

# 電氣工學에 있어서의 몇 가지 문제점에 관하여

技術解説

17-2-2

(Recent Topics of Power and Application Engineering)

講演: 工學博士 木村久男\*

(By Dr. Hisao Klmura)

編: 宋 吉 永\*\*

(Kil Yong Song)

방금 소개받은 木村久男입니다. 이번에 韓國電力의 招請을 받아 지난 5月 3日에 來韓한 以來 主로 電力會社와의 討議로 時間을 보내고 왔읍니다만 오늘 이 자리에서 여러분을 모시고 몇 가지 테—마를 가지고 講演을 하게 된 것을 無限한 榮光으로 생각하는 바입니다.

오늘 이야기 드릴 內容은

1. 直接接地와 誘導障害問題
2. 多目的線路
3. 電子計算機利用
4. GLINN Motor

의 4가지 입니다.

이 中에서도 특히 첫번째의 直接接地 問題에 重點을 두어 約 한時間동안 말씀드리고 나머지 問題는 간단히 20分 程度씩 計 2時間으로 進行시키도록 하겠읍니다.

## 1. 直接接地와 誘導障害問題

이것은 日本에서도 約 15年前에 크게 論議된 問題로서 現在에 있어서도 完全히 解決된 것은 아니지만 大體的으로 큰 問題가 거의 解消되었다고 생각합니다. 韓國에서는 最近 이 問題가 論議의 對象이 되어있고 本人亦是 이 問題때문에 招請 받은 것입니다.

먼저 消弧線輪 이것은 別名 Petersen Coil 이라고 부르고 있습니다만 그 動作原理는 一線地路 事故時 Arc 를 消弧한다는데 있는 것입니다. 따라서 PC 接地方式에서는 1線地路는 事故가 아니고 2線接地부터가 事故로 볼 수 있는 것입니다. 한편 直接接地(Solid ground)는 1線地路부터가 故障의 對象으로 되는 것입니다. 일찌기 日本에서는 그림 1과 같은 간단한 系統에서 變壓器의 中性點의 Impedance  $Z_0$  를 여러가지로 변화시켜 通信線에 誘起되는 電壓을 測定한 적이 있습니다. 이때 Impedance 가 0 일때 (곧 短絡狀態) 誘導電壓이 第一으로 Impedance 가 커짐에 따라 유도전압이 漸漸적었다는

單純한 實驗結果만 가지고 接地 Impedance 가 크면 클수록 誘導障害가 적다는 錯覺이랄가 迷信이 오랫동안 우리를 支配하여 왔읍니다.

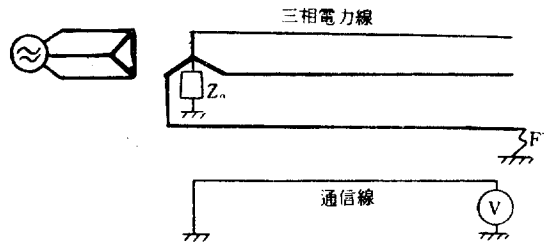


그림 1

그러나 實際로 消弧線輪을 가진 High Impedance 接地 系統에서 1線接地가 일어나고 또 이때 碍子가 나쁘다던가 抵抗分에 있어서 제대로 消弧 못할 때 健全相電壓이  $\sqrt{3}$  배로 上昇되고, 또 이것이 相當時間 持續하게 됩니다. 이와 같이 消弧해야 할 PC 接地가 제 機能을 다하지 못하고 故障를 持續시키고 있으면, 系統의 어딘가로 緣이 弱한데가 먼저 파괴되어 2線接地 故障으로 파급하는 수가 많습니다.

특히 이것은 계산하면 곧 알 수 있는 일이지만, 系線間의 멀리 떨어진 곳에서 예를 들어 서울에서 1線接地 故障났을 때 멀리 떨어진釜山에서 새로운 故障으로 波及되는 수가 있어 故障에 의한 영향도 커지는 것입니다. 이것은 PC 接地方式에서는 피할 수 없는 缺點이며 이 結果 오히려 誘導障害가 더 甚하게 되는 것입니다. 그밖에 2線接地로 波及되었을때 發電機 특히 制動卷線(Damper winding)이 없는 水車發電機에 逆相電流가 흐르게 되어 高調波의 異常電壓이 發生하는 수가 종종 있습니다. 日本에서도 이러한 事故로 일찌기 通信線에 30,000Volt 라는 異常電壓이 생겨 電話局이 불탄 例도 있습니다.

이에 反하여 直接接地 方式은 1線接地 故障時 健全相의 電壓上昇이 거의 없으며 유도장해가 훨씬 적은데,

\* 工 博: 日本成溪大學教授

\*\* 正會員: 韓國電力株式會社 技術部

主로 이것은 各變電所마다 接地할 수 있어서 系統을 2箇는 區間으로 分離할 수 있고 또 接地電流가 크기 때문에 高電壓電器의 動作이 迅速 精確해져서 高速度로 故障區間을 遮斷할 수 있기 때문 입니다. 또 그밖에 直接接地方式에는 그림 2처럼 보통 兩端에서 接地되므로 가령 F點의 接地電流는 兩側에서 流入하게 되어 소위 相殺作用이 있다는 것이 直接接地가 誘導障害를 적게하는 原因이 된다고 하겠읍니다.

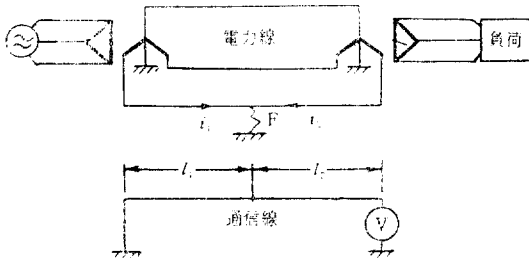


그림 2

直接接地가 PC 接地보다 誘導障害가 적다는 것은 과거 20年間의 經驗과 運轉實績으로 立證되었다고 本人은 確信하고 있습니다. 이와같이 直接接地方式에서는 異常電壓이 적기 때문에 絕緣協調라는 面에서 機器의 絕緣 Level을 1階 또는 2階 아래로 低下 시킬수 있습니다. 다시 말하면, 直接接地方式을 採用함으로써 같은 絕緣 Level에서 送電線의 運轉電壓을 높일수 있다는 것입니다. 具體적인 例로서는 日本의 西國電力, 北海電力은 從前의 140kv 系統을 直接接地를 採用하면서 187kv로 올리어 運轉하고 있으며 이밖에 30kv △結線 非接地系統은 52kvY 結線系統으로 昇壓 運轉한 實績도 있습니다.

다음에 PC 接地系統과 直接接地系統의 事故統計에 관한 것입니다만 元來 이러한 資料는 電力會社가 좀처럼 내어놓지 않기 때문에 그 數를 알 수 없었습니다만, 大井 中部電力에서 數年前에 異常電壓委員會에 낸 資料에 依하면 70kv PC 系統의 5年間에 發生 사고율을 보면

- 1線接地 故障 ---10%
- 2 " " ---70%
- 知路故障 等 其他---20%였읍니다.

참연 275kv의 直接接地 主幹線 系統의 發生

- 1線接地 故障---90%
- 2線接地 故障---5%
- 其 他---5%

로 되고있어 이러한 統計로 볼 때 直接接地方式이 發生 故障의 영향이 적은 1線接地가 大部分이므로 故障에 依

한 誘導障害가 적다는 것이 立證된 것입니다.

이것은 비단 日本에서 뿐만 아니라 數年前에 本人이 CIGRE(高國送電網會議)에 參加하고 歐洲, 美國을 轉 면서 이 問題에 對한 著名한 권위자 10명에게 質問하 여 얻은 結果를 紹介하던 時候

直接接地가 第一 經濟的인가?

Yes---10명

No Comment---無

No---無

둘째 直接接地가 第一 誘導障害가 적은 接地方式인가?

Yes---3명

No Comment---7명

No---無

이러한 結果로 本人은 더욱 더 이 問題에 直接接地가 有利하다는 確信을 가졌 읍니다. 以上과 같이 直接接地는 異常電壓이 적고 安定度가 높아서 (물론 精度도 적용) 誘導障害 뿐만 아니라 電力經濟面에서 가장 利點이 큰 接地方式임을 알 수 있을 것입니다. 現在 日本에서 九個 電力會社가 있읍니다만 各 會社마다 主幹線系統은 모두 直接接地方式을 採用하고 있으며 最近의 例를 본다면 이러한 送電線建設時 通信側에 通告(届出)만 하는 것으로 別로 系統擴張에 따른 誘導障害를 問題로 삼고 있지 않는 것으로 알고 있읍니다. 이러한 것이 原因이 되어지 인지 最近 日本 電力會社의 株價가 상당히 高騰되고 있다고 듣고 있읍니다.

그리고 以上の 主幹線系統 以下の 154kv, 66kv 22kv .....等은 아직 從來의 高 Impedance 接地方式인 故 放置 되고 있읍니다만 이것은 어디까지나 主幹線系統의 建設에 쫓겨서 머저 손을 못대고 있다는 理由도 있고 그밖에 2次系統의 役割이 漸漸 가벼워지고 있다는데 起因 되는 것으로 알고 있읍니다. 그러나 本人이 簡單히 試算해본 結果, 이와같이 2次系統이 直接接地로 바꾸어 지지 않기 때문에 잃어지는 損失이 約 1兆圓에 이르지 않나 생각됩니다.

## 2. 多目的 線路

이것은 Common line 이라는 것으로 本人이 主로 線路의 共同利用이라는 觀點에서 提議하고 있는 內容입니다. 이 아이디어는 發電 開關, 洪水調節, 觀光等을 目的으로하는 多目的 Dam 또는 이제까지의 都市計劃에서 같은 構道內에 전력, 上, 下水道 등을 使用코져 하는 Common channel 같은 것에서 빌린 것으로 送電線建設에도 이러한 생각을 利用했으면 해서 제언 이랄까 主張하고 있는 것입니다.

特殊한 例일지 모르겠읍니다만 最近 某都市 주변에서

送電線을 建設하였을때, 총 공사비의 90%가 送電線의 路線을 얻기 위한 土地비용(보상費 포함)에 使用되었다고 합니다. 한편 이러한 送電線建設에 못지 않게 鐵道 같은 것도 建設費에 土地가 차지하는 比重이 어마어마하다고 듣고 있습니다. 따라서 萬一 送電線을 建設하는 電力側과 鐵道側이 잘 協調해서 建設에 臨하게 되면 훨씬 經濟的이 아닐까 해서 앞서 交流電化時 以上の 多目的 線路 利用이라는 것을 積極的으로 主張 하였습니다. 앞서 本人이 提案한 Model 系統을 들어 說明한다면 鐵道の 바로위에 送電線을 建設하고 鐵道는 이것과 連系해서 構成된 電力系統에서 直接所要電力을 供給 받는다는 아이디어였습니다. 이때 무엇보다도 誘導障害라는 것이 큰 문제로 될 것이며 事實 여기에 對한 論難이 第一 많았습니다. 鐵道側, 電力側, 通信側에서 이러니 저러니 反對도 많았습니다만 위낙 문제가 복잡 하기 때문에 그 어느 側에서나 的確한 DATA의 Back up 없이, 그저 느낌대로라고 할까 感情的인 要素도 끼어 좀처럼 解決을 못 보았습니다. 그래서 이때 처음으로 大體 전자계산기를 빌려 直接 이 問題를 解析하기도 하였습니다. 具體的으로 이 問題를 계산기에 실어보니까 Total 12,000 元이라는 놀라운 程度의 大規模화된 連立方程式을 풀다는 作業이 되었습니다만 이것을 전자계산기가 너무나 풀어 주었습니다. 그 結果 正確한 結果가 나왔다는 것은 勿論이었습니지만 誘導障害의 크기도 從來의 東海道 新幹線과 거의 Comparable 한 程度였습니다. 아마 이것은 物理的으로 볼 때 故障時 살아있는 다른 健全部의 各 遮蔽의 役割을 하고, 그밖에 Ground wire, Rail 送電線 등이 서로 얽혀서 誘導에 對하여 shield 效果를 나타낸 것으로 짐작합니다.

이와같은 多目的 線路를 利用하게 된다면 훨씬 土地代가 싸지고 誘導障害도 적어서 電力側과 鐵道側이 서로 便利한 대로 長點을 나눌 수 있다는 것을 들 수 있습니다. 日本에서도 本格的인 鐵道電化는 이제부터 이루어질 것이라 생각할 때 여기든 多目的 線路의 效果亦是 1兆圓이라는 節約을 가지고 올 것으로 봅니다.

### 3. 電子計算機

다음에는 電子計算機의 利用에 對해서 말쓰드리겠습니다. 앞서 說明드린 鐵道電化時의 誘導障害計算問題도 12,000 元의 連立方程式을 풀어야 한다는 어마어마한 內容이였습니다만 大型電子計算機를 使用해서 短時日內에 處理할 수 있었습니다. 다만 여기에서 本人이 注意를喚

起시키고 싶은 點은 萬一以上の 問題를 鐵道側이나 電力側, 또는 通信側이 單獨으로 着手한다면 結局 豫算에 制限되어 大型計算機를 購入 利用못했을 것이라는 點입니다. 다시 말하면 電子計算機라는 것은 大體이 될수록 性能이 增加되기 때문에 各機關이 豫算을 한데 등쳐 大型計算機를 購入하여 共同利用하는 것이 좋을 것입니다. 이미 常識화된 이야기입니다만 가령 1億圓하는 電子計算機의 能力을 1이라할 때 2億圓의 計算機는 能力이 2가 아니고 4로 되고 4億圓 것이라면 그것이 16으로 값이 比例하는데 對하여 能力은 自乘으로 增加된다고합니다. 이것은 어디까지나 新型機를 比較한 것입니다만, 萬一 製作이 오래된 中古品을 利用한다고 하면 같은 이보다 數分之 1로 싸면서 能力이 좋은 것을 찾을 수가 있을 것입니다.

다음 電力系統에 있어서의 利用例를 본다면 于先 技術面에서 基本的인 것이라고 볼 수있는

1. 電力潮流計算
2. 故障計算
3. 安定度計算

같은데에 가장 많이 쓰이고 있습니다. 그밖에 送電線 建設 問題에 關한 LP 計算이라던가 經濟的인 源電開發計劃 樹立을 爲한 Simulation 에도 많이 쓰이고 있으며 勿論 事務計算이나 經濟面에서도 有効한 道具로서 높이 評價받고 있습니다.

다음에 이러한 電子計算機의 利用面에 있어서 本人이 平時부터 느끼는 것은 모두들 計算機 Maker 에 利用當해서 너무 小型計算機를 여기저기 導入하는 傾向이 있는 것 같습니다. 日本에서도 現在 Maker 가 日本電氣, 東藝, 日立, 富士通, 沖電氣, 三菱의 六社가 있으며 이미 이 電子計算機 産業育成을 爲하여 政府가 支出한 돈이 3,000 億圓이나 된다는데 30 億圓 정도의 超大型電子計算機가 한臺도 없다는 實情입니다.

어디까지나 電子計算機 利用에 있어서 留意하여야 할 點은 여러 機關이 共同投資하여 可能的인 限 Scale 가 큰 電子計算機를 導入하여 使用한다는 것이 가장 實惠的인 效果를 얻을 수 있다는 것입니다. 이것이 한마디로 말해서 가장 賢明한 電子計算機 利用法이라고 할까 秘訣이라고 하겠습니다.

(註) 네번째 대-마인 Glinn Motor 에 對하여서는 後에 講演者의 論文을 紹介기로 하고 여기서는 省略하였음.