

건축물의 합성 지하옹벽 거푸집에 대한 편익 · 비용 분석 연구

Benefit/Cost Analysis of Form Work Methods for Composite Basement Wall in Building Constructions

김 재 엽* 김 광 희** 안 성 훈*** 이 지 영****
Kim, Jae Yeob Kim, Gwang-Hee Ahn, Sung-Hoon Lee, Ji-Young

Abstract

This study surveys the types of form works used for constructing composite basement walls found in domestic construction sites. Based on expert surveys, the research provides criteria for selecting a form work type and cost-benefit analysis for different types of form works. In selecting a form work type, safety was considered the most important factor. It is induced from the survey that a successful construction requires a form work type that could solidly bear the lateral pressure of concrete rather than other types that cut back the cost and shorten the construction period. In the cost-benefit analysis, the benefit was the highest in 'euro-form+soldier system', and the cost was most competent in 'rib-lath+soldier system'. In considering benefit and cost together, 'euro-form+soldier system' was judged to be the best option. This is likely to be attributed to the following reasons: site workers are familiar with euro-forms because it is the most widely used; and, soldier system is more reliable in bearing lateral pressure compared to steel pipes.

키워드: 지하옹벽, 거푸집공사, AHP, 편익/비용 분석

Keywords : basement wall, form work, AHP, benefit/cost analysis

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축공사에 있어서 지하공사는 공정계획에서 주공정(critical path)으로서, 전체공사기간과 공사비에서 차지하는 비율이 높은 공종 중의 하나이다. 특히 도심지에서 시공되는 건축물의 지하공사는 높은 지가와 주차공간의 확보 등의 이유 때문에 점차 대형화되어 굴착심도가 30m 이상까지 깊어지는 건물들이 해마다 증가하고 있다.¹⁾ 또한 최근 건축물의 고층화 경향과 초고층 아파트의 등장으로 아파트 주차장이 지하화됨에 따라 건축물에서 지하공간의 필요성은 점차 확대되고 있는 것이 현실이다.

지하공사에서 거푸집공사는 공사기간과 공사비 측면에서 비중이 매우 크고, 골조공사의 품질과 안전 등의 요소에도 많은 영향을 미치는 공종이라 할 수 있다. 이러한 거푸집공사의 원활한 수행을 위해서는 현장여건에 맞는 적절한 거푸집공법을 선정하는 것이 매우 중요하다. 그리

나 이러한 거푸집공법의 선정이 국내 건축공사 현장에서 과학적인 방법에 의해 이루어지지 못하고 있는 것이 현실이다²⁾. 특히 합성 지하옹벽의 경우에는 국내 건축공사 현장에 본격적으로 도입된 지 얼마 되지 않고 경험과 실적자료가 많지 않기 때문에 제한적인 경험을 바탕으로 거푸집공법을 선정하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용한 편익 · 비용 분석 방법을 도입함으로써 합성 지하옹벽 거푸집에 대한 체계적인 선정 방법을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

1.2 연구의 방법 및 범위

연구 방법으로는 우선 합성옹벽 거푸집공사와 관련된 기존 연구와 문헌을 통하여 연구목표를 설정하고 AHP이론에 대한 기존문헌을 고찰하였다. 또한 국내 합성 지하옹벽 거푸집공사의 실태를 분석하기 위하여 2007년 4월 현재 공사가 진행 중이거나 최근에 완공된 건축물의 거푸집공사 자료를 수집하여 분석하였다. 지하 2층 이상의 지하공사를 대상으로 하였으며 45개의 공사자료가 실태 분석에 이용되었다.

1) 이창남, 건축구조 뿌리에서 새순까지 I, 기문당, 1998.5, p. 57.
2) 김광희, 강경인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), p.p. 181-188, 2003.

* 주저자, 충주대학교 건축공학과 조교수
** 목포대학교 건설공학부 건축공학전공 조교수
*** 교신저자, 고려대학교 건축공학과 연구조교수
(shan7208@hanmail.net)
**** 충주대학교 산업대학원 석사과정

본 연구는 건설교통부 건설핵심연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심C24)에 의해 수행되었습니다.

거푸집공법의 선정을 위한 평가기준을 도출하기 위해 기존 문헌 및 연구에 대한 고찰과 실무 전문가들에 대한 면담조사를 실시하였다. 실태 분석에 의해 국내 건축공사 현장에서 일반적으로 사용되는 합성 지하옹벽 거푸집의 유형을 분류하고 도출된 평가기준에 의해 유형별 특성을 분석하였다.

평가기준에 의한 특성 분석 방법으로는 계층분석적 의사결정방법에 의한 편익/비용 분석법이 사용되었다³⁾. 거푸집의 평가에는 정량적인 요소뿐만 아니라 정성적인 요소들도 고려되는 것이 일반적이다. AHP기법은 거푸집공법의 선정과 같은 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 분석할 수 있는 과학적인 방법을 제공하고 있다. 또한 비용/편익 분석은 거푸집 유형에 따른 편익적 가치와 비용적인 가치를 동시에 고려하여 체계적인 특성 분석을 가능하게 한다.

표 1. 지하공사 거푸집관련 기존연구

연구분야	연구자	연구 내용
합성 지하옹벽	오승준 (2003.03)	지하 합성벽 구조 공법의 현장 적용 시 정량적인 제한조건 평가를 통한 현장 적용성 평가방법 제안
	정경진 (2004.10)	지하공사의 흙막이 공법의 선정을 위해 AHP를 이용한 제한 조건 검토를 하여 프로세스와 개념적 모델 제안.
거푸집 개발	김동완 (2005.10)	벽식 구조 건축물의 내력벽과 바닥슬래브를 동시 타설과 철근망의 선조립으로 공기 단축형 시스템 거푸집 제시
	김광희 (2003.08)	초고층 골조공사의 공기단축과 인력투입의 최소화, 작업의 안전성 향상 등의 효과적인 유닛 테이블폼의 개발 및 적용.
	김준호 (2006.10)	공동주택의 공기단축을 위해 기존 유로폼과 알루미늄 폼의 문제점을 개선, 새로운 거푸집 시스템을 현장 적용, 개선점 제시
	장지선 (2005.10)	초고층 건축물의 거푸집 공사의 cycle 단계의 영향요인을 AHP를 적용하여 각 요인들에 대한 상대적 중요도 평가.
거푸집 선정	김성근 (2006.11)	초고층 건축물 바닥판 거푸집의 체계적인 선정을 위해 의사결정지원시스템을 구축,
	신윤석 (2006.02)	초고층 건축공사 바닥판 거푸집 시스템을 AHP를 이용한 편익/비용분석 결과를 통하여 선정 및 개발 방향 제시
	김태훈 (2006.10)	초고층 바닥판 거푸집 결정을 위해 다중 판별 분석을 활용하여 의사결정지원모델을 구축.
	Hanna (1992)	전문가시스템을 이용하여 거푸집 선정 시의 의사결정 지원 모델 제시
	Elazouni (2005)	뉴럴네트워크를 이용하여 새로운 거푸집의 적합성을 평가하는 방법을 제안.

1.3 기존 연구

합성 지하옹벽 거푸집과 관련된 기존연구들을 분석해 보면, 표 1과 같이 지하합성옹벽에 관한 연구와 거푸집개발, 거푸집 선정에 관한 연구로 구분할 수 있었다. 표에 나타난 바와 같이 거푸집 개발 및 선정에 관련된 연구들

3) 조근태 외(2003), 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정, 동현출판사, p.p. 115-130.

도 대부분 초고층 건물의 상부 구조물에 관한 것으로써 지하공사의 벽체 거푸집공사에 대한 연구는 미흡한 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 건축물의 지하옹벽 거푸집 공법을 연구대상으로 하여 편익/비용 분석을 이용한 합리적인 거푸집공법 선정방안을 제시하고자 하였다.

2. AHP와 합성 지하옹벽공사에 대한 이론 고찰

2.1 계층분석적 의사결정 기법

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 1970년대 초반 Tomas. L. Saaty에 의하여 개발된 계층분석적 의사결정 방법으로 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 방법이다.

2.2 AHP를 이용한 단순 편익/비용 분석

본 연구에서는 AHP를 이용한 단순 편익/비용 분석을 채택하였다. 단순 편익/비용 분석은 비용에 관한 항목으로 구성되는 비용계층(cost hierarchy)과 편익에 관한 항목으로 구성되는 편익계층(benefit hierarchy)을 따로 설계하여 각 계층별로 대안에 대한 우선순위를 구하고, 비용계층에서의 대안의 우선순위와 편익계층에서의 대안의 우선순위를 편익/비용 비율을 계산하여 중요도를 산출하는 방법이다. 분자(편익)나 분모(비용) 양쪽에 동일한 가중치가 주어지는 1:1의 선호를 가정한 방법으로, 편익계층에서 높은 가중치는 높은 선호를 나타내는 것이지만, 비용계층은 높은 가중치는 낮은 선호를 나타내게 된다⁴⁾.

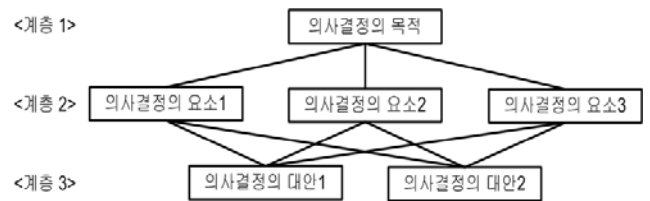


그림 1. AHP 계층 구성도

단순편익/비용분석 절차는 다음과 같다. 우선 첫 번째 단계에서는 의사결정문제를 상호관련된 의사결정사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층을 설정한다. 편익/비용분석을 위해 편익측면의 평가기준으로 구성된 비용계층과 비용측면으로 구성된 비용계층으로 각각 설계하여 계층 구성을 하게 된다(그림1 참조). 두 번째 단계에서는 비용 및 편익계층내의 의사결정 요소들간 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 상위계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 부여한다. 세 번째 단계는 고유치방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중값을 산정하는 과정이다. 일관성 비율을 이용하여 일

4) 조근태 외(2003), 전제서.

관성을 체크할 수 있다. 통상 그 비율이 10%이내에 들 경우, 해당 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 본다. 마지막으로 네 번째 단계에서는 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 우선순위를 종합화한다. 비용측면의 우선순위와 편익측면의 우선순위를 각각 도출하고 이의 비율을 구해 대안의 우선순위를 설정하게 된다(표2 참조).

표 2. 쌍대비교의 척도

중요도	정의	내용
1	비슷함	어떤 기준에 대하여 두 활동이 비슷한 공현도를 가진다고 판단됨
3	약간 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 약간 선호됨
5	중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 강하게 선호됨
7	매우 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 매우 강하게 선호됨
9	극히 중요함	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 극히 선호됨
2, 4, 6, 8	위 값들의 중간값	경험과 판단에 의하여 비교 값이 위 값들의 중간 값에 해당한다고 판단될 경우 사용함

2.3 합성 지하옹벽 공사

흙막이공사는 터파기 공사 중의 토압과 수압 등의 측압에 대해 저항하고 주변지반의 침하와 인접구조물의 보호를 목적으로 시공되는데 직접 흙에 접하는 흙막이벽과 이를 지지하는 지보공으로 구성되며, 흙막이벽을 구성하는 재료와 지보공의 형식 등에 따라 구분한다.

합성 지하옹벽은 굴착공사 이후 버려진 기존의 흙막이를 지하옹벽을 함께 시공하도록 하는데, CIP, SCW 등의 주열식 흙막이뿐만이 아닌 얽지말뚝, 카운터 월 등 여러 가지 흙막이 공법에 사용되고 있다. 그림2는 대표적으로 사용되고 있는 CIP를 이용하여 합성지하 옹벽을 형성한 것이다.

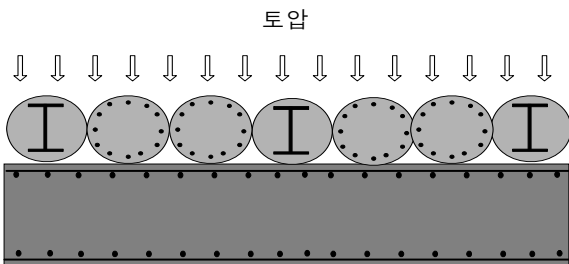


그림 2. CIP에 적용된 일반 합성옹벽

기존의 합성 지하옹벽공사 이외에도 CBS(Composite Basement Wall) 공법이 개발되어 사용되고 있다. 이것은 그림3과 같이 CIP, SCW 등 주열식 흙막이를 이용하여 응력부담체인 H-Pile에 전단연결재(Stud, U-bar)를 이용하여 건축물의 콘크리트 옹벽과 합성하여 영구적인 구조물(합성옹벽)을 형성하는 공법이다. 본 공법은 흙막이 공사에서 필요하였던 H-Pile을 옹벽과 합성 거동시켜 벽체

의 두께를 줄여 공사비용의 절감을 기대할 뿐만 아니라, 폐기물의 재활용으로 환경적인 측면에서도 기여를 할 수 있는 공법이라 할 수 있다⁵⁾.

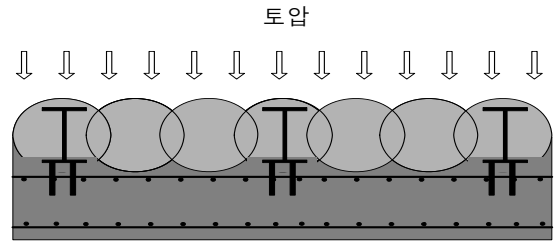


그림 3. CBS공법의 합성원리

3. 거푸집공법 적용 실태 및 선정 시 평가기준

3.1 합성 지하옹벽 공사 실태

1) 실태 조사 개요

합성 지하옹벽공사의 실태를 분석하기 위해서 2001년 이후에 착공한 45개의 국내 건축공사에 대한 자료를 수집하여 분석하였다. 이 현장들은 지하옹벽을 흙막이와 합성하여 지하옹벽을 시공한 프로젝트들로 2007년 4월 현재 공사를 완료하였거나 공사 중인 현장을 대상으로 하였다.

2) 흙막이의 유형

합성 지하옹벽에 적용된 흙막이의 유형을 분석해 본 결과 그림4와 같이 CIP와 SCW와 같은 주열식 흙막이가 가장 높은 빈도를 보였다. 이외에도 얽지말뚝공법, 지하연속벽 하부의 카운터 월, 쏘일네일링 등의 다양한 흙막이에 합성 지하옹벽이 적용되고 있는 것으로 나타났다.

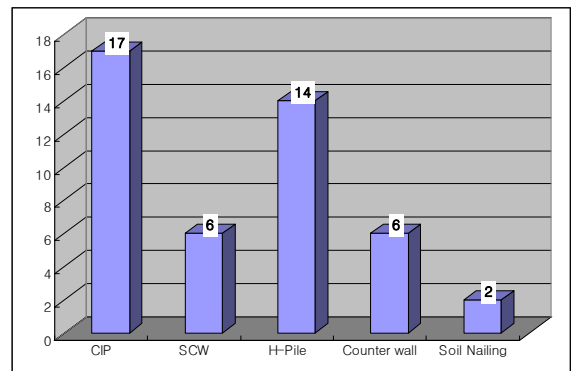


그림 4. 합벽공사에 사용된 흙막이 유형

3.2 합성 지하옹벽 거푸집공법 적용 실태

1) 거푸집 유형 분류

합성 지하옹벽에 적용된 거푸집 유형을 공사자료를 토대로 분석한 결과 표3과 같이 5개의 유형으로 분류할 수 있었다. 이외에도 스틸폼, 알폼 등의 다양한 공법들이 존재할 수 있으나 본 연구에서 수집한 자료에서 사례가 없

5) 삼성중공업, 한양대학교, CBS공법의 개발 및 성능평가에 관한 연구, 2001.3, p.p. 13-31.

있고 국내 현장에서 일반적으로 사용되고 있는 공법유형으로 범위를 한정하여 연구를 진행하였다.

표 3. 합성 지하옹벽 거푸집 유형

거푸집유형	정의
유로+솔져	거푸집널로 유로폼을 사용하고 지지체로 합벽전용 지지틀인 합벽지지대(솔져시스템)를 사용하는 유형
리브+솔져	거푸집널로 리브라스를 사용하고 지지체로 합벽전용 지지틀인 합벽지지대(솔져시스템)를 사용하는 유형
합판+솔져	거푸집널로 내수합판을 사용하고 지지체로 합벽전용 지지틀인 합벽지지대(솔져시스템)를 사용하는 유형
유로+강관	거푸집널로 유로폼을 사용하고 지지체로 강관파이프/ 폼타이를 사용하는 유형
합판+강관	거푸집널로 내수합판을 사용하고 지지체로 강관파이프/ 폼타이를 사용하는 유형

2) 거푸집 적용실태

본 연구에서 수집한 공사자료를 분석하여 합성 지하옹벽에 적용된 거푸집 유형을 분석한 결과는 그림5와 같다. 유로폼과 합벽지지대(솔져 시스템)에 의한 거푸집 구성이 전체의 83%로서 가장 일반적인 유형으로 조사되었다. 이외에는 리브라스와 솔져시스템, 내수합판과 솔져시스템, 유로폼과 강관파이프, 합판과 강관파이프 등이 일부 현장에서 사용된 것으로 조사되었다.

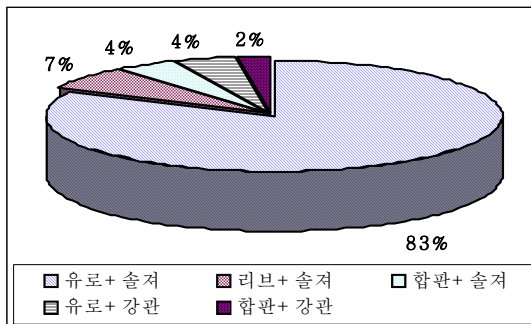


그림 5. 거푸집 유형별 적용 실태

이와 같이 국내 건축공사 현장에서 합성 지하옹벽의 시공은 매우 활발하게 활용되고 있음을 알 수 있었으며 거푸집널로는 재래식 공법이라 할 수 있는 유로폼이 가장 많이 선택되고 있는 것으로 조사되었고, 최근에 국내 현장에서 사용되기 시작한 리브라스도 일부 현장에서 활용되고 있는 것을 할 수 있었다. 또한 측압 지지체로서는 측압지지의 안정성 측면에서 뛰어난 솔져시스템이 가장 선호되고 있는 것으로 나타났다.

3.3 합성 지하옹벽 거푸집공법 선정 평가기준

합성 지하옹벽 공사의 거푸집 공법 선정 시의 평가기준을 도출하기 위해 건축공사의 4대 관리라 할 수 있는 공사비, 공기, 품질, 안전을 상위계층으로 설정하였다. 또한 세부 평가기준은 기존연구와 문헌에 의한 사전조사와 전문가 면담을 통해 도출하였으며⁶⁾, 표4, 5와 같이 편익

적 측면과 비용적 측면에서 각각 7개의 세부 평가기준을 도출하여 연구를 수행하였다.

표 4. 편익측면 평가기준

상위 평가항목	하위 평가항목	평가
공기	작업기간 단축	합성 지하옹벽 거푸집관련 공사별 특성에 따라 공사의 작업기간 단축
	수익성 증가	관련공사의 전체적인 수익성의 증가
공사비	현장정리비 및 민원처리비 감소	합성 지하옹벽 거푸집 특성에 따라 현장의 쾌적성 및 주변환경에 미치는 영향이 달라져 현장 정리에 투입되는 비용 및 관련 민원을 처리하기 위한 비용이 감소됨
	타공정연계성	합성 지하옹벽 거푸집공사 방법에 따른 타공정과의 연계성
품질	신뢰도 향상	합성 지하옹벽 거푸집공사에 따라 발생할 수 있는 합벽의 품질 신뢰도/안정성
	인력투입 감소	기계화 시공으로 인한 인력의존도를 줄이면서 안전성 향상에 기여
안전	안전재해 감소	거푸집별 특성에 따른 안전재해 발생을 감소

표 5. 비용측면 평가기준

상위 평가항목	하위 평가항목	평가
공기	간접비	본사 및 현장 운영에 필요한 일반관리비 및 프로젝트를 진행하는데 필요한 비용을 차입(조달)함으로써 발생하는 각종 경비 (이자 포함) 등.
	자재비	합성 지하옹벽공사를 진행하는데 발생하는 거푸집 관련 자재비
공사비	노무비	합성 지하옹벽공사를 진행하는데 발생하는 거푸집 관련 인건비
	하자보수비	합성 지하옹벽 거푸집 공사 품질불량으로 발생하는 각종 하자에 대한 보수비용
품질	품질관리비	품질을 관리하기 위해 투입되는 비용(계측비 등)
	재해보상비	재해 발생 시 수습하기 위해 투입되는 각종 비용(치료비, 보상비 등)
안전	안전관리비	안전을 확보하기 위해 투입되는 비용

4. 합성 지하옹벽 거푸집공법 선정

4.1 AHP를 이용한 편익/비용 분석

합성 지하옹벽공사의 거푸집 공법 선정을 위하여 본 연구에서는 AHP를 이용한 편익/비용분석을 실시하였다. 거푸집 선정하는데 있어 영향요인에 따른 비용적 평가요인과 편익적 평가요인들을 선정하고 그림 6, 7과 같이 각각 계층 구성하였다.

6) AHP를 적용하기 위해서는 공법별로 비교할 수 있는 평가기준, 즉 현장에서 의사결정시 판단의 기준이 되는 요소들을 비용과 편익 측면에서 잘 설계하는 것이 매우 중요합니다. 그러나 매우 전문성이 요구되는 부분이기 때문에 설문 등의 방법보다는 다수의 전문가(현장소장 이상급)에 대한 직접 면담조사가 가장 적절한 방법이라 하였습니다. 따라서 본 연구에서는 이 과정에서 면담조사에 의해 평가기준을 도출하였습니다.

편익/비용의 계층구성의 쌍대비교를 하기위해 건축물 골조공사의 실무자들을 대상으로 설문조사를 하였다. 설문 응답자들은 거푸집 공사에 대한 충분한 경험을 가진 전문가들로서 평균 공사경력은 13년 이상이었다. 수집된 설문은 일관성 검토를 위하여 일관성 비율(CR)이 0.1 이하인 것을 확인하고 분석에 사용하였다. 수집된 16부의 설문을 이용하여 상용 프로그램인 Expert Choice를 이용하여 지하 합성옹벽공사의 거푸집공법 선정 평가기준의 가중치를 산출하였다(그림 8참조). 편익과 비용 모두 각각의 설문에 대한 가중치를 산출하여 기하평균을 통해 결과 값을 얻을 수 있었다.

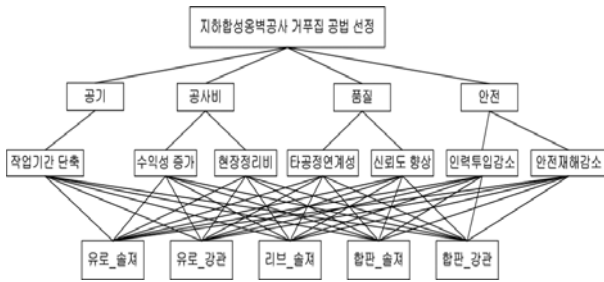


그림 6. 편익측면의 계층평가 구성도



그림 7. 비용측면의 계층평가 구성도

4.2 분석 결과

AHP를 이용한 단순 편익/비용분석 결과, 표 6, 7과 같이 비용과 편익에 각 계층의 구성요인에 대한 가중치를 얻을 수 있었다. 분석결과에 따르면 상위계층인 비용계층에서는 안전(0.538), 품질(0.282), 공기(0.112), 공사비(0.068)순으로 나타났고, 편익계층에서는 안전(0.493), 품질(0.311), 공기(0.126), 공사비(0.070)순으로 중요도가 나타나, 두 계층 모두 안전이 가장 중요한 평가기준으로 분석되었다. 이것은 합성 지하옹벽 거푸집의 선정에 있어 가장 중요한 것은 거푸집에 작용하는 콘크리트 측압을 안전하게 지지하는 것이 가장 중요하다는 의견으로 분석된다. 즉 거푸집공사에서는 거푸집이 밀려 터지는 것을 방지함으로써 안전과 품질 측면의 관리가 이루어 질 수 있다는 것으로 해석된다.

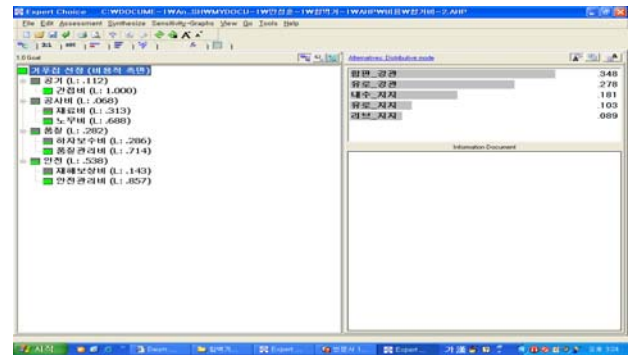


그림 8. Expert Choice의 출력 화면

거푸집공법의 선정에서 편익적인 측면은 ‘유료+솔져’가 0.391로 가장 높게 나타났다. 이는 안전, 품질 등 모든 측면에서 다른 대안보다 높은 편익이 기대되기 때문인 것으로 사료된다. ‘리브+솔져’와 ‘합판+솔져’의 경우 ‘유료+

표 6. 편익적 측면

목적	상위기준		하위기준		대 안				
	평가기준	가중치	평가기준	가중치	합판+솔져	리브+솔져	유료+솔져	유료+강관	합판+강관
합성 지하옹벽 공사의 거푸집공법 선정	공기	0.126	작업기간단축	1.000	0.031	0.023	0.048	0.014	0.010
	공사비	0.070	수익성증가	0.722	0.012	0.006	0.020	0.009	0.004
	안전	0.493	현장정리비 감소	0.278	0.005	0.004	0.007	0.002	0.005
			안전재해감소	0.808	0.098	0.074	0.159	0.039	0.028
품질	0.311	인력투입감소	0.192	0.016	0.026	0.036	0.010	0.007	
		신뢰도향상	0.323	0.027	0.018	0.041	0.009	0.006	
		타공정연계성	0.677	0.025	0.057	0.080	0.034	0.015	
평가대안의 종합가중치					0.214	0.208	0.390	0.117	0.071

표 7. 비용적 측면

목적	상위기준		하위기준		대 안				
	평가기준	가중치	평가기준	가중치	합판+솔져	리브+솔져	유료+솔져	유료+강관	합판+강관
합성 지하옹벽 공사의 거푸집공법 선정	공기	0.112	간접비	1.000	0.041	0.011	0.021	0.008	0.030
	공사비	0.068	노무비	0.688	0.011	0.003	0.005	0.008	0.020
			재료비	0.313	0.009	0.005	0.004	0.001	0.002
	안전	0.538	안전관리비	0.857	0.073	0.036	0.049	0.132	0.173
재해보상비			0.143	0.010	0.006	0.008	0.022	0.031	
품질	0.282	품질관리비	0.714	0.027	0.021	0.013	0.084	0.057	
		하자보수비	0.286	0.010	0.007	0.005	0.024	0.034	
평가대안의 종합가중치					0.181	0.089	0.105	0.279	0.347

솔져'와 유사한 편익을 보이고 있으나 현장정리비 감소, 인력투입감소 등에서 낮은 편익을 보이고 있어 장기적으로는 안전성과 경제성에서는 불리할 것으로 보인다.

비용측면은 '리브+솔져'가 가장 비용이 적게 들어가는 것으로 나타났다. '리브+솔져'의 경우 재료비 측면에서 높게 나타나고, 노무비와 안전관리비, 품질관리비 등에서 낮게 나타났다. 이것은 다른 대안에 비해 단가는 높지만, 인건비와 안전, 품질관리비를 줄일 수 있다는 것으로 판단된다. 그 외에 다른 거푸집의 경우 비슷한 값을 나타내고 있지만 '합판+솔져'의 경우는 전체적으로 높은 값을 보여 다른 대안들보다 불리한 것으로 보인다.

표 8. 편익/비용 분석 결과

평가 대안	편익(B)	비용(C)	편익/비용(B/C)	순위
유료+솔져	0.391	0.103	3.80	1
리브+솔져	0.208	0.089	2.34	2
합판+솔져	0.213	0.181	1.18	3
유료+강관	0.118	0.278	0.42	4
합판+강관	0.07	0.348	0.20	5

최종적으로 편익/비용 분석을 통한 단위 비용당 편익을 비교한 결과 표 8과 같이 '유료+솔져'가 가장 좋은 대안으로 나타났다. 이것은 '유료+솔져'가 재료비 등의 단가 차이에서 불리하게 작용하지만 안전성을 향상시켜 안전으로 인한 비용을 막는 것이 효과적이기 때문인 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 국내 건축공사 현장에서 사용되고 있는 합성 지하옹벽 거푸집 유형에 대한 실태를 조사하고, 거푸집 선정시의 평가요인과 유형별 편익/비용을 전문가 설문문을 바탕으로 분석하여 제시하였다.

거푸집 선정 시의 평가요인에 대한 분석에서는 비용과 편익 모두에서 안전이 가장 중요한 요인으로 분석되었다. 이것은 합성 지하옹벽의 거푸집 유형 선정에 있어서 거푸집에 작용하는 콘크리트측압을 안전하게 지지할 수 있는 거푸집을 선정하는 것이 거푸집공사비를 절감하고 공사기간을 단축할 수 있는 거푸집을 선정하는 것보다 성공적인 공사수행에 유리하다는 전문가들의 의견으로 분석할 수 있다.

거푸집 유형별 편익/비용 분석에서는 편익측면에서는 '유료폼+솔져시스템', 비용 측면에서는 '리브라스+솔져시스템'이 가장 높게 나타났다. 비용과 편익을 종합적으로 고려한 결과에서는 '유료폼+솔져시스템'이 가장 높게 나타났다. 이것은 유료폼이 가장 일반화되어 있기 때문에 현장실무자들에게 익숙하고, 솔져시스템은 측압에 대해서 강관파이프보다는 안정적이기 때문인 것으로 사료된다.

AHP를 이용한 편익/비용 분석 등에 의한 체계적인 거푸집 선정 방법은 기존의 거푸집공법 선정방법에 대한 대안으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 실질

적으로 이용 가능한 방법이 되기 위해서는 평가요인의 세분화와 평가가중치 등에 대한 추가적인 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김광희 외(2003), 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계, p.p. 181- 188.
2. 김동완 외(2005), 벽식구조 건축물의 공기단축을 위한 거푸집시스템, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 25권 1호, p.p. 205-208
3. 김성근 외(2006), 초고층 건축공사 바닥 거푸집 선정에 위한 의사결정지원시스템, 대한건축학회 구조계, 20(11), p.p.207-214.
4. 김준호(2006), 공기단축을 위한 시스템 폼의 현장 적용성 평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 구조계, 26권 1호, p.p. 437-440
5. 김태훈 외(2006), 다중판별분석을 통한 초고층 바닥 거푸집 산정 모델, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 구조계, 26권 1호, p.p. 597-600
6. 삼성중공업(2001), 한양대학교, CBS공법의 개발 및 성능평가에 관한 연구, p.p. 13-31.
7. 신윤석 외(2006), 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집시스템 선정에 관한 연구, 대한건축학회 구조계, 22(2), p.p.147-154.
8. 오승준 외(2003), 사전검토단계에서 제한조건 분석에 의한 지하 합성벽 공법의 현장 적용성 평가에 관한 연구, 대한건축학회 구조계, 19(3), p.p. 115-122.
9. 이창남(1998), 건축구조 뿌리에서 새순까지 I, 기문당, p. 57.
10. 장지선 외(2005), 국내 초고층 거푸집 공사기간에 영향을 미치는 주요요인 평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 구조계, 25권 1호, p.p. 281-284
11. 정경진 외(2004), 지하공사 지식기반 적정공법 선정에 위한 프로세스에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 24(2), p.p.639-642.
12. 정상진외(2004), 리브라스 거푸집의 적용을 위한 실험적 연구, 한국건축시공학회논문집, p. 103.
13. 조근태외(2003), 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정, 동현출판사, p.p. 115-130.
14. Elazouni, A. M., Ali, A. F., Abdel-Razek, R. H.(2005), Estimating the Acceptability of New Formwork Systems Using Neural Networks, Journal of Construction Engineering and Management, 131(1), p.p. 33-41.
15. Hanna, A. S., Willenbrock, J. H., Sanvido, V. E.(1992), Knowledge Acquisition and Development for Formwork Selection System, Journal of Construction Engineering and management, 118(1), p.p. 179-198.