

高電圧 研究棟 遮蔽效果 測定結果에 대하여

沈文植, 嚴榮燮 / 電氣機器開發部

目 次

- I. 序 言
- II. 測定方法
- III. 測定結果
- IV. 高電圧 研究棟의 遮蔽效果計算
- V. 遮蔽條件
- VI. 外國 研究所의 例
- VII. 結 論

I. 序 言

오늘날 高電圧 絶緣特性 試驗중 RIV 및 部分 放電 現象을 精密測定 分析하여 高電圧 電氣機器의 電波障害 減少와 絶緣物의 質的 向上과 絶緣壽命 判定 및 絶緣劣化 未然防止등의 技術이 대단히 重要視되고 있으며 이에 부응하기 위하여 高電圧 研究棟을 電磁的으로 遮蔽하여 外部에서 침입하는 磁界나 電界에 의한 干涉을 받지 않도록 하여 精密測定하지 않으면 안된다.

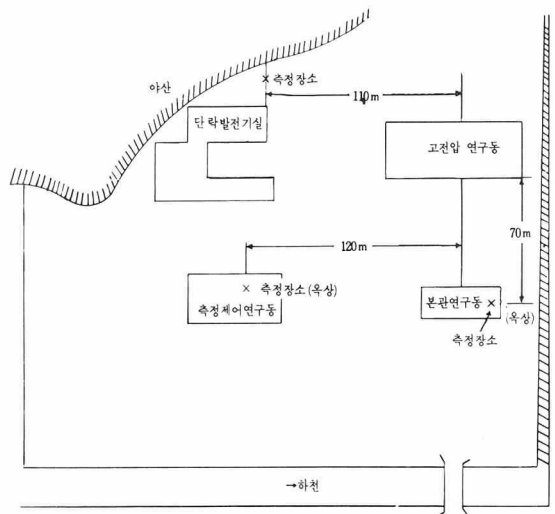
따라서 遮蔽된 高電圧 研究棟도 일종의 큰 高電圧 研究設備라고 할 수 있다.

本稿는 1979. 10. 15 착공하여 1981. 4. 8 준공된 高電圧 研究棟 遮蔽工事의 減衰 效果를 測定하고 그 結果를 記述하고자 한다.

II. 測定方法

1. 測定場所

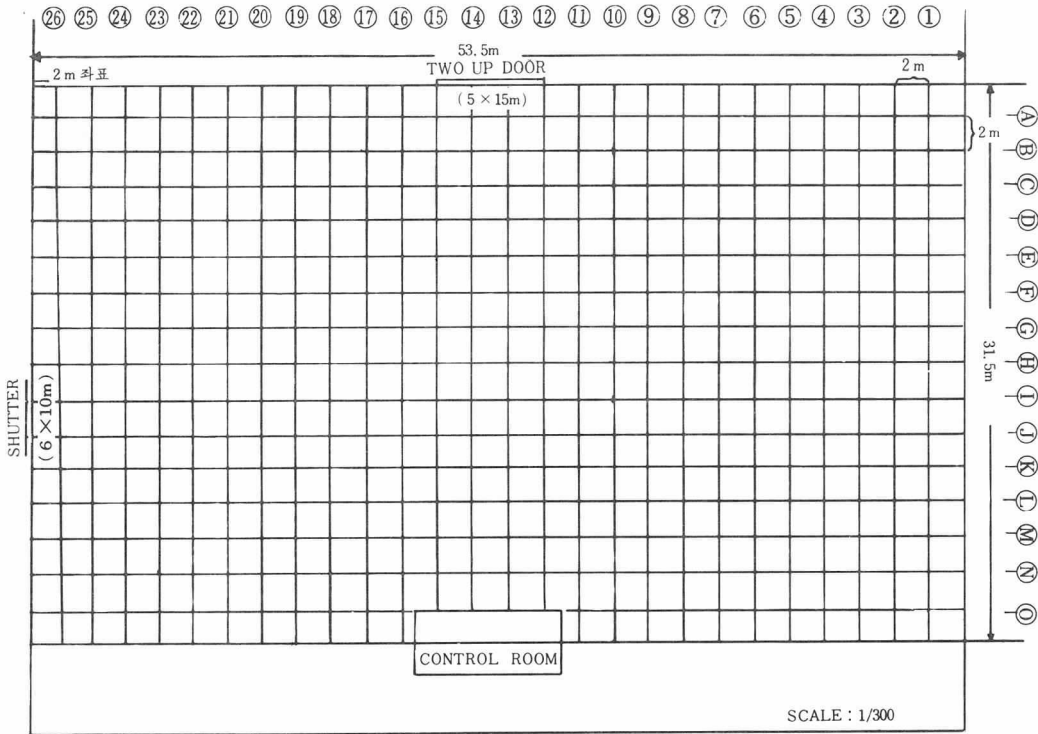
EHV hall 外部電界強度는 測定值의 正確을 기하기 위하여 EHV hall(金屬遮蔽建物)과 影響을 미치지 않도록 <그림 1>과 같이 EHV hall 側面으로부터 70~120m 떨어진 本館 建物 屋上,



<그림 1> 측정장소

測定制御研究棟 屋上 및 短絡 發電機室 근처, 3
 地点에서 測定하였고 EHV hall 内部는 遮蔽 減

衰 効果 等高 分布圖를 作成하기 위하여 <그림
 2>와 같이 每 2m 座標 間隔으로 測定하였다.



<그림 2> 高電圧 研究棟 内部 測定座標

2. 測定計器

計器名 : Radio interference and field
 intensity meter

Model No. : KNM-402

製作者 : 協立電子工業(株) (日本)

規格 :

- 周波数 範圍 : 0.15~30MHz
- 周波数 誤差 : ± 2 %
- 測定範圍 : 最低 : 28~33dB (0.15~0.6MHz)
 20~28dB (0.6~30 MHz)
 最高 : 最低值 +100dB
- 測定誤差 : ± 2 dB

3. 測定方法

가. 計測器 使用

EHV hall外部는 <表 1>의 인근 放送周波数
 의 影響을 考慮하여 方向性인 3 band 0.6~1.4
 MHz用 loop antenna로, 計測器 操作은 peak

mode (妨害波 등 각종 波形의 信號를 測定할때
 使用)로 놓고 antenna의 方向을 돌려가며 最大
 指示値를 記錄하였고 EHV hall 内部는 方向性
 이 없는 棒 antenna로 測定하였으나 變化가 거
 의 없어 方向性 loop antenna로 下記와 같은 方
 向으로 測定하였다.

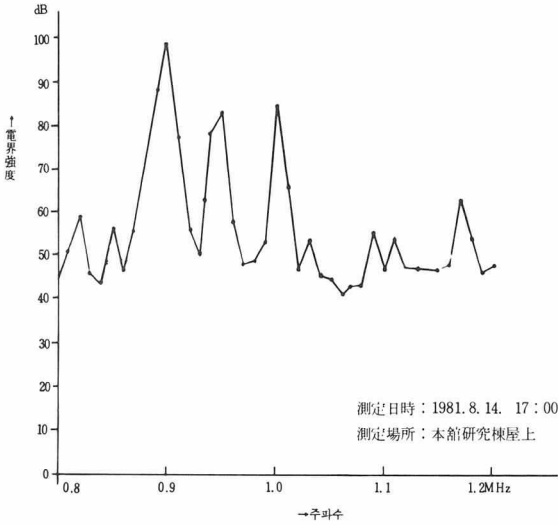
放送局	周波数	出力	放送Antenna位置
釜山KBS	891KHz	250kw	金 海
釜山MBC	1,161KHz	20 "	釜山광한동
釜山CBS	1,404KHz	10 "	釜山용호동
馬山KBS	936KHz	10 "	가 포
馬山MBC	990KHz	10 "	"

<表 1> 隣近放送周波数現況

나. 測定周波数 및 時間 間隔

測定周波数是 電界強度가 대체로 높은 代表的

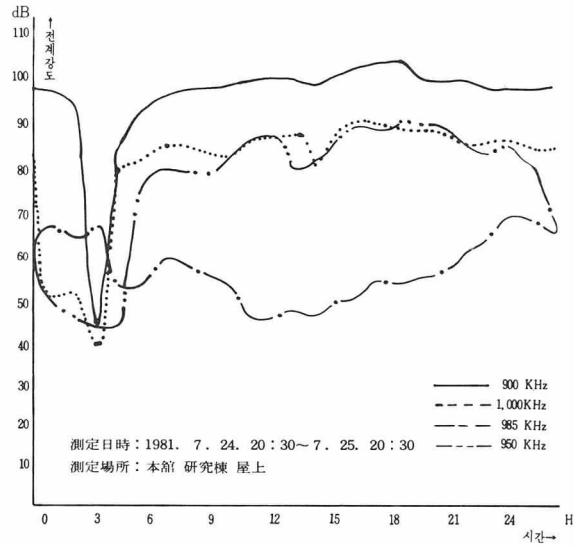
인 3개 周波수와 1MHz 부근의 가장 受信強度가 작은 周波수의 일종으로 測定하고 時間 間隔은 每 時間 測定하여 時間別 變化를 推定하였다. 이의 測定 結果를 graph로 表示하면 <그림 3,4>와 같다.



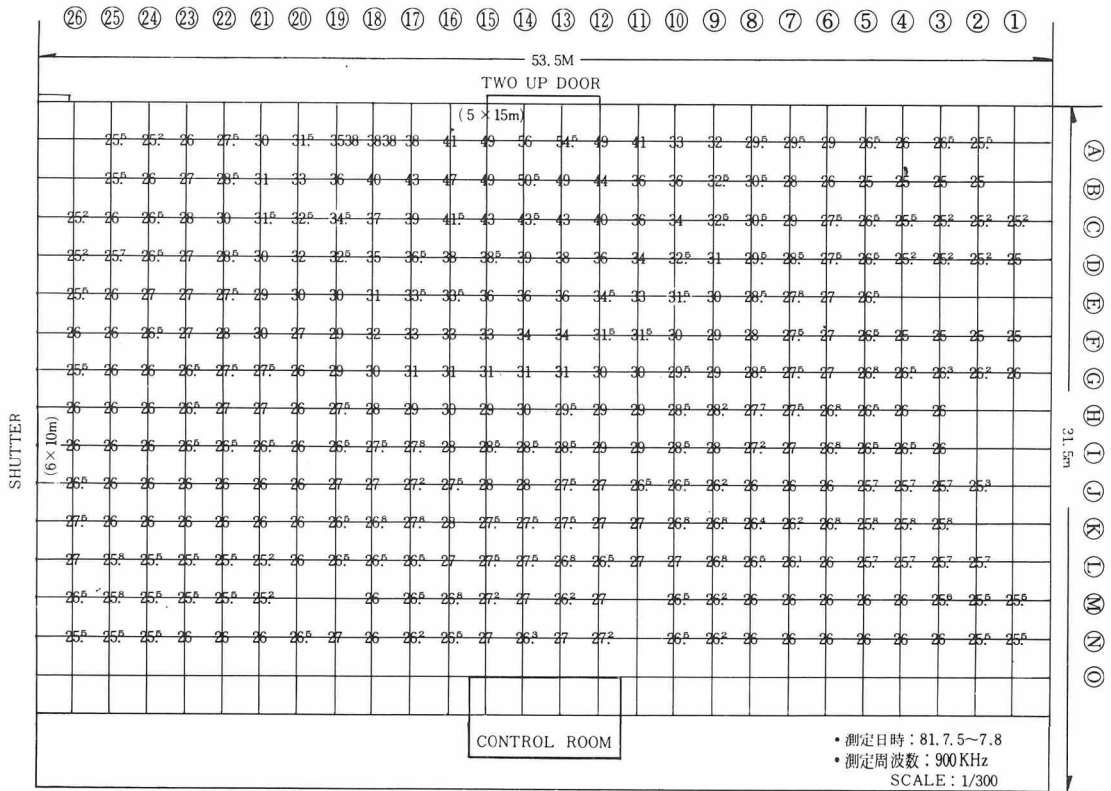
<그림 3> 周波數別 電界強度

다 遮蔽減衰效果

遮蔽減衰效果 (dB) = 外部最大電界強度 (dB) - EHV hall 内部 最大 電界強度 (dB)



<그림 4> 電界強度의 時間別 變化曲線



<그림 5> EHV Hall 内部 電界強度 測定值 (dB)

Ⅲ. 測定結果

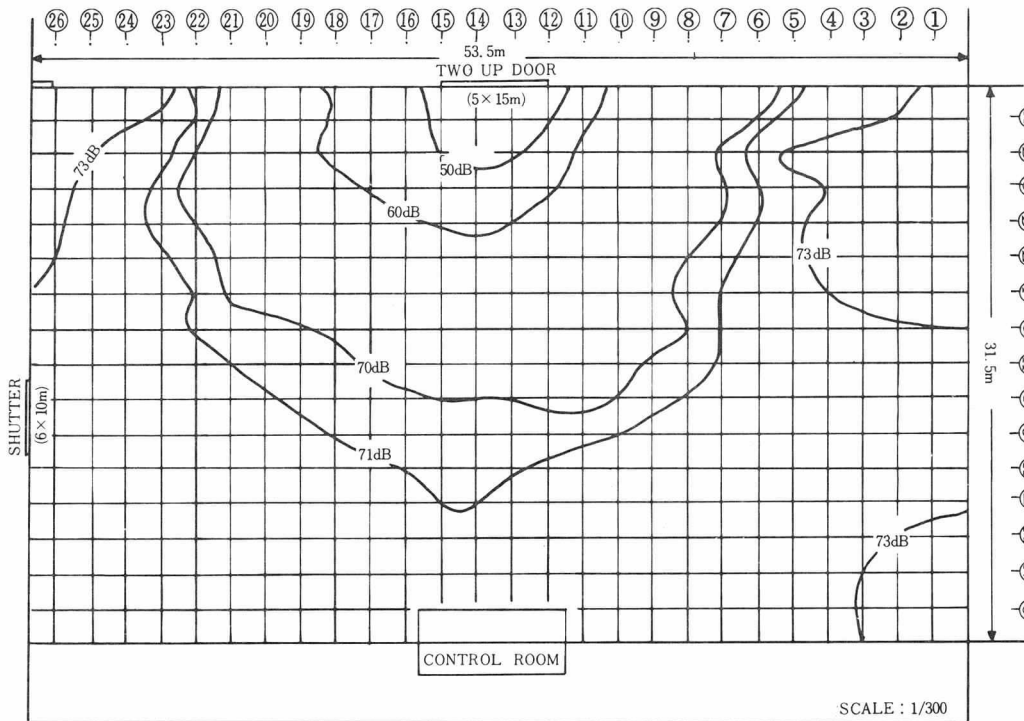
測定結果는 <表 2>에서 나타난 바와 같이 最大外部電界強度는 900KHz에서 98.5dB였고, 高電圧 研究棟 内部의 測定結果 및 遮蔽 減衰效果는 <그림 5, 6>과 같이 高電圧 研究棟 中央에서 control room 및 corner部分이 70~73 dB로 아주 양호한 편이고, 역시 脆弱地区인 two up door (5×15m(H)) 附近이 50dB~60dB임을 알 수 있다. 그러나 組立室 建物로 이미 遮蔽가 되어있어 良好한것으로 判斷된다.

單位：dB

測定時間 測定地点	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	平均	判定値
研究棟屋上	97	100	101	102	102	100.4	98.5
測定制御棟屋上	98.5	98.5	100	99	99	99	
短絡發電機室 工事場	94	97	96.5	96	97	96.1	

測定日：1981. 7. 7 周波數：900 KHz

<表 2> 最大外部電界強度



<그림 6> EHV Hall 内部 遮蔽減衰效果 等高分布图

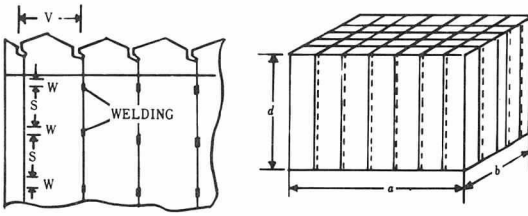
Ⅳ. 高電圧 研究棟의 遮蔽效果 計算

1. 計算式

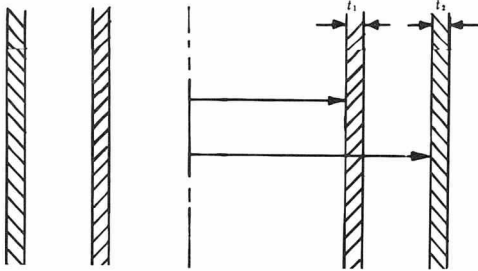
1975년 IEEE에서 발표한 바에 의하면 <그림 7,8>과 같이 여러장의 金屬板을 溶接하여 2重 遮蔽로 構成한 建物内에서의 遮蔽效果는 다음式에 의하여 計算한다.

$$S \text{ (dB)} = 20 \log \frac{\omega L_1}{R_1} \left(\frac{\sqrt{2} \delta_1}{2 t_1} \right) + 20 \log \frac{\omega L_2}{R_2} \left(\frac{\sqrt{2} \delta_2}{2 t_2} \right) + 20 \log \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right)$$

위의 計算式의 1項, 2項은 表皮效果를 考慮한 内部, 外部의 遮蔽效果이고, 第3項은 항상負이며 2重遮蔽를 할 경우 綜合 遮蔽效果는 각



〈그림 7〉 Intermittent welding of the panels



〈그림 8〉 Double shield of coaxial cylinders

遮蔽效果의 合計보다 작아진다는 事實을 알 수 있다. 즉 2重에 의한 減衰效果를 뜻한다. 여기에서 r_1 과 r_2 는 2重遮蔽等價 円筒에서 内部와 外部 遮蔽의 半径을 나타낸다. 또한 hall의 inductance L은

$L = 0.004 \pi N^2 \frac{ab}{d} F'$ (μH)로써 研究棟의 dimension을 代入하여 計算할 수 있으며 材質과는 無關하다. 그러나 抵抗 R은

$$R = R_0 \frac{2S}{\pi V} \ln \frac{2V}{w} [\Omega]$$

로서 材質의 導電率과 接統方法에 따라 變化한다.

여기에서 R_0 는 溶接하지 않은 均等 enclosure의 抵抗을 表示한다. 즉 다음式으로 表示된다.

$$R_0 = \frac{2(a+b)}{dt} \delta [\Omega]$$

여기에서

$$\omega = 2 \pi f, (f \text{는 周波數 Hz})$$

$$S = \text{溶接點間의 距離 (m)}$$

$$V = \text{鐵板의 幅 (m)}$$

$$w = \text{溶接點의 直徑 (m)}$$

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

$$\mu_r = \text{材料의 非透磁率}$$

$$\sigma = \text{鐵의 導電率}$$

$$\delta = \text{Skin depth } \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu_0 \mu_r \sigma}}$$

$$t = \text{鐵板의 두께 (m)}$$

$$a = \text{研究棟의 길이 (cm)}$$

$$b = \text{研究棟의 幅 (cm)}$$

$$d = \text{研究棟의 높이 (cm)}$$

$$N = \text{Turn 수}$$

Grover가 提示한 inductance 計算式중 F' 는

$$F' = \beta_1 r + \beta_1' r \ln \frac{1}{r} + \beta_2 r^2 + \beta_3 r^3 - \beta_5 r^5 + \dots$$

$$\text{여기에서 } r = \frac{d}{a}$$

$\beta_1, \beta_1', \beta_2, \dots$ 는 Short sectangular solenoid의 係數 (page 72, Grover)

2. 우리 研究所의 遮蔽效果 計算

우리 研究所의 高電壓 研究棟의 詳細圖는 〈그림 9〉와 같으며 諸量은 다음과 같다.

$$N = 1$$

$f = 900 \times 10^3$ (Hz) : 外部電界強度가 가장 높을때의 周波數

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7}$$

$$\mu_r = 1000$$

$$\sigma = 10^7 / \Omega - m$$

$$t_1 = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$t_2 = 0.8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V_1 = 0.86 \text{ m}, \quad S_1 : 0.3 \text{ m}$$

$$V_2 = 0.68 \text{ m}, \quad S_2 : 0.3 \text{ m}$$

$$a = 54.9 \text{ m}, \quad W : 0.005 \text{ m}$$

$$b = 33.0 \text{ m}$$

$$d = 25.4 \text{ (内部)}, 30 \text{ (外部)} [\text{m}]$$

$$\text{平均} \approx 27 \text{ m}$$

이를 上記式에 代入 計算한 結果 内部는 61dB, 外部는 58dB로써 綜合 104dB이었다.

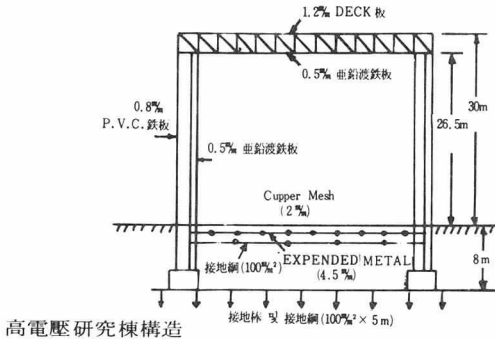
이 計算은 幅 5m, 높이 15m인 two up door나 기타 脆弱 條件을 考慮치 않은 狀態의 計算이므로 實際로는 計算值보다 遮蔽效果가 작게 된다.

V. 遮蔽條件

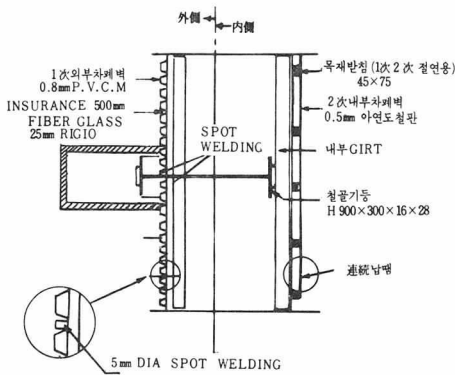
NEMA-107에 의하면 RIV 試驗時 back noise는 供試品의 RIV 許容值의 1/2 以下라야 한다고 規定하고 있다. 이 許容值은 供試品에 따라 數 μV 에서 數 10 μV 以下이므로 高電壓 研究棟 内部의 back noise level은 最惡條件에서 5 μV

($10 \times \frac{1}{2} = 5 \mu V$) 以下로 維持하지 않으면 안된다. 이를 dB로 換算하면 14dB ($dB = 20 \log_{10} 5$)가 된다. 즉 高電壓 研究棟 内部에서의 back noise level은 14dB보다 작아야 한다. 따라서

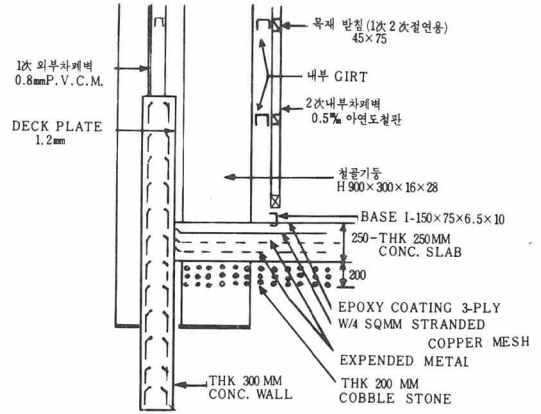
高電壓 研究棟 内部에서 14dB 以內로 受信되는, 즉, 外部에서 $72 + 14 = 86$ dB 以下로 受信되는 周波數를 利用하여 RIV 및 Corona를 測定하여야 한다.



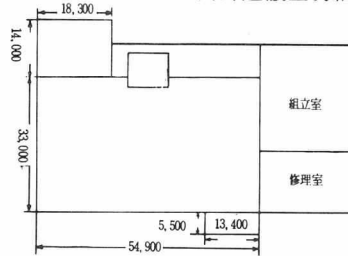
高電壓 研究棟 構造



內外遮蔽壁明細圖 (平面圖)



內外遮蔽壁明細圖 (立面圖)



EHV Hall 平面圖

〈그림 9〉 EHV Hall 詳細圖

VI. 外国 研究所의 例

外国의 有名 研究所 및 製作所의 高電壓 研究棟 内部의 遮蔽效果의 例를 들면 〈表 3〉과 같다. 이 表에서 보아 알듯이 우리 研究所의 遮蔽效果도 대단히 優秀한 狀態다.

VII. 結 論

당초 建設 設計時 電磁 遮蔽에 대한 先進國 研究所의 建設資料, 計算例 및 實驗例를 精密 分析하여 68dB (1/2, 500) 程度의 遮蔽效果를 予見하였었다. 그러나 이번의 測定結果 最惡條件에서도 Control room 中央부근 및 Corner 部分이 70~73dB로 만족할 만한 結果를 얻게된것을 確認하였으며 900KHz를 除外한 910KHz~1,200KHz의 周波數 範圍에서는 어떠한 條件에서도 精密測定이 可能하다. 즉 명실공히 國際 有名 研究所에 손색이 없는 高電壓 研究棟을 建設하였었다는 自負心에 만족을 느낀다.

앞으로 本 研究棟에서 우리나라 重電機器 分野의 中樞的 研究가 이루어 질것을 믿어 의심치 않으며 本 建設監督에 危險을 무릅쓰고 피와 땀으로 수고한 研究員들에게 感謝를 드린다.

国 名	研究所名	高電壓 研究棟 Dimension(m)	建物構造	遮蔽效果 (dB)
카나다	I REQ	67.5×82×51(H)	鉄骨構造 金属板 2重遮蔽	60~80
프랑스	EDF	64×64×44(H)	"	100(1.0MHz)
미 국	Westinghouse Trarford EHV	36×54×19.5(H)	"	70(1.0MHz)
日 本	N.G.K 小牧 超高压試驗所	40×40×30(H)	鉄骨con'c(金鋼 埃의한2重遮蔽)	75(730KHz)
"	日新電機(株)	32.5×40.9×23.5(H)	鉄骨con'c, 天井部分鉄骨 構造 2重遮蔽	80(900KHz)
한 국	KETRI	33×54.9×25.4(H)	鉄骨構造 金属板 2重遮蔽	70~73(900KHz)

〈表 3〉 外国 研究所의 例

参 考 文 献

1. Karady, G. & Hylltin-Cavallius, N., "Electromagnetic Shielding of High Voltage Laboratories", IEEE Transaction paper 70 TP 604-PWR, 1970.
2. Rizk, F. & Gerraiss, Y., "Performance of Electromagnetic Shields in High Voltage Laboratories" IEEE Transaction on Power Apparatus and System, Vol. PAS-94, No. 6, 1975.
3. Grover, F. W., Inductance Calculation
New York, Dover, 1962.
4. 日新電機技報, Vol. 17, No. 1 (72. 7)
5. N. G. K 小牧超高压 試験所 (碍子 Review No. 27 別冊)
6. "Study of Transmission and Distribution Laboratory Facilities Research Project 327 Final report, August 1975 prepared by EPRI.
7. Hydro-Quebec Institute of Research.
8. NEMA standard Pub. No. 107 "Methods of Measurement of Radio Influence Voltage (RIV) of High Voltage Apparatus".

