

3차원 운전지원시스템 (OASIS)

설계연구실

남윤덕
T. 042-868-1076
E. ydnam@knfc.co.kr

OASIS는 3차원 노심설계코드를 기반으로 원자로의 측정신호를 이용하여 실시간 노심상태를 파악할 수 있으며, 감시결과를 반영한 노심예측 계산이 수행되는 운전지원체계임. 정확한 노심감시를 통한 노심추적 계산과 3차원 출력분포 보정법 등의 기술을 활용하여 신뢰성 높은 노심예측을 수행할 수 있으며, 간편한 입력과 인터페이스를 기반으로 결과 분석이 용이함.

기술 내용

* 배경

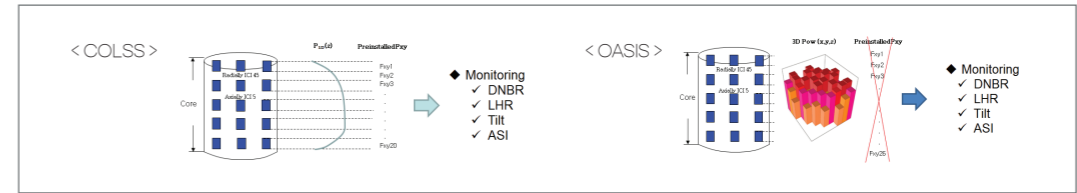
원자력발전소의 효율적인 노심운동을 위해 실시간 노심감시와 감시결과가 반영된 노심예측 기술을 포함한 운전지원시스템은 필수적임. 그러나 OPR1000과 APR1400 원전은 현재 COLSS로 감시하고 이와 독립적으로 ACEONED 코드로 제한적인 노심예측계산을 수행하고 있음. COLSS의 경우 노내계측기 신호와 미리 설정한 설계값(Fxy)으로부터 출력분포를 합성함으로써 보수적인 감시계산을 수행하며, ACEONED의 경우 1차원 노심코드 기반으로 3차원 코드의 보정치를 이용하여 노심예측계산을 수행하므로 노심상태가 보정할 때와 다르면 신뢰도가 크게 감소하는 단점이 있음. 따라서 정확한 노심감시를 위해 3차원 노심설계코드 기반으로 노내계측기 신호를 이용한 실시간 노심감시 시스템이 필요하며, 감시결과를 반영한 3차원 노심예측계산으로 정확도가 매우 높은 운전지원체계 구축이 필요함.

* 목적 및 필요성

- 신뢰도 높은 노심예측을 위한 정확한 노심감시 시스템 구축
 - 3차원 노심설계코드를 이용한 출력변환상수(W) 및 3D 출력연계계수를 노심 측정자료와 결합하여 3차원 출력분포 계산
 - 실시간 3차원 출력분포를 이용한 DNBR · LHR · POL 마진, Tilt 및 ASI 계산 수행
- 노심감시 결과를 반영한 신뢰도 높은 노심예측 시스템 구축
 - 감시결과를 예측에 반영할 수 있도록 3차원 출력분포 보정법을 적용하여 신뢰도 높은 예측계산 가능
 - 간편한 입력과 쉬운 인터페이스를 이용해 노심예측 계산 및 분석이 가능한 GUI 환경 구축
- OASIS 설치 및 사용의 필요성
 - 장기 저출력 운전 및 부하추종 운전시 기존 핵설계 보고서와 운전지원 상수의 부정확성 해결
 - CIPS와 같은 이상노심이나 RPCS와 같은 비상노심에 대한 노심예측 지원 가능

* 기술 구성

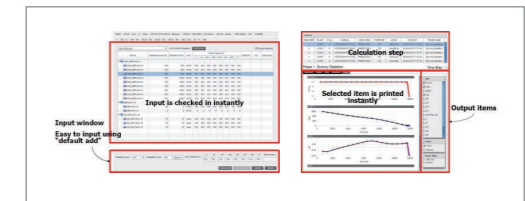
- 시스템 환경 관리
 - 발전소 정보 등록 노심 예측계산에 대한 만족여부를 판단하게 위해 필요한 설계요건 입력
 - Snap Shot 파일관리 및 분석 GUI 초기화, 민감도 정보 수집 및 AsCORE 운영을 위한 관리
 - Plant Data DB 관리, 노심감시 계산에 필요한 노내계측기 측정자료, 출력, 제어봉 위치 등 자료관리
- 노심감시 기능
 - 주기적 3차원 출력연계계수(Periodic 3D-PCF)를 통한 정확한 3차원 노심출력분포 결정 : 3차원 노심설계코드를 이용한 W' 및 3D-PCF와 실시간 노내계측기 신호를 합성하고 실시간 3차원 출력분포를 계산하여 DNBR, LHR, Tilt, ASI 등을 감시



• 노심예측 기능

- 정지여유도(SDM) 계산
 - 운전 Mode 1, 2에서 운영절차서의 요구 정지여유도 만족 여부 계산
 - 운전 Mode 3 이상에서 요구 정지여유도를 만족하는 최소 붕소농도 계산
- 예상임계점(ECP) 계산 정지후 기동시 Mode 2 (H2P)에서 예상 임계 붕소농도 또는 제어봉 위치 계산
- 축방향출력분포인자(ASI) 제어 출력증감발시 운영절차서 ASI 범위내 운전 가능한지 도의 계산
- 주기말 연장운전 모사 계산 주기말 연장운전시 ASI 고정 또는 제어봉 위치 고정 옵션에 따른 도의계산
- 부하추종운전 모사 계산 운전 중 시나리오에 따른 일일 부하추종 운전 모사계산
- 일반 3차원 노심 계산 노심 반응도 인자 및 일반 노심계산을 위한 다양한 옵션의 노심계산

• 사용하기 쉬운 GUI 환경 구축



기술 우수성

* 기술특징

- 3D-PCF 및 3차원 출력분포 보정법 적용으로 보다 정확한 노심 감시와 예측 가능
- 발전소 운영절차서와 연계하여 다양한 계산 옵션 제공
- 간편한 입력과 인터페이스를 이용해 결과분석이 용이한 GUI 환경 제공
- 한전원자력연료의 고유 노심설계코드 체계와 연동

* 기대효과

- 긴급히 발생된 노심정지나 출력감발 상황 발생 시 즉각적인 노심예측 계산으로 운전전략 수립 용이
- 장기 저출력운전과 같이 노심연소조건 변경에 따른 핵설계보고서 및 운전지원 상수의 유효성 문제 해결
- 추후 COLSS 대체의 노심감시 시스템으로 사용될 경우 많은 운전 여유도 확보 가능

기술 적용현황

- 국내 2개의 OPR1000 원전에 대한 Off-line 노심감시 및 노심예측계산 수행
- ECP계산 및 ASI 제어 계산에 대한 검증계산 완료
- 국내 OPR1000, APR1400 원전에 적용 협의
- UAE BNPP와 적용 협의 예정

제공 가능 품목

- OASIS 시스템 구축
- OASIS 사용자 교육 및 매뉴얼
- 지속적인 OASIS 모델 및 시스템 업데이트

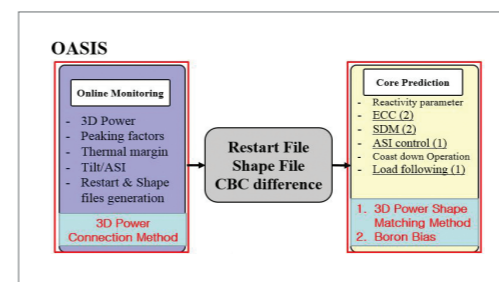
Prediction

DATE TIME	PCF	SDM	ASI	PG	FE	FB	LHR	ASIP	ASIS
2013-07-25 16:23:44	99.81	1182.31	1182.31	-0.0000	1.9391	1.9824	1.9281	1.4731	107.2774
2013-07-25 16:24:00	99.71	1183.87	1183.86	-0.0000	1.9392	1.9825	1.9282	1.4732	107.2806
2013-07-25 16:24:16	99.61	1185.44	1185.43	-0.0000	1.9393	1.9826	1.9283	1.4733	107.2838
2013-07-25 16:24:32	99.51	1187.01	1187.00	-0.0000	1.9394	1.9827	1.9284	1.4734	107.2870
2013-07-25 16:24:48	99.41	1188.58	1188.57	-0.0000	1.9395	1.9828	1.9285	1.4735	107.2902
2013-07-25 16:25:04	99.31	1190.15	1190.14	-0.0000	1.9396	1.9829	1.9286	1.4736	107.2934
2013-07-25 16:25:20	99.21	1191.72	1191.71	-0.0000	1.9397	1.9830	1.9287	1.4737	107.2966
2013-07-25 16:25:36	99.11	1193.29	1193.28	-0.0000	1.9398	1.9831	1.9288	1.4738	107.3000
2013-07-25 16:25:52	99.01	1194.86	1194.85	-0.0000	1.9399	1.9832	1.9289	1.4739	107.3032
2013-07-25 16:26:08	98.91	1196.43	1196.42	-0.0000	1.9400	1.9833	1.9290	1.4740	107.3064
2013-07-25 16:26:24	98.81	1198.00	1197.99	-0.0000	1.9401	1.9834	1.9291	1.4741	107.3096
2013-07-25 16:26:40	98.71	1199.57	1199.56	-0.0000	1.9402	1.9835	1.9292	1.4742	107.3128
2013-07-25 16:26:56	98.61	1201.14	1201.13	-0.0000	1.9403	1.9836	1.9293	1.4743	107.3160
2013-07-25 16:27:12	98.51	1202.71	1202.70	-0.0000	1.9404	1.9837	1.9294	1.4744	107.3192
2013-07-25 16:27:28	98.41	1204.28	1204.27	-0.0000	1.9405	1.9838	1.9295	1.4745	107.3224
2013-07-25 16:27:44	98.31	1205.85	1205.84	-0.0000	1.9406	1.9839	1.9296	1.4746	107.3256
2013-07-25 16:28:00	98.21	1207.42	1207.41	-0.0000	1.9407	1.9840	1.9297	1.4747	107.3288
2013-07-25 16:28:16	98.11	1208.99	1208.98	-0.0000	1.9408	1.9841	1.9298	1.4748	107.3320
2013-07-25 16:28:32	98.01	1210.56	1210.55	-0.0000	1.9409	1.9842	1.9299	1.4749	107.3352
2013-07-25 16:28:48	97.91	1212.13	1212.12	-0.0000	1.9410	1.9843	1.9300	1.4750	107.3384
2013-07-25 16:29:04	97.81	1213.70	1213.69	-0.0000	1.9411	1.9844	1.9301	1.4751	107.3416

Select calculation option:
 ECP, SDM, ASI Control, Cycle Depl, Load Follow, 3D General

• 3차원 출력분포 보정법을 적용한 예측계산의 정확성 향상

- 실시간 노심감시 결과를 이용하여 노심설계코드와 실측 노심 출력분포 편차를 보정



기술완성도 (TRL)

- 상용데모

사업 방향

- 기술 이전
- 라이선싱
- 공동 연구
- 융역 수행
- 기타