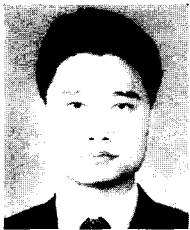


미국 건설회사의 설계/정보화 기술 활용 현황(CII 회원사 중심으로)

박희성, 한국건설기술연구원 선임연구원



서론

최근 건설산업내에서 정보화분야의 관심이 높아지면서 관련 연구가 활발히 진행되고 있으며, 발주자와 계약자 모두 경쟁력 확보를 위해서 정보화분야에 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나, 정보화의 가장 큰 약점 중 하나는 그 성과를 계량화하기 힘들다는 것이다. 따라서 많은 회사들이 관심은 있지만 정보화에 투자하기를 망설이고 있다. 정보화의 효용성을 입증하고 건설산업에 정보화의 확산을 위해서 미국 Construction Industry Institute(CII)의 벤치마킹팀에서는 건설회사의 정보화 수행 정도와 건설성과간의 연관관계를 입증하는 연구를 수행하고 있다. 본 원고는 미국 상무부내 National Institute of Standards and Technology(NIST)의 재정 지원을 받아 CII 벤치마킹팀에서 수행한 연구의 일부로써 CII의 정보화 관련 연구를 소개하고 실제 건설 프로젝트에서 정보화 적용 현황을 파악하고 이를 실무에 적용함으로써 얻어지는 가시적인 성과를 소개하였다.

CII는 건설시설물의 효율적인 생산을 목표로 1983년 설립된 연구소로 현재 97개 회원사를 두고 있는 연구조직이다. CII의 특징은 발주사, 설계사, 시공사로 구성된 회원사와 대학을 연결하여 공동으로 실용적인 연구를 수행하고, 그 결과물을 회원사들이 실무에서 활용하고 있는 것이다. CII내 여러 조직 중 벤치마킹팀은 1996년 이래로 프로젝트 데이터를 수집하고 있으며, 현재는 1000개가 넘는 프로젝트 데이터를 보유하고 있다.

2. 정보화 기술

기존의 많은 연구자들에 의해서 새로운 설계/정보화 기술을 건설산업에 도입하여 건설수행성과를 제고하기 위한 연구가 수행되어졌다. CII에서도 새로운 정보화 기

술을 개발하고 이의 실무 적용을 위한 연구를 활발히 수행하였다. CII 연구결과에 따르면 EPC 공사의 경우 정보화 기술들을 접목하여 공사비와 공기 단축 성과를 이룬 것으로 나타났다(CII, 1998). 또한 NIST도 Fully-Integrated and Automated Project Process(FIAPP) 결과물의 활용이 산업시설물 공사에서 사업비 절감효과가 있음을 입증하였다(Chapman, 2000). 미국 국방부는 효과적인 자재관리를 위해서 정보화기술을 도입하여 사업비 절감효과가 있었음을 보고하였다(Blakey, 1990). 정보화 기술을 회사에 도입하기 위한 전략 프레임을 수립한 연구(Pena-Mora et al., 1999)와 정보화기술의 경제적 효용성을 측정할 수 있는 방법론도 개발되었다(Ho and Liu, 2003). 최근 관심의 대상인 건설산업에서의 E-commerce의 활용 정도와 발전가능성에 대한 연구결과가 최근에 발표되었다(CII, 2002).

CII 벤치마킹팀에서는 3D CAD, Electronic Data Interchange(EDI), Integrated Database (IDB), 바코드 (Bar coding) 이상 4개의 정보화관련 기술을 설계/정보화기술(Design/Information Technology)로 명명하고 프로젝트별 활용정도를 측정하고 있다. 설계/정보화 기술요소의 정의는 아래와 같다.

- Integrated database(IDB): a concept of organizing, storing, and managing all electronic data relating to a project in such a fashion that data is entered and stored once and then accessed and utilized by multiple users and applications(CII 1990).
- Electronic data interchange(EDI): a technology that permits the direct computer-to-computer exchange of data in a standard format. Data is transmitted in a standard industry format,

checked for error, and imported directly into the receiving computer system without re-keying(CII, 1993).

- 3D CAD: computer aided drafting system that provides three dimensional views for checking physical interferences in addition to providing two and three dimensional drafting capabilities (CII, 2000).
- Bar coding: the use of automatic identification technology by labeling, identifying, and controlling items, materials, and equipment through the use of a self-contained message with information encoded in the widths of bars and spaces in a printed pattern(CII, 1988).

3. 설계/정보화 기술 활용정도 및 효용성

3.1 데이터 베이스 현황

CII 회원사들이 1997년부터 1999년까지 제출한 프로젝트 데이터 중 제출회사가 해당 프로젝트의 설계와 시공에 모두 참여한 데이터만을 활용하였다. 이에 해당하는 220개 프로젝트 데이터를 산업별 (빌딩, 산업시설), 공사금액별 (1500만달러 이하, 1500~5000만달러 이하, 5000만 달러 이상), 공사성격별 (확장, 신규, 현대화)로 세분화하여 분석하였다.

3.2 정보화 활용 현황

미국 건설사들의 설계/정보화 기술 활용현황 통계치는 위의 표 1에 제시되어있다. 설계/정보화기술의 활용정도는 앞서 언급한 바와 같이 Integrated Databases (IDB), Electronic Data Interchange (EDI), 3D CAD modeling, Bar coding 4

표 1. 설계/정보화 기술의 활용정도

항 목	전 체	산업별		공사금액별(백만달러)			공사성격별		
		빌딩	산업시설	<\$15	\$15-\$50	>\$50	확장	신규	현대화
100%	9.85	C.T	9.85	9.85	7.62	8.23	7.99	9.85	5.94
90%	5.06	C.T	5.12	3.43	5.19	6.30	4.56	6.35	3.88
75%	3.43	C.T	3.44	2.00	3.85	4.57	2.85	4.30	2.15
50%	1.63	C.T	1.66	0.88	2.16	2.07	1.38	2.04	1.41
25%	0.66	C.T	0.67	0.28	0.99	1.04	0.47	0.66	0.77
10%	0.00	C.T	0.00	0.00	0.37	0.58	0.00	0.46	0.00
0%	0.00	C.T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
평균값	2.19	C.T	2.25	1.35	2.56	2.87	1.88	2.72	1.71
표준편차	2.02	C.T	2.03	1.58	1.95	2.26	1.86	2.30	1.42
N	201	7	194	77	64	60	80	82	39

표 2. 설계/정보화 기술의 활용 정도 계산방법

	Use Level						No Use	Score
	Extensive Use	1	2	3	4	5		
Integrated Database Applications Used							N/A	
Facility planning	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Design / Engineering	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.75
3D CAD model	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.50
Procurement / Suppliers	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Material management	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Construction operations / Project controls	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Facility operations	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Administrative / Accounting	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
EDI Applications Used							N/A	
Purchase orders	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Material releases	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Design specifications	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Inspection reports	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Fund transfers	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	1.00
3D CAD Modelling Applications Used							N/A	
Define / communicate project scope	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Perform plant walk-throughs (Replacing plastic models)	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Perform plant operability / maintainability analyses	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Perform constructability reviews with design team	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.50
Use as reference during project / coordination meetings	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.25
Work breakdown and estimating	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Plan rigging or crane operations	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.75
Check installation clearances / access	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.75
Plan and sequence construction activities	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.50
Construction simulation / visualization	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.25
Survey control and construction layout	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Material management, tracking, scheduling	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Exchange information with suppliers / fabricators	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Track construction progress	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.50
Visualize project details or design changes	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Record "As-Built" conditions	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Train construction personnel	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Safety assessment / training	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Plan temporary structures (formwork, scaffolding, etc.)	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Operation / Maintenance training	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Turn-over design documents to the project owner	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Startup planning	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
EDI Applications Used							N/A	
Purchase orders	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Material releases	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Design specifications	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Inspection reports	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
Fund transfers	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	-	-	0.00
TOTAL								5.75
40 Questions, Maximum Score of 40 --> Divide total by 4 to scale to 1-10 point range								
Design/Information Technology Practice Use Index								1.44

개의 정보화기술의 활용정도로 평가한다. 설계/정보화 기술은 0-10 기준으로 계량되며 0은 최소점이고 10은 최고점으로 규정하였다. 설계/정보화기술 활용정도의 자세한 계산방법은 표 2에서 설명하였다.

표 1에서는 데이터베이스를 산업별, 공사금액별, 공사성격별로 나누어서 각각의 해당 통계치를 제공하였다. 빌딩의 경우는 데이터자 작아서 통계치의 신빙성과 CII 내부 정보공개관련 규정에 따라 C.T.(confidentiality test)로 표시하였다. 위 표에서와 같이 공사금액 차이나 공사성격에 따라서 설계/정보화 기술의 활용 정도가 차이가 있음을 보여주고 있다. 평균값을 보면 공사금액이 큰 대규모 공사일수록 설계/정보화기술의 활용 정도가 높음을 알 수 있으며, 신규공사가 확장이나 현대화 공사보다 설계/정보화 기술을 더 많이 활용함을 알 수 있다.

3.3 설계/정보화 기술이 건설성과에 미치는 영향

앞서 서두에서 언급하였듯이 설계/정보화 기술을 활용에 따른 성과를 측정하기 어렵기 때문에 정보화 기술 도입을 주저하

는 회사들이 있다. 본 절에서는 정보화 기술의 효용성을 검증하기 위해서 설계/정보화 기술이 건설성과에 미치는 영향정도를 파악하였다. 아래 표 3의 첫번째 열은 건설성과를 측정하기 위한 성과지표이고, 2째 열부터 5째 열까지는 설계/정보화 지수를 4분위수로 나누어서 해당 분위수의 성과지표 평균값을 제시하였다. 제 6열은 최저분위와 최상분위의 차이를 제시하고 있으며, 7열은 하위 2개분위(investment stage)의 평균값과 최상분위의 차이를 제시하였다. 설계/정보화 기술의 활용정도가 높을수록 건설성과가 개선되는 것을 대다수의 성과지표를 통해서 나타난다. Project Cost Growth의 경우에는 설계/정보화 기술의 활용정도에 따라서 공사금액의 1.8%의 절감효과를 더 기대할 수 있으며, Project Schedule Growth의 경우를 보면 최대 1.7%의 예정공기를 추가로 단축할 수 있다. 그러나 시공기간만의 공기를 보면(Construction Cost Growth) 최대 6.4%의 시공기간을 예정공기보다 단축할 수 있음을 제시한다. 그러나 정보화 기술이 안전성과에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 3. 설계/정보화 기술과 건설성과간의 연관관계

Performance Metric	All Projects				Change in Performance	
	Design/Information Use					
	Low use ← use → High				Low Use to Greatest Benefit	Avg. Invest. Stage to Greatest Benefit
	Investment stage		Benefit stage			
4 th	3 rd	2 nd	1 st			
COST						
Project Cost Growth	0.052	0.052	0.044	0.034	0.018	0.018
Project Budget Factor	0.961	0.957	0.945	0.961	0.016	0.014
SCHEDULE						
Project Schedule Growth	0.042	0.009	0.026	0.025	0.017	0.001
Project Schedule Factor	0.967	0.966	0.988	0.991	-	-
Construction Schedule Growth	0.082	0.001	0.060	0.018	0.064	0.024
SAFETY						
R.I.R.	1.939	2.542	2.099	2.100	-	0.142
L.W.C.I.R.	0.050	0.076	0.227	0.204	-	-
CHANGES						
Change Cost Factor	0.069	0.107	0.070	0.059	0.010	0.029
Change Schedule Factor	0.033	0.048	0.037	0.030	0.003	0.011
REWORK						
Field Rework Cost Factor	0.042	C.T.	0.025	0.020	0.022	-

4. 결론

정보화기술의 도입에는 많은 비용과 노력이 필요하지만 현재까지 정보화기술의 도입으로 인한 성과에 대한 연구는 부족하였다.

CII 벤치마킹팀이 정보화기술의 일부인 Integrated Databases (IDB), Electronic Data Interchange (EDI), 3D CAD modeling, Bar coding 4개 기술에 대한 수행현황과 그 성과를 제시하였다. 미국 내 건설회사는 현재 정보화기술의 도입하여 효율적인 건설관리 및 성과 개선을 위해 많은 노력을 하고 있다.

국내에서도 정부의 적극적인 지원 하에 추진중인 건설 CALS를 비롯하여 건설회사에서 활용 중인 Project Management Information System(PIMS)등 건설산업에 정보화 기술을 도입하기 위한 노력이 많이 진행되고 있다.

정보화기술의 도입초기에는 겪는 약간의 시행착오로 인해서 정보화기술의 효용성을 오판하는 일이 없어야 하며, 지속적인 투자와 적극적인 적용을 통해서 건설산업이 진일보하는 수단으로 활용하여야 할 것이다.

참고문헌

- Blakey, L. H. (1990). "Bar codes: Prescription for precision, performance, and productivity." Journal of Construction Engineering and Management, 116(3), 468-479.
- Chapman, E. R. (2000). Benefits and Costs of Research: A Case Study of Construction Systems Integration and Automation Technologies in Industrial Facilities, NISTIR 6501, Gaithersburg, Maryland.
- Construction Industry Institute (CI). (1988). Bar Code Applications

- in Construction, Source Document 33, Austin TX.
- Construction Industry Institute (CII). (1990). Data Interchange Strategies in Construction, Source Document 57, Austin TX.
 - Construction Industry Institute (CII). (1993). An Introduction to Integrated Database Systems, Research Summary 20-2, Austin TX.
 - Construction Industry Institute (CII). (1998). Cost and Schedule Impacts of Information Management, Research Summary 125-1, Austin TX.
 - Construction Industry Institute (CII). (2000). Three-Dimensional Computer Models and the Fully Integrated and Automated Project Process for the Management of Construction, Research Report 152-11, Austin TX.
 - Construction Industry Institute (CII). (2002). E-Commerce Applications in Construction, Research Summary 180-1, Austin TX.
 - Ho, S., and Liu, L. (2003). "How to evaluate and invest in emerging A/E/C technologies under uncertainty." *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(1), 16-24.
 - Pena-Mora, F., Vadhavkar, S., Perkins, E., and Weber, T. (1999). "Information technology planning framework for large-scale projects." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 13(4), 226-237.