

微小試験片による破壊靱性評価手法の検討

Investigation of mechanical characterization method with miniature specimen

*川原田 義幸¹, 宮代 聡², 橋内 裕寿¹, 越石 正人¹, 田中 重彰², 小島 亨司³, 豊田 哲也³
¹日本核燃料開発(株), ²東芝エネルギーシステムズ(株), ³日立GEニュークリア・エナジー(株)

微小試験片を用いて機械特性の評価手法を開発するため、微小なボール圧子を用いた自動ボール押し込み (ABI: Automated Ball Indentation) 試験について FEM 解析により試験評価メカニズムを確認するとともに、参照温度評価への適用性を検討した。

キーワード: 破壊靱性評価, 微小試験片, ABI 試験, マスターカーブ法, 参照温度

1. 緒言

微量の照射材を用いて破壊靱性を含む機械的特性を評価可能な方法を模索し、複数の手法について並行して検討を進めている。本発表では、直径 1mm 程度のボールを押し込むことで破壊靱性や引張特性等を評価可能な手法である ABI 試験に着目し、CT 試験片を用いた破壊靱性試験 (以下、CT 試験と記載する) による破壊靱性値の比較結果、FEM 解析による ABI 試験の評価アルゴリズムの検証結果ならびに参照温度評価への適用性の検討結果について報告する。

2. 評価方法

原子炉圧力容器相当材 (JIS G3120 SQV2A)、JIS G3115 SPV490、JIS G4053 SCM440 の 3 鋼種について室温ならびに低温 (-119°C、-120°C、-150°C) にて ABI 試験を実施し、併せて引張試験、CT 試験を実施した。さらに、FEM 解析により ABI 試験による破壊靱性値の評価アルゴリズムを検証した。ABI 試験では、試験片表面に球状圧子を押し込んだ際の押し込みエネルギーにより破壊靱性値を評価しているが、その際の球状圧子直下の面圧力と限界破壊応力、押し込み深さと限界破壊ひずみの関係を、FEM 解析により評価した。

3. 評価結果

図 1 に ABI 試験による破壊靱性の評価値を CT 試験の結果と比較して示す。低温で行った ABI 試験結果は CT 試験結果をよく再現している。一方、室温においては CT 試験に比較して ABI 試験による評価値は低く示された。図 2 に FEM 解析より得られた SQV2A に対する最大面圧と押し込み深さの関係を示す。試験温度 -150°C を模擬したケースでは最大面圧が限界破壊応力に達している。一方、室温を模擬したケースでは最大面圧は限界破壊応力に達することなく限界破壊ひずみを与える押し込み深さに達している。以上より、ABI 試験では最大面圧が限界破壊応力に達しない場合に破壊靱性値の評価誤差が大きくなる可能性が示唆された。尚、最大面圧が限界破壊応力に達する低靱性域においてマスターカーブ法による参照温度評価への適用可能性を示す結果を確認している。

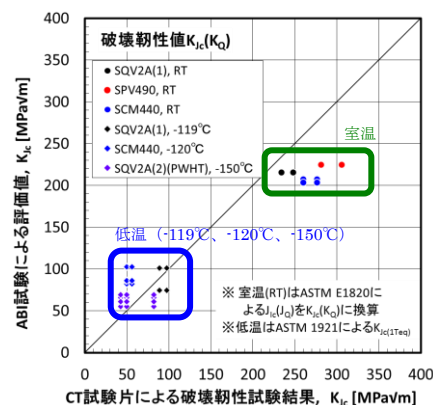


図 1 破壊靱性試験結果

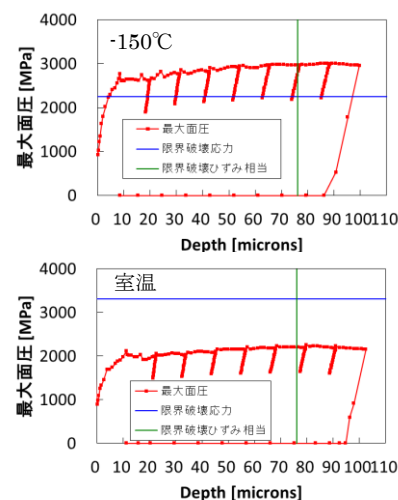


図 2 FEM 解析による面圧と押し込み深さの関係

* Yoshiyuki Kawaharada¹, Satoshi Miyashiro², Yuji Kitsunai¹, Masato Koshiishi¹, Shigeaki Tanaka², Ryoji Obata³, Tetsuya Toyota³

¹ Nippon Nuclear Fuel Development Co., ² Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, ³ Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.