

발전소 3D모델을 통한 시뮬레이션으로 방사선피폭선량 절감

서장수 · 구자성 · 김용이
한국수력원자력(주) 원자력교육원
E-mail : sjssjs@khnp.co.kr

중심어 : 고리 3,4호기, 가상현실 발전소, 접근시간, 피폭선량 절감

서론

건설 중인 신고리 3,4호기 원전('13년 9월 준공)은 선행호기가 없고 기존 원전에 비해 설계개념이 상이하다. 신고리 3,4호기 시공, 시운전 및 운전·정비 인력도 참조발전소를 통한 간접경험이 전무한 상태이며 더욱이 동 노형으로 UAE 원전 건설도 함께 진행 중에 있어 경험인력의 부족에 따른 시행착오를 최소화하기 위해 투입인력의 발전소 조기 적응력 배양이 큰 이슈로 부각되고 있다.

이를 개선하기 위해 3D모델 설계자료를 기반으로 최근 각광 받고 있는 가상현실 기술을 활용하여 시공 이해도 제고, 발전소 운영 및 정비 능력 향상 필요성이 제기되고 있다.

이에 발전소 3D모델을 통한 시뮬레이션으로 설비 접근시간 단축 및 피폭선량 절감 가능성을 확인하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

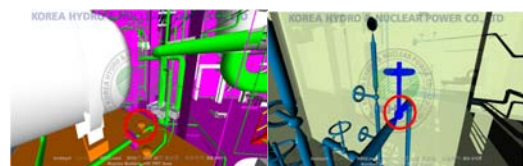
1. 목표 선정

참조발전소가 없는 신고리 3,4호기가 주요 Target이지만, 3D모델을 개발 중이므

로, 고리 3,4호기 모델을 선정하였다. 신고리 3,4호기 모델은 소구경(2inch 이하) 배관 및 관련 기기는 없다. 신고리 3,4호기 모델 확보시('11년 예정) 신고리 3,4호기 Cyber Plant 운영을 목표로 삼고 있다.

피폭선량 효과측정 대상은 원자력교육원 교육과정에 입교하는 고리 3,4호기 기성직원 10명, 신입직원 10명 그리고 교직원 10명으로 총 30명을 대상으로 하였다.

피폭선량 효과측정 항목은 Target01 (Containment Building Pressure Relief Tank 100' BB-HV011), Target02 (Auxiliary Building 100' Filter Room BG-V102)를 선정하였다.



Target01

Target02

2 가상실습 환경 구현

2.1 가상실습 방법

실험자는 Head Mounted Display를 착용하고 가상현실 발전소 내를 3D 휠마우스를 통해 탐색하고 실험자의 화면을 3D 프로젝터와 스크린을 통해서 타인들이 공유할 수 있도록 구성하였다. 실험자는 최초 측정값과 가상현실 시뮬레이션 후 측정값을 계량하여 값을 측정하고 이를 Radiation Monetary Value로 환산하였다.

선량(mSv)	0~1	1~5	5~10	>10
Value (\$/man-mSv)	17.1	160	540	2,800

* 출처 : Korea Institute of Nuclear Safety

2.2 소프트웨어 및 하드웨어 구성

가상현실 실습 구현을 위한 소프트웨어는 WorldViz사 Vizard 3.x Enterprize Editon이며, 하드웨어는 Dell T5500(Xeon X5550 2.66Ghz/8MB LC Cache, 한글 windows7 Pro 32bit, 4GB DDR3 SDREM (1,066MHz), 4G GDDR3 nVidea Quadro Fx5800), Sensics zSight(Head Mounted Display), Space Explorer(3D Connection사 3D 휠마우스), LG FD3D (3D Projector), 3D Rear Screen 및 3D 편광안경으로 구성하였다.

2.3 가상실습 시나리오

가상현실 발전소에서의 접근 시간 및 경로에 따른 방사선 피폭량을 측정하기 위해 고리 3,4호기 원자로건물 및 보조건물의 방사선량률을 가상현실 발전소에 맵핑하였다. 최초 실험은 Target 설비가 포함된 도면(P&ID)을 제공하고 개략적인 Target 위치를 구두로 설명하여 가상현실 발전소에서 해당 Target까지 캐릭터를 조작하여 접근하였고, 이후 가상현실 발전소에서의 Target까지의 경로를 수차례 시뮬레이션 한 후 최종 실험을 수행하여 접근시간과 피폭선량 Gap을 측정하였다.

결과 및 고찰

1. Target01

구분		신입직원	교육생	교직원	평균
CV100' PRT AREA BB-HV 11	시간 [sec]	167	121	152	147
		114	94	105	104
감소분		32%	22%	31%	29%
선량 [mSv]	훈련전	336	240	290	289
	훈련후	232	194	166	197
감소분		31%	19%	43%	32%

2. Target02

구분		신입직원	교육생	교직원	평균
AB100' FILTER ROOM BG-V102	시간 [sec]	218	143	183	181
		148	110	128	129
감소분		32%	23%	30%	29%
선량 [mSv]	훈련전	397	286	354	345
	훈련후	286	226	240	250
감소분		28%	21%	32%	28%

결론

설비 접근시간은 평균 28% 단축, 피폭선량은 평균 29% 단축 결과를 나타냈다. 이를 발전소별 연간 피폭선량 절감으로 환산하면 호기별 연단위 2.8억의 절감효과 발생하였으며, 이는 한 개 호기에 해당하며 동일 노형의 호기가 4개인 경우는 11.2억(2.8억*4개)임을 알 수 있다. 특히 방사선 구역내에서 Target 설비로의 신속한 접근은 피폭선량 감소뿐만 아니라, 방호복, 방호장비, 세척수 등 방사성폐기물의 절감에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

20년 이상 운영되고 있는 고리 3,4호기 기준으로 약 30%의 피폭선량 단축효과가 발생되므로, 참조발전소가 없는 신고리 3,4호기의 경우는 더욱 큰 효과가 있을 것으로 추정된다.

발전소 3D모델은 2차원 도면인 P&ID(Piping & Instrumentation Drawing)와 Isometric Drawing을 3D모델과 통합한 가칭 2.5D ISO-P&ID 제작이 가능하고 3D Book 및 Augmented Reality Book 등 다양한 유형의 교육매체 생산이 가능하여 교육효과 제고에 기여할 수 있을 것이다.

참고 문헌

1. 원자력교육원, 이러닝혁신과제 실적보고서(2010)
2. 원자력교육원, 콘텐츠자원운영보고서(2010)