

= 低温割れ (その7)・・・溶接熱影響部最高硬さと質量効果 (マスエフェクト) =

前話では、熱影響部のテーパかたさ試験へのS45C材の適用例として、アークストライクによる極短時間スポット溶接と28.8kJ/cmなどの大・入熱溶接における最高硬さを比較した。冷却時間に大差があり、冷却速度の大きいアークストライクでは硬さが高く、大・入熱溶接では低い硬さとなった。

アーク溶接が対象となる自動車部品で、炭素当量Ceqが比較的高い場合は溶接部最高硬さが規格を越える恐れがあり、施工に当たっては注意が必要になる。このような場合の対処法について本話では述べる。

溶接熱影響部の最高硬さHVmax or Hmax (以下**Hmax**と記述する)はどの値にしたらよいか。日刊工業新聞社 松田福久著 溶接冶金学 ページ 203-204 より引用させていただき、一例を以下に記す。

・・・**Hmax**が高いことはマルテンサイトが多いことを示すから、この値から割れや延性低下を予測することが古くから行われている。IIW 第9委員会 (溶接性) では**Mn-Si鋼**については**Hmax < 350** (ビッカースかたさ) であれば、溶接上予熱そのほかの特別な注意がいらないと考えている。しかし最近のわが国の研究では、このことは鋼種によつてかならずしも当てはまらず、かたさから溶接性を判定することは危険であることが強調されている。しかし一応、**Hmax**を低くすることは溶接熱影響部の性質改善に望ましいことには変わらない。・・・・・・

以上のように、最高硬さHmaxの値を350上限としている。お客様の対象溶接品においてもHmaxが350であったり、場合によっては400などと高めに設定されていたりする。これらの意味をよく理解するとともに適用に当たってはそれらの社内規格を遵守しなければならない。

では自社溶接製品において最高硬さが制限を受ける場合どのように対応を図っていったらよいか。

HVに影響をおよぼす要因は種々あるが、対象母材を一定とした時、溶接入熱量および予熱処理の有無が代表的なものでそのわけは、何れも熱影響部の冷却速度 (冷却時間) に直接関係するためです。

図172-01にHVと溶接入熱量の関係の一例を示す。

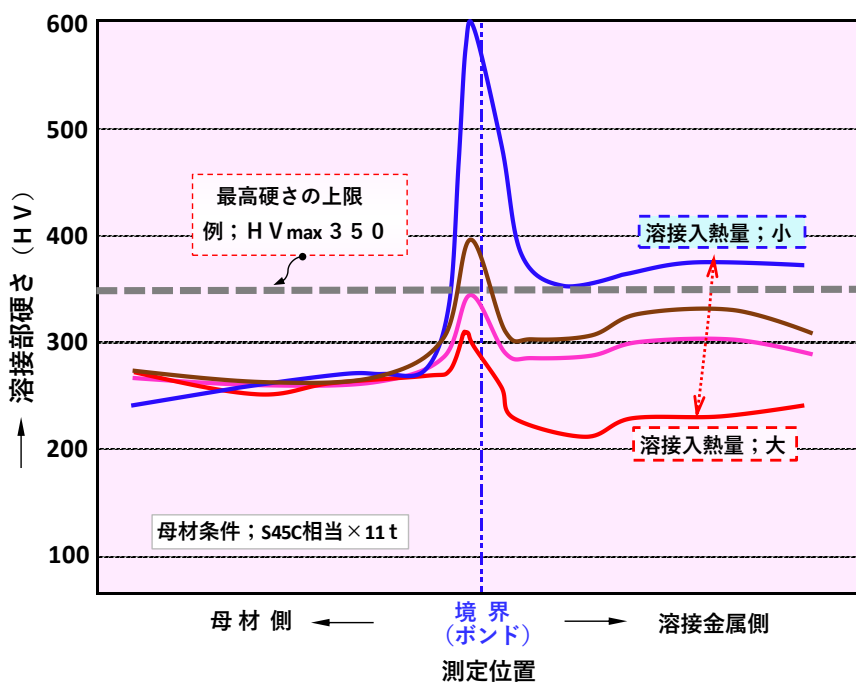
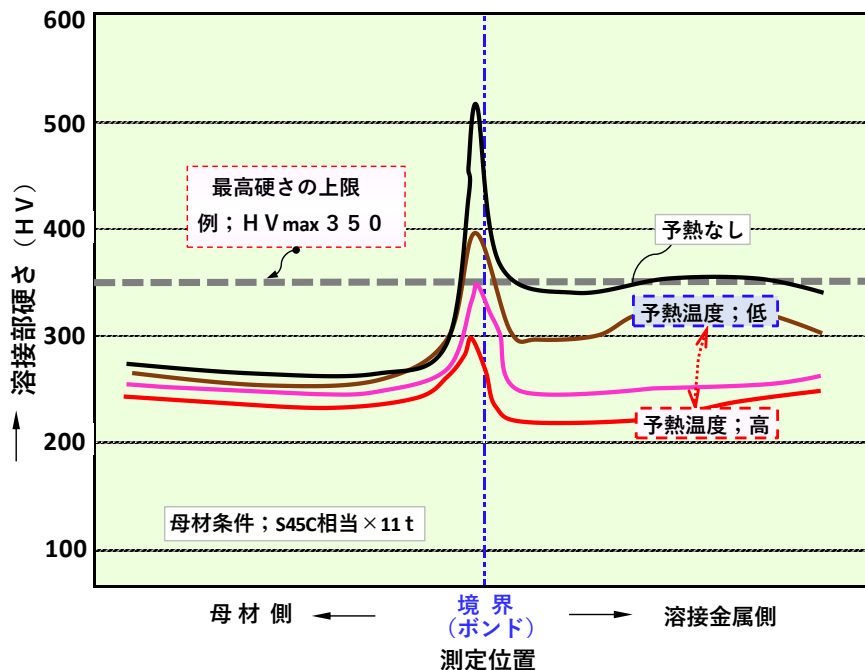


図172-01 Hmaxが制限を受ける対象の溶接入熱量を検討する場合の考え方  
 事前確性試験を実施のこと

このようにHVに関し事前に確性試験を実施して所定の最高かたさ $H_{max} \leq 350$ を満足する溶接入熱条件を見出して標準条件に設定、守り守らせ標準化を図ることが必要となります。

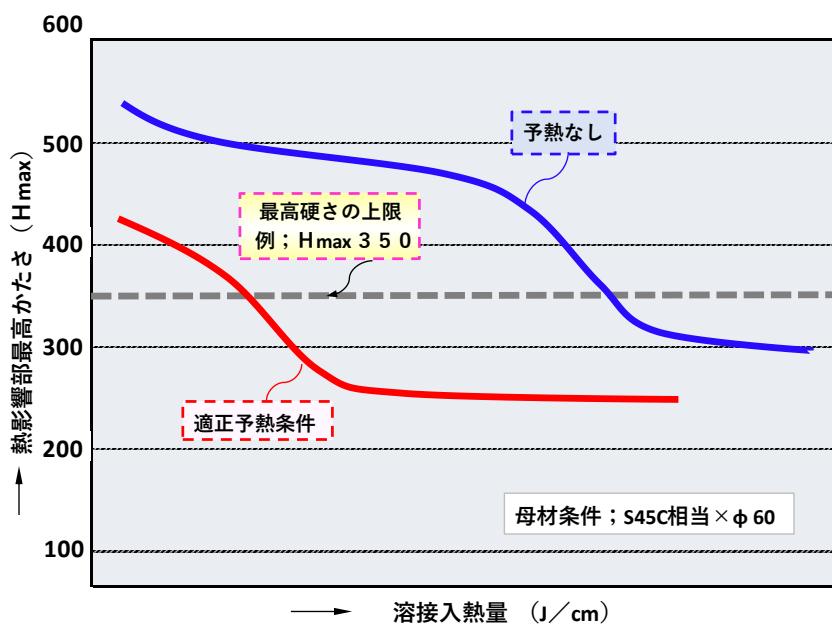
また、**図172-02**にHVと予熱温度との関係の一例を示す。この場合もHVに関し事前に確性試験を実施して所定の最高かたさ $H_{max} \leq 350$ を満足する予熱温度条件を見出し、標準条件に設定、標準化を図るようして下さい。



**図172-02**  $H_{max}$ が制限を受ける対象の予熱有無を検討する場合の考え方  
 事前に確性試験を実施のこと

**図172-03**は入熱量と $H_{max}$ の関係に及ぼす予熱処理の有無について調査した一例です。予熱なしの場合は、入熱条件が小さく冷却速度が大きい場合は $H_{max}$ が高いが、入熱条件が大きくなるにつれて、その溶接熱、アーク熱の影響で冷却速度が抑制されそれとともに $H_{max}$ も低くなる傾向を示す。一方、ワーク質量、ビード形成性にも配慮した予熱条件を適用すると小・入熱条件では $H_{max}$ はやや高い値をとるが、入熱量を増すに伴い冷却速度が抑えられ $H_{max}$ が上限の350を切る条件を見出すことができる。

なお、このように炭素当量 $C_{eq}$ が比較的高い場合、予熱なしで $H_{Vmax}$ を所定値より低く抑えることができる条件は母材の質量、板厚、継手形状などに制約される。適用にあたっては事前に確性試験の実施が必要になります。



**図172-03** 溶接入熱量と $H_{max}$ の関係に及ぼす予熱有無の影響例  
 但し、母材質量の及ぼす影響は大きい

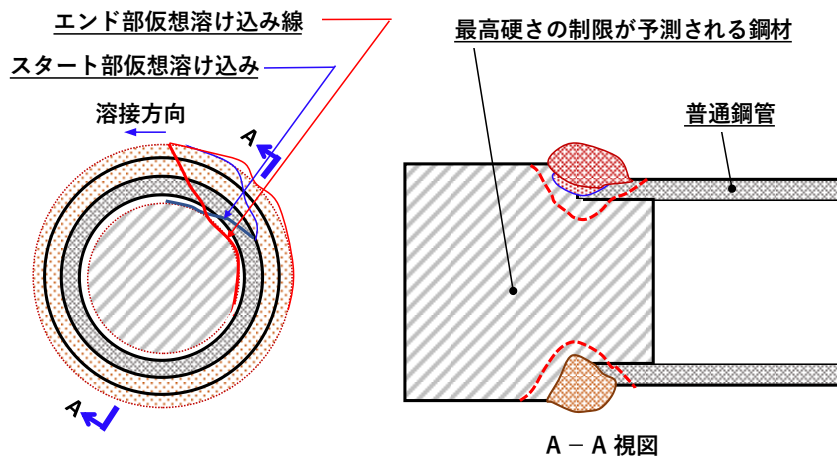
同様に、[図 172-04](#)に示すのは、溶接対象品の大きさ（質量）が大ききなものではない場合は、その自己溶接熱で冷却速度が抑制できるため、面倒な予熱処理作業を避けることができることがあります。

一例として周溶接構造体であるとしましょう。

周溶接スタート部は冷却が早めになるが、1周溶接し、ラップ・クレータ溶接部では初めのスタート部に溶接熱を再度与え冷却速度を抑制することになります。

このようにワークの質量、溶接部形状などによって、例えば炭素当量  $C_{eq}$  が高い母材条件であっても、冷却速度が抑制でき、予熱処理を回避できる場合があります。

$H_{max}$  が制限を受ける可能性のある溶接対象品を、このような質量効果に着目して、予熱なしで溶接施工する実際例は多く見掛けられます。これらの場合も、大切なことは事前準備として確性試験を実施することです。



**図172-04 母材質量の大きさにより予熱処理を回避可能か、確認・判定  
＝ 事前に確性試験を実施のこと＝**

これらの周溶接の最高硬さの確認断面は、できればスタート・クレータ部とその180°反対側の中間周溶接部の2か所で測定し評価することが望ましい。

なお、スタート・クレータなどのビードラップ部および多層盛溶接では[図 172-05](#)にみるように次層の溶接熱の影響により溶接金属と熱影響部に良好な変化が期待できる。



**図172-05 多層溶接による溶接金属内柱状晶の消失と熱影響部の変化**

以上の事例のように、中炭素鋼などの炭素当量の高い母材が溶接対象であっても、冷却速度が緩和された溶接条件では $H_{max}$ も抑制され、予熱処理を省略できる場合も見出すことができるので、確性試験を常に心掛け対応することをお勧めします。

次話は、低温割れ（その8）の最終版として「まとめ」を掲載します。

以上。