

100層 JOHN HANCOCK CENTER 建物の設計

—設計プロセスの ケ이스 ス터디—

파주루 알 칸 (Fazlur R. Khan)

田鳳秀 譯 (럭키엔지니어링 (주) 사업관리부)

이 글은 1982년 3월 27일 他界한 不世出의 구조설계자였던 Fazlur R. Khan이 年前에 쓴 글로서 그의 急逝를 추모하기 위하여 IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering) 저널 J-16/82, 1982년 8월호에 게재된 것을 번역한 것이다 (譯者 註)

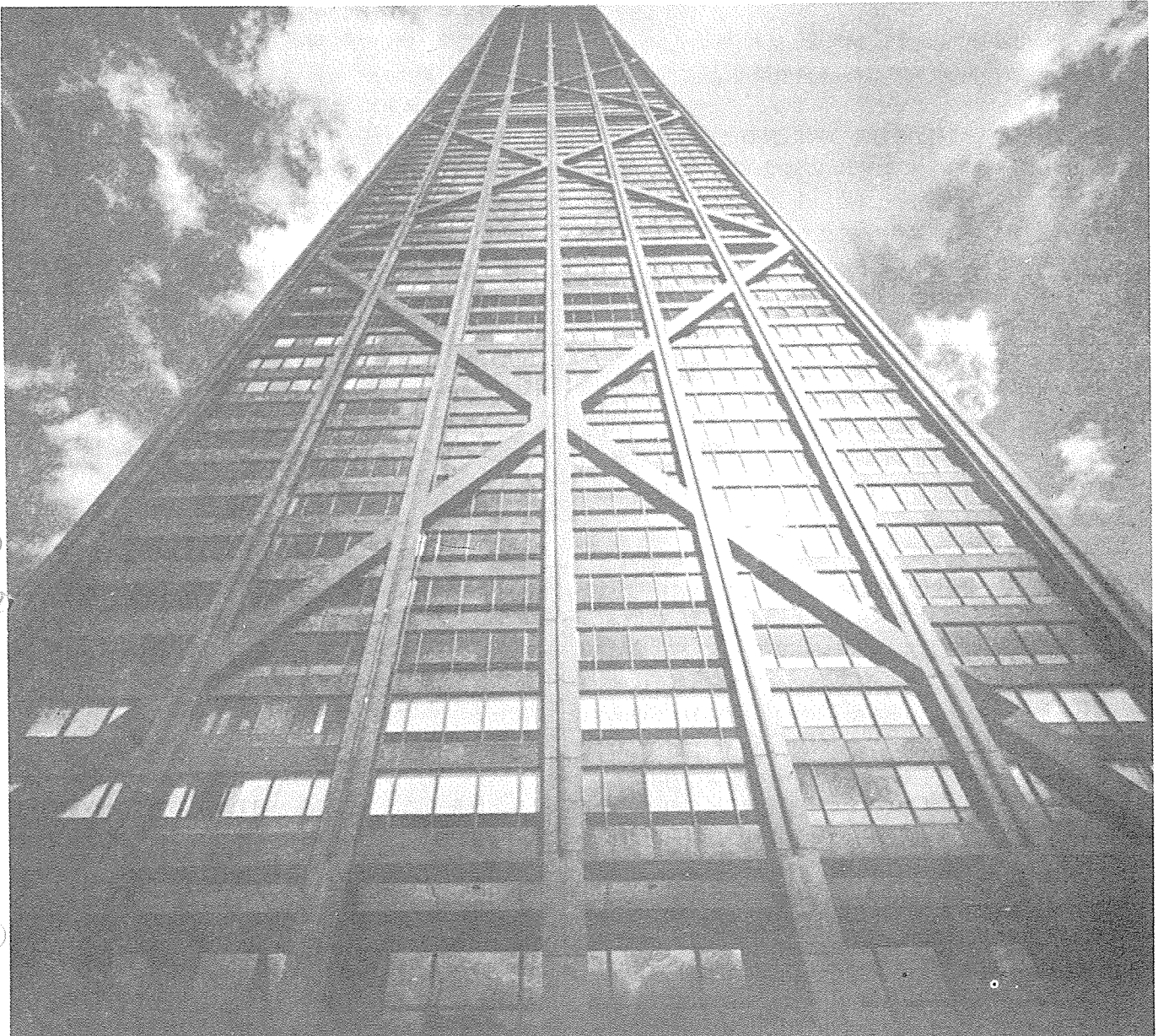
Fazlur R. Khan (1930~1982)

방글라데시의 다카市에서 出生 다카大學 졸업후 미국 시카고 근교 Champaign-Urbana의 일리노이스大學에 수학, 構造工學 석사 및 박사학위 취득함. 1955년부터 Skidmore, Owings & Merrill 건축설계사무소에서 구조 파트너로 일하게 되었고 1982년 3월 27일 사우디아라비아에서 終身 終業무 중 急逝.

주요 作品은 Brunswick Building (1965), Dewitt Chestnut Apartment (1966), Bank of America (1965), John Hancock Center (1970), One Shell Plaza (1971), Sears Tower (1974) 및 First Wisconsin Bank (1975) 등이 있음

근년 여러차례 訪韓하여 우리나라 建築界와도 交流가 있었음.

Fig. 1 100 story John Hancock Center in Chicago



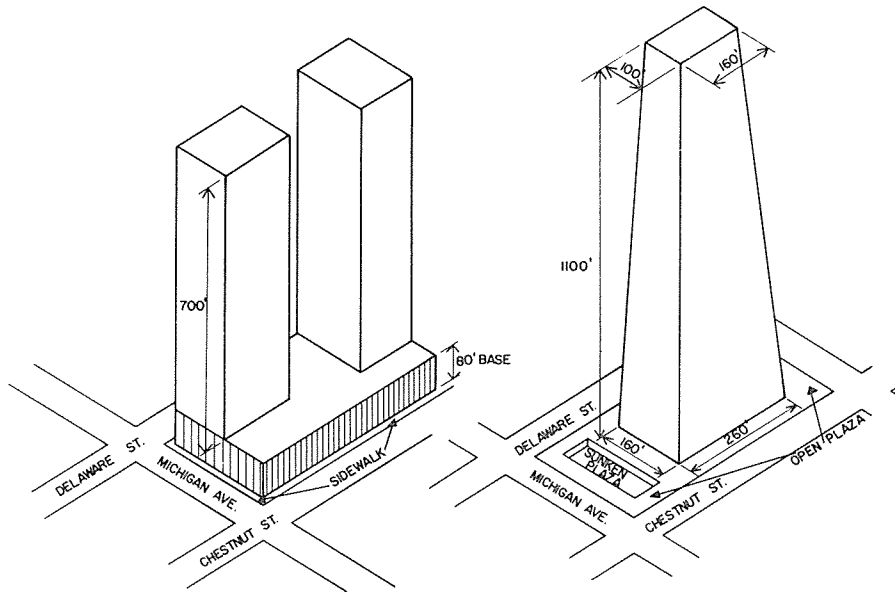


Fig. 2 Comparison of the traditional and the final architectural concept

1. 序

큰 건물의 설계가 성공적인 결과를 얻기 위해서 그設計프로세스는 자연히 多角的으로 교육지향적인 성격을 띤다.

건축가가 건물에 대한構想을 하여 圖面化 되었을 때, 그의 아이디어는 住宅이나 소규모 店舖인 경우에는 무언가 확실함이 보이나 아주 큰 건물, 즉 배관·환경·구조 등 각종 기능 分野가 복합적인 交互作用이 있는 경우, 때에 따라 建築的으로 失敗하는 結果가 되는 수가 있다.

여기 소개하는 100층 높이의 John Hancock Center (Fig 1)는 시카고 所在, 세계에서 5 번째로 높은 超高層建物로서 복합적인 건물용도이고 계획의 발상, 구조시스템 등의 면에서 아주 특이한 프로젝트였다.

이 건물설계 당시엔 (1965) 공개적으로 토론할 수 없었던 設計프로세스의 여러 觀點과 업무수행 방법들간의 미묘한 견해 차이를 15년이 지난 지금은 얼마든지 의론하고 의견을 나눌 수 있으리라고 생각한다.

당시 건축주가 생각했던 John Hancock Center는 單一塔型이 아니고 28,000坪의 事務所, 28,000坪의 아파트 시설 및 22,000坪의 商店과 駐車場을 갖춘 통상적인 건물이었다. 이에 우선적으로 검토된 것이 주변의 도시환경에 맞추어 商店과 駐車場을 저층부 10여개층에 배치하고 (Fig 2) 사무실용 Tower와 아파트용 Tower를 적당한 거리로 배치하는 案이었다.

그러나 4,100坪의 대지에 2개의 Tower를 충분히 넓게 띄어 놓기도 어려웠고 저층부가 대지에 숨길틈 없이 꼭 들어차게 되어 産業都市의 都心에서 역겹게 보아온 「建物の溪谷現象」의 再版이 될 것으로 생각되었다.

보다 나은 도시환경을 위해 筆者는 당시 건축Partner였던 Bruce Graham氏와 함께 그 대지에 맞는 새로운 案을 검토하기 시작하였다. 運이 좋았던지 그 당시 이미 연구되고 있었고 상당히 발전시켰던 새로운 구조시스템이 큰 도움이 되었다. 그로부터 2년전에 日本人 사사키 미키오씨가

IIT 캠퍼스에 修學하면서 「60층 건물의 高能率과 經濟性에 關한 建築·構造의 解決方案에 關한 aster Program」을 研究하고 있었다.

건축과 지도교수로 있었던 Myron Goldsmith氏와 筆者는 사사키氏의 연구테마에 남다른 흥미가 있었고 그에게 고층건물에서 對角線부재가 건물 전체를 하나의 筒(Tube)으로 舉動하게 할 수 있는가에 關해 研究할 것을 提案하였다.

그때만 하여도 큰 용량의 컴퓨터 利用이 불가능 하였으므로 筆者는 사사키氏와 協동으로 構造모델을 제작, 각종 힘에 의한 구조물의 거동을 실험하였다.

그 결과 건물의 對角線부재는 예상했던 Bracing의 역할은 물론 외곽기둥이 Tube의 一部로서 均等하게 작용할 수 있도록 索기둥을 묶어 준다라는 결론을 얻었다.

다만, 실제 건물설계에서의 확인만이 남아 있는 새로운 구조 시스템이 개발되었다고 할 수 있다.

바로 John Hancock Center가 이 시스템을 적용할 수 있는 프로젝트를 Bruce Graham氏도 同調하게 되어 現實化가 추진되었다. 商店·주차장·사무실 및 아파트 등, 모든 시설을 1個棟에 배치하고 상대적으로 남게 되는 대지의 빈 여분을 公共에 제공하여 최근에 세워지고 있는 건물들에 不足되었던 外部空間에 「交歡의 場」을 마련할 수 있으리라 믿었다.

外部窓을 빗대어 가로지르는 對角線부재에 대한 초기의 「주저스러움」에도 불구하고 실제Team은 건축과 구조가 交叉하는 힘의 건축적 表現과 전통적인 시카고 學派의 精神을 되살릴 수 있다는 強點을 확신하였다.

2. 建物の 外形

商店과 사무실의 효율적인 平面규모는 대략 700坪 정도로 보았으나 아파트는 전혀 달랐다. 사무실은 「임대스팬」(외벽과 코아간의 Span)이 12m 정도이어서 건물의 폭은

48m가 되어야 했으나 아파트는 각층마다 外部景觀을 갖어야 하고 外氣에도 面해야 하므로 임대스팬이 그렇게 클 수는 없었다. 구조적으로 해결이 된다면 건물의 형태를 필요에 따라 크게 하거나 작게 할 수 밖에 없었다. 개념상으로 上部의 아파트층에서 아래 방향으로 단층적으로 커지는 立面이어야 하나 Truss-Tube-Structure의 기본요건인 4면벽이 全高에 걸쳐 연속성을 갖아야 했으므로 아파트의 효율적 배치가 이루어지는 可容치수만큼 上部를 좁게 하고 아래 부분을 넓게 하는 사다리모뿔 모양이 창안되었다.

외관이 기하학적인 형태이어야 하고 각층면적과 연면적이 계획된 범위 이내인지 등을 Computer Program化 하여 수십가지의 案을 검토하였다. 최종적으로 채택된 모양은 基底部에서 48m×78m로 上部로 올라가면서 차츰 좁아져서 최상층에서 30m×48m가 되는 사다리모뿔이 된 건물 형태로 건축가의 審美的 취향과 구조효율을 모두 만족하는 건축·구조의 合致된 結晶이 되었다.

건물형태의 結定에 建築·構造가 合歡한 先例가 되었고나 할까.

건축가가 一方的으로 계획하고 구조설계자는 그저 주어진 問題만을 해결해 온 종래의 方式을 벗어난 것이었다. 對角線 方向으로 Bracing을 한 Truss-Tube-Structure를 채택하는 데 가장 고심한 것은 「効率과 經濟性여부」였다.

Two Tower로 구상하여 淸성한 건축주의 豫算을 초과할 수는 없었다.

다행스럽게도 사사키氏의 연구테마에서 축적한 경험을 토대로 所要 鋼材量을 480 kg/坪으로 마무리하였다. 이는 종래 가구식 구조(Rigid Frame)의 30-40층 건물에 해당하는 單位 鋼材量이었다.

적게 든 강재와 종래방식 강재단가에 맞추기 위한 「詳細의 개발」이 이 프로젝트의 魅力이 되었고 낮은 Two Tower보다는 100층 높이의 One Tower로서 Empire State Building 이후 淸정한 超高層建築 건설에 기폭제가 되었다.

설계가 진행되는 동안 건축설계Team은 건축주의 희망에 따라 외부對角線부재를 90층까지만 설치하고 그 이상은 기둥을 그대로 두기를 주장했다. (Fig. 4)

90층 이상의 층에 설치되는 對角線부재는 스튜디오나 식당의 전망에 방해가 되고 室内開放 이념을 들어 그 부재의 不必要性을 주장하였다.

이에 맞서 구조Team에서는 이 시스템은 구조개념상, 시각적 연속성 등에 비추어 반드시 필요하다고 주장을 하였다. 결국 上部 10개층에 對角線部材를 생략하게 되면 강재량이 急增하게 되어 豫算을 초과할 것이며 그 層은 變位가 커져서 不安靜한 층이 될 것임을 누누히 강조하여 全層外廓을 對角線部材로 繫을 수 있게 되었다. 지금도 그때를 생각하면 재미있기도 하고 Bruce Graham氏도 最終案이 옳았다고 실토했다.

구조설계자로서 일단 채택된 건축 구조시스템을 손상하지 않고 시각적인 효과를 그대로 살리면서 구조개념을 강력하게 표현한 例였다고 생각한다.

지금엔 이러한 사실을 기억하고 있는 사람도 별로 없지만 만약, 그 당시 구조적인 주장이 받아들여지지 않았다

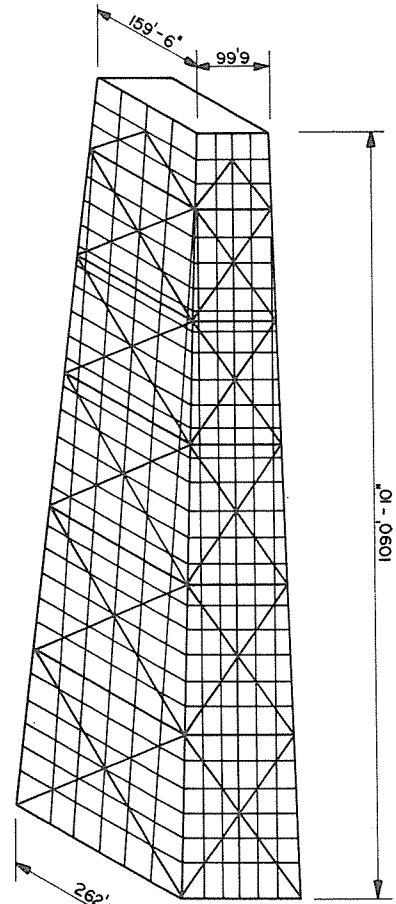


Fig. 3 Diagonally braced truss tube structure from bottom to top of building

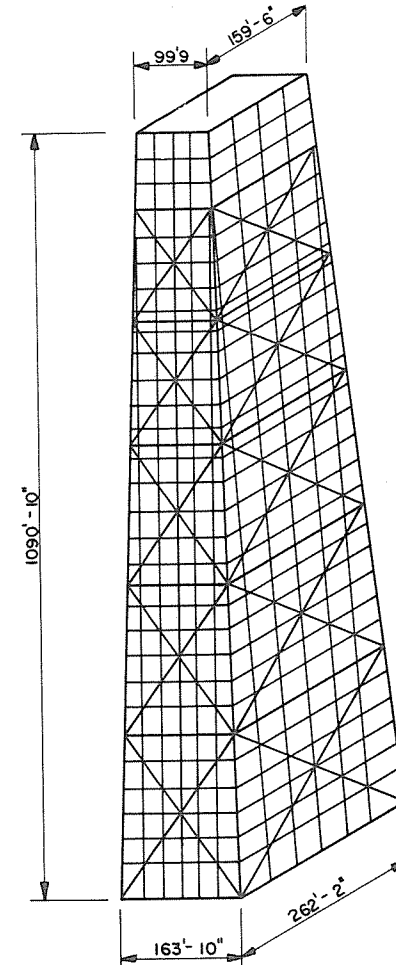


Fig. 4 Truss tube structure without diagonals above the 90th floor

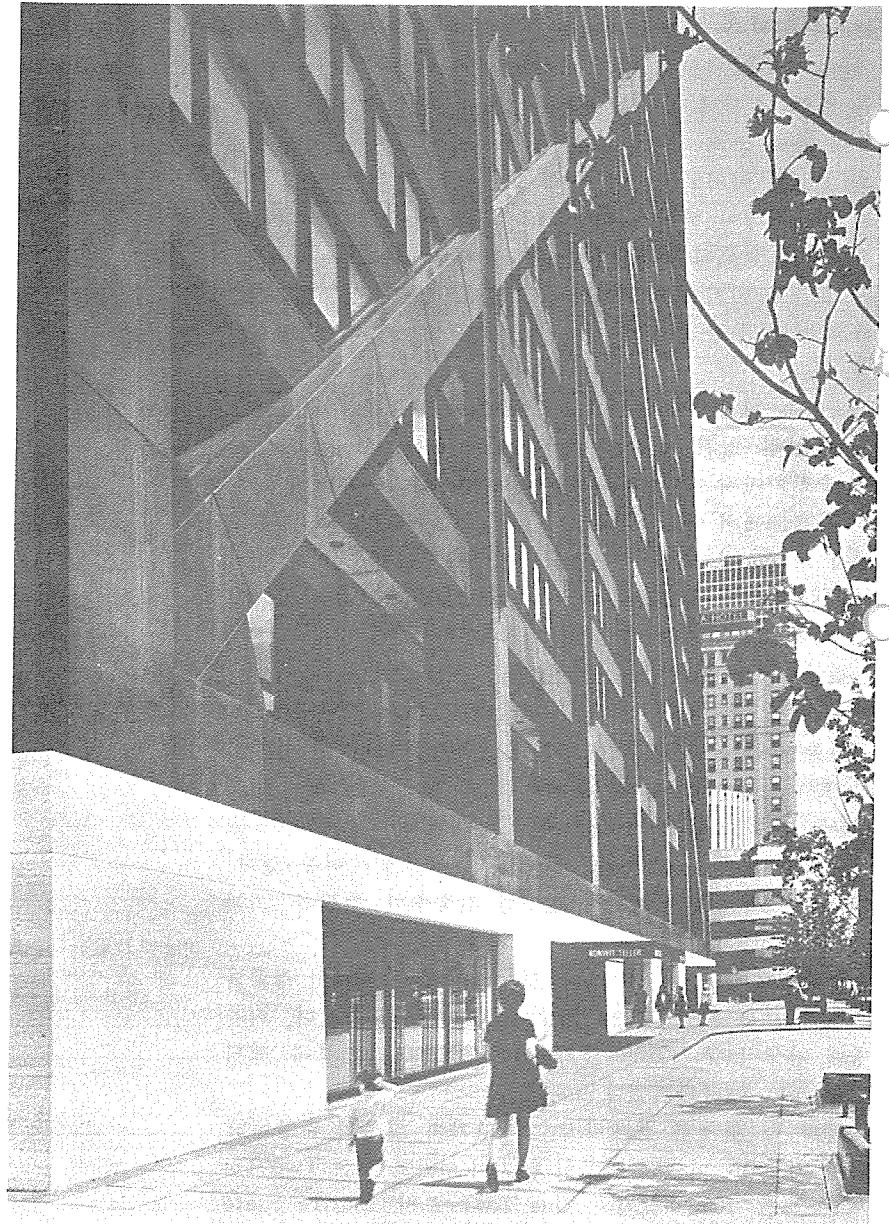
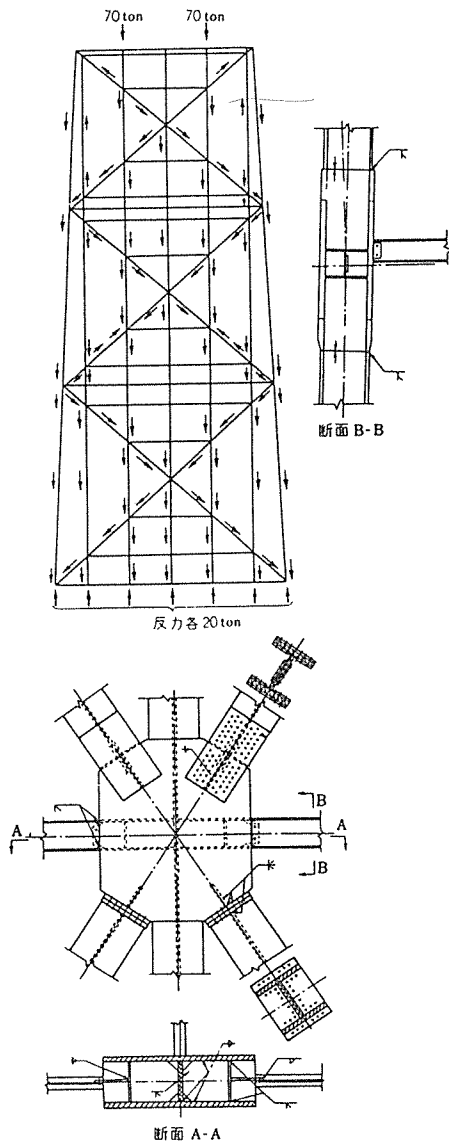


Fig. 5 Details of trusses, claddings and windows Fig. 6 Force distribution to columns and Details

면 건축적인 신념이 밑에서 꼭대기 100층 높이까지 논리적이고 일관성 있게 재현될 기회가 있었을까 하고 생각해 본다.

3. 構造詳細

외관에서 표현된 구조부재가 실제 강재의 모양과 형태에 비례하여 보이도록 하기 위해 외부마감재 및 窓戶詳細에 건축설계 Team과 함께 많은 노력을 하였다. 수직·수평 및 대각선부재의 交叉點에서는 한층 더 力學的인 형태와 기능의 개념이 강조되도록 힘썼다. (Fig 5, Fig 6)

외부마감재를 石材나 벽돌 등으로 처리하였다면 구조고유의 비례감이 뒤흔들렸을 것이고 구조체 자체도 강재가 아닌 다른 어떤 재료일 것으로 誤導하였을 것이다. 이러한 문제로 수 차례의 검토 후 검정색의 발색알루미늄판을 선택하여 설계에 반영하여 당초 시도했던 바를 充足하였다고 믿는다.

구조설계자도 설계시 이와 같은 시각적인 요소를 간과하지 않고 건축설계자와 긴밀히 협동하여 내화 피복이나

마감재 속에 숨겨진 구조체를 건물전체의 시각적인 비례에 맞으면서 표현이 되도록 노력을 하여야 한다고 생각한다.

4. 結

큰 건물의 設計프로세스는 설계Team間的 努力, 문제점 해결을 위한 各分野의 協同이 어렵게 된다. 자연적이고 효율적인 구조시스템과 거리가 먼 一方의인 건축立面은 자원의 낭비이고 건축적 성공여부를 점치기는 더욱 어렵다.

이 프로젝트의 예를 통하여 건축·구조Team의 상호 協業으로 논리와 자연법칙에 순응하는 신선한 건축가의 構想을 현실화 할 수 있었고 時代의 유행을 초월한 형태를 갖게 된 예를 보이고자 하였다.

건물의 건축적 進化에 능동적으로 참여할 수 있는 기회가 있었고 또 책임감이라는 것을 보이고 싶었다. 구조기술자는 Post-modernism이라는 오늘날 건축의 동향에 발맞추어 가야할 책임이 있음을 조금이나마 느꼈으면 한다.