

# [ 기계설비자동제어 공사종류별 분류 방안에 관한 연구 ② ]

기계설비 자동제어공사는 공종별로 체계화된 세분류와 현황분석 등이 미흡하여 타 공사업종(전기, 통신)과의 기술 및 업역구분에 있어 빈번한 마찰이 발생하고 있다. 따라서 대한설비건설협회가 자동제어 공사분류에 대한 학술적인 논리방안을 모색하기 위해 대한설비공학회에 용역을 의뢰한 결과 「기계설비자동제어 공사종류별 분류방안에 관한 연구」 결과가 나왔다.

이에 대한설비건설협회 자동제어설비공사위원회는 이 연구결과를 바탕으로 자동제어공사의 기술 및 업역구분을 확실히 할 계획이다.

(편집자 주)

## 제3절 기계설비 자동제어 분류

자동제어시스템은 응용되는 분야가 기계, 전기, 공업공정 등 매우 광범위한 뿐만 아니라, 제어 이론의 급속한 발전으로 실제 적용이 확대됨에 따라 제어시스템의 명칭에 있어서 다양하게 분류되어 사용하고 있는데, 특히 시스템 출력인 제어변수의 종류에는 온도, 습도, 유량, 압력, 농도 등의 상태량과 물체의 위치, 자세, 방위, 힘, 속도, 가속도 등의 기계적 물리량과 전압, 전류, 주파수 등의 전기적 물리량 등이 있으며, 이에 따라 공정제어시스템, 서보 제어시스템, 그리고 자동조정시스템 등으로 구분되

어진다.

먼저, 공정 제어시스템(process control system)은 온도, 유량, 압력, 수위, 농도 등 공업공정의 상태량을 제어변수로 하는 시스템으로서, 기계설비, 석유화학 공업설비, 식품공업관련 설비 등 작은 수조의 온도 제어에서부터 대단위 화학 플랜트에 이르기까지 널리 적용되고 있다. 서보 제어시스템(servo control system)은 물체의 위치, 각도(자세, 방향), 방위, 힘, 가속도, 속도 등의 기계적 물리량을 제어량으로 하고 목표값의 임의의 변화에 추종하도록 구성된 시스템을 서보 제어시스템 혹은 서보 시스템이라고 한다. 적용 예로서는 공작 기계,



공업용 로봇, 로켓, 비행기 및 선박의 방향 제어시스템, 미사일 발사대의 자동 위치제어시스템, 추적용 레이더 등이 있다. 그리고, 자동 조정시스템(automatic regulation system)은 주로 전압, 전류, 주파수, 회전속도 등 전기적 물리량 및 기계적 물리량을 제어량으로 사용하며, 목표값을 장시간 계속하여 고정 사용하는 시스템이다. 수배전 및 발전설비 등과 관련된 전력계통의 제어나 증기기관의 조속기 등이 이에 속한다.

또한, 기계설비의 제어를 위한 자동제어시스템은 제어방식과 제어기의 계층에 따라 다음과 같이 분류되어진다.

### 1. 제어 방식에 의한 분류

기계설비를 위한 제어시스템은 설비를 구성하고 있는 요소인 보일러, 냉동기, 공조기, 오염제어기기 등 각종 장비를 제어하는 제어기와 이들 장비들을 상호 유기적으로 연결하여 설비 전체를 통합 관리 및 제어하기 위한 중앙관제장치로 구분할 수 있다.

일반적으로 자동제어 기기는 그 동작 원리 및 구조 등에 의해 공압식, 전기식, 전자식, 직접 디지털 제어(DDC)방식으로 분류된다. 이전에는 제어기를 공압을 이용한 제어방식이나, 전기식을 주로 사용

하였다. 이런 방식들을 DDC 방식으로 대체하면서 마이크로컴퓨터와 연결하여 사용하는 것이 가능하게 되었다. 그리고 컴퓨터간의 데이터 통신, 특히 LAN이 구축이 되면서 자동제어에 있어서 센서의 출력값을 서로 공유하고, 데이터 입출력을 동시에 실행시킬 수 있게 되었다.

전기식, 전자식 및 공기식은 검출부에서 검출한 아날로그 신호(온도, 습도, 압력 등)를 조절부에서도 신호형태의 변환없이 아날로그 신호를 직접 사용하기 때문에 아날로그 방식이라고 하며, DDC 방식은 검출부의 아날로그 신호를 조절부에서 디지털 신호형태로 변환하여 연산·처리하기 때문에 디지털 방식이라고 한다. 이와 같이 신호처리 방식에 따라 그 특징을 비교하면 Table 2.3.1과 같다.

#### 가. 공압식 제어시스템

공압식 자동제어기는 전기식, 전자식과 함께 기계설비분야의 자동제어에 널리 사용되고 있으나, 현재는 사용빈도가 감소하고 있는 추세이며, 대형 밸브를 사용하는 열원제어, 방폭 대응이 필요한 제어, 많은 밸브를 사용하여야 하는 제어 등에 사용되고 있으며, 다음의 특징을 갖고 있다.

① 공압식 제어방식은 비례제어 등에 적합하다.

항 목	아날로그 방식	디지털 방식
기 능	제어시스템을 구성하기 위한 기기의 결합이 제한된다.	다양한 소프트웨어 처리로 고급화를 도모할 수 있다.
조작성	제어반에서 각 루프의 계기를 순시하면서 감시 및 조작한다.	모니터를 중심으로 감시한다.
보수유지	계기 자체로는 고장개소를 판단할 수 없다.	자기 진단 기능을 보유하고 있다.
신뢰성	제어의 정밀도에 한계가 있으면 신뢰성이 다소 떨어진다.	제어의 정밀도가 높으며, 소프트웨어에 의해 효율적으로 제어할 수 있다.
경제성	대체로 저렴하다.	시스템 자체의 가격이 다소 높다.
중앙감시반	자동화 전용의 중앙감시반을 필요로 한다.	PC기종의 중앙감시반을 필요로 한다.

- ② 구조가 간단하고, 여러가지 릴레이류의 조합으로 복잡하고 융통성있는 제어가 가능하다.
- ③ 조작기는 구조가 간단하고, 큰 조작력을 비교적 낮은 가격에 얻을 수 있고, 동특성도 좋다.
- ④ 신호의 전달지연이 있다.
- ⑤ 공기원 장치를 필요로 한다.

공압식 자동제어기기는 전기식이나 전자식에 비해 구조가 간단하고, 먼지, 높은 습도 등의 나쁜 환경에도 잘 견디며, 보수 점검도 용이하다. 공기 압축기에서 에너지원으로 공급되는 압축된 공기는 가능한 한 기름이나 먼지가 섞여있지 않고 노점온도가 낮아 기기나 공기관로에 수분응축이 생기지 않도록 조심하여야 한다. 전기식, 전자식에 비해 공압식은 공기 배관 공사가 별도로 필요한 단점을 가지고 있다.

Fig. 2.3.1은 조절기의 구성을 나타낸 것이며, Fig. 2.3.2는 공압식 제어시스템의 한 예를 보여주고 있다. 조절기는 검출부로부터 제어변수의 측정치에 맞는 신호를 받아 이것을 목표치와 비교하여 그 편차에 따라 조작단에 정역동작의 신호를 내는 것이다.

조절부는 일반적으로 위에 기술한 목표치와 비교하는 비교기구와 그 비교에 의한 편차에서 조작부로 조작신호를 만드는 조절기구로 되어 있고, 이밖에 검출단을 포함하는 경우도 있다.

### 나. 전기식 제어 시스템

전기식 자동제어기기는 온도와 습도의 변화를 다이나프램 등의 기계적 변위로 추출하여 직접 밸브, 댐퍼, 가습기, 압축기 등을 조작 제어한다. 이 방식은 신호의 전송 및 조작동력으로 전기를 이용하며, 다음의 특징을 갖는다.

- ① 신호의 전송 및 조작 동력원인 전원을 쉽게 얻을 수 있다.
- ② 기기의 구조가 간단하기 때문에 취급이 쉽고, 가격이 싸다.
- ③ 신호의 전송이 간단하다.
- ④ 전기회로의 조합에 의해 계장에 융통성이 있다.
- ⑤ 계장공사 (설치, 배선)가 간단하다.
- ⑥ 대용량이 아닌 경우에는 설비비가 다른 방식에 비해 저렴하다.

전기식 자동제어 기기의 제어시스템의 구성은 조절기와 조작부로 구성되는 것이 일반적이다. 조절기는 제어량을 검출하는 검출부와, 기준입력(목표치)과 검출신호를 비교해서 조작신호를 내는 조절부가 일체 구조를 이루고 있으며, 조절기와 조작부가 일대 일의 대응관계로 되어 있다.

기계설비 자동제어시스템에서는 온도, 습도, 압력 등의 상태량을 제어량을 취급하는데, 전기식에

Fig. 2.3.1 조절기의 구성

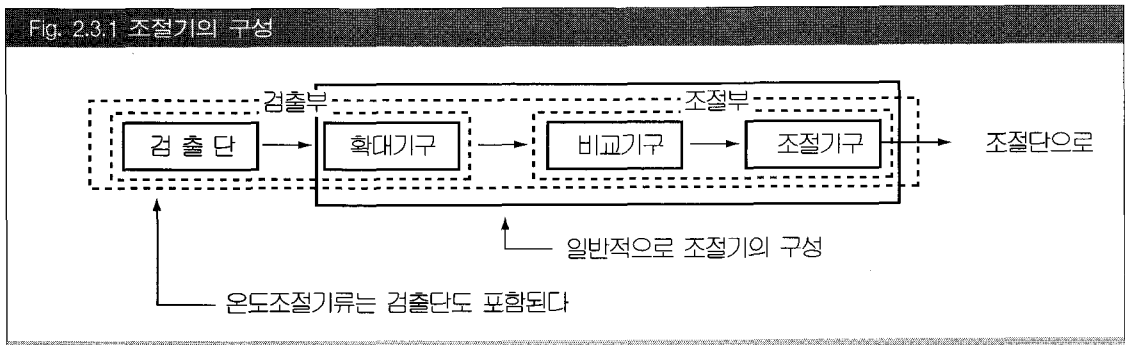
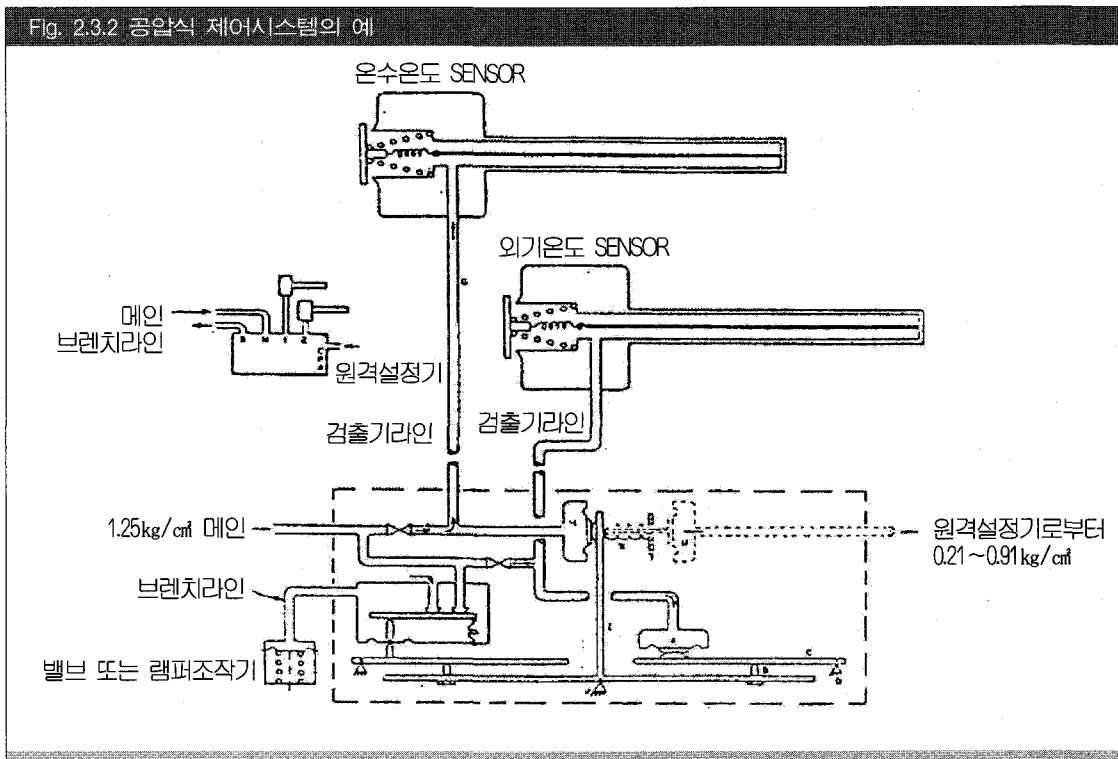




Fig. 2.3.2 공압식 제어시스템의 예



서 이 제어량의 변화는 Table 2.3.2와 같은 각종 검출부에 의해 기계적인 토크로서 나타나게 된다.

이 토크는 조절부의 연산부 즉 스프링 레버 기구에 의해 목표치와 비교되어 각종 스위치, 포텐쇼미

터를 거쳐서 전기적 신호로 변화되는 과정을 거치게 되는 특징과 Fig. 2.3.3과 같이 검출부와 조절부가 일체형으로 되어 있다는 특징을 가지고 있다. 그 일체형을 조절기라고 하며, 이 조절기의 구성은

Table 2.3.2 전기식 조절기의 구성

조절기	검출부	조절부	
온도조절기	다이아프램 벨로즈 감온통	스프링레버	+ • 마이크로스위치 • 수은스위치 • 포텐쇼미터
습도조절기	모발 나일론 리본	스프링레버	+ • 마이크로스위치 • 수은스위치 • 포텐쇼미터
압력조절기	벨로즈 다이아프램 브르돈 관	스프링레버	+ • 마이크로스위치 • 수은스위치 • 포텐쇼미터

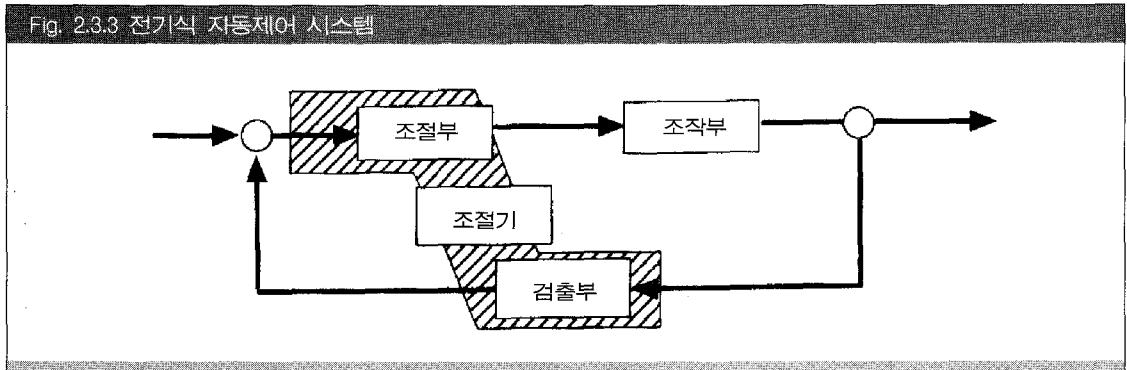


Table 2.3.2와 같다.

전기식 조절기는 SPDT 스위치의 on/off 출력신호(2위치 제어동작), 0~135의 포텐쇼미터 출력신호(비례제어 동작)를 발생한다. 이 포텐쇼미터에 의해 비례제어되는 모터로 스텝조절기를 이동하면 다위치제어 동작이 된다. 별도로 플로팅 조절기를 사용하면 플로팅제어 동작을 한다.

따라서 전기식 제어방식은 고정도 제어 및 복잡한 제어에는 적합하지 않으며 그다지 정밀도를 요구하지 않는( $\pm 2^{\circ}$ ,  $\pm 5\%RH$  이상) 설비의 제어에 적합하다.

#### 다. 전자식 제어 시스템

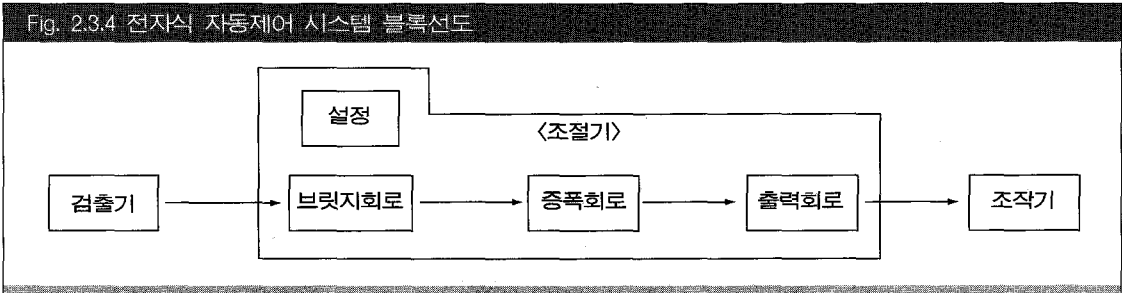
전자식 자동제어기기는 전기식과 마찬가지로 신호의 전달이나 조작용 동력으로 전기를 사용한다. 보통 취급되는 제어량에는 온도, 습도 및 노점온도가 있다. 이들의 제어량 변화는 직접 전기 저항치의 변화로써 검출되어, 브리지 회로의 입력으로 전송된다. 브리지회로에서는 제어량의 변화(전기 저항치의 변화)를 전압 변화로서 변환하여, 그 편차신호는 증폭되어 조작신호로서, 조작부를 구동하여 수행한다.

- ① 신호의 전송 및 조작동력원으로서 전원을 가능하다.

- ② 열용량이 작은 검출단을 사용하고 있기 때문에 감도가 좋고, 제어계에 대한 응답이 좋다.
- ③ 각종 리미트 제어에 의한 제어성의 개선이 가능하다.
- ④ 에너지 절약과 제어의 정확도를 증진시킬 수 있는 외기보상제어, 스케줄제어, 캐스케이드 제어등 보상제어가 가능하다.
- ⑤ 하절기, 중간기, 동절기의 연속제어가 간단하다.
- ⑥ 원격설정이 가능하고, 집중제어가 가능함으로 중앙제어 시스템에 적합하다.

이상의 특징을 종합해 보면 전자식 제어시스템은 중앙제어 시스템 등 비교적 복잡한 제어에 최적이고, 중·대형 빌딩의 공조설비, 산업 공조설비 및 항온항습실 등 높은 정밀도가 요구되는 용도에 적합하다.

Fig. 2.3.4는 전자식 자동제어 시스템의 블록선도를 나타낸 것으로, 각각 조절기, 조작기, 검출기로써 독립된 기기로 된다. 전기식과 같이 일반적으로 조절부와 검출부가 조절기로써 하나의 구조를 취해 조절기와 조작기가 1대 1의 관계로 시스템이 구성되는 것과 달리, 조절기는 1대 또는 여러 개의 검출기를 조합하여 여러 개의 보상제어나 연속제어를 할 수 있다. 따라서 상호 관련성을 갖는 제어에 대해 융통성이 있는 계장이 가능하게 된다.



전자식 자동제어 시스템에서는 검출기와 조절기가 별도로 구성되며, 조절기는 검출기로부터 거리에 설치될 수 있다. 검출기는 온도, 습도, 압력 등의 제어량을 전기 저항치 또는 정전용량의 변화로 검출하여 Fig. 2.3.5와 같이 조절기의 브릿지회로로 입력한다. 브릿지회로는 전기저항치 또는 정전용량의 변화를 전압으로 변환하고, 이 변환된 전압신호는 증폭되어 조작기에 전송되며, 이 신호에 의해 조작기가 구동되는 과정을 거친다.

전자식 자동제어시스템이 전기식과 가장 크게 다른 점은, 온도, 습도 등의 제어량을 검출하는 방식이 작은 상태 변화에서도 안정하고 빠르며 선형으

로 변환하는 검출단을 사용하며, 조절기가 마이크로프로세서에 의해 동작되므로 2위치제어 또는 비례제어 외에도 미분제어나 적분제어 동작 등의 혼합제어가 가능하고, 하나의 조절기에 여러 개의 검출기를 조합할 수 있어서 각종의 보상제어가 가능하다. 이와 같은 차이점에 의해 전자식 자동제어 방식은 다음과 같은 특징을 가지게 된다.

- ① 신호의 전송 및 조작 동력원으로서 상용전원을 사용할 수 있다.
- ② 열용량이 작은 검출단을 사용하므로 장기사용에 따른 열화가 적고 감도가 좋다.
- ③ 외기온도 변화에 따라 자동으로 실내온도를

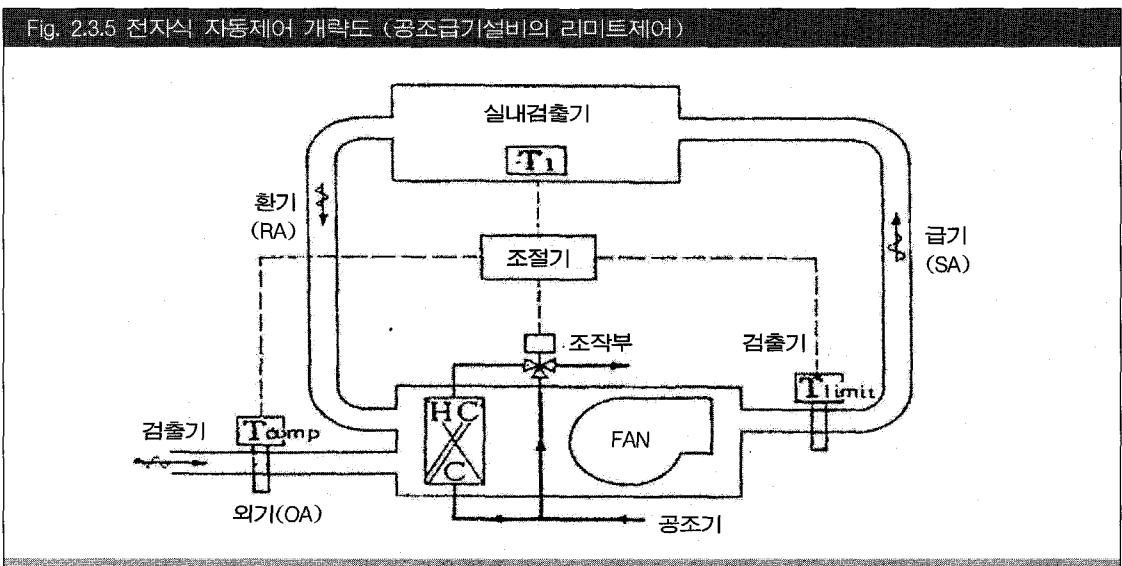
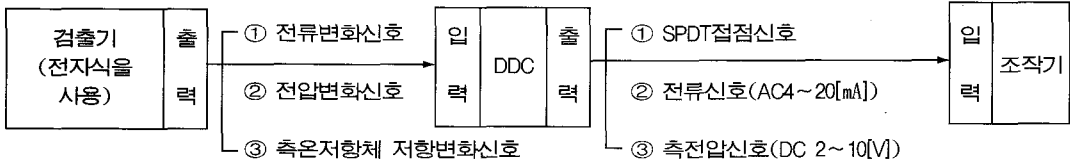




Fig. 2.3.6 DDC 자동제어 시스템의 입출력신호 형태



조절하는 외기보상제어를 할 수 있다.

- ④ 중앙제어 시스템을 구성하여 원격설정을 가능하게 할 수 있다.

이상의 특징들로 인하여 전자식 자동제어 시스템은 높은 정밀도를 요구하는 곳에 적합하다. 현재 주로 사용되는 자동제어 방식은 검출기로는 전자식, 조절기로는 DDC, 조작기로는 DDC 출력신호를 입력받을 수 있는 조작기를 사용하는 방식으로

중·대규모 건물을 자동제어하는 데 사용되고 있다. 전자식 조절기는 항온항습실이나 클린룸과 같은 곳에서 사용되고 있다.

라. DDC 제어 시스템

DDC의 의미는 아날로그 조절기 대신에 마이크로 컴퓨터를 사용하여 마이크로 컴퓨터의 제어로직(소프트웨어 처리)에 의해 디지털적으로 조작부를 움직

이는 것을 말한다. 따라서, DDC 자동제어 시스템이란 Fig. 2.3.6과 같이 검출기는 전자식을 사용하며, 조절기로는 DDC를 사용하고, 조작기로는 DDC의 출력신호를 입력받을 수 있는 것을 사용하는 방식을 말한다.

DDC가 전자식 검출기 및 조작기와 연결되어 공조제어를 할 때의 구성은 Fig. 2.3.7과 같다. 또한, 각 DDC 내에서의 데이터 처리 과정은 Fig. 2.3.8과 같다.

Fig. 2.3.7 공조설비제어의 DDC 구성

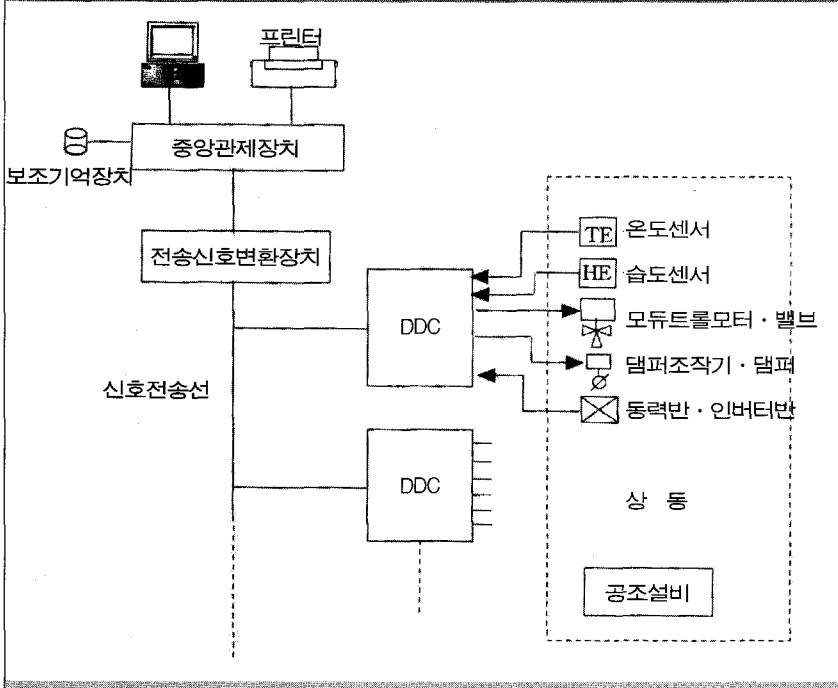
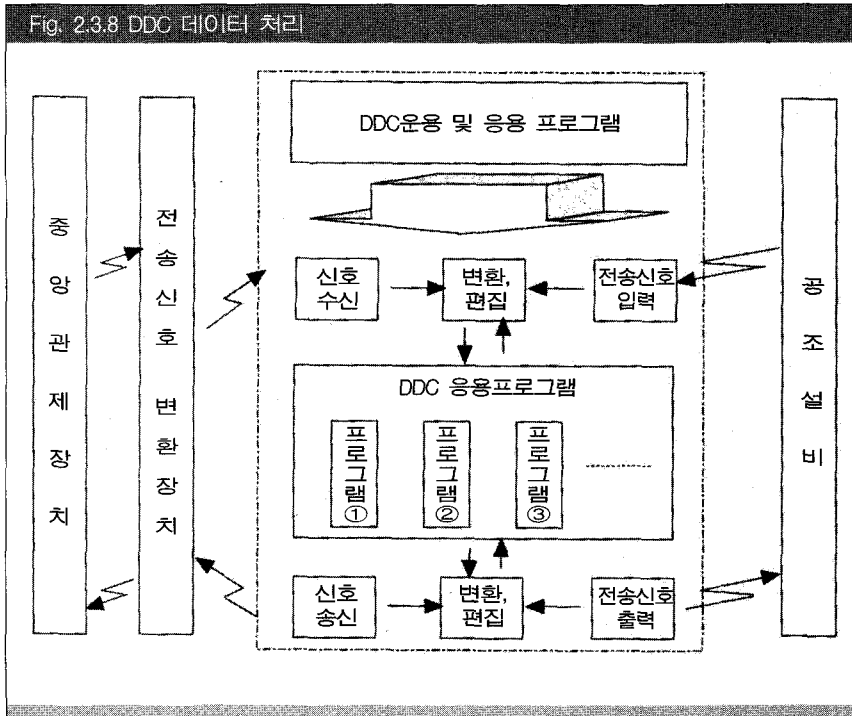




Fig. 2.3.8 DDC 데이터 처리



일반적으로 기계설비의 자동제어시스템의 제어기로는 계층별로 하여 3단계 즉, 현장 계층 제어기, 자동화 계층 제어기 그리고 관리 계층 제어기 등으로 구성되며 각 레벨 제어기의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

가. 현장 계층 (field level) 제어기  
 현장 계층 제어기는 VAV(Variable Air Volume) 박스, 열펌프, 단일 존 공조

## 2. 제어 레벨에 의한 분류

대형화?고기능화되어 가는 최근의 건물은 공조, 위생, 전력, 방범 및 방재 등의 설비들이 복잡하게 조합되어 있으며, 이러한 각종 설비들은 매우 빠른 통신 속도로 상호간에 많은 정보를 공유하면서 중앙 집중제어 방식에서 탈피하여 Table 2.3.3과 같이 분산제어 방식으로 전환되고 있는 추세이다.

최근 기존의 획일적인 빌딩에서 다양한 근무형태의 환경에 대한 기초를 수용할 수 있는 빌딩, 점차 편안하고 쾌적한 인간적인 욕구를 수용하는 빌딩으로 대형화되어가면서 마이크로 프로세서를 이용한 빌딩관리시스템에 대한 중요성이 점차 높아져가고 있다. 따라서 시스템 기능에 대한 지식을 이해하지 않고는 시스템 설계, 영업 및 공사에 이르기까지 상당한 어려움이 있다.

기, 방열기 등의 현장 계층 장비에 대해 직접 제어를 하는 제어기로서, 보통 DDC(Direct Digital Controller)를 사용한다.

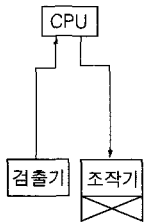
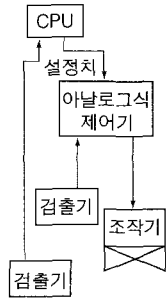
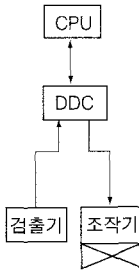
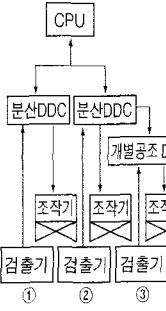
에너지 관리 소프트웨어가 현장 계층 제어기에 상주하며, 현장 계층에서 감지기와 조작기가 제어 장비에 직접 연결된다. 통신버스는 현장 계층 제어기의 네트워킹을 제공하여, 관제점값을 시스템 및 운영레벨의 프로세서와 공유한다. 현장 계층 제어기는 일반적으로 초기 셋업 및 후후 조정시에 휴대용 터미널에 연결되는 통신 채널 및 포트를 가지고 있다.

현장 계층 제어기의 1차 기능은 단일 장비를 직접적으로 디지털 제어하는 것이다. DDC 프로그램을 지원하기 위해 현장 계층 제어기는 감지거나 조작기와 연결되며 DDC 프로그램을 실행하고 관제점 처리를 수행한다. Fig. 2.3.9는 현장 계층 제어기를





Table 2.3.3 제어 시스템의 변천

제어 시스템 항 목	집중형 제어시스템1 (집중제어)	집중형 제어시스템2 (설정치 제어)	분산형 제어시스템1 (제어기의 디지털화)	분산형 제어시스템2 (제어시스템의 미세분산)	분산형 제어시스템3
시스템 구 성	중앙제어장치 	중앙제어장치 	중앙제어장치 	중앙제어장치 	좌 동
시스템 특 징	최적화 제어	설정치의 최적화	제어기능(순차 제어·피드백 제어의 고도화·고기능화)	1) 제어기능의 고도화·고기능화 2) 제어 계층화에 의한 소프트웨어의 신뢰성 향상	1) 최저 코스트를 목적함수로 하는 적합화제어 2) 제어기능에 의한 소프트웨어의 신뢰성과 고기능화의 양립
제어 대상	주로 일원	주로 공조기	열원·공조기	① 열원 ② 공조기 ③ VAV·FCU	좌 동
제어기능의 계층화	중앙제어 장치의 모든 기능을 부담	1) 중앙제어장치: 설정치 연산 2) 아날로그식 제어: 공조기 온·습도 피드백 제어	1) 중앙제어장치: 분산DDC의 연산보조 2) 분산DDC: 열원·고도의 공조기 순차제어·피드백 제어	1) 중앙제어장치: 분산DDC의 연산보조 2) 분산DDC: 고도의 순차 제어를 주체로 하는 열원 제어 및 고도의 피드백 제어를 주체로 하는 공조기 제어 3) 개별공조DDC: 공조기 제어와 연동하는 VAV·FCU의 온습도 제어와 운전 관리기능	1) 중앙제어장치: 최적화제어, 분산DDC의 파라미터 튜닝연산·운전지원 맨머신인터페이스 2) 분산DDC: 고도의 순차제어를 주체로 하는 열원제어 및 고도의 피드백제어를 주체로 하는 공조제어와 피드백제어에 파라미터의 튜닝연산 3) 개별공조DDC: 공조기제어와 연동하는 VAV·FCU의 온습도제어와 운전관리기능 및 실내부압제어등의 고속·안정화제어 4) 시뮬레이션기술의 대폭적인 활용



포함한 자동제어 시스템의 구성도를 나타낸다.

(1) 관제점 처리

현장 계층 제어기 관제점 처리는 일반적으로 다음 기능들을 수행한다.

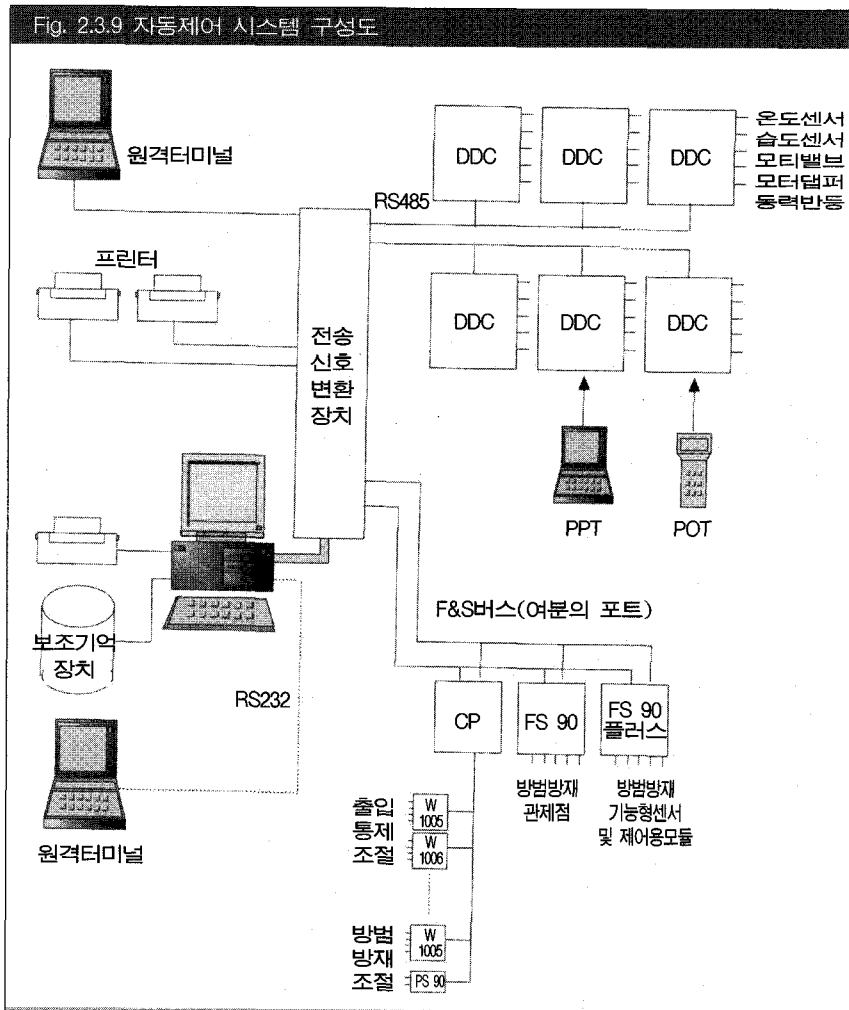
- 아날로그 입력 데이터의 디지털(A/D) 변환
- 아날로그 입력의 스케일링과 오프셋
- 비선형 아날로그 입력의 선형화
- 제어시퀀스 기능의 연산

- on/off, 경고/정상 상태를 결정하기 위한 디지털 입력 감지
- DDC 프로그램 출력 디지털 데이터를 아날로그(D/A) 변환하여 밸브 및 댐퍼 조작기로 전송
- 2 모드(on/off) 및 3 모드(off/slow/fast) 디지털 출력 명령 제어

처리된 관제점 데이터는 DDC 프로그램에 의해 직접 활용되며, 현장제어반이나 원격 터미널에서도

이용된다. 아울러 데이터는 자동화 및 관리 계층 제어기로 보내어져 상주 프로그램용 입력으로 사용되며, 운전자 정보로 표시/기록된다. 예를 들어 자동화 계층 제어기로부터 실온값을 받아 최적 기동, 최적 정지, 야간사이클 및 야간퍼지 프로그램의 입력으로 사용할 수 있다. 관리 계층 프로세서는 관제점 값을 문자 및 그래픽 운영자 터미널에 표시하며, 경향 보고서와 기록 파일의 입력으로 사용한다.

Fig. 2.3.9 자동제어 시스템 구성도



(2) 일반 관제점 데이터

일반적인 VAV 현



장 계층 컨트롤러의 경우, 디스플레이 또는 프로그램 사용을 위해 아래와 같은 관제점과 DDC 프로그램 데이터가 활용될 수 있다.

- 유량값
- 온도 설정값
- 설정값과의 편차(오프셋)
- 실온
- 덕트 온도
- 댐퍼 위치
- 재열 단계
- 온수밸브 위치 (온수 재열용)
- 실내 냉난방 열량
- 최소/최대 유량 설정값

이밖에 현장 계층 제어기는 응용에 따라 다양한 데이터를 제공한다.

#### 나. 자동화 계층 (automation level) 제어기

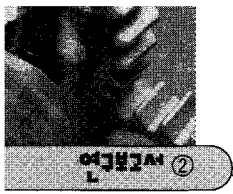
마이크로 프로세서 기반의 자동화 계층 제어기는 관제점, DDC 루프 및 제어 프로그램의 수에 있어서 현장 계층 제어기보다 더 많은 용량을 가진다. 자동화 계층 컨트롤러는 보통 대형 공조기 및 중앙 냉동기같은 기계설비의 주요 부분에 적용된다. 이 제어기는 조명제어 기능도 수행할 수 있으며, 감지기나 조작기를 통해 직접 또는 현장 계층 제어기와 통신연결을 통해 간접적으로 제어장비와 인터페이스된다. 자동화 계층 제어기는 보통 초기 셋업 및 추후 조정시 휴대용 운영 및 프로그래밍 터미널을 연결하는 포트를 가지고 있다. 자동화 계층 제어기가 관리 계층 프로세서와 연결될 때, 제어기 프로그램에 대한 추후 변경은 관리 계층 프로세서에서 보통 이루어지고, 시스템 전송로를 사용하여 컨트롤러에 로드된다. 자동화 계층 컨트롤러는, 관리 계층 프로세서와의 통신이 두절될 경우, 독자운영이 가능한 시스템 생존능력을 갖추고 있다.

자동화 계층 제어기는 현장 계층 제어기보다 더 다양한 기능을 제공하며 보다 큰 독자운영 능력을 갖는다. 많은 입출력 용량과 증가된 처리용량으로 자동화 계층 제어기는 공조기 및 기타 공조 장비로 이루어진 다수 DDC 루프와 복합 제어시퀀스를 운영한다. 아울러 에너지 관리 프로그램이 제어기내에 상주한다. 이 밖에 자동화 계층 제어기는 화재 경보, 보안/방법 또는 조명제어와 관련하여 다수 존을 관리한다. 또한 스피커로 비상대피를 통제하거나, 출입통제와 카드 판독기를 사용해서 인적 인동을 제어할 수 있다.

#### (1) 관제점 처리

공조 자동화 계층 제어기에 의한 관제점 처리는, 현장 계층 제어기의 기본 기능을 아래의 방법으로 향상시킨다.

- 이전 값과의 편차가 발생한 아날로그 입력값에 대한 검사, 이것은 오류 신호값이나 감지기 고장에 의한 DDC 프로그램의 오동작을 예방한다.
- 각 아날로그 입력에 대한 아날로그 한계 비교, 또는 재설정 스케줄 또는 DDC 설정값을 따르는 한계 비교를 수행한다.
- 팬 정지 상태에서의 시스템 기동/정지 오경보를 예방하는 프로그램으로서, 이것은 하나의 경보가 제 2의 경보 조건을 만드는 중속 경보를 방지한다.
- 1분 단위로 운영시간을 1년 이상 추적하여 주기적 관리 지시 한계를 설정한다
- DDC 프로그램, 에너지 관리시스템(EMS : Energy Management System) 프로그램 및 수동운동을 제어하는 명령제어 소프트웨어로 구성된다.
- 2 또는 3 모드 명령을 지원한다.
- 각각의 디지털 출력점에 대해 후속 명령의 지



정가능한 지연을 제공한다.

- 모순된 명령을 방지하기 위해 명령 및 상주 우선 순위 구조의 실행을 가능케 한다.
- 고정값이나 상태를 입출력으로 할당할 수 있는 능력을 제공하며, 이 경우 현장 또는 중앙 터미널로 고정 상태를 보고한다.
- 어느 프로그램 또는 수동명령이 출력을 최종 제어하는지를 보고하기 위해 표시와 출력을 가능케 한다.

### (2) 시간/사건 프로그램

정상적 DDC 및 EMS 독립형 소프트웨어에 추가하여, 시간/사건 프로그램은 각각의 컨트롤러로 하여금 아래 사항을 제공하게 해준다.

- 8일 일정(정규 평일+휴일)에 따른 장비운영 시간표.
- 수동 설정 기간동안 정규 시간표의 일시적 일정 조정.
- 1년 휴일 일정 프로그래밍.
- 네트워크상에서 일련의 계획된 조치를 하기위한 트리거 입력(디지털/아날로그) 시간 및 상태를 지정한다. 예를 들면, 화재 경보가 발생하면, 배기팬이 기동되고, 급기팬은 정지되며, 배연덤퍼가 닫히고 비상문이 개방된다.

### (3) 데이터 공유

자동화 계층에서 처리된 관제점 데이터는 상주 DDC, EMS 그리고 시간/사건 프로그램에 의해 직접 사용된다. 또한 데이터는 현장제어반, 휴대용 터미널에서 사용되며, 관리 계층 프로세서 및 기타 자동화 계층 제어기로 전송된다. 아울러 DDC 및 기타 상주 프로그램과 관련된 모든 파라미터와 출력 값은 현장 및 운영레벨에서 읽혀지고 조정된다.

다. 관리 계층 (management level) 프로세서

관리 계층 프로세서는 다시 두가지로 나눌 수 있다. 운영 레벨과 관리레벨로 나눌 수 있는데, 먼저 운영레벨 프로세서를 살펴보면 운영 레벨 프로세서는 BMS 운영자에 의해 제어된다. 프로세서는 통합 운영 터미널을 표시하고, 추가적인 운영 터미널, 프린터, 메모리 확장 및 통신연결을 수용하는 플러그인 기능 보드를 가진 PC이다.

운영 레벨 프로세서는 보통 응용 소프트웨어를 아래와 같이 포함한다.

- 시스템 보안 : 승인된 운영자별로 제한된 접속 및 운영을 수행한다.
- 시스템 접속 : 승인된 운영자가 PC 키보드 및 기타 장비를 이용해 시스템 데이터를 선택 / 조작할 수 있도록 허가한다.
- 데이터 포맷 : 다양한 시스템 관제점을 표시 / 출력을 위해 논리 그룹 형식으로 묶는다.
- 데이터 분리 : 특정 터미널 및 운영자 경로에 대한 관제점을 그룹화한다
- 프로그래밍의 현장화(Customizing) : 특정 원격 시스템 레벨 컨트롤러와 존 레벨 컨트롤러로의 로딩을 위한 운영 레벨에서의 DDC 프로그램의 현장화를 수행한다.
- 그래픽 : 동적인 시스템 데이터를 표시하는 그래픽 디스플레이의 현장화를 수행한다.
- 표준 리포트 : 자동화되고 스케줄된 대로, 요건에 의해 정보 및 운영자 활동보고서를 제공한다.
- 현장 보고서 : 스프레드 시트, 워드 프로세싱 및 데이터베이스 관리 용량을 제공한다.
- 유지 관리 : 장비 가동시간 및 일력 관리에 의한 장비 유지 작업 순서를 자동으로 작성하고 제공한다.
- 구체적 현장화 : 운영자 지정, 주변 기기 지정, 프린터 분리, 시스템 구성, 특정 관제점의 동작



메시지 지정 문자 표시 및 출력, 시간/휴일 스케줄, 관제점 감시/제어, 시간/사건 프로그램 지정 및 응용 프로그램 파라미터 지정을 허용한다.

- 시스템 통합 : 다중 하부시스템 (공조, 방재, 방법, 출입통제)에 대한 통상제어, 연동 및 구체적인 하부시스템 사건 (예를 들어, 방재경보후 배연담퍼의 개폐)에 대해 총체적인 동작을 제공한다.

관리 레벨 프로세서는 BMS 시스템의 최상위 계층에 위치하고 있으며, 연결된 하부시스템의 제어 및 관리를 행한다. 이 레벨의 운영자는 시스템 내 어느 곳으로부터도 데이터를 받을 수 있고 관제점에 명령을 내보낼 수 있다. 일상 운영은 보통 운영 레벨 프로세서가 행한다. 반면에, 비상시 또는 정지시에는 관리 레벨 프로세서가 담당한다. 관리 레벨 프로세서는, 에너지사용, 운영비용 및 경보 동작같은 기록 데이터를 수집, 저장하며, 장기간의 관리 및 설비 사용에 대한 도구를 제공하는 보고서를 작성한다.

관리 레벨 프로세서는 압축 및 데이터 처리 요건에 따라 때때로 하드디스크를 갖춘 미니컴퓨터이며, 강력한 PC일 수도 있다. 이 레벨에서의 주변기기는 운영 레벨의 터미널과 프린터와 동일해야 한다. 이 프로세서는 전형적으로 중앙 및 원격지에서 다수의 감시반을 지원한다. 관리 레벨의 소프트웨어는 운영 레벨 소프트웨어와 동일하나, 보고서 작성 및 그래픽 용량에 있어 보다 포괄적이다.

거의 모든 초대형 및 다양한 시스템에서 수많은 관리레벨 기능들이 운영레벨 기능들과 결합될 수 있고, 단일 최상위 프로세서에 상주하며 실행할 수 있다. 초대형 및 다양한 설비에서, 특정 관리기능들은 최상위 계층 관리레벨 프로세서로 세분화될 수 있다. 일반적인 관리레벨 기능은 다음을 포함한다.

- 운영자 및 운영자 권한의 지정

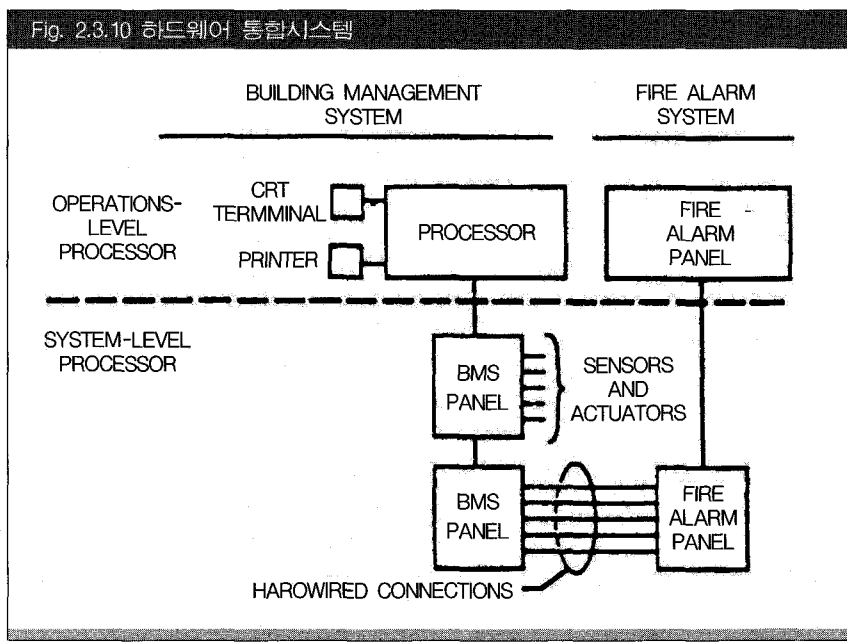
- BMS/DDC 소프트웨어 운영인자로 운영자 변경 보고서 출력
- 플랜트 효율성, 활용 개요, 보고 및 경보
- 에너지 비용/사용 보고서, 할당 및 회계
- 모든 경보 및 정상활동 복귀 및 회계
- 모든 경보 및 정상활동 복귀 기록 저장
- 모든 시스템 레벨 DDC 프로그램의 백업용 데이터베이스 압축
- 실패, 불가능, 확정 기기 및 관제점에 대한 일일 보고서
- 중요한 시스템을 감시, 조정하기 위한 엔지니어링 장비
- 특별히 중요한 경보감시

아울러 초대형 설비상에서, 운영은 빌딩 단위로 이루어진다. 관리레벨 작동은 설비 데이터의 개관을 포함하게 된다. 운영 및 관리기능의 기능적 구분은 사용자 요건에 따른다.

기타 시스템에는 화재 경보, 방법, 출입통제, 조명제어 및 기타 하부시스템으로부터의 정보가 BMS에서 요구되는데, 시스템 통합으로 가능하다. 시스템을 통합하는 데는 다음과 같이 하드웨어 통합과 소프트웨어 통합의 2가지 방법이 있다.

#### (1) 하드웨어 통합

하드웨어 통합 시스템은 본질적으로 어떤 독립된 시스템이며, BMS에 특정 관제점 정보를 제공한다. Fig. 2.3.10을 참조하면, 하부시스템은 현장의 BMS 판넬에 연결된 다수위 관제점 접속을 통해 경보 및 상태 정보를 전달한다. BMS는 보조 정보로서 이 정보를 처리하고 표시하며, 시간/사건 순서같은 상주 프로그램의 입력으로도 사용한다. BMS에 요구된 모든 입력은 하부시스템으로부터 별도로 분리된 관제점을 필요로 한다. 이 하부시스템들은 사



록 해준다. 시스템 레벨 컨트롤러들은 각각의 하부 시스템들에 대해 상용 버스를 통해 교신한다. 이 프로세서들은 운영레벨 프로세서와의 통신연결이 실패할 경우 독립형 시스템을 운영하도록 설계된다. 소방 및 일반 서버 시스템용 시스템 레벨 컨트롤러들은 해당 규정 요건상 현장 보고를 위한 출력도 제공할 수 있다.

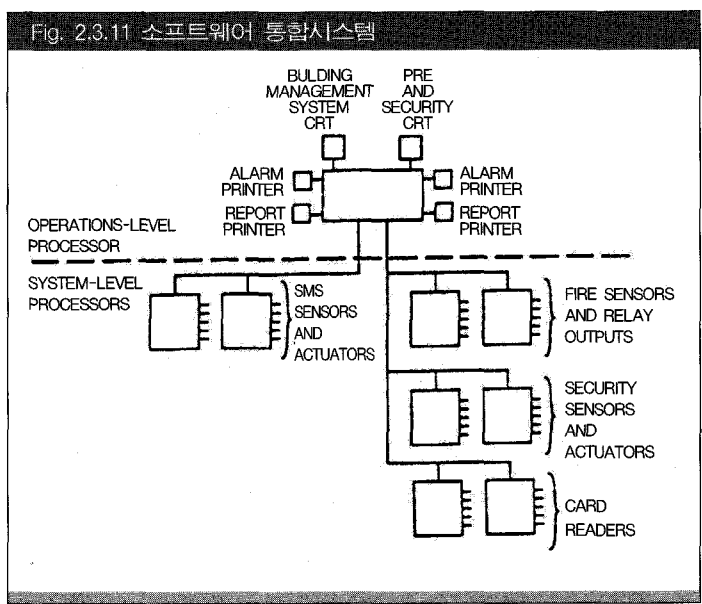
실상 독립 시스템이기 때문에, 그것을 BMS 모니터에서 개별적으로 감시할 수 있는 자체 운영자 인터페이스를 가지고 있다. 아울러 하부시스템용 디스플레이는 BMS의 나머지 부분들을 위한 디스플레이와는 형식면에서 전혀 다르게 보통이다. 따라서 이 통합은 용도가 제한된다.

하드웨어 통합의 장점은 제한된 시스템 정보가 BMS에 이용된다는 점에 있다. 이 통합형은 기존 시스템 내에서 연결을 하는데 보통 사용되며, 따라서 운영장비를 교체할 필요가 없게 해준다.

(2) 소프트웨어 통합

Fig. 2.3.11은 소프트웨어 통합시스템을 나타낸다. 단일 운영레벨 프로세서는 모든 시스템들이 통합되도

된 건축구조가 단일 운영 센터를 나타내더라도 운영자 터미널과 프린터는 방재실 같은 곳에 떨어져 배치될 수 있으며, 필요시 소방 또는 방범 정보에만





제한될 수도 있다. 모든 서버 시스템들은 소프트웨어적으로 연결된다. 또한, 정보는 실효성있는 제어를 위해 조명제어나 EMS 같은 기타 서버 시스템을 포함한 추가 버스로 전송될 수 있다.

이 통신은 배연 제어 같은 일부 운영의 경우 중요하다. 다수의 버스가 사용될 때 상용 디스플레이 포맷, 시스템 전반에 걸치는 정보의 집중적 수집과 분산은 보다 신뢰성이 높고 보다 원활한 운영시스템을 제공한다.

소프트웨어 통합 시스템의 장점은 다음과 같다.

- 초기 투자 비용과 실제 운영비가 낮다.
- 배연제어같은 시스템은 단 하나의 프로세서에 의해 쉽게 수용될 수 있다.
- 원거리 위치에서의 독립적 운영센터가 제공될 수 있다.

이 통합형의 단점은, 전송속도가 시스템 모든 부분에서 적합할 수 있도록 시스템 구성시 주의를 기울여야만 한다는 것이다.

통신이라는 것이 대두된다.

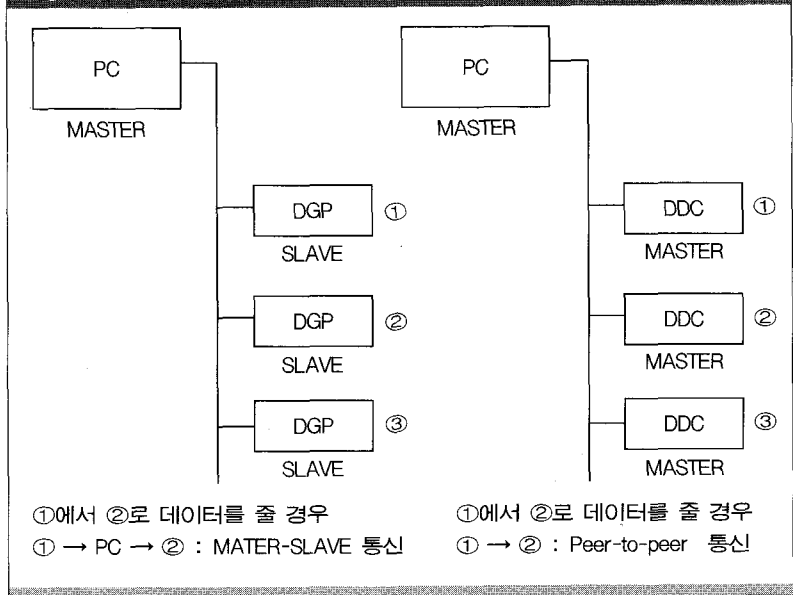
자동제어에서의 데이터 통신은 Fig. 2.3.12에서 볼 수 있듯이 크게 주종통신(Master-Slave Communication : MSC)과 동등통신(Peer-To-Peer Communication : PPC)의 2가지로 나눌 수 있다.

MSC는 주로 PC로 구성되는 마스터 프로세스에서 다수의 슬레이브 프로세서 (Data Gathering Panel : DGP)와의 제어를 총괄하는 방식이다. 이 형태에서 PC는 운용자 인터페이스 기능은 물론 광역제어(global control)를 담당하게 되는데 각 DGP간의 직접통신은 허용되지 않는다. 즉 PC를 통해 PC의 지시에 따라서 통신을 위한 별도의 장치를 필요로 하지 않기 때문에 PPC 방식에 비해 가격이 높지 않다. 그러나 이의 단점은 모든 통신이 마스터인 PC에 의존하기 때문에 PC가 다운될 시에 중앙에 집중된 모든 제어기능은 마비된다. 그렇다고 해서 단독 운전 (stand alone)이 안되는 것은 아니지

라. 통신

DDC가 갖고 있는 가장 중요한 의미는 엄밀히 말하면 분산제어라고도 할 수 있다. DDC의 분산제어란 각 DDC는 각기 자기제어 영역에 대한 독립적인 제어를 하면서, 더 나아가 전체의 제어개념으로서는 유기적인 상호관련을 갖고 있음을 의미한다. 이 두 개의 개념을 만족시켜 줄 수 있어야만 분산제어의 개념을 만족시킨다고 할 수 있다. 이러한 개념을 만족시키기 위해서는 상호 데이터

Fig. 2.3.12 데이터 통신의 방식



만 극히 한정된 일부 기능만이 작동 될 수 있다. 이러한 단점을 약간 극복한 방식으로서는 단독 운전 기능을 강화시켜 모든 기능을 작동시킬 수 있도록 한 지능형 (intelligent) DGP를 들 수 있다. 물론 MSP 방식이지만 전자보다는 기능이 우수하여 거의 DDC라 불리워진다. 그래서 이 방식은 최근 공조제어에 많이 쓰였고, 요즘에는 조명이나 방범, 출입관리 등에 이런 종류의 방식이 많이 쓰이고 있다.

PPC는 마스터 개념의 프로세서가 없다. 모두 동등의 데이터 전송 권한을 가지고 있는 것이다. 단지 통신이 이상없이 수행되고 있나를 감시하는 기능이 있을 뿐이다. 이런 형태의 통신방식은 MSC와 같은 형태에서 발생할 수 있는 대부분의 문제점을 해결할 수 있지만 가격은 상대적으로 높은 편이고 이런 PPC방식은 최근의 공조제어 방식으로는 더할 나위 없이 최적이다. 왜냐하면 VAV, 공조기, 열원, 급탕 등이 일련의 긴밀한 상호관계를 가지고 제어되고 있기 때문이다.

“설비 정보와 데이터 관리”를 뜻하는 FIDM (Facilities and Data Management System)의 개념은 네트워크에 연결되어있는 시스템 내의 데이터에 원격으로 접근해야 하는 설비 관리자와 기술자들의 요구에 의해 만들어졌다.

네트워크에는 다음과 같은 설비 정보를 가지는 시스템들이 연결되어 있다.

- 실시간 데이터 생성, 시스템 성능, 에너지 절약, 기술보고 등을 위한 설비기술
- 유틸리티와 생산, 중앙 인증 등을 위한 유틸리티 목록 및 상태 보고 등을 위한 유틸리티 분야
- 자원관리, 작업 명령 생성, 작업계획, 시간 재조정, 유지기록 해석 등

을 제공하는 유지분야

- 빌딩 운용 및 유지에 소요된 비용을 해석하기 위한 각종 보고를 작성하는 관리 기록생성, 중앙 인증 및 기타 관리 작업등을 제공하는 설비관리
- 주변 제어 시스템, 에너지 할당, 에너지 절약 가능성, 계획된 유지 작업에 대한 정보 및 기타 빌딩 관련 문제에 대한 정보를 빌딩 사용자 및 고객에게 제공

설비 자동화 시스템 구축 시 Fig. 2.3.13과 같은 FIDM 개념을 도입함으로써 네트워크 사용자에게 정보를 얻고 사용하기 위한 좀더 간편한 방법을 제시하고, 설비 관리자에게는 개별 시스템들로부터 정보를 수집하고 이를 해석하고, 보고를 작성해야 하는 등의 수많은 관리 작업의 부하를 덜어줄 수 있다. 또한 정보가 네트워크 상에 존재하도록 하여 사용자가 이러한 정보를 해석하거나 다른 의사결정을 내리는데 사용할 수 있게 한다.

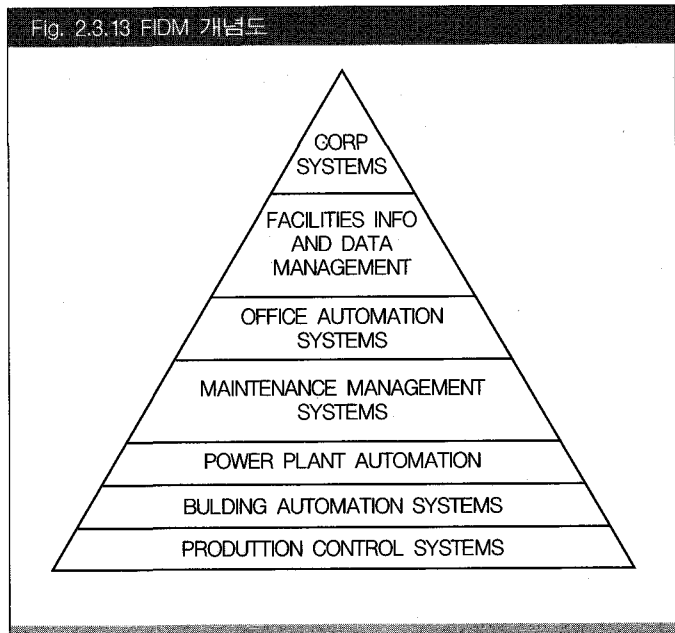




Fig. 2.3.13에서 볼 수 있듯이 FIDM은 최상위에 관리 시스템과의 연동을 위한 인터페이스가 존재하고 아래로 갈수록 사무자동화 시스템 MMS (Maintenance Management System), 유틸리티 측정 시스템, 에너지 및 전력 설비 시스템, BAS, 그리고 생산 제어 시스템이 위치하는 일종의 피라미드 형태를 가지게 되며 BAS와 같은 특정 분야에 해당하는 시스템의 통합을 전체 또는 대부분의 설비 자동화 시스템으로 확대시킨다.

#### (1) 네트워크 프로토콜

데이터, 음성 신호등 각종 정보를 전달하는 네트워크는 일반적으로 LAN, WAN, MAN으로 나뉘는데 이 중에서 LAN이 자동화 애플리케이션용으로 적합하다. 또한 LAN은 데이터와 자원의 공유가 가능하다는 장점 때문에 널리 사용되며 사무실 시스템, 엔지니어링 시스템, O&M 시스템, 실시간 시스템 등 다양한 시스템들을 네트워크에 연결하여 사용자가 한 PC에서 네트워크에 연결된 다른 시스템 혹은 시스템 내의 데이터, 파일 서버 및 드라이버 등에 접근할 수 있게 한다. 이를 위해 기본적으로 동일 네트워크 상에 연결된 모든 시스템들은 호환 가능한 통신 프로토콜을 사용해야 한다.

OSI 모델을 기본으로 하는 표준 네트워크 프로토콜 외에도 이를 변경한 많은 프로토콜들이 나와 있으며, OSI 하위 계층 프로토콜에는 다음과 같은 종류들이 있다.

#### (가) 이더넷(IEEE802.3)

많은 설비들이 LAN에 이더넷 프로토콜을 사용한다. 이더넷은 CSMA/CD 통신의 대표적인 프로토콜로써 IEEE802.3 표준과 밀접한 관계가 있다.

이더넷은 베이스 밴드 통신을 사용하며, 버스 또는 스타 토폴로지를 가진다. 통신 매체로서 동축 케

이블이나 광케이블을 사용하며 10 ~100Mbps의 전송속도를 가진다. 50Ω 동축 케이블을 사용할 경우 최장 2.5km까지 전송이 가능하며, 리피터나 시그널 제너레이터를 사용하지 않고 전송할 수 있는 거리는 0.5km이다. IEEE802.3은 단일 네트워크에 연결될 수 있는 터미널 장비(DTE)의 개수를 최대 1024개로 정의하고 있다. 게이트웨이를 사용하여 여러 네트워크를 연결하여 더 많은 터미널을 연결할 수 있다.

네트워크 디바이스(PCS, 제어기 등등 네트워크 상의 DTE 들)은 MAU(Medium Access Unit)나 트랜시버(transceiver)를 통해 이더넷에 연결된다. 이러한 MAU나 트랜시버들은 송수신 단자와 충돌 감지 회로를 내장하고 있다.

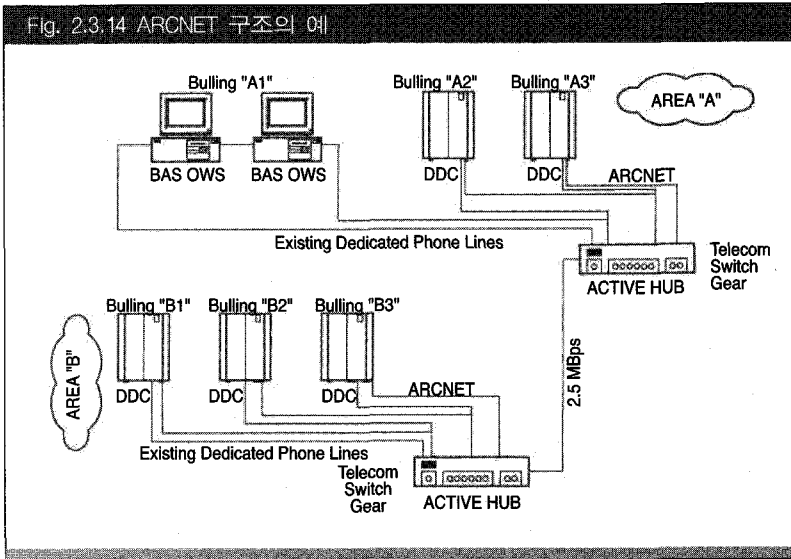
네트워크 디바이스와 트랜시버를 연결하는 트랜시버 케이블은 10BAE5를 사용하는 경우 최대 50m까지 연장가능하다.

#### (나) ARCNET

ARCNET은 1977년 개발된 프로토콜로써 1992년에 ANSI 표준이 되었다. ARCNET은 스타 혹은 버스 토폴로지, 또는 능동 혹은 수동 허브를 사용하거나 두 토폴로지를 혼합한 복합적인 토폴로지를 사용한다. 능동 허브를 사용할 경우 최장 4마일에서 2.5Mbps의 전송속도를 낸다. 최대 255개의 네트워크 노드(PC, 제어기 등)를 한 네트워크에 연결할 수 있으며, 한 네트워크의 최대 10개의 능동 허브를 사용할 수 있다.

두 네트워크 노드간의 최장거리는 2000ft이며 RG 62/u 동축케이블, 광케이블 또는 4선 꼬임 차폐 쌍선을 통신 매체로 사용한다. ARCNET은 토큰 패싱 모드를 사용하는 베이스밴드 LAN이다. 네트워크 상의 토큰은 실제 네트워크 상의 물리적인 위치와는 상관없이 높은 노드 번호를 가지는 노드로

Fig. 2.3.14 ARCNET 구조의 예



(2) BACnet

공조냉난방 설비 제어의 표준 통신 프로토콜인 BACnet은 기존에 시장을 차지하고 있던 독점적인 통신 시스템을 대체할 대안으로 받아들여지고 있다. 초기에 한 제조업자의 DDC 제품들이 다른 제조업자가 제공하는 DDC 제품들과 한 시스템에서 동작할 수 없었고 확장 시 많은 제약이 따랐다. 따라서 서로의 상호 동작성이 요구되었다.

전달된다. 노드가 토큰을 수신하는 시간은 미리 정해져 있으며 보장된다.

ARCNET은 빌딩 자동화 DDC와 산업 제어 시스템과 같은 실시간 자동화 시스템용 LAN에 적합하도록 수년에 걸쳐 연구되었고 이로 인해 빠른 전송 속도와 높은 신뢰성을 제공할 수 있게 되었다. Fig. 2.3.14는 ARCNET 구조를 나타낸 것이다.

(다) TCP/IP (Transmission Control Protocol /Internet Protocol)

TCP/IP 프로토콜은 OSI 모델이 개발되기 이전 미 국방성의 광역 네트워크를 위해 개발되었으며 그 후 다른 사용자들과 컴퓨터 제조업자들에 의해 실제로 구현되고 오늘날 널리 사용되는 표준이 되었다. TCP/IP는 OSI 모델의 트랜스포트계층(TCP)과 네트워크 계층(IP)에 해당되지만 그 상위계층으로도 사용되어 어떤 경우에는 이를 세션, 프레젠테이션, 응용계층으로도 사용한다. 이러한 TCP/IP 네트워크를 연결할 때는 라우터나 게이트웨이를 사용한다.

(가) BACnet 프로토콜 개요

ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers)에서는 빌딩 자동화 장비 제조업체뿐만 아니라 시스템 사용자에게도 이익이 될 수 있는 새로운 통신 프로토콜을 만들고자 하였고, 이러한 작업은 ASHRAE의 후원을 받은 표준화 협의회(SPC-135)를 통하여 이루어졌다. 그리고 여러 번의 재고를 거친 끝에 1995년에는 BACnet 프로토콜이 ANSI에 의해 빌딩 자동화 통신 프로토콜의 국제 표준(ANSI/ASHRAE 표준 135-1995)으로 승인되었다.

(나) BACnet의 목적

BACnet은 건물 내 공조냉난방 설비 제어기들 사이의 데이터 통신을 목표로 개발되었다. 하지만 BACnet 표준 규격이 제정되던 당시, 빌딩 자동화 시스템은 제조업체마다 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하고 있었고 이로 인하여 서로 다른 제조업체

에서 제작된 공조냉난방 설비 제어기들 사이의 호환성을 보장할 수 없었다. 따라서 BACnet 규격은 처음 제안될 때부터 이러한 상화 동작성 문제를 해결하는데 목표를 두었다. 그 결과 BACnet 프로토콜은 서로 다른 제조업체의 장비간의 서로 통신이 가능하도록 프로토콜을 정의하였고, 이로 인하여 공조 시스템, 조명 시스템, 화재 감지 시스템, 보안 시스템, 그리고 하나의 건물 내 설치되는 기타 여러 빌딩 자동화 시스템을 통합하는 새로운 대안이 되었다. 따라서 BACnet 표준 규격의 목적은 서로 다른 장비간의 상호 동작성을 확보하여 시스템을 통합 관리할 수 있도록 하는 것이다.

(다) BACnet의 특징

BACnet의 규격은 네트워크를 통하여 접근 가능한 객체(object)를 정의한다. 이러한 객체는 네트워크 상에 연결된 오퍼레이터 워크스테이션 터미널, 제어기 등과 같은 접근 가능한 컴퓨터 장비에 정의되며, 장비와 관련한 정보를 표준화된 방식으로 표현된다. 그리고 이러한 객체의 실제적인 정보는 속성(property)을 통하여 기술된다. 네트워크에 연결되어 있는 BACnet 장비들은 이러한 객체의 속성에 값을 쓰거나 특정 속성의 값을 읽음으로써 상호 통신을 하게 된다. 또한 BACnet에서는 5가지 종류의 데이터 링크 계층 프로토콜을 선택적으로 사용 가능하도록 하여, 기존에 설치된 빌딩 자동화 시스템을 통합할 수 있도록 하였다. 여기에 더하여 가상

단말(virtual terminal) 서비스, 파일 접속(file access) 서비스, 원격 장비 관리(remote device management) 서비스, 객체 접속(object access) 서비스, 알람 및 이벤트(alarm and event) 서비스와 같이 다섯 가지 범주의 표준화된 프로토콜 서비스를 정의하고 있다. 그리고 네트워크 장비들이 수행할 수 있는 표준 서비스의 레벨과 지원하는 객체의 종류에 따라 6가지 단계의 인증 클래스(conformance class)를 정의한다. 모든 빌딩 자동화 장비가 고도의 BACnet 표준 서비스를 모두 지원할 필요는 없으므로 응용 분야에서 요구되어지는 상호 동작성 레벨에 따라 적절한 인증 클래스를 지원하도록 한다.

(라) BACnet 모델

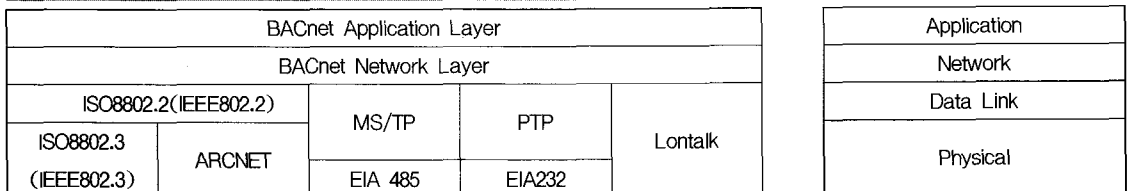
Fig. 2.3.15에서 볼 수 있는 것처럼 BACnet 프로토콜 모델은 OSI 7계층 모델 중 4개의 계층만을 사용하고 있다.

1) 물리 계층과 데이터 링크 계층

하위의 두 계층은 OSI의 7계층 모델의 하위 계층과 서로 대응하고 있으며 다음과 같은 선택사항을 정의하고 있다.

- IEEE 802.2 타입 1 LCC(Logical Link Control)와 IEEE 802.3 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) : IEEE 802.3은 Ethernet에서 사

Fig. 2.3.15 BACnet 계층 구조와 OSI 모델





용되는 매체 접속 방식으로 매우 광범위하게 응용 분야에서 널리 사용되고 있다.

- IEEE 802.2 타입 1 LCC와 ARCNET (2.5Mbps) : ARCnet은 원래 DAP (Data Point Corporation)에서 정의(ATA/ANSI 878.1)한 독점적(proprietary) 프로토콜로 토큰 패싱 방식을 사용하는 LAN에 사용된다. ARCNET은 다양한 전송 매체 상에서 동작되며, 일반적으로 꼬임 쌍선을 사용하는 경우에도 전송속도는 2.5Mbps이다.
- Master-Slave/Token-Passing (MS/TP)과 EIA-485 : 빌딩 자동화를 위해 설계된 프로토콜이다. 토큰 패싱 방식으로 동작하며 범용 프로세스 구현이 가능하고 저속의 저가형 장비에 적합하다.
- Hardwired or Dial-up Serial과 EIA-232 : 비동기 방식의 점대점 (Point-to-Point) 데이터 전송을 하는 프로토콜이다.
- LonTalk : 에셀론 (Echelon Corporation)에 의해 설계된 프로토콜로 현재 LonMark 기구에서 지원되고 있다. BACnet에서는 LonTalk에 대해서는 정의하고 있지 않으며 하부 계층은 LonTalk 프로토콜 규격을 따른다. LonTalk은 무선, 적외선, 꼬임 쌍선, 동축케이블, 광섬유 등 다양한 전송 매체 상에서 동작되며, 전송속도는 거리에 따라 4.8Kbps에서 1.25Mbps까지 지원한다.

위의 다섯 가지 선택사항은 프레임 구성, 어드레싱, 매체접근(media access) 제어, 흐름(flow) 제어, 에러복구 등과 같은 OSI 2계층(데이터 링크 계층)의 서비스를 각각의 프로토콜 규약에 따라 수행하며, 점대점 전달(point-to-point delivery of message), 메시지 분할(segmentation), 시퀀스

제어와 기타, 다른 서비스들을 지원한다.

### 2) 네트워크 계층

BACnet은 단일 네트워크 시스템뿐만 아니라 다중 네트워크 시스템 구성도 허용한다. 단일 네트워크 시스템의 경우에는 대부분의 네트워크 계층 기능들이 데이터 링크 계층에 포함된다. 하지만 브리지나 리피터를 사용하여 네트워크를 연결하는 구조의 다중 네트워크 시스템의 경우, BACnet에서는 통신에 필수적인 어드레스와 제어 정보를 포함하는 네트워크 계층 헤더를 정의한다. 다중 네트워크 시스템의 경우 네트워크 계층은 전역 어드레스(global address)와 지역 어드레스(local address) 변환, 메시지 라우팅, 시퀀스 제어, 흐름 제어, 에러 제어, 이종 네트워크 사이의 멀티플렉싱 등의 기능을 수행한다. 네트워크 계층은 서로 다른 매체 접근 제어 방식을 사용하는 네트워크 사이의 전역 어드레스와 지역 어드레스 구분을 위하여 반드시 필요하다.

### 3) 응용 계층

응용 계층은 제어, 모니터링, 그리고 기타, 다른 빌딩 자동화 기능을 수행하는 응용 프로그램으로 실제적인 인터페이스를 제공하는 계층이다. 이 계층에서 제공되는 기능을 OSI 모델과 비교하면 다음과 같다.

- 메시지 분할, 흐름제어, 분할 메시지를 사용하는 프로세스의 시퀀스 제어는 OSI 모델의 트랜스포트 계층의 기능이다.
- 동기화 확인 점(synchronization check point), 에러 상태에서의 동기화 확인 점 리셋은 OSI 모델의 세션 계층의 기능이다.
- 응용 계층에서 전달받는 데이터를 하위 계층으로 전달하기 위하여 옥텟 시퀀스로 변환하고 이를 전달하는 기능은 OSI 모델의 프리젠테이션 계층의 기능이다.