

원자력발전소와 콘크리트

崔 鍾 範

(韓國電力 技術研究員 室長)

원자력발전소는 부지 주변의 발생가능지진, 대풍, 홍수 등의 자연재해를 고려하여 안전성 평가를 거쳐 설계된다.

특히, 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기는 安全停止地震(Safety Shutdown Earthquake)시에도 제기능을 발휘해야 하는 耐震範疇 1級으로 분류되어 엄격하게 관련법규로 규제하고 있다. 특히, 원자력발전소의 원자로건물은 냉각재상실사고(LOCA)시 발행하는 높은 온도(섭씨 약 170°C)와 압력(약 4.6kg/cm)을 감당하여 방사능누출을 막고 내, 외부 飛散物로부터 시설물을 보호하기 위한 대표적인 내진범주 1급 구조물이다.

원자로건물은 지상 높이가 약 60m로, 내경 약 40m, 두께 약 3.8mm의 철판으로 밀폐되어 있고 1, 2차 차폐벽으로 중요 기기를 보호하고 있으며, 기초 Mat는 약 3m 두께로 외곽 격납셀구조는 두께 약 1.2m 벽체와 반구형의 돔형태로서 설계강도 약 420kg/cm의 고강도 콘크리트를 사용하며 구조물의 안정성과 경제성을 높일 수 있는 포스트텐션 공법으로 압축응력을 준 P.S콘크리트가 일반적인 형태이다. 원자력발전소의 콘크리트는 일반토목공사 경우와는 달리 배합설계, 배치플란트의 운용, 타설 및 양생에 이르는 전과정이 엄격한 품질관리를 통하여 운용되며, 또한 모든 기록이 영구보존되도록 규제되어 있다. 특히, 원자력발전소의 콘크리트는 균열방지와 내구성 중대 및 엄

해로부터 보호를 위하여 TypeV 시멘트를 사용하며, 골재의 알카리반응시험을 통한 배합설계, 수화열 발생방지를 위한 Ice Plant운용, 자동계량 및 기록장치를 갖는 배치플란트 운용과 포스트텐션 설계를 위한 콘크리트 Creep시험을 요하며, 높은 방사능 지역은 운전원을 보호하기 위하여 납벽돌로 차폐 또는 철광석을 이용단위중량을 증가시킨 중량콘크리트 사용하는 등 일반토목공사와는 몇가지 특색이 있다.

원자력발전소는 핵연료 장전전 원자로 건물에 설계압력을 가하여 구조해석 결과와 시공결과 부합여부를 평가하는 구조건전성시험(Structural Integrity Test)을 실시하며 운전 1년 경과후 다시 구조건전성 여부를 판단하기 위한 구조건전성시험을 실시한 후 매 10년 주기로 구조건전성을 평가한다. 또한 건설후에도 원자로 건물에 매설되어 있는 각종 현장계측설비를 이용하여 관련 시방서 및 절차서에 따라 정기적으로 가동중검사(In-Service Inspection)를 실시하므로써 원자로 건물의 포스트텐션 시스템의 지속적인 구조건전성 유지여부를 검사하고 있다. 위에 서술한 바와 같이 원자력발전소는 대규모 설비로서 까다로운 설계 조건과 시공과정을 거치는 대규모 구조물로서 구조개선과 경제성제고를 위하여 향후 고강도 콘크리트의 성력화가 필요하다고 사료된다. 이에 따라 일반적인 고강도 콘크리트의 강도 및

제반 역학적 성질을 개선하기 위하여 탄소섬유, 고성능감수제, 중합체(Polymer)등을 이용한 특수고강도 콘크리트에 대한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있으나 실제적용하기 위하여는 경제성 및 균질한 품질보증이 확보될 수 있도록 시공상의 문제점 개선에 크게 비중을 두어야 할 것으로 판단된다.

원자력 발전소의 대부분이 콘크리트로 이루어져 있고 국가의 기본에너지인 전력의 많은 부분을 공급하는 중요한 구조물임을 감안할 때 원자력발전소의 건설 및 운용에서 콘크리트가 차지하는 비중은 대단히 크다고 할 수 있다. 특히 발전소의 대형화와 다양화에 따라 구조물의 안전성과 경제성 확보의 중요성은 날로 증대되고 있어 콘크리트 분야의 중장기 연구개발 계획 또한 이러한 욕구를 충족시키기 위하여 단계별 목표를 설정하여 수행되어야 하며, 건설현장의 콘크리트 품질관리 시험업무를 병행하여 포괄적인 기술지원은 물론 자료를 축적하여 원자력발전소의 설계와 시공 및 운용에 적절히 활용할 시점에 이르렀다. 콘크리트 연구분야는 한국전력 기술연구원의 토건연구실에서 담당하고 있으며, 중장기 연구개발 계획에 따라 지금까지 수행된 과제는 구조

물의 품질관리 및 안정성 평가를 위한 콘크리트 비파괴 검사 기술에 관한 연구 콘크리트 혼화재로서의 Fly-ash 이용 및 원자력 발전소 격납 건물의 구조건전성 평가에 대한 연구가 완료되었다.

원자력 발전소의 구조설계에 관련된 주요 연구 분야는 구조물 안전성 평가 및 사후 유지관리, 최적 구조해석 및 설계시스템 개발, 콘크리트 재료의 개발 및 적용 등으로 대별되나, 이 중에서도 콘크리트 공학에 관련된 여러 가지 문제의 해결은 가장 시급히 추진되어야 할 연구이다. 안전하고 경제적인 원자력발전소를 건설하기 위하여서는 이에 관련된 여러 가지 콘크리트의 문제점에 대한 연구가 포괄적으로 이루어져야 하며, 이러한 연구사업은 한국전력 기술연구원의 연구팀만의 일이 아니고 콘크리트 공학분야에 몸담고 있는 모든 사람들이 관심을 가지고 참여하여야 할 일이다. 우리 학회가 창립1주년을 맞아 콘크리트에 관한 학문과 기술 보금이 점차 활성화 되고 있음을 감안할 때 원자력 발전소에 관련된 콘크리트의 재료와 구조저동에도 깊이있는 연구를 하여 많은 회원들의 학문적 이론지식과 경험의 기술지원이 더욱 요청되는 바이다.