

ステンレス鋼裏波溶接用フラックス

ウラナミックス P-8

SUS316Lステンレス鋼突合せ溶接継手部確性試験報告

平成2年5月

石川島播磨重工業株式会社

株式会社ツルヤ工場

SUS316Lステンレス鋼の継手性能

1. 目的

ウラナミックスP-8によりバックシールドを施したSUS316Lステンレス鋼突合せ溶接部の継手性能試験を実施した。

2. 供試材

使用した母材および溶加材の化学成分を示す。

表1 供試材の化学成分, (%) \*1

材 料		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
母 材	使用材 板厚 :12t	0.017	0.68	1.12	0.029	0.004	12.18	17.53	2.10
	規格値 *2	<0.030	<1.00	<2.00	<0.045	<0.030	12.00 -15.00	16.00 -18.00	2.00 -3.00
溶 加 材	使用材 棒径 :2.4φ	0.019	0.50	1.97	0.022	0.013	12.93	19.49	2.10
	規格値 *3	<0.030	<0.65	1.0 -2.5	<0.03	<0.03	11.0 -14.0	18.0 -20.0	2.0 -3.0

\*1 : ミルシート値  
 \*2 : SUS316L 板材規格JIS G4304  
 \*3 : Y316L 溶加材規格JIS Z3321

3. 試験方法

3.1 試験項目

(1) 外観および非破壊検査

- a) ビード外観検査
- b) 染色浸透探傷試験 ----- JIS Z 2343
- c) 放射線透過試験 ----- JIS Z 3106

(2) 機械試験

- a) 継手引張試験 ----- JIS Z 3121
- b) 表曲げ試験 ----- JIS Z 3122
- c) 側曲げ試験 ----- JIS Z 3122
- d) 裏曲げ試験 ----- JIS Z 3122
- e) 縦ビード裏曲げ試験
- f) 硬さ試験
- g) 衝撃試験 (0℃) ----- JIS Z 3172

(3) 組織観察

a) マクロ, ミクロ組織

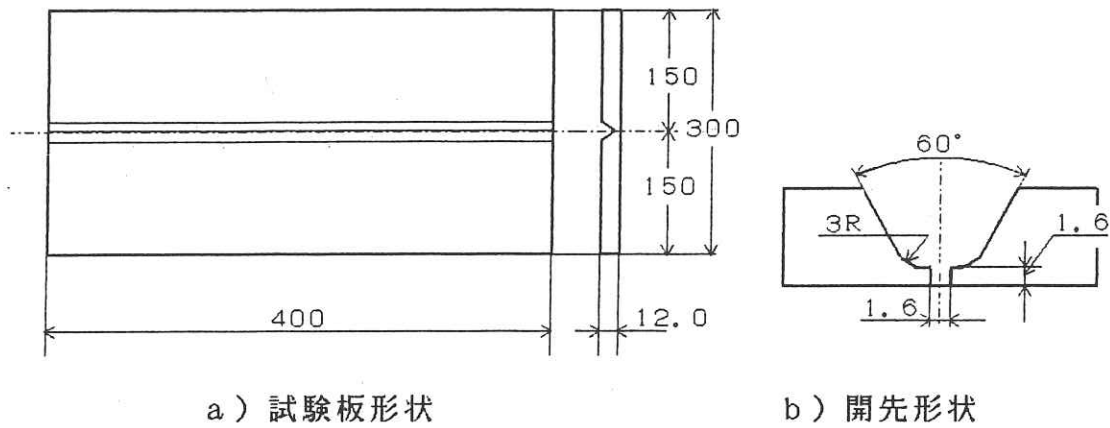
(4) 計測

- a) フェライト量
- b) O, Nガス分析
- c) 化学成分分析

(5) 腐食試験

a) 硫酸, 硫酸銅腐食試験 ----- JIS G 0575

3.2 溶接試験板形状



a) 試験板形状

b) 開先形状

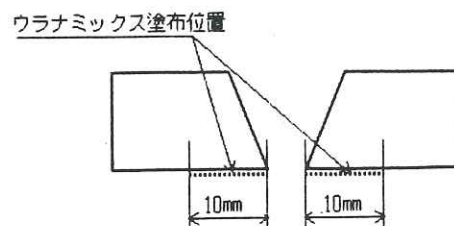
図1 溶接試験板および開先形状

3.3 溶接条件

表2 溶接条件

記号	溶接法	溶接姿勢	バックシールド法	*1 溶加材	溶接電流 (Amp.)	アーク電圧 (Volt)	溶接速度 (mm/min)
U	TIG	下向	*2 ウラナミックス	TG316L	80-120	10-13	80-150
A	TIG	下向	Arガス	TG316L	80-120	10-13	80-150

\*1: (株) ツルヤ工場製  
 \*2: ウラナミックス塗布方法





(4) 裏曲げ試験片

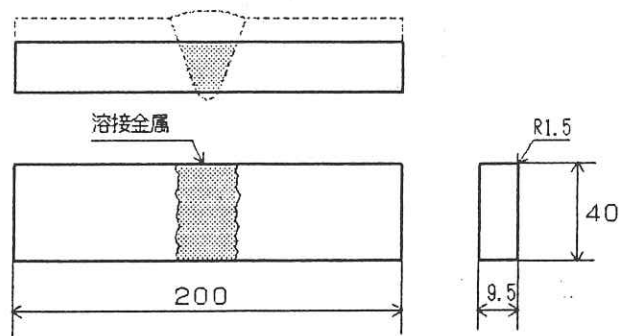


図5 裏曲げ試験片形状

(5) 縦ビード裏曲げ試験片

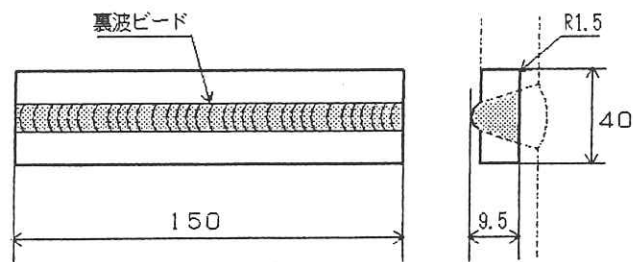


図6 縦ビード裏曲げ試験片形状

(6) 衝撃試験片

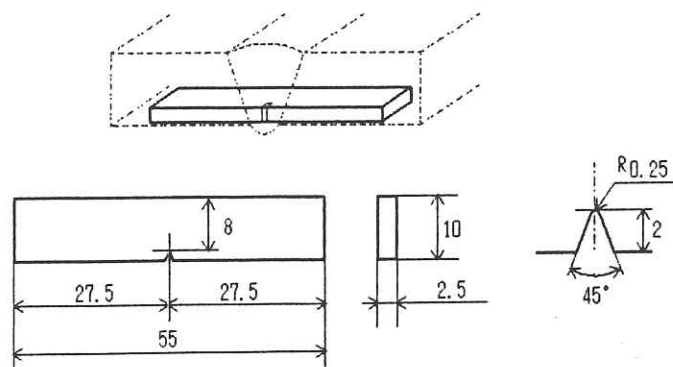


図7 衝撃試験片形状

(7) 硫酸，硫酸銅腐食試験片

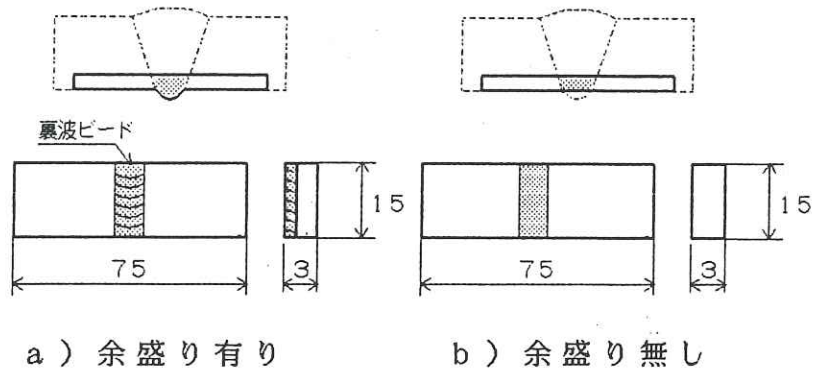


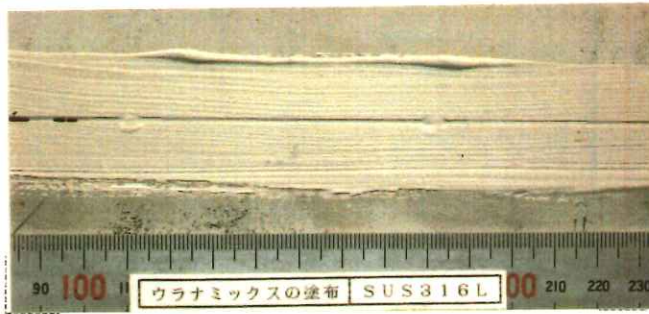
図8 硫酸，硫酸銅腐食試験片形状



#### 4. 試験結果

##### 4.1 溶接状況

写真1にウラナミックスによる裏波溶接の実施状況を示す。



(a) ウラナミックスの塗布状況



(b) 裏波溶接状況



(c) 裏波ビード外観

写真1 ウラナミックスによる裏波溶接の実施状況

##### 4.2 溶接部の浸透探傷(カラーフィック) 検査および放射線透過試験

表3に溶接部の浸透探傷検査結果および放射線透過試験結果を示す。

表3 溶接部の非破壊検査結果

ハックシール法	試験 ビード	浸透探傷検査	放射線透過試験	
			TPNo.1	TPNo.2
ウラナミックス	初層	裏波ビード-----無欠陥	1種1級	1級
		初層表ビード-----無欠陥		
	全層	仕上げ表ビード-----無欠陥	1級	1級
Arガス	初層	裏波ビード-----無欠陥	---	---
		初層表ビード-----無欠陥		
	全層	仕上げ表ビード-----無欠陥	---	---

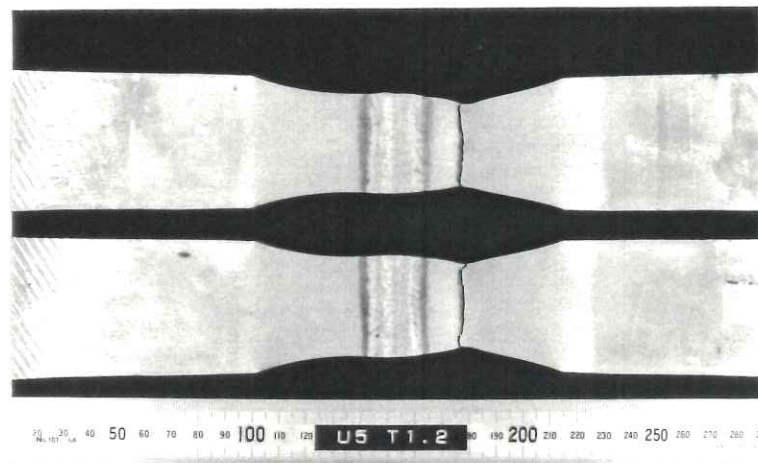
#### 4.3 機械試験結果

##### (1) 引張試験結果

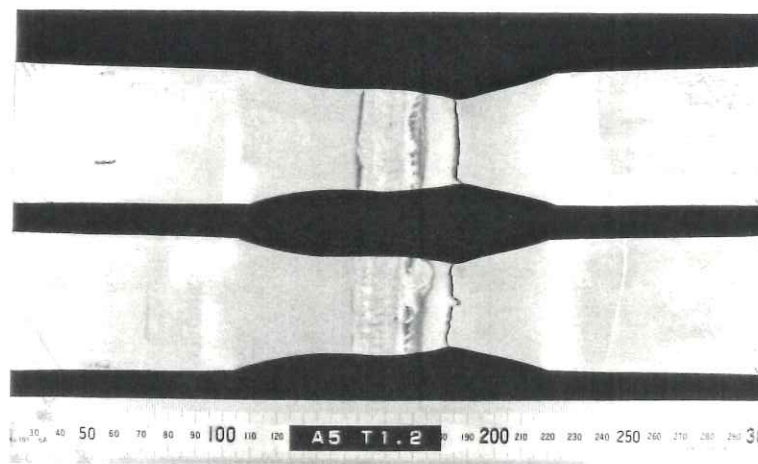
表4に引張試験結果を、写真2に試験片外観を示す。

表4 継手引張試験結果

ハックシールド法	引張強さ (Kgf/mm <sup>2</sup> )	破断位置	合否判定	備 考
ウラナックス	60.8	母材	合格	合否判定基準 :JIS G4304 引張強さ >53Kgf/mm <sup>2</sup>  試験方法 :JIS Z3121
	60.4	母材	合格	
Arガス	59.9	母材	合格	
	60.8	母材	合格	



a) ウラナックス



b) Arガス

写真2 引張試験片外観

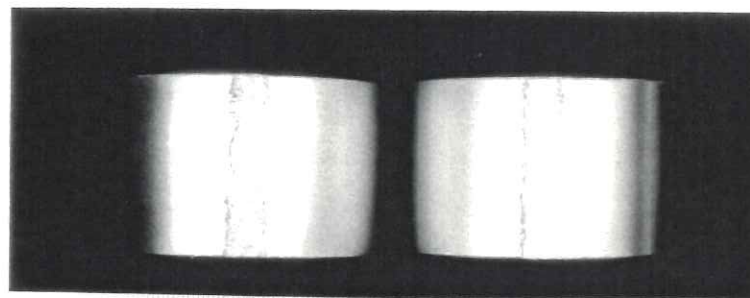


(2) 表曲げ試験結果

表5に表曲げ試験結果を、写真3に試験片外観を示す。

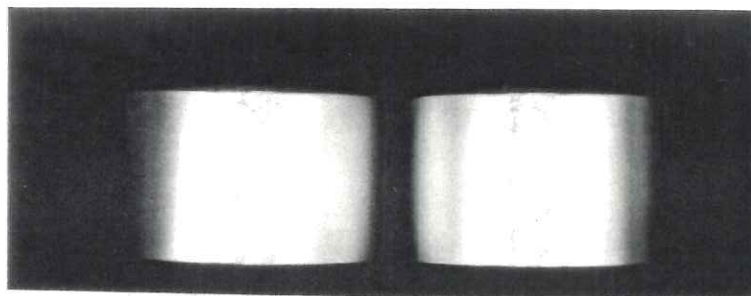
表5 表 曲 げ 試 験 結 果

ハックシールド法	TPNo.	欠陥発生状況	合否判定	備 考
ウラナックス	1	無 欠 陥	合 格	合否判定基準 : JIS Z3821 欠陥許容長さ <3.0mm  試験方法 : JIS Z3122
	2	無 欠 陥	合 格	
Arガス	1	無 欠 陥	合 格	
	2	無 欠 陥	合 格	



80 90 100 110 U5 F1.2 180 190 200 210 220

a) ウラナックス



70 80 90 100 110 A5 F1.2 180 190 200 210 220

b) Arガス

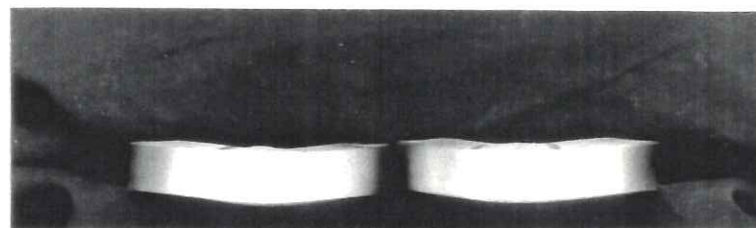
写真3 表曲げ試験片外観

(3) 側曲げ試験結果

表6に側曲げ試験結果を、写真4に試験片外観を示す。

表6 側曲げ試験結果

ハックシール法	TPNo.	欠陥発生状況	合否判定	備考
ウラナックス	1	無欠陥	合格	合否判定基準 : JIS Z3821 欠陥許容長さ <3.0mm  試験方法 : JIS Z3122
	2	無欠陥	合格	
Arガス	1	無欠陥	合格	
	2	無欠陥	合格	



60 70 80 90 100 110 **U5 S1.2** 170 180 190 200 210

a) ウラナックス



0 70 80 90 100 110 **A5 S1.2** 180 190 200 210 220

b) Arガス

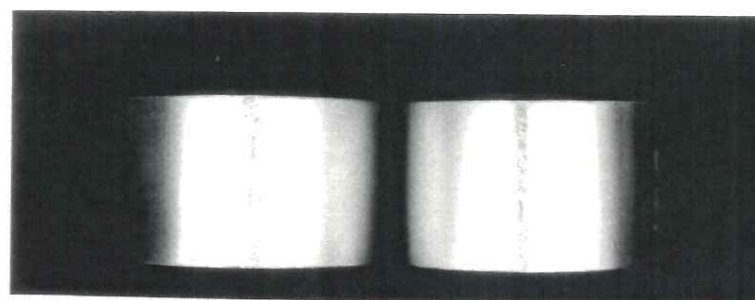
写真4 側曲げ試験片外観

(4) 裏曲げ試験結果

表7に裏曲げ試験結果を、写真5に試験片外観を示す。

表7 裏曲げ試験結果

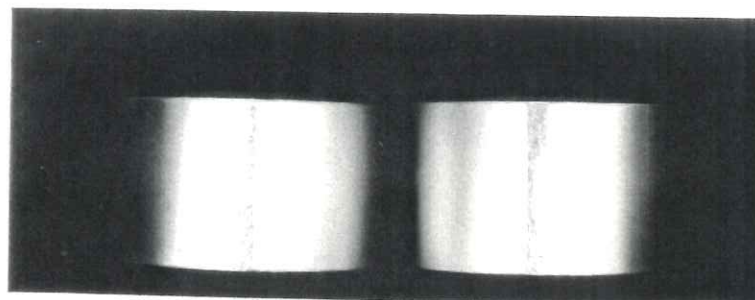
バックシート法	TPNo.	欠陥発生状況	合否判定	備考
ウラナミックス	1	無欠陥	合格	合否判定基準 : JIS Z3821 欠陥許容長さ <3.0mm  試験方法 : JIS Z3122
	2	無欠陥	合格	
Arガス	1	無欠陥	合格	
	2	無欠陥	合格	



75 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220

U5 R1.2

a) ウラナミックス



75 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220

A5 R1.2

b) Arガス

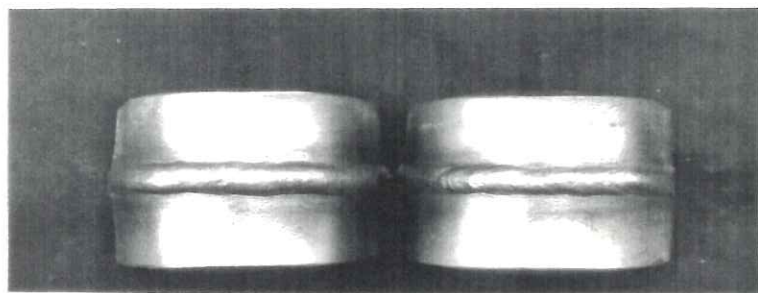
写真5 裏曲げ試験片外観

(5) 縦ビード裏曲げ試験結果

表8に縦ビード裏曲げ試験結果を、写真6に試験片外観を示す。

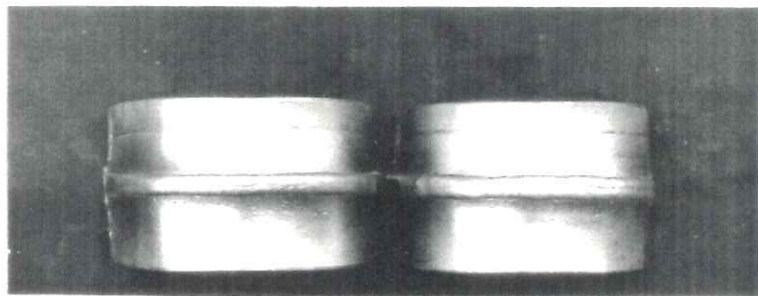
表8 縦ビード裏曲げ試験結果

バックシールド法	TPNo.	欠陥発生状況	合否判定	備 考
ウラナックス	1	無 欠 陥	合 格	合否判定基準 : JIS Z3821 欠陥許容長さ <3.0mm  試験方法 : JIS Z3122
	2	無 欠 陥	合 格	
Arガス	1	無 欠 陥	合 格	
	2	無 欠 陥	合 格	



50 70 80 90 100 **U5 L1.2** 160 170 180 190 200 210

a) ウラナックス



50 60 70 80 90 **A5 L1.2** 160 170 180 190 200 210

b) Arガス

写真6 縦ビード裏曲げ試験片外観

(6) 溶接継手部の硬さ測定結果

図9に溶接継手部の硬さ分布を示す。

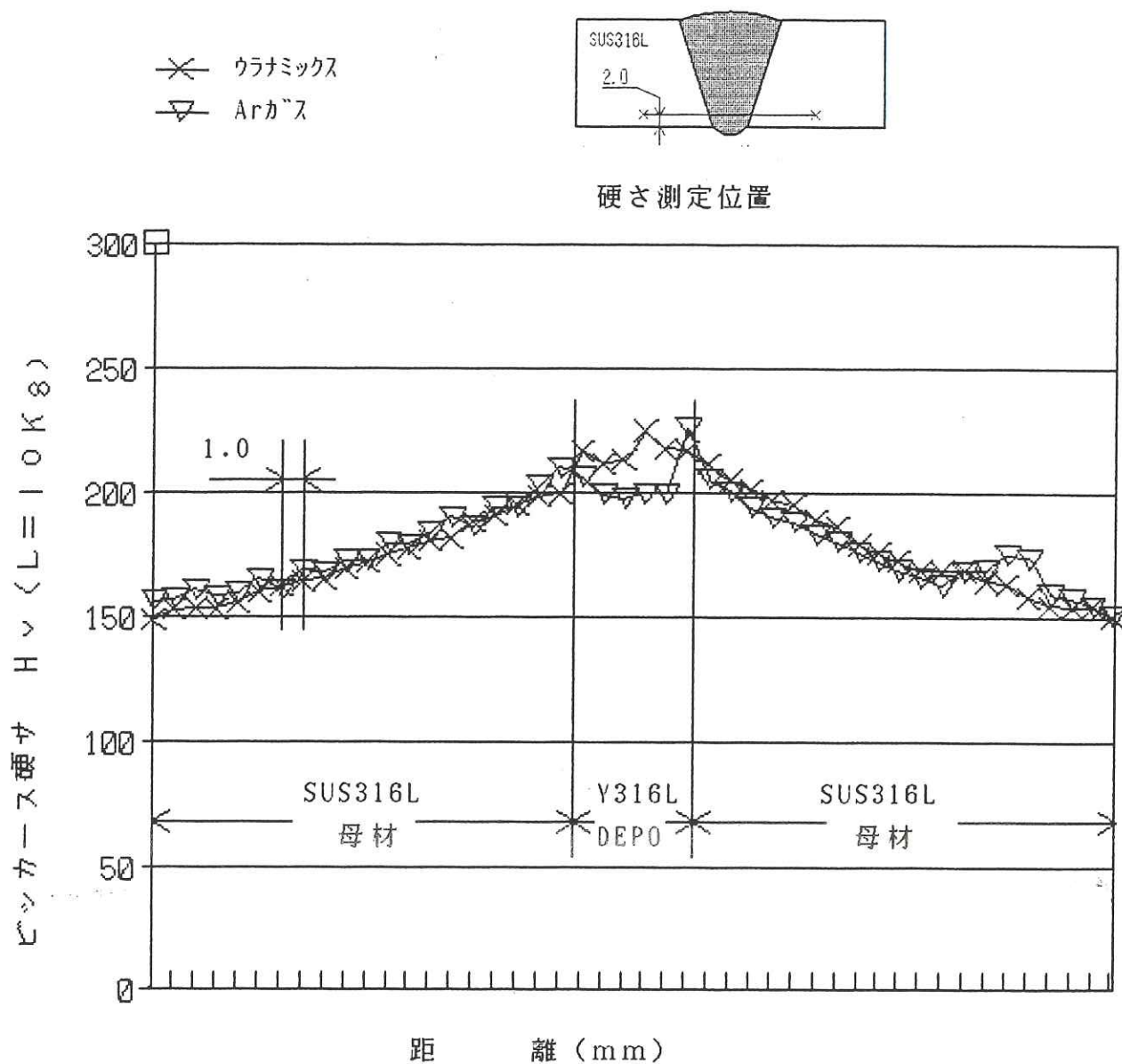


図9 突合せ溶接継手部の硬さ分布



(7) 衝撃試験結果

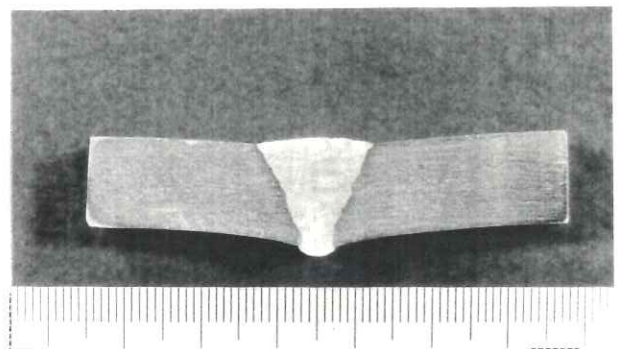
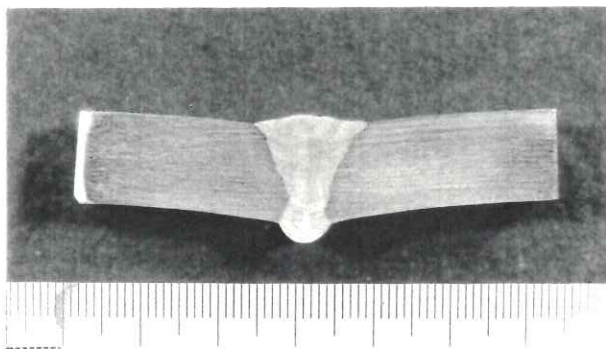
表9に衝撃試験結果および試験片の破面外観を示す。

表9 衝撃試験結果(試験温度0℃, 1/4サイズ)

ハックシ-ルト法	TPNo.	衝撃値(Kgf-m)	試験片外観
ウラナックス	1	2.76	
	2	2.87	
Arガス	1	2.98	
	2	2.98	

4.4 突合せ溶接継手部の組織観察

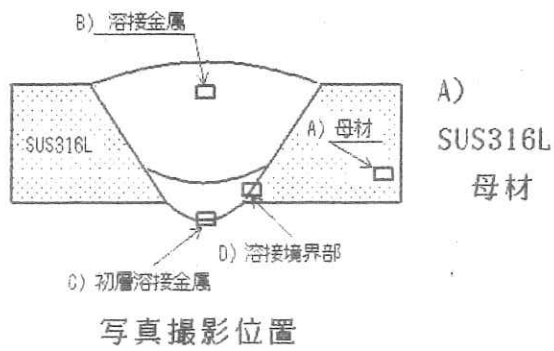
突合せ溶接継手部のマクロ組織を写真7に、ミクロ組織を写真8に示す。



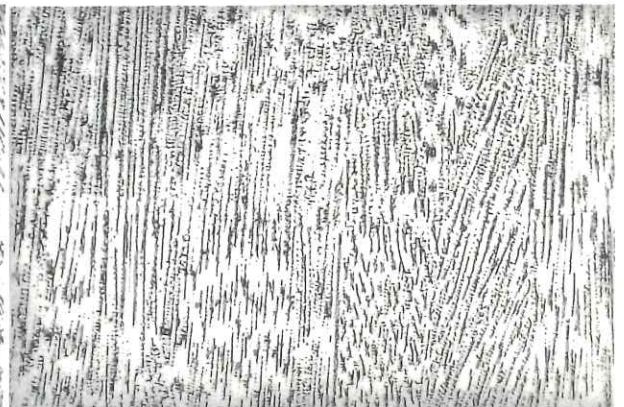
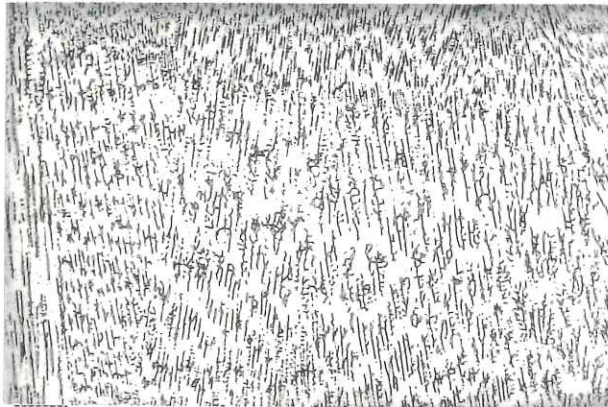
a) ウラナックス

b) Arガス

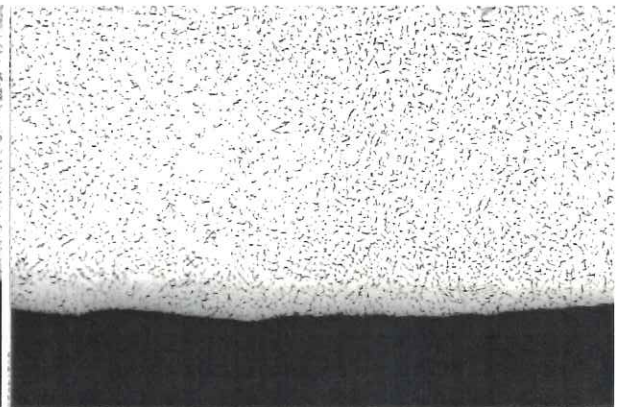
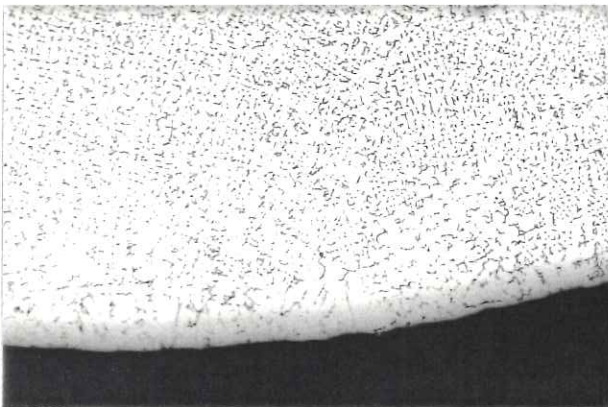
写真7 突合せ溶接継手部のマクロ組織



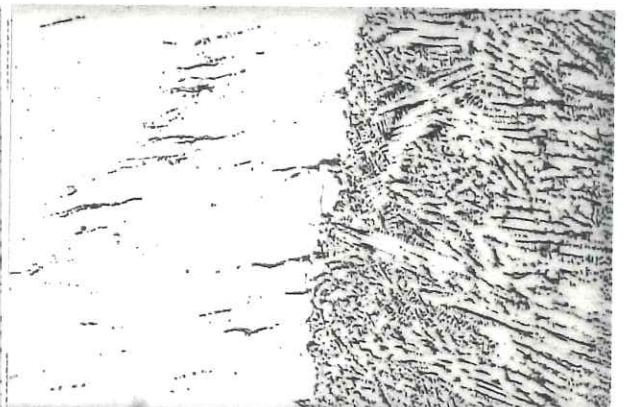
B) 溶接金属



C) 初層溶接金属



D) 初層溶接境界部



(a) ウラナミックス

(b) Arカス

写真8 突合せ溶接部のマイクロ組織

100倍



#### 4.5 溶接金属のフェライト量測定結果

表10にフェライトスコープによる溶接金属のフェライト量測定結果を示す。

表10 溶接金属のフェライト量測定結果 (%)

ハックシールド法	測定位置	初層溶接後	2層溶接後	全層溶接後
ウラナミックス	裏波ビード	5.8	6.0	5.0
	表ビード	8.2	9.5	9.6
Arガス	裏波ビード	7.0	8.0	5.2
	表ビード	11.0	10.0	10.2

#### 4.6 裏波溶接金属のガス分析結果

表11に裏波溶接金属のガス分析結果を示す。ウラナミックスによる裏波溶接金属中の酸素量は155PPM、窒素量は170PPMと、Arガスバックシールドに比べいずれも高い値を示すが、被覆アーク溶接棒(D308)またはフラックス入りTIG溶加材(Y308L)によるものに比べ、低く実用上問題は無い。

表11 ガス分析結果(PPM)

ハックシールド法	酸素	窒素
ウラナミックス	155	170
Arガス	17	167
SMAW*1	554	308
フラックスTIG*2	166	481

#### 4.7 裏波溶接金属の化学成分分析結果

表12に溶接金属の化学成分を示す。ウラナミックスによる突合せ溶接部裏波溶接金属の化学成分は、所定の規格を十分満足している。

\*1: D308被覆アーク溶接棒(溶接金属)

\*2: フラックス入りTIG溶加材(溶接金属)

表12 裏波溶接金属の化学成分分析結果 (%)

ハックシールド法	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
ウラナミックス	0.026	0.74	1.20	0.023	0.005	12.54	18.01	2.06
Arガス	0.024	0.63	1.53	0.021	0.006	12.58	17.91	2.18
規格値*1	<0.030	<1.00	<2.00	<0.045	<0.030	12.00 -15.00	16.00 -18.00	2.00 -3.00

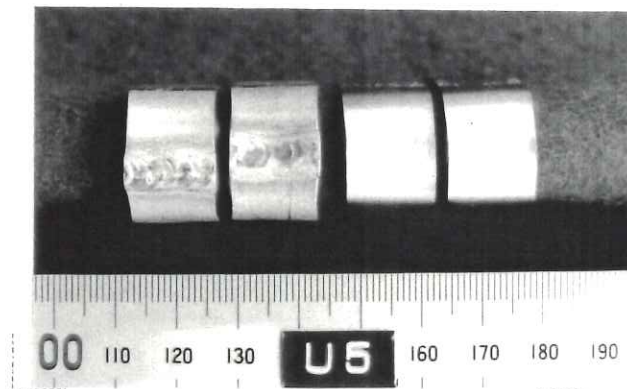
\*1: SUS316L 板材規格JIS G4304

#### 4.8 裏波溶接金属の腐食試験結果

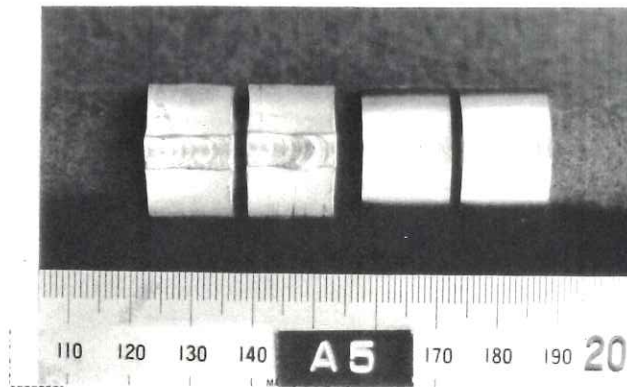
表13に裏波溶接部の硫酸，硫酸銅腐食試験(シュトラウス試験)結果を，写真9に試験片外観を示す。割れ等の欠陥は全く認められず、良好な耐食性を有している。

表13 腐食試験結果

バックシート法	TPNo.	裏波ビード	
		余盛り付き	余盛り削除
ウラナックス	1	無欠陥	無欠陥
	2	無欠陥	無欠陥
Arカス	1	無欠陥	無欠陥
	2	無欠陥	無欠陥



a) ウラナックス



b) Arカス

写真9 腐食試験片外観