

第 1 回日独仏高速増殖炉 安全性研究専門者会議

大坪 章*

1. はしがき

ドイツKfK（カールスルーエ原子力研究センター）／Interatom及びフランスCEA（仏国原子力庁）と動燃との間で結ばれている日・独・仏協力協定（昭和53年5月26日発効）にもとづいて開催された、第1回日独仏高速増殖炉協力会議（昭和54年6月11日～15日、於動燃本社）での結論に従って、昭和55年5月19日から23日にかけて動燃大洗工学センター及び本社の会議室において、第一回日独仏高速増殖炉安全性研

究専門者会議が開かれた。

この会議は、双方の代表者が自国での研究成果の説明を行い、かつ将来の協力について討議するために開くものである。

今回の出席者は、ドイツ側からG. Heusener（独・カールスルーエ原子力研究センター高速炉プロジェクト副リーダー）、D. Struwe（独・カールスルーエ原子力研究センター原子炉開発研究所理論解析グループ・リーダー）、K. Brinkmann（オランダエネルギー研究センター原子力研究副コーディネーター）、W. Rossbach（独



写真1. 「会議のまよう」

* 動力炉・核燃料開発事業団高速増殖炉開発本部

・インターアトム社原子炉動特性部長)、またフランス側からは、F. Penet (仏・原子力庁カダラッシュ原子力センター高速炉部運転安全研究課長)、A. Schmitt (仏・原子力庁フォントネオローズ原子力センター原子力安全部国際協力マネージャ)、J. Costa (仏・原子力庁グルノーブル原子力センター熱輸送部液体金属伝熱研究課長) の各氏が出席した。

日本側は望月 (FBR 開発本部安全性研究グループ・リーダー)、堀 (大洗工学センター SG 開発部長)、渡辺 (FBR 開発本部主任研究員)、小松 (大洗工学センター SG 開発部 FB 安全室長)、安 (安全性事故解析専門委員会主査)、木下 (計画管理部国際協力室長) の各氏及び FBR 本部安全性 R & D グループメンバー、大洗工学センター SG 開発部及び Na 技術部の安全性研究担当者、安全性事故解析専門委員会委員、メーカー各社の安全性研究担当者が出席した。

2. 会議の次第

第 1 日、5 月 19 日 (月) 午前は、日本側代表である望月 Gr. L. による挨拶、日本側委員の紹介、動燃における安全性研究開発概況説明があり、次にフランス側代表である Penet 氏による挨拶、仏側委員の紹介、Phenix・Super Phenix の安全審査手続き及びフランスにおける安全性研究開発の概況説明、その後ドイツ側代表である Heusener 氏による挨拶、独側委員の紹介、DEBENE (ドイツ Deutschland、ベルギー Belgium、オランダ the Netherlands の 3 国を略称して DEBENE という) における安全性研究体制の説明があった。各代表とも国際協力の重要性を強調した。引続いて安全性研究各分野の討論に移り、ナトリウム沸騰・燃料破損伝播試験についての発表が日本側山口 (大洗 SG 部)、筆者 (FBR 開発本部)、宮口 (大洗 Na 技術部)、ドイツ側 Struwe、フランス側 Costa の各氏よりあった。

第 1 日午後は、まず溶融燃料冷却材相互作用・燃料蒸気圧特性・溶融炉心物質移動・事故後崩壊熱除去試験について、日本側より佐藤 (浩) (大洗 SG 部)、筆者、中村 (大洗 Na 技術部)、ド

イツ側より Heusener、Struwe、フランス側より Costa、Penet の各氏が発表した。その後、炉内安全性試験についての発表にうつり、日本側は斎藤 (原研東海研究所、原子炉安全工学部)、フランス側より Schmitt、ドイツ側より Struwe 及び Brinkmann の各氏が発表した。

第 2 日、5 月 20 日 (火) 午前は、安全解析コード開発について討議した。日本側は野中、標、大田、田中、吉川、石丸 (以上、大洗 SG 部)、ドイツ側は Struwe、フランス側は Schmitt の各氏が発表した。

同日午後は、まず構造安全性試験の討議があり日本側は吉江、福島 (以上、FBR 開発本部)、今津 (大洗 SG 部)、ドイツ側は Roszbach、フランス側は Penet の各氏が発表した。その後被曝安全性研究の発表があった。日本側は三塚 (FBR 開発本部)、ドイツ側は Heusener 及び Brinkmann、フランス側は Schmitt の各氏が行った。最後に Na・水反応試験についての発表が、日本側佐藤 (稔) SG 安全室長 (大洗 SG 部) よりあった。

第 3 日は、堀部長による説明の後、大洗工学センター内の FBR 安全性試験施設、50MW 蒸気発生器試験施設、ナトリウム流動伝熱試験施設、「常陽」等を見学した。

第 4 日、5 月 22 日 (木) は東芝、エネルギー研究所を訪問、高速増殖炉研究開発の分野の見学を行った。

第 5 日、5 月 23 日 (金) は動燃本社において、閉会セッションを行い、議事録に調印して公式日程を修了した。

独・仏側の一部の委員は翌週の 5 月 26 日 (月) に、三菱重工、高砂研究所に行き、「もんじゅ」耐震モデル実験施設、格納容器健全性試験施設などを見学した。

3. 討議の内容

3.1 ドイツの研究開発状況

この会議で紹介されたドイツにおける、高速増殖炉安全性研究開発状況で我々の注意をひいたのは次のようなものである。

燃料破損伝播試験では、カールスルーエ研究

所（以後KfKとする）でSNR300の実寸大の、電気ヒータービン使用模擬燃料集合体を用いて、中心閉塞及び端閉塞の局所閉塞実験をしており、閉塞物近傍での温度上昇、局所沸騰、FPガス放出について調べている。オランダエネルギー研究所（以後ECNとする）でもSNR300の燃料集合体の6分の1の模擬集合体で実験している。

事故後崩壊熱除去試験では、KfKで、溶融燃料プールを塩溶液で模擬するような基礎試験の他、 UO_2 とSUSの混合物で炉心溶融物を模擬し、色々な物質との共存性を調べるような本格的な炉外試験を始めている。近々、5 kgの UO_2 とSUSの混合物を溶融するような大規模な試験装置が、運転開始になるという事である。

溶融炉心物質移動試験では、KfKで、アルミニウムのテルミット剤で溶融炉心物質を模擬する実験を行っている。この実験では、溶融炉心模擬物質が冷却材ナトリウムと接触したときの移動挙動を、X線を利用して高速度カメラで撮影して、多量の溶融物質が模擬炉心の中央領域より、上部のプレナム領域に移動しているのを見出している。もしそうなら、異常反応度挿入があり炉心燃料の溶融が発生するような事故の場合には、溶融燃料の炉心外流出による大きな負の反応度挿入が期待される事となる。

炉内安全性試験では、ベルギーのMol研究所で局所閉塞 Mol 7 C試験が行われている。SUS製の小球のかたまりを閉塞物として用いた試験では、閉塞部より周囲健全ビンへの破損伝播はなく、また燃料ビンの破損は遅発中性子検出法により即座に検出できた、という実験結果を得ている。

安全解析コード開発については、日本と同じくKfKでは起因事故段階の解析にはSASコード、炉心崩壊・遷移状態段階の解析にはSIMMERコードを使用している。特に重要なのは崩壊炉心物質の長期間にわたる冷却可能性の確証であるという説明があった。

構造安全性試験については、ISPRA研究所における内部構造物を含む炉容器の耐衝撃試験結果と解析計算の比較について詳細な説明があった。また圧力波伝播による配管変形試験解析に

ついても報告があった。

被曝安全性研究については、KfKにおけるナトリウム火災、エアロゾル挙動等に関する試験、Interatomにおけるコンクリートよりの水分漏洩解析コード開発、ECNにおけるコンクリート壁へのエアロゾル浸透挙動研究について説明があった。

3.2 フランスの研究開発状況

ナトリウム沸騰・燃料破損伝播試験では、原子力庁（以後CEAとする）グルノーブル原子力センターにおける19本ビンバンドル体系での流量喪失試験及び単ビン体系での、ナトリウム沸騰後の被覆材溶融移動試験について発表があった。また局所閉塞試験はCEAだけでなく、EdF（フランス電力公社）においても試験をするという事であった。その他、炉心崩壊事故時に想定される巨大蒸気泡試験についても、水で模擬試験を行っており、高速度写真による説明があった。

溶融燃料冷却材相互作用試験では、CEAグルノーブル原子力センターで5～7 kgの UO_2 と100 gのナトリウムを使用するCORECT II 試験を22回実施している。将来のCORECT III試験では、70 kgの UO_2 を溶融するという事である。

燃料蒸気圧特性試験については、CEAヴァルデュック原子力センターのSILENE炉での試験計画について説明があった。

事故後崩壊熱除去試験については、Super Phenix 炉内のコアキャッチャーの役割について説明があった後、主にグルノーブル原子力センターで実施される炉外試験の紹介があった。

炉内安全性試験では、CEAカダラッシュ原子力センターのSCARABEE炉で実施されるSCARABEE-N 試験計画の説明があった。流量喪失及び局所閉塞事故関係の試験が、照射済燃料ビンを使用して、37本ビンバンドル体系で実施されるという事で、予算規模についても説明があった。

安全解析コード開発では、全炉心事故における種々の現象をモデル化し、それらを総合化したコードPHYSURAを開発しており、その検証を炉内安全性試験等を通して行った後、実機解析コードSURDYNに反映しているという説明

があった。局所事故解析コード開発については、簡易化モデルコード、referenceコード、確証実験という分類をしたうえで説明がなされた。

構造安全性試験については、耐衝撃解析コードSIRIUS及びCASSIOPEEと、これらの確証試験MARAについて説明があった。その後、Super Phenix 及び Phenix 関係の試験の紹介があった。

被曝安全性試験については、ナトリウム火災、エアロゾル挙動、ナトリウム-コンクリート反応試験の現状の要約があった後、3600m³のタンク内で約30トンのナトリウムで火災の試験をするというESMERALDA計画の紹介がなされた。

4. まとめと感想

本会議は、日独仏3国協力協定のもとに行われた初めての安全性研究専門者会議であったが、各国ともできるだけの紹介と討議をしあい、ほぼ満足なものであった。独仏の高速炉安全性研

究の現状の違いがわかり、興味深いものであった。すなわち、フランスは既に大型炉を目指した工業化研究的であり、極めて現実的であり、実験が中心のようである。また今回の試験紹介の中には、やや勧誘的、宣伝的なものも入っていた。一方ドイツは理論解析をかため、規制当局の要請もあるだろうが、アプローチの難しい仮想事故関係も何とか研究しようと努力している様子がかがえた。

今後の協力については、互いに合意した分野での研究報告書の交換、本年6月のグルノーブル及びカールスルーエ原子力センターでのナトリウム沸騰・燃料破損伝播試験関係の専門家会議開催、本年末の日本においての被曝安全性研究の専門家会議の開催、1年半後の第2回日独仏高速増殖炉安全性研究専門者会議のヨーロッパでの開催等が決った。

会議の全日程を通じて、高速増殖炉の安全性確立に対する国際協力の重要性が再認識された。