

S 558

(226) 片側切欠引張型破壊靱性試験についての2, 3の考察
(超強力鋼の靱性に関する研究-I)

70226

金属材料技術研究所

河部義和 金尾正雄
中野恵司

緒言

超強力鋼は高強度を確保する必要上多少とも延性、靱性を犠牲にしており、そのため伸び、絞り、衝撃特性などで靱性を評価するのは困難である。さらに切欠感受性が大きく、微小な欠陥などの応力集中部から低荷重下で不安定破壊を生じやすい。したがって、破壊靱性値は超強力鋼の定量的な靱性評価法として非常に秀れている。著者らは超強力鋼の中でも靱性が高い18Niマルエーシ鋼を取りあげ、破壊靱性におよぼす微量化学成分、製造法、熱処理の影響を系統的に調べ、さらに引張諸性質、微細組織、および破断面の様相との関連性を把握し、靱性改善の基礎資料を得たいと考えている。そのため、まず平面ひずみ破壊靱性 K_{Ic} を求める片側切欠引張型破壊靱性試験について2, 3検討した。

試験片および実験方法 試験片はすべて高純度原材料を用い、真空高周波誘導炉で7Kg溶製した。予備実験には18Ni250マルエーシ鋼を用いた。1200°Cに加熱し、100mm幅、6mm厚さの板材に圧延し、820°C/1hr→空冷の溶体化処理を行ない、図1の試験片に加工した。機械加工切欠の先端より、電磁共振型疲労試験を用い、引張-引張の荷重下でクラックを発生させ、切欠クラックの全長を幅の1/3になるように選定した。この試験片を10トンのインストロン試験機を用い0.3mm/minで負荷し、クラックの進展を電位差法で測定した。その測定系を図2に示す。試験温度はすべて20°Cである。 K_{Ic} の計算には次式を用いた。

$$K_{Ic} = \frac{P \sqrt{a}}{\sqrt{t} W} [1.99 - 0.41(a/w) + 18.70(a/w)^2 - 38.48(a/w)^3 + 53.85(a/w)^4]$$

P: pop in荷重, a: 切欠クラック長さ, t: 板厚, W: 板幅

結果 試験片形状の影響 Pop in現象を利用して K_{Ic} を求めるには、中央、両側、片側切欠の試験片がある。片側切欠試験片では断面にnet stressの他、荷重偏心による曲げ応力が加わるため、他の試験片より小容量の試験機で負荷できる利点がある。また図1の(A)と(B)のように切欠部の形状を変化しても K_{Ic} に有意差は生じなかった。

板厚の影響 試験片の K_{Ic} 計測能力は板厚に大きく支配される。Brownらは、 $2.5 \times (\frac{K_{Ic}^2}{\sigma_y^2})$ 、Cottrellらは、 $10 \times (\frac{K_{Ic}^2}{\sigma_y^2})$ 以上の板厚が必要であると述べている。しかし、後者の板厚より小さい場合でも板厚中央にはflatな破面が生じ、さらに平面ひずみ状態で板厚中央まで塑性域が達しない臨界板厚 $t_0 = (\frac{K_{Ic}}{\sigma_y})^2$ であるため、pop inの計測に十分注意すれば小さい板厚でも K_{Ic} が求められる可能性があると思われた。しかし、実際のPop inの計測状況とクラック部断面における公称応力 $\sigma_{nom} = \frac{P}{t(w-a)}$ が σ_y より小さいかという点を検討すると、正確な K_{Ic} を求めるには少なくとも $t_0 = \frac{2.5}{\sigma_y^2} (\frac{K_{Ic}^2}{\sigma_y^2})$ の板厚が必要であった。

疲労クラックの挿入条件 平均応力、疲労時間らは K_{Ic} に影響しなかった。溶体化処理状態または時刻後に疲労クラックを挿入しても有意差は生じなかった。しかし、時刻後にクラックを挿入した方が、クラックは引張軸に垂直に挿入されやすく好ましい。結局、正確な K_{Ic} を求めるには、材料の強度水準と板厚とが、ともとも重要である。

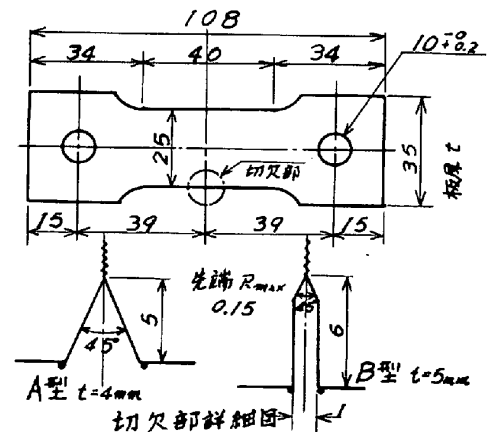


図1 破壊靱性試験片

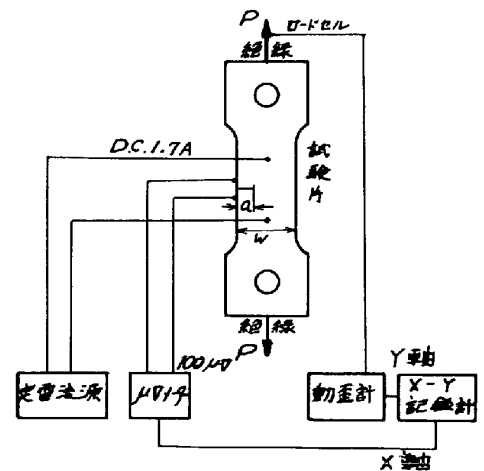


図2 測定系のブロックダイアグラム