高壓 및 放電特輯

丁 性 桂*

高電壓工學의 意義와 動向

—차 례—

1. 高電壓工學의 意義
2. 高電壓工學의 動向

1. 高電壓工學의 意義

絕緣體에 高電壓이 印加된 경우 나타나는 여러가지 現象을 일반적으로 高電壓現象이라 한다. 이 高電壓現象을 原因的으로 考察하면 高電壓下에 있어서의 電界現象이라 볼 수 있고, 또 結果的으로 考察하면 高電壓에 의한 絕緣破壞現象 또는 高電壓에 의한 放電現象이라 볼 수 있다. 이 高電壓現象에 관한 理論과 많은 實驗結果를 근거로 하여 高電壓에 의한 絕緣破壞 또는 放電을 방지하려고 하는 見地로 부터 생긴 學問이 즉 高電壓絕緣論이며, 이것을 더욱 확장하여 高電壓機器와 施設의 絕緣設計, 製作 및 이에 수반되는 高電壓試驗, 測定에 관한 理論과 技術을 총괄하여 取扱한 것이 즉 高電壓工學이다.

高電壓에 의한 絕緣破壞 또는 放電現象을 연구하는 초기에 있어서는 주로 純靜電氣學的으로만 문제를 取扱하여 왔으나, 그後 物理學의 발달과 더불어 物質의 原子, 分子 및 結晶格子構造, 또는 電子, 이온의 狀態와 運動에 관한 理論이 確立됨에 따라, 이들을 기초로 하는 微視的 考察이 가해지게 되었고, 따라서 最近의 高電壓現象에 관한 理論은 靜電氣學에 있어서의 電界, 誘電率, 靜電容量 및 誘電分極에 관한 지식, 交番電界에 의한 誘電體損에 대한 지식을 필요로 하는 이외에, 電子學에 있어서의 各種電子放射, 衝突電離, 空間電荷, 플라스마 및 電子와 이온運動에 관한 지식을 요구하게 되었다. 이 이외에 高電壓工學을 硏究하는데 있어서 중요한 것은 絕緣體에 印加되는 電壓의 種類인데 印加電壓에는 直流電壓, 商用周波交流電壓, 高周波交流電壓, 스윗칭써어지등의 緩波頭衝擊電壓 및 衝擊電壓등이 있으며, 이러한 電壓의 種類에 따라 絕緣破壞特性이 달라지므로, 이 各種高電壓에 의한 試驗과 實驗을 實施하기 위하여는 여러가지 高電壓發生裝置와 高電壓測定技術에 관한 지식이 필요하게 된다. 또 電力系統에 사용되는 高電壓機器 및 碍子類등에는 常規使用電壓以外에 內雷와 外雷에 의한 異常電壓이 때때로 印加되므로, 이러한 機器의 設計 및 維持保守上 異常電壓의 크기와 그 特性에 대하여 充分이 알아둘 必要가 있고, 더욱 異常電壓은 進行波의 형식으로 전파되는 것이므로, 그 성질을 론하는 進行理論도 필요하게 된다. 특히 雷現象으로 인한 異常高電壓에 대하여는 이것에 견딜 수 있는 絕緣을 電力系統 및 機器에 實施하는 것은 사실상 불가능하므로 이에 대한 防護裝置와 絕緣協調에 관한 問題가 高電壓工學에 직결되는 과제가 된다고 볼 수 있다. 이와 같이 高電壓工學의 실제면에 있어서의 많은 문제는 高電壓送電系統, 高電壓機器등의 絕緣設計, 製作, 絕緣保守管理와 同時에 試驗, 測定에도 관계가 있음은 물론, 이들을 論하는데 있어서 기초가 되는 高電壓放電 및 絕緣破壞에 관한 理論과 實驗結果에도 깊은 관계가 있다.

前記한 바와 같이 高電壓工學에서 論하는 絕緣에 관한 문제는 주로 放電 또는 絕緣破壞를 방지하는 대책으로서의 應用工學 또는 技術이라 할 수 있는데, 이에 대하여 高電壓現象 자체를 유용하게 이용하는 分野도 있다. 즉 螢光燈과 같은 光源 電弧燈, 電弧熔接등의 電弧放電에 의한 熱源, 水銀整流器와 같은 整流器, 電氣收塵裝置, 電氣沈煙法 등의 電離作用, 空中窒素固定등의 化學作用, 放電加工 및 X線등에 이 高電壓現象이 널리 이용되고 있음은 주지의 사실이다.

高電壓現象을 론하는 絕緣體의 對象은 氣體, 液體, 固體 및 複合誘電體이며, 放電 및 絕緣破壞의 形式에는 空間코로나, 沿面코로나등의 局部破壞放電, 불꽃放電, 沿面불꽃閃絡, 實質貫通破壞등의 全路破壞放電 및 트리잉(treeing) 現象으로 인한 破壞등이 있다. 이들중에서 高電壓絕緣上 가장 問題가 되고 있는 것은 複合誘電體에 있어서의 絕緣破壞現象과, 一般誘電體에 있어서의 코로나現象이다. 全路破壞放電을 방지하는 것도 重要하지만, 코로나放電을 어떻게 抑制하느냐 하는 것이 대단히 중요하고도 어려운 문제가 된다.

2. 高電壓工學의 動向

氣體絕緣材料로서 脚光을 받고 있는 SF_6가스에 대한

* 正會員 : 서울大工大敎授(工博) 學長會理事(前會長)

研究가 各國에서 활발하게 진행되고 있다. SF_6가스는 가스終緣케이블, 가스絕緣變電所, 가스絕緣變壓器등의 가스絕緣材料로서 사용되고 있는데, 高가스壓에 따른 絕緣特性에 관한 研究가 특히 활발하다. 眞空스윗치의 開發에 수반하여 高眞空中의 불꽃放置에 미치는 電極材料와 그 表面狀態의 영향에 관한 論文이 많이 發表되고 있으며, 遮斷器容量增大에 따른 한 課題로서 電弧現象을 취급한 研究도 많이 진행되고 있다. 기타 臨界가스壓에서의 불꽃電壓의 降下現象, 氣體放電理論에서의 各理論의 適用範圍에 관한 考察, 코로나放電에 수반하는 高周波振動등에 대한 研究가 실시되고 있다. 液體絕緣物에 있어서는 長갭프에 대한 絕緣破壞特性의 究明을 위시하여, 絕緣油內의 油面코로나로 인한 固體絕緣物의 劣化機構 및 壽命에 관한 研究, 油中코로나로 인한 絕緣油自體의 劣化機構등에 대한 研究가 主題目으로 되어 있다. 液體絕緣物의 絕緣破壞理論은 氣體固體의 그것에 비하여 아직 많이 發達되어 있지 않기 때문에 앞으로 解決해야 할 중요한 課題가 될 것으로 생각 된다. 固體絕緣物의 絕緣破壞에 있어서는 衝擊電壓으로 인한 트리잉現象, 高分子絕緣物의 絕緣特性, 低溫 및 極超低溫에 있어서의 絕緣特性 및 壽命豫測등에 관하여 많은 研究가 실시되고 있다. 高分子固體絕緣物의 低溫에 있어서의 絕緣特性에 관한 研究는 아직 不充分하며, 금후 높은 耐壓, 低損失, 可撓性등의 點으로부터 더욱 많은 研究開發이 필요하다. 일반적으로 低溫에 있어서는 絕緣特性은 좋아지는 것으로 發表되고 있으나, 超電導케이블시스템등에 사용되는 極低溫電氣絕緣物의 絕緣特性은 아직 명확히 해명되어 있지 않은 실정이다. 앞으로 超電導機器의 開發과 더불어 極低溫域에 있어서의 氣體, 液體 및 固體絕緣物의 絕緣特性에 대한 研究가 더욱 활발해질 것으로 예상 된다.

UHV送電은 現在 500~700KV級까지 실현되고 있으나, 다음 電壓레벨로서 1,000~3,500kV를 생각하고 있어, 各國에서 이에 대한 鹽塵害, 開閉써어지, 雷害防止 및 變電所의 絕緣協調등의 UHV絕緣問題의 解明에 努力하고 있으며, 이와 동시에 UHV級小型가스絕緣變電機器, 가스絕緣變電所의 開發에도 研究方向을 돌리고 있다. 送電電壓 1,000~1,500kV는 空氣絕緣의 限界라 생각할 수 있다. 이와 關聯하여 最近 各國에서는 500kV級以上의 電壓에 의한 碍子類의 汚損의 영향에 대한 實驗을 많이 하고 있다. 電壓이 대단히 높아지면 汚損에 의한 閃絡特性이 달라진다는 것이다. 日本에서는 특히 鹽害에 대한 試驗을 많이 하고 있다. 超高壓으로 됨에 따라 開閉써어지에 대한 考慮를 하지 않을 수 없게 되었다. 絕緣物의 開閉써어지에 대한 絕緣特性, 閃絡特性은 衝擊電壓 또는 商用周波數電壓에 대한 그것과는 樣相이 달라지기 때문에 最近 開閉써어지에 의한 絕緣碍壞特性에 관한 研究와 實驗 및 開閉써어지에 대한 標準波形과 基準强度의 制定에 관련되는 研究結果가 많이 發表되고 있다. 電力系統은 雷써어지뿐만 아니라 開閉써어지에 대하여도 絕緣協調가 이루어져야 하기 때문에, 上記와 같은 課題는 系統電壓이 높아짐에 따라 필수적으로 解決해야 할 문제로 대두 된다. 最近 超電壓系統에서도 開閉써어지에 대하여도 避雷器가 動作하도록 하여 絕緣의 合理化를 도모하는 경향이 있으므로, 避雷器의 開閉써어지에 대한 動作特性도 문제가 된다. 以上의에 高電壓絕緣에 관한 主要研究動向은 電力系統의 雷害防止, 碍子類의 鹽塵害對策과 耐아아크性, 大氣中 및 高壓力가스中의 放電現象, 氣體, 液體中의 아아크放電과 消弧現象, 絕緣材料의 劣化檢出法, 高電壓의 測定技術, 光電子工學의 高電壓測定技術에의 應用, 直流送電系統의 絕緣등에 亘하고 있다. 最近 高電壓機器, 施設에 나타나는 部分放電으로 인한 絕緣物의 劣化 및 無線障害를 解決하기 위하여 코로나測定技術의 急速한 發展을 보게 되었는바, 상당히 微弱한 그로우코로나放電의 開始電壓도 정확히 測定할 수 있는 技術이 開發되어 있다. 絕緣物 또는 高電壓機器에 試驗用 衝擊電壓 또는 商用周波高電壓등을 印加하면 그 絕緣이 劣化하거나 破壞되어버릴 우려가 있고, 또 高電壓發生裝置의 大容量化를 避하기 위하여, 電氣機器의 耐電壓試驗에 等價할 非破壞試驗法에 관한 研究가 활발하게 진행되고 있다. 높은 衝擊電壓을 印加하여 試驗하는 代身, 所定의 몇가지 試驗에 合格하면 規格에 定해진 試驗用衝擊電壓에 틀림없이 合格한다는 保障만 있으면, 絕緣物을 蓄積劣化시키거나 絕緣을 破壞시킬지도 모를 衝擊電壓등을 印加하여 耐電壓試驗을 구태어 할 必要가 없게 되는 것이다. 이러한 研究는 過去의 많은 資料와 統計 理論을 基礎로 하여 실시되어야 할 것으로 생각 된다.

高壓가스絕緣 또는 油絕緣을 効果的으로 이용함으로서 高電壓施設 및 機器는 小型化되고, 緻密簡潔化되고 있으며, 가스絕緣變電所는 그 좋은 例이다. 또 最近에는 衝擊電壓發生裝置의 本體도 불꽃間隙群을 除外한 콘덴서群과 抵抗群을 全部 絕緣油속에 넣어 裝置全體가 아주 小型化, 堅固化되도록 製作되고 있다.

電力系統電壓의 上昇, 地中管路送電方式의 實現可能性에 수반하여 超高壓 및 極低溫에 있어서의 絕緣體에 나타나는 高電壓現象, 機器, 施設의 絕緣設計, 試驗 및 測定에 관한 技術등의 急速한 發展을 이룩하였는바

앞으로도 이에 수반되는 여러가지 문제점에 대한 研究가 계속 활발하게 진행될 것으로 내다보이며, 韓國에서도 現在 計劃中인 電氣機器試驗研究所가 完成되면 高電壓, 放電關係의 研究와 關聯技術의 劃期的인 發展이 있을 것으로 期待 된다.

"祝 加 入"

特別會員加入

國際電機株式會社

1976年 9月 1日 加入

本　　社：서울特別市 龍山區 漢江路 2街363

電　　話：792—5111 793—0880

代表理事：康 炳 道

聯合電線株式會社

1976年 9月15日 加入

本　　社：서울特別市 麻浦區 合井洞 354-1

電　　話：32—2828, 8429 33—6569

代表理事：金 仁 錫

現代電氣

1976年 9月17日 加入

本　　社：서울特別市 鍾路區 長沙洞 69

電　　話：21—1706, 27—8318

代　　表：鄭 尙 基

東美企業株式會社

1976年 9月23日 加入

本　　社：서울特別市 永登浦區 堂山洞3街 80의1

電　　話：63—4821~2, 3986~7

代表理事：한 두 성

各種 不條理와 社會惡을 뿌리뽑고 밝고

明朗하고 健全한 社會氣風造成에 앞장서자