

# 國際 Human Performance Workshop



다음은 EdF와 INPO가 共同主管으로 原子力發電所에서의 Human Performance를 개선하기 위한 국제적 노력의 일환으로 지난 9월22일부터 24일까지 프랑스의 리옹에서 개최한 「國際 Human Performance Workshop」의 概觀이다.



## 運轉員의 훌륭한 Performance 保障

EdF의 首席 副社長이자 원자력 및 석탄발전 부서의 責任者인 Jacques Leclercq氏는 人間因子(human factor)分野에 있어서 원자력발전 전력회사들의 活動 目標에 대해서 “man machine interface가 重要한 因子로 作用하는 원자력발전소와 같은 複雜하고 技術的인 시스템에서 運轉員의 훌륭한 Performance를 保障하는 것이 目的이다”라고 말했다.

EdF는 Human Performance分野에서 INPO와 密接하게 協力해 왔으며 電力會社들이 各원자력발전소에서 人間 失手를 評價하고 管理하는 것을 돕는 Human Performance Evaluation System(HPES)의 처음 參與者이다.

## 經驗의 共有 機會

Workshop은 EdF와 美國 및 世界 到處의 다른 電力會社들이 원자력발전소에서 Human Performance를 다루어 본 經驗을 共有하는 機會를 제공했다.

Workshop의 主題는 非常運轉節次書試驗에서 運轉員에 對한 12시간 作業評價에 이르는 Human Performance에 관한 광범위한 主題들을 포함했다.

Workshop發表 內容은 3개의 主題로 大別할

수 있다.

- ① Human Performance問題의 確認과 수정.
- ② 運轉員 및 補修員의 作業을 도와주는 것.
- ③ Human Performance의 向上을 위한 管理.

INPO의 회장인 Zack Pate氏는 開會辭에서 이 主題들을 묶어 “技術者, 機能人 및 運轉員들은 그들의 作業을 잘하길 원한다. 따라서 우리 管理者들이 그들에게 훌륭한 教育和 훌륭한 節次書, 훌륭한 man-machine interface 그리고 훌륭한 作業環境을 提供해 준다면 失手는 極小化될 것이다”라고 했다.

또한 Pate氏는 INPO의 經驗上 “重要(Significant)로 분류된 원자력발전소 사고의 半이상 이 어느 정도의 人間 失手를 포함하고 있다”고 지적하고 “이 Workshop에서 우리는 人間 失手の 管理에 대해서 討議하고 있다. 그것은 아마 우리들의 가장 어려운 管理問題의 挑戰이다”라고 하였다.

## General Session

여러 分野의 發表에서 INPO의 전세계 참가자들은 人間 失手를 確認하고 評價하는 data base와 方法을 어떻게 開發할 것인가 하는 것을 설명했다.

예를 들면 스페인 TECNATOM社의 Alphon-

so Jiminez씨는 Human Performance不足에 관한 運轉經驗을 評價하는 方法을 説明했다. 이 System은 HPES와 類似하지만 是正措置를 正當化하는 分類 特徵을 포함시켰다.

Workshop 參席者들은 HPES프로그램으로 세계적 관심을 받았다. 美國과 다른 나라들이 어떻게 HPES를 利用하는 가를 다룬 論文이 發表되었고 參加者들은 1986年 初半에 遂行된 HPES의 獨自的 研究와 批評의 소리도 들었다.

### 問題를 除去하기 위한 提案

Human Reliability Associates Ltd.의 David Embry박사, 美國 National Nuclear Accrediting Board의 Ed Carroll氏, Paris-Nord大學의 Maurice de Montmollion 교수 등은 1986년도 初半에 그 研究를 遂行했다. 그들의 論文은 HPES프로그램과 data base를 檢討하고 더 進歩된 研究 開發을 위해 提案을 했다.

“HPES는 Human Performance 問題의 發生을 줄이는데 寄與하지 못했다”고 Embry박사가 말했다. 그는 특히 각 발전소에서 훈련된 HPES Coordinator를 두는데 대해서 논했다.

많은 論文에서 運轉事故의 調査와 分析을 다룬 한편, 一部는 運轉員의 行動 改善, 運轉員間의 意思 傳達方法의 改善, 시뮬레이터試驗, 非常運轉節次書 등을 다루었다.

### Human Redundancy

EdF의 原子力安全技術者 Patrice Pelle氏는 새로운 非常運轉節次書의 開發을 發表하고 非常時 發電所安全技術者(Plant Safety Engineer)의 機能을 論했다.

安全技術者는 非常事故時 運轉팀에 對한 “Human Redundancy”로 活動한다. 다른 發表에서 訓練이 모든 Performance 問題에 對한 萬病通治藥은 아니라고 主張했으며 作業分析委員會, 教育訓練의 現狀 및 適切한 維持, 實際 발전소와 똑같은 模擬制御盤을 利用한 運轉員 Perfor-

mance의 評價를 다룬 論文도 있었다.

### Human Performance의 管理

Workshop의 마지막 세션의 “Human Performance의 管理”에서 Human Performance의 改善을 위한 適切한 분위기를 어떻게 造成할 것인가 하는 많은 意見들이 發表되었다. GPU Nuclear의 회장이자 經營最高責任者인 Phil Clark氏는 Human Performance 向上에 對한 障礙를 밝혔다. 그는 주된 障礙는 다음과 같은 것이라고 말했다.

① 원자력발전소의 安全은 卓越性 보다는 完璧性을 要求한다는 그릇된 생각.

② 失手를 理解하고 거기서 教訓을 얻기보다는 罰하려 하는 不當한 생각.

③ 實務에 직접 관련된 사람에 비해 批評家와 忠告者에 對한 認定 및 報酬의 不平等.

“經驗에 의하면 원자력의 危險을 最小化하는 데는 高度의 Human Performance를 必要로 한다. 즉, 高度로 훈련된 사람에 의한 꾸준한 操心성과 注意를 要한다”고 Clark氏는 말했다.

### 質疑應答 및 Breakout Session

Workshop의 2일마다 Breakout Session과 한시간 동안의 質疑應答 시간이 있었다. Breakout Session에서는 정해진 主題는 없었지만 General Session과 質疑應答 시간에 紹介된 主題를 따랐다. 參席者들은 좀더 密接한 對話를 갖고자 오후 6시에 끝나기로 되어있는 會議를 끝내지 않고 저녁까지 討議를 계속했다.

### Challenger號 事故 및 G-Stress 研究

NASA의 研究 심리학자이자 Challenger호 事故調査委員會의 人間因子 담당 實務陣이었던 Curtis Greaber氏는 오찬 演說에서 事故에 관련된 要素에 대해 説明했다.

화요일, 프랑스의 宇宙醫藥研究所의 Alain Leger박사는 高性能 軍事用 제트기의 操縱士에

對한 높은 重力(G-force)의 影響에 關한 研究를 發表했다.

Workshop의 마지막 論文은 지금까지의 發表 內容과 그 뒤의 技術視察 사이의 論理的 架橋 子실을 했다. Workshop 參席者들은 EdF S3C 制御室에서 팀 構成에 關한 것을 배웠다. S3C 是 1,500MWe 원자력발전소의 새로운 發電技術 에 適用될 進歩된 制御室 設計의 證明을 위한 EdF가 開發한 制御室 模擬 System의 標本이다. 이것이 다음 날의 技術視察 日程에 포함되 었다.

### 研修院 및 增殖爐 視察

Workshop 參席者들을 위한 技術視察은 목요일 아침 Bugey 研修院과 Creys-Malville(Suphenix) 增殖爐부터 시작되었다.

Bugey 발전소(900MWe 발전소 4기, 500MWe gas-cooled reactor 1기)에 隣接한 Bugey 研修院은 EdF에서 運營하는 3개의 國立研修院中 의 하나이다.

電算化된 標本 制御室 외에 Bugey 研究室은 900MWe와 1,300MWe 발전소에 對한 실제 크기 的 模擬 制御盤이 갖추어져 있다. 900MWe 模擬 制御盤에서 視察團은 冷却材系統의 壓力喪 失을 誘發한 전기 故障의 示範을 구경했다.

Creys-Malville은 Lyon에서 동쪽으로 50마일 에 위치한 1,200MWe 增殖爐이다. Super Phenix(實證用 增殖爐인 Phenix의 후속기)로 알려진 이 增殖爐 발전소는 일반 발전소에 比해 같은 우리놈에서 50~100배의 에너지를 얻을수 있다. 이 발전소는 液體나트륨으로 冷却되며 基本 設計는 "Pool"型이다. 즉, 원자로 용기는 爐心 뿐아니라 나트륨 펌프까지 포함하고 있다.

Creys-Malville은 EdF와 Italy의 Ente Nazionale per l'Energia Elettrica 그리고 Schenell-Bruter-Kernkraftwerkgesellschaft(독일, 네덜란드, 벨기에, 영국 電力會社들의 聯合)에서 공동으로 投資한 발전소이다.

Workshop 技術視察團은 심지어 放射線 放護 服을 입고 Creys-Malville의 格納容器에 가지 들어갔다. 그 外에 터빈 홀과 핵연료취급 설비 도 구경했다.

금요일에 St. Alban 원자력발전소(1,300MWe 발전소 2기)와 Grand Maision 揚水 발전소를 訪問했다.

### 世界를 하나로

技術視察은 Workshop에서 3일 동안의 理論 에 對한 마지막을 장식했다. 國際 Human Performance Workshop은 Lyon에 모인 사람들에게 全世界 원자력발전소에서 的 Human Performance를 調查할 수 있는 前例없는 機會를 提共했다.

Workshop은 模範事例(Good Practice)와 革 新的인 解決策을 共有하는데 매우 效果적이었 다. Workshop에는 4개 大陸 17個國이 參加하 여, 더 좋은 Human Performance와 더 훌륭한 원자력발전소 運轉에 對한 世界的 重要性을 보 여 주었다.

## Jacques Leclercq 氏의 發表文

Human Performance의 研究는 여 러가지 이름으로 불리워진다: 人間因 子工學, 人間工學, 作業能率 研究 (ergonomics)等.

우리가 그것을 무엇이라 부르건 간에 우리들 努力의 目的은 같다: 원자력발전소 같은 複雜 하고 技術的인 system에서 安全하고 信賴性있 고 效果的인 Human Performance를 確保하는 것이다.

安全하고 信賴性있는 運轉을 위한 努力의 目 標가 되는 Human Performance에는 3가지 側 面이 있다.

- ① 日日 發電所 運營
- ② 事故時 運轉
- ③ 人間因자의 設計

다음은 이런 分野에서 EdF의 活動을 要約한 것이다.

### 日日 發電所 運營

EdF의 원자력 및 火力발전부서는 프랑스 내의 모든 원자력 및 火力발전소를 總括하며 13,000명의 발전소 現場 要員을 포함한 14,000 명의 職員이 있다.

지난 몇년 동안 EdF는 日常的인 발전소 運轉의 質을 向上하기 위한 努力을 傾注해 왔다. PWR발전소의 稼動率은 1985년에 83% 였으나 1986년에는 약간 높아질 것 같다. 다음 몇년동안 우리는 이 數値를 80% 以上으로 維持하고자 한다.

EdF는 計劃停止期間의 短縮에 있어 큰 進歩를 가져왔다. 1983년 까지 14기에 對한 定期 및 簡易 補修를 위한 平均연간정지는 70일이었으나 1986년 7월에 10기에 對한 이 數値는 36일이었다.

不時停止件數는 最近에 꾸준히 감소하여 1985년에는 基當 平均 3件이었다. 우리는 이것도 계속 改善하여 1990년까지 2件 以下로 줄이고자 한다.

人間因자와 관련된 指標는 運轉過失로 인한 停止率이다. 이 分野에 있어서 상당한 進展이 있었다. 1982년도에 연간 2.3件이던 停止件數는 1985년에 1.1件으로 감소하였다.

### 發電所 運營改善 活動

教育分野에서 우리 運轉員 各自는 年間 約120時間의 教育을 받는다. 또한 우리는 900MWe 模擬制御盤 5個, 1,300MWe 模擬制御盤 2個, 기타 작은 模擬制御盤과 特殊事故反應用 模擬制御盤에 상당히 投資해 왔다. EdF가 使用하는 다른 教育은 컴퓨터에 의한 教育이다. 運轉員들이

그들의 制御室을 떠나지 않고서도 새로운 技術을 익힐 수 있도록 電算化된 教育用 制御 및 畫面 Panel이 現場에 設置되었다.

man-machine interface를 改善하기 위해 몇 가지 活動을 시작했다. 그중 제일 重要的 것은 主制御室 人間因子 設計 改善, 設備 및 裝備確認 改善, 文書 完成 등이다.

또한 發電所內 意思傳達方法 改善 및 運轉팀과 補修팀間的 協助 그리고 交代組 交代時 情報交換 改善 등에도 努力을 傾注하고 있다.

運轉經驗의 活用도 Human Performance 改善過程에서 必須的인 部分이다. 資料蒐集은 發電所 運轉員과의 緊密한 協助下에 人間因子 專門家에 의해 國家의 次元에서 다루고 있다.

### 事故時 運營

發電所의 日常 運轉 改善은 事故豫防 및 對應에 肯定的效果를 가진다. 간단히 말해서, 非常事故로 擴散되지 않도록 普通事故를 다루는 것이 運轉性能을 最適化하는 最善의 方法이다.

또한 EdF는 自動安全系統을 補助하기 위한 人間의 介入을 3 단계로 나누었다.

- ① 交代 運轉팀
- ② 發電所 安全技術者
- ③ 非常對策 專門家

### 人間因子 設計

가장 좋은 人間因子 工學要素들을 開發하더라도 그것이 發電所 設計에 反映되지 않으면 Human Performance에 도움이 되지 않을 것이다. EdF는 運轉員과 設計者 사이의 交流에 상당히 努力하고 있으며 이는 交流機能과 設備品質, 制御系統設計에 影響을 줄 수 있는 運轉經驗의 反映을 받고 있는 特別部署에서 이루어진다.

그 外에 우리는 지금 工學設備設計에 人間因자의 反映을 試圖하고 있다(예를 들면 새로운 1,500MWe 발전소에 設置될 完全히 電算化된 次世代 制御室이 人間因子 專門家와의 緊密한 協助下에 設計되었다).