

영향요소 분석에 의한 고층건축공사의 가설계획시스템 개발

Development of Temporary Facility Planning System for High-rise Building Constructions through the Analysis of Influence Factors

장명훈*

Jang, Myung-Houn

요 약

도심지 고층건축공사는 인접 건물과 도로에 의해 둘러 쌓여 있어 여유공간이 부족하고, 소음과 분진 등에 의한 문제가 발생한다. 이러한 문제들은 철저한 공사계획을 통해 여유공간을 효율적으로 활용하고, 공사 지원시설을 적절히 사용하는 가설계획을 통해 해결될 수 있다.

본 연구는 고층건축공사의 가설계획의 영향요소를 분석하고, 이를 활용한 가설계획의 대안 평가와 선정 방법을 제시하고 있다. 가설계획을 수립하는 과정에서 필요한 지식을 체계화하고 대안평가 방법을 적용하여 현장 관리자가 계획을 수립하는 과정을 지원할 수 있는 시스템을 구현하였다. 제안된 대안 평가 및 선정 방법과 구현된 시스템의 타당성을 검증하기 위해 사례 연구를 수행하였다.

키워드 : 가설계획, 양중계획, 배치계획, 가설시설물, 고층건축공사

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

도심지 고밀화에 따른 공간의 효율적 이용과 대규모 사무공간의 요구는 더욱더 고층의 사무시설을 필요로 하게 되었으며, 더불어 주거와 상업, 문화 등 다양한 기능을 밀접하게 연관시켜 편리성과 쾌적성을 추구하는 고층의 주상복합시설도 점차 늘어가고 있다. 도심지의 고층건축공사 현장은 인접건물과 도로에 의해 둘러싸여 있어 여유공간이 부족하고, 소음과 분진 등에 대한 민원 문제가 발생한다. 이러한 문제들은 공사 수행을 방해하는 요소이므로 철저한 공사계획을 수립함으로써 여유공간을 효율적으로 활용하고, 공사 지원시설을 적절히 사용하는 가설계획을 통해 다소 해결될 수 있다.

양중장비와 공사 지원시설 등의 가설시설물을 현장에 설치하기 위한 가설계획에서 고려해야 하는 사항들은 개인의 경험이나 지식으로 파악하기는 매우 어려우며, 가설계획을 위한 체계적인 프로세스도 완전하게 확립되지 않아 가설계획을 수립하는데 어려움이 많다. 또한, 가설계획의 고려사항이나 영향을 주는 요소들은 단편적인 정보나 자료로 되어 있을 뿐이며 이를 정리하여 활용하고자 하는 노력도 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 여유공간이 부족한 도심지 고층건축

공사에서 가설계획 프로세스 확립하여 가설계획의 영향요소를 분석하고 관련 지식을 활용할 수 있는 방법과 가설계획 대안을 생성하고 공사비와 공사기간에 의한 객관적인 대안평가 방법을 제시하는 가설계획시스템을 개발하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구의 방법과 내용은 다음과 같다.

- (1) 고층건축공사와 관련된 문헌과 사례, 전문가 면담을 통하여 고층건축공사의 일반적인 가설계획 수립 방법을 고찰하고 문제점을 분석하여 개선 방향을 도출한다.
- (2) 가설계획에 영향을 주는 요소를 파악하고 AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 그 중요도를 분석한다.
- (3) 가설계획 영향요소의 분석 결과를 적용하여 가설계획 대안을 평가하고 선정하는 기준과 방법을 제시한다.
- (4) 고층건축공사의 가설계획 의사결정 과정을 지원할 수 있는 가설계획시스템을 제안하고 구현한다.
- (5) 제안된 가설계획시스템을 도심지 고층 주상복합건물 공사에 적용하여 가설계획 대안을 생성하고 평가하여 모델의 타당성을 검증한다.

연구의 범위는 철골철근콘크리트 혹은 철근콘크리트 구조 형식의 고층건축공사를 지원하는 가설시설의 현장 설치 및 사용계획이며, 현장의 안전시설이나 공사에 직접적으로 필요한 비계 등의 시설은 범위에서 제외한다.

* 일반회원, 대우건설기술연구소, 공학박사

본 연구는 건설교통부 2000년도 건설기술연구개발사업 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. (과제번호 : 지정 12-01)

2. 고층건축공사의 가설계획

2.1 가설계획과 가설시설물

(1) 가설계획

일반적으로 가설계획이란 공동가설공사와 직접가설공사로 구분되는 가설공사를 수행하기 위한 계획이라고 할 수 있다. 이러한 측면에서 국내의 기존 문헌에서 제시한 가설공사의 정의는 표 1과 같다. 이와 같이 가설공사의 정의는 다양하지만, “본공사 시공을 지원하는 가설시설물을 설치하고 해체·철거하는 공사”라고 정의할 수 있으며, 가설계획이란 가설공사를 수행하기 위한 계획이라고 할 수 있다.

표 1. 가설공사의 정의

저자	정의
김분한 외 (1999)	본공사 시공을 위해 필요한 공사용 시설공사
신현식 외 (1998)	본공사를 실시하기 위해 필요한 가설적 시공설비를 설치하여 활용하는 공사
田村 恭 (1998)	건축물을 시공하기 위해 필요한 공사용 가설자재와 공사용 기계·설비를 공사현장에서 조립하고 설치하여 본공사에 대비하고, 공사가 완료된 후에는 이것을 해체·철거하는 공사
Illingworth (2000)	공사 완료 후 제거되는 본 공사 수행을 지원하기 위한 일시적인 건설공사

(2) 가설시설물

가설시설물이란 건축공사의 작업을 지원하기 위해 일시적으로 사용되는 장비나 건물, 혹은 장소, 시설 등을 의미한다. 본 연구에서는 현장에서 수행되는 작업을 지원하고 일시적인 시설임을 명확히 하기 위하여 가설시설물을 “건설현장에서 수행되는 작업을 지원하기 위해 사용되는 일시적인 시설물”이라고 정의한다.

가설계획에 영향을 주는 요소를 파악하기 위해 가설시설의 종류를 Hardie(1995)의 가설시설물 분류를 토대로 가설계획의 정의와 연구의 목적에 부합되도록 표 2와 같이 분류하였다.

표 2. 가설시설물의 분류

분류	가설시설물
양중장비	타워크레인(Tower Crane), 승강기(Hoist, Lift)
콘크리트 공사 장비	CPB(concrete placing boom) 고압 펌프
가설 건물	현장사무실, 협력업체사무실, 실험실, 안전교육장, 식당, 휴게실 등
현장 시설	야적장, 작업장, 통로, 출입구, 세륜시설, 울타리, 가설구대 등

2.2 현장의 가설계획

(1) 일반적인 가설계획 수립 방법

가설계획은 기존 공사의 실적자료와 개인의 경험을 토대로 작성되는 것이 일반적이다. 또한, 경험이 없는 공사관리자는 가설계획을 수립하는 것이 거의 불가능할 정도로 매우 전문적이라고 할 수 있다. 따라서, 가설계획은 전반적인 공사계획과 연계하여 수립되며, 공사총괄, 소장

등 경험이 풍부한 공사관리자에 의해 이루어진다. 대규모 공사현장의 경우에도 1~2인에 작성되며, 가설계획 작성을 위한 별도의 조직은 대부분의 경우 없는 것으로 조사되었다. 계획 수립의 참고 자료로는 유사현장 가설계획 자료, 전문건설업체의 제안서, 사내지침서 등이며, 토목/전기/설비 부문과 업무협의를 통하여 상세한 계획을 수립한다. 가설계획 작성과정은 정형화된 프로세스보다는 계획자의 경험과 직관에 근거한 휴리스틱(heuristic)한 방법에 의해 이루어지는 경우가 일반적이다.

(2) 기존 가설계획 방법의 문제점

잘못된 가설계획은 생산성 저하, 작업손실, 가설시설물의 빈번한 이전, 마감작업 지연 등을 발생시키며, 공사비의 상승과 공기지연을 유발한다. 가설계획의 오류에 의한 문제점과 그 원인을 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 가설계획 오류로 인한 문제점과 원인

문제점	원인
양중장비 기종 및 대수 오류 장비용량 부족	예측부족, 장비수급 어려움, 장비현황 정보 부족
공기지연, 작업손실 발생	예측부족, 장비수급 어려움, 경험미숙
가설건물 이전 빈도가 많아짐	위치선정계획 미흡, 마감공사 간섭영향 예측부족, 경험 미숙
구조체 보강측 마감이 안되어 작업 원활성 저하	타 파트(설비, 전기)와 협력미흡, 경험부족, 예측부족
가설전기, 설비라인 사고 및 차량 사고 발생	장비작업으로 인한 손실, 예측 부족, 경험부족

2.3 관련 연구 고찰

(1) 배치계획 관련 연구

건설현장의 배치계획에 관한 연구는 국내에서 거의 수행되지 않다가 최근 안병주(1999)의 연구에서 고층 건물의 공사현장의 레이아웃(layout)을 최적화시키는 방안을 제시하고 있다. 이 연구에서는 수직운반장비와 자재 야적장 사이의 물류 운반거리를 최소화하는 방법을 이용하고 있지만 타워크레인이나 리프트, 현장 출입구의 위치는 사전에 결정된 것으로 가정하고 있다.

현장 배치계획과 관련된 해외의 연구들은 다양한 방법이나 도구에 의해 배치의 문제를 해결하고자 노력하였다. Tommelein의 SightPlan(1992)에서 인간의 경험적 지식과 컴퓨터의 능력을 혼합할 수 있는 지식기반 시스템을 제시하여 발전소 공사에 25개의 가설시설물을 배치하였다. Hegazy(1999)는 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 배치계획 문제를 해결하고자 하였다. 이전 연구에서 제약을 받고 있었던 가설시설물의 모양과 대지의 모양을 사각형에서 사용자가 정의하는 다각형의 모양으로 표현할 수 있는 방법을 제시하였다.

이외에도 많은 연구가 있으나, 이런 연구들은 배치계획 초기에 가설시설물의 위치를 결정하는 것으로 공사가 진행되는 과정을 반영하지 못하는 정적(static) 계획이었다. 공사가 진행됨에 따라 가설시설물의 크기 변화나 이동 등을 반영하기 위해 Tommelein(1993)은 공사 일정과 연계한 동적(dynamic) 배치계획 방법을 제시하여 가설시설

물이 공사가 진행됨에 따라 위치가 변경되거나 다른 시설물이 사용했던 장소를 재사용할 수 있는 모델을 개발하였다. 또한, Zouein(1999)은 동적 배치계획을 제약조건 만족과 휴리스틱 방법, 선형계획법을 복합적으로 사용하여 해결하고자 하였다.

정적 배치계획이나 동적 배치계획을 해결하려는 연구들은 대체적으로 여유공간이 충분한 플랜트(plant) 공사에 많이 적용되고 있으며, 2차원 평면에서 가설시설물 사이의 거리와 근접성, 이동 비용 등을 고려하고 있다. 주로 어떤 방법이나 기법을 적용할 것인가에 초점을 두고 있으며, 실용적인 측면은 부족하다고 할 수 있다.

(2) 양중계획 관련 연구

양중계획 관련 연구는 국내에서도 상당히 많이 진행되고 있다. 최인성(1985)은 도심지 초고층건축을 대상으로 공사현장에서 실용화할 수 있는 양중계획에 관한 기초적 자료를 제시하고 있다. 허담(1994)과 이재용(1994)의 연구에서는 각각 아파트 공사와 사무소 건물 공사를 중심으로 타워크레인의 사용을 직종, 자재에 의해 구분하고 타워크레인의 위치를 선정하는 양중계획의 최적화 방안을 제시하고 있다. 주진호(1994)는 타워크레인의 수평방향 회전을 고려하여 최소의 운반시간을 도출하는 설치 위치를 선정하고 있으며, 남시대(1996)는 타워크레인 위치선정의 영향요인을 분석하여 전산화된 방법을 2차원 평면을 통해 가시적으로 보여주고 있다.

Furusaka(1984)는 고층건물의 공사가 진행됨에 따라 크레인의 사용 비용을 최소화할 수 있는 다수의 크레인 조합 방법을 제시하였으며, Gray(1985)는 최대의 용량과 최소의 비용을 만족시키기 위해 고정식과 이동식 크레인의 선정 프로세스를 제시하고 있다. Hornaday(1993)와 Lin(1996)의 연구는 중량물을 양중하기 위하여 다양한 영향요소를 적용하여 CAD 시스템과 연계된 최적화 모델을 제시하고 있으며, Zhang(1999)은 다수의 타워크레인의 위치를 최적화시키기 위한 전산화 모델을 개발하였다.

이상과 같이 양중계획에 관한 연구들은 타워크레인과의 양중장비의 용량 선정과 적절한 위치 선택 방법을 제시하기 위해 주로 이루어지고 있다. 그러나 양중장비를 선정하는 프로세스는 현재 건설되고 있는 고층건축공사에는 적용할 수 있을 것 같으나, 인접 건물과의 간섭이나 현장 내에서 양중작업에 영향을 주는 다른 가설시설물과의 관계 등은 고려되지 못하고 있다.

(3) 기존 연구의 한계

국내외에서 많이 진행되고 있는 현장 배치계획과 양중계획에 관한 연구는 동적 프로그래밍이나 시뮬레이션 기법에 의한 최적해를 찾는 방법에서 인공지능을 이용하는 방법으로 발전하고 있다. 그러나, 배치계획과 양중계획은 건설공사가 시작되기 전에 동시에 고려되어야 할 사항이지만 기존 연구들은 배치계획과 양중계획을 동시에 고려하고 있지 못하고 있다.

또한, 현장에서 사용되는 타워크레인이나 가설시설물의 경우, 공사가 진행됨에 따라 설치되어 사용되다가 이동하거나 또는 규모가 변경되고 역할을 다하여 소멸하는 생

애주기(life cycle)를 갖는다. 여유공간이 부족한 도심지 고층건축공사에서는 이러한 가설시설물의 생애주기를 고려하여 공간의 활용성을 증대시킬 필요가 있다. 기존 일부 연구에서는 이 점을 고려하여 동적 배치계획을 제안하고 있으나, 플랜트 등을 주요 대상으로 하고 있으므로 고층건축공사에 적용하기에는 상당한 어려움이 있다.

기존 연구에서는 가설계획의 대안을 선정하는 방법으로 양중장비의 효율성이나 가설시설물의 배치의 최적화를 추구하고 있다. 그러나 현실적으로는 가설시설물의 종류와 위치 선정은 공사비용과 공사기간에 영향을 미치고 있으나 이를 반영한 연구는 거의 없다.

따라서, 기존 모델이 가지고 있는 한계를 극복하기 위해서는 고층건축공사 현장에 적합한 가설계획 모델을 개발하여 배치계획과 양중계획을 동시에 계획하고, 가설시설물의 생애주기를 고려할 수 있어야 한다. 또한, 가설계획 과정에 필요한 관련 지식을 체계적으로 활용할 수 있는 방법이 요구되며, 공사비와 공사기간 등을 대안생성 기준으로 제시하는 방법이 필요하다.

3. 가설계획의 영향요소

3.1 영향요소의 개념과 분류

(1) 영향요소의 개념

가설계획을 수립하기 위해 전문가들은 자신의 경험과 지식을 바탕으로 여러 고려해야 할 사항들을 검토한다. 이러한 고려사항들은 체크리스트(checklist) 형식이 될 수도 있으며, 지침서 형태일 수도 있지만, 대부분은 제약조건과 의사결정내용으로 정리할 수 있다. 예를 들어, 타워크레인 선정을 위한 제약조건에는 층당공기와 양중횟수, 사용비용 등이 있고, 야적장의 위치를 결정하기 위해서는 장비 이동과 자재 적재 등에 대한 조건들을 만족시켜야 한다. 이와 같이 층당공기와 양중횟수, 장비 이동과 자재 적재 등의 제약조건들은 타워크레인의 규모와 야적장의 위치 선정이라는 의사결정내용에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 영향요소를 "가설시설물의 규모나 위치 선정 등과 같은 의사결정 내용에 영향을 주는 요소"라고 정의한다.

(2) 영향요소와 가설시설물

가설계획은 가설시설물을 선정하여 공사 진행에 따라 설치와 사용, 해체에 대한 계획을 수립하는 것이라 할 수 있다. 이와 같은 계획을 수립하는 과정에 가설계획의 영향요소를 고려하여 가설시설물을 설치해야 하므로 가설계획의 영향요소는 가설시설물 선정의 제약조건이 된다.

또한, 가설시설물의 결정사항에 대해 여러 가지의 영향요소를 고려해야 하며, 하나의 영향요소는 다수의 결정사항에 영향을 미친다. 따라서, 가설시설물과 영향요소의 관계는 그림 1과 같이 형성된다.

(3) 영향요소의 분류

문헌이나 기존 실적자료를 바탕으로 실무에서 가설계획의 경험을 가지고 있는 다수의 전문가와의 면담을 통

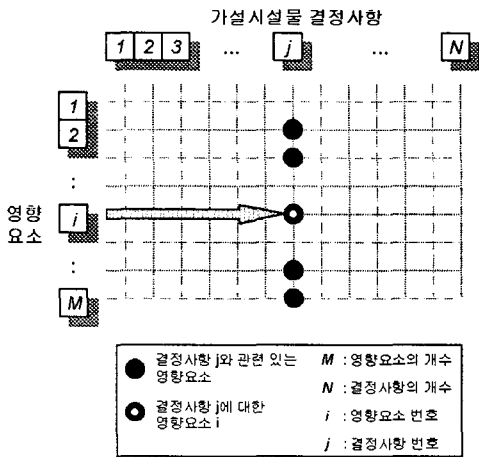


그림 1. 영향요소와 가설시설물 결정사항의 관계

해 영향요소를 파악한 결과를 토대로 대분류, 중분류, 소분류로 분류하였으며, 표 4에서는 지면관계상 소분류는 생략하였다. 기존 문헌 등에서 영향요소에 대해 일부 가설계획의 고려사항으로 제시하고는 있으나 본 연구에서와 같은 분류는 제시하지 못하고 있다. 이 분류에서 직접적으로 가설시설물의 결정사항에 영향을 주는 요소를 소분류로 구분하였으며, 소분류 항목 중 유사항목을 묶어 중분류로 구분하였다. 대분류는 가설계획 전반에서 고려해야 할 대상을 분류한 것으로 건물, 공법, 공사, 현장여건, 자재, 장비, 환경으로 구분된다.

표 4. 영향요소의 분류 (대한건축학회, p.26)

대분류	중분류	대분류	중분류
건물	형상	현장	내부
	배치		외부
	구조	자재	양중 대상
토공사	사용		
골조공사	폐자재		
공법	콘크리트공사	장비	양중
	카튼월공사		콘크리트 공사
	마감공사		기타
공사 (공종)	공정	환경	기후
	공사기간		안전
	공사비		

3.2 영향요소 분석

(1) 전문가 면담

가설시설물 선정에 대해 영향요소를 AHP 기법으로 상호 비교하고 분석하기 위하여 표 5와 같이 가설계획의 중요성을 인지하고 있으며 현재 수행 공사의 가설계획 수립을 담당하고 있거나 관련 업무를 하고 있는 파장급 이상의 경험자와 면담을 수행하였다.

(2) 분석 방법

가설계획의 영향요소가 가설시설물 선정에 어느 정도 영향을 주는지 파악하기 위하여 전문가 면담을 통해 영향요소간 상대평가를 실시하였다. 상대평가의 방법으로는 다중 의사결정 도구로서 복잡하고 정성적인 문제를 계층화하여 대안들의 선호도를 도출하고 분석하는 AHP (Saaty, 1980) 기법을 이용하였다.

영향요소를 분석하기 위해, 가설계획 과정에서 우선적

표 5. 면담 대상자

소속	성명	현장	공사 규모	구조	공기(월)
D산업	Y차장	서초동	37층 2동, 24층 2동	RC	42
H건설	Y과장	서초동	46, 37, 24, 22층	SRC	45
H산업	J차장	삼성동	47층 3동	RC	30
S건설	S차장	도곡동	59층(2동), 66층, 44층	SRC	39
S중공업	L과장	신대방동	49층 1동	SRC	34
D건설	U차장	삼성동	35층 1동	SRC	110

으로 고려되는 가설시설물의 순위를 파악하였고, 각 가설시설물에 영향을 미치는 정도에 따라 영향요소의 중요도도 파악하였다. 각 과정에서 조사된 중요도는 C.R. (Consistency Ratio) 값을 통해 일관성을 검증하였다. 또한, 가설시설물 사이의 위치 관계도 조사하였다.

(3) 가설시설물의 중요도

가설시설물의 중요도 분석은 다수의 가설시설물의 설치 순서를 결정하는 것으로 현장의 공간을 먼저 점유하여 다른 가설시설물의 위치 선정에 영향을 주는 정도를 파악하는 것이다. 표 6에서와 같이, 타워크레인, 승강기 등 중요도가 높은 값을 갖는 가설시설물이 계획과정에서 더 중요하게 고려되는 시설물이다.

표 6. 가설시설물의 중요도 (대한건축학회, p.68)

분류	가설시설물	중요도	순위
양중장비	타워크레인	0.160	1
	승강기	0.117	2
콘크리트 공사 장비	CPB	0.075	5
	고압 펌프	0.067	6
가설 건물	현장사무실	0.057	8
	실험실	0.039	10
	협력업체사무실	0.038	11
	안전교육장	0.035	12
	식당	0.033	13
	직영창고	0.032	14
	휴게실	0.025	16
	가설구대	0.078	3
	야적장(작업장)	0.077	4
	통로	0.059	7
현장 시설	출입구	0.056	9
	세류시설	0.029	15
	울타리	0.024	17

(4) 가설시설물 설치를 위한 영향요소의 중요도

타워크레인의 위치를 선정하기 위해 고려하는 요소에는 토공사 공법, 건물의 배치, 골조공사 형식 등이 있다. 이런 다양한 요소들은 동시에 고려되어야 하지만 현장의 상황이나 타워크레인의 용량이나 종류에 따라 먼저 고려해야 하는 보다 중요한 영향요소를 파악하여 타워크레인의 위치 선정이라는 가설계획에 반영하여야 한다. 이와 같이, 영향요소의 중요도 분석은 가설시설물 설치를 위해 결정해야 할 사항에 대해 영향을 주는 영향요소를 파악하고 순위를 부여하는 것이다. 표 7은 타워크레인을 선정하기 위한 영향요소를 분석한 것이다.

(5) 가설시설물 사이의 근접성

가설시설물은 작업을 효율적으로 지원할 수 있는 현장 내 위치에 배치되므로, 시설물 상호간 거리의 근접성을 조사하였다. 강한 근접성이란 두 가설시설물 사이의 관계

표 7. 타워크레인 선정의 영향요소 (대한건축학회, p.69)

(a) 위치 선정		(b) 용량 선정		(c) 닷수 결정	
영향요소	중요도	영향요소	중요도	영향요소	중요도
토공사공법	0.219	최고높이	0.182	건물배치	0.200
건물배치	0.137	양중최대하중	0.182	계약공기	0.200
골조공사형식	0.128	골조공사형식	0.182	양중회수	0.200
인접건물	0.122	건물배치	0.182	골조공사형식	0.100
인접도로	0.118	장비사용비용	0.091	공사진척도	0.100
최고높이	0.069	양중위치	0.091	지하층공사	0.100
대지경계	0.069	범위(수평거리)	0.091	장비사용비용	0.100
레벨차이	0.046				
평면형태	0.046				
설치,해체장비	0.046				

가 중요하다는 것으로 이동 거리를 줄이기 위해 서로 인접하여 배치하는 경우를 의미한다. 이러한 근접성을 고려하여 가설시설물의 위치를 결정하는 것은 여유공간의 효율적인 활용을 평가할 수 있으므로 가설계획 대안을 평가하는 방법으로 사용된다. 주요 가설시설물의 근접성을 조사한 결과는 표 8과 같다.

표 8. 가설시설물 사이의 근접성 (대한건축학회, p.71)

가설시설물	1	2	3	4	5	6	7	8	9	비고
T/C	1									
HOIST	2	B								
CPB	3	A	B							
고압 PUMP	4	B	C	A						
현장사무실	5	C	C	C	C					
협력업체사무실	6	C	B	C	C	A				
직영창고	7	C	C	C	C	B	C			
실험실	8	C	C	C	C	A	C	C		
안전교육장	9	C	C	C	C	A	B	C	C	

A : 강한 근접성
 B : 약한 근접성
 C : 근접성이 매우 약하거나 없는 경우

4. 가설계획시스템 개발

4.1 가설시설물 모델과 지식 매트릭스

(1) 가설시설물 모델

가설시설물은 건축공사를 원활하게 수행하기 위해 진행되는 지원시설로서 적당한 규모와 위치를 선정하여 자재나 인력을 운반하거나 작업을 수행한다. 가설시설물은 설치, 사용, 해체 등의 생애주기를 가지며, 일부 시설물은 사용 중에 이동을 하거나 확장 또는 보완 등이 필요한 경우도 있다. 따라서, 가설시설물 모델은 생애주기를 고려하여 일반적인 특성과 세부적인 특성을 갖게 되며, 그림 2와 같은 위계를 통해 구체적인 가설시설물에 대한 정보를 표현한다.

또한, 가설시설물이 지원하는 대상인 작업과 운반대상이 되는 자재 및 인력 등에 대해서도 정의할 필요가 있다. 가설시설물, 자재(인력), 작업 모델을 상호 연계함으로써 가설계획을 수립하는 프로세스로 확장시킬 수 있다.

(2) 가설계획 지식 매트릭스

가설계획 지식은 가설시설물을 현장에 설치하는 과정에서 적용되는 지식이다. 하나의 가설시설물에 대해서 여

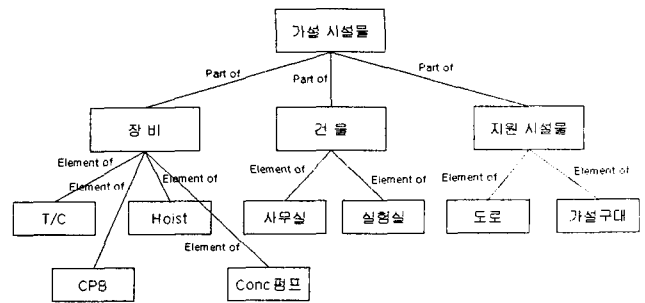


그림 2. 가설시설물 모델의 계층도

러 가지의 결정사항이 있으며, 각 결정사항에는 이에 영향을 미치는 요소들이 다수 존재하므로 이를 모두 고려하여야 한다. 하나의 영향요소는 여러 결정사항에 영향을 주지만, 그림 3과 같이 영향요소와 결정사항의 관계는 일대일(1:1)로 볼 수 있다.

가설계획 지식은 단순한 고려사항에서부터 복잡한 계산을 필요로 하는 것도 있으며, 대부분은 현장 여건에 타당한 것인가를 검토하는 정도이다. 그러나, 지식을 적용하여 선정된 가설시설물은 공사의 공기와 비용에 영향을 주기 때문에 가설계획시스템에서 적절하게 표현하여 사용자가 검토할 수 있도록 저장되어야 한다.

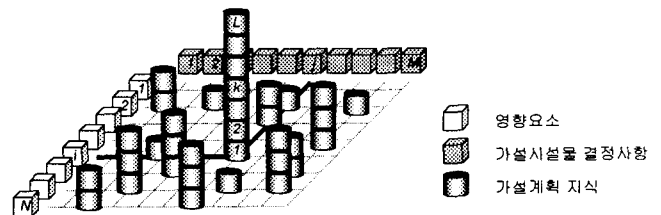


그림 3. 가설계획 지식 매트릭스 개념도

4.2 가설계획의 대안 생성과 평가

(1) 대안 생성

가설계획 대안을 생성하기 위한 프로세스는 필요한 가설시설물을 파악하고 이를 사용하게 될 시간대를 구분하는 과정과 양중 및 운반 대상인 자재의 종류와 물량을 파악하는 과정이 있다. 현장 개요나 인접건물, 도로 등에 대한 관련 정보를 입력한 후에는 각 시간대를 기준으로 가설시설물의 기종이나 규모를 결정하고 배치하여 대안을 생성한다. 대안생성 절차는 그림 4와 같다.

(2) 대안 평가

대안생성 프로세스에 의해 생성된 대안들은 대안 데이터베이스에 저장되어 있다가 그림 5와 같이 대안평가 및 선정 프로세스를 통해 대안평가함수에 의해 평가되며, 평가된 대안과 대안평가의 기준의 중요도를 종합하여 적절한 대안을 선정한다.

가설계획의 대안을 평가하기 위한 기준은 가설시설물 사이의 거리와 가설시설물 설치, 이동, 해체에 관련된 비용이 있다. 또한, 가설시설물의 설치나 이동, 해체에는 별도의 시간이 필요한 경우가 있으므로 이를 대안평가의 기준으로 포함되어야 한다. 이를 위해 각 대안에 대한 점

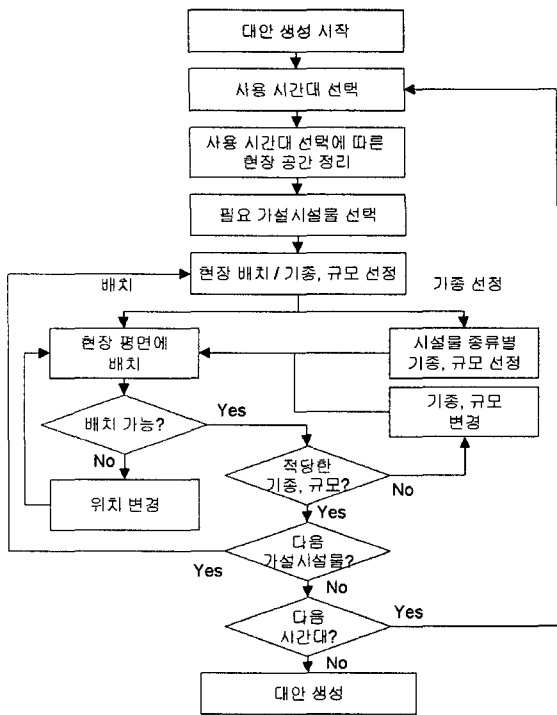


그림 4. 대안생성 프로세스

수를 부여하는 평가함수로 거리, 비용, 공사기간 함수를 제시하였다.

가설시설물간 거리에 의한 현장의 배치계획을 평가하는 함수(f_D)는 식 (1)과 같다. 각 가설시설물 사이의 거리는 현장에서의 위치에 의해 결정되며, 근접성 가중치를 통해 상호관계를 반영할 수 있다.

가설시설물의 비용에는 장비의 경우 임대 또는 구입에 소요되는 비용과 설치, 운영, 이동 및 해체에 관련된 비용이 포함된다. 이 비용들은 각 시간대별로 발생하므로 누적하여 전체 비용을 계산한다. 비용에 의한 대안평가 함

수(f_C)는 식 (2)와 같다.

전체 공사기간은 공사계획을 수립하는 과정에서 결정되므로 식 (3)과 같이 공사기간 평가함수(f_T)는 가설시설물의 설치와 해체 등에 의해 추가되는 기간을 평가한다. 또한, 가설시설물을 규모를 변경하여 발생하는 공기단축 기간도 고려함으로써 대안평가에 실질적으로 필요한 비용과 공기의 균형(trade-off)을 확보할 수 있다. 평가함수에서 공사기간에는 가설시설물의 설치, 해체, 이동에 추가되는 시간과 구조 보강 등에 필요한 시간이 포함되고, 공사가 진행되는 동안 가설시설물의 규모 변경에 의해 공사기간의 증감도 포함된다.

$$f_D = \sum_{z=1}^Z \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N D_{ij} P_{ij} \quad \dots \dots (1)$$

$$f_C = \sum_{z=1}^Z \sum_{i=1}^N (Sc_i + Oc_i + Dc_i + Ec_i) \quad \dots \dots (2)$$

$$f_T = \sum_{z=1}^Z \sum_{i=1}^N (St_i + Mt_i + Dt_i + Et_i) + \sum_{i=1}^N Gt_i \quad \dots \dots (3)$$

- i, j 가설시설물 번호
- N 현장에 배치될 가설시설물의 개수
- z 시간대 번호
- Z 공사기간을 구분한 시간대
- f_D 가설시설물 사이의 거리 평가함수
- D_{ij} 가설시설물 i 와 j 의 거리
- P_{ij} 가설시설물 i 와 j 사이의 근접성 가중치
- f_C 가설시설물 비용 평가함수
- Sc 설치(setup) 비용
- Oc 운영(operation) 비용
- Dc 해체(dismantlement) 비용
- Ec 기타 비용
- f_T 가설시설물 공사시간 평가함수
- St 설치에 의한 추가 기간
- Dt 해체에 의한 추가 기간
- Mt 이동에 의한 추가 기간
- Et 기타 추가 기간 (구조보강 등)
- Gt_i i 번째 가설시설물 규모변경에 의해 증감기간

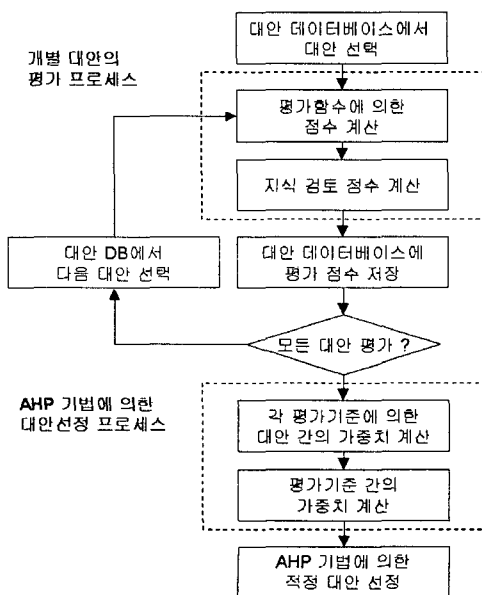


그림 5. 대안평가 및 선정 프로세스

(3) 대안 선정

가설계획 수립자는 여러 대안을 작성하여 각각의 대안의 거리, 비용, 일정 평가함수에 의해 결과를 파악하고, 각 대안의 평가 결과값을 상대적으로 비교 판단하여야 한다. 평가함수 결과가 계산되면 AHP 기법에 의해 식 (4)와 같이 각 대안들을 비교하여 적정한 대안을 선택할 수도 있다.

$$PS_{ik} = PA_{ij} \times PC_{jk} \quad \dots \dots (4)$$

- PS 대안별 종합가중치 행렬
- PA 평가기준별 대안의 가중치 행렬
- PC 평가기준별 가중치 행렬
- i, j, k 가중치 행렬의 행과 열 번호

4.3 시스템 구현

(1) 구현 방법

현장의 가설계획 작성을 지원하기 위한 시스템으로 구

현하기 위해서는 사용자가 가설시설물을 선택하고 배치할 수 있는 방법이 필요하고 시스템에서 생성된 각 대안을 비교할 수 있어야 한다. 따라서, 그래픽 인터페이스 환경에서 Visual Basic 언어를 사용하여 구현하였다.

(2) 구성 요소

가설계획시스템을 구성하는 요소는 그림 6과 같이 현장 정보나 가설시설물 정보를 저장하는 데이터베이스와 가설계획의 대안을 생성하고 평가하는 프로세스를 처리하는 TempPlan(Temporary Facilities Planner)이 있으며, 가설시설물을 데이터베이스에서 선택하여 설치하기 위해 현장의 공간을 표현한 SimSite(Simulated Site)가 있다. 또한, 가설계획의 영향요소와 결정사항의 관계를 검토하고 가설계획 지식을 고려할 수 있는 K-Matrix(Knowledge Matrix)로 구성되어 있다. 각 시스템의 구성 요소는 상호 연관성을 가지고 있으며 사용자가 복잡한 내부 프로세스나 데이터베이스를 다루지 않도록 구성하였다.

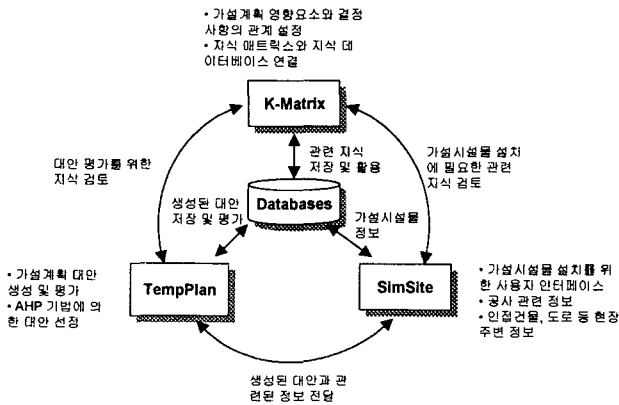


그림 6. 가설계획시스템의 구성

① TempPlan

가설계획의 대안을 생성하고 선정하기 위한 TempPlan은 가설시설물 설치, 대안 평가, 대안 생성의 세부 항목으로 구성하였다. 가설시설물 설치의 가설시설물의 종류를 선택하고 이름을 부여하며, SimSite에 표현하기 위한 방법과 면적을 결정하여 배치한다. 또한 가설시설물의 생애 주기를 고려하기 위하여 시간대를 설정하여야 한다.

생성된 대안의 평가는 대안을 생성하여 저장하는 동안 시스템 내부 프로세스에 의해 처리되며, 사용자는 평가 결과의 이상 유무를 검토하여 사용 불가능한 대안을 제거한다. 대안의 선정은 AHP 기법에 의해 평가기준에 대해 대안을 평가하고 평가기준 사이의 중요도를 평가함으로써 적절한 대안을 찾아낼 수 있다.

② SimSite

가설시설물 배치를 위한 사용자 인터페이스인 SimSite는 현장의 공간을 평면과 입면으로 구분하여 구성하였다. 사용자는 SimSite를 이용하여 가설시설물의 위치가 서로 겹치거나 충돌하는 문제를 검토하고 가설시설물간의 거리를 계산한다.

③ K-Matrix

지식 매트릭스와 관련 지식의 내용을 검토하고 수정하기 위해 영향요소와 결정사항의 관계를 윈도우 화면에 포함하였으며, 관련 지식을 보거나 수정하기 위한 부분도 같이 구현하였다.

가설시설물의 결정사항과 영향요소는 1:1의 관계를 가지고 있지만 이와 관련된 지식은 다수 존재한다. 따라서, 각 지식을 검토하여 반영하거나 추후 결정 혹은 현장 현황에서는 의미가 없다고 결정할 수 있다. 검토가 완료된 지식은 반영된 내용을 기록함으로써 추후 의사결정 내용을 확인하거나 변경할 필요가 있을 때 참조할 수 있도록 하였다.

5. 사례 연구

5.1 대상 현장

(1) 현장 개요

가설계획시스템의 타당성을 분석하고 적용 가능성을 검토하기 위하여 고층의 주상복합건물을 대상으로 사례 연구를 수행하였다. 사례연구의 대상은 장방형의 평면으로 가로가 세로보다 길이가 긴 형태로, 저층부는 1개의 동으로 되어 있으며 5층 이상부터는 두 개의 동으로 분리되어 있다. 저층부가 대지의 대부분을 차지하고 있어 현장 내부의 여유공간이 부족하다. 또한, 인접 지역에 고층의 아파트와 학교 등이 있어 현장 외부의 여유공간이 거의 없다. 사례연구 대상 현장의 개요는 표 9와 같다.

표 9. 사례연구 대상 현장의 개요

항목	내용
명칭	○○동 주상복합빌딩 신축공사
위치	서울 △△구 ○○동
공사기간	2001. 02 - 2004. 02
총공사비	XXX 억원 (공통가설비용 : 총공사비의 약 3%)
가설계획 담당자	○○○ 과장
규모	A동(64평: 37층, 57평: 37층), B동(57평: 29층, 51평: 26층, 51평: 22층)
구조	철근콘크리트 구조
최고높이	121.25 m

(2) 현장 주변환경

현장에는 2개의 접근 도로가 있으며, 고층아파트에 인접하여 있다. 고층아파트는 현장에 매우 근접하여 있으므로 타워크레인을 사용할 경우 충돌이나 낙하와 같은 위험 요소가 있다. 현장 입구의 정면에는 초등학교가 있고 뒤쪽으로 전철역과 고속버스 터미널, 대규모 상업시설이 있으므로 현장에서 발생하는 소음이나 분진으로 인한 민원 문제나 레미콘과 같은 대형 차량의 출입으로 인접도로에 교통 문제를 유발할 수 있는 여건이다.

또한, 인접 지역 내에 여유 대지가 없기 때문에 현장 내부에 야적장 공간이나 작업장, 현장 사무실 등의 필요한 공간을 확보해야 하는 어려움도 가지고 있다.

5.2 가설계획 대안의 생성

(1) 공사정보 입력

현장의 건물 층수, 높이, 공사기간, 총공사비 등의 공사 정보와 발주자, 설계자, 시공자 등의 일반적인 정보를 저장하고, 가설계획을 수립하는 과정에 고려해야 할 특기 사항들도 현장정보 데이터베이스에 축적한다. 또한, 인접한 도로와 건물에 대해서도 입력한다.

(2) 가설시설물 선정

① 양중장비

가설계획을 위한 양중장비를 선정하기 위해서는 물량 정보가 필요하다. 사례에서는 자재 중 철근과 거푸집 품을 중심으로 전체 자재의 일부만을 등록하고 분류하였다. 입력된 자재 정보는 타워크레인 양중 규모 및 댓수를 산정하는데 사용된다. 승강기 산정을 위해서는 단위면적당 양중량, 동별 마감재 양중량, 할중을, 건물의 지상층 연면적과 1일 작업시간 및 1회 양중량을 입력한다.

가설시설물의 중요도 분석에 의하면 고층건축공사에서 가장 먼저 고려해야 하는 것은 타워크레인이다. 적정 규격 및 댓수를 결정하기 위해 타워크레인 양중대상 자재 분류 단계에서 분류된 갱품을 대상으로 양중 가능한 타워크레인의 목록을 검색한다. 이때 검색 기준은 자재 목록 중에서 가장 중량자재인 갱품 10의 12ton이 된다. 또한 장비사용기간 설정을 통해 적정 타워크레인 댓수를 산정하였다. 총 양중소요일수(사례 현장의 공정표를 기준으로 추정) 및 1일 작업가능시간, 1일 및 월별 작업 가능 시간(현장별 평균값 적용) 등을 통해 적정 타워크레인의 댓수를 1대로 산출하였다. 그러나 본 연구에서는 시스템 적정성 평가시 다양한 조건부여를 위해 2대의 타워크레인을 배치하였다.

사례에서는 승강기로 일반적으로 많이 사용되는 호이스트를 선정하는 것으로 예시하였다. 호이스트 선정은 건물별 마감재 양중량 정보와 연면적 등의 기초정보를 통해 건물(동)별로 적정 호이스트의 규격과 댓수를 산출하였다. A동의 경우 2대의 호이스트가 필요한 것으로 산출되었으며, 적합한 호이스트 목록을 검색하여 24/45C - 2.4ton의 호이스트 2대를 결정하였다.

② 양중장비 외 가설시설물

양중장비의 규격 및 댓수 산정을 마친 후 SimSite에서 가설시설물의 배치계획을 수행한다. 먼저 도면상에 배치할 가설시설물 목록을 작성하는데, 양중장비의 경우 앞 단계의 양중장비 선정단계에서 결정된 타워크레인 및 호이스트는 목록에 포함되어 있음을 알 수 있다. 양중장비를 제외한 기타 가설시설물의 경우 본 단계에서 직접 검색하여 사용할 종류를 선택할 수 있다. 현장에서 작성된 공정표를 기본으로 그림 7과 같은 시간대를 설정하여 타워크레인과 가설구대 등의 주요 가설시설물을 설치 시점을 확인한다.

(3) 가설시설물 배치

가설시설물을 선정한 후 그림 8과 같이 사용 시간대에 맞추어 가설시설물을 배치도면에 위치시킨다. 위치가 정해진 가설시설물을 선택하면 비용정보와 이동정보를 입

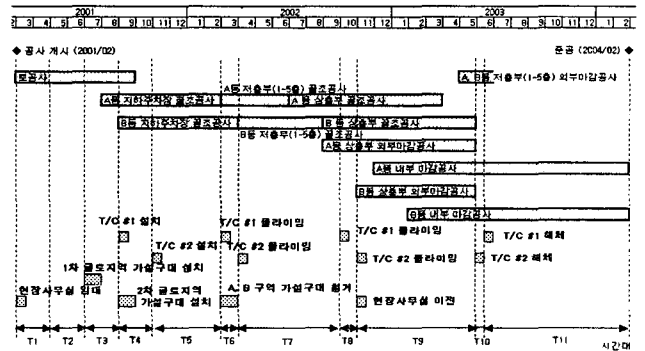


그림 7. 가설시설물 사용 시간대 설정

력할 수 있다. 사례에서는 비용정보 및 이동정보를 실제 현장에서 작성한 자료를 이용하였다. 타워크레인의 이동 정보는 클라이밍(climbing) 정보이며 1차, 2차로 구분하여 입력하였다.

가설시설물의 배치 후 평면 및 입면상의 가설시설물의 생애주기를 검토한다. 각 대안별로 작성된 가설계획 대안별로 배치된 가설시설물의 설치 및 해체 그리고 이동(클라이밍 포함)정보를 확인함으로써 공정별로 변화하는 현장의 상황과 그에 따른 가설시설물의 적정위치를 시각적으로 검토할 수 있다.

또한, 입면 상에서 공정별 진행상황에 따른 양중장비(타워크레인, 호이스트)의 클라이밍 높이를 검토하면서 적정 위치 및 규격을 결정할 수 있다.

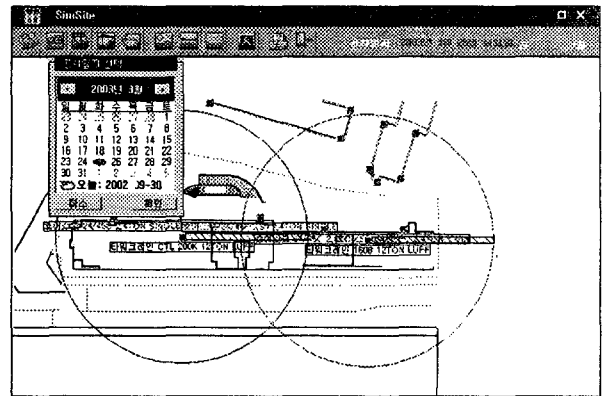


그림 8. 가설시설물의 배치와 검토

(4) 대안 등록

사용하려는 가설시설물의 배치가 완료되면 대안으로 등록한다. 가설시설물의 종류나 위치를 변경하여 새로운 대안으로 등록할 수 있다. 다양한 대안이 만들어지면 평가 과정을 통해 비교하여 선택한다. 사례에서는 3가지의 대안을 등록하여 비교하였다.

(5) 가설계획 지식의 검토

K-Matrix의 세부 모듈은 가설계획의 의사결정을 지원하는 가이드 역할을 수행한다. 세부적으로는 지식 체크리스트와 지식 검색 모듈로 구분된다. 그림 9와 같이, 사용자는 SimSite에서 가설시설물을 배치하는 과정과 관련된 지식을 검토하여 지식의 반영여부를 확인할 수 있다.

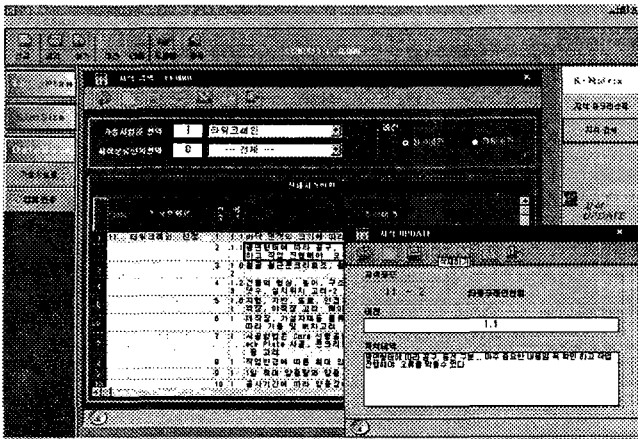


그림 9. 관련 지식의 검토

5.3 가설계획 대안의 평가 및 선정

(1) 평가기준에 의한 대안 평가

가설계획의 대안으로 등록된 3가지 대안에 대하여 비용, 공사기간, 거리를 기준으로 상대평가를 실시한다. 등록된 대안이 많아질수록 평가 횟수도 증가하지만, AHP 기법에 의한 상대평가는 2개의 대안을 상호비교하기 때문에 수월하게 비교를 할 수 있다. 다만, 사용자의 판단에 따라 평가 결과가 달라질 수 있다. 평가결과에 대한 타당성은 평가의 정합도(Consistency Ratio)를 계산하여 판단할 수 있다.

(2) 평가기준의 중요도 평가

현장의 상황이나 개인적인 차이에 의해 평가기준인 비용과 공사기간, 거리의 중요도가 서로 다를 수 있다. 이를 반영하여야 종합적인 대안을 생성할 수 있으며, 시스템에서는 대안평가와 동일한 방법을 평가기준을 비교할 수 있다.

(3) 대안 종합 평가 및 최종안 선정

평가기준에 의한 대안 평가와 평가기준의 상대평가 결과를 종합하여 최종 결과를 도출한다. 그림 10은 최종 평가 결과로서 '대안 3'이 가중치 '0.456'의 값을 받아 적정 대안으로 산출되었다.

5.4 시스템 적용 결과 및 평가

사례 연구를 통해 사용성과 타당성을 평가한 결과, 지식의 축적과 검증하는 방법이 부족하며 가설계획의 범위를 제한함으로써 실무에 적용하기 어려운 점이 나타나고 있다. 그러나, 개인의 경험과 지식, 실적자료, 기존의 가설계획 절차 등을 이용하여 수행하고 있는 가설계획을 체계적인 절차와 지식의 활용을 통해 수립이 가능하다는 점을 보여주었다.

또한, 가설계획의 대안을 평가하는 요소로서 공사비와 공사기간, 가설시설물 사이의 거리는 보편적인 판단의 근거로서 가설계획에서도 적용 가능하다는 점을 보여주었다. 따라서, 가설계획시스템이 사용자의 의사결정과 시스템의 정보 제공의 관계를 적당히 이용한다면 보다 현실적인 가설계획 도구로 활용될 수 있을 것이다.

대안	비용	기간	거리	합계
1	0.695	0.147	0.104	
2	0.174	0.788	0.258	
3	0.131	0.065	0.638	
합계	1.000	1.000	1.000	

대안	비용	기간	거리	합계
1	0.673, 910	3, 414	70.142	0.166
2	5, 415, 570	3, 581	90	0.379
3	2, 875, 390	3, 765	76	0.456

그림 10. 대안 종합 평가 및 최종안 선정

6. 결론

본 연구는 고층건축공사의 가설계획을 지원하기 위한 시스템 개발을 목적으로 하고 있다. 이를 달성하기 위하여 가설계획 프로세스와 영향요소를 분석하고, 전문가의 지식을 활용하는 방법을 제시하였으며, 사용자 편의를 위한 그래픽 환경의 가설계획시스템을 구현하였다. 이상의 연구결과에 의한 결론은 다음과 같다.

(1) 가설계획 수립 방법과 절차를 문헌과 전문가 자문에 의해 가설계획에 영향을 주는 요소를 파악하여 중요도를 분석하였다. 이 중요도는 가설계획 수립과정에 필요한 다수의 영향요소를 중요한 순서대로 적용함으로써 상대적으로 의사결정에 영향도가 적은 요소는 제거할 수 있도록 하였다.

(2) 가설계획을 수립하는 과정에서 검토되는 고려사항들을 가설계획의 영향요소와 가설시설물의 결정사항으로 구분하여 관계를 설정하고 관련 지식을 연결하는 지식 매트릭스를 제안하였다. 이를 통해 실적 자료와 개인의 지식과 경험에 의해 검토되던 고려사항들을 체계적이고 합리적인 평가 방법의 수립으로 가설계획의 의사결정 과정에 적용할 수 있었다.

(3) 고층건축공사의 가설계획은 양중계획을 위한 양중장비 선택이 중요하며, 장비의 선택과 위치선정은 다른 가설시설물의 위치선정과 규모에 영향을 준다. 본 연구에서는 가설시설물을 중심으로 가설계획시스템을 제시하고 구현함으로써 기존의 가설계획에서 분리되어 계획되었던 양중계획과 배치계획을 동시에 고려할 수 있는 방법을 제안하였다.

(4) 가설계획의 대안을 평가하고 선정하기 위하여 가설시설물의 생애주기를 고려하여 시간대에 따른 비용과 일정으로 검토할 수 있는 객관적인 평가 방법을 제시하였다. 또한, 현장에서의 가설시설물의 위치를 평가하여 여유공간 활용의 효율성을 검토할 수 있는 방법을 동시에 제시하였다.

(5) 본 연구에서 개발한 가설계획시스템의 타당성과 적

용성을 검증하기 위해 사례 연구를 수행하였다. 검증한 결과, 가설계획시스템은 가설계획의 대안을 생성하고 평가할 수 있는 방법이며, 기존의 가설계획 방법에 비해 가설계획 지식을 활용한 의사결정 도구로서의 역할을 충분히 수행하는 것으로 입증되었다.

참고문헌

1. 김문한 외, 건설경영공학, 기문당, 1999
2. 남시대, 양중작업의 효율화 방안에 관한 연구, 고려대 석사논문, 1996
3. 대한건축학회, 고층건축공사의 지식기반 가설계획시스템 개발 연차보고서, 건설교통부, 2001
4. 신현식 외, 건축시공학, 문운당, 1998
5. 안병주 외, "고층 건물 공사 현장 레이아웃 최적화에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 1999.12, pp.107-118
6. 이재용 외 "고층 건축공사의 양중계획 최적화 방안에 관한 연구(2)", 대한건축학회 학술발표대회논문집, 14(2), pp.785-790
7. 주진호, 고층건축공사에 있어서 타워크레인의 최적위치 선정 방안, 중앙대 석사논문, 1994
8. 최인성, 초고층건축의 양중계획에 관한 연구, 중앙대 박사논문, 1985
9. 허담 외, "고층 건축공사의 양중계획 최적화 방안에 관한 연구(1)", 대한건축학회 학술발표대회논문집, 14(2), pp.779-784
10. Furusaka, S. & Gray, C., "A Model for the Selection of the Optimum Crane for Construction Sites", *Constr. Mngmt. & Economics*, Vol.2, 1984.2, pp.157-176
11. Gray, C. & Little, J., "A systematic approach to the selection of an appropriate crane for a construction site", *Constr. Mngmt. & Economics*, 1985, pp.121-144
12. Hardie, Glenn M., *Building Construction : Principles, Practices, and Materials*, Prentice-Hall, 1995
13. Hegazy, T. & Elbeltagi, E., "Evosite : Evolution-Based Model for Site Layout Planning", *ASCE J. of Comp. in Civil Engrg.*, 13(3), 1999, pp.198-206
14. Hornaday, W. C. & Haas, C. T. "Computer-Aided Planning for Heavy Lifts", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.*, 119(3), 1993, pp.498-515
15. Illingworth, J. R., *Construction Methods and Planning*, 2nd Ed., E & FN SPON, 2000
16. Li, Heng & Love, Peter E. D., "Site-Level Facilities Layout Using Genetic Algorithms", *ASCE J. of Comp. in Civil Engrg.*, 12(4), 1998, pp.227-231
17. Lin, Kuo-Liang & Haas, Carl T. "Multiple Heavy Lifts Optimization", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.* 122(4), 1996, pp.354-362
18. Saaty, Thomas. L., *The Analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation*, McGraw-Hill International Book Co., 1980
19. Tommelein, I. D. et al, "Interactive Dynamic Layout Planning", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.*, 119(2), 1993, pp.266-287
20. Tommelein, I. D. et al, "Sightplan Model for Site Layout", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.*, 118(4), 1992, pp.749-766
21. Yeh, I-Cheng, "Construction-Site Layout Using Annealed Neural Network", *ASCE J. of Comp. in Civil Engrg.*, 9(3), 1995, pp.201-208
22. Zhang, P. et al., "Location Optimization for a Group of Tower Cranes", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.*, 125(2), 1999, pp.115-122
23. Zouein, P. & Tommelein, I. D., "Dynamic Layout Planning Using a Hybrid Incremental Solution Method", *ASCE J. of Constr. Engrg. & Mngmt.*, 125(6), 1999, pp.400-408
24. 田村 恭 編著, 建築施工法-工事計劃と管理, 丸善株式會社, 1998

Abstract

The high-rise building construction field in the urban area is short of working space because it is surrounded by adjacent buildings and nearby roads. The insufficient space causes problems of interference and conflicts in transporting materials and working at the site. These problems can be resolved partly through the proper selection and layout of temporary facilities.

A method proposed in this paper supports a decision-maker to evaluate and select the alternatives of temporary facilities plans by establishing and analyzing processes and influence factors of them. Knowledges considered in planning temporary facilities layout are structured and a program is implemented for a field manager. Case studies are performed to evaluate the feasibility and applicability of the proposed method.

Keywords : Temporary Facility Planning, Vertical Transportation Planning, Site Layout Planning, Temporary Facility, High-rise Building Projects