

I. 序 言

一般的으로 農村作業場 範圍에서의 電氣保安上 範圍는 農作物 栽培區域內에 濕氣多量, 農藥長期貯藏場所, 可燃性物質保管所, 爆發危險物 取扱場所等을 電氣機械 器具類의 取扱範圍로 規程化되어 있다(西獨DDE 100 § 3 f. 10規程)

또한 附加的인 場所로는 穀物庫, 農機器具備置場所, 乾草等の 貯藏所, 脫穀場等까지 포함되어 있다.

특히 農村의 近代化에 따라서 양계, 양돈 小規模로 鶏소를 기르는 小農家에 까지 便利한 電氣機器具의 利用은 그 使用빈도가 多樣化되어 가는 傾向에 있다.

近來, 漁村地域 역시 漁類冷蔵, 乾操作業, 加工方式에 이르기 까지 電化推進은 最近에 注目할 樣相에 있다.

이런 時點에서 農·漁村의 電化近代化에 따라 필히 고려할 일면은 電氣使用上의 安全對策中에서 特히 家畜類는 물론 이를 管理하는 農·漁民들의 電氣保安上의 感電豫防 對策樹立이 現實課題中에서 重要한 問題로 抬頭되어지고 있다.

더욱 農·漁村의 電氣配電方式은 末端負荷電圧이 220(V) 昇壓 추세로 配線되어지는 現在로는 感電豫防 對策의 樹立이 絶實하다고 보아 이에 關한 基礎資料를 提示하여 農·漁村近代化에 助言하고자 한다.

一般的으로 農·漁村의 電氣設備에서 發生可能한 漏電狀態로는 경제적인 측면으로 末端負荷 近接地點까지 高壓引込되어 있는 경우로 高·低壓混触時의 高壓側의 電流流入可能性, 電氣機械器具까지의 긴 配線狀態, 이로 因한 對地靜電容量에 起因하는 充電電流, 電線路의 對地絶緣不良으로 因한 漏洩電流, 長期間 放置狀態인 電氣機械器具의 經年絶緣不良化, 絶緣劣化, 電線連結點의 絶緣害損으로 因한 接觸不良, 取扱未熟, 不注意로 因한 誤結線, 誤動作等이 漏電의 主된 原因으로 指適되어 가고 있다.

農漁村에 있어서의 感電豫防對策

What Should be done to Prevent Electrical Accident in Rural Areas

金 恩 培

檀國大學校 工科大學 教授

II. 漏電管理의 目的

一般的으로 漏電狀態는 그 實態를 파악 解明하기가 어려운 點에서 漏電의 實態 및 管理의 側面에서 고려되어야 할 것이다.

우선 漏電으로 起因한 發火可能性的 限界點은 200 [mA]로 알려져 있어 漏電火災警報器에서는 그의 安全率을 고려하여 100[mA]에서 檢出하도록 되어 있다.

한편 電氣設備의 管理面에서 豫防保安이 무엇보다도 效率的인 手段인 점에서 바람직 하다.

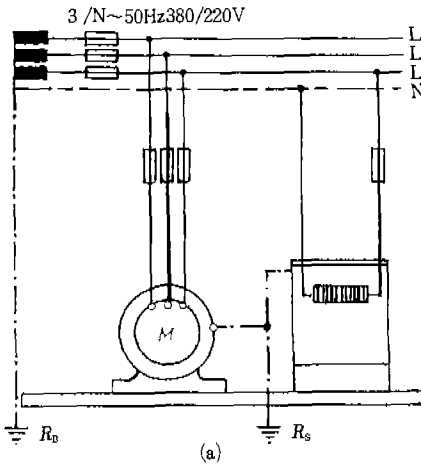
電氣的 側面에서 보면 設備의 材料, 設計法의 進歩에 依해 設備 그 自体의 性能, 信賴性은 向上되어 故障率은 대단히 減少된 趨勢이나 과거 近半世紀동안 低圧線路에서의 設備豫防點檢으로는 電氣機械器具의 絶緣測定으로 0.1[MΩ], 0.2[MΩ]의 絶緣有持만을 規定化하여 管理上의 基準으로 行해지고 있는 實情이었다.

한편 100[V]級線路에서 0.1[MΩ]의 限界値는 과거 天然物이 絶緣物인 時代의 經驗的인 것으로 그 理論的인 根據는 不明한 狀態이었다. 最近의 絶緣材料는 高性能인 合成樹脂로 代置된 現時點에서도 0.1[MΩ], 그대로 管理基準이 되어 있다.

또한 메가(Megger)에 依한 管理點檢은 最近의 換路回路的 IC化, 自動화 등으로 복잡화되어 있어 과거의 有接點回路方式의 點檢으로는 不可한 狀態이고, 農·漁村의 運轉管理者로는 메가로 點檢할 箇所마저 不明視되어 있는 實情이다.

以上の 2大特徵의 視點에서 最近에 希望的인 對象으로 登場된 方式이 漏電管理로 轉換되어지고 있는 傾向이다.

이 漏電管理는 簡便한 基本原理로서 容易하게 零相分만을 測定함으로써 可能하게 되어 있다.



電氣工作物의 第2種接地는 本來 保安管理上의 回路이고 原則的으로는 電流가 흐르지 않을 것이다. 그러나 現實은 그와는 反對로 常時 수[mA]~수 10[mA]까지 흐르고 있는 경우가 있다. 이는 대부분 絶緣不良, 劣化等으로 因한 것으로 보고 있고 이값은 또한 負荷變動에 의해 變動하고 그 限界는 負荷와 第2種接地에 흐르는 電流에 거의 比例한다. 물론 絶緣不良과는 無關한 電流가 第二種接地線에 흐르는 경우도 있다. 이 값 역시 管理的 面에서 漏電範圍로 包含되어야 할 것이다.

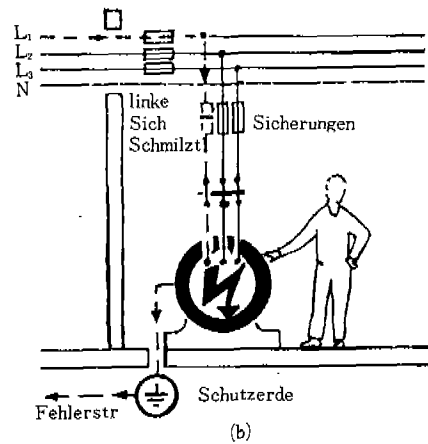
보통, 絶緣不良으로 因한 漏電과 그렇지 않는 경우의 漏電은 광범위의 設備上에서는 그 區分이 不明하지만 한가지 區別方法으로는 漏電中의 抵抗成分에 의한 區別로써 絶緣抵抗에 相當한 값을 取出하는 方法도 고려되어진다.

따라서 第二種接地線에 흐르는 電流를 中心으로 그 取扱範圍를 限定하여 문제되는 漏電과 問題되지 않는 漏電을 區分할 필요가 있을 경우에는 問題視할 必要가 없는 값은 平常值, Condenser 成分에 因한 電流, 이 반면에 문제시되는 값은 不良漏電, 異常值等으로 우선 區分할 필요가 있다.

以上の 視點에서 電氣保安上 農·漁村에 必히 設備해야할 漏電遮斷器의 設置時 必要한 資料를 記述하고자 한다.

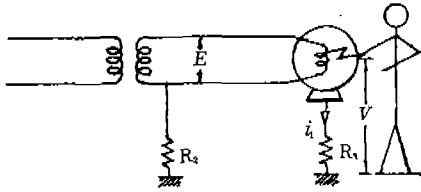
Ⅲ. 電氣保安上에서 본 漏電遮斷方式

우선 漏電狀態인 機械器具等의 外函에 第二種接



(그림-1) 第二種接地와 第三種接地

地工事が 된 경우 人体가 接触時의 漏電遮断器의 定格感度電流는 다음과 같이 表示된다.



〈그림-2〉 漏電狀態時回路

R_2 : 第二種接地工事의 接地抵抗[Ω]
 R_3 : 第三種接地工事의 接地抵抗[Ω]
 V : 地絡時의 對地電壓(接觸電壓)[V]
 E : 低壓線路의 使用電壓[V]일때

$$R_3 = \frac{V}{E-V} R_2, \quad V = iR_3$$

의 關係가 成立한다.

한편 위 理論에 대하여 接觸狀態와 許容接觸電壓과의 關係를 日本規程의 JEAG8101-1971 「低電壓電路地絡保護指針」에 依하면 漏電狀態인 機器에 人体가 接觸한 경우 安全한 許容電壓關係는 아래 표-1로서 規定되어 있다.

위 표 1에서 第二種接地 R_2 와 第三種接地 R_3 와의 關係는 $R_2 \leq R_3$ 가 成立하는 條件이다. 한편 R_2 는 架空共同地線의 許及等으로 현저히 低下 可能하며 이 關係를 成立시키는데는 經濟的, 技術的 問題等이 隨伴되어 實質的으로는 感電事故의 防止策으로 實

効性이 적은 現實이다.

이런 狀態를 改善할 目的으로 登場된 豫防의 한 方式이 漏電遮断方式이다.

이 目的에 相應하기 위한 漏電遮断器는 機械器具等에 어느 限界值以上의 漏電이 發生하면 確實, 迅速히 動作 遮断되어야만 할 것이다.

따라서 한 電路에 異常이 發生되어 自動적으로 電路를 차단할 裝置를 設置할 경우 특히 感度電流, 動作時間의 設定없이 「電路에 地絡이 發生時 0.5[S]以內에 自動적으로 電路를 차단하는 裝置를 施設한 경우에는 第三種 接地工事의 接地抵抗500[Ω]로 規定」되어 있어 感度電流에 依한 設定이 없기 때문에 感電事故防止의 立場에서는 어느 形의 漏電遮断器를 取付하는가를 決定할 必要가 있다.

위 표 1에서 各種接觸狀態下에서 許容接觸電壓以下에 漏電遮断器가 動作하면 되므로 여기서 漏電遮断器의 定格感度電流[mA]는

漏電遮断器의 定格感度電流

$$\leq \frac{\text{許容接觸電壓}[V]}{\text{第三種接地工事의 接地抵抗值}} \times 1000$$

에서 定格感度電流와 第三種接地工事의 接地抵抗值과의 關係를 얻을 수 있다.

위 關係에서 分母는 內線規程, 其他保護接地抵抗值이고 漏電遮断器의 定格感度電流와 接地抵抗值의 關係는 다음 표 2로 例示된다.

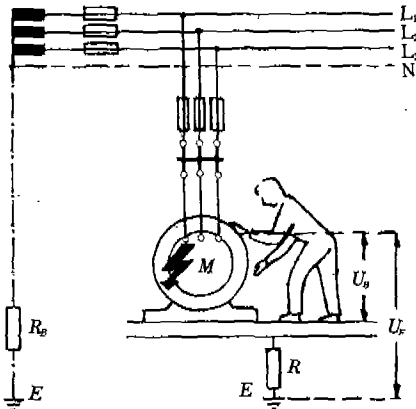
표 2에서 30[mA], 50[mA]의 計算值는 接地抵抗이 500[Ω]를 초과한 경우이나 動作時間 0.5秒

〈표-1〉 接觸狀態와 許容接觸電壓

種別	接觸狀態	許容接觸電壓[V]	必要的 第三種 接地 工事의 接地抵抗[Ω]
第1種	人体의 大部分이 水中에 있는 狀態	2.5[V]以下	-
第2種	人体가 심하게 젖어있는 狀態 金屬製의 電氣機械器具, 構造物에 人体의 一部分이 常時 接觸되어 있는 狀態	25[V]以下	$R_3 \leq \frac{25}{E-25} R_2$
第3種	第1, 2種以外的 경우로 通常의 人体상태에서 접촉 전압이 印加되면 危險性이 높은 狀態	50[V]以下	$R_3 \leq \frac{50}{E-25} R_2$
第4種	第1, 2種 以外的 경우로, 通常, 人体상태에서 접촉전압이 加해져도 위험성이 적은 狀態, 접촉전압이 加해질 가능성이 없는 경우	制限없음	$R_3 \leq 100$

〈표-2〉 漏電遮断器의 定格感度電流와 接地抵抗値

漏電遮断器의 定格感度電流 [mA]	接地抵抗 [Ω]	
	第2種接觸狀態 (許容接觸電壓25V)	第3種接觸狀態 (許容接觸電壓50V)
30	500以下	500以下
50	500 "	500 "
100	250 "	500 "
200	125 "	250 "
300	83 "	166 "
500	50 "	100 "



〈그림-3〉 漏電狀態와 接觸電壓關係

以下の 漏電遮断器를 取付할 때는 그 接地抵抗値를 500[Ω] 以下로 할 必要가 있어 이를 規程하고 있다.*1

一般的으로 人体抵抗은 通常狀態에서 1700[Ω]以上(個人差에 의해 차이있음) 人体에 땀이 甚한 경우에는 500[Ω] 以下까지도 低下될 수 있다고 發表되어 있어 그 差異는 크다.

故로 앞에선 단지 漏電遮断器의 定格 感度電流와 接地抵抗値關係 뿐 아니라 또한 人体抵抗과 電流의 時間的變化 역시 고려대상이 된다. 이에 對한 關係를 整理한 것이 다음 표3과 같다.*2

위 표3에서 알 수 있는 것과 같이 接觸電壓 및 接觸時間에 依해서도 人体抵抗과 電流는 變化함을 알 수 있다.

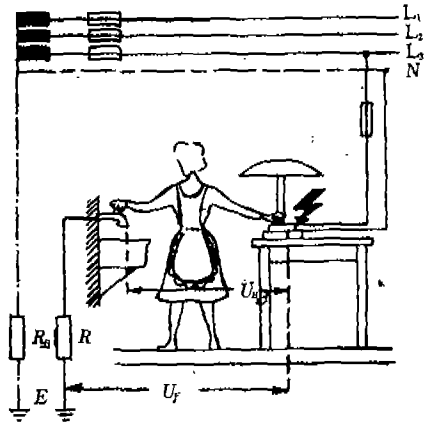
이미 알려지고 있는 바로는 人体에 5[mA]~20[mA] 程度의 電流(不隨意電流)가 흐르면 筋肉收縮

*1 [日本電技第28條第1項參照]

〈표-3〉 人体抵抗과 電流의 時間的變化

電壓 [V]	손-손間抵抗		電 流		
	0.01[s]	3[s]	0.01[s]	3[s]	3/0.01[s]
120	40,000Ω	17,000Ω	3.0mA	7.0mA	2.33倍
200	15,000	6,000	13.3	33.3	2.5
300	5,000	2,500	60.0	120.0	2.0
400	3,000	2,000	133.3	200.0	1.5
700	2,200	2,000	318.0	350.0	1.1

*2 [日本電氣協同研究會第28卷第3號參照]



〈그림-4〉 漏電時感電狀態

경련이 일어나고 充電部에서 離脫이 곤란하게 되고 더우기 30[mA]以上の 電流(心室細動電流, 通電時間 1秒以下에서 30mA·sec=一定한 條件)가 흐르면 心筋경련으로 危險限度에 達한다고 되어 있다.

한편 感電防止의 目的의 漏電遮断器에서도 不動作電流가 있어 예컨대 感度電流 30[mA], 動作時間 0.1[sec]級에서 人体에 通하는 電流10[mA] 前後의 電流*3가 흐를 경우, 電流는 時間의 경우에 따라서 增加하지만 漏電遮断器가 動作하기 까지는 時間이 길어지면 結局 人体에는 繼續的인 경련이 加重되어 失神상태 정도로 危險狀態에 까지 達할 수도 있다.

물론 接觸電壓은 25[V] 혹은 50[V]로 되어 있으나 경우에 따라서는 完全絶緣 破壞等이 發生時에는 供給電壓까지 達할 수도 있다. 이런 경우에는 人体에 흐르는 電流E/500[A]이고, 100[V]의 경우 200[mA], 200[V]에서 400[mA]의 電流가 直接人体에 흐르는 結果가 된다.

이런 關係에서 漏電遮断器는 30mA·sec 前後에서

電路를 차단할 필요가 있게 된다.

*3 [電氣用品의 技術基準, 15mA以下에서 動作不可]

以上の 관계에서 漏電遮断器를 取付하여 感電事故防止를 期待하기 위해서는 第3種 接地工事의 接地抵抗値를 500[Ω]以下로 設定하고 高感度, 高速度(定格 感度電流 30mA以下, 動作時間 0.1秒 以下)의 形을 取付할 必要가 있게 된다.

한편 前述의 見地에서 定格感度電流 15[mA], 動作時間 0.1秒 以下の 漏電遮断器를 取付할 경우에는 第三種 接地工事를 省略할 수 있다고 하지만 이 경우에도 不隨意 電流의 下限은 0.5%의 確率로 어 린아이의 경우 4.5[mA], 女性의 경우 6.03[mA] 男性의 경우 9.0[mA]로 알려져 있으나 漏電遮断器의 不動作電流 7.5[mA]의 條件關係에서도 感電事故가 全無라고는 保障할 수 없기 때문에 接地工事省略의 傾向은 可能限 이를 피하는 것이 바람직하다.

IV. 漏電遮断器의 設置上의 留意事項

漏電遮断器는 純電磁式과 半導体式으로 區分되며 兩方式은 各己 다른 機能이 있기 때문에 設置 및 保安管理上 相違한 點을 파악하여 使用上 管理를 하 여야만 한다.

특히 農·漁村에서는 周圍溫度 40℃를 초과하는 환경에서 連續으로 使用할 경우에는 溫度 補正曲 線에 의한 通電電流의 補正이 필요하게 된다.

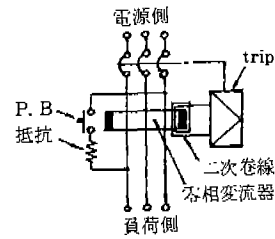
한편 最高許容溫度 超過된 狀態下에서 半導体式을 使用할 경우에는 地絡檢出部에 變調가 생겨 誤 動作될 우려마저 있게 된다. 農·漁村의 作業環境은 夏節의 直射日光下에서 使用될 경우가 많을 때 는 漏電遮断器設置를 通風, 換氣 등으로 周圍溫度를 最少化 할 것에 留意해야할 것이다.

이런 環境에서는 可能限 純電磁式을 使用하게 되면 感電電流의 變化도 없고 耐熱性이 높은 形을 選 定하는 편이 바람직하다(現在 우리나라에서는 半導 体式이 主種임).

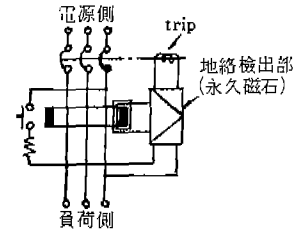
특히 多濕環境의 牛·馬舍內에서는 檢하여 絶緣 變壓器等을 첨가함으로써 二重의 保護對策도 바람 직한 保護方式이 된다.

이에 대한 線路略圖는 다음과 같다.

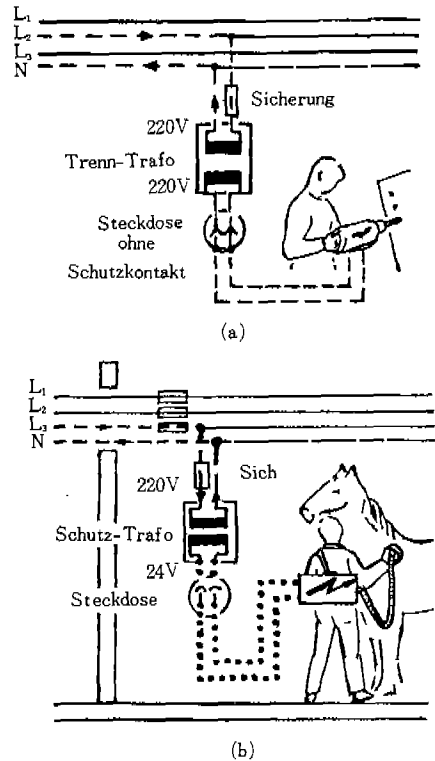
한편 漁村의 環境에 있어서 塩分이 있는 作業場,



〈그림-5〉 純電磁式 漏電遮断器



〈그림-6〉 半導体式 漏電遮断器



〈그림-7〉 二重保護方式

多濕한 場所 및 腐食性等 惡條件下에서는 防水形, Gas豫防으로는 防爆形까지도 고려대상이 되어야 할 것이다.

또한 農·漁村의 경우에는 負荷末端點에서 電壓變動이 빈번한 환경으로 電壓降下 역시 甚한 實情이다. 이런 경우 半導體式의 地絡檢出部는 電源을 필요로 하기 때문에 電源電壓의 變動, 降下 등이 생기면 感度電流가 크게되는 傾向이지만 純電磁式의 地絡檢出部에서는 電源이 필요치 않으므로 電壓變動으로 因한 感度電流의 變化는 없어 有利하다. 또한 欠相時 保護가 가능한 長點도 있게 된다.

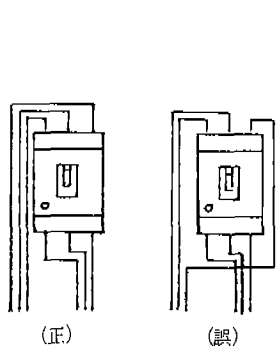
즉 半導體式은 地絡檢出部가 接續된 相이 欠相되는 경우에는 地絡發生하여도 動作하지 않으므로 이

에 對한 點檢을 위해서 常時 퓨즈의 溶斷與否, 斷線, 端子의 풀림 등에 充分한 留意가 必要하게 된다.

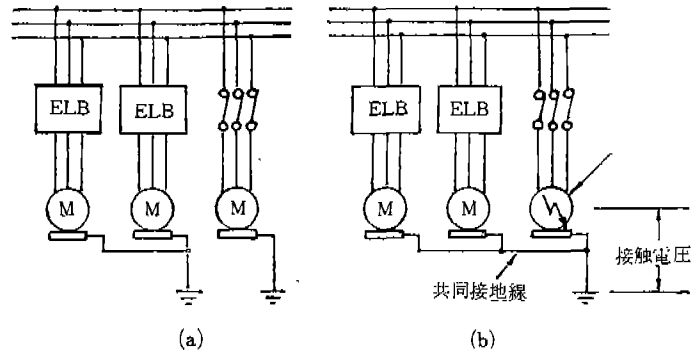
또한 配線은 可能限 1回分을 합하여 配線해야 할 것이다. 配線時 誤動作될 우려가 있는 경우에는 다음 그림 8과 같다.

또한 零相變流器는 大電流電線, 強磁性體(磁界 영향범위)의 영향을 받지 않도록 이를 避하여 設置할 것이다.

그리고 負荷機器의 外函의 接地에서 留意할 것은 漏電遮斷器를 經由하지 않은 負荷機器의 外函에서



〈그림-8〉 配線上의 誤動作



〈그림-9〉 漏電遮斷器設置와 接地分離

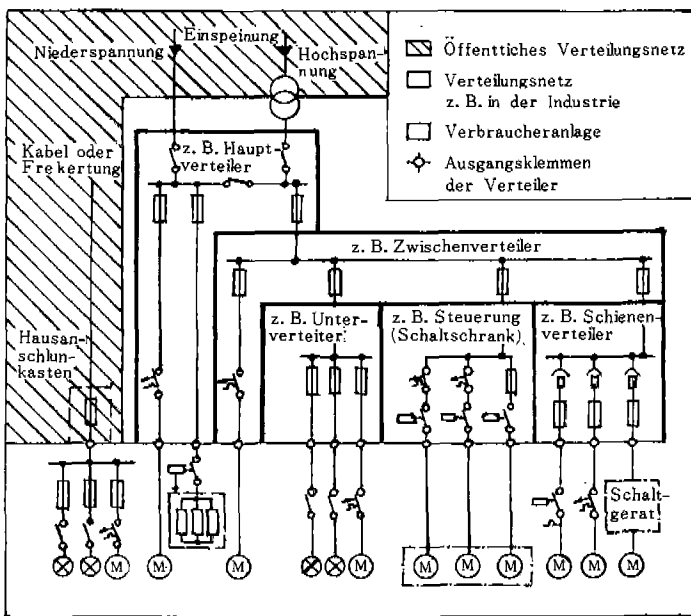
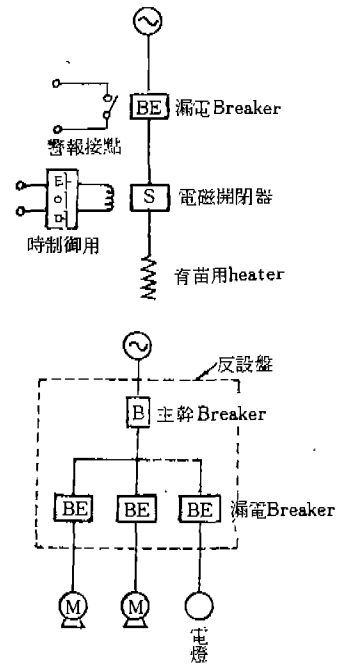


Bild 1 Beispiel für die Abgrenzung von Verbraucheranlage und Verteilungsnetz



〈그림-10〉 配電系統內漏電遮斷器設置

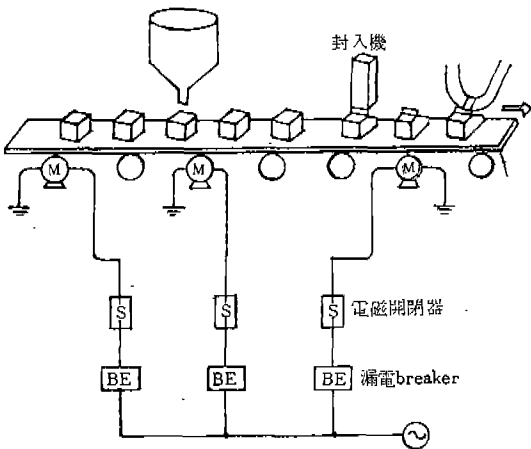
發生한 電壓이 共同接地線을 통하여 漏電 遮斷器를 設置한 負荷機器의 外函에 과급될 수 있으므로 이 兩者의 接地線은 다음 그림 9에서와 같이 分割할 必要가 있다.

前述한 規定下에서 定格電壓 300[V] 以下, 定格電流 100[A] 以下, 定格電壓300[V]以下, 定格電流 100[A]以下, 定格感度電流 15[mA]以下, 動作時間 0.1秒 以下の 電流動作型을 施設時에는 接地工事を 省略할 수 있다.**라고 되어 있으나 農·漁村作業環境下에서 漏電遮斷器를 設置할 경우에 安全上 接地工事を 可能限 施行하는 것을 권장**하고 있다.

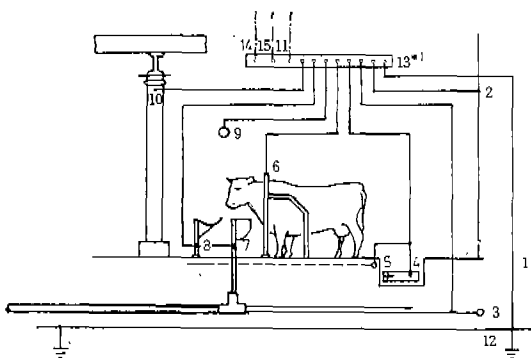
* 4 電氣用品 取扱締法(日本)

* 5 勞動省公示 第3號指針(日本)

끝으로 農·漁村作業場의 全体電氣設備 單線配線圖와 漏電保護方式인 漏電遮斷器의 부속個所 家畜 養育場의 接地方式 및 生産設備의 配電系統圖를 다음 그림10으로 例示한다.



〈그림-11〉 生産設備内の 漏電遮斷器設置



〈그림-12〉 牛舍内の 接地保護

V. 結 論

近來 農·漁村의 近代化計劃은 그 速度가 加速化 되는 事情이다. 最近에 農·漁村의 在來式인 農·水 産物의 加工過程이 대부분 電化方式으로 轉換되는 時點에서 電氣機械器具에 의한 生産性向上은 劃期的이다.

한편 이에 反하여 機器, 家畜保全是 물론 人命保護에 對한 各별한 保護對策이 수반되어야 함은 當然하다.

前述한 바와 같이 在來의 絶緣不良點檢, 接地抵抗 點檢等만으로는 現時點은 勿論 앞으로의 安全管理은 保全할 수 없을 程度로 多樣化되어 지고 있다.

이런 視點에서 보다 安全化, 信賴性, 効率化向上을 期待하기 위해서는 絶緣保護에서 漏電豫防으로 그 安全管理을 期할 目的에서 特히 漏電遮斷器의 點檢事項을 綜合整理하여 近代化의 農·漁村電化과정의 助言에 代身하고자 한다.

保守·管理上의 留意事項

(A) 漏電遮斷器는 定期點檢으로 그 結果를 記錄 保全, 管理에 利用한다.

(i) 漏電遮斷器의 定格, 使用電氣機械器具의 定格適合

(ii) 漏電遮斷器端子和 電路 접속 확인

(iii) 電動機械器具의 金屬製外函 등의 接地상태

(iv) 通電中, 漏電遮斷器에서 異常音發生 確認

(B) 動作特性管理上의 測定

(i) 感度電流測定

(ii) 作動時間測定

(iii) 絶緣抵抗測定(半導体式, 純電磁式區分)

(iv) 絶緣耐力測定

(C) 專用漏電遮斷器檢査器를 使用하여 綜合的인 確認으로 漏電으로 因한 事故豫防을 期할 수 있다.

*