

Table 1. Dimensions of thick slit specimen.

Plate thickness T mm	Length A mm	Width B mm	Slit length L mm	Hole dia. d mm	Roof opening S mm	Welding rod dia. mm
14	400	250	250	16	4	4 or 5
16	"	"	"	18	4	4 or 5
20	"	"	"	20	5	5 or 6
25	"	"	"	22	5	5 or 6
32	"	"	"	24	5	5 or 6
36	"	"	"	26	6	6 or 7
45	"	"	"	30	6	6 or 7
50	"	"	"	34	6	6 or 7

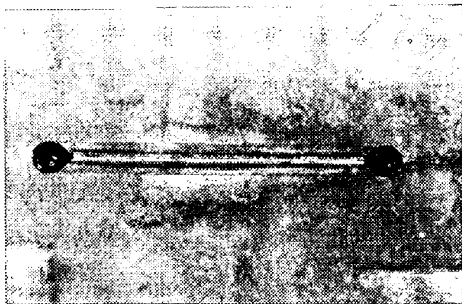


Photo. 2. Bead crack in slit specimen (single bead)

- 3) スリット間隙が同一の場合には1層目に大径棒を用いる方が割れ発生は少ない。
- 4) 1層溶接は割れを生じ易いが、1層溶接後ただちに2層目をかぶせると割れは発生し難くなる。
- 5) 1層目の裏波をよく揃え、試験条件を一定にするために溶接部に対する銅裏当金を必要とする。

IV. 概 括

以上の実験結果を要約すると丸鋼溶接、C.T.S. 栓型溶接、十字接手などの各試験法は拘束条件が低過ぎて強靱鋼の試験法としては不適當である。鉄研式試験は開先形状およびビード長の点で溶接施行上やや均一性を欠きまた裏面の割れ検出に難がある。コンマレルビード曲げ試験は実に多くの異種鋼板、溶接棒による実験を必要とするが、厚板の試験法としては不適のようと思われる。また縦ビード曲げ試験は将来性のある試験法と考えられるが資料不足のため詳細は省略する。なおワンパスグループ型は実際の作業に合致した試験法であるが、試験片が大きくかつ測定が面倒な難がある。

以上の各試験に比べると厚板スリット型拘束試験は自硬性の強い強靱鋼に対する溶接割れ感受性試験法として適当な割れ感度を現わし、かつ試験の実施も簡単であり有効な試験法と考えられる。

これら実験を通じて得られる強靱鋼溶接における根本原則は、溶接時に多くの熱を与えるため、なるべく大径棒、大電流、連続溶接を採用して熱影響部の急冷硬化を

防止することである。溶接部の予熱および後熱は同じ意味で有効であるが、室温において小径棒、小電流でビード長を短かくし冷却を待つて次のビードを置くという曾つての施行法が現在の溶接技術と矛盾することはこれらの試験結果によつても立証される。

(85) 強靱鋼厚板の溶接割れ感受性試験法の研究 (II)

(スリット型試験片形状の影響)

Studies on Test of Sensitivity to Welding Cracks with Heavy High-Strength Steel Plates (II)

(Effect of dimensions of specimen on the slit welding crack sensitivity)

Y. Ito, et alii.

防衛庁技術研究所

斎藤利生・工〇伊藤慶典

三菱日本重工、東京自動車製作所

荒城義郎・理 宮長文吾・工 仁熊賢次

I. 緒 言

第1報において、強靱厚板鋼の溶接割れ感受性試験法として、厚板スリット型拘束溶接試験の優れていることを述べたが、次いでこの試験方法に適する試験片形状を決定する目的を以て実験を行った。

この試験方法は強靱鋼母材の溶接性判定用であるが、同時に溶接棒および溶接方法が適切であるか否かの判定用としても重要な意義を有する。すなわち、母材と形状が一定条件下にあれば溶接棒および溶接方法の判定用となり、棒および溶接方法を一定にすれば母材の溶接性判定用となる。また、スリット試験は溶接割れ感受性試験として比較的苛酷な部類に属するが、試験法としては施行条件により再現性を損するおそれのないことが必要である。

本報告においては、これらの条件を満足する試験片型

状を決定し、あわせて試験結果の判定を如何になすべきかについて実験した結果を報告する。

II. 実験材料および実験方法

1. 供試鋼板および溶接棒

同一チャージにより製作された板厚 16~45mm の Ni-Cr-Mo 強靱鋼板を 850°C 油焼入, 620°C 焼戻処理により, Hb 373~387 の硬度とし, スリットはロール方向に取つて試験片を製作した. その化学成分を次に示す.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
% 0.27	0.24	0.60	0.009	0.006	3.86	0.84	0.40

溶接棒は割れ発生のきわめて少ない Ni-Cr-Mn オーステナイト系を主体として, 市販の代表的な D 308, 310, 316, 317, などと低水素フェライト系数種を比較使用した. 棒径は 4, 5, 6, 7, 8mm の 5 種類である.

2. 試験片の寸法型状

Fig. 1 は試験片の型状で, その寸法は Table 1 に示した.

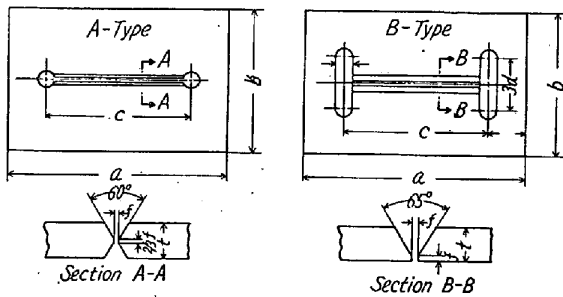


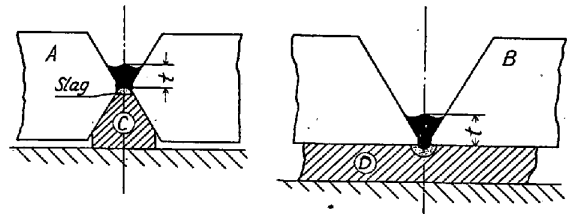
Fig. 1. Specimens for crack-sensitivity test.

B型はA型に比し小型でV開先のため両端孔が大となり, 拘束が弱くなるので長型溝を円型孔に代えた. 開先角度および開先間隙は経験上適切と思われるものを選定した.

3. 実験方法

試験片は拘束することなく定盤上に水平におき, A型 B型共それぞれ裏面型状に適した銅製裏当金を使用し, 室温で直流逆極性電流によりアークを中断することなく

一気にスリット部を溶接する. 溶接ビードの厚みは, 使用溶接棒径の 5~10% 増し程度とし, 施行要領は Fig. 2 に示した.



A & B: Test plate
C & D: Cu-Back plate
t: Dia of electrode×1.05~1.10
Fig. 2. Welding method.

III. 実験結果

1. 割れ発生の状況について

i) 100 枚におよぶ厚板スリット型試験の溶接結果によれば, 割れはビードと母材の双方に発生するが, 割れ発生率の低い溶接棒を使用した場合, 発生件数は最も苛酷な型状においても 15% 以下で, フェライト系や D 308 系を使用した場合には 90% 以上となることがわかった.

ii) フェライト系溶接棒使用の場合はほとんど溶接後試験片温度が 50~100°C に低下した時にビード全長に割れを発生する. 現在入手し得る範囲のフェライト系溶接棒に対してはこの常温試験は苛酷で合格の見込のないことは実用上からも立証される.

iii) オーステナイト系溶接棒においても, ビードに高温割れを生ずるが, 母材には割れを生ずるに至らないものが多いが, 強靱鋼専用特殊オーステナイト系棒ではビードの高温割れ発生はほとんどなく, 若干の母材割れを生ずる. この結果は溶接棒および溶接方法が適当であれば母材の割れ感受性判定用となり, また, 母材を基準とすれば適切な施行法と比較することにより溶接棒および溶接方法の良否判定用にこの試験を使用し得ることを意味している.

iv) ビード高温割れを生ずる場合, 母材割れを併発することはほとんどない. 従つて強靱な母材の割れ感受性

Table 1. Dimension in slit specimens. (mm)

No.	Kind of specimen	type	a	b	c	d	e	f	t
1	25×400×300	A	400	300	300	22	50	5	25
2	25×440×300	A	440	300	300	22	70	5	25
3	25×360×300	A	360	300	300	22	30	5	25
4	25×400×250	A	400	250	250	22	75	5	25
5	25×300×200	B	300	200	180	18	60	2	25
6	37×400×250	A	400	250	250	26	75	5	37
7	45×400×250	A	400	250	250	34	75	5	45

を知る目的にはビード割れを生じ難い溶接棒の使用が必要である。

v) 溶接棒径は同一性能のものでは太いものが有利であるが、現状では優秀な大径棒が少いので、棒径よりは棒種が決定的要素となる。

vi) 一層溶接は多層盛より苛酷で、一層ビードに高温割れの生じたものも二層以上では割れの発見が困難となることから、表面硬化鋼など特殊なものを除いては一層盛を使用すべきである。

vii) 溶接工の技倆による変化や些細な施行条件の相異が結果におよぼす影響は少なく、再現性は充分にあると考えられる。

2. 割れと試験片寸法との関係

i) B型はA型より甘い試験結果を示し、しかもV型開先は裏面への溶込が不足し易く、大径溶接棒による試験には適しない結果が得られたので、厚板強靱鋼の苛酷な使用条件から見てA型の方が望ましい。

ii) 試験片を寸法的に見れば、長さ a と巾 b がビード長 c に比較して大きなもの、すなわちスリット部溶接部に直角方向の拘束力の大きいものが苛酷な結果を示し、長さは巾より影響が大である。それら寸法を比率で示すと、次の比率のものが試験目的に対し有効な結果を示す。

$$\text{長さ/巾} = a/b = 1.6$$

$$\text{長さ/ビード長} = a/c = 1.6$$

$$\text{長さ/板厚} = a/f = 10 \sim 25 \quad (15 \sim 20)$$

iii) a/b が 1.6 以上であつても効果は少ないので巾はこの程度でよい。

a/c が 1.6 以下では甘い結果を生ずるのでビード長はこの程度が適当である。

a/t は 15~20 の場合が揃つた結果を得られたが、10~25 の範囲でも差はさほどいちじるしくない。このことはたとえば $a \times b$ が 400×250 の場合、薄いほど苛酷になるが、16~50 mm の板厚に対して適用できることを意味する。また、板厚が 20 mm 以下の場合には $a \times b$ が 300×200 程度では苛酷でないという条件下で使用し得る。

a/c は a が一定ならば c の短い方が拘束力が強くなるので苛酷となるが、棒径 4~7 mm の溶接棒 1 本がスリット長の 90% 程度の長さとするのが性能判定上望ましく、また実用条件に合致する。

3. 試験結果の表現方法

母材の割れ感受性を表現するのにビード割れと母材割れの総合長をビード長との関係比率で示すことは余り意味がない。すなわち、溶接棒が不良で、魚の目や高温割

れを生じても比較的よい数値となり、二番割れを生ずるといちじるしく悪い数値となる。この試験における二番割れはいちじるしくない限り実際作業上防止する方法もあるのでむしろ割れ発生の頻発度が重視される。

Table 2. Percentage and distribution of cracks in slit test.

Size of specimens 400×250×250 mm
Dia of electrodes 5 mm & 6 mm

No.	Electrodes used	% of cracked specimens			Adequacy for testing Yes or No
		Total	Welding bead	Base steel	
1	Ni-Cr-Mn	13	4	9	yes
2	D 316	72	69	3	no
3	Mn-Cr	33	3	30	yes
4	D 308	92	92	0	no
5	Ferrite	100	100	0	no

Table 2 は各種溶接棒によるビード割れと母材割れ発生状況の一例でビード割れを示すものが多いことを示す。すなわち、試験用として溶接棒を使用する場合、母材割れも過大でなく溶接部割れも少ないものを使用する必要がある。

IV. 結 言

上記厚板スリット型拘束試験を強靱鋼溶接割れ感受性判定用に適用した場合次の結論を得た。

i) 試験片の縦と横、縦とスリット長の比はそれぞれ 1.6 程度が適当であり、400×250 を標準型として板厚 16~50 mm 強靱鋼の常温における溶接割れ感受性判定用に適用し得る。

ii) スリット間隙は板厚に応じて 4~6 mm とし、使用溶接棒径はこれに準じて 4~7 mm が適当と思われる。

iii) 寸法精度は外周は ± 0.25 、スリット間隙は ± 0.1 を標準とするが、これをわずかに超える誤差があつてもほとんど実験差は見られない。

iv) 溶接施行は適性溶接棒による一層溶接が適切で、多層盛は甘い結果を示すので有効と思われない。また、棒径より棒種の方が影響は大きく、板厚は薄い方が苛酷になるがその差はいちじるしくない。

v) この試験方法は強靱鋼の溶接性以外に溶接棒および溶接方法の適否の判定にも使用し得る。