

핀란드 로비사原電의 VVER爐 運轉經驗

핀란드 南部에 위치하고 있는 Loviisa原子力發電所는 공산권이 아닌 西方世界에서는 유일하게 蘇聯型 原子爐를 보유하고 있는 발전소로서, 이곳에서는 소련의 Atomenergoexport가 供給한 VVER-440 加壓輕水爐 2基가 稼動되고 있다.

핀란드의 수도 헬싱키에서 동쪽으로 약 100km 떨어진 Hästholmen섬에 위치한 Loviisa原子力發電所는 핀란드 國營電力會社 IVO(Imatran Voima Oy)소유로서 1號機는 1977년 5월에 상업운전을 시작하였고, 2號機는 1981년 1월에 운전이 들어갔다.

각 原子爐는 2대의 터빈과 6개의 루프를 갖고 있는데 각 루프에는 燕氣發生器가 접속되어 있다. 각 單位의 淨出力은 442MWe로서 이 爐型의 設計出力인 420MWe 보다 높는데, 그 이유는 핀란드灣의 차가운 海水를 터빈복수기와 보조냉각계통에 사용하기 때문이다(海水의 평균 온도는 5°C).

Loviisa원자력발전소의 原子爐는 원래의 소련 설계에서 몇가지가 改造되어 있다.

- 실제로 모든 計裝과 電氣系統은 서방설계(핀란드와 서독)이다.

- 각 원자로에는 格納容器가 갖추어져 있으며, 또한 웨스팅하우스社 설계의 아이스크론펌터가 설치되어 있다.

- 非常爐心冷却系統의 용량과 여유도가 더 크다.

- 主냉각재펌프가 원래 소련설계의 펌프에서는 2MWe의 負荷였는데, 핀란드의 설계로 개조

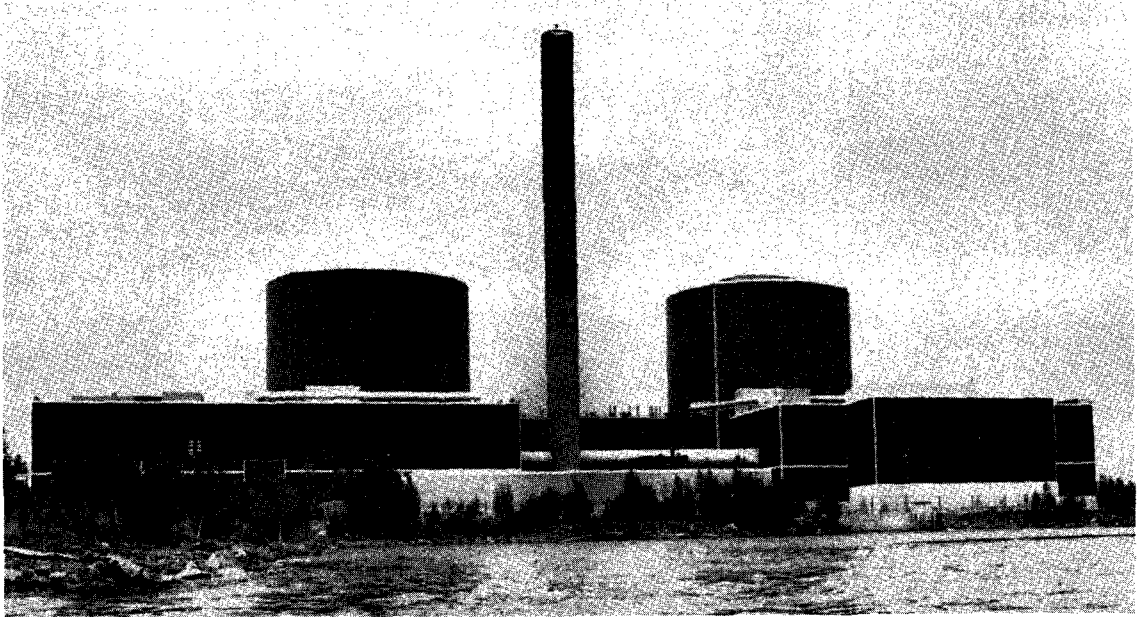
하여 1MWe만의 부하가 걸리도록 하였다. 따라서 原子爐 1기당 최소한 6MWe를 절약할 수 있게 되었다.

- 原子爐容器的 벽과 용접부에 대한 열충격 리스크와 中性子束을 감소시키기 위하여 1980년에 爐心內에 장전되는 핵연료집합체중 가장 바깥쪽 36개 집합체를 스테인레스鋼더미(Dummy)要素로 대체시킴으로써 핵연료집합체의 數를 349個에서 313個로 줄였다.

Loviisa原電에서 사용하는 핵연료는 소련으로부터 공급받고 있는데, 매년 노심의 약 1/3을 새 연료로 교체하고 있다. 핵연료는 爐心內에 3년간 장전되었다가 꺼내진후 5년동안 水풀內에 저장한 다음 소련으로 되돌려 보내진다.

Loviisa原電은 우수한 운전실적을 보이고 있는데, 매우 높은 負荷率과 稼動率을 기록하는 반면 集積線量은 매우 낮다.

Loviisa原電에서는 핵연료재장전을 7월~8월 동안에 수행하는데, 이 운전정지기간은 비교적 짧다. 그러나 핀란드의 南西部해안에 위치하고 있는 핀란드의 또다른 원자력발전소인 Teollisuuden Voima Osakeyhtio소유의 TVO原電 보다는 긴데, 그 이유는 Loviisa原電의 설계가 훨씬 복잡하기 때문이다. 예를 들면, Loviisa原電은



▲ Loviisa 原子力發電所 1,2號機 전경.

各號機마다 2대의 터빈과 6개의 루프를 갖고 있어서 용접부도 더 많다. TVO原電은 ASEA-Atom社(현재는 ABB ATOM AB)製 710MWe 비등수형원자로(BWR) 2기이다.

Loviisa 原電의 기본적인 핵연료재장전기간은 원래 20일이었으나 현재는 20일이다.

Loviisa原電에서는 이 20일 달성을 위해서 5년동안 많은 노력을 기울였으며, 이 20일간의 운전정지기간동안 모든 작업을 수행할 수 있다.

이 운전정지기간에 복수기리튬이 23일간 수행된다. 또한 매년 원자로용기의 용접접합선을 검사하며, 4년 마다 원자로용기의 内部를 검사한다. 그밖에 규제기관이 요구하거나 IVO가 제의하여 안전성과 관련된 改造가 매년 이루어진다.

Loviisa 1號機와 2號機의 방사선구역에서는 그 이유는 알 수 없지만 다소간의 相異를 나타내고 있다. 예를 들면, Loviisa 2號機 1次系統루프表面의 방사선 구역에서의 방사능준위가 Loviisa 1號機 보다 2배가 높다.

핀란드에서는 電力會社가 방사성폐기물의 처분책임을 지고 있다. Loviisa原電의 경우 저준위 금속류 폐기물은 200ℓ 드럼에 채워넣으며, 중발견조시키고 남은 중준위 폐기물은 敷地內에 보관하는데 아직 저장공간이 충분하기 때문에 固化處理는 하지 않고 있다.

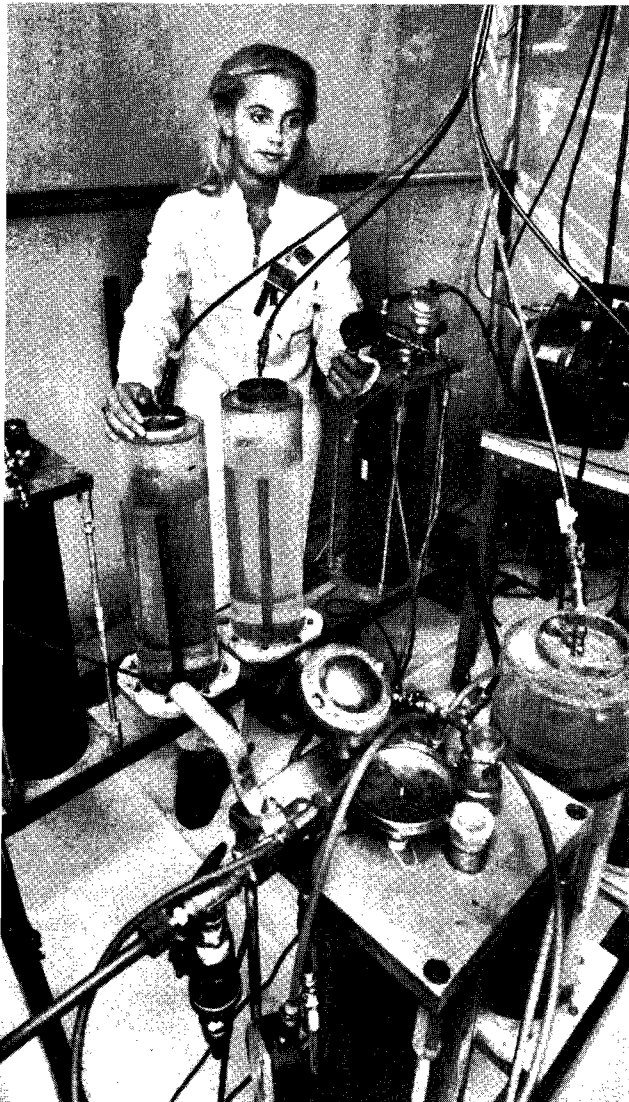
약 100~120미터 깊이에 있는 盤岩에 건설하려던 低·中準位 폐기물을 위한 Loviisa 지하저장소계획이 연기되었는데, 그것은 폐기물 발생량의 감소와 폐기물 減容에 대한 연구가 진전되

〈表〉 Loviisa 1,2號機 운전실적

	1977	1978	1979	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988	
	Unit 1	Unit 1	Unit 1	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2	Unit 1	Unit 2
핵연료재장전 운전정지기간(일)	—	42.5	32.5	60	—	29.5	39	34	57.5	27	27	47	20	20.5	21	21.5	55	21	21.5	41.5	20
부 하 율(%)	73.5	780.	75.8	36.7	54.7	80.6	70.5	84.2	77.7	86.4	90.0	86.2	92.9	93.0	91.7	91.0	81.9	93.2	92.6	85.3	92.3
가 동 율(%)	94.0	86.0	84.5	39.6	91.0	87.3	81.3	86.5	80.4	91.1	92.1	87.1	93.9	94.2	93.2	92.4	83.0	94.3	94.1	86.2	94.1
집적선량(人·렘)	1	105	139	219	4	73	37	121	128	74	65	115	71	47	64	54	210	50	83	102	73

고 있기 때문이다.

IVO는 Pollab Oy와 함께 Loviisa原電에서 발생하는 몇가지 종류의 저준위 폐기물(의복, 플라스틱, 목재)과 중준위 폐기물(水淨化樹脂)의 量을 원재 보다 5~10% 줄이는데 이용될 미생물학적 (박테리아)리액터시스템을 개발하였는데, 이 공정을 위한 全體施設이 부지내에 건설되어 1989년중에 운영을 시작할 것이다. 중준위 폐기물에 대한 시스템은 이미 개발된 저준위 폐기물용 시스템이 성공적으로 운영되어 그 결과가



좋게 나오면 곧이어 운영에 들어가게 될 것이다.

미생물학적 리액터공정으로 폐기물의 量을 줄일 수 있게 되면 지하저장소를 원래의 계획 보다 소규모로 건설할 수가 있게 된다. 즉, 지하저장소를 지금 건설한다면 미생물학적 리액터에 의한 減容因子를 고려하여 건설할 경우 보다 커질 수밖에 없다.

또한 미생물학적 공정에 드는 비용을 포함한 지하저장소 최종건설비도 원래 계획했던 비용보다 적거나, 그렇지 않으면 최소한 더 비싸지는 않다.

그밖에 이 공정을 개발하는 또다른 이유는 폐기물의 減容對策이 原子力發電에 대한 국민여론에 좋은 영향을 줄 수 있기 때문이다.

