Na 冷却高速炉における大口径配管の流力振動評価に関する研究
（45）３段エルボ配管における旋回流流入時の流動場の詳細可視化

Study on Flow-Induced-Vibration Evaluation of Large-Diameter Piping in a Sodium-Cooled Fast Reactor
(45) Visualization of the Flow Field in a Triple Elbow Piping System under Swirling Inflow Conditions

水谷 淳[1]，*江原 真司[1]，橋爪 秀利[1]，山野 秀将[2]
[1]東北大学大学院，[2]日本原子力開発機構

次世代ナトリウム冷却高速炉の一次冷却系コールドレグ配管では，強い旋回流が流入し，複雑な乱流場が形成され，剥離渦放出に起因した圧力変動が想定される．本研究では旋回流生成器を用いて，様々な入口旋回流に対するエルボ内部および下流の流れ場を，特に時間平均場について実験的に調べた．

キーワード：高速炉，流動励起振動，旋回流，流れの剥離

1. 緒言 次世代ナトリウム冷却高速炉の一次冷却系コールドレグ(CL)配管では，高レイノルズ数で，3 次元的に配置された 3 段エルボ構造により複雑な乱流場が形成され，流れの剥離を伴う大きな圧力変動が予想される．この圧力変動に起因する流力振動を評価するために，非定常な流れ場と圧力変動特性を把握する必要がある．先行研究により，流入条件を周方向流速が一様な旋回流とした際の流れ場が取得され，流入時のわずかな旋回の差異が流れ場に大きな差異を生じ得ることが明らかになった[1]．そのため，本研究では流入条件が 3 段エルボにおける流動場に対して与える影響を詳細に調べることを目的として，周方向流速が非一様な旋回流が流入する時の剥離域を実験的に可視化した．

2. 実験 実験装置として CL 配管を模擬した 1/7 縮尺流動試験装置を用いた．作動流体として 45°C の水を用い，主流 Re 数を 5.0×10^5 とした．試験部に旋回流を流入させるために旋回流生成器[1]を用いた．旋回流生成器はバルブ開閉位置を変えることにより周方向流速が局所的に速い旋回流を作成することができる．可視化実験として二次元 PIV 実験を行い，エルボの管軸線に平行な断面（流れ方向断面）および管軸に垂直な断面（垂直方向断面）の 2 種類の断面を可視化し，流れ場の時間平均値を取得した．

3. 結果・考察 表に旋回強度（Pitch）がほぼ同じで旋回流生成器のバルブの開閉位置を変えた際の 1st エルボにおいて管軸から 20 mm ずらした断面における剥離開始点，エルボ出口から 0*D*, 0.1*D*, 0.2*D* 離れた位置の剥離域厚さ，再付着点位置をそれぞれ示す．Pitch は旋回流が 1 回転するまでに主流方向に進む距離として定義される．*D* は配管内径（*D*=126.6 mm）を示す．表よりほぼ同一の旋回強度が流入しても，局所的に速い周方向流速の分布によって剥離域の大きさが変わることが示された．また 1st エルボ入口垂直方向断面の流れ場の比較から周方向流速が非一様な旋回流が流入するときに，Re=5.0×10^5 において 1st エルボ入口 1.0D 上流でエルボ背側の領域の周方向流速が主流の 50 %以上となると剥離域が大幅に抑制される可能性があることが明らかとなった．

表 1 剥離域評価

	Pitch	5.4D	5.5D	6.0D
	Valve	All	A	B
Starting point[°]		88.8	98.4	86.6
Thickness [mm]	0D	3.74	-	4.41
	0.1D	3.96	1.51	5.52
	0.2D	-	-	5.05
Reattachment point[D]		0.153	0.178	0.206

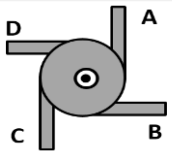

図 1 旋回流生成器
バルブ位置

参考文献

[1] J. Mizutani, et al., ICENES 2015, Istanbul, 4-8 Oct. 2015.

*Jun Mizutani[1], Shinji Ebara[1], Hidetoshi Hashizume[1] and Hidemasa Yamano[2]
[1]Tohoku Univ., [2]JAEA