

電 力 퓨 우 즈

Power Fuses

金 光 烈

中原電機工業(株) 常務

1. 序 言

特高圧受電設備의 過電流保護對策으로서 그 作動의 原理上 遮斷器와 퓨우즈에 의한 保護方法을 生覺할 수 있다. 遮斷器는 繼電器와 結合하여 使用함으로써 作動時間의 任意調整이나 開放後 再投入等의 動作을 시킬 수 있는 反面에 퓨우즈는 單一 動作으로 그치지만 小型輕量이고 經濟的이기에 廣範圍하게 使用되고 있다.

電力퓨우즈의 規格도 2.8KV로부터 169KV에 이르기까지 定格電流도 0.5A 로부터 400A 까지 多樣하게 ANSI規格에서 明示하고 있다. 이들中 우리나라의 特高圧受電設備(3相4線式 2,2900V)에 널리 使用되고 있는 電力퓨우즈는 25.8KV에 限定되어 있고 大電力需用家の 2次側 構內設備用으로 3.6KV 5.1KV 또는 7.2KV級의 限流퓨우즈가 使用되고 있다.

2. 限流型 電力퓨우즈

이 퓨우즈는 磁器質 絶緣筒內에 消弧砂(普通石英砂)中에 銀 또는 銅으로 된 퓨우즈 素子를 埋込하고 密閉한 構造로 되어있다. 이 퓨우즈는 原來 독일에서 開發되었다고 하며 모래(矽砂)를 使用하게된 着想은 消火用 防火砂에서 由來되었다고 한다. 모래

의 消弧機能은 대단한 것이어서 例컨데 250V20A의 筒型퓨우즈 2個를 準備하고 한쪽에는 모래를 充塡한 다음 各各을 220V 電源에 連結 短絡시켰을 경우 모래를 充塡치 않는 것은 큰 遮斷音과 경우에 따라서는 아크와 가스를 噴出하며 導線은 電磁力에 依래 遙動할 것이나 反面 모래를 充塡한 쪽은 소리없이 遮斷하게 된다. 이것은 모래로 因하여 發弧와 더불어 電流가 抑制(限流)된 狀況으로 모래는 燒結되며 이것을 Fulgurite라 한다. 限流퓨우즈에 過電流가 흐르면 퓨우즈素子は 溶斷發弧하며 아크電壓이 發生한다. 大電流를 遮斷할 때 發生하는 아크電壓은 一般 遮斷器類의 그것보다 越等히 크고 電源電壓을 輻동히 超過한다. 卽 그 瞬間은 限流퓨우즈는 典型的 抵抗遮斷裝置로 看做되고 이 때 回路의 力率은 急上昇하고 改善된다. 따라서 限流퓨우즈에 있어서는 遮斷回路의 力率이나 固有周波數等이 遮斷에 對하여 거의 影響을 미치지 않는다. 또 電流零值에서의 回復電壓瞬時值가 낮으므로 消弧가 容易하며 余他 遮斷器와는 달리 原則的으로 發弧後最初의 電流零值에서 消弧하게 된다.

限流퓨우즈가 큰 遮斷容量을 갖는 것은 아크抵抗에 依하여 短絡電流를 激減시킴과 同時에 最初의 電流零值에서 確實히 通電을 停止시키기 때문이다. 그렇지 못할 경우 아크에너지 때문에 퓨우즈筒은 爆發을 免치 못할 것이다. 以上과 같은 限流作用은

同時에 動作過電壓이라는 問題點을 일으킨다. 그것은 아크發生瞬時 아크抵抗이 높아지고 그直前に 흘러던 電流와의 積에 依한 電壓과 그때의 電源電壓의 重疊으로 因한 過渡電壓이 퓨우즈의 兩端子間에 發生한다. 이와같은 動作過電壓의 抑制을 爲하여 퓨우즈素子の 構造를 여러가지로 變更研究는 하고 있으나 絶對的인 方法은 없는 것으로 알고 있다. ANSI規格에서는 그 上限直를 표1과 같이 規制하고 있다(표1 참조). 動作過電壓은 경우에 따라 近接老朽施設物의 絶緣을 위협하므로 注意를 要하고 7.2KV 限流퓨우즈를 3.6KV等 낮은 電壓回路에 使用하여서는 아니되겠다. 反面에 遮断容量이 크고 遮断時 爆音이나 가스의 發生等이 없다는 長點도 있다.

〈표-1〉 動作過電壓許容值

定格電壓KV	過電壓 限度KV Peak	
	12A 이하퓨우즈	12A 초과퓨우즈
25.8	117	81
8.3	38	26
5.5	25	18

3. 非限流型 電力퓨우즈

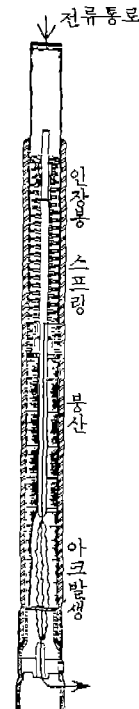
현재 우리나라에서 널리 使用하고 있는 特高壓受電設備의 퓨우즈는 거의 全部가 25.8KV級의 非限流퓨우즈이다. 國內에 流通中인 電力퓨우즈와 컷아웃 스위치가 이에 屬하며 于先 그 差異點부터 알아 보자 電力퓨우즈는 根本的으로 變電所에 設置하도록 그 構造와 性能이 定해져 있다. 耐電壓試驗値는 물론이고 遮断試驗에 있어서도 再起電壓(規約低幅率 및 周波數)도 높게 規程하여 廣範圍한 條件의 故障電流를 充分히 遮断할 수 있도록 制定하고 있다. 反面에 컷아웃 스위치는 耐電試驗値나 再起電壓等의 條件이 낮다. 이것은 配電線의 線路定數와 絶緣協助等을 감안하여 策定한 것으로 生覺된다(표2 참조).

〈표-2〉 電力퓨우즈와 COS의 性能比較

項 目	電力 퓨 우 즈	컷아웃스위치	
設置構造 ①	單一碍子型 (根本은鐵構附着型)	單一碍子型	
電 壓 KV	25.8	27	
定格電流 A	200 (100A도 있음)	100	
耐電壓 {	乾燥	70 ②	42
	注水	60 ②	35
	衝擊	150 ②	125
遮断電流A	12,500 (4000부터있음)	7,100	
遮断試驗方法	根本的으로 類似한		
{	適用X/R	15以上	12以上
	③再起電壓의 周波數	2,100Hz이상	1,800Hz이상
{	③再起電壓의 振幅率	1.4~1.5	1.3~1.4

- ① 포스트碍子를 使用한 支持碍子型이 基本임
- ② 同相極間은 10% 增加
- ③ ANSI規格에는 明示가 없어 IEC規格 適用
- ④ 國內에 流通中인 電力퓨우즈와 COS로서 比較한

〈작動中인 電力퓨우즈〉



非限流퓨우즈는 그素子가 溶斷後 發生하는 아크에 의하여 素子周圍의 絶緣物質로부터 가스가 噴出토록하고 그 絶緣性가스가 電流零點이 通過할 때 電極間의 絶緣耐力를 增加시켜서 再發弧를 防止 遮斷토록 設計한 퓨우즈이다. 따라서 原理的으로는 가스遮斷器나 油入遮斷器等과 比等하며 自力型的 消弧裝置라고할 수 있다. 컷아웃스위치의 경우는 가스 噴出用 絶緣物로서 Fiber Tube가 使用되고 電力퓨우즈의 경우는 現在는 硼酸만인 가스가 噴出用 絶緣物로서 使用되고 있다.

다음 그림은 現在 流通中 硼酸形電力퓨우즈의 概略圖이다. 이와같은 放出型 퓨우즈는 余他の 自力型 遮斷裝置와 마찬가지로 大電流遮斷時 適正量의 가스가 發生토록 設計하면 小電流遮斷時에는 噴出量이 不足되고 小電流遮斷이 可能토록 하면 大電流遮斷에 있어 가스壓力이 過大하여 퓨우즈筒이 爆發하는 등의 어려움이 따르게 된다. 遮斷電流가 10,000 A를 超過하는 퓨우즈에 있어서는 이 臨界電流가 400~500A일 경우가 많고 또 이 電流值는 受電變壓器의 2次側 短絡事故時 1次側에 流入하는 故障電流에 比等하기도 하다. 위 그림에서 過電流로 因하여 퓨우즈 素子가 溶斷되면 壓縮되고 있던 스프링의 힘에 의하여 引張棒이 上端으로 突進하면서 아크의 間隙을 넓히게 하고 이때의 아크 에너지는 外壁에 位置하고 있는 硼酸을 加熱 結晶水를 水蒸氣로 氣化 噴出하는데 電流가 零點에 이르면 消弧遮斷하게 된다.

3相短絡事故가 發生했을 경우는 短絡電流에 含有하고 있는 直流分의 크기에 따라 퓨우즈는 제각기 作動하고 最少限 1個는 未作動狀態로서 遮斷이 完了할 경우가 많다. 이때 溶斷한 2個의 퓨우즈中 위에 遮斷한 퓨우즈에는 線間電壓을 遮斷하는 結果가 된다. 非限流퓨우즈의 遮斷試驗도 限流퓨우즈와 마찬가지로 單相試驗으로 實施한다.

放出型퓨우즈의 遮斷現狀은 電極이 停止하고 있는 自力型遮斷器와 그 動作原理가 흡사하며 따라서 特高壓線路 固有의 再起電壓特性에 對하여 敏感하다. 反面 限流퓨우즈와 같은 動作過電壓에 依한 問題點은 存在치 않는다. 또 定格電流나 電壓에 있어

設計上 制約이 적으며 美國에서는 230KV級의 電力퓨우즈도 生産되고 있다. 短絡電流 遮斷時 放出 가스와 爆音이 發生하는 등의 短點도 있기는 하지만 어느 程度의 過負荷保護도 可能하고 價格이 싸며 퓨우즈要素만의 交替로서 反覆使用이 可能한 것이 큰 利點으로서 自家用 特高壓受電設備에 世界的으로 많이 使用하는 추세에 있다.

4. 電力퓨우즈의 信賴性

電力技術者들 中에는 電力퓨우즈를 단지 遮斷器의 값싼 代用品으로 生覺하는 傾向이 있지만은 크게 認識을 달리 하여야 할 것으로 生覺한다. 퓨우즈 最大의 長點은 短絡을 포함한 過電流 保護裝置로서 原理的으로 最大의 信賴性을 保有한다는 點에 있다. 遮斷機가 有故時 完壁하게 作動하려면 PT CT 그리고 各種 繼電器 電池回路 遮斷機의 트립코일 및 랫치 其他 機構와 경우에 따라서는 空氣發生裝置 등이 完壁하여야 할 擘더러 遮斷器 本體에도 故障이 있어서는 아니 되겠다. 例컨데 이들 各機器의 信賴度가 99%이라고 할지라도 要素가 8個所라면 綜合信賴度는 92%로 低下하게 된다. 이에 反하여 퓨우즈는 保護코자하는 回路의 熱的 最弱點이 되도록 定格電流를 選定한다면 100%의 信賴性을 期待할 수 있다. *

