

2-5 日仏協力でナトリウムと水の反応の影響を探る — 蒸気発生器伝熱管のナトリウム水反応試験 —

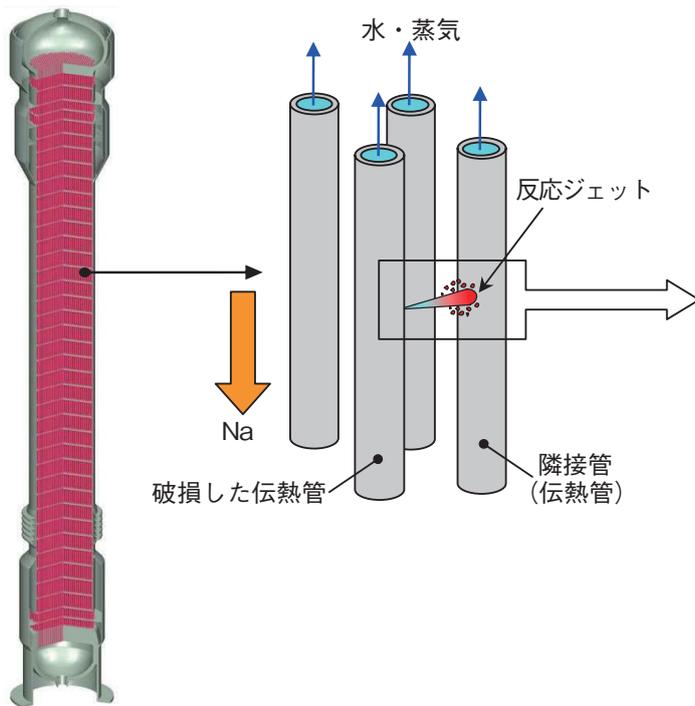


図 2-11 蒸気発生器と Na/水反応ジェット

蒸気発生器では伝熱管を介して Na と水で熱交換を行っています。伝熱管が破損してそのまま放置されると、反応ジェットにより近傍の伝熱管（隣接管）も損傷・破損します。

高速増殖炉では、蒸気発生器にてナトリウム (Na) の熱を水に伝え蒸気を作り、タービン・発電機を駆動するシステムとなっています。蒸気発生器の内部には、多数の伝熱管が組み込まれており、管の外側を Na が、内側を水・蒸気が流れて熱交換しています(図 2-11)。

この伝熱管が破損した場合、高圧の水・蒸気が Na 中に噴出して Na と水が反応し、これに伴い高温腐食性の反応ジェットが生成されます。この反応ジェットが近傍の伝熱管（隣接管）に衝突し、そのまま放置されると、隣接管に損傷を与えます(図 2-11(右))。これを防止するために、Na 側の圧力の変化や反応に伴って発生する水素濃度を常時監視し、Na/水反応が発生した場合には、直ちに伝熱管内の水・蒸気を抜いて、反応ジェットを終息させ、伝熱管（隣接管）の破損を防止する仕組みになっています。

この仕組みを確実なものとするために、反応ジェットに対する伝熱管の耐性を調べる必要があります。伝熱管の耐性は、水・蒸気の噴出量、隣接管までの距離、Na 温度に依存します。したがってこれらの影響を把握するためには、上述の種々の条件を変えて伝熱管耐性データを取

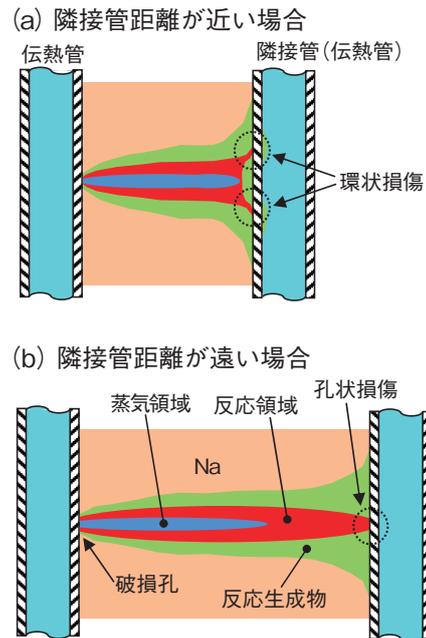


図 2-12 反応ジェットの様相と伝熱管（隣接管）の損傷

反応ジェットは、中心部には噴出した蒸気が存在し、その周囲が Na との反応領域です。(a) のように、距離が近い場合には、反応ジェットの反応領域が環状に伝熱管に衝突するため、損傷の形態も環状となります。一方、(b) のように、距離が遠い場合には、高温の反応ジェット先端の反応領域が隣接管に到達し、孔状の損傷が生じます。

得なければなりません。日本と仏国では、これまでそれぞれ単独で試験を行い、耐性データを蓄積してきました。しかし、このたび両国で協力し役割分担して試験することで、効率的なデータ取得を行うこととしました。

試験装置は、私たちの Na/水反応試験装置を用いました。この装置は、蒸気発生器の内部と同じ環境 (~500 °C, ~18 MPa) を作り出し、様々な条件で試験できます。一方、伝熱管は、仏国 CEA で製作し、この試験装置の Na 容器内に設置しました。そして、ノズルから水・蒸気を伝熱管に噴射し、反応ジェットにより伝熱管を貫通破損させ、貫通するまでの時間を計ることで伝熱管の耐性を調べました。また、伝熱管の損傷形状や反応ジェットの温度分布から、反応ジェットの形態も評価しました。図 2-12 は一例として、異なる距離での反応ジェットの様相と、伝熱管の損傷状況の関係を示したものです。

この共同研究においては、今後も数年間にわたって試験を継続する予定です。実験結果は伝熱管の耐性データベースの蓄積・拡充に当てられ、両国の蒸気発生器の安全の向上に反映していきます。

●参考文献

Beauchamp, F., Nishimura, M. et al., Cooperation on Impingement Wastage Experiment of Mod. 9Cr-1Mo Steel using SWAT-1R Sodium-Water Reaction Test Facility, Proceedings of International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles; Safe Technologies and Sustainable Scenarios (FR13), Paris, France, 2013, paper IAEA-CN-199-119, 10p., in USB Flash Drive.