

= 低温割れ(その10)まとめ・補足・・・残留応力による割れとその対応 =

かってお客様の要望を聴取する技術サービス業務のなかで、ある四輪向け足回りプレス部品の溶接品質課題として次のような質問を受けた。

それは、「溶接前には何らプレス部品の割れ異常は認められないが、溶接すると溶接位置とは離れた部位のプレス穴付近に割れが発生するようになった。この異常原因を突き止めたい」との要望であり、早速関係者の協力を得てX線残留応力測定法を適用し、残留応力分布を把握、解決したことがある。

このような経験から低温割れのまとめ・補足としてX線残留応力法の適用の一端を以下に紹介する。

そもそも溶接部近傍の応力を測定する方法として「ひずみゲージ法」があります。

筆者は、学生時代の卒業研究に当時名古屋大学工学部金属科の益本 功教授から与えられた課題が「高張力鋼板溶接の止端部割れ感受性低減対策として、鋼材表面に軟鋼板をクラッドさせた場合の効果有無の研究」であり、ひずみゲージ法で対応した確かな経験がありました。

時代がかわって、X線残留応力測定法が实际的に評価法として適用されていることを認識し、上記質問以降たびたび適用、お客様の悩みを解決し、その度に感謝された。

X線応力測定法の原理は、本話の技術紹介範囲を超えるため、専門機関から出されている情報に譲らさせていただきますが、(株)X線残留応力測定センター殿*1)の説明によれば、

- ①異なった方向を向いた結晶の間隔を測定して、ひずみ(結晶面間隔)の分布から応力を計算する。
- ②結晶面間隔の測定にX線の回折現象を利用する。と要約されている。

また、愛産研ニュース1月号(2008.1)のX線による残留応力測定法の説明によれば、
図175-01に示すように、引張応力による結晶面間隔の変化は材料の弾性限度内では応力の大きさに比例するため、各 ψ 角(試料面法線と結晶面法線とのなす角)における結晶面間隔の変化から応力を算出できるとしている。

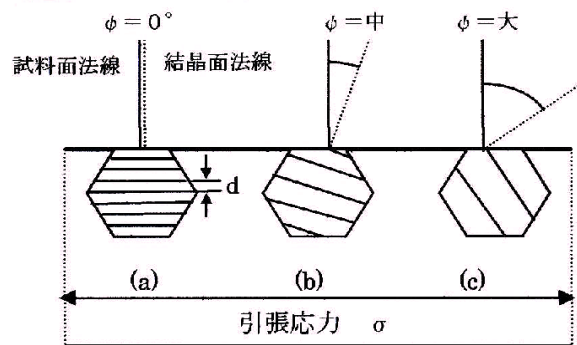


図175-01 引張応力による結晶面間隔の変化
 愛産研ニュース1月号(2008.1)

これらの原理を適用したX線残留応力測定法を用いて、普通鋼板重ねすみ肉溶接ビード近傍における残留応力分布を測定した。結果の一例を**図170-02**に示す。

計測方法としては、図の下方に示すように測定対象の溶接品を水平に置き、その上方の数点の ψ 角度から

X線を照射してそれぞれの回折線強度分布を測定。測定方法は測傾法と称する方法に依った。
 ここでは、溶接ビードの近傍とビードから5mm位置の二つの測定位置を、ビードと直角方向に夫々測定し各応力値を求めた。測定結果からは以下のことがわかる。

この場合の残留応力値の傾向は、ビードのスタート側ではほぼ中立から圧縮に向かい、すぐに引張側に戻りビード終端部に近づくにつれ圧縮側に向かいエンド部で再び中立線を越えて引張側で終了している。これらの引張→圧縮→引張→圧縮→引張の分布は測定位置でみるとビード近傍の方が5mmの位置より強い傾向を示すことが分かる。

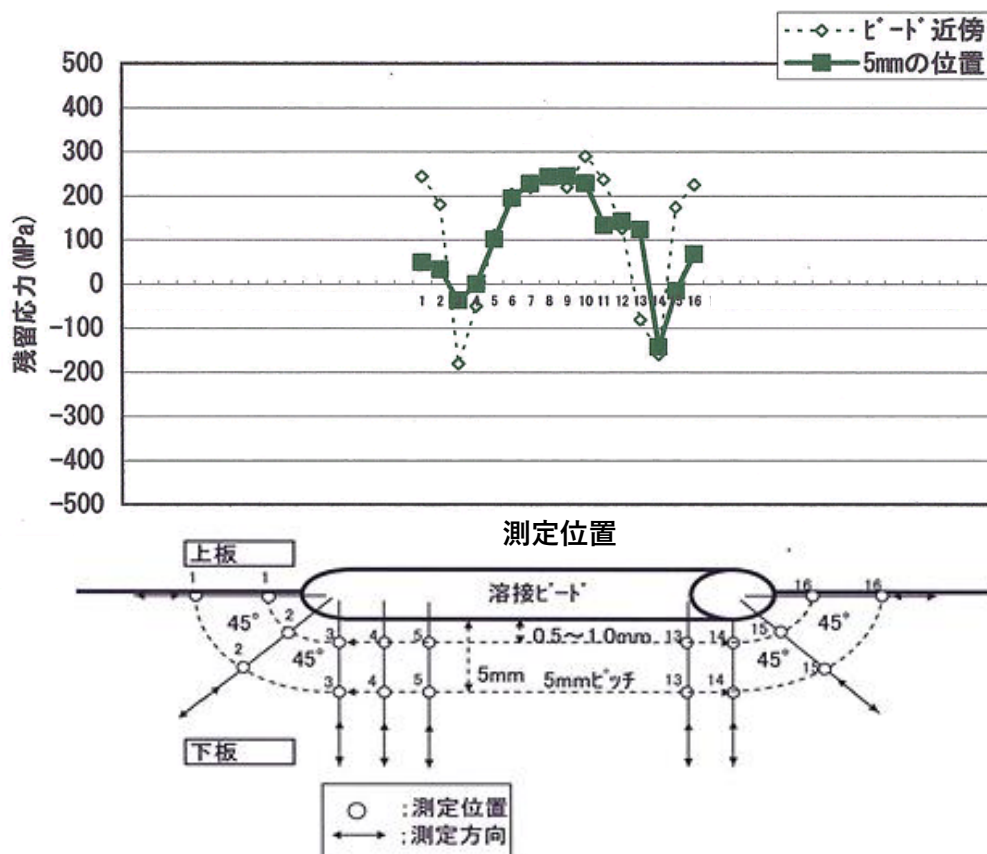


図175-01 薄板重ねすみ肉溶接部におけるX線残留応力法による残留応力値の測定例
 主な溶接条件：薄鋼板；普通鋼板×2.3t パルスマグ法－160A×23V

以上は測定のほんの一例ですが、次に実溶接品への測定事例を紹介します。

写真 175-01 および写真 175-02 に示す溶接プレス部品において、X線残留応力測定を行いました。

<測定に対する考え方>

- ① 割れなどが生じた溶接部位近傍でX線残留応力測定法が適用できるプレス品の部位選定
- ② 測定方向の決定（前後、左右）
- ③ 溶接前の残留応力の測定
- ④ 溶接後の残留応力の測定

以上の手順に従って、「溶接前と後との応力値の差を測定」

写真 175-01 および 175-02 には夫々溶接ビード部と、応力測定位置と方向を黒マジックで示す。ワークはほぼ左右対称のプレス部品でLB、RBと呼称。これらの所定の位置・方向に沿って、溶接前に予めX

線残留応力測定。次に所定の溶接を行う。溶接後同じように位置・方向に従って残留応力値を測定。以上から溶接前後の応力値の変化量を算出する。

測定結果一例を **図 175-03** に示す。

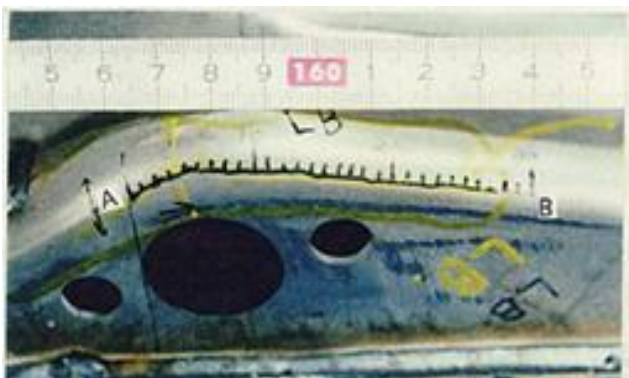


写真175-01 LB部位の残留応力測定位置と方向

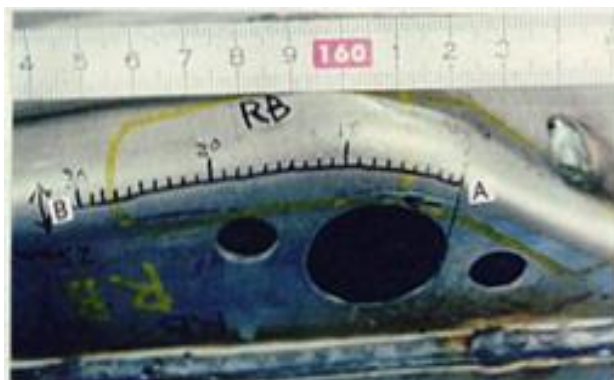


写真175-02 RB部位の残留応力測定位置と方向

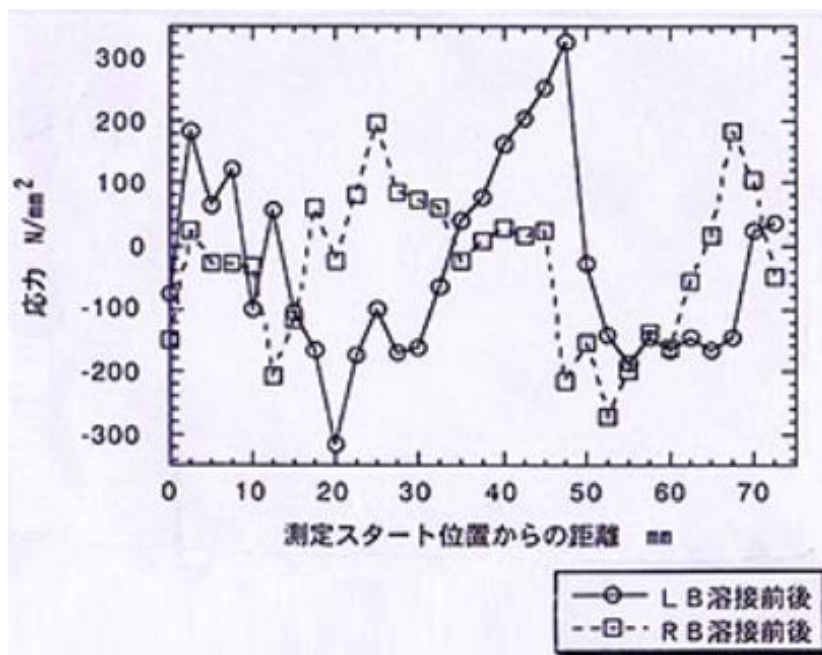


図175-03 溶接前と溶接後における残留応力の変化量測定結果

図 175-03 に示す変化量測定結果からわかることは、

- ① 残留応力の変化量は大きく変化していることが判明。引張応力側および圧縮応力側の双方に変化。
- ② RB品では $-280 \sim +200$ (N/mm^2)、RA品では $-320 \sim +320$ (N/mm^2) に変化。
- ③ これらの変化値 (残留応力値) が素材の許容応力をオーバーした時、割れの危険が生ずると推定する。

以上の例からも推定できることは、溶接前後の残留応力値の変化は意外と大きい場合があり、熱影響部割れ・母材割れにつながる危険があり、留意する必要がある。

次話では低温割れ (11) のまとめ・補足 (最終) として、予熱処理についてひとこと触れます。

以上。