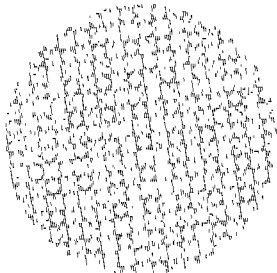


最近의 GIS 變電設備 와 技術

Recent Aspects of GIS and Sub-station Technology



李 鍾 鶴

暁星重工業株式會社 資材部長

1. 序 論

“變電所의 GIS化”란 論題로 本誌81號(1983. 9月)에 GIS란 무엇인가, 왜 必要한가, 얼마나 有益한가 將來의 展望과 課題는 무엇인가, 電力需要의 急增과 都心地域의 負荷過密化, 各種公害의 深化時代에 살고 있는 現代人은 이의 對處方案을 어떻게 講究할 것인가 등에 대해 記述한 바가 있다. 其後 1年半동안에 變電設備과 技術은 어떻게 變化해 왔고 또 어떻게 變遷해 갈 것인가에 대해 살펴보고자한다.

2. 本 論

가. 最近의 變電技術動向

最近의 技術動向의 主要項目으로는 設備의 縮小化, 高効率化, 保修의 省力化, 環境調和, 高信賴度化에 맞춰 經濟性的의 追求가 活發하게 檢討·推進되고 있으며, 이러한 諸目的 達成을 위해

○變壓器部門에서는 低損失化, 高信賴絶緣技術, 高効率冷却技術이 現實化 段階에 이르고 있으며,

○遮斷器部門에서는 遮斷性能의 向上, 機器의 複合化, ZLA應用 등에 의한 縮小化技術이 實用化 段階에 이르고 있다.

○뿐만 아니라 保護監視制御장치부문에서는 MIC ON 應用에 따른 Digital化가 檢討된 結果 現在는 한개의 統一된 새로운 技術이 確立되었다고 볼 수 있다.

나. 大容量 變壓器의 最近의 技術

1) 鉄心(Core)

變壓器의 高電壓, 大容量化에 따른 輸送, 騒音, 振動 등의 時點에서 鉄心の 구조는

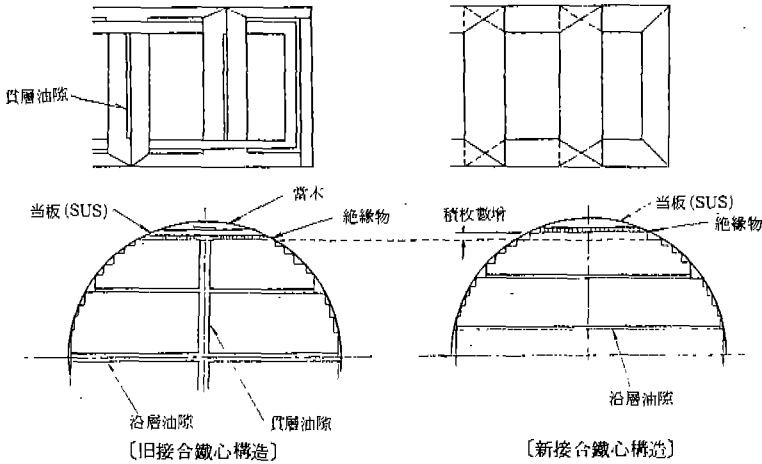
○珪素鋼板의 積層枚數를 增加해서 脚斷面 形狀을 보다 円形에 가깝게 했다.

○廣幅의 사라인 設備를 써서 脚, Yoke의 珪素강판을 原尺치수까지 利用 貫層油隙을 없게했다.

○bind方式은 이미 實用化 되어있지만 冷却油隙構造를 改善하였다.

○無機皮膜特性向上을 위해 와니스 燒付를 하지 않는 範圍를 擴大했다.

○Yoke는 bolt 取付를 하지 않고 連結金具方式으로 하였다.



〈그림-1〉鐵心構造

以上과 같이하여 鐵心占積率을 3~4%向上 시켰으며, 鈷소강판의 新素材는 過去의 Z Core (G Core)에서 Hi-b Core로, 다시 최근에 Z DKH Core로 변친 鐵損을 10~15% 低減 變壓器의 效率增大는 물론 원가절감에도 크게 기여하고 있다.

2) Winding 技術

變壓器를 소형輕量化하고 나아가 損失을 低減하기 위해서는 卷線의 卷回數低減, 卷線平均長의 저감外에 絶緣構造의 改善에 의한 卷線占積率 向上이 重要하다고 분 수 있다. 이에따른 선진 Maker의 技術進歩내용을 소개하면

- 雷 Surge에 대한 電位分布 改善方式으로 “高壓 卷線의 차폐구조”
- 中壓 卷線의 耐雷設計(單卷變壓器의 경우)
- 卷線의 기계의 강도향상을 위해 自己融着性 電線 開發使用
- 轉位電線 開發使用

3) 絶緣技術

絶緣과괴의 根本要因이 되는 油隙部分絶緣改善方

式으로 “Hy-brid” 절연方式을 採擇하고 있으며 主要 특징으로서는

- 油隙細分割 構造
- 高電界部에 油浸紙 充填構造
- Coil脚部에 Corner絶緣 Ring 配置
- Shield Ring과 成形 Press board를 一体化한 誘電体 Shield 構造

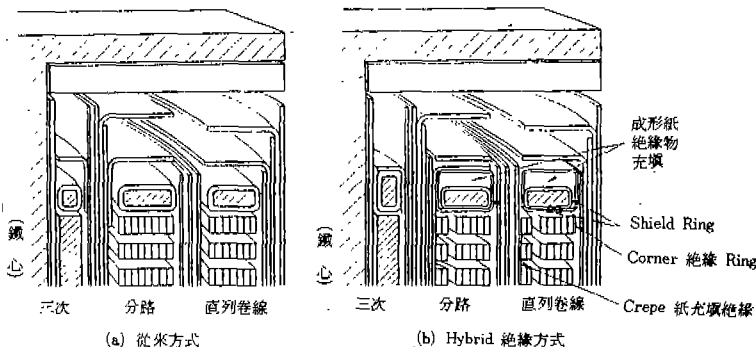
4) 損失低減技術

① 鐵損의 저감과 占積率의 向上

鐵損의 低減에는 鐵損이 적은 鐵心材料를 使用하는 것이 제일이다. (Hi-B, ZDKH, Amorphous等) 뿐만 아니라, 재료특성을 극대화하기 위한 構造設計, 제작기술을 개선, 效果를 증대시키고 있으며 기본적으로 해석기술의 進歩와 各種시험에 의한 Core 재료의 적층법개선도 손실저감에 크게 기여하고 있다.

② 卷線部の 損失低減

卷線의 저항손은 全損失의 50% 이상인 가장 큰 損失로써 그低減을 위해



〈그림-2〉종래方式과 Hybrid 절연方式 비교

○도체단면적의 증가

○卷回數의 低減

○卷線平均長의 低減을 研究 적용하고 있다.

③ 其他 鐵機械化에 의한 省Energy 設計

構造物의 漂遊負荷損低減等이 부단히 연구· 적용되고 있다고 볼 수 있다.

· 以上の 내용에 대한 구체적인 자료제시는 本論考가 最近의 GIS技術이므로 더 詳述할 수는 없지만 GIS개념자체에서 變압기를 빼놓을 수 없기 때문에 最近기술의 方向제시만을 해두고자 한다.

다. GIS의 最新技術

Gas절연개폐장치는 小形·輕量으로 또한 高信賴性, 保修點檢의 省力化等 多數 特長을 가지고 있으며, 最近急速히 普及率이 높아가고 있다. 한편 電力需要의 都市集中化의 傾向으로부터 變電所 建設은 加一層 都市近郊에 集中하는 方向이며 특히 환경調和나 建設 Cost 低減의 視點에서 GIS의 小形·輕量化가 더욱더 要求되어가고 있다.

이와같은 要求에 對應하기 위해 Gas차단기의 遮斷點數低減, 三相一括化, 配置構成의 合理化(二平面 直線配置) 等의 技術開發이 推進되고 있으며, GIS의 大幅의인 縮小化도 아울러 可能케 될것으로 思料된다. 나아가 信賴性改善을 위해 外部診斷, 豫防保全技術等의 技術開發이 推進되고 있다.

1) GIS化 推移 및 發展背景

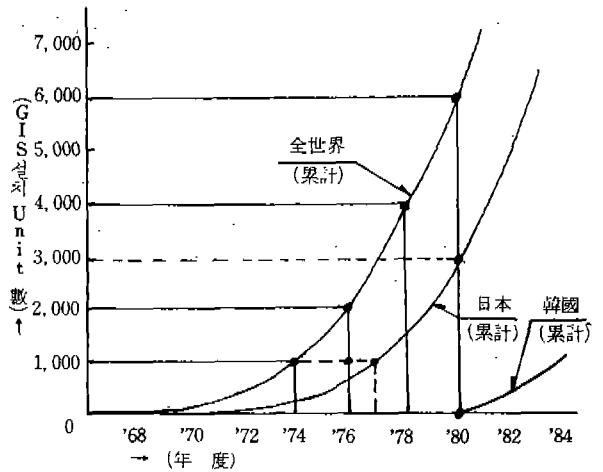
SF₆ Gas의 優秀한 絶緣性能, 消弧能力을 電力用機器에 適用研究가 開始된지 45年이 經過하고 있지만 특히 最近 10余年사이의 SF₆ Gas 절연 개폐장치의 進歩發展은 括目할만 하다고 볼 수 있다. 現在는 66~800KV機器까지 實用化되고 있으나 1100KV 級 超高壓 Gas絶緣開閉裝置의 研究開發이 活潑하게 進行되고 있어 머지않아 實用化 될 것으로 生覺된다.

이와같은 短期間內에 急速히 進歩發展해간 背景으로서는

① 變電所 建設用地的 確保難 및 地價의 高騰

② 高電壓部가 接地金屬容器內에 密閉되어 있기 때문에 信賴性·安全性의 向上 및 保修의 省力化가 圖謀되기 때문이며,

③ 地域社會와의 環境調和; 耐環境性要求로부터 變電所의 小形化, 密閉化의 要求가 強해졌다는 理由



* GIS의 採用은 世界的인 傾向으로 급격히 증가해가고 있다. <그림-3> GIS設置 Unit 數 推移

等を 列擧할 수 있다.

GIS는 設置面積, 容積의 大幅의인 縮小 高信賴性, 保修點檢의 省力化等 電力環境 Needs에 致致한 多數의 特長은 가지고 있지만, 反面 變電所 建設費의 初期投資面은 반드시 經濟的이라고 잘라 말할수 없다는點이 있어 加一層 縮小化, 輕量化에 의한 機器의 Cost 및 用地費, 建設Cost 低減이 要求되고 있다. 이에 對策으로 遮斷器의 遮斷點數 低減, 配置構成의 合理化等 技術開發을 繼續推進하고 있으며 그 內容을 要約하면 다음과 같다.

2) GIS의 小形, 輕量化的 Approach

變電所建設에 대한 社會環境의 變化로부터 今後의 GIS設計에 대하여 아래와 같은 Needs Spec 이 되고 있다.

① 設置面積의 最小化

建設用地 確保難, 立地條件의 制約으로부터 最小設置面積으로 아울러 屋內, 屋上, 地下等 多樣化하는 立地條件에 柔軟하게 對應할 수 있는 設計가 基本으로 되어 있다.

또 地價, 建築費高騰으로부터 設置面積 및 空間占積率의 改善이 建設費低減目的에 重要한 設計條件으로 되어 있다.

② 經濟性的의 改善

設置所要 面積의 最小化에 의한 母線長의 短縮, 架台, 點檢步廊類의 簡素化, 保修, 點檢Space의 省略等, 總合經濟性的의 改善이 使用者 및 製作者 兩側에서 積極的으로 檢討되고 있다. 이때문에 從來 多種多樣했던 仕様標準化의 推進도 同時에 縮小形 GI

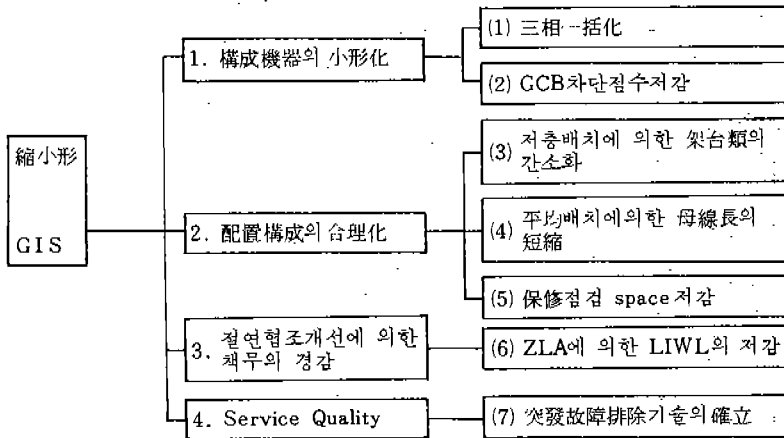
S開發計劃속에 이들 要望事項을 充分히 反映할 필요가 있다.

③ 信賴性的 向上

GIS는 從來의 氣中絶緣變電所에 比較해 그 信賴性이 大幅 改善되어 있다는 것은 과거의 運轉實績으로부터 證明되고 있으며 事故率은 約1/10 程度로 低減되고 있다. 그러나 일단 内部故障이 發生 하면 그림 2에 表示한 바와같이 down time이 대단히 긴 缺點이 있다. 이 때문에 GIS의 信賴性은 單純한 事故率만이 아니고 事故波及의 범위, down time의 길이도 포함한 條件으로 評價될 수 밖에 없다.

이와같은 視點에서 再吟味한 GIS의 評價는 반드시 充分하다고 만은 할 수 없다. GIS는 構造上, 變電所의 System機能을 金屬容器內에 密閉化시켜, 系統故障率의 低減 및 故障波及度의 低減, 即 Service Quality 改善의 視點으로 부터의 技術開發이 必要하게 되었다.

以上の 諸 Needs 를 圖表化 하면 그림 5와 같다.



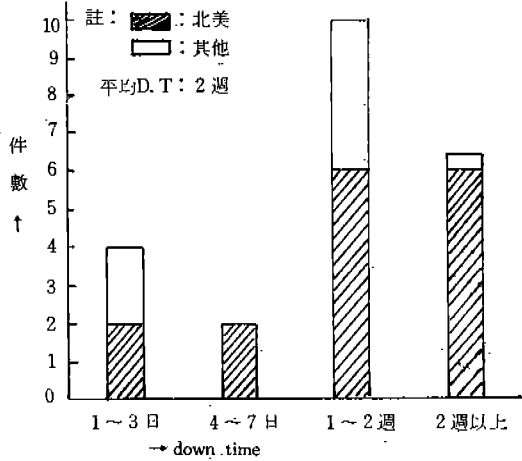
〈그림-5〉 GIS의 小形 輕量化의 Approach

3) GIS의 小形·輕量化

① 三相一括化의 技術開發

GIS構成機器의 三相一括化는 GIS 据付所要面積의 最小化 效果뿐만 아니라 輸送, 設置를 容易하게 하는 利點이 있다. 이미 先進國에서는 500KV級까지 技術개발이 推進되고 있으며, 母線三相一括은 이미 500KV級까지 實用化되고 있다.

② GCB의 遮斷點數低減과 GIS의 縮小化 Puffer形 GCB의 高電壓, 大容量化의 技術開發은 近年에 특히 눈부시게 發展해가고 있으며, 특히 解析技術



* GIS事故時의 平均 Down Time은 1~2週間을 넘는 경우가 大部分이라는 것이 調査結果로부터 確實해졌다.

〈그림-4〉 GIS Fault Survey (1980 IEEE)

註: ZLA: 酸化亞鉛避雷器
LIWL: Lightning Impulse Withstand Level

* Approach 手法는 機器의 小形化, 構成의 合理化 絶緣協調改善 및 Service Quality가 主된 것으로 되어 있다.

의 向上, 耐Arc材料의 開發等의 技術開發을 基礎로 이미 300KV, 50KA까지를 1點切로, 550KV 63KA까지 2點切로 製品化되고 있다.

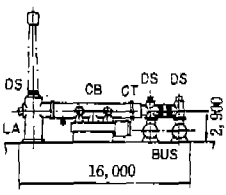
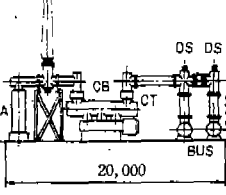
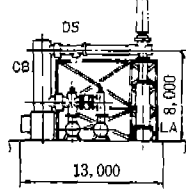
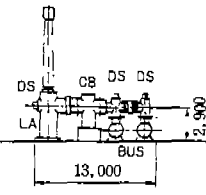
이들 遮斷點數半減의 技術의 成果를 보다 効果的으로 GIS縮小化에 反映하기 위해 配置構成을 포함한 技術開發이 推進되고 있다.

표 1의 500~800KV級 GIS의 配置구성을 比較검토한 例이다.

4) Service Quality 改善

GIS는 高電壓部門이 接地金屬容器內에 密閉되어

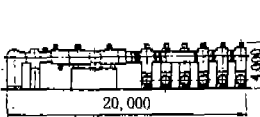
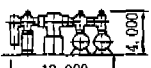
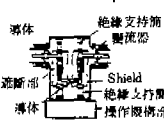
〈丑-1〉 GIS 配置構成比較

Type	A	B	C	D
項目				
Skeltor				
Sheath 數 (個/unit)	17 (45%)	38 (100%)	26 (68%)	17 (45%)
分岐母線長 (m/unit)	1.5 (9%)	16 (100%)	11 (69%)	2.7 (17%)
掘付面積 (m ² /unit)	83 (80%)	104 (100%)	68 (65%)	68 (65%)

註: 略語說明 DS(断路器), CB(遮斷器), CT(変流器), LA(避雷器), BUS(母線)

*註: 主母線에 直交하는 平面에 CB, 分岐母線等을 直線의 으로 配置한 二平面 直線配置構成이 總合經濟性으로는 有利하다.

〈丑-2〉 GIS 장치의 縮小化

Type	A (従來形 GI)	B (縮小形 GIS)
項目		
配置		 
掘付面積 (m ²)	104 (100%)	68 (65%)
掘付容積 (m ³)	416 (100%)	270 (65%)

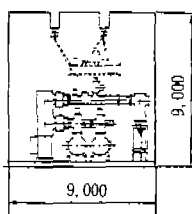
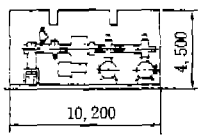
註: 2點切 縦形GCB採用으로 従來보다 設置所要 面積이 1/2로 된다.

있기 때문에 大氣零圍氣에 起因한 故障의 大部分이 排除될 수 있다. 또한 實系統에서의 運轉實績의 Feed back에 의한 品質改善도 確認되는等, 그事故率은 氣中 絶緣變電所의 1/10以下로 改善되고 있다.

그러나 前述한바와 같이 GIS의 信賴性은 従來와 같이 事故率로서의 評價만이 아니고 系統 Service Quality의 視點에서 評價할 必要가 있다.

Service Quality 改善을 위해서는 突發故障의 배제가 가장 重要한 課題라고 볼 수 있으며 要因別로는 內的要因과 外的要因으로 大別할 수 있다.

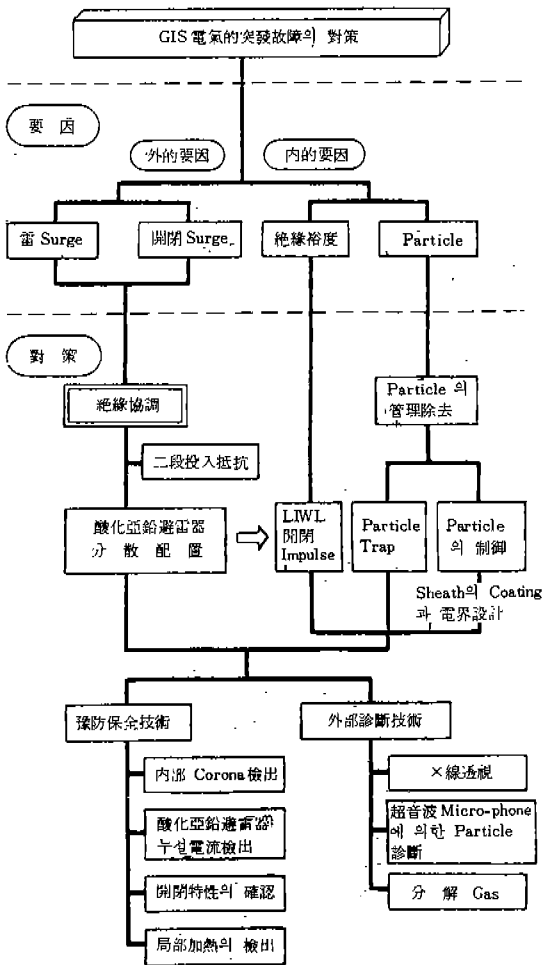
〈丑-3〉 屋內 變電所의 縮小化

Type	従來形	改良形
項目		
構造		
높이 (m)	9 (100%)	4.5 (50%)
容積 (m ³)	267 (100%)	151 (57%)

註: GIS를 平面配置에 의해 設置解体方法을 合理化함으로써 건물의 높이를 1/2로 할 수 있다.

外的要因으로서의 雷 Surge, 開閉 Surge 등의 過電壓의 侵入이 있지만 이들은 近年 急速히 進歩해 온 絶緣協調解析技術 및 酸化亞鉛避雷器 (ZLA)와 CB의 2段投入 抵抗方式 등의 Surge 電壓御制技術에 의해 充分히 對應되어질 수 있을 것으로 判斷된다.

內的要因으로서의 GIS의 内部故障인 絶緣破壞事故로 進展이 쉽고, 廣範圍로 진전되기 쉬우며 특히 金屬 Particle 이나 絶緣物의 微小clack 등이, Corona 放電을 불러 이끄는 것이 커다란 要因이라고 할 수 있다.

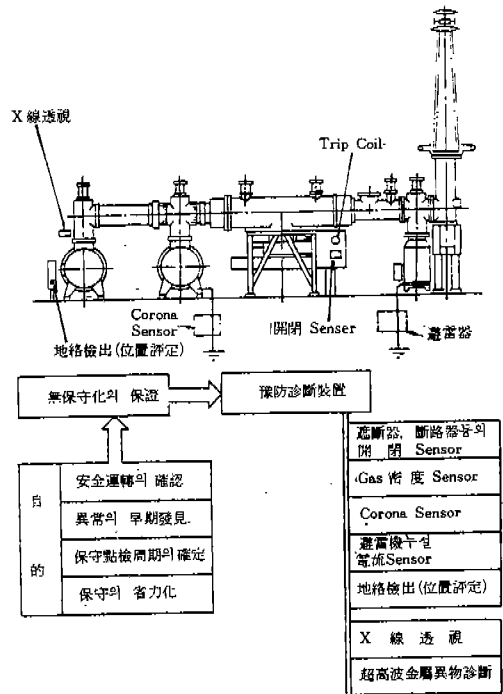


註: 전기적 돌발고장에 대한 대책은 절연협조, Particle의 관리외 예방보전기술이나 외부 진단기술이 있다.

〈그림-6〉 GIS의 電氣的 突發故障의 要因과 對策

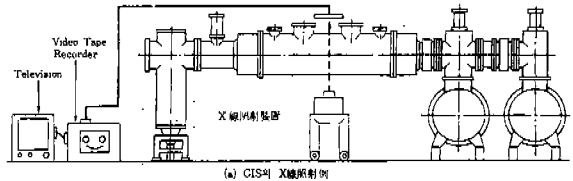
이들 內的要因에 대한 對策으로서는 絶緣裕度의 改善, Particle의 除去, 制御等の 技術開發이 進展되어 있지만 内部故障의 早期發見에 의한 突發故障 排除를 위해 外部 診斷기술이 急速히 進歩하고 있다.

GIS 内部的 異常은 早期發見하기 위한 Sensing 기술은 現在實用試驗段階에 까지 와있으며 이들은 P-portable 裝置로서 運轉狀態檢知時 容易하게 使用될 수 있도록 小形化되고 있다. 또한 X-Ray를 이용 T.V. 畫像으로 檢知될 수 있는 技術이 開發되어 있으며 將來는 GIS解体點檢을 省略할 수 있을 것으로 내다볼 수 있다.



註: 各種 Sensor 및 외부진단장치에 의한 GIS의 운전상태를 檢知한다.

〈그림-7〉 GIS의 外部診斷 技術



(a) GIS의 X線透視例



(b) 視池用閉閉器接點子

(c) 導體接觸點

註: GIS의 内部를 X線으로 透視하기 때문에 解体하지 않고 内部상태를 檢知할 수 있다.

〈그림-8〉 X-Ray 透視에 의한 外部 診斷

이와 같은 GIS 突發故障排除를 위한 預防 保全技術, 外部診斷技術은 現在 開發發展 過程中的 技術이지만 그進歩가 두렷하기 때문에 머지않아 GIS Service Quality 改善에 重要な 役割을 期待해도 좋

을 것으로 본다.

3. 結 論

가. 序頭에 言及한 바와같이 最近變電技術은 이제 Transformer, GIS System 保護監視 제어 장치 기술이 One Package 化해가고 있음이 明若觀火한 事實이므로 讀者여러분들도 電力系統의 Compact化過程에 많은 助言이 있기를 望하는 바이다.

Loss가 없는 변압기, 故障이 없는 GIS, 系統信

賴도가 最高點에 도달하는 길 이것은 現代科學人的 꿈이자 도전해야할 가능성이 보이는 장르이다.

나. 最近의 GIS縮小化의 技術開發 및 GIS의 Service Quality 改善의 技術開發에 대한 소개를 하였다. GIS는 多樣化 해가는 電力環境속에서 今後 더욱 普及發展해갈 것으로 生覺되며, 小形化, 高信賴化의 要求도 加增될 것으로 豫測된다.

이와같은 背景을 根本으로 장래의 GIS는 더욱더 集積化되어 高技術 Level로서의 移行이 있을 것으로 展望된다.

● 토막 NEWS ●

螺旋狀으로 움직이는 에스컬레이터

日本 三菱電機는 直線狀으로 움직인다는 에스컬레이터의 概念을 달리한 螺旋曲線에 따라 昇降하는 에스컬레이터 「三菱스파이럴에스컬레이터」를 發매했다.

이 에스컬레이터는 最近 建築物의 多樣化에 따른 建築 디자인에 要求되는 內容의 變化에서 建物의 内部空間에 부드러움과 아름다움을 表現하고 싶다는 것과 여유있는 建築空間이 아쉽다는 등의 市場의 니즈에 呼應한 것이다. 이 開發에 있어 最大의 技術課題는 스텔의 水平을 유지하면서 螺旋狀으로 移動시키는 데 있었다. 이 問題는 NC 工作機械의 進歩와 大形컴퓨터의 性能向上에 의해, 精密과 신속으로 加工할 수 있게 되었다는 點과 함께 同社 獨自의 스텔의 回轉中心을 走行傾斜角에 맞게 變化시키는 機構를 開發함으로써 解決되었다.

螺旋狀으로 움직일 수 있게 됨으로써 從來의 에스컬레이터에 없었던 다음과 같은 特徵을 갖게 되었다.

(1) 즐거운 파노라마 效果

瞬間, 瞬間 視界가 變化하는 파노라마 效果에 의해 利用者는 建物内部를 廣角度로 볼 수 있다.

(2) 斬新하며 유니크한 意匠

3次元 曲線을 主体로한 形狀은 建築空間上에 優雅한 분위기를 만들어 내어 斬新하며 유니크한 인테리어 素材로서의 效果를 發揮한다.

(3) 自由로운 레이아웃트플랜

建物用途와 設置狀況에 따라 多樣한 레이아웃트가 可能하다.

(4) 이벤트의 舞台로서

패션쇼 등의 行事物의 舞台로서 活用할 수 있다.

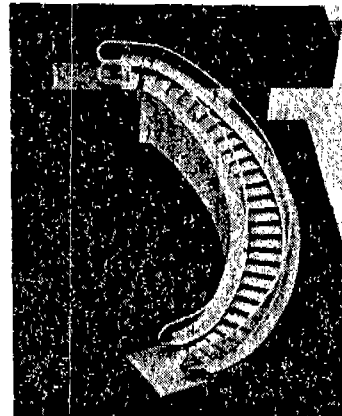


그림-1) 三菱스파이럴에스컬레이터

〈표-1〉 概略仕様

形 式	1,200形
欄干有効幅	1,200mm
欄干形式	透明欄干
스텝法	幅: 1,005mm, 안길이: 內側 405mm, 外側 473mm
傾斜角度	스텝內周部 30°
速 度	스텝外周部 25m/分
輸送能力	6,300人/h
卷 方 向	左卷 또는 右卷
適用階高	3,500~6,000mm