

= 溶接割れとその分類 =

ある自動車メーカーの「アーク溶接品質基準」にはその適用範囲において次のように示されている。  
要約としては、

「被溶接物は低炭素鋼に限り、炭素含有量の多い鋼（たとえば S 4 5 C）では熱影響部が著しく硬化して  
もろくなったり、割れが発生したりするので適用範囲外とする。

高張力鋼の場合は合金元素により硬化性が異なるので炭素当量を考慮するとして、炭素当量の式は、こ  
こでは鋼の硬化性を表わす(1)式を用いる。

$$C_{eq} = C + 1/6Mn + 1/24Si + 1/40Ni + 1/5Cr + 1/4Mo \dots \dots \dots (1)$$

予熱の有無や冷却条件により硬さは異なるが、通常の冷却条件で Hv 3 0 0 ~ 4 0 0 にほぼ相当する炭素  
当量 0. 3 % 以下を規格の適用の目安とする。」

上記品質基準からわかることのひとつは普通鋼板である低炭素鋼、炭素当量 0. 3 % 以下の鋼材の溶接  
については硬化による溶接割れは生じにくく、品質基準を遵守すればよい。

他のひとつは、「溶接割れ」を生じさせてはならない、生じる可能性の高い  $C_{eq} > 0. 3 0 \%$  の適用に関  
しては別途定めた品質基準による、とすることであろう。

上記の溶接品質基準は、対象母材に対する適用範囲であって母材に関係する溶接割れすなわち低温割れ  
への対応に含まれる。

「溶接割れ」がいつ、どこで、どのように発生するかについて分類すると、「低温割れ（熱影響部割れ）」と  
「高温割れ（溶接金属部割れ）」に分類できる。

（参考：日本規格協会 JIS 使い方シリーズ 新版 溶接材料選択のポイント ページ 232 など多数）

**表 155-01** に「高温割れの分類と特長」、**表 155-02** に「低温割れの分類と特長」についてまとめました。

また、「溶接割れとその発生」を考えると、どのような力が割れ部に作用して割れに至ったのかをイメ  
ージすることが大切で、その指針となるのが **図 154-01** に示した 三つの力 です。

一つめは、機械的な作用力 です。この力には静的な力もありますが繰り返し作用する力もあり、引張荷重、  
圧縮荷重の別もあります。

二つめは、熱的な力 で、溶接時には対象溶接部は必ず膨張しますが、冷却後は必ず収縮で終わります。  
これらの熱的膨張、収縮力は時に大きく、割れを生じさせ、破壊につながる場合があります。

三つめは、冶金的応力 と記しましたが、正確には 冶金的変態応力 です。「鋼は何故焼き入れて硬くなるの  
か?」「熱影響部は何故硬くなるのか?」を考えると、その答えはマルテンサイト変態が生じ、急速な  
膨張（圧縮）応力の発生によるためです。

このように溶接割れはいつ、どこで、どのような形態で、かつそれを誘発させた要因の推定まで必要であ  
り、必ず再発防止策が求められます。

表155-01 高温割れ（主に溶接金属部割れ）の分類と特長

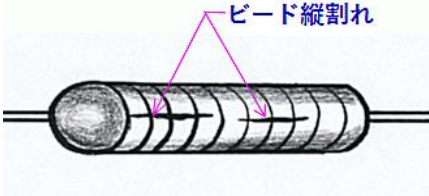
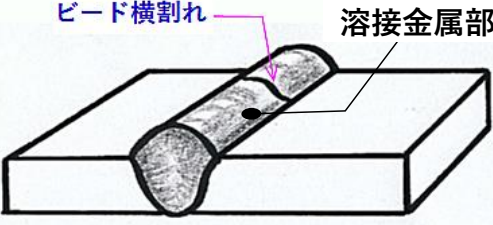
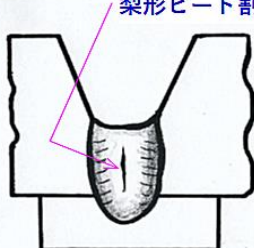
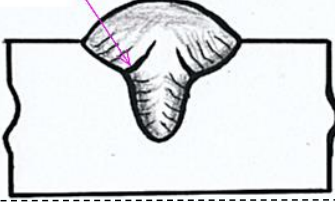
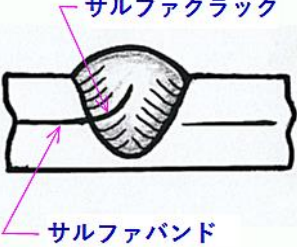
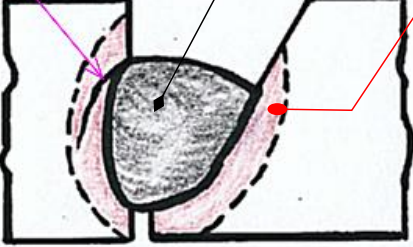
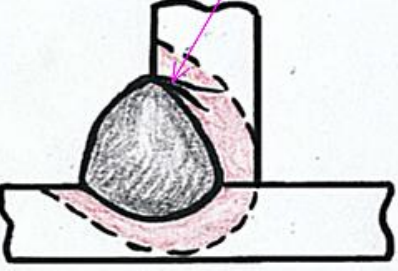
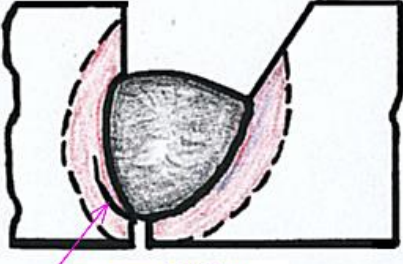
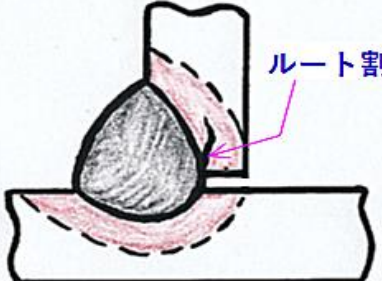
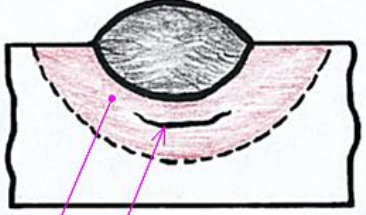
<p>NO. いつ ところで</p>	<p>どのように</p>	<p>代表的な溶接割れ形状</p>
<p><u>NO. 1-1</u></p> <p>溶接後短時間に発生。</p> <p>溶接金属部に発生。</p>	<p>ビード縦割れ</p>  <p>ビードまたは熱影響部などに発生するビードに直角方向の割れ。主に鋳鉄、高炭素鋼の溶接時に認められる。</p>	<p>ビード上に発生し、ビード長さ方向の割れで、溶接直後に確認できる。</p> <p>ビード横割れ</p> <p>溶接金属部</p> 
<p><u>NO. 1-2</u></p> <p>溶接後短時間に発生。</p> <p>溶接金属部に発生。</p>	<p>クレータ割れ</p> <p>← 溶接方向</p> <p>クレータ</p> <p>ビード</p> <p>狭い開先に溶け込み深さの深い溶接を行った場合、溶接金属の断面形状が梨の実形となりその中心部に発生する縦割れのこと凝固割れに属する。</p>	<p>ビード終端部にできるくぼみ（クレータ）に生ずる割れのこと凝固割れに属する。</p> <p>梨形ビード割れ</p> 
<p><u>NO. 1-3</u></p> <p>溶接後短時間に発生。</p> <p>溶接金属部に発生。</p>	<p>粒界割れ</p>  <p>組成として炭素、硫黄の高いリムド鋼のサルファバンドから溶接金属の結晶粒界沿って生ずる高温割れ。</p>	<p>溶接金属の凝固過程においてビードの傘部と溶け込み部の凝固方向が異なり、傘の根元に発生する高温割れ。</p> <p>サルファクラック</p> <p>サルファバンド</p> 

表155-02 低温割れ（主に熱影響部割れ）の分類と特長

<p>NO. いつ どこで</p>	<p>どのように</p>	<p>代表的な溶接割れ形状</p>
<p><b>NO. 2-1</b></p> <p>溶接後しばらく経過したのち、発生。</p> <p>主に溶接ビードの止端（toe）部付近、熱影響部溶接に発生。</p>	<p>トウクラック 溶接金属部 熱影響部</p>  <p>* 熱影響部のマルテンサイト変態による硬化と溶接応力のトウ部への集中が重要な因子。</p>	 <p>トウクラック</p>
<p><b>NO. 2-2</b></p> <p>溶接後マルテンサイト変態がほぼ終了する100℃以下から室温までの冷却中or室温で長時間経過後発生。</p> <p>母材熱影響部に発生。</p>	 <p>ルート割れ</p> <p>* マルテンサイト変態に変化 * 溶接金属の水素量 * ルート部への溶接応力の集中 以上三つが発生要因。</p>	 <p>ルート割れ</p>
<p><b>NO. 2-3</b></p> <p>溶接後しばらく経過したのち、発生。</p> <p>母材熱影響部に発生。</p>	<p>* 炭素量が比較的高い炭素鋼、低合金鋼などにみられるものであって、水素の相互作用によって発生。</p>	 <p>ビード下割れ 熱影響部（硬化組織）</p>

次話では「高温割れ（溶接金属部割れ）」に関する説明を、関連書籍からの抜粋、引用を含めて行い、皆様の理解促進に役立てて頂きたいと考えます。

以上。