

= 高温割れ (溶接金属部割れ) (その 8) =

本話では、梨形ビード割れ、粒界割れおよび硫黄割れについて説明します。

【梨形ビード割れ】

既に第 155 話の表 155-01 にも示したように、梨形ビード割れは 図 163-01(a) にみるように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、凝固割れに属します。

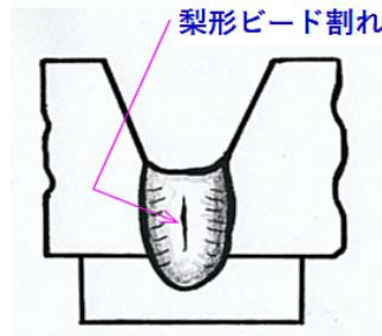


図163-01(a)

「梨形ビード割れ」の発生原因は図 162-01(b) に示すように溶け込み深さ (P) がビード幅 (W) に対し約 1.3 以上と深くなると割れやすくなるとされています。

凝固の最終段階で、大抵の金属は 2~5% の体積収縮を起こし、狭いビード幅のビード断面を形成させるとビード表面から融液が補充されにくくなり、ビード内部に梨形と呼ばれる凝固割れを発生しやすくなるためです。

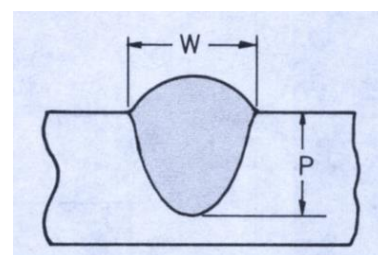


図163-01(b)

対策の第 1 は、ビード幅を広くするためアーク電圧を高くし、溶接電流を低く、かつ溶接速度を遅くすることです。条件変更後、溶け込み形状を確認し、以下の (1) 式に示す P/W 値を目安として 1.2 以下にしてください。

$$\frac{P \text{ (溶け込み深さ)}}{W \text{ (ビード幅)}} \leq 1.2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

第 2 に考えられる要因は開先形状が写真 163-01 にみるように狭いことです。

このように開先角度が小さく、かつアークの集中性の高い CO2 溶接では (1) 式の P/W 値が 1.3 を超えやすく、母材両サイドから成長した柱状晶同士が溶接金属中央で正面衝突するように会合する、いわゆる突合せ凝固となりやすく、凝固割れ感受性が高まります*2)。

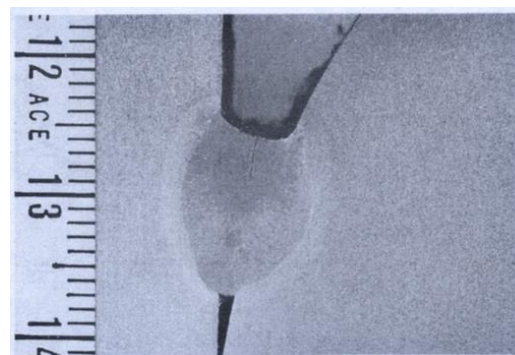


写真163-01 梨形ビード割れ発生例*1)

対策としては、開先角度を大きくするとともに、深溶け込みを極力させないように溶接条件とともに適用ガスの選定に留意することです。

第 3 に、高温割れ対策として共通事項である、溶接金属中の凝固割れ感受性を高める C、P、S を低くするため、母材および適用ワイヤの選定に注意することです。

適用ワイヤについて実際的に経験することは、S値による凝固割れ感受性の増大です。一般的に低電流・短絡移行溶接ワイヤである YGW12, YGW16 は S 値が高く、高電流ワイヤである YGW11, 15 は S 値が低いので、たとえ薄板・薄肉溶接でも凝固割れの恐れがある場合は敢えて細径ワイヤも含め YGW15 系の適用を細径ワイヤも含め検討することをお勧めします。

【粒界割れ】

かつて筆者が大同特殊鋼にて溶接技術者として自動車部品関係の技術サービスに携わっていた頃、この粒界割れの発生に出会った。そのため当時社内で共同執筆した「溶接欠陥と対策 事例集」にも「ビード粒界割れ」の名称で分類、記述した。

図 163-02(a)にみるように粒界割れは溶接金属の凝固段階においてビードの傘部と溶け込み部の柱状晶の発達方向が異なり、傘の根元に発生する割れと定義した。

対策の第 1 は、いわゆるフィンガー形状の溶け込みとなることが好ましくなく、粒界割れの発生を助長するため、図 163-02 (b) に示す溶け込み形状に改善することが求められる。

写真 163-02 に S 4 8 C を母材とした円周溶接品において現れた粒界割れの事例を示す。

なお、これらの割れはビード外観では検出できず、磁探 (M.T) or 断面マクロ検査によることになります。

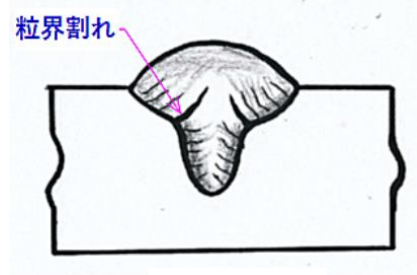


図163-02(a)

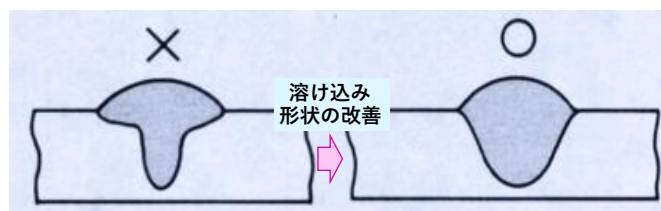
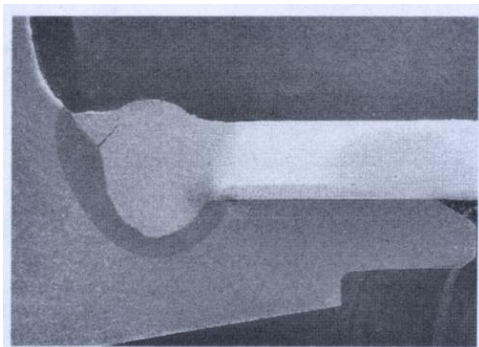
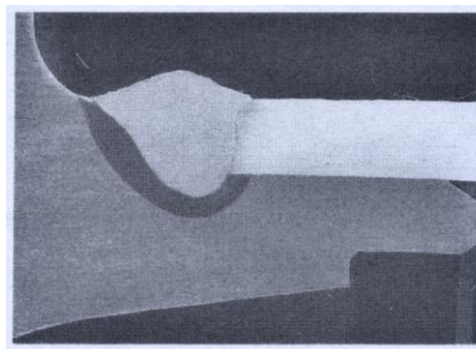


図163-02(b)



(a) 割れ発生例



(b) 改善例

写真163-02 中炭素鋼側の溶け込み折れ線部での割れ発生と改善例*3)

フィンガー形状の溶け込み対策としてはアーク電圧高めの設定は避け、アーク力の強いスプレー移行領域の条件は好ましくなく、パルスマグ溶接では I_P / I_B (ピーク電流/ベース電流) 値が比較的低い「ソフト条件」設定を選定して下さい。

また、シールドガスは混合ガス中の O_2 成分を増加させ、溶け込み内部の化学反応熱を増大させ、溶け込み幅を拡大させることが求められます。

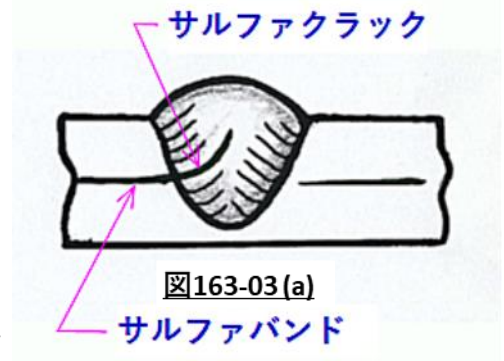
次の対策としては、拘束力が過大であることが予想され、予熱などにより応力を緩和することが望ましく、また、溶接入熱量が過大と推測される場合は入熱量を抑制することを考慮しなければならない。

さらに高温割れ、凝固割れ対策に共通のことは、溶接金属中の凝固割れ感受性を高めるC、P、Sを低くするため、母材および適用ワイヤの選定に注意することです。

梨形ビード割れの対策の中で示した考えを参考にして頂くとともに、このような溶接金属における凝固割れ対策は、母材へ種々注文をつけることは難しく、適用ワイヤを軸とした対応が求められます。

【硫黄割れ (サルファクラック)】

図 163-03 にみるように、組成として、C、S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に沿って生ずる高温割れ。



この高温割れの発生原因の第1は使用鋼板の介在物の偏析であり、母材鋼板の再選定が必要となります。

また、サルファバンドの悪影響をさけるため図 163-03 (b) に示すようにいきなり大入熱溶接を避けて小入熱による多層 (多パス) 溶接に切り替えるのも対策のひとつです。

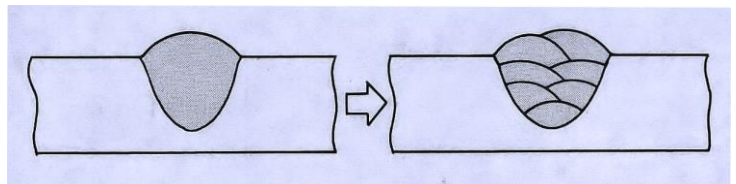


図163-03 (b) サルファクラック防止のための多層盛溶接*4)

ここでいう溶接入熱とは以下の (2) 式に示すものです。

$$\text{溶接入熱量 (J/cm)} = \frac{60 \times \text{溶接電流 (A)} \times \text{アーク電圧 (V)}}{\text{溶接速度 (cm/min)}} \dots \dots \dots (2)$$

*1), *3), *4) 大同特殊鋼(株)編 「溶接欠陥と対策」事例集 p6-7 より引用

*2) 産報出版 溶接・接合選書 10, 百合岡信孝・大北 茂 著 p90 より引用

次話では、高温割れ (その9) として「重ね代の短い場合における溶接金属部割れ」について説明をします。

以上。