

JWES-IS-9002

再熱割れ試験方法の検討

——RCT委員会共同研究総合報告書——

平成 2 年 2 月

社団法人 日 本 溶 接 協 会
鉄鋼部会 技術委員会 RCT委員会

RCT委員会 委員名簿

主査	稲垣道夫	(財)日本溶接技術センター
幹事	小溝裕一	住友金属工業(株) 研究開発本部
幹事	古澤 遵	住友金属工業(株) 研究開発本部
幹事	鈴木治雄	NKK 鉄鋼研究所
委員	野本敏治	東京大学 工学部
委員	上田幸雄	大阪大学 溶接工学研究所
委員	岡林久喜	石川島播磨重工業(株) 原子力事業部
委員	糸 亮一	石川島播磨重工業(株) 技術研究所
委員	松村裕之	川崎重工業(株) 技術研究所
委員	祐川正之	(株)日立製作所 日立研究所
委員	吉田康之	三菱重工業(株) 広島研究所
委員	西山 昇	川崎製鉄(株) 鋼材技術部
委員	山浦晃央	川崎製鉄(株) 鉄鋼研究所
委員	石岡千里	(株)神戸製鋼所 厚板技術部
委員	中野英樹	(株)神戸製鋼所 厚板技術部
委員	大谷幸三郎	新日本製鐵(株) 厚板技術部
委員	山戸一成	新日本製鐵(株) 第二技術研究所
委員	武田鐵治郎	新日本製鐵(株) 第二技術研究所
委員	別所 清	住友金属工業(株) 鋼板技術部
委員	深田康人	住友金属工業(株) 研究開発本部
委員	下田達也	NKK 商品技術センター
委員	石川 博	NKK 商品技術センター
委員	田原隆康	(株)日本製鋼所 鉄鋼事業部技術部
事務局	郡司正明	(社)日本溶接協会

報告書執筆者氏名

稲垣道夫	(財)日本溶接技術センター
上田幸雄	大阪大学 溶接工学研究所
小溝裕一	住友金属工業(株) 研究開発本部
鈴木治雄	NKK 鉄鋼研究所
桑 亮一	石川島播磨重工業(株) 技術研究所
石岡千里	(株)神戸製鋼所 厚板技術部
武田鐵治郎	新日本製鐵(株) 第二技術研究所
深田康人	住友金属工業(株) 研究開発本部

目次

1. 背景と目的

2. 供試材料

2.1 供試鋼材

2.2 溶接材料

3. 実機ノズル周りの応力・ひずみ解析

3.1 解析対象 –実機モデル–

3.2 理論解析と解析条件

3.3 解析結果

3.3.1 溶接による残留応力及び塑性ひずみ

3.3.2 P W H T後の残留応力及びクリープひずみ

3.4 考察

4. 再熱割れ試験片の形状・寸法の決定

4.1 実機の再熱割れ再現のための試験片の具備すべき条件

4.2 軸対称再熱割れ試験片のタイプと解析モデル

4.3 S e t - i n、S e t - o n試験片の解析結果

4.3.1 溶接による残留応力および塑性ひずみ

4.3.2 P W H T後の残留応力及びクリープひずみ

4.3.3 両タイプの比較

4.4 S e t - o nタイプ軸対称試験片の形状、寸法の決定

4.4.1 試験片の小型化

4.4.2 Model 2、3、4、5における溶接残留応力分布及び クリープひずみ累積の履歴の特徴

4.4.3 軸対称再熱割れ試験片の寸法

5. 溶接条件の決定

- 5.1 斜めy形再熱割れ試験
- 5.2 直線ビード再熱割れ試験
- 5.3 軸対称再熱割れ試験

6. PWHT条件の決定

- 6.1 試験方法
- 6.2 試験結果

7. 試験結果

- 7.1 母材
- 7.2 斜めy形再熱割れ試験
 - 7.2.1 試験条件
 - 7.2.2 試験結果
 - (1) 標準斜めy形再熱割れ試験 (鋼R1、C3、G)
 - (2) 変形斜めy形及びレ形再熱割れ試験 (鋼R1)
- 7.3 直線ビード再熱割れ試験
 - 7.3.1 試験条件
 - 7.3.2 試験結果
- 7.4 軸対称再熱割れ試験
 - 7.4.1 試験条件
 - 7.4.2 試験結果
- 7.5 再熱割れの形態 (割れ率、位置)
- 7.6 試験結果の材質的検討

8. 軸対称再熱割れ試験片及び直線ビード再熱割れ試験片の応力・ひずみ解析

- 8.1 試験片の種類
- 8.2 軸対称再熱割れ試験片の解析
 - 8.2.1 解析条件

8.2.2 解析結果

- (1) 1層1パス
- (2) 4層5パス（最終層内側先行）
- (3) 4層5パス（最終層外側先行）

8.2.3 考察

8.3 直線ビード再熱割れ試験片の解析

8.3.1 解析条件

8.3.2 溶接に対する解析結果

- (1) 試験ビードによる溶接残留応力及び塑性ひずみ
- (2) 拘束ビードの積層にともなう溶接応力及び塑性ひずみ

8.3.3 P W H Tに対する解析結果

8.4 外周溶接付軸対称再熱割れ試験片の解析

8.4.1 解析条件

8.4.2 解析結果

- (1) 溶接による応力及びひずみ
- (2) P W H Tによる応力及びひずみ

8.4.3 考察

8.5 試験方法の力学的検討

8.5.1 軸対称再熱割れ試験片に生じる応力・ひずみの特徴

8.5.2 直線ビード再熱割れ試験片に生じる応力・ひずみの特徴

8.5.3 両試験片の相違

9. まとめ

9.1 軸対称再熱割れ試験の位置づけ

9.2 設計、製作上の問題点

Appendix 小型軸対称再熱割れ試験