

T字配管合流部の逆流現象と流体温度差の影響評価

Reverse Flow to the Branch Line of a Mixing Tee Pipe and Influence of Temperature Difference

*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

原子力発電所の T 字合流配管において、合流部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。室温水を用いた可視化実験でも、分岐管への逆流が観察されている。本報告では、数値計算により逆流現象の再現を試みるとともに、温度差による浮力が逆流に及ぼす影響を調べた。

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 字配管では温度変動に起因する配管熱疲労が課題である。通常、熱疲労は配管合流部下流で発生するが、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。筆者らは可視化実験により、主管・分岐管の運動量比によっては主管の流れが分岐管上流へ間欠的に逆流することを明らかにしている[1]。ただ、可視化実験では 30℃ 程度の流体温度差が限界であり、実機プラントのように数百度以上の温度差の実験は難しい。よって数値シミュレーションに取り組み、流体温度差の影響について調べた。

2. 実験および数値計算

原子力安全システム研究所の T-Cubic 実験装置に、アクリル試験体（主管内径 $D_m = 60\text{mm}$ 、分岐管内径 $D_b = 20\text{mm}$ ）を設置し、室温の水に粒径 $30\text{ }\mu\text{m}$ のナイロン粒子を混ぜて通水し、シート状のレーザーを照射して流れ場を可視化した。流速は PIV により求めた。主管流速 $U_m = 10.0\text{ m/s}$ 、分岐管流速 $U_b = 0.265\text{ m/s}$ とした際、図 1 に示すように主管流れが分岐管に衝突してから分岐管を逆流するような流れ場が観察された[1]。

数値計算には FLUENT17.2 を使い、LES Dynamic で計算を行った。 $U_m = 10.0\text{ m/s}$ 、 $U_b = 0.1\text{ m/s}$ とした。主管流体、分岐管流体ともに室温約 20℃ の場合は、図 2 のように侵入深さは最大約 $4D_b$ となった。一方、主管流体温度を 320℃ に変更し、300℃ の温度差を付けた場合は、図 3 に示すように侵入深さは最大約 $6D_b$ となった。等温の場合よりも非等温で温度差が大きくなる方が浮力の影響で潜り込みが深くなった。

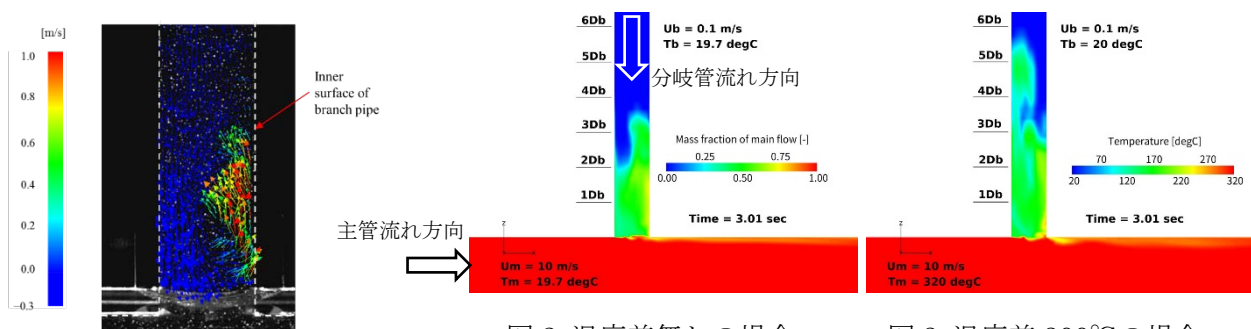


図 1 可視化実験による流速ベクトル

図 2 温度差無しの場合
(主管流体質量分率分布)

図 3 温度差 300℃ の場合
(温度分布)

参考文献

[1] 三好ら、熱疲労防止に向けた T 字合流部の逆流現象の解明（1）可視化実験による観察、動エネシンボ、D211、2019

*Yoichi Utanohara¹, Koji Miyoshi¹ and Masayuki Kamaya¹

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc.