

建築物自動化를 위한 經濟性 考察

* 오 익환 * 이 풍구 * 한국전력공사
 **윤 김구 **한 영식 **에이스기술단

Economic Considerations
 for Building Automation

* I.H.Oh * P.K.Lee * Korea Electric Corp.
 **K.K.Yoon **Y.S.Han° **ACE Engineering, Inc.

ABSTRACT

This paper summarizes economic considerations for building automation. While the market for energy management systems(EMS) has been exploding, there are many indications that the pendulum of high expectations may have swung too far. This is a very important reason for energy management system in both existing and new buildings. Because facilities continue to expand in size and their operations grow more complex, the use of automated systems to control and monitor both programmable and nonprogrammed function becomes an economic necessity.

The following is offered as engineering of economic consideration for building automation systems. Not only get a complete return on investment but increase profits in a few years through savings incurred in labor, utilities fuel and extended equipment life.

뿐만아 에너지 절감대책을 강구한 빌딩의 연간 에너지 소비량과 일반 빌딩의 에너지소비량을 예측 비교한 것으로 같은규모의 에너지 절감화를 고려치 않은 건물의 약 1/4 (에너지 절감율 74.1%)의 에너지 소비량으로 감당할 수 있음을 시사하고 있다.

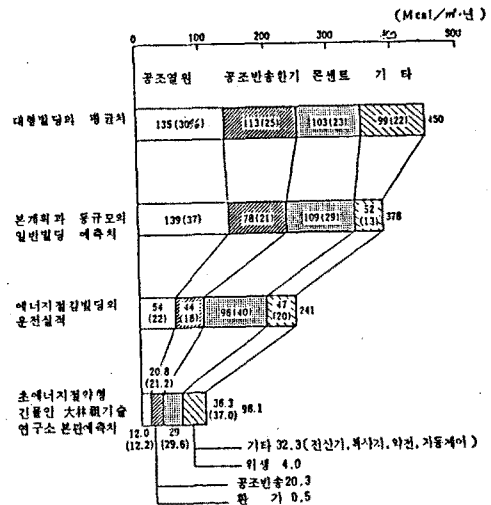
이와같이 합리적인 건물 자동화시스템을 구성하여 에너지 절약효과를 최대로 하기 위해서는 규모별, 설비별, 용도별 건물 자동화시스템 사양 및 투자비용에 대한 경제성 검토가 이루어져야 한다.

1. 서론

도시의 빌딩 등이 고층화, 대형화, 다기능화 된은 물론 현대건축물의 다양화와 복잡화, 거주자의 생활수준향상으로 인한 쾌적한 환경의 요구와 안정성 및 사무자동화(Office Automation : OA)를 포함한 편리성의 향상에 대한 요구는 더욱 높아지고 있다.

이에 대응하여 80 년대에 들어 대형 고층건물에는 컴퓨터를 중추로 한 건물자동화시스템 (Building Automation System: BAS)을 도입하고 있는데 이 시스템을 건물 관리 시스템 (Building Management System) 또는 Energy Management System (EMS), Facility Automation System (FAS), Central Control Monitoring Ssystem (CCMS), HVAC (Heating, Ventilating and Air-Conditioning) Control System이라고도 한다. 건물 자동화시스템을 도입, 건물설비 전반을 유기적으로 연계 운용함으로써 각 설비의 운전, 조작 등에 있어서의 인력절감은 물론, 에너지 절약제어에 의한 건물운영의 경제성, 효율성 향상을 도모하고, 생활공간에 있어서의 안전성과 편리성의 확보, 쾌적환경의 유지관리, 긴급시의 신속 정확한 조치 등을 추구하고 있다.

그림 [1-1]은 건물 자동화시스템의 도입을 비



[그림 1.1] 에너지소비량의 비교

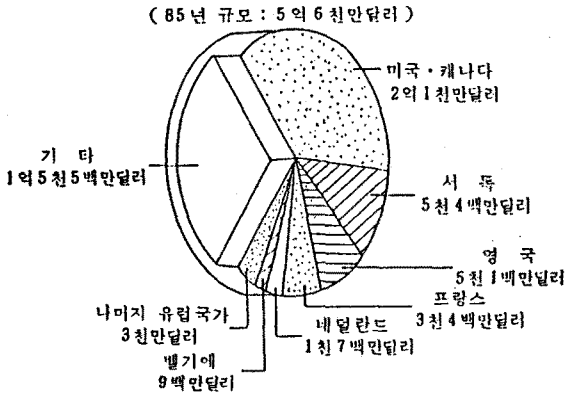
2. 건물자동화의 현황

2.1 국외현황

에너지 사용합리화의 대체 에너지 사용이 활발해짐에 따라 미국, 일본, 유럽 등에서 증진의 전기, 기계적 에너지 관리시스템이 컴퓨터 소프트웨어, 통신망을 이용하는 새로운 시스템으

로 발전되는 추세이고 그 시장규모도 크게 늘어나고 있다.

에너지 관리시스템의 세계시장 규모는 지난 5년간 유럽시장을 중심으로 배로 성장, 85년 현재 5억6천만 달러에 달하였으며, 이중 미국, 캐나다 시장이 2억1천만 달러, 유럽시장이 1억9천만 달러, 기타의 나라가 1억5천만 달러를 차지한 것으로 나타났다 [1].

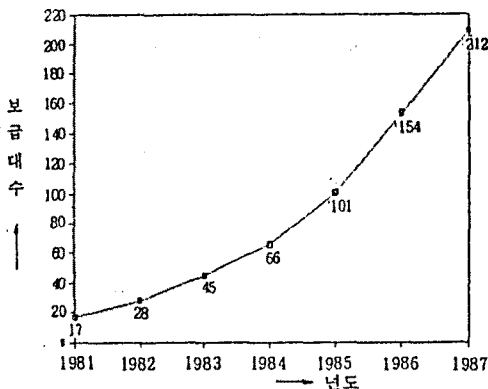


[그림 2.1] 에너지관리시스템의 세계시장규모

2.2 국내현황

83년도 이후 도심 제개발과 더불어 건물자동화 시스템의 도입이 [그림2.2]와 같이 크게 증가하고 있는 추세이다 [2].

그러나 외국의 도입 현황과 설비별 제어방식 등과 비교하여 볼때 건물의 규모와 용도및 신뢰성 요구에 따라 시스템의 구성방식과 설비별 제어기능 등이 크게 다른 것으로 나타나고 있다.



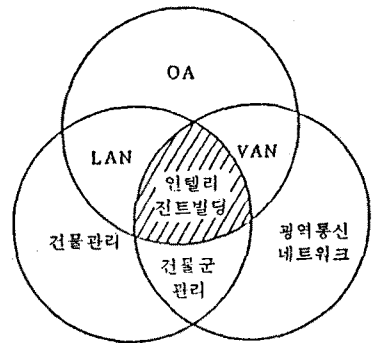
[그림 2.2] 건물자동화 시스템의 연도별 보급현황 (누계분)

2.3 전망

최근 둘 이상의 건물을 집중관리하는 건

물군 관리시스템이 재인되고 있다. 이 시스템은 개개의 건물과 건물군 전체의 에너지절약 및 인력절감을 도모할 수 있을 뿐만 아니라 종합적으로 초기 투자비를 줄일 수가 있으므로 앞으로 수요가 증가될 것으로 전망된다.

또한 건물의 효율성과 안전성, 신뢰성, 쾌적성 등의 향상을 도모하고 최적의 실내환경을 제공하며, 고도의 정보화사회에 대응할 수 있는 건물자동화와 사무자동화, 정보통신시스템의 기능을 겸비한 고도정보화건물 (Intelligent or Smart Building)이 출현하고 있으며, 앞으로 이에 대한 계속적인 연구검토가 필요하다 [3].



[그림 2.3] 인텔리전트 빌딩의 기능

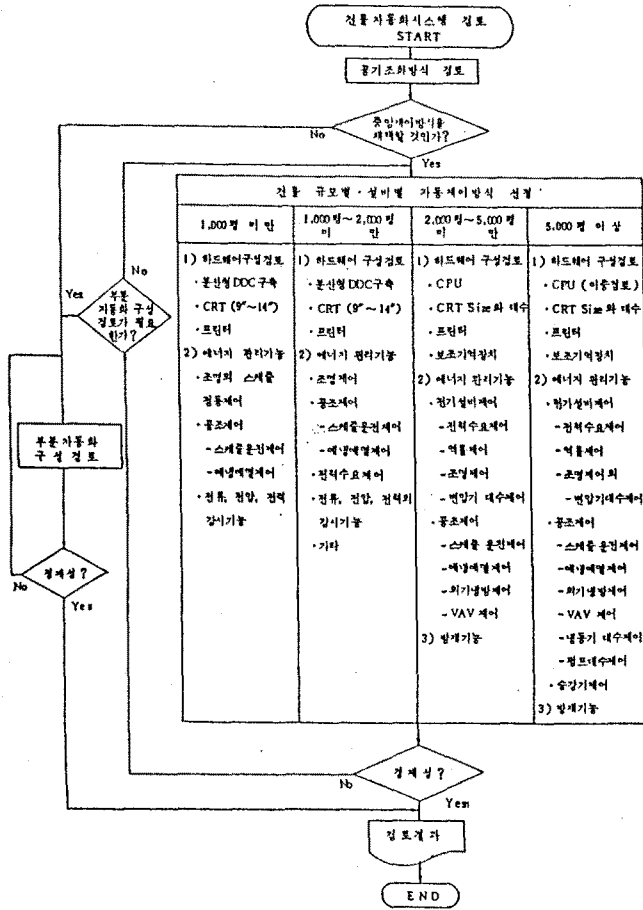
3. 시스템의 최적구성

3.1 규모별, 설비별 최적구성

건물자동화 시스템을 보다 합리적으로 설계하기 위해서 필요한 설계 절차를 [그림3.1]에 개념적으로 나타냈으며 하드웨어와 소프트웨어 선택을 위한 건물 규모별 설비별로 구분한 자동화 기준 일반사항을 <표 3.1>에 요약하였다. 건물 규모에 따라 직정한 건물 자동화시스템을 구성하기 위해서는 자동화를 위하여 필요한 투자비와 자동화 결과에 따른 에너지 절약효과등 절감효과를 비교 분석한 경제성 검토가 필요하다.

일반적으로 투자비 회수기간은 해당설비 수명의 1/2기간 이내이거나 3년이내이면 양호한 것으로 평가되고 있으나 쾌적성에 중점을 두거나 다중화 시스템으로 할 경우 투자비는 증대할 수 있다.

설비별로는 공조 냉난방제어, 전력제어, 방재감시제어, 승강기제어로 나누어 자동제어개통 설계시 시스템을 구성하여야 한다.



[그림 3.1] 건물 자동화 시스템 설계흐름도

3.2 규모별 시스템 모델

(1) 1,000 평 미만 ; 본선형 D.D.C. (Direct Digital Control) 독립제어기, 조직터미널, 프린터로 구성되어 200점이하의 관리제어기능을 수행하도록 한다.

(2) 1,000 평 ~ 2,000 평 ; 호스트 컴퓨터를 개인용 컴퓨터급 (IBM PC/XT 또는 AT급 규모) 으로 하여 200점~500점 정도의 관리제어 기능을 수행하도록 한다.

단, 2,000 평 미만의 건물에도 고급 제어기능을 필요로 하는 경우, 2 중 시스템으로 구성할 수 있으며 관리 및 제어점수도 더욱 증대시킬 수는 있다.

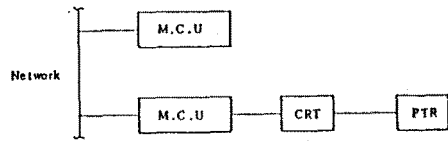
(3) 2,000 평~5,000 평 ; 호스트 컴퓨터를 마이크로 컴퓨터급으로 하여 500~1500점 정도의 관리제어 기능을 수행하도록 한다.

(4) 5,000 평 이상 ; 마이크로 또는 미니컴퓨터급으로 구성하며 1500점 이상의 관리제어기능을 적용할 수 있도록 하며 바람직하고 건물 자동화시스템의 전원을 무정전 전원공급장치 (UPS: Uninterruptible Power Supply) 를 통하여 안정된 전원공급이 되도록 한다.

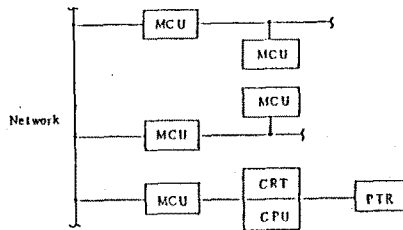
(표 3.1) 건물규모별 설비별 자동화 기준

항목	규모별 미만	1,000~ 2,000평	2,000~ 5,000평	5,000평 이상	비고	
설비	단리대설비	공기조화 냉기, 조 명	공기조화 냉기, 조 명, 방재 방범	공기조화 냉기, 조 명, 방재 방범, 기타		
사양	전부하 설비용량(kw)	250~ 350	350~ 550	550~ 1,500	1,500 이상	예상할교차
상	관리점수 (입출력점수) 미만	200점 미만	200~ 500점	500~ 1,500점	1,500점 이상	건물용도에 따라 디소년동기능

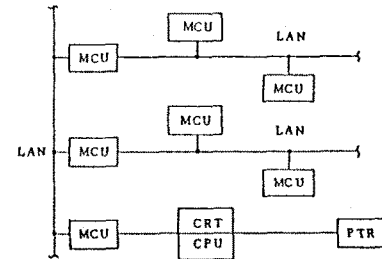
o 1,000 평미만의 건물 자동화 시스템 모델



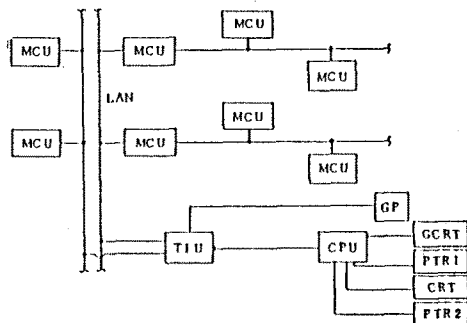
o 1,000 평 ~ 2,000 평미만의 건물 자동화 시스템 모델



o 2,000 평 ~ 5,000 평미만의 건물 자동화 시스템 모델



o 5,000 평이상의 건물 자동화 시스템 모델



3.3 용도별 고리사항

(1) 호텔 ; 객실, 연회장, 식당, 다방, 모비, 사우나, 수영장 등 용도에 따라 조닝별 시간대별로 공조및 조명제어 방식을 채용하고 Key-Tack 등을적용하여 객실분의 시간에 따라 내부전원을 자동 ON/OFF한다.

(2) 병원 ;입원실, 수술실, 응급실, 중환자실, 진료실신생아실, 교수실, 대기실, 사무실 등의 용도별 특성과 입원 환자의 특징에 따라 구역(ZONE)별로 공조시스템별 개별 덕트별 온도조절과 공기청정도 조절을 적용한다.

(3) 백화점 ;계점준비, 개점, 폐점준비, 폐점등의 시간대별로 공조 제어방식과 조광 제어기능을 고려하고 혼집시와 비혼집시를 구분하여 온도채널링 기능을 적용한다.

4. 경제성 고찰

4.1 경제성 분석 방법

일반적으로 투자인에 대한 경제성 분석 방법으로는 <표 4.1> 과 같은 방법들을 사용하고 있다.

<표 4.1> 경제성 고찰

방법	회수 기간	순현재가(N.P.V)	수익비율(B/C Ratio)	내부수익률(I.R.R)
계명	투자회수기간 및 업종사립선택	수익현재가에서 비용현재가를 차 감한 잔액이 0인 사업선택	수익현재가 대 비용현재가의 비율이 1보다 큰 사업선택	기대 현금유입의 현재와 기대현금 유출의 현재를 동일하게 하는 할인율이 0인 사 업 선택
계산식	투자비 (원) 수익금액 (원/년)	$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$ Bt: t년의 수익 Ct: t년의 비용 i: 할인율	$\frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$ Dt: t년치의 현금유입 Ct: t년치의 현금유입 i: 10%	$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}$ $\frac{C_0}{(1+i)^0} = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$ $\frac{C_0}{(1+i)^0} = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$
투자기간	3년 이내 평정평가상당 기간의1/2 이내	0보다 클때 큰 순서로	1보다 클때 큰 순서로	최저임수 수익률 (투자비/순 비용, 기대 수익률, 거부 율) 보다 클때

4.2 투자비 분석

<표 4.2> 는 국내 19 개 건물의 건물 연면적대 투자비 실적을 조사한 것이며, 이를 토대로 건축 연면적대 투자비를 회귀분석으로 예측하여 [그림 4.1] 에 나타냈다 [2].

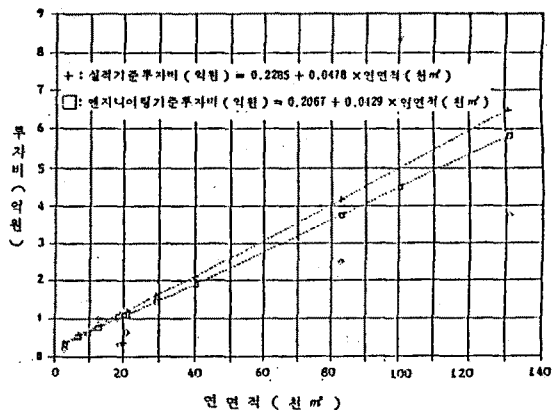
4.3 경제성 엔지니어링

<표 4.3> 은 국내 건물과 해외 건물을 대상으로 건물 자동화시스템 적용에 의한 에너지 절감량과 관리비 절감량을 산정한 엔지니어링 결과를 나타낸 것이다.

<표 4.3> 에서 보는 바와 같이 투자비 회수기간은 0.3~6.3년 사이도 나타나고 있는데, 지나치게 작거나 큰 투자비회 절감비 사례를 제외한 14 개 엔지니어링사례의 평균은 2.5년이고, 규모별 절감비는 [그림 4.3] 과 같다 [2,4-7].

<표 4.2> 건축연면적 투자비 실적

건물명	건물연면적(㎡)	투자비	상식년도	시스템명	비고
국립의료원	48,856	C	1982	Delta 1,000	가격동급
서울신문사	58,901	B	1983	"	A: 5억원이상 5억원이하
계심지빌딩	24,149	D	1984	SAVIC500-30	B: 2억원이상 5억원이하
한국수출입은행 본점	31,107	C	1985	SAVIC EC	C: 1억원이상 2억원이하
율림회관	17,272	D	1985	SAVIC800-40	D: 5,000만원 이상 1억원 이하
동양회학빌딩	29,160	B	1985	Metra IBS	E: 2,500만원 이상 5,000만원 이하
롯데 다중 사육	34,323	C	1982	Delta ES	
중앙일보 본사 사육	72,727	C	1985	System 600	
동양생명 본사 사육	89,256	A	1985	"	
동양생명 동부지점	9,917	E	1985	DSC 1020	
동양생명 신촌지점	9,917	E	1986	DSC 1020	
한전 경북지사	9,917	D	1986	JC185/20	
세일제당종합연구소	6,616	D	1985	DSC 1020	
한국화재 본사 사육	52,893	A	1986	JC185/40	
신리호텔연세점	4,958	E	1986	DSC 1020	
동양생명 안양지점	9,917	D	1986	"	
동양생명 부산지점	14,876	D	1986	"	
수원시청	6,611	D	1986	"	
한국전력 본사 사육	97,145	A	1986	Delta 5200	



[그림 4.1] 건축 연면적과 투자비

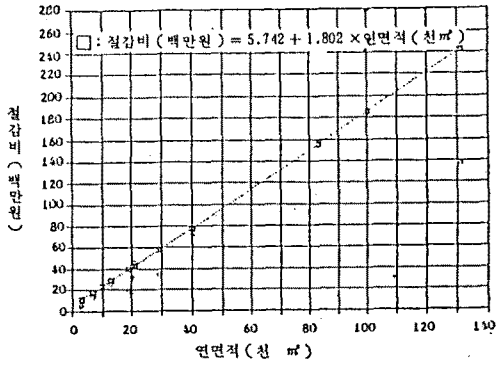
4.4 경제성 분석 결과

건물 규모별로 예측한 투자비 [그림 4.1] 을 절감비 [그림 4.2] 로 나눈 투자 회수기간을 나타내면 [그림 4.3] 과 같다.

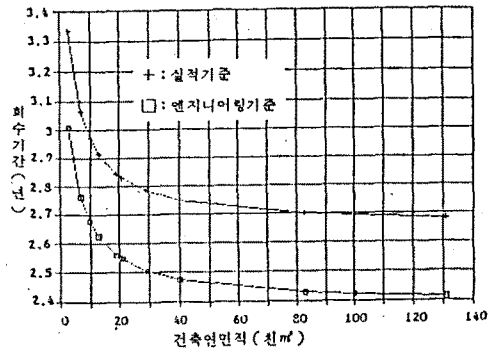
제산 한계점을 일반 기준 3년으로 볼 때 국내 건물 규모별 투자비 실적을 위주로 검토한 결과는 건축 연면적 9,000㎡(약 2,700평) 이상의 건물에서 경제성이 있는 것으로 평가되고 있으나 엔지니어링사례로는 3,000㎡(약 900평) 정도의 적은 건물에서도 경제성이 인정된다. 이는 건물 자동화시스템의 도입과 운용에 대하여 전문 엔지니어링의 실시로 경제성을 제고시킬 수 있음을 시사하고 있는 것으로 볼 수 있다.

<표 4.3> 건물자동화 시스템의 경제성 연지니어링 사례

엔지니어링 사례	건물규모 (㎡)	투자비 (천원)	절감비 (천원/년)	회수기간 (년)	비 고
(1) 한국 ACE	3,000	20,000 (10,000)	5,028 (4,428)	4.0 (2.3)	() 내는 건이 BAS 적용시
(2) 미국 Austin(IEEE)	5,568	1,452	5,324	0.3	*1 건이타이어(1974년)
(3) " "	5,568	1,694	6,388	0.3	*2 소털EMS(1974년)
(4) 한국 ACE	7,050	50,000	13,569	3.7	동방생명, 영등포본국기준
(5) 한국철관리협회	10,000	150,000	52,000	2.9	*1 1억원은 ACE에서 상향 조정
(6) 한국 ACE	12,800	100,000	26,104	3.8	한진 서울진리관리기준
(7) 한국 동 가 연	18,921	31,300	19,839	1.6	저가격 EMS 적용시
(8) 미국 Honeywell	20,000	34,400	18,352	1.9	*4 전형적(Typical) 절감비
(9) " "	20,000	34,400	31,785	1.1	*5 (+4) + 인력절감 + 수명연장
(10) 일본 종합건설협회	20,000	1,177,000	187,058	6.3	
(11) 미국 Johnson Con.	20,745	63,200	46,446	1.4	Methodist 병원실내
(12) 한국 동 가 연	29,160	200,000	34,744	5.7	동양화학공업사옥실내
(13) 한국 ACE	29,160	200,000	59,462	3.4	동양화학공업 효율적운영 고려 제검토
(14) 한국 금성하니텔	40,000	200,000	71,292	2.8	
(15) 일본 종합건설협회	50,000	2,942,500	522,647	5.6	
(16) 한국 금성하니텔	83,000	250,000	230,441	1.1	강남도에사상 D5200 적용시
(17) 한국 건설기술	100,000	834,894	278,298	3.0	*6 계산한계점 3년 기준투자에
(18) 미국 Fowler/Blum	131,240	375,954	137,090	2.7	Dallas 중심가 철진화 49층
㎡ 당 평균	전체평균	10,997 (원/㎡)	2,880 (원/㎡·년)	3.8	
	(2) (3) (10) (15) 개의 한정값	4,845 (원/㎡)	1,955 (원/㎡·년)	2.5	지니치계 기준값 2개의 지니치계 문값 2개에의



[그림 4.2] 건물연면적과 절감비



[그림 4.3] 건물자동화시스템의 규모별 투자비 회수기간

5. 결론

최근 건물 자동화시스템의 도입이 활발하고 건물군 관리시스템의 고도 정보화 발달의 승천을 맞이하여 국내 전문공급업체들이 건물 자동화시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 개발에 주력하고, 시스템 운용자나 엔지니어가 각 시스템의 특성에 맞게 프로그램의 수정이나 소프트웨어 개발을 시두르고 있다. 또 건물 자동화시스템의 표준화에 주력하고 있으며 비용상이는 제어장치를 개발하여 가격대 성능비가 현저히 향상되고 있는데 반하여 에너지 가격과 인건비 등의 관리비용은 증가될 것이므로 경제성은 더욱 증대될 전망이다.

아울러 최근의 SA, OA, HA화에 대응한 설비의 신뢰성 및 안정성 확보와 실내의 쾌적한 환경 유지 등 에너지 절약효과 이외의 간접적인 효과를 고려하면 앞으로 소형 건물에까지 건물설비의 자동화도입은 크게 확대되리라 기대된다.

그러나 건물 자동화시스템의 구성방식에 따를 즉, 건물의 규모, 용도, 설비구성, 중요성, 제어법외에 따라 초기 투자비에는 상당한 차이가 예상되므로 재산 한계값과 절감비용(인건비, 연료비, 전기료 등)을 고려하여 장기적인 안목에서 적정 초기투자 금액을 설정하여 건물 자동화시스템의 최적 구성 방안을 모색하는 것이 바람직하다 [1].

참고문헌

- [1] 윤길구, 김성모, 이강원, 한영석, "건물의 에너지 사용설비 자동화기준 연구", 한국전력공사와 에이스기술단 1988.3
- [2] 최수인, "전력의 효율적 이용기술연구 (III)", 한국 동력자원연구소, KE-86-16, 1986
- [3] "Report of Survey & Investigative Committee on the Intelligent Buildings", 日本電設工業協會, 昭和 62 年 7월호
- [4] Alfred E. Guntermann, "Are Energy Management Systems Cost Effective?", IEEE Transactions on industry applications, Vol. IA-18, NO.6, November/December 1982
- [5] "Economic Considerations for New & Existing Buildings", Honeywell 74-1770
- [6] "IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings", Std 241-1983
- [7] F. William Payne, "Energy Management and Control Systems Handbook", the Fairmont press, Inc. 1984