静的格納容器冷却系のシステム挙動試験
（5）新型システム挙動試験

System Response Test with the Horizontal PCCS

(5)System response test for advanced PCCS

*山田 雅人[1]，田原 美香[1]，松本 圭司[1]，
西田 浩二[2]，内田 昌人[3]
[1]東芝，[2]日立 GE，[3]日本原子力発電

静的格納容器冷却系（PCCS）は、格納容器内で発生した大量の蒸気を熱交換器に取り込んで凝縮し、格納容器内の過圧・過温による破損を防止する手段であり、シビアアクシデント時の影響緩和として有効である。PCCS による格納容器過圧抑制効果の確認のためには、事故シナリオの特性にあわせたシステム挙動を評価する必要がある。本発表では新型 PCCS のシステム挙動試験結果について報告する。

キーワード：静的除熱，シビアアクシデント，事故緩和，熱交換器

1. 緒言

既存の格納容器体系では PCCS の伝熱を阻害する不凝縮ガスは D/W と W/W の差圧を利用して W/W に排出する。そのため W/W が D/W よりも圧力が高くなると PCCS による除熱が困難となる[1]。D/W や W/W とは別に不凝縮ガスが排出される空間（以降、ガスベント容器と呼ぶ）を設けた新型 PCCS では、不凝縮ガスの影響を低減し、W/W で蒸気が発生する状況でも PCCS による除熱を可能とする。この新型 PCCS による格納容器体系を模擬した試験装置を用いて、システム挙動試験を行った。

2. 試験体系および条件

試験では東芝革新的安全研究試験設備(TIGER: Toshiba Innovative Geminate Test Loop for Reactor Safety System)を改造し、D/W、W/W の他に新たにガスベント容器を設けて、新型システムの体系を模擬した。新型システム体系において実施した事故解析（高圧注水機能喪失：TQUX）の結果を参照した圧力、温度、ガス濃度を初期条件として設定し、D/W 容器に蒸気を供給した。

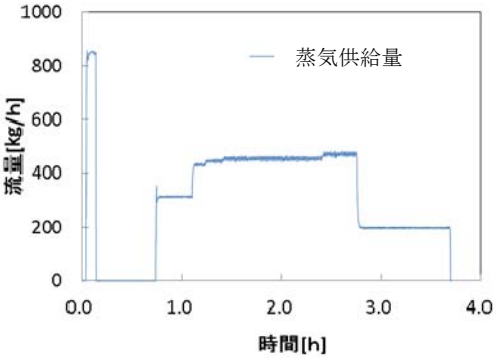

図 1　DW容器への蒸気供給流量

3. 試験結果

図 1 に示す蒸気供給量は事故進展に従い、一次系破損、注水等を模擬して、時系列で変化させている。各容器圧力応答の結果（図 2）は蒸気供給量の変化に対応し、各フェーズで次の挙動を示す。RPV 破損による大量蒸気発生①でガスベントおよび LOCA ベント管も同時に作動し、PCCS を通ってガスベント容器へガス排出がされる。次に注水によって蒸気流量低下する②ことで、PCCS の除熱により D/W 容器圧力が低下し、真空破壊弁（D/W-W/W 間）が作動する。注水停止後、デブリクエンチ前に大量蒸気発生が開始する③と、D/W 容器の圧力が上昇。PCCS からガスベント容器へ、LOCA ベント管から W/W 容器へガスと蒸気が分配された状態となり、二つの経路から D/W 内の蒸気が排出される。最後にデブリクエンチ後の蒸気流量まで低下する④と D/W 容器圧力が低下し、D/W-W/W 容器間差圧が減少し、LOCA ベント管からの W/W への蒸気移行が停止する。

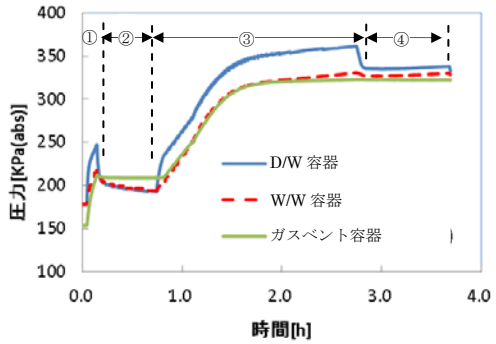

図 2　各容器圧力

4. まとめ

新型 PCCS を対象としたシステム試験を実施し、代表的なシステム挙動について確認ができた。新型 PCCS では、ガスベント容器に不凝縮ガスが排出されるため、システム全体の圧力はガスベント容器の圧力に依存して変化する。

なお、本件は経済産業省「平成 27 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術開発費補助事業」の一環として、日本原子力発電(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、中国電力(株)、電源開発(株)、(一財)エネルギー総合工学研究所、(株)東芝、日立 GE ニュークリア・エナジー(株)が実施した共同研究の成果の一部である。

参考文献

[1] 山田他，原子力学会 2015 年秋の大会　C07

*Masato Yamada[1], Mika Tahara[1], Keiji Matsumoto[1], Koji Nishida[2] and Masato Uchita [3]
[1]Toshiba corp., [2]Hitachi-GE Nuclear Energy, [3]The Japan Atomic Power Company