

## 전기사고 사례와

### 이에 대한 대책

(외국의 예 : 4)

#### 5. 工事用 分電盤 移設作業中에 感電 死亡

##### 가. 머리말

이번에는 發電所의 增設工事を 위해 發電所 構内에서 多數의 從業者가 作業을 하고 있는 工事現場에서 停電作業中 回路의 電源 스위치 關係로 생긴 感電 死亡事故例를 紹介함으로써 電氣施設物의 工事施工關係者에 대한 參考로 하고자 한다.

##### 나. 事故의 狀況

發電所 增設工事を 위한 電力設備을 10個都給業者에 對해 각각 3kV 母線을 責任分界點을 設定하고 電力設備의 工事·維持·運用을(假設 電氣設備 責任者를 選任) 하도록 했다.

그리고 總括管理를 發電所 設置者가 選任한 電氣主任技術者(우리나라의 전기안전관리담당자)로 하는 管理体制로 했다.

##### (1) 作業目的

輕油配管 布設에 支障이 되는 工事用 分電盤 3面의 移設工事

##### (2) 作業連絡狀況

事故發生의 前日 元都給業者의 定例 安全委員會에서 分電盤 移設工事 施工業者인 作業長으로부터 作業目的, 作業日時等의 作業內容에 對한 說明이 있었다.

##### (3) 事故發生經緯

① 被害者(分電盤 移設作業責任者)와 同僚 1名이 作業을 開始했다.

② 被害者의 指示에 따라 同僚가 보일러 左큐비클內의 4層 보일러 左系統의 電源開閉器를 開放하여 作業現場으로 돌아왔다. 그리고 큐비클에는 施錠을 하지 않고 「作業中이니 開閉器의 操作을 禁止한다」 등의 表示板을 부착하지도 않았다.

③ 同僚는 分電盤 電源側 케이블의 延線作業을 開始하고 케이블 結線中, 「찌릿」하는 電氣를 느꼈다. 이 事實을 被害者에 알렸더니 被害者는 檢電器로 케이블이 充電되어 있는 것을 確認하고 同僚에게 그 開閉器가 開放되어 있는지 없는지를 確認하도록 指示했다.

④ 同僚가 이 開閉器 있는 곳에 와보니 開閉器는 投入狀態로 되어 있으며, 再次 開閉器를 開放하고 作業現場에 돌아왔다. 이때에도 큐비클에는 施錠하지 않고 「作業中 開閉器 操作禁止」

등의 表示板의 부착은 하지 않았다.

⑤ 被害者는 檢電後 移設分電盤의 主開閉器의 電源側에 케이블을 接續하는 作業에 着手하여 三相 가운데 二相의 接續을 끝마치고 나머지 一相의 接續作業中 異常한 소리를 내면서 웅크렸다.

⑥ 이같은 狀況을 보고 있던 同僚가 1層쪽을 향하여 큰소리로 開閉器를 開放하도록 囑咐을 질렀다. 開閉器가 開放되었는지 被害者는 뒤로 넘어졌다.

⑦ 1層 패트로울중에 있던 分電盤移設工事施工者의 安全責任者가 큐비클에 가본즉, 熔接檢查者의 作業員 1名이 있었으며 이 開閉器를 投入한 것은 바로 이 作業員이었다는 것이 判明됐다. 그리고 이 熔接檢查員은 平素 熔接檢查를 위한 照明電源의 開閉操作을 이 開閉器로 하고 있었던 것 같다.

#### 다. 事故의 原因

本件 事件은 다음과 같은 原因이 겹쳐 發生한 것으로 推定된다.

(1) 電氣器機의 操作은 假設 電氣取扱責任者가

하도록 되어 있었으나 遵守되지 않고 있었다. 오히려 關係者 以外의 사람에 의해 電氣器機의 操作이 日常的으로 行해지고 있었던 것으로 생각되었다. 이번의 事故는 熔接 檢查員이 開閉器를 投入함으로써 發生되었다.

(2) 當該 分電盤의 移設作業에 있어서는 定例 安全 委員會에서 各業種 責任者에 連絡되고 있었음에도 不拘하고 各業種 作業者까지 그 作業內容이 철저하게 전해지지 않고 있었다.

(3) 큐비클의 施錠, 큐비클內의 出入禁止나 停電作業中 開閉器 操作禁止 등의 表示板의 부착이 되지 않고 있었다.

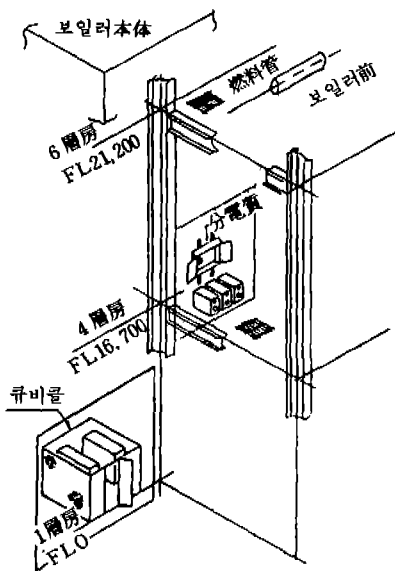
#### 라. 事故防止對策

事故再發防止를 위해 다음과 같은 對策이 생각될 수 있다.

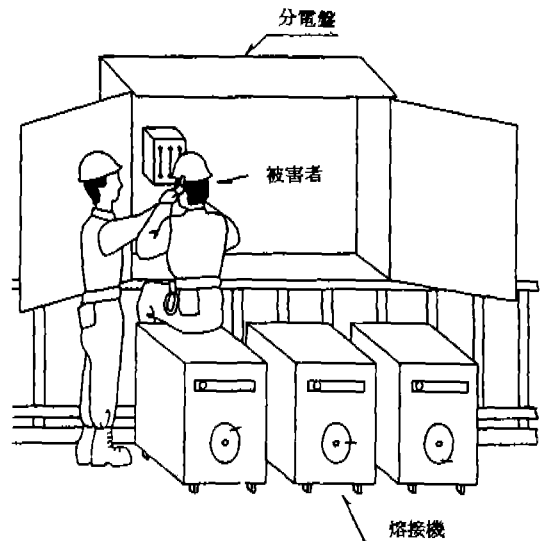
(1) 管理体制를 強化하는 同時에 業務 分擔, 指揮命令系統을 明確히 하여 各自 分擔 職務를 責任지고 實行한다.

(2) 業者間 相互의 連絡體制를 強化, 充實히 하고 作業內容의 周知 徹底를 期한다.

(3) 總括責任者는 各業者의 作業行動을 정확하게 파악하는 등 業者間의 協助를 取하고 各業者



〈그림 1〉 分電盤配置立面圖



〈그림 2〉 分電盤

가 安全確實하게 作業을 할 수 있도록 監督한다.

(4) 큐비클 入口에는 施錠하고 관계자 以外의 사람은 出入하지 못하도록 한다.

(5) 作業中에는 作業의 安全對策에 필요한 表示板을 부착하는 同時에 監督者를 配置하고 監督·指導한다.

(6) 都給業者에 對한 安全教育를 實施한다.

## 바. 맺음말

이러한 感電事故의 發生原因을 알아 보면 大體로 安全確保에 對한 初步的인 失手가 큰 事故의 始初가 되고 있다. 本件 事故도 이와 같으며 아무나 自由롭게 電源스위치를 操作하도록 되어 있었다.

## 6. 自家用構内에서의 土木工事中 感電死亡

### 가. 序 言

自家用構内에서 土木工事나 塗裝工事を 하다가 感電되는 事故가 이따금 발생한다.

그 原因은 주로 피해자의 과실이 많지만, 電氣施設面에 있어서의 電氣保安管理의 不 철저에도 原因이 있어 施設者에게 책임이 있었던 경우가 발견되기도 한다.

이 事故는 暗渠内에 排水用 펌프를 설치하기 위하여 새로 그 配管用 鑿孔作業을 하다가 발생한 것이다.

맨홀 뚜껑에는 리미트스위치를 달아 뚜껑을 열면 맨홀 内の 크레인용 裸트로리 線의 전원을 차단하는 保護回路를 설치하였으나 사고시에는 上記工事 때문에 인터록을 해제하고 있었기 때문에 맨홀 뚜껑을 열더라도 電源이 차단되지 않게 되어 있었다.

### 나. 事故狀況

이 사고는 바다와 산으로 둘러싸인 항구에 있는 造船所에서 발생하였다.

이 조선소 구내의 修繕用 獨(船渠)에는 大型

크레인이 있고 地下式 6,600V 트로리線 (그림 3 참조)에서 電力을 공급하고 있었다. 地下式 트로리線은 暗渠式으로 되어 있으며 필요에 따라 點檢을 하기 위한 空間으로 맨홀을 설치하고 있었다.

暗渠内에는 비가 올 때와 같은 경우 등 内部에 浸水되기 쉬워서 水中 펌프를 설치하여 대응하고 있었는데 다시 그 排水能力을 향상시키기 위하여 새로 1대를 증설하게 되었다.

토요일과 일요일 兩日에 排水 펌프用 排水管을 매설하기 위한 地上의 側溝掘削工事와 配管工事作業을 하고 월요일에는 暗渠内 配管에 관련된 鑿孔工事を 停電시키고 실시할 계획이었다.

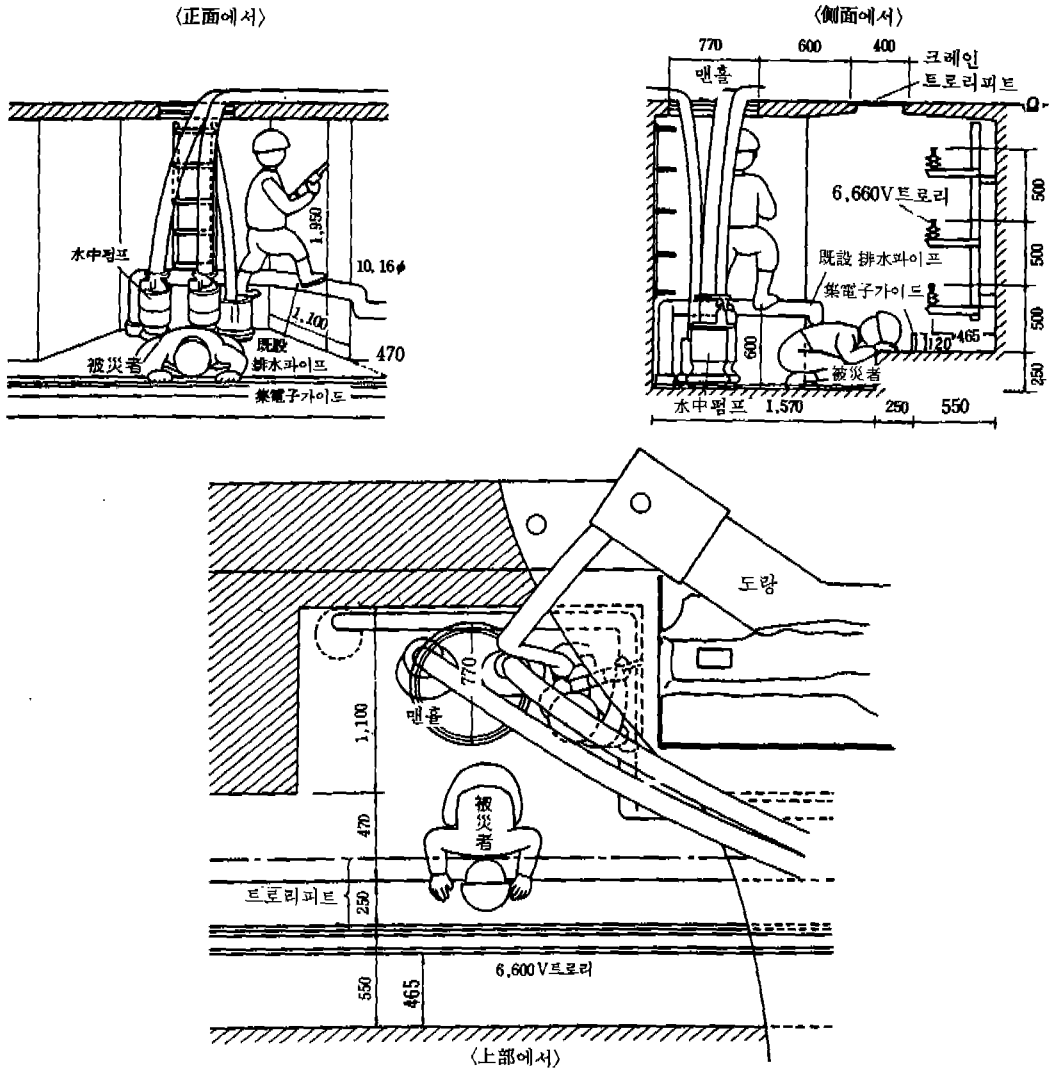
地上에서의 側溝掘削 및 配管이 예정 이상으로 진척되어 토요일 중에 작업이 끝났기 때문에 일요일은 作業을 쉬기로 하였다(트로리線의 停電日은 월요일로 예정되어 있기 때문에).

그런데 土木工事 청부업자의 作業원인 作業원 2명은 일요일에는 휴무를 한다고 약속하였는데도 불구하고 鑿孔作業을 하기로 하고 작업 준비 후 作業원 1명이 위험표시 및 進입방지용 로프를 제거하고 맨홀로부터 内部에 들어가서 檢電 등의 안전행위를 전혀 하지 않고 碎岩機로 착공작업을 개시하였다.

얼마 후에 또 한사람의 作業자(피해자)도 맨홀 内に 내려왔다. 착공작업을 하고 있던 作業원이 그대로 作業을 계속하고 있을 때 후방에서 閃光이 발생한 것 같아 작업을 중지하고 되돌아보니 被害者가 트로리線 앞에서 웅크리고 쓰러져 있는 것이 발견되었다.

혼자서는 구조를 할 수가 없어 가까이 있는 사무소에 연락하여 救急車를 의뢰함과 동시에 트로리線을 停電한 후 被害者를 맨홀 内에서 救出하여 산소호흡을 계속하면서 구급차를 병원으로 옮겼으나 곧 死亡하였다.

被害者가 감전된 장소는 그림 3과 같으며 작업을 하고 있던 장소가 暗渠式 트로리線을 점검하기 위한 통로축이었고 또 이미 水中펌프를 臨時 配管으로 설치한 상태로 되어 있었다.



〈그림 3〉 感電發生狀況圖

被害者は 6,600V の裸트로리線에 感電된 것이 틀림없다고 생각되지만 왜 맨홀 内に 들어갔는지와 어떠한 상태로 感電됐는지는 가까이 있던 동료도 보고 있지 않았기 때문에 不明이다.

다. 工事計劃 및 安全對策

이 工事は 크레인用 트로리線을 敷設하고 있는 暗渠内の 排水를 하기 위하여 水中 펌프를 증설하고 있었다는 것은 앞에서 기술한 바 있지만,

이 工事に 있어서는 다음과 같은 安全對策을 실시하기로 하고 있었다.

工期는 土, 日, 月曜日 三日間 예정인데, 토요일과 일요일에 水中 펌프설치 장소로부터 바다까지의 地上配管을 하고, 水中 펌프의 配管工事を 高圧裸線의 트로리線을 敷設하고 있는 暗渠內에서의 작업이 필요하기 때문에 停電을 월요일로 정하고 이때 작업을 실시할 工程으로 되어 있었다.

工事に 임해서는 작업을 개시하는 前日の 金요일에 안전대책회의를 실시하였다. 출석자는 시설자측에서 動力담당자 3명과 설비의 관리자 및 공사청부업자와 그 하청업자의 대표자 등이었으며, 공사내용 및 工事中の 安全管理에 대하여 협의하였다.

또 다음날 토요일에는 작업개시 전에 미팅을 하여 청부업자의 대표자가 前日の 회의에서 협의한 注意事項을 작업원에게 전한 후에 작업에 착수하였다.

作業은 豫定 이상으로 진척되어 일요일의 作業分까지 토요일에 끝났기 때문에 業者의 대표자는 作業員에게 일요일에는 쉬도록 지시를 하고, 그 날은 작업구획 내 맨홀 주위를 정리한 후에 맨홀 주위에 로프를 치고 위험표시와 출입금지 표시를 부착하였다.

#### 라. 事故原因과 防止對策

이 工事に 있어서 安全對策會議과 작업전 회합 등도 실시되었으며 나름대로의 安全對策의 배려를 하였다고 본다.

사고 당일 작업을 한 2명은 前日の 회합에서 그 날은 쉬기로 되어 있던 것을 무시하고 월요일 停電시켜 실시하기로 되어 있던 鑿孔工事を 시작하였다. 거기다 이때 安全對策會議에서 定한 체크리스트에 의한 停電의 확인이나 危險防止對策을 하지 않고 맨홀 內에 들어 가는 등으로, 作業者의 과실이 크다.

그러나 토목업자라도 高壓의 裸線이 위험하다는 것을 충분히 알고 있었으리라 생각되며, 맨홀 內에 高壓의 裸트로리線이 시설되어 있어 이것이 「充電狀態이다」라는 것을 이해하고 있다면 쉽사리 맨홀 內에 들어가는 일은 없었으리라 생각된다.

推定이긴 하지만 이와 같은 것을 생각하여 보면 회회나 미팅 내용의 전달이 충분히 작업원까지 철저히 이루어졌는지, 또 작업원이 이해하고 작업을 실시하였는지 대단히 의문스럽다.

이와 같은 관점에서 볼 때 事業場의 사고방지

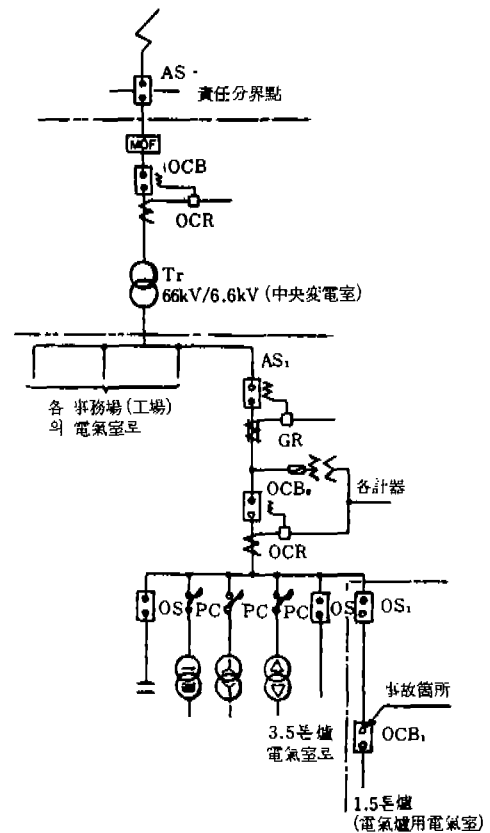
대책으로서는 工事業者의 教育만이 아니라 指示傳達를 철저히 하고, 作業의 안전확보를 도모하고 나서 작업을 실시하는 습관을 들여야 한다.

또 예를 들어 工事中이라 하더라도 맨홀 뚜껑을 자물쇠로 잠그거나 假熔接 등을 하여 업자가 임의로 内部에 들어갈 수 없는 처치를 강구하여 작업의 安全을 확보하여야 한다.

#### 다. 맺음말

일반적으로 회합 등을 하더라도 末端의 사람 들까지 충분히 내용이 전달되지 않는 경우가 있다. 회합은 아무리 많이 하더라도 그 內容이나 전달이 충분치 않으면 의미가 없어져 버린다.

또 傳達를 충분히 하더라도 듣는 者의 주의력, 내용 등에 따라서는 전달코자 한 내용과 달라지



〈그림 4〉 系統圖

는 경우가 있으므로 文書와 口頭로 확실히 전달하여야 한다. 요는 傳達方法의 문제이다. 作業의 安全이라는 것은 충분한 대책을 立案함과 동시에 作業員 全員에 대하여 安全을 인식시키기 위하여 作業마다의 細密한 내용을 잘 파악시키는 体制를 확립하여야 한다.

人体事故를 없애기 위하여 관계자 各者가 一人가 되어 항상 細心한 주의와 노력으로 대처하지 않으면 안된다.

## 7. 電氣爐 改修工事中の 感電事故

부하설비인 전동기, 히터 등의 개수, 교환공사시에는 그 기기들의 설치상황, 전원공급 방법 및 조작방법 등에 대하여 작업 전에 충분히 조사하여 확인해 두지 않으면 불의의 전기사고를 야기하는 수가 있다.

이번에는 작업원이 제어반의 주개폐기를 “OFF”로 하지 않고 조작 스위치만을 “OFF”로 하고 電氣爐 내로 들어가 작업을 하던 중 爐内の 발열체 裸線에 접촉하여 감전사고가 발생한 예를 들고 관계자의 주의를 환기시키고자 한다.

### 가. 事故例

○사고발생일시, 장소 및 전기공작물 : 9월 상순(화) 12시 20분경(맑음) 피트型 流電式 전기로 내의 발열체나선(3상200V)

○사고의 원인

작업방법의 불량

○피해자

사업장의 생산과 기술원(남자 32세)으로 전기관계 작업경험은 3년

○전기기사 선임 여부

선임(전기주임기술자)

○자가용 전기공작물의 개요

수전전압, 6.6kV, 최대전력 345kW, 업종: 열처리가공업

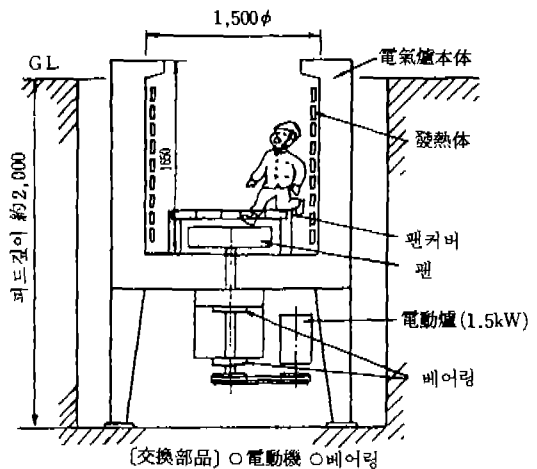
○사고의 상황

이 사업장에서는 피트型 流氣式 전기로의 정

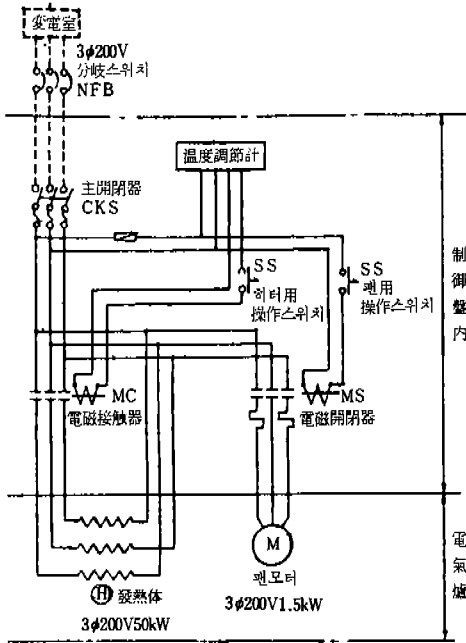
기점점결과 이 爐의 팬용 모터 및 베어링을 교환하게 되었다. 이 사업장의 기술원 A(피해자)는 사고당일 오전 10시 30분경부터 교환작업에 착수했다. 전기로의 팬용 모터 및 발열체는 그림 6과 같은 회로로 전원이 공급되고 있으며 작업개시 전에 제어반의 주개폐기 및 팬용, 히터용 조작스위치를 각각 “OFF”로 했다. 작업원은 전기로 및 제어반을 점검, 수리할 때에는 반드시 주개폐기 및 조작 스위치 등을 “OFF”로 한 것을 확인한 후에 작업을 개시하도록 지시되고 있었다.

오전 11시 50분경 모터 및 베어링의 교환, 조정작업을 완료했다. 10분간 휴게 후 12시경부터 팬용 모터의 회전방향을 확인하기 위해 제어반의 주개폐기를 투입하고 다음에 팬용 조작 스위치를 “ON”으로 하고 전자개폐기(MS)를 “폐”로 하여 전원을 공급했다. 모터의 회전방향은 정상인 것을 확인한 후 팬용 조작 스위치를 “OFF”로 하고 전자개폐기(MS)를 “개”로 하여 팬용모터에의 전원을 끊었다.

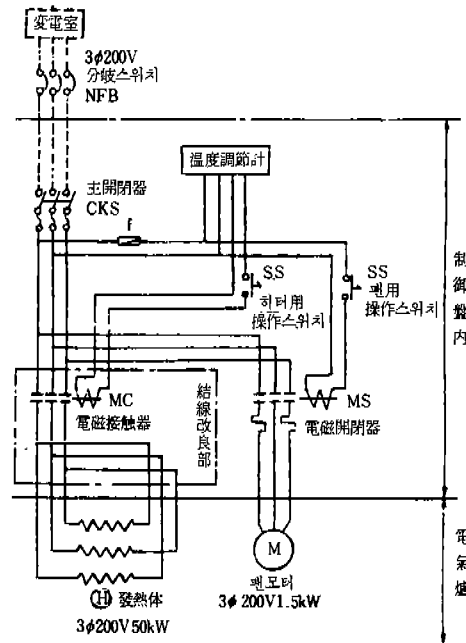
12시 05분경부터 호이스트에서 팬커버를 爐의 하부에 부착하는 작업에 착수했다. 위치결정이 좀처럼 되지 않기 때문에 전기로 내에 들어가 팬커버의 위치조정작업에 착수했다(그림 5). 그러나 爐内로 들어가기 전에 작업원 A는 주개폐기를 “OFF”로 하는 것을 잊고 있었다.



〈그림 5〉 事故狀況(약도)



〈그림 6〉 피트型 流氣式電機爐의 配線略圖 (事故發生時)



〈그림 7〉 피트型 流氣式 電氣爐의 配線略圖 (改良後)

이상과 같은 상황에서 작업원 A는 전기로 내로 들어가 팬커버의 위치조정 작업을 하고 있었는데 무의식중에 발이 미끄러져 상체의 밸런스가 무너졌고 왼쪽 어깨에서부터 전기로 내의 측면에 설치되어 있는 발열체 나선에 접촉되어 버렸다. 비명과 함께 감전사고를 유발한 것이다.

동료인 B가 제어반의 주개폐기를 "OFF"로 하고 피해자를 전기로에서 구해 올려 인공 호흡을 시키는 동시에 구급차를 수배했다. 그러나 피해자는 살아나지 못했다. 피해자는 상의가 반팔인 작업복, 작업복바지, 안전화를 착용하고 있었고 장갑은 끼지 않고 있었다.

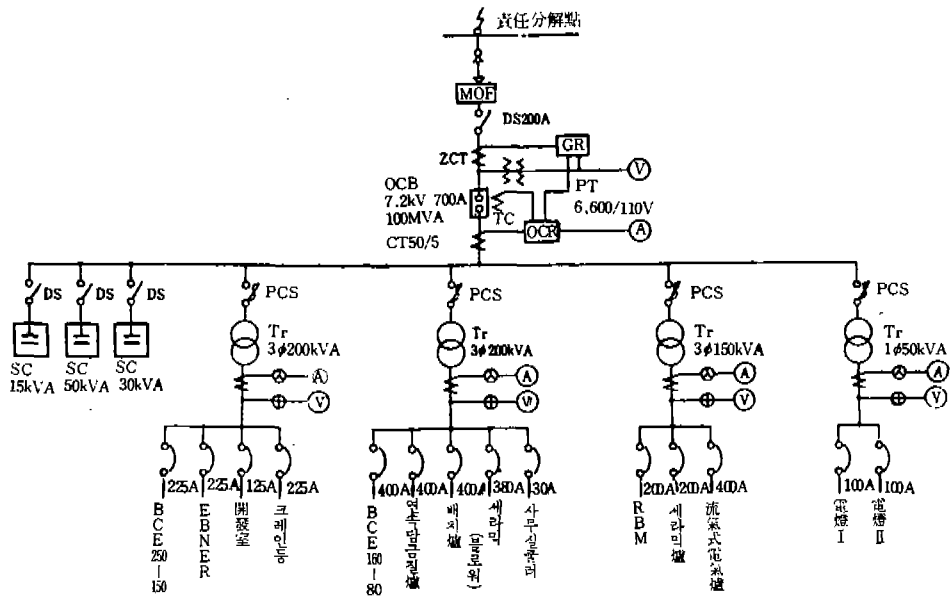
#### 나. 原因의 檢討 및 再發防止對策

작업원 A가 작업개시에 앞서 제어반의 주개폐기 및 팬용 모터용 조작 스위치를 각각 "OFF"로 한 것은 작업순서대로였다. 그러나 팬용 모터의 회전방향 확인 후 팬용 조작 스위치를 "OFF"로 하고 전자개폐기 (MS)를 "개"로 하고 팬용

모터에의 전원을 끊은 것만으로 전기로 내에 들어가 팬커버의 위치 조정 작업에 착수했다. 제어반의 주개폐기를 "OFF"로 한 후 작업을 실시한다는 작업방법에 의존하지 않았다. 이것이 이번 사고의 직접적인 원인이다.

그림 6의 배선도와 같이 이 전기로 내의 발열체의 전원공급회로는 히터용 조작스위치를 "OFF"로 함으로써 전자접촉기 (MC)가 "개"가 되고 발열체에는 발열하는 전기회로가 구성되지 않고 발열이 되지 않도록 되어 있는데 주개폐기를 "OFF"로 하지 않는 한 전자접촉기 (MC)를 통과하지 않는 다른 하나의 배선에 의해서 爐内の 발열체는 충전되는 상태가 되어 버린다.

팬용 모터에의 전원공급회로에서는 팬용 조작스위치를 "OFF"로 함으로써 전자개폐기 (MS)가 "개"가 되고 팬용 모터에의 회로는 구성되지 않고 모터는 비충전상태가 된다. 이 경우는 전자개폐기 (MS)의 "開" "閉"만으로 모터에의 전원공급은 최종적으로 결정된다.



〈그림 8〉 受電設備 單線結線圖의 개요

팬용 모터에의 전원공급회로와는 달리 발열체의 그것은 히터용 조작스위치에 의한 전자접촉기(MC)의 “개”, “폐”만으로 발열체에의 전원공급은 결정되지 않고 반드시 주개폐기의 “ON”이나 “OFF”의 조건이 필요해진다. 즉 발열체의 전원공급회로는 사용상 히터용 조작 스위치만의 조작으로는 결정되지 않는 회로라고 할 수 있다. 이것도 간접적으로 이번 사고원인의 하나이다.

팬용 모터 전원공급회로와 마찬가지로 발열체의 그것도 조작 스위치를 “OFF”로 하는 것으로 발열체 회로가 비충전상태가 되는 회로로 해야만 했다.

(1) 작업자는 미리 공사대상 전기기기, 제어반 등에 대하여 조작방법 뿐만 아니라 전기회로에 대해서도 배선도면으로 충분히 확인하는 것을 철저 한다. 그에 의거하여 가장 안전한 작업방법을 결정하고 작업에 착수하도록 한다.

(2) 전기로 내의 발열체 등의 충전부분이 노출되어 있는 구조의 기기와 접근상태에서 작업할 때는 전원 공급회로가 정지되어 있는 것을 확인하는 것은 물론이고 측정기에 의하여 직접 비충

전상태인지 여부를 확인하는 조심성 있는 행동을 하도록 한다.

(3) 전기안전책임자인 전기기사는 일상적으로 작업원에 대하여 작업안전을 위해 작업순서, 작업방법 등의 작업지침에 의거하여 안전교육을 실시한다.

(4) 전기로의 발열체에 접속되는 배선은 모두 전자접촉기(MC)를 통과한 후 결선하고 히터용 조작스위치를 “OFF”로 함으로써 爐體 내의 발열체는 비충전상태가 되도록 배선을 개량한다(그림7).

(5) 조작방법이 비교적 복잡한 제어반의 경우에는 취급요령을 기재한 표시판을 제어반의 전면에 부착하여 오조작을 방지하도록 한다. 교체 개수공사를 실시할 경우에는 공사대상인 전기기기의 취급 요령뿐만 아니라 그 배선방법도 충분히 조사, 확인할 필요가 있다. 배선방법의 검토에서도 안전한 작업방법을 선택할 수가 있고 또한 불의의 오조작을 방지할 수가 있다. 배선도면과 실제의 배선방법을 비교, 대조하면서 작업 준비를 추진하는 것이 중요하다.

〈연재 끝〉