

研究室だより

第 26 回

駒崎研究室での取り組み － SPクリープ試験法－

駒崎 慎一

Shin-ichi Komazaki

室蘭工業大学 大学院工学研究科 機械創造工学系専攻 駒崎研究室 准教授

稼働時間が10万時間を上回る経年プラントの数は、我が国の火力発電プラント総数の7割以上にも達します。しかし、昨今の規制緩和と電力自由化の中で、単に経年設備を廃却し新規設備へ更新するのではなく、信頼性と経済性との適正バランスを保ちながら設備の一層の延命化を図ることが要求されており、高精度な余寿命評価技術の開発が強く求められています。機器材料の余寿命を精度良く推定するためには、評価対象部位より採取された試験片を用いて直接的に材料特性を確認できる破壊的手法が有効ですが、試験片採取の際、実機に損傷を与えることが大きな問題となります。その点、微小試験片を用いた試験法は、破壊的手法として評価精度の優位性を有すると共に、試験片体積が小さいために試験片採取時に実機に及ぼす影響を最小限に低減させる事が可能です。

このような中、著者らは小型平板試験片による新しいクリープ試験法すなわちスモールパンチ (Small Punch : SP) クリープ試験法¹⁻³⁾を確立し、その有用性を世界に先駆け実証してきました。SPクリープ試験では、直径あるいは一辺3～10mm、厚さ0.25～0.50mmといった微小試験片(図1)を用いて破壊試験(クリープ試験)を行うため、格段に高い精度で劣化・損傷度あるいは余寿命を評価することができます。加えて、溶接継手の熱影響部、高効率ガスタービンの動翼、ロケットエンジンの燃焼器といった標準試験片が採取不可能な極めて狭い領域の局所クリープ特性も計測することができ、その汎用性は極めて高いといえます。

SPクリープ試験では、試験片を上部および下部ダイの間に固定し、4本のねじにより均一に締付けます。定荷重はセラミックス製ボール(直径1.0～2.4mm)およびパンチャー(直径1.0～2.4mm)を通して試験片上面にかかり、試験片下面の変形量すなわち荷重線上変位は試験片下面と接触している石英ロッドの変位を炉外にてリニア可変差動トランス(Linear Variable Differential Transformer : LVDT)等を用いて測定します。試験装置によっては、パンチャーの移動量を変形量として測定するものもあります。試験片が薄く酸化の影響が無視できなくなるため、試験は不活性ガス雰囲気中あるいは真空中にて実施されます。約25万時間使用した

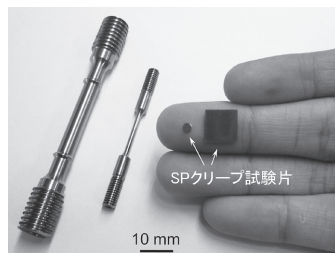


図1 SPクリープ試験片



図2 3連マルチプル型SPクリープ試験装置

火STPA21製ボイラ管寄せスタップチューブ溶接継手を対象にSPクリープ破断試験を実施した結果、溶接熱影響部においてクリープ破断強度が顕著に低下しているのわかりました。得られた結果に基づき余寿命を推定したところ、熱影響部のそれは約66000時間と診断され、この時点で寿命の8割程度を消費していることが判明しました⁴⁾。

当研究室で現在保有している高温SPクリープ試験装置は下記の3台です。

- ❖シングル型SPクリープ試験装置：最高温度700℃、不活性ガス雰囲気
- ❖シングル型SPクリープ試験装置：最高温度1100℃、真空
- ❖3連マルチプル型SPクリープ試験装置：最高温度1100℃、不活性ガス雰囲気

マルチプル型試験装置は、TEMディスク形状SP試験片(直径3mm、厚さ0.25mm)を用いた、高Cr耐熱鋼溶接継手熱影響部の局所クリープ特性計測専用の試験装置として開発したものです(図2)。本試験装置は、(財)金属系材料研究開発センター(JRCM)が新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの業務委託により実施する「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発研究体」の研究成果であります。また、当研究室には極低温(液体窒素温度)や高温高压水中にてSP試験が実施可能な装置もあり、破壊靱性評価試験や沸騰水型原子炉(Boiling Water Reactor : BWR)模擬環境中での応力腐食割れ感受性評価試験を行っています。

参考文献

- 1) S.Komazaki, T.Hashida, T.Shoji and K.Suzuki : Journal of Testing and Evaluation, 28 (2000) , 249.
- 2) 杉本隆之, 土岐和紀, 駒崎慎一, 三澤俊平 : 鉄と鋼, 91 (2005) , 408.
- 3) S.Komazaki, T.Kato, Y.Kohno and H.Tanigawa : Materials Science and Engineering A, 510-511 (2009) , 229.
- 4) S.Komazaki, T.Sugimoto, Y.Hasegawa and Y.Kohno : ISIJ Int., 47 (2007) , 1228.

(2010年1月12日受付)