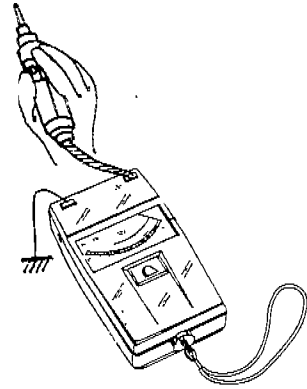
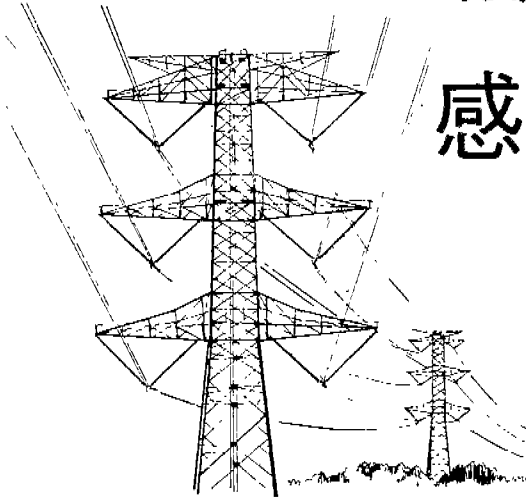


## 現場技術者を 위한

# 感電防止技術



[ 5 ]

### 4. 評價의 方法 (계속)

#### 나. 安全作業計劃

作業을 安全하게 하기 위하여는 작업장의 實態에 적합한 方法을 取하여야 한다. 작업장의 실태란 各個 작업장마다 환경, 위험성 등이 다르고 나름대로의 작업방법이 있어야 한다.

즉 작업장마다 「기대되는 信賴度」가 다르기 때문에 동일 장소라도 어떤 장소는 대단히 危險하지만 어떤 장소는 危險하지 않다. 結果的으로 는 작업장마다의 등급이 필요해진다.

(1) 形態의 지정 다섯가지 形態로 나누어 作業內容을 분석하기로 한다.

① 形態 0 이 作業場에서는 일반적인 作業

을 하는 경우에는 거의 危險性이 없다. 사람의 行動信賴度로 충분하다. 종합 신뢰도 (Rt) 90% 전후의 장소를 말한다.

이러한 場所에서도 危險性이 전혀 없는 것은 아니다. 바닥면 불량에 따라 발을 헛디디거나 넘어지는 일도 있다. 電氣의 保安管理에 있어서는 일상점검으로 危險點으로부터 떨어져서 하는 點檢, 記錄 등의 작업이다.

② 形態 1 환경상태 신뢰도에 대해 약간의 補正을 하지 않으면 危險性이 수반되는 장소이다. 종합 신뢰도 99% 전후의 장소이다.

作業場 또는 그 근방에 危險源이 있어서 끼이거나 말려들거나 베어서 상처가 나거나 충돌하는 등과 같은 상태가 발생하기 쉬운 장소이다. 통상 이러한 作業場所에서는 다음과 같은 災害防止手段이 이용된다.

(a) 보호용구 등의 사용 : 안전모, 안전화, 작업장갑, 보호용 안경, 귀마개, 防塵 마스크, 安全作業衣, 耐電장갑, 기타

(b) 作業徹底 : TBM 혹은 朝會時 등에 작업 규정을 철저히 강조한다.

電氣의 保安管理에 있어서는 일상점점 작업시 危險源에 접근하는 作業을 할 때이다. 危險源에 접근한다는 것은 안전규칙에서 정해진 高壓電氣의 근접작업, 低壓電氣의 活線作業 등이다. 이 처할 때는 필요한 保護, 防護가 없어서는 안된다.

③ 形態 2 危險성이 높고 환경상태 信賴度에 대해 상당한 補正을 하여야 할 장소이다. 補正을 하지 않으면 결정적인 重大災害가 염려되는 장소이다. 종합 신뢰도 99.9% 전후의 장소이다.

하나의 작업 결함이 重大한 災害를 일으킬 가능성이 있는 場所인데 補正手段도 두가지 이상이 필요하다.

危險性 場所, 危險狀態에 사람의 행동이 직접 관여하게 되는 作業이다. 그 대부분은 위험장소에 근접하는 경우, 어떠한 보호, 방호를 하여야 할 作業이다.

電氣의 保安作業에 있어서는 위험성을 수반하는 停電作業, 定期點檢 시험작업, 耐壓試驗作業 등이다. 이러한 작업에서는 保護具 등의 착용, 安全作業 순서의 실시, 때로는 TBM의 실시, 2명作業, 作業指揮 등이 필요하다.

④ 形態 3 직접작업에서 간접작업에 걸쳐 상당한 不安定要素가 있으며 상당한 並列的 백업을 필요로 하는 장소이다. 종합 신뢰도 99.99% 전후의 장소이다.

이러한 장소는 환경상태 신뢰도가 극히 낮으며 하나의 작업 미스가 重大災害로 이어지는 작업이다.

전기의 保安管理에 있어서는 통상적인 위험성 작업 이외의 柱上 電氣活線作業 또는 이것과 유사한 작업이다.

⑤ 形態 4 복잡한 작업으로, 조작 순서 등과 같은 하나의 착오가 중대한 참사를 초래하는 바와 같은 작업이다. 때로는 대중을 포함하는 큰 참사로 발전하는 일이 있다. 作業計劃, 作業要領도 여러 형태로 상당한 면밀성이 요청되는 작업이다. 종합 신뢰도 99.999% 이상을 필요로 하는 장소이다.

이상 다섯가지의 상태를 종합한 것이 표 15이다.

## (2) 補正率과 補正 레벨의 設定

① 補正率 災害, 事故를 없애는 방법은 사람의 行動 信賴度의 부족분을 작업상태에 알맞은 補正을 여하히 하는가에 있다. 그런 의미로 補正率 設定(Supply rate)을 한다. 실패율(고장률)은 환경(설비)상, 취급상, 사람의 행동상 다음 세 가지로 集約된다.

(a) 環境(設備) 狀態에 의한 信賴度

하드웨어 위에서 좌우되는 失敗

(b) 保護(防護)에 의한 信賴度

〈표 15〉 形態別 信賴度의 設定

형태	기대되는 신뢰도(%)	작업장소 등의 例示項目	비 고
0	90.0	평상은 輕作業으로 위험성은 거의없다. 환경이좋은 곳이다.	
1	99.0	輕作業이지만 칼날등, 물건의 운반, 기계동에 끼이거나 감겨들어가는 가벼운 위험작업 장소	
2	99.9	조금의 미스가 중대재해(사망사고), 상당한 보정이 필요한 위험작업장소	전기, 위험물 등
3	99.99	하나의 작업에 2개 이상의 보정이 필요한 작업장소, 중대재해, 백업 효과 기대	柱上 전기 酸缺 등
4	99.999이상	여러작업이 섞여서 중대한 재해위험성이 예상되는 것, 강력한 백업을 기대	이상반응 탄광 등

소프트웨어 위에서 오는 失敗率의 補正

(c) 각종 백 업에 의한 信賴度

사람의 信賴度에서 좌우되는 失敗率의 補正

$$\text{補正率}(S) = L / \text{故障率}(F) = 1 / 1 - R$$

여기서 고장률(失敗率)  $(F) = 1 - R$  [ $1 - R = (1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n)$ ]이므로 補正率은 그 逆數이다.

② 補正 레벨의 設定 작업별로 정하는 形態의 補正率을 기준 보정률로 하고 이것을  $S_0$ 로 한다. S를 補正後 信賴度의 값으로 하면 補正 레벨은 다음과 같은 데시벨(db)로 표시할 수 있다.

$$\text{安全作業 레벨}(db) = 20 \log_{10} S / S_0$$

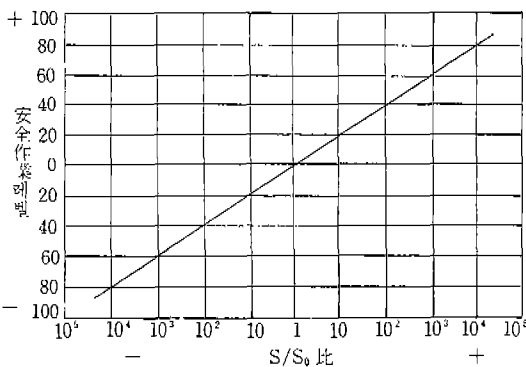
따라서 실제의 管理를 하기 위하여는 그 作業에 필요한 기준 보정 레벨을 정하고 실제의 보정 레벨과 비교하여 作業의 상태를 檢證한다. 補正의 부족분  $-ab$ , 충분한 경우는  $+ab$ 가 된다.

기준 보정률을 표시한 것이 표 16, 그림 9이다.

그 예로 形態 2의 작업형태에서 保護具의 사용이 충분치 못하고 그 補正率(신뢰도 99%)이 100이었다고 가정하면 補正 레벨의 부족분은 다음과 같다.

$$20 \log 10^2 / 10^3 = -20db (20 \log 10S / S_0)$$

$-20db$ 이란 것은 信賴度가 한 자리 낮다는 것을 의미한다. 어떠한 補正方法에 의해 한 자리 높여야 한다.



(그림 9) 基準補正率

(표 16) 基準補正率表

(a) 그 1

형태별	기대되는 信賴度 R (%)	失敗率 (故障率) $F=1-R$	補正率(S) $1/F = 1/1-R$	基準레벨 $S_0$
0	90.0	0.1	10	10
1	99.0	0.01	100	$10 \times 2$ 乘
2	99.9	0.001	1,000	$10 \times 3$ 乘
3	99.99	0.0001	10,000	$10 \times 4$ 乘
4	99.999	0.00001	100,000	$10 \times 5$ 乘

(註) 1.  $1 - R = (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3) \dots (1 - R_n)$ 이다.

2. 基準레벨  $S_0$ 는  $20 \log_{10} S / S_0$ 인 곳에 각각의 값을 넣는다.

(b) 그 2

補正레벨 (db)	S/S0 比	備 考
0	1	補正을 하지 않는다.
-20	-10	하나의 補正이 결여되었다
-40	-100	둘 이상의 補正이 결여되었다
-60	-1,000	"
-80	-10,000	"
20	10	한가지의 補正을 한다
40	100	두가지 이상의 補正을 한다
60	1,000	"
80	10,000	"

#### 다. 評價方法

作業을 安全하게 실시하기 위하여는 作業의 구체적 進行방법을 계획하여야 한다. 어떠한 장소라도 위험성이 없는 곳은 없다. 위험의 정도가 다를 뿐이다. 感電防止技術의 최종적인 評價는 安全裝置 등이 완비된 속에서 어떻게 사람이 行動하여 安全을 確保하는가에 있다.

흔히 設備과 사람의 安全에 대한 비중이 어떠한가 하는 論議가 있다. 사람의 行動이 그 대부분을 점유한다는 것은 이미 立證된 사실이다. 그

것은 사람의 行動缺陷을 어떻게하든 補正하여야 한다는 것을 의미한다.

作業의 내용은 여러가지 이며 동일 장소에서 同一人이 非危險作業으로부터 危險作業으로 180도 전환한다. 이처럼 작업내용이 轉換할 때 安全에 적합한 作業計劃이 없으면 「멍청한 미스」를 일으키기 쉬운 환경을 만들어 내게 된다.

작업계획이 없으면 사람의 행동은 「간결화의 원리」에 좌우되어 省略이 우선하게 된다. 이런 의미에서 作業場所, 作業內容別로 危險作業의 「形態」를 정해서 작업을 진행하도록 提案한 것이다.

이하 그 계획의 方法 및 評價의 方法에 대해 설명한다.

(1) 計劃方法 作業의 내용에는 여러가지가 있으므로 실제로 하고 있는 내용을 나열해 본다. 이 내용을 前述한 다섯가지의 形態中 어느 것에 해당하는가를 생각해 본다.

危險作業의 생략이 있으면 계획은 無가 되어 버리므로 내용을 잘 검증하여야 한다. 同一作業中에서의 위험작업의 有無를 잘 살핀다. 電氣保安管理에 있어서 「형태별 분류」를 표시한 것이 표 17이다.

여기에 표시되지 않는 내용이 있으면 적당히 내용을 분석하여 작성하면 된다. 作業計劃에 있어서는 사람의 行動 信賴度를 고려하여 安全作業 레벨이 플러스가 되도록 한다.

(2) 評價方法 形態別 基準 補正 레벨을 만족시키기 위하여는 어느 形態에 대해 어떠한 補正手段이 필요한가를 미리 想定해 두어야 한다. 策定例를 표시한 것이 표 18이다.

표 18에서 環境狀態 信賴度가 2 또는 0~1로 되어있는 것은 2를 기대한다는 의미이며, 0~1로 되어 있는 것은 비정상 작업을 하는 경우에 環境狀態가 나쁘다는 것을 의미한다. 백업의 方法에는 다음과 같은 方法이 생각되므로 취사선택하면 된다.

〈표 17〉 電氣保安管理에 있어서의 形態별 분류

형태	신뢰도 (%)	해당하는 작업내용	비 고
0	90	1. 일상點檢에서 위험을 수반하지 않는 目視點檢, 기록작업등. 단 고압위험구역에 들어갈때는 별도. 2. 일상점검에서 위험을 수반하지 않는 실내순시 작업	환경에주의한다.
1	99.0	1. 일상점검에서 저압활선 부분에 닿는 작업을 할때 2. 일상점검에서 위험한 회전기계에 접근할 때	동반시키기 쉽다.
2	99.9	1. 정전작업의 고압스위치개방, 투입작업 2. 일상점검에서 고압활선 부분에 접근할 때 3. 정기점검등에서 고압활선부분에 접근할 때 4. 내압시험등에서 고압활선부분에 접근할 때 5. 기타 고압활선부분에 접촉, 접근할 때	2명인 작업일 때 있음
3	99.99	1. 위험작업이 倍增할만한 작업이 수반할 때 2. 1.5m이상, 이하의 위험작업과 2의 작업이 併設될 때	2인작업일 때 있음
4	99.999 이상	보안관리에는 이러한 작업은 생략할 수 있다.	

〈표 18〉 形態指定의 方法

형태의指定	環境狀態 信賴度 (%)	TBM 등의 必要性	作業指揮 등의 必要性	安全作業 手冊等 必要性	保護具, 防具等 必要性
0	2 64	無	無	無	無
1	2 64	有	無	無	有
2	0~1 0	無	無	有	有
3	0~1 0	有	有	有	有
4	0~1 0	有	有	有	有

(주) 環境狀態信賴度는 任意設定하였다. 必要있고, 없는 것은 作業의 實態에 따라 정한다. 各種 백업 方法이 있다.

## 원 고 모 집

회원들의 원고를 기다리고 있습니다.  
회원 여러분은 누구나  
협회지의 집필자가 될 수 있습니다.  
회원들과 함께 호흡하는 협회지가  
되기 위해 회원들의 원고를 기다리는  
창구를 활짝 열어놓고 있습니다.  
직장에서, 가정에서 보고 느낀 것을  
글로 옮겨 훌륭한 협회지의 필자가  
되어 보시지 않겠습니까?

원고송부처: 서울 중구 수표동 11-4 전기회관 대한전기협회 출판부  
※채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지불하여 드립니다.

### 투고 내용

- 현장 체험담
    - 근무중 느낀점
    - 사고경험
    - 업무추진 성공사례
  - 수필·풍트·여행기·취미생활
  - 자격시험 합격담 ○기술해설 기타
- 회원 여러분의 글을 마감일 없이 받고있으니 원고가 마련되시는 대로 아래 주소로 우송하시거나 직접 전해 주십시오.

① 여러 작업형태일 때는 사전에 作業 內容의 교육을 하고 다시 또 作業의 實施段階에서 TB M에 따라 철저를 기한다.

② 安全作業順序를 作成하여 完全하게 실시한다. 그리고 作業 매뉴얼의 철저를 도모한다.

③ 作業指揮는 有效適切하지 않으면 효과를 나타내지 않는다. 베테랑이 作業指揮를 한다. 狀況에 따라 여러 並列的 冗長作業을 한다.

④ 필요한 保護具, 防護具, 防具의 着用 裝備에 缺點이 없는지를 잘 확인한다.

⑤ 指示 호칭에 의한 확인, 2名 作業, 補助者와의 連携調整을 한다.

基準補正 레벨 S<sub>0</sub>가 10×5급이라든가 10×4급이라 하여도 엄려할 필요는 없다. 이상과 같은 補正方法을 2段3段으로 하면 충분히 만족하게 된다. 保護具도 이중삼중으로 하면 레벨을

한 자리, 두 자리 높일 수 있다.

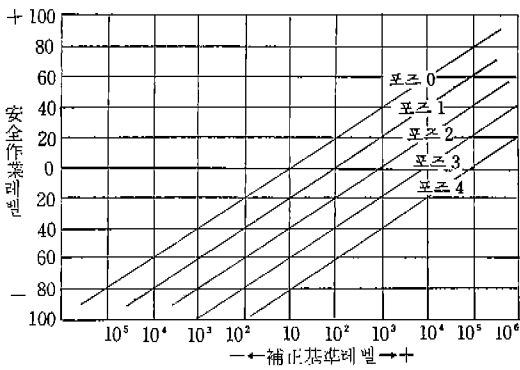
形態別로 安全作業 레벨을 표시한 것이 그림 10이다. 安全作業 레벨은 +db를 기대한다. 形態別의 안전작업 레벨을 設定한 것이 표19이다.

사람의 補正率을 10으로 하여 생각하였는데 실제는 이것 이하로 내려가는 일도 생각할 수 있으므로 安全作業 레벨은 20bd 정도는 바람직하다. 20db이란 것은 한 자리의 補正으로 충분히 만족된다. 이 정도는 쉽게 할 수 있으므로 以下 그 구체적인 예를 설명한다.

(3) 保安管理의 補正 실제의 작업행동을 취할 때 補正의 方法에 주저하는 일이 있다. 예를 들면 고압 등에 接近 또는 접촉할 可能性 作業을 할 때 어떠한 補正을 하면 기준 보정률을 만족시키는가 하는 것이다.

〈표 19〉 形態別 安全作業 레벨 策定例

형 태	사람의 補正率	TBM等 에의한 補正率	環境 의補 正率	作業指揮 등에의한 補正率	安全作業 순서에따 른補正率	保護具等 다른用具 補正率	總合補正率 左의各項目 相乘積	基準補正率 레벨	安全作業 레벨 (db)
0	10	0	2.7	0	0	0	$2.7 \times 10$	10	8.6
1	10	2	2.7	0	0	2	$1.08 \times 10^2$	$10^2$	0.6
2	10	2	0	0	10	10	$2 \times 10^3$	$10^3$	6
3	10	2	0	10	10	$10^2$	$2 \times 10^4$	$10^4$	6
4	10	2	0	10	10	$10^3$	$2 \times 10^5$	$10^5$	6



〈그림 10〉 形態別 安全作業레벨 (db)

① 장갑 착용의 경우 高圧電氣에 感電한 경우 作業用 장갑을 착용하였다는 表現이 자주 사용된다. 作業 장갑은 高壓에 대하여는 맨손과 동일하다는 것은 누구나 아는 사실이다. 安全에 대한 認識의 문제이다. 쓸모없는 保護는 保護에 해당하지 않는다.

高圧電氣의 安全作業에서는 高壓用 耐電 장갑과 高壓用 耐電 장화가 사용된다. 管理가 불충분하다고 인정되는 耐電 장갑이라도 信賴度 90%로 볼 수 있으므로 동일하게 耐電 장화를 사용하면 다음과 같이 종합 신뢰도는 향상한다.

$$R_t = (1 - R_1) (1 - R_2)$$

$R_t = (1 - 0.9) (1 - 0.9) = 0.01$ 이므로 信賴度는 99%로 향상한 것이 된다.

그리고 안전규칙에 따른 定期 自主檢査를 확실하게 하고 管理가 양호하면 耐電 장갑으로 99%, 耐電 장화로 99%가 되므로  $R_t$ 는 99.99%로

향상한다.

② 一般 危險作業 安全帽, 安全靴, 安全帶 등의 사용에 있어서도 그 내용을 충분히 파악하여 安全作業을 계획하면 그 신뢰도가 상당히 향상한다.

항상 문제가 되는 것은 安全用 保護를 하는가 하지 않는가 하는 사람의 意識 레벨이 되는 것이다.

## 5. 맺음 말

安全活動은 원래 엔드레스의 活動이다. 學問의 으로도 人間工學, 保全工學, 信賴性工學, 心理學 등의 추상적인 學問體系에 든다.

작업계획을 할 때는 반드시 評價가 수반된다. 在來 災害件數를 파악하여 이 감소를 하나의 목표로 評價하고 있다. 이것은 事後保全的인 評價方法이다. 그 나름대로의 効果는 있다.

그러나 災害, 事故의 본래의 목표는 ZD 이어야 한다. 이것은 豫防的 措置가 철저하여야 하는 것이다. 그런 의미로 위험 豫知活動이 推進되는 것이다.

여기서는 危險性을 信賴度로 포착하여 數量的 管理를 安全作業 레벨로 잡아 보았다. 이러한 OR的 계획은 實驗計劃의 처방이 필요하다. 그러나 이러한 處方은 현실적으로 實行할 수 없다. 그런 의미에서 經驗的인 想定으로서 補正內容마다의 信賴度를 設定해 보았다.