

JWES-IS-6903

各種高張力鋼および低温構造用鋼の
溶接部の脆性破壊発生特性に関する研究

昭和44年5月

社団法人 日本溶接協会
鉄鋼部会 技術委員会 EW委員会

目 次

第 1 章	緒 言	1
1.1	研 究 目 的	1
1.2	研 究 内 容	1
1.2.1	昭和41年度研究	2
1.2.2	昭和42年度研究	2
第 2 章	供試鋼，溶接材料，溶接方法，溶接入熱量	4
第 3 章	試 験 方 法	5
3.1	丸棒引張試験	5
3.2	Deep Notch Test	5
3.3	Vノッチシャルビ衝撃試験	5
第 4 章	試験結果および解析（溶接残留応力を無視する場合）.....	7
4.1	丸棒引張試験	7
4.2	Deep Notch Test	7
4.2.1	破壊応力と温度の関係	7
4.2.2	塑性表面エネルギーと温度の関係	7
4.2.3	脆性破壊発生温度と亀裂長さの関係 [$\sigma = \sigma_y/n$ $n = 1, 1.5, 2, 2.5, 3$]	8
4.2.3.1	問題とする温度におけるボンドの降伏点を設計 応力の基礎にする場合	8
4.2.3.2	問題とする温度における母材の降伏点を設計 力の基礎にする場合	9
4.2.3.3	室温における母材の降伏点の $1/2$ を設計応力の基礎にする場合.....	9
4.2.4	圧延方向と直角方向の比較	9
4.2.5	応力除去焼鈍の影響	9
4.3	Vノッチ シャルビ衝撃試験	10
4.3.1	衝撃値および脆性破面率と温度の関係	10
4.3.2	Deep Notch Test による脆性破壊発生温度と シャルビ遷移温度の関係	10
第 5 章	結 論	11
附 録	A-1 エレクトロ ガス溶接	12
	A-2 エレクトロ スラグ溶接	12
	A-3 溶接残留応力の重量の影響（各種高張力鋼の縦継手 および十字型溶接継手の場合）	12

謝 辞

本研究をすゝめるにあつて ご高配をたまわつた関係各社各位，とくに絶大なるご理解とご援助ならびに供試材を提供していただいた製鉄各社および溶接棒各社，ならびに実験の一部を担当していただいた製鉄各社にたいし，深く感謝致します。

昭和44年5月20日

日本溶接協会鉄鋼部会E W委員会

主 査 池 田 一 夫

才 1 章 緒 言

1.1 研究目的

最近 L P G・L M G・液化エチレン，液体酸素，液体窒素等の貯蔵タンクや一般の溶接構造物の設計に際して 脆性破壊の防止が重要視されるようになった。

実際の溶接構造物においては溶接継手が存在し，母材より脆化しているのが一般的である。脆性破壊の発生個所としては溶接部であることが多く，脆化の程度は溶接入熱量，溶接方法，鋼種によつてことなり，溶接残留応力の有無その他も，脆性破壊の発生に大きな影響をおよぼす。鋼板の母材原質部がいくらよくても溶接部の溶接金属やボンドが悪ければそこに存在する溶接欠陥や割れから脆性破壊が発生して構造物の重大な損傷をもたらすことになる。したがつて最も重要視されるべきものは溶接部に存在する欠陥の発見ともしそれが看過された場合でも溶接金属やボンドから脆性破壊が発生しないようにしておけばよいのである。

そのためには，溶接施工（溶接条件，溶接棒，溶接方法，S Rの有無）後にボンドあるいは溶接金属にどれぐらいの大きさの切欠（長さおよび深さ）が存在していれば設計応力のもとであるいは水圧試験時の応力のもとで脆性破壊が何度で発生するかをもとめ，最低使用温度をその構造物完成後におこなる溶接線の検査の精度等から決められる欠陥の大きさに対応する脆性破壊発生温度より高温にさだめられれば脆性破壊の発生は防止されるはずである。溶接継手を構成するボンドと溶接金属の脆性破壊発生特性は同じ程度のバランスのとれたものを要求すべきであつて，たとえば高張力鋼の自動溶接のボンドの脆化が著しいのに，いたづらに溶接金属にたいして良い性能を要求することは無意味であらう。

本研究においては，各種鋼板の手溶接あるいは自動溶接により作製した溶接部の脆性破壊発生特性を Deep Notch Test により評価して，溶接施工における適切な溶接法，溶接材料および溶接入熱量決定の資料を得ることを目的とする。

1.2 研究内容

日本溶接協会，鉄鋼部会 E W 委員会においては，60 キロないし 100 キロの各種高張力鋼および 9% Ni 鋼をふくむ各種低温構造用鋼について，溶接部の脆性破壊発生特性におよぼす溶接入熱量の影響をしらべることになり，被覆アーク溶接およびサブマージアーク溶接法により 13,000 Joule/cm ないし 120,000 Joule/cm の溶接入熱量で溶接した場合のボンドおよび溶接金属の特性をしらべ母材と比較した。

さらに軟鋼，50キロおよび60キロ高張力鋼についてエレクトロガス溶接により150000 Joule/cmで溶接した場合の溶接部の脆性破壊発生特性，および50キロ高張力鋼についてエレクトロスラグ溶接により300000 Joule/cmで溶接した場合の溶接部の脆性破壊発生特性についてもしらべた。

試験法としてはDeep Notch Test および丸棒引張試験をもちい，さらにVノッチシャルピ衝撃試験もおこなつた。

なお，本委員会の供試鋼のうちの高張力鋼について，十字継手および縦溶接による溶接残留応力がボンダ，あるいは母材に切欠が存在する場合，溶接残留応力の重畳による脆性破壊発生温度の上昇量についての理論計算もおこない附録に示した。

実験は，Deep Notch Test は船舶技術研究所船体構造部および製鉄各社においておこなわれ，Vノッチシャルピ試験は東京大学船舶工学科および製鉄各社，丸棒引張試験は大阪大学溶接工学科および製鉄各社においておこなわれた。

昭和41年度および42年度の研究内容は下記の通りである。

1.2.1 昭和41年度研究

(1) 高張力鋼板の溶接部の脆性破壊特性(各社自発研究)

八幡	HT 100 , HT 60
富士	HT 80 , HT 60
川崎	HT 80 , HT 60 (2種)
鋼管	HT 80
日鋼	HT 80 , HT 70 , HT 60
住金	HT 60
神鋼	HT 60

(2) 9% Ni 鋼 (QT処理) ボンダ部の脆性破壊特性

鋼管	9% Ni 鋼 (70% Ni 棒)
----	--------------------

1.2.2 昭和42年度研究

(1) 低温用鋼板の溶接部の脆性破壊特性(各社自発研究)

八幡	調質アルミキルド鋼 (3種)
富士	9% Ni 鋼
鋼管	焼準アルミキルド鋼

(2) 9% Ni 鋼用溶接棒による溶接部の脆性破壊特性

八幡棒	70, 20 Ni
神鋼棒	50 Ni
富士棒	40 Ni
川崎	35 Ni
住金棒	42 Ni

銅板は川崎の9% Ni鋼 (QT処理)

(3) エレクトロガス溶接による溶接部の脆性破壊特性

住金	SM41B
鋼管	SM50B
日鋼	HT60 (調質)
神鋼	HT60 (非調質)

(4) エレクトロスラグ溶接による溶接部の脆性破壊特性 (八幡自発研究)

八幡	SM50B
----	-------