

(別紙)

『結晶粒の超微細分割（低カーボン多方位ベイナイト）技術』

1. 従来技術

一般的に、溶接をおこなうとボンド部（溶接金属と母材の境界）は約1400℃の高温にさらされた後、溶接入熱に応じた冷却速度で冷却されるため、TMCP技術によって造り込んだ微細な母材組織は失われ、鋼板の合金元素量と冷却速度に応じた新たなミクロ組織となる。大入熱溶接部でボンド部を含むHAZ部では、結晶粒の粗大化と島状マルテンサイトの生成により大きな靱性劣化を生じるため、これらの防止が必要である。従来は下記のような対策が取られている。

高温で安定な析出物を微細に分散させ、結晶粒の粗大化を防止する

C（炭素）量をできるだけ低減し、島状マルテンサイトの生成を抑制する

490N/mm²級鋼板では、これらの対策が有効であるが、590N/mm²級以上の高強度鋼板ではこれらの対策だけでは十分ではなかった。その理由は590N/mm²級以上の高強度鋼板では490N/mm²級鋼板とは異なり、高い強度を確保するために合金元素添加量が多いため、490N/mm²級鋼板で生じるフェライト-パーライトではなく、やや硬質のベイナイトがHAZ部に生成するためである。

フェライトの場合には元のオーステナイト結晶粒の中の多数の位置から新たなフェライト粒を生成するため、最終的なボンド部のフェライト粒は元のオーステナイト粒よりもかなり細くなるのに対し、ベイナイトの場合には、元のオーステナイト結晶粒をそのまま受け継いだ結晶粒の中にラス（細長い組織）が生成するものの、それらの方位はブロックという単位ごとにそろってしまい、ブロックごとが実質的に一つの結晶粒に相当することになる。従って、ベイナイトにおける結晶粒の大きさは、元のオーステナイト結晶粒によってほぼ決まってしまう、破壊の抵抗となる結晶粒は大きなままであった。このようにベイナイトにおいては、ブロックを細かくする技術はこれまで存在していなかった。

2. 本技術の狙い

元のオーステナイト結晶粒の中から多数の方位の異なるラスを生成させることにより、オーステナイト粒内を超微細に分割し、実質的な結晶粒の微細化を達成する。

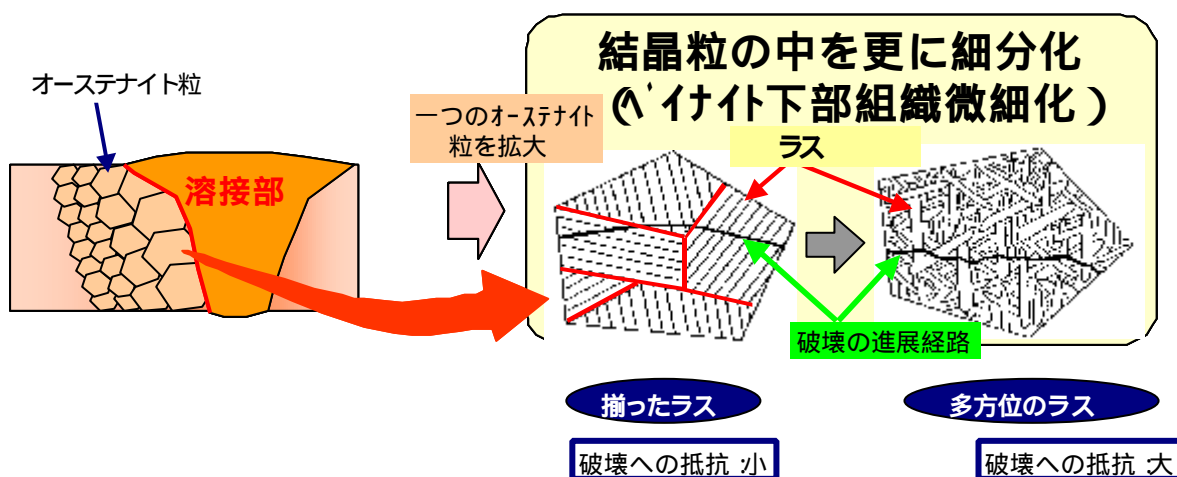


図1 本技術によるボンド部の組織改善効果 (模式図)

3. 本技術の詳細

本技術の具体的な特徴を下記に示す。

適正な種類の合金元素の添加により、大入熱溶接ボンド部で粗大化したオーステナイト粒の中から多数の方位の異なるラスを生成させ、オーステナイト粒内を微細に分割する画期的な組織制御技術を開発。これにより破壊の抵抗となる実質的な結晶粒が大幅に微細化され、高HAZ靱性を実現。(図1)

C量を従来鋼の1/2~1/4と大幅に低減すると同時に、TMCP技術による強度上昇効果の最大活用により、高強度を確保するための合金元素添加量を最低限に抑制。

これにより、大入熱溶接時の島状マルテンサイトの生成量を大幅に低減できる。(図2)

その結果、ボンド部の靱性が大幅に向上する。

(図3)

同時にC量が大幅に低減されているため、低入熱溶接時の硬化性が飛躍的に低減。(図4)

本技術は、従来、大入熱溶接が適用できなかった厚肉や高強度鋼への適用が可能である。(図5)

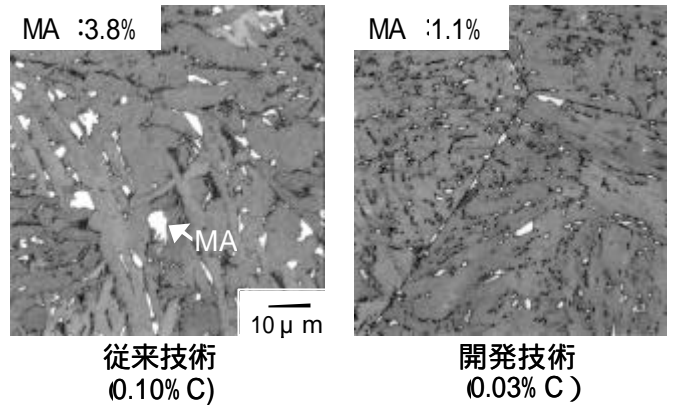


図2 低炭素化による島状マルテンサイトの低減効果 (溶接入熱250kJ/cm相当の再現HAZ)

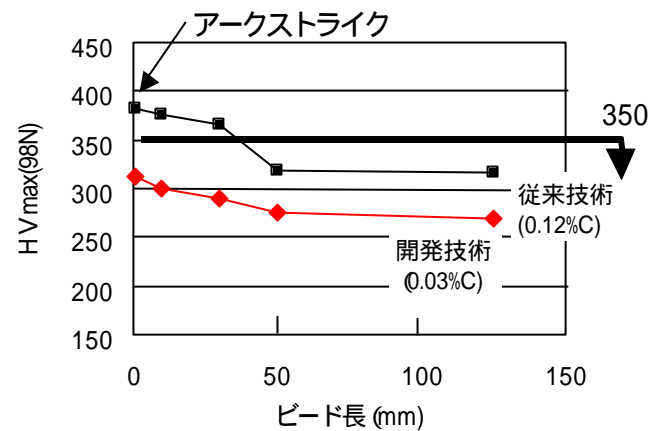
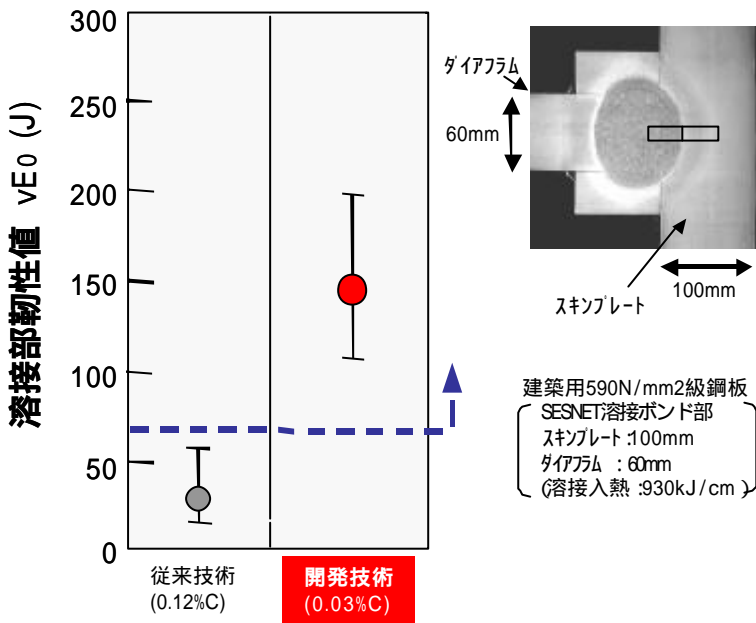


図4 低炭素化による最高硬さ低減効果の例 (建築用590N/mm2級鋼板)

図3 本技術による大入熱溶接HAZ靱性の改善効果の一例

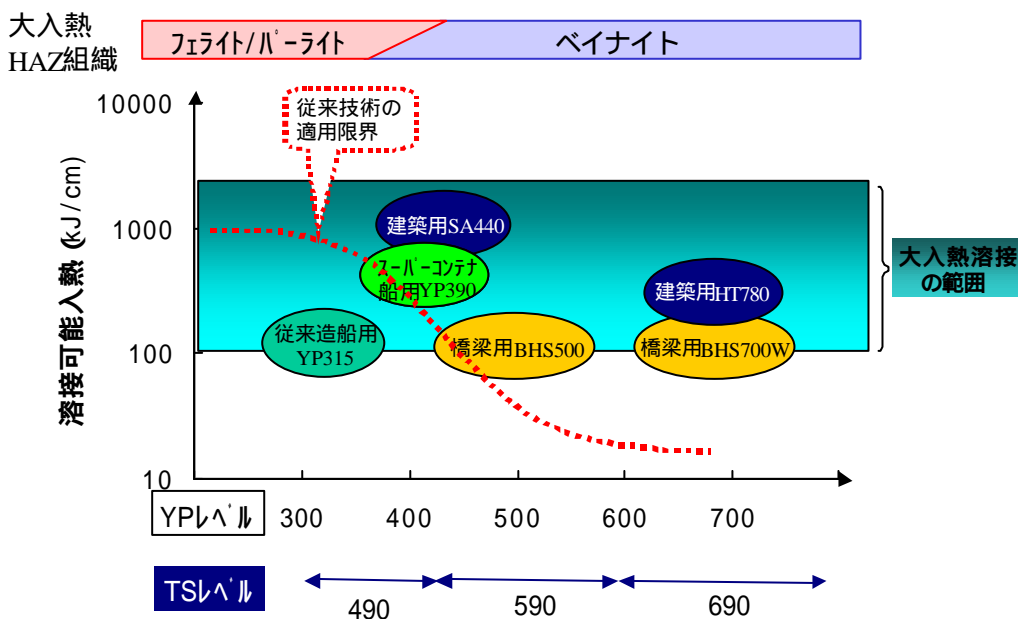


図5 本技術の適用範囲