高低温水合流部における高サイクル熱疲労評価
その２：数値シミュレーションによる温度変動の予測

Assessments of High-Cycle Thermal Fatigue at a Mixing Tee Pipe

Part 2: Numerical simulation of the temperature fluctuation

*歌野原 陽一[1]，三好 弘二[1]，釜谷 昌幸[1]

[1]（株）原子力安全システム研究所

熱疲労評価を目的に、T 字合流配管における流体温度および管内面温度計測実験を INSS において行っている。本報告では実験を対象に数値計算を実施し、管内面温度の再現を試みた。その結果、管内面における温度変動強度の傾向を再現することができた。

キーワード：熱疲労，T 字配管，温度変動，数値シミュレーション

1. 緒言

高低温流体が混合する T 字配管では熱疲労が課題である。筆者らは数値計算を用いた熱応力予測技術の確立を目指し、WATLON 実験を対象とした流体温度変動の予測性能の向上を目指してきた[1]。本稿では、INSS で実施している T-cubic 実験[2][3]を対象に数値計算を実施し、管内面の温度変動の再現を目指した。

2. 数値計算

2-1. 計算方法

FLUENT15.0 で、流体部および配管金属部の流体構造熱連成解析を行った。乱流モデルに LES Dynamic を用いた。主管・枝管流入境界は T-cubic 実験[2]と合わせた。管内面の運動量および熱伝達の境界条件は主に壁関数（対数則）で与えた。標準 k-ε モデルの定常解から計算を開始し、101 秒間の計算を行った。

2-2. 計算結果

図 1 は瞬時の温度分布で、枝管から流入した高温水が曲げられ壁面に沿って流れる壁面噴流状態が再現されている。計算により流体部での流速および温度の時間平均値および変動量を再現できた。図 2 は合流部から下流 z = 0.5D での管内面の温度変動強度を周方向で示したもので、実験を多少過大評価するものの、傾向をよく再現することができた。

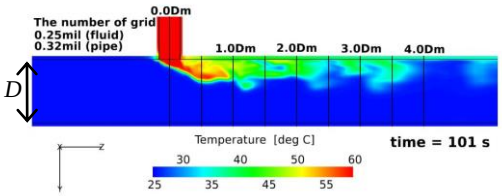

図 1. 瞬時の温度場(101 秒時)

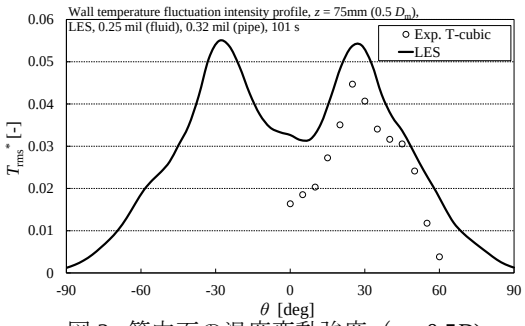

図 2. 管内面の温度変動強度（z = 0.5D)

3. 結論

数値計算により、T-cubic 実験の管内面の温度変動は少し過大評価だが、傾向をよく再現した。得られた配管金属温度を、構造解析の入力データとし、熱応力を算出する予定である。

参考文献

[1] Utanohara, Y. et al., Nucl. Eng. Des., 305 (2016), pp.639-652.　[2] Miyoshi, K. et al., Mech. Eng. J., 1 (2014), TEP0050.

[3] Miyoshi, K. et al., Nucl. Eng. Des., 298 (2016), pp.109-120.

*Yoichi Utanohara[1], Koji Miyoshi[1] and Masayuki Kamaya[1]

[1]Institute of Nuclear Safety System, Inc.