

## 원전 구조물 SC 구조 적용 방안 Application of SC System to Nuclear Power Plant Structures

류용철, 이종보  
KHNP NETEC, 대전시 유성구 사서항 149, ruyc0212@khnp.co.kr

### 1. 서 론

원자력 발전소의 건설공기(최초 콘크리트 타설부터 상업운전까지)는 경제성에 큰 영향을 미치는 요소 중의 하나로서 원자력 발전사업자의 최우선 관심사이다.

국내 원전의 건설 표준 공기는 60 개월이다. 영광 3 호기 63 개월, 울진 3 호기 61 개월, 영광 5 호기 58 개월이며 신고리 1 호기의 계획공기는 54 개월로 건설경험의 축적에 따라 점진적으로 단축되어 왔으나, 기존의 건설 공법으로는 공기 단축의 한계가 있었다. 국내 최초의 1400 MW 급 APR1400 의 궁극적인 건설공기 목표는 48 개월로서 6 개월의 시운전기간을 제외하면 최초콘크리트 타설부터 핵연료 장전까지 42 개월 만에 모든 구조물 및 기기 설치 공사가 완료 되도록 모듈화 공법을 적극 도입하였다.

미국과 일본에서는 건설공기의 단축을 위하여 설비 및 구조물의 모듈공법을 적극 도입하고 있는 추세이다. 미국의 Westinghouse (WH)사는 신형원자로 AP600 및 AP1000 을 개발하면서 경제성 극대화를 위하여 기기 및 설비의 모듈화는 물론 SC(Steel Plate Concrete) 구조체를 개발하여 보조건물의 벽체 일부 및 원자로 건물내 원자로 2 차 차폐벽을 모듈화 함으로서 원전 건설공기를 40 개월대로 단축하려고 있다.

일본에서는 1990 년부터 산학 협동으로 SC 구조에 대한 설계방법을 연구하여 최근에는 기술기준을 제정할 단계에 있다. Ohl #3,4 호기(PWR, 1180MWe, 1991 년 상업운전) 가압기 및 증기발생기 벽체(철판 비구조재), Kas- hiwazaki Kariwa #6,7 호기(ABWR, 1356MWe, 1996 년 상업운전) 원자로 건물 및 터빈건물의 비내력 벽체, 보조건물 Partition Wall 일부와 Tsuruga #3,4 호기(APWR, 1538MWe) 원자로 건물 내부벽체 등의 설계에 SC 구조를 적용하고 있다.

### 2. 본 론

SC 구조 모듈공법은 RC 구조물의 거푸집과 철근 대용으로 철판과 최소량의 철근 설치한 이후 콘크리트 충전 작업과 병행하여 기계, 전기등의 설비 설치작업을 시행함으로써 현장건설물량의 감소 및 병행작업의 최대화를

통한 원전공기를 단축할 수 있는 신공법으로 핵심기술, 기반기술, 관련기술은 아래와 같다.

구 분	세부 내용
핵심기술	- 기술기준 개발 - 기술기준 작성을 위한 실험 - 설계 및 구조해석 기술 - 구조/기기 모듈화 기술
기반기술	- 표준원전 및 APR1400 의 설계 시공기술 - 일반 구조특성실험 및 내진실험 계획 및 해석 기술
관련기술	- 모듈화 선박 건조 및 해양플랜트 설계, 시공 기술 - 합성구조 설계, 시공, 실증시험 기술 - CFT 개발 기술

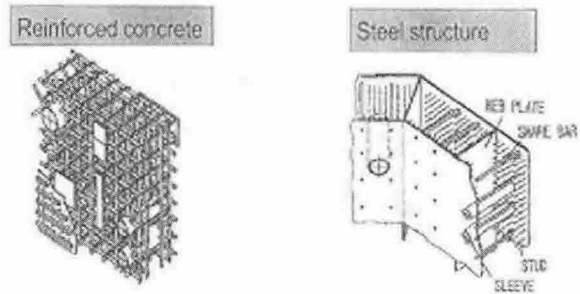


그림 1. RC 구조와 SC 구조 비교

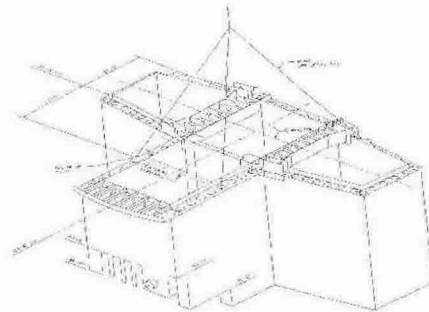


그림 2. AP-600 의 모듈 개념도

국내 원전산업에 SC 구조를 적용하기 위해서는 원전사업자 외에도, 기술기준 수립 및 관련 실험을 수행할 학회 및 연구기관, 기술기준의 인증관리를 담당하는 공인기관, 설계기술로 활용할 엔지니어링 기관, 원전 적용성을 심의하는 규제기관 등 다양한 기관의 적극적 참여가 필수적이다.

SC 구조의 국내 원전적용을 위해 요구되는 기술기반은, 국가표준의 SC 구조 설계지침 및 SC 구조 표준시방서 완비와 원전 시범건물설계에 대한 인허가성 확인, 그리고 향후 구조물/기기 복합모듈로의 확장을 고려한 설계세목 등으로서, 이를 해결하기 위한 기술개발 항목은 다음과 같으며,

핵심 기술	세부 내용
기술기준 개발	- SC 구조 설계지침서 개발
	- SC 구조 표준시방서 개발
	- 기초실험, 접합부 실험 및
	- 기기 지지성능 시험
	- 내진시험 및 해석
	- 내화성능시험
설계 및 구조 해석 기술	- 원전건물 SC 구조 시범설계
	- 인허가성 검토
구조/기기 모듈화 기술	- 구조/기기 모듈화방안 수립
	- 시공 및 제작성 검토
	- 적용효과 분석

기술개발 과정에서의 분야별 취약기술 및 활용 가능기술에 대해서는 다음과 같이 분석되어, 면밀한 계획에 의거 국내 전문기관 참여하에 기술개발을 추진할 경우 충분히 성공가능하다고 판단된다.

분야	취약 기술	활용 가능기술
기술기준 개발	- 국내외 참조 기술기준이 적음	- 일본 SC 구조 기술기준 참조
	- 실증실험 국내 기반 미흡	- 특수 실험의 국내 전문기관 공동/분할 수행
	- 대형 내화실험 등 국내 실증실험 기반 미흡	- CFT 설계 및 시공 지침서 개발 경험

시범 설계 및 해석 기술	- 국내 기술기준 및 적용사례 부재	- APR1400 설계 개발경험 및 기술
	- SC 설계의 인허가 경험 없음	
모듈화 기술	- 국내 시공사의 구조물 모듈제작 및 시공경험 없음	- 조선분야 모듈화 기술
		- 원전 기기/철근 모듈공법 적용경험

### 3. 결 론

원전의 경제성 향상을 통한 경쟁력 제고의 일환으로, 한수원에서는 1 차적으로 철근을 대신하여 콘크리트 표면에 강판을 사용하는 새로운 개념의 합성구조 형식인 SC 구조모듈화 기술개발을 추진하고, 나아가 기기, 배관 등을 포함하는 복합모듈화 기술로 확장 개발하여, 향후 APR1400 형 신규원전에 단계적으로 적용함으로써 혁신적인 건설공기 단축을 도모해 나갈 계획이다.

또한 국내 SC 구조의 기술기준이 개발되고, SC 구조 모듈과 기기모듈의 동시 적용 기술개발로 원전 구조물에 적용할 수준이 되면, 교량구조물과 대형건물/구조물, 일반플랜트, 화력발전소 등의 분야에서도 시공 생산성과 경제성을 확보하기 위해 범용기술인 SC 구조 모듈화공법의 설계/시공 기술을 빠르게 도입하게 될 것으로 예상된다.