

적산과정을 활용한 WBS와 CBS의 통합 시스템



안재홍, 유·미드 시스템 기술연구 소장

1. 머리말

1.1 기술 개발 배경

건설현장의 공사관리에서 공정과 원가는 가장 중요한 관리요소이다. 특히 공정관리는 비용과 일정을 통합하여, 공정·공사비 관리의 효율적인 성과물을 완성할 수 있고, 객관적 공사수행 성과측정을 통한 합리적인 예산관리를 목표로 하기도 한다.

공정관리는 우리나라에서 70년대 중동건설을 시작하면서 본격적으로 건설현장에 도입되었다. 이후 30년이 지난 현 시점에 공정관리는 건설현장의 공사관리 부분에 활성화되지 못하고 있는 것이 현실이다. 공정관리가 활성화되지 못하는 이유는 비용과 일정을 통합한 정보를 생성하는데 많은 시간과 노력이 수반되기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 비용 일정을 통합한 공정관리를 위한 작업분류체계와 비용분류체계의 통합기술에 대한 필요성을 절실하게 요구되어왔고, 많은 연구와 방안을 제시하고 있지만 실용적인 성과를 거두지 못하고 있다.

공정관리를 활용하지 못하는 것은 다음과 같이 분석을 해 볼 수 있다.

- 건설현장별 다양한 여건에 따른 작업분류체계와 Activity의 구성
- Activity별 일정적용과 Activity간 Relation 설정
- Activity별 비용을 산정을 위한 물량분개의 많은 시간과 노력 소요

즉 건설산업은 수주산업이므로 현장의 여건에 따라 작업분류체계 및 Activity를 매번 정의 하고 있다. 구성된 작업분류체계에 비용분류체계 중 공종항목을 연계통합하기 위하여 Activity별 공종항목을 적용하고, 공종항목의 물량을 분개하는데 많은 시간과 노력을 소요하면서 공정·공사관리를 기반인 공정계획을 수립하여 운영하고 있는데 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다.

1.2 시스템의 개념

작업분류체계와 비용분류체계의 통합(이하 WBS-CBS통합 이라함)은 공정·공사관리를 위한 필수적인 과정이다. 본 시스템의 개념은 적산과정에서 산출되는 수량산출정보를 이용하여 WBS-CBS통합정보를 생성함으로써 비용과 일정을 통합하고, 사용자 측면에서 공정계획을 효과적으로 수립할 수 있도록 그 기반을 제공하고 있는 것을 기본 개념으로 하고 있다.

그러므로 여기서는 먼저 적산의 수량산출에 대하여 먼저 고찰 하고자 한다.

가) 정보화 시대의 적산 정의

적산은 단가와 수량이라는 두 가지 요소로 이루어지며, 적산의 수량산출은 Project를 구성하는 각 공종항목에 대한 수량을 산출하는 과정과 산출된 수량에 단가를 적용하여 공사비를 산출하는 업무로서 여겨져 왔다.

정보화 시대에 우리나라 산업에 많은 변화가 있었다.

건설 산업도 디지털을 이용한 많은 신기술 및 공법 등의 변화가 있었으나, 적산은 수작업에서 전산기기를 사용한다는 것 외에 변화된 것이 없으며, 60년대인 근대화 이전부터 정보화시대인 현 시점까지 수량을 산출하고 단가를 적용하여 공사비를 산정하는 업무로 정의를 하고 있다.

지금까지 수량산출결과는 공사비를 산정하기 위한 하나의 데이터로 추출하였다면, 정보화 시대에는 단순한 수량산출이 아닌, 수량을 정보화하여 원시 데이터로써 수량산출정보를 구성하고, 이에 대한 활용을 극대화할 수 있도록 하는 것이 정보화시대의 진정한 정의라고 볼 수 있다.

나) 적산의 활용에 대한 고찰

건설 업무를 흐름별로 몇 가지 언급해 보면, 사업기획단계에서 개산견적에 의한 공사비를 추정하여 사업성을 분석하고 있으며, 입찰 설계단계에서 내역을 구성하고 있고, 건설사에서는 실행예산을 편성하여 공사관리를 하고 있다. 이 각각의 업무는 적산과정에서 추출된 수량정보를 활용하고 있는 것이다.

그러나 이 수량정보를 하나의 집계된 데이터로 구성하고 있어, 각각의 연관된 업무가 연속성을 갖지 못하고, 단발적인 업무처리가 되고 있다. 이것은 적산과정의 수량정보를 충분히 활용하고 있지 못하고 있기 때문이다.

이에 적산의 수량산출과정은 모든 업무의 시작이므로, 각 업무별 관점에서 처리할 수 있도록 적산과정의 수량정보를 WBS-CBS통합정보로 생성하여 활용하고자 한다.

다) 적산의 과정에 대한 고찰

적산의 수량산출과정을 살펴보면 산출모듈에 따라 다소 차이는 있지만 대개 부위별 산출을 하고 있다. 어느 시설물의 어느 공간(층, 실)의 어느 부위에 대한 수량을 산출하는 것이다. 지금까지 적산의 수량산출과정은 하나의 결과 값을 도출하여 데이터로 활용하였다면, 본 시스템은 수량산출과정에서 사용되는 시설(공간)부위 그리고 공종정보를 활용하여 WBS-CBS통합한 정보로 추출하여 공정관리의 기반을 마련하는 과정으로 개발되었다.

다음 <그림 1>은 부위별 산출과정의 모습을 보여 주고 있으며, WBS-CBS통합이 가능함을 보여 주고 있다.

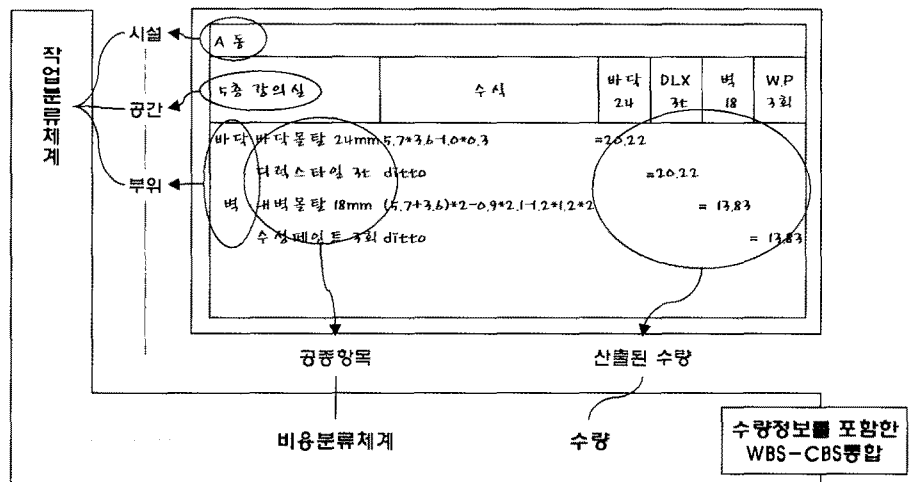


그림 1. 수량산출과정과 WBS-CBS 관계

<그림 1> 안쪽의 적산과정은 기존에 해오던 산출과정이며, 시설인 “A동”, 공간 정보인 “5층 강의실” 그리고 “바닥”, “벽” 등을 부위로 정의하고, 여기에 비용분류체계의 최종 요소인 공종항목에 대한 수량을 산출한다. 즉 산출과정에 WBS-CBS통합이 가능하도록 구성하고 있음을 알 수 있다. <그림 2>는 수량산출과정의 정보를 이용하여 WBS-CBS를 통합하고 수량과 연계하여 수량산출정보를 구성하고 있음을 알 수 있다.

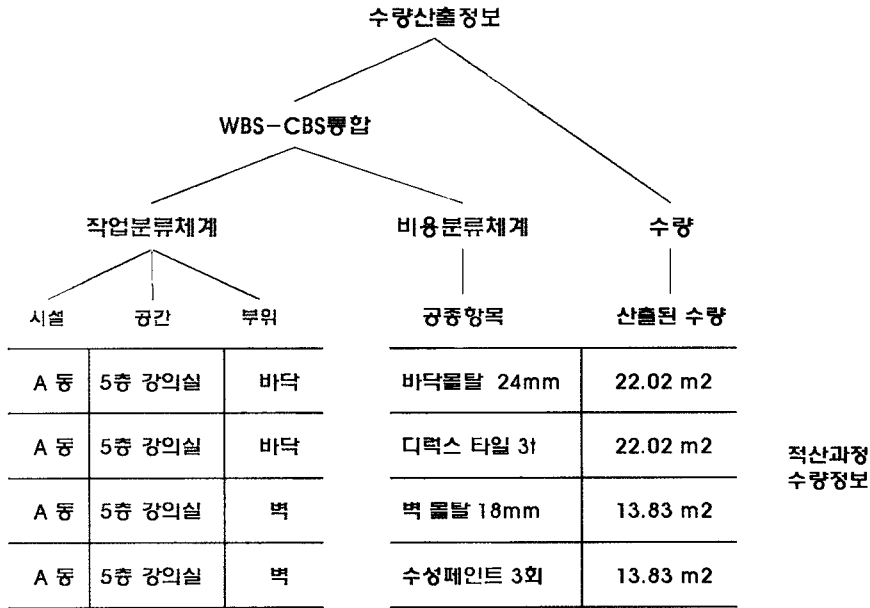


그림 2. 산출정보를 이용한 WBS-CBS통합

적산과정
수량정보

이러한 적산처리과정에서 작업분류체계를 쉽게 적용할 수 있고, 부위별 산출을 이용한 공종항목의 연계로 해당 프로젝트만의 WBS-CBS 통합정보의 생성이 가능하며, 연계된 산출수량을 이용하여 공정·공사관리의 기반을 만들 수 있다는 것이다.

2. 적산(수량산출)을 이용한 WBS-CBS 통합 시스템

작업분류체계는 시설물의 용도 그리고 현장의 여건에 따라 분류체계가 다양하게 변화하며, 비용분류체계중 공종항목은 그 종류가 방대하고 새로운 기술이나 공법에 따라 계속 증가된다. 서로 속성이 다른 WBS와 CBS통합하여 공정정보를 생성하는 방안은 그 동안 많은 연구가 있었으나 성과를 거두지 못하고 있다. 이 시스템에서의 WBS-CBS통합은 수량산출과정에서 해당 Project에 대

표 1. WBS-CBS통합 방안 비교

기존의 통합방안	수량산출과정을 이용한 통합방안
방대한 정보량을 대상 통합의 어려움	해당 Project에 국한된 정보 연계
많은 시간과 노력 소요	적산처리과정의 시간 소요, 부가적으로 수량의 정확성 유지
인위적인 통합 방안	적산과정의 자동 WBS-CBS통합

한 WBS와 그에 관련된 CBS만을 가지고 통합하는 방안을 마련하였다.

이 장에서는 적산을 활용한 WBS-CBS의 통합방안제시와 절차 그리고 화면 실례를 제시하고자 한다.

2.1 적산의 수량산출을 이용한 WBS-CBS통합

1) 단계 1 : 수량산출

수량산출의 과정을 살펴보면 어디에 무엇이 얼마라는 절차로 수량을 산출한다. 여기서 '어디에' 라는 것은 시설, 공간, 부위으로써 WBS 이며, '무엇을' 이라는 것은 CBS의 공종항목이다. 즉 적산 과정이 WBS와 CBS를 연계하는 하나의 과정이라고 말할 수 있다. 또한 적산 과정은 부위별 산출이 효율적인 적산 절차이다. 부위는 WBS의 최하위 분류 체계이므로 여기에 공종항목을 연계하면 된다. 다음 <그림 3>은 부위별 산출과정을 보여 주고 있다.

2) 단계 2 : 액티비티 생성

적산이 끝나면 WBS의 부위에 공종항목이 연계된 정보를 생성하게 된다. 이 과정은 부위별 산출이므로 WBS

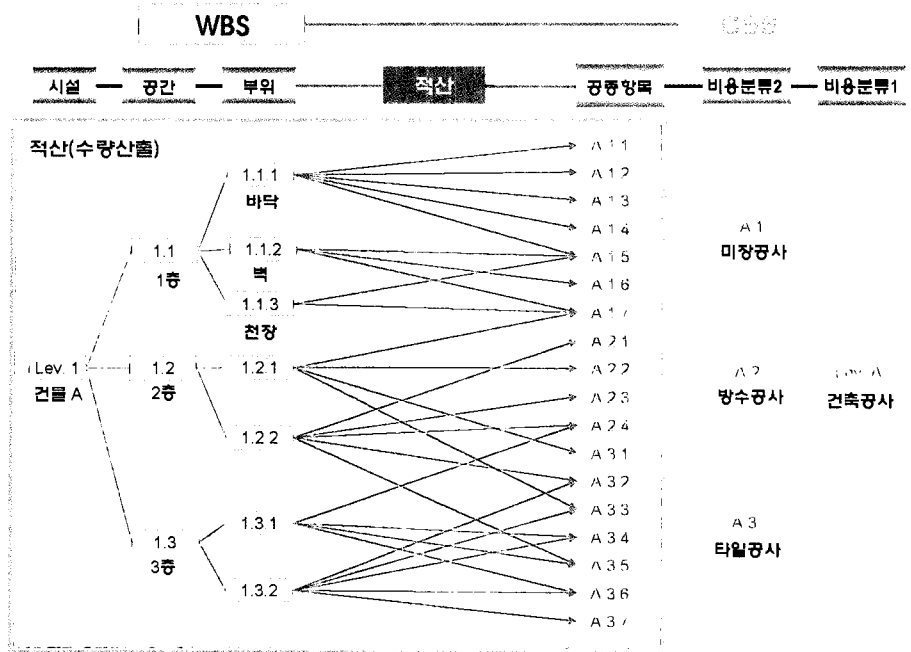


그림 3. 부위별 수량산출

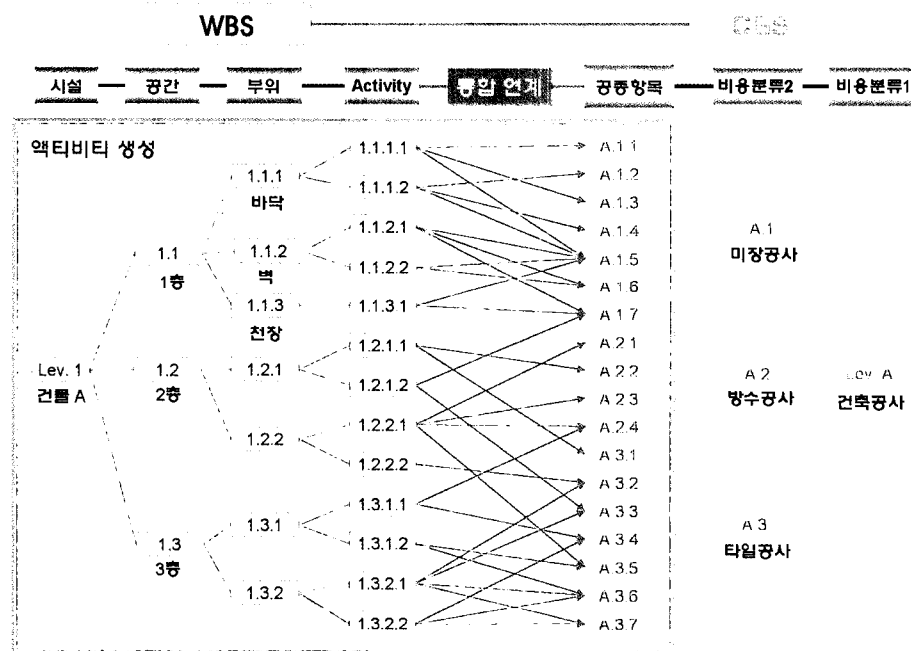


그림 4. Activity 생성단계

가 부위정보까지 분개된 것이다. 즉 산출과정에는 Activity를 이용할 수 없기 때문이다. 그러므로 이 단계에서는 Activity를 생성하였으며, Activity는 작업분류 체계의 시설 공간 부위에 대한 정보 그리고 비용분류 체계의 공종정보를 이용하여 자동으로 생성하였다.

<그림 4>에서 작업분류체계의 “1층” “바닥”이라는 정보와 공종항목의 공종인 “미장공사” 공종을 이용하여 “1층 바닥 미장공사”라는 Activity명이 자동으로 생성됨을 알 수 있다.

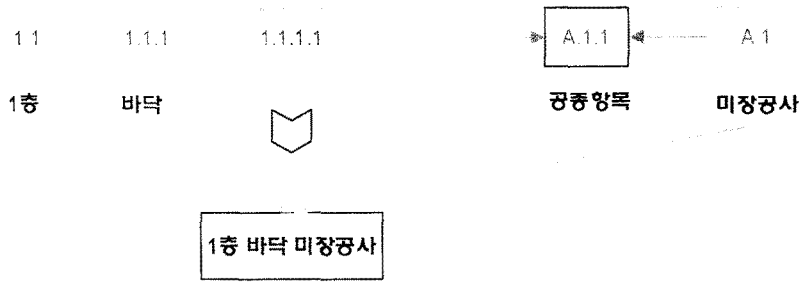


그림 5. Activity 자동 생성 개념

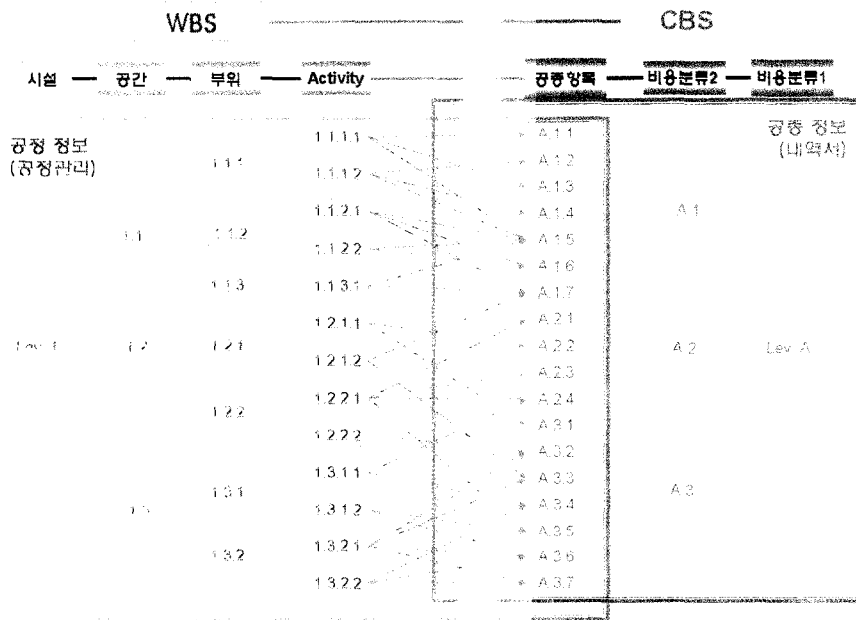


그림 6. WBS-CBS통합 및 활용

3) 단계 3 : 통합된 정보와 활용

앞의 적산과정을 통하여 WBS와 CBS를 통합하여 하나의 정보로 구성하였다. 활용적인 측면에서, 작업분류체계 관점으로 보면 공정정보로서 공정관리에 활용되고, 비용분류체계 관점에서는 공중정보를 이용하여 내역서를 작성할 수 있는 원시데이터가 구성되어 활용할 수 있음을 알 수 있다.

2.2 적산(수량산출)을 이용한 WBS-CBS 통합 시스템 절차

적산의 수량산출을 이용한 WBS-CBS 통합 시스템 절차는 수량을 산출하여 내역을 작성하고, WBS-CBS통

합한 정보를 이용하여 공정관리와의 연계성을 하기 위해 4 단계처리를 한다. 수량산출에서는 수량산출정보를 생성하고, 내역작성을 위하여 관리된 단가를 적용하여 내역서를 작성하였다.

이러한 수량산출정보를 공정관리와 연계하기 위한 과정은, 먼저 작업분류체계 및 Activity를 생성하고 물량을 분개하여 Activity별 공사비를 자동으로 생성한다. Activity별 자원의 투입계획수립을 위하여, 공중항목의 단가를 구성하는 단위당 가격표에서 자재 및 인력 등을 자동으로 분개한다. 끝으로 지식기반의 정보를 이용하여 Activity간 Relation설정과 Activity별 duration을 적용함으로써, 비용과 일정의 공정관리 기반정보를 생성하여 공정관리 시스템과 연계하였다.

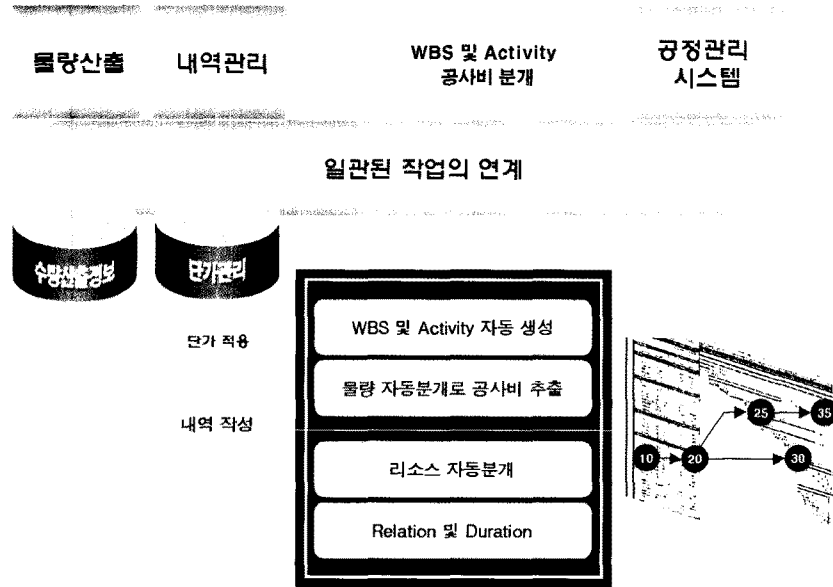


그림 7. 수량산출에서 공정관리 연계 흐름

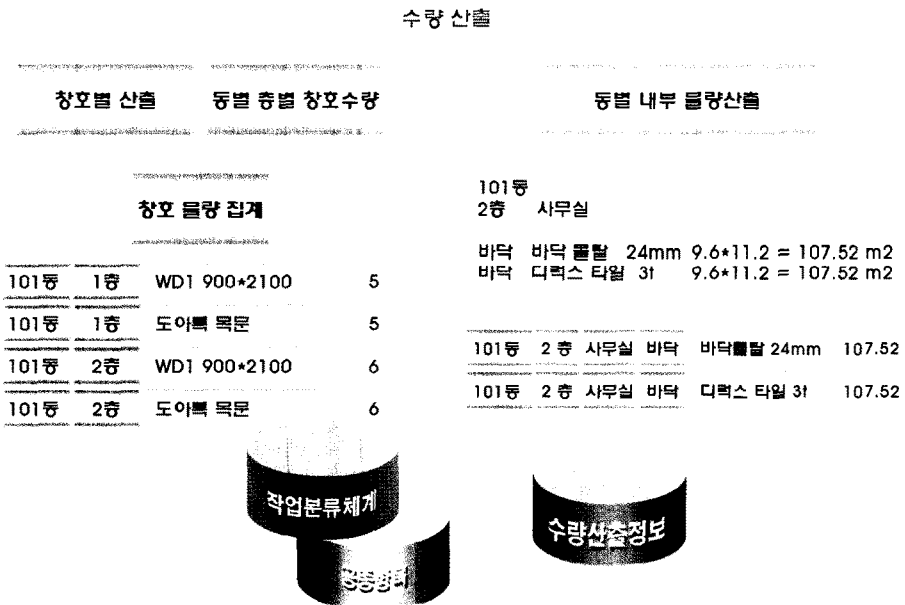


그림 8. 수량산출과정

1) 단계 1 (수량산출과정)

이 단계는 수량을 산출하는 과정이다. 수량산출은 부위의 개념으로 산출하는 것을 보여 주고 있다.

2) 단계 2 (시설 공간 부위로 구성된 수량산출 집계 : 수량산출정보 생성)

산출과정에서 생성된 정보는 작업분류체계에 의하여 구성된 수량산출정보이다. 즉 적산과정에서 해당 프로젝트

산출 결과(집계) : 수량산출정보

101동	1층			창호	WD1 900*2100	5
101동	1층			창호	도아록 목문	5
101동	2층	사무실		바닥	바닥물랄 24mm	107.52
101동	2층	사무실		바닥	디렉스 타일 3t	107.52
101동	2층	32 타입	기준	안방	바닥 온돌	21.3
101동	2층	32 타입	기준	안방	고급 장판지	21.3
101동	2층			창호	WD1 900*2100	6
101동	2층			창호	도아록 목문	6

그림 9. 수량산출정보 생성

단가적용 및 Activity생성

101동 1층 창호공사	WD1 900*2100	5	100,000	500,000
528,000	도아록 목문	5	5,600	28,000
101동 2층 미장공사	바닥물랄 24mm	107.52	5,000	537,600
1,389,600	디렉스 타일 3t	107.52	6,000	645,120
101동 2층 내장공사	바닥 온돌	21.3	40,000	852,000
721,800	고급 장판지	21.3	3,600	76,680
101동 2층 창호공사	WD1 900*2100	6	100,000	600,000
633,600	도아록 목문	6	5600	33,600

그림 10. 단가적용 및 Activity생성

자원의 분개

101동 1층 창호공사	WD1 900*2100	5	100,000	500,000
	도아록 목문	5	5,600	28,000
101동 2층 미장공사	바닥물랄 24mm	107.52	5,000	537,600
	디렉스 타일 3t	107.52	6,000	645,120
101동 2층 내장공사	바닥 온돌	21.3	40,000	852,000
	고급 장판지	21.3	3,600	76,680
101동 2층 창호공사	WD1 900*2100	6	100,000	600,000
	도아록 목문	6	5600	33,600

시멘트
모래
미장공
보통인부
시멘트
모래
미장공
보통인부
고급장판지
도아록 목문

그림 11. 자원의 분개

Relation 및 Duration 적용

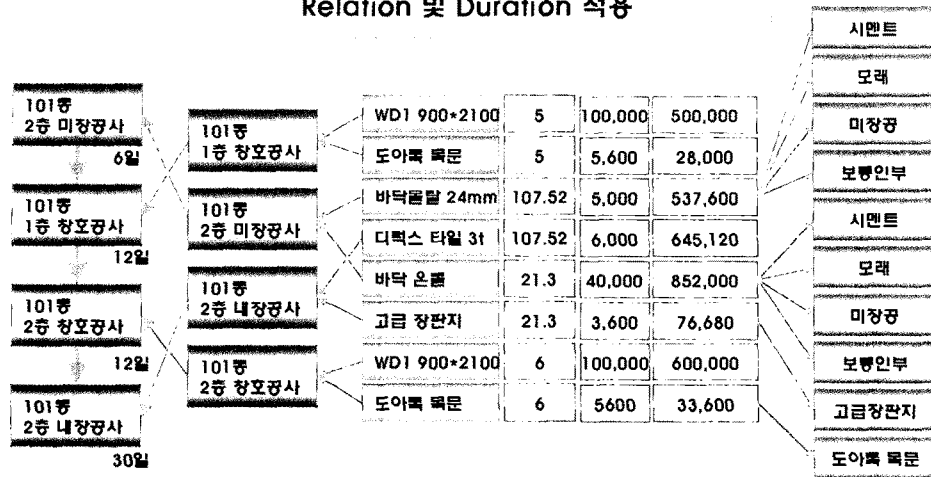


그림 12. Activity별 Relation 및 Duration

트에 대하여 WBS와 CBS를 통합한 수량산출정보를 생성됨을 알 수 있다.

2.3 적산(수량산출)을 이용한 WBS-CBS 통합 시스템 실례

3) 단계 3 (단가적용 및 Activity생성)

산출된 수량산출정보에 단가를 적용하고, 시설 공간 부위정보와 공종항목 정보를 이용하여 Activity를 자동 생성한다. 이로써 각 Activity의 공사비 분개는 자동으로 처리할 수 있다.

1) 내역서 작성

내역서 작성은 수량산출과정에서 생성된 정보인 WBS-CBS통합정보의 순서를 전환하여 비용분류체계를 Primary 값으로 두고 공종별 정보를 구성하여 내역서를 작성하였다. 내역의 작성은 수량산출과정에서 처리된 수량정보와 내역시스템에서 관리된 단가 및 일위대가 정보를 연계하여 공사비를 추출하였다. 또한 CBS-WBS 통합정보로 변환되었으므로 각 공종항목별 시설 공간 부위별 수량정보를 확인할 수 있다. 각 공종항목별로 공간인 층별 수량을 확인할 수 있고, 그 세부로 객체

4) 단계 4 (자원의 분개)

공사비를 구성하는 공종항목은 내역을 작성하기 위하여 일위대가 등으로 구성되며, 공정관리를 위하여 자원을 추출한다. 이 과정은 산출된 수량에 단위당 가격을 추출하기 위한 일위대가의 공수를 적용하여 추출한다. 이로써 각 Activity의 일정에 따른 자재와 인력 투입계획을 추출할 수 있다.

5) 단계 5 (지식정보기반의 Relation 및 Duration 적용)

생성된 WBS와 CBS를 통합한 공사비 정보에 공정·공사관리를 위한 일정정보는 지식기반을 활용하여 공정관리의 기반인 공정정보를 완성하였다.

구분	내역명	단위	수량	단가	합계
인건비	인건비(인건비)	인건	1.24	0	27,191
인건비	인건비(인건비)	인건	13.84	173	1,126
인건비	인건비(인건비)	인건	171.95	0	6,420
인건비	인건비(인건비)	인건	224.85	0	14,701
인건비	인건비(인건비)	인건	27.25	0	4,214
인건비	인건비(인건비)	인건	112.72	0	19,214
인건비	인건비(인건비)	인건	1.24	0	27,191
인건비	인건비(인건비)	인건	13.84	173	1,126
인건비	인건비(인건비)	인건	171.95	0	6,420
인건비	인건비(인건비)	인건	224.85	0	14,701
인건비	인건비(인건비)	인건	27.25	0	4,214
인건비	인건비(인건비)	인건	112.72	0	19,214
인건비	인건비(인건비)	인건	1.24	0	27,191
인건비	인건비(인건비)	인건	13.84	173	1,126
인건비	인건비(인건비)	인건	171.95	0	6,420
인건비	인건비(인건비)	인건	224.85	0	14,701
인건비	인건비(인건비)	인건	27.25	0	4,214
인건비	인건비(인건비)	인건	112.72	0	19,214
인건비	인건비(인건비)	인건	1.24	0	27,191
인건비	인건비(인건비)	인건	13.84	173	1,126
인건비	인건비(인건비)	인건	171.95	0	6,420
인건비	인건비(인건비)	인건	224.85	0	14,701
인건비	인건비(인건비)	인건	27.25	0	4,214
인건비	인건비(인건비)	인건	112.72	0	19,214

그림 13. 수량근거확인 가능한 내역서

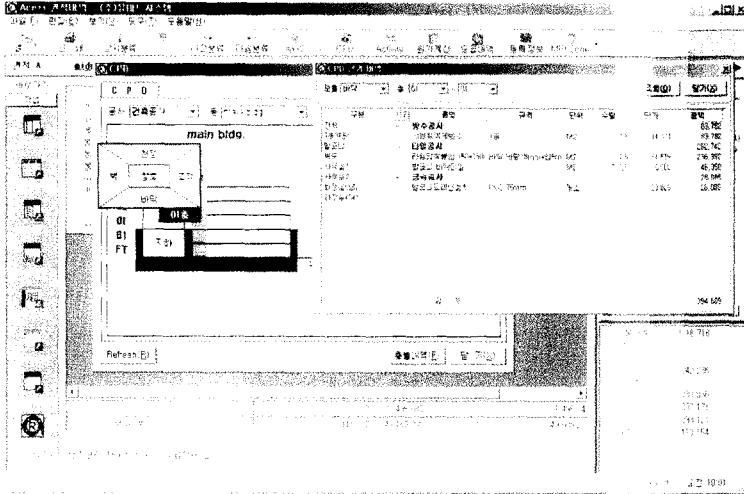


그림 14. 객체단위의 공사비 구성확인

단위의 수량까지 확인할 수 있는 내역서 구조이다.

2) 객체 단위의 공사비 확인

수량산출과정에서 작업분류체계는 물론 객체정보를 이용하여 2 Dimension 객체를 구성하고 각 객체 단위의 공사비를 파악할 수 있다. 이로써 3 Dimension으로의 발전 가능성을 보여주고 있다.

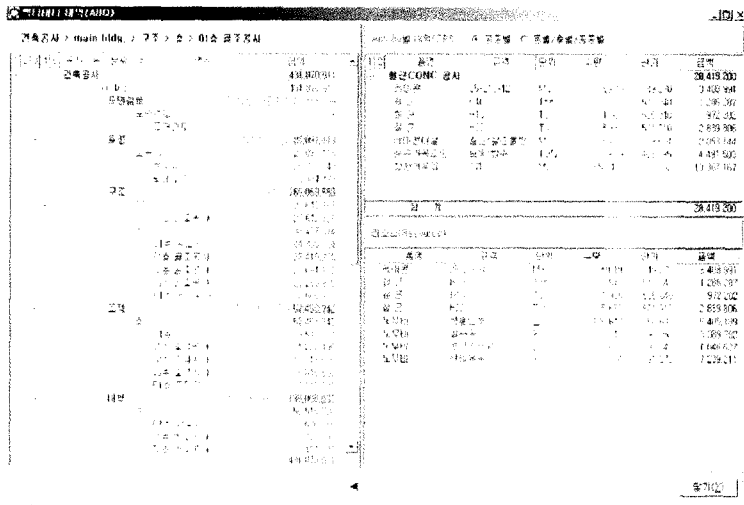


그림 15. Activity별 공사비 및 자원분개 실례

3) 생성된 작업분류체계와 Activity 및 공사비 분개

공정관리의 기본인 작업분류체계와 Activity를 자동으로 생성하고 각 Activity단위별 공사비가 자동으로 분개된 것을 보여주고 있다. 또한 일위대가 등을 이용하여 각 Activity단위로 자원을 자동으로 분개하였고, 일정별 자재 및 인력투입현황을 추출할 수 있다.

4) Activity 별 일정정보 구성

개발된 시스템은 생성된 액티비티별 각 일정을 검토할 수 있도록 바 차트 형식의 공정표를 제공한다. 각 액티비티의 공사기간 및 선행행 관계는 지식기반을 토대로 적용하였다.

5) 공정관리 연계

생성된 Activity정보와 수량산출정보는 P3(Primavera Project Planner) 등에 연계되어 전문적인 공정관리 활용이 가능하다.

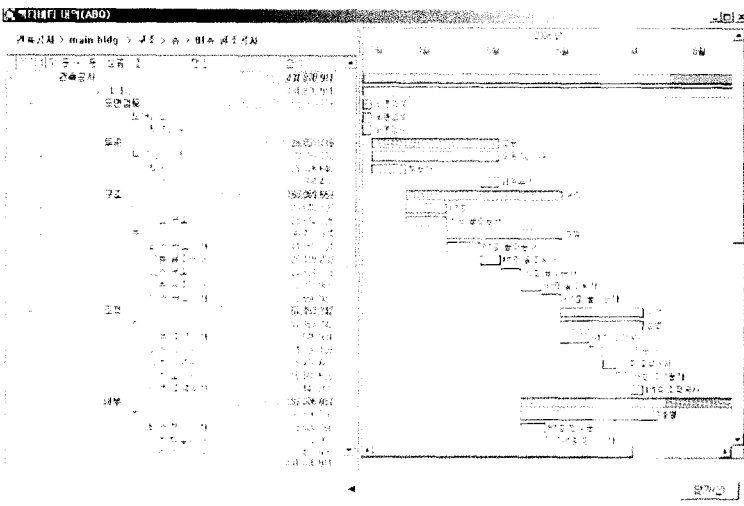


그림 16. 일정정보가 포함됨 공정정보 실례

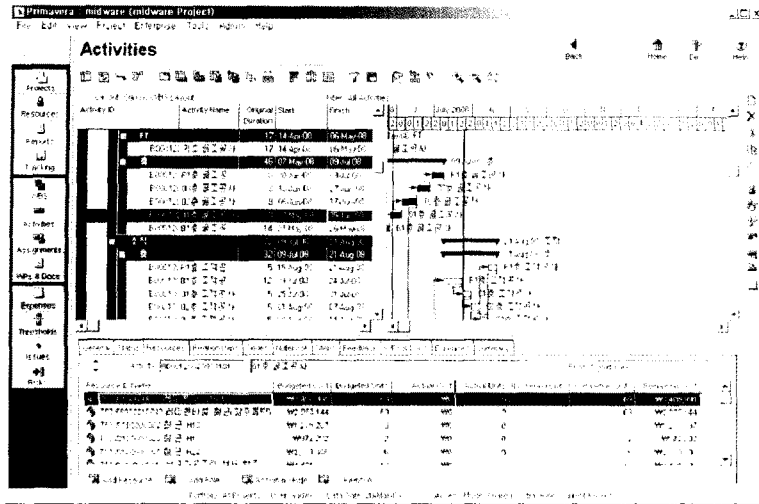


그림 17. Primavera와 연계된 결과

3. 맺음말

공정·공사관리를 위하여 WBS-CBS 통합은 필수적인 사항이다. 이 시스템은 적산의 수량산출과정을 이용하여 WBS-CBS를 통합하고, 수량산출정보를 생성하여, 공정·공사관리를 위한 비용과 일정을 통합한 공정정보를 마련하였다. 그러나 생성된 수량산출정보는 공정·공사관리에 활용됨은 물론 그 자체가 원시데이터로써 여러 관점에서 이 정보를 가공하면 또 다른 활용을 할 수 있다. 여기서는 공정·공사관리에 대한 기대효과와 수량산출정보를 활용한 또 다른 측면에서 그 기대 효과를 기술하고자 한다.

3.1 적산(수량산출)을 이용한 공정·공사관리 측면의 효과

적산은 공사비를 추출하여 공종별 내역을 작성하는 하나의 목적과 처리과정으로 정의 되었고, 그 한계성을 벗어나지 못하였다. 하지만 적산을 이용한 WBS와 CBS를 통합함으로써 수량산출과정에서 작업분류체계에 의한 공사비 배분으로 공정관리 기반을 마련하였으며 이로써 공정·공사관리가 가능하게 되었으며 IT시대에 정보를 이용하여 일관된 업무의 연속성을 기하였으며, 이로 인하여 “안 보이는 경제적인 효과”를 창출하였다.

첫째 WBS와 CBS의 통합으로 생성된 수량산출정보를 이용하여 공정·공사비 관리를 가능하게 하여, 효율적인

사업관리를 기대할 수 있다.

둘째 수량산출정보를 바탕으로 한 공종별 내역은 각 공종항목별로 시설, 공간, 부위별 수량근거를 확인할 수 있으며, 작업 분류체계별 배분된 공사비를 이용한 다양한 분석으로 적산의 가장 기본인 수량의 정확성을 유지할 수 있다.

셋째 수량산출정보를 활용하여 기본적인 공종별 공사 진척 외에 WBS와 CBS통합으로 공정·공사관리 통한 EVM을 구현할 수 있는 기반이

되며 성과측정을 통하여 일정 및 비용에 합리적인 건설사업관리를 기할 수 있어 생산성 향상을 기대할 수 있다.

넷째 작업분류체계별 기성 내역을 이용한 기성작성은 세분화된 위치별 수량의 정확성을 기할 수 있어, 예산의 투명한 집행을 기대할 수 있으며, 부가적으로 공종별 기성내역의 기성근거를 유지할 수 있어, 효율적이고 투명한 예산 집행을 기대할 수 있다.

〈표 2〉는 현재의 적산 과정과 수량산출정보를 생성하는 적산과정을 비교한 것이다. 산출과정에서부터 내역을 작성하고 공정·공사관리를 위한 처리과정에 신속성, 정확성 및 경제성과 투명성 측면에서 많은 기대효과가 있음을 알 수 있다.

표2. 현재와 개선된 작업비교

업무 구분	현재 작업	개선된 작업	비고
산출 집계수량	단순한 공종별 집계	수량산출정보에 의한 집계	안보이는 경제적 효과
내역서 구조	공종별 내역	수량산출정보를 기반으로 한 공종별 내역	수량의 정확성 검증
작업분류 체계	거의 활용안됨	WBS에 의한 공사비 자동 배분	공정관리의 기반
공정 공사비 연계	불가 또는 수작업	자동 연계	시간과 비용 절감
기성 처리	공종항목별 기성	WBS별 기성량에 의한 공종별 기성내역 자동 생성	정확하고 효율적인 기성처리 투명한 예산집행

3.2 WBS-CBS 통합 정보인 수량산출정보를 이용한 활용

적산과정에서 생성된 수량산출정보는 공정·공사관리를 위한 것만이 아니며 그 자체가 원시데이터 이므로 어떠한 관점에서 정보를 활용하는가에 따라 재활용의 가치가 크다.

WBS-CBS통합정보를 이용하여 비용분류체계인 CBS를 Primary 값으로 활용하면 예산편성 중심의 정보로 전환되며, 이를 활용하여 적정예산편성으로 예산절감효과를 기대할 수 있다. 적산의 수량산출과정은 부위의 개념으로 이는 객체와 연계가 가능하여 3 Dimension의 객체와 연계로 BIM의 공정·공사관리를 지원한다. 그러므로 적산의 정의를 정확하고 과학적인 공사비 산출업무에 국한 할 것이 아니고, 정보화시대에서는 적산을 이용한 수량산출정보의 활용가치를 극대화할 수 있어야 한다.

첫째, 적산의 가장 필수요건인 수량의 정확성을 기할 수 있다.

둘째, 적정(추정)공사비 산출의 기반 DB로 활용할 수 있다. 즉 이러한 DB를 이용하여 기획단계에서도 실질적인 공정계획을 작성할 수 있으며, 자금계획을 구성할 수 있어 사업의 타당성에 도움을 준다.

셋째, 대안 설계나, 공사비 절감 측면에서 VE를 지원할 수 있다.

넷째, 3 D modeling의 객체와 연동하여 4D Simulation의 발판을 마련할 수 있다.

결론적으로 수량산출정보는 적산의 수량산출과정을 이용한 WBS와 CBS를 통합하여 작업분류체계를 기반으로 구성된 원시데이터베이스이다. 그러므로 이 수량산출정보를 어떠한 목적으로 정보를 구성하느냐에 따라 그 활용범위 및 가치를 극대화 할 수 있다.

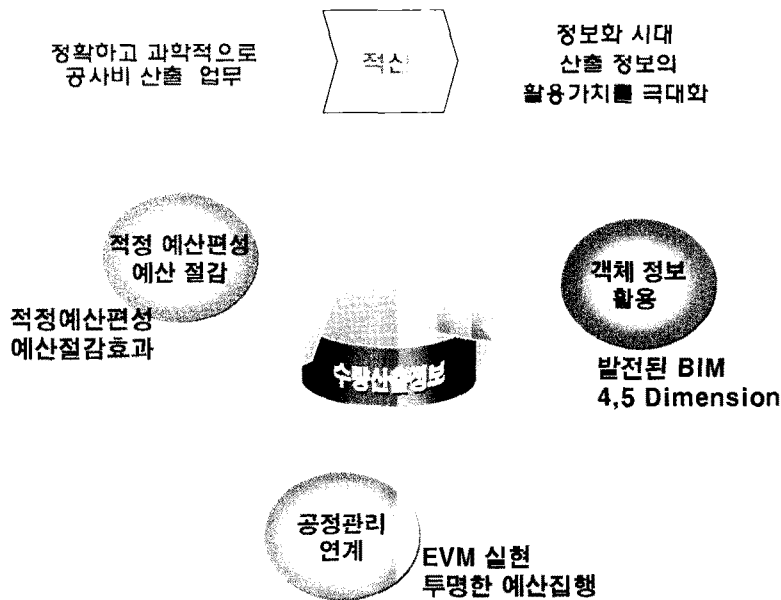


그림 18. 수량산출정보의 활용