

클린룸 기술기준

Clean Room Standards

이 춘 식*
Chun Sik Lee

1. 서 론

청정실(클린룸/Clean Room, 이후 CR로 표기)은 반도체, 원자력산업, 정밀기계 등의 첨단산업을 비롯하여 식품, 의약, 병원, 광학기기 등의 일반산업에 이르기까지 인류가 의존하는 거의 모든 산업분야에서 필수적으로 요구되는 것으로서, 그 요구성이 질적인 면과 양적인 면에서 함께 계속 증가되고 있다. 청정실의 이용분야 또한 앞으로 계속 첨단에서 일반 민생분야에 걸쳐 다양화되고 확대될 것으로 전망된다.

따라서 선진공업국가에서는 CR 관련 산업지도, 육성, 통제하기 위해서 학계, 연구계, 산업계 등이 참여하는 위원회 또는 협회들이 국가기관 및 기타 공업규격제정기관의 주도 아래 CR에 필요한 기준들을 제시하고 새로이 개발되는 성능시험, 측정기술 등을 정립 또는 표준화하여 기업에 적용 실시하고 있다.

국내에서는 '80년대에 들어선 이후 반도체 산업이 급속히 성장함에 따라 CR산업이 활성화되기 시작하였다. 이제까지는 CR의 설계를 위하여 공기청정도의 제어, 유지만을 고려해 왔으나 CR의 주 시장인 첨단 반도체 산업에서의 요구 청정도가 상승함에 따라 실내 유동에 관한 요구조건 및 기타 환경조건의 제어도

제품의 수율 증가 및 운전비용 절감 등의 생산성 향상을 위하여 중요하게 대두되기 시작하였다. 이와 동시에, 문제되는 입자 크기가 $0.5\mu\text{m}$ 에서 $0.1\mu\text{m}$ 로 내려가게 되어 이에 따른 설계, 측정, 운전 등의 제반 특수 기술이 새로이 요구되게 되었다.

이같은 전반적인 추세에 비추어, 미국 연방규격 209D와 같은 기존의 외국기준에 계속적으로 의존한다는 것은 국내기술 수준 향상을 유도하고 국산화를 촉진시키는 데에 유리한 조건을 가져다 주지 못할 것으로 판단되었고, '90년대에 접어드는 현재에 이르러도 CR에 사용되는 기본용어의 정의조차 어떠한 기준으로써 아직까지 규정해 두지 못한 상황을 인식하여 국내의 CR 관련 산업 발전을 위해 현실에 맞는 CR 기술 기준을 작성하자는데 뜻을 모았다. 그리고 국외업체의 국내시장 침투·확대에 대한 대비책으로 국내 CR 설비 공사에 대한 품셈을 예비적으로나마 정리하고자 결정하였다.

이에 본 연구원에서는 22개의 CR 관련업체와 그의 KIST 및 KIMM으로 구성되는 과학기술처 산하 단체인 한국 공기청정연구조합과 함께 CR 기술 기준에 관한 연구를 국가지정 과제로 수행하게 되었으며, 이로부터 클린룸 기술기준의 1차 시안을 작성하였다.

* 정회원, 한국과학기술연구원, 연구기획부장

2. 클린룸 기술 기준의 역사 및 개요

CR 기술은 오염제어(CC: Contamination Control) 기술의 한 일부로서, 미국의 경우를 대표적인 예로 살펴보면 CC에 대한 공업 기준은 약 30여년전부터 형성되기 시작하였다. '60년대에 이르러 그 활동 및 요구성이 증가되면서 CC 문제를 다룬 최초의 전문지인 "Contamination Control"이 소련에서 발간되었고, 클린룸에 대한 기준으로서 U.S Air Force Technical Order No.00-25-203이 미국에서 작성되었다. CR 자체가 정밀 균수물자의 생산에 근원을 두고 있으므로, 그 관련규격이 미공군에서 처음 시작되었다는 것은 당연한 일이다. 미 공군에서는 많은 외부회사에게 부품을 제작의뢰하였고, 그때마다 각 부품에 가장 적합한 CR 조건을 각각 명시하였다. 따라서 납품된 각 부품의 성능검사를 위해서는 각 부품마다 각기 다른 조건하에서 시험이 행해져야하므로 많은 불편을 초래하였다. 이 불편을 없애고 작업 및 시험을 표준화하는 Technical Order의 작성을 위한 Project가 1958년에 시작되었다. 부품업체 및 군관계시설을 시찰하고 부품의 설계사항을 조사한 결과, 대개의 부품이 요구하는 CR 조건을 4개로 크게 분류하는 것이 가능함을 발견하였다. 이에 근거하여 CR을 4개의 Class로 분류하는 초안을 1960년초에 작성하였으나, 관련업체 및 기관에 이제까지 투자된 시설 등과 향후의 투자계획 등에 미치는 영향을 Wright-Patterson 공군기지에서 신중히 검토한 후 1961년에 발표하였다. 1962년에 각 CR Class에 해당하는 부품목록을 첨부하고, 1963년에 미공군의 표준 CR 및 작업대를 개발명시함으로써 최초의 완벽한 CR 규격을 만든 것이 미공군 TO 00-25-203이며, 최근 1981년에 개정되었다.

CC에 관한 최초의 협회 "American Association for Contamination Control"이 1961년에 형성되었으며, 증류유동형식에 대하여 Willis Whitfield가 정리하였다. 그리고 미 정부에서는 산업계와의 협력하에 보다 일

반적이고 포괄적이며 수치화된 기준의 작성을 Sandia Corporation에 의뢰하여 1963년에 그 초안을 마련하였다. 이것이 이른바 Federal standard 209로서 1966년에 1차 개정되어 209a로 명명되었다가, 1973년에 2차 개정되어 209b로, 그리고 계속 그 내용이 점차 수정되면서 1987년에는 209c로, 1988년에는 209d로 개정되었다.

다른 선진공업국가에서도 CR에 대한 각 나 림대로의 기준을 제시할때마다, 공기부유입차 청정도 등급을 규정하는데 있어 FS-209 기준을 참고하고 있다.

CC에 관한 국제적인 협회로서, 1972년에 6개 회원단체에 의하여 창립된 ICCCS(International Committee of Contamination Control Societies)는 현재 다음의 국가들을 대표하는 9개의 전문회원 단체들로 구성되어 있다.

- ① 이태리 : ASCCA
- ② 프랑스 : ASPEC
- ③ 중 국 : CCCS
- ④ 미 국 : IES
- ⑤ 일 본 : JACA
- ⑥ 덴마크/핀란드/노르웨이/스웨덴 : R³
- ⑦ 스위스 : SRRT
- ⑧ 영 국 : SEE
- ⑨ 독 일 : VDI

ICCCS는 매 2년마다, CC에 관한 국제적 symposium을 계획하고 개최하며, CC분야에서의 정보교환 및 규격화를 활성화시키는데 그 목적이 있다.

CR 기술은 그 자체가 목적이 아니고 제품의 생산을 위한 환경제어기술이므로, CR 관련기준도 CR 관련기로부터 최종제품에의 영향에 이르기까지 그 고려대상이 매우 광범위하다. 또한 CR 관련기기에는 공기조화기 등의 특수 냉난방 설비들이 많이 포함되어 있어서 CR 기술에 관련된 기준은 그 폭이 상당히 넓으며, 일반적인 기기나 기술에 대한 기준을 제외하고 오염제어와 CR에 직접 관련된 기준만을 고려하여도, 청정공간이나 청정물질의 청정도 정의 방법에서부터 관련기기들의 성능시험방

법, 운전, 설계 등과 입자의 측정기기 및 방법 등은 말할 것도 없고, CR용 의복, 가스, 액체, CR의 운전 및 인원교육문제 등에까지 매우 다양한 분야에 걸쳐 있다.

특히 이 기준들은 우리가 일반적으로 일컫는 기준(Standard)이라는 명칭 외에도 Specification, Practice, Recommendation, Guidelines, Method, Requirement, Technical Order 등의 명분으로 제시되어 있으면서 기준이 갖는 역할을 하는 것이 많다. 이들 기준의 작성에 관련된 단체 또한 국가기준제정기관, 국방기관, 기업, 연구소, 학계, 기준제정전문단체 및 이들이 구성하는 협회나 위원회에 이르도록, 다수 분야의 관심과 참여를 보여주고 있다.

각국의 각 제정기관 또는 단체가 CR을 인식하는 각도와 그 산업적·사회적 특성이 기준에 대하여 갖는 요구사항이 서로 조금씩 다르므로, 작성된 기준내용의 성격 또한 그 기준의 개념이나 목적, 범위 내지는 전체적 골격의 양상에서 차이점을 나타낸다.

전반적으로 측정·시험에 관한 것이 단연 양적으로나 또는 그 세부적인 면으로나 전체 과반수 이상의 가장 많은 비중을 차지하고 있다. CR의 설계에 대해서는 그 양이 매우 적으며, 기본 설계를 위한 일반적인 요구지침사항만을 서술한 것이다. 제작이나 시공은 그 분야가 지니는 기술적 특성상 규격화에 대한 어려움에 따라 실질적으로 참조할 수 있는 기준이 없으며, 다만 일부의 공기조화 또는 건축설비 관련 전문지에 기술 논문 형식으로 발표되고 있는 실정이다.

3. 외국 기술 기준

CR에 관련된 기준들을 연구하기 위하여 우선 CC에 대한 기준들을 전반적으로 살펴보면 주요 기관별 또는 주요 기준별로 비교, 분석하기로 한다. CR 및 CC에 관하여, 알려진 기술기준을 보유하고 있는 대표적인 외국국가로는 지역별로 태평양 지역국가인 미국, 일본, 호주 그리고 유럽국가인 영국, 독일, 프랑스 등

을 들 수 있다.

3.1 미 국

3.1.1 미국 연방규격 209(GSA)

미국의 연방규격인 Federal Standard 209는 단지 미국에서 뿐만 아니라 전 세계적으로도 CC 및 CR분야에서 가장 잘 알려져 있고 가장 널리 참조되는 기준중의 하나이다. 미국 Atomic Energy Commission의 한 공공기관인 Sandia Corporation에 의하여 FS-209로 처음 그 초안이 1963년에 제정되었다. 그 이후의 여러 차례 수정과정을 거쳐 최근 1988년에는 209D로 개정되었다.

이 규격의 제목은 “청정실과 작업대에서의 요구사항 및 제어된 환경”(Clean Room and Work Station Requirements, Controlled Environment)이며, 미국의 모든 연방기관에서의 사용을 위해서 Commissioner, Federal Service Administration, General Service Administration의 승인을 받은 것이다. FS 209 C의 번역문은 한국과학기술원에서 1988년에 제출한 “입자제어용 유동분배 시스템에 관한 연구(II)” 과제의 최종보고서 부록에 실려있다.

3.1.2 IES(Institute of Environmental Sciences)

IES는 미국의 환경과학회로서 CC와 CR에 관하여 가장 활발한 활동을 하고 있는 단체이다. 비영리 목적으로 설립된 이래 국가, 기업, 학계, 연구소 등의 엔지니어, 과학자, 교육자들로 구성되어 그 기능을 발휘한다.

CR에 직접 관련된 기준으로서 주목되는 기준은 IES-RP-CC-006: Testing Clean Rooms이며 이 기준의 번역문은 한국공기청정연구소조합에서 발간하는 공기청정기술지의 1988년 제3집에 실려있다.

FS-209 D 기준에서는 공기부유입자 농도를 측정하여 청정도 등급을 검증·감시하는 방법론에 중점을 두었다고 하면, IES-RP-CC-006 기준은 청정도의 측정 이외에도 CR의 성능을 분석·평가하는데에 필요한 유동관련 사항 및 환경조건 사항들의 시험·측정 방법들을

총괄적으로 제시하는 기준이다.

3.2 일 본

3.2.1 JIS (Japanese Industrial Standards)

한국공업규격 KS와 비슷한 역할을 하는 JSA(Japanese Standards Association)는 CC 이외에도 공업분야 전반에 관심을 두는 국가규격기관이다.

본 연구를 위하여 주목할만한 기준은 JIS-B-9920: "CR내에서의 부유미립자 측정방법"이며 그 내용이 대폭 개정되어 발표될 것이다.

3.2.2 일본 공기청정협회 JACA(Japan Air Cleaning Association)

일본공기청정협회는 일본의 IES라 불릴만한 단체이다.

주요활동으로는 먼저 CR 관련기준의 제정을 들 수 있는데, JIS를 위한 업무를 일부 대행하거나 JACA 자체의 기준을 제공하는 일이다. 그리고 산업계와 학계·연구계의 정보교환과 최신기술의 산업계 파급을 목표로 연 1회 기술연수를 실시한다. 순수 연구활동으로는 CC와 환경에 관한 연구를 정부의 의뢰로 연 3~4건 수행하고 있다. 이와 함께 "공기청정"이라는 CC, CR 전문 잡지를 1963년부터 계속하여 연 8회 발행하며, 그 외에도 CC에 관련된 최신 정보 등은 단행본으로 수시로 발행하고 있다.

최근에 발표한 "CR의 성능평가지침"은 실질적인 참조가 간편하도록 간략하고도 실용성 있게 작성된 것이 특징이다. 괄목할 만한 내용은 기존의 FS-209D에서 규정하는 공기청정도 등급의 정의를 달리 표현하는 사항이다.

첫째는, 기준이 되는 입자크기가 0.5 μm 에서 0.1 μm 으로 옮겨진 것.

둘째는, 입자를 세는 체적단위가 입방 피이트에서 입방 미터로 바뀐 것.

셋째는, 등급의 호칭을 FS-209에서처럼 10, 100, 1,000…… 등으로 부르는 것이 아니라, 각각의 치수인 1, 2, 3…… 등으로 부른다는 것이다.

3.3 호 주

3.1.1 AS 1386: Cleanrooms and Workstations

이 기준은 청정실 및 청정작업대에 관계되는 기본 용어 및 청정도 등급을 규정하며, 이에 대한 설계, 설치, 실내기류 및 환경조건에 관한 기본적 요구조건 사항들을 간략히 나타낸 것이다.

청정도의 등급은 FS-209B를 참조하여, 규정하였으며 입자를 세는 체적단위는 리터로 되어 있으므로해서 FS-209의 class 100, 10,000, 100,000을 각각 class 3.5, 350, 3,500으로 불러 전부 3가지의 등급을 정하고 있다. 기본적 요구조건 사항에 대한 내용은 매우 단편적이고도 부분적이므로 CR기술 수준의 현실적 범위에 맞추어 보아 상당한 수정·개선 작업이 요구되리라고 본다.

3.3.2 AS 1387: Code of Practice for Cleanroom and Work-Stations

청정실 및 청정작업대에 대한 실행규칙으로서 설계 및 설치, 운영관리 등을 위한 기본 지침사항들을 작성한 기준이다. 이 기준은 앞의 AS 1386에서 규정한 청정도 등급 범위에 준하여 작성된 것이다.

3.3.3 AS 1807.1~1807.18: Methods of Test for Cleanrooms, Work-Stations and their Accessories

청정실, 청정작업대 및 이들의 부속장치에 대한 시험방법으로서 모두 18개 항목의 시험·측정 방법들이 있으며 이들은 미국의 IES-RP-CC-006 기준과 거의 비슷하게 공기의 유속 및 유속균일도, 오염물 실내유입누출, 공기부유입자 측정, 실내압, 온습도, 조도, 소음도, 진동도 등이다.

3.4 영 국

영국의 BSI(British Standards Institution)에서는 BS 5295: Environment Cleanliness in Enclosed Spaces (닫힌 공간에서의 청정도)라

고 명칭하는 기준을 작성하였고, 이는 다음 3가지 분야로 나뉘어져 있다.

3.4.1 BS 5295 : part 1

Specification for Controlled Environment Clean Rooms, Work Stations and Clean Air Devices

호주의 AS 1386 기준과 유사한 성격의 기준으로서 기본 용어의 정의 및 청정도 등급의 규정: 청정실, 청정작업대 및 청정장치에서의 설계, 설치, 유동 및 환경조건에 관한 기본적인 요구사항들을 간략히 나타낸 것이다. 청정도 등급의 정의는 호주의 AS 1386에서 규정된 것과 거의 동일하다. 입자를 세는 체적단위는 m^3 이고, class는 1, 2, 3, 4의 4가지로 구분하는데, 이는 각각 FS 209D의 class 100, 10,000, 100,000(1,000,000)과 거의 일치하는 것으로 볼 수 있다.

3.4.2 BS 5295 : part 2

Guide to the Construction and Installation of Clean Rooms, Work Stations and Clean Air Devices

청정실, 청정작업대 및 청정장치 등을 구성하는 기본적인 건축물 및 시설물에 대한 지침사항들을 나타낸 기준이다. 일반적 요구조건 사항과 아울러 전설, 조명, 창문, 송풍, 청정작업대, 소방 및 안전시설, 진공청소장비, CR 용 가구 등에 대하여 간략히 서술되었다.

3.4.3 BS 5295 : part 3

Guide to Operational Procedures and Disciplines applicable to Clean Rooms, Work Stations and Clean Air Devices

청정실의 작동 및 운전관리를 위한 지침사항들을 나타낸다. 그 내용은 설비물에 대한 운영관리, 작업원에 대한 행동지침 등으로 나뉘어지며, 청정의복 및 Monitoring에 대한 제반 사항도 규정되어 있다.

3.5 독일

독일의 VDI(Verein Deutscher Ingenieure)에서는 청정실 및 오염제어에 관련된 기준을 VDI 2083에 다음과 같이 분류하여 작성하였다.

Part 1: 청정실 기술; 기초사항, 정의, 청정도 등급의 규정

Part 2: 청정실 기술; 제작, 운전, 관리

Part 3: 오염제어/측정기술

3.5.1 VDI 2083 : Part 1

이 부분은 청정실에 대한 개념, 용어의 정의 및 청정도 등급을 규정한다.

청정도 등급의 규정에 있어, 입자를 세는 기준입자 크기는 $1 \mu m$ 로, 체적단위는 m^3 로 그리고 등급의 호칭은 지수법으로 한다. 여기에서 정하는 등급 3, 4, 5, 6은 각각 FS-209D의 등급 100, 1,000, 10,000, 100,000과 같이 거의 일치한다고 볼 수 있다.

3.5.2 VDI 2083 : Part 2

청정도 유지를 위한 CR의 제작 및 설치에 관련된 기본요구 사항 및 CR 운전·관리에 대한 내용의 기준이다.

3.5.3 VDI 2083 : Part 3

CR에서의 청정도 측정, 공기유속, 오염물의 필터를 통한 유입누출 및 이들의 Monitoring에 대한 기술사항들이 제시되어 있다.

3.6 프랑스

CC에 관한 프랑스의 주요연구협회인 ASPEC에서는 1972년에 CC에 관련된 7201, 7202 등의 기준을 제시하였으며, 같은 해에 이 규격은 프랑스의 국가규격제정기관인 A-FNOR (Association Francaise de Normalisation)에 의하여 공식적으로 인정되었다.

3.6.1 NF-X-44-101

ASPEC의 7201, 7202를 토대로 하여 작성된 본 기준은 청정도 등급의 정의를 주요 골자로 한다.

기준입자 크기를 $0.5 \mu m$ 으로, 체적 단위를 m^3 으로 하여 규정된 등급 4,000, 400,000, 4,000,000 각각은 미국 FS 209D 등급의 100, 10,000, 100,000과 거의 일치한다.

3.6.2 NF-X-44-102

ASPEC의 7203, 7204를 토대로 하여 작성된 본 기준은 CR에 관련된 기본 용어의 정의, CR의 조건 및 온·습도, 유속, 환기량, 청정도 등의 측정방법에 대하여 규정한다.

4. 클린룸 기술 기준 1차시안

4.1 1차시안의 작성

4.1.1 작성 대상 범위

본 연구에서는 CR에 직접 관련된 기준에 대하여 그 연구범위를 제한하고, 이에 대하여 작성되어 있는 외국 주요 관련 국가의 기준들을 검토 분석한다.

우선 CR에 직접 관련된 기준으로 인정될 수 있는 조건을 다음과 같이 정하였다.

- ① 기준의 제목에 CR의 단어가 포함되어 있는 것.
- ② 기준에 서술된 내용의 주제가 CR인 것, 또는 CR에 대한 것.
- ③ 기준에 서술된 내용의 주제가 전반적인 CR에 대한 것이며 특수한 용도 또는 분야의 CR에만 국한된 것이 아닌 것.
- ④ 기준에 서술된 기술사항이 CR에 관련된 전반적인 기술에 대한 것. 또는 본 연구 범위인 CR의 설계·시공·제작·측정·시험·운전관리분야 기술중 어느 한 가지 또는 몇 가지를 전반적으로 다룬 것.

CR기술에 직접 관련되어 있다고 인정되고

표 1. CR 기술 관련국가의 연구대상 주요 대표 기준

국가명	주요 대표 기준
미 국	Federal Standard-209D IES-RP-CC-006-84T (IES-RP-CC-002-83T)
호 주	AS-1386-1976 AS-1387-1976 AS-1801, 1-1807, 18-1976
일 본	없음(JIS-B 9920으로 제정중)
영 국	BS-5295-Part 1-1976 BS-5295-Part 2-1976 BS-5295-Part 3-1976
독 일	VDI-2083-Part 1 VDI-2083-Part 2 VDI-2083-Part 3
프랑스	NF-X-44-101 NF-X-44-102

본 연구수행을 위하여 우선적으로 검토·분석 되어야 한다고 판단되는 각 관련국가의 대표적인 기준을 주요 관련국가별로 표1에 표시한다.

4.1.2 작성 방법 및 절차

기준의 내용을 분류하고, 각 내용의 항목을 선정하여, 어떠한 순서로 배치하여 작성할 것인가를 결정하기 위하여 앞에서 선택된 주요 기준들에 포함되어 있는 내용의 각 항목들을 서로 비교하는 총괄표를 작성한다.

이같은 도표를 토대로 각 기준에 공통적으로 들어가 있는 항목, 그렇지 않은 항목들을 쉽게 살펴볼 수 있음으로 해서, 각 기준의 상대적인 경향을 알 수 있고 또한 비교분석을 통하여 CR 기술 기준의 전반적인 골격을 파악한다. 그 다음 아래의 순서대로 기준의 시안을 작성한다.

① 기준의 분류

기준 전체를 어떠한 형식으로 분류할 것인지를 결정한다. 분류를 하지 않은 단일기준형 식으로도 결정될 수 있다.

② 항목의 설정

기준의 각 분류에 포함될 내용의 항목을 설정한다. 항목을 설정하는 작업자체가 기준을 분류하는 작업일 수도 있다.

③ 각 항목의 내용 수집

설정된 각 항목이 포함할 수 있는 구체적인 내용을 일괄적으로 수집한다.

④ 각 항목의 내용 분석

수집된 내용들을 분석하여 내용의 실질적인 적용성을 연구한다.

⑤ 각 항목의 내용 정리

내용을 간추려 세부적인 정리를 한다. 위와 같은 방법으로 작성된 기준 초안을 3차에 걸친 자문위원회를 통하여 수정보완하여 1차 시안을 마련하였다.

4.2 해 설

4.2.1 기준의 분류

기준 내용을 살펴보면 보편적으로 서론, 기준의 범위 또는 적용범위 등에 기준에 필요한 용어들의 정의 또는 개념이 있으며, 끝이어 청

는 용어들을 여기에서 미리 규정한다.

(나) 부유입자상태의 공기청정도 등급을 규정하기 위하여 각 국가에서 규정한 공기청정도 등급을 비교·분석할 수 있는 비교표 2를 작성한다.

미국의 FS-209에서만 오로지 그 체적단위가 ft^3 이므로 m^3 로 환산된 입자의 수를 괄호 안에 표시한다. 예를 들어, 미국의 class 100이 입자크기 $0.5 \mu m$ 에서 갖는 수인 3,530이 독일의 class 3이 같은 위치에서 갖는 4,500, 프랑스의 class 4,000이 갖는 4,000 또는 영국의 class 1이 갖는 3,000 등과 정확히 일치하지는 않는다고 하더라도, 대체적으로 상대적 order는 같다고 인정될 수 있으므로 이와 같은 일률적인 비교를 해보기로 한다.

일본의 경우는 현재 JIS 및 JACA에서 제시하는 시안을 참조하여 기재한 것인데, 비교표에서도 말해 주듯이 청정도의 한계가 가장 앞서 있는 것으로 나타나며, 미국 FS-209D의 청정도 등급 한계인 class 1의 두개 등급 이하까지 규정하고 있다.

첨단산업의 미래적인 추세에 비추어보아, 요구되는 청정도 등급이 계속 엄격해질 수 있는 상황에서 JIS에서 제시할 수 있는 청정도 등급법의 적용을 고려할 수 있는 반면, 국내의 초기발전단계인 CR 산업현황에 준하여, 현재 보편적으로 이해되고 있는 209D식의 class 개념에 대한 의사소통에 혼동의 부작용을 유발하지 않도록 하는 것도 주의해야 할 것이다.

연구자문위원회의 건의에 따라 본 시안에서

는 209D의 청정도 등급 규정 개념을 채택하기로 하며(그림 1에 표시하였다), JIS에서 발표할 청정도 등급 제정안을 표 3에 의하여 참조하기로 한다.

(2) 청정실의 설계 및 성능평가를 위한 기본적인 요구사항

(나) 머릿말에 이어, 유동에 관한 요구사항들의 항목을 제시한다.

- ① 유속 및 균일도
- ② 기류의 평행도

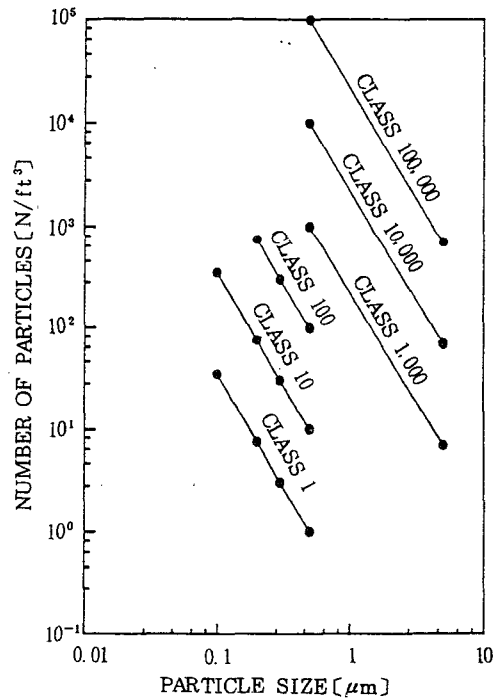


그림 1. 공기청정도 등급의 표시

표 3. JIS의 공기청정도 등급 제정안

등급 직경 (μm)	1	2	3	4	5	6	7	8
0.1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	(10^6)	(10^7)	(10^8)
0.2	2	24	236	2,360	23,600	×	×	×
0.3	1	10	101	1,010	10,000	101,000	1,010,000	10,100,000
0.5	(0.35)	(3.5)	35	350	3,500	35,000	350,000	3,500,000
5.0	×	×	×	×	29	290	2,900	29,000
209D기준			1	10	100	1,000	10,000	100,000

* × : 적용할 수 없음.

- ③ 청정도의 회복성능
- ④ 오염물의 실내유입 누출
- ⑤ 실내압
- ⑥ 환기 횟수

(내) 환경조건에 관한 요구사항들의 항목을 비롯하여, 각 항목에 대한 사용자와 제작자간의 특정한 규약이 없을 경우의 일반적인 수치 범위를 제시한다.

- ① 온도
- ② 습도
- ③ 조도
- ④ 소음도
- ⑤ 진동도

(나) 건축물에 관한 요구사항들을 제시한다.

- ① 일반요구사항
- ② 벽과 천정
- ③ 바닥
- ④ 문
- ⑤ 창
- ⑥ 입구 통로
- ⑦ 현관

(때) 시설물에 관한 요구사항들을 제시한다.

- ① 필터
- ② 송풍 및 배관시설
- ③ 공기조화장치
- ④ 조명 설비
- ⑤ 화재나 일반적 안전 관리
- ⑥ 진공 청소장비
- ⑦ 기타 시설물

(3) 청정실의 성능평가

청정도 등급의 평가를 위한 공기부유입자의 농도측정방법 및 측정값의 분석·평가방법 등은 FS-209D를 주로 참조하여 작성하며, 유동에 관한 요구사항의 평가방법은 IES-RP-CC-006을 참조한다.

5. 결론 및 향후 연구계획

본 연구에서는 클린룸 및 오염제어에 대한 외국의 주요 기준들을 전반적으로 살펴보고, 특히 클린룸에 직접 관련된 기준들을 상세히 비교, 분석, 평가하여 기준 1차 시안을 작성하

였다.

공기청정도 등급의 규정에 있어서, 기존의 FS-209D 형식과 새로이 일본 JIS에서 제시할 형식의 두 가지가 있는데, 이에 대한 한가지의 채택은 현시점에서 다음과 같은 각각의 장단점을 지니고 있다. FS-209D에서의 규정은 이미 국내 CR 관련자들을 거의 모두에 의해서 소통되고, 십진법 호칭이 기억하고 부르기 쉽다는 이로운 점과 국제규격의 미터법에 준한 것이 아니라는 불리한 점이다. JIS 또는 JACA의 제시방법은 이와 반대로 미터법을 적용하였고, 기준되는 입자를 $0.1\mu\text{m}$ 으로 정함으로써 FS-209D의 한계인 class 1을 넘어서게 되었다는 점이다. 그러나 새로 발표될 규정이나 만큼 CR 관련자들의 청정도 등급개념에 대한 재인식이 필요하다는 점이다.

FS-209D식으로 표현한다고 해도, 현 $0.5\mu\text{m}$ 기준의 class 1보다 청정한 공간을 뜻하기 위해서 " $0.3\mu\text{m}$ 기준 또는 $0.1\mu\text{m}$ 기준의 class 1"이라고 표하는 방식을 일시적으로나마 도입하여 쓸 수는 있을 것이나 이의 남용을 뚜렷한 근거의 제시없이는 피해야 할 것이다.

제1차 CR 기준 연구자문위원회에서 제시된 바 CR의 시험·측정에 대한 기준이 가장 우선적인 과제로 건의되었으며, 시공·제작에 있어서는 그 기술개발속도가 상대적으로 빠르며 각 기업이 보유하거나 공개할 수 있는 범위의 선정이 어려우므로 전체적인 항목의 1차 시안이 작성된 후, 이를 바탕으로 차기년도 연구과정에서 작성한다.

시공 및 제작에 관련된 기준은 CR 관련 시공 및 제작업체에서 보유하는 전문적인 경험 지식을 기준의 작성을 위하여 충분히 참조할 수 있어야 할 것이다.

CR 시설·장치에 관련된 용어는 국내 CR산업에서 가장 보편적으로, 그리고 공통적으로 알려져 있는 내용들을 우선적으로 선택하여 작성하였지만 그 밖의 잘 인식되어 있는 몇몇 시설·장치물에 대해서도 그 정의가 규정되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 이춘식의, 클린룸 및 공장환기에 관한 연구, 과학기술처, 1985.
2. 이춘식의, 입자제어용 유동분배 시스템에 관한 연구(I), 과학기술처, 1987.
3. 이춘식·오명도의, 입자제어용 유동분배 시스템에 관한 연구(II), 과학기술처, 1988.
4. 이춘식의, 클린룸 기술 기준에 관한 연구 (I), 과학기술처, 1989.
5. 공기청정기술, 제 3집, 한국공기청정연구조합, 1988.
6. 클린룸의 성능평가지침, 일본공기청정협회, 1988.
7. AS 1386, Cleanrooms and Work-Stations, SAA, 1976.
8. AS 1387, Code of Practice for Cleanrooms and Work-Stations, SAA, 1976.
9. AS 1807, Methods of Test for Cleanrooms, Work-Stations and their accessories, SAA, 1976.
10. BS 5295, Part 1, Environmental Cleanliness in Enclosed spaces: Specification for Controlled Environment Clean Rooms, Work Stations and Clean Air Devices, BSI, 1976.
11. BS 5295, Part 2, Environmental Cleanliness in Enclosed Spaces: Guide to Construction and Installation of Clean Rooms, Work Stations and Clean Air Devices. BSI. 1976.
12. BS 5295, Part 3, Guide to Operational Procedures and Disciplines Applicable to Clean Rooms, Work Stations and clean Air Devices, BSI, 1976.
13. NF-X44-101, Definition et Classification de la Proprete Particulaire de l'Air et d'Autres Gaz, AFNOR, 1981.
14. NF-X44-102, Enceintes a Empoussiere-ment Controle-Definitions- Classification - Introduction a la Procedure de Reception et de Controle Periodique, AFNOR, 1983.
15. VDI 2083 Blatt 1, Reinraumtechnik: Grundlagen, Definitionen und Festlegung der Reinheitsklassen, VDI, 1976.
16. VDI 2083 Blatt 2, Reinraumtechnik; Bau, Betrieb und Wartung, VDI, 1976.
17. VDI 2083 Blatt 3, Reinraumtechnik: Meßtechnik, VDI, 1983.
18. Ake Moller, Contamination Control Standardization in Europe Today, Proc. 8th ICCCS, Milan, 1986.
19. Robert D. Peck, Contamination Control Standardization in the United States and Revision of U.S. Federal Standard 209B, Proc. 8th ICCCS, Milan, 1986.
20. Hans H. Schicht, Swiss Society for Contamination Control/Total Contamination Control: the Challenge for the Nineties, SRRT, 1988.