

원전구조물 부위별 철근모듈화 방안 연구

The Rebar Modulation Method in the Area of the Nuclear Power Plant Structures

이 병 수* 방 창 준** 김 석 철*** 임 상 준**** 박 종 혁*****
 Lee, Byung-Soo Bang, Chang-Joon Kim, Hun Jin Lim, Sang-Joon Park, Jong-Hyuk

Abstract

Because of the complicated shape and the overcrowded arrangement of rebar, there are some problems in applying the rebar modulation for the Nuclear Power Plant Structures. In order to resolve these problems, we have been studying the rebar modulation method applying techniques of the high strength rebar for NPP Structure. After reviewing the rebar drawing of the NPP structures and performing the mock-up test, the rebar modulation method in the various area of the NPP Structure has been established. I will introduce this method and the future plan of the research.

키 워 드 : 원전구조물, 철근모듈화, 3D 시뮬레이션, Mock-up 실험

Keywords : Nuclear Power Plant Structure, Rebar Modulation, 3D Simulation. Mock-up Test

1. 서 론

원전구조물은 복잡한 형상과 과밀배근 등으로 일반구조물에 비해 철근모듈화 적용이 어려운 실정이지만, 고강도철근 적용기술 개발과 연계하여 철근모듈화 공법을 적용하고자 연구를 진행중에 있으며, 원전구조물의 도면검토와 실험적 검증을 통해 도출된 원전구조물 부위별 모듈화 방안과 향후 추진방향 등을 소개하고 한다.

2. 원전구조물 부위별 배근특성 및 고려사항

원자로건물 및 보조건물의 12개 주요부위에 대한 도면검토를 통해 각 부위별 철근배근의 특성과 철근배근 작업시 고려사항 등을 아래 표와 같이 도출하였다.

표 1. 원전구조물 부위별 특성 및 고려사항

구조물 부위	특 성	고려 사항
원자로기초 하부 (EL.45')	6 Layer 격자배근 / 58m x 58m / 약 900톤	보조건물 기초철근 연결부위 및 모듈화 효율성 저하
텐돈갤러리 하부 (EL.55')	6 Layer 격자배근 / 61m x 61m / 약 334톤	보조건물기초 연결구간 및 모듈화 효율성 저하
원자로 공동부 하부 (EL.55')	4 Layer 격자배근 / 30m x30m / 약 253톤	기초 1단 타설전 현장설치 가능 → 모듈화 효과 반감
텐돈갤러리 벽체 (EL.55'~68')	2x2 Layer(외벽) / 2 Layer(내벽) / 외경 약 50m	텐돈갤러리 하부 철근 간섭
원자로 공동부 상부 (EL.66')	6 Layer 격자배근 / 22.9m x 15.8m / 약 51톤	Sump 구간
텐돈갤러리 상부 (EL.68')	6 Layer 방사 및 원형 배근 / 외경 51.8m / 약 186톤	트럼펫 및 sheath 관입부분
원자로기초 상부 (EL.78')	6 Layer 방사 및 원형 배근 / 외경 51.8m / 약 821톤	Sump 구간
1차 차폐벽	내·외부 각 2 Layer 배근	배근이 매우 복잡함
2차 차폐벽	내·외부 각 4 Layer 배근 / 원형 벽체 / 겹침이음 가능	기초상부면의 철판과의 커플러 이음 고려
원자로건물 외벽	원형(수평/수직철근) 및 방사형(전단철근) 배근 / 외경 약 48m	원자로관 입구 및 설비관 부위 간섭고려 Sheath관 설치순서 및 CLP-시스템거푸집 간섭 고려
보조건물 기초 (EL.40'~45')	격자형 배근 (4Layer)	벽체 접합부, 원자로 기초 연결부 및 단차부분 고려
보조건물 벽체	벽체 내·외부 각 4 Layer 배근 / 높이 약 30m	Embedded plate 스테드 볼트, 내부 H형강 기둥 간섭

* 한국수력원자력(주), 차장, 교신저자(lbs@khnp.co.kr)

** 한국수력원자력(주), 부장

*** 한국수력원자력(주), 주임

**** 한국수력원자력(주), 대리

***** 한국수력원자력(주), 대리

3. 원전구조물 부위별 모듈화 방안도출

원자로건물 외부벽체는 전체 높이에 걸쳐 1/6씩 나눈 방사형 부분모듈, 원자로건물 2차 차폐벽은 내외부 일체식 모듈, 그리고 보조건물 벽체는 벽체내 H형강 간섭을 고려한 내외부 개별식 모듈화방안을 도출하였으며, 기타 부위에 대한 모듈화방안은 아래 그림과 같다.

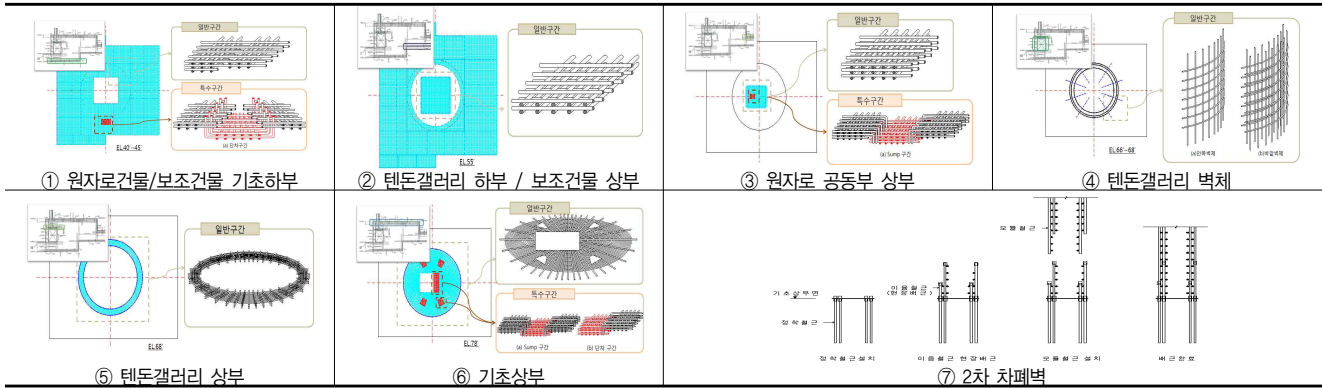


그림 1. 주요부위별 모듈화 방안

4. 3D 시뮬레이션 모듈화검증 부위도출

원전구조물 부위별 배근특성 및 고려사항을 반영하여 Mock-up실험과 3D 시뮬레이션 방법을 통해 모듈화 적용성을 검증하기로 결정하였으며, 주요부위별 검증방법은 아래표와 같다.

표 2. 도출된 모듈화방안에 대한 검증방법

구조물 부위	Layer	모듈화 방안	시공성 평가법	적용성
원자로 기초 하부	6	6Layer 부분 모듈	Mock-up 예정	△
텐톤갤러리 하부	6	6Layer 부분 모듈	Mock-up 예정	△
원자로 공동부 하부	4	2Layer 전체 모듈 / 4Layer 전체 모듈	3D 시뮬레이션	△
텐톤갤러리 벽체	2	2Layer 부분 모듈	3D 시뮬레이션	○
원자로 공동부 상부	6	6Layer 전체 모듈	3D 시뮬레이션	◎
텐톤갤러리 상부	6	6Layer 전체 모듈 / 6Layer 전방사형 부분 모듈	Mock-up 예정	○
원자로 기초 상부	6	2Layer 전체 모듈	3D 시뮬레이션	○
1차 차폐벽	2	모듈화 미적용	-	×
2차 차폐벽	4	내·외부 일체식 부분 모듈(방사형)	3D 시뮬레이션	◎
원자로 외부벽체	6	내·외부 일체식 부분 모듈(방사형)	3D 시뮬레이션	○
보조건물 기초	4	4Layer 부분 모듈	Mock-up 예정	△
보조건물 벽체	4	내·외부 개별식 부분모듈 / 내·외부 일체식 부분 모듈	Mock-up 예정	◎

5. 결 론

원전구조물 부위별 모듈화방안과 이의 검증방법을 도출하였으며, 3D 시뮬레이션과 Mock-up 실험을 통해 모듈화 적용시 문제점과 이의 개선방안을 도출할 계획이다.

Acknowledgement

본 연구는 2013년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행되었으므로 이에 감사드립니다.(No.2011T100200162)

참 고 문 헌

1. ACI 349-06 Code Requirements for Nuclear Safety- Related Concrete Structures and Commentary, 2006
2. ASME III, Division 2 Code for Concrete Containments, 2011
3. KEPIC SNB 원자력구조-격납구조, 대한전기협회, 2007
4. KEPIC SNC 원자력구조-철근콘크리트구조, 대한전기협회, 2005