【報　告】

八幡製鉄所戸畑築港計画について

江　口　辰　五　郎*

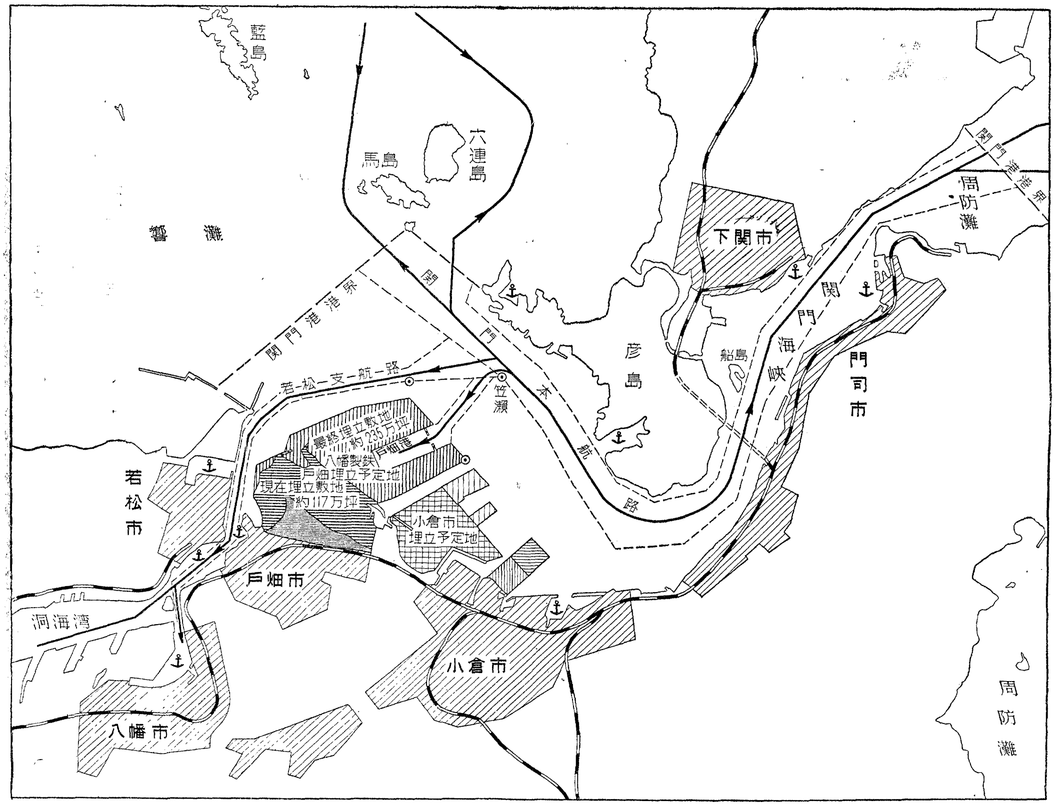
1. 緒　　言

八幡製鉄所は第二次合理化工事として，戸畑地先埋立地に大鉄鋼一貫工場の建設を計画し目下着々進行中である。この計画は最も理想的な配置のもとに，わが国最初の 1 500 t 高炉4基(さらに1基建設可能な余地を残す)および，これにともなう製鋼分塊圧延各設備が計画され，とりあえず，1 500 t 高炉1基，ならびにその付帯部門は昭和34年4月作業開始を目標として実施されている。4基建設ののちには，現在の八幡製鉄所生産に匹敵する大工場が戸畑地先の埋立地に現出し，その形式，技術ともあらゆる分野の尖端をゆき，最も能率的でわが国における最新の鉄鋼一貫工場となり，北九州工業地帯にさらに花を添えることとなる。

この計画工場の敷地は図—1 に示すとおり，大正4年約2万坪の埋立権継承以来，八幡製鉄工場よりの廃滓をもつて埋立てたものであるが，現在までの埋立坪数および最終埋立坪数を示すと次のとおりである。すなわち現在埋立敷地約 117 万坪（以前の陸地部約 30 万坪とも），最終埋立敷地約 235 万坪である。

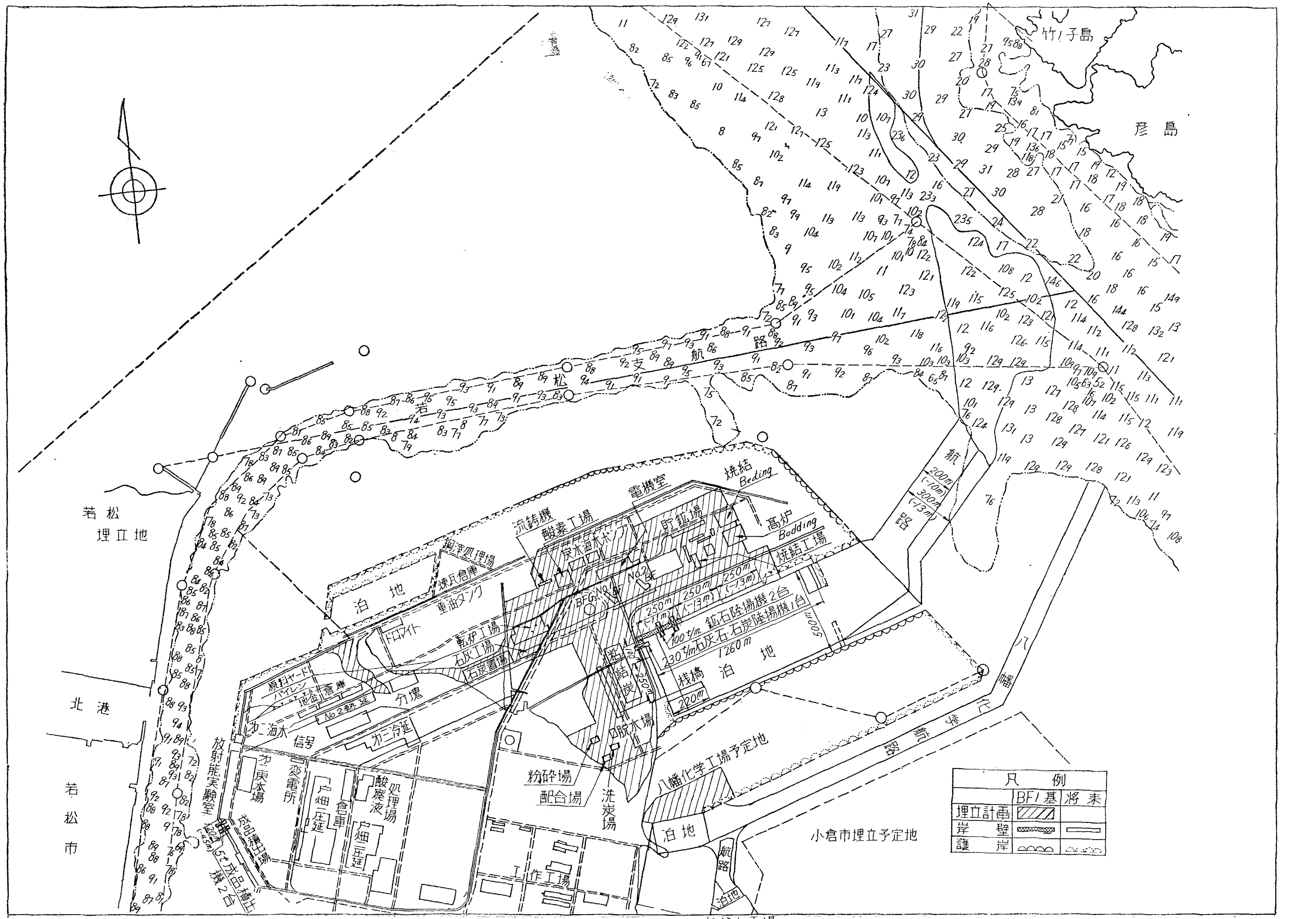
わが国鉄鋼業において最も宿命的な欠陥は多量の原料を遠く海外に求めることである。経済的に原料を輸送することは生産施設の合理化と同時に必要不可欠な問題である。したがつて鉱石輸送船および，これにともなう受入施設の問題はこの計画に当然対策を講じなければならない。欧米一般の傾向として高能率の陸揚施設がつぎつぎと建設されている実情を取り入れ，関門海峡における多少の潮流は高性能タグボートにより解決し，高能率にして安全かつ静隠度の高い港湾を建設すべく計画した。この計画において最も問題となるのは，この敷地を造成することである（図—2 参照)。当然泊地しゆんせつによつて得た土砂をもつて埋立てるとして，第三紀基盤層が海底浅所に存在し，陸上施設には好都合であつても，しゆんせつには能率を阻害する。本年初頭配置決定以来，

図—1



*正員　八幡製鉄KK八幡製鉄所　建設局副局長

図—2 陸上施設配置概要


竹ノ子島
彦島
若松
埋立地
北港
若松市
若松航路
航路
泊地
小倉市埋立予定地
八幡化学工場予定地
セメント工場
焼結
電機室
流鋳機
酸素工場
貯鉱場
高炉
焼結工場
重油タンク
転炉工場
石灰工場
石炭置場
骨材処理場
粉砕場
配合場
洗炭場
脱水場
変電所
放射能実験室
信号
酸廃液処理場
倉庫
工作工場
泊地
桟橋
凡例
埋立計画
岸壁
護岸

昭和 34 年3月までに高炉1基およびその付帯設備を完成するには洪積および第三紀層までのしゆんせつによる土砂を埋立に使用して，土量のバランスを計ることは，とおてい不可能であるので，比較的不必要な埋立予定地帯の海底表層をしゆんせつし，バランスせしめるように計画した。敷地高さの決定は後述 **3**. の諸元と排水計画とを考慮し，平均干潮面上最低 3.50 m と決定したが，不適当な地盤高は不経済かつ不安全なものとなるので，決定には慎重を期した。

第1基高炉開設用として，昭和 33 年7月までに大型船の入港に支障がないようにする目標である。これまでを港湾計画上の第1期工事として，これに必要な各種工事概要を示すと **表—1** のとおりである。この場合の対象目標の鉱石船は，今日わが国における鉱石輸送の最大級である日春丸，あるいは日隆丸（D.W. 15 000 t）としている。

表—1　大型船入港設備第1期計画

工事名称	数量	完成予定	工事内容
航路しゆんせつ	950 000 m³	昭.33. 4末	水深−10 m，幅員 200 m. 延長約 1 000 m，運輸省(四建) 委托(バケット船使用)
泊地しゆんせつ	2 318 000 m³	昭.33. 6末	岸壁前面泊地 11 m，その他 −10 m
内訳　ポンプ船	1 938 000 m³		水深 −10 m
デイッパー船	312 000 m³		〃　−11 m
バケット船	68 000 m³		〃　−11 m
大型船岸壁築造	250 m	昭.33.7.10	水深 −11 m，長さ 200 m 直線矢板 〃 −11 m〜−6 m，長さ 50 m(取付岸壁) V型矢板
小型船岸壁築造	100 m	昭.33.7 末	水深 −6 m
埋立工事	230 000 坪	昭.33.5 末	土量 約 6 500 000 m³
1 000t/h鉱石陸揚機	2 台	昭.33.7 末	ターンテーブル付マントロリー式
230t/h石灰石陸揚機	1 台	昭.34.3 末	水平引込式（石灰石，石炭兼用）
タッグボート	2 隻	昭.33.7 末	フオイトシュナイダー推進器付，船体約 170 t，全機関 680 HP 2 基，索引力 12 t 以上
航路標識	一式	昭.33.2 末	柱灯浮標3コ，簡易浮標4コ，導標2組
その他信号設備	一式		

2. 計画荷扱いについての諸問題（とくに鉱石輸送船について）

ここに企図する港湾の荷扱いはほとんど大部分は原料入荷に対するものである。すなわちとり扱う荷種は製鉄作業用としての主原料，副原料，雑材料，雑機器等その種類は多数にわたるが，そのうち根幹となる鉱石，石炭等主要原料の取扱い推定量および陸海送別推定量を示すと **表—2(a)** のとおりである[1]。

表—2 (a)　鉱石（八幡・戸畑別）

鉱石取扱量　単位 1 000 t/year

	戸畑高炉2基の場合			戸畑高炉4基の場合		
	八幡	戸畑	計	八幡	戸畑	計
輸入鉱石	2 437	2 001	4 438	2 213	4 030	6 243
国内鉱石	325	405	730	280	650	930

陸海送別数量

	鉱石類			
	輸入鉱石（海送）		国内鉱石	
	戸畑使用	八幡送り	海送	陸送
戸畑高炉2基の場合	2 001	$300+\alpha_1$	345	60
戸畑高炉4基の場合	4 030	$300+\alpha_2$	536	114

輸入鉱石中，八幡送りとして示した量は，新設戸畑港陸揚後，専用鉄道により八幡に陸送する。原料の使用地への直送は当然とるべき処置であるが，洞海湾航路の吃水制限あるいは八幡における貯蔵能力の関係より，八幡に直送困難な場合が想定される。この場合には新設戸畑港に接岸，上荷取後，八幡に回航する必要が生じてくる。とくに大型鉱石専用船による輸送が主となつた場合，この事態はたびたび起るものと考えられる。これらの原因による八幡送量の推定は困難であるから **表—2(a)** において未知数αを使用した。

表—2(b)　石炭（八幡・戸畑別）

石炭取扱量　単位 1 000 t/year

	原料炭所要量		
	八幡	戸畑	計
戸畑高炉2基の場合	2 118	1 287	3 405
戸畑高炉4基の場合	2 118	2 562	4 680

陸海送別数量　単位 1 000 t/year

		海送炭			陸送炭
		輸入炭	国内炭	計	
戸畑高炉2基の場合	八幡	953	381	1 334	784
	戸畑	605	258	863	424
戸畑高炉4基の場合	八幡	974	614	1 588	530
	戸畑	1 230	820	2 050	512

したがつて主原料の総陸揚量は，高炉 1 500 t 2基の場合，鉱石類 $2\,646+\alpha_1$ 石炭 863。高炉 1 500 t 4基の場合，鉱石類 $4\,866+\alpha_2$ 石炭 2 050（単位 1 000 t/year）。

問題はこれらの海送主原料の輸送ならびに荷揚の処理方策であつて，わが国では世界各地より原鉱が送られてくるので輸送距離が非常に延びており，大量の原鉱を迅速かつ安全に輸送する経済的，ならびに技術的の諸問題を解決することが必要である。元来わが国における輸入鉄鋼石は不定期船のベースカーブであつて，しかも老朽船の貨物とされている。その理由は積荷ならびに陸揚とも荷役に長時間を要し，しかも船運賃が安いので新造船には経済上不適当とされている[2]。

この結果，船足がおそいばかりでなく荷役に長時間を要し，停船および航海日数が延び，なおさら輸送費が高くなる因果関係が悪循環することになる。したがつて鉱石専用船の問題が台頭することになつた。鉱石専用船は 1950 年頃より発達したもので，とくに西半球に使用された。約 30 数年前までは船体は 9 000〜12 000 t D.W.，速力は 10〜11 knot の程度であつたが Bethlehem Steel

会社がベネズエラおよびチリーよりの鉱石輸送用に，さらに大型船を建造したのが最初であつた[3]。鉱石専用船による鉱石の多量輸送に成功して以来，最近専用船建造気運の濃化は，欧米においてはもちろん，わが国にも機運が盛り上つている。

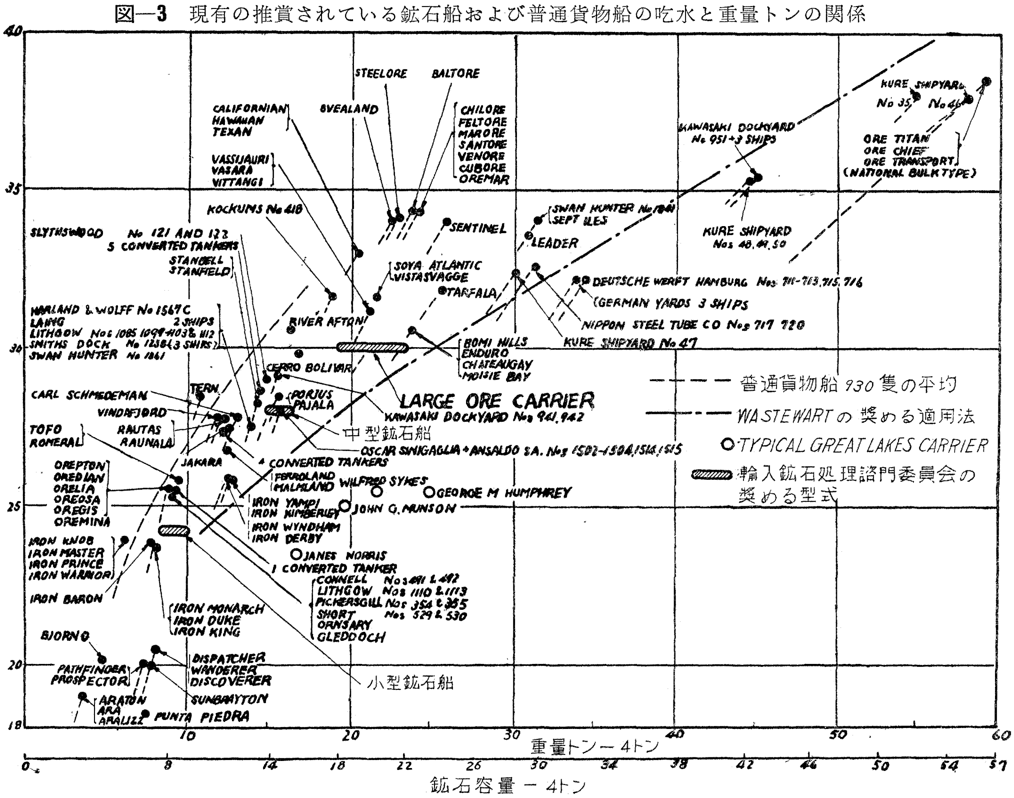
わが国製鉄業に負わされた宿命的な原料遠距離輸送による欠陥を解決するには，鉱石専用船によるほかに方法はなく，遠からず専用船時代がくることを確信する。従つて製鉄所用港湾の最大問題は，輸送船の専用化に対する対策および，陸揚設備が一貫した計画のもとに樹立されなければならないことである。鉱石専用船に対する対策として，その吃水，船幅等に対する対策，操船ならびに操船に応じた設備の検討が必要となる。鉱石専用船の一般的吃水および船幅については Lloyd's Register of Shipping, The American Bureau of Shipping，その他船主造船業者等，広汎な方面から集めたものとして，現存および建造中の世界の航洋鉱石専用船の主要寸法が与えられていて**図—3** に示す図表が掲載されている[4]。この図表には1949年に英国諸港へ鉱石を輸送してきた*一般貨物船 930 隻全部の平均を破線で示してある。この図によるときは明らかに同一吃水で航洋鉱石船の積載能力は一般貨物船に比較してはるかに大きい。これらの鉱石専用船は L/D（長さ対深さ比）=14 一杯に設計され，また船幅も広くとつてある。W.A. Stewart 氏によると[5]，将来あらゆるルートによる製鉄工場の需要を満足せしめるに必要な鉱石専用船の範囲は，次の A,B,C 各型となるだろうとし，ほかにD型は建造されたものでなくて将来の計画および設計上のモデルとして示したとして，各型別に応じた諸元を与えている。L/D および B/D（B は船幅）を示してみると**表—3** のとおりである。

表—3

型式	垂線間長	設計吃水	L/D	B/D	B/d	鉱石積荷能力
A	600′0″	30′7 1/4″	13.95	1.86	2.62	23 870 t
B	630′0″	34′0″	13.85	1.91	2.56	31 508
C	756′0″	38′6″	13.50	2.07	3.01	59 200
D	698′0″	34′6″	14.39	2.23	3.13	48 060 Designed Draught D.W.

D：深さ　d：吃水
A："Bomi Hills"　B："Hanna"　Type C："National Bulk" Type　D："Orinoco" Type

図—3　現有の推賞されている鉱石船および普通貨物船の吃水と重量トンの関係



Stewart 氏の表によつても明らかなるように船体構造上の特異性を生かして L/d および B/d をできるだけ大きくすべきであり，乾舷を増して D/d（深さ対吃水比）を大きくすることおよび L/D を 14 一杯にとることによつて L/d を大きくすることができる。従来の慣習と航路の水深からみて最大限度の長さと幅，従つて積載能力をねらつているが，すべての設計者がこれにならうならば，相当な海上輸送費の節約は期して待つべきである。普通の船以上に吃水を増すよりは，使用鋼材量が増加しても，船の長さと幅を増すべきであるとしている[5]。最近，呉 N.B.C. において建造された H 35 および H 36 の諸元を示すと**表—4** のようになる。

表—4

Hull No.	D.W.	Kind	L.O.A.	L.B.P.	Bredth	Depth	d (Full)
H 35	56 000 t	Ore & oil	789′—0″	756′—0″	106′—0″	54′—2″	40′—6$^{1}/_{2}$″
H 36	60 000 〃	Ore	794′—0″	756′—0″	116′—0″	56′—0″	38′—8$^{1}/_{2}$″

Notice　H 35: Self unloading Device,　Conveyor 2×48″ Hold,　Conveyor 1×60″ Boom,　Boom 205′ long

Self unloader を装備した H 35 は装備しない H 36 に対して D.W. が少ないにもかかわらず，満載吃水が深くなつていることに注意する必要がある。

以上の資料により対称専用船の決定をするとして，その対策としての港湾計画上自然的諸条件を考慮した，平面形岸壁線延長に適応した荷揚設備等を，検討しなければならない。

3. 港湾計画上の自然条件

（1） 地質について

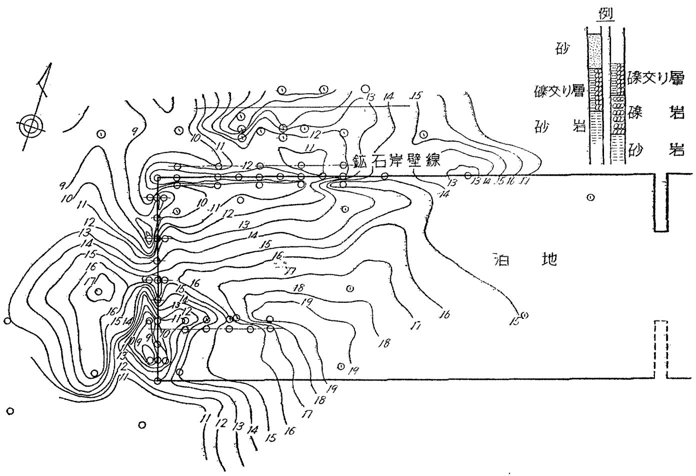
当地域に分布する地質を上位から列記する。

表—5

第四紀層	沖積層	洪積層
第三紀層	芦屋層群	（坂水層）（山廉型）
	大辻層群	（遠賀層）（出山層）
古期岩類		粘板岩，珪岩，礫岩
火成岩		安山岩

陸上部にみらる古第三紀層は，全体として走向 N 6°～10° W，傾斜 20°～40° E および N の大きな単斜構造をなしている。東部では足立山麓から彦島にかけて南北に大断層が走り，このため古第三期東側は各層とも直接古期岩類に接している。試錐の結果より海岸線近くに東西に走る断層が予想され，戸畑南部陸上部の大辻層部に対し，芦屋層部は藍島地区にみられるので，この中間海面には断層の存在を想像することができる[6]。したがつて第三紀層（出山層）が基盤となり，その背斜層における断面

図—4 岩 盤 等 高 線 図



写真—1

註：1,3. sand stone　2. 礫岩

を示してみると，写真—1 のとおり，これは戸畑市東部にある中原発電所付近大岡山北側切取部を示した。

海底試錐の結果もまた砂岩礫岩あるいは頻岩の互層で

表—6

番号	年号	年	月	日	程度	摘　要
46	安政	西歴1854	12	24	強震	小倉付近　豊後　豊前
47	〃	〃	12	25	1	肥後
48	〃	1856	11	8	1	
49	〃	1857	2	16	1	
50	〃	〃	6	8	1	
51	〃	1857	10	12	1	
52	〃	1859	1	6	1	
53	〃	〃	6	24	1	
54	〃	〃	10	6	1	
55	〃	〃	10	12	1	
56	文久	1862	5	23	1	
57	慶応	1866	5	15	1	
58	〃	1867	3	3	1	
59	明治	1871	12	2	1	
60	〃	1872	3	14	強震	島根県，浜田強震
61	〃	〃	3	16	〃	同余震（？）
62	〃	〃	3	19	1	同　上（？）
63	〃	1873	5	23	弱震	
64	〃	1876	2	2	1	
65	〃	1884	11	30	1	
66	〃	1885	11	29	1	
67	〃	1898	8	{10, 11}	強震	糸島地震
68	大正	1914	1	12	弱震	桜島噴火
69	〃	1915	1	27	中震	大分県，日田，玖珠両郡
70	〃	〃	2	10	〃	〃
71	〃	〃	11	24	〃	遠賀川流域
72	〃	1920	11	{19, 20}	弱震	有明海
73	〃	1921	8	9	〃	門司付近
74	〃	1922	12	8	強震	糸島
75	〃	1925	8	4～13	〃	日田
76	昭和	1929	8	4	弱震	彦島西方沖
77	〃	〃	8	8	中震	糸島郡雷山
78	〃	1930	2	{5, 7}	強震	〃
79	〃	1932	7	21	軽震	関門海峡付近
80	〃	〃	9	29	弱震	玄海灘
81	〃	1933	6	16～18	軽震	太刀洗
82	〃	1934	4	28	弱震	山口県西部
83	〃	1935	7	17	〃	背振山
84	〃	〃	11	23	軽震	福岡県南東部

あり，第三紀層表面の高低を求めてみると**図—4**のとおりである。

陸上において弾探の結果 G.L. より 14 m 内外に 3.0～3.5 km/s の基盤層が探査されたが，昭和 2 年3月7日金子氏ほか8名の弾探調査[7]の結果で，弾性波速度と地質の対比において，出山層に対し 3.1～3.7 km/s を示しているが，この結果とよく似ている。

（2） 地震について

当地域では地震の被害はあまりないようである。来襲可能性のある地震の最高震度期待値の分布によつても，50 gal 圏外である[8]。福岡県における最近 100 年間の地震に関する記録によると[9]（**表—6** 参照），太平洋および日本海地震帯を震源とする深発地震は安政地震の東南海 1872 年の島根県浜田強震，最近の昭和 16 年向灘地震および昭和 21 年の南海地震等の外浅発地震震央として，福岡県糸島付近および山口県西部等である福岡測候所の観測によつて，福岡における著名地震の加速度を求めてみると，**表—6** において

$$\text{No. 67}\quad g_h=a\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2=1.24\left(\frac{2\pi}{1.6}\right)^2=19\ \text{gals}$$

$$g_v=0.395\left(\frac{2\pi}{0.6}\right)=44\ \text{gals}$$

$$\text{No. 68}\quad g_h=0.035\left(\frac{2\pi}{2}\right)^2=0.27\ \text{gals}$$

$$g_v=0.01\left(\frac{2\pi}{1}\right)^2=0.36\ \text{gals}$$

$$\text{No. 78}\quad g_h=0.135\left(\frac{2\pi}{0.5}\right)^2=21\ \text{gals}$$

日向灘地震では $g_h=\left(\frac{2\pi}{5.5}\right)^2\times 1.87=24.4\ \text{gals}$

南海地震では $g_h=3.6\left(\frac{2\pi}{1.8}\right)^2=43\ \text{gals}$

昭和 30 年当所構内気象観測所に設けた石本式地震計により観測記録した地震は，いずれも週期 0.5 s 内外，振幅 110 μ 以下，加速度にして $g_h=0.01\left(\frac{2\pi}{0.5}\right)^2=1.5\ \text{gals}$ これらの結果よりみて，本土東部地域と比較してはるかに地震の影響は少なく計画上きわめて有利である。

（3） 潮位について

日本沿岸を襲つた最近の高潮については，気象要覧，中央気象台彙報その他に多くの記事がある。これらのうち九州地方に来襲した著名な高潮の状況について調査する。

a) 大正 3 年 8 月 25 日（有明海） 台風が天草灘より北九州に上陸した。この海域は満潮時のため海面は満潮位より 2～2.5 m 上昇し甚大な被害を受けた。当時の熊本における最低気圧は 981.6 mb 最大風速 SSW 15.3 m/s であつた[10]。

b) 昭和 2 年 9 月 13 日（有明海） 台風が有明海を西から東に横断し，熊本における最低気圧は 980.7 mb，最大風速 SW 26.2 m/s，この台風にともなつて顕著な風津波がこの海域に来襲した偏差（観測値と推算値との差）約 3 m に達したが，ほぼ満潮時と一致したため，甚大な被害を受けた[11]。

c) 昭和 20 年 9 月 17 日（鹿児島湾近傍） 顕著な台風が薩摩半島に上陸し，このため，枕崎では最低気圧 916.6 mb 鹿児島における最低気圧は 922.9 mb 最大風速 SE 35.0 m/s であつた。この台風により鹿児島湾およびその付近に，いちじるしい高潮がみられた。鹿児島湾においては最高潮位は平均潮位上 3 m 前後に達したものと思われる。これに対応する偏差は 2 m をややこえる[12]。

以上は高さ 2 m の高潮であるが 1～2 m の高潮については，もちろんこれより数多くある。なお神戸港では毎年の最大偏差が 2.0 m をこえる確率は 0.0055 で 182 年に 1 回と計算されている[13]。

洞海湾口付近の潮位観測資料は皆無といつてもよく，ようやく近年，本格的に各所で観測されるようになつた。八幡製鉄所岸壁高は同基準面上 3.5 m（平均満潮面は +2.0 m）で洞海湾各岸は，おおむねこれより低く，昭和初頭以来高潮浸水の経験がない。当所気象観測所開設以来の年間最高偏差を示すと **表—7** のとおりである。

表—7

年 月	日	最低気圧 m/m	月 日	時 分	最大偏差 m/m	月 日	時 分	摘要			時 分
25. 9	13～14	736.6	(9.14	00.20)	130	(9.14	17.00)	キシア	最大偏差は干潮時		
26. 8	19～21	750.5	(8.20	18.00)	260	(8.21	18.20)	マージ	〃		
26.10	14～15	728.7	(10.14	22.10)	480	(10.14	02.10)	ルース	〃	満潮後	02.10
29. 8	18	734.7	(8.18	09.00)	650	(8.18	11.00)	No. 5	〃	干潮後	02.00
29. 9	13～14	728.1	(9.14	00.00)	260	(9.13	22.45)	No. 12	〃	満潮後	00.30
29. 9	26	742.2	(9.26	03.30)	590	(9.26	04.30)	No. 15	〃	干潮後	01.20
30. 9	30	733.9	(9.30	06.10)	470	(9.30	07.40)	No. 22	〃	〃	05.00
31. 4	25	748.5	(4.25	09.00)	400	(4.25	19.20)	No. 3	〃	〃	02.25
31. 8	17	730.1	(8.17	06.10)	480	(8.17	14.30)	No. 9	〃	〃	
31. 9	10	739.0	(9.10	03.20)	650	(9.10	18.15)	No. 12	〃	干潮時	00.45

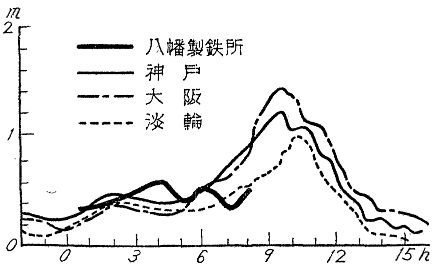
この僅少な資料では神戸港におけるように洪水頻度に関する Gumbel の関係式によりある偏差に関する期待値を求めても無意味と考えられる。昭.29.9.26 の 15 号台風は移動速度の早かつたことおよび函館港内において連絡船洞爺丸その他の転覆を起したことで有名だが，この台風は 2 時頃九州南岸に上陸し，その後次第に深度および速度を増しつつ北々東に進行し，最高速度は山陰沖 (9.00) にみられ 100 ノットであつた。この台風進路に

対し内海各都市における最大偏差をその左側に位置する呉は 1.2 m，右側に位置する松山 1.4 m，名古屋 1.2 m，神戸 1.2 m，高松 1.1 m で，左側の呉をのぞいて最大偏差の起時は最低気圧の起時よりもややおくれている。洞海湾に対し台風が右側に進路をとる場合，たとえば 昭.29.9.26(15 号台風) で各都市のそれぞれの諸元と大阪神戸付近の偏差と洞海湾の偏差を示すと **図—5** のとおりであつて，最大偏差の起時は最低気圧の起時より遅れている。いずれの場合も異常に大きい偏差は昭和 25 年以降認められない。その原因はおそらく関門地方の地形に起因し，多発する右側進路の台風による高潮をふせぎ，左側進路の台風では地形上高潮を考慮する必要がないと思われ，前記のように昭和初頭以来当所八幡港岸壁干潮面上 3.5 m で高潮に対する浸水の経験のない所以であろう。

表—8　台風 15 号による各地の高潮

	最高潮位		最大偏差		最低気圧		最大風速	
	起　時	平均潮位上	起時	偏差量				
	時 分	cm	時 分	cm	時 分	mb	時 分	m/s
清　水	5.25	158	5.00	66	4.50	981.1	5.00	S 28.8
宇和島	5.50	183	5.20	92	4.30	971.6	4.30	SSE 27.7
松　山	7.12	225	6.40	140	5.45	968.6	6.35	S 24.7
高　松	11.17	180	9.00	116	7.26	974.8	8.35	SW 24.4
呉	8.26	248	8.00	122	8.15	968.7	7.15	WNW 25.3
神　戸	8.23	145	9.30	122	7.53	987.3	9.30	SSW 22.6
大　阪	8.50	163	9.40	145	7.48	988.3	9.30	SSW 29.8

図—5　大阪，神戸と洞海湾における台風 15 号の偏差の変化



今次計画の湾口付近の台風による潮位と上記測定位置における値とは，誤差範囲内の相違であつて台風の進路そのものより考えても当然のことである。当所の基準による高潮および低潮平均最高および最低を昭和 27 年以降について示してみると **表—9** のとおりである。

表—9

	高潮平均	低潮平均	年間最高潮位	年間最低潮位
	m	m	m	m
昭 27	+ 1.50	+ 0.5	+ 2.1	− 0.1
昭 28	1.60	0.6	2.2	− 0.1
昭 29	1.40	0.5	2.1	− 0.1
昭 30	1.50	0.5	2.1	0
昭 31	1.50	0.5	2.1	0

（4）　水深および潮流について

地域内の水深は **図—6** に示すとおりである[14]。同図には潮流を示してあるが，最近における第四港湾建設局洞海湾工事事務所の笠瀬における潮流測定の結果を示すと **図—7** のとおりであつて春分の 3 月 21 日に NW 1.5 knot SE 1.5 knot であつて，海図上に記入された潮流速とほぼ等しい。

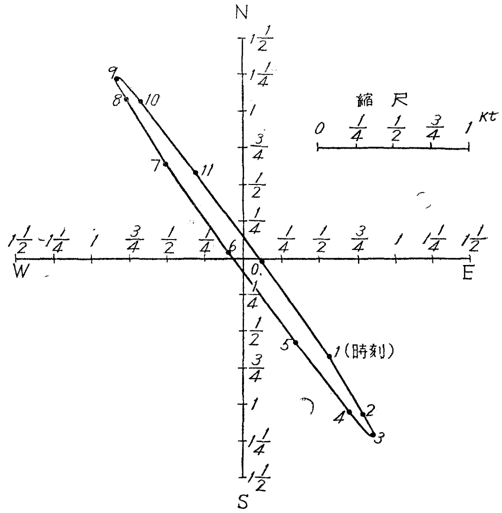
（5）　風向風速について

内海方面の台風による最高風速については **3.(3).c** ですでに述べた。当地域で台風によつて起つた最高風速を当所観測所の記録によつて調査してみると次のとおりである。

図—7　笠瀬潮流調和分解成果図

測定 昭.32. 3.21

Semi-diurnal Component

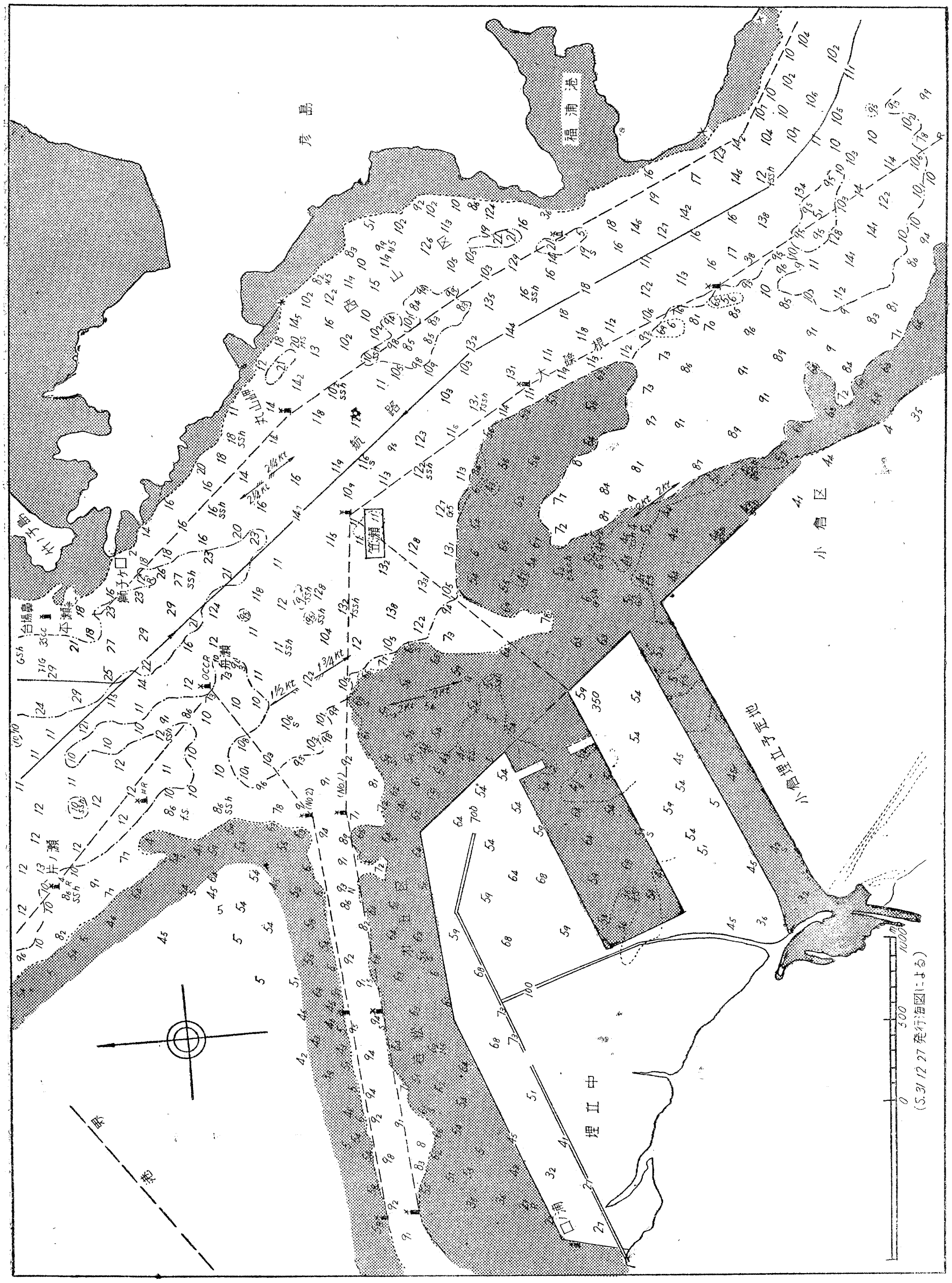


表—10 昭和 25 年以降台風時の最大風速および風向表

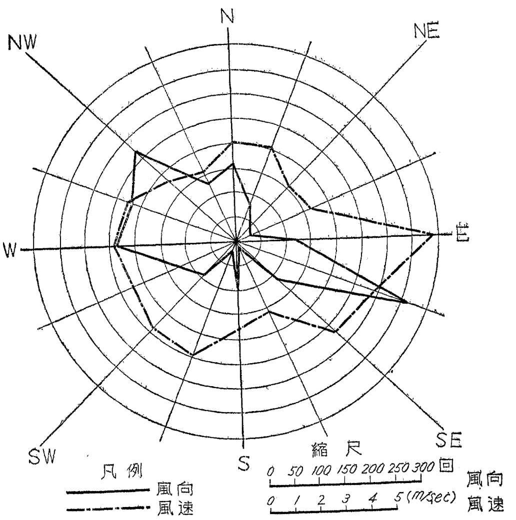
台風年月日	時　間	最大風速	風　向	摘　要
昭25. 9. 13	22. 37	21.1m/s	E N E	
25. 9. 14	02. 40	16.9	N W	キジア
26. 8. 20	16. 00	17.3	E S E	マージ
21	13. 00	16.8	E S E	
26.10. 14	23. 55	18.0	N N W	ルース
15	01. 55	19.6	N W	
29. 8. 18	01. 00	22.0	E	No. 5
29. 9. 13	16. 00	20.4	E	No. 12
14	03. 52	19.6	W S W	
29. 9. 26	05. 08	21.1	N N W	No. 15
30. 9. 30	05. 06	19.6	E	No. 22
31. 4. 25	09. 42	11.5	S W	No. 3
31. 8. 17	06. 45	23.5	S	No. 9
31. 9. 10	07. 00	19.4	S	No. 12

表—10 より風向風速の程度が推察できる。1 年間を通じて風向風速の傾向を知るために **図—7** にかかげた当地域の一般的傾向として 1 年を通じてほとんど同一回数の風が起つているが，N-W 間と E 方向の風速が大である。**図—8** は当所戸畑作業所構内の気象観測所昭和 30 年度の一例を示した。季節的に考えると夏季は東ないし東南風が冬季は北ないし西風が強い。若松港口海上保安航路信号所の昭和 28 年 11 月より 1 カ年間の記録では 5 m/s 以上の風の支配的風向は，春から夏にかけて東風と，秋から冬にかけて吹く北から西方向の風で， 11 月の北方向より 12 月 1 月と時をへるに従い西方面に移動する。とくに 10 m/s 上の強風方向は 11～3 月の北～西北風と 4 ～ 8 月の東風がいちじるしい。

図—6



図―8 全年風向風速図



観測期間：昭.27年～昭.31年の5年間
観測場所：八幡製鉄所構内観測所

4. 港湾計画について

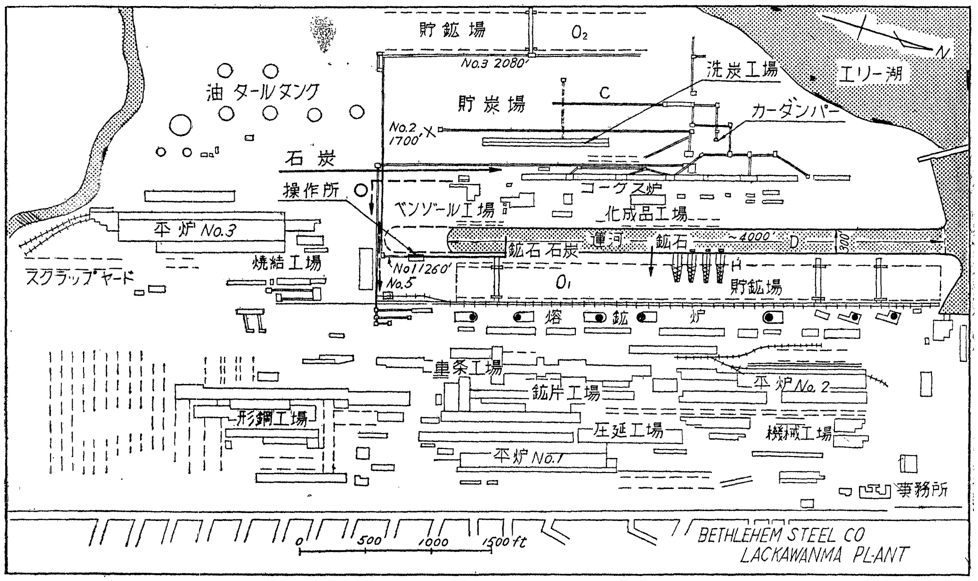
まず第一に泊地と高炉およびコークス炉との相互関係位置が問題となる。欧米におけるその相互関係位置を調査してみると，英国ではロックシステムの港湾があり，ドイツでは河川港であり，両者とも石炭は炭田地方を後方地帯に持つていて陸送によつているのであまり参考とならない。米国においては Buffalo の Bethlehem Lackawanna 工場では鉱石および一部の石炭は同一岸壁，同一コンベア ベルトで送られるが，石炭は陸送によるCar Dumperの卸下げを主力としている（図―9 (a)）。すなわち岸壁よりの石炭荷揚は鉄道会社のストライキに対する解決手段にすぎない。図―9 (b) は Fairless Works の場合を示しているが，この場合も (a) と同様に同一岸壁線より鉱石，石炭を揚荷しているが，Coal Conveyor は計画のみで実施されていない。図―9 (c) は Gary Plants であつて岸壁にコンベヤーを有せず石炭はすべて陸送によつている。図―9 (d) の Sparrows Pt. Bethlehem Co. は鉱石岸壁と石炭岸壁とか全然別個に設けられている[15]。

T_1 および T_2 型とも石炭および鉱石の揚荷を対象とし，Type 3 のみ純然たる鉱石岸壁および石炭岸壁が区別されている。昭和 30 年度当所の原料供給別入荷実績によると

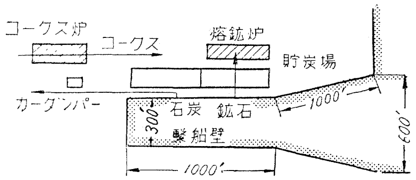
マレー	30.9%	アメリカ	4.5%
フィリッピン	25.4〃	ホンコン	3.7〃
インド	17.3〃	その他	4.5〃
ゴア	8.2〃		
カナダ	5.5〃		

であり将来とも多種類の銘柄鉱石の入荷が予想され，したがつて入荷ピークがアメリカの場合と比較してはなはだしいと推察される。同一岸壁線より鉱石，石炭を荷上し，コンベア ベルトによる貯蔵場輸送は荷揚げおよび輸送によほどの余裕のないかぎり望ましいものではない。T_3 Type のごとく別個のものとするのが適当と考えられるが T_3 では鉱石岸壁の延長約 730 m で，高炉能力に対し非常に短かい。したがつて unloader が多数設置されているが，ベネズエラ鉱石を対象としほとんど大型船の定期入港であることを考える必要がある。一般的に岸壁バースの設定は荷上機械力を強大にすることによつて，バース数を少なくするよりもバース数を増加した方が弾力性が大であることはもちろんである[16]。T_1―T_3の例とあわせ考慮し，この計画では1 200 m と一応定

図―9 (a) T_1 型

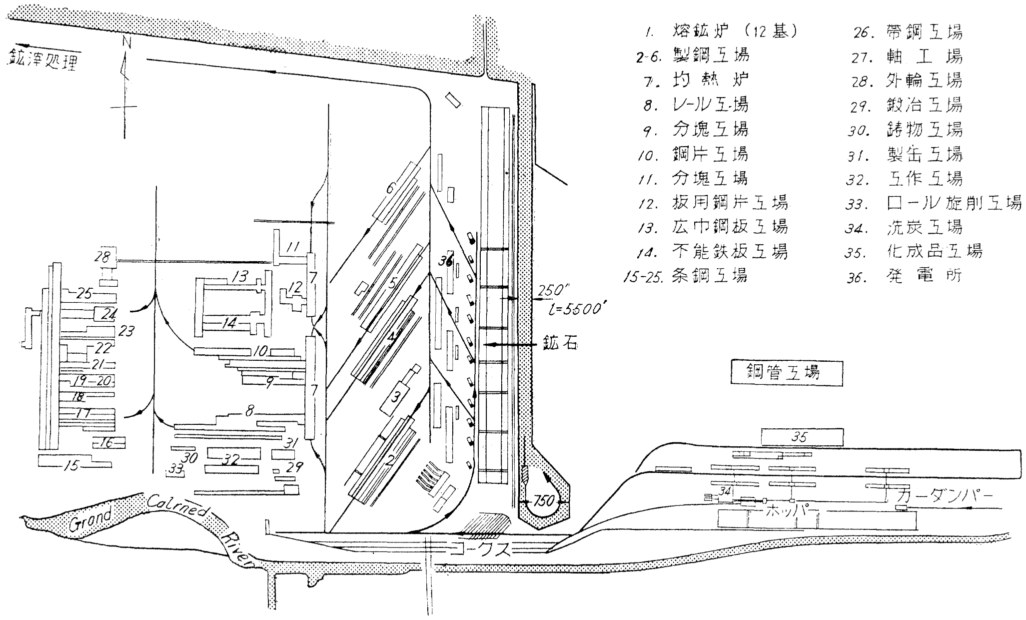


図—9 (b) T_2 型

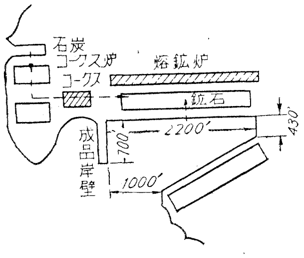


め，後掲の荷揚機能力より計算を試みた。鉱石岸壁線方向は **3.(5)** 風向風速の支配的風向に対しほぼ直角の NE 方向とさらにE方向に傾く案が適当であることは地図形（図—1）よりみて明らかである。この場合本航路に対する港口は彦島によつて外海に対し隠蔽されている。岸壁線がE方向に傾くほど支配的風向（N-W）-E 方向に長手の泊地となり好ましくない。従つて鉱石岸壁線をほぼ

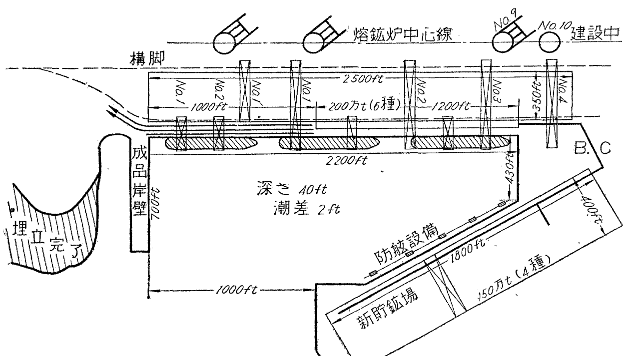
図—9 (c) T_2' 型



図—9 (d) T_3 型



NE 方向にとり，この線に平行に高炉列をおけば高炉と既設圧延設備との間に製鋼分塊各設備を流れ作業形式の平面配置を取りうることになる。あわせて **3.(1)** の第三紀基盤が NE 方向に傾斜している点を考慮し，岸壁水深と照合して岸壁起点を決定した。次に港湾計画上の鉱石専用船の想定であるが欧米方面では 20 000～30 000 t 級の Ore Carrier で現在鉱石輸送を行つている（昭. 31.)。Baltimore Bethlehem Co, Sparrows Pt. の Ore Carrier の入港状況の一例を **表—11** に示す。



なお Baltimore 港 Canton 入港の Ore Titan 号（長さ 800′，幅 112′，D.W. 60 000 t 級）は 30 000 t の Loading でベネズエラより入港していたが，これは積出港の設備に制限されている。設備の改良とともに Full Load で運航することはもちろんである。本計画においては比較的積出設備の遅れている東南アジア方面よりの入荷等を考慮し，当初 31 000 t D.W. の Sept Ilse 級を目標として計画し，必要に応じ D.W. 60 000 t 級の Ore Carrier に適応しうるごとく計画することとした。以上により港湾計画上の根本方針が決定したがさらに細部について考究する。

表—11

年月日	船名	積荷	D.W.
31.10.16	Soya Atlanc	21 000 t	21 770 t
10.16	Feltore	23 800 〃	24 427 〃
10.17	Chilore	23 800 〃	24 427 〃
10.18	Cubore	23 500 〃	23 909 〃
10.18	Guovang	4 941 〃	
10.21	Baltore	23 500 〃	23 909 〃
10.23	Santore	23 800 〃	24 427 〃
10.23	Ninfea	10 350 〃	
10.25	Ore Mar	23 800 〃	24 427 〃

（1） 泊地幅員について

主要岸壁線方向を支配的風向に対し十分防護されるごとく設定したが，台風による風向には **3.(5)** に示すごとく一定した特性がない。従つて泊地内の静隠度を保つためには泊地幅を可能なかぎり狭くする必要がある。陸上施設の将来の拡充に対し余裕をとる上にもまた望ましいことである。これがためには揚荷のために滞船繋留待ちのための繋留ブイを全廃する必要があり，当然能力の大きい陸揚機械を必要とする。これらの検討については後述する。

米国の製鉄所用専用岸壁を視察すると **図—9** に示したとおり比較的短かい岸壁線に強力なる陸揚機械を設置し繋留ブイは全然使用していない。もちろん Lake Boat（五大湖で使用されている鉱石専用船であつて専用船としての始まりであり大きさは D.W. 20 000 t 内外である）による鉱石輸送をする五大湖付近以外の米国内製鉄所では，鉱石船の離着岸は Tug Boat によりすべて実施されている。これらの条件を満足せしめた場合，泊地幅の決定素因は船舶の Turning Circle によつて決定される。いま欧米主要 Dock の Turning Circle を示す[17]。

表—12

港名	Turning Circle の径	
Hamburg	～300 m	各 Basin の交点
Bremen	300 〃	Wendevecken
Bremenhaven	300 〃	Kaiserhafen IIIおよびIIとの交点
Rotterdam	200(1)～400 〃	(1)Waalhaven (2)Botlek
Antwerp	375 〃	STCATRA
London	140 〃	King G.V. Dock
Cardiff	260 〃	Alexander Dock Basin
Liverpool	160～230 〃	
Bethlehem Sparrows Pt.	230 〃	
Houston	365 〃	Turning Basin
Long Beach	260 〃 以上	

欧州各国のロックシステムでは船長に若干の余裕をとつて Turning Circle を決定しているようである。Houston Harbor のごときは周囲に General Cargo Ship あるいは Tanker の接岸中で Turn しその直径は約 365 m を取つている。Sept Ilse の船長 662′≒200 m Super Ore Carrier 60 000 t 級の船長 800′≒245 m であるから，泊地幅を 350 m とし石炭用船舶の着岸設備を考慮して 500 m と決定した。

（2） 水深について

水深の決定上最も重要なる問題は余裕水深のとり方である。一般にこの問題には Loss of Floatation 操舵上の問題，水底におよぼす影響等が関係するが，これら素因に対する理論的根拠によつて定められているかどうか諸外国の例を調査したが，経験上より取り扱われていて理論的に定められていない。調査の表を示す。

Luleä	30 cm	
Hamburg	120～150 〃	
Bremen	30 〃	
Bremenhaven	50 〃	(for general cargo)
〃	100 〃	(for passenger caro)
Rotterdam	60～ 90 〃	
Amsterdam	60 〃	
New York	60 〃	
Philadelphia	60 〃	
New Orlians	30～ 60 〃	
Houston	60 〃	

一般に Allowance は 60～90 cm を標準としている。Sept Ilse 級 Ore Carrier の Draught 約 10.2 m，したがつて 60～90 cm の Allowance をとつて 11～11.2 m の水深が必要となる。しゆんせつの結果，地質構造よりみて洪積層および第三紀層の海底となることが期待されるので，泊地内は 11.2 m の水深とすることが望ましいが，関門海峡航路水深は 11 m であるから，第一期として最低 −11 m を目標とし，将来本航路の整備とともに玄海灘方面よりの Super Ore Carrier の入港を予期して次第に水深を深めることとした。

（3） 本航路および港口について

港口付近の潮流は海図によると西流，東流とも 2 knot 以内であり[18]（**3.(4)**），埋立完了後の潮流速を正確かつ理論的に現在潮流より類推決定することは困難であるから，模型実験により定めることとし目下運輸省技術研究所へ委託実験中である。港口において航路の直角方向の潮流は操船技術上困難と推察されるので，欧米港湾調査において意見を徴収した。Hamburg Port Authority の Wiedenmann 氏は否定的であつたが，Rotterdam P.A. の F. Posthuma 氏は Tug の使用により肯定的であり，New York P.A. および New york Moran Towing & Transportation の各位の意見においても Tug の使用によつて肯定していた。New York 港では 50 000 t 級客船を Anytide で Boat Ship 400′ で着岸せしめているが Hudson 河の流速 2.8 knot/h slip 600′ であれば Tug の協力により比較的自由に着船せしめうると称していた。

潮流に対する対策としては Sea Tug の形式をとるとして，問題となるのは航路中心方向である。上述のごとく自然条件に対し Baltimore Curtis Bay の航路幅決定において採用されたように[19]，戸畑築港委員会の各委員の意見を参考とした。多数の意見一致として潮流に対向して入港するため南北方向が推奨され，本航路に沿う笠瀬を中心として 60 000 t 級 Ore Carrier の船長 230 m

の約2倍 500 m を半径として港口中心を結ぶ N 36° E（推定潮流方向に対し約 80°）の方向を採り洞海航路との交叉を極力防いだ。航路幅員については

Bremen	300 m
Bremenhaven	200 〃
Amsterdam	100 〃
Rotterdam	200 〃
Antwerp	200 〃
London	200 〃

等の欧州における調査結果を得ている。これらのうち London 港は Thames の流速 2.5〜3 knot に対しほぼ直角に Tidal Basin が設置され Lock に連絡しているので，本計画に比較的条件がよく似ている。独航船の港口接近速度 3〜4 knot として潮流との合成の結果，船首および船尾に約 60 m の余裕をとつて 60 000 t Ore Carrier に対し約 300 m を必要とする。もちろん Tug の習練いかんによつてさらに少なくてよいのであるから，第一期目標として 200 m 航路開削とした。

London 港の例をとつて潮流の影響を受けないと考えられる Entrance の Basin を港口と航路との間に設置したが，停止状態にあると考えられる Basin と航路接触面では不規則な潮流を生じ操船上きわめて危険であると考えられる。1分間 30〜45 m の速度で Basin 内に進入した Ore Carrier が停止する時間に相当する進行距離に若干の余裕をとつた長さを Basin に持たせる必要があると考える。したがつて港口東側波除堤および Basin の平面形は Tug の操船練習および模型潮流実験結果により決定するのが望ましいので，港口東側に余裕をとつて埋立土留壁を築造し東風の影響による泊地防護をすることとし，港口波除堤は西側のみを取りあえず築造することとした。

港内繋留ブイによるハシケ荷役を廃止し，すべて本船の接岸荷役をすることにしたので，岸壁線で入港船舶に対し十分処理しうる鉱石陸揚機の能力型式について考究する必要がある。鉱石陸揚機の世界的最高能力のものとしては米国の Philadelphia Pennsylvania R.R. Greenwich Pier にある，橋型両肘俯仰懸吊旋回テーブル付マントロリー起重機（つかみ 17 t）は 1 800 t/h の公称能力としてすでに知られている。一般に各国のすう勢として次第に高能力大型化されているが unloader の公称能力と実能力との比は各国鉱石輸送事情によつて異なる。Pittsburg Dravo Co. で得た数字は

Liverty & Victory 型輸送船に対する平均能力

$\cong 35\% \times$ (Free Digging cap.)

Old type Ore Carrier 型輸送船に対する平均能力$\simeq$65%と称していた。

この計画では国内メーカーの製作経験能力を参考にし，1 000 t/h のターンテーブル付マントロリー式陸揚機を採用したが，この場合鉱石輸送事情考慮の上の実能力推定は次のとおりであつた[20]。

Dravo Co. あるいは Mead Morrison 等の資料を参考として

（1） Ore Carrier の場合

上荷（80%）を 1 000 t/h×0.8 底荷（20%）を 1 000 t/h×0.2 で処理するとすれば平均揚量は 500 t/h

（2） General Cargo Ship の場合

荷揚量 60% を 1 000 t/h×0.46 40% を 1 000 t/h × 0.15 で処理するとすれば平均荷揚量は 250 t/h

として高炉1基開設時（昭和34年）を第1期目標とし，ついで2基および4基の所要バース長を接岸離岸に要する待ち時間を1隻につき 8時間と推定し，入荷ピークを 130%として算出した結果，高炉1基の場合 200 m 1 バースにおいて 1 000 t/h unloader 2台をもつて鉱石および本船輸送による石炭の揚荷可能と算定し，小型船積石炭および石灰石荷揚岸壁を別に設けた。unloader にはヅングン鉱石のごとき粘着性大なる鉱石および塊鉱石の処理を完全に行う必要がある。

なお干潮空船時における荷役に支障を与えないよう揚程を十分とる必要がある。この計画では Tug Boat をいかなる性能とするか問題が残る。戸畑築港研究委員会の意見によると 1 000 IP 以上のシュナイダー付が推せんされた。諸外国の例によると，

Narvik Harbor	1 200 IP 2隻 700 IP 1隻（入港2，出港各1隻）
Hamburg Harbor	Harbor Tug 250 IP-450 IP
	Sea Tug 400 IP-1 200 IP
	(197 隻中 111 隻は Steam Tug)
Bremen Harbor	Harbor Tug 700 IP 以下
	Sea Tug 1 000 IP 以下
Antwerp Harbor	500〜1 000 IP
London 〃	1 200 IP 以下総数 300 隻
New York 〃	1 900 IP 以下 (Tug Co. 3)

この場合船の Size と Tug の隻数との関係は風速および潮流とを考慮の上経験によつて決定されている[21]。

したがつてこの計画においても馬力数と隻数は経験によつて決定される必要があり，習熟度もまた大きい影響があると考えられる。引潮時流速 3〜4 knot に Weser にのぞむ Bremen Harbor では Sea Tug として 1 000 IP が最大である。よつて旋回性を考慮して 1 000 IPシュナイダー付の Tug を使用することとした。船の Size および自然条件の変化に対しては隻数で補うとして，最終的隻数の決定は習熟度を考慮し，将来において決定することとした。船舶が真横から風を受けた場合の Light Condition における風速と風圧との関係は

$$P = KAV^2 \sin^2\alpha \times 10^{-3}$$

K：東大加藤教授によると 0.078

九大渡辺教授によると 0.076

P：風圧力 (t)

A：直立状態における風圧側面積 (m²)

V：風速 (m/s)

α：船の進路と風の方向との相対角度

$\alpha=90°$ $K=0.076$ として 15 m/s の風速では風圧力 24 t 以上であるので2隻の Tug によつて離着岸操船をするとして1隻 12 t の索引力がのぞましい。ここに 15 m/s は unloader の操業停止の限界風速をとつた。1 000 HP の Tug Boat の索引力については（昭和 31 年）大阪造船 KK で建造進水した瑞宝丸の公式試運転結果を参考とした。試験の結果平均索引力 11 t 旋回試験で停止状態で右旋回（180°）に要した時間は 23 sec，左旋回に要した時間 25.2 sec であつた[22)]。旋回性能は優秀であつたが，索引力 11 t については上記計算と照合して不適当と思われたので，馬力数を 2×680 HP のシュナイダー付 Tug Boat 2 隻を使用することに決定した。

5. 結 語

問題として残つている港口潮流に対し約 80° の航路による入港を，高性能 Tug Boat により円滑に行なうよう考慮したが，航路幅および港口形状は Tug による操船状況によつて左右される。港口 Basin 内の潮流とあわせ決定されるべきものと考えられるので，本文記載の運輸省技術研究所委託中の潮流模型実験の結果に期待するところが大きい。本文補足として第二期以降の石炭荷役のために，泊地南岸壁に棧橋式荷役設備を計画している。よつて泊地幅としては Turning Circle の直径 350 m に 150 m を加え 500 m としたこと，ならびに石炭輸送用船の目標として New York P.A. において，調査の結果 U.S. Depertment of Commerce の Propsed Cargo Ship-Seafarer Class をとつた[23)] ことを付記する。

なおこの計画に際しては戸畑築港委員会が組織され，各委員の真摯なる研究討議によるところ多く，紙上をもつて各委員に対し深く感謝の意を表わします。

参 考 文 献

1) 八幡製鉄KK計画部：戸畑築港研究委員会報告書 p. 7
2) 国行一郎：昭. 31. 11. 鉱石専用船をめぐる諸問題 p. 311
3) W.A. Stewart: The Development of Ore Carriers in Recent Years
4) Sir Charles Goodeoe: "Iron Ore Carriers for Britain' The Shipping World 1955
5) W.A. Stewart: The Development of Ore Carriers in Recent Years
6) 通産省 昭. 27. 10. 炭田開発調査事業綜合報告 p. 20.
7) 同上 p. 27
8) 我国における地震危険度の分布 河角博士（資源データーブック第6号災害編その2）
9) 福岡県災害誌第2編地震の部 p. 195（福岡測候所編纂）
10) 熊本県災害誌（1952）
11) 藤原咲平 1935：中央気象台彙報 9
12) 宮崎正衛 1956：近年日本沿岸に来襲した高潮について
13) 〃 ： 〃
14) 昭. 31. 12. 27.：水路部発行海図による
15) 昭. 31. 12. ：欧米港湾調査報告概要
16) 昭. 31. 12. 6.：戸畑築港研究委員会報告書
17) 昭. 31. 12. ：欧米港湾調査報告概要
18) 昭. 31. 12. 6.：戸畑築港委員会報告書および 昭. 31.12.27. 水路部発行海図による
19) June 25 1953 Jams Davis Director: Curtis Bay and Ferry Bar Channels Analysis of the need for Greater Width
20) 昭. 31. 12.：八幡製鉄所建設局内会議資料（第三設計課）
21) 昭. 31. 10.：New York Moran Towing & Transportation Co. Ins. および New York P.A.
22) 昭. 32. 1.：大阪造船所瑞宝丸海上公式試運転成績書
23) July 1955 "New Ship Design" M.S. Department of Commerce Maritine Administration.

NKK式ガードレール

実用新案出願中

自動車が道路から転落する事故を防止するため、最近、わが国の主要道路に日本鋼管の「NKK式ガードレール」が使用され、大へん御好評をいただいております。

特に路幅の狭い道路には特殊設計による**曲柱ガードレール**が、また橋梁には**高欄用ガードレール**が採用され、交通事故防止の一役を買っております。

日本鋼管の「NKK式ガードレール」は一組のセットとなつておりますから、現場で加工する必要がなく、簡単に取付けることが出来ますし、外観がきれいですから特に観光地帯には最適です。

（写真は真鶴附近の曲柱ガードレール）

（説明書進呈）