



공업화 목조 건축 활성화를 위한 건물정보모델링(BIM) 적용방안 - 사회 네트워크 분석을 통한 신한옥 보급 저해요인 감축 전략 제안을 중심으로 -

*Application of Building Information Modeling (BIM) for the Activation of Industrialized Wooden Buildings
- Focused on the Proposal of Reduction Strategies for Inhibiting Factors of the Spread of New Hanok through Social Network Analysis -*

박우장* · 박준영** · 정상규***

Park, Woo Jang* · Park, Joon Young** · Jeong, Sang Kyu***

* Dept. of Interior Design, South Korea, Chungcheong Univ., South Korea (pvj012@ok.ac.kr)

** Coauthor, Dept. of Housing-Welfare, Land & Housing Institute, South Korea (vikpji@lh.or.kr)

*** Corresponding author, Dept. of Urban Engineering, Chungbuk National Univ., South Korea (neoshaky@chungbuk.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study aims at proposing strategies on the basis of BIM techniques to promote the spread of industrialized wooden buildings for implementation of sustainable architecture.

Method: We employed social network analysis (SNA) technique to identify the mutual influences among factors that hinder popularization of new Hanok as the industrialized wooden building. Four strategies were established to reduce the factors with serious influences on each category and stakeholder using BIM techniques.

Result: it was demonstrated that the problems occurred in spreading new Hanoks can be reduced by changing the influence structure of social network according to the proposed strategies.

KEYWORD

지속가능한 건축
공업화 목조 건축
건물정보모델링(BIM)
사회 네트워크 분석(SNA)
신한옥

Sustainable architecture
Industrialized wooden building
Building information modeling (BIM)
Social network analysis (SNA)
New Hanok

ACCEPTANCE INFO

Received Feb 13, 2017

Final revision received Jun 14, 2017

Accepted Jun 19, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

2007년 한국 정부는 한국을 대표하고 상징하는 양식을 의미하는 한스타일(Han style)을 육성하기 위한 종합 계획을 수립하여 한옥 문화의 브랜드화를 추구하였다. 2010년에는 국가의 품격 향상과 녹색성장 선도를 위해 경제적인 한옥의 개발 및 보급을 위한 신한옥플랜을 수립하여 “신한옥운동”을 전개하였다. 이러한 국가 정책들은 단절되었던 한옥 문화를 계승하여 현대적으로 발전시킬 수 있는 계기가 되었다. 신한옥은 한국 목조 건축의 문화적이고 환경적인 지속가능성을 확보하기 위한 대안으로 주목받고 있다. 그러나 한옥의 재현은 현대 건축에 비해 상대적으로 높은 건축비 부담으로 대중화의 어려움에 직면하고 있다. 이러한 상황을 타개하기 위해 공장에서 한옥 부재를 제작하고 현장에서 조립하는 등의 공업화 목조 건축 시스템의 필요성이 목조 건축시장의 이슈로 부각되고 있다. 2013년에 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 전통적 수공업 방식을 고수하고 있는 한옥의 한계와 문제점 해소를 위해 현대 기술을 적용하여 한옥의

표준화와 대량생산 기반 구축을 위한 연구를 추진한 바 있다.¹⁾ 이러한 다각적인 정부 정책 및 기술 개발은 신한옥 보급을 위한 기반 조성으로 일부 성과를 거두었으나 선행 과업들이 복잡하게 얽혀있는 여러 분야들의 유기적 관계들을 고려하지 않고 서로 다른 분야에서 개별 진행됨에 따라 총체적으로 사회 네트워크를 충분히 형성하지 못하여 실질적 성과 도출이 미흡하였다. 이에 이 연구는 공업화 목조 건축과 관련된 건축주, 설계자, 공장 제작자, 현장 시공자들이 각 부문별로 직면할 수 있는 저해요인들을 선행 연구 고찰을 통해 도출하고 사회 네트워크 분석(social network analysis, 이하 SNA)으로 저해요인들의 상호 영향관계를 정량 분석하여 이들의 영향력을 완화하기 위한 건물 정보 모델링(building information modeling, 이하 BIM) 적용 방안을 신한옥 보급 저해요인 감축 전략 제안에 초점을 두어 제시하였다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

이 연구는 한국의 공업화 목조 건축 활성화를 위한 신한옥 보급의 관점에서 지속가능한 건축 구현을 위한 BIM 기반의 전략적 기법들을 개발하여 제안한다. 신한옥의 대중 보급을 저해하는 요인들을 비용 및 시간, 사회 및 물리 환경, 상호소통, 체계, 쉼

리티의 5개 부문들로 분류하고 사회 네트워크를 구성하는 공업화 목조 건축 관계자들을 설계자, 공장 제작자, 현장 시공자로 구분하여 저해요인들의 상호 영향 관계를 SNA 방법을 이용하여 분석하였다. SNA를 통해 사회 네트워크 내에 얽혀있는 신한옥 대중 보급의 저해요인들의 상호관계를 분석하여 각 부문 및 관계자별로 가장 큰 영향력을 행사하고 가장 집중적으로 나타날 수 있는 주요 요인들을 규명하여 이들을 BIM 기술을 통해 회피할 수 있는 전략들을 제시하였다. 이러한 전략들을 기초로 개발 기법의 실행 효과를 검증하였다.

2. 관련 기술 및 방법론 고찰

2.1. 공업화 건축

오프사이트 페브리케이션(off-site fabrication) 건축, 프리패브리케이션(prefabrication) 건축, 모듈리(modular) 건축으로 불리기도 하는 공업화 건축은 사용하려는 장소가 아닌 공장에서 만들어지는 건축을 일컫는다.²⁾ 미국에서는 1986년 운반 가능한 컨테이너 방식의 모듈러 건축 시스템이 미국에서 최초로 특허를 얻음(Boyd 외, 2012)으로써 공업화 건축 보급이 시작되어 건설 시장에서 꾸준한 성장률을 보이며 보급되었다. 한국에서는 주로 주택 건축 부문에서 공업화가 이루어졌는데 1992년에 국토해양부가 프리캐스트 콘크리트(precast concrete) 주택을 도입함에 따라 공업화 주택 건설이 시작되어 공장 생산된 부품이나 구성재를 현장에서 조립하여 시공성과 경제성을 도모한 공업화 주택이 등장하였다. 공업화 목조 건축은 2001년 농림부에서 국산 목재를 이용한 패널 형식의 목조 건축 공법을 개발하면서 태동하기 시작했다.³⁾ 2010년에 산림청이 목재산업 육성을 위한 인프라 구축을 위한 연구개발을 주도하고 2012년에는 국토부에서 한옥 목재 부재의 표준화 작업을 수행하면서 공업화 목조 건축 활성화의 기반이 갖추어졌다.

2.2. 신한옥

한국에서 20세기 후반의 급속한 산업화와 도시화에 따라 아파트 위주의 주택 공급이 대량으로 이루어졌다. 당시에 아파트형 주거 공급은 도시의 급성장에 따른 토지 부족 현상을 극복하기 위해 한국을 비롯한 아시아의 많은 도시들에서 채택된 수단이었다. 이에 따라 아파트 위주로 진행된 대량의 주거공급으로 한국의 대표적 목조 건축 유형인 한옥이 급속히 멸실되었으나 2000년대 후반부터 한옥의 지속가능성을 확보하고 보급을 확대하기 위한 정책이 활발히 추진되었다. 2007년에 한국 정부는 한국적 양식, 즉 한스타일에 대한 육성 정책을 수립하면서 건축 부문에서는 한옥 건축을 장려하였다.⁴⁾ 2009년부터 국토해양부는 단열성과 내화성이 취약하고 유지관리, 방법, 주차 등에 불편하며 시공비가 높아서 한옥 보급이 어려운 상황에서 단열성과 편의성을 높이고 경제적인 한옥 모델을 개발하기 위한 한옥 설계, 성

능, 시공기술 개발사업을 시행하였다.⁵⁾ 이 사업이 착수되면서 2010년 정부는 한옥을 재해석하여 현대인의 생활양식에 맞도록 최신 건축기술로 구현한 신(新)한옥에 대한 계획을 수립하고 국격 향상을 위해 한국 고유의 문화 자산인 한옥을 체계적으로 보전·활용하여 지속가능성을 향상하려는 정책과 병행하여 주거성과 시공비와 관련된 문제를 해소하기 위해 민·관 합동의 대규모 연구 개발에 착수하였다.⁶⁾ 이러한 신한옥 운동의 전개과정에서 BIM과 관련된 주요 성과는 2013년에 국토교통부가 신한옥 건설환경의 효율화와 체계화를 위해 3차원 한옥 건축용 목조 부재의 라이브러리 구축 지침을 개발하여 제안한 것이었다.⁷⁾

2.3. SNA

이 연구에서는 사회현상을 관계 네트워크로 표현하여 그 특성을 분석하는 SNA의 여러 지표들 중에서 다음의 지표들을 기준으로 신한옥 보급 저해요인들의 상호 영향 관계를 도출하였다.

(1) 밀도(density)

밀도는 네트워크의 전반적인 연결성을 나타내는 척도로 네트워크내에 생성될 수 있는 모든 연결선들의 개수에 대한 실제 연결선들의 개수의 비율로 산출된다. 밀도가 0이면 모든 노드들이 연결되어 있지 않은 상태이고 1이면 모든 노드들이 모두 완전하게 연결된 상태를 가리킨다. 즉 사회 네트워크의 밀도가 높아질수록 노드들 간의 상호작용 빈도가 높아지는 것으로 볼 수 있다.

$$\text{밀도} = K/[g(g-1)] \quad (1)$$

여기서, K 네트워크 내 모든 연결선들의 개수
 g 네트워크 내 모든 노드들의 개수

(2) 연결정도 중심성 (degree centrality)

연결 정도 중심성은 네트워크 내의 특정 노드가 인접한 노드들과 직접 연결된 상태를 나타낸다. 연결 정도 중심성은 대개 화살표로 표시되는 연결선의 방향에 따라 내향 연결 정도 중심성(in-degree centrality)과 외향 연결 정도 중심성(out-degree centrality)으로 구분된다. 내향 연결 정도 중심성은 특정 노드로 수렴되는 연결선들의 개수로 산출되고 외향 연결 정도 중심성은 이 노드로 부터 발산되는 연결선들의 개수로 산출된다. 내향 연결 정도 중심성이 높은 노드는 연결된 다른 노드들의 영향력으로 인해 두드러져 주목을 받게 되는 특징을 갖고 외향 연결 중심성이 높은 노드는 그 영향력이 큰 속성을 갖는 것으로 볼 수 있다. 연결 정도 중심성은 측정하고자 하는 노드와 직접 연결된 노드들만 고려하여 산정되어 전체 네트워크 수준에서의 중심성을 확인할 수 없으나 국지적 수준의 중심성을 확인하는데 용이하다.

$$C_D(i) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (2)$$

여기서, $C_D(i)$: 노드 i 에 대한 연결정도 중심성
 a_{ij} : 노드 i 와 노드 j 간 연결 여부 (연결: 1, 비연결: 0)

(3) 근접 중심성 (closeness centrality)

근접 중심성은 한 노드가 다른 노드들로 부터 얼마만큼 가까

2) Gibb, A.G., 1999. Off-Site Fabrication: Prefabrication, Pre-Assembly and Modularisation. Wiley

3) 농림부, 국내생산 목질 건축자재를 이용한 패널화 목조건축 공법의 개발, 2001

4) 문화체육관광부 보도자료, '한(韓)스타일' 육성 종합계획(개요), 2007.02.15.

5) 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 한옥 기술 개발 연구보고서, 2013

6) 국가건축정책위원회· 국토해양부· 문화체육관광부· 농림수산식품부· 외교통상부· 산림청, 국가정책위원회 제3차 보고회 - 국격향상을 위한 신한옥 플랜, 2005.05.03

7) 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원(2013) 한옥 기술 개발 연구보고서

이 있는지를 판단하는 지표이다. 이 지표는 연결 정도 중심성과 달리 직접 연결된 노드들뿐만 아니라 간접적으로 연결된 모든 노드들 간의 최단 거리를 고려하므로 전체 네트워크 수준에서의 중심성을 확인할 수 있다. 이 지표도 연결정도 중심성과 마찬가지로 네트워크 내 연결선(영향력)의 방향에 따라 내향 근접 중심성(in-closeness centrality)과 외향 근접 중심성(out-closeness centrality)으로 구분된다.

$$C_c(i) = \left[\sum_{j=1}^n d_{ij} \right]^{-1} \quad (3)$$

여기서, $C_c(i)$: 노드 i 에 대한 근접 중심성
 d_{ij} : 노드 i 와 노드 j 사이의 최단 거리

(4) 매개 중심성 (betweenness centrality)

매개 중심성은 사회 연결망에서 한 쌍의 노드들 사이의 최단 경로에 있는 노드들 중에서 연결망 내의 서로 다른 부분들을 연결해주는 매개 역할을 하는 노드를 찾아낼 수 있는 척도이다. 높은 매개 중심성을 갖는 노드는 이 노드를 경유해서 발생할 수 있는 영향력이 큰 것으로 해석될 수 있다.

$$C_B(i) = \sum_{j < k} g_{jk}(i) / g_{jk} \quad (4)$$

여기서, $C_B(i)$: 노드 i 에 대한 매개 중심성
 $g_{jk}(i)$: 두 노드 j 와 k ($j \neq k$) 사이의 노드 i 를 경유하는 횟수
 g_{jk} : 두 노드 j 와 k 사이에 있는 최단경로들의 경우의 수

3. 신한옥 보급 저해요인들의 사회 네트워크 구성

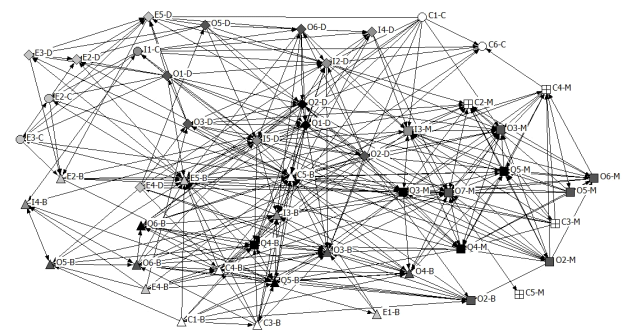
3.1. 저해요인 도출

2009년부터 2016년까지 국내외에서 수행되었던 공업화 건축 및 한옥 건축 보급의 문제점들을 규명한 연구들을 선별·고찰하여 참고한 연구들에서 도출된 50개의 문제점(저해요인)들을 SNA 분석을 위한 연구 자료로 수용하였다. 이들을 5개 부문들(비용 및 시간, 사회 및 물리 환경, 상호소통, 체계, 퀄리티)로 분류하고 각 부문별로 요인들의 원인제공자, 즉 이해관계자(건축주, 설계자, 공장 제작자, 현장 시공자)별로 요인들을 재분류하고 그 출처를 명시하여 Table 1과 같이 정리하였다. 여기서 각각의 저해요인은 부문, 번호, 이해관계자를 의미하는 문자, 숫자, 기호로 이루어진 식별자로 단순화시켰다.

3.2. 사회 네트워크의 구성

이 연구에서는 기존 연구에서 도출된 저해요인들의 쌍방 간 영향 관계를 이진행렬에 기록하고 이를 네트워크로 가시화하였다⁸⁾. 이로써 50개의 노드(요인)들과 360개의 연결선(영향관계)들로 구성된 사회 네트워크를 Fig. 1과 같이 구성하였다. 노드는 특정 범주의 관계집단에서 나타날 수 있는 저해요인이고 연결선

은 2가지 저해요인들 사이의 영향관계를 나타낸다.



Categories

- : Cost and time
- : Physical and social environment
- : Organization
- : Intercommunication+
- : Quality

Stake holders

- : Client
- : Manufacturer
- ◇ : Designer
- △ : Builder

Fig. 1. Social network associated with factors that hinder the spread of new Han-ok

Table 1. Identified inhibiting factors and associated stakeholders

Category	Identifier	Impediment factor (Stakeholder)	Source
Cost and time	C1-C	Lack of fund (Client)	Mojahedi et al. (2010)
	C1-B	Lack of fund (Builder)	Same as above
	C2-M	Delayed shipment (Manufacturer)	Same as above
	C3-M	Machinery breakdown (Manufacturer)	Li et al. (2016)
	C3-B	Machinery breakdown (Builder)	Same as above
	C4-M	Tricky process (Manufacturer)	Kim et al. (2013)
Physical and social environment	E1-B	Difficulty in coping with weather changes (Builder)	Hossen et al. (2015)
	E2-C	Cultural disconnection (Client)	Park and Kim (2012)
	E2-D	Cultural disconnection (Designer)	Same as above
	E2-B	Cultural disconnection (Builder)	Same as above
	E3-C	Refusal of Korean traditional style (Client)	Cho and Jo (2008)
	E3-D	Refusal of Korean traditional style (Designer)	Park and Kim (2012)
Intercommunication	I1-C	Lack of understanding about building information (Client)	Li et al. (2016)
	I2-D	Frequent design changes (Designer)	Hossen et al. (2015)
	I3-M	Weak response to design changes (Manufacturer)	Li et al. (2016)
	I3-B	Weak response to design changes (Builder)	Same as above
	I4-D	Information monopoly of a few experts (Designer)	Jeon (2009)
	I4-B	Information monopoly of a few experts (Builder)	Jeon (2009)
Organization	O1-D	Inferiority of information collection systems (Designer)	Li et al. (2016)
	O2-D	Inadequate standardization of components (Designer)	Kim (2012)
	O2-M	Inadequate standardization of components (Manufacturer)	Li et al. (2016)
	O2-B	Inadequate standardization of components (Builder)	Same as above
	O3-D	Improper scheduling (Designer)	Taylan et al.(2014)
	O3-M	Improper scheduling (Manufacturer)	Same as above
Quality	Q1-D	Incomplete drawing (Designer)	Same as above
	Q2-D	Design error (Designer)	Lee and Lim (2012)
	Q3-M	Remanufacturing by damage during product (Manufacturer)	Lee et al. (2013)
	Q4-M	Manufacturing defect (Manufacturer)	Lee et al. (2012)
	Q4-B	Construction defect (Builder)	Same as above
	Q5-M	Incomplete production technology (Manufacturer)	Yang and Zou (2014)
Q5-B	Incomplete construction technology (Builder)	Same as above	
Q6-B	Installation errors of building components (Builder)	Lee and Lim (2012)	

8) Freeman, Everett, Borgatti(2002)가 개발한 프로그램인 UCINET을 이용하여 50개의 저해요인들의 영향관계 네트워크 정보를 50×50의 이진행렬에 입력하였는데 두 요인들을 쌍대비교하여 직접적인 영향을 주는 요인과 받는 요인을 결정하고 두 요인 간에 직접적인 영향이 없으면 0(연결선 없음), 직접적인 영향이 있으면 1(연결선 있음)을 기록하고 행렬상에 기록되는 위치를 결정하여 영향을 주는 방향(화살표) 정보를 구축하였다. 이 정보는 분석을 위한 네트워크로 가시화된다.

4. SNA를 통한 신한옥 보급 저해요인

4.1. 부문별 저해요인

(1) 비용 및 시간 부분

비용 및 시간 부문(C)에서는 건축주의 자금 부족(C1-C)이 가장 강한 분산력, 즉 영향력(외향 근접 중심성: 0.314)을 갖는 저해요인으로 산출되었고 시공 비용 상승(C5-B)이 가장 강한 응집력(내향 근접 중심성: 0.605)을 가짐과 동시에 다른 저해요인들을 가장 강하게 제어할 수 있는 중개 역할(매개 중심성: 8.241)을 하는 요인으로 분석되었다.

(2) 물리 사회적 환경 부분

물리·사회적 환경 부문(E)에서는 전통 보전에 치중한 설계(E4-D)가 가장 강한 영향력(외향 근접 중심성: 0.253)을 갖는 저해요인으로 분석되었고 시공을 통해 귀결되는 공간환경 악화(E5-B)는 가장 큰 응집력(내향 근접 중심성: 0.620)을 갖는 저해요인이다 다른 저해요인들을 가장 강하게 통제할 수 있는 중개 역할(매개 중심성: 6.538)을 하는 것으로 판명되었다.

(3) 체계 부분

체계(O) 부문에서는 설계단계에서의 부재 분류체계 및 표준화의 미흡함(O2-D)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.261)을 가진 저해요인이고 시공과정의 부적절한 일정관리(O3-B)가 가장 강한 응집력(내향 근접 중심성: 0.583)을 갖는 저해요인으로 도출되었고 시공자의 기존 작업 체계 고수(O4-B) 행위가 다른 저해요인들을 통제하는 가장 강력한 중개 역할(매개 중심성: 16.268)을 하는 것으로 분석되었다.

(4) 상호소통 부분

상호소통 부문(I)에서는 불충분한 설계 정보 전달(I5-D)이 가장 영향력이 크고 다른 요인을 가장 강하게 통제하는 중개 역할을 할 수 있는 저해요인(외향 근접 중심성: 0.245, 매개 중심성: 11.099)이고 시공과정에서 설계 변경에 대한 미비한 대처(I3-B)가 가장 큰 응집력(내향 근접 중심성: 0.557)이 나타날 수 있는 저해요인으로 판명되었다.

(5) 퀄리티 부분

퀄리티 부문(Q)에서는 불완전한 도면(Q1-D)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.254)을 가진 저해요인이고 시공 하자(Q4-B)가 가장 큰 응집력(내향 근접 중심성: 0.533)을 갖는 저해요인으로 산정되었다. 불완전한 시공 기술(Q5-B)은 다른 저해요인들을 가장 강력하게 유발하는 중개 역할(매개 중심성: 16.44)을 하는 요인으로 산출되었다.

4.2. 이해관계자별 저해요인

(1) 건축주

건축주(C)의 경우에 자금부족(C1-C)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.314)을 갖는 저해요인으로 도출되었고 문화적 지속 가능성 단절(E2-C)이 가장 강한 응집력(내향 근접 중심성: 0.505)을 갖는 저해요인으로 분석되었으며 건축 규모 변경(C6-C)이 다른 요인들에 대한 가장 강력한 통제력(매개 중심성: 4.651)을 갖는 매개체인 것으로 분석되었다.

(2) 설계자

설계자(D)의 경우에 부재 분류체계 및 표준화의 미흡(O2-D)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.261)이 있는 저해요인이고 문화적 지속가능성 단절(E2-D)이 가장 큰 응집력(내향 근접 중심성: 0.51)을 갖는 저해요인이며 불충분한 설계 정보 전달(I5-D)이 다른 요인들을 가장 강력한 통제력(매개 중심성: 11.099)을 갖는 중개 역할을 하는 것으로 분석되었다.

(3) 제작자

제작자(M)의 경우에 불량품 발생(Q3-M)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.938)을 갖는 저해요인이고 대량생산의 어려움(O7-M)이 가장 강력한 응집력(내향 근접 중심성: 0.454)을 갖고 있으면서도 다른 요인들을 통제하는 가장 큰 중개 역할(매개 중심성: 8.819)을 하는 저해요인으로 판명되었다.

(4) 시공자

시공자(B)의 경우에 자금부족(C1-B)이 가장 큰 영향력(외향 근접 중심성: 0.95)을 갖는 저해요인이고 시공과정에서의 공간환경의 악화(E5-B)가 가장 큰 응집력(내향 근접 중심성: 0.62)을 갖는 저해요인으로 분석되었고 불완전한 시공 기술(Q5-B)이 다른 요인들을 가장 강하게 통제하는 중개 역할(매개 중심성: 16.44)을 하는 것으로 판명되었다.

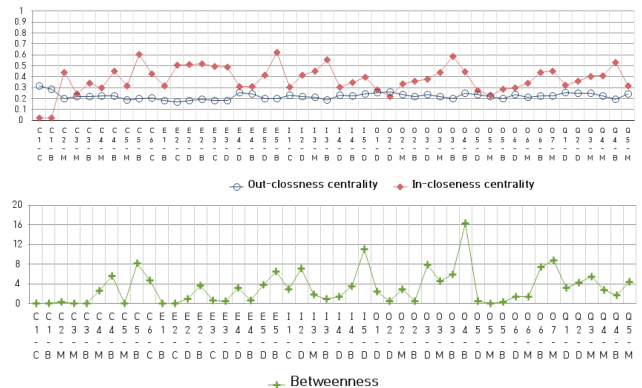


Fig. 2. Centralities calculated through SNA

5. 신한옥 보급 활성화를 위한 BIM 적용방안

5.1. BIM 기반 전략 제안⁹⁾

이 연구는 신한옥 보급 저해요인들 중 주로 결과에 큰 영향을 줄 수 있는 요인들, 즉 외향 근접 중심성과 매개 중심성이 높은 요인들로부터 야기되는 문제들을 효과적으로 해결하기 위한 BIM 적용방안을 다음의 4가지 실행 전략들로 구분하여 제안한다.

(1) 모듈 정합(modular coordination) 모델링

이 전략은 BIM의 매개변수 제어 기술을 활용하여 신한옥을 구성하는 구성재들과 이들로부터 구축되는 공간에 대한 모듈 크기를 설정할 수 있는 준거체계(reference system)를 구축하는 것

9) 이 절은 4장에서 객관적으로 증명된 저해요인들의 분석 결과물들을 토대로 저해요인 감축 해법 모색을 위한 전략들을 계획적 측면에서 제안한 논의로 향후 전산 도구 및 관련 기기 개발을 통해 제안된 전략들의 실행가능성을 구체적으로 증명하기 위한 후속 연구가 필요하다.

6. 결론

이 연구는 SNA 기법을 적용하여 신한옥 보급의 저해 요인들을 규명하고 이를 감축할 수 있는 BIM 전략을 수립하여 산업화 목조 건축 기반의 지속가능한 건축 구현 방안을 제시하였다.

SNA 분석 결과, 건축주의 자금은 신한옥을 통한 지속가능한 건축 구현에 가장 큰 영향력이 있는 요인이며 시공 부실에 따른 공간 환경 악화는 신한옥 보급을 저해하는 가장 큰 문제로 귀결되는 것으로 밝혀졌다. 특히, 불안정한 시공기술은 신한옥 보급을 저해하는 여러 요인들을 유발하는 가장 강력한 증개 역할을 하는 것으로 밝혀졌다. 이 요인들 중에서 파급성과 매개성이 큰 요인들인 설계자에 의한 도면의 불완전성, 설계 오류, 빈번한 설계 변경, 불충분한 설계 정보 전달, 정보 수집 체계의 조악함, 구성재 표준화의 미흡, 부적절한 일정계획, 제작자에 의한 공장 생산 과정에서 부재 손상에 의한 재생산, 시공자의 부적절한 일정 계획과 부실한 협업체계를 BIM 기술을 이용하여 모듈정합 모델링, 효율적인 일정 관리, 정보의 공유 및 가시화, ICT의 접목을 통해 감축하면 신한옥 건축과 관계된 이해관계자들로 구성된 사회 네트워크가 재구성되어 그 요인들로 인해 귀결될 수 있는 문제 발생 가능성이 현저하게 줄어든다는 것을 예측할 수 있었다.

이 연구는 제안된 BIM 기반 전략을 전산 환경에서 재현하지 못한 한계를 갖고 있으므로 향후에 이 전략을 실제 적용하여 신한옥의 지속가능성 저해 요인들로부터 비롯되는 문제들을 완화하거나 해소할 수 있는 효과가 산업화 목조 건축의 실무 현장에서 지속적으로 관찰되고 입증되어야 할 것이다. 또한 제안된 전략들을 실행하기 위한 소프트웨어 및 하드웨어 개발을 위한 지속적인 연구 개발이 필요하다. 이 연구를 통해 얻어진 결과를 바탕으로 산업화된 신한옥의 보급이 확대되어 목조 건축의 지속가능성을 확보할 수 있는 계기가 마련되기를 바란다.

Acknowledgements

This research has been supported by academic research support project of Chungcheong University and Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education in 2016 (grant number: NRF-2016R1A6A3A11932035).

Reference

[1] 김민, 김예슬, 이윤섭, 정영수, “보급형 신한옥 개발을 위한 건설 생산성 분석”, 한국건설관리학회 논문집 제14권 3호, 107-114, 2013 // (Kim, Min, Kim, Yesol, Lee, Yunsub, Jung, Yongsoo, “Comparative analysis of Construction Productivity for Modernized Korean Housing (Hanok)”, Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 14, No. 3, 107-114, 2013)

[2] 박준영, 권혁삼, 배강원, “공동주택단지 내 신한옥형 부대복리시설 모델 개발을 위한 계획요소 연구 - 한국 전통건축의 유전인자를 중심으로 -”, 한국생태환경건축학회 논문집 제97권 3호, 29-36, 2015 // (Park, Joon-Young · Kwon, Hyuck-Sam · Bae, Kang-Won, “The Design Elements for the Model Development of New-Hanok Type Service Facilities in Apartment Housing - Focused on the Genetic factors of Korean Traditional Architecture”, KIEAE Journal Vol. 15, No. 3, 29-36, 2015)

[3] 박진아, 김수암, “신한옥의 평면구성에 따른 공간활용상태에 관한 연구 - 전라남도 신한옥을 중심으로 -”, 한국주거학회논문집, 제23권 4호, 59-67, 2012 // (Park, Jin-A, Kim, Soo-Am, “A Study on the Space Usage by the New Hanok Plan Composition - Focused on the New Hanok in Jeollanam-do Province -”, Journal of the Korean Housing Association, Vol. 23, No. 4, 59-67, 2012)

[4] 조연준, 조길환, “BIM 체계를 적용한 현대 한옥건축 모델러 개발에 관한 연구”, 한국주거학회논문집 제19권 6호, 55-62, 2008 // (Cho, Yeon-Jun, Jo, Giran, “A Study on the Development of an Intelligent Modeler for Modernized Korean Traditional Buildings using BIM Systems”, Journal of the Korean Housing Association, Vol. 19, No. 6, 55-62, 2008)

[5] 이창재, 임석호, “한옥의 모듈러 공법 적용에 관한 연구”, 한국주거학회 논문집 제23권 4호, 49-57, 2012 // (Lee, Chang-Jae, Lim, Seok-Ho, “Study on the Application of Modular Technologies to Han-ok”, Journal of the Korean Housing Association, Vol.23, No. 3., 49-57, 2012)

[6] 전봉희, “신한옥 보급 활성화를 위한 한옥아카이브의 구축”, 건축 제53권 9호, 62-66, 2009 // (Jeon Bonghee, “Strategy for Establishing a New Hanok Archives”, Review of Architecture and Building Science, Vol. 53, No. 9, 62-66, 2009)

[7] 김인환, 장필규, “한옥의 보급활성화를 위한 한옥 R&D”, 한국전산구조공학회지, 제23권 2호, 7-13, 2010 // (Jeon, Bonghee, Jang, Philgoo, “The Research and Development Project for Revitalizing the Hanok Construction”, Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea, Vol. 23, No. 2, 7-13, 2010)

[8] 김인한, 박승화, 이지아, “개방형 BIM 기반 한옥건축 통합정보시스템 프레임워크”, 대한건축학회논문집 계획계, 제28권 09호, 13-20, 2012 // (Kim, In-Han, Park, Seung-Hwa, Lee, Ji-Ah, “A Framework of the Open BIM-based Integrated Information System for the Korean Traditional House”, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 28, No. 9, 13-20, 2012)

[9] 이강민, 신치후, 김희정, 최은숙, “한옥 전문인력 교육 및 자격 인증방안 연구”, 건축도시공간연구소, 2013 // Lee, Kang Min, Shin, Chi Hoo, Kim, Hee Jung, Choi, Eun Suk, “A Study on Education and Certification System for Hanok Construction Professionals”, Architecture & Urban Research Institute, 2013)

[10] 이강민, 이민경, 황준호, “한옥활성화를 위한 신한옥 모델개발 연구(I) - 한옥 생활공간 리모델링 매뉴얼 개발 -”, 건축도시공간연구소, 2012 // (Lee, Kang Min, Lee, Min Kyoung, Hwang, Joon Ho, “Developing Design Models for Revitalizing Hanok (I)”, Architecture & Urban Research Institute, 2012)

[11] Gibb, A.G., Off-Site Fabrication: Prefabrication, Pre-Assembly and Modularisation. Wiley, 1999.

[12] W. Stevens, G. Myers, L. Constantine, “Structured Design”, IBM Systems Journal, 13 (2), 115-139, 1974.

[13] Freeman L.C. (1979). 'Centrality in Social Networks: Conceptual clarification'. Social Networks 1, 215-239.

[14] Valente, T.W., Foreman, R.K., (1998) Integration and radiality: Measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. Social Networks 20, 89-109.

[15] Mojtabehi, S.M.H., Mousavi, S.M., Makui, A., 2010. Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique. Saf. Sci. 48, 499-507.

[16] Li, C.Z., Jingke Hong, Fan Xue, Geoffrey Qiping Shen, Xiaoxiao Xu, Margaret Kayan Mok, Schedule risks in prefabrication housing production in Hong Kong: a social network analysis, Journal of Cleaner Production 134 (2016) 482-494.

[17] Taylan, O., Bafail, A.O., Abdulaal, R.M., Kabli, M.R., 2014. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. Appl. Soft Comput. 17, 105-116.

[18] Hossen, M.M., Kang, S., Kim, J., 2015. Construction schedule delay risk assessment by using combined AHP-RII methodology for an international NPP project. Nucl. Eng. Technol. 47, 362-379.

[19] Yang, R.J., Zou, P.X., 2014. Stakeholder-associated risks and their interactions in complex green building projects: a social network model. Build. Environ. 73, 208-222.