

- 원 저 -

지진을 대비한 방사선기기의 고정방법

고려대학교 보건대학 · 静岡結核豫防會*

김정민 · 官本唯男*

- Abstract -

Provision for Earthquake with Tie up Device in X-ray Equipment

Jung Min Kim · Tadao Miyamoto*

College of Health Sciences, Korea University · Shizuoka Tuberculosis prevetology*

Earthquake are not frequent in korea but exist. The purpose of this study is to make a fixation(tie up) device against earthquake for radiologic department installation. It is considered that the device will prevent the X-ray equipment fall down, slip, jumping therefor save the X-ray equipment itself and making possible to examine patients even when occuring earthquake. Discussion on how to make and how to set up was researched.

I. 서 론

우리나라는 지진의 안전지대가 아니다.

A.D. 2년에서 1995년 10월까지의 지진 목록을 보면 한반도에서 지진 기록상 규모가 6.0이 넘는 지진이 많음을 알 수 있으며 규모 및 지진 분포를 볼 때 한반도는 결코 지진이 발생하지 않는 곳이라고 판단할 수 없다.

역사상의 지진 활동을 보면 규모 6.5 이상의 많은 지진들이 한반도 안에서와 그 주변 해역에서 발생했던 것을 알 수 있다. 최근에 한반도에서 일어난 큰 지진으로는 영일 지진(1943. 7.1., M6.0)으로 부산에서 북동쪽 약 100 Km 지점에서 발생하였다. 과거 20년간 몇 개의 큰 지진이 한반도 주변의 연안에서 있었다. 그 지진들은 모두 동해에 진앙을 둔 것으로 규모가 7.4(1975. 6.29.), 6.5(1979. 8. 17.) 등이었다¹⁾.

서울, 부산, 평양과 같은 인구밀도가 높고 중요시 여겨지는 많은 도시들이 지진 정지기(seismic gap)란 지진대의 단층 근처나 안에 위치하고 있다. 이 지역은 큰 지진에 의해 수 차례 피해를 입은 경험이 있으며, 오랫동안 그에 견줄 만한 지진이 일어나지 않았다. 이러한 이유로 서울 지역과 경주, 평양 지역 세 곳이 지진의 발생 가능성이 높으며 서울 지역은 지진 정지기로 2010년까지 규모 6.0에서 6.5의 지진이 발생할 가능성은 57%이다.

경주 지역의 지진 정지기와 위험도 또한 2010년까지 규모 6.0에서 6.5의 지진이 발생할 확률은 35%이다. 평양

지역에서의 지진 정지기와 위험도는 향후 15년간 규모 6.0에서 6.5의 지진이 발생할 가능성은 29%이다²⁾.

지진에 의한 방사선시설의 피해는 라이프라인의 피해가 가장 크다. 라이프라인은 전기시설, 급수시설, 냉난방 시설등이 포함되며 일반 가옥의 피해와 마찬가지로 병원에서 보일러 배기연통의 붕괴로 인한 난방불능이다. 정전에 의한 수술, 방사선 기기의 정지 등의 피해가 생긴다. 급수관 또는 급수탑이 붕괴로 누수가 되어 진료에 차질을 가져온다. 많은 시설에서 방사선 기기의 이동, 전도가 발생하고 있다. 그러나 동일시설에서도 고정을 하고 있던 장치는 이동, 전도가 없었다. 예를 들어 浦河 적십자병원에서는 방사선기기에 전도 방지 고정을 하였기 때문에 피해가 없었다. 자동현상기는 전체 240대 중 175대가 액의 혼합, 기관의 합선 등이 발생하였다. 이것은 73%에 해당한다. 지진에 대하여 자동현상기가 약점이 있음을 나타내고 있다. 자동현상기의 피해는 진원지에 대하여 종방향으로 부터의 영향에서는 액의 혼합, 횡방향 지진에 대해서는 액이 넘치게 된다. 특히 넘친 정착액 때문에 기관의 합선을 발생시킨다. 방사선 기기가 피해를 입지 않고 정상으로 작동하여도 자동 현상기의 피해가 있다면 지진후 진료활동에 커다란 지장을 초래할 것은 분명하다. 멀리 카메라의 전도에 의해 Image를 얻을 수 없게 되거나 제어유니트가 전도되어 control 불능 상태가 될 수 있다. MRI 장치의 피해는 냉각장치의 이동에 의한 동작이 불량이나 제어장치 이동에 의한 동작 불량, 겐트

* 이 연구는 고려대학교 보건대학 교내연구비의 지원으로 이루어 졌음.

리의 속업쇼버가 한쪽으로 탈락하여 동작이 불가능해진다. CT장치는 각종 리미트 스위치가 작동하여 동작이 불량해지며 고압변압기가 100 cm 이상 이동하기도 한다. X선 투시 table이 5 cm 정도 이동하기도 하며 TV monitor가 전도되어 파손된다. 또한 비상용 발전기가 동작하지 않게 된 예도 있다.

우리나라의 지진연구는 미·일에 비하여 활발하지 않고 문헌도 몇 가지 나와 있지 않다. 다만 한양대학교 지진연구소의 김소구(지진과 피해), 박수희(지진과 방재), 김경동(고배지진의 사례연구) 등이 있으며 구체적인 시설 즉, 학교 시설이라든가 의료시설에 대한 지진 방지 대책이나 재해시 행동강령 등도 정해져 있지 못하다.

일본에는 많은 지진사례와 피해가 있어 이에 대한 연구도 매우 활발하다. 특히 방사선 기기의 지진대책에 대해서는 静岡縣 放射線技師會의 연구가 1993년부터 활발하며 官本唯男(放射線部門の地震対策ハンドブック)에 의해 방사선 기기의 고정을 주장하는 소리가 높아지면서 계몽과 법제화를 서두르고 있다. 그러나 아직 강제법령 등은 마련되어있지 않고 일반적인 지진재해대책 등이 각 시설 자발적으로 제정(放射線部門の急時對應の準備と實際)되어 있는 실정이다. 또한 일본의 각 메이커들은 지진 발생시 대응할 수 있는 각종 기기(災害時に對應できる新機器)를 상품화 해 놓고 있다.

미국 캘리포니아 주 건강계획개발국(office of Statewide Health Planning and Development : OSHPD)에서는 학교, 병원을 시작으로 중요공적기관 건축물 내부 설비 및 기기의 설치, 이동, 낙하, 전도방지 등 안전대책에 대한 법률을 적용하고 있다. 캘리포니아의 지진대책 법령은 1932년의 롱비치 지진, 1971년 샌페르난드벨 지진을 거치면서 병원 및 진료소를 포함한 공공건축물에 관한 안전법령을 1992년에 제정하였다³⁾.

우리나라는 아직 지진에 대한 피해가 크게 보고되어 있지 않은 관계로 이에 대한 연구와 대책이 미비하나 미·일의 연구를 거울로 하여 이에 대한 대책을 마련하기가 어렵지 않은 상태이다. 이와 같이 우리나라는 지진에 안전지대가 아니며 대도시에서 앞으로 대규모지진이 일어날 확률이 높다. 또한 외국의 예에서 보는 바와 같이 지진이 일어났을 경우 의료시설의 피해, 특히 방사선시설의 피해는 의료시설의 피해로 그치지 않고 환자진료에 지장을 주기 때문에 그 피해를 최소화 할 필요가 있다. 본 연구의 주된 목적은 방사선 기기마다 전도 방지 고정장치를 설치하여 지진피해시 방사선기기 자체의 파손을 방지하여 재산상 손실을 막고 이어지는 환자 진료에 만전을 기하여 인명구조에 만전을 기하기 위함이다. 이에 따라 가장 비용이 적게드는 방법으로 각종 고정구를 설계하고 이 고정구의 설치방법 등을 제시하고자 한다.

II. 기기전도의 이론해석⁴⁾

물체의 원동력은 Gal로 표시된다. 그 단위는 cm/sec^2

로 나타낸다.

$$1 \text{ Gal} = 1.0 \text{ cm/sec}^2$$

1. 전도에 이르는 물체의 거동의 기본적인 패턴

록킹(떠오름 : 그림 2-1), 슬립(옆으로 미끄러짐 : 그림 2-2), 점프(도약 : 그림 2-3), 낙하(그림 2-4)가 있다.

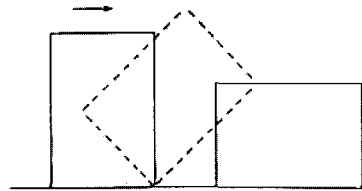


그림 2-1. 록킹

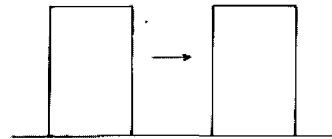


그림 2-2. 슬립

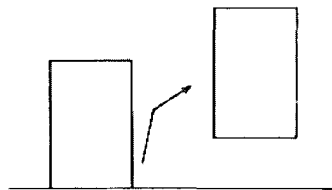


그림 2-3. 점프

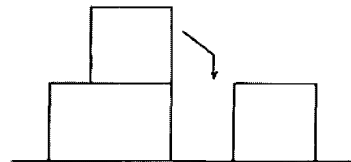


그림 2-4. 낙하

2. 록킹 현상의 메카니즘(그림 2-5)

록킹 현상에 의한 기기의 전도는 중량 : W, 폭 : B, 깊이 : D, 높이 : H 옆(횡)으로 부터 힘(F)을 주면

- 전도시키려는 힘(M_1) = $F \times H$
- 전도되지 않으려는 힘(M_2) = $W \times D / 2$

으로 나타낼 수 있다. 록킹 현상이 일어나기 위해서는 $M_1 > M_2$ 이기 때문에

$$F > W / 2 \times D / H$$

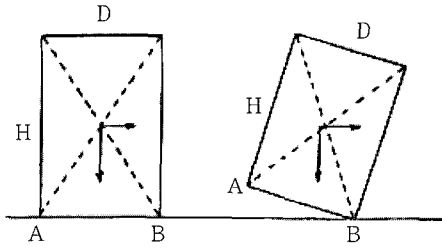


그림 2-5. 록킹현상의 메카니즘

따라서, H가 크고, D가 작을수록, 작은 F에서 록킹이 발생한다. H/D를 전도의 지표로 하면, H/D = 3 : 요주의, 3.5 : 요경계, 4 : 전도이다.

3. 지진에 의한 록킹현상(그림 2-6)

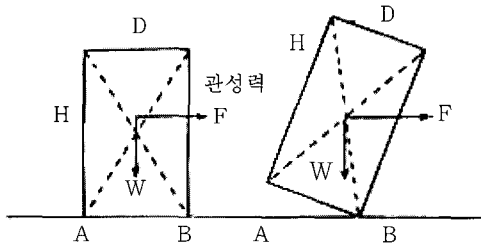


그림 2-6. 록킹현상

$$F(\text{관성력}) = m(\text{질량}) \times a(\text{가속도})$$

$$m = W / g (W : \text{물체의 질량}, g : \text{동력가속도})$$

$$a(\text{정적진도한계가속도}) = D/H \times g$$

$$M_1 = F \times H / 2$$

$$M_2 = W \times D / 2$$

정적진도한계가속도 a 는, H도 D의 (D/H)로 되어, 책상 설치전단 면적이 작고 높이가 높을수록 작은 가속도로 록킹이 생긴다.

1) 계산식으로부터 구한 기기전도

(1) 지진의 진동으로 물체를 전도시키는 힘(바닥면에 자연방치상태 : 그림 2-7)

어떤 물체에 중량의 1/2의 지진진동이 움직였을 때, 전도시키도록 하는 힘(M_1)과 전도되지 않으려는 힘(M_2)은 앞에서 말한 식으로부터 구해진다.

$$M_1 = 50 \text{ kg} \times 1.0 \text{ m} = 50 \text{ kg} \cdot \text{g}$$

$$M_2 = 100 \text{ kg} \times 0.25 \text{ m}$$

따라서, $M_2 = 25.0 \text{ kg} \cdot \text{m}$ 로 된다

$$M_1 > M_2 = 50 \text{ kg} - 25 \text{ kg} = 25.0 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

25.0 kg · m로서 전도된다.

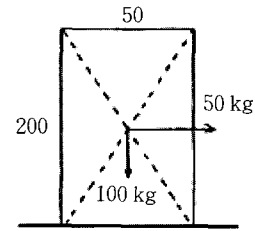


그림 2-7.

2) 계산으로부터 구한 고정강도(그림 2-8)

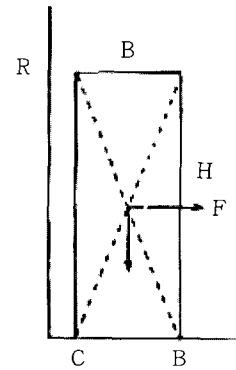


그림 2-8.

① 벽면에 고정하는 경우

$$W : 100 \text{ kg}, D : 50 \text{ cm}, H : 200 \text{ cm}, F : 50 \text{ kg}$$

$$M = M_1 - M_2 = 50 \text{ kg} \cdot \text{m} - 25 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

B점에 고정인장력을 주어서 유지하기 위해서는

$$25 \text{ kg} \cdot \text{m} / 2 \text{ m} = 12.5 \text{ kg}$$

물체가 전도에 저항하는 것뿐이라면, 12.5 kg으로 만족하나, 수평력(지진력)이 50 kg이 주어지기에 C, A 방향으로 고정이 필요하게 된다. B점, C점에 각각 25 kg의 구속력을 가진 고정구가 필요하게 된다.

따라서 B점에는 전도 방지 12.5 kg과 미끄러짐 방지 25.0 kg의 합 37.5 kg의 고정 인장력을 가하여야 한다.

C점에서의 고정에 대해서는 25.0 kg의 구속력을 필요로 하지만 실제로는 책상면과의 마찰저항이 생기기 때문에 25 kg이라는 한계가 있는 것은 아니다.

여기서, 물체의 중심은 H/2에 있는 것으로 계산했으나 중심 위치가 H/2보다 높은 경우에는 전도 모멘트가 크게 되기 때문에 고정구의 구속력의 커지지 않으면 안된다.

② 책상면에 고정하는 경우

바닥면에서의 고정도 벽면고정과 같으나 물체의 중심에서의 고정이 아니기 때문에 (그림 4-9~11)의 A점과 C점에서 고정하면 된다.

2. 기기의 계산예

② 벽면에 고정하는 경우

같은 방법으로 계산해서, B점에서 고정인장력은

$$135 \text{ kg} \cdot \text{m} / 1.03 \text{ m} = 131 \text{ kg}$$

또한 수평관성력을 B점과 C점에 더하면
 $450 \text{ kg} \times 1/2 = 225 \text{ kg}$

(1) 레이저의 이메저(그림 2-9)

$$M_1 = 500 \text{ kg} \times 0.63 \text{ m} = 315 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 500 \text{ kg} \times 0.35 \text{ m} = 175 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

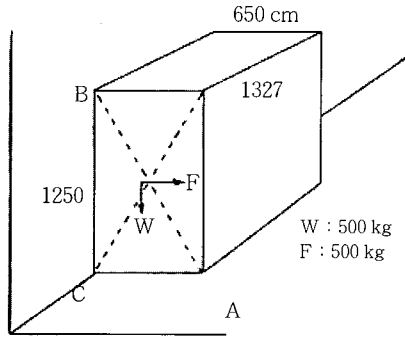


그림 2-9.

① 바닥면에 고정하는 경우

$$M = 315 \text{ kg} \cdot \text{m} - 175 \text{ kg} \cdot \text{m} = 140 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

C점에서의 고정인장력을 가해서,

$$\text{구속력은 } 140 \text{ kg} \cdot \text{m} / 0.7 \text{ m} = 200 \text{ kg}$$

(2) 고전압 발생장치(그림 2-10)

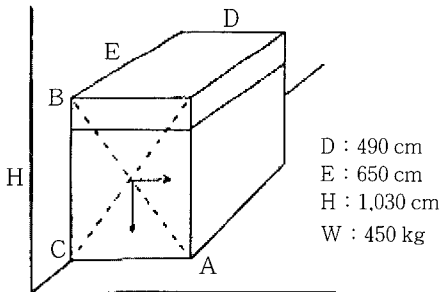


그림 2-10.

$$M_1 = 450 \text{ kg} \times 0.52 \text{ m} = 234 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 450 \text{ kg} \times 0.22 \text{ m} = 99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

① 바닥면에 고정하는 경우

$$M = 234 \text{ kg} \cdot \text{m} - 99 \text{ kg} \cdot \text{m} = 135 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

여기에 C점에서의 고정인장력을 가하면

$$135 \text{ kg} \cdot \text{m} / 0.44 \text{ m} = 310 \text{ kg}$$

(3) 방사선 제어장치(그림 2-11)

$$M_1 = 550 \text{ kg} \times 1.35 \text{ m} = 740 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 550 \text{ kg} \times 0.38 \text{ m} = 210 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

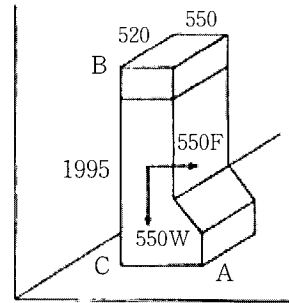


그림 2-11.

① 바닥면에서 고정하는 경우

$$M = 740 \text{ kg} \cdot \text{m} - 210 \text{ kg} \cdot \text{m} = 530 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

C점에서의 인장력을 가해서

$$530 \text{ kg} \cdot \text{m} / 0.78 \text{ m} = 680 \text{ kg}$$

② 벽면에 고정하는 경우

전도시 B점의 전도력에 대하여, 인장력을 가하면

$$530 \text{ kg} \cdot \text{m} / 1.995 \text{ m} = 266 \text{ kg}$$

C, A간의 수평탄성력(자중의 1/2)을 부가하면

$$550 \text{ kg} \times 1/2 = 275 \text{ kg}$$

한편 B 점의 고정력은

$$266 \text{ kg} + 275 \text{ kg} = 541 \text{ kg}$$

3. 방사선기기의 전도방지에 사용되는 각종 고정 용구와 특징

1) 고정구의 종류

(1) L형 고정구

고정 강도는 고정구 자체의 재질, 형상에 의해 강도의 차이가 크다.

재질의 두께가 두꺼운 주물 제품일수록 내하중강도가 크고 변위값이 작다. 그러나 재질이 단단할수록 고정부에 걸리는 부하가 크고 외경이 커지며 앵커 볼트를 깊이 박아야 한다.

L형고정구는 충격을 흡수하기 위하여 다소 유연성이 있어야 한다.

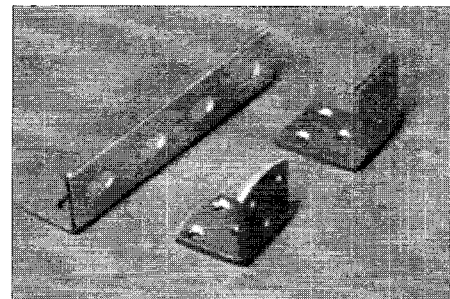


그림 3-1. L형 고정구

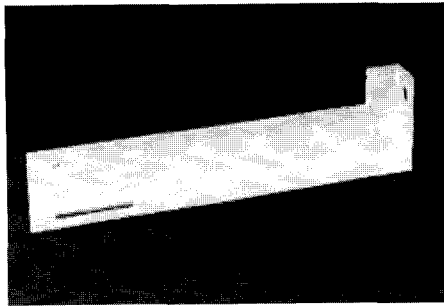


그림 3-2. 긴 L형 고정구

L형고정구의 내하중강도는 500 kg이 되어야 하며 앵커의 외경 치수는 10 mm 이상이 바람직하다. 또한 L형 고정구의 볼트구멍은 2개 이상 4개가 요망된다.

(2) 캐스터 고정구

캐스터 고정구는 스텐레스 제품과 탄소강 두 종류를 사용할 수 있다.

캐스터 고정구는 자동현상기에 많이 이용되고 부식을 방지하기 위하여 스텐레스제품이 바람직하다. 그러나 두께가 얇은 재질은 사용하면 변위값이 30~40 mm 이상으로 크게 되어 고정기능을 상실하게 된다.

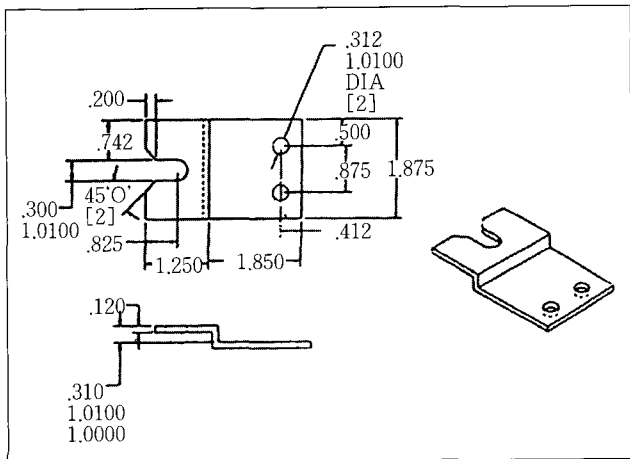
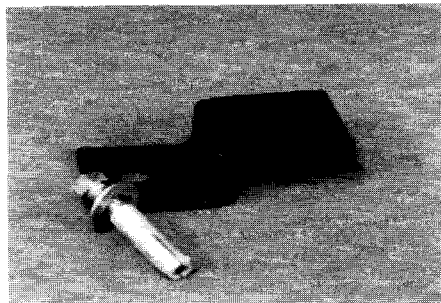


그림 3-3. 단방향 크랭크형 캐스터 고정구

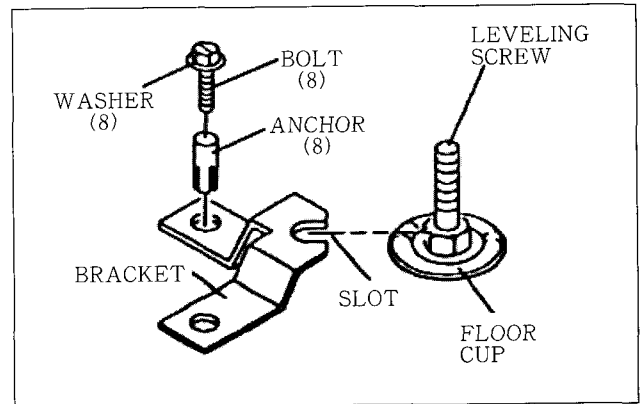
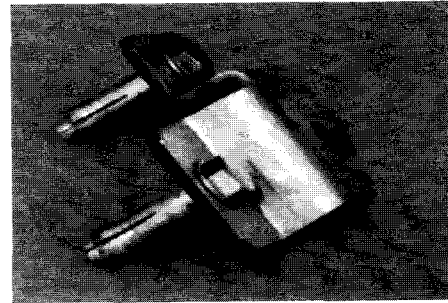


그림 3-4. 2방사향 크랭크형캐스터 고정구

(3) 와이어, 아이볼트 고정

와이어 자체의 절단은 거의 일어나지 않으나 아이볼트의 링부의 파손이 염려된다.

링부의 헤드가 원형으로 용접된 경우는 이상이 없으나

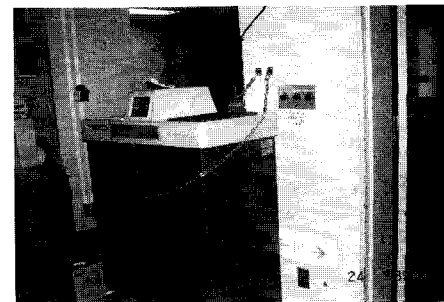
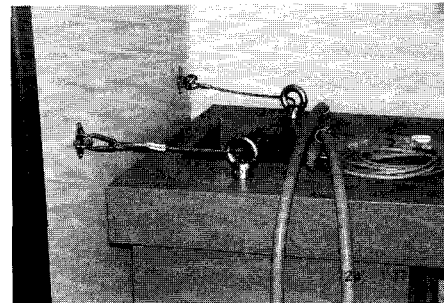


그림 3-5. 와이어, 아이볼트 고정예

헤드가 건(鍵)모양으로 된 것은 늘어나면서 끊어지기 쉬워 고정능력을 잃을 수 있다.

와이어직경 1.5 mm, 2.0 mm, 3.0 mm, 4.0 mm 등을 주로 사용하고 있으며 와이어볼트의 직경은 10 mm가 가장 일반적으로 사용하고 있다.

(4) 앵커볼트

앵커의 외경이 크고 비트심도가 깊을수록 내하중치가 크다.

토오크식이 최고의 내하중을 보이며 이하 편 앵커, 포크스트라이커, 콘타오텐의 순서로 내하중이 저하한다. 기기의 이동이 필요치 않을 경우에는 토오크식이나 스트라이커 타입이 좋으며 이동하는 기기에 대하여서는 편 타입, 콘 타입이 적당하다고 여겨진다. 평편앵커를 사용할 때에는 가능한 한 직경이 크고 비트가 깊은 것이 요망된다.

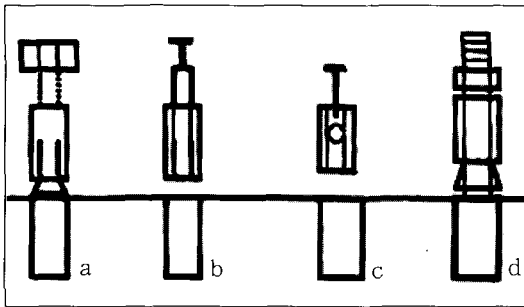


그림 3-6. 앵커볼트의 종류 및 형식

- a. 본체때려박기식
- b. 심봉때려박기식
- c. 내부콘식

2) 내지진기준을 진도 7이라 할 경우 「기기중량의 3배 이상의 강도」를 가진 고정구를 설치하여야 한다.

3) 기기 고정 방법은 원칙적으로 4개소 이상이 필요하다.

4. 방사선 진단장치별 전도방지대책⁵⁾

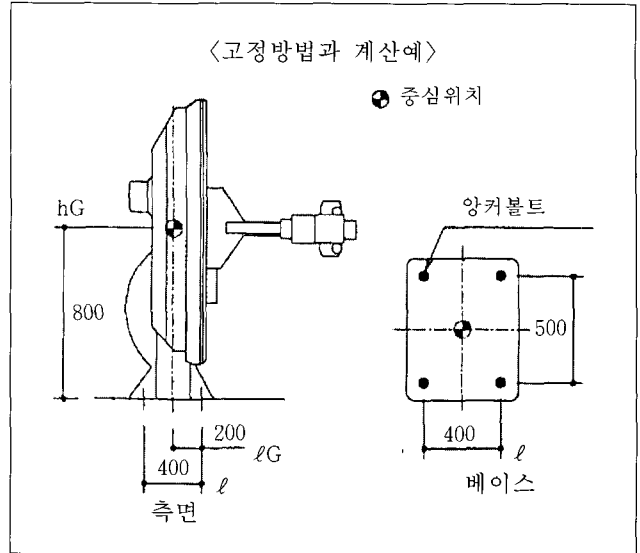
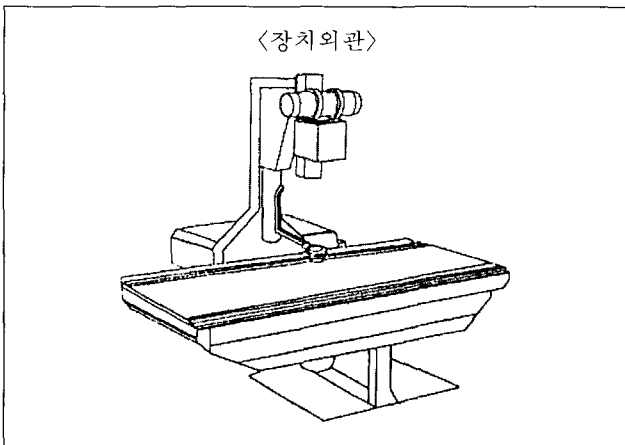


그림 4-1. X선 TV장치의 고정방법

1) X선 TV 장치의 고정방법과 계산예

설계용 수평전도(K_H) = 0.6

질량(M) = 800 + 135 = 935 kg (환자를 135 kg으로 한다)

수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 935 \times 9.8 = 5497.8 \text{ N}$

수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 2748.9 \text{ N}$

앵커볼트의 종류 : M12 네지식 앵커볼트

바닥 콘크리트의 압축강도 : $17.6 \times 10^3 \text{ N/cm}^2$

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{5497.8 \times 800 - (935 \times 9.8 - 2748.9) \times 200}{400 \times 2}$$

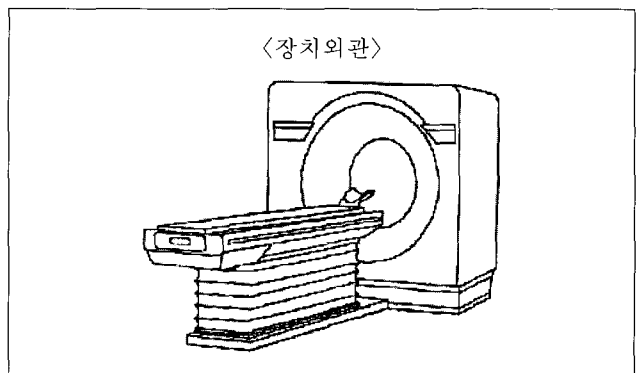
$$= 3894.3 \text{ N} < 5071 \text{ N (M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{5497.8}{4}$$

$$= 1374.5 \text{ N} < 9417 \text{ N (M12)}$$

2) CT 장치의 고정방법과 계산예



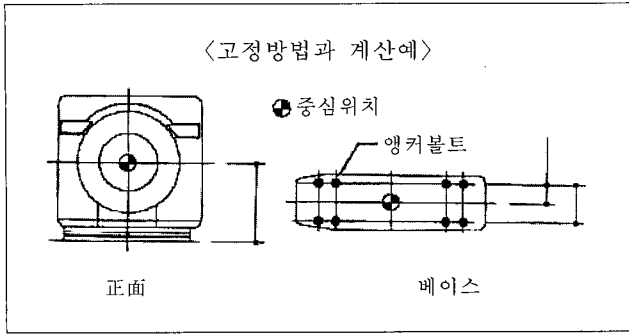


그림 4-2. CT장치의 고정방법

설계용 수평진도(K_H) = 0.6
 질량(M) = 900 kg
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 900 \times 9.8 = 5292$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 2646$ N
 앵커볼트의 종류: M12 네지식 앵커볼트
 바닥 콘크리트의 압축강도: 17.6×10^3 N/cm²

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_V) l_G}{l \cdot n t}$$

$$= \frac{5292 \times 1000 - (900 \times 9.8 - 2646) \times 170}{340 \times 4}$$

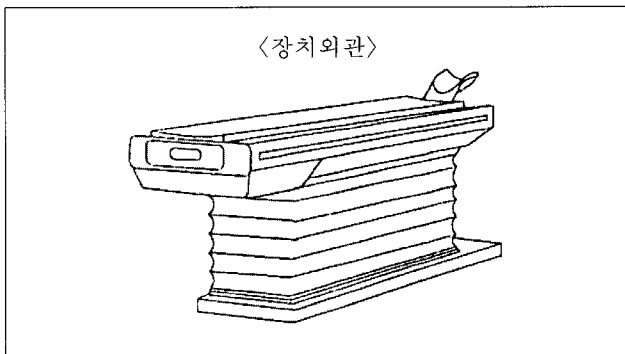
$$= 3119.4 \text{ N} < 5071 \text{ N (M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{5292}{8}$$

$$= 661.5 \text{ N} < 9417 \text{ N (M12)}$$

3) 촬영대의 고정방법과 계산예



설계용 수평진도(K_H) = 0.6
 질량(M) = 400 + 135 = 530 kg (환자를 135 kg로 간주한다)
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 530 \times 9.8 = 3116.4$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 1558.2$ N
 앵커볼트의 종류: M12 네지식 앵커볼트
 바닥 콘크리트의 압축강도: 17.6×10^3 N/cm²

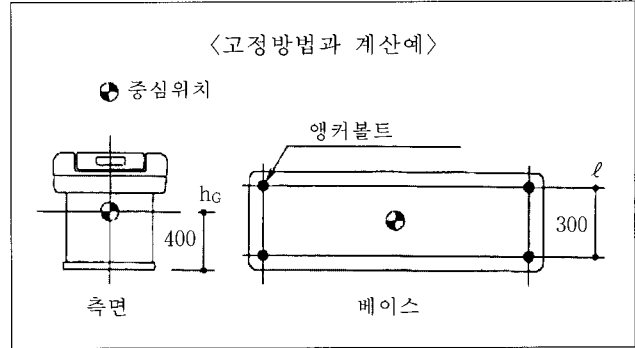


그림 4-3. 촬영대의 고정방법

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_V) l_G}{l \cdot n t}$$

$$= \frac{3116.4 \times 400 - (530 \times 9.8 - 1558.2) \times 150}{300 \times 2}$$

$$= 1168.7 \text{ N} < 5071 \text{ N (M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{3116.4}{4}$$

$$= 779.1 \text{ N} < 9417 \text{ N (M12)}$$

4) MRI 장치의 고정방법과 계산예

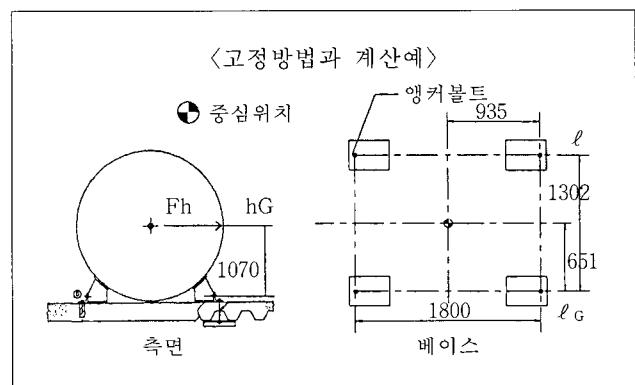
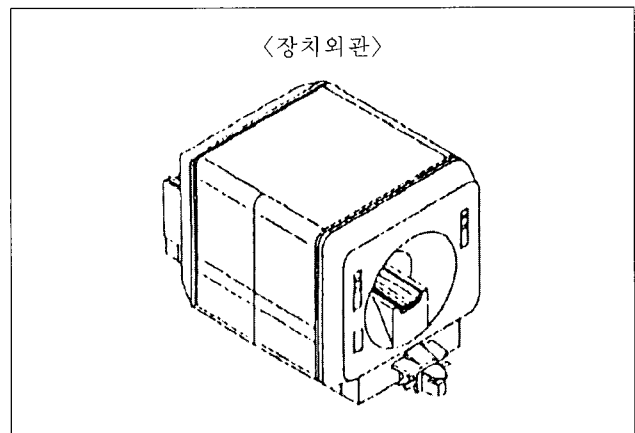


그림 4-4. MRI장치의 고정방법

설계용 수평전도(K_H) = 0.6
 질량(M) = 9000 kg
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 9000 \times 9.8 = 52920$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 5292 / 2 = 26460$ N
 앵커볼트의 종류 : M16 네지식 앵커볼트
 바닥 콘크리트의 압축강도 : 17.6×10^3 N/cm²

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_V) l_G}{l \cdot nt}$$

$$= \frac{52920 \times 1070 - (9000 \times 9.8 - 26460) \times 651}{1302 \times 2}$$

$$= 6310.2 \text{ N} < 7460 \text{ N (M16)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{52920}{4}$$

$$= 13230 \text{ N} < 14734 \text{ N (M16)}$$

설계용 수평전도(K_H) = 0.6
 질량(M) = 3000 kg
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 3000 \times 9.8 = 1764$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 882$ N
 앵커볼트의 종류 : M12 네지식 앵커볼트
 바닥 콘크리트의 압축강도 : 17.6×10^3 N/cm²

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_V) l_a}{l_1 \cdot nt_1 + l_2 \cdot nt_2}$$

$$= \frac{1764 \times 400 - (300 \times 9.8 - 882) \times 300}{(500 \times 2) + (600 \times 2)}$$

$$= 36.8 \text{ N} < 5071 \text{ N (M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{1764}{4}$$

$$= 441 \text{ N} < 9417 \text{ N (M12)}$$

5) 고전압 발생장치의 고정방법과 계산예

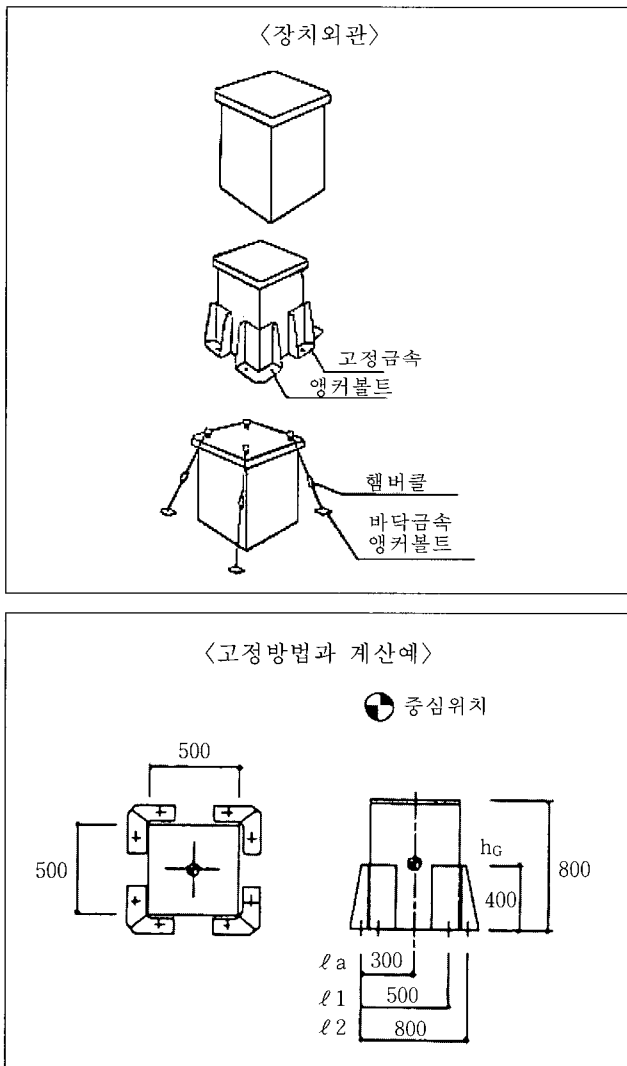


그림 4-5. 고전압 발생장치의 고정방법

6) 자동현상기의 고정방법과 계산예

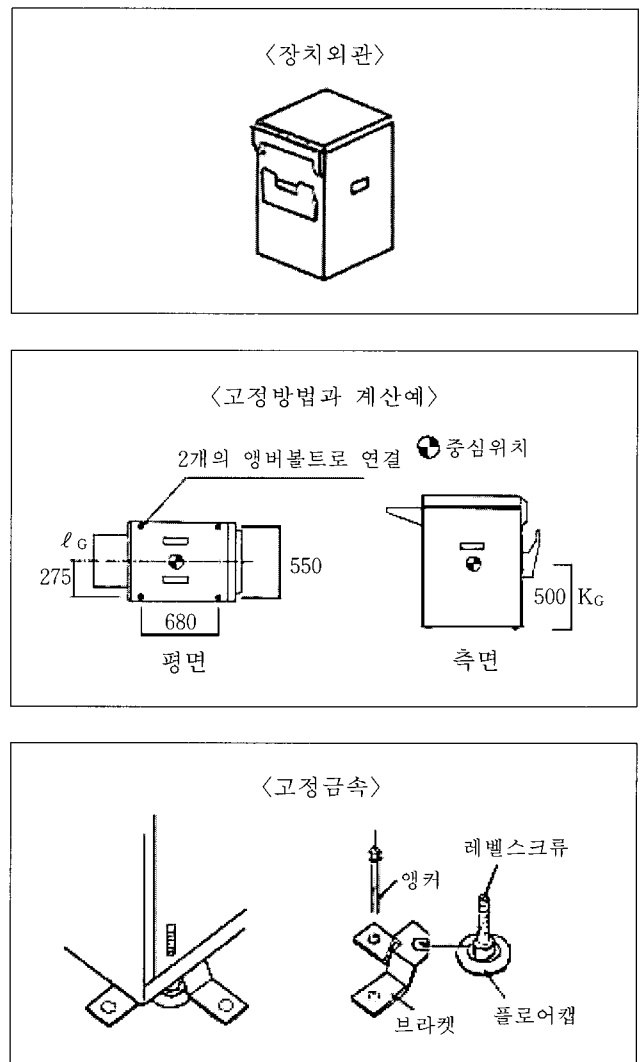


그림 4-6. 자동현상기의 고정방법

설계용 수평전도(K_H) = 0.6

질량(M) = 170 kg

수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 170 \times 9.8 = 999.6 \text{ N}$

수직지진력(F_v) = $(1/2)F_H = 499.8 \text{ N}$

앵커볼트의 종류 : M12 네지식 앵커볼트

바닥 콘크리트의 압축강도 : $17.6 \times 10^3 \text{ N/cm}^2$

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_v) l_G}{l \cdot nt}$$

$$= \frac{999.6 \times 500 - (170 \times 9.8 - 499.8) \times 275}{550 \times 4}$$

$$= 81.4 \text{ N} < 507 \text{ N(M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{999.6}{4}$$

$$= 249.9 \text{ N} < 9417 \text{ N(M12)}$$

볼트의 개수를 nt 로 한 것은 브라켓이 끼워넣기 식이기 때문이다.

7) 제어장치의 고정방법과 계산예

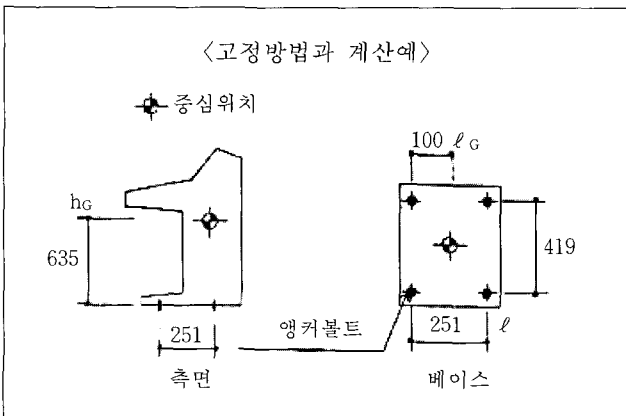
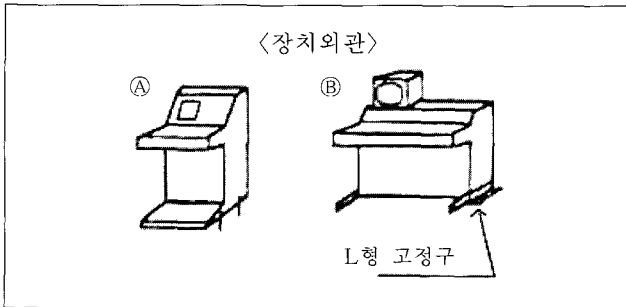


그림 4-7. 제어장치의 고정방법

계용 수평전도 (K_H) = 0.6

질량(M) = 157 kg

수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 157 \times 9.8 = 923.2 \text{ N}$

수직지진력(F_v) = $(1/2)F_H = 461.6 \text{ N}$

앵커볼트의 종류 : M12 네지식 앵커볼트

바닥 콘크리트의 압축강도 : $17.6 \times 10^3 \text{ N/cm}^2$

앵커볼트 1개당 벗겨지는 힘

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (M \cdot g - F_v) l_G}{l \cdot nt}$$

$$= \frac{923.2 \times 635 - (157 \times 9.8 - 461.6) \times 100}{251 \times 2}$$

$$= 953.3 \text{ N} < 5071 \text{ N (M12)}$$

앵커볼트 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{923.2}{4}$$

$$= 230.8 \text{ N} < 9417 \text{ N(M12)}$$

8) 스텐드식 X선관 지지장치의 고정방법과 계산예

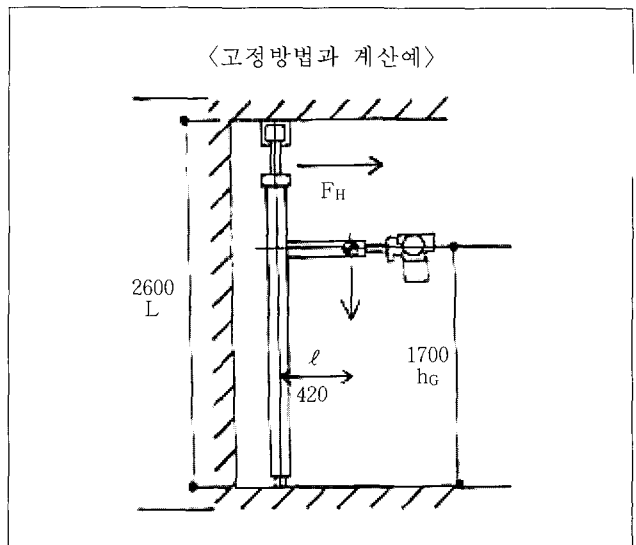
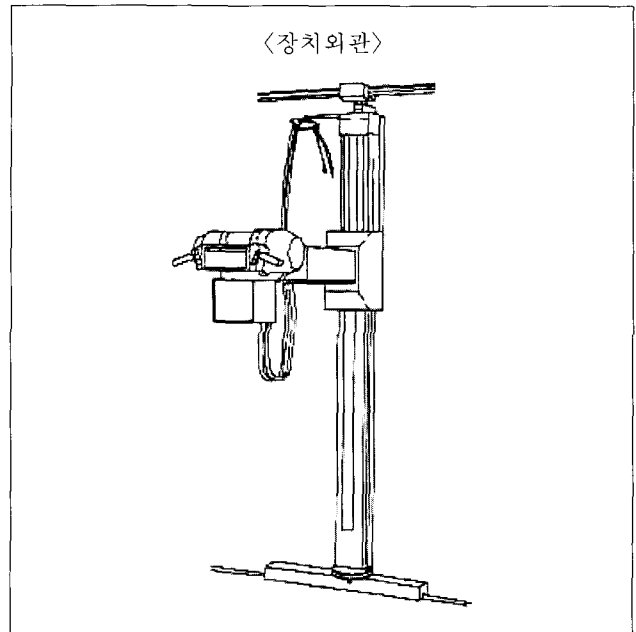


그림 4-8. X선관지지장치의 고정방법(스텐드식)

설계용 수평전도(K_H) = 0.6
 질량(M) = 170 kg
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 0.6 \times 170 \times 9.8 = 99.6$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 499.8$ N
 앵커볼트의 종류 : M12 네지식 앵커볼트

천정 앵커볼트 1개당 전단력

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G + (M \cdot g + F_V) l}{L \cdot n}$$

$$= \frac{99.6 \times 1700 + (170 \times 9.8 + 499.8) \times 420}{2600 \times 1}$$

$$= 1003.4 \text{ N} < 9417 \text{ N}(M12)$$

- 천정레일에는 아래 방향으로 인장력이 생기지 않을 것
- 천정레일은 여러개의 앵커볼트로 고정되어 있으나 안전을 생각하여 1개에 전단력이 걸린다고 계산하였다.

천정레일 볼트 1개당 인장력

$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G + (M \cdot g + F_V) \cdot (l - l_G)}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{2940 \times 450 + (300 \times 9.8 + 1470) \times (1300 - 600)}{1300 \times 2}$$

$$= 1696.2 \text{ N} < 19600 \text{ N}(M12)$$

천정레일 1개당 전단력

$$Q = \frac{F_V}{n} = \frac{2940}{4}$$

$$= 73.5 \text{ N} < 11760 \text{ N}(M12)$$

• 천정레일에 쓰이는 볼트를 천정내에 조립되어 있는 철골로부터 매달려 있기 때문에 철골 및 앵커볼트가 충분한 강도를 가지고 있는가를 건설회사와 상의해서 확인하지 않으면 안된다.

9) 천정식 X선관 지지장치의 고정방법과 계산에

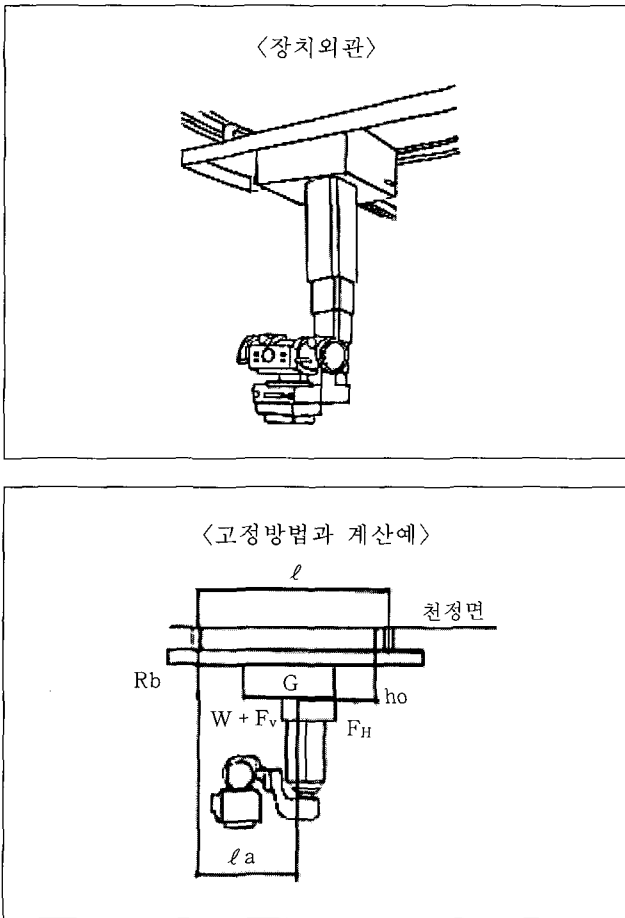


그림 4-9. X선관 지지장치의 고정방법(천정식)

설계용 수평전도(K_H) = 1.0
 질량(M) = 300 kg
 수평지진력(F_H) = $K_H \cdot M \cdot g = 1.0 \times 300 \times 9.8 = 2940$ N
 수직지진력(F_V) = $(1/2)F_H = 1470$ N
 천정레일에 쓰이는 볼트의 종류 : M12

Ⅲ. 결 론

연구의 주된 목적은 방사선 기기마다 전도 방지 고정장치를 설치하여 지진피해시 방사선기기 자체의 파손을 방지하여 재산상 손실을 막고 이어진 환자 진료에 만전을 기하여 인명구조에 만전을 기하기 위함이다. 이에 따라 가장 비용이 적게드는 방법으로 각종 고정구를 설계하고 이 고정구의 설치방법 등을 제시하였다.

국내에서는 아직 이에 대한 본격적 연구와 피해 사례가 보고되어 있지 않으나 우리나라는 분명 지진 정지기에 있으며 지진이 계속적으로 일어나고 있음이 분명하다. 병원, 의원 등 각종 의료시설에서는 적은 경비의 투자로 앞으로 닥칠지 모르는 재앙으로부터 장치와 인명을 구할 수 있게되기를 바란다. 또한 기기 메이커로서는 이와 같은 시설을 기기에 부착 생산함으로써 출고 후에 다시 기기를 개조하고 시설하는 낭비를 줄일 수 있게 이 보고를 활용할 수 있을 것이다. 아무튼 지진이 일어날 것인가는 알 수 없다. 그러나 알 수 없는 위험에 대처하는 것이 비상대책이다. 美國·日本의 지진사태와 피해방지 활동은 우리나라에게는 좋은 타산지석이 될 것이다.

참 고 문 헌

1. 한국전력공사 : 알기쉬운 원전지진해설, 24~33, 1997.
2. 김소구 : 지진과재해, 기전연구사, 21~41, 1996.
3. 김경동 : 고베지진의 사례연구, 41~50, 서울대학교출판부, 1997.
4. 官本唯男 : 放射線部門の地震対策ハンドブック, 69~74, 의료과학사, 1995.
5. 社團法人日本晝像医療しすてむ工業會 : 医用放射線機器等の對地震設置に關する動向調査研究, 1998.