

溶接部靱性要求指針に関する研究  
—RTW委員会共同研究総合報告書—

昭和62年2月24日

社団法人 日 本 溶 接 協 会  
鉄鋼部会 技術委員会 RTW委員会

## は し が き

社団法人 日本溶接協会 鉄鋼部会 技術委員会では鋼材の溶接部破壊靱性値の特性に関する基礎的検討の必要性を認め、昭和58年6月より RTW 委員会を発足させて、昭和62年度にわたり共同研究を実施した。これは COD・J 積分破壊基準に関する従来の研究をふまえ、これらのパラメータによって表わされる溶接部破壊靱性値評価に関する系統的实验を実施し、これらの特性を把握し、CV 試験によりこれを推定することを目指したものである。

本共同研究は、中立機関・施工各社・製鋼各社において分担実施され、研究結果は RTW 委員会において検討が加えられた後、ここに本報告書がとりまとめられた。

## RTW 委員会構成

主 査	カナ	ザワ	タクシ		(社)日本高圧力技術協会会長
副主査	マチ	ダ	ススム		東京大学 工学部船舶工学科
幹 事	ワタ	ナベ	イタル		日本鋼管(株)中央研究所 第1材料研究部溶接研究室
幹 事	ヨシ	ナリ	ヒト	シ	東京大学 工学部船舶工学科
幹 事	ベツ	シヨ	キヨシ		住友金属工業(株)厚板技術部
委 員	イダ	ガキ	ヒロシ		横浜国立大学 工学部船舶・海洋工学科
委 員	オ	グラ	ノブ	カズ	横浜国立大学 工学部物質工学科
委 員	キタ	ダ	ヒロ	シゲ	(財)日本海事協会船体部
委 員	サ	トウ	クニ	ヒコ	大阪大学 工学部溶接工学科
委 員	トヨ	ダ	マサ	オ	大阪大学 工学部溶接工学科
委 員	ナカ	ザワ	ハジメ	一	千葉大学 工学部
委 員	コウ	ノ	タク	スケ	石川島播磨工業(株)技術研究所 溶接第一研究部
委 員	サカ	イ	ケイ	イチ	石川島播磨工業(株)技術研究所 構造強度部
委 員	イト	ガ	コウ	スケ	川崎重工業(株)技術研究所溶接研究室
委 員	ウチ	ダ	マサ	ヨシ	千代田化工建設(株)溶接技術部課長
委 員	マエ	ダ	スミ	オ	トーヨーカネツ(株)生産技術部 溶接研究室
委 員	トヨ	サダ	マサ	ヒロ	日立造船(株)技術研究所 溶接・塗装研究室
委 員	マツ	シタ	ヒサ	オ	三井造船(株)千葉研究所 溶接研究室
委 員	カワ	ノ	ハジメ	始	三菱重工業(株)長崎研究所 船体強度研究室
委 員	アオ	キ	シン	イチ	川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部 鋼材技術部
委 員	ヤ	ジマ	ヒロシ	浩	三菱重工業(株)技術本部長崎研究所 船体強度研究室
委 員	ナリ	モト	アサ	オ	川崎製鉄(株)第二研究部 厚板特殊鋼研究室
委 員	フク	ハラ	ユキ	オ	(株)神戸製鋼所 鉄鋼生産本部 厚板技術部
委 員	カジ		ハル	オ	(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 鋼板開発部
委 員	コ	イケ	マコト	允	新日本製鐵(株)技術本部 厚板技術部
委 員	タカ	シマ	ヒロ	ノリ	新日本製鐵(株)第2技術研究所 厚板条鋼研究センター
委 員	アリ	モチ	カズ	シゲ	住友金属工業(株)中央技術研究所 溶接研究室

委員	ヒラ	ベ	ケン	ジ	日本鋼管(株)鋼材技術部	厚板技術室
委員	平	部	謙	二		
委員	スズ	キ	モト	アキ	日本鋼管(株)中央研究所	第1材料研究部溶接研究室
委員	鈴	木	元	昭		
委員	マツ	ダ		ニタカ	日本鋼管(株)中央研究所	第1材料研究所溶接研究室
委員	松	田		稜		
委員	マツ	ダ	ヤス	ノリ	日本鋼管(株)中央研究所	第1材料研究所溶接研究室
委員	松	田	恭	典		
委員	イワ	ダテ	タダ	オ	日本製鋼所室蘭製作所	研究部
委員	岩	館	忠	雄		

# 目 次

1. 緒 言 .....	1
2. 既存の溶接部対象靱性要求基準に関する調査 .....	2
2.1 溶接部に対する靱性要求の概要 .....	2
2.2 海洋構造物を対象とした溶接部靱性要求に関する規格化の動き .....	3
3. 溶接部を対象とした靱性要求上の問題点 .....	21
3.1 靱性要求の基盤概念 .....	21
3.2 要求靱性値の具体例とその問題点 .....	22
3.3 溶接部破壊靱性値に関する調査結果 .....	23
3.3.1 解析方法 .....	23
3.3.2 結果ならびに考察 .....	25
3.3.3 まとめ .....	29
4. 溶接部の特異性を考慮した研究課題の設定 .....	30
5. 溶接部破壊靱性値間の相関性検討 .....	31
5.1 目 的 .....	31
5.2 試験方法 .....	31
5.3 実験結果 .....	36
5.4 相関性に関する解析ならびに結果 .....	41
5.4.1 解析の手順 .....	41
5.4.2 WES3003G(1983)に基づく評価 .....	44
5.4.3 $J_c$ 値に基づく解析結果 .....	47
a) $J_c$ と $v E$ の相関性 .....	47
b) $J_c(T) \rightarrow v E(T + \Delta T)$ 相関式の一般化 .....	52
c) 表面切欠型試験における $J_c$ と $v E$ の関係 .....	67

d) $J_c, vE$ 最小値間の相関性 .....	68
5.4.4 限界CTOD値に基づく解析結果 .....	72
a) $\delta_x \cdot \sigma_y$ と $vE$ の相関 .....	73
b) $\delta_x(T) \cdot \sigma_y(T) - vE(T+\Delta T)$ 相関式の一般化 .....	76
5.4.5 $\Delta T$ と板厚の関係 .....	88
5.4.6 解析結果のまとめ .....	91
6. 溶接部靱性要求指針の設定 .....	95
6.1 内在欠陥寸法の設定とその問題点 .....	95
6.1.1 WES3003G種ならびにWES2805における靱性要求 .....	95
6.1.2 国内外規格に定められる靱性要求値の欠陥特性寸法 $\bar{a}$ への換算とその問題点 .....	97
6.2 RTWアプローチ .....	100
6.3 外国規格に認められる要求値との比較 .....	105
6.3.1 外国規格に認められる要求値例 .....	105
6.3.2 対比結果 .....	109
6.4 今後に残された研究課題 .....	111
7. 結 言 .....	111
参考文献 .....	112

## 1. 緒 言

近年破壊力学研究の目覚ましい進展により、これまで経験的事実に依存して主に遷移温度アプローチの観点から定められて来た材料に対する靱性要求基準を、破壊力学概念に立脚したより合理的な基準に改めることが技術的に可能と判断される段階を迎えている。

(社)日本溶接協会ではそうした実情を踏まえて、既にWES3003規格「低温構造用鋼板判定基準」のうちG種基準をCTOD概念を基盤とする基準値に改訂し、公表している。

こうした動きに対して最近になって欧・米を中心に、種々の脆性破壊要因が内在する溶接部を直接対象として、靱性要求基準ないしは要求基準値算出のためのプロセス自体を規格化しようとする動きがある。それらはいずれもCTOD概念を基盤に、低温貯槽や海洋構造物など、使用環境条件を特定し得る個別の溶接構造物を対象に検討がなされており、適用鋼種も比較的low strength鋼材に限定されている。その意味で、溶接部を対象としたCTOD基準による材質評価ないし欠陥評価には、普遍性の点でなお検討の余地が残されているといえる。しかるに最近の傾向として、基盤データの蓄積を欠く高張力鋼等にまで適用範囲を拡大して過大なCTOD特性値を要求される場合があり、産業界からそうした技術的混乱の早期解消が強く要請されている。

(社)日本溶接協会 鉄鋼部会 技術委員会ではそうした要請に対処するため、昭和58年6月にRTW委員会を発足させ、以後今日までの3.5ケ年間にわたって"溶接部を対象とした靱性基準の設定"に向けて基本思想ならびに基盤データの確立を目的とした研究活動を行って来た。溶接部を対象とした靱性基準の設定は、その目的が品質管理あるいは構造物の安全性保証のいずれであるかによっても異なるが、たんに材質の規制にとどまらず、溶接施工、非破壊検査さらには設計概念にまで遡って規制する結果に繋がる複雑さを有し、詳細かつ広い視野に立った検討を必要とする。互いに独立したそれら技術を包括して、一定の基準値で規制することは現時点で必ずしも容易でない。そうした点を勘案して本研究では、下記の4項目を中心に検討を行った。

- 1) 既存の溶接部対象靱性要求基準に関する調査
- 2) それら要求基準の拠り所となる基盤思想の整理・把握
- 3) 構造物の安全性保証および品質保証の接点となる破壊靱性値とシャルピー衝撃値の相関性
- 4) 上記検討結果に基づく溶接部靱性要求指針の設定

以下にそれら検討結果について述べる。