

고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델

A Decision-Making Model of Integrated Vertical and Horizontal Move Plan for Finishing Material in High-Rise Building Construction

안 병 주* · 김 재 준**

Ahn, Byung-Ju · Kim, Jae-Jun

요 약

고층건물공사 현장물류계획은 수직이동계획과 수평이동계획으로 구분할 수 있다. 수평이동계획의 내용은 상대적으로 선형 프로세스인 수직이동계획 과정에서 결정되는 양중장비계획 등에 의해서 제약을 받는다. 현재 국내 건설업체들은 마감자재에 대한 이동계획과 관련하여 약산식을 사용한 가설 리프트 대수 산정, 마감자재별 물량을 양중회수로 치환하는 방법의 부재, 유사현장 사례 비교 방법의 문제점, 양중장비계획의 적정성 검토 방법의 부재, 형식적인 수평이동계획, 수직·수평이동계획의 단절 등의 문제점을 가지고 있다. 그리고 이러한 문제점들로 인하여 수직·수평이동계획자는 양중장비의 대수, 사용기간, 마감자재의 야적 등에 대해서 합리적으로 의사결정을 내리지 못하고 있다.

본 연구에서는 계획자로 하여금 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획을 통합하여 합리적으로 계획할 수 있는 의사결정모델을 제안하고 있으며, 이 모델을 현업의 수직·수평이동계획 과정과 비교하고 있다. 그리고 이 모델을 사용하는 계획자는 자신의 사고의 틀을 결과지향적 사고에서 과정지향적 사고로 변화시키는데 활용할 수 있고, 계획 시 직면하게 되는 한정된 자원 및 동태적 상황 등에 적절하게 대응할 수 있으며, 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획에 대한 시스템 사고 등이 가능하다.

키워드 : 의사결정모델(a Decision-Making Model), 마감자재의 수직·수평이동계획의 통합화(Integrating Vertical and Horizontal Move Plan for Finishing Material), 대표마감자재(Finishing Material which to be Frequently Lifted-up), 시스템 사고(System Thinking)

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

의사결정이란 학자들마다 정의가 조금씩 다르다. 김인호(1998)는 이것을 문제와 관련된 사실을 수집, 분석하고 가치의 관점에서 해석하여 해결안을 선택하는 의식적 과정이라고 정의하고 있다.¹⁾ 김성희(1994)는 이것을 선택 가능한 여러 대안들 중에서 미리 정한 기준에 가장 잘 맞는 하나의 대안을 선택하는 것이라고 정의하고 있다.²⁾ Ackoff와 Emery(1971, 1972)는 이것을 의도적 체계라고 한정하고 있다.^{3,4)} 이상의 정의들을 토대로 의사결정은 목표를 달성하려고 하는 의도적인 행위라고 정의할 수 있다.

1.1.1 과정지향적 사고로의 변화

지금까지 국내 건설업계의 마감자재 수직·수평이동계획자들은 과정보다는 결과에 치중된 결과지향적 사고에 좌우되어 왔다. 결과지향적인 업무 수행방법은 제한된 인적·물적 자원 및 시간으로 인하여 과정은 다소 소홀하더라도 짧은 시간 동안 많은 결과물을 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 이로 인하여 결과물의 부실이 초래되고 인적·물적 손실이 유발되는 등의 문제점이 발생한다. 이것의 좋은 예로는 공사 수행 시 빈번히 발생하는 마감자재의 야간 양중작업으로 인한 인건비, 경상비의 증가, 양중장비의 고비용 저효율 등을 들 수 있다.⁵⁾

이러한 현업의 문제들을 해결하기 위해서는 계획자들의 의식이 결과지향적 사고에서 과정지향적 사고로 변화되어야만 한다. 과정지향적 사고는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 시 상대적으로 많은 시간과 비용이 소요되는 결점이 있다. 그러나 이것은 계획자로 하여금 수직·수평이동계획 시 전체적·

* 학생회원, 한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정.

** 정회원, 한양대학교 공과대학 건축공학부 부교수, 공학박사.

이 연구의 일부는 한양대학교 초대형 구조시스템 연구센터(STRESS)의 연구비 지원에 의한 결과임.

종합적 관점에서 의사결정 할 수 있게 하며, 이 계획들에 대한 계획자의 심도있는 이해와 이를 통한 새로운 변화를 추구할 수 있는 도전 가능성 등을 제공하는 장점을 가지고 있다.

1.1.2 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획자의 직면 상황과 대응방안

고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획자는 계획 시 의사결정과 관련된 여러 가지 변수들을 정확하게 정의할 수 없는 불확실한 상황에 직면하게 된다. 이는 건설 산업이 프로젝트성 산업이기 때문에 수반되는 현상으로써 크게 한정된 자원, 동태적 상황, 불확실한 미래, 갈등의 상존, 그리고 주관적 판단의 불가피성 등으로 요약될 수 있다. 표 1은 계획자가 직면하게 되는 이러한 상황들의 내용과 대응 방안을 정리한 것이다.¹⁾

표 1 수직·수평이동계획자의 직면 상황과 대응방안

구 분	한정된 자원	동태적 상황	불확실한 미래	갈등의 상존	주관적 판단의 불가피성
내 용	소요자원에 비해 가용자원이 부족	시간이 흘러감에 따라 현장의 제반조건들이 계속적으로 변화	미래의 불확실성으로 인한 의사결정의 어려움	공사 참여자들의 의사결정 과정·결과에 대한 이견과 이들의 만족 추구	의사결정자가 자신의 경험을 통해서 획득한 지식을 활용해서 주관적으로 의사결정을 해야 하는 상황의 불가피성
대응 방안	(1) 제한된 시간 내에서 가용 자원의 경제적인 활용방안을 제시할 수 있는 정량모델의 개발 (2) 동태적 상황에 적합한 의사결정 방법의 적용	(1) 경험적, 주관적 가치판단을 필수적 요소로 이해 (2) 가치의 갈등을 자연스러운 것으로 이해 (3) 갈등의 부정적 요소를 줄일 것 (4) 갈등의 긍정적인 측면을 건설적으로 활용하는 방안을 강구			

이 다섯 가지 상황들 중에서 한정된 자원과 동태적 상황은 제한된 시간 내에서 가용자원의 경제적인 활용방안을 제시할 수 있는 정량모델의 개발과 동태적 상황에 적합한 의사결정 방법의 적용 등으로써 대응할 수 있다.¹⁾

그리고 불확실한 미래, 공사 참여자들 간의 갈등의 상존, 주관적 판단의 불가피성 등은 경영학, 사회학, 철학, 심리학 등과 같은 서로 다른 분야에서 비롯되는 다양한 개념 및 이론의 적용을 통한 문제해결(interdisciplinary approach)의 노력이 필요하다.¹⁾

본 연구는 이러한 다섯 가지의 상황들 중에서 한정된 자원과 동태적 상황에 대응하기 위한 정량모델의 제안 및 의사결정 방법만을 다루고 있다.

1.1.3 시스템 사고의 필요성

시스템이란 여러 개의 독립된 구성인자가 고유의 기능을 가지며 전체 목표를 달성하기 위해 상호 유기적으로 결합되어 있는 집합체이다.⁶⁾

시스템 사고(system thinking)란 부분보다는 전체를 먼저 보

고 아울러 부분과 전체의 조화와 균형도 함께 고려하는 사고방식이며 시스템과 시스템 환경의 상호작용을 보다 체계적으로 이해하기 위한 방법이다.⁷⁾

고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획자는 의사결정에 영향을 미치는 수많은 인자들을 모두 인식하고 분석·평가할 수 없다. 따라서 계획자는 고층건물공사 수직·수평이동계획 시 이것의 시스템을 대상으로 의사결정을 수행하게 된다. 그림 1은 이 시스템과 시스템 환경을 나타낸 것이다.

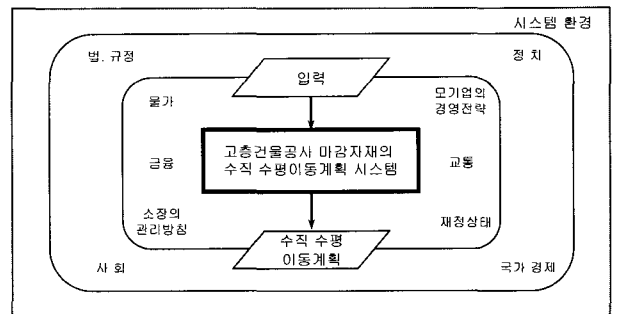


그림 1 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 시스템과 시스템 환경

시스템 사고는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획자로 하여금 자칫 빠지기 쉬운 기술지향적인 관점의 사고의 틀을 벗어나 시스템과 시스템 환경의 상호작용을 이해하는데 도움을 준다. 즉 시스템 사고를 하는 계획자는 자신이 내린 의사결정이 시스템 환경들과 어떠한 상호 작용하는가를 이해할 수 있고 그 결과를 예측할 수 있다. 그리고 이를 통해서 단편적이고 단기적인 관점이 아닌 종합적이고 장기적인 시야를 가지고서 마감자재의 수직·수평이동계획을 가능하게 한다.

본 연구는 이상의 내용을 배경으로 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델을 제안하는 것이 연구의 목적이다.

1.2 연구 내용 및 방법

본 연구는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 프로세스만으로 범위를 한정하고 있다. 그림 2는 본 연구의 내용 및 방법을 보여주고 있다.

본 연구에서는 먼저 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 과정의 문제점들을 조사하였다. 다음으로 본 연구자들이 대한건축학회논문집 구조계에 기 발표한 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획에 대한 연구 결과를 정리·통합하여 의사결정모델을 제안하였다. 그리고 이 의사결정모델을 현업의 마감자재 수직·수평이동계획 과정에서의 의사결정과정과 비교하였다.

본 연구에서 제안하고 있는 의사결정모델의 적용대상은 가상 프로젝트인 MT 130(Millennium Tower 130)이다. 이것은 '초

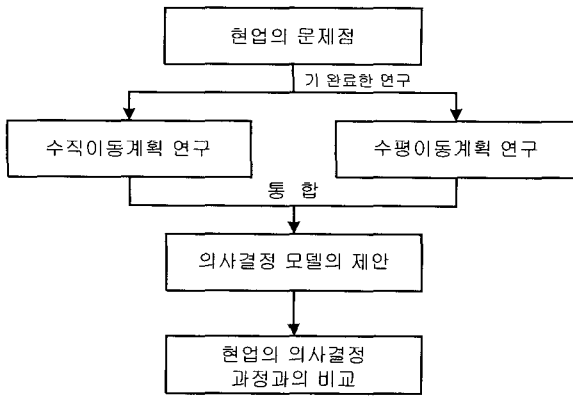


그림 2 연구 내용 및 방법

대형 고층건물의 건축계획, 구조, 설비 및 시공기술개발 ('97 건설교통기술 연구개발사업(R&D/97-0002)')에서 제시한 계획(안)이다.⁸⁾

2. 기존 연구 고찰

2.1 레이아웃 기법에 대한 연구들

2.1.1 사이트플랜 모델

(가) 개요

사이트플랜(SightPlan)은 인공지능 기술을 사용하여 IPP (Inter-mountain Power Project) 공사의 시설물들을 레이아웃하기 위한 시스템이다.⁹⁾

사이트플랜은 시설물들의 단위 면적과 사용 기간을 고려하여 단위 면적이 큰 시설물이 상대적으로 단위 면적이 작은 시설물보다 먼저 위치가 결정된다. 그리고 사용 기간의 측면에서는 연구 시설물이 가설 시설물보다 먼저 위치가 결정되며, 사용 기간이 긴 가설 시설물이 상대적으로 사용 기간이 짧은 가설 시설물보다 먼저 레이아웃 된다.⁹⁾

(나) 장점

레이아웃 프로세스의 시스템화와 소요시간의 단축이다. 특히, 개발자들은 IPP 레이아웃 시 사용된 것과 동일한 데이터를 사용하여 실무자와 사이트플랜의 레이아웃 소요시간을 비교했다. 비교 결과 이 시스템을 사용한 레이아웃 소요시간이 전문가들의 그것보다 5시간 정도 적게 소요되는 것으로 나타났다.

(다) 단점

첫째, 사이트플랜은 수평이동계획만이 가능하다. 사이트플랜에서는 모든 공간이 2차원 도형인 직사각형으로만 표현되기 때문에 지상층보다 높은 공간으로의 이동은 표현될 수 없다.

둘째, 사이트플랜을 사용하여 레이아웃할 때 공정계획은 반영되지 않는다. 건설공사는 시간이 흘러감에 따라 현장에서 진행되는 공정의 진행 상황과 현장 여건 등이 변화된다. 이로 인하여 사용 가능한 가설 시설물들의 위치가 달라지며, 자원의 이동통

로 또한 변화된다. 사이트플랜은 이러한 변화들을 반영하지 못한다.

셋째, 사이트플랜은 건물공사에는 적용될 수 없다. 이것은 도심지 건물공사와 같이 발전소나 플랜트 공사 등에 비하여 상대적으로 협소하고 시간의 흐름에 따라 현장 내부의 상황변화가 심한 공사에서는 사용될 수 없다.

2.1.2 무브플랜 모델

(가) 개요

건물공사 현장은 정적이지 않고 동태적이기 때문에 시간이 경과될수록 현장의 여건은 변화된다. 무브플랜(MovePlan)은 이러한 동태적인 변화를 반영하여 자재의 수평이동을 계획하기 위한 시스템이다.¹⁰⁾ 이것은 사이트플랜 모델이 갖추지 못했던 공정계획과 가설 시설물 레이아웃의 통합화를 모색한 연구이다.

(나) 장점

첫째, 무브플랜은 시간의 변화에 따른 건물공사 현장의 상황을 고려하여 현장 내의 공간들을 동태적으로 레이아웃 할 수 있다.

둘째, 계획자는 무브플랜을 사용해서 해당 공사의 프로젝트 및 프로세스 레벨에 대한 가설 시설물의 레이아웃이 가능하다. 이는 무브플랜의 데이터 엔트리에 저장된 각 액티비티의 네트워크와 각 액티비티에 할당된 자재정보를 사용하여 최적 레이아웃을 찾기 위한 연산을 수행하기 때문이다.

(다) 단점

첫째, 무브플랜은 수평이동만을 계획할 수 있다. 무브플랜에서는 모든 공간이 2차원인 직사각형으로만 표현되기 때문에 지상층보다 높은 공간으로의 이동은 표현될 수 없다.

둘째, 계획자가 무브플랜을 사용하여 가설 시설물을 레이아웃할 때 자신이 예상하는 결과와 무브플랜이 출력한 결과가 서로 상이할 경우 계획자는 이 결과를 이해하거나 해석하기 어렵다. 왜냐하면 무브플랜에서는 자재의 이동동선이 연속적인 시간 간격을 기준으로 출력되는 것이 아니라 일정 시간 간격별 평균 위치만을 출력하기 때문이다.

셋째, 무브플랜의 수평이동계획 결과는 최적해가 아니다. 이는 무브플랜이 계획자가 입력한 데이터 엔트리 정보를 토대로 단순한 연산만을 수행할 수 있기 때문이다.

2.1.3 유전 알고리즘을 사용한 가설 시설물의 레이아웃

(가) 개요

Heng Li(1998)는 참고, 현장 사무실 등과 같은 가설 시설물들의 최적 위치를 유전 알고리즘을 사용한 레이아웃에 대한 연구를 발표했다.¹¹⁾

이 연구에서는 각 시설물들을 이동하게 되는 작업원들의 전체 이동거리가 가장 짧은 레이아웃을 최적으로 정의하고 있다. 식 (1)과 식 (2)는 이 연구에서 제안한 목적함수와 제약조건이다.

$$MinTD = \sum_{i=1}^n \sum_{x=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{xi} f_{xi} d_{ij} \quad \text{식(1)}$$

$$s.t. = \sum_{x=1}^n \delta_{xi} = 1, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{식(2)}$$

식 (1)에서 n은 시설물의 개수이고, δ_{xi} 는 시설물들의 위치를 변경할 수 있는 경우들을 의미하는 매트릭스 변수이다. f_{xi} 는 작업원이 가설 시설물 x에서 다른 가설 시설물 i로 이동하는 빈도인데 이것은 단위 시간 동안의 이동 회수로서 표현된다. d_{ij} 는 가설 시설물 i와 가설 시설물 j사이의 중심 거리를 의미한다. 식 (2)에서 s.t.는 subject to의 약자로서 목적함수의 제약조건을 수식으로 표현한 것이다. 이것은 최적의 레이아웃을 찾을 때 단 한 경우의 매트릭스 만을 선택하기 위한 제약조건이다.

이 연구에서 실시한 레이아웃 과정을 설명하면 다음과 같다. 먼저 그림 3과 같은 초기(initial) 레이아웃을 계획한다. 이를 토대로 유전 알고리즘의 기본 연산인 복제, 교배, 돌연변이 등의 연산 과정을 통해서 가설 시설물의 위치를 발전시킨다. 그리고 이것들 중에서 목적함수를 가장 만족시키는 최적해를 찾아서 가설 시설물의 레이아웃을 결정한다.

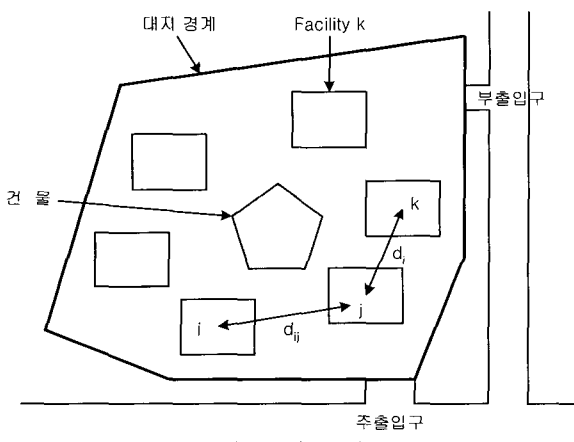


그림 3 Heng Li 연구의 적용 사례

(나) 장점

첫째, 유전 알고리즘은 레이아웃 문제에 대한 전역 최적해를 구할 수 있는 확률이 높다. 이는 유전 알고리즘이 가능한 거의 모든 경우들을 고려하여 최적해를 구하기 때문이다.

둘째, 다수의 가설 시설물들을 레이아웃 할 수 있다. 가설 시설물의 개수가 많을 경우 계획자의 능력만으로는 최적 레이아웃을 구하는데 한계가 있다. 유전 알고리즘을 사용한 가설 시설물의 레이아웃은 이러한 한계점을 극복하는데 효과적이다.

(다) 단점

첫째, 목적함수에 자재의 이동비용이 고려되지 않았다. 이 연구에서는 최적의 레이아웃을 작업원들의 전체 이동거리가 가장

짧은 경우라고 정의하고 있다. 그러나 실제로 공사 수행 시 자재별 이동회수, 보조 장비의 수, 작업원의 인원수 등에는 차이가 있으며 이로 인하여 이동비용이 달라진다. 따라서 최적화된 수평이동을 정의하기 위해서는 이동거리, 이동비용, 이동회수 등이 모두 고려되어야만 한다. 즉 이동 회수가 큰 자재일수록 이동거리가 짧으면서 이동비용이 적게 소요되도록 레이아웃하는 것이 최적이다.

둘째, 이 연구에서는 건물공사 현장의 동태적인 변화들이 고려되지 않았다. 건물공사 현장이란 시간이 흘러감에 따라 현장의 여건이 변화되는데, 이러한 변화는 수직·수평이동계획 모두에 대해서 영향을 미친다. 이 연구에서는 이러한 동태적인 현장의 변화에 대해서는 고려되지 않은 채 특정 시점 즉 정적인 상황에 대한 가설 시설물의 레이아웃만을 계획했다.

2.2 프리마 시스템

(가) 개요

국내 S 건설사에서는 인터넷 기술을 이용한 현장 자원 및 정보관리 시스템((Project Resource and Information with Internet Application: PRIMA 시스템), 이하 프리마 시스템으로 표기)을 개발하여 타워팰리스 I 현장에서 사용 중에 있다.^{12),13)}

이것은 고층건물공사 현장의 물류관리를 실시간으로 수행하기 위해 개발된 것으로서 자재 반입 시스템, 인원 관리 시스템, 작업일보 시스템, 그리고 도면관리 시스템 등으로 구성되어 있다. 이중 자재 반입 시스템이 현장 내 자재관리 업무와 관련된 시스템이다.

(나) 장점

첫째, 대규모 고층건물공사 현장의 물류관리를 실시간으로 수행할 수 있다. 이는 이 시스템의 개발 기술이 인터넷과 고속통신망, 네트워크 기술 등을 기반으로 하고 있기 때문에 가능하다.

둘째, 이 시스템을 사용하여 관리할 수 있는 물류관리의 대상에 협력업체가 포함되어 있다. 이를 통해서 현장 및 본사 관리자들은 현장에 자재를 반입하는 협력업체를 적극적으로 관리할 수 있다.

셋째, 현장에 반입되는 자재의 입출고에 대한 실적 데이터의 확보가 가능하다. 게이트에서 바코드 리더를 통해서 입력된 자재 반입량과 반입 시간들에 대한 데이터들은 현장에 반입되어 있는 자재들의 잔고량과 자재 반입과 관련된 실적 데이터로써 파악되고 저장될 수 있다.

(다) 단점

타워팰리스 I 현장의 공정계획 및 양중장비계획 등과 프리마 시스템이 통합되지 못했다. 이로 인하여 프리마 시스템의 관리 범위는 자재 발주 및 현장 반출입 등으로 국한되어 있다.

3. 마감자재의 수직·수평이동계획의 문제점

3.1 약산식을 사용한 가설 리프트 대수 산정

3.1.1 각종 팩터들의 신뢰도

약산식을 사용하여 가설 리프트의 대수를 산정하기 위해서는 양중부하/(평 또는 m²), 작업원의 수/(평 또는 m²) 등과 같은 팩터들이 필요하다. 이 팩터들은 모두 한국무역회관(KOEX) 신축 공사 사례, 일본 기업들의 사례, 경험치 등에서 기인하고 있다. 그러나 사례조사 현장에서의 가설 리프트의 규격, 공법, 자재 패키지의 이동단위 등은 한국무역회관 신축공사 및 자신이 경험한 고층건물공사 현장의 그것들과는 동일하지 않다. 따라서 이 팩터들을 사용한 약산식의 결과는 특별한 의미가 없으며 그 결과 또한 신뢰도가 낮다고 할 수 있다.

3.1.2 약산식의 신뢰도

가설 리프트의 대수 산정을 위한 약산식은 일본의 건설 기업들에서 사용되고 있는 것을 국내 건설업체들이 도입한 것이다. 이것은 일본의 건설현장에 적합할 뿐 국내 건설현장에서의 적합여부는 아직까지 검증된 예가 없다. 따라서 이 약산식을 사용하여 결정된 가설 리프트의 대수는 신뢰도가 낮다고 할 수 있다.

3.2 마감자재별 물량을 양중회수로 치환하는 방법의 부재

고층건물공사의 적산 과정을 통해서 산출된 마감자재의 물량은 양중회수로 치환되어야만 하는데 현재까지 이를 위한 합리적인 방법은 없다.

그림 4는 벽돌의 경우를 사용하여 마감자재 물량과 양중회수의 관계를 설명하고 있다. 만약 고층건물공사에 필요한 시멘트 벽돌의 소요 물량이 500매라고 가정했을 때 이것의 양중회수는 이동단위에 따라서 달라진다. 그림 4에서 알 수 있듯이 50매씩 리어카에 실어서 이동되는 경우 양중회수는 10회, 200매 단위의 팔렛으로 이동할 경우 양중회수는 3회, 100매 단위의 팔렛으로 이동할 경우 양중회수는 5회가 된다. 그리고 이동단위는 가설 리프트의 케이지 크기와 장비 성능 등에 따라 다르며 자재의 종류에 따라 다르다.

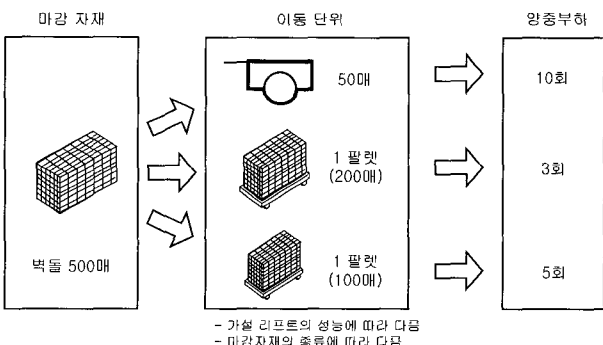


그림 4 마감자재 물량과 양중회수의 관계

현업의 실무자들은 공정계획을 토대로 마감자재의 물량은 매우 정확하게 산출할 수 있다. 그러나 산출된 물량을 양중회수로 치환할 수 있는 합리적인 방법은 가지고 있지 못하다.

3.3 유사 현장 사례 비교 방법의 문제점

현업에서는 계획된 가설 리프트 사용계획을 정당화하기 위하여 유사현장들에서의 사례를 비교하는데 비교 항목으로는 건물의 층수, 연면적, 투입된 가설 리프트의 기종, 대수, 일일 투입인원, 양중부하, 양중시간 등이다(그림 5 참조).

그러나 이 항목들은 단순한 외견상의 데이터일 뿐이며 비교 결과는 특별한 의미를 지니지 않는다. 왜냐하면 이것들은 마감자재별 이동단위, 이동방법, 보조장비, 작업원의 수, 양중장비 사용계획 등에 의해 그 결과가 달라지기 때문이다. 따라서 단순히 유사 현장 사례들의 가설 리프트의 기종, 대수, 일일 투입인원, 양중부하, 양중시간 등만을 비교하는 것은 무의미하다.

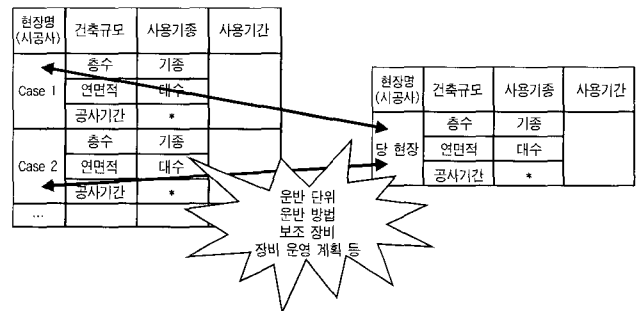


그림 5 유사현장 사례비교 방법의 문제점

3.4 양중장비계획의 적정성 검토 방법의 부재

고층건물공사의 양중장비계획의 적정성을 검토할 수 있는 방법이 없다. 양중장비계획의 내용으로는 수직 구역 나누기, 양중장비의 기종 선정, 양중장비의 대수와 설치 위치의 결정 등인데 이 계획은 공사계획 단계에서 모든 것이 결정되며 일단 공사가 시작되면 이 계획을 변경하는 것이 매우 어렵다. 왜냐하면 양중장비계획이 적용되어 공사가 진행되는 동안 문제가 발견되어 이 계획을 수정할 경우 양중장비의 발주, 조달, 기존 양중장비의 해체, 신 장비의 설치 등으로 인한 시간 및 경제적 손실이 엄청나게 크기 때문이다.

현재 계획자들은 양중장비계획의 적정성 검토를 가능하게 하는 합리적인 방법을 가지고 있지 못하며 약산식을 사용하여 결정된 장비의 대수만을 검산하고 있는 실정이다.

3.5 형식적인 수평이동 계획

현업의 고층건물공사 마감자재 수평이동계획의 내용은 작업자와 차량의 동선계획과 현장 내 야적공간의 위치 결정 등이다. 이

계획의 문제는 그 내용이 형식적이라는 데 있다. 즉 수평이동계획에서는 마감자재별 야적공간 할당, 이동동선계획 등을 구체적으로 계획하지 않은 채 단순히 현장 배치도에 야적공간의 위치만을 표현하는 실정에 있다.

3.6 수직·수평이동계획의 단절

고층건물공사 현장에서 마감자재의 이동은 현장에 반입되어(지상층에서의) 수평이동, 수직이동, (작업층에서의) 수평이동의 과정을 거쳐서 작업공간으로 이동된다. 그리고 공사 수행 시 사용 가능한 양중장비의 대수와 위치 등은 현장 내의 마감자재들의 수평이동 동선에 영향을 미치는데 그림 6은 이를 설명하고 있다.

그림 6의 좌측 그림은 가상의 양중장비계획이다. 이 계획에서 단계 1에서는 고속 리프트만이 사용되고 단계 2에서는 저속 리프트와 고속 리프트가 사용된다. 단계 3에서는 고속 리프트와 비상용 EV가 사용되고 단계 4에서는 비상용 EV, 저층용 EV, 그리고 고층용 EV가 사용된다. 그리고 단계 5에서는 저층용 EV와 고층용 EV가 사용된다.

그림 6의 우측 그림은 양중장비계획에 따른 현장 내 수평이동 동선의 변화를 보여주고 있다. 이 그림에서 알 수 있듯이 가설 리프트가 사용되는 동안에는 현장 내 수평이동 동선은 게이트 1을 통과한 다음 야적공간이나 가설 리프트로 이동된다. 가설 리프트가 해체된 다음에는 주로 EV가 사용된다. 따라서 마감자재들은 EV가 설치되어 있는 건물의 코어부로 이동하게 된다.

결론적으로 그림 6은 동일한 공사일지라도 사용 가능한 양중장비의 위치 및 대수 등에 의해 수평이동 동선이 달라짐을 보여주고 있다. 현업에서는 양중장비계획은 단계별로 구분되어 계획되고 있었지만 이 단계별로는 수평이동이 계획되고 있지 않으며 이로 인해 마감자재의 수직·수평이동계획은 단절 상태에 있었다.

4. 기 발표했던 연구들의 개요

이 장에서는 본 연구자들이 기 발표했던 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획에 대한 연구들을 개괄적으로 보여주고 있다. 이는 본 연구에서 제안하는 의사결정모델의 내용 및 근거를 설명하기 위함이다.

4.1 마감자재의 수직·수평이동

4.1.1 골조공사와 마감공사 자재이동의 차이점

고층건물공사에서의 자재이동은 크게 골조공사와 마감공사의 자재이동으로 구분할 수 있다. 이것들의 차이점을 정리하면 표 2와 같다.

골조공사 자재이동의 특징은 크레인 붐대의 작업 반경 내에서 상승, 하강, 수평이동을 통하여 자재가 이동되며, 자재는 붐대의 작업 반경 내에서 대기 후 이동된다는 점이다. 이 이동의 주요 대상은 대형재이고, 1회 이동량의 결정 조건은 자재의 중량이다.

마감공사 자재이동의 특징은 케이지가 가이드레일을 따라 상

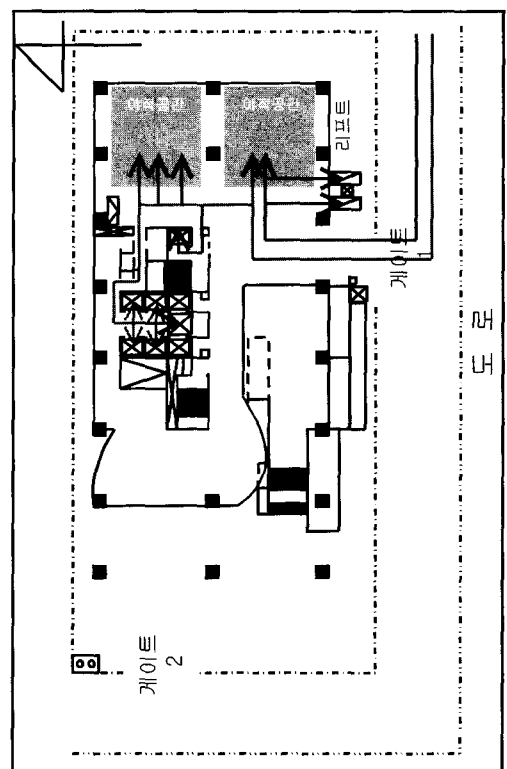
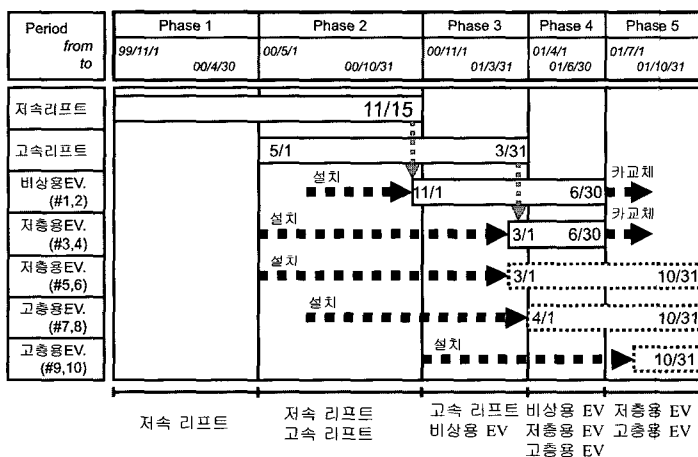


그림 6 양중장비계획과 현장 내 수평이동 동선의 변화

승, 하강하며 자재를 이동하기 때문에, 마감자재들은 반드시 야적공간에서 대기 공간으로 이동된 후 상차되어 이동된다. 주요 대상은 중·소형재이고, 이동단위는 자재의 종류에 따라 다르며 자재의 중량, 부피, 길이 등에 의해서 결정된다.

특히 마감자재는 현장물류관리 관점에서 매우 주의가 요구된다. 고층건물공사(45층 규모의 경우)에 소요되는 자재의 종류는 건물에 따라 다소 차이는 있으나, 약 1,000여 종에 달한다.⁸⁾ 이 중 마감 공사에 소요되는 자재의 종류는 900여 종이다.⁸⁾ 그리고, 공사에 투입되는 마감자재는 다양한 종류만큼이나 다양한 형상과 규격을 가지고 있으며, 각각의 마감 자재를 운반하는 방법 또한 다르다.⁸⁾ 이에 본 연구에서는 고층건물공사의 수직·수평이동계획의 주요 대상을 마감자재로 결정하였다.

표 2 골조공사와 마감공사 자재이동의 차이점

구 분	골조공사의 자재이동	마감공사의 자재이동
장 비	크레인류 이동식 크레인류 데리크류	엘리베이터류 원치류 • 크레인류와 병행하여 사용되기도 함(예, 수퍼덱(super deck) 사용의 경우)
특 징	크레인 붐(boom)대의 작업 반경 내에서 상승, 하강, 수평이동 • 자재는 붐대의 작업 반경 내에서 대기 후 이동 대상: 대형재	가이드 레일을 따라서 상승, 하강 이동 • 자재는 야적공간에서 대기 공간으로 이동된 후 상차되어 이동 대상: 중·소형재
1회 이동량의 결정	중량	자재의 종류에 따라 다름 • 중량 • 부피 • 길이

4.1.2 마감자재 수직·수평이동의 중요성

현장 관리자들이 가장 중요하게 관리하는 액티비티는 공정계획상의 주공정선 상에 있는 것들이다. 주공정선(critical path; CP)이란 건물공사의 전체 공기를 결정하는 가장 긴 패스로써, 이것들의 원활한 진행 여부에 따라 전체 공사기간이 결정된다. 대개의 경우 주공정선은 토공사의 액티비티를 시작으로 기초공사, 각 층의 골조공사의 액티비티들, 마감공사의 그것들이 주공정선이 된다. 그러므로 주공정선상의 마감공사 액티비티들은 현장 관리자들의 주요 관리대상들 중 하나이다.

마감공사가 원활하게 수행되기 위해서는 인력·자재 등이 적절한 시기에 적절한 양이 이동되어야만 한다. 왜냐하면 건물이 고층화될수록 서로 다른 층에서 서로 다른 공정이 동일 시점에서 발생되기 때문이며, 이로 인하여 각종 자원들이 적재적소에 이동, 야적 되어야만 원활한 공사 수행이 가능하기 때문이다. 또한 마감공사 동안에는 상대적으로 가장 많은 자원이 투입되는 최절정기로서 현장 내의 자재이동 및 작업원의 이동동선 등이 매우 복잡하다.

특히 짓고자하는 건물이 높아질수록 최상층부로의 자재이동이 매우 중요하다. 왜냐하면 최상층부의 공정속도가 전체 공사의 공기에 미치는 영향이 매우 크기 때문이다. 최상층부에서의 원활한 공사 진행을 위해서는 이곳으로의 자재이동이 원활해야만 하며, 자재이동 거리가 중·저층부로의 그것보다 더 길기 때문에 최상층부로의 자재이동을 원활하게 하기 위한 특별한 노력이 요구된다.

4.2 MT 130 프로젝트의 개요^{8),14)}

계획부지는 상암 지역의 미래형 복합도시 지역 안에 있는 국내외 첨단 미디어 시티 중앙에 위치하고 있다. 대지 자체의 고저는 없으며, 크기는 가로 180m, 세로 203m이다. 대지의 형태는 직사각형이고, 면적은 약 10,300여 평이다. 계획대지의 전면부는 30m 도로에, 좌·우측면부는 20m 도로에, 후면부는 12m 도로에 접하고 있다. 이것의 스페이스별 총면적은 270,494m²이며, 주거공간의 최상층인 F124의 천장 높이는 지상으로부터 460m이다.

4.3 MT 130 프로젝트의 공정계획의 개요^{8),14)}

MT 130 프로젝트의 공정계획을 개괄적으로 설명하면 1개 층의 골조 공사 기간은 1주일이며, 이 공정표에서 표기된 주요 내용으로는 토공사의 ES(Early Start), 골조공사의 ES, 슬래브 콘크리트 공사의 ES, 내화피복공사의 ES, 커튼월 공사의 ES, 1차, 2차, 3차 마감공사의 ES, 3차 마감공사의 EF(Early Finish), 외벽 마무리 공사(리프트 설치면), 로비 마무리 공사 등이다. 이 공정표에서 토공사 기간은 9개월, 골조공사 기간은 29개월, 마감공사 기간은 12개월, 마무리 공사 기간은 9개월, 기타 공사 기간은 1개월이고, 전체 공기는 총 60개월이다.

4.4 마감자재의 수직이동계획의 개요^{8),14)}

4.4.1 양중장비계획

(1) 양중장비계획 과정

그림 7은 MT 130 프로젝트의 양중장비계획 과정을 설명하고 있다. 양중장비를 계획하기 위해서 1단계에서는 MT 130 프로젝트 타워의 수직 구역을 나눈다. 2단계에서는 마감자재를 양중하기 위한 가설 리프트의 기종을 선정한다. 3단계에서는 약산식을 사용하여 가설 리프트의 대수를 산정한다. 이때 가설 리프트의 대수는 마감자재 양중작업과 작업원 이동작업으로 구분하여 계산되며 이것들 중에서 더 큰 결과를 채택한다. 4단계에서는 공정계획, 각 구역들에서의 공정 변화, 가설 리프트 및 본설 EV의 사용 시점 및 해체 시점 등을 고려하여 양중장비를 계획한다.

(2) 결과

MT 130 프로젝트의 스페이스 프로그램과 각 층의 층고 등을

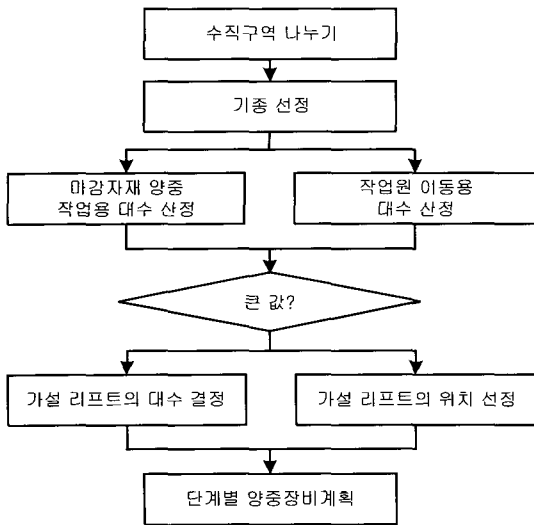


그림 7 MT 130 프로젝트의 양중계획 과정

고려하여 MT 130 타워를 3개의 수직 구역(로우 구역, 미들 구역, 하이 구역)으로 나누었다.

가설 리프트의 기종을 선정하기 위하여 대안들을 비교하였다. 비교 결과 최대 양중높이와 비용 등에서 상대적으로 우수한 것으로 나타난 ALIMAK사의 Super SCANDO II 32/40C가 선정되었다. 그리고 가설 리프트의 대수 산정 결과 8 케이지가 소요됨을 알 수 있었다.

작업원 이동시간을 계산한 결과 가설 리프트가 예상 인원 1,623명의 50%인 812명을 이동시키는데 1시간 25분이, 본설 EV가 나머지 인원인 811명을 이동시키는데 1시간 19분이 소요됨으로 나타났다.

가설 리프트의 설치 위치를 결정하기 위하여 대안들을 분석하였다. 분석 결과 가설 리프트는 외부에 설치하는 것이 합리적인 것으로 나타났다.

그리고 공정계획, 각 구역들에서의 공정 변화, 가설 리프트 및 본설 EV의 사용 시점 및 해체 시점 등을 고려하여 총 11단계의 가설 리프트 사용 단계를 계획했는데, 이것의 내용으로는 가설 리프트의 사용 기간, 운행층, 대수, 기종, 가설 리프트의 일일 운행계획 등이다.

4.4.2 양중장비계획의 적정성 검토

그림 8은 MT 130 프로젝트의 양중장비계획의 적정성 검토 방법을 설명하고 있다. 이것은 마감자재 양중계획과 작업원 이동계획 등에 대한 검토로 이루어져 있으며 양중계획은 이 두 가지의 검토과정을 모두 만족해야만 한다.

(1) 마감자재 양중계획의 적정성 검토

(가) 적정성 검토 과정

그림 9는 마감자재 양중계획의 적정성 검토 과정을 보여주고 있다. 본 연구자들은 마감자재별 물량을 양중회수로 치환할 수 없는 현업의 문제점에 대한 대응방안으로써 대표마감자재를 선

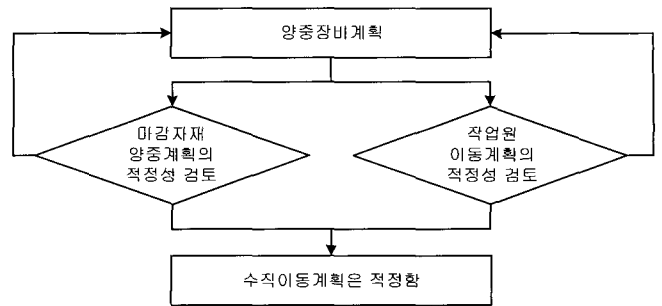


그림 8 마감자재의 수직이동계획의 적정성 검토 과정

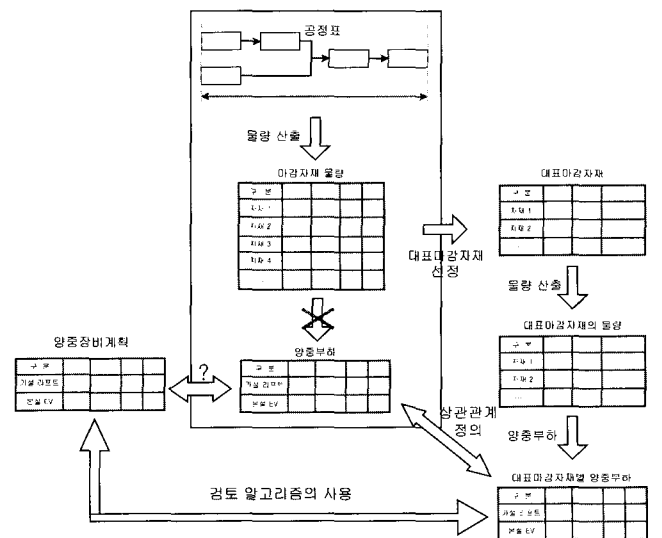


그림 9 마감자재의 양중계획의 적정성 검토 방법

정하고 이것들을 대상으로 마감자재 양중계획의 적정성을 간접적으로 검증하였다.

검토 과정은 먼저 대표마감자재를 선정하고 이것들의 이동단위를 조사한다. 이를 위하여 본 연구자들은 한국무역회관(KOEX) 신축공사 기록, 63빌딩 신축공사 기록, K공사 사례, T공사 사례 등을 분석하였는데, 분석결과를 토대로 상대적으로 양중회수가 큰 10종의 마감자재를 대표마감자재로 선정하였다.¹⁴⁾ 이것의 이동단위는 MT 130 프로젝트에서 선정한 양중장비인 ALIMAK Super SCANDO 32/40C에 상차할 수 있는 단위를 조사하여 결정하였다.¹⁴⁾ 다음으로 가상 프로젝트에서의 대표마감자재별 물량을 개략적으로 산출하여 각 마감자재별 양중회수를 산정한다. 그리고 이 결과를 본 연구자들이 제안하는 마감자재 양중계획의 적정성 검토 알고리즘을 적용하여 적정성을 검토한다.

(나) 적정성 검토 결과

적정성을 검토한 결과 MT 130 프로젝트의 양중장비계획은 모든 양중장비 사용단계들에서 적정함을 알 수 있었다.

(2) 작업원 이동계획의 적정성 검토

(가) 적정성 검토 과정

그림 10은 MT 130 프로젝트의 양중장비계획에 대한 작업원 이동계획의 적정성 검토 과정을 보여주고 있다. 이 과정에서는 먼저 작업원 이동인원을 산정하고 적정성 검토에 대한 문제를 정의한다. 다음으로 초기 작업원 이동계획을 세우고 이를 토대로 시뮬레이션 모델을 구현한다. 이때 사용된 응용 프로그램은 범용 시뮬레이션 패키지인 Arena[®] V3.51을 사용한다.¹⁵⁾ 다음으로 시뮬레이션 모델을 토대로 각종 대안을 선정하여 시뮬레이션을 실시한다. 다음으로 시뮬레이션 결과를 분석하여 최적의 대안을 결정한다. 그리고 이 최적 대안을 근거로 양중장비계획의 적정성 검토 및 작업원 이동계획을 세운다.

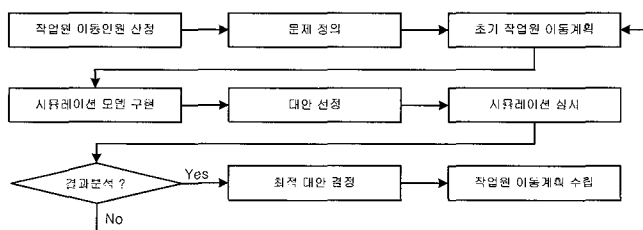


그림 10 작업원 이동계획의 적정성 검토 과정

(나) 적정성 검토 결과

시뮬레이션 수행 결과 가상프로젝트의 양중장비계획은 작업원 이동계획에 대해서 적정함을 알 수 있었다. 그리고 MT 130 프로젝트 수행 시 작업원들을 한정된 시간동안 이동시키기 위한 최적 조건을 도출하였으며, 이를 토대로 작업원 이동계획을 세웠다.

이상과 같은 적정성 검토 결과를 근거로 MT 130 프로젝트의 양중장비계획은 마감자재 양중계획과 작업원 이동계획 모두에 대해서 적정함을 검토할 수 있었다.

4.5 마감자재의 수평이동계획의 개요¹⁶⁾

이 절에서는 참고문헌 16의 내용을 개괄적으로 설명하고 있다. 참고문헌 16의 주된 내용은 고층건물공사 마감자재 수평이동의 최적화 과정과 이를 통한 수평이동계획 과정을 제안한 연구이다.

4.5.1 마감자재의 수평이동계획의 과정

그림 11은 마감자재의 최적화된 수평이동계획 과정을 설명하고 있다. 이 과정에는 본 연구에서 제안하는 고층건물공사 마감자재 수평이동의 최적화 방안이 사용되는데 이 방안에서는 수리 모델을 사용하여 최적의 대안을 결정한다.

그림 12는 본 연구에서 제안하는 고층건물공사 마감자재 수평이동의 최적화 과정을 보여주고 있는데, 이것은 마감자재별 양중회수 및 양중장비계획 등을 고려한다.

이 과정의 1단계에서는 고층건물공사의 현장 가설계획을 토대로 현장 내 야적공간(스톡야드, 스토리지, 대기공간 등)을 결정

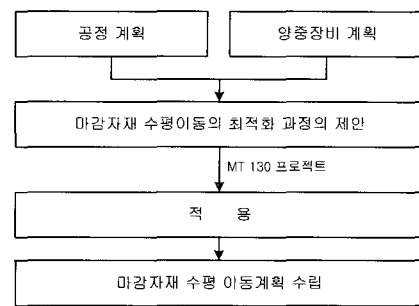


그림 11 마감자재의 수평이동계획 과정

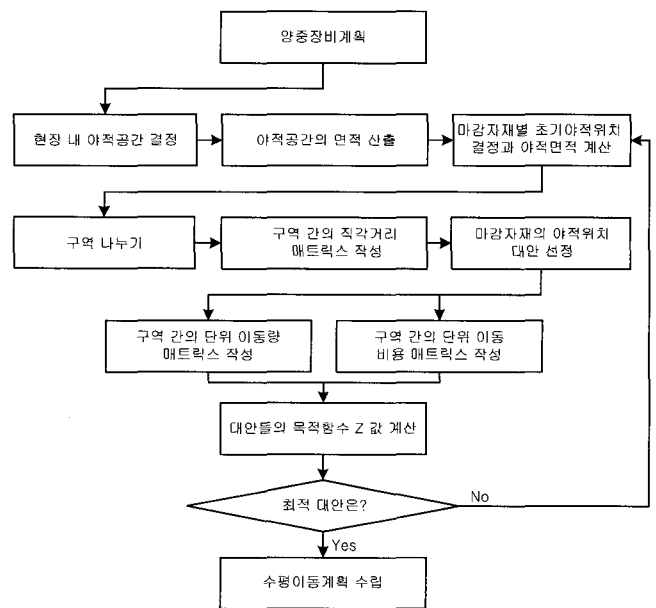


그림 12 고층건물공사 마감자재 수평이동의 최적화 과정

한다. 2단계에서는 야적공간들의 면적을 계산한다. 3단계에서는 마감자재별 초기 야적위치 결정과 소요되는 야적 면적을 계산한다. 4단계에서는 현장 내 야적공간들을 대상으로 구역 나누기를 실시한다. 5단계에서는 각 구역 내에 존재하는 야적공간들의 중심을 구하여 직각거리 매트릭스를 작성한다. 6단계에서는 각각의 야적공간들에 마감자재를 위치시키기 위한 대안들을 선정한다. 7단계에서는 각 대안들의 단위 이동량 매트릭스와 단위 이동 비용 매트릭스를 작성한다. 8단계에서는 각 대안들에 대한 목적함수 Z 값을 계산한다. 이 단계에서는 본 연구에서 제안하는 수리 모델을 사용하여 목적함수 Z값이 계산된다. 9단계에서는 각 대안들의 목적함수 Z 값을 비교하여 가장 작은 값을 갖는 대안들을 최적대안으로 결정하고 이를 토대로 수평이동계획 한다.

이 과정들 중에서 야적공간의 결정과정을 설명하면 다음과 같다. 첫째, 스톡야드를 결정하기 위해서는 먼저 계획대지에 게이트 위치를 결정한다. 다음으로 화물차 통행 도로를 구획한다. 다음으로 지게차의 통로 및 작업공간을 구획한다. 다음으로 가설 리프트에 마감자재가 상차되는 것을 기다리기 위한 대기공간을

구획한다. 다음으로 사용 가능한 공간들을 균등한 면적으로 분할하여 스톡야드를 구획한다.

둘째, 스토리지를 결정하기 위해서는 먼저 우천 등에 관계없이 마감자재들을 야적할 수 있는 공간을 선정하는 등의 과정을 통해서 스토리지 공간을 결정한다. 다음으로 마감자재들이 리프트에 상차되는 것을 기다릴 수 있는 대기공간을 구획한다. 그리고 스토리지에서 가설 리프트 등으로 마감자재들이 이동하기 위한 통로를 구획한다.

4.5.2 수평이동계획 결과

MT 130 프로젝트의 야적공간은 지상층과 작업층으로 구분하여 계획되었다. 대표마감자재의 야적위치를 결정하기 위해서 MT 130 프로젝트의 양중장비계획의 단계들과 야적공간의 위치 등을 고려하여 총 25개의 대안을 선정하였다. 그리고 수리모델을 사용하여 이 대안들 중에서 최적 대안을 결정하였으며 이 결과를 토대로 수평이동계획을 세웠다.

5. 의사결정모델의 제안

5.1 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정 모델

그림 13은 본 연구에서 제안하는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델의 Level 0을 보여주고 있다.

이 모델은 4장에서 설명하고 있는 기 발표했던 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획에 대한 연구 결과들을 토대로

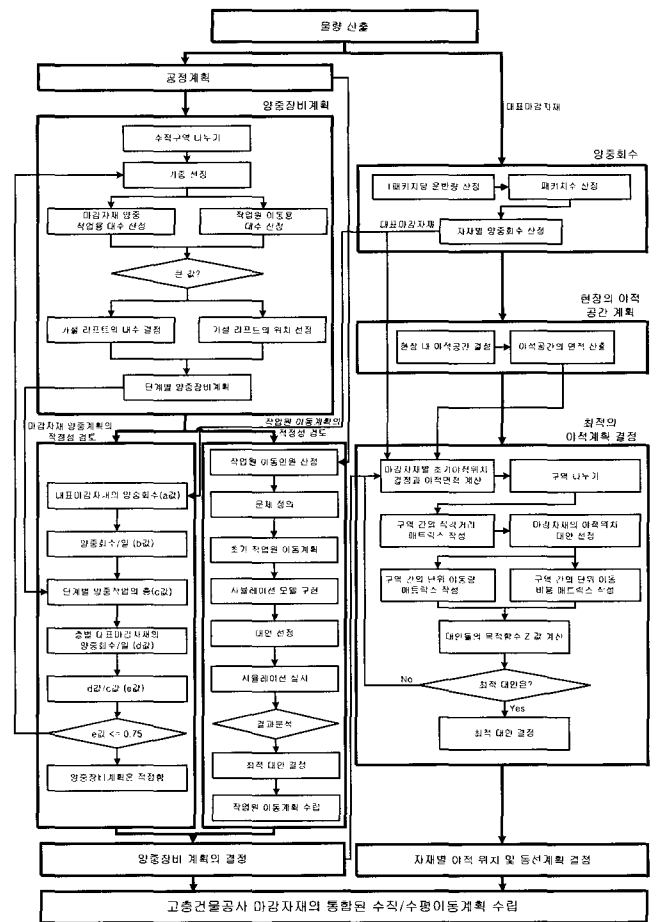


그림 14 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델(Level 1)

작성된 것이다. 그림 14는 이 의사결정모델 Level 0을 브레이크다운(breakdown)한 것이다.

5.2 의사결정모델의 특징

본 연구에서 제안하는 의사결정 모델의 특징은 첫째, 대표마감자재를 선정하여 마감자재 양중회수를 산정하는 것이다. 이는 적산 과정을 통해서 산정된 마감자재별 물량을 양중회수로 치환할 수 없는 현업의 문제점에 대한 대응방안이다.

둘째, 선정된 대표마감자재를 대상으로 마감자재의 통합된 수직·수평이동계획 방안을 제시하고 있다는 점이다. 이는 사용 가능한 가설 리프트 및 본설 EV의 대수 및 위치 등에 따라 변화되는 고층건물공사 현장 내의 마감자재별 이동 동선 등을 계획하고 관리하기 위함이다.

셋째, 고층건물공사 마감자재의 양중장비계획의 적정성 검토와 수평이동계획의 최적화 등과 같은 중요한 결정 사항들이 정량모델(마감자재 양중계획의 적정성 검토를 위한 알고리즘, 작업원 이동계획의 적정성 검토를 위한 이산형 시뮬레이션 모델, 최적화된 마감자재의 수평이동계획을 위한 수리모델 등)들을 사

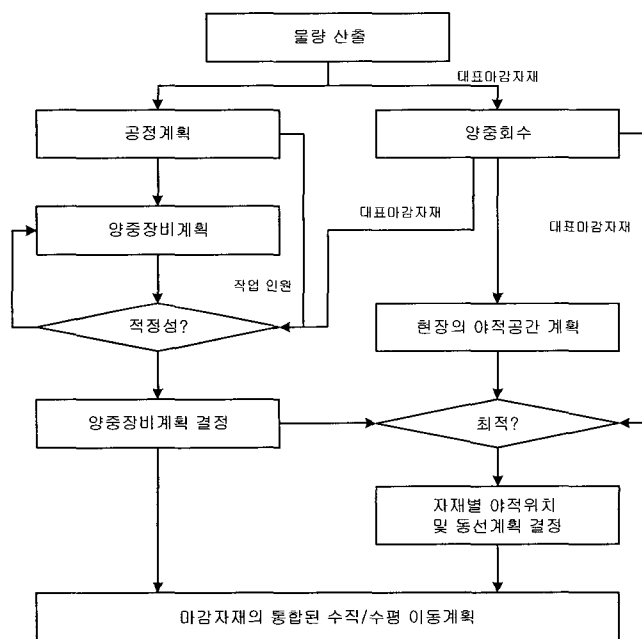


그림 13 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델(Level 0)

용하여 검토되고 결정될 수 있다는 점이다.

5.3 현업의 의사결정과정과의 비교

그림 15는 3장에서 설명한 국내 대형 건설사의 건축사업본부에서의 고층건물공사 마감자재 수직·수평이동계획 과정을 정리한 것이다.

현업의 마감자재 수직·수평이동계획 과정에서는 마감자재별 물량을 양중회수로 치환할 수 없다. 이 과정에서는 공정계획을 토대로 약산식을 사용하여 양중장비를 계획한다. 그리고 이 결과는 수평이동계획인 마감자재의 야적 및 동선 계획 등에 반영되지 않는다. 이로 인하여 가설 리프트, 본설 EV 등에 대한 양중장비계획과 마감자재의 야적 및 동선 계획 등은 통합되지 못한다.

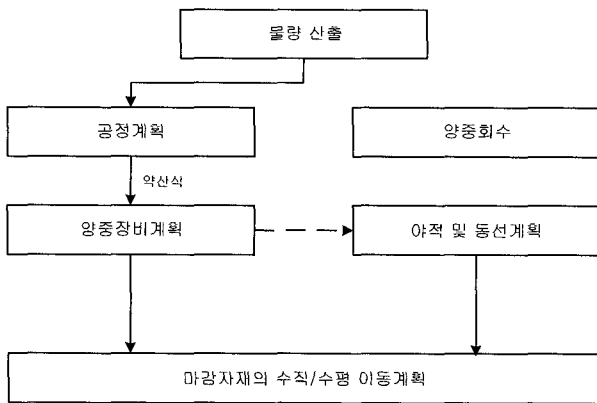


그림 15 현업의 마감자재 수직·수평이동계획 과정

표 3은 본 연구에서 제안하는 의사결정모델과 현업의 의사결정과정과를 비교한 결과이다. 본 연구에서 제안하는 의사결정모델에서는 현업의 의사결정 과정의 문제점들에 대해서 다음과 같은 해결방안을 제안하고 있다.

첫째, 약산식을 사용한 가설 리프트의 대수 산정 및 양중장비계획의 적정성 검토 방법의 부재에 대해서는 약산식을 사용한 가설 리프트 대수 산정 결과를 검증할 수 있는 정량모델(마감자재 양중계획의 검토 알고리즘과 작업원 이동계획의 적정성 검토를 위한 이산형 시뮬레이션 방법)을 제안하고 있다.

둘째, 마감자재별 물량을 양중회수로 치환하는 방법의 부재에 대해서는 대표마감자재를 선정하고 이것들에 대한 이동단위 조사 및 이를 통한 양중회수 산정방법 등을 제안하고 있다.

셋째, 형식적인 마감자재의 수평이동계획에 대해서는 수리모델을 사용하여 마감자재의 수평이동을 최적화하고 이 결과를 토대로 수평이동계획을 세울 수 있는 방안을 제안하고 있다.

넷째, 마감자재의 수직·수평이동계획의 단절 문제에 대해서는 본 연구에서 제안하는 의사결정모델을 활용함으로써 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획을 통합하여 계획할 수 있다.

표 3 현업의 의사결정 과정과 본 연구에서 제안하는 의사결정모델의 비교

구 분	현업의 의사결정 과정	의사결정 모델
문제 제거 사항	약산식을 사용한 가설 리프트 대수 산정	약산식을 사용한 가설 리프트의 대수 산정 결과를 검증할 수 있는 정량모델(마감자재 양중계획의 검토 알고리즘과 작업원 이동계획의 적정성 검토를 위한 이산형 시뮬레이션 방법)의 제안
	양중장비계획의 적정성 검토방법의 부재	대표마감자재를 선정하고 이것들에 대한 이동단위 조사 및 이를 통한 양중회수를 산정하는 방법의 제안
	마감자재별 물량을 양중회수로 치환하는 방법의 부재	대표마감자재를 선정하고 이것들에 대한 이동단위 조사 및 이를 통한 양중회수를 산정하는 방법의 제안
	형식적인 마감자재의 수평이동계획	수리모델을 사용한 마감자재의 최적화된 수평이동계획 과정의 제안
	마감자재의 수직·수평이동계획의 단절	마감자재의 수직·수평이동계획의 통합 가능

그리고 현업의 문제들 중에서 유사현장의 사례 비교에 대해서는 고려하지 않았다. 이는 고층건물공사 수행 시 현장 관리자들이 가설 리프트의 기중·대수, 일일 투입인원, 양중회수·시간, 양중량 등에 대한 실적 데이터들을 정확하게 기록으로 남기지 않는 현업의 한계 때문이다.

5. 결론

본 연구에서 제안하는 의사결정모델은 계획자의 결과지향적 사고를 과정지향적 사고로 변화시키는데 기여할 것이다. 특히 이러한 변화는 계획자로 하여금 마감자재의 수직·수평이동계획 과정을 심도있게 이해할 수 있게 한다. 그리고 나아가서 계획자로 하여금 이 과정들을 개선 및 발전시킬 수 있는 효과를 가져올 것이다.

이 모델은 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획의 적정성을 검증할 수 있는 정량모델을 포함하고 있다. 이 모델은 계획자로 하여금 제한된 시간동안에 한정된 자원을 경제적으로 사용할 수 있는 최적 대안을 결정하는데 활용될 수 있을 것이다.

이 모델을 통하여 계획자는 의사결정 과정들을 체계적·시스템적으로 파악할 수 있다. 이로 인하여 계획자는 수직·수평이동계획 시스템과 시스템 환경의 상호작용의 이해 및 시스템 사고 등을 가능하게 할 것이다.

이 모델을 활용하는 계획자는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 프로세스에서 지나치게 미시적인 사항에 대한 집착을 배제하면서 양중장비계획 및 마감자재 수평이동의 최적화 등과 같은 중요한 의사결정 사항들을 철저히 분석할 수 있을 것이다.

본 연구에서 제안하는 의사결정모델의 실무적용을 위한 전제 조건으로는 세밀한 공정계획, 마감자재별 이동단위에 대한 정보

관리 체계의 구축, 계획자의 시뮬레이션 기법에 대한 이해 및 시뮬레이션 모델링 능력 등을 들 수 있다. 특히 세밀한 공정계획은 마감자재의 현장 반입, 야적, 이동, 설치 등과 같이 고층건물공사 마감공정의 모든 생산과정을 총체적으로 관리할 수 있는 세밀한 계획이 요구된다. 또한 마감자재별 정보관리 체계의 구축은 마감자재별 물량이 아닌 양중회수를 토대로 가설 리프트가 감당해야만 하는 양중부하의 예측과 이를 토대로 적절한 기중·대수 등을 합리적으로 결정할 수 있게 한다.

향후에는 이상과 같은 전제조건을 만족시키기 위한 연구들을 계속 수행할 것이며, 이 의사결정모델을 실제로 수행되는 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획 프로세스에 적용하여 수정·보완할 예정이다.

참고문헌

1. 김인호, "건설계획과 의사결정," 기문당, 1998.
2. 김성희, 정병호, 김재경 공저, "의사결정분석 및 응용," 영지문화사, 1994.
3. R. C. Ackoff (1971), "Towards a System of System Concepts," Management Science, Vol. 17, pp.661~671.
4. R. C. Ackoff and F. E. Emery, "On Purposeful Systems," Aldine-Atherton, Chicago, 1972.
5. 김훈, 안병주, 김재준 (1999), "고층빌딩공사의 리프트 선정 프로세스 개선 방안에 관한 연구," 대한건축학회추계학술발표대회논문집, 대한건축학회, 제 19권 제 2호, 통권 제 38호, 구조 1, 구조 2, 재료 및 시공, pp.774~779.
6. "산업공학용어사전," 대한산업공학회 편, 청문각, 1996.
7. 피터 생게외 66명 지음, 박광량·손태원 옮김, "학습조직의 5가지 수련 Fieldbook," 21세기북스, 1996.
8. "'97 연구개발사업 최종보고서 초대형 고층건물의 건축계획, 구조, 설비 및 시공 기술 개발 시공분야(#5/5)," 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2001.
9. I. D. Tommelein et al. (1992), "SightPlan Model for Sight Layout," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 118, No. 4, pp.749~766.
10. I. D. Tommelein et al. (1993), "Interactive Dynamic Layout Planning," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 119, No. 2, pp.266~287.
11. Heng Li and Peter E. D. Love (1998), "Site-Level Facilities Using Genetic Algorithm," Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol. 12, No. 4, pp.227~231.
12. "신기술 지정신청서 PRIMA 시스템(인터넷을 이용한 현장 자원 및 정보관리 기술)," 삼성물산(주) 건설부문, 2000. 12.
13. 김외곤, 이동렬 (2001), "디지털 정보화를 통한 현장 자원 및 정보관리 기술에 관한 연구(PRIMA 시스템)," 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제 2권 제 1호, pp.88~97.
14. 안병주, 김재준 (2001), "고층건물공사 마감자재 양중계획의 타당성 검토," 대한건축학회논문집 구조계, 대한건축학회, 제 17권 제 1호, pp.145~156.
15. W. David Kelton et al., "Simulation with Arena," McGraw-Hill International Editions, 1998.
16. 안병주, 김재준, 지남용 (2001), "고층건물공사 마감자재의 최적화된 수평이동계획," 대한건축학회논문집 구조계, 대한건축학회, (심사 중).

Abstract

Of all the site logistics technologies in high-rise building construction, both vertical and horizontal move plan, are the most imperative factors. And the horizontal plan follows lift-up plan as of the vertical plan.

However though it may be, temporary lifts on site are numbered by heuristic formulas. The quantity of finishing material cannot be converted into lift-up load per finishing material. The lift-up plan cannot be evaluated the feasibility for finishing material move plan by a reasonable evaluation methodology. The horizontal plan is far from the vertical one. And the information as an input data for the horizontal plan is devoid of package unit size, length, and volume per finishing material. These can hardly result in reasonable and detail decision on how much to use temporary lifts, how long to use these, and where to deposit each finishing material.

Therefore, this study is to suggest a decision-making model that can integrate vertical and horizontal material move plan in high-rise building construction and make a decision the plans systematically. And the study is to explain the concept, methodology, and contents of the model applied to a virtual project, named as MT 130 (Millennium Tower 130).

By the model, the planner can shift his/her thinking framework on site logistics management products-oriented into process-oriented. He/she can manage a project by the framework as system thinking, evaluate the feasibility of a lift-up plan, and decide the horizontal plan integrated with the lift-up.