

熱疲労防止に向けた T 字合流部の逆流現象の解明
(2) 数値シミュレーションによる実機潜り込み深さの推定

Penetration Flow into a Branch Pipe of Mixing Tee in Relation to Thermal Fatigue Prevention
(2) Numerical Simulations of Penetration Depth under Actual Plant Conditions

*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 字合流配管の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。可視化実験でも分岐管への逆流が観察されている。そこで、数値計算を行い、可視化実験の再現性を確認した上で、実機温度条件としたところ、浮力効果により等温条件よりも潜り込み深さが深くなった。

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。ただ、実機のような数百度以上の温度差の実験は難しいため、数値計算による再現に取り組んでいる[2]。本報告では、前報[2]の再現精度を向上させた上で数値計算のケース数を拡充し、流体温度差の影響について検討した。

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 を用いて表 1 に示す 9 ケースの数値計算（LES dynamic Smagorinsky）を行った。図 1 は最大潜り込み深さ L を主管・分岐管運動量比で整理したものである。主管・分岐管等温条件(Case 1, 2, 6, 7)では、潜り込み深さの計算結果は実験結果と定量的に一致した。また、温度を等温 300°C とすると (Case 3)、等温 20°C の場合より潜り込みが深くなった。粘性係数の低下で壁面摩擦が低下したと考えられる。主管・分岐管で 150°C 程度の温度差 (Case 8, 9) を付けると、等温の場合 (Case 6, 7) より約 1.4 倍潜り込み深さが深くなった。

表 1 計算ケース

Case	Temperature[°C]		Velocity[m/s]		
	Main	Branch	Main	Branch	
1	20	20	10	0.1	Isothermal
2	55	55			
3	320	320			
4	55	25		0.3	Non- isothermal
5	320	20			
6	20			0.4	
7					
8	170			0.3	Non- isothermal
9		0.4			

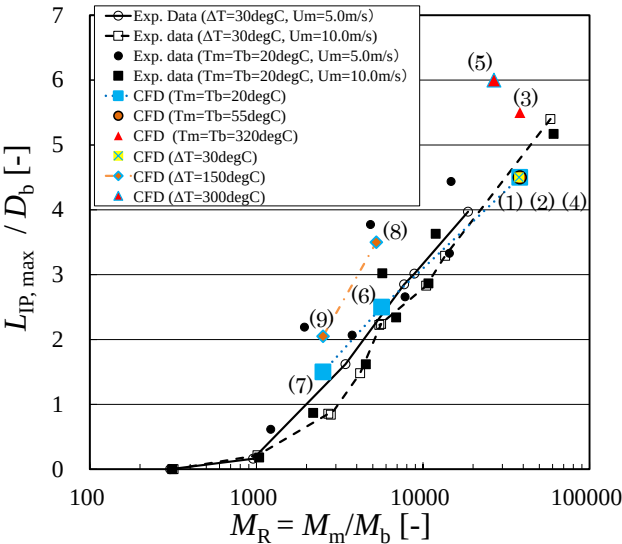


図 1 主管・分岐管運動量比と最大侵入深さの関係
(括弧内の数字は Case 番号を示す)

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，1F09，2019

*Yoichi Utanohara¹, Koji Miyoshi¹ and Masayuki Kamaya¹

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc.