

자원투입 비용을 고려한 공정관리 작업기간 산정

Projection of Activity Duration Utilizing Historical Cost Data

문성우* 강상래**
Moon, Sungwoo Kang, Sangrae

요 약

건설 프로젝트가 성공적으로 수행되기 위해서는 각종 제반 관리업무가 상호 밀접한 관계성을 유지하면서 프로젝트를 수행해야 한다. 이중 공정관리는 인력, 자재, 장비, 원가 등 여러 가지 건설공사에 필요한 자원에 대한 관리 업무를 시간적인 흐름 속에서 모델화 시킨 것으로, 공정관리의 원활한 수행은 프로젝트의 성공에 직접적인 영향을 주게 된다. 현행 공정관리 업무 프로세스에서 공사기간의 산정시 가장 중요하게 고려해야 할 점은 작업의 생산성은 투입되는 자원의 양과 질에 의해서 영향을 받으며, 이러한 자원의 특성은 투입비용으로 나타나게 된다는 것이다. 본 논문의 목적은 현장에서 사용되는 인력과 장비 등 자원투입 비용을 중심으로 생산성을 분석하고, 보다 현실성 있게 생산성 데이터를 공정계획의 수립시 작업기간 산정에 활용하는 방안을 제시하는 것이다. 본 연구에서 작업비용은 투입자원의 가격을 기준으로 산정했으며, 투입자원 비용과 작업량을 비교·검토하여 소요되는 작업기간을 예측한다. 이와 같은 공정데이터의 활용은 데이터베이스를 기반으로 하는 공정관리의 전 단계로써 자원투입 비용을 고려한 공정관리 방안을 제시하고, 이에 대한 타당성을 검토했다.

키워드 : 공정관리, 작업기간산정, 생산성, 데이터베이스, 실적데이터

1. 서론

공정관리는 인력, 자재, 장비, 원가 등 건설 프로젝트에 소요되는 투입자원의 관계를 시간의 흐름 속에서 체계화 시킨 것으로써(김상중 2003), 건설 사업의 수행시 자원의 투입과 적절한 배분을 위해서 주어진 시간과 예산 범위 내에서 품질의 목적물을 생산하기 위한 통제와 관리정보를 제공한다. 공정관리에서 스케줄을 작성하기 위해서는 작업항목의 설정, 작업기간의 산정, 그리고 작업항목 간 선·후행 연관관계 등을 검토해야 한다. 이중 작업기간의 산정은 주로 일반적으로 전체 목표공정을 달성하기 위한 역방향 계산, 담당자의 직관적 판단, 그리고 과거 생산성 데이터 참고 등의 방법으로 결정된다.

건설공사를 수행하는 데는 기본적으로 자원이 투입되고 그에 따른 비용이 소요된다. 또한 이들은 공사기간과도 밀접한 관계가 있다(한국건설산업연구원 1997). 작업기간을 산정할 때 가장 중요하게 고려해야 할 점인 작업의 생산성은 대부분 투입되는 자원의 양과 질에 의해서 영향을 받으며, 이러한 자원의 특성은 투입비용으로 나타나게 된다는 것이다. 따라서 M^3/HR 의 예와 같이 단순히

시간당 작업량의 데이터는 실질적인 생산성 자료로써 활용하기에 한계가 있다.

최근 건설업계의 정보화에 의해서 건설관리는 체계적으로 수행되며, 생산성과 관련한 다양한 데이터를 수집하고 저장할 수 있게 되어 그 활용도는 더욱 높아지고 있다(서정현외 2002). 예를 들어서 일일보고, 주간보고 등 투입되는 자원의 종류와 양이 데이터베이스에 저장되고 관리된다. 건설 정보화의 발전에 따라서 그 활용 가능성이 높아지고 있는 자원에 대한 정보는 새로운 패러다임의 공정관리 기법을 도입할 수 있게 지원하고, 데이터베이스를 활용하는 공정관리 환경을 가능하게 한다.

본 논문에서는 데이터베이스를 기반으로 하는 공정관리의 전 단계로써 자원투입 비용을 고려한 공정관리 방안을 제시하고, 이에 대한 타당성을 검토했다.

2. 목적

본 논문에서는 현장에서 사용되는 인력과 장비 등 자원투입 비용을 중심으로 생산성을 분석하고, 보다 현실성 있게 생산성 데이터를 공정계획의 수립시 작업기간 산정에 활용하는 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 작업비용은 투입자원의 가격을 기준으로 산정했으며, 투입자

* 중신회원, 부산대학교 토목공학과 조교수, 공학박사

sngwmoon@pusan.ac.kr

** 학생회원, 부산대학교 토목공학과 석사과정 ssangleon@empal.com

원 비용과 작업량을 비교 검토하여 소요되는 작업기간을 예측한다. 이와 같이 공정 데이터에 대한 연구는 공정계획 수립시 데이터베이스의 자료를 활용하는데 필요한 유용한 정보를 제공할 것이다.

논문의 목적을 달성하기 위해서 투입되는 작업비용과 생산성과 관계를 분석했다. 즉 현장 작업자가 작업계획을 세울 때 비용을 증가시킬 때는 비용의 증가만큼 또는 이상으로 작업량의 증가를 기대한다는 것이다. 즉 생산성의 향상은 비용의 향상을 수반한다는 가정이다. 가설의 검증을 위해서 건설 현장에서 실제로 사용되는 인력과 장비와 관련한 공정관련 데이터를 수집 및 분석했으며, 분석결과에 대하여 통계분석 프로그램인 SPSS를 사용해서 Curve-fitting했고, 회귀모형을 개발하여 생산성과 투입비용, 작업량 간의 상관관계를 검토했다.

3. 자재투입 비용을 고려한 작업기간 산정방안

자재투입 비용을 고려한 작업기간 산정방안은 공정관리에 필요한 자원과 작업기간의 산정에 필요한 정보를 공정관련 실적 데이터로 활용하기 위한 목적으로 연구하고 있다. 건설정보화가 발전함에 따라, 각종 공정 데이터는 데이터베이스화가 되고 있으며, 축적된 공정 데이터의 활용은 정확하고 신속한 공정계획의 수립을 위해서 필요하다.

본 연구에서는 각 공종별 공기를 산정하기 위해 실제 현장에서 사용되는 자료를 사용하여 공정관리자가 인원, 장비에 대한 정보를 기반으로 현실적인 작업생산성을 설정한다. 다음은 실적 데이터에 회귀분석을 통해서 일일투입비용과 일일작업량을 비교·분석하여 생산성과 투입비용간의 관계를 설정하고, 각 공종별로 적절한 생산성계수를 결정한다. 생산성계수는 공사가 진행됨에 따라 새로운 투입비용에 따른 작업량 데이터가 추가, 갱신되어 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

실적데이터 분석을 통해 투입비용에 따른 일일생산성이 결정되면 내역서의 비용을 기준으로 각 공종의 공기를 산정할 수 있다. 산정된 공종별 공기는 작업간의 선·

후행 관계를 설정하고 전체 공사기간을 산정하여 실제 공정관리에 적용한다. 향후에 연구될 데이터베이스 기반의 공정관리에서 정보화 환경에서 체계적인 공정계획을 수립할 수 있도록 할 계획이며, 실적 데이터를 활용함으로써 공정검토와 자원투입과 관련하여 의사결정을 다양하게 지원할 것이다.

4. 자원투입 비용 기반의 생산성

생산성은 식(1)과 같이 일반적으로 어떤 생산체계(Production System)를 통해 일정기간동안 생산해 낼 때 산출물량(Output)과 그 생산물을 생산하기 위해 투입된 투입물량(Input)의 비로써 정의 된다(김예상 1994).

$$\text{생산성} = \frac{\text{산출물량(Output)}}{\text{투입물량(Input)}} \text{----- (1)}$$

건설산업은 프로젝트 전반에 걸친 생산성의 변화가 필연적이라 할 수 있고, 생산성에 관한 연구는 생산성의 측정, 생산성에 미치는 요인 분석 등에 초점이 맞춰져 있다(구자민 2003). 본 연구에서는 보다 현실적인 공기산출을 위해 건설 프로젝트에서 사용되는 실적데이터를 분석하여, 산출물량을 일일작업량으로 투입물량을 일일투입비용으로 사용하여 일일생산성(m/W)을 나타내었고, 이러한 비용기준의 생산성 설정을 위해 '투입인원(투입장비)의 생산성은 금액에 반영되어 책정된다.'는 가정을 사용하였다. (예 반장의 비용 100,000원, 인부의 비용 50,000원일 경우 반장의 생산성이 인부보다 50,000원 높다.)

표 1은 도로공사 토취장의 발파암막기 공종에서 일일 투입비용에 따른 작업량을 비교한 것이다. 발파암막기는 인력과 장비가 동시에 투입된 공종으로 투입비용은 실제 현장에서 적용하고 있는 단가(2002년 기준)를, 투입인원과 장비 및 작업량은 일일작업일보를 기준으로 작성하였다. 그림 2는 표 1의 데이터를 사용하여 일일투입비용과 일일작업량에 대하여 통계분석 프로그램인 SPSS를 사용하여 Curve-fitting한 그래프이다.

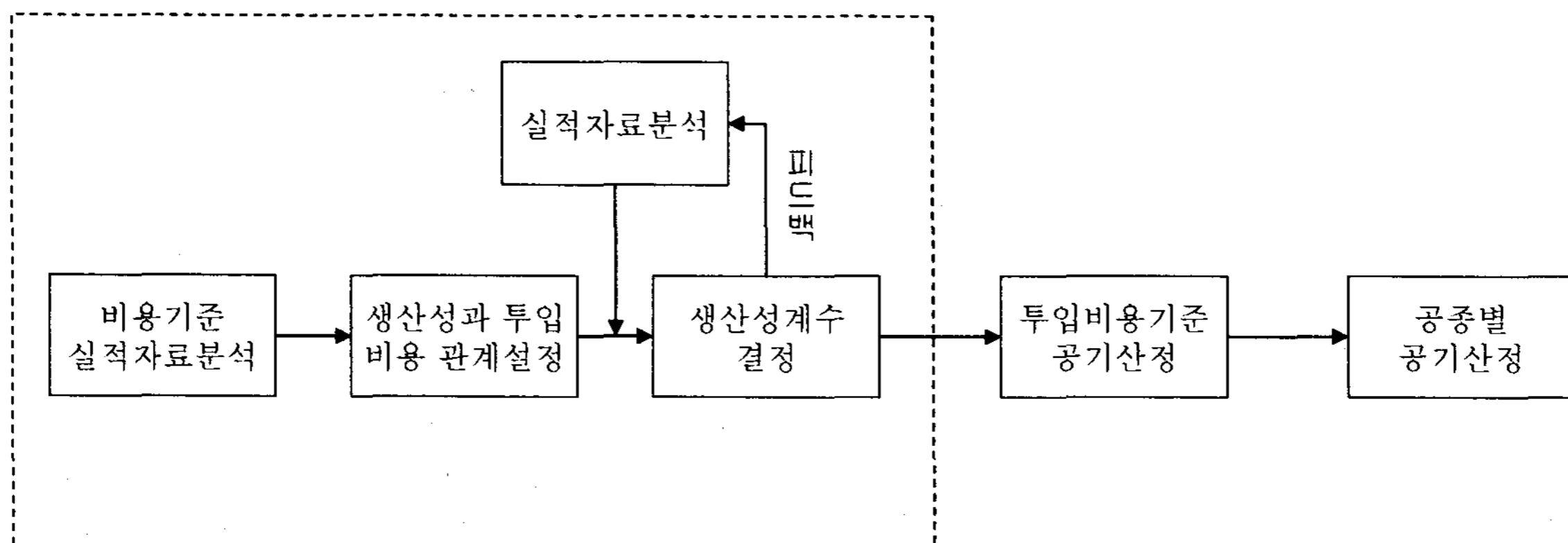


그림 1. 작업기간산정 프로세스 모델

표 1. 자원투입 비용에 따른 일일작업량

	반장	화약주입	기능공	운영	신호수	C/D	B/H	D/Z	D/T	P/L	총비용(W)	일일작업량(m³)
1	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	287,472	631,540	189,610	1,657,105	119,387	4,274,985	12,881
2	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	287,472	631,540	189,610	1,657,105	119,387	4,274,985	14,677
3	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	215,604	631,540	189,610	1,657,105	119,387	4,203,117	9,980
4	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	215,604	631,540	189,610	1,657,105	119,387	4,203,117	13,307
5	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	215,604	568,386	189,610	1,657,105	119,387	4,193,963	11,976
6	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	215,604	631,540	94,805	1,817,470	119,387	4,268,677	11,311
7	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	251,538	694,694	94,805	1,764,015	119,387	4,314,310	29,940
8	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	251,538	694,694	94,805	1,710,560	119,387	4,260,855	31,271
9	138,218	176,136	394,404	630,430	50,683	251,538	694,694	94,805	1,657,105	119,387	4,207,400	17,631

단, C/D: 크롤러드릴, B/H: 굴삭기, D/Z: 도자, D/T: 덤프트럭, P/L: 페이로우더

$$\text{작업기간} = \frac{\text{전체물량}}{\text{일일생산량}} \quad \text{----- (3)}$$

일일작업량

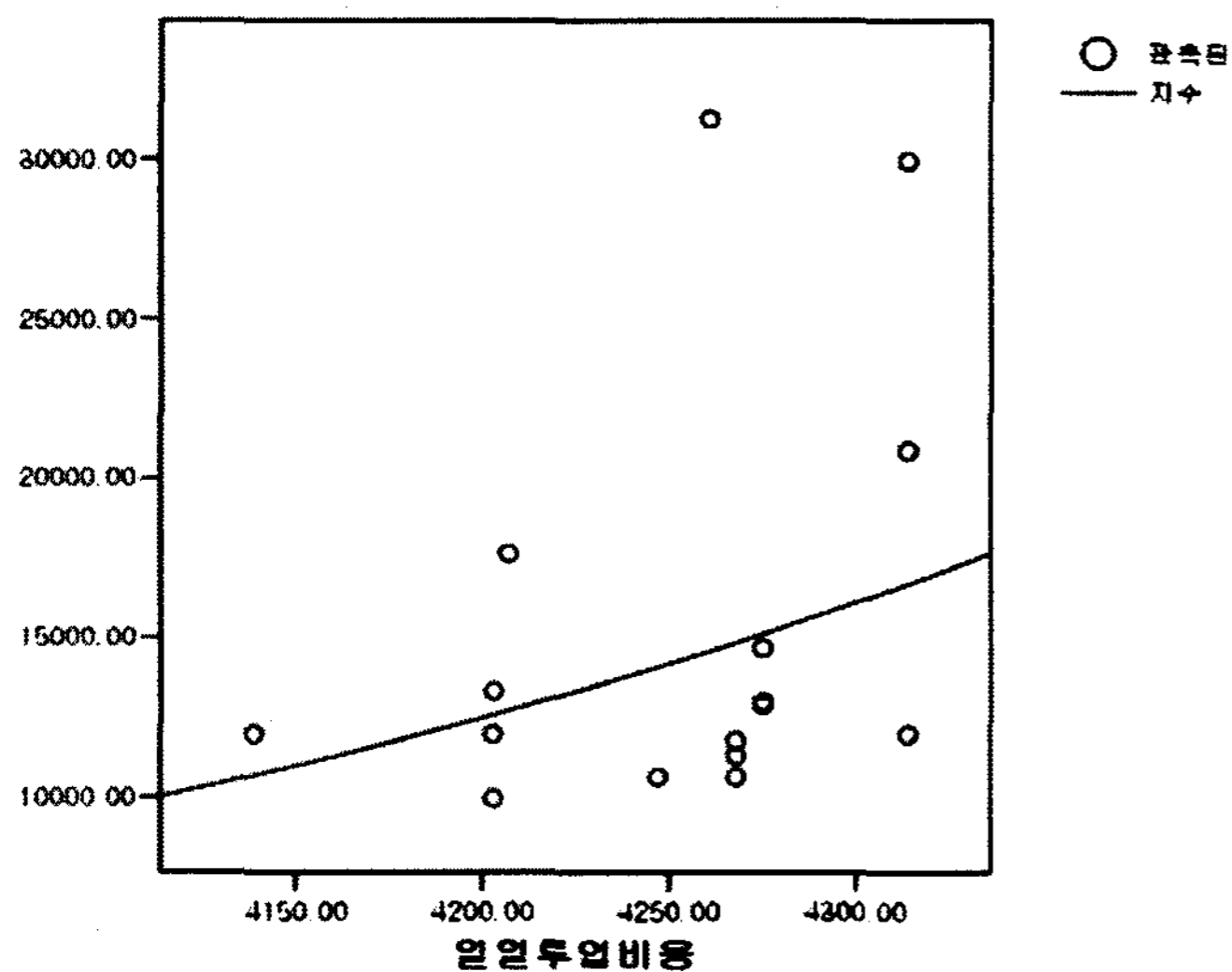


그림 2. 일일투입비용에 따른 일일작업량

여기서 Curve-fitting을 통해서 일일투입비용과 일일생산량의 관계를 식(2)와 같이 지수형태의 수식으로 나타내었고, SPSS의 회귀분석을 통해서 생산성계수(β_0 , β_1)와 종속변수의 분산 중 몇 %가 독립변수에 의해 설명되는가를 나타내는 결정계수(R^2 : coefficient of determination)를 구했다. 식(2)은 토취장내의 발파암막기 공중에 대한 일일투입비용에 따른 일일생산량을 나타낸다.

$$\text{일일생산량}(Y) = 0.2844 \times e^{(0.0025X)} \quad (R^2: 0.125) \quad \text{--- (2)}$$

다음은 전체 공사기간을 산정하기 위해 비용을 고려한 생산성 기준의 작업별 공사기간을 구해야 한다. 이는 건설공사에서 시공해야 할 물량을 생산량으로 나누는 방식으로 공기를 구하는데(식(3)), 물량을 내역서의 노무비와 경비로, 생산성을 일일인원투입비용과 일일장비투입비용을 이용한 일일생산량으로 사용하여 각 작업에 대한 공사기간을 구할 수 있다.

각 공중에 대한 공사기간산정이 완료되면 작업과 작업간 선·후행 관계를 설정하고 전체 공사기간을 산정하여 실제 공정관리에 적용한다.

5. 데이터베이스 기반의 공정관리 프로토타이핑

5.1 시스템 구성

데이터베이스 기반의 공정관리시스템은 웹상에서 프로젝트를 조회하고, 내역서 비용을 기준으로 한 공중별 공기산정, 선·후행관계 설정을 통한 전체공기를 산정할 수 있다. 그리고 각 단계별 실적데이터들이 자동으로 데이터베이스에 저장되어 향후 유사프로젝트에서 공정관리 참고자료로 활용할 수 있다.

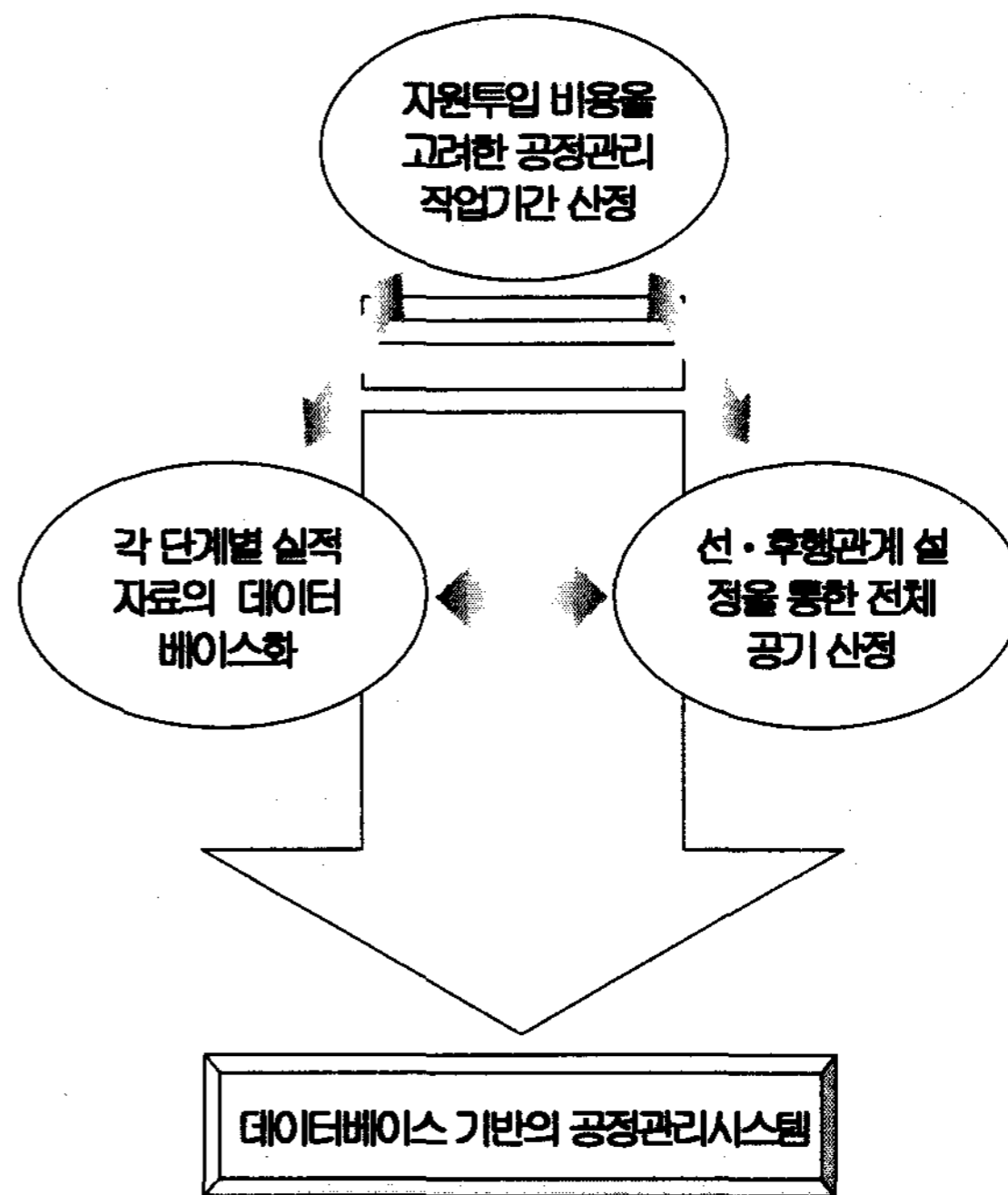


그림 3. 데이터베이스 기반의 공정관리 프로세스

5.2 시스템 화면

그림 4는 부산대학교 건설시스템연구실에서 개발하고 있는 데이터베이스 기반의 공정관리시스템으로 실적데이터의 관리, 내역서 기준의 작업기간산정, 작업간의 선·후행관계를 설정하는 웹 화면을 보여준다.

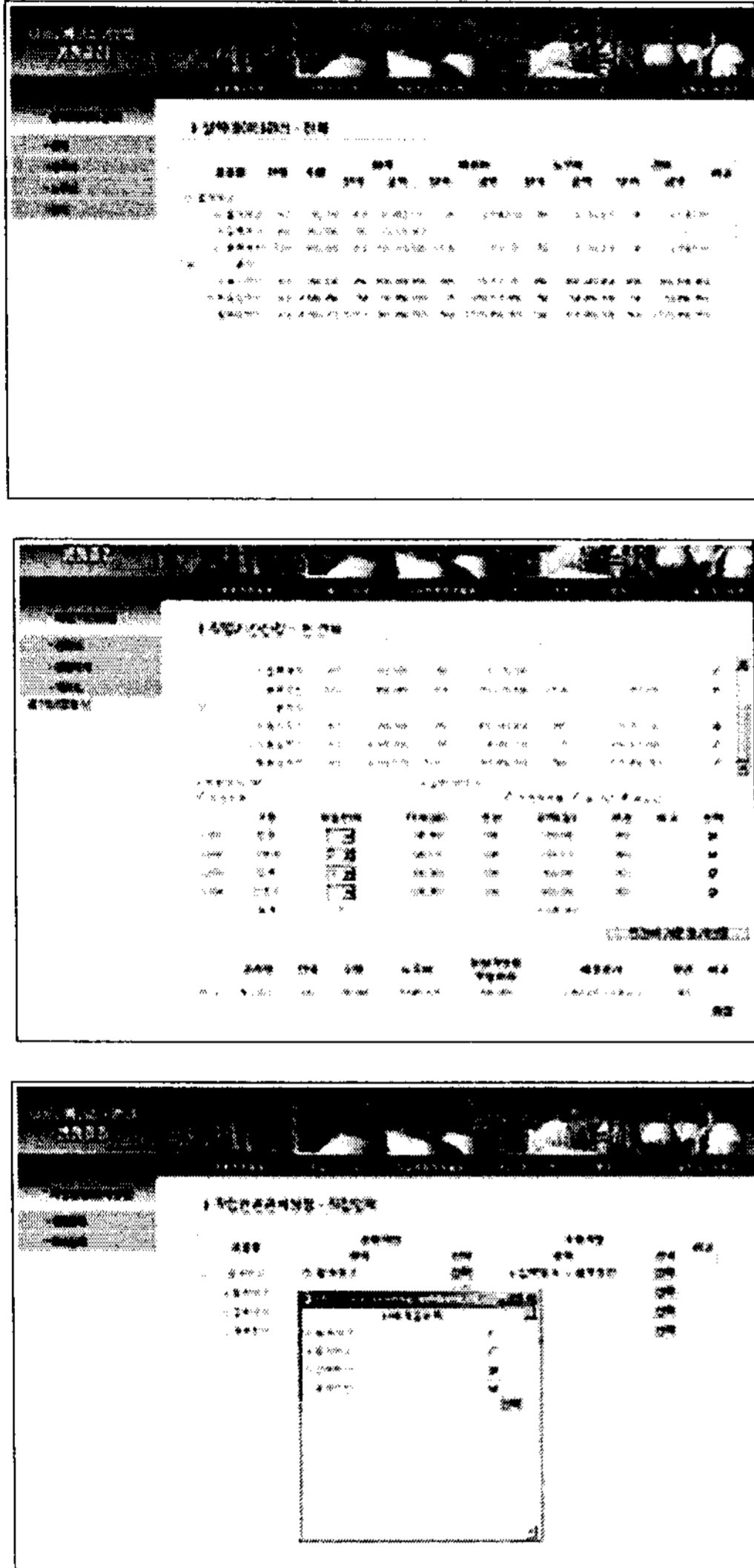


그림 4. 데이터베이스 기반의 공정관리시스템

6. 결론

최근 복잡화, 전문화 되는 건설 프로젝트의 공정관리에 있어서 공기산정은 자원과 비용의 적절한 배분과 관리뿐만 아니라 각종 건설 정보와 공정데이터들의 체계적인 관리가 필요하게 되었다. 정보화와 인터페이스의 발전에 따라서 건설관리 수준은 향상되고 건설 정보의 데이터베이스화가 용이해지고 있어 데이터 활용방안에 관한 연구는 공정관리의 신뢰성을 높이고 과학적인 접근이 가능하게 한다. 이러한 필요에 따라 본 논문에서는 현장에서 사용되는 자원투입비용을 고려하여 생산성을 분석하고 이를 작업기간 산정에 이용하는 공사기간산정 방안을 제시했다. 본 연구 결과는 과거의 경험에만 의존해, 축적되고 있는 데이터에 대한 활용이 부족한 현실에서 보다 체계적인 공정관리방안을 제시하며, 향후 지속적인 연구개발을 통해 프로젝트 전반에 걸쳐 데이터베이스 기반의 공정관리가 가능하게 될 것이다.

참고문헌

1. 구자민(2003) 생산성을 고려한 건설공사 공기지연 분석방법, 동국대학교 대학원 건축공학과 학위논문
2. 김상중(2003) 확률적 공사기간산정에 의한 공정계획 합리화 방안, 동국대학교 대학원 건축공학과 학위논문
3. 김예상(1994), 건설 생산성에 영향을 미치는 요인 분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집
4. 서정현, 박서영, 곽중민, 강인석(2002) 웹기반 통합데이터베이스에 의한 건설정보관리 방안, 대한토목학회 학술발표회
5. 한국건설산업연구원 편저(1997), 건설관리 및 경영, 보성각

Abstract

Construction managers need to pay a close attention to the resource utilization in order to deliver the construction project successfully. Construction scheduling is crucial for resource control in that it provides information when and how much to bring down work force to sites. In scheduling, activity duration is projected based on the productivity of historical data or the intuition of scheduler. This paper studies the opportunity of applying cost-based productivity for estimating activity duration. For cost-based productivity, the cost of resource is used as an input and the work quantities as an output. Out of historical data, regression model has been developed to understand the validity of applying cost-based productivity in projecting activity duration. The result of study will work as a prerequisite for implementing the environment of database-based construction scheduling.

Keywords : process control, projection of activity duration, productivity, database, historical data