

捲鐵心形變壓器의 特性과 製造過程 概要

全 京 秀

1. 緒 言

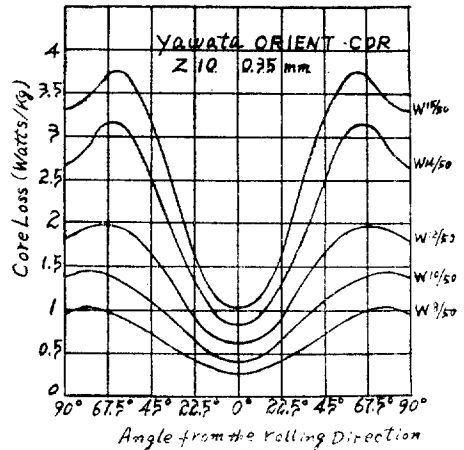
일찍이 1930 年代에 美國에서 冷間壓延法에 依한 方向性珪素鋼帶의 製造에 成功한 以來 이의 磁氣의 特性에도 飛躍的인 向上을 맞아와 美國에선 이미 이를 利用한 捲鐵心形變壓器가 實用化되고 있는지 오래지나와, 가까운 日本만 하여도 1958 年에 捲鐵心形柱上變壓器가 製造 完成 되었으며, 現在는 柱上變壓器의 大部分이 從來의 捲鐵心形變壓器와 交替되고 있는 實情이다. 더욱기 最近에는 小形의 柱上變壓器 뿐만 아니라 中形의 捲鐵心形 配電用變壓器 製作도 可能하게 되어 그야말로 配電用 變壓器分野엔 捲鐵心形變壓器 全盛時代가 온 것이다. 이처럼 捲鐵心形變壓器가 크게 歡迎받는 理由는 方向性珪素鋼帶의 優秀한 磁氣의 인 特性을 利用하여 高性能인 同時에 小形, 輕量으로 만들었다는 點이다.

國內 製造業界에서도 이와같은 趨勢의 影響을 받아 各 會社가 競爭의 由로 開發에 着手하고 있거니와, 去年에 一會社에서 50kVA 以下 各 容量의 柱上變壓器 生産을 開始하게 되어 電業界에서 점차로 捲鐵心形變壓器에 關心을 코르게 되었으므로 以下에 捲鐵心形變壓器의 特性과 製造過程에 對하여 簡單히 記述하고자 한다.

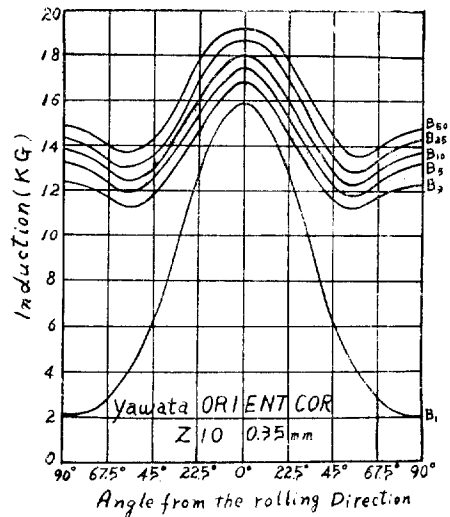
2. 捲鐵心形變壓器의 特性

2. 1. 方向性珪素鋼帶

그러면 먼저 方向性珪素鋼帶의 性質에 對해 簡單히 說明하러 한다. 電氣機器鐵心으로 使用되는 珪素鋼은 體心立方結晶으로 되어 있어 그 單結晶의 磁化特性은 各 軸方向으로 顯著하게 달라, 結晶의 稜線方向이 가장 磁化하기 容易하고 體對角 方向이 가장 磁化하기 困難하다. 鋼塊內에서 各 結晶은 無秩序한 方向으로 配列되어 있으나, 冷間壓延과 焼鈍을 2, 3 次 行하여 再結晶시키면 壓延方向으로 磁化 容易한 軸이 整列된다. 이와 같은 性質은 熱間壓延珪素鋼板과는 顯著하게 달라, 圖 1, 2, 3, 4 에서 보는나와 같이 壓延方向에 對하여 가장 優秀한 磁化特性을 나타낸다. 뿐만 아니라 方向性珪素鋼帶는 加工性도 優秀하며 占率率도 높다.



第 1 圖 方向性珪素鋼帶의 鐵損의 方向性

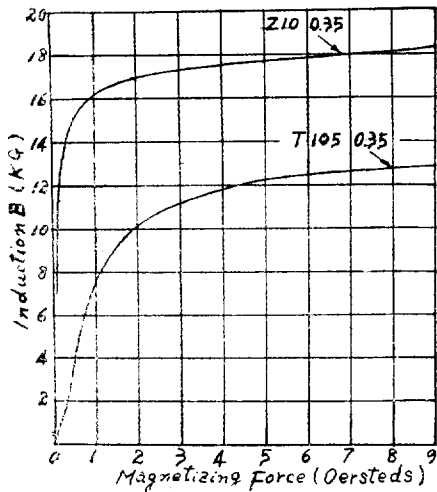


第 2 圖 方向性珪素鋼帶의 磁束密度의 方向性

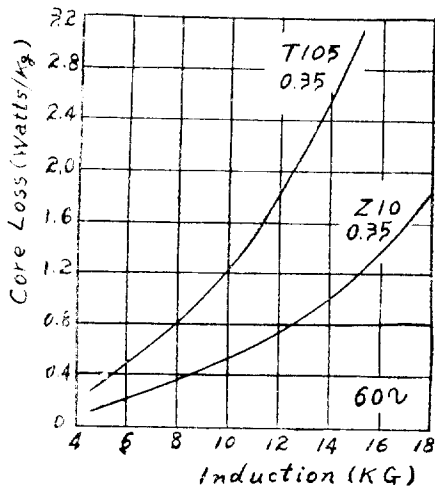
2. 2. 捲鐵心의 種類

捲鐵心은 이와같은 方向性珪素鋼帶의 特性을 利用하여 磁束이 壓延方向으로만 흐르도록 만들어져 있으나, 製作方式에 依하여 다음과 같은 네 가지 方式으로 分類된다.

*株式會社 金星社



第3圖 磁束密度的比較



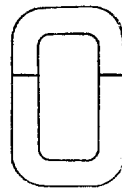
第4圖 鐵損의 比較

無切斷方式 { 鐵心捲込方式
線輪捲込方式
切斷方式 { cutt core 方式
lap core 方式

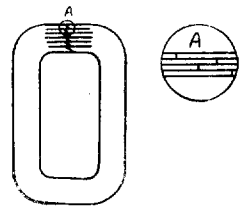
鐵心捲込方式은 成形된 捲線에 鐵心을 捲込하는 方式이고 線輪捲込方式은 反對로 成形된 鐵心에 線輪을 捲込하는 方式이다. 위 두 方式은 모두 捲鐵心形變壓器의 開發初期에 널리 行하여진 方式으로 生産性이 適合치 않아 現在에는 거의가 切斷方式을 쓰고있다.

Cutt core 方式은 鐵心과 捲線을 組合할 때 捲線窓內의 空間을 必要로 하지 않기 때문에 各種 方式中 가장 小形으로 製作할 수 있다. 切斷部는 butt joint로 되어있어 勵磁電流가 若干 많으나 鐵損은 無切斷方式과 거의 同一하다. 한가지 缺點으로는 工作이 어려우 大容量

變壓器에 利用하기 困難하다. lap core 方式은 鐵心과 捲線 組合時 切斷部를 넓혀서 插入하므로 鐵心에 distortion을 주며, 插入時에 cutt core에 比하면 捲線窓內의 空間을 要하므로 size가 커지나 解體修理時에 가장 簡



第5圖 Cutt Core



第6圖 Lap Core

便하게 作業할 수 있고 比較的 大容量變壓器 製作도 容易하다.

2.3 捲鐵心變壓器의 特性

捲鐵心變壓器는 方向性珪素鋼帶의 性質에서 記述한 바와 같이 磁束이 壓延方向으로 흐를때 가장 鐵損이 적고 磁氣誘導度가 높은것을 利用하여 만들었으므로 熱間壓延珪素鋼板을 使用한 積鐵心形變壓器에 比하여 鐵損 및 無負荷電流가 顯著하게 적고 重量 體積 모두 적다.

熱間壓延珪素鋼板은 鐵損이 적은것은 磁化特性이 떨어지나, 方向性珪素鋼板은 鐵損이 적은것은 磁化特性도 좋아서 鐵損이 적은것을 使用할수록 無負荷電流도 적어진다. 또한 積鐵心變壓器에서는 磁路中의 air gap에 要하는 AT이 相當한 比率을 차지하고 있으나, 捲鐵心變壓器에서는 이를 無視할 수 있을 정도로 적기 때문에 無負荷電流가 더욱 減少한다. 더욱기 捲鐵心形變壓器에서는 磁束密度를 높게 잡을 수 있고 (16,000~18,000 G) 占積率도 96% 程度로 높기 때문에 鐵心의 斷面積을 縮少시킬 수가 있다. 鐵心斷面積이 縮少되면 鐵心重量이 減少되고 이에따라 coil의 一捲平均長이 짧아지는고로 導體重量도 減少할뿐 아니라 導體抵抗이 減少하므로 線徑을 적게하면 다시 導體重量이 減少하여 鐵心窓面積이 적어져 鐵心重量이 二重으로 減小한다.

變壓器 重量이 減少하면 附隨的으로 變壓器 容積이 적어질 뿐 아니라 設置面積을 적게 차지함은 勿論이다.

表1에 捲鐵心變壓器와 積鐵心變壓器의 特性을 比較하였다. 下記 表1에서 보는바와 같이 積鐵心變壓器에 比하여 勵磁電流가 50%, 無負荷損이 70%, 重量이 86% 程度로 輕減됨을 알 수 있다. 一般的으로 變壓器는 負荷의 性質에 따라서 設計하므로 重量輕減을 爲主로 하면 70% 程度로 減少시킬 수 있고, 無負荷損의 減少를 重點으로 設計하면 65% 程度까지도 減少시킬 수 있다.

한가지 特記하고 싶은것은 生産原價面에서 捲鐵心變壓器가 오히려 高價라는 點이다. 方向性珪素鋼帶가 熱間壓延珪素鋼板에 比하여 高價이고, 生産設備 및 生産工程이 複雜하여 約 5%가량 비싸진다.

第1表 捲鐵心變壓器와 積鐵心變壓器의 特性 및 比較表

容量 (KVA)	捲鐵心變壓器				積鐵心變壓器				捲鐵心/積鐵心	
	効率 (%)	勵磁電流 (%)	鐵損 (W)	重量 (kg)	効率 (%)	勵磁電流 (%)	鐵損 (W)	重量 (kg)	鐵損 (%)	重量 (%)
5	以上 96.8	以下 4	以下 37	75	以上 96.9	以下 8	以下 49	87	75.5	86.2
10	97.3	3	58	110	97.2	6	79	123	73.5	89.5
15	97.6	2.5	81	142	97.4	5	110	168	73.5	84.5
20	97.7	2.3	101	174	97.5	4.5	141	210	71.6	83.0
30	97.9	2.3	139	234	97.7	4.5	200	272	79.5	86.0
50	98.1	2.3	214	329	97.9	4.5	305	369	70.2	89.0

※ 1φ 7 kV 60~ 用임
 ※ 捲鐵心變壓器는 日本 三電規에 依한
 日立捲鐵心變壓器
 ※ 積鐵心變壓器는 KS 規格

3. 製造過程

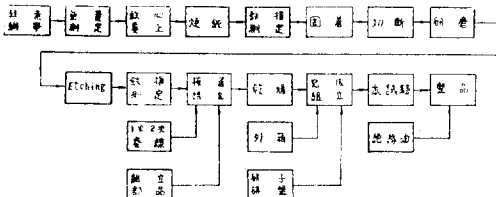
變壓器 外箱이나 捲線의 製造過程은 積鐵心變壓器와 別다른 差異가 無으므로 역시 問題가 되는 것은 捲鐵心의 工作 處理 問題라고 하겠다.

그러면 捲鐵心의 가장 代表的 形式인 cutt core 와 lap core 製造의 flow chart 를 中心으로 해서 製作上 問題 되는 點을 살펴보고자 한다.

(1) Core Stress 方式의 製造過程

圖 7에서 보는바와 같이 먼저 珪素鋼帶를 所要 되는 幅으로 切斷하여 秤量한 다음 鐵心捲上機로 감아서 成形 한다. 成形된 鐵心은 stress 를 없애고 所定의 特性을 얻기 爲하여 800°C 程度로 燒鈍하는데 이때 鐵心의 酸化를 防止하기 爲하여 窒素 gas 雰圍氣 속에서 燒鈍을 行해야 한다. 다음에 phenol 系 樹脂를 含浸시켜 固着 乾燥시킨후 鐵心兩脚을 切斷하고 研磨한다. 研磨한 部分은 burr 를 없애기 爲하여 礮筒으로 etching 處理를 하고 除酸한다다음 成形된 捲線을 挿入하고 接着劑를 써서 接着시켜 乾燥하는데, 이때 使用하는 接着劑는 修理時 分解 可能하도록 잘 붙고 또 잘 떨어지는 性質을 갖어야만 한다.

이렇게 하여 組立된 中身은 distortion 이 생기지 않도록 조심해서 外箱에 固定시키고 本 試驗을 거친후 마지막 手續을 하여 完成 製品을 만든다.



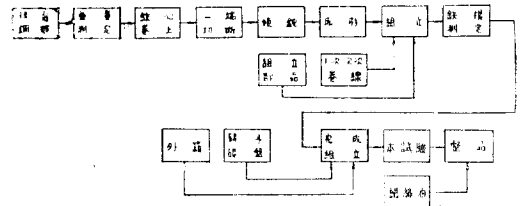
第7圖 Cutt Core 方式의 Flow Chart

(2) Lap Core 方式의 製造過程

Cutt core 方式과 大差없고 다만 다른점은 鐵心을 一個斷만 切斷하는것과 成形時 固着을 하지 않고 鐵心을 組

立하는 것이다. 組立方法은 鐵心을 數個의 group 으로 分割하여 한 group 식 捲線內에 挿入하여 全 group 이 挿入되면 banding 을 하는데 圖 6에서 보는바와 같이 鐵心 接合部가 階段狀으로 되도록 하여야 한다.

이 方式은 接合部가 階段狀으로 되어 있으므로 磁束



第8圖 Lap Core 方式의 Flow Chart

은 重合部를 通過하여 勵磁電流가 적고 分解修理가 簡單할뿐 아니라 大容量製作에 適合하다 함은 前述한 바와 같으나 鐵心을 固着시키지 않은 關係로 運轉中에 鐵心에서 騒音이 發生하기 쉽다.

4. 結 言

以上에서 살펴본바와 같이 捲鐵心形變壓器는 鐵損이 아주 적어 無負荷損失을 極度로 制限할 수 있고, 容積이 적고 輕量이어서 裝柱 하기 便하고 缺少한 建物內에 床面積을 적게 차지하여 有利함을 再言을 要하지 않는다. 더욱이 급격한 電力需要 增加에 따른 裝柱容量의 增加를 解決하기 爲하여서도 捲鐵心變壓器의 採用은 不可避하다고 보며 100 kVA~150 kVA 까지도 裝柱하는 時期가 곧 오리라 보고 있다. 또한 負荷率이 낮은 農漁村地方에서는 低鐵損 捲鐵心變壓器를 採用하므로서 無負荷損失을 大幅의으로 減少시킬 수 있는것이다. 單相 50 kVA 捲鐵心變壓器를 採用하므로서 無負荷損失을 91 W 減少시킨다고 하면 年間 1臺當 800 kWh 의 電力을 節約하게 되는 故로 全國的으로 計算을 해보면 電力의 利得은 엄청난 量이 된다. 특히 우리 韓國과 같이 막대한 配電損失로 고민하는 情形에서는 하루바세 全 配電用變壓器를 捲鐵心形變壓器로 代替하여 配電効率을 높이게 되기를 바라마지 않는다. (1964年 5月 14日 接受)