

305 薄鋼板におけるフラッシュ溶接接合面割れに及ぼす鋼材成分の影響

新日本製鐵(株) 溶接研究センター ○一山靖友 齊藤 亨
西 武史

1. 緒 言

薄鋼板のフラッシュ溶接では成形、加工時に溶接接合面で発生する割れが問題となる。この接合面割れは鋼材の高強度化に伴って増大する傾向にあり、また鋼材成分によって大きく変動する。本報告ではこの接合面割れに及ぼす鋼材成分の影響について調べた結果を報告する。

2. 実験方法

供試材として30~60kg/mm²級熱延鋼板(主としてC-Si-Mn系)を用いた。化学成分及び機械的性質を表1に示す。溶接は自動車ホイール製造の条件をシミュレートして行ない、接合面割れの評価は7mmR曲げ試験により接合面に発生した割れの長さを測定して行った。なおフラッシュ溶接においては溶接過程そのものに変動要因(フラッシュ発生の不規則性等)が内在しているが、これを平均化するため繰り返し数は20~200とした。

3. 実験結果

(1) 軟鋼板(TS; 31~36kg/mm²) 割れ部破面には写真1に示すように、フラッシュ工程で生成したと思われる酸化物がほぼ割れ部全面に集積していた。これ等は大部分Al, Mnを含む酸化物であった。接合面割れは図1に示すように酸化性の強いAlの影響が大きく、Al量の増加に伴って割れは増大した。

(2) 高張力鋼板(TS; 47~71kg/mm²) 割れ部破面を写真2に示す。軟鋼板とは異なり、板厚方向に伸長した酸化物の集積部(Ⓐ)とその周辺の微細(1~4μ)なディンプル領域(Ⓑ)とに大別される。この伸長した酸化物は集積部以外にも点在している。割れの進展状況を連続的に観察すると割れは先ずⒶ領域で発生し、その後の応力増加に伴って周辺(Ⓑ)へ拡大し、さらに他のⒶ領域と合体して最終の割れとなっていることが確認された。このことから接合面割れに対しては起点となる酸化物に加え、周辺の延性も影響するものと予想される。図2(i)は接合面割れ長さに及ぼすC, Siの影響を示したものであるが、高C, 高Si化に伴って割れ長さは増大することがわかる。一方、図2(ii)は写真2中のⒶ領域の長さ(ℓ)と溶接後900℃にて熱処理(焼なまし)後の接合面割れ長さに対するC, Siの影響を示したものである。Ⓐ領域の長さ(ℓ)及び熱処理後の割れ長さは主にSi量に依存している。また熱処理による延性の向上に伴って割れ発生はⒶ領域のみとなり、周辺へは拡大していないことが確認された。これ等の結果より接合面割れに対してSiは酸化物形成に、またCは周辺への拡大にそれぞれ主に影響するものと考えられる。

次に、上記の結果をもとに接合面割れ長さへの鋼材成分(C-Si-Mn系)の影響を表わす評価式の導出を試みた。割れ長さは図1より $Al^{1.5\sim 1.7}$ で、図2(i)より $Si^{1.5\sim 2.0}$ で増加しているが、これ等を2乗で近似しMnも含めて回帰分析により係数を求めた。その結果、評価式として

$$F_{eq} = (C - 0.03) \{ Si^2 + (Mn/10)^2 + (3Al)^2 \}$$

が得られた。結果を図3に示すが、良い相関が得られた。

4. 結 言

フラッシュ溶接接合面割れに対する化学成分の影響を検討し、以下の結論を得た。

- (1) 軟鋼板では接合面割れはAl量の増加とともに増大する。
- (2) 高張力鋼板では接合面割れには主にC, Siが影響し、それぞれ割れを増大させる。Siは酸化物形成に、Cは割れの周辺への拡大に影響するものと考えられる。

表1 供試鋼材の化学成分と機械的性質

強度クラス	化 学 成 分 (wt%)							機 械 的 性 質		
	C	Si	Mn	P	S	T _{Al}	others	YS (kg/mm ²)	TS (kg/mm ²)	E _l (%)
45 60kg/mm ²	0.044	0.02	0.56	0.012	0.002	0.004	Nb V	29.2	47	27.2
	0.169	1.24	1.62	0.026	0.014	0.073		55.0	71	41.0
30kg/mm ²	0.013	0.01	0.19	0.009	0.008	0.002		20.0	31	40.0
	0.100	0.02	0.33	0.023	0.015	0.100		29.0	36	48.0

(板厚: 2.4~3.2mm)

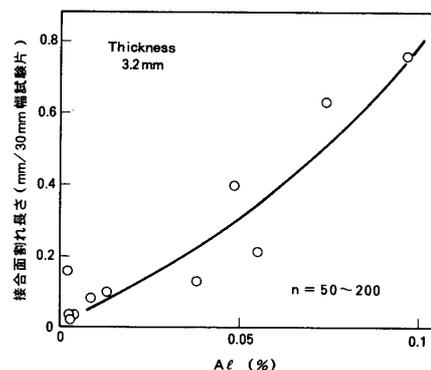


図1 接合面割れ長さに対するAlの影響

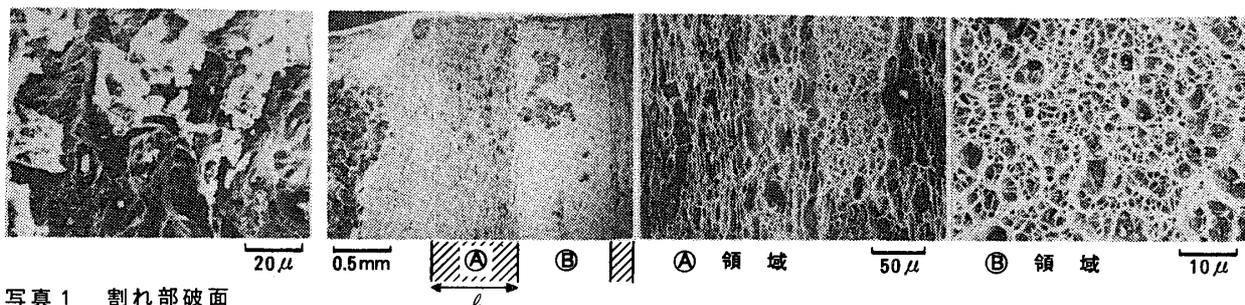


写真1 割れ部破面 SEM像(軟鋼板)

写真2 割れ部破面SEM像(高張力鋼板)

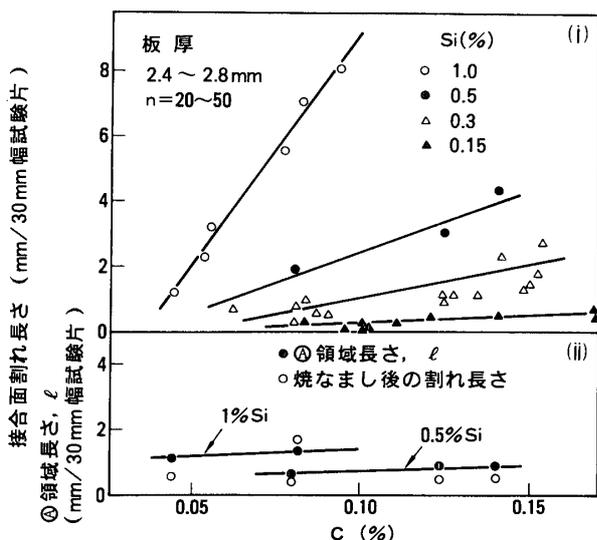


図2 (i)接合面割れ長さに対するC, Siの影響
(ii)A領域の長さとお焼なまし後の割れ長さに対するC, Siの影響

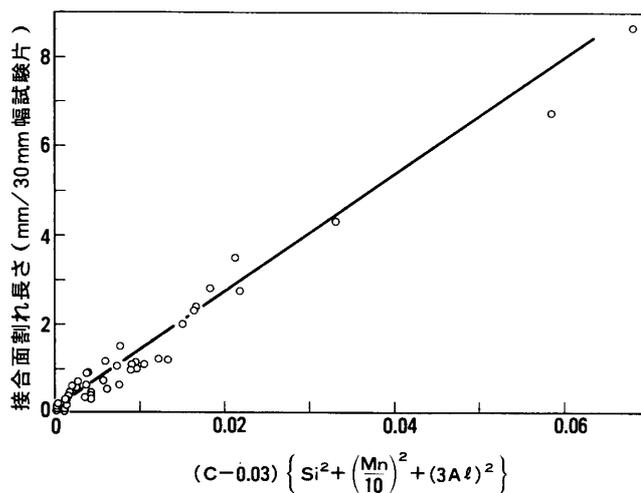


図3 接合面割れ長さとお評価式(Feq)との関係