

설계프로젝트 참여자간 협업지원을 위한 설계협업관리 시스템 개발

Development of Design Collaboration Management System for Multiple Participants in Design Projects

이 지 희* 이 준 성** 신 승 우*** 박 경 록**** 임 지 연*****
Lee, Jee-Hee Yi, June-Seong Shin, Seung-Woo Park, Kyung-Rog Lim, Ji-Youn

요 약

건축프로젝트는 다수의 참여자가 공동의 목표 실현을 위해 다양하고 복합적인 형태로 상호협력 구조를 형성하게 된다. 그 중에서도 프로젝트의 초기단계에 속하는 설계프로젝트는 프로젝트 전체의 품질을 결정하는 중요한 단계라 할 수 있으며 참여주체간의 밀접하고 지속적인 협력체계를 필요로 한다.

이에 본 연구에서는 설계프로젝트단계의 원활한 협업구조를 통한 프로젝트의 성공적 수행 지원을 목표로 프로젝트 참여주체 간 이동 정보 및 협의를 지원하는 설계협업관리 시스템을 개발하였다. 연구 수행을 위해 설계관련 실무전문가들과의 면담을 실시하여 국내 설계협업관리 현황 및 협업 저해 요인들을 파악하였고, 요인분석을 통해 발주자 협업관리 요소와 엔지니어 협업관리 요소를 도출하였다. 또한, 도출된 관리요소를 바탕으로 설계협업관리 프로세스를 제안함으로써 시스템적 관리방안의 틀을 정립하였고, 이를 통해 발주자/설계자/엔지니어의 협력지원 시스템인 설계협업관리 시스템을 개발하였다. 본 연구에서 제안하는 설계협업관리 시스템은 효율적인 설계프로젝트 수행을 위한 지원수단으로써, 프로젝트 참여자의 협업을 최대화시킬 수 있는 관리방안을 제시할 수 있다. 향후 이와같은 설계관리 기술분야의 지속적인 연구개발을 통해 설계품질의 향상 및 설계프로젝트의 경쟁력 제고를 기대해본다.

키워드 : 설계협업, 설계관리 시스템, 요인분석

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트는 다양한 참여주체간의 지속적인 의사교환과 이를 구체화시키는 협업 과정의 연속이라 할 수 있다. 기획 단계부터 설계, 시공 및 유지관리 단계에 이르기까지 건설프로젝트 생애주기 단계별로 참여하는 주체는 매우 다양하며 포괄적이다. 그 중에서도 설계단계는 프로젝트의 초기단계로서 다수의 주체 간 연결 관계가 밀접하고, 설계단계의 성과물이 전체 프로젝트의 품질을 결정하는 주요 요인이라는 점에서 체계적인 협업관리가 요구되는 부분이다. 또한, 설계의 기술적 요구가 복잡하고 설계조

건이 까다로워지면서 관련조직이 증가하고 설계기간 및 설계 검증을 위한 피드백시간이 더욱 요구되고 있다(나경철 외 2001).

설계프로젝트에 참여하는 협업 주체는 크게 발주자, 설계자, 엔지니어로 정의할 수 있는데 주체 간 협력관계를 고려해 볼 때 설계단계의 협력구조는 설계자와 발주자, 설계자와 엔지니어 간의 협업으로 구분할 수 있겠다. 그 중 발주자와 설계자간의 협업 관계는 주체 간 상대적인 전문지식의 차이로 인해 원활한 소통이 어려운 것이 사실이다. 더구나, 설계프로젝트와 같이 발주자가 프로젝트의 진행과정에 개입하여 최종성과물에 영향을 미치는 정도가 큰 경우(이지희 외 2009) 상호 협력적 구조는 필수적이라 할 수 있다.

* 일반회원, 이화여자대학교 건축공학과 석사과정, zehele@hotmail.com

** 중신회원, 이화여자대학교 건축공학과 조교수, 공학박사(교신저자), jsyi@ewha.ac.kr

*** 일반회원, 이화여자대학교 건축공학과 박사과정, gigsbunny@hotmail.com

**** 일반회원, 이화여자대학교 건축공학과 석사과정, kyungrog@hotmail.com

***** 일반회원, 이화여자대학교 건축공학과 석사과정, moonurella@hotmail.com

또한, 건축 이외의 구조, 기계, 전기, 토목 등과 같은 다양한 전문가 집단의 참여는 설계자와 엔지니어간의 지속적이며 체계적인 협업관리를 요구하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 발주자-설계자, 설계자-엔지니어간의 협업을 지원할 수 있는 체계를 구축하고, 이들 간의 원활한 소통과 정보흐름을 지원·관리하는 시스템을 개발하여 설계프로젝트 참여자간의 협력 구조를 형성함으로써 궁극적으로 설계프로젝트의 선진화에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 건축 설계단계의 분야별 협력구조 구축을 위한 협업지원 틀로서 발주자, 설계자, 엔지니어의 통합설계협업시스템을 제안한다. 이를 위하여 설계프로젝트 내에서 각 주체별 협력구조를 파악한 결과 발주자와 엔지니어의 직접적인 협력 구조는 미미하다는 판단으로, 이들의 중간 매개주체인 설계자를 대상으로, 설계자 입장에서 협력시스템을 개발하는 것을 본 연구의 범위로 선정하였다. 본 연구에서 제안하는 설계협업관리시스템은 프로젝트 참여자간 협력구조를 저해하는 요소들을 도출·정의하여 그 요소들을 시스템적으로 해결하고자 하였다. 이를 통해 각 참여주체들은 시스템 상에서 필요정보들을 교환하며 검토, 수정 및 보완을 통한 상호협의를 실현할 수 있다.

본 연구의 수행과정은 다음과 같다.

첫째, 설계관련 전문가들과의 면담을 통해 국내 설계협업관리 현황을 분석하였고, 설계협업 관련 국내외 연구문헌 고찰을 통해 본 연구가 나아가야 할 방향을 설정하였다.

둘째, 상기단계에서 도출된 협업 저해요인을 바탕으로 국내 설계관련 실무자 35인을 대상으로 설문조사를 실시하고, 이를 통해 실무자들이 인식하고 있는 주요 협업관리 요소를 분석하였다.

셋째, 설문조사 결과에 대한 요인분석(Factor Analysis)을 실시하였으며, 그 결과를 토대로 발주자 협업관리 요인은 4가지, 엔지니어 협업관리 요인은 3가지로 분류하였다.

넷째, 요인분석을 통해 분류된 관리요인집합을 시스템적으로 해결하기 위한 체계를 구성함으로써 시스템적 활용방안을 제시하였다.

다섯째, 본 연구의 결론 및 시사점을 정리하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 설계협업(Design Cooperation) 정의

일반적으로 협업이라 함은 프로젝트에 참여하는 다양한 분야

의 전문가들이 공동의 목표를 달성하기 위해 상호 협력하는 작업 형태를 의미한다.

건축 설계프로젝트에서의 협업은 여러 선행연구자들에 의해 정의되고 있는데, 전재열(2003)은 '협력'의 의미를 건축설계단계에서의 협력설계로서 해석하여 "정합성(consistency)과 생산성(productivity)을 유지하기 위한 합작방식(collaborative manner)의 설계 협동작업(design team work)"이라고 정의하였다.

신재원(2006)은 협력업무 대상간의 이동정보에 초점을 맞춰, 협력 설계를 "건축주를 포함한 건축, 구조, 기계설비, 전기, 토목, 조정, 인테리어 등의 모든 설계 참여주체들이 각각의 업무를 수행하는 과정에서 발생하는 정보들을 교환하고 의견을 주고받는 전체과정"으로 정의하였다.

본 연구에서는 기존 연구들에서 정의된 설계협업의 기본 개념을 바탕으로 설계프로젝트 참여주체를 발주자, 설계자, 엔지니어(구조, 기계, 전기, 조정 등)로 구분하고 이들 간의 협력 메커니즘을 지원하는 관리방안을 제시하고자 한다.

2.2 국내 설계협업 현황

건축 프로젝트의 총 생애주기 측면에서 볼 때 설계단계는 프로젝트의 초기단계로 볼 수 있으며, 설계단계에서 작성되는 도서는 전체 시공의 품질을 결정하는 중요한 요소라고 할 수 있다(나경철 외 2001). 하나의 건축물을 완성하기 위해 설계단계에서 수행되는 업무는 그 양이 방대할 뿐 아니라, 수행 주체도 매우 다양하여 효과적인 관리가 쉽지 않은 것이 사실이다. 또한, 프로젝트 초기에는 최종 의사결정권자인 발주자의 요구사항이 구체적이고 명확하지 않아 설계프로젝트 진행에 많은 어려움을 겪게 된다.

이러한 인식을 바탕으로 본 연구에서는 국내의 설계협업 관리 현황을 파악하고자 국내 건축설계관련 업무 실무자를 대상으로 전문가 면담 및 설문¹⁾을 실시하였고 그 결과 다음과 같은 문제점이 도출되었다.

먼저, 발주자와 설계자의 협업을 저해하는 주요 요인으로는 발주자의 전문성 부족으로 인한 프로젝트에 대한 낮은 이해 정도, 이에 따른 무리한 요구 등이 가장 큰 문제로 지적되었다. 이는 결국 발주자와 설계자가 결과물에 대해 서로 다른 그림을 그리는 동상이몽의 상황을 초래하여 전체 프로젝트의 품질을 저하

1) 본 연구에서 수행한 전문가 면담 및 설문은 국내의 설계협업관리 현황 파악을 목적으로 실시하였으며, 협력구조에 따른 분석결과 적용을 위하여 설계자와 발주자의 협업, 설계자와 엔지니어링 업체의 협업으로 구분하여 설문지를 작성하였다.

시키는 결과를 가져올 수 있다.

또한, 불명확하고 가변성이 큰 발주자 요구사항 및 의사결정의 지연과 같은 문제는, 거대 발주조직이 갖는 자체적인 의사결정 체계의 문제뿐 아니라 동등하지 못한 설계자와 발주자의 상하구조에서 기인한다고도 볼 수 있다.

표 1. 국내 설계 협업 관리 현황 및 문제점

협력 대상	주요 내용
설계자와 발주자의 협업 시 발생하는 문제점	<ul style="list-style-type: none"> · 발주자의 프로젝트 전문성 부족 · 의사결정의 지연 · 발주자 요구사항의 가변성 · 발주자 요구사항의 모호함 · 업무범위 불명확 · 커뮤니케이션 방식의 비효율성
설계자와 엔지니어의 협업 시 발생하는 문제점	<ul style="list-style-type: none"> · 설계 정보 관리의 부족 · 상호 이해 및 신뢰 부족 · 신속한 의사결정 도구 부재 · 관련 부문간 cross check 미비 · 커뮤니케이션 체계 부재

구조, 기계, 전기 등의 엔지니어링 협력업체와 설계자와의 협업 시 가장 큰 문제점으로 지적된 부분은 정보관리 도구의 부재였다. 방대한 양의 설계도서와 엔지니어링 도서의 체계적인 관리 부재 및 관련 부문간 크로스체크(cross check) 부족 등의 현상은 상호간 이해와 신뢰를 무너뜨려 협력 마인드를 저해하는 장애요인으로 작용할 수 있다.

상기에서 도출된 현황 분석을 바탕으로 본 연구에서는 건축 설계 프로젝트 참여자간의 협업 지원을 위해 발주자-설계자, 설계자-엔지니어 간의 결속력 있는 협력 체계를 구축하고, 이를 통해 설계프로젝트 참여자들의 통합 관리 방안을 제시한다.

2.3 현행 설계협업 프로세스 분석

국내의 설계협업 프로세스에 대한 사전 고찰을 위해 국내 대

규모 설계사무소에서 활용되고 있는 업무 절차서 및 실무 설계 공정 사례를 바탕으로 그림1과 같이 설계협업 프로세스를 정리하였다.

발주자와 설계자의 협업은 설계프로젝트 초기단계부터 완료 시점까지 지속적으로 발생하며, 주로 발주자가 요구사항을 전달하거나 설계 도서를 검토하는 등의 일방향적인 업무가 대부분이다. 또한, 설계자와 엔지니어는 기본설계단계 시점을 전후로 협력관계를 구축하여 발주자 요구사항을 반영한 설계도서의 상호 교환 및 검토를 수행하게 된다.

2.4 설계협업 관련 선행연구 고찰

건축프로젝트에서의 협업은 그 중요성과 관리의 필요성에 대한 인식을 바탕으로 국내외에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 선행 연구들의 대부분은 협력 설계를 지원하기 위한 시스템적 틀 제공을 목적으로 수행되었는데, 이러한 연구들은 협력 설계뿐만 아니라 설계업무의 체계적 관리 자체로도 그 의미가 크다고 할 수 있다.

Gross(1998)는 컴퓨터 기반의 협력설계 지원 틀을 제시하기 위해 동시적 협력설계(Synchronous collaborative design), 비동시적 협력설계(Asynchronous collaborative design), 설계조정(Design Coordination)의 세 가지 접근방식을 제시하여 디자인에 대한 체계적 관리와 협력방식을 제공하였다.

Kamara(2000)는 건설프로젝트에서 관리되어야 할 협업대상으로써 발주자를 정의하고, 발주자 요구사항의 관리를 가능케 하는 발주자 요구사항 프로세싱(Client Requirements Processing, CRP)의 체계를 제시하였다. 해당 연구에서 제시하는 CRP는 발주자의 요구사항을 정의하고 분석하여 디자인 솔루션으로 변환하는 개념으로 건설프로젝트에서의 성공적인 협업을 위해서는 CRP의 체계적인 관리가 필수적임을 주장하였다.

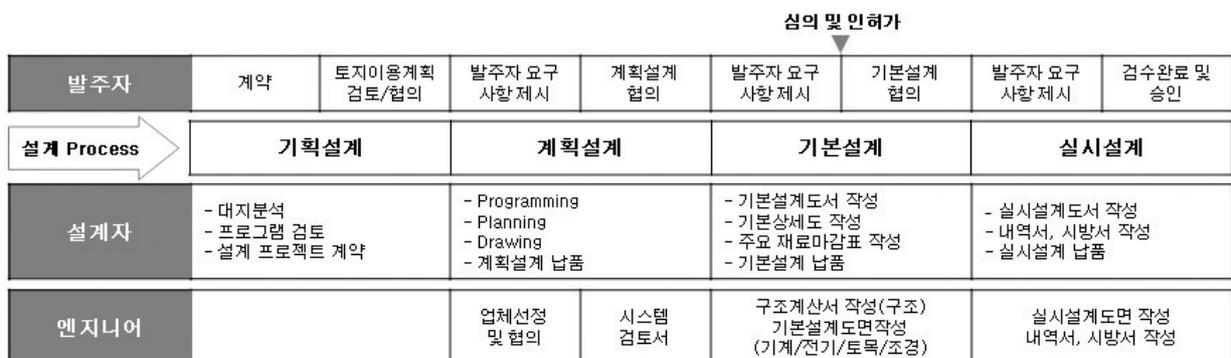


그림 1. 현행 설계협업 프로세스

오승준(2004)은 건축(중간)설계단계에서의 부위별 적정설계 대안의 선정 및 평가를 위한 협력설계 의사결정 지원모델을 제시하였다. 총 7단계의 과정을 통해 구축된 협력설계 의사결정 모델 프로세스는 건축 부위를 분류하고 협력 의사결정 대상 공간 및 부위를 선정하여 분야별 의사결정을 실시하는 과정을 거치게 된다. 해당 연구는 설계 프로세스 중 중간설계단계에 해당하는 의사결정 프로세스를 지원함으로써 설계초기단계에 개발된 원안에 대한 평가 및 대안선정의 의사결정 지원을 연구의 범위로 한정하였다.

설계협업과 관련하여 수행된 기존의 연구들을 정리하면 다음과 같다.

표 2. 국내외 설계 협업 관련 연구 고찰

저자	주요 내용
Gross (1998)	· 3가지 접근방식을 통해 컴퓨터 기반의 협력설계 지원 툴 제시 (Synchronous collaboration design, Asynchronous collaborative design, Design coordination)
Kamara (2000)	· 설계 프로젝트의 효율적 협력설계를 위한 컴퓨터 기반의 발주자 요구사항 프로세스(CRP) 프레임워크 제시 · 요구사항을 정의하고, 분석하고, 변환하는 일련의 프로세스를 시스템화함
오승준 (2004)	· 부위별 적정설계대안의 선정 및 평가를 위한 건축설계단계에서의 협력 의사결정 모델 제시 · 협력 의사결정 모델의 사례 적용 및 검증
Danesi (2006)	· PLM(Product Lifecycle Management) 개념을 기반으로 process/product/resources를 통합하고 협력 프레임워크 제시 · 프로젝트 전 참여자의 커뮤니케이션과 상호업무를 지원하기 위한 센터로 CAD 모델의 Digital Mock-up (DMU) 제시
신재원 (2006)	· 설계프로젝트 참여 주체간 효율적인 정보교환 및 협업을 위하여 정보중심의 설계업무 프로세스 모델링 · IDEF0 모델링 기법을 통한 설계관리 프로세스 모델링 기법 개발
유승환 (2006)	· 시·공간을 초월한 협업을 실현하기 위해 웹기반의 건축협업 설계시스템 기반을 구축 · 설계업무 프로세스 분석을 통한 협업 프로세스 제안, 이동정보의 흐름 분석, 협의를 위한 의사결정 지원하여 설계 프로젝트 참여 전문가들의 실무 활용성을 증대시킴

3. 설계협업 관리요소 도출

본 장에서는 설계협업관리 시스템의 프레임워크 구축을 위한 설문조사를 실시하여 설계협업을 저해하는 요인들을 도출하고, 이를 토대로 요인분석(Factor Analysis)을 실시한다. 이를 통하여 설계프로젝트의 협업관리를 위한 주요 영향요인을 유형별로 분류하고, 각 유형의 원인요소들을 파악하여 설계협업관리 시스템 구축을 위한 기초자료로 활용한다.

3.1 사전조사

본 연구에서 정의하는 설계협업은 발주자와 설계자간의 협업, 설계자와 엔지니어간의 협업으로 구분 할 수 있는데 기존의 연

구들이 설계프로젝트에서의 발주자를 협업의 대상이 아닌 고객(Client)으로만 파악했다면, 본 연구에서는 발주자를 보다 적극적인 참여주체로 인식하여 협업의 대상으로 설정하였다.

2.2절의 현황분석을 통해 도출된 설계 협업을 저해하는 요인들과 국내 설계사무소의 설계관리 지침서를 바탕으로 설문항목을 구성하였다. 또한, 국내 대형사무소의 설계팀장들과의 지속적인 피드백을 통해 설계협업관리 요인 분석을 위한 설문지를 작성하였다.

3.2 설문조사 개요 및 구성

2009년 10월 5일부터 10월 19일까지 설계사무소 및 엔지니어링 업체의 실무자를 대상으로 실시된 본 설문조사는 업체 방문, 팩스, 이메일을 통해 총 35명의 설계협업 담당자를 대상으로 진행되었다.

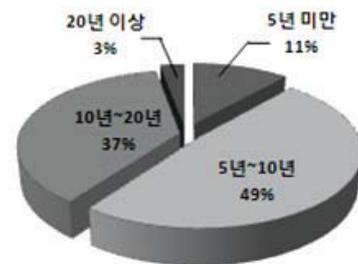


그림 2. 응답자 경력 분포

응답자 비율은 그림1과 같이 5년 미만 11%, 5년 이상 10년 미만 49%, 10년 이상 20년 미만이 37%, 20년 이상 3%의 분포로 응답자 대부분이 설문 조사 수행을 위한 충분한 경력을 보유하고 있는 것으로 판단되었다. 설계프로젝트 협업관련 측정항목은 각각 Likert 5점 척도로 측정하였다.

표 3. 설문내용 및 구성

질문 사항	주요 내용	문항 수
응답자 특성	· 회사규모 · 직급 및 업무 경력 등	4
설계프로젝트 협업관련 측정항목	· 발주자 협업 관련 항목 만족도 · 엔지니어 협업 관련 항목 만족도	26
기 타	· 수행하고 있는 프로젝트의 발주자 협업 만족도 · 수행하고 있는 프로젝트의 엔지니어 협업 만족도 · 협업 관리를 위해 필요한 요소(서술형)	3

본 설문은 국내 실무자들이 인식하고 있는 설계 협업의 정도와 관리가 필요한 부분을 파악하여 관리방안을 제시할 수 있는 자료로 활용하기 위해 수행되었으며, 본 설문의 결과는 요인분

석을 위한 기초 데이터로 활용된다.

발주자 협업관리 항목과 엔지니어 협업관리 항목으로 구분하여 실시한 설문조사에서 해당 항목의 만족도 정도를 통해 협업을 저해하는 요소들을 도출하였는데, 점수가 낮을수록 해당항목이 설계협업을 저해하는 정도가 큰 것을 의미한다.

설문조사 결과 발주자와의 협업 시 발생하는 주요 문제점으로는 '설계변경에 따른 추가작업 인정 수준'이 가장 낮은 점수(평균 2.06)를 보였고, 엔지니어와의 협업 시 발생하는 주요 문제점으로는 '상호 업무 모니터링'이 가장 관리가 필요한 부분(평균 3.06)으로 나타났다. (표 4 참조)

표 4. 설문조사 결과

구분 (Code)	설계프로젝트 협업 저해 요인	평균	표준편차
발주자 협업 저해 요인			
C1	발주자와의 의사소통	3.13	0.658
C2	발주자 의사결정의 신속성	2.60	0.774
C3	의사결정 정보의 다양성	2.92	0.555
C4	발주자의 설계 전문성	2.54	0.641
C5	발주자와의 지속적 협의	3.38	0.599
C6	계약 체결시 명확한 업무범위 설정	3.37	1.085
C7	계약 상대방간 업무범위와 결과물에 대한 명확한 인지	3.31	0.961
C8	발주자 제공자료의 체계적 관리	3.52	0.779
C9	발주자 요구사항의 명확성	2.85	0.724
C10	발주자 요구사항의 구체성	2.77	0.703
C11	발주자 요구사항의 체계적 관리	3.17	0.513
C12	발주자 요구사항의 설계 반영정도	3.19	0.487
C13	설계변경의 체계적 관리	2.19	1.172
C14	설계변경 발생시 협의 수준	2.12	1.096
C15	설계변경에 따른 추가작업 인정 수준	2.08	1.029
C16	회의록의 작성 및 보관	4.10	0.799
엔지니어 협업 저해 요인			
E1	상호 협력적 커뮤니케이션	3.14	1.004
E2	관련주체 상호간 책임과 권한의 명확성	3.11	0.963
E3	설계변경 관리	3.11	0.796
E4	상호 업무 모니터링	3.06	0.873
E5	관련 업체간 지속적인 협의	3.74	0.701
E6	분야별 상호간 기본지식	3.43	0.85
E7	엔지니어링 도면의 체계적 관리	3.54	0.852
E8	관련 부문간 Cross Check	3.40	0.812
E9	정보전달의 용이성	3.40	0.775
E10	회의록의 작성 및 보관	4.11	0.758

3.3 요인분석(Factor Analysis)

분석된 설문조사 결과를 바탕으로 상호 관련성 있는 요인들을 도출하기 위해 통계적 분석 방법의 하나인 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 수집된 많은 변수들을 유사한 항목(공통차원)들끼리 묶는 분석기법으로, 그 목적은 다수의 변수들의 정보손실을 최소화하면서 소수의 요인들로 축약하는 것에 있다(이학식, 2008).

요인분석 실시를 위한 도구로써 SPSS for Windows 12.0을

이용하였으며, 요인추출방법으로는 주성분분석(principal component analysis)과 공통요인분석(common factor analysis) 중 일반적으로 많이 사용되는 주성분분석 방법을 선택하였다. 또한, 요인행렬의 열(column) 분산의 합계를 최대화함으로써 요인의 해석을 단순화하는 방법으로 가장 많이 사용되는 베리맥스(Varimax) 방식으로 요인의 회전을 실시하였다.

표 5는 추출된 요인들에 의해 각 변수가 얼마나 설명되는지를 나타내는 공통성을 보여주는 것으로 그 값의 범위는 0과 1사이이다. 공통성 분석 결과 발주자 협업 항목과 엔지니어 협업항목 모두 0.5 이상의 공통성을 보여 추출된 요인에 의해 충분히 설명되는 것으로 판단되었다.

표 5. 항목별 공통성(Communality)

발주자 협업			엔지니어 협업		
구분 (Code)	공통성		구분 (Code)	공통성	
	초기	추출		초기	추출
C1	1	0.739	E1	1	0.699
C2	1	0.728	E2	1	0.780
C3	1	0.541	E3	1	0.704
C4	1	0.629	E4	1	0.731
C5	1	0.760	E5	1	0.594
C6	1	0.720	E6	1	0.673
C7	1	0.740	E7	1	0.553
C8	1	0.550	E8	1	0.786
C9	1	0.862	E9	1	0.606
C10	1	0.825	E10	1	0.468
C11	1	0.752			
C12	1	0.831			
C13	1	0.848			
C14	1	0.887			
C15	1	0.671			
C16	1	0.576			

추출할 요인의 수는 일반적으로 아이겐 값(eigenvalue)²⁾이 1.0 이상인 요인만을 추출하게 되는데, 분석결과 발주자 협업 요인분석의 경우 총 4개의 요인으로, 엔지니어 협업 요인분석의 경우 총 3개의 요인으로 축약되었다. (표 6, 7)

표 6은 발주자 협업과 관련한 영향 요인들을 분류한 요인행렬의 결과로 총 4개의 요인으로 축약된 각 항목들은 14/13/15/5는 요인 1로, 9/10/12/11은 요인 2로, 7/6/16/8은 요인 3으로, 2/3/1/4는 요인 4로 설명된다.

같은 방법으로, 표 7은 엔지니어 협업과 관련한 영향 요인들을 분류한 요인 행렬의 결과로 총 3개의 요인으로 분류되었다.

2) 아이겐 값(eigenvalue)은 한 요인의 설명력을 나타내는데, 이 값이 크다는 것은 그 요인이 변수들의 분산을 잘 설명한다는 것을 의미한다. 일반적으로 아이겐 값이 1.0 이상을 갖는 요인만 추출한다.

표 6. 회전된 요인행렬 (발주자 협업)

구분 (Code)	성분			
	1	2	3	4
C14	0.931	0.106	-0.003	-0.093
C13	0.905	0.079	-0.068	-0.137
C15	0.726	-0.076	-0.348	-0.130
C5	0.684	0.515	0.139	0.087
C9	-0.135	0.882	0.052	0.252
C10	-0.104	0.849	0.255	0.170
C12	0.312	0.840	0.109	-0.126
C11	0.435	0.698	0.273	0.045
C7	-0.161	0.156	0.806	0.200
C6	0.060	0.172	0.761	0.329
C16	0.109	0.080	0.709	-0.233
C8	-0.193	0.136	0.700	-0.064
C2	-0.140	0.156	0.089	0.822
C3	-0.076	0.180	-0.134	0.696
C1	0.502	-0.156	0.151	0.663
C4	-0.465	0.006	0.155	0.623

표 7. 회전된 요인행렬 (엔지니어 협업)

구분 (Code)	성분		
	1	2	3
E8	0.881	-0.043	-0.087
E6	0.793	0.148	0.147
E7	0.663	0.014	0.336
E5	0.655	0.344	0.216
E2	0.099	0.852	0.218
E3	0.023	0.815	0.200
E4	0.534	0.625	-0.235
E9	0.046	0.222	0.745
E1	0.139	0.413	0.714
E10	0.129	-0.063	0.669

표 8. 요인 분석 결과에 따른 설계협업관리 요소 분류

요인		항목
발주자 협업 관리 요소		
요인1	설계변경관리	설계변경 발생시 협의 수준, 설계변경의 체계적 관리, 설계변경에 따른 추가적 인정 수준, 발주자와의 지속적 협의
요인2	발주자 요구사항 관리	발주자요구사항의 명확성, 발주자요구사항의 구체성, 발주자 요구사항의 설계 반영정도, 발주자요구사항의 체계적 관리
요인3	계약 정보 관리	계약 상대자간 업무범위와 결과물에 대한 명확한 인지, 계약 체결시 명확한 업무범위 설정, 회의록의 작성 및 보관, 발주자 제공자료의 체계적 관리
요인4	의사결정 지원	발주자 의사결정의 신속성, 의사결정 정보의 다양성, 발주자와의 의사소통, 발주자의 설계 전문성
엔지니어 협업 관리 요소		
요인1	도서관리	관련 부문간 Cross Check, 분야별 상호간 기본지식, 엔지니어링 도면의 체계적 관리, 관련 업체간 지속적 협의
요인2	정보관리	관련주체 상호간 책임과 권한의 명확성, 설계변경 관리, 상호 업무 모니터링
요인3	업무 협의	정보 전달의 용이성, 상호협력적 커뮤니케이션, 회의록의 작성 및 보관

상기의 결과를 종합하여 설계 협업 항목으로 설정된 총 26개

(발주자 협업 항목 16개, 엔지니어 협업 항목 10개)의 영향요소들을 요인별로 그룹화하여 설계프로젝트에서의 협업관리 요소를 정리하였다. (표 8)

3.3.1 발주자 협업 관리 요소

요인 분석을 통해 유형화된 발주자 협업 관리 요소는 설계변경관리, 발주자 요구사항 관리, 계약정보관리, 의사결정 지원의 4가지로 분류할 수 있다.

첫 번째 관리 요소인 설계변경관리는 설계 프로젝트 진행시 발생하는 설계변경에 대한 발주자와 설계자의 협의 및 추가 작업 진행과 관련된 부분으로 설계변경에 대한 체계적인 관리와 지속적인 협의가 필요한 사항이다.

두 번째 관리 요소는 발주자 요구사항 관리로 발주자의 모호하고 불명확한 요구사항을 설계정보화 할 수 있는 시스템적 지원이 필요한 부분이다. 발주자 요구사항의 설계반영정도는 발주자의 설계품질 만족도에 직접적인 영향을 미치기 때문에 체계적이고 지속적인 관리가 요구된다.

세 번째 관리 요소는 계약 정보관리이다. 프로젝트 초기 발주자와 설계자의 계약 체결 시 발생하는 정보들이 프로젝트 진행 과정에서 얼마나 지속적이고 체계적으로 관리되는지는 프로젝트 수행자의 업무 권한 및 범위를 결정하는 주요 관리 요소라 할 수 있다.

마지막으로 네 번째 관리 요소인 의사결정 지원은 발주자와 설계자의 신속하고 정확한 의사결정을 돕는 관리항목들을 포함하고 있다. 건축 프로젝트에서 설계자에 비해 상대적으로 전문 지식이 부족한 발주자에게 프로젝트의 이해를 지원할 수 있는 지원체계가 필요한 부분이다.

3.3.2 엔지니어 협업 관리 요소

엔지니어 협업 관리 유형으로 분류된 도서관리, 정보관리, 업무협회는 설계자와 엔지니어 간의 협업을 지원하는 세 가지 관리 요소로, 세부 내용을 기술하면 아래와 같다.

첫 번째 요소로 분류된 도서 관리는 설계업무 관리에 있어 가장 필수적이라고 할 수 있는 부분으로, 설계도면과 엔지니어링 도면의 크로스체크(cross check) 및 도면 및 성과물 관리를 지원할 수 있어야 한다.

두 번째 요소는 정보 관리로 설계자와 엔지니어 간의 이동정보를 관리하고 업무 모니터링 및 협조를 지원할 수 있는 체계 구축이 필요하다.

마지막 요소는 업무 협의로, 설계자와 엔지니어가 지속적이고 효과적인 커뮤니케이션을 수행할 수 있도록 체계적으로 지원할 수 있는 톨이 필요한 요소이다.

4. 시스템적 협업 관리 방안

4.1 설계협업관리 프로세스 제안

본 절에서는 설계협업관리 요소로 도출된 7가지(발주자 협업 관리 4가지, 엔지니어 협업관리 3가지)의 관리요소를 기존의 설계협업 프로세스에 적용하여 프로젝트 참여주체의 협업 관리 프로세스를 제시하였다.(그림 3)

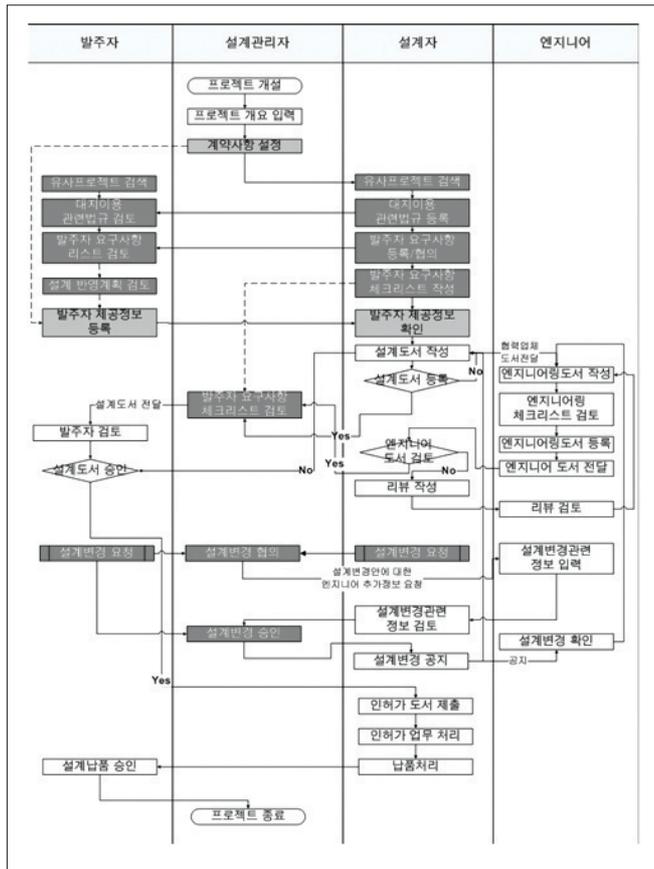


그림 3. 설계협업관리 프로세스

그림 3은 설계프로젝트의 참여주체를 발주자, 설계관리자(설계PM), 설계자, 엔지니어로 정의하고 각 참여주체간의 이동정보 및 검토/승인 절차를 제시한 설계프로젝트의 협업 관리 프로세스로서, 설계협업의 시스템적 관리방안 수립을 위한 틀을 제공할 수 있다.

또한, 체크리스트를 활용하여 발주자 요구사항의 반영정도를 검토하고, 엔지니어 도서와 설계 도서의 크로스체크(cross check)를 실시하는 프로세스는 참여주체간의 피드백을 강화할 수 있다. 본 프로세스에서 설계관리자는 발주자와의 협의를 진행하고, 설계업무의 최종 검토를 수행하는 관리자로서 발주자와 설계자 및 엔지니어 사이에서 원활한 업무수행을 지원하는 중간

매개체 역할을 담당하게 된다.

4.2 설계협업관리요소의 시스템적 관리방안 제안

4.2.1 발주자 협업관리요소의 시스템적 관리방안

발주자 협업 관리 요소로 분류된 4가지 관리요소와 4.1절에서 제시한 설계협업관리 프로세스를 바탕으로 시스템적 관리방안을 도출하였다.

먼저, 설계변경관리는 '설계변경 요청 - 요청안 검토 - 상호 협의 - 최종승인' 과 같은 일련의 프로세스를 지원할 수 있어야 한다. 설계프로젝트에서 발생하는 대부분의 설계변경은 발주자의 요구에 의해 발생하거나 설계자의 판단 및 외부환경의 변화에 따라 발생하게 되는데, 설계변경 프로세스 과정에서 발생하는 다양한 정보들을 문서화하여 체계적으로 관리한다면 효과적인 설계변경관리를 실현할 수 있다. 또한, 설계변경과 관련된 주요협 의는 설계관리자와 발주자에 의해 이루어지지만, 이들의 협의를 지원할 수 있는 기본정보는 설계실무자와 엔지니어에 의해 제공되어야 한다. 따라서, 요청된 설계변경안에 대한 추가작업의 정도 및 작업기간 산출 정보를 실무자가 제공하고, 이를 토대로 발주자와 설계관리자는 보다 효과적인 협의를 진행 할 수 있다.

두 번째 관리요소인 발주자 요구사항은 프로젝트 초기부터 종료시점까지 지속적으로 발생하는 발주자 요구사항의 정보를 체계적으로 관리할 수 있는 기능이 필요하다. 최근 연구에 따르면(최연주 외 2006) 설계초기에 발생하는 발주자 요구사항은 가변성이 크고(66.0%), 구체적 정보제공이 미흡하며(14.3%), 발주자의 의사표현이 불명확하여(13.0%) 발주자 요구조건을 설계에 반영할 수 있는 정보의 형태로 형식을 갖추는데 어려움이 있다. 따라서, 가변성이 큰 발주자의 요구사항을 체계적으로 관리하고, 요구된 사항이 설계에 어떻게 반영될 수 있는지를 시스템에서 제공할 수 있다면 발주자와 설계자의 원활한 상호 협의가 이루어질 수 있다. 또한, 발주자 요구사항을 체크리스트화하여 설계업무에 반영함으로써 발주자의 설계품질 만족도를 향상 시킬 수 있다.

세 번째 관리요소인 계약정보관리는 프로젝트 초기단계의 계약정보를 지속적으로 관리하고, 업무에 활용하는 기능을 지원함으로써 시스템에서 활용될 수 있다. 발주자와 설계자 상호간의 계약내용을 문서화하고, 업무 범위 및 권한을 명확히 설정하는 기능을 제공함으로써 추후 발생할 수 있는 분쟁의 소지를 미연에 방지하고, 체계적인 업무 수행을 실현할 수 있다.

마지막 관리요소인 의사결정 지원은 상대적 전문지식이 부족한 발주자의 프로젝트 이해도 향상을 지원할 수 있는 기능이 요구된다. 기존에 수행된 유사사례 프로젝트의 정보를 제공하거

나, 대지현황과 관련된 정보를 제공함으로써 프로젝트 초기 발주자의 사업방향설정에 도움을 주고 프로젝트와 관련된 의사결정에 영향을 미칠 수 있다.

표 9. 발주자 협업관리 요소별 시스템적 관리방안

발주자 협업관리 요소별 시스템적 관리방안	
설계변경관리	<ul style="list-style-type: none"> 설계변경 협의 주제 설정 기능 설계변경 요청-검토-협의-승인 시 발생하는 정보 데이터 관리 설계변경에 대한 설계실무자 및 엔지니어의 정보제공 기능 확보 설계변경 공지계시판 활용
발주자 요구사항 관리	<ul style="list-style-type: none"> 발주자 요구사항 히스토리 관리 기능 제공 발주자 요구사항에 대한 설계 반영계획 제시 발주자 요구사항 체크리스트 기능 제공
계약정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> 계약사항 관리(계약서, 금액, 기간 등) 기능 제공 업무범위 설정(발주자 제공정보 설정) 기능 제공
의사결정 지원	<ul style="list-style-type: none"> 유사사례 검색 기능 제공 대지관련 정보 제공

4.2.2 엔지니어 협업관리요소의 시스템적 관리방안

엔지니어 협업관리 요소로 도출된 ‘도서관리, 정보관리, 업무협’의 시스템적 관리방안은 다음과 같다.

먼저, 도서관리는 프로젝트가 진행되면서 발생하는 방대한 양의 설계도서와 엔지니어링 도서의 체계적 관리를 지원할 수 있어야 한다. 이를 위해 업무 프로세스별로 발생하는 도서의 분류체계 확보 및 품질관리와 같은 부가적 기능들이 필요하고, 설계도서와 엔지니어링 도서의 크로스체크를 지원하는 기능이 요구된다.

도서관리가 설계자와 엔지니어의 발생 문서를 관리하는 기능이라면 정보관리는 프로젝트 수행에 있어 중요한 정보를 관리하는 기능을 제공할 수 있겠다. 설계변경과 같은 주요 공지사항을 엔지니어에게 전달하고, 설계변경 발생으로 인한 엔지니어의 추가작업 산정 정보를 교환함으로써 설계변경의 효과적인 협의를 지원할 수 있다.

마지막 업무협의요소는 설계자와 엔지니어의 지속적이고 상호 협력적인 커뮤니케이션을 통해 실현될 수 있다. 따라서, 커뮤니케이션 지원을 위한 게시판과 같은 기능이 활용될 수 있겠다.

표 10. 엔지니어 협업관리 요소별 시스템적 관리방안

엔지니어 협업관리 요소별 시스템적 관리방안	
도서관리	<ul style="list-style-type: none"> 설계도서 관리 기능 제공 엔지니어도서관리 기능 제공 엔지니어도서 체크리스트 제공
정보관리	<ul style="list-style-type: none"> 설계변경 공지 기능 제공 설계변경 관련 정보 기능 제공
업무협의	<ul style="list-style-type: none"> 자유게시판 제공 공지게시판 제공

4.2.3 설계협업관리 시스템 구성 및 모듈 설정

앞서 제시한 시스템적 관리방안을 토대로 설계협업관리 시스템

의 세부 모듈을 설정하였다. 본 시스템에서 제공하는 모듈은 크게 두 가지로 발주자의 요구사항과 협의과정을 관리하는 ‘발주자 협업관리’ 모듈, 그리고 엔지니어와 설계자의 이동정보를 관리하는 ‘엔지니어 협업관리’ 모듈이다.

표 11. 설계협업관리 시스템 모듈 구성

		모듈명	기능설명
설계협업관리 시스템	발주자 협업관리	계약관리	<ul style="list-style-type: none"> 계약정보의 체계적 관리를 지원 발주자 제공정보 설정 기능
		프로젝트 초기업무 지원	<ul style="list-style-type: none"> 발주자의 프로젝트 이해를 지원 유사프로젝트 검색 기능 대지이용 관련법규 검토 기능
		발주자 요구사항 구체화	<ul style="list-style-type: none"> 발주자 요구사항의 체계적 관리를 지원 발주자 요구사항 입력 기능 발주자 요구사항 체크리스트 기능
		프로젝트 협의	<ul style="list-style-type: none"> 발주자와 설계자의 정보교환과 협의 지원 발주자 제공정보 기능 발주자 확인사항 기능 설계변경 요구 기능
엔지니어 협업관리	설계협업 도서관리	<ul style="list-style-type: none"> 설계자와 엔지니어의 체계적인 도서관리를 지원 설계도서관리 기능 엔지니어 도서관리 기능 	
	설계변경 공지사항	<ul style="list-style-type: none"> 발주자 협업관리 모듈에서 발생한 설계변경 정보의 관리를 지원 공지사항 기능 자유게시판 기능 회의록 기능 	

발주자 협업관리 모듈은 다시 계약관리, 프로젝트 초기업무 지원, 발주자 요구사항 구체화, 그리고 프로젝트 협의의 모듈로 구성된다. 계약관리모듈은 프로젝트 계약 체결 시 발생하는 정보를 관리하는 ‘계약정보 관리’를 지원하며, 프로젝트 초기업무 지원 모듈은 발주자 협업관리 요소 중 하나인 ‘의사결정 지원’ 항목을 관리하는 기능을 제공한다. 또한, 발주자 요구사항 구체화 모듈은 ‘발주자 요구사항 관리’ 기능을 지원하는 모듈로서 발주자 요구사항의 지속적인 관리와 체크리스트 기능을 제공한다. 발주자와 설계자의 커뮤니케이션을 관리하는 프로젝트 협의 모듈은 ‘설계변경 관리’ 기능을 포함하며 설계업무에 대한 승인, 검토 기능을 제공할 수 있다.

또한, 엔지니어 협업관리 모듈은 설계협업 도서관리와 설계변경 공지사항모듈로 구성된다. 설계협업 도서관리는 설계자와 엔지니어의 설계도서를 관리하고, 검토하는 기능을 포함하며, 발주자 협업관리 모듈에서 정의된 발주자 요구사항 체크리스트 기능과 연계될 수 있다. 도서관리는 방대하고 다양한 설계도서를 분류체계에 맞게 관리하여야 하는 주요모듈로서, 본 시스템에서는 건축 설계도서 DB와 엔지니어링 설계도서DB를 구축하여 지속적이고 체계적인 관리를 가능하도록 설계하였다. 설계변경 공지사항 모듈은 설계자와 엔지니어의 커뮤니케이션을 지원하고,

발주자 협업관리 모듈로부터 전달된 설계변경에 대한 정보를 공유할 수 있다. 또한, 설계변경요청에 대한 엔지니어의 추가작업 정보를 제공하도록 연계함으로써 추후 근거자료로 활용할 수 있도록 하였다.

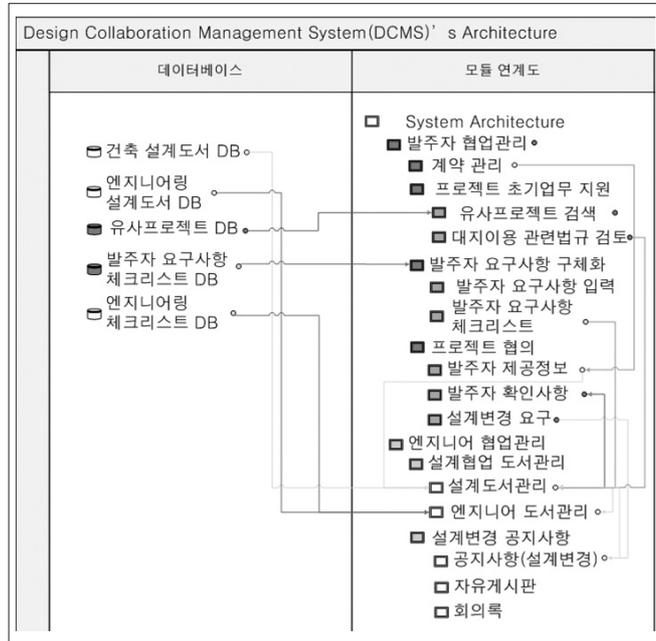


그림 4. 시스템 설계도 (System Architecture)

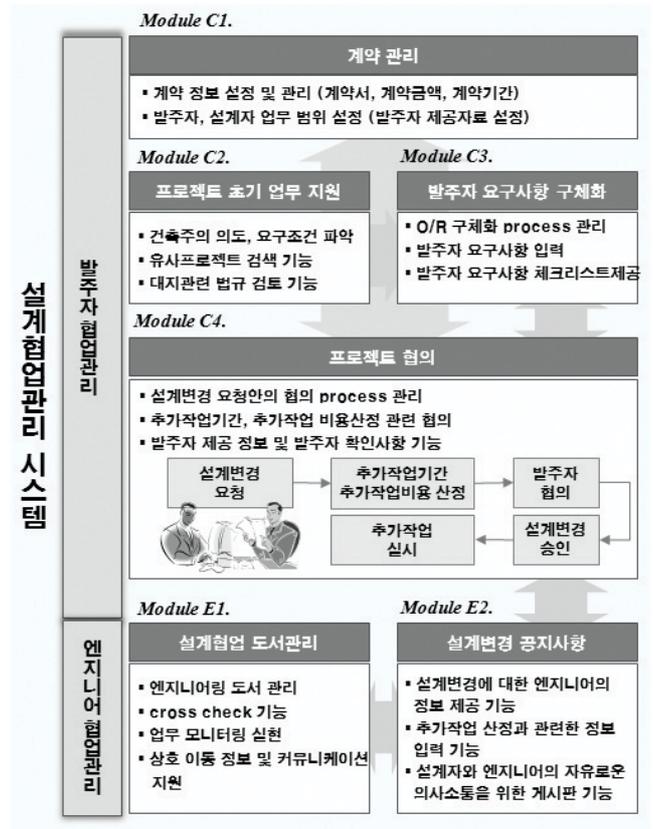


그림 5. 설계협업관리 시스템 개념도

4.3 설계협업관리 시스템

이상의 결과를 종합하여 하나의 통합된 설계협업관리 시스템의 개념도를 제시하였다. 본 연구에서 제시하는 설계협업관리 시스템은 설계자 중심에서의 발주자 협업, 엔지니어 협업을 관리하는 것을 목표로 개발되어 각 모듈별 데이터 호환 및 정보 교류를 지원한다.

설계협업 통합관리 시스템은 크게 발주자 협업관리 시스템과 엔지니어 협업관리 시스템으로 분류되며, 두 시스템간의 필요정보는 자유롭게 교환하되, 이동 정보의 사용권한은 명확히 하였다. 예를 들어, 설계변경 요청이 발생할 경우 해당 요청안에 대한 직접적인 협의 대상은 발주자와 설계관리자로 정의하며, 엔지니어는 해당 설계변경으로 인한 추가 작업 정도를 산정하여 자료를 제공하도록 함으로써 협의를 위한 충분한 정보를 획득할 수 있도록 한다. 이때, 해당 설계변경요청안과 직접적으로 관련된 엔지니어 업체에게만 정보를 공유할 수 있는 권한을 설정함으로써 정보의 사용자 권한 및 정의를 명확히 하였다.

본 연구에서 제시하는 설계협업관리 시스템의 개념도는 다음과 같다.

5. 결론

본 연구는 효과적인 설계 협업 관리를 위한 지원도구의 하나로 설계협업관리 시스템을 제안하여 체계적이고 효율적인 정보 흐름중심의 설계협업관리 틀을 제시하였다.

먼저, 설계프로젝트의 주요 협업관리 항목을 도출하기 위해 국내의 설계관련 실무자와의 전문가 면담을 통해 협업관리 현황을 분석하였고, 이를 토대로 설계협업을 위해 요구되는 26가지 관리요소를 선정하여 설문을 실시하였다.

설문 분석 결과를 바탕으로 실시한 요인분석 결과 발주자 협업 관리, 엔지니어 협업 관리 요소를 각각 4가지와 3가지 요인으로 분류되었다. 분류된 각각의 관리요소 집합들을 시스템에서 구현하기 위해 세부 모듈로 구성하였고, 그 결과 발주자 협업관리 시스템은 크게 계약관리/프로젝트 초기업무 지원/발주자 요구사항 구체화/프로젝트 협의 모듈로, 엔지니어 협업관리 시스템은 설계협업 도서관리/설계변경 공지사항 모듈로 구분될 수 있었다.

본 연구에서는 설계프로젝트의 성공적인 수행을 위해서 참여주체 간의 협업관리가 필수적임에도 대부분의 설계사무소에서

이러한 협업 관리를 제대로 수행하지 못하고 있음을 파악할 수 있었다. 향후 이와 같은 기술적인 부분에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 본 연구에서 제시한 설계협업관리 시스템과 같은 지원 기술이 체계적으로 확립하게 되어 꾸준한 발전을 이룬다면 전체 건축 프로젝트 품질 향상에 크게 기여할 수 있을 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기반구축사업(과제번호: 05기반구축 D05-01)의 지원으로 이루어졌습니다.

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 07첨단도시개발사업(과제번호: 07 도시재생A03)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

나경철 외(2001). “협력설계를 통한 건설프로세스 개선방안”. 한국건설관리학회논문집. 제2권 4호.

신재원 외(2006). “설계 협업 과정에서의 효과적인 설계관리를 위한 정보 중심의 설계 업무 프로세스 모델링 기법 제안”. 대한건축학회논문집. 제22권 8호.

오승준 외(2004). “건축 협력설계 의사결정 지원모델의 적용에

관한 연구.” 대한건축학회논문집. 제20권 8호.

이지희 외(2009). “설계프로젝트의 효율적 정보관리를 위한 웹 기반 발주자 요구사항 정보화 시스템 개발.” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집. 2009-11. pp803~807.

이현수 외(2002). “복합건설 프로젝트의 협력설계 의사결정 모델”. 대한건축학회논문집 제 18권 12호.

전재열 외(2003). “건축설계 단계별 협력설계 의사결정 지원 프로세스 구축 방안”. 대한건축학회논문집 제19권 11호.

최연주 외(2006). “설계업무 현황과약을 통한 설계관리 중점요소 도출에 관한 연구”. 대한건축학회논문집 제 22권 10호.

Danesi, F. et al.(2006) “Collaborative design : from concept to application” IEEE, p.90-96

Gross M D. et al.(1998) “Collaboration and coordination in architectural design : approaches to computer mediated team work” Automation in Construction, v.7 no. 6, p.465-473

Kamara, J. M. et al.(2000) “Establishing and processing client requirements - a key aspect of concurrent engineering in construction” Engineering, Construction and Architectural Management, v. 7, p.15-28

논문제출일: 2009.11.30
 논문심사일: 2009.12.04
 심사완료일: 2010.02.04

Abstract

Construction Projects have mutual collaborative structures among various participants for common objectives. Most of all the design project which is the initial phase in the project is crucial for determining project overall quality and requires intimate and continuous relations between project participants.

Thus, this study suggests Design Collaboration Management System for successful performing projects through cooperation among participants in the initial stage of projects. First, expert interviews were performed to figure out present conditions of design collaboration management and problems. The factor analysis was applied to draw owner's collaboration factors and engineer's collaboration factors. Based on those factors, this study suggests design cooperation management process which gives a framework for systematic management method. Through the process the design collaboration management system was developed which helps owner/designers/engineer's co-work. The System suggested from this study realizes systematic information management tool and through that it is expected to improve design product's quality, and further contribute the advancement of project.

Keywords : Design Collaboration, Design Management System, Factor Analysis