

(株) 日立製作所

○藤田一博

山下善弘

吉田寿美

Friction welding on dissimilar materials(3rd Report)

by Kazuhiro Fujita, Yoshihiro Yamashita, Toshimi Yoshida

1. 緒言

火力プラントのボイラーチューブ等には高温材料のフェライト鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の異材継手が使用されている。これらの異材継手の新規な製法として、摩擦圧接法に着目し、その基礎的な検討を進めている。前報 1)では継手の衝撃試験において一部界面破断が見られたことを報告した。今回、圧接条件を検討することにより衝撃特性の改善を試みた。また、並行してクリープ特性の評価も実施したので、それらの結果について報告する。

2. 実験方法

供試材は改良 9Cr 鋼 (NF616) とインコネル 600 (NCF600) であり、その化学成分を Table 1 に示す。本異材継手は摩擦圧接法により製作し、応力除去焼鈍 (SR) 処理 (760°C, 2 h) 後に、衝撃試験及びクリープ試験に供試した。

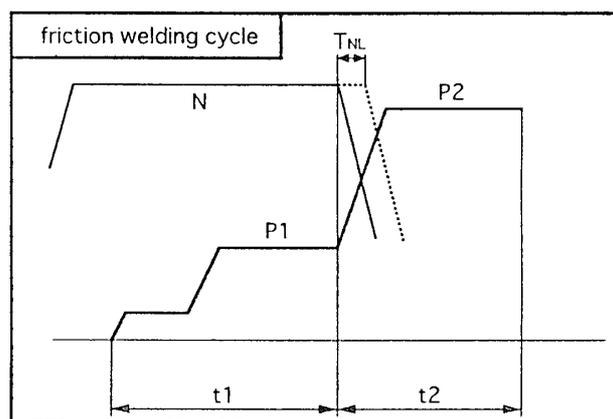
Fig.1 はその摩擦圧接サイクルを示す。

また、Table 2 は摩擦圧接条件を示す。本評価では摩擦圧力 P1、アップセット圧力 P2 及び遅れ時間 T_{NL} を変化させた。

衝撃試験は 2mmV シャルピ衝撃試験片

の縮小サイズを用い、試験温度は 0°C で

ある。クリープ試験は平行部の長さ 40mm、直径 8mm の試験片を用い、接合境界が平行部の中央に位置するように採取した。クリープ試験条件は試験温度 550°C、負荷応力 25kgf/mm² である。



P1: Heating pressure
t1: Heating time
P2: Upsetting pressure
t2: Upsetting time

N: Number of revolution
TNL: Time-lag of revolution

Fig.1 Welding conditions of friction welding joints.

Table 1 Chemical compositions of alloys.

Materials	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
Mod.9Cr(NF616)	0.101	0.036	0.466	0.011	0.001	0.054	8.96
Inconel600(NCF600)	0.03	0.11	0.22	0.001	<0.001	75.79	15.33
	Mo	Al	B	N	W	Nb	Fe
Mod.9Cr(NF616)	0.48	0.005	0.004	0.0452	1.94	0.065	balance
Inconel600(NCF600)	—	—	—	—	—	—	7.72

Note : Ladle analysis

3. 実験結果及び考察

Fig.1 は衝撃試験の結果を示す。吸収エネルギーはアップセット圧力が高くなってほとんど変化しないが、破面における界面の割合は減少することがわかった。すなわち、界面の接合強化の効果が認められる。今回の試験では遅れ時間 $T_{NL}=0$ と 0.2 秒では差違が見られなかった。

Table 3 はクリープ試験結果を示す。いずれの接合条件においても概ね同程度のクリープ破断時間であり、条件設定の影響は余り見られない。クリープ破断はすべての試験片で界面破断であった。クリープ試験片の破断面近傍を SEM にて観察した結果、接合界面から NCF600 側の約数 μ m 程度の領域に多数の微細な割れが生じていることがわかった。そこで、クリープ試験片における接合面並びに接合のままの接合面 (SR 処理材) について観察し、Fe 及び Ni の元素分布を測定した。上述の約数 μ m 程度の領域において Fe 及び Ni 濃度のピークがみられ、接合界面近傍に Fe rich の第二相が形成されていることが明らかになった。これらのことから、この第二相がクリープ試験における界面破断の要因である可能性が高いと推察される。今後はこの第二相とクリープ試験条件との相関性について検討する予定である。

参考文献：1) 溶接学会全国大会講演概要，第 60 集（平成 9 年 4 月），p190

Table 2 Friction welding conditions.

Test	Specimen No.	Heating Pressure P1 (kgf/mm ²)	Upsetting pressure P2 (kgf/mm ²)	Time-lag of revolution	
				T_{NL} (s)	
impact test	1	15	25	0	
	2			0.2	
	3		35	0	
	4			0.2	
	5			45	0
	6				0.2
creep test	7,8	15	25	0	
	9			0.4	
	10		55	0.2	
	11	0.4			
	12	25	45	0.2	
	13			55	0.4

(Number of revolution:1800rpm)

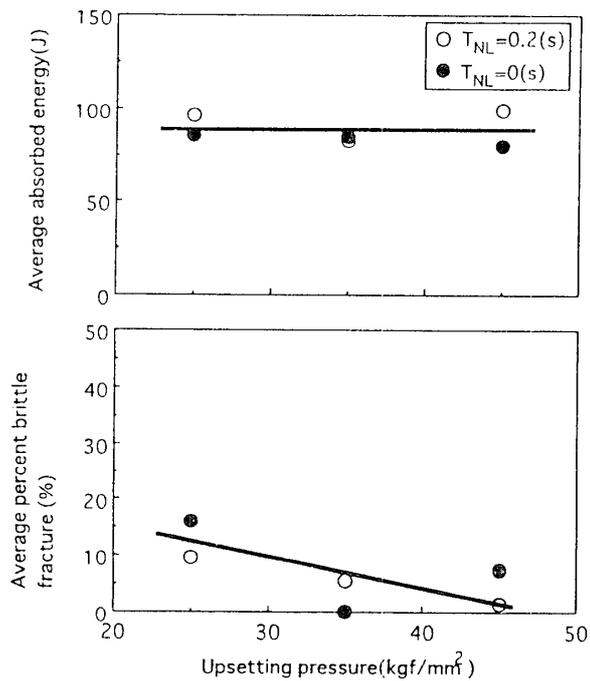


Fig.2 Effect of friction welding condition on impact property at 0°C.(Number of specimens : 2)

Table 3 Result of creep test.

Heating Pressure P1 (kgf/mm ²)	Upsetting pressure P2 (kgf/mm ²)	Time-lag of revolution T_{NL} (s)	Time(h)							
			0	100	200	300	400	500	600	
15	25	0								
	45	0.4								
55	0.2									
25	45	0.2								
	55	0.4								