

클린룸 건설공사 프로토콜

Quality Assurance Protocols during Clean Room Construction

강 창 열*
C. Y. Kang

1. 서 언

근래 클린룸 공사의 수요가 점증하고 있으며 시공상의 유의사항 등이 구체화 되는 것이 요청되고 있다. 본고에 기술된 품질보증 프로토콜(議定書)은 공사의 각 공정에 적합하도록 여러 단계로 구분하여 최초 터파기 작업부터 최종적으로 목표 청정도를 달성하기까지의 연속 공정에 기준을 부여하여 공사를 완료하는데 도움을 주는 지침으로 활용될 수 있다.

그러나 여기서 제시하는 프로토콜이 모든 형태의 프로젝트에 적합하다고는 할 수 없으므로 각 클린룸의 특성에 부합되는 프로토콜을 사용자, 설계자, 시공자들이 합의하여 보완, 작성하도록 한다.

또한 사용자를 대표하는 품질보증 감독관(이하 감독관이라 칭함)을 선임하여 전체 공사 기간동안 공사현장의 청정도, 청정화방법과 검증레벨을 확인 감독한다.

단, 이 프로토콜은 공사방법, 공사 특기 시방 등 일반적인 공사 사항은 제외하고 건설공사 기간동안 목표로 하는 청정도까지 어떠한 단계를 거쳐 청정화 할 것인가를 규정한다.

2. 작업자 교육

감독관은 클린룸 공사에 참여하는 모든 인원에게 교육을 시켜야 한다. 특히 공사관리에

참여하는 사람은 필히 작업개시전에 감독관으로부터 교육을 이수하고 공사에 임하도록 한다.

교육내용은 다음 사항을 포함한다.

(1) 작업자 관리

클린룸 공사에 부적절한 개인의 습관

(2) 복 장

각 공사 단계별로 청정화 레벨에 적합한 복장 착용

(3) 작업습관

클린룸 환경조건에 부합되는 작업자의 행동

(4) 작업기준

설치된 장비에 대한 절단, 연마, 도장 등의 보수작업에 대한 지침

(5) 청정화 레벨

프로토콜에 규정한 여러 공사 단계별의 청정화 레벨의 기준

(6) 자재 반출입

클린룸으로 반입하기전 지정된 장소에서 포장해체 및 청정도 100,000 이상의 장소에서 원부자재의 세척

(7) 청소와 확인 절차

청정화 레벨에 부합되도록 프로토콜에 명시

(8) 청소 도구

청소용 솔벤트, 형접, 진공청소기 등은 사전에 승인을 득하고 사용

(9) 청소원

* 코리아엔지니어링 배관부

클린룸 청소에 경험이 있거나 교육을 받은 자에 한함.

(10) 출입구

작업자, 자재, 공구, 장비등의 출입구를 지정하고 작업자 출입구에는 정작 매트와 슈 크리너를 설치

(11) 출입자 통제

사전에 허가된 인원과 감독관의 승인을 득한 인원내 한하여 출입이 가능토록 하며 지정된 복장을 착용토록 유도

(12) 주간 공정회의

모든 공사 관련자와 공사감독 등 프로젝트의 공정관리에 책임이 있는 담당자는 감독관 주재하에 주간회의를 하여 청정화 레벨을 확인하고 시정사항에 대한 협의를 한다.

3. 기자재 반출입

현장으로 반입하는 장비와 자재의 취급방법을 규정한다. 반입되는 기자재의 포장, 운반, 인도의 과정에서 먼지등에 오염이 되지 않도록 철저히 관리한다.

특수한 환경에서 보관하여야 할 장비 또는 자재가 있다면 온습도, 청정도등을 고려하고 적절한 보안조치와 인원통제가 필요하다.

반입 기자재는 청결한 장소에서 포장을 해제하며 작업자는 청결한 복장을 착용하고 휴면 등 오염을 일으키는 행위는 삼간다.

포장해체시 기자재에 충격이나 손상이 가지 않도록 하며 감독관은 포장해체후 발생하는 포장용 자재를 폐기할 장소를 지정한다.

반입기자재는 눈에 보이는 크기의 먼지 (50~100 μ 크기의 먼지는 사람의 눈으로 확인 가능)를 제거하고 청정도 100,000 이상의 청정실로 옮겨 최소 두사람 이상의 전문세척요원이 부진복을 착용하고 지정된 형접 및 스펀트로 청결히 세척한다.

감독관은 이때 청정도, 세척방법, 확인사항등을 규정한다. 만약에 가능하다면 준비조, 세척조, 설치조 등 삼개조를 편성하여 준비조가 포장해체 및 단순세척, 세척조가 최종세척, 설치조가 클린룸 내에서 설치하도록 하는것이 바람직하다.

4. 청정화 레벨

감독관은 이 시점부터 청정화 레벨을 검사하고 프로토콜의 효율적인 관리에 대한 책임을 진다.

클린룸 공사에 사용되는 공구 및 기기는 해당 프로젝트에 한해 승인되며 공사에 더 이상 필요가 없을 때까지 현장에 보관한다.

공사용 공구와 기기는 그날의 작업이 끝나면 전문세척요원이 승인을 받은 세척방법으로 세척을 한다.

공구는 가능한 손상되지 않은 신품을 사용하도록 한다. 클린룸 건설공사를 진행하는 동안 편의상 청정화 단계를 구분한 청정화 레벨은 다음과 같다.

- (1) 건물 외벽마감 (building envelope)
- (2) 클린룸 구획 (isolate clean room)
- (3) 정압유지 (positive pressure)
- (4) 시운전 (system operation)
- (5) 필터설치 (HEPA installation)

4.1 건물 외벽 마감

클린룸이 있는 건물이 외벽, 지붕, 바닥등으로 외부와 격리된 상태로 이때부터 건물내부를 청소를 하여 청결히 하도록 노력한다. 그러나 통상 건축의 습식공사가 진행되는 상태이므로 건물내부를 청결히 하는것이 용이하지 않으므로 각 공사별로 그날의 공사가 끝나면 주변청소를 시행토록 하고 청소 전문인력을 별도로 운용하여 전반적인 청소를 시행한다.

4.2 클린룸 구획

건물내에서 클린룸이 구획되는 시점부터 적용하며 이때부터 작업자 및 기자재 반입구를 지정하여 통제한다.

클린룸이 상부로부터 바닥까지 완전히 구획되어 외부로부터의 영향을 최소화 하고 클린룸 내에서의 작업도 허용된 작업이외의 용접, 절단, 연마등의 작업은 먼지나 가스등이 확산되지 않도록 보안을 하여 작업을 시행토록 한다.

4.3 양압유지

클린룸내에 외기를 공급하여 실내 압력이 0.5mmAq 이상을 유지하도록 가압하여 외부로부터 먼지 유입을 방지하는데 이는 청정도를 유지하고 클린룸의 장기적인 운용을 도모하는데 있다. 일반적인 건축공사 시공방법으로 건설하고 필터설치 직전에 최종청소를 하여도 목표로 하는 청정도를 순간적으로는 얻을 수 있을지 모르지만 장기적으로는 필터와 수명이 단축되고, 잠복되어 있는 발전원에 의해 클린룸의 유지관리가 어렵게 된다.

따라서 프로토콜을 적용함으로써 공기를 단축하고 정밀시공이 가능할 뿐만 아니라 유지관리의 비용을 절감할 수 있으며 향후 클린룸이 발전함에 따라 더욱 발전된 프로토콜을 정립하는데 모두 참여하기를 바란다. 참고로 클린룸 품질보증 프로토콜의 예를 부록에 보인다.

부록> Clean Room Quality Assurance Protocol (例)

A. Construction Protocol

goal

contruction clean room clean

attitude

think clean-act clean-be clean

method

do it once - do it right

do it sooner not later

clean as you go

no dirt -no entrapment

control access

educate for attitude of cleanliness

result

save time on work

more accurate - fewer correction

save time - long term correction

save time - final clean

save time - construction period

save time - test & verify

best performance - certification

save budget

milestones

levels of cleanliness

0 : dirt

1 : building envelope

2 : isolate clean room

3 : positive pressure

4 : system operation

5 : filter installation

6 : as - built - test & verify

7 : at - rest - install process equip

8 : operating - certify & product

B. Job Site Protocol

safety

personnel control

safety audit

dress codes

regular work clothes

clean work clothes

non-shedding clothes

full gowning -smock

personal habits

contaminate free

no smoking

no eating

no drinking

job shed outside

toilet outside

work habits

minimum generation of contaminants

remove particle generation sources

never entrap dirt

new or clean tools

cleaning

broom cleaning

wet mop

wet wipe

vacuum cleaning
cleaning solvent

access

open access
controlled access
limited access

C. Protocol to Achieve Levels

building envelope

dry-in building
brick
plaster
roof
floor
doors
windows
broom clean - removal
open access
regular work clothes

isolate clean room

seal top to down
clean room perimeter wall
reduce particle sources
control - welding
cutting
grinding
drilling
no smoking, eating
broom, wet mop cleaning
controlled access
regular work clothes

positive pressure

establish positive pressure
make-up air
winterizing
gravity-even flow
remove particle sources
limit - drilling

paiting

wet mop, wet wipe, vacuum cleaning
limited access
clean work clothes - shoe change

system operation

final seals - wall
grid
floor
lights
start up - HVAC
- electric
- auto control
clean tools & material
wet mop, wipe, vacuum cleaning
limited access
non-sheoding clothes
tacky mats

filter installation

intense cleaning
wipe top to bottom
hvac - recirculation
install filter - HEPA/ULPA
test - scan & leak
air velocity & uniformity
solvent cleaning
full gowning

as-built

test - balance - verify
by fed. std. 209D

at-rest

install process equipments
adjust - laminar flow

operating

begin production
final testing
certification