2010년도 원자력발전소 운영 실적

– 원전 역대 최저 고장정지율 달성 –

이 광 훈
한국수력원자력(주) 발전처 성능관리팀장

1. 개 황

방송으로 실시간 중계된 일본 3.11 대지진과 쓰나미, 뒤이은 후쿠시마 원자력발전소 사고는 최고의 안전기준과 기술수준을 자랑하던 일본의 원전신화를 맥없이 무너뜨렸으며, 세계 각국의 에너지 로드맵에 적잖은 영향을 미치고 있다. 이미 독일과 스위스는 노후 원전의 가동 중단을 결정했고, 필리핀과 대만 등도 원자력을 대신할 대체 에너지원 개발에 주력할 것이라고 밝혔다. 그러나 '저탄소 녹색성장' 기조 하에서 화석연료는 이미

한계에 도달했고, 태양광이나 풍력 등의 신재생에너지 대안론 또한 아직은 현실성이 부족한 상황에서 원자력 발전이 가장 경제성 있는 최상의 미래 에너지원임은 재론할 필요가 없다. 중요한 것은 원전의 안전성을 담보할 수 있는 한층 높은 기준과 장치를 마련하는 것이다.

2. 현 황

가. 설비 용량 및 발전량

2010년 말 국내 원자력 발전소 설비 용량(17,716MW)은 전체 발전 설비용량 (76,078MW)의 23.3%를 점유하였고 발전량(147,474GWh)은 전체 발전량의 약 31.1%를 차지했다. 원자력 발전소 설비 용량의 변화 추이를 살펴보면 설비 용량은 1999년 13,716MW에서 2010년 17,716MW로 증가하여 우리나라는 발전량 세계 5위, 설비용량 세계 6위의 원자력 발전국으로 성장했다.

정부에서 발표한 제5차 전력수급기본계획(2010. 12)에 따르면 경제성장 및 국민생활 수준의 향상에 따라 전력 소비가 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 저탄소 녹색성장의 기조에 맞춰 경제성과 환경성이 우수한 원자력 발전의 비중을 점차 높여 저탄소 · 고효율 에너지 소비 구조를 실현한다는 방침을 세웠다. 이에 2024년까지 총 14기의 원전이 추가로 건설되어 원자력 발전 설비 용량은 35,916MW로 전체 발전설비의 32%로 확대될 전망이다.

표 3과 그림 1은 국내 원자력 발전량의 변화 추이를 나타낸 것으로, 1999년 이후부터는 전체 발전량의 30~40% 점유율을 나타내고 있으며, 이후 다소의 증감은 있었지만 원자력 발전은 꾸준히 우리나라의 주력 발전원으로써 안정적 전력 공급에 크게 기여해 왔다.

[표 1] 발전 설비용량 변화 추이

(단위 : MW)

구 분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
총발전 설비용량	48,451	50,859	53,801	56,053	59,961	62,258	65,514	68,268	72,491	73,470	76,078
원자력 설비용량	13,716	13,716	15,716	15,716	16,716	17,716	17,716	17,716	17,716	17,716	17,716
점유율(%)	28.3	27.0	29.2	28.0	27.9	28.4	27.0	26.0	24.4	24.1	23.3

[표 2] 국가별 원전 설비용량 및 발전 현황

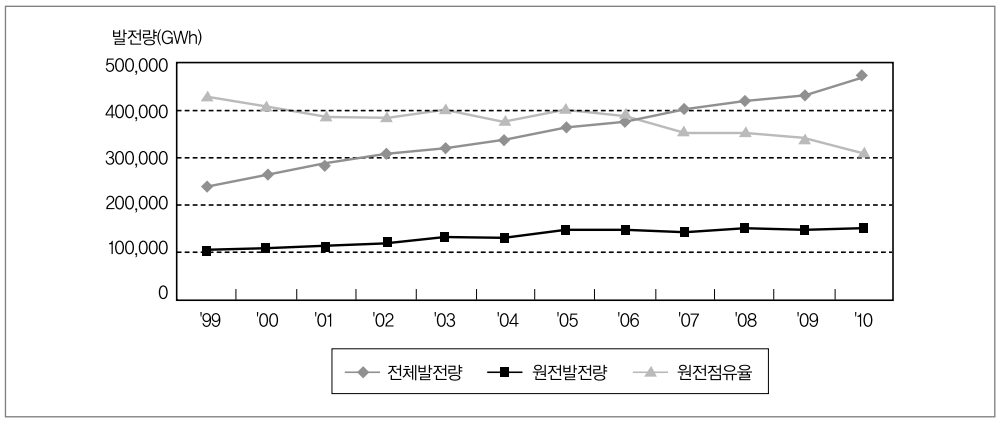
('09년 기준, Nucleonics Week '10. 4. 1)

구분 \ 순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
국가명	미국	프랑스	일본	러시아	한국	독일	캐나다	우크라이나	영국	스웨덴
가동기수	104	58	56	31	20	17	21	15	19	10
발전량(GWh)	833,580	410,033	272,314	163,279	147,771	134,893	90,851	82,164	9,441	52,275
설비용량(MW)	107,023	65,880	50,492	23,242	17,716	21,497	15,367	13,880	12,540	9,685

[표 3] 원자력 발전량 변화 추이

(단위 : GWh)

구 분	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
전체 발전량	239,325	266,400	285,224	306,474	322,452	342,148	364,439	381,181	403,124	422,355	433,310	474,552
원자력 발전량	103,064	108,964	112,133	119,103	129,672	130,715	146,779	148,749	142,937	150,958	147,771	147,474
점유율(%)	43.1	40.9	39.3	38.9	40.2	38.2	40.3	39.0	35.4	35.6	34.1	31.1



[그림 1] 원자력 발전량 변화 추이

[표 4] 국내 원자력 발전소 현황

구 분	설비용량(MW)	원자로형	위 치	상업운전
고리 #1	587	가압경수로	부산광역시 기장군	'78. 4.29
고리 #2	650	가압경수로	부산광역시 기장군	'83. 7.25
고리 #3	950	가압경수로	부산광역시 기장군	'85. 9.30
고리 #4	950	가압경수로	부산광역시 기장군	'86. 4.29
월성 #1	679	가압중수로	경북 경주시	'83. 4.22
월성 #2	700	가압중수로	경북 경주시	'97. 7. 1
월성 #3	700	가압중수로	경북 경주시	'98. 7. 1
월성 #4	700	가압중수로	경북 경주시	'99. 10.1
영광 #1	950	가압경수로	전남 영광군	'86. 8.25
영광 #2	950	가압경수로	전남 영광군	'87. 6.10
영광 #3	1,000	가압경수로	전남 영광군	'95. 3.31
영광 #4	1,000	가압경수로	전남 영광군	'96. 1. 1
영광 #5	1,000	가압경수로	전남 영광군	'02. 5.21
영광 #6	1,000	가압경수로	전남 영광군	'02.12.24
울진 #1	950	가압경수로	경북 울진군	'88. 9.10
울진 #2	950	가압경수로	경북 울진군	'89. 9.30
울진 #3	1,000	가압경수로	경북 울진군	'98. 8.11
울진 #4	1,000	가압경수로	경북 울진군	'99.12.31
울진 #5	1,000	가압경수로	경북 울진군	'04. 7.29
울진 #6	1,000	가압경수로	경북 울진군	'05. 4.22
계	17,716	–	–	–

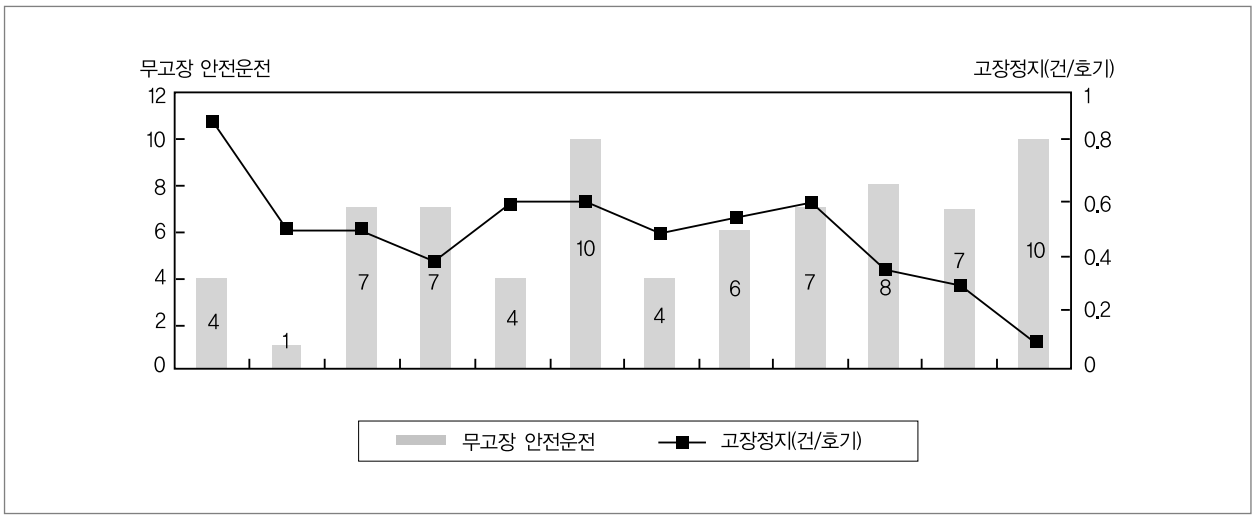
※ '11.2.28 신고리1호기(1,000MW) 상업운전 개시

[표 5] 국내 원전 호기별 발전량(2010년)

(단위 : TWh)

호 기	고 리				영 광						월 성				울 진						합 계
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	
발전량	5.2	5.3	9.1	8.5	8.1	7.7	8.4	9.2	9.0	8.4	0	6.0	6.2	6.0	7.8	7.9	9.2	8.5	8.6	8.4	147.5

※ TWh(Tera Watt Hour)는 1×106kWh에 해당



[그림 2] 무고장 안전 운전 및 고장정지 현황

표 4는 국내에서 가동 중인 원자력 발전소 현황을 나타내고 있는데, 원자로 형식은 한국표준형 원전을 포함한 가압경수로형이 16기(14,937MW), 가압중수로형이 4기(2,779MW)로 구분된다.

표 5는 2010년도 한 해 동안의 호기별 발전량을 나타낸 것으로써 설비 용량 및 계획예방 정비 수행 여부 등에 따라 발전소간의 발전량에는 다소 차이가 있다.

나. 최저 고장정지율 달성

고장 정지는 정상 운전 중 기기 고장 또는 인적 요인에 의해 발전소가 불시 정지됨을 의미하는데, 표 6과 그림 2에 나타난 바와 같이 1999년 이후 운영경험과 관련기술의 축적으로 호기당 1건 이내의 낮은 고장 정지율을 유지하고 있으며 2010년도에는 총 고장정지건수가 2건, 호기당 0.1건으로 역대 최저의 실적을 달성했다.

다. 무고장 안전 운전

원자력발전소가 연료교체를 완료하고 발전을 시작하여 다음 연료교체까지 정지 없이 연속 운전하는 '한 주기

[표 6] 국내 원전 고장정지 현황

(단위: 건)

구 분		'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
고리	1 호기	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	2 호기	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1
	3 호기	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
	4 호기	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
영광	1 호기	1	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0
	2 호기	3	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	3 호기	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	4 호기	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
	5 호기	–	–	–	1	1	1	0	0	1	0	1	0
	6 호기	–	–	–	–	0	1	1	0	0	1	0	0
월성	1 호기	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
	2 호기	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	3 호기	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	4 호기	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
울진	1 호기	1	0	2	3	0	0	0	1	0	2	0	0
	2 호기	0	0	3	0	1	1	0	0	2	0	0	0
	3 호기	1	1	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0
	4 호기	0	1	1	1	1	3	0	1	2	0	1	0
	5 호기	–	–	–	–	–	1	2	0	1	0	0	0
	6 호기	–	–	–	–	–	–	1	1	0	0	0	0
합 계		13	8	8	8	11	12	10	11	12	7	6	2
운전기수		16	16	16	18	18	19	20	20	20	20	20	20
평 균		0.9	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.55	0.6	0.35	0.3	0.1

[표 7] 연도별 평균 이용률

(단위 : %)

구분 \ 연도	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
국내평균	88.2	90.4	93.2	92.7	94.17	91.38	95.46	92.32	90.3	93.4	91.7	91.2
세계평균	75.6	76.4	78.9	78.9	76.5	79.0	79.3	79.5	77.8	79.4	76.0	–

※ 이용률 계산시 기준 변경(2006년) : 설비용량 → 평균출력으로 변경

무고장 운전'을 지난 한 해 동안 10개 호기에서 달성했다. 고리1호기가 상업 운전을 시작한 1978년 이후 지금까지 국내 원전은 '한 주기 무고장 운전'을 총 92회 달성한 것이다.

3. 전 망

발전소 이용률은 연간 최대 가능 발전량에 대한 실제 발전량의 백분율로서 발전 설비 이용의 효율성과 활용도를 나타내는 지표이다. 이는 설비의 건전성 및 운영 인력의 우수성 등 발전소 운영 기술 수준을 평가하는 직접적인 척도가 된다.

표 7은 1999년 이후 국내 및 세계원전의 연도별 이용률 현황으로 '10년 국내 원전의 이용률은 91.2%(2009년 4월부터 장기 계획예방정비를 수행중인 월성1호기 제외 시 94.4%)로 2000년 이후 연속해서 90% 이상의 높은 기록을 달성하였으며, 세계원전 이용률 평균인 76.0%('09년)와 비교하면 약 15%를 상회하고 있어 국내 원전 운영기술이 원전 선진국 수준임을 보여주고 있다.

이렇듯 국내 원전이 우수한 운영실적을 기록할 수 있었던 주요 요인으로는 1978년 고리1호기 상업운전 이후 축적된 운영경험과 계획예방정비 최적화, 정비체제의 선진화 등을 지속적으로 추진하고, 세계 각국의 우수 기술을 벤치마킹하여 우리 실정에 맞게 조정하여 운영하는 등의 기술 선진화 노력의 결과라고 할 수 있다.

한국수력원자력(주)은 2011년도에는 2010년에 달성한 우수한 운영 실적을 바탕으로 저탄소 녹색성장 시대의 중추적 에너지원이라는 소임을 다하기 위해 'Safety First, Global Leader KHNP'의 모토 하에 이용률 93%, 호기당 고장정지 0.1건 이하를 목표로 안전 최우선 원전운영과 최상의 설비신뢰도 확보, 신규원전의 시운전 운영품질 확보는 물론 공기업의 사회적 책임 구현에 모든 역량을 집중해 나갈 계획이다. KEA