

高Mn系非磁性鋼板とその電子ビーム溶接継手部の破壊強度

(高Mn系非磁性鋼板の研究-Ⅳ)

神戸製鋼所 構造研究所 (工博) 池田一夫 ○ 藤野真之 八木和茂

加古川製鉄所 (工博) 笠松 裕 平野宏通

1. 緒言

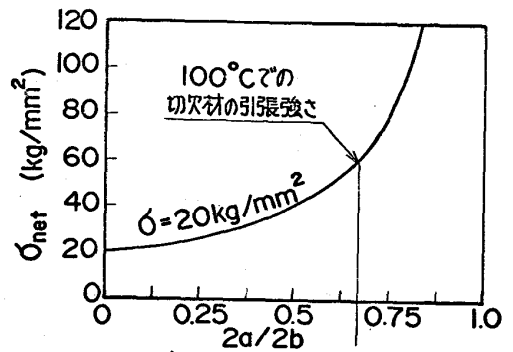
核融合実験装置用材料として開発した高Mn系非磁性鋼板の各種破壊強度特性を明らかにし、目標設計条件と比較して、その安全性について評価することを目的とした。本装置は繰り返し応力を受け、その設計条件は、許容応力 20kg/mm²、疲労寿命20万回、使用温度範囲 0~100℃である。そこで、破壊強度特性としては、脆性破壊強度、疲労き裂伝播特性および疲労強度の3項目に着目し、これらの強度特性と目標設計条件を比較して、疲労を考慮した限界初期欠陥寸法および疲労被害量などを提示した。

2. 実験方法

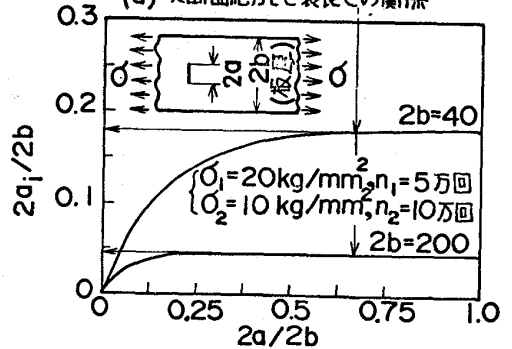
供試材は板厚40mmの高Mn系非磁性鋼板で、脆性破壊試験片形状は、電子ビーム溶接(EBW)継手の溶接金属部あるいはボンド部に中央切欠きを有する小型ディープノッチ試験片とした。試験は300t試験機により、CODおよび破壊応力と温度の関係を調べた。疲労き裂伝播特性では、母材とEBW継手の両者(形状は3CT)について、40t疲労試験機を用い、き裂伝播速度 da/dN と応力拡大係数の範囲 ΔK の関係を求めた。疲労試験では、母材(形状係数 α = 1, 2, 3, 5 の4種類)とEBW継手のS-N線図を60t疲労試験機により把握した。

3. 結果と考察

脆性破壊試験の結果、-130℃以上の温度では、EBW継手は脆性破壊せず、使用温度範囲(0~100℃)では延性破壊となり、その破壊応力は60~68kg/mm²である。EBW継手の da/dN は、母材と比較して小さいという現象が認められた。これらの結果より、疲労を考慮した限界初期欠陥寸法 2a_i を算定するダイヤグラムを図1に示す。図より、本装置の目標設計条件のもとでは、板厚 2b = 40mm の場合 2a_i = 7.2mm、2b = 200mm の場合 2a_i = 9.0mm となる。これらの 2a_i は da/dN の最も大きい母材に対して算定しているので、溶接部を含めた検査基準に活用しても十分安全な資料となる。図2より、繰返し回数20万回のEBW継手の疲労強度は25Sで仕上げた場合、溶接姿勢(下向き、横向き)によって影響されず、α = 2の母材とほぼ等しく、目標とする許容応力に対して約2倍の強度が期待できる。なお最も疲労強度の低い α = 5の累積被害量は 6.33 × 10⁻² であり、目標設計条件を十分満足できる。



(a) 突断面応力とき裂長さの関係



(b) 初期き裂長さとき伝播後のき裂長さの関係

図1 限界初期欠陥寸法

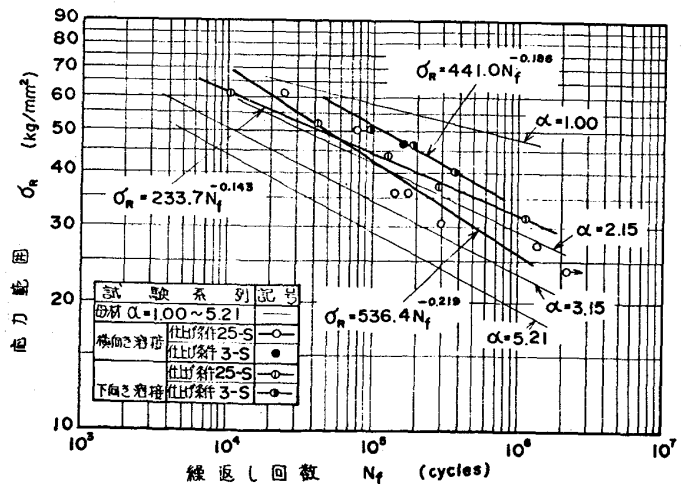


図2 S-N線図