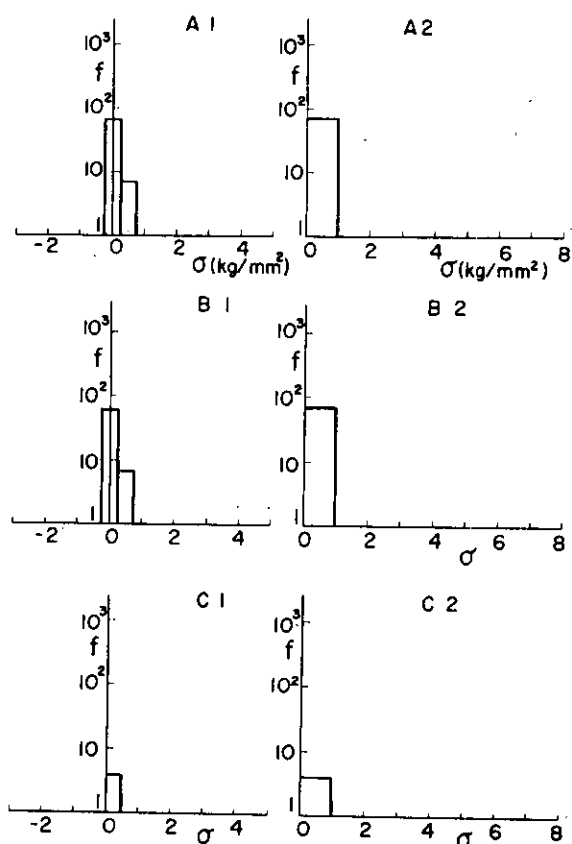


图 3.2-62 CH.22(DL-1(F))

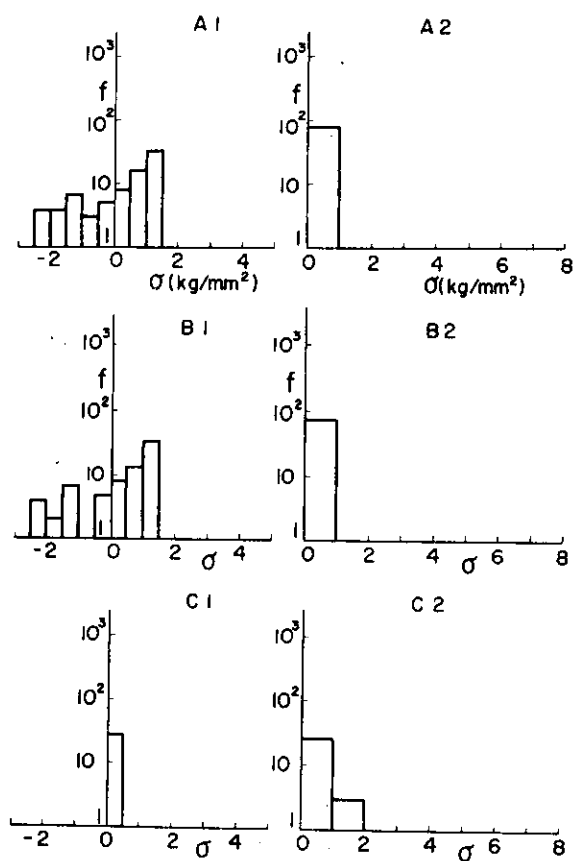


图 3.2-63 CH.25(DG-1(P))

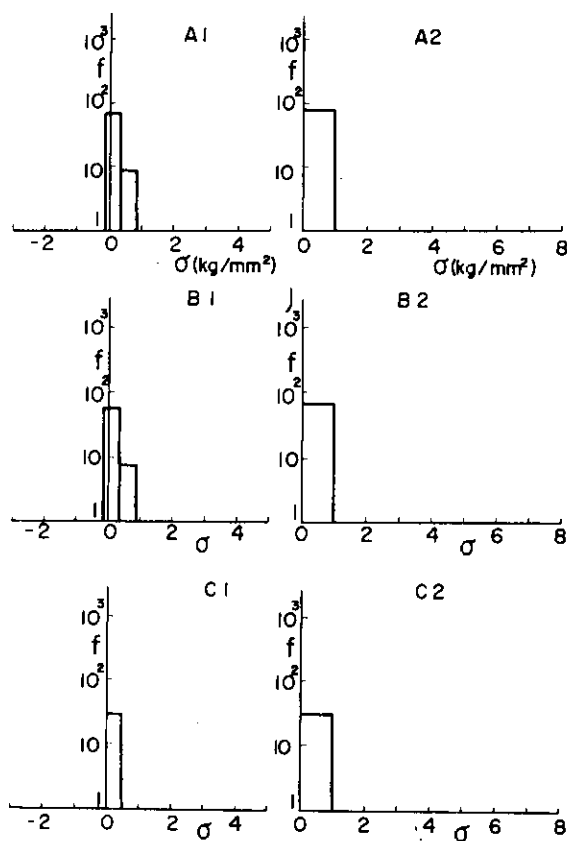
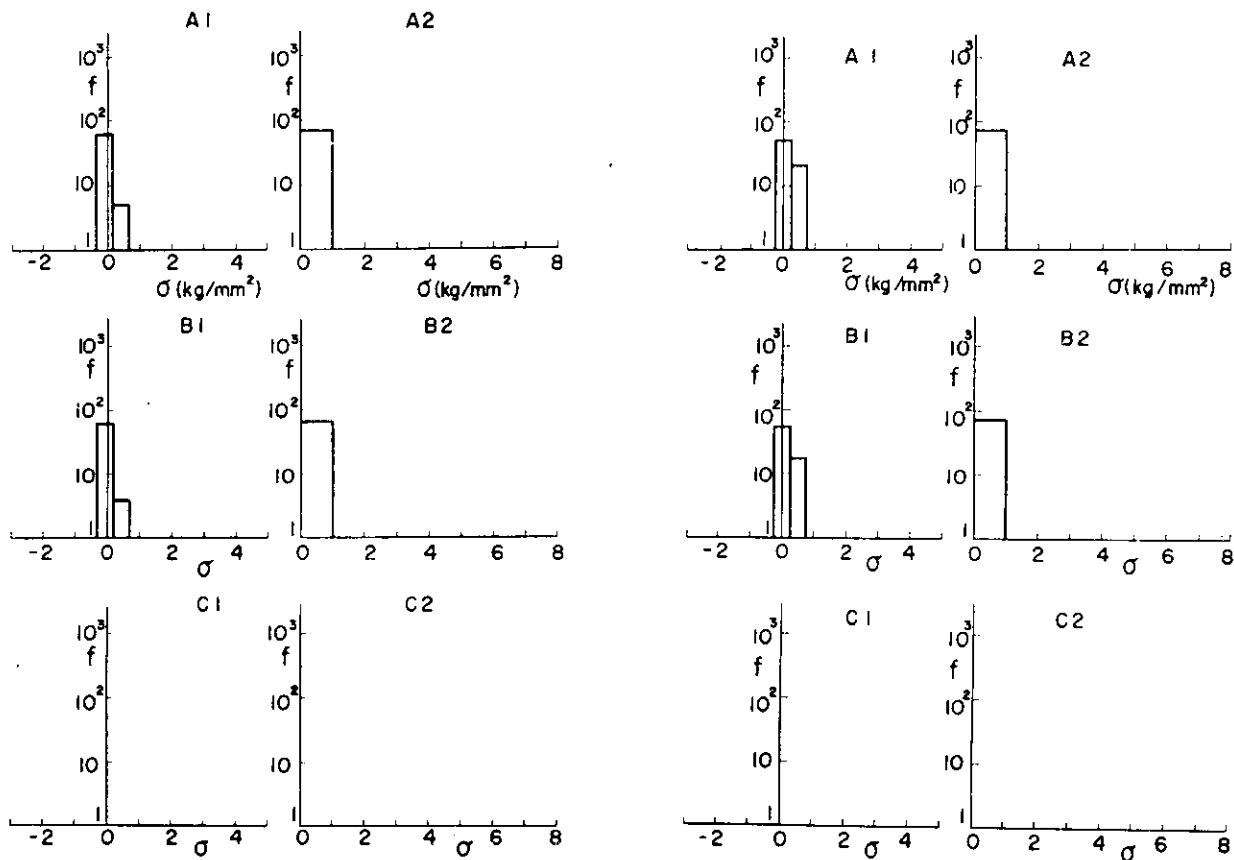
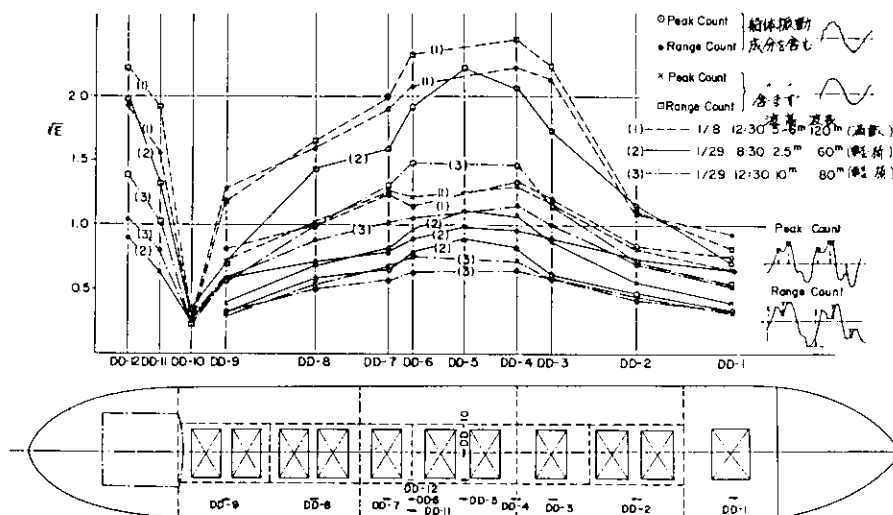


图 3.2-64 CH.26(SB-2)



3.2-65 CH 27 (SB-6)

3.2-66 CH 28 (SB-5)



3.2-67 IE の分布 (1) (昭武丸)

波高		波長			
□■	1/8, 12:30	5-6	120	□△○	Range Count
△▲	1/29, 8:30	2.5	60	■▲●	Peak Count
○●	1/29, 12:30	10	80		

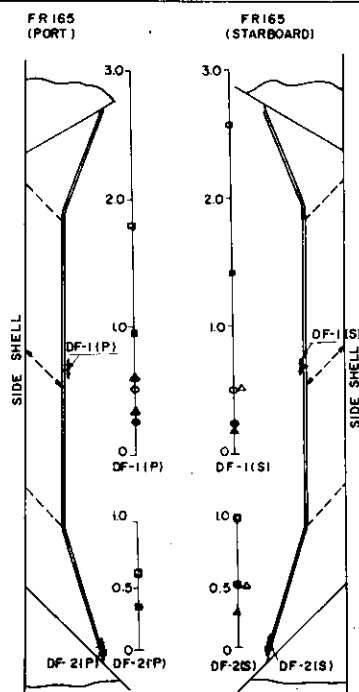


図3.2-67 ⅴEの分析 (2) (昭武丸)

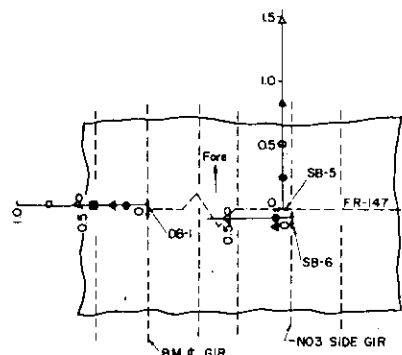


図3.2-67 ⅴEの分析 (3) (昭武丸)

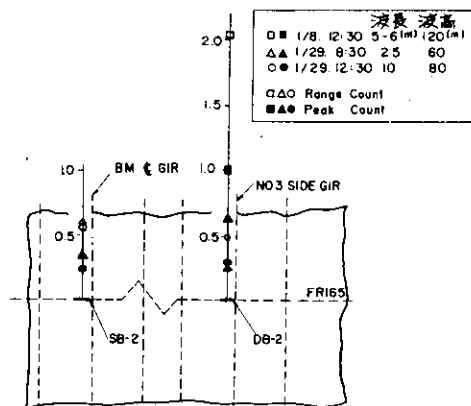


図3.2-67 ⅴEの分析 (4) (昭武丸)

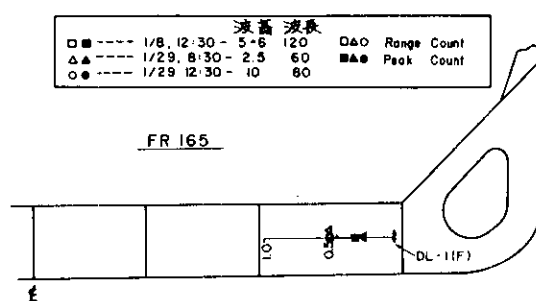


図3.2-67 ⅴEの分析 (5) (昭武丸)

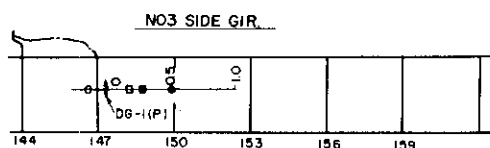


図3.2-67 ⅴEの分析 (6) (昭武丸)

3.3 応力短期分布(2)

昭武丸と八雲丸の船体中央部で応力頻度計による縦曲げ応力の計測を行つた。また昭武丸では同一計測点で R. M. S. コンピュータによる計測を行なつた。この結果を表 3.3-1 ~ 表 3.3-4 に示す。またこれからおのの $\sqrt{E}$ を計算し併記した。表中 R. M. S. コンピュータの出力で応力変動量を自乗して時定数 100 秒で積分しその平方根を連続的に記録したものの平均値である。

1) R. M. S. の計算

今回使用した頻度計は複振巾計数方式のもので複振巾 X_i を分類計数するようになっている。最低レベルの応力振巾値の設定が小さすぎると、波浪荷重による応力変動量に重畳している小さい振動の振幅を拾つて、大きい波浪変動を全然計数しないおそれがある。したがつて最小振巾をあまり小さくすることはできないので、あとに示すように、ヒストグラムにも最小応力段階のところではブランクを生じ、R. M. S. $\sqrt{E}$ の計算にも誤差が入ってくる。しかし今回はこの頻度計で求めた複振巾 X_i の頻度から $\sqrt{E}$ を計算したもので解析した。

船体運動、船体応力などの短期分布は Rayleigh 分布に適合し、その頻度（確率分布密度）は

$$P(x) = \frac{2x}{E} \cdot e^{-\frac{x^2}{E}} \tag{1}$$

で表わされることが確かめられている。短期分布が R. M. S. の値 $\sqrt{E}$ のみによつて一義的に決まるといふのは変動のエネルギー Spektrum が狭帯域の場合に限られており、E の値は平均値からピークまでの値 σ_1 の自乗平均 E_{σ} をとるべきものである。振巾型の頻度計では複振巾 X_i を計数しているのでここではその自乗平均 E_x をとることとした。狭帯域の場合には複振巾の分布がこの $\sqrt{E_x}$ によつて決まる Rayleigh 分布に適合すると考えても大過ないようである。この場合当然

$$E_x = 4 E_{\sigma}$$

となつてゐる。以下単に E、 $\sqrt{E}$ と表記した場合は E_x 、 $\sqrt{E_x}$ を指すものとする。

R. M. S. コンピュータによるアナログ演算は、原理的には、平均値からの刻々の振巾 X_i の値の分散 R^2 を求め $E = 2 R^2$ の関係から E を求める方法に相当する。すなわち

$$E = 4 E_x = 8 R^2$$
$$\sqrt{E} = 2 \sqrt{E_x} = 2.83 R$$

という関係にある。

2) 短期分布、振動応力

R. M. S. コンピュータのモニター用として応力変動のオシログラムをとつてあつたのでこれによると、相当大きな振動応力が重畳していることがわかる。この振動数は、バラスト状態で 44 cpm で本船の 2 節固有振動数に一致する。特に大きなゆつくりしたりねりよりも、中程度以上の風浪により敏感で船首附近が振動しているのが目視できる。

図 3.3-1 は比較的荒れた日の 20 分間の短期頻度分布例である。曲線は $\sqrt{E} = 2.49$ の Rayleigh 分布曲線で、ほぼ近似する、しかし今回のように卓越した振動波が重畳している場合（エネルギー Spektrum が広帯域になる）にはすべて Rayleigh 分布に適合すると仮定するのは無理があると思われる。

図 3.3-2 および 3.3-3 はうねり波高と $\sqrt{E}$ との関係を示したものでかなりのバラツキはあるが、波高の増加とともに $\sqrt{E}$ も増えている。バラツキが大きいので

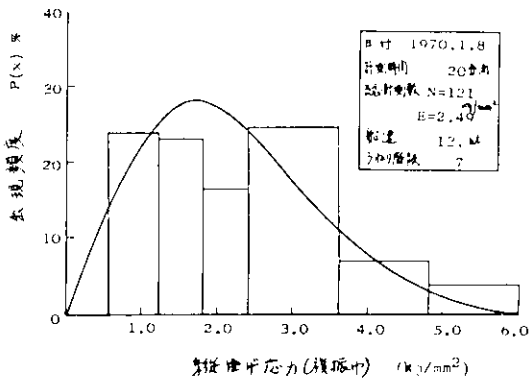


図 3.3-1 甲板縦曲げ応力の短期分布例（昭武丸）

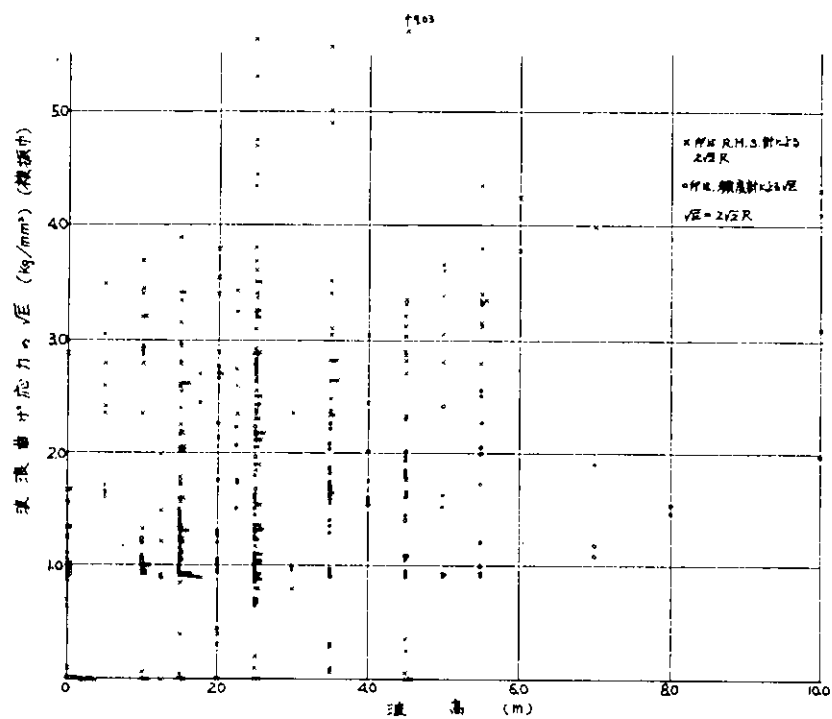


図 3.3-2 波浪曲げ応力と波高との関係 (昭武丸 1.2 次航)

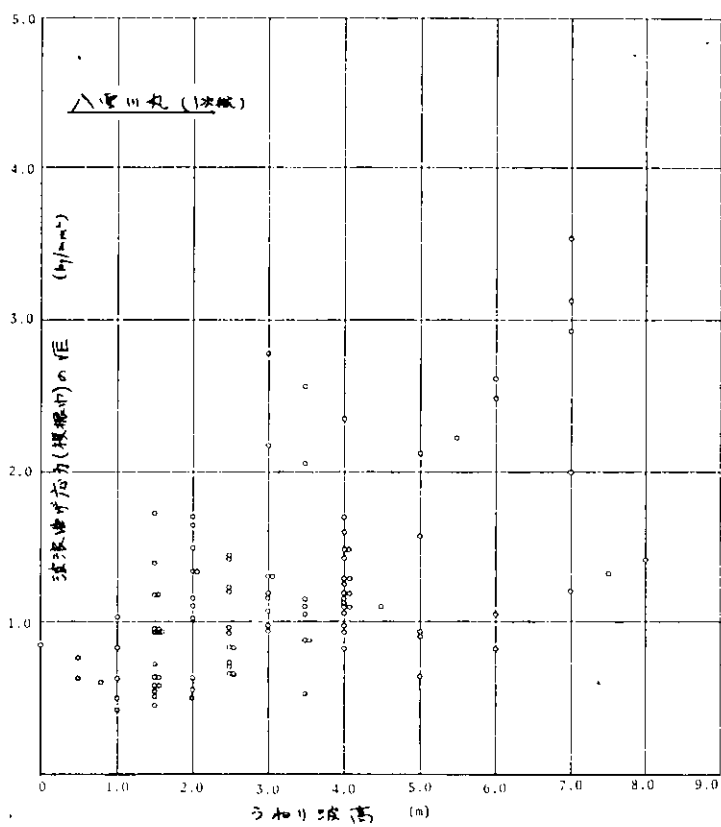


図 3.3-3 波浪曲げ応力 (複振巾) の $\sqrt{R}$ と波高の関係

は、パラメータが実際は波高だけで波浪状態が表わすことができず、出合角やその他が影響しているためであろう。図中 $\sqrt{E}$ と $2\sqrt{2}R$ が大分かけ離れて $2\sqrt{2}R$ が大きくでているが、昭武丸では最低応力範囲が平均 0.9 Kg/mm^2 で計測したため、 $\sqrt{E}$ の値も平穏な海象では 0.9 Kg/mm^2 に近似してくる。また頻度計が、Peak-Peak 計数法のため振動応力を捨つてしまうため、曲げ応力を細分化した形で計数してしまう。したがって低周波の波浪曲げをミスしたものが多かった。

3) 最大応力

昭武丸について R, P, M, コンピュータのモニター用オシロから、20分の曲げ応力と振動応力の最大応力振巾を一個づつ選びだし表 3.3-5 に示し、波高別にプロットしたのが図 3.3-4 である。ここでもバラツキが大きい。この最大値の確率分布状況を示したものが図 3.3-5 で波浪曲げ応力の複振巾と振動応力の複振巾の最大値をそれぞれとつた。横軸 $P(X)$ は累積分布函数

$$P(X) = \exp(-e^{-Y})$$

$$Y = a(X - u) \quad a, u \text{ は定数}$$

でこの図で最大値が直線状に分布することはその最大値 X を抜取つたサンプルの母集団が対数型であることを示している。本図では 8 Kg/mm^2 位で頭打ちになっている。この図では外界条件を全く無視しているのでこの図だけから最大値の傾向を類推することは早計であらゆる外界条件に遭遇するような長期間の大量のサンプルが必要である。

図 3.3-6 は R, M, S, コンピュータから求めた $\sqrt{E}$ とうねりの変化の様子を全航海について記したもので、図中矢印の巾は $\sqrt{E}$ の変動量を $\times$ 印はその平均を表わす波浪との相関はかなりよいようである。

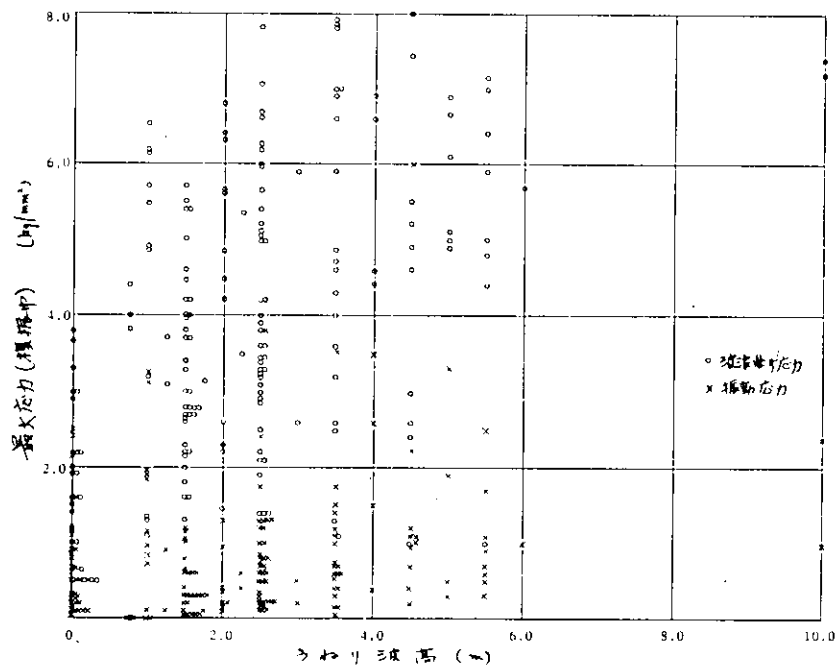


図 3.3-4 うねりと最大応力との関係 (昭武丸 1.2 次航)

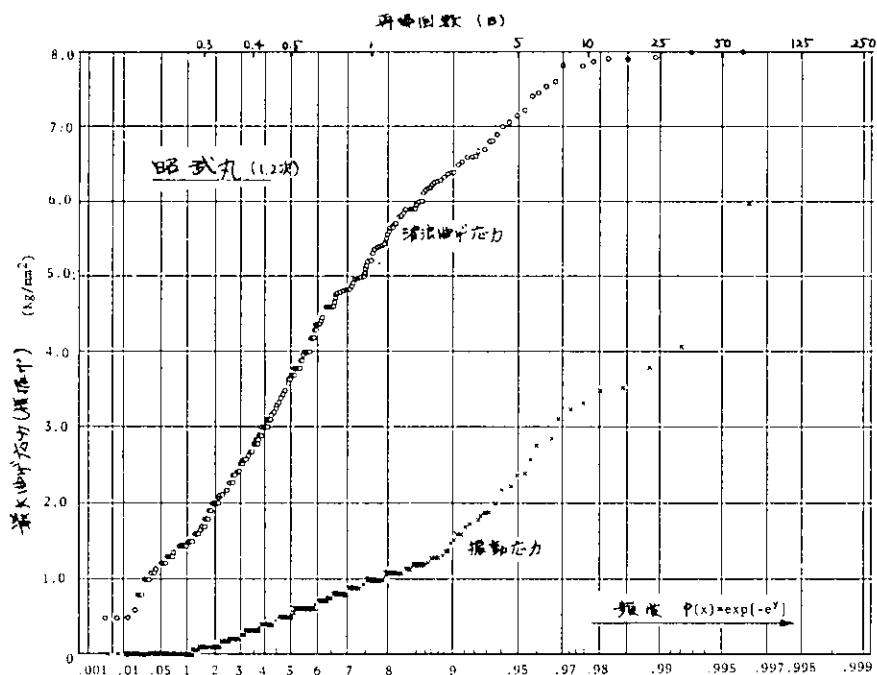


図 3.3-5 最大曲げ応力の分布 (昭武丸 1.2 次航)

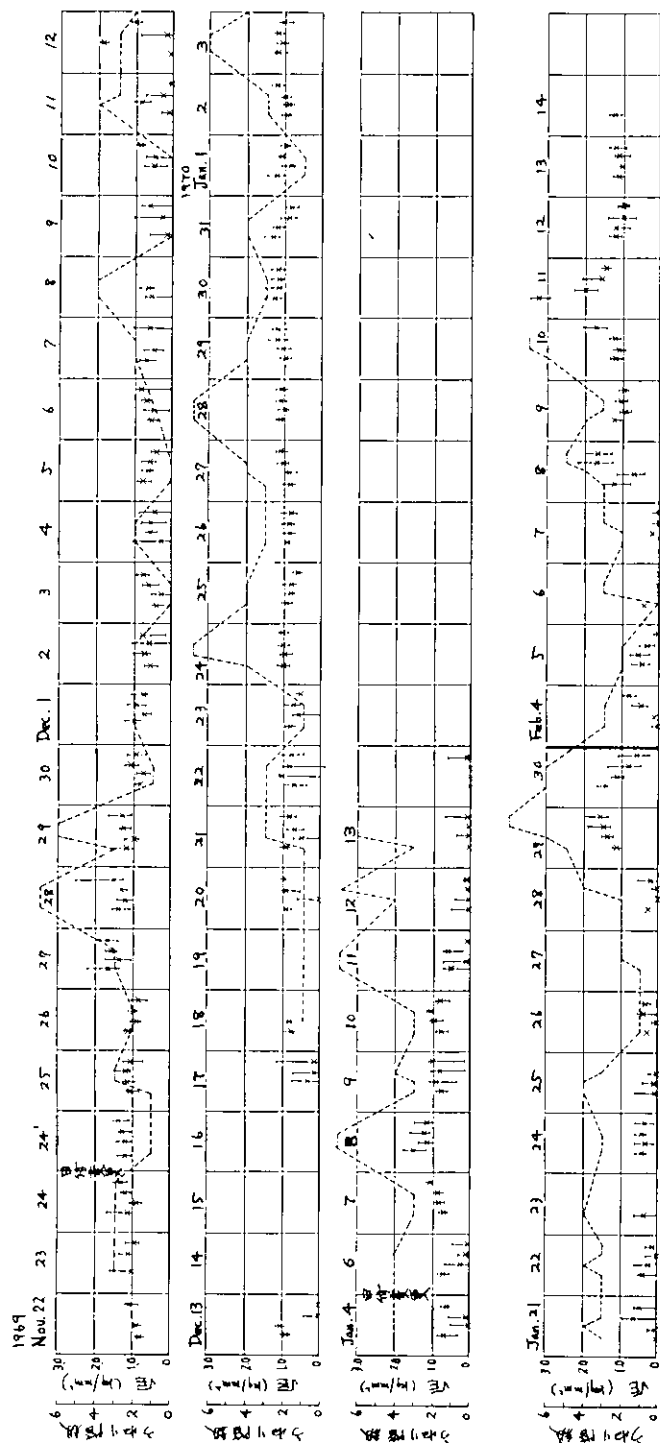


図 3.3-6 中板力の平均値の変動 (昭武丸)

表 3.3-1 上甲板縦曲げ応力 (P-P) 短期分布 (八雲川丸1次航: 20 分間) (その1)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)								√E (Kg/mm ²)
		1.0		2.0		3.0		4.0		
9.13	1 6.0 0	140	67	41	17					0.8 2
	2 0.0 0	66	39	40	20					0.9 8
9.14	8.0 0	85	52	5						0.6 2
	1 2.0 0	72	49	16	1					0.7 1
	1 6.0 0	109	28	4						0.5 4
	2 0.0 0	43	45	15						0.7 5
9.15	8.0 0	26	17	15	4	1				0.9 5
	1 2.0 0	138	70	33	22	3				0.8 8
	2 0.0 0	63	33	23	39	7	3			1.1 8
9.16	8.0 0	41	46	43	40	3				1.2 0
	1 2.0 0	92	51	29	44	10				1.1 6
	1 6.0 0	80	57	42	42	7	1			1.1 6
9.17	8.0 0	83	44	9						0.6 3
	1 2.0 0	54	36	11	2					0.7 3
9.19	8.0 0	103	54	32	38	11	4			1.1 9
	1 2.0 0	134	57	32	45	9	4	1		1.1 6
	1 6.0 0	243	136	49	43	7	1			0.9 1
	2 0.0 0	329	169	87	40	3				0.8 4
	8.0 0	145	98	68	66	26	13	19		1.5 7
9.20	1 2.0 0	156	121	101	83	36	13	6		1.4 1
	1 6.0 0	184	123	99	78	28	15	3		1.3 2
	2 0.0 0	125	63	35	52	6	1			1.0 9
	8.0 0	56	44	45	45	4				1.1 9
9.21	1 2.0 0	292	100	57	39	2				0.8 3
	1 6.0 0	250	83	10	1					0.5 7
	8.0 0	121	26	6	1					0.5 6
9.22	1 2.0 0	472	3							0.4 1
	2 0.0 0	413	116	33	21	4				0.6 9
	8.0 0	29	14	14	41	7				1.4 3
9.23	1 2.0 0	17	12	15	29	17	1	1		1.7 2
	1 6.0 0	33	34	25	12	1				1.0 2
	1 2.0 0	172	53	15	26	6	2			0.9 2
9.24	1 6.0 0	183	54	23	24	7	2			0.9 2
	2 0.0 0	268	97	25	16	6				0.7 5
	8.0 0	39	28	28	32	13	4	1		1.5 0

表 3.3-1 上甲板縦曲げ応力 (P-P) 頻度分布 (八雲川丸 1 次航: 20 分間) (その 2)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)								√E (Kg/mm ²)
		1.0			2.0		3.0		4.0	
9.25	12.00	184	87	56	54	30	6	1	1.30	
	16.00	2514	71	7	7	2			0.44	
	20.00	126	47	21	20	8	1		0.98	
9.26	8.00	1037	239	118	46	13	2		0.72	
	12.00	482	129	50	15	1			0.65	
	16.00	96	57	31	6				1.03	
9.27	8.00	12	23	17	16	4	2		1.39	
	12.00	31	33	15	7	1			0.94	
	16.00	32	29	16	9				0.94	
	20.00	238	63	4	1				0.54	
9.28	8.00	32	7						0.50	
	12.00	28	26	9	3				0.82	
	16.00	23	41						0.69	
	20.00	2							0.40	
10.24	8.00	235	144	59	37	22	9	10	1.22	
	12.00	209	96	37	37	29	3	1	1.11	
	16.00	190	95	34	32	16	13		1.15	
	20.00	69	121	48	42	18	3		1.22	
10.25	8.00	232	125	42	33	5	1		0.87	
	12.00	377	202	83	42	6	1		0.84	
	16.00	291	164	84	67	14	1		0.98	
	20.00	279	184	77	33	12	5	1	0.96	
10.28	8.00	639	128	48	9				0.59	
	12.00	55	16	5					0.59	
	16.00	55	25	3					0.59	
	20.00	58	17	3					0.56	
10.29	8.00	680	56	3	1				0.46	
	12.00	298	58	1					0.49	
	16.00	335	188	65	15	1			0.73	
	20.00	169	96	23	22	1	1		0.82	
10.30	8.00	288	202	20	46	3			0.82	
	12.00	203	82	27	16	13	7	9	1.20	
	16.00	358	174	57	33	14	11	7	1.04	
	20.00	518	261	84	46	21	12	8	1.00	
10.31	8.00	238	55	13	12	7	8	8	1.11	
	12.00	152	47	19	26	12	5		1.08	

表 3.3 - 1 上甲板縦曲げ応力 (P - P) 頻度分布 (八雲丸 1 次航: 20 分間) (その 3)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)								√E (Kg/mm ²)
		1.0		2.0		3.0		4.0		
1 0.3 1	1 6.0 0	114	33	9	20	20	5		1.2 4	
	2 0.0 0	50	11	13	20	13	3		1.4 2	
1 1. 1	8.0 0	8	8	19	12	5			1.4 3	
	1 2.0 0	31	20	18	4	1			0.9 3	
	1 6.0 0	30	23	20	20	3			1.1 8	
	2 0.0 0	15	19	16	18	4	1		1.3 6	
1 2.2 0	8.0 0	102	51	5					0.6 2	
	1 2.0 0	62	8	2					0.5 3	
	1 6.0 0	103	17						0.5 1	
	2 0.0 0	89	6						0.4 8	
1 1.2 1	8.0 0	242	23	2	1				0.5 1	
	1 2.0 0	254	71	26	26	8	1		0.6 8	
	1 6.0 0	85	19	19	30	32	16	1	1.6 9	
	2 0.0 0	177	60	27	44	32	25	8	1.5 6	
1 1.2 3	8.0 0	23	16	9	7	1	1		1.1 0	
	1 2.0 0	22	26	16	36	25	16	6	2.0 6	
	1 6.0 0	40	42	45	70	9	1	1	1.4 2	
	2 0.0 0	33	38	27	40	29	7	6	1.8 1	
1 1.2 4	8.0 0	31	28	30	40	14			1.4 3	
	1 2.0 0	83	71	50	45	23	4		1.3 2	
	1 6.0 0	38	33	21	53	24	4		1.5 9	
	2 0.0 0	40	39	21	40	21	1		1.4 6	
1 1.2 5	8.0 0	134	34	53	41	4			1.0 4	
	1 2.0 0	76	42	19	24	5			1.0 5	
	1 6.0 0	160	92	38	50	29	11	12	1.4 8	
	2 0.0 0	121	106	61	75	18	2		1.2 2	
1 1.2 6	8.0 0	217	97	42	37	11	7	8	0.9 3	
1 2. 2	1 2.0 0	137	55	22	55	4	1		1.0 8	
	1 6.0 0	219	140	85	54	19	3	2	1.1 1	
	2 0.0 0	384	235	119	181	62	15	5	1.3 0	
1 2. 4	1 2.0 0	137	43	10					0.6 3	
	1 6.0 0	365	139	23	4				0.6 5	
	2 0.0 0	1017	636	221	80	1			0.8 0	
1 2. 5	8.0 0	164	105	46	30	6			0.9 4	
	1 2.0 0	186	175	85	81	28	13	3	1.2 8	
1 2. 8	1 2.0 0	127	12	47	45	48	22	15	1.7 4	

表 3.3-1 上甲板縦曲げ応力 (P-P) 頻度分布 (八雲川丸 1 次航: 20 分間) (その 4)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (kg/mm^2)											$\sqrt{E}$ (kg/mm^2)
		0.3	0.8	2.0	3.0	6.0	9.0	12.0					
11.22	8.00	172	119	33	2								1.33
	12.00	85	60	14	1								1.30
	16.00	98	24	1									0.83
	20.00	184	13										0.64
11.26	12.00	262	130	46	8	5							1.48
	16.00	159	91	49	11	1							1.64
	20.00	256	160	34	17								1.31
11.27	8.00	112	96	54	15	17	17	6					2.93
	12.00		103	52	30	24	15	1		1			3.52
	16.00		235	90	44	50	9	6					3.13
	20.00		124	55	20	24	8						2.97
11.28	8.00		136	37	36	17	3	1					2.77
	12.00		106	47	33	14							2.59
	16.00		143	40	22	11	1						2.37
	20.00		68	45	17	3	2						2.50
11.29	8.00		77	57	21	8							2.49
	12.00	211	109	34	26	10	4	1					2.00
	16.00		148	66	18	4							2.12
	20.00		153	74	33	32	14	13		10			4.27
12. 5	16.00	248	217	87	34	16	10	4					2.23
	20.00	184	148	81	31	7	10	5					2.37
12. 6	8.00	170	107	61	25	19	13	3					2.56
	12.00	115	59	43	28	7							2.17
	16.00	78	68	31	7								1.69
	20.00	69	99	30	1								1.53
12. 7	8.00	58	39	4									1.11
12. 8	16.00	141	61	39	20	14							2.11
	20.00	285	166	67	10								1.45

表 3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸: 20 分間) (その 1)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.4~0.8	0.8~1.2	1.2~1.6	1.6~2.4	2.4~3.2	3.2~4.0	4.0~			
1 1.2 1	8.3 0	724	41	13	8	6	10	4	0.87		
	1 2.3 0	805	35	18	20	24	9	8	0.99		
	1 6.3 0	669	60	7	0	0	0	0	0.65		
	2 0.3 0	942	95	12	0	0	0	0	0.67		
1 1.2 2	8.3 0	708	10	3	5	1	4	1	0.71	0.81	2.30
	1 2.3 0	746	8	5	5	3	6	1	0.74	0.92	2.61
	1 6.3 0	449	19	0	1	1	0	0	0.64		
	2 0.3 0	290	5	0	0	0	0	0	0.61	1.08	3.05
1 1.2 3	8.3 0	329	26	5	2	0	0	0	0.67	1.01	2.86
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~	(応力範囲変更)		
	1 6.3 0	466	177	44	6	3	0	0	1.24	1.10	3.11
	2 0.3 0	513	201	93	19	0	0	0	1.32	0.93	2.63
1 1.2 4	8.3 0	333	71	29	13	4	0	0	1.28	1.25	3.53
	1 2.3 0	432	22	4	1	0	0	0	0.96	0.95	2.70
	1 6.3 0	247	58	11	9	1	0	0	1.21	1.20	3.40
	2 0.3 0	259	57	13	15	1	0	0	1.26	1.34	3.79
1 1.2 4 (その 2)	8.3 0	220	56	17	12	3	0	0	1.32	1.21	3.42
	1 2.3 0	402	40	3	1	1	0	0	1.01	1.18	3.34
	1 6.3 0	359	42	9	1	0	0	0	1.02	1.24	3.41
	2 0.3 0	348	47	10	2	0	0	0	1.05	1.37	3.87
1 1.2 5	8.3 0	901	6	0	0	0	0	0	0.90	1.05	2.97
	1 2.3 0	1244	32	2	0	0	0	0	0.92	1.16	3.28
	1 6.3 0	704	61	13	14	1	0	0	1.07	1.19	3.37
	2 0.3 0	397	57	10	6	1	0	0	1.09	1.03	2.91
1 1.2 6	8.3 0	151	213	10	3	0	0	0	1.33	1.11	3.14
	1 2.3 0	847	2	0	0	0	0	0	0.90	0.90	2.55
	1 6.3 0	257	43	14	5	0	0	0	1.13	0.99	2.81
	2 0.3 0	297	50	10	3	0	0	0	1.08	0.83	2.36
1 1.2 7	8.3 0	206	56	12	28	9	3	0	1.63	1.68	4.75
	1 2.3 0	676	16	4	0	0	0	0	0.93	1.34	3.79
	1 6.3 0	212	58	23	27	9	1	0	1.59	1.54	4.35
	2 0.3 0	199	45	17	18	16	5	1	1.79	1.66	4.70
1 1.2 8	8.3 0	381	119	35	4	2	0	0	1.21	1.34	3.79
	1 2.3 0	829	77	12	1	0	0	0	0.99	1.20	3.39
	1 6.3 0	337	119	38	20	4	0	0	1.36	1.33	3.76
	2 0.3 0	405	98	28	10	6	1	0	1.28	1.51	4.26
1 1.2 9	8.3 0	554	41	4	0	0	0	0	0.96	1.18	3.34
	1 2.3 0	534	17	1	0	0	0	0	0.92	0.99	2.81
	1 6.3 0	492	31	0	0	0	0	0	0.94	1.27	3.59
	2 0.3 0	562	21	1	0	0	0	0	0.93	1.29	3.65
1 1.3 0	8.3 0	513	27	1	1	0	0	0	0.96	0.80	2.26
	1 2.3 0	605	6	0	0	0	0	0	0.90	0.71	2.02
	1 6.3 0	208	20	10	1	2	0	0	1.12	1.04	2.94
	2 0.3 0	241	29	7	5	0	0	0	1.09	0.93	2.63
1 2. 1	8.3 0	315	8	0	0	0	0	0	0.92	0.99	2.81
	1 2.3 0	700	5	0	0	0	0	0	0.90	0.71	2.02
	1 6.3 0	310	11	0	1	0	0	0	0.94	0.91	2.68
	2 0.3 0	393	18	1	1	0	0	0	0.95	0.77	2.18

表3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第1次航: 20分間) (その2)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
1 2. 2	8.30	367	21	1	0	0	0	0	0.94	0.58	1.57
	12.30	814	4	0	0	0	0	0	0.90	0.72	2.04
	16.30	427	4	0	0	0	0	0	0.90	0.62	1.75
	20.30	362	2	0	0	0	0	0	0.90	0.72	2.04
1 2. 3	8.30	257	13	0	0	0	0	0	0.93	0.40	1.13
	12.30	885	21	0	0	0	0	0	0.91	0.29	0.82
	16.30	263	1	0	0	0	0	0	0.90	0.59	1.67
	20.30	252	1	0	0	0	0	0	0.90	0.80	2.27
1 2. 4	8.30	657	24	0	0	0	0	0	0.92	0.30	0.85
	12.30	676	8	0	0	0	0	0	0.90	0.57	1.62
	16.30	628	7	0	0	0	0	0	0.90	0.57	1.62
	20.30	755	55	0	0	0	0	0	0.95	0.43	1.22
1 2. 5	8.30	957	49	5	1	0	0	0	0.95	0.77	2.18
	12.30	1280	2	0	0	0	0	0	0.90	0.65	1.84
	16.30	764	3	0	0	0	0	0	0.90	0.55	1.56
	20.30	599	1	0	0	0	0	0	0.90	0.39	1.10
1 2. 6	8.30	215	2	0	0	0	0	0	0.90	0.53	1.51
	12.30	325	0	0	0	0	0	0	0.90	0.47	1.33
	16.30	41	1	0	0	0	0	0	0.91	0.70	1.98
	20.30	144	2	0	0	0	0	0	0.91	0.80	2.27
1 2. 7	8.30	55	1	0	0	0	0	0	0.91	0.70	1.98
	12.30	34	1	0	0	0	0	0	0.92	0.43	1.22
	16.30	strain Amp. 交換 (応力範囲は変えず) の為中止									
	20.30									0.52	1.48
1 2. 8	8.30									0.57	1.62
	12.30	176	15	1	0	0	0	0	0.97	0.65	1.84
	16.30										
	20.30	422	0	0	0	0	0	0	0.90		
1 2. 9	8.30	401	0	0	0	0	0	0	0.90	0.10	0.28
	12.30	178	16	0	2	0	0	0	1.00		
	16.30	54	19	1	0	0	0	0	1.10	0.27	0.76
	20.30	104	20	0	0	0	0	0	1.02	0.62	1.76
1 2.10	8.30	83	17	1	0	0	0	0	1.04	0.84	2.38
	12.30	134	10	0	0	0	0	0	0.95	0.55	1.56
	16.30	125	5	0	0	0	0	0	0.93	0.50	1.42
	20.30	126	31	0	0	0	0	0	1.04	0.89	2.53
1 2.11	8.30	280	1	0	0	0	0	0	0.90	0.09	0.26
	12.30	175	15	2	0	0	0	0	0.98	0.88	2.50
	16.30	190	5	0	0	0	0	0	0.92	0.25	0.71
	20.30	309	2	0	0	0	0	0	0.90	0	0
1 2.12	8.30	136	3	0	0	0	0	0	0.91	0	0
	12.30	73	15	1	0	0	0	0	1.04	1.88	5.32
	16.30	64	3	0	0	0	0	0	0.93	0.20	0.565
	20.30	62	2	0	0	0	0	0	0.92	1.02	2.88
1 2.13	8.30	33	12	0	0	0	0	0	1.07	0.94	2.67
	12.30	54	17	0	0	0	0	0	1.07	1.06	3.00
	16.30	80	21	1	0	0	0	0	1.06	0	0
	20.30	98	3	1	0	0	0	0	0.94	0	0

表 3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第 1 次航: 20 分間) (その 3)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
1 2.1 7	8.3 0										
	1 2.3 0	71	24	2	0	0	0	0	1.11	0.24	0.68
	1 6.3 0	80	15	3	0	0	0	0	1.06	0.15	0.42
	2 0.3 0	68	12	0	0	0	0	0	1.01	0.11	0.31
1 2.1 8	8.3 0	54	33	4	3	0	0	0	1.31	0.83	2.35
	1 2.3 0	49	24	9	0	0	0	0	1.27	0.92	2.61
	1 6.3 0	26	24	9	4	6	3	1	1.39		
	2 0.3 0										
1 2.2 0	8.3 0	55	33	2	0	0	0	0	1.19	0.93	2.64
	1 2.3 0	67	24	0	0	0	0	0	1.09	0.	0.
	1 6.3 0	41	38	7	2	0	0	0	1.38	0.92	2.61
	2 0.3 0	44	46	12	4	0	0	0	1.46	0.93	2.64
1 2.2 1	8.3 0	41	33	14	2	0	0	0	1.44	0.96	2.72
	1 2.3 0	79	19	5	0	0	0	0	1.11	0.50	1.41
	1 6.3 0	51	35	5	2	0	0	0	1.25	0.67	1.90
	2 0.3 0	47	35	7	1	0	0	0	1.32	0.88	2.50
1 2.2 2	8.3 0	55	31	3	1	0	0	0	1.23	0.76	2.16
	1 2.3 0	41	37	16	2	0	0	0	1.46	1.03	2.91
	1 6.3 0	58	25	9	1	0	0	0	1.27	0.86	2.54
	2 0.3 0	56	30	7	3	0	0	0	1.33	0.81	2.30
1 2.2 3	8.3 0	58	24	5	0	0	0	0	1.19	0.84	2.39
	1 2.3 0	70	24	2	0	0	0	0	1.11	0.61	1.73
	1 6.3 0	58	29	7	1	1	0	0	1.33	0.76	2.16
	2 0.3 0	48	33	7	1	0	0	0	1.32	0.53	1.50
1 2.2 4	8.3 0	36	34	23	7	1	0	0	1.68	1.00	2.83
	1 2.3 0	38	34	14	19	1	0	0	1.83	0.96	2.72
	1 6.3 0	32	40	18	14	1	0	0	1.79	1.00	2.83
	2 0.3 0	31	42	17	16	1	0	0	1.82	1.03	2.91
1 2.2 5	8.3 0	51	33	15	10	2	0	0	1.66	0.93	2.64
	1 2.3 0	45	39	15	5	1	0	0	1.55	0.87	2.47
	1 6.3 0	40	43	16	7	0	0	0	1.57	0.82	2.33
	2 0.3 0	41	40	8	4	0	0	0	1.44	0.67	1.90
1 2.2 6	8.3 0	56	38	19	6	0	0	0	1.50	0.97	2.75
	1 2.3 0	53	36	22	5	0	0	0	1.51	0.90	2.55
	1 6.3 0	38	38	25	12	1	0	0	1.75	0.92	2.61
	2 0.3 0	64	44	28	14	3	0	0	1.72	0.83	2.36
1 2.2 7	8.3 0	46	46	26	9	0	0	0	1.62	0.84	2.38
	1 2.3 0	38	42	19	20	1	0	0	1.84	0.83	2.36
	1 6.3 0	30	33	27	19	0	0	0	1.88	1.00	2.83
	2 0.3 0	29	32	28	21	8	1	0	2.21	1.09	3.09
1 2.2 8	8.3 0	32	44	30	22	4	0	0	1.99	1.18	3.34
	1 2.3 0	39	41	20	13	1	0	0	1.74	1.00	2.83
	1 6.3 0	17	22	27	29	4	0	0	2.27	1.10	3.12
	2 0.3 0	24	31	24	23	2	0	0	2.05	1.11	3.14
1 2.2 9	8.3 0	31	28	20	11	0	0	0	1.75	0.98	2.78
	1 2.3 0	20	21	23	23	2	0	0	2.13	1.02	2.89
	1 6.3 0	22	29	13	26	6	0	0	2.23	1.21	3.43
	2 0.3 0	34	52	24	34	5	0	0	2.08	1.15	3.26

表 3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第 1 次航: 20 分間) (その 4)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
1 2.3 0	8.3 0	23	21	30	14	6	1	0	2.19	1.28	3.62
	1 2.3 0	48	20	35	23	4	0	0	1.99	1.20	3.40
	1 6.3 0	31	24	25	22	4	0	0	2.07	1.16	3.28
	2 0.3 0	31	30	27	27	3	0	0	2.07	1.14	3.22
1 2.3 1	8.3 0	19	19	21	28	10	0	0	2.44	1.30	3.68
	1 2.3 0	23	24	21	28	3	0	0	2.18	1.14	3.22
	1 6.3 0	29	32	19	11	1	0	0	1.79	0.94	2.67
	2 0.3 0	29	35	9	8	0	0	0	1.62	0.83	2.35
1. 1	8.3 0	55	38	19	6	2	0	0	1.59	0.23	3.48
	1 2.3 0	39	41	17	11	1	0	0	1.70	0.86	2.44
	1 6.3 0	40	52	29	9	0	0	0	1.66	1.08	3.06
	2 0.3 0	42	50	22	10	0	0	0	1.64	0.98	2.78
1. 2	8.3 0	54	41	29	8	0	0	0	1.59	0.97	2.75
	1 2.3 0	56	44	28	13	1	0	0	1.68	0.93	2.64
	1 6.3 0	14	6	2	4	0	0	0	1.63	0.98	2.78
	2 0.3 0	58	49	39	27	5	0	0	1.92	1.24	3.52
1. 3	8.3 0	42	34	34	18	4	0	0	1.93	1.13	3.20
	1 2.3 0	27	38	28	20	4	0	0	2.02	1.07	3.04
	1 6.3 0	21	30	28	34	6	0	0	2.28	1.18	3.34
	2 0.3 0	46	43	20	10	0	0	0	1.62	1.02	2.89
1. 4	8.3 0	54	26	4	1	0	0	0	1.23	0.75	2.13
	1 2.3 0	70	16	0	0	0	0	0	1.03	0	0
	1 6.3 0	67	14	0	0	0	0	0	1.03	0.07	0.20
	2 0.3 0	164	5	0	0	0	0	0	0.92	0.66	1.37
1. 6	8.3 0	133	26	0	0	0	0	0	1.02	0.75	2.13
	1 2.3 0	114	32	4	0	0	0	0	1.10	0.25	0.71
	1 6.3 0	77	13	0	0	0	0	0	1.01	0.03	0.08
	2 0.3 0	74	14	0	0	0	0	0	1.02	0	0
1. 7	8.3 0	105	36	3	0	0	0	0	1.11	0.77	2.16
	1 2.3 0	135	56	14	9	0	0	0	1.33	0.84	2.38
	1 6.3 0	105	63	22	3	0	0	0	1.34	0.93	2.64
	2 0.3 0	55	33	34	35	7	0	0	2.07	1.07	3.03
1. 8	8.3 0	10	12	19	43	28	9	2	3.31	1.53	4.34
	1 2.3 0	20	25	31	41	11	3	0	2.56	1.18	3.34
	1 6.3 0	29	28	20	30	9	5	0	2.20	1.23	3.49
	2 0.3 0	27	40	27	30	8	0	0	1.28	1.20	3.41
1. 9	8.3 0	73	52	11	0	0	0	0	1.28	0.81	2.30
	1 2.3 0	57	56	25	10	2	0	0	1.64	0.96	2.72
	1 6.3 0	73	46	11	3	0	0	0	1.33	0.85	2.42
	2 0.3 0	78	57	20	3	0	0	0	1.39	1.03	2.93
1.1 0	8.3 0	62	56	22	1	0	0	0	1.41	0.80	2.38
	1 2.3 0	64	44	37	16	2	0	0	1.74	1.00	2.83
	1 6.3 0	44	49	34	25	5	0	0	1.97	1.10	3.12
	2 0.3 0	68	53	14	4	0	0	0	1.40	0.82	2.33
1.1 1	8.3 0	209	48	3	0	0	0	0	1.05	0.58	1.64
	1 2.3 0	116	29	4	0	0	0	0	1.09	0.12	0.34
	1 6.3 0	164	39	5	1	0	0	0	1.09	0.62	1.76
	2 0.3 0	192	17	0	0	0	0	0	0.96	0.02	0.06

表 3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第 1 次航: 20 分間) (その 5)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
1.1 2	8.3 0	98	8	0	0	0	0	0	0.95	0.05	0.14
	1 2.3 0	113	7	0	0	0	0	0	0.94	0.02	0.06
	1 6.3 0	129	7	0	0	0	0	0	0.94	0.11	0.31
	2 0.3 0	108	1	1	0	0	0	0	0.92	0.10	0.28
1.1 3	8.3 0	108	2	0	0	0	0	0	0.91	0.03	0.09
	1 2.3 0	147	6	0	0	0	0	0	0.93	0	0
	1 6.3 0	144	2	0	0	0	0	0	0.91	0	0
	2 0.3 0									0.09	0.25
1.1 4	8.3 0	306	20	4	2	0	0	0	0.99	0	0
	1 2.3 0	123	1	0	0	0	0	0	0.90	0	0
	1 6.3 0	2	0	0	1	0	0	0	1.88	0	0
	2 0.3 0	149	22	1	0	0	0	0	1.00	0.07	0.20
1.1 5	8.3 0	4	1	3	1	0	0	0	1.75	0	0
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
	8.3 0										
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										

表 3.3 - 2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第 2 次航 : 20 分間) (その 1)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm ²)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
1.2 1	8.3 0	83	3						0.93	0	0
	1 2.3 0	124	6						0.94	0	0
	1 6.3 0	126	5						0.93	0.63	1.79
	2 0.3 0	37	5	0	2				0.99	0.50	1.42
1.2 2	8.3 0	35	7						1.02	0.46	1.30
	1 2.3 0	46	5						0.98	0.27	0.77
	1 6.3 0	42	1						0.92	0	0
	2 0.3 0	56	2						0.93	0.14	0.40
1.2 3	8.3 0	215	21						0.97	0.41	1.16
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
1.2 4	8.3 0	84	18	1					1.05	0.44	1.25
	1 2.3 0	71	20	1	1				1.12	0.32	0.91
	1 6.3 0	60	14						1.04	0.47	1.33
	2 0.3 0	63	9	2					1.04	0.31	0.89
1.2 5	8.3 0	57	8						0.99	0.11	0.31
	1 2.3 0	49	10						1.03	0.16	0.46
	1 6.3 0	57	2						0.93	0.01	0.03
	2 0.3 0										
1.2 6	8.3 0	44	1	1					0.96	0.31	0.89
	1 2.3 0	49	5	1					1.00	0	0
	1 6.3 0	21	1	1					1.01	0.47	1.33
	2 0.3 0	10	1						0.97	0.38	1.08
1.2 7	8.3 0	11							0.9		
	1 2.3 0										
	1 6.3 0										
	2 0.3 0										
1.2 8	8.3 0	94	1						0.91	0.32	0.88
	1 2.3 0	100	3						0.92	0	0
	1 6.3 0	234	7	1					0.93	0	0
	2 0.3 0	466	24	1					0.94	0.23	0.65
1.2 9	8.3 0	249	112	54	51	7	1		1.66	1.15	3.26
	1 2.3 0	223	119	62	46	19	7		1.88	1.40	3.97
	1 6.3 0	18	13	15	32	20	6	2	3.09	1.44	4.08
	2 0.3 0	160	92	27	30	14	8	2	1.97	1.52	4.31
1.3 0	8.3 0	208	103	76	65	22	9		2.02	1.41	4.00
	1 2.3 0	139	38	11	25	2			1.54	1.08	3.06
	1 6.3 0	29	25	12	6				1.61	0.86	2.43
	2 0.3 0	33	20	10	6				1.57	0.61	1.73
2. 4	8.3 0	87	5						0.94	0.02	0.06
	1 2.3 0	36	2	3	1				1.15	0.14	0.40
	1 6.3 0	55	28	4					1.20	0.45	1.28
	2 0.3 0	29	30	11	4				1.54	0.83	2.35
2. 5	8.3 0	37	19	4					1.23	0.47	1.33
	1 2.3 0	46	23	4	1				1.25	0.58	1.64
	1 6.3 0	30	5						1.01	0.36	1.02
	2 0.3 0	39	2						0.94	0.03	0.09

表 3.3-2 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第 2 次航: 20 分間) (その 2)

日 付	時 刻	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)							$\sqrt{E}$	R	$2\sqrt{2}R$
		0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~			
2. 6	8.30	10	1						0.97	0.47	1.33
	12.30	103	3						0.94	0	0
	16.30	9	1	1					0.98	0	0
	20.30	47							0.9	0	0
2. 7	8.30										
	12.30	13	1						0.96	0.25	0.71
	16.30	88							0.9	0	0
	20.30	69	1						0.91	0	0
2. 8	8.30	82	53	7					1.23	1.30	3.69
	12.30	55	57	32	18				1.71	0.75	2.13
	16.30	37	38	44	61	30	4		2.65	1.78	5.01
	20.30	81	45	33	48	18	3		2.25	1.72	4.88
2. 9	8.30	103	55	13	9				1.39	1.24	3.51
	12.30	76	49	17					1.32	0.97	2.75
	16.30	53	52	8	9				1.50	1.02	2.89
	20.30	74	43	15	7				1.43	0.98	2.78
2.10	8.30	153	56	36	10	2			1.44	1.17	3.32
	12.30	120	52	30	13	2			1.52	1.07	3.04
	16.30	117	78	43	22	2			1.63	1.19	3.37
	20.30	65	37	36	58	23	2		2.41	1.71	4.85
2.11	8.30	148	100	51	54	4			1.78	3.19	9.03
	12.30	73	48	32	43	9			2.04	1.97	5.59
	16.30	77	54	22	16	1			1.61	1.57	4.45
	20.30	113	65	27	4				1.37	1.40	3.96
2.12	8.30	295	34	2					0.99	1.22	3.46
	12.30	102	12	1					1.00	1.21	2.95
	16.30	93	13	3					1.04	0.99	2.80
	20.30	122	4						0.93	1.01	2.86
2.13	8.30	158	4						0.92	1.13	3.20
	12.30	57	5						0.96	1.02	2.90
	16.30	79	6						0.95	1.13	3.20
	20.30	99	14						0.99	1.20	3.40
2.14	8.30	83	8	1					0.99	1.25	3.54
	12.30										
	16.30										
	20.30										
	8.30										
	12.30										
	16.30										
	20.30										
	8.30										
	12.30										
	16.30										
	20.30										

表 3.3-3 上甲板縦曲げ応力 (P-P) 短期分布 (八雲川丸1次航: 1日間) (その1)

日 付	時 間	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)							
		1.0		2.0		3.0		4.0	
9.13	13日 8.20~20.10	4444	2118	1070	471	11			
14	20.10~20.20	6277	3729	1174	205	1			
15	20.20~20.20	4296	3138	1628	1610	169	21		
16	20.20~16.20	5679	3249	2262	2406	719	129	21	
17	16.20~16.00	4258	2816	2136	459	35	2	1	
18	12.25~20.50	1429	1091	803	640	78	1		
19	20.50~20.35	10493	5118	2700	2821	898	223	27	
20	20.35~20.20	12422	9167	1777	5796	1930	753	41	
21	20.20~20.00	8145	4451	1886	1287	87	3		
22	20.00~12.25	16122	1950	213	14				
22	17.20~20.20	1553	649	266	342	149	32	10	
23	20.20~20.00	5225	3307	1881	2283	734	157	26	
24	20.00~20.25	10576	3780	1777	1506	356	77	5	
25	20.25~20.20	22716	3963	2214	2505	997	287	42	
26	20.20~21.15	37333	7009	3284	2585	688	138	45	
27	21.15~22.30	1233	1931	1214	900	119	6		
28	22.30~21.40	2004	957	277	73				
29	21.40~ 8.00	79	4						
10.24	8.00~20.10	8081	4635	2031	1738	821	387	109	
25	20.10~20.15	19617	11606	5033	3147	693	153	22	
28	20.20~20.30	10807	4647	1244	723	151	6		
29	20.30~20.20	11944	3197	702	193	4	1		
30	20.20~20.50	17211	12572	6013	3992	920	332	217	
31	20.50~20.35	12664	4280	1324	1376	868	488	334	
11.1	20.35~24.00	2665	1479	997	923	182	43	2	
11.20	8.00~20.25	2734	528	71	5				
21	20.25~20.20	10333	2772	856	881	553	285	113	
23	8.00~20.15	856	706	680	1081	528	188	51	
24	20.15~20.20	3091	2876	2063	3049	1089	138	15	
25	20.20~20.25	8159	5019	3359	3301	766	170	73	
26	26日 20.25~ 8.20	4377	2295	1343	1896	1226	358	55	
12.2	8.20~21.00	5526	3038	1585	1743	673	158	54	
3	3日 21.00~ 8.00	4111	3172	2336	3102	1500	718	1079	
4	8.25~21.20	8973	4124	1198	588	62	6		
5	21.20~16.10	12734	8816	4370	3349	870	318	216	
8	8.25~12.25	1943	1246	712	693	388	266	165	

表 3.3-3 上甲板縦曲げ応力 (P-P) 頻度分布 (八雲川丸 1 次航: 1 日間) (その 2)

日付	時 間	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)											
		0.3	0.8	2.0	3.0	6.0	9.0	12.0					
11.22	21日 20.20~20.45	7136	4258	1117	195	27	7						
23	23日 20.45~ 8.00	2799	804	128	11								
26	8.00~20.30	6813	4117	1365	275	65	8						
27	20.30~12.00	7141	6775	3339	1392	726	569	302					
27	12.00~20.25		1722	1498	777	778	254	71				14	
28	20.25~20.20		7891	3438	1577	1014	194	29				6	
29	20.20~12.25		4485	2201	549	98	2						
29	12.25~20.10	4592	3663	1592	775	301	262	166					
29	20.10~20.45		434	208	83	88	41	40				24	
12.5	16.10~20.20	2712	2237	955	390	211	155	63					
6	20.20~20.30	11105	7541	3243	1352	739	478	128					
7	7日 20.30~ 8.20	2254	2411	285	15	1							
8	12.25~21.00	4510	2565	1182	325	67	11	1					
9	21.00~ 8.00	1650	870	162	8								

表3.3-4 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第1次航: 1日間) (その1)

日 付	応 力 範 囲 (Kg/mm^2)						
	0.4~0.8	0.8~1.2	1.2~1.6	1.6~2.4	2.4~3.2	3.2~4.0	4.0~
11.21	33422	1904	418	321	238	247	154
11.22	27791	931	298	265	115	115	54
11.23	329	26	5	2	0	0	0
合 計	61542	2861	721	588	353	362	208
	応 力 範 囲 変 更 (Kg/mm^2)						
	0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~
11.23	20274	6066	1621	551	50	0	0
11.24	15857	3268	918	916	130	1	0
その2 11.24	30562	2169	489	315	55	4	0
11.25	38403	2741	668	573	83	0	0
11.26	17514	3011	833	703	233	33	5
11.27	22980	5298	1599	1210	542	80	4
11.28	29805	6417	1637	711	139	14	1
11.29	36818	2140	189	49	0	0	0
11.30	6967	582	168	78	3	0	0
12. 1	26317	891	57	16	0	0	0
12. 2	24547	688	30	13	0	0	0
12. 3	22966	276	5	1	0	0	0
12. 4	55857	1930	137	3	0	0	0
12. 5	39498	423	18	1	0	0	0
12. 6	8036	66	7	0	0	0	0
12. 7	Strain Amp. 交換 (応力範囲は同じ) の為中止						
12. 8				#			
12. 9	8667	1149	183	30	0	0	0
12.10	9008	1155	142	8	0	0	0
12.11	13643	1242	67	2	0	0	0
12.12	2257	297	28	3	0	0	0
12.13	2250	423	30	0	0	0	0
2 日 間	432220	40232	8820	5183	1235	132	10

表 3.3-4 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第1次航: 1日間) (その2)

日 付	応 力 範 囲 (Kp / mm^2)						
	0.6~1.2	1.2~1.8	1.8~2.4	2.4~3.6	3.6~4.8	4.8~6.0	6.0~
12.17	3454	905	92	4	0	0	1
12.18	844	448	98	29	11	4	2
12.19							
12.20	3685	2145	623	131	4	0	0
12.21	1796	961	344	66	1	1	0
12.22	3690	1838	511	99	0	0	0
12.23	3039	2086	737	254	4	0	0
12.24	2487	2483	1432	836	79	2	0
12.25	3268	2659	1201	411	10	1	0
12.26	3105	2815	1599	711	23	0	0
12.27	2190	2592	1925	1456	243	25	2
12.28	1557	2133	1645	1478	234	18	0
12.29	1430	1797	1485	1455	283	19	1
12.30	1733	1862	1605	1513	292	26	0
12.31	2087	1503	626	413	68	12	0
1. 1	3219	2891	1426	603	32	0	0
1. 2	2712	2581	1746	1253	161	12	0
1. 3	2992	2445	1193	700	56	2	0
1. 4	2912	472	15	1	0	0	0
1. 6	6092	1675	180	15	0	0	0
1. 7	5186	2749	1401	1447	779	344	71
1. 8	2525	2497	1706	1550	410	100	11
1. 9	2135	1707	689	253	9	0	0
1.10	4629	3237	1327	720	117	7	1
1.11	8735	1953	227	14	0	1	0
1.12	6973	309	1	1	1	1	0
1.13	8193	486	17	5	1	0	0
1.14	8434	1522	455	118	3	0	0
28日間	99097	50751	23306	15592	2821	575	88

表 3.3-4 上甲板縦応力 (P-P) 頻度分布 (昭武丸第2次航: 1 日間) (その3)

日 付	応 力 範 囲 (kg / mm^2)						
	0.6 ~ 1.2	1.2 ~ 1.8	1.8 ~ 2.4	2.4 ~ 3.6	3.6 ~ 4.8	4.8 ~ 6.0	6.0 ~
1 . 2 1	7 6 8 3	5 7 5	2 6	1 9	4	0	0
1 . 2 2	5 7 6 7	8 0 3	5 7	5	2	1	0
1 . 2 3	6 0 5 8	1 2 7 7	9 1	1	0	0	0
1 . 2 4	4 2 7 1	9 5 2	7 2	4	2	0	0
1 . 2 5	1 8 6 9	1 5 2	2	1	0	0	0
1 . 2 6	9 5 1	7 4	8	4	0	0	0
1 . 2 7	2 6 7 6	8 8	1	0	0	0	0
1 . 2 8	1 4 4 0 6	2 3 8 4	5 1 1	1 7 8	1 7		
1 . 2 9	8 4 5 3	3 8 8 6	1 9 1 9	2 0 1 3	9 2 1	3 4 3	5 7
1 . 3 0	3 5 8 9	1 4 3 7	7 0 4	6 2 8	2 5 5	8 3	5
2 . 4	2 5 6 0	1 1 3 7	3 4 6	6 7	3	1	0
2 . 5	1 6 6 6	5 3 3	1 0 5	2 1	0	0	0
2 . 6	3 5 2 8	2 1	1	0	0	0	0
2 . 7	3 1 7 2	2 4 9	1 8	1	1	0	0
2 . 8	3 6 5 5	3 0 1 2	1 9 4 4	1 5 7 8	3 4 0	5 5	7
2 . 9	5 1 9 1	3 4 4 3	1 4 7 6	5 3 0	1 5	1	0
2 . 1 0	5 2 9 2	2 9 7 7	2 0 5 9	2 0 8 3	8 8 3	2 9 3	3 8
2 . 1 1	6 8 0 0	3 4 2 3	1 6 0 9	1 0 5 8	1 6 5	1 7	1
2 . 1 2	5 0 5 0	4 8 3	2 2	2	0	0	0
2 . 1 3	4 5 0 7	4 5 5	2 5	5	0	0	0
2 . 1 4	5 5 4	3 0	2	0	0	0	0
2 1 日 間	9 7 6 9 8	2 7 3 9 1	1 0 9 9 8	8 1 9 8	2 6 0 8	7 9 3	1 0 8

表 3.3-5 上甲板縦曲げ (P-P) 最大応力 (昭武丸第 1 次航) (その 1)

単位 Kg/mm^2

日	付	R	曲げ応力	振動応力	日	付	R	曲げ応力	振動応力
			Max. B	Max. V				Max. B	Max. V
1 1.2 2	8	0.72~0.9	3.80		1 2. 3	8	0 ~ 0.54	3.00	0.20
	1 2	0.83~0.98	4.30			1 2	0 ~ 0.57	2.20	0.20
	1 6					1 6	0.35~0.75	3.30	0.50
	2 0	0.81~1.22	4.31			2 0	0.63~0.95	2.40	0.30
1 1.2 3	8	1.08~1.68	6.27		1 2. 4	8	0 ~ 1.06	2.70	0.80
	1 2	0.78~1.50	6.13			1 2	0.39~0.75	3.40	1.00
	1 6	1.00~1.38	5.40			1 6	0.16~0.76	2.70	1.20
	2 0	0.83~1.20	4.60			2 0	0 ~ 0.90	3.00	1.00
1 1.2 4	8	1.10~1.70	6.80		1 2. 5	8	0.63~0.91	3.60	0.80
	1 2	0.79~1.10	5.60			1 2	0.61~0.86	3.20	0.80
	1 6	1.08~1.35	5.64			1 6	0.21~0.91	3.00	0.70
	2 0	1.21~1.47	4.89			2 0	0 ~ 0.63	2.40	0.60
1 1.2 4 (その 2)	8	1.07~1.48	5.40		1 2. 6	8	0.45~0.60	2.50	0.60
	1 2	1.03~1.47	5.40			1 2	0.08~0.76	3.00	0
	1 6	1.06~1.37	5.50			1 6	0.62~0.75	2.65	0
	2 0	1.16~1.57	5.70			2 0	0.10~0.99	2.90	0
1 1.2 5	8	0.87~1.20	3.70		1 2. 7	8	0.46~0.86	3.10	0.10
	1 2	0.96~1.31	4.20			1 2	0.33~0.87	3.70	0.90
	1 6	1.09~1.52	6.00			1 6			
	2 0	0.77~1.33	5.80	0.70		2 0	0 ~ 1.10	3.20	0.10
1 1.2 6	8	1.10~1.25	3.40	0.10	1 2. 8	8	0 ~ 0.78	2.50	1.00
	1 2	0.82~1.07	4.20	0.06		1 2	0.51~0.89	2.60	1.40
	1 6	0.90~1.07	4.00	0.30		1 6			
	2 0	0.70~1.10	5.20	0.40		2 0		1.40	0.50
1 1.2 7	8	1.40~2.28	7.80	0.40	1 2. 9	8	0 ~ 0.67	1.50	0.50
	1 2	1.08~1.77	6.90	0.60		1 2			
	1 6	1.42~1.82	7.00	0.40		1 6	0.1 ~ 1.02	2.20	0.50
	2 0	1.40~1.97	7.60	0.60		2 0	0 ~ 0.86	1.90	0.90
1 1.2 8	8	1.15~1.60	5.90	1.70	1 2.1 0	8	0.81~0.99	2.40	0.60
	1 2	1.00~1.43	6.50	2.20		1 2	0.02~0.82	1.90	1.00
	1 6	1.22~1.35	5.70	1.00		1 6	0 ~ 0.78	1.50	0.80
	2 0	1.23~2.56	7.90	1.00		2 0	0.79~0.93	1.70	0.90
1 1.2 9	8	1.00~1.50	5.90	0.50	1 2.1 1	8	0 ~ 0.34	1.10	0.80
	1 2	0.90~1.30	6.40	0.50		1 2	0.74~1.04	2.50	1.30
	1 6	1.09~1.37	4.90	0.30		1 6	0 ~ 0.82	1.40	1.00
	2 0	1.06~1.69	5.80	0.50		2 0	0.02~1.10	1.60	1.20
1 1.3 0	8	0.92~1.00	5.00	0.30	1 2.1 2	8		1.40	0.75
	1 2	0.55~0.93	3.70	0.30		1 2	1.74~1.94	2.10	0.50
	1 6	0.85~1.26	4.60	0.30		1 6	0.06~0.92	1.80	0.50
	2 0	0.68~1.20	4.60	0.40		2 0	0.94~1.12	1.50	0.60
1 2. 1	8	0.75~1.28	4.00	0.30	1 2.1 3	8	0.86~1.02	1.90	0.25
	1 2	0.56~0.80	3.95	0.60		1 2	0.95~1.13	2.00	0.20
	1 6	0.65~1.20	4.45	0.30		1 6	0 ~ 0.47	2.15	0.20
	2 0	0.71~1.10	4.30	0.50		2 0		2.35	0.25
1 2. 2	8	0.43~0.73	3.80	0.40	1 2.1 7	8			
	1 2	0.62~1.07	4.20	0.60		1 2	0 ~ 0.78	2.30	0.20
	1 6	0.05~1.06	2.80	0.60		1 6	0.05~0.77	2.40	0.40
	2 0	0.20~1.01	3.50	0.30		2 0	0.07~1.19	2.10	0.10

表 3.3-5 上甲板縦曲げ (P-P) 最大応力 (昭武丸第 1 次航) (その 2)

単位 Kg/mm^2

日	付	R	曲げ応力	振動応力	日	付	R	曲げ応力	振動応力
			Max. B	Max. V				Max. B	Max. V
1 2.1 8	8	0.71~1.00	3.65	0	1 2.3 1	8	1.23~1.63	5.20	0.30
	12	0.81~1.03	2.80	0		12	1.03~1.31	5.10	0
	16					16	0.77~1.14	5.65	0.20
	20					20	0.64~1.00	3.80	0.25
1 2.2 0	8	0.79~1.01	2.30	0.05	1. 1	8	0 ~ 1.38	4.00	0
	12	0 ~ 0.67	2.80	0		12	0.70~1.10	4.40	0
	16	0.15~1.05	3.30	0		16	1.00~1.20	3.80	0
	20	0.90~1.04	3.20	0.05		20	0.87~1.13	4.40	0
1 2.2 1	8	0.87~1.04	3.15	0.10	1. 2	8	0.90~1.06	3.30	0.60
	12	0 ~ 0.76	2.85	0.15		12	0.75~1.06	3.70	1.30
	16	0.49~0.90	3.25	0		16	0.82~1.10	3.90	0.75
	20	0.64~1.06	3.10	0		20	1.06~1.35	5.40	1.60
1 2.2 2	8	0.40~1.00	3.00	0	1. 3	8	0.98~1.28	4.90	0.70
	12	0 ~ 1.04	3.45	0		12	0.95~1.25	5.50	0.40
	16	0 ~ 1.06	3.30	0		16	1.10~1.35	5.20	0.20
	20	0.49~1.08	3.00	0		20	0.79~1.19	3.90	0.10
1 2.2 3	8	0.72~0.96	2.70	0	1. 4	8	0.32~0.87	3.10	0.10
	12	0 ~ 0.80	2.65	0		12	0 ~ 0.57	2.10	0.30
	16	0.60~1.00	2.80	0		16	0 ~ 0.6	2.00	0.50
	20	0.54~0.65	3.36	0		20	0.54~0.74	1.70	1.20
1 2.2 4	8	0.86~1.20	4.70	0.15	1. 6	8	0.66~0.88	2.00	0.80
	12	0.75~1.13	5.00	0		12	0 ~ 0.71	2.20	0.60
	16	0.86~1.16	4.60	0		16	0 ~ 0.30	1.90	0.10
	20	0.88~1.18	4.80	0		20	0 ~ 0.50	1.20	0.10
1 2.2 5	8	0.82~1.07	4.80	0.05	1. 7	8	0.60~0.81	1.70	0.85
	12	0.72~1.02	4.85	0.15		12	0.70~0.95	3.80	1.30
	16	0.75~1.10	4.00	0.20		16	0.75~0.98	3.20	1.20
	20	0.51~0.86	3.65	0.20		20	1.00~1.20	5.30	0.85
1 2.2 6	8	0.88~0.98	3.50	0.60	1. 8	8	1.21~1.79	7.15	0.50
	12	0.75~1.03	3.70	0.50		12	1.00~1.40	6.40	0.30
	16	0.77~1.02	4.20	0.70		16	1.05~1.60	6.60	0.30
	20	0.68~1.16	4.40	0.40		20	1.06~1.44	5.00	0.20
1 2.2 7	8	0.79~1.04	4.60	0.75	1. 9	8	0.64~0.94	2.90	0.15
	12	0.70~0.84	4.30	0.70		12	0.39~1.12	5.00	1.00
	16	0.94~1.20	4.00	0.60		16	0.20~1.04	3.40	0.60
	20	0.97~1.28	6.00	0.80		20	0.20~1.05	2.40	0.70
1 2.2 8	8	1.10~1.26	4.80	0.70	1.1 0	8	0.72~0.92	3.60	0.70
	12	0.92~1.20	4.40	0.90		12	0.87~1.12	5.90	1.10
	16	0.98~1.28	5.00	0.60		16	1.00~1.22	4.60	1.10
	20	0.97~1.27	5.00	0.60		20	1.62~0.90	3.60	0.40
1 2.2 9	8	0.90~1.15	4.48	0.30	1.1 1	8	0.02~0.77	2.40	1.10
	12	0.86~1.22	4.20	0.40		12	0 ~ 0.75	2.60	0.95
	16	0.97~1.42	5.35	0.40		16	0.19~0.73	3.00	1.20
	20	0.98~1.36	5.16	0.40		20	0 ~ 0.10	1.50	0.90
1 2.3 0	8	1.15~1.55	5.98	0.20	1.1 2	8	0 ~ 0.54	1.70	0.45
	12	1.15~1.54	5.05	0.96		12	0.02~0.42	1.30	0.55
	16	1.00~1.28	4.98	0.20		16	0		
	20	1.10~1.32	6.20	0.40		20	0.07	1.00	1.10

表 3.3-5 上甲板縦曲げ (P-P) 最大応力 (昭武丸第 1 次航) (その 3)

単位 Kg/mm^2

日	付	曲げ応力			日	付	振動応力		
		R	Max. B	Max. V			R	Max. B	Max. V
1.13	8	0.05	1.10	0.60		8			
	12	0 ~ 0.40	1.15	1.15		12			
	16	0.15	1.00	1.00		16			
	20	0.08 ~ 0.72	1.65	1.20		20			
1.14	8	0.1	1.60	1.40		8			
	12	0.02	0.80	1.10		12			
	16	0.05	0.80	0.75		16			
	20	0.61		1.00		20			
1.15	8	0.30	1.30	0		8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	2					12			
	6					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			
	8					8			
	12					12			
	16					16			
	20					20			

表 3.3-5 上甲板縦曲げ (P-P) 最大応力 (昭武丸第 2 次航) (その 1)

単位 Kg/cm^2

日	付	R	曲げ応力	振動応力	日	付	R	曲げ応力	振動応力
			Max. B	Max. V				Max. B	Max. V
1.2 1	8	0	1.3 5	0.7 0	2. 5	8	0.2 ~ 0.7 7	3.0 0	0.1 0
	1 2	0.2	1.6 0	0.8 0		1 2	0.2 9 ~ 0.7 9	3.8 0	0.1 0
	1 6	0.9 8	2.2 0	1.1 5		1 6	0.1 5 ~ 0.5 5	2.2 0	0.0 5
	2 0	0.0 3	1.6 0	0.7 0		2 0	0.1 5	2.0 0	0.1 0
1.2 2	8	0 ~ 0.5 0	2.2 0	0.1 0	2. 6	8	0	1.0 0	0.1 0
	1 2	0.2 2 ~ 0.6 3	2.6 0	0.2 0		1 2	0	0.5 0	0.9 0
	1 6	0 ~ 0.2 6	1.7 0	0.2 0		1 6	0	0.5 0	0.6 5
	2 0	0 ~ 0.2 2	2.0 0	0.3 5		2 0	0	0.6 0	0.8 0
1.2 3	8	0 ~ 0.6 6	1.4 0	1.2 0	2. 7	8			
	1 2					1 2	0.1	1.6 0	0.1 0
	1 6					1 6	0.2 0	1.0 0	0.2 5
	2 0					2 0	0.2	1.6 5	0.2 0
1.2 4	8	0.4 2 ~ 0.6 2	2.6 0	0.6 0	2. 8	8	0.7 9 ~ 1.5 0	5.9 0	0.9 0
	1 2	0.1 ~ 0.6 0	3.0 0	0.6 5		1 2	0.4 5 ~ 1.1 8	7.0 5	0.7 9
	1 6	0.4 4 ~ 0.5 3	2.2 0	0.3 0		1 6	1.3 0 ~ 2.2 5	7.9 0	1.5 2
	2 0	0.1 0 ~ 0.6 4	3.2 0	0.4 5		2 0	1.2 4 ~ 2.0 6	8.0 0	1.7 6
1.2 4 (その 2)	8				2. 9	8	1.0 1 ~ 1.2 9	6.6 8	1.3 2
	1 2	0.3 5 ~ 0.5 9	2.8 0	0.6 0		1 2	0.8 1 ~ 1.0 8	6.3 3	1.3 0
	1 6					1 6	0.9 4 ~ 1.2 1	6.3 8	0.9 5
	2 0					2 0	0.8 3 ~ 1.1 4	6.2 9	1.5 2
1.2 5	8	0.0 2 ~ 0.6 2	2.6 0	0.1 5	2.1 0	8	1.0 5 ~ 1.2 8	7.4 3	2.2 4
	1 2	0.0 4 ~ 0.3 9	2.3 0	0.2 0		1 2	0.9 1 ~ 1.2 6	6.1 0	1.9 0
	1 6	0.1 8 ~ 0.2 7	1.8 0	0.1 0		1 6	1.1 0 ~ 1.3 6	6.6 7	3.3 3
	2 0					2 0	1.4 0 ~ 2.0 7	7.9 0	2.8 6
1.2 6	8	0	1.3 0	0.1 0	2.1 1	8	2.9 5 ~ 3.4 5	8.0 0	6.0 0
	1 2	0 ~ 0.1 5	1.8 0	0		1 2	1.7 2 ~ 2.3 6	7.8 6	3.5 3
	1 6	0 ~ 0.3 5	1.3 0	0		1 6	1.6 1 ~ 2.1 1	7.8 1	2.4 2
	2 0	0.2 0 ~ 0.4 0	0.8 0	0.0 5		2 0	1.3 1 ~ 1.5 6	7.5 3	4.0 9
1.2 7	8				2.1 2	8	1.0 9 ~ 1.3 6	6.1 8	3.2 7
	1 2					1 2	0.8 0 ~ 1.2 1	6.1 4	1.9 1
	1 6					1 6	0.7 2 ~ 1.4 2	6.5 1	1.8 6
	2 0	0.0 5	0.5 0	0.5 0		2 0	0.9 0 ~ 1.0 8	4.6 5	2.7 1
1.2 8	8	0	1.2 0	0.6 5	2.1 3	8	0.9 4 ~ 1.2 4	4.8 4	3.1 2
	1 2	0	1.6 0	0.8 5		1 2	1.0 3 ~ 1.0 4	4.9 1	0.8 2
	1 6	0	1.4 0	1.1 0		1 6	0.8 8 ~ 1.2 7	5.8 3	0.9 4
	2 0	0 ~ 0.5 8	2.1 5	1.6 0		2 0	0.9 9 ~ 1.4 4	5.4 3	2.0 0
1.2 9	8	1.0 3 ~ 1.1 8	6.6 0	3.8 0	2.1 4	8	1.0 8 ~ 1.4 1	6.2 9	1.0 5
	1 2	1.2 3 ~ 1.4 5	6.6 0	2.6 0		1 2			
	1 6	1.3 0 ~ 1.9 0	7.2 0	1.0 0		1 6			
	2 0	1.3 5 ~ 2.0 0	7.4 0	2.4 0		2 0			
1.3 0	8	1.3 8 ~ 1.6 8	6.8 0	3.5 0		8			
	1 2	0.9 0 ~ 1.2 5	4.6 0	1.5 0		1 2			
	1 6	0.5 0 ~ 1.3 5	4.4 0	0.4 0		1 6			
	2 0	0.2 0 ~ 1.1 0	3.3 0	0.3 5		2 0			
2. 4	8	0.0 5 ~ 0.2 5	1.1 0	1.1 5		8			
	1 2	0	1.6 0	0.1 0		1 2			
	1 6	0.2 5 ~ 0.7 0	3.2 0	0.1 0		1 6			
	2 0	0.6 5 ~ 1.0 3	1.7 0	0.1 0		2 0			

3.4 長期分布

昭武丸第2次航の全航海の甲板縦曲げ応力頻度分布例と図3.4-1に示す。各応力段階の帯域巾が異なっているので、出現頻度数が対数的に変化すると仮定して等間隔区分に直したものが図3.4-2および図3.4-3である。これをさらに $\pm 0.25 \text{ kg/mm}^2$ の 0.5 kg/mm^2 幅の各段階における出現頻度に直したものが、図中の×印である。八雲川丸について同様の操作を加えて結果を図3.4-4に示す。

図3.3-2～3.4-4の結果をまとめたものが図3.4-5の下方の3本の実線である。年間300日航走するとして10年間の応力頻度を推定したものが上方の3本の破線である。いずれも1～2航海500～1,200時間程度の統計値を単に拡大しただけで、長期間の海象条件の統計資料は考えてない推定であるから、データの蓄積によつて多少の変動は考えられるものである。

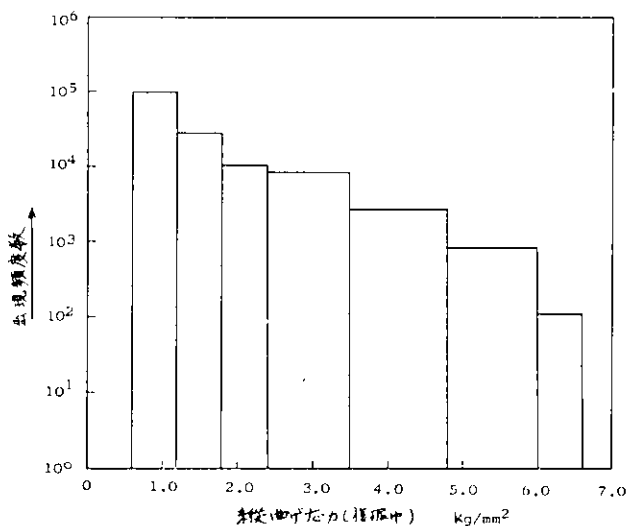


図 3.4 - 1 甲板縦曲げ応力頻度分布
(昭武丸2次航)

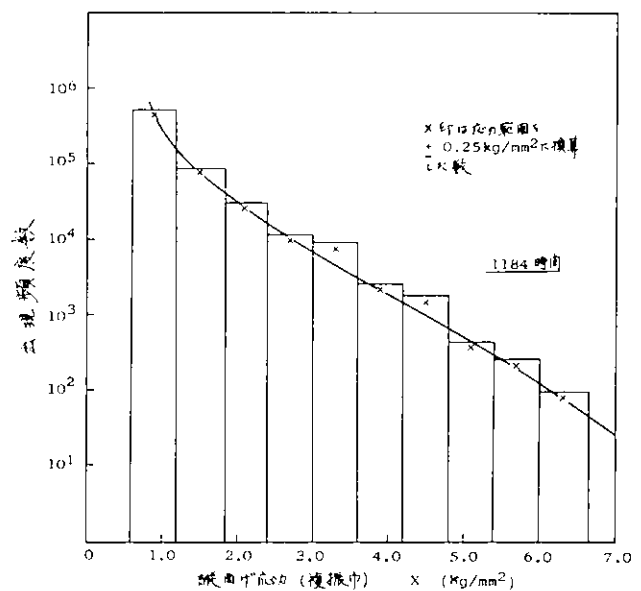


図 3.4 - 2 甲板縦曲げ応力の長期分布
(昭武丸1次航)

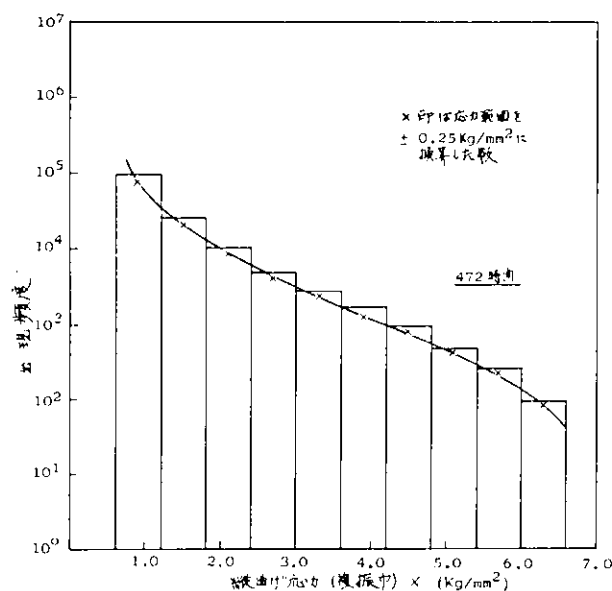


図 3.4 - 3 甲板縦曲げ応力の長期分布
(昭武丸2次航)

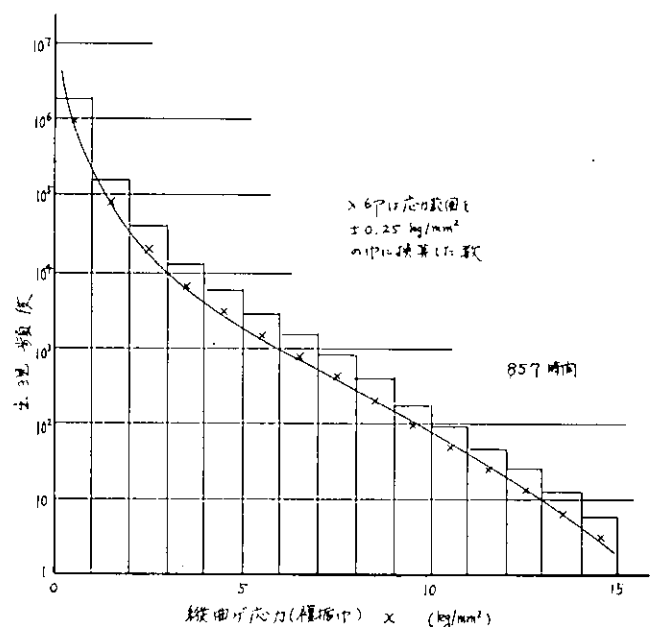


図 3.4 - 4 甲板縦曲げ応力の長期分布
(八雲川丸1次航)

3.5 八雲川丸の動的応力頻度分布

八雲川丸の第1次航海実験における各計測点での応力の計測結果を以下に示す。

これらの計測は動的予測とビシグラフによつて行なつたものである。ゲージの取付位置については2.3節に示してある。

まず、代表的な計測点である船体中央部上甲板上のゲージ①と、横応力を計測したなかで船側フレームの下端部にあるゲージ③について、全計測資料の合計の応力頻度数を図3.5-1に示した。

ゲージ①で応力の最大は10.4 Kg/mm^2 であり、応力と応力頻度とはほぼ直線的な関係を示す。

縦応力の変動に比して、船倉内、2重底内等で計測した横応力の変動量は全体的にかなり小さいようである。

①から⑦までの計測点における全計測値を、それぞれの計測時の海象別に分類して集計し、自乗平均応力 $\sqrt{E}$ を求めたのが表3.5-1である。これらの集計し

表 3.5-1 各ゲージの海象別応力の $\sqrt{E}$ (複振巾)、八雲川丸

波浪階級	波向	ゲージ番号					
		①	②	③	④	⑤	⑥(⑦)
1	向	0.618	0.318	0.297		0.389	0.297
	退	0.699	0.518	0.453	0.543	0.721	0.559
2	向	1.041	0.539	0.501	0.791	0.662	0.373
	退	0.725	0.436	0.474	0.420	0.570	0.383
3	向	0.653	0.378	0.531	0.594	0.428	0.272
	退	1.298	0.639	0.658	0.639	0.834	0.531
4	向						
	退	1.586	0.681	0.672	0.669	0.833	0.614
5	向						
	退	1.999	0.874	0.820		1.076	0.751
6	向	3.609	1.256	1.014		2.567	1.664
	退	3.234	1.537	1.187	1.234	1.817	1.414
7	向	2.412	1.528	1.809	2.008	1.492	0.949
	退	2.582	0.711	1.463	2.220	1.204	
8	向	4.161	2.003	1.225		2.192	1.685
	退	3.549	2.082	1.363		2.263	2.195

単位は Kg/mm^2

た値を、さらに各計測点別にヒストグラムの形で求めたのが図3.5-2、3、4、5および6であつて、これらを見ると、波浪階級によつて応力ヒストグラムが次第に変化する傾向が明らかである。

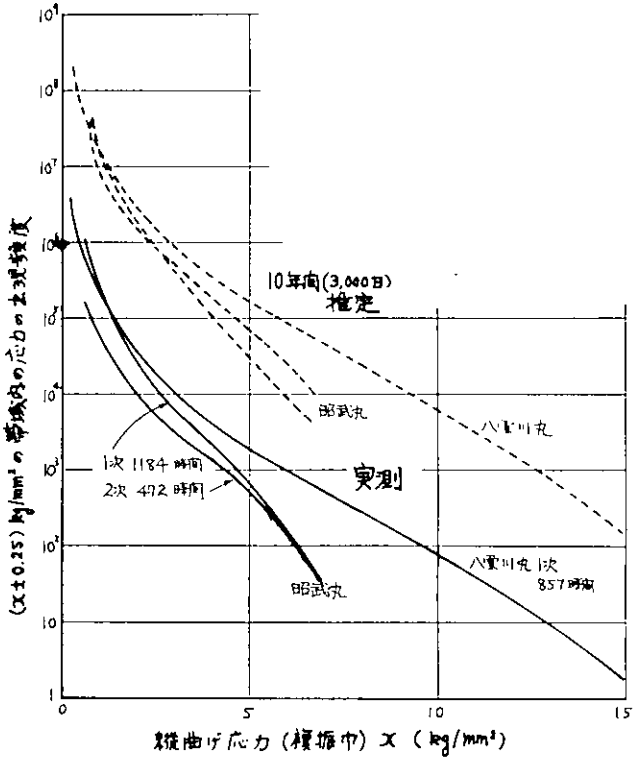


図 3.4-5 甲板縦曲げ応力頻度 (1航海と10年間の推定)

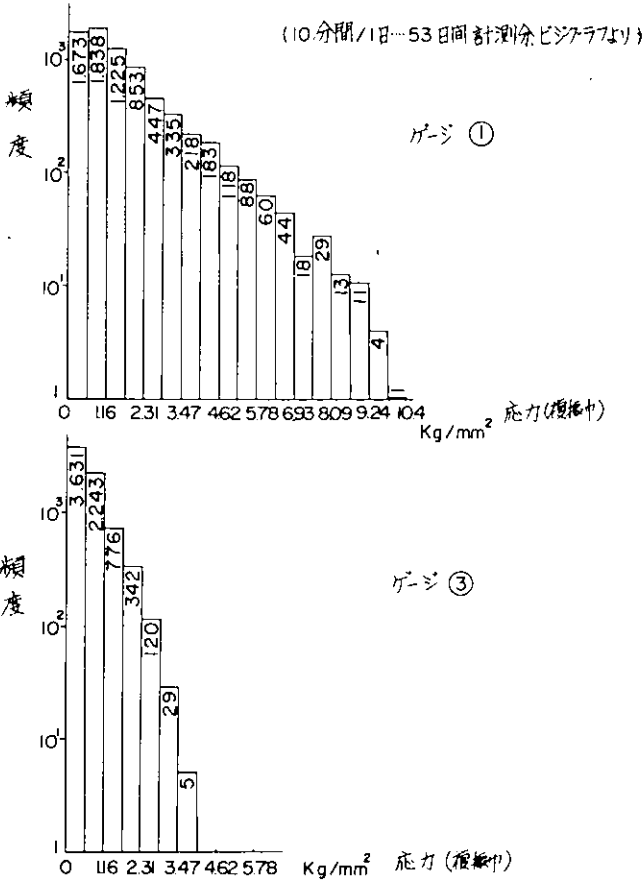


図 3.5-1 八雲川丸応力頻度分布図(全航海中)

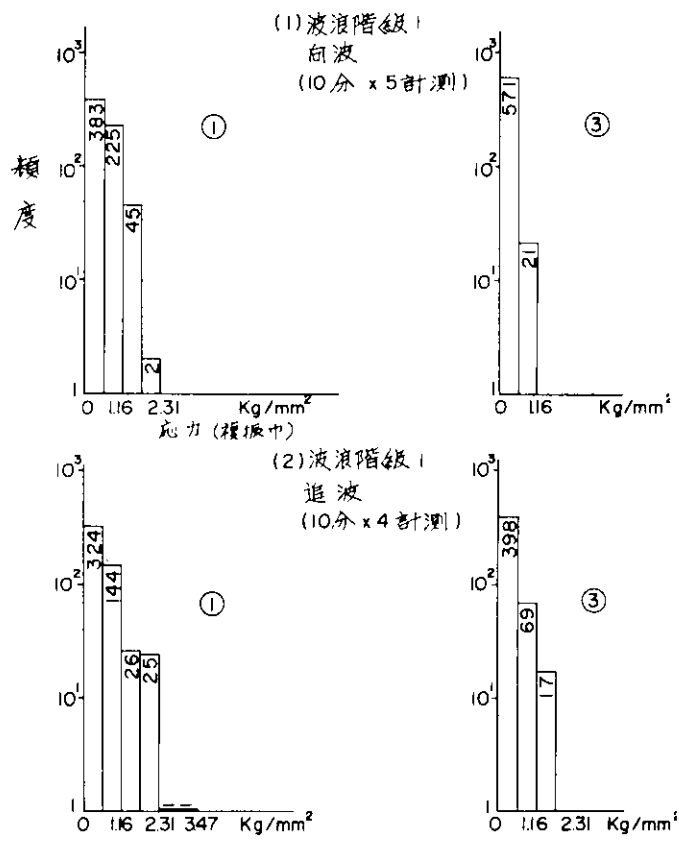


図 3.5 - 2 (1) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 1

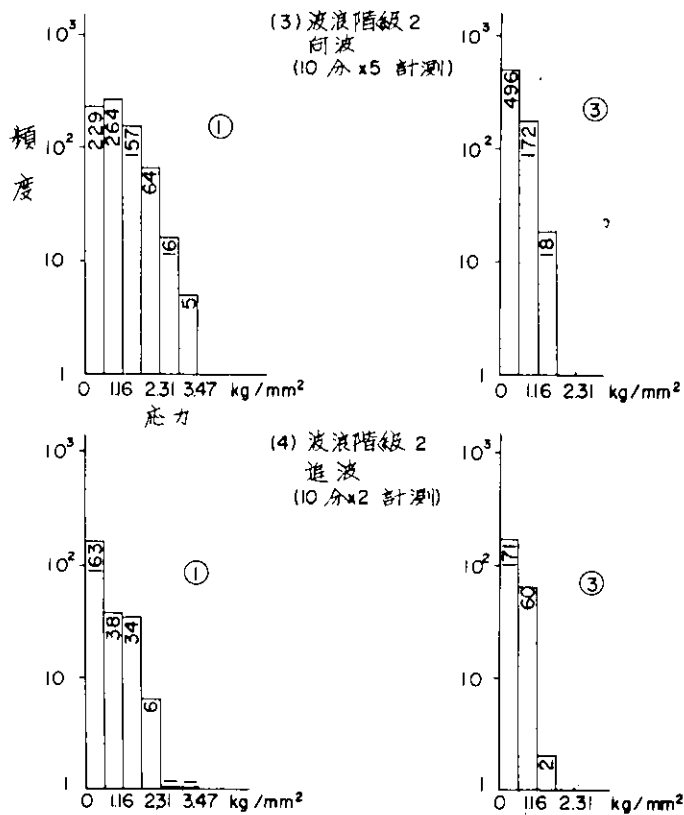


図 3.5 - 2 (2) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 2

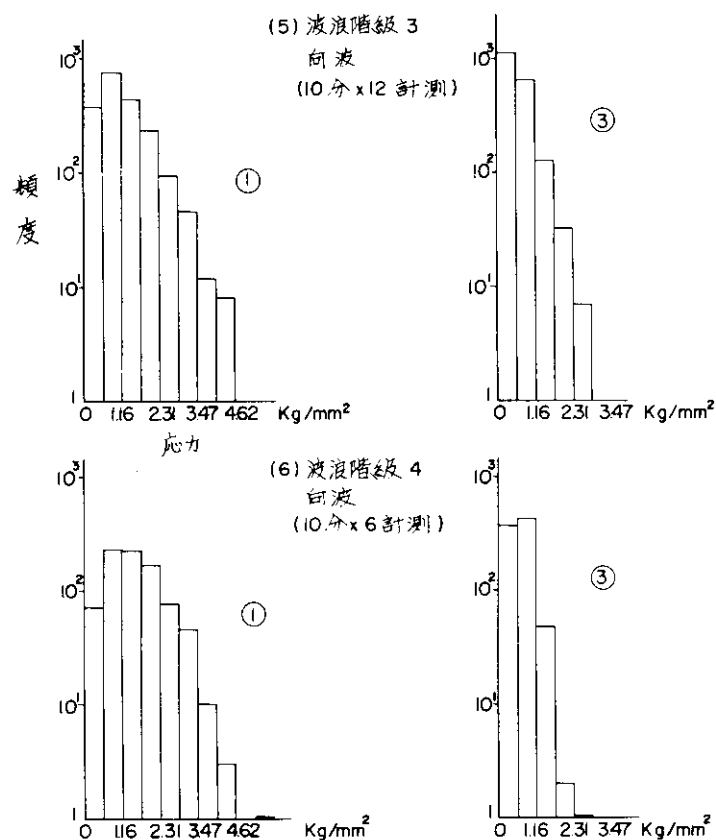


図 3.5 - 2 (3) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 3

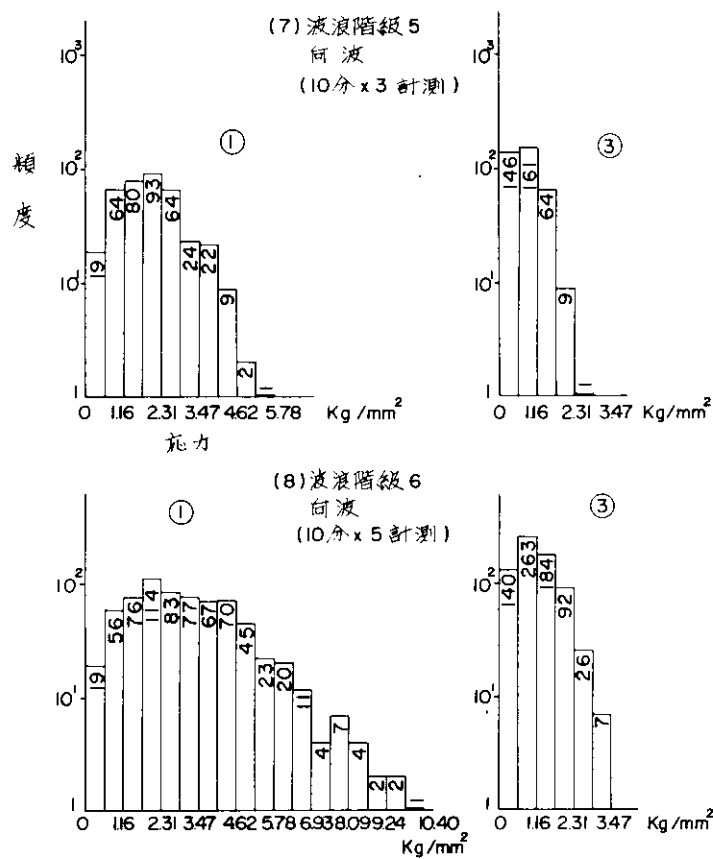


図 3.5 - 2 (4) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 4

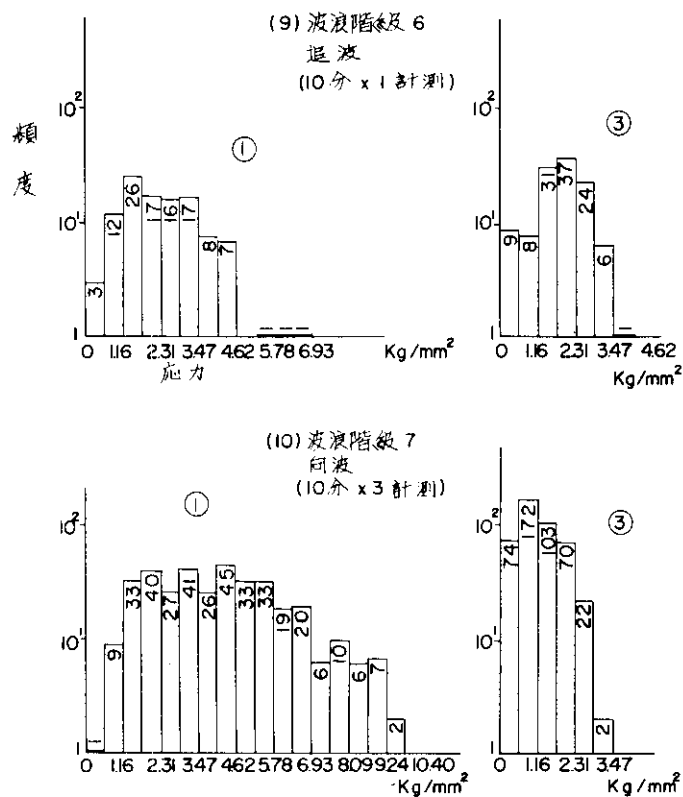


図 3.5 - 2 (5) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 5

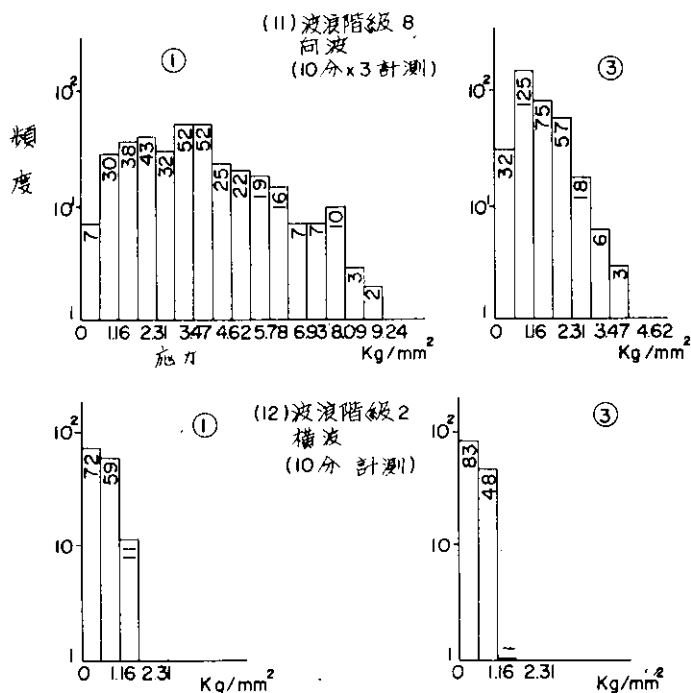
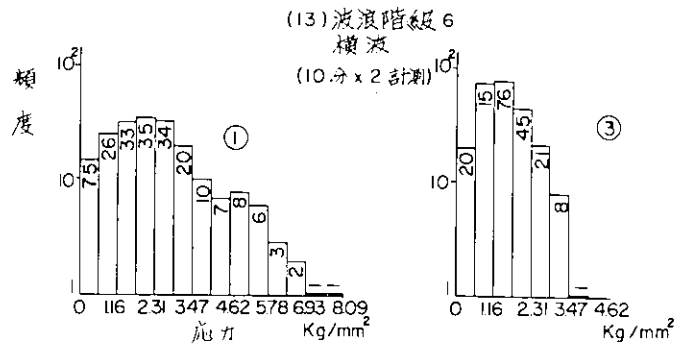


図 3.5 - 2 (6) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 6



(14) 波浪階級 5
追波
(10分 計測)

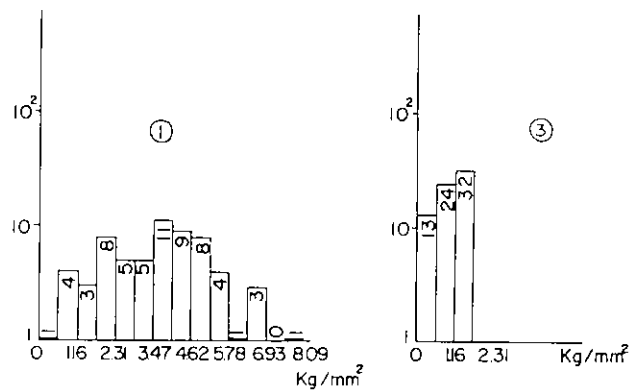


図 3.5 - 2 (7) 海象別応力頻度分布ゲージ①、③ (八雲川丸) 7

ゲージ②

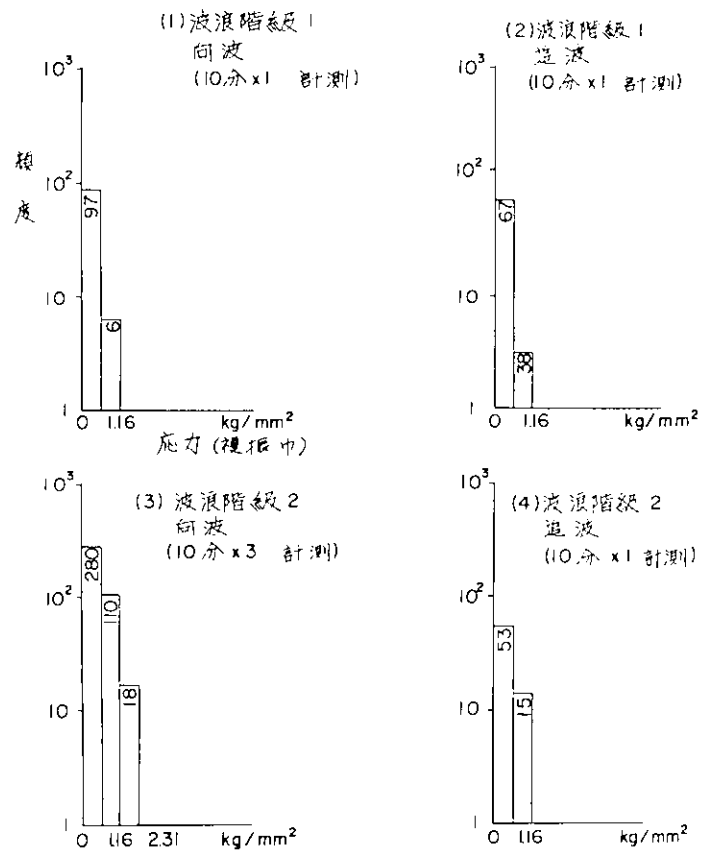


図 3.5 - 3 (1) 海象別応力頻度分布ゲージ② (八雲川丸) 1

ゲージ ②

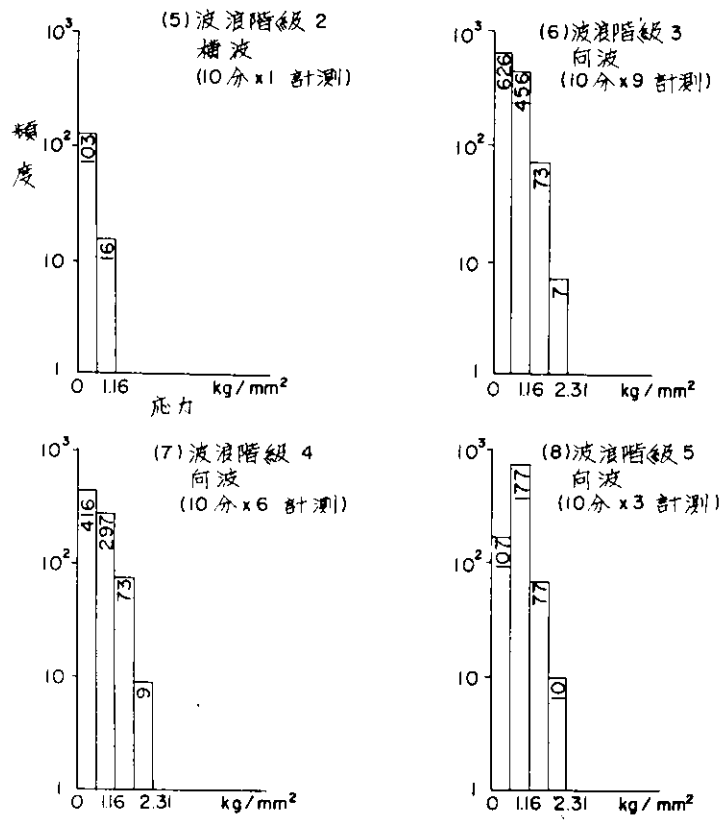


図 3.5 - 3 (2) 海象別応力頻度分布ゲージ② (八雲川丸) 2

ゲージ ②

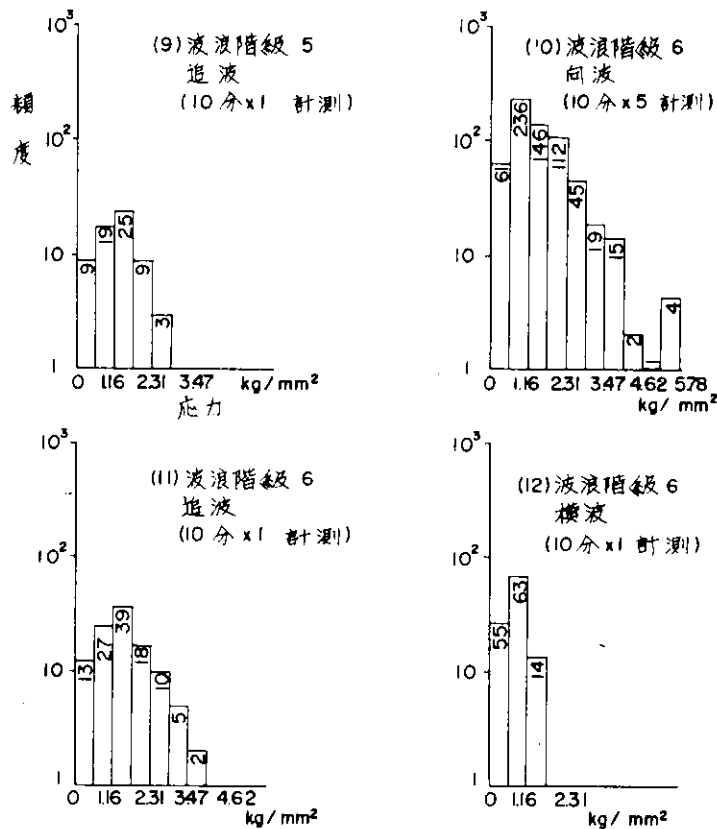


図 3.5 - 3 (3) 海象別応力頻度分布ゲージ② (八雲川丸) 3

ゲージ②

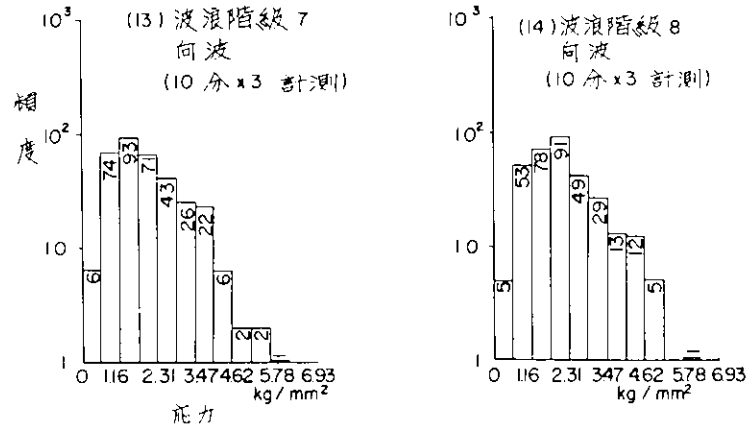


図 3.5 - 3 (4) 海象別応力頻度分布ゲージ② (八雲川丸) 4

ゲージ④

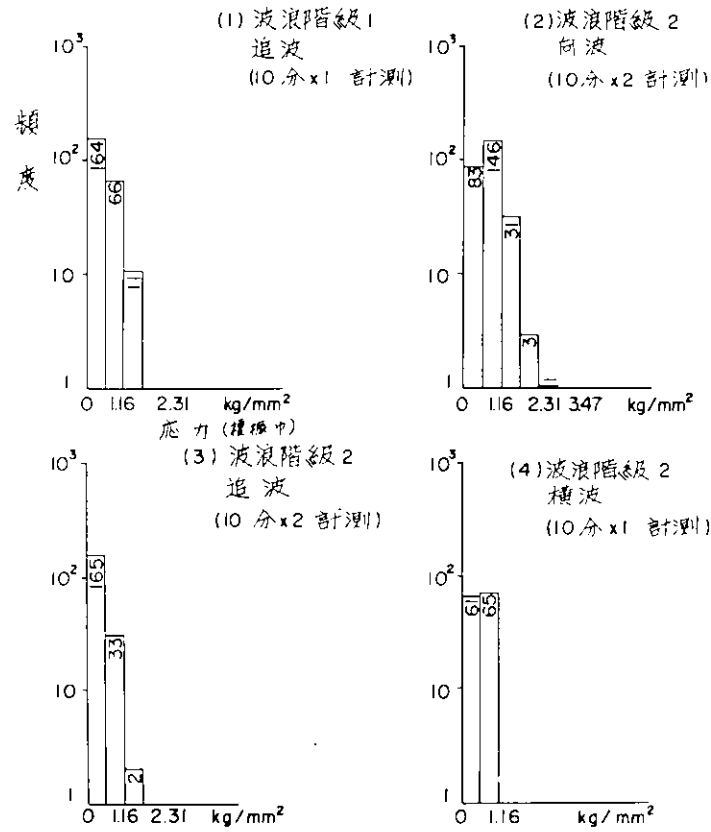


図 3.5 - 4 (1) 海象別応力頻度分布ゲージ④ (八雲川丸) 1

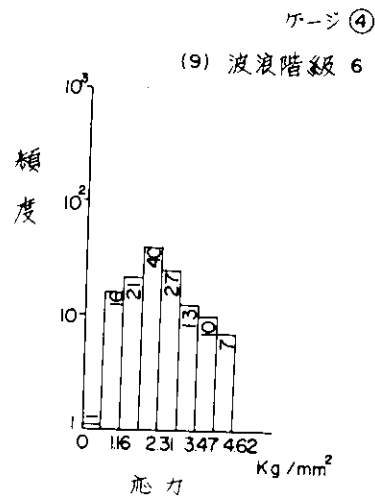
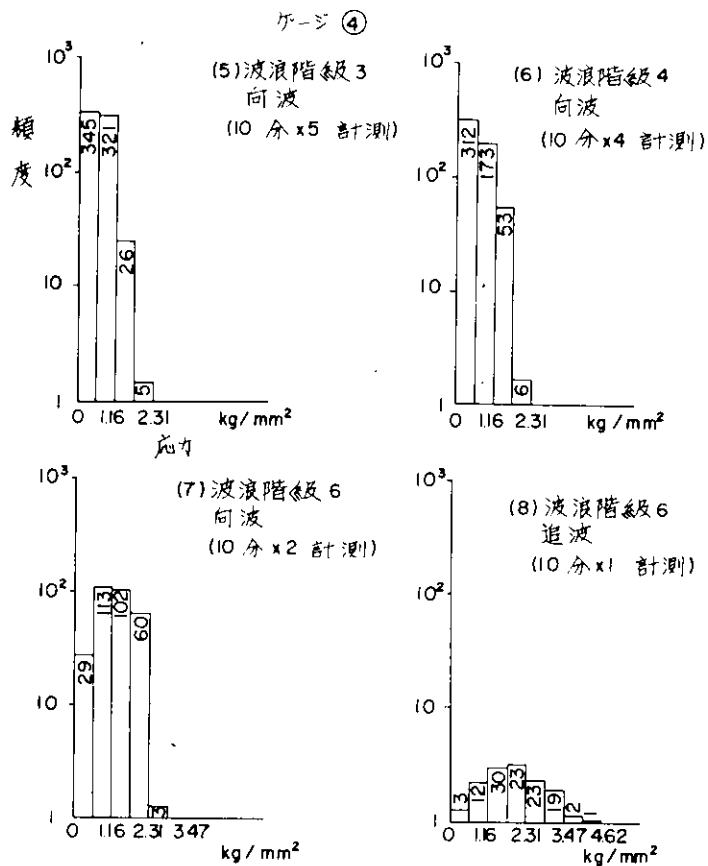


図 3.5 - 4 (2) 海象別応力頻度分布ゲージ④ (八雲川丸) 2

図 3.5 - 4 (3) 海象別応力頻度分布
ゲージ④ (八雲川丸) 3

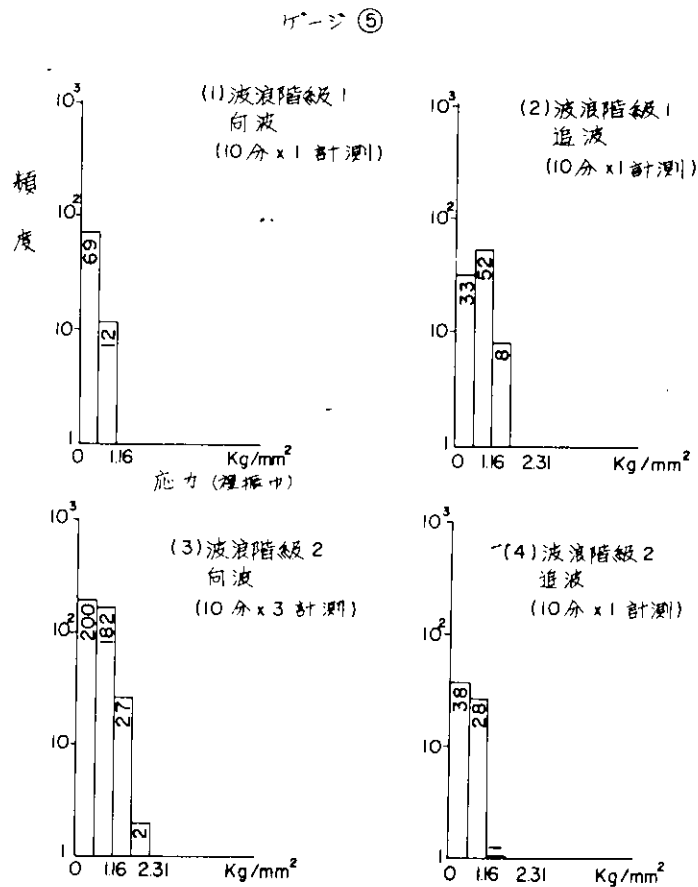


図 3.5 - 5 (1) 海象別応力頻度分布ゲージ⑤ (八雲川丸) 1

ゲージ ⑤

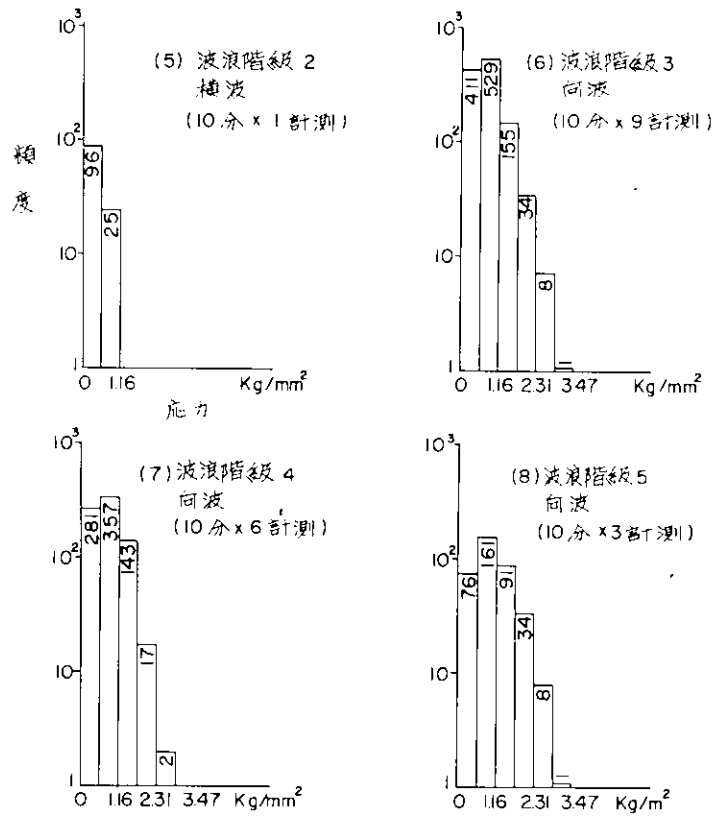


図 3.5 - 5 (2) 海象別応力頻度分布ゲージ⑤ (八景川丸) 2

ゲージ ⑤

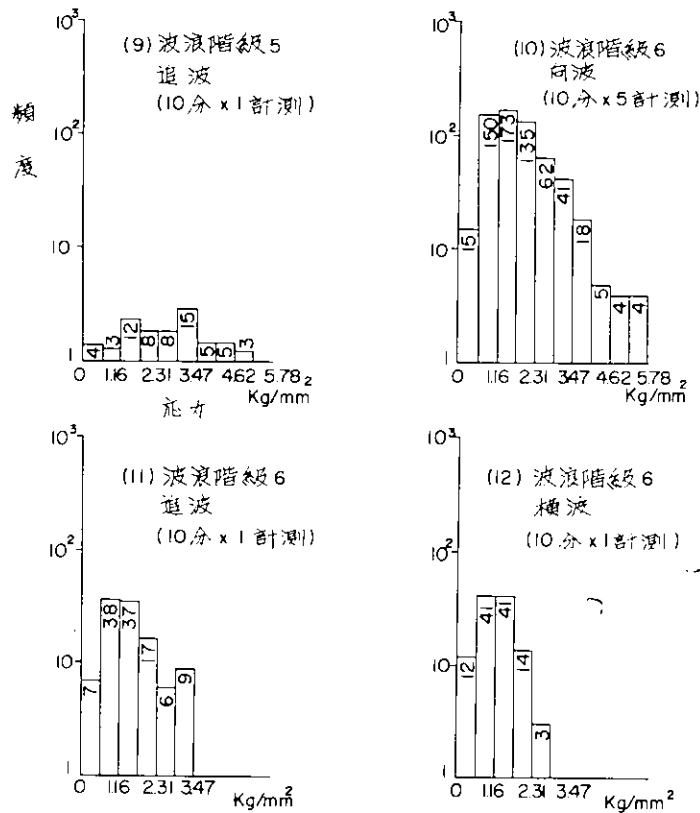


図 3.5 - 5 (3) 海象別応力頻度分布ゲージ⑤ (八景川丸) 3

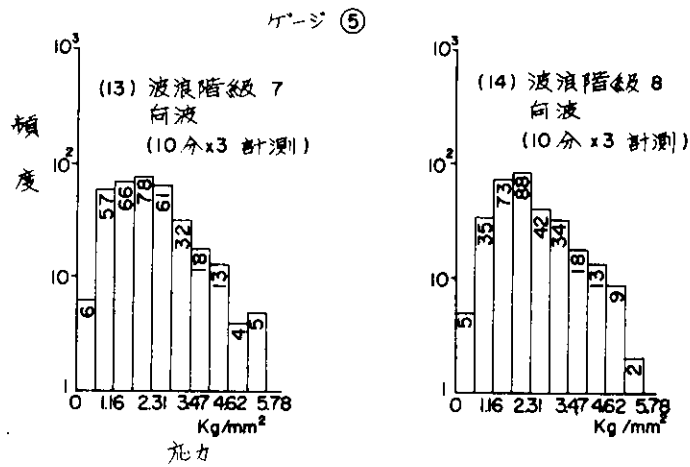


図 3.5 - 5 (4) 海象別応力頻度分布ゲージ⑤ (八雲川丸) 4

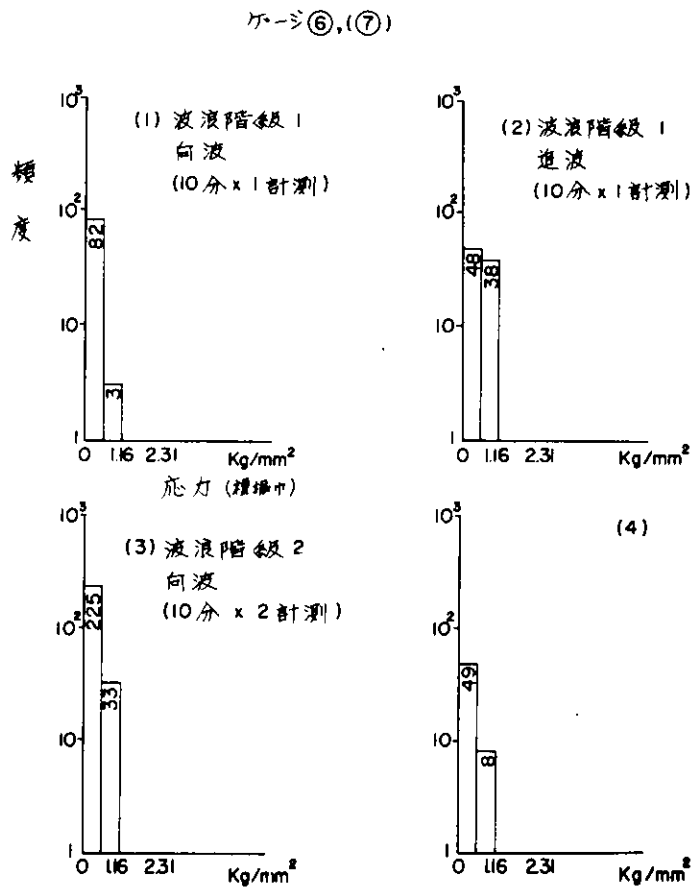


図 3.5 - 6 (1) 海象別応力頻度分布ゲージ⑥、⑦ (八雲川丸) 1

ゲージ ⑥ ⑦

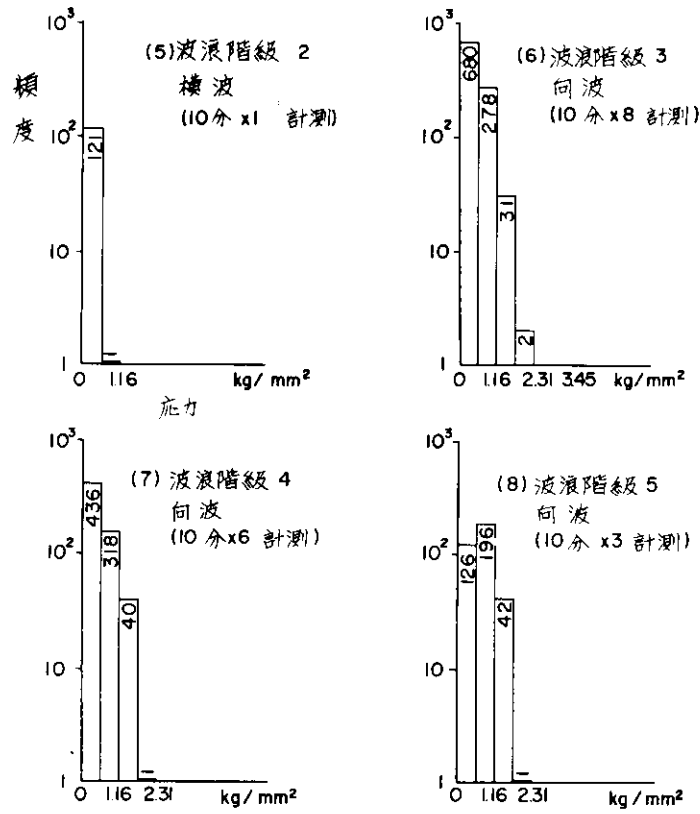


図 3.5 - 6 (2) 海象別応力頻度分布ゲージ⑥、⑦ (八雲川丸) 2

ゲージ ⑥ ⑦

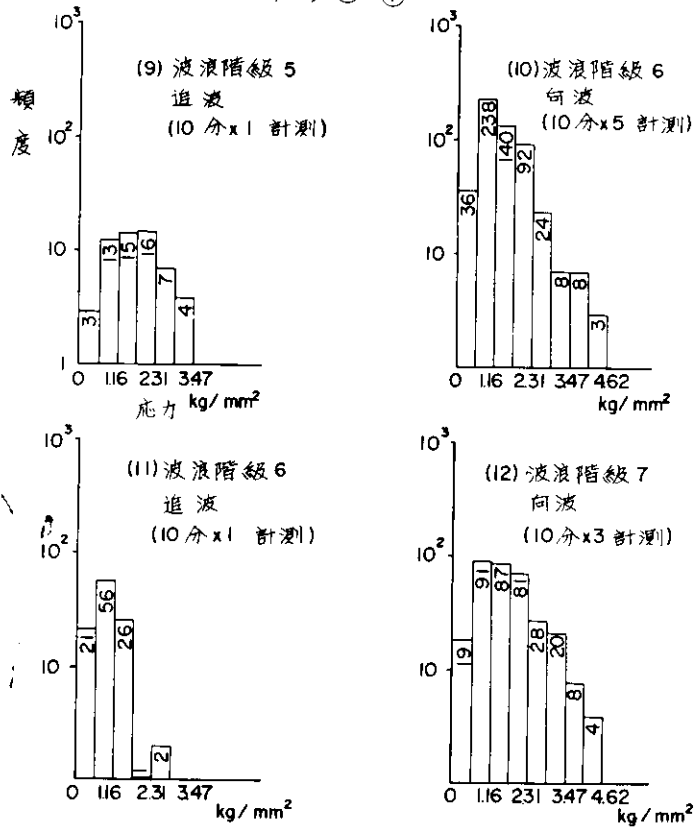


図 3.5 - 6 (3) 海象別応力頻度分布ゲージ⑥、⑦ (八雲川丸) 3

一般に同じ海象条件のもとでは、向波の場合がもつとも大きい応力を示している。

応力の振巾はすべて複振巾を示し、現象の波形のピーク値からピーク値まで（谷から山まで）の大きさをとつたものである。

ヒストグラムの対象となつている計測時間は、波浪階級によつて時間の長短があつて異なつてゐるが、これは実験で遭遇した波浪階級の頻度が一樣でないためである。一つの海象条件の計測時間の単位はすべて10分間である。したがつて図に示す。例えば3計測とはその海象と同じ波浪階級に3回遭遇した場合の資料である。

次にこのようにして集計した各波浪階級に対応した応力の平均値 $\sqrt{\bar{\sigma}}$ を、応力の計測点別に図に示した。図3.5-7~3.5-12に示す。図は横軸として単純に波浪階級を等間隔にとつて示したものであるが、波浪の増大とともに応力が一般に漸増する傾向をよく示している。

船体中央部上甲板の縦応力 $\sqrt{\bar{\sigma}}$ は、波浪階級7~8で約 4 Kg/mm^2 に達するものと考えられる。応力はこの位置で最大を示し、その他の船倉内のフレーム、2重底などの部分では、応力の大きさはいずれもこれより小さく、同じ海象条件のもとで 2 Kg/mm^2 程度である。

各測定点間の応力の対応を2、3の計測時間において相対的に示したのが表3.5-2であり、さらに図に示したのが図3.5-13(1)および(2)である。これは表3.5-2に示す(1)、(2)および(3)の3つの海象において、縦応力が最大の変動を生ずる瞬間における、縦応力と他の測定点の応力変動を比較的に示したものである。

図3.5-14および3.5-15は、表3.5-2に示した海象(1)および(2)における各測定点別の応力の短期分布を示したもので、図3.5-13がある海象における瞬間的な応力変動であるのに対して、これらの図はその応力変動を含む10分間の応力ヒストグラムを示している。

図3.5-16および3.5-17は、応力の計測と同時に計測を行なつた本船のPitchingとRollingの大きさを各海象別にヒストグラムの形で示したものである。

Pitchingの大きさは、波浪階級が6以上になると、 $12 \sim 14^\circ$ に達しており、Rollingは同じく波浪階級6以上で急に大きくなり、 40° 程度にまで達していることがわかる。動揺の角度はすべて複振巾で示す。

以上、この節においては八雲丸の各海象における応力および動揺の短期分布を中心とした計測結果をまとめ、本船の波浪中における挙動を示したものであるが、縦応力については、さらに別の章で考察を行なつてゐる。横応力の変動と波浪条件との関係については、今後できるだけ理論との対比による考案を加えてゆく予定である。

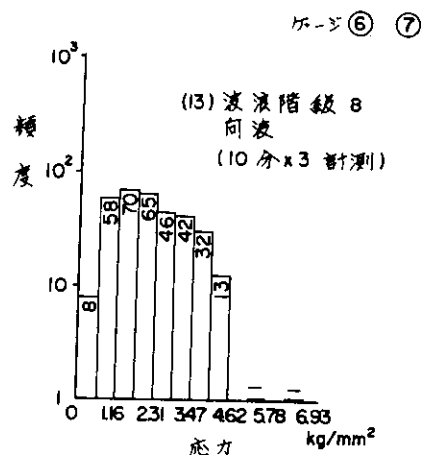


図3.5-6(4) 海象別応力頻度分布
ゲージ⑥、⑦(八雲丸)4

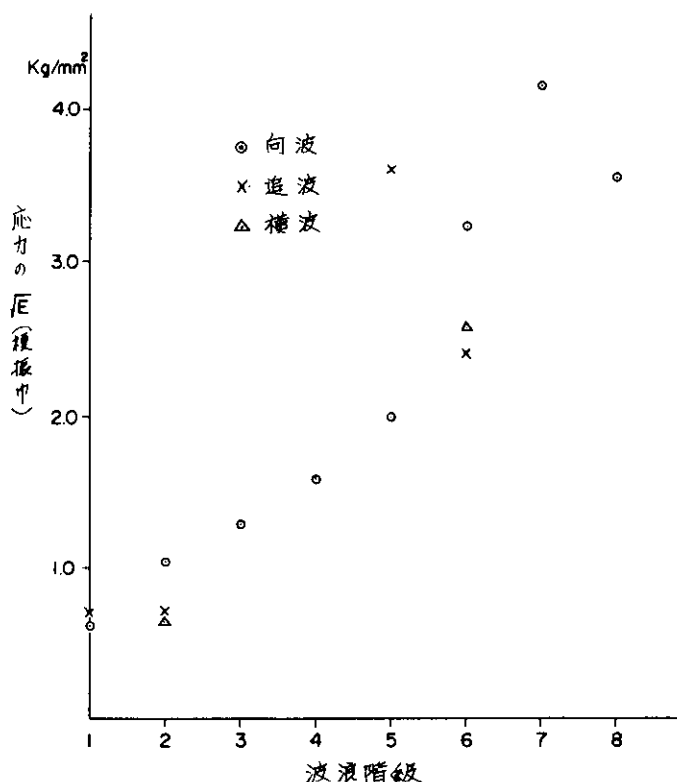


図3.5-7 波浪階級と縦応力(八雲丸ゲージ①)

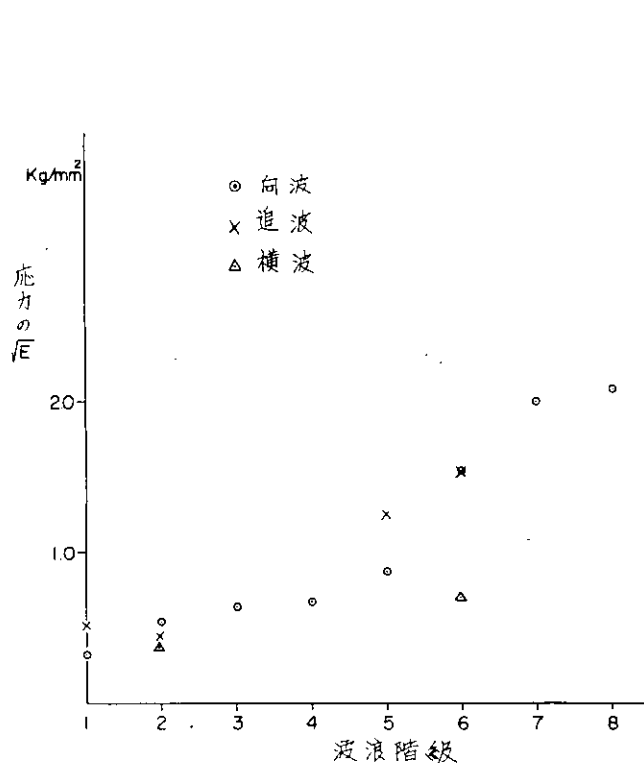


図 3.5 - 8 波浪階級と横応力 (八雲川丸ゲージ②)

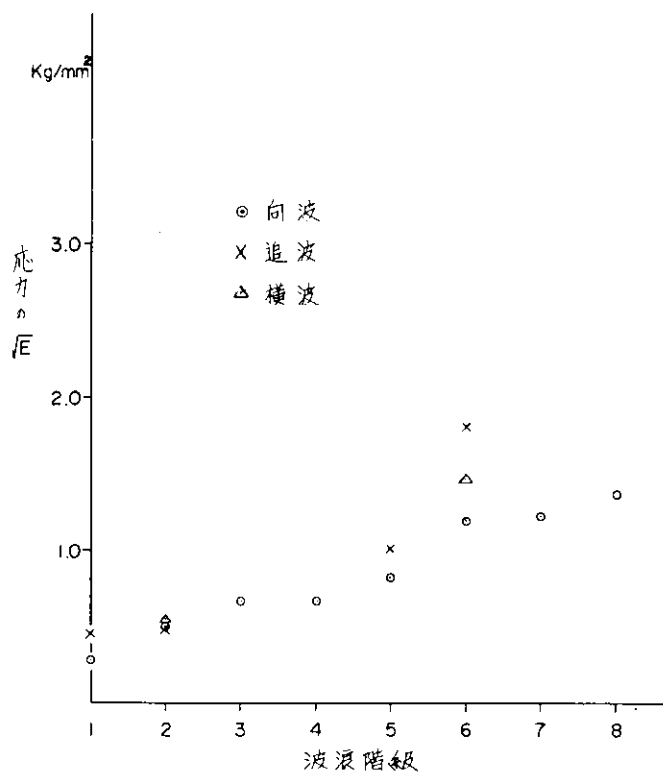


図 3.5 - 9 波浪階級と横応力 (八雲川丸ゲージ③)

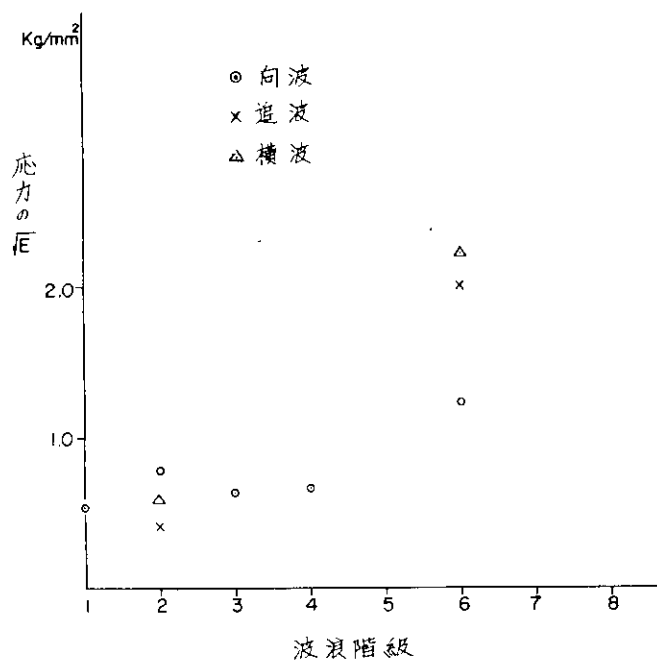


図 3.5 - 10 波浪階級と横応力 (八雲川丸ゲージ④)

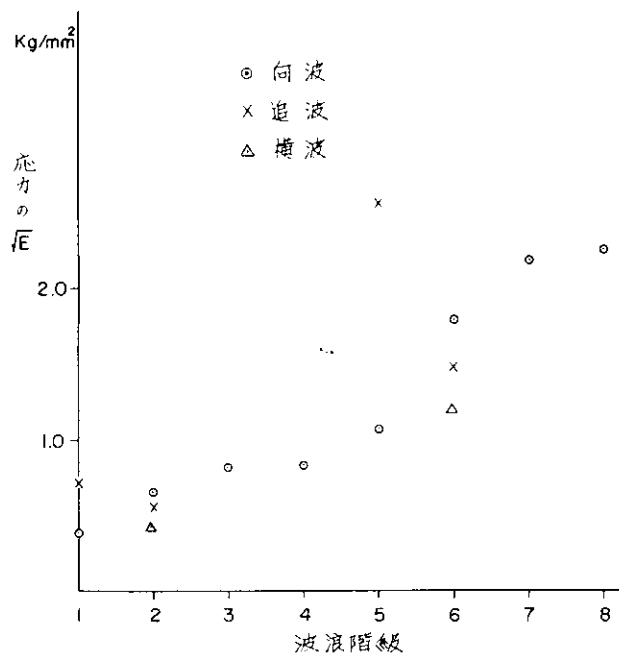


図 3.5 - 11 波浪階級と横応力 (八雲川丸ゲージ⑤)

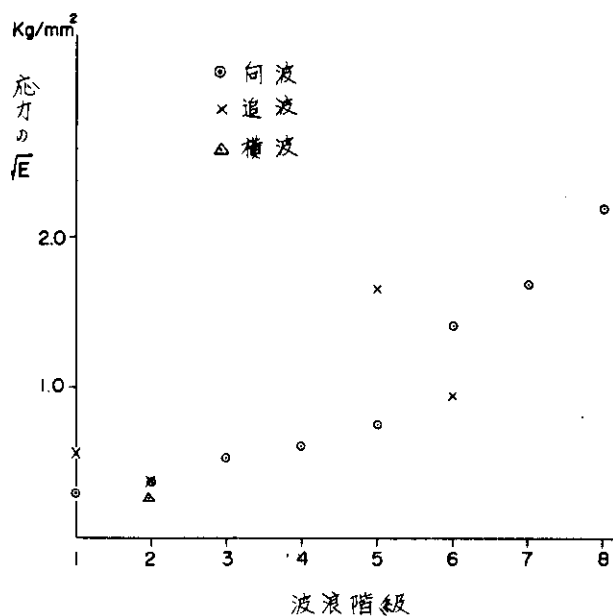


図 3.5 - 1 2 波浪階級と縦応力
(八雲川丸ゲージ⑥、⑦)

表 3.5 - 2 八雲川丸航海中動的応力分布例、
複振巾、単位 Kg/mm^2

日時	11/27, 8.00	9/16, 16.00	9/4, 17.00
海象	波浪階級 6 斜右	波浪階級 3 斜左	波浪階級 1 向波
ガ→①	8.88	2.37	0.23
②	3.44	0.63	0.15
③	-2.58	-1.18	-0.11
④	out	-0.84	0.17
⑤	-4.81	-1.05	-0.17
⑥	-4.81	-0.82	-0.15
⑦	-3.65	out	-0.15
⑧	0.90	out	0.06

UPP DK

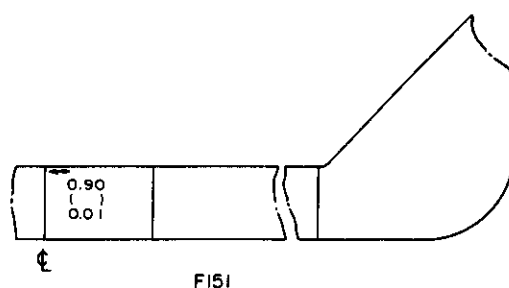
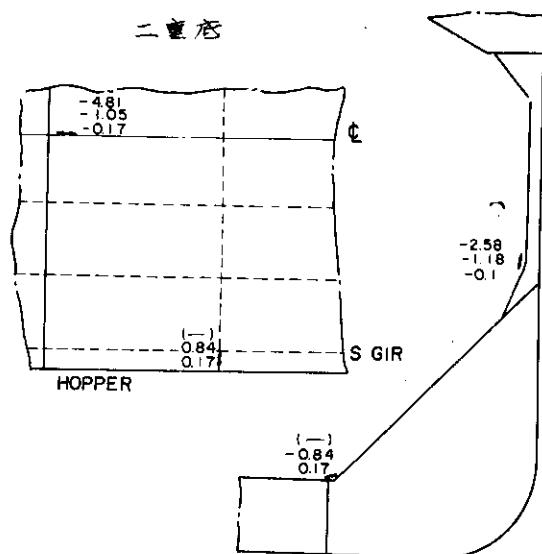
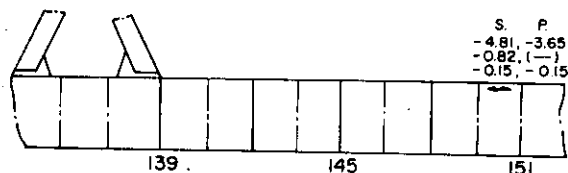
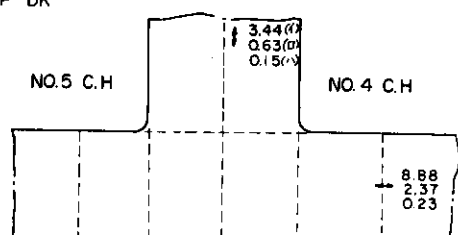


図 3.5 - 1 3 (2) 八雲川丸航海中動的応力
(複振巾) 分布例 (その 2)、単位 Kg/mm^2

図 3.5 - 1 3 (1) 八雲川丸航海中動的応力
(複振巾) 分布例 (その 1)、単位
 Kg/mm^2

(イ) 11月27日 8時の計測 (10分間)

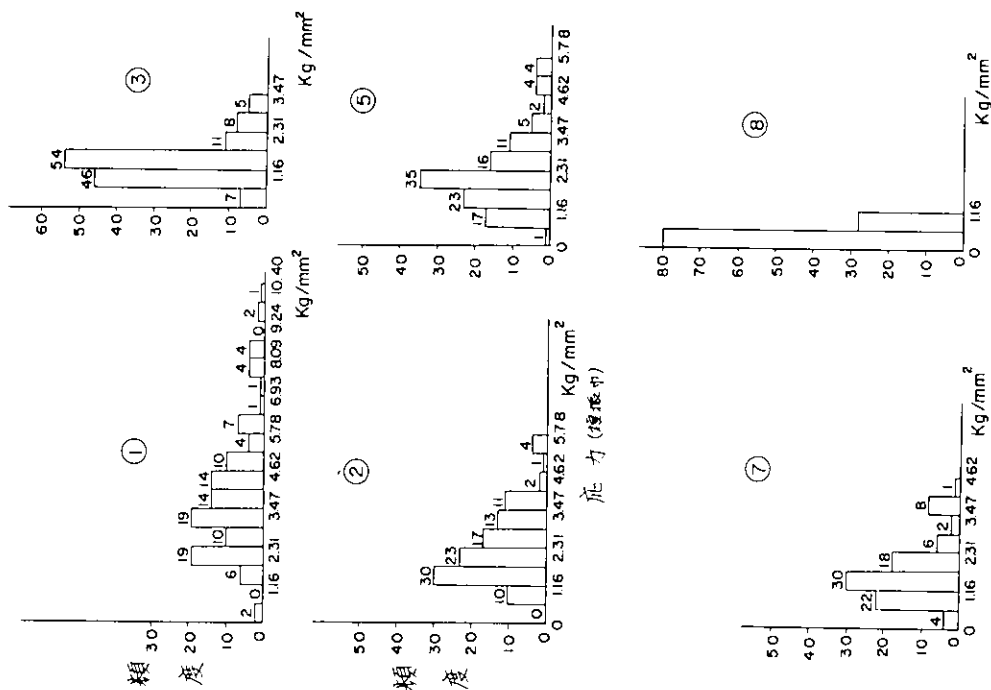


図 3.5-14 八雲川丸 2 つの海象条件での計測点別応力頻度 1

(ロ) 9月16日 16時の計測

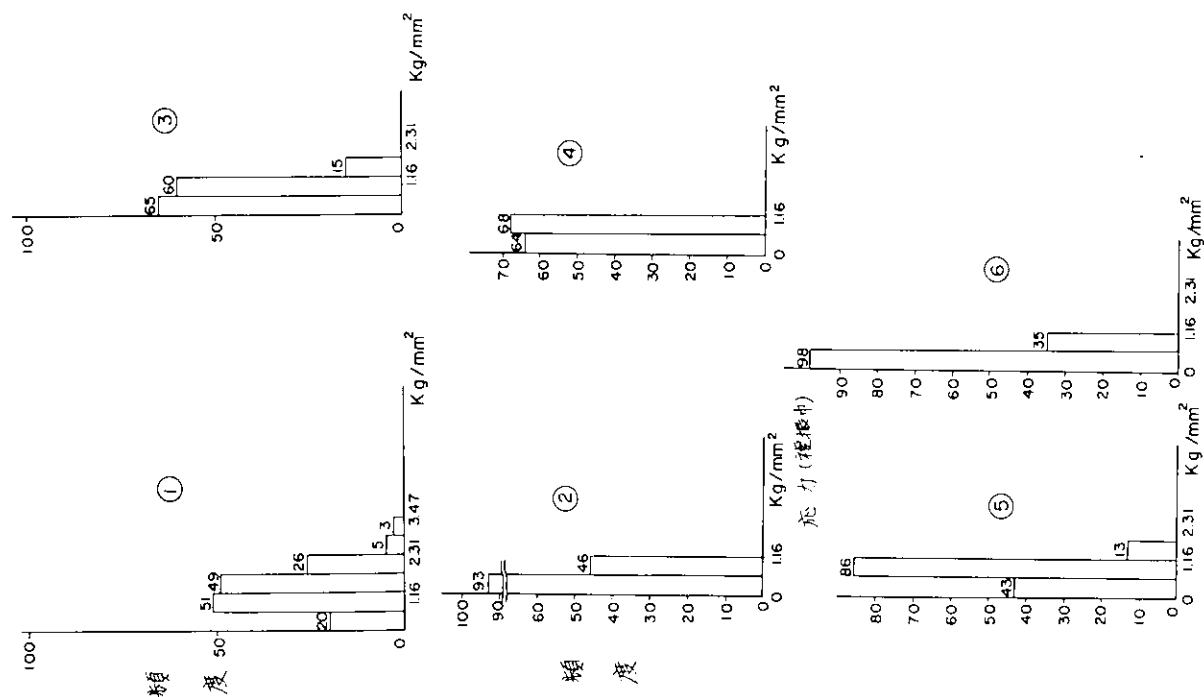


図 3.5-15 八雲川丸 2 つの海象条件での計測点別応力頻度 2

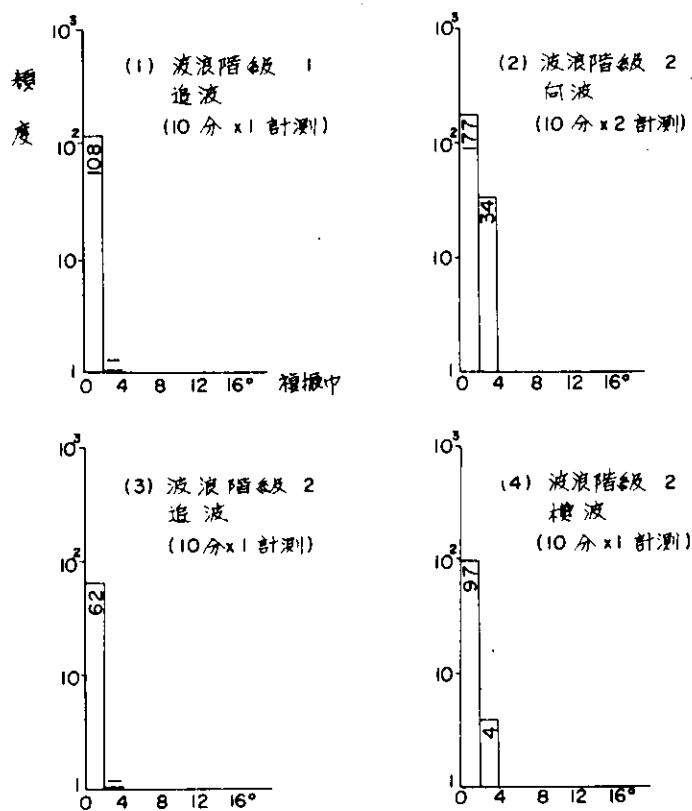


図 3.5 - 1 6(1) 海象別Pitching 頻度分布 (八雲川丸) 1

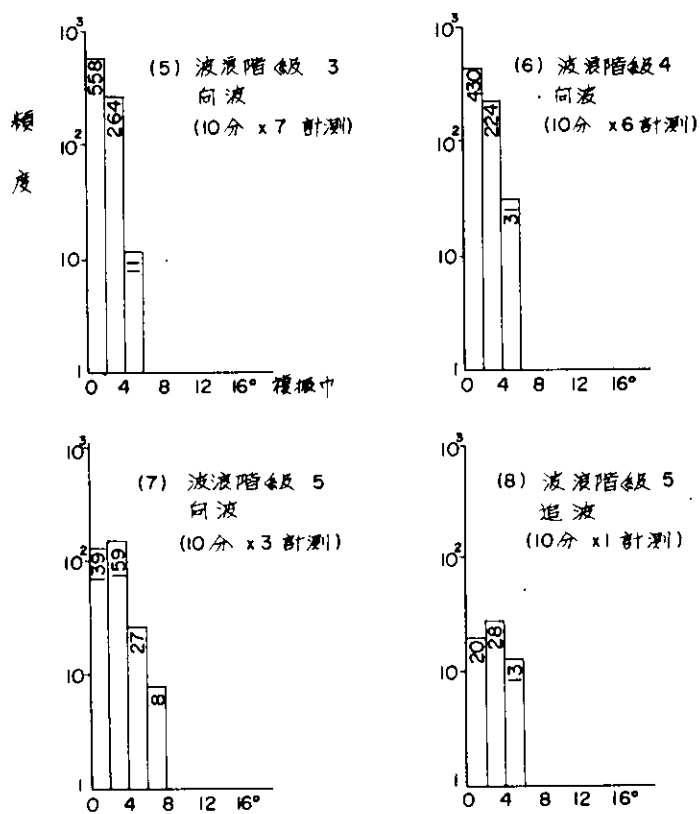


図 3.5 - 1 6(2) 海象別Pitching 頻度分布 (八雲川丸) 2

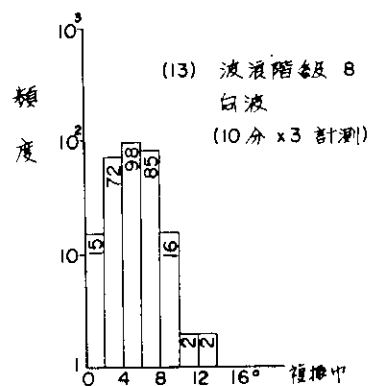
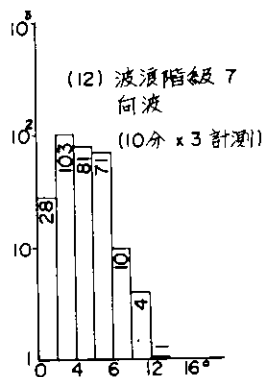
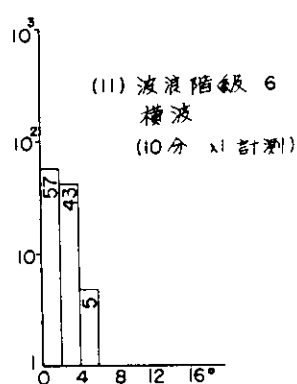
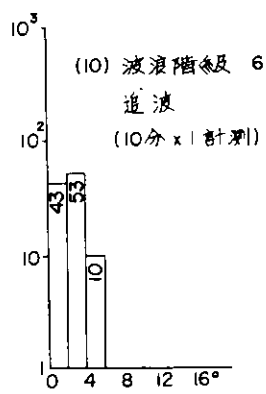
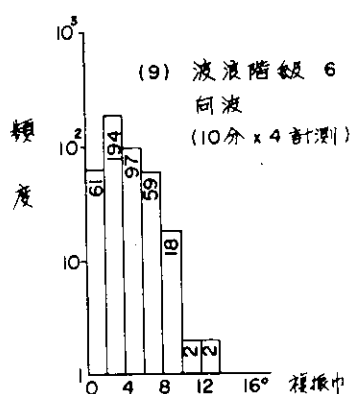


図 3.5 - 1 6 (3) 海象別Pitching 頻度分布 (八雲川丸) 3

図 3.5 - 1 6 (4) 海象別Pitching 頻度分布 (八雲川丸) 4

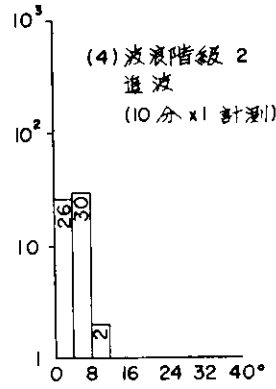
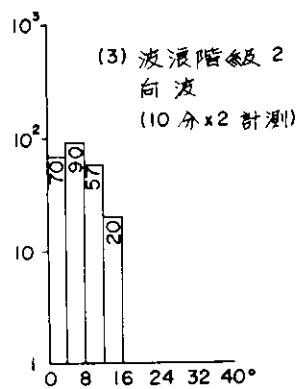
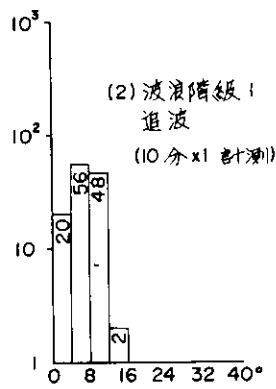
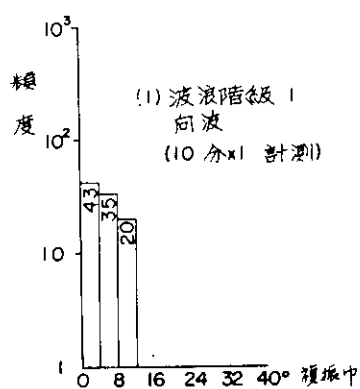


図 3.5 - 1 7 (1) 海象別Rolling 頻度分布 (八雲川丸) 1

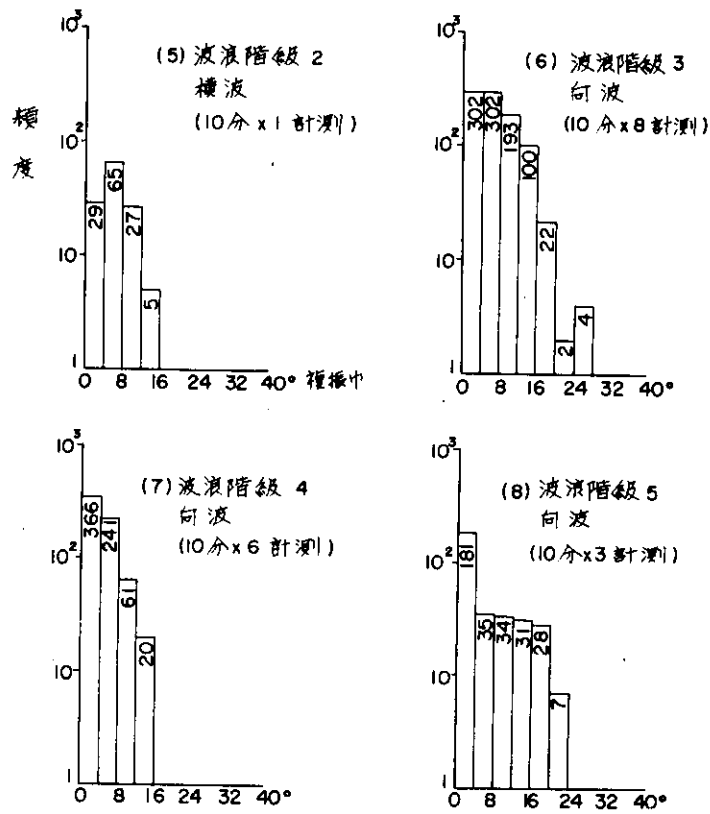


図 3.5 - 17 (2) 海象別 Rolling 頻度分布 (八雲川丸) 2

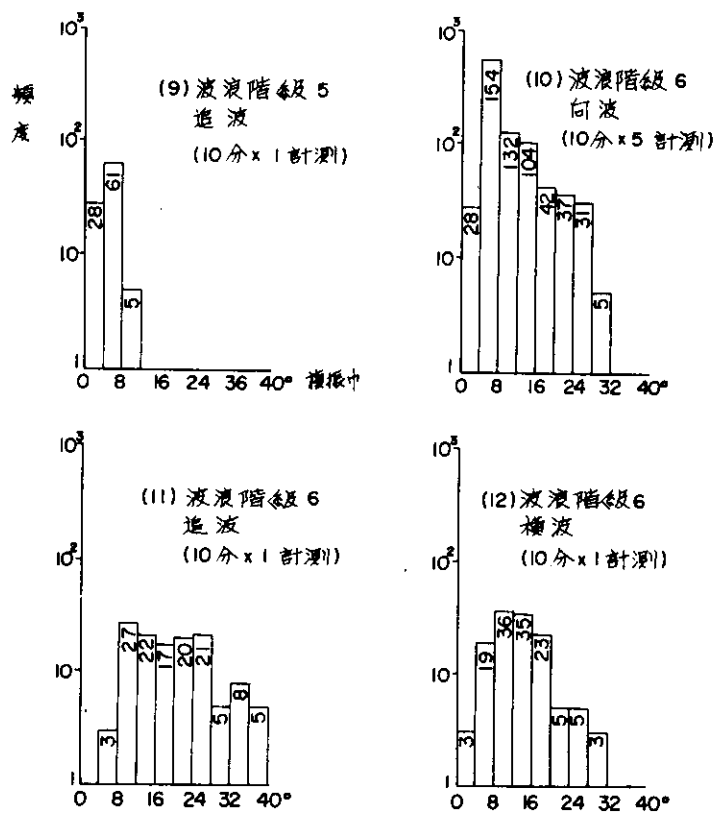


図 3.5 - 17 (3) 海象別 Rolling 頻度分布 (八雲川丸) 3

3.6 荷積み時静的応力

八雲丸および昭武丸の各寄港地における荷積み時および積みおろし時における各計測点での応力の変化ならびに対応する荷重状態と吃水の計測値を表または図に示しその簡単な説明を行なう。

すなわち、八雲丸においては、WEIPAでのボーキサイト荷役時、EMDENでの積みおろし時、およびNORFOLKにおける石炭荷役時に

おける応力の変動量を示し、昭武丸においては、第1次航におけるSAN NICOLASでのベレット荷役時と、戸畑と堺における積みおろし時、第2次航におけるPORTHEDLANDでのベレット荷役時と福山における積みおろし時の合計4回の荷役時での応力の変動量を表3.6-1および表3.6-2に示した。

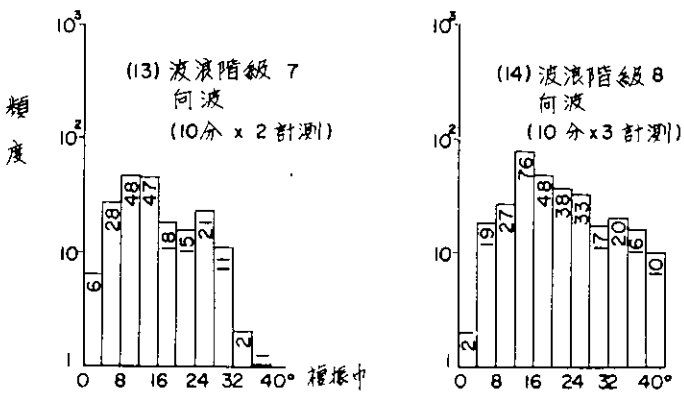


図 3.5-17(4) 海象別Rolling 頻度分布 (八雲丸) 4

I 八雲丸

表 3.6-1 荷役時の応力変動の記録

計 測 番 号	応力変動量 (単位 μ)		
	LOADING -	UNLOADING	LOADING
	WEIPA	EMDEN	NORFOLK
U 1	2 5	4 0	- 2 7 0
2	- 2 0	1 5	- 2 5 0
3	6 5	4 0	- 3 6 5
4	- 4 0	1 1 0	- 3 2 8
4 H 1	1 2 5	-	-
2	- 8 0	2 0 0	1 0 9
S 1	- 6 0	-	-
2	- 1 0	6 0	7 0
3	5 0	1 0	1 6 5
4	- 2 0	8 0	- 1 0
D 3 P	- 1 0 5	1 1 0	1 4 0
4 P	1 4 5	1 4 0	- 4 7
5 P	- 1 5	7 0	- 4 0
6 F	- 6	0	- 5 7
7 F	- 3 0	- 3 8	2 8
8 F	- 5 0	8 1	0
①	- 2 0	- 4 0	- 2 0 5
②	0	- 3 3	- 2 0 0
③	- 1 5	- 1 3 0	2 1 5
④	- 1 0 5	-	-
⑤	6 5	- 5 0	2 3 0
⑥	- 6 5	1 0 0	1 0 5
⑦	- 7 0	- 5 0	6 5
⑧	- 4 0	- 4 0	- 9 5
頻 度 計		- 5 0	-
計算 (梁理論) による中央部上甲板上、縦応力	9 9	- 6 7	- 3 3 7

表 3.6-2 荷役時の応力変動の記録

Ⅱ 昭武丸(1)

計測位置	応力変動量 (単位 μ 、ただしカッコ内は kg/mm^2)					
	LOADING	UNLOADING			LOADING	UNLOADING
	SAN NICOLAS	戸 畑 (1)	堺 (2)	(1) + (2)	PORTHEDLAND	福 山
S F 1	-62	386	30	416	-65	
" 2	-109	29	-25	4	-140	157
" 4	-370	100*	70	170	-465	236
" 5 A	-87	39	25	64	-180	142
" 5 F	-68		0		-100	61
" 6 A	-108	33	20	53	-100	
" 6 F	-131	248(6.32)	25(0.58)	273(6.90)	-80(-1.92)	130
" 7 F	140					
" 8 F		86(3.70)	0(0.17)	86(3.87)	-10(-0.78)	
" 9 A	15	17(0.72)	-10(0.12)	7(0.84)	50(-0.65)	-36
" 9 F	- 8	20(0.95)	-25(-0.23)	- 5(0.72)	80(0.32)	-27
" 10 A	-218		45		-260	205
" 10 F	-177	76	40	116		
" 11 A		48(1.23)	50(1.08)	98(2.31)	-260(-5.65)	
" 11 F		70(1.75)	50(0.98)	120(2.73)	-220(-4.52)	
S D 1	60(0.98)	118	95(1.78)	213	-70(-1.82)	200(4.26)
" 2	-40		10			90
" 3	-59(-0.95)		-60(-0.73)		-30(-1.18)	-52(0.18)
" 4	30	169	160	329	-40	216
" 5	495		240		-190	450
S B 1						100
" 2						
" 3	-47					
" 4	- 8	-108	10	-98	-20	-140
" 5						
S S 1 S	-26(-0.24)	114(2.78)	90(2.01)	204(4.78)	-100(-2.52)	280(6.32)
" 2 S	-24	104	100	204	-110	127
" 3 S	52(1.02)	21(1.27)	-10(0.39)	11(1.67)	-30(-1.38)	-20(1.48)
" 4	62(4.34)	18(0.59)	0(-0.14)	18(0.45)	-25(-0.92)	-35
" 5	108	1	-222	-221	190	
" 6	420(10.12)	25(0.70)	-20(-0.46)	5(0.24)	-50(-1.33)	
" 7 P			-65(-2.30)		-100(-5.08)	
" 7 S						
" 8 P			-73		-70	
" 9 P			-115(-3.10)		-400(-9.92)	
" 10	7	-38	-50	-88		-215
" 11	241	-192	160	-32	430	
" 12	-26	64	-20	44	-20	35
S L 1 F			40		-180	
" 2 A	-323(-8.88)	61(2.74)	75(1.35)	136(4.09)	40(-0.95)	157(4.54)
" 2 F	-194	579	-220	359	60	65
" 3 F	442		-590			130

計測位置	歪 変 化 (単位 μ 、ただしカッコ内は Kg/mm^2)					
	LOADING	UNLOADING			LOADING	UNLOADING
	SAN NICOLAS	戸 畑 (1)	堺 (2)	(1) + (2)	PORTHEDLAND	福 山
S L 4 A	-206(-6.99)	192(4.85)	-55(-0.75)	137(4.10)	-270(-5.95)	133(4.16)
" 5 A	113(5.97)	17(0.97)	-15(-0.73)	2(0.24)	25(2.65)	25(1.43)
" 6 A	-413	54	35	89	-60	27
" 7 A	485(11.9)	83(2.03)	-55(-1.37)	28(0.66)	300(7.10)	130(3.16)
S G 3 P	-419		-75			
" 7 P		16	-45	-29	-130	
" 7 S	-271	- 8				
S W 1 A		245(6.80)	-25(-0.65)	220(6.15)		
" 2 A			35			
" 3 A	-175*	165(5.50)	-10(-0.40)	155(5.10)		
" 3 F	-197	36	-450			
D D 1	-242					
" 2	-95					
" 3	-215					
" 4	95					
" 6	0					
" 7	-155					
" 8	-100					
" 9	-58					
" 10	143					
" 11	-75					
" 12	113					
D B 1	-320					
" 2	-110					
D F 1 P	-85					
" 1 S						
" 2 P	-145					
" 2 S	-155					
D L 1 F						
" 3 A	-175					
D G 1 P	-115					

* データ不良のため途中計測時までの値を示す。

この表で示した応力のうち、歪量で示したものは計測方向の歪そのものを示し括弧内に示した値は、2軸方向の歪から計算した計測方向の応力を示す。

八雲丸の場合、応力の変動量が最も大きいのはNORFOLKでの石炭荷積時であり、船体中央部の上甲板上で7～8 Kg/mm^2 、船体中央部の船側肋骨上で4～5 Kg/mm^2 に達している。

なお、この計測応力に対応して、船体中央部上甲板上における縦曲げ応力を梁理論を用いて計算した結果を表3.6-1に計測結果とともに示した。WEIPA、EMDEN及びNORFOLK三港でのこれらの計測値と計算の応力との比較をすると、ほぼ一致した傾向を示しているが、計測値は計算値より、やや小さい値を示している。

これらの計測値のうち、NORFOLKにおける応力の値を図3.6-1に示した。同図からわかるように上甲板上ではいずれも圧縮応力となり、その大きさは4～8 Kg/mm^2 程度である。2重底上においては横隔壁に近い中心線上で4.8

SEQUENCE

	HATCH	LONG TONS
1 st	7	14,700
2 nd	4	17,600
3 rd	1	5,700
4 th	10	5,000
5 th	11	5,800
6 th	1	3,700
7 th	10	3,400
8 th	3	3,000
9 th	7	750
	3	790
	10	700
TOTAL		61,140

Pending

Iron Ore (Lump)

S/F 175

← If there is not enough space, The balance put in the pending's Quantity.

Note (The Under mentioned %age is calculated by S/F 175)

(The hold capacities is showed by the numeral with ft³)

← Pending to be decided Cargo after Chacked drafts and Sounded Tanks.

STOWAGE

HATCH	LONG TON	KILO TON
# 1 HATCH	9,400	9,550
# 3 "	3,790	3,851
# 4 "	17,600	17,881
# 7 "	15,450	15,697
# 10 "	9,100	9,246
# 11 "	5,800	5,893
TOTAL	61,140	62,118

図 3.6-4 昭武丸、ポートヘッドランドにおける Loading Plan

NO	HATCH QUANTITY I/T	HOURL	#4 MOLD 8017	#6 MOLD —	F.P.T. 2455	#1 B.T. 3956	#2 B.T. —	#3 B.T. 2547	T.S.T. 8347	A.P.T. 694	Draft of Trims of Completed times
1	7	14,700	5,350		30日 13:30 排水開始 472				4,000	400トン 2/8 9:00 根水	F 5M46 A 9-16 M 7-31 370B/S
2	4	17,600	2,667		1,983	3,956			3,000		F 7-10 A 9-45 M 8-27 235B/S
3	1	5,700							601 Hatch Start 05h 後に各バル ブ閉める		F10-46 A 7-81 M 9-14 265B/H
4	10	5,000									F 9-73 A10-10 M 9-91 37B/S
5	11	5,800			Strip	Strip		2547	こゝで再び T.S.T.開 ける 1,349		F 8-44 A11-97 M10-20 353B/S
6	1	3,700			"	"		Strip		601 Hatch 終了 05h 前に排出	F10-56 A10-97 M10-76 41B/S
7	10	3,400			"	"		"		開 始 694	F10-39 A11-94 M11-16 155B/S
8	3	3,000								Strip	F11-61 A11-61 M11-61 Nil
9	7	750									F11-93
	3	790									A11-93
	10	700									M11-93 Nil

checking
draft of
Soundings

表3.6-5 昭武丸、ポートヘッドランド港、積荷時のLoadingおよびTrim condition

		1月30日		2月2日		14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	2月3日	1:30	2:30
		13:00		13:30												0:30		
吃水	艀1 C.H.																	
	艀3 C.H.																	
	艀4 C.H.			8017K/T 汲水 (9M42 Sounding H't)							START 19:20							
	艀7 C.H.			START 13:30							STOP 19:20							
	艀10 C.H.																	
	艀11 C.H.																	
	艀4 H.D.				START 16:00		STOP 18:00				START 19:35			STOP 22:50				
	艀3 B/T (C)																	
	AFT P. Tank																	
	F.P. Tank			5055K/T 汲水する	START 16:05	STOP 16:30					START 19:30			STOP 22:50				
水	艀1 B.M. Tank										START 19:30					STOP 0:30		
	艀2 B.M. Tank																	
	艀1 T.S. Tank			START 13:30												STOP 排 出 0:30		
	艀2 T.S. Tank			START 13:30												STOP 排 出 0:30		
	艀3 T.S. Tank			P.S. 汲水 250K/T 排 水 200X2												STOP 排 出 0:30		
	(P)	6.31	6.50	6.50	6.55	6.60	5.20	5.45	5.50	4.70	4.25	4.35	4.50	5.60	6.00			
	(S)		6.50	6.50	6.55	6.60	5.00	5.45	5.50	4.80	4.25	4.50	4.80	5.40	6.05			
	(P)							6.50	6.50	6.55	6.25	6.70		7.65	7.50			
	(S)			6.75	6.75	6.80	6.80	7.00										
	(P)	6.90						8.10		8.50	8.65	8.80		8.80	8.85			
(m)	da				7.10		7.70											

* 1月30日台風のため 艀2 Ballast.(P.S)4615K/T排水して0にする。

艀5 Hold 約7500K/T排水して0にする。

艀6 Hold 4200K/T汲水

表 3.6-5 前頁のつづき

		2月3日															
		3:30	4:30	5:30	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	
吃	M ₁ C.H.		START 4:20							START 11:00		STOP 13:00					
	M ₃ C.H.												START 14:30	STOP 16:00	START 17:12	STOP 17:26	
	M ₄ C.H.	STOP 3:35	START 3:55	STOP 4:20										START 16:35	STOP 17:10		
	M ₇ C.H.																
	M ₁₀ C.H.				START 6:50		STOP 8:32					START 13:05	STOP 14:30			START STOP 17:34 18:03	
	M ₁₁ C.H.						START 8:40		STOP 10:55								
	M ₄ H.D.																
	M ₃ B/T (C)							START 8:55									
	A.P.T. Tank									START 11:35	STOP 12:20			STOP 14:25			
	F.P. Tank																
	M ₁ B.M. Tank																
	M ₂ B.M. Tank																
	M ₁ T.S. Tank																
M ₂ T.S. Tank																	
M ₃ T.S. Tank																	
吃	df	(P)	650	710	865	1010	995	950	870	900	1040	1070	1065	1130	1180	18:00計測 1193	
		(S)	650	710	865	1010	995	950	870	900		1070	1065	1140	1175		
	d _m	(P)		790		855	890		1000		1060		1110	1130	1150	18:00計測 1193	
水		(S)															
	d _a	(P)		850		715	880		1150		1090		1170	1160	1155	18:00計測 1193	
(m)		(S)						1020									

表3.6-6 昭政丸、福山港、荷揚げ時のLoadingおよびTrim Condition

		2月15日 11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	2月16日 0:30
吃	M6 1 C.H.										STOP 20:00			START 23:50	
	M6 3 C.H.														START 0:20
	M6 4 C.H.		START 12:00				STOP 16:00				START 20:00				STOP 24:00
	M6 7 C.H.		START 12:00				STOP 16:00		START 18:00						
	M6 10 C.H.						START 16:00				STOP 20:00				START 0:20
	M6 11 C.H.										START 20:00			STOP 23:45	
	FWT (船尾)		START (左) 11:55												
	M6 3 B/T (C)					START 15:20		STOP 17:40							
	AFT.P. Tank	2月15日 00:40 00:40 福水						STOP (左) 17:40		STOP (右) 19:30					
	P. P. Tank	2月15日 02:00 300F 福水				START 15:20				STOP 19:30		START 22:05			
	M6 1 BM. Tank											START 22:10			
	M6 2 BM. Tank											START 22:05			
水	M6 1 T.S. Tank					START 15:15				STOP 19:15			START 22:15		
	M6 2 T.S. Tank					START 15:15				STOP 19:15			START 22:15		
	M6 3 T.S. Tank					START 15:15				STOP 19:15			START 22:15		
	d _f (P)		1 1.50	1 0.50	1 0.10	9.50	9.00	8.60	8.05	7.15	6.75	6.80	6.60	7.40	7.30
	(S)		1 1.50	1 0.50	9.95	9.40				7.15	6.75	6.80		7.65	7.25
	d _m (P)		1 1.25	1 0.90	1 0.70	1 0.40	1 0.10	9.80	9.70	1 1.35	9.20	8.30	8.20	8.50	8.40
	(S)														
	d _a (P)		1 1.10	1 1.30	1 1.30	1 1.40	1 1.45	1 1.40	1 1.70	1 2.05	1 1.65	1 1.05	1 0.40	9.50	9.70
	(S)														
(m)															

表 3.6-6 前夜のつづき

		2月16日	1:30	2:30	3:30	4:30	5:30	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
	Ac 1	C.H.	STOP 2:10	START 2:50							終了 9:30			
	Ac 3	C.H.	STOP 1:00						終了					
	Ac 4	C.H.	START 1:00								STOP START 9:30 10:00		STOP 11:50	終了 12:30
	Ac 7	C.H.	STOP 1:00	START 2:30							STOP 9:30			終了 12:30
	Ac 10	C.H.	STOP 1:30	START 2:10	STOP START 3:00 3:30					終了 8:00				
	Ac 11	C.H.	START STOP 1:30 2:10	START STOP 3:00 3:30	START STOP 4:10 4:40					終了 8:00				
	F.W.T. (船尾)													
	Ac 3 B/T (C)		START 1:00		STOP 3:30									
	A.P.T. Tank													
	F. P. Tank				STOP 3:55									
	Ac 1 BM Tank													
	Ac 2 BM Tank				STOP 3:10									
	Ac 1 T.S. Tank				STOP 3:30									
	Ac 2 T.S. Tank				STOP 3:30									
	Ac 3 T.S. Tank				STOP 3:30									
吃	df	(P)	7.50		8.65	8.35	7.95	7.50	7.10	6.70	6.50	6.35	6.05	
		(S)							7.10	6.80		6.35	6.05	
水	dm	(P)	8.60		8.30	8.05	7.55	7.30	6.90	6.70	6.60	6.50	6.40	
		(S)												
mu	da	(P)	9.30		8.25	7.95	7.50	7.30	7.20	7.00	7.00	7.10	7.20	
		(S)												

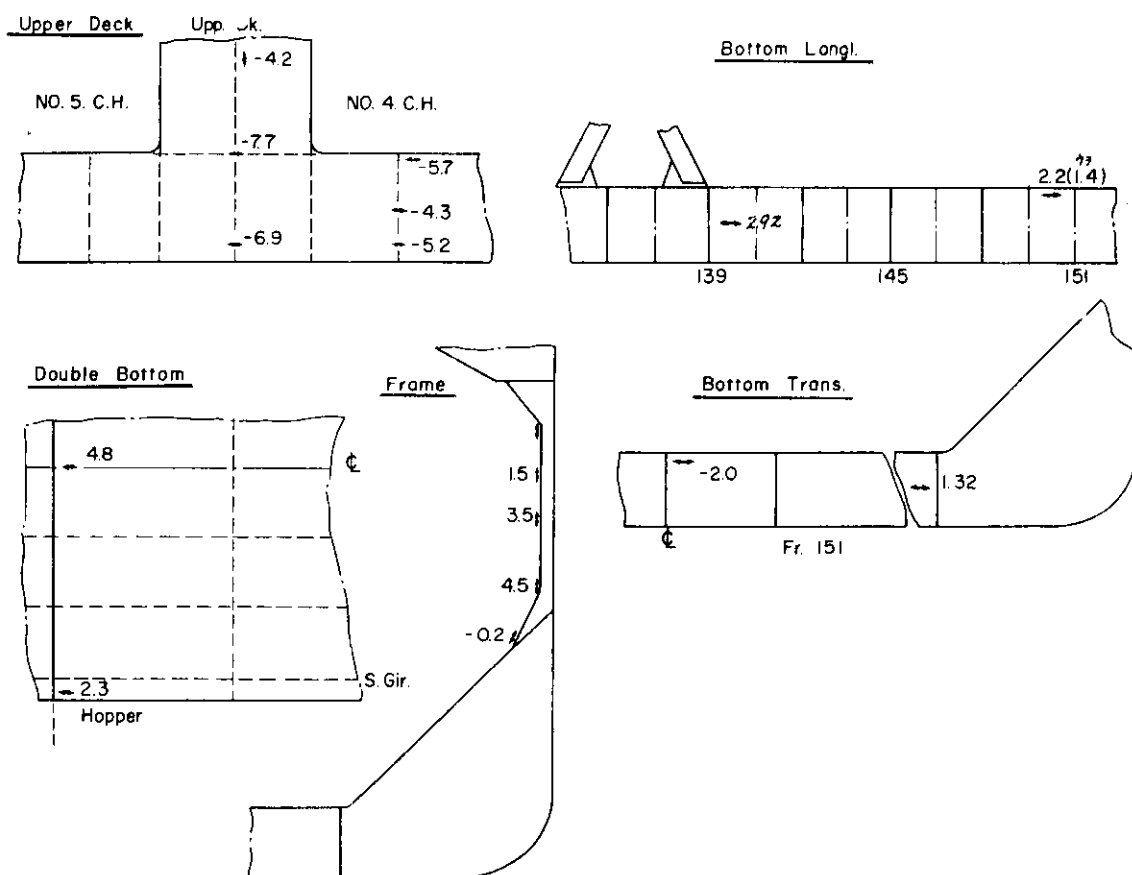


図 3.6-1 八雲丸荷積時応力分布 (NORFOLK)、単位 Kg/mm^2

Kg/mm^2 を示し、船倉内の横肋骨のフランジ上で垂直方向に分布させて計測した値は $4 \sim 5 Kg/mm^2$ 以内であつた。

また 2 重底内の計測点は絶縁不良のためかなり計測不能の箇所が出たが、フロアの端部と、隔壁に近い中心線ガード上では良好な計測ができ、3 方向の歪から求めた主応力の大きさはフロアで $1.32 Kg/mm^2$ 、中心線ガードで $3.67 Kg/mm^2$ であり、比較的小さい値を示した。

次に、昭武丸において第 1 次、第 2 次の各寄港地での荷積による応力変動の値を表 3.6-2 に、このうち、SAN NICOLAS における応力の分布を図 3.6-3 および図 3.6-4 に示した。

戸畑と堺の荷おろしは 2 港揚げであるので、一応その合計の応力値をも示してあるが、各荷役時での傾向をみると、大体において大きい応力を示す部分は一致する傾向であり、最大の応力値は各寄港地で大体近い値になっていることがわかる。

計測場所によつては、3 方向の歪成分のうち、1 部が絶縁不良のため、計測不可能となつたりして必ずしも予期したほどの点での計測はできなかつたが、主応力が計測した部分も含め、SAN NICOLAS における計測結果をみると、上甲板においては倉口隅を除き $1 Kg/mm^2$ 程度の応力しか示していない。ただ、倉口隅においてその BKT の中央で計測した応力は $10 Kg/mm^2$ 程度に達している。この部分の比較的大きな応力はその他の寄港地においても記録されている。

船側肋骨上に垂直方向に分布して計測した肋骨応力は、フランジ上ではいづれも圧縮応力を示し、上端より下端に向うにしたがつて応力が大きくなり、最も下端の計測点で $7.77 Kg/mm^2$ を記録した。

肋骨のウェブ上の応力はフランジ上の応力よりは小さい。

船側外板上の応力は、比較的に大きい応力を示し、No. 4 Hold の船尾方向の隔壁端に近い部分で計測した水平応力は $10.1 Kg/mm^2$ に達しており、一方向に Hold のほぼ中央部で計測した船側外板上の応力は垂直方向の歪のみ計測可能であつたがこの方向に $4.2 Kg/mm^2$ の圧縮応力を示した。なお前者の部分での最大剪断応力は $3.6 Kg/mm^2$ である。

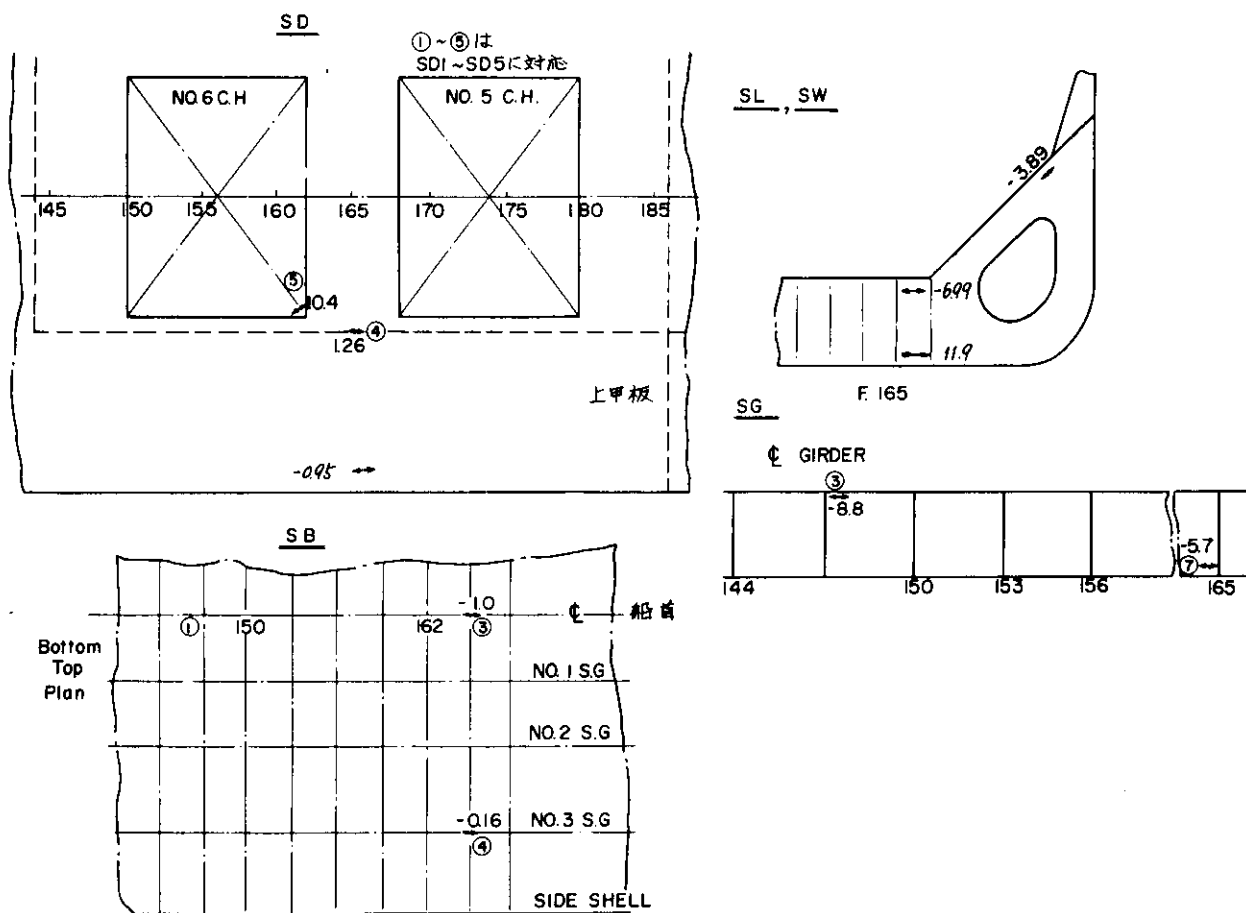


図 3.6-3 昭武丸荷積み時応力分布図(1) (SAN NICOLAS)、単位 Kg/mm^2

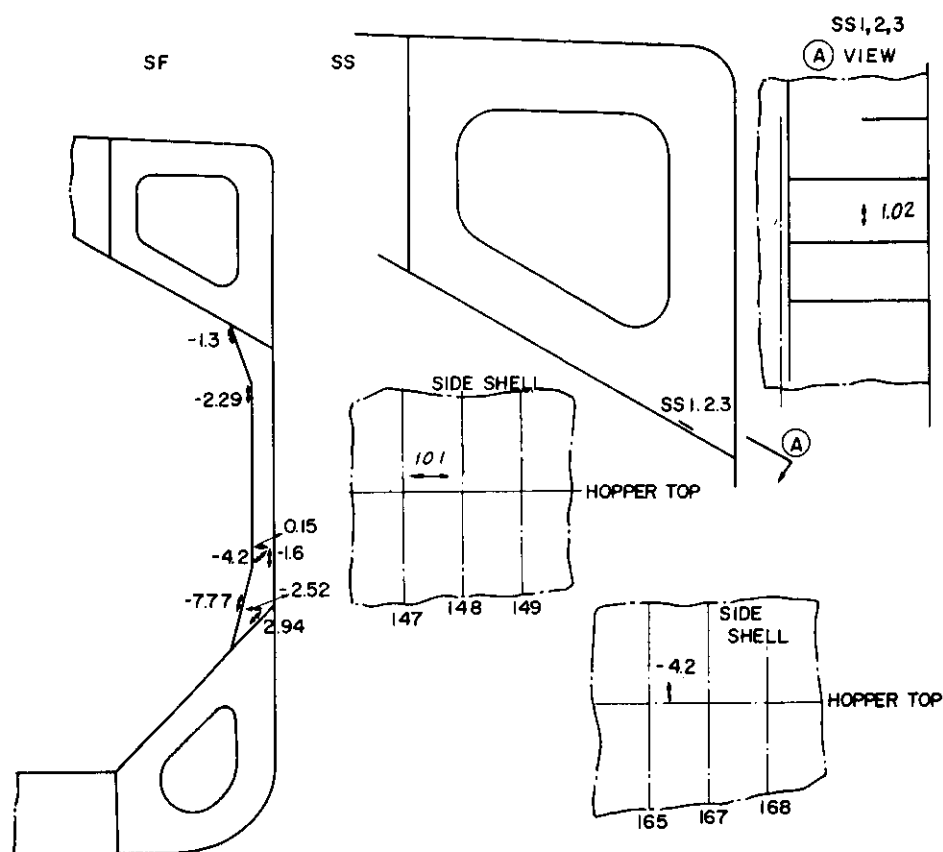


図 3.6-4 昭武丸荷積み時応力分布図(2) (SAN NICOLAS)、単位 Kg/mm^2

TOP SIDE TANKの底部の鋼板で計測した応力は、非常に小さくて 1.26 Kg/mm^2 であつた。

次にNo.4 Hold内の2重底及び中心線ガード、フロアで計測した応力は、まず2重底上では、隔壁端に近い部分での横方向応力が比較的大きい値を示し、その他の計測点では最大 $4 \sim 5 \text{ Kg/mm}^2$ 程度の応力である。2重底内の中心線ガードおよびフロア上では応力の値はかなり大きく、とくにNo.4 Hold 中央のフロアの端部ではウェブ上で水平応力が 1.19 Kg/mm^2 に達しており、最大剪断応力でも同じく 1.19 Kg/mm^2 を記録している。この点における応力はSAN NICOLAの荷役時に最大を示している。

前にも述べたようにSAN NICOLASでの、これらの計測値は、零点としては港湾荷役のためのバラストを計測の対象とした船倉に灌水した状態を基準としているので、計測した応力は日本出港時のバラスト状態から満載状態までの変化ではない。したがつて、船倉内の計測点ではかなり大きな応力があらわれたものと思われるが、その他の上甲板上の応力などについては、この港湾荷役用のバラストの影響はそれほど大きくないと考えられる。

SAN NICOLAS以外の寄港地でも表3.6-1にみられるように、大体において各計測点の応力の値は似たような傾向を示している。

なおこれら計測開始前と終了時との応力変動についてのべてきたが、それぞれの点は、計測の途中で荷役に応じて複雑な応力の変化を示す。これらの説明には理論計算との対応を示す予定であるが、このLoading中での応力変化の状態を図3.6-7、10、13、15および16に示し、あわせて、ゲージ不良などのある程度の判断が下せる資料とした。

Loadingに対応した応力変動の計算資料とするため図3.6-5、8、11、14などに荷重である載貨物の荷重のその時間的な経過を、また図3.6-6、9、12などに吃水の時間的な変化を示して参考とした。

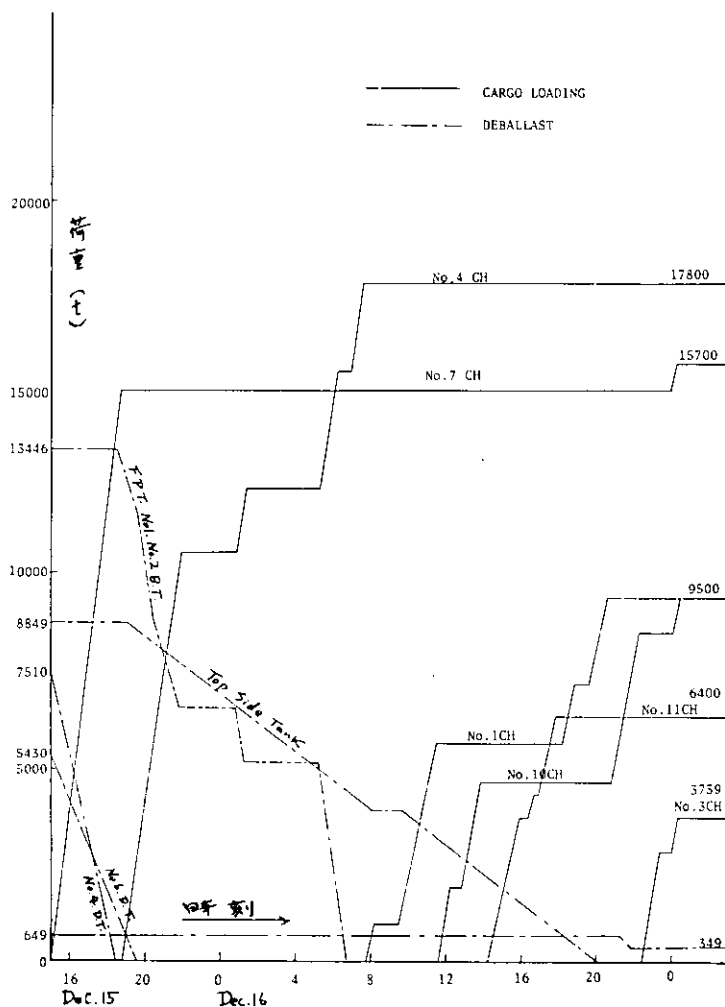


図 3.6-5 昭武丸荷重変動 (SAN NICOLAS)

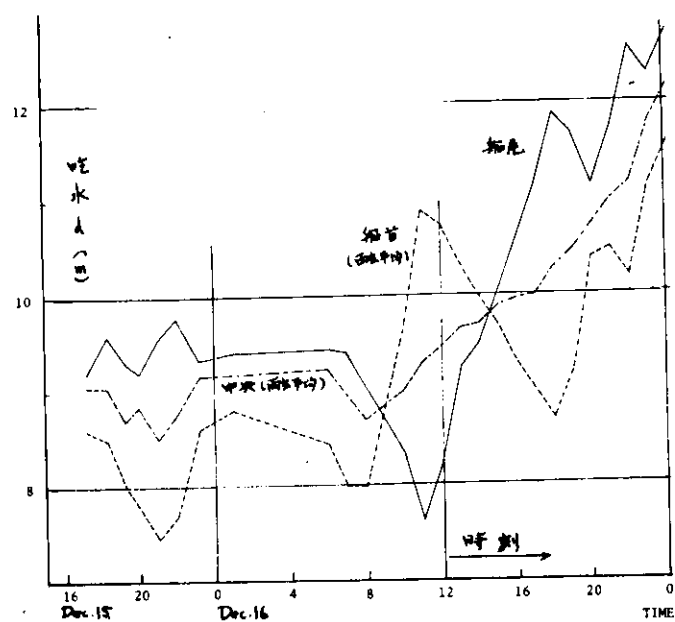


图 3.6 - 6 昭武丸吃水变化 (SAN NICOLAS)

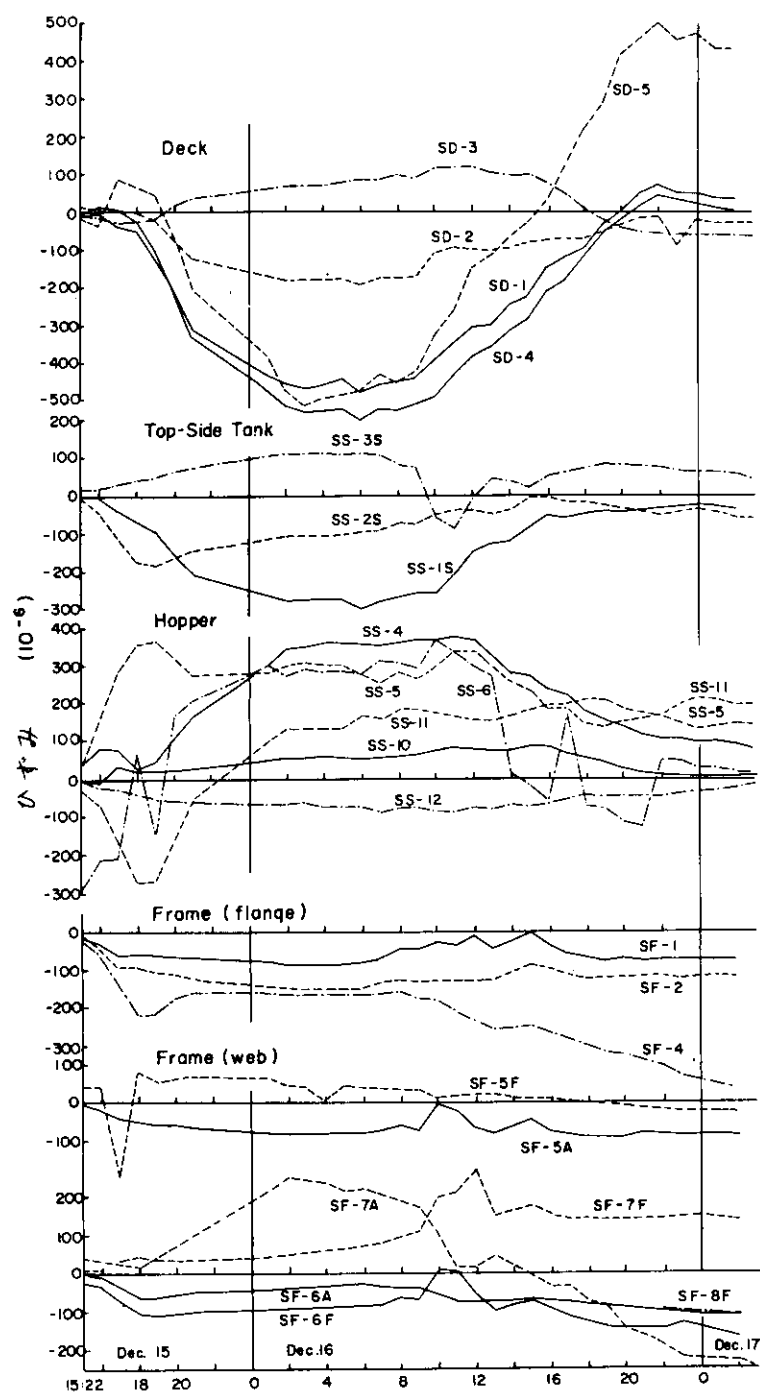


図 3. 6 - 7 (1) 昭武丸応力変動 (SAN NICOLAS) (1)

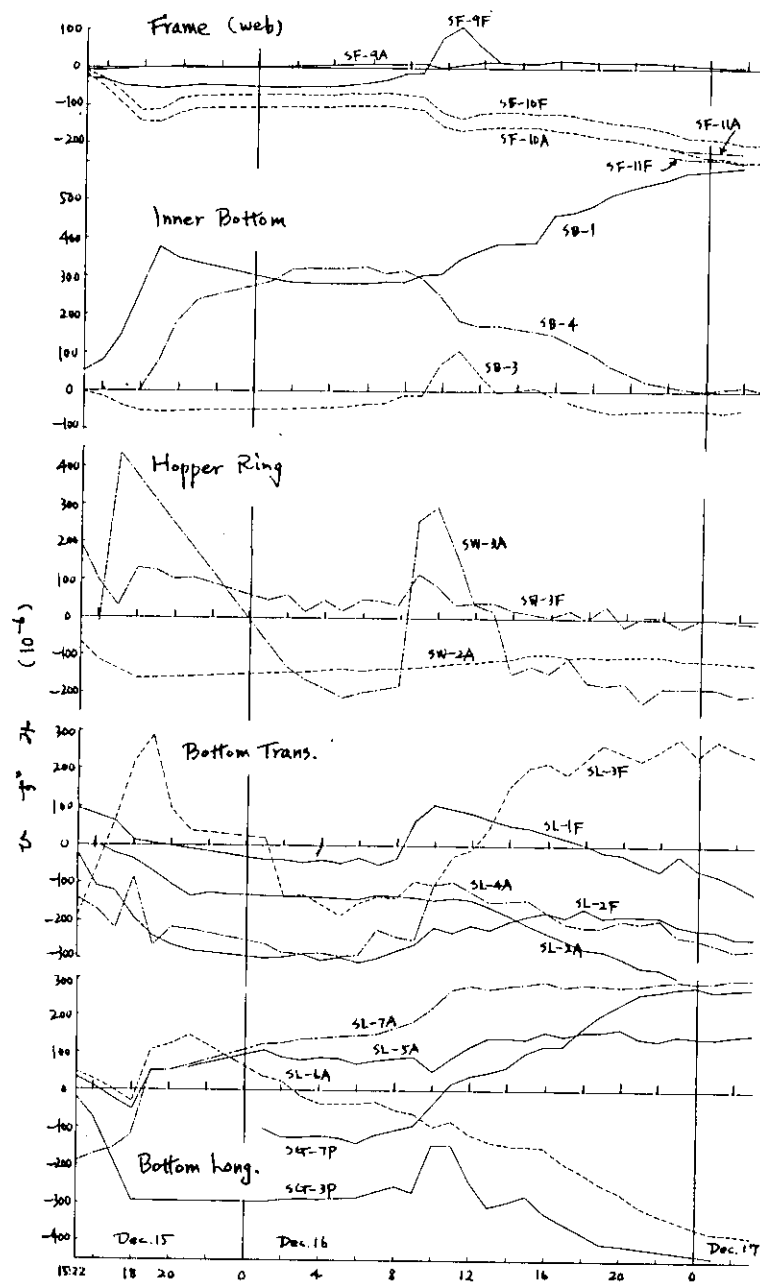


图 3.6-7(2) 昭武丸応力変動 (SAN NITOLAS) (2)

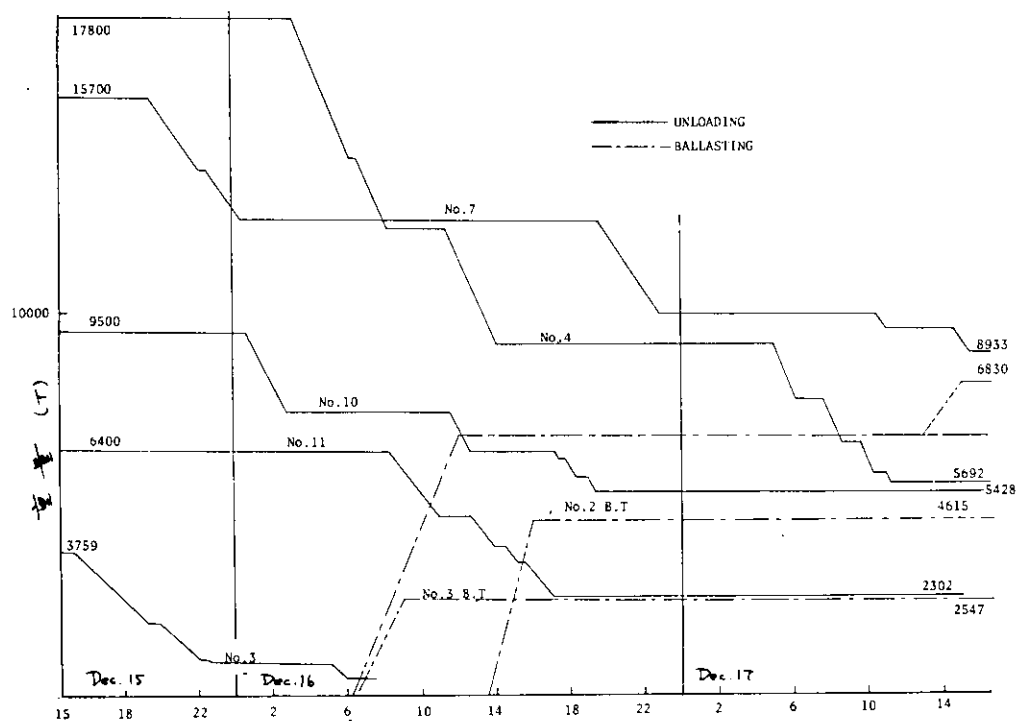


图 3.6-8 昭武丸荷重变化 (戸畑)

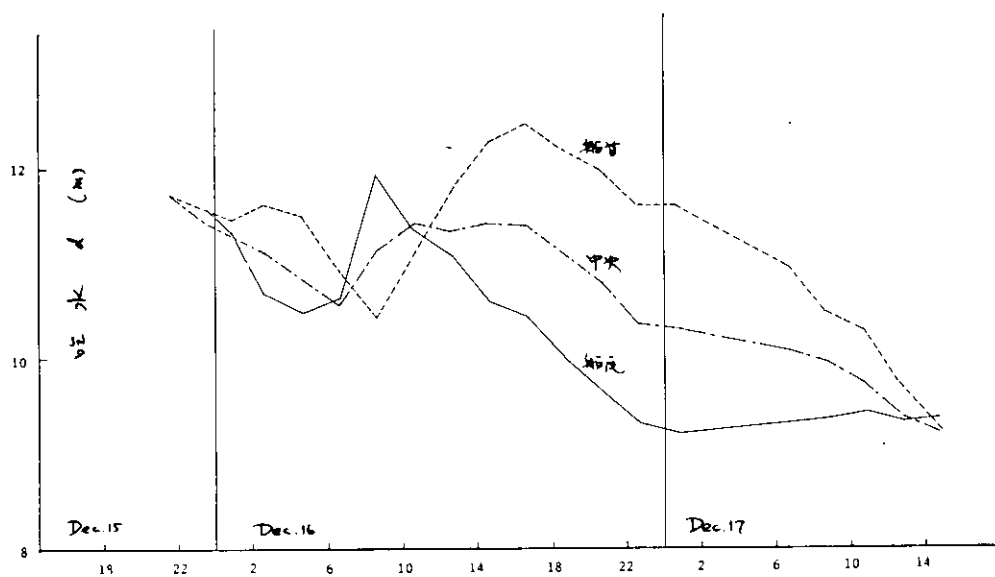


图 3.6-9 昭武丸吃水变化 (戸畑)

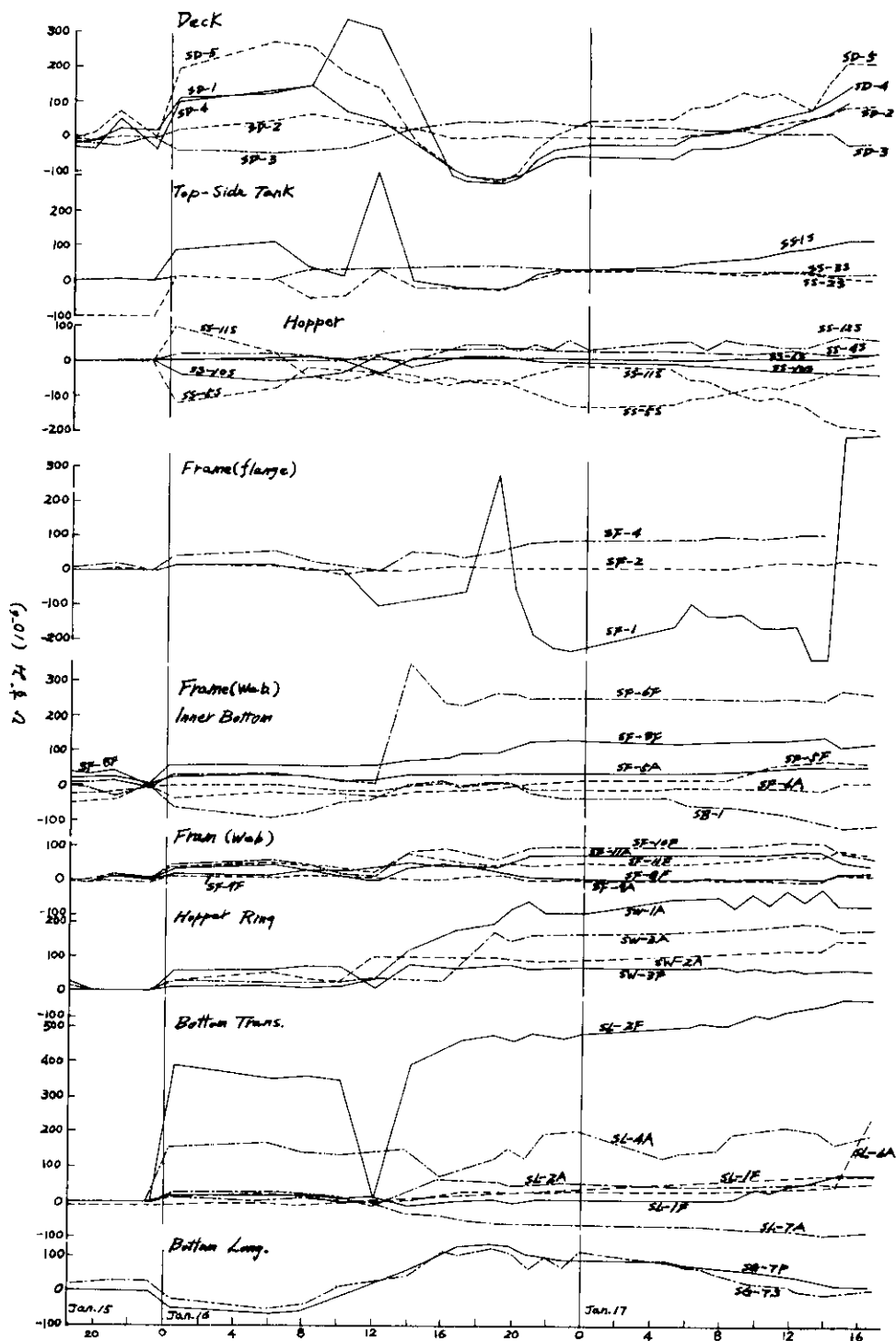


図 3.6-10 昭武丸応力変動(戸畑)

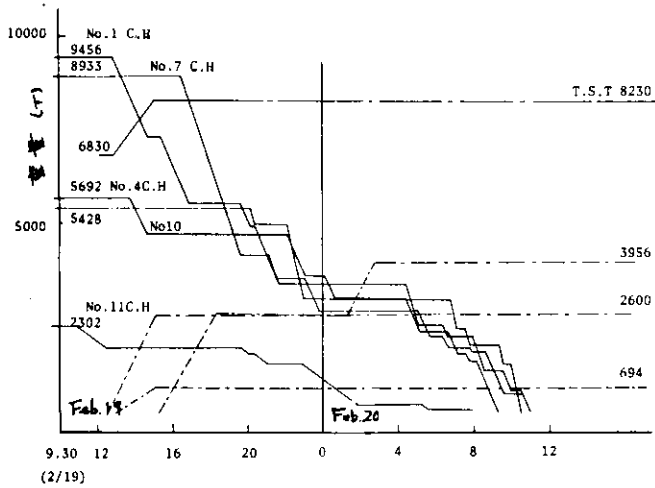


图 3.6-1.1 昭武丸荷重变化 (掣)

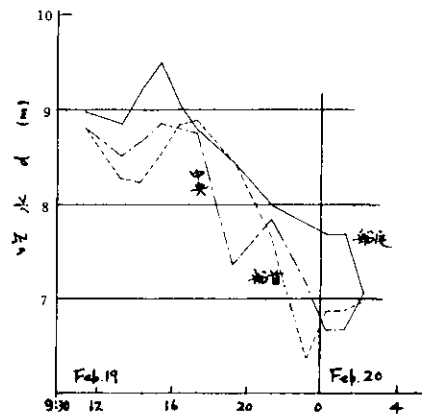


图 3.6-1.2 昭武丸吃水变化 (掣)

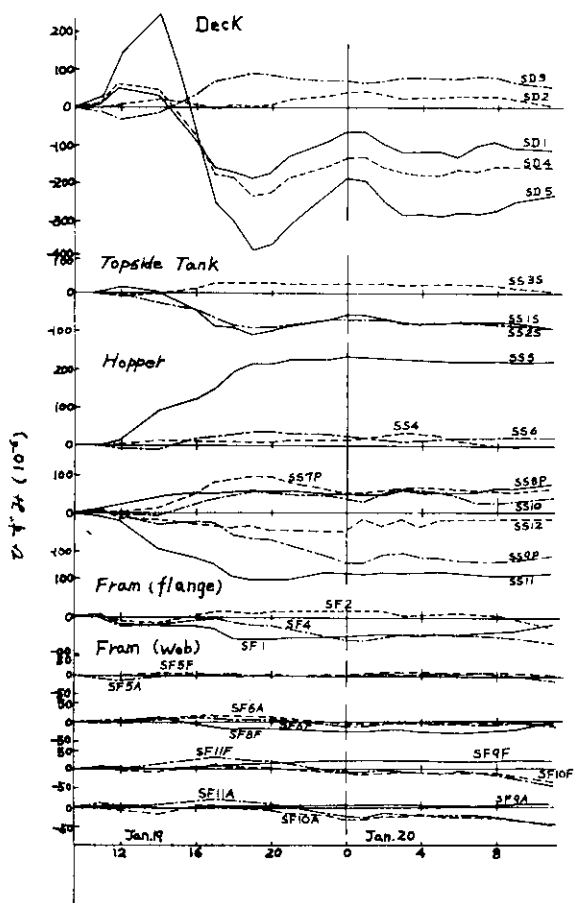


图 3.6-1.3(1) 昭武丸应力变动 (掣) (1)

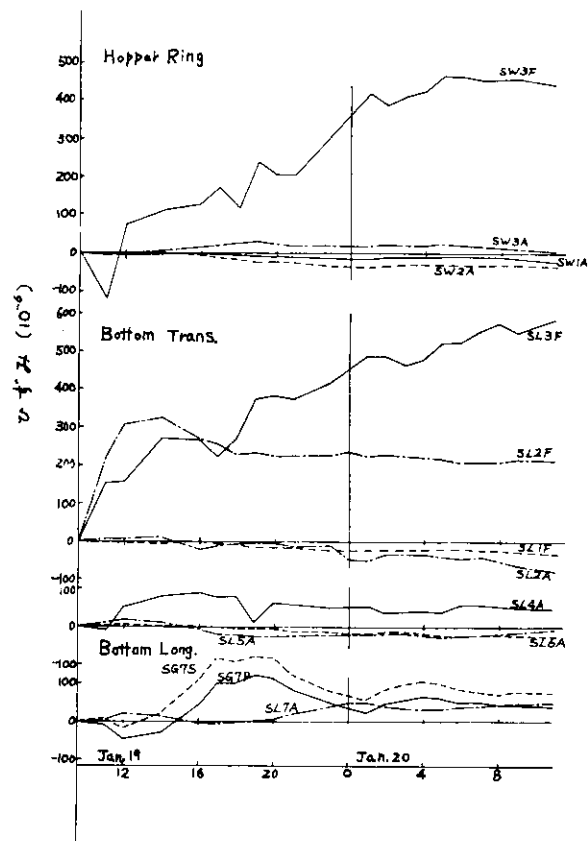


图 3.6-1.3(2) 昭武丸应力变动 (掣) (2)

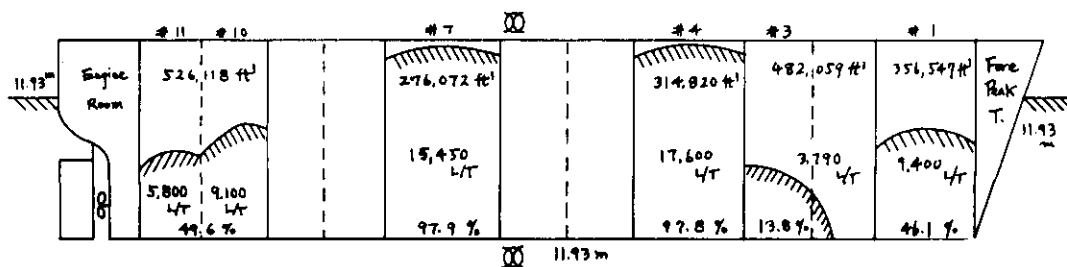


图 3.6-1.4 昭武丸 Loading Plan (Porthedland→福山)

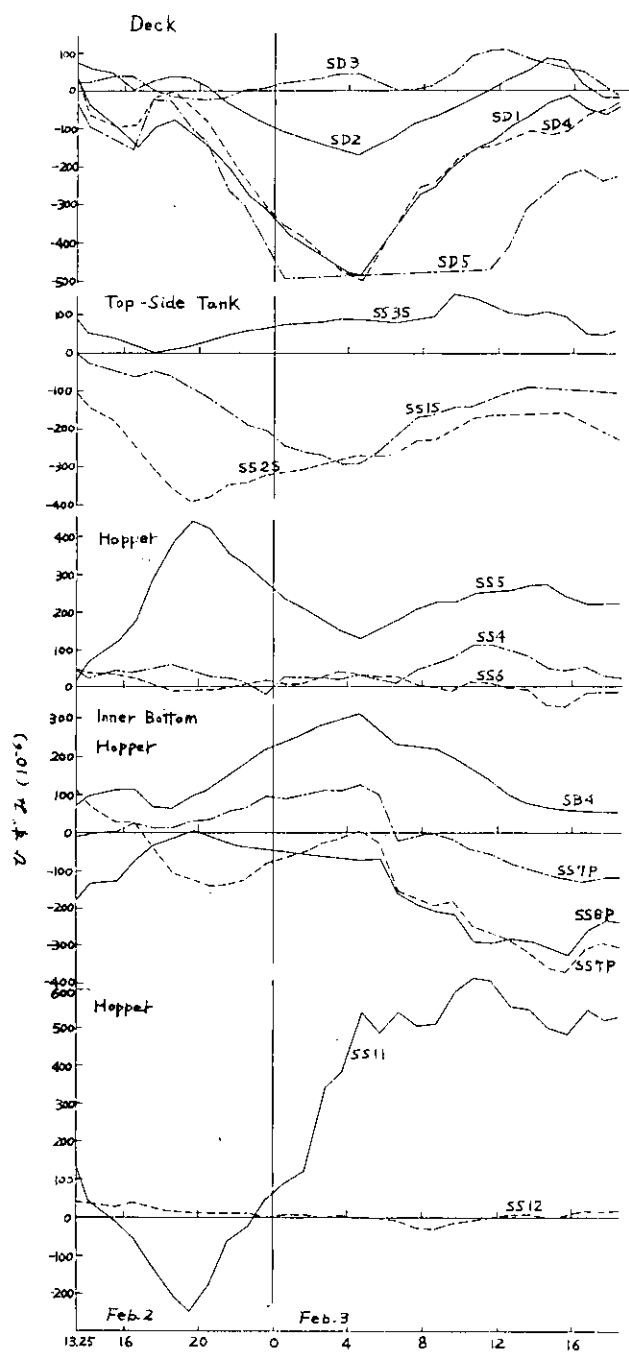


图 3.6-15(1) 昭武丸応力変動 (Porthedland) (1)

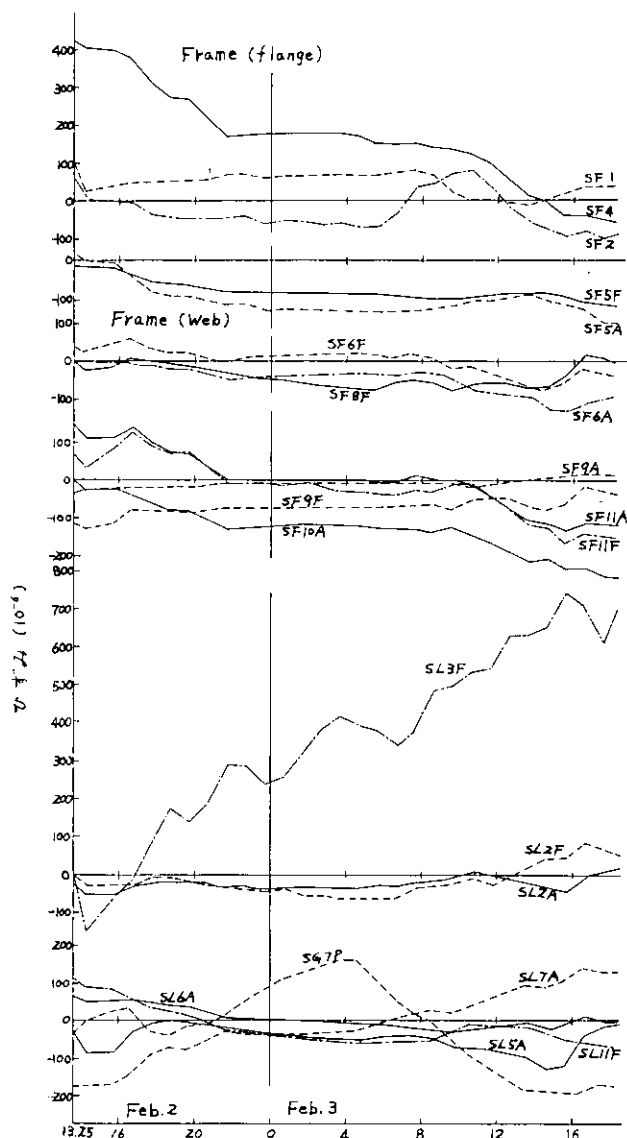


图 3.6-15(2) 昭武丸応力変動 (Porthedland) (2)

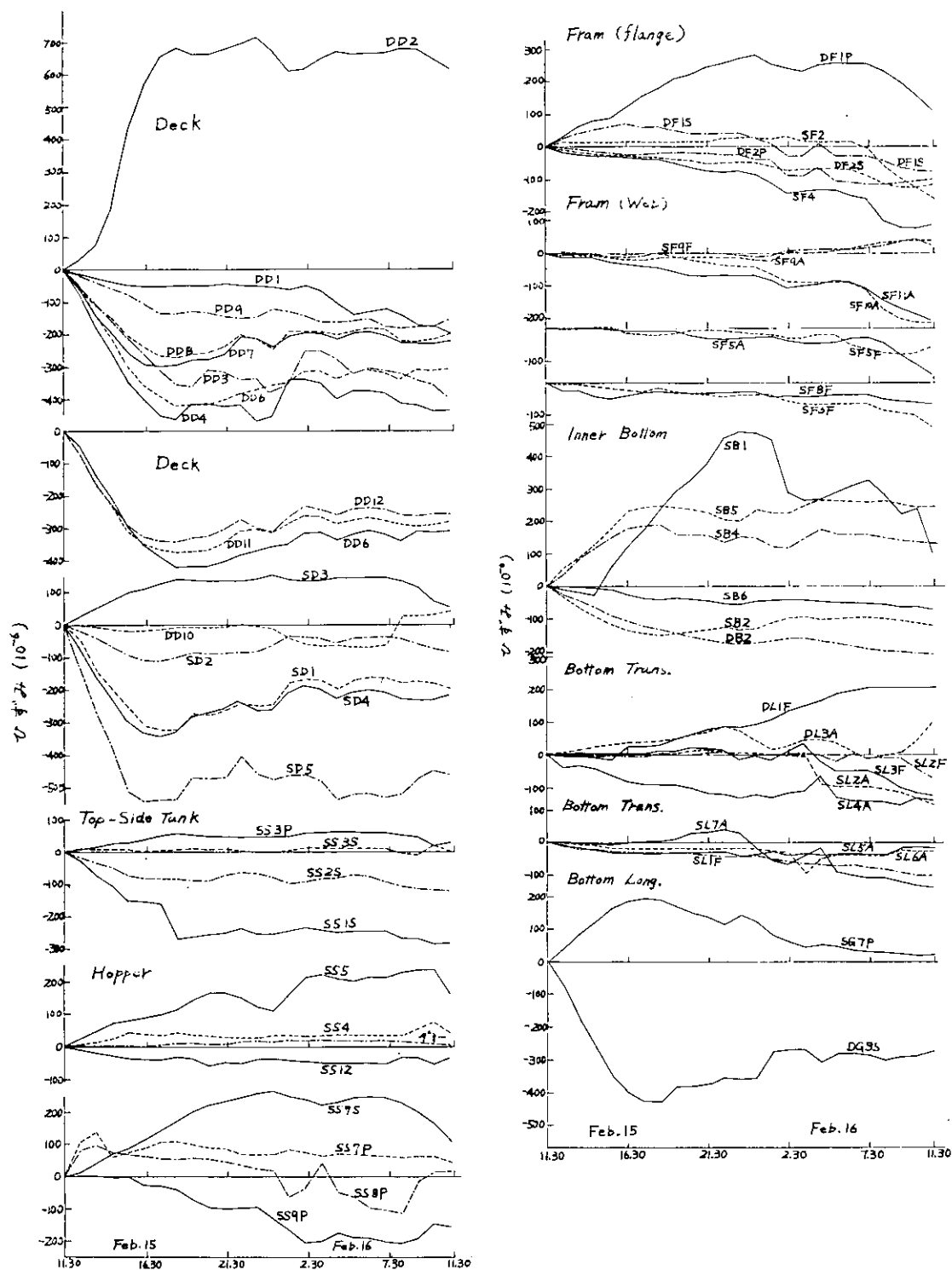


图 3.6 - 16 昭武丸応力変動 (福山)

3.7 静的応力計算

1) 概 要

現状では、電子計算機的能力よりバルクキャリアのような複雑な構造を完全に置換することはできないので、ここでは次のような2段階の計算を行なった。

まず、船体横断面を図3.7-1のように簡単化し、◎印の箇所に縦通材を通す。このような立体モデル(図3.7-2)を3 Hold に亘って解き、中央部 Transverse Ring の変形を求める。ついでこの変形を用いて図3.7-3のように詳細に分割したモデルについて計算し、各部の部材力および応力を求める。

2) 構造条件

(a) 節点の配置および拘束条件

節点配置および拘束条件を図3.7-2に示す。

すなわち

- (1) 検討対象 Hold の中央で前後対称とし、この位置にある節点ではZ方向の変位、X軸およびY軸回りの回転拘束

ただし、Hopper TankおよびTop Side Tankの斜材に設けた接点についてはZ方向の変位のみ拘束

- (2) 船体中心線位置にある節点ではX軸方向の変位、Y軸およびZ軸回りの回転拘束
- (3) 隣接 Hold の Trans. Bhd. 位置にある節点ではY軸方向の変位拘束

ここで X軸: 船の幅方向にとつた軸
Y軸: 船の深さ方向にとつた軸
Z軸: 船の長さ方向にとつた軸

(b) 部材常数のとり方

(1) 縦通部材

(i) Girder

- Bottom plateおよびInner Bottom plateの有効幅100%
- 幅方向の断面2次モーメントは二重底全体の断面2次モーメントを、Girderの幅の割合でふりわけ。
- 剪断有効断面積は、深さ方向に対してはWeb Area 100%(開孔無視)幅方向に対しては Bottom plateおよびInner Bottom plateのArea
- ねじり剛性の計算は図3.7-4による。

$$\ell_B = \frac{t_D}{t_B + t_D} \times \ell \quad \ell_D = \frac{t_B}{t_B + t_D} \times \ell$$

$$r_D = \frac{r \ell_D}{L}, \quad \tau_D = G r_D = \frac{G r \ell_D}{L}, \quad S_D = \frac{G r}{L} \times \ell_D \times B \times t_D$$

$$r_B = \frac{r \ell_B}{L}, \quad \tau_B = G r_B = \frac{G r \ell_B}{L}, \quad S_B = \frac{G r}{L} \times \ell_B \times B \times t_B$$

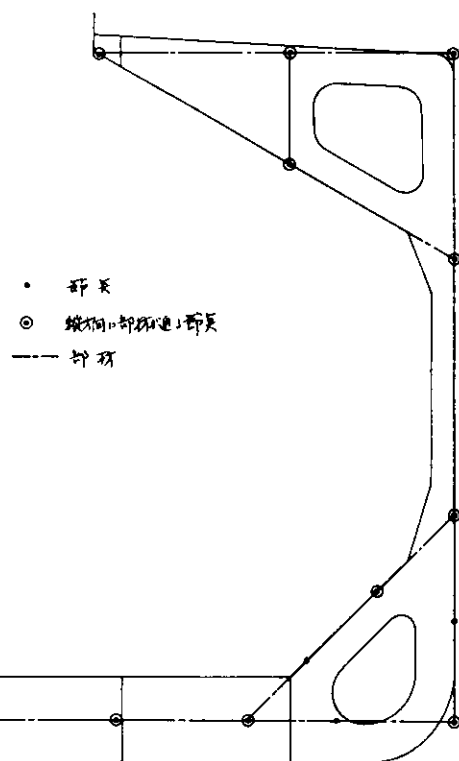


図 3.7-1 立体格子モデルと中央横断面の対応

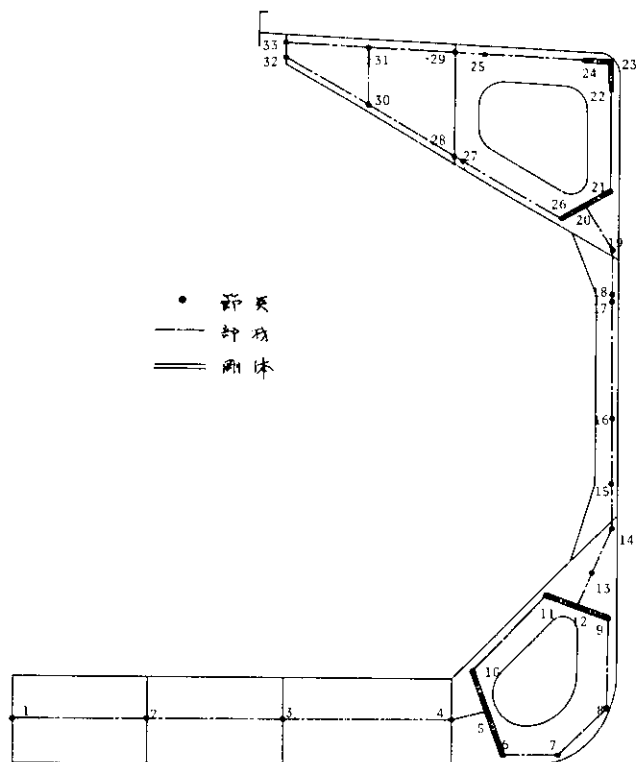


図 3.7-3 Transverse Ring 平面格子モデル

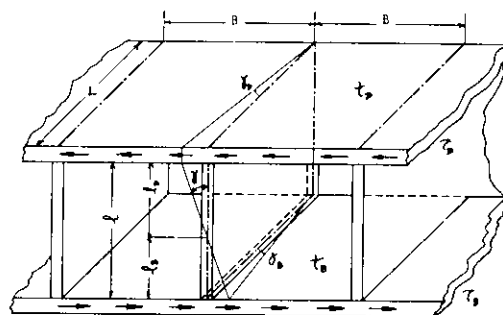


図 3.7-4 ねじり剛性の計算

振り中心 O 点回りのモーメント Mt は

$$Mt = S_D \times \ell_D + S_B \times \ell_B = \frac{Gr}{L} \times (\ell_D^2 t_D + \ell_B^2 t_B) \times B$$

振り剛性 GJ

$$GJ = Mt / \theta = Mt / r / L = (\ell_D^2 t_D + \ell_B^2 t_B) \times BG$$

θ : 単位長当りのねじれ角

(ii) Hopper Tank および Top side Tank 縦通材

図 3.7-5(a)に示すように Hopper Tank および Top side Tank に縦通材を通してある。その部材のとり方は図 3.7-5 に示すように隣接部材の中間までをとり、それについて断面常数の計算をする。ただし、Hopper Tank および Top Side Tank の斜板はすべて部材 A に含ませる。

- 断面 2 次モーメントは、たとえば(b)図に示す断面について求める。
- 剪断有効断面積は(b)図に示す断面の、断面積の X 方向および Y 方向の成分をとる。
- ねじり剛性は 0 とする

他の縦通材についても同様

(2) 横 部 材

- Z 方向 (外板を含む面内) の剪断有効断面積は縦通材のそれで代用しているので、剪断変形を無視できる程度に大きくとる。
- Floor の部材常数のとり方は、Z 方向の剪断有効断面積を除いて Girder の場合と同じ。
- Hopper Tank および Top Side Tank の横部材の外板および内底板の有効幅は、Schade のそれを用いる。ねじり剛性は 0 とする。

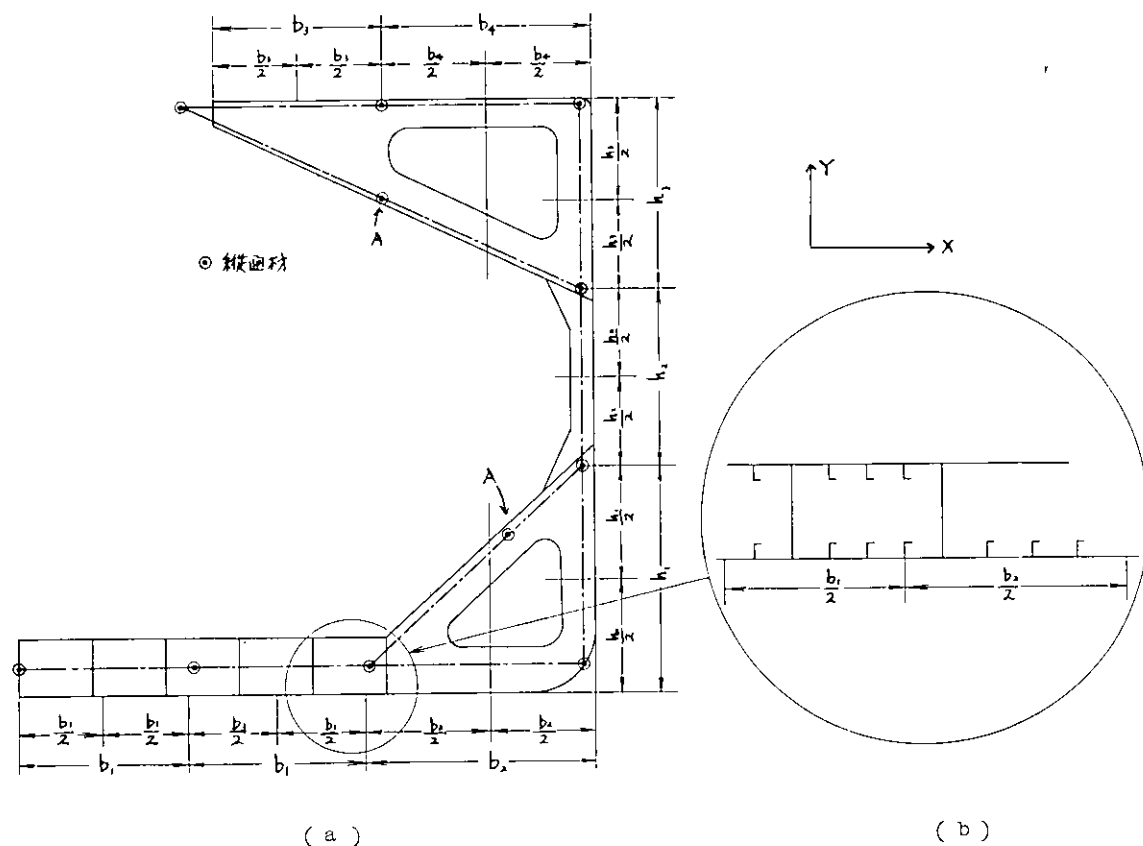


図 3.7-5 Hopper Tank および Top Side Tank 部の部材のとり方

。 Side Frame の外板の有効幅は 100% とする。ねじり剛性は 0 とする。

(3) 横隔壁の部材

横隔壁は図 3.7-2 に示すように、水平方向に Deck 位置、船底位置およびその中間の部材、垂直方向には縦通材が通る位置に配する。

横隔壁の変形は深さ方向にのみ許し、幅方向は無視する。ただし軸力による幅方向の変形は考慮する。

3) 荷重条件

1 次航について考えている。

計算は次の各ケースについて行なう。

- (i) 積荷直前の状態
- (ii) 積荷直後の状態
- (iii) 満載状態で対象 Hold が波高 4 m の波の山にあるとき
- (iv) " " " 波の谷 "
- (v) " " 波高 8 m の波の山 "
- (vi) " " " 波の谷 "
- (vii) 積荷陸揚げ直前の状態
- (viii) 積荷陸揚げ直後の状態

上記の結果から次の荷重差に相当する応力変化を求めて計測値と比較する。

- (i) と (ii) の差 積荷時計測値に対応
- (vii) と (viii) の差 陸揚げ時計測値に対応
- (iii) と (iv) の差 波高 4 m の向い波の変動応力に対応
- (v) と (vi) の差 波高 8 m " " "

4) 計算結果

曲げモーメントと剪断力を図 3.7-6~8 に、また曲げ応力と剪断応力を図 3.7-9~11 に示す。

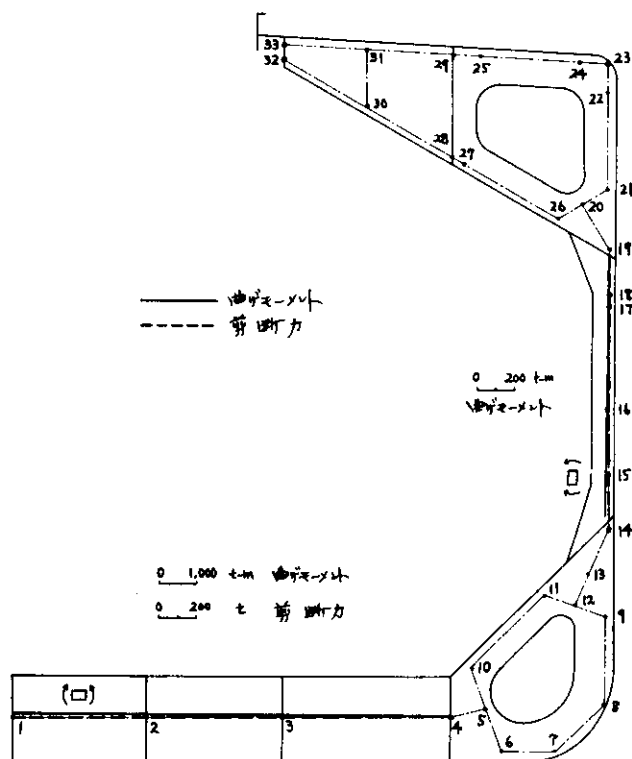


図 3.7-6 積荷前の曲げモーメント剪断力 (Space 4 m)

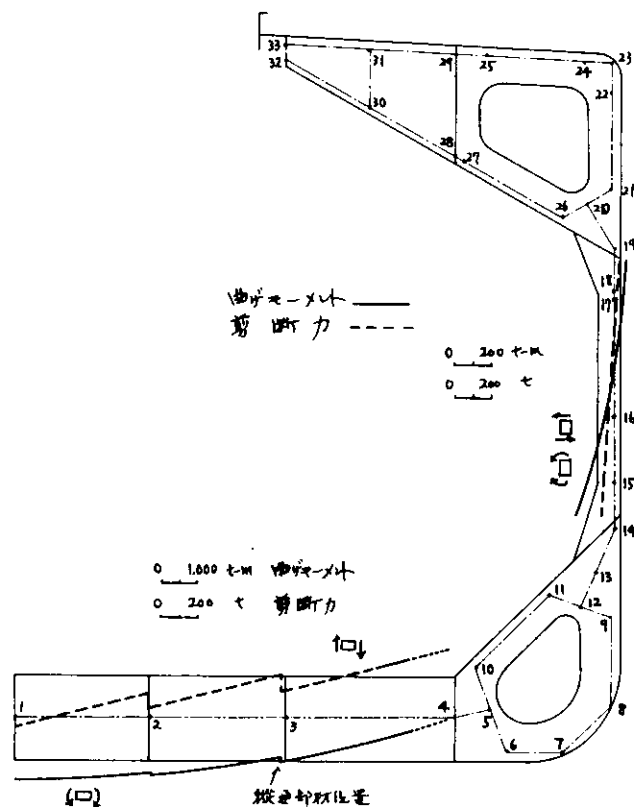


図 3.7-7 積荷後の曲げモーメント剪断力 (Space 4 m)

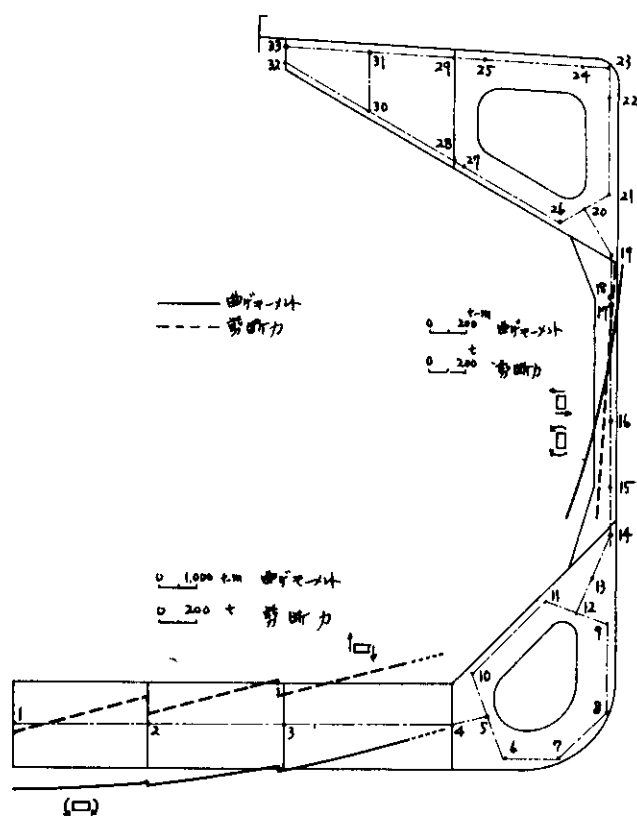


図 3.7-8 積荷前後の曲げモーメント剪断力の変化 (Space 4 m)

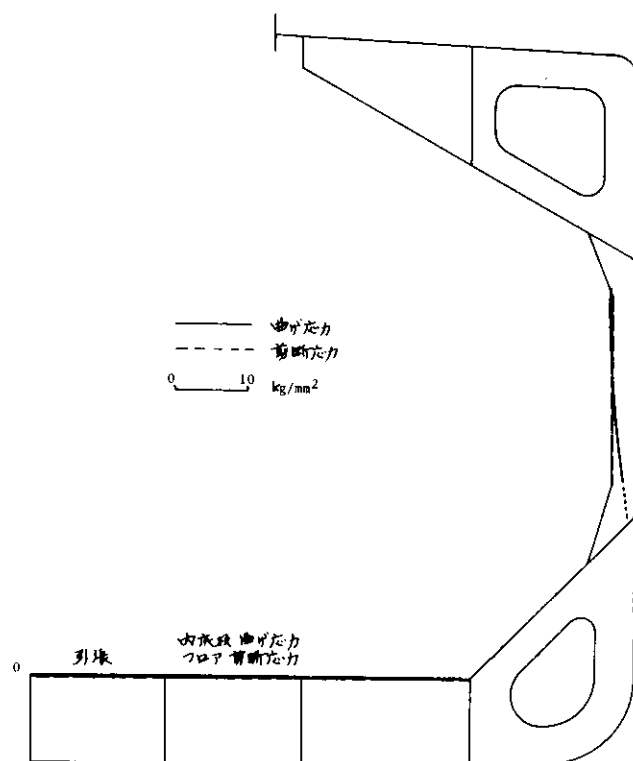


図 3.7-9 積荷前の曲げ応力、剪断応力

昭武丸 ナニヨラスからの復航

$$V/\sqrt{Lg} = 0.15$$

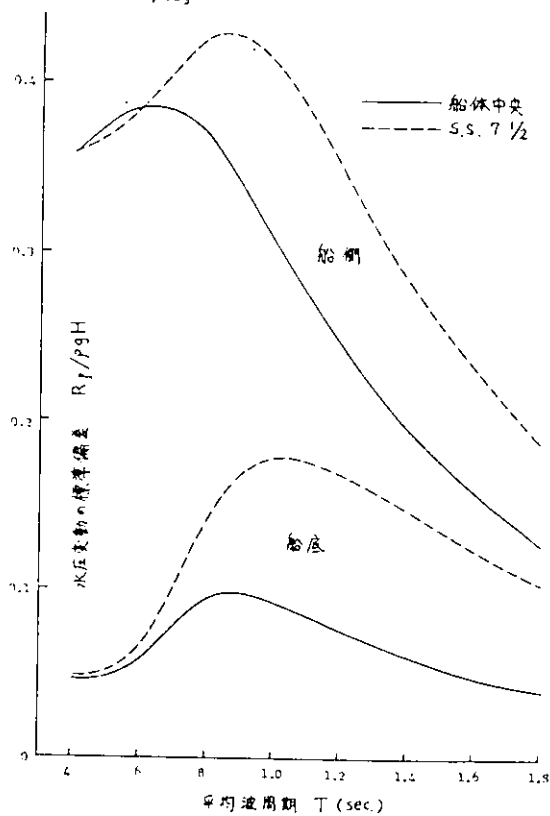


図 3.9-2 昭武丸波浪水圧の標準偏差

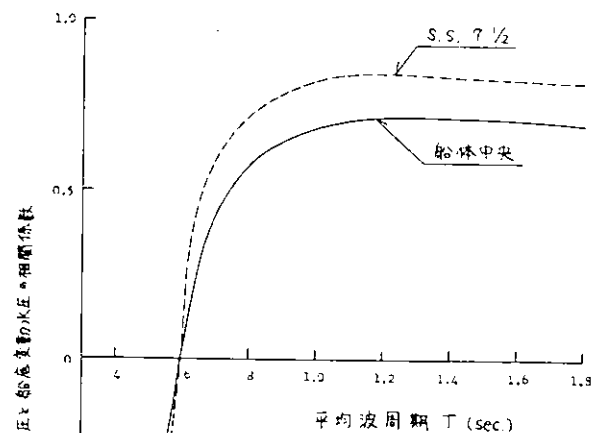


図 3.9-3 船底の波浪水圧と船側の波浪水圧の相関

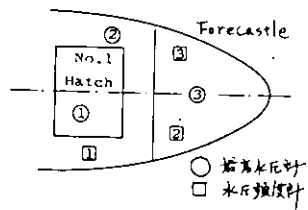


図 3.10-1 背波水圧計配置

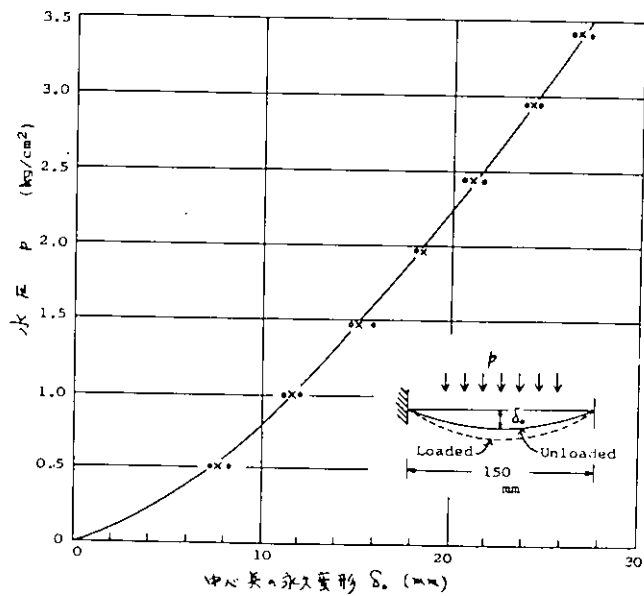


図 3.10-2 最高水圧計の校正曲線

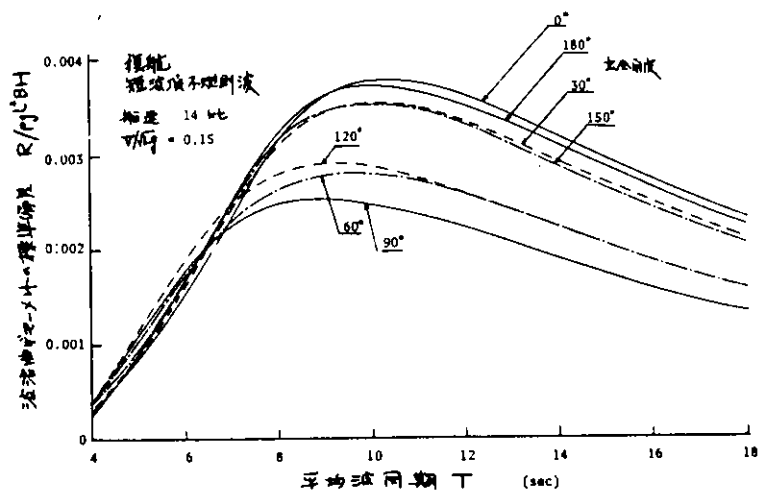


図 3.8-3 昭武丸、船体中央波浪曲げモーメントの標準偏差（復航）

船体中央部と Square station 7½ の船底と船側（吃水面）に働く変動水圧について計算した。計算条件のうち、吃水、重量分布、船速は 3.8 に述べた縦曲げモーメントの計算条件と同じである。波方向は向い波の場合とし、波スペクトルは ISSC スペクトルで長波頂とした。

図 3.9-1 に変動水圧の応答函数を示す。図 3.9-2 に変動圧力の短期分布の標準偏差を示す。図 3.9-3 は船底水圧と船側水圧の相関係数を示す。

3.10 背波水圧

背波水圧の計測は第 2 章で述べた通り、昭武丸のみについて行ない、水圧頻度を測る簡易水圧頻度計と、ある期間中の最高水圧を測る最高水圧計とを、それぞれ 3 個ずつ図 3.10-1 のように配置した。

第 1 次航海においては、背波打上げは全然なく、第 2 次航海において、きわめてわずかの打上げを経験

しただけであつた。図 3.10-2 は最高水圧計の校正曲線であるが、第 2 次航海における記録は

	δ_0 (mm)	p (kg/m ²)
①	1.0	0.05
②	0.1	≐ 0
③	1.9	0.1

となり、船首楼甲板上において 0.1 kg/cm (1 mH) の水圧を記録したのみである。校正曲線からもわかるようにこの程度は誤差範囲に入る程度の値で、あまり正確な値ではない。

水圧頻度計は 6 段のうち最小段が 1 mH に設定してあつたが、1、2 次航とも最小段の計数も零であつた。

荒天時には向波になることを避ける操船上の考慮によるものと思われる。

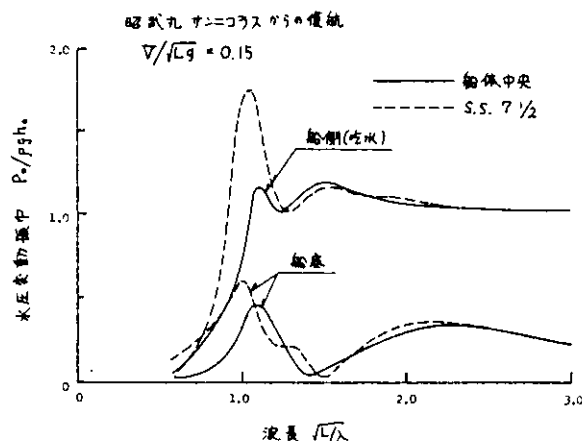


図 3.9-1 昭武丸、波浪水圧の応答函数

4. 試験結果の考察

4.1 縦応力の実測と計算

船体中央上甲板の波浪曲げ応力の実測値（3.3）と理論解析による計算結果（3.8）との比較を行なったものが図4.1-1である。計算曲線は図3.8-3に示した波浪曲げモーメント振幅の標準偏差の無次元表示の曲線から、出合角の別

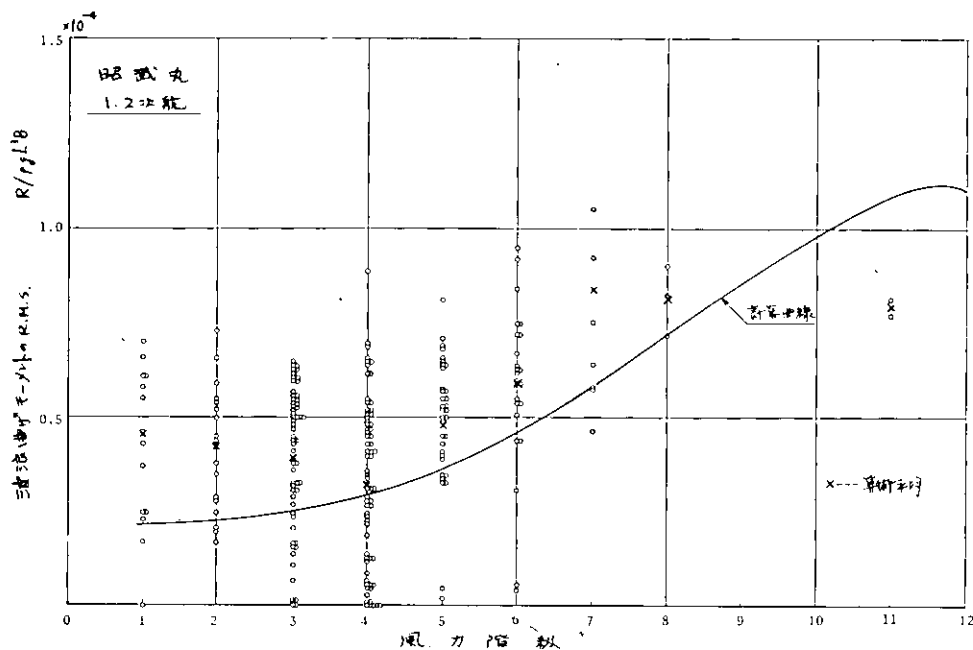


図 4.1-1 波浪曲げモーメントのR.M.S.と風力階級の関係

を無視して、あらゆる方向の波に均等に遭遇するものとして平均値をとり、平均波同期と風力階級の関係は従来統計資料を整理した経験曲線（Nordenström）に従うものとして換算したものである。実測点は表3.3-2中のR.M.S. コンピュータの記録から、応力複振巾→応力振巾→曲げモーメント振巾という換算を行なったものである。点1箇所は一つの短期分布に対応する。

風力階級と無次元波浪曲げモーメントの関係は、図にみる通り計算と実測とは傾向的にはよく合っているが、実測値の方がやや大きく、かつ、これまでの油送船や一般貨物船の場合よりも実測値のバラツキが大きい。すなわち波浪中の曲げモーメントは、今回の計測に関する限りでは、理論解析値より平均的にも大きく、最大値を問題にする場合にはさらに大きい値となることが多いといえる。

表 4.1-1 は貨物船、油送船および鉱石船についての主要寸法、 I/y などの比較表であるが、無次元曲げモーメント

表 4.1-1 計測船の主要寸法および諸定数

船 種	船 名	長 さ L (m)	型 幅 B (m)	型 深 D (m)	載 貨 重 量 D. W (t)	断 面 係 数 (上甲板) I/y (cm^3)	無次元係数 C (kg/m^2) ⁻⁶
貨 物 船	シアトル丸	145.0	12.4	12.5	12,000	6.0×10^6	1.06×10^{-4}
"	大 島 丸	145.4	12.5	12.3	12,000	6.0×10^6	1.04×10^{-4}
"	穂 高 山 丸	145.1	12.6	12.5	11,200	6.1×10^6	0.98×10^{-4}
"	Hoosier State	151.5	21.8	16.5	15,100	9.0×10^6	1.17×10^{-4}
"	Worwerin State	151.5	21.8	16.5	15,000	9.0×10^6	1.17×10^{-4}
"	Morumaeskan State	140.0	20.8	12.5	12,200	6.0×10^6	1.03×10^{-4}
撒 積 船	八 雲 川 丸	220.0	32.2	18.5	64,850	22.74×10^6	0.53×10^{-4}
"	昭 武 丸	236.2	31.85	18.75	63,420	23.04×10^6	0.535×10^{-4}
油 槽 船	日 興 丸	192.3	26.8	13.72	35,280	16.0×10^6	0.83×10^{-4}
"	東 京 丸	290.0	47.5			71.7×10^6	0.61×10^{-4}
"	明 扇 丸	304.0	44.0	24.2	152,850	64.7×10^6	0.52×10^{-4}

無次元化モーメント $\bar{M} = \frac{M}{\rho g L^3 B} = \frac{(I/y)}{\rho g L^3 B} \times X \quad \frac{(I/y)}{\rho g L^3 B} = C$

ト $\bar{M}$ を $M / \rho g L^3 B$ で定義すると、上甲板応力 x と無次元曲げモーメントの関係は

$$\bar{M} = C \cdot x \quad C = \frac{I / y}{\rho g L^3 B}$$

となり表に見る通り、巨大船で中型船に比べて同じ $\bar{M}$ に対して 2 倍以上の甲板曲げ応力を生ずることになる。これを同じくする必要があるかどうかは別問題として、一応注意すべき問題ではある。

4.2 振動応力

波浪曲げ応力に重ねて、2 節曲げの振動応力の顕著に表われていることは 3.3 で述べた通りである。オシログラムから読取った波浪曲げと振動応力の比較は表 3.3-3、図 3.3-4 および図 3.3-5 に示す通りである。これについて注意すべきことは次の二点かと思われる。

まず、複振巾 $2 \sim 3 \text{ Kg/mm}$ 程度の応力そのものは問題ではないが、上甲板でこの程度の値となると、不連続部、開口部など応力集中の高い部分では相当高い応力を生ずるはずであり、これが $40 \sim 50 \text{ cpm}$ で絶えず繰返されるといふことは、疲労などの問題を考えるとき無視できない問題である。

第 2 には、それまでの頻度計数方式に関する問題で、このような振動応力が混在する場合、電子計算機によつてデータ処理をするときはプログラムの組方によつて自由な解析が可能であるが、単能の簡単な頻度計の場合には、その計数方式によつて、波浪曲げまたは振動のどちらかを強調して他方の情報をミスをしてしまう可能性もある。振動応力の頻度分布が無視できないとすれば、頻度計数方式を改める必要もあるかと考えられる。これについてはあとで 4.5 で詳述する。

4.3 荷積み、卸し時の応力変動

八雲丸において合計 3 回、昭武丸において合計 5 回、各寄港地にて荷積み、荷卸しの作業があつたが、二の荷役作業中、1 時間あるいは適当な時間々隔において、各測定点における歪の変動を記録した。これらの結果はすでに前にのべてあるが、一部計算による理論値との比較を含め、この実験でえられた積荷による船体強度上の問題について気の付いた点をのべることにする。

まず、船体の縦応力については、一般に荷役の途中で応力がかなり大きくなることもあるけれども、入港から出港時までの変動として考えると、鯨石船は他の種類の船舶に比べて特に大きな差はないように思われる。計算値との比較においても、梁理論による応力計算値よりはむしろやや小さい値を示しており、荷積み時の静的応力だけを考えればその他の部分の応力に比して問題は少ないであろう。ただ、上甲板上の倉口隅部のブラケット上においてかなり大きい応力が現われることは、横強度との関連もあると思われ、なおさらに実験的、理論的解明を加える必要がある。

船倉内の船側外板と船側肋骨の応力は、外板では横隔壁に近い部分でかなり大きい応力が生じ、剪断応力で 3.6 Kg/mm となつている。一方肋骨上においては、両船とも比較的多くの計測点で計測を行なつたが、八雲丸では寄港地のなかで最も大きい応力を示した NORFOLK において 4.5 Kg/mm 程度であつたのに対し、昭武丸で Alternating Loading を行なつた SAN NICOLAS では約 8 Kg/mm と大きくなつており、その分布は下部に行くほど大きくなる傾向を示した。

2 重底上あるいは 2 重底内の応力のうちで、最も注目されるのは、2 重底内のフロアの船側端部で計測した応力である。フロアの前後の方向の位置は Hold のほぼ中央である。

SAN NICOLAS での計測でこの部分に剪断応力で $1.1 \sim 1.2 \text{ Kg/mm}$ を記録した。

このような局部的な応力について、理論的にも解明しにくい箇所であるが、模型実験等によつても充分な検討を行なうことが必要であると思われる。

また再度行なわれる実船試験においても前述の倉口端部とともに、重ねて計測を行ないデータの信頼性を確かめ、さらに詳細な資料をうる必要があると思われる。

横強度の理論計算は SAN NICOLAS での積荷条件に対応して行なつたが、応力の傾向は大体一致するが、局部的な応力について、量的にはまだ若干の差があり、実験値は理論値より小さくなつていく傾向である。現在の理論計算の仮

定では、まだ局所的な応力についての精度は不十分な点も考えられるので、理論値は単に実験値との比較のみでなく、実験で計測しえなかつた点の応力について、ある程度の応力の推定をする資料となると考える。

このことは、積荷時の実験値との比較のみでなく、航海中の動的応力についても同じであり、一部の計測点の資料から、計測しえない点の応力について、近似的な推定が可能となるであろう。

4.4 航海中の横応力、局部応力

全計測資料は莫大なものとなるので、未だ一通りの解析を試みただけ過ぎないが、3.5にも示したように、一般に航海中において船体の波浪によつて与えられる横応力は、縦応力に比べて小さく、また積荷時に船体に加わる横応力に比べてかなり小さいものと考えられる。

海象に対応して横応力が変化するわけであるが、波浪階級とともに、ほぼ比例的に応力が増加する傾向も見られる。

応力の変動量としては小であるが、積荷時に平均応力として高い応力が加わつていけば、波浪による変動の繰り返し回数は 10^5 程度には容易に達するので、疲労破壊の面からさらに検討を加えて、安全性に対する判断を明らかにしたいと考えている。

計測点数の制限のため、積荷時の応力計測点全部を航海中も計測したのではないため、例えば、積荷時に大きい応力を記録した倉口隅部や2重底のフロア上では航海中の記録がえられておらず、これらの点での安全性については、理論計算による近似的な推定を行なつて結論を出すことを考えている。

一般に、海象に対応した船体応力の解明について未だいくつかの解決しなければならぬ問題点がある。その1つは海象の正確な把握であり、もう1つは波高と水圧との相関関係である。

本実験の観測も海象は目視であり、他の計測機器に比べて、極めて精度の悪いものとなつてゐる。

波高と水圧の関係については、近年研究が進められており、本実験の結果についても横強度計算の基礎資料として計算がえられている。

これら2つの資料と横強度計算を併せて、一応実験でえられる横変動応力は検討することができるわけであるが、現状では予期する成果をあげることはまだ無理であると思われる。

以上のような観点から、航海中の横、局部応力については、推定される最大応力は求まるが、衝撃的な応力を除いて、これらの応力は疲労強度を基準として考えるべきであり、その為に船舶の航行する条件などについての基礎資料を含めてさらに検討を加える予定である。

4.5 計器

動的応力計測用のデジタルデータ集録装置、静的多点計測用のデジタル計測装置はほぼ満足すべき成果を挙げることができ、計測の省力化に大いに役立てることができた。電子計算機を使用してのこれらのデータの解析方法については、若干の問題もあつたが、ほぼ軌道にのつて来たので、今後の解析の高速化が期待される。

頻度計についてはさきに4.2で述べた通り、単能の簡易頻度計では、振動応力が波浪曲げ応力と重畳している場合、その計数方式によつて相当異なつた結果を得る恐れがある。今回の計測についていえば、Peak-to-Peakの応力頻度計では、場合によつては、振動応力のみを計数して低周波の波浪曲げ応力を計数しないこともありうる。無効振巾を設定して、ある程度以下の振巾のものは計数しないという方式では、振動が顕著な場合には無効振巾を大きくとる必要があり、ヒストグラムの最小段の位置に大きいブランクを生ずることになつて、 $\sqrt{E}$ の計算などには不都合を生ずる。アナログ式のR.M.S.コンピュータでは、これと反対に振動応力を殆ど無視して、波浪曲げ応力のみを計測することになり、今回のように振動応力にも着目したい場合にはまったく無能である。

磁気テープに十分過ぎるほどのデータを採録してきて、電子計算機プログラムによつて必要な情報だけを抽出するという解析方法が最も好ましい方式ではあるが、予算その他の関係で、できるだけ多くの船でデータをとりたい場合には、従来のような単能の頻度計の使用も考えなければならぬので、高性能のバンドパスフィルターを使用することなども考える必要があるかと思われる。

また、今回は使用しなかつたが、船側や船底の水圧計測用の水圧計、波浪状態を正確にとらえる波浪計などの適当なものの出現が渴望される。

5. あとがき

搬積兼鉱石船の就航実態を調査し、問題点の所在を明らかにするため、大型鉱石船 2 隻についてそれぞれ 2 航海ずつ実船計測を行なった。計測の主要項目は

- (1) 船体主要部の波浪中の応力頻度
- (2) 船体各部の波浪中の応力変動、応力分布
- (3) 船体各部の貨物積卸時の応力変動

であつた。

まだ、帰港および機器揚陸後日が浅く、十分な解析を終了する段階には至っていないので、断定的な結論をうる段階ではないが、これまでの知見では

- (1) 波浪曲げモーメントによる船体波浪曲げ応力は、傾向的には理論解析による近似計算値と合っているが、いくらか計算よりも大きい応力変動を示している。
- (2) 統計的にはほぼ同じ海象条件と考えられる場合における波浪曲げ応力の値 ($\sqrt{n}$ または平均値) のバラツキが他の船種の船に比べて相当大きい。
- (3) 波浪曲げ応力に重畳して比較的大きい曲げ振動応力がほとんど常時存在しており、構造不連続部などの応力集中箇処においては、疲労に対する考慮が必要と思われる。
- (4) 貨物積卸しにおける横強度部材その他船内各局部の応力変化は理論計算値と傾向的には合っているが、その精度はあまりよくない。計算のみから局部応力を推定しようとするには、計算の精密化その他の検討が必要である。
- (5) 貨物積卸しによる応力変化は、場所によつては相当大きく、航海中の波浪荷重による動的変動よりも大きい場合も多い。大きい平均応力の上に、ある程度以上の応力変動が重畳する場合の最大応力値、および疲労被害などについても検討を要する。
- (6) 応力頻度計は、今回の場合のように、波浪曲げ応力と振動応力の 2 つの異なる周波数の変動が重畳している場合には、その計数方式によつては必要な情報を採り損うこともあるので、単能の頻度計の使用に当つては十分な検討を必要とする。

などのことがいえるようである。電子計算機によるデータ処理方法が軌道にのり、目下解析進行中であるので、追つて詳細の報告が可能である。

次年度についても、ほぼ同種の船 1 隻についての実船計測を計画しており、本年度計測しなかつた部分、更に検討を要すると要われる部分などについての計測を行う予定である。できれば船首部分の応力計測も若干追加したいと考えている。