

적정 흙막이 공법 선정을 위한 웹 기반 의사결정 지원 시스템

A Web-based Decision Support System for Selecting Optimal Retaining Wall Systems

김혜원* 최명석** 이강***

Kim, Hye Won Choi, Myung Seok Lee, Ghang

요약

건설 생애 전 주기 중에서 기획단계의 지반 조사로 시작되는 흙막이 공법의 선정은 잘못 선정될 경우 해당 프로젝트의 공사비와 공기에 끼치는 영향이 매우 크다. 그렇기 때문에 공법 선정의 요인 및 프로세스에 관련된 연구가 많이 발표되었지만 일반인들의 활용이 어려워 실용화되지 못하고 있다. 본 연구에서는 본 연구의 선행연구에서 개발한 흙막이 공법 선정 프로세스에 기반하여 웹 기반 의사결정 지원시스템을 개발하였다. ASP.NET을 이용하여 사용자들의 접근성을 높이고 자료의 보완 및 수정이 용이한 웹 기반 시스템인 Dr. Underground로 발전시켰다. 이 의사결정 지원 시스템은 일반인들이 쉽게 접근하여 건축물 기본 요구 사항과 대지 조건, 인접 대지 조건을 입력하면, 해당 프로젝트에 적절한 흙막이 공법을 선정해주고 그에 대한 상세 정보를 제공해준다.

키워드: 흙막이 공법 선정, 웹 기반 의사 결정 지원 시스템

1. 서론

2.1 연구 배경 및 목적

건설 생애 전 주기는 기획, 설계, 계획, 시공, 유지 관리 단계로 나눌 수 있다. 기획단계에서 유지 관리 단계로 갈수록 설계변경이 전체 프로젝트에 미치는 영향력은 작아지지만, 그에 따른 공사비와 공사기간은 급격하게 늘어난다.

흙막이 공법을 선정하는 것은 기획단계에서부터 시작된다. 설계가 시작되기 전에 지질조사가 이루어진 후에 선정된다. 그리고 선정된 흙막이 공법으로 시공 단계에 흙막이 공사를 시작하게 된다. 흙막이 공법이 잘못 선정되면 시공이 시작되고 나서야 그 변경이 요청된다. 또한 흙막이 공사는 전체 시공 기간 중에서 약 1/3로 산정할 정도로 전체 공기에서 차지하는 비

중이 굉장히 크다. 그렇기 때문에 흙막이 공법을 잘못 선정할 경우, 해당 프로젝트의 공사비 증가와 공기 연장으로 인한 피해가 굉장히 크다.

이러한 이유로 흙막이 공법을 선정하는 프로세스에 관한 많은 연구가 발표되었다. 하지만 그 요인이나 프로세스를 도출해내서 기존프로젝트에 적용시켜 본 후 비교하는 것에 그칠 뿐이고, 의사결정자가 실제로 그 프로세스를 이용하여 선정한 사례는 없다.

선행 연구에서 기존의 공사 사례를 근거로 하여 흙막이 공법 선정에 필요한 프로세스를 도출해낸 바 있다. 본 연구에서는 이를 WWW(World Wide Web)에 적용시켜 접근성이 용이한 시스템으로 발전시키고자 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 흙막이 공사를 크게 흙막이 벽체, 지보공, 차수보강으로 나누었다. 선행 연구에 의하여 개발된 흙막이 공법 선정 알고리즘을 웹을 기반으로 하는 의사 결정 지원 시스템 개발하는 것을 이 연구의 범위로 한다.

1.3 기존 연구 고찰

건축 분야에서 의사결정은 생애 전 주기동안 빈번

* 일반회원, 연세대학교 건축공학과 석사과정, wonnyam@naver.com

** 일반회원, 연세대학교 건축공학과 석사과정, isedyou@hanmail.net

*** 중신회원, 연세대학교 건축공학과 조교수, Ph.D., 교신저자, glee@yonsei.ac.kr

본 연구는 건설교통부가 출연하고, 한국건설교통기술평가원에 시행한 2005년도 건설핵심기술 연구사업 "공기단축형 복합 구조시스템 건설기술" (과제번호: 05 RND 건설핵심 D02-01)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

하게 일어난다. 이러한 의사 결정을 지원하기 위한 의사 결정 지원 시스템에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. 김태훈 외 (2007)는 초고층 건축물의 바닥과 외벽 거푸집을 선정할 때, 의사결정나무를 이용하여 그 선정 모델을 제시하고 있다. 최병한(2007)은 강 프레임 구조물을 설계할 때, 최적 설계 외에 몇 가지 대안 설계를 제시해주고 의사 결정자가 최소 경비 설계에 대한 결정을 지원하는 시스템을 개발하였다.

이러한 의사 결정 지원 시스템이 몇몇 연구에서는 웹 기반으로 개발되었다. Ekambaram과 Mohan(2005)는 의사결정자가 해당 프로젝트의 설계-시공업자를 선정하기 전에, 지원업체들의 입찰참가자격 사전 심사를 제공하여 의사결정자가 적절한 업체를 선정할 수 있도록 지원하는 웹 기반 시스템의 프레임워크를 제시하고 있다. 김성근 외(2006)는 초고층 건축물을 시공할 때에 적정 바닥 거푸집을 선정하기 위해 해당 프로젝트에 적용 가능한 바닥판 거푸집의 후보군을 제안하는 웹 기반의 의사 결정 지원 시스템을 구축하였다.

흙막이 공법의 선정에 대해서는 인공 신경망(김재엽 2003), 사례 기반 추론(김재엽 2004), 신경망과 사례 기반 추론(김재엽 2006), Support Vector Machine(박우열 2006) 등의 데이터마이닝 기법을 이용한 선정 모델이 제안되고 있다. 그러나 위의 연구들처럼 의사결정지원 시스템이나 웹 기반 의사결정 지원 시스템으로 구축된 연구는 아직 드물다.

2. 웹 기반 의사 결정 지원 시스템

2.1 흙막이 공사의 개요

지하구조를 공사하기 위해서는 굴토공사가 수반된다. 하지만 토압이나 토질, 지하수위 등의 영향으로 인하여 토사가 무너질 가능성이 있다. 굴토를 진행하면서 이와 같은 사고를 예방하기 위한 구조물을 설치하게 되는데, 이것이 바로 흙막이다. 흙막이 공법은 흙막이 벽체, 지보공, 차수보강 공법으로 크게 세 가지로 나누어 말할 수 있다. 지보공은 흙막이 벽체를 시공할 때, 토압을 지지하기 위하여 시공된다. 또한 공사 현장의 지반이 연약지반이거나 지하수위가 높을 때, 차수 및 지반 보강을 한다.

흙막이 공법을 잘못 선정하는 경우, 공사 기간이나 비용의 측면에서 받게 되는 영향은 매우 크다. 기존 연구에 따르면 선정이 잘못되어 지반이 붕괴되는 경우에는 전체 공사비의 10%~46%에 해당하는 공사비가 추가된다고 한다(고광노 외 2007). 그렇기 때문에 해당 프로젝트에 적절한 흙막이 공법을 선정하는 것은 매우 중요하다.

2.2 흙막이 공법의 의사 결정 지원

본 연구를 위하여 139개의 도심지 토공사 시공 사

례를 수집하였다. 데이터마이닝을 통하여 유용한 패턴을 추론하기에는 사례수가 부족하였다. 따라서 로지스틱 회귀분석을 통해 공법선정에 영향을 주는 통계적으로 유의미한 요인을 추출하고, 이 과정에서 사례수 부족으로 인한 통계적 문제점들을 보완하며 진행하였다. 그 결과로 건축물의 기본 요구 사항, 대지 조건, 인접대지의 조건에 대한 몇 가지 요인을 찾았다. 이후 현장 전문가 및 관련 문헌에 의해 검토하는 연속적인 과정을 거쳐 제안된 흙막이 공법 의사 결정 프로세스를 도출하였다.

2.3 웹 기반 의사결정 지원 시스템

많은 대안 중에서 하나를 선택하는 것을 의사 결정이라고 한다. 의사 결정을 할 때, 의사 결정자가 데이터나 데이터 모델을 이용하여 의사 결정을 할 때 도움을 주는 시스템을 의사 결정 지원 시스템이라고 한다. 웹 기반의 의사 결정 지원 시스템을 개발하는 이유로는 Web이 가진 다음과 같은 특징들을 꼽을 수 있다.

- 허가된 사용자는 누구든지 접근이 가능하다.
- 24시간동안 언제든지, 인터넷이 가능한 곳이라면 어디서든 접근이 가능하다.
- 디자인에 따라 사용하기가 굉장히 쉬워진다.
- 사용자들의 지식 관리 시스템의 역할을 한다.
- 사용자들의 요구를 반영하고, 정보를 업데이트하는 것이 용이하다.

이러한 특징들을 고려하여, 본 연구에서는 흙막이 공법 선정의 의사 결정 지원 시스템을 웹 기반 시스템으로 개발하였다.

3. Dr. Underground

이 웹 기반 의사결정 지원 시스템은 선정 프로세스 자체는 닷넷 기반 언어 중의 하나인 Visual Basic.NET과 ASP.NET을 이용하여 작성하였다. 데이터베이스는 MS Access를 이용하여 구성하였다. Dr. Underground에서는 공법에 대한 상세 정보와 도식화된 해당 공법 프로세스가 데이터베이스로 구축되었다. 입력된 정보를 선정 프로세스에 사용하거나, 해당 공법에 대한 정보를 불러오기 위하여 데이터베이스에 질의는 SQL문을 통하여 하였다.

3.1 입력

3.1.1 현장 조건 입력

앞서 제시한 공법 선정 프로세스를 적용하기 위해서는 사용자가 건축물의 시공 시 기본적으로 요구되는 사항과 대지 조건, 인접 대지의 조건을 입력해야 한다. 그 세부 내용은 다음 표1과 같다.

표 1 선정 프로세스 입력 사항

건축물 기본 요구 사항	굴착심도 굴착 면적
--------------	---------------

	건축물의 지상 층수 타다운 적용 필요성 차수 및 지반 보강 필요성
대지 조건	지하수위 지시암층 시작 깊이 굴착저면 안정성 주요 토질 전석층 포함 여부 사질토 포함 여부
인접대지 조건	인접건물과의 거리 인접건물의 총 층수 소음 및 진동에 취약 침하 위험성

굴착 심도, 굴착 면적과 같은 항목들은 수치 데이터이기 때문에 숫자로 입력한다. 그 외의 차수 및 지반 보강 필요성, 굴착저면 안정성 등의 항목에 대해서 사용자들은 '예-아니오'로 선택이 가능하고, 그 결과는 'TRUE'와 'FALSE'로 각각 선정 프로세스에 입력된다. 이 중 '소음 및 진동에 취약' 항목은 민원과 직접적인 관계가 있는 항목으로 '민원 발생 가능성 있음'과 '민원 발생 가능성 없음'으로 입력된다. 또한 사용자로부터 입력 받은 현장 정보는 데이터베이스에 자동적으로 저장되어 지속적인 현장 정보 자료의 수집이 가능해진다. 이렇게 입력된 정보들은 이후 흠막이 공법 선정 프로세스를 보완하는 유용한 자료로 사용된다.

3.1.2 공법 추가 입력

흠막이 공법은 기술의 발달로 인해 기존의 공법이 변형되거나 새로운 공법이 개발되는 경우가 많다. 이러한 경우에 대비하여, 새로운 공법을 추가할 수 있도록 제작하였다.

새로운 공법에 대한 설명을 각 항목별로 적고, 시공 플로우차트와 관련 사진은 그림파일로 올릴 수 있도록 하였다. 이렇게 입력된 정보는 SQL문을 이용하여 바로 데이터베이스에 저장이 되도록 하였다.

3.2 프로세스

이 프로세스는 의사결정나무의 구조를 가지고 있으며, 각각의 노드가 두 개의 자식노드를 가지고 있어 '예-아니오'에 답을 하면서 터미널 노드까지 진행해 나가는 이진트리구조이다. 사용자가 입력한 해당 프로젝트에 대한 정보들은 각각의 노드에서 다음 노드로 이동할 때 선택의 기준이 된다. 흠막이 공법 선정 지원 프로세스에서 지보공을 선정할 때에는 가장 먼저 영구 구조물을 선정한 후 그라운드 앵커를 설치할 필요가 있는지 확인을 하도록 설계되어 있다. 그리고 차수보강은 지반 조사 결과 지하수위가 높거나 연약지반인 경우에 시공되기 때문에, 이러한 경우에만 선정하도록 하였다. 이 선정 프로세스는 사용자가 흠막이 공법을 선정하고 난 후 그 과정을 확인할 수 있도록 제공된다. 이 내용에 대해서는 뒤에 다시 설명하였다.

3.3 출력

3.3.1 선정 결과

앞의 프로세스를 통하여 본 시스템은 해당 공사 현장에 적절한 흠막이공법을 추천하여 준다. 이 때 흠막이 공법은 흠막이 벽체와 지보공, 차수보강 공법으로 세분화되어 각각의 적절한 공법이 추천된다. 각각의 항목별로 추천되는 세부 공법의 종류는 표2와 같다.

표 2 흠막이 세부 공법

흠막이	세부 공법
흠막이 벽체	<ul style="list-style-type: none"> H-Pile+토류판 SCW Sheet Pile C.I.P Slurry wall
지보공	<ul style="list-style-type: none"> Strut Ground Anchor
차수보강공법	<ul style="list-style-type: none"> LW Grouting JSP Grouting

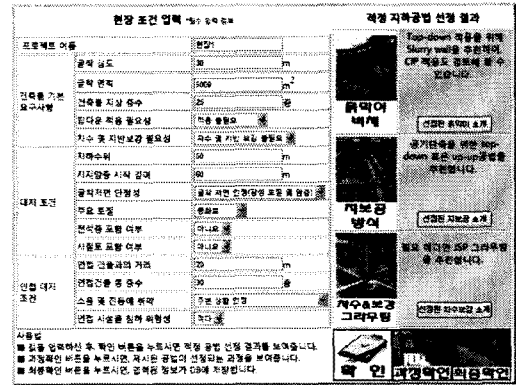


그림 1 현장 조건 입력 및 선정 결과 출력 화면

3.3.2 선정 과정

Dr. Underground에서 사용되는 흠막이 공법 선정 프로세스는 도식화되어 데이터베이스에 저장이 되어 있다. 공법이 선정이 된 후, 사용자는 도식화된 프로세스를 통하여 선정된 공법이 어떤 절차로 선정되었는지 확인할 수 있다. 흠막이 공법 선정 프로세스는 하이퍼링크를 이용하여 쉽게 접근이 가능하도록 하였다. 확인한 후에는 선정 과정에 대한 의견을 입력하고, 이 의견은 데이터베이스에 저장된다. 이후 관리자는 의견들을 수렴하여 흠막이공법 선정 프로세스를 수정, 보완하는데 참고할 수 있다.

3.3.3 공법 설명

사용자는 선정된 공법에 대한 정보를 얻을 수 있다. 모든 공법에 대한 시공 상세 및 소개 정보는 데이터베이스에 저장되어 있다. 이 데이터베이스에는 각 흠막이 공법의 개요, 적용 조건, 시공 시 주의사항, 장단점, 필요한 장비, 간략한 시공 순서, 해당 현장의 사진이 저장되어 있다. 흠막이 선정이 되고 난 후 링크를 이용하여 해당 소개 웹페이지로 넘어갈 수 있도록 되어 있다. 그림2는 'H-pile+토류판'에 관한

공법 설명 웹페이지이다.

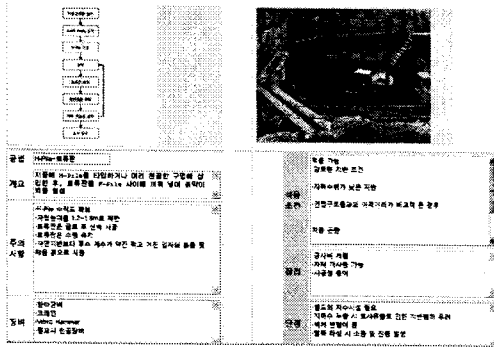


그림 2 공법에 대한 상세 설명

4. 결론 및 향후 계획

흙막이는 굴토 도중에 토사가 무너지는 것을 방지하기 위하여 설치하는 구조물로 그 공법의 종류는 매우 다양하다. 흙막이는 그 공법이 올바르게 선정되었을 경우 공기를 크게 단축시키고 공사비를 절감할 수 있다. 하지만 잘못 선정되었을 경우에는 그 결과가 역으로 나타난다. 본 연구에서는 흙막이 공법을 선정하는 과정에서 합리적인 의사 결정을 지원하고 해당 시스템을 손쉽게 사용할 수 있도록 웹 기반의 의사결정 지원 시스템을 구축하였다. 이 시스템에 사용된 흙막이 공법 선정 프로세스 모델은 사례를 기반으로 하였다. 그렇게 개발된 모델을 VB.NET, ASP.NET 등을 이용하여 웹 기반 흙막이 공법 선정 지원 시스템인 Dr. Underground로 구축하였다.

Dr. Underground의 의사결정 지원 기능을 강화하기 위해서 앞으로 보완될 부분이 있다. 현재의 개발된 웹의 디자인은 초기 디자인으로 아직 사용자의 편의성이 고려되지 못하였다. 그렇기 때문에 무엇보다도 사용자의 편의를 위해 디자인이 개선되어야 한다.

그리고 해당 프로젝트의 자동 4D CAD 생성과 개략적인 지하공사의 비용 산출을 지원하고자 한다. 이

를 통하여 크게 두 가지 점을 개선시키고자 한다. 먼저 의사 결정자는 추천을 받은 공법과 다른 공법의 공정과 공사비를 비교하는 것이 가능하게 되어 의사 결정에 도움을 받을 수 있을 것이다. 그리고 다른 한 가지는 사용자가 공법의 공정을 좀 더 손쉽게 이해할 수 있도록 도울 수 있을 것이다.

5. 참고 문헌

1. 고광노, 이강. (2007). “터파기 공사 사고가 공사에 미치는 경제적 영향.” 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, pp.643-646
2. 김성근, 이용균, 조훈희, 강경인. (2006). “초고층 건축공사 바닥 거푸집 선정을 위한 의사결정지원 시스템.” 대한건축학회 논문집(구조계), 22(11), pp.207-214
3. 김재엽, 서장우, 강경인. (2003). “신경망을 이용한 흙막이 지지보강 공법 선정 모델 개발에 관한 연구.” 대한건축학회 논문집(구조계), 19(5), pp.121-128
4. 김재엽, 박우열, 김광희, 김중구. (2004). “사례기반추론을 이용한 흙막이공법 선정모델에 관한 연구.” 한국건설관리학회, 5(5), pp.76-83
5. 김재엽, 박우열, 김광희. (2006). “신경망과 사례기반추론을 이용한 흙막이공법 선정에 관한 연구.” 대한건축학회 논문집(구조계), 22(5), pp.187-194
6. 김태훈, 신윤석, 이용균, 강경인. (2007). “의사결정나무를 이용한 초고층 건축공사 거푸집 선정 지원 모델,” 대한건축학회 논문집(구조계), 23(11), pp.117-124
7. 박우열, 김재엽. (2006). “Support Vector Machine을 이용한 흙막이공법 선정모델에 관한 연구.” 한국건설관리학회 논문집, 7(2), pp.118-126
8. 최병한. (2007). “강 프레임 구조물 설계를 위한 의사 결정 지원 시스템의 개발.” 한국강구조학회 논문집, 19(1), pp.29-41
9. Palaneeswaran, E.and Kumaraswamy, M. M., (2005). “Web-Based Client Advisory Decision Support System for Design-Build Prequalification.” Journal of Computing in civil engineering, 19(1), pp.69-81

Abstract

A retaining wall system suitable for a construction project is selected on the basis of subsoil conditions. If the decision-maker selects an improper system, it has a negative effect on the cost and schedule of the construction project. There have been many studies related to the models and processes for selecting optimal retaining wall systems. However, engineers who are not familiar with formal analysis methods could not easily utilize the formal methods proposed by previous studies. In order to overcome this problem, we developed a web-based decision support system called Dr. Underground, which is both physically and technically easily accessible by engineers. Dr. Underground was developed based on a selection method developed from a precedent research project. It was developed using a server-side web language ASP.NET and MS Access as a database. Decision-makers can input data about the building's condition, construction site conditions and adjacent site conditions in this system. Based on the input data, Dr. Underground recommends an optimal retaining wall system for the inputted conditions and provides detail information on the system..

Keywords : Retaining wall selection, Web-based Decision support system