蒸気噴流のサブクール水との直接接触凝縮時のチャギング現象に関する実験研究

Experimental Study on Chugging Phenomena in Direct Contact Condensation of Steam Jet with Subcooled Water

Giuseppe Gregu[1], *高橋 実[2], Riccardo Mereu[1], Marco Pellegrini[3]
[1]ミラノ工科大, [2]東工大原子炉研, [3]エネ総工研

Unstable direct contact condensation called “Chugging” that occurred in certain conditions in the pressure suppression pool of Primary Containment Vessels of Boiling Water Reactors was studied experimentally. The mechanisms of every phase of the Chugging and the characteristics of pressure spikes were investigated.

キーワード：Condensation, Direct Contact, Chugging, Boiling Water Reactor, Pressure-suppression Pool

1. 緒言

沸騰水型炉のウェットウェルにおける課題の一つとして、圧力抑制プールに蒸気を吹き込み、直接接触凝縮させる過程で、条件によっては不安定なチャギング現象が発生する可能性がある。本研究では、大気圧下でサブクールプール水中に飽和水蒸気を吹き込むときの、チャギング現象の機構と発生条件および発生する圧力パルスについて調べることを目的としている。

2. 実験方法

ボイラーで水蒸気を発生させ、流量計（ベンチュリ管）を通して、鉛直円管（内径 27 mm、透明ポリカーボネートまたは SUS304 製）から下向きに蒸気噴流を水槽内のサブクールプール水中に吹き込み、チャギング現象の機構を高速度ビデオカメラで観察すると共に、管内の静圧を測定した。実験条件は、圧力を大気圧、蒸気質量流束を 5.5～19.5 kg/m^{2}s、水温を 19～47 °C とした。

3. 実験結果

チャギングのサイクルの特性（Fig.1）は、1. 蒸気管出口からの気泡成長、2.気泡崩壊と管内静圧の急減、3.水吸い込み、4.管内気泡崩壊と管内圧力パルス（100 kPa 以上）の発生、5.蒸気再下降流出からなる。管内圧力パルスの原因はサブクール水の吸い込み後の蒸気泡の急崩壊時の水撃現象にある。本実験条件範囲のうちで圧力パルスの最高値は 1.2 MPa であり、プール水温 25°C 以下、蒸気質量流束 7 kg/m^{2}s においてが発生した。管出口を気泡が覆う様相によってチャギングの様式を分類し、プール水温—蒸気質量流束の関係図上にマップを作成した。

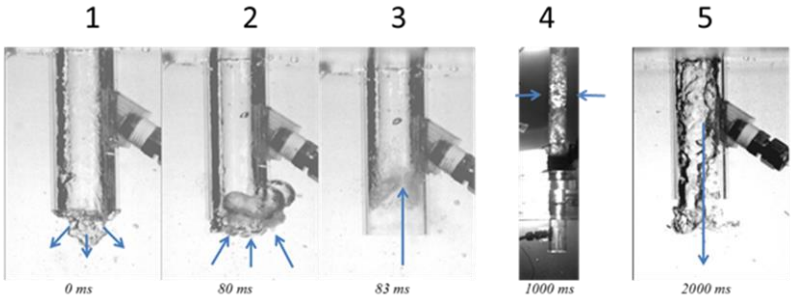


Fig. 1 Characteristic events of Chugging cycle

3. 結論

大気圧下の蒸気の直接接触凝縮時の不安定なチャギング現象の機構と発生条件および発生する圧力パルスを明らかにした。この結果は、今後の CFD によるシミュレーションの妥当性評価に用いる予定である。

Giuseppe Gregu[1], *Minoru Takahashi[2], Riccardo Mereu[1] and Marco Pellegrini[3]
[1]Politecnico di Milano, [2]Tokyo Tech. RLNR, [3]Inst. Applied Energy.