

# 시설관리 동향-커미셔닝에서 설비개보수까지

## (1) 시설관리와 커미셔닝의 역할

Nobuo Nakahara; 환경시스테크 나카하라연구처  
(空氣調和·衛生工學, Vol.75, No.11, 2001)

번역 : 이 상 렬 / 정회원 (주)리우스(srleecla@chol.com)

키워드 : 커미셔닝(Commissioning) 성능검증, 시설관리(Facility Management), 설비개수(Renewal of Building Services System), 성능계약 (Performance Contracting)

### 머릿말

경기동향이나 에너지절약법 개정 등의 사회적 배경으로 건물시설관리에 대한 관심이 높아지고 있다. 한편, 건물의 장수명화·수명연장화 기술의 진전과 LCC, LCA 관점에서의 보다 고도의 설비개보수기술도 개발되고 있다. 이러한 동향을 근거로 하여 ‘커미셔닝→시설관리(Facility Management)→설비개수’라는 사이클이 형성되고 있다. 본 강좌에서는 지금까지 소개되고 실천되어온 기술동향이나 구체적인 수법을 시리즈로 총괄하여 소개하기로 한다.

제1회인 본고에서는 시설관리에 있어서의 커미셔닝의 역할에 관하여 다룬다. 최근 건축설비의 신축·개수시의 커미셔닝의 중요성이 주목되고 있다. 특히 시설의 라이프사이클의 출발점이라 할 수 있는 시설 취득시의 커미셔닝의 역할은, 완성 건물의 원점성능을 규정하는데 있어서 매우 중요하다. 본 시리즈의 출발점으로써, 본고에서는 라이프사이클·시설관리·커미셔닝 등을 키워드로 각각의 의의를 설명하고 역사적 전개로부터 미래의 동향을 예측하고자 한다.

## 1. 시설의 라이프사이클 관리

### 1.1 라이프사이클의 정의

라이프사이클의 의의에 대해서는 새삼스럽게 논의

할 필요가 없을 정도로 많이 듣고 있다. 그럼에도 불구하고 실제의 건축시공 및 관리의 현장에서는 거의 활용되고 있지 못한 것으로 추측된다. 에너지절약 개보수 등에서 들리는 이야기는 ‘1년에 회수’라든가, ‘걸어도 고작 3년에 자금회수를 하지 못하면’이란 내용뿐이고, 10년 동안에 회수는 커녕, 설비의 법정 사용연수 15년, 혹은 실질 사용연수 25년이라고 하면 머리가 돈 것으로 받아 들여 질지도 모른다. ‘저 금리에서는 각종의 자금 회수계수의 의의가 희박해지고, 언제 도산할지 모르는 기업경영상태에서는 몇 년 앞의 일은 알 수 없다.’고 하는 사정은 잘 이해하지만, 그와 같은 장기적 시야의 부재야말로 기업의 존속을 위태롭게 하고 있다고 말할 수 있을 것이다. 우선 말뜻에서 오는 의의에 대해서 언급하고자 한다. 라이프사이클이란 ‘탄생에서 소멸에 이르는 변화과정’ 또는 ‘제품의 수명’이며, 이러한 낱안으로부터 건물에 있어서는 ‘사용방법·주거방법의 변화과정, 구체나 공간의 구획, 설비의 노후화·성능열화·진부화·고장 등의 상태변화에 대응하는 조정·수리·갱신의 과정을 거쳐서 유효 수명을 마칠 때까지의 라이프 타임’이라 정의할 수 있겠다.

### 1.2 라이프사이클 평가의 정확도 향상

확실한 것은 건물·시스템이 존재한다는 것과 이들의 성능이 변화한다는 것이다. 반면 가장 불확실한 것은 건물의 사용방법의 예측(소유주나 거주자의 변

천도 포함해서), 시스템 열화정도의 예상, 그리고 (라이프사이클) 코스트관련 사항인 경제정세·경제지표의 예측일 것이다.

이러한 불확실성에도 불가하고 시설관리를 충실하게 하고 시스템의 자산으로서의 가치와 에너지소비특성도 확실히 파악하는 수단을 강구해 놓는다고 하는 일들이 작게나마 이 부분에 관계 하는 예측 정확도를 높이는 가장 좋은 방법이다. 그 성능의 유지·검증을 위한 코스트는 당연히 부담해야 하지만, 성능 열화의 간과에 의한 매년의 광열수비 및 수리비의 크기와 그 예측오차의 크기에 따른 경영전략 오류의 중대성에 비하면 얻어지는 이익은 헤아릴 수 없을 정도이다.

그리고, 이러한 노력이 거주자로부터의 좋은 평판을 얻고 건물의 자산가치를 높여서 임대료에 영향을 미치며, 나아가서는 환경·에너지의 관점에서 기업평가를 높여서 앞에서 말한 건물의 사용방법의 예측 정확도를 향상시키는 요인이 될 것이다. 그렇게 하면 기업자체의 존속성도 크게 정도가 높아진다. 경제정세·경제지표의 평가에 대해서는 기업의 노력 범위 밖이어서 어떻게 할 수 없는 어려운 문제이다. 그러나, 적어도 라이프사이클 코스트 계산에서 너무 극단적인 이율의 설정을 피해야 하고 경기의 순환요소를 고려해서 이율을 설정하는 일은 피해야 한다. 또한 시대의 변천에 맞추어 끊임없이 확인하고 당초의 설정을 임기응변적으로 수정할 필요가 있다.

### 1.3 라이프사이클 커미셔닝 / BOFDD

그림 1은 BOFDD(빌딩 최적화·고장검진 진단)의 국제연구<sup>1)-3)</sup>에 있어서의 개념정리와 개발내용의 자리매김을 위해서 필자가 작성한 라이프사이클 커미셔닝 / BOFDD의 구조이다. BOFDD의 전반 BO는 후반 FDD의 기기레벨과 서브시스템 최적제어 레벨의 건강한 운전상황을 전제로 하여 비로소 실현의 자격이 있는 것, 지표는 에너지원 단위의 극소화와 환경만족도의 극대화이다. '자격이 있다.'고 한 까닭은 본래 설계의 질이 규정하는 틀을 넘어서지 못하기 때문이지만, 설계의 개량을 포함하면 그것 또한 최적화의 범위라 할 수 있을 것이다. 커미셔닝을 라이프사이클의 관점에서 파악할 때, 이것을 라이프사이클 커미셔닝이라 부른다. 그리고 이것과 BOFDD는 동일한 체계 안에서 기술되지만, BOFDD, 특히 그 후반부의 FDD는 수단이며 커미셔닝은 프로세스·제도

이다. 수단은 고장검진 진단만이 아니라 부하나 에너지예측 또는 제어로서 응용 가능하지만, 그것이 커미셔닝 안에서 체계화될 때에 빌딩최적화의 수단과 성능검증의 수단이 된다.

강조하고자 하는 것은 보수관리 레벨에서 라이프사이클 시스템의 계층구조이며, 요소기기의 정상화의 전제하에서 최적제어가 성립하고, 최적제어의 적합한 알고리즘의 전제하에서 빌딩의 최적화가 성립한다는 것이다. 그럼에도 불구하고 그것은 설계 성능의 범위 내에서 라는 한계가 있으며, 설계에 오류가 있는 경우에는 아무런 도움도 되지 않을 수 있다. 그것을 대국적으로 검진하는 것은 에너지와 환경의 거시적 성능이며, 여기서 BOFDD수법에는 Top Down 방법(경영관리자의 관점)과 Bottom Up 방법(유지관리 기술자의 관점)이 있음을<sup>1)</sup> 예상할 수 있다. 이와 같이, 설계에서 운전관리까지 BOFDD를 완성시키는 것은 곧 성능의 최적화이며, 그것을 달성하는 데에는 설계 오류의 발견에서부터 시작하지 않으면 안된다. 운전데이터에서 설계 오류를 발견하는 것은 너무나 고비용·비효율적이다. 여기서 그림 1에 보여주는 라이프사이클 커미셔닝(생애 성능검증)의 필요성이 명확해진다.

## 2. 커미셔닝이란

전술한 바와 같이 성능의 유지와 검증을 위한 제도·프로세스가 커미셔닝이다. 이하에서 커미셔닝이란 무엇인가에 대해서 설명하기로 한다. 널리 사용되는 ASHRAE의 정의는 다음과 같다<sup>1),2)</sup>.

“커미셔닝이란 각각의 시스템에 대해서 시스템이 설계 취지에 맞는 성능을 발휘하도록 설계, 시공 및 기능시험을 실시하여 운전 보수가 가능한 상태임을 검증하는 과정이다. 본 지침에 있어서, 성능검증은 기획단계에서 시작하여 설계·시공·시동·인수인계·훈련의 각 단계들을 포함한 건물의 전 사용기간(라이프)에 걸쳐 적용될 수 있는 것이다.”

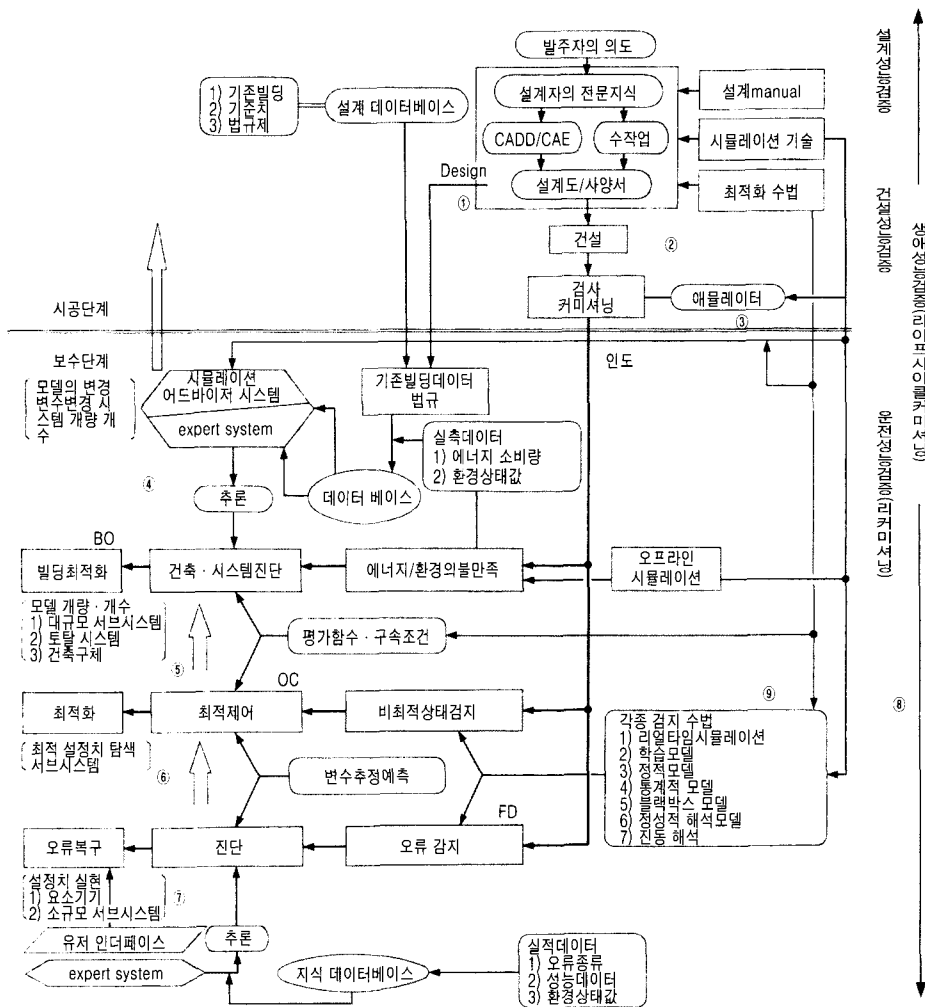
필자들이 위원회 활동에서 작성한 '건축설비의 성능검증(커미셔닝) 기본지침(안)'<sup>6)</sup>에서 일본이 취해야 할 자세로서 광의의 목적·의의를 설정하고, 이에 대응하여 다음과 같이 정의 내렸다.

“건축설비 시스템이 건물의 생애에 걸쳐서 환경·에너지 및 사용 편의성의 관점에서 사용자에게 최적의 상태가 유지되도록 요구에 따라 성능을 진단·검

중하고, 필요에 따라서 발주자·소유자 또는 사용자에게 성능개선방법을 제시하는 것을 목적으로 한다. 여기에서 환경이란, 첫 번째는 실내환경의 건강·쾌적성의 유지를 말하며, 두 번째는 에너지 및 배출물질을 최소한으로 하여 지역·지구환경 보전에 공헌하는

것을 의미한다. 검증의 목적을 완수하기 위해서는 이것을 건물의 생애에 걸쳐 실시하는 것이 바람직하다. 이것을 생애성능 검증(라이프사이클 커미셔닝)이라 부른다.”

유럽에서는 이것 또한 각 나라의 사정과 문화, 건설



- 주 ① 발주자의 요망과 의도에 따라 기술적, 법적 데이터 베이스와 노하우에 근거하여 설계도와 문서를 만든다.
- ② 설계도대로의 성능이 충족되고 있는지를 검증하여 인계한다.
- ③ 공조에 관해서는 인도 검증은 준공후 1년간의 성능확인을 수행한다.
- ④ 에너지원 단위, 크래임 통계와 타 빌딩의 성능, 법규항목을 비추어 마이크로 성능을 평가한다.
- ⑤ 주어진 평가함수와 제약조건 하에서 최적화 제어. 설계내용과 요소기기 성능도 구속조건이 된다.
- ⑥ 요소기기, 서비스시스템이 소정의 성능을 발휘하고 있는지의 고장 검지, 진단.
- ⑦ 유지관리 기술자를 지원하는 전문가 시스템, BEMS 기능.
- ⑧ 시스템의 전체 성능을 검수 시점으로 돌아가서 성능을 검증한다. (리커미셔닝)
- ⑨ 검증, 고장 검지, 진단을 위한 모델과 수단.

[그림 1] 라이프사이클 BOFDD 성능검증 구성도

관행에 따라 각각 커미셔닝에 대한 생각과 수행자세가 다르다. 자세하게 설명할 여유가 없으므로 문헌<sup>7)</sup>을 참조하길 바란다(단, 이 문헌은 10년 전의 것이며, 그 후의 상황이 변한 곳도 있다). 특히, IEA(국제 에너지기관)에서의 일련의 BEMS(빌딩·에너지관리시스템)와 관련한 빌딩의 에너지절약 수단의 많은 연구들의 최첨단에 이 커미셔닝 연구가 포함되며(2001년 발족 Annex-40), EU·북미·아시아(일본·한국)가 참가하여 2001년 4월부터 정식으로 활동을 개시하였는데, 이것이 완성될 즈음에는 제도로서도 수단으로서도 정비되기 때문에 국제규격화에의 전망이 태동하고 있다고 할 것이다.

### 3. 커미셔닝 발전의 배경

이와 같은 커미셔닝이란 것이 건설과 관리과정에 필요한 것으로 거의 상식화되어 정설이 된 배경에 대해서 이하에 기술한다.

#### 3.1 TAB 논의의 시대

일본의 설비공사에서는 커미셔닝에 대한 논의가 끊임없었다. 이것에 해당하는 용어는 '검증', '시운전 조정·인도'이며, 전자는 의식적 뉘앙스를, 후자는 기술상의 의례적 뉘앙스를 가진다. 제삼자가 관여하는 것은 관청에 의한 검사이지만, 소방설비 이외는 제대로 된 것이 없다.

철저한 계약사회이며 공조설비가 시민권을 얻은 미국에서는 ASHRAE 내에서 이전부터 관련된 논의가 있어왔다. 1979년에 TBA(Testing, Adjusting and Balancing)에 있어서의 dos and don'ts(해야 할 것과 하지 말아야 할 것)의 특집에서 시험조정·검수·빈약설계의 문제점에 대해서 논의하고, 완전한 시험조정이 매우 경제적이며 좋은 사양서가 꼭 필요하다는 것에 대해서 논하고 있다<sup>8)</sup>.

#### 3.2 커미셔닝의 여명

1986년에는 커미셔닝에 관한 심포지움이 개최되어<sup>9)</sup> "커미셔닝은 시험조정을 초월하는 것……커미셔닝은 기능적 관점에서의 시스템평가를 목표로 하는 것"이라고 논하며 T.B.A와의 차이를 분명히 하고, 나아가서 커미셔닝에 의한 설계 오류의 발견에 대한 필요성을 강조하고 있다. 그 역할을 완수할 수 있는 주체에 대해서는 ①해당 공사에 대해서 제삼자여야

한다는 것 ②커미셔닝 컨설턴트의 자격이 있는 유능한 유자격자가 적다는 현실 ③그 시장성이 확립되어 있지 않은 현실, 말하자면 커미셔닝의 필요성에 대한 소유주 등의 각계의 인식이 불충분 한 것 ④설계자와의 역할분담이 명쾌하지 않은 것 등에 대한 논의가 있었다.

#### 3.3 ASHRAE GUIDELINE

1989년에 ASHRAE Guideline 1-1989, Guideline for Commissioning of HVAC가 ASHRAE Standard로 제정되었다<sup>10)</sup>. 이것은 본문이 7페이지로 되어 있고 커미셔닝 과정의 기본정신, 틀, 과정의 각 단계의 업무개요 등에 관해서 기록하고 있으며, 지금까지 논술한 ASHRAE 내의 TAB와 커미셔닝에 관한 토론 결과에 의거해서 급히 서둘러 정리한 뜻으로 프로세스의 상세나 문서화에 대한 기술은 포함되지 않는다. 이를 대폭 증강하여 1996년에 ASHRAE Guideline 1-1996, The HVAC Commissioning Process로 발표되었다. 본문이 14페이지이며 부록을 포함하면 48페이지의 충실한 모양을 갖추었다<sup>11)</sup>. 부록을 포함하여 생각하면, 전술한 대로 그때까지의 논의의 집대성이다. 그 내용에 대해서는 이미 본지의 2001년 7, 8월호에 번역 게재하고 있으므로<sup>12)</sup> 참조하기 바란다.

이 두 개의 가이드라인의 중간에, 전술의 심포지움 논문을 포함한 커미셔닝의 생각 방법과 사례소개 등에 관한 리더격인 사람들의 논문을 모은 개요가 ASHRAE Technical Bulletin으로 발행되었다<sup>13)</sup>. 여기에 포함된 논문들은 반드시 통일성은 없지만 전체적으로 커미셔닝에 관한 이해를 높이는 내용으로 되어 있으며, 당 학회 회원에게 소개하는 2000년 4월호부터 해외문헌소개로 본지에 연재하고 있으므로 참고하기 바란다.

#### 3.4 학회에서의 활동과 그 배경

필자 자신의 업무설계, 현장시공의 체험과 교육·연구개발과 학·협회활동 및 IEA나 ISO등의 국제공동연구 참가의 식견에서, 건축설비에서의 품질유지 인식과 추진체제가 전문야적으로 뒤떨어진 일본의 현황을 돌파하여야 한다는 사명으로, 공기조화·위생공학회의 빌딩관리시스템(BEMS) 위원회의 위원장에 초빙된 것을 계기로 동 위원회 내에 커미셔닝 WG(후 소위원회로 승격, 그리고 99년도부터는 별도

커미셔닝위원회 설립)을 설립하여 기준을 만들기로 하였다. 상기 소위원회에서는 기본지침(안)을 작성<sup>6)</sup>하여 일반에게 공개하고, 커미셔닝 위원회에서는 이것을 개정하고 충실히 하여 실행 가능하도록 문서화해서 2003년에는 발행할 수 있도록 계획하고 있다.

앞서 말한 기본 지침안의 서두에 이하와 같은 활동 추진의 배경·이유 등을 기술하였다. 이것이 필자 사고의 원점이며, 본 원고 기술의 일부와 중복되지만 이하에서 옮기고자 한다.

여기에 성능검증(커미셔닝), 특히 생애성능검증(라이프사이클 커미셔닝)의 기본지침을 제안하는 몇 가지 이유가 몇몇 있다.

첫 번째, 건물 스톡의 보전의식이 크게 높아진 일이다. 원래 건축설비 기술분야에서는 운전관리 후에 비로소 성능이 분명해지고, 때로는 크레임 처리에 철야 작업을 하며, 때로는 유지보수 활동이 곤란한 설계에서의 유지관리, 개수에 많은 고생을 강요당해 왔다.

두 번째, 라이프사이클의 관점이 드디어 본격적으로 논의되어 온 일이다. 이것 또한 건축설비 분야에서는 특히 코스트 관점에서 종전부터 주장해 온 일이며 신기술도입의 이유가 되었지만, 많은 경우에 발주자나 의장 디자이너의 인식부족으로 이 라이프사이클의 관점이 경시되어 왔다.

세 번째, 에너지와 환경보존의 문제가 위기적인 상황에 놓이게 되어 특히 지구환경 오염문제가 급속히 부상한 일이다. 저성능의 빌딩은 에너지를 많이 소비하고 보전활동이 불충분하면 세월과 함께 급속히 성능이 악화된다. 이것이 앞서 말한 관점과 결부되어 라이프사이클 에너지소비와 라이프사이클 CO를 최소화하고자 하는 필요성이 생겼고 그 해결의 기본개념이 에너지절약화와 장수명화이다.

네 번째, 이러한 환경문제에 대한 대응이 ISO 14000s의 국제규격으로 기업의 사회환경적 입장을 표명하는 객관적 지표가 되어가고 있는 점이다. 이 환경관리의 개념은 결국 생산분야에서 민생분야로 확장될 것이다.

다섯 번째, 일본의 민생용 에너지소비가 여전히 꾸준한 상승을 늦추지 않고 있는 상황이다. 거주환경의 질은 아직 구미 선진국에 미치지 못하고, 그것을 만족시키면서 에너지절약화·저탄소화를 도모하려면 에너지절약 설계와 더불어 라이프사이클의 성능검증이 필요하다.

여섯 번째, 규제완화의 국제·국내적 요청으로 성

능발주 시스템이 확립되고 있다는 점이다. 원래 건축설비, 특히 공조설비는 성능발주적인 요소가 강하지만, 제도가 뒷받침하지 못하기 때문에 투자액에 비례한 성능이 보증되지 않는 경향이 있다. 이 불투명한 관습을 성능발주제도 강화로 명확히 해나가려면 성능검증제도가 정비되지 않으면 안된다.

일곱 번째, 품질보증의 기업내 시스템을 확립하여 기업의 신뢰감을 높이는 공인된 국제규격이 ISO 9000s이며, 건설업에서도 그 취득이 점점 확산되고 있다. 즉, 객관적인 성능보증이 일상화되어 위화감을 없애지고 있는 점이다.

여덟 번째, 공조시스템과 기타 설비운전제어의 나쁜 상태가 빌딩의 에너지 다소비화와 환경악화로 이어지고 결과적으로 건물소유자의 경영체질을 악화시키고 있는 실상이 각종의 실태조사나 연구에 의해 밝혀지고 있는 점이다. 특히, IEA에서 국제공동연구의 경험이 그것을 정량화함과 동시에 구미 여러 나라가 진지한 자세를 보여주고 있는 상황으로부터 일본으로서도 위기감을 느끼기에 충분한 근거가 있다.

아홉 번째, ASHRAE가 커미셔닝의 가이드라인을 작성하여 실시하고 있다는 사실에서 이 흐름이 곧 일본에도 상륙해서 강요당하게 될 것이라는 점이다. 사실 일본은 커미셔닝이란 관점에서는 후진국이다. 여기에 커미셔닝에 의한 플러스 효과가 보고되고 있는 한편, 일본에 건설된 외국 공관의 설계변경이 곤란한 실례를 보아 건설물의 최적화라는 관점에서는 역행하는 현상도 생기고 있는 것 같다.

열 번째, 이러한 배경을 생각하면 최적화를 향해 미약하나마 시공단계에서라도 변하지는 발전적인 일본인 특질과, 반대로 이익을 올리기 위해서 허용된 범위에서 조금이라도 값싼 저질의 것으로 바꿔놓고 싶은 충동이 공존하는 건설현장에 있어서, 전자의 특질을 살려 후자의 성향을 제어하기 위한 합리적인 커미셔닝 프로세스의 확립이 요청된다.

#### 4. 커미셔닝의 의의

다음으로, 커미셔닝 건설공사의 각 관련자에게 있어서의 의의를 정리해 놓고 싶다.

##### 4.1 발주자 입장에서의 의의

발주자의도와 요구 성능을 명확하게 함으로써 요구에 적합한 품질이 좋은 완성물을 얻을 수 있다. 또한,

건물·시스템 정보의 충실, FM에의 공헌, 라이프사이클에 걸친 경제적인 빌딩운영, 입주자가 받는 만족감(거주환경) 등으로 부동산의 가치가 높아지고 정당한 임대수입으로 연결될 것이다. 그리고 에너지절약·지구환경에의 공헌에 대한 평가와 만족감도 얻을 수 있을 것이다.

#### 4.2 설계자 입장에서의 의의

발주자의 요구가 더욱 명확해짐에 따라서 설계자의 역할·책임범위가 명확해지고, 결과적으로 설계품질이 향상될 것이다. 설계자로서의 평가도 높아지고 품질에 어울리는 정당한 설계료를 주장할 수 있는 근거가 된다. 또한, 클레임의 감소로 신뢰성도 높아지고 설계보험제도 보급에의 기반도 정비될 수 있을 것이다. CA(commissioning authority, 성능검증 책임자, 커미셔닝 직능)사업 그 자체의 사업전개 가능성도 생긴다.

#### 4.3 공사 용역업자 입장에서의 있어서의 의의

미국 등지에서는, 하나의 업계를 구성할 정도로 시험조정작업의 내용과 범위가 명확하고, 그것을 실행하는 일에 대한 정당한 코스트를 견적서로 계상할 수 있으며, 또 공사 중의 트러블과 완성후의 클레임의 감소 및 책임범위를 명확히 할 수 있다. CA의 중개에 의한 발주자와의 의사소통이 향상되고, 설계 지원작업의 자리매김, 인수인계의 절차가 아주 분명해진다. 여기서도 CA사업 그 자체의 사업전개의 가능성을 내포하고 있다.

#### 4.4 운전보수 감리자 입장에서의 의의

우선, 공사 초기부터 참가하는 것을 권장하며(이 경우는 운전기술자보다 발주자측의 FM 또는 그에 준하는 섹션의 담당자일 것이다.), 유지보수의 점검을 선행하여 디자인 우선·보수성 무시의 종전의 악폐를 없애고 보수성·보수품질을 대폭 향상하는 일이 된다. 이것은 보수관리 기술자 등용조건에의 향상으로 우수한 기술자를 이 분야에 끌어들이는 계기도 될 것이다. 훈련교육·프로그램의 효과와 시스템 매뉴얼이란 형태로 보수관리 문서조정이 철저하게 정비되어 관리대상 정보의 파악과 관리대상의 시스템 조작의 원리가 밝혀진다. 시공 측에서의 설계취지와 조작성의 확실한 수수는 인수인계 시스템기능의 고품질화에 공헌한다.

용역업자에 의한 철저한 TAB와 커미셔닝에 의한 철저한 FTP(기능성능시험), 그리고 리커미셔닝의 실행에 의한 연간 품질의 명확화로 환경·에너지성능의 베이스라인(후술)이 확정되어 이후의 보수관리를 용이하게 한다. 또한, 체계적인 제어관리·고장검진 진단기술의 지도를 가능하게 한다.

### 5. 커미셔닝의 실시단계

커미셔닝의 실시단계를 용어해설을 곁들여 설명한다. 생애(life cycle) 커미셔닝: 발주자에 의한 건축의 기획단계에서 건물의 리뉴얼 또는 폐기에 이르기까지의 계속적인 성능검증. 필자는, 아무 일도 하지 않을 경우에 비해서 (라이프사이클 코스트)/(라이프사이클 에너지)의 비는 수십 퍼센트 저감한다고 믿고 있다.

후속(continuous) 커미셔닝: 다음과 같이 커미셔닝을 복수의 단계를 걸쳐서 계속적으로 수행하는 것으로, 미국에서는 인수인계단계 이후 운전관리단계에 연결하여 계속적으로 실시한다는 뉘앙스가 강하다.

최초(initial) 커미셔닝: 시공단계, 즉 건축기획부터 준공 인수인계(후1년)까지의 행위이다. 이 안에는 다음의 2단계(세분하면 5단계)의 과정이 있다.

- 1) 기획·설계 단계
  - 1-1) 기획 단계
  - 1-2) 설계 단계
- 2) 시공 단계
  - 2-1) 시공 단계
  - 2-2) 인수인계 단계
  - 2-3) 인수인계 후단계(준공후 1년후까지)

여기서 2-3)은 이미 운전에 들어가 있으므로 다음의 리커미셔닝으로 분류해도 된다. 그렇게 하면, 특히 공기조화의 경우는 사계절을 거치지 않았기 때문에 인수인계성능이 확정되지 않는 약점이 있다. 인수인계 조건(최종지불기한)이나 하자담보 조건을 평가하여 금후 계속 검토할 필요가 있다.

리커미셔닝: 운전관리 단계에서의 성능검증 행위를 말한다. 단, 미국에서는 최초 커미셔닝을 실시한 것을 재검증하는 경우에 리커미셔닝이라 부르며, 최초 커미셔닝을 거치지 않은 시스템을 운전관리 단계에서 처음으로 성능을 검증할 때에는 리트로커미셔닝이라 부른다. 그리고 민생용 에너지의 빠른 에너지절약 효과를 위해서는 기존 건물에 리트로커미셔닝을 실시하는 것이 가장 효과가 크고, 10~40%의 에너

지절약을 실현하였다는 보고가 적지 않다. 미국 건물에는 그만큼 군살이 붙어있다고 할 수 있지만, 일본의 건물에서도 상당부분 에너지절약화의 여지가 있을 것이다.

## 6. 기능성시험(FTP)과 시험조정(TAB)

전자는 커미셔닝의 역할이고 후자는 공사용역의 역할이지만, 이 양자의 역할의 차이에 대해서 구체적으로 정의하는 것은 매우 곤란하다. 필자의 견해로는, 기능성시험이란 거주공간의 공기조화라는 최종기능을 발휘하기 위하여 각 요소기기·서비스시스템 그리고 토달시스템이 조화롭게 동작하고, 그 결과 예정된 에너지소비로 설계의도의 목적환경을 실현할 수 있는 것을 확인하는 일이다. '조화롭게'의 의미에는 동작의 안정성과 기기의 내구성의 확보도 포함된다. 여기서 '목적환경'은 연간을 통해 설계성능을 만족할 필요가 있다. '에너지소비'는 운전의 각 시점에서의 일이지만, 전체적으로는 연간 단위로 승부가 결정된다. 그러나 연간 결과는 순간값의 집적이므로, 동적·정적인 부분부하특성이 큰 역할을 하는 것은 말할 것도 없다. '요소기기'가 들어가므로, 이것은 TAB와 중복되는 점이 있지만, 커미셔닝에서는 시스템동작 안에서 어떻게 조화롭게 요소기기가 성능을 발휘하는가에 중점을 두고 있다.

## 7. 시설취득과 최초 커미셔닝

### 7.1 발주자·설계자·CA(성능검증책임자)

종래에 건물의 발주자는 건축가(설계자, 일급건축사사무소)·기술자만을 믿고 의지하였다. 발주자의 의지를 관철한다는 관점에서는, 사회구조에 있어서의 역학관계에 따라서 건축가·설계자에 대해 강자의 입장이 되거나 약자의 입장이 되고는 한다. 그러한 것 자체가 본질적으로 건축가·기술자의 직능의 생각방법과는 양립하지 않지만, 실패는 그 존재를 인정하지 않을 수 없다. 그래서 발주자의 의도·희망·요구를 명확하게 정량적으로 표현하여 설계자에게 전달하고, 그 의도가 착실하게 충족되고 있는지를 전문가의 입장에서 감독·평가하는 것이 투입예산에 알맞은 희망하는 완성물을 얻을 수 있는 방법이다. 그러나 일반적으로는 발주자 측에 그와 같은 능력이 있는 인재가 없으므로 제삼자 입장에서 조언을 해줄 수 있는 직능의 존재가 필요하게 된다. 이것이 전술

의 CA라 부르는 직능이다. 물론 비용을 지불해야 하지만, 그에 맞는 서비스를 얻을 수 있다면 아깝지 않을 것이다. 그 대신 요청한 역할을 확실하게 완수해 주어야 하므로, 그것 때문에 ASHRAE나 학회, 기타 책임 있는 단체[예를 들면, 문헌<sup>12)</sup>가 작성한 커미셔닝 과정 집행지침이 필요한 것이다.

### 7.2 CA의 자격과 역할

새로운 직능으로서의 성능검증 책임자는 모든 성능검증 과정을 실행하기 위하여 지명된 개인·기업 또는 기관이다. 성능검증 책임자는 프로젝트의 기획단계에서 사용까지 발주자의 요망을 대신하는 사람이다. 그는 논리적으로 발주자의 고용인이지만, 어디까지나 이것은 독립된 직능이다. 이에 적합한 경험으로서는 설비의 운전·보수·설계·시험조정(TAB)·건설총감독(CM) 및 종합적 품질관리(TQ) 등이 있을 수 있다<sup>4)</sup>.

전술의 본 학회 기본지침(안)에서는 성능검증 책임자의 역할과 본연의 자세에 대하여 다음과 같이 정의하고 있다<sup>6)</sup>.

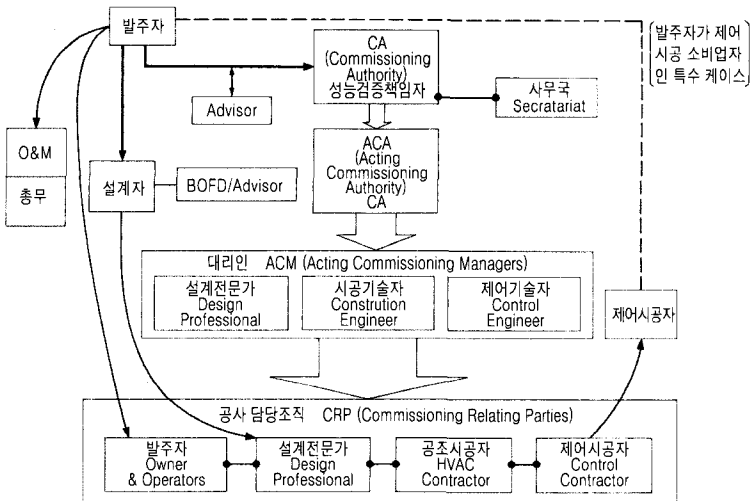
- 1) 자격: 개인 또는 조직에 소속하여 성능검증을 실시하는 자는 건축사법에 근거한 건축설비 자격자(건축설비사) 또는 이와 동등한 자격과 경험을 가져야 한다.
- 2) 제삼자성: 특정 프로젝트의 성능검증을 하는 자는 그 프로젝트의 시공과정에 직접 관여하지 않아야 한다. 단, 운전성능검증에 있어서는 제한이 없다.
- 3) 보수: 검증업무의 보수는 건물 발주자가 직접 지불하여야 한다. 단, 운전성능검증에 있어서는 제한이 없다. 보수액의 기준은 별도로 정한다.
- 4) 책임: 검증한 설비가 검증과정 소홀을 원인으로 소정의 성능을 발휘하지 못할 경우에는 그 검증내용에 책임을 지고 무상으로 재검수 하지 않으면 안 된다. 단, 부득이한 사정이나 문서화된 면책사항이 존재할 경우에는 이에 준한다.
- 5) 문서화: 성능검증 계약에 의거한 검수의 각 과정은 양식에 따른 문서로 보관하여야 한다.

상기에서 자격에 관한 건축설비사의 기술은 건축설비에 관한 고급기술자 자격인 국가자격을 활용해야 한다는 것이 필자의 생각이지만, 국제화 문제에 대응한 기술자자격의 변화에 따라 재정의가 필요할 것이다.

### 7.3 최초 커미셔닝의 실행체제(예)

취득단계에 해당하는 것이 전술한 최초 커미셔닝이다. 지금까지 서술한 바와 같이, 최선의 방법은 기획 단계에서부터 CA의 참가를 요청하고 인수인계는 준공 1년후까지 성능을 점검 받는 것이다. 발주자 측에 적절한 인재가 있는 경우에는 당연히 활용해야겠지만, 완전한 제삼자로서의 발언권과 제언권을 주지 않으면 의미가 없다. 그러한 관점에서는 외부에서 적합한 사람을 구하는 것이 무난하다.

실례를 들면, 일본 최초의 최초 커미셔닝 행위(단, 시공단계부터)에 해당하는데, 필자가 CA역할을 맡아 실시한 Y빌딩(야마다케 환경기술센터)신축공사에서의 실행조직을 그림 2에 나타내었다. 이것은 일본의 커미셔닝 지침작성을 위한 시범적인 수행의 역할을 한 것이다. 설계·시공팀에 까지도 협력을 구한 것으로서, 그림에서 ACM이라 표기된 팀이 설계·시공팀으로부터(공사담당과는 다른 사람)의 자원봉사자로 되어 있다. 그러나 정상 조직으로 보면, 이 부분은 CA조직중의 사람이어야 할 것이다. 또한, CA인 필자가 현장에서 멀리 떨어진 곳에 거주하고 있기 때문에, 빈번하게 현장과 접촉할 수 있는 사람을 ACA로 구성 해두고 있다. 물론 이것을 통합해서 단일인격으로 가정할 수도 있고, 또는 CA직능 사무소의 조직으로 말하자면 사장과 담당 주임기사와의 관계로 보아도 좋다. 본질적으로 이 모델은 앞으로 일본에서 채용될 조직형태의 표준형태를 목표로 한 것이다.



[그림 2] Y 빌딩 신축공사 성능검증 체제

최하단에 있는 CRP는 현장담당조직의 대표자그룹이며, 그림 2에서 보여준 전체가 커미셔닝 회의를 구성한다. CRP는 실상 현장에서의 시공추진회의의 각 회사 대표멤버이며, 이 회의에는 필요에 따라 CA/ACA/CRP의 멤버가 출석하여 효율적인 정보교환과 지시내용의 조정, 현장으로부터 커미셔닝 회의로 가는 검토의제 등을 정리한다. 커미셔닝 팀이 들어가면 종래보다 한 계층 늘어나므로, 정보연락과 결정사항 지시경로는 최초에 정해놓아야 한다. 이상의 실행에 대한 상세는 문헌<sup>13)</sup>을 참조하길 바란다.

### 8. 베이스라인 에너지모델

성능검증(커미셔닝)을 거론하는 한, 완성물의 성능(환경·에너지)이 틀림없이 발주자의 기대대로 달성되지 않으면 안 된다. 그것을 어떻게 증명하는가는 매우 커다란 문제이다. 취득시점에 있어서는 당연히 설계시의 시뮬레이션이 기준 규정이 된다. 그러나 시공중의 설계변경 또는 상세설계의 전개, 준공 인수인계시의 성능검증결과, 운전실적 등이 당초 규정의 보정 항목이 되거나 그 자체가 평가대상이 되기도 한다. 실시 중에 일체의 변경이 없다고 하더라도 커미셔닝 데이터, 또는 실운전 데이터는 기상조건, 내부부하 등이 설계계산 조건과 다르기 때문에 그것을 설계조건에 맞도록 환산하여 비교 평가하여야 한다. 이렇게 하여, 시뮬레이션에 사용되는 기준 계산조건, 부하계산 및 기기성능 등의 변수는 최초 커미셔닝 기간 중에 각 요소에서 수정하고 재계산 되어, 준공 인수인계 시점에서 에너지소비량 예측의 베이스라인 모델(그 모델에 주어진 조건을 입력하면 에너지소비량을 추측할 수 있다.)이 확립된다. 그렇지만 여기에 세 가지 문제점이 존재한다.

- 1) 시뮬레이션 모델의 정확성
- 2) 준공 직후의 실적에 의한 평가방법
- 3) 준공후의 에너지절약 개보수에 있어서의 에너지절약효과 예측방법

첫 번째 문제는, 시뮬레이션에 포함되는 요소기기, 시스템모델, 제어특성 등의 모델이 실험·실증의 과정을 거쳐 미리 입증되어 있어야 한다는 것이다. 일본의 대표적인 프로그램 HASP/ACSS와 미국의 대



표적인 프로그램 DOE/2, BLAST 등의 이른바 정적 시뮬레이션 프로그램, 그리고 동적 특성을 모의할 수 있는 TRNSYS, HVACSIM+[ 및 그것의 일본판인 HVACSIM+(J)]의 그 어느 쪽도 그런 점에서 심분 실증되었다는 보고는 없다. 필자들이 수행한 비교 계산에서는<sup>14)</sup> 그 어느 쪽도 매우 비슷한 계산결과를 보여주는 점에서 상대적으로 신뢰성이 높다고 볼 수 있겠다.

두 번째와 세 번째의 문제에 대해서는, 취득시에 사용한 시뮬레이션에 의거한 베이스라인 모델은 거주 상태나 건물 변수에 실제값을 입력하지 않으면 안 된다는 점에서 활용이 매우 어렵다. 신축 시점에서는 요소기기 모델이 거의 확정되어 있으므로 곤란하나 마 건물 이용상태를 상세하게 조사하여 입력하면 실적과 계산 결과를 비교할 수 있다. 보수상태가 확실하지 않는 기존 건물의 경우, 기기나 시스템의 열화에 의한 특성변화와 부하계산용의 변수 등의 추정이 극히 곤란하다. 그래서, 시뮬레이션에 의지하지 않고 실측 가능한 입력변수(기상데이터, 캘린더, 추측 대상의 실적값 등)로부터 수학적으로 대상건물·시스템의 특성을 학습하고 베이스라인 모델화 하여, 상기의 입력변수를 부여하면 임의의 시점의 에너지소비량을 추측할 수 있는 수법을 실용적으로 보고 있다. 본 학회에서 실시한 축열시스템의 열부하 예측을 대상으로 한 예측모델의 개발 공모와 실증의 성과<sup>15)</sup>는 수법의 정밀도에 많은 기대를 가지게 하였다. ASHRAE가 실시한 에너지소비량의 추측을 위한 예측모델의 추측 경연에서는 다음과 같은 보고<sup>16),17)</sup>가 있다. 즉, 시스템잡음의 영향이 커서 정밀도는 떨어지지만, 적어도 에너지절약 개보수의 효과예측에 있어서는 개보수 전후에서 일부의 잡음이 상쇄되므로 유력한 평가결과를 얻을 수 있다는 것이다.

이상은 에너지에 관련한 모델이지만, HVACSIM 등 동적 시뮬레이션을 이용하면 환경이나 제어상태의 평가도 가능하다<sup>18),19)</sup>.

## 9. 성능계약(발주·용역)

커미셔닝을 널리 활용할 수 있는 기술과 사고를 키우고 싶다는 배경에는 성능용역과 에너지절약을 위한 리커미셔닝이 있다는 것을 간과해서는 안 된다. 전자는 미래지향적인 요청이고 후자는 당면의 요구에 대응하는 일이다. 본 원고는 취득시점에 초점을

맞추고 있으므로 전자에 대해서 개괄하여 둔다.

IEA/Annex-40의 계획서에 다음과 같이 기술되어 있다.

“성능 개념에 의거한 빌딩조달의 프로세스는 매력적인 옵션이다. 그것에 의하여 발주자는 요구내용에 집중할 수 있다. 이러한 요구내용이 기술적이요 구성능과 성능에 의거한 입찰/용역의 기초를 이루고, 용역업자는 요구를 충족시키는 자유로운 해법을 선택할 수 있다. 최종적으로는 빌딩이 소정의 성능을 충족시키도록 보증할 책임이 있다. 이 책임개념은 혁신적인 솔루션, 최적 비용의 건설, 그리고 국제무역을 추진하였다(CIB,1988, Becker, 1999). 성능용역에서 에너지소비와 쾌적성을 최적화 하는 전제조건은 개량된 수단과 공정으로 설계 솔루션을 평가하고 커미셔닝을 지원하여 건물이 소기성능을 충족시킨다는 것을 확인하는 것이다. 그리고 용역업자는 하청업자와 성능계약을 하려면 순차적인 평가와 적절한 수단이 필요하게 된다.”

1998~2001년의 CIB 중점 테마로 취급된 Performance-Based Buildings에 대해서는 CIB의 홈페이지(<http://cibworld.nl/>)에서 정보를 얻을 수 있다. 둘러쳐 보면, 일본의 공조설비공사 등은 성능규정이 불충분하고 신뢰관계에만 의거한 성능발주였던 것 같다. 이제는 공사가 공식적으로 글로벌 시장 안에서 거래가 이루어진다면 성능검증의 역할이 매우 중대해질 것이다. 건물 취득시점에서는 전술의 시뮬레이션 모델에 의한 검증수단이 큰 의미를 가지게 된다. 동시에, 이러한 동향에 대한 모색으로, 국가에 따라서는 시범 프로젝트를 통하여 성능계약에서의 품질보증 수단으로서의 커미셔닝의 역할과 과정에 대한 확증을 얻으려 하고 있다. 그 예로서, 스웨덴 룬드시의 Skanska Office Building(핀란드와 노르웨이도 프로젝트 참가예정)<sup>21)</sup>, 미국에서는 오클랜드시의 Okaland Administration Building<sup>21)</sup>가 있다.

이들 프로젝트의 공통된 점은 다음과 같다.

- 1) 산관학의 공동체체로 수행되고 있다.
- 2) 용역형태가 디자인 빌트(설계·시공포함)이다.
- 3) 성능검증을 여러 단계에 걸쳐서 수행하고, 확실하게 소정의 성능시설을 취득할 수 있도록 배려하고 있다.

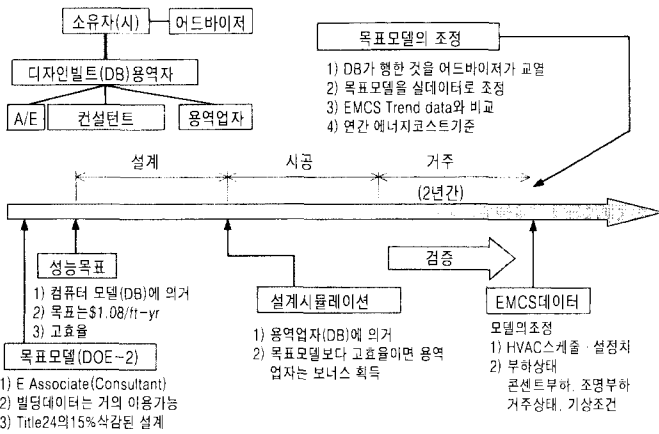
1)은 일의 특성상 당연한 일일 것이다. 2)는 당연하다고는 할 수 없지만, 성능계약 형태로서는 가장 쉬운 형태로 생각된다. 더불어, 이렇게되면 건축 전

문업자가 아니어도 도급할 수 있게 된다. 3)에 대해서는, 양자간의 문제로 약간(그것을 약간이라 해도 좋을지가 문제이지만)의 차이는 있지만, 다음의 단계를 밟는다.

- 1) 성능제시
  - 2) 베이스라인 모델의 작성(계획단계)
  - 3) 설계성능 검증(설계단계)
  - 4) 모델의 미세 조정(시공단계)
  - 5) 모델의 보정(준공단계 이후)
- Oakland에서의 프로세스를 그림 3에 보여준다<sup>21)</sup>.

### 맺음말

커미셔닝에서 설비 개보수에 이르기까지의 성능보증·보전을 테마로 하는 새로운 강좌 '시설관리의 동향'의 제1회로서, 금후 큰 역할을 기대하고 있는 커미셔닝(성능보증)의 의의와 프로세스의 개요, 실시 예, 그리고 설비 개보수에서 중요한 역할을 연출하는 베이스라인 에너지모델의 생각방법, 그 활용으로서의 성능용역에서의 역할 등에 대하여 해설하였다. 본 학회의 커미셔닝 위원회에서는 이러한 커미셔닝 제도의 본연의 자세와 실행지침, 또한 커미셔닝 수단의 개발도 포함해서 활동하고 있지만, 자원봉사자적인 업무로는 한계가 있는 것도 확실하다. 미국에서의 Rebuild America 프로젝트<sup>22)</sup>와 같이, 목적과 성과를 분명히 정의한 범 국가적인 규모의 프로젝트 설립의 필요성을 통감한다.



[그림 3] 새로운 빌딩의 성능계약의 개요

### 참고문헌

- 1) 中原信生: Annex25對應研究委員會(빌딩最適化 및 故障檢知·診斷), IBEC, NO.80(1994-1)
- 2) Building Optimization and Fault Diagnosis Source Book, International Energy Agency(1996-8)
- 3) Realtime Simulation of HVAC Systems for Building Optimization and Fault Diagnosis. Technical Papers of IEA Annex-25, International Energy Agency(1996-11)
- 4) ASHREA Guideline 1-1996: The HVAC Commissioning Process(1996-6)
- 5) 中原信生の 譯: HVAC 시스템의 性能檢證過程 [文獻4] 翻譯, 空氣調和·衛生工學, 75-7(2001-7) 및 75-8(2001-8)
- 6) 빌딩管理시스템委員會: 建築設備의 性能檢證 (Commissioning)基本指針(案), 空氣調和·衛生工學會 빌딩管理시스템委員會 中間 報告書 (1998-3)
- 7) 吉田治典의 譯: 유럽에 있어서 커미셔닝方法, 空氣調和·衛生工學, 75-6(2001-6)
- 8) ASHRAE TRANSACTIONS(1979)
- 9) ASHRAE TRANSACTIONS, 92, Pt .2B (1986)
- 10) ASHRAE Guideline 1-1989. Guidelines for Commissioning of HVAC(1989)
- 11) ASHRAE Technical Bulletin: The Building Commissioning Process, 9-3(1993-9)
- 12) PECE: Model Commissioning Guide and Specifications, Portland Energy Conservation, Inc.(PECE), (1998-2)
- 13) 中原信生の: 空氣調和設備의 當初性能檢證(커미셔닝)의 實踐研究(1~8報), 空氣調和·衛生工學會學術講演梗概集 (2001-9)
- 14) 中原信生·丹羽榮治의: 空調·熱源시스템의 에너지評價方法에 관한 研究(제1, 2報), 空氣調和·衛生工學會學術講演會講演論文集(1994-10)
- 15) 蓄熱最適化委員會 公開포럼 텍스트: 蓄熱시스템의 最適化와 負荷豫測, 空氣調和·衛生共學會(1998-2)
- 16) J.F.Kreider and J.S.Haberl: Prediction Hourly Building Energy Use: The

- Great Energy Predictor Shootout—  
Overview and Discussion of Results,  
ASHRAE Transactions, 100—  
2(1994)
- 17) J.S. Haberl and S.Thamilseran: The Great  
Energy Predictor Shootout II: Measuring  
Retrofit Savings—Overview and Discussion  
of Results, ASHRAE Transactions,102—  
2(1996)
- 18) 鄭 明傑 · 西谷義彦 · 林 茂弘 · 中原信生: 動的  
시뮬레이션HVACSIM+의 再現性檢證과 변수  
의 調整에 관한 研究, 空氣調和 · 衛生工學會論  
文集, No.75(1999-10)
- 19) M. Zheng, S.Hayashi, N.Nakamura:  
Comparative Study of a Real CAV System  
by Dynamic Simulation HVACSIM+ and  
TRNSYS, Proceedings of 6th International  
Conference of IBPSA, Building Simulation ·  
99,Kyoto,(1999-9)
- 20) J.Eriksson: The Swedish Commissioning  
Project, IEAECBCS Annex 40, Schevening—  
en April 5-6, 2001
- 21) N. Motegi and A. Piette : Oakland  
Administration Building Energy Management  
System Analsis, Commercial Building  
System Group, EETD LBNL (2001)
- 22) D. Clough and D. Dodds : Draft National Strategy  
for Building Commissioning 6 th National  
Conference on Building Commissioning, May,  
1998, Florida (筆者日語翻譯을 空氣調和 · 衛生工  
學, 75-10에 掲載) 