Journal of the Korean Association for Spatial Structures
Vol. 9, No. 2 (통권 36호), pp.65~75, June, 2009

# 국내 대공간 건축의 발달과정과 건립특성에 관한 연구

## A Study on the Establishment Feature and the Development of Large Space Buildings in Korea

이 주 나*
Lee, Juna

## 요 약

스팬 30m 이상을 갖는 건축물로 한정하여, 1960년대 이후 건립된 국내 공공 대공간 건축물의 발달과정과 건립특성에 대하여 연구하였다. 국내 대공간 건축의 용도와 규모의 현황을 살펴보고 구조방식이 건립된 건축물에 미치는 영향을 살펴보고자 한 것이다. 연구결과, 1980년대-90년대에는 스팬 40-70m 규모의 체육시설이 집중적으로 건립되었으나 2000년 이후에는 용도가 다양화되면서 대규모의 컨벤션센터 건립이 다수 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 또한 초기 독특한 구조형태와는 달리 80년대에는 입체트러스가 보편적으로 활용되었고, 2000년 이후에는 형태효과를 고려하여 구조체를 고안하거나 새로운 구조시스템을 활용하는 시도가 보여지고 있다.

## Abstract

For the large space buildings since 1960s in Korea spanned more than 30m, the establishment feature and the development process were examined. As the Results, physical facilities with 40-70m span were mainly established in 1980s-1990s, but large scale convention centers have been establishing after 2000s as the uses of large space buildings are varied. Also, a space frame has been generally used in 1980s while the unique structural shapes were builded in the early age(1960s), the structural design with concerns a form and using various structural systems have been attempting after 2000s.

*키워드 : 대공간 건축, , 대공간 구조, 발달과정, 구조시스템, 현황*

Keywords : large space building, large space structure, development, Structure System, A state of the Art

## 1. 서 론

대공간 건축은 인간의 환경개선에 대한 무한한 욕구와 기술발달로 인해 지속적으로 발달되어왔고 그 수요가 점차 증가하고 있다. 다양한 인간의 외부활동을 자연으로부터 단순히 보호하는 차원의 대공간 건축뿐만 아니라, 동시에 밀집된 대중의 실내활동요구가 점차로 늘어나고 있다.

국내에서도 이러한 건립요구에 부응하여 효과적이고 질높은 대공간 건축을 건립하기 위하여 여러 건축기술을 개발하는 연구가 진행되고 있고 고려해야할 기술적 변수들 또한 점차 증대하고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 먼저 국내 대공간건축이 발달되어온 전개과정을 살펴보고 적용기술의 발달배경을 고찰해 보는 연구가 필요하다고 생각된다. 대공간 건축은 사회적인 여건과 문화적 요인들로 인해 요구되는 규모와 용도가 변화되며, 구조적인 한계로 인해 건축형태와 공간구성 등 건축제반조건이 영향받게 된다. 그러므로 과거로부터 국내 대공간 건축의 위치와 현황을 살펴봄으로써 현재의 경향과 한계를 파악할 수 있을 것이며 향후 우리에게 요구되어지는 대공간 건축의 전개방향을 예측할 수 있을 것이다.

이러한 배경 하에, 본 연구에서는 1960년대 이후 건립된 국내 대공간 건축사례에 대하여 건립시기와 용도 및 규모, 그리고 사용된 구조방식에 대하여 조사하였다. 이때 대공간이라 여겨지는 건축물은 폐쇄된

* 교신저자, 정회원 · 충북대학교 산업과학기술연구소 학술연구교수
Tel : 043-261-3671 Fax : 043-263-2635
Email : juna@cbnu.ac.kr

공간을 가지는 스팬 30m이상인 건축물로 결정하였는데, 이는 스팬 30m이상이 되면 법규적이나 실무적으로 구조기술적인 문제해결이 건축형태나 공간결정에 지배적인 영향을 미치게 된다고 보았기 때문이다. 또한 조사대상으로는 개방적이면서도 공공의 성격을 가지고 있는 시설로 한정하여 종교시설이나 공연장, 창고 등은 배제하였다.

조사된 자료를 이용하여 대공간에 따른 구조적 제한과 고려는 대형 건축물의 형태와 공간을 어떠한 양상으로 변화시켰는지, 또 시대에 따라 대공간 건축의 용도와 규모의 추세는 어떠한지를 분석하고자 한다. 본 연구는 국내 대공간 건축의 발달과정의 경향과 그 건립사례의 건축적 특성을 파악함으로써 현재 국내에서 요구되고 있는 또한 앞으로 지향하여야 하는 대공간 건축의 방향을 살펴보고자 하는 목표를 가진다.

## 2. 대공간 건축의 의의 및 전개

대공간에 대한 인간의 욕구는 어제 오늘의 이야기가 아니어서, 구조발달사에 있어 대단히 중요한 의의를 차지하고 있는 것을 볼 수 있다. 실제 인류의 구조기술사 발달과정을 보면 보다 넓고 다양한 방향으로 접근되며 개방적인 대공간을 추구하는 욕구로부터 구조시스템 및 기술의 개발이 이루어져 왔음을 보인다.

그 일례로 압축저항구조의 원리를 가지는 기본 면형 보울트 구조시스템은 양방향으로 넓은 공간을 가지고자 하는 욕구에 의해 크로스 보울트로 발전하였으며, 보다 넓은 공간을 덮으려는 욕구로부터 직경 46.2m의 판테온과 같은 돔구조를 창출해 낼 수 있었다. 그리고 그 돔은 하부에 양방향으로 개방되며 많은 양의 빛을 투입하고자하는 의도를 가지고 펜덴티브 돔으로 이어지게 되는 것을 볼 수 있다(<그림 1> 참조).[1] 이와 같이 조적구법을 이용한 구조기술의 발달 또한 개방적인 대공간의 실현을 위한 끊임없는 도전과 연구가 그 원동력이라 할 수 있는데, 이것은 대공간 건축이 건축발달과정에서 매우 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있게 한다.

국내에서도 대공간 건축에 대한 요구와 개발의지는 지속적으로 이어졌을 것으로 생각된다. 그 중 본

크로스보울트 원형돔 펜덴티브 돔

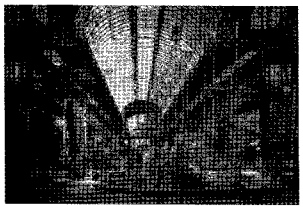
<그림 1> 조적식 구조의 공간형성 발달과정

연구에서 고찰하고자하는 현대 대공간 건축에 대한 발달과정은 1960년대 이후의 양상인데, 근본적으로 현대건축의 구법은 서구건축으로부터 도입된 것으로 1955년 이전까지는 식민지시대와 전쟁의 여건을 생각하였을 때 영구적인 대공간 건축의 건립이 시도되기 어려웠을 것으로 생각되기 때문에 연구범위를 제한하였다.

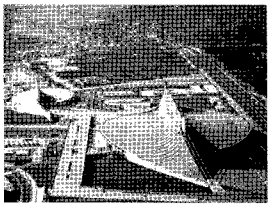
우리나라는 1960년대부터 경제발전이 가속화되기 시작하여 1980년대 이후에는 경제안정과 더불어 아시안게임과 올림픽유치 등 국제적 위상이 상승하여 대형집회의 수요가 증가하는 사회배경이 마련되었다. 이에 1980년대 이후에 다수의 대형 스포츠시설 등이 들어서기 시작하였으며 외국 선진기술의 도입도 다수 이루어졌다는 것을 알 수 있다. 뿐만아니라 2000년 이후에는 월드컵의 유치와 다양한 외부활동의 증가로 인해 대공간 건축이 양적으로 증가되었으며 보다 질 높은 외부활동을 위하여 돔구장 등의 건립이 촉구되는 등의 현실을 맞이하고 있다.

과거 여러 나라의 경우에서도 볼 수 있듯이 대공간 건축은 사회발전과 국가의 경제적 여건과 맞물려 있으며 사회적 이슈가 되는 국제대회나 박람회 유치 등으로 시발되어지는 경향이 강했다. 예를 들어 대형 기술건축물의 시발점이라 할 수 있는 영국의 수정궁이 영국 만국박람회를 앞두고 신속히 대형의 공간을 건립해야 한다는 필요성 때문에 최초의 철골 프리패브 구조를 채택하게 된 것이나, 동경의 요요기 실내체육관 같이 국제대회를 앞두고 국가의 자존심을 걸고 새로운 공법을 선보이는 상징적인 대공간 건축의 건립사례는 이미 새로운 이야기 아니다(<그림 2> 참조). 우리에게도 이같은 양상이 나타나고 있는데, 1980년대에 각종 대회와 국제박람회 등의 유치로 대공간 건

축의 건립이 늘어난 것이나, 올림픽 등의 유치를 위해 해외 기술을 도입하여 세계최초의 텐서그리티 돔인 체조경기장을 건립한 예가 그러한 특성을 보여주는 것이라 하겠다.



철골 프리패브 대공간구조
수정궁(런던, 소실)



인장현수 대공간구조
요요기 실내체육관(동경)

〈그림 2〉 국제적 상징성을 의도한 대공간 건축사례

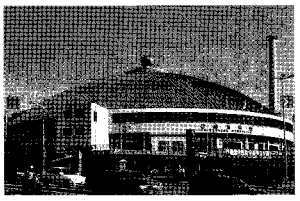
이렇듯 대공간 건축은 건축기술발달과정에 있어 매우 중요한 지표를 보여주는 것으로 건립당시 기술의 현황과 건축전반에 미친 영향을 분명하게 알 수 있게 해주며 외국기술의 도입으로 인한 우리 기술의 발달과정을 파악할 수 있게 한다고 본다. 이것은 향후 대공간 건축을 염두에 두고 선진구조기술의 발달을 도모하고자 할 때 나아갈 방향을 예측하는데 도움이 될 것이다.

## 3. 1960년대 이후 국내 대공간 건축의 발달과정[2)-11)]

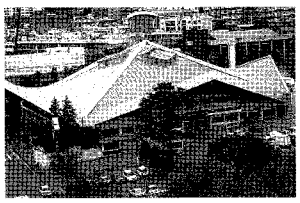
### 3.1 1960년대-1970년대의 대공간 건축

이 시기는 국내 대공간 건축의 태동기로 장충체육관 등 대형 체육시설들이 건립되기 시작하였다. 대표적인 사례로는 〈그림 3〉에서 보인 장충체육관과, 부산구덕체육관, 대구체육관을 들 수 있다. 이들은 대략 70m전후의 스팬을 가지며 각기 다른 구조시스템을 활용하여 독특한 형태로 건립되었다.

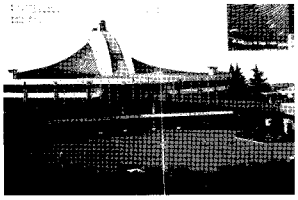
이들 사례들은 국내 구조기술자들에 의해 설계되고 지어진 것으로 이후 장충체육관에 사용된 방식은 다른 돔형태를 가지는 사례들에 다수 적용된 것으로 보인다. 또한 70년대에 들어 점차 규모가 커지는 체육시설들이 건립되고 1978년에는 한국종합전시장과 같은 컨벤션시설이 등장한 것으로 나타났다. 조사한 사례는 〈표 1〉에 정리하여 나타내었다.



장충체육관(1963)
철골보를 이용하여 돔의 형식을 실현
(설계자 : 김정수/최종완)



부산구덕체육관(1966)
철골보를 이용하여 HP곡면을 가지도록 배치
(설계자 : 이광오/마춘경)



대구체육관(1971)
중앙에 용골아치를 세우고 양측에 오목한 곡률의 보를 배치(설계자 : 김인호)

〈그림 3〉 초창기의 국내 대공간 건축사례

〈표 1〉 1960년대-1970년대의 대공간 건축 사례

| 사 례 명 | 용도 | 건립년도 | 스팬(m) | 규 모 |
|---|---|---|---|---|
| 장충체육관 | 체육 | 1963 | 70 | 경기장 지름 36m<br>4,618석 |
| 부산구덕체육관 | 체육 | 1966 | 84 | 3,589석 |
| 대전충무체육관 | 체육 | 1970 | 약70 | 경기장 28×15<br>4510석 |
| 대구체육관 | 체육 | 1971 | 72 | 경기장 48×75<br>최대수용 7,000 |
| 충북체육관 | 체육 | 1974 | 약60 | 3,000석 |
| 한국종합전시장 | 전시 | 1978 | 약40 | |
| 잠실체육관 | 체육 | 1979 | 약90 | 경기장 41×49<br>13,595석 |
| 잠실수영장 | 체육 | 1980 | 약60 | 50×25풀<br>4,528석 |

### 3.2 1980년대-1990년대의 대공간 건축

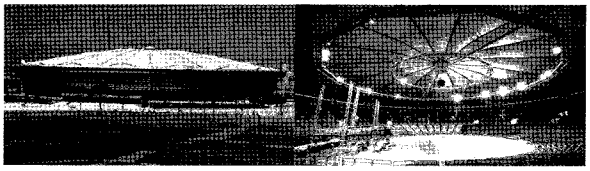
1980년대에서 1990년대에 이르는 시기는 국내 대공간 건축이 양적으로 가장 많이 성장한 시기로 여겨진다. 아시안게임과 올림픽 등 국제체육대회의 유치로 인해 국제규모의 대공간 체육시설 건립이 이루어졌으며, 체육활동에 대한 관심증가로 인해 각 지역별로 다수의 체육시설이 지어졌다. 또한 〈표 2〉에 정리해 보인 바와 같이 생활체육의 확대로 수영장이나 빙상장 등의 건립이 활발했던 것도 대공간 건축의 발달을 도운 것으로 보인다.

그 중 1985년 건립된 올림픽 체조경기장은 가이거의 기술도입으로 120m의 스팬을 가지는 대공간 건축이 새로운 텐서그리티 돔으로 건립되었다(〈그림 4〉 참조). 케이블과 막을 이용한 이 건물은 이제까지 철골을

〈표 2〉 1980년대-1990년대의 대공간 건축 사례

| 사 례 명 | 용도 | 건립년도 | 스팬(m) | 규 모 |
|---|---|---|---|---|
| 원주치악체육관 | 체육 | 1980 | 58 | 3,170석 |
| 수원체육관 | | 1985 | 70 | 5,145석 |
| 부산사직체육관 | | 1985 | 약70 | 농구장 14,990석 |
| 올림픽체조경기장 | | 1985 | 120 | 15,000석 |
| 대구두류수영장 | | 1985 | 40 | 50×25풀 1,395석 |
| 올림픽역도경기장 | | 1986 | 59 | 3,400석 |
| 상무체육관 | | 1986 | 42 | |
| 올림픽펜싱경기장 | | 1986 | 83 | 7,000석 |
| 김포공항청사 | 교통 | 1986 | 48 | |
| 포항공대체육관 | 체육 | 1987 | 70 | 농구장 3,642석 |
| 목포수영장 | | 1987 | 약40 | 50×25풀 1,178석 |
| 올림픽수영장 | | 1988 | 48 | 50×25풀 |
| 목동빙상장 | | 1988 | 60 | 30×60링크 |
| 안양수영장 | | 1989 | 약40 | 50×25풀 |
| 부산사직수영장 | | 1989 | 약40 | 50×25풀 |
| 롯데월드빙상장 | | 1989 | 약50 | 36×65링크 400석 |
| 청주체육관 | | 1990 | 약40 | |
| Expo 선경창의관 | 집회 | 1992 | 39 | 지오데식돔 |
| 창원체육관 | 체육 | 1993 | 약60 | |
| 광주염주수영장 | | 1993 | 약40 | 50×25풀 1,503석 |
| 대전한밭수영장 | | 1994 | 약40 | 50×25풀 752석 |
| 인천동남빙상장 | | 1994 | 약50 | |
| 대구실내빙상장 | | 1995 | 약50 | 30×61링크 839석 |
| 대전무역전시장(KOTREX) | 집회 | 1995 | 69 | 69×69회의장 |
| 구리체육관 | 체육 | 1996 | 49 | 경기장 24.3×49 1,170석 |
| 사천체육관 | | 1996 | 50 | 농구장+양측관람석 |
| 안산체육관 | | 1996 | 약40 | 50×25풀 |
| 김천체육관 | | 1996 | 약60 | 5,482석 |
| 안산올림픽수영장 | | 1996 | 약40 | 50×25풀 |
| 전주 1빙상장 | | 1996 | 50 | 30×61링크 |
| 전주 2빙상장 | | 1996 | 56 | 30×61링크 |
| 창원수영장 | | 1997 | 약40 | 50×25풀 |
| 광주염주빙상장 | | 1997 | 약60 | 30×61링크 910석 |
| 서울무역전시장(SETEC) | 집회 | 1999 | 40 | |

주로 이용한 강성골조가 대부분이었던 국내 대공간 건축의 발달과정에 있어서 대단히 혁신적인 사례가 되었다고 할 수 있다. 그 뒤로 여러 월드컵경기장과 부산아시안게임 주경기장 등에서 막과 케이블을 이용한 연성구조시스템이 전개되어가는 것을 볼 수 있다.



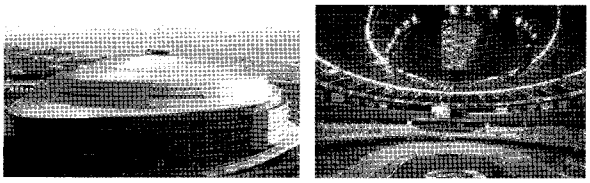
〈그림 4〉 서울 올림픽체조경기장의 내외부

또한 체육관 외에도 국제공항의 활성화로 김포공항청사가 스페이스 프레임을 이용하여 대공간으로 건축되었고, 컨벤션센타와 유사한 대형 집회시설도 등장하는 등 대공간 건축의 용도가 점차 다양화되는 양상을 보인다.

### 3.3 2000년 이후의 대공간 건축

2000년 이후에는 보다 다양한 용도를 가지는 대공간 건축이 건립되어 나타나고 있는 양상을 보이는데, 조사된 사례를 〈표 3〉에 정리하여 나타내었다. 특히 고속철도의 건립으로 인한 대형역사의 출현과 각 지역에서 경쟁적으로 이루어지고 있는 컨벤션 센타의 건립이 두드러진다.

규모 또한 점차로 커져가고 있는데 그중 광명돔경륜장은 지하 1층, 지상 5층으로 최대 3만명을 수용할 수 있는 동양 최대 규모의 경륜장으로 장변 180m, 단변 132m의 무주공간이 철골조 돔지붕으로 구현되었다[2](〈그림 5〉 참조).



〈그림 5〉 광명 돔 경륜장의 내외부

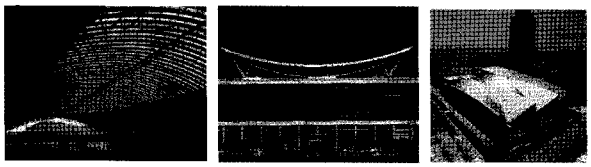
또한 스팬이 86m에 육박하는 광명역사의 경우도 연력도 형의 비렌딜 트러스를 이용하여 플랫폼 전체를 하나의 공간으로 덮어내는 방식을 취하였는데, 국내 역사에서는 흔히 볼 수 없는 웅장한 대공간 역사의 모습을 보이고 있는 것이라 하겠다.

컨벤션 센타의 경우도 2000년 이후에는 전국각지에서 건립되고 있는 것으로 보이는데, 대구EXECO나 부산의 BEXCO, 송도컨벤시아와 같이 규모도 점차 거대해지지만, 지역의 대표적 상징물로써 지역의 발전모습을 보여줄 수 있는 상징적인 외관으로 건립되

〈표 3〉 2000년 이후의 대공간 건축 사례

| 사 례 명 | 용도 | 건립년도 | 스팬(m) | 규 모 |
|---|---|---|---|---|
| 안양체육관 | 체육 | 2000 | 70 | 경기장30.5×52.5<br>6,690석 |
| 울산동천체육관 | | 2000 | 54 | 5,563석 |
| 태릉실내빙상장 | | 2000 | 약70 | 60×30링크<br>2,700석 |
| 안양빙상장 | | 2000 | 60 | 60×30링크<br>1,284석 |
| 창원돔경륜장 | | 2000 | 111 | 경륜장160×111 |
| COEX/ASEM | 집회 | 2000 | 81 | 81×81전시실 |
| 대구EXECO | | 2000 | 90 | 59×65전시실 |
| 성남탄천수영장 | 체육 | 2001 | 약40 | 50×25풀 |
| 수원탑동빙상장 | | 2001 | 약50 | 60×31링크 |
| 성남탄천빙상장 | | 2001 | 약60 | 60×31링크 702석 |
| 영종도공항 | 교통 | 2001 | 88 | |
| 부산BEXCO | 집회 | 2001 | 110 | |
| 대전남선빙상장 | 체육 | 2002 | 약60 | 60×31링크 629석 |
| 제주ICC | 집회 | 2002 | 45 | 80×45전시실 |
| 광명역사 | 교통 | 2004 | 86 | |
| 천안아산역사 | | 2004 | 35 | |
| 울산문수수영장 | 체육 | 2005 | 70 | 50×25풀<br>편측 3,025석 |
| 고양얼름마루 | | 2005 | 약65 | 60×31국제규격<br>2,678석 |
| 광명돔경륜장 | | 2005 | 132 | 경륜장180×132<br>30,000석 |
| 일산KINTEX | 집회 | 2005 | 63 | 171×63전시실 |
| 창원CECO | | 2005 | 55 | 144×55전시실 |
| 김대중<br>컨벤션센터 | | 2005 | 63 | 144×63전시실 |
| 서울대<br>생활체육관 | 체육 | 2006 | 36 | 경기장36.2×15.6 |
| 삼산월드체육관 | | 2006 | 76 | 7,406석 |
| 청도소싸움<br>경기장 | | 2007 | 110 | 11,245석 |
| 대전DCC | 집회 | 2008 | 40 | 37.5×67전시실 |
| 송도컨벤시아 | | 2008 | 94 | 90×94전시실 |

고 있는 것을 볼 수 있다(〈그림 6〉 참조).



〈그림 6〉 광명역사 / 대구EXECO / 송도컨벤시아

## 4. 국내 대공간 건축의 건립특성

### 4.1 용도에 따른 분석

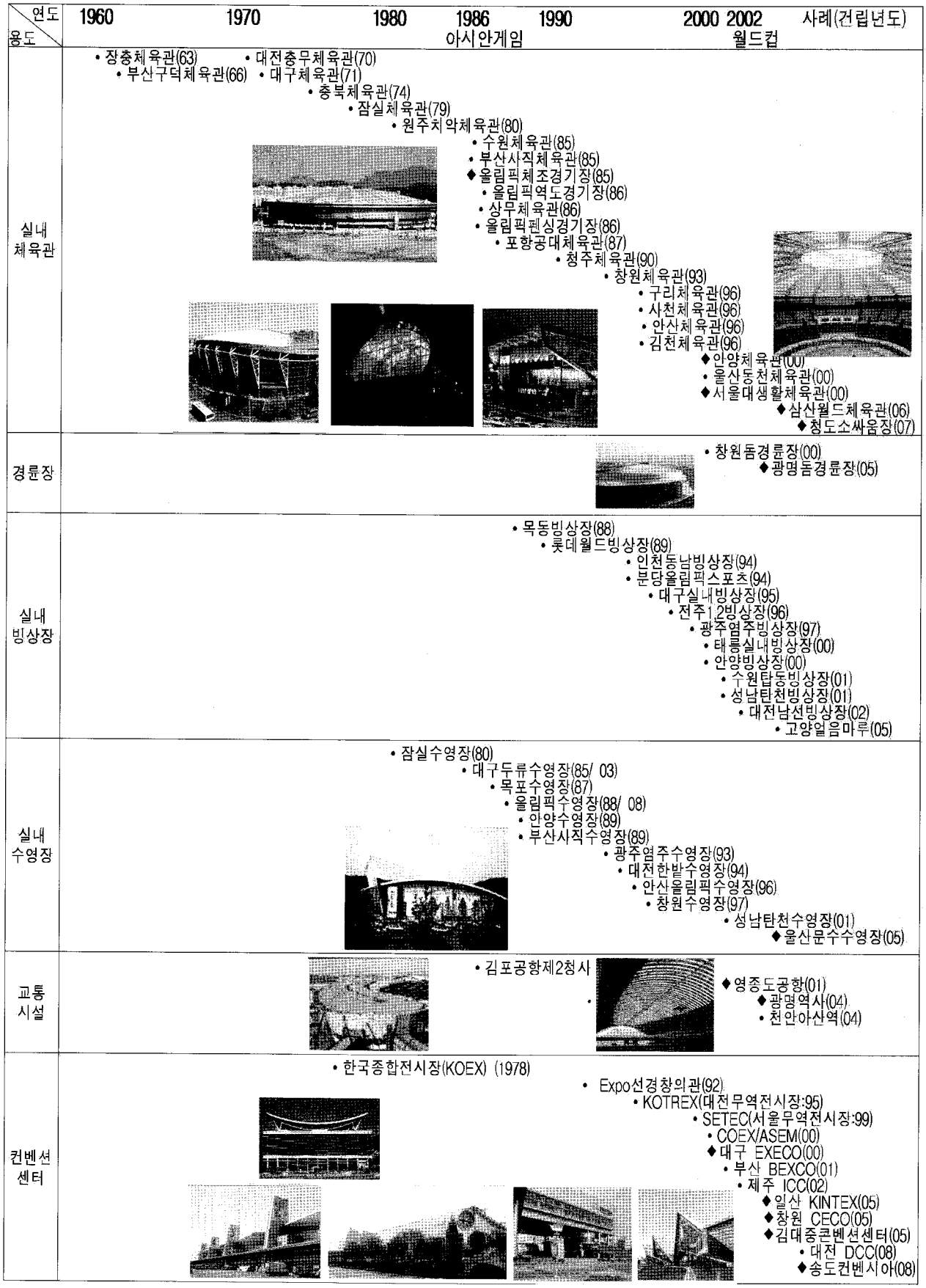
시대별로 건립된 대공간 건축물의 현황을 용도별로 분류하여 〈그림 7〉에서 나타내었다. 국내 대공간 건축물의 용도는 실내체육관, 빙상장, 수영장 등 체육시설이 집중적으로 나타난다. 대공간의 필요성이 가장 먼저 제기된 용도도 실내체육관이었듯 우리나라에서는 각 지방의 대형 체육시설의 요구로 인해 1980년대에서 1990년대초 실내체육관이 집중적으로 건립된 것으로 보인다. 또한 실내수영장의 경우는 국제대회 규모 수영장이 50×25m의 규격을 가지고 있으므로 실내체육관과 더불어 비슷한 시기에 스팬 40m내외의 대공간 건축물이 각 지방에 다수 건립된 것으로 보인다. 1990년대 중반부터는 동계체육에 대한 관심이 고조되면서 지역별로 국제규격의 빙상장의 건립 또한 다수 이루어졌다.

2000년대 이후로는 대공간 건축의 용도가 보다 다양화되었다. 대형 경륜장, 공항이 등장하였고 2004년 고속전철의 도입으로 철도역사 등의 대공간 건축이 등장하였다. 특히, 2000년 이후에는 대형 컨벤션센터의 건립이 가장 많은 것으로 조사되었는데, 대공간에 대한 사회적 요구를 짐작케 하며 향후 보다 많은 곳에서 이러한 전시, 박람회, 행사, 회의 등의 다목적 대공간 건축이 요구될 것으로 생각된다.

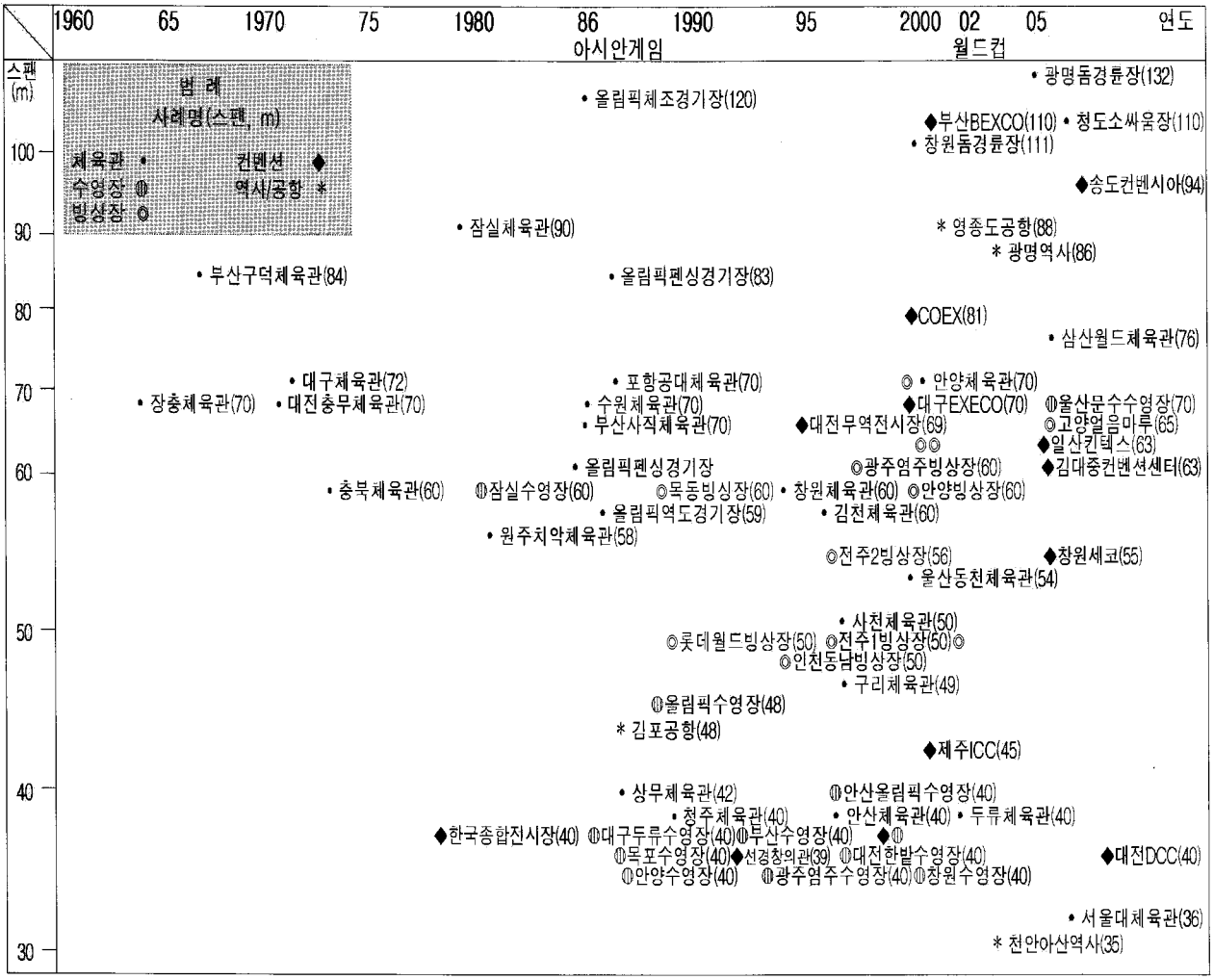
### 4.2 규모에 따른 분석

〈그림 8〉에서는 시대에 따라 변화하는 대공간 건축의 규모를 알아보기 위하여 용도별로 구분하여 건립연도와 스팬을 함께 나타내었다. 30m 이상의 스팬을 갖는 건축물로 한정하여 조사된 국내 대공간 건축 사례들은 1960년대부터 기술적인 발전을 거듭하며 전반적으로는 스팬이 증가하고 거대한 규모의 건축물이 증가하고 있는 것으로 보인다. 그중 최대 스팬은 132m로 2005년 건립된 광명돔경륜장으로 조사되었으며, 대부분의 사례들이 40m~70m의 스팬을 가지는 것으로파악되었다.

용도별로 시대에 따라 발전되어 온 대공간 건축의 규모를 살펴보면 체육시설은 1960~70년대에 건립하였던 시설들이 보였던 스팬 70~80m정도의 규모에서 더 크게 대형화되지 않고 있는 것을 알 수 있다. 이는 경기장의 규모가 핸드볼, 농구 등을 대상으로 하며 객석규모 또한 3,000석~10,000석 정도의 체육관이 대부분이기 때문이다. 특별히 대형공간을 가지는 경우는 텐서그리티 돔으로 건립된 올림픽 체조경기장




〈그림 7〉 용도별 국내 대공간 건축의 건립현황




〈그림 8〉 건립시기에 따른 국내 대공간 건축의 규모 변화

(스팬 120m)의 경우가 주목할 만한 시설임을 알 수 있다. 빙상장의 경우 또한 국제규격 60×30m의 경기장을 만족시키는 규모로, 1990년대 이후에 건립되는 사례들에서도 스팬 50~60m정도의 건축규모가 대부분이다. 수영장의 경우 또한 50×25m의 규격을 가지는 경우가 다수로 약 40m전후의 스팬을 가지고 있는 경우가 대부분이다.

보다 대형공간으로 발전을 거듭하고 있는 것은 컨벤션 센터인 것으로 보인다. 2000년도 이후로 주로 나타나고 있는 컨벤션 센터는 40~50m의 중소규모에서부터 110m에 달하는 공간에 이르기까지 점차로 그 규모가 커지고 있다.

그리고 경륜장과 같은 대형공간의 요구가 나타남에 따라 보다 구조스팬과 공간 규모가 커지는 것을 볼 수 있는데, 현재 야구경기장 돔 등의 수요가 부각되고 있는 점 등을 생각해보면 보다 넓고 광대한 외부활동을 실내로 포함하는 대형 건축물이 점차 등장할 것으로 생각된다. 따라서 대공간 건축물은 그 용도가 다목적화되면서 점차로 대형화되는 추세를 보여주고 있다고 할 것이다.

### 4.3 구조시스템에 따른 분석

대공간 건축은 장스팬으로 인한 구조부담을 안고 있는 건축물이므로 힘을 효과적으로 전달하기 위하여 여러 구조시스템이 고안되게 되며 그러한 구조적 특성이 건물의 내외부 형태와 공간구성에 영향을 미치게 된다. 따라서 조사된 사례에서 활용된 구조시스템을 조사하였는데, 정리하여 나타내면 〈표 4〉와 같이 나타낼 수 있다.

〈표 4〉에 나타낸 구조방식 중 국내사례에서 가장 많은 사례를 보이는 것은 트러스 구조방식이다. 트러스 구조 중에서도 대략 60m 이하의 비교적 소규모의

경우에는 지붕에 수평면을 가지는 평면형의 트러스가 다수 나타나는 반면, 비교적 대형스팬에서는 트러스가 연력도형이나 산형 혹은 변단면의 구성으로 구조체의 능력을 증대시키는 방식을 취하였음을 알 수 있다.

트러스외의 구조시스템을 활용한 경우를 살펴보면 철골보를 이용하여 구성한, 구덕체육관, 대구체육관, 송도컨벤시아 등의 예가 있다. 작지 않은 규모의 건물에서 철골 휨재를 사용하였는데, 이들 사례들은 보에서 적은 응력으로 하중을 전달하게 하기 위하여 인장형 혹은 아치형의 연력도형으로 구성하고 있다(〈표 5〉 참조).

〈표 4〉 국내 대공간 건축에서 활용된 구조시스템

| 구조시스템 | | 적용사례(스팬, m) |
|---|---|---|
| 트러스 | 평면형 | 한국종합전시장(40), 잠실수영장(60), 올림픽 역도경기장(59), 상무체육관(42), 목동빙상장(60), 광주염주수영장(40), 구리체육관(49), 사천체육관(50), SETEC(40), 제주ICC(45), 일산 KINTEX(63), 창원CECO(55), 삼산월드체육관(76), 대전DCC(40), |
| | 산형 | 잠실체육관(90), 원주치악체육관(58), 부산사직체육관(70), 김포공항(48), 전주 2빙상장(56), |
| | 연력도형(아치형 및 변단면 구성) | 장충체육관(70), 충북체육관(60), 수원체육관, 청주체육관(40), 선경창의관(39), 전주 1빙상장(50), 안양체육관(70),대구EXECO(90), 안양빙상장(60), 영종도공항(88), 부산벡스코(110), 광명역사(86), 광명돔경륜장(132), 김대중컨벤션센터(63), 청도소싸움장(110) |
| 연력도형 보 | 인장형 | 구덕체육관(84), 대구체육관(72), |
| | 아치형 | 올림픽 수영장(48), 창원수영장(40), 울산동천체육관(54), 천안아산역사(35), 송도컨벤시아(94) |
| 인장구조 | 텐서그리티 막구조 | 올림픽체조경기장(120), 올림픽펜싱경기장(83) |
| | 사장구조 | 울산문수수영장(70) |
| | 인장보강 보구조 | 서울대생활체육관(36) |

케이블 등의 인장재 활용을 고려한 인장구조시스템도 소수이지만 사례가 조사되었다. 서울 올림픽 체조경기장이 텐서그리티 막구조로 건립되었고, 울산 문수수영장의 경우는 인장재를 외부로 노출시켜 사장구조를 형태요소로 사용하였다.

이와 같은 여러 구조시스템의 활용방식을 시대에 따라 변화 내지는 발달과정을 고찰해보기 위하여 〈표 5〉에서 시대별로 대표사례의 구조시스템 입면을 정리하여 나타내었다.

장충체육관은 원형의 평면에 돔형태의 철골트러스를 방사형으로 배열하고 하부에 인장링을 구성하는 전형적인 돔 구법을 보이고 있다. 이 구법은 이 시기 대공간을 덮는 주요 방법으로 사용되면서 유사한 사례에 다수 적용된 것으로 보인다.[12] 그리고 1969년의 구덕체육관은 당시 외국에서 많은 적용사례를 보이고 있던 HP쉘의 곡면과 형태를 철골 보를 이용하여 적용한 사례이다. 1971년 대구체육관은 용골아치와 인장형 보를 이용하여 1964년의 사리넨의 아이스하키 경기장의 구성과 유사한 구성을 보였다. 이에 비교하여 1974년 충북체육관은 동일하게 용골아치를 배치하였지만 양측에 볼록한 아치를 배치하여 거북선모양의 지붕형태를 의도한 구법을 보인 바 있다(〈그림 9〉 참조). 초기의 사례들은 모두 구조원리에 입각하여 합리적이면서도 독창적인 형태보이고 있다고 하겠다.

예일대 아이스하키장 (1964) 대구체육관 (1971) 충북체육관 (1974)

〈그림 9〉 대구체육관과 충북체육관의 비교

1980년대에 들어서는 올림픽을 맞아 새로운 기술을 도입한 대공간 건축을 건립할 필요성이 강하게 제기되었기에, 가이거의 기술을 도입한 텐서그리티 돔(체조경기장)과 입체트러스의 일종인 타케나카 트러스의 역도경기장 등이 국내 대공간 건축의 계보에서 비교적 독특한 대공간 건축의 사례가 된다.

그러나 그 외의 크고 작은 사례들은 대부분 평면형이나 산형을 이용한 트러스 구조를 이용하여 건립된 것으로 보이다. 특히 1980년도에는 힐튼호텔의 중앙로비를 건설하면서 스페이스 프레임(메로시스템)이 한국에 도입되기 시작하는데[13], 이로 인해 다수의 국내 대공간 건축물이 스페이스 프레임이나 입체 트러스로 건립되기 시작하여 현재까지도 대표적인 구조방식으로 사용되고 있는 것을 알 수 있다. 스페이스 프

12) 춘천실내체육관(1966), 대전충무체육관(1968), 광주실내체육관, 국회의사당 돔, 여의도순복음교회 등이 장충체육관과 동일한 구법으로 건립됨. 정인하, 김진, "한국 현대건축의 기술역사에 관한 연구", 건축역사연구, 9권 24호, 한국건축역사학회, 57p.

13) 정인하, 김진, 앞글, 58p.

레임 구법은 축력조합구조의 입체형으로 공사가 용이하고 힘을 효율적으로 전달할 수 있는 매우 효과적인 구조시스템이다. 그러나 반복적인 면형의 입체구법은 획일화된 형태구성효과를 가지며 입체트러스를 활용하여 공간을 덮은 후, 실내에 마감재를 적용하거나 여러 시설물로 지붕구조를 감추는 경우의 사례가 대부분인 것으로 나타난다. 이 때문에 입체트러스에 대한 의존적인 활용은 구조가 지배적인 대공간 건축에서 다양한 형태구성이나 내부공간 표현이 원활치 못한 원인이 되기도 한 것으로 보인다.

이에 따라 전형적인 입체트러스를 판형으로 활용하는 방식이라 하더라도 1986년의 상무체육관과 같이 거대한 트러스와 기둥을 외부로 돌출시켜 외부형태에 차별성을 주는 방식도 등장하였는데, 이와 유사한 구성이 포항공대 체육관이나 1990년대의 구리체육관, 사천체육관, 안양체육관 등에서도 나타난다(〈그림 10〉 참조).

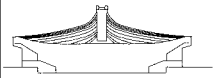
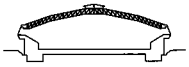
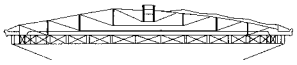
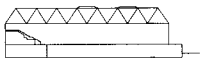
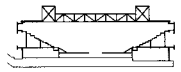
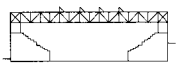
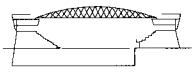
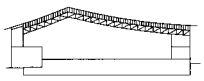
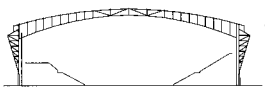
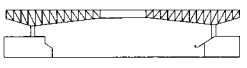
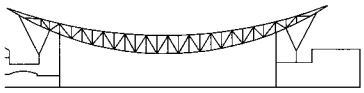
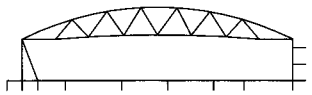
포항공대체육관 (1987) | 구리체육관 (1996) | 안양체육관 (2000)

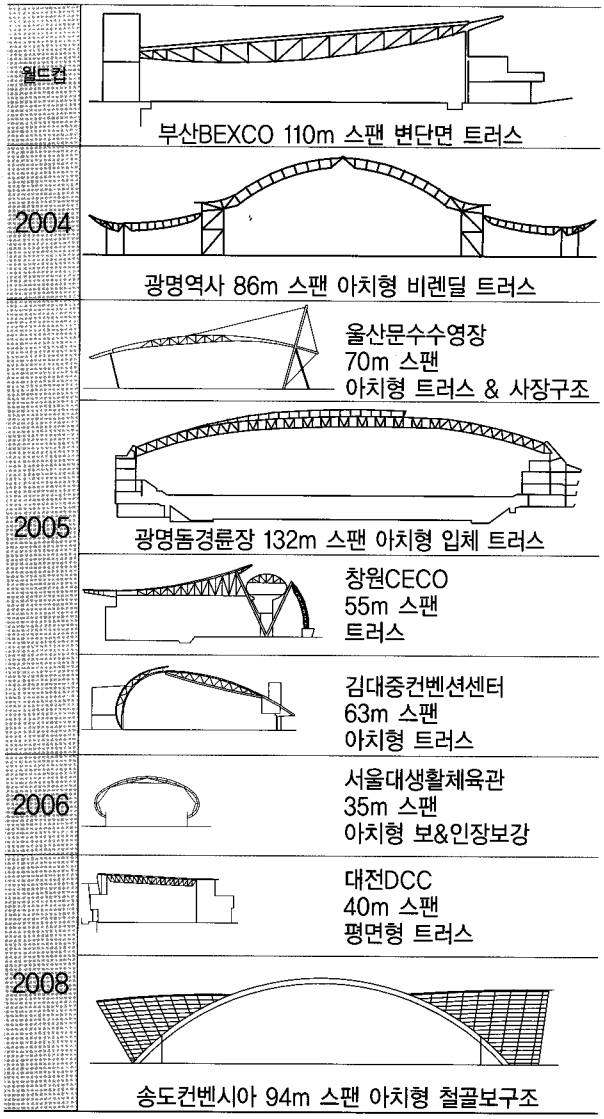
〈그림 10〉 트러스 외부 노출구법의 사례

입체트러스의 다른 변화패턴으로는 외부의 한옥형 처마라든가 둥근형의 지붕이라든가 건물의 외부 이미지를 입체트러스로 표현해 내는 방식도 보인다. 김포공항이나 전주 2빙상장, 창원 CECO 등을 예로 들 수 있다.

2000년도에 들어서 건립된 사례들을 살펴보면 안양 체육시설과 같이 부재응력의 효율을 돕는 변단면 구법을 활용하여 구조재의 형태를 다듬어 내외부로 노출시키는 사례를 다수 만날 수 있다. 특히, 대형 교통시설이나 컨벤션 건축의 규모가 커짐에 따라, 대구 EXECO나 영종도공항, 광명역사, 광명경륜장, 송도 컨벤시아 등 대부분의 사례가 구조의 연력도형을 이용하여 건물의 외관을 결정하는 특성을 가지고 있는 것을 알 수 있다. 더욱이 이들 사례에서는 구조체가 내부공간에서도 형태나 공간감에서 주요한 역할을 할 수 있도록 고려된 디자인을 취하고 있는 것을 알 수 있다.

〈표 5〉 국내 대공간 건축에서 활용된 구조시스템

| 건립년도 | 구조 입면 및 구조시스템 | |
|---|---|---|
| 1963 | | 장충체육관<br>70m 스팬<br>아치형 철골트러스 |
| 1966 | | 부산구덕체육관<br>84m 스팬<br>인장형 보구조(Hp곡면) |
| 1971 |  | 대구체육관<br>72m 스팬<br>용골아치&인장형 보구조 |
| 1980<br>스페이스 프레임도입 |  | 원주치악체육관<br>58m 스팬<br>산형 입체트러스 |
| 1985<br>아시안게임 |  | 올림픽체조경기장<br>120m 스팬<br>텐서그리티 돔 |
| 1986 |  | 올림픽역도경기장<br>59m 스팬<br>평면형 입체트러스 |
| |  | 상무체육관<br>42m 스팬<br>평면형 트러스(외부돌출형) |
| 1988<br>서울올림픽 | | 목동빙상장<br>60m 스팬<br>평면형 입체트러스 |
| 1996 | | 구리체육관<br>49m 스팬<br>평면형 트러스(외부돌출형) |
| |  | 사천체육관<br>50m 스팬<br>평면형 트러스(외부돌출형) |
| |  | 전주 1빙상장<br>50m 스팬<br>아치형 변단면 트러스 |
| |  | 전주 2빙상장<br>56m 스팬<br>산형 트러스 |
| 2000 |  | 안양체육관<br>70m 스팬<br>아치형 변단면 트러스<br>(외부돌출형) |
| |  | 안양빙상장<br>60m 스팬<br>평면형 변단면 트러스 |
| |  | 대구EXECO<br>90m 스팬<br>인장형 변단면 트러스 |
| 2001 |  | 영종도공항<br>88m 스팬<br>아치형 변단면 트러스 |




그리고 울산 문수수영장이나 서울대 체육관과 같이 비교적 적은 규모에서도 다양한 인장재 적용방식을 활용하는 등 구조시스템으로 내외부 건축디자인을 변화시키고 있는 사례가 나타나 구조구법에 새로운 아이디어가 요구됨을 알 수 있다.

## 5. 결 론

1960년도 이후에 스팬 30m이상의 공간을 가지는 국내 대공간 건축물에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 1960년대 체육시설에서부터 시작된 국내 대공간 건축물은 1980년대와 90년대에 각종 국제대회 유치 등으로 인해 전국 각 지역에 체육시설이 건립됨으로써 양적으로 증가하게 되었다. 2000년대에 들어서는 대형교통시설과 경륜장, 컨벤션 센타와 같이 용도가 다양화되었는데, 특히 컨벤션 센타와 같은 다목적 대공간 건축의 경우가 각 지역별로 다수 건립되고 있는 것으로 나타났다.

2) 국내 대공간 건축의 규모는 40~70m의 규모가 가장 보편적인 것으로 나타났으며 기술의 발달에 따라 점진적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 체육시설의 경우는 올림픽체조경기장(120m)와 같이 특수한 경우를 제외하고는 70m이상 규모가 흔치 않으나, 컨벤션 센타의 경우는 다목적 무주공간으로 40~50m의 시설에서부터 110m에 달하는 공간에 이르기까지 점차로 그 규모가 확대되었다. 현재까지는 3만명이 수용가능한 132m 스팬의 광명돔경륜장의 경우가 가장 큰 대공간인 것으로 조사되었는데, 향후 경륜장이나 돔야구장과 같이 보다 대형화되는 시설이 증가할 것으로 보인다.

3) 대공간 건축에 활용된 구조방식을 살펴보면, 1960년대 초기 건립된 사례들에서는 철골돔방식이나 HP쉘형태, 인장곡면형태 등 독특한 구조시스템의 도입으로 체육관의 형태를 구성한 바 있다. 그리고 1980~90년대에는 스페이스 프레임의 도입으로 구조시스템의 차별이 두드러지지 않는 건축물들이 다수 건립되었던 것으로 보인다. 다만, 텐서그리티 돔을 이용하여 건립된 올림픽 체조경기장이 특별한 예라고 할 수 있다. 2000년대에 들어서는 보다 커진 규모와 형태특성과 내부공간감을 고려하여 연력도형을 취하거나 상징적인 형태와 새로운 구조시스템을 적용하는 등, 구조재의 조합에 다양성을 시도하는 양상이 관찰되었다.

연구결과, 우리나라의 대공간 건축 사례들은 용도나 규모 등으로 보았을 때 아직 최소한의 공간을 덮어낸다는 필수적 기능지원의 수준을 크게 벗어나지 못하는 것으로 보인다. 그러나 최근 사회현상 안에서도 여러 다목적 대형공간이 점차로 요구되고 있음을 알 수 있고, 외국의 다수의 대공간 건축의 선례를 보았을 때에도 대형화에 따른 구조기술의 발달은 물론 다양한 상징적 진보적 형태와 공간구성에 대한 시도가 요구된다는 것을 알 수 있다. 구조와 건축디자인의 보다 적극적인 협력으로 충분한 건축적 가치를 가지면서도

합리적인 대공간 건축 실현을 모색하는 연구가 이어지길 바란다.

## 감사의 글

이 논문은 2007년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-359-D00021).

## 참고문헌

1) 사이토 마사오, "건축 공간 구조이야기", 기문당, 2005, pp.56-62.
2) 한상을, "광명 경륜 돔경기장 건설현장견학", 건축, 대한건축학회, 2004.08., pp.108-111.
3) 현대건설, "EXHIBITION FACILITIES", 2008.
4) 건축문화 편집부, 월간건축문화, 1990. 1월호 ~ 2008. 10월호.
5) 월간건축세계편집부, "스포츠 · 위락시설", 월간 건축세계, 1997.
6) 건축세계(주), "等(PUBLIC SPORTS)", 월간건축세계, 2005.
7) 건축세계(주), "展(CULTURE)", 월간 건축세계, 2005.
8) 현대건축사, "한국고속철도 역사", CA54.현대건축사, 2004.
9) 류근주, "우리나라 대공간 건축의 현황 및 특성에 관한 연구 - 2000년이후 건립사례를 중심으로", 극동정보대학논문집, 2008년 15집, 2008. pp.113-126.
10) 마춘경, "이형 HYPAR 곡면철골구조 지붕의 설계", 대한건축학회지, 15권 39호, 대한건축학회, 1971. 02., pp.23-27.
11) 정인하, 김진, "한국 현대건축의 기술역사에 관한 연구", 건축역사연구, 9권 24호, 한국건축역사학회, 2000.12., pp.51-68.

접수일자 : 2009년 3월 1일
심사완료일자 : 2009년 4월 4일
게재확정일자 : 2009년 4월 24일