

국내 플랜트 엔지니어링 산업의 건축공학 분야 기술인력 수급을 위한 대학교육 개선에 관한 연구

Improvement of University Education for Supplying Technical Manpower for Plant Engineering Industry in the Architectural Engineering Field

심현선(Hyun-Sun Shim)¹, 김영일(Young-Il Kim)^{2†}, 정광섭(Kwang-Seop Chung)²

¹서울과학기술대학교 에너지환경대학원, ²서울과학기술대학교 건축학부

¹Graduate School of Energy and Environment, Seoul Nat. Univ. of Science and Technology,
Seoul 139-743, Republic of Korea

²School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Republic of Korea

(Received August 13, 2013; revision received October 29, 2013; Accepted: November 6, 2013)

Abstract In this study, improvement of university education is suggested so that university graduates in Architectural Engineering can work in the plant engineering industry without major retraining, which is generally required by plant engineering companies. Before the disposition of manpower to a plant engineering site, new recruits are retrained for about 2~3 years, since university education is neither sufficient, nor appropriate to handle plant engineering tasks. It is necessary to implement practical plant engineering into university education, so that graduates can work effectively in plant engineering fields, without major retraining. For a case study of an S2 University located in Seoul, it is enough to supplement the interdisciplinary program with plant engineering subjects, if proper texts are developed. To replace the plant engineering education offered by the company with university education, the following measures should be taken. First, basic plant engineering should be taught for 15 hours. Second, education on design and drawings should be reinforced.

Key words Plant engineering(플랜트 엔지니어링), Improvement of University education(대학교육 개선), Architectural engineering field(건축공학 분야), Technical manpower(기술인력)

† Corresponding author, E-mail: yikim@seoultech.ac.kr

1. 서 론

국내 플랜트 엔지니어링 산업은 1970년대 이후 크게 성장해 왔고, 2010년 해외 플랜트 수주 실적이 600억 달러에 이르렀다. 이 추세를 유지하면 2015년에는 해외 수주 1000억 달러, 세계 시장 점유율은 약 10% 정도로 늘어나, 플랜트 강국인 미국, 일본, 중국, 프랑스와 견줄 만한 규모로 성장할 것으로 예상된다.⁽¹⁾ 인력 공급 방안은 사내 교육, 계약직 채용, 외국인 고용, 하청 회사의 부분 하청 등으로 충당하고 있으나 근본적인 해결책이 되지 못하고 있다. 학부 졸업생인 신입사원 채용을 꺼리고 있는 실정인데 이는 각사에서 신입사원 채용 후 약 2~3년간 재교육을 통해 업무를 수행하게 되므로 기업의 재교육 비용은 지속적으로 늘어나기 때문이다. 하지만 플랜트 수주는 해마다 변동이 크기 때문에 필요할 때마다 수시로 경력직을 충원하는

방법을 선호하게 되었다.⁽²⁾ 최근 건설시장의 침체로 건축공학 졸업생의 채용은 감소한 반면, 국내외 플랜트 산업은 활발하여 플랜트시장 취업을 희망하는 건축공학 전공자는 증가하고 있다. 본 연구는 대학교육에 산업체 실무를 연계하여 건축공학 전공자가 졸업 후 바로 플랜트 산업체에서 업무를 수행할 수 있도록 대학교육을 개선하는 방안을 연구하는데 목적이 있다. 플랜트 엔지니어링교육은 공학 전 분야를 아울러야 하나 본 연구에서는 건축공학 분야의 인력 수급연구로 한정한다.

2. 플랜트 엔지니어링 교육 및 산업 현황

해외의 경우를 살펴보면 미국의 경우 각 사별로 플랜트 수행 방법 및 범위를 자체적으로 정립하여 인력을 양성했으며 이는 나중에 국제 표준으로 자리 잡게

된다. 각 회사들의 자체적인 교육 매뉴얼을 기본으로 국제 표준이 제정되었기 때문에 포괄적이고 교육 상황을 중시하는 편이다. 이에 비해 일본의 경우는 미국의 기술을 바탕으로 하여 좀 더 세분화한 플랜트 엔지니어링 기술 인력 교육안을 보유하고 있다.

국내 엔지니어링 회사들도 기술 도입 초창기에는 해외 엔지니어링 회사들의 표준화된 매뉴얼을 사용하여 자체 교육하였으나 1970년대 이후 플랜트 시장의 급성장으로 인력 수급에 근본적 대책이 필요하게 되었다.

2.1 국내 플랜트 엔지니어링의 기술 수준

프로젝트 수행 단계별로 보았을 때, 우리나라의 플랜트 엔지니어링 기술은 시스템 엔지니어링 및 종합적 프로젝트 기획, 관리 능력 측면에서 선진국에 비해 보완이 필요하다. 프로세스 특히 기술은 없다시피 하며 타당성 조사 및 경제성 분석도 제철 플랜트, 해양 시설 외에는 미흡한 분야가 많아 전체 수준은 60% 정도에 불과하다. 상세설계의 경우 1970년대 중반부터 기본 설계를 받아 시행한 경험을 바탕으로 선진국과 경쟁할 만한 수준에 도달했으며 중소형 사업의 프로젝트 관리 수준은 70% 수준이지만 몇 년 안에 선진국 수준에 도달할 것으로 보인다. 건설 시공 수준은 선진국과 경쟁할 만하나 값싼 동남아 인력을 바탕으로 한 외국 플랜트 사와의 경쟁이 변수이다. 또한 총 투자비의 60% 선에 육박하는 기자재 구매 조달 부문에서는 어느 정도 경쟁력을 갖춘 상황이나 패키지 품목에서의 취약점을 극복해야 하는 과제를 안고 있다.⁽²⁾

2.2 국내 플랜트 엔지니어링 인력수급의 문제점

엔지니어링 관련 기술 인력 확보 및 활용에서 나타나는 문제점들은 다음과 같다. 첫째 엔지니어링 산업에서 고급 기술 인력의 확보가 어렵고 신규 채용자가 업무를 수행할 수 있을 때까지 시간이 많이 걸린다. 둘째 현장에 바로 투입할 수 있는 종합적이고 체계적인 대학 교육이 부족하며 열악한 근무환경 및 인력 유치와 양성에 필요한 자금이 부족한 점을 들 수 있다. 셋째 이에 대한 대처 방안으로 기업 내 교육을 통한 육성이 있으나 교육기간에 비해 업무를 바로 수행하기 어려운 점 때문에 비효율적이다. 마지막으로 엔지니어링 산업의 빠른 구조 변화를 반영하는 관련 학과의 증원 및 교육 내용 변화에 문제가 있다. 엔지니어링 관련 신규 인력의 공급량이 부족한 실정이며 엔지니어링 산업의 기술 인력의 경우 타 산업에 비해 이론보다는 실무 능력이 매우 중요하나 우리의 교육 현실은 이론 교육 위주로 편성되어 있는 것이 문제점이다.⁽³⁾

3. 국내 엔지니어링 신입사원 요구 수준

플랜트 엔지니어링을 수행하려면 회사에서 시행하는 신입사원 교육을 반드시 이수한 후 일정한 기량을 갖춰야 한다. 이는 국내 엔지니어링사의 수십 년간 이

Table 1 Architectural training curriculum

	S Company Subject	D Co.	H Co.
	Outline of work	○	○
	Plant Type and Characteristic of Building		
	Business Procedure		
	EMS		
1	Man hour Estimation		
	Bid Business/Design Management Guide		
	Design Outsourcing/Design Printout Guide		
	E.P.R.S		
	Document Filing Manual		
	Basic Design	○	○
	Control Building		
2	Substation		
	Compressor Shelter		
	Other Building		
	Detail Design	○	○
	Auto CAD		
	Drawing Guide		
	Drawing Check Guide		
3	Standard Detail Drawing		
	Building Construction Standard Specification		
	Building B/M Guide		
	In House Program		
	Structural Detail Design	○	○
	Structural Design of Plant Building		
	Building Design Criteria		
	Structural Calculation Guide		
4	STAAD Basic curriculum		
	RC Structural Design Guide		
	Steel Structural Design- Guide		
	In House Program (RC)		
	In House Program (Steel)		
	Sample Project	○	○
	Building/Shelter Structural Calculation		
5	Building/Shelter Drawing		
	Building/Shelter Quantity-Estimate		
	Landscaping Drawing		○

※ D Co. includes Civil Engineering and Architectural landscaping.

○ same contents as the S company.

어진 교육방법이기에 이 교육 수준은 엔지니어링 회사의 신입사원 요구 수준으로 볼 수 있다. 한국의 대표적인 플랜트 엔지니어링 회사들의 신입 사원 교육과정을 살펴보면 첫째로 일본 기술을 도입해 석유 화학 플랜트 등을 엔지니어링하는 D사⁽²⁾, 둘째로 미국의 기술을 도입, 석유화학 터키 프로젝트를 많이 수행하는 S사⁽⁴⁾, 마지막으로 프랑스 기술을 바탕으로 엔지니어링을 주로 하는 H사⁽⁵⁾ 등을 대표적으로 들 수 있는데, 각 회사의 신입사원 교육 내용은 거의 같다.

여기서 건축공학 중심으로 검토한 결과는 Table 1과 같다.

교육 시간의 경우 각사의 주력 분야에 따라 결정되므로 다소간의 차이가 발생할 수 있다. 플랜트 엔지니어링 주요 3개 회사의 교육 자료를 살펴보았으며 그 중 세부 영역별 특성이 잘 드러난 것이 S사의 2006년도 교육 안이다. 2009년 신입사원 교육안 및 최근 교육 안도 검토하였으나 거의 유사하므로 2006년도 교육 안으로 검토하기로 한다. 신입 사원 교육안의 경우 플랜트 엔지니어링 기본 교육 영역에 기반을 두고, 수행 방식과 각 분야별 취급 범위, 절차 등은 2~3년 사이에 크게 달라지는 사항이 없었다. 또한 좀 더 상세한 분석을 위해 기술 분야에 국한하였으며 사내 일반 관리 등의 영역은 제외하여 대학 교육과의 대비를 명확하게 하려고 했다.

3.1 신입사원 엔지니어링 총괄 네트워크 교육 과정

Table 2의 S Co.에서는 엔지니어링에서 가장 중요한 타 설계 팀과의 코디네이션 및 협동작업 능력을 배양하기 위해 총 8강좌 38시간을 각 부서 담당자가 신입사원 전체 교육을 통해 각 설계 팀의 기본 업무 수행 절차를 교육하여 다소 중복되고 비전문적으로 개인 업무 수행 능력 향상과 직무에 대한 이해를 증진시키고 있다.⁽⁴⁾

Table 2 General engineering program

Department	S Co.(hrs)	University(hrs)
Process	5	
Mechanical	5	5
Piping	5	
Electrical	5	
Instrumentation	5	3
Civil	5	
Architectural	5	3
Eng. IT system	3	4
Total	38	15

3.2 신입사원 엔지니어링 직무 교육 과정

건축팀의 고유 직무를 수행하기 위한 기본기를 정립하고 팀별 고유 프로시저 등을 이해하며 타 설계 팀과의 적기 코디네이션을 위한 교육을 목표로 한다. 교육 시간과 강좌 수는 Table 3과 같이 각각 92시간, 35강좌이다.⁽⁴⁾

4. 공과대학 건축공학 분야 엔지니어링 교육 방법 연구

플랜트 엔지니어링 수행 방식 등은 이미 표준화되어 기초 부분인 신입사원 교육에 관한 설문 조사는 생략하기로 한다(제2장 참조).

엔지니어링 네트워크 교육과정에서 업무 절차를 중점 강의하고 다음으로 건축공학 분야 전공 교육은 고유 직무를 수행하기 위한 기본을 정립하기 위해 팀별 고유 절차 등을 이해하고 전공 기술을 최대한 활용하도록 교육하는 것을 목표로 한다.

4.1 플랜트 엔지니어링 관련 교육 현황

취급 과목에 대한 세부 내용을 검토하기 위해 각 대학교의 건축공학과 플랜트 엔지니어링 관련 과목의 교육과정⁽⁶⁾, 강의계획서를 검토한 결과 다음과 같이 분류할 수 있었다.

1) 각종 역학 및 기초교육 : 열공학개론, 구조역학(1), 건축재료공학, 구조역학(2), 매트릭스구조해석, 철근콘크리트구조(1), 철근콘크리트구조(2), 건축구조계획, 철골구조학

2) 건축공학 기초 : 건축구조론, 건축구성학, 구조설계, 건축시공학, 건축공정설계, 건축원가관리, 건축물유지관리공학, 건축설비계획 및 설계 등

3) 플랜트 엔지니어링 기초 : 건축전기 시스템, 친환경건축설비

4) 설계 기초 : 건축설계(1), 건축설계(2), 건축설계(3), 창의성공학설계, 건축공학통합설계(1), 건축공학 통합설계(2), 건축실무구조설계, 건축전산응용설계

주로 2), 3), 4) 영역의 강의계획서 세부 교육 내용과 플랜트 엔지니어링 업무시 신입사원에게 필요한 기술 수준을 검토하여 교육 방법 및 대상을 선정하였다. 우리나라의 대표적인 건축공학과 건축 관련 교육과정을 검토한 결과 교과목 명칭의 차이는 있으나 내용면에서는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 구체적인 안을 제시하기 위해 특정 대학의 교과과정을 예로 하여 연구를 수행하였다.

Table 3 S company recruit work curriculum

	Subject	Hour
	Plant Type and Characteristic of Building	2
	Business Procedure	2
	EMS	2
1	Man hour Estimation	2
	Bid Business/Design Management Guide	2/2
	Design Outsourcing/Design Printout Guide	2/2
	E.P.R.S	2
	Document Filing Manual	2
	Control Building	2
2	Substation	2
	Compressor Shelter	2
	Other Building	2
	Auto CAD	4
	Drawing Guide	2
	Drawing Check Guide	2
3	Standard Detail Drawing	2
	Building Construction Standard Specification	4
	Building B/M Guide	2
	In House Program	2
	Structural Design of Plant Building	2
	Building Design Criteria	2
	Structural Calculation Guide	2
4	STAAD Basic curriculum	4
	RC Structural Design Guide	4
	Steel Structural Design Guide	4
	In House Program(RC)	2
	In House Program(Steel)	2
	Building/Shelter Structural Calculation	8
5	Building/Shelter Drawing	8
	Building/Shelter Quantity Estimate	8
	Total	92

4.2 신입사원 엔지니어링 네트워크 교육 과정

대학의 경우 전 학과 공통 과목으로 취급하여 Table 2의 교육 내용을 교재 개발 후 업무 흐름을 위주로 Table 2의 대학안을 참조하여 전문 강사가 프로세스, 기계, 배관 분야를 함께 강의하고, 전기, 제어계측 또한 토목건축을 다른 강사들이 각각 수업하면 15시간 이내로 충분히 교육 가능할 것으로 생각된다.

4.3 건축팀 직무 교육 과정

건축 직무 교육에 대해서는 S사 교육 안과 건축공학 과 각 과목 교재에 해당 내용을 적용할 수 있고 이에 따라 플랜트 엔지니어링 신입사원 요구 기술 수준 중 대학에서 강의 가능한 항목을 선정하면 다음과 같다.

S사 건축팀의 신입사원 직무교육은 Table 3과 같이

총 92시간 시행하는데, 이중 Business Procedure, Bid Business Guide, EMS, Man Hour Estimation, Design Management Guide/Design Outsourcing Guide, EPRS, Design printout Guide, Document Filing Manual 등 18시간을 제외하면 대학에서 강의 가능한 직무와 학과는 Table 4, Table 5와 같이 총 74시간이다.

엔지니어링 네트워크 교육 15시간은 다른 학과들과 공통교육이므로 별도 취급하였다. S2대학교의 경우 건축공학과도 설계 및 도면 영역의 학습량이 부족한 것

Table 4 Training curriculum

	Subject	Hour
	Plant Type and Characteristic of Building	2
	Business Procedure	0
	EMS	0
1	Man hour Estimation	0
	Bid Business/Design Management Guide	0
	Design Outsourcing/Design Printout Guide	0
	E.P.R.S	0
	Document Filing Manual	0
	Control Building	2
2	Substation	2
	Compressor Shelter	2
	Other Building	2
	Auto CAD	4
	Drawing Guide	2
	Drawing Check Guide	2
3	Standard Detail Drawing	2
	Building Construction Standard Specification	4
	Building B/M Guide	2
	In House Program	2
	Structural Design of Plant Building	2
	Building Design Criteria	2
	Structural Calculation Guide	2
4	STAAD Basic curriculum	4
	RC Structural Design Guide	4
	Steel Structural Design Guide	4
	In House Program(RC)	2
	In House Program(Steel)	2
	Building/Shelter Structural Calculation	8
5	Building/Shelter Drawing	8
	Building/Shelter Quantity Estimate	8
	Total	74

으로 생각된다. 특히 건축 분야는 플랜트 엔지니어링에 서는 프로세스 팀의 PFD, P&ID 등의 계통도를 근간으로 시스템이 이루어지는데 이는 배관 팀의 Plot planning, GAD와 더불어 건축도 평면, 입체를 다루는 공간 측면에서 중요하게 취급하는 분야이다.

Table 5 Subject of Architectural Engineering Plant

	Subject	Hour	Credits	Semester	Note
1	Introduction to Building Structures	2	3	1-2	
	Architectural Design(3)	2	3	3-2	
2	Architectural Design(3)	2			
	Architectural Design(3)	2			
3	Computational Application	4	2	2-1	
	Architectural Standard and Quality Control	2	3	2-1	
	Architectural Standard and Quality Control	2			
	Architectural Standard and Quality Control	2			
	Building Construction Methods	4	3	3-1	
	Building Construction Methods	2			
4	Computational Application	2			
	Architectural Standard and Quality Control	2			
	Architectural Standard and Quality Control	2			
	Architectural Standard and Quality Control	2			
	Architectural Standard and Quality Control	4	3	3-1	
	Reinforced Concrete Structures	4	3	4-1	
	Steel Structures	4	3	2-2	
	Computational Architectural Engineering Design	2			
	Computational Architectural Engineering Design	2			
	Architectural plant(3) Field-work	(12)	3	4-1	
5	Architectural plant(3) Field-work	(12)			
	Total	74(98)	()	consider double time of field-work	

※ Plant engineering network(15).

Table 6 Interdisciplinary plant program

	Subject	Semester	Subject	Hrs		
Architectural plant(1) (credits 1)	3-1	Auto CAD, In House Program		6		
		In House Program (RC, Steel)		4		
Architecture	Architectural plant(2) (credits 3)	4-1	Plant Type and Characteristic of Building	2		
			Control Building, Substation Compressor Shelter, ect.	8		
			Structural Design of Plant Building Design Criteria, Structural Calculation Guide, STAAD Basic, Building Construction Specification, B/M Guide	16		
			RC Structure Design Guide	4		
			Steel Structure Design Guide	4		
			Drawing Guide, Standard Detail Plan, Drawing Check Guide	6		
			Building/Shelter Structural Calculation/ Drawing/Quantity Estimation	48		
			Engineering network (Credit 1)	4-2	Plant engineering network	15
			Total			113

4.4 플랜트 엔지니어링 요구 수준과 연계전공

대학의 교육과정은 학문의 기초를 교육하기 때문에 기존 교육과정과의 시너지 효과를 생각한 연계전공 과정을 설정할 수 있다. 즉 전공자 별로 한 개의 고유 전공을 유지하면서 플랜트 산업에 적절한 융합형 전문 인력을 양성하는데 목표를 둔다. Table 6는 건축공학과와의 플랜트 관련 연계 전공 교과목을 정리한 것이다. 플랜트 연계 전공은 플랜트 관련 분야(화학공학과, 기계공학과, 건축공학과, 토목공학과, 전기공학과, 전자정보공학과) 공통으로 'Engineering Network'(1학점)를 교육하고 건축공학과와의 플랜트 연계 전공과목을 Table 7과 같이 개설하여 강의한다.

5. 결 론

국내 플랜트 엔지니어링 산업은 비약적으로 성장해

Table 7 Interdisciplinary program

Subject	Semester	Credits
Architectural plant(1)	4-1	1
Architectural plant(2)	4-2	3
Architectural plant(3)	4-2	3

왔으며 2010년 해외 수주 실적이 600억 달러, 2015년에는 해외 수주액 1000억 달러, 세계 점유율은 10% 정도로 증가해 플랜트 강국들과 경쟁을 벌일 것으로 예상된다. 하지만 인력 공급 방안인 사내 교육, 계약직 채용, 외국인 고용, 하청 회사의 부분 하청 등의 임시방편적인 방법이 많아 전문 인력 부족현상을 반복적으로 겪고 있다.

현재는 기업체 입사 후 2~3년간의 재교육을 통해 업무를 수행하게 되는데. 이러한 방식은 기업의 재교육 비용은 상당히 늘어나고, 공사 수주시 즉각적 활용이 어려워 이공계 대졸 신입 사원의 정규 모집보다는 수시로 경력직을 채용하는 방법을 선호하게 되었다. 그러나 이 방법은 산업계, 이공계 기피 현상 등의 사회 문제로 이어질 염려가 있기 때문에 대학교육과 산업체 실무를 연계하여 수십 년간 반복적인 비효율과 낭비를 없애, 건축공학 전공자가 대학 졸업 후 현장에서 즉시 활용할 수 있는 대학교육 개선 방안을 찾아보았다.

우선 정부 차원에서 대학과 기업 간의 각 분야별 공동 교재 연구팀을 운영하여 기업에서 필요한 내용으로 교재 개발에 나서면 S2대학교의 경우 플랜트 관련 연계전공 과목으로 플랜트 엔지니어링 네트워크 교육과 건축의 미흡한 설계 및 도면작성, 실무(Data sheet 작성, 기초 계산 및 2D, 3D CAD 교육)을 보충하면 가능하다.

건축은 플랜트 엔지니어링에서는 프로세스 팀의 PFD, P&ID의 계통도를 근간으로 시스템이 이루어지고, 배관팀의 Plot planning, GAD와 아울러 건축 공간의 평면, 입체를 다루며 토목, 건축, 전기, 제어계측의 공간 측면을 선도하는 중요한 분야이다. 본 연구 결과를 요약

하면 다음과 같다.

첫째, 플랜트 엔지니어링 네트워크 교육을 15시간 수행한다.

둘째, 직무교육에서는 플랜트 엔지니어링의 신입사원 요구 기술수준과 대학의 과목별 내용을 비교 검토하여 현재 공과대학에서 취급하는 과목에 연계전공 과목을 추가한다. 이 경우 Business Procedure, Bid Business Guide, EMS, Man Hour Estimation, Design Management Guide/Design Outsourcing Guide, EPRS, Design printout Guide, Document Filing Manual 등을 제외하고는 일반 엔지니어링 사항은 대부분 다루게 된다.

셋째, 플랜트 연계 전공은 플랜트 관련 분야 별로 수행하고, 건축공학과와 플랜트 연계 전공과목을 개설하여 강의한다.

후 기

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비지원으로 수행되었습니다.

Reference

1. Korea Plant Industries Association, www.kopia.or.kr.
2. Lee, D. C., 2004, A plan for training and administration for plant engineers, Graduate School of Hanyang, Seoul, Korea.
3. Lim, Y. G., 1998, A Research on the Technical Manpower Policy for the Domestic Plant Engineering Industry, Graduate School of Industrial Technology and Environment, Dongguk University, Seoul, Korea.
4. Kong, J. S., 2006, Curriculum for the Training of New Employees.
5. Kim, M. J., 2010, Curriculum for the Training of New Employees.
6. Seoultech, 2010, Curriculum of Seoul National University of Science and Technology.