

# 強力鋳鋼パイプコネクションの製造

## Manufacture of Weldable High Strength Cast Steel Pipe Connection

早川 巖\* 星 昌\*  
Iwao Hayakawa Akira Hoshi

### 内 容 梗 概

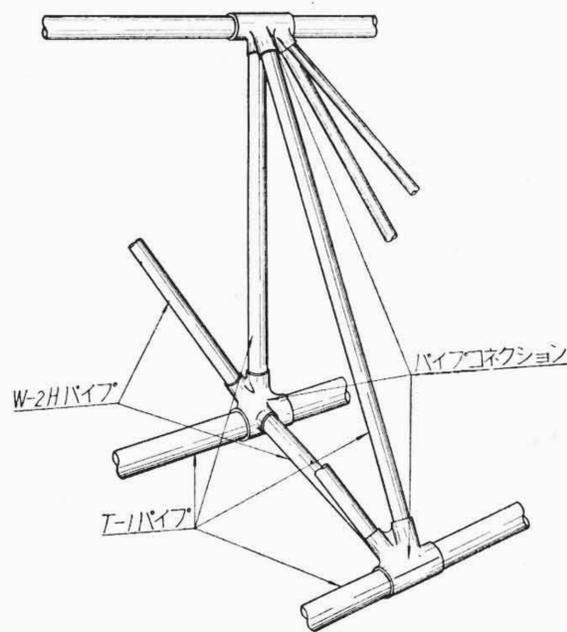
抗張力 71 kg/mm<sup>2</sup> 以上でしかも高いじん性を有する強力鋳鋼を製造した。その化学成分は 0.15% C, 1.4% Mn, 0.8% Ni, 0.7% Cr, 0.4% Mo で 920°C より急冷し, 620°C 焼戻の熱処理を施した。用途は調質高張力鋼 U. S. S. T-1 鋼に熔接して使用する鋳鋼品で, すぐれた熔接性を有している。

### 1. 緒 言

パイプコネクションはしゅんせつ船の泥土吐出用パイプをささえるブームのトラス交叉部に用いられる鋳鋼品である。このしゅんせつ船は南アメリカの油田地方に大形タンカを入れるための水路開発に用いられるもので, 海面から20mの深さを掘り起すと同時に船から100m離れたところへ泥水を吐出しながら作業する世界最初の船である。泥水を吐出するパイプの直径は57"で, 180度回転可能のブームに取り付けられている。ブームはパイプトラス構造でその交叉部に強力鋳鋼のパイプコネクションを用い, これにT-1鋼, W-2 H鋼のパイプを熔接して組立てられている。第1図にしゅんせつ船の使用状況を, 第2図にブームの組立て状況を示す。

### 2. 材質および熱処理

パイプコネクションはその使用目的から軽量であること, 高い強度とじん性を有することおよび熔接性の良いことが必要である。第1表に要求される機械的性質の仕様を示す。この仕様を満足する材質および熱処理を決めるため T-1 鋼をはじめ各種の高張力鋳鋼について調査するとともに, 試験熔解熱処理を行って機械的性質の検討を行った。その結果熔接性およびじん性を高めるためC含有量は要求強度を満足する範囲でできるだけ低くした。化学成分の一例を第2表に示す。第3図はこの鋳鋼のS曲線である。この図から明らかかなように変態ノーズは2段に現われる。Ar' 変態開始点が, Ar 変態開始点より長時間側にあるためオーステナイトから空冷してやればベーナイト変態を起す。熱処理方法は強じん性をさらに改善する

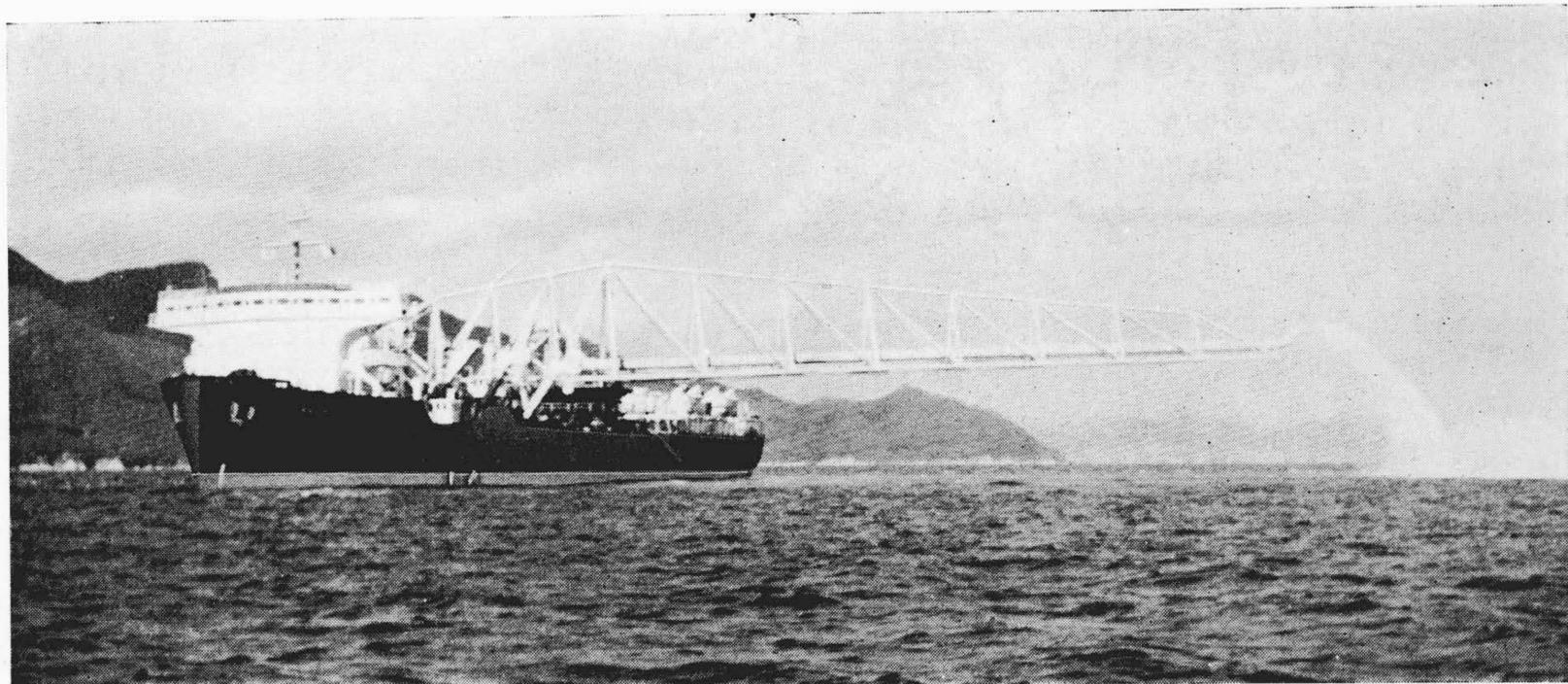


第2図 ブーム組立図

第1表 パイプコネクションの機械的性質

抗張力 lbs/in <sup>2</sup> (kg/mm <sup>2</sup> )	降伏点 lbs/in <sup>2</sup> (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び%	絞り%	※シャルビ衝撃値 (kgm/cm <sup>2</sup> )		曲げ試験
				常温	-50°F	
>100,000 (>71)	>85,000 (>60)	>18	>40	>5	>2.5	3"/4 φ, 180°

※ は参考値



第1図 しゅんせつ船の使用状況

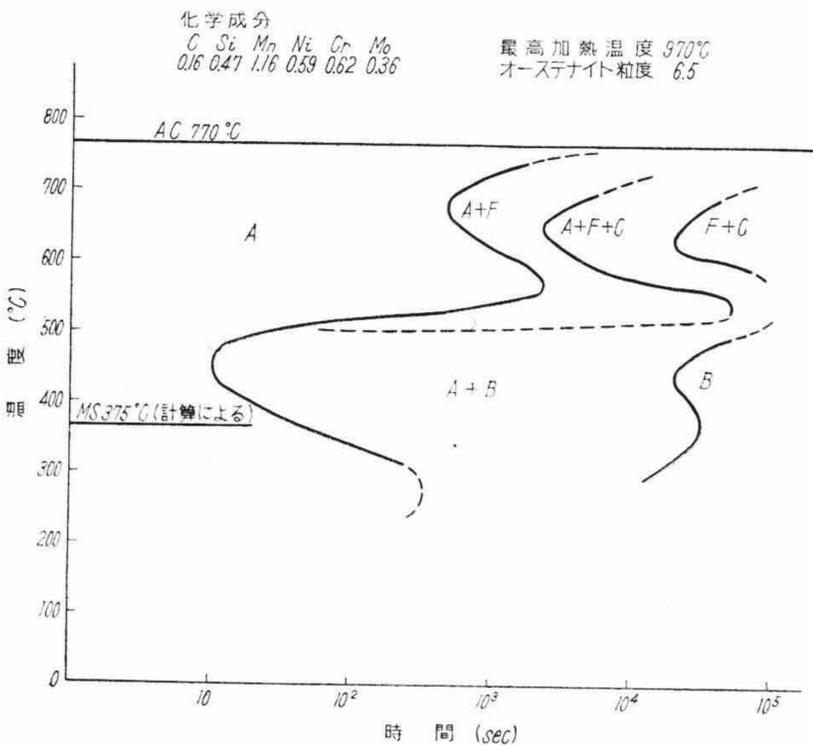
\* 日立製作所水戸工場

第2表 化学成分の一例

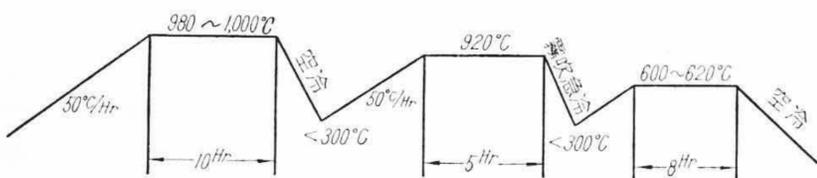
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0.13	0.53	1.28	0.007	0.005	0.84	0.68	0.42

第3表 機械的性質の一例

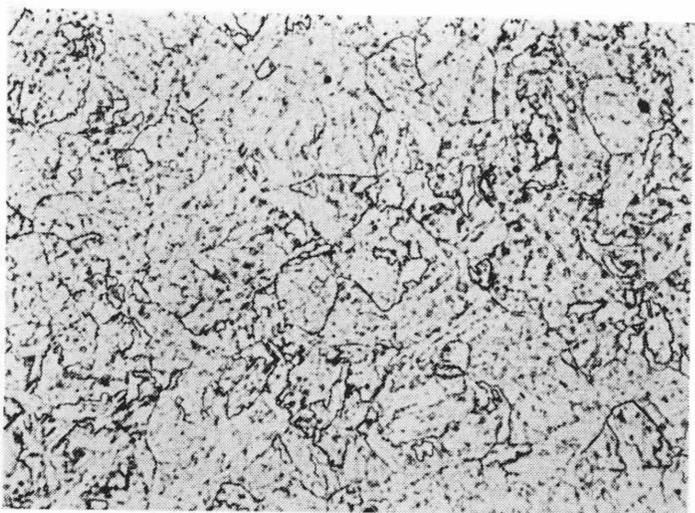
抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)
73.6	61.6	22.1	56.8



第3図 強力鋳鋼のS曲線



第4図 熱処理曲線



第5図 母材の組織 (×200)

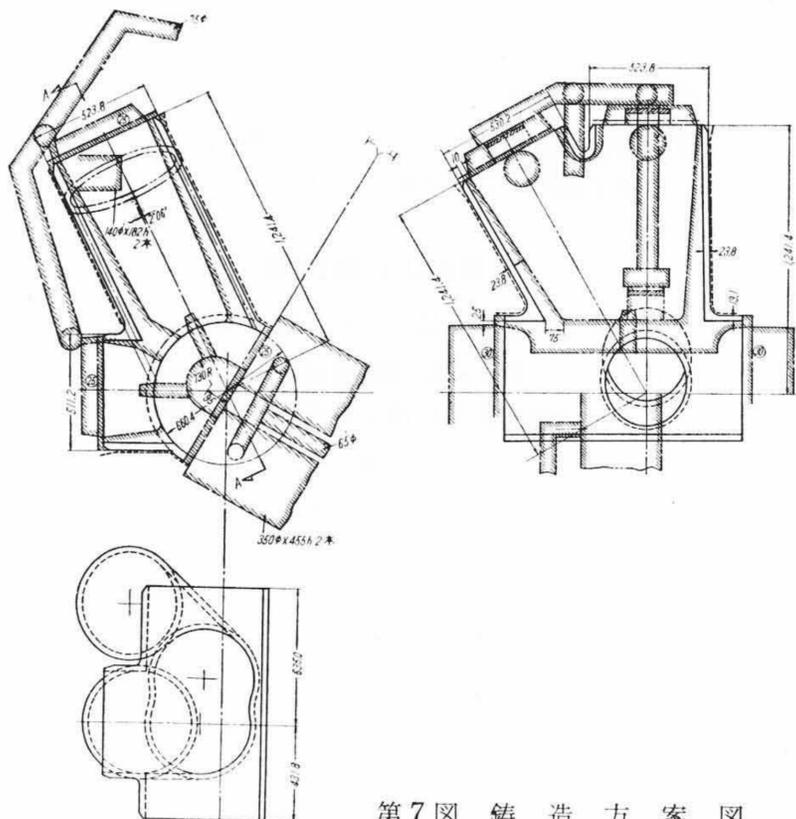
ため焼準—焼入—焼戻処理が適切な方法と考えられ第4図のように決定した。第5図に顕微鏡組織を、第3表に機械的性質の一例を示す。

### 3. 鋳造 方 案

パイプコネクションは強度を低下させるきれつ、巣などの欠陥は許されない。欠陥を調べるためコーナー部、堰先はグラインダ加工



第6図 パイプコネクション外観

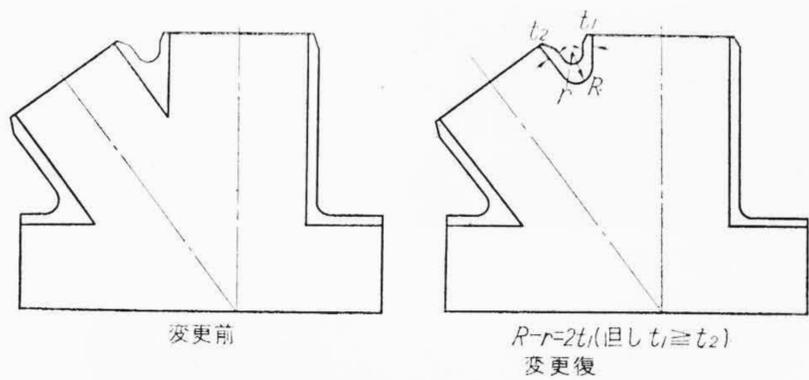


第7図 鋳造 方 案 図

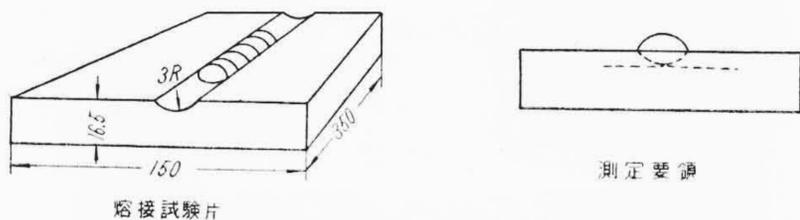
をし染色透過探傷検査、γ線検査を実施した。γ線検査はASTMの2級で判定した。鋳鋼品の形状の一例を第6図に示す。

鋳造方案図を第7図に示す。方案に際して特に注意した点を下記に示す。

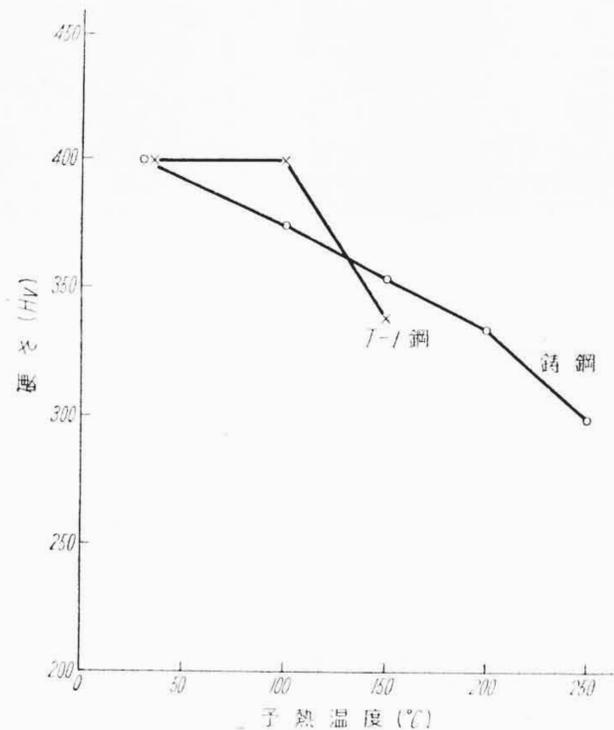
- (1) パイプに砂、のろかみの発生するのを防止するため、サドル端面を見切面とし3本のパイプが垂直に近くなるようにし、鋳込時砂などが押湯に浮き上るようにした。
- (2) パイプおよびサドル部のざく巣、きれつを防ぐため、鋳込時の逆温度こう配を是正しパイプ末端からの方向性凝固を促進するためのだ肉をつけた。
- (3) パイプ交叉部の肉厚部をさけるため第8図に示すように形状を変更した。
- (4) 中子そう入時にはパイプ中子の注湯時の移動を防止するためおよびパイプ中子のガスを上方向に抜くためパイプ中子とサドル中子を一体に組立てた。
- (5) 鋳物砂は人造硅砂を用い、塗型にはジルコン塗物を使用した。



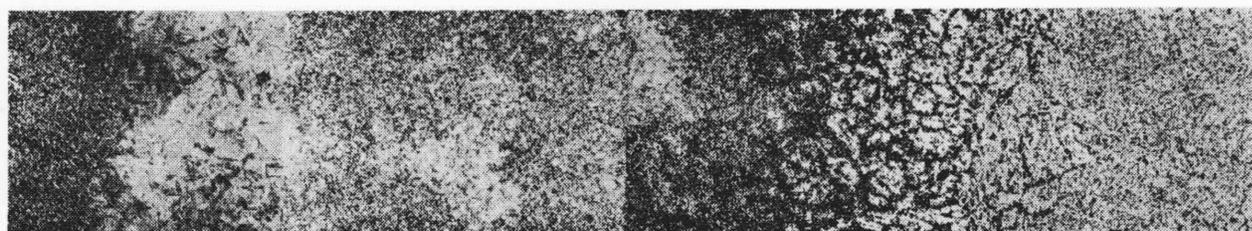
第8図 パイプ交叉部の設計変更



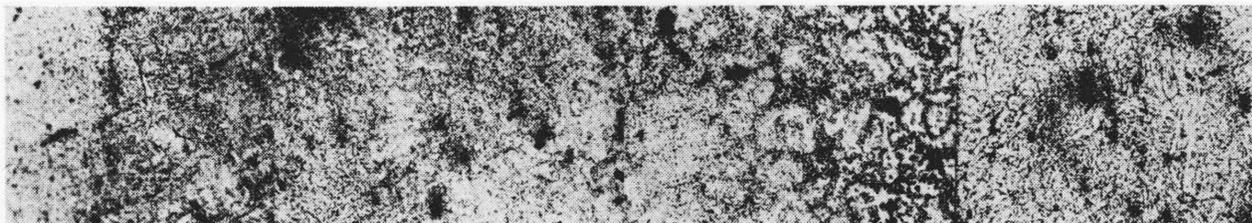
第9図 熔接試験片



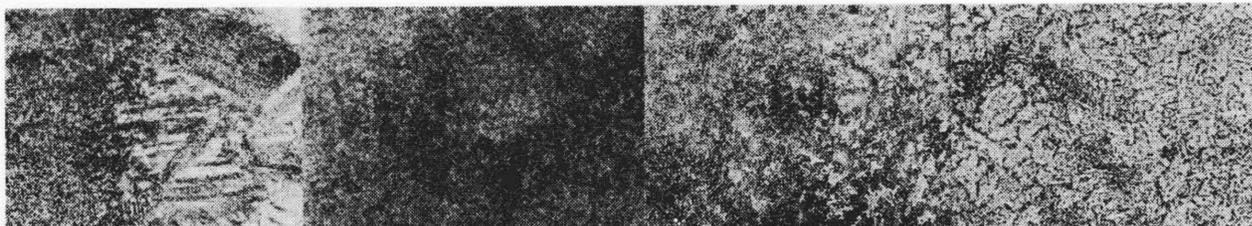
第10図 最高硬さの予熱温度による変化



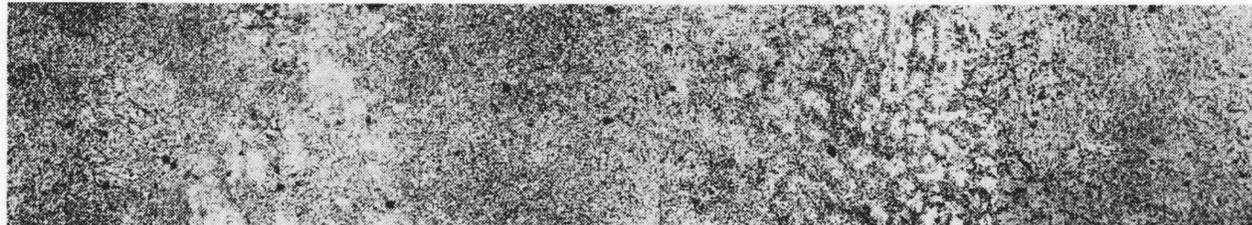
Preheating (R. temp)  
強力鋳鋼



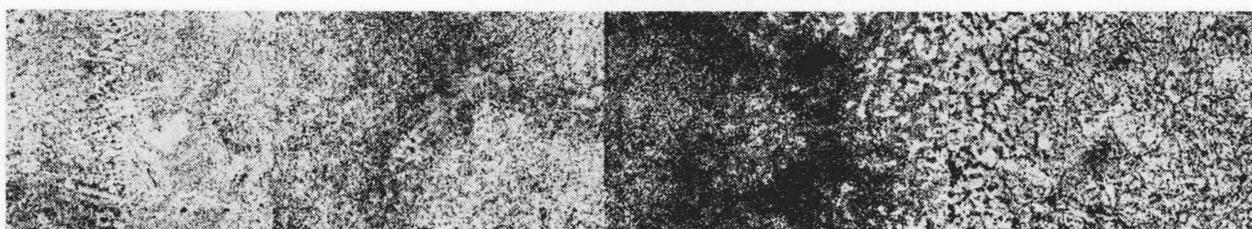
Preheating 100°C  
強力鋳鋼



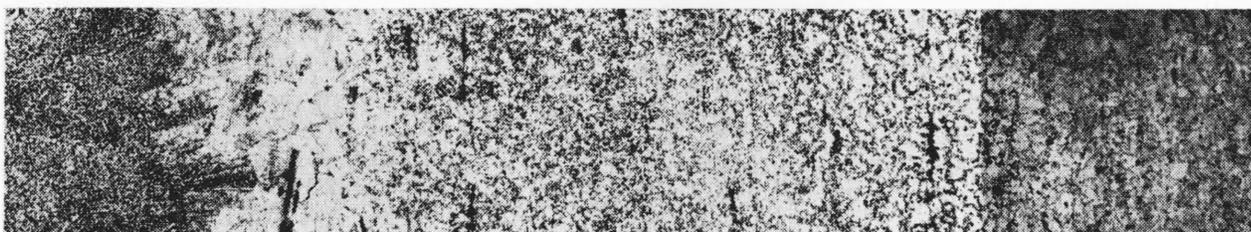
Preheating 150°C  
強力鋳鋼



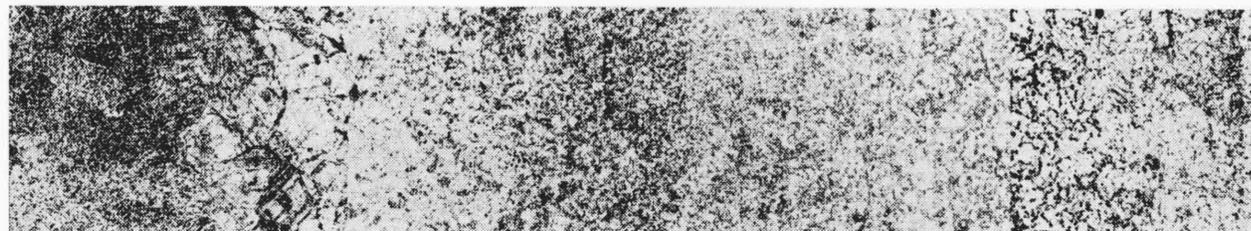
Preheating 200°C  
強力鋳鋼



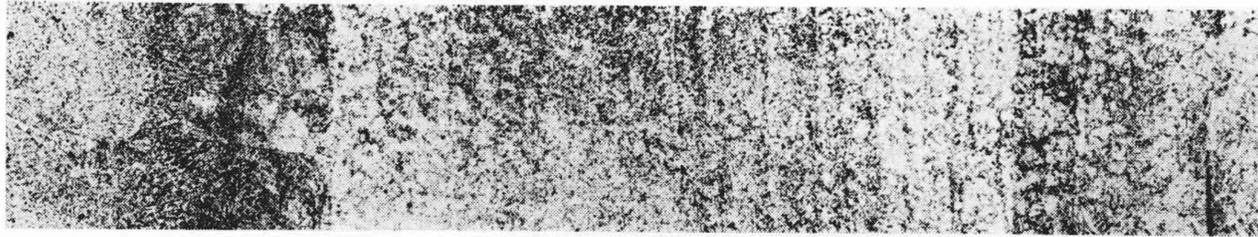
Preheating 250°C  
強力鋳鋼



Preheating (R. temp)  
T-1 鋼

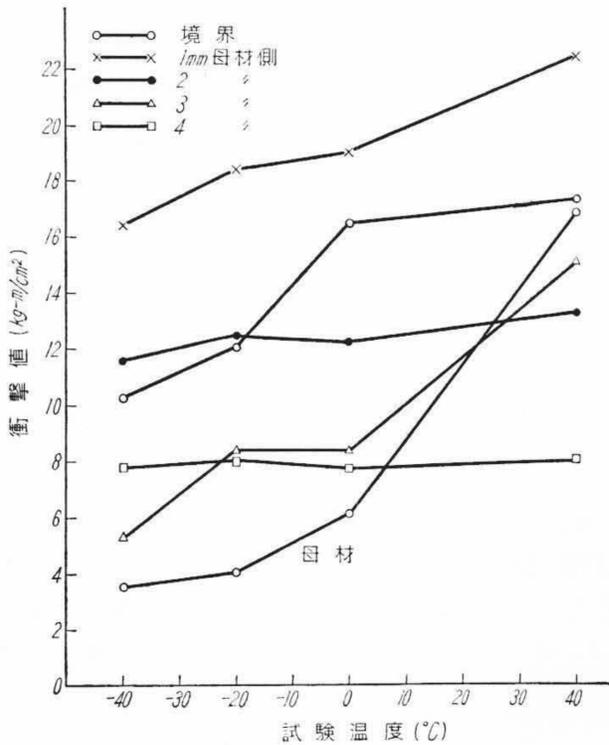


Preheating 100°C  
T-1 鋼

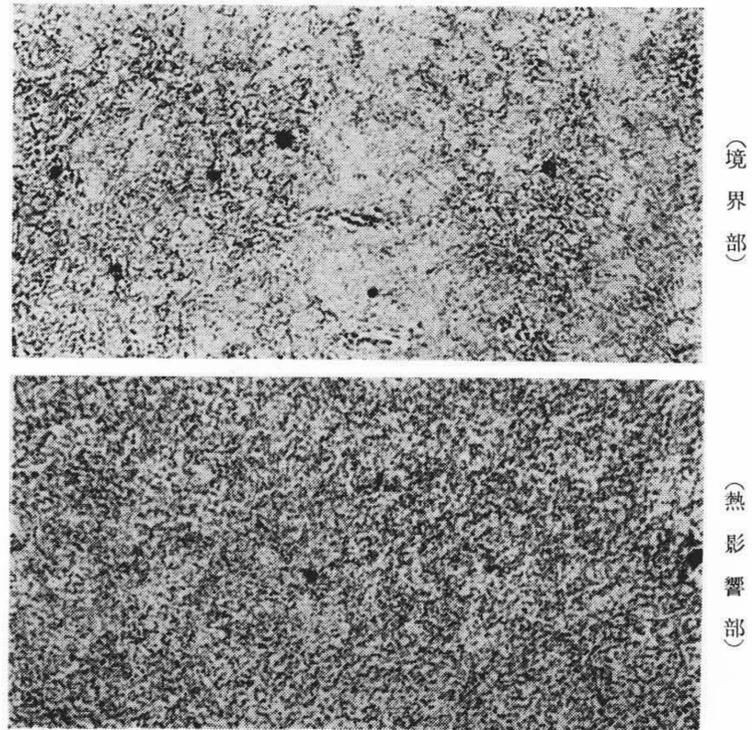


Preheating 150°C  
T-1 鋼

第11図 熔接部の顕微鏡組織 (×200) × 1/3



第12図 母材および熔接境界部の衝撃値



第13図 衝撃試験片熔接境界部の組織 (×200)

#### 4. 熔 接

本材質の熔接性を調べるため第9図に示す単層熔接試験片を予熱温度をかえ熔接し最高かたさを調査した。比較のため T-1 鋼についても実験を行った。その結果を第10図に示す。また熔接部の顕微鏡組織を第11図に示す。

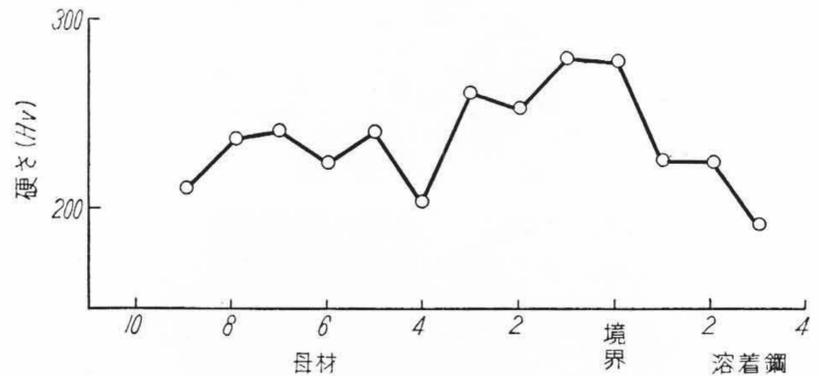
予熱温度 150°C でつき合わせ熔接した場合の熱影響部の U ノッチシャルピ衝撃値の温度変化を第12図に、組織およびかたさ分布を第13, 14図に示す。

単層熔接境界部のかたさは予熱温度が高くなるにしたがって低下する。組織については 100°C 以下の予熱ではほとんど完全なマルテンサイトであるが、予熱温度を高くすればベイナイトが折出する。多層盛り熔接境界部のかたさは Hv 280 で組織はソルバイトであり切欠じん性はきわめて高い。これは多層熔接のため熱入力が大で、またあとのビードで前のビードによる硬化部が焼戻されるためである。

最高かたさ試験によれば 150°C の予熱温度で熔接した場合かたさの低下が大き。これはこの温度で予熱の効果が現われることを示すものである。

#### 5. 結 言

以上強力鋳鋼製パイプコネクションの製造について述べた。それ



第14図 衝撃試験片の硬さ分布

らをまとめると以下のようである。

(1) C 0.15, Mn 1.40, Ni 0.80, Cr 0.70, Mo 0.40 の強力鋳鋼は適当な熱処理をすることにより抗張力 71 kg/mm<sup>2</sup> 以上、降伏点 60 kg/mm<sup>2</sup> 以上、伸び 18% 以上、絞り 40% 以上の機械的性質が得られる。

(2) 鋳物の内部欠陥を防止するためだ肉をつけて方向性凝固を行うことによりセンタラインシュリンケージを防止でき、染色探傷検査によってもほとんど欠陥のない製品が得られた。

(3) 熔接は 150°C 以上に予熱を行えば良い。150°C に予熱して多層熔接した場合の境界部の切欠じん性はきわめて高い。

最後に強力鋳鋼パイプコネクションの製造に当り終始変らぬご指導とご後援をいただいた NBC 呉造船部技術部中原次長、西設計課長、馬場係長およびそのほかのかたがたに謝意を表す。