

오스트레일리아와 뉴질랜드의 목조주택 생산체계와 기술

-현지조사 보고-

안국진(동경대학 건축학전공 박사과정)

목 차

1. 들어가며.
2. 오스트레일리아 서부의 목조주택생산
3. 오스트레일리아 동부의 목조주택생산
4. 뉴질랜드 북섬의 목조주택생산
5. 나가며 - 오스트레일리아 뉴질랜드의 목조주택 기술

1. 들어가며

현재 연재하고 있는 일본목조주택시장의 글을 대신해서, 최근 필자가 현지 조사한 오세아니아의 목조주택에 대한 내용을 간단히 소개하고자 한다.

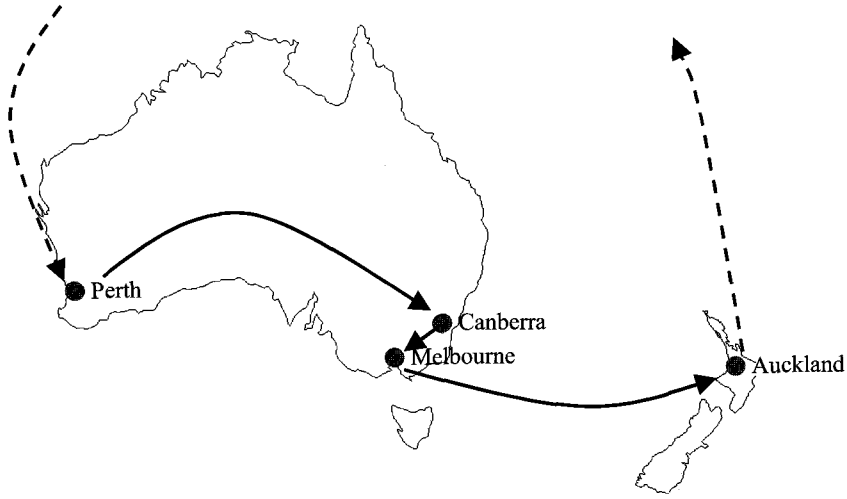
필자는 최근 2006년 10월4일부터 10월19일까지 15박16일 일정으로 호주와 뉴질랜드의 합판공장, 제재공장, 집성재공장, 홈센터 및 주택건설현장의 시찰, 그리고 관·민·학계의 전문가와 인터뷰를 통해 목조주택시장의 생산체계와 기술상황을 파악하고 돌아왔다.

작년에는 일본 전국 조사를 시작으로 한국, 중국의 아시아와, 캐나다 미국의 북미의 목조주택 현지조사를 실시했었다. 이러한 조사는 일본 투바이포 건축협회의 연구조성 사업에 의해 연구비 지원을 받아 진행하고 있다. 이번 조사에 동참했던 동연구실의 나카야마(中山, 동연구실의 석사2년)군은 홈 센터연구회의 멤버로 토스텨뮌건설산업진흥재단(トステム建材産業振興財団)으로 부터 연구비를 지원받아 따라 나섰다. 나카야마와는 나리타공항에서 출국 2시간 전에 만나 환전과 출국심사를 마치고 탑승을 하였다.

오스트레일리아와 뉴질랜드의 조사계획은 출발 3개월 전인 올해 7월부터 우드원이라고 하는 일본 목자재 유통업체의 나카모토(中本)사장으로 부터, 뉴질랜드 기스본의 우드원 공장에 근무하

고 있는 이즈카(飯塚)氏를, 일본 주택·건축국제협회의 니시노(西野)씨로부터 국토교통성(한국 : 건설교통부)에서 현지에 ABCB에 파견 근무하고 있는 하타(畑)氏를 각각 소개 받고, 다시 그들과의 일정에 대한 협의와 각 방문 도시의 안내자를 소개 받아, 10월에 현지조사를 가게 되었다. 조사 일정은 다음과 같다.

- 10/04 (水) 도쿄 출발, 홍콩경유, 기내 숙식
- 10/05 (木) 오스트레일리아 퍼스 도착, 현지 안내인 공항 접촉,
주택건설현장시찰(2×4 목조주택, 벽돌주택), Home Center(Bunning)訪問
- 10/06 (金) 퍼스에서 차로 2시간 이동, LVL 및 제재공장 견학(Wesbeam)
- 10/07 (土) 퍼스 관광
- 10/08 (日) 항공기를 이용 캔버라이동
- 10/09 (月) ABCB(Australian Building Codes Board : 호주 건축기술평의회)방문,
Steve Hudson기술부장으로 부터 지역별 주택 구법과 기술에 관한 설명경청.
- 10/10 (火) 제재공장시찰(IFP), 캔버라 시내의 주택공사현장견학
MBA(Master Builders Association : 건축업협회)을 방문하여, Wilhelm Harnisch
회장으로부터 목조주택생산체계와 자재유통실태에 관해 인터뷰
- 10/11 (水) 항공기로 Melbourne이동
- 10/12 (木) 외장재와 바닥재 및 방부목의 제작공장 시찰(Tasco),
멜버른 근교의 주택건설현장 견학
- 10/13 (金) Home Center(Mega)방문하여 유통과정에 대해 인터뷰.
목자재 도매상을 방문, 트러스 제작공장(Bradcoe Trusses) 시찰.
집성재제조공장(APTL) 시찰, 가구재 제작공장(ABD)시찰, 주택건설현장 견학
- 10/14 (土) 비행기로 뉴질랜드의 오클랜드 이동
- 10/15 (日) 오클랜드 관광
- 10/16 (月) 오클랜드 대학 토목·자원공학과의 Richard Hunt교수와 Colin Nicholas강사로부터
2×4 주택의 기술에 관한 인터뷰와 실험실 견학.
오클랜드에서 북쪽으로 차로 3시간 이동 Whangarei에 도착,
제재공장((TDC sawmills)과 Truss工場(ITM ROSVALL)의 시찰,
다시 오클랜드로 이동
- 10/17 (火) Truss공장(Origin Timber Frame)방문하여 Robert Grimmer공장장과 주택공급실
태에 관한 인터뷰 및 공장시찰. 오클랜드 근교의 주택건설현장 시찰,
주택메이커(Fletcher Residential)의 W. Camenzind 주택개발 부장으로부터 뉴질랜
드의 주택공급체계에 대해 인터뷰, 주택개발단지 및 모델하우스 시찰
- 10/18 (水) 항공기로 오클랜드 출발, 홍콩도착, 홍콩에서 숙박
- 10/19 (木) 홍콩출발, 도쿄에 도착



<그림 1> 오스트레일리아와 뉴질랜드 목조주택 조사경로

이번 조사 결과는 보다 자세하게 2007년 4월 일본 투바이포 건축협회에 보고서로 제출될 예정이다.

2. 오스트레일리아 서부의 목조주택생산

도쿄를 출발하여 홍콩을 경유하여, 다음날 아침 7시 반에 퍼스에 도착했다. 호주는 농산물에 대한 심사가 엄격하여, 입국심사 시간이 꽤 길어졌다. 퍼스에서는 목조주택 자재공급 회사를 가지고 있는 퍼스 현지인의 Ross Davies씨가 공항에 마중 나왔다. Ross Davies 씨는 퍼스에서의 모든 현장안내를 맡았다. 첫 번째 조사는 퍼스에 현재 시공하고 있는 주택건설현장이다.

이 지역은 다른 지역과 다르게 목조주택이 주택시장의 약 10%로 적은 규모이며, 대부분 약 90%가 더블 벽돌을 이용하여 주택을 건립하고 있다. 그 이유로 이 지역은 산림이 거의 없고, 주변이 사막과 같은 곳으로 나무 보다는 흙이 많다. 호주의 동부나 중남부는 산림자원이 있지만, 산림자원이 별로 없는 서부에까지 목재를 공급하는데 운송비가 많이 들어, 결국 이 지역에서 쉽게 얻을 수 있는 흙을 이용하여 붉은 벽돌을 생산하고 있다. 또한 호주는 영국계가 많아 과거 상류사회의 주택들은 붉은 벽돌을 많이 사용하고 있어, 붉은 벽돌을 지금까지 많이 선호하고 있었다. 오스트레일리아의 주택은 일본 주택과 비교해서 부지면적이나 건축면적에 있어 여유 있어 보인다. 일본의 목조주택은 2층이나 3층이 보통이지만, 이곳에서는 1층의 주택이 일반적이며, 다운타운에서나 고층 아파트를 볼 수 있다.

바다가 보이는 퍼스의 높은 언덕에 위치한 전망 좋은 주택은 직접기초로¹⁾ 하여 기초로부터 경

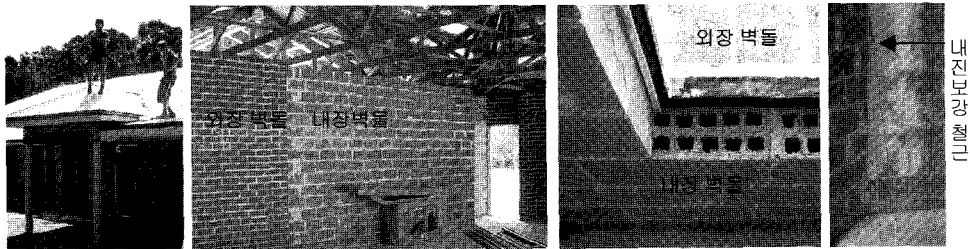
1) 직접기초 ; 기초판의 하부에 경미한 잡석다짐, 모래다짐의 지정을 하든가 또는 기초판을 직접 지반에 올려놓은 구조를 말한다

량철골의 하부 기둥이 1층 바닥 면을 지탱한다. 1층 바닥면의 장선은 경량철골로 되어 있는데, 그 이유는 이 일대에 흰개미가 많이 서식하고 있어, 바닥에 접하는 면은 모두 경량 철골재를 사용하고 있다. 이 집의 가장 어려운 시공은 1층 바닥의 수평을 맞추는 것인데, 기초에서부터 연결된 철골 기둥과 1층 바닥의 장선을 나사와 볼트로 높이를 조절하여 수평을 맞추고 있다.



<그림 2> 퍼스의 목조주택건설현장

퍼스의 다른 주택건설현장으로 더블 벽돌의 주택을 찾아갔다. 주택에 사용되는 벽돌은 외벽의 내장과 외장에 각각 다른 종류의 벽돌을 사용하고 있었다. 외장에 사용되는 벽돌은 그대로 밖으로 노출되기 때문에 값비싼 벽돌을 사용하고 있지만, 내장에 사용되는 벽돌은 외장용 벽돌에 비해 크고, 몰탈을 바르고 석고보드로 마감하여 눈에 보이지 않기 때문에 값싼 벽돌을 이용한다. 내장용 벽돌은 몰탈 접착효과를 높이기 위해 오목하게 군데군데 파여 있다. 또한 내진을 위해 가는 철근을 구멍이 뚫린 벽돌 안으로 연결하여 시공한다. 다만 더블 벽돌조의 주택이라 하더라도 지붕은 모두 목조로 조립하고 있었다.



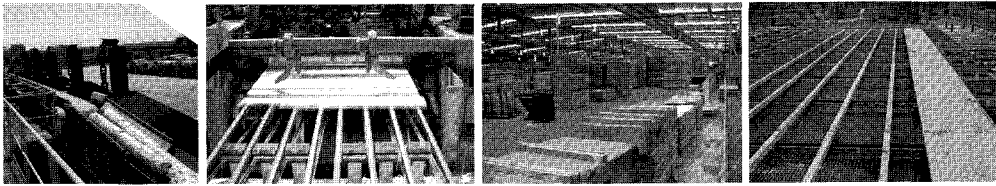
<그림 3> 퍼스의 벽돌주택 건설현장

호주에는 여러 홈센터²⁾가 있는데, 그 중 Bunnings이라고 곳을 방문하였다. 이곳에는 주택에 필요한 모든 부품을 판매하고 있는데, 이곳의 특징은 점포 내에 차를 주차 시킬 수 있는 공간이 있어 물건을 구입하는 소비자가 바로 물건을 실을 수 있는 공간이 있다. 이곳의 주 소비자는 전문 주택시공업자와 일반 소비자로 특정고객에 한하지 않고 골고루 분포하고 있다.

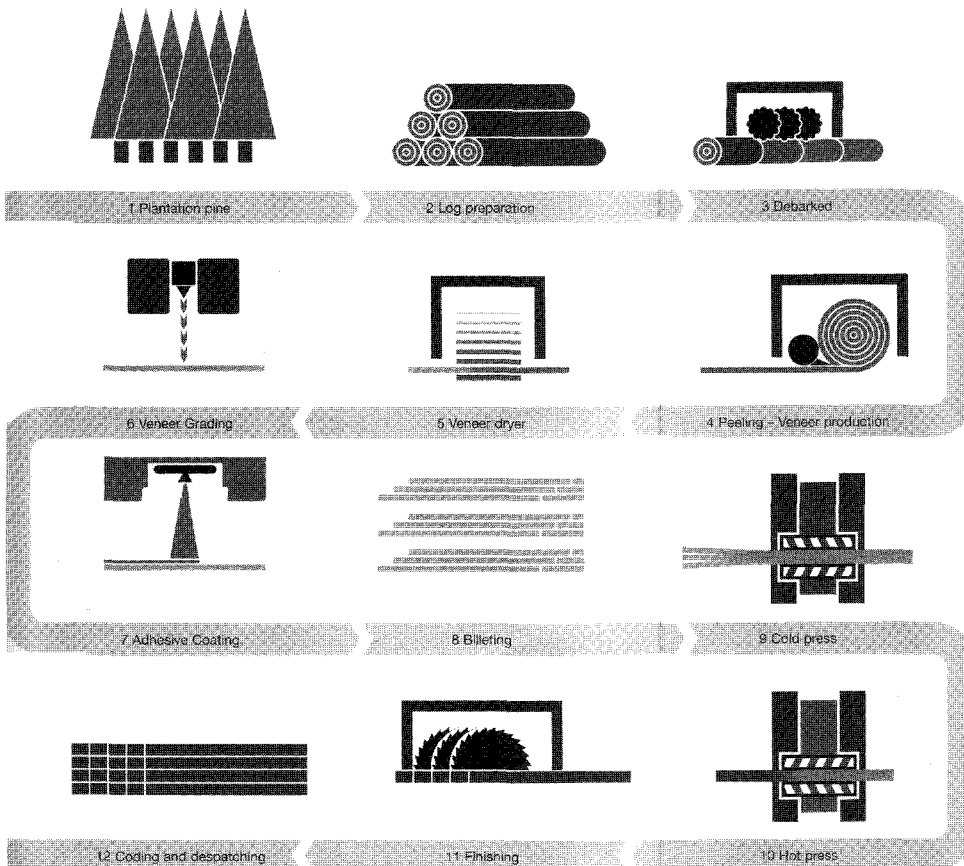
2) 홈센터라고 하는 용어는 북미의 영향으로 일본에서 주로 사용하고 있는 용어이며, 호주나 뉴질랜드는 merchant라는 용어를 주로 사용하고 있다



<그림 4> 퍼스의 홈센터 Bunnings



<그림 5>



<그림 6> Wesbeam공장의 생산공정

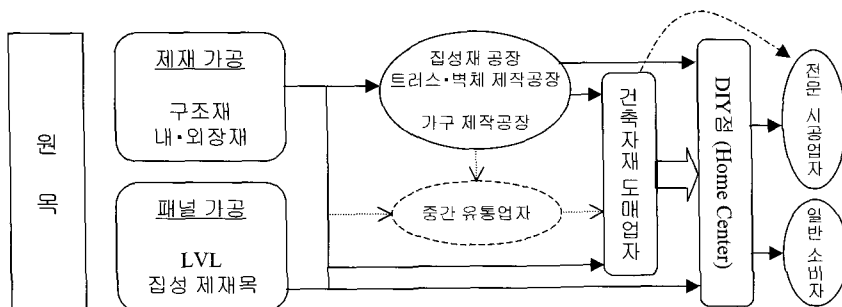
다음으로 원목을 LVL 제재목으로 가공하는 공장을 찾아갔다. WESBEAM라고 하는 공장은 퍼스에서 북쪽으로 약 45km 떨어진 곳에 위치하고 있다. 이 공장에서 제작된 LVL은 합판으로 사용되거나, 각재로 절단하여 용도별로 사용되고 있다. 이 공장에 있는 기계는 주로 핀란드에서 수입하였으며, 일부 기계에 대해 일본에서 수입하였다. 이 공장에서 제작된 제품은 주로 퍼스의 목조주택 자재로 공급되고, 벽돌조 주택의 지붕 트러스재로도 사용되고 있다. 현재 호주는 호경기로 국내 보급만으로도 공급처가 충분하여, 해외로는 수출을 하지 않고 있다.

Wesbeam공장의 제재생산 공정은 (그림6)에 표기되어 있다. 가공공정은 먼저 원목을 원하는 길이별로 가공하고, 원목을 얇게 베어내어 베니어로 가공한 후, 건조시키고, 품질의 등급을 정한 후 등급별로 분리한다. 각 등급 별로 베니어 면에 접착제를 바르고, 접착시킨다. 베니어의 접착면이 잘 붙도록 하기 위해, 강한 압력을 가하고, 고열을 가하여 압축시킨다. 이후 마지막으로 필요한 용도의 치수에 맞게 각재로 절단한다.

3. 오스트레일리아 동부의 목조주택생산

오스트레일리아 동부지역에서는 캔버라와 멜버른을 중심으로 알아보았다. 이 두 도시를 조사하게 된 이유로, 캔버라는 오스트레일리아의 수도로 관공서와 협회의 본부가가 밀집해 있어, 건축기준이나 규제, 주택생산체계, 건축기술 등의 전반적인 상황을 파악하기 쉬운 곳이다. 멜버른은 인구가 약 400만 명의 대도시로 민간업체가 밀집해 있어, 실제 목조주택생산체계나 기술적 상황 파악이 쉬운 도시이다.

목조주택시장에 목자재유통의 생산체계를 파악하기 위해 아래의 그림 7에 해당하는 업체를 모두 방문하였다. 우선 제조공장을 시찰하고, 보다 정확한 유통체계를 파악하기 위해, 도매상과 DIY점을 방문해 유통체계를 확인하는 것으로 조사를 진행했다.



<그림 7> 호주의 목자재 유통을 파악하기 위한 조사방식

호주 목조주택 표준 기준과 기술을 파악하기 위해, 수도 캔버라에서 ABCB³⁾와 MBA⁴⁾를 방문

3) ABCB(Australian Building Codes Board 오스트레일리아 건축기준 평의회)는 1994년 3월에 연방정부, 주정부, 특별지역정부의 건축행정 담당대신에 의해 정부 간 합의에 의해 설립되었다. 이곳에서는 건축물에 대한 기술적 요구

하여 설명 경청 및 인터뷰와 자료 열람하였으며, 민간업자와의 인터뷰 및 건설현장을 시찰하면서 기술적인 부분을 정리하였다.

참고로, 동부의 캔버라에서는 일본 건설성(建設省)에서 호주 ABCB에 파견근무 중인 하타 메구미(畑 めぐみ)씨가 안내를 해 주었으며, 멜버른에서는 건축자재 도매업을 하고 있는 Henry Jaworski씨와 Ian Fankhanel씨가 안내를 해 주었다.

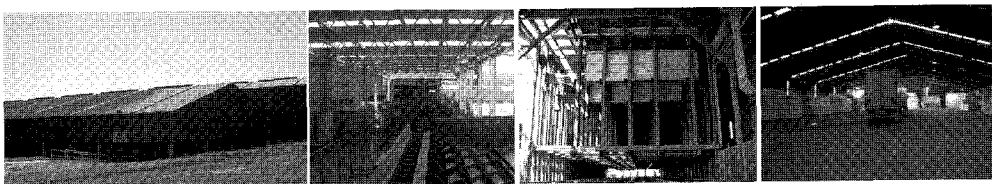
1) 목재의 가공 제작

제재를 제작하는 공장은 용도별로 구조재 공장과 내·외장재 공장으로 구분되며, 면재를 제작하는 공장은 합판공장이 있다. 1차 가공된 제품은 다시 집성재 공장이나 MDF공장에 2차 가공된다. 목질에 대한 가공을 모두 마치면, 트러스, 벽체 제작 공장이나 가구공장으로 보내져 용도에 맞게 가공 제작된다. 이후 기술자의 손에 넘겨져 현장에서 조립하는 과정을 거친다.

원목을 제작하는 공장은 제재로 제작하는 공장과 패널로 제작하는 공장으로 구분된다. 호주 동부의 제재공장은 수도 캔버라에서 약간 떨어진 IFP라는 구조재 제작 공장과 멜버른 근교의 Tasco라고 하는 내·외장재 제작 공장을 시찰했다.

두 공장 모두 원목을 가공, 건조하여 출하하고 있는데, 이 원목은 Radiata Pine(라디에타 파인)으로 호주의 동부와 중남부에서 벌목된 원목을 공급받고 있다. 라디에타 파인은 호주와 뉴질랜드에서 주로 조립되는 나무로 목조주택에 사용되고 있다. 라디에타 파인은 아시아 지역에서도 수입하고 있는데, 방부액의 침입도가 우수하여, 주로 외부 데크나 토대 등의 방부목에 사용되고 있다.

IFP라고 하는 공장은 1973년에 설립되어, 현재 가공중이지만, 기계장비가 많이 낙후되어 있다. 이공장의 기계는 원목을 돌려가며 심재와 변재⁵⁾ 등의 강도를 구분하여 가공하기 때문에 시간도 많이 소요되는 단점이 있다. 참고로 현재 보급되고 있는 제재 공장의 새로운 기계는 원목을 기계에 투입시키면, 바로 원하는 치수의 제재가 가공되어 크기별 용도별로 구분되어 나온다. 이 공장에서 가공된 제재는 주로 동부의 시드니와 멜버른 등의 대도시에 공급되고 있으며, 뉴질랜드에 일부 수출하고 있지만, 호주의 서부에는 운송비 문제로 공급량이 아주 적다고 한다.



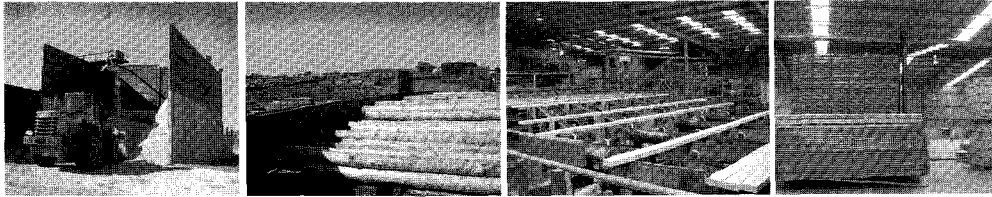
<그림 8> 캔버라 근교의 구조재 제작공장 (IFP공장)

를 충분히 소화하여 건축기준과 규격을 작성 관리하고, 건축 규제 및 제도를 개발하는 것이 임무이다.

4) MBA(Master Builders Association 건축업협회)

5) 목재 안쪽의 빛깔이 짙은 부분을 심재(心材)라고 하며, 바깥쪽의 백색 또는 담색의 부분은 변재(邊材)라고 한다. 라디에타 파인은 변재부위가 구조적으로 강하여 구조재로 사용되고 있으며, 심재는 외부 가설재로 사용되고 있다.

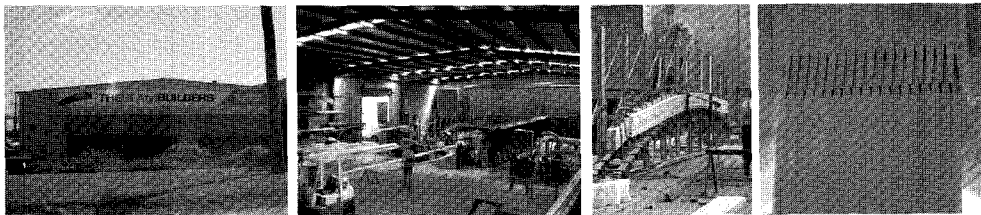
또 다른 제재공장으로 내·외장재를 공급하는 공장은 Tasco라는 곳이다. 현지공장을 방문하여 알게 된 것이지만, 이 공장은 한국의 동화기업의 자회사로 멜버른 근교에 97년경에 설립하였다고 한다. 이 공장의 기계는 핀란드에서 수입한 것으로 원목을 기계에 넣으면, 원하는 치수의 제목이 크기별로 분리되는 새로운 기종이다. 가공된 목재는 주로 호주 국내에 공급하고 있다. 현지 공장 사무직원으로 동화기업의 한국 사람들도 더러 근무하고 있다.



<그림 9> 멜버른 근교의 외장재 생산공장 (Tasco공장)

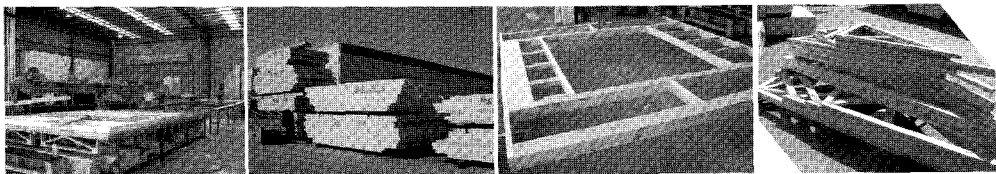
2) 제재목을 이용한 집성재, 트러스, 가구재의 제작 공장

제재목을 이용하여 2차 가공하는 공장들은 일본에 있는 공장에 비해 규모가 작다. 집성재는 호주에서도 마찬가지로 가격이 비싸서, 특수 구조물이 아니면 집성재를 사용하지 않는다. 목조주택 내에서는 개구부를 크게 하거나 스패 간격이 클 경우 구조적인 이유로 집성재를 사용하지만, 가격적인 면을 고려하여 일부분에 H철골이나 경량철골을 목조주택에 사용하는 경우도 있다.



<그림 10> 멜버른 근교의 집성재 제작공장

호주나 뉴질랜드 신축주택의 약90%는 공장에서 미리 생산된 트러스와 벽체를 사용하고 있다. 호주는 인건비가 비싸기 때문에, 가능한 공장에서 생산하고 현장에서 조립만 하여 공사비를 줄이고 있다. 한국은 목조의 수요가 많지 않아, 이러한 공장이 거의 없고, 현장에서 목수가 벽체와 트러스를 제작하고 있는 상황이다. 일본의 경우는 2x4주택착공수가 많아 트러스 제작 공장의 규모가 크다. 하지만 호주는 인구밀도가 높지 않고, 주택 신축량이 적어 공장도 중소규모로 작다.



<그림 11> 멜버른 근교의 트러스 벽체 제작공장

3) 자재의 유통

호주의 목자재의 유통은 70%가 국내에서 조립된 라디에타 파인이다. 수입목은 전체 목재 공급량의 30% 정도로, 주로 인도네시아에서 원목을 수입하고, 일부 북미나 북유럽에서 원목을 수입하여, 국내에서 가공 건조하여 사용하고 있다.

목조주택에 사용되는 합판은 대부분 LVL을 사용하고 있으며, 북미에서 사용하는 OSB는 호주에서 사용되지 않고 있다. 북미에서 수입하고 있는 공학목재는 2층 바닥 면에 쓰이는 I-Joist 일부에 국한해 수입하고 있다. 호주의 목재 수출량은 중국 한국 일본 등지에 방부목을 수출하고 있으며, 그 외 국가로는 수출량이 아주 적다.

호주내의 자재유통에 있어서, 공장에서 생산된 제품이 홈센터나 소비자에게 직접 공급되는 경우는 거의 없다. 공장 생산된 목제품은 중간유통업자나 도시 근교에 큰 창고를 가진 도매상을 거쳐 일반 시중에 공급되고 있다. 중간유통업자나 중간 도매상은 홈센터, 재래DIY점⁶⁾, 시공업자로부터 필요한 물품과 양을 주문받아, 각 공장에 주문한다. 이후 중간 도매상은 공장들로부터 견네 받은 물품을 홈센터와 시공업자에 공급하고 있다.

호주에는 여러 홈센터 업체가 있다. 메가라고 하는 홈센터는 대량으로 물품을 구입할 경우 저가로 판매하는 시스템을 가지고 있어, 일반 소비자 보다는 전문 시공업자나 일부 소매상을 주 고객으로 하고 있다. 예를 들어, 주택시공업자는 주택 한 동을 신축하는데 필요한 모든 자재와 부품을 메가라고 하는 홈센터에 의뢰하면, 홈센터는 집하장과 같은 곳으로 주문받은 부품들을 일괄하여 시공업자에 견네준다. 아래의 왼쪽에서 첫 번째 사진은 메가라고 하는 홈센터의 외부전경이며, 두 번째 사진은 시공업자가 홈센터에 주문한 물품을 싣는 곳이다. 3번째 사진은 재래 DIY점이다. 이곳에서도 시공업자에게서 주문을 받은 자재나 부품을 공급하고 있다. 하지만, 일반 소비자가 직접 이곳을 찾는 경우는 거의 없다. 4번째 사진은 도시 근교의 도매업을 하는 업자가 소유하고 있는 물품 창고이다. 공장에서 주문한 물품을 이곳 창고에 보관해 두었다가, 시공현장이나 홈센터 등에 공급한다.



<그림 12> 멜버른 근교의 유통업자

4) 주택 시공현장

호주 서부지역은 더블 벽돌조가 많았던 반면, 동부에서는 내장을 목재로 하고 외장을 벽돌로 쌓는 방식을 하고 있다. 이곳의 건축자재를 스틸, 목재, 벽돌 등으로 구분하여 가격비교를 해보면, 목재가 가장 저렴하고, 스틸, 벽돌 순으로 비싸다. 영국계가 많은 호주 인들은 붉은 벽돌이 과거

6) DIY : Do it yourself의 약자로, 호주에는 주택의 증축·개축공사 뿐만 아니라 신축에도 주택 소유자 자신이 직접 공사하는 DIY가 보급되어 있다.

부터 부의 상징으로 되어 있어, 외장을 벽돌로 마감하고 있다. 이는 뉴질랜드도 마찬가지다.

목재의 치수는 북미와 아시아의 38×89mm 치수와는 다른 것으로 45×90mm이거나 35×90mm가 일반적이다. 이것은 자국 산업보호를 위한 것으로 여겨진다.



<그림 13> 캔버라와 멜버른의 주택건설현장

4. 뉴질랜드 북섬의 목조주택생산

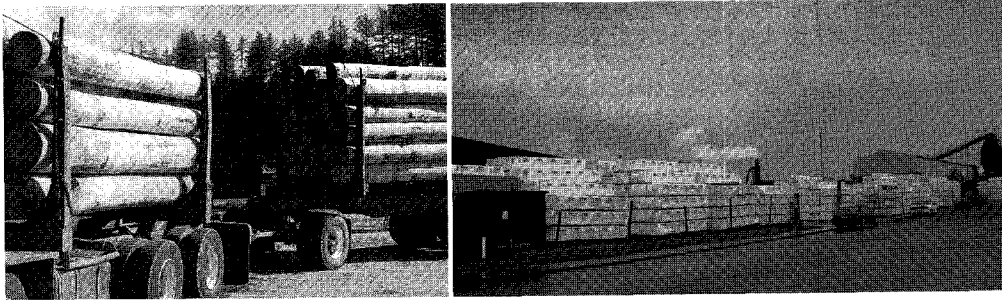
뉴질랜드는 남서태평양에 있는 섬나라로 영국연방에 속한다. 북섬과 남섬 2개의 섬으로 된 본토와 주변에 여러 섬들이 있다. 1840년 영국이 와이타이 조약을 통해 식민지로 삼았고 1907년에 독립하였으며, 인구는 2003년을 기준으로 400만 정도이다.⁷⁾ 오클랜드는 1865년 까지 뉴질랜드의 수도였으나, 이후 웰링턴으로 옮겨졌다. 개척초기에는 북섬의 중심으로 교통의 요지를 이뤄 급속하게 발전했던 도시이다. 조사기간 중 오클랜드의 시가지를 둘러보면, 아시아계가 급격히 증가하여, 오클랜드 한복판에 위치한 Queen Street라고 하는 거리는 중국과 한국인이 많다. 뉴질랜드는 농업이외에는 이렇다 할 산업이 없다. 대학을 졸업한 뉴질랜드 학생의 70~80%는 호주나 유럽 북미 쪽으로 취업이나 진학을 위해 떠나고 있다. 반면, 아시아계의 이주민이 계속 증가하여, 뉴질랜드는 현재 이주민 국가로 변화하고 있다.

뉴질랜드는 호주와 건축규격을 같이 적용하고 있기 때문에, 호주 동부의 지역과 생산시스템과 기술방식이 거의 흡사하다. 뉴질랜드에서의 조사는 NZWOOD이라고 하는 목재 가공 회사의 Bill Blackmore 이사와 우드윈 기스본 공장의 이즈카(飯塚) 영업부장이 안내해 주었다.

1) 목자재 가공 공장

뉴질랜드에서 원목을 제재목으로 가공하는 TDC공장은 Whangarei이라는 곳에 있는데, 오클랜드에서 북쪽으로 200여km 떨어져 있으며, 차로는 3시간 정도 소요된다. 이 주변에 산림이 많아 손쉽게 원목 조달이 가능하다. 그래서 인지, 오클랜드에서 이곳을 오는 도중에 많은 원목을 실은 대형트럭들을 쉽게 볼 수 있었다. 이 TDC공장은 캔버라에서 봤던 IFP공장처럼 기계가 낙후되어 있어, 공장내부의 사진을 찍지 못하게 하여, 공장 내부의 사진은 없다.

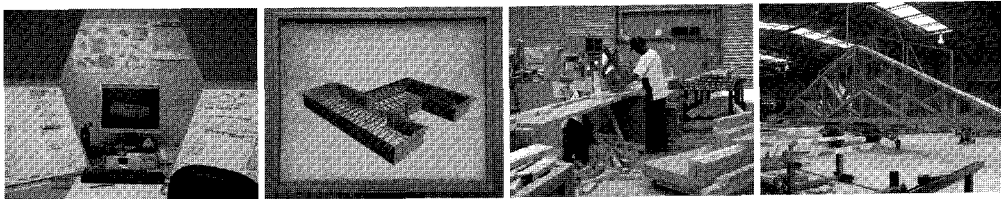
7) 백과사전 참고



<그림 14> Whangarei의 TDC 제재공장 외관

인접한 곳에 ITM ROSVALL이라고 하는 트러스 공장이 있다. 뉴질랜드의 주택은 호주와 마찬가지로 신축주택의 90%가량이 공장에서 생산된 트러스나 벽체를 이용하고 있다. 이 트러스 공장은 작은 규모로, 일주일에 5동 정도의 주택의 지붕 트러스와 벽체를 가공하고 있다. 이 공장은 작년에 새롭게 기계를 도입하였지만, 전자동 라인 시스템이 아니고 반 자동시스템으로 사람의 손이 많이 필요하다. 일본의 관동지역에 있는 미쯔이 홈(三井ホーム)의 전자동 라인시스템의 트러스 벽체 가공 공장에 비하면, 이 공장은 새롭게 기계를 도입하였으나, 규모나 성능 면에서 뒤떨어져 있다. 이 공장에서 제작된 트러스나 벽체는 오클랜드까지 차로 3시간 정도 떨어져 있어, 오클랜드까지 보급은 힘든 상황이다. 하지만 오클랜드에 사는 사람들이 이 근처에 별장을 짓는 경우, 이 공장에 트러스 제작을 의뢰하고 있다.

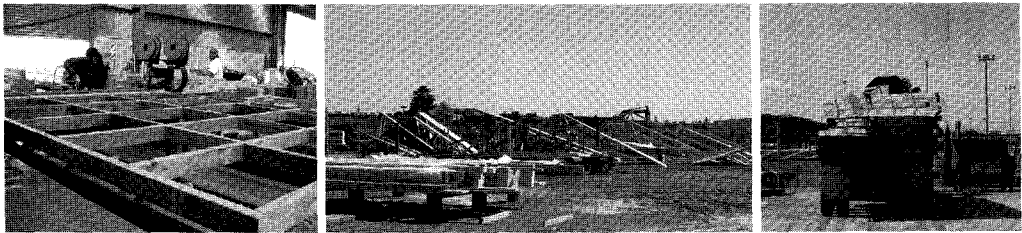
이 공장에 트러스 제작을 의뢰하는 사람은 주로 설계사무소이다. 그들은 도면을 들고 와 가능한 한 자재가 적게 들고, 저렴하면서도 구조적으로 안전한 트러스 지붕을 의뢰해 온다. 공장 측에서는 프로그램을 다루는 담당자가 설계사무소를 상대하며, 서로 상의하여 지붕의 구조와 가격을 결정한다. 이 공장에서 사용하고 있는 프로그램은 오스트레일리아와 뉴질랜드의 다른 트러스 공장에서 봤던 것과 흡사하다. 프로그램 담당자가 컴퓨터상에 트러스의 형태와 스펜간격 등을 입력하면, 입력조건에 맞는 구조재의 위치, 재료의 치수, 가격까지 결정해주고 있다. 공장은 설계자와 계약이 이루어지면, 실제 가공에 들어간다. 계약에 의해 이루어진 부재의 크기와 위치 및 조립방식 등의 데이터를 컴퓨터상에 입력하면, 공장 내의 기계는 입력한 수치대로 가공하고, 공장의 작업자들은 가공된 부재를 못으로 조립하여 완성시킨다.



<그림 15> Whangarei에 위치한 ITM 트러스 제작 공장

오클랜드 근교에 위치한 Origin Timber Frame이라고 하는 트러스 제작공장은 Whangarei의 ITM공장에 비해 규모가 크다. 이 공장 생산방식은 ITM공장뿐만 아니라 호주의 Bradcoe

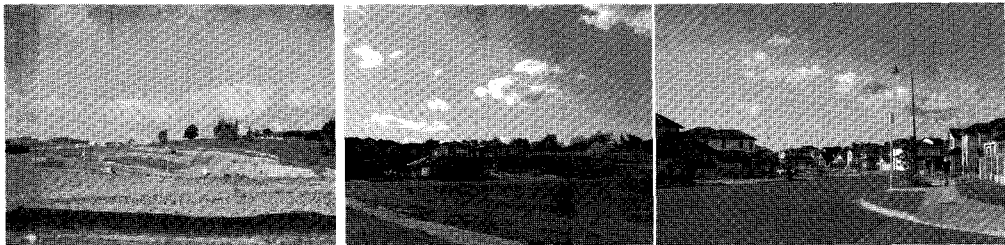
Trusses공장과 거의 흡사하다. 다만 이 공장의 특징이라고 하면, 생산방식이 아니라 계약방식이다. 공장은 뉴질랜드의 최대 주택메이커로 있는 Fletcher Residential라고 하는 기업의 자회사로 있기 때문에, 계약방식이 일반 설계사무소에서 의뢰를 해 오는 것보다 그룹 내의 DIY점에서 트러스 제작을 의뢰하는 것이 많다. 이 공장에서 생산된 트러스나 벽체는 반경 100km까지 공급하고 있다. 또한 수주량은 10월부터 12월까지의 봄에 수주량이 가장 많으며, 8월과 9월의 겨울에는 수주량이 적어 한가하다. 1월에는 여름휴가로 공장은 가동하지 않는다고 한다. 가공이 완료된 벽체나 트러스는 공장의 공터에 1동씩 구분하여 쌓아둔다. 뉴질랜드는 섬이 많아, 섬에서 주문한 주택들도 많다. 이들의 주택은 선적(船積)하여 운반해야 하므로, 부피를 최대한 줄이기 위해 부재만을 가공하고 현장에서 조립한다. 그렇게 했을 경우, 부피가 완성품에 비해 1/5정도 줄어드는 장점이 있다.



<그림 16> 오클랜드 근교에 위치한 Origin Timber Frame이라고 하는 트러스 제작 공장

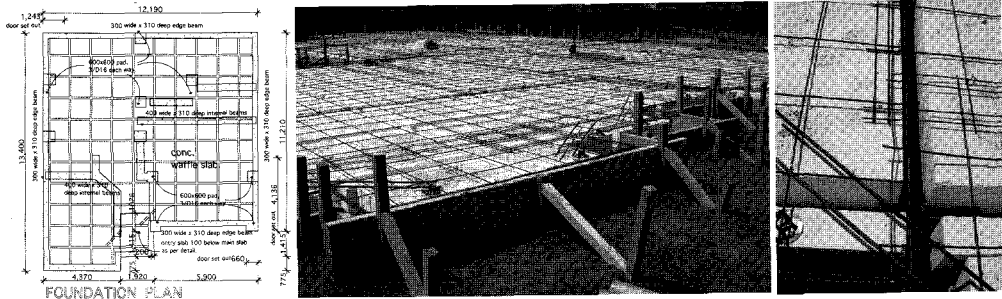
2) 주택건설현장

오클랜드 근교의 주택은 크기도 다양하지만, 뉴질랜드 최대의 주택 메이커인 Fletcher Residential기업에서 최근 분양하고 있는 주택단지에는 보통 대지 면적이 400~500㎡이며, 건축연면적이 200㎡ 정도로 주택가격은 1채당 4억원에서 4억5천만 원이라고 한다. 이 회사는 오클랜드 근교의 목장지대를 주택단지로 개발하여 주택을 분양하고 있다. 뉴질랜드는 주문주택보다는 분양주택이 많다. 이유는 뉴질랜드에 이민자 등이 많아서 이주하여 바로 2주 이내에 입주를 희망하는 사람이 많을 뿐만 아니라, 착공에서 준공까지 3~4단계의 안전검사가 현재는 12~14개의 검사로 증가해 실제로 주문 주택이 지어지기 힘든 상황이다.



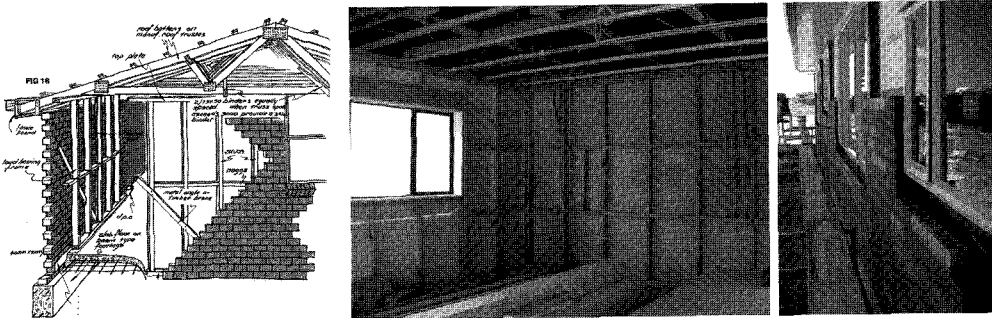
<그림 17> 오클랜드 근교 주택 개발단지

뉴질랜드의 목조주택 시공법과 기술은 호주 동부 방식과 흡사하다. 재미있는 것은 조사기간 중 수 많은 주택 건설현장을 돌아보았지만, 어느 곳에도 지하실을 만드는 주택을 보지 못했다. 구법 별로 보면 기초가 특이하다. 기초는 바닥을 30~40cm의 깊이로 파고, 평평하게 다진 다음, 그 위에 방습지를 발라 물의 침투를 막고, 그 위에 20cm정도의 스티로폼을 깐다. 그 위에 철망을 설치하고 몰탈을 타설한다. 마치 지면위에 기초가 배처럼 떠 있는 형태이다. 이러한 방식은 내진을 위한 것이라는 설명이다.



<그림 18> 뉴질랜드의 목조주택 기초 시공법

벽체의 구법은 일반적인 2×4목조주택(일명 경량목조주택)의 경우, 합판으로 면을 둘러싸는 게 일반적이지만, 호주와 뉴질랜드에서는 주요 내진을 요하는 부위에만 합판을 달 뿐 스테어드(기둥) 사이에 단열재를 넣고, 외면에 방습지를 대고, 내부에는 석고보드로 마감한다. 외기에 면하는 외장에는 붉은 벽돌로 마무리한다. 목자재에는 방부의 등급(H1~H4)이 정해져 있다. 보통 H1 H2를 사용하지만, 화장실이나 천정 등 누수 가능성이 있는 곳은 H3 H4로 보다 강한 방부 목을 사용하고 있다.



<그림 19> 뉴질랜드의 목조주택 벽체 시공법

4. 나가며 - 오스트레일리아 뉴질랜드의 목조주택 기술

① 주택공급현황

2004년도를 기준으로, 오스트레일리아는 인구가 2,000만 명이며, 주택 착공수가 16만5천호이다. 뉴질랜드는 인구 400만 명에, 주택 착공수가 3만1천호이다. 오스트레일리아의 주택통계를 보면, 전체주택 중 단독주택은 80%이다. 단독주택의 구조재로 목조가 71%, 골조가 없는 주택(조적조)이 25%, 스틸이 2%이다. 외벽은 Brick veneer(외장이 벽돌이고 내장이 적층합판)가 43%, 이중 벽돌이 23%, 목조가 17%, 시멘트가 10%이다. 지붕 재료로 기와가 62%, 금속판이 35%이다. 따라서 오스트레일리아의 전형적인 주택형태는 구조골격이 목조이며, 외부 마감이 벽돌이며, 지붕이 기와로 된 저층 주택이다.

오스트레일리아의 단독주택은 10%정도가 건축가에 의해 설계된 주택이고, 나머지는 빌더에 의해 건설되는데, 빌더의 80%는 중소기업체이다. 단독주택 공급방식에는 분양주택과 주문주택이 있다. 소비자는 토지에 주택이 팔려 구매하는 경우와 토지만을 구매하는 경우에 지불하는 세금이 다르다. 토지만을 구입하고 이후에 주택을 시공업자에 의뢰하여 짓는 주문주택의 경우는 부가되는 세금이 많아, 실제 주문주택 수요가 적은 반면, 분양주택의 수요가 많다. 이러한 영향으로 DIY주택도 증가하고 있지만, 5%정도에 지나지 않는다. 뉴질랜드의 경우도 마찬가지이지만, 뉴질랜드는 이민국가로 이민자에게 즉시 공급할 수 있는 분양주택이 더욱 인기가 있다.

② 주택구법

오스트레일리아와 뉴질랜드의 목조주택은 영국과 같이, 과거에는 일반적인 재래의 이중 벽돌 구조였지만, 현재 외벽은 외장에 벽돌을 그대로 쌓고, 내장에 목조로 대처한 Brick Veneer공법(영국의 Timber and Brick)이 일반적이다. 다만 오스트레일리아 서부의 퍼스 지역은 아직도 이중 벽돌을 쌓고 있는데, 퍼스지역의 건축자재생산과 관련하여 목재의 공급이 원활하지 못한 이유도 있다. Brick의 외장은 최근 목조로 된 사이딩 재가 차츰 유행처럼 보급되고 있다. 오스트레일리아와 뉴질랜드의 목조주택은 북미와는 약간 다른 Timber framing의 구조방식을 하고 있으며, 영국과 다소 흡사하다. 이러한 점은 몇 군데에서 볼 수 있는데, 아래와 같다.

기초는 흙 대신 스티로폼을 바닥에 깔고 그 위에 5cm정도 띄운 상태에 철망을 깔고 콘크리트를 붓는 형태로, 기진에 견디기 위한 구조방식을 하고 있다. 또한 주택 대부분이 지하실은 만들지 않고 있다. 이유로는 주택부지가 넓어 열마든지 보일러실이나 창고를 따로 만들 수 있는 공간이 충분하며, 지하실을 만들 때 들어가는 공사비가 비싸기 때문이다.

바닥은 북미의 플레이트 플랜 공법과 약간 달라, Bearer의 위에 Joist가 올라오는 방식을 하고 있다. 특히 지붕에는 일반적으로 지붕에 합판을 대지 않고, 바로 방수지에 마감재로 마감하고 있다. 일본주택의 일반적 바닥방식과는 너무 많은 차이가 있다.

벽의 구성방식은 외벽의 경우, 외장과 내장이 아주 다르다. 내장에는 2×4목조의 결구방식을 하고 있지만, 북미의 방식과는 다르다. 내장의 바깥 측에 면하는 면에는 합판을 대지 않고 얇은 방

수지만을 대고 기둥사이에 단열재를 넣는 것이 일반적이다. 부분적으로 내진보강을 위해 얇은 경량 철재의 X-brace를 설치하거나, 구조용 합판을 설치하고 있다. 뉴질랜드(특히 웰링턴)는 지진과 바람이 많아서, 내진(耐震) 내풍(耐風)의 수평저항력에 대한 보강기준이 엄격하다.

벽체 단열재는 섬유단열재를 사용하지 않고 금속 시트의 반사형이 사용되고 있는 점이 주목된다. 내장의 실내 측에는 보통 석고보드로 마감하는데, 석고보드의 시공방식이 세워 쌓는 방식이 아니고 눕혀 쌓는 방식이 많았다. 또한 각 실은 용도별로 방부의 강도를 H1단계에서 H6단계로 구분하여 목재를 사용하고 있다. 주택건설 현장에서는 빌딩 코드의 기준에 준하여, 내벽에는 H1, H2를 사용하고 있으며, 외벽과 지붕 트러스에는 H3을, 물을 주로 사용하는 화장실은 H3을 사용하는 것이 일반적이지만, 곳에 따라 H4를 사용하는 곳도 있다.

오스트레일리아의 목조건축물의 일반 구조기준은 Australia Standard SAA Timber Structures Code Part 1 Design methods와 Part2 Timber properties에 나와 있다. 이 기준은 일본의 목구조설계기준 및 건축기준법 시행령에 상당하는 내용이다. 이 기준에는 구조계산과 직접 관련한 목재의 기본적인 성질과 구조재료가 표시되어 있다. 또 외력저항에 관한 규정으로는 Australia Standard의 SAA Loading Code가 있다. 여기에는 수중구분, 하중연속시간, 치수효과 등이 표시되어 있다. 특히 수중, 등급구분에 의한 강도는 F2, . . . F34의 Stress grade에 표시되었다. 하중연속시간에는 목재의 허용응력도, 접합의 허용내력에 의해 결정되며, 목재의 함수율에 의해서도 정서적인 변화가 있다.

③ 목자재의 규격과 특징

세계에서도 호주나 뉴질랜드의 라디에타 파인 인공림은 널리 인식되어 있으며, 목재의 성장이 빨라 25~30년에 벌목하고 있다. 뉴질랜드는 비가 많이 오고 습기가 많아서, 방부의 약품처리가 필요하다. 라디에타 파인은 목재보존약액의 침투성이 높은 특징이 있어, 방부의 약품처리가 쉽지만, 외국에서 수입해온 목재들은 약품처리가 어려운 단점이 있다. 그래서 뉴질랜드의 목구조택 대부분은 라디에타 파인으로 건립되고 있으며, 수입목재는 거의 유통되지 않고 있다. 목재에는 오세아니아뿐만 아니라 세계에서 가장 많이 이용하고 있는 수용성보존제(水溶性保存在劑)로 CCA라고 하는 약제(藥劑)를 사용하여 목재의 보존처리를 하고 있는데, 환경상의 문제가 제기되어 환경오염의 발생을 최소화하기 위해 목재보존 약제의 개발이 계속 진행 중이다. 약제의 주입법(注入法)으로 가압주입법(加壓注入法,) 더블 바쿰법, 침지법(浸漬法) 등의 처리법이 있다. 또한 조작용(造作用)에는 경질유기용매형(輕質有機溶媒型)의 보존처리법(LOSP)가 가장 적합하다. 제재, 합판은 H1~H6의 6종류 열화위험도(劣化危險度) 구분에 의해 용도별로 사용되고 있다. 또한 오스트레일리아는 흰개미가 서식하고 있어 방충처리가 필요하지만, 뉴질랜드에서는 흰개미가 없어 방충처리가 필요 없고, 방부처리만 행하고 있는 것이 가장 큰 차이점이다.

오스트레일리아와 뉴질랜드는 공동 제재규격으로 AS/NZS로 표기된 산업규격이 있고, 이 규격에 의해 응력등급이 구분된다. 양국은 제재에 있어서 강도 강성 평가법을 인정하고 있다. 이 규격은 정기적으로 양국이 개정하고 있다. 오스트레일리아 건축기준(BCA)에는 약 100종류의 AS(AS/NZS)가 인용되어 있고, 그것들은 주로 제품규격, 디자인 방식, 테스트 방식 등으로 분류

된다.

라디에타 파인의 스펠 표에 의한 시공법은 오스트레일리아와 뉴질랜드 규격(AS 1684)에 주택 시스템을 기반으로 건축규준의 성능규정이 표시되어 있다. AS1684 기준은 최근 2006년에 개정되었다. 양국은 이 기준에 의해 목조주택 자재공급에 별다른 제약 없이 유통되고 있다. 제재의 치수도 일치하여, 35×90, 45×90mm가 일반적인 규격이며, 35×70, 45×120, 45×140, 45×190mm로 용도별로 치수를 달리하고 있다. 목재의 성능 규정화는 각 회사의 독자 모듈체계에 의해 독자적인 치수를 가질 수 있게 하였다. 제재의 표면에는 SI단위로 F5, F8, F11 등의 번호를 목재에 부착하여, 목재의 강도를 알기 쉽게 하였다.

이번 조사에 연구비를 지원해준 日本ツープайフォー建築協會(일본 투바이포 건축협회)와 조사일정에 대한 협의 및 기스본에서 오클랜드까지 와서 직접 안내해 준 일본 WOOD ONE社의 飯塚 良文(이즈카 요시후미)氏에게 感謝드립니다.