

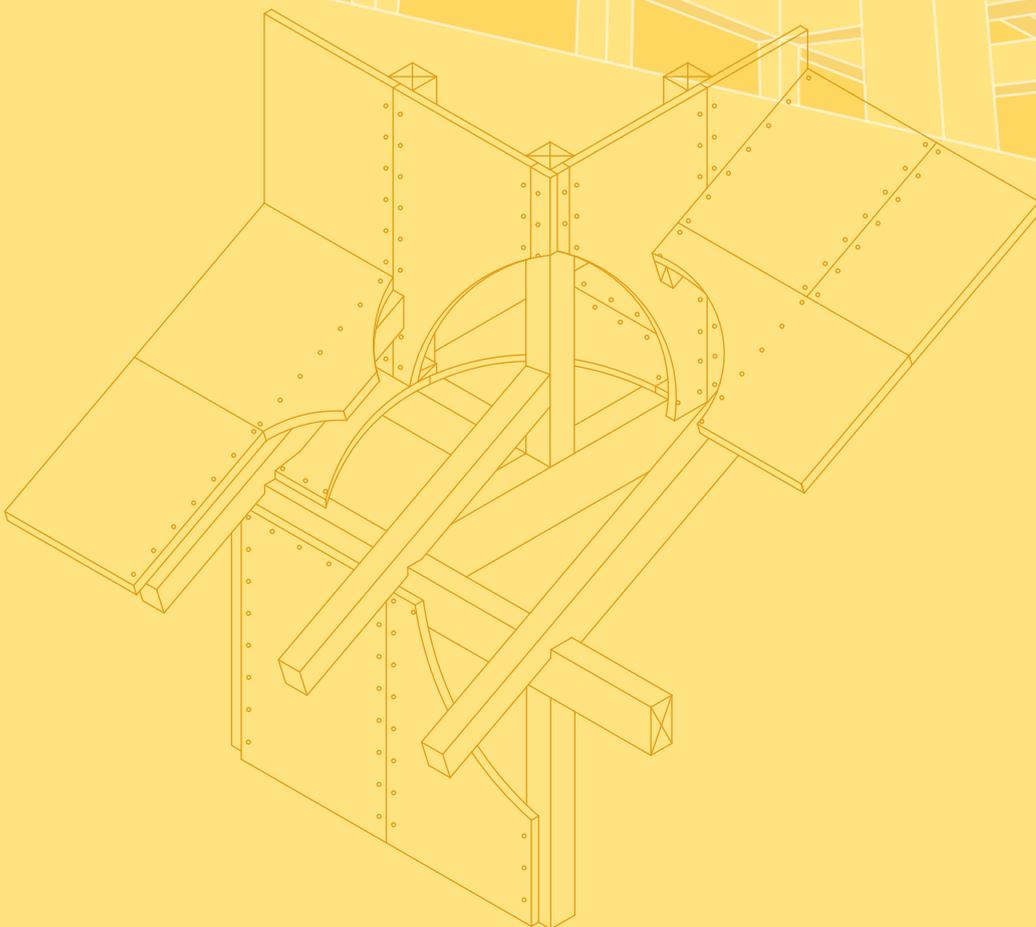
環境にやさしい JAS 構造用合板

# ネダノン

N E D A N O N



## マニュアル Ver. 8-2





C O N T E N T S

第Ⅰ部 ネダノンの性能と生産品目 ……1

1. ネダノンとは
2. 環境に優しいネダノン
3. ネダノンの生産品目と生産量推移

第Ⅱ部 標準的な仕様と施工方法 ……5

1. 床への利用 ……5

1.1 ネダノンを床に利用するには

- ①ネダノンの特徴と性能
- ②建築基準法での扱い
- ③品確法の存在床倍率
- ④ネダノンを用いた床構面の性能試験結果
- ⑤構造計算ルートでの取り扱い

1.2 施工方法

- ①さね加工を施さない合板を使う場合（四周くぎ打ち仕様）
- ②さね加工を施した合板を使う場合（川の字型くぎ打ち仕様）
- ③内部間仕切り部 施工例
- ④筋かい部 施工例
- ⑤特殊な施工部分
- ⑥施工写真

1.3 45分準耐火構造（床）としての利用

- ①ネダノン QF45とは
- ②ネダノン QF45の性能が求められる地域・条件
- ③ネダノン QF45の施工方法

2. 壁への利用 …… 15

2.1 ネダノン スタッドレス5+を壁に利用するには

- ①ネダノン スタッドレス5+の特徴と性能
- ②ネダノン スタッドレス5+を張った耐力壁の特徴
- ③ネダノン スタッドレス5+を用いた耐力壁の大臣認定内容
- ④ネダノン スタッドレス5+を許容応力度計算ルートで用いる場合

2.2 施工方法

- ①標準的な施工方法
- ②特殊な施工部分
- ③施工写真

2.3 ホールダウン金物の設置

2.4 耐震補強における壁基準耐力と壁基準剛性

### 3. 屋根への利用……………22

#### 3.1 ネダノンを利用するには

①ネダノンを用いた屋根の特徴と性能

#### 3.2 施工方法

①小屋裏面、小屋壁への施工方法

②屋根構面の施工方法

③施工写真

### 4. ネダノンを利用した断熱化工事……………25

#### 4.1 断熱構造とネダノン

①断熱構造とする部分の基準とネダノンの活用

②断熱構造としなくても良い部分

#### 4.2 断熱材の種類と施工例

①断熱材の種類

②躯体の断熱性能等の基準

③断熱工法施工例

④屋根、外壁の結露試験

④-1 屋根の結露試験

④-2 外壁の結露試験

#### 4.3 断熱材の厚さ算出式

## 第III部 構造計算ルートによる設計…33

### 1. 水平構面の許容耐力と構造設計……………33

①標準仕様の床の許容せん断耐力

②高強度仕様の床の許容せん断耐力

③屋根の許容せん断耐力

④鉛直荷重に対する合板のたわみと曲げ応力度の算定式

⑤水平構面としてのせん断耐力の許容応力度計算の方法

### 2. 耐力壁の許容耐力と構造設計……………39

①ネダノン スタッドレス5+の許容せん断耐力

②他の壁との併用

③ネダノン スタッドレス5+を用いた耐力壁のバイリニアモデル

### 3. 中層・大規模木造建築物における

水平構面と耐力壁……………40

### 4. 構造計算に用いる強度特性値……………41

①構造用合板の許容応力度と弾性係数

②くぎ接合許容せん断耐力

## 第IV部 実験データ……………45

1. 曲げ性能

2. 面内せん断性能

3. くぎ接合部の強度性能

4. 実大試験体による床構面の水平せん断性能

5. 品確法に基づく試験方法による床構面の  
水平せん断性能

6. ネダノンで構成した屋根の水平せん断性能

7. 床の局部荷重に対する性能

8. 床の遮音性能

9. 床構造の耐火性能

10. 耐力壁の面内せん断性能

11. たる木留め金物を使用した屋根構面の  
水平せん断性能

(参考) ネダノン生産工場、ネダノン販売店

# 第I部 ネダノンの性能と生産品目

## 1 ネダノンとは

東京合板工業組合・東北合板工業組合加盟各社が共通した商品名で生産するJAS 構造用合板（24、28mm以上）の商標登録です。

- ネダノンは国産材を中心に製造しています。
- ネダノンは強度が高く、ネダノンで造る床や屋根は従来に比べてはるかに高い耐震強度があります。
- ネダノンは火災に強く、28mmネダノンで構成する床は国土交通省による45分準耐火認定（ネダノン QF45）を取得しています。

## 2 環境に優しいネダノン

### ●国産材の積極的な活用

地球温暖化による環境への様々な影響が問題になっているが、日本の合板業界は、地球環境の保全のため南洋材等の外材から、最近ではスギ間伐材等の国産材への転換を積極的に進めてきた。

森林の持つ水土保全等の役割を維持するためには、間伐が必要であるが、2013年には、合板製造用の間伐材等国産材丸太の使用量は約300万 $m^3$ となり2000年の22倍となりその後も増加し続けている。

### ●グリーン購入法による合法木材の供給

違法伐採は、熱帯地域等の森林破壊の要因となっているが、合板業界は、これまで「違法に伐採された木材は使用しない」という理念のもとに、林野庁ガイドラインに基づく団体認定方式により、合法性が証明された原木を使用し、グリーン購入法に基づく合法証明材の供給を積極的に進めている。

### ●木材は再生可能な資源

石油や石炭などの化石エネルギーや、鉱物資源は人の手で生み出すことはできない。木材は再生産できる持続可能な資源であり、「伐ったら植える」という原則を守り、半永久的に循環サイクルを構築することが必要である。

### ●とことん使う、木質資源のリサイクル

住宅や家具などに利用された合板は、廃棄されてもその役割を終えるわけではない。それらは再生可能な資源として、パーティクルボード(PB)や中密度繊維板(MDF)に加工・再利用されている。さらに、再利用のできない廃材や丸太の皮(バーク)、使用済のPBやMDFなどは、バイオマスエネルギーとして熱源や発電資源として利用されている。

- 24mmネダノンで構成する耐力壁は国土交通省による倍率5.0の認定（ネダノン スタッドレス5+）を取得しています。
- ネダノンは吸放湿性や断熱性に優れており、快適な居住環境を創出します。
- ネダノンを用いた住宅の建設は、地球環境と日本の国土保全に貢献します。

※生産工場一覧は、P.61をご覧ください。

### ●鉄鋼やアルミニウムより、はるかに環境負荷をかけない合板

合板を製造するのに消費するエネルギーは、鋼材の1/38、アルミニウムの1/160と非常に少ないエネルギーで製造が可能である(図1-1)。また製造時の二酸化炭素の排出量は、鋼材の1/34、アルミニウムの1/141と、合板はまさに環境にやさしい素材といえる(図1-2)。

※同体積(1 $m^3$ )製造する場合の比較



出典：岡崎 他：炭素ストック、CO<sub>2</sub>放出の観点から見た木造住宅建設の評価、木材工業、53.161-165(1998)

図1-1 製造時の消費エネルギー比較



出典：国土交通省建設経済局労働資材対策室：建設労働資材需要実態調査報告書 P.114-121(1990)

図1-2 製造時の二酸化炭素の排出量比較

### ●合板は炭素をストック

合板は、その製品の中に炭素をストックしている。例えばネダノン1枚(24mm厚の910×1,820mm)の重量は約17.9kg(比重0.45として計算)で、炭素量はその約45%の8.1kgとなる。CO<sub>2</sub>換算量ではその3.66倍の29.6kg/枚となる。



●木造住宅は第二の森林

住宅の戸当たりの建設時の工法別CO<sub>2</sub>排出量を比較すると、木造住宅は鉄筋コンクリート造の約1/2となっている(図1-3)。

また、木造住宅(延べ床面積136m<sup>2</sup>)が貯蔵している炭素ストック量は、平均して約6tonにも及ぶ。またRC造や鉄骨プレハブ住宅ではそれぞれ1.6tonと1.5tonと、木造の1/4となっている(図1-4)。

(出典：国土交通省建設経済局労働資材対策室：建設労働資材需要実態調査報告書，P.114-121(1990))

我が国のすべての住宅がストックしている炭素量は、日本の全森林がストックしている量の18%を占めている。まさに住宅は第二の森林といえる。積極的に木を使うことは、森林・樹木を生き生きとさせ、地域温暖化を抑制する。

2011年に開かれたCOP17(気候変動枠組条約 第17回締結国会議 於：南アフリカ共和国・ダーバン)において、国内の森林から生産された伐採木材製品(HWP: Harvested Wood Products)の炭素については、これまでの伐採時排出というルールから、木材製品として使用された後、廃棄された時点で排出量を計上できるルールに変

更して合意され、木材製品がCO<sub>2</sub>の吸収源対策として有効であるということが国際的に認められた。

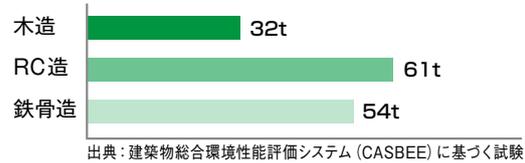


図1-3 住宅1戸当たりの建設時の工法別二酸化炭素排出量

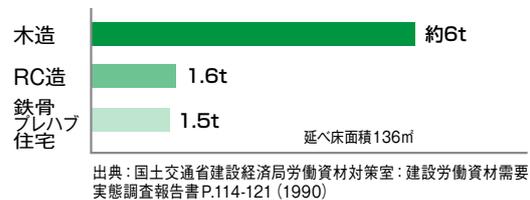
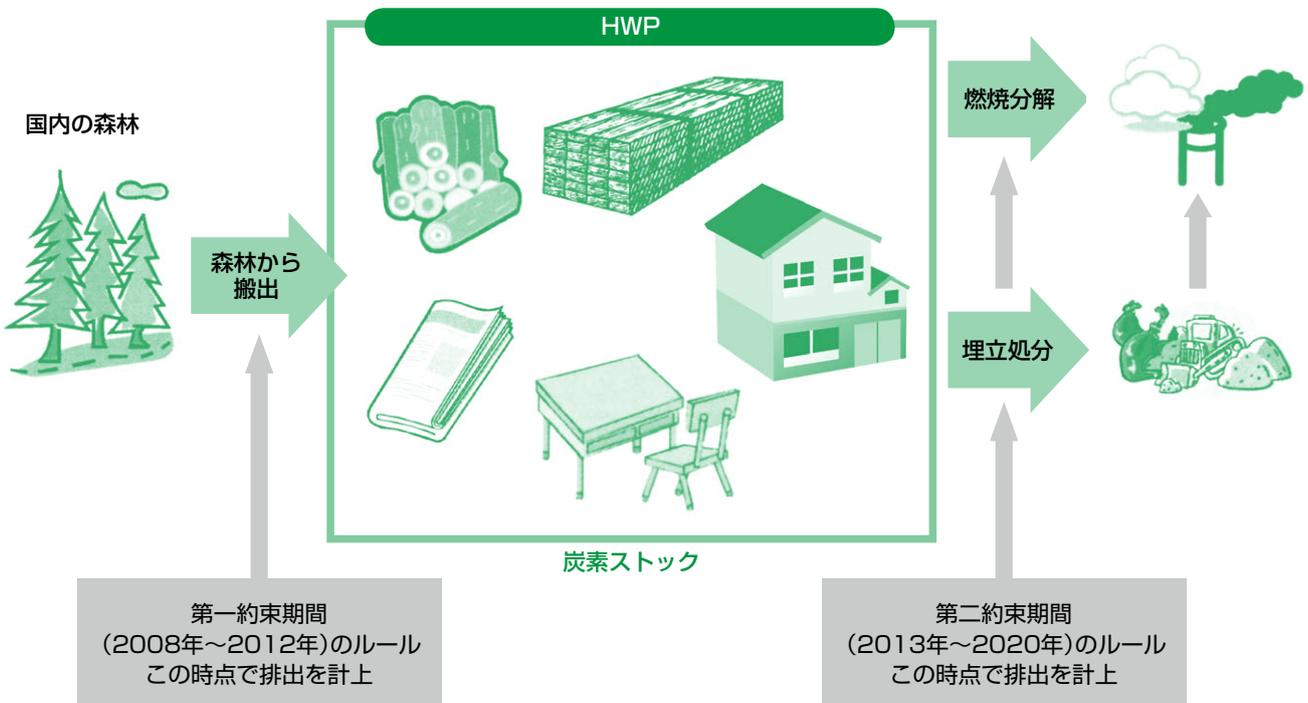


図1-4 炭素ストック量



林野庁資料

図1-5 伐採木材製品 (HWP)

2015年のCOP21では、先進国、開発途上国を問わず全ての締約国が参加する法的枠組みである「パリ協定」が採択され2016年11月に発効した。

2016年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」では、2020年度の温室効果ガス削減目標を2005年度比3.8%減以上、2030年度の温室効果ガス削減目標を2013年度比26%減と設定した。各削減目標のうち、それぞれ約

3,800万CO<sub>2</sub> ton (2.7%)以上、約2,780万CO<sub>2</sub> ton (2.0%)を森林吸収量で確保することを目標としている。このため、2013年度から2020年度までの間において年平均52万ha、2021年度から2030年度までの間において年平均45万haの間伐の実施や地域材の利用等の森林吸収源対策を着実に実施する必要がある。

このため間伐材等の利用拡大が重要となっている。

#### パリ協定の概要

- 世界全体の平均気温上昇を工業化以前と比較して2℃より十分下方に抑制及び1.5℃までに抑える努力を継続。
- 各国は削減目標を提出し、対策を実施。(削減目標には森林等の吸収源による吸収量を計上することができる)
- 削減目標は5年ごとに提出・更新。
- 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡を達成。
- 開発途上国への資金支援について、先進国は義務、開発途上国は自主的に提供することを奨励。

#### 森林関連分野の概要

- 森林等の吸収源及び貯蔵庫を保全し、強化する行動を実施。
- 開発途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減等 (REDD+) の実施及び支援を奨励。

資料：林野庁森林利用課作成。

## 3 ネダノンの生産品目と生産量推移

表1-1 ネダノンの標準寸法と生産品目

樹種	国産材	スギ、カラマツ、アカマツ、トドマツ、ヒノキ	これらの樹種の複合例) カラマツ-スギなど
	外国産材	ラーチ、ベイマツ、ラジアータパイン、ラワン	
厚さ	24mm、28mm以上		
標準寸法	さね加工なし	910×1,820mm、910×2,430mm、910×2,730mm、910×3,030mm 1,000×2,000mm、1,000×2,430mm、1,000×2,730mm、1,000×3,030mm	
	さね加工あり	920×1,820mm、920×2,430mm、920×2,730mm、920×3,030mm (はたらき幅910mm) 1,010×2,000mm、1,010×2,430mm、1,010×2,730mm、1,010×3,030mm (はたらき幅1,000mm)	
ホルムアルデヒド放散量	F☆☆☆☆ (平均値0.3mg/L以下、最大値0.4mg/L以下)		
	F☆☆☆ (平均値0.5mg/L以下、最大値0.7mg/L以下)		

※樹種・サイズ等は当組合又はメーカーにお問い合わせください。

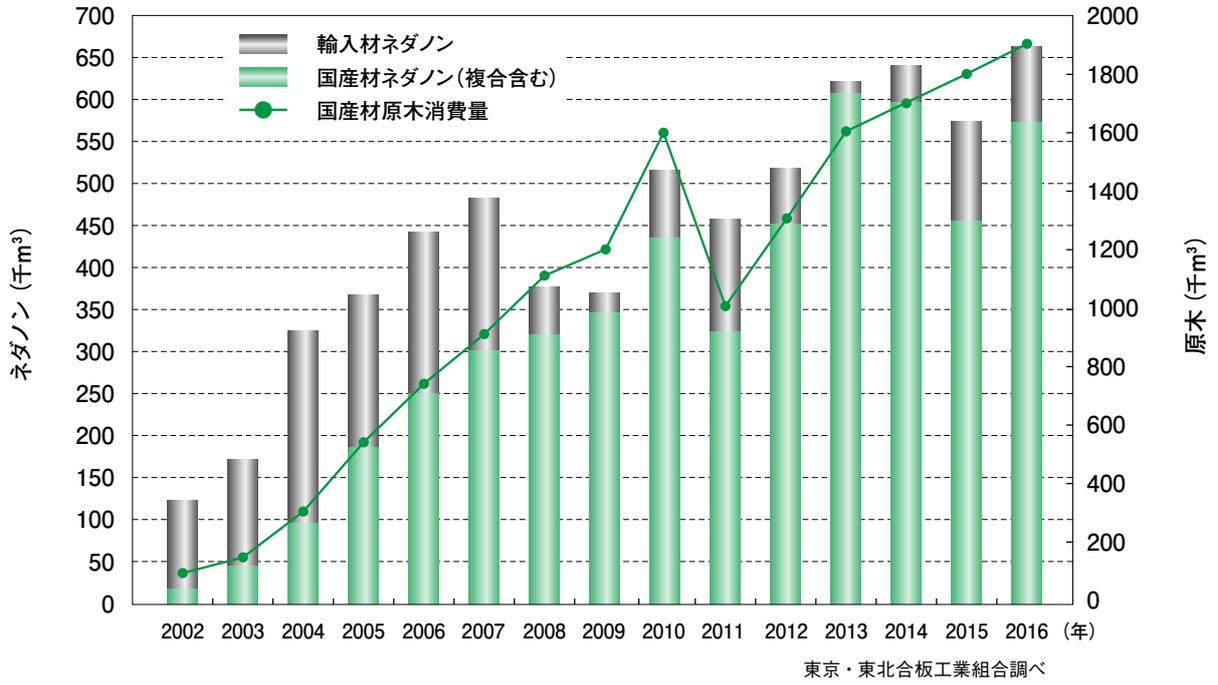


図1-6 ネダノン 生産量推移

# 第Ⅱ部 標準的な仕様と施工方法

## 1 床への利用

### 1.1 ネダノンを利用するには

#### ①ネダノンの特徴と性能

ネダノンを利用すると、次のようなメリットがあります。

- 火打材を省略することができます
- 耐震性能（水平構面としての性能）が向上します
- たわみが減少します
- 床鳴りが発生しにくくなります
- 床の遮音性能が上がります
- 耐火性能が上がります
- 気密性が確保できます

#### ②建築基準法での扱い

建築基準法施行令第46条では、火打材を省略する場合は構造計算によって構造耐力上安全であることを確かめることを規定しているが、国土交通省住宅局建築指導課ほか監修「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」（第3章の3.3.7）には、「構造用合板をくぎ打ちすることによる場合は火打材とみなすことができる」と記載されている。すなわちネダノン床では火打材を設けなくともよいが、火打材の省略ではないため、2階建て以下・床面積500m<sup>2</sup>未満の建築物（いわゆる4号建物）では、構造計算を行う必要はない。

#### ③品確法の存在床倍率

各種構造方法による床組の水平構面としての耐力は、品確法（国土交通省告示第1347号、平成13年8月14日）に、存在床倍率という単位で示されている。それによると、ネダノンの四周をくぎ打ちした仕様の床倍率は最も高い3で、従来から剛床といわれてきた「落とし込み根太方式12mm合板直張り仕様」の2倍より更に50%高い値となっている。ネダノンの「川の字型くぎ打ち仕様」の床倍率は1.2である。

#### ④ネダノンを用いた床構面の性能試験結果

東京合板工業組合・東北合板工業組合では、(公財)日本住宅・木材技術センターにて水平構面の性能試験を行った。この試験結果によると、品確法で床倍率3が与えられているものと同じ仕様（床仕様2）で、基準せん断耐力は9.23kN/mと、床倍率相当で4.7倍の高い性能が得られている。また、品確法で床倍率1.2となっている川の字型くぎ打ち仕様に関しても、外周の桁部分にくぎ打ちした場合（床仕様3）の性能を検証した結果、床倍率相当で2.9倍の性能が得られた。さらに、四周くぎ打ちでくぎ間隔を100mmに狭めた仕様（床仕様1）では、床倍率相当で6.7倍という結果も得られた。（P.6 床構面の性能評価結果およびP.53 5. 品確法に基づく試験方法による床構面の水平せん断性能を参照）

これらの基準せん断耐力の数値は、住宅性能評価機関等で品確法の評価を受ける際に用いることができるが、その際は、東京合板工業組合・東北合板工業組合から試験成績書の写しを入手する必要がある。

#### ⑤構造計算ルートでの取り扱い

(P.33 をご覧ください)



表 2-1 各種構造方法による床組の品確法の存在床倍率

床組等の構造方法		存在床倍率	床組等の構造方法		存在床倍率
①	厚さ12ミリメートル以上の構造用合板又は構造用パネル（1級又は2級のものに限る。）を、根太（根太相互の間隔が340ミリメートル以下の場合に限る。）に対し、鉄丸くぎN50を用いて150ミリメートル以下の間隔で打ち付けた床組等	1	⑧	厚さ12ミリメートル以上、幅180ミリメートル以上の板材を、根太（根太相互の間隔が500ミリメートル以下の場合に限る。）に対し、鉄丸くぎN50を用いて150ミリメートル以下の間隔で打ち付けた床組等	0.2
②	厚さ12ミリメートル以上の構造用合板又は構造用パネル（1級又は2級のものに限る。）を、根太（根太相互の間隔が500ミリメートル以下の場合に限る。）に対し、鉄丸くぎN50を用いて150ミリメートル以下の間隔で打ち付けた床組等	0.7	⑨	⑦又は⑧の床組等において、横架材上端と根太上端の高さの差を根太せいの2分の1以下としたもの	⑦又は⑧の倍率に1.2を乗じた数値
③	①又は②の床組等において、横架材上端と根太上端の高さの差を根太せいの2分の1以下としたもの等	①又は②の倍率に1.6を乗じた数値	⑩	⑦又は⑧の床において、横架材上端と根太上端の高さを同一に納めたもの	⑦又は⑧の倍率に1.3を乗じた数値
④	①又は②の床組等において、横架材上端と根太上端の高さを同一に納めたもの	①又は②の倍率に2を乗じた数値	⑪	断面の短辺が90ミリメートル以上の製材又はこれと同等の耐力を有する火打材を、平均して5平方メートルごとに1本以上となるよう配置した床組等（主たる横架材（火打材に取り付くものをいう。以下同じ）のせいが105ミリメートル以上のものに限る。）	0.15
⑤	厚さ24ミリメートル以上の構造用合板を用い、その四周をはり等の横架材又は構造用合板の継ぎ手部分に補強のために設けられた受材に対し、鉄丸くぎN75を用いて15センチメートル以下の間隔で打ち付けた床組等	3	⑫	⑪の床組等において、火打材を、平均して3.3平方メートルごとに1本以上となるよう配置したもの	0.3
⑥	厚さ24ミリメートル以上の構造用合板を用い、はり等の横架材に対し、構造用合板の短辺の外周部分に各1列、その間に1列以上となるように、鉄丸くぎN75を用いて15センチメートル以下の間隔で打ち付けた床組等（はり等の横架材の間隔が1メートル以下の場合に限る。）	1.2	⑬	⑪の床組等において、火打材を、平均して2.5平方メートルごとに1本以上となるよう配置したもの	0.5
⑦	厚さ12ミリメートル以上、幅180ミリメートル以上の板材を、根太（根太相互の間隔が340ミリメートル以下の場合に限る。）に対し、鉄丸くぎN50を用いて150ミリメートル以下の間隔で打ち付けた床組等	0.3	⑭	⑪、⑫又は⑬の床組等において、主たる横架材のせいが150ミリメートル以上のも	⑪、⑫又は⑬の倍率に1.2を乗じた数値
			⑮	⑪、⑫又は⑬の床組等において、主たる横架材のせいが240ミリメートル以上のも	⑪、⑫又は⑬の倍率に1.6を乗じた数値
			⑯	①から⑩に掲げる構造方法の1、⑪から⑮に掲げる構造方法の1のうち、2つ以上を併用した床組等	それぞれの倍数の和

この表において、「構造用合板」は合板の日本農林規格（(改)平成26年農林水産省告示第303号）に規定する構造用合板の特類又は1類を、「構造用パネル」は構造用パネルの日本農林規格（(改)平成25年農林水産省告示第2904号）に規定する1級、2級又は3級を、「鉄丸くぎN50」はJISA5508-2005に定めるN50又はこれと同等の品質を有するくぎをいう。

表 2-2 床構面の性能試験結果

床仕様	合板の留め付け方・くぎ	面材の張り方	受材	基準せん断耐力 (kN/m)
1	N75 外周 @100 中通 @200	横張り千鳥四周	断面 60×45mm スギ製材	13.20
2	N75 外周 @150 中通 @200			9.23
3	N75@150	横張り千鳥川の字+桁打ち	受材省略	5.85

なお、使用環境等によっては上記のせん断耐力に低減係数  $\alpha$  を乗じる必要があります。 $\alpha$  の値については住宅性能評価機関にご相談ください。

## 1.2 施工方法

次に示す施工方法①と②は、火打材が不要な施工方法として、住宅金融支援機構「木造住宅工事仕様書」に記載されています。

支援機構仕様書平成28年度版(抜粋)

### 5.8 床組

#### 5.8.6 火打材

床組面(及び小屋組面)には床組を補強する火打材を設けるものとする。火打材は火打ばり又は構造用面材とする。なお、構造用面材は床下地合板と兼用することができるものとする。

#### 5.8.8 構造用面材による床組の補強方法

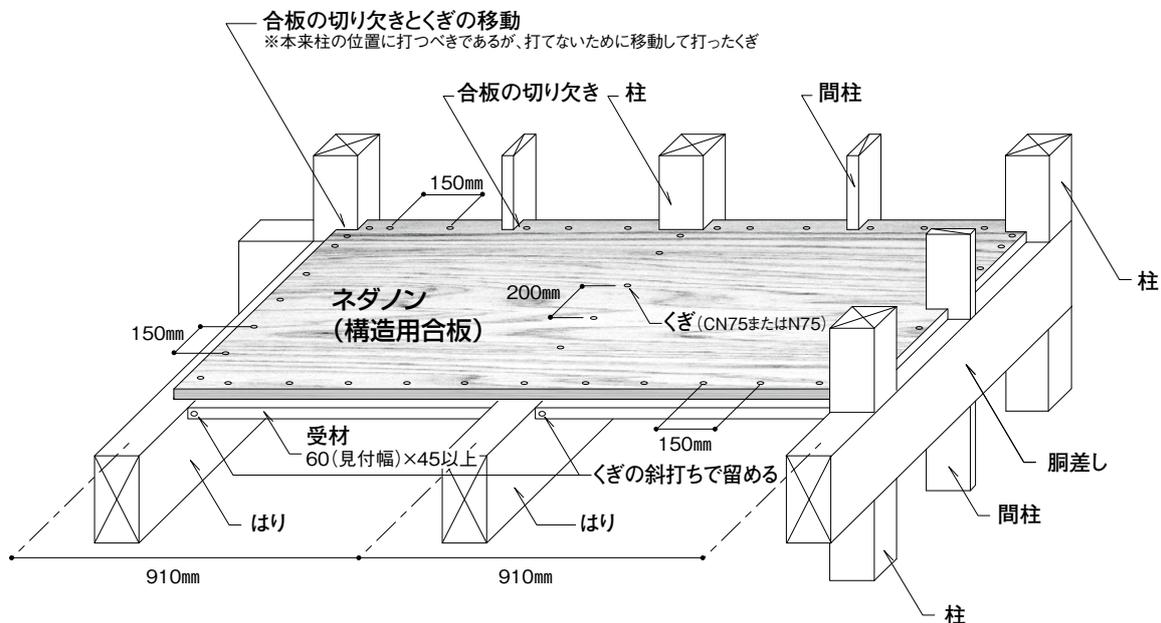
5. 根太を用いない床組とし、直接、床下地板を床ばり又は胴差に留め付ける場合の取合いは、次による。

イ. 下地板の品質は、合板のJASに適合する構造用合板で、厚さは24mm以上とする。

ロ. 下地板は、その四周囲を床ばり又は胴差に直接留め付ける。N75くぎを用い、間隔150mm以下で平打ちして固定する。

ハ. 床下地板にさね加工を施した構造用合板を用いる場合は、床ばり又は胴差に、構造用合板の短辺の外周部分に各1列、その間に1列以上になるように、N75くぎを用いて150mm以下の間隔で平打ちして固定する(はり等の横架材の間隔が1m以下の場合に限る。)

### ① さね加工を施さない合板を使う場合(四周くぎ打ち仕様)



注) 受材寸法が60×45mmの場合、くぎ先端が受材より出ることがあるが、耐力上の支障はない。  
注) 3×6サイズ施工例。メーターサイズの場合、はり間隔は1,000mmとする。

図2-1 ネダノンを張った床組 四周くぎ打ち仕様の施工例



## ②さね加工を施した合板を使う場合（川の字型くぎ打ち仕様）

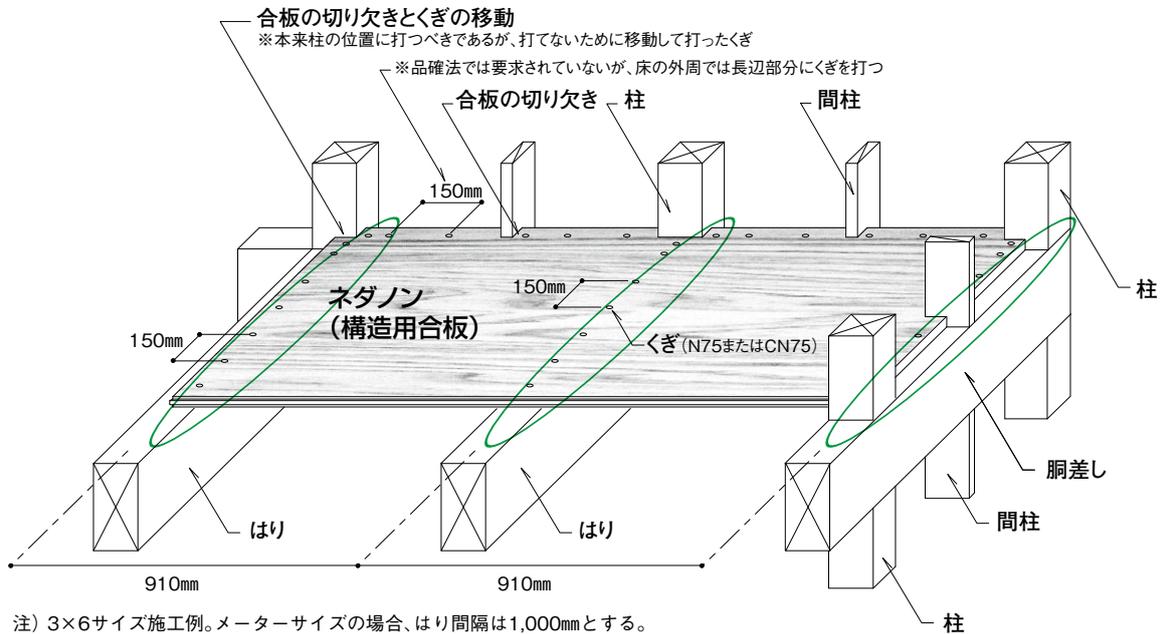


図2-2 ネダノンを張った床組 川の字型くぎ打ち仕様の施工例

### 共通事項

- ネダノンは、胴差しとはりに直接張る。
- ネダノンの長手方向は、はりに対して直角（直交張り）とするのが望ましい。  
四周くぎ打ち仕様ではりに対して直角に張る場合は、中通りにも間隔200mm程度でくぎ打ちするのが望ましい。
- ネダノンの配置は、千鳥とするのが望ましい。  
品確法等では必ずしも千鳥張りを強制していないが、接着剤併用くぎ打ちの場合を除いて、千鳥張りの方がイモ張りより水平構面としての性能、たわみ性能とも高くなる。
- くぎはN75またはCN75を用いる。  
これらより胴部径の細いネイラー用のくぎやBN75は、所定の強度が出ないので絶対に使用しない。CN75を用いるとN75の場合より水平構面としての強度が約20%高くなる。
- ネダノンを切り欠く場合はその場所に打つべきくぎを移動して打つ。  
柱などのためにネダノンを切り欠く場合は本来打つべきくぎを150mm以内に移動して打ち、くぎの本数が減ぜぬようにする。
- 雨ぬれを生じないように、養生はしっかりと行う。  
雨ぬれによる寸法の狂い、膨らみ、ねじれ、変色を防ぐことが肝要である。

### さね加工を施さない合板を使う場合

- 品確法床倍率3 —  
**遵守事項：**くぎはネダノンの四周に打ち、間隔は150mm以下とする。  
品確法を適用して床倍率3を得たい場合、上記のくぎ打ちを必ず守ること。

### さね加工を施した合板を使う場合

- 品確法床倍率1.2 —  
**遵守事項①：**くぎは川の字型（ネダノンの外周の短辺部分に1列、その間に1列）に打ち、間隔は外周、中通りとも150mm以下とする。  
品確法を適用して床倍率1.2を得たい場合、上記のくぎ打ちを必ず守ること。  
**遵守事項②：**ネダノンの外周の長辺部分で床の外周（耐力壁線上）にあたる部分では、くぎを150mm以下の間隔で打つ。  
このくぎ打ちは、品確法の床倍率1.2の仕様では規定されていないが、住宅金融支援機構の仕様書では要求されている。

## 補強方法

### ● さね加工を施さない合板を使う場合

**補強法:**JIS A 5550 (床根太用接着剤構造用一類)に規定する接着剤、(公財)日本住宅・木材技術センター認定の床用接着剤または同等品を用いて、はりや胴差しと合板の接触部分に接着剤併用くぎ打ちとする。(P.12 参照)

### ● さね加工を施した合板を使う場合

**補強法①:**さね部分を JIS A 5550 (床根太用接着剤構造用一類)に規定する接着剤、(公財)日本住宅・木材技術センター認定の床用接着剤または同等品で接着する。(P.12 参照)

**補強法②:**補強法①を行った上で、JIS A 5550 (床根太用接着剤構造用一類)に規定する接着剤、(公財)日本住宅・木材技術センター認定の床用接着剤または同等品を用いて、はりや胴差しと合板の接触部分に接着剤併用くぎ打ちとする。

### ● 補強した床の床倍率

これらの補強は、水平構面としての強度性能の実力を向上させるが、法的な強度性能を上げるものではない。品確法を適用する場合、補強の有無によらず、床倍率は3(四周くぎ打ち仕様)および1.2(川の字型くぎ打ち仕様)とする。

## その他参考事項

### ● 1階床に施工する場合の注意点

1階の床に、さね加工を施したネダノンを施工した場合、床下と床上の温湿度環境の差により、合板の上面と下面で伸縮差が生じ、反りが発生する可能性がある。そのような場合は、1階の床には、四周くぎ打ち仕様を推奨する。

### ● 厚さ24mmと厚さ28mmの違い

樹種と単板構成が同じであれば、断面二次モーメントの違いにより、厚さ28mmの曲げたわみは厚さ24mmの約1/1.6

倍となる。メーターモジュールの場合は28mmを推奨する。

### ● 四周くぎ打ち仕様と川の字型くぎ打ち仕様の違い

水平構面の性能については、四周くぎ打ち仕様の方が高い(床倍率は、川の字型くぎ打ち仕様=1.2。四周くぎ打ち仕様=3.0)。たわみ性能については、断面の大きな受材を使用すれば、四周くぎ打ち仕様の方がたわみは小さい。なお、四周くぎ打ち仕様でやむなくさね加工を施したネダノンを用いる場合、さね加工部分をさけて雌ぎねの凹部より約1cm以上内側でくぎ打ちする。

### ● 四周くぎ打ち仕様における直交張りと平行張りの違い

水平構面の性能については、直交張りと平行張りに大きな違いはない。平行張りの場合、合板中間部の受材を省略しても水平構面の性能は変わらない。たわみ性能については、合板中間部に両端がはりにしっかりと支持された受材(断面例:二つ割以上)を設ける場合は、たわみ性能に大きな違いはない。ただし、受材断面が小さい場合や、受材を省略する場合は、合板短手方向の曲げヤング係数は長手方向の曲げヤング係数より低いので、平行張りはたわみが大きくなる可能性がある。

### ● 床開口について

階数が2以下の4号建物では、階段室や、階段室程度の大きさの吹き抜けを設ける場合、特に補強は必要ない。しかし、これより大きな吹き抜けを設ける場合は、構造計算によって水平構面のチェックを行うべきである。

1階については、耐力壁の下部に布基礎があれば、床を水平構面とする必要性は低い。従って、開口を設ける場合は、鉛直力に対してのみ補強を行えばよい。

### ● ビスについて

ホームセンターなどで多くの木材用のビスが市販されているが、これらは一般に無規格品であり強度性能の保証がないため、これらを使用してはならない。ビスで床を構成し、

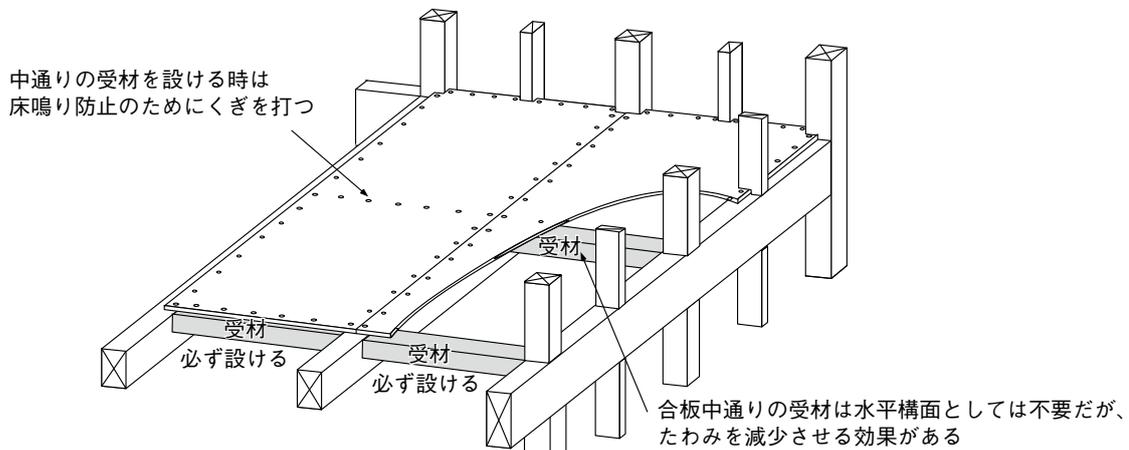


図2-3 ネダノンを平行張りした床組の施工例



強度実験を行って評価機関の評価を受けたビスに限り、使用することができる。これまでに、評価機関の評価を受けたビスとして、(株)シネジックのネダノン(商品名。ねじ外径5mm、長さ70mm)があり、評価倍率は下記のようになっている。なお、これらの使用にあたっては、事前に製造者、建築主事、確認検査機関等に確認ください。

表 2-3 ネダノン使用床倍率(合板 24、28mm)

ビス配置	ビス間隔 (mm)	倍率
四周+中通	150	5.0
	225	3.6
川の字	100	2.9
	150	2.4
	225	1.8

URL: <http://www.synegic.co.jp>

● 雨ぬれを生じた場合の考え方

合板は木材と同様に水分を吸放出する性質があり、それにともなわらずかではあるが寸法変化を生じる。雨ぬれに

よって水分を多く吸収すると、膨らみ、ねじれ等を生じる。雨ぬれの程度が軽微であればほぼ元の状態に戻るため、床仕上げの前には十分に乾燥することが必要である。雨ぬれの程度が激しいと戻らないことがある。

強度は水分によって変化するが、乾けば元に戻る。合板の製造には、JAS規格に規定された特類(屋外又は常時湿潤状態となる場所で使用)または1類(断続的に湿潤状態となる場所で使用)の接着剤が使用されているため、単板がはがれるようなことはない。(雨や湿気で単板がはがれた合板を見ることがあるが、このような合板は、耐水性の低い接着剤を使用した造作用の合板である。)

また、雨ぬれによってスギやカラマツなどに含まれる化学成分が反応し、板面が褐色や黒色に変色することがあるが、そのために強度が低下することはない。

③ 内部間仕切り部 施工例

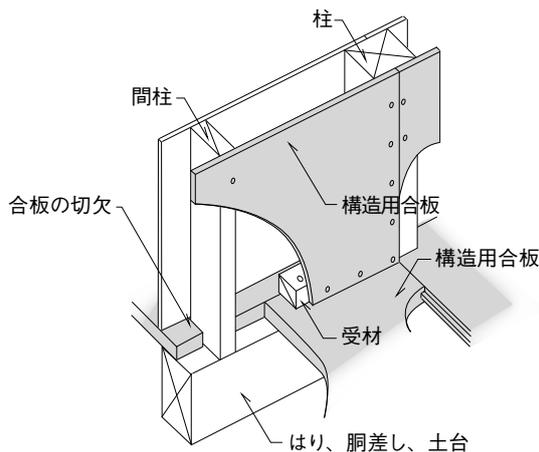


図 2-4 大壁耐力壁仕様の床組施工例

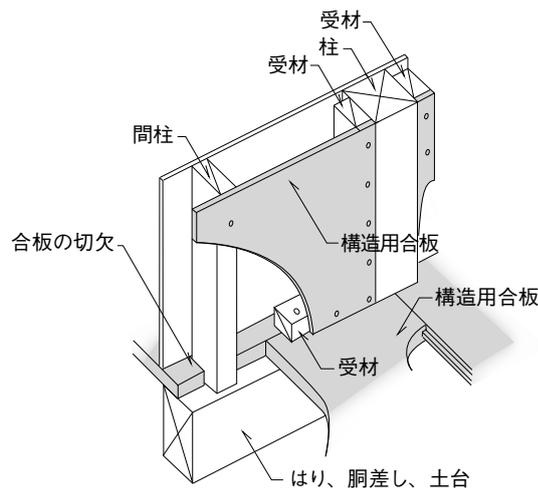


図 2-5 受材真壁耐力壁仕様の床組施工例

④ 筋かい部 施工例

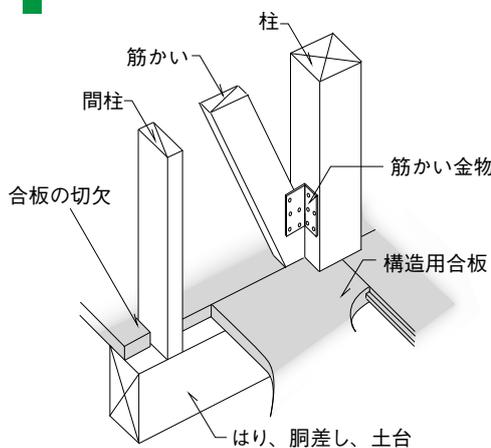


図 2-6 筋かい壁仕様の床組施工例  
ネダノンを切り欠かない場合①

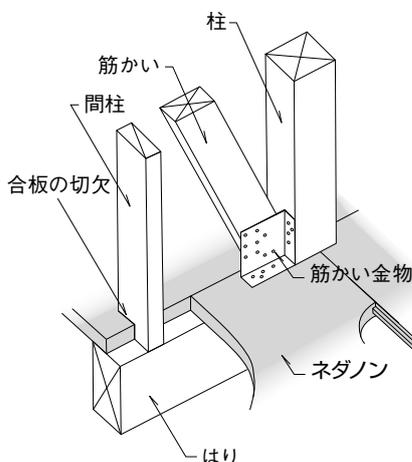


図 2-7 筋かい壁仕様の床組施工例  
ネダノンを切り欠かない場合②

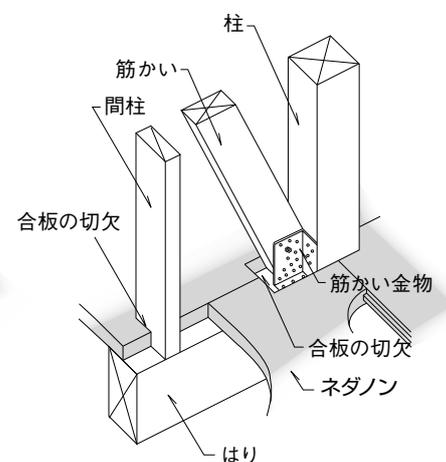


図 2-8 筋かい壁仕様の床組施工例  
ネダノンを切り欠く場合

## ⑤特殊な施工部分

各部屋の仕上げ材の厚さが異なる仕様において、バリアフリー化に伴う仕上げ高さの面一（ツライチ）に納める施工例を示す。基本的にはネダノンを同一はり上に優先施工した上で、仕上げ材高さの厚い方に合わせて薄い材料側を調整することが望ましい。

### ●フローリング側を調整し施工した例（図 2-9 (a)）

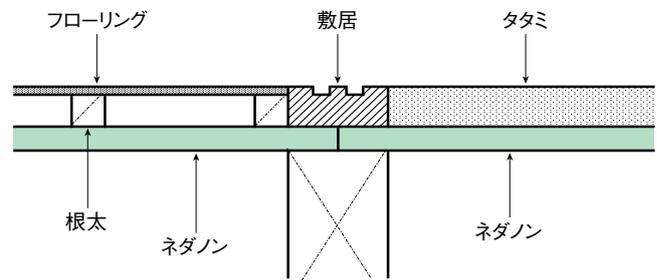
タタミ側はネダノンに直とし、フローリング側に調整根太を利用し高さを揃える。

※こちらの施工方法を推奨する。

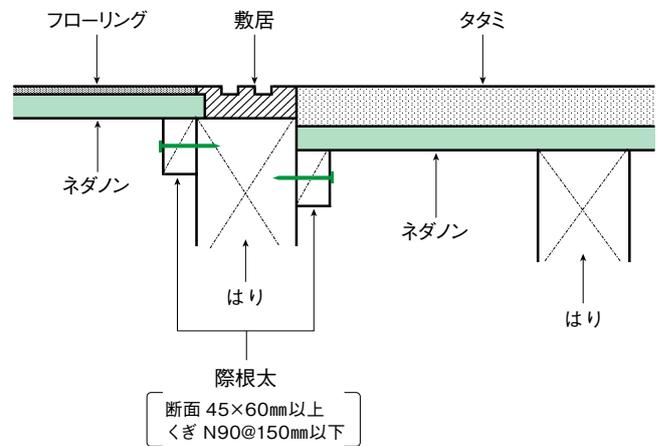
### ●タタミ側を調整し施工した例（落とし込み仕様、図 2-9(b)）

フローリング側はネダノンに直とし、タタミ側のネダノンを下げて施工。この場合、以下の注意が必要となる。

- ・タタミ側ははりの天端より下がるのではりに際根太（45×60mm以上、くぎ N90@150mm以下）を施工し、はりに直に力が伝わるようにする。
- ・室内側のはりは、仕上げ高さが揃うように一般部の桁高さから下げて施工する。
- ・間仕切り部に敷居が入る場合、ネダノンとはりの重なりが 30mmを下回る場合は、タタミ側と同様に際根太を設ける。
- ・はり桁類の接合部には羽子板ボルト等の補強金物が入る。高さや納まりに要注意となる。
- ・以上の落とし込み仕様（川の字型くぎ打ち仕様、川の字+床外周くぎ打ち仕様、四周くぎ打ち仕様）については、3.64m×7.28mの実大加力実験により、水平せん断性能が通常仕様と同等であることを確認している（P.52 4.実大試験体による床構面の水平せん断性能を参照）。



(a) フローリング側を調整



(b) タタミ側を調整

図 2-9 ネダノンを張った床組の特殊な施工例

## ⑥施工写真



ネダノンは千鳥張りとするのが望ましい  
(ジョイント部は 1mm 程度の隙間を設けることが望ましい)



ネダノンは、はりに対して直角に張るのが望ましい



さね加工部分は、施工時に直接打撃し傷つけないように当て木等を用いる



状況に応じて適宜合板を切欠いて納める

注) くぎの本数は減せぬようにする。また、1階の床などで隙間を生じた場合は、気密性確保のため、気密テープやコーキングで処理するとよい。

● 多少のくぎ頭のめり込みは OK

注) 合板が薄い場合、くぎ頭を合板にめり込ませるとくぎ接合部の強度が下がり、耐力と粘りに乏しい床構造になるが、ネダノンは厚いため、5mm程度のくぎ頭のめり込みは問題ない。

床用現場接着剤について

さね加工を施したネダノンのさね部分を接着する場合、JIS A 5550 (床根太用接着剤構造用一類)、(公財)日本住宅・木材技術センター認定の床用接着剤の使用をお薦めします。

注 1) 室内空気中の化学物質の濃度に影響を与える可能性がありますので、施工直後には換気をよくしてください

注 2) 室内の空気環境を汚染する可能性のある化学物質については各接着剤メーカーにお問い合わせください

表 2-4 JIS A 5550 (床根太用接着剤構造用一類) の認証による床用現場接着剤

認証商品名	認証取得者名	所在地	問い合わせ先
UM600V (無溶剤系)	セメダイン株式会社	東京都品川区大崎 1-11-2 ゲートシティ大崎イーストタワー	03-6421-7411
PM26F (無溶剤系)			
G28 (溶剤系)			
EM346 (水系)			
根太組付用 (水系)			
KU928C-X (カートリッジ)	コニシ株式会社	大阪府大阪市中央区道修町 1-7-1	0120-28-1168
KU928C-X 2WAYパック			
ネダボンドGクイック			
セキスイボンド#75S	積水フーラー株式会社	東京都港区港南 2-13-34	住宅建材事業部 03-5495-0661
EUC-193	横浜ゴム株式会社	東京都港区新橋 5-36-11	横浜ゴム MB ジャパン(株) シーリング材販売部 03-5745-9865
セレクトィUR-70 (ウレタン樹脂・無溶剤系)	オーシカケミテック株式会社	東京都板橋区舟渡 1-4-21	(株)オーシカ 03-5916-8862

表 2-5 (公財)日本住宅・木材技術センター認定の床用現場接着剤

認定番号	認定商品名	区分	認証取得者名	所在地	問い合わせ先
GF1-10-01	ネダボンド W1000 [水系]	構造用一類	コニシ株式会社	大阪府大阪市中央区道修町 1-7-1	0120-28-1168
GF1-10-02	ネダボンド W1000 ポリパック [水系]				

### 1.3 45分準耐火構造(床)としての利用

厚さ24mm、28mmの合板を用い、45分あるいは60分準耐火構造とするには、合板(フローリングを含む)や木材を重ねて、合計厚さを30mm以上(45分準耐火構造)あるいは40mm以上(60分準耐火構造)とする必要がある。また、このほかに、合板(12mm以上)の上にモルタルやコンクリートを敷き流しする方法もある。

ネダノン QF45(厚さ28mmまたは30mmのネダノンでQF45の表示があるもの)は国土交通大臣より45分準耐火構造の認定を取得しており、合板フローリングを重ね張りすることなく利用いただける。ビニールカーペット仕上げとする場合に有用である。ただし、認定は天井の仕様とのセット(床版全体としての認定)になっているのでご注意ください。

#### ①ネダノンQF45とは

東京合板工業組合・東北合板工業組合の登録商標。45分準耐火構造(床)用に使用できるのは、東京合板工業組合・東北合板工業組合の自主基準に従って製造され、板面に「ネダノン QF45」のロゴマークが印字されたものに限る。

規格：JAS規格に規定される構造用合板

(1級または2級)

厚さ：28mm・30mm

かさ比重：0.4～0.7

大きさ：最小900mm×1,800mm、

最大1,000mm×2,000mm

さね形状：Aタイプ(P.56参照)

#### ②ネダノンQF45の性能が求められる地域・条件

ネダノンQF45は、45分準耐火建築物の床構造として使用できる。建築物に45分準耐火構造の性能が求められる地域・条件は以下の表の範囲。ただし、準防火地域内の500m<sup>2</sup>以下の3階建では、一定の防火措置を施せば木造でも可。また、木造3階建共同住宅や高さ13m、軒高9mを越える3階以下の大規模建築物では1時間準耐火構造の性能が求められるので、ネダノンQF45の使用はできない。

表2-6 45分準耐火構造が求められる建物の建設地域と規模

用途	地域	階数	延べ床面積, S (㎡)				
			S ≤ 100	100 < S ≤ 500	500 < S ≤ 1,000	1,000 < S ≤ 1,500	1,500 < S ≤ 3,000
共同住宅	防火地域	3階	耐火構造				
		1,2階	45分準耐火構造	耐火構造			
	準防火地域	3階	1時間準耐火構造				
		1,2階	防火構造	45分準耐火構造			
	22条地域	3階	1時間準耐火構造				
		1,2階	土塗壁その他の構造	2階のS ≥ 300㎡ 45分準耐火構造 1・2階の合計S > 200㎡ 防火構造			
戸建住宅	防火地域	3階	耐火構造				
		1,2階	45分準耐火構造	耐火構造			
	準防火地域	3階	準防火3階仕様		45分準耐火構造		
		1,2階	防火構造		45分準耐火構造		
	22条地域	3階	土塗壁その他の構造			防火構造	
		1,2階	土塗壁その他の構造			防火構造	

#### ③ネダノン QF45の施工方法

ネダノンQF45を用いた床構造は、合板を用いた床構造として45分準耐火構造(床)の国土交通大臣の認定を取得(平成17年9月27日、認定番号QF045FL-0010、QF045BM-0001)しており、厚さ28mmまたは30mmの合板(ネ

ダノンQF45)を45分準耐火構造(床)の部材に利用することができる。

(認定書の写しは、東京合板工業組合・東北合板工業組合へご請求ください)



床の表側防火被覆：厚さ 28mm または 30mm のネダノン QF45  
直下の天井側防火被覆：厚さ 15mm または 21mm の強化せっこうボード 1 枚張り  
天井裏面空間の高さ：300mm 以上、断熱材は必要に応じて使用

構造説明図

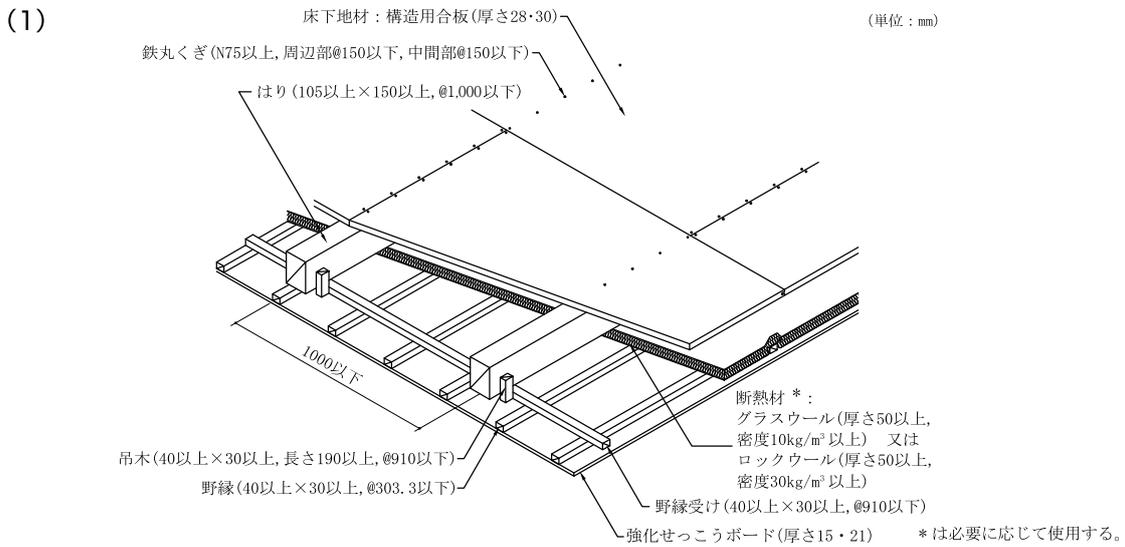


図2-10 ネダノンQF45を用いた床構造  
床下地材の長辺方向の目地部をさね目地とする場合

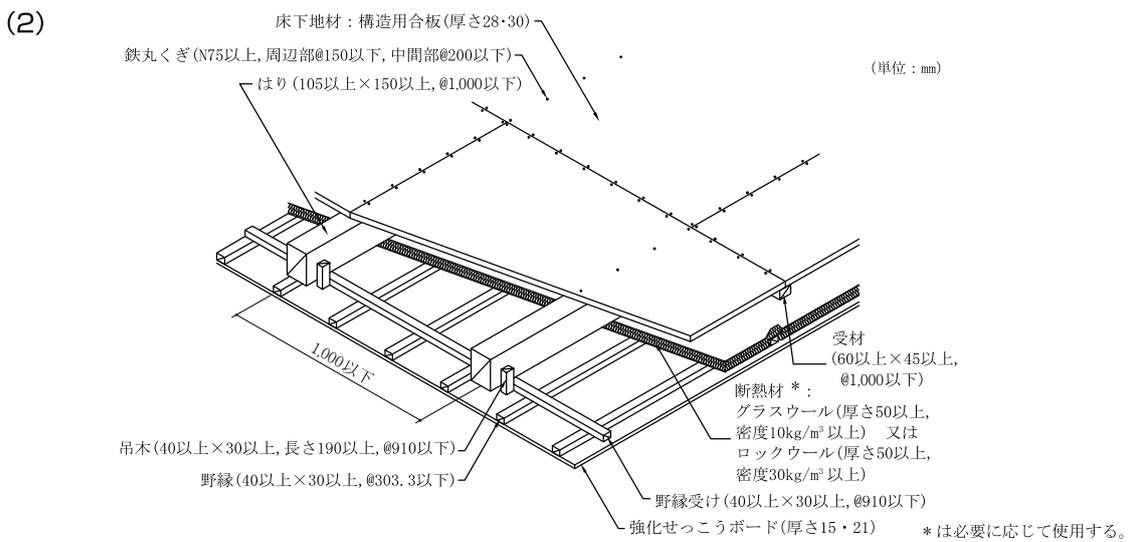


図2-11 ネダノンQF45を用いた床構造  
床下地材の長辺方向の目地部を突付け目地とする場合

## 2 壁への利用

### 2.1 ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> ファイブプラス を壁に利用するには

厚さ24mmの構造用合板「ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup>」を用いた耐力壁は、倍率 5.0 の国土交通大臣認定を取得しており、高倍率耐力壁として外壁もしくは内壁に利用することができます。間柱を省略する（スタッドレス）ことが可能で、壁内空間の有効利用にも繋がり、設計の自由度が向上します。

#### ①ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の特徴と性能

耐力壁用ネダノンの商品名。倍率 5.0 の耐力壁に使用できるのは、JAS 規格に従って製造され、板面に「ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup>」のロゴマークが印字されたものに限る。木造軸組構法（3 階建てを含む）で用いられる耐力壁とし

て、壁量計算で最高倍率とされる 5.0 を取得したことにより、(1) 耐震性の向上、(2) 間柱を省略可能、(3) 壁内空間の有効利用、(4) 住宅設計上の自由度向上、などの今までにない多くのメリットが生まれる。

表2-7 ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の生産品目

規格	JAS 規格に規定される構造用合板（特類もしくは 1 類）の 1 級または 2 級		
寸法	厚さ	幅	長さ
	24 mm	910 mm	1,820 mm、2,430 mm、2,730 mm、3,030 mm
		1,000 mm	2,000 mm、2,430 mm、2,730 mm、3,030 mm

#### ②ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を張った耐力壁の特徴

ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を用いた耐力壁は、従来の構造用合板張り耐力壁や筋かい耐力壁と比較して、最大荷重が

2 倍以上に大幅に増加するだけでなく、最大荷重に到達後も荷重を負担し続ける粘り強い性能を有している。

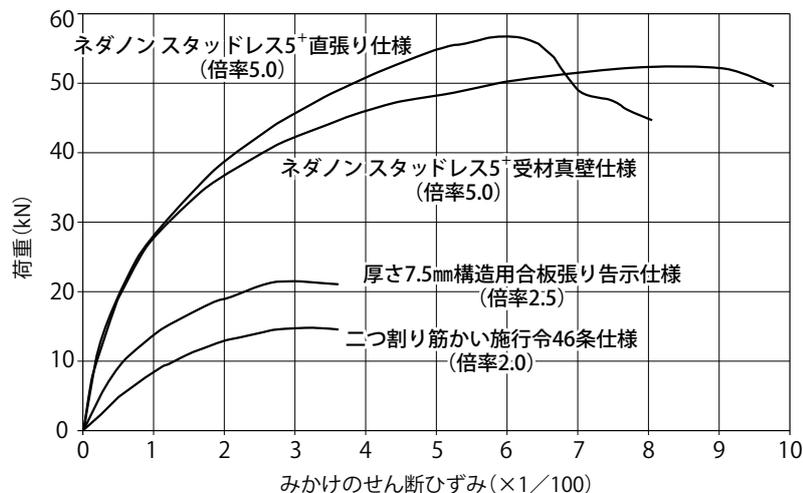


図2-12 耐力壁の面内せん断性能の比較

(ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の試験データ：(公財)日本住宅・木材技術センターにおける倍率認定試験結果より)

### ③ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を用いた耐力壁の大臣認定内容

厚さ24mmのネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> は以下の4つの仕様について倍率 5.0として使用することができる。使用に際しては、下記の合板と受材の留め付け方法を遵守する必要がある。

なお、下記耐力壁を用いる場合の柱頭柱脚の接合方法は、平成12年建設省告示第1460号に基づき、以下に示す倍率に相当する接合方法としなければならない。詳しくはP.20を参照。

表2-8 ネダノン スタッドレス5<sup>+</sup> 耐力壁の仕様

認定番号	耐力壁仕様	施工箇所	合板の留め付け方法	受材の留め付け方法	柱頭柱脚の接合用の算定倍率	
FRM-0297	直張り仕様	外壁	くぎ:CN75 間隔:100mm以下 縁端距離:15mm程度	—	6.8	
FRM-0296	直張り・床勝ち仕様	内壁		くぎ:CN90 間隔:150mm以下	—	7.0
FRM-0298	受材真壁仕様	外壁				5.9
	受材真壁・床勝ち仕様	内壁				

(認定書の写しは、東京合板工業組合・東北合板工業組合へご請求ください)

### ④ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を許容応力度計算ルートで用いる場合

ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を許容応力度計算ルートで使用する場合の許容せん断耐力は、表2-8の柱頭柱脚の接合用の算定倍率に1.96 kN/mを乗じた値(表2-9)となる。

表2-9 ネダノン スタッドレス5<sup>+</sup> 耐力壁の許容せん断耐力

認定番号	耐力壁仕様	施工箇所	合板の留め付け方法	受材の留め付け方法	許容せん断耐力(kN/m)	
FRM-0297	直張り仕様	外壁	くぎ:CN75 間隔:100mm以下 縁端距離:15mm程度	—	13.3	
FRM-0296	直張り・床勝ち仕様	内壁		くぎ:CN90 間隔:150mm以下	—	13.7
FRM-0298	受材真壁仕様	外壁				11.5
	受材真壁・床勝ち仕様	内壁				

## 2.2 施工方法

### ①標準的な施工方法

下記の仕様は、1、2、3階のいずれにも施工することが可能である。

#### ネダノン スタッドレス5+外壁部

#### 壁勝ち仕様

認定番号：FRM-0297

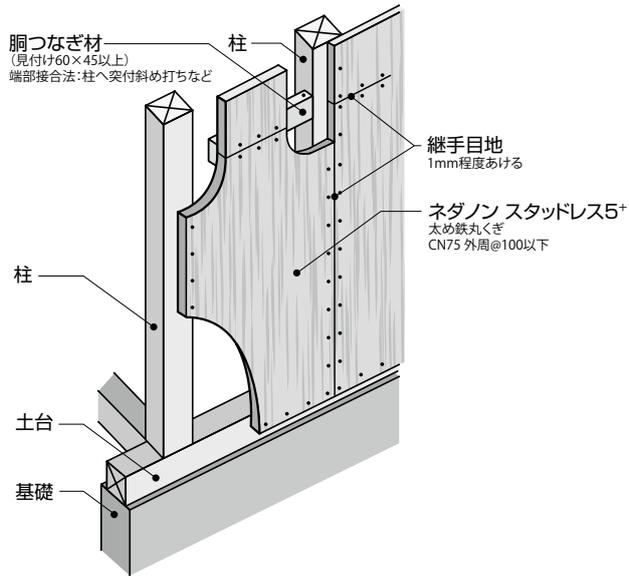


図2-13 直張り仕様の施工例

認定番号：FRM-0298

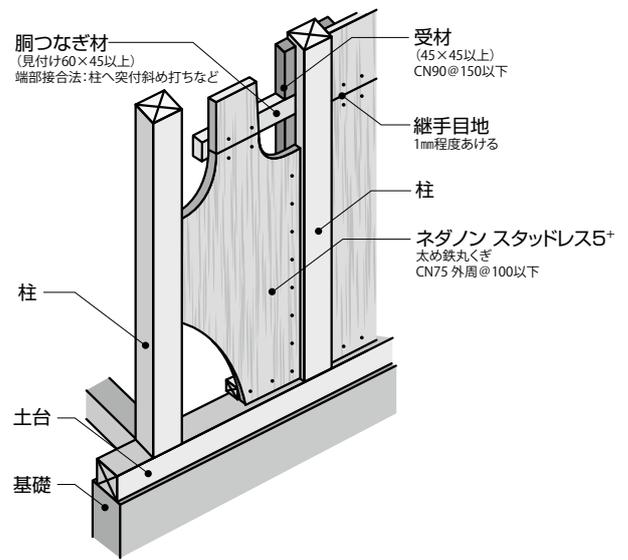


図2-14 受材真壁仕様の施工例

#### ネダノン スタッドレス5+内壁部

#### 床勝ち仕様

認定番号：FRM-0296

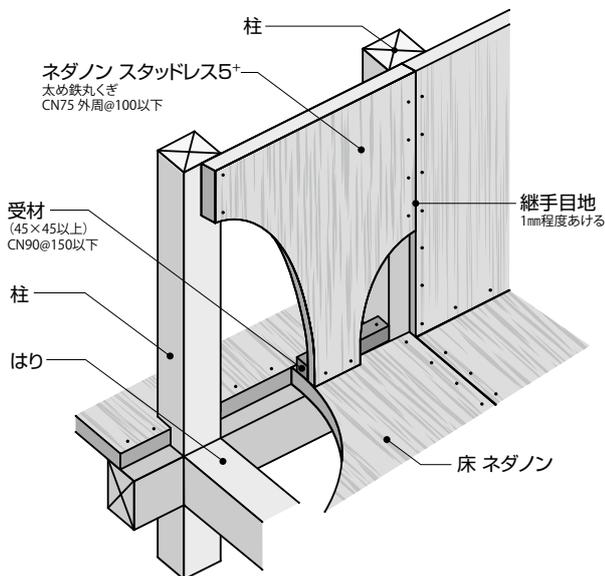


図2-15 直張り床勝ち仕様の施工例

認定番号：FRM-0298

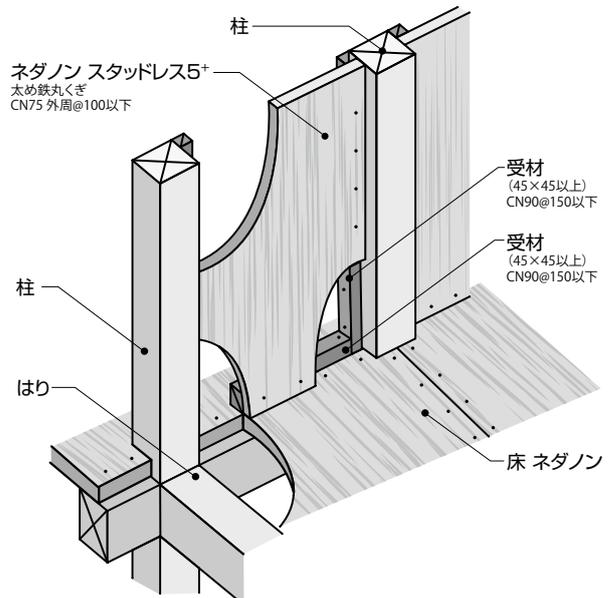


図2-16 受材真壁床勝ち仕様の施工例



## 共通事項

- 柱間隔は1000mm以下とする。
- ネダノン スタッドレス5+のみで倍率5.0を有するため、許容応力度計算ルート（第Ⅲ部参照）で使用する場合は別として、壁量計算ルートで使用する場合は、筋かいなどの他の耐力要素を併用してはならない。
- 面材の留め付け、受材の留め付けに用いるくぎは、必ず太め鉄丸くぎ（CNくぎ）とする。普通鉄丸くぎ（Nくぎ）は使用してはならない。
- くぎの頭が合板に面一（ツライチ）となるように打つ。
- 面材を張り継ぐ場合は、必ず胴つなぎ材を施工する。その際、面材の継手目地は1mm程度あける。
- 胴つなぎ材端部の柱への施工方法は、突き付け+N75くぎ2本斜め打ち程度以上とする。柱を若干切り欠いて胴つなぎ材を嵌め込む方法や、金物を用いて留め付ける方法もある。
- 施工方法に示す受材および胴つなぎ材の断面寸法は最低寸法のため、CN75くぎが貫通する場合があるが、耐力壁の性能には問題はない。くぎの貫通が支障となる場合は、

受材等の断面を大きくする。

## 直張り仕様の場合

- ネダノン スタッドレス5+は重量があるため、下部に栈木を仮留めし、その上にネダノン スタッドレス5+を載せると施工しやすい。

## 受材真壁仕様の場合

- 受材を介してせん断力が伝達されるため、受材の施工は特に重要である。厚さ7.5mm合板の真壁仕様とは釘の種類や間隔が異なる点に注意。

## 床勝ち仕様の場合

- 床勝ち仕様は、ネダノンを直張りした床構面の場合のみに適用することができる。床構面の施工方法に関してはP.7～12を参照。

## ②特殊な施工部分

### ●入隅部分の施工例

#### a) ネダノン片延ばし（ビンタ延ばし, 図2-17(a))

一方のネダノン スタッドレス5+を優先して柱に留め付け、その上から半柱（厚さ45mm以上）を施工し、側面にもう一方のネダノン スタッドレス5+を施工する。せん断力が確実に伝わるように、半柱の固定はCN90@150以下とする。また、先に張ったネダノン スタッドレス5+の端部は、隙間を埋めるスペーサーを施工する。（図（a）は、外張り断熱の施工例。）

#### b) 柱受材施工（図2-17(b))

柱の各々側面にネダノン スタッドレス5+を受ける半柱（厚さ45mm以上）を施工し、その半柱に対しそれぞれのネダノン スタッドレス5+を施工する。せん断力が確実に伝わるように、半柱の固定はCN90@150以下とする。（図（b）は、外張り断熱の施工例。半柱は、柱と同じ幅の材を用いた例を示す。）

#### （注意事項）

以上の仕様は、その耐力が通常の仕様とほぼ同等であることを実験的に確認しておりますが、基準法上の取り扱いについては必ずしも確認されたものではないため、事前に建築主または確認審査機関にお問い合わせください。

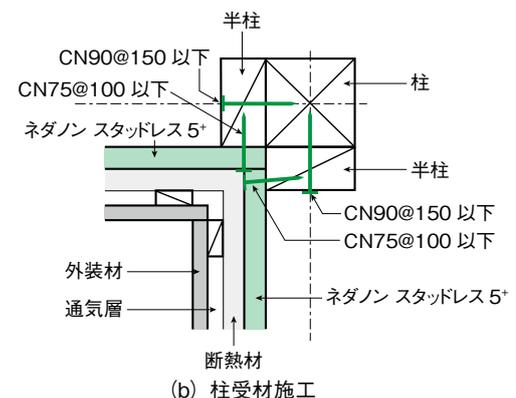
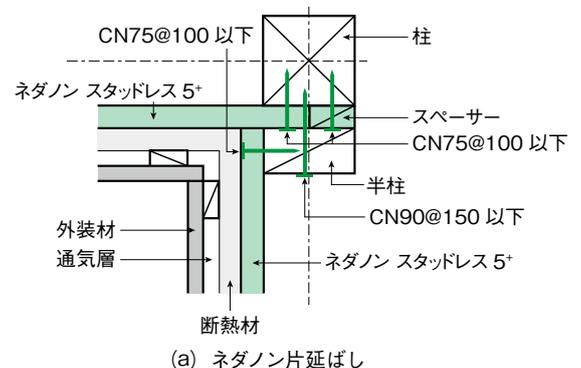


図 2-17 入隅部分の施工例

### ●耐力壁に設ける開口

耐力壁の開口については、国土交通省住宅局建築指導課長から都道府県建築主務部長宛の技術的助言（国住指第1335号。平成19年6月20日）に以下のように記されている。

「木造の耐力壁について、周囲の軸組から離して設ける径50cm程度の換気扇用の孔は、同様に、本規定第3号の「開口部」に該当しないものとして取扱うことができる。」

以上により、耐力壁に50cm程度の開口を設けることは可能であるが、開口が大きい場合は必要に応じて補強を行う。ただし、直径が10cm程度の配管等の開口については補強を行う必要はない。

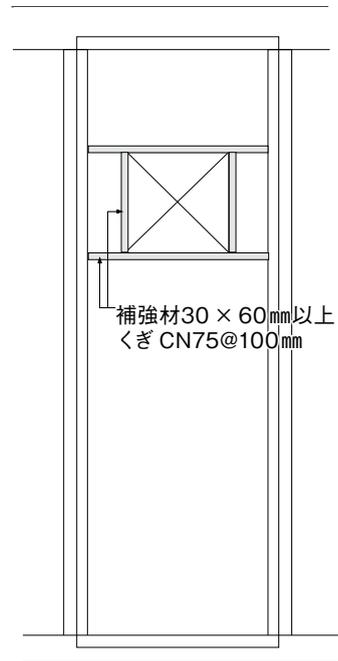


図 2-18 開口部の補強例

### ③施工写真



重量があるため、栈木仮留めを利用するとよい



ネダノンの継ぎ目には1mm程度の間隙を設ける



## 2.3 ホールダウン金物の設置

耐力壁を構成する柱は、地震時または風圧力時に引き抜けを生じないようにホールダウン金物等で下階の柱、土台、基礎等に緊結する必要があります。柱に生じる引き抜け力は耐力壁の倍率と配置に応じてN値計算法で計算することができます。その際、耐力壁の倍率は認定を受けた5.0の値ではなく、表に示す算定された実質の倍率を用いることが要求されています。

### ホールダウン金物の必要耐力を求める方法（N値計算法）

- 平屋もしくは2階建ての2階部分の柱の脚部

$$N = A_1 \times B_1 - L_1$$

$A_1$  = 柱の両側の壁の倍率の差。

$B_1$  = 0.8（出隅柱）、0.5（出隅柱以外の柱）

$L_1$  = 0.4（出隅柱）、0.6（出隅柱以外の柱）

- 2階建ての1階部分の柱の脚部

$$N = A_1 \times B_1 + A_2 \times B_2 - L_2$$

$A_2$  = 当該柱に連続する2階柱の両側の壁の倍率の差。

$B_2$  = 0.8（出隅柱）、0.5（出隅柱以外の柱）

$L_2$  = 1.0（出隅柱）、1.6（出隅柱以外の柱）

- N値から必要耐力を求める方法

$$\text{必要耐力} = P \text{ (kN)} = N \times 1.9 \times h$$

$h$  = 階高 (m)

### 計算例

計算条件：耐力壁の倍率 = 6.8（直張り仕様、HD算定用倍率）

階高 = 2.73m

A点：2階、出隅柱、柱脚

$$N = 6.8 \times 0.8 - 0.4 = 5.04$$

$$P = 5.04 \times 1.96 \times 2.73 = 27.0 \text{ (kN)}$$

B点：1階、出隅柱、柱脚

$$N = 6.8 \times 0.8 + 6.8 \times 0.8 - 1.0 = 9.88$$

$$P = 9.88 \times 1.96 \times 2.73 = 52.9 \text{ (kN)}$$

C点：1階、出隅柱以外の柱、柱脚

$$N = 6.8 \times 0.5 + 6.8 \times 0.5 - 1.6 = 5.20$$

$$P = 5.20 \times 1.96 \times 2.73 = 27.9 \text{ (kN)}$$

D点：1階、出隅柱以外の柱、柱脚

$$N = 6.8 \times 0.5 - 1.6 = 1.8$$

$$P = 1.8 \times 1.96 \times 2.73 = 9.7 \text{ (kN)}$$

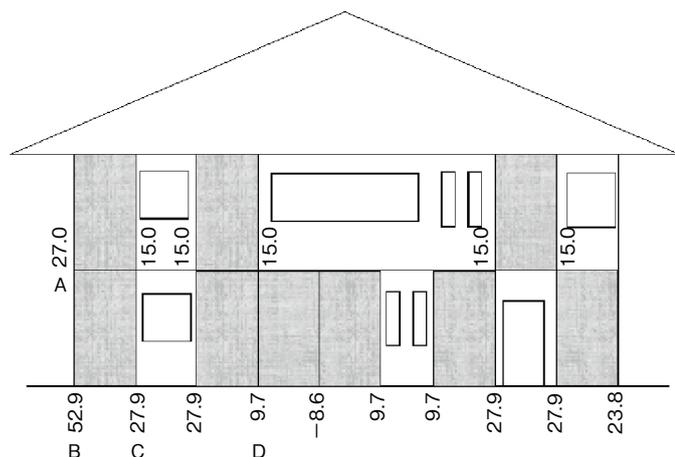


表 2-10 短期耐力 25kN 以上の柱脚金物の例

短期耐力 (kN)	N 値	品 名	金物メーカー
25.1	4.7 *	ブレイヴホールダウン B-HD20	(株)カナイ
25.3	4.7 *	ブルースホールダウン 25	(株)カネシン
25.6	4.8 *	ブレイヴホールダウン B-HD25	(株)カナイ
27.4	5.1 *	フリーダムホールダウン B F-HDB20	(株)カナイ
28.1	5.3 *	プロパスホールダウン 枠材なし	(株)カナイ
28.2	5.3	ビスどめホールダウン Hi28	(株)タナカ
28.2**	5.3	枠材用ビスどめホールダウン Hi-M	(株)タナカ
28.4	5.3 *	プロパスホールダウン 枠材なし	(株)カナイ
28.7	5.4 *	ビスどめホールダウン U U25	(株)カネシン
28.7	5.4	ビスどめホールダウン U 25kN 用	(株)タナカ
28.8**	5.4	ホールダウンエース 枠材用 HDA-25	(株)タツミ
31.4**	5.9 *	シークホールダウン C-HD2530 枠材あり	(株)カナイ
32.6	6.1 *	ハンディホールダウン H-HDF2530	(株)カナイ
32.9	6.2 *	フリーダムホールダウン B F-HDB25	(株)カナイ
34.7**	6.5 *	枠材用フレックスホールダウン FFH-L34	(株)カネシン
35.3	6.6 *	フリーダムホールダウン B F-HDB30	(株)カナイ
35.4	6.6 *	ビスどめホールダウン U U35	(株)カネシン
35.4	6.6	ホールダウンエース II HAD-35	(株)タツミ
35.4	6.6	ビスどめホールダウン U 35kN 用	(株)タナカ
36.0**	6.7 *	枠材用クリホールダウン III KHD III -30・35	(株)栗山百三
37.3	7.0 *	シークホールダウン C-HD2530 枠材なし	(株)カナイ
37.3	7.0 *	シークホールダウン C-HD2535	(株)カナイ
37.4	7.0 *	クリホールダウン III KHD III -30・35	(株)栗山百三
37.8**	7.1	枠材用ビスどめホールダウン Hi-L	(株)タナカ
40.2	7.5 *	ブレイヴホールダウン B-HD30	(株)カナイ
40.3	7.6 *	ブルースホールダウン 40	(株)カネシン
43.7	8.2	ビスどめホールダウン Hi43	(株)タナカ
44.2	8.3 *	クリホールダウン KHD-40	(株)栗山百三
51.5	9.4 *	在来工法用シークホールダウン C-HD50S	(株)カナイ
60.0	11.3 *	高耐力フレックスホールダウン 60	(株)カネシン
68.1	12.7	高耐力ホールダウン Hi 在来用	(株)タナカ

\* 金物メーカー公表値 \*\* 厚さ 45mmの枠材を介して接合した場合

## 2.4 耐震補強における壁基準耐力と壁基準剛性

国土交通大臣認定の耐力壁の基準耐力については、(一財)日本建築防災協会の HP で公開されている「木造住宅の耐震診断と補強方法」の質問・回答集 (P21 の Q34) に、大臣認定の値に基づいて壁基準耐力を算出できる旨が記されている。これに基づき、表 2-11 に、ネダノン スタッドレス 5+ 耐力壁の壁基準耐力と壁基準剛性を示す。

表 2-11 ネダノン スタッドレス 5+ 耐力壁の壁基準耐力と壁基準剛性

仕様	くぎ種類	くぎ間隔 (mm)	倍率	柱脚柱頭 接合用倍率	壁基準耐力①	壁基準耐力②	壁基準剛性	認定番号		
		外周			(kN/m)	(kN/m)	(kN/rad/m)			
大壁	CN75	100 以下	5.0	6.8	9.8	*	*	FRM-0297		
大壁床勝ち								13.7	2,400	FRM-0296
受材真壁								*	*	FRM-0298
受材真壁床勝ち										

壁基準耐力①は、倍率×1.96で計算

壁基準耐力②は、柱脚柱頭接合用倍率×1.96で計算

壁基準剛性は、評価書の 1/200rad 時の割線剛性の信頼水準 75% の 50% 下限値より計算 (低減係数なし)

\* の値については (一財) 日本建築防災協会より評価を取得しているもので表 2-12 を参照のこと



ネダノン スタッドレス 5+ 耐力壁 (FRM-0297、FRM-0298) をベースとした耐震補強壁について (一財) 日本建築防災協会より評価を取得している。これらの壁基準耐力と壁基準剛性は表 2-12 に示す。その仕様や設計条件等については、日本合板工業組合連合会発行の「合板耐力壁マニュアル」の設計マニュアルと施工マニュアルを遵守されたい。

表 2-12 日本建築防災協会の評価を受けた厚さ 24mm 構造用合板張り耐震補強の壁基準耐力と壁基準剛性

仕様		壁基準耐力 (kN/m)	壁基準剛性 (kN/rad/m)	N 値計算用 等価壁倍率	横長さ (mm)
合板 24mm 無開口壁	大壁仕様	13.3	2,400	6.8	900以上
	入隅大壁仕様*	13.3	2,400	6.8	600以上1,000以下
	真壁仕様	11.6	2,090	5.9	900以上
	真壁 600mm 仕様	10.1	1,830	5.2	600以上700以下

\*においては、壁長さは有効壁長 (合板張り付け柱 (受材) の心々距離とする)。  
2004年版の一般診断法での上限は9.8kN/m、2012年版の上限は10kN/m。  
2004年版を用いる場合には、壁基準耐力を壁強さ倍率 C と読み替える。

## 3 屋根への利用

### 3.1 ネダノンを屋根に利用するには

ネダノンを屋根構面に使用することによって、存在床倍率が向上して耐震性が向上すると共に、登りばりと外断熱との併用によって小屋裏空間の有効利用も可能になります。詳しくは「国産厚物合板屋根の手引き ver.2」を参照ください。

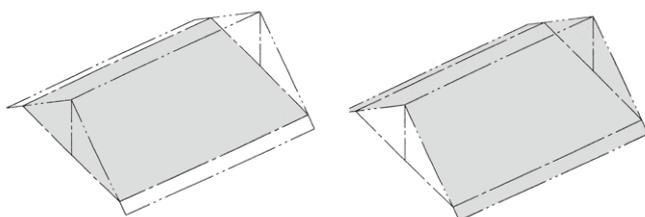
#### ①ネダノンをういた屋根の特徴と性能

- 屋根にネダノンを利用する方法として、小屋組の天井面 (屋根ばり面) に床と同様の強固な水平構面を造る方法 (図 2-19 (a)) と、屋根面に床と同様の強固な水平構面を造る方法 (図 2-19 (b)) の二つの方法があり、いずれも、火打材が省略できる、下階の室空間が大きく取れる、耐震性・耐風性が向上するなどの大きなメリットがある。また、小屋組に小屋筋かいや雲筋かいに代わって合板張り小屋壁を設ければ、小屋組全体をさらに強固にすることができる。
- 屋根面をネダノンで構成するには、たる木を省略して登りばり形式とするのが最適である。この時、登りばりのスパンが小さければ母屋を省略して、登りばりを桁と棟木で支えるが、スパンが大きい場合は中間を母屋で支える。
- 登りばり形式の場合、そのピッチは 910、1,000mm など、また

は 1,820、2,000mm などとなる。

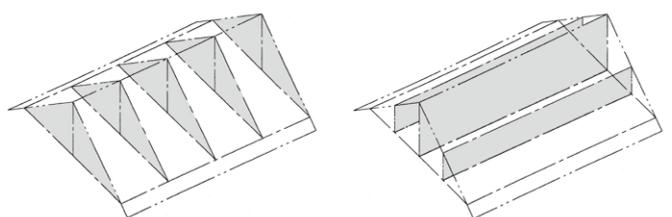
- 天井面をネダノンで構成すると、小屋裏空間を収納や小屋裏部屋として活用できるメリットがある。また、併せて屋根面もネダノンで構成すると、確保できる小屋裏空間を非常に大きくすることができる。
- 屋根面をネダノンで構成する場合、外断熱とすることで天井を省略しネダノンと登りばりを現しとする意匠が可能である。また、内断熱とする場合も、登りばりの一部を現しとすることが可能である。

屋根は瓦や積雪などの鉛直荷重を支えるだけでなく、居室階の床構面や壁構面と同様に、水平構面と鉛直構面で構成して、地震力や風圧力に抵抗する立体的な構造とする必要がある (図 2-20)。ネダノンを活用することで、効率よく各構面の働きを請負うことが可能になる。



(a) 天井面・小屋ばり面の水平構面 (b) 屋根構面

図 2-19 ネダノンの屋根構面



(a) 張間構面 (小屋筋方向) (b) 桁行構面 (雲筋方向)

図 2-20 小屋内鉛直構面

## 3.2 施工方法

ネダノンを床と同様の構造方法（横架材の組み方、くぎ打ち方法）で小屋裏面に張った場合や、登りばり方式で屋根面に張った場合は、火打材を省略でき、床と同じ倍率の水平構面となります。ただし、屋根面に張った場合は、屋根勾配による調整係数（ $\cos \theta$ 、 $\theta$ は勾配）を乗じる必要があります。なお、床と同等の倍率を有することは、3.64m × 7.28m の実大加力実験にて確認しています（P.54 6. ネダノンで構成した屋根の水平せん断性能を参照）。

### ①小屋裏面、小屋壁への施工方法

屋根の小屋裏面にネダノンを、小屋壁にネダノンスタッドレス5+を使用した例を示す。小屋裏面に使用すれば耐震性の向上や断熱 + 気密施工が容易になる。小屋裏を取

納スペースにも活用できる。小屋壁への利用により小屋部の耐震性を向上させることができる。吹抜け空間を設ける場合に最適である。

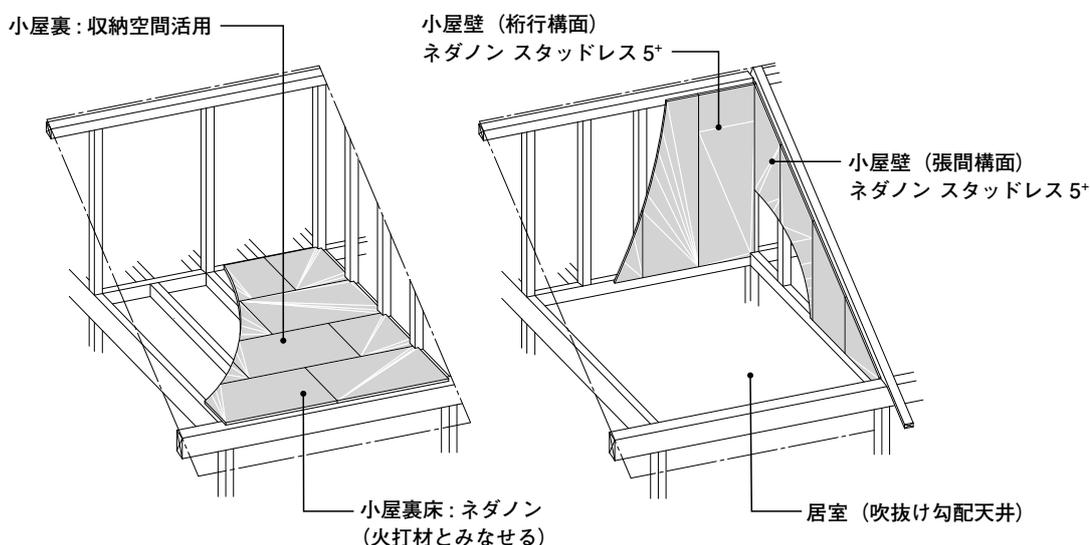
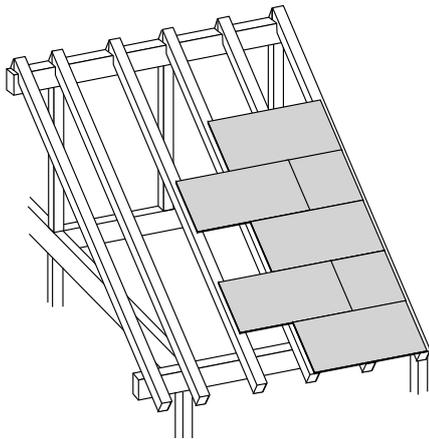


図 2-21 小屋裏面と小屋壁の施工例

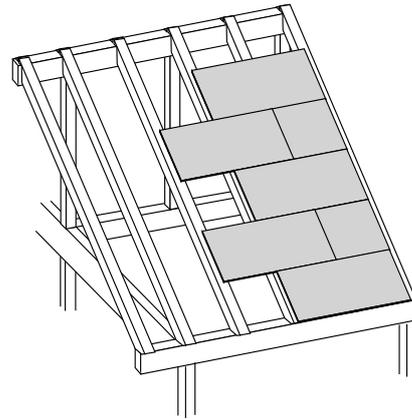
### ②屋根構面の施工方法

くぎ打ち方式、軒の出の有無、登りばり間隔によって、図のような6通りの施工方法が考えられる（図 2-22）。川の字型くぎ打ち仕様以外では、ネダノンを桁と棟木にくぎ打ちできるような仕口が必要である。軒の出を設ける場合は、ネダ

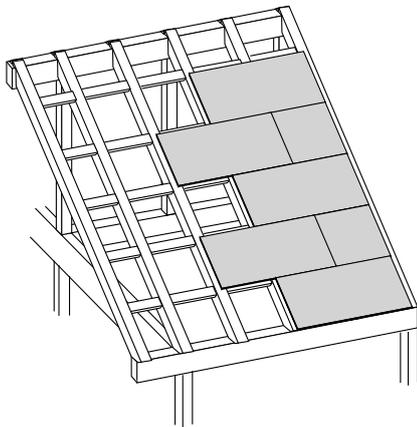
ノンを桁にくぎ打ちすることが困難であるので、桁の上に合板まで届くような高さの倒れ止めを設け、これに合板をくぎ打ちする。倒れ止めと桁とはくぎ打ち合板ガセットなどで一体化する。



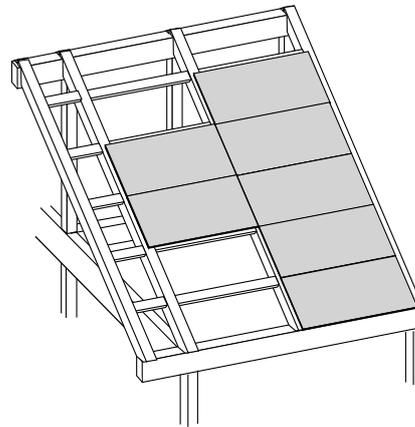
(a) 川の字型くぎ打ち仕様  
1.8倍相当 (棟木~桁部)  
軒部は余力としカウントしない



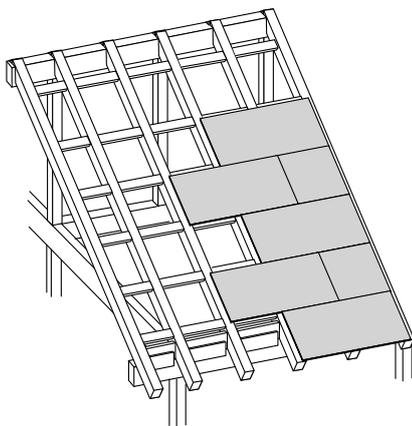
(b) 川の字+桁・棟木くぎ打ち仕様  
1.8倍相当



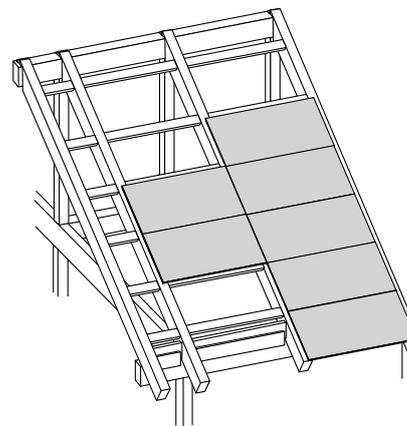
(c) 四周くぎ打ち仕様  
4.0倍相当  
はり間隔910/1,000mm



(d) 四周くぎ打ち仕様  
4.0倍相当  
はり間隔1,820/2,000mm



(e) 軒の出あり四周くぎ打ち仕様  
はり間隔910/1,000mm  
4.0倍相当 (棟木~桁部)  
軒部は余力としカウントしない



(f) 軒の出あり四周くぎ打ち仕様  
はり間隔1,820/2,000mm  
4.0倍相当 (棟木~桁部)  
軒部は余力としカウントしない

図 2-22 ネダノンの屋根構面の施工方法

### ③施工写真



登りばりにネダノンを張った屋根の例① ミサワインターナショナル株式会社  
(小屋裏部屋として利用)



登りばりにネダノンを張った屋根の例② 意匠設計：サイト・アーキテクト  
(2階室空間の拡大) 構造設計：木質構造デザイン工房

## 4 ネダノンを利用した断熱化工事

地球温暖化防止やCO<sub>2</sub>削減を目的に、建て主は省エネルギー基準に適合した建物を作るように努めることが求められています。2017年4月施行の「建築物省エネ法」では、新たな省エネ基準が設けられ、300～2,000m<sup>2</sup>未満の建物には届出の義務化、150棟規模以上の建売業者にはトップランナー制が敷かれました。300m<sup>2</sup>未満の建物に対しては強制ではありませんが、断熱等性能等級4（気密化除外、しかし気密性確保は前提）に適合すれば、減税措置やフラット35Sなども利用が可能です。なによりも基準を満たす住宅は、省エネで快適な空間の確保が実現できます。

ネダノンの利用によって、断熱化工事の効率化を図ることができます。以下に施工例等を照会します。

### 4.1 断熱構造とネダノン

#### ①断熱構造とする部分の基準とネダノンの活用

次のA～Fの部分断熱構造（断熱のための措置を講じた構造）とすること。ただし、a～dの部分は断熱構造とする必要はない。

また、省エネ法では気密化が除外されているが、気密性確保は重要である。構造用合板は気密材として認められているので気密シートなどの施工が不用となるが、1階で柱のためにネダノンを切り欠いた部分は隙間を気密テープで塞ぐことを勧める。

A. 屋根（小屋裏又は天井裏が外気に通じているものを除く）  
又はその直下の天井

ネダノンを野地板に使用すれば、たる木間隔を広げた

り、登りばり方式を採用することができ、これらにより断熱材の施工が容易になる。

B. 外気に通じる小屋裏若しくは天井裏に接する天井

ネダノンをはり上面に施工すれば、その上面に断熱材を容易に施工できる。

C. 外気に接する壁（充填断熱、外断熱）

ネダノン スタッドレス5+を使用すれば、柱間に断熱材を矩形のまま挿入することが可能。筋かいの場合は、断熱材を斜め・複数に分割し気密テープで繋目処理など施さねばならず、筋かいが熱橋となることや断熱効果は施工者に左右され、期待性能が到達されない不安がある。しかし、ネダノン スタッドレス5+を使用す



れば断熱材の施工時間が大幅に短縮され、更に効率の良い断熱化が図れる。また外断熱のみで可となる地域では、内部空間が広がるメリットも生まれる。

**D. 外気に接する床**

ネダノンを使用すれば、はり、土台、大引などの間隔が最大1,000mmまで可能となる。張間のみでの断熱工事は、根太工法の場合と比べて断熱材の施工時間が大幅に短縮できる。また、根太間隔を450mm以上とした充

填断熱工法の場合、断熱材の厚さを基準値の90%以上とする緩和措置を適用できる。

**E. その他の床（外気に通じる床裏に接する床）**

ネダノンにより土台や大引間のみでの断熱工事となる。根太工法の場合と比べて断熱材の施工時間が大幅に短縮可能。

**F. 開口部**

**②断熱構造としなくても良い部分**

- a. 居室に面する部位が断熱構造になっている物置、車庫  
その他これに類する空間における居室に面する部位以外の部位
- b. 外気に通じる床裏、小屋裏または天井裏に接する壁
- c. 断熱構造となっている外壁から突き出した軒、袖壁、ベランダその他これらに類するもの
- d. 居室と区画されている玄関その他これに類する区画の出入口の建具

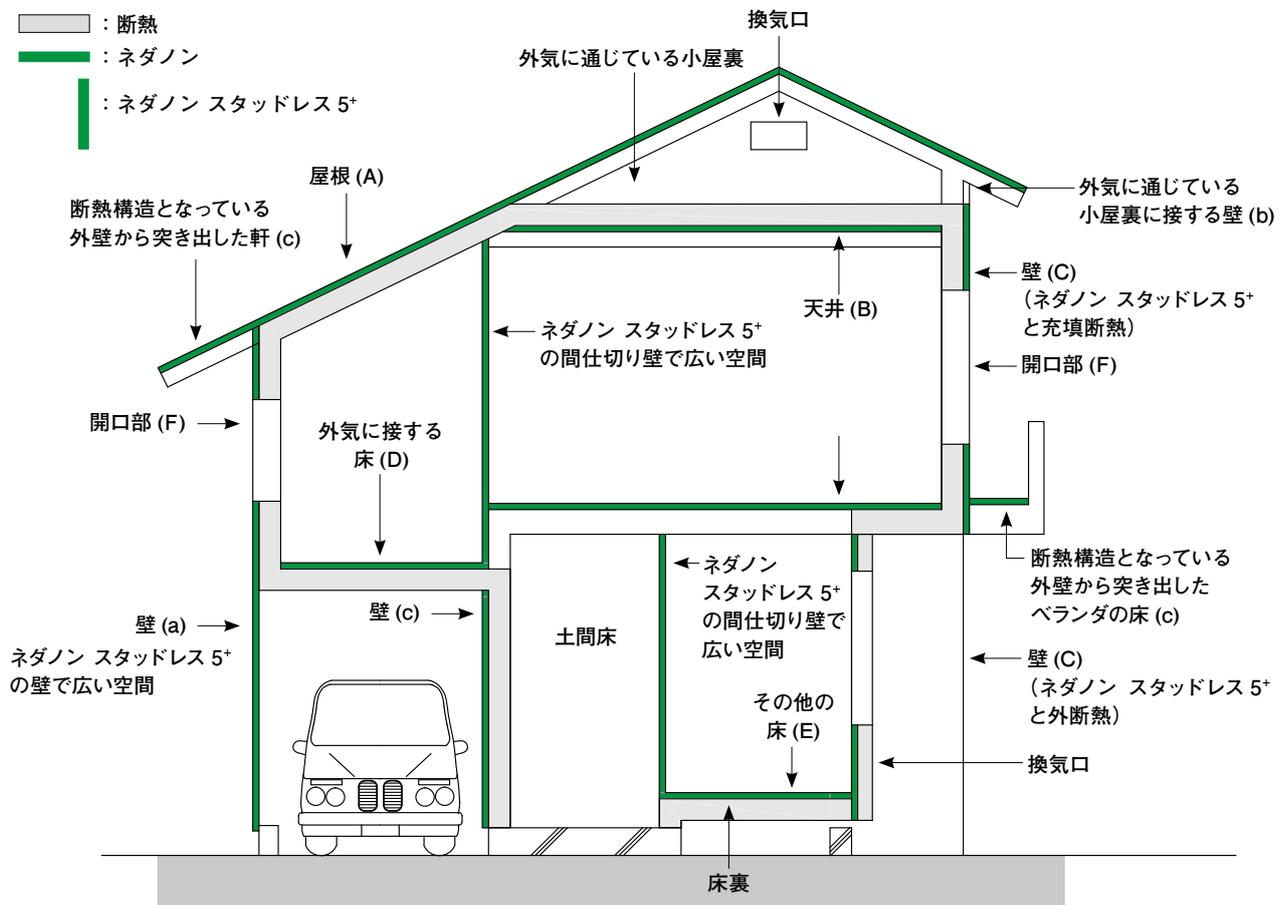


図 2-23 断熱構造とする部分とネダノンの活用例

## 4.2 断熱材の種類と施工例

### ①断熱材の種類

断熱材は次表のとおり。熱伝導率毎「A-1～E」に区分されている。

表 2-13 断熱材の種類

区分	熱伝導率： $\lambda$ (単位：W/m・K)	断熱材の種類
A-1	0.052～0.051	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吹込み用グラスウール GW-1、GW-2</li> <li>・吹込み用ロックウール 35K</li> <li>・シーリングボード</li> </ul>
A-2	0.050～0.046	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅用グラスウール 10K 相当</li> <li>・吹込み用ロックウール 25K</li> <li>・A 級インシュレーションボード</li> </ul>
B	0.045～0.041	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅用グラスウール 16K 相当</li> <li>・ビーズ法ポリスチレンフォーム 4 号</li> <li>・ポリスチレンフォーム B 号</li> <li>・タタミボード</li> </ul>
C	0.040～0.035	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅用グラスウール 24K、32K 相当</li> <li>・高性能グラスウール 16K、24K 相当</li> <li>・吹込み用グラスウール 30K、35K 相当</li> <li>・住宅用ロックウール (マット、フェルト、ボード)</li> <li>・ビーズ法ポリスチレンフォーム 1 号・2 号・3 号</li> <li>・押出法ポリスチレンフォーム 1 種</li> <li>・ポリスチレンフォーム A 号</li> <li>・吹込み用セルローズファイバー 25K</li> <li>・吹込み用セルローズファイバー 45K、55K (接着剤併用)</li> <li>・フェノールフォーム保温板 2 種 1 号</li> </ul>
D	0.034～0.029	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビーズ法ポリスチレンフォーム特号</li> <li>・押出法ポリスチレンフォーム 2 種</li> <li>・フェノールフォーム保温板 1 種 1 号・2 号・2 種 2 号</li> </ul>
E	0.028 以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・押出法ポリスチレンフォーム 3 種</li> <li>・硬質ウレタンフォーム</li> <li>・吹付硬質ウレタンフォーム (現場発泡品)</li> </ul>

### ②躯体の断熱性能等の基準

断熱材の厚さは、上表による熱伝導率 ( $\lambda$ ) と次表に示す基準となる地域別熱抵抗値 ( $R_c$ ) より計算して求める。ネダノンを床に使用し、根太 (はり、土台、大引など) 間隔が 450mm 以上 (床端部などにおいて、一部 450mm 以下となる場合を含む) とした充填断熱工法の場合には、断

熱材の厚さを 90% 以上とすることができる緩和措置がある。なお、住宅内で複数の断熱材の施工法を採用する場合や、土間床等の外周部に断熱を行なう場合は、改正省エネ法の基準に準拠すること。



表 2-14 断熱材の厚さ基準となる地域別熱抵抗値（断熱等級 4）

断熱材の 施工方法	部 位		地域別断熱材の熱抵抗値： $R_c$ ( $m^2 \cdot K/W$ )			
			I	II	III・IV・V	VI
充填断熱工法	屋根		6.6	4.6	4.6	4.6
	天井		5.7	4.0	4.0	4.0
	壁		3.3	2.2	2.2	2.2
	床	外気に接する部分	5.2	5.2	3.3	-
		その他の部分	3.3	3.3	2.2	-
	土間床等 の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	-
その他の部分		1.2	1.2	0.5	-	
外張断熱工法	屋根又は天井		5.7	4.0	4.0	4.0
	壁		2.9	1.7	1.7	1.7
	床	外気に接する部分	3.8	3.8	2.5	-
		その他の部分	-	-	-	-
	土間床等 の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	-
		その他の部分	1.2	1.2	0.5	-

### ③断熱工法施工例

ネダノンを床や屋根に、ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を壁に使用した例を P. 25, 26 に示す。軸組構法においては、柱やはりとは別に、床には根太、屋根にはたる木、壁には間柱や筋かいといった具合に、数々の材料が使用される。断熱化工事においては、これらの材料があることで施工に手間が掛かることや断熱化の効率を落としてしまうことが懸念される。

ネダノンやネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を採用することで、

施工時間の短縮や高効率な断熱化を図ることが出来、特に床においては断熱材の厚さを減ずることができる緩和措置もある。また、ネダノン等は、気密材としても認められていることから、気密シートなどの施工が不要となる。

図 2-24 に、壁にネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> を使用した充填断熱工法を例に施工方法の違いを示す。柱間に断熱材を矩形のまま挿入できる。筋かいの場合は、断熱材を斜め・複数に分割し気密テープで繋目処理など施す必要がある。

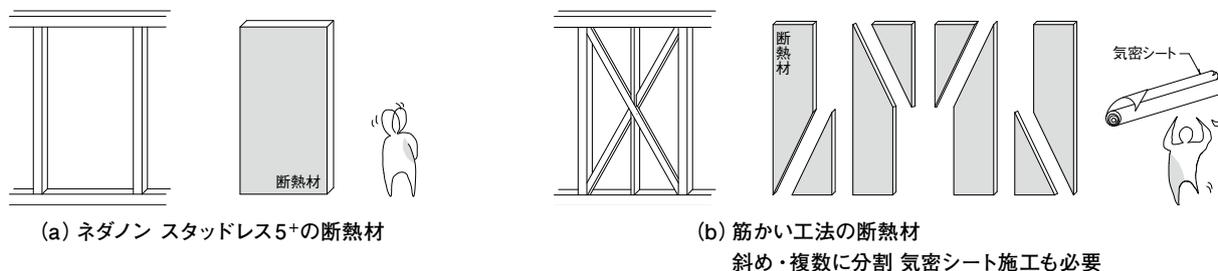


図 2-24 断熱化工事の違い

ネダノン スタッドレス 5+ を利用した外張断熱工法の施工例は図 2-25 のようになる。このような施工により壁内空間を居室空間として利用することが可能となる。

また各断熱工法の施工例を示す (図 2-26)。充填断熱工法では、施工時間の短縮と確実な断熱化が実現し易くなる。外張断熱工法では、室内空間を広く活用するメリットが生まれ、また小屋裏を勾配天井とした空間計画も容易になる。充填断熱工法 + 外張断熱工法のダブル断熱工法が容易となり、寒冷地での断熱化や高性能な省エネ住宅が実現しやすくなる。

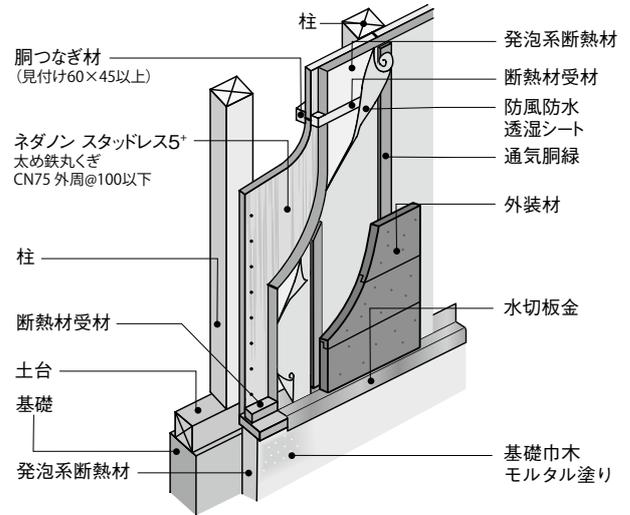
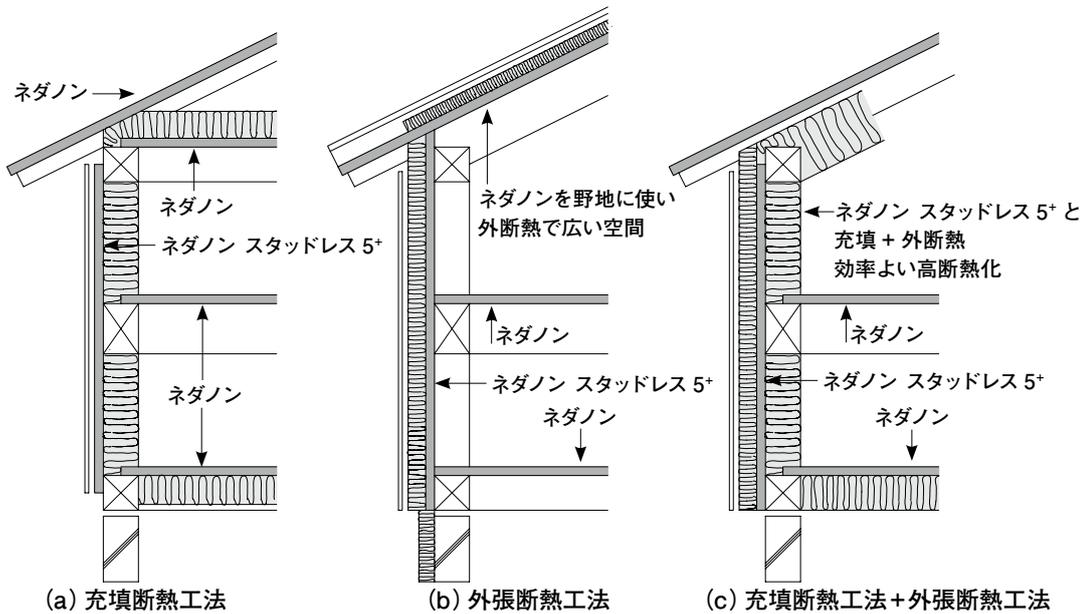


図 2-25 ネダノン スタッドレス 5+ を利用した外張断熱施工例



※一つの住宅内で複数の断熱材の施工法を採用する場合は、それぞれの断熱材の施工法に応じた各部位の厚さの値が適用されます。

図 2-26 ネダノンの活用と断熱工法例



## ④屋根、外壁の結露試験

IV～II地域を対象とした次世代省エネ基準で設計した屋根、外壁の環境試験では、設計通りに施工すれば合板が結露を生じることはないことを確認した。

※詳細については、「国産厚物合板屋根の手引き ver.2」をご覧ください  
日合連 HP <http://www.jpma.jp>  
東京・東北工組 HP <http://www.ply-wood.net>

●試験方法：(株)ポラス暮らし科学研究所の人工気象室にて、室内側を温度20℃、相対湿度50%一定とし、室外側を真岡（IV地域最寒都市）、東京、真岡、諏訪（III地域最寒都市）、好摩（II地域最寒都市）の最寒日の1日の変動を連続して繰り返した（図2-27）。

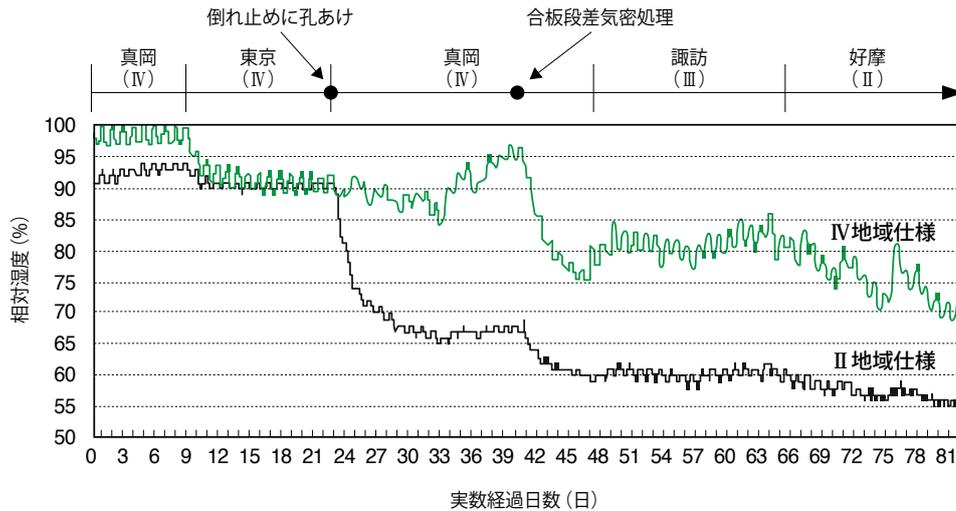


図 2-27 ネダノン屋根下地の室内側の相対湿度

### ④-1 屋根の結露試験

- 試験体：登りばり形式の屋根に厚さ24mmのネダノンを張った充填断熱屋根モデル（図2-28）。
- 試験結果：通気のない空気層を設けた状態でスタートしたが、真岡、東京の気象条件では相対湿度が高かったため、2回目の真岡の段階で、軒側に通気口を設けた（棟側に通気孔はなし）。試験途中で試験の都合上設けた合板の気密テープ処理が不完全であることが分かり、テ

プ補修を行ったところ、相対湿度は減少を続け、好摩（II地域）でも問題のない値となった。この試験が示唆するように、室内側の防湿フィルムの縁端部や目地では気密テープを用いて空気や水蒸気が漏れる隙間を作らないことが肝心である。なお、試験は通気がない安全側の条件で行ったが、棟換気を行う現実的な設計では、結露の心配はないと言える。

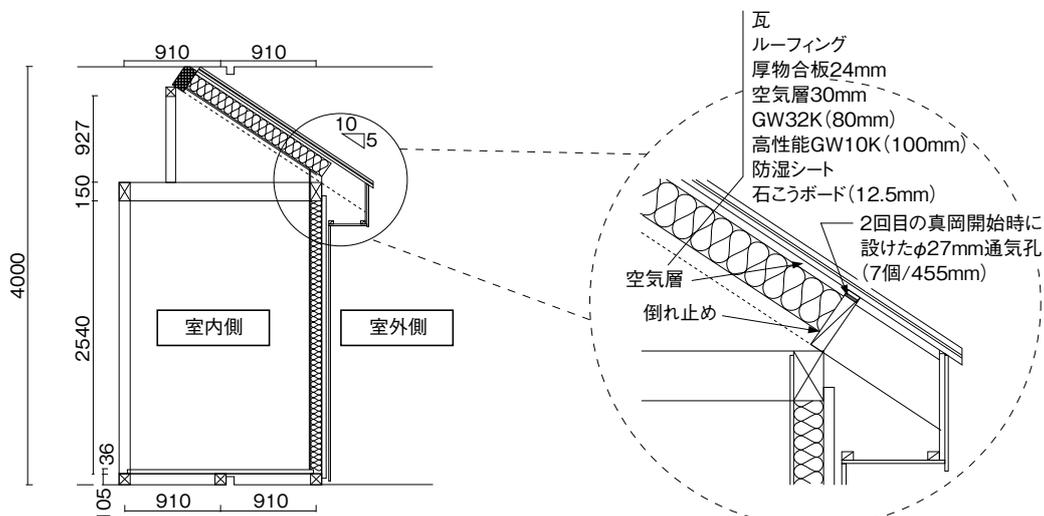


図 2-28 充填断熱屋根試験体の構成

## ④-2 外壁の結露試験

●試験体：ネダノン スタッドレス 5+ (厚さ 24mmの構造用合板を張った耐力壁) の充填断熱壁モデル (図 2-29)。

●試験結果：屋根の実験と同時に実施したので、実験の環境条件は、屋根の場合と同じである。相対湿度は問題のない範囲で推移した (図 2-30)。なお、同様の実験から、次の知見が得られている。発泡プラスチック系断熱材の充填工法は隅角部で高湿となる可能性があり、設計・施工では十分な注意が必要である。コンセントボックス部分の防湿フィルムは欠損しないように注意し、欠損を生じたときはテーピングをしっかりと行うことが肝心である。

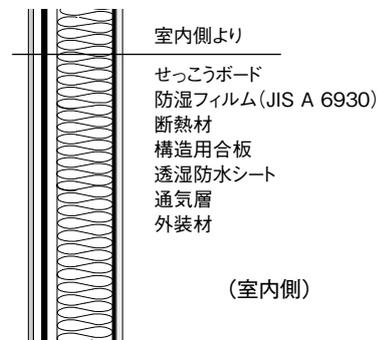


図 2-29 充填断熱壁試験体の構成

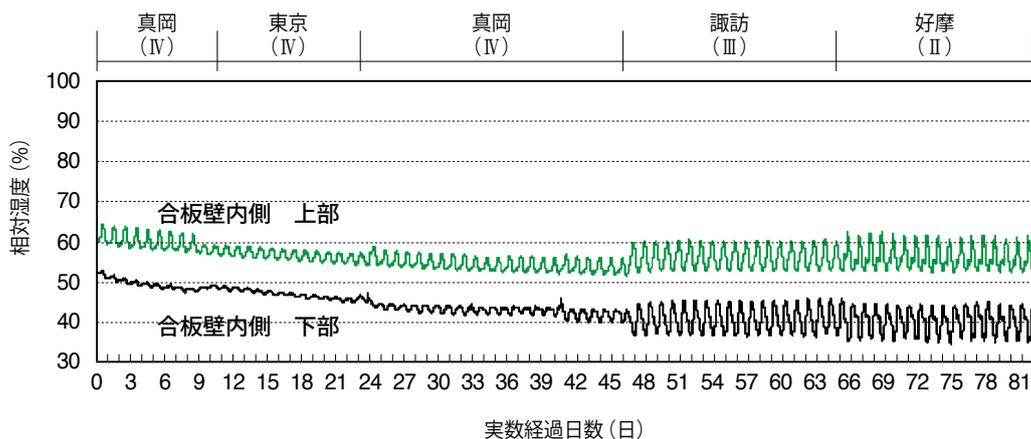


図 2-30 ネダノン スタッドレス 5+ 壁下地の内側の相対湿度

### 4.3 断熱材の厚さ算出式

熱抵抗を得るための断熱材の厚さは、次の計算式により算出する。

$$d = \lambda \times R_c \times 1,000$$

ここで

$d$  : 断熱材の必要厚さ (mm)

$\lambda$  : 断熱材の熱伝導率 (W/m・K)

$R_c$  : 断熱材の熱抵抗の値 (m<sup>2</sup>・K/W)

計算例 (断熱等級 4)

断熱材の種類 : 硬質ウレタンフォーム (熱伝導率  $\lambda = 0.028$  以下)

断熱材の施工方法 : 外張断熱工法

建築地 : IV 地域 (東京都)

屋根又は天井 :  $0.028 \times 4.0 \times 1,000 = 112.0 \rightarrow 115\text{mm}$

壁 :  $0.028 \times 1.7 \times 1,000 = 47.6 \rightarrow 50\text{mm}$

床 (外気に接する部分) :  $0.028 \times 2.5 \times 1,000 = 70.0 \rightarrow 70\text{mm}$

土間床外周部 (その他の部分) :  $0.028 \times 0.5 \times 1,000 = 14.0 \rightarrow 15\text{mm}$

(※小数点は5mm単位で切り上げ。断熱材の種類によって既製品モジュールに合わせる)

### 透湿抵抗計算例

透湿抵抗は、水蒸気の通しにくさの指標で数値が大きいほど水蒸気を通しにくいことを表す。室内で発生した水蒸気が壁内に流入し、滞留する水蒸気量が多くなると、内部結露が生じるおそれがあるが、屋外まで流出すれば結露は発生しない。したがって、屋外側と室内側の透湿抵抗の比が大きいほど、滞留する水蒸気が少なくなり、結露しにくい状

況となる。

ネダノン スタッドレス5<sup>+</sup>を使用する場合、合板が厚くなる分、透湿抵抗が高くなり、透湿抵抗比は小さくなるが、断熱材を繊維系からプラスチック系にすることなどで透湿抵抗比を大きくすることができる。

表 2-15 充填断熱工法

部 位	構成材料等	透湿比抵抗 [m <sup>2</sup> ・s・Pa/ng]	厚さ [m]	透湿抵抗 [m <sup>2</sup> ・s・Pa/ng]	透湿抵抗の総和 [m <sup>2</sup> ・s・Pa/ng]
屋外側	①外装材+②通気層18mm (通気経路に障害あり)			0.0017	
	③透湿防水シート			0.00019	①+②+③+④
壁	④合板(ネダノン スタッドレス5 <sup>+</sup> )	0.901	0.024	0.02162	=0.02351……(I)
室内側	⑤グラスウール(t=120mm)	0.00588	0.12	0.00071	⑤+⑥+⑦
	⑥住宅用プラスチック系防湿フィルムA種			0.082	
	⑦せっこうボード	0.0252	0.0125	0.00032	=0.08302……(II)
				透湿抵抗比(II/I)	3.531
室内側プラスチック系断熱材の例					
室内側	⑤硬質ウレタンフォーム(t=75mm)	3.22	0.075	0.2415	⑤+⑥
	⑥せっこうボード	0.0252	0.0125	0.00032	=0.2418……(III)
				透湿抵抗比(III/I)	10.286

住宅性能表示制度では、結露の発生を防止する対策として、繊維系断熱材等を使用する場合にあっては防湿層を設ける事とされているが、右表の透湿抵抗比に関する基準を満たす場合には、外壁に防湿層を設けなくてもよいとされている。

表 2-16 外壁の透湿抵抗比

地域	I	II	III	IV	V
透湿抵抗比	5以上		3以上	2以上	

# 第Ⅲ部 構造計算ルートによる設計

## 1 水平構面の許容耐力と構造設計

### ①標準仕様の床の許容せん断耐力

標準仕様（くぎN75、くぎ間隔150mm。はり、受材の間隔1,000mm以下。合板厚さ24～30mm）の許容耐力は次表の通り。

表3-1 標準仕様によるネダノン水平構面の許容水平せん断耐力

床の仕様	品確法床倍率	許容せん断耐力 (kN/m)	許容せん断耐力の相当床倍率
川の字くぎ打ち	1.2	3.53 (注1)	1.8
川の字くぎ打ち + 耐力壁線上の長辺にくぎ打ち	—	3.53 (注2)	1.8
四周くぎ打ち	3.0	7.84 (注3)	4.0

(注1, 2, 3) の値とも(公財)日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版):通称 グレー本」(国交省より構造計算の参考図書に指定)による。グレー本では品確法に記載のある水平構面の許容耐力は、基本的に床倍率を倍率1=1.96kN/mとして換算する方法で計算することとしているが、ネダノン水平構面については実験等により新たに誘導され、品確法の床倍率換算値より高い許容耐力となっている。本書では、「川の字型くぎ打ち」仕様より、「川の字型くぎ打ち+耐力壁線上の長辺にくぎ打ち」仕様を強く推奨する。注2の値は簡便のため「川の字型くぎ打ち」仕様の値と同じとしているが、グレー本に従って計算すれば、これより高い値とすることも可能である。

### ②高強度仕様の床の許容せん断耐力

くぎはN75またはCN75を使用。はり、受材の間隔は1,000mm以下。合板厚さ24～28mmで、くぎ打ち間隔を狭くした高強度仕様の許容せん断耐力は次表の通り。なお、スギ合板で計算しているため、全ての樹種の合板に適用可能。

表3-2 高強度仕様によるネダノンの許容水平せん断耐力

床の仕様 (合板厚さ 24 ~ 28mm)		許容せん断耐力 (kN/m)	許容せん断耐力の相当床倍率
くぎ打ち配列	くぎ間隔 (mm)		
川の字くぎ打ち	100	4.24	2.16
	75	5.27	2.69
川の字くぎ打ち + 耐力壁線上の長辺にくぎ打ち	100	5.41	2.76
	75	6.85	3.49
四周くぎ打ち	100	9.66	4.93
	75	12.60	6.43

表の許容水平せん断力  $P_a$  は、(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版):通称グレー本」に基づき、降伏耐力を  $P_y$ 、変形角1/150rad時の耐力を  $P_{1/150}$ 、終局耐力を  $P_u$ 、塑性率  $\mu$  として、以下の3つの値の最低値に低減係数を乗じて求めたものである。

$$P_a = \alpha \times \text{MIN}(P_y, P_{1/150}, 0.2\sqrt{2\mu - 1}P_u)$$

各々の耐力は以下の式で求める。

$$P_y = Z_{xy}P_{Nu}$$

$$P_u = C_{xy}P_y$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy}k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)}$$

ただし、

$P_{Nu}$ 、 $k_N$ 、 $\delta_{Nu}$ 、 $\delta_{Nv}$ : 合板-軸材くぎ(1本) 接合部のパイリニア化した荷重-変形関係の終局耐力、剛性、終局変位、終局耐力に達したときの変位で、グレー本 P.200 より以下の値を用いた。

$$P_{Nu} = 1.62\text{kN}$$

$$k_N = 6.51\text{kN/cm}$$

$$\delta_{Nu} = 1.71\text{cm}$$

$$\delta_{Nv} = 0.25\text{cm}$$



$K_w$  : 耐力壁の剛性

$G$  : 合板のせん断弾性係数。グレー本 P.200 より、  
40kN/cm<sup>2</sup> とした

$t$  : 合板の厚さ = 2.4cm

$Z_{xy}$ 、 $C_{xy}$ 、 $I_{xy}$  : くぎ打ちの配置によって決まる係数で、右表による。

$a$  : 施工精度や耐久性等を勘案して決定する係数で、グレー本では 0.95 を採用しているが、ここではネダノン スタッドレス 5+ (本書 P.15) の認定の際に適用された値 0.89 を採用した。環境的には厳しくない床に耐力壁の低減係数を採用した理由は、屋根構面にも適用することを考慮したからである。

なお、川の字型と山の字型を組み合わせた構面については、両者の耐力の平均値をもって耐力とした。

表中のくぎ間隔 100mm の場合の値は、グレー本 P.192、くぎ間隔 75mm の場合の値は、グレー本 P.195 からの引用である。

くぎ間隔 100mm、75mm の全くぎ配列について、許容耐力の計算を以下に示す。

(a) くぎ間隔 100mm 四周くぎ打ち (係数①)

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.096 \times 1.62 = 0.15552 \text{ kN/cm} = 15.55 \text{ N/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.09 \times 15.55 = 16.95 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{3.90 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.13386 \text{ kN/cm}$$

$$= 13.39 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 3.90 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 3.90 \times 6.51)} = 5.62$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 5.62 - 1} \times 16.95 = 10.85 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (15.55, 13.39, 10.85) = 0.89 \times 10.85$$

$$= 9.66 \text{ kN/m}$$

(b) くぎ間隔 75mm 四周くぎ打ち (係数②)

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.128 \times 1.62 = 0.20736 \text{ kN/cm} = 20.74 \text{ N/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.10 \times 20.74 = 22.81 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{5.21 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.16708 \text{ kN/cm}$$

$$= 16.71 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 5.21 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 5.21 \times 6.51)} = 5.32$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 5.32 - 1} \times 22.81 = 14.16 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (20.74, 16.71, 14.16) = 0.89 \times 14.16$$

$$= 12.60 \text{ kN/m}$$

表 3-3 910mm×1,820mmの合板をくぎ間隔100mm及び75mmで打ち付けた場合の係数

くぎ配置	四周		川の字		山の字	
	①	②	③	④	⑤	⑥
くぎ間隔 (mm)	100	75	100	75	100	75
$I_{xy}$	3.90	5.21	1.28	1.61	2.23	2.91
$Z_{xy}$	0.096	0.128	0.032	0.039	0.043	0.056
$C_{xy}$	1.09	1.10	1.34	1.38	1.60	1.62

表中における  $I_{xy}$  の単位は cm<sup>4</sup>/cm、 $Z_{xy}$  の単位は cm/cm<sup>3</sup> である。

(c) くぎ間隔 100mm川の字くぎ打ち (係数③)

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.032 \times 1.62 = 0.05184 \text{ kN/cm} = 5.18 \text{ N/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.34 \times 5.18 = 6.94 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{1.28 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.051115 \text{ kN/cm}$$

$$= 5.11 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 1.28 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 1.28 \times 6.51)} = 6.37$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 6.37 - 1} \times 6.94 = 4.76 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (5.18, 5.11, 4.76) = 0.89 \times 4.76$$

$$= 4.24 \text{ kN/m}$$

(d) くぎ間隔 75mm川の字くぎ打ち (係数④)

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.039 \times 1.62 = 0.06318 \text{ kN/cm} = 6.32 \text{ kN/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.38 \times 6.32 = 8.72 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{1.61 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.062996 \text{ kN/cm}$$

$$= 6.30 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 1.61 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 1.61 \times 6.51)} = 6.27$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 6.27 - 1} \times 8.72 = 5.92 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (6.32, 6.30, 5.92) = 0.89 \times 5.92$$

$$= 5.27 \text{ kN/m}$$

(e) くぎ間隔 100mm川の字 + 耐力壁線上の長辺にくぎ打ち

くぎ間隔 100mm山の字の許容耐力の計算 (係数⑤) をすると、

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.043 \times 1.62 = 0.06966 \text{ kN/cm} = 6.97 \text{ kN/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.60 \times 6.97 = 11.15 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{2.23 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.084068 \text{ kN/cm}$$

$$= 8.41 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 2.23 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 2.23 \times 6.51)} = 6.07$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 6.07 - 1} \times 11.15 = 7.44 \text{ kN/m}$$



$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2\sqrt{2\mu - 1}P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (6.97, 8.41, 7.44) = 0.89 \times 6.97 = 6.20 \text{ kN/m}$$

この計算結果と (c) のくぎ間隔 100mm 川の字くぎ打ちの許容耐力の計算結果より

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2\sqrt{2\mu - 1}P_u) \\ = 0.89 \times \text{MIN} \left( \frac{6.97 + 5.18}{2}, \frac{8.41 + 5.11}{2}, \frac{7.49 + 4.76}{2} \right) \\ = 0.89 \times \text{MIN} (6.08, 6.76, 6.13) = 0.89 \times 6.08 = 5.41 \text{ kN/m}$$

(f) くぎ間隔 75mm 川の字 + 耐力壁線上の長辺にくぎ打ち  
くぎ間隔 75mm 山の字の許容耐力の計算 (係数⑥) とすると、

$$P_y = Z_{xy} P_{Nu} = 0.056 \times 1.62 = 0.09072 \text{ kN/cm} = 9.07 \text{ kN/m}$$

$$P_u = C_{xy} P_y = 1.62 \times 9.07 = 14.69 \text{ kN/m}$$

$$P_{1/150} = K_w \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{I_{xy} k_N} + \frac{1}{Gt}} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{\frac{1}{2.91 \times 6.51} + \frac{1}{40 \times 2.4}} \times \frac{1}{150} = 0.105479 \text{ kN/cm} \\ = 10.55 \text{ kN/m}$$

$$\mu = \frac{\delta_{Nu} Gt + \delta_{Nv} I_{xy} k_N}{\delta_{Nv} (Gt + I_{xy} k_N)} = \frac{1.71 \times 40 \times 2.4 + 0.25 \times 2.91 \times 6.51}{0.25 \times (40 \times 2.4 + 2.91 \times 6.51)} = 5.88$$

$$0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 5.88 - 1} \times 14.69 = 9.64 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \times \text{MIN} (9.07, 10.55, 9.64) = 0.89 \times 9.07 = 8.07 \text{ kN/m}$$

この計算結果と (d) のくぎ間隔 75mm 川の字くぎ打ちの許容耐力の計算結果より

$$P_a = \alpha \times \text{MIN} (P_y, P_{\frac{1}{150}}, 0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} P_u) = 0.89 \\ \times \text{MIN} \left( \frac{9.07 + 6.32}{2}, \frac{10.55 + 6.30}{2}, \frac{9.64 + 5.92}{2} \right)$$

$$= 0.89 \times \text{MIN} (7.70, 8.43, 7.78) = 0.89 \times 7.70 = 6.85 \text{ kN/m}$$

< くぎ打ちの配列によって決まる係数の計算例 >

くぎ間隔 100mm 川の字の場合についてグレー本 P.182 の方法で係数の計算例を示す。

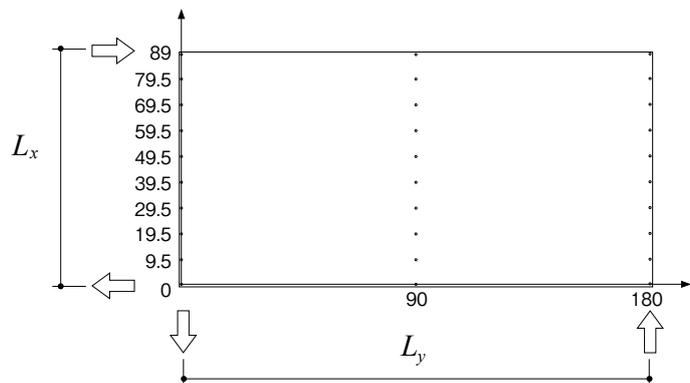


図 3-1 くぎ間隔 100mm 川の字の場合のくぎ配列

各方向の弾性中立軸位置  $x_0, y_0$

$$x_0 = \frac{\sum y_j \cdot n_j}{\sum n_j} = \frac{0 \times 10 + 90 \times 10 + 180 \times 10}{10 + 10 + 10} = 90 \text{ cm}$$

$$y_0 = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{0 \times 3 + 9.5 \times 3 + 19.5 \times 3 + 29.5 \times 3 + 39.5 \times 3 + 49.5 \times 3 + 59.5 \times 3 + 69.5 \times 3 + 79.5 \times 3 + 89 \times 3}{3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3}$$

$$= 44.5 \text{ cm}$$

$$I_x = \sum (y_j - y_0)^2 \times n_j = (0 - 90)^2 \times 10 + (90 - 90)^2 \times 10 + (180 - 90)^2 \times 10 = 162000 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \sum (x_i - x_0)^2 \times x_i = (0 - 44.5)^2 \times 3 + (9.5 - 44.5)^2 \times 3 + (19.5 - 44.5)^2 \times 3 + (29.5 - 44.5)^2 \times 3$$

$$+ (39.5 - 44.5)^2 \times 3 + (49.5 - 44.5)^2 \times 3 + (59.5 - 44.5)^2 \times 3 + (69.5 - 44.5)^2 \times 3 + (79.5 - 44.5)^2 \times 3$$

$$+ (89 - 44.5)^2 \times 3 = 24481.5 \text{ cm}^2$$

$$I_{xy} = \frac{\left( \frac{I_x \times I_y}{I_x + I_y} \right)}{L_x L_y} = \frac{\left( \frac{162000 \times 24481.5}{162000 + 24481.5} \right)}{91 \times 182} = 1.284 \text{ cm}^2 / \text{cm}^2$$

$$Z_x = \frac{I_y}{(y_j - y_0)_{\max}} = \frac{24481.5}{90} = 272 \text{ cm}$$

$$Z_y = \frac{I_x}{(x_i - x_0)_{\max}} = \frac{162000}{44.5} = 3640.45 \text{ cm}$$

$$Z_{xy} = \frac{1}{A_w \sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}} = \frac{1}{91 \times 182 \times \sqrt{\frac{1}{1800^2} + \frac{1}{550.15^2}}} = 0.032 \text{ cm} / \text{cm}^2$$

くぎ配列が左右対称のときの各方向の塑性中立軸位置  $x_{p0}, y_{p0}$

$$y_{p0} = y_0 = 90 \text{ cm}$$

$$x_{p0} = x_0 = 44.5 \text{ cm}$$

$I_y < I_x$  であるため

$$\frac{\theta_{px}}{\theta_{py}} = \frac{I_y}{1.285 I_x} = \frac{24481.5}{1.285 \times 162000} = 0.1176$$

$$\frac{\theta_{py}}{\theta_{px}} = \frac{1}{0.1176} = 8.503$$

$$Z_{px} = \sum \frac{(y_j - y_{p0})^2}{\sqrt{(x_i - x_{p0})^2 \left( \frac{\theta_{py}}{\theta_{px}} \right)^2 + (y_j - y_{p0})^2}}$$

$$= \left( \frac{0^2}{\sqrt{5^2 \times 8.503^2 + 0^2}} + \frac{0^2}{\sqrt{15^2 \times 8.503^2 + 0^2}} + \frac{0^2}{\sqrt{25^2 \times 8.503^2 + 0^2}} + \frac{0^2}{\sqrt{35^2 \times 8.503^2 + 0^2}} + \frac{0^2}{\sqrt{44.5^2 \times 8.503^2 + 0^2}} \right)$$



$$\times 2 + \left( \frac{90^2}{\sqrt{5^2 \times 8.503^2 + 90^2}} + \frac{90^2}{\sqrt{15^2 \times 8.503^2 + 90^2}} + \frac{90^2}{\sqrt{25^2 \times 8.503^2 + 90^2}} + \frac{90^2}{\sqrt{35^2 \times 8.503^2 + 90^2}} + \frac{90^2}{\sqrt{44.5^2 \times 8.503^2 + 90^2}} \right) \times 4 = 860.924$$

$$Z_{py} = \sum \frac{(x_i - xp_0)^2}{\sqrt{(x_i - xp_0)^2 + (y_i - yp_0)^2 \left( \frac{\theta_{px}}{\theta_{py}} \right)^2}}$$

$$= \left( \frac{5^2}{\sqrt{5^2 + 0^2 \times 0.1176^2}} + \frac{15^2}{\sqrt{15^2 + 0^2 \times 0.1176^2}} + \frac{25^2}{\sqrt{25^2 + 0^2 \times 0.1176^2}} + \frac{35^2}{\sqrt{35^2 + 0^2 \times 0.1176^2}} + \frac{44.5^2}{\sqrt{44.5^2 + 0^2 \times 0.1176^2}} \right)$$

$$\times 2 + \left( \frac{5^2}{\sqrt{5^2 + 90^2 \times 0.1176^2}} + \frac{15^2}{\sqrt{15^2 + 90^2 \times 0.1176^2}} + \frac{25^2}{\sqrt{25^2 + 90^2 \times 0.1176^2}} + \frac{35^2}{\sqrt{35^2 + 90^2 \times 0.1176^2}} + \frac{44.5^2}{\sqrt{44.5^2 + 90^2 \times 0.1176^2}} \right) \times 4 = 705.829$$

$$X_{err} = \frac{2 |Z_{px} - Z_{py}|}{(Z_{px} + Z_{py})} = \frac{2 |860.924 - 705.829|}{(860.924 + 705.829)} = 0.198$$

$$Y_{err} = 0.998 + 0.068X_{err} + 0.906X_{err}^2 = 0.998 + 0.068 \times 0.198 + 0.906 \times 0.198^2 = 1.047$$

$$Z_{pxy} = \frac{0.941(Z_{px} + Z_{py})}{2Y_{err}L_xL_y} = \frac{0.941 \times (860.924 + 705.829)}{2 \times 1.047 \times 91 \times 182} = 0.043$$

$$C_{xy} = \frac{Z_{pxy}}{Z_{xy}} = \frac{0.043}{0.032} = 1.34$$

### ③屋根の許容せん断耐力

登りばり方式など、床の場合と同様の構造方法とする場合は、床と同じ許容せん断耐力を用いることができる。勾配が60度未満の場合の許容せん断耐力は次式による。

屋根構面の許容せん断耐力

$$= \text{直張り水平構面の許容せん断耐力} \times \cos \theta$$

ここで、 $\theta$ ：屋根勾配

((公財)日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)：通称 グレー本」(国交省より構造計算の参考図書に指定)による)

## ④鉛直荷重に対する合板のたわみと曲げ応力度の算定式

たわみと合板の曲げ応力度は次式で計算する。

### ●等分布荷重に対して

$$\text{たわみ} = \frac{5wbl^4}{384EI} \leq \text{設計者が判断する値}$$

$$\text{曲げ} \\ \text{応力度} = \frac{wbl^2}{8Z} \leq \begin{matrix} \text{許容応力度} \\ \text{(P.41, 42 参照)} \end{matrix}$$

### ●中央集中荷重に対して

$$\text{たわみ} = \frac{Pl^3}{48EI} \leq \text{設計者が判断する値}$$

$$\text{曲げ} \\ \text{応力度} = \frac{Pl}{4Z} \leq \begin{matrix} \text{許容応力度} \\ \text{(P.41, 42 参照)} \end{matrix}$$

ここで

$l$  : スパン (mm、ネダノンの場合一般に 910mm)

$w$  : 等分布荷重 (N/mm<sup>2</sup>)

$E$  : 合板の曲げヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>, P. 41, 42 参照)

$I$  : 合板のみかけの断面 2 次モーメント

( $= bt^3/12$ ,  $b$  = 幅,  $t$  = 厚さ)

$Z$  : 合板のみかけの断面係数 ( $= bt^2/6$ )

$P$  : 集中荷重 (N)

左記は、合板を単純はりとしみなした場合の式で、実際には合板は 3 支点で支えられる連続はりとなるから、安全側の計算である。もちろん、3 支点連続はりの式を使ってもよい。

## ⑤水平構面としてのせん断耐力の許容応力度計算の方法

木造軸組構法住宅以外の規模の大きい木質構造や枠組壁工法住宅では、水平構面は許容応力度計算に基づいて設計することとなっている。その方法としては、(一社)日本建築学会編「木質構造設計ノート」(絶版)の「6. ダイアフラムの設計」または(一社)日本ツーバイフォー建築協会発行「2007

年枠組壁工法建築物構造計算指針」の第 3 章構造計算手法 (P.99) に記載されている。詳しくは、上記の書、あるいは、「ネダノン枠組壁工法仕様マニュアル」、「構造用合板の手引き」、「合板耐力壁マニュアル」、「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル ver.2」を参照ください。

## 2 耐力壁の許容耐力と構造設計

### ①ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の許容せん断耐力

大臣認定を受けた耐力壁の許容せん断耐力は、倍率 1 を 1.96kN/m として計算することができる。ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の算定された倍率 (認定書の別添に柱頭柱脚接合部設計用の倍率として記載) は 5.0 以上であり、この倍率を換算した表 3-4 の値とすることができる (確認申請において認定書を添付すること)。

表 3-4 ネダノン スタッドレス 5<sup>+</sup> の許容せん断耐力

仕様	算定された倍率	許容せん断耐力 (kN/m)
大壁	6.8	13.32
大壁床勝ち	7.0	13.72
受材真壁 受材真壁床勝ち	5.9	11.56

### ②他の壁との併用

許容応力度計算により設計を行うルートでは、倍率 5 を超える他の壁との併用が可能である。ただし、軸組構法では、(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2017年版)」(P.40) において、実験等に

より安全性が確認できる場合を除き、耐力壁の許容耐力は 13.72kN/m (壁倍率 7 相当) を超えないことが推奨されているので、受材真壁および受材真壁床勝ち仕様に限り、倍率 1.0 以下の耐力壁との併用に留められたい。



### ③ネダノン スタッドレス 5+ を用いた耐力壁のバイリニアモデル

図 3-2 は、性能評価書に記載された実験結果から、信頼水準 75%、50% 下側許容限界値より誘導したバイリニアモデル

である。限界耐力計算や時刻歴応答計算を行うときに使用することができる。

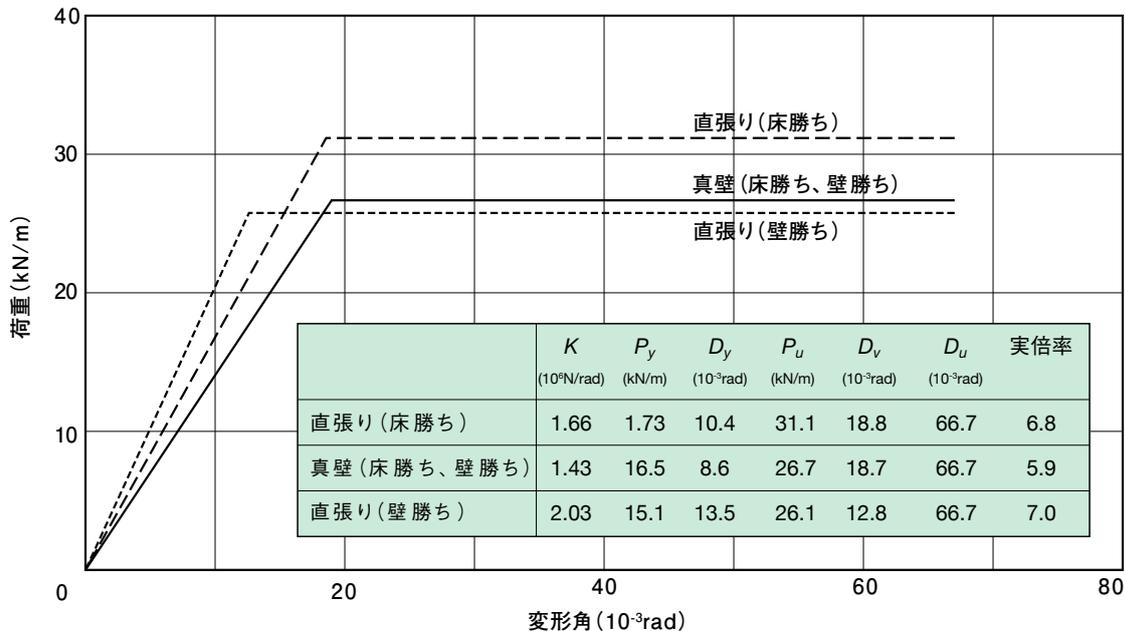


図 3-2 ネダノン スタッドレス 5+ を用いた耐力壁のバイリニアモデル

### 3 中層・大規模木造建築物における水平構面と耐力壁

ネダノンは強度が高いため、施行令46条第2項のルートにより、住宅用をはるかに上回る高強度の中・大水平構面や耐力壁を作ることができる。実験では、40kN/m (倍率でおおよそ20倍) の耐力が得られている。具体的には、日本合板工業組合連合会発行の「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル ver.2」をご覧ください。

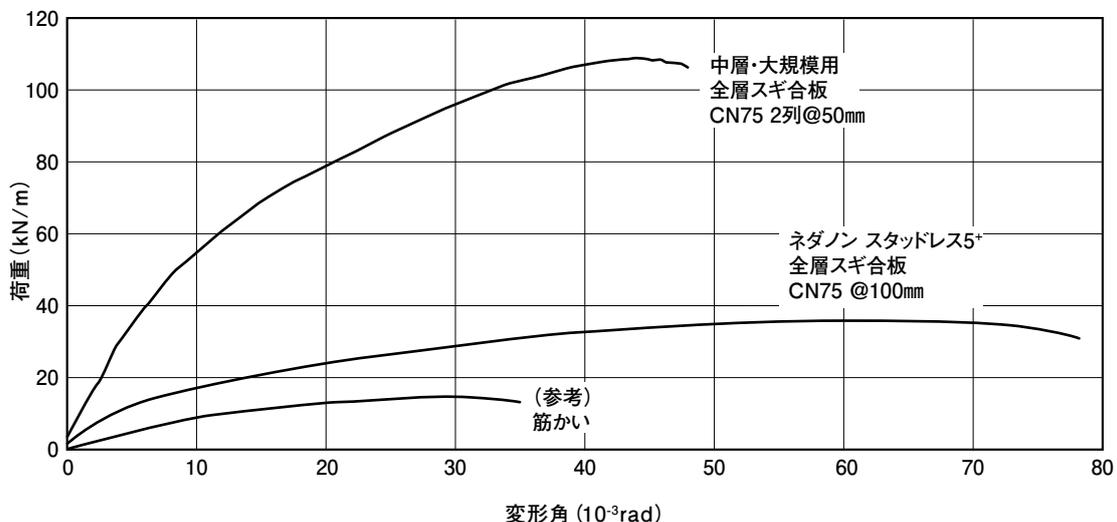


図 3-3 高強度床構面の荷重-変形関係

## 4 構造計算に用いる強度特性値

### ①構造用合板の許容応力度と弾性係数

(一社)日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」において、構造用合板の長期許容応力度と弾性係数が提案されている。ここでは、製材等が告示により基準強度が示され、これに荷重継続期間に対する調整係数を乗じて許容応力度を求める方式に合わせて、基準強度に相当する値とし、これらの値は接着製品であることを考慮して、JAS規格の強度試験の適合基準に対して、曲げ 3/4、圧縮 3/3.5 の低減係数を乗じた値とした(せん断は低減なし)。

なお、実際の設計にあたっては基準強度に荷重継続期間・

寸法効果・含水率等の影響を勘案する係数を乗じて許容応力度を決定することとされている。また、各合板の基準弾性係数は、JAS規格の適合基準の値である。

各荷重継続期間に対する許容応力度は下記で求める。

長期許容応力度 (50年相当) = 1.1 / 3 × (基準強度)

長期積雪時許容応力度 (3ヶ月相当) = 1.43 / 3 × (基準強度)

短期積雪時許容応力度 (3日相当) = 1.6 / 3 × (基準強度)

短期許容応力度 (5分相当) = 2.0 / 3 × (基準強度)

表3-4 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板1級の基準強度

厚さ (mm)	積層数	0°方向									90°方向									0°, 90°方向		45°方向				めり込み							
		曲げ			引張			圧縮			曲げ			引張			圧縮			せん断		引張	圧縮	せん断									
		A-B B-B	A-C B-C C-C	A-D B-D C-D D-D	面内 せん断	層内 せん断	面内 せん断	層内 せん断																									
5.0以上6.0未満	3	31.5	28.5	25.5	19.5	18.0	16.5	13.5	13.5	12.0	12.0	6.0	6.0	6.0	10.5	10.5	10.5	7.5	7.5	7.5													
6.0以上7.5未満	3	28.5	27.0	24.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5											
7.5以上9.0未満	5	25.5	24.0	21.0	18.0	16.5	15.0	12.0	12.0	10.5	9.0	9.0	9.0	9.0	10.5	10.5	10.5	7.5	7.5	7.5	A-B,B-B : 1.4												
9.0以上12.0未満	5	24.0	21.0	19.5	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	9.0	12.0	12.0	12.0	13.5	13.5	13.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	A-C,B-B : 1.8 A-C,B-C, C-C : 1.3	1.2									
12.0以上15.0未満	5	19.5	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	9.0	15.0	15.0	15.0	13.5	13.5	13.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	A-D,B-B : 2.4 A-C,B-C, C-C : 1.6										
15.0以上18.0未満	7	18.0	16.5	15.0	12.0	10.5	9.0	9.0	7.5	7.5	15.0	15.0	15.0	16.5	16.5	16.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	A-D,B-D, C-D,D-D : 1.2										
18.0以上21.0未満	7	18.0	16.5	15.0	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	9.0	15.0	15.0	15.0	13.5	13.5	13.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	A-B,B-B : 1.8 A-C,B-C, C-C : 1.6										
21.0以上24.0未満	7	19.5	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	9.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	A-C,B-B : 2.4 A-C,B-C, C-C : 2.3										
24.0以上	9	19.5	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.5	10.5	9.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	A-D,B-D, C-D,D-D : 1.5										

A-B~D-D: 板面の品質

単位: N/mm<sup>2</sup>

0°, 90°, 45°: 表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行、直交および45°の角度をなす場合。

めり込みは面に直角方向の場合



表3-5 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板1級の基準弾性係数(強度等級によらない)

厚さ (mm)	積層数	0°方向			90°方向			45°方向
		ヤング係数		面内せん断 弾性係数	ヤング係数		面内せん断 弾性係数	面内せん断 弾性係数
		曲げ	引張および圧縮		曲げ	引張および圧縮		
5.0以上6.0未満	3	8.5	5.5	0.4	0.5	3.5	0.4	2.5
6.0以上7.5未満	3	8.0	4.5		1.0	4.5		
7.5以上9.0未満	5	7.0	5.5		2.0	3.5		
9.0以上12.0未満	5	6.5	4.5		2.5	4.5		
12.0以上15.0未満	5	5.5	4.5		3.5	4.5		
15.0以上18.0未満	7	5.0	3.5		4.0	5.5		
18.0以上21.0未満	7	5.0	4.5		4.0	4.5		
21.0以上24.0未満	7	5.5	4.5		3.5	4.5		
24.0以上	9	5.5	4.5		3.5	4.5		

単位：10<sup>3</sup>N/mm<sup>2</sup>

0°、90°、45°：表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行、直交および45°の角度をなす場合。

表3-6 強度等級を記号EとFで表わす構造用合板1級の基準強度と基準弾性係数

強度等級	基準強度 (単位：N/mm <sup>2</sup> )				曲げヤング係数 (単位：10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )		せん断弾性係数 (単位：10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> ) (0°、90°方向)
	曲げ		面内 せん断	層内 せん断	0°方向	90°方向	
	0°方向	90°方向					
E50-F160	12.0	単板数が3の場合：3.6, 単板数が4の場合：4.8, 単板数が5の場合：6.6, 単板数が6以上の場合：7.5	2.4	1.2	5.0	単板数が3の場合：0.4, 単板数が4の場合：1.1, 単板数が5の場合：1.8, 単板数が6以上の場合：2.2	0.4
E55-F175	12.9				5.5		
E60-F190	14.1				6.0		
E65-F205	15.0				6.5		
E70-F220	16.5				7.0		
E75-F245	18.3				7.5		
E80-F270	20.1				8.0		

0°、90°：表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。

表3-7 構造用合板2級の基準強度と基準弾性係数

厚さ (mm)	基準強度 (単位：N/mm <sup>2</sup> )				弾性係数 (単位：10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )		
	曲げ		面内 せん断	層内 せん断	曲げヤング係数		面内せん断弾性係数 (0°、90°方向)
	0°方向	90°方向			0°方向	90°方向	
5.0	15.6	2.4	2.4	1.2	6.5	0.4	0.4
6.0	14.4				6.5	0.3	
7.5	12.9				5.5	0.3	
9.0	11.7				5.0	0.3	
12.0	9.9				4.0	0.3	
15.0	8.1				4.0	0.6	
18.0	7.2				4.0	1.1	
21.0	6.6				4.0	1.1	
24.0	6.6				3.5	1.4	
28.0以上	6.0				3.3	1.7	

0°、90°：表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。

## ■ネダノンの基準強度

表 3-7 の構造用合板 2 級の基準強度は、JAS 規格に基づいて最も強度の低い樹種を原料とし、かつ、0°、90° 方向のそれぞれについて最も強度が低くなる単板構成で製造したことを想定して誘導された値である。

(一社) 日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」では、2 級の構造用合板において、樹種や単板構成が特定できる場合の許容応力度 (長期許容応力度) は、以下の式で計算することができるとしている。

$$f_0 = FR_0 / 8$$

$$f_{90} = FR_{90} / 8$$

$f_0, f_{90}$ : 0° 方向、90° 方向の基準許容曲げ応力度

$F$ : 当該樹種の木材の曲げ強さの 5% 下限値

(不明の場合はエンゲルマンスプルースの値 43.9N/mm<sup>2</sup> を仮定してもよい)

$R_0$ : 0° 方向有効断面係数比

= (繊維方向が表紙のそれに平行な単板だけを有効と見なしたときの断面係数) / (見かけの断面係数)

$R_{90}$ : 90° 方向有効断面係数比

= (繊維方向が表紙のそれに直角な単板だけを有効と見なしたときの断面係数) / (見かけの断面係数)

上式により誘導した 24、28mm の構造用合板の基準強度を示したものが表 3-8 である。この値は、日合連傘下の全合板メーカーが製造している 24、28mm の構造用合板の単板構成を調査し、その最弱単板構成から誘導した値であり、その妥当性については、曲げ強度試験で裏付けを行っている。なお、曲げヤング係数は最弱単板構成の合板の平均値である (実験データについては P.45、46 表 4-1 参照)。

表 3-8 厚さ 24、28mm 構造用合板 2 級の基準強度と基準弾性係数 (日合連暫定値)

厚さ (mm)	基準強度 (単位: N/mm <sup>2</sup> )				弾性係数 (単位: 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )		
	曲げ		面内 せん断	層内 せん断	曲げヤング係数		面内せん断弾性係数 (0°, 90° 方向)
	0° 方向	90° 方向			0° 方向	90° 方向	
24	9.9	7.5	2.4	1.2	4.6	2.2	0.4
28	10.2	7.5			4.4	2.2	

## ②くぎ接合許容せん断耐力

合板-製材くぎ接合部の許容せん断耐力は、(一社) 日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」第 3 版及び (一社) 日本ツーバイフォー建築協会発行「2007 年枠組壁工法建築物構造計算指針」に計算式が示されている。両者の値は算定方法の違いのために異なるが、差は僅かである。

表 3-9 くぎ接合短期許容せん断耐力

(単位: N/本)

釘	製材樹種	建築学会規準	枠組壁工法指針
N75	スギ、S-P-F など	563	660
	ベイツガ、ヒノキ など	647	690
	ペイマツ、カラマツ など	717	710
CN75	スギ、S-P-F など	674	810
	ベイツガ、ヒノキ など	776	840
	ペイマツ、カラマツ など	860	870

注) 合板厚さ 24mm 以上に適用

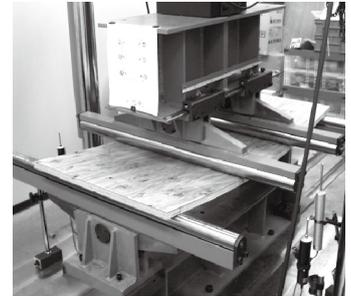


# 第IV部 実験データ

## 1 曲げ性能

ネダノンが高い曲げ性能を有し、構造用合板1級に格付け可能な水準にあった。

- 試験方法：0°方向の試験は合板のJAS規格構造用1級の試験方法（曲げスパン：厚さの45倍）、90°方向の試験は小試験体（曲げスパン：厚さの24倍）による（図4-1参照）。
- 曲げ強さ・曲げヤング係数：ほぼ全ての合板がJAS規格1級に格付け可能な水準であった。
- 破壊荷重・たわみ：厚さが増すと曲げ強さ・曲げヤング係数が低くなるものが見られた（表4-1、4-2）が、幅910mm・はり間隔910mmで支持した場合の破壊荷重とたわみ量を比較すると、厚いものほど高い曲げ性能を持つことがわかる。



実大曲げ試験の様子

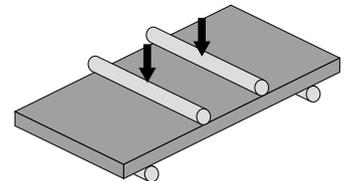


図4-1 曲げ試験方法

表4-1 曲げ強さ・曲げヤング係数の一覧

樹種	厚さ (mm)	0度方向						90度方向						
		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数		
		平均 (g/cm <sup>3</sup> )	変動係数 (%)	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (kN/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (g/cm <sup>3</sup> )	変動係数 (%)	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (kN/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	
単 一 樹 種	スギ	24	0.42	1.6	22.5	25.9	5.70	14.9	0.43	4.1	19.6	26.1	3.59	12.1
		24 ※	0.44	3.3	20.0	12.6	4.95	9.1	0.43	2.9	18.7	23.9	3.73	11.7
		24	0.41	3.4	20.1	17.5	4.58	12.8	0.40	4.1	20.2	20.9	2.77	15.3
		24	0.41	2.1	18.9	11.9	4.79	7.6	0.41	2.5	17.9	21.6	3.10	19.5
		28	0.44	4.0	19.2	17.4	5.03	15.5	0.44	3.9	20.9	26.0	4.52	23.3
		28	0.48	3.1	20.9	12.6	5.39	9.9	0.41	3.3	20.0	14.0	3.68	10.7
		28	0.43	4.3	21.2	12.6	4.84	6.9	0.42	4.9	15.5	20.8	2.96	15.6
		28 ※	0.42	3.3	24.3	18.1	4.90	6.3	0.42	2.5	19.2	17.8	3.29	11.6
	アカマツ	28	0.38	1.8	17.2	13.2	4.39	4.8	0.39	2.3	18.0	10.0	2.57	8.2
		24 ※	0.55	6.3	29.8	8.6	5.88	16.1	0.55	1.3	27.1	24.8	3.96	20.3
		24	0.54	3.8	31.9	15.1	7.57	6.2	0.55	3.8	32.3	33.2	6.28	20.2
		28 ※	0.53	2.3	28.2	20.1	7.80	11.5	0.54	1.4	28.9	21.0	4.60	19.5
	カラマツ	28	0.53	1.5	33.2	10.6	7.86	9.5	0.53	1.6	29.5	22.5	4.26	9.4
		24	0.55	3.6	27.1	11.4	6.22	11.1	0.54	3.8	37.3	26.3	7.28	7.8
24 ※		0.57	2.4	25.8	22.6	6.63	10.1	0.57	4.5	21.0	31.1	4.35	14.6	
28		0.55	2.5	29.6	17.5	8.33	11.9	0.55	2.8	29.1	40.9	5.34	20.4	
ヒノキ	28 ※	0.56	2.7	30.0	23.7	7.95	13.3	0.56	2.9	19.8	29.5	4.76	10.3	
	28	0.49	2.8	21.7	15.6	7.31	15.3	0.49	3.2	18.1	21.6	3.33	10.1	
	24 ※	0.49	1.4	35.3	10.8	7.62	6.1	0.49	1.6	21.0	9.6	3.28	7.7	
	28 ※	0.50	2.5	36.8	18.0	7.96	11.3	0.50	2.7	20.9	19.4	3.24	12.8	
トドマツ	24	0.43	3.1	25.8	5.9	6.37	10.7	0.42	3.5	19.4	22.9	3.57	11.0	
	28	0.42	4.3	23.5	11.2	6.20	7.3	0.42	7.2	18.4	17.5	3.30	10.0	
	24	0.54	0.9	31.8	13.7	5.94	7.1	0.54	3.2	29.5	23.2	3.57	25.6	
	28	0.50	2.2	28.5	12.3	5.64	14.6	0.53	3.1	24.9	23.2	4.76	17.3	
ラジャータビン	35	0.56	2.9	22.0	11.7	5.57	12.9	0.54	2.9	30.9	15.5	6.05	16.2	
	ラーチ	24 ※	0.59	1.9	38.4	16.2	9.19	9.4	0.60	3.0	25.1	38.9	3.42	25.9
		28 ※	0.66	3.4	34.4	9.9	9.06	4.9	0.66	4.6	39.2	12.8	6.46	13.8
35		0.68	1.8	34.8	16.8	9.60	11.3	0.70	2.5	33.6	11.0	6.00	14.3	
ベイマツ	24 ※	0.56	3.7	29.5	22.9	7.83	16.6	0.50	4.6	22.3	33.5	6.13	14.5	
	28 ※	0.60	3.1	37.6	10.3	8.45	10.1	0.60	3.1	21.4	29.8	7.09	9.7	
ラワン	24	0.56	3.0	45.0	7.6	8.05	5.1	0.56	2.9	41.8	14.5	5.55	10.9	
	28	0.48	7.8	28.1	14.5	5.64	11.7	0.49	8.2	36.5	19.0	6.08	10.5	



樹種	厚さ (mm)	0度方向						90度方向					
		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数		密度		曲げ強さ		曲げヤング係数	
		平均 (g/cm <sup>3</sup> )	変動係数 (%)	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (kN/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (g/cm <sup>3</sup> )	変動係数 (%)	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)	平均 (kN/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)
スギ アカマツ	24	0.44	1.7	19.8	12.6	5.22	8.1	0.44	2.7	31.0	12.1	5.00	15.2
	28	0.46	2.7	21.8	5.6	5.82	8.8	0.46	3.5	30.4	29.1	5.00	15.6
スギ ラジアータパイン	24	0.48	4.2	20.4	16.1	5.72	8.8	0.48	3.9	31.7	16.6	5.48	12.2
	24	0.45	1.5	22.8	18.9	5.32	10.9	0.44	1.3	19.4	18.8	2.96	15.0
	28	0.49	1.8	22.2	9.2	5.39	6.1	0.48	2.5	28.8	22.7	4.77	28.5
	28	0.52	4.5	27.8	10.1	6.49	7.0	0.52	4.9	31.1	20.0	5.65	12.9
スギ ラーチ	24	0.45	4.5	19.9	12.0	4.39	11.6	0.44	4.0	21.1	36.1	3.03	28.8
	24	0.54	3.6	20.7	16.0	5.74	9.5	0.53	4.7	33.2	36.8	5.86	18.4
	28	0.55	3.6	16.9	17.4	4.58	9.9	0.54	4.0	40.9	16.6	7.66	12.7
	28	0.65	3.4	34.7	12.1	7.03	7.5	0.66	3.6	38.2	18.1	6.68	15.5
ヒノキ スギ	24 ※	0.45	3.8	35.3	14.9	6.86	9.5	0.44	4.9	20.9	20.6	2.16	10.6
	28 ※	0.43	3.1	22.3	14.3	5.33	6.7	0.43	3.3	20.7	12.8	2.22	31.0
カラマツ スギ	24	0.43	3.5	20.6	14.0	5.78	5.8	0.43	3.7	21.4	12.2	3.45	10.8
	24	0.47	1.9	32.1	16.3	7.94	9.6	0.47	2.2	22.1	16.2	2.94	10.3
	24	0.47	3.9	23.4	22.3	6.04	13.4	0.46	4.7	22.4	27.4	2.49	29.3
	24 ※	0.45	2.3	26.9	18.9	7.71	10.1	0.45	2.5	20.6	17.7	2.67	10.1
	24	0.49	2.6	24.2	19.2	6.05	11.8	0.49	2.0	23.0	16.4	3.94	7.6
	24	0.50	3.3	21.3	12.0	6.54	9.5	0.50	2.6	22.6	20.6	5.98	8.1
	28	0.42	2.7	15.2	5.8	4.80	8.5	0.49	3.2	20.6	20.8	3.40	10.8
	28	0.47	2.4	26.3	14.2	7.06	8.3	0.47	1.7	20.7	11.7	3.07	16.8
	28 ※	0.44	0.9	22.7	10.3	5.60	11.0	0.44	1.8	20.8	15.1	3.28	11.2
	28	0.44	2.0	23.2	30.2	6.55	10.9	0.45	2.0	18.2	20.2	3.19	8.6
	28	0.50	5.0	23.8	11.7	7.11	4.9	0.49	5.3	19.2	18.4	2.49	19.2
	カラマツ アカマツ	24	0.53	4.2	30.7	20.2	7.2	11.7	0.52	4.7	21.8	45.1	5.45
28		0.55	1.7	18.6	17.3	5.1	6.3	0.55	4.4	21.1	33.6	6.09	13.1
カラマツ ラジアータパイン	24	0.51	3.8	29.7	13.3	7.2	7.7	0.52	3.5	22.8	28.4	4.30	15.6
	28	0.49	3.1	24.5	12.7	6.98	10.5	0.49	3.1	20.9	26.3	4.06	22.7
アカマツ ラジアータパイン	24	0.56	2.2	41.1	18.5	10.3	11.1	0.53	3.2	25.0	28.8	3.22	15.7
	28	0.54	2.2	27.8	14.8	7.4	10.2	0.55	2.2	32.5	15.6	4.81	19.1
ラーチ スギ	24	0.56	3.2	40.6	13.0	9.26	5.7	0.56	4.7	23.7	19.9	3.71	9.8
	24	0.53	2.2	30.6	13.8	7.03	5.0	0.54	4.2	16.2	18.3	2.87	13.5
	24	0.47	3.2	25.2	27.9	7.12	12.7	0.46	3.1	20.7	26.1	3.94	16.4
	28	0.45	2.6	22.1	32.1	5.84	6.8	0.44	2.8	20.8	18.5	3.71	11.0
ベイマツ スギ	24	0.44	2.4	18.5	17.7	5.21	9.8	0.44	2.7	23.1	14.9	2.94	10.6
	24 ※	0.51	3.4	17.6	24.4	5.29	5.9	0.51	4.4	23.5	17.6	4.48	13.4
	24	0.47	2.9	27.2	30.0	6.78	10.8	0.47	2.4	21.6	15.4	3.58	9.8
	28 ※	0.46	4.4	22.7	21.4	5.87	9.3	0.46	3.1	21.1	15.9	3.32	13.4
ベイマツ ラジアータパイン	24	0.49	4.0	21.8	20.7	6.89	17.3	0.49	5.1	20.6	23.5	3.25	16.3
	24	0.50	3.7	21.8	20.9	5.87	11.9	0.50	4.6	23.1	35.6	6.21	15.3
ラーチ アカマツ	28	0.52	1.8	23.7	19.1	6.77	6.0	0.52	1.9	21.3	32.2	4.67	18.1
	24	0.60	1.8	39.5	13.2	10.9	5.5	0.59	4.3	25.1	16.4	3.64	15.9
	28	0.60	3.5	43.1	10.7	10.4	5.4	0.63	2.8	34.2	23.2	5.81	13.3

異樹種複合板では、並び順に、表裏単板、中板単板の樹種を表す。

試験体数：各8体

同一の単板構成で複数の数値があるものは単板厚さが異なる

【強度・弾性係数のSI単位】

$1\text{N/mm}^2 (=1\text{MPa}) = 10.2\text{kgf/cm}^2$   
 $1\text{kN/mm}^2 (=1\text{GPa}) = 10.2\text{tf/cm}^2$

約10倍すれば従来の単位に換算できます。

代表的な単板構成の合板 (P.45, 46の表4-1の※) について、前表のデータから、1kNの中央集中荷重と1.8kN/m<sup>2</sup>の等分布荷重に対するたわみと破壊荷重を計算した。これはあくまで参考である。設計の際の目安とされたい。

●計算假定：下図のようにスパン910mmの単純ばりとして計算。

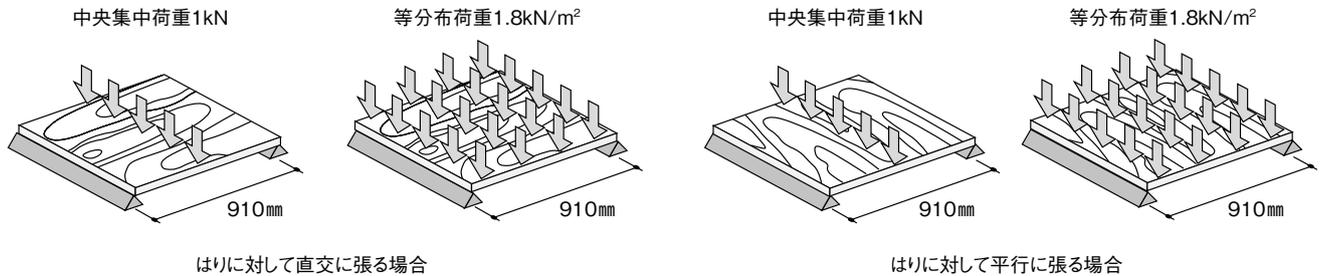


表 4-2 たわみと破壊荷重

樹種	厚さ (mm)	はりに対して直交に張る場合				はりに対して平行に張る場合			
		集中荷重		等分布荷重		集中荷重		等分布荷重	
		1kN時の たわみ (mm)	破壊荷重 (kN)	1.8kN/m <sup>2</sup> 時の たわみ (mm)	破壊荷重 (kN)	1kN時の たわみ (mm)	破壊荷重 (kN)	1.8kN/m <sup>2</sup> 時の たわみ (mm)	破壊荷重 (kN)
スギ	24	3.0	7.7	3.1	18.5	4.0	7.2	4.1	17.3
アカマツ		2.5	11.4	2.6	27.6	3.8	10.4	3.9	25.1
カラマツ		2.3	9.9	2.3	24.0	3.4	8.1	3.5	19.5
ヒノキ		2.0	13.5	2.0	32.7	4.6	8.1	4.7	19.5
ラーチ		1.6	14.8	1.7	35.6	4.4	9.7	4.5	23.3
ベイマツ		1.9	11.3	2.0	27.3	2.4	8.6	2.5	20.7
ヒノキ・スギ		2.2	13.5	2.2	32.7	6.9	8.0	7.1	19.4
カラマツ・スギ		1.9	10.3	2.0	24.9	5.6	7.9	5.7	19.1
ベイマツ・スギ		2.8	6.7	2.9	16.3	3.3	9.0	3.4	21.8
スギ	28	1.9	12.7	2.0	30.6	2.9	10.0	2.9	24.2
アカマツ		1.2	14.7	1.2	35.6	2.0	15.1	2.1	36.5
カラマツ		1.2	15.7	1.2	37.9	2.0	10.4	2.0	25.1
ヒノキ		1.2	19.2	1.2	46.5	2.9	10.9	3.0	26.4
ラーチ		1.0	18.0	1.1	43.4	1.5	20.5	1.5	49.5
ベイマツ		1.1	19.6	1.1	47.4	1.3	11.2	1.4	27.0
ヒノキ・スギ		1.8	11.7	1.8	28.2	4.2	10.8	4.3	26.2
カラマツ・スギ		1.7	11.8	1.7	28.6	2.9	10.9	2.9	26.2
ベイマツ・スギ	1.6	11.9	1.6	28.6	2.8	11.1	2.9	26.7	

計算の条件は図を参照。

異樹種複合合板では、並び順に、表裏単板、中板単板の樹種を表す。

厚さが増すと曲げ強さ・曲げヤング係数ともに低くなるものがある (P.45, 46の表参照) が、破壊荷重とたわみ量で見ると厚いものほど高い性能を持つことがわかる。

## 2 面内せん断性能

ネダノンは JAS 規格基準値を十分に満たす、優れたせん断性能を示した。

- 試験方法：ASTM D 2719-96 Method C に規定される Two-rail shear 法による (図 4-2)。
- 面内せん断強さ：全ての合板は JAS 規格 1 級の基準値を十分満たしていた (表 4-3)。
- 面内せん断弾性係数：樹種による差は見られず、ほぼ同程度の数値を示した (表 4-3)。

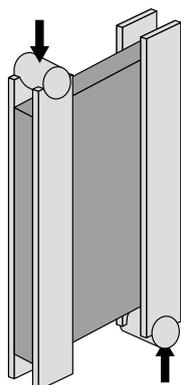


図 4-2 面内せん断試験方法

せん断破壊の様子

面内せん断試験の様子

表 4-3 面内せん断強さ・せん断弾性係数の一覧

樹種	厚さ (mm)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		せん断強さ (N/mm <sup>2</sup> )		せん断弾性係数 (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )		
単樹種	スギ	24	0.42	(0.0079)	4.65	(0.248)	0.567	(0.0704)
		28	0.45	(0.021)	5.42	(0.320)	0.623	(0.0591)
		28	0.50	(0.026)	5.20	(0.159)	0.666	(0.0507)
	アカマツ カラマツ	28	0.47	(0.0082)	5.64	(0.168)	0.556	(0.0396)
		28	0.42	(0.0052)	4.33	(0.0607)	0.687	(0.0700)
	ラジアータパイン	28	0.53	(0.0083)	5.69	(0.212)	0.626	(0.0821)
		28	0.54	(0.0089)	6.34	(0.340)	0.817	(0.0663)
		24	0.54	(0.0044)	5.31	(0.127)	0.592	(0.0323)
	ラーチ	28	0.51	(0.0089)	4.18	(0.235)	0.454	(0.0191)
		35	0.56	(0.0083)	4.29	(0.283)	0.511	(0.0249)
		24	0.60	(0.011)	6.11	(0.193)	0.752	(0.0482)
	ラワン	28	0.67	(0.0082)	6.01	(0.233)	0.625	(0.0533)
35		0.68	(0.0054)	6.02	(0.249)	0.650	(0.0221)	
24		0.58	(0.017)	5.45	(0.302)	0.504	(0.0300)	
複合異樹種	スギ ラジアータパイン	28	0.57	(0.039)	4.73	(0.276)	0.419	(0.0357)
		28	0.50	(0.013)	5.61	(0.370)	0.662	(0.108)
	アカマツ ラジアータパイン	28	0.56	(0.012)	6.15	(0.201)	0.664	(0.0496)
		28	0.59	(0.011)	6.10	(0.417)	0.702	(0.0460)

試験体数：各条件につき8体

カッコ内の数値は標準偏差を表す。

同一の樹種・厚さで複数の数値があるものは単板構成が異なる。

異樹種複合合板では並び順に、0°方向単板、90°方向単板の樹種を表す。

### 【文献】

- 1) 渡邊 他：床下地用厚物合板の強度性能 (I) 大型試験体を用いた曲げおよび面内せん断性能の評価、第 51 回 (一社) 日本木材学会大会研究発表要旨集、p269 (2001)。
- 2) 山村 他：木質系構造用面材の強度性能とその評価 その 6 床下地に用いられる比較的厚い合板の曲げおよび面内せん断性能、2001 年度 (一社) 日本建築学会大会 (関東) 学術講演梗概集、C-1、p49-50 (2001)。

### 3 くぎ接合部の強度性能

ネダノンのくぎ接合部は、短期許容耐力のほぼ2倍以上の耐力があり、初期剛性と靱性に優れた理想的な接合性能を有している。

- 試験材料：合板は厚さ24mm、28mmのJAS2級構造用合板（ネダノン）。主材は製材。合板と主材の樹種と容積密度は表4-4、4-5のとおり。くぎはCN75、N75。
- 加力方法：主材の側面に合板をくぎ打ちして主材を押し下げる方式（写真参照）。
- 破壊形態：基本的にくぎの引き抜けであるが、全層スギ

と全層トドマツ合板では、くぎ頭によるパンチングシアも見られた。

- 荷重－変形関係：図4-3、4-4に示す。主材の樹種による影響が大きく、同じ容積密度でも曲線の形が異なる。年輪構成などの影響と考えられる。

合板の樹種による違いが認められるが、主材の樹種ほどではない。全層スギと全層トドマツ、全層カラマツと全層ヒノキは大差がないのでまとめて示した。複合樹種合板についても同様にまとめた。

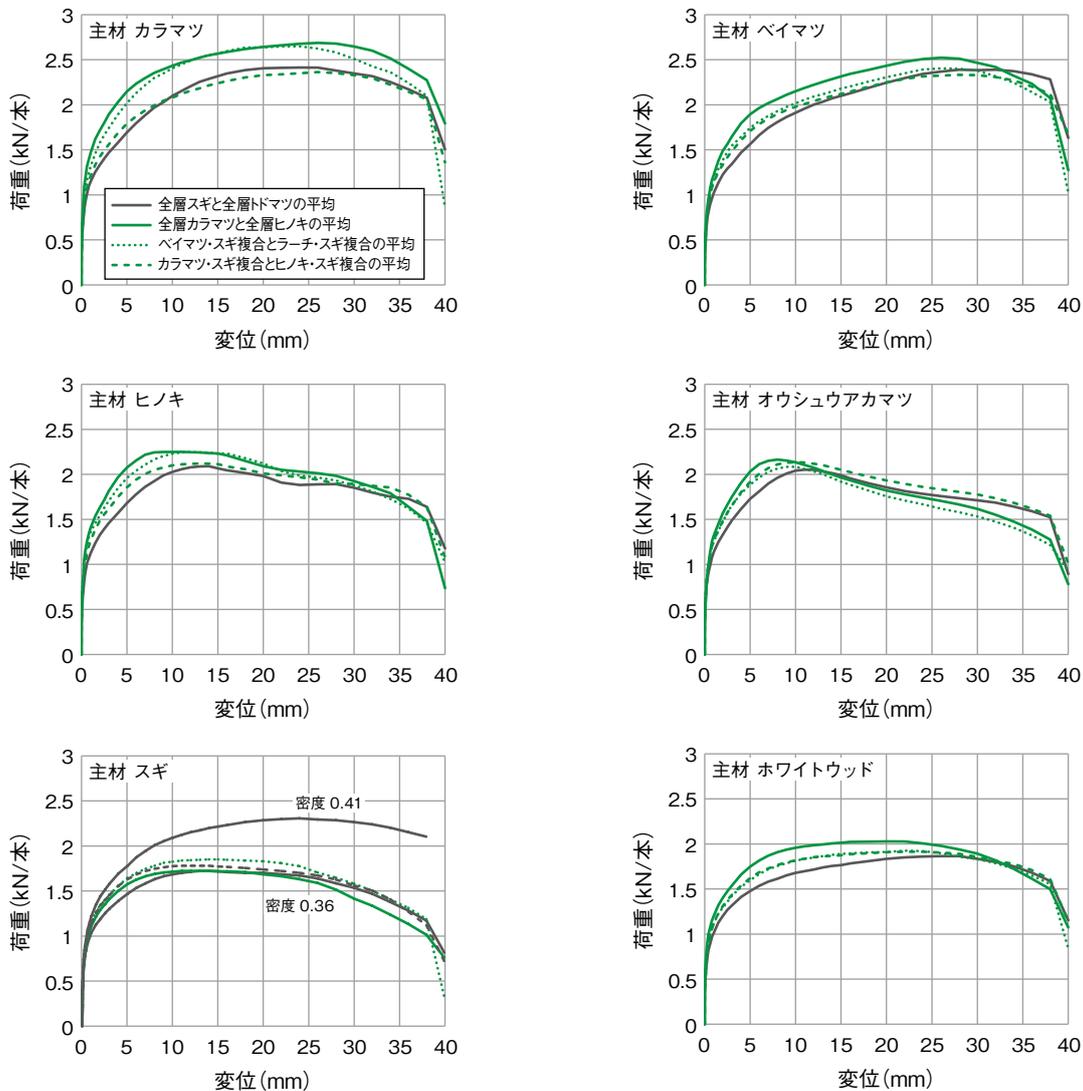
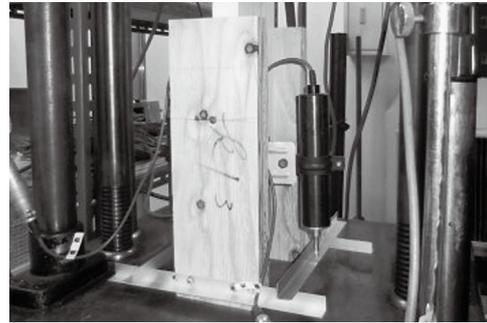


図4-3 くぎ接合部の荷重－変形関係  
(くぎCN75)



- 試験実施：(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 注意：スギが主材の場合は、品種（産地）や原木の径級により容積密度に差がある。一般に、製材の柱や集成材は容積密度が高く、くぎ接合強度も高い（主材スギの荷重－変形関係を参照）。



くぎ接合せん断試験の様子

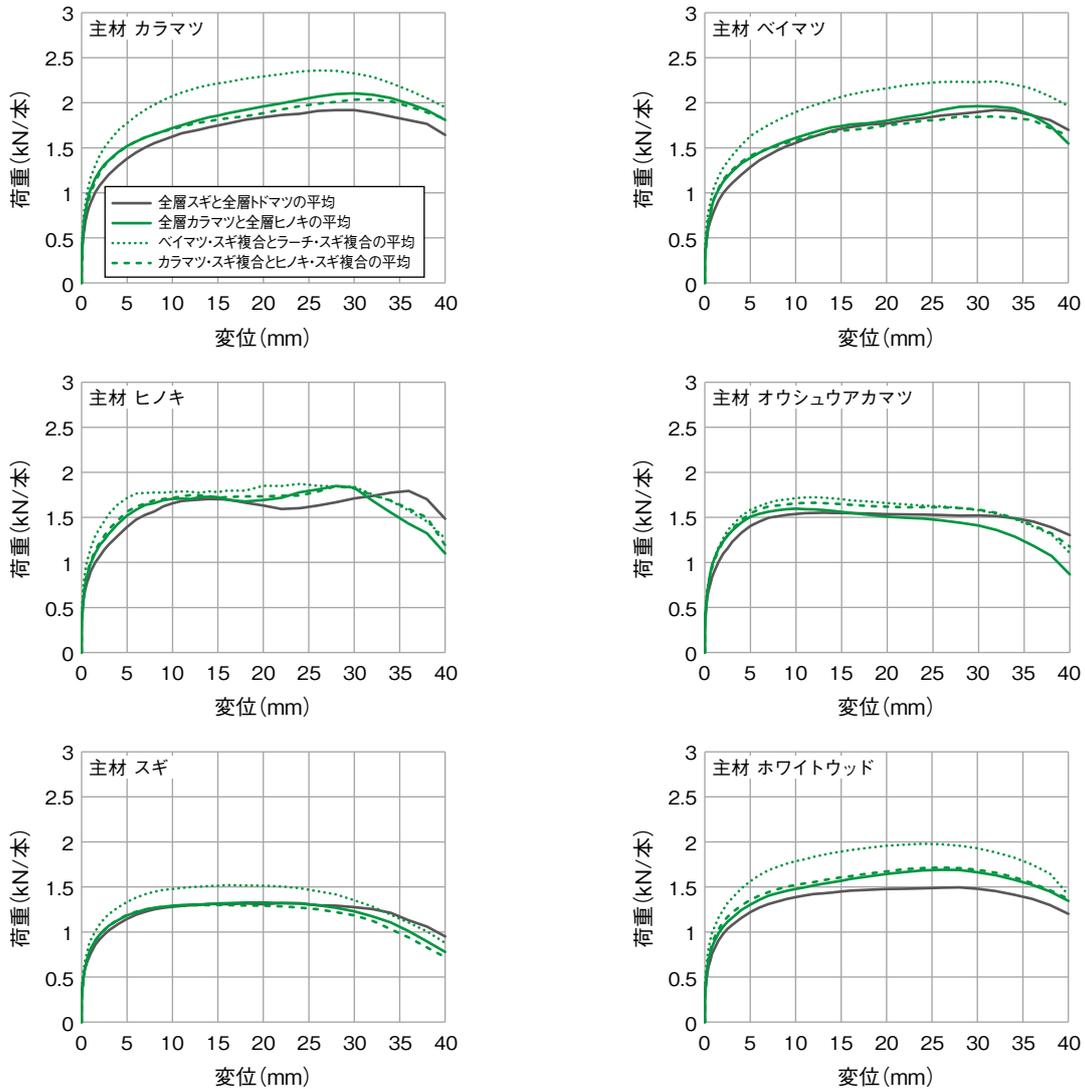


図4-4 くぎ接合部の荷重－変形関係  
(くぎN75)

- 短期許容耐力時の変形（スリップ）：表4-4に示す。合板の樹種による違いは、主材の樹種による違いより大きい。

合板の樹種によって、CNくぎでは約0.22（全層カラマツ、全層ヒノキ）～0.36mm（全層スギ、全層トドマツ）。Nくぎでは0.27（全層カラマツ、全層ヒノキ）～0.51mm（全層スギ、全層トドマツ）である。

- （最大耐力）/（短期許容耐力）の比：表4-5に示す。短期許容耐力時の変形と逆で、主材の樹種による違いは、合板の樹種による違いより大きい。

主材の樹種によって、CNくぎ、Nくぎとも、おおむね2（スギ）～3（カラマツ）である。

表 4-4 短期許容耐力時の変形

くぎ	合板		主材樹種						平均
	樹種	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	スギ	ヒノキ	カラマツ	ホワイトウッド	オウシュウアカマツ	ペイマツ	
			平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )						
			360	440	520	480	580	570	
CN75	全層スギ 全層トドマツ	420	0.358	0.305	0.352	0.400	0.303	0.467	0.36
	全層カラマツ 全層ヒノキ	520	0.306	0.154	0.168	0.133	0.233	0.299	0.22
	ペイマツースギ複合 ラーチースギ複合	450	0.226	0.159	0.229	0.309	0.225	0.366	0.25
	カラマツースギ複合 ヒノキースギ複合	460	0.271	0.214	0.297	0.253	0.229	0.378	0.27
	平均		0.29	0.21	0.26	0.27	0.25	0.38	0.28
N75	全層スギ 全層トドマツ	420	0.590	0.375	0.482	0.517	0.440	0.666	0.51
	全層カラマツ 全層ヒノキ	520	0.504	0.311	0.298	0.374	0.297	0.460	0.37
	ペイマツースギ複合 ラーチースギ複合	450	0.317	0.164	0.202	0.356	0.261	0.341	0.27
	カラマツースギ複合 ヒノキースギ複合	460	0.496	0.279	0.338	0.342	0.295	0.426	0.36
	平均		0.48	0.28	0.33	0.40	0.32	0.47	0.38

CN75 短期許容耐力 0.81（スギ、ホワイトウッド）、0.84（ヒノキ、オウシュウアカマツ）、0.87（カラマツ、ペイマツ） 単位：kN/本  
 N75 短期許容耐力 0.66（スギ、ホワイトウッド）、0.69（ヒノキ、オウシュウアカマツ）、0.71（カラマツ、ペイマツ） 単位：kN/本

表 4-5 最大荷重 / 短期許容耐力

くぎ	合板		主材樹種						平均
	樹種	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	スギ	ヒノキ	カラマツ	ホワイトウッド	オウシュウアカマツ	ペイマツ	
			平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )						
			360	440	520	480	580	570	
CN75	全層スギ 全層トドマツ	420	2.12	2.48	2.77	2.30	2.44	2.75	2.48
	全層カラマツ 全層ヒノキ	520	2.12	2.68	3.09	2.51	2.58	2.90	2.65
	ペイマツースギ複合 ラーチースギ複合	450	2.28	2.68	3.05	2.37	2.48	2.77	2.60
	カラマツースギ複合 ヒノキースギ複合	460	2.19	2.53	2.72	2.37	2.54	2.68	2.50
	平均		2.18	2.59	2.91	2.39	2.51	2.77	2.56
N75	全層スギ 全層トドマツ	420	2.01	2.67	2.71	2.27	2.25	2.70	2.43
	全層カラマツ 全層ヒノキ	520	2.01	2.70	2.97	2.56	2.31	2.78	2.56
	ペイマツースギ複合 ラーチースギ複合	450	2.30	2.71	3.32	3.00	2.50	3.15	2.83
	カラマツースギ複合 ヒノキースギ複合	460	1.97	2.67	2.87	2.60	2.41	2.60	2.52
	平均		2.07	2.69	2.97	2.60	2.37	2.81	2.58

CN75 短期許容耐力 0.81（スギ、ホワイトウッド）、0.84（ヒノキ、オウシュウアカマツ）、0.87（カラマツ、ペイマツ） 単位：kN/本  
 N75 短期許容耐力 0.66（スギ、ホワイトウッド）、0.69（ヒノキ、オウシュウアカマツ）、0.71（カラマツ、ペイマツ） 単位：kN/本



## 4 実大試験体による床構面の水平せん断性能

8畳2間に相当する実大床構面の水平せん断試験の結果、四周くぎ打ち仕様、川の字型くぎ打ち仕様、川の字+床外周くぎ打ち仕様の床構面は、(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」の許容耐力(それぞれ4.0、1.8、1.2倍相当)を遙かに上回る耐力を示した。

また、洋間と和室のレベルを揃えてバリアフリーとするために、和室の床下地を下げる(落とし込む)工法の床構面は、通常仕様の床構面と同等の強度性能を示した。

- 試験方法: 両端を水平方向に支持して中央に正負交番荷重を加える。(研)森林研究・整備機構 森林総合研究所にて実施。
- 試験体: 長さ7,280mm 奥行き3,640mm。くぎ打ちは、川の字型くぎ打ち仕様、川の字+床外周くぎ打ち仕様、四周くぎ打ち仕様の3仕様。各仕様について、通常工法と落とし込み工法(床外周の胴差し・はりに合板受材を設けるとともに内部の床ばりを下げた工法)の水平せん断試験を行っ

た。試験体数は計6体。はり・胴差しは、断面105×210mmのE120-F330ベイマツ対称異等級構成構造用集成材。受材は、断面60(見付け)×40mmのベイマツ製材。際根太は、断面45×105mmのベイマツ製材。床下地はスギ24mm厚物合板(ネダノン)とし、張り方はイモ目地とした。合板留め付けはくぎ N75@150mm、受材のはり・胴差しへの留付けはくぎ N90@150mm。

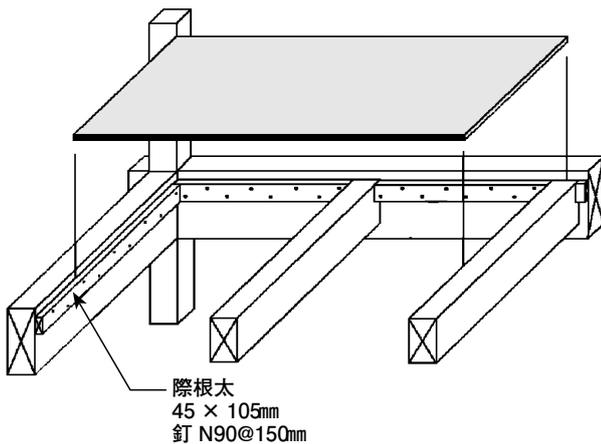


図 4-5 落とし込み床

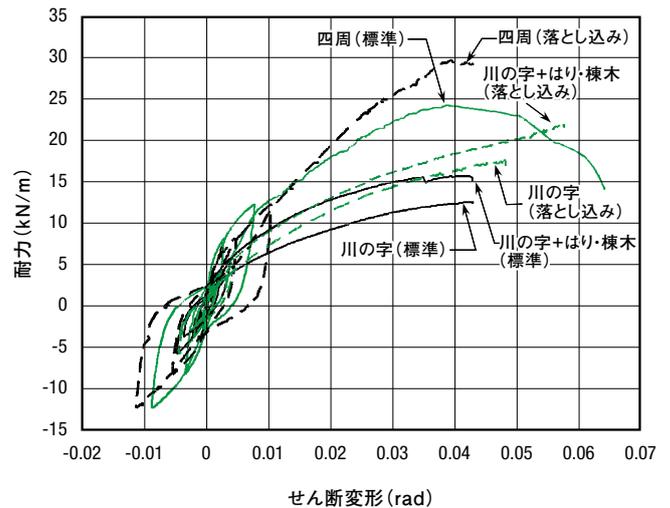
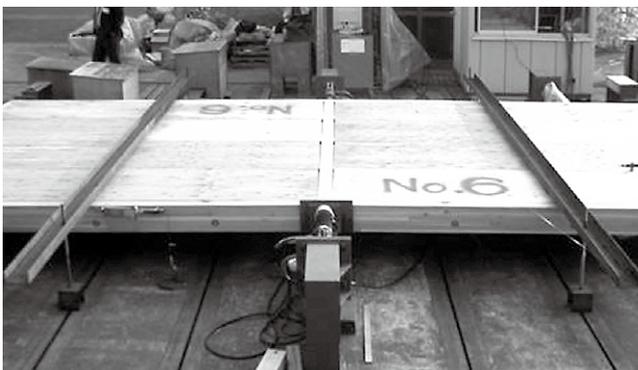


図 4-6 荷重-変形関係



床の水平せん断試験風景



落とし込み床の終局状況

表 4-6 実験結果一覧

試験体番号	試験体		許容耐力		実験値								② — ①	基準耐力の落とし込み型の標準型に対する比 同一釘打ち条件	
	仕様	釘打ち	倍率(倍)	① 耐力(kN/m)	許容耐力時のせん断変形	$P_{(1/150)}$	$P_y$	$P_u$	$P_{Ds}$	$2/3 P_{max}$	② 基準耐力	基準耐力の相当倍率			
1	標準型	四周	4.0	7.8	1/366	11.8	11.0	20.8	13.1	16.3	11.0	5.6	1.4	/	
2		川の字+床外周	1.8	3.5	1/612	7.6	8.1	14.2	6.6	10.5	6.6	3.4	1.9		
3		川の字	1.2	2.4	1/820	5.2	6.2	11.1	4.6	8.4	4.6	2.3	2.0		
4	落とし込み型	四周	4.0	7.8	1/227	9.7	16.6	29.8	8.3	20.0	8.3	4.3	1.1		0.8
5		川の字+床外周	1.8	3.5	1/606	7.2	11.5	19.0	7.9	17.5	7.2	3.7	2.0		1.1
6		川の字	1.2	2.4	1/671	5.6	9.6	15.8	5.4	11.9	5.4	2.8	2.3		1.2

許容耐力の値は、(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」による

$$P_{Ds} = 0.2 P_u \sqrt{2\mu - 1}$$

なお、中層・大規模建物を想定して設計した高強度水平構面の実験データもあります。詳しくは「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル ver.2」を参照ください。

## 5 品確法に基づく試験方法による床構面の水平せん断性能

ネダノンの四周をくぎ打ちした床仕様は、品確法の倍率3より遙かに高い4.7を示し、四周くぎ打ちでくぎ間隔を100mmと狭めた仕様、及び川の字型+床外周くぎ打ちした仕様は、それぞれ倍率6.7、2.9と優れた性能を示した。

- 試験方法：(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」の水平構面の面内せん断試験のタイロッドで拘束する方法に基づいて実施。
- 試験実施：(公財)日本住宅・木材技術センター
- 試験体：床構面は長辺2,730×短辺1,820mm(芯々寸法)。はり・桁は、ベイマツ製材(幅105×高さ150mm)。さね加工を施さない厚さ28mmのネダノン(構造用合板JAS

特類2級、単板樹種：全9層スギ、板面品質C-D)を表層の繊維方向をはりと直交させて千鳥に配置。品確法の床倍率3が与えられているものと同じ仕様(P.7参照)と、品確法の床倍率1.2が与えられているもので外周の桁部分をくぎ打ちした仕様(P.8参照)と、くぎ間隔を狭めて四周くぎ打ちした仕様の3仕様で試験を実施。

表 4-7 試験体仕様

床仕様	合板の留め付け方・くぎ	面材の張り方	受材
1	N75外周@100中通り@200	横張り千鳥 四周くぎ打ち	幅60×高45mm スギ製材
2	N75外周@150中通り@200		
3	N75@150	横張り千鳥 川の字+桁打ち	受材省略

表 4-8 短期基準せん断耐力と存在床倍率

床仕様	$P_y$ (kN)	$P_u(0.2/Ds)$ (kN)	$2/3 P_{max}$ (kN)	$P_{1/150}$ (kN)	短期基準せん断耐力 $P_0$ (kN)	存在床倍率
1	26.34	25.64	34.02	24.03	24.03	6.7
2	20.30	17.49	25.98	16.80	16.80	4.7
3	11.68	11.51	15.98	10.64	10.64	2.9

表 4-9 実験結果一覧

試験体番号	試験体		試験結果								③ — ①	③ — ②
	釘打ち	釘間隔(mm)	① 品確法倍率	② 許容耐力相当倍率	$P_{(1/150)}$	$P_y$	$P_{Ds}$	$2/3 P_{max}$	基準耐力	③ 基準耐力の相当倍率		
1	四周	外周@100、中通り@200		5.4	13.2	14.5	14.1	18.7	13.2	6.7		1.2
2	四周	外周@150、中通り@200	3.0	4.0	9.2	11.2	9.6	14.3	9.2	4.7	1.6	1.2
3	川の字+床外周	川の字@150、床外周@150		1.8	5.8	6.4	6.3	8.8	5.8	3.0		1.6

許容耐力相当倍率の値は、(公財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」による。試験体番号1は計算による値で、試験体番号2及び3は表からの値。

$$P_{Ds} = 0.2 P_u \sqrt{2\mu - 1}$$



## 6 ネダノンで構成した屋根の水平せん断性能

厚物合板（ネダノン）による登りばり形式の屋根構面は、実大屋根の加力実験を行った結果、床構面と同等の強度と剛性を有することが分かった。なお、詳細については「国産厚物合板屋根の手引き ver.2」を参照ください。

- **試験方法**：両端を水平方向に支持して中央に正負交番荷重を加える。加力スケジュールは「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）」に従う（No.11を除く）。試験は（公財）日本住宅・木材技術センター（試験体No.1～10）、（研）森林研究・整備機構 森林総合研究所（No.11）にて実施。
- **試験体**：長さ7,280mm、奥行き3,640mmの合計11体の切妻屋根。勾配は30度（No.8のみ45度）。支点の両端と加

力点の中央通りには小屋ばりを設け、合板を張って小屋耐力壁を構成した。主構造材はE120-F330ベイマツ対称異等級構成構造用集成材、野地板はスギ24mm厚物合板（ネダノン）とし、張り方はイモ目地とした。くぎはN75。パラメータはくぎ打ちパターン、くぎ間隔、軒の出の有無、勾配、仕口の方法などとした。計6体。（一社）日本建築学会大会（東海）講演梗概集、構造III、22036、2012.9参照。



表 4-10 屋根の試験結果

No	試験体の仕様							許容耐力 ① (kN)	実験結果（せん断力）								②/① (-)
	合板	釘種類 間隔 (mm)	釘打ちパターン	幹の出	その他	相当倍率 (倍)	構面奥行き (m)		$P_{max}$	$P_y$	$P_{Ds}$	$\frac{2}{3}P_{max}$	$P_{120}$	$P_0$ ②	相当倍率 (倍)	許容耐力 時 変形角 (rad)	
1	スギ24mm	N75@150	川の字+桁+棟木	なし		1.80	3.64	12.8	51.2	24.4	25.0	34.1	24.1	24.1	3.4	1/374	1.9
2	スギ24mm	N75@100	川の字+桁+棟木	なし		2.76	3.64	19.7	68.4	32.8	28.0	45.6	30.5	28.0	3.9	1/259	1.4
3	スギ24mm	N75@150	四周	なし		4.00	3.64	28.5	86.6	42.1	40.9	57.7	41.3	40.9	5.7	1/245	1.4
4	スギ24mm	N75@150	川の字+転び止め・棟木	あり		1.80	4.73	16.7	66.6	39.3	26.6	44.4	31.0	26.6	2.9	1/323	1.6
5	スギ24mm	N75@100	川の字+転び止め・棟木	あり		2.76	4.73	25.6	73.7	41.1	36.7	49.1	49.1	36.7	4.0	1/216	1.4
6	スギ24mm	N75@150	四周（幹以外の部分） 川の字+桁（幹部分）	あり		4.0 1.8	3.64 1.09	32.4	100	54.2	41.8	66.7	66.7	41.8	4.5	1/232	1.3
7	スギ24mm	N75@150	四周	あり	端隠し付き	4.0	4.73	37.1	(100)	48.4	(38.5)	(66.8)	(52.0)	(38.4)	(4.1)	(1/229)	(1.0)
8	スギ24mm	N75@150	川の字+桁+棟木	なし	矩勾配	1.80	3.64	12.8	60.5	31.2	23.9	40.3	24.2	23.9	3.3	1/370	1.9
9	カラマツスギ 複合12mm	N50@150	川の字	あり	たる木仕様	0.70	4.73	6.5	33.3	17.9	16.1	22.2	17.7	16.1	1.7	1/526	2.5
10	スギ24mm	N75@150	川の字+桁+棟木	なし	はり-桁金物	1.80	3.64	12.8	52.6	24.9	25.3	35.1	24.4	24.4	3.4	1/398	1.9
11	スギ24mm	N75@150	川の字	なし	棟部分明け	1.20	3.15	7.4	49.7	25.2	22.6	33.2	21.4	21.4	3.5	1/828	2.9

注：No.7の括弧付きのデータは参考値（ジャッキ容量不足のためせん断力100kNで加力中止）。  
許容耐力は（公財）日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）」による値。

$$P_{Ds} = 0.2 P_u \sqrt{2\mu - 1}$$

勾配：No.8は45度。それ以外は30度。

## 7 床の局部荷重に対する性能

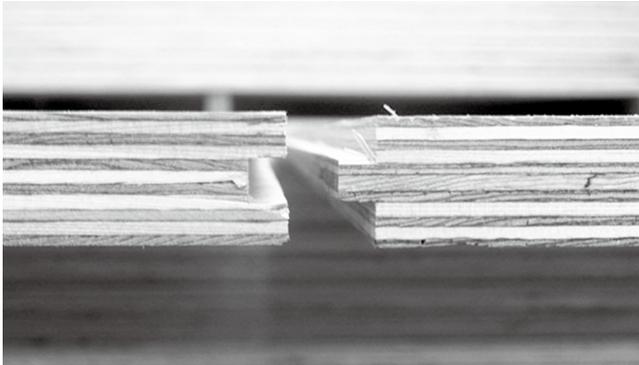
### ①ネダノン集中荷重試験

さね仕様ネダノンの局部的な集中荷重に対する耐力は10kN（約1トン）以上で、ピアノなどが載っても十分に耐えることができる。また、さね部分の一方に1.96kN（200kgf）が加わった時、さね部分や合板に損傷はなく、さね部分の他方もほぼ同じたわみを生じていることから、さねは力と変形を確実に伝達していると言える。

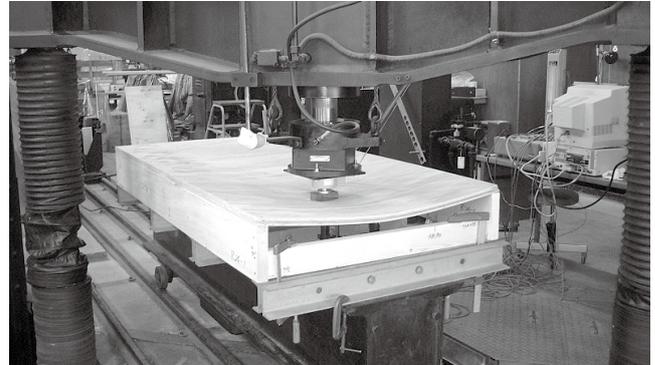
- 試験方法：建設省昭和50年度総合技術開発プロジェクト「小規模住宅の新施工法の開発」提案による「床下張材の端部の接合法試験」に準じる。ただし、同提案では加圧板は80mm×100mmの硬質ゴムであるところ、本試験では5mm×100mmの強化木を使用。
- 試験体の概要：はり間隔1,000mm（はりは枠組壁工法構造用製材、寸法形式208で代用）。厚さ24mmのネダノン

（樹種 ラジアータパイン）を表板の繊維方向がはりと直交するように置き、くぎN75@150mmで打ち付け。さねの部分に受材なし。比較のため、厚さ12mmの合板（はり間隔500mm、くぎCN50）についても実験。試験体数は各3体。

- 加力方法：A～F点に順次1.96kN（200kgf）まで載荷し、最後にB点またはE点を加力して破壊させる。
- 試験実施：（研）森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 結果：一部合板の上側にパンチングシアが生じるが、最終的には合板の下側が引張で破壊し最大耐力に達する。いずれの試験体も、さねに損傷はなし。なお、厚さ28mmのネダノンについても試験を実施し、これ以上の性能があることを確認している。



試験したさねの形状



集中荷重試験

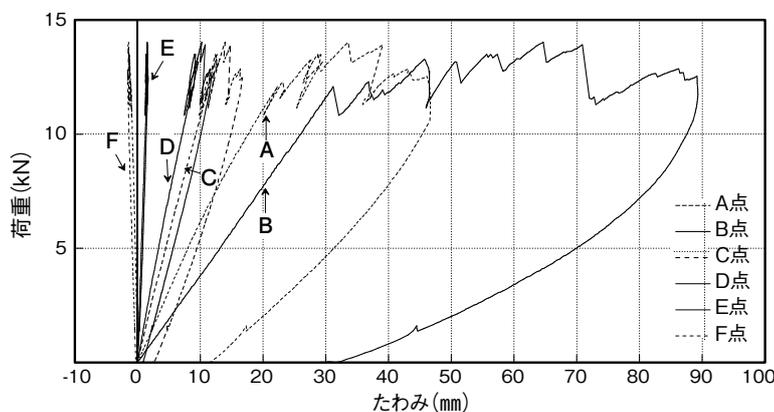


図 4-7 荷重—たわみ曲線の一例  
（ネダノン破壊試験時、B点を加力）

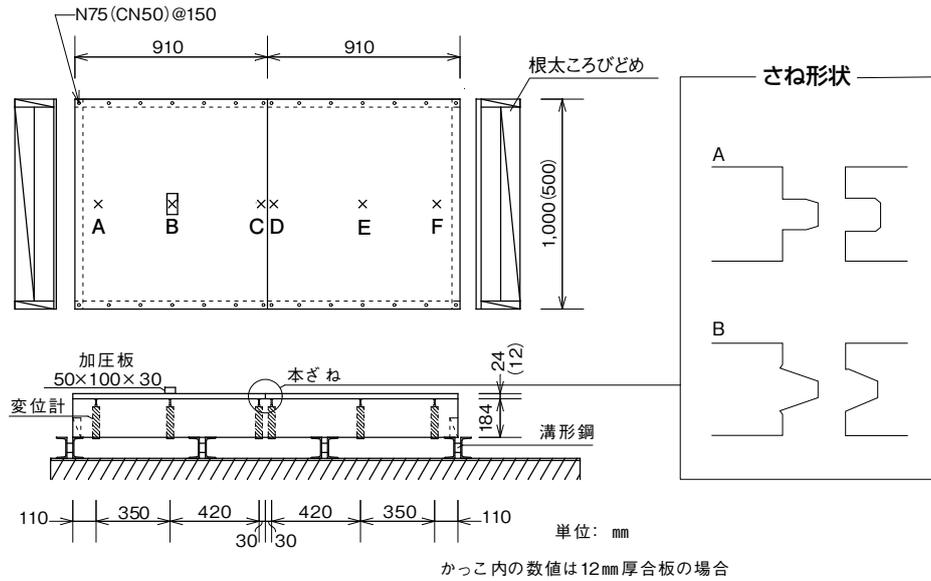


図 4-8 試験体の形状および荷重点、たわみ測定点の位置 (A ~ F)

表 4-11 A ~ F 点に順次 1.96kN (200kgf) まで載荷した時の荷重点下のたわみ、破壊試験時の最大荷重、最大荷重時のたわみ

合板	さね形状	合板の留めつけ方	はり間隔 (mm)	各点に1.96kNの荷重を加えた時の荷重点下のたわみ (mm)			最大荷重 (kN)	最大荷重時のたわみ (mm)
				A点、F点の平均	B点、E点の平均	C点、D点の平均		
24mm厚 ネダノン	A	N75 @150mm	1,000	9.47	5.03	6.90	12.63	48.51
12mm厚 合板		N50 @150mm	500	10.63	7.20	9.76	7.47	23.73

備考：さね形状Bの性能は、実験によってさね形状Aの性能と同等であることを確認しています。

### ■ ピアノによるたわみを調べる試験

アップライトピアノが載ったときのネダノンのたわみは、ネダノンの厚さ、仕様等により異なり、1.2 ~ 3.5mmである。24mmより28mmの方が、またさね仕様より受材仕様の方がたわみは少ない。試験した範囲では樹種による違いはほとんどない。

● 試験方法：前出と同様（はり間隔 1,000mm）。ただし、加圧

板は直径 57mmの鋼製円盤とした。

● 試験体：前出と同様。ネダノンの厚さは24mmまたは28mm。さね仕様のほかに受材仕様も試験。ネダノンの樹種は表に示す複合型。

● 試験実施：(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所

表 4-12 集中荷重 1.25kN による荷重点下のたわみ

合板厚 (mm)	仕様	合板樹種	積層数	試験体数	たわみ (mm)	
					B、E点載加	C、D点載加
24	受材仕様	ラーチ - スギ複合	9	6	2.4	1.5
		カラマツ - スギ複合	9	1	2.6	1.8
		カラマツ	8	1	2.4	1.3
	さね仕様	ラーチ - スギ複合	9	6	2.6	3.5
		カラマツ - スギ複合	9	3	2.3	3.5
		カラマツ	8	3	2.4	3.5
28	受材仕様	ラーチ - スギ複合	9	6	1.7	1.3
		カラマツ - スギ複合	9	1	1.8	1.4
		カラマツ	8	1	1.5	1.2
	さね仕様	ラーチ - スギ複合	9	6	1.8	2.4
		カラマツ - スギ複合	9	3	1.7	2.2
		カラマツ	8	3	1.6	2.2

注 1) 1.25kN はアップライトピアノ (総重量約 2.5kN) または C5 クラスのグランドピアノ (総重量 3.5kN、3脚) を想定した荷重値。

注 2) 受材仕様の C、D 点 (受材部分) のたわみは受材断面を大きくすると減少する。

実験の受材は、60mm (見付け) × 45mm (せい)

注 3) 合板樹種は表裏板 - 中板の順に記載

注 4) さね形状は A 型

## 8 床の遮音性能

実験によると、ネダノンの床衝撃音に対する遮音性は次の通りであった。

軽量衝撃音 L85

重量衝撃音 L75

● 試験体：2,730 × 3,640 × (高さ)2,730mmの壁付き躯体。胴差し・床ばり(スパン3,640mm)は120 × 240mm、@910mm。ネダノンは厚さ24、28、35mmのさね加工品で受材省略。12mm合板張りの場合は上記の骨組みの上にくろばし根太45 × 45mmを@303mmで配置。

● 試験方法：JIS A1418による



遮音性能実験の様子

● 試験実施：(株)ポラス暮らし科学研究所

● その他：実験では天井を施工していないので、別途実験結果(グラスウール吸音材敷込み天井)を用いて補正した。

転ばし根太方式の12mm合板張り仕様の床と比較すると、重量衝撃音では、性能レベルを決定する63Hzオクターブバンドで3～4db(1ランク)の改善が見られた。軽量衝撃音では性能レベルの差はないが、ピーク値が高音側に移動しているため、遮音床板フローリングやカーペットなどによる対処がより容易にできよう。

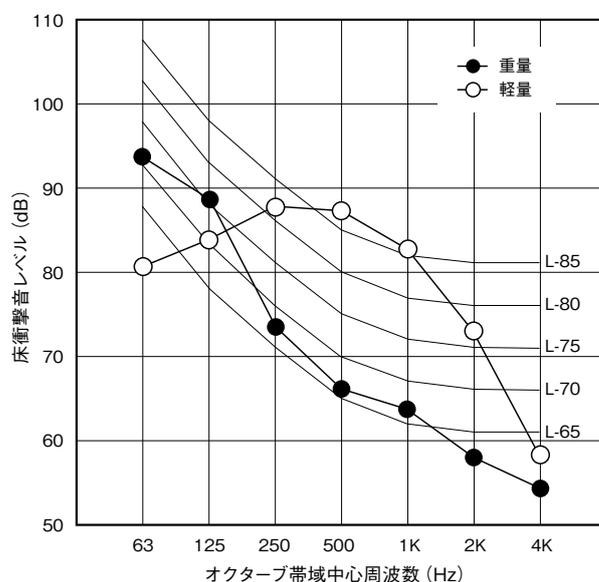


図 4-9 ネダノンの床衝撃音に対する遮音性能試験結果 (28mmの場合)

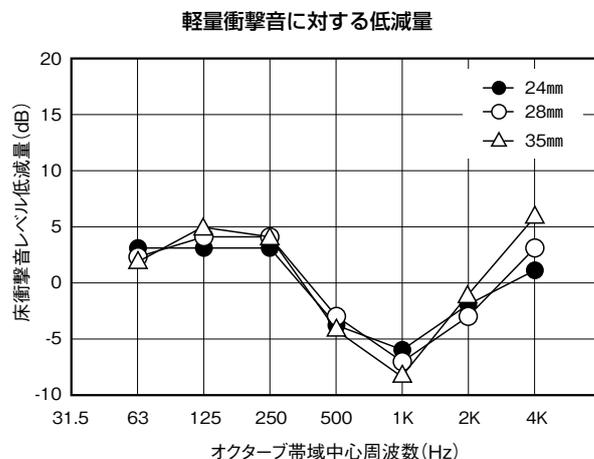
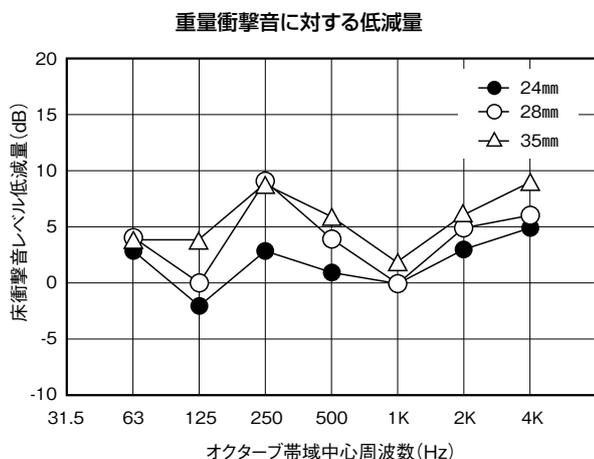


図 4-10 ネダノン床の床衝撃音に対する遮音性能

(くろばし根太方式12mm合板張り床に対する低減量で、ゼロの場合は同じ、プラスの場合は静かになると見る)



## 9 床構造の耐火性能

ネダノン QF45 を用いた床構造は、45 分準耐火構造の性能を示した。

- 試験実施場所：(一財)ベターリビング筑波建築試験センター
- 試験方法：同センターの準耐火構造(床)の業務方法書

に基づいて、床上面からの加熱試験と床下面(天井面側)からの加熱試験(ISO834-1による45分加熱)を実施。



床上面加熱試験の試験体



床下面加熱試験の試験体

### ● 試験体の概要：

- (1) 床下地：ラーチ・スギ複合の積層数 11、厚さ 28mm の合板
- (2) はり：断面寸法は 105×150mm、はりの間隔は 1,000mm 以下

- (3) 天井：厚さ 15mm、比重 0.77 (気乾) の強化せっこうボード一枚張り。天井裏面空間の高さは 300mm
- (4) 試験体の大きさ：床上面加熱用試験体 2,350×2,730mm、床下面加熱用試験体 2,465×4,350mm

表 4-13 45 分準耐火構造(床)試験の結果(準耐火性能評価試験成績書より作成)

試験体記号		A	B	C	D	
加熱面		床上面	床上面	天井面	天井面	
試験荷重		—	—	23618N	23618N	
支点間距離		—	—	4,090mm	4,090mm	
構造断面の圧縮縁から引張り縁までの距離		—	—	150mm	150mm	
試験結果	非損傷性	最大たわみ量	—	—	12.6mm 制限値 278.8mm	21.9mm 制限値 278.8mm
		最大たわみ速度	—	—	2.8mm / 分 制限値 12.3mm / 分	2.1mm / 分 制限値 12.3mm / 分
	遮熱性	初期温度	21°C	23°C	21°C	18°C
		裏面温度	最高	93°C 制限値 201°C	91°C 制限値 203°C	51°C 制限値 201°C
	平均		87°C 制限値 161°C	87°C 制限値 163°C	47°C 制限値 161°C	56°C 制限値 158°C
	遮炎性	非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出の有無		なし	なし	なし
非加熱側へ10秒を超えて継続する発炎の有無		なし	なし	なし	なし	
火炎が通る亀裂等の損傷の発生の有無		なし	なし	なし	なし	

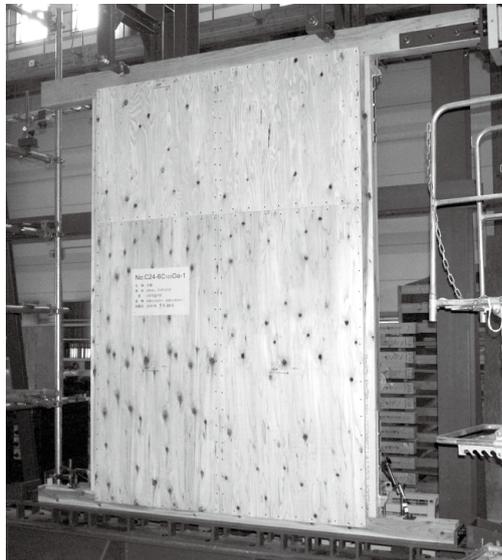
## 10 耐力壁の面内せん断性能

ネダノン スタッドレス 5+ を張った耐力壁は、耐力、変形性能共に優れた性能を示した。なお、中層・大規模建物を想定して設計した高強度水平構面の実験データもあります。詳しくは「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル ver.2」を参照ください。

- 試験方法：(公財)日本住宅・木材技術センターが定める「木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書」に基づく。
- 試験体：高さ 2,730mm、幅 1,820mm の軸組構法壁体。はりにはベイマツ (105 × 180mm)、柱・土台はスギ (105 × 105mm)、合板は JAS 規格特類 2 級の構造用合板 (樹種：スギ、厚さ 24mm)。直張り仕様と受材真壁仕様 (仕様は

大臣認定取得仕様と同じ)。

- 試験実施：(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 試験結果：荷重と見かけのせん断変形角の関係の一例を示す。ネダノン スタッドレス 5+ を用いた耐力壁は、剛性や最大荷重が高いだけでなく、最大荷重到達後も荷重を負担し続ける粘り強い性能を有していた。



耐力壁の実験の様子

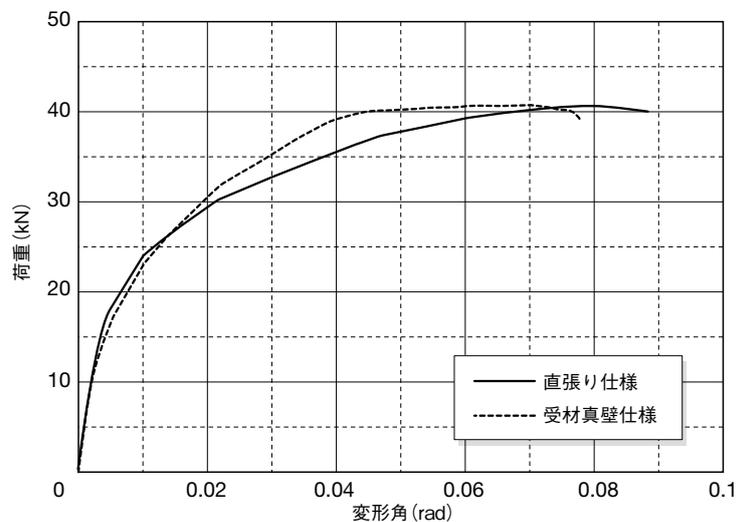


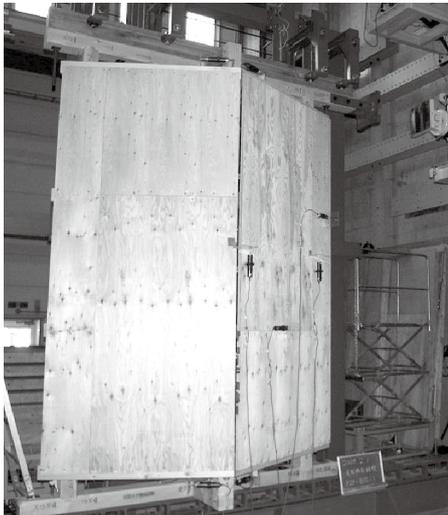
図 4-11 荷重と見かけのせん断変形角の関係



## 11 たる木留め金物を使用した屋根構面の水平せん断性能

登りばりにネダノンを張り、登りばりをたる木留め金物で留めつけた屋根構面は、従来構法の屋根構面と同等以上の性能を示した。

- 試験方法：耐力壁と同様な方法で、切妻屋根構面の面内せん断試験を行った。
- 試験体：屋根面の奥行き 2,730mm、桁間隔 1,820mm の軸組構法屋根構面。桁材はベイマツ (105×105mm)、小屋束・棟木はベイマツ (105×105mm)、たる木はスギ (45×75mm)、登りばりはベイマツ (90×90mm)。合板は JAS 規格特類 2 級の構造用合板 (樹種:スギ、厚さ 12mm・28mm)。
- 試験実施：(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 試験結果：たる木に 12mm 合板を張った仕様と、登りばりに 28mm ネダノンを張った仕様について、接合部の留め付け方法を変えて検証した結果、28mm ネダノンを用いた仕様は 12mm 合板仕様に比べて存在床倍率は高い評価となり、登りばりにネダノンを直張りする屋根構面は従来構法の屋根構面と比較して同等以上の性能を有する事が明らかとなった。



屋根構面の実験の様子

表 4-14 試験体仕様

	仕様	合板の留め付け方・くぎ	仕口接合(1箇所あたり)
A	たる木 @455+12mm 構造用合板	N50@150	斜めくぎ (2-N75)
B			金物 (ラフターロック)
C	登りばり @910+28mm ネダノン	N75@150	

表 4-15 存在床倍率

	$P_y$ (kN)	$P_0(0.2/D_s)$ (kN)	$2/3P_{max}$ (kN)	$P_{1/120}$ (kN)	短期基準 せん断耐力 $P_0$ (kN)	存在 床倍率
A	4.76	4.47	6.01	4.50	4.47	1.25
B	7.93	4.90	10.03	4.86	4.86	1.36
C	7.80	5.34	10.48	5.53	5.34	1.50

注) 各 1 体の結果。倍率は低減係数  $\alpha=1.0$  として算出。

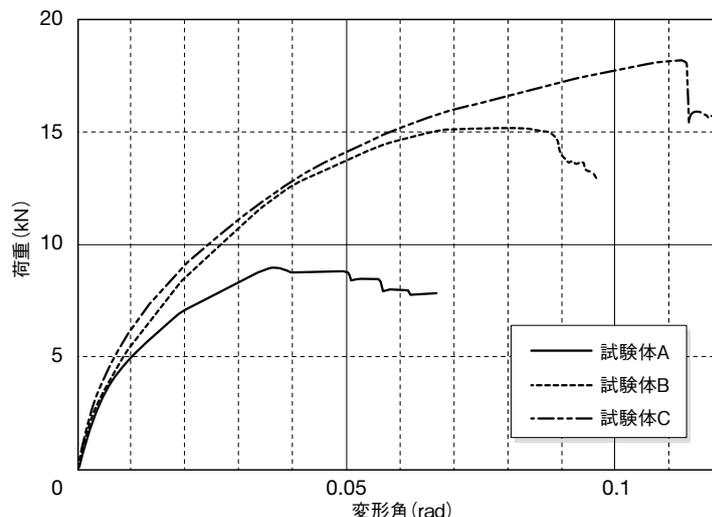


図 4-12 荷重と見かけのせん断変形角の関係

# ネダノン生産工場

会社名	所在地・TEL・FAX	E-mail・URL
丸玉木材(株)	北海道網走郡津別町字達美162番地 TEL.0152-75-5061 FAX.0152-75-5065	webmaster@marutama-ind.com http://www.marutama-ind.com/
ホクヨープライウッド(株)	東京都文京区本郷1-25-5 (合板ビル) 岩手県宮古市磯鶏2-3-1 TEL.0193-62-3333 FAX.0193-63-3664	info-hplywood@hokuyo-group.co.jp http://www.hokuyo-group.co.jp/
北上プライウッド(株)	岩手県北上市和賀町後藤2地割112番の1 TEL.0197-73-5500 FAX.0197-73-5505	kitakami.pw@hokuyo-group.co.jp
石巻合板工業(株)	東京都台東区浅草橋5-13-6 (三朋ビル) TEL.03-5829-6691 FAX.03-5823-1215 宮城県石巻市潮見町4-3 TEL.0225-96-3315 FAX.0225-96-3116	http://www.ishinomaki.co.jp
セイホク(株)	東京都文京区本郷1-25-5 (合板ビル) 宮城県石巻市重吉町1-7 TEL.0225-22-6511 FAX.0225-95-5867	sales-akg@seihoku-group.co.jp http://www.seihoku.gr.jp/
西北プライウッド(株)	東京都文京区本郷1-25-5 (合板ビル) 宮城県石巻市重吉町1-7 TEL.0225-22-6511 FAX.0225-95-5867	sales-akg@seihoku-group.co.jp http://www.seihoku.gr.jp/
秋田プライウッド(株)	秋田県秋田市川尻町字大川反232 TEL.018-823-8511 FAX.018-862-1513	info@aplywood.co.jp http://www.aplywood.co.jp
販売 アイプライ(株)	秋田県秋田市川尻町字大川反232 TEL.018-823-0511 FAX.018-863-8452	info@aiply.co.jp
新秋木工業(株)	秋田県秋田市向浜1-8-2 TEL.018-823-7265 FAX.018-864-8397	info@s-akimoku.co.jp http://www.s-akimoku.co.jp
販売 アイプライ(株)	秋田県秋田市川尻町字大川反232 TEL.018-823-0511 FAX.018-863-8452	info@aiply.co.jp
(株)キーテック	東京都江東区新木場1-7-22(新木場タワー8F) TEL.03-5534-3741 FAX.03-5534-3750 千葉県木更津市木材港15 TEL.0438-36-9311 FAX.0438-37-2102	keylam@key-tec.co.jp http://www.key-tec.co.jp
新潟合板振興(株)	新潟県新潟市東区中木戸401 TEL.025-274-2291 FAX.025-274-2295	http://www.oshika.co.jp/niigatagohan/
販売 (株)オーシカ	東京都板橋区舟渡1-4-21 TEL.03-5916-8851 FAX.03-5916-8859	http://www.oshika.co.jp/
森の合板協同組合	岐阜県中津川市加子母5371-17 TEL.0573-79-5120 FAX.0573-79-5121	morigohan@seihoku-group.co.jp
販売 セイホク(株)	宮城県石巻市重吉町1-7 TEL.0225-22-6511 FAX.0225-95-5867	sales-akg@seihoku-group.co.jp
松江エヌエル工業(株)	島根県松江市八束町江島1376-2 TEL.0852-76-3730 FAX.0852-76-3900	sales2@matsue-nl.co.jp http://www.matsue-nl.co.jp
新栄合板工業(株)	熊本県水俣市袋赤岸海50 TEL.0966-63-2141 FAX.0966-63-2145	info@shin-ei-style.co.jp http://www.shin-ei-style.co.jp/

# ネダノン販売店

東京都ベニヤ板問屋協同組合  
日本合板商業組合東京支部合板倶楽部

会社名	〒	所在地	TEL FAX	各地の営業所(地区名)
ジャパン建材(株)	136-8405	江東区新木場1-7-22 新木場タワー	TEL.03-5534-3733 FAX.03-5534-3786	全国
ユニマテック(株)	340-0022	草加市瀬崎4-3-10	TEL.048-921-1717 FAX.048-921-4510	草加(本社)・町田・千葉・久喜
東京ベニヤ(株)	136-0082	江東区富岡2-6-11	TEL.03-3521-5101 FAX.03-3521-5120	千葉・新木場
(株)ジュウテック	105-0012	港区芝大門1-3-2	TEL.03-3433-1372 FAX.03-3433-1392	全国
(株)丸増ベニヤ商会	135-0042	江東区木場5-6-4	TEL.03-3642-2111 FAX.03-3642-2122	木場(本社)東京・平塚・鹿沼・太田・郡山 甲府・長野・一関・山形・青森・能代
共和商事(株)	340-0822	八潮市大瀬808-1	TEL.048-996-7777 FAX.048-996-7714	八潮市(本社)・高崎市
ナイス(株)	230-8571	横浜市鶴見区鶴見中央4-33-1	TEL.045-503-0176 FAX.045-504-8818	全国

## 企画・編集

神谷 文夫 セイホク株式会社〔TEL 080-5910-4019〕  
原田 寿郎 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
渋沢 龍也 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
杉本 健一 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
鈴木 秀三 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 職業能力開発総合大学校  
青木 謙治 東京大学大学院 農学生命科学研究科  
岡田 恒 公益財団法人日本住宅・木材技術センター  
鷺海 四郎 公益財団法人日本住宅・木材技術センター  
平野 茂 株式会社一条工務店  
松尾 和午 三井ホームコンポーネント株式会社  
大倉 靖彦 株式会社アルセッド建築研究所  
照井 清貴 株式会社ポラス暮らし科学研究所  
谷川 信江 セイホク株式会社  
川喜多 進 日本合板工業組合連合会  
佐々木祐子 東京・東北合板工業組合

## 技術情報作成・指導

名波 直道 元静岡大学農学部 環境森林科学科  
岡崎 泰男 秋田県立大学 木材高度加工研究所  
齋藤 宏昭 足利工業大学工学部 創生工学科  
故 三井 信宏 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
東野 正 岩手県林業技術センター  
大西 裕二 宮城県森林整備課  
池田 元吉 熊本県林業研究指導所  
河村 進 島根県産業技術センター  
後藤 隆洋 公益財団法人日本住宅・木材技術センター  
北澤 芳彦 株式会社ポラス暮らし科学研究所  
野田 将樹 株式会社ポラス暮らし科学研究所  
上廣 太 株式会社ポラス暮らし科学研究所  
松岡 大介 株式会社ポラス暮らし科学研究所

## イラスト

ふくしま あきえ

## 編集・著作

東京合板工業組合  
東北合板工業組合  
E-mail info@ply-wood.net

## デザイン・印刷

株式会社デジタルアート

環境にやさしい JAS 構造用合板

**ネクスワン**

マニュアル Ver.8-2

東京合板工業組合  
東北合板工業組合

〒101-0061 東京都千代田区三崎町 2-21-2

TEL 03(5214)3636 FAX 03(5214)3660

URL <http://www.ply-wood.net/>

E-mail [info@ply-wood.net](mailto:info@ply-wood.net)

