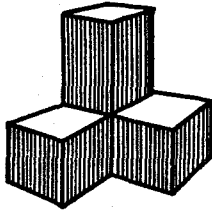


클린룸의 작업환경과 청정도 관리



I. 클린룸 작업환경의 문제점

클린룸의 작업환경 중에서도 작업하는 종업원들의 정신건강 관리면에서 실제 작업장면의 관찰, 피로조사, 면접 조사의 결과를 근거로 하여 고찰한 바를 기술한다.

1. 클린룸 작업환경의 이미지

클린룸에서 일하고 있는 사람들을 직접 만나서 작업환경으로서의 클린룸의 이미지 등을 청취하였다. 그 내용의 일부를 소개한다.

1) 전반적인 이미지

솔직히 말해서 좋지않다.

인간미가 없다. 지나치게 정돈되어 있는 느낌. 꽃도 없고 먼지도 없다.

직선만으로 이루어진 방이라는 느낌.

정리·정돈이 번거롭다.

이러한 곳은 싫다.

해서는 안되는 일만 많다.

「일정환경」은 외부와의 차이가 지나치게 크다.

2) 창

창이 없고, 자연광도 없어 하늘이 개어 있는지 흐려 있는지를 알수 없다.

창이 있으면 아무래도 방진에 좋지않을 것 같다.

창이 있는 방으로 하고 싶다.

방진에는 좋은가? 창이 없는 것이.

창이 없는 것이 유감.

눈이 피로해도 경치 등을 볼수 없다.

창이 없음. 휴식이 있어 먼 곳을 보고싶다 (눈의 피로).

창이 없음. 역시 어두운 느낌. 항상 야간작업을 하고 있는 듯한 착각에 빠져있다. 비가 오는 날의 기분이다.

바깥을 보고 싶다.

형광등과 벽뿐. 기분전환도 불가능하다.

폐쇄된 느낌. 외부를 볼수 없다.

창, 처음에는 걱정되지 않았는데, 오래되면 결국 마음에 들지 않는다.

3) 방진의

갈아입는 것이 귀찮고 시간도 걸린다.

마스크를 하고 있으면 건조하다. 모자도 싫다. 머리가 가려워진다.

방진의를 입은 채 휴식을 취하는 것이 좋다.

옷이 싫다. 모자도 머리카락을 엉망으로 만든다.

불편한 마스크도 숨을 가쁘게 한다.

방진복은 불편함. 특히 모자. 머리를 자유롭게 움직일수 없다.

갈아입는 것이 귀찮다.

4) 온습도

습도가 낮다.

건조하여 있다. 코가 건조하다.

건조? 자신은 느낌이 없다.

5) 조명

주위의 벽은 흰 경향이 있다. 빛나고 있다.

장소에 따라 조명이 고르지 못하다.

6) 소음

그다지 걱정되지 않는다. (검사공정에서 주위 사람과 대화도 가능하다.)

7) 기류

공기가 들어오고 나가는 곳의 근처는 춥다.

8) 휴식

휴게실이 있는 것은 좋다. 소파가 있고, 자유롭게 쉬기 좋은 상태로 되어 있는가?

휴식이 없다. 실외로 나오는데 시간이 걸린다.

여자는 화장실 다니기가 불편하다.

휴식은 없다. (담배도 피울수 없다.) 그러나 그다지 꺼림칙하게 생각하고 있지는 않다.

9) 구속감·행동의 제한

피부병으로 되는 것도 꺼리고 있다. 피부가 꺼칠꺼칠하여 먼지가 되기 때문에.

팔목시계도 해서는 안된다.

여성의 화장도 좋지않다.

10시, 15시의 직장체조도 금지.

외출은 적당히 행해지고 있다. 화장실, 담배 등. 그러나 나가는 사람은 적다.

갖혀있는 느낌이 든다.

감기일때 실내에서는 코를 풀수 없다.

여러가지로 행동하기 어렵다.

가지고 들어오는 물건이 제한된다.

자신은 화장하고 있지않다.

체조, 클린룸 내에서는 불가능하다.

10) 순응

익숙해지면 괜찮다고 생각한다. 그러나 반년이나 그 방에 있으면 머리가 이상하게 된다.

처음에는 「 갖혀있는 」 느낌이였다.

익숙해졌지만 숨이 가쁜 느낌이 든다. 지금은 그 정도는 아니다. 익숙해지는데 3개월 정도?

방진의. 맨처음에는 저항감이 있었다. 지금은 그 정도는 아니다.

다른 사람들은 창이 없는 것이나 바깥을 볼수 없는 것에 불만인데, 자신은 그런 불만은 없다고 분명하게 말하고 있다.

실내에서의 잡담은 가능 (금지도 불가능하다) .

처음부터 클린룸 근무를 희망하였다. 첨단기술. 모습이 좋다.

11) 건강

감기에 감염되기 쉽다.

몸을 움직일 필요를 느끼고 있다.

곧 목구멍이 아프다.

감기가 낫기 어렵다.

눈이 피로해진다 (검사).

이상은 조사대상이 된 한 공장에서의 면접기록의 발췌이다. 클린룸 작업환경의 잠재적 스트레스 요인을 살펴보는 것이 가능하다.

2. 작업환경 평가와 노동 부담

1) CFSI *에 따른 조사결과에 의하면, 클린룸내 작업자의 응답은 「불안감」 「억울감」 「기력감퇴」 등을 나타내는 항목군에의 「호소」가 많고, 정신적인 측면에서의 부담이 크다는 특징을 인식할수 있다. 이것에 대하여 신체적인 측면의 부담을 표현하는 「일반

적 피로감」 「만성피로 징후」 「신체이상」 등에서의 「호소율」은 상대적으로 낮다.

2) 실내의 온습도, 조명, 소음, 공간이라 부르는 물리적 작업환경에 대한 작업자의 평가와 위의 CFSI와의 관계를 조사해 보면, 작업환경 평가점이 높을수록 CFSI 각 특성에서의 「호소율」이 낮고, 반대로 작업환경 평가점이 낮으면 CFSI 호소율이 높아지는 경향이 있다.

이 결과는 작업환경 조건과 피로징후(부담감) 간에 어느 정도의 관련이 있다는 것을 시사한다.

* 주 「 CFSI 」

CFSI (축적적 피로징후 지수)는 노동과학 연구소, 노동생리·심리학 연구부에서 개발한 피로감 조사법의 하나이다. 피로감을 통해서 작업부담의 특징, 피로징후에 의한 정신건강도 점검 등을 목표로 한다.

이 지수의 내용은 일상적으로 체험되는 심신의 증상이 81 항목이나 되며, 8 특성(인자)으로 분류된다.

F1A: 불안징후 (번호는 항목번호)

14. 근심이 있다. 16. 이유도 없이 때때로 불안해진다. 등 10 항목이나 된다. 불안감, 정서면에서의 불안정 정도 등이 살펴보는 항목군이다.

F1B: 억울상태

「우울증상」에 관한 점검목록은 꽤 오래 전부터 생각되어온 것인데, 그것은 피검자로 된 개인의 「우울증상」의 유무를 검진하

는데 사용되는 것이고, 본 CFSI에서 말하는「억울상태」와는 사용방법이 다르다. 여기에서 말하는「불안징후」「억울상태」는 인자분석의 결과를 단서로 하여 분류시킨「항목군」에 대하여 이름을 붙인 명칭이다. 직접적으로「불안증」「우울증」을 의미하는 것은 아니다.「불안감」「억울감」등을 묻는 것이며, 울적한 상태나「정체된 느낌」을 알수 있다. 15. 혼자 있고 싶다고 생각한다. 27. 말하는 것이 귀찮다. 등 11 항목.

F 2 : 일반적 피로감

30. 요즈음 온몸이 나른하다. 58. 눈이 피로해진다. 등 11 항목. 신체적인 면에서의 피로감이 표현된 항목군이다.

F 3 : 초조한 상태

3. 대수롭지 않은 일에도 즉시 화를 낸다. 13. 모든 것이 불만이다. 24. 무엇이랴 말할수 없이 초조하다. 등 8 항목. 항목을 보면, 초조감이나 신경질 경향이라는 표현도 사용하고 있지만, 약간 뉘앙스가 그것과는 다르다. 그대로「초조한 상태」라고 명명하였다.

F 4 : 노동의욕 저하

6. 하고있는 일이 단조롭다. 34. 직장의 분위기가 어둡다. 57. 업무에 흥미가 없어진다. 등 12 항목. 이 특성 항목군은 이른바 심신증상과는 다르다. 자신의 생활, 직장 등에 대한 평가가 포함되어 있다. 다시 말하면, 노동의욕의 저하라는 것은 생활조건

이나 직장(노동장면)에 포함되어 있는「부담」에 대한 개개인의 반응양식에도 있다. 노동부담의 사회적 징후로 해석하고 있다. 윤리 등도 반영한다.

F 5 : 기력감퇴

2. 근기에 이상이 없다. 22. 업무가 손에 잡히지 않는다. 56. 곧 기력이 떨어진다. 등 11 항목. 의지적 측면에서의 감쇄를 생각할 수 있다. 위의「불안징후」「억울상태」와「노동의욕의 저하」의 중간에 위치하는 징후 항목군으로 보고 있다.

F 6 : 만성피로

위의 F 2 (일반적 피로감)와의 관련을 생각할수 있다. 이 신체적 피로감의 정도가 보다 진전된 상태를 살펴볼수 있다. 12. 아침에 일어날 때에도 피로를 느낀다. 70. 업무에서의 피로가 없어지지 않는다. 등에 관련시켜「만성피로 징후」라고 명명하였다. 업무에서의 매우 바쁜 상황을 간파하는 것이 가능하다.

F 7 : 신체이상

1. 요즈음 식욕이 없다. 12. 위장상태가 나쁘다. 49. 요즈음 여위어간다고 말한다. 등 9 항목. 심신에의 부담이 신체적인 면에서 표현되고 있는 상황과 관련되어 있다.

CFSI에의 응답결과는 직장단위 등「집단」의 경향을 포착하는 방식으로 정리되어 있다. 단위는「평균 호소율」에 따르는데, 이 호소율의 높고 낮음 뿐만 아니라 8 특성을

레이다 도표로 나타내어 그것에 나타난 응답유형」에서 피로감의 특징을 살펴보고자 한다. 크게 나누면, 「정신적 측면의 부담이 강조되는 유형」과 「신체적 측면의 부담을 나타내는 유형」 및 「직장의 사회적 상황을 표현하는 유형」의 3가지로 분류된다. 이들 유형으로부터 해당 직장의 노동부담 (어떤 부담이 관계되어 있는가, 운

리상태가 어떤가 등) 이 「판정」된다.

3. 클린룸 작업환경의 유효성 향상을 위한 노동위생면의 대책

다음 두 가지 사항을 고려한다.

- 1) 시설면에서의 대책
- 2) 작업 (근무) 형태에서의 대책

II. 프로세스 근방의 청정화

1. 머리말

공기청정화 기술의 진보는 고도기술의 발전과 밀접하게 관련하면서 고도화하고 있다. 이와 더불어 표면상에서의 청정화의 필요성은 그것에 관여하는 액체의 청정화에 까지 진전하고, 어떤 학자는 이것을 들로 나누어 「공간계」와 「표면계」라는 형태로 연구대상을 분류하고 있다.

미국연방규격 209 C의 권장기준에서는 0.5 μm 를 표준입자로 하여 class 10 및 1로 부르는 것에 대하여 일본에서는 청정도 class를 8가지로 분류하고 0.1 μm 인 표준입자를 제안하고 있다.

이 청정도 class 분류는 앞에 설명한

「공간계」의 범주이다.

한편, 「표면계」에 대해서는 아직 일본이나 다른 선진국에서도 그 「계측 표준면적」에 대한 기준이 없어 표준화가 진전되지 못하고 있다. 여기서는 「공간계」에서 기류중의 입자발생, 이전 (移轉) mechanism을 어떻게 규명하고, 평가하며, 그 청정화 대책을 시행하는가를 중심으로 기술한다.

이와 관련하여 반도체 제조시에 웨이퍼 위에서의 오염요소는 모토로라 회사의 자료에 의하면 표-1과 같다. 다음 표에 의하면 1980년에 환경이 40%, 85년에 20%, 90년과 90년대에는 10%로 되는 것을 시

사하고 있는데, 80 년과 90 년대에는 필요 청정도 수준이 향상하는 것을 고려하면 40 %가 10 %로 된 것은 제조기기 및 재료의 오염요소에 대한 제어가 매우 엄격할 것이라는 추정을 가능하게 한다.

<표 - 1 >

	1980 년	1985 년	1990년추정
환 경	40 %	20 %	10 %
프로세스	10 %	30 %	40 %
재 료	10 %	20 %	40 %
인 간	40 %	30 %	10 %

2. 오염 mechanism

(1) 입자유입

청정지대를 확보하기 위해서는 가장 먼저 HEPA나 ULPA 등의 특수필터를 이용하여 구축한 클린룸 안으로 「문제입자」가 유입되지 않도록 하는 것이다. 그러기 위해서는 먼저 클린룸으로 가지고 들어가기 전에 기기의 부착입자를 배제할 필요가 있다. 특히 현재 문제가 되는 「정밀기기 프로세스 유닛」의 청정화에는 조립되는 부품의 개개가 완전히 청정화되어 있는가, 한번 청정화된 부품의 개개가 완전히 클린상태에서 이송되고 있는가, 더우기 조립시에 충분히 청정화의 관리가 이루어진 작업이 행해지고 있는가가 요구되고 있다. 예전부터 청정공기나 청정수를 초기단계에서 공급하여 세정하면 좋다고 생각되어 왔는데, 오늘날에는 청정화의 요구가 고도화하여 전체 청정의

클린룸의 작업환경과 청정도 관리 / 79
 철저가 불가결한 것으로 되었다. 한편, 클린룸내에서의 입자오염을 고려하면, 클린룸 안으로 유입될수 있는 오염매체로서 물, 가스, 약품 등이 있으며, 물은 RO수에 의해 그 관리를 소홀히 하지 않으면 「완전히 폐쇄된 시스템」이 가능하므로 입자오염의 위험을 상당히 체감할수 있지만, 가스, 약품 등은 반송용기에 넣어 사용되는 곳으로 이동되므로 그 반송용기를 어떻게 청정화하는가가 문제로 된다.

(2) 입자발생

클린룸 안에서의 입자발생의 주요인은 아마도 「인체」와 「장치」라 부르는 것이다. 최근에는 필터 하류측의 표면에서 떨어지는 유리섬유의 열화조각이 $0.1 \mu m$ 입자로서 문제가 되고있다.

(3) 입자제거

이 방법으로는 기류제어를 우선 들수 있는데, 이것은 전문가에게 의뢰 하여서 인체 발진과 장치 및 반송용기 등의 발진에 대하여 3 항에서 기술한다.

3. 오염 체감 기술

(1) 유입입자의 최소화

오염체감기술의 맨 첫번째는 입자가 청정지대로 유입되지 않도록 하기 위해서 어떻게 하는 것이 좋은가, 일반적으로는 기체, 액체에 대해서는 「필터」, 인체에 대해서는 「발진성이 없는 의복」이라고 말한다. 제어입경이 $0.1 \mu m$ 보다 작아지면 어떤 필터가 고려될수 있는가, 2 - (2)에서 서술한

것처럼 발전성이 없는 필터의 개발 또는 filterless 필터가 요구되는 상태이다. 인체에 대해서는 당연히 「로봇」의 사용이 고려될수 있지만, 「구동부분의 발전」 등에 관해서는 그 본체가 대체하는 인체로서 완전하다고 말할수는 없다. 앞의 「반송용기」의 청정화도 입자유입 체감기술의 큰 요소라고 생각한다.

(2) 발생입자의 최소화

체감기술의 두번째는 무어라해도 인체로부터의 발전을 어떻게 제어하는가에 관계되는 것으로 생각한다. 가지고 들어온 기기 등의 소재 열화에 의한 표면박리입자(구동부분의 발전 등)에 대해서는 전문가에게 의뢰하는 것으로 하고, 여기에서는 인체발전 제어를 중심으로 기술한다. 먼저 과거 동작

발전의 실험자료를 소개하여 그 발생상황을 표-3에 나타낸다. 표-2는 의복착용 사양이다. 그림 3-1에 부위발전의 측정개요를, 그림 3-2에 측정장치 개요를 그림으로 나타낸다. 이 실험에서 피험자는 NHK 라디오 체조 제 1을 기본동작으로 하고있다. 미국연방규격 209 C의 권장기준에서도 최근에 같은 것을 RP-003 「의복」 항에서 강조해서 말하고 있으므로, 이 방법은 동작발전 평가법으로 정착하고 있는 것이라고 생각할수 있다. 다음 단락에서 수행한 발생입자의 최소화 실험에서는 먼저 클린룸용 의복의 디자인과 관리법(세정보관법)에 대하여 또, 부속품 등의 종류(소재, 디자인 등)에 대해서도 기술한다.

<표-2>

시료	클린룸용 의복	모자	마스크	바 지	속 옷	덧 신
A	긴 흰옷형	유	무	장섬유제	면 100%	장섬유(저합성고무)
B	연결형	유	그물모양 유	장섬유제	면 100%	장섬유(저합성고무)

<표-3>

(0.5 μm 이상의 발전입자농도)

부위 시료	가슴	겨드 랑이	팔	허리	무릎	엉덩이	얼굴	입(발성)상단 (호흡)하단		소매	지 피
								상단	하단		
A	206	21	165	134	54	235	65	3,985		87	87
								76			
B	78	196	140	186	140	92	252	3,955		74	149
								83			

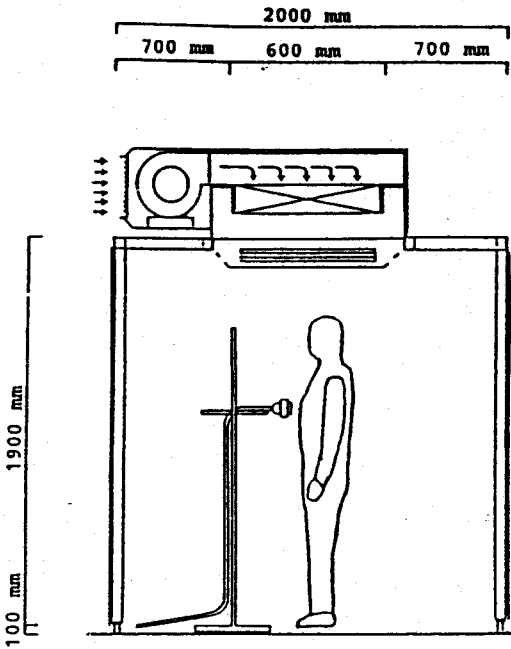


그림 1. 부위별 발진의 측정개요

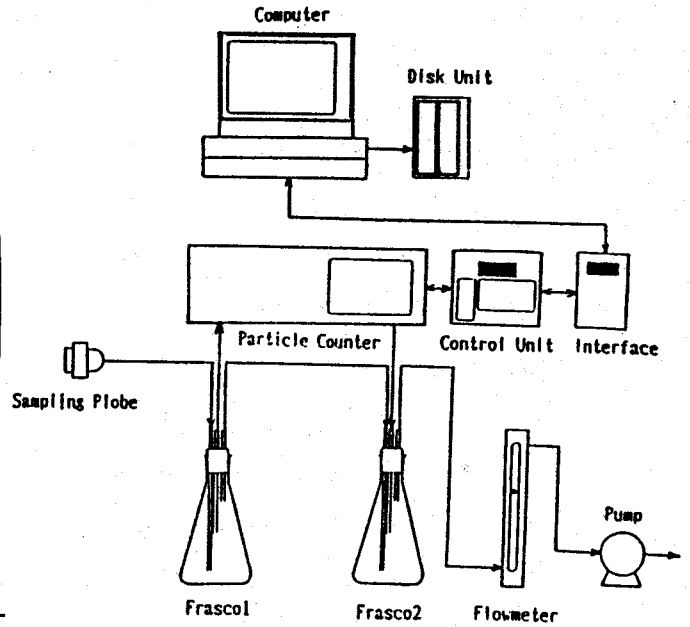


그림 2. 부위별 발진측정장치 개요

표-3에서 A, B 시료간의 결정적 우위차는 분명히 나타나지는 않는다. 구속성의 회피를 고려하면, 시료(A)를 선택하여 더욱 간단한 「입자비산 방지복」, 「앞치마 모양의 의복」을 입는 것도 한번 생각해 볼 수 있다. 다음으로 입으로부터의 발진방지를 생각해 본다. 발성상태에서는 A, B 모두 심한 발진이 있어 바이오 기술에 있어서 「균제어」에는 안면 마스크의 필요성이 강조되는데, 불편한 장착물을 안면에 대지 않으면 간단한 마스크로는 의미가 없다. 작업 자끼리의 연락기능을 별도의 수단으로 바꾸면, 발성에 의한 발진을 상당한 폭으로 제어할 수 있다.

「장갑」에 대해서도 고려할 필요가 있다.

장갑은 많은 종류가 과거부터 고안되어 왔지만, 클린룸내에서 사용하기에 적합한 클린룸용 장갑이 적어 개발이 시급하다. 종류로는 폴리에스테르 장섬유포를 원단으로 한 봉제품, 용착품, 접착품이 압도적으로 많고, 클린룸용 이외의 목적으로 만들어진 라텍스제의 것이 최근 많이 사용되기 시작한다. 이것도 의복과 마찬가지로 「쾌적착용감」의 입장에서 말하면, 역방향으로 갈수록 품질관리면은 양호하나 그 사용목적이 서로 다르다. 그렇지만 제품제조의 입장에서 보면, Na, K, P 등 문제성분의 제품이전을 고려하면 분말이 없는 라텍스 장갑이 이상적이라고 말할 수 있다. 손목발진 제어에 대해서는 전에 필자가 행한 발진 측정결과와 그

조건을 다음 표- 4 에 나타낸다.

< 표 - 4 >

측정구역 ... Fed/STD class 10, 기류
속도 0.2 m / sec .

측정기기 ... RION KC 15, 평균연산
프린터 KP-11

측정방법 ... CIC(D) 방식
클린룸의 공기공급기에서 배
기방향으로 직선하방 90 cm
인 위치에 손목 (* 1) 을 고
정하고 동작 (* 2) 하여, 그
하류방향 10 cm 인 위치에 시
료채취용 probe (* 3) 를 고
정시켜 샘플공기를 채취한다.

- *1 손목에서의 발진을 측정하기 위해 손을 장갑 (초순수로 세정한 라텍스제) 으로 덮어씌우고, 그것으로부터의 발진량을 최저한으로 할 필요가 있다.
- *2 손목을 고정시킨 위치를 중심으로 상류 방향으로 10 cm, 왼쪽방향으로 10 cm, 오른쪽방향으로 10 cm 손을 이동 (1 초 동안에 함) 한 60 회의 동작을 1 회의 측정으로 하여 3 회 행하여 평균값을 취한다.
- *3 Probe 뿐만 아니라 샘플공기가 통과하는 표면은 모두 초순수로 세정시킨 것을 사용한다.

측정값 (Back ground)			(청정의 소맷부리가 고무) (로 밀폐된 상태)			(청정의 소맷부리가 고무) (로 밀폐되지 않은 상태.)		
1987 11-22 10:30 AVE			1987 11-22 10:39 AVE			1987 11-22 10:43 AVE		
3 0 0	NO:1	1 CF	3 0 0	NO:1	1 CF	3 0 0	NO:1	1 CF
	5	----0.3		16	----0.3		67	----0.3
	0	----0.5		3	----0.5		57	----0.5
	0	---- 1		1	---- 1		35	---- 1
	0	---- 2		0	---- 2		17	---- 2
	0	---- 5		0	---- 5		7	---- 5

앞항의 표- 3 에서 소매로부터의 동작발진량이 87 개, 74 개로 표시되어 있는 것은 손 자체의 국소에서의 발진량이 포함되어 있는 것으로 생각된다. 그 주변에서부터 탐구해가면, 프로세스에 가장 가까운 사람의 「손」이 더욱더 「발진제어」의 대상으로 되는 것은 분명한 사실이다.

초순수로 세정이 가능하고, 날카로운 손

가락 끝에서 발진이 없는 장갑이라면 당연히 「라텍스」가 된다. 그러나 이것은 「착용감」에서 「부적격」, 그러면 「우레탄 코트 용착물」이 된다. 또, 마지막 하나로 사람의 「안면발진」을 생각할수 있는데, 이것은 각 개개인의 생활습관이나 「생활상의 버릇」에 따라 좌우되지만, 특히 「클린룸」으로의 입실전에 깨끗이 얼굴을 씻는 것,또

「건성피부」에 대해서는 신진대사물의 박리를 제어할수 있도록 화장용 크림을 얼굴에 바르는 것이 좋은 방법이라고 생각된다. 다음으로 앞항에서 소개한 「입자발생의 최소화」 대책을 위한 실험결과를 표-5에 기재한다.

1988	9-	1	14:05	AVE
3	0	0	NO:1	1 CF
			11	----0.3
			4	----0.5
			0	---- 1
			0	---- 2
			0	---- 5

측정기기... RION KC-15.

프린터 KP-11.

시료채취법... 동작별, 의복형상별 발진법 (채취위치는 필터에서 90cm 수직하방이고, 그 위치에서 수평거리 10cm인 곳에 피험자(A), 50cm인 곳에 피험자(B)를 세워 발진시킨다.)

측정값... 아래에 나타낸다.

<표-5> (의복)

측정자.....일본 CIC연구소 小林 八郎,
동경공업대학 건축학과 藤井 연구실.

측정구역.....Fed/STD 209 class 10,
기류속도 0.2 m/sec.
(Back ground 값)

긴흰옷 착용의 정지상태 (A)					긴흰옷 착용의 양손상하동작 (A)					긴흰옷 착용의 상체비틀기동작 (A)				
1988	9-	1	14:17	AVE	1988	9-	1	14:34	AVE	1988	9-	1	14:38	AVE
3	0	0	NO:1	1 CF	3	0	0	NO:1	1 CF	3	0	0	NO:1	1 CF
			27	----0.3				577	----0.3				293	----0.3
			10	----0.5				413	----0.5				181	----0.5
			3	---- 1				212	---- 1				89	---- 1
			1	---- 2				58	---- 2				18	---- 2
			0	---- 5				2	---- 5				0	---- 5

(특수 앞치마 부착)

(특수 앞치마 부착)

(특수 앞치마 부착)

긴흰옷 착용의 양손상하동작 (A)					상하복 착용의 양손상하동작 (B)					상하복 착용의 상체비틀기동작 (B)				
1988	9-	1	14:42	AVE	1988	9-	1	15:03	AVE	1988	9-	1	15:06	AVE
3	0	0	NO:1	1 CF	3	0	0	NO:1	1 CF	3	0	0	NO:1	1 CF
			104	----0.3				31	----0.3				23	----0.3
			58	----0.5				14	----0.5				3	----0.5
			19	---- 1				7	---- 1				1	---- 1
			3	---- 2				1	---- 2				0	---- 2
			0	---- 5				0	---- 5				0	---- 5

<표-6> (장갑)

측정자...표-5와 같다.
측정구역...표-5와 같다.

측정기기...표-5와 같다.
시료채취법...JIS-9923 (Tumbler 법)
측정값...아래에 나타낸다.

Back ground				일반 CR용 장갑				B-II식 장갑			
1988	8-31	11:08	AVE	1988	8-31	11:12	AVE	1988	8-31	11:20	AVE
3 0 0		NO:1	1 CF	3 0 0		NO:1	1 CF	3 0 0		NO:1	1 CF
		0	----0.3			88	----0.3			2	----0.3
		0	----0.5			51	----0.5			1	----0.5
		0	---- 1			22	---- 1			0	---- 1
		0	---- 2			3	---- 2			0	---- 2
		0	---- 5			0	---- 5			0	---- 5

표-3, 4, 5, 6의 각 자료로부터 판단하면, 클린룸 내에서의 인체 동작 및 그때의 착용물의 형상, 소재 등의 선정이 「발진제어」와 관계가 있다. 표-5로 판단할 수 있는 것은 생리적으로 불쾌한 「거의 밀폐형」의 소재로 전부를 구성하지 않고, 일부 프로세스 근방만을 격리성이 있는 앞치마 형상의 것을 부착하는 것으로 하면 어떨까? 등에서의 발진은 「수직층류형」의 기류로 제어할 수 있는 것처럼 이 실험에서는 나타나 있다.

(3) 입자제거

이 제목에 들어가기 전에 「오염회피」를 말하는 것이 이치이지만, 이것은 「기류」와 관계가 깊고 필자의 전문분야가 아니므로 전문가에게 의뢰하는 것으로 하고, 「입자제거」의 구체적인 방법으로 「인체발진대책」을 위한 클린룸용 의복을 어떻게 선정하는가, 국소청정을 위하여 기기표면의 오염을 어떻게 세정하는가에 대하여 아래에 기술한다. 그 처리 프로세스는 아래에 명시되어 있는 것처럼 전공정(前工程), 후공정(

後工程)으로 나누어 행해지는데, 문제는 건조를 어떻게 하는가, 정전기 대책을 어떻게 하는가, 청정한 것을 무엇으로 포장하는가가 최종건조를 포함하여 최종공정에 포함될 수 있는 것으로 생각된다. 요약하면,

- 전공정 = 피세정물의 소재를 판정하고 그 부착오염물을 판정한후, 첫 번째 세정 (화학처리), 행굼, 첫 번째 건조 (물리처리).
- 후공정 = 두 번째 세정 (초순수에 의함) 후, 건조 (ULPA필터를 장착한 tumbler에 의함).

최종공정 = 검사후 포장

위의 프로세스는 CIC방식에 의한 클린룸용 의복에 한정되는데, 기기표면 입자의 제거는 필자가 제창하는 SCC (Surface Contamination Control) 방식으로 행하고 있다.

4. 입자 오염의 평가기술

(1) 부착입자의 평가 (클린룸용 의복등이

대상)

이 평가법은 미국에서는 ASTM-F-51-68 법이 1968년에 제정되고, 일본에서도 JIS-9923(1986)에 똑같은 방식을 제정하였는데, 이것은 현미경법으로 $5\mu m$ 이상의 입자를 계측할수 있으며 이 분야에서 기본법으로 되어있다. 이 유사법이 일본에서는 현미경법이고, 일본의 방법은 시료가 지정된 6곳에 대하여 시료 1개소당 960 mm²인 면적에 매분 14ℓ의 비율로 충분히 청정공기를 통과시켜 시료로부터 분리가 가능한 입자를 측정용 필터로 여과하고, 시료에서 박리된 입자를 필터면위에 포집하여 현미경에 의해 $5\mu m$ 이상 $50\mu m$ 미만 및 $50\mu m$ 이상의 입자 또 $100\mu m$ 이상의 섬유수를 계수하는 방법이다. 또, $0.5\mu m$ 의 입자를 계측하기 위하여 1985년에 미국에서는 IES가 주최하는 Fed/STD 209B 개정위원회의 제3위원회(클린룸 및 제어구역에서 필요한 의복)의 RP(권장기준) - 3에서 5-2-4에 시료채취법 및 그 분석법이 초안으로 제창되고 있는데, 이것은 ASTM-F-51-68법의 간편법이고 위와 동일한 시료구역을 광산란식 입자측정기로 계수하는 것이다. 미국에서는 시료의 측정면적이 $1.0ft^2$ 이고, 측정위치는 목적에 따라 임의이며, 흡인시료 유량은 $1.0cfm$ 이다. 그후 일본에서도 JIS-9923(1986)에 위와 동일한 현미경법과 광산란식 입자계수기법이 제정되었는데, 그것은 이미 미

국에서 「시안」으로 IES위원회에서 검토되어 초안으로 제안되었던 tumbler법이다. JIS-9923(1986)법 참조. 일본에서 제정된 후에 미국에서는 IES 위원회의 RP-004(클린룸용 와이퍼) 위원회에서 최종안으로 갑자기 일본의 shaking법이 채택되어 제정되었다.

광산란식 입자계수기법에 있어서는 미국과 일본이 공통의 측정법으로 tumbler법이 대략 유사하다고 먼저 내세우는 기본적인 것이며, IES 위원회의 RP-003 최종안의 범주별 입자농도 등급표를 표-7에 참고로 기재한다.

<표-7> Helmke 등급표 (1)

범주	의 복 류	입자농도
1	1벌 긴흰옷	1,000개 이하
1	1벌 연결복	1,200개 이하
1	5개 모 자	450개 이하
1	3개 소방형모자	450개 이하
2	1벌 긴흰옷	1,000 ~ 10,000
2	1벌 연결복	1,200 ~ 12,000
2	5개 모 자	450 ~ 4,500
2	3개 소방형모자	450 ~ 4,500
3	1벌 긴흰옷	10,000 ~ 100,000
3	1벌 연결복	12,000 ~ 120,000
3	5개 모 자	4,500 ~ 45,000
3	3개 소방형모자	4,500 ~ 45,000

IES 위원회의 RP-003에서 tumbler 기기는 Helmke drum 법이라 부른다.

(2) 부착입자의 평가 - II (기기 등의 표면청정도의 평가)

실리콘 웨이퍼, 호올더(holder) 및 마

스크 케이스, 프로세스용 치구 등의 표면청정도의 평가에 대해서는 서두에서 말한 것처럼 일반적으로 계측 표준면적도 규정되어 있지않은 실태이다. 표준 계측면적의 필요성에 대해서는 논의가 많은데, 청정도가 낮은 것부터 높은 것까지 일반적인 계측에서는 그 필요성이 타당한 것으로 되어있다. 표면위에서의 청정성이 높을수록 계측면적은 넓은 범위일 필요가 있는데, 레이저에 의한 표면검사기법 이외의 일반 현미경으로 행하는 500 ~ 1000 배의 검색은 필연적으로 다점극소역(多點極小域)에 한정된다. 초청정도의 요구와 동시에 현재 다방면에서의 프로세스 청정도관리의 하나로 주변기기 제조기술에 대응하도록 입경이 큰 것(0.5 ~ 10 μm)의 청정도를 점검할 필요가 있으며, 또 기구 흡중의 입도분포를 어떻게 계측하는가 등 「표면」 청정성의 평가기술은 아직도 개발해야될 여지가 있는 분야로 생각된다. 주 프로세스로의 이전(移轉) 입자의 제어기술은 지금부터 필요하게 될 것으로 생각한다. 예를 들면, 구동부분, 주 프로세스 이전의 반송수단의 청정화, 또 그 평가를 어떻게 하는가는 앞으로의 숙제이다.

5. 맺음말

일정구역의 「청정성」을 보전하는 것은 먼저 오염을 가지고 들어오지 않고, 그 구역에서 발생시키지 않는 것으로 끝난다. 따라서 인체의 경우는 청정성이 높은 클린

룸용 의복에서 오염이 발생되지 않도록 하기 위해서는, 그 구역에서의 기류를 조사하여 오염기류와 그 구역을 차단하기 쉬운 모양의 디자인 의복을 착용할 필요가 있다. 또, 큰소리로 이야기를 하는 것은 기류 상류측에서의 발진원으로 되므로 주의해야 한다. 기기의 경우는 특히 앞에 설명한 것처럼 프로세스에 조립되기 이전에 청정성을 검토하고 점검하여 대책을 세울 필요가 있다. 약품, 가스 등에 대해서도 반송용기의 청정성에 특히 주목할 필요가 있다. 「새로운 오염체감 기술」로는 공기의 질[ion free가 어떻다는 등 입자이외의 성분] 문제를 해결할 필요가 있다고 생각된다. 발진제어의 관점에서는 「국소청정·제어」등 기류의 제어에 기대하는 것이 아직도 연구의 여지로 남는다. 기기 및 각종 요소의 표면오염 제어 등도 병행하여 연구하여 이들의 「청정반송」을 완전히 수행하는 것이 프로세스 근방의 청정화에 관계되는 것으로 확신한다.

-참 고 문 헌-

- 반도체공업에 있어서 오염방제기술(早川 一也監修)
- IES(미국환경과학연구소) RP(권장 기준) - 003(의복) - 004(와이퍼) - 005(장갑 및 손가락 석우개) 1987년 10월
- 클린룸내에서 의복의 오염입자측정방법(JIS-B-9923) 1986.

III. 클린룸의 청소

1. 머리말

클린룸 (여기서는 이하에 클린룸을 CR로 표기한다)은 산업의 여러 분야에서 고도의 청정환경 공간으로 많이 제작되어 가동하고 있으며, 첨단산업 등의 중요한 생산기반으로 되고 있다. 그리고 이와 같은 공간을 만들기 위한 hard면의 기술은 현저한 발전을 보이고 있지만, 이것을 마음대로 사용하기 위한 soft면의 기술, 특히 이와같은 환경공간의 유지에 대해서는 미개척에 가까운 실정이다.

이와같은 문제에 대하여 관련 연구기관 등에서도 조사연구가 시작되고 있으나 미해명의 문제도 매우 많은데, 현실은 CR유지의 필요가 더욱 더 증대하고 있다. 본문에서는 CR청소관리의 현단계에서 접근방법으로 CR청소의 특징, 방법, 관리의 사고방법 등에 대하여 개요를 기술한다.

2. 청소에 대하여

(1) 청소란 무엇인가?

청소는 환경정비 행위 중에서 매우 일상적인 것이지만, 인간의 생활, 활동을 정상적으로 진행시키는데 지극히 중요한 역할을 하고 있다.

일반적으로 청소라고 하는 것은 생활과정에서 생긴 여러가지 이물질을 우리들 주위

에서 배제하여, 이들 이물질이 우리들 생활의 원활한 영위를 방해하지 않도록 하는 행위이다.

CR에서 청소는 오염된 실내의 청정도와 미관도를 회복시켜 거기에서 생산되는 제품 등에 나쁜 영향을 주지 않고, CR의 이용자가 편리하고 쾌적하며 안전하게 사용하도록 행하는 작업이다.

(2) 더러움이란?

「실내의 더러움」은 실내환경을 형성하고 있는 건축물의 각 부분 (예를 들면, 바닥, 벽, 기둥, 천정 등)이나 마무리 기기, 비품 등의 표면에 이물질이 부착하여 어느 정도 좋지 않은 것이 생기거나 사람에게 불쾌감을 주는 등의 시각적 현상이다. 더러움은 크게 나누어 표 1에 나타난 것처럼「물리적인 더러움」과 「화학적 더러움」으로 분류된다.

표 1. 더러움의 분류

I	물리적인 더러움	마감재료에 더러움의 원인이 되는 물질이 달라붙는다. 외력 그밖의 것에 의해 마감재료가 손상된다.
II	화학생물적인 더러움	마감재료 자체의 변질·변형 마감재료가 식물, 동물, 미생물 또는 곤충류에 의해 오염 변형·변질된다.

더러움을 방지 및 제거하기 위해서는 표 2, 3에 나타낸 더러움의 원인이 되는 물질이 건물에 접근하는 「접촉 mechanism」과 그 더러움이 떨어지지 않은채 재료 표면에 유지되고 있는 「유지 mechanism」을 명백히 하는 것이 중요하다.

CR은 항상 사용되고 있는 한 필연적으로 오염되는 것을 각오하지 않을 수 없다. 그러므로 CR건축재료를 선정함에 있어서는 더러워지기 어렵고, 더러워져도 간단히 더러움을 없애는 것이 가능한 마감재로 할 필요가 있다. 어떤 재료가 좋은가를 한마디로 말하는 것은 어렵지만, 청소를 행한 후에 일반적으로 요구되는 항목을 열거하면 다음과 같다.

- ① 표면이 조각나거나 갈라지는 등으로 인하여 입자를 발생하지 않을 것.
- ② 더러워지기 어렵고 청소가 용이할 것.
- ③ 내구성 및 내충격성을 가질 것.
- ④ 표면이 평탄하고 미끄러울 것.
- ⑤ 대전하기 어려운 재료일 것 등.

(3) 청소의 의의

청소는 오염에 의해 저하된 청정도의 회복이외에도 CR의 미관을 높이고, 표면마무리에 사용되고 있는 건축재료의 열화를 방지하는 잇점이 있다.

계획적으로 청소를 행하면, 건축재료 자체가 갖는 아름다움을 유지할 수 있지만, 청소를 게을리하면 고착된 더러움이나 녹, 곰팡이 등이 발생하여 건축재료의 열화를 재

촉하기 쉽다. 그렇기 때문에 CR의 성능을 좋은 상태로 유지하기 위해서는 조기에 손질을 실시하여 건축재료를 보호하고, 마찰, 변색, 녹 등을 방지하는 것에 의해 건축재료의 수명을 오래 유지시킬 필요가 있다.

(4) 청소의 기본원칙

청소작업을 행하는 경우 청소에 의한 재오염을 최대로 방지하는 원칙적인 방법으로 다음 사항을 들 수 있다.

- ① 청소부위의 높이가 높은 장소에서 낮은 장소의 순으로 행한다.
- ② 오염도가 높은 장소에서 낮은 장소의 순으로 행한다.
- ③ 좁은 장소에서 넓은 장소로 향하여 행한다.
- ④ 실내의 안쪽에서 출입구로 향하여 행한다.

통상의 경우는 CR의 더러움이 현저한 단계에서 청소를 행하는 것이 많다고 생각되는데, 이것을 「사후청소」라 부른다. 더러움이 부착된 직후는 비교적 쉽게 제거할 수 있지만, 시간이 지남에 따라 일반적으로 더러움의 고착하게 되므로 제거하는데 더 많은 노력과 비용이 들게된다.

CR실내를 시간 지연없이 항상 청결한 상태로 유지하기 위해서는 이물질에 의한 오염고착을 방지하는 것이 효과적이며, 이와같이 예방을 행하는 것을 「예방청소」라 부른다.

표 2. 접촉 mechanism

mechanism		원 인
물리적인 mechanism	직접 접촉한다.	사람, 동물 가 구 류 곤 충 류
	공기중의 먼지강하 (중력 침강)	공기중의 먼지
	확 산 접 촉	
	공기의 이동에 의한다. (충돌 부착)	
	재료표면의 온도차 에 의한다. (열적 부착)	
	유속변화에 의한다. (중력 침강)	
	정전기에 의한 흡인 (정전 부착)	

mechanism		원 인
화학적 및 생물적인 mechanism	이슬맺힘에 의한 얼룩	공기중의 수증기
	비가 샘, 튀어오름, 젖은 손으로 대다.	물
	수증기가 끼다.	증기 (수증기)
	물 이외의 액체가 끼다.	석유, 알코올, 산, 알칼리, 황화물등
	불이 닿다.	불
	열을 받다.	복 사 열
	빛을 강하게 쬐다.	태양광선, 자외선
	동물에 의한다.	취
	미생물이 번성한다.	곰 팡 이
식물에 의한다.	담 쟁 이 덩 굴	

일정 수준의 청정도 및 미관을 유지하기 위해서는 가능한한 더럽히지 않는 요책이 필요하고, 더럽혀져도 조기에 발견하여 간단히 없애는 것이 가능한 시스템을 만들 필요가 있다. 그것이 결과적으로 최소의 비용(시간, 노동)으로 좋은 품질을 확보할 수 있는 방법이다.

CR실내에서 먼지가 발생하는 원인으로 는 ① 집무나 작업행동에 있어서 사용물로부터 ② 인체나 의복으로부터 ③ 사람의 행동 및 작업에 의해 건축재료나 기기재료로부터 등을 들 수 있다. 따라서 그 대책

으로는 먼지가 발생하기 쉬운 작업을 행할 때는 적절한 처리를 하여 마모하기 힘든 복장, 내장재, 기기재료, 도구 등을 사용한다.

(5) 청소의 기본적 방식

CR을 사용하는 사람이 위생적, 건강적 및 안전하게 이용할 수 있도록 쾌적한 환경을 유지하기 위해서는 면밀한 작업계획이 필요하다.

청소를 계획적으로 행하기 위해서는 먼저 어떤 원칙을 세워서 각종 청소작업을 분류 정리하여, 이것을 명확히 파악할 필요가 있다. 현재 일반적으로 행해지고 있는 방법은

각종 청소작업을 「작업장소」와 「실시빈도」에 따라 분류하고, 이것을 정리하여 「작업계획표」를 작성하여 이 계획에 따라 작업을 행하는 방법이다.

일반적으로 동일한 CR내부에 있어서도 더러움의 정도나 상황이 장소에 따라 다르기 때문에 「작업장소」를 몇개의 구역으로 나누어 취급하는 경우가 있다. 아래에 그 한 예를 든다.

- ① 청정구역 : 청정화된 공기에 의하여 둘러싸여 있는 구역.
- ② 준청정구역 : 관리구역 보다는 청정하지만, 청정화의 제한이 따르지 않는 구역.
- ③ 관리구역 : 공기, 가스 또는 액체 중의 오염요인물에 대하여 청정도 관리가 행해지고 있는 폐쇄구역.

청소작업을 「실시빈도」에 따라 대략적으로 분류하면, 「일상청소」, 「정기청소」 및 「임시청소」의 3종류로 나눌 수 있다.

- ① 일상청소 (일상작업) : 당일 또는 전날에 부착된 더러움을 제거하는 청소로, 매일 1회 내지 수회의 빈도로 작업을 행한다.
- ② 정기청소 (정기작업) : 일상청소에서 제거할 수 없는 더러움을 없애는 작업으로 주1회, 월1회, 년1회와 같이 상당한 간격을 두고 작업을 행한다.
- ③ 임시청소 (임시작업) : 예상하지 못한

사정이 생겨 부착된 더러움을 돌발적 필요에 의해 제거하는 작업.

통상의 청소는 계획적으로 일상청소와 정기청소를 적절히 조합하여 행하고, 필요가 생긴 때에는 임시청소로 대처하고 있다.

3. 일반청소와 CR청소

(1) 일반청소와 CR청소의 차이점

일반 거실의 청소대상으로 되는 건축재료나 가구 위에 부착된 먼지입자는 연기나 스모그 입자보다도 훨씬 큰 약 10~100 μm의 크기이다. 이것보다 더 입경이 작은 입자는 육안으로 볼 수 없는데다가 공기중에 부유하는 시간도 길어 스모그 입자처럼 반영구적으로 공기중에 부유하므로 청소대상으로는 되지 못한다.

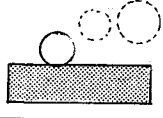
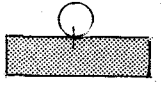
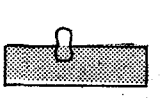
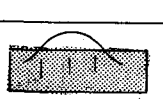
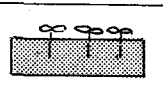
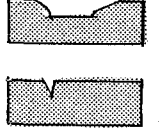
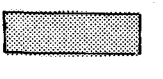
이것에 비하여 CR에서는 입경 0.5 μm인 미립자까지 제거할 필요가 있으며, 현재 가장 높은 청정도에서 생산되는 초LSI 제조공정에서는 0.1 μm까지의 분진제어가 요구된다.

CR에 있어서 청소는 눈으로 보는 미관도를 회복하는 것은 물론이고, 눈에보이지 않는 먼지까지도 제거하지 않으면 안된다. 게다가 작업에 의한 오염, 예를 들면 부착되어 있는 분진의 확산이나 청소용 기자재로부터의 발진 등의 방지에 세심한 주의를 기울이지 않으면 안된다.

(2) 고품질의 청소란?

ICR 및 BCR을 제외한 일반 시설중에서

표 3. 유지 mechanism

상 태	그 림
놓여 있다.	
달라붙어 있다.	
흡입하고 있다.	
끈끈하게 달라붙어 있다. 영기어 붙어 있다.	
특수한 예 잡초가 생긴다. 썩다.	
침해하다. 광택이 없어진다. 흠이 나다. 눌러 붙다. 벗겨져서 떨어진다.	
변 색 퇴 색	

고품질의 청소를 행하는 곳의 하나로 의료 시설의 외래부문 등을 들 수 있다.

통상의 청소는 빌딩 내에서 발생하는 여러가지 더러움을 계획적으로 배제하여 건축물의 미관을 향상시키고, 건축재료를 보호하며, 위생적인 환경을 유지하는 것이 목적인데, 의료시설에서는 「위생적인 환경」의 의미를 더욱 깊게 확대하여 고려할 필요가 있다.

즉, 일반 빌딩의 관리에 있어서 「오염」은 주로 미관을 손상하는 더러운 물질을 그

대상으로 고려하지만, 의료시설에 있어서 「오염」은 병원미생물의 부착 또는 존재로 받아들여야 한다.

여기서 행하는 청소의 요점으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- ① 청소용구는 요구되는 오염도 수준의 구역에 대응하여 명확히 구분한다.
- ② 청소용구는 그 사용장소나 사용방법을 정하여 전용화한다.
- ③ 청소용구를 정기적으로 살균소독 또는 교환한다.
- ④ 일상작업에 사용되는 세제 등은 살균력이 있는 제품을 사용한다.
- ⑤ 적절한 기자재 (전용의 것이 있는 경우는 그것)를 선택한다.
- ⑥ 살균적 요소를 가미한 청소를 정기적으로 실시한다.

한 예로 표 4에 병원의 외래부문에 있어서 표준작업표를 나타낸다.

이와 같은 BCR 이외의 의료시설의 청소는 일반 빌딩의 청소에 비하여 병원미생물도 작업에 고려하지 않으면 안되므로 고도의 청소기술과 작업시스템이 필요하지만, CR에서 청소는 이것 보다도 더욱 고도인 청정도 공간에서 작업을 하지 않으면 안되므로 더욱 엄격한 조건에서 높은 수준의 작업이 요구된다.

4. CR청소의 특징

(1) CR청정도 유지의 4 원칙

CR에서 보통의 작업을 행하는데 필요한 청정도 수준을 유지하기 위해서는 다음 4가지에 주의를 기울여야 한다.

- ① 미립자를 방에 들여보내지 않는다.
- ② 미립자를 극력 배제한다.
- ③ 미립자의 발생을 방지한다.
- ④ 미립자의 퇴적을 방지한다.

이중에서 ④의 「미립자의 퇴적을 방지한다」라는 것이 청소의 역할이다.

CR실내의 건축재료나 기기재료 등에 부착되어 있는 퇴적먼지는 기류나 충격에 의해 비산하여 부유먼지로 되고, 그중에 입경이 작은 것은 상당히 긴 시간 공기중에

체류하여 어떤 장애를 일으킬 뿐만 아니라 다시 건축재료나 기기재료 등에 부착하여 오염의 원인이 된다.

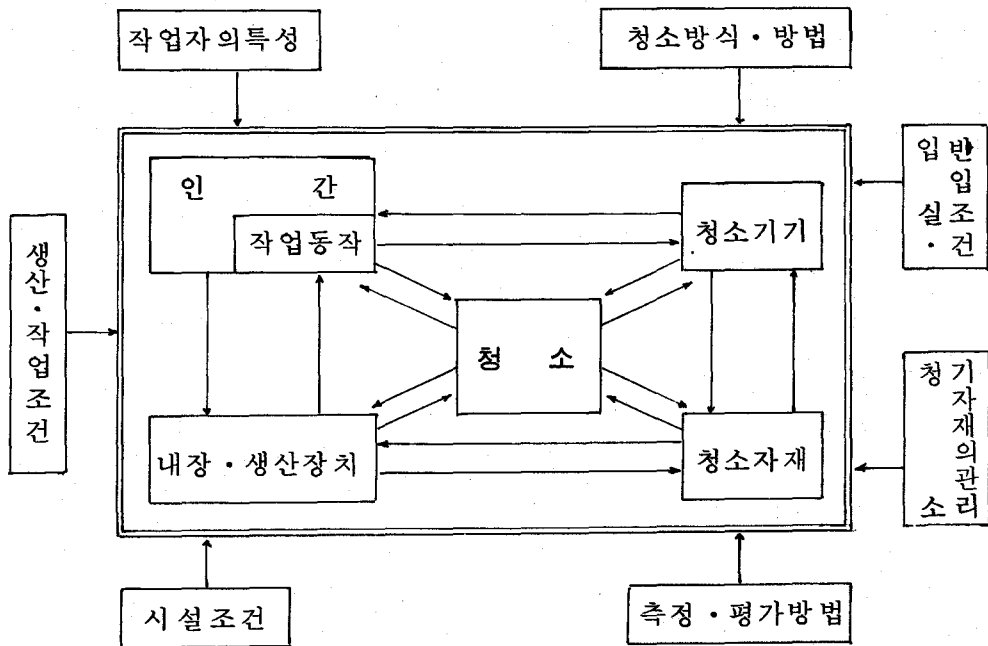
그렇기 때문에 청소를 행할 때에는 더러움을 퇴적상태에서 포착하여 제거하고, 가능하면 부유먼지를 발생시키지 않도록 하는 마음가짐을 가져야 한다.

(2) CR에서 오염계와 청소계의 요인

CR에서 청소는 그림 1에 열거한 오염계와 청소계의 모든 요인이 서로 관련되어 있으며, 이들이 청소라는 기능에 어떤 영향을 미치고 있는가에 대하여 연구를 행할 필요가 있다.

이것에 의하여 청소효과의 평가를 행할 수 있다.

그림 1. 오염계와 청소계의 주요인



5. CR청소의 기자재

CR청소에 사용하는 기자재는, 기자재 자체로부터의 오염을 방지하기 위해 일반 청소 기자재에 비교하여 발진이 적은 것을 선택하여야 한다.

아래에 CR을 청소할때 사용하는 대표적인 기자재를 소개한다.

(1) 진공소제기

Dry 방식과 wet 방식의 2종류가 있다. 어느 것도 진공소제기의 집진부를 통과한 분진에 의한 오염을 방지하기 위해 배기부분에 HEPA필터가 장착되어 있다.

(2) 닦아냄용 와이퍼

부직포제 (不織布製), 화학섬유제 등 많은 종류가 있다. 부직포제는 액체의 닦아냄이나 청정도가 낮은 CR에 1회용으로 사용되고, 화학섬유제는 청정도가 높은 장소의 제진 등에 사용되는 것이 많다.

(3) 닦아냄용 자루걸레

셀룰로우스 스펀지제, 부직포 테이프제 등이 있다. 바닥면 또는 높은 곳의 벽면 등을 닦아내는데 사용한다.

(4) Polisher (바닥닦는 기계)

물의 사용이 가능한 비교적 청정도 class가 낮은 바닥면의 세정에 사용한다.

(5) Hand spray

순수 (純水) 또는 세제의 분사에 사용한다.

(6) 청소용 액체

순수, 초순수, CR 전용세제 등이 있다.

(7) 청소용 용기 및 자루걸레통

와이퍼 및 자루걸레를 행구어 씻는데 사용하며, 분진발생의 우려가 적은 것을 사용한다.

더우기 CR청소에 사용되는 기자재는 CR의 청정도 class, 사용용도, 오염상황 등에 따라 용도를 세심하게 구분할 필요가 있다.

6. CR청소에 관한 실험검토

CR에서 청소방법, 발진 및 청소효과에 대하여 정량적으로 파악한 자료는 거의 찾아볼 수 없다.

청소는 그림 1에 나타낸 것처럼 많은 요인이 복합되어 있어 실험적으로 해명하는 것은 매우 어렵다.

현재 필자들은 관련 CR내의 청소에 대한 실험연구를 시작하고 있는데, 그 중간적인 결과 중에서 2, 3가지를 소개한다.

(1)청소전후의 CR부유분진농도

1987년 11월에 class 10,000 (바닥면적: 약 22㎡) 및 class 100,000 (바닥면적: 약 52㎡)인 CR의 청소를 실시하여 청소전후에 입자계수기로 측정하였다.

입경 0.3μm, 0.5μm, 1μm, 2μm, 5μm 인 5 채널의 미립자를 동시 측정하여 1ℓ 당 분진갯수농도로 비교한 것이 그림 2, 3이다.

Class 10,000 및 class 100,000 모두 청소후의 농도가 낮으며, 특히 입경이

클수록 그 경향이 현저하게 나타난다.

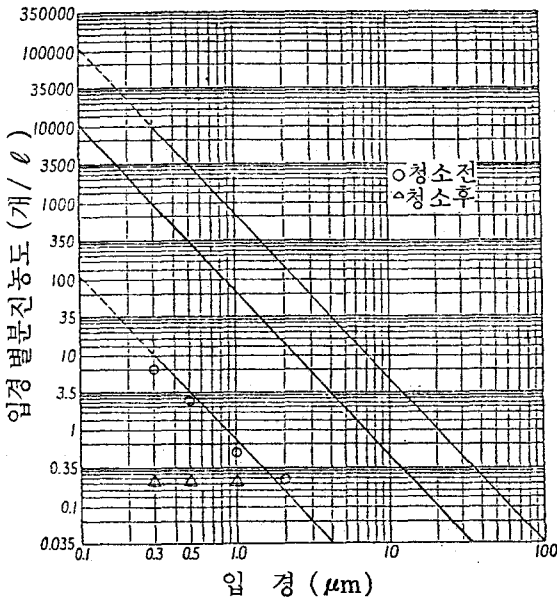


그림 2. CR청소전후의 청정도 (class 10,000)

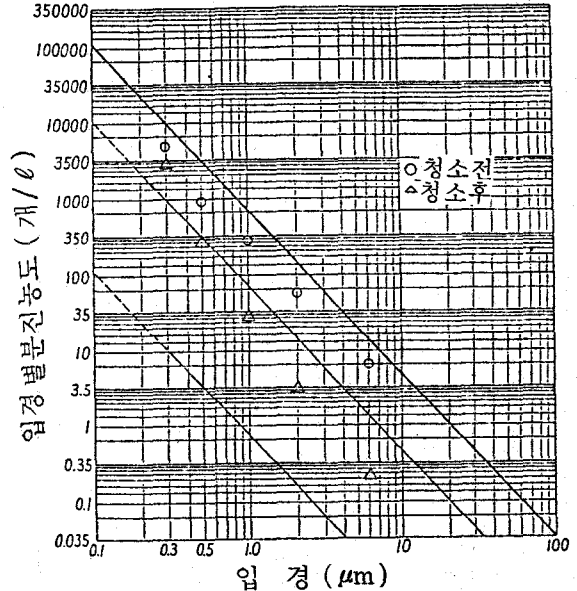


그림 3. CR청소전후의 청정도 (class 100,000)

(2) 청소기기에 따른 청정효과

위의 청소는 class 10,000 및 class 100,000 모두 CR용 진공 (vacuum), polisher, 부직포제의 와이퍼,셀룰로우스 스펀지 제 자루걸레, 순수, CR 전용세제, hand spray 등의 기자재를 사용하였다.

그때 덧옷 모양의 CR용 의복 (무진의) 을 착용하였다.

CR의 더러운 상태는 1년이상 진공을 쓰는 이외는 거의 청소를 하지 않았으므로, 양쪽 실내 모두 눈으로 보아도 알 수 있는 정도로 표면이 검게 오염되어 있으며, 장소에 따라서는 먼지가 꽤 퇴적되어 있는 곳도 있다.

벽 및 마감기기 비품은 순수나 세제를 사

용한 부직포제 와이퍼로 닦았는데, 가볍게 1번 닦아 냈음에도 와이퍼에 검은 오물이 부착되었다.

바닥면은 세제를 사용하여 polisher 로 세정하고, 더러운 물을 회수한 후에 순수에 의해 린스하여 마무리하였다.

더러운 물은 바닥면이 꽤 오염되어 있었으므로 검게 더러운 상태이었다. 청소전후를 비교하였는데, 눈으로 본 것과 부유분진농도 모두 상당한 청정효과가 있었음이 확인되었다.

아직 이때는 표면오염에 관한 측정은 행하지 않았으나 앞으로 이것에 관해서도 확인할 예정이다.

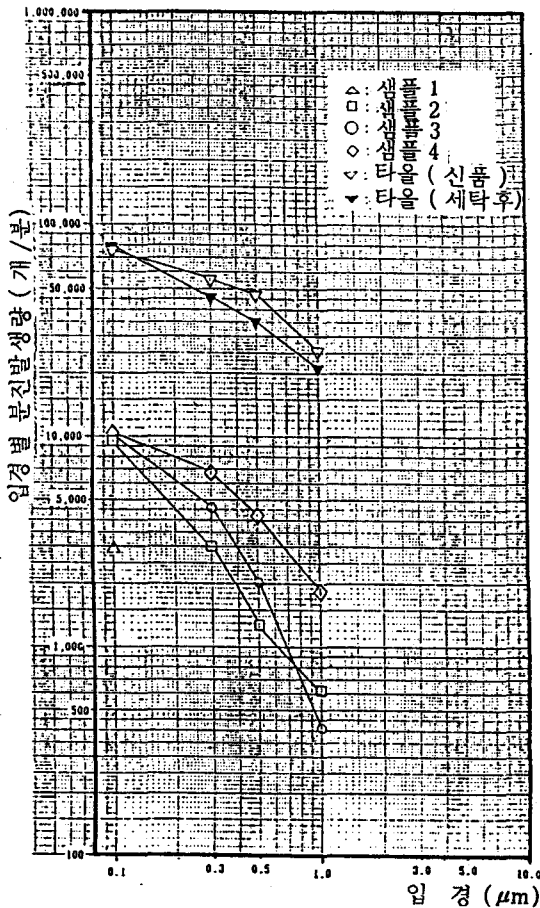


그림 4. CR 청소용 와이퍼의 분진발생량

(3) 와이퍼의 종류와 발전

부직포제 와이퍼의 종류에 따른 분진 발생량을 그림 4에 소개한다.

샘플 1~4는 부직포 원단의 밀도가 다르며, 숫자가 클수록 밀도가 높다.

이 자료는 약 0.7㎡의 벽면을 공기로 청소한 때의 와이퍼 및 인체로부터의 입경 별 분진발생량인데, 밀도가 높을수록 분진발생량도 많은 결과를 나타낸다.

더우기 참고로 일반적으로 사용되는 타올에서의 분진발생량도 측정하였는데, 자리

수 (order)가 하나 다르고, CR용 와이퍼와는 꽤 차이가 있는 것을 확인하였다.

7. CR의 청소관리

CR의 청소에 관한 기본적인 해명이 지금도 진행되고 있는 실정인데, 현단계에서 잠정적인 시안으로 청소의 수법과 방법 등에 대한 사고방식을 나타낸다.

JACA의 「CR 성능평가 지침 (안)」내에 표 5에 나타난 CR 성능유지·관리 권장 기준을 담고 있다.

그러나 이것을 이상적으로 행하는 방식이 청정도를 확보하는데 유효하지만, 실제로 실시하는 것은 꽤 다를 것이다.

관리를 행하는 사람에 따라 그다지 큰 부담이 없는 정도의 청소관리의 시안을 표 6에 나타낸다.

여기서 사용하는 기자재는 「항목 5」에서 소개한 것으로 한다.

청소를 할 때에는 청소기자재나 방법이 상으로 청소작업원이 중요한 문제로 된다. 작업자의 기술 및 사고방식에 따라 청소효과가 크게 좌우되기 때문이다.

CR청소는 특수한 환경에서의 작업이므로 청소작업원의 인선으로 고려하지 않으면 안되는 것은 ① 주의가 깊은 사람 ② 참을성이 많은 사람 ③ 정리정돈된 마음가짐, 몸주위를 청결하게 하고 있는 것 ④ 항상 건강에 주의하는 사람 등의 조건을 구비하고 있는가의 여부이다.

표 5. CR 성능유지 · 관리 권장기준

항	목적	필터 종류의 청정도 CLASS								비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	
청정	선 통과율 Pen	ULPA 0.1µm: ≦ 1×10 ⁻⁴		HEPA 또는 HEPA 0.3µm: ≦ 3 × 10 ⁻⁴		HEPA 상당 0.3µm: ≦ 10 ⁻⁴ 0.5µm: ≦ 10 ⁻⁵		HEPA 동 0.3µm: ≦ 0.05		도입의기 및 환기종의 보다 큰 입자를 제거하기 위해 Prefilter를 사용한다. • 설치후 필터 leak를 조사한다. • 측정기기는 JIS B9921 또는 동등한 제품 • 측정의 상세한 것은 제6장에 따른다. • Leak 유무 판정기준은 필터효율과 상류측 농도에서 결정한다. • 취입이 초기의 2배 정도로 상승한 경우 또는 상태가 좋지 않은 경우 교환한다.
	Leak	필요 광산란식 입자계수기 등을 사용하여 필터 상류측에 시험용 에어로졸을 투입한 후에 필터 하류측 및 필터 주위를 진단 조사한다.		필요 유입 의기량을 최대로 한 후 필터 하류측 환경농도를 검사한다.		필요				
	출정위치	모두 최종 필터 하류 근처				권측과 같은				
	검사 평가기준	Leak가 있어서는 안된다. (보수 또는 교체후 재확인한다)				허용 최대 투과율				
물	차입 측정빈도	1회 / 년 이상, 필터교환시								
	출정빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
벽	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
바닥	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
시	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
실	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
책상	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
의자	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
휴게용기	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								
	정소빈도	필요								

• 제 11장에 따른다.

• 제 11장에 따른다.

• 제 11장에 따른다.

• 제 11장에 따른다.

표 6. CR청소의 시간

청정도 (Fed209B)	바닥 청소	벽 청소	작업대청소	청소용구의청소	청소후확인
class 10	진공및걸레질 1회/주	걸레질 1회/월	걸레질 1회/일	걸레질 1회/일	입자계수기로 측정
class 100	"	"	"	"	"
class 10,000	"	걸레질 1회/3개월	"	"	눈으로보고 판단
class 40,000	진공 1회/월 걸레질1-2회/6개월	"	"	"	"
class 100,000	"	"	"	"	"
Raised Floor	진공 1회/월 걸레질 1-2회/6개월	---	---	---	"

게다가 청소작업원에 대하여 CR 혹은 공기청정에 관한 기술자가 CR의 기초지식, 청소기술 등에 대하여 정기적으로 교육을 실시할 필요가 있다.

CR실내에서 작업자로부터의 발진은 공기오염의 큰 원인의 하나이며, 청정도 회복을 위한 청소기술이 품질·수율을 크게 좌우하므로, 청소작업원에게 CR청소의 역할의 중요성을 충분히 인식시키는 것이 가장 중요하다.

고성능의 CR용 의복을 착용하여도 청소작업시에는 상당량의 발진이 예상되므로 비교적 동작을 수반하는 청소작업에는 언동(言動)에서 청소기법 및 기자재의 취급에 이르기까지 철저하게 교육할 필요가 있다.

-참 고 문 헌-

- 1) 日本建築学会 建物の汚れ分科会：設計計画パンフレット9『建物のよごれ』：日本建築学会
- 2) 田中定二：建物清掃の実際：オーム社
- 3) ビル管理ハンドブック編集委員会：ビル管理ハンドブック：オーム社
- 4) (財) 建建築物管理訓練センター：単一等級技能士訓練課程 ビルクリーニング科 [教科書]：(社) 雇用問題研究会
- 5) 東京美装興業株式会社：T・B・I ホスピタルメンテナンスシステム：東京美装興業株式会社
- 6) (社) 日本空気清浄協会：空気清浄ハンドブック：オーム社
- 7) (社) 日本空気清浄協会：クリーンルームの運転管理指針：(社) 日本空気清浄協会
- 8) (社) 日本空気清浄協会：クリーンルームの性能評価指針(案)：(社) 日本空気清浄協会
- 9) 新公彰：クリーンルーム：B・Mイノベーションレポート Vol. 2~4：株式会社東美総合研究所
- 10) 早川一也：クリーンルーム スーパークリーンルームの理論と実際：井上書院
- 11) 東京美装興業株式会社：クリーンルームの清掃管理：東京美装興業株式会社
- 12) 浅田敏勝：クリーンルームの清掃管理：サイエンスフォーラム