

# 放射線遮蔽物質에서 發生하는 側方散亂線의 測定

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊 · 金昌均

## Abstract

### The Relationship of the Filtration and the Side-scattered Dose in Various Radiation Shielding Materials

Joon Huh, Chang Kyun Kim

*Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and Medical Technology, Korea University*

Side-direction scattered dose from various radiation shielding materials was measured at 50cm distance from the central beam of primary ray by used several kinds of added filters for a x-ray deep therapeutic installation, the obtained results were as follows:

1. Dose rate by tube voltage was more increased at heavy filtration than light filtration.
2. Scattered doses produced by constant tube voltage in all shielding materials were decreased at heavier filtration.
3. Scattered doses produced by constant shielding material in all tube voltages were decreased at heavier filtration.

## I. 緒 論

放射線の障害을 除去하기 爲하여 여러 가지 遮蔽物質이 利用되고 있다. 그러나 現在까지 아무리 우수한 遮蔽라 할지라도 遮蔽物質 自體에서 發生하는 散亂線의 完全 除去를 할 수 있는 方法은 없다. 그러므로 可能限 散亂線의 發生絶對量을 減少시키기 爲하여 努力하고 있다. 한편 發生하는 散亂線 物質 및 1次線의 에너지에 의해서 그 에너지와 量이 크게 左右되고 있다.

지금까지 알려진 바에 의하면 散亂線의 強度는 1次線에 比하여 0.1%밖에 되지 않으나<sup>1)</sup> 그 에너지를 相對評價에 依하여 測定한 半價層을 보면 1次線에 比하여 差異가 나지않는 것으로 나타나고 있다.<sup>2,3,4)</sup>

그러므로 散亂線의 影響을 排除하기 爲해서는 可能限 散亂線의 發生量이 絶對적으로 작은 것을 選擇하여야 함은 勿論이고 또 濾過量等에 依한 抑制를 하여야 한다. 金等<sup>5,6)</sup>의 報告에 依하면 同一에너지의 1次線에 對해서 같은程度의 放射線의 遮蔽能力를 가진 物質이라고 해도 附加濾過量의 輕重과 또 에너지의 變化에 依해서 發生되는 散亂線의 樣相은 크게 變한다고 하였다. 한편 同一에너지와 同一遮蔽物質에서 發生되는 散亂線이라 할지라도 發生되는 方向에 따라서 그 量과 에너지가 또한 變化되고 있다. 그러므로 著者는 一般적으로 使用되고 있는 放射線遮蔽物에 對하여 直角으로 發生하는 散亂線을 各各의 에너지 및 附加濾過量의 變化에 對하여 發生되는 散亂線의 變化量을 測定

하여 보았다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 放射線測定器 및 材料

#### 1) 放射線測定器

Farmer dosimeter 2506

Chamber volume : 5cc

#### 2) 放射線發生裝置

General Electric 深部治療 X線裝置

最高管電壓 : 250 kv

最高管電流 : 20mA

#### 3) 遮蔽物質

本實驗에서는 放射線遮蔽物質로서 흔히 사용되고 있는 鉛板과 耐火黑벽돌, 그리고 放射線遮蔽物質로서는 별로 사용되지 않는 Al 板과 acrylic 을 사용하여 比較하였으며 이들의 物理的인 特性은 表 1 과 같다.

Table 1. Physical properties of experimental materials

material	effective atomic number	average density
Pb	82	11.34
Fire brick-black color	—	1.95
Al	13	2.7
Acrylic	7.6	1

### 2. 放射線測定方法

1次線을 測定하기 爲해서는 Fig. 1 과 같이 하였다. 즉 X線管으로부터 檢出器까지의 距離를 150 cm 로 하였고 照射野는 10 cm × 10 cm 로 하였다. 또 散亂線을 測定하기 爲해서는 Fig. 2 와 같이, 즉 X線管에서 150 cm 떨어진곳에 遮蔽物質을 두고 이것으로부터 30 cm

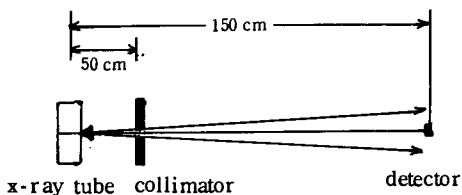


Fig. 1. Detection method of primary-ray

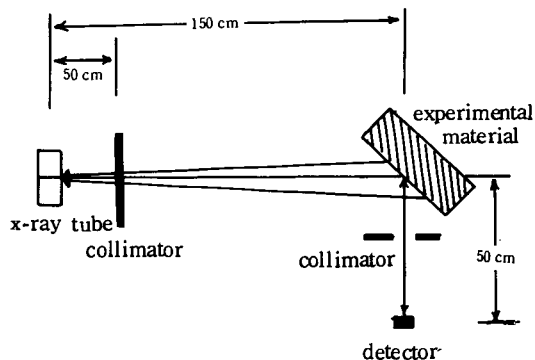


Fig. 2. Detection method of scattered-ray

떨어진 곳에 檢出器를 位置하여 各各의 管電壓에서 附加濾過量에 따른 1次線과 散亂線을 遮蔽物質別로 測定하였으며, 이때 사용된 檢出器는 校正을 畢한後 使用하였다<sup>2)</sup>.

## III. 結果 및 考察

### 1. 濾過量과 一次線量

一定한 管電壓에서 濾過量의 變化에 依해서 發生하는 一次線量은 Fig 3 과 같다. 모든 管電壓에서 濾過量이 增加할수록 線量은 急激히 減少하고 있다. 그러나 濾過量의 增加에 따라서 減少하는 程度는 高管電壓이 되면 줄어들고 있다. 즉, 100 kvp에서는 2.0 mmAl 때

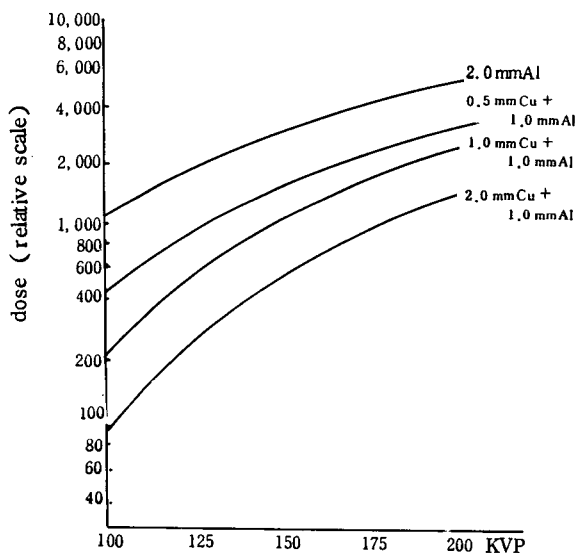


Fig. 3. primary dose by filtration

와 2.0 mmCu + 1.0mmAl 때의 선량 絶對値를 比較하면 約12倍, 125 kvp에서는 兩者의 比率이 6.3倍, 150 kvp에서는 5.2倍, 175 kvp에서는 4.3倍, 그리고 200 kvp에서는 3.5倍로 되어 管電壓이 增加할수록 濾過量에 依한 線量減少程度가 크게 줄어들고 있다. 이러한 結果는 管電壓에 對하여 가장 適切한 濾過量을 選定하여 使用할때만이 X線管에서 發生하는 線量を 有效適切히 使用할 수 있음을 나타내고 있다.

## 2. 濾過量과 散亂線量

物質에서 發生하는 散亂線량과 濾過量과의 關係는

Fig. 4~Fig. 7과 같다. 濾過量이 2.0mmAl 일때 100 kvp 때의 發生散亂線량을 100%로 했을 때, 200 kvp로 管電壓이 上昇하면 그 增加率이 Pb는 677이고 Al은 1,006, acrylic은 475, 그리고 耐火黑벽돌은 805로 나타났다. 또 0.5 mmCu + 1.0mmAl의 濾過量을 使用하면 100 kvp에 比하여 200 kvp때의 增加率은 Pb는 1,125, Al은 1,518, 耐火黑벽돌은 1,181, 그리고 acrylic은 716이었고, 1.0mm Cu + 1.0mmAl인 경우에는 Pb는 1,762, Al은 1,529, acrylic은 1,115 그리고 耐火黑벽돌은 1,554로 나타났으며 2.0mmCu+1.0 mmAl의 濾過를 했을 때에는 Pb는 2,196, Al은 1,510,

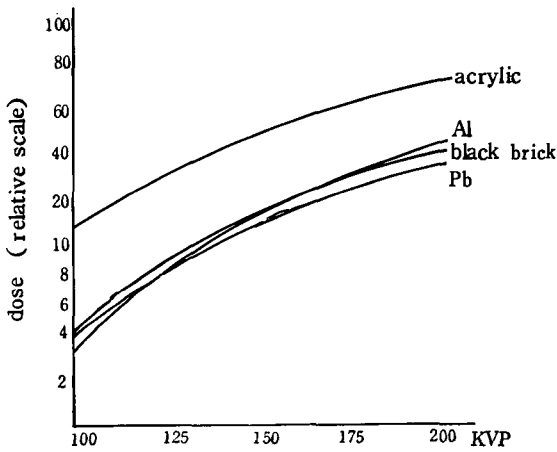


Fig. 4. Scattered dose by tube voltage with 2.0mm Al filter

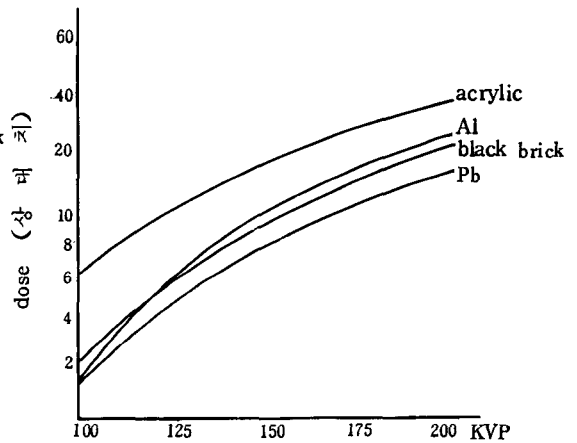


Fig. 5. Scattered dose by tube voltage with 0.5 mmCu + 1.0 mmAl filter

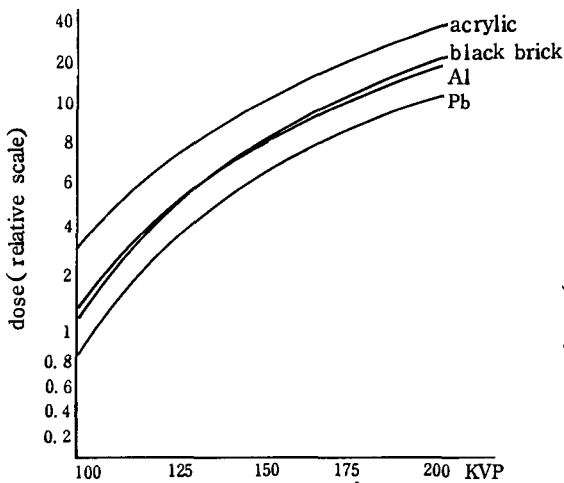


Fig. 6. Scattered dose by tube voltage with 1.0mmCu + 1.0mmAl filter

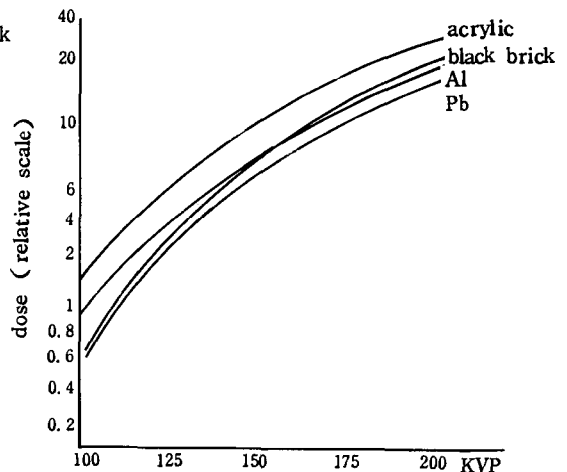


Fig. 7. Scattered dose by tube voltage with 2.0mmCu + 1.0mmAl filter

acrylic 은 1,436 그리고 耐火黑벽돌은 2,633 으로 나타나고 있다. 이와같이 散亂線量의 發生量을 濾過量의 變化에 依해서 觀察할 때 그 增加率은 濾過量이 적을 때 보다 濾過量이 클수록 더욱더 增加率은 커지고 있다. 또 同一한 管電壓에서 發生하는 散亂線量의 發生量을 濾過量에 依해서 觀察하면 100 kvp에서 2.0 mm Al 일때의 發生量을 100%로 할 때 2.0 mmCu + 1.0 mmAl 濾過量일때의 散亂線 減少率을 보면 Pb 는 14%, Al 은 30%, acrylic 은 10% 그리고 耐火黑벽돌은 15%로 나타났다. 또 125 kvp일 때 2.0 mmAl 濾過와 2.0 mmCu + 1.0 mmAl 일 때의 減少率은 Pb 가 26%, Al 은 32%, acrylic 은 16%, 그리고 耐火黑벽돌은 26%로 나타났으며, 150 kvp에서는 兩者間 減

少率이 Pb 는 33%, Al 은 34%, 그리고 acrylic 은 21%, 그리고 耐火黑벽돌은 35%로 나타났으며 管電壓 175 kvp에서는 그 率이 Pb 는 41%, Al 은 40%, acrylic 은 26%, 그리고 耐火黑벽돌은 44% 이었고 200 kvp에서는 兩者間의 比는 Pb 이 47%, Al 은 45%, acrylic 은 30%, 그리고 耐火黑벽돌은 49%로 나타나서 같은 濾過量의 增加에도 不拘하고 管電壓이 增加할수록 모든 物質에서 共히 그 減少率이 低下되고 있다.

### 3. 物質別 散亂線量比較

同一한 管電壓에서 物質別 發生하는 散亂線量의 相對比較値는 Fig. 8 ~ Fig. 12 와 같다. 즉 管電壓 100

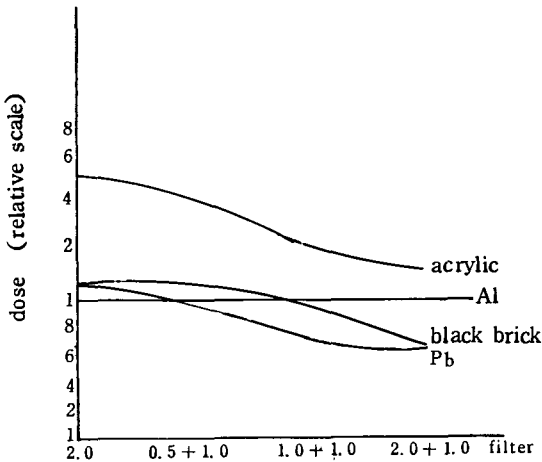


Fig. 8. Scattered dose by filtration at 100kvp

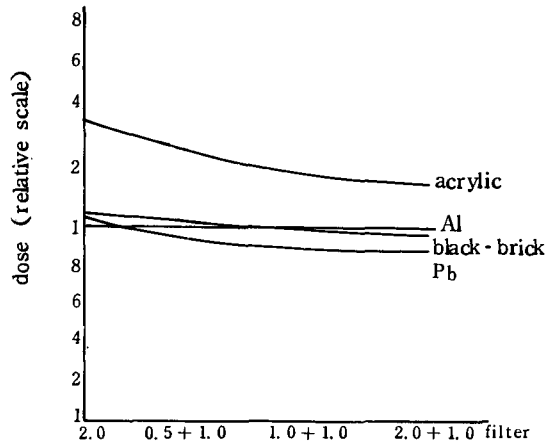


Fig. 9. Scattered dose by filtration at 125kvp

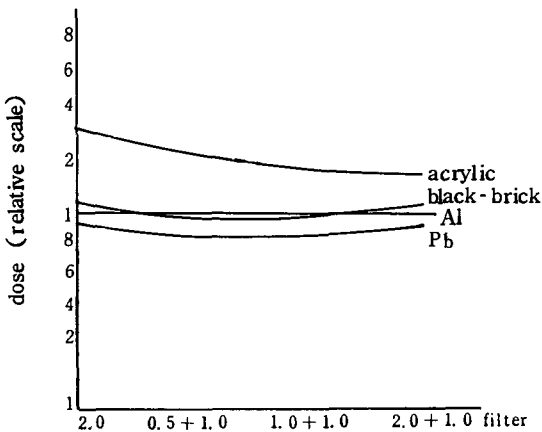


Fig. 10. Scattered dose by filtration at 150kvp

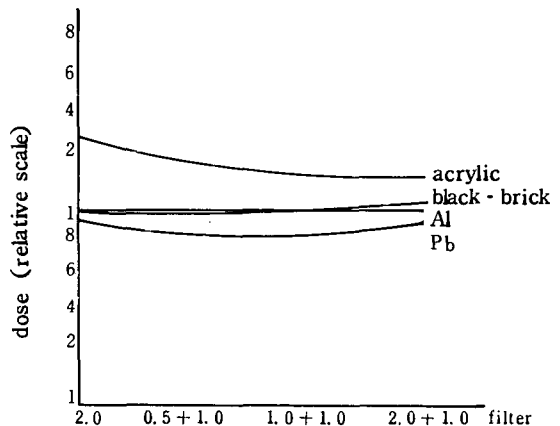


Fig. 11. Scattered dose by filtration at 175kvp

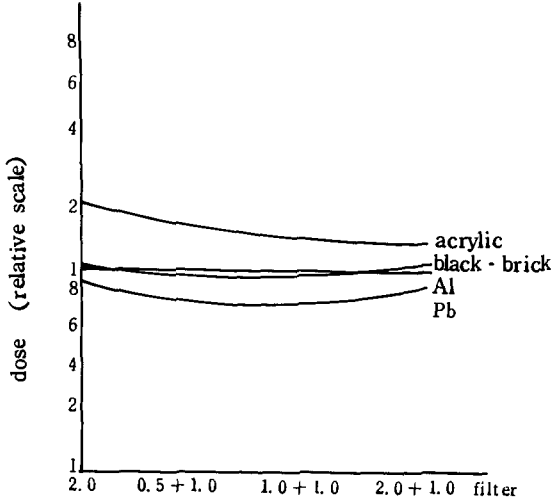


Fig. 12. Scattered dose by filtration at 200kvp

kvp에서 발생하는 散亂線량의 比較는 2.0mmAl인 경우 acrylic의 發生量이 가장 많았고, 그 다음은 耐火黑벽돌과 Pb, 그리고 Al의 順으로 나타났으며 가장 많이 發生한 acrylic과 가장 적게 發生한 Al과의 發生量比는 4.4 배이었다. 또 0.5mmCu + 1.0mmAl을 濾過로 한 경우 가장 많이 發生한 物質은 acrylic이었고 그 다음은 耐火黑벽돌, Al 그리고 Pb의 順으로 가장 많이 發生한 acrylic과 가장 적게 發生한 Pb와는 3.6 배를 나타내었으며, 1.0mmCu + 1.0mmAl 濾過量인 경우는 acrylic이 가장 많은 量的 散亂線을 發生시켰고 그 다음은 Al과 耐火黑벽돌, 그리고 가장 적은것은 Pb로서 兩者間의 比는 3.2 이었다. 한편 가장 重濾過인 2.0mmCu + 1.0mmAl인 경우 acrylic이 가장 많은 散亂線을 發生하였고, 그 다음은 Al, 耐火黑벽돌, Pb의 順으로서 最高値와 最低値인 acrylic과 Pb와의 差異는 2.5 배로 나타났다. 管電壓 125 kvp에서 物質別 發生散亂線량을 比較하면 2.0mmAl 濾過量에서는 acrylic이 가장 많이 發生하고 그 다음은 耐火黑벽돌, Pb, Al의 順이었고, 最高와 最低의 差異가 3.2 배이었다. 0.5mmCu + 1.0mmAl 濾過인 경우에는 첫째가 acrylic, 둘째가 耐火黑벽돌, 그리고 Al, Pb의 順으로서 兩者間의 比는 2.9 이었다. 한편 1.0mmCu + 1.0mmAl에서는 가장 많이 發生한 것은 acrylic, 그 다음은 Al, 耐火黑벽돌, 가장 적은 것은 Pb이었고 acrylic과 Pb와의 散亂線量 發生差異는 2.4 배이었다. 또한 2.0mmCu + 1.0mmAl 濾過를 한 경우에는 acrylic이 가장 많이 發生하였고, 그 다음이 Al과 耐火黑벽돌, 그리고 가장 적은 것이 Pb로서 acrylic과 Pb와의 比는 2.2 배이었다. 한편 管電壓이 150 kvp에서

는 2.0mmAl 濾過에서는 가장 많이 發生하는 順序는 acrylic, 耐火黑벽돌, Al, Pb의 順이었고 acrylic과 Pb와의 發生比는 3 배이였으며, 0.5mmCu + 1.0mmAl과 1.0mmAl 그리고 2.0mmCu + 1.0mmAl에서 다같이 發生散亂線이 많은 順序는 acrylic, 그다음이 耐火黑벽돌, 그리고 가장 적은 것은 Pb로서 各各의 最高와 最低의 比는 0.5mmCu + 1.0mmAl에서는 2.6 배, 1.0mmCu + 1.0mmAl은 2.3 배, 그리고 2.0mmAl에서는 1.9 배로 나타났다. 이와같이 가장 많은 散亂線을 發生한것은 acrylic, 그 다음은 耐火黑벽돌, Al, 가장 적은 것이 Pb인 傾向은 管電壓이 150 kvp와 200 kvp에서 다같이 나타나고 있다. 이와같은 結果, 即 모든 管電壓에서 散亂線의 發生量이 모두 acrylic이 가장 많고 그 다음이 耐火黑벽돌, Al 그리고 가장 적게 發生하는 것은 Pb의 順으로 되어있으나 最高發生량을 가진 acrylic과 最低發生량을 갖는 Pb와의 比는 管電壓이 同一할때에는 濾過량이 클수록 작아지고, 또 同一한 濾過量에서는 管電壓이 上昇할수록 그 比는 減少되고 있다. 이런 結果는 散亂線의 發生量이 그 物質의 原子番號와 密度 등에 영향을 받는다<sup>8)</sup>는 것을 뒷받침하고 있으며, 原子番號의 크기順은 Pb가 82, Al이 13, acrylic이 7.6이였으나 耐火黑벽돌은 確實한 數値를 알수 없었고 벽돌類의 原子番號가 13.8~14.5라는 報告<sup>9)</sup>가 있으나, 本實驗에서 使用된 耐火黑벽돌의 正確한 有效原子番號는 알수 없었다<sup>10)</sup>. 한편 散亂線의 發生에 關與되는 物質의 密度는 Pb가 11.34, Al이 2.7, 그리고 acrylic은 1이었고 또 耐火黑벽돌은 約 1.95程度에서 NBS의 報告<sup>11)</sup>와도 비슷한 値를 나타내고 있었다. 이와같은 現象으로 볼 때 散亂線의 發生量은 物質의 原子番號와 密度에 의한 差異가 全管電壓에서도 나타나지만 그 相對値 即 가장 많은 散亂線을 發生시키는 acrylic과 Pb와의 差異는 濾過량이 적을 때에는 크게 나타났으나 濾過량이 클 때에는 그 差異가 줄어들고 있다. 이것은 濾過량이 크게 되면 될수록 一次線自體의 平均에너지가 커지게되고 그러므로서 散亂線의 發生量에 影響을 미치게되는 것은 一次線의 에너지가 커지면 物質自體의 特性에 의해서 나타나는 作用이 減少하는 것으로 思料되나 아직까지 散亂線의 發生量과 物質의 物理的인 特性과의 關係는 正確하게 發見할수는 없었다. 그러나 分明하게 나타난것은 모든 管電壓에서도 濾過량을 增加시키면 모든 物質에서 發生하는 散亂線의 絕對量이 減少한다는 事實이다. 그러므로 어떠한 材質의 物質로서 放射線施設을 하더라도 一次線의 線量에 影響을 주지않는 範圍內에서는 可及의 重濾過를 하여 發生되는 散亂線을 줄여야 할 것이다.

#### IV. 結 論

放射線遮蔽物質에서 發生하는 側方散亂線을 管電壓과 濾過量의 變化에 依하여 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 管電壓의 上昇에 따른 線量의 增加率은 重濾過가 될수록 크게 나타났다.
2. 同一한 管電壓에서 發生되는 散亂線量은 重濾過가 될수록 모든 物質에서 減少되었다.
3. 特定の 物質에서 發生되는 散亂線量은 重濾過가 될수록 모든 管電壓에서 減少되었다.

#### 參 考 文 獻

1. R.J., Schulz; Primer of Radiation Protection., GAF Corporation, X-Ray Products, New York, p.27, 1969.
2. Trout E.D., Kelley J.P. and Kellner J.; Am. J. Roenfgn., CXIV, 832, 1972.
3. Waggener R.G., Levy L.B. and Zanca P.; Health Physics, vol.24, 59, 1973.
4. Strickert T. and Fosmark H.; Health Physics, vol.28, 209, 1975.
5. 金昌均·許 俊; 放射線遮蔽物質에 對한 散亂線 發生에 關한 研究, 韓國放射線技術研究會誌, vol. 3, 67, 1980.
6. 金昌均·許 俊; 放射線遮蔽物質에서 附加濾過가 散亂線發生에 미치는 影響의 研究, 醫學技術論集, vol.11, 35, 1980.
7. Marilyn E. Noz and Gerald Q. Maguire; Radiation Protection in the Radiologic and Health Sciences, Lea & Febiger, 140, 1979.
8. 金昌均; 放射線遮蔽物質에서 發生하는 散亂線의 測定, 韓國放射線技術研究會誌, vol. 4, 15, 1981.
9. Ralph C., Christensen; Shielding Calculation below lookvp in Concrete-Equivalent Materials, Health Physics, 36, 69, 1979.
10. KS L3101 ; 耐火벽돌의 形狀 및 치수, 한국공업규격.
11. National Bureau of Standards Handbook 76; Medical X-ray Protection up to Three Million Voltages, 1961 (Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington 25, D.C.).