

## 원자력 열수력 실험 성과 및 활용 Workshop 개최 결과

### 1) Workshop 목적

- 원자력 열수력 실험 성과활용의 극대화
- 국내 열수력 해석-실험 전문가 공감대 형성

### 2) Workshop 개요

- 시 간 : 2011. 2. 24(목), 09:10-18:00
- 장 소 : 한국원자력연구원 국제연수관(INTEC)
- 주 최 : 한국원자력연구원 열수력안전연구부
- 후 원 : 한국원자력학회 (원자력열수력 및 안전 연구부회)

번호	시간	주제	발표자	비고
	09:10-09:40	등 록		
P1	09:40-10:00	개회사 환영사 환영사		사회: 권태순
	10:00-10:20	● 원자력(연) 열수력 실험 현황 및 계획	송철화	
A1	10:20-10:45	● APR+ 신개념 개발 및 성능평가 실험	권태순	좌장: 김한곤
A2	10:45-11:10	● SMART 열수력 성능검증 실험	이성재	
A3	11:10-11:35	● RCP 성능검증 시험	정흥준	
A4	11:35-12:00	● SPACE 코드 개발 및 성능검증 실험	김경두	
	12:00-13:35	기념사진 촬영 (현관계단) 중식 (외부식당)	-	
B1	13:35-14:00	● ATLAS 장치 이용 경수로 종합효과 실험	최기용	좌장: 김인구
B2	14:00-14:25	● 다차원 국소유동 특성 평가 개별효과 실험	윤병조	
B3	14:25-14:50	● 원자로 노심 열수력 안전성 평가실험	문상기	
B4	14:50-15:15	● APR1400의 NRC-DC 획득 지원 열수력 실험	윤병조	
	15:15-15:35	휴 식	-	
C1	15:35-16:00	● 고정밀 해석기술 평가·검증 실험 방향	정재준	좌장: 정법동
C2	16:00-16:25	● 신형원전 안전규제 방향 및 현황	김인구	
C3	16:25-16:50	● 안전연구 국제협력프로그램 참여현황 및 계획	김한철	
D1	17:00-17:50	● 종합토론: 열수력 안전성 향상연구 추진방향		진행: 류용호
	19:00-21:00	석 식 (외부식당)	-	

### 3) Workshop 주요 내용

- APR+ 신개념 기술개발 및 성능평가실험
- SMART 열수력 검증 실험
- SPCAE 및 고정밀 해석 기술 개발
- 신형원전 안전규제 방향 및 현황
- 안전연구국제협력 현황
- 종합토론: 열수력 안전성 향상연구 추진방향

### 4) Workshop 종합토론 주요 내용

■ 사회: 류용호 KNS 열수력 및 안전연구부회장

■ 주제: 세 가지로 제안

- 1) 본 워크샵 발표주제에 대한 추가 토론
- 2) 국내 열수력 안전연구 체계,
- 3) 열수력연구의 국제화 등.

#### (1) 본 워크샵 발표주제에 대한 추가 토론

■ 김한곤 (한수원)

열수력 해석 코드인 SPACE코드와 CUPID를 향후에도 계속 병행 개발/관리를 할 예정인가?

■ 정재준 (KAERI)

CUPID 코드에서 가지고 있는 Unstructured Grid 해석틀은 System코드에서는 적용하기 어려운 획기적인 방식이다.

SPACE코드는 Porous Media에서 주로 적용하고, CUPID는 Open Media에서 쓰이는 등, 쓰임새가 다르다. 장기적으로 병행 진행하는 것이 타당하다.

■ 정범동 (KAERI)

SPACE코드는 설계지향적이고, CUPID는 설계검증용 Tool로서의 목적이 틀리는 한 병행하여 진행하는 것이 바람직하다. 향후 SPACE코드의 전략이 정립되면 그 때 가서 논의를 하는 것이 좋다.

■ 심석구 (E)

SPACE코드는 설계코드로서 개발되고 있으며, 향후 feature가 달라질 수 있다. CUPID는 적용 Scale이 다르다. 이로 인해 과거 System Code에서 적용하여 왔던 모델 & 상관식이 모두 수정될 수 있다. 따라서 CUPID코드는 실험과 긴밀한 협조하에

잘 진행되었으면 좋겠다. SPACE코드와 같은 System코드와는 적용성이 다르다.

■ 윤병조 (KAERI)

심박사님 의견에 부연하여, 현재 수행하고 있는 실험들은 코드개발 관점에서 사전에 실험의 수요를 미리 예측하여 수행된 것들이 많다. 과거 이러한 측면에서 코드팀의 실험에 대한 요구가 없었다. 현재는 과거에 사전 실험된 것들이 코드개발에 활용되고 있는 만큼, 장기적으로 요구되는 실험에 대한 큰 그림이 있었으면 좋겠다.

■ 정법동 (KAERI)

Local한 현상을 보기 위한 실험도 의미가 있다. 다만, 실험의 목적이 명확해야 한다. 목적지향적인 실험이 필요하다.

■ 김경두 (KAERI)

우리가 본격 실험을 시작했다고 할 수 있는 90년대 말과 지금은 상황이 많이 다르다. 그 당시는 우리가 실험의 수요를 창출할 수 있는 능력이 없었다. SPACE코드를 개발하면서 그러한 수요가 많이 창출이 되었다. 그러나 지금과 보니, 이번엔 실험팀이 워낙 바빠서, 여력이 부족하다. OECD에서 수행한 PCT 해석결과의 오차는 최대 300℃까지 펼쳐진다. 이 중 반에 해당하는 150℃는 사용자의 영향이 차지하고, 나머지 150℃는 모델 & 상관식의 영향이라고 할 수 있다. 코드에 사용되는 모델 혹은 상관식은 개발되는 코드의 철학과 특성에 부합되어야 한다. CATHARE 코드는 반이 자기 내들의 모델을 쓰고 있는데, 우리는 불과 2개만이 우리의 것이고, 그것도 다분히 실험적인 상관식이다. 실험부와 코드부가 하나가 되어 코드가 필요도 하는 상관식을 구축할 필요가 있다.

■ 김한곤 (한수원)

SPACE와 CUPID코드의 병행개발에 대한 질의의 요체는 KAERI내에서 개발인력이 부족한 상태에서도 현재와 같은 방식으로 진행이 가능한가 하는 측면에서 질문한 것임.

■ 방영석 (KINS)

CUPID코드에 대한 질문으로서, IRWST의 Steam jet의 해석가능성에 대해 살펴본 적이 있다. 현재는 규제활용에 마땅한 것이 없어서 신고리 3&4호기의 Sparger Test를 하기로 했다, 향후에 CUPID 코드를 IRWST의 Sparger 문제에 적용할 수 있도록 해주길 바란다.

■ 권태순 (KAERI)

CUPID와 SPACE코드의 통합은 현 시점에서는 바람직하지 않다. 현재의 인력상황이 어렵다고 포기해서는 안된다. 미래지향적으로 어려울 수록 투자를 해야 한다. 상관식의 개발은 너무 한쪽으로 치우쳐 있는 듯 하다. 코드 개발자도 상관식을 개발할 수 있다. 실험은 검증용으로 수행하는 것으로 방향을 잡아도 좋다. 실험이 그 목적성을 상실하면 바람직하지 않고, 정확한 미션이 필요하다. 현재에도 시스템의 새로운 특성을 검증하기 위해 요구되는 실험항목이 있고, 이러한 부분은 시스템 코드 검증용으로 활

용될 것이다. 3D 코드의 검증의 당위성도 있으나, 이에 치우쳐서 진행하면 미래수요를 엿볼 우려가 있다. 균형적인 실험을 수행하는 것이 바람직하다.

■ 류용호 (사회, KINS)

의외로 아직도 정확한 현상 이해를 위해 알아야하는 열수력 현상이 많다. 예를 들어 격납건물 내부 열수력에 대한 연구가 상대적으로 적어 보인다. 필요에 맞는 적절한 실험이 필요하다.

■ 심석구 (KAERI)

KAERI의 실험을 분류하면 크게 대형실험, 계측기술 개발, 소규모 열수력 실험으로 될 것 같은데, 현재 실험연구 방향에 대한 패러다임 관점에서 중요한 시기인 것 같다. 기존의 상관식은 코드가 작은 스케일의 문제를 다루게 되면서, Mechanistic 모델 접근방식으로 전환될 필요가 있고, 이를 위해 요구되는 실험을 수행해야 하고, 코드개발과 연계하여 진행해야 한다. 돈 많이 안들이고도 단계를 뛰어넘을 수 있다.

■ 김태한 (KAERI)

SMART 개발과 관련하여 SMART 인허가용 코드인 TASS-SMR 연계 Activity가 있는가?

■ 송철화 (KAERI)

SMART 관련하여서는 새로운 코드개발 노력은 없다. 다만 표준 설계를 인허가 하는 과정에서 TASS-SMR을 평가하기 위한 노력이 수행되고 있고, VISTA\_ITL, SMART-ITL 을 통해 TASS-SMR 코드가 평가 검증될 예정이다. 코드개발 관련 노력은 없다.

## (2) 국내 열수력 안전연구 체계 : 각 기관별 협력

■ 방영석 (KAERI)

격납건물 살수시스템의 성능에 대한 실험 필요성이 제기되었다. 이에 대한 평가실험을 해주면 좋겠다. KAERI-KINS에 대한 협력은 잘 되고 있다고 본다. 최근 KAERI 정법동 박사님이 KINS쪽에 많은 도움을 주었다.

■ 백원필 (KAERI)

각 기관별 협력은 인력의 Resource의 제한을 염두에 두어야 한다. 이를 위해 실험자체의 신뢰성에 대한 믿음을 확인하고, 검증할 수 있는 체계가 확실해야 한다. KAERI 개발 시스템 혹은 산업체 개발 시스템을 위한 실험, 즉 대형실험은 KAERI에서 수행하게 될 것 같은데, 예산을 어디서 지원을 받든, 실험자체에 대한 부담에서 자유로워야 한다. 일본의 경우 별도의 안전센터를 두어 독립적으로 조직화하였는데, 우리도 이러한 측면을 고려하여야 한다. 중복실험은 가능한 막아야 하고, 기관간 양보도 필요하다. 산업체가 의뢰한 실험이라도 KINS에서 모니터링을 가능하도록 해야 한다. 현재의 KAERI-KINS의 협력은 기존의 협정을 고려하여 보완되는것이 현실적이다. Technical

Flow는 잘 되게 해주는 것이 좋다. 그리고, SPACE에서 사용하고 있는 모델들에 너무 국산이 없다. 우리 고유의 모델을 적용하고자 하는 의도적인 노력도 필요하다.

■ 김인구 (KAERI)

백박사님 의견에 동의한다. 두 신형로에 대한 심사를 수행하는데, 전문가 자문을 줄때 사업과 연계하여 선정에 고민이 된다. 이러한 고민에 대해서 백박사님의 이해도 잘 되고 있다고 생각한다.

■ 김희동 (KAERI)

KINS 사업부서에서 지원받을 곳이 없는 듯 하다. 독립성이 따로 주어져야 하는데, 어렵다. 국제협력이 매우 중요하다. 과거에 비해 우리가 앞서가야 하는 입장이 되어가고 있으면서, 이러한 국제협력이 중요해 진 것 같다. 현안을 자주 던질 필요가 있고, 국제 미팅에 적극적인 참석도 필요하다. 산업체에서도 중요성을 함께 인식하여 국제협력이 활성화 될 수 있게 되기를 바란다.

■ 송철화 (KAERI)

시스템 스케일에 대한 실험의 필요성이 아직 상당수 있다. 그리고, 새로운 현상, 다차원실험, 코드개발의 불확실성, 정량화를 위한 새로운 데이터가 필요하다. 선진 안전해석코드의 개발관점에서 Mechanistic 접근방식이 강조되고 있다. SPACE, CUPID의 두 코드가 합쳐지는 데에는 시간이 필요하다. 대 KINS측면으로서의 KAERI 역할은 연구의 재원과 관계없이 KAERI 데이터의 접근성을 균등하게 줄 필요가 있다. 과거에는 KAERI에서 많은 것들을 얻었지만, 지금부터는 적극적으로 주겠다. ISP는 국제 Leadership 측면에서도 의미가 크다. 선도하는 그룹이 되도록 하겠다.

### (3) 중요 논의 결과 요약

- SPACE와 CUPID코드의 병행개발 : 현재의 개발인력이 부족한 상황에서 병행개발에 어려움이 있으나 각각의 코드 적용성이 다른 만큼 지속적인 개발이 필요함.
- 열수력 실험 계획 : 코드 검증, 현상 규명, 상관식 개발 등 목적지향적인 실험이 수행되도록 하는 것이 필요함.
- 기관 간 협력 : 기존의 KINS-KAERI 연구협력 협정을 지금 환경에 맞추어 개정할 필요가 있으며, 국제협력 활성화 측면에서 산업체의 참여 제고가 요구됨.

끝.