

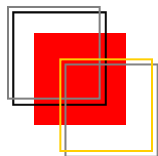
平成21年度～平成22年度

# 国産低密度木材を用いた 木質ラーメンフレーム構法の開発

【構成員】



- ・昭和住宅株式会社(代表取締役 湖中明憲)
- ・株式会社グランドワークス(代表取締役 大倉憲峰)
- ・中山正利(ユアオプト代表)
- ・大橋好光(東京都市大学 工学部 建築学科 教授)
- ・北海道立研究開発機構 北方建築総合研究所



# 開発の背景・目的

—住まい手・社会的ニーズ  
→ 建築における方策—

- 少子化による市場の絶対的縮小
- 顧客層の住宅に対する要望の拡大と多様化
- 住宅の長寿命化による良質な住宅のストック化
- 日本の森林資源の有効活用・廃棄物発生抑制



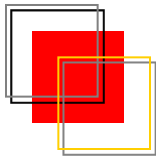
## 建築における方策は

- 住宅の長期耐用化
- ライフサイクルに適応するための可変的空間構成
- 合理的なリノベーション
- 循環型システムの構築
- 部材のリユース・リデュース・リサイクル



## 新たな住宅構法

『国産低密度木材を用いた木質ラーメンフレームによるスケルトン・インフィル型住宅』



# 技術開発の概要

## ■ 国産低密度木材の利用によるラーメンフレーム構法の開発

国産材の大半を占める低密度木材の活用による木造住宅のSI化(可変と3R)を進める基盤を造る

### 1.設計の容易性

- ・木質ラーメンフレーム構法に関して基準となる設計手法が無い場合、基礎的なフレーム構法から検討し、その検証からフレーム構法に必要とする設計手法を構築する。

具体的には

1方向ラーメンフレーム併用型からはじめ、2方向ラーメンフレームでの検証を行い、実用化に必要な内容を検証する為、評定の申請を行ない、設計に必要な内容を確認。

### 2.耐久性の高い木材の使用

- ・各種試験の実施とデータの検証から、低密度木材に必要な性能を検討し、検証を実施。

### 3.国産材の維持管理を行う為に、川上から川下まで、地域の連携の組織化を図る

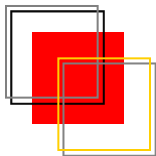
- ・地域の森林組合との連携

## ■ 国産材厚板を用いた開放的な剛床の開発

- ・施工や工法がシンプル
- ・取り外しが容易な床水平構面
- ・床構面そのものが仕上げとなる省力化した床システム



フレーム構法の持つ  
SI性(可変と3R)を発揮



# 技術開発の概要

■ 1方向ラーメンフレーム併用型構法



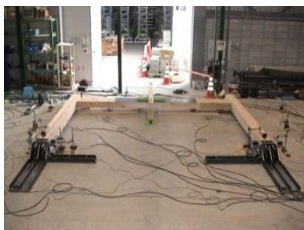
構造性能評価に関する評定を取得

■ 国産低密度木材を用いた2方向ラーメン構法



1方向ラーメンフレームの検証から必要とする性能を想定し各要素試験とフレーム試験を実施

## 各要素試験とフレーム試験から性能検証



1層ラーメンフレーム

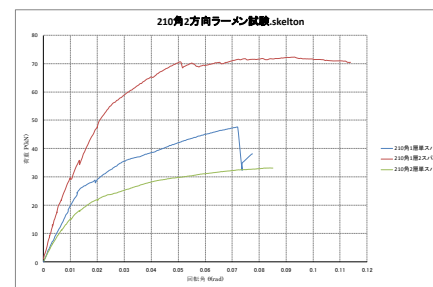


2層ラーメンフレーム



連続フレーム

- 性能検証の結果、軒高6m以内2方向フレーム、スパン4m以内での構法の構築と実用化に向けた開発を行う基礎データを作る事が出来た。
- 検証から構法を検討する為の判定プログラムを作成。



試験データグラフ

・210角1層単スパン							
Pmax	2/3・Pmax	Py	Pu×(0.2/Ds)	1/120rad時のP	1/150rad時のP	初期剛性K	
47.64	31.76	26.45	19.17	14.75	11.81	1839.19	
・210角1層2スパン							
Pmax	2/3・Pmax	Py	Pu×(0.2/Ds)	1/120rad時のP	1/150rad時のP	初期剛性K	
72.38	48.25	42.94	37.24	22.08	20.05	2768.66	
・210角2層単スパン							
Pmax	2/3・Pmax	Py	Pu×(0.2/Ds)	1/120rad時のP	1/150rad時のP	初期剛性K	
33.22	22.15	19.34	14.97	13.22	11.11	1468.86	

試験結果表

■ 開放的水平構面の性能検証

厚み45mm 巾240mm スパン2m以内で実大試験の実施

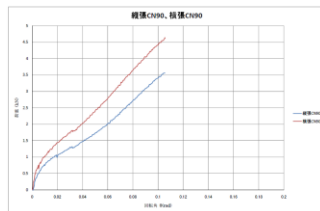
※床試験状況



※床試験状況



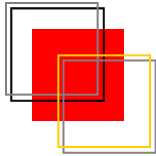
※床試験グラフ(1mあたりのKN)



※試験結果(結果は1mあたりのKN)

・横張CN90							
Pmax	2/3・Pmax	Py※	Pu×(0.2/Ds)※	1/120rad時のP	1/150rad時のP	初期剛性K	
4.63	3.09	—	—	0.96	0.81	41.54	
・縦張CN90							
Pmax	2/3・Pmax	Py※	Pu×(0.2/Ds)	1/120rad時のP	1/150rad時のP	初期剛性K	
3.56	2.37	—	0.77	0.71	0.61	30.74	

全体として耐力は保持されているが、初期剛性を上げる事で実用化が可能である事を確認

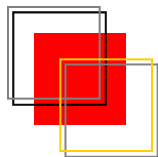


# 技術開発成果の先導性

- 木質ラーメンは、現在20を超えるシステムがあるが、低密度木材による木質ラーメン構法の構造性能に関するシステム的な設計方法は確立していない。住宅建築でのラーメン構法に国産低密度木材を活用し、その妥当性を含めた設計方法の確立により、合理的な設計施工ができる。
- ラーメンフレームのユニット化と開放的な水平構面を含めた躯体全体のシステム化を行い生産性と施工性の向上をさせる事によりコストの削減を図り、構法の普及による国産材の使用の拡大を行う基盤を形成する事が可能となる。
- 本構法は、ライフスタイルの変化による増築、減築、内外装、及び設備の更新を容易とする為、部材の解体性、ラーメンフレームの汎用性を高める事により部材のリユースも可能となる。

## ■ 技術開発の効率性

- 構成員の役割分担の適切さ、実務委員会での問題点解決、各試験場、研究所の協力の元、予定していた資金計画に基づいて実施。
- 木質ラーメンフレームシミュレーションプログラムの作成により、構造性能の検討と検証が容易に出来、無駄なく効率よく実施。



# 実用化・市場化の状況

## ■ 3層1方向ラーメンフレーム併用型

設計段階での構造計算の簡略化

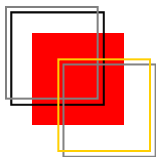
- 構造性能評価に関する個別評定を取得
- 取得した評定からシステム認定を申請  
更なる普及を図り、市場の拡大を行う

## ■ 2層2方向ラーメンフレーム構法

- 設計手法と耐久性の高い木材の検証から低密度木材を使用したフレーム構法の基礎的知見が得られ、地域の森林組合との連携を図りながら平成25年度に低密度木材によるフレーム構法の実用化を予定している。

## ■ 部材の安定的な供給体制

- 生産拠点の組織化と地域の森林組合との連携



# 技術開発の完成度、目標達成度

- 木質ラーメンフレームを合理的に設計・施工を行う為に、1方向ラーメンフレーム併用型で個別評定を取得、更に3階建住宅の普及と拡大を図る為、設計段階での構造計算の簡略化を図る為、システム認定を申請。
- 国産低密度木材を用いた、1方向フレームを使用した2階建モデル住宅を建設し、施工性の検証を実施。
- 国産低密度木材による2方向ラーメンフレーム構法は、実用化する為の必要項目を整備する為、国産材を用いた1方向フレームを使用した2層2方向フレーム構法の一般認定を申請(平成24年取得予定)、実用化に向けた検討を実施。
- 脱着可能で開放的な床システムは、改良した杉厚板での床倍率試験を実施し、床構面に必要とする性能を確認、普及の為の設計・施工マニュアルの整備を進めている。

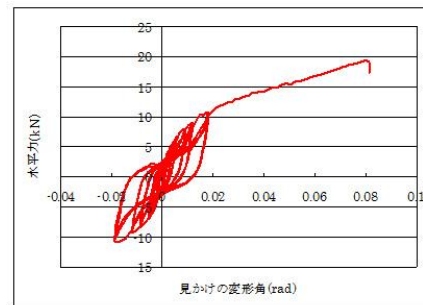
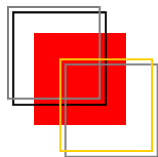


図 4.1 横張り① 荷重-変形角曲線

表 4.1 各試験体の特性値

	No.	Py (kN)	Pu (kN)	Pmax (kN)	P120 (kN)	Ds	K (kN/rad)
横張り	①	10.38	7.76	12.97	7.85	0.41	677.4
	②	10.31	8.57	13.30	8.90	0.38	837.6
	③	8.47	6.95	11.227	7.40	0.40	661.3
縦張り	①	10.88	8.43	13.30	8.05	0.40	744.4
	②	11.50	8.82	14.23	9.00	0.41	788.0
	③	11.47	9.00	14.33	9.35	0.41	795.6



# 技術開発に関する結果

## ■ 成功点

- 各接合部などの要素試験の性能確認から全体の性能を検証する方法により、必要とする性能を検討できる木質ラーメンシミュレーションプログラムを作成、これによりラーメンフレームの各接合部や柱・梁に求められる性能の検討が容易となり、無駄なく効率よく実施。
- 開発したプログラムを用いて、今後開発を予定している中層・高層の国産材木質フレーム構法の開発における基礎的検討も実施。プログラムについては、汎用性を持たせる為に改良を予定している。

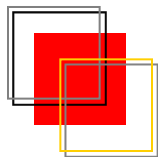
## ■ 残された課題

- 国産低密度木材を用いたフレーム構法の実用化、及び普及をさせる為には、
  1. 設計段階での効率化を図る。
  2. 部材を安定的に供給できる生産拠点の整備。
  3. 施工性の確保と簡素化を図る上で、ラーメンフレームのユニットを汎用化させる。

構法の実用化、普及に向け、接合方法の更なる改良や部材断面の検討、設計・施工マニュアル、及び供給体制の整備を早急に行う事が残っている。

- 脱着可能で開放的な床システムにおいて、初期剛性の課題も改善でき、壁パネルを含め開発を進めている。





# 今後の見通し

## ■ フレームの生産拠点の組織化

- - ・ 部材の安定的な供給
  - ・ 国産材の規格管理
- - ・ 生産拠点の構築(兵庫、秋田、東京)
  - ・ 地域の森林組合との連携による流通システムの形成

## ■ ラーメンフレームのユニットをシンプルかつ汎用化

- - ・ 生産性の向上と施工の合理化
  - ・ 工期短縮、コスト削減
- - ・ 部材寸法等と部材点数の固定化
  - ・ 省力化を図る

## ■ 長期優良住宅に連携するフレームシステム 床・壁等のパネル化

- 可変的な住宅創り(増築・減築)に対応した  
スケルトン・インフィル住宅として普及させていく

## ■ 中層(3層)以上の要望も高い事から、中層・高層のフレーム構法の開発も行う予定