

# 리모델링 공사의 공기지연을 야기하는 리스크 요인 - 오피스 건축물을 중심으로 -

## Risk Factors Influencing the Delays on the Remodeling Construction Works - Focused on Office Building Projects -

조 규 만                      김 태 훈\*

Cho, Kyu-Man              Kim, Tae-Hoon\*

*School of Architecture, Chosun University, Dong-Gu, Gwangju, 61452, Korea*

### Abstract

There have been frequent reports of schedule delays due to various risks of remodeling projects, which are different from new construction. Therefore, this study was carried out to analyze the risk factors inherent in the remodeling project and the likelihood of schedule delay occurrence in the remodeling construction work. To analyze the relationship between the risk factors and the likelihood of schedule delays of remodeling projects, (1) a prototype of the office building remodeling work was developed through the analysis of existing case and literature, (2) a questionnaire survey was conducted on 28 construction managers who have been or are currently conducting remodeling projects, and (3) after evaluating the reliability of the collected questionnaire results, the relationship between the two elements, which denotes (i) likelihood of schedule delays per each work, (ii) importance of risk factors, and (iii) risk factors affecting schedule delay in remodeling work, was suggested. Using the results of this study, it is expected to develop a plan for preventing the schedule delay of the office building remodeling work through control the risk factors that may cause schedule delays.

Keywords : office building remodeling projects, risk factors of remodeling project, schedule delays of remodeling work

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

노후화된 시설물의 유지보수 공사 그리고 이들의 재건축 및 리모델링은 건설산업분야의 전 세계적인 관심이다. 최근 들어 사회의 급격한 변화에 대한 수용 요구 및 시설물의 경제적 성능 개선 요구가 점차 확대됨에 따라, 물리적으로 하자가 없는 시설물일지라도 재건축 및 리모델링에 대한 요구가 보다 빈번하게 발생하고 있는 실정이다[1,2,3]. 사회적 혹은 경제적으로 노후화된 건축물의 성능개선 차원에서, 신축에

비해 빠른 사업속도와 이로 인한 빠른 수익창출이 리모델링 프로젝트의 활성화를 가져왔다[1,4,5].

한편, 신축과는 다른 리모델링 사업의 특성상 기존의 신축 건설프로젝트에서 고려되어야 할 리스크 요인에 비해 보다 다양한 리스크 요인이 존재하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, Lee and Son[6], Lee and Cha[7], Hong and Ahn[8]의 연구에 따르면, 리모델링을 고려하는 대상 오피스 건축물 대부분이 경과연도가 오래된 건축물로서, 기존 건축물의 도면 및 유지관리 측면의 정보가 미흡한 리스크 요인이 존재하고 이는 해당 프로젝트의 공기와 비용 측면에서 나쁜 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 리스크 요인으로 인해 많은 리모델링 프로젝트에서 공기 및 비용이 증가하는 결과가 빈번하게 보고되고 있으며, 이는 결국 해당 리모델링 프로젝트의 실패로 연결되고 있다. 이러한 기존 정보의 누락 등으로 대표되는 리모델링 프로젝트의 리스크에 관한 연구가 최근들어 활발하게 진행되고 있다. 그러나

Received : April 26, 2018

Revision received : May 21, 2018

Accepted : June 11, 2018

\* Corresponding author : Kim, Tae-Hoon

[Tel: 82-62-230-7145, E-mail: thoonkim@chosun.ac.kr]

©2018 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

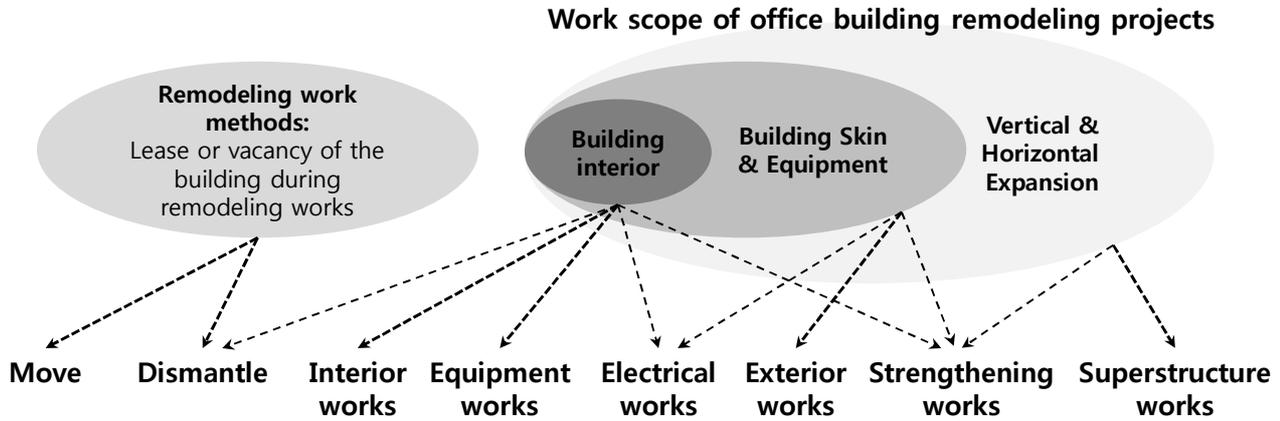


Figure 1. Work prototype of office building remodeling projects

기존 연구의 대부분은 리스크 종류를 규명하는 연구가 대부분이며[9], 규명된 리스크 요인들이 실제 리모델링 프로젝트의 공사과정에서 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 매우 미흡하다.

따라서, 본 연구는 오피스 건축물 리모델링 프로젝트의 리스크 요인들이 실제 리모델링 공사의 작업별 공기지연에 얼마나 영향을 미치는 지를 평가하고자 수행되었다.

## 1.2 연구의 방법 및 범위

오피스 건축물의 리모델링 프로젝트에서 공기지연은 중요한 위험요인중 하나이다. 즉, 오피스 프로젝트의 특성상, 임대 수입 등에 차질을 야기하는 공기지연이 발생하면 발주자의 비용포트폴리오 등에 악영향을 미칠 수 있기 때문에, 다른 유형의 프로젝트에 비해 공기지연은 오피스 건축물 리모델링 프로젝트에서 민감한 사항일 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 다른 성능저하를 야기하는 리스크 요인이 다양함에도 불구하고, 공기지연에 영향을 미치는 리스크 요인을 중심으로, 해당 리스크 요인들이 오피스 건축물의 리모델링 공사의 공기지연 발생가능성에 어떤 영향을 미치는 지를 평가하는 것을 연구의 범위로 설정하였다.

리모델링 프로젝트의 리스크 요인과 리모델링 공사의 공기지연과의 관계 분석은 다음과 같이 크게 3단계로 진행되었다. 첫째, 기존사례 및 관련 문헌의 분석을 통해, 오피스 건축물 리모델링 공사의 작업프로토타입을 설정하였다. 즉, 오피스 건축물의 리모델링은 작업범위 및 리모델링 방법에 따라 요구되는 작업유형이 변하게 되며, 실제 사례의 분석을 통해 오피

스 건축물의 리모델링 공사의 작업프로토타입을 설정하였다. 아울러, 오피스 건축물 리모델링 사업의 공기지연 리스크 요인을 문헌분석을 통해 도출하였다. 두 번째로, 도출된 리모델링 작업프로토타입과 리스크 요인과의 관계 분석을 위해, 설문조사를 통한 데이터를 수집하였다. 설문조사 결과를 이용한 데이터 분석을 수행하기 앞서, 설문조사 결과의 신뢰성 분석 차원에서 내적일관성평가 (Consistency evaluation)를 수행하였다. 마지막 세 번째 단계에서는 수집된 데이터를 중심으로 리모델링 프로젝트의 작업 프로토타입과 공기지연 리스크 요인 간의 관계를 기술통계 (Descriptive statistical analysis)방법론 등을 활용하여 분석하였다.

## 2. 오피스 리모델링 공사의 프로토타입 및 공기지연 리스크

### 2.1 오피스 리모델링 공사의 작업프로토타입

최근 10년간 서울의 종로 (CBD, Central Business District), 강남 (GBD, Gangnam BD), 여의도 (YBD, Yeouido BD)지역에서 수행된 50여건의 오피스 건축물 리모델링 프로젝트 사례를 분석한 결과, 리모델링 공사의 작업 유형은 리모델링 범위와 리모델링 방법에 따라 구분될 수 있었다. 즉, Figure 1에서 보는 바와 같이, 사례분석결과 리모델링 작업범위는 크게 3가지 유형으로 구분되는데, 공사의 규모에 따라 (1) 기존 건축물의 내부공간 (building interior)만을 개선하는 유형, (2) 기존 건축물의 내부를 포

함하여, 외피와 주요 설비시설 (Building skin & equipment)을 개선하는 유형, (3) 위의 두가지를 포함하여, 수직/수평 증축 (Vertical & Horizontal expansion)이 수행되는 유형으로 구분가능하다. 이러한 리모델링 프로젝트의 공사규모에 따라, 7가지의 작업이 선택적으로 공정표에 표기되는데, (1) 철거공사 (dismantle), (2) 내부공사(interior works), (3) 설비공사(equipment works), (4) 전기공사(electrical works), (5) 외피공사(exterior works), (6) 보수보강공사(strengthening works), (7) 골조공사(superstructure works)가 적용될 수 있다. 즉, 리모델링 공사의 규모가 작은 내부공간을 개선하는 공사에서는 철거공사, 내부공사, 그리고 보수보강공사 등이 요구되는 작업이며, 수직 수평 증축공사를 포함한 대규모 리모델링 공사에서는 위의 7가지 공사가 모두 포함된다.

한편, 오피스 건축물의 리모델링 공사의 진행방법에 따라 재실리모델링과 공실리모델링으로 구분되며, 재실리모델링 (lease of the building during remodeling works)방법이 적용된 리모델링 프로젝트의 경우, 이주공사(move)에 대한 계획의 중요도가 커지는 것을 볼 수 있었다.

따라서, 본 연구에서는 오피스 리모델링 공사의 작업 프로토타입으로 총 8개의 작업 (이주, 철거, 보수보강, 골조, 외장, 내장, 설비, 전기)을 정의하였으며, 이상의 작업들의 공기지연에 어떤 리스크 요인들이 영향을 미치는 지를 평가하였다.

## 2.2 리모델링 프로젝트의 공기지연 리스크

리모델링 프로젝트 고유의 특성으로 인해, 신축공사의 공기지연 리스크와 차별되는 공기지연 리스크가 존재한다. Cho and Kim[9]의 연구에 따르면, 오피스 건축물의 리모델링 프로젝트에서 공기지연을 야기할 수 있는 리스크 요인 20개를 제시하고 있다[9]. 즉, Table 1에서 보는 바와 같이, 오피스 리모델링 프로젝트의 공기지연을 야기하는 리스크 요인은 크게 3개의 단계 (1) 계획 및 타당성 분석단계 (Feasibility analysis phase), (2) 설계 및 엔지니어링 단계 (Design and engineering phase), 그리고 (3) 시공단계 (Construction phase)로 구분하여 정의될 수 있다. 예를 들어, 오피스 건축물의 리모델링 프로젝트의 공기를 지연시킬 수 있는 리스크 요인 들 중, 계획 및 타당성 분석단계에 발생가능한 요인은 4개였다 (Table 1의 R1부터 R4). 즉, 기존 건축물의 도면 및 유지보수 데이터 부족(R1), 기존 구

조체의 품질상태 등 잠재적 리스크확인 어려움(R2), 기존 건축물 설비현황 파악 어려움(R3), 지장물 현황파악 어려움(R4)이었다. 본 연구에서는 Cho and Kim[9]의 연구에서 정의한 오피스 리모델링 프로젝트의 리스크 요인을 참조하여 연구를 진행하였다.

Table 1. Risk factors causing the delay on remodeling projects(9)

Phases	Risk factors of the remodeling project	Risk ID
Feasibility analysis phase	Insufficiency of the drawing documents and maintenance historical data for the existing building	R <sub>1</sub>
	Difficulties in identifying physical performance conditions of the existing building structure	R <sub>2</sub>
	Difficulties in identifying physical performance conditions of the existing equipments	R <sub>3</sub>
	Difficulties in identifying the existing underground utilities	R <sub>4</sub>
Design and engineering phase	Insufficient scope and plan for the dismantling works	R <sub>5</sub>
	Insufficient plan for the reinforcement and repair methods	R <sub>6</sub>
	Insufficient plan for the building resident's movement	R <sub>7</sub>
	Floor layout design without consideration of the floor level on the existing building	R <sub>8</sub>
	HVAC and electrical installation design without consideration of floor height on the existing building	R <sub>9</sub>
	Design without considering the acquisition availability of the materials adopted during the existing building construction	R <sub>10</sub>
	Insufficient feedback among project design disciplines	R <sub>11</sub>
	Insufficient communication among the project participants	R <sub>12</sub>
	Insufficient management capacity of the sub-contractors	R <sub>13</sub>
	Interference of the HVAC and electrical systems between working area and used area	R <sub>14</sub>
Construction phase	Change orders	R <sub>15</sub>
	Damages on the existing structures due to dismantling work	R <sub>16</sub>
	Damages on the waterproof performance due to dismantling work	R <sub>17</sub>
	Differences between design and site conditions	R <sub>18</sub>
	Fire and safety accidents	R <sub>19</sub>
	Claims of building occupants during remodeling works due to noise, vibration, and water leakage	R <sub>20</sub>

## 3. 데이터 수집 및 신뢰성 분석

### 3.1 데이터 수집

앞서 기술한 바와 같이, 본 연구의 목적은 오피스 건축물 리모델링 프로젝트의 8개 대표작업들을 중심으로, 각각의 작업이 어떤 리스크 요인에 의해 공기지연될 가능성이 있는 지를 분석하는 것이다. 따라서 오피스 리모델링 프로젝트의 대표적인 작업 (Figure 1) 8개와 Table 1에서 정의된 리모델링 프로젝트의 공기지연 리스크요인 사이의 관계를 규명해야 하며, 이를 위한 설문조사를 수행하였다. 설문조사는 2부분으로 구성되어 진행되었는데, (1) 설문응답자의 건설

분야 근무경험 및 리모델링 프로젝트의 수행경험에 대한 설문항과 (2) 리모델링 프로젝트의 작업에 공기지연을 야기할 수 있는 리스크 요인들의 평가에 대한 설문문항이었다. 즉, 두 번째 설문문항에서는 앞서 설명한 20개의 리스크 요인들이 8개의 리모델링 작업프로토타입의 공기지연에 어떤 영향을 미치는 지를 평가하였다.

설문조사는 예를 들어, 리모델링 리스크 요인 “R1 (기존 건축물의 도면 및 데이터 부족)”은 “철거공사”와 “보수보강공사”의 공기지연으로 이어질 가능성이 있다고 생각하는 응답자의 경우, 아래의 Table 2와 같이, 해당 칸에 “○”를 표시하도록 유도하였다. 즉, 응답자의 경험에 비추어, 각각의 리스크 요인이 8개 작업의 지연에 영향을 미치는 지 여부를 평가하였다.

Table 2. Survey example

Risk ID	Type of works							
	Move	Dismantle	Strengthening works	superstructure works	Exterior works	Interior works	Equipment works	Electrical works
R1		○	○					

이상의 방법으로, 리모델링 프로젝트에 참여한 경험이 있거나 현재 리모델링 프로젝트에 참여하고 있는 건설사업관리자들을 대상으로, 서면을 통해 2018. 1. 31부터 2월 10일까지 10일간 설문조사를 실시하였다. 부분별로 응답된 설문을 제외하고, 최종적으로 29부의 유효한 설문응답지를 수거하였으며, 각각의 응답자들의 속성은 Table 3과 같다. 29명의 응답자들 중, (1) 응답자들의 건설분야 근무경력은 21년 이상의 응답자가 가장 많았으며 (16명), (2) 1-2건의 리모델링 프로젝트 경험을 가진 응답자가 19명으로 나타났다.

한편, Table 2과 같은 방법으로 수집된 설문조사 결과를 중심으로, 설문결과의 신뢰성 분석 및 설문결과 분석을 위하여 이진법을 적용하여 설문결과를 변환하였다. 즉, “○”로 표시된 응답결과는 “1”로, 표시되지 않은 응답결과는 “0”으로 변환하였다.

Table 3. Detailed profile of respondents

Work experience (years)				Remodeling experience (projects)			
1-5	6-10	11-20	> 21	0	1-2	3-4	> 5
-	2	11	16	-	19	10	-

### 3.2 수집된 데이터의 신뢰성 분석

설문조사결과로 수집된 데이터의 분석을 수행하기 앞서, 설문응답결과의 신뢰성확보는 매우 중요하다. 즉, 설문조사 결과에 대한 신뢰성은 다수의 사람들이 해당 문항에 대해 반복적으로 응답한 결과를 중심으로 응답결과의 일관성을 평가함으로써 확보할 수 있다. 이러한 설문결과의 일관성은 내적일관성(internal consistency) 평가를 통해 일반적으로 수행되며, Cronbach`s alpha 계수는 내적일관성 평가를 위해 널리 이용되는 지표이다[10]. Cronbach`s alpha 계수는 아래의 식 (1)과 같이 측정된다. 일반적으로 Cronbach`s alpha계수는 0에서 1사이의 값을 가지며 높을수록 설문조사결과의 신뢰성을 검증하는데 바람직한 것으로 알려져 있으며, 0.7 이상이면 해당 설문의 결과가 비교적 신뢰할 수 있는 것으로 알려져 있다[10].

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \text{-----} (1)$$

k는 항목의 수이고,  $\sigma_i^2$ 는 항목 I의 분산값이고,  $\sigma_t^2$ 는 항목 전체의 분산값을 의미한다.

Table 4. Reliability statistics

Risk factors	Cronbach's alpha	Number of items
R1	0.788	8
R2	0.722	8
R3	0.722	8
R4	0.724	8
R5	0.765	8
R6	0.780	8
R7	0.831	8
R8	0.738	8
R9	0.718	8
R10	0.724	8
R11	0.774	8
R12	0.845	8
R13	0.883	8
R14	0.705	8
R15	0.892	8
R16	0.777	8
R17	0.705	8
R18	0.877	8
R19	0.884	8
R20	0.777	8

Table 4는 수집된 29부의 응답지에 대하여 개별항목별 Cronbach`s alpha계수를 산정한 결과이다. 즉, 이진법으로

변환된 설문조사결과를 기반으로, 29부의 설문조사결과에서 각각의 리스크요인들이 8개의 리모델링 작업프로토타입의 공기지연을 야기할 가능성을 평가한 결과, Cronbach`s alpha계수들이 모두 0.7이상으로 나타났다. 예를들어, 가장 높은 Cronbach`s alpha계수값을 보인 “리스크 요인 15 (R15: 설계변경)”이 8개 작업유형의 공기지연을 야기할 가능성에 대해 29명의 응답자의 답변경향이 일관성있게 나타났음을 (Cronbach`s alpha: 0.892) 알수있다. 유사한 방법으로 Table 4의 신뢰성 평가 결과 “리스크요인 R17(철거공사 진행에 따른, 옥상 방수층 파손)” 의 Cronbach`s alpha 값이 0.705로 가장 낮게 나타났으며, 0.7이상의 결과이기 때문에 설문조사결과를 신뢰할 수 있는 것으로 판단된다.

#### 4. 리모델링 공사의 공기지연을 야기하는 리스크 요인

29부의 설문지에 대한 응답결과에 대한 신뢰성이 확보되었기 때문에, 설문조사결과 데이터를 활용하여 리모델링 공사의 작업프로토타입에 공기지연을 야기하는 리스크 요인을 분석하였다. 이러한 작업프로토타입과 리스크 요인사이의

관계의 분석은 크게 3가지 측면에서 분석되었다. (1) 첫째, 리스크 종류에 상관없이 “8개의 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성”을 평가하였고 (즉, 4.1 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성), (2) 둘째, 리모델링 공사에 작업별 구분없이 리모델링 공사의 공기지연을 야기할 가능성이 있는 “리스크 요인별 중요도”를 평가하였으며 (4.2 리모델링 공사의 리스크 요인별 중요도), (3) 마지막으로, 리모델링 공사의 “각 작업별 공기지연 발생에 20개의 리스크 요인이 미치는 영향”정도 (4.3 리모델링 공사의 공기지연에 영향을 미치는 리스크 요인)를 분석하였다.

#### 4.1 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성

설문응답결과를 분석을 통해, 리모델링 프로젝트의 리스크 종류에 구별없이, 리모델링 공사의 작업별 공기지연 발생 가능성을 다음과 같은 방법을 통해 평가하였다.

- 1) 각각의 리스크 요인별로 29명의 응답자가 해당 작업의 공기지연을 야기할 가능성이 있다고 평가한 결과를 산정한 후 (예를 들어, Table 5에서, 리스크요인 1 (R1) 이 이주공사(MOVE)의 공기지연을 야기할 수 있다고 답한 응답자는 “2명”이었다.),

Table 5. Relative occurrence likelihood of schedule delay on each remodeling work

Risk ID	Move	Dismantle	Strengthening works	superstructure works	Exterior works	Interior works	Equipment works	Electrical works
R1	2	24	20	12	11	9	12	12
R2	0	18	21	19	7	5	10	7
R3	0	14	8	2	3	9	23	16
R4	2	22	12	8	3	5	7	9
R5	0	22	17	13	4	5	3	3
R6	1	9	25	15	1	2	2	2
R7	26	5	3	4	0	6	2	2
R8	1	2	8	16	4	23	13	10
R9	1	5	3	8	2	19	24	22
R10	0	3	3	1	18	19	6	6
R11	0	3	2	7	9	22	19	19
R12	4	6	6	9	10	21	16	15
R13	3	13	13	17	11	17	12	12
R14	0	5	2	3	4	18	25	26
R15	4	10	11	17	15	23	21	19
R16	4	21	20	14	8	5	4	4
R17	1	13	14	12	9	10	4	3
R18	1	13	15	18	14	20	18	15
R19	4	16	11	13	12	17	12	11
R20	4	16	11	19	9	10	4	4
Total response	58	240	225	227	154	265	237	217
Relative likelihood(%)	3.574	14.787	13.863	13.986	9.489	16.328	14.603	13.370
Ranking	8	2	5	4	7	1	3	6

2) 각 작업별로 20개 리스크 요인별 응답빈도를 합한 후 (예를들어, Table 5에서 20개의 리스크 요인 전체가 이주공사의 공기지연을 야기할 수 있다고 응답한 빈도는 총 “58”이었다.),

3) 모든 작업의 응답빈도 총합에서, 위의 (2)의 값 (작업별 응답빈도의 합)이 차지하는 비율을 바탕으로, 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성을 평가하였다 (즉, Table 5에서 “Total response”열의 총합은 1623이며, 이주공사의 상대적 발생가능성은 “3.574% = 58/1623\*100”으로 산정할 수 있다).

이상의 내용은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다. 여기서, “ $F_j^{W_k}$ ”는 작업  $W_k$ 에 대한 설문대상자  $j$ 의 응답빈도를 나타낸다.

$$R. Likelihood of Workk = \frac{\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{20} F_j^{W_k} by R_i}{\sum_{k=1}^8 \sum_{j=1}^{20} \sum_{i=1}^8 F_j^{W_k} by R_i} \times 100 \text{ ---- (2)}$$

Figure 2는 Table 5의 Relative likelihood 비율 값을 바탕으로 도식화 한 그림이다. Figure 2와 Table 5의 결과에서 볼 수 있듯이, 오피스 건축물 리모델링 공사의 작업중 공기지연 가능성이 가장 큰 작업은 “내장공사(Interior works, 16.328%)”로 나타났으며, 그 다음으로 “철거공사(Dismantle, 14.787%)”의 공기지연 가능성이 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로 설비공사, 골조공사, 보수보강공사,

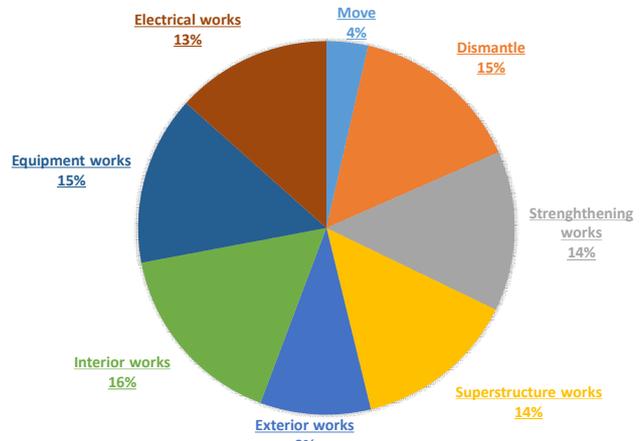


Figure 2. Occurrence likelihood of schedule delay

전기공사, 외장공사, 이주공사 순으로 공기지연 가능성이 높은 것으로 나타났다.

#### 4.2 리모델링 공사의 리스크 요인별 중요도

다음으로, 리모델링 공사의 작업 구분없이, 리모델링 공사의 공기지연을 야기하는 리스크 요인별 중요도를 다음과 같이 평가하였다.

- 1) 각각의 설문응답자가 각각의 리스크 요인이 8개 작업별로 공기지연을 야기할 가능성이 있다고 평가한 결과를 산정한 후 (예를 들어, Table 6에서 설문응답자 1은 “리스크 요인 R1 (기존 건축물의 도면 및 유지보수 데이터 부족)”이 “5”개의 공사 (철거공사, 보수보강공사,

Table 6. Relative importance and ranking of each risk factor

Risk ID	Response frequency of respondents on each risk factor yielding schedule delay of remodeling works																													Sum	Relative importance	Rank
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
R1	5	7	5	3	2	7	3	2	7	7	2	2	1	6	0	2	1	1	7	7	1	4	2	1	2	4	5	4	2	102	6.285	3
R2	4	3	7	7	0	3	3	1	6	3	2	3	1	5	0	3	2	1	3	7	0	4	3	1	2	4	3	3	3	87	5.360	6
R3	5	4	2	5	0	2	1	1	2	3	2	2	1	5	0	7	1	1	1	3	2	7	2	2	4	1	3	4	2	75	4.621	14
R4	4	4	5	2	0	1	1	1	7	2	1	2	1	1	0	0	2	2	1	3	1	6	5	1	2	5	1	5	2	68	4.190	15
R5	5	2	7	5	0	1	3	1	1	2	2	3	1	2	1	0	1	1	2	5	0	7	2	1	2	2	3	3	2	67	4.128	16
R6	2	3	7	2	0	1	3	2	1	2	1	3	1	2	1	0	1	1	1	3	0	7	2	1	2	1	2	3	2	57	3.512	18
R7	1	5	6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1	3	2	2	7	1	1	3	1	1	1	48	2.957	20
R8	3	5	5	4	0	2	2	2	6	2	2	3	0	5	0	0	2	1	5	4	0	7	2	1	2	2	3	5	2	77	4.744	12
R9	3	3	5	3	0	3	6	5	2	3	3	3	2	3	1	0	2	1	4	4	0	7	2	2	6	3	3	3	2	84	5.176	8
R10	1	2	4	1	0	2	1	0	2	2	2	1	1	4	1	0	1	2	4	2	0	6	1	1	6	5	2	1	1	56	3.450	19
R11	4	5	4	3	0	0	3	1	4	5	1	4	0	3	0	0	4	2	5	4	0	5	3	2	7	1	4	4	3	81	4.991	10
R12	1	5	8	7	0	0	4	2	3	5	3	7	1	4	1	0	5	1	7	4	0	7	1	3	2	0	3	2	1	87	5.360	6
R13	6	7	7	7	0	0	3	1	2	5	7	7	0	3	0	0	4	2	7	7	0	7	1	1	7	2	2	2	1	98	6.038	4
R14	2	6	2	5	0	2	3	3	3	3	3	4	5	3	1	0	3	2	2	5	1	6	2	2	3	3	3	4	2	83	5.114	9
R15	7	4	8	7	0	0	5	2	7	8	3	7	0	6	0	0	5	1	5	7	1	7	2	3	7	5	5	6	2	120	7.394	1
R16	4	3	8	4	0	3	3	3	7	3	2	3	1	4	1	0	2	2	2	4	0	8	2	1	2	3	3	0	2	80	4.929	11
R17	3	2	2	4	0	1	2	1	5	1	1	1	0	4	0	0	2	1	7	3	0	7	2	1	5	2	4	3	2	66	4.067	17
R18	6	7	8	7	0	2	4	1	4	7	4	7	3	7	0	0	5	1	7	7	0	7	2	1	2	4	7	2	2	114	7.024	2
R19	7	7	8	8	0	0	3	1	7	7	1	7	0	5	0	0	4	3	7	3	0	6	2	1	2	2	1	2	2	96	5.915	5
R20	3	5	7	4	0	0	2	1	7	1	3	7	2	0	1	0	3	2	2	3	2	8	2	2	3	1	2	2	2	77	4.744	12

골조공사, 설비공사, 전기공사)의 공기지연을 야기할 수 있다고 평가하였다),

- 2) 29개의 설문응답지에서 각각의 리스크 요인이 공기지연을 야기한다고 평가한 응답빈도를 합한 후 (예를 들어, Table 6에서와 같이, 29명의 응답자들이 리스크요인 R1이 8개의 작업에 공기지연을 야기할 가능성이 있다고 평가한 응답빈도는 “102”였다),
- 3) 모든 리스크 요인의 응답빈도 총합에서, 위의 (2)의 값 (리스크 요인별 응답빈도의 합)이 차지하는 비율을 바탕으로, 리모델링 리스크 요인별 중요도를 평가하였다 (즉, Table 6에서 “리스크요인 R1”의 중요도는 “6.285%=102/1623\*100”으로 산정할 수 있다). 이상의 내용은 식 (3)과 같이 표현할 수 있다. 여기서, “ $F_j^{R_i}$ ”는 리스크 i에 대한 설문대상자 j의 응답빈도를 나타낸다.

$$R. Imp. of R_i = \frac{\sum_{j=1}^{29} F_j^{R_i}}{\sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^{29} F_j^{R_i}} \times 100 \quad (3)$$

Figure 3은 Table 6의 Relative importance 값을 바탕으로 도식화 한 그림이다. Figure 3와 Table 6의 결과에서 볼 수 있듯이, 리모델링 공사의 작업별 구분없이 전체적으로 보았을 때, 리모델링 공사의 공기지연을 야기할 가능성이 가장 큰 리스크 요인은 “R15(설계변경, 7.394%)”이었다.

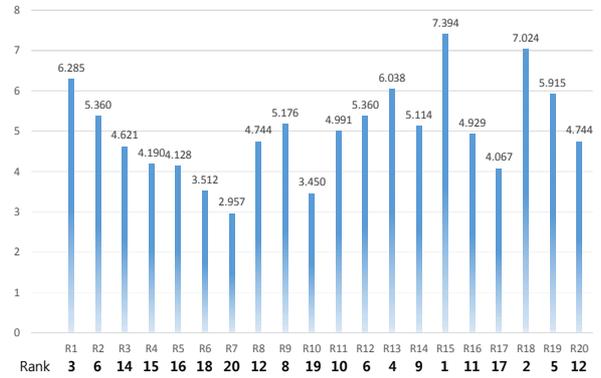


Figure 3. Relative importance of each risk factor

그 다음으로 “R18(설계조건/현장여건 상이, 7.024%)” “R1(기존건축물의 도면 및 유지보수 데이터 부족, 6.285%)” 등으로 순서로 나타났다.

### 4.3 리모델링 공사의 공기지연에 영향을 미치는 리스크 요인

세 번째로, 8개의 리모델링 공사의 작업별 공기지연의 발생가능성에 20개의 리스크 요인들이 어떻게 영향을 미치는지를 평가하였다.

- 1) 설문지 29부에서 각각의 응답자가 해당 리스크 요인에 따라 리모델링 공사의 공기지연 발생가능성에 영향을 미친다고 응답한 결과를 바탕으로,
- 2) 리스크 i가 작업 k의 공기지연 발생가능성에 영향을 미친다고 응답한 빈도수를 중심으로, “리스크 요인별 응답지수(즉, 총 응답자수 대비 얼마나 다수의 설문자

Table 7. Occurrence likelihood of the schedule delay on each work according to each risk factor

Risk ID	Move	Dismantle	Strengthening works	superstructure works	Exterior works	Interior works	Equipment works	Electrical works
R1	0.069	0.828	0.690	0.414	0.379	0.310	0.414	0.414
R2	0.000	0.621	0.724	0.655	0.241	0.172	0.345	0.241
R3	0.000	0.483	0.276	0.069	0.103	0.310	0.793	0.552
R4	0.069	0.759	0.414	0.276	0.103	0.172	0.241	0.310
R5	0.000	0.759	0.586	0.448	0.138	0.172	0.103	0.103
R6	0.034	0.310	0.862	0.517	0.034	0.069	0.069	0.069
R7	0.897	0.172	0.103	0.138	0.000	0.207	0.069	0.069
R8	0.034	0.069	0.276	0.552	0.138	0.793	0.448	0.345
R9	0.034	0.172	0.103	0.276	0.069	0.655	0.828	0.759
R10	0.000	0.103	0.103	0.034	0.621	0.655	0.207	0.207
R11	0.000	0.103	0.069	0.241	0.310	0.759	0.655	0.655
R12	0.138	0.207	0.207	0.310	0.345	0.724	0.552	0.517
R13	0.103	0.448	0.448	0.586	0.379	0.586	0.414	0.414
R14	0.000	0.172	0.069	0.103	0.138	0.621	0.862	0.897
R15	0.138	0.345	0.379	0.586	0.517	0.793	0.724	0.655
R16	0.138	0.724	0.690	0.483	0.276	0.172	0.138	0.138
R17	0.034	0.448	0.483	0.414	0.310	0.345	0.138	0.103
R18	0.034	0.448	0.517	0.621	0.483	0.690	0.621	0.517
R19	0.138	0.552	0.379	0.448	0.414	0.586	0.414	0.379
R20	0.138	0.552	0.379	0.655	0.310	0.345	0.138	0.138
Sum	2.000	8.276	7.759	7.828	5.310	9.138	8.172	7.483

가 응답했는지)를 산정하면 (예를 들어, Table 5에서 보는 바와 같이 “리스크 R1”이 “이주작업 (Move)”의 공기지연 발생가능성에 영향을 미친다고 평가한 응답자는 총 2명이었는데, Table 7에서 보는 바와 같이 이를 전체 응답수 대비 응답빈도로 산정한 리스크 응답지수는 “0.069 (=2/29)”가 된다),

- 위의 “(2)”에서 산정한 각각의 리스크별 응답지수의 총합 (식 (4)의 분모)에서 위의 (2)의 값이 차지하는 비율을 바탕으로, 해당 작업의 공기지연 발생가능성에 영향을 미치는 리스크요인별 영향도를 평가할수 있다 (즉, Table 7에서 보는 바와 같이, 리모델링 공사 “이주작업(Move)”의 공기지연에 영향을 미치는 각 리스크 요인별 응답지수는 0.069(R1), 0.000(R2&3), ... 0.034 (R17&18), 0.138(R19&20)였고, 이들의 합은 2.000이었다. 따라서 응답지수의 총합 2.000대비 각각의 요인별 응답지수가 차지하는 비율을 평가하면, Figure 4에서 보는 바와 같이, R1이 “Move”작업의 공기지연 발생가능성에 영향을 미치는 중요도는 “3.45% (=0.069/2\*100)”가 된다).

즉, 식 (4)와 같이, “작업 k의 발생에 영향을 미치는 리스크 요인 Ri의 상대적 영향도를 평가 가능하다.

$$Effect\ of\ R_i\ on\ W_k = \frac{\left( \sum_{j=1}^{29} F_j^{W_k\ by\ R_i} \right) / 29}{\sum_{i=1}^{20} \left\{ \left( \sum_{j=1}^{29} F_j^{W_k\ by\ R_i} \right) / 29 \right\}} \times 100 \quad (4)$$

이상의 내용과 Table 7의 내용을 바탕으로, Figure 4는 8개의 작업 Move, Dismantle, Strengthening works, ..., Electrical works 들의 공기지연 발생가능성에 영향을 미치는 리스크요인별 영향도를 평가한 결과이다. Figure 4를 기반으로 평가된 결과를 각각의 작업별로 분석해보면,

- 이주(Move)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 7 “R7 (미흡한 이주대책, 44.83%)에 의해 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났고, R12(각 주체별 원활하지 못한 의사소통), R15(설계변경), R16(철거등으로 인한 기존 구조물 손상붕괴), R19(화재 및 안전사고), R20(소음, 진동, 누수로 인한 거주자 민원발생)에 의해 동일하게 6.90% 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 철거공사(Dismantle)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R1(기존 건축물의 도면 및 유지보수 데이터 부

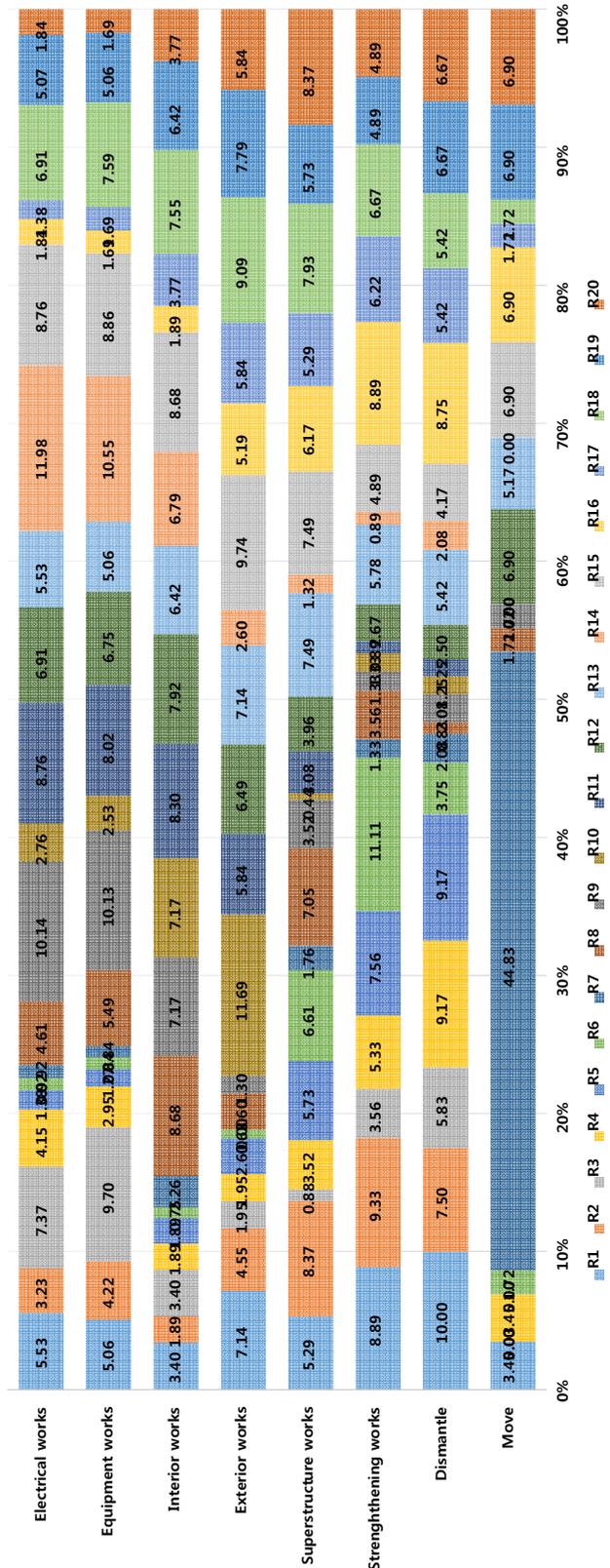


Figure 4. Effect of the risk factors on the likelihood of schedule delay on each work

죽, 10.00%), R4(지장물 현황파악 어려움, 9.17%), R5(불명확한 해체공사의 범위 및 공법계획, 9.17%), R16(8.75%), R19&20(6.67%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.

- 3) 보수보강공사(Strengthening works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R6(불명확한 보수·보강공법 선정, 11.11%), R2(기존 구조체의 품질상태 확인 어려움, 9.33%), R1&R16(8.89%), R5(불명확한 해체공사의 범위 및 공법계획, 7.56%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 4) 골조공사(Structure works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R2&R20(8.37%), R18(설계조건/현장여건 상이, 7.93%), R13&15(하수급인의 빈약한 관리능력&설계변경, 7.49%), R8(기존 실별 바닥레벨을 미고려한 층별 Layout설계, 7.05%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 5) 외장공사(Exterior works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R10(기존 건축물에 사용된 자재의 확보가능성 미고려, 11.69%), R15(9.74%), R18(9.09%), R19(7.79%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 6) 내장공사(Interior works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R8&15(8.68%), R11(8.30%), R12(7.92%), R18(7.55%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 7) 설비공사(Equipment works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R14(시공중, 사용중인 전기 및 설비시스템과 간섭발생, 10.55%), R9(기존 유효 천정고를 미고려한 각종 설비 및 전기설계, 10.13%), R3(기존 건축물 설비현황파악 어려움, 9.70%), R15(8.86%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 8) 전기공사(Electrical works)의 공기지연 발생가능성은 리스크요인 R14(11.98%), R9(10.14%), R11&15(8.76%), R3(7.37%)의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다.

## 5. 결 론

오피스 건축물의 리모델링 사업은 건축물의 물리적 노후화 뿐만 아니라 경제적 사회적 수명의 노후화로 인해 최근들어 활발하게 고려되고 있다. 특히 경제적 수명의 노후화로 인해 공실을 등의 상승으로 인해, 리모델링을 수행하는 사례

가 점차 증가하고 있다. 이러한 경제적 수명의 노후화 측면에서 볼 때, 리모델링 공사의 공기지연은 매우 중요한 프로젝트의 성공지표가 된다. 그러나 신축과는 다른 리모델링 사업의 다양한 리스크로 인해 공기가 지연되는 사례가 빈번하게 보고되고 있다. 한편, 리모델링 사업의 리스크를 분석한 기존연구들 대부분은 "리모델링 사업의 리스크 요인" 도출에 주로 초점을 맞추고 있으나, 정작 도출된 리스크 요인들이 리모델링 사업의 공기지연에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 연구가 매우 미흡했다. 이러한 맥락에서, 본 연구는 "리모델링 공사의 8개 작업별 공기지연"에 "20개의 리스크 요인"들이 어떤 영향을 미치는지를 평가하고자 수행되었다.

리모델링 사업의 리스크와 작업별 공기지연 가능성과의 관계를 분석하기 위해, (1) 본 연구에서는 기존 사례 및 문헌 분석을 통해 오피스빌딩 리모델링 공사의 작업프로토타입을 개발하였고, (2) 두가지 요인별 관계분석을 위해, 리모델링 프로젝트를 수행했거나 현재 수행중인 경험이 있는 건설사업관리자 29명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, (3) 수집된 설문결과의 신뢰성을 평가한 후, 응답결과를 다각적으로 분석하여 두가지 요인간의 관계를 분석하였다. 즉, (i) 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성(4.1), (ii) 리모델링 공사의 리스크 요인별 중요도(4.2), (iii) 리모델링 공사의 공기지연에 영향을 미치는 리스크 요인(4.3) 세가지 측면의 분석결과를 제시하였다.

본 연구의 결과를 활용하면, 오피스 건축물의 리모델링을 계획하고 있는 발주자 혹은 사업관리자가 공기지연을 야기할 수 있는 리스크 요인에 대한 대응방안을 수립할 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 해당 오피스 건축물 리모델링 프로젝트의 현황과 본 연구에서 제안된 20개의 리스크 요인과의 비교를 통해, 발생가능성이 높은 공기지연 리스크 요인에 대한 대응방안 수립할 수 있을 것으로 기대되며, 나아가 해당 프로젝트의 성공적인 수행이 가능할 것으로 기대된다. 또한, 본 연구의 결과물은 프로젝트의 특성 및 리스크 요인에 따른 리모델링 작업별 공기지연 가능성을 평가할 수 있는 기법 등을 개발하기 위한 초석이 될 것으로 기대된다.

## 요 약

오피스 건축물의 리모델링 사업에서, 신축과는 다른 리모델링 사업의 다양한 리스크로 인해 공기가 지연되는 사례가

빈번하게 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 리모델링 프로젝트의 리스크 요인들과 리모델링 공사의 작업별 공기지연 발생가능성의 관계를 분석하고자 수행되었다. 리모델링 사업의 경험이 있는 29명의 전문가 면담결과의 과학적·통계적 분석을 통해, 리모델링 사업의 리스크 요인과 그로 인한 작업별 공기지연 가능성을 크게 3가지 측면에서 분석하였다. 즉, (i) 리모델링 공사의 작업별 공기지연 가능성, (ii) 리모델링 공사의 리스크 요인별 중요도, (iii) 리모델링 공사의 공기지연에 영향을 미치는 리스크 요인 등 세가지 분석결과를 제시하였다.

**키워드** : 오피스 리모델링 프로젝트, 리모델링 사업의 리스크 요인, 리모델링 공사의 작업별 공기지연

### Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Education, Science, and Technology (NRF-2017R1D1A3B03029277) and the research funds from Chosun University, 2016.

### References

1. Cho KM, Yoon YJ. Decision support model for determining cost-effective renovation time. *Journal of Management in Engineering*. 2016 May;32(3):04015051-1-9.
2. Shin YS, Cho KM, Kim JY. Decision support process model for energy efficient remodeling projects focused on building envelope and renewable energy systems. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. 2015 May;16(3):91-100.
3. Kim JW, Cho KM, Kim TH, Yoon YJ. Predicting the monetary value of office property post renovation work. *Journal of Urban Planning and Development*. 2018 Jun;144(2):04018007-1-9.
4. Kim JS, Cho KM, Kim TH. Factors determining the price of remodeled multi-family housing. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. 2016 May;17(3):13-22.
5. Junghans, L. Sequential equi-marginal optimization method for ranking strategies for thermal building renovation. *Energy and Buildings*. 2013 Oct;65:10-18.
6. Lee SB, Son BS. An analysis on characteristics and risk factors of the remodeling project. *Korean Journal of Facility Management*. 2013 Dec;8(2):5-11.
7. Lee D, Cha H. A probabilistic risk-based cost estimation model for initial-stage decision making on apartment remodeling projects. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. 2016 Mar;17(2):70-9.
8. Hong SW, Ahn YS. A study on countermeasures for the strategic risk management of remodeling in construction projects. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*. 2004 Nov;20(11):153-60.
9. Cho KM, Kim TH. Effect of office building remodeling project characteristics on the occurrence of schedule delay risk factors. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. Forthcoming 2018.
10. Hair J, Black W, Babin B, Anderson R, Tatham R. *Multivariate data analysis*. 6th ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.; 2005. 816 p.