

월성원전 방사선비상계획구역에 대한 주민소개시간 산정 예비결과

정양근, 이갑복, 김성민, 방선영

한국전력공사 전력연구원, 대전시 유성구 문지동 103-16

원자력발전소 사고시 다량의 방사선물질이 주변 환경으로 누출되어 인근 주민들에게 일정기준 이상의 방사선량 피폭이 예상될 경우, 주민보호조치의 일환으로 소개시키는 방법이 고려된다. 지금까지 국내에 수립되어 있는 소개시간 추정방법의 전반적인 가정 및 분석절차는 미국 관련규정 NUREG-0654[1]를 준용하고 있으나 원전 주변의 교통흐름 분석 등이 고려되지 않은 단순가정에 근거하고 있어 예상되는 사고 시나리오의 상황을 적절히 반영하기 어렵다.

교통흐름 모형으로 미시적 교통통제시스템인 NETSIM[2]은 도시내의 교통을 정밀하게 모사하는 것이 특징으로 차량추종이론에 의해 각각 차량의 이동상황을 매초간격으로 계산하여 도로 네트워크상의 교통흐름을 분석하는 모델이다.

NETSIM 코드에서는 교차로에서의 병목현상으로 인한 지체시간 및 비상계획구역을 벗어나는 시간대별 차량수를 계산하여 전체적인 소개시간을 산정하게 된다. 이러한 출력결과를 얻기 위해 도로의 기하학적 구조(차로, 교차로 등), 도로상태, 지역·시간별 소개차량 분포 등이 필요하다.

본 연구에서는 월성원전을 대상으로 미시적 교통흐름분석 시뮬레이션 NETSIM을 이용하여 방사선비상계획구역내 주민들의 소개시간을 산정하였다[3]. 월성원전 주변지역의 교통흐름분석을 위해 제반 교통현황여건 및 계절별·요일별 교통량조사를 실시하였다. 교통환경 분석에 필요한 자료의 수집과 교통특성 파악을 위해 2004년 7월부터 2005년 2월까지 3차에 걸친 현장조사를 실시하였으며, 그 결과로 계절별·요일별 배경교통량과 관광지별 차량 유입대수를 도출하였다.

교차로에서의 차량 통행방법은 우선통행순위를 직진, 좌회전, 우회전 순으로 정했으며 우선순위 차량이 포화일 경우에 차순위 차량은 정체하는 것으로 가정하였다. 이는 직진차량의 정체는 바로 원전 부근에서 차량의 정체를 유발하기 때문에 이를 방지하기 위함이다.

비상계획구역으로의 차량유입 통제 및 회전을 변경은 그룹 I 지역(반경 2km 이내)은 소개결정후 45분부터, 기타지역(반경 2km~8km 이내)은 소개결정후 1시간부터 이루어지며, 비상계획구역내 진입차량은 교통혼잡을 피하기 위해 U-turn 하지 않는 것으로 가정하였다.

계절별 교통량조사 및 분석을 실시한 결과 계절별 침투일 교통량은 관광객의 유입에 의해 주말에 나카나고 있다. 본 연구에서는 미국 NUREG-0654에서 제시하는 조건을 고려하여 평상 및 침투교통일에 대해 <표 1>과 같이 시나리오를 설정하였다. 소개차량 도로유입율은 소개시작시간을 5등분하여 총 누적 소개차량을 Trip Loading Curve라고 하는 S자 curve의 원칙으로 배분하였다.

본 논문에서 제시된 월성원전에 대한 주민소개시간 산정결과는 교차로회전을 등에 대해 최적화 과정을 거치지 않은 예비적인 결과이다. 본 연구에서는 월성원전에 대한 주민소개시간 산정 프로그램 체계를 구축하기 위해 예비적으로 평상교통/여름철 침투교통/겨울철 침투교통, 주/야간, 평기상/악기상 등 모두 6가지 경우를 가정한 시나리오에 대해 모의 시뮬레이션을 수행하였다.

<그림 1>은 31번국도의 EPZ 경계 남단과 북단에서 모든 소개차량(인구)이 비상계획구역을 벗어나는 데 걸리는 시간을 나타낸 것이다. 비상계획구역내 전 주민을 소개하는데 걸리는 시간은 전체적으로는 210 ~ 360분 정도로 마지막 소개대상차량이 도로로 유입된 후 최대 160분 정도 소요된다. 소개시간은 밤이 낮보다 약 120분정도 더 소요되며, 기상상태가 좋지 않을 경우도 최대 120분 정도가 더 소요되는 것으로 모의되었다. 이는 낮보다 밤의 경우가 도로자유속도가 더 작고, 평기상보다 악기상의 경우가 또한 더 작아서 나타난 결과로 판단된다.

향후 교차로 회전을 등에 대해 최적화, 지방도 929호선 노선 확장공사 등에 대한 교통여건 등을 반영하여 보다 실제적인 주민소개시간 산정이 수행될 예정이다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부 원자력 중장기사업 “방사선비상시 주민소개시간 산정기술개발”의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] US Nuclear Regulatory Commission, “Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants”, US NRC, NUREG-0654 Rev. 1, 1980
- [2] US FHWA, “CORSIM User’s Manual ; Version 5.0”, Federal Highway Administration of US Department of Transportation, 2001
- [3] 정양근 등, “방사선 비상시 주민소개시간 산정기술 개발”, 과제최종보고서, 과학기술부, 2005

Table 1. Scenarios for Evacuation Time Estimate

항목		평상교통		여름철 첨두교통		겨울철 첨두교통		
		주간	야간	주간	야간	주간	야간	
		평기상	악기상	평기상	악기상	평기상	악기상	
도로 자유속도 (mile/hour)		37	15	37	15	37	15	
내부 배경교통 유입율 (대/hour)		60	30	80	40	80	40	
배경 교통유입량 (대/hour)	북단	국도 4호선	301	151	778	389	358	179
		국도 14호선	31	16	149	75	55	28
		국도 31호선	281	141	906	453	569	285
	남단	275	138	541	271	240	120	

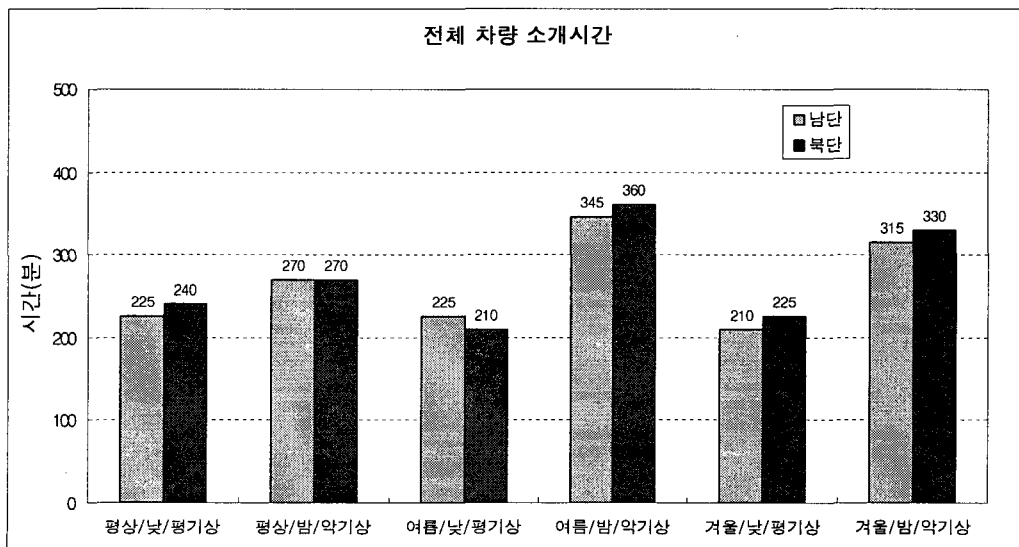


Fig. 1. Results of Evacuation Time Estimate by Scenario