

電氣事故와 設備故障 事例

(35)

錯覺에 의한 感電負傷事故와 敎訓

感電事故의 原因 가운데 錯覺에 의한 것이 많은比率을 차지하고 있다.

錯覺은 사람의 心理狀態에서 起因되므로 完全히 防止하기는 매우 어렵다.

그러나 그 어려움을 克服하는 것이 電氣保安者에게 지워진 使命이기도 하다.

1. 錯覺에 의한 感電負傷事故例

(1)

◇ 事故發生場所

製鐵工場의 電氣爐用 變電室

◇ 事故發生의 電氣工作物 및 被害者

碓子形遮斷器(22kV)

電氣係員 男性: 38才

◇ 原因

被害者의 過失(錯覺) 및 作業方法 不良

◇ 事故狀況

被害者는 上司와 두사람이 電氣爐用 變電室의 週間點檢을 實施中, 遮斷器 R相의 오일게이지 油面이 規定레벨을 초과한 것을 발견하였으므로 位置를 바꾸어 再次 H測을 하고 있었는데 이때에 定期修理用 拔杆架台에 鐵線이 걸려 있는 것을 발견 했다.

上司는 鐵線을 除去하기 위해서는 遮斷器의 開放만으로 충분한 安全距離가 있다고 판단하고 電氣爐

操作擔當者에게 그러한 뜻을 傳達함과 동시에 鐵線 除去를 指示했다.

被害者는 遮斷器의 動作소리를 듣고 2次側이 停電됐다고 判斷하고 鐵線除去 作業을 하기에 앞서 油面上昇의 原因을 알기 위해서 遮斷器 2次側 端子로 부터 아래로 3段階의 碓子腹部를 손끝으로 測溫했다.

다음에 遮斷器 基礎架台에 올라 鐵線을 除去後 右手로 1次側碓子の 아래로 부터 3段階의 碓子腹部를 손끝으로 測溫하기 위해서 充電部에 異常接近했다.

이 때문에 프레시오버感電하여 右手 手등과 左手 손바닥에 火傷을 입었다(그림 1 참조).

(2)

◇ 事故發生場所

變電所

◇ 事故發生의 電氣工作物 및 被害者

送電線用 避雷器(77kV)

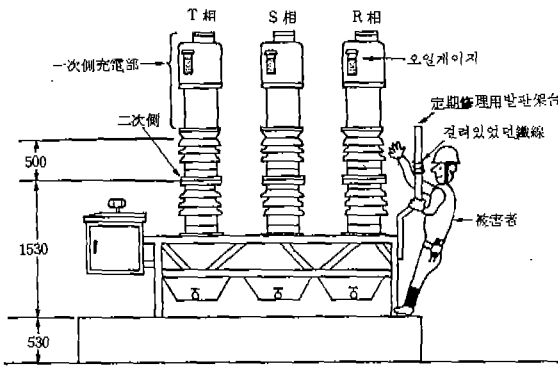
變電所補修係員 男性: 27才, 經驗 7年

◇ 原因

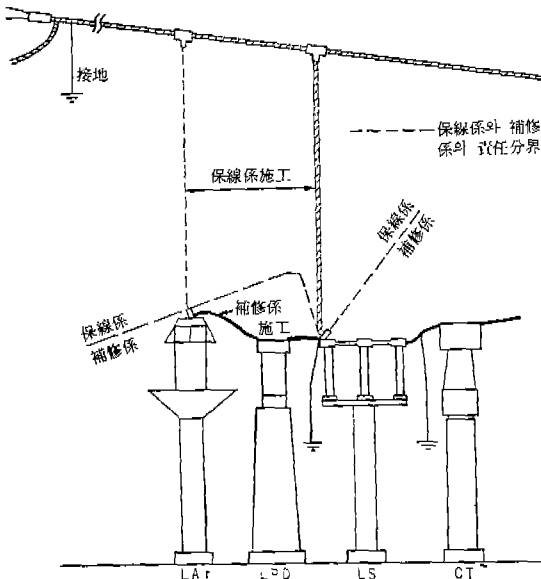
被害者의 過失(錯覺)

◇ 事故狀況

事故當日 77kV 架空送電線(2回線)과 그 引出設備中 1L側을 停止하고 送電線避雷器配線의 補修 工事を 실시하고 있었다.



〈그림-1〉 事故例(1)의 被害狀況圖

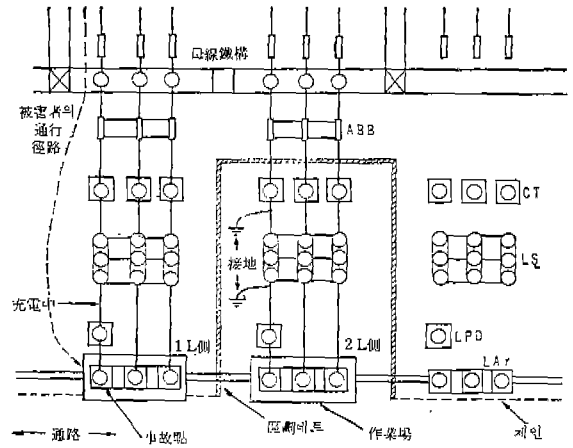


〈그림-2〉 事故例(2)의 作業內容 및 責任分界를 表示하는 그림

작업은 變電所補修係와 送電線保線係가 共同으로 했다(그림 2 참조).

被害者は 自身이 소속하고 있는 補修係가 分擔하는 作業의 立會를 끝내게 한 다음 他工事に 立會하기 위해서 일단 現場을 떠나서 終了後에 保線係가 맡고 있는 避雷器配線補修工事に 立會하고자 再次 現場에 돌아 왔다.

그때에 被害者는 通路側이 아닌 母線鐵構側(즉 危險區域으로 부터)에서 現場으로 돌아 왔기 때문에 保線係의 分擔工事が 完了한 것으로 판단, 리드線의 接續을 確認하기 위해 옆의 1L側의 避雷器에 잘못 올랐기 때문에 感電되어 다시 아아크에 의해 火傷을 입었다.



〈그림-3〉 事故例(2)의 事故現場 平面圖

事故發生時 作業場에는 作業區域을 表示하는 區域네트가 쳐지고 있었다. 그 상태를 그림 3에 표시한다.

2. 錯覺을 惹起하는 要因

우리들은 錯覺을 原因이라고 하지만 보통 事故原因은 극히 單純한 事實이며 充電部에 接觸하였다든가 誤操作등이 해당하며 錯覺등도 要因이라고 말할 수 있다. 즉 要因이란 原因을 발생케한 理由라고 말할 수 있다.

그러나 錯覺이라는 要因 하나를 두고 보아도 그 발생과정은 同-하지 않고 그 中には 多數의 要因이 포함되고 있다.

또 이들 要因間에는 복잡한 相互關係가 存在하지만 보통은 1次, 2次, 3次要因……이라고 하는 階層關係를 찾아볼 수가 있다. 表 1에 이들 關係의 一例를 表示했다.

表 1을 보면 하나의 要因이 다른 몇가지 要因의 방아쇠가 되는 경우가 있다는 것을 알 수 있다 (• 표 표시한 것).

그러나 이 表에 표시한 要因은 錯覺에 관련 되는 要因中의 극히 일부에 지나지 않는다.

3. 錯覺에 의한 事故防止法

모든 경우에 共通되지만 事故를 완전히 防止하기 위해서는 모든 事故要因을 摘出하여 그에 대한 對策을 마련해야 한다. 이것은 매우 어려운 課題이다

(表-1) 錯覺을 일으키는 要因

錯覺	○ 電氣工作物의 配置不良	● 設計ミス	○ 設計者의 教育不足 ○ 施工主와의 相議不足
		○ 施工不良	○ 工事業者選定ミス ○ 工事人教育不足 ○ 予算不足
	○ 어두운 照明	● 設計ミス	
		○ 램프 切斷	● 保守不備
	○ CB表示 램프 切斷	● 保守不備	○ 点檢周期不適當 ○ 作業要領不遵守 ● 人員不足
○ 過勞	○ 스케 過過密	○ 作業計畫不適當 ● 人員不足	
	○ 作業環境不良	○ 電氣室의 位置不適當 ○ 作業時期의 選定ミス	
	○ 厚生施設不備	● 經營者의 理解不足	
○ 適性없음	○ 採用ミス		
	○ 人事配置不良	● 經營者의 理解不足 ○ 主任技術者에 人事의 센스無 (● 表는 重複하는 것)	

특히 錯覺에 대하여는 사람에 관한 要因이 큰 比重을 차지하고 있기 때문에 이들에 대하여 완전한 對策을 실시한다는 것은 不可能하다고 하여도 過言이 아니다.

그러나 어느 程度의 사고요인이 발생하여도 事前에 點檢되어 사고를 회피하는 手段이 마련되어 있으면 된다.

具體적으로 말하면 過勞라는 事故要因을 방지하기 위해서는 平常時에 作業스케줄이 過密하게 되지 않도록 調整하고 作業環境을 개선하며 厚生施設을 完備하는 것 등이 基本的인 對策이라고 할 수 있다.

그리고 다시 作業者의 健康상태를 定期的으로 체크하며 작업개시에 앞서 指揮者가 個別的으로 체크하는 시스템이 되어 있으면 거의 完全하다.

또한 電氣工作物의 設計·施工의 不備가 事故要因을 內在케 하는데 이들의 要因 체크는 工事計劃의 단계에서 부터 시행할 필요가 있다.

이러한 체크시스템은 規則이나 作業要領등의 소프트웨어에 편성해 두어야 한다.

물론 종래 부터 이와 같은 對策은 실시되고 있지만 科學的인 根據에 의한 完備한 계획에는 거리가 멀다. 그리하여 인터로크라고 하는 하드웨어에 의한 보호가 마지막 수단으로 되어 있다.

사고방지는 소프트웨어면과 하드웨어면에서의 對策이 協調하여 機能할 필요가 있으며 그 가운데 어느 하나에 不備가 있어도 目的을 달성할 수 없다는 것을 認識하여야 할 것이다.

케이블配線덕트落下에 依한 電力케이블 燒損事故

事業場：製鐵所, 事故發生場所：暗渠

1. 事故概要

事故는 製鐵所構 내에서 발생했다. 이 製鐵所는 약 15年前에 操業을 개시하였으며 粗鐵을 생산하기 위한 高爐 4基 및 高爐에 鐵鑛石을 投入하는 前處理로서 海外로부터 輸入된 粉狀의 鐵鑛石을 高溫處理하여 塊狀으로 만드는 燒結工場을 4個工場 保有하고 있다.

사고발생전 燒結工場은 第3 및 第4工場이 거의 100%의 操業率로 가동중이었다.

電力은 電力會社와 共同火力에서 110kV로 受電

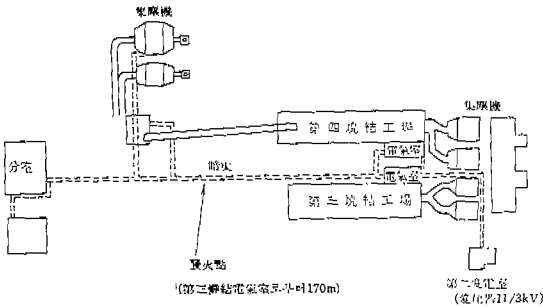
하고 있으며 또 爐頂壓發電등의 自家發電發電設備도 保有하고 있다.

變電所에서는 110kV에서 11kV로 降壓, 構内の 각 현장 變電室에 송전하고 變電室에서 다시 3kV로 降壓한 다음에 現場電氣室에서 400V, 200V로 降壓하여 各負荷設備에 配電하고 있다.

運轉의 監視는 特別高壓系統은 에너지 센터에서 動力課員에 의한 3交代勤務로 하고 있다. 또 變電室과 各負荷設備(高壓, 低壓)에 대해서는 각 현장의 電氣課員이 이를 담당하고 있다.

이번 사고는 第3 및 第4燒結工場間的 暗渠(눈

이 2m, 넓이 2m) 내에서 발생했다(그림 1)



(그림-1) 第三 및 第四燒結工場 配置圖

熱帶夜가 계속되는 8月中旬 어느날의 深夜, 第3 燒結工場이 停電됐다. 이 때문에 에너지센터의 動力 課員 및 現場의 電氣담당이 원인을 조사한 바 약 40 분뒤에 暗渠內에 火災가 발생한 것이 判明되어 곧 自体消防隊와 消防署가 消火활동에 들어 갔으나 진 화되지 않아 鑛渣投入에 의한 空氣遮斷, 또는 暗渠 內의 水沒등으로 화재발생후 약 35시간만에 진화했 다.

被害狀況은 다음과 같다.

가. 人的被害 無

나. 物的被害

a) 暗渠

暗渠內의 配線덕터 (한쪽 6段, 兩쪽으로는12 段)가 약 70m 붕괴되었다.

b. 케이블

特別高壓, 高壓, 低壓케이블 計580條가 길이 약 70m에 걸쳐 燒損됐다.

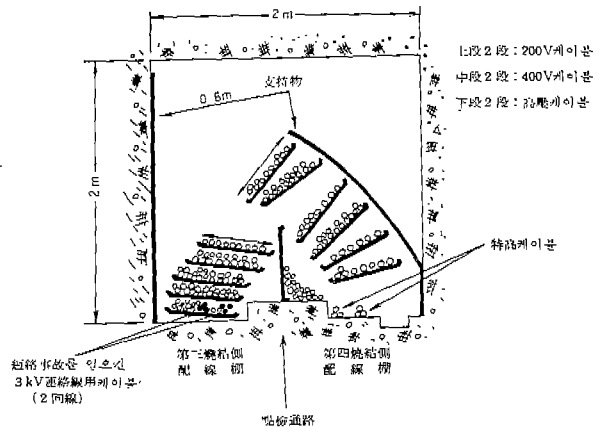
2. 事故原因의 檢討

(1) 事故現場의 狀況

鎮火後 暗渠內를 조사한 결과 第3 燒結側의 配線 덕터(配線덕터支持앵글은 鐵柱에 熔接하여 半쪽支 持)는 落下되어 있고 第4 燒結側은 支持物과 함께 通路側에 倒壞되어 있었다(그림 2).

또한 支持物의 굵이는 고르지 못하였고(第3 燒結 側은 45, 65mm, 第4 燒結側은 50, 65, 75mm使用)熔 接상태도 전반적으로 不良함이 발견되었다.

短絡事故가 발생된 것으로 추정되는 3kV 連絡線 用 케이블 (알루미늄導體트리플렉스型架橋폴리에틸 렌 絶緣비닐시이즈케이블: 2 회선으로 사용)은 電



(그림-2) 配線덕터損壞狀況圖

氣室로 부터 170m地點의 熔斷狀態가 가장 심하였고 上段布設의 다른 케이블의 熔斷도 발견되었다.

(2) 事故前後의 電源狀況

第3 燒結工場이 全停電된 것은 第2 變電室의 11 kV遮斷器가 過電流繼電器에 의해 트립하였기 때문 이었다. 短絡은 3kV連絡線用케이블에서 발생하였 음에도 불구하고 3kV連絡線用 遮斷器가 트립되지 않은 것은 誤動作防止와 他繼電器와의 協調등을 위 하여 過電流繼電器의 瞬時要素를 떼어 놓은 것과限 時特性이 11kV側으로 부터 長限時였기 때문이다.

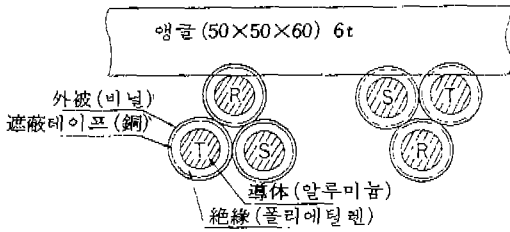
또 3kV系의 地絡繼電器는 地絡檢出後 2秒만에 動作하도록 되어 있다. 따라서 11kV 遮斷器가 먼저 트립한 것으로 짐작되었다.

(3) 事故原因

(1),(2)에서 보는 바와 같이 熔接不良 配線덕트의 落下에 의하여 3kV連絡線用케이블이 損傷, 그때에 短絡아크가 발생하여 이 때문에 火災가 발생한 것으 로 추정되고 있다.

그래서 既設備의 荷重에 의한 破壞試驗을 실시한 결과 靜荷重에서는 絶緣物의 損傷은 있을 수 없으나 2~5段째의 配線덕트가 한꺼번에 落下하면(衝 擊荷重) 配線덕터支持앵글에 의해 絶緣物을 切斷狀 態에서 파괴, 앵글을 통하여 短絡狀態로 되는 것이 判明(그림 3), 여기에서 事故原因은 다음과 같 이 추정되었다.

暗渠의 電氣室로 부터 170m地點에서 第3 燒結側 配線덕트의 6段째에 布設되어 있는 3kV 連絡線用 케이블이 配線덕터 支持앵글의 熔接不良 및 熔接部 의 腐食進行(시설후 11년 경과)에 의한 上段配線덕



〈그림-3〉 高压케이블의 短絡狀況圖

트의 落下로 損傷을 받아 短絡을 일으켰다. 이때에 17,000A의 電流가 2秒間 흘러 이에 의한 아크로 發火했다.

3. 事故의 再發防止對策

이 工場에서는 다른 作業場의 케이블 火災事故의 敎訓에서 火災防止分科委를 설치, 5~7월에 걸쳐서 所內 電氣設備의 總點檢을 실시, 異常을 발견하지 못하였던 직후의 사고인 만큼 關係者는 큰 충격을 받았다. 즉시 所長을 委員長으로 事故防止 委員會를 설치하고 여러 角度에서 검토한 다음 다음과 같은 再發防止對策을 決定·施行했다.

(1) 火災의 豫防

가. 配線덕트 및 支持材의 強化

既設의 配線덕트 및 支持材에 대하여 早速히 支持物의 幅, 熔接狀況(全周熔接의 有無, 熔接의 良否), 腐食등의 點檢을 실시하고 필요한 是正作業을 한다.

그리고 新規分에 대하여는 支持物과 덕트支持앵글의 용접을 확실하게 할 수 있도록 地上에서 용접하여 塗裝後 暗渠內에 搬入하여 設置한다.

나. 配電系統의 保護機能의 適正化
3 kV連絡線用 遮斷器의 過電流繼電器의 瞬時要素를 復活使用한다.

(2) 火災의 擴大防止

가. 早期發見

火災 및 發火場所를 早期에 발견하기 위해서 규정에 의한 電線異常溫度探知장치를 設置한다.

나. 延燒 및 煙害防止

火災를 最小範圍로 막고 火災의 擴大 및 煙害를 방지하기 위한 延燒防止材(耐火板 등)를 設置한다. (暗渠內를 數個區域으로 分割한다.)

다. 消火活動의 容易化

消火활동을 쉽게 하기 위해 暗渠上部에 맨홀을 추가 設置한다(이번 사고때에 發火點의 확인과 消火活動이 지연되었기 때문에).

케이블은 工場·빌딩 등 여러 가지 장소에서 수많은 이 사용되고 있으나 發火하면 有毒가스를 發生하는 것도 있고 또 發熱量이 매우 크다는 特性을 지니고 있기 때문에 이번 사고처럼 케이블에 화재가 발생하면 消火가 늦어지고 復旧에는 長期間이 필요하고 많은 經費가 소모되는 경우가 많다.

이번 사고는 케이블 配線덕트 支持앵글의 용접불량이 직접적인 원인이므로 電氣設備의 工事나 保守點檢에 있어서는 電氣的인 事象에만 끝나지 말고 보다 넓은 視野에서 실시해야 한다는 것을 절감케 하는 사고이었다.

平常時에 자칫하면 生産性의 向上등에 단 마음이 팔리기 쉬우나 電氣關係者는 책임의 重大성을 자각하여 電氣事故防止에 더욱 힘써야 할 것이다.

