

LEED Building Commissioning 업무 소개



김교린 Parsons Brinkerhoff Korea 기계팀 이사
CxA, LEED AP

1. Commissioning 의 목적 및 유익

Commissioning의 목적은 일반적으로, 건물 설비, 장비 및 시스템이 발주자의 프로젝트 요구 사항에 따른 설계 의도대로 설치되고, 기능하고, 성능 하는지를 통합적으로 검토, 점검, 시험 및 입증 하는 것이며, 장비 및 시스템에 대한 Quality Control 및 Quality Assurance 과정이다.

건물 설비의 운전이 개시 된 후에 운전 및 유지·보수 요원이 건물 설비, 장비 및 시스템을 잘 이해하고, 적절히 운영할 수 있도록 필요한 운전 및 유지·보수 매뉴얼 준비 및 교육 훈련을 실시 한다.

Commissioning Agent (Authority) 가 프로젝트의 사전 설계 단계부터 준공 후 운전 및 유지·보수 단계에 까지 참여함으로써, 설계시의 오류, 시공중의 설계변경, 준공시의 하자를 사전에 방지하고, 안정적이고 효율적인 운전 및 유지·보수를 수행하여, 결과적으로, 통합적인 최적의 효율적이고 친환경적인 건물 성능, 에너지 절감, 운전 및 유지·보수 경비 절감을 달성 할 뿐만 아니라 건물 사용자 및 입주자 들에게 안락하고 쾌적한 환경, 안전, 업무 생산성 향상 및 최적의 내부 공기품질을 제공하고 유지 하는데 있다. 이들을 통하여 시장에서의 건물 가치를 높일 수 있다.

요약하면

1. 건물의 기계 및 조명 설비와 관련된 발주자의 요구 사항 (Owner's Project Requirements)이 설계 기준 (Basis Of Design)에 반영이 되었는지 검토.
2. 장비 및 시스템이 발주자 요구 사항, 설계, 사양 및 도면

의 요구대로 설치되고, 성능 및 기능하는지를 통합적으로 점검, 시험 및 입증하는 품질관리(Quality Control) 및 품질보증 (Quality Assurance)의 과정.

3. 설계 단계에서 준공까지의 커미셔닝 각 단계 및 과정에 대한 기록 및 서류화.
4. 커미셔닝 계획서에 따라서 일관된 품질관리 및 보증 과정 수행.
5. 설계 단계에서 시공 단계에서 발생할 수 있는 하자를 사전에 방지 및 수정.
6. 건설비 절약 (하자 및 수정 사전에 방지)
7. 장비 및 시스템 발주 시 승인 자료 검토 및 승인(OPR 및 BOD 에 부합여부 검토).
8. 발주자, 설계자, 시공사 및 입주자 간의 Coordination 증진.
9. 운전 및 유지보수 매뉴얼 준비와 교육을 통하여 적절한 시설물의 유지·보수 달성.
10. 운전 및 유지·보수 비용 절감.
11. 최적의 에너지 절감 달성(Energy Modeling 목표값 입증 및 달성) 및 친환경적인 설비 유지.
12. 입주자에게 쾌적한 내부 공기품질을 제공함으로 건강과 업무효율 증대.
13. 시장에서 건물의 가치 상승 달성.

시공 단계에서의 Commissioning 은 시공도서에 따라서 다음의 특정한 목적을 달성하는 것을 목적으로 한다:

1. 해당 장비와 시스템이 제작자의 지시 및 추천에 따라서 설치되고, 운전에 관련된 사항들이 점검되었는지를 입

증 및 확인.

2. 각각의 장비 및 시스템의 성능을 확인 및 입증하고 서류화.
3. 향후 운전 및 유지·보수를 위한 매뉴얼이 완벽하게 작성되었는가를 확인.
4. 건물주의 운전 및 유지·보수 요원에게 적절하게 교육 및 훈련이 실시되는가를 확인.

2. LEED Commissioning 개요

LEED EA Prerequisite 1 'Fundamental Commissioning of Building Energy System'의 만족과 EA Credit 3 'Enhanced Commissioning'의 가점 항목으로 구분되며, 빌딩 에너지 및 운전·유지 보수 비용을 절약하고, 발주자 및 재실자에게 보다 안락한 환경을 제공하고 업무 생산성을 향상 시키며, 건물설비, 장비 및 시스템 등 발주자의 프로젝트 요구 사항에 따라서, 설계 의도대로 설치되고, 작동되는지를 통합적으로 검토, 점검, 시험 및 입증하기 위한 절차이다.

3. 과업 요구 사항(Construction Submittal in LEED)

LEED 인증을 획득하는데 USGBC에서 요구하는 Commissioning 과업을 요약하면 다음과 같다. 이중 Fundamental Commissioning의 Credit Item은 Prerequisite로서 반드시 수행하여야 하며, 이 Credit Item을 수행하여 USGBC로부터 승인 받는데 실패하면 LEED 인증 자체를 획득할 수 없다.

1) Fundamental Commissioning(EA Prerequisite 1):

1. 발주자의 Commissioning Authority (CxA) 선정 및 임명.
2. 90% 시공도서(CD: Construction Document) 완료 시, 발주자의 프로젝트 요구사항 OPR (Owner's Project Requirement) 이 설계자의 설계 의도와 기준 BOD (Design Intent & Basis Of Design)에 적용되었는지 확인 및 검토.
3. Commissioning 요구사항을 시공 도서에 반영.

4. Commissioning Plan 작성.
5. 장비 및 시스템에 대한 Prefunctional Checklist 및 Functional Checklist 작성.
6. Deferred & Seasonal Functional Test 실시.
7. 운전·유지 보수 인원에 대한 교육 실시 확인.
8. 최종 Commissioning 보고서 작성
9. 최종 Submittal Documents를 USGBC에 Online으로 Upload.

2) Enhanced Commissioning(EA Credit 3): (추가 과업)

1. 50% 시공도서(CD: Construction Document) 완료 시, 발주자의 프로젝트 요구사항 OPR (Owner's Project Requirement) 및 설계자의 설계 의도와 기준 BOD (Design Intent & Basis Of Design)에 적용되었는지 확인 및 검토.
2. OPR 및 BOD에 따른 시공자의 장비 및 시스템에 대하여 제작 발주 전 승인 요청 도서 및 서류 검토.
3. 시스템 매뉴얼 작성.
4. 설비, 장비 및 시스템의 운전 및 유지·보수 매뉴얼 작성 검토와 운전 및 유지·보수 요원의 훈련 및 교육 참가.
5. 입주 후 10 개월 이내에 관련 건물 설비의 운전 및 유지·보수 매뉴얼 및 지침대로 운영되는가를 확인.

4. Commissioning 수행 시스템

다음의 시스템은 LEED에서 요구하는 Commissioned System이며, 이 이외의 Systems에 대하여는 발주자의 요구에 따라서 추가로 실시할 수 있다. LEED에서 요구하는 다음의 Commissioned System은 Building 운전에서 가장 에너지를 많이 소모하는 System이다.

1. HVAC&R(Refrigeration) System
2. Domestic Hot Water System
3. Building Automation System(point to point checks)
4. Lighting & Daylighting Control
5. Renewable Energy System

5. Project 단계별 Commissioning 수행 업무

프로젝트 진행에 따른, 과업 단계별로 수행하여야 하는 Commissioning 업무에 대한 상세는 다음과 같다.

1) 계획 단계(Planning Phase)

1. CD 50% 단계에서 발주자의 프로젝트 요구 사항 (Owner's Project Requirement) 작성, 적용 및 검토 - Enhanced Commissioning 범위.
2. Commissioning 절차, 조직, 책임, 의무 및 범위를 포함하는 Commissioning 업무 수행 계획서 (Commissioning Plan) 작성.
3. CD 50% 단계에서 설계 의도 및 기준 (Design Intent & Basis of Design) 검토 - Enhanced Commissioning 범위.
4. Commissioning Checklist 및 Prefunctional Test 및 Functional Test Form 작성.
5. Commissioning 업무 수행 일정표 (Commissioning Schedule) 작성.

2) 설계 단계(Design Phase)

1. CD 90% 단계에서 발주자의 요구사항(Owners Project Requirement)에 기초한 시공 설계 도서 검토
2. Commissioning Specification 작성 및 입찰 도서에 반영.
3. 설비 및 시스템 운전 관련 설계 도서 검토 - Enhanced Commissioning.
4. 모든 프로젝트 참여 당사자들의 Commissioning 업무 수행과 관련된 책임 및 의무에 대한 기술 및 정의.
5. 시공 설계 도서의 Commissioning 가능성 및 시공성 검토 및 결과 보고.

3) 시공 단계 (Construction Phase)

1. 시공자의 장비 및 시스템 승인 요청 서류 검토 - Enhanced Commissioning 범위.
2. 설비 및 시스템 시공 점검(Installation Inspection).
3. 전체 공사 일정에 Commissioning 수행 일정 조정.

4. 현장 시공 점검 및 회의 주재.
5. 장비 및 시스템의 Start Up 및 Operational Acceptance Test.
6. Prefunctional Test 실시.

4) 수락 단계(Acceptance Phase)

1. TAB(Testing, Adjusting & Balancing) 일부 입회 및 보고서 검토.
2. Functional Test: 장비 및 시스템의 기능 및 성능 시험·입증(Final Acceptance Test & Verification).
3. 장비 및 시스템 하자 원인 및 수정 조치 사항 보고 (Commissioning Issue Log 작성).
4. 운전 및 유지·보수 매뉴얼(Operation & Maintenance Manual) 검토.
5. 분석 및 권고 사항을 포함한 최종 보고서 작성 및 제출.
6. Final Commissioning 보고서 작성.
7. USGBC에 Online으로 Final Submittal Documents Upload.
8. System Manual 작성 - Enhanced Commissioning 범위.

5) 준공 후 단계 (Post Occupancy Phase)

1. Seasonal Commissioning 수행.
2. 시스템 제어, 경보, 시스템 기능 및 성능 점검 및 입증 - Enhanced Commissioning 범위.
3. 입주 10개월 후, 운전/유지·보수 수행 점검 - Enhanced Commissioning 범위.
4. Warranty 확인 - Enhanced Commissioning 범위.

6. Commissioning 조직 및 임무

현장에서의 LEED Commissioning 업무 수행을 위하여 추천되는 참여 조직과 역할 및 책임은 다음과 같다. 각각의 Commissioning Team의 조직, 역할, 업무 범위 및 책임은 발주자의 요구 및 프로젝트의 성격과 특징에 따라서 달라질 수 있다. 여기에서는 일반적인 Commissioning 조직 및 임무에 대하여 기술한다.

1) Commissioning Team

1. Commissioning Authority (CxA)
2. Project Manager (PM)
3. Construction Management Firm (CM)
4. General Contractor (GC)
5. Architect & Design Firm (A/E)
6. Mechanical Contractor (MC)
7. Electrical Contractor (EC)
8. TAB Firm (TAB)
9. Local Commissioning Agent (Cx)
10. Control Contractor (CC)
11. Subcontractor (Sub)
12. Supplier, Manufacturer, Trader.

2) Management

CxA(Commissioning Authority)는 Commissioning 업무와 관련된 모든 과업 수행을 위하여 현장의 Commissioning Team의 조직과의 업무 협조, 지시 및 행정적 관리를 담당한다. 모든 진행 사항은 CM 에게 보고 한다.

3) Scheduling

CxA는 시공자의 기공 스케줄을 기반으로 하여, Commissioning에 관련된 모든 과업에 대한 스케줄을 수립 및 작성하고, 공정의 진행에 따라서 수정하고, 관련된 조직 및 인원과 협조하여 관련된 업가 공정표대로 수행되도록 관리하고 통제한다.

4) Commissioning Plan

CxA는 Commissioning Plan을 작성하고, Commissioning의 진행에 따라서 Update하여 최종 Commissioning Plan을 작성 한다.

5) Commissioning Team 의 책임 및 업무

1. 모든 Commissioning Team
1. Commissioning Plan에 따라서 과업 및 업무 수행.

2. 업무 구분, Communication, 협조 및 책임에 관련한 Scoping, 및 필요 시 추가적인 모든 CxA 주관 Meeting에 참석.

2. Architectural Design Firm

[시공 및 수락 단계]

- Scoping Meeting 및 기타 선별적인 Meeting 참석.
- 계약상의 업무 범위에 따라 달라지나, 일반적으로 승인용 제출 서류 검토, 준공도면 작성, O&M Manual 작성, 현장 점검, 등.
- 설계 기준(Basis of Design: BOD) 및 설명서 작성 및 제출.
- Commissioning 중 발견되는 시스템 결함에 대한 분석 및 해결책 제시.

[보증 기간]

- 보증 기간 동안의 Commissioning에서 확인되는 설계 및 성능 결함에 대한 해결책 제시.

3. 기계 및 전기 Design Firm

[시공 및 수락 단계]

- 계약상의 업무 범위에 따라 달라지나, 일반적으로, 장비 및 시스템 승인 요청 서류 검토, 준공도면 작성, 현장 시공 방문 참관, 시스템의 시운전 전에 현장 점검 실시.
- 설계 기준 (BOD) 및 설명서를 CxA에게 제출하고, CxA의 장비 및 시스템 시험 절차서 작성에 필요한 도서 제공 및 지원.
- Scoping Meeting 및 기타 선별적인 Meeting 참석.
- Commissioning 중 발견되는 시스템 결함에 대한 분석 및 해결책 제시.
- O&M Manual 검토 및 승인.
- HVAC 시스템 관련 One Line Diagram의 Update 및 시공자와 CxA에게 제공.

[보증 기간]

- 보증 기간 동안의 Commissioning에서 확인되는 설계 및 성능 결함에 대한 해결책 제시.

4. Commissioning Authority (CxA)

[시공 및 수락 단계]

- Commissioning 업무 및 과업과 관련한 모든 업무, Commissioning Team 및 조직 간의 업무 협조를 주

관하고, 관리.

- Commissioning Schedule 작성 및 관리.
- Commissioning Plan 작성, 수정 및 Update.
- 각종 현장 회의 소집, 주관 및 회의록 작성.
- Contractor의 장비 및 시스템 시운전 (Start Up) 절차서 검토 및 Contractor로 부터 Commissioning과 관련한 장비 및 시스템 제작사의 O&M Manual 데이터 및 정보 수집.
- 자동제어 Contractor로 부터 자동제어 시퀀스 데이터, 매뉴얼 및 도면 수집하여 시험 절차서 작성.
- Prefunctional Test Checklist 작성 및 현장 Test 일부 입회 및 Verification.
- Contractor의 장비 및 시스템 Start Up 절차 및 계획서 검토.
- 현장 방문 및 장비/시스템 설치 Observation.
- HVAC 배관 수압 및 Flushing 일부에 대한 현장 입회.
- HVAC 덕트 누기 시험 및 Cleaning 일부에 대한 현장 입회.
- TAB 일부 입회 및 보고서 검토.
- Functional Test Checklist 작성 및 현장 Test 일부 입회 및 Verification.
- Functional Performance 분석.
- Deficiency Tracking 및 Correction Log 작성.
- O&M Manual 검토.
- Contractor 의 운전 및 유지·보수 요원 교육 및 훈련 계획서 검토.
- 최종 Commissioning Report 작성.
- System Manual 작성 - Enhanced Commissioning.
- 계절적 Functional Test 일부에 대한 현장 입회.
- 시공자의 장비 및 시스템 승인 요청 서류 검토 및 승인 - Enhanced Commissioning.
- 입주 후 10개월 후 O&M Manual에 따라서 운전 및 유지·보수가 되고 있는지를 Verify-Enhanced Commissioning.
- 보증 기간의 장비 및 시스템 보증서 검토.

5. Construction Manager (CM)

[시공 및 수락 단계]

- Commissioning 업무 및 과업에 관련하여 시공사 및 설계사와 CxA 간의 업무 협조 및 스케줄 관리.

- Commissioning Plan 검토.
- Scoping Meeting 및 기타 Commissioning 관련 Meeting 참석.
- CxA 의 Commissioning 에 필요한 각종 장비 및 시스템 관련 데이터, 도면, 승인 자료 제공.
- Prefunctional 및 Functional Checklist 검토.
- Commissioning Progress 및 결함 보고서 검토.
- Contractor 의 건물주의 운전 및 보수, 요원 교육 협조.

6. General Contractor (GC)

[시공 및 수락 단계]

- Commissioning 업무 및 과업에 관련하여 CxA와의 업무 협조 및 스케줄 관리.
- CxA가 준비한 Prefunctional 및 Functional Test Checklist와 절차서에 따라서, 현장의 관련 Contractor들과 함께 현장에 설치된 장비 및 시스템의 Start Up, Prefunctional 및 Functional Test를 실시하고, 결함이 발견될 경우 관련 Contractor로 하여금 수정 및 Recommissioning을 실시 하도록 지시.
- CxA가 Commissioning에 필요하여 요청하는 각종 도면, 데이터 및 정보 제공 및 협조.
- 각종 장비 및 시스템의 승인 요청 및 승인 서류를 CxA 에게 제출 - Enhanced Commissioning.
- Scoping Meeting 및 기타 Commissioning 관련 Meeting 참석.
- 운전 및 유지·보수 요원 교육 및 훈련 실시에 협조.
- O&M Manual 준비.
- 관련 Contractor들과 함께, 계절적(Seasonal) 장비 및 시스템의 현장 Functional Test를 실시.

7. Equipment Supplier, Manufacturer, Traders

- 승인 요청 서류, 데이터, 자료, Start Up 절차서, 보증서 제출.
- Contractor의 장비의 Prefunctional 및 Functional Test 지원 및 관련 특수한 공구 및 계기 지원 혹은 직접 실시.
- 설치 및 운전·유지 보수 매뉴얼, 교육 훈련 관련 자료 및 기술 자료 제공.

- CxA가 요청하는 장비 및 시스템의 운전 및 시험 Sequence Operation과 절차서 제공.

8. Mechanical, Control and TAB Contractor

[시공 및 수락 단계]

- 장비 및 시스템 구매 시 Commissioning의 요구 사항을 포함시키고, 관련 기술 데이터, 설치, 운전 및 유지·보수 매뉴얼, Start Up 절차서 등을 제작사로부터 입수하여 CxA에게 제공.
- CxA가 주관하는 모든 현장 회의 참석.
- 장비 및 시스템의 Sequence of Operation, 자동제어 매뉴얼, Point Check List, 도면 제공.
- 장비 및 시스템 관련 서류 준비 및 승인 요청.
- Start Up 절차서 작성 및 수행.
- CxA가 제공하는 Prefunctional & Functional Checklist를 가지고 현장에서 Prefunctional Test 및 Functional Test 수행.
- Commissioning 중에 발견되는 결함 사항 수정 및 당해 장비/시스템에 대한 Functional Test 재실시.
- O&M Manual 작성 및 제출.
- 운전 및 유지·보수·요원 교육 실시.
- 계절적(Seasonal) Functional Test 수행.
- TAB Contractor는 TAB 실시 전에 TAB 절차서 및 Form을 제출하고, CxA가 전체 TAB 수행 중 10%를 입회 할 수 있도록 협조하며, Final TAB Report를 CxA에게 제출.

9. Electrical Contractor

[시공 및 수락 단계]

- 장비 및 시스템 구매 시 Commissioning의 요구 사항을 포함시키고, 관련 기술 데이터, 설치, 운전 및 유지·보수 매뉴얼, Start Up 절차서 등을 제작사로부터 입수하여 CxA에게 제공.
- CxA가 주관하는 모든 현장 회의 참석.
- 장비 및 시스템 관련 서류 준비 및 승인 요청.
- Start Up 절차서 작성 및 수행.
- CxA가 제공하는 Prefunctional & Functional Checklist를 가지고 현장에서 Prefunctional 및 Functional Test 수행.
- Commissioning 중에 발견되는 결함 사항 수정 및

당해 장비/시스템에 대한 Functional Test 실시.

- O&M Manual 작성 및 제출.
- 운전 및 유지·보수·요원 교육 실시.
- Seasonal(계절적) Functional Test 수행.

7. Meetings

1) Scoping Meeting

1. 일반적으로 공사 착공 후 90일 이내에 실시하나 현장 여건 및 공정 스케줄에 따라서 실시.
2. Commissioning 업무 및 과업에 관련되는 모든 조직, Team, Contractor, Supplier 등 참석.
3. Commissioning 과업에 참여하는 조직 및 인원 소개, Commissioning Process 설명, Communication Protocol 작성, 보고서 및 서류 관리 보고, 체계 확정.
4. 각 Team Member의 책임과 역할 분담 및 설명, Commissioning Plan Review.
5. Commissioning Process 및 Schedule 협의.
6. 정보 교환 및 Commissioning 과업 수행과 관련된 질의 및 응답.
7. 향후 Commissioning 관련 Meeting Schedule 협의.

2) Commissioning Meeting

1. 매주 한번 현장에서 정기적으로 Commissioning Team Member들과 회의를 주재.
2. Commissioning Plan과 상기에 언급한 단계별 Commissioning 업무 및 과업에 관련한 스케줄, Progress, 협조 사항, 정보 교환, 데이터 수집.
3. 진행 현황 파악 및 Commissioning Plan에 따른 보고서 작성.

8. Site Observation

1. 매월 정기적으로 현장 방문하여 Commissioning 및 현장 시공 스케줄 확인 및 Update.
2. 현장의 시공 및 장비 설치 확인.
3. Commissioning Team의 업무 수행과 관련한 협조 및 Consulting.

9. Progress Report and Issue Logs

Prefunctional 및 Functional Test가 시작되기 30일 전까지는 매월 Commissioning Progress Report를 제출하며, Test가 실시되는 동안에는 매주 Report 작성하여 CM에게 제출한다. 이 Progress Report는 Commissioning Plan에 첨부될 Commissioning Progress Record & Report 및 Commissioning Issue Log 양식을 사용하여, Commissioning에 관련한 스케줄, 각종 Test 현황, 결함 및 수정 상황과, 장비 및 시스템 관련 데이터, 승인 서류, 도면, O&M Manual 서류 준비 등을 기록 한다.

10. Prefunctional Checklist, Test and Start Up

Prefunctional Test는 일종의 정적인 검사 및 절차로서, 관련된 Contractor가 수행하며, 설치된 장비 및 시스템이 도면, 사양서, 제작사의 설치 지시대로 납품되어 설치 되었는가를 검사하고, 시운전 (Start Up)을 준비하는 단계이다. CxA 가 작성한 Prefunctional Checklist에 의하여 Test를 실시하고 기록한다. 관련 Contractor는 장비 및 시스템의 제작사로부터 관련 자료를 수집하여, 개개의 장비 및 시스템의 Start Up 절차를 작성하여 CxA의 검토를 받는다. 시험 중 결함이 발견되면 기록하고 관련 Contractor로 하여금 수정하게 한다. Prefunctional Test는 모든 설치된 장비에 대하여 실시하며, Functional Test 스케줄 전에 완료하여야 한다. CxA 는 전체 Test 중 약 10%에 해당되는 시험에 입회한다.

11. Functional Test and Verification Procedures

Functional Test는 일종의 동적인 시스템 시험으로서, 완전한 모든 장비 및 시스템의 운전 상태에서 CxA 가 작성한 Functional Checklist에 따라서 Test를 관련 Contractor가 실시 한다. 각종의 설정된 Mode 에서 시스템의 성능 및 작동, Sequence of Operation에 따른 시스템 작동 및 성능을 Test 한다. Functional Test는 매뉴얼 혹은 자동제어 시스템의 Data Log 및 Monitoring을 통하여 수행 할 수 있다. 시험 중 결함이 발견되면 기록하고 관련 Contractor로

하여금 수정하게 한 후 다시 당해 성능 시험을 실시한다. Functional Test는 모든 설치된 장비 및 시스템에 대하여 실시하며, CxA는 전체 Test 중 약 10% (Commissioning Plan에 개개의 입회 할 장비 및 시스템의 % 표시)에 해당되는 시험에 입회한다.

12. O&M Manual

해당 Contractor가 제작사로부터 데이터, 기술 자료, 설치 Instruction, 운전 절차서, 운전 및 유지·보수 매뉴얼을 수집하여 O&M Manual을 작성하여 CxA에게 제출 하고, CxA가 검토한다.

13. Deferred & Seasonal Testing

- 1) Deferred Testing: 어느 해당 장비 및 시스템의 점검 및 시험이, 건물의 구조 및 재실자의 요구조건이 변경되었거나, 혹은 성능 및 기능 시험시 결함이 발견되어 건물 준공 후 기간이 경과한 후, 수행되는 Test를 말한다.
- 2) Seasonal Testing: 당해 프로젝트가 사 계절을 갖는 지역에 위치하는 경우에, 만약 공사가 여름 혹은 겨울에 준공되어 Functional Test를 시행하게 되는 경우, 난방 혹은 냉방 관련 Functional Test를 해당 계절이 왔을 때 수행하는 것을 말한다.