

T字合流部の逆流現象で生じる分岐管壁面温度変動の数値シミュレーション

Numerical Simulations of Wall Temperature Fluctuation Caused by Penetration Flow into a Branch Pipe of Mixing Tee

*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

T字配管から分岐管上流へ遡った地点での熱疲労事例が報告されている。可視化実験でも主管内の流れが分岐管上流への逆流する様子が観察されている。そこで、数値計算を実施し、分岐管への侵入深さの再現性を確認した。流体から配管金属への伝熱により、分岐管内面の温度が変動する様子も示された。

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

T字合流配管の分岐管上流へ遡った地点での熱疲労事例が報告されている。可視化実験[1]から、主管・分岐管の運動量比に応じて主管の流れが分岐管上流へ間欠的に逆流することが示された。しかし、可視化実験では壁面伝熱量は測定していないため、数値計算による推定に取り組んでいる。前報[2]では、流動様式の再現性について述べた。本報告では前報では含めなかった配管金属も計算領域に含めて数値計算を行い、流体温度変動だけでなく、壁面温度変動についても検討した。

2. 数値計算

可視化実験（主管内径 $D_m = 60\text{mm}$ 、分岐管内径 $D_b = 20\text{ mm}$ ）を対象に、ANSYS FLUENT を用いて数値計算（LES dynamic Smagorinsky）を行った。主管は流速約 $U_m = 10\text{ m/s}$ 、温度約 $T_m = 55^\circ\text{C}$ 、分岐管は流速 $U_b = 0.26, 0.32, 0.39\text{ m/s}$ 、温度約 $T_b = 25^\circ\text{C}$ で、主管・分岐管で約 30°C の温度差を付けた。図1に時刻10秒時における温度分布を示す。主管流体の侵入により分岐管内の配管金属の温度が部分的に上昇する様子が再現された。図2に分岐管内面の温度変動強度分布を示す。主管・分岐管界面付近で最も変動が大きい一方で、分岐管内の侵入した位置でも温度変動が大きく現れ、 $L = 1.5D_b$ 付近で極大値が現れる。主管流体が最も侵入した位置で高低温水が混合し温度変動が大きくなるためと考えられる。

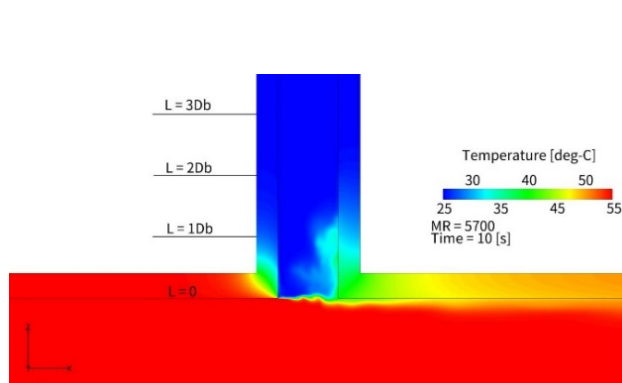


図1 温度分布（時刻10秒時、 $U_m = 10\text{ m/s}$ 、 $U_b = 0.26\text{ m/s}$ 、 $M_R = 5700$ ）

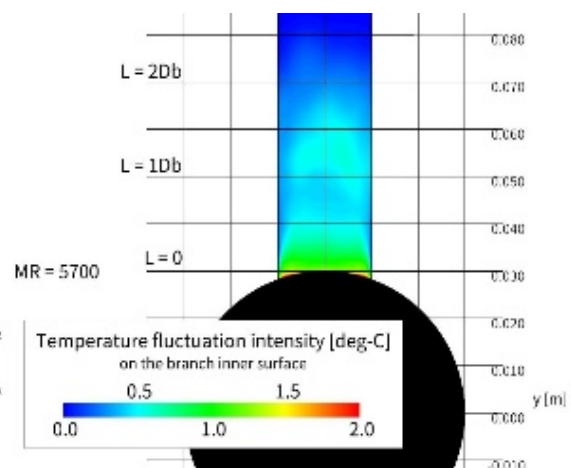


図2 分岐管内面の温度変動強度分布
（ $U_m = 10\text{ m/s}$ 、 $U_b = 0.26\text{ m/s}$ 、 $M_R = 5700$ ）

参考文献 [1] Miyoshi et al., NED, 360 (2020) 110496, [2] 歌野原ら，原子力学会秋の大会，1G06，2020

*Yoichi Utanohara¹, Koji Miyoshi¹ and Masayuki Kamaya¹

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc.