

225 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Moのエレクトロスラグ溶接部の静的ならびに動的破壊靱性の比較

金沢工業大学  
バブコック日立(株) 呉研究所

小 河 弘  
○ 畠 永 成  
久 山 武 志

## 1. 緒 言

破壊靱性は荷重速度が速くなると低下することが知られており、計装化したシャルピ衝撃試験機や落重試験機で得られる動的破壊靱性は、破壊靱性のほぼ下限値を示すことから設計上有効な特性値として求めらるつつあるが、静的破壊靱性と比較してその挙動を検討した例は少ない。

そこで熱処理により強度を変えた2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo材エレクトロスラグ溶接継手部について静的ならびに動的破壊靱性を測定し、比較検討することにした。

## 2. 研究方法

本実験に用いた供試材は板厚18.8mmの2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼板で表1に鋼板およびワイヤの化学成分を示す。試験片はこのエレクトロスラグ溶接継手部における母材、熱影響部、溶接金属の各位置から切り出したが、材料の強度が静的ならびに動的破壊靱性に及ぼす影響について検討するために高強度低靱性材の典型的な例として溶接のままの条件で、[但し母材は焼ならし状態の受入れのまま] また、中強度高靱性材の例として溶接後、N.T+SRした条件で各々採取した。

静的破壊靱性(K<sub>IC</sub>)の測定には、35<sup>B</sup>×70<sup>W</sup>×300<sup>D</sup>寸法の3点曲げ試験片を、また動的破壊靱性(K<sub>ID</sub>)の測定には主にシャルピサイズの試験片を用い、一部に50<sup>B</sup>×100<sup>W</sup>×500<sup>D</sup>寸法の3点曲げ試験片を用いた。

K<sub>IC</sub>試験はASTM E399-72の規定通り行い、荷重速度は $\dot{K} = 4 \sim 10 \text{ kg}/\text{mm}^{3/2} \cdot \text{s}$ の範囲の一定値で試験した。K<sub>ID</sub>試験は計装化したシャルピ衝撃試験機および3000kg-m Dynamic Tear試験機を用いて $\dot{K} = 0.8 \sim 3.0 \text{ kg}/\text{mm}^{3/2} \cdot \text{s}$ の荷重速度で行った。破壊靱性の計算には、荷重-変位あるいは荷重-時間曲線の最大荷重点を用いた。

## 3. 実験結果

表2は継手各部の引張性質を示している。溶接のまま(As Welded)の溶接金属は降伏強さが高く伸びが小さい高強度材料の性質を示しているが母材部は降伏強さも伸びも小さい性質となっている。また、溶接後N.T+SRすると母材部、溶接金属とも伸びが増大し等しくなっており、靱性が共に増加していることを示している。熱影響部については求めることはできなかつたが、硬さは溶接金属とほぼ等しいこと

表1 供試鋼板およびワイヤの化学成分

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
鋼板	0.14	0.41	0.53	0.009	0.007	0.09	2.35	1.04
ワイヤ	0.16	0.07	1.76	0.007	0.010	0.015	2.40	1.01

表2 継手各部の引張性質

	A.W		A.W+N.T+SR	
	強度(kg/mm <sup>2</sup> )	伸び(%)	強度(kg/mm <sup>2</sup> )	伸び(%)
母 材	38.0	21.3	41.8	26.3
溶接金属	88.6	13.9	40.8	26.9

ひら溶接金属とほぼ同等の引張性質を示すものと考えられる。

図1は2mVノッチシャルビ吸収エネルギー( $vE$ )、静的破壊靱性ならびに動的破壊靱性の温度依存曲線を比較して示した。ここで $vE$ および $K_{Id}$ は溶接のままと溶接後N.T+SRした条件で各々継手各部門の靱性の差は小さいが、 $K_{Ic}$ ではその差が明瞭となっており、いずれの条件においても母材(BH) > 熱影響部(HAZ) > 溶接金属(DM)の順に靱性が低下している。このことは $K_{Ic}$ は $vE$ や $K_{Id}$ のように動的試験で求められる特性値よりも材質のわずかな変化に対して敏感であることを示していると考えられる。

また溶接後N.T+SR処理した中強度高靱性の条件では、 $K_{Id}$ 曲線は $K_{Ic}$ のいずれの曲線よりも高温側にあり、また曲線の立ち上がり部の勾配が小さく、荷重速度の影響が大きいことを示しているが、溶接のままの特に溶接金属や熱影響部のような高強度、低靱性の条件では $K_{Ic}$ と $K_{Id}$ の差はほとんどなく荷重速度の影響が小さいことを示している。

図2は継手各部の $vE$ 、 $K_{Id}$ 、 $K_{Ic}$ の遷移温度が熱処理によって移動する値を比較して示したものである。ここで $vE$ については40ft-lb遷移温度を、 $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ については便宜的に200kg/mm<sup>3/2</sup>となるような温度を遷移温度として設定すると継手各部において若干の差はあるが、 $vE$ 、 $K_{Id}$ 、 $K_{Ic}$ の遷移温度の移動量は120~140℃とほぼ等しくなることが明らかとなり、このような材料の熱処理による靱性挙動の変化を検討する場合には、各熱処理条件での $vE$ 曲線と初期条件における $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ 曲線を求めておけば、 $vE$ 遷移温度の移動量から各条件の $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ がほぼ推定できるものと考えられる。

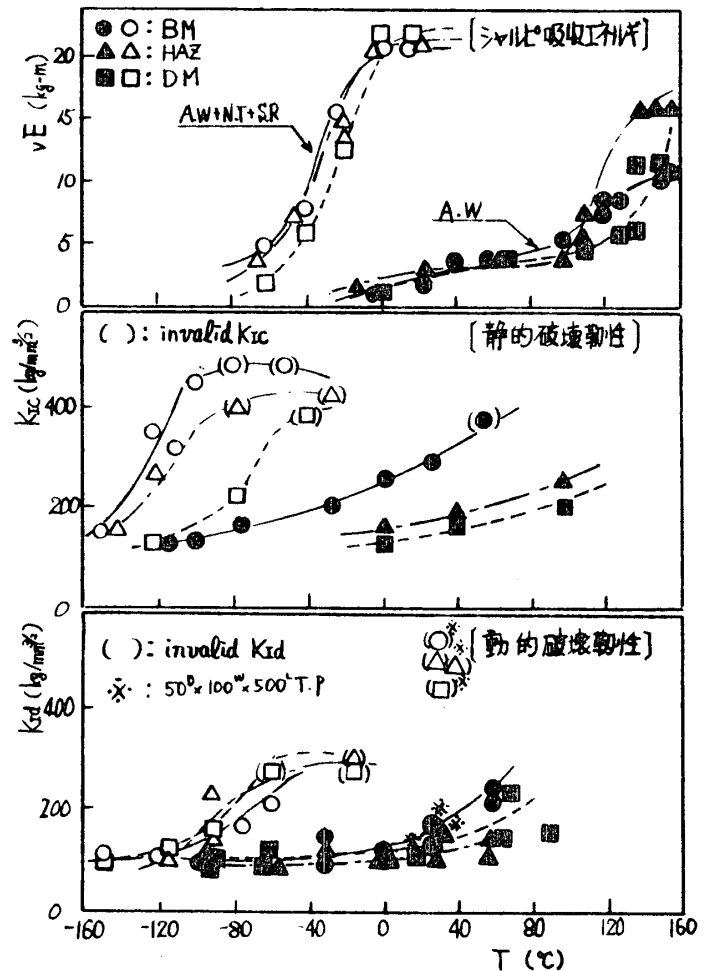


図1 シャルビ吸収エネルギーおよび静的、動的破壊靱性の温度依存性

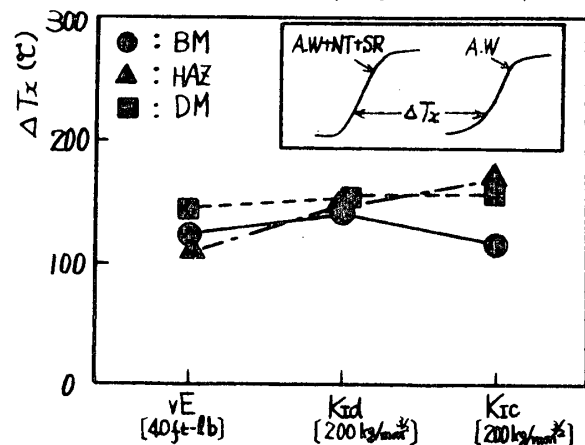


図2 熱処理による遷移温度の移動量の比較

このような材料の熱処理による靱性挙動の変化を検討する場合には、各熱処理条件での $vE$ 曲線と初期条件における $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ 曲線を求めておけば、 $vE$ 遷移温度の移動量から各条件の $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ がほぼ推定できるものと考えられる。