

# 대공간 건축물 Erection 공법에 관한 사례 조사 연구

## The Case Study on the Erection Method of Large Span Structures

정 환 목\*  
Jung, Hwan-Mok

이 성 연\*\*  
Lee, Seong-Yeun

지 석 원\*\*  
Jee, Suck-Won

### 요 약

최근 산업 발전과 더불어 대공간 건축물의 수요가 급증하고 있다. 이 분야 선진 기술은 지간 300m 이상의 대공간 건축물 설  
현도 가능하게 하고 있다. 대공간 구조에는 셸구조, 스페이스 프레임 구조, 막구조, 케이블구조 등이 있다. 대공간 건축물은 기  
등없이 넓은 공간을 확보해야 하는 구조적 특성 때문에 설계초기 단계에서부터 시공문제를 병행하여 검토할 필요가 있다.

대공간 건축물 시공에 있어서 erection 공법은 공사비용, 공사기간 그리고 안전성 등에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.  
대공간 건축물 erection 공법은 현장 여건 및 제반 조건에 따라서 그 수를 헤아릴 수 없을 정도로 많고 다양하지만, 대표적인  
공법으로는 Element 방식, Block 방식, Sliding 방식, Lift-up 방식 그리고 복합방식 등이 있다.

본 연구에서는 기존 대공간 건축물을 대상으로 시공당시 적용한 erection 공법을 조사하여 이것을 규모별, span별, 층고별, 구조형  
식별로 분석 및 검토하여 향후 대공간 건축물의 효율적 erection 공법 개발을 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

### Abstract

Recently, the demand of the large span structures has been increasing. The large span structures include such a large scaled  
structures such as; the shell structure, the space frame structure, the membrane structure and the cable structure, etc. The large  
span structures are supposed to be confirmed and issued carefully at the initial process of the design besides the construction engineering  
aspects because of the structural specific cause that should solve and accomodate those large and wide space without columns.

In the field of the large span structure construction, the erection construction method has been regarded as a major affected  
aspects on the construction cost, construction term, and stability.

In the field of the large span structure construction, there are various construction method and system could be applied depends  
on the condition of the construction site and other circumstances such a major construction method as; the element method, the  
block method, the sliding method, the lift-up method and complexed method, etc.

In this study, as the case study of the erection construction method of the large span structures, after survey and study that  
those existing large span structures construction cases which had applied and adopted the election construction method and analysis  
and classify into the groups by the size, span, ceiling height, structural system in order to supply and suggest the data for the enhancement  
and development in the field of the erection construction method as a efficient structural solution of the large span structure construction.

키워드 : 대공간 건축물, Erection 공법, 사례 연구

Keywords : Large span structures, Erection method, Case study

## 1. 서 론

최근 산업 발전과 더불어 건축물의 고층화와 대  
형화가 급속히 진전되고 있는 추세이며, 이 중 대형

화의 시대적 요구에 부응하기 위해서는 대공간 건  
축물의 건립이 불가피하다고 판단되어 진다.

장스팬인 대공간 구조에는 셸구조, 스페이스 프레  
임구조, 막구조, 케이블 현수구조, 트러스 구조 그리  
고 이 구조시스템의 장점을 상호 적용한 복합구조  
등이 있다. 이 대공간 구조 시스템을 적용하는 건축  
물은 넓은 공간을 확보해야 하는 구조적 특성 때문  
에 설계초기 단계부터 시공성을 병행하여 검토해야  
만 한다.

\* 정회원, 경동대학교 건축토목공학부 교수, 공학박사

Tel : 033-639-0216 Fax : 033-639-0229

E-mail : hmjung@k1.ac.kr

\*\* 정회원, 두산건설(주) 기술연구소, 상무

E-mail : syleein@doosan.com

\*\*\* 정회원, 두산건설(주) 기술연구소, 부장

E-mail : jsw@doosan.com

대공간 건축물의 경우, 층고가 대체로 높기 때문에 지붕 골조를 설치하는데 많은 연구를 할 필요가 있다. 즉, 장스팬의 골조는 erection 공법에 따라서 공사비용, 공사기간 그리고 안전성 등에 큰 차이를 나타낼 수 있으므로 erection 공법에 대한 연구는 그 의의가 매우 크다.

현재 일반적으로 알려져 있는 대공간 건축물의 대표적 erection 공법에는 Element 공법, Block 공법, Sliding 공법, Lift-up 공법 그리고 필요에 따라서는 이것들을 응용한 복합공법 등 많은 방법이 있다.

대공간 건축물을 시공함에 있어서 건축물의 형상, 층고, 구조형식, 부지조건과 같은 설계조건과 공비, 공기, 가설계획 등의 시공조건에 따라서 가장 경제적이고 안전성이 높은 공법을 선택할 필요가 있다. 그러나 국내에서는 아직 이와 같은 조건에 따른 적당한 공법을 체계적으로 소개한 자료 및 연구가 전무한 상태이다.

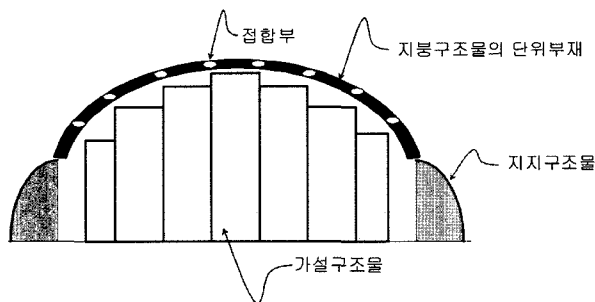
따라서 본 연구의 목적은 대공간 건축물의 효율적 erection 공법 개발 및 실무자를 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 기존 대공간 건축물에 대한 erection 공법 사례를 조사·분석하여 이를 체계적으로 데이터화 하는 것이다.

## 2. 대공간 건축물 Erection 공법의 일반적 고찰

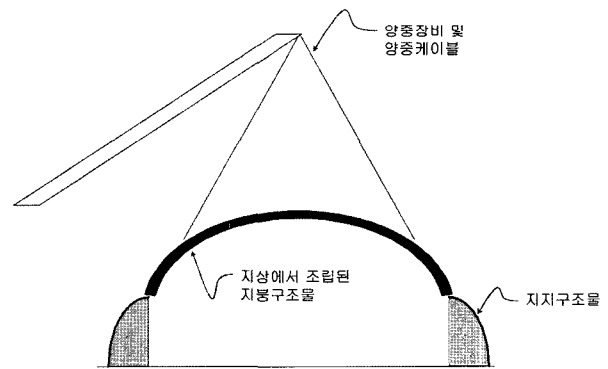
대공간 건축물의 erection 공법은 그 수를 헤아릴 수 없을 정도로 많지만, 가장 일반적으로 생각할 수 있는 공법으로는 <그림 1>에서 보여지는 것처럼 지보공을 이용한 Bent공법<sup>1)</sup> (본 연구에서는 이하 Element 공법으로 칭함)일 것이다. 그러나 이 공법은 층고가 높고, 지간이 큰 대공간 건축물의 erection에 있어서는 가설재 사용량의 증가로 인해 코스트가 높고 안전성도 타공법에 비해 떨어지는 경향이 있다. 따라서 가설재를 줄이기 위하여 많은 공법이 고안되고 있으며, 그 중 대표적인 공법으로 Block공법(<그림 2> 참조), Push-Up 공법<sup>1,2,7)</sup>(<그림 3> 참조), Sliding공법, Lift-up공법<sup>1,2,7)</sup>(<그림 4> 참조), 등이 있다. 이 외에도 무수히 많은 공법이 있는 것으로 조사되고 있다.<sup>1-7)</sup>

한편, Element 공법 중에서도 단일지보공이 아닌 시스템 서포트의 사용, 고정비계가 아닌 이동비계의 사용 그리고 높이 조절이 가능한 지보공 사용 등으로 작업의 효율성을 높이는 방법이 있다.<sup>2)</sup>

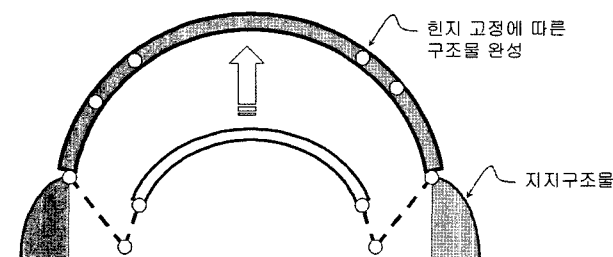
국내 중소규모 대공간 건축물에서 주로 많이 적



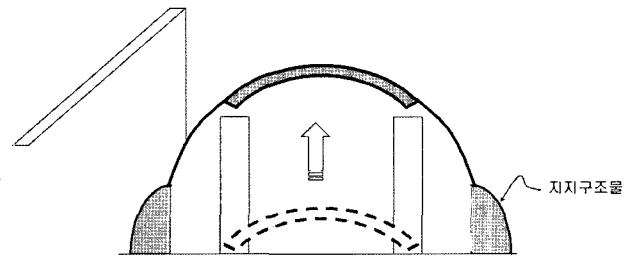
<그림 1> Element 공법 예



<그림 2> Block 공법 예



<그림 3> Push-up 방식의 예



<그림 4> Lift-up 방식의 예

용하고 있는 Block 공법은 지상에서 뼈대의 시공을 완성한 후 크레인 등으로 소정의 위치까지 들어 올려 지붕설치를 마감하는 공법으로 지붕 마감재는 지상에서 설치하는 경우와 골조조립 후 상부에서 직접 시공하는 경우로 구분한다.

Push-Up 공법은 대공간 돔의 양단부와 중앙부 사이에 반력 구대를 설치하여 그 위에서 지붕뼈대 조립을 완성한 후 반력구대에 설치된 jack 등을 사용하여 소정의 위치까지 뼈대를 밀어 올려 건축물을 설치하는 공법으로 일본의 카와구찌(川口)교수에 의해 고안된 팬더돔<sup>17)</sup>의 erection공법이 매우 유명하다.

Sliding공법은 가설재의 량을 줄이기 위해 지붕 설치 면적 하부에 전부가 아닌 일부에만 가설재를 설치하여 지붕골조 한 블록을 완성한 후 레일 등을 이용하여 소정의 위치로 이동시키면서 지붕골조를 단계적으로 완성해가는 공법이다. 한편 레일을 사용하지 않고 트러스 보에 인장 케이블을 넣어 이 케이블을 인장하여 평면형태인 건축물을 곡면형태로 형태를 변형시키면서 지붕 골조를 완성하는 공법도 이에 해당되며, 이 공법이 적용된 대표적인 국내 사례는 아시아나 항공사의 인천국제공항 항공기 정비 시설에 이용된 STRARCH- ARCH 시스템이다.

한편, 스패이 길고, 층고가 높은 대공간 건축물의 erection에서 생각 할 수 있는 공법중의 하나가 Lift-up 공법이다. 이 공법은 <그림 4>에서 보여지는 것처럼 지상에서 지붕 골조와 마감재를 전부 또는 일부분 완성한 후 Jack 등으로 소정의 위치까지 밀어 올려 건축물의 형태를 완성시키는 공법으로 최근 대공간 건축물의 스패이 장대해짐에 따라 이 공법의 적용이 확대되고 있는 추세이다.

대공간 입체트러스 구조물의 경우, 부재수와 절점 수가 많은 경향이 있으므로 시공 중 조립 오차가 발생할 소지가 매우 높으며, 그 오차 수정이 일반구조물처럼 용이하지가 않다. 따라서 골조를 정밀하게 조립하기 위해서는 전면적인 지보공과 발판이 필요하게 되며, 여기에 소요되는 자재량은 방대하여 공기와 공비가 증대될 수 있으며, 고소작업으로 인한 작업능률의 저하 우려가 있다.

따라서 Lift-up 공법을 적용하면, 지보공 가설재가 대폭 절감되므로 대규모 지보공 계획을 세울 필

요가 없으며, 조립순서와 작업이 지보공 발판에 의해 제약 받는 일이 적게 되고, 지상근처에서 작업이 가능하므로 고소작업이 적어 작업 시에 안정성을 높일 수 있다. 또 비바람 등의 기후에 영향을 받는 일이 적고 종래공법보다 공기단축을 도모할 수 있다. 작업능률향상 외에 조립을 위해 계측관리가 용이하게 되고 조립정밀도가 높게 된다. 기동성이 있는 소형크레인으로 도 작업이 가능하며, 마감과 설비공사를 동시에 행할 수가 있고 복층작업도 가능하게 되어 작업효율성이 증대되는 장점이 있다.

이상으로 대공간 구조물의 erection 공법에 대해 간략히 검토해 보았지만 각 공법은 이 외에도 많은 장단점을 가지고 있으므로 설계조건과 현장의 시공 조건에 맞는 적절한 공법을 선택하는 것이 무엇보다도 중요할 것이다.

본 연구에서는 위에서 언급한 많은 erection 공법을 크게 4종류로 구분하고자 하며, Bent공법과 Element 공법은 Element공법으로 통합하여 표기하며, Push-up공법과 Lift-up공법은 Lift-up공법으로 통합하여 표기한다.

### 3. 사례 조사 방법 및 용어 정의

본 연구에서는 국내외 기존 대공간 건축물을 대상으로 자료 수집하였으며, 사례 조사 건축물 수는 약 120개였으나 데이터의 부정확성으로 인하여 실제 본 연구에 인용된 자료는 70여개 정도이다. 지붕이 개방된 월드컵 구장 등은 자료에서 제외시켰다. 선진국 사례는 대공간 건축물 시공 사례가 많은 일본의 건축물을 대상으로 한다. 특히, 기 시공된 대공간 건축물에 있어서 국내의 경우와 국외의 경우 그 규모면에서 많은 차이를 나타내고 있어 국내사례와 국외 사례를 같이 비교할 수가 없어서 국내의 사례를 분리하여 조사 분석하였다.

대공간 구조는 사용재료의 특성에 따라 일반적으로 강성구조와 연성구조로 구분하며, 본 연구에서 조사한 국내 건축물은 대부분 강성구조물이다.

조사내용은 대공간 건축물의 개요 및 일반사항과 적용 erection 공법에 대한 것으로 문헌에 의해 조사하거나 직접 설계사 또는 시공사를 방문하여 조

<표 1> 대공간 건축물 개요 및 일반사항(자료 샘플)

구 분	내 용	비 고	
건 물 개 요	건 물 명	세이부 돔	
	소 재 지	일본 사이타마현	
	주요용도	관람장(야구장)	
	부지면적	208,250.55m <sup>2</sup>	
	건축면적	39,000m <sup>2</sup>	
	연 면 적	42,300m <sup>2</sup>	
	층 수	지상 3층	
	주요스팬	최대스팬 : 220.0m	
	최고높이	51.0m	
	수용인원	35,879명	
	건물구조	지붕 : 철골조, 인장막구조 하부 : 철골조	
	지붕구조	단층격자 골조막구조(중앙부) 방사형 철골입체골조(원주부)	
	사용재료	구조부 : 강재, 철골	
설치공법	링형 내쌓기공법(Bent 공법) Lift-up 공법		
일 반 사 항	발 주 자	(주) 세이부 철도	
	설 계 자	KAJIMA DESIGN	
	시 공 자	(주) 카지마 건설 칸토 지점	
	착 공 일	1997.7	
	준 공 일	1999.3	
	공사비용	미파악	
공사기간	1997.7~1999.3(21개월)		
사진	생략		

사하였다. 자료 샘플은 <표 1>과 같다.

본 연구의 초기 사례조사에서도 알 수 있었지만 스패인이 100m를 넘는 기존 대공간 건축물에서 적용한 erection 공법은 앞에서 언급한 공법 1개만을 적용하기보다는 2개의 공법을 혼용한 사례가 많았다. 이러한 경우는 저자가 판단하여 비중이 크다고 판단되는 공법으로 분류하였다. 예를 들어 일본 사이타마현(埼玉県)의 세이부(西武)돔의 경우, 돔의 경계부를 구성하는 골조는 Bent 공법을 적용하고, 중앙부 단층래티스 프레임은 Lift-up 공법을 적용하였지만, 본 연구에서는 Lift-up 공법으로 분류하였다. 또한 앞에서 소개한 4개 공법 이외에 적용한 공법은 기타공법으로 분류하였다.

건축물 개요에는 건물명, 소재지, 주요 용도, 부지면적, 건축면적, 연면적, 체적, 지역 및 지구, 층수, 천장 높이, 최고높이, 수용인원, 구조형식, 사용재료 등이 포함되었으며, 건축물 일반사항은 발주자, 설

계사(자), 시공사, 착공일, 준공일, 공사비용, 공사기간 등이 포함되었다.

본 연구에서는 2장에서 이미 소개한 erection 공법 중 Element 공법은 EM, Block 공법은 BM, Sliding 공법은 SM, Lift-up 공법은 LM, 그리고 이 외의 기타 공법은 XM으로 표기하여 나타낸다.

## 4. Erection 공법 사례 분석 및 검토

본 장에서는 사례 조사한 기존 국내의 대공간 건축물을 대상으로 erection 공법 선택과 밀접한 관련이 있다고 판단되는 대표적 요소인 건축물 규모, span 크기, 층고 그리고 구조형식별로 어떠한 erection 공법을 적용하였는가를 조사하고 분석 및 검토한다.

### 4.1 건축물 규모와 Erection 공법

건축물의 규모는 일반적으로 연면적 및 건축면적과 밀접한 관계가 있다. 본 절에서는 건축면적에 따른 대공간 건축물의 erection 공법을 조사하고 분석·검토한다.

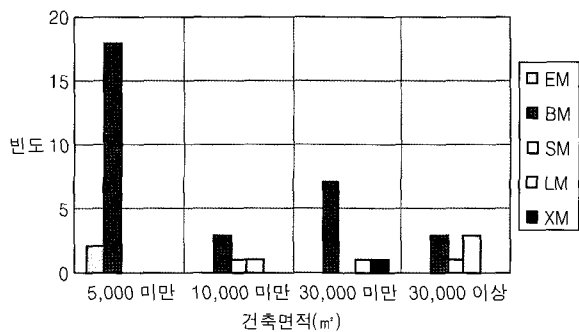
<표 2>와 <그림 3>은 각각 건축면적에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 빈도를 나타낸 것이다. <그림 5>와 <그림 6>은 각각 건축면적에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 빈도를 <표 2>와 <표 3>에 근거하여 그래프로 나타낸 것이다. <그림 5>에서 알 수 있는 것처럼 국내 대공간 건축물의 경우 연면적이 5000m<sup>2</sup> 미만인 건축물은 거의 대부분 Block 공법에 의해 건설되었음을 알 수 있으며, 연면적이 5000m<sup>2</sup> 이상인 대공간 건축물에서는 겨우 수건의 Lift-up 공법과 Sliding 공법이 적용되었을 뿐 전반적으로 국내 대공간 건축물의 erection

<표 2> 건축면적에 따른 erection 공법(국내)

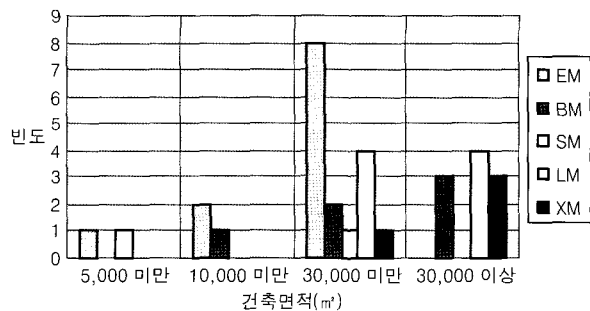
면적(m <sup>2</sup> ) 공법	5,000 이하	5,000 ~ 10,000	10,000 ~ 30,000	30,000 이상	총 계
EM	2	0	0	0	2
BM	18	3	7	3	31
SL	0	1	0	1	2
LM	0	1	1	3	5
XM	0	0	1	0	1
총 계	20	5	9	7	41

<표 3> 건축면적에 따른 erection 공법(국외)

면적(m <sup>2</sup> ) 공법	5,000 이하	5,000 ~ 10,000	10,000 ~ 30,000	30,000 이상	총 계
EM	1	2	8	0	11
BM	0	1	2	3	6
SL	1	0	1	0	2
LM	0	0	4	4	8
XM	0	0	1	3	4
총 계	2	3	16	10	31



<그림 5> 건축면적에 따른 erection 공법 빈도(국내)



<그림 6> 건축면적에 따른 erection 공법 빈도(국외)

공법은 건축면적에 관계없이 Block 공법이 그 주류를 이루고 있음을 알 수 있다. 한편 외국의 경우는 <그림 6>에서 알 수 있는 것처럼 그 경향이 국내와는 매우 다른 양상을 보이고 있다. 건축면적에 관계없이 가장 많이 적용된 erection 공법은 Element 공법이나, 국내와 같이 공법 적용에 편차는 크지 않음을 알 수 있다. Lift-up 공법과 기타공법(XM)의 경우는 연면적이 큰 경우에만 적용하고 있다.

### 4.2 최대스팬(span)과 Erection 공법

대공간 구조는 주응력을 부담하는 골조 스패의 크기가 장대한 것이 구조적 특징이다. 대공간 구조

물에 있어서 구조형식, erection 공법 등을 결정하는데 있어서 가장 중요한 영향을 미치는 매개변수 중의 하나가 주응력을 부담하는 최대스팬의 크기일 것이다.

스팬 크기에 따른 erection 공법 적용을 검토하는 것은 현장실무자 뿐만 아니라 향후 효율적인 erection 공법 개발을 위한 기초 자료로서도 대단한 의의가 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 절에서는 스패크기를 기준으로 하여 국내외 기존대공간 건축물 지붕구조의 erection 공법을 분석·검토한다.

<표 4>와 <표 5>는 각각 span에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 빈도를 나타낸 것이다.

<그림 7>와 <그림 8>은 각각 건축면적에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 빈도를 <표 4>와 <표 5>에 근거하여 그래프로 나타낸 것이다.

<그림 7>에서 알 수 있는 것처럼 국내 대공간 건축물의 erection 공법은 span이 작을 경우에는 Block 공법이 그 주류를 이루고 있으며, span이 커짐에 따라 Block 공법의 적용 빈도는 낮고, Lift-up 공법 빈도가 높아지는 경향이 있다.

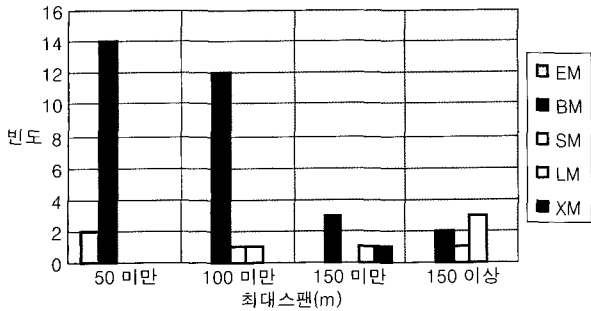
이와 같은 경향은 앞 절의 건축물 연면적 크기에 따른 erection 공법 특성과 거의 유사한 결과이다.

<표 4> 최대 스패에 따른 erection 공법(국내)

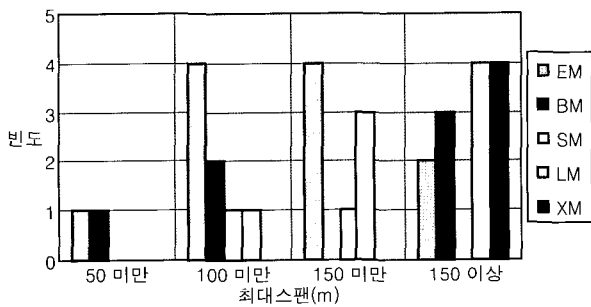
Span(m) 공법	50m 이하	50 ~ 100	100 ~ 150	150 이상	총 계
EM	2	0	0	0	2
BM	14	12	3	2	31
SL	0	1	0	1	2
LM	0	1	1	3	5
XM	0	0	1	0	1
총 계	16	14	5	6	41

<표 5> 최대 스패에 따른 erection 공법(국외)

Span(m) 공법	50m 이하	50 ~ 100	100 ~ 150	150 이상	총 계
EM	1	4	4	2	11
BM	1	2	0	3	6
SL	0	1	1	0	2
LM	0	1	3	4	8
XM	0	0	0	4	4
총 계	2	8	8	13	31



<그림 7> 최대 스패에 따른 erection 공법 빈도(국내)



<그림 8> 최대 스패에 따른 erection 공법 빈도(국외)

한편 <그림 8>에서 알 수 있는 것처럼 외국의 경우는 그 경향이 국내와는 매우 다른 양상을 보이고 있다. 건축물 span에 관계없이 가장 많이 적용된 erection 공법은 Element 공법이며, span이 커질수록 Lift-up 공법과 기타공법이 많이 적용되고 있으나, 국내의 Block 공법과 같이 적용 빈도가 편중된 현상은 나타나지 않고 있다.

### 4.3 건축물 층고와 Erection 공법

대공간 건축물의 경우 천정 및 건축물의 높이가 높은 것이 일반적인 특징이며, 따라서 가설재를 사용하는 일반적인 Element 공법으로는 공기면, 공비면, 안전성면에서 불리하다. 따라서 건물의 높이에 따라서 적당한 공법이 개발될 필요가 있다. 본 절에서는 건축물 층고를 기준으로 하여 국내외 기존 대공간 건축물의 erection 공법을 분석·검토한다.

<표 6>과 <표 7>은 각각 층고에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 건물수를 나타낸 것이다.

<그림 9>와 <그림 10>은 각각 층고에 따른 국내외 대공간 건축물 erection공법 적용 빈도를 <표 6>와 <표 7>에 근거하여 그래프로 나타낸 것이다.

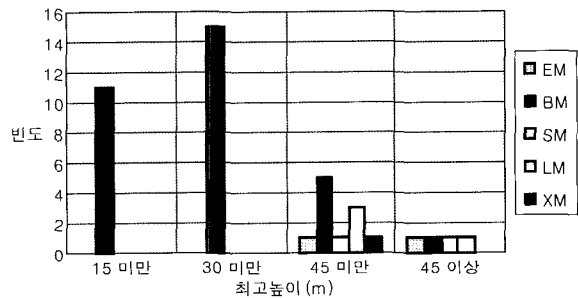
<표 6> 건물 높이에 따른 erection공법국내

공법 \ 높이(m <sup>2</sup> )	15m 이하	15 ~ 30	30 ~ 45	45 이상	총 계
EM	0	0	1	1	2
BM	11	15	5	1	32
SL	0	0	1	1	2
LM	0	0	3	1	4
XM	0	0	1	0	1
총 계	11	15	10	4	40

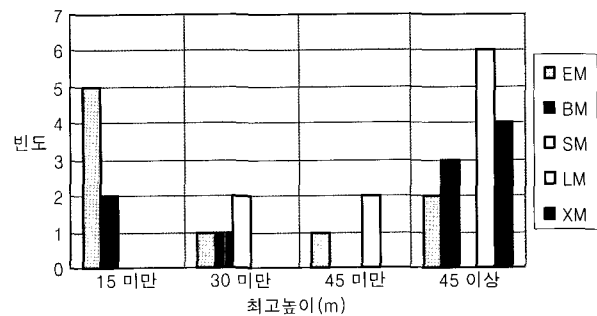
<표 7> 건물 높이에 따른 erection공법국외

(단위 m)

공법 \ 높이(m <sup>2</sup> )	15m 이하	15 ~ 30	30 ~ 45	45 이상	총 계
EM	5	1	1	2	9
BM	2	1	0	3	6
SL	0	2	0	0	2
LM	0	0	2	6	8
XM	0	0	0	4	4
총 계	7	4	3	15	29



<그림 9> 층고에 따른 erection 공법 빈도(국내)



<그림 10> 층고에 따른 erection 공법 빈도(국외)

<그림 9>에서 알 수 있는 것처럼 국내 대공간 건축물의 erection 공법은 층고에 관계없이 Block 공법이 그 주류를 이루고 있음을 알 수 있다. 그러나 층고가 커짐에 따라 Block 공법의 수는 감소하고 Sliding 공법과 Lift-up 공법의 수가 증가하는 경향

을 나타내고 있다.

한편 외국의 경우, <그림 10>에서 알 수 있는 것처럼 층고가 낮을 경우 Element 공법과 Block 공법을 주로 적용하고 있으나 층고가 높아짐에 따라 Lift-up 공법과 혼합공법의 적용 빈도가 높아지는 경향을 나타내고 있다. 그러나 외국의 경우는 건축물 층고에 관계없이 erection 공법 적용에 있어서 공법별 빈도 편차가 국내의 경우보다는 크지 않음을 보이고 있다.

#### 4.4 구조형식과 Erection 공법

대공간 건축물의 대표적 구조형식에는 셸구조, 스페이스 프레임구조, 막구조, 케이블구조, 하이브리드(복합) 구조, 트러스 구조 등이 있다.

본 절에서는 구조형식에 따른 대공간 지붕구조의 erection 공법 적용 빈도를 조사하여 분석·검토한다.

<표 8>과 <표 9>는 각각 구조형식에 따른 국내외 대공간 건축물 erection 공법 적용 빈도를 나타낸 것이다.

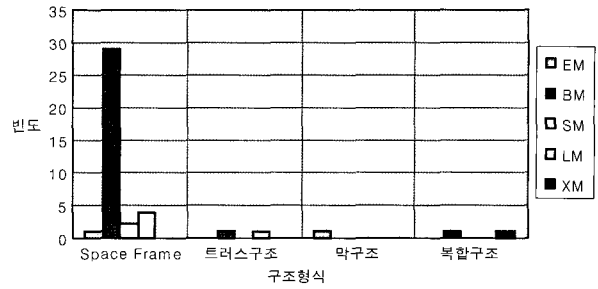
<그림 11>과 <그림 12>는 각각 구조형식에 따른 국내외 대공간 건축물 erection공법 적용 빈도를 <표 8>과 <표 9>에 근거하여 그래프로 나타낸 것이다.

<그림 11>에서 알 수 있듯이 건축물의 구조형식 <표 8> 구조 형식에 따른 erection 공법 빈도(국내)

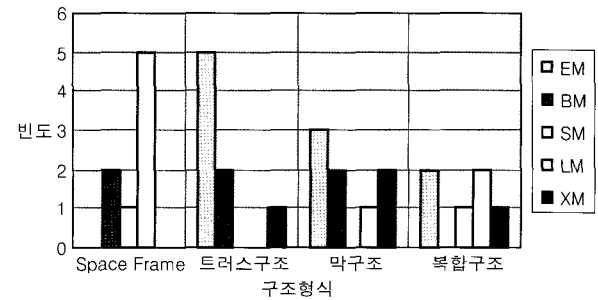
형식 공법	스페이스 프레임	트러스 구조	막구조	복합구조	총 계
EM	2	0	1	0	3
BM	29	1	0	0	30
SM	2	0	0	0	2
LM	4	1	0	0	5
XM		0	0	1	1
총 계	37	2	1	1	41

<표 9> 구조 형식에 따른 erection공법(국외)  
(단위 m)

형태 공법	스페이스 프레임	트러스	막 및 케이블	기타	총 계
EM	0	5	3	2	9
BM	2	2	2	0	6
SL	1	0	0	1	2
LM	5	0	1	2	8
XM	0	1	2	1	4
총 계	7	8	8	6	29



<그림 11> 구조형식에 따른 erection 공법 빈도(국내)



<그림 12> 구조형식에 따른 erection 공법 빈도(국외)

에 있어서는 국내의 경우 space frame 형식이 가장 많이 적용되었으며, 외국의 경우, <표 9>와 <그림 12>에서 알 수 있듯이 대공간 건축물에 적용한 구조형식의 빈도는 비교적 균등하며, 구조형식에 따른 erection 공법 적용 빈도도 국내의 경우보다는 비교적 균등한 경향을 나타내고 있다.

#### 4.5 소결

본 장에서는 기존 국내외 대공간 건축물을 대상으로 건축물 규모별, span 크기별, 층고별, 구조형식별로 적용한 erection 공법을 조사하여 이것을 분석 및 검토하였다. 그 결과 국내의 경우 건축 면적 및 스패를 기준으로 볼 경우, 중소규모 대공간 건축물 시공사례가 많았으며, 이 경우 erection 공법은 대부분 Block 공법이 주류를 이루고 있었으며, 스패 100m를 넘는 경우에는 Lift-up 공법 적용사례가 수 건 있었다. 한편 국외의 경우 스패 150m를 넘는 대공간 건축물 사례가 많았다.

국내의 경우 중소규모 대공간 건축물의 Block 공법에 대한 기술축적은 매우 많은 것으로 추정되나, Sliding 공법, Lift-up 공법 등 특수한 공법에 대한 기술축적은 이 분야 선진국에 비해 매우 낙후되

어 있을 것으로 추정할 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 자료 입수가 가능했던 국내외 120여개의 기존 대공간 건축물 중 약 70여개를 대상으로 국내외를 구분하여 대공간 건축물의 erection 공법 사례를 case 별로 조사·분석하였으며, 얻어진 결론은 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 1) 국내의 경우, 대규모보다 중소규모 대공간 건축물 시공사례가 많았으며, erection공법에 있어서는 Block공법의 적용 빈도가 가장 높았으며, 국외의 경우는 대규모 대공간 건축물의 시공사례가 국내보다 많았으며, 건축물 규모에 관계없이 erection 공법 적용에 있어서 공법별 빈도 편차가 높지 않았다.
- 2) 국내의 경우, 대공간 건축물의 건축면적, 스패, 층고에 따라 erection 공법 적용에 있어서 공법별 빈도 편차가 높았으며, 층고가 낮은 경우 대부분 Block공법을 적용하였고, 층고가 높을수록 국내외 공히 Lift-up 공법을 많이 적용하는 경향이 있었다.
- 3) 건축물의 구조형식에 있어서 국내의 경우, space frame 형식이 가장 많이 적용되었으며, 외국의 경우, 구조형식에 따른 erection 공법 적용 빈도는 국내의 경우보다는 비교적 균등한 빈도를 나타내고 있었다.
- 4) 본 사례 연구를 통해 국내의 경우 선진기술국에 비해 대규모 대공간 건축물의 시공사례가 많지 않아 Block공법에 대한 기술을 제외하고는 아직 선진기술국에 비하여 Lift-up 공법 등 erection 공법 전반에 대한 기술축적이 열악한 것으로 추정할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호#’06 R&D B03)에 의해 수행되었습니다.

한편, 이 논문을 위하여 자료를 제공하여 주신 한진중공업, 대우건설, 두산건설, 대동엠에스, CS구조, 타이가, 마크막스코리아, 한맥중공업, 소원기건 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 日本建築學會, 돔構造の技術レビュー, 2004. 12
2. 株式會社建築技術, 建築技術 1月, 1998
3. 日本建築學會, 單層ラチスドームの安定解析-その現狀と問題點-, 日本建築學會シェル空間構造委員會, 스페이스프레임小委員會, 日置興一郎編集, 1988.8.2
4. 齊藤公男, 스페스프레임(立體格子構造)의設計·解析·施工, 昭和57年度文部省科學研究費補助金, 總合研究(B)研究報告書, 1983, pp.26-44.
5. 日本建築學會, 開閉式屋根構造設計指針·同解説および設計資料集, Recommendations for Design of Retractable Roof Structures with Realized Examples, 1993, 日本建築學會
6. 양재혁, 대공간 구조형식 분류체계에 관한 연구, 한국공간구조학회지 제2권 제3호, Vol.2 No.3 통권5호, pp81-92, 2002.9
7. 松永勇雄日, 支柱格納式プッシュアップ工法による大規模傾斜屋根の施工, Recommendations for Design of Retractable Roof Structures with Realized Examples, 1993, 日本建築學會