

(485) CTOD設計曲線による海洋構造物の安全性評価に関する考察

川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 Ph.D.中野 善文
ED研開センター ○太田 克也, 永易 正光

1. 緒言

ジャケットなどの海洋構造物に用いられる鋼材に対しては、CTOD要求がつけられる場合が多い。構造物が大型化するにつれ、使用される鋼材も厚くなり、要求CTODを満足させるための配慮が材料の製造において払われる。要求CTODはBSI PD6493で採用されているCTOD設計曲線を用いて決められているとされているが、必ずしも根拠が明らかでない場合が多い。これはとくに極厚鋼材についてそうである。本稿では厚さ200mmの極厚鋼板とその溶接継手について広幅引張試験を実施し、CTOD設計曲線を用いた海洋構造物の安全性評価について検討した。

2. CTOD設計曲線

Fig.1はCTOD設計曲線の検討に用いた厚さ200mmの40キロ鋼板およびその狭開先サブマージーク溶接継手の広幅引張試験片である。表面切欠のCTODはダブルクリップゲージ法を用いて、クリップゲージ変位から計算した。試験片中心線上で、切欠を挟んで種々のゲージ長で伸びを測定し、歪に換算した。板厚貫通切欠の場合は、切欠先端近傍でクリップゲージにより測定した開口変位を、BCSSモデルを用いてCTODに換算した。

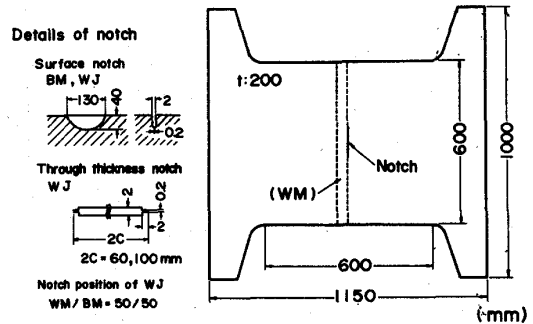


Fig.1 Geometry of wide plate tensile test specimen

Fig.2は無次元化したCTODと無次元化した歪の関係を示したものである。図は1)勾配はゲージ長が短いほど小さい、2)溶接継手のデータ点は母材のそれとは異なり、両者の差はゲージ長が長いほど大きい、そして3)BSI PD6493の設計曲線は供試材が母材でゲージ長が切欠長の4倍である250mmの場合のみ実験結果に合い、WES2805のそれはゲージ長が250mmならば溶接継手で合うことを示している。1)は薄い材料で得られているように、歪を用いる以上当然のことであるが、歪はその定義が任意のものであるにもかかわらずCTOD設計曲線に絶対的な影響を及ぼすゆえに非常に重要である。3)も同様の結論を与える。2)は歪が低強度の母材で主として稼がれていることを示している。言い換えれば、通常見られるように切欠が母材より硬い材料に入れられるならば、同じCTODを与えるためには溶接継手にはより大きな歪を与える必要がある。

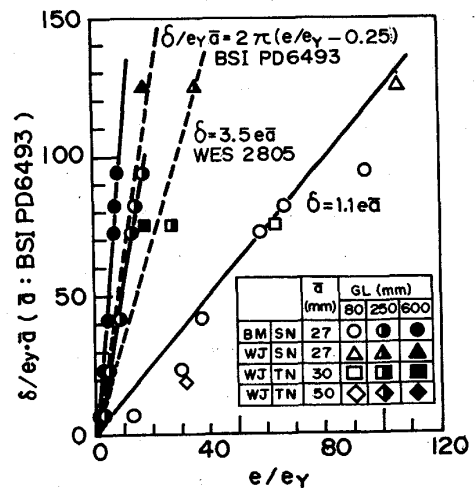


Fig.2 Relation between non-dimensional CTOD and non-dimensional strain

CTOD設計曲線に関して、 $\sigma_{net}/\sigma_y \leq 1$, $\bar{a}/W \leq 0.5$ (W は試験片幅の1/2)の範囲内でのみ使用し、オーバーオール歪ではなくグロス応力 σ を使うべきであるという提案が最近なされている (Dawes: '86OTC)。この σ は応力集中、残留応力等を含むものである。これは $\sigma_g/\sigma_y \leq 10$ で設計曲線を与えているPD6493からは大幅な後退となる。また、有効欠陥寸法 \bar{a} としてPisarskiらの考え('81, Offshore Welded Structures)を採用すると、海洋構造物用鋼材およびその溶接継手に要求される0.25mmあるいは0.38mm(API 2Z案)にCTODが達するときは $\sigma_g > \sigma_y$ となり、実用に適しなくなる。