

Fracture Toughness of a Structural Steel (A 36), Welding Research, March (1982)

【回答】(1) 質問者の示している参考文献には、 K_{ca} への板厚効果として塑性拘束と材質の板厚方向分布をあげています。これらの影響を分離して評価するのは極めて困難ですが、日本溶接協会基準 WES 3003 のように、減厚して板厚を変化させた試験片を用いれば材質の影響を極力抑えて塑性拘束の影響のみを検討することが可能と思われます。ご質問の箇所は、上述したのと同様な意味で、側溝を導入することにより極板材と同様な拘束条件が達成されているということであり、側溝付きの試験片でシアリップもほとんど形成されていないことからそのように表現しました。したがって、前提条件として、材質的な変化がないことが必要と考えます。同じ参考文献において、厚板から薄板の試験片を採取するとき、採取位置によっては両者の K_{ca} が同じになることも示されています。表現が不十分であった点お詫びします。

(2) この点については検討も不十分で、明確な回答をするデータを所有しておりません。著者らの推定では、主として板厚方向の材質分布の相違、降伏強度の差による塑性拘束度の板厚方向への分布の相違、すなわち、A 材よりも B 材の方がシアリップの厚さも大きいためではないかと考えています。側溝無しの試験片は A 材と B 材で板厚が異なっているので A 材の破面写真を比

較として示しませんでした。

(3) き裂先端形状の相違にのみ限定すれば、ご指摘の通りと考えます。事実、拘束条件の相違を無視してき裂先端形状のみに注目すれば、直線状き裂である 3 点曲げ COD 試験片より得られた低ひずみ速度の K_c 値は、ほぼ直線状の停止き裂を有する側溝付き CCA 試験片で得られた K_{ca} 値よりも高くなっています。しかし、著者らの論点は、側溝無しの場合、停止き裂先端は直線とはならないということであり、実際の構造物においてもそのようになるものと考えます。したがって、評価すべき停止靱性値はシアリップの寄与を含んだものであるべきと考えます。なお、本論文においては破壊発生靱性試験も停止靱性試験も、実際に用いられる板厚を用いることを前提にしております。

(4) 本文 Fig. 14 に写真で示したように、ポップインが進むにつれて脆性き裂はますます板厚中央にもぐるような傾向が観察されました。この結果、 K_c 値は見かけ上増加する傾向となるわけですが、Fig. 15 の荷重とクリップゲージ変位の関係を示す曲線で、各ポップインき裂停止時に荷重低下が認められないことから、 K_{ca} 値も K_c 値の上昇に比例して上昇するものと考えられます。もちろん破壊発生靱性値、停止靱性値の両方とも平面ひずみ条件を満足するようにした場合はこの限りではないと考えます。

31 板骨構造における脆性亀裂の伝播停止挙動 予測について (第 2 報)

【討論】加藤昭彦君 2 次元有限要素法による動的解析において、ピン孔部近傍までを含めたメッシュ分割を用いておられます。そこで次の二点についてご教示下さい。(1) Fig. 1 に示されているように試験片、タブ板、ピン孔近傍ではそれぞれ板厚が異なっております。2 次元プログラムでこれらの板厚の違いをどのように取り扱われたのでしょうか。

(2) 板厚が異なる境界での応力波の反射はどの程度 K_D 値に影響を及ぼすのでしょうか。

【回答】試験片 (板厚 10 mm 又は 20 mm) とタブ板 (30 mm) のそれぞれの板厚を FEM 要素の板厚として用いましたが、ピン孔およびその周囲の増厚補強部は無視したモデル化を行っています。

板厚不連続部での応力波反射と K_D 値の関係について

ですが、ここでの K_D 値は (2) 式で定義されたもので、自由表面境界、板厚不連続境界あるいは異材境界での応力波の反射現象を、力学的エネルギーの観点から、どの程度正しくモデル化出来ているかという問題になるのか、と考えられます。

この意味から述べますと、本報告での解析は、自由表面境界は正しくモデル化できています。しかし板厚不連続部では、板厚の一部では自由表面であり一部ではそのまま応力波の通過を許すという境界条件が必要ですが、質量と面内剛性のみを算入した 2 次元面内問題の FEM 解は、第一近似解に過ぎません。その詳細検討のためには、さらに高次の計算あるいは実験計測が必要と思われる、今後の課題と考えています。