

대형공간 구조형식별 이미지 분석에 관한 연구

An Analytic Study on the Image of the long-span Structural Types

양재혁(Yang, Jae-Hyuk)

동의대학교 공과대학 건축학과

본 연구는 2000년도 동의대학교 교내 학술연구비에 의해 지원되었음.

1. 서론

- 1.1. 연구의 배경과 목적
- 1.2. 연구방법

2. 대형공간 구조형식의 속성별 형용언어 분석

- 2.1. 구조의 속성분류
- 2.2. 대형공간 구조 형용 언어분석

3. 대형공간 구조형식별 재료·구성에 관한
지각 및 감정 분석

- 3.1. 재료 구성의 지각 분석
- 3.2. 재료 구성의 감정 분석

4. 대형공간 구조형식별 구조형태의
지각 및 감정 분석

- 4.1. 형태의 지각 분석
- 4.2. 형태의 감정분석

5. 대형공간 구조형식별 평가 및 이미지 분석

- 5.1. 평가 분석
- 5.2. 구조형식별 이미지 분석

6. 결론

참고문헌

(要約)

본 연구는 대형공간 건축의 구조형식별 이미지를 분석하기 위해서 근대이후 대형공간 건축의 대표적인 20가지 구조형식들을 대상으로 구조재료, 마감재료, 주응력, 부재형상, 구성방식, 구조형상 등의 물리적 요소들을 중심으로 이들의 지각 및 감정분석 그리고 평가분석을 하였다.

그 결과, 대형공간 구조의 이미지는 「친-소」, 「동-정」, 「강-약」 등의 감정 이미지와 「우-열」의 평가 이미지, 그리고 「규칙-불규칙」이라는 지각 이미지로 대표되고 있다. 「친-소」 이미지는 재료의 재질에서 크게 비롯되고 있으며, 부분적으로는 형상에서도 비롯되고 있다. 「강-약」 이미지는 대부분 부재형상에서 비롯되고 있다. 전단력, 압축력, 인장축력+압축축력, 인장력 등의 주응력들을 전달하는 부재들은 板, 棒, 骨, 索, 膜 등이며, 이들 순서대로 부재는 가늘어지고 얇아진다. 이러한 응력과 부재형상은 전체 구조의 시각적인 이미지에도 직접 투영되고 있다. 「동-정」 이미지는 구조체 형태의 형상에서 비롯되고 있는데, 구조가 동적으로 인지되는 경우는 개방적이고 예리하게 지각되는 구조이다. 「우-열」 이미지는 구성방법이 짜임새가 있는지, 정밀한지 등의 여부에 따라 결정되고 있다. 우수하게 평가되는 구조는 단순히 하중을 지지하는 것을 넘어서서 전체 건물디자인을 구축하는 디자인 요소로 적극 활용되고 있으며, 2가지 이상의 구조체계로 구성되어 다양한 형태 표현을 창출하고 있는 구조로 나타났다.

(Abstract)

This study aims to analyze the image of long-span structures. For the intention, it analyzes the relationship between images and physical attributions of elements such as materials, stresses, configurations, compositions and shapes of structures. The image of structures can represent following 5 factors; friendly-unfriendly, strong-weak, dynamic-calm, superior-inferior, and regular-irregular. The friendly-unfriendly in the image of structure mostly determines on a finished material and partly with a structural shape. The strong-weak in the image of structure determines on configuration of the structural members. The dynamic-calm in the image of structure determines on the structural shape. Hence the structure has dynamic forms when it seems to be open and sharp, namely when it receives the flow of forces in the structural shape, and it has a (-) gauss curved rate or an diagonal appearance. The superior-inferior in the image of structure determines on composition of structural elements. The structure seems to be superior is contributed not simply to support load but positively to create design as a tectonic element. From now on, this study can provide the useful information on the long-span structure design through the more appropriate analysis of the image.

(keyword)

Long-Span Structure, Shape, Image

1. 서론

1-1. 연구의 배경과 목적

대형공간 건축은 기능상 내부공간이 분할될 수 없는 단일공간을 수용하는 장스팬 건축이다. 대형공간 건축은 고대 및 중세에는 대형분묘 및 신전과 성당 등 종교건축, 근대에는 철도역사와 박람회장, 격납고, 그리고 현대에는 체육관, 컨벤션홀, 공항 등 초대형공간을 비롯하여 전시시설, 종교시설 등 많은 사람들이 이용하고 있는 공공시설물로서 도시를 구성하는 매우 중요한 기능적, 상징적, 시각적 인자로 작용하고 있다. 최근에는 국내에도 경제발전이 따른 여가활동과 여가시간의 증대로 인해 외부환경요인들에 관계없이 풍요롭고 쾌적한 스포츠, 레포츠, 전시시설 등을 충족하는 대형 공간 건축에 대한 수요가 증가하고 있으며, 그 용도와 규모가 복잡다기능화, 다양화, 거대화되고 있다.

대형공간 건축을 계획할 때 가장 중요하게 고려되는 요소는 거대한 공간을 역학적으로 지지하면서 동시에 디자인 요소들로 표현되는 구조체이다. 즉, 최소 비용으로 넓은 공간을 확보할 수 있는 경제적인 구조, 경량의 부재로 최대 스패를 확보하는 효율적인 구조, 시공이 용이한 구조 등 일반적으로 구조를 선택할 때 고려하는 요인 외에 구조형식별로 표현되는 형태적 특성을 매우 중요하게 고려해야 한다. 왜냐하면, 하워드 S. Howard가 주장한대로 대형공간 건축은 최소구조건축¹⁾으로서 건물의 역학적 작용을 건축형태로 형상화하는 건축이기 때문이다. 즉, 대형공간 건축의 구조형식들은 장스팬을 지지하는 특성상, 발생 응력과 최대 허용 응력이 일치되어 효율적인 최소 단면형태를 가짐으로써 구조적 완결성을 이루고 있으며 동시에 건물에서 발생하는 하중의 전달과정이 구조체계를 통해 시각화되어 건축형태를 결정하고 있다.

본 연구는 이처럼 디자인 요소로 구축되는 구조형식들의 형태적 특성에 관심을 갖고, 구조를 구성하고 있는 물리적 구성요소들과 사람들의 지각 심리적 관계를 분석하고자 한다. 이를 위해 추상적 조형성, 시각적 이미지뿐만 아니라 구조 및 마감재료, 응력에 대응하는 부재의 형상과 구성방식 등에 대한 요소별 이미지를 포함하여 전체 구조의 안정이나 강성, 하중의 지지와 전달, 힘의 반력과 평형 등이 이루어지는 각 구조들에 대한 이미지 분석이 필요하다. 따라서 본 연구는 근대이후 대형공간 건축의 대표적인 20가지 구조형식들을 대상으로 재료, 부재형상, 구성방식 등의 물리적 구성요소들과 이들로부터 비롯되는 지각 및 감정분석, 그리고 평가분석을 통해 이들의 이미지를 분석하고자 한다.

1.2. 연구 방법

본 연구는 구조적인 기술 지식과 디자인적인 형태요소가 결합되어 있으므로 이번 연구에서는 우선적으로 2개의 분야에 걸

1) 최소구조 건축은 최소재료의 극대화된 구조적 효율성, 발생응력과 재료의 최대허용응력의 일치, 효율적 단면형태, 구조원리의 형태화 등을 이루고 있는 건축으로 정의하고 있다.

Zannos, Alexander., *Form and Structure in Architecture - the role of statical function*, translated by Dimitri Gondicas, Van Nostrand Reinhold co., New York, 1987, p.103

쳐 어느 정도 지식과 경험을 가진 전문가 집단으로 한정하였는데, 피실험자들은 2000년도에 「건축구조」라는 교과목을 이수함으로써 구조형식들에 대한 체계적인 지식을 갖고 있는 것으로 판단되는 건축공학과 3학년 학생 45명을 대상으로 실험하였다.²⁾

본 연구에서는 근대 이후의 대형공간 건축을 구성하는 구조형식에 대한 이미지를 분석하기 위해 SD법을 사용하였다. 진행된 과정을 살펴보면,

1) 대표적인 구조형식 20 종류를 선정하였으며 이들을 대표하는 샘플을 각각, 1개 혹은 2개씩 추출하여 총 22개의 샘플을 선정하였다.

2) 각 구조들에 사용되었던 구조재료, 부재형상, 구성방식 등의 물리적 구성요소와 이에 대한 이미지 분석을 하기 위해 기존의 SD법에서 사용되었던 형용사 148쌍을 뽑아 전문가 집단 10명에게 샘플의 슬라이드를 보여주고 평정 척도를 7단계 평정하게 한 후 요인분석을 통해 Eigen 값이 높은 형용사를 추출하여 42쌍으로 축약했다.

3) 평가과정은 피험자에게 평정대상인 샘플 22개를 10초동안 본 후 42쌍의 평정척도를 7단계 평정하게 하였다.

이상의 평가과정을 거친 후, SPSSWIN (v8.0)을 이용하여 요인분석(VARIMAX 법)을 실시하여 대표적인 요인들을 추출하였다. 그리고 추출된 요인 내에서 구조의 물리적 속성에서 비롯되는 지각 형용사와 이들에게서 비롯되는 감정 형용사, 그리고 평가 형용사간의 상관관계를 분석하였다.

2. 대형공간 구조형식의 속성별 형용언어 분석

2.1. 구조의 속성 분류

본 연구에서 대형공간 건축구조의 이미지를 분석하기 위해 RC, 강재, 막재 등 주요 재료를 구조재료와 마감재료로 사용하며³⁾, 압축축력, 인장축력, 인장+압축 축력, 전단력, 전단력+휨력, 면응력 등 대형공간 구조체에서 하중을 전달하는 주응력을 모두 포함하며⁴⁾, 선체계의 索, 骨, 樑, 면체계의 膜, 殼, 板 등의 각 부재 형상⁵⁾들을 포함하는 구조들을 선정한 결과,

2) 「건축구조」(교과목번호: RA2513)는 구조전공 교수가 개설한 과목으로서 힘의 흐름과 저항관계를 복잡한 수식을 배제하고 도해적인 해설을 통하여 고대부터 현대까지의 구조형식들의 기본 개념을 정립시키는 교과목이다.

3) 대형공간 구조의 재료는 구조재와 마감재로 크게 구분되는데 구조재의 형상이 면재이며, 면내 응력을 주응력으로 하는 절판구조, 셸, 골조막구조와 하이브리드막구조 등을 제외한 막구조 등은 구조재와 마감재가 일치하는데 반해, 구조재의 형상이 선재이며 부재의 축력을 주응력으로 하는 아치, 트러스, 케이블 구조 등은 구조재와 마감재가 일치하지 않고 있다.

4) 휨응력을 주응력으로 하는 라멘구조는 구조적 효율성이 낮으며, 또한 구조의 형상이 전체 건축물의 형태를 결정하지 않는 등 최소구조 건축의 요건을 충족하지 않아 이를 제외했다.

5) 부재의 형상은 선재인 경우, 부재의 출(d)과 길이(l)의 비율(d/l)이 1/1000이상일 경우 索, 1/1000~1/100일 경우 骨, 1/100~1/10일 경우 樑 등으로 분류되고, 부재형상이 면재인 경우에는 1/1000이상일 경우 膜, 1/1000~1/100일 경우 殼, 1/100~1/10일 경우 板 등으로 구분된다. 한편, 주응력과 부재형상의 관계를 살펴보면, 인장력은 索과 膜, 압축력과 인장력은 骨과 殼, 휨력은 樑과 板, 전단력은 殼과 板 등의 부


				
1 Breslau Centennial Hall 1913 Max Berg	2 Centre de Corbusier 1967 Le Corbusier	3 Church of St.Francis of Assisi 1946 Oscar Niemeyer	4 Palazzetto dello sport 1957 P.L. Nervi	5 Philips Pavilion 1958 Le Corbusier
				
6 Sydney Opera House 1973 Jorn Utzon	7 TWA terminal Airport 1961 Eero Saarinen	8 R.Crosby Kemper Memoria Arena 1971 Helmut Jahn	9 Kansai Airport 1994 Renzo Piano	10 Manchester Velodrome 1996 Faulkner Browns
				
11 Expo 67 United States Pavilion 1967 Buckminster Fuller	12 New Draught Beer Department for 1979 Michael Hopkins	13 Paper Mill 1963 P.L. Nervi	14 Darling Harbour Development Exhibition Centre 1987 Philip Cox	15 Dulles International Airport 1963 Eero Saarinen
				
16 Tokyo Gymnasium 1964 Kenzo Tange	17 Gate Shelter Yokohama Expo'89 G.K.Sekkei	18 Schlumberger Cambridge Research Centre 1985 M. Hopkins	19 Akita Skydome 1990 Kajima	20 Izumo Dome Stadium 1992 Kajima
				
21 Tokyo Dome 1988 Nikken Sekkei	22 Technocosmos Expo'85 1985 Kohyama Atelier Tsukuba			

그림.1 20 종류 구조형식별 22개 평정대상의 건축사례

표1.과 그림1.에서 나타나듯이 20 종류의 구조들과 22개의 샘플들이 채택되었다.6)

표1. 20 종류 구조형식별 물리적 속성 분류

구조형식	주응력	부재 형상	구조 재료	마감 재료	샘플 번호
아 치	압축	樑	RC	Conc	1
절판 구조	휨, 전단	板	강재	강재	2
볼트 쉘	면응력	殼	RC	Conc	3
구형 쉘	면응력	殼	RC	Conc	4
H.P. 쉘	전단력	殼	RC	Conc	5
자유형 유사셸	인장+압축축력	骨(殼)	강재	Conc	6
자유형 쉘	면응력	殼	RC	Conc	7
포탈프레임	인장+압축축력	骨	강재	강재	8
아치트러스	인장+압축축력	骨	강재	강재	9
돔 트러스	인장+압축축력	骨	강재	강재	10, 11
평판 스페이스 프레임	인장+압축축력	骨	강재	강재	12
현수구조	인장력	索	강재	강재	13
사장구조	인장력	索	강재	강재	14
케이בל 보	인장력	索(殼)	강재	Conc	15
인장박막구조	인장력	索(殼)	강재	Conc	16
현수막 구조	인장력	膜	강재,막재	막재	17, 18
골조막 구조	인장+압축축력	骨(膜)	강재	막재	19
하이브리드 막	인장력 인장+압축축력	索 骨 膜	강재,목재 막재	막재	20
단일층 공기막	인장력	膜	막재	막재	21
이중층 공기막	인장력	膜	막재	막재	22

<출처> 양재혁, 대형공간 건축구조 발전에 관한 연구,
연세대 박사학위 논문, 1997.02, pp.34~pp.62

존의 SD법에서 사용되었던 형용사 148쌍을 뽑아 전문가 집단 10명에게 20종류의 22개 샘플들을 슬라이드로 보여주고 요인 분석을 통해 Eigen 값이 높은 형용사를 추출한 결과 42쌍의 형용사가 추출되었다. 若山 滋의 논문에서 이미지와 관련된 구조의 속성들은 재료, 구성, 형태 등으로 구분되고 있으며, 이들을 세분화하면 재료는 재질과 부재형상으로 분류되고, 구성은 구성방법으로, 또한 형태는 전체적인 구조의 형상, 그리고 형태요소간의 관계성, 그리고 크기 등으로 분류되고 있다.7)(그림2.)

먼저 재료의 부분은 재질과 부재형상으로 구분되어 각각

재형상에서 주응력으로 작용 가능하다

편집부, 「구조의시스템과 형태」, 건축기술정보, No64, p.p.67~89, 1994.02

6) 샘플 중에서 Centre de Corbusier의 내부공간은 Corbusier의 Modulor 치수 2.26m의 큐빅에 근거한 단위공간들의 조성으로 이루어져 있지만 지붕구조는 절판구조로서 본체와 역학적으로뿐만 아니라 시각적으로도 분리되어 있으므로 이 건물은 절판구조의 유형으로서 적절하다고 판단되어 샘플로 선택하였다.

대형공간 건축은 최소구조건축으로서 응력과 이를 전달하는 부재와 부재들을 결합하는 구조형식이 전체 디자인을 크게 결정하고 있으므로 이들의 디자인은 특정 디자인만큼 폭넓게 다양하지 못하므로 동일한 구조형식 내에서 이미지 변화는 큰 폭으로 변하지 않기 때문에 각 구조형식별로 대표적인 건축물을 주관적으로 선정하였다.

7) 若山 滋外 3인의 논문(若山 滋外 3人, 建築構法を表現する形容言語の分析, 日本建築學會 計劃論文 報告集, No.386, p.63. 1988.4)에서 구조속성들과 관련된 19쌍의 지각형용사를 서술하고 있는데, 요인분석을 통한 42쌍의 형용사중에 이들이 포함되어 있는 점을 볼 때 이들 국내에서도 적용될 수 있다는 판단을 갖고 본 논문에서 인용하였다.

<무겁다-가볍다>, <굵다-가늘다> 등의 형용사로 대표되고 있으며, 부재들의 구성은 <짜임새 있다-영성하다> 등의 형용사로 대표되고 있다. 마지막으로 형태는 형상과 관계성, 그리고 크기로 구분되었는데 이들은 각각 <예리하다-둔하다>, <규칙적이다-불규칙적이다>, <아담하다-웅장하다> 등의 형용사로 대표되고 있다.

2.2. 대형공간 구조 형용 언어 분석

20종류 22개의 슬라이드를 보여주면서 각 슬라이드별로 42쌍의 평정척도를 난수에 의해 순서를 바꾸어 7단계 평정한 결과, 요인분석의 결과 설명도가 높은 요인 5개가 추출되었다.8) 표4.에서 알 수 있듯이 1요인은 24%, 2요인은 14%, 3요인은 6.7%, 4요인은 5.6%, 5요인은 3.4% 등 5요인이 전체의 53.7%를 설명하고 있다.

1 요인은 <세련되다-유치하다>, <우수하다-열악하다> 등 13개의 평정척도 대부분이 평가적 의미를 갖고 있다. 본 연구에서는 1 요인을 「우열」이라 명명하였다.

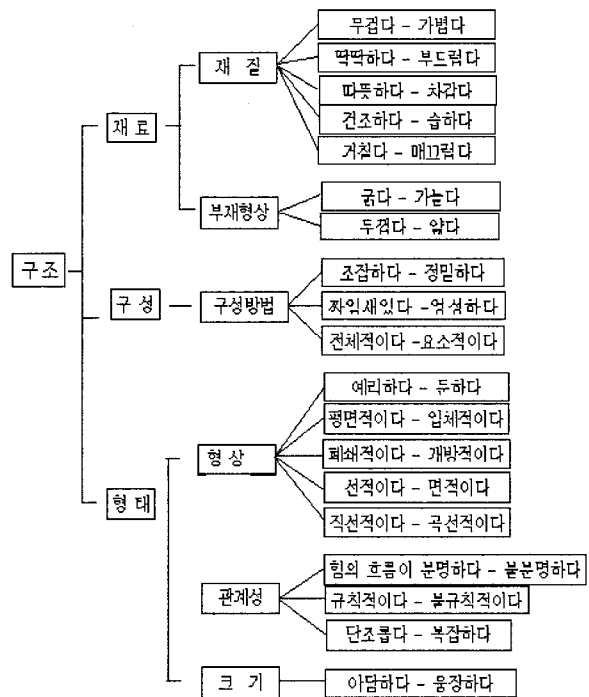


그림2. 구조 요소별 지각 형용사

2 요인은 5개의 감정 형용사와 3개의 지각형용사로 구성되어 있는데 비교적 부하량이 높은 평정척도가 감정적 의미를 갖고 있는데 <정적이다-동적이다>, <진취적이다-보수적이다>, <적극적이다-소극적이다>, <침울하다-활기있다> 등이 나타나며, 그 이미지는 같은 요인에 속해있는 <폐쇄적이다-개방적이다>, <예리하다-둔하다>, <평면적이다-입체적이다> 등 구조형태의 형상에 관련된 지각 형용사에서 비롯되고 있음을 알 수 있다. 2 요인을 「정-동」이라 명명하였다.

8) 42쌍의 변수들간의 상관관계가 다른 변수에 의한 설명 정도를 나타내는 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 값이 0.92이며, 평정대상간 상관관계 행렬에서 유의수준이 위험을 5%이하(significance =0.00)로 확인되어 추출된 데이터가 요인분석의 사용에 적합하다.

표2. 대형공간 구조 전체의 인자 부하량

인자요인	요인				
	1	2	3	4	5
평정척도 형용사					
18.세련되다-유치하다	.776				
5.고급스럽다-저급하다	.755				
23.우수하다-열악하다	.750				
6.고상하다-천박하다	.719				
15.신뜻하다-지저분하다	.689				
31.조잡하다-정밀하다	.686				
17.선호하다-선호하지않는다	.666				
37.청결하다-불결하다	.636				
32.조화롭다-부조화스럽다	.618				
36.짜임새있다-엉성하다	.618				
34.진부하다-착신하다	-.540				
20.아름답다-추하다	.471				
21.인정스럽다-불인정스럽다	.456				.423
30.정적이다-동적이다		.777			
40.폐쇄적이다-개방적이다		-.631			
35.진취적이다-보수적이다	.477	.617			
39.평면적이다-입체적이다		-.617			
28.적극적이다-소극적이다	.429	.604			
38.침울하다-활기있다	-.423	-.582			
22.예리하다-둔하다		.542			
41.화려하다-소박하다	.466	.500			
24.인간적이다-기계적이다			.727		
12.딱딱하다-부드럽다			-.726		
26.자연스럽다-인위적이다			.699		
11.따뜻하다-차갑다			.659		
33.직선적이다-곡선적이다			-.591		
27.자유롭다-엄격하다		.493	.571		
13.매끄럽다-거칠다			.508		
4.친숙하다-소원하다			.503		.450
2.가볍다-무겁다				-.761	
10.두껍다-얇다				.755	
1.가늘다-굵다				-.673	
3.강하다-약하다				.654	
19.아담하다-웅장하다				-.521	
25.일시적이다-영구적이다				-.482	
14.믿음직스럽다- 믿음직스럽지못하다				.465	.446
16.선적이다-면적이다				-.434	
29.전체적이다-요소적이다				.404	
8.남성적이다-여성적이다				.401	
7.규칙적이다-불규칙적이다					.652
42.힘의흐름이분명하다- 힘의흐름이불분명하다					.652
9.단조롭다-복잡하다					.444

3 요인은 4개의 감정형용사와 4개의 지각형용사로 구성되어 있는데, 중심적 의미로서 <인간적이다-기계적이다>, <자연스럽다-인위적이다>, <자유롭다-엄격하다>, <친숙하다-거리감이 있다> 등의 감정적 의미를 갖고 있다. 그 이미지는 같은 요인에 속해있는 <딱딱하다-부드럽다>, <따뜻하다-차갑다>, <직선적이다-곡선적이다>, <매끄럽다-거칠다> 등 대부분 재료의 재질 관련 지각 형용사에서 비롯되고 있음을 알 수 있다. 3 요인을 「친-소」라 명명하였다.

4 요인은 3개의 감정형용사와 7개의 지각형용사로 구성되어 있는데 <강하다-약하다>, <일시적이다-영구적이다>, <믿음직스럽다-믿음직스럽지 못하다> 등의 감정적 의미를 소유하며, 그 이미지는 <두껍다-얇다>, <가늘다-굵다> 등 부재형상에 관한 지각형용사에서, <가볍다-무겁다>의 재료 재질, <아담하다-웅장하다>의 형태 크기, <선적이다-면적이다>의 형태 형상, <전체적이다-부분적이다>의 구성방법 등 지각 형용사에서 비롯되고 있음을 알 수 있다. 4 요인을 <강-약>이라 명명하였다. 5 요인은 3개 형용사 모두가 지각형용사인데, <규칙적이다-불규칙적이다>, <힘의 흐름이 분명하다-불분명하다>, <단조롭다-복잡하다> 등 형태의 관계성에 관련된 지각형용사들이다. 5 요인을 「규칙-불규칙」이라 명명하였다.

각 인자의 형용사의 의미 내용과 지각 요소와의 관계를 분석하면 다음과 같다.

1) 「우-열」 인자는 1 요인으로서 설명도가 약 24%로서 구조들의 전체 이미지에 큰 영향을 주고 있음을 알 수 있으며, 대부분이 평가 관련 형용사들로 구성되어 있다. 「조잡하다-정밀하다」, 「짜임새 있다-엉성하다」 등의 구성방법에 관한 척도들과 이들에게서 비롯된 감정의 척도들이 종합적으로 판단되어 평가되고 있다.

2) 「정-동」의 인자는 형태의 형상 지각 척도들에서 비롯되어 감정의 단계에 이르고 있다. 인자 내의 지각형용사들은 형상에 관한 평정척도로만 구성되어 있으며, 또한 형상에 관한 평정척도 중에서 5개중 3개가 이 인자 내에 포함되어 있으므로 구조의 「정-동」의 차원은 형상의 이미지에서 설명이 가능하다.

3) 「친-소」의 인자는 대부분 재료의 재질 지각 척도들에서 비롯되어 감정의 단계에 이르고 있다. 즉, 인자내 4개의 지각형용사들은 재질에 관한 3개의 평정척도를 포함하고 있으며, 나머지 1개는 형태의 형상에 관한 평정척도가 포함되어 있다. 따라서 구조의 「친-소」 차원은 대부분 재질의 이미지에서 비롯되며 부분적으로는 형상의 이미지에 의해 설명 가능하다.

4) 「강-약」의 인자는 대부분 재료의 부재형상 지각 척도들과 형태의 지각척도 등에서 비롯되어 감정의 단계에 이르고 있다. 부재형상에 관한 평정척도가 모두 포함되어 있으며, 또한 「무겁다-가볍다」라는 인자는 재질에서 뿐만 아니라 부재형상의 시각적 이미지에서도 비롯되고 「선적이다-면적이다」도 형태의 형상뿐만 아니라 부재형상에도 관련되어 있으므로 구조의 「강-약」의 차원은 부재형상의 이미지에 의해 대부분 설명이 가능하며, 부분적으로 <전체적이다-요소적이다>라는 구성방법의 이미지에 의해 설명 가능하다.

5) 「규칙-불규칙」의 인자는 감정이나 평가의 척도 등은 없고 오로지 형태의 관계성에 관한 지각 척도들로만 구성되어 있다. 따라서 「규칙-불규칙」 차원은 형태의 관계성의 이미지에서 설명이 가능하다.

이상에서 대형공간 건축 구조에 관한 이미지는 「우-열」이라는 평가적 인자에 의해 크게 영향을 받으며, 그 외 「정-동」, 「친-소」, 「강-약」의 지각, 감정인자와 「규칙-불규칙」이라는 지각 인자 등 5인자에 의해 설명이 가능함을 알 수 있다.

3. 대형공간 구조형식별 재료·구성에 관한 지각 및 감정분석

대형공간의 구조요소인 재료는 재질과 부재형상 등의 속성으로 분류되어 이들은 각각 「친-소」, 「강-약」 등의 감정 이미지를 대부분 결정짓고 있으며, 구성의 구성방법은 「우-열」이라는 평가 이미지를 결정짓고 있음을 알 수 있었다. 따라서 본 장에서는 재질과 부재형상의 대표적인 지각형용사를 추출하여 이를 토대로 구조들의 지각 특성을 분석하고, 「친-소」, 「강-약」 2 인자를 축으로 하여 감정분석을 함으로써 구조들의 재료 이미지를 분석하고자 한다. 그리고 구성의 경우에는 지각적인 특성만 분석하고 평가적인 이미지는 5장에서 다루고자 한다.

3.1. 재료 구성의 지각 분석

먼저 마감재의 재질에 대한 이미지를 분석하기 위해 「친-소」 인자들 내에서 재질을 대표하는 형용사, <딱딱하다-부드럽다>, <무겁다-가볍다>를 그림3.과 같이 2축으로 놓고 각 구조들을 위치시켜 분석하였다. 그림3.에서 알 수 있듯이 강재, RC, 막 등의 재질에 대한 각 이미지는 딱딱하다에서 부드럽다라는 순서로 위치되고 있음을 알 수 있으며⁹⁾, 또한 동일한 강재의 재질일지라도 구조 전체의 형태가 직선이거나 각면 형상인 사장구조(14), 절판구조(2) 등이 곡면 형상의 아치 트러스(9)와 현수구조(13)보다 딱딱함의 정도가 훨씬 더 강하게 나타남을 알 수 있다.

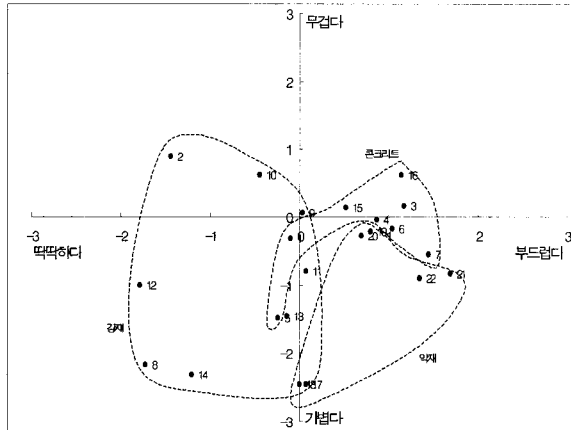


그림3. 구조형식별 재질의 지각 특성

그림3.에서 <무겁다-가볍다>의 축상에 각 구조들을 위치시킨 결과, 전체적으로 막재, 강재가 가볍다는 축상에 위치하고 있다. 그러나 막재와 강재를 내부적으로 혹은 서로간에 비교해보면 포탈프레임(8), 사장구조(14), 현수막구조(17,18) 등의 경우처럼 마감재의 재질에 상관없이 부재형상이 선재인 구조가 면재인 구조보다 훨씬 가볍게 보이며, 면재 중에서도 H.P.셀처럼 전체 형태가 날카로운 직선 형상을 갖고 있는 구조가 훨씬 가볍게 보인다는 점에서 재질의 실제적인 중량보다는 부재들의 시각적인 경쾌함이 가볍다는 이미지에 더 많이 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

부재형상을 대표하는 형용사 <가늘다-굵다>, <두껍다-얇다> 등을 2 축으로 놓고 각 구조들을 위치시켜 분석한 결과, 부재를 구성하는 재료의 재질과 관계없이 부재가 선재인 구조가 면재로 구성된 구조보다 훨씬 가늘고 얇은 것으로 지각되고 있다. 가령, 索 형상의 사장구조(14), 현수구조(13), 그리고 索과 膜 형상을 동시에 사용한 현수막 구조(17,18) 등이 매우 가늘고 얇은 것으로 지각되었으며, 骨 형상을 갖는 구조 중에서도 부재가 외부로 노출되어 있는 포탈 프레임(8)은 타 구조들보다 훨씬 가늘고 얇은 것으로 지각되고 있다. 한편, H.P. 셀(5)은 면재로 구성되었음에도 불구하고 면이 직선모선구조로 구성되어 있고 전체 형태의 형상이 직선적이고 날카로운 예각

9) 케이블 보와 케이블 인장막 구조는 케이블이 주 구조재료이며 콘크리트가 2차 구조재료 혹은 마감재로 구성되어 있어 재질에 있어서 부드러운 이미지가 강하게 나타나고 있다.

을 가져 가늘고 얇은 상환에 위치하고 있다. 2중 공기막 구조는 고압을 담고 있는 2중 막이 매우 두꺼운 형상을 취하고 있으므로 초경량의 막 재질과 상관없이 두껍고 굵은 구조로 지각되고 있다.¹⁰⁾

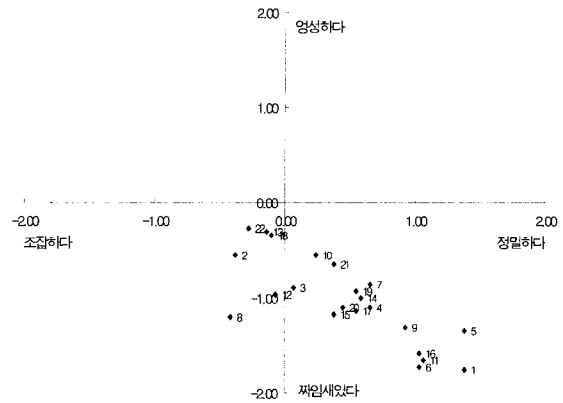


그림4. 구조형식별 구성방법의 지각 특성

그림4.에서 나타나듯이 구성 방법을 대표하는 형용사 <조잡하다-정밀하다>와 <영성하다-짜임새있다>를 2축에 놓고 구조들을 분포하면, 절판구조(2), 포탈프레임(8), 현수막구조(18), 2중층 공기막 구조(22), 현수구조(13), 평판스페이스프레임(12) 등을 제외하고는 정밀하다고 느끼고 있다. 선재로 구성된 구조 중에서 포탈프레임, 스페이스프레임, 현수구조 등처럼 전체 구조물에 비해 상대적으로 얇아보이는 부재가 단순 배열되어 외부로 노출된 구조는 조잡하다는 인상을 주고 있다. 이에 반해 사장구조(14)의 경우 응력의 종류에 따라 부재들의 굵기 변화가 확연하게 구분되어 교대로 배열되어 있으며, 지오딕 돔(11)의 경우 부재들이 조밀하게 배열되어 있는 등 역학적 균형이 시각적으로도 조화롭게 보이는 구조가 정밀하다는 인상을 주고 있음을 알 수 있다.

한편 각 구조형식들 모두가 시각적으로 짜임새 있게 보이는 것은 정역학적으로 구조체가 구성되어 형태로 결정되는 최소 구조 건축의 특성이 시각적인 이미지로 투사된 것으로 생각된다.

3.2. 재료 구성의 감정 분석

재질의 지각에서 비롯된 인자인 「친-소」 인자의 평균독점¹¹⁾을 구조형식별로 비교하여 친숙한 것으로부터 친숙하지 않은 것으로의 순위로 살펴보면(그림5), 볼트셀구조(3), 공기막 구조(21, 22) 등이 1 그룹으로, 인장박막구조(16), 케이블 보(15), 하이브리드 막 구조(20) 등이 2 그룹으로, 돔 트러스(10), 아치 트러스(9), 지오딕(11) 구조, 현수구조(13), 현수막 구조(17,18) 등이 3 그룹으로, 절판구조(2), H.P. 셀(5), 아치(1) 등이 4 그룹으로, 평판 스페이스 프레임(12), 포탈 프레임(8), 사장 구조(14) 등이 5 그룹으로 나타나고 있다. 마감재료가 콘크리트인

10) <선적이다-면적이다>의 형상 지각 형용사가 「강-약」 이미지에 일부 관련하고 있다. (표2-2참조)

11) 「친-소」 이미지는 재질의 속성 중에서도 「부드럽다-딱딱하다」, 「따뜻하다-차갑다」 등에서 비롯되는 반면에, 「가볍다-무겁다」의 속성은 「강-약」의 이미지에 영향을 주고 있다(표2.참조)

구조들 중에서 아치구조(1)와 H.P.셸(5)을 제외한 대부분은 친숙한 축상에 분포되어 있다. 마감재료가 막인 구조들 중에서 사장구조와 결합된 현수막구조(17,18)는 소원한 축상에 분포되어 있는 반면, 그 외 구조들(19, 20, 21, 22)은 친숙한 축에 분포되어 있다. 한편, 강재는 딱딱하고, 직선적이며 차가운 소재로서 기계적인 느낌이 강하게 나타나 가장 친숙하지 않은 재료로서 느껴지고 있다. 이러한 이유로 마감재료가 강재인 구조들은 대부분 소원한 축상에 분포되고 있으며, 그중에서도 특히

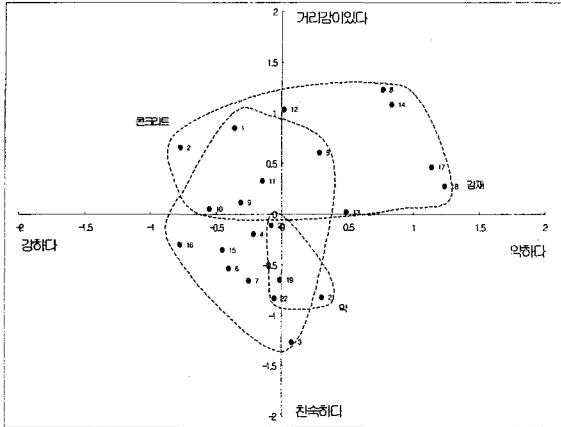


그림5. 구조형식별 마감재료의 감정 특성(친-소, 강-약)

索이나 뼈형상의 구조재가 외부로 드러나는 포탈프레임(8), 사장구조(14) 등은 매우 소원한 축상에 분포되어 있다. 결국, 외부로 드러나는 구조재 및 마감재가 콘크리트이며 그 형상이 면재이면서 곡면적인 형상을 띠는 구조들은 친숙하게 느껴지며, 외부의 노출 재료가 강재이며, 그 형상이 직선적인 형상을 띠는 구조들은 소원하게 느껴지는 것을 알 수 있다.

부재의 형상에서 비롯된 인자인 「강-약」 인자의 평균 득점을 구조별로 비교하여 약한 것으로부터 강한 것으로 순위를 살펴보면 현수막 구조(17,18), 사장 구조(14), 포탈 프레임(8), 현수 구조(13) 등이 1 그룹으로 단일층 공기막 구조(21), H.P. 셸(5), 등이 2 그룹으로, 평판 스페이스 프레임(12), 골조막(19), 하이브리트 막(20) 등이 3 그룹으로, 지오딕(11), 아치(1), 아치 트러스(9), 돔 셸(4), 자유형 셸(6,7), 등이 4 그룹으로, 절판 구조(2) 등이 5 그룹으로 나뉘어지고 있다. 1, 2 그룹은 케이블이나 막재 등을 사용하여 사장구조(14)처럼 당기고, 공기막 구조(21,22)처럼 팽창시키는 등 인장응력을 사용하는 구조 등이 속하고 있으며, 2, 3, 4 그룹은 강재와 RC 등을 사용하여 각각 트러스, 돔 혹은 자유형 셸(6,7)처럼 조립하든지 혹은 부정형의 재료로 단단하게 하는 구조 등 인장축력과 압축축력 혹은 인장력과 압축력이 결합된 면응력을 사용하는 구조가 속하고 있으며, 5 그룹은 절판구조(2)처럼 꺾어서 공간을 만드는 등 휨력과 전단력을 사용하는 구조가 속하고 있다. 이상에서 전단력, 압축력, 인장축력+압축축력, 인장력 등의 주응력들을 각각 전달하는 부재들인 판, 봉, 골, 삭, 막 등의 순서대로 가늘어지고 얇아지는 것처럼 그 시각적인 이미지도 강한 것에서 약한 것으로 옮겨지고 있는 것이 분명하게 나타나고 있음을 알 수가 있다.12)

4. 대형공간 구조형식별 구조형태의 지각 및 감정 분석

대형공간의 구조 형태에서 형상에 관련된 인자는 「정-동」이며, 관계성에 관련된 인자는 「규칙-불규칙」이다. 「정-동」 인자는 형상 지각 단계에서 감정 단계로 발전되는 반면에 「규칙-불규칙」 인자는 지각 단계 내에서 머무르고 있다. 따라서 각 인자내의 지각 평정척도를 추출하여 지각의 단계에서 각 구조들의 형상적 특성을 분석하고 「정-동」을 축으로 하여 감정분석을 하고자 한다.

4.1. 형태의 지각 분석

형상을 대표하는 형용사, <개방적이다-폐쇄적이다>, <예리하다-둔하다>를 그림6.과 같이 2축으로 놓고 각 구조들을 위치시켜 분석하였다. 개방적인 것부터 폐쇄적인 것으로의 순위를 살펴보면 자유형 셸(6), 현수막(17), 사장구조(14) 등이 1 그룹, H.P. 셸(5), 아치 트러스(9), 아치(1), 포탈 프레임(8), 현수구조(13), 현수막(18), 케이블 보(15) 등이 2그룹, 돔 셸(4), 지오딕(11), 평판 스페이스 프레임(12), 볼트 셸(3), 인장 박막 구조(16)가 3 그룹, 절판구조(2), 단일층 공기막 구조(21), 이중층 공기막 구조(22), 골조막 구조(19) 등이 4 그룹, 돔트러스(10), 하이브리트 막(20) 등이 5 그룹으로 배치되어 있다.

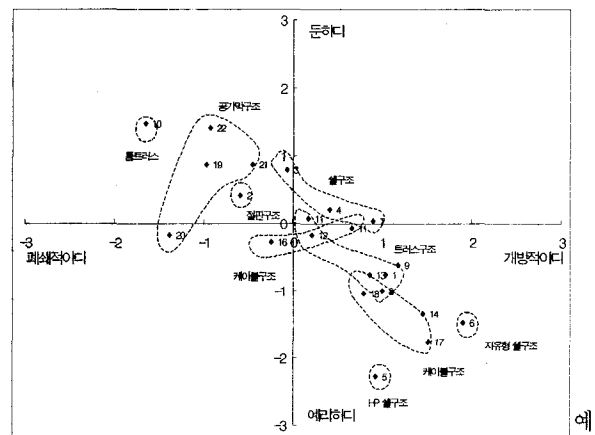


그림6. 구조형식별 형태 형상의 지각특성

리한 것으로부터 둔한 것으로의 순위를 살펴보면 H.P. 셸(5), 현수막 구조(17,18), 자유형 셸(6,7), 사장구조(14) 등이 1 그룹, 포탈 프레임(8), 현수구조(13), 아치(1), 아치 트러스(9) 등이 2 그룹, 하이브리트 막(20), 인장 박막 구조(16), 평판 스페이스 프레임(12), 케이블 보(15), 지오딕(11), 돔 셸(4), 자유형 셸(6,7) 등이 3 그룹, 절판구조(2), 볼트 셸(3), 단일층 공기막 구조(21), 골조막(19), 등이 4 그룹, 이중층 공기막 구조(22), 돔 트러스(10) 등이 5 그룹으로 분포되어 있다.

형태의 형상을 대표하는 위의 2가지 속성들은 사실 같은 인자

12) 케이블 보(15), 인장박막구조(16) 등은 구조재료가 강재 케이블이지만 콘크리트로 마감되어 이미지상으로는 셸구조처럼 느껴져 강한 축상에 분포되어 있다. 또한 H.P. 셸(5)은 전단력을 사용하지만 면 형상이 직선 모션군으로 형성되어 있기 때문에 이미지상으로는 당긴다는 인상이 강하게 느껴져 약한 축상에 분포되어 있다.

속에 포함되어 있어서 몇 개의 구조들을 제외하고는 거의 비슷한 값으로 분포되어 있음을 알 수 있다. 이들의 순위를 살펴보면 선재형상을 갖고 있는 부재가 인장축력 및 압축축력을 주응력으로 하는 구조들이 개방적이고 예리한 것으로 나타났다. 단, 면재로 구성된 구조 중에서 면의 형상이 (-) 가우스 곡률을 가지며 형상의 경계가 선으로 나타나는 H.P. 셸(5) 등이 가장 예리하게 지각되었다. 한편, (+) 가우스 곡률, 혹은 (0) 가우스 곡률을 가지며 형상의 경계가 곡면으로 나타나는 단일층 공기막과 이중층 공기막 구조, 그리고 선재로 구성되었지만 면형상의 마감재로 덮여 있는 (+) 가우스 곡률의 돔 트러스가 가장 폐쇄적이고 둔한 것으로 지각되고 있다.

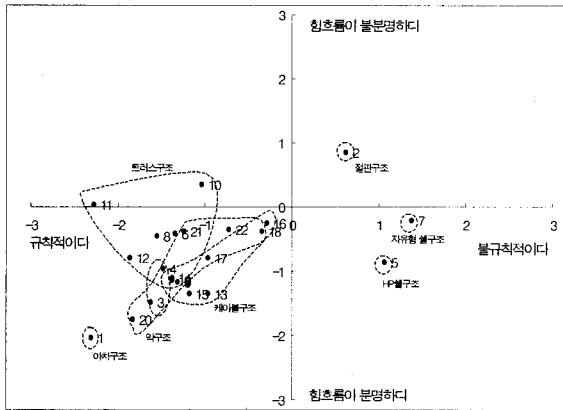


그림7. 구조형식별 형태 관계성의 지각 특성

형태의 관계성을 대표하는 형용사, <규칙적이다-불규칙적이다>, <힘의 흐름이 분명하다-힘의 흐름이 불분명하다>를 그림 7과 같이 2축으로 놓고 각 구조들을 위치시켰다. 규칙적인 것으로부터 불규칙적인 것으로의 순위를 살펴보면 아치구조(1), 지오드 돔(11) 등이 1그룹, 평판스페이스프레임(12), 하이브리드 막(20), 포탈프레임(8), 볼트 셸(3), 돔 셸(4), 사장구조(14), 케이블 보(15) 등이 2그룹, 현수구조(13), 현수막구조(17), 2중층 공기막구조(22) 등이 3그룹, 인장막구조(16), 현수막구조(18) 등이 4그룹 그리고 자유형 셸(7), H.P.셸(5), 절판구조(2) 등이 5그룹으로 분포되어 있다. 5그룹을 제외한 대부분의 구조들이 규칙적인 인상을 주고 있다. 이는 공업생산된 부재를 조립하는 대형공간 구조의 특징을 잘 보여주고 있다. 특히 일정한 길이의 부재를 규칙적으로 배열, 조립하는 선재의 구조들은 시각적으로도 그 구조의 특징이 잘 드러나고 있음을 알 수 있다. 면재로 구성된 구조들 중에서는 전체 형태가 기하학적 기본형태를 가진 구조인 볼트, 돔 셸 등은 규칙적으로 읽혀지며, 이를 벗어난 구조인 H.P 셸, 자유형 셸, 절판구조 등은 불규칙하게 느껴지고 있음을 알 수 있다.

힘의 흐름이 분명한 것으로부터 힘의 흐름이 불분명한 것으로의 순위를 보면, 아치구조(1), 하이브리드막구조(20) 등이 1그룹, 볼트셸(3), 현수구조(13), 케이블 보(15), 사장구조(14) 등이 2그룹, 평판스페이스 프레임(12), 아치트러스(9), 돔 셸(4), H.P. 셸(5) 등이 3그룹, 포탈프레임(8), 자유형 셸(6,7), 공기막구조(21, 22), 인장막구조(16) 등이 4그룹, 지오드 돔(11), 돔트러스(10), 절판구조(7) 등이 5그룹으로 분포되어 있다. 압축축력을 사용하는 아치구조와 이를 일부분 사용하는 하이브리드막구조,

그리고 인장축력을 사용하는 현수구조, 사장구조, 케이블 보 등은 힘의 흐름이 더욱 확연하게 인식되고 있다. 이 구조들은 부재의 형태를 따라 하중이 전달되는 형태저항구조(form-active structure)로서 부재의 축방향으로 흐르는 힘이 가시적으로 드러나고 있음을 알 수 있다. 그 외 절판구조(2)와 돔트러스(10)를 제외한 대부분의 구조들도 힘의 흐름이 분명하다는 인상을 전달하고 있음을 볼 때 근대이후 대형공간 구조들이 구조적 완결성과 더불어 건축물에서 발생하는 하중의 전달 과정이 구조체계를 통해 시각화되어 건축형태로 표현되고 있음을 알 수 있다.

4.2. 형태의 감정 분석

「동-정」 인자의 평균득점을 구조형식별로 비교하면 그림8과 같이 나타난다. 막구조는 막면을 당기든지, 공기에 의해 팽창되든지, 그리고 골조에 막을 씌우든지 하는 구조이기 때문에 곡면을 가지고 있다. 현수막 구조(17,18)는 압축재인 지주에서 막면에 장력을 주어 현수하기 때문에 직선적인 이미지와 더불어 힘의 흐름이 분명하게 나타나고, 그 곡면이 예리한 (-) 가우스 곡률을 가지므로 동적인 이미지를 갖고 있다. 반면에, 공

응력	부재형상	동	정
압축력	선재	1	
압축축력 인장축력	선재	9, 8, 11, 12	10
면응력	면재	6, 7, 4, 3	
전단력	면재	5	
전단력 +휨력	면재	2	
인장력	선재	13, 14, 16, 15	
	면재	17, 18, 22, 21	19
단위		-2 -1 0 1 2	

그림8. 구조형식별 형상 감정 특성

기막 구조는 막이 공기에 의해 팽창되는 형태이기 때문에 좀 더 부드러운 (+) 가우스 곡률을 가지므로 정적인 이미지가 강하다. 골조막 구조(19)와 하이브리드 막구조도 (+) 가우스 곡률을 가지는 돔 형상으로서 곡선적이며 정적인 이미지가 강하게 나타나고 있다.

셸구조는 곡면의 형상에 의해 면응력 상태를 만드는 구조이기 때문에 곡면을 가지고 있다. 돔 셸 구조와 볼트 셸구조는 각각 (+), (0) 가우스 곡률을 가지지만, 자유형 셸(6,7)은 조소적인 형상의 성격이 강하고 또한 H.P. 셸(5)도 전단력을 주응력으로 하는 직선 모선군으로 형성되어 있기 때문에 (-) 가우스 곡률을 이루고 있으며 이와 더불어 직선적인 인상을 주기 때문에 동적인 이미지가 강하게 나타나고 있다.

케이블 구조는 압축재 혹은 구조체 등에서 케이블에 장력을 주어 사장, 현수 혹은 네트를 짜기 때문에 직선적인 이미지와 더불어 힘의 흐름이 분명하게 드러나며 특히 현수구조(13)와 사장구조(14)는 그 부재가 선재 형상을 갖고 있으므로 더욱 동적인 이미지를 갖고 있다.

트러스 구조는 인장력과 압축력을 받는 직선적인 부재들로 구성되어 다양한 형태를 만들 수 있다. 이중에서 돔 트러스는 곡률이 동일한 곡면으로 구성되어 있어서 정적인 이미지가 강하며, 평판 스페이스 프레임(12)도 평면의 형태이므로 정적인 이미지를 갖고 있으며, 지오드 돔의 경우 직선 부재들이 드러나고 전체 형상이 3/4 구 형상을 갖고 있어서 다소 불안하게 보여 동적인 이미지가 나타나고 있다.

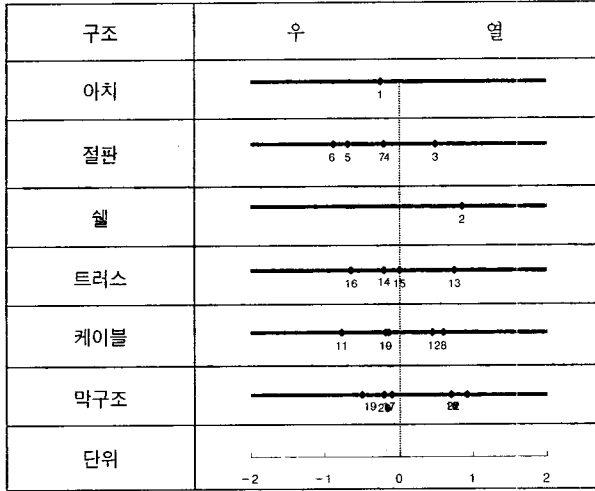


그림9. 구조형식별 이미지 평가 특성

5. 대형공간 구조형식별 평가 및 이미지 분석

표3. 구조형식별 재료, 구성, 형태의 지각 및 감정특성과 이미지 평가분석

요소별 이미지						이미지								
물리적 요소						재료		구성		형태		평가		
구조형식	주응력	부재형상	구조재	마감재	샘플번호	재질 지각	親疎 감정	부재형상 지각	強弱감 정	구성방법 지각	형상 지각	動靜 감정	관계성 지각	優劣 평가
아치	압축	樑	R C	Conc.	1	輕·硬	疎	細·薄	強	精·仄	開·銳	動	규·분	優
절판 구조	휨+전단	板	강재	강재	2	重·硬	疎	太·厚	強	粗·仄	폐·鈍	靜	불규·불	劣
볼트 셸	면응력	殼	R C	Conc.	3	重·軟	親	太·薄	弱	精·仄	鈍	·	규·분	劣
돔 셸	면응력	殼	R C	Conc.	4	輕·軟	親	細·薄	強	精·仄	開·銳	·	규·분	優
H.P. 셸	전단력	殼	R C	Conc.	5	輕·硬	疎	細·薄	弱	精·仄	開·銳	·	불규·분	優
자유형 유사 셸	인장+압축축력	殼	강재	Conc.	6	輕·軟	親	··厚	強	精·仄	開	動	규·분	優
자유형 셸	면응력	殼	R C	Conc.	7	輕·軟	親	細··	強	精·仄	開	動	규·분	優
포털프레임	인장+압축축력	骨	강재	강재	8	輕·硬	疎	細·薄	弱	粗·仄	開·銳	·	규·분	劣
아치트러스	인장+압축축력	骨	강재	강재	9	··	疎	細·薄	強	精·仄	開·銳	動	규·분	優
돔트러스	인장+압축축력	骨	강재	강재	10, 11	輕·硬 輕·軟	疎	細·薄	強	精·仄	閉·鈍 개··	靜	규··	優
평판스페이스프레임	인장+압축축력	骨	강재	강재	12	輕·硬	疎	細··	·	粗·仄	·	靜	규·분	劣
현수구조	인장	索	강재	강재	13	輕·硬	·	細·薄	弱	粗·仄	開·銳	動	규·분	劣
사장구조	인장	索	강재	강재	14	輕·硬	疎	細·薄	弱	精·仄	開·銳	動	규·분	優
케이블 보	인장	索	강재	Conc.	15	重·軟	親	···	強	精·仄	開·銳	·	규·분	·
인장박막구조	인장	索	강재	Conc.	16	重·軟	親	太·厚	強	精·仄	閉·銳	動	규·분	優
현수막구조	인장	膜	강재막재	강재막재	17, 18	輕·· 輕··	疎	細·薄	弱	精·仄 粗·仄	開·銳 開·銳	動	규·분 규·분	優 劣
골조막구조	인장	膜	강재	막재	19	輕·軟	親	太·厚	強	精·仄	閉·鈍	靜	규·분	優
하이브리트 막	인장	膜	강재,목재	막재	20	輕·軟	親	細·薄	強	精·仄	閉·銳	靜	규·분	優
단일층 공기막구조	인장	膜	막재	막재	21	輕·軟	親	太·薄	弱	精·仄	閉·鈍	靜	규·분	劣
이중층 공기막구조	인장	膜	막재	막재	22	輕·軟	親	太·厚	強	粗·仄	閉·鈍	靜	규·분	劣

대형공간 구조 전체의 1인자인 「우-열」은 <조잡하다-정밀하다>, <짜임새 있다-영성하다> 등의 구조 정밀도에 관한 지각 단계와 <조화롭다-부조화스럽다>, <안정스럽다-불안정스럽다> 등의 감정 단계 등에서 비롯된 <세련되다-유치하다>, <고급스럽다-저급스럽다>, <우수하다-열악하다> 등의 평가 단계 형용사로 구성되어 있다.

5.1. 평가 분석

인자분석의 결과에서 알 수 있듯이, 구조의 평가는 재질, 부재형상, 형상, 관계성 등과는 관계없이 구성방법에 관한 요인에 의해 판단된다. 이미 3장에서 평가 인자에 속해 있는 지각 단계의 형용사 <조잡하다-정밀하다>와 <짜임새있다-영성하다>를 2축상으로 하여 그림5.에 각 각 구조들의 <우-열>인자의 평균 득점을 살펴 보면, 우수한 것에서 열악한 것으로의 순위는 자유형 셸(6,7), 지오드 돔(11), H.P. 셸(5), 인장박막(16), 골조막(19) 등이 1 그룹으로, 아치(1), 하이브리트막(20), 사장구조(14), 돔 셸(4), 돔 트러스(10), 아치트러스(9), 현수막(17), 케이블 보(15) 등이 2그룹으로, 평판 스페이스 프레임(12), 볼트 셸(3), 포털프레임(8), 현수막(18), 현수구조(13), 절판구조(2), 2중층 공기막구조(22) 등이 3그룹의 순위로 분포되어 있다. 짜임새 있고 정밀하다고 지각되는 구조들은 대부분 우수한 구조로 평가되고 있다.

셸구조 중에서 곡면형상과 이를 지지하는 구조체가 단순한 볼트 셸이 열악한 구조로 평가되었고, 곡면형상이 동적이고 예리하며 개방적인 것으로 인지된 H.P. 셸이 가장 우수한 구조

로 평가되었다. 케이블 구조 중에서는 부재 배열과 구성에서 변화가 없으며, 케이블과 이를 지지하는 기둥 등이 건물 디자인의 형태적인 요소로 일체화되고 있지 않는 현수구조가 가장 열악한 구조로 평가된 것에 반해, 케이블 네트를 지지하는 기둥이 건물 디자인과 일체화되고 네트의 경계부에 아치를 도입하는 등 인장과 압축을 사용하는 구조체계가 적절히 사용되어 다양한 형태와 곡면형상을 갖고 있는 인장막구조가 가장 우수한 것으로 평가되었다. 막구조 중에서는 단지 막으로만 구성되어 단순한 형태 디자인으로 처리된 공기막 구조가 열악한 구조로 평가되고 있으며, 트러스 골조 혹은 하이브리드 구조체를 도입하여 힘의 흐름을 구조체로 표현하면서 형태변화를 시도한 골조막 구조와 하이브리드 막 구조가 우수한 구조로 평가되었다.

이상에서 우수한 구조로 평가되는 구조는 구조체가 단순히 하중을 지지하는 것을 넘어서서 전체 건물디자인을 구축하는 디자인 요소로 적극 활용되고 있으며, 2가지 이상의 구조체계로 구축되어 다양한 형태 표현을 창출하고 있는 구조임을 알 수가 있다.

5.2. 구조형식별 이미지 분석

지금까지 살펴본 결과들을 토대로 대형공간 구조의 이미지 특성을 표3에 정리하였다. 먼저 마감재 재질에 대한 지각 이미지를 살펴보면, 대체적으로 콘크리트는 강하고 부드러우며, 강재는 강하고 딱딱하며, 막재는 가볍고 부드러운 이미지를 갖고 있는 것으로 나타났다.¹³⁾ 재질에서 비롯되는 감정 이미지를 살펴보면, 가벼운 이미지보다는 부드러운 이미지가 친숙한 감정으로 연장되어 나타난다. 그런데 재질 지각에 구조 형상이 부분적으로 관여하고 있어서¹⁴⁾ 콘크리트로 마감된 구조일 지라도 아치, H.P.셀처럼 선재의 형상 혹은 직선적인 형상을 갖는 구법은 딱딱하게 지각되어 친숙하지 않은 이미지를 전달하고 있다. 압축력을 주응력으로 사용하는 굵고 두꺼운 부재는 전체 구법의 이미지를 강하게 인식시키며, 인장력을 주응력으로 사용하는 가늘고 얇은 부재는 시각적인 이미지로도 약하게 인식시키는 등 실제 부재형상과 시각적인 이미지는 대체적으로 일치하며 전체 구조의 「강-약」을 결정짓고 있다.

구조의 형태적인 측면에서 사장구조(14)처럼 부재 형상이 선재이며 전체형상이 직선적인 성격이 강할 때, 혹은 H.P. 셀(5)이나 현수막 구조(17,18)처럼 면재일 경우에는 전체 형상이 (-)가우스 곡률을 가질 때 개방적이고 예리함을 강하게 느끼며, 매우 동적인 이미지를 느끼게 한다.

아치는 부재형상이 棒 입에도 불구하고 선재로 구성되어 있어 시각적으로는 가늘고 얇다고 지각되지만, 강하다는 느낌을 주고 있다. 구성방법에서는 정밀하고 짜임새가 있으며, 형태적으로는 규칙적이고 힘의 흐름이 분명하여 개방적이고 예리하게 느껴져 동적인 이미지가 나타나고 있다. H.P. 셀(5)은 부재형상이 板이며, 시각적인 이미지도 가늘고 얇아 약하다는 느낌을 준다. 형태적으로도 개방적이고 예리한 느낌이 강하게 나

타나 매우 동적인 이미지를 갖고 있다. 구성방법은 정밀하고 짜임새가 있게 인지되어 우수한 구조로서 인식되고 있다.

포탈 프레임은 부재형상이 骨이며, 가늘고 얇다고 지각되어 구조가 약하다는 인상을 주고 있다. 개방적이고 예리하며, 매우 규칙적이고 힘의 흐름이 분명하다는 형태 이미지를 갖고 있지만 구성방법은 짜임새가 있음에도 불구하고 조잡하게 지각되어 열악한 구조로 평가되고 있다. 사장구조는 부재형상이 索이라 시각적으로도 가늘고 얇다고 지각되어 구조가 약하다는 인상을 주고 있다. 개방성과 예리함이 강하게 지각되어 매우 동적인 이미지를 주고 있다. 구성방법의 정밀성과 짜임새 등이 강하게 지각되지는 않아 우수한 구조로 평가되고 있지는 않다.

현수막구조는 친숙한 이미지를 주는 재질임에도 불구하고 타막재 구조와 달리 선적이고 직선적인 성격이 강해 친숙하지 않다는 인상을 주고 있다. 부재형상이 膜이라 시각적으로도 매우 얇고 가늘게 지각되어 구조가 매우 약하다는 인상을 주고 있다. 개방적이고 예리하며, 규칙적이고 힘의 흐름이 분명하다는 형태 이미지를 갖고 있지만 구성방법이 정밀하고 짜임새가 있다는 정도가 약해 <우-열>의 평가에서 중도적인 위치를 갖고 있다. 단일층 공기막 구조는 친숙한 이미지를 주고 있으며 구조가 약하다는 이미지를 주고 있다. 폐쇄적이고 둔하게 지각되어 구조의 형태 이미지는 정적인 것으로 인식되며, 정밀도와 짜임새의 정도가 약하게 지각되어 다소 열악한 구조로 인식되고 있다.

6. 결론

근대이후 대형공간 구조들에 대한 이미지를 분석하기 위해 대표적인 20 종류의 구조들을 대상으로 하여 이를 구성하고 있는 물리적 속성들을 구조재료, 마감재료, 주응력, 주응력을 전달하는 부재형상, 구성방법, 부재들의 관계성, 구조 형상 등으로 분류하고 이들의 이미지 평정척도들을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 대형공간 구조의 이미지는 「친-소」, 「동-정」, 「강-약」 등의 감정 이미지와 「우-열」의 평가 이미지, 그리고 「규칙-불규칙」이라는 지각 이미지로 대표되고 있다.
- 2) 대형공간 구조의 「친-소」 이미지는 재료의 재질에서 크게 비롯되고 있으며, 부분적으로는 형상에서도 비롯되고 있다. 즉, 외부로 드러나는 구조재 및 마감재가 콘크리트이며 그 형상이 부드러운 곡면 형상을 띠는 볼트구조, 공기막구조 등은 친숙하게 느껴지며, 외부의 노출 재료가 강재이며, 그 형상이 선재이면서 직선적인 형상을 띠는 사장구조, 포탈프레임 등의 구조들은 소원하게 느껴지는 것을 알 수 있다.
- 3) 대형공간 구조의 「강-약」 이미지는 대부분 부재형상에서 비롯되고 있다. 전단력, 압축력, 인장축력+압축축력, 인장력 등의 주응력들을 전달하는 부재들은 板, 棒, 骨, 索, 膜 등이며, 이들 순서대로 부재는 가늘어지고 얇아진다. 이러한 응력과 부재형상은 전체 구조의 시각적인 이미지에도 직접 투영되고 있는데 전단력을 전달하는 板의 부재형상을 가진 절판구조가 가장 강하게 보이며, 인장력을 전달하면서 索과 膜의 부재형상을 가진 사장구조, 현수막구조 등이 가장 약하게 보인다.

13) 케이블 보와 인장막구조는 케이블구조이지만 마감재가 RC이므로 부드러운 재질 이미지가 나타나고 있다.

14) 동일한 소재일지라도 면적이고 곡선적인 형상의 구조는 선적이고 직선적인 형상의 구조보다 친숙하다.(2-2, 3-2. 참조)

4) 대형공간 구조의 「동-정」 이미지는 구조체 형태의 형상에서 비롯되고 있는데, 구조가 동적으로 인지되는 경우는 개방적이고 예리하게 지각되는 구조, 즉 구조형상에서 힘의 흐름을 분명히 느낄 수가 있으며, 구조형상이 (-) 가우스 곡률을 가지거나 사선적인 형상을 취하는 H.P 셸구조가 가장 동적으로 인지되고 있다.

5) 구조형식들의 우열 평가는 구성방법이 짜임새가 있는지, 정밀한지 혹은 조화로운지 등의 요인에 따라 결정된다. 우수하게 평가되는 구조는 H.P.셸, 지오딕뒀, 인장박막구조 등이며 열악한 구조로 평가된 구조는 볼트셸, 현수구조, 2중층공기막 구조 등으로 나타났다.

이상의 연구는 20종류의 대형공간 구조형식을 대상으로 이미지 분석을 하였으며 피험자는 건축공학과 3학년만으로 하였다. 향후 이 연구의 결과를 토대로 비전문가, 전문가들을 포함시킨 연구를 진행하여, 평가집단간의 평가결과 차이의 유무와 그 원인을 규명하고 종합분석 비교하여 전체 연구를 완성하고자 한다.

참고문헌

- 양재혁, 대형공간 건축 구조 발전에 관한 연구, 연세대학교 박사논문, 1997
- 若山 滋, 建築構法を表現する形容言語の分析, 日本建築學會 計劃系論文報告集, 1988. 4
- 若山 滋, 建築構法の各要素とそのイメージの構造, 日本建築學會 計劃系論文報告集, 1989. 9
- 최아사, Paradigm의 근대건축적 전개에 관한 연구, 한국실내디자인학회회지, 16호, 1998. 9
- 강부영, 건물의벽재료의 이미지 분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 1986. 12
- 임승빈외 1인, 경관영향평가를 위한 심리적 지료 설정에 관한 연구, 대한 건축학회 논문집, 1996. 9
- 이강주, 환경지각-인지적 차원의 평가요소에 대한 이론 연구, 대한 건축학회논문집, 1997. 6