

해외의 대규모 목조건축 사례 Large Scale Timber Architecture

김지택 / (주)유신건축사사무소
by Kim Chi-Tok

Canada, Vancouver의 South Surrey 대형 목조시설에 관한 방문참관기

우리나라에서 체육관련시설을 설계할 때 건물의 규모가 어느 종목의 경기든 최소 건축물의 내부공간 활용면에서 Span의 길이를 50m 이상으로 요구될 공간이 상당히 많다. 이럴 경우 우리나라의 모든 건축설계 전문가들은 Steel Truss나 Steel Structure로 50m 공간을 건너질러 필요공간을 설계하는 것이 일반적인 사례이다.

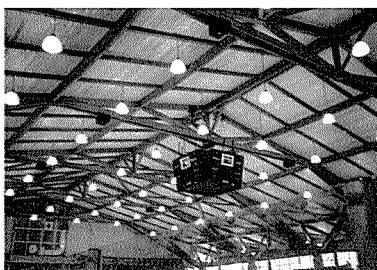
건축사 입장에서 수영장이나 빙상경기장의 경우 Steel Structure Member를 쓰지 않고 수영장이나 빙상장 구조를 해결할 수 있었으면 얼마나 좋을까 하는 의문을 갖기 시작했던 것이 한 5~6개월 전이었다.

어느날 우연히 독일에서 발행한 구조관련책을 뒤적이다가 발견한 북미지역의 건축구조재 중에서 대형 경기장 長 Span 구조에 많이 쓰는 목구조에 관련된 사진을 보고 필자는 상당한 관심을 갖게 됐고 팩스와 Internet 등을 통해서 큰스판에서 많이 사용되는 Pallaram이라는 특수 건축자재를 알게 됐고 이 나무 재질이 어떠한 것인가를 알고자 캐나다를 방문하여 이 구조재의 특성과 재질, 인장강도, 압축강도 등의 재료성질을 알게 되고 제작과정까지 직접 참관해 보게 됐던 것이다.

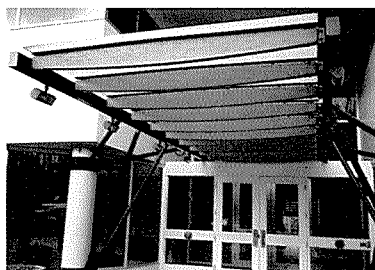
큰 Span이 필요한 수영장이나 빙상장, 핸드볼 경기장 등은 상당한 이점이 있다는 사실도 알게 됐고 특히 염소를 많이 사용하는 수영장의 경우에는 염소사용으로 인해 Steel 표면의 부식에서는 대단한 특징이 있는 바 이런 장소에는 목재 사용을 권장하는 뜻에서 경험한 것들을 기록하는 바이다.

우선 사용자재가 미려하고 구조재료로서 강도상 문제점이 없는 점으로 봐서 우리나라에도 도입했으면 해서 이번에 설계하고 있는 성남제2종합운동장 건립설계시 수영장과 빙상장에 이 재료를 사용할 수 있는 기회를 갖도록 노력중에 있다.

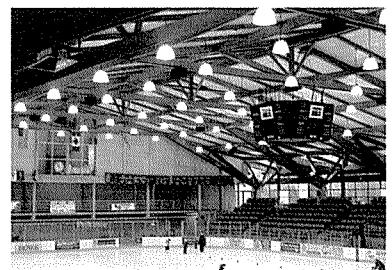
재료의 특성과 이 재료를 창안한 Macmillan Bloedel 회사의 Research and Technology에서 연구한 Mr. Mark T. Churchland(PHD)박사, 연구원 Radul. Marcea, British Columbia 대학교의 Frank Lam(PHD)박사 등등은 Wood Science Department의 수석 연구위원들로 Trus Joist Macmillan 회사에서 제작하는 모든 자재의 실험 등을 산학연구를 중심으로 꾸준히 개발, 발전시키고 있는 것을 보았다. 특히 설계사무소 Lubor Trubka Associates의 창설자 Mr. Trubka는 Mr. John H. Peddle 구조기술자와 함께 좋은 대형목재 설계 개발에 많은 열을 올리고 있었는데 이곳의 연구진들이 개발한 Parallam Truss는 나무로써 43m를 넘는 Span을 지탱하고 있으며 두부재의 배치, 접합쇠붙이 등은 아주 효과적인 방법으로 하중이 주어



목재 Parallam Truss 전천나무 Deck Board 시공



나무로 출입구 Canopy를 설계한 사례



Abotfort Recreation Ice Rink와 목재 Truss Parallam의 구조, 조화 잘 어울리는 건축적 장면(Span 43m)

집과 동시에 미관상으로도 탁월한 구조로 되도록 설계되어 있음을 확인했다.

예를들어 부재에 가해지는 힘은 인장과 압축에 탁월한 Parallam의 특성을 살려 굴곡에 대한 힘을 적게 하고 있었으며, Steel(철재)제품의 접합 연결부위는 Parallam의 Truss내에 매입되어 아름다운 목재 외관을 갖도록 연결철재를 Parallam속에 끼워넣는 등 철재가 외부의 화재로부터 보호되도록 배려했던 것 등은 좋은 참고가 됐다.

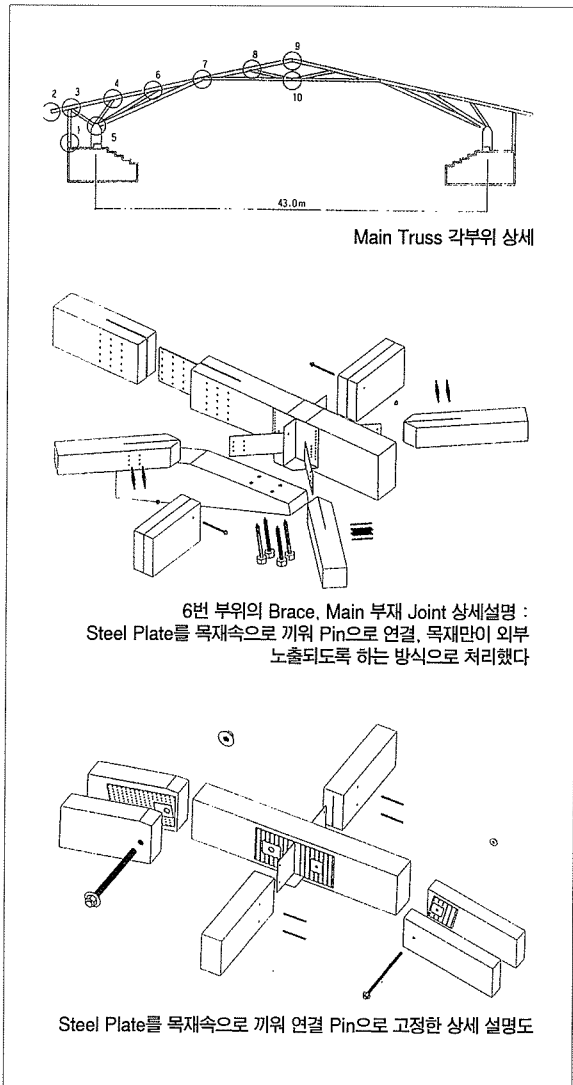
시공과 설계에서 철골구조, 집성목재(Glulam), Parallam 목재 등 3가지 자재를 비교 검토했었다는 설계자의 설명에서 경제적으로 Parallam의 특성 때문에 가격이 저렴하며, 구조재료로서의 특성이 상당함을 UBC에서의 실험 Data를 보고 알 수 있었다. 아래의 사진들은 실제 Mr. Trubka가 설계했던 운동시설, 체육회관, 빙상장 등의 현장사진인데 대형구조재를 건축미와 조화있도록 설계했음을 입증할 수 있었다.

주택이나 소형구조 건물보다 대형규모 건물에 목재를 더 잘 이용할 수 있다는 입증은 한 셈이 된 것이다. 이고를 캐나다에서는 목조교량까지도 Parallam목재를 사용하여 시공설계가 추진중인 것을 보았는데 대형 구조재일수록 철재 대신 목재를 사용하여 환경친화적 요소를 갖춘 건물을 짓고자 노력하는 건축가들의 정열에 많은 찬사를 보내고 싶다.

이곳에서 상세 연결부위의 주부재와 부재연결 상세도를 도면으로 보면 다음과 같이 설명될 수 있다. 상세번호 6번을 예로들어 설명을 하면 상현재와 스트럿 부재의 Joint 부분의 부속품과 재료의 연결상태를 목재가 철재를 감싸고 외부에 철재 Joints가 표출이 적도록 특수고안하고 못핀을 특수재료로 관해서 그것을 이용 목재속으로 날카롭게 끼워넣은 Steel Plate판 속에 주철핀을 넣어 Joint를 연결하는 방식을 썼다.

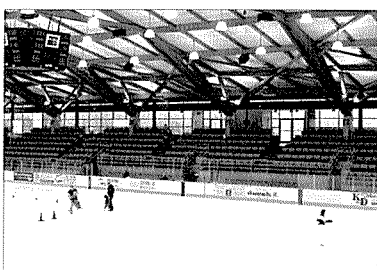
이 핀을 Draft Pin 및 Bolt라 칭하고 모현재를 이런 연결방식으로 인장력이 강한 목재의 특성을 잘 이용하고 있어 소개한다.

Truss Joist Macmillans 회사에서 생산되는



목구조재는 회사의 엄밀한 구조실험을 거쳐서 생산되는 품목들로 Microllam, Parallam, Timber Strand, Silent floor 등 다양한 제품이 있으며 각기 그 특성별로 선택해서 사용할 수가 있다. 한마디로 구조재로서 필요한 힘과 전단력이 매우 강하도록 생산된 목조구조재들인데 Mi-crollam이나 Parallam의 이용환경은 다양하다.

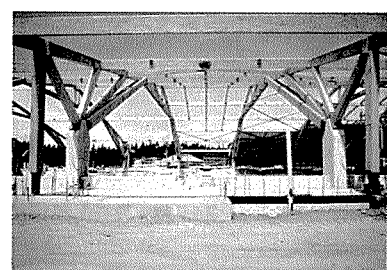
Parallam의 재료 제품은 2피트(60cm)나 8피



Span 43m 이상을 목조로 시공하여 대형공간을 나무 Truss로 잘 지은 Vancouver의 체육관, 공사비가 Steel Truss와 동일하다.



Ice Rink와 목재 Truss로 시공한 Canada의 South Surrey 체육회관내 전경 (정말로 잘 어울리는 경제적 구조물이다)



Parallam 나무 Truss의 시공장면

트(240cm)정도의 Veneer처럼 된 가닥들을 Douglas Fir, Southern Pine, Western Hemlock, 그리고 Yellow Poplar Tree 등으로 잘게 썬 자재로 생산하는 구조 부재이다.

Macmillan Bloedel 연구소는 나무구조부재에 관한 가히 세계적 연구중심센터라고 칭할만하다. 필자가 직접 만나본 Derek Barnes와 Mark Churchland 박사는 Parallam 구조재발견 및 생산연구의 주역이었는데 이 연구소에서 결국은 이런 부재의 생산을 만들 수 있었던 것은 나무가 많은 이곳 콜럼비아주의 적극적 지원과 환경문제에서 정책 제일우선으로 하고 있는 정부 정책 등에서 가장 훌륭한 이런 제품을 연구할 수 있었으리라 생각된다.

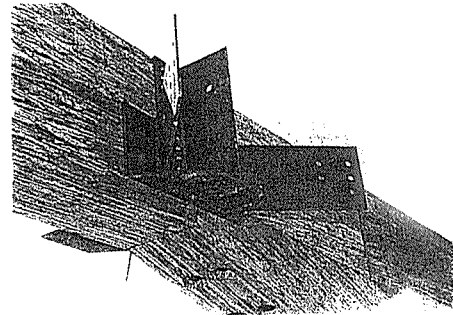
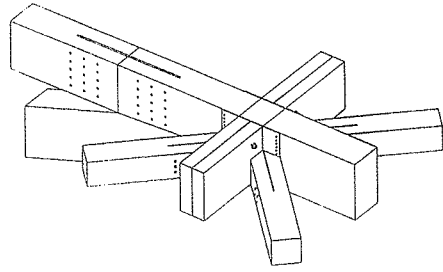
Roof Design

이곳의 Truss는 이중 부재를 썼는데 부재연결 부위는 전부 철재로 연결했고, 여기엔 Steel Connection Plate를 이용했다. 이 SCP는 나무속으로 구성재 시공시 넣었기 때문에 외관으로는 보이지 않는다.

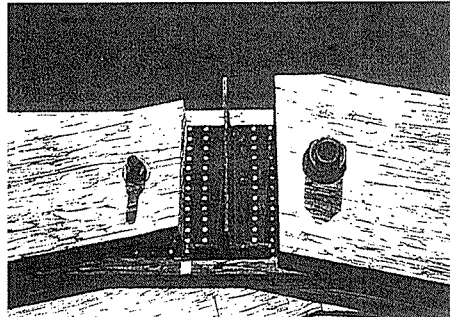
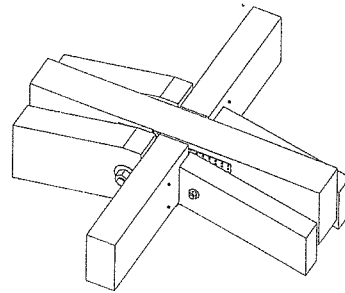
여기 쓰여진 Connection Steel Plate는 Griplam Nail 또는 Glulam Rivets라는 철못을 쓰고 있는데, 이것 역시 Truss Joist Macmilan 회사에서 Forintek 회사의 지원아래 개발된 특수 못이다. 이 연결 못(Glulam Rivet)의 생산으로 이 부재의 구조재료로서의 대단한 능력을 갖게 된 것이다.

Abbotsford Recreation Centre는 지진 Zone에서 요구하는 구조 부재 정도를 견디도록 설계하였고 또한 그 엄청난 무게를 Concrete 기둥과 기초에 전달 할 수 있도록 설계됐다.

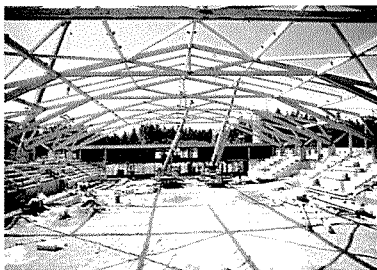
V자형과 X자형으로 배치된 Steel Straps들이 Wood Decking과 Rigid Insulation 사이에 설치되어 무거운 목재 무게 등을 기둥에 전달하도록 설계됐다. 이것은 Timber 구조에서 최신타재의 이용을 극대화한 방법임을 알 수 있는 예라 생각된다.



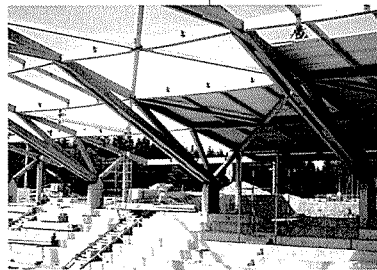
Main 부재와 Supporting부재와 Brace부재의 연결방식 Joint



9번 부위의 상세도



대형목조 Truss 공간 시공장면



Concrete 기둥과 목재 Truss의 지지 부위의 연결 상세 시공장면



South Surrey Ice Arena 관람석 복도 (설비 박문규 소장, 구조 박성수 소장)

Fire Safety

Abbotsford Recreation Centre의 경우는 Sprinkler를 설치하지 않았다. Steel Truss의 경우는 Sprinkler 설치가 필수적이다.

이 Sprinkler는 규정에 의해 45분간 화재 방지 시간을 요하는데 목재 표면이 그대로 표출되는 이 시설물은 45분 내화구조 규정에 합당하므로 추가 Sprinkler를 설치하지 않았다.

화재, 내화구조규정에 합격한 이 구조재는 모든 실험에서 Steel보다 더 좋은 실험결과치를 갖고 있다 한다.

Heating, Cooling and Condensation Control

이 Abbotsford Recreation Center는 1년 내내 운영되는 체육시설인데 설계에서 에너지절약형으로 시설을 만드는데 최대의 역점을 뒀다고 한다. 필자가 방문해서 직접 확인한 바에 의하면 넓은 전체시설 외벽을 전부 단창으로 설치됐었고 Ice Rink에는 얼음이 얼어 스케이팅 선수들이 한 판 승부를 겨룰 찰라였는데 Condensation 문제 등을 어떻게 해결했는지 지대한 관심을 갖고 이 문제를 관찰한 바 있다.

첫째는 브라인파이프를 통해 얼음을 얼리는 기계실에서 Waste Heat는 모두 재사용할 수 있도록 설계되었고 이런 계획은 Compressor Energy를 10%정도 사용, 결과적으로 1년에 약 3만달러의 에너지 저축효과를 나타냈다고 한다.

이곳에서 Waste Heat는 선수들 샤워실에 더운물 공급, 선수 락커룸의 Ventilation과 관람석의 난방, 빙상장의 외부공기, Pool Ventilation, 깎아낸 얼음조각 녹이기 등에 사용하여 열효율을 극대화시키고 있음을 알 수 있었다.

이 모든 장비는 전부 Computerized Control System으로 히팅, 쿨링, 라이팅 등을 운영하고 있었다.

Dry-O-Tron 이라는 열회복기기는 Dehu-

midification에 지대한 효과적 기자재이며 이것으로 인해 기기의 Dehumidification 기능을 충분히 하는 특징을 공부할 수 있었다.

즉, 단창으로 인해서 염려됐던 결로현상을 완전히 해결할 수 있는 특이한 Know How로 생각되었다.

Acoustics

방음, 흡음 등에 대한 효과가 대단히 좋았다. 이는 목재가 철재보다 이러한 효과 면에서 더 좋은 상황임은 익히 알려져 있는 바다. 더욱이 Tectum Panel이 전체 소음을 40%이상 잡아줘서 흡음효과가 대단히 좋았다.

이런 것은 목재로부터 얻을 수 있는 큰 장점으로 판단되어진다.

이글에 소개된 사진들은 캐나다 Vancouver South Surrey에 위치한 South Surrey Ice Arena 빙상경기장으로 대형 목재를 아주 적절히 사용해 멋있고 좋은 건축적 이미지를 지니고 있다. 이 빙상경기장의 설계자는 Lubor Trubka(Architect)이며 설계자문은 Consoultant, Julius Natterer(Switzerland)가 맡았다. <사진자료 : Macmillan Bloedel Ltd.>

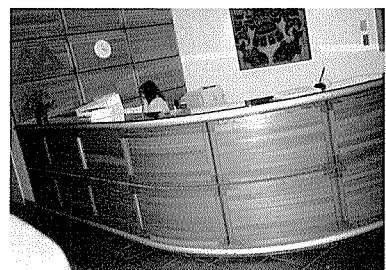
- 필자 주 -



목조체육시설로 지어진 아름다운 외관을 갖춘 South Surrey Ice Aren 체육관(지역 체육시설로 국민체육진흥에 한 몫을 담당하고 있다)



기둥과 목재 연결부위에서 철재 연결 상세



Counter를 나무로 시공해서 친근감이 더한 Reception Counter