

(552) 完全オ-ステナイト系ステンレス鋼 SUS316 の電子ビ-ム溶接性に関する研究

大阪大学工学部 ○ 中尾 嘉邦
勝 信一郎

1. 緒言 核融合炉の炉壁材料の有力な候補材
料と考えられている, SUS316 を基本合金として
取り上げ, その溶接部の非磁性化を図るため, Ni
含有量を高め完全オ-ステナイト系の SUS316
を溶製し, その溶接性について検討を加えること
を本研究の目的とした。

Table 1 Chemical compositions of materials (%)

Mark	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	REM
PA	0.062	0.51	0.95	0.005	0.006	16.70	13.64	2.27	-
PB	0.061	0.50	0.94	0.019	0.006	16.70	13.49	2.29	-
PC	0.054	0.87	0.97	0.026	0.007	16.97	13.66	2.25	-
RA	0.047	0.61	0.99	0.027	0.009	17.04	13.62	2.21	0.05
RB	0.053	0.54	0.94	0.028	0.008	16.20	13.49	2.35	0.12
RC	0.064	0.54	0.97	0.028	0.007	16.64	13.38	2.32	0.25
RD	0.056	0.51	0.92	0.029	0.007	16.24	13.54	2.37	0.41

2. 実験方法 Table 1 に示す化学成分的合金を
大気中で高周波溶解炉により溶解し, 30 kg 鋼塊を溶製した。その後 1200
°C に加熱し, 鍛造加工を行って 45mm 角の角材とした。本研究では電子
ビ-ム溶接部の凝固割れ感受性に対する P 含有量の低減効果ならびに
REM 添加効果の有効性について検討を加える。供試合金は前者が
PA~PC, 後者が RA~RD の各合金である。45x45x230mm の試験材を
使用し, 出力 6kW の電子ビ-ム溶接機で斜面上昇法(30°)により試験ビ-ム
を溶接した(加速電圧; 150kV, ビ-ム電流; 80mA, 溶接速度; 600,
1000, 1400 mm/min, Ab 値; 0.7~1.2)。その後入射ビ-ムに平行に
10mm 間隔で試験材を切断し, ビ-ム断面における溶接欠陥の有無, 発
生位置などについて検討を加える。

3. 実験結果 本研究で得られた主要な結果を下記に示す。

(1) 本合金の電子ビ-ム溶接部の溶接欠陥はビ-ムのルート部に発生可
る多量に(R 本口参照)と凝固割れである。R 本口参照は Ab 値が 1 附近
で発生しやすい。Ab 値が 0.8 以下あるいは 1.2 以上になるとより,
R 本口参照をほぼ防止することができる。一方凝固割れは Ab 値が 1 附近の値をとると発生しやすく,
Ab 値が 1 以上あるいは 1 以下になると比較的発生しやすくなる。

(2) P 含有量を減少させると凝固割れ感受性は改善される。本実験の場合, P 含有量が 0.005% の合金
では凝固割れの発生は認められなかった。

(3) 一般市販材レベルの P を含有する合金(0.027~0.029% P) について凝固割れ感受性に対する REM
添加効果の検討を行う。凝固割れ感受性は試験ビ-ム単位長さ当たりの割れ数で評価した。その結果に
よれば, Fig. 1 に示すように, いずれの溶接速度の場合も REM 添加量の増加とともに凝固割れ感
受性が改善される傾向が認められ, 本実験の場合には約 0.25% の REM 添加でほぼ凝固割れを防止でき
ることが判明した。REM が過剰に添加された場合には, 凝固割れ感受性は再び増大するが, これは REM
と母相との低融点の共晶が形成したためと推察される。

(4) 適正 REM 添加による凝固割れ感受性の改善効果は, 抽出残渣の X 線回折, 抽出残渣の EDX 分析, 抽出残渣の EDX 分析等の結果, REM が P を REM の P 化合物(例えば,
LaPO₄, Ce(PO₃)₃) として固定し, 完全オ-ステナイト系ステンレス鋼 SUS316 の凝固割れ感受性を高
めた固溶 P 量を実質的に減少させたためと考えられる。

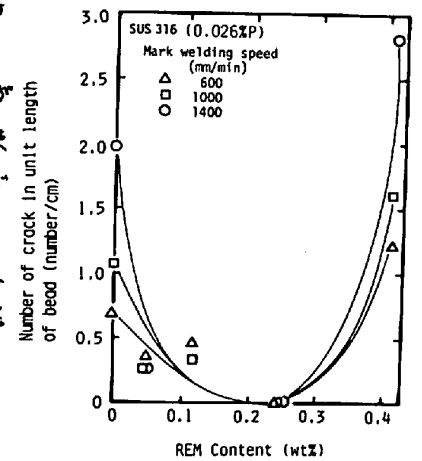


Fig. 1 Effect of REM on the susceptibility of the solidification cracking