

# 스크램發生頻度の 統計資料

많은 나라들이 原子力發電플랜트의 스크램發生頻度を 줄이기 위해 많은 努力을 기울이고 있지만 重要的 國際間的 比較檢討는 統一性있는 資料의 不足으로 支障을 받아 왔다. 따라서 經濟協力開發機構(OECD) 原子力局 主管下에 統一된 基準에 따라 데이터를 現在 蒐集中이며 이러한 資料들을 利用할 수 있게 되었다. 이것을 보면 스크램發生率을 報告하는데 있어 國家間에 많은 差異가 있음을 알 수 있다.

原子爐스크램은 原子爐防禦시스템의 手動 또는 自動操作에 의해 可能的 限 가장 빨리 制御棒을 插入하는 것을 意味한다.

原子爐스크램은 危急時에 플랜트를 安全하고 安定시키는 데에 絶對的인 重要性을 지니고 있지만 플랜트運轉中에 너무 자주 일어나는 스크램의 否定的인 結果는 OECD會員國들이 念慮하는 事項이었다.

原子爐스크램은 安全시스템에 대한 挑戰일뿐 아니라 바람직하지 않은 熱的 水力學的 過渡狀態를 가져오며 大體的으로 플랜트運轉에 있어서의 缺陷을 나타내는 것이다.

이와 同時에 原子爐의 不時停止는 電力會社에게는 相當한 經濟的인 損失을 가져다 주는 것이다.

原子爐의 스크램發生頻度を 줄이기 위해 OECD會員國들의 監督機關과 原子力産業體에서 많은 努力을 하고 있는 중이다. 그러나 最近의 運轉實績에 대한 統計資料를 보면 여러나라의 플랜트사이 에 原子爐스크램發生頻도에 있어 많은 差가 나는 것을 알 수 있다.

따라서 스크램發生頻度上的 差異에 대한 原因을 究明하기 위해 OECD 原子力局 主管下에 OECD會員國들의 스크램發生頻도에 대한 統一性 있는 統計資料를 收錄하기도 하였으며 이러한 努力에 대한 重要的 里程標가 今年 4月 日本 東京에서 열린 原子爐스크램頻度 減少를 위

한 심포지움이었다.

## 體系的인 比較檢討

體系的인 比較檢討를 하기 위해서 細部的인 設問書가 作成되었는데 이것은 用語 定義上的 모호함과 데이터分類上的 어려움을 最小로 줄이기 위해서 詳細하게 만들어졌다. 이 設問書에 따른 最初의 資料가 東京심포지움에서 發表되었 으며 이 設問書는 스크램發生頻度を 여러가지 側面에서 다루고 있다. 即,

- 原子爐가 臨界 또는 亞臨界狀態일 때의 스크램
- 터빈이 併入 또는 併解狀態일 때의 스크램
- 原子爐스크램을 가져오는 主要信號
- 始發시스템
- 主要原因
- 結果

여기에 添付한 表는 이와 같이 蒐集된 스크램頻度데이터의 一部를 表示한 것이며, 1981년부터 1985年사이의 記錄이며 國家別로 플랜트別로 收錄된 것이다. 스크램發生頻度は 두가지 形式으로 表示했는데 그것은 原子爐·年當 스크램發生頻度數와 原子爐臨界狀態 1,000時間當 스크램發生頻度數이다.

이 表를 보면 國家間에 많은 差異가 있음을 알 수 있으며 數值가 10의 倍率로 다르게 報告된 것도 있다. 特히 日本, 西獨, 스위스, 핀랜드는

다른 나라에 비해 낮은 스크램發生率을 나타내는 傾向이 있다.

蒐集된 資料를 比較分析해보므로써 다음과 같은 一般의인 傾向이 있음을 알 수 있다.

- 商業運轉前 또는 試運轉期間中の 스크램發生頻度は 商業運轉時에서 보다 훨씬 높다. 플랜트가 一旦 商業運轉段階에 이르면 年間的 變動은 아주 적어진다.

- 스크램은 大部分 터빈의 併入運轉中에 發

生한다.

- 手動스크램은 스크램發生頻度中에서 차지하는 比率이 比較的 낮다.

- 輕水爐에서는 1次側, 2次側, 터빈의 트립信號는 모두 스크램發生頻도에 대해 大略 같은 比率로 發生한다.

- 沸騰水爐에서는 1次側信號는 大略 스크램의 50~75%, 터빈 트립信號는 20~30%가 된다.

Reactor scram frequencies in OECD countries

Country	Plant type	1981		1982		1983		1984		1985	
		Per reactor year	Per1000 critical hours	Per reactor year	Per1000 critical hours	Per reactor year	Per1000 critical hours	Per reactor year	Per1000 critical hours	Per reactor year	Per1000 critical hours
Belgium	PWR	2.33	0.31	7.00	0.93	4.25	0.84	4.00	0.52	3.80	0.50
Canada	PHWR			2.06	0.28	6.63	0.90	5.21	0.81	2.76	0.55
Finland	PWR	1.00	0.13	0.50	0.07	0.50	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	BWR	1.50	0.22	9.27	0.26	4.50	0.56	3.00	0.37	3.00	0.37
France	PWR			0.71	1.64	8.36	1.30	8.47	1.18	5.24	0.70
FR Germany	PWR	1.00	0.14	2.30	0.10	1.40	0.20	0.45	0.06	1.00	0.13
	BWR	2.80	0.50	-	0.53	1.80	0.34	0.99	0.15	2.00	0.26
Italy	PWR	-	-	5.00	-	-	-	6.00	0.92	5.00	0.86
	BWR	10.00	3.37	4.00	0.62	5.00	0.83	4.00	0.67	10.00	1.59
	GCR	2.00	0.32	0.27	0.66	1.00	0.12	1.00	0.16	4.00	0.48
Japan	PWR	0.50	0.09	0.50	0.05	0.64	0.10	0.08	0.01	0.07	0.01
	BWR	1.18	0.20	0.00	0.08	0.58	0.08	0.14	0.02	0.31	0.05
	GCR	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Netherlands	PWR	5.00	0.70	5.50	0.27	5.00	0.71	6.00	0.86	2.00	0.27
Spain	PWR	13.50	2.29	4.00	0.85	8.50	2.86	10.80	1.51	3.20	0.71
	BWR	5.00	0.65	8.00	0.77	5.00	0.88	14.00	3.01	11.00	1.81
	GCR	7.00	0.88	2.50	0.99	10.00	1.24	500	0.62	7.00	0.86
Sweden	PWR	2.00	0.31	3.60	0.33	5.50	0.91	3.00	0.46	2.70	0.86
	BWR	4.30	0.58	3.60	0.49	4.10	0.54	2.70	0.35	4.70	0.61
Switzerland	PWR	1.67	0.22	1.67	0.21	2.00	0.26	0.67	0.08	1.67	0.21
	BWR	1.00	0.12	2.00	0.25	1.00	0.13	2.00	0.25	3.50	0.46
United Kingdom	GCR					1.35		2.12			
	AGR					3.25		400			
United States	PWR			-	-	-	-	6.30	1.04	6.40	1.01
	BWR			-	-	-	-	5.50	1.10	4.90	0.86

- 機器故障이나 人爲的인 過失은 모두 스크램의 큰 原因이 된다.

- 定期檢査 및 補修期間中에 發生하는 스크램의 比率은 大體的으로 크다.

### 스크램發生頻度の 減少

統計資料에 의하면 1,000회以上の 原子爐스 크램이 每年 OECD地域에서 現在 稼動中인 約 300基의 原子爐에서 發生하였다.

大部分의 나라에서 스크램發生頻度を 더 줄어야 한다는데 대해 共感하고 있으나 이러한 共通의 目標를 達成하는데 있어서는 會社마다 나라마다 解決方法이 다르다.

實例를 들면 日本의 경우에는 定期檢査時와 高準位の 豫防補修가 스크램을 回避하는데 큰 몫을 하고 있는 것으로 나타났다.

잘 訓練되고 自己의 擔當業務에 대한 責任感이 強한 從業員의 勤務姿勢와 함께 이러한 豫

防補修로 플랜트의 設備가 運轉中 恒常 良好한 狀態를 維持할 수 있게 되며 以外에 定期的인 監督과 電力會社와 製作會社間의 緊密한 協力 體制도 좋은 成果를 가져오는데 크게 寄與했다.

한편 西獨플랜트들은 “段階的인 安全概念”이라고 불리는 獨特한 設計方式으로 되어 있으며 이 方式은 過渡狀態의 初期段階에서 自動制限措置를 取하는 것이다. 原子爐의 스크램作動이 始作되기 前에 過渡狀態를 모니터링 시스템으로 檢出하여 이것이 擴大되는 것을 防止하기 위해 自動措置를 取하는 것이다. 이러한 裝置의 特性으로 豫防補修와 從業員訓練과 더불어 스크램發生件數를 日本만큼 낮추었다.

原子爐스크램發生率에 影響을 주는 여러가지 팩터들은 各國의 技術的, 社會的 또는 文化的인 背景에 깊이 뿌리를 내리고 있기 때문에 한 나라에서 通用되는 方法이 다른 나라에서는 直接 適用할 수 없는 경우도 있을 것이다.

### 國際的인 데이터·베이스

原子爐스크램에 關한 한 데이터·베이스를 國際的인 次元에서 設定하자는 提案이 있었는데 이러한 提案에 대해 原子力局(NEA)은 現在 이러한 提案을 各國間의 協力下에 實行에 옮기기 위한 最善의 方法을 模索中이다.

原子爐스크램은 運轉員의 過失과 機器의 誤動作을 가져올 可能性이 많으므로 스크램發生記錄을 體系의으로 蒐集하고 定期的으로 檢討하므로서 會員國들에게 플랜트運轉의 安全도와 信賴度를 評價하기 위한 실마리를 提供할 수 있을 것이다.

資料를 每年 現實化시켜 놓으므로서 스크램發生頻度의 樣相이 여러가지 觀點, 即 스크램의 種類, 스크램信號, 스크램의 經緯, 根本原因, 始發시스템 등으로 모니터링된다. 이와 같이 스크램發生頻도는 플랜트性能의 指標가 될것이며 데이터·베이스에 備蓄된 資料는 스크램減少 프로

그램을 推進하고 있는 監督機關이나 電力會社에 게 많은 도움을 주게 될것이다.

### PSE & G社, Salem 2號機의 核燃料交替期間 短縮

美國의 Public Service Electric & Gas社의 Salem 2號機에서는 지난주 1,158MW의 原子爐에 대한 核燃料交替運轉停止를 最短期間內에 완수한다는 目標로 發電所 종사자들이 作業에 突入함으로서 核燃料交替가 始作되었다.

만일 運轉停止期間이 어떤 燃料交替作業의 지연으로 56日의 計劃日程을 초과한다 하더라도 이 發電所에서 以前에 거둔 2개의 記錄의 3분의 2까지는 達成할 수 있을 것이라고 Salem發電所의 所長 John Zupko씨가 말하였다.

Zupko씨는 “우리는 運轉停止를 여태까지보다 다른 方法으로 시키려고 합니다. 作年에 우리는 作業을 위해서 一際 運轉停止를 시키는 代身에 60日 미만의 作業計劃表를 세우고 契約業者와 作業의 物量을 줄였다”고 말했다.

Salem 1號機를 例로 들면 昨年에 46日 未滿의 核燃料交替運轉停止記錄을 가졌는데 이는 1980년에 수립한 98日의 以前記錄을 50%以上 줄인 것이다.

“最長運轉停止期間인 1979年の 269日間이라는 記憶이 새삼스럽다. 우리는 정말로 運轉停止期間을 40日가량으로 줄이고 싶다”고 말했다.

“運轉停止概念의 이와 같은 變化는 Salem發電所의 作業者의 態度에서도 이미 表面化되고 있다”고 Zupko씨는 말했다. 이 變化는 Salem 1號機의 昨年의 核燃料再裝填 完工後에 나타나기 始作했다. “우리는 지금처럼 종업원들이 實質的인 狀態改善에 앞장서고 발전소 근무에 긍지를 느끼고 있는 것을 이전에는 볼 수가 없었다”고 말했다.