설비공사의 커미셔닝 (Commissioning) 절차 소개

문 대 희
한미설비(주) (dhjhmoon@hanmail.net)

커미셔닝의 목적 및 개요

목적

커미셔닝은 건축기계설비 분야에 대하여 건축주의 의도를 반영하고, 고품질의 시설과 잠재적 비용의 절감을 제공하기 위하여 체계적인 절차로 효율적인 설계와 시공 및 설계의도 성능이 확보되도록 하며, 설비 시스템에 대한 객관적인 견해를 건축주에게 제공하는 것을 목적으로 한다.

그러므로 커미셔닝 수행자는 설계자나 시공자의 역할을 감소시키지 않으며 시스템의 시공, 운전 및 성능에 따른 공평하고 객관적인 견해를 건축주에게 제공하며, 효율적인 건축 기계설비 시스템의 성능확보를 위한 가장 중요한 요소로써 모든 시스템의 설계, 설치, 성능시험, 운전유지성 등을 확인, 검증하여 문서화하고 보증하는 과정이며, 건축기획에서 시작되어 설계, 시공, 시운전, 승인절차(준공) 및 사후교육 등을 포함하여 건축물의 라이프 사이클 전반에 걸쳐 적용되어진다.

특히 커미셔닝이 건축기계설비 시스템에 적용되어 중요하게 부각되는 이유는 건축물을 구성하는 시스템 중에서 타 계통과의 기능적 연동이 가장 많기 때문이며, 합리적인 절차서에 따라 객관적인 검증을 수행함으로서 시스템의 완성도와 질을 향상 시키는데 그 목적이 크다.

관련규격

(1) 대한설비공학회(SAREK): Korea Association Mechanical Engineering Societies
(2) NEBB : National Environment Balancing Bureau
(3) AABC : Associated Air Balancing Council
(4) ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
(5) SMACNA : Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association

업무대상

대상설비의 범위는 다음과 같으며 일부 항목별 수행이 가능하다.

1) 열원 및 반송설비

냉동기, 냉각탑, 보일러, 열펌프, 열교환기, 순환펌프, 수처리 장치, 탱크류, 배관, 부속장치 및 기타 관련설비

2) 공기조화 및 환기설비

공기조화기, 송풍기, 공기열교환기, 덕트 기구류, 댐퍼류, 방열기기류, 덕트 및 기타 관련장치

3) 위생설비

탱크류, 펌프, 오배수 통기설비, 수량측정기, 배관, 위생기기류 및 기타 관련설비

4) 소방설비

옥내소화전설비, 스프링클러설비, 연결송수관설

비, 불연성가스소화설비, 제연설비, 소화설비, 제어반 및 수신반 및 기타 관련설비

5) 자동제어설비
중앙감시반, 밸브모터, 댐퍼모터, 각종 조절기, 각종 감지기, DDC, 수위조절기 및 기타 관련 장치

6) 기타설비
주방설비, 가스설비, 수처리 설비 및 기타 관련설비

용어설명

사용된 용어의 정의는 다음과 같다.

- 건축주 계획 : 시설물에 대한 건축주의 전반적인 이상과 어떻게 사용 되고 운영될지에 대한 기대의 윤곽을 나타낸 문서
- 검증 : 모든 설비 시스템, 구성요소 및 시스템 상호간의 호환성이 계약문서에 따라 적합하게 작동하는지 확인하기 위해 수행하는 전반적인 점검과 시험
- 기능성능시험 : 시스템의 성능이 최종설계 의도에 적합한지를 확인하는 과정
- 설계기초자료 : 기상자료, 실내 환경조건, 적용한 규격, 표준, 규정 및 지침서 등을 포함한 설계의도를 달성하기 위하여 필요한 모든 정보
- 설계의도 문서 : 설계의도의 항목과 조건을 명확하게 정의하여 세부적이 고 상세한 내용이 기록된 문서
- 시공 기록 : 실제 시공된 상태 등을 정확히 나타내는 자료
- 시공 책임자 : 전체 공사 과정을 관리해야할 책임 있는 지정인, 회사 또는 대리인
- 시스템 설명서 : 운전 및 유지관리 설명서와 커미셔닝 과정에서 얻어진 부가적인 정보를 포함한 시스템을 설명한 종합 문서
- 운전성능시험 : 장비나 시스템의 성능이 설계 의도에 적합하게 운전되는지를 확인하는 과정
- 준비 확인서 : 모든 장비, 시스템 및 자동제어의 현장설치검증, 운전성능시험이 완료되어 기능성능시험을 시작할 수 있는 조건에서 발급되는 문서
- 커미셔닝 : 시스템이 적절히 설계, 설치되어 기능시험과 설계 의도에 적합하게 운전유지 관리가 가능하도록 보증하는 과정
- 커미셔닝 계획 : 커미셔닝의 각 단계별 절차 과정을 세부적으로 표현한 문서
- 커미셔닝 보고서 : 시스템 성능과 미해결된 문제점을 포함한 커미셔닝 과정의 결과를 기록한 문서
- 커미셔닝 시방서 : 커미셔닝 계획의 설계단계에서 작성되는 공사의 목적, 범위, 수행과 커미셔닝 과정의 인수단계를 자세히 나타낸 계약문서
- 커미셔닝 수행자 : 커미셔닝 전체 과정을 총괄하고 검증시험을 수행하는 지정인, 회사 또는 대리인
- 커미셔닝 관련자 : 커미셔닝 과정을 진행하는데 있어서 함께 수행해야 할 책임이 있는 관련 회사 또는 대리인
- 현장설치검증 : 장비나 시스템이 설계도서와 시방서에 따라 설치되었는지를 확인하는 과정

수행 흐름도 및 조직도

수행 흐름도(그림 1)

수행 조직도(그림 2)

계획단계

커미셔닝은 프로젝트의 착수와 동시에 시작되는 것이 바람직하며, 절차는 계획 단계부터 시작하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 건축주의 여건에 따라 착수시기를 조정할 수 있다.

계획 단계의 절차

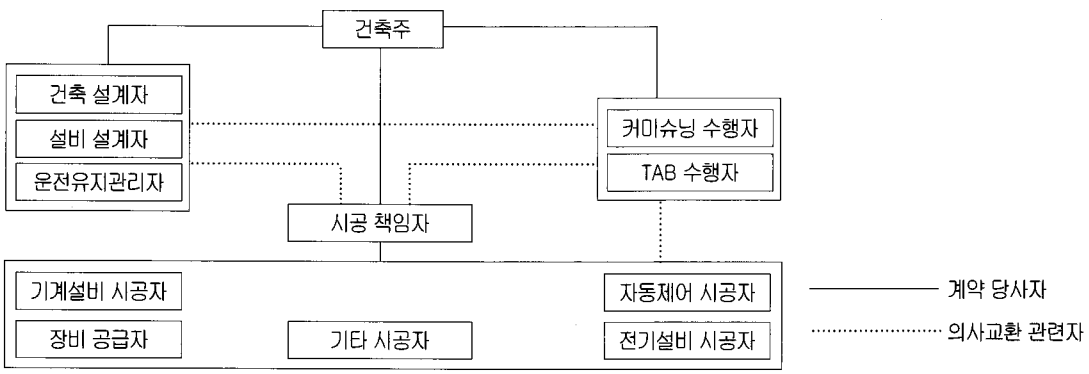
(1) 건축주 계획의 문서화
(2) 설계의도 문서화
(3) 커미셔닝 계획 수립 및 공정표 작성
(4) 설계의 기본 방향 검토

건축주 계획의 문서화

건축주 계획은 목적, 주요 항목과 기준, 소요비용 및 제한사항 등을 포함한 건축주의 전반적인 구상과 시설물이 어떻게 사용될 것인지를 나타내야 한

계획단계	커미셔닝 수행계획	• 건축주 요구사항 문서화 • 커미셔닝 관련자의 책임과 역할 구분 • 커미셔닝 계획 수립
설계단계	설계의도의 문서화	• 설계의도 문서화 작성 • 커미셔닝 시방서 작성, 검토 • 커미셔닝 계획 구체화 • 설계자료 검토
시공단계	시공중 커미셔닝 및 현장설치검증	• 설비와 시스템이 정확하게 설치되어 있 는지 검증 • 시스템과 장비의 제작도면 검토 • 커미셔닝 계획의 세부사항 최종 정리 • 설비 시스템의 유지보수 접근성 검토 • 설비 시스템의 운전성능시험 할 준비 여부
	운전성능시험	• 설비와 시스템의 운전성능시험에 조정, 입회, 검증 • 장비제작사의 추천에 따른 시운전 및 시험 • 온도제어 장치의 교정 및 시험 • 시스템과 장비간의 상호연동 시험, 검증
인수단계	검 증	• 자동제어 계통의 시험, 검증 • TAB 보고서 검증 • 결함의 보완 • 검증보고서 작성
	기능성능시험	• 설비와 시스템의 기능성능시험에 조정, 입회, 검증 • 설비와 시스템이 기대되는 성능 표준과 비교 • 설비와 시스템이 상호간에 정확하게 작동 여부 검증 • 시스템이 건축주에게 인계되어 운전할 준비 여부 확인
	운전관리자 교육	• 교육훈련 계획서 준비, 교육 실시 • 운전 및 유지관리 설명서 작성, 설명 인
	커미셔닝 보고서	• 커미셔닝 계획서, 검증 및 시험 점검표, 시스템 설명서를 포함한 모든 필요한 문서와 커미셔닝 보고서 제출

[그림 1] 수행 흐름도



[그림 2] 수행 조직도

다. 또한 건물의 사용시간대와 활용 방안, 사용자 요구사항, 건축 재료, 건축 품질, 시스템 기능과 에너지, 실내 공기질 및 환경 성능 기준 등이 나타나 있어야 한다. 건축주 계획은 초기설계의도 문서와 커미셔닝 계획의 구체화에 필요한 주요 요구사항을 포함하며, 커미셔닝 과정과 조직 구조의 범위를 정하여야 한다. 건축주 계획은 다른 문서를 구체화하는데 기초가 되는 중요한 문서이며, 효과적인 커미셔닝 수행을 위해서 정보를 충분히 제공하여야 한다.

설계 의도 문서화

명확한 설계 의도는 커미셔닝 과정에서 필요한 가장 중요한 사항이며 프로젝트의 성공 여부를 결정하는 아주 중요한 문서이다. 초기설계의도 문서는 건축주 계획의 구체적인 정보를 상세히 설명한 것이며, 아래와 같은 사항 등을 포함한다. 초기설계의도 문서가 승인되면 이것은 설계의 출발점이 되며 프로젝트 설계에 대해 애매하거나 불확실한 경우에 참고한다.

커미셔닝 계획 수립

커미셔닝 계획은 프로젝트를 진행하는 과정 중 각 단계에서의 커미셔닝 절차를 정의한 문서이며 시스템의 설계와 시공과정 중에 지속적으로 보완되어야 한다. 설계 개념이 초기설계의도 문서로부터 시작되는 것처럼 초기의 커미셔닝 계획은 시스템을 커미셔닝 하기 위하여 필요한 과정의 윤곽을 정하는 것이다. 커미셔닝 계획은 커미셔닝 과정을 구체화하고 프로젝트의 모든 참여자들에게 계획을 전달하는데 필요하다.

설계의 기본 방향 검토

설계의 기본 방향은 건축주 계획과 설계의도 문서에서 제시한 성능 기준에 일치되고 부응해야 하며, 설계기준, 건물 관련법규, 환경기준 목표와 관련하여 제안된 시설물에 대한 난방, 환기 및 공기조화를 위한 요구사항을 포함한다. 설계의 기본 방향은 설계자로부터 건축주가 선택할 수 있도록 안을 준비한다. 설계 의도 및 설계의 기본방향은 중요하기 때문에 설계 문서에 포함되어야 한다.

설계단계

설계 단계는 설계의도 문서의 수정보완과 설계도서의 검토, 커미셔닝 계획의 구체화, 커미셔닝 시방서 검토 등을 통하여 인수 단계까지 성공적으로 커미셔닝이 수행되도록 하는 중요한 단계이다.

설계 단계의 절차

(1) 설계의도 문서화의 수정보완
(2) 설계도서의 검토
(3) 커미셔닝 계획을 지속적으로 구체화
(4) 커미셔닝 시방서 검토
(5) 설계의도 이행을 위한 계약문서 검토

설계의도의 문서화

설계획단계에서 수립된 건축주의 설계의도가 반영되어 있는지 확인하고, 초기 설계의도의 변경이 있는 경우에는 문서화하고 검토와 승인과정을 거치도록하며, 설계의도 문서는 설계자와의 계약문서에 포함되어야 한다.

설계도서 검토

설계도서는 설계자의 책임 범위에 있지만 커미셔닝 수행자는 현장 경험을 바탕으로 실질적이고 가치의 관점에서 설계도서를 검토한다. 설계 단계에서 검토되고 고려되어야 할 내용은 건축주의 계획과 설계의도 반영 여부, 실내외 온습도 조건 등 설계의도 조건의 적용 여부, 시스템 사이의 연계성과 모순사항, 시스템에 영향을 미칠 수 있는 예상되는 문제에 대한 검토 등이다.

커미셔닝 계획 구체화

설계단계에서의 커미셔닝 계획은 커미셔닝과 관련된 모든 참여자들의 활동범위를 구체적으로 나타내어야 한다. 즉 업무의 범위, 각 관련자의 책임과 역할, 조직, 공정계획 및 커미셔닝 시방서 준비에 필요한 세부사항을 명시해야 한다.

커미셔닝 시방서 검토

커미셔닝 시방서는 공사 시방서의 일부분으로 설계 단계 이후의 커미셔닝 과정에 대한 각 관련자와

의 계약문서를 충족시키기 위하여 필요하다. 커미셔닝 시방서는 시공단계, 승인단계, 인수단계의 커미셔닝 과정에 있어서 목적과 범위를 상세히 나타낸 것으로 커미셔닝 관련자 구성원의 작업 범위, 역할, 책임, 요구사항을 명시해야 한다. 커미셔닝 시방서는 검증과 시험 및 인수 단계 절차를 구체적으로 나타내야 한다. 여기에는 요구사항을 명확하게 하기 위해서 점검표 양식과 시험 양식 견본을 포함한 평가해야 할 장비와 시스템 목록이 포함되어야 한다.

계약 문서 검토

건축주와 각 관련자와의 계약 문서에는 설계의도와 커미셔닝 수행과 관련된 지원 업무에 대한 책임과 역할에 대하여 명확히 나타나 있고 충분하게 설명된 문서로 준비되어야 한다. 준비된 계약문서와 설계의도 문서를 검토하여 건축주에게 보고한다.

시공단계

커미셔닝 과정의 시공단계는 기계설비 공사의 착수, 설치 및 운전까지 포함한다. 커미셔닝 수행자는 기계설비 시스템이 설치되기 전에 필요한 각종 승인서, 시공도면, 시공방법 등을 검토하고 협의를 통하여 올바르게 설치 시공되도록 확인한다. 또한 커미셔닝 관련자와의 원활한 의견교환을 통하여 순조로운 공사진행과 커미셔닝의 목적을 달성하여야 한다. 그리고 공사진행 과정의 자료화와 문서화를 통하여 운전 및 유지관리에 필요한 자료를 확보한다.

시공 단계의 절차

(1) 제출 문서 검토
(2) 커미셔닝 계획 보완
(3) 설계 변경 검토
(4) 현장설치검증
(5) 운전성능시험 입회
(6) TAB 수행 관찰
(7) 운전 및 유지관리자 교육 준비
(8) 주기적인 커미셔닝 관련자 회의 개최와 의견 조율

제출 문서 검토

제출 문서는 시공 전에 검토를 완료하여야 한다. 제출 문서는 시공 도면, 장비 승인서, 시험 및 조정 절차와 양식, 시험에 사용할 자료, 시험 절차, 보고서 양식 및 점검표 등을 말한다. 보일러, 냉동기, 응축기, 열교환기 및 코일과 같은 열교환 관련 장비의 장비 승인서에는 전체 운전범위의 최대부하와 부분부하에 대한 성능 자료가 포함되어야 하며, 이 자료에는 용량, 유량, 유속, 압력손실, 동력, 회전수, 전기 관련 자료 및 기타 필요한 자료가 포함되어야 한다. 장비 승인서 검토 이후에는 장비에 대한 운전 및 유지관리 자료, 부품 목록, 설치 지침서, 전용 공구 등을 포함한 관련 자료는 시방서의 요구 조건에 따라 제출되어야 한다.

커미셔닝 계획의 보완

커미셔닝 계획은 시공 단계의 설계 변경을 포함하여 설치된 장비와 시스템에 적합하도록 지속적으로 보완하여야 하며 전체 프로젝트 공정에 맞추어 커미셔닝 활동이 계획되어야 한다. 그리고 여기에는 각 관련자들이 커미셔닝 계획을 수행하는데 필요한 임무를 명확하게 나타내고 커미셔닝 관련자에게 통보한다.

현장설치검증(FIV, Field Installation Verification)

현장설치검증은 설계도서와 시방서에 따라 시공되었는지의 여부를 확인하기 위하여 실시하며 운전성능시험의 준비 단계로써의 점검도 실시된다. 커미셔닝 수행자는 설치대수가 많은 경우에는 일부 대상에 대하여 검증한다. 현장설치검증은 현장설치검증 점검표 양식을 참고하여 작성하며, 설계 규격 적합 여부, 배관계통에 대한 수압시험 등의 사항도 포함한다.

• 현장설치검증 내용

현장설치검증은 다음의 사항을 포함하여 검증한다.

1) HVAC 시스템 : 열원장비, 공조기, 팬, 펌프 등
 가) 설치장비의 상태
 나) 설계 용량에 적합 여부
 다) 시방서와 제작도면에 따른 규격
 라) 성능곡선 또는 성능자료
 마) 설치도면

2) 터미널 유닛
가) 수량, 크기, 규격 일치 여부
나) 조절 댐퍼
다) 조절 요소의 적합성
라) 입출구 조건

3) 급배기 덕트 시스템
가) 크기와 두께 및 형상의 적합성
나) 분기와 변곡부의 적합성
다) 이음부의 적합성과 밀봉
라) 브레이싱과 보강방법
마) 방화댐퍼, 배연댐퍼의 상태와 적합성
바) 조절댐퍼와 차단댐퍼의 상태와 적합성
사) 시공표준, 행거, 보온, 배열의 적합성

4) 냉온수 배관시스템
가) 배관 재질의 적합성
나) 배관의 규격과 배열상태
다) 이음부속의 적합성
라) 공기 및 물 빼기 장치
마) 밸런싱 밸브의 위치와 접근성
바) 스트레이너의 접근성과 걸름망 규격
사) 각종 밸브의 규격, 위치와 접근성
아) 지지철물, 보온 상태
자) 시공표준에 따른 설치상태

5) 증기, 응축수 배관 시스템
가) 트랩의 위치와 접근성
나) 드립 레그와 접근성
다) 응축수 환수조의 조건과 접근성
라) 보일러 급수 시스템의 적합성
마) 시공표준에 따른 설치 상태
바) 지지철물, 보온 상태

6) 자동제어
가) 구성요소의 설계도서 일치 여부
나) 감지기의 설치 위치
다) 조절 패널의 구성과 상태
라) 배관, 배선의 규격 확인
마) 배선과 요소의 라벨링
바) 소프트웨어의 기능

7) 위생배관 시스템
가) 배관재질의 적합성
나) 배관의 규격과 기울기, 배열 상태
다) 공기 및 물 빼기 장치 이음부속의 적합성
라) 각종 밸브의 규격, 위치와 접근성
마) 지지철물, 보온 상태

8) 위생기구 설치
가) 규격과 수량의 일치
나) 설치 위치와 기준 확인
다) 지지대의 견고성
라) 마감 상태

9) 소방설비
가) 법규준수여부
나) 설치 상태
다) 마감 상태

10) 기타 설비
가) 수량, 규격, 설치 방법
나) 시방서와의 일치 여부

11) 시험종류
가) 배관압력시험
나) 덕트누기시험
다) 청결시험

운전성능시험(OPT, Operational Performance Tests)

운전성능시험은 가동되는 모든 시스템과 장비의 기동시험 절차에 대한 것으로 커미셔닝 관련자 입회하에 아래와 같이 진행하며 커미셔닝 수행자는 설치대수가 많은 경우에는 일부 대상에 대하여 시험에 입회한다. 시스템과 장비의 운전성능시험에 앞서 현장설치검증이 완료되었는지를 확인하며, 열원장비와 같은 중요 장비의 경우에는 기동 전 사전 점검을 철저히 하였는지 확인한다. 기기 공급자와 설비시공자의 시험 일정을 조정하며, 장비제작사에서 추천하는 시운전 및 시험방법을 고려한다.

각 시스템과 장비의 시험 절차를 아래와 같은 항목을 참고하여 입회한다.

(1) 각 장비에 대한 규격 및 성능 확인
(2) 배관의 압력시험, 배관청소, 세정여부 확인
(3) 덕트의 누기시험 확인 및 방화, 배연 댐퍼의 작동시험
(4) 초기 유지관리 및 윤활유 점검 절차가 완료되었는지 확인
(5) 장비 및 시스템의 제어장치 동작 확인
가) 각종 제어회로별 단계별(step by step) 시험
나) 각종 제어회로별 관제점(point to point) 시험
다) 각종 감지기의 보정 여부 확인
라) 각종 설정점(온도, 습도, 압력 등) 확인
마) 감지기에 의한 자동운전 상태 확인
바) 동작설명서에 의한 동작순서 및 제어순서 확인
사) 자동댐퍼 및 밸브 동작시험
아) 변속 펌프 또는 송풍기의 회전수 제어시험
자) 각종 경보 기능시험

인수단계

커미셔닝 과정의 인수 단계는 시공 단계에 바로 이어지는 과정으로 준공을 위하여 검증, 기능성능시험 및 기타 인수 절차를 포함한다. 또한 장비와 시스템에 대하여 종합적인 운전을 통하여 모든 시스템의 성능을 확인하는 단계이다. 이 단계에서 운전 및 유지관리자에게 효율적인 운전 및 유지관리를 할 수 있도록 교육을 실시한다.

인수 단계의 절차

(1) TAB 최종 보고서의 검증
(2) 운전성능시험 검증
(3) 기능성능시험
(4) 시스템 설명서 완료
(5) 운전 및 유지관리 설명서 검토
(6) 운전 및 유지관리자 교육
(7) 커미셔닝 보고서 완료
(8) 인수인계

검 증

검증은 시스템, 장비, 부속품의 성능을 확인하기 위하여 전체 시스템에 대한 점검과 시험으로 이루어진다. 검증은 모든 운전조건, 연동, 제어응답 및 비정상 또는 비상 운전 조건에서의 응답을 포함한다. 자동제어 시스템 운전에 대한 검증은 TAB 측정값, 감시와 제어 시스템 제어기기 및 감지기의 응답으로 제어 시스템의 상호작용에 대한 검증을 실시한다. 운전 상태에서의 검증은 현장실측값과 제어 시스템의 감지기로 동시에 할 수 있다. 해당 관련자는 검증과정에 참여할 책임이 있으며 커미셔닝 수행자는 검증시험을 실시하여야 한다. 커미셔닝 수행자는 시험을 주관하며, 시험의 일정과 참가할 구성원을 정한다. 참가자는 시험 대상에 따라 결정되며, 주요 참가자의 역할은 아래와 같다.

(1) 커미셔닝 수행자 : 검증시험 계획, 실시, 확인
(2) TAB 수행자 : TAB를 수행한 기술자와 TAB 수행 시 사용한 계측장비 제공
(3) 자동제어 시공자 : 시스템을 잘 이해하는 제어 기술자와 시험에 필요한 계측장비 제공
(4) 전기설비 시공자 : 전기 인터록, 비상전원과의 연동 및 경보와 안전장치의 연동에 대하여 경험이 많은 기술자 참가 및 시험대상에 대한 전기적 환경제공
(5) 장비 공급자 : 계약내용, 시공도면 및 모든 설치된 장비의 장비성적서를 이해하고, 시스템의 구성과 작동을 잘 아는 기술자 참가

• 운전성능시험 검증

커미셔닝 수행자는 일부 대상과 항목에 대하여 검증 절차의 시험을 통하여 운전성능시험 결과를 검증한다. 커미셔닝 수행자는 책임감 있게 확인하여야 하며, 각 운전 사이클은 안정된 상태에서 지정한 시간 동안 운전한 후 시험한다.

• TAB 보고서 검증

TAB 보고서를 설계의도와 비교분석하고 현장 확인을 통하여 검증하며, 보고서 검증을 위해 취출구 풍속, 풍량, 유량, 차압, 전기관련, 소음관련 및 기타 측정값을 보고서에서 표본 추출하여 확인한다. TAB 수행자에게 충분한 현장 검증 일정을 통보하여야 하며 검증을 위한 측정 위치는 통보하지 않을 수 있다. TAB 수행자는 당초에 측정한 동일 계측기를 반드시 사용하여야 하고 검증 시에는 측정 조건을 반드시 고려하여야 한다.

현장 검증의 적합 기준은 다음과 같다.

ㄱ) 모든 측정값은 ±10% 이내 (소음 측정값은 제외)

ㄴ) 소음 측정값은 ±3 dB 이내 (반드시 암소음을 고려한다)

• **검증 보고서**

운전성능시험과 TAB 보고서를 검토하고 시험한 결과를 검증 보고서로 작성하며 해당 내용에 대하여는 관련자가 서명하도록 한다. 검증 보고서에는 미해결 사항에 대하여 문서화하고 개선안을 제시한다. 커미셔닝 수행자는 계약 문서에 의해 검증이 완료되었는지 확인한다.

기능성능시험

기능성능시험은 시스템이 최종 설계조건대로 시공되었으며 용량이 준공도서대로 설치되었는지 검증한다. 대부분의 경우 기능성능시험은 냉난방, 환기에 있어서 최대부하의 조건보다 부족한 상태에서 행하여지므로 시방서에는 모든 열전달 장비의 부분부하 성능에 대한 데이터를 장비공급자로부터 제공되도록 한다. 또한 부분 부하 시에 변속도 구동장치로 작동되는 펌프와 팬에 대한 성능곡선을 제공받도록 한다. 수행과정에서 발견된 문제점은 설계자에 의해 평가되어지고 시공 책임자는 그 원인이 계약 의무사항 인지를 확인하여야 한다. 이러한 문제점이 하자사항이 아니면 건축주는 설비 시스템을 최종 설계의 도대로 수행하기 위해 수정할 것인지 기능성능시험 대로 받아들일 것인지 여부를 결정해야 한다. 만일 수정이 이루어지면 기능성능시험의 일부분이나 전부를 재실시하고 보완된 보고서를 제출한다.

기능성능시험은 아래 사항을 참조하여 진행하며, 기능성능시험의 참가자는 검증시험의 참가자와 같이 구성한다.

(1) 기능성능시험은 냉동기, 냉각탑, 보일러 및 공조배관 계통의 각 개별 장비부터 실시하고 계약문서와 커미셔닝 계획에 따라 세부적으로 실시한다.

(2) 각 공조 구역별로 시험하며 부하를 설계 조건으로 충족하기 위하여 자동제어 기능을 임의로 조정하거나 실내조건을 변경하여 시험한다.

(3) 열교환기의 기능성능시험은 부하가 장비의 최대 부하보다 적을 경우 제작사의 성능 곡선에 의한 부분부하 시험을 할 수 있다.

(4) 개별 점검이나 시험은 시스템 응답과 측정 결과를 검증하기 위하여 설계값과 비교하며 수행하고 시스템 구성품의 실제 응답은 반드시 확인하여야 한다. 자동제어 신호나 다른 간접적인 지시계는 신뢰성이 떨어지므로 각 자동제어 구성품의 입출력 신호는 각 조건에서 올바른 값인지 확인할 필요가 있다.

(5) 필요한 세부 시험과 시험 순서는 시스템 규모와 형식, 시스템 수량, 시공 순서, 건물 시스템과의 관계 및 유지 관리자 요구 사항에 의하여 변경될 수 있다.

(6) 실내 공기질 성능이 계약서의 범위와 일치하는지 확인하기 위해서 명시된 기능성능시험을 수행한다.

(7) 시스템 기능성능시험 도중에 시스템 또는 구성품에서 부적합 사항이 나타나면 성능 결함 사항은 계약상 의무이든 아니든 간에 원인은 규명되고 검토되어야 한다. 또한 보완 후에는 필요한 기능성능시험을 재실시하여야 한다.

시스템 설명서

시스템 설명서는 시스템이나 기타 관련 시스템에 대한 이해, 운전 및 유지관리에 필요한 정보를 제공한다. 시스템 설명서는 커미셔닝 과정에서 얻은 추가 정보를 포함한다.

시스템 설명서는 다음 사항을 포함한다.

(1) 설계 개요에 의한 시스템 설명

(2) 모든 경우의 정상, 비정상 및 비상 운전에 대한 운전 절차

(3) 모든 설정점과 교정 자료를 포함한 제어 시스템을 실제로 충족하는 순차 운전 자료

(4) 모든 제어 감지기와 측정점의 위치

(5) 계절 운전과 정지 절차

(6) 제어 계통도 및 동작설명서

(7) 견본 양식, 기록 동향 및 기타 관련 현황을 포함한 운전 기록 절차에 대한 추천 목록

운전 및 유지관리 설명서

운전 및 유지관리 설명서는 시스템 설명, 운전 설명, 유지관리 설명 등의 내용을 포함하여 작성토록 한다.

운전 및 유지관리 교육 계획

운전 및 유지관리자에 대한 교육 목적은 시스템에 대한 설계 의도, 제작사 추천사항과 시스템 설명서를 포함한 운전 및 유지관리에 대한 전문 지식을 가진 기술자를 양성하는 것이다. 교육 계획은 신규 및 교체 인원에 대하여 반복하여 사용할 수 있도록 세분화하고 향후 교육 계획 문서가 되도록 하여야 한다. 비디오 테이프로된 교육 자료도 향후 교육 자료로 사용될 수 있다. 교육 계획에 관한 계획과 조정은 커미셔닝 계획을 참조하며 교육은 시스템의 분야별 각 전문가가 실시하여야 한다.

최종 인수

인수 단계를 종료하기 위해서는 시공 문서, 커미셔닝 보고서, 시스템 설명서 및 시설 인수 시 제안사항 등을 제출하여야 한다. 단, 계절적인 요인 등에 의해 미처리 사항으로 남겨 놓은 일부 인수 절차는 제외한다. 시스템이 계약 문서를 만족하고 최종 설계 의도 문서를 만족한다면 이러한 사항을 커미셔닝 보고서에 기록하여야 한다. 커미셔닝 보고서로 시스템을 평가할 수 있으며 향후 시스템 운전 중 참고 자료로도 활용된다. 보고서에는 부품과 성능이 설계 의도를 초과하는 사항과 불일치하는 사항을 기술하고 시스템에 대한 인수와 인수 거부 등에 대한 사항을 포함한다.

커미셔닝 체크리스트 예(공조기)

표 1 ~ 3은 공조기에 대한 커미셔닝 체크리스트의 예이다.

<표 1> 커미셔닝 체크리스트 공조기 현장설치검증(FIV)

현 장 명 : 서울 00 청사 신축공사 　　측 정 일 : 2007. 5. 10
장비번호 : AHU-17 　　설치위치 : 지하3층 공조실(Y0)
시스템 명 : 보험관리사실

항 목	점검여부	설명
외부손상여부	적 정	
방진설치의 적정성	적 정	
덕트시공 완료여부	적 정	
제조회사	삼화에이스	
모델번호	GXLB-5-056	
전압(V)	380	
상(φ)	3	
전류(A)	급기:23.3,환기:8.8	
필터 설치,여부	적 정	
MVD설치의 적정성	적 정	
드레인 배관 및 트랩설치의 적정성	적 정	
패킹 및 볼트 제거여부	적 정	

비고

점 검 자 :
확 인 자 :

<표 2> 커미셔닝 체크리스트 공조기 운전 성능시험(OPT)

현 장 명 : 서울 00 청사 신축공사
장비번호 : AHU-17
시스템 명 : 보험관리사실

측 정 일 : 2007. 5. 17
설치위치 : 지하3층 공조실(Y0)

항 목	설계치		실측치	
급기팬	Pulley	Bush	Pulley	Bush
팬 풀리 직경/내경	SPA-3-190	2517-45	SPA-3-190	2517-45
모터 풀리 직경/내경	SPA-3-150	2517-42	SPA-3-150	2517-42
밸트사이즈/번호	SPA-2400		SPA-2400	
모터동력(kW)	11.0 kW/4p		11.0 kW/4P	
전압(V)	380 V		380 V	
전류(A)	23.3 A		20.0 A	
팬회전 여부			OK	
모터 회전수(RPM)	1390 RPM		1390 RPM	
진동여부			OK	
환기팬	Pulley	Bush	Pulley	Bush
팬 풀리 직경/내경	SPA-2-200	2517-35	SPA-2-200	2517-35
모터 풀리 직경/내경	SPA-2-118	1610-38	SPA-2-118	1610-38
밸트사이즈/번호	SPA-1900		SPA-1900	
모터동력(kW)	3.7 kW/6P		3.7 kW/6P	
전압(V)	380 V		380 V	
전류(A)	8.8 A		7.3 A	
팬회전 여부			OK	
모터 회전수(RPM)	687 RPM		NPFM	
진동여부			OK	

비고

점 검 자 :
확 인 자 :

<표 3> 커미셔닝 체크리스트 VAV공조기(환기팬 외장형) 기능 성능시험(FPT)

현 장 명 : 서울 00 청사 신축공사
장비번호 : AHU-17
시스템 명 : 보험관리사실

측 정 일 : 2007. 10. 3
설치위치 : 5층 공조실(Y3)

항 목	설계치	실측치
팬 운전		
코일입,출구 건구온도(℃)		25/15
급기덕트 압력설정치		15
급기팬 전부하 전압(V)/전류(A)	380/23.3	380/20.0
환기팬 전부하 전압(V)/전류(A)	380/8.3	380/7.3
TAB보고서로부터 급기풍량(CMH) 확인	23,000	22,721
급기팬은 급기덕트에 설치된 정압감지기에 의해 인버터 제어 되는가		적 정
환기팬은 환기FMS의해 인버터 제어 되는가		적 정
이온화 연감지기에 의해 FAN이 정지되는가		적 정
취출공기 온도(16℃)를 일정하게 유지하여 실내온도(26℃)가 일정하게 유지 될수 있도록 급기덕트 온도감지기에의해 냉방 밸브는 비례제어 되는가		적 정
취출공기 온도(22℃)를 일정하게 유지하여 실내온도(22℃)가 일정하도록게 유지 될수 있도록 급기덕트 온도감지기에의해 난방 밸브는 비례제어 되는가		적 정
환기덕트 습도감지기(50%RH)에 의해 가습밸브는ON/OFF 제어 되는가		적 정
환절기실내외 엔탈피제어를 위한 댐퍼는 비례 동작 되는가		적 정
동하절기/위밍업/FAN정지시 댐퍼는 정상적으로 동작하는가		적 정
CO_2 농도에 따라 최소외기량 도입 댐퍼 제어는 정상적으로 동작 하는가		적 정
동파방지용 EH는 (-4℃)정상적으로 동작 하는가		적 정

비고

점 검 자 :
확 인 자 :