

= 高温割れ (溶接金属部割れ) (その6) =

溶接金属の割れは、ビード中に発生するものとクレータに発生するものに分けられる。ビード中のものは既に説明したように縦割れや横割れなどがある。

そこで、本話ではクレータ割れについて説明します。クレータに発生する割れには図161-01に示すごとく縦割れ、横割れおよび星状割れに分類され、それらの割れ発生要因はビード中のそれとほぼ同じであるが、クレータ部はアークという熱源を切った最終部であるためその溶接金属の凝固組織は以下の特長を示します。

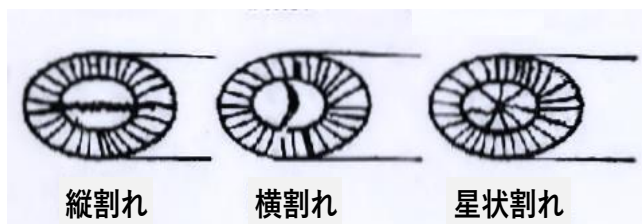


図161-01 ビード割れの種類とクレータ割れ*1)

溶接金属の凝固組織

前話と同様に、溶接金属の凝固組織、クレータ部の凝固の特長について学術的に詳しく説明がなされている「溶接冶金学 松田福久著 日刊工業新聞社 p130-132」より以下に抜粋、引用させていただきます。凝固組織、クレータ部組織に関する知見を深めて頂ければ幸いです。

図161-02(a)に沿って説明します。

一般に移動熱源における溶接ビードでは溶融境界部の最大温度こう配(G_L)はビード中央の値よりかなり大きいことが推定される。すなわち、柱状結晶の凝固開始点である溶融境界部では温度こう配は高く、柱状結晶が成長してビード中央部になるほど、次第に低下していくことが知られている。

一方、柱状晶の成長速度 (R) は、溶接の凝固開始点である溶融境界部では遅く、ビード中央になるに従い次第に成長速度が速くなる。

以上から溶融境界部付近では遅い成長速度のときの液相線温度分布と急峻な温度こう配の組み合わせ、およびビード中央部にいくに従い速い成長速度のときの液相線温度分布と緩やかな温度こう配の組み合わせとなる。

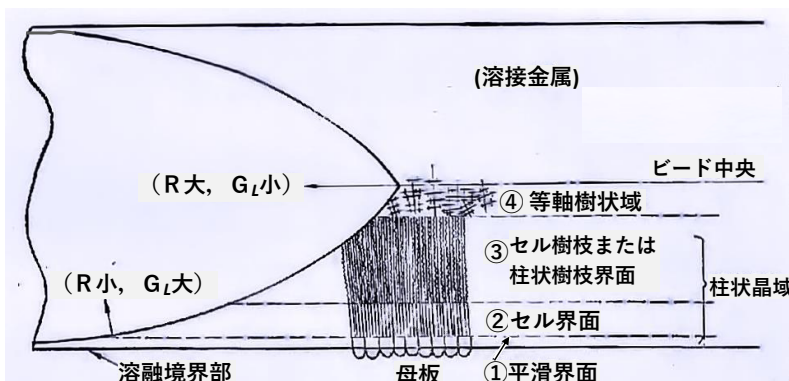


図161-02 (a) 移動熱源の場合における凝固形態の変化の図解
但し、 R ：柱状晶の成長速度、 G_L ：温度勾配を夫々示す。

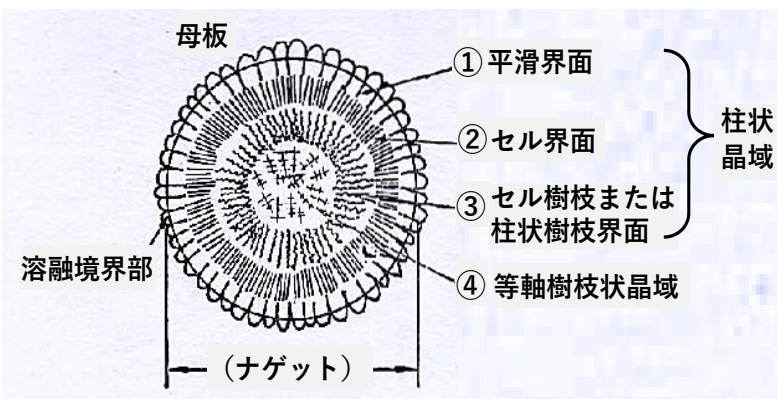


図161-02 (b) アークスポットにおける凝固形態の変化の図解

これらの各々の組み合わせによって凝固中の成長形態に大きな影響をおよぼす**組成的過冷の大きさ**が決まる。すなわち溶融境界部では**組成的過冷**が小さく（またはない）、溶接ビード中央部では大きくなる傾向となる。したがって凝固組織のサブグレインの界面形状も、溶融境界部ではたとえば平滑かセル状であったものが、結晶が中央へ進むに従って組成的過冷によりセル樹枝状および柱状樹枝状へと変化し、さらに合金などでは、新しい等軸樹枝状晶の発生へと変化していくことが考えられる。これをスケッチ的に図示すると移動熱源の溶接ビードでは**図 161-02(a)**、静止熱源のアークスポットでは**(b)図**のようになる。

クレータの凝固組織

図 161-03 にみるように移動熱源の溶接で、熱源を切った最終部(クレータ)の凝固組織は、**図 161-02(b)図** のアークスポットとほぼ同様な形態となる。クレータはビード部と異なり、熱源がなくなった後の凝固であるため、クレータ内部では凝固時の**温度こう配(G_L)**が低く**成長速度 (R)**が速くなるのでクレータ内部の凝固組織はビード内部のものより、より**組成的過冷度の高い組織**が形成されることになる。

そしてこの部分は凝固の最終段階であるので、**体積収縮**（大抵の金属では凝固時には約2~5%の収縮が起こる）がこの部分にしわよせとなり凝固金属の厚さが薄くなりキャビティが存在するようになる。そして、これと同時に**等軸晶間の粒界にはよく割れが起こっている**。

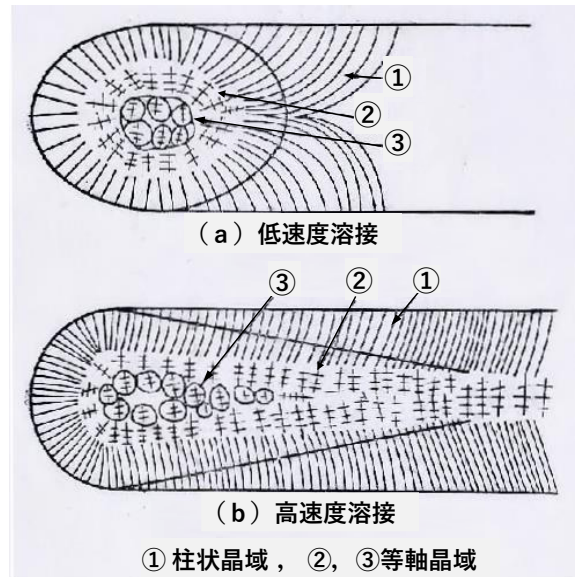


図161-03 溶接クレータ内における凝固形態の変化の図解*2)

* 1) および2) : 溶接冶金学 松田福久著 日刊工業新聞社 p132, 143 より引用

* 3) 大同特殊鋼(株)編 「溶接欠陥と対策」事例集 p5 より引用

筆者コメント；

通常のビード部と違って、クレータ部の凝固金属は組成的過冷度が高いとの見解が示されており、過冷により等軸晶の生成が一層促進されるとともに、等軸晶間での粒界における液膜段階の高温割れを誘発しやすく、クレータ部の縦・横割れなどにつながるものと推測する。

クレータ割れへの対応策としては、母材組成、ワイヤ組成およびシールドガスの各選定により液膜段階における割れを防止するように心掛ける必要がある。

次話では、クレータ割れの原因と対策事例および考え方について説明します。

以上。