

(356) SM50鋼アーケ溶接熱影響部の金属組織学的検討

金属材料技術研究所 ○春日井孝昌 岡田明 稲垣道夫

1 緒言: 鋼材の溶接熱影響部(以後HAZとする)の各部分は溶接熱サイクルによってAc1温度から溶融温度までの種々な温度に加熱されるとともに,さまざまな加熱冷却過程を経る。これに伴ないHAZの組織は母材と異なり使用性能に大きく影響をおよぼし溶接位置割れの一因ともなる。HAZの組織変化は古くから研究対象とされているがなお十分に解明されたとはい難い現状である。そこで本報告は母材の組織がフェライト・パーライトであるSM50B鋼を用い,ボンド部からHAZ・母材境界部にいたるHAZの組織変化を詳細に検討するとともに,HAZの最高到達温度式との関係を検討した。

2 実験方法: SM50B鋼板(170mm×200mm×20mm)上にTIG溶接で入熱量4,400J/cm, 21,300J/cmおよび43,000J/cmのビードを置き,HAZの各部分の溶接熱サイクルの測定および組織観察を行なった。

3 実験結果および考察: i) ボンド部; 従来,軟鋼および高張力鋼の組織観察はピクルルあるいはナイタルが用いられている。しかし,これらのエッチング液は直のボンド部を観察あるいは測定することが困難である。そこで種々検討した結果,活性剤入り飽和ピクリン酸水溶液でエッチングし,干渉型金属顕微鏡で観察する方法はボンド部を簡易にしかも鮮明に観察することができた。 ii) 950℃付近に加熱されたHAZの組織; 最高到達温度が950℃付近でしかも入熱量の小さいHAZ(A3~500℃の冷却時間が約1~4sec)には塊状フェライトが観察されたが,これは母材のフェライトが残留したものでなくオーステナイトから析出成長したフェライトであった。塊状フェライト生成の原因は溶接熱サイクルが急熱急冷のために炭素の拡散が十分に行なわれなかったものと考えられる。 iii) HAZ・母材境界部; HAZと母材の境界はマクロ組織で白くエッチされたHAZと母材との間にあるうすくエッチされた部分の母材側境界部であった。最高到達温度は鋼材のAc1温度であり,この温度は入熱量にあまり影響されなかった。 iv) HAZの最高到達温度; 図1に示すHAZの任意の点Pにおける最高到達温度は熱伝導理論による瞬間面熱源の一次元熱伝導式からつぎのように示される。

Tmax - To = Q / (v · c · ρ · x · √2πt) ... (1)

鋼板および溶接条件がわかると, (1)式中のv · c · ρ · √2πt は定数Kとおける。また母材側に任意な点Aを設定すると x = b - a となる。ここでaはHAZの点PからAまでの距離であり,bは仮想面熱源からAまでの距離である。したがって(1)式は Tmax - To = K / (b - a) ... (3) となる。そこで(3)式を用い TMP - To = K / (b - aMP) および TAc1 - To = K / (b - aAc1) (ただし TMP ; 鋼材の溶融温度, TAc1 ; Ac1温度, To ; 初温, aMP ; ボンドからAまでの距離, aAc1 ; HAZ・母材境界部からAまでの距離)の二つの式からKおよびbを求めれば,AからPまでの距離も測定することによりP点の最高到達温度Tmaxも求めることができる。このためにはaMPをi)で述べた方法により,aAc1はiii)のマクロ組織から測定すればよいことがわかった。

ただし To ; 鋼板の初温(℃)  
Tmax ; HAZの任意の点Pにおける最高到達温度(℃)  
Q ; 単位時間に面熱源から与えられる熱量(cal/sec)  
v ; 溶接速度(cm/sec)  
c ; 鋼材の比熱(cal/sec)  
ρ ; 鋼材の密度(g/cm³)  
x ; 熱伝導理論による仮想面熱源からHAZの任意の点Pまでの距離(cm)

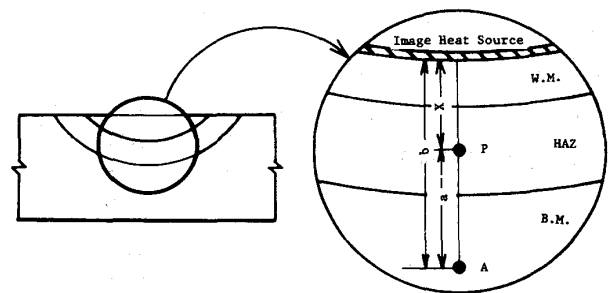


図1 瞬間面熱源によって加熱された溶接部