事例と対策

電磁ステンレス鋼と SUS 304 鋼との電子ビーム溶接部の酸洗・メッキに伴う割れと対策*

向 井 喜 彦**, 西 村 新**, 竹 下 悦 男***

Cracking in Electron Beam Weldment of Electromagnetic Stainless Steel and SUS 304 in Pickling and Plating treatment and it's Countermeasure *

by Yoshihiko Mukai, ** Arata Nishimura, ** and Etsuo Takeshita ***

キーワード: 電磁ステンレス鋼, SUS 304, 電子ビーム溶接, 酸洗, 水素脆化割れ

1. ま え が き

図 1 にその構造の概略を示す自動車用部品の溶接部に納入前検査で割れが時々発見された。そこで、その原因を調査し、その結果を踏まえて工程を改善したところ、割れが完全に防止し得たので、その概要を紹介する。

2. 材料・溶接及び製造工程

本部品は円筒構造で、表 1 に示す化学組成の電磁ステンレス鋼と SUS 304 ステンレス鋼とを電子ビーム溶接した継手部に割れが発生した。

製造工程は図 2 に示すように、溶接後に酸洗及び着色メッキ処理を行なうもので、その後の検査で割れが発見された。

3. 割れの調査結果

図 3 は図 1 の円で囲んだ溶接部のうち右側のものの断面の光学顕微鏡写真である。異材溶接継手であり、溶接金属は両材料の融合したものになっている。割れは SUS 304 鋼と溶接金属とのルート部から発生している。

溶接継手の EPMA による分析結果を図 4 に示す。溶接金属部は電磁ステンレス鋼の溶融による希釈を受けるため、SUS 304 鋼に比べ Cr, Mn, Ni が少なくなっている。

* 原稿受付 昭和63年 9 月 12 日

** 正 員 大阪大学工学部生産加工工学科 Member, Faculty of Engineering, Osaka University

*** 正 員 新電元工業(株) Member, Shindengen Electric MFG. Co., Ltd.

分析結果をシェフラーの組織図に当てはめて推定すると、オーステナイト・マルテンサイト・フェライトの混合組織であると思われる。(ただし、分析されていない成分もあり、又 EBW はかなり急冷であるので適正な推定はできない。)

硬さ分布を図 5 に示す。電磁ステンレス鋼の溶接熱影響部が 400 程度に硬化していること、及び溶接金属の中

図 1 部品の概略形状

図 2 製造工程

表 1 鋼材の化学組成 (wt %)

鋼 種	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
電磁 ステンレス鋼	0.01	1.35	0.40			15.0	—
SUS 304	0.05	0.48	1.48	0.025	0.003	18.40	9.40

図 3 割れた継手の断面光学顕微鏡写真

図 4 図 3 の継手の EPMA 分析による成分分布

図 5 図 3 の継手の硬さ分布

央部が530にまでかなり硬化していることがわかる。

図 6 は図 3 の割れのルート部およびビード表面近傍の破面の SEM 写真であるが、ビード表面近傍の破面にはディンプルが認められ、ここが最終破断部であることが確認される。従って割れはルート部からビード表面へ向って進展したものと考えられ、図 6 の下段の写真は割れ発生部の破面であると思われる。

4. 溶接のまま及び熱処理後の状況

この割れが溶接時に発生した可能性があるため、溶接のままの部品数個について検査をしたが、割れは全く検出されなかった。従って、この割れは溶接割れでないものと判断した。

溶接のまま継手部の硬さ分布を図 7 に示す。溶接金属部で470程度の硬さになっている。また、後述する対策において200℃、4時間の熱処理を施すので、この処理を行なった場合の硬さ分布も同図に示した。この熱処理によって溶接金属の硬さが少し低下している。

5. 判定及び対策

以上の調査の結果、この割れは溶接時に発生したものではなく、その後の酸洗工程で化学反応により生じた水素が鋼中に拡散侵入し、一種の水素脆化割れを起こしたものと判断した。

図6 図3の割れのルート部, ビード表面近傍の破面 SEM 写真

(上段: ビード表面近傍)
(下段: ルート部近傍)

なお, その後の着色メッキ処理も悪影響を及ぼすことになる。すなわち, メッキ層は水素の透過性が悪く, 鋼中に拡散した水素の鋼外への放出を妨げる役割をし, 長

図7 溶接のまま及びベーキング処理後の硬さ分布

期にわたって鋼中の水素濃度が低下しにくくなる。

以上の判定にもとづき, 溶接後及び酸洗・メッキ後にベーキング処理 (200℃, 4 時間熱処理) することにより, 水素を鋼外に極力追放するように工程変更した所, その後割れは全く検出されなくなった。

溶接に関する国際行事の御案内 (1988)

会 議 名	日 時	開 催 地	会議用語	主 催 (連 絡 先)
Exhibition " Anti-Corrosion " " Surface Tech. "	16-21/NOV.	Beijing CHINA	-	Business & Industrial Trade Fair -4/ F China Underwriters Centre 88 Gloucester Rd - Wanchaf - HONGKONG
Exhibition " Flexible Automation 88	21-26/NOV.	Moscow USSR	-	Glahe International Group - Woodcroft Bures Hamlet, Suffolk CO 8 5 DU - UK
W. I. Autumn Meeting " Weld Tech 88 "	22-25/NOV.	London UK	English	The Welding Institute - Abington Hall ; Abington, Cambridge CB1 6 AL-UK

(31頁へつづく)