逆曲げ熔接割れ試験法に関する研究 (第 1 報)*

中 根 金 作** 村 本 徹 五 郎**
管 博*** 横 井 忠 夫***

A Study on the Modified Murex Hot-Crack Testing Method (Report 1)*

By K. Nakane**, T. Muramoto**, H. Kan*** and T. Yokoi***

Abstract

An experimental study was made on the hot-crack sensitivities of 5 kinds of rolled steel plates and 7 kinds of coated electrodes by means of "the modified Murex Hot-Crack Testing Method." In this testing method, the crack sensitivity is determined by examining cracks in the test fillet weld bead which has been laid in the groove constructed by two end surfaces of the two test steel plate pieces, one of which being fixed and the other being forced to turn simultaneously with the progress of welding in the opposite direction to the natural cooling contraction of the test fillet bead.

The main results were as follows :

(i) The hot crack sensitivity became larger as the bending angular speed of test fillet bead became larger (from $30^\circ/34.4$ sec to $30^\circ/17.2$ sec). The large parts of hot-cracks revealed were oxidised or non-oxidised iceflower-like structures (intergranular crackings in primary dendritic structures).

(ii) The hot-crack sensitivities of test steels as well as electrodes could be determined clearly by this test. The results on hot-crack sensitivities of test materials were analysed statistically.

(iii) It may be said that the modified Murex Hot-Crack Testing Method is a very useful method to test hot-crack sensitivities of steels as well as electrodes.

1 緒 言

英国 Murex 社から発表された高温割れ試験法¹⁾²⁾に若干の改良を加えた割れ試験装置を試作し、これを用いて引張り強さ 40 kg/mm^2 台および 50 kg/mm^2 台計 5 種類の鋼材、および 7 種類の被覆アーク熔接棒を対象とし、主としていわゆる高温割れに関する熔接性について実験的研究を行うこととした。

2 試 験 方 法

さきに Murex 社から発表された高温割れ試験法は、Fig. 1 (a) に示すように、所定の寸法 ($2'' \times 3''$) に切断

Fig. 1 Forms for joint applicable to the modified Murex hot-crack testing method

した 2 枚の鋼板の端面と表面とで構成される継手を熔接し、熔接の進行と同時に外力を加えて開先底部を中心として挟角を開くことにより試験ビードに曲げを与え、ビードに現われた割れを検討して熔接棒の高温割れ感受性を判定するものである。この試験法では、ビードに対し、その収縮方向と逆方向の曲げを加えるので大きな拘束を与えることができ、また曲げ条件を変えることにより、試験ビードにする拘束の大きさを変えて試験することができる。この試験法における著しい特徴であるといえる。

Murex の方法では継手を 2 枚の鋼板の端面と表面とで構成しているが、これを次のように変更すれば、母材の熔込みの影響という面からみて、鋼材および熔接棒の割れ試験法として、より合理的なものとなると考えられる。すなわち Fig. 1 (b) は 2 枚の鋼板の端面同志で構成される継手で、この形式の継手では鋼板の端面を熔接することとなるから、表面を熔接するよりも試験ビードの材質に対する供試鋼材の影響をより大にすることができ、したがって鋼材の割れ試験法としてより合理的である。また Fig. 1 (c) は 2 枚の板の表面同志で構成される継手で、この継手を採用する場合にリムド鋼材を使用すれば、一般の熔接棒では熔込みをほぼリム層内に限定することができるから、母材の材質にほとんど煩わされることなしに熔接棒の試験を行うという利点がある。

* 原稿受付 昭和33年 8 月 4 日 (昭和33年度熔接学会秋季学術講演会において発表)

** 正員、鉄道技術研究所 Member, Railway Technical Research Institute, J.N.R.

*** 正員、国鉄名古屋工場 Member, Nagoya Railway Works, J.N.R.

Table 1 Chemical Analysis of Steels Used

Steel No.	Sample	Chemical analysis %													
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Al	N ₂	AlN
I	Ch	0.16	0.50	1.15	0.011	0.011	0.12	0.06	0.04	0.02	—	—	0.020	0.0094	
III	L	0.14	0.37	1.18	0.013	0.019									
IV	Ch	0.15	0.082	0.95	0.016	0.029	0.20	0.049	0.045	tr	tr	tr	total 0.038	0.0050	tr
V	L	0.17	0.50	1.34	0.028	0.018	0.17								
VI	Ch	0.20	tr	0.42	0.017	0.030									

Ch : Check analysis

L : Ladle analysis

Fig. 2 Sketch illustrating the procedure of the modified Murex hot-crack test

Table 2 Mechanical Properties and Grain Size of Steels Used

Steel No.	Mechanical properties				Grain size	
	σ_B kg/mm ²	σ_S kg/mm ²	φ %	Result of bend test	Austenite	Ferrite
I	54.5	39.1	27.4	Good	6	8.5
III	52	38	27.5	Good		
IV	46	31	32.7	Good	6	7.5
V	56.6	38.2	21.5	Good	5.1	7.6
VI	42.6	27.4	30.8			

σ_B : Tensile strength, σ_S : Yield point
 φ : Elongation

本研究においては Fig. 1 (b) の端面同志で構成される継手に関する実験だけに限定した。試験法の要領を Fig. 2 に示す。

本試験を行うために試作した装置の概要を Fig. 3 に示す。試験片を構成する2枚の供試鋼板をそれぞれ固定子および回転子に取り付け、熔接しながらハンドル車を手回しすることによりウォームを介して回転子を回転させ、回転片をその開先底部を中心として回転させて挟角を開き、試験ビードに強制的に逆曲げを与えることができる。本装置は鋼板の取り付け位置を変更することにより、Fig. 1 に示した3種類の継手の何れの試験も行いうる構造とした。熔接は手熔接によったが、熔接速度を一定にするため、本装置に運棒指示計を取り付けた。この指示針は所定の熔接速度を以て移動するようにしてあるから、これを案内として手熔接を進行させた。

Fig. 3 Sketch of the modified Murex hot-crack testing apparatus

3 供試鋼材

試験に使用した鋼材は引張り強さ 50 kg/mm² 台の高張力鋼3種、40 kg/mm² 台のセミキルド鋼1種 (以上板厚 20mm) および 40 kg/mm² 台のリムド鋼1種 (板厚 16mm) 計5種類で、いずれも圧延のままのものである。これらの鋼材の化学成分を Table 1 に、機械的性質および結晶粒度を Table 2 に示す。

Table 3 Chemical Analysis of Deposit Metal

Electrode		Chemical analysis %								
Mark	Classification No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	N	Cr
A	D 4301	0.09	0.05	0.44	0.029	0.012	0.06	0.03	0.015	0.04
B	D 4311	0.09	0.18	0.40	0.013	0.018	0.11	0.04	0.009	0.03
C	D 4313	0.08	0.40	0.67	0.011	0.018	0.12	0.05	0.014	0.04
D	D 4320	0.09	0.15	0.39	0.018	0.017	0.10	0.04	0.010	0.03
E	D 5016	0.08	0.50	0.83	0.013	0.009	0.09	0.04	0.017	0.04
F	D 4327	0.09	0.15	0.44	0.019	0.017	0.06	0.04	0.012	0.03
G	D 4327	0.10	0.101	0.35	0.028	0.017	0.08			

Table 4 Mechanical Properties of Deposit Metal

Electrode		σ_B	σ_S	φ	ψ	U-Charpy
Mark	Classification No.	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	impact value kg-m/cm ²
A	D 4301	48.2	42.5	26.3	48.7	13.2
B	D 4311	47.0	39.1	26.1	46.5	16.3
C	D 4313	53.0	45.9	21.7	44.2	15.0
D	D 4320	46.2	38.8	32.0	54.4	14.7
E	D 5016	52.3	44.0	34.4	73.8	36.3
F	D 4327	48.7	41.4	31.8	51.4	14.6
G	D 4327	44.6	37.0	34.0	55.3	

σ_B : Tensile strength, σ_S : Yield point
 φ : Elongation, ψ : Contraction

供試鋼材は 80×75 mm に切断して使用した。熔接する端面は機械仕上とし、その長さは 80 mm で、圧延方向に直角とした (Fig. 2 参照)。

4 供 試 熔 接 棒

試験に使用した熔接棒は D 4301, D 4311, D 4313, D 4320, D 5016 型熔接棒各 1 種および D 4327 型熔接棒 2 種計 7 種類で、棒径はいずれも 4 mm である。これらの熔接棒の熔着金属の化学成分を Table 3 に、機械的性質を Table 4 に示す。

5 実 験

5.1 ビードの熔接および曲げ条件

Table 5 Data Relative to Bending Speed No.

Bending speed No.	Time for 30° bend sec	Bending angular speed deg/sec	Length of test bead mm	Remarks
0	—	—	70	Welded with groove angle constant at 90° (no bend), this series was added for comparison.
3	34.4	0.87	70	Further bent 5°–6° after welding, to complete 30° bend as prescribed.
5	17.2	1.74	43	Welding was stopped simultaneously with completion of 30° bend, followed by crater filling

熔接姿勢は Fig. 2 に示す下向とし、熔接速度は 150 mm/min に一定し、熔接電流は D 4327 型 2 種は 200 A、

それ以外の 5 種類は 170 A を目標とした。

試験片の最初の開先角度が 90° になるように取りつけ、熔接しながら 120° になるまで曲げた。すなわち試験ビードの曲げ角度は 30° とした (Fig. 2 参照)。ビードの曲げ速度を Table 5 に示す。同表中曲げ速度番号 0 は挟角を

90° に保ち、試験片を固定したまま曲げないで熔接したもので、比較のために加えたものである。

熔接長は曲げ速度番号 0 および 3 は 80 mm の両端 5 mm ずつを除いた 70 mm とした。したがって曲げ速度番号 3 では熔接終了後も引き続き 5°–6° 曲げて 30° 曲げを完了した。曲げ速度番号 5 では 30° 曲げ終了と同時に運棒を停止し、クレータ処理を行って熔接を終了した。ハンドル車の回転は手回しによったが、所期の回転速度に応じ、その 1 回転ごとの所定時刻をストップウォッチの目盛板上に記しておき、それに合わせるように手回しすることにより、ビードの曲げ速度をほぼ一定に保つことができた。なお運棒開始はアークのスタート後 5 秒以内とし、試験片の取外しは熔接が終了してから 5 分後とした。

5.2 試 験 系 列

5 種類の鋼材と 7 種類の熔接棒との 35 の組合せの各々について、曲げ速度 3 種類の計 105 系列とし、各系列につき 2 回の繰返しを行った。

6 試験ビードの観察

6.1 熔接表面の観察

前節までに述べた手順により熔接しながら逆曲げを行った試験ビードの表面について、ルーペを使用して外観検査を行い、表面に現われた割れを、ビード部およびクレータ部に分けて測長した。

割れの代表的な例を Fig. 4 に示す。同図 (a) および

(b) はそれぞれビードの始端および途中に生じた割れの例で、ビードの中央を通り、ビード波と直交して進んでいる。(c) はビード波に直交した極めて小さな割れが多数生じた例である。この種の割れは熔接始端附近に多く、しかもビード中心線の両側にある巾をもった範囲に存在する。この種類の割れは高酸化鉄、セロローズ、チタニヤ、鉄粉系の 1 種

Fig. 4 Examples of cracks revealed

(F)の溶接棒の、曲げ速度3の試験片に多く見られ、鉄粉系の他の1種(G)にも多少その傾向が認められた。これらの微細な割れ群は後に破面検査の結果、多くはビードの表面層に限られた極めて浅い割れであることが認められた。

(d)はビードの始端から発生した割れの例であって、ここでは割れはビード波に直交せず、次項に述べるような一次晶の粒界を通る割れとは認め難い。この種の割れはタニヤ系溶接棒、曲げ速度番号3の2個の試験片に発生した。

6.2 ビード破断面の観察

外観検査終了後、ビードを閉じる方向に打撃を加えてビードを縦方向に強制破断した。その破断面について観察した結果、滑り破面、劈開割れ破面の外に酸化線状破面、非酸化線状破面、擬線状破面等を認めた。

6.2.1 酸化線状破面³⁾。高温で生じた一次組織の結晶粒界割れ（以下単に粒界割れと呼ぶ）が溶接部表面に達していたため、大気中の酸素により酸化されたもので、特有のテンパーカラーを有する。肉眼で観察すると柱状の微晶が並列してあたかも霜柱のような外観を呈する。

本試験においてはこの破面は曲げ速度番号3および5を通じて数多く認められた。

6.2.2 非酸化線状破面³⁾。粒界割れが溶接部表面に達しない内部割れの場合、およびX線的には割れが認められなかったが、強制破断の際はじめて粒界割れを認めた場合には、破面は酸化されないで特有の銀白色を有する霜柱状の破面を呈する訳である。上記の強制破断の結果はじめて認められた粒界割れ破面（線状破面）はいずれも内部割れとして破断前に既に存在していたものであることは、破面を検鏡した結果、ここに α ないしは α および γ の結晶粒界溝線³⁾が認められることから証明される。もっとも理論的には破断前には粒界割れを起していなかったものの存在も考えられないことはないが、筆者は未だこれを実験的に証明するに至っていない。したがって非酸化線状破面は実

質的には破断前から生じていた割れと考えて差支えないようである。よって本研究においては、非酸化線状破面はすべて割れとして取扱うこととする。

この破面は曲げ速度3の場合には鉄粉系溶接棒の1種(G)の少数個の試験片に認めたのみであったが、曲げ速度5では多数の試験片に生じた。非酸化線状破面を呈した10数個の試験片の破面検鏡の結果、 α ないしは α および γ の結晶粒界溝線、およびかなりの硫化物、共晶硫化物、微細な球状の珪酸塩等の存在を認めた。

6.2.3 擬線状破面³⁾。この破面は外観上線状破面に類似しているが、一次晶粒界割れではなく、微細な劈開小破面に圍繞された脆性の破面であって、線状破面と普通のマクロ的な劈開破面との中間にあると考えられる不安定な脆弱な破面で、粒界割れについて警戒すべき一種の材質的欠陥とみられる。

7 試験成績

曲げ速度番号0、3および5を通じて、ほとんどすべての試験片にクレータ割れが発生した。このようにほとんどすべての試験片にクレータ割れが発生したので、割試験成績の考察にはクレータ割れを除外し、ビード割れに基いて行うこととした。

7.1 鋼材別にみた成績

破面検査で認めた割れの、ビード長に対する百分率（以下破面割れ率と呼ぶ）を個々の試験片について求め、これから鋼材別の平均値を計算し、この鋼材別破面割れ率平均値と曲げ速度との関係を図示したのが Fig. 5 である。ただし溶接棒G（鉄粉系の1種）による試験片はいずれの鋼材についても著しく割れを発生したので、同図はG棒による結果を除外し、A～F棒の試験片の成績により表わしてある。

同図にみるように、曲げ速度番号0では、ビード割れは全試験片を通じて発生しなかった。曲げ速度番号3では、

Fig. 5 Relation between crack sensitivity and bending speed No. as regards steel

Fig. 6 Relation between crack sensitivity and bending speed No. as regards electrode

割れは若干発生したのみで、鋼材の割れ率間にあまり差が認められない。これに対して曲げ速度番号 5 では割れの発生が著しく、かつ鋼材間の差も著しくなっている。

曲げ速度の増加に対する割れ率の増加の割合（曲げ速度 3 および 5 の割れ率を直線で結んだ場合の傾斜度）は、鋼材 V（引張り強さ $=56.6 \text{ kg/mm}^2$ で最高）および VI（リムド鋼，S S 42 材）が他より著しく大きい。

7.2 熔接棒別にみた成績

Fig. 6 は、熔接棒別の破面割れ率平均値を、鋼材の場合（Fig. 5）と同様の手続きで求め、これと曲げ速度との関係を図示したものである。

同図にみるように、G（棒鉄粉系の 1 種）は曲げ速度 3 および 5 を通じて著しく割れが発生し、もっとも不良である。G 棒を除く他の熔接棒については、曲げ速度 3 では若干の割れを発生したのみで、熔接棒間の差はあまり認められないが、曲げ速度 5 では割れが著しく発生し、熔接棒間の差が著しくなった。曲げ速度の増加に対する割れ率の増加の割合は、イルミナイト系（A）、高酸化鉄系（D）および鉄粉系の他の 1 種（F）が共に大きい。

8 考 察

8.1 試験成績の統計学的検討

供試鋼材、熔接棒および曲げ速度の大小が試験成績に対していかなる影響を及ぼしているかを統計学的に把握するため、これらを 3 主要因とした、繰返しのある 3 元配置法（母数模型）として分散分析を行った。ただし曲げ速度番号 0 および G 棒の試験成績を除外した。

その結果によると、鋼材、熔接棒および曲げ速度の 3 主要因は極めて高度に有意である。このことは、供試鋼材あるいは供試熔接棒相互間の試験成績に著しい差があること、および曲げ速度 3 と 5 の試験成績の間には著しい差があることを示すものである。また（鋼材 $\times$ 曲げ速度）および（熔接棒 $\times$ 曲げ速度）の 2 次の交互作用も高度に有意である。このことは 3 から 5 へ曲げ速度の増加に伴う割れ率の増加が、鋼材および熔接棒の種類によって相違していることを示すものである（Fig. 5 および 6 参照）

8.2 曲げ速度の影響

1. 曲げ速度を 3 から 5 に増加した際に、G 棒を除いて、破面割れ率が著しく増加した。割れの実長でみても同様である。しかしこの割れは主として酸化あるいは非酸化の線状破面であったことにより、曲げ速度が増加すれば熔着金属に粒界割れを生じ易くなると言うことがいえる。ここに G 棒の場合曲げ速度 3 から 5 へ割れ率の減少を示したが、これは次項で述べる理由によるもので、この結論を妨げるものではないと考えられる。

2. G 棒の場合曲げ速度 3 から 5 へ割れ率の減少を示したが、その理由は次のように考察されるであろう。曲げ速度 5 においては曲げ速度 3 の場合よりも試験ビードの長さが短くなり、かつビードが比較的高温にある間に 30° 曲げが終了する傾向にあること、および G 棒（鉄粉系）は他の棒種に比してビードが大きく冷却速度が小さいことのため、ビード終端部分において凝固前もしくは半流動状態にある間に逆曲げが終了する部分の長さの、ビード全長に対する割合が大きくなる。しかしこのような状態（凝固前もしくは半流動状態）において多少の曲げをうけても（ビード終端附近では曲げ量が小さい）、割れが発生し難い事情によるものであろう。

3. 前述したように、曲げ速度の増加に対する割れ率の増加の割合が鋼材あるいは熔接棒の種類により相違を示した。したがって鋼材あるいは熔接棒の割れ試験において、曲げ速度が異なれば割れ感受性の順位にも変更を来すことがありうる。

4. さきに曲げ速度 3 における、チタニヤ系熔接棒の 2 個の試験片のビードに比較的低温における非粒界割れの生じたことを述べたが、この種の割れは曲げ速度 5 では発生しなかった。このことにより、曲げ速度が変れば現われる割れの種類にも変化の起り得ることが示唆される。すなわち曲げ速度が高くなるにしたがって粒界割れを生じ易くなり、低くなれば比較的低温における非粒界割れの現われる機会が多くなることが予想される。

8.3 鋼材の割れ感受性

すでに 8.1 において述べたように、分散分析の結果供試鋼材の成績に差のあることが示されたので、さらにどの鋼材間に差があるかを検定した。その結果を Table 6 に示す。鋼材 III, I, IV の間には有意差が認められず、V, VI 間にも有意差が認められない。しかしこれら 2 群間で比較すると、いずれの組合せの鋼材間にも高度の有意差が認められ、V, VI は III, I, IV に比して明らかに不良であるといえる。鋼材 III, I, IV は引張り強さ $46 \sim 54.5 \text{ kg/mm}^2$ のセミキルドおよびキルド鋼であるに比し、鋼材 V は引張り強さ 56.6 kg/mm^2 で最高、VI はリムド鋼（S S 41 材）であることが注目される。

8.4 熔接棒の割れ感受性

曲げ速度 5 の場合、供試熔接棒（G 棒を除く）のうち、いずれに差があるかを検定した結果を Table 7 に示す。供試熔接棒は試験成績からみて A（イルミナイト系）、D（酸化鉄系）、F（鉄粉系の 1 種）の群と、B（セルローズ系）、C（チタニヤ系）、E（低水素系）の群とに分けられ、前者の群の成績が後者の群に比して不良である。熔接棒 A, D, F は全般的にいて相当多くの酸化鉄を含む被覆

Table 6 Degree of Significance between Steels Used

Ⅲ				
	I			
		Ⅳ		
***	***	**	Ⅵ	
***	***	**		Ⅴ

Expression of level of significance

* : with 5% ; ** : with 1% ;

*** : with 0.1%

Table 7 Degree of Significance between Electrodes Used (referring to bending speed No. 5)

E				
	C			
		B		
***	*	*	A	
***	**	*		D
***	***	**		F

を有する熔接棒であることは注目に値する。

8.5 熔接棒と鋼材の組合せ

8.1で述べた分散分析の結果、(鋼材×熔接棒)の2次の交互作用が高度に有意であった。これは鋼材と熔接棒のどれか特定の組合せの試験片が、その鋼材および熔接棒の平均的水準から推定される成績とは著しくかけはなれた成績を示したことを意味する。その特定の組合せを指摘することはできないが、試験成績にかなり著しい特徴を示したものを記せば次のごとくである。ただしこれは一系列当りの試験数が少ない(2個)ので、大体の傾向を示すのみと解すべきであろう。

1) 鋼材Ⅴは曲げ速度5において熔接棒A,D,Fとの組

Table 8 Order of Crack Immunity of Steels and Electrodes Used

	Over-all order (bending speed) (No. 3 and 5)	Order referring to bending speed No. 3	Order referring to bending speed No. 5
Steel	(Ⅲ, I, Ⅳ) (Ⅵ, Ⅴ)	(Ⅲ, I, Ⅴ) (Ⅵ, Ⅳ) (Ⅳ, Ⅵ)	(Ⅲ, I, Ⅳ) (Ⅵ, Ⅴ)
Electrode	(E, C, B) (C, B, A) (A, D, F) G	(A, E, B) (B, C, D, F) G	(E, C, B) (A, D, F) G

Remarks 1. Arranged from good to less good

2. Ones between which no significance is recognized are given in ().

合せの場合、割れ率が著しく大きかった。

2) E棒(低水素系)は最良である。曲げ速度5の場合、引張り強さの高い鋼材(Ⅴ次いでⅠ)と組合せた場合他の鋼材との組合せに比して割れが若干多く発生した。

8.6 鋼材および熔接棒の成績順位

ビードの破面検査によって認めた割れ(クレータ割れを除外)の大きさによって判定した順位をTable 8に示す。ここに鋼材あるいは熔接棒の破面割れ率平均値の小から大へ順に並べた序列において、統計学的検定により、有意差の認められないものは一応同一順位に入れることとした。同表中()で囲んだものは有意差の認められないことを示す。

9 結 論

鋼材5種類および熔接棒7種類を対象とし、英国Murex社の高温割れ試験法を若干改良して新試験装置を試作し、逆曲げ熔接割れ試験を行い、供試材料の粒界割れ感受性および本試験法の性質についてはば次の結論を得た。

(1) 曲げ速度番号0(試験片を固定したまま曲げないで熔接)においてはビードに割れを生ぜず、曲げ速度3(30°曲げに要する時間が34.4秒の曲げ速度)においては酸化線状破面および擬線状破面を生じ、さらに曲げ速度5(30°曲げに要する時間が17.2秒)ではこれらが増加するとともに非酸化線状破面も発生した。非酸化線状破面を検鏡した結果、これは高温領域以上における一次晶粒界割れであることを確認した。以上により、熔接中のビードに強制逆曲げを与えることにより、粒界割れの生じ易くなることが明らかになった。

(2) 供試鋼材および熔接棒の種類によって粒界割れ感受性に差のあることを明瞭に検出することができた。供試鋼材では、鋼材Ⅵ(リムド鋼, SS 41材)およびⅤ(引張り強さが56.6 kg/mm²で最高)が相対的に不良で、特に曲げ速度5では割れが他の鋼材に比し著しく増大した。供試熔接棒では低水素系熔接棒がもっとも良好で、鉄粉系の1種がもっとも悪く、イルミナイト系、高酸化鉄系、鉄粉系の他の1種にも曲げ速度5でかなり著しい割れが発生した。

(3) 本試験法に関する結論として次の諸点をあげる。

(i) 試験ビードの曲げ速度をかえることにより、いわゆる拘束の強さを、比較的容易に、かつ広範囲にかえることが本試験法の著しい特徴である。

(ii) 曲げ速度を大にすることにより拘束を大にすることができ、これによって粒界割れの発生が促進される。たとえば各種のT型試験法のように比較的拘束の小さい試験法ではビードに粒界割

れを生じない供試材に対しても割れを発生させる。したがって容易に割れ感受性の比較をすることができる。

(iii) Murex の試験法では継手を 2 枚の鋼板の端面と表面とで構成しているが、これを変更して端面同志で構成する方が鋼材の割れ試験として合理的であり、また表面同志で構成すれば溶接棒の割れ試験として、母材材質にほとんど煩わされることなしにリムド鋼材を使用しうる利点がある。

(iv) 本試験法は鋼材および溶接棒のいわゆる高温割れ試験法として極めて有力なものであるといえる。

(v) 低速曲げで本試験を行った場合、試験ビードに非粒界割れである低温割れの生ずることが予想され、したがって比較的低温における割れの試験が可能であろう。

本研究に使用した供試材料は、日本溶接会議第 9 委員会

および日本溶接協会溶接棒部会の研究に参加した各メーカーの御好意によるものである。また鉄道技術研究所溶接研究室・山岸忠吉、寺田繁通、森三郎の三氏からも御援助をうけた。ここに記して深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- 1) E.C. Rollason, D.F.T. Roberts, Operating Data for the Murex Hot-Crack Testing Machine, British Weld. J., Vol. 1, No. 10 (1954), 441-447
- 2) P.W. Jones, A Summary of Recent Work on the Murex Hot-Cracking Test, Ibid., Vol. 4, NO. 4 (1957), 189-197
- 3) 中根金作, 鋼溶接部の一次晶粒界割れに関する研究, 鉄研中間報告 7-26, 昭和31年 4 月

四 阪 島, 因 島 方 面 見 学 記

昨秋新居浜市において開催された秋季学術講演会の翌日(11月1日)三班にわかれて見学会が行なわれましたが本文は第3班の見学記です

第2日の講演会を午後3.30に失礼して愛大玄関に集まったものは柴田先生を始め9名。直ちに愛大浅野氏の御世話で棧橋に向う。ほぼ予定時刻に住友の私航路の汽船の2等室を独占して四阪島に向けて出港。雨模様の中瀬戸内の夕景に亜硫酸ガスを燃す煙突の火が際立っていた。浅野氏の明快な御説明に新居浜の全貌を見る。約1時間10分して四阪島着。家で埋った岩山に一驚、直ちに宿舎に入る。3回線の海底ケーブルで電気は豊富なものゝ、一切の水を新居浜からの水船に頼ると聞いて、風呂に入るのも遠慮勝ち。夕食後は一室に集り、柴田先生の珍談に一同爆笑する。

翌11月1日は朝から雨。7時宿舎発、上り下りの多い小道を工場へ。業務課長さんの話に四阪島の歴史とよく操縦している現状を知り、それぞれ思う所あつて一同黙然。銅とニッケルの精錬所および硫酸工場を見学すること一時間余りで失礼して急ぎ棧橋に降る。9時発の因島行便船に乗るためだ。雨の棧橋に高木氏の8mmが、しきりと動

くのが印象的である。定刻に出港した船は、人口3700、15万坪足らずの孤島に別れを告げ乍ら、一路因島に向う。1時40分因島に着いた一行は、日立、深谷氏の御案内で車を連ねて日立造船所へ。時間の都合で昼食を済ませて後直ちに見学。長期安全時間を誇る工場らしく兜に身を固めて、機械工場から始めて1号ドック、造機、溶接工場と廻る。さすがに溶接工場では質問多く、7台のユニオンメルトの動く溶接台に留ることしばし。モノボールの原図作製工程は一同の注意を惹き撮影、現象迄の諸技術を熱心に尋ねていた。65,000トン級4号船台の大きさに驚異の目をみはり、シヨット、ブラスティング、マシンの性能に耳を傾ける。

2時間足らずの見学を終えて、午後3時、ここで解散案内役を御務めの浅野氏および深谷氏に厚く謝辞を述べて大部分は尾道行定期船へ、柴田先生は一人瀬戸田行便船の人となる。

(小沢 記)