

日本鋼管(株) 技術研究所

田中 甚 吉
○ 北 田 豊 文

1. まえがき

最近50[#]/_{mm}級高張力鋼を使用し上向すみ肉溶接部にトウクラックが多数発生し、その原因究明と対策が急がれている。この種のトウクラックの典型的な例は写真1に示すように多層溶接という特徴をもち、止端部附近より発生し熱影響部割れである。著者等は止端部の応力状態および熱サイクルを測定し、この種の割れの一般的性質をかなり明確にすることができたので、それらについて報告する。

2. 実験方法

図1に示す試験片に多層溶接を施すことによってトウクラックの再現に成功した。試験条件を表1に示す。割れ検査は溶接終了後1時間、17時間経過後染色浸透剤をもって行ない

$$\frac{\text{割れ長さの合計 (mm)}}{\text{溶接長 300 (mm)}} \times 100 (\%)$$

をもってトウクラックの割れ率とした。

3. 実験結果および考察

割れ試験結果を表2に示す。トウクラックは本実験では1層あるいは2層では発生せず3層溶接した場合3層の1パス目に発生した。上向と下向を比較すると上向溶接の方が割れ率が高い。この原因は止端部の形状の差異によるものと考えられる。下向の場合止端部は“くちばし”形状になっており表面まであ

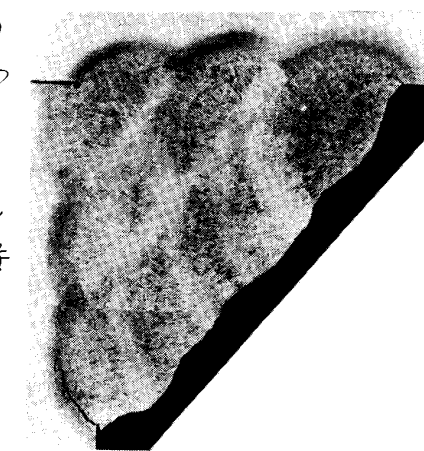


写真1. 多層溶接トウクラック

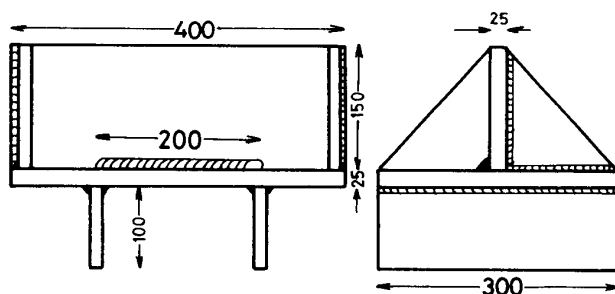


表1 試験条件

供試鋼板	A鋼(Ceq. 0.41), J鋼(Ceq. 0.36)
供試溶接棒	D 5016 4mmφ
溶接姿勢	上向, 下向
累層法	1層, 2層, 3層(9パス)
溶接順序	①側溶接完了後②側溶接
溶接電流	150A
溶接入熱	9~14 KJ/cm
予熱, パス間温度	室温, 70℃

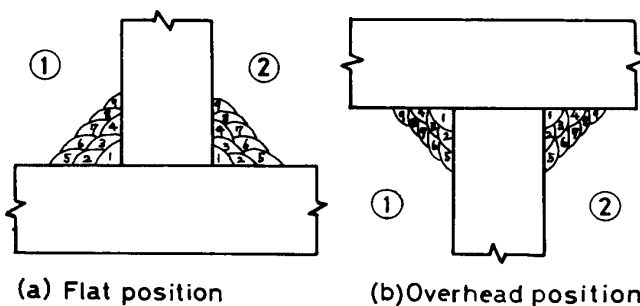


図1 試験片の形状

られない割れが多く認められた。溶接棒をあらかじめ吸湿したり、予熱温度が低いと割れ率は大きい。また遅れ割れの様相することから水素の影響が大きいことが判明した。

鋼種については炭素当量の低いJ鋼は割れが認められなかった。

ところで3層の1パス目および最終パスのビード下のビッカースカタサの1例を示すと図2のようになる。トウクラックの発生する1パス目の方が割れの発生しない最終パスよりも低いカタサ分布を示している。この現象は硬化性よりも後からおくビードによって止端部がうける熱ひずみサイクルがこの種の割れに大きく影響していると考えられる。まず力学的要因を明らかにするために止端部附近の残留応力をX線によって測定した。測定結果を図3、図4に示す。3層の1パス目の残留応力は最終パスより約5 $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 高い。また多層溶接は1パス溶接に比して残留応力が大きいのが認められる。以上のようにトウクラックが多層溶接の最終層の1パス目に発生するということは一応力学的に説明できる。

表2. 割れ試験結果

溶接姿勢	層数	鋼種	予熱パス間温度	溶接棒の吸湿	検査回数	割れ率(%)		断面内の割れ
						1時間後	17時間後	
下向	1層 1パス	I鋼	室温	乾燥棒	①	0	0	
					②	0	0	
	2層 4パス	I鋼	室温	乾燥棒	①	0	0	
					②	0	0	
	3層 9パス	I鋼	室温	乾燥棒	①		22	トウ割れあり
				乾燥棒	②		9	
			70℃	吸湿棒	①	23	54	・ 考
				吸湿棒	②	9	23	
		J鋼	室温	乾燥棒	①	0	0	
				乾燥棒	②	0	0	
上向	3層 9パス	I鋼	室温	乾燥棒	①		15	
				乾燥棒	②		0	
				吸湿棒	①	71	88	
				吸湿棒	②	8	20	
		J鋼	室温	乾燥棒	①	0	0	
				乾燥棒	②	0	0	

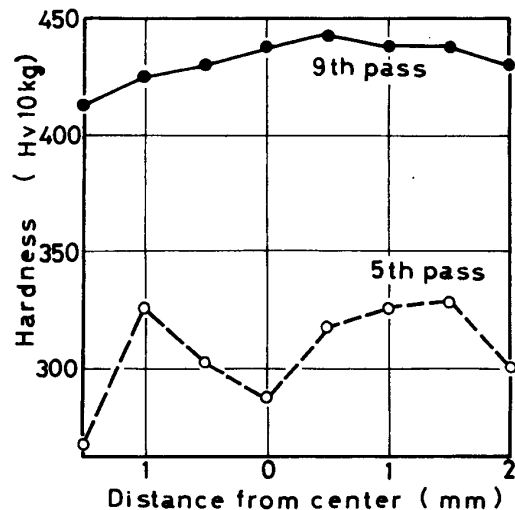


図2. HAZのカタサ分布

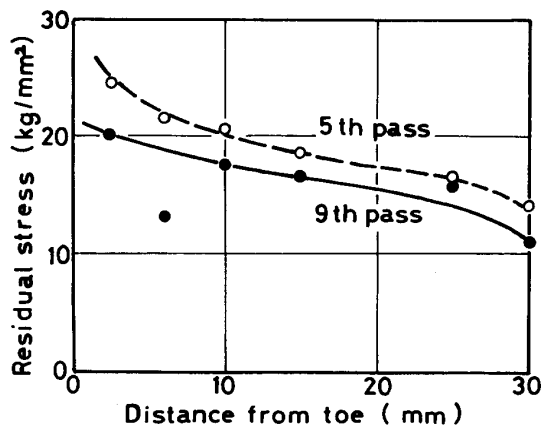


図3. トウ部近傍の残留応力分布

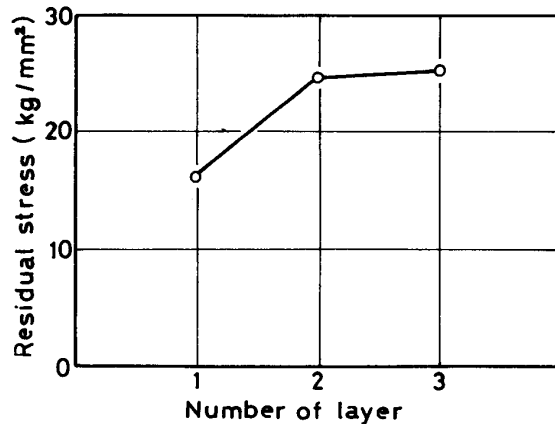


図4. 層数と残留応力の関係