

建築形態構想教育을 위한 3차원 CAD모델러의 特性에 다른 프로토콜 分析研究

홍승완*, 이광희**

A Protocol Analysis on the Characteristics of CAD Modeler to Aid Architectural Massing Education

Hong, S.-W.* and Lee, K.-H.**

ABSTRACT

The research focused quantitative comparisons of protocols occurring in the architectural massing process using two different tools, three-dimensional(3D) modeler and traditional design tools, to aid architectural massing education. Through the protocol analysis from some experiments, the research identified the following conclusions: 1) Usage of traditional tools produced much higher protocol rate in proposing solution, evaluating proposed solution, explicitness of strategies. This result seemed to be from convenience of traditional tools causing faster visual cognitive cycle. 2) Usage of 3D modeler produced much higher protocol rate concerning attempts of making design vocabulary. The result indicated 3D modeler has relatively effective functions for mass generation and orientation, however it still has some weaknesses on display interface which cause designer's lower idea generations compared to traditional design tools.

Key words : 건축형태구상교육, 프로토콜 분석법, 디자인 도구, 3차원 모델러

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축형태구상은 부지분석에서 얻어지는 정보(context)와 건축물의 기본적인 계획(plan)을 설계자 고유의 조형적인 디자인으로 통합하는 과정으로 건축을 전공하는 학생에서부터 전문 건축가에 이르기까지 비중있게 다루어져 왔다. 형태구상도구로는 스케치와 매스모형으로 대표되는 전통적인 수작업 도구가 일반적이며 근래에 들어와 3차원 모델러(이하 모델러)로 대표되는 컴퓨터 도구가 또한 활용되고 있다. 이는 강력한 시각화 기능과 더불어 향상된 모델링 기능을 추가하여 형태구성의 효율적인 아이디어 창출도구로 발전하고 있으며 그 사용은 확산되고 있는 추세이다.

하지만 이런 소프트웨어의 발전과 사용의 일반화에

도 불구하고 많은 건축가들은 여전히 스케치와 모형의 수작업 도구를 선호하고 있으며 교육과정에서도 이 도구가 중시되고 있다. 이러한 현상은 모델러의 기능개선과는 무관하게 형태구상도구로서는 아직 잠재적인 문제점이 있음을 시사한다. 이는 모델러의 교육 활용 및 형태구상의 교육효과에 관한 연구 등의 분헌 고찰에서도 확인할 수 있다. 이들 선행연구에서는 컴퓨터의 기피현상으로서 모델러의 사용에 관한 실증적 방법론의 부재를 원인으로 들고 있다. 따라서 이러한 문제인식을 바탕으로 모델러의 특성과 장점을 심분 활용할 수 있도록 유도하기 위한 체계적인 방법론이 필요하다.

이의 해결책으로 우선 이 도구를 활용하여 설계와 관련된 작업을 할 때 발생하는 디자인행위의 특성을 면밀히 분석하여 이를 수작업도구의 디자인 행위와 비교하는 과정이 반드시 필요하다. 이 과정을 통하여 각 도구의 활용에 의해서 발생하는 설계행위의 단위요소를 비교분석할 수 있으며, 이를 통해 각 도구의 특성과 장, 단점을 도출할 수 있다.

*정회원, 울산대 대학원 건축학과 석사
**울산대학교 건축학부 교수
- 논문투고일: 2004. 11. 10
- 심사완료일: 2005. 05. 20

본 연구에서는 이 분석을 위하여 디자인과학(design science)분야에서 사용되는 인지심리학의 한 방법인 프로토콜 해석법(protocol analysis)을 적용하였다. 이 해석법은 디자인 행위에서 발생하는 언어, 행위 등의 신호(Protocols)의 기록을 분석하여, 설계자의 심상 작용을 유추하는 해석 방법으로 디자인 전개과정의 분석은 물론, 디자인 아이디어의 종류와 단계를 검증하기 위하여 사용되어져 왔으며 이러한 해석법의 개발과 적용으로 인해 설계행위의 객관적인 비교실험이 가능해졌다.

본 연구에서는 이러한 분석도구를 통하여 건축 형태구상작업에서 각각의 도구(모델러와 수작업도구)에 의해 발생하는 디자인 프로토콜을 기록하여 이 데이터를 디자인 행위요소로 환산하고 이를 비교, 분석한다. 이 분석결과를 이용하여 각 디자인도구의 디자인 행위요소의 차이를 비교하며 각각의 장, 단점을 파악하고, 이를 통해 3차원 모델러의 보완방법을 제안한다.

본 연구의 세부 목적은 다음과 같다.

- 1) 건축형태구상작업에서 3차원 모델러와 수작업도구의 사용으로 발생하는 디자인 프로토콜을 분석하여 디자인행위요소를 측정한다.
- 2) 각 도구의 디자인행위요소 발생률을 비교하여 각각의 특성과 차이점을 분석한다.
- 3) 형태구상도구로서 3차원 모델러가 개선되어야 할 방향을 제안한다.

1.2 연구의 범위 및 제한

본 연구는 아래와 같은 범위와 제한사항을 가진다.

- (1) 연구실험은 건축디자인과정 중 배스구상에 국한되며, 실험과제는 오포스빌딩 설계이다.
- (2) 과립자는 건축설계전공 대학원생들이며, 학부생은 제외하였다.
- (3) 실험에 사용되어진 3차원 모델링 소프트웨어는 객체운영과 조정이 통합된 방식인 L사의 S제품으로 타 소프트웨어의 사용 시 다른 결과가 도출될 수도 있다.

2. 디자인행위 프로토콜 수집 및 분류

2.1 프로토콜 해석법의 소개와 연구동향

프로토콜 해석법은 디자인 과학의 한 영역인 인지심리학(Cognitive Psychology)에서 사용되는 연구방법으로 기존의 인지심리학적 연구방법들보다 더 풍부하고 포괄적인 데이터를 얻을 수 있으며 복잡하고 잘 알려지지 않은 인지과정을 깊고 넓게 연구할 수 있다.

특히 프로토콜은 문제해결자의 언어, 행위 등의 인지 활동을 기록한 것으로 긴 해결시간을 요하는 문제에서 피험자의 문제해결 방안을 확인하는데 아주 유용하다.

1980년대 사이먼(Simon)과 에릭슨(Ericsson)은 프로토콜 해석법을 학문화하였으며 그 적용가능성을 과학적으로 실증함으로써 디자인에 관한 체계적인 연구가 가능해졌다. 근래에 이르러 골드 스미츠(Goldschmidt)¹⁾는 디자인작업 및 행위 분석에 있어 프로토콜 해석법의 의의와 가치를 검토하고, 적용에 관한 신뢰성을 입증하였다.

이러한 프로토콜 해석법을 이용하여 디자인 도구와 사고 작용에 관한 연구에서 스케치의 인지활동 보조 효과 확인 및 아이디어 발생을 위한 디지털도구 개발²⁾, 그리고 각 디자인 도구의 비교를 통한 형태구상 전략 제안³⁾ 등의 성과가 있었다. 하지만, 기존의 연구들은 방법론의 제안자체에 초점을 맞추고 있으며 프로토콜 분류법을 제안한 존 지로(John S. Gero)도 간단한 전기도면으로 실험을 대신하였다. 따라서 기존 연구들은 건축설계과정의 복합적인 속성을 세밀하게 반영하기에는 다소 부족한 점이 많다. 또한 기존의 연구는 스케치나 디지털 도구 중 하나의 도구를 사용한 실험과 단일 설계자를 위주로 한 설계과정의 총체적인 흐름에 대한 확인과 분류에 관한 연구가 대부분으로, 디자인 도구의 객관적인 비교를 통해 그 특성을 유추하는 연구는 드물었다. 이를 보완하기 위한 작업으로 본 연구에서는 기존연구의 프로토콜측정을 위한 이론적 방법론을 실제 프로젝트와 같은 방법으로 건축설계과정의 배스 스터디 단계에서 적용한 후, 객관적인 비교실험을 통하여 수작업도구와 디지털 도구의 다른 속성을 측정, 파악하였다. 이를 통해 다양한 설계 프로토콜 관련연구에서 이 연구는 기존 프로토콜 측정 방법론의 실제 프로젝트의 적용가능성과 각 정량적이고 객관적인 비교장치를 통한 디자인 도구의 속성 파악에 그 위치를 정하고자 한다.

2.2 프로토콜의 수집 및 분류계획

본 연구에서는 기존의 프로토콜 수집방법인 동시언어보고법과 회상보고법을 사용하였다. 동시언어보고법은 설계자가 생각과 동시의 사고의 내용을 말로 표현하는 방법이며 회상보고법은 비디오나 음성기록을 이용한 설계자의 사고과정을 회고하며 기록의 누락을 막고 정확한 발생 프로토콜을 검증하는 방법이다. 하지만 언어보고와 도구의 사용이 설계자의 사고행위를 방해하는 결점을 보완하기 위해 설계자(mind)

와 오퍼레이터(hand)의 분리실험 방법¹⁰⁾을 이용하였다. 분리실험에서 설계자는 도구를 직접 사용하지 않고 작품의 구상, 연산 등 심상작용의 역할을 전담하고 말이나 가벼운 행동을 통하여 오퍼레이터에게 작업지시를 전달한다. 이때 오퍼레이터는 오직 설계자의 지시에 의한 작업만 수행할 뿐 심상작용에는 관여하지 않는다. 이 방법은 설계자가 오퍼레이터에게 내리는 지시와 의사전달을 통하여 대화내용을 참조하기에 유리하고, 도구의 운영을 효과적으로 관찰할 수 있으며, 심상작용의 누락을 방지할 수 있다. 또한 설계자는 도구학습의 부담이 없다는 장점이 있다.

또한 수집된 프로토콜의 분류는 존 지로(John S. Gero)가 제안한 프로토콜 해석법¹⁰⁾을 사용하였다. 이 방법은 심상작용의 분류보다는 디자인행위분류에 적합하며, 디자인 행위를 미세한 단위로 분류한 '코딩스키마(coding scheme)'를 제공하고 있다. 이 해석법은 아래의 3개의 코드분류기준으로 구성되어 있으며 Table 1, 2, 3으로 정리될 수 있다. 이들은 상기 언급

한 존 지로(John S. Gero)의 논문¹⁰⁾에서 정의된 대로 각각 문제영역(Problem Domain), 미시적 전략(Micro Strategies), 거시적 전략(Macro Strategies)의 세부 프로토콜들을 나타낸다.

2.2.1 문제영역(Problem Domain : Pd)

설계자가 문제를 분류하거나, 해결하기 위한 전반적인 접근 및 탐색과정을 말한다. 'F(Function)', 'S(Structure)', 'B(Behaviour)' 등 3개의 프로토콜 분류로 구성되어 있다. 'F(Function)'는 문제해결을 위한 개략적인 목적형성에 관한 프로토콜이며, 'S(Structure)'는 문제해결을 위한 구체적인 계획과 틀을 형성하는 것으로, 물리적인 행동으로 실행될 수 있는 조정(manipulation)이 가능한 것이다. 'B(Behaviour)'는 결과물에 대한 행위위주의 문제접근으로 작업의 진행(process) 및 행위(action)와 관련이 있다. 문제영역의 프로토콜은 Table 1과 같다.

2.2.2 미시적 전략(Micro Strategies : Mi)

디자인행위의 단락(Sequence)이 전체 디자인 과정(Design Process)을 형성하고 있다는 가정에 따라 분류된 기준으로 작업과 동시에 초 단위로 일어나는 세부적인 작업행위의 코드를 의미한다. 미시적 전략의 프로토콜은 아래의 3개의 그룹으로 나누어지며 각 그룹에 속하는 프로토콜의 요소는 Table 2와 같다.

가. 해결안 제안그룹 : 시각적인 결과물이 형성되기

Table 1. 문제영역의 분류¹⁰⁾

프로토콜의 종류	프로토콜의 속성
F (Function)	작업행위에 대한 개략적 목적 형성
S (Structure)	문제해결을 위한 구체적 계획 및 틀 형성
B (Behavior)	결과물에 대한 행위위주의 문제 접근

Table 2. 미시적 전략의 분류¹⁰⁾

프로토콜의 종류		프로토콜의 속성
해결안 제안 (Proposing a Solution)	Ps (Proposing a Solution)	해결안 제안
	Cs (Clarifying a Solution)	해결안 명확화
	Rps (Retracting a Previous Solution)	기존해결안 철회
	Dd (Making a Design Decision)	디자인안 결정
	Co (Consulting External Information)	외부정보 참조
	Pp (Postponing a Design Action)	디자인행위 보류
	La (Looking ahead)	예견
해결안 분석 (Analysing a Proposed Solution)	Lb (Looking back)	회고
	An (Analysing a Proposed Solution)	제안된 해결안 분석
	Ju (Justifying a Proposed Solution)	제안된 해결안 확인 및 정당화
	Ca (Calculating on a Proposed Solution)	제안된 해결안 연산
	Pa (Postponing an Analysis of Action)	해결안 행위 보류
	Ev (Evaluating a Proposed Solution)	제안된 해결안 평가
해결전략 명시 (Explicit Strategies)	Ka (Referring to Application Knowledge)	응용지식 참조
	Kd (Referring to Domain Knowledge)	영역지식 참조
	Ds (Referring to Design Strategy)	디자인전략 참조

전까지의 문제 제안, 명시, 예견 등의 디자인 사고활동에 관한 코드 분류

나. 해결안 분석그룹 : 해결안 제안그룹에 의해서 형성된 시각적인 결과물 및 대안 분석에 관련한 프로토콜의 코드 분류

다. 디자인 해결법 명시그룹 : 건축가가 자신의 지식기반을 바탕으로 문제의 해결 전략에 관한 사항 언급에 관한 프로토콜의 코드 분류

2.2.3 거시적 전략(Macro Strategies : Ma)

본 단위로 작업시간이 소모되는 장기간 디자인 작업의 코드 분류체계이다. 디자인행위 분류에 관한 개념은 미시적 전략과 유사하지만 디자인 작업과정의 체계에 대한 분류이다. 거시적 전략의 분류는 Table 3 과 같다.

Table 3. 거시적 전략의 분류¹¹⁰⁾

프로토콜의 종류	프로토콜의 속성
Td(Top down)	디자인 발전의 순차진행
Bu(In Bottom Up)	요구조건수용을 위한 사고절차 역 점검
De (Decomposing Problem)	디자인 목적 및 잠재적 디자인가능성 분해
Bt(Backtracking)	현 디자인 철회 및 전 사고과정 복귀
Op(Opportunistic Strategies)	설계접근법 변경을 위해 이용 가능한 외부 영향 참조

3. 디자인행위 프로토콜 측정 실험

3.1 변수의 정의와 연구가설의 설정

본 연구에서는 수작업과 컴퓨터도구의 사용에 따라 나타나는 프로토콜을 실험을 통해 기록하여야 한다. 구체적이고 객관적인 연구를 위하여 실험변수를 연구의 세부목적과 연관하여 정의하고, 이에 따른 가설을 설정하였다. 본 연구에서 독립변수는 각 디자인도구

Table 4. 실험변수의 정의

변수 구분	변수의 종류	비고
독립 변수	디자인 도구 (스케치와 모형, 3차원 모델러)	
종속 변수	각 도구에 따른 디자인행위 요소 (문제 영역, 미시적 전략, 거시적 전략)	
조절 변수	1. 도구별 설계과제의 난이도 2. 오퍼레이터의 도구운영능력 3. 적절한 실험 프로그램 선택	조절 // //

가 되며, 종속변수는 세부목적에서 규명하고자 했던 각 도구별 디자인행위 요소이다. 도구별 설계과제의 난이도, 오퍼레이터의 도구운영능력, 적절한 실험 프로그램의 선택 등은 사전에 조절되었다. 이 실험에서 사용된 실험변수는 Table 4와 같다.

이 연구의 원활한 진행을 위하여 영가설은 ‘형태구상과정에서 스케치/모형과 3차원 모델러에 따른 디자인행위요소(문제영역 요소, 미시적 전략 요소, 거시적 전략 요소) 발생률의 차이는 없다.’로 설정한다.

3.2 실험의 내용 및 진행

디자인행위 프로토콜의 분류를 위해서는 실제 디자인행위의 기록이 필요하다. 2대의 비디오 카메라를 이용하여 프로토콜의 발생을 추적하고 기록하였으며, 1대는 설계자와 오퍼레이터의 작업행위를 촬영하고, 다른 1대는 디자인 결과물을 촬영하였다. 또한 음성 프로토콜은 녹음기를 이용하여 기록하며 실험자는 차트를 이용하여 실험의 상황을 기록하였다.

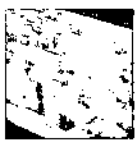

3.2.1 피험자 및 과제의 선정

피험자들은 4년간 건축설계를 전공한 대학원생으로, 오피스빌딩 설계의 유경험자들 중에서 4명을 선정하였다. 컴퓨터 오퍼레이터는 건축학부 3학년 학생 1명으로 연구자로부터 20일간 소프트웨어 운영교육을 이수하였다. 실험에 사용된 설계과제는 동일 조건을 갖추기 위하여 같은 범위와 크기를 가지며 동일한 주변부지의 맥락을 가지고 있다. 실험과제는 예비실험을 통해 난이도가 조절되었다. 실험과제의 조건은 Table 5와 같다.

3.2.2 실험의 진행

본 실험은 설계자가 오퍼레이터와 한 조가 되어 수

Table 5. 실험과제의 내용

과제 종류	과제의 내용	모델 및 데이터
과제 1 (모형 및 스케치 사용)	울산광역시 시청 앞 외곽은행부지 규모: 41*58 m, 건폐율: 85%, 층수: 20층 코어면적 : 임대면적의 25% 주제 : 형태의 랜드마크성 강조	
과제 2 (3차원 모델러 사용)	울산광역시 시청 사거리 삼성생명부지 규모: 27*35 m, 건폐율: 85%, 층수: 15층 코어면적: 임대면적의 25% 주제 : 형태의 랜드마크성 강조	

작업과 컴퓨터도구를 이용하여 설계조건에 따라 각각 설계안을 하나씩 내는 것이다.

실험의 세부순서는 설계자에게 실험목적과 부지주변의 조건을 제공하고 설계자가 이를 이해하였다는 보고가 있으면 기록을 시작하였다. 과제는 두 개의 방식으로 구분하였는데, A방식은 과제1(수작업)을 먼저 진행하고 설계종료 및 회상보고 종료 후 과제2(3차원 모델러 사용)를 수행하게 하였다. B 방식은 A방식의 역순으로 과제2를 먼저 수행하게 하였다. 이것은 비교실험에서 과제 난이도가 유사할 경우, 피험자가 전 실험방식에 익숙해져서 후속실험이 상대적으로 쉽게 느끼는 효과인 이른바 시험효과와 방지를 위한 것으로 설계자 2명은 A방식으로 설계를 진행시켰고, 나머지 2명은 B방식으로 설계를 진행시켰다.

4. 디자인행위 프로토콜의 기록

수집된 설계자의 프로토콜은 Table 6과 같이 정리, 기록되었으며, 2.2절에서 정의한 프로토콜의 분류계획에 따라 코드화 되었다. 여기서 M(Mind)는 설계자를, H(Hand)는 오퍼레이터를 각각 나타낸다. Table 6은 설계자 C가 3차원 모델러를 사용하였을 때 발생한 프로토콜 기록의 일부이다. 예를 들어 Table 6의 기록 샘플의 4번째 줄을 해석하면 설계자 C는 설계시작 후 39초 후에 "(매스)하나는 이 선에 맞추고(포인터를 이동하면서) 규모는 3층에 10m 정도가 되게..."라는 지시를 오퍼레이터에게 전달하였고 이 지시를 통해 설

계자에게서 2.2에서 정의한 문제영역(Problem Domain : Pd)에서 큰 규모 및 개략적인 매스제작을 위한 목적형성 프로토콜(Function: F)과 미시적 전략(Micro Strategies: Mi)에서 매스의 규모한성을 위한 해결안 명확화(Clarifying a Solution: Cs) 프로토콜이 각각 발생하였음을 알 수 있다. 또한 설계자의 거시적 전략(Macro Strategies: Ma)은 일관적인 진행순서를 가지므로 디자인 발전의 순차적인 진행(Top Down: Td)임을 알 수 있다. 이와 같이 각 설계자들의 시간, 대화, 행동 등 전 과정의 프로토콜들은 Table 1, 2, 3의 프로토콜의 속성에 따라 그 속성들의 객관적인 통계를 위해 분류 및 코드화 되었다.

5. 프로토콜 측정결과 및 고찰

5.1 디자인행위 프로토콜 발생률 측정결과 분석

5.1.1 문제 영역(Problem Domain)

문제 영역(Pd)에서 설계자 A, B, C, D의 개별 디자인행위요소 발생률은 Table 7과 같다. 각 설계자들의 종합적인 디자인행위 발생상황을 파악하기 위하여 각 요소별 값을 평균하면 Table 8과 같다. 이를 근거로 문제 영역의 요소를 분석하면 「문제의 개략적인 목적형성(F)」 요소는 수작업이 22.82%, 모델러 사용이 17.04% 발생하여 약 1.3배 수작업도구의 발생률이 높았다. 「문제해결을 위한 구체적인 계획 및 틀 형성(S)」 요소는 수작업이 74.79%, 모델러 사용이 84.42%로 3차원 모델러 사용이 약 1.1배 높게 발생하였다.

Table 6. 프로토콜 기록샘플 (설계자C, 모델러 사용)

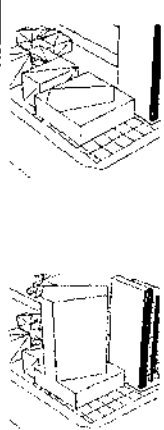
시 간 (시:분:초)	프로토콜	디자인행위요소			결과물
		Pd	Mi	Ma	
00:00:00	M : 스크린 응시	F	Ps	Td	
00:00:10	M : "17에 35는 돼야 하겠지."	F	Ps	//	
00:00:19	M : "박스를 일단 하나 만들어."	F	Cs	//	
00:00:33	M : "하나는 이 선에 맞추고(포인터 이용)규모는 3층에 10m 정도..."	F	Cs	//	
00:01:21	M : (스크린을 보며) "0.5 정도 더 올려라."	F	Cs	//	
00:01:49	M : "형태를 찌그려진 사각형으로 만들거야."	F	Ds	//	
00:02:48	M : (포인터를 이용하여 사선을 그으면서) "이런 식으로..."	S	Cs	//	
00:02:56	H : 기본라인의 각도 시작	-	-	-	
00:03:20	M : "거기 점 찍고..."	S	Cs	Td	
00:03:38	M : "그 점 또 찍고..."	S	Cs	//	
00:03:48	M : "그게 메인 매스다."	F	Dd Ju	//	
00:04:12	H : 메인 매스의 완성	F	An	//	

Table 7. 문제영역 디자인행위 요소의 도구별 발생률 (단위 %)

행위요소	A		B		C		D	
	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러
F	13	21.56	21.12	10.41	29.41	28.57	27.77	7.62
S	83.3	78.4	78.87	87.5	65.88	71.42	71.11	92.37
B	3.57	0	0	2.03	4.7	0	1.11	0

Table 8. 문제영역 디자인행위 요소의 발생률 평균치 (단위 %)

작업방식	행위요소			
	F	S	B	계
수작업	22.82	74.79	2.3	100
모델러	17.04	82.42	0.5	100

「결과물에 대한 행위위주의 분세 접근(B)」은 수작업에서 2.3% 발생하였고, 3차원 모델러 사용에서는

0.5% 발생하였다.

5.1.2 미시적 전략(Micro Strategies)

미시적 전략(Mi)에서 설계자 A, B, C, D의 개별 디자인행위요소 발생률은 Table 9와 같다. 각 설계자들의 미시적 전략의 각 요소별 값을 평균치로 정리한 Table 10을 근거로 분석하면 「해결안 제안(Ps)」은 수작업이 19.5%, 모델러 사용이 10% 발생하여 약 1.9배 수작업 시 발생률이 높았다. 「해결안 명확화(Cs)」는 수작업도구와 모델러 사용이 각각 38.69%,

Table 9. 미시적 전략 디자인행위 요소의 도구별 발생률(%)

행위요소	A		B		C		D	
	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러
Ps	17.85	7.84	12.6	7.29	16.47	10	31.11	15.25
Cs	34.52	37.25	54.92	45.8	36.47	35	28.88	42.37
Rps	1.19	1.96	0	2.08	2.35	4.28	2.22	0.84
Dd	3.57	7.84	5.63	3.12	5.88	5.71	4.44	2.54
Co	3.57	1.96	1.40	7.29	2.35	1.42	0	4.23
Pp	0	0	0	0	0	1.42	2.22	2.54
La	0	0	0	0	2.35	0	2.22	0.84
Lb	1.19	0	0	0	0	0	0	0
An	14.28	15.6	7.04	10.41	8.23	10	4.44	2.54
Ju	5.95	25.4	8.45	19.79	5.88	24.28	13.33	22.03
Ca	11.9	3.92	5.63	3.12	2.35	0	1.11	1.69
Pa	0	0	0	0	0	0	0	0
Ev	2.38	0	1.4	1.04	8.23	2.85	6.66	4.23
Ka	0	0	0	0	0	0	0	0
Kd	2.38	0	1.4	0	2.35	0	0	0
Ds	1.19	0	1.4	0	2.35	4.28	3.33	0.84

Table 10. 미시적 전략 디자인행위요소의 도구별 발생률 평균치(%)

요소 방식	Ps	Cs	Rps	Dd	Co	Pp	La	Lb	An	Ju	Ca	Pa	Ev	Ka	Kd	Ds	계
	수작업	19.5	38.6	1.44	4.8	1.83	0.55	1.14	0.29	8.49	8.4	5.24	0	4.66	0	1.53	2.06
모델러	10	40.1	2.29	4.8	3.72	0.99	0.21	0	9.63	22.87	2.18	0	2.03	0	0	1.28	100

40.1%로 유사하였으며 「기존 접근 안 철회(Rps)」는 3차원 모델러가 수작업에 비해 약 1.6배 발생률이 높았다. 「초기 디자인 안 결정(Dd)」은 수작업과 모델러가 4.8%로 같은 발생률을 보였다. 또한 「외부정보 참조(Co)」은 3차원 모델러가 발생률이 약 2배 높았으며, 「예견(La)」은 수작업도구의 사용이 다소 높은 발생률을 보였다.

「제안된 해결안 분석(An)」은 수작업도구와 3차원 모델러의 사용이 각각 8.49%, 9.63%로 3차원 모델러의 사용에서 발생률이 약 1.1배 높았으며, 「제안된 해결안 정당화 및 확인(Ju)」은 3차원 모델러 사용 시 발생률이 약 2.7배 높았다. 또한 「해결안 연산(Ca)」은 수작업이 모델러 사용에 비하여 약 2.4배 높은 발생률을 보였다. 또한 「제안된 해결안 평가(Ev)」는 수작업 도구의 사용 시 발생률이 약 2.3배 높았으며, 「응용지식 참조(Kd)」, 「디자인전략 참조(Ds)」역시 수작업 도구 사용에서 발생률이 높았다.

수작업도구의 사용 시 「해결안 제안(Ps)」 프로토타입의 발생률이 1.95배 높았다. 이를 근거로 설계조건을 고려한 문제해법 아이디어는 수작업도구의 사용 시 다소 활발하다고 주장할 수 있다. 또한 유사한 아이디어 프로토타입인 「응용지식 참조(Kd)」, 「디자인 전략 참조(Ds)」도 수작업 사용 시 높은 발생률을 보인다.

「제안된 해결안 정당화 및 확인(Ju)」 프로토타입은 수작업에 비해 3차원 모델러의 사용에서 발생률이 2.7배 높았다. 이는 설계자의 잦은 시각적인 확인에 따른 운영과 관련이 있다.

5.1.3 거시적 전략(Macro Strategies)

거시적 전략(Ma)에서 각 설계자의 디자인행위 요소 발생률은 Table 11과 같다. 거시적 전략에서 발생한 각 요소 발생률의 평균치는 Table 12이며 이를 통해 분석하면 「디자인 발전의 순차진행(Td)」의 발생률은 수작업에서 94.72%, 3차원 모델러 사용에서

Table 12. 거시적 전략 디자인행위 요소의 도구별 발생률 평균치(%)

행위요소 \ 작업방식	Td	Bu	Bt	De	Op	계
수작업	94.72	2.32	2.62	0.29	0	100
모델러	94.16	3.24	2.56	0	0	100

94.16%로 유사한 발생률을 보였다. 「사고절차의 역 점검(Bu)」은 수작업과 모델러 사용에서 각각 2.32%, 3.24%로 3차원 모델러가 약 1.3배 높은 발생률을 보였다. 또한 「기존 디자인 안 철회(Bt)」 프로토타입은 모델러 사용이 2.62%로, 2.56% 발생한 수작업과 유사한 발생률을 보였다.

5.2 연구가설의 검증 및 고찰

상기 분석결과를 근거로 하여 연구의 영가설인 ‘형태구상과정에서 3차원 모델러와 스케치/모형 사용에 따른 디자인행위 요소(문제영역, 미시적 전략, 거시적 전략)의 발생률 차이는 없다.’를 부정하고 ‘디자인 행위 요소는 도구의 사용에 따라 부분적으로 다른 발생률을 보인다.’라는 결과로 정리한다. 디자인행위 프로토타입 분석 결과를 아래와 같이 정리할 수 있다.

5.2.1 수작업도구의 사용

수작업도구를 사용할 때 문제영역단계(Pd)의 「문제의 개략적인 목적 형성(F)」, 미시적 전략단계(Mi)에서의 「해결안 제안(Ps)」, 경험적 연상을 통한 「응용지식 참조(Kd)」 활용, 「디자인전략 방식(Ds)」 활용 등의 아이디어가 높은 발생효과를 보인다.

5.2.2 3차원 모델러의 사용

3차원 모델러를 사용할 때 문제영역단계(Pd)의 「문제해결을 위한 구체적인 계획 및 틀 형성(S)」, 미시적 전략단계에서 디자인의 분석과 확인과 관련한 「제

Table 11. 거시적 전략 디자인행위 요소의 도구별 발생률(%)

설계자 \ 행위요소	A		B		C		D	
	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러	수작업	모델러
Td	92.8	92.1	100	94.79	90.58	95.71	95.5	94.06
Bu	3.57	5.88	0	3.12	3.52	1.42	2.22	2.54
Bt	3.57	1.96	0	2.08	4.70	2.85	2.22	3.38
De	0	0	0	0	1.17	0	0	0
Op	0	0	0	0	0	0	0	0

안된 해결안 분석(An)」, 「제안된 해결안의 정당화 및 확인(Ju)」, 기존 디자인 안 철회(Rps)」, 거시적 전략단계의 「사고절차의 역 점검(Bt)」 등의 프로토클이 높은 발생효과를 보인다.

위 결과의 고찰 사항은 아래와 같다.

(1) 수작업 도구의 사용에서 설계자는 매스를 부지정보의 맥락과 연관하여 조절하려는 시도가 많았으며 그에 따른 문제해법(문제영역의 'F', 미시적 전략의 'Ps')과 디자인전략(미시적 전략의 'Kd', 'Ds')에 관한 프로토클 발생률이 보다 높았다. 또한 세밀한 디자인 어휘의 시도보다는 매스의 전체적인 볼륨을 조절하려는 시도가 많았다. 이런 현상은 설계자 모두에게서 공통적으로 나타나는 현상으로써 그 예로 설계자D의 매스구상과정을 Fig. 1과 같이 나타내보면 상기사항을 확인할 수 있다.

Fig. 1에서 설계자D의 수작업 도구에 의한 매스구상과정은 분질과 비례를 통한 매스간의 조정이 주를 이룬 반면, 3차원 모델러를 이용한 구상과정은 초기에 구상한 수 매스를 중심으로 부가적인 매스조정이 이루어짐을 확인할 수 있다.

이런 결과는 3차원 모델러가 수작업도구에 비하여 상대적으로 불편한 시각적 운영(display)이 그 원인으로 추정된다. 이러한 추정의 근거는 3차원 모델러의 사용에서 「제안된 해결안 분석(An)」, 「제안된 해결안의 정당화 및 확인(Ju)」 프로토클의 높은 발생률에서 확인할 수 있다. 모델러를 사용할 때 설계자들은 수작업도구의 사용과는 달리 자신의 설계안을 시각적으로 확인하고 분석하는 과정을 거치며 그에 따른 언

어 및 행위 프로토클을 발생시켰다. 또한 3차원 모델러의 사용에서 오퍼레이터의 작업시간은 수작업과는 달리 모델링에 소모되는 시간 이외에 시점 운영에 소모되는 시간이 따로 필요하다.

따라서 수작업 도구의 사용에서 높은 발생효과를 보이는 문제해법과 디자인 전략에 관한 프로토클들은 수작업 도구의 시각적 인식의 편리함과 연관이 있다고 추정할 수 있다. 수작업 도구는 자신의 설계안을 수시로 확인할 수 있고 그에 따른 대안의 평가기회와 착상기회가 많다고 볼 수 있다. 이것은 상대적으로 3차원 모델러의 취약점이기도 하다.

(2) 3차원 모델러의 사용에서 구체적인 디자인어휘 형성(문제 영역의 'S') 및 형성된 디자인어휘의 점검(미시적 전략의 'An', 'Ju', 'Rps', 거시적 전략의 'Bt')에 관련한 프로토클의 높은 발생률을 확인할 수 있었다. 이런 현상은 3차원 모델러의 빠른 매스생성 속도가 그 원인으로 추정된다. 수작업과 모델러 사용에서 모델링에 소모된 시간은 각각 평균 52분 53초와 28분 57초로 3차원 모델러가 약 1.8배 빠른 진행속도를 보였다. 특히 실험에 사용한 모델러는 객체의 생성과 조정이 단일화된 방식으로 이러한 모델링 기능을 통해 디자인어휘의 빠른 수정과 조절이 가능하다. 그림2는 설계자B가 두 종류의 도구를 이용한 설계안이다. 3차원 모델러의 사용에서 설계자는 매스 면에 관한 잦은 수정과 조절을 보였으며 입구와 주변시설, 하층 부분의 기둥 및 장식 등보다 세밀한 디자인 어휘를 사용하였음을 알 수 있다.

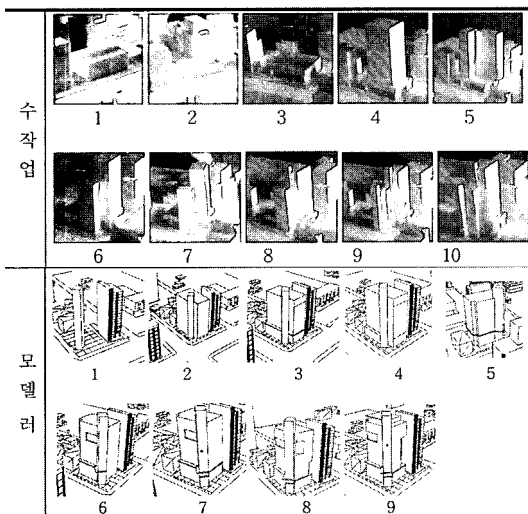


Fig. 1. 설계자D의 각 도구사용에 따른 매스구상과정.

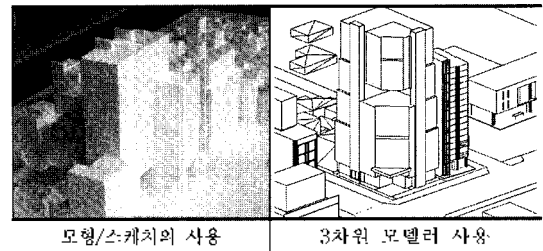


Fig. 2. 설계자B의 매스구상 대안.

6. 결론 및 제언

본 연구의 목적인 '각 디자인 도구 사용에 따른 디자인행위요소를 측정하여 발생률의 차이 및 특성을 확인한다.'에 관한 결론을 아래와 같이 정리한다.

(1) 형태구상에서 수작업도구의 사용은 문제영역단계(Pd)에서 「문제의 개략적인 목적 형성(F)」, 미시

적 전략단계(Mi)에서 「해결안의 제안 및 접근(Ps)」, 「응용지식참조(Kd)」, 「디자인 전략 참조(Ds)」 등의 프로토콜이 높은 발생효과를 보인다.

(2) 형태구상에서 3차원 모델러의 사용은 문제영역 단계(Pd)에서 「문제해결을 위한 구체적인 계획 및 틀 형성(S)」, 미시적 전략단계에서 「제안된 해결안 분석(An)」, 「제안된 해결안의 정당화 및 명시(Ju)」, 「기존 디자인 안 절회(Rps)」, 거시적 전략단계에서 「사고절차의 역 점검(Bt)」 등의 프로토콜이 높은 발생효과를 보인다. 이러한 현상의 원인과 각 디자인 도구의 특성은 「5.2 연구가설의 검증과 고찰」에서 기술하였다.

이를 근거로 하여 형태구상교육과정에서의 모델러의 활용을 제한하면 배스구상 과제의 성격이 부지의 맥락을 보다 신중하게 파악해야 하는 경우와 문제의 조직적인 해결능력 및 신중한 디자인 전략을 요하는 경우에는 수작업 도구의 사용이 권장된다. 하지만 다양한 디자인 어휘의 습득 및 이미 습득한 디자인 어휘의 활용을 위한 과제의 경우에는 모델러의 사용이 유리할 수 있다.

또한 모델러 사용에서 해결안의 제안, 평가, 디자인 전략의 수립 등과 관련한 프로토콜의 낮은 발생은 모델러의 시각적 확인 기능의 불편함이 그 원인으로 추정된다. 따라서 형태구상도구로 사용하기 위해서는 우선 뷰 포트(Viewport)의 기능보완이 있어야 한다. 구체적인 실험은 없었지만 단일 뷰 포트보다는 이동식 사분 뷰 포트(Movable Quartering-Viewport)를 채택한 소프트웨어의 사용이 형태구상에 유리할 수 있다. 또한 원활한 시각적 이동을 위하여 HMD(Head Mounted Display)와 같은 하드웨어 장치의 이용도 고려되어야 한다.

본 연구 결과를 검증하고 보완하기 위해서는 아래와 같은 후속 연구가 필요하다.

1) 건축실제 실무자 군을 본 연구와 같은 방법으로 실험하여 그 결과를 확인한다.

3) 객체생성방식이 다른 두 개의 3차원 모델러 사용을 독립변수로 하여 본 연구와 같은 방법으로 실험하여 그 결과를 확인한다.

3) 하드웨어 보조도구(HMD) 착용과 마찰용을 독립 변수로 하고 3차원 모델러를 이용하여 본 연구와 같은 방법으로 실험하여 그 결과를 확인한다.

참고문헌

1. 김성아, "CAAD교육에 있어서 모델링의 역할", 대한건축학회논문집, 제13권, 제2호, 1997.
2. 이광희, "공간/형태구상 교육에서의 건축용 모델링/렌더링 프로그램의 유용성 및 효과에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 제17권, 제2호, 2001.
3. 전영일외, 건축디자인이론, 기분당, 1997.
4. 이한석, "건축설계과정에서 스캐치행위와 디자인사고의 상호작용에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 제12권, 제3호, 1996.
5. 이한석, "건축디자인에서 아이디어 발생과정 프로토퀴 분석 연구", 대한건축학회논문집, 제17권, 제9호, 2001.
6. 이한석, "건축디자인과정에서 디자이너의 시각정보 처리에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 제11권, 제9호, 2001.
7. 김규성, "건축개념디자인단계의 프로토퀴 분석에 의한 단면구상 발전과정에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 제17권, 제9호, 2001.
8. Bailey, R., "The Intelligent Sketch: Developing a Conceptual Model for a Digital Design Assistant", ACADIA, 2000.
9. Akin, O., "Strategic Use of Representation in Architectural Massing", *Design Studies*, Vol. 25, No. 1, 2004.
10. Gero, J., "An Approach to the Analysis of Design Protocols", *Design Studies*, Vol. 19, No. 1, pp. 27-34, 1998.
11. Kavakli, M., "Sketching as Imagery Processing", *Design Studies*, Vol. 22, No. 4, 2001.
12. Suwa, M., "Macroscopic Analysis of Design Processes Based on a Scheme for Coding Designers' Cognitive Actions", *Design Studies*, Vol. 19, No. 4, 1998.
13. van der Lagt, R., "Developing a Graphic Tool for Creative Problem Solving in Design Graphics", *Design Studies*, Vol. 21 No. 5, 2000.
14. Glodschmidt, G. "The Dialectics of Sketching", *Creativity Research Journal*, Vol. 1, No. 2, 1991.



홍 승 완

2002년 2월 건축학사, 울산대학교 건축학
부 건축학과
2004년 2월 건축학석사(M. S) 울산대학
교 공과대학원 건축학과
2005년 9월 -건축학석사(M. Arch) Uni-
versity of Michigan Ann Arbor
관심분야: 디지털기술응용 건축설계방법
론, 디지털디자인도구개발



이 광 희

1985년 2월 공학사, 울산대학교 공과대학
건축학과
1990년 6월 건축학석사(M. Arch)
University of Utah
1994년 12월 건축학박사, Texas A&M
University
1995년 4월~1997년 2월 책임연구원, 산
성 SDS, CAD/CAM사업부
1997년 2월~현재 교수, 울산대학교 건축
대학
관심분야: 디지털기술응용 건축설계방법
론, 디지털건축디자인교육