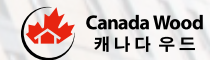


Ver. 1.0

CLT & NLT DESIGN GUIDE

CLT & NLT 디자인 가이드



Contents

01 개요	02 장점	03 디자인 요소	04 관련 자료	05 건축사례
<ul style="list-style-type: none">• 매스팀버 Mass Timber 시스템•• 매스팀버 제품의 종류••• 못접합 구조용 집성판 Nail-Laminated Timber, NLT•••• 못접합 구조용 집성판의 생산••••• 못접합 구조용 집성판의 현장설치 결속방법•••••• 구조용 집성판 Cross Laminated Timber, CLT••••••• 구조용 집성판의 생산	<ul style="list-style-type: none">• 공사기간 단축•• 시공 현장관리 수월••• 혁신적이고 미적으로 우수•••• 탄소저감 재료••••• 탁월한 구조성능	<ul style="list-style-type: none">• 내화성능•• 차음성능••• 구조성능•••• 시공성••••• 단열성능	<p>NLT 디자인 시공가이드 / CLT 핸드북</p>	

01 개요

- 매스팀버 Mass Timber 시스템
- 매스팀버 제품의 종류
- 못접합 구조용 집성판 Nail-Laminated Timber, NLT
- 못접합 구조용 집성판의 생산
- 못접합 구조용 집성판의 현장설치 결속방법
- 구조용 집성판 Cross Laminated Timber, CLT
- 구조용 집성판의 생산

● 매스팀버 Mass Timber 시스템

경골목구조 Light Wood Frame Construction는 **비용 효율성이 높고, 자재 사용이 쉬우며, 인력 및 자재 준비가 수월**하여 북미 지역에서 가장 일반적인 목조건축유형입니다. 하지만 목재 제품과 건축시스템이 지속적으로 진화됨에 따라, 전 세계적으로 새롭고 혁신적인 목조건물이 개발되고 있습니다. 지난 10년 동안 북미 전 지역에 걸쳐 목재를 사용해 더 높고 면적이 더 넓은 건물들이 잘 지어지고 있는데, 매스팀버 시스템은 이러한 **혁신적인 대형 목구조 건물을 가능케 하는 목구조 시스템**으로 자리매김하고 있습니다.



1. 경골 목구조
(Light Wood Frame Construction)
2. 기둥보
(Post and Beam)
3. 매스팀버
(Mass Timber)

매스팀버 제품의 종류

매스팀버 건축은 벽, 바닥, 지붕 건축을 위해 주로 공장에서 프리패브 prefabrication로 제작한 대형 목구조패널을 사용합니다. 매스팀버는 제조 방식에 따라 그 종류가 나뉩니다. 대표적인 매스팀버는 구조용 집성판 Cross Laminated Timber, 못접합 구조용 집성판 Nail-Laminated Timber, 도웰접합 구조용 집성판 Dowel-Laminated Timber, 글루램 구조용 집성판 Glue-Laminated Timber 등이 있습니다. 매스팀버는 이미 검증된 수행능력과 안정성을 가진 목재 제품을 사용해 사용자들에게 폭 넓고 다양한 기회를 제공하고 있습니다.

매스팀버 시스템 만으로도 더 넓고 높은 건물을 건축할 수 있지만, 콘크리트구조나 철골구조와 같은 다른 건축구조 시스템을 조합하면 다양한 옵션이 생깁니다. 무게 대비 목재가 가지고 있는 높은 강도를 사용해서 콘크리트, 스틸을 매스팀버와 조합하는 하이브리드 건축은 비용 효율성 및 지속 가능한 건물 시스템을 형성 합니다. 하이브리드 건축의 장점은 더 높은 목조건물의 디자인과 건축을 가능케 한다는 것입니다. 캐나다 브리티시 컬럼비아 대학교 University of British Columbia 캠퍼스 안에 건축된 18층 기숙사 건물은 철근 콘크리트 코어와 구조용 집성판을 조합해서 건축한 대표적인 매스팀버 하이브리드 건축물입니다.



NLT

다양한 매스팀버 구조 <출처 StructureCraft>



GLT

CLT

DLT



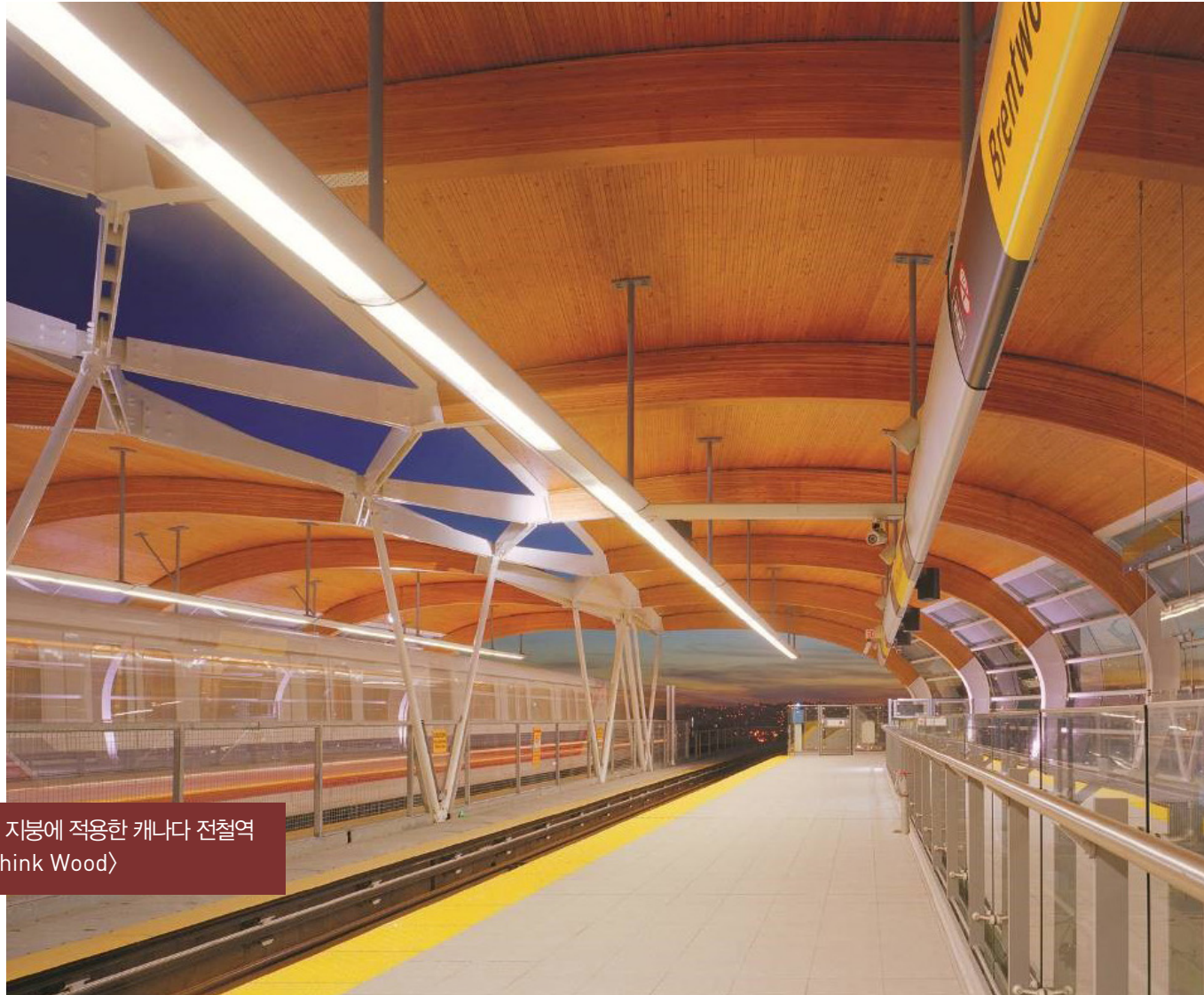
Brock Commons
Location: University of British Columbia, Vancouver, Canada
Architect: Acton Ostry Architects
Structural Engineer: Fast + Epp

캐나다 브록 커먼스 목조 기숙사
<Credit: naturallywood.com>

•••

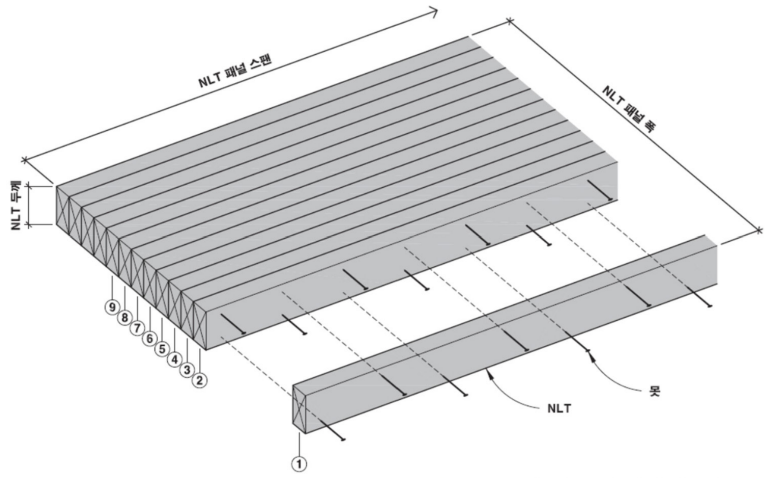
못접합 구조용 집성판 Nail - Laminated Timber

못접합 구조용 집성판은 건축용 구조재 제작방식으로 지붕 및 바닥 용 구조재로 이미 150년전부터 널리 사용 되어 왔으며, 벽체로도 사용이 가능합니다. 패널 제작에 특별한 설비를 필요로 하지 않아 구조용 집성판에 비해 가격이 저렴하고 제작이 간편합니다. 캐나다와 미국의 건축법(NBCC / IBC)에서 건축용 구조재로 인가를 받았으며, 지붕재의 경우 64mm이상, 바닥재의 경우 89mm이상의 단단히 결속된 부재는 별도의 보강이 없이도 사용이 가능 할 만큼 구조적 강성이 뛰어납니다.

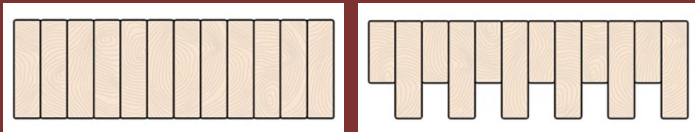


못접합 구조용 집성판을 지붕에 적용한 캐나다 전철역
〈출처 Think Wood〉

못접합 구조용 집성판의 생산



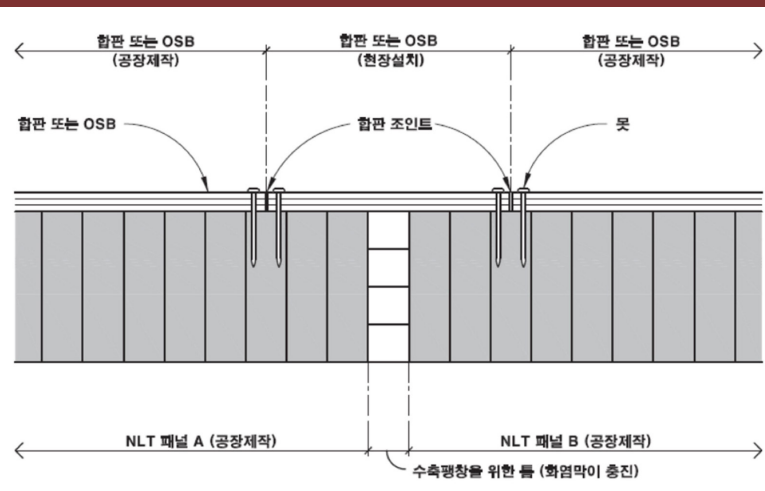
못접합 구조용 집성판인 NLT는 Nail-Laminated Timber의 약어로 규격재를 장변축 방향으로 못 등의 철물을 이용한 기계적인 결속을 통해 일반 패널보다 사이즈가 큰 단일부재로 만든 것입니다. 적용하는 방법에 따라 다양한 패턴 - 균일배치 Uniform Depth Cross Section, 교차배치 Alternative Staggered Depth Cross Section 등의 패널을 만들 수 있습니다. NLT는 대량생산이 가능한 부재로 제재목 및 OSB, 합판 등을 주 건축재료로 사용하여 특별한 설비 없이도 공장 생산 및 현장 제작이 가능합니다.



못접합 구조용 집성판
조립방법 및 패턴
<출처 목조건축 표준 상세
_ 캐나다우드 발간>



NLT 패널을 구성 할 제재목은 패널의 용도에 따라 등급과 수종을 선정하며, 6미터가 넘는 패널 스펠은 핑거조인트 finger-jointing 방법을 통해 원하는 스펠으로 조합이 가능합니다. NLT 패널은 공장화 생산 및 현장 제작이 가능한 만큼 **부재의 생산과 운송, 시공을 유기적으로 연계했을 때 건축비를 획기적으로 절감** 할 수 있습니다. 이를 위해 자재의 정시 운송, 또 시공 순서에 따른 현장에서의 올바른 자재 분류 및 관리가 필수적으로 이루어져야 합니다.



패널 조립 표준 상세 <출처 목조건축 표준 상세 _ 캐나다우드 발간>

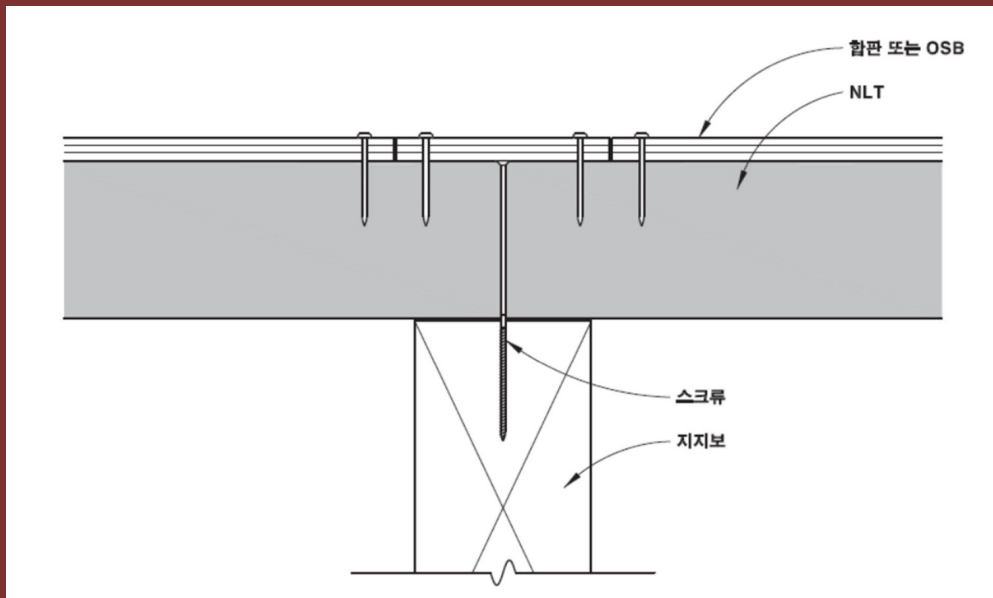


공장에서 생산된 못접합 구조용 집성판
<출처 StructureCraft>

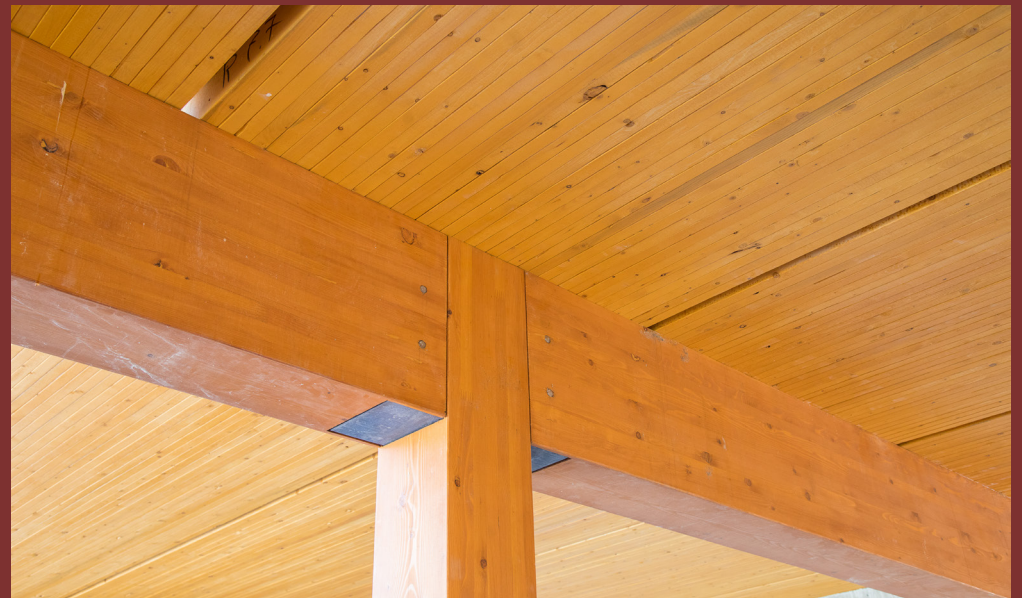
•••••

못접합 구조용 집성판의 현장설치 결속방법

NLT는 규격재를 장변끼리 맞대어 못으로 결속하여 단일 부재로 만들어진 제품입니다. 구조적인 특성상 스팬이 폭방향으로 선형 확장됩니다. 따라서 설계 단계에서 부재의 배치에 주의를 기울여야 합니다. 기둥에 의한 집중 하중이 발생하는 것을 피하기 위해 철물이나 보를 사용해서 패널 면에 발생 하는 하중을 분산하여 시공하게 됩니다. NLT는 시공상의 편리성과 다양한 형태의 바닥 및 지붕 구조의 성형이 가능한 장점 때문에 현대 건축에서 기능과 미적인 요구를 동시에 충족 시키며 다양하게 활용되고 있습니다.



패널의 지점 연결 상세 (출처 목조건축 표준 상세 _ 캐나다우드 발간)



못접합 구조용 집성판 (출처 StructureCraft)

.....

구조용 집성판

Cross Laminated Timber

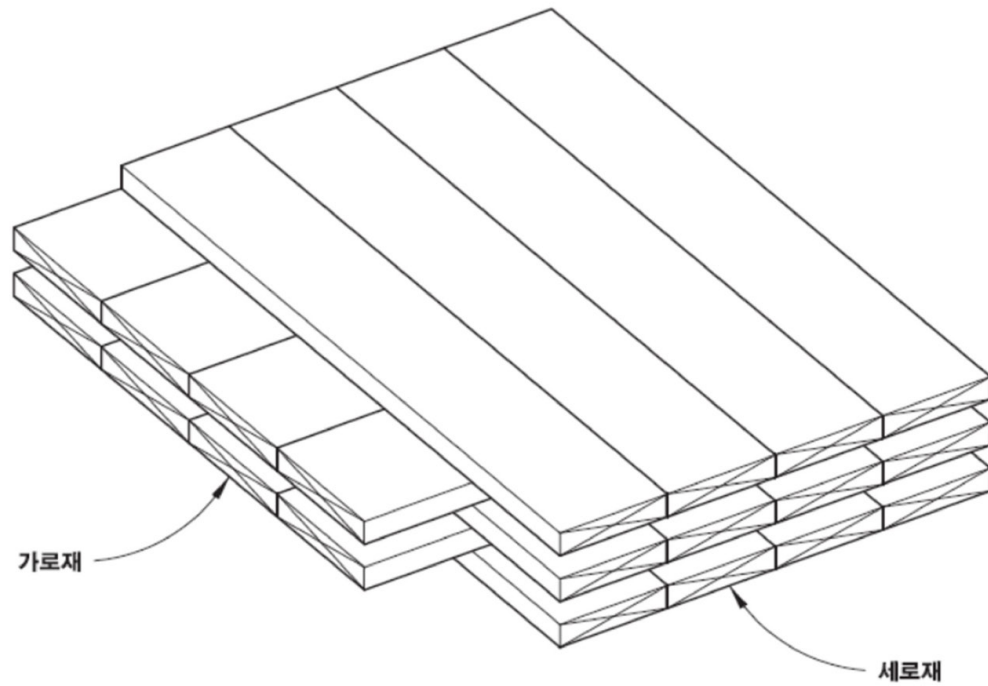
구조용 집성판, CLT는 Cross Laminated Timber의 약어로 목조 건축용 직교집성판으로 호주와 유럽(독일)에서 처음 개발 됐습니다. 90년대 중반 건축재로서 보다 깊이 있는 연구과정을 거쳐 2000년대 초부터는 주거 및 상업용 건축물의 구조재로 널리 활용되고 있습니다. CLT는 규격재가 수직방향으로 직교하도록 적층하여 접착하는 특징을 갖습니다.

따라서 CLT는 힘과 뒤틀림에 저항하는 능력이 매우 우수하며, 집성재가 단방향의 하중만을 견디는 것과는 달리 다양한 방향으로 하중에 저항하는 성능을 갖는 우수한 건축자재입니다.



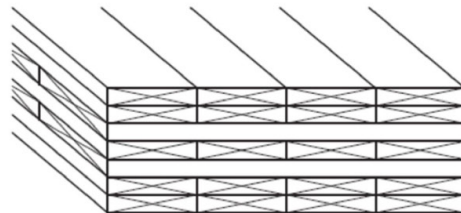
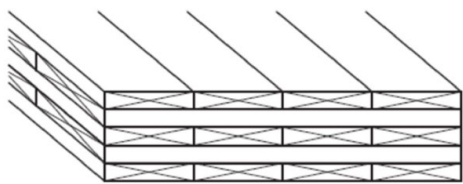
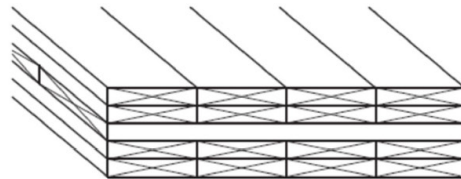
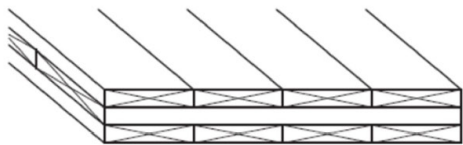
구조용 집성판 <출처 Think Wood>

1. 복합 CLT 콘크리트 바닥 시스템
2. 복합 CLT 콘크리트 슬라브 보
3. 내화성능을 만족하는 대단면 글루램 기둥
4. 구조 및 차음 용 콘크리트 슬라브
5. 오레곤 주립대학교에서 다양한 실험에 사용된 구조용 집성판 부위



..... 구조용 집성판의 생산

CLT 패널은 제작 시 **최소 3개의 층을 쌓아 압축하여 접착하게 되는데, 일반적으로는 최대 7개의 층까지 적층합니다.** 하지만 필요에 따라 **그 이상의 두께의 패널도 제작이 가능합니다.** 다층으로 적층하는 경우 이웃하는 층은 반드시 직교하지 않을 수도 있으며 좌측 그림에서 같이 다양한 두께로 적층이 가능합니다. 가로재와 세로재를 직교로 적층하는 이유는 건축물의 구조적인 요구성능을 충족하기 위함입니다.



CLT 패널은 일반적으로 90~210mm 두께로 생산되며 치수변화에 대한 안정성을 확보할 수 있습니다. 패널을 구성하는 규격재는 보통 10~50mm 두께 60~240mm 폭의 목재를 사용하며, 완성된 CLT 패널은 제조사마다 다를 수 있습니다. 일반적으로는 폭이 600~3000mm, 길이 18000mm, 두께는 최대 400mm의 크기로 생산이 됩니다.

02 장점

- 공사기간 단축
- 시공 현장관리 수월
- 혁신적이고 미적으로 우수
- 탄소저감 재료
- 탁월한 구조성능



공사기간 단축

매스팀버(Mass Timber)는
공사 기간을 단축시켜 줍니다

- 현장 시공 기간 단축은 직·간접 공사비 절감 요소
:현장 시공 시간 단축=공사비 절감
:런던에 위치한 9층 목조건물은 27일 만에 골조 완성
:프리캐스트 콘크리트 공사 기간보다 두 배 빠름
- 콘크리트를 대체하는 건축 구조재로 손색이 없다
- 콘크리트 무게 대비 1/4

런던의 9층 목조건물 <출처 Waugh Thistleton Architects>



시공 현장관리 수월

현장 여건이 훨씬 좋아집니다

- 현장에서 건축 폐기물 발생하지 않음
- 공장에서 제작되기 때문에 현장 폐기물은 없음
- 현장 관리가 수월하고 사고에 대한 리스크는 줄어듦
- 자재 보관이나 도난에 대한 리스크 줄어듦



탄소저감 재료

탄소저감 효과가 탁월합니다

- 목재의 탄소저감 능력은 다른 건축재료보다 훨씬 우수
- 목재제품을 사용한 건물은 다른 재료를 사용한 건물에 비해 그린하우스 가스 배출이 훨씬 적음
- 스틸(steel)을 매스팀버로 대체할 경우 탄소방출량이 15~20%까지 줄어듦
- 구조용 집성판(CLT)을 8층 건물에 적용하면 1,600여대의 자동차가 내뿜는 탄소의 양만큼 감소되는 효과



혁신적이고 미적으로 우수

혁신적이고 미적으로도
우수한 건축이 가능합니다

- 건축재료로서 목재가 제공하는 미적인 장점을 충분히 발휘
- 컴퓨터 설계 및 공장제작은 혁신적인 건축이 가능케함



탁월한 구조성능

다른 건축시스템에 비해
구조적인 성능이 우수합니다

- 해외의 경우, 매스팀버의 내화테스트 결과 현행 내화법규를 충분히 만족시킴
- 공장에서 제작하기 때문에 정확한 품질 확보가 가능
- 강풍, 지진과 같은 자연재해에 안전한 구조
- 구조적으로 유연해 다양한 건축이 가능

03 디자인 요소

•
내화성능

••
차음성능

•••
구조성능

••••
사공성

•••••
단열성능

내화성능

5-ply(THK 180mm) 구조용 집성재 CLT 벽 패널 위에 방화석고보드(THK 15mm) 설치 후 내화테스트를 진행한 결과, 건축법규에서 요구하는 2시간 내화성능을 훨씬 뛰어 넘는 3시간 6분을 기록했습니다. **매스팀버의 내화성능이 우수한 이유는 화재 시 매스팀버 외부 표면이 탄화피막(탄화층)으로 변하기 때문입니다.**

이 피막이 **불이 낮을 때 구조재가 빠르게 타 들어가는 것을 방지**합니다. 이로 인해 구조체가 붕괴하기 전 거주자가 외부로 대피 할 수 있는 충분한 시간을 확보 해 줍니다.



〈출처 Arup〉



매스팀버 내화테스트 〈출처 FPInnovations〉

차음성능

매스팀버의 바닥구조 차음성능은 다른 건축구조에 버금가는 우수한 성능을 발휘합니다.



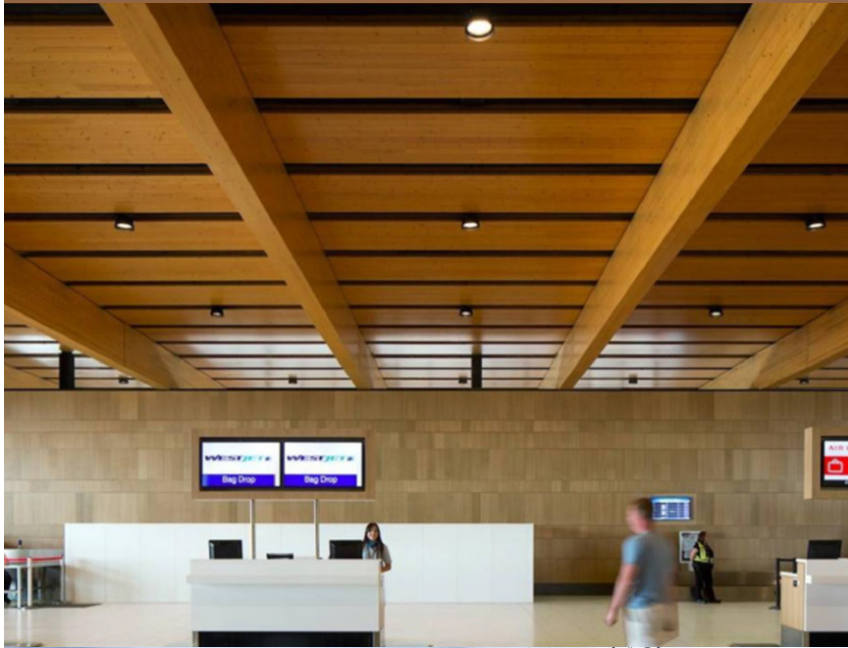
Assembly Description from to BOTTOM (7.1)	STC	IIC
1. Gypsum Fiberboard FERMACELL of 1.0 in. (25mm)		
2. Sup-floor ISOVER EP3 of 0.79 in. (20mm)		
3. Honeycomb acoustic infill FERMACELL of 1.18 in. (30mm)		
4. Honeycomb acoustic infill FERMACELL of 1.18 in. (30mm)	62	59
5. Kraft paper underlayment.		
6. 5-layer CLT panel of 5 5/16 in. (135mm)		

••• 구조성능

최근 연구결과에 따르면, 매스팀버 건물의 무게는 콘크리트 건물의 1/5정도 밖에 되지 않는다고 합니다. 건물의 무게가 가볍다는 것은 기초가 무겁지 않아도 되며, 관성에 의한 지진력이 감소한다는 의미입니다. 무게 대비 고강도의 매스팀버는 지진 발생 시 아주 좋은 성능을 발휘합니다.



매스팀버 내진테스트 <출처 Jacobs School of Engineering / UC San Diego>



시공성

각 패널이 기둥이나 보 등의 내력 구조재 역할을 하기 때문에 구조가 간단하고, 스크류와 앵글 등의 철물에 의한 접합으로 시공이 간편합니다.

또한, 공장생산을 통해 공업화가 가능한 건식공법으로 현장시공 시간을 획기적으로 줄일 수 있으며, 이는 곧 건축비 절감의 효과로도 이어집니다.

NLT 패널은 공장화 생산이 가능한 만큼 부재의 생산과 운송, 시공을 유기적으로 연계했을 때 건축비를 획기적으로 절감 할 수 있습니다.

이를 위해 자재의 정시 운송, 또 시공 순서에 따른 현장에서의 올바른 자재 분류 및 관리가 필수적으로 이루어져야 합니다.



공사중인 UBC Brock Commons (Credit: naturallywood.com)



공사중인 UBC Brock Commons 내부 <Credit: naturallywood.com>

● ● ● ● ● 단열성능

목재는 철이나 콘크리트와 같은 건축재료에 비해 열전도성이 낮은 특징을 가지고 있습니다. 따라서 **목재로만 구성된 매스팀버 제품들은 단열성능에서도 우수한 성능을 발휘합니다.**

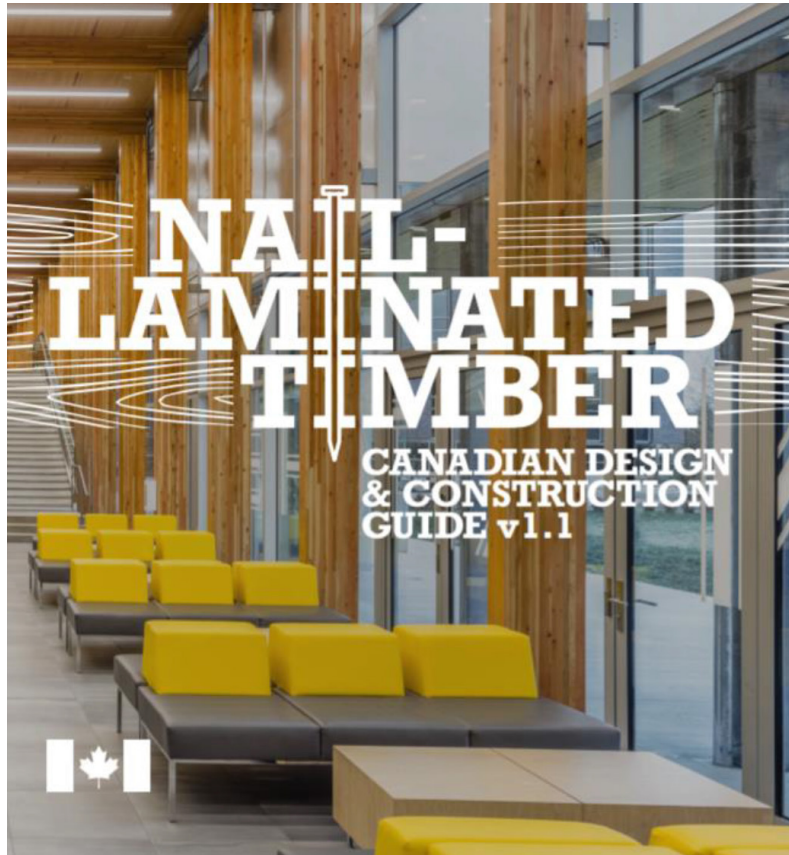
목재의 열저항값은 25mm당 R-1.25입니다.
따라서 두께가 175mm(7인치)의 CLT패널일 경우 R-8.75입니다.
목재는 같은 두께의 유리섬유 단열재와 비교할 때 1/3단열성능을 가지고 있는데, 이는 콘크리트 및 조적의 10배, 철의 400배에 달하는 단열 성능입니다.

04 관련자료

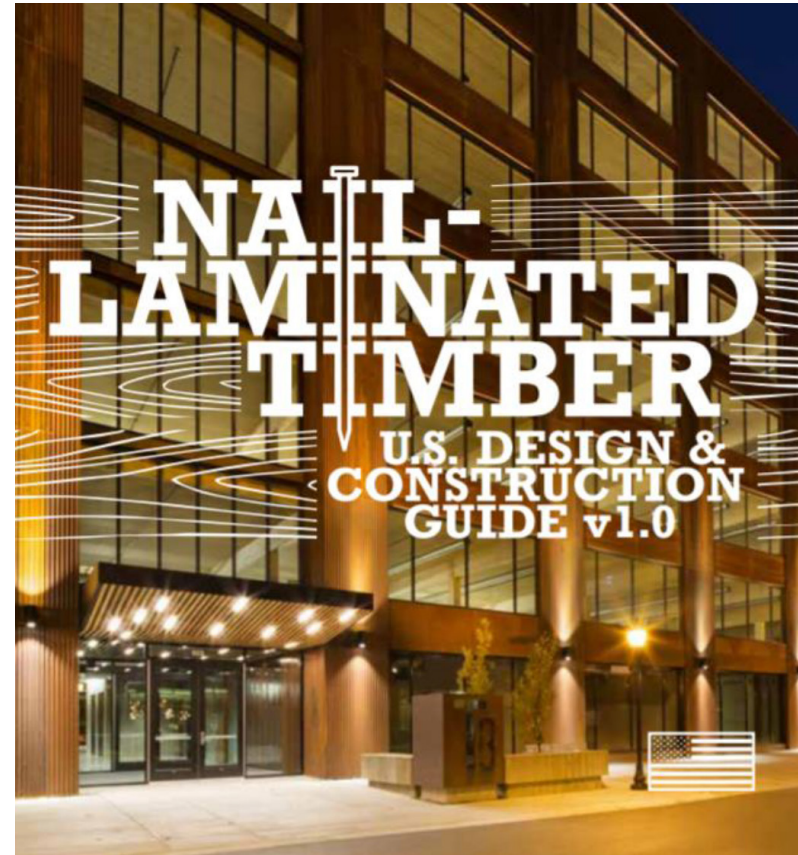
NLT 디자인 시공가이드

CLT 핸드북시공 현장판

NLT 디자인 시공가이드

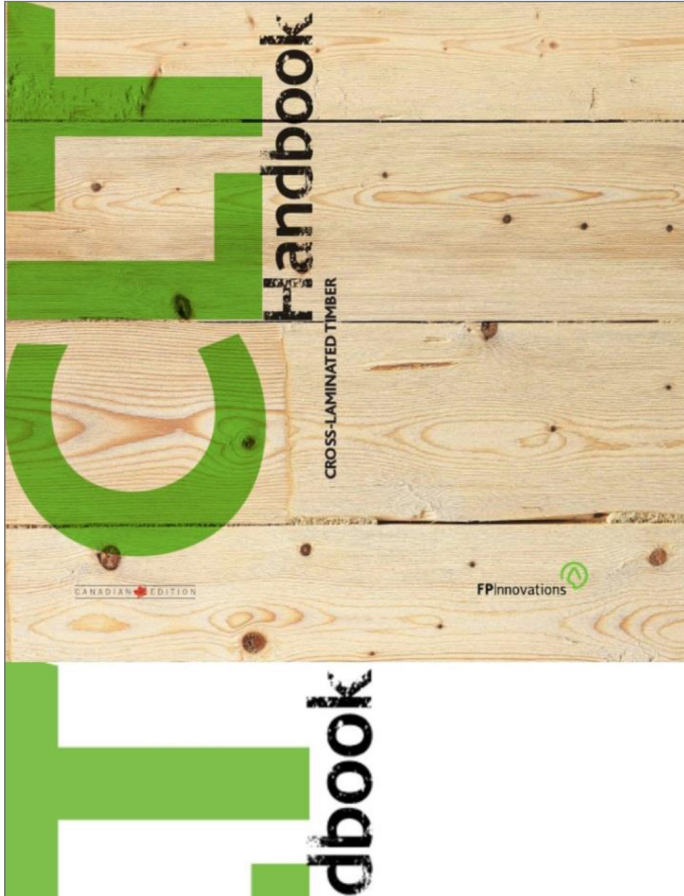


[NLT_Canadian_Design_Construction_Guide](#)

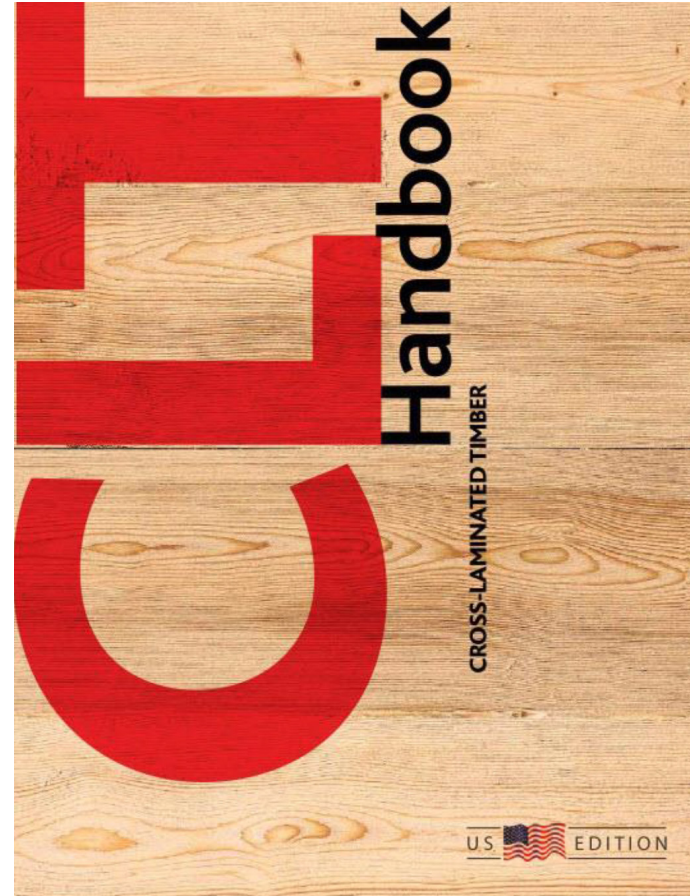


[NLT_U.S._Design_Construction_Guide](#)

CLT 핸드북



캐나다 CLT 핸드북
<https://fpinnovations.ca/CA>

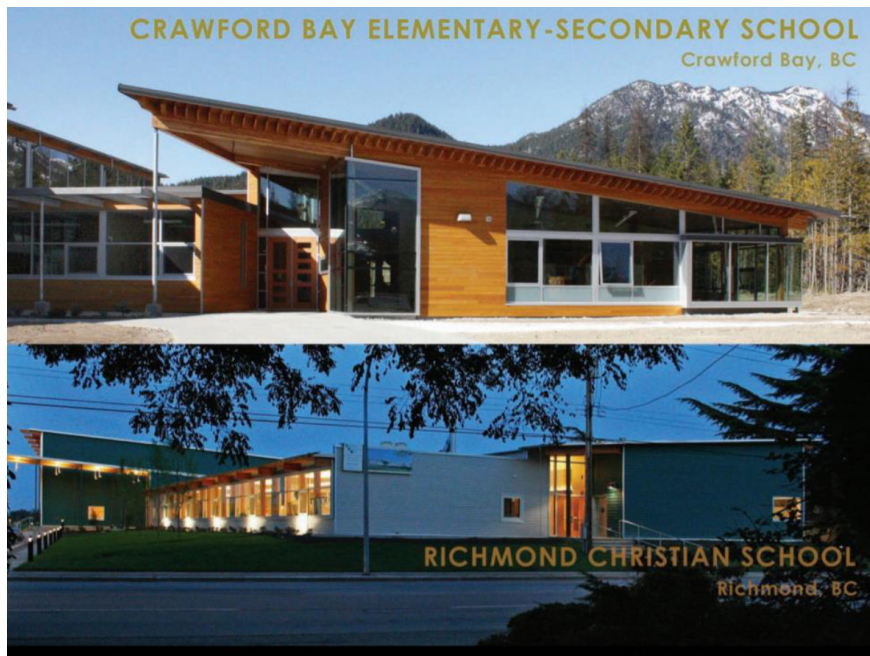


미국 CLT 핸드북
<https://www.thinkwood.com/US>

05 건축사례

크로포드 베이 초-중학교, 리치먼드 크리스천 스쿨

Crawford Bay Elementary-Secondary School,
Richmond Christian School



<http://cwc.ca/wp-content/>

사무엘 브리그하우스 초등학교

Samuel Brighthouse Elementary School



<https://www.naturallywood.com/01>

<https://www.naturallywood.com/02>

<https://www.naturallywood.com/03>

엠이씨 본사

Mountain Equipment Co-op



<http://wood-works.ca/>

카본12 아파트

Carbon 12



<https://www.structurlam.com/>

브록 커먼스 18층 목조 기숙사

Brock Commons



<https://www.naturallywood.com/01>

<https://www.naturallywood.com/02>

<https://www.naturallywood.com/03>

<https://www.naturallywood.com/04>

<https://www.naturallywood.com/05>

<https://www.naturallywood.com/06>

<https://www.naturallywood.com/07>

<https://www.naturallywood.com/08>

T3 아틀랜타 오피스

T3 Atlanta Office



<https://structurecraft.com/T3 Atlanta>

T3 미니애폴리스 오피스

T3 Minneapolis Office



<https://structurecraft.com/t3-minneapolis>

111 이스트 그랜드 오피스

111 East Grand Office



<https://structurecraft.com/east-grand-office>

코르도바 베이 초등학교

Cordova Bay Elementary School



<https://structurecraft.com/cordova-bay>

팬틱턴 레이크사이드 리조트

Penticton Lakeside Resort



www.structurlam.com/penticton-lakeside

블루 마운틴 골프 클럽하우스

Blue Mountain Golf Clubhouse



www.structurlam.com/hunest-golf-club

목조건축시장의 발전 캐나다우드가 함께합니다

캐나다우드(Canada Wood)는
해외에서 캐나다의 목재 제품을 대표하는 비영리 기관으로
캐나다의 연방 정부와 주 정부, 임산업 협회들의 지원으로 운영되고 있으며
한국, 중국, 일본, 대만, 영국, 벨기에, 인도에 사무실이 개설되어 활동하고 있습니다

캐나다우드 한국사무소는 한국 목조 건축 산업의 발전을 위해 친환경적이고
품질이 뛰어난 캐나다산 목구조재와 목조건축의 장점을 홍보하고
정부를 비롯한 목조건축 관련 협회, 학계 등
다양한 기관들과 협력하여 목조건축 관련 건축 법규와
기준의 제정과 개정, 목조 건축 기술 지원 및 보급을 위해 노력하고 있습니다



캐나다우드의 주요 활동

시장접근

- 목구조 관련 건축 법규와 기준 제정 및 개정
- 목구조 내화 및 차음 구조 연구 및 인정
- 경골목구조 내화 관련 한국산업규격 개정
- 목구조 내진구조설계기준 제정
- 목조건축의 설계, 시공, 구조 전문 인력 양성을 위한 교육과 훈련 지원
- 캐나다 목조건축 기술 연수
- 식물 검역 관련 정부 부처간 협의

시장개발

- 세미나 및 워크샵 개최, 기술 문헌의 발행, 기술 지원 및 자문
- 캐나다 임산업, 목조건축산업, 연구시설 등의 견학
- 전시회, 언론매체, 뉴스레터를 통해 캐나다 목재 제품과 목조 건축의 홍보
- 대한민국목조건축대전 후원
- 기업 알선 및 시장 조사 활동



Canada Wood
캐나다우드

서울시 서초구 매현로 54-1, 3층
T. 02-3445-3835 F. 02-3445-3832
www.canadawood.or.kr

