

# [ 기계설비자동제어 공사종류별 분류 방안에 관한 연구 ④ ]

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)

## 제 3 장 기계설비 자동제어 현황 및 개선 방향

### 제 1 절 기계설비 자동제어 관련법규 현황

건설교통부 기계설비공사사업에서 예시한 기계설비 자동제어공사란 건축물과 산업시설물에 부속된 각종 기계설비의 자동제어와 관련된 모든 설비의 설계, 시공 및 감리를 망라한다. 자동제어 설비공사는 제어대상인 기계설비의 최적 운전조건을 유지하여 설비의 기능 활용을 극대화하고 운전에너지

절약하기 위해 취해지는 밸브, 센서 등의 제어요소 기기들의 선정, 배치, 제어 알고리즘 구현 및 성능 평가, 전체 제어시스템의 제어 및 감시설비 구축 등을 포함한다. 기계설비의 최적 제어를 위하여 각 제어요소들이 유기적으로 결합되고 종합적으로 평가, 분석되어야 하는 자동제어 설비공사에는 각종 전기식 센서와 구동기가 사용되고 제어정보 전달을 위하여 제어전용 통신망이 적용된다.

전기공사업 면허업체들은 전기식 제어부품 및 배선은 전기공사업 고유업역으로 주장하고 정보통신공사업 면허업체들은 제어용 통신망 구축을 자신들의 고유업역으로 주장하고 있는 반면, 건설교통부



기계설비공사업의 경우는 예시된 기계설비자동제어공사라는 포괄적인 문구 하나만으로는 기계설비공사업 면허업체들이 자신들의 고유업역인 이 분야에서 타면허업체들로부터 업역침해를 당할 우려가 있다. 따라서, 기계설비 자동제어 공사와 관련한 유관업체들의 자의적 해석을 방지하고 기계설비공사업체들이 자신들의 고유업역을 법적으로 명문화하여 업역을 보호받고 차후 타공사업 면허업체들과의 업역분쟁의 소지를 불식시킬 필요가 있다.

자동제어설비공사와 관련한 공사업법이 건설교통부, 산업자원부 및 정보통신부 3개의 부처에 걸쳐 존재하며 부처간의 자의적 해석으로 인하여 산업현장에서 공사업에 종사하는 공사업체들은 자신들의 업역의 경계를 명확히 인식하지 못하고 있다. 사업영역을 확장하거나 침범을 막으려는 업체들간의 갈등을 해소하기 위하여 현행법상 규정되어 있는 부처별 자동제어 공사업역과 법률로 구체적으로 명문화되지 못한 구체적인 자동제어설비 공사업사안에 대한 해석방안에 대하여 분석해보고자 한다.

### 1. 건설교통부

건설공사의 정의에 관한 다음의 건설산업기본법 제2조 제4항 내용에 따르면 전기공사업법에 의한 전기공사, 정보통신공사업법에 의한 정보통신공사는 건설공사에 포함되지 않는다고 명시되어 있다.

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "건설산업"이라 함은 건설업과 건설용역업을 말한다.
2. "건설업"이라 함은 건설공사를 수행하는 업을 말한다.
3. "건설용역"이라 함은 건설공사에 관한 조사·설

계·감리·사업관리·유지관리 등 건설공사와 관련된 용역(이하 "건설용역"이라 한다)을 수행하는 업을 말한다.

4. "건설공사"라 함은 토목공사·건축공사·산업설비공사·조경공사 및 환경시설공사 등 시설물을 설치·유지·보수하는 공사(시설물을 설치하기 위한 부지조성공사를 포함한다), 기계설비 기타 구조물의 설치 및 해체 공사 등을 말한다. 다만, 다음 각목의 1에 해당하는 공사는 포함하지 아니한다.

- 가. 전기공사업법에 의한 전기공사
- 나. 정보통신공사업법에 의한 정보통신공사
- 다. 소방법에 의한 소방설비공사
- 라. 문화재보호법에 의한 문화재수리공사

위의 범조항에 의하면 건설공사에 속하는 기계설비공사업은 전기공사업에 의한 전기공사업 및 정보통신공사업법에 의한 정보통신공사를 수행하지 못하도록 명문화되어 있다. 따라서, 이들 공사업간의 업역을 논리적 근거에 의거하여 세부적으로 명시하지 않는다면 향후 잦은 업역간 분쟁이 예상된다.

건설업의 업종 및 업무내용 등에 관한 건설산업기본법시행령 제2장 제7조의 내용은 업종 및 업무내용에 관한 구체적인 사항을 별표 1에 수록하고 있다. 아래의 Table 3.1.1은 별표1의 내용 중 전문건설업의 기계설비공사업에 관한 항목만 발췌한 것이다.

Table 3.1.1의 시행령 내용에서 알 수 있듯이 기계설비공사업의 업역 중 기계설비자동제어공사라는 포괄적인 단어로만 명시되어 있고 기계설비자동제어공사의 구체적인 업역이 명시되어 있지 않아 자동제어공사와 관련한 타공사면허(전기공사업, 정보통신공사업) 공사업체들과 업역간 분쟁의 소지가 많다. 지금까지 기계설비공사업체들은 건축물 및 산업시설물 내의 기계설비 공사 및 자동제어공

Table 3.1.1 건설산업기본법시행령 별표1 내용 중 일부

구분	건설업종	업무내용	건설공사의 예시
전문 건설업	12. 기계설비 공사업	건축물·플랜트 기타 공작물에 급배수·위생·냉난방·공기조 화·기계기구·배관설비 등을 조 립·설치하는 공사	건축물등 시설물에 설치하는 급배수·환기·공기 조화·냉난방·급탕·주방·위생설비·열절연공 사, 방음·방진공사, 옥내급배수관개량·세척공사, 플랜트안의 배관 및 기기설치공사, 무대기계장치 공사, 자동창고설비공사, 냉동냉장설비공사, 집진 기공사, 기계설비자동제어공사, 철도기계신호공사, 건널목차단기공사등

사와 관련한 일체의 공사를 진행해왔으나 전기공사  
업체들이 전기와 관련된 일체의 설비를 자신들의  
업역으로 주장하는 사례가 빈번하므로 업역정립을  
보다 구체적으로 명문화할 필요가 있다.

## 2. 산업자원부

전기공사업의 정의는 전기공사법제2조, 전기공  
사의 제한은 전기공사법제3조에 규정되어 있다. 다  
음은 관련된 전기공사법 원문 내용의 일부를 발췌  
한 것이다.

### 제2조 (정의)

이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "전기공사"라 함은 다음 각목의 1에 해당하는 설비  
등을 설치·유지·보수하는 공사 및 이에 따른 부대  
공사로서 대통령령이 정하는 것을 말한다.  
가. 전기사업법 제2조제14호의 규정에 의한 전기설비  
나. 전력사용장소에서 전력을 이용하기 위한 전기  
계장설비  
다. 전기에 의한 신호표지
2. "공사업"이라 함은 도급 기타 명칭여하에 불구하고  
제1호의 규정에 의한 전기공사를 업으로 하는 것을  
말한다.

3. "공사업자"라 함은 제4조제1항의 규정에 의하여 공  
사업의 등록을 한 자를 말한다.
4. "발주자"라 함은 전기공사를 공사업자에게 도급주  
는 자를 말한다. 다만, 수급인으로서 도급받은 전기  
공사를 하도급주는 자를 제외한다.

(5항 이하 생략)

### 제3조 (전기공사의 제한 등)

- ① 전기공사는 공사업자가 아니면 이를 도급받거나 시  
공할 수 없다. 다만, 대통령령이 정하는 경미한 전기  
공사는 그러하지 아니하다.
- ② 다음 각호의 지는 제1항 본문의 규정에 불구하고 그  
수요에 의한 전기공사로서 대통령령이 정하는 전기  
공사를 직접할 수 있다.  
1. 국가  
2. 지방자치단체  
3. 전기사업법 제5조제1항의 규정에 의하여 허가를  
받은 자
- ③ 제16조, 제17조(통지를 제외한다), 제22조 및 제27  
조제2호·제3호·제4호(통지를 제외한다)·제5호  
의 규정은 제2항의 규정에 의하여 전기공사를 직접  
하는 경우에 이를 준용한다. [시행일 99.7.1]

위의 내용에 따르면 전기공사란 전기사업법 제2



조제14호의 규정에 의한 전기설비나 전력사용장소에서 전력을 이용하기 위한 전기계장설비의 설치·유지·보수하는 공사 및 이에 따른 부대공사로 규정되어 있다. 여기서 언급한 전기사업법 제2조제14호에 의한 전기설비 정의는 다음과 같다.

(전기사업법 제2조제14호)

14. "전기설비"라 함은 발전·송전·변전·배전 또는 전기사용을 위하여 설치하는 기계·기구·댐·수로·저수지·전선로·보안통신선로 기타의 설비(댐건설 및 주변 지역 지원 등에 관한 법률에 의하여 건설되는 댐 및 저수지와 선박·차량 또는 항공기에 설치되는 것 기타 대통령령이 정하는 것을 제외한다)로서 다음 각목의 것을 말한다.

- 가. 전기사업용전기설비
- 나. 일반용전기설비
- 다. 자가용전기설비

전기설비에 관한 위의 법률정의를 분석해보면 전기설비는 궁극적으로 전기사용을 위해서 설치되는 설비를 의미한다. 여기서의 전기사용이란 어떤 설비가 운전을 위하여 전기가 필요한 경우 전기설비의 개념은 해당설비의 요구전력을 공급하는데 필요한 설비를 의미한다. 예컨대, 건축물 내 엘리베이터의 경우 엘리베이터 가동에 필요한 전력공급설비가 전기설비에 해당된다. 그 외 모터를 구동하여 엘리베이터가 소기의 기능을 하도록 시스템을 구성하고 설치하는 것은 기계설비공사업의 영역에 해당한다.

산업자원부 산하 전기공사법 시행령 제2조는 전기공사업의 범위를 규정하고 있다. 다음의 제2조의 전문내용이다.

제2조 (전기공사)

① 전기공사법(이하 "법"이라 한다) 제2조제1호의 규

정에 의한 전기공사는 다음 각호의 공사(저수지·수로 및 이에 수반되는 구조물의 공사를 제외한다)로 한다.

1. 발전·송전·변전 및 배전설비공사
2. 산업시설물·건축물 및 구조물의 전기설비공사
3. 도로·공항 및 항만의 전기설비공사
4. 전기철도 및 철도신호 전기설비공사
5. 기타 전기설비공사
6. 제1호 내지 제5호의 규정에 의한 전기설비 등을 유지·보수하는 공사 및 부대공사

② 제1항 제1호 내지 제5호의 규정에 의한 공사의 종류는 별표 1과 같다.

상기의 내용 중 제2조 제1항 제2호는 산업시설물·건축물 및 구조물의 전기설비공사는 전기공사 고유업역으로 규정되어 있다. 전기설비란 전기사용을 위해 설치되는 설비이므로 위의 시행령에 의한 전기설비공사는 각종 기계설비에 필요한 전력을 공급하기 위한 설비공사로 한정된다.

전기공사법시행령 제2조 제6항 제2호는 기타 전기설비공사의 종류를 별표1과같이 명시하고 있다. 별표1의 내용 중 자동제어설비와 관련된 공사의 내용은 다음의 Table 3.1.2와 같다. 별표1에 명시된 공사의 예시내용을 항목별로 분석해볼 필요가 있다.

가. 산업시설물의 전기설비공사

(1) 산업시설물 및 환경산업시설물 (소각로, 집진기, 열병합발전소, 지역난방공사, 하수종말처리장, 폐기물처리시설 기타 산업설비를 말한다) 등의 전기설비공사

여기서 언급하는 산업시설물들은 기계공학의 전문지식을 요하는 기계공학분야의 설비이다. 따라서, 이러한 산업시설물의 자동제어설비는 기계공학



전문지식을 가진 자동제어전문가가 시공하여야 한다. 전기공사업역은 전기공사법제2조제1항 규정에 따라 이러한 시설물에 요구되는 고전압의 전력공급 설비공사에 한정된다. 해당 시설물을 제어하기 위한 제어알고리즘을 자동제어 엔지니어가 설계하고 PLC나 DDC에 해당 제어 알고리즘을 프로그래밍

하여 제어 시스템이 원활히 구동되도록 하는 것은 설비의 동특성을 잘 아는 기계공학 배경의 자동제어 엔지니어가 수행해야 한다.

이러한 자동제어설비시공은 건설교통부 산하 기계설비 공사업에서 수행되어야 한다. 전기공사업에서 자동제어설비가 전기로 구동된다는 이유로 전기

Table 3.1.2 전기공사업시행령 별표1 내용 중 자동제어관련설비공사의 예시

구 분	공사의 종류	공사의 예시
산업시설물 · 건축물 및 구조물의 전기 설비 공사 산업시설물의 전기설비공사	산업시설물의 전기설비공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업시설물 및 환경산업시설물(소각로, 집진기, 열병합발전소, 지역난방공사, 하수종말처리장, 폐기물처리시설 기타 산업설비를 말한다) 등의 전기설비공사</li> <li>공장자동화 등의 운전, 감시, 신호전달을 위한 전기설비의 자동제어설비(SCADA, TM/TC 등의 전력설비를 포함한다)의 공사 건축물의 전기설비공사</li> </ul>
	건축물의 전기 설비공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>전원설비공사 : 수·변전설비공사(큐비클설치공사를 포함한다), 예비전원설비공사(비상용발전기, 축전지설비, 충전장치, 무정전전원장치의 설비공사를 말한다) 및 보호설비공사</li> <li>전원공급설비공사 : 배전반, 분전반, 전력간선, 분기선 및 배관(덕트 및 트레일)을 포함한다) 등의 설비공사</li> <li>전력부하설비공사 : 조명설비(조명제어설비를 포함한다), 콘센트 등 기계·기구 및 동력설비의 공사</li> <li>반송설비공사 : 엘리베이터, 에스컬레이터, 전동덤펀더, 권상용모터, 레일, 카, 컨베이어, 슈터, 곤도라, 삭도 등 사람이나 물건을 운반하는 반송용 전기설비공사</li> <li>방재 및 방법설비공사 : 서지·낙뢰설비·잡음·전자파(EMI, EMC, EMS 등을 말한다)의 방지 설비공사, 항공장애등설비공사, 접지설비공사, 소방법시행령 제4장의 소방시설에 관한 전기공사 및 도난방지를 위한 전기설비의 전기공사</li> </ul>
	구조물의 전기 설비공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능빌딩시스템설비공사 : 인공지능빌딩시스템(IBS) 설비중 전기설비를 제어하기 위한 자동제어설비공사</li> <li>약전설비공사 : 전기시계설비, 시보설비, 주차관제전기설비</li> <li>기타 건축물에서 요구되는 전기설비공사</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>전식방지공사 : 탱크 및 배관 등의 부식을 방지하기 위한 전기공사</li> <li>동결방지공사 : 제설·제빙용, 바닥난방용, 동파방지용, 일정온도유지용 등의 전기발열체의 설비공사</li> <li>신호 및 표지설비공사 : 네온사인, 큐빅보드, 광고표시등(전광판을 포함한다), 신호등의 설치공사 및 제어설비의 공사</li> <li>광장, 운동장 등에 설치하는 조명탑의 전기설비공사와 기타 구조물에서 요구되는 전기설비공사</li> </ul>



공사업역으로 오해하는 사례가 있으나 전기공사업역은 전기공사법시행령 제2조제1항의 규정대로 기계설비에 필요한 전력을 공급하는 전기공급설비공사이지 기계설비의 자동제어설비공사가 포함되지 않음을 확인할 필요가 있다. 이는 제어대상인 기계설비(소각로, 폐수처리장치 등)의 동특성을 이해하고 그에 상응한 최적의 자동제어 시스템을 설계할 수 있는 엔지니어링 능력이 자동제어 설비공사의 핵심임은 전철의 자동제어 공사특성을 보아도 알 수 있다.

(2) 공장자동화 등의 운전, 감시, 신호전달을 위한 전기설비의 자동제어설비(SCADA, TM/TC 등의 전력설비를 포함한다)의 공사 :

상위법인 전기공사법 제2조제14항의 전기설비정의에 따르면 전기설비는 전기사용을 위한 설비, 즉 전력 공급을 위해 필요한 설비로 규정되어 있다. 따라서, 하위법인 시행령에서 공장자동화 등의 운전, 감시, 신호전달을 위한 전기설비의 자동제어공사를 전기공사업의 업역으로 규정한 것은 공장자동화의 운전에 필요한 각종 기계설비, 감시 및 신호전달에 필요한 각종 제어기와 컴퓨터에의 전력공급설비의 자동제어 공사를 의미한다. 이는 SCADA, TM/TC 등의 전력설비를 포함한다는 내용에도 잘 나타나 있다. 이 조항은 공장자동화 설비 전체에 대한 자동제어설비공사로 혼동하면 안된다. 주지의 사실이지만 공장자동화는 기계공학 분야 중 생산공학분야에서 생산성 향상을 위해 지향하는 선진기술분야이다. 공장자동화는 결국 제품의 생산성 향상을 위한 공장 기계설비들의 선정, 배치 및 제어에 관련된 문제이므로 공장자동화의 핵심 전문가는 기계공학 배경의 자동제어 엔지니어이다. 공장자동화와 관련한 자동제어 시스템의 설계 및 시공은 현재 전기공학 배경의 엔지니어들이 대거 참여하고 있는 것이 현

재의 자동제어설비공사업계 현황이다. PLC로 가능한 제어 알고리즘은 on/off 방식 또는 PID 제어이다. 그러나, 경쟁력 향상을 위하여 갈수록 복잡하고 정교한 제어를 요하는 공장 자동화 제어에 대처하기 위해서는 보다 복잡한 제어 알고리즘을 구성하고 DDC와 같은 개선된 제어 하드웨어 환경에서 프로그램을 구성할 필요가 있다. 즉, 향후의 제어설비 시공과 관련된 핵심기술은 PLC와 관련된 제어요소를 배치하고 배선하는 작업이 아니라 제어 대상 설비의 동특성을 잘 이해하고 그 특성에 맞는 제어 알고리즘을 설계하는 능력이다. 일단 제어 알고리즘이 설계되면 이를 구현할 하드웨어 구성은 시방서의 순서에 따라 진행하기만 하면 된다. 따라서, 공장자동화와 관련된 운전, 감시, 제어 등의 설비공사는 설비 특성을 잘 아는 기계공학분야의 자동제어전문가가 수행하여야 한다.

#### 나. 건축물의 전기설비공사

(1) 전원설비공사 : 전원설비는 기계장치가 개입되는 부분이 없는 순수한 전력설비에 해당하므로 전기공사업이 전담해야 할 고유업역이다.

(2) 전원공급설비공사 : 이 또한 전원설비공사의 경우처럼 기계설비와 관련이 없는 전기공사업역이다.

(3) 전력부하설비공사 : 조명제어설비는 건축물 내 에너지 절약을 위한 중요한 자동제어설비이다. 건설교통부 산하 기계설비공사업은 건축물 및 산업 구조물의 에너지 절약을 최우선으로 하고 건축물 내 여타의 기계설비 자동제어공사와 분리되기 어려운 경우가 많으므로 기계설비공사업역에 포함되어야 한다.



(4) 반송설비공사 : 반송설비의 구동원은 전기모터이나 그 이외의 설비는 모두 기계장치이다. 반송설비에서 중요한 것은 운반하고자 하는 대상 하중에 적합한 기계구조물을 설계하고 시공하는 능력이다. 이러한 설계에 근거하여 모터 용량이 결정된다. 전기공사업이 관여해야 할 부분은 모터가 일정 규모 이상일 경우 모터 구동에 필요한 전력설비를 시공하는 일에 국한된다.

(5) 방재 및 방범설비공사 : 방재 및 방범공사는 건축물의 부가가치를 높이고 인공지능화하기 위한 건축물 설비공사의 일부이다. 방재 및 방범공사는 기계설비공사의 일부분으로서 기계설비공사가 지향하는 인공지능빌딩시스템의 구현을 위해서 반드시 포함되어야 할 기계설비공사업역이다.

(6) 인공지능빌딩시스템설비공사 : 인공지능빌딩시스템(IBS) 설비중 전기설비를 제어하기 위한 자동제어설비공사를 전기공사업역으로 명시하고 있다. 따라서, IBS에 소요되는 전력설비의 수배전 및 전력공급에 필요한 자동제어설비는 전기공사업 관할 업무이다. 반면에 IBS 기계설비는 공기조화 장치, 냉난방 기기, 조명장치, 방범, 방재설비, 주차관제설비, 엘리베이터, 사무자동화기기 등을 망라하며 이들을 통합적으로 관리하고 제어하여 에너지 절약, 운전비 절약 및 재실자에게 쾌적한 재실환경과 안전을 제공하도록 해당설비를 최적 제어하는 것이 IBS 자동제어설비공사의 목적이다. 언급된 설비들은 건축물에 부속된 핵심 기계설비들이므로 이들의 시공 및 제어설비 공사는 기계설비공사업의 고유영역에 해당한다. 주지하다시피 통합적인 IBS 제어는 구성설비들인 각종 기계설비들의 동특성을 알고 이들에 대한 최적 제어 알고리즘을 구성하며 이를 제어설비에 구현하고 통합제어, 감시 및 관리

를 하려면 단일 시공업체가 주관하여 진행하여야 한다. 그렇지 않고 다른 공사업 면허의 업체들이 IBS 자동제어설비를 분할하여 시공하게 되면 자동제어 시스템에 하자가 발생한 경우 책임소재가 불분명해진다. 따라서, 법이 정한 고유영역에 맞게 전기공사업은 IBS 설비에 필요한 전력공급을 위한 전기설비 및 해당전기설비를 자동제어하기 위한 공사를 전담하여야 한다. 그 외의 IBS 자동제어설비는 단일 업체가 해야 하며 제어대상 설비인 각종 기계설비에 대한 전문지식을 갖춘 기계공학 배경의 자동제어 엔지니어링 업체가 주관해야 한다. 이러한 업체는 기계설비공사업 면허를 소지한 기계설비 자동제어 업체이다. 기계설비 자동제어 시스템 엔지니어링의 산업적 중요성을 인식하여 한국산업인력공단에서도 자동제어응용기술사 자격증을 신설하여 시행할 예정이다. 자동제어설비 공사와 관련한 엔지니어링 패러다임이 변하고 있다. 과거에는 제어요소기기 중심으로 제어설비공사가 진행되었다. 이는 아무리 좋은 제어 알고리즘이 이론적으로 알려져 있다하여도 이를 실제 설비에 구현할 제어용 하드웨어가 없었으나 최근의 급속한 컴퓨터 및 통신기술의 발달로 인해 이제는 과거와 달리 제어대상 설비를 잘 아는 전문 엔지니어가 제어 알고리즘을 하드웨어적 제약없이 구현하는 것이 가능해진 것이다. 자동제어설비업체의 기술력향상을 위해서는 이제 종래의 on/off 제어기나 PI 제어기에 의존할 것이 아니라 현대 제어이론을 신중하게 도입해야 하며 이러한 제어이론과 제어 대상을 설비에 접목하기 위해서는 무엇보다도 제어대상 동정(system identification)이 가능한 전문 자동제어 엔지니어를 양성하여야 한다.

국내의 IBS산업이 활성화되고 국제적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 빌딩 내 각종 기계설비의 동특성을 파악하고 그러한 동적거동에 맞는 최적 제어



알고리즘을 설계해내며 현장 제어설비공사 과정 중 시행착오를 거치며 각종 노하우 (know-how)를 축적하는 연구와 시공의 작업이 혼연일체로 진행되어야 한다. IBS는 많은 기계설비가 서로 연계된 매우 복잡한 시스템인 관계로 제어 알고리즘 설계도 간단하지 않으며 국가적으로도 지속적인 연구투자가 이루어져야 할 분야이다. 이러한 IBS 제어시스템 구축은 건설교통부가 주관하고 기계설비공사에 종사하는 업체와 학계의 연구자들이 합심하여 많은 설비와 요구사항을 수용할 수 있는 유연한 IBS 운영 시스템을 구축하여야 한다.

(7) 기타 건축물에서 요구되는 전기설비공사 : 기타 건축물의 특성은 불분명하나 전기공사법이 정의한 전기설비에 해당하는 설비는 전기설비공사로 규정되며 전기공사업의 고유업역이다.

### 3. 정보통신부

다음의 정보통신공사법 제2조는 정보통신설비 및 정보통신공사의 정의를 규정하고 있다.

#### (정보통신공사법 제2조)

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. [개정 99·2·5, 2001·1·16]

1. "정보통신설비"라 함은 유선·무선·광선 기타 전자적 방식에 의하여 부호·문자·음향 또는 영상등의 정보를 저장·제어·처리하거나 송·수신하기 위한 기계·기구·선로 기타 필요한 설비를 말한다.
2. "정보통신공사"라 함은 정보통신설비의 설치 및 유지·보수에 관한 공사와 이에 따르는 부대공사로서 대통령령이 정하는 것을 말한다.

위의 정의에 따르면 정보통신설비는 유선·무선·광선 기타 전자적 방식에 의하여 부호·문자·

음향 또는 영상등의 정보를 저장·제어·처리하거나 송·수신하기 위한 기계·기구·선로 기타 필요한 설비를 지칭하므로 기계설비나 전기설비와는 명확히 구별된다. 문제는 대부분의 기계설비용 자동 제어설비공사의 경우 대부분 전기를 동력원으로 하고 센서와 단말 제어기 그리고 단말 제어기와 중앙의 관계컴퓨터는 센서신호와 제어신호의 정보교환을 위해 정보통신설비를 사용하므로 면허별 공사업역에 대한 세심한 구분이 요구된다.

정보통신공사의 범위 및 공사의 종류에 관한 규정은 정보통신공사법시행령 제2조에 명시되어 있다.

#### (정보통신공사법시행령 제2조)

제2조(공사의 범위) ① 법 제2조제2호의 규정에 의한 정보통신설비의 설치 및 유지·보수에 관한 공사와 이에 따른 부대공사는 다음과 같다.

1. 전기통신관계법령 및 전파관계법령에 의한 통신설비공사
  2. 방송법 등 방송관계법령에 의한 방송설비공사(01.6.30 개정)
  3. 정보통신관계법령에 의하여 정보통신설비를 이용하여 정보를 제어·저장 및 처리하는 정보설비공사
  4. 수전설비를 제외한 정보통신전용 전기시설설비공사등 기타 설비공사
  5. 제1호 내지 제4호의 규정에 의한 공사의 부대공사
  6. 제1호 내지 제5호의 규정에 의한 공사의 유지·보수공사
- ② 제1항의 규정에 의한 공사의 종류는 별표 1과 같다. (99.6.30 개정)

구체적인 공사를 예시한 정보통신공사법시행령 별표1의 내용은 다음의 Table 3.1.3과 같다.

정보제어·보안설비공사 중의 공사예시 항목을 보면 인공지능빌딩시스템 설비 및 원격조정, 자동제



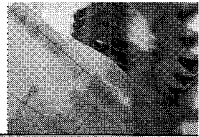
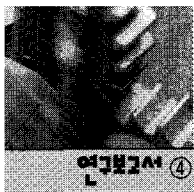


Table 3.1.3 정보통신공사업별시행령 별표1

정보 설비 공사	정보제어·보안 설비공사	인공지능빌딩시스템(IBS)설비, 관제(항공·교통·기상·주차)설비, 원격조정·자동제어(SCADA, TM/TC, 공장자동화 등의 정보통신설비를 포함한다)설비, 정보시스템관리설비, 방향탐지설비, 위치측정설비, 전자신호제어설비, 폐쇄회로텔레비전(CCTV)설비, 경비보안설비, 터널군관리(TGMS)설비, 수계통합자동제어설비, 수문제어설비, 홍수에 경보설비, 민방공경보설비, 수도시설제어설비, 재해방지설비, 수처리(상수·하수 및 폐수 등을 포함한다)계측제어설비 등의 공사
	정보망설비공사	근거리통신망(이더넷LAN·ATM-LAN·기가비트LAN 등을 포함한다)설비, 부가가치통신망(VAN)설비, 광역통신망(WAN)설비, 정보시스템망관리(TMN)설비, 전산시스템(CPU·C/S·제어장치 등을 포함한다)설비, 인터넷(인트라넷·엑스트라넷·방화벽 등을 포함한다)설비, 멀티미디어설비, 컴퓨터·통신통합(CTI)설비, 종합정보통신망(ISDN)설비, 초고속정보망(xDSL·케이블모뎀 등을 포함한다)설비 등의 공사
	정보매체 설비공사	화상(영상)회의시스템설비, 홈뱅킹시스템설비, 원격의료시스템설비, 원격교육시스템설비, 주문대응형비디오시스템(VOD)설비, 홈오트메이션시스템설비, 전자직전광판설비, 지리정보시스템(GIS)설비, 원격자동검침(AMR)설비, 홈네트워크시스템설비, 동시통역시스템설비, 도시정보체계(UIS)설비, 공간영상정보시스템(SIS)설비 등의 공사
	항공·항만 통신 설비공사	무지향표식(NDB)설비, 전방향표식(VOR)설비, 거리측정(DME)설비, 계기착륙(ILS)설비, 로란 및 레이더(ASDE·ASR·MSR)설비, 전술항행(TACAN)설비, 위성항행(CNS /ATM)설비, 위성항법시스템(GNSS)설비, 위성항법보정시스템(DGPS)설비, 항공운항정보(FIS)설비, 셀프이용안내(KIOSK)설비, 이동지역관리시스템(MAMS)설비, 종합정보 통신시스템설비, 일반공중통신시스템설비, 통신자동화시스템설비, 통합경비보안시스템설비, 해안무선(VTS 및 해안지역 각종 통신시설)설비 등의 공사
	철 도통신· 신호설비공사	역무자동화(AFC)설비, 토크백설비, 연선전화설비, 열차무선설비, 사령전화설비, 자동안내방송설비, 전자시계설비, 복합통신설비, 행선안내게시기설비, 도관전선관(HP)설비, 통신 및 신호용트로프설비, 자동열차정지장치설비, 열차집중제어장치설비, 전자식 신호제어설비, 열차내이동무선공중전화설비, 여객자동안내장치설비 등의 공사
기타 설비 공사	정보통신 전용전기 시설설비공사	정보통신전기공급설비, 전기부식방지설비, 전력·전철유도방지설비, 무정전전원장치(UPS)설비, 충방전·전압조정설비, 전동발전기설비, 접지설비, 서지설비, 낙뢰방지설비, 잡음·전자파(EMI·EMC·EMS 등을 포함한다)방지설비 등의 공사

어설비를 모두 정보통신공사업 업역으로 규정하고 있다. 공사 예시의 내용을 보면 단순 정보 제어의 범위를 넘어 기계설비에 관한 전문지식을 토대로 구성되어야 할 제어시스템 영역까지 공사범위가 확대 적용되고 있다. 인공지능빌딩시스템은 일반 정보통신 설비처럼 정보제어만으로 운용되는 설비가 아니라 빌딩 내 공기조화·냉난방 설비에 대한 전문지식을

바탕으로 자동제어시스템을 구성하고 이를 통합관리하는 시스템을 시공 및 운전할 수 있는 능력이 있어야 한다. 미래의 IBS에서는 정보통신망 설비를 기반으로 각 실별 재실자의 쾌적한 실내환경을 제어하고, 조명도 감성공학적으로 쾌적하게 제어되어야 한다. 이러한 재실자의 사무환경을 개선은 가능한 자연에너지, 자연채광 등을 활용하고 에너지를



절약하며 주변시설이나 환경에 악영향을 주지 않는 방향으로 IBS 운전이 최적화되어야 한다. 빌딩 내 수많은 사무실들의 실내공기조화, 냉난방 및 조명에 대한 개별적인 요구사항을 모두 수용하고 빌딩 유지 관리에 필요한 각종 소모품의 재고관리, 정기적 부품 교체, 설비 성능 진단 등을 모두 관리하는 시스템을 시공하고 운전하는 것은 건축환경과 기계설비에 대한 전문지식이 있어야 해결가능하다.

정보통신망공사는 정보의 제어·저장·처리 제어대상 설비에 대한 전문지식이 필요하지 않은 화상설비, 방향 및 위치탐지 설비 등의 정보 제어·저장·처리를 위한 통신망 설비공사에 국한되어야 한다. 여기서 정보제어란 기계설비와 같은 전문지식을 요하는 시스템의 제어를 의미하는 것이 아니라, 정보의 발신지와 목적지간에 정확한 정보전달을 위한 단순정보제어를 의미한다.

정보망설비공사의 공사예시에 의하면 근거리통신망(이더넷 LAN·ATM-LAN·기가비트 LAN 등을 포함한다)설비는 모두 정보통신공사업의 업역으로 규정하고 있다. 단지 다음의 정보통신공사업 시행령 제4조의 공사제한의 예외 규정에 의해 라우터 또는 허브의 증설을 수반하지 아니하는 5회선 이하의 근거리통신망(LAN)선로의 증설공사만을 예외로 허용하고 있다.

(정보통신공사업법 시행령 제4조 중 일부)

제4조(공사제한의 예외) ① 법 제3조제2호의 규정에 의하여 공사업자외의 자가 시공할 수 있는 경미한 공사의 범위는 다음 각호와 같다.(01.6.30 개정)

1. 간이무선국·아마추어국 및 실험국의 무선설비설치 공사
2. 연면적 1천 제곱미터이하의 건축물의 자기유선방송설비·구내방송설비 및 폐쇄회로텔레비전의 설비공사(99.6.30 개정)

3. 건축물에 설치되는 5회선 이하의 구내통신선로 설비공사(01.6.30 개정) 3의2. 라우터 또는 허브의 증설을 수반하지 아니하는 5회선 이하의 근거리통신망(LAN)선로의 증설공사(01.6.30 신설)
4. 군 및 경찰의 긴급직전을 위한 공사로서 정보통신부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 정하는 공사
5. 다음 각목의 공사로서 정보통신부장관이 고시하는 공사
  - 가. 정보통신설비의 단말기, 차량용전화 등의 설치 또는 증설공사
  - 나. 무선통신설비의 이전·변경·증설 또는 대체 등의 공사
  - 다. 자기의 정보통신설비의 유지·보수공사

이 조항은 자동제어설비공사업의 현실에 비추어 볼 때 지나친 규제이므로 규제개혁이 필요한 조항이다. 건축물이나 산업시설물 내 각종 자동제어설비의 경우 운전 및 감시를 위하여 제어설비 내 제어기와 센서 및 관제용 컴퓨터간 정보교환을 하며 이때 주로 사용하는 정보통신망이 근거리통신망이다. 일반 사무용 근거리 정보통신망은 정보통신공사업에서 시공하는 것이 타당하나 건축물 내 기계설비 운전 및 감시를 위한 자동제어설비의 근거리통신망은 시공 중 제어 시스템의 설계변경에 따라 수시로 변경되는 경우가 많으며 자동제어 설비 구성품의 한 부품으로서 발주되고 시공되는 것이 공사현장의 현실인만큼 현실성을 반영하여 법 개정이 이루어져야 한다. 공사의 예외사항으로 라우터 또는 허브의 증설을 수반하지 않는 5회선 이내의 근거리 통신망이란 실용성이 없는 예외조항에 불과하다. 정보통신 기술의 발달과 보급의 보편화로 인하여 근거리통신망이 자동제어설비의 일부로 구성되어 있는 현 시점에서 자동제어설비와 분리하여 근거리통신망 공사를 정보통신공사업자가 시공한다면 자동제어



설비공사와 관련한 공사비, 인건비 및 공사기간 등이 불필요하게 증가하고 제어설비 설계 변경시마다 정보통신공사업자를 불러 시공변경을 해야하는 만큼 예기치 않은 비용발생증가로 공사단가도 불필요하게 증가하게 된다.

따라서, 정보통신공사사업법 시행령 제4조의 예외 공사조항은 라우터 증설이나 회선 수 기준으로 둘 것이 아니라 기계설비, 건축설비, 공장자동화 등 제어대상의 전문지식이 요구되는 설비의 자동제어를 위한 설비의 근거리통신망은 예외로 하는 방향으로 법개정이 필요하다.

## 제2절 기계설비자동제어 교육기관 현황

국내의 기계설비 자동제어 기술수준은 두 가지 유형으로 양극화되어 있다. 첫 번째는 자동제어 최적 설계라고 할 수 없는 단순한 2위치 제어 시스템이고, 다른 한 유형은 외국 기술의 턴-키 방식 도입인 복잡한 설비 연속제어 시스템이다. 첫 번째 유형은 대상 설비 동특성에 대한 정확한 이해가 없어도 제어가 가능하나 구동기들의 빈번한 on/off로 인하여 에너지 낭비 및 장비운전 비효율성의 원인이 되고 있다. 두 번째 유형은 첫 번째 유형만으로는 제어가 곤란하고 시스템에 대한 이해가 부족하여 모든 장비를 턴-키 방식으로 도입해야만 하는 경우에 해당한다. 이 두 가지 유형을 고찰해보면 운전하고자 하는 대상 설비에 대한 정확한 전문지식을 갖춘 엔지니어가 자동제어 알고리즘 설계를 담당하여야 하는데 그러한 개발환경이 주어지지 않아 전기, 전자 기술자들이 접근하는 경우에는 제어 로직 단순화를 위하여 단순 2위치 제어시스템을 구현하게 되고 이로써 해결할 수 없는 경우에는 해외에서 관련된 모든 장비를 수입해야만 하는 형편이다.

이러한 악순환의 원인은 기계공학을 가르치는 국내 교육기관이 이론에만 치우친 시대착오적인 교과 과정에도 문제가 있으나, 전기, 전자 부품으로 구성된 제어기나 센서류가 마치 전기, 전자 분야만의 고유영역인 것으로 인식해 온 전기, 전자 공학분야의 배타적 인식에도 문제가 있다. 컴퓨터가 전기, 전자 분야의 산물이지만 일반인들이 활용하여 산업적 발전을 이루어 온 것처럼 기계설비의 자동제어 알고리즘을 구현할 수 있는 자동제어 개발환경을 구축하는 것이 전기, 전자 분야의 임무이다. 제어 대상이 기계설비인 경우 기계설비를 잘 아는 기계공학분야의 자동제어 엔지니어가 그 개발환경을 활용하여 고급 제어 알고리즘을 설계하고 시험개발할 수 있도록 하여야 한다.

이러한 엔지니어의 양성이 국내의 낙후된 자동제어 설계 기술을 국산화 및 선진화하고 나아가 고급 제어기에 대한 수요를 창출하여 전기, 전자분야의 자동제어기기 시장의 활성화를 가져올 수 있다. 활성화가 가능하려면 기계설비의 자동제어를 전공한 학생들이 사회에서 자신의 전공을 활용할 수 있는 업종이 있어야 한다. 이 해당 업종이 바로 기계설비 자동제어 공사업에 해당하며 이 공사업의 고유업역을 법적으로 보호해 줄 때 해당 분야에서 전문기술을 심화시키며 산업발전의 원동력이 될 전문 엔지니어를 양성하게 되고 서두에서 언급한 국내의 낙후된 자동제어 산업분야를 발전시키게 될 것이다. 다시 말하면, 기계설비 자동제어 엔지니어의 양성과 인력 배출을 가로 막는 전기, 전자 및 정보통신 분야의 기계설비 자동제어 공사업역의 침해는 황금알을 낳는 거위의 목을 조르는 것과 같다고 할 수 있다.

다음은 기계설비 자동제어와 관련한 국내외 교육기관의 교과과정 및 자격증에 관해 소개하고자 한다.

## 1. 국내 교육기관

기계설비 자동제어와 관련한 학과로는 기계공학, 기계설계공학, 우주항공공학, 건축설비공학, 계측 제어공학, 화학공학 등을 들 수 있다. 학과 명칭에서도 알 수 있듯이 자동제어의 핵심은 제어 대상인 설비의 동특성에 대한 전문 지식이 일차적으로 요구되기 때문에 관련기계설비의 전공학과마다 자동제어가 전공필수로 설정되어 있다.

기계공학에서는 로봇, 생산 자동화 라인, 냉난방 설비, 제철, 화학 플랜트 설비 등 수 많은 일반적인 기계설비를 다루고 있으며 이러한 설비의 동특성을 이해하는데 필수적인 4대 역학인 열역학, 유체역학, 고체역학, 동력학을 가르치고 그 다음에 가르치는 필수과목이 자동제어이다. 기계공학이란 일종의 시스템 엔지니어링이기 때문에 기계설비라는 시스템의 동특성을 이해하는데 필요한 4대 역학을 이수한 후 시스템 최적화에 필요한 자동제어를 필수과목을 배우고 있는 것이다. 과거의 교육과정에서는 자동제어의 이론적 측면만 강조하여 가르쳤으나 전자기술의 발달로 사용자가 제어기에 제어 알고리즘을 일반 프로그램처럼 손쉽게 구현할 수 있는 고급 제어기들이 많이 보편화된 결과 이들의 활용을 위한 각종 메카트로닉스 관련과목들도 개설되고 있다. 예컨대, PLC의 응용을 위한 각종 입출력 인터페이스 회로의 이론과 실제를 가르치고 PLC를 이용하여 직접 제어시스템을 구성해보는 등의 실험 및 실습 교육이 강화되고 있다. 전기, 전자 분야는 기계공학분야에서 자동제어를 전공하는 학생들에게 보다 활용도가 높은 고급의 제어기를 개발할 필요가 있다.

Table 3.2.1의 내용은 일부 대학의 기계공학 또는 기계설비와 관련된 학과에서의 교과과정 중 자동제어 응용과 관련한 교과목들을 조사한 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 시대의 흐름에 맞게 기계공학의

교육과정을 개편하는 대학일수록 전기전자 관련 교육이 강화되는 것을 알 수 있다. 이는 전기전자 소재 및 부품 산업의 발달로 전통적인 기계장치에서의 센서나 구동부의 상당부분이 전기전자부품으로 대체되었고 이들을 이해하고 보다 나은 기계시스템을 설계하거나 제어하기 위해서는 전기전자에 대한 이해가 필수적이라는 인식을 갖게 되었기 때문이다.

이러한 방향에 맞는 바람직한 교육과정은 1학년 과정에서 전기전자회로 기초에 관한 과목을 개설하여 전기전자에 대한 기초지식과 실습경험을 갖게 한 후, 2학년 기계공학 실험 내용 중 전기 실험의 일부를 추가하여야 한다. 그리고, 2학년 2학기 정도에서 자동제어를 배우고 3학년 1학기에는 자동제어 이론을 제어기에 구현하기 위하여 필요한 지식인 현장의 입출력 인터페이스 회로, 디지털 통신, PLC 사용법 실습, 전자회로 시뮬레이션 등에 관하여 메카트로닉스 또는 메카트로닉스 응용 등의 형태로 한 두 과목을 개설한다. 그리고, 4학년 과정에서는 기존의 PLC로 수용이 어려운 인터페이스를 위하여 적어도 8 비트정도의 마이크로프로세서의 이론을 배우고 직접 실습작품을 만드는 기회를 마이크로프로세서 응용 및 실습이라는 과목을 통하여 제공한다. 추가적인 전공지식을 원하는 학생들은 전기전자 과목을 이수하거나 4학년 2학기에 자동제어 시스템 설계와 같은 응용과목을 두어 임의 설비를 대상으로 한 자동제어 시스템을 설계하고 시뮬레이션 또는 간이로 제작하여 시스템 제어성능을 평가해보는 기회를 갖는다.

이들 대학에서 자동제어와 관련한 관련과목들을 충분히 이수한 학생들은 산업현장에서 기계설비의 동특성을 이해하고 제어 알고리즘을 설계할 수 있으며 DDC나 PLC 개발환경에 대한 소양교육이 겸비된다면 곧바로 최적 제어 설계 및 운전이 가능함을 예상할 수 있다.

## 2. 국외 교육기관

### 가. 미국

자동제어 응용은 제어 대상 프로세스 (process)에 따라 다양한 학과에서 교육 프로그램이 제공되고 있다. 자동 제어 응용 기술사의 역할은 자동 제어 대상인 건물, 플랜트 또는 도로 교통 등에 대하여 자동 제어 구성품인 각종 센서, 원격 제어 장치 등을 시공, 설치하고 운전, 관리하는 것을 주된 업무로 한다. 그러한 관점에서 각종 센서나 원격 제어용 하드웨어 등의 단품 개발에 필요한 전문지식은 전자공학 분야의 학과과정에 반영되어 있다. 반면에 구성된 제어 시스템에 적합한 최적의 제어 알고리즘을 구현하기 위해서는 대상 프로세스의 동특성이 파악되어야 하는데 이 부분이 제어 응용의 핵심적 요소로서 대상 프로세스에 대한 전문지식과 경험을 필요로 한다. 예컨대, 제어 대상인 건물 내 공기조화 환경, 플랜트 내 생산 공정, 도로 상의 자동차 등은 최적 제어를 위하여 정확히 파악되어야 할 필수적인 프로세스이다. 이러한 동특성 파악을 위하여 기계공학과에서는 자동 제어

과목이 미국 내 거의 모든 대학에서 전공 필수 과목으로 지정되어 있고 기계공학의 중요한 연구분야 중의 하나이다. 유사한 여건에 의해 화학공학의 경우에는 화학 플랜트의 제어를 위해 공정제어가 필수과목과 중요 전공 분야로 인식되어 있다. 컴퓨터공학과는 시스템 제어 알고리즘을 구현하기 위한 소프트웨어 프로그래밍 기법, 통신 기술에 대한 교육 과정을 제공한다. 미국 대학 교육의 특징은 전공을 세분화하지 않고 대신 한 학과에서 넓은 범위의 전공분야를 포괄하고 있으므로 학생은 자신이 희망하는 전공분야에 맞게 교과목을 구성하여 수강하여야 한다.

자동 제어 응용 분야는 시스템 제어의 측면이 강한 관계로 어느 특정 학과에서 모두 포괄할 수 있는 것이 아니라 자동 제어 전공자가 시스템 구성에 필요한 부분의 교과목들을 신청하여 수강하므로써 자동제어 응용 전문가로서의 자신의 소양을 함양하여야 한다. 예를 들면, 펜실베니아 주립대학(Penn. State Univ.)의 건물 자동화와 제어(building automation and control), 퍼듀 대학 기계공학에서 제공되는 DDC의 이해 (understanding

Table 3.2.1 한국 주요대학 기계공학 관련학과 시스템 제어에 관한 교과 과정

대학교	자동제어 관련 개설과목
A	전기일반 및 설비, 자동제어 I, 자동제어 II, 계측공학, 설비시스템 설계, 인텔리전트 빌딩, 자동화 설비 설계
B	자동제어, 계측공학, 메카트로닉스 개론, 전기전자공학 개론, 시스템 해석, 로봇공학
C	시스템 해석, 기계역학, 시스템 제어이론, 기계전자계측, 마이크로프로세서 응용 및 실습, 에너지 시스템 설계, 기계 시스템 설계
D	메카트로닉스, 동적시스템 계측 및 제어실험, 동적시스템 해석 및 제어, 유압제어시스템, 제어공학, 로보틱스
E	자동제어, 메카트로닉스 기초, 메카트로닉스 응용, 마이크로프로세서 응용 및 실습, 동역학, 로보틱스
F	컴퓨터구조, 시스템해석, 계측공학 및 실험, 제어공학, 마이크로프로세서, 기계시스템설계, 논리회로실험, 데이터 구조, 디지털논리회로, 컴퓨터 프로그래밍, 로봇 및 기전공학, 알고리즘 분석, VLSI(Very Large Scale Integrated Circuit)
G	응용전자공학, 시스템 동역학, 로봇공학 개론, 자동제어, 비행동역학 및 제어



direct digital control systems), 콜로라도 대학 Boulder 캠퍼스 컴퓨터 공학과의 건물 자동화를 위한 일반화된 드라이버 토대 (A generalized driver framework for building automation systems)와 같은 교과목이 시스템 제어와 관련되어 있다. 기술사는 아니지만 기사 및 산업기사에 상응하는 교육프로그램을 제공하는 community 대학들이 있다. 이 대학들은 기초 학과인 전기, 전자나 기계공학과가 아닌 자동제어 공학과 라는 이름으로 전문화하여 자동제어에 관련된 분야만 가르치고 있다. 일부의 예를 들면 다음과 같다. Monroe Community College, Idaho State University, Bellingham Technical College, Central Maine Technical College 등이다.

대상 설비 공정과 관련된 건축, 기계공학, 컴퓨터 또는 전기전자 공학 등의 분야에서 자동제어의 관점으로 다양하게 접근하는 학제적 (multi-disciplinary) 프로그램 구성을 보여준다.

#### 나. 영국

영국의 공학 위원회 (The Council of Engineering) 산하 인증 단체에서 공인하는 교육기관에서 교과과정을 마쳐야 한다. 계측제어협회 (Institute of Measurement and Control)가 공인하는 교육기관의 소속 대학들은 25개로서 일부 대학을 열거하면 Oxford University, University of Southampton, The University of Sheffield 등을 들 수 있다. 이러한 대학에서 자동제어 분야로 인증되는 학과는 전기, 전자 및 컴퓨터 공학부, 기계공학과, 메카트로닉스학과, 기전공학과, 자동제어학과 등이다. 이들은 모두 자동제어가 필요한 제어대상 설비의 전달함수 파악을 위한 전공, 제어이론 담당분야, 센서, 구동기 및 제어회로 등의 하드웨어를 담당하는 분야 등을 망라한다. 이러한 인증

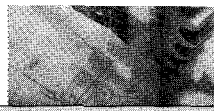
된 교육기관을 졸업하면 기술사가 되기 위한 중간 단계(interim stage)에 해당되고, 협회가 공인하는 초기 전문가 양성 과정(initial professional development)을 밟아 최종적인 기술사 자격 (C Eng)을 취득할 수 있게 된다.

### 3. 국내외 자격증 현황

#### 가. 국내 자격증

자동 제어 응용 기술은 건설, 플랜트, 교통 등의 다양한 분야에서 적용 활용되고 있는 최첨단 기술로서 주목받고 있으나 이와는 반대로 그간 전문학교, 대학교, 대학원, 외국 교육 기관 등에서 자동 제어와 관련된 기술 교육을 받은 자는 국가에서 시행하는 해당 기술 자격 종목에 대한 검정 시험이 없어 그 기술 능력을 인정받지 못하고 있는 실정이고, 실무에 있어서도 자동 제어 시스템은 자동 제어 전문 기술자가 설계, 제작, 설치, 시공 등 전반적인 업무를 수행하여야 하나 타 분야 기술자나 비전문가에 의하여 수행되어 시공 부실, 설치 및 운영 비용 증가 등으로 인한 자동 제어와 관련된 기술에 대한 불신과 사회적, 경제적인 많은 손실을 초래하고 있다. 또한 앞으로의 시장 개방에 따른 국제 경쟁력 제고와 최첨단화로 향한 시대적 흐름에 대비하기 위해서도 자동제어 응용기술에 관련된 자격 종목 신설의 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

자동 제어와 관련하여 국가에서 규정할 기술 자격 중 자동 제어 관련된 유사종목 기술사로는 공업계측 제어 기술사, 공업계측제어 기사, 공업계측제어 기능사, 메카트로닉스 기사, 메카트로닉스 산업기사 등이 있으나 계측 및 제어기에 관련된 직무에 치우쳐 있으며 법적 제도적 보호를 전혀 받지 못하고 있어 자격증을 취득하고자 하는 응시자 수가 적은 편이다. 더구나, 기존의 해당 종목 기술자들은 대상



설비에 자동제어를 적용하여 최적제어를 하는 시스템 엔지니어의 개념보다는 구동기, 센서 등의 제어 기기 단품의 제조 및 생산에 주안점을 두고 있으며 직무분야가 전자업종에 해당한다. 따라서, 건축, 교통, 플랜트 등과 같이 거대 시스템의 자동 제어 업무를 수행하기에는 업무 영역 또한 미흡한 실정임으로 시급히 국가에서 각종 계측 및 제어기기를 이용하여 다양한 산업설비의 자동화 기술을 응용한 종합적인 시스템 엔지니어, 즉 자동화 시스템에 대한 계획, 개발, 설계, 시공 및 감리업무를 수행하는 자동 제어 응용 기술 자격 종목을 신설하여 관리하여야 할 필요가 있을 것으로 사료된다. 이러한 취지로 2001년 말 한국산업인력공단은 국내 자동제어 응용기술사 종목신설의 필요성과 기술자격 검정의 방법을 검토하기 위하여 학계에 연구용역을 의뢰한 바 있으며 현재 한국산업인력공단은 연구용역 결과를 토대로 자동제어응용 기술사 신설작업을 준비중이다.

#### 나. 국외 자격증

##### (1) 미국

공학 및 설문조사분야 국립 시험관 위원회 (NCEES: The National Council of Examiners for Engineering and Surveying)는 시스템 제어 기술자를 독립된 공학분야로 인정하고 있다. 제어분야의 기술사(PE; Professional Engineer) 자격증을 취득하려면 적어도 다음의 조건을 만족해야 한다.

- 1) 공인기관에서 4년간 교육이수를 요하는 학위 취득자
- 2) 최소 4년간의 산업 현장 근무 경력
- 3) 공학 기초 (FE; Fundamentals of Engineering) 및 공학 이론과 실제 (PE; Principles and Practice of Engineering)

#### 과목 시험에 합격할 것

시스템 제어 기술사 (CSE; Control Systems Engineer) 시험은 45개 주의 공학 위원회 (board of engineering)에서 주관하며 매년 10월에 치른다. 이 시험은 미국 내에서만 치루어진다.

##### (가) CSE 시험의 소개

CSE은 공정(process)의 동특성을 계측하고 자동 제어하기 위해 필요한 학문에 대한 교육과 경험을 바탕으로 해당 공정의 안전성과 효율적 동작을 보장하는 제어 시스템의 기획, 설계, 개발, 조작 및 평가에 활용할 수 있는 능력을 요하는 직업적인 공학 분야이다.

CSE는 여러 학문 분야의 지식을 필요로 하는 분야로서 전기, 기계, 화공 및 기타 공학분야의 기본 지식을 기반으로 하면서 동적 시스템의 되먹임 및 앞먹임 (feedback and feedforward) 제어에 필요한 기술에 정통해야 한다.

미국 내 5개 주(Alaska, Hawaii, New Jersey, New Mexico, and Rhode Island)를 제외한 모든 주에서는 기술사 면허 시험 (professional engineers licensing exams.)의 하나로서 CSE 시험을 치른다.

##### (나) CSE 시험규정

공학 및 설문조사분야 국립 시험관 위원회 (NCEES)는 제어 시스템 분야의 공학이론과 실제 과목 (PE; Principles and Practice of Engineering) 시험문제를 출제한다. CSE 시험은 session당 4시간씩 치루어지는 2 Session에 대하여 다중-선택(multiple-choice) 형식(예컨대, 사지선다형의 객관식 유형)의 40문항이 주어진다. 시험 출제 범위 및 자격시행 통과결과는 다음과 같다.



Table 3.2.2 미국 시스템 제어 기사 (CSE) 시험 과목 및 문항

분야	분야별 세부 내용	문항 비율(%)	문항 수
sensors	fundamentals of measurement; sensor principles, selection and installation practices	16	13
analog and digital data transmission	conductor pairs; coaxial cable; fiber optics; shielding and grounding; protocols	6	5
valves and final elements	fluid mechanics; valve characteristics, selection, sizing and installation practices; relief valves	14	11
process dynamics	mass and energy balances, fluid flow and heat transfer for typical processes; transfer functions; responses to standard inputs; process identification by plant tests	6	5
control system analysis	block diagrams; stability, accuracy and response-time considerations	6	5
controllers/modes/tuning	controller and mode selection; tuning procedures	6	5
digital control systems	hardware and software fundamentals	8	6
discrete logic, interlocks, alarms and sequencing	logic elements; timers/counters; design tools; recommended practices	18	14
codes and standards	wiring; burner/boiler/pressure vessel safety	10	8
documentation	standard symbols for process and instrument drawings; logic diagrams; displays	8	6
economics of control	costs; benefits; payout criteria	2	2
합 계		100	80

Table 3.2.3 자격시험 시행 결과 통계

연 도	1992*	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
응시자 수	145	216	269	236	205	178	157	157	145
합격자 수	45	75	110	130	99	116	131	136	117
합격률(%)	31	35	41	55	48	65	83	87	81

주)\*: 최초 국가 CSE 자격 시험연도

(2) 영국

공학 위원회 (The Engineering Council; <http://www.engc.org.uk>)는 기술교육 교과과정과 자격 인증을 주관하는 국가기관이다. 1964년에 설립된 공학 협회 총괄 위원회 (Council of Engineering Institutions)의 후신으로서 우수한 공학관련 제도나 행정을 보급하고 35개의 공학협회들의 활동을 지도

하고 지원하는 국가 공인 기관이다. 공학 위원회 산하 협회들은 해당 전문 분야별로 자격 시험을 치루어 Chartered Engineer (C Eng; 기술사에 해당), Incorporated Engineer (I Eng; 기사에 해당) 및 Engineering Technician (Eng Tech; 산업기사 또는 기능사에 해당)라는 자격증을 부여할 수 있으며 자격여부를 공학 위원회에 통보하여 최종 인증을 받





는다. 공학위원회는 행정 법규인 SARTOR (Standards and Routes to Registration; 면허 기준과 취득절차)를 급변하는 시대 상황에 맞게 수시로 개정하여 양질의 기술자를 육성하고 이들이 사회 발전에 효율적으로 기여할 수 있도록 능동적으로 대처한다. 자격증 신청자는 최종적인 자격증 취득을 위하여 다음의 두 단계를 거쳐야 한다.

- 1) 중간 단계 (interim stage) : 해당 공인 공학 협회가 인정하는 교육기관에서 소정의 교육과정을 이수한 신청자가 이에 속한다.
- 2) 최종 단계 (final stage) : 해당 자격증 취득에 필요한 모든 요구조건을 충족한 신청자가 이에 속한다.

자격증 신청자는 중간 단계 또는 최종 단계에 있던 간에 반드시 신청하고자 하는 자격증 관련 공인 공학 협회 회원이어야 한다. 해당 협회는 신청자들에게 자격증 취득 절차를 알려주며 신청자가 중간 또는 최종 단계에 도달한 시점을 공학 위원회에 통보하여야 한다. 공학 위원회의 공인을 받은 공학 협회들은 신청자의 자격을 평가하고 교육 프로그램 및 해당 분야 전문가 과정의 적합성을 인증하는 업무를 관할한다.

(가) 자격증별 역할 범위와 책임

1) Chartered Engineer (C Eng)

C Eng 취득자는 기본적으로 혁신, 창의성 및 변화를 통한 기술의 진보와 관련되어 있다. 이들은 새로운 기술을 시도하고 진보된 설계 방법을 권장하며, 새롭고 보다 효율적인 생산기술 및 시장전략을 도입하며 새로운 엔지니어링 서비스와 경영 기법 등을 개척한다. 이들은 위험 부담이 크고 많은 인

적, 물적 자원을 요하는 프로젝트의 운영과 지도에 관여되기도 한다. 이들의 역할에 요구되는 중요한 특징은 해당 분야에서의 전문가적 경험으로부터 오는 판단력으로서 수익성이 보장되어야 하는 산업 과제와 같은 중요한 연구과제의 방향 설정과 지도에 관한 책임을 맡는다.

2) Incorporated Engineer (I Eng)

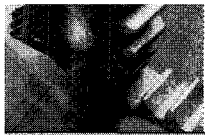
I Eng 취득자는 현 단계의 기술을 최상의 효율로 유지하고 응용하는 기술자로서 활약한다. 이들은 해당 분야의 기술을 깊게 이해하고 있어서 그 분야에 대한 독자적 판단과 관리를 수행할 능력이 있다. 자신이 관련된 과제의 실무 수행에 있어 효율적 대처하며 독자적 팀장으로서의 역할을 수행한다.

(나) 소양과 책무

1) 소양

- 자격 취득자에게 요구되는 소양은 다음과 같다.
- 면허 자격에 적합한 폭넓은 지식, 이해, 경험 및 기술
  - 해당 분야 전문가에게 요구되는 공학 원리에 대한 상세한 이해, 풍부한 지식 및 문제를 분석하는 능력
  - 주어진 기술적 역할을 원만하게 수행할 능력
  - 예측되거나 예기치 못한 상황에 효과적으로 대처할 만한 감독, 관리 및 기술적 능력

이러한 소양은 해당 자격증 취득에 요구되는 교육과정의 이수, 공인 협회의 초기 전문가 양성 프로그램 이수에 의해 갖추어진다. 공인 협회들은 정식적인 전문가 양성 프로그램과 정식적이진 않지만 확인 가능한 결과를 보여줄 수 있는 체계적이면서도 융통성이 많은 전문가 양성 과정을 모두 권장하



고 인증하는 업무를 맡고 있다.

2) 책무

먼저 취득자는 다음의 책무를 지닌다.

- 자신이 일하는 분야에서의 역할, 기술 및 고용 구조가 변화에 따라 이에 능동적으로 대처하여 면허 자격에 합당한 소양을 유지하여야 한다.
- 자신의 직장에서 행동 규범, 위험과 환경에 관련된 행동 준칙 및 지속적인 전문가 소양 함양 준칙을 준수해야 한다.
- 자신의 전문분야에 참여한 신입 또는 전도 유망한 기술자를 이끌어줌으로써 자신의 전문 분야보다 포괄적인 직업, 산업 및 사회분야의 공익에 기여한다.

이러한 소양의 준수 여부는 전문직 적합성 평가 (professional review) 단계에서 평가된다. 이 단계에서는 현재의 증거 자료 및 장래의 가능성을 감안하여 평가한다.

(다) 자격증 취득 경로

자격증 취득 경로는 크게 두 가지 방법이 있다. 첫 번째 방법은 해당 분야 공학 협회가 인증하는 교육기관에서 소정의 교육과정을 이수하여 중간단계에 도달하고 나면, 협회가 공인하는 조직화된 초기 전문가 양성 과정 (initial professional development)에서 학업이 아닌 산업 현장에서의 경험, 전문가적 역할 수행 등을 성공적으로 마치게 되면 전문직 적합성 평가 단계에서 신청자의 소양 및 책무에 대한 최종 평가를 거쳐 해당 전문직 최종 단계 (final stage registration)에 도달하게 되고 소기의 자격증을 취득하게 된다. 다른 한 방법은 협회가 인증하는 교육기관이 아닌 다른 교육기관에서 교육을 받은 경우에도 중간 단계 (interim stage)에

도달할 수 있으나, 보완교육 과정(matching section)이 요구된다. 이 과정은 해당 분야의 특성에 따라 관련 공인 협회가 융통성 있게 설정한다. 대개 기간 1년 정도의 단기 교육 과정이 대학에서 제공된다. 그 이후의 과정은 첫 번째 과정과 동일하다.

이 밖에 협회 공인 교육기관에서 수학하지 않았거나 자신의 학위를 인정받지 못한 경우에 소정의 교육에 대한 자격 검정을 위하여 공학 위원회가 주관하는 학력 자격 검정 시험이 치루어진다.

(라) 자동제어 응용과 관련된 분야

공학단체 중 자동제어 응용부문과 관련된 단체는 다음과 같다.

- 1) 건축설비 기술자 인증 협회 (Chartered Institution of Building Services Engineers; <http://www.cibse.org>)
- 2) 고속도로 관련 기술자 협회 (Institute of Highway Incorporated Engineers)
- 3) 계측 제어 협회 (Institute of Measurement and Control)
- 4) 철도 신호 기술자 협회 (The Institution of Railway Signal Engineers)
- 5) 수자원 및 환경 관리 인증 협회 (Chartered Institution of Water and Environmental Management)

그 중에서도 특히 기술적 연관성이 큰 계측제어 협회(<http://www.instm.org.uk>)의 경우, Oxford University 등 25개 대학을 공인 교육기관으로 인증하고 있으며 전공학과는 전자, 컴퓨터, 생산공학, 제어, 계측, 메카트로닉스, 기계공학을 망라하고 있다.

(다음호에 계속)