

モンゴルの未活用森林資源を活用した 新木質パネルの提案

2021年 2月25日

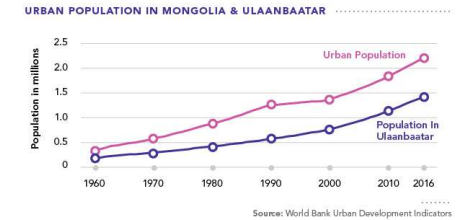
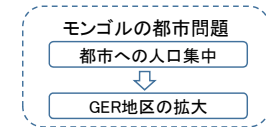
共立女子大学家政学部教授
松本年史

1) モンゴルの開発課題

1.1) モンゴルの都市問題

a) 都市(ウランバートル)への人口の一極集中

- ① モンゴルの国土面積 : 1,565,000km² (日本の4倍)
- ② モンゴルの人口 : 329万6千人(2019年)
- ③ モンゴルの人口密度 : 2人/km²
- ④ ウランバートル市の人口154万人 (2019年)全国の約1/2



1) モンゴルの開発課題

1.1) モンゴルの都市問題

a) 都市(ウランバートル)への人口の一極集中



b) GER地区の拡大

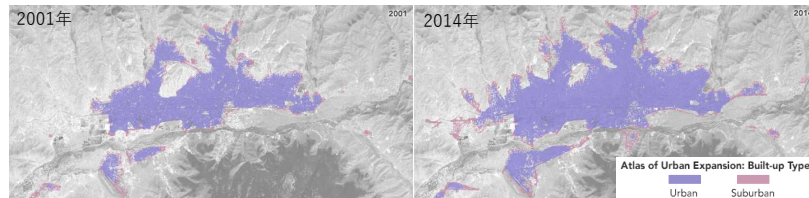
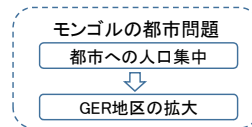
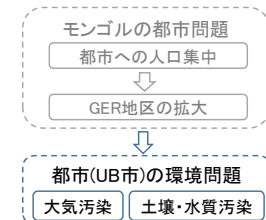


図 ウランバートル市都市部と郊外の拡大 (2001年と2014年)

1) モンゴルの開発課題

1.2) 都市部(UB市)の環境問題

- a) 都市部における大気汚染
- b) 土壌汚染
- c) 水質汚染



1) モンゴルの開発課題

1.3) 地方の環境破壊

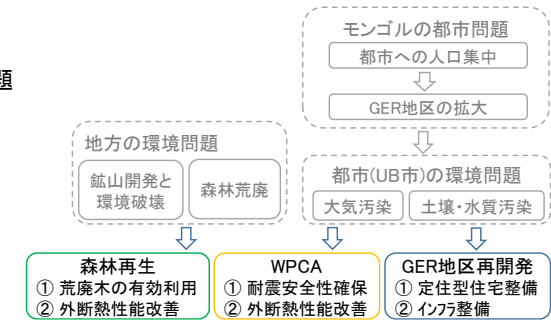
- a) 鉱山開発による環境破壊
- b) 森林荒廃



1) モンゴルの開発課題

1.4) モンゴル(UB市)の開発課題

- a) GER地区再開発
- b) WPC集合住宅(WPCA)の断熱性能改善
- c) 森林荒廃の改善

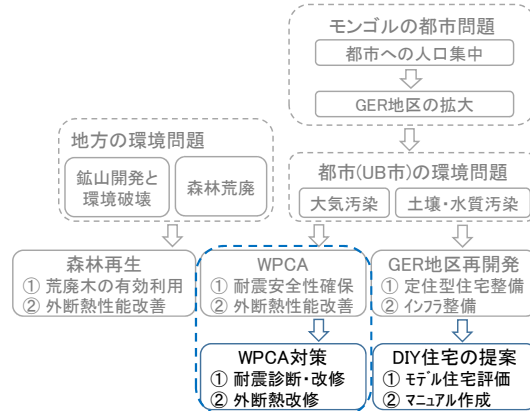


1) モンゴルの開発課題

1.5) 開発課題解決の提案

- a) GER地区再開発
 - ① DIY住宅の提案
 - ② DIYモデル住宅の評価
 - ③ DIY住宅マニュアル作成
- b) WPC集合住宅(WPCA)対策
 - ① 耐震診断、耐震改修
 - ② 外断熱改修

>2016年より3年間、国土交通省の助成事業に参加

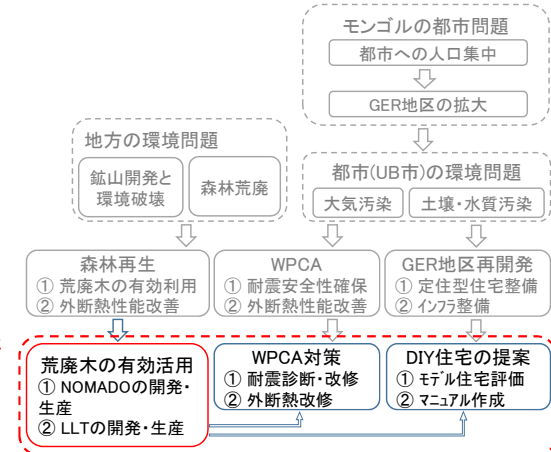


1) モンゴルの開発課題

1.5) 開発課題解決の提案

- a) GER地区再開発
- b) WPC集合住宅(WPCA)対策
- c) 森林荒廃木の有効活用と森林再生
 - ① 高断熱木製サジ(NOMADO)の開発と生産
 - ② 木質パネル(LLT)の開発と生産

>2020年、国土交通省の助成事業に参加



2) GER地区再開発に向けた提案

2.1) GER地区の課題

a) ウランバートル市への人口集中と

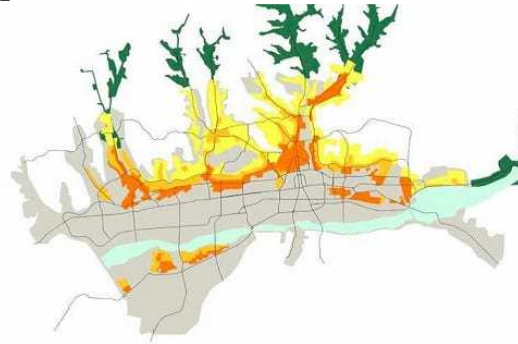
GER地区の拡大

- ① 中心市街地
- ② 中央GER地区
- ③ 中間GER地区
- ④ 周辺GER地区
- ⑤ キャンプゾーン



b) 劣悪な住環境

- ① 都市インフラの未整備
- ② 定住型住環境整備の遅れ



ウランバートル市のGER地区

Source: Ulaanbaatar City Development Strategy-2020 and Development Trend till 2030.

2) GER地区再開発に向けた提案

2.1) GER地区の課題

a) ウランバートル市への人口集中とGER地区の拡大

b) 劣悪な住環境

c) 環境汚染の拡大

- ① 大気汚染
- ② 土壌汚染
- ③ 水質汚染



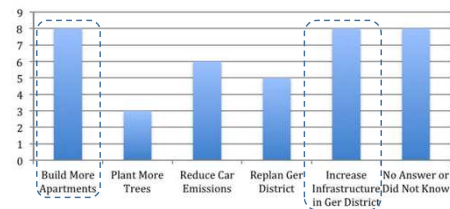
2) GER地区再開発に向けた提案

2.2) GER地区住民の意見(ウランバートルのゲル地区の問題/2015より)

a) ウランバートルの高レベルの汚染と闘うために何をすべきか？

- ① 多くのアパートを建設
- ② ゲル地区のインフラ整備
(温水・冷水配管、電気暖房システム、
石炭を使用しない加熱システムなど)

What Should be Done to Combat
Ulaanbaatar's High Levels of Pollution?



2) GER地区再開発に向けた提案

2.2) GER地区住民の意見(ウランバートルのゲル地区の問題/2015より)

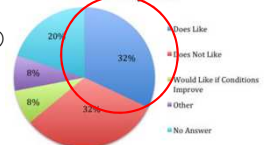
a) 住んでいる場所が好きかどうか

- ① 32%はゲル地区に住むのが好きである。
- ② 32%はゲル地区に住むのが好きではない。
- ③ 8%は、生活環境が改善されたゲル地区での生活を希望。

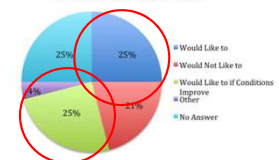
b) 中心市街地に住んでいる人々がゲル地域に住みたいか

- ① 25%が、ゲル地区に住みたい。
- ② 21%が、ゲル地区に住みたくない。
- ③ 25%が、状況が改善されれば住みたい。

Do People Living in Ger Areas Like
Where They Live?



Would People Living in Urban Areas
Like to Live in Ger Areas?



2) GER地区再開発に向けた提案

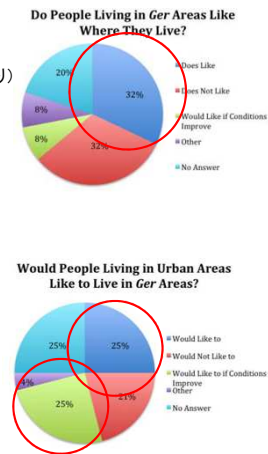
2.2) GER地区住民の意見(ウランバートルのゲル地区の問題/2015より)

- 住んでいる場所が好きかどうか
- 中心市街地に住んでいる人々がゲル地域に住みたいか
- GER地区再開発の基本方針

① 再開発型ではないGER地区の住環境の改善

- GER地区に住み続けたい人にどのような提案が最善か？

> NPO法人GERを設立



2) GER地区再開発に向けた提案

2.3) GER地区再開発の提案

a) NPO法人GERの設立と活動

- 2026年に設立
- 既存のバインシンの住環境改善マニュアルの作成と技術指導
- セルフビルドによる定住型住宅の提案とマニュアルの作成
 - モンゴル産の材料の活用
 - 予算が有るときに無理なく建設していけるシステムの提案
 - 建物完成後は、高性能な居住性を確保

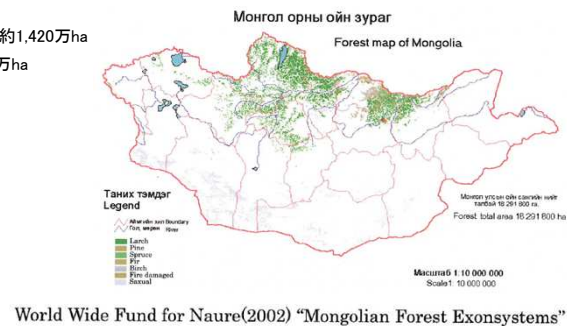
3) モンゴルの森林問題

3.1) モンゴルの森林

a) モンゴルの森林資源資源(農林水産省データより)

① モンゴルの森林面積

- 北部の針葉樹・広葉樹林約1,420万ha
- ゴビ砂漠の灌木林約460万ha
- 全国土の12%



3) モンゴルの森林問題

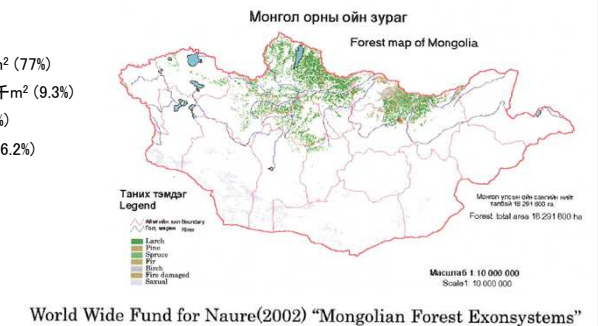
3.1) モンゴルの森林

a) モンゴルの森林資源資源(農林水産省データより)

① モンゴルの森林面積

② 北部森林の樹種

- カラマツ : 1,074,903千m² (77%)
- シベリアマツ : 129,860千m² (9.3%)
- 白樺 : 91,757千m² (6.6%)
- アカマツ : 86,723千m² (6.2%)



3) モンゴルの森林問題

3.2) モンゴルの森林の課題

a) モンゴルの森林資源と活用

- ① 森林資源は全国で約12億m³
- ② 約75%を燃料として使用
- ③ 25%を産業用として使用

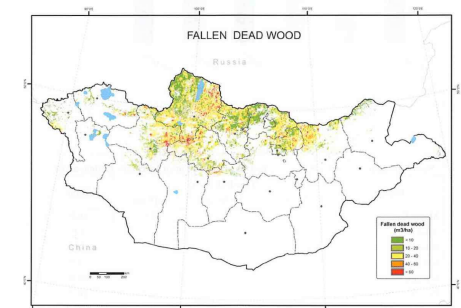
17

3) モンゴルの森林問題

3.2) モンゴルの森林の課題

b) モンゴルの未活用森林資源

- ① 立ち枯れ木 (1.98億m³)
 - ② 風倒木 (2.78億m³)
 - ③ 切株 (0.2億m³)
- 合計4.96億m³



18

3) モンゴルの森林問題

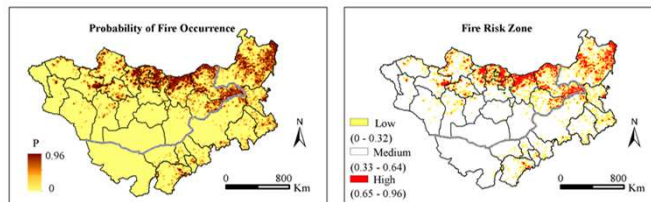
3.2) モンゴルの森林の課題

b) モンゴルの未活用森林資源

- ① 立ち枯れ木 (1.98億m³)
- ② 風倒木 (2.78億m³)
- ③ 切株 (0.2億m³)

合計4.96億m³

- 山火事
- 森林再生の妨げ
- 環境問題



<https://www.mdpi.com/2072-4292/11/20/2361/htm>より
図2モンゴル高原の火災確率と火災リスクゾーン

19

3) モンゴルの森林問題

3.3) モンゴルの未活用森林資源の活用の可能性

a) モンゴルの未活用森林資源の活用の課題

- ① 林道整備の遅れ
- ② 森林伐採、製材技術の遅れ
- ③ 森林資源活用インフラ整備の遅れ
- ④ 市場の未整備

20

3) モンゴルの森林問題

3.3) モンゴルの未活用森林資源の活用の可能性

b) モンゴルの未活用森林資源活用案

- ① 立ち枯れ木 (1.98億m³)
② 風倒木 (2.78億m³)] 合計4.76億m³ ⇔ 老齢木

③ 老齢木 (樹齢120年以上) は毎年**1,000万m³**が新たに発生 (12億m³/120年 = 1,000万m³)

3) モンゴルの森林問題

3.3) モンゴルの未活用森林資源の活用の可能性

b) モンゴルの未活用森林資源活用案

- ① 立ち枯れ木 (1.98億m³)
② 風倒木 (2.78億m³)] 合計4.76億m³ ⇔ 老齢木

③ 老齢木 (樹齢120年以上) は毎年1,000万m³が新たに発生 (12億m³/120年 = 1,000万m³)

④ 活用可能資源の仮定 : 4.8億m³の1% = 480万m³/年 ≤ 1000万m³ (持続可能な資源)

⑤ 建築材料へ10%が使用可能と仮定 : 480万m³/年 × 0.1 = 48万m³/年

⑥ 木造住宅建設可能戸数 (1戸当り50m³として) : 48万m³/50m³ = **9,600戸/年**

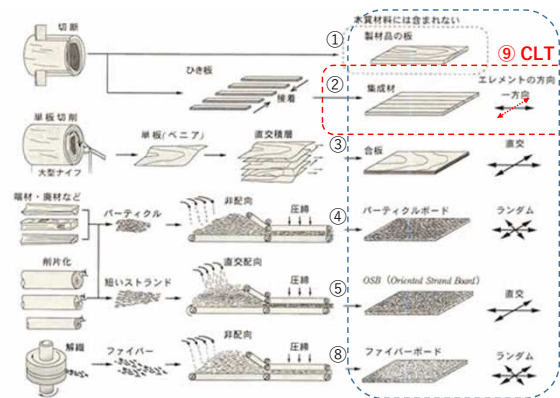
⑦ 残りの未使用材料 : 432万m³は断熱材、木質ペレットなどのバイオマス燃料や農業用資材として活用

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.1) 木質材料の種類

b) 木質材料の種類

- ① 製材 (木質材料に含ない)
② 集成材
③ 合板
④ パーティクルボード
⑤ LVL (単板積層材)
⑥ PSL
⑦ OBS
⑧ ファイバーボード
⑨ CLT



<http://www.sakuma-mokuzai.com/aboutus.html>より

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

a) CLT (Cross-Laminated Timber) とは

① 材料の特徴

- ・ ひき板 (ラミナ) を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料
 - ・ 1995年頃からオーストリアを中心に発展
 - ・ 木材の断熱性 (RCの約13倍) と軽さ (RCの約1/5)
- 壁式構造の特性を活かし、戸建て住宅、中層の共同住宅、など様々な建築に用いられる。



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

a) CLT (Cross-Laminated-Timber) とは

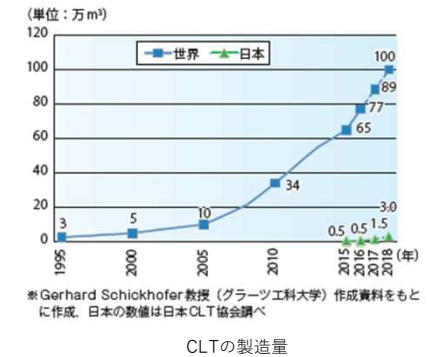
- ① 材料の特徴
- ② 日本での使用
 - ・ 2013年12月に製造規格となるJAS(日本農林規格)が制定され、
 - ・ 2016年4月にCLT関連の建築基準法告示が公布・施行された。

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

a) CLT (Cross-Laminated-Timber) とは

- ① 材料の特徴
- ② 日本での使用
- ③ CLTの生産量
 - ・ 世界的には、年間100万m³生産
 - ・ 日本では、年間3万m³生産

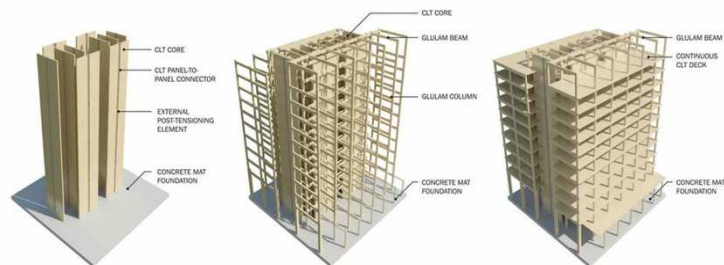


4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

b) CLT工法建物事例

- ① CLT CORE or + FRAME(STEEL, RC, WOOD) + CLT DECK



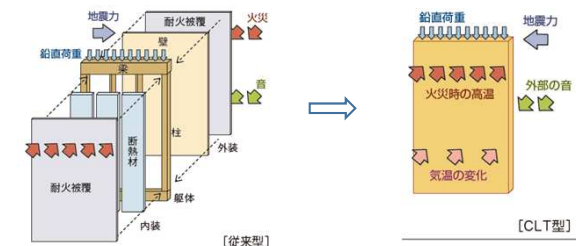
<https://www.facebook.com/521446425030495/photos/a.521450395030098/521450285030109/>

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

b) CLT工法建物事例

- ① CLT CORE or + FRAME(STEEL, RC, WOOD) + CLT DECK
- ② 壁の複数機能を集約



森林総合研究所 宮武敦氏作成資料より

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

b) CLT工法建物事例

- ① CLT CORE or + FRAME(STEEL, RC, WOOD) + CLT DECK
- ② 壁の複数機能を集約
- ③ 混構造 (CLTを用いた構造形式の分類)
 - ・ CLT/パネル工法 : CLTで床・壁・屋根を構成する工法
 - ・ CLT部分的利用 : S造/RC造/木造軸組構法の床・壁等への利用
 - ・ CLT併用構造 : S造/RC造との併用構造

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

b) CLT工法建物事例

- ① CLT CORE or + FRAME(STEEL, RC, WOOD) + CLT DECK
- ② 壁の複数機能を集約
- ③ 混構造 (CLTを用いた構造形式の分類)
- ④ 施工の合理化

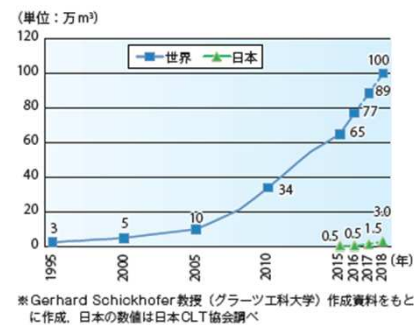


4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

c) CLTの課題

① 材料の特徴



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.2) CLT工法の特徴と課題

c) CLTの課題

- ① 短所
 - ・ 従来の木造に比べ、木材利用量が多く
 - ・ 材料コストが高い
 - ・ ルート2以上の構造は特殊な解析が必要

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

a) LLTの特徴

- ① 木材量がCLTの70%
 - ・ 部材の軽量化
 - ・ 低コスト化
 - ・ 資源の節約

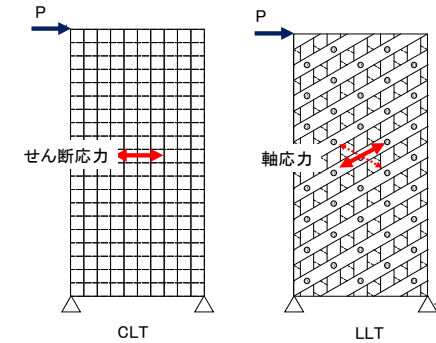
33

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

a) LLTの特徴

- ① 木材量がCLTの70%
- ② 中層構成がラチストラス構成になっている
 - ・ 軸力で応力伝達が行われる。
 - ・ >断面効率が良い



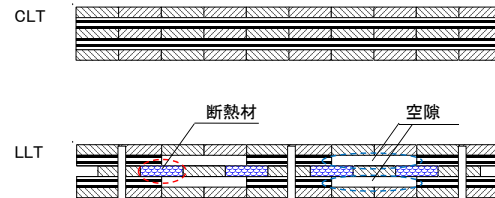
34

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

a) LLTの特徴

- ① 木材量がCLTの70%
- ② 中層構成がラチストラス構成になっている
- ③ 中層に空隙がある
 - ・ 断熱性能の向上



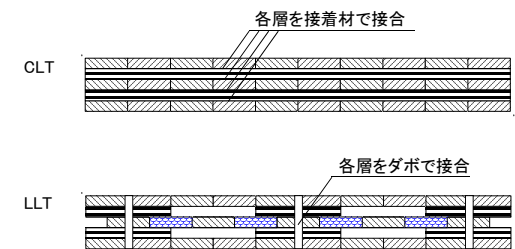
35

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

a) LLTの特徴

- ① 木材量がCLTの70%
- ② 中層構成がラチストラス構成になっている
- ③ 中層に空隙がある
- ④ 接着剤を用いず構成が可能
 - ・ 組み立てが簡単
 - ・ 廃棄時に有害物質がない



36

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

a) LLTの特徴

- ① 木材量がCLTの70%
- ② 中層構成がラチストラス構成になっている
- ③ 中層に空隙がある
- ④ 接着剤を用いず構成が可能
- ⑥ 準耐火構造材
 - ・ もえしろ設計により

柱、梁部材 (JISに適合するもの)	必要な燃えしろ		
	30分	45分	60分
集成材、単板積層材	25mm	35mm	45mm
製材(含水率15%)	30mm	45mm	60mm

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

b) LLTの構成

(ラミナ厚30mmの場合の厚さ), サイズ600-2400 x 1200 x 12000mm

- ① 5層5プライ (150mm)
- ② 5層7プライ (210mm)
- ③ 5層9プライ (270mm)

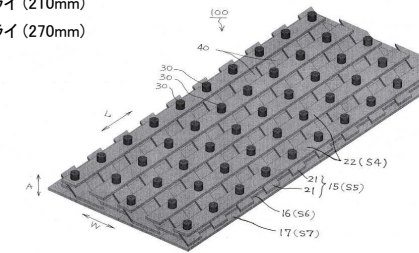


図1 中層のラミナ構成

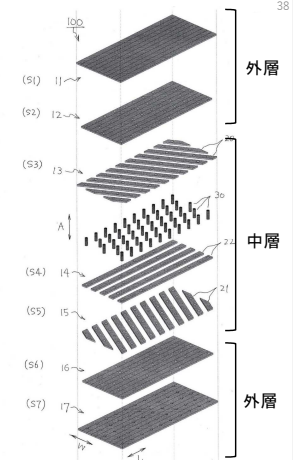


図2 全層のラミナ構成

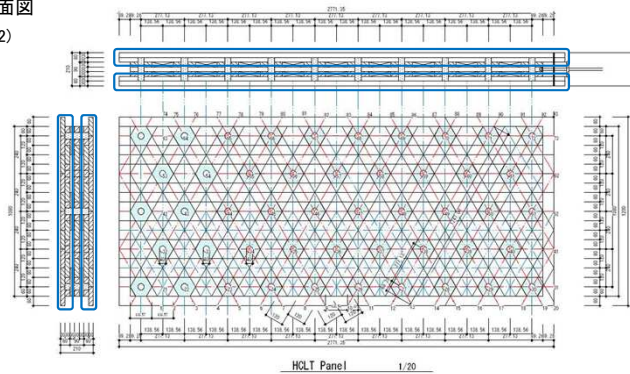
4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

c) LLTの配置図、断面図

① 外層部材 (1-3層x2)

- ・ E60-E120のハルモットのラミナを使用
- ・ 生木又は立枯れ木



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

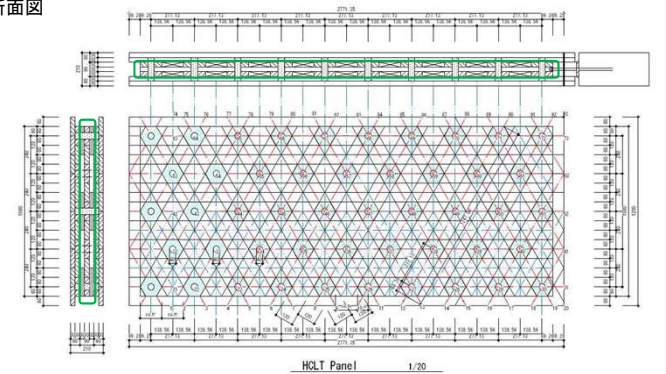
4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

c) LLTの配置図、断面図

① 外層部材

② 内層部材 (3層)

- ・ E30-E60のハルモト又はナスのラミナを使用
- ・ 立枯れ木



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.3) 新木質パネルLattice Laminated Timber (LLT)の提案

- LLTの特徴
- LLTの構成
- LLTの配置図、断面図
- LLTの模型写真
 - 中層部分の構成
 - 中層の3層はお互いがラチストラスを構成し、軸力で応力伝達する。



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.4) LLTによるGER地区再開発セルフビルド(SB)住宅の提案の提案

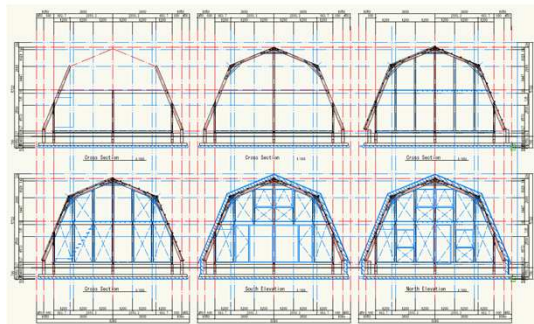
- SB住宅の平面図、立面図



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.4) LLTによるGER地区再開発SB住宅の提案の提案

- SB住宅の建設プロセス



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

- モンゴルのビルの外壁の状況

- 外壁の外断熱
 - コンクリートブロックの外側にEPSを用いた外断熱仕上げ
- 外壁のサッシ
 - サッシは樹脂サッシやアルミサッシが用いられている



4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

b) モンゴルのビルの外壁の課題

- ① 18 May 2018のGrenfell Tower 火災の教訓
- ・ 燃えやすい外壁仕上材の延焼によりサッシが焼け落ち、ビル全体に燃え広がる。

＞外壁の不燃化とサッシの耐火性が重要



Grenfell Tower fire victims - ...
<https://www.thesun.co.uk/news/3799392/grenfell-tow>より

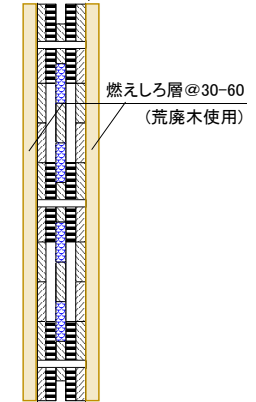
45

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

c) LLTカーテンウォールの耐火性

- ① 燃えしろ設計により、準耐火構造材になる。
- ・ 森林荒廃木の燃えしろ層への使用可能性検討



柱、梁部材 (JISに適合するもの)	必要な燃えしろ		
	30分	45分	60分
集成材、単板積層材	25mm	35mm	45mm
製材(含水率15%)	30mm	45mm	60mm

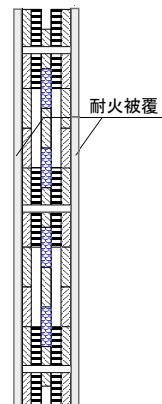
46

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

c) LLTカーテンウォールの耐火性

- ① 燃えしろ設計により、準耐火構造材になる。
- ② 耐火ボードや耐火材料と組合せ、耐火性能を向上する。



47

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

d) LLTカーテンウォールの断熱性

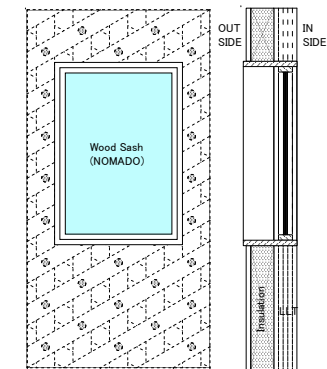
- ① パネル中層の空隙と断熱材により、外断熱性能を確保。
- ② 高断熱(K値0.51)で耐火性能のある木製サッシ(ノマド)との組合せで LLTカーテンウォールが実現。
- ③ 荒廃木や木廃材を使用したウッドファイバー(Wood Fiber)やセルロースファイバー(Cellulose Fiber)を断熱材として使用。



Wood Fiber
<https://www.woodfiber.jp/>より



Cellulose Fiber
<https://search.yahoo.co.jp/image/search?n=2&ei=UTF-8&u=63&1>



LLTカーテンウォール

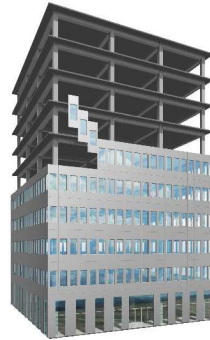
48

4) モンゴルの森林資源を活用した新建築材料の提案

4.5) LLTによる外壁カーテンウォールの提案

e) LLTの建物提案

- ① 構造壁(耐震・耐風壁)として使用。
- ② 床版として使用。
- ③ 外壁カーテンウォールとして使用。
- ④ 間仕切り壁として使用。



LLTカーテンウォールビル

