

¥5">+ ]5r6ë • Ĩ Ā – É Ū – á b ‹ d

Construction of Submarine Pipeline between NIKKO and KAWATETSU

• (Kiōshi Kawamoto) \$Ñ%Á &¼Hideo Shirasuna) 5 5 Ó ¼(Haruyuki Konno)

---

0[ " :

G b • Ĩ Ā – É Ū – á c È á † " • K > \* ¥ • 5" > & 4 > ' | ~ P Ê b ] î0 5r > & 4 > ' \_ \*  
%ò; ä b LPG > \* Ñ ¼ « 5 > \* > A 5 b > 1' 8 @ b ! P q † 3z3æ M • S u \_ 0 £ # i l € > \* Ū ô 48 °  
10 v \_ ö B K S 6 x 1000 > k b ! P q † 3z3æ Ū – á [ 6 • G b Ā – É Ū – á b 0 ç 0 £ \ ‹ d \_ X  
8 Z + \$ † ì M • • Ā – É Ū – á c > 4 > @ > 0 • \ 10 > @ > / • [ > \* G b 0 £ # i b " l , c f @ \  
[ c 6 u Z LPG † • Ĩ Ā – É Ū – á [ 3z3æ M • G \ > \* 9 x v . ! l v / [ 6 • Ñ ¼ « 5 † ! "  
– [ 3z3æ M • G \ [ 6 • G b S u > \* G € } b ó ² † i Ū M • S u \_ > \* ± 0 d • ^ - 5 y  
9 , > | g 3z3æ v / b Ø 7 F W \_ X 8 Z b 9 , ¼ † / œ W S r S \ 0 ç ) \* ( @ È á b ° • [  
6 • G \ ? } > / ¥ b + ß / œ + ê + ç 400 7 ~ † X < > \* + ß / œ + ê + ç b ó ² & – @ 8 0 £ # i † g Z • V b  
ö = \ ^ ~ > \* Q b S u • Ĩ e + ß 2 † G # Ý K > \* r S • V 8 \_ X 8 Z c + ê + ç 6 õ € \* ... \ b + - z  
1 \* Z † ö 1 \* \ K Z ' ö # . K S

---

Synopsis :

•ec b\i^a?}7 0t[ArM

## 日鉱一川鉄間海底パイプラインの施工

河本 清\*  
Kiyoshi Kawamoto

白砂 秀夫\*\*  
Hideo Shirasuna

金野 春幸\*\*\*  
Haruyuki Konno

### Synopsis :

Planned for transportig LPG, Minas oil and C-oil from Nippon Mining Co. situated on the opposite side of Mizushima Works, this submarine pipeline across Mizushima port in a total length of 1000m was completed in October 1973 for the operation of Mizushima Works. This report outlines some features of the designing and execution of the pipeline.

底パイプラインは大型船舶の航行の最も頻繁な航路を横断し、水島港の海底に埋設された約1000mの3条の燃料輸送ラインで、I.P.C.の海底パイプ

法が公布されたが、設計のための技術基準が制定されていなかったため設計検討に予想以上に長時間を要したが、昭和47年4月港内工事の着手

ラインとしてはわが国では初めてのケースである (Fig. 1 参照)。

この工事は昭和45年に具体化され、その後基本計画に基づき、立地条件、施工条件の調査検討を

昭和48年10月全工事を完成し関係者立合いのもとに無事通液を開始した。

この報告は、この海底パイプラインの設計、施工にまつ各々の難問題に遭遇し、これを打開す

進めるいっぽう、大規模な落錘実験<sup>1)</sup>、輸送流体の温度降下、および熱伝達実験<sup>2)</sup>など数多くの実

るために行った数多くの実験と技術の導入の主なものを紹介するとともに、本工事の設計と施工に

験を行うとともに、さらに権威者の意見および指

ついて概略を紹介する

導を受けるなどその設計については細心の配慮を行った。また、施工についても航行船舶の影響の

## 2. 概 要

15t + 1年(昭和20年+年) ... 石油2万t/日

上を要し、次に海溝内に流入した浮泥をニ...

0.5m/日(1日)の... 燃料を輸送する...

...パイプにて除せし... 敷設を... パーバニ...

めのものであり、輸送ルートは陸上部と海底部をせ延長約5 km で、おのおの燃料ごとに輸送するために3条のパイプラインが敷設された。このうち海底部は約1 km である。

また、本海底パイプラインのプロフィールは日本鉱業(株)水島製油所の第2原油栈橋の南側の護岸より配管橋を介し、航路幅380m、水深-16mの水島本航路を横断し、さらに幅300mの泊地および川鉄石炭岸壁泊地100mを横断し岸壁内に立上り、配管トンネルを通り、陸上パイプラインに結ばれている (Fig. 2 参照)。

海底埋設パイプの土被り厚さは落錘実験<sup>1)</sup>の結

りトレミーパイプを介し液溝底に投入し、グレーダー船にて表面の不陸整正を行った。

いっぽう、陸上プレハブヤードで約180mに製作された長尺管3条を固定バンドで締結し、対岸に設置された15tのウインチで進水架台上を5回にわたり曳出し、海底部850mを敷設した。その後、海底バンド管および両岸の立上り管の接合を行い、重量調整用フロートの撤去およびパイプの位置確認、全線の耐圧気密テストを行い、陸上パイプとの繋ぎ込みが終り全配管工事を完了した。その後検査を行い、敷設パイプの正常を確認したあと、敷設パイプの塗覆装を傷つけないように砂

することが得策であると判断し、日鉱側6号道路

に長尺管製作ヤードおよび進水軌条をとり、これを延長し川鉄側石炭岸壁に上陸するラインが海底部最短距離であることと、日鉱側第2原油栈橋南側が船舶の離着棧の影響を比較的受けないこと、および川鉄側石炭岸壁内に立上ることが将来計画に制約されないことから最も安全なルートとして採用された。

また、輸送管はL.P.G, ミナス重油, C重油と

充填し保温効果を持たせるようにした。

また、日鉱側立下り点より60mの地点には海底

Table 1 Design condition and pipe elements

	L.P.G	L.S.C	M.S.C
Pipe dia.	6B	6B	10B
Quantity	1 branch	1 branch	1 branch

### 3・3・2 埋設管の土被り

航路を横断しパイプラインを埋設する場合は、その位置を航行する最大船舶の錨を使用して投錨。去錨試験を行い、この結果を基準とし、さら

兩岸立上り部は鋼管杭によるラーメン構造の架台を設置し、この内部に立上る構造とした。川鉄側の立上り地点は石炭岸壁内であるため、船舶の衝撃、地震時の地盤の変位差による配管への影響が少なく、護岸貫通部は直接パイプが接触しない。

=0.39cm となった。

がなく、メンテナンス上問題点が多い。

$U_n=0.39\text{cm}$ 、地盤の反力係数  $K=10\text{kg/cm}^2$  (敷砂) より地盤の地震歪みによる埋設管の応答は 10B のとき  $\sigma_x=42\text{kg/cm}^2$ 、6B のとき  $\sigma_x=34\text{kg/cm}^2$  となった。

管の埋設地盤が砂礫層で良質であることから、埋設管に発生する応力は数値的に小さい値となっ

した結果より、C重油を使用し、循環回路にてプレヒーティングすることにより輸送可能となること、また、輸送停止後もある程度自然放置が可能であることから、加熱、保温は行わないこととした (立上り部のみ粒状パーライトで保温)。

また、LPG、重油ラインともPIGシステムも、これは、パイプラインの除錆や内部検査時の管内



を有する  $N$  値50以上の地層からなっている。

(2) 浚渫断面

浚渫底面幅は管の曳航敷設から有効幅 4 mが必  
要であり、この有効幅 4 mを確保するためには施

さらに、水島本航路の将来の増深計画(E L-18m)  
を考え、浚渫断面を Fig. 5 のようにした。

(3) 施工方法

浚渫機は、この浚渫後の断面は、右図に示す(但し、)

工誤差等を考慮すると 9 mは必要である。また、  
浚渫機は、この浚渫後の断面は、右図に示す(但し、)

ながら管敷設線をライン浚渫すること、また、  
浚渫機は、この浚渫後の断面は、右図に示す(但し、)

Table 2 Detail of working days

Compulsory working days	Working	Repair	Waiting for navigating ships	Changing ship	Waiting for sounding	Rough weather	Holidays	Others	Total
129	89	18	3	3	2	2	9	3	129
	68.9%	14.0%	2.3%	2.3%	1.6%	1.6%	7.0%	2.3%	100%

Table 3 Working hours and actual working hours

Working days	Working	Dredging	Anchor changing	Barge changing	Removing
89	1 071h	874h	59h	39h	99h
	12 h/day	10 h/day	0.7 h/day	0.4 h/day	1.1 h/day
	—	81.5%	5.5%	3.7%	9.3%

Table 4 Dredging results

Soft sand and gravel	Hard sand and gravel	Silt soil
----------------------	----------------------	-----------

## 4.2.2 浮泥除去工事

浮泥除去工事は、日鉱一川鉄間海底パイプラインの敷設に先立ち、

Table 5 Details of working days

Compulsory days	Working results			Non working days		
	Working days	Total working hours	Actual working hours	Sounding	Repair	Rough weather, etc
39	25	239 h	159 h	2	7	5

Table 6 Details of working days  
(per actual working hour m<sup>3</sup>/hr)

	Average	Maximum
Muddy water	410	500
Mud	41	50

良くするために浚渫溝底に敷砂を施工した。敷砂は500~1000m<sup>3</sup> 積みのガット船にて海砂(粗砂)

を搬入し、浚渫溝上にセットしたホッパーバージに移し、トレミー管を介して浚渫溝底に投入した(Fig. 8 参照)。投入された砂の天端の凹凸をできるだけ少なくするためにホッパーバージを移動し投入量を調整した。砂の投入量は約18000m<sup>3</sup>で

ダー船を使用した。

パイプダックは作業用ダックとして長さ約20m

#### 4.2.4 埋戻し工事

の支持材の先端は幅6mの排土板を面材はさとの

埋戻し管の上塗り厚さは、落盤実験の結果より長

Table 11 Pipe standard or dimensions

	Standard	Tensile strength	Yield point	Outside diameter	Thickness (mm)
LPG pipe	STP G42	$\geq 42.0$	25.0	6B	11.0
				10B	9.3

いように埋戻しを行い、ホッパーバージの誘導は

#### 4.3 配管工事

#### 4-3-2 作業基準

管理と、ガラスクロスのエナメルとのなじみ、お

##### (1) 溶接方法

本パイプラインを実施するにあたり、種々の溶接方法を検討した結果、以下の理由から、1層目

##### (3) 検査

###### (a) 放射線検査

溶接部の放射線検査は、継手の全線について7

は、パイプラインの延長上の日鉱場内の道路を使用して長さ200mの長尺管ヤード (**Photo. 2** 参照) を設置した。ヤードの長さは曳航日数と立地条件によって決定されるが、今回は直線部 850m を5組に分け 176m 1組と 143m 1組の長尺管を製作

(b) 立上り管の製作

立上り管はベンド部の応力集中に対する補強と輸送管の腐食を保護するため2重管にした。また、重油管については保温の目的でその空間部に断熱パーライトを充填すところにして、そこで

また、海底ベンド管および両岸立上り管の製作

管を配管図にしたがい配列し、全姿勢による溶

接は、ガスシールドの目視作業の可能な程度

で、検査 塗層 (D O 2 層塗布) を完了後

深MP-16mより出ないような進水曲線を設定した。さらに、航行船舶のスクルーカーレントによって敷設管が移動、または浮上しないように砂袋を用意した。なお、海上作業全般については船舶関係者の自主調整を基調とし、管理は行なわ

次に、パイプを曳航するためのワイヤー（ $\phi$ 40mm-500m,  $\phi$ 25mm-700mの連結したもの）を対岸の曳航用ウインチを起点とし、日鉱側に向かって、未明、航行船舶の少ない時を見計らって

に曳航ワイヤーの展延、およびフロートの撤去時には、海上保安署の協力を得て、船舶の航行を

には約1h30minを要したが、完了後、ダイバ



らびに、曳船と通船を使用して行われた。3隻の起重機船で海底敷設パイプの端部120mを浮上

すは、溶接台船にパイプを吊り込み、い、ばら

あることが確認された。また、3条のパイプの傾斜はほとんど認められなかった。

ベンド管、および立上り管を吊り込み、海上溶接現場に曳航し、溶接台船に固定し、海底管との

両岸立上り部の接合が完了し、敷設パイプの位置を確認してから、海底部約1000mの3条のパ

溶接接合を行った。溶接台船上の接合作業は付近航行するタグボート、およびフェリーボートの

船の曳航により溶接台船が曳航し、明生丸に

イプの耐圧気密試験を、窒素ガスによりそれぞれの設計圧力の1.5倍の圧力で24h放置して実施し

た。さらに、相序1完了後、公船におかり官庁サ

(9) 吹込工 船隻を引揚げるため、

船隻を引揚げるため、

(10) 吹込工

船隻を引揚げるため、

船隻を引揚げるため、

船隻を引揚げるため、