Japan Welding Society

302 高張力鋼溶接継手における破壊靭性の組織依存性

東北大学工学部 ○亀田純 長谷川邦夫
〃 高橋秀明 鈴木正彦

1 緒言

圧力容器などの大型構造物に用いられる60kg/mm²級高張力鋼溶接継手における熱影響部の脆化は、破壊事故の原因となる事が多い。この問題を解決するためには、微視組織と靭性値との関連性を明らかにして検討すべきである。

本報は多層盛溶接継手の融合境界に沿う熱影響部の微視組織、微小硬度と破壊靭性値、限界き裂開口変位との関連性を検討し、板厚表面近傍の熱影響部の特異性を明らかにしたものである。

2 実験方法

60kg/mm²級高張力鋼を母材とし現在圧力容器に対して行なわれている条件で多層盛溶接を施行した。(表1) マクロ腐食写真を図1に示す。熱影響部の金属組織学的検討には、80℃の飽和ピクリン酸溶液100mlに2-4-6トリメチルベンゼンスルホン酸ナトリウム1gを加えた腐食液を用い、破壊靭性値Kc、限界き裂開口変位δcおよび硬さHvと対応しながら顕微鏡組織を観察した。硬さ測定にはHeinemann式マイクロビッカース硬度計を使用し、荷重20gによって結晶粒大きさ程度の領域について硬さを測定した。

Table 1 Condition of manual arc weld

No. of pass	Welding rod	Rod diameter (mm)	Welding Current (amp)	Arc vortage (volt)	Travel speed (cm/min)	Heat input (KJ/cm)
1,2,4,5	D6016	4	170	24	12.2	20.0
3,6,7,8,9,10,11	D6016	5	220	26	17	20.2

Fig. 1 Macro-etching photograph

Fig.3 Microstructure around surface

3 実験結果及び討論

溶接継手における熱影響部の組織は複雑である。特に本報で取扱った高張力鋼の多層盛溶接では融合境界に沿う顕微鏡組織は板厚方向に多様に変化している。板厚表面近傍を除いては図2に示した組織が融合境界に沿って繰返し表われているが、表面付近の熱影響部の組織は内部の組織と分なり異っている。即ち図3に示す様に針状のマルテンサイトは粗大で、かつそれらの中に上部ベイナイトが散在している。この組織はR.E.Dolby[2]らにより報告されたHT80についての1層盛溶接熱影響部とよく似ている。故に板厚表面付近の熱影響部は1層盛溶接の熱影響部と同一と考えられる。

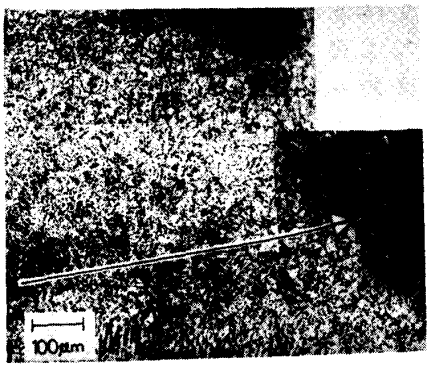


Fig. 2 Unit microstructure

表3に融合境界に沿う代表的な微視組織、微小硬度Hv、−133℃における破壊靭性値Kcおよ

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

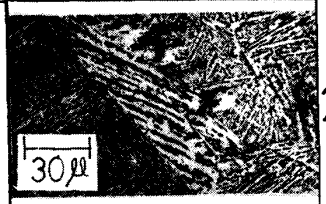
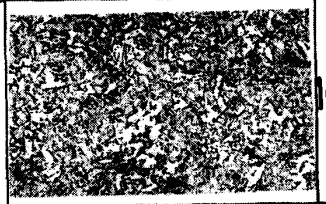
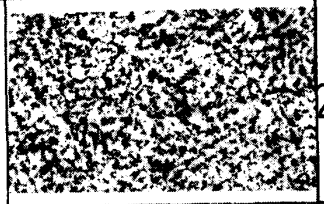
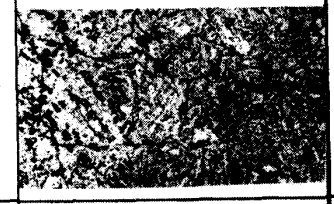
び限界き裂開口変位δ_cを合せて示す。

A,B,Cは表面から5.5mm以内に認められる顕微鏡組織である。いずれもHv350のマルテンサイトとHv260～280の上部ベイナイトの混在組織であるが，Aの様に針状のマルテンサイトに上部ベイナイトが島状に点在すると切欠効果が大きくなり破壊靭性値，限界き裂開口変位が最も低く，本報の溶接継手における熱影響部の中で最も脆化の著しい組織となる。B,Cと内部に入るに従い上部ベイナイトが比較的細かいマルテンサイトの中に均一に網目状に分布し，破壊靭性は急増している。

周期的に表われる内部の単位組織(図2)をさらに拡大して観察すると，図2の矢印の方向に沿って順次D,E,F,Gで示される組織が認められる。Dではフェライト地に細かい炭化物が均一に分布しており，熱影響部の中で最も大きな破壊靭性値(K_c=240)を有する。Eは Dと同様にフェライトと炭化物で構成されるが，フェライトの地が針状のため靭性が低下している。Gではほとんど Hv310のマルテンサイトが比較的細かく存在し，上部ベイナイトもあまり認められない。従ってこの組織のK_cは204とかなり大きい。さらにGに隣接しているFはマルテンサイトの粒界上に炭化物がかなり大きく凝集している組織である。母地と析出物のHvは300～320とほぼ同じ値であるためあまり靭性値の低下はないと考えられる。

以上溶接継手の熱影響部における各々組織の破壊靭性値には，母地の組織や析出物の分布状態が大きな支配因子となる。特に表面近傍にみられた島状のベイナイトを含む針状のマルテンサイトが熱影響部の中で最も問題となる組織である。

Table 3 Typical microstructures in HAZ

	Microstructure	K_c (kg/mm$^{3/2}$)	δ_c (μm)	Hv (kg/mm^2)
A		23.9	0	350 260
B		53.9	5	350 260
C		107.7	10	350 280
D		238.5	35	250
E		160	14	320 240
F		—	—	320 300
G		204.3	20	310

[1] R.E.Dolby and J.F.Knott
J.I.S.I. November 1972 P857

NII-Electronic Library Service