

自動化鉄鉱石専用船運航実態調査ならびに  
ペルーの鉄鉱石積込地における荷役および  
係船設備実態調査報告書

昭和42年3月

社団法人日本造船研究協会

本調査は、日本造船研究協会が、財団法人日本船舶振興会の補助金の交付を受け、運輸省船舶局運輸技官水間潔氏、社団法人日本機関士協会大西崇博氏に依頼して行なったものである。

## まえがき

近代世界的な経済成長により、貿易拡大に伴なり船腹の増大がある一面、船の乗組委員の確保の困難という海運界の情勢を背景に、技術の粋を結集した経済性の高い自動化船の実現をみた。

貿易の自由化に伴います船の経済性の向上が要求され、輸送能率の向上が要請されるが、日本造船研究協会においては、かねてから船の経済性向上に関する研究を行なっており、その成果は、わが国造船技術の向上に役立つものとして高く評価されている。

昭和41年度は、その調査研究項目の一つとして運航実態に関する調査を鉄鉱石船に重点をおいて行なうこととなり船体装置は陸上施設との関連において決定される要素が多いため、荷役地の施設について詳細なデータを収集しておく必要があることから、鉄鉱石船の就航度合の高い南米ペルー国サンニコラス港、サンフアン港周辺の鉄鉱石積荷地の積荷設備および係船設備に関して調査を行なうこととされた。

本調査は、運輸省船舶局において昭和41年度自動化鉄鉱石専用船の乗船実態調査が行なわれることになったので、その調査の一部として日本造船研究協会から委託されて行なわれたものである。

この度、自動化鉄鉱石専用船富秀丸に日本郵船の御好意により乗船して自動化船の運航実態に接する機会を得、また復航には川崎汽船の御好意により定期貨物船ころらど丸に乗船し、在米船用機器の稼働の実態を知り得たので以下一般的事項について記述する。

水 間 潔  
大 西 崇 博

# I 自動化鉄鉱石専用船の実態

## 1. 調査期間及び調査事項

- (1) 昭和41年11月19日 室蘭港発  
 " 12月12日 サンニコラス着  
 " 12月22日 サンフランシスコ発  
 昭和42年 1月 6日 神戸港着

### (2) 調査事項

- (イ) 船体構造上生ずる諸事象(振動・衝撃・温度・浸水等)が自動化機器に及ぼす影響及び機器の信頼性に対する問題  
 (ロ) 操舵室又は制御室における自動化機器の配置・形状・色彩に関する人間工学上の問題  
 (ハ) 荷役作業条件及び荷役装置の自動化のあり方の検討に必要な資料  
 (ニ) 大型船のために港湾事情及び係船設備からくる操船上の問題ならびに係船作業の自動化上の問題  
 (ホ) 積荷地における荷役施設の状況と船舶の荷役設備の関係及び施設の相違からくる設備条件の問題  
 などを中心に調査を行なった。

本調査は、すでに昭和39年度および昭和40年度において定期貨物船、大型油送船の自動化の調査が行なわれているので、できるかぎり関連性をもたせて対比ができるように考慮した。

## 2. 調査対象船の相対的位置

### (1) 富秀丸の自動化設備の概要と鉄鉱石専用船の特殊性

昭和36年に始めて自動化船が現出し、まず基礎的な部分について自動化が行なわれその実績をもとに以後急速に自動化の進展を見たが、現状では運航の実態に即した取捨選択の段階に達したとみられる。表1に、船の用途別の機関部における自動化項目比較表を示す。

甲板部については、船の用途により設備に相違があつて比較にならないので自動化・合理化項目を列挙するにとどめた。

表 1.

船名	富秀丸	みししつび丸	大井川丸	山 幡 丸
就航年月日	40. 12. 17	38. 12. 18	39. 12	40. 1. 14
船型用途	鉄石専用	定期船	タンカー	石炭専用
総トン数	34,509	8,899	61,564	21,867
積貨重量トン数	56,581	11,978	103,929	35,750
速力	17.0	19.73	17.4	17.74
主機関型式	SULZER 6RD90	川崎MAN K8Z701120	日立B&W 1084VT2BF	日立B&W 774VT2BF
主機連続最大出力	15,000	9,000	23,000	11,500
発電機	450KVA×2	250KVA×3	450KVA 350KVA	450KVA×2
主操機縦	船橋より			
	制御室より	○	○	○

主 機 関	異状警報非常停止装置	○	○	○	○
	クランクケースオイルミスト 増加警報, 出力低減				
	エヤトランク着火警報出力低減				
	各部温度圧力デジタルロガー		○	○	
	出力計				
	テレグラフロガー	○	○		
燃 料 油 系	A-C 重油切換	遠隔手動	○	遠隔手動	○
	貯蔵タンク油量指示	○			○
	澄油タンク油量制御	○			○
	同上 油温	○	○	○	○
	常用タンク油量制御			○	○
	同上 油温	○	○	○	○
	油清浄機 自動	○	○	○	○
	油加熱器 油温	○	○	○	○
	ストレーナー逆洗	手動	○		○
	ウエストタンク自動移送				
	スラッジタンク船外排出				○
潤 滑 油 系	主機入口温度自動制御	○	○	○	○
	同上 圧力				
	主機L0ポンプ自動発停		○		○
	過給機L0ポンプ自動発停				○
	ドレンタンク自動補油				
	清浄機 自動		○		○
	シリンダー油自動補給	○	○		
	ストレーナー逆洗				手動
	ピストン冷却水温自動	○	○	○	○
	同上 圧力				
	シリンダー冷却水温自動	○	○	○	○
同上 圧力					
冷却水タンク自動補給			○	○	
冷却水フィルタータンク 自動油取り					
冷却水加熱自動制御		○			

発電機	遠隔発停装置				
	自動切替, 負荷分担装置				
	動弁加圧注油	○	○	○	○
	運転記録デジタルロガー				
	L.O.圧力温度制御	○	○	○	○
	冷却水圧力温度制御	○	○	○	○
	L.O.特殊フィルター	○			○
空気系	主空気圧縮機自動	○	○		○
	起動空気塞止弁遠隔	○	○	○	
	制御用空気乾燥器	○	○		
補助缶	圧力自動制御	○	○	○	○
	A.O.C.	○	○	○	○
	給水水面自動制御	○	○	○	○
	カスケードタンク液面制御	○	○		
備機	F.O. 移送ポンプ	○			○
	L.O. "				○
	冷却清水ポンプ		○		○
	バラストポンプ				
	雑用水ポンプ				
	雑用清水ポンプ	○	○	○	○
	サコタリーポンプ	○	○	○	○
	吹料清水ポンプ	○	○	○	○
	F.O. 供給ポンプ		○	○	○
	缶水循環ポンプ		○		
ビルジポンプ	○	○	○	○	

表 1. に示す項目は、概括的に自動化あるいは合理化が考慮されていることを示すだけのもので、動作する方式の詳細は省略した。

船の用途によつて、各船の間にとくに特徴づけられるものは見受けられないが、鉄鉱石専用船については、平均の輸送距離が 9,000 km を超え、積荷港と荷揚港の間を直航するので入出港回数が他の用途の船に比較して少

ないため、労力削減の観点からすれば、項目の内容に差異がみられる。

例えば、主機操縦はすべて制御室から行なわれるが富秀丸の場合は、むしろ機側におけるレバー機構を連結軸によつて制御室に導いたもので、ハンドル操作は人手によるものである。貨物船などにみられる、操作方式とは質的な差がある。

しかし、自動化が労力削減あるいは人的制御による困難性などの必然的理由にもとづくものは、さらに自動化・合理化の度合は高まっている。すなわち、必要性の高い項目についてじゆう分に考慮が払われ、選別が行なわれていることがうかがえる。

#### 甲板部および電気部における自動化・合理化項目

- |                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 1. オートテンション ムアリングウインチ | 蒸気・分離形× 2 |
| 2. オートテンション ウインチ      | 蒸気 × 4    |
| 3. 居住区合理化             | 個室・事務室分離  |
| 4. 厨室・食堂配置の合理化        |           |
| 5. 厨室設備機動化            |           |
| 6. 軽量係船索              |           |
| 7. 艙口蓋油圧開閉            | 水密のみ      |
| 8. 自動交換電話機            |           |
| 9. 水晶制御式電気時計          |           |
| 10. エンジンテレグラフ自動記録     | 受のみ       |
| 11. フアクシミリ            |           |
| 12. 電動機集制御盤           |           |

#### (2) 乗組員の節減

自動化船においては、機関部の主要機器が自動化されただけでなく、甲板部における係船関係、荷役関係の自動化・合理化が大巾に採り入れられるとともに、居住区回りの合理化が大いに進められている。総合的には、自動化の進展は、海上要員の確保の困難性に起因するところが大きいと考えられるので、その推移ならびに、船の用途別の比較を表2および表3に示す。

表2. 船における乗組員の推移

年次	定期貨物船 (18ノット以上)	油送船 (6万~7万5千DW)
34年	58人	※64人
35年	57	64
36年	50	53
37年	45	39
38年	42	37
39年	42	36

※印は4万7千~5万D/W型

表3. 乗組員構成比較表

	船名	富秀丸	みしつび丸	大井川丸	山幡丸
甲板部	士官	4	4	4	4
	部員	8	10	8	12
	小計	12	14	12	16
機関部	士官	4	4	5	5
	部員	7	7	7	8
	小計	11	11	12	13
事務部	士官	0	1	0	0
	部員	5	5	5	5
	小計	5	6	5	5
通信部		3	3	3	3
船医		0	0	1	0
合計		31	34	33	37

### 3. 甲板部における自動化・合理化の実態

本調査で得た調査内容のうち、特に公表が差支えないと考えられる事項について記述し、調査に当たりの所感を付記したい。

#### 3-1. 甲板部関係の作業の実態

甲板部における作業は、航海中の航海当直、航海中の整備作業、荷役当直および入・出港時における係船作業ならびに解らん作業に大別できる。甲板部の人員構成は士官3名、操舵手3名および部員5名、計11名である。

参考までに、本調査船における甲板部士官の職務分担を示すとつぎのとおりである。

##### 一等航海士

ジャイロ・エラー・チェック (朝・夕)

スター・サイト ( " ) 船位測定

監視

積荷決定 (船倉の配分)

バラスト積高の決定

気象報告の作成

清水の補給・造水計画

係留中の船体の保守

航海中の掃手入れ

渉外その他従来の事務長の職務を兼務

出・入港時の船首部係船・解らん

作業の指揮

##### 二等航海士

アフタヌーン・サイト (船位測定)

海図の整備・航路計画

海図の改補 (保安庁水路公示事項による注記)

出入港時の船尾部係船・解らん作業の指揮

### 三等航海士

正午位置の測定(正午位置により船長が針路決定)

ストアリスト

携帯品リスト

出入港関係書類の作成 検疫関係書類

出入港届

銃砲所持許可願

積荷作業中のドラフト・サーベイ

出入港時における船橋当直

### 航海中の航海当直

士官1, 操舵手1, 計2名による3直交代

入出時には3/0が航海直に入り(係船作業・解らん)の段階になると0/0は船首部, 2/0は船尾の作業指揮に当る。

### 航海中の整備作業

水夫長ほか4計5名により午前8時から8時間勤務,

停泊時の航門当直及び荷役当直

士官1, 部員2, 計3名による3直交代

水夫長ほか部員1, 計2名によるバラスト 長・排水作業

入出港時における係船作業ならびに解らん作業

船首部 士官1, 部員6, 計7名 (機関部員2名の応援を含む)

船尾部 士官1, 部員4, 計5名 (機関部員1名の応援を含む)

### (イ) 航海当直

作業内容のうち主なるものは、船位測定、監視、気象条件の測定ならびに以上の記録を主体とする。

また、2時間おきに天候、海上状況、温度、風速、気圧を測定し記録している。時化あるいは曇天時などの継続的な悪天候時においても位置を確認できる確実な方法の早期開発が必要である。貨物船に比較し、航海中の積荷に対する位置移動等の懸念は少なく、船も大型船であるので時化に対する精神的負担は楽である。

### (ロ) 航海中の整備作業

鉄鉱石専用船においては荷役設備、器具についての保守作業は皆無でもつばら、ウインチ・ウインドラスのカバー外し、係船索の準備及び後片付け、荷役後の甲板に散乱堆積した鉱石粉の洗滌、清掃、甲板補機の油差し、倉口がいローラの油差し、倉口がい及び甲板の錆落とし、塗装その他の整備を主とするものである。このうち特に次回の荷役・繫船作業の迅速・確実を確保する点検的な整備作業は必要不可欠である。その他の整備作業については、陸上移管も考えられるが航海時の単調さを補い、運動量の不足を解消し、船内における環境の整備による気分の一掃をはかり、しかも各種機器の耐久性の保持に役立つ等の効用が考えられ、自ら、労働能率の向上にもつながることであつて、むしろ船内作業を容易にするような配慮例えば甲板洗滌に便なるような甲板の形状の改良、洗滌用水支柱の配置を適正に配慮するとか、ペイントの刷毛塗りを吹き付けにするとかの

配慮である。

(一) 舷門当直及び荷役当直

米客の見張り，係船索の見張り，荷役中の損傷監視，吃水計測，バラストの漲・排水等である。

バラスト計画は船体保安及び速力維持のためつぎの諸点が考慮される。

- ① 船首船底部がパンチングしないよう船首吃水を5cm以上とする。
- ② 推進効率及び舵効を保つために船尾吃水を8m以上としてスクリュウ・ブレード及び舵をじゆう分沈める。
- ③ バラスト配分に当つては船体中央部における最大曲げモーメント及び応力に留意して甲板応力が14 kg/cm以下となるようにする。又GM過大を防ぐためにバラスト反減水を避けて極力満倉とする。
- ④ 船体固有の振動を避けるために排水量を増減する。(主機回転は一定として、本船の場合振動緩和の關係から載貨重量の65%近く減水している)
- ⑤ 海況が許せばバルバスパウを露出して増速する。
- ⑥ 積地着岸にあつてはローダアーム下面とハッチカバー上面とのクリヤールが最低80cmを持たせるようにする。

本調査船の場合

バラストポンプ能力は公称1台1000トンであるが、2台同時運転で2500~2600トンの排水能力がある。ストリップポンプに切替えると200トンの能力となる。鉄鉱石積込地によつてはローダアームとのクリヤランスの關係で40000トンのバラストを積むこともあり、ローダの積込量に比較し、ポンプ能力が足りない場合があり、積荷終了時になお、バラストが残したこともあつたが、入港前にバラスト能力を見越してバラスト量をあらかじめ調節している。

(二) 入・出港時における緊船作業・解らん作業

鉄鉱石専用船は、経済性の向上から大型化する傾向があり、船体は巨大である。ために、その緊船にあつては、富秀丸の場合で最低ホーサ10本、テンションワイヤ4本、計14本、オープンロードの積込地では20本以上の係船索を短時間で処置しなければならない。本作業のために、甲板部整備要員を確保しなければならないと言つても過言ではない。しかも船舶の大型化と共に索も径が大きくなりその扱いは単独では困難となり複数での処置が必要とされる。また、扱う本数が多いため、増締めは同時的には処置できず、とくにオープンロードの積込地では外洋からのうねりあるいは風の影響を受け船体の移動が大きく荷役の進行に伴い増締の機会が多くなり、結果的に扱う索の本数が累加されることになる。従つて、船における全作業を通じ短時間ではあるが作業要員の大部を集中的に投入しなければならない。

自動化・合理化の観点からオートテンションウインチがすでに採用されているが、本調査船の場合船首・尾部で各2、船体中央部で各舷2、計8である。しかも船首・尾部の沖側すなわち、岸壁と反対側の各1は場合によつては、ブイの索取りに使用しなければならない。また、接岸反対げんのオートテンションウインチは配線の都合で利用できないので実質使用するのは4~6ということになる。できれば反対げんのウインチも利用できるように配線を考慮することが必要であろう。なお、オートテンションウインチはワイヤロープにのみ使用されている。

作業のピークを下げしかも作業の、迅速化・作業量の縮減を図る目的からホーサーオートテンションウインチの開発装備は将来の自動化船に是非とも検討されるべきであり、装備数は多いほど効果的である。

現在装備されているオートテンションウインチは極めて良好に作動し、有効である。

オートテンションウインチの使用はまた、通常の索取りにおける、ロープさばきに必要な熟練度を必要としないことも重要である。2台のオートテンションの索取りは1人で行なわれている。

### 3-2 人間工学的見地からみた船体部関係の問題

#### (イ) 船体振動

振動の原因として、1気筒当りの平均有効圧力の増加、船尾機関室のため推進器の振動の影響、高張力鋼使用による船殻重量の軽減などが一応は考えられる。

各造船所において大型大出力機関の振動対策は種々検討され、ある程度の成果は挙つているようであるが、その原因が確実に把握できないところからび縫策に終つているようである。建造後における保障工事等も大型船であるだけに経済的損失の大きいことが考えられ、また振動が大きい場合の船内作業能率の低下、装備機器の信頼性または耐久度の低下、乗組員に対する精神的肉体的苦痛等をあわせ考えると経済性向上の面からはもちろん、船内労務体制の能率化、各種機器の信頼性向上の面からも振動に対する善後策を国内において早急に講ずる必要がある。

#### (ロ) 騒音

騒音対策は種々講ぜられ、研究も行なわれているが機関室に比較的近い部員の居住区については、更に低コストで一段と防音効率のよい方式の研究が必要であらう。二重ドア方式は採用されていない。

#### (ハ) 冷暖房

本調査船は、居住区ならびに操舵室に冷暖房装置が設備されていて、環境条件は良好で好評であつた。自動調節でなく手動調節であるが切換に適應性がないという状態ではない。将来はなお、温度に対する個人の適應性を考慮し各室の個別温度調節を可能とすることが望ましい。

#### (ニ) 採光

居室または公室の採光については、かなり考慮が払われているが、未だじゆう分とはいえないように見受けられた。照度の点からすればけい光灯との併用によりとくに問題があるわけではないが、採光量の多少は解放感として心理的に訴えるものがあり、作業の単調さに伴う疲労、欲望の充足がじゆう分でないことに対する心理的緊張の緩和のために、大型窓の採用が考慮されてよい。

#### (ホ) 事務室

個室と完全に切離されて独立した事務室は公務と私生活の区切りの場として、また停泊時における外部との接触の場として有効かつ効果的であり、好評であつた。

#### (ヘ) 娯楽談話室

船内における協調・融和の場として、その果たす役割は大きい。乗組員は少なくなり、各個室を与えられ、しかも船内労務の特殊性から当直制があるため時差勤務であり、勤務後に集まつてお互にふれ合う機会が少なく個室にひきこもる傾向が強くなるのも止むを得ない環境にある。本調査船においては部員数が20名であつたが、部員の娯楽談話室のスペースは非常に小さい。特に専用船においては上陸の機会に恵まれず、航海日数が長いなどから、緊張緩和の必要があり、また孤独感からの解放という意味からも社交の場については特段の考慮が必要である。

#### (ト) 救命艇

本調査船には手漕ぎの救命艇が装備されていた。乗船中、消火及び待避訓練があり、救命艇の揚卸作業に接する機会を得た。緊急事態の発生は、船の生涯を通じて皆無であることが望ましく、救命艇本来の用途に使用されることは極めて稀であらう。救命艇の効用とは異なるが、大型船においては沖に緊留する機会が多く、し

かも一般の交通艇の利用が不可能な場合もしばしば経験されるという。手動による救命艇にあつてはその利用効果は限定されるが、機動力をもてば交通の用に供し得る可能性が生れ、随時、必要に応じ訓練を兼ねて有効に利用できる。また、揚艇作業は4～5名によつてハンドルを操作しなければならないほどであり、作業簡略のため電動ウインチ装備の実現が望ましい。

(ア) 各甲板における機能別配置

二層目甲板に公室が集められ機能的であるが、事務室に隣接して上級部員の居室が配置されていた。停泊中は来客があり、事務室への出入りは頻ぱんである。非番時上級部員が居室外に一步出するためにはホテルなみの配慮が必要であり、また、事務室に近いため公務と切離された個室に仕事が持ちこまれる等のことが見受けられた。なお一層機能別の配置を徹底させることが望ましい。

(イ) 鋼製家具の装備と木製家具の調和

船長・機関長の室は来客の応接、当直士官の報告が行なわれるなどのことがあり、その家具調度はシンプルな中にも重厚さがあつた。

その他の乗組員の居室にあつては必要最小限度の鋼製机、ワードローブ、椅子、ソファが備えられ、さらに木製寝台の設備があり、私生活の場として、休息の場として、単純化された中に適度の柔らかさも考慮されていて好評であつた。

従来ややもすれば格付に重点が置かれすぎるきらいがあつたが、標準化された規格品を適当に使い分け合理化が図られていて、しかも軽重をとつて雰囲気はよく好評である。

(エ) 鉄鉱石専用船におけるバラスト漲・排水作業は、重要かつ複雑である。すなわち

a) ローダー及びアンローダーの作業能率は著しく向上しており積荷・揚荷による吃水の変化・トリムの変化は短時間の間に著しい。

b) 積荷及び揚荷順序は荷役回数を重ねれば標準的プランがおのずから定まるとはいへ、ローダーのアームの高さに制限があるため、潮の干満、波の大きさに応じて臨機応変の処置が必要である。しかも、水深からくる吃水の制約をも考慮しなければならない。また、荷役中細紛が飛散して甲板上での作業が困難の場合もある。

などのことから、上甲板上に制御室を設け、機関室内にあるバラストポンプの遠隔発停、ストリップングポンプとの切換え、各バラストタンクのパルプの遠隔操作を、船のトリムの状態を眼でみながら一人で行なえるようにすることが望ましい。現在その実務は甲板長が仕切っているようであるが、乗組員の小人数化は各職務が専門的でなく、一般的に誰でも行なえることが重要である。

(ウ) 操舵室の計器照明

夜間における航行中、計器照度の適正は当直者の視認を確実にし、航行の安全につながるものである。本調査船では計器の目盛板に電氣的なけい光発光板が使用されていて適度の照明効果を挙げていた。

(エ) 2基のレーダー

航行の安全を期すため本調査船の操舵室に2基のレーダーが装備されていた。航行中の他船の動向、障害物の早期発見が航行の安全上有利であることは論をまたないところであるが、悪天候の条件下で対象物の発見は相当の熟練を必要とする。このような観点から2基のレーダーで2人の監視者が監視するようにしたもので航行安全上その効果は大きいと期待される。

(オ) パイロットラダ

パイロットラダは船首楼内倉庫に格納され、パイロット乗船位置は船橋付近の船体中央部が通例であるため

船首楼から約1.20mの間を運搬しそして設置作業を3~4名で行なっている。また乾玄9m以上の場合は補助玄梯を使用するが、その設置作業は危なく非常に困難であるということであつた。乾玄9mを超える船舶においてはパイロットリフトの装備が望ましい。

#### (カ) 甲板の形状

鉄鉱石専用船は荷役終了後甲板上に残つた鉱石粉の後片付け、掃除が大きな仕事となる。甲板上に残つた厚さ約2cm程度の微粉鉱石を海水ポンプでデッキ洗條をしているが鉱石は重いので簡単に流れない。本船の場合5名で2~3日を要している。本調査船の場合上甲板上に Scupper pipe を設けてあるが流れが非常に悪い。Scupper pipe を使用しない。例えばカメの背のような甲板などの配慮が必要であらう。

#### (コ) 遠隔吃水計，遠隔液面計の装備

積荷高チエックのため、一倉決るごとに吃水を読取り、鉱山会社側のフォアマンの持参するチエック・ペーパーとつき合わせるが、本船計量は吃水読取り、バラスト測深に時間がかかり、時間的ずれを生じるため正確を期し難い。さらに常時40cm程度のうねりがあるため、吃水読取りに7~8cmの個人差がある。吃水読取りのためにはなわばしごを使うか、伝馬船を使うかいずれにしてもかなりの時間を要する作業で、しかもなわばしごの場合は危険ともなりことであるので遠隔吃水計の装備が望ましい。またバラストも常時その変化を刻々読取るため遠隔水面計の装備が望ましい。

#### (ク) 娯楽的番組の船内放送

船内に設備されたラジオやテレビは殆んど効用がない。比較的長期の航海となり、レクリエーションも個人差によりそれを享受する度合が異なる。船においては、笑いとうるおいが欠如しているため、ニュースもゴシップ的なものの要求が強く、適当な娯楽番組や音楽をながし緊張をほぐす必要が痛感された。自動的に録音し再生する装置の装備は一考の余地がある。

### 3-3 機関部自動化装置の実態

#### (a) 機関部一般概要

本船の主機は、船型大型化に伴い開発された。大型大出力の SULZER 6RD 90 を装備している。自動化された機器の数としては第1表でも示すように、定期船等の自動化程度と比較すると少ないようである。しかし専用船としては合理化された定員で支障なく運航されている。

本船の特異な装置としては、主機関の2次の不釣合偶力と船体の固有振動とが共振し、振動がはげしいことで、このため主機の軸系の船首・尾にチェーン駆動のバランスを装備して共振を防止し、居住区も各所にブラケットを入れて振動防止を計っているが依然として振動は多い。

機器関係ではぎ装以来不調な一二を除けば、自動化機器も在来機器も新造後1年という好調な時期である。しかし就航後10ヶ月頃より航海中の主機の停止回数が目立つてきており、本船に於いては自動化機器より在来機器の信頼性が問題とされる。

本船機関部の定員は、機関長以下機関士3名、部員7名の計11名である。航海直は機関士1名、部員1名の2名で当直を行ない、整備委員との関係は操機長を除く部員6名が3名づつのA、B2班に分れ、A班が当直委員の時はB班は操機長と共に整備委員となる。この班は約10日間で交代している。

航海中の作業形態は、一般に2名の当直員が制御室で監視作業を行ない、制御室外での計測、注油等の当直中の作業は主に当直部員が行なっている。

整備員は表4に示す定期的仕事であるストレーナー掃除や油清浄作業、油移送作業を行ない、この他に機器の外部掃除、拭取り、機室内掃除、ペン塗り等を行なっている。機器の故障修理や内部開放点検掃除等の作業

は当直機関士が整備員を指揮し、当直部員が制御室で監視作業に当たっている。

従つて当直者は夜間当直時でさえ、2名共制御室内に居る事は少なく、どちらかが見廻りに制御室外に出ている。当直者をこらさせるのも制御室内だけでは検出できない、油漏れ、管の破孔、部材の破損等の小故障が後を断たない状態であるからで、在来機器の信頼性向上が望まれる。

機関部の職務分掌については、在来船と比較して、機関士の担当区分にはあまり変化はないが、在来船に比し定員の減つた部員の方は従来のような、各機関士の助手としての担当はなく、整備作業は全員で行なつている。従つて主要補機等の整備作業では、従来を担当機関士、担当部員だけで行なつていた時と、人数的には増減はなく、支障はないようである。

機関士の方は次席三機士が乗組んでないので、従来一等機関士以下4名で分担していたものを、3名で分担しているので、担当機器の数は増加している。参考までに本船の機関士の機器分担を示す。

機 関 長 ; 機関部総括

一等機関士 ; 名タンク類、補機、油清浄機、補助缶及び排気系、甲板機械、造水装置及び以上関連制御機器、船内作業指揮監督

二等機関士 ; 主機、軸系、操舵機及び以上関連補機ならびに制御機器

三等機関士 ; 発電機、配電盤及び電気装置全般、空気圧縮機、冷凍機及び以上関連補機並びに制御機器

表 4. 主要機器の整備実施間隔

機 器 部 分 名 称	間 隔	施 行 者
主機ピストン抽出、安全弁、始動弁開放点検	5,000~6,000 <sup>hr</sup>	外 注
主機燃料噴射弁開放整備	3,000 <sup>hr</sup>	取替船内
主機掃気室内掃除	5,000~6,000	外 注
同上 内部点検	入港時必ず	船内作業
主機冷却器、空気冷却器開放掃除	5,000~6,000	外 注
主機過給機開放点検	中 検 時	外 注
主機クランクケース内点検	入 港 時	船内作業
主機クランクデツレクション計測	外地入港時	船内作業
発電機ピストン抽出、安全弁、始動弁開放掃除	2,500~3,500	外 注
発電機燃料噴射弁開放整備	600~1,500	船内作業
発電機吸気弁開放整備	2,500~3,500	船内作業
発電機排気弁開放整備	1,000~2,000	船内作業
発電機クランクケース点検	360	船内作業
発電機クランクデツレクション計測	一航海1回	船内作業
発電機過給機開放点検	中 検 時	外 注
発電機冷却器、空気冷却器開放掃除	約 1 年 間	外 注
発電機ドレンタンク掃除	4,000~3,000	船内又は外注
主空気圧縮機、ピストン抽出弁開放点検	約 1 年 間	外 注
主空気圧縮機、クランクケース、L.O.点検	一航海1回	船内作業
補助缶、火炉内点検	一航海1回	船内作業

C重油清浄機開放点検	2週間毎	船内作業
A重油清浄機開放掃除	4日間毎	船内作業
L.O.清浄機開放掃除	1日1回	船内作業
各部油ストレーナー(11ヶ所)掃除切替	1~2週間	船内作業
各部海水ストレーナー	3ヶ月	船内作業

第5表 当直者の作業対照表

自動化船 富秀丸	非自動化船 ころらど丸
主機可動部注油 4~5ヶ所	同 左 9~12ヶ所
発電機可動部注油 3~4ヶ所	同 左 3~4ヶ所
ボイラー給水ポンプ注油	同 左
指圧図撮取	同 左
冷却清水フィルタータンク油取り	同 左
L.O.清浄機スラッジ排出	C重油清浄機スラッジ排出
	A重油清浄機, 運転掃除(4日に1回)
艀音シール油補給	主機シリンダー注油機補給
主機エアークーラー温度調節	同 左
	主機L.O.入口温度調節
	主機冷却清水入口温度調節
	各清浄機入口F.O.ヒーター温度調節
	各F.O.タンク加熱温度調節
	燃料油移送
	ビルヂ排出
	圧縮空気補給
各コントロール・エアー・フィルター・ドレン切り	
操舵機注油	

(b) 自動化機器の装備, 運転の実態

機関部の自動化は表1に示すように, 一通りの制御機器は装備されている。本船で使用されている計測制御機器の信頼性に対しては, 不安はほとんどないようである。

自動制御機器は主として, 温度自動調節系であるが, 大半は検出部にブルドン管式を使い, 調節部は空気圧作動PI動作を採用し, 操作部はダイヤフラム式空気圧駆動弁の型式を採用している。製造所は一社に統一されているので, 機種の違いによる複雑さもなく, 乗組員としても取扱いに慣れやすいようで, 少々乱調ならば船内で再調整できる。

自動制御機器ではないが, 遠隔指示液面計も全部同一会社のエアーバージ式である。一般に空気式は他の型式の自動制御機器に比して, 故障が少ないようである。理由として考えられることは, 船内の高温高湿及び振動に対して部品及び構造が強いのではないかと考える。

○重油浄化系は完全自動で、制御室にグラフィックパネルを持つ本船中一番整った自動化系である。セルフジェクター式の作動水切換ロックスをタイマーでプログラムコントロールする型式で作動は電気で弁類は電磁弁を使用している。

しかしながら浄化機本体のスラッジ排出機構が不調で、自動運転出来ず、やむなく手動運転を行なっている。折角の自動化も効力を発揮していない。

制御室内の装備について次に述べると、制御室内中央に主機操縦卓、前面に主機監視盤一面、発電機及び主要補機監視盤一面、燃料油浄化系及びサービス系のグラフィックパネル一面の計三面。背後に配電盤一式が装備されている。

主機操縦方式はレバー、リンクの組合せで、従来機側にあつたものを、そのまま延長した方式で、従つて機側には操縦機構はなく、制御室内だけである。操縦卓には主機燃料ハンドル、起動空気ハンドル、テレグラフ兼レバーシグナルハンドルがあり、その周りに主機発停に必要な計器がついている。新しい計器としてはテレグラフロガーが装備されているが、この機能が、エンジンオーダーと時間のみをプリントし、主機積算回転数をプリントしないので、S/B帳の記入は従来通り行なわれている。

二面ある監視盤は従来機側に分散してあつたものを、制御室に集中し、各計器に警報をつけたもので、制御室内で異状を発見できても、制御室から処置できる遠隔装置を持つたものは少ない。

発電機の計装で排気温度は全高制御室で監視できるが、冷却水温と潤滑油温の監視ができないのは片手落ちのようである。

遠隔計測器と現場計測器の指示の誤差は本船の場合、遠隔計測器を信用して監視しており、又機器の状態の判断に遠隔計測値を基準にしてもなんら支障がないようで、計器の誤差については問題にしていなかった。

圧力計等は直接配管等を延長した従来のブルドン管式の圧力計である。

計器のチェックはドック毎に行なっているとのことである。

### 3-4 機器の信頼性と保守整備の実態

#### (a) 在来機器に対する所感

表6に本船就航以来の故障を上げてみた。一年間の資料であり、又故障一つ一つの詳しい状態が判らないのが多く、信頼性を算出するには数も少なく、無理であると思うが、一応の傾向は判ると思う。

全般に運航に支障を来たすような故障は少ないようであるが、就航後10ヶ月頃より航海中の主機停止事故が目立つてきている。

故障件数の多いものから少し注釈すると

主機排気回転弁軸シール漏洩；排気管途中にあるバタフライバルブ状の回転弁でこの回転軸が排気管を貫通する部分のメカニカルシールの注油漏洩と排気ガスの漏洩である。この部分は高温にさらされ条件が悪いが、シールの構造材質の問題であろうか。

主機燃油噴射ポンプ及び高圧管の漏洩；燃油噴射ポンプ吐出弁、スピル弁等の漏洩、逃出し弁の漏洩及び高圧管ニッブル締付部の漏洩、ニッブル接合部のクラック等である。高圧管については振動が大きいことが一つの原因かと思われる。

主機排気ガス温度測温抵抗体破損；排気管途中に射し込んである測温抵抗体が排気管内部で切損及び破損及び破損する事で、ピストンリングの切損片等が当るのではないかと考えられているが原因不明。

発電機原動機燃油系高圧部漏洩；燃油噴射ポンプ出口より燃料噴射ノズルに至る高圧管の接合部の漏洩、

振動及び取付け状態による原因か。

補助 火炉内レンガ脱落；本船特有の船体振動が原因と思われる。

鋳物製圧力容器破損亀裂；ワインチシリンダーカバー，各種ストレーナーカバー，各種クラー，カバー及びドレントラップ等々の破損亀裂。片締め等も原因の一つであろうが，鋳物の材質にも原因があるのではないか。

各種ポンプグラント漏洩；メカニカルシール，パッキン使用グラント及び整型，横型と色々あるが，特にどのタイプが悪いという傾向は判らない。整備間隔の決定を軸封技術の向上がのぞまれる。

小径低圧雑用蒸気弁漏洩；弁及び弁座が悪くなり漏り出すもの。当り面の材質に問題ありと思われる。使用に当つて完全に切らず放置し，弁又は弁座が蝕われることも考えられる。

O重油清浄機スラッチ排出不良；SELF JETTOR 方式であるが，弁シリンダーの摺動部のO-RINGの漏洩が原因ではないかと対策中とのこと，中段に装置されているので振動にも影響されているだろう。

以上が主なものであるが，一般に漏洩事故が多いのに驚く。漏洩という状態は，発生してはじめて判ることが多く，先手先手の保守が困難である点，今後問題となるのではないか。

ポンプグラント，その他パッキン材の寿命を，信頼性工学の応用により合理的に定め，取替時期を決定し早目の整備が必要ではないか。又技術的にも密封，軸封技術の向上が望まれる。

在来機器に対する保守整備は表4に示すような間隔で実施されている。表6の故障発生状態と対比して，表4の定期的整備を行なっているものに対しては故障は少ないようである。逆から言えば定期的整備を行なえば故障の発生を防げると言い得る。

最近，各方面で船舶の信頼性について，研究が行なわれているが，これら信頼性工学に基づき，故障分析資料を利用し，実際運航されている船の保守整備計画を決定し，実施することが必要であると思われる。又船舶の信頼性を向上する一つの方法かと考える。

各機器製造者は，自社製品に対する。信頼性と保守間隔の関係を明確にすべきである。

参考までに，本船就航以来，航海中主機停止にいたらしめた，故障を列挙する。

- |       |  |
|-------|--|
| 1～4次航 | なし   |
| 5次航   | 主機危急停止装置，ジャケット冷却水圧力低下用作用動ピストン固着<br>(シンガポール出港時) |
| 6次航   | 主機第六筒燃料ポンプ逃出し弁漏洩<br>(1時間6分停止)                  |
| 6次航   | 主機バルンサー前部駆動チェーンの弛緩<br>(1時間停止)                  |
| 6次航   | 主機第二筒排気回転弁注油管破損<br>(1時間30分停止)                  |
| 6次航   | 主機バルンサー前部及び後部駆動チェーンの弛緩<br>(24分停止)              |
| 7次航   | 主機第二筒燃料ポンプ逃出し弁漏洩<br>(20分停止)                    |

7 次 航 主機第四筒 INNER COVER 鋳物プラグより漏水  
(1時間30分停止)

7 次 航 主機第六筒シリンダーカバーとライナージャケットの連絡冷却水管取付パッキン切損漏水  
(30分停止)

7 次 航 主機第六筒燃料ノズル先端冷却ジャケット部亀裂  
(24分停止)

7 次 航 主機第五及び六筒燃料ノズル先端冷却ジャケット部亀裂  
(30分停止)

本船特有のバルシング機構の弛緩を除いたら、主機停止に至らしめた故障のほとんどが漏洩事故であることが言える。

又このような故障は、ほとんど制御室外での機関、室見廻り中に発見するものが多い、このような計器検出の困難な故障の早期発見方法の開発が望まれる。

機側に高性能の遠隔操縦可能な工業用監視テレビを持てば、ある程度解決されるのではないか。

しかしテレビで監視する必要のない機械の開発が先決かとも考える。

表6. 最近1ケ年間における故障発生一覧表

40.12.17~41.12.13

主 機 械 ( 運 転 時 間 約 7 7 0 0 時 間 )			
	本 体	音, ストレーナ, クラ-	制 御 計 測
漏 洩	排気回転弁メカニカルシール 8	ストレーナー, カバー 3	
	F.O. 噴射ポンプ 9 ( 4 ※ )	F.O. 高圧管 2	
	Cyl. COVER プラグ 1 ※	COOL WATER PIPE 5	
	TELESCO TUBE 1	指圧器弁 3 ※	
	CYL. LINER 上部 2	過給機 L.O. 音 1	
損 傷	PISTON CROWN 亀裂 1		排ガス温度計 5 ※
	排気回転弁曲損 1		
	クロスヘッドメタル剝離 1		
	F.O. 噴射弁亀裂 4 ※		
作 動 不 良		エバラストフィルター 3	シリンダ油量計 1
			圧 力 計 2 ※
			記録温度計 1
			温度調節器 1 ※
			危急停止装置 1
弛 緩	バルンサー駆動チェーン 3 ※		
合 計	3 1	1 7	1 1

発 電 機 ( 運 転 時 間 1 台 約 4 2 0 0 時 間 )			
	本 体	管系, ストレーナ, クラ-	制 御 計 測
漏 洩	F.O. 噴射ポンプパッキン部 1	F.O. 高圧管 3	
	排 気 弁 1※	F.O. 房管ニツプル部 4	
		L.O. COOLER COVER 3	
		ストレーナー, カバーパッキン 1※	
損 傷		ストレーナーカバー亀裂 2	圧 力 計 2※
		起動空気管ニツプル 1※	
作 働 不 良			給気圧力計 4
弛 緩	ブッシュロッドラバー 2		
	ホイールカバー 1※		
合 計	5	14	6
ボ イ ラ ー ( 運 転 時 間 約 8, 0 0 0 時 間 )			
漏 洩	水面計ブローコック 1	排気 EXPANSION 接手 1	
		OIL HEATER 蒸気弁 1	
損 傷	火炉内レンガ破損 4		
作 働 不 良	着火不良 2		余剰圧力逃し弁 2
			給水加減器 1
合 計	7	2	3
冷 凍 機 ( 約 6 5 0 0 時 間 ) 空 気 圧 縮 機 ( 約 4 0 0 時 間 )			
漏 洩		冷凍機コンデンサーカバー 1	
		同上配管ガス漏れ 2	
		圧縮機高圧冷却器カバー 3	
作 働 不 良		雑用空気減圧弁 1	圧縮機 COOLER 弁 3
			圧 力 計 1※
弛 緩	冷凍機ベルト取替 1※		
損 傷	圧縮機 PISTON 叩傷 1		
合 計	2	7	4
各 種 ポ ン プ			
漏 洩	L.O. ポンプグランド 1※	ストリップーポンプ止弁 2	圧力計元弁 1
	給水ポンプグランド 1※		
	ラモントポンプグランド 2		
	ビルジポンプオイルシール 3		
	G.S. ポンプグランド 1※		
	補海水ポンプグランド 2※		
	清水ポンプグランド 3※		
	サントリーポンプグランド 3※		
造水器コンデンセートポンプグランド 1※			

	本 体	管系, ストレーナー, クラ-	計 測 制 御
作動不良			圧力計 1※
合 計	19	2	2
滑 浄 機			
漏 洩		F.O.加熱器元弁 3	HEATER 蒸気弁 1
		作動水入口弁 3	
作動不良	C重油用スラッチ排出不良 22	L.O用ギヤポンプ 5	圧力計 1※
	L.O用エヤーブレーキ 2	A油用ギヤポンプ 1	HEATER 蒸気弁 2
			C重油用油量計 2
合 計	24	12	6
甲 板 機 械			
漏 洩	テンションウインチカバー 4	緊船機付蒸気弁 22	
		テンションウインチ排気管 1	
損 傷		緊船機ドレントラップ 2	
		同 上 ストレーナー 2	
合 計	4	27	
そ の 他			
漏 洩	船尾音オイルシール 1	雑用蒸気弁 48※	貯蔵タンク油面計弁 1※
		雑用水圧タンク弁 1	清水タンク水面計 1
		A油澄タンクドレン弁 2	
		HEATING PIPE 4	
		冷房冷凍機コンデンサー 7	
		L.O.ウエストタンクプラグ 2	
		造水器音 1	
作動不良	エヤーホーン 4※		温水タンク電磁弁 1
	操舵機ピン固着 1※		同上 温度調節 3
	アイスクリーム製造機 3		造水器フローメーター 5
合 計	9	65	11
総 合 計			
漏 洩	46	129	4
損 傷	12	7	7
作動不良	34	10	32
弛 緩	7	0	0
計	99	146	43

注：※印は船内で取替又は完全修理したものの。

(b) 自動化機器に対する所感

表6に示すように、本船の場合、自動制御機器、警報装置、遠隔計測器等の所謂自動化装置について、注目されるような故障はほとんどない。

計器類の故障では、圧力計の示度不良が多いが、これは全部在来型のブルドン管式のものである。自動化以前より故障が多いと言われていたものであり、まだ良くなっていない現状らしい。

温度自動調節系の故障とは、乱調になることで、この程度の不調に対しては、船内でも再調整できるようなものである。しかし乱調となる原因は判明していない。温度自動調節系は空気圧作動式である。空気圧作動式は機械に比較的強い船舶機関士に取って取扱いは楽なようである。

一方電気式(トランジスタ増巾器付)自動温度記録計の乱調の調整は困難なようである。

乗組員の電子工学及び弱電気関係の技術の向上が望まれる。

本船の場合、自動化装置の信頼性は良好に保持されているようだ。表4でも判るように、自動化装置に対する、定期的点検掃除は今のところ必要なく行なっていない訳であるが、現在のままの性能を保持するには、自動化機器類に対する定期的保守も必要となるのではないと思われる。

遠隔操作装置について、主操縦はレバー・リンクの機械式で、故障の可能性は少ないようである。操作上ハンドルが重い箇所があるとのことである。しかし専用船であるので、出入港の回数は少なく、あまり問題にはなっていない。

遠隔操作バルブは二ヶ所あり、A-C重油切換弁は空気圧作動ダイヤフラム弁、起動空気塞止弁は電動モーターバルブである。いずれも好調で、このような遠隔操作バルブをポンプ類の吸吐出弁に採用すれば、ポンプ類の完全遠隔切替操作が可能になるとと思われる。現状は遠隔発停のポンプはすべてモーターの起動停止のみ遠隔で、吸吐出弁の操作は現場で行なっている。

この遠隔手動発停のみでは補機の自動化とは考えられないと思う。従って表1の補機の頃の○印は、自動停止、自動起動及び全自動の補機のみ上げ○印を付けた。

自動化機器の故障については、故障が直接運航に支障を来たすことのないこと、故障しても手動に切換えて行なえるという安心感から、在来機器の故障に比較して、自動化機器の故障はあまり重く考えていないようだ。それ以上に在来機器の故障が多いようである。

自動化の目的が労力軽減であるならば自動化、遠隔化は云うに及ばず、在来機器の信頼性向上も急務であると考えられる。

3-5 機関室及び制御室の人間工学的実態

(a) 機関室の環境

(温度) 本船機関室は大型船の為、機関室長さ30米、巾最大32米と大変広く、高さも上甲板以下が全部機関室となっているので一、二万噸級の船に比し、相当な広さと空間を持っている。

従って機関室の温度分布も場所により大きな差がある。

一例に海水温26.5°Cの時の機関室内温度分布を示すと次のようになる。

海水	26.5°C	外気	30°C	湿度	62%
主機周り 上段			38°C		
主機 F.O. ポンプ前中段			38°C		
下段発電機運転側			38°C		
下段発電機停止側			34°C		

主機フライホイール観測	31°C
缶前中段(無点火時)	35°C
排ガスホイラー(機室最上段出入口)	40°C
工作室兼ストア(上段)	36°C
清浄機(上段過給機側)	38°C
発電機整備場(下段前部)	34°C

海水温 25~26°Cは航路により変化はあろうが、平均的の海水温度ではないと思われる。この状態で機室内は上記の温度分布である。海水温度がもつと高くなる熱帯の航海では過酷な温度状態が予想される。このような機関室と冷房された制御室の出入の回数は少ない方がよく、当直者の疲労を軽減する為にも、制御室外に出る必要のないような装置にすべきである。

以上示した温度は通風の直接当たらない所の温度であるが、通風を良くすると3~5°Cは低くなるようである。従つて通風装置と温度分布は密接な関係にあると思われる。

(騒音) 騒音の発生源は、大きなものから順に主機過給機、発電機、主機本体、軸系清浄機といった所で、結局これらの機械の周りが騒音が高い。

本船では整備作業の多い油清浄機が主機過給機と隣り合せであるから。清浄機整備時は、全然話しができない程である。又発電機関係の整備作業時も騒音の為、意志の疎通が困難である。

主機、軸系の騒音は振動数の低い音なので、普通対話する距離で大声を出せば通じる程度である。

計器の持合せがなく、又経験もないので騒音を数字的に比較できないのは残念である。

(振動) 本船の振動は船体振動と思われるものが多く、居住区も含めた振動から言えば、機関室は比較的振動の少ない方で、船橋や、士官居住区等船の上部に行く程振動が多い傾向にある。

士官居住区では机上で書類を書くのが困難な程の振動があるが、機関室中程にある制御室では机や棚が振動すると言ひ事は無い。

船体振動とは言へ、振動の発生源は主機であるので、五次航終了後の中検工事の際に振動防止策として、主機にバランスを装備したとの事である。しかし我々の乗船した、七次航でも、相当な振動で書類書きは困難であった。

振動のための故障としては、振動が原因であると判然と表面化しているものは少ないようであるが、自動温度調節器の乱調や、清浄機の作動不良、管の破損や接手パッキンの漏洩等は振動が影響しているのではないかと考えられる。

新造頭初より、配管の振動、床の振動が多かつたとのことで各所に防振対策のブラケットやバンドが取付けられている。

本船の姉妹船大隅丸及び五万吨鉦石船興津丸等の大型鉦石船は振動が多いと言ひ話を聞いた。

大型船尾機関船の振動問題は新しい問題として起つて来ているようである。

(照明) 本船機関室の照明は、従来の機関室を予想していると非常に明るいのに驚く。従つて照明については良好のようである。一、二万吨級の船よりは機関室容積が大きく、又内部構造も異なるので単純には比較できないが、次のような数字がでる。

	白熱灯	蛍光灯	水銀灯
富 秀 丸(20次)	68	95	2
ころらど丸(16次)	47	10	0

最近の交流電源船は蛍光灯が多いと思いますが、本船の場合比較的多いようである。又機関室の最上段前後部に水銀灯があり、これは主機整備作業状態を非常に良くし、機関室全体を明るく感じさせる。

従つて機関室各所で、シャッタースピード 1/60 秒絞り 2.4 で充分写真が撮れる明るさであつた。

(換気) 機関室の換気は容量 400 m<sup>3</sup>/分吐出圧 30 mmA の軸流ファン 4 台で給気を行い、内 2 台は排気も出来る可逆転式である。本船では機関室容積が主機の大きさに比し大きいので排気ガスが立ちこめることもなく、換気としては充分のようである。機関室給気孔は 23 箇所内 10 箇所は排気可能である。

#### (b) 制御室の配置形状の実態

本船制御室は機関室中段にあり、左舷最前部に位置する。主機燃油ポンプ、F.O.タンク類、各クーラー類、造水器、補助罐は同じ床にあり見廻りに便利である。一方発電機、主要ポンプ類は下段にあり操作見廻りには不便である。

出入口は船尾側と右舷側主機のそばにある。窓は 60cm 四方のものが二つある。従つて直接機関室を監視する目的には不備であるが当直に当つて特に不便は感じてないようであつた。

制御室の広さは床面積 80 平方メートルで、定期船の制御室に比し相当広い。空調装置としては、容量 1,500 Kcal/h 3.75 KW のユニットクーラーを 1 台装備している。機関室 38~35°C、外気 30°C、湿度 62%、海水 26.5°C の時制御室内は 25°C、湿度 50% に保たれており、冷房装置としては充分であると思われる。

換気孔としてはユニットクーラー用として給気孔 2.5cm 径を一本、その他に機関室給気ファンダクトに連なる給気孔 2.5cm × 2.5cm 1 ヶと排気ダクト 30cm 径のもの 1 本が装置されている。室が広いので常時 2 名又は休憩時間に整備員 4 名計 6 名が集つても空気がにごる等の不快感は全然ない。

照明は床面積 80 平方メートルに対して、20W 蛍光灯が 44 本あり、全てランプシールド付きで計器面の反射も少ないし、影のできるような所は全然なく良好である。

制御室内の計装は、一般概要でも少し触れた如く、主機操縦卓及び連絡電話卓を中央に置き、船尾側に向つて当直者は坐る。その前方 230cm の所に主機監視盤(高さ 220cm、巾 195cm)と補機監視盤(高さ 220cm 巾 195cm)が横に並びその右側に、当直者に見易いように 45° 内側に曲げて、燃料系グラフィックパネルが置かれている。当直者の背後は 230cm の間隔を置いて主配電盤(高さ 220cm、巾 420cm)を置いてある。当直者の横、左舷の壁にそつてユニットクーラーが置かれ、冷風は当直者に向つて吹き出されている。

当直者と監視盤の距離は 230cm もあるので全般を監視するには適当な距離である。12 点温度記録計の指示を見るには少し遠いようであるが、一般監視には支障はないようである。

主機操縦卓は操縦機構がレバーリンク式であるので構造は機側にあつたものと同じで立つて操作している。操縦卓の平面部にはスイッチや表示灯があるが、主機積算回転計(カウンター)もある。この回転計は文字が窓の奥にあるような型で、立つた位置からの視線では見にくく、この計器の配置は一考の余地ありと思う。他の計器類は全部垂直面にあり見易い。坐つても全計器が見え、操縦卓のかげになるようなことはなく良い配置であると考えられる。

監視盤の計器及びランプの配列は、パネル最上部から RUNNING LAMP その下に ALARM LAMP その下に圧力計、その下に遠隔発停ボタンといった順で、縦の関連を持たした配列で、この縦の列の識別に圧力計の上部に色彩をほどこしてある。

この縦の列はパネル上部  $\frac{1}{3}$  ぐらいの所までで中央部には 12 点温度記録計を全部で 4 台装備し、圧力計に対応する温度その他温度は全てこの記録計に含まれている。

その他パネル上の空いた所に時計や舵角指示計、過給機回転計、ホイラー水面計、L.O.ドレンタンク油面計等

を記置してある。全般に整然としており見易い。

燃料系グラフィックパネルは我々不慣れな者が見ても判るように良くできている。グラフィックパネルは計器の数の割には面積を取るといふ欠点はあるが、当直者にとっては判りよいもので、今後もこの形式の監視盤を装備すべきだと思ふ。

警報ブザーは、主機用、補機用、燃油系用の三種のブザーを持ち、音だけで判別できるようになっている。

制御室の騒音は監視卓の囲りでは普通に会話できるが、監視卓より離れ壁に近づくるとだんだん聞き取りにくくなる。しかし大声を出せば制御室内どこに居ても聞えるので、仕事に支障はない。

防熱も兼ねた防音設備としては、天井30cm厚、壁14cm厚のグラスウール板と有孔フレキシブルボードの内張りであり、床は5cm厚のリンベツト吹き付けである。窓もドアも二重にはなっていない。

色彩は一応郵船標準色であるが、監視盤等は標準より薄いものを使い、明るくしてある。配電盤には標準の7.5BG 7/2で薄いブルーグリーンであり、主機操縦卓と3面の監視盤は標準より薄い7.5BG 8/2を使つてある。計器枠は7.5BG 7/2である。

天井はN 9.5で白であり、壁は2.5G 9/2で薄い緑色、床は5Y 9/2で極薄い黄色である。全般に淡い色で明るく、涼しい感じである。

### 3-6 機関部実態調査後の所感

#### (a) 機器の信頼性の向上を促進すること。

各所で触れてきたが、船舶の合理化を推進するに当つての一番の障壁は機器の信頼性の低いことであると考えられる。

信頼性とは、その機器個々の時間と共に低下する信頼度と、信頼度を回復さすべく保守整備作業の実施間隔によつて、その時々々の信頼性が決まり、この時間と共に変化する信頼度の平均的信頼度を実際の信頼性とするのである。従つて信頼性に影響する要素としては、機器個々の信頼度と、取扱い者がいかなる保守整備をするかのこつてであると考えられる。

機器個々の信頼度の向上は機器製造者に努力してもらうこと。保守整備によつて、いかに個々の信頼度を保つていくかは船の乗組員の責任だと考える。

計測機器や制御機器製造者は、自社製品の信頼性について詳しいテストを行ない、色々と資料を整備していると思われる。このような資料を基として、船のような環境条件では、この部品の寿命は何時間であるかを定め、この寿命の間に取替を行ない、こうすれば信頼性は現在以上に向上すると考える。

一方在来機器、即ち機械本体(主機、発電機、ポンプ類等々をさす)に対しては、従来、消耗し尽すまで使用するという立場を取つてきたが、これでは、運転中の突発故障は少なくならないと思ふ。少ない当直員での当直中の故障発生は小さな故障でも、重大な故障を誘発する可能性もある。従つて運転中の突発故障を少なくするために、即ち信頼性を向上するために、機械部品1ヶ1ヶに対しての統計的故障分析を行ない、合理的取替期間を決定し、船内機器全てに対する保守整備計画を作れるようなデータを集めることが急務であると考えられる。

主機無開放6,000時間、発電機無開放3,000時間を目標に色々研究されているが、このような研究を、機械の各部品に総合的に行ない、無開放連続安全運転期間を確立することが望まれる。

#### (b) 製造者及び造船所と船舶乗組員との関係に対する所感

船用機器の信頼性は向上の一途であるが、実際に乗船して、毎日機器の整備や故障、修理を見ていると、まだまだ信頼性があるとは言えない状態である。

船舶の場合、大量生産機器のような、品質管理や品質保証は困難であろうが、付属部品、例えば、内燃機関の燃料弁、排気弁燃料噴射ポンプ等は、量産体制も可能ではないかと思われるのに、故障が多いし、新品取替時の在庫がないことがあると聞く。

実際に消耗品的なものは船内で取替れば、運転中の故障は防げる訳で、故障として製造者にフィードバックされていないのではないかと思われる。

取扱い者と、製造者間の意見交換、資料提供の機会を作り、船内での稼動状態を長期間にわたり記録し、製造者の改良研究の助けとすべきである。

機関全体としての保証も重要であろうが、部品一つ一つについての寿命を明示し、この寿命について保証するのはどうだろうか。製造者が寿命を決めればそれに従って船内の整備計画も決つてくると思う。整備作業の増加により、故障修理作業は減少すると思う。

船の乗組員から「外注工事後の機器は出港して必ずどこか不具合箇所が出る」と苦情をよく聞かされる。

この理由は何んであろうか。陸上工員の技術が低いことか。工事期間が短いことか、色々理由はあるが、出港後の船舶の故障に対する修理工事会社の考え方にも問題があるのではないか。

整備も完全に終り、燃料積込みも終つて、その後で命をまかして、乗組員が塔乗する航空機の形態が理想であると思う。

(c) 自動制御機器に対する取扱い上の技術の向上が望まれる

自動調節器が船舶に採用されたのは最近のことではないであろうが、自動化船出現以来、同じ制御でも、PID動作とか、ポジションナー付等のフィードバック理論に基づく新しい調節系が出てきた。

高等な制御系を装備しても、乱調等になつた場合、乗組員の手で調整するにも相当の経験と熟練が必要のようである。又修理に訪船する製造者側の人も人手不足なのか現場的調整に熟練していない点が多いという。計器取扱い者の養成や、講習等による船員の再教育が望まれる。

従来の機械は整備修理に労力が必要であつたが、これらの自動化された船では労力より能力のある技能者が必要となつてくるであろう。

(d) 専用船における乗船交替期間は7ヶ月である。乗船してその船の各種機器の性能および系統に習熟するには約6ヶ月を必要とするとのことである。自動化船としての効用を更に高めるためにも同一船種、同一船型の船については機能別系統の標準化とともに、各種機器についての標準化が望ましい。

3-7 自動化船と非自動化船の比較に於ける所感

二隻の船の運航状態を比較する場合、装備機器、使用状態、建造年度等の相違から色々問題があり、単純に比較しても意味がないかもしれないが、今回の乗船調査で、自動化船と非自動化船に乗る機会に恵まれたので、両船の機関部について感想を述べる。

自動化鉱石専用船と非自動化定期船の比較であるが、船の甲途が異なるので比較の対象としては主機、発電機、ボイラ、程度とし、使用状態、装備状態の非常に異なる、冷凍機、甲板機械、等については触れない。

非自動化船ころらど丸の航海当直は機関士1名(次席三機士が居るので4時-8時直は2名)と操機手、操機員各1名で計3名(4時-8時直は4名)で行なっている。

当直中の作業は表5に示す通り。計測作業、監視作業についてはあまり差異はないようである。(表7参照)

表7 計器数比較

	計 装 場 所	富 秀 丸	ころらど丸
圧 力	ハンドル前又は制御室内	1 5	1 1
	現 場	0	3
温 度	ハンドル前又は制御室内	1 4	6
	現 場	1 0	1 6
流 量	ハンドル前又は制御室内	2	0
	現 場	3	1
回 転 数	ハンドル前又は制御室内	2	2
	現 場	1	1
液 面	ハンドル前又は制御室内	4	0
	現 場	3	7
合 計	ハンドル前又は制御室内	3 5	1 9
	現 場	1 7	2 8

注：各シリンダーに付くものは1シリンダー当りの数で示す。

：Log Book に記入するもののみを取る。

最大の相異点は、機関各部の冷却水、潤滑油、燃料油等の温度調節である。非自動化船では、この調節に当直員1名がかかり切りで、自動化船では、この作業を自動化し、当直員2名で支障なく運航されている。

しかし、非自動化船でも3名当直では少しの余裕があるので、自動化船では日勤者が行なっている。油の移送、A重油清浄機の掃除を行なっているし、簡単な整備作業は当直者の手で行なっているようである。

監視作業については非自動化船でも、主機ハンドル前に計器を集め、記録計ではないが、遮隔温度計で各シリンダーの排気ガス温度、冷却水温度等も測れるようになっていた。又主要補機の運転警報盤もある。従って自動化船の制御室内での監視と少しは劣るがほとんど同じ程度の監視はできる訳である。

しかし機関室の生の騒音と高温にさらされている訳で、当直者の疲労度は大きいようである。

労働衛生のさげられる昨今、非自動化船の機関室も、当直者を保護する面で改造されるべきである。

ガラス窓から主機ハンドル前が見える、簡単な室を作るだけでも改善されるのではないかと思われる。

非自動化船ころらど丸に於ける、整備要員は、自動化船富秀丸と同じ4名である。表8でも判る通り、特に非自動化船の故障が多い訳でもなく、保守整備作業も自動化船とほとんど変る所はないようである。差異と云えば機関型式の相異によるものぐらいで、主機ピストン抜きや発電機吸排気弁管等の実施間隔は同じであり、従って作業量はほとんど変わらない訳で、非自動化船で4名の整備員で支障なく運航されている。

自動化船と非自動化船を比較して異なる点は、第1に温度調節作業が自動化し労力の軽減となり、結果として当直員が1名減った。この自動調節化により保守作業が特に増加したという所はないようである。

第2に当直者の労働環境が改善されたこと。制御室ができ、空調され、防音された室で監視作業ができるようになり、疲労度が軽減された。

以上の2点が相異点として強く感じられた。

表8. 主要機械故障件数対照表

その1

	故障発生箇所	富 秀 丸	ころらど丸
主 機 関	排気系統	9	3(26)
	燃油ポンプ	9	3(8)
	燃油噴射ノズル	4	50(100)
	シリンダーカバー	1	0
	ピストン	1	2
	各部軸受	1	1
	シリンダーライナー及びジャケット	2	4
	燃油高圧管	2	0
	管系	9	6
	その他	4	4
	合計	42	73(134)
発 電 機	燃料ポンプ	1	1
	動弁機構	2	5
	高圧管	3	0
	管,クーラー,ストレーナー	11	3
	排気弁	1	0
	軸受メタル	0	1
	その他	0	3
合計	18	13	
ボ イ ラ ー	水面計グラウンド及びコック	1	3
	罐付弁	0	3
	その他蒸気弁	3	0
	排気ガス系	1	0
	火炉内レンカ	4	0
	その他	1	0
	合計	10	6
ボ ン プ 類 そ の 他	グラウンド漏洩	17	14
	往復動ポンプ吸吐出弁	0	12
	塞止弁	2	10
	軸受ボールベアリング	0	12
	管系	0	7
	雑用蒸気弁,コック	51	17
	その他	2	3
合計	72	75	

注1. 両船とも40年12月より41年12月までの期間に於ける発生件数である。

注2. ( )内の数字は本文参照

前に自動化船と非自動化船の故障件数にあまり差がないと書いたが表8について少し注釈を加えると。

主機排気系統の( )内の26件はMAN型特有だと言われる掃気孔のカーボン附着による閉塞でこれは故障と言うより整備作業的で、この為に航海中主機を止める事はなく、入港後掃除を行なう。しかし放置すれば排気温度が上昇し重大事故を起す。

燃油ポンプの項の( )内8件は、燃油ポンプの性能低下が発見されたので、入港後取替たもの、( )外の3件は性能低下が激しく航海中取替えたものを示す。このポンプは船内で修理し次の予備とするので、取替ても新品と取替をしたのではない事に注意、燃料ノズルの項は全て燃料ノズル先端にカーボンが附着し燃焼状態が悪くなり取替えたもので、( )内は航海中異状を発見し入港後取替えたものを示す。燃料ノズルも船内で掃除整備して予備とする。従って150件の内実際の使用数は約20本ぐらいとのことである。

以上3種の故障は船内でほとんど修理され、乗組員に取つては故障と言えるが、製造者の立場からは故障であるとは考えられない。事実この種の故障は機関の型式や使用重油、シリンダー油等によって大きく変わるからである。

#### 4. まとめ

以上を総合し、今後船の自動化、近代化および合理化を推進するため、とくに対策を講ずる必要があると思われる事項をつぎにのべる。

1) 各種機器の信頼性向上のための機能的な体制の確立

航海中の故障事故をなくするため基地整備を確立する。

各船において各種機器の事故記録の方法を確立し、その事故統計により整備間隔の適正な標準を得ると同時に、製造業者にフィードバックして各種機器の信頼性向上を促進する機能的な体制を確立する。

2) 大型大出力主機関を装備した船の防振対策

3) 特殊な技能を必要としないで、操作できる装置の開発・装備

(a) 船位速力等記録・気象観測デジタルログ

(b) 各種機器運転記録デジタルログ

(c) ホーサ・オートテンションウインチ

(d) バラストタンク液排水遠隔制御装置

(e) 遠隔吃水計・遠隔液面計の装備

(f) プログラミング盛により、公衆通信、定時放送の自動受信記録および再生

4) 同一船種、同一船型における機能別機器及びその系統の標準化

5) 船内における自動調節・計測系統の計装技術者の再教育

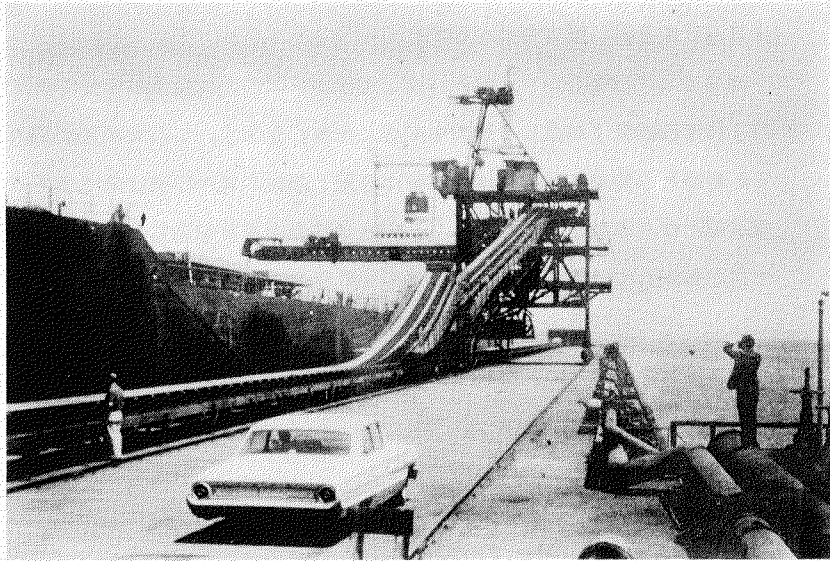
## II ペルーにおける鉄鉱石積込地の積荷および係船施設の実態

### 1. サンニコラス湾

#### (1) 概 要

サンニコラス湾は、ペルーの西岸南緯 $15^{\circ}16'$ に位し、首都リマの南東方約400kmにあつて、西側が南太平洋の外洋に面して、防波堤はない。

1962年 Marcona Mining Co.の施設拡張計画の一端として、最近大型化してきた鉄鉱石専用船の吃水の増加あるいは船の長さの増加を考慮し、鉄鉱石



処理工場の施設とともに鉄鉱石積込施設を完備して新たに開いた鉄鉱石積出し港である。従つて、港には前記の工場施設および積込施設以外にはなく、町にはなっていない。

ペルーの海岸地域の年間降雨量は、平均3cm以下の沙漠地帯であつて、アンデスの雨解け水の河川による扇状のオアシス以外は、荒涼たる赤肌の山なみが続き、アンデス山脈の西斜面が太平洋に向つてすそを引いているので海岸線は500~600mの高台で、草木一本も生えていない。

#### (2) 気 象

##### a. 気 温

赤道と距たること僅かに $15^{\circ}16'$  本来熱帯にあるため高いはずであるが、ペルー沿岸を流れるフンボルト寒流と熱帯偏東風の影響によつて、緯度の同じ他の地方に比較すると $5\sim6^{\circ}\text{C}$ 低いとされている。冬期といわれる5月~8月で平均 $16^{\circ}\text{C}$ 、夏期にあたる12月~4月で平均 $23^{\circ}\text{C}$ である。 $30^{\circ}\text{C}$ を超えることはまれである。

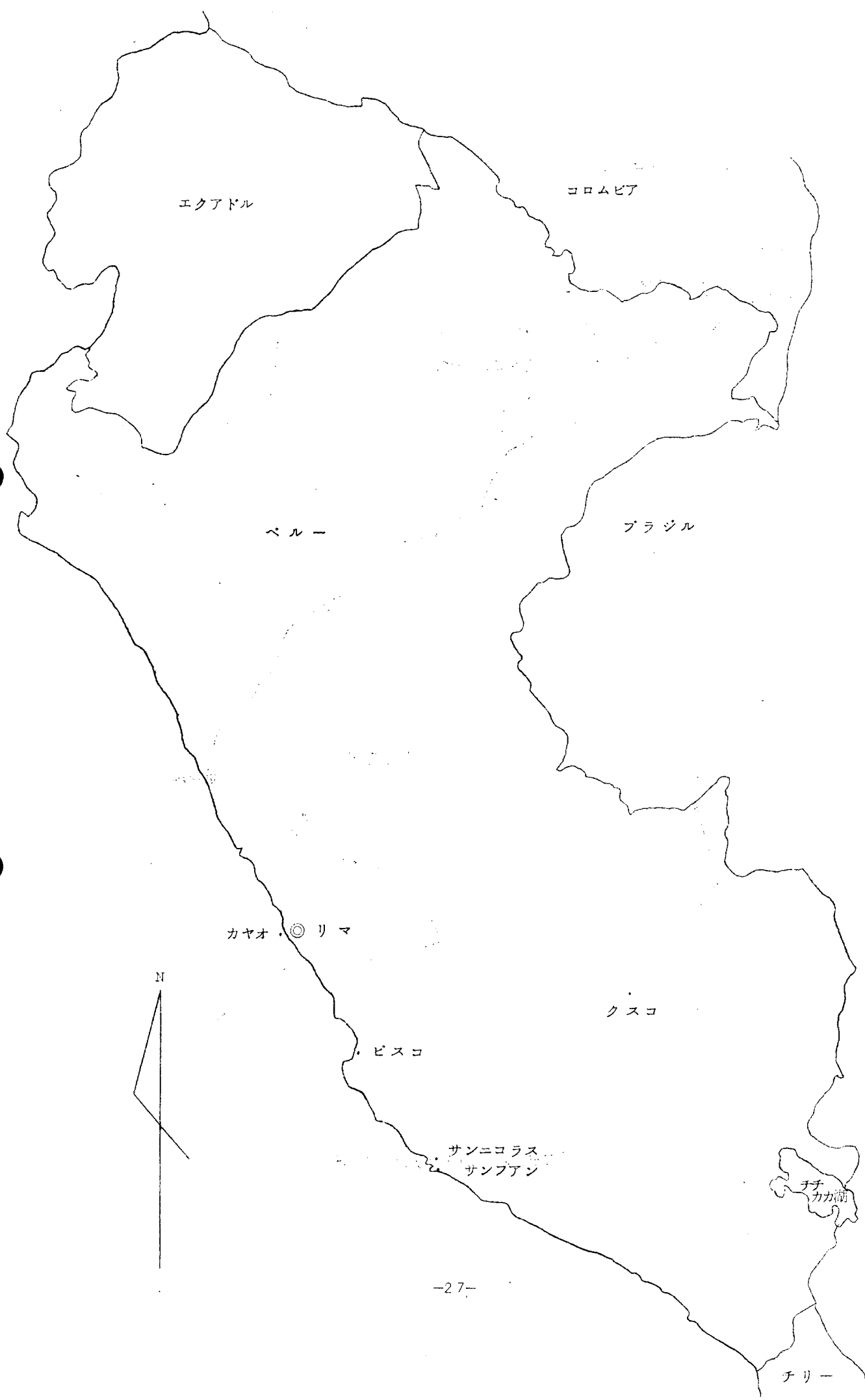
##### b. 風向・風力

南東貿易風が絶えず吹き、2~6の風力である。5月~11月は、平均風速 $10\text{m/Sec}$ といい気象状況は悪い。緊留に対しては、南東の風の時には船体の移動、緊留索のほりに注意を要する。南風の時にはとくに問題はない。風力2~6のSEないしはSSEの風が常時吹いてはいるが、陸地を越えてくる風のため、湾内の波はおだやかである。湾は、南太平洋の外洋に向つて西側が開いているため、ロング・スウェルが常時入りこんでいて、船体を絶えず移動させる。

#### (3) 錨 地

錨地までの水深はじゆう分であり、棧橋北方1,000m付近で水深約30mある。底質はどろと貝がらまじりの砂との混合物で錨かきは良好である。

湾内の水深は25~35mである。



エクアドル

コロムビア

ベルギー

ブラジル

カヤオ ● ◎ リマ

クスコ

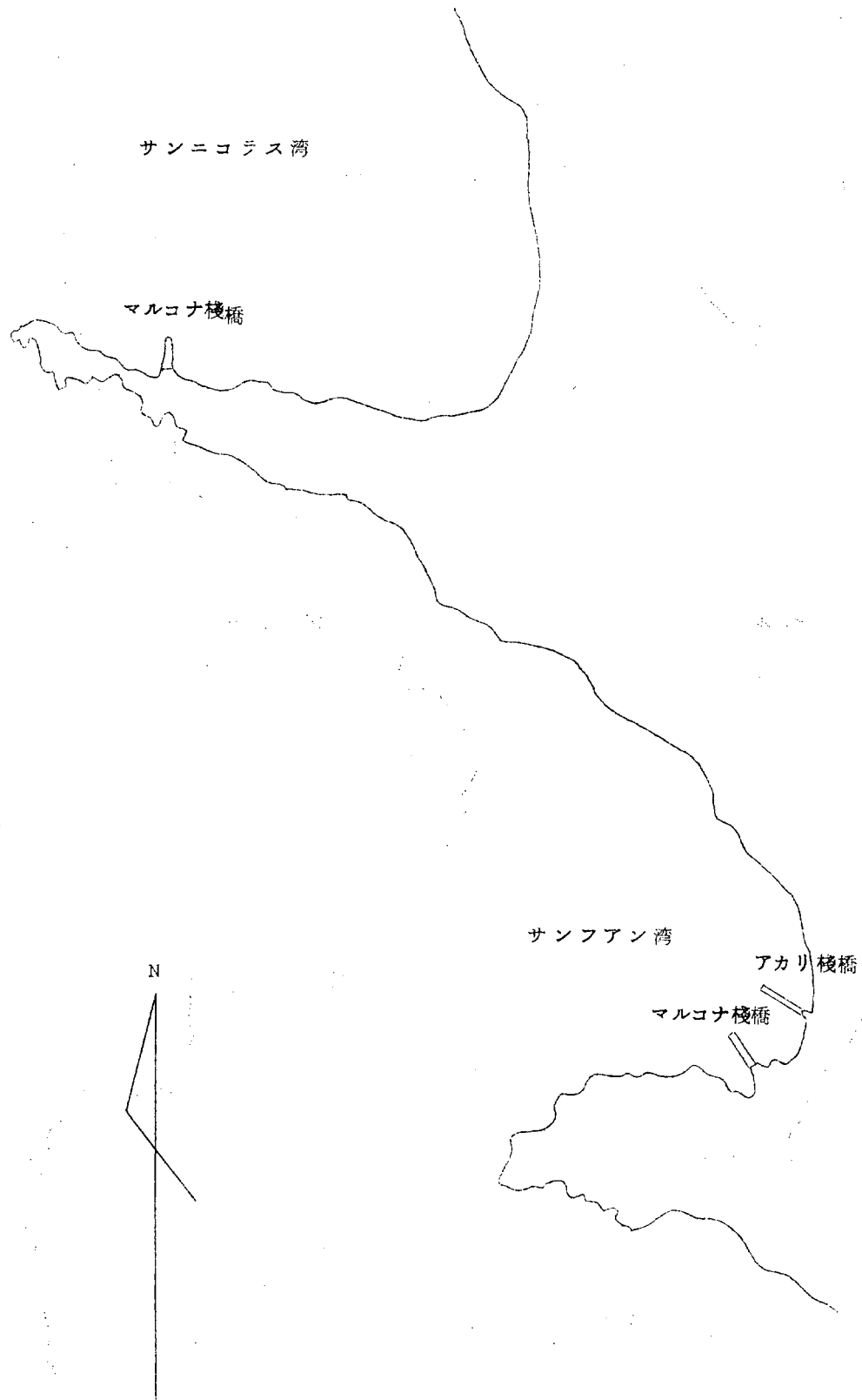
ビスコ

サンニコラス  
サンブアン

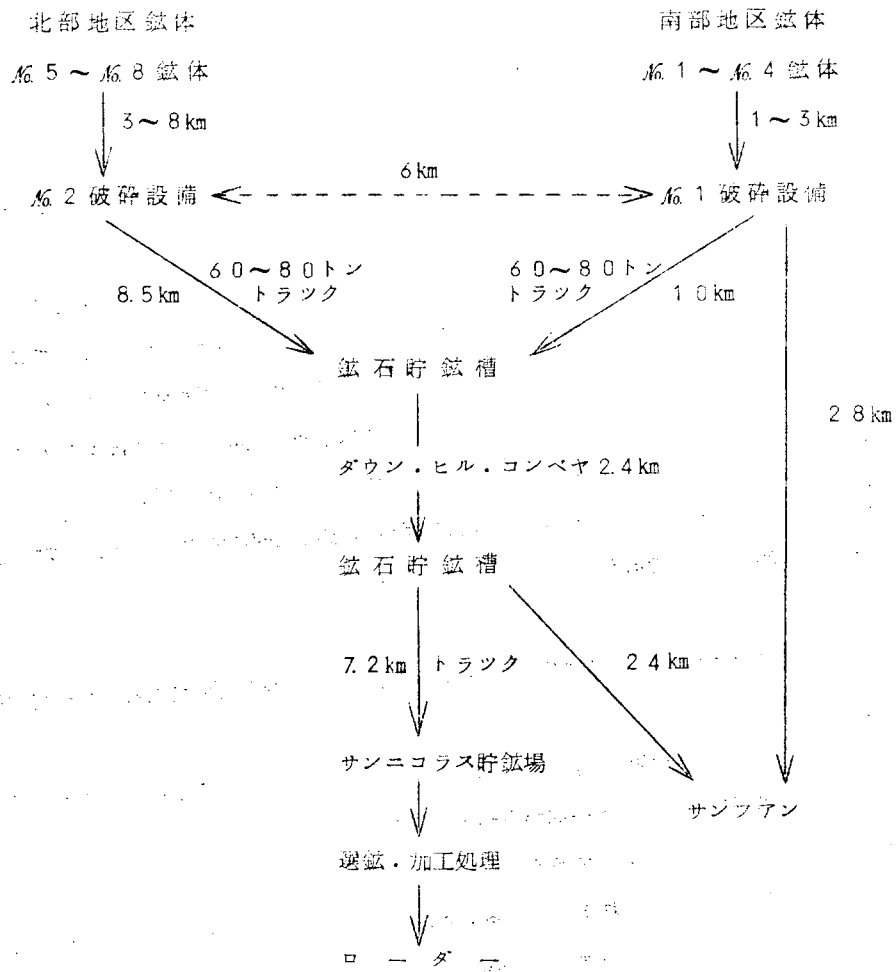
チチカカ湖

チリー





サンニコラス及びサンフアン付近地図



(4) 曳 船

サンニコラス港には利用できる曳船はいない。開港頭初において500ps 曳船2隻が就役していたが、現在はパイロット(Loading Master 兼務)1名が乗船するのみで、錨地から棧橋への移動は本船の自力航行による。パイロットの技量に信頼するに足りる。

(5) 棧橋及び係船装置

棧橋は、サンニコラス湾の南に位置し、その方向は南北に真直ぐに延びている。

棧橋は全長にわたってアスファルト舗装を施したコンクリート製デッキでその長さは305mである。デッキの幅は15mあり、その高さは平均干潮面から3.43mある。

棧橋の両側には、直径50cm、長さ70cmの円筒形ゴムスプリングで支えられた45cmの角材を棧橋に沿って水平に走らせ、所々に大型タイヤフェンダーを取り付けてある。船体をコンクリート棧橋から1.5mの距離に保つようにしている。

鉄石専用船は、棧橋の西側に係留する。

貨物船は棧橋の東側に係留する。

棧橋の西側には、係船用クリートが29箇、ダブルピットが2箇設置されていてその各々にワイヤとマニラをミクスしたスプリング・レイ・ロープ(165mm)の一端が止めてある。棧橋先端で約8m間隔、中心部で約13m間隔となつている。

東側には貨物船用に、クリート24箇とピット2箇がある。

棧橋の先端には、中央に大型のシングルピットがある。棧橋の水深は、海側先端で17.7m、岸側つけ根で12.8mである。

鉄鉱石を54,600ton積載したときの喫水では、前部喫水11.58m、後部喫水12.28mであつて棧橋つけ根側では2m以上の余裕があつたものと考えられる。

鉱石専用船は、左舷を棧橋に向けて横付けする。干満の範囲は0.61m~1.52mで90cm以下である。

現状で着岸可能な最大は10万DWTと称されている。

棧橋の先端と、つけ根にはMotor Capstan各1が設備されていて、索取りは容易である。

棧橋から大波を考慮して送られるスプリング・レイ・ロープは、その時の海象、気象によつて異なるが通常船首尾各5本計10本とみればよい。一般に鉱石専用船では12~16本程度の索を準備しているから合計で22~26本の索取りを考慮しなければならない。積荷の進行あるいは干満の程度によつては索の増締めをしなければならないのでその場合には、甲板部員全員が作業に当らなければならないこともある。

棧橋から送られるスプリング・レイ・ロープは、比較的短かく、船の左舷側で索取りをしなければならない。

これまでの係船索の記録は41本である。

#### (6) ロータ及びブーム

鉱石積込用ローダは、棧橋の先端から23mの点を始点として274m移動可能である。従つて船積み中、船舶の移動の必要はない。

ローダ・ガントリーは、棧橋つけ根に待機し、ブームは、ローディング・コンベアを装備したまま垂直に立っている。この位置で、ブームは棧橋のフェンダー面から約1.2m内側にある。

ローダの積込能力は1時間当り3,000tである。

鉱石船が横付けされ、船首部ラインが取られるとローダ・ガントリーは移動を開始し、ブームは徐々に先端を下げて水平位置をとる。ローディングブームの先端は、棧橋のフェンダーから18mまで伸び、縮めると8.8mとなる。

ローディングブーム下側の高さは、平均満潮水位上11.9mである。よつて、ハッチあるいは障害物の高さが11.6mを越えないようにバラストを考慮しなければならない。ローディング・ブームは真直ぐに伸縮するだけで、セルフトリミングの機構はなくまた旋回もできない。

ガントリーが、棧橋に沿つて移動し、ブームを伸縮することによつて積付の位置を調整する。

#### (7) 積算重量計

棧橋つけ根に、天秤利用によるShore Gageがある。コンベアで鉱石粉をながしながら重量を計測積算している。毎時間当りの積算重量は図示され、自動的に計測されている。一倉ごとに積高が報告される。

#### (8) その他

給水、食糧補給、船舶の修理は何れも不可能である。

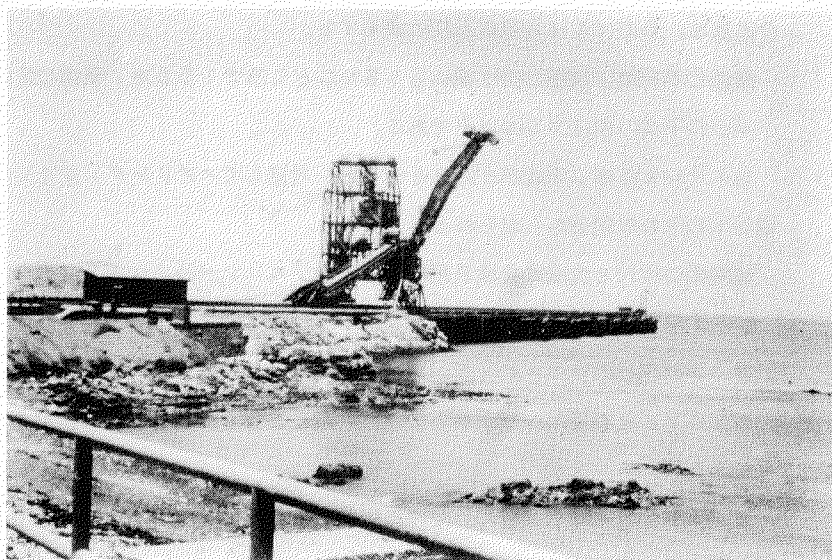
近い将来、棧橋及びローダを増設する計画はない。

## 2. サンフアン湾

### (1) 概 要

サンフアン湾は、ペルーの西岸南緯 $15^{\circ}22'$ に位し、南太平洋の外洋に向つて開け、防波堤はない。

1943年に、チンボテの国営製鉄所設立のためにペルー政府のつくつたサンタ・コーポレーションから Marcona Mining Co. が鉄鉱石の採掘権を得1952年に、国営製鉄所



に鉄鉱石を供給し、また鉄鉱石を輸出するために、サンタ・コーポレーションはマルコナ鉱山会社との間に協定を結び、鉱山の開発計画を進めることが決定し、これによりサンフアン地区に鉄鉱石積出しの施設と会社の福利厚生施設とが設けられ1953年から、鉄鉱石の積出しが始まつた。サンニコラスとともにマルコナ鉱山会社の鉄鉱石積出し港であつて、主たる仕向地は、ヨーロッパ、アメリカ、南米及び日本である。

サンフアンはマルコナ鉱山会社の本拠地で、会社事務所、会社従業員の宿舎、福利・厚生施設としての学校、病院、教会、クラブ等があり、部落を形造つている。

1958年には南米における初めての選鉱工場の操業を開始した。

その後設備拡張計画がたてられ、1962年に新鋭のベルト工場を含む、鉄鉱石加工施設をサンニコラスに新たに建設し、その後もなお拡張工事が継続されサンニコラスの年間生産能力が700万トンに達したので、最近に至り、サンフアン湾の係船能力が公称5万DWTンまでであることから、鉄鉱石船の大型化に伴う能力の不足を考え、鉄鉱石の積出しはすべてサンニコラスにおいて行なうことを決定し、サンフアンでは貨物船による貨物の積卸しのみを扱うこととなつたことが判明した。

従つてペルーにおける鉄鉱石積出し港はサンニコラス一港のみとなつた。

サンフアン湾にはマルコナ鉱山会社専用の鉄鉱石積出し棧橋のほかに、アカリ鉱山会社専用の鉄鉱石以外の鉄鉱石積出し棧橋がある。

### (2) 気 象

気温・風向・風力については、サンニコラスと同様である。

### (3) 錨 地

棧橋の西側先端から北西約700mで水深30mである。錨地としてはやや深すぎるが、底質はどろと貝がらまじりの砂との混合物で錨かきは良好である。

錨地としては、湾内であればどこでもよいが、先船の操船上約150m以上棧橋から離さなければならぬ。

### (4) 棧橋及び係船装置

棧橋は、 $140^{\circ}$ の方向に突出している。

鉄鉱石船は棧橋の北側に係船する。従つて船の右舷を横付けすることになる。南側には一般貨物船を係留する。

棧橋は鋼製で、コンクリートデッキの長さは220m、巾13m、平均干潮時の高さ3.5mである。

棧橋の北側にはクリートが13とビットが2つある。スターライン用の係船ブイが2箇棧橋先端から150m沖にある。このブイは大型鉄石船に使用する。

棧橋の水深は、棧橋のつけ根から18mのところまで10.3m、棧橋の先端で14.6mとなっている。

潮汐の干満の差は90cm以下である。

各クリートには、大波がきたときのことを考慮してスプリング・レイ・ロープの端が取り付けられている。本船の係船索のほかに棧橋から送られるものである。

棧橋のつけ根と先端に先取り用の電動キャブスタンが各1台備えてある。

#### (5) ローダガントリー及びブーム

ブームは棧橋のフェンダー面から14.6m伸び9mまで縮まる。

ガントリーは棧橋のつけ根から、棧橋先端より23m内側まで移動できる。ガントリーの移動速度は毎分1.5mである。

ガントリーは常時、棧橋のつけ根に待機しており、ブームは45°まで上げている。この角度でブームは棧橋の外側に向いている。

ブームの高さは海面から10.3mであるから、10.3m以上に障害物がないようにバラストを調整しておかなければならない。

### 3. まとめ

サンニコラス湾は、南太平洋外洋に面して開けた入江であり、地質も、水深30m前後のどろまじりの砂との混合物による砂かきの良好な底質であつて、今後さらに大型の鉄石船となつた場合にも、操船上とくに難点は認められない。

棧橋付近の水深は12.8~17.7mであつて、船の巾、長さの増加による船のトン数増加が考えられるとすれば、棧橋の利用はじゅう分可能である。

サンファン湾は、すでに陳腐化し、大型船の積込にはその水深、棧橋の規模において適当でないため、鉄鉄石の積込は中止し、サンニコラス湾においてのみ鉄鉄石の積込を行なうことが明らかになつた。

この場合、サンニコラス湾への鉄鉄石船の入港の増加することが考えられるが、積込能力の増強により、船の回転率を上げる計画で、鉄鉄石運搬用コンベアの延長工事が急速に進められており、1967年の前半には完成の予定である。従つて、棧橋の増加等は目下のところ計画がない。

サンニコラス湾は、南東の貿易風がたえず吹いているが、高台を越えてくる風であるため、とくに波が高くなることはない。しかし、南太平洋からの長いうねりが絶えず打寄せているため、棧橋には29のクリートすべてにワイヤとマニラロープを織りませたスプリング・レイ・ロープを用意しており、通常船首尾に各5本計10本程度が送られるため、本船の係船索と合せると20本以上の係船索を扱い、更に干満の度合、積荷の進行に伴い増締め作業が累加されるため、係船作業要員の確保を必要とする。

また、波がおだやかであるためと湾が広く、同時の出入船舶の少ないことから曳船は利用されずパイロットの指示による自力航行である。

本邦における鉄鉱石荷揚地における荷役能率の一例

月	荷揚トン数 T (ロングトン)	荷役日数 日 時 分	T/日	T/H
鉄鉱石専用船				
6	318,122	9. 01. 35	35,086	1,460
7	319,449	9. 23. 25	32,025	1,334
8	226,414	7. 01. 05	32,106	1,338
9	383,826	10. 22. 30	35,091	1,462
(T/日最高記録 51,752T)				
鉄石一般船				
6	10,060	2. 00. 30	4,978	207
7	0			
8	10,818	2. 18. 30	3,904	163
9	0			

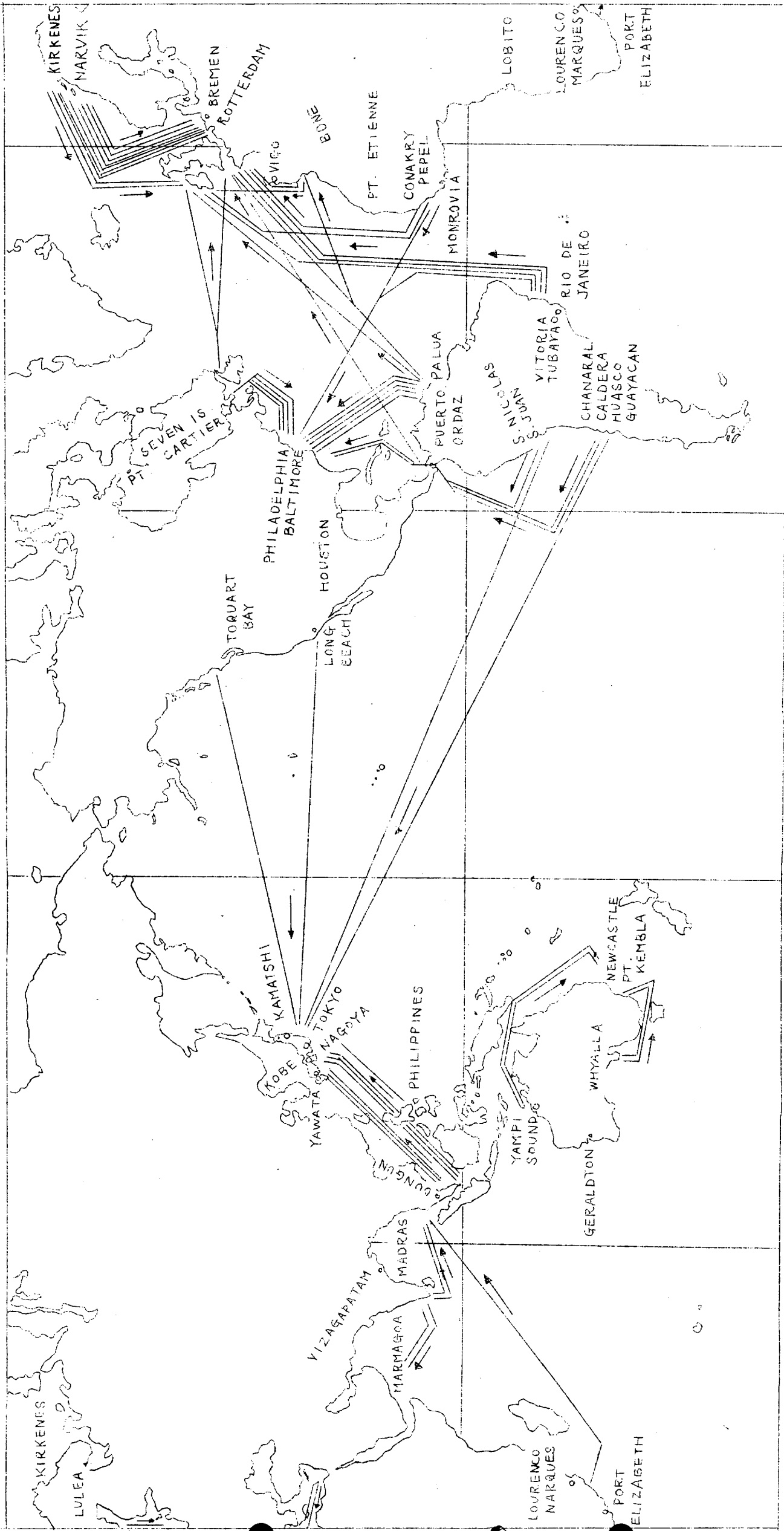
鉄鉱石積荷地における荷役能率の一例

総トン数	積込トン数 (ロングトン)	品 種	仕 向 地	到 着 日	出 発 日
34,115	18,762	AANJ	FUKUYAMA	10/31	11/02
	50,111	CDKJ			
48,347	43,998	APPJ	KAWASAKI	11/01	11/03
6,721	10,205	AHNU	MOBILE, USA	11/07	11/08
	14,000	APPU			
	10,800	APPU			
20,629	53,340	CKNJ	HIROHATA	11/10	11/12
22,779	34,507	CDSU	PHILADEL.	11/12	11/15
	16,369	CKNU			
	250	CKNU			
28,272	63,942	CDSJ	MURORAN	11/13	11/18
18,003	44,404	CDSJ	WAKAYAMA	11/15	11/19
9,662	49,492	CKNJ	TOBATA	11/16	11/20
11,757	27,011	CKNU	PHILADEL.	11/16	11/21
22,775	52,695	CDKF	DUNKIRK	11/20	11/22
15,923	10,005	AANJ	KAWASAKI	11/22	11/24
	35,995	CDSJ			
8,487	20,114	CKNU	PHILADEL.	11/22	11/24
10,730	23,300	APPR	SN-ARG	11/25	11/26
14,615	33,799	CKNU	PHILADEL	11/27	11/28
22,346	59,300	AANG	ROTTERDAM	11/28	11/29
	11,500	AANG			
	32,096	APPJ			
6,721	34,882	APPU	MOBILE	11/29	11/30

(注) 品種欄の記号の第1文字は鉄石の種類

第2, 3文字は鉄石の種類 PP...Pellet, KN...Concentrates  
AN...Blast Furnace, DS...Direct sinter

第4文字は仕向地 J...日本, F...フランス, U...アメリカ,  
D...ドイツ, R...アルゼンチン



## 1962年における鉄鉱石産出量及び輸出量

(単位 百万トン)

Country	Iron Ore Production (incl iron sands and iron pyrites)				Iron Ore Exports		Iron Ore Reserves
	1959	1960	1961	1962	Total	By Sea	
<b>N. &amp; W. Europe</b>							
Austria	3.3	3.5	3.6	3.7	—	—	340
France	60.0	65.9	65.6	65.3	25.3	—	7,000
W. Germany	17.8	18.6	18.6	16.4	0.3	—	1,900
Luxemburg	6.4	6.9	7.3	6.4	0.5	—	240
Norway	2.5	2.7	2.7	2.9	1.3	1.3	500
Portugal	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1	Small
Spain	4.8	5.5	5.9	5.8	1.6	1.6	990
Sweden	18.1	21.4	23.1	22.5	19.4	19.4	3,900
United Kingdom	14.7	17.1	16.5	15.3	—	—	2,600
<b>E. Europe USSR</b>							
Czechoslovakia	2.9	3.1	3.2	3.4	—	—	230
E. Germany	1.6	1.6	1.6	1.7	—	—	—
Hungary	0.4	0.5	0.6	0.7	—	—	Small
Poland	2.0	2.1	2.3	2.4	—	—	370
Roumania	1.0	1.4	1.7	1.7	—	—	100
USSR	92.9	104.9	115.8	126.1	18.6	—	77,000
<b>Mediterranean</b>							
Algeria	1.9	3.4	2.8	2.4	2.2	2.2	500
Greece	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	100
Italy	2.7	2.7	2.7	2.7	0.7	—	80
Morocco	1.2	1.6	1.4	1.1	0.7	0.7	200
Tunisia	1.0	1.0	0.9	0.7	0.7	0.7	60
Turkey	0.9	0.8	0.7	0.7	0.3	0.3	140
Yugoslavia	2.3	2.6	2.5	2.7	0.3	0.3	230
<b>W. &amp; S. Africa</b>							
Angola	0.4	0.7	0.8	0.5	0.4	0.4	100
Gabon	—	—	—	—	—	—	1,100
Guinea	0.4	0.8	0.5	0.7	0.7	0.7	1,000
Liberia	2.7	2.9	2.6	3.5	3.5	3.5	1,000
Mauritania	—	—	—	—	started exporting		200
Niger	—	—	—	—	—	—	11,000 (Possibly)
Rhodesia	0.2	0.2	0.4	0.7	—	—	200
Sierra Leone	1.5	1.5	1.8	1.7	1.9	1.9	200
South Africa	2.8	3.0	4.0	4.3	0.8	0.8	7,500
Swaziland	—	—	—	—	started 1964		60
<b>Asia</b>							
China (incl. Manchuria)	'44	'54	'59	'62	—	—	4,600
India (incl. Goa)	10.7	13.4	14.2	16.3	8.8	8.8	21,000
Indonesia	—	—	—	—	—	—	850

Japan	2.5	2.8	2.8	2.5	—	—	40
Korea (N. & S.)	2.9	3.3	3.7	3.6	0.4	0.4	400
Malaya	2.8	5.6	6.7	6.5	6.4	6.4	60
Philippines	1.2	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1,300
N. America							
Canada (incl. Newfoundland)	21.9	19.2	18.2	24.2	21.6	12.0	15,000
Cuba	—	—	—	—	—	—	3,000
Mexico	0.9	0.9	1.2	1.7	0.1	—	500
USA	60.0	88.8	71.3	72.3	5.9	1.1	5,000
S. America							
Bolivia	—	—	—	—	—	—	50,000
Brazil	8.7	9.4	9.2	5.8	7.1	7.1	20,000
Chile	4.6	5.9	6.9	8.0	6.9	6.9	3,000
Peru	3.4	5.2	5.3	5.3	4.7	4.7	740
Venezuela	17.0	19.4	14.3	13.0	13.6	13.6	2,200
Oceania							
Australia	4.1	4.4	5.3	4.8	—	—	13,000
New Caledonia	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	18
Other Countries	1.6	1.6	1.7	1.9	6.6	1.0	
World Total	436	513	513	527	163	98.3	260,000

Approximate

1962年における各国の鉄鉱石消費量及び輸入量

(単位 百万トン)

Country	Pig Iron and Ferro-alloy Production				Iron Ore Consumption 1962	Iron Ore Imports	
	1959	1960	1961	1962		Total	By Sea
N. & W. Europe							
Austria	1.8	2.2	2.2	2.1	4.1	1.0	0.5
Belgium	5.8	6.4	6.2	6.5	14.9	14.8	4.6
France	12.3	14.0	14.3	13.7	39.1	1.9	1.6
W. Germany	21.3	25.3	25.0	23.9	44.2	28.7	19.7
Luxembourg	3.4	3.7	3.6	3.5	12.3	6.4	-
Netherlands	1.1	1.3	1.4	1.5	2.5	2.3	2.3
Norway	0.6	0.7	0.7	0.7	1.6	-	-
Spain	1.6	1.9	2.1	2.1	4.1	-	-
Sweden	1.5	1.6	1.8	1.9	3.1	-	-
UK	12.6	15.8	14.7	13.7	28.3	12.9	12.9
E. Europe USSR							
Czechoslovakia	4.2	4.6	4.9	5.1	9.1	8.2	5.0
E. Germany	1.9	2.0	2.0	2.0		2.9	
Hungary	1.1	1.2	1.3	1.4	2.9	2.2	
Poland	4.0	4.2	4.4	4.9	11.3	8.0	
Romania	0.8	1.0	1.1	1.5		1.7	
USSR	42.3	46.0	50.1	53.4	101.5	-	-
Mediterranean							
Italy	2.1	2.6	3.0	3.5	6.2	5.1	4.9
Yugoslavia	0.9	1.0	1.0	1.0		-	-
W. & S. Africa							
S. Africa	8	2.0	2.3	2.4	3.4	-	-
Asia							
China	20.2	24.9	25.6	28.5		-	-
Manchuria							
India	3.1	4.1	4.9	5.7		-	-
Japan	9.7	12.1	16.1	18.2	26.4	21.9	21.9
N. America							
Canada	3.7	3.8	4.4	4.7	7.7	4.6	0.2
Mexico	0.6	0.7	0.8	0.8		-	-
USA	55.5	61.2	59.4	60.4	96.5	33.8	24.0
S. America							
Argentina	-	0.2	0.4	0.4		-	-
Brazil	1.5	1.9	1.9	2.0		-	-
Chile	0.3	0.3	0.3	0.4		-	-
Oceania							
Australia	2.3	2.7	3.0	3.4	5.1	0.3	0.3

Other Countries	0.5	0.8	1.0	2.1	7.3	0.9
World Total	218	250	26	271	63	98.3

鉄鉱石荷揚地における荷揚装置の一例

Port	No.	Capacity (tons)	Type
Antwerp	9	15	Man-trolley unloader
Dunkirk	2	30	Rope-trolley unloaders with cab on trolley
Bremen	2	20	Man-trolley unloaders
Bremerhaven	2	20	" " "
Rotterdam (Waaihaven)	23	Up to 16	" " "
Botlek	2	24	Rope-trolley unloaders
Amsterdam	4	16	" " "
Ijmuiden	4	upto 25	Unloaders with parallel link motion
Newport	10	10	Stowing and luffing jib cranes
Cardiff	5	10	Kangaroo type cranes
Port Talbot	5	25	Man-trolley unloaders
Birkenhead	3	12	" " "
Glasgow	3	20	" " "
Tyne Dock	5	10	Kangaroo type cranes
Hartlepool	6	10	Stowing and luffing jib cranes
Middlesbrough (south Bank)	2	19	Man-trolley unloaders
(Cargo Fleet)	2	upto 13	" " "
Genoa (Old jetty)	4	10	" " "
(New jetty)	2	31	Not yet erected
Piombino	3	upto 31	Double-sided man-trolley unloaders
Bagnoli	2	31	Rotating man-trolley unloaders
Taranto	2	41	Rope-trolley unloaders with cab on trolley (not yet erected)
Ogishima	2	30	" " "
Contrecoeur	2	24	Rope-trolley unloaders
Baltimore (Sparrows Point)	8	upto 35	Man-trolley unloaders
(Curtis Bay)	2	27	" " "
(Cottman Pier)	3	upto 32	" " "
(Port Covington)	3	upto 30	" " "
Philadelphia	4	upto 37	" " "
Morrisville	2	27	" " "
Newport News	3	30	" " "
Mobile (Marine Bulk Handling Corp)	1	37	" " "
(Alabama State Docks)	5	Up to 15	Rope-trolley unloaders
Houston	1	20	Man-trolley unloaders
Burnside	2	"	Rope-trolley unloaders
Baton Rouge	2	"	Rope-trolley unloaders with cab on trolley
Port Kembla	3	Up to 20	Man-trolley unloaders
Newcastle (N.S.W.)	3	5 and 10	" " "

European rating, i.e. weight of grab and contents

鉄鉱石積荷港及び荷揚港の公称能力

Loading Port	Loading rate tons/hour	Discharge port	Unloading rate tons/hour
Narvik	6,000	Dunkirk	3,000
Kirkenes	1,000	Antwerp	2,000
Oxelösund	700-1,000	Bremen	1,000
	3,000 by 1965	Bremerhaven	1,000
Lulea	800-1,000	Rotterdam	2,000
	6,000 by 1965	Botlek	1,500
Svartön	will be 6,000	Amsterdam	2,000
Almeria	800	Ijmuiden	1,000
Vigo	Will be 830	Newport	750
Bone	1,200	Cardiff	1,500
La Goulette	4,500-5,000	Port Talbot	1,000
Lobito	400-500	Birkenhead	1,100
Mocamedes	Will be 500	Glasgow	1,800
Conakry	1,200-1,300	Tyne Dock	1,500
Monrovia	1,700-2,500	Hartlepool	750
Lower Buchanan	6,000	Middlesbrough	1,000
Port Etienne	3,000	Genoa	1,000 (later 2,400)
Papel	2,000	Piombino	2,400
Port Elizabeth	1,350	Bagnoli	2,400
Mormugao	650	Taranto	Will be 3,600
Madras	210	Tobata	2,000
Seven Islands	8,000	Ogishima	2,000
Port Cartier	6,370	Contrecoeur	2,000
wabana	5,000	Baltimore	Up to 3,400
Long Beach	3,000	Philadelphia	6,000
Victoria	1,800	Morrisville	2,000
Rio de Janeiro	1,000	Newport News	3,600
Huasco	2,750	Mobile	1,500
Caldera	1,100	Houston	1,000
Guayaquin	3,500	Burnside	2,400
San Juan	2,000	Baton Rouge	1,800-2,000
San Nicolas	3,000	Port Kembla	1,100
Puerto Ordaz	6,000	Newcastle (N.S.W)	650-700
Puerto de Hierro	1,200		
Yampi Sound	1,200-1,400		
whyalla	1,100		
Geraldton	Will be 500		

Approximate

鉱石荷揚港における接岸可能な船の大きさ

Port	Present Conditions		Future Plans		Remarks
	Maximum draught (feet)	Probable max DWT of ship	Maximum draught (feet)	Probable max. DWT of ship	
Belgium: Antwerp Zelzate	38	46,000		45,000	Canal to be deepened
France: Dunkirk	35	32,000	40	50-60,000	Present lock 656 long
W. Germany Bremer	31	22,000		25,000	Large ships will use Bremerhaven
Brake Bremerhaven	34 36	30,000 40,000	44	70,000	Plans not finished
Emden	30	20,000	36	40,000	
Netherlands Rotterdam	39	50,000			
Botlek	40	50,000		60,000	
Amsterdam	39	50,000		70,000	Canal to be deepened
Ijmuiden	36	35,000		60-80,000	
UK Newport	30	20,000		60,000	Plans not finalized
Cardiff	28	17,000			550' length restriction
Port Talbot	25	10,000		60,000	Restricted lock
Milford Haven	52	100,000			Plans not finalized
Birkenhead	28	17,000			Only used for trial so far
Glasgow	33	25,000			35,000 tonner not fully loaded has been discharged
Tyne Dock	36	37,000			45,000 tonner not fully loaded has been discharged
Hartlepoons	29	16,000			
Middlesbrough	31	23,000		35,000	Lay-by berth 38' deep
Italy Genoa	30	25,000	44	60,000	
Piombino	36	35,000			
Bagnoll	36	35,000	38	45,000	
Taranto	38	45,000	42	60,000	

Japan:				
Yawata	44	70,000		Japanese port data based on information about largest ships handed, but may not always have been fully laden.
Tobata	44	70,000		
Mizushima	44	70,000	80-100,000	
Osaka	38	78,000		
Innoshima	39	50,000		
Wakayama	35	42,000		
Kobe	44	70,000		
Hirohata	39	50,000		
Nagoya	38	48,000		
Tokyo	38	48,000		
Chiba	39	50,000		
Kawasaki	39	50,000		
Ofishima	42	67,000		
Kamaishi	34	30,000		
Muroran	39	50,000		
Canada: Contrecoeur	34	35,000		
USA				Largest ships lightened at Philadelphia
Baltimore	39	60,000		
Philadelphia	39	60,000		
Morrisville		60,000		
Newport News	39	60,000		
Mobile	39	60,000		
Houston	35	35,000		
Burnside	38	50,000		
Baton Rouge	38	50,000		
Australia:				
Port Kembla	33	25,000		
Newcastle	26	12,000		

鉄鉱石積荷港における接岸可能な船の大きさ

Port	Present Conditions		Future Plans		Remarks
	Maximum draught (feet)	Probable max DWT of ship	Maximum draught (feet)	Probable max. DWT of ship	
Norway:					
Narvik	41	37,000		60-70,000	Max. length 656' Possible development to relieve Narvik
Rombaksboth				100,000	
Kirkenes	38	30,000			Max. length 600'
Spain:					
Almeria	25	9,000			
Vigo	36	35,000			
Sweden:					
Oxelosund	34	35,000	44	37,000	Perhaps 60,000 to later Max. length 650'
Lulea	28	15,000	38	37,000	Max. length 640'
Svarton				35,000	Development to relieve Lulea
Algeria: Bone	30	18,000			Max. length 536'
Tunisia: La Goulette	28	15,000			
Angola					
Lobito	34	25,000			
Mocamedes	31	20,000		60,000	
Gabon: Owendo			44	50,000	Development dependent on feasibility study
Guinea: Conakry	32	25,000			
Liberia:					
Monrovia	28	15,000			Possible development
Lower Buchanan		45,000	42	65,000	
Mauritania					
Port Etienne	40	55,000		65,000	
Sierra Leone: Pepel	28	16,000		35,000	Work in progress
S. Africa:					
Port Elizabeth	37	45,000			

Mozambique: Lourenco Marques	35	35,000			Port for Swaziland ore
India: Mormugao	34	32,000			Largest ships finish loading by lighter
Madras	31	20,000			
Visakhapatnam		20,000			
Malaya: Dungun	32	25,000			Loaded from lighters
Canada: Seven Islands	39	54,000			Probable size Max. length 598'
Port Cartier	50	100,000		50,000	
Pointe Noire					
Wabana	32	22,000			
Toquart Bay	38	50,000			
Harriet Harbour	32	27,000			
USA: Long Beach	37	50,000			
Brazil: Vitoria	36	45,000	47	60,000	
Rio de Janeiro	34	32,000			
Chile Hvasco		50,000			50,000
Guayacan	40	50,000			
Chaneral					
Calbera					
Peru: San Juan	50	100,000			
San Nicholas		100,000			
Venezuela: Puerto Ordaz	30-70	60,000			Seasonal variation of river depth
Palva		60,000			
Australia Yampi Sound	32	26,000			
Whyalla	32	26,000			
Geraldton	27	13,000			

1962年における海上輸送鉄鉱石の主なる動き

	Belgium Luxembourg	France	West Germany	Netherlands	United Kingdom	Eastern Europe	Italy	Japan	U.S.A.	Australia	Other Countries	World Total
N. & W. Europe												
Norway	0.05		0.78	0.02	0.38						0.05	1.28
Spain	0.04	0.16	0.70	0.01	0.62	0.07					0.05	1.65
Sweden	4.13	0.60	7.80	0.73	4.11	1.14	0.38		0.03		0.45	19.37
Others	0.03				0.52 <sup>(a)</sup>							0.55
Mediterranean												
Algeria	0.01	0.06	0.23	0.05	1.41		0.37					2.17
Morocco		0.17	0.19		0.26	0.07						0.65
Tunisia		0.10	0.04		0.34		0.17					0.65
Others			0.11	0.12	0.07		0.49 <sup>(b)</sup>				0.16	0.95
W. and S. Africa												
Angola			0.39									0.39
Guinea			0.08		0.10	0.47						0.65
Liberia			1.05	0.43	0.74		0.53		0.76			3.51
Sierra Leone			0.70	0.62	0.57						0.03	1.92
S. Africa			0.05			0.10		0.59			0.06	0.80
Asia												
India (incl. Goa)		0.01	1.21	0.17		1.94	1.02	4.43			0.07	8.85
Malaya		0.						6.37				6.37
Philippines								1.45	0.05			1.50
Others								0.56 <sup>(c)</sup>				0.56
N. America												
Canada	0.26	0.02	0.01	0.11	1.68		0.09	1.54	7.30			12.01
USA			0.05	0.05				0.98			0.01	1.10
S. America												
Brazil	0.08	0.21	2.80	0.06	0.45	0.93	0.60	0.46	1.32		0.17	7.08
Chile	0.02	0.	0.42				0.15	2.96	3.38			6.93
Peru		0.18	0.88		0.36		0.24	2.46	0.59			4.71
Venezuela		1.08			1.23		0.63		10.62			13.56
Oceania												
Australia										4.84		4.84
Others										0.27 <sup>(a)</sup>		0.27
Other countries (unspecified)	0.12	0.12	0.03	0.02	0.25	0.19	0.11					0.84
World Total	1.62	1.63	19.70	2.35	12.91	4.97	4.86	21.91	24.05	5.11	1.05	103.16

(a) Incl. 0.34 from Fra (b) Incl. 0.30 from Yugoslavia (c) Incl. 0.39 from S. Korea (d) from New Caledonia