

## BIOHAZARD 대책 개요와 장치 (II)

### Abstract of Biohazard Plan and Equipment(2)

최 안 석 \*  
A. S. Choi

#### 2. BIOHAZARD 대책 장치

이제까지 BIOHAZARD 대책의 개요를 진술해 왔기 때문에 다음은 실험실, 안전 Cabinet 를 주체로 한 장치에 관해서 다루기로 한다.

##### 2.1 실험실

우리나라 실정에 맞는 BIOHAZARD 대책 실험실에 관해 간단히 다루어 보고 싶다.

특히 미국에서 영국은 이 분야에서도 특히 앞장 서 있고 최고 Level의 실험실이 갖추어져 있다. 양국의 국민적인 차이가 있기 때문에 그대로 우리나라에 도입하는 데는 무리가 생길 우려가 있기 때문에 양국의 장점을 살려서 우리나라 실정에 맞게 정리해야 한다.

##### (1) CDC의 경우

미국의 BIOHAZARD 대책의 거점이라고 말할 수 있고, 위험도 분류나 관리기준 등의 지침을 발표하고 있다. 연구소에는 MSL (고도 안전 실험실 Maximum Security Laboratory) 두개의 방이 있고, 양쪽방 모두 다른 방식을 채용하고 있다. 그림 2에 그 일례를 가리킨다. Glove box 중에는 작업 table 승강 가능하게 하는 자동장치로 하는 것도 있지만 고기밀 유지라는 점에서 몇가지의 문제를 안고 있다.

(2) DMC 미국 듀크대학 의학부, Duke University Medical Center)의 경우

독립된 건물속에 실험실 Module 네개의 방을 배치하고 있다. 실험실의 Maintenance Space는 전공간이고, 각실이 독립하고 있는 것이 특징이다. 건축물은 ALIF (격리동물 연구 시설, Animal Laboratory Isolation Facility)라 불리고, 주로 종양 Virus를 다루고 있다. 그림 3은 그 평면도를 가리킨다.

##### (3) MRE의 경우

영국의 대규모 실험실이다. 특히 Lassa Unit라 불려지는 고도안전실험실은 유럽에서는 유일한 것이고 가구에서 갖고 들어 오게되는 Lassa Fever의 유사환자검체는 이곳에서 실시된다. 연구소에서의 안전에 대한 고려 사항은 매우 엄하고, 미국이 조작성에 중점을 두

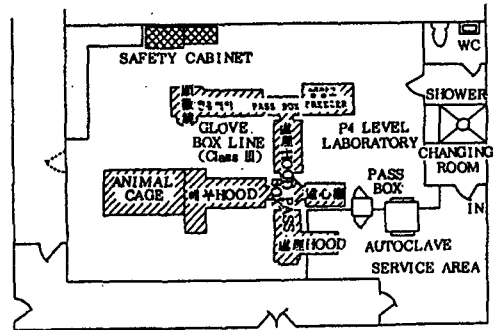


그림 2. CDC의 MSL 평면도(P4 LEVEL)

\* 정회원, (주) 신영산업플랜트

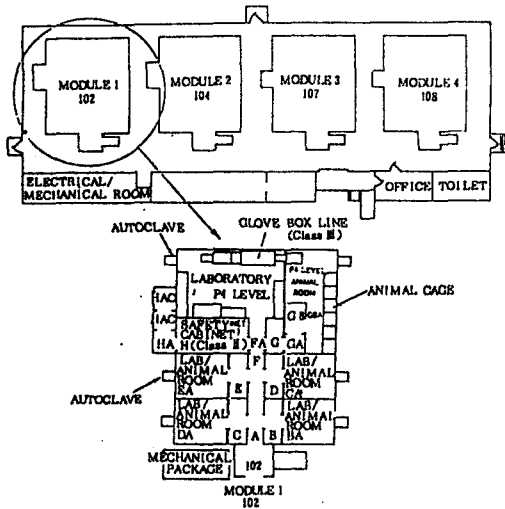


그림 3. DMC의 ALIF 평면도(P4 LEVEL)

고 자동화를 하려고 하는것에 대해서 여기서는 안전율을 저하시키는 관점에서 아주 Simple한 구조를 채용하고 있다.

그림 5은 MRE의 Lassa Unit 이다.

(4) Colindale 병원의 경우

격리시설을 갖는 병원중 하나로, 광견병 취급이 주체가 되어 있다. 그림 4는 주로 환자의 혈액분석을 하는 Virus 검사실이다. 안전 Cabinet 는 Glove 를 착용할 수 있는 탁상형을 사용하였다.

2.2 안전 Cabinet

안전 Cabinet의 개요는 표 12를 참조했으면 한다. 이 중에 Class II는 기류 방식이나 구조에 따라 표 15에 나타내듯이 IIA, IIB, IIC 3종류의 Type으로 분류되고, 취급하는 실험재료나 실험내용에 맞게 나누어 사용된다. 이식에 용도, 위험도에 맞게 각종 안전 Cabinet를 제작상 주의점을 표 16에 나타냈다.

2.3 부속장치

그림 12에 Air Lock실(일반실과 실험실 중간)에 설치하는 것으로, 부압으로 하는 것에서의 사람의 출입시 오염을 방지하기 위한 장치), 그림 10에 UV(살균등) 부착의 Pass Box를 나타냈다.

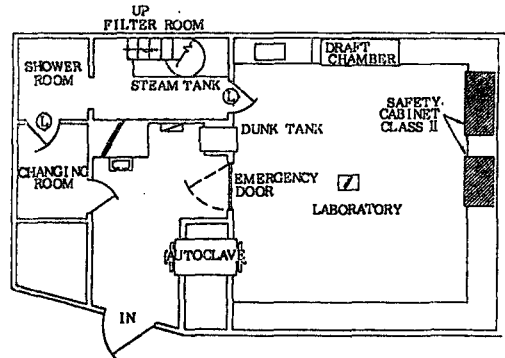


그림 4. COLINDALE 병원의 VIRUS 검사실

3. Biohazard 대책의 특수공조공사와 주변기기

실제로 Biohazard 대책의 건물이나 공조 설비등의 시설을 계획함에 있어서 여러가지 조건이 있다. 계획내용은 당연히 위험도 분류에 의한 설비관리 Level에 따른다. 또 안전성에 대해서는 충분한 배려가 필요하고, 실험중 공조설비운전의 중요성을 중시한다. 아래에 기본적인 시설 Point를 진술한다.

3.1 건물관계

(1) 평면 Layout

- (a) 청정측과 오염측이 직접 인접하지 않도록 한다.
- (b) 동물 사육실과 폐기 처리실 등의 오염 Zone을 격리한다.
- (c) 견학자등 외래자의 진입통로를 한정한다.
- (d) 공조기실등의 Space는, 장래 변경할때도 있기 때문에 넓게 잡아둔다.

(2) 부속실 관계

- (a) Shower실, 갱의실, 전실의 필요성을 확인해서 설치한다.
- (b) 휴게실, 화장실 위치를 고려한다.

(3) 건물구조

- (a) RC구조(철근 Concrete)의 경우, 그림 11에 나타낸듯이 칸막이벽은 상단 슬라브까지 연결해 둔다. Maintenance Space도 고려한다.

- (b) Partition구조(Panel에 의한 분해방식)

표 15. Class II 안전 Cabinet의 Type분류

Type	II A	II B	II C
구조			
실험실 Level	P2 — P3		
병원체의 위험도	2b-3b (콜레라균, 결핵균, 디프스균, 페스트균 등)		
용도	생물재료(발암물질, 방사성 화학물질은 불가)	생물재료(발암물질, 방사성화학물질의 보조적 사용은 위험성이나, 제거방법에 관해서 해결책이 있으면 가능)	
기류방식	일부 순환 일부 배기		All Fresh
배기	실내 배기도 가능	실내 배기는 불가	
오염 Plumum	정압이 일반적	부 압	
세균 시험	고초균 발아 세포를 분무해서 검사		
본체 기밀도	Freon Gas 법에서 Leak량 $8.9 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{S}$ 이하		
HEPA 효율	0.3 입자로 99.99% 이상		
유입풍속	0.38 m/S 이상	0.51 m/S 이상	
하향풍속	0.23 m/S 이상		

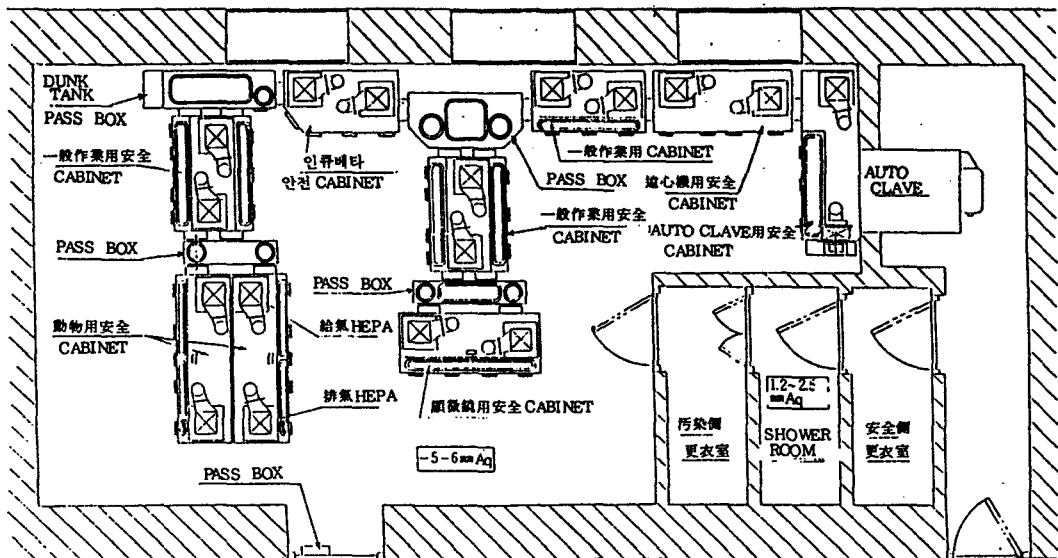


그림 5. MRE의 Lassa Unit(P4 Level)

표 16. 안전 Cabinet(Class III)의 제작상의 주의점

항 목	내 용	
구	Gas Tight	
조	내약품성	창부, 배관부, 전선관통부, Dunk Tank, 현미경관통부, 압력계부 등의 부분에서 누설이 생기지 않도록 한다.
	면의 평활화	사용하는 약품, 예를 들면 Phenol, 차아 염소산 Na 과 초산에 대해 과 부식성 있는 재질을 선정한다.
	보 수	안전 Cabinet 내의 면은 아주 평활해서 생물재료가 축적되지 않게 한다. 또, Corner는 R 마무리로 한다.
검 사	Leak Test	형광등, 살균등의 교환은 안전한 곳에서 하도록 한다. 멸균작업을 용이할 수 있도록 한다.
		안전 Cabinet 내외에 Freon Gas를 75 mmAq 로 공급해서 Gas Leak Test 로 규정치 이하인 것을 확인한다. 또는 고초균을 살포해서 외부 에서 흡입배양해서 확인한다.

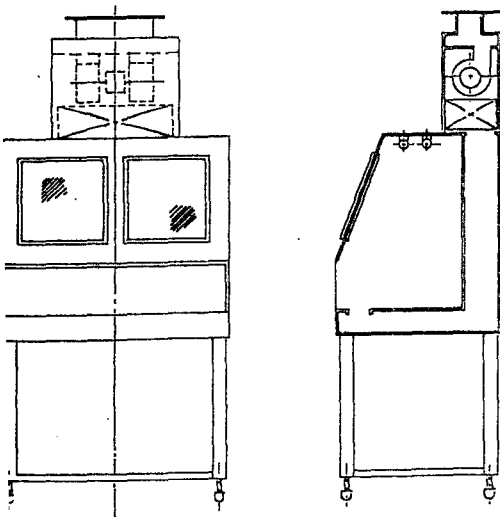


그림 6. Class I 안전 Cabinet의 예

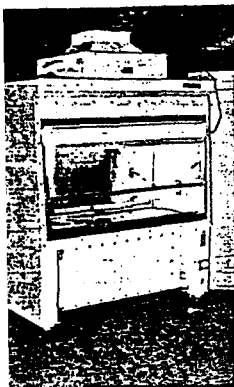


그림 7. Class II Type A 안전 Cabinet의 예

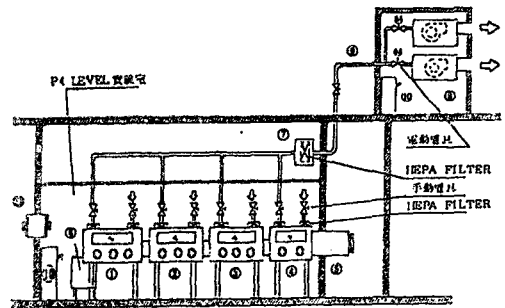
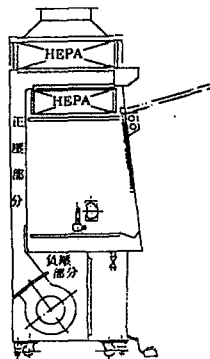


그림 8. Class III 안전 Cabinet의 예

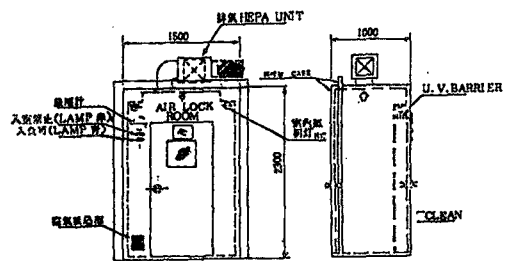


그림 9. Air Lock실의 예

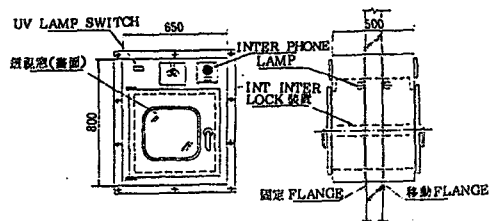


그림 10. UV 부착 Pass Box의 예

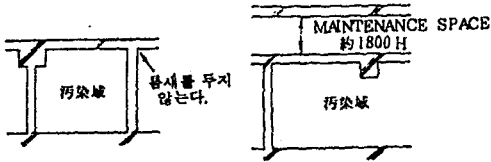


그림 11. RC 구조 유의점

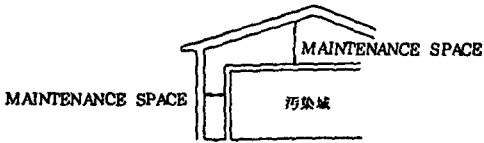


그림 12. Pariton 구조 유의점

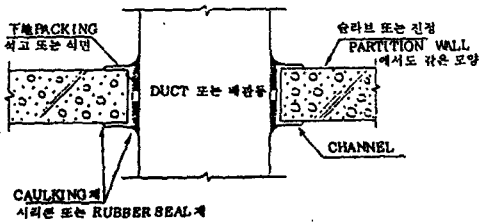


그림 13. 관통부 Seal 공법의 예

등은 그림12에 나타나듯이 본 건물과 오염지역은 분리형으로써, 천정 공간은 Maintenance 공간도 겸한다.

(c) 오염지역에 곤충이나 쥐 등이 들어가지 않도록, 통기구에는 금속 그물등으로 침입방지책을 세운다.

(d) 벽재료, 천정재 및 바닥재료는 오염물이 축적되지 않도록 평면도가 좋아야 되고, R. Corner로 해서 청소가 용이해야 한다. 또 기밀 구조이고 각 Joint 부분은 특히 주의한다.

(e) 내약품성이 뛰어나고, 멸균에 의한 변색, 변질이 없어야 한다.

(f) 배수처리 Tank는 지하실이 바람직하다. 지하실 천정고는 작업성을 고려해서 예비 Tank 등을 포함한 Space로 한다.

(g) 건축 기준법, 소방법, 의료법(병원 등)에 적합한 건축구조로 한다.

(h) 조명등은 몰입형으로 하고, 오염지역에서는 교환하지 않는다.

(4) 기밀성

(a) 배관이나 Duct의 관통부는 그림13과 같이 Seal를 한다.

(b) 창은 기밀을 철저히 유지하기 위해 열지 못하게 하는 구조로 한다. 2중 유리일때도 있

다. 문은 기밀형으로 하든가, 반대로 틈을 만들어 급기 구로 사용한다.

(c) 벽, 천정재의 Joint 부분에는 구조에 맞는 Joint를 사용한 후, Seal을 한다. 바닥재는 프라스틱 Seat의 경우에는 용접 마무리를 한다. 어느 것도 금이 가거나 파손하기 쉬운 재료는 사용하지 않는다.

(d) Seal재는 장기간 견딜 수 있는것으로 하고, 벗겨져 떨어지지 않는 것과 탄성을 유지하는 것이 좋다.

(e) 오염지역의 기밀시험은 멸균후 정지상태에서 내부를 75mmAq 정도의 정압으로 해서 연기를 발생시키는 방법으로 조사한다. 누설이 발견된 부분은 완전히 Seal를 해서 Check 한다.

(5) 비상구

(a) 비상시 탈출을 위해서 비상문을 만든다. 문의 개방은 오염지역에서 비상 통로 쪽으로 하고 비상문 부근에서 위험한 장치는 절대로 두지 않는다.

(b) 비상구의 위치는 유도등으로 표시한다.

(c) 비상시 이외에 사용되지 않는 비상벨은 경보장치로 관리한다.

3.2 공조 설비

일반적인 주의사항을 나타내면 다음과 같고, 예로서 P3 Level 공조설비를 나타낸 것이 그림14이다.

(1) 급기, 배기

(a) 일반적으로 100% All Fresh 방식으로 한다. 최저환기 횟수는 10회 H로 한다. 배출 공기는 완전히 대기중으로 방출해서 급기측에 혼입되지 않도록 한다.

(b) 오염지역의 배기계와 안전 Cabinet 나 Hood 등의 배기계는 함께 설치하지 않는다. 각 조작용 단독으로 운전할 수 있는 것으로 한다.

(c) 각 방의 Air Balance를 고려해서 위험도가 높은 지역인만큼 부압 정도를 높게 한다. 따라서 어떤 경우라도 공기는 높은 쪽으로 흐르도록 한다. 부압은 차압계로 표시한다.

(d) 강의실, Shower실 부속실도 부압으로 유지한다. 그러나 부압정도는 오염지역보다도 높

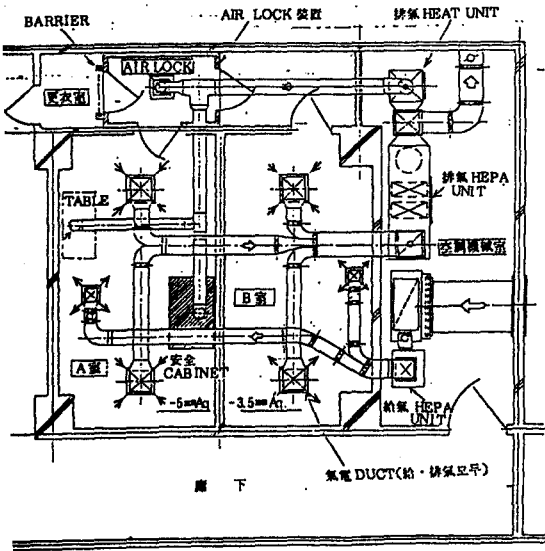


그림 14. 공조설비의 예 (P3 Level)

게 해서는 안된다.

(2) Duct

(a) 급기 Duct나 배기 Duct에 차압계나 유량계를 달아서 공조운전 상태를 언제나 관리할 수 있도록 한다.

(b) Duct는 기밀구조로 해서 damper 부분 등 누설에 주의를 요한다. 특히 HEPA FILTER에 이르기까지의 Duct는 고기밀로 한다.

(c) Duct도 건물과 같이, 멸균을 배려한 재질을 선정한다.

(d) Duct나 배관등 수평노출부(내부)는 먼지가 쌓이기 때문에 가능한 한 피한다.

(3) 온습도 제어

(a) Air Handling Unit Package형 Air Conditioner 등으로 냉난방 조정을 한다. 정격 풍량장치를 사용할 때도 있다.

(b) 안전 Cabinet의 급기가 오염지역에서 실시되지 않는 경우에는 온습도 차이에 의한 유익의 흐름이나 결로 상태가 일어날 수 있기 때문에 주의한다.

3.3 안전 장치

(1) 비상 전원

(a) 비상시 운전정지에 대비해서 인체의 안전이나 실험기계의 보호를 위해서 비상 전원

을 준비한다. 질환이 빠른 장치를 이용한다.

(b) 실험실, 복도, 계단 등은 건축 기준법에 근거해서 비상 조명, 유도등을 만든다.

(2) 차압 Switch, 역류 방지 Damper

(a) 오염지역의 부압을 계속 유지할 수 없게 된 경우는 차압 Switch에 의해 배기 Fan 능력을 up시키는 방법을 고려한다.

(b) 외기상태가 나쁜 경우나 비상외의 경우에 대해서는 역류를 막는 Damper도 고려한다.

3.4 주변 기기

(1) Auto Clave

실험기재나 폐기물의 출입은 안전 Cabinet에 접속된 Auto Clave에 의해 멸균 후 옮긴다. 고압증기를 사용하는 경우의 Athylen Oxide Gas에 의한 경우 두 가지가 있다.

(2) 멸균 Tank

배액의 처리는 한번에 Tank에 넣어 증기를 이용해서 약 130℃로 멸균한다.

(3) Interphone, Speaker, 전화, 통신 Di-agramem 등 실험실내의 연결용으로 준비한다.

(4) 멸균 Locker로서 의류, 구두 등의 Locker을 만든다.

(5) 실험기기

안전 Cabinet내에 수용하는 것으로서 원심분리기, Incubator, 혈액분석기, 현미경, Freezer Mixer 등이 있다.

4. 맺음 말

우리나라는 아직 Biorazard 대책의 역사가 거의 없는 실정입니다. 대부분의 연구기관, 병원 등이 그 대책에 접근해 가야만 된다고 생각합니다.

그 대책은 “설비 기기, 취급자, 생물시험체 재료”의 3위일체 관리에 의해 실현 할 수 있습니다. 특히 설비 기계를 제조하는 우리 회사로서는 사용조건과 부합되는 면밀한 계획을 세워 철저한 안전설비기기를 제공해야만 하고 관계 여러 기관의 협력을 부탁드립니다.

Biohazard 대책 침투에 의한 연구의 발전과 안전을 약속할 수 있게 될 것을 바랍니다.