

런던아이의 디자인 전개와 건립과정에 관한 연구

우 대 성

(홍익대학교 박사과정 수료, 오피스 건축)

주제어 : 런던아이, 건축가 추진 도심 랜드마크, 도심 미개발 공간활용, 디자인-기술 결합,
엔지니어의 동등한 참여, 역사적 모티브활용, 설계시공일괄수행방식, 일정과 건립비용

1. 서론

본 연구는 단순한 놀이기구의 개념을 도시의 랜드마크로 창출시킨 런던아이의 디자인 특성과 건립과정에 대한 논문이다.

건축가 데이비드 마크(David Marks)와 줄리아 바필드(Julia Barfield)가 디자인한 런던아이(British Airways London Eye)는 템스강 남단의 주빌리 공원(Jubilee Garden)에 세워진 직경 135m의 원형 구조물로 세계에서 가장 큰 전망 휠이다.¹⁾

2000년 2월 27일 개장한 이래 지금까지 1,800만 명 이상이 탑승하고²⁾, 건축과 엔지니어링, 레저, 관광분야에서 50개가 넘는 상을 수상하였다.

런던아이는 2005년 2월까지 5년간의 임시사용 허가를 받았으나, 2003년 11월 24년간의 연장 승인을 통해 2027년까지 존치기간이 연장되었다.³⁾

최근 유럽 25개국 700명의 여행객을 대상으로 실시한 조사에서 영국에서 ‘가장 근사한(coolest)장소’로 선정되었고⁴⁾, 2012년 런던올림픽 이미지에 런던의 대표적인 상징물중 하나로 사용될 만큼 랜드마크로서의 위상을 확실히 하였다. 런던아이의 건립효과는 런던의 경제에도 크게 영향을 미치고 있으며, 연간 80

1) 이전까지의 휠 중 가장 큰 것은 1997년 일본 오사카에 만들어진 Giant Wheel로 높이 112.5m, 직경 100m이며 8인승 60대의 캐빈에 480명의 승객을 태우는 것이다.
2) 운행 첫해인 2000년에 330만 명, 2001년 385만 명, 2002년 400만 명, 2003년 360만 명, 2004년 약 400만 명의 방문객이 탑승했다. 런던의 대표적인 관광방문지인 대영박물관과 테이트 모던 갤러리가 각각 460만 명의 방문객이 다녀갔으며, 런던아이가 그 다음이다. BBC News, 25 June 2005

3) London Eye Company는 2001.12.11 런던아이의 연장 사용 승인을 신청하여 2002.7.23 램버스위원회 승인을 얻고, 2003년 11월 환경청으로부터 최종 허가를 받았다. London Borough of Lambeth : Planning application No. 01/03315 /Ful, No. 01/03319/LB, No 01/03318/FUL and The London Eye Company Limited report for the year ended 31 December 2003, p.4

4) BBC News, 25 June 2005- London eye 33%, The Lanes-Brignton 14%, Covent garden 9%, Cambridge University and river 8%의 순서이다. 또한 2001년에는 영국 외무연방성(Foreign & Commonwealth Office)은 영국건축의 혁신성과 창조적인 건축을 홍보하기 위해 런던아이를 포함하여 27개의 건축을 선정하여 「UK architecture : Building the Future」를 발간하였고, 런던아이를 대표적인 사례로 삼아 표지에 사용하였다.

역 파운드를 벌어들이는 런던 관광수입의 1.5%에 해당하는 것으로 나타났다.⁵⁾

런던아이는 기능을 가지고 있는 건물은 아니다. 그러나 건축가와 엔지니어, 생산자의 긴밀한 협력에 의해 건립된 도시의 랜드마크이다. 또한 기술과 결합된 디자인은 현대 도시 상징물의 주요한 흐름중의 하나이다.

런던아이는 도시를 상징하고 밀레니엄을 기념하는 공적인 성격이 강한 프로젝트이지만 순수하게 민간에 의해서 진행되었고 건립비용이 조달되었다.

본 연구는 민간주도로 건립된 런던아이의 진행과정상의 특징과 디자인의 차별성, 기술과 디자인의 결합, 기간, 건립비용 등 건립에 영향을 미친 요인들을 파악하여 그 가치를 찾고, 도시상징물의 효과적인 건립방식을 모색하는데 목적을 두고 있다.

기술과 결합된 도시 상징물 건립과정에서 디자인과 건립진행에 미친 여러 요인들을 밝히고 기본적으로 해결되어야할 조건들을 찾는 것은 현대 도심 상징물 건립의 가이드가 될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 프로젝트의 시작에서 운영까지 전 과정을 통한 분석이 종합적인 판단을 위해 필수적인 사항이다.

이를 위하여 프로젝트에 대한 진행기록⁶⁾과 현장 방문, 건립에 참여한 엔지니어링 회사의 개별기록, 건립승인 기관인 런던 램버스(Lambeth) 위원회 자료를 조사 분석하였고, 건립주체 및 운영비용과 관련된 내용은 회사(The London Eye Company Ltd)의 연간 회계보고서(1999-2004) 분석을 통해 이루어졌다.

5) 'Barfield Economics', CIOB international News, 19 July 2003

6) 프로젝트의 공식보고서는 발간되지 않았으나, 사진가 Ian Lambort가 건립의 주요과정을 촬영하여 만든 『Reinventing the Wheel: The Construction of British Airways London Eye, Watermark Publications, 2000』가 있다.

2. 런던아이의 디자인 특성

2-1. 새로운 개념의 휠

런던아이는 림(rim)의 외부에 전망을 위한 캡슐이 고정되어 구조물로부터 방해를 받지 않고 사방을 조망할 수 있으며, 림은 64개의 케이블에 의해 중앙의 허브(hub)와 연결되어 있다. 허브는 대형 베어링이 설치되어 하부에 있는 두개의 드라이브 유닛의 구동에 따라 축주위를 회전한다. 베어링 내부의 중심축인 스피들(spindle)이 지상에 설치된 A-프레임과 케이블에 연결되어 전체 구조물을 지지하는 형식이다. A-프레임은 65도 각도로 경사져있으며, 구조물은 캔틸레버 형식으로 지지된다.

표 1. 프로젝트 개요

건축개요		
건립주체	The London Eye Company Ltd	
건축가	David Marks, Julia Barfield	
건설관리자	Mace Ltd	
채킹엔지니어	Babtie Allot & Lomax	
디자인	1993-2000	
건립기간	16개월	1998.9-1999.12
건립비용	7,074만 파운드	약1,310억원
최고높이	135m	캡슐외경, 높이
회전시간	30분	0.26m/s
림(Rim) 직경	122m	
사용대지면적	1,453.2m ²	15,642ft ²
캡슐(capsule)		
대수	32대	25인승
탑승객 수	800명	
크기	길이7.82m, 폭/높이 4m	
무게		
캡슐무게	10ton/1대	
림무게	800ton	
허브	350ton	스핀들 200ton
(스핀들/베어링)		
A 프레임	310ton	
부채크기		
트러스	8m×6m	
A 프레임	70m×최대직경4m	
케이블	60mm, 70mm, 90mm, 110mm	
허브(Hub)	직경4.6m, 길이 23m	

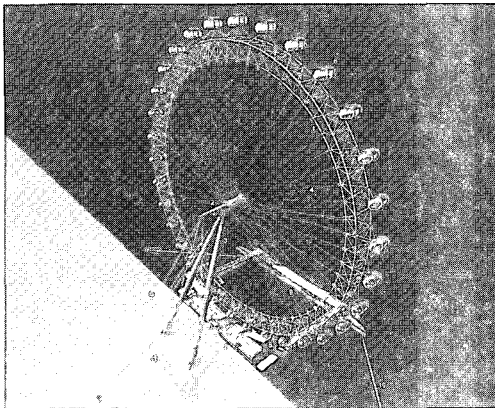


그림 1. 런던아이의 그래픽 이미지(출처 :*Reinventing the Wheel: The Construction of British Airways London Eye*, Watermark Publications, 2000, p.32)

25인승의 승객용 캡슐 32대는 동시에 800명이 탑승할 수 있으며, 한 번 회전에 30분이 소요된다. 승하차를 위해 별도의 멈춤없이 연속적으로 운행되는 방식을 사용하였다.

전망 휠의 개념 자체는 새로운 것이 아니다. 1893년 시카고 세계박람회에서 페리스(Charles Ferris)가 1000마력 엔진에 의해 동력이 공급되는 직경 250피트의 회전하는 전망 휠을 디자인 하였다. 36개의 목재로 만든 곤돌라(car)마다 60명의 승객을 태우고 825피트 길이의 휠 테두리에 매달려 있는 것이었다.⁷⁾ 이후 휠은 놀이공원이나 각종 유원지에서 즐거움을 주는 놀이기구의 역할을 해왔다. 런던아이는 이런 근대적 개념의 휠을 현대적 개념의 도시 상징물로 만들었다. 그리고 도시상징물을 사람들이 바라만 보거나 단순히 올라가 볼 수 있는 대상의 모뉴먼트가 아니라 참여하여 즐길 수 있는 구조물이 되도록 하였다.

건축가는 시작초기부터 '이것의 가장 주된 목적은 즐거움을 주는데 있으며, 처음에 즐거움을 주고 다음에 교육적인 것이 되면 모든

것은 오랜 기간 유지되며 지속될 수 있다'⁸⁾라고 말한다.

런던아이가 일반적인 페리스 휠과 가장 다른 점은 전망용 캡슐이 림의 외부에 설치된 점이다. 캡슐은 휠의 회전에 따라 바닥이 자체적으로 수평을 유지하면서 이동하며, 위치에 상관없이 사방으로 개방된 시야를 확보할 수 있다. 캡슐이 프레임의 외부에 위치하기 때문에 크기의 제한을 받지 않고, 자유로운 디자인이 가능해진다. 이전까지의 캡슐은 자중에 의해 아래로 매달려 있는 상태에서 휠이 회전하는 방식이다. 이로 인해 캡슐의 크기는 전후 프레임 사이에 들어갈 수 있는 크기로 한정되어 디자인의 제한을 받게 된다.

런던아이는 도시의 랜드마크가 새로운 조형성을 가진 건물이나 기념비가 아니라 공중을 날면서 '새로운 경험을 할 수 있는 장소와 대상'이 되도록 함으로써 도시 모뉴먼트의 개념을 확장 시킨 것으로 볼 수 있다. 그리고 단순한 전망 휠의 개념을 기술과 결합된 디자인을 적용함으로써 현대적으로 바꾸었다.

캡슐의 자유로운 디자인과 관람객의 시야를 확보하기 위한 건축가의 개념전환이 수평을 유지시키며 회전하는 캡슐의 기술 개발과 결합된 것이다. 디자인은 발전된 기술의 실현없이는 핵심개념자체가 무의미한 것이 된다. 기술과 디자인이 일체가 될 때 새로운 개념의 구조물이 실현되는 것이다.

2-2. 도시공간의 입체적 활용

런던아이는 반은 육지에, 반은 물위에 떠있는 형태이다. 런던아이는 런던의 도심 공간 중에서 활용도가 적은 주빌리공원의 강변과 템스 강 위의 비어있는 공간을 입체적으로 활용

7) Ivan Margolius, Architects + Engineers = Structures, Wiley-academy, 2002, p.89

8) Penny Sparke, Introduction, *Reinventing the Wheel: The Construction of British Airways London Eye*, Watermark Publications, 2000, p.17

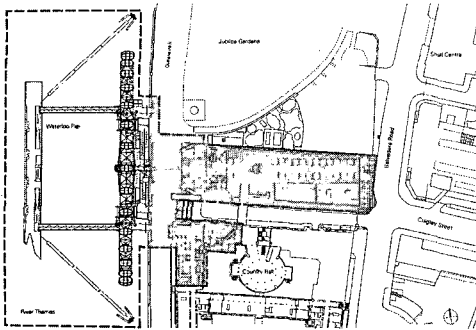


그림 2. 배치도: 런던아이의 임차 부분
(아래쪽은 매표소로 활용하고 있는 카운티 홀)
출처 :GA Document no. 62, p.70

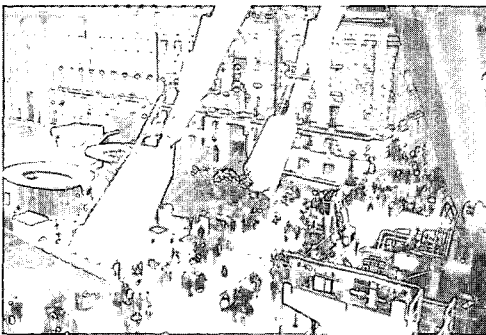


그림 3. A프레임 하부와 땅의 연결부위

하였다.

런던아이가 땅에서 임차하여 사용하는 면적⁹⁾은 1,453.2m²(15,642ft²)에 불과하다. 그중 실질적으로 땅에 고정된 부분은 A형 프레임의 두 좌대와 스핀들과 연결된 케이블의 지지점으로 단 3점(点)에 불과하다. 지지점은 경사 프레임으로 연결되어 있어 사용대지를 관통하고 있는 강변도로의 연속성을 가로막거나 방해하지 않는다.

수상에는 휠 구조 자체와 드라이브 시스템을 지지하기 위한 지지대, 수상접근 장치, 배의 충돌을 방지하기 위한 부교와 트랩 등 육

지보다 많은 구조물이 설치되어 있다.¹⁰⁾

템스 강의 수변은 교각과 선착장, 운송공간으로 활용되고 있으며, 많은 물동량으로 인하여 강 위의 공간을 활용하는데 제약이 따른다. 그러나 남쪽 주빌리 공원과 연결한 부분은 강이 곡선으로 꺾이는 부분으로 선박들이 강의 북쪽 항로를 사용하기 때문에 강변의 활용이 매우 적다. 런던아이는 이 공간을 활용하였다.

강 위에 구조물을 세우고 땅은 최소한의 대지공간을 활용한 방법은 도시공간 활용의 새로운 가능성과 입체적인 공간 활용방안을 제시한 것이라 할 수 있다.

2-3. 역사적 모티브의 활용

새로운 상징물이나 대형시설이 도심 중심에 세워질 때 고려해야 할 중요한 과제중 하나는 기존 도시질서와의 조화에 대한 부분이다. 역사적 유물이 많고 오랜 전통을 지닌 도시일수록 고려의 정도와 법적인 제약은 커진다.









런던아이드 건립대지를 선택하는 단계에서 성베드로(St. Paul)성당의 주요시야를 가리지 않기 위해 선택에 제약을 받았다.¹¹⁾ 그리고 계획진행과 자문과정에서 런던아이가 도심의 다른 중요한 랜드마크와 충돌하거나 영향을 주지 않는다는 것을 입증하기 위해 런던의 주요 도심 전체를 목조 모형으로 만들어 설득하는 과정을 밟는다. (그림4) 도시 스케일의 모형은

10) 템스 강은 화물과 승객을 실은 배가 많이 다니고 있기에 충돌은 구조물에 심각한 타격을 줄 수 있다. 조류에 따라 물리적으로 엄청나게 큰 배가 가장 낮은 부분의 캡슐에 충돌할 수도 있다. 이런 위험에 대비하기 위해 부교와 트랩, 정박장의 케이블, 이중 보호 시스템을 설치하였다 T. Beckett, 'British Airways London Eye Part 5 : pier and impact protection system', The Structural Engineer vol 79, Institution of Structural Engineers, 16 January 2001, pp.34-35

11) 어떠한 영구 구조물도 웨스트민스터 피어(Westminster Pier) 근처의 강둑으로부터 St. Paul성당의 중요한 시야를 가려서는 안 되는 것으로, 유일한 해법은 휠을 주빌리 공원의 남쪽 카운티 홀 부근에 세우는 것이었다.

9) 주빌리 공원의 대지는 South Bank Center로부터, 카운티 홀은 Shirayama Shokusan Company Ltd로부터 임차하여 사용하고 있다.

표 2. 현대적 기념비의 역사적 모티브 사용 사례

구분	워싱턴 기념비	게이트웨이 아치	런던아이	더블린 스파이어
건립	1848-84	1948-65	1995-2000	2000-03
규모	169.3m	192m	135m	120m
이미지				
역사적 모티브	오벨리스크 (Obelisk)	아치(arch) /1942년 Esposizione Universale	페리스 휠 (1893년 시 카고박람회)	Trylon, (1939년 뉴욕박람회)
				

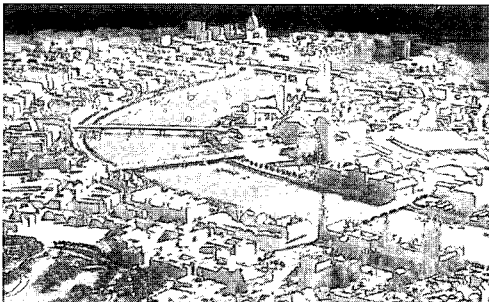


그림 4. 프로젝트 승인을 위해 제작된 런던 시내 목조모형 (출처 : Ian Lambot, 앞의책, p.29)

새로운 상징물 건립의 유효한 검증수단이다.

런던아이는 과거와의 조화를 위해 여러 가지 새로운 시각을 제시한 것으로 볼 수 있다.

첫 번째는 역사적 모티브를 디자인에 재사용한 점이다. 워싱턴기념비, 게이트웨이아치, 더블린 스파이어(Spire of Dublin) 등 현대 도시의 여러 기념비들은 역사적 모티브를 디자인의 원천으로 활용하고 있다(표 2). 런던아이는 1893년 페리스 휠 이래 지속적으로 활용되어 온 휠(Wheel)의 이미지를 활용하였다. 기본 조형(Platonic Solid)에 기반을 둔 역사적 모티브의 활용은 도시 상징물 디자인의 원천이기

도하다.

두 번째, 역사적 건물과 도시자체를 관람의 가장 주된 대상으로 삼았다. 이를 위해 런던의 가장 중심부를 건립을 위한 최적의 장소로 선택하였다.¹²⁾ 새로운 점은 대부분의 일반인이 지금까지 보지 못한 각도에서 도시의 풍광을 관람하게 한 점이다.

세 번째, 런던아이는 1951년 영국축제(The Festival of Britain)의 유적인 카운티 홀(County Hall)을 매표공간으로 사용하였다. 이는 좁은 대지의 한계를 극복한 현실적인 이유와 함께 역사적 공간을 활용함으로써 새로운 기능의 도시 시설물이 과거의 질서와 흔적 속에서 함께 공존하는 의미를 가진다.

3. 프로젝트 진행과정과 업무추진방식

7년동안 진행된 런던아이의 건립과정은 아이디어 단계, 사업추진단계, 터기단계, 설계시공 일괄수행의 네 단계로 구분할 수 있다.

런던아이는 설계자가 회사를 설립하고 건립의 주체로 프로젝트를 수행하였기 때문에 진행주체의 특성이 디자인의 전개와 업무수행방식, 엔지니어링의 적용과정, 완공일정에 긴밀하게 연계되어 있다.¹³⁾(그림 5)

3-1. 아이디어(공모전)단계: 1993.10-94.1

1993년 10월 24일 영국의 선데이 타임스

12) Julia Barfield “주빌리 공원에 대해 알고 있었다. 런던에 대한 것이라면 강이 포함되어야 했다. 그리고 런던을 다른 각도로 이해하기 위해서라면 시내의 중심부가 더 낫다는 생각을 했다. 이 두 가지를 합한다면 다른 대안은 없게 된다.” Ian Lambot, *Reinventing the Wheel: The Construction of British Airways London Eye*, Watermark Publications, p.22, 2000

13) 줄리아 바필드는 “되돌아보면, 이 프로젝트가 엄청난 성공을 거둔 이유는, 디자인에 대한 것은 그리 크지 않고, 오히려 최적의 계약자와 생산자를 찾아내는 것과, 휠을 건립하는 허가를 얻어내는데 있었던 것 같다”. Ian Lambot, op. cit., p.103

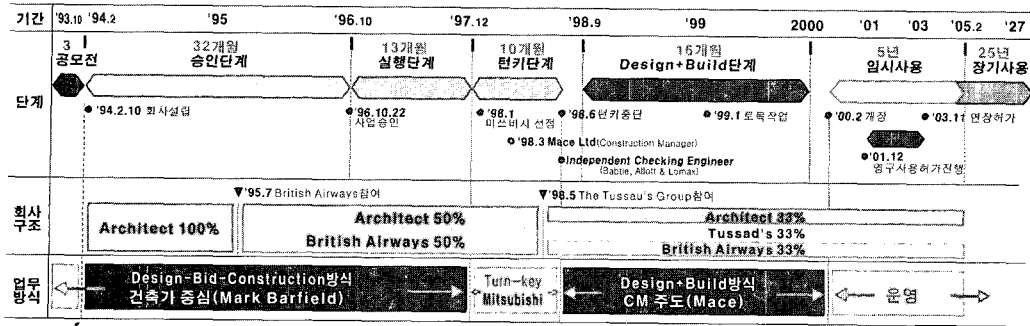


그림 5. 프로젝트 진행 과정과 업무진행 방식

(The Sunday Times)와 건축재단(The Architecture Foundation)은 밀레니엄을 기념할 랜드마크에 대한 아이디어 공모를 진행하였다. 20세기를 마감하면서 프랑스의 대형프로젝트 건립처럼 영국에도 밀레니엄을 기념할 랜드마크를 만드는 취지였으며, 복권기금(National Lottery)의 지원을 받아 건립하기로 하였다. 참가는 전문가를 포함하여 일반인 모두를 대상으로 하였다.¹⁴⁾

공모전은 영국축제때 세워졌던 스카일론(Skylon)의 건립의미를 강조하며 ‘우리가 필요로 하는 랜드마크는 타워일 필요도 없으며, 반드시 건물일 필요도 없다. 정원이나, 숲이 될 수도 있다. 그러나 랜드마크는 반드시 국가적이고 국제적으로 중요성을 지녀야 한다.’고 규정하였다.

건축가 데이비드 마크와 줄리아 바필드 부부 팀은 현대식 휠을 제안하였다. 아이디어의 핵심은 사람들이 참여하며 즐거움을 줄 수 있는 것을 만들어 내는 것으로, 페리스의 전망휠을 현대적인 아이디어와 기술로 새롭게 혁신시킨 안이다. 대지는 공모전 요강에서 의미 있게 거론한 영국축제의 장소인 주빌리 공원을 선택하였다. 이곳을 선택한 것은 영국축제의 의미계승과 함께 런던의 역사적 건축물들

을 가장 전혀 다른 각도에서 조망할 수 있는 최적의 장소이기 때문이다.

공모전에서 대지를 자유롭게 선택하도록 하는 것은 아이디어의 자유로운 전개가 가능하도록 하지만 대지문제는 현실적으로는 건축의 진행에 있어서 가장 민감하고 어려운 사항중의 하나이다.

또 다른 기념적 건축물인 게이트웨이 아치의 건립과정에서도 대지문제로 인하여 건립과정에 심각한 차질을 빚기도 하였다.¹⁵⁾ 런던아이도 대지를 임차하여 사용한 것 때문에 심각한 문제가 야기되었다.¹⁶⁾ 도시 상징물 건립에서 대지문제는 자유로운 조건보다는 건립의 주체가 반드시 해결해야할 가장 기본적인 조건이라 할 수 있다.

3-2 사업추진(승인, 실행) 단계 : 1994.2-97.11

사업추진단계는 공모전 이후 회사의 설립, 건립계획에 대한 지방정부의 승인, 세부 디자인 진행, 엔지니어링과의 협력, 투자회사의 참여 등의 업무가 이루어진 기간이다.

15) 우대성, 박언곤, 기념비적 건축의 특징과 건립과정에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 2005.8, pp.81-82

16) The London Eye Company는 건립 때부터 2004년 12월 14일까지 South Bank Center에게 매년 65,000파운드의 대지사용료를 지불하였으나, 2005년 들어서 임대비용을 연2,500,000파운드로 높이자 소송을 제기하였다. Nils Pratley, The guardian, 'Hollick speaks out on London Eye lent, Tuesday August 30, 2005

14) 설계공모요강 'Time to make your mark: Millennium Countdown', The Sunday Times, 24 Oct 1993

1994년 1월 4일 마감된 공모전은 당선작 없이 끝이 났지만 건축가는 아이디어에 대한 확신을 가지고 프로젝트를 실현시키기 위해 가족과 함께 회사(The Millennium Wheel Company Limited)를 설립하였다.

건축가가 자신의 아이디어를 실현시키기 위해 스스로 수행주체가 되어 프로젝트를 수행한 것은 도심 랜드마크 건설의 새로운 시도로 볼 수 있다. 런던아이의 건립방식은 세계의 여러 도시에 건축가의 적극적인 방식에 의해 도심 랜드마크 건립의 가능성을 가지게 한다.

건축가는 먼저 런던의 스카이라인을 바꿀 수 있는 새로운 랜드마크에 대한 설득에 나선다. 투자자 없이 자신의 비용으로 다양한 위치에서 바라본 그래픽 이미지를 준비하여 관련 단체와 관공서를 찾아다니며 프로젝트를 추진시켰다. 2년여의 설득작업으로 프로젝트의 전체진행계획은 1996년 10월 22일 런던 자치구 램버스 위원회(Lambeth Council)와 최종승인권자인 환경청(Secretary of State for the Environment)의 승인을 받았다.

건축가가 추진한 계획이 승인을 받은 중요한 이유는 지역을 활성화 시키려는 런던자치구의 정책-지역의 일자리를 창출하고 템스강 북쪽의 부(富)를 강의 남쪽으로 끌어내려는-과 일치하였기 때문이다. 사회기여는 공적인 성격의 프로젝트가 지향해야할 중요한 부분이다.¹⁷⁾

엔지니어링분야의 실질적인 참여는 브리티시 에어웨이(British Airways)가 회사의 지분을 가진 주주로 참여하여, 재정상태가 개선되면서부터 본격화 되었다. 민간추진 프로젝트에서 비용의 조달은 가장 중요한 요인중의 하나

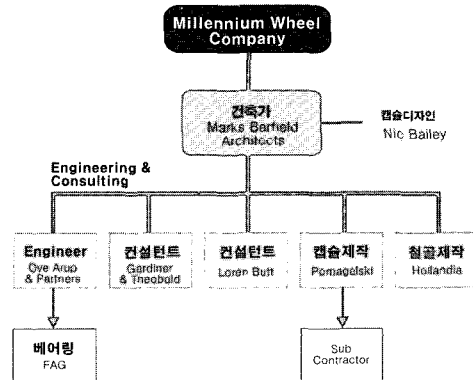


그림 6. 사업추진단계의 프로젝트 수행 체계

이다. 이후 애럽 팀에 의해 휠의 기본적인 구조시스템과 교통량, 방문객 예상, 시공성, 환경적인 측면에 대한 연구가 수행되고¹⁸⁾, 프리랜서 디자이너 닉 배일리(Nic Bailey)에 의해 캡슐에 대한 아이디어가 구체화 된다. 구체화된 아이디어는 프랑스의 포마(Poma Group)에 의해 세부 디자인으로 이어지고 실물크기의 모형(Mock-up)이 제작되었다. 생산회사인 포마가 디자인 단계에 참여한 것은 프로젝트 건설시 직접적인 시공참여가 가능하기 때문이며, 새로운 캡슐 디자인은 이후 다른 프로젝트에 범용적인 적용이 가능하기 때문이다. 독일의 FAG가 주요 베어링에 대한 초기 디자인을 준비하고, 홀란드리아(Hollandia BV)가 철골의 설치자문을 하였다. 이 단계에서는 생산 분야에 있는 회사들이 엔지니어링의 협력자로서 참여한다.

이 단계에서 업무진행은 건축가 중심으로 추진된 것으로 볼 수 있다.(그림 6) 건축가는 회사의 지분이 50%로 줄어들지만 초기 단계

17) 런던아이의 25년 연장 승인시 가장 중요한 역할을 한 부분도 도시의 상징적인 부분과 함께 구조물 존립이 지역경제에 기여한 부분이다. London Eye Company, British Airways London Eye : The case for permanent planning permission, London Eye company Ltd, December 2001

18) 구조시스템은 설계공모 단계부터 엔지니어링에 관계했던 애럽(Ove Arup & Partners)사의 제인워낙 팀이 구조계획을 발전시켰다. 애럽사에서 수행한 업무는 휠의 드라이브 시스템 개발, 립 외부에 매달리는 캡슐 시스템, 캡슐의 파워도어 방식 디자인 등이다. www.arup.com과 Ove Arup & Partners, The Millennium Wheel Engineering Design Criteria, 19 December 1997

에 구축한 협력시스템을 유지시키며 업무를 추진한다.

휠의 일반적인 구조시스템에 대한 작업은 수행되었으나 세부적인 구조분석이 이루어지지 않았다.¹⁹⁾ 수직조립의 설치방식과 케이블을 이용한 바퀴형식의 핵심적인 구조시스템은 구체화되었다.

3-3. 턴키방식 수행 단계 :1997.11-98.6

1997년 11월 턴키방식으로 프로젝트를 수행하기로 결정하였다.²⁰⁾ 혁신적이고 새롭게 시도되는 프로젝트를 효과적으로 추진하기 위해서 휠의 디자인과 시공에 관한 모든 책임을 한곳에서 지게 하는 방식이었다. 추진회사로서는 밀레니엄 이브까지 남은 2년의 기간동안 해결되지 않은 엔지니어링의 세부디자인과 건립을 동시에 해결하는 방법이었으며, 건립비용을 투자하는 은행으로서도 선호하는 방식이기 때문에 내려진 결정으로 볼 수 있다.²¹⁾ 이 결정으로 초기 엔지니어링을 담당한 애립사와 컨설턴트의 업무는 종결되었다.

1998년 1월 일본의 미쓰비시(Mitsubishi Heavy Industries)가 턴키책임회사로 선정되고 두 달 뒤 영국의 메이스(Mace Ltd)사가 건설사업관리자(Construction Manager)로 결정되었다.

기본 디자인과 엔지니어링의 핵심개념만 설

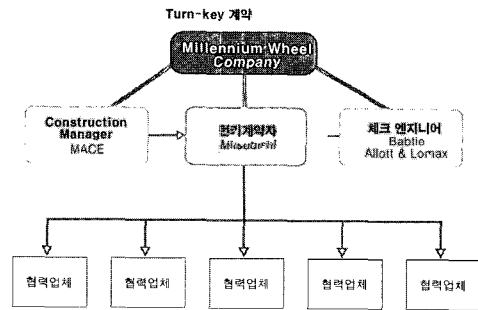


그림 7. 턴키단계 프로젝트 수행체계

정된 상태에서 프로젝트는 새로운 상황으로 넘겨졌다. 중요한 변화는 프로젝트의 진행주체가 건축가에서 턴키회사로 바뀐 점이다.

프로젝트의 복잡성으로 인해 중요한 변화가 발생하였다. 미쓰비시는 휠의 크기를 초기안보다 규모를 10% 줄여 135m로 하고, 캡슐의 수를 60대에서 32대로 변경되는 안을 제시하여 승인을 받았다.²²⁾ 그러나 1998년 9월 최종 제안서를 제출하면서 심각한 변화와 문제가 발생하였다. 미쓰비시는 계속해서 회전하는 휠의 안정성에 대해 의문을 제기하고, 그 대신 단계별(steped)로 회전하는 방식을 제안하였다. 승객의 탑승을 위해 정지했다가 이동하는 일반적인 방식이다. 또한 캡슐의 설치방식도 위치에 따라 변화하며 수평이 유지되는 방식이 아니라 고정된 방식을 채택한다.

이로 인해 세련된 휠 디자인은 뚱뚱해졌다. 그리고 프로젝트의 완공시점을 밀레니엄 이브인 1999년 12월 31일이 아니라 2000년 부활절로 제시하였다.²³⁾

미쓰비시는 핵심 개념을 반영하지 않고 디자인을 근대방식의 페리스휠로 돌려놓았다. 과도한 리스크로 인하여 검증되지 않은 새로운 개념의 디자인과 엔지니어링의 결과를 수용하기 어려웠기 때문이다. 또한 자신들이 기존 협

19) Sutherland Lyall, *Masters of Structure*, Laurence King Publishing Ltd, London, p.162, 2002

20) 이 방식이 결정된 때에는 디자인이 구체화된 이유도 있지만, 공동주주인 브리티시 에어웨이의 주장에 의한 측면이 강하다. BA는 프로젝트에 적용되는 신기술이 많은 점을 리스크로 간주하여 이를 하나의 회사를 통해 해결하고자 하였다. 건립승인의 이후 BA는 프로젝트 진행의 중심이 되고자 하였으며, 건축가가 진행하던 기존의 컨설턴트를 교체하고자 하였다.

21) 건립비용을 투자한 스미토모은행과 베스트도이체란데스뱅크는 자신들에게 리스크가 적고 안전한 미쓰비시의 one-stop 해법을 희망했다. Setting a wheel in motion, Construction News, 1999.11.18

22) Ian Lambot, op. cit., p.30

23) Setting a wheel in motion, Construction News, 1999. 11. 18

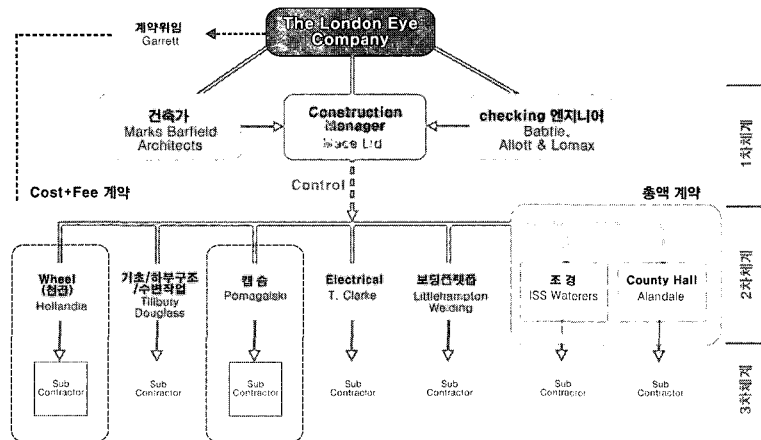


그림 8. 런던아이의 일괄수행(design-build)방식에서 프로젝트 진행 체계

력체계와 작업방식을 사용하여 프로젝트를 수행하려 하였다.

디자인의 핵심개념을 참여한 모든 분야가 공감하고, 새로운 엔지니어링 해법을 필요로 하는 이런 종류의 프로젝트에서 턴키방식은 적합하지 않다.

이 방식은 기술적인 해결을 통해 디자인을 완성하기 보다는 일반적인 대안제시로 프로젝트를 수행하려 하기 때문에 건축가 참여의 한계와 함께 핵심 디자인의 변경까지 이어지게 된다.

3-4. 설계시공일괄(Design-Build) 수행 단계 :1998.9-2000.2

(1) 업무진행 체계

미쓰비시가 프로젝트를 중단하면서 선택할 수 있는 유일한 대안은 엔지니어링 초기에 관련된 생산단계의 회사들을 직접 프로젝트에 참여시키는 방식이었다.

1998년 9월 독일의 대형 철강회사인 홀란디아가 공식적으로 프로젝트의 계약자로서 휠 구조물의 디자인, 엔지니어링과 제작, 설치, 구동 시스템에 대한 책임을 지기로 하였다. 프랑

스의 포마가 협력업체 시그마(Sigma SA)와 함께 캡슐의 디자인과 시공을 책임지는 설계시공 일괄방식으로 작업이 진행되었다.

영국에서 이 방식을 택한 것은 특별한 선택은 아니다. 영국의 경우에 80년대 말부터 일괄방식으로 발주되는 공사가 증가하여 1996년에는 45%이상을 차지할²⁴⁾ 정도로 많이 선택되는 방식이기 때문이다.

생산단계 회사와의 업무진행은 디자인 초기 단계에서 엔지니어링을 통하여 간접적으로 진행되었던 것이 턴키방식이 포기되고, 설계시공 일괄수행방식이 되면서 직접적인 관계가 된 것으로 볼 수 있다.

이 단계에서의 업무는 CM사를 중심으로 프로젝트가 추진되었다. 메이스의 업무는 전체 프로젝트를 이끌고 휠이 세워질 수 있도록 업무를 수행하는 것이 되었다. 건축주는 CM사 중심의 업무추진을 위해 각각의 계약자들이 세부 디자인과 개별 작업의 진행에 대해 CM의 컨트롤을 받도록 하였다.²⁵⁾ 건축가는 건축

24) 서용철, 현장택, 공공건설사업 발주방식 결정의 개념적 체계에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계 19권 6호, 2003.6, p.193

25) 이 단계에서 CM사는 각 분야별로 계약을 준비하고,

주로서, 프로젝트 진행의 컨설턴트 건축가로서 디자인을 조율하는 업무를 담당하였다.

프로젝트는 3단계 체계에 의해 추진된 것으로 볼 수 있다.(그림 8) 1차 체계는 CM사와 건축가, 독립 제킹 엔지니어 그룹으로 프로젝트를 총괄하는 조직이며, 2차 체계²⁶⁾는 휠, 승객용 캡슐, 하부구조와 수상작업, 전기설비, 보딩 플랫폼 등 프로젝트의 각 부분에 대한 디자인과 시공업무를 수행하는 회사들이며, 3차 체계는 2차 체계의 업무수행을 위해 분야별로 협력하는 회사들이다.

실질적인 업무를 담당하는 회사들²⁷⁾과는 실비보상방식(Cost+Fee)의 계약이 이루어졌다. 이는 수행 업무 이외의 작업들이 발생할 경우 별도로 비용을 지급받는다라는 것을 의미한다. 총액계약(Lump Sum Base)으로 계약하는 것은 매우 비용이 높아진다는 위험이 따르고, 생산자의 입장에서 예측되지 않은 추가사항이 발생할 경우 대응이 어렵기 때문이다.

나중에 주요 계약자 두 곳이 추가되었다. 한 곳은 카운티 홀(County Hall)의 티켓팅과 휴게시설 시공업무를 담당한 알란달(Alandale), 다른 한 곳은 조경을 맡은 워터러스(ISS Waterers Landscape)이다. 이 부분은 리스크가 적고 시공업무만 담당하였기 때문에 총액

방식으로 계약이 체결되었다.

3단계의 업무추진과 업무분장방식, 생산회사와의 실비보상방식의 계약은 매우 효율적인 방식이다. 그러나 디자인이 완결되지 않고 일정이 촉박한 상황에서는 비용증대로 이어질 수밖에 없다. 최선의 적용을 위해서는 적합한 일정이 고려되어야 한다.

(2) 협력시스템 : 휠(Wheel)제작

휠 구조물의 디자인, 엔지니어링, 제작, 설치, 구동 시스템에 대한 책임을 지기로 한 홀란디아는 이동형 철골구조물에 대한 오랜 경험을 가지고 있었지만, 프로젝트 진행에 기술적인 어려움과 리스크를 줄이기 위해 네덜란드의 다양한 협력연구자들과 함께 작업을 진행하였다.²⁸⁾

휠은 림, 케이블, 허브와 스핀들, 베어링, A-프레임, 구동시스템으로 구성되어 있다. 이 부재들을 완성하기 위해 홀란디아가 진행한 업무 협력체계는 크게 디자인과 엔지니어링, 제작, 현장설치의 세부분으로 구분할 수 있다.(그림 9)

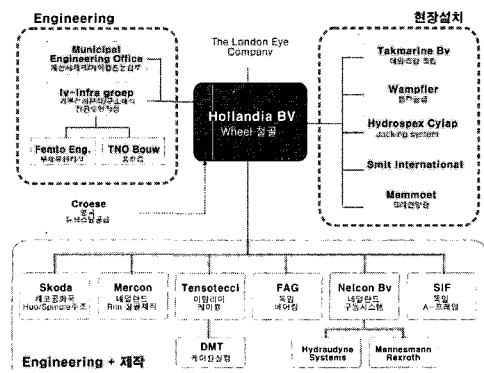


그림 9. 휠 진행(홀란디아)의 업무수행 조직

전체 프로젝트를 진행시키고, 작업을 조율하고, 일정을 관리하는 업무를 수행하였다. N. Thompson, J. M. Roberts, British Airways London Eye Part 1 : Background, *The Structural Engineer* vol 79, the Institution of Structural Engineers, 16 January 2001, p.17

26) 프로젝트의 업무분류는 스미토모 은행과의 자금조달 계약에서 기술된 업무구분과 일치되어 진행된다. 업무추진과 자금조달이 긴밀한 연계되어 있음을 알 수 있다. The Millennium Wheel Company Limited, Companies form no. 395 - Particulars of a Mortgage or Charge, 12 October 1998

27) 홀란디아(Hollandia/휠), 포마(Pomagalski/캡슐), 티버리 더글라스(Tillbury Douglass/하부구조, 수상작업), 리틀햄튼 웰딩(Littlehampton Welding/보딩플랫폼), 티클라크(T. Clarke/전기설비)

28) 휠의 구조분석은 한곳이 아닌 여러 곳에서 서로 다른 프로그램을 사용하여 상호 체크하는 방식으로 진행하여 리스크를 줄였다. Iv-Infra 외에 Municipal Engineering office of the City of Rotterdam의 각기 다른 프로그램을 사용하여 검토하였다.

구조부재에 대한 디자인은 홀란디아의 내부 디자인 팀에서 담당하였으며, 구조 엔지니어링은 Iv-Infra의 Arie Lanser팀에 의해 수행되었다. Iv-Infra는 페모토(Femoto Engineering)와 티엔오(TNO Bouw)에서 풍하중과 엔지니어링에 대한 협력을 받는다.

허브와 스피들의 구조 작업은 체코공화국 Plzen에 있는 스코다(Skoda Steel)에서, 림의 부재제작은 네덜란드의 메르콘(Mercon Steel)에서, 케이블은 이탈리아의 텐소테치(Tensoteci)에서, 구동시스템은 네덜란드의 넬콘(Nelcon)사에서 진행하였다. 베어링은 독일의 FAG사가 담당하였다.

FAG는 초기디자인 단계에서 애립의 엔지니어와 주조로 만든 스피들의 디자인 업무를 같이 수행한 회사이다.²⁹⁾

부분별로 참여된 협력사들은 홀란디아와 긴밀한 협력관계를 유지하고 있던 회사들이며,³⁰⁾ 디자인 단계에서 프로젝트에 관여한 회사들이다. 혁신적인 디자인이라 할지라도 엔지니어링 단계에서의 업무협력은 오랫동안 검증되고 신뢰가 쌓인 협력관계를 통해 진행되었음을 알 수 있다.

(3) 협력시스템 : 승객용 캡슐과 포마(Poma)

포마는 승객용 캡슐과 컨트롤 시스템, 구동

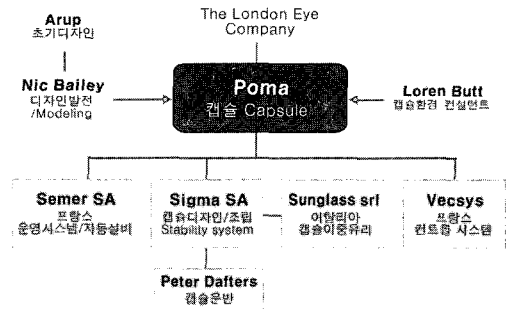


그림 10. 캡슐진행(포마)의 업무수행조직

시스템의 데이터 입력, 보딩 플랫폼 출입구 부분의 업무를 담당하였다. 포마는 건축가와의 디자인 협력단계에서 캡슐에 대한 실물모형을 제작하였지만 캡슐 디자인은 독특한 것으로 기계시스템에 대한 검증을 거쳐야 했다.

포마의 협력업체 시그마(Sigma SA)³¹⁾에서 캡슐의 디자인과 조립, 수평유지시스템(Stability System)을 담당하고, 시머(Semer SA)에서 운영과 컨트롤 시스템을 개발하는 방식으로 업무가 분장되었다.(그림 10)

세부디자인에서 완성까지 16개월의 짧은 기간 동안 구조물의 안전을 확보한 상태에서 성공적인 실현이 이루어진 것은 생산시스템과 디자인이 하나가 된 진행방식에 의한 것으로 볼 수 있다.

새로운 개념의 구조물 완성을 위해서는 상위 구조에서 새로운 기술이 접목되는 영역간의 업무협력이 이루어지고, 세부 엔지니어링 분야에서는 신뢰를 바탕으로 한 기존 협력조직의 활용과 검증된 기술이 응용되어 사용됨으로서 가능해진다.

디자인과 기술이 일체가 된 프로젝트는 리스크의 효율적인 분산과 건축가의 직접적인 조율이 가능한 방식(생산자와 직접 연계된 작업방식)이 효과적임을 알 수 있다.

29) Ian Lambot, op. cit., p.66

30) 철강의 구조를 담당한 스코다(skoda)사의 프로젝트 매니저 Vaclav Siste는 “이 프로젝트에서 가장 중요한 것은 다른 사람들과 새로운 방식에 의해 작업하는 것이었다. 작업 자체는 특별한 것은 아니었다. 이것은 우리가 만들어본 구조물 중에서 가장 큰 것도 아니었고, 기술적으로도 가장 도전적인 것도 아니었다. 특별한 것은 디자인과 밀접하게 작업해야한다는 것이었다. 아무것도 없는 상태에서 정보를 받고, 간단한 도면으로 작업을 하고, 바꾸어 가는 것이었다. 우리와 Hollandia 사이의 깊은 신뢰관계가 있고, 좋은 협력관계가 있고, 깊은 이해가 있었기 때문에 가능했다고 본다.” Ian Lambot, op. cit., p.67

31) 시그마는 포마가 지분을 100%가지고 있는 회사이다.

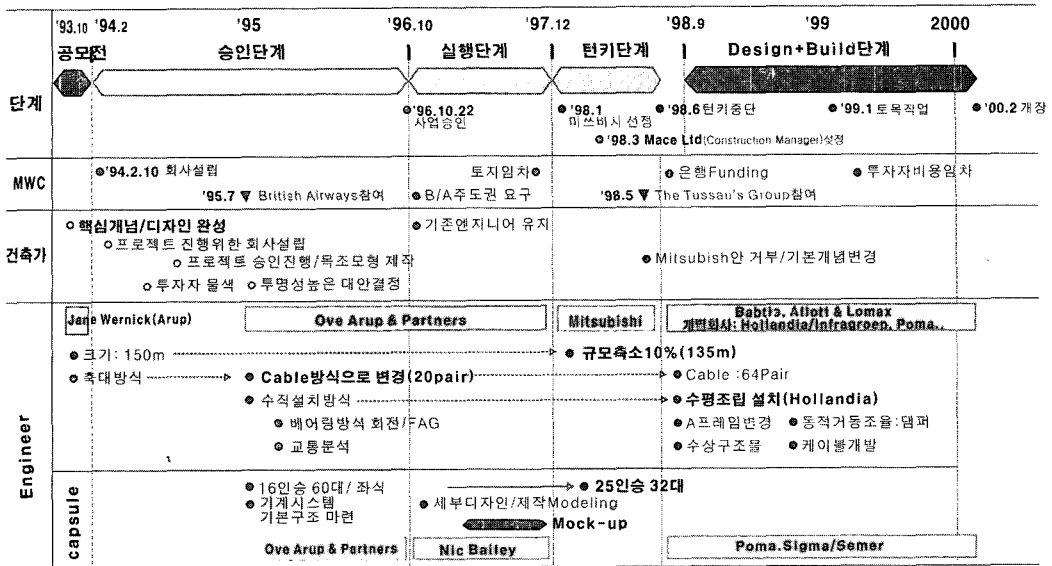


그림 11. 진행단계별 건축가, 엔지니어의 역할과 디자인 변경

4. 디자인 전개와 건축가-엔지니어

런던아이는 진행과정에서 크기, 휠의 지지 방식, 캡슐의 수, 설치방식, 강변구조물의 추가 등 디자인의 수정과 변형이 수반되었고 기술적인 요소들이 결합되었다. 단계별로 엔지니어의 참여정도에 따라 디자인 변화에 미친 영향이 매우 크다.

4-1. 휠의 지지방식

설계경기에서 제안된 하나의 축대로 전체를 지탱하는 휠의 구조방식은 세부 구조분석이 진행되면서 바퀴살형상의 케이블로 림을 지지하는 방식으로 변경된다. 림에 작용하는 과도한 벤딩모멘트 때문이다. 단일 축대방식은 회전하는 림의 축대가 수평이 되었을 때 상부의 림은 반원아치가 되고, 이때 아치의 상부에 많은 변형이 일어난다. 이 요인을 제거한 방식이 자전거의 바퀴 구조와 같은 케이블방식이다. 림은 중심축에 자전거 바퀴처럼 연결된 모든 케이블은 림의 회전에 상관없이 모두 인장력

만 담당하게 된다.

설계 공모시에도 엔지니어의 협력이 있었지만³²⁾ 세부적인 분석이나 적극적인 참여로 이어지지는 않았기 때문에 발생한 변경사항이다.

림의 지지방식이 케이블로 변경된 것은 엔지니어링적 요인에 의한 것이지만, 이로 인해 원형의 디자인은 시각적인 분절 없이 완전한

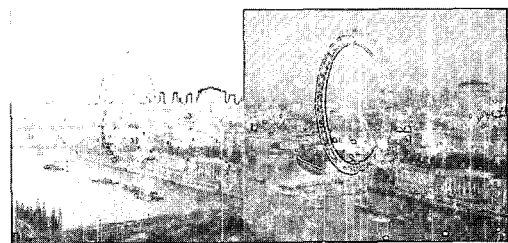


그림 12. (좌)단일축대에 의해 지지되는

초기안(출처 : Ian Lambort, 앞책, p23),

(우)케이블에 의해 지지되는 변경안

(출처: London Eye Company, British Airways

London Eye : A guide to the planning application,

London eye company Ltd, December 2001)

32) 설계공모전 단계에서 구조적인 부분은 Arup의 엔지니어 Jane Wernick과 Sophie le Bourva가 개인적인 차원에서 컨설팅을 하였다.

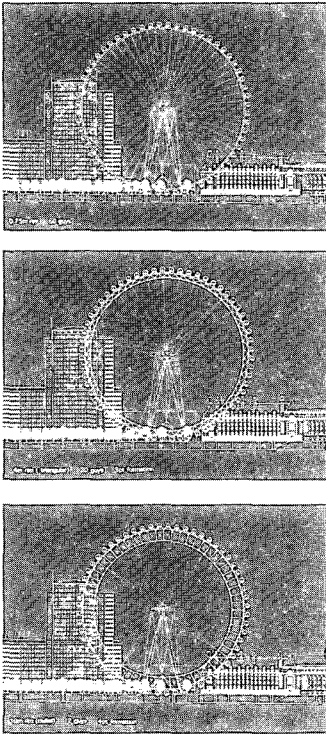


그림 13. 케이블 숫자와 림의 트러스
폭의 상관관계에 대한 Study
(Ove Arup & Partners)

형상을 지나게 되었고, 시각적으로도 경쾌하고 투명성이 증대된 형상이 된 것으로 볼 수 있다. 케이블 방식의 적용 과정에서 케이블 수와 트러스 크기와의 상관관계에 대한 연구가 진행되는 데, 림의 구조가 시각적으로 가볍게 보이는 디자인을 찾기 위한 것이다.(그림 13) 이는 기술적인 성격이 강한 프로젝트에 있어서 엔지니어의 기여에 의해 최적의 디자인이 완성되는 것을 보여준다.

그러나 휠의 지지방식이 변경될 정도의 큰 변화가 발생된 것은 초기 디자인 단계에 엔지니어가 효과적으로 참여하기 못했기 때문이다. 기술적 특성이 강한 프로젝트에서 초기 단계에 디자이너와 동등한 엔지니어의 참여는 필수적인 사항이다.

4-2. 설치방식의 변경

휠을 강에서 수평으로 조립하여 한번에 설치한다는 아이디어는 1998년 9월 로테르담의 회의에서 나왔다.³³⁾ 턴키방식이 포기된 후 새로운 팀에 의해 본격적으로 프로젝트가 진행되기 시작하면서 철골설치를 책임진 홀란디아의 엔지니어들이 제시한 것이었다.

초기디자인 단계에서 턴키단계까지 고려되었던 설치방식은 수직조립방식이다.(그림 14)

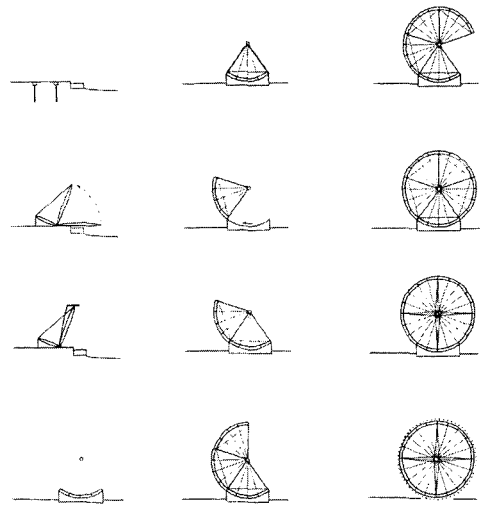


그림 14. 초기에 제안된 설치방법(수직조립,
Ove Arup안) 출처 : Sutherland Lyall,
Masters of Structure, Laurence King
Publishing, London 2002 p.166

수직조립방식은 휠의 원형 림이 조립되기 전에 지지구조체인 A-프레임, 허브와 스피너들이 조립되어야 하고, 제작일정도 림보다 선행되어야 한다. 모든 분야의 업무가 같이 시작된 것을 고려할 때 이 방법은 적절하지 않다. 프로젝트 완성까지 16개월 남은 시점에서 수직조립방식을 그대로 추진할 경우 완성 시간을 맞추는 것은 불가능하였을 것으로 판단된다.

수평으로 조립되는 방법은 많은 장점이 있

33) Ian Lambort, op. cit., p.141

표 3. 런던아이의 디자인에 영향을 미친 요인들과 변경내용

구분	변경내용	단계	요인/내용	비고
립 구조	축대 → 케이블	디자인	· 과도한 벤딩 모멘트	· 디자인향상, 투명성증대
규모	150m → 135m	터키	· 엔지니어링 해결 어려움	· 세계최대 크기유지
설치방식	수직조립 → 수평설치	설계 시공 일괄 단계	· 설치기간 단축, · 좁은대지의 한계 · 분야별 제작기간확보 · 구조물 설치시 변형 최소화	· 새로운 설치방식 · 랜드마크 구조물에서 설 치방식의 중요성 인식
A-프레임	단일구조물 → 상하분리 한지접합	설계 시공 일괄 단계	· 수직설치로 인한 한지방식 필요 · 하부좌대는 철골튜브에 콘크리트 타설 방식 사용	· 디자인+엔지니어링이 결 합된 해법
캡슐	· 60대→32대 · 16→25인승 · 좌식→입식	디자인, 터키	· 탑승객의 쾌적성 증대 · 적극적인 관람, · 장애인 고려	· 디자인과 생산분야의 3D 디자인 상호협력
수상구조	수상구조물 설치 추가	실행 단계	· 강변접근, · 선박충돌방지	· 디자인보완, · 접근성향상

다. 오차 제어가 쉽고, 고공작업이 줄어들어 안전하고, 빨리 조립될 수 있고, 조립 때까지 모든 부재의 제작 시간을 연장시킬 수 있다. 좁은 대지에서의 작업성도 향상시킬 수 있다.



그림 15. 최종설치- 템스 강에서 수평으로 조립되어 수직으로 양중

(출처: <http://www.nickwoodphoto.com>)

수평으로 조립하여 한번에 설치하는 방식은 설치과정자체가 도전이며, 새로운 건립방식이다. 런던에서 네 번째로 높은 구조물을 하루 만에 수직으로 세우는 설치과정(그림15)은 새로운 랜드마크의 인지도와 상품성을 높이는 데 크게 기여하였다.³⁴⁾

런던아이의 수평조립방식은 독창적이고 설치방식으로 조형성이나 디자인의 새로운 가치처럼 프로젝트에 차별된 가치를 부여하였고, 결과물뿐만 아니라 설치과정 자체가 도심 랜드마크 건립의 중요한 사항임을 보여준 것으로 볼 수 있다.

34) 런던아이의 최종 설치과정은 전 세계 20여개 TV방송사에서 생중계되었다.

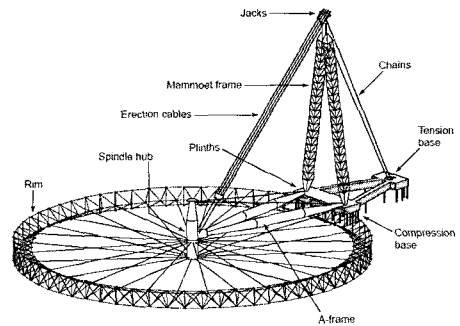


그림 16. 런던아이 양중 개념도

(출처: Allan Mann, Neil Thompson, Cheil Smiths, *Building the British Airways London Eye*, Civil Engineering 144, May 2001, p.62)

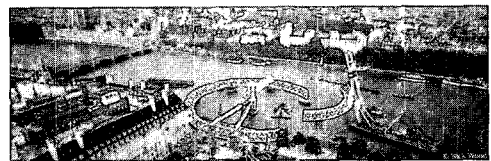


그림 17. 최종조립(수평조립, Hollandia안)

출처: Neil Parkyn, *The Seventy Architectural Wonders of Our World*, 2004, p.207

설치방식의 변경은 A-프레임 디자인의 변형을 가져왔다. 구조물을 수직으로 들어올리기 위해서는 지지점이 되는 A-프레임의 하부가 한지형태가 되어야 한다. 이로 인해 A프레임은 상부와 하부가 분리된 형태로 바뀌었다. 한지의 하부는 수직으로 양중하는 과정에서 립

의 아래 부분이 바닥에 닿지 않기 위해 지상으로 부터 11m지점까지 높아진다. A프레임의 하부는 양중시 엄청난 압축력을 담당하여야 하므로 엔지니어링적인 측면에서는 압축력에 유리한 고강도 콘크리트를 사용하는 것이 적합한 방법이다. 그러나 디자인적 측면에서는 콘크리트에 철골과 같은 색상을 칠한다 하더라도 바탕재료의 차이에 의한 광택의 차이가 발생하게 된다. 이 문제의 해결을 위해 기초좌대의 외부는 철골 틀을 사용하고 내부는 콘크리트를 채우는 방법을 채택하였다. 최대는 전체디자인의 일부분이지만 엔지니어링과 디자인 결합된 프로젝트의 특성이 잘 반영된 예로 볼 수 있다.

4-3. 캡슐디자인

캡슐 디자인은 초기 스터디 단계에서의 스케치가 거의 바뀌지 않았다.

초기단계에 애럽사에서 기계적인 시스템에 대한 검토와 기본구조에 대한 스케치가 진행되었고, 1996년 4월 승인을 얻을 때까지 디자인은 그대로 유지되었다. 1996년 11월 프리랜서 디자이너인 닉 배일리(Nic Bailey)가 팀에 합류하였다.³⁵⁾ 그는 컴퓨터 그래픽을 이용하여 최종 디자인을 진행하였고³⁶⁾, 1997년 말 포마에서 정확한 실물모델을 제작하였다.

35) 닉 배일리는 “나의 역할은 캡슐을 어떻게 만들고 전체적으로 조립이 가능하기 위해 어떤 형태와 비례로 조정하는 것이었다. David와 Julia의 초기 의도와 전체 형태의 순수성을 그대로 유지시키는 것을 존중해주었다.” Ian Lambot, op. cit., p.202

36) Mark Barfield 건축사무소의 IT부분을 책임지고 있는 건축가인 Frank Anatole은 캡슐디자인에 3D 시스템이 어떻게 유용하게 운용되었는지를 설명한다. “캡슐은 Microstation SE를 사용하여 Nic Bailey와 공동으로 디자인 하였고, Sigma에서 SolidWorks로 발전시켰다. Sigma는 프랑스의 케이블카 전문 제작자로 캡슐의 최종 조립에 책임을 맡고 있었다. Sigma는 캡슐을 볼트나 스테드 등이 포함된 매우 정밀한 3D 모델로 발전시켰다.” Martyn Day, A Towering Eye for Central London, www. bentleyuser.org, 13 June 2000.

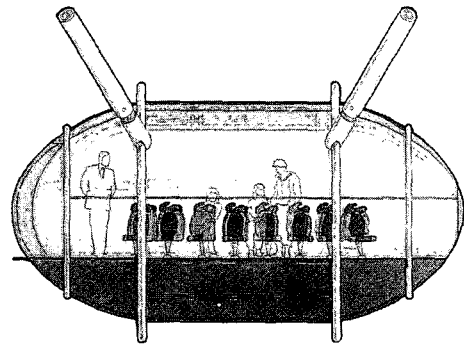


그림 18. 초기 캡슐 디자인
(출처 : Ian Lambort, 앞의책, p.203)

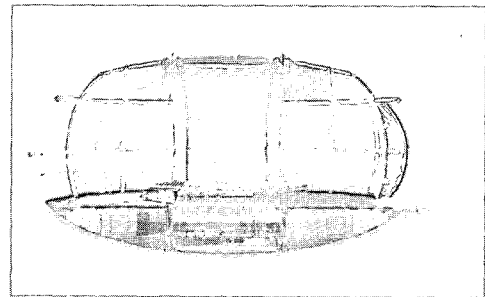


그림 19. Capsule 단면도(Nic Bailey)
(출처 : GA Document no. 62, p.69)

터키단계에서 미쓰비시에 의해서 일반적인 페리스 휠의 매달린 방식으로 변경 제안이 있었으나 디자인의 핵심개념이 변경되는 사항으로 채택되지 않았다. 이 단계에서 림의 전체 크기가 줄어들면서 캡슐의 숫자는 16인승 60대에서 25인승 32대로 조정되었다.

캡슐내부에 개별의자를 설치하여 조망하려는 초기계획은 중앙에 의자를 설치하는 방식으로 변경되었다. 장애자의 사용의 편의성과 내부에서 사망을 조망하려면 캡슐 내에서 자유롭게 움직일 수 있도록 하는 방식이 효과적이기 때문이다.

캡슐내부는 공조, 통신, 조명시스템과 함께 화재와 비상상황에 대비하여 디자인되었다. 연기가 기준치보다 많이 발생하면 캡슐 상부의 지붕이 개방되어 연기를 배출시킨다. 캡슐은

일반적인 놀이기구의 탑승카가 아니라 주거수준의 쾌적성이 확보된 32대의 움직이는 건물과 같은 개념이라 할 수 있다.

캡슐의 디자인이 큰 변경없이 진행된 것은 초기단계부터 디자인의 진행과 생산분야의 협력에 의한 개발진행이 동시에 추진되었기 때문이다.

4-4. 디자인 개념의 유지와 변경

1993년 시작된 런던아이에 대한 계획은 2000년 초 실현되었다.

프로젝트는 혁신성에 비해 초기 제안이 실현되기까지 7년 동안 대지의 위치, 림의 외부에 설치된 캡슐 방식, 멈춤 없이 연속적으로 운행되는 방식, 캔틸레버로 지지되는 구조, 기하학적으로 명확한 형태, 시각적 경쾌함 등 핵심개념은 변경되지 않고 그대로 유지되었다. 이는 핵심개념을 유지하고자 한 건축가의 의지와 기술개발과 같은 엔지니어의 협력에 의한 성과로 볼 수 있다.

그러나 림 구조, 설치방식 등 변경된 부분은 (표 3) 건축가와 엔지니어의 협력이 효율적으로 진행되지 않았기 때문이며, 절대적으로 부족한 시간의 제한을 큰 원인으로 볼 수 있다.

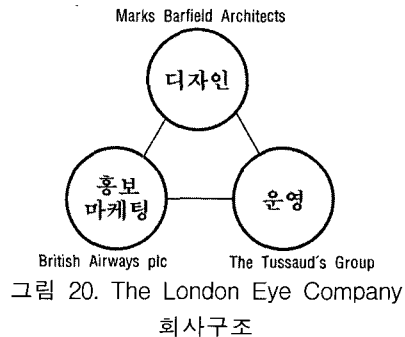
기술적 도전이 수반되는 프로젝트인 경우 기술적 검증과 디자인적 결합을 위해서 충분한 시간적 배려가 필요하다.

5. 건립주체의 특성

5-1. 회사의 설립과 구성

런던아이의 건립은 The London Eye Company Ltd에 의해 추진되었다.³⁷⁾ 이 회사

37) 설립당시 명칭은 「The Millennium Wheel Company Limited」이며 1999년 6월 17일 회사 명칭을 변경하였다. The Millennium Wheel Company Limited Report and Financial Statements-for the period from 건축역사연구 제15권 1호 통권45호 2006년 3월



는 1994년 2월 10일 건축가 데이비드 마크와 그의 아내 줄리아 바필드, 마크의 아버지 멜빌 마크(Melville Mark)가 공동으로 설립하였다. 회사는 런던 남부 강변(South Bank)에 밀레니엄 페리스 휠(Millennium Ferris Wheel)을 건립하기 위한 모든 초기 작업을 관장하며, 밀레니엄 휠을 건립하고 운영하는 업무를 주요 수행목적³⁸⁾으로 하고 있다.

건축가에 의해 독자적으로 운영되던 회사는 건립승인 진행과 세부적인 엔지니어링 작업의 진행을 위해 많은 비용을 필요로 하여, 1995년 7월 영국항공사인 브리티시 에어웨이(British Airways PLC)가 회사지분의 반을 가지며 참여³⁹⁾하게 된다.

터키단계에 있던 1998년 5월에는 더 많은 자금을 필요로 하여, 세계적인 놀이시설 운영 회사인 투소드 그룹(The Tussaud's Group)이 투자와 운영을 담당하기로 하며 회사의 주주로 참여한다. 이후 회사의 지분은 건축가 1/3, 브리티시 에어웨이 1/3, 투소드 1/3인 상

17th June to 31st December 1999, Companies House, 2000, p.2

38) The Millennium Wheel Company Limited Director's Report & Financial Statements for the period 10 february 1994 to 30 June 1995(Companies No 2896849), p.2

39) 브리티시 에어웨이는 계획의 승인절차 진행, 건립과 운영을 위한 비용으로 60만 파운드의 자금을 투자하였다. The Millennium Wheel Company Limited -Abbreviated Statutory Accounts for the year ended 30 June 1996, Companies House, 1996, p.4

태에서 사업이 추진되었다.

5-2. 건립비용과 조달

런던아이는 공적자금, 정부 지원금, 복권판매 등의 어떠한 지원도 없이 사적인 자금에 의해서 만들어졌다. 초기단계부터 휠은 자체 자금에 의해 만들어질 계획이었다. 이로 인해 투입된 자금과 운영비용이 티켓판매비용과 다른 수입으로 자체 운영될 수 있도록 고려되었다.

건립이 본격적으로 진행된 1998년 10월 프로젝트 진행을 위해 총 공사비로 예상한 금액은 약 3000만 파운드(£29,555,000)⁴⁰⁾이며, 스미토모은행(The Sumitomo Bank)과 베스트도이체 란데스뱅크(Westdeutsche Landesbank)가 비용을 투자하였다.⁴¹⁾

최종건설비용은 예상비용의 두 배가 넘는 £70,746,000⁴²⁾가 소요되었고, 시공비 이외에 토지건물 임차비용, 행사비용, 사전준비 비용 등이 추가로 소요되었다.

건설비용이 증가한 것은 3년 정도가 소요되는 프로젝트를 밀레니엄 이전에 16개월 만에 완성시키기 위한 시간적 요인이 가장 크며, 디자인 시공일괄 방식에 의해 주요계약자들과 계약할 당시 리스크와 변동요인이 많은 분야에 대해서는 실비보상(cost+fee)방식으로 계약이 이루어져서 추가비용이 소요되었기 때문이다.

40) The Millennium Wheel Company Limited, Companies form no. 395 - Particulars of a Mortgage or Charge, 12 October 1998

41) 건립비용을 투자한 은행들은 자신들에게 리스크가 적고 안전한 미쓰비시의 토크방식을 희망했다. 그러나 프로젝트가 폭넓게 진행되자 이를 담보하기위해 디자인에 대한 제3자 보증(liability)과 전문가 배상을 요구하였다. 그리고 프로젝트 양중의 실패에 의해 지연되는 것을 보장하기 위해 3,500만 파운드 가액의 보험에 가입하였다. Setting a wheel in motion, Construction News, 1999. 11. 18

42) 건립직후인 2000.6 회계보고서의 런던아이 자산가액

5-3. 런던아이의 운영과 비용

250만 명으로 예상한 방문객은 운영 첫 해 350만 명이 방문하였다. 승인과정에서 5년의 운영허가를 받았지만 운영과 예산은 24년을 예상하고 계획이 수립되었다.⁴³⁾

회사의 연간회계보고서에 따르면 휠의 운영 수익은 첫 운영 10개월간 371만 파운드, 다음 해에는 954만 파운드, 2002년엔 1,274만파운드로 증대되었으며, 개장 2년 만에 건립비용을 초과하는 수익을 올렸다.

탑승객의 숫자도 개장 다음해에 385만 명, 2002년엔 400만 명, 2003년에 360만 명으로 초기 예상치를 훨씬 능가하며 유지되고 있다. 그러나 엄청난 방문객의 숫자와 운영수익에도 불구하고, 건설 당시 대출한 비용의 이자 때문에 매년 1,000만 파운드가 넘는 손실이 발생한다.(표 4)

회사는 건립당시 공동주주인 브리티시 에어웨이로부터 5,100만 파운드, 투소드로부터 540만 파운드를 빌렸다. 투소드의 자금은 상환되었으나 브리티시 에어웨이의 비용은 거의 3배

표 4. 런던아이 방문객과 운영상황

(출처 Business Report : The London Eye Company Limited, Duport, 2005와 회사회계보고서)

단위 (£'000)

연도	방문객 (만 명)	매출 금액	운영 수익	세전 수익	누적 채무	공동주주* 채무
1999	시공중	-	-	-	38,726	11,619
2000	350	25,969	3,715	-9,943	99,769	67,396
2001	385	32,034	9,546	-10,134	108,100	87,735
2002	400	37,934	12,740	-10,946	120,819	106,446
2003	360	36,837	10,451	-17,634	140,045	130,601
2004	약400					약 132,000

*공동주주는 British Airways plc와

The Tussauds group

43) The London Eye Company Limited report for 6 Months ended 31 December 2000, p.11, 엔지니어링 기준은 영구시설물 수준으로 풍하중은 50년 주기를 사용하였고, 배어링은 50년을 보증하였다.

에 달하는 1억3천만 파운드로 증대되었다.⁴⁴⁾ 2003년 전체 채무액 1억4천만 파운드의 대부분을 차지하며, 매년 2,500만 파운드씩 증가하고 있다. 이는 대출 당시 이자율을 25%로 하였기 때문이다. 초기에 예상한 건립비용을 초과하는 비용에 대해 촉박한 시간내에서 별도의 투자자를 찾기가 어려웠고, 브리티시 에어웨이는 '리스크가 매우 높은 프로젝트'에 투자하는 개념을 적용하였기 때문이다.⁴⁵⁾

민간주도로 추진되는 도시의 상징물 건립에 있어서는 건설비용의 조달과 함께 급격한 비용증대에 대한 계획을 자금계획에 포함시켜 추진하여야 한다.

또한 도시 상징물 건립의 경우 임시구조물 성격보다는 영구시설물로서의 건립을 바탕으로 추진되는 것이 더욱 효과적이다.

44) 2000.6.30 현재 회사의 회계보고서에 공동주주인 British Airways plc에서 £60,425,000(1999 £5,614,000), Warwick Castle Limited(Tussauds Attractions Limited를 통해)에서 £6,971,000(1999 £6,005,000)를 임대하였다.

투자회사	원금 (£'000)	이자율 (%)	금융비 (£'000)
British Airways plc	51,043	24	9,382
Warwick Castle Limited	5,400	15	1,571

2003.12.31에는 British Airways plc에게 상환하여야 할 금액은 전체 £130,601,000(2002 £106,466,000)이다.

투자회사	원금 (£'000)	이자율 (%)	금융비 (£'000)
British Airways plc	48,346	25	82,255
Warwick Castle Limited	-	-	-

The London Eye Company Limited report for the year ended 30 June 2000, p.16과 The London Eye Company Limited report for the year ended 31 December 2003, p.16

45) 브리티시 에어웨이는 런던아이의 밀레니엄 프로젝트로서의 매력 때문에 처음에는 초기투입자본(seed capital)만 투자하고 이름을 함께 사용하는 것을 원하였으나, 건축가가 투자금 유지에 어려움을 겪자 투소드를 운영자로 영입하고, 추가비용을 투자하며 프로젝트를 추진시켰다. Nils Pratley, 'Hollick speaks out on London Eye lent, The guardian, August 30, 2005과 Paul Baxter, Eye on wheels of finance, The guardian, September 5, 2005

6. 결론

이상의 연구를 통해 나타난 런던아이 디자인 전개와 건립과정의 특징은 다음과 같이 결론 내릴 수 있다.

1) 런던아이는 사장될 뻔한 프로젝트를 건축가 스스로 건립의 주체가 되어 프로젝트를 완성함으로써 도심 랜드마크 건립방식의 새로운 유형을 제시하였으며, 민간주도에 의해 도시 상징물 건립이 추진될 수 있는 가능성을 제시한 사례로 평가할 수 있다.

2) 런던아이는 강 위에 구조물을 세우고 땅은 최소한의 대지를 사용함으로써 도심의 미개발 공간을 입체적으로 활용하는 공간 활용 방법을 제시하였다.

3) 기술과 결합된 디자인의 실현을 위해서 디자인, 제작, 설치 조립 일련의 과정은 하나의 시스템 내에서 추진되어야 하며, 초기단계에서 디자이너와 동등한 엔지니어의 참여가 수반되어야 효과적으로 진행될 수 있다.

4) 런던아이의 강한 조형성은 가장 단순한 기하학적 형태인 원을 디자인의 근간으로 하였고, 역사적 선례에서 디자인의 모티브를 차용하여 현대적으로 사용한 것에 기인한다.

5) 런던아이의 건립추진은 아이디어단계, 사업추진단계, 터키추진단계, 설계시공 일괄수행의 4단계 과정으로 진행되었으며, 성공적인 실현의 가장 큰 요인은 생산단계의 회사들과 직접 연계된 방식으로 작업을 진행하였기 때문이다.

6) 기술적인 도전이 많은 프로젝트에서는 설계시공 일괄수행방식이 턴키방식에 비해 위험을 분산시킬 수 있고, 디자인의 핵심 개념을 일관되게 진행시킬 수 있다는 점에서 더 유효한 방법이며, 이 단계에서 CM을 통한 업무의 총괄추진 방식이 효과적이다.

7) 진행과정에 나타난 디자인의 변경요인은 기술적인 요인이 큰 디자인 특성과 촉박한 건립기간이 주요 원인으로 작용하였다. 케이블에 의한 림의 지지방식, 트러스와 일체된 댐퍼, 캡슐의 디자인과 수평유지방식 등은 기술과 일체된 디자인의 구체적인 사례들로 볼 수 있다.

8) 런던아이에 적용된 수평조립의 설치방식은 대지와 기간의 한계를 극복한 구조물의 새로운 건립방식이며, 설치과정 자체가 런던아이의 인지도를 향상시키는데 기여한 것으로 평가된다.

9) 런던아이의 운영에 있어서 많은 방문객과 엄청난 운영수익에도 불구하고 채무에서 벗어나지 못하고 있는 요인은 예상보다 두 배가 넘게 소요된 건립비용과, 이 비용의 조달과정에서 발생한 투자금의 이자비용 때문이다. 절대적인 시간의 제한은 건립비용의 증대를 가져오고, 운영과정에 큰 장애가 된다. 도시의 상징적 기념비의 건립에 있어서 절대적인 시간의 제약은 배제되어야 하며, 건립초기에 건축가를 통한 비용에 대한 검토가 변경을 방지하기 위해 필요하다.

본 연구는 건축가가 자신의 아이디어를 실현한 도시 상징물 건립의 전체 과정을 살펴본 것이다. 프로젝트 자체가 임시 구조물의 성격

을 지니고 있으며, 프로젝트에 참여한 개별 회사간의 세부계약사항과 건립에 대한 사회적인 합의, 영국법의 세부적인 제약조건 등에 대한 사항도 검토되지 못하였다. 준공기한을 넘겨 완공된 프로젝트의 사후 조치가 어떻게 이루어졌는지를 파악하는 것도 중요한 요인이나 검토되지 못하였다. 부족한 자료로 인한 연구의 미진한 부분은 본 연구가 지닌 한계이다. 그럼에도 기술적 도전에 의해 건립된 도시 상징물 건립의 인자를 찾는 것이 새로운 상징물 건립의 한 지침이 될 수 것으로 판단된다. 또한 도시 상징물의 건립추진이 공적인 방법에 의한 것만이 아니라 건축가나 민간에 의해 추진될 수 있다는 가능성을 찾는 단초가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Ivan Margolius, *Architecture + Engineer = Structures*, Wiley-academy, 2002
2. Sutherland Lyall, *Masters of Structure*, Laurence King Publishing, London 2002
4. Angus J. McDonald, *Structure and Architecture*, Butterworth-Heinemann, 1994
3. Bill Addis, *The Art of the Structural Engineer*, Artemis, London 1994
4. Bill Addis, *Creativity and Innovation: The Structural Engineer's Contribution to Design*, Architectural Press, 2001
5. Companies House, *The London Eye Company Limited Report* (Registered no : 2896849), 1994-2004
6. Companies House, *The Millennium Wheel Company Limited Report* (Registered no : 3793329), 1999-2004
7. Business Report : The London Eye Company Limited, Duport, 2005
8. The Millennium Wheel Company Limited, Companies form no. 395 -

- Particulars of a Mortgage or Charge, 12 October 1998
9. Ian Lambort, *Reinventing the Wheel: The Construction of British Airways London Eye*, Watermark Publications, 2000
10. *The Structural Engineer* vol 79, the Institution of Structural Engineers, 16 January 2001
11. Allan Mann, Neil Thompson, Cheil Smiths, *Building the British Airways London Eye*, Civil Engineering 144, May 2001
12. Ove Arup & Partners, *The Millennium Wheel Engineering Design Criteria*, 19 December 1997
13. *Metalworks*; Millennium projects, vol 212, no.1, 2000 July
14. *GA Document no. 62*, Marks Barfield Architects: British Airways London Eye Millennium Wheel, July 2000, ADA EDITA
15. London Eye Company, *British Airways London Eye : The case for permanent planning permission*, London Eye company Ltd, December 2001
16. London Eye Company, *British Airways London Eye : A guide to the planning application*, London eye company Ltd, December 2001
17. Neil Parkyn, *The Seventy Architectural Wonders of Our World* (남경태 옮김, 우리 세계의 70가지 경이로운 건축물), 오늘의 책, 2004
18. *ANSYS 2000 Annual Report*, ANSYS, Inc., June 2000
19. *Building*, vol. 264, no.8076, 1999 Feb
20. *Building*, vol. 265, no.8137, 2000 May
21. *Construction news*, 1999.11.18
22. 서용칠, 현창택, 공공건설사업 발주 방식 결정의 개념적 체제에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계 19권 6호, 2003.6
23. www.londoneye.com
24. www.marksbarfield.com
25. www.arup.com

A Study on the Design Development and Construction Process in British Airways London Eye

Woo, Dae-seung

(Op'us Architects)

ABSTRACT

This study aims to identify and analyze the factors that influenced the construction of London Eye which was led by private groups, including characteristics in progress, differentiated value in design, the combination of technology and design, and construction costs.

The results of this study were the followings. 1) London Eye provides a new construction method for a landmark in the downtown in that the architects became the clients of the project which might have been hoarded, procuring the construction costs and completing it by themselves. 2) London Eye presents a space utilization method where undeveloped spaces in the downtown are used in three-dimensions by erecting a structure on the river with a minimum land. 3) The process of design, production and erection is propelled the realization of technical intention design with one system and from at the initial stage, the participation of the engineer where the designer is equal with you must accompany. 4) London Eye is endowed with strong shape by a circle in design concept, which is the simplest geometrical figure, and it provides organic relationship between the past and the present by utilizing historical elements in various ways. 5) The construction was completed through four phases including idea phase, promotion phase, turn-key contract phase, and design-build phase. The most critical factor to the success is derived from the direct contact with involved companies from the production phase. 6) In a project facing many challenges in terms of technology, the design-build method proves to be a more effective method than turn-key contract in that it may more allocate risks and enable coherent implementation of the core concept in design. The organization for the design-build method was composed of three phases including general affairs, responsible contracting by sector, and cooperative system by sector. Since that was a new concept structure, high-level contractors who hadn't had existing cooperative relationships with one another formed new cooperative relationship, while collaborating companies who had long cooperated led the responsible contracting and sub-cooperative system, which resulted in reduction of risks and time. 7) The major factors to change design were the design characteristics, derived from a technically great combination, and the opening time. 8) A new erection method was applied to London Eye, a structure that overcame the limitation in land and period, and the process of installation demonstrated that it is an important value for the construction of a landmark in the city. 9) In spite of many visitors and tremendous operational income, the factors that London Eye fails to free itself from debts include the construction costs expended double than expected, and interest burden to the investments, which occurred in the course of procuring the costs. Absolute limit in time increased the construction costs, resulting in being a great obstacle in the course of operation.

Keyword : London Eye, Architects propulse Landmark, Use Undeveloped Spaces, Design-Build, Engineer's equivalent contribution, Historic Motive Application, Time-Cost factor
