

明 細 書

発明の名称：

木構造耐力壁、木構造耐力壁の施工方法、木構造耐力壁の壁倍率増大方法、及び、石膏系耐力面材

技術分野

[0001] 本開示は、木構造耐力壁、木構造耐力壁の施工方法、木構造耐力壁の壁倍率増大方法、及び、石膏系耐力面材に関する。より詳細には、面材自体の最大耐力の増大、終局変位の増大、或いは、付加的な補強材又は補剛材の配設等に依存することなく、壁倍率を増大し得るように構成された、木構造耐力壁、木構造耐力壁の施工方法、木構造耐力壁の壁倍率増大方法、及び、石膏系耐力面材に関する。

背景技術

[0002] 一般に、木構造建築物の工法は、木造軸組工法及び木造枠組壁工法に大別される。近年の大規模地震等の影響により、木構造建築物の耐震性等に関する研究が、我が国（日本国）において近年殊に注目されている。特許文献 1（国際公開公報 WO 2019/203148 A1）に記載される如く、我が国（日本国）における建築設計の実務においては、短期水平荷重（地震力、風圧等）に抗する木構造建築物の強度を示す指標として、構造耐力上有効な耐力壁の軸組長さ（建築平面図における壁の長さ）が一般に使用される。軸組長さの算定には、耐力壁の構造に相応した壁倍率が用いられる。壁倍率は、耐力壁の耐震性能又は耐力性能の指標であり、その数値が大きいほど、耐震強度が大きい。壁倍率の数値が大きい壁構造は、建築物全体の設計自由度及び耐震性を向上する上で有利である。

[0003] 長年に亘って我が国（日本国）で使用されてきた汎用の木構造耐力壁の壁倍率は、建築基準法施行令第 46 条、建設省告示第 1100 号（昭和 56 年 6 月 1 日）および国土交通省告示第 1541 号（平成 13 年 10 月 15 日）に規定されている。他方、このような汎用の壁構造に属しない近年の多くの

耐力壁については、同条第4項表1（八）に規定された国土交通大臣の認定に基づいて壁倍率を定める必要がある。このため、近年施工される比較的多くの木構造耐力壁の壁倍率は、指定性能評価機関が実施する性能試験に基づいて壁倍率を設定する必要がある、この性能試験の試験方法等は、各試験・検査機関が公表している「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務方法書」等に詳細に記載されている。

[0004] 「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務方法書」等の多くの文献に記載されたとおり、木構造耐力壁の壁倍率を求める性能試験は、耐力壁の面内せん断（剪断）試験である。この試験においては、耐力壁試験体に対して所定の水平荷重が繰り返し加力され、水平荷重とせん断変形角との関係等が求められる。

[0005] 図1は、面内せん断試験によって得られた荷重－変形角曲線を包絡線（実線で示す）として例示する線図である。図1には、荷重－変形角曲線の包絡線を完全弾塑性モデルの荷重－変形角特性に変換した線形グラフが一点鎖線で示されている。完全弾塑性モデルは、初期剛性 K を示す線形弾性域の一次関数直線（ $Y=KX$ ）と、降伏点 σ_s から X 軸と平行に延びる塑性変形域（塑性域）の直線（ $Y=P_u$ ）とから構成される。降伏点 σ_s は、弾性限界を示す。初期剛性 K は、弾性域の一次関数直線（ $Y=KX$ ）の傾きを示す係数である。包絡線、 X 軸及び $X=\delta_u$ の各線分によって囲まれる領域の線図上の面積と、 X 軸、 $Y=KX$ 、 $Y=P_u$ 及び $X=\delta_u$ の各線分によって囲まれる領域の線図上の面積とは、等値である。尚、包絡線を完全弾塑性モデルに転換する手法は、「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務方法書」等の多くの文献に記載されており、材料力学上の周知事項でもあるので、その更なる説明については、省略する。

[0006] 図1には、最大耐力 P_{max} 、 $0.8P_{max}$ 荷重低下域、終局耐力 P_u 、降伏耐力 P_y 、終局変位 δ_u 、降伏点変位 δ_v 及び降伏変位 δ_y が示されている。終局変位 δ_u 及び降伏点変位 δ_v は夫々、 $0.8P_{max}$ 荷重低下域及び降伏点 σ_s における変形角の値である。降伏変位 δ_y は、降伏耐力 P_y 発現時の変形角の値である。また、

塑性率 μ は、終局変位 δu /降伏点変位 δv の値である。

[0007] 壁倍率は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計[1]（2017年版）」、第63頁及び第300頁（非特許文献1）等の多くの技術文献に記載される如く、図1に示す完全弾塑性モデルにより特定される耐力 P_{max} 、 P_u 、 P_y 及び変位 δu 、 δv 、 δy に基づいて短期許容せん断耐力(P_a)を算定し、これを所定の耐力（壁長 L （m） $\times 1.96$ （kN/m））で除した値である。即ち、壁倍率は、短期許容せん断耐力(P_a)をこの基準数値（ $1.96L$ ）で除して指数化した値である。

[0008] この点について更に説明すると、壁倍率の算出においては、原則として以下の4種類の耐力の値のうち最も小さい値を示す耐力を短期基準せん断耐力(P_0)として特定し、短期基準せん断耐力(P_0)に対し、所定の低減係数(α)（耐力低下の要因を評価する係数）を乗じた値である。一般に、石膏系耐力面材の場合、下記(1)又は(2)の耐力、即ち、降伏耐力(P_y)又は終局耐力（補正值）(P_u')が最も小さい値を示す。尚、以下の各耐力の値(P_y 、 P_u 、 P_{max})は、各測定値にばらつき係数(β)を乗じた値である。

(1)降伏耐力(P_y)

(2)塑性率(μ)に基づいて補正された終局耐力(P_u)の値（以下、「終局耐力（補正值）(P_u')」という。）

(3)最大耐力(P_{max})の $2/3$ の値

(4)せん断変形角 $= 1/120$ radの時の耐力（無載荷式又は載荷式の場合）

[0009] 木構造耐力壁の耐力面材として好適に使用可能な石膏系面材として、「構造用石膏ボード」が知られている。「構造用石膏ボード」は、特許第5642948号掲載公報（特許文献2）に記載された本出願人の技術に基づき、「強化石膏ボード」のくぎ（釘）側面抵抗を強化した石膏系面材である。くぎ側面抵抗は、JIS A 6901に定められられたくぎ側面抵抗試験によって測定された面材のくぎ（釘）打部分のせん断耐力又はせん断強度である。くぎ側面抵抗については、本出願人の出願に係るPCT/JP2021

／ 1 4 2 2 7 号（特許文献 3）に比較的詳細に記載されているので、更なる詳細な説明については省略するが、くぎ側面抵抗は、本出願人が特許文献 2 において石膏系耐力面材の耐力判定要素として提唱した物性であり、本出願人が近年殊に注目している耐力因子である。

[0010] 構造用石膏ボードは、（普通）石膏ボードに比べて耐力面材としての耐力を全体的に向上するとともに、強化石膏ボードに比べてくぎ側面抵抗を向上した石膏系面材である。構造用石膏ボードは、現状では、750N 以上（A 種）又は 500N 以上（B 種）のくぎ側面抵抗を有する石膏系面材として J I S A 6901 に規定されている。構造用石膏ボードを耐力面材として使用した木構造耐力壁は、（普通）石膏ボード又は強化石膏ボードを耐力面材として使用した木構造耐力壁に比べ、比較的高い壁倍率を発揮する。他方、構造用石膏ボードは、強化石膏ボードと同様、12.5mm 以上の厚さと、0.75 以上の比重とを必要とする。このため、構造用石膏ボードを固定した木構造耐力壁は、少なくとも約 9.4 kg/m² の面密度又は面重量（壁面の単位面積当りの耐力面材の質量）を要する。

[0011] 一般に、構造用石膏ボードを木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる耐力壁の短期基準せん断耐力(P0)は、上記 4 種類の耐力の値のうち降伏耐力(Py)によって特定される ($P0 = \beta \times P_y$)。壁倍率は、前述のとおり、短期基準せん断耐力(P0)に低減係数(α)を乗じるとともに、所定の耐力 (1.96L) で除した値であるので、構造用石膏ボードを木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる耐力壁の壁倍率は、降伏耐力(Py)に比例する。

[0012] 特許文献 3 には、構造用石膏ボードと同等の短期基準せん断耐力(P0)を耐力壁に与えるが、構造用石膏ボードに比べて面密度が低下した石膏系耐力面材が記載されている。特許文献 3 に記載された石膏系面材は、500N 以上のくぎ側面抵抗を発揮するように無機質繊維及び有機系強度向上材を配合した板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、主材又は芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成され、6.5～8.9 kg/m² の範囲内の面密度

又は面重量（以下、「面密度」という。）を有する。特許文献3の石膏系面材は、板厚12mm未満であっても、比較的高い壁倍率を耐力壁に与えることができる。この石膏系面材は、構造用石膏ボード等の従来の石膏系耐力面材に比べ、面密度を低下して面材を軽量化する一方、降伏耐力の低下を比較的高いくぎ側面抵抗によって抑制することを意図して開発された耐力面材（以下、「低密度石膏系耐力面材」という。）であり、木構造耐力壁としての所望の耐力とその軽量性及び施工性等とを両立させるという観点より実用的に極めて有利である。

[0013] 一般に、低密度石膏系耐力面材を木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる耐力壁の短期基準せん断耐力(P_0)は、上記4種類の耐力の値のうち終局耐力（補正值）(P_u')が最も小さい値を示し、従って、壁倍率を算定するための短期基準せん断耐力 (P_0)及び壁倍率は、構造用石膏ボードとは異なり、終局耐力（補正值）(P_u')に比例する。特許文献3に記載されたとおり、低密度石膏系耐力面材においては、その予期せぬ効果として、面密度の低下に起因して石膏系耐力面材が潜在的に保有する靱性及び変形追随性が顕在化し、これにより、耐力壁の終局変位 (δu) が増大して 20×10^{-3} rad よりも大きい値の終局変位 (δu) が得られる結果、特許文献3の低密度石膏系耐力面材を木構造壁下地に固定してなる耐力壁は、7.6 kN よりも大きい終局耐力(補正值) (P_u')を発揮する。かくして、低密度石膏系耐力面材は、上記のとおり、構造用石膏ボードと比べて面密度を低減したにもかかわらず、構造用石膏ボードと同等の耐力を発揮する。

[0014] 終局耐力（補正值）(P_u')は、終局耐力(P_u)及び塑性率(μ)に基づいて下式より求められる値であり、短期基準せん断耐力(P_0)は、終局耐力（補正值）(P_u')と、その測定値のばらつき係数(β)とに基づいて下式より求められる値である。

$$P_u' = P_u \times 0.2 \times (2\mu - 1)^{1/2}$$

$$P_0 = \beta \times P_u'$$

[0015] このような低密度石膏系耐力面材を用いた耐力壁の短期基準せん断耐力(P_0)

)を更に増大させ、壁倍率を更に増大させるには、上式より明らかなとおり、耐力壁の終局耐力(補正值)(P_u')を更に増大させる必要があり、終局耐力(補正值)(P_u')を増大させるには、耐力壁の終局耐力(P_u)及び／又は塑性率(μ)を増大させる必要がある。終局耐力(P_u)は、一般に、面内せん断試験において面材が耐え得る最大荷重(P_{max})の値、即ち、耐力壁の最大耐力(P_{max})を増大すると、これに伴って増大する性質を有するので、最大耐力(P_{max})を増大させ、これに伴って終局耐力(P_u)を増大せしめる壁倍率増大方法が想定される。しかし、後述するとおり、現状では、低密度石膏系耐力面材の軽量性を維持しつつ、最大耐力(P_{max})を更に増大させることは極めて困難である。他の手段として、特許文献3に記載した如く、塑性率(μ)の値を増大させ、これに伴って終局耐力(P_u)を間接的に増大せしめる壁倍率増大方法が考えられる。しかし、そのためには、耐力壁の終局変位(δu)の値を更に増大させる必要があり、後述するとおり、それも又、現状では極めて困難である。

[0016] これに対し、耐力壁の終局耐力(補正值)(P_u')を増大して壁倍率を向上する対策として、金属板等の補強材又は補剛材をくぎ打ち部分に配設し、くぎ打ち部分の破壊又は破断等を防止する面材補強方法が、特許文献1に記載されている。しかし、このような補強材又は補剛材を使用した木構造耐力壁によれば、上記性能試験において面材が耐え得る最大荷重の増大に依存することなく、耐力面材の靱性及び変形追随性を向上して終局耐力(補正值)(P_u')を増大し、比較的高い壁倍率を発揮する木構造耐力壁を構築することが可能となると考えられる。

[0017] 尚、本明細書において、「石膏系耐力面材」の用語は、JIS A 6901(せっこうボード製品)に規定された(普通)石膏ボード、強化石膏ボード及び構造用石膏ボードだけでなく、上記低密度石膏系耐力面材(特許文献3)や、特許第6412431号掲載公報(特許文献4)に記載された石膏系耐力面材等の如く、石膏を主材とした石膏コア部分(芯材部分)の外周又は外層を石膏ボード用原紙等の紙部材で被覆してなる石膏系面材を包含する用語として記載したものである。

先行技術文献

特許文献

[0018] 特許文献1：国際公開公報WO 2019/203148A1

特許文献2：特許第5642948号掲載公報

特許文献3：PCT/JP2021/14227号明細書・図面

特許文献4：特許第6412431号掲載公報

非特許文献

[0019] 非特許文献1：木造軸組工法住宅の許容応力度設計[1]（2017年版）、第63頁及び第300頁

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0020] 上記補強材又は補剛材を用いて終局耐力（補正值）（ P_u' ）を増大させる構成の耐力壁構造（特許文献1）によれば、補強材又は補剛材を耐力面材の表面に付加的に取付ける工程を面材製造プロセスに追加し、或いは、このような工程を木構造耐力壁の施工時に付加的に実施しなければならない。この種の工程は、石膏系面材の製造プロセスを煩雑化し、或いは、建設工事の作業性を悪化させる要因となり得る。

[0021] これに対し、このような補強材又は補剛材に依存することなく、上記低密度石膏系耐力面材を耐力面材として使用した木構造耐力壁の壁倍率を更に向
上するには、前述したとおり、耐力壁の終局耐力（ P_u ）及び／又は塑性率（ μ ）を更に増大させ、耐力壁の終局耐力（補正值）（ P_u' ）を更に増大させる必要があると考えられる。終局耐力（ P_u ）は、一般に、耐力壁の最大耐力（ P_{max} ）を増大すると、これに伴って増大する性質を有するので、最大耐力（ P_{max} ）を増大させて終局耐力（ P_u ）を増大させる壁倍率増大方法が考えられる。しかし、最大耐力（ P_{max} ）を増大させると、塑性率（ μ ）が低下し、終局耐力（補正值）（ P_u' ）が却って低下することが懸念される。また、最大耐力（ P_{max} ）の増大は、通常は、耐力面材の面密度の増大を伴う。しかし、石膏系耐力面材は、一般に

、その標準的寸法（幅約910mm、高さ約3030mm）において20kgを超える自重を有するので、建設作業の作業従事者が手作業で耐力面材を木構造耐力壁の壁下地に固定する作業の実態を考慮すると、面材の面密度の増大は、木構造耐力壁の施工性等の観点より実務的に望ましくないと考えられる。即ち、塑性率(μ)及び終局耐力（補正值）(P_u')を実質的に低下させず、しかも、面密度を実質的に増大させることなく最大耐力(P_{max})を実質的に増大させることは、事実上、極めて困難である。

[0022] 他方、特許文献3に記載した技術に基づき、耐力壁の終局変位(δu)の値を更に増大させて塑性率(μ)の値を増大させ、これにより、終局耐力(P_u)を増大せしめることも理論的には可能であるかもしれない。しかし、面密度低下等の手段によって終局変位(δu)を更に増大させることには限界があり、しかも、現状では、くぎ側面抵抗、最大耐力(P_{max})、或いは、降伏耐力(P_y)を顕著に低下させることなく終局変位(δu)の値のみを更に増大させる有効な手段についての知見もなく、従って、終局変位(δu)の値を更に増大させて塑性率(μ)の値を増大させることは、現状では極めて困難である。

[0023] 本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、比較的高いくぎ側面抵抗を維持しつつ面密度を低下した前述の低密度石膏系耐力面材において、補強材又は補剛材を付加的に取付けることなく、面材自体の面密度（比重及び／又は板厚）を増大させることもなく、しかも、耐力壁の終局変位(δu)を更に増大させることもなく、耐力壁の終局耐力（補正值）(P_u')を増大し、耐力壁の短期基準せん断耐力(P_0)及び壁倍率を増大することができる木構造耐力壁用の石膏系耐力面材を提供することにある。

[0024] 本開示は又、このような石膏系面材を耐力面材として用いた木構造建築物の耐力壁構造と木構造耐力壁の施工方法を提供することを目的とする。

[0025] 本開示は更に、上記低密度石膏系耐力面材を用いた耐力壁に関し、石膏系面材に付加的に設けられる補強材又は補剛材による補強又は補剛の作用に依存することなく、石膏系面材自体の面密度の増大に依存することなく、し

かも、耐力壁の終局変位(δu)を更に増大させることもなく、耐力壁の終局耐力(補正值)(Pu')を増大し、耐力壁の短期基準せん断耐力($P0$)及び壁倍率を増大することができる木構造耐力壁の壁倍率増大方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0026] 本開示は、上記目的を達成すべく、木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して留め具によって留付けられる石膏系耐力面材において、板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、主材又は芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成され、壁面の単位面積当りの質量として特定される面密度として、 $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ の範囲内の面密度を有し、 500 N 以上のくぎ側面抵抗を発揮し且つ少なくとも 6.5 N/mm^2 の圧縮強度を保有しており、無機質繊維及び有機系強度向上材が、主材又は芯材に配合されており、耐力面材を木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる壁の長さ 1.82 m の耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力(Pu)の補正值(Pu')として、 7.7 kN 以上の大きい値の前記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')を耐力壁に発揮せしめることを特徴とする石膏系耐力面材を提供する。
- [0027] 本開示の石膏系耐力面材によれば、無機質繊維及び有機系強度向上材を混入して石膏系耐力面材としての最低限度の物性(くぎ側面抵抗： 500 N 以上)を確保する一方、面材の面密度はむしろ低減され、比較的低い値($6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$)に設定される。尚、以下の本明細書の記載において、「石膏系耐力面材としての最低限度の物性」は、 500 N 以上のくぎ側面抵抗を意味するものとする。
- [0028] 上記面密度の値($6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$)は、構造用石膏ボード等の従来の石膏系耐力面材の面密度(約 9.4 kg/m^2)よりもかなり小さい値である。このような面密度によれば、石膏系耐力面材の比重及び／又は板厚を低減し、こ

れにより、耐力壁の自重を軽減し又は壁厚を低減することができる。他方、このような面密度の低減は、耐力壁の短期基準せん断耐力 (P_0) 及び壁倍率を増大する従来の壁倍率増大方法 (即ち、比重及び／又は板厚の増大によって最大耐力 (P_{max}) を増大し、これにより、短期基準せん断耐力 (P_0) を増大する従来の壁倍率増大方法) とは相反する条件である。しかしながら、特許文献 3 に記載したとおり、石膏系耐力面材としての最低限度の物性 (くぎ側面抵抗: 500 N 以上) を確保しつつ面密度を低下させると、石膏系耐力面材が潜在的に保有する靱性及び変形追従性が塑性域において顕在化する結果、耐力壁の終局変位 (δu) 及び塑性率 (μ) がむしろ増大し、これにより、耐力壁の終局耐力 (補正值) (P_u') が増大するので、必ずしも最大耐力 (P_{max}) を増大させることなく、短期基準せん断耐力 (P_0) 及び壁倍率を増大し得る。

[0029] 本開示によれば、上記主材又は芯材は、6.5～8.9 kg/m²の範囲内の面密度において、500 N 以上のくぎ側面抵抗を発揮すべく、所定量の無機質繊維及び有機系強度向上材を含有する。500 N 以上のくぎ側面抵抗を維持することにより、面密度の低下にもかかわらず、所望の降伏耐力を維持することができる。無機質繊維の配合量は、焼石膏 100 重量部当り 0.3～5 重量部、好ましくは 2～4 重量部である。配合される無機質繊維として、例えば、ガラス繊維、炭素繊維等が挙げられる。ガラス繊維を用いる場合には、径が 5～25 μ m、長さが 2～25 mm のガラス繊維を好適に使用し得る。

[0030] 更に、本発明者等は、石膏系耐力面材の圧縮強度の増大によって耐力壁の初期剛性 (K) が増大する現象を多くの実験により知見し、かかる知見に基づき、鋭意研究を重ねた結果、石膏系耐力面材の圧縮強度を 6.5 N/mm² 以上の値に増大して耐力壁の初期剛性 (K) を増大せしめ、これにより、耐力壁の終局変位 (δu) を大きく低下させることなく、その降伏点変位 (δv) を低下させ、これにより、塑性率 (μ) を比較的大きく増大し得ることが判明し、本開示に至った。

[0031] 即ち、本開示によれば、石膏系耐力面材の圧縮強度を 6.5 N/mm² 以上の値に増大させて耐力壁の初期剛性 (K) を例えば 2.0 kN / 10⁻³ rad 以上の

値に増大せしめ、これにより、降伏点変位 (δv) の値を例えば 7.2×10^{-3} rad以下の値に低減することで、比較的高い終局変位 (δu) の値と相俟って、塑性率 (μ) の値を比較的大きく増大することができ、この結果、終局耐力補正值 (Pu') として、 7.7 kN以上の値を比較的容易に確保することができる。

[0032] ちなみに、特許文献3の低密度石膏系耐力面材を用いた耐力壁では、初期剛性 (K) は、 2.0 kN/ 10^{-3} rad未満の値 (例えば、 1.9 kN/ 10^{-3} rad) である。尚、前述の構造用石膏ボードは、加振時に生じ得る石膏系耐力面材と留め具との相対位置の変化に起因した石膏系耐力面材の引裂破壊を防止すべく、くぎ側面抵抗という耐力因子に着目し、くぎ側面抵抗を所望の如く増大すべく開発された石膏系耐力面材であり、上記特許文献3の低密度石膏系耐力面材は、所望のくぎ側面抵抗を確保しつつ面密度を低下させることにより、塑性域における石膏系耐力面材の靱性及び変形追従性を顕在化して塑性率 (μ) 及び終局耐力 (補正值) (Pu') を増大せしめることを意図したものであり、いずれも、石膏系耐力面材の圧縮強度や、弾性域において生じる初期剛性を耐力向上因子として着目し又は考慮したものではなく、耐力壁の初期剛性と石膏系耐力面材の圧縮強度との構造的関係について検討し又は研究したものでもなかった。

[0033] 他方、本発明者等の実験によれば、面密度の増大によって圧縮強度を所望の如く増大し得るが、面密度を増大すると面材の自重が増大するだけでなく、終局変位が低下する傾向があるので、有機系強度向上材による圧縮強度増大の作用を主に用いて圧縮強度を適切な値に増大することが望ましい。即ち、本開示において、圧縮強度は、主として、適切な面密度の設定と、有機系強度向上材の配合による圧縮強度増大の作用とによって所望の如く設定される。有機系強度向上材の配合量は、焼石膏100重量部当り、 $0.3 \sim 15$ 重量部、好ましくは $1 \sim 13$ 重量部である。有機系強度向上材として、例えば、澱粉、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリアクリル等を好適に使用し得る。澱粉としては、未加工澱粉及び加工澱粉のいずれをも使用

することができる。加工澱粉としては、物理的处理、化学的处理又は酵素的処理を施した澱粉が挙げられる。物理的处理を施した澱粉としては、 α 化澱粉を好適に使用し得る。化学的处理を施した澱粉としては、酸化澱粉、リン酸エステル化澱粉、尿素リン酸エステル化澱粉、ヒドロキシプロピル化リン酸架橋澱粉、ヒドロキシエチル化澱粉、ヒドロキシプロピル化澱粉、カチオン化澱粉、アセチル化澱粉を好適に使用し得る。

[0034] 尚、石膏系耐力面材の圧縮強度を変動させる要因として、石膏スラリー（泥漿）の混練状態（混練時間、混練温度等）、石膏原料中に含まれる不純物の種類・量、石膏コアの断面性状、緻密性及び均一性等、石膏コアに含まれる気泡の量、サイズ及び分散状態、石膏コアの含水率又は含水量、石膏コアの比重などが知られている。これらの要因は、圧縮強度を増大又は低減する制御因子として使用し得るかもしれないが、製造条件（石膏原料の種類、泡剤等の添加剤の種類・使用量、混練水の水温、気温・湿度等）と密接に関連する制御因子であるばかりでなく、石膏コアの品質全般に関係しており、比較的低い面密度（ $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ の範囲内に面密度）において、所望の圧縮強度（ 6.5 N/mm^2 以上の圧縮強度）を石膏系耐力面材に与え、しかも、無機質繊維と協働して所望のくぎ側面抵抗（ 500 N 以上のくぎ側面抵抗）を石膏系耐力面材に与えるという特定の用途に特化して使用し得る性質の制御因子ではない。他方、上記有機系強度向上材は、このような用途に特化して使用することができ、しかも、製造過程において石膏スラリーに付加的に含有せしめれば良いので、石膏コアの圧縮強度を増大する現実的且つ有効な手段を提供する。

[0035] 好ましくは、上記耐力面材は、面内せん断試験によって測定される耐力壁の初期剛性（ K ）として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保し、又は、面内せん断試験によって測定される耐力壁の降伏点変位（ δ_v ）として $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値を確保し、或いは、上記初期剛性（ K ）として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保し且つ上記降伏点変位（ δ_v ）として $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の上記圧縮強度を保有する。例

例えば、本開示に係る石膏系耐力面材において、降伏点変位 (δv) = 6.0×10^{-3} rad、初期剛性 (K) = $2.5 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ であり、終局耐力 $P_u = 15.0 \text{ kN}$ 、終局変位 (δu) = $30 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 、塑性率 (μ) = 5.0、ばらつき係数 $\beta = 1.0$ であると仮定すると、終局耐力(補正值) (P_u') は、 9.0 kN である。これに対し、仮に、前述の低密度石膏系耐力面材と同様、初期剛性 (K) = $1.9 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ ($< 2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$) に設定した場合には、終局耐力 $P_u = 15.0$ 、終局変位 (δu) = $30 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 、ばらつき係数 $\beta = 1.0$ であったとしても、降伏点変位 (δv) = $7.8 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 、塑性率 (μ) = 3.8 であり、終局耐力(補正值) (P_u') は、約 7.7 kN であるにすぎない。即ち、耐力面材の圧縮強度を増大して初期剛性 (K) を増大することにより、終局耐力(補正值) (P_u') を比較的大きく増大し、短期基準せん断耐力 (P_0) 及び壁倍率を比較的大きく増大することができる。

[0036] 本開示において、上記圧縮強度は、好ましくは、 $7.5 \sim 13.0 \text{ kN/mm}^2$ の範囲内の値、更に好ましくは、 8.0 kN/mm^2 以上の値に設定し得る。また、本開示において、上記初期剛性は、好ましくは、 $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad} \sim 4.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ の範囲内の値、更に好ましくは、 $2.4 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値に設定し得る。更に、本開示によれば、上記降伏点変位 (δv) は、好ましくは、 $3.5 \times 10^{-3} \text{ rad} \sim 7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ の範囲内の値、更に好ましくは、 $6.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値に設定し得る。好適には、本開示に係る石膏系耐力面材を備えた耐力壁によれば、面内せん断試験によって測定される塑性率 (μ) として 4.2 以上且つ 10.0 以下の値、好ましくは、 4.3 以上の値が得られ、面内せん断試験によって測定される耐力壁の終局変位 (δu) として $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい値、好ましくは、 $22 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値が得られ、面内せん断試験によって測定される降伏耐力 (P_y) として、 7.7 kN 以上であって、しかも、上記終局耐力(補正值) (P_u') よりも大きい値、好ましくは、 8.0 kN 以上の値が得られる。尚、本発明者等の実験によれば、初期剛性 (K) が増大すると、降伏耐力 (P_y) も又、増大する

傾向があり、従って、前述の低密度石膏系耐力面材と同様、降伏耐力(P_y)は、一般に、終局耐力(補正值)(P_u')よりも大きいことが認められた。耐力壁の終局変位(δu)は、塑性域における耐力壁の靱性及び変形追随性を示す指標である。「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務方法書」によれば、面内せん断試験において $1/15$ radを超えても荷重が低下せず、終局変位の値が得られない場合には、終局変位(δu)は $1/15$ radに設定される。従って、終局変位(δu)の最大値は、 $1/15$ rad (66.7×10^{-3} rad)である。

[0037] かくして、本開示の石膏系耐力面材を用いた耐力壁によれば、石膏系耐力面材としての最低限度の物性を確保しつつ、面密度の低下により、塑性域における石膏系耐力面材の靱性及び変形追随性を向上して終局耐力(補正值)(P_u')を増大するだけでなく、初期剛性(K)の増大及び降伏点変位(δv)の低下により、終局耐力(補正值)(P_u')を更に増大し、これにより、補強材又は補剛材を付加的に取付けることなく、石膏系耐力面材の面密度を増大することなく、耐力壁の短期基準せん断耐力(P_0)及び壁倍率を比較的大きく増大することができる。また、上記耐力面材は、構造用石膏ボードや、前述の低密度石膏系耐力面材と同様、主材又は芯材の少なくとも表裏面が紙部材で被覆されているので、従来の石膏ボード製造ラインで簡易に製造することができる。好ましくは、本開示の石膏系耐力面材は、芯材の表面又は表層を石膏ボード用原紙で被覆してなる積層構造を有する。尚、「表裏面」は、面材の端縁及び側縁(即ち、四周外縁部)の端面又は側面を除く面材の表面及び裏面を意味する。

[0038] 好ましくは、上記石膏系耐力面材の板厚は、 7.5 mm以上 12 mm未満の値(更に好ましくは、 8.5 mm以上且つ 10 mm以下の値)、例えば、 9.5 mm又は 9.0 mmに設定される。このような板厚の石膏系耐力面材は、 12 mm以上の板厚を要する構造用石膏ボードに比べ、木構造耐力壁の壁厚低下等を図る上で有利である。所望により、上記石膏硬化体は、 980 N以下のくぎ側面抵抗を有する。

- [0039] 好適には、上記石膏系耐力面材は、壁の長さ1.82mの耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって測定される耐力壁の終局変位 (δu)として、 2.4×10^{-3} rad以上（好ましくは、 2.6×10^{-3} rad以上）の終局変位 (δu)を耐力壁に生じさせる。比較的高い値に設定された終局変位 (δu)の値は、耐力壁の初期剛性 (K) の増大及び降伏点変位 (δv) の低下と相俟って、塑性率 (μ) の値を比較的大きく増大させるので、短期基準せん断耐力 (P0) 及び壁倍率を増大させる上で極めて有利である。
- [0040] 更に好ましくは、上記石膏系耐力面材の比重は、0.65～0.96の範囲内、好適には、0.7～0.9の範囲内の値（更に好適には、0.7～0.8の範囲内の値）に設定される。このような比重の石膏系耐力面材によれば、例えば、板厚は12mm未満であるが、1.0以上の比重を有し、従って、自重が比較的大きい特許文献4の石膏系面材の実施品（例えば、吉野石膏株式会社製「EXボード」（商品名））に比べ、面材を軽量化することができるので、木構造耐力壁の軽量化を図り、或いは、木構造耐力壁の施工性又はその建設作業の作業性等を改善する上で有利である。
- [0041] また、本開示の好適な実施形態において、石膏系耐力面材の芯材（石膏コア部分）は、耐力劣化を防止する耐力劣化防止剤としてオルガノポリシロキサン化合物を含有する。このような耐力面材によれば、特許文献4に記載された石膏系耐力面材と同様、木造外壁の屋外壁面に施工可能な上記耐力面材を提供することができる。
- [0042] 本開示は又、上記石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対してくぎ（釘）やスクリーブス等の留め具によって留付けた構造を有する木構造耐力壁を提供する。本開示は更に、上記石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して上記留め具によって留付けることを特徴とする木構造耐力壁の施工方法を提供する。
- [0043] このような木構造耐力壁及びその施工方法によれば、石膏系耐力面材の面密度を比重及び／又は板厚の低減により低下し、これにより、耐力壁の自重を軽減し又は壁厚を低減することが可能となる。しかも、このような木構造

耐力壁によれば、前述のとおり、石膏系面材の低密度化によって石膏系面材の（塑性域の）靱性及び変形追従性が向上して終局変位（ δu ）の値が増大するばかりでなく、石膏系面材の圧縮強度の増大により、耐力壁の初期剛性（ K ）が増大し、これにより、降伏点変位（ δv ）の値が低減する。この結果、比較的小さい降伏点変位（ δv ）の値と、比較的大きい終局変位（ δu ）の値との相乗効果により、塑性率（ μ ）の値が比較的大きく増大し、かくして、木構造耐力壁における終局耐力（補正值）（ Pu' ）として、 7.7 kN 以上の値を比較的容易に確保することができる。

[0044] 他の観点より、本開示は、石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して留め具によって留付けることにより施工される、木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、

板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、主材又は芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから前記耐力面材を構成し、

壁面の単位面積当りの質量として特定される耐力面材の面密度を $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ に低減するとともに、 500 N 以上のくぎ側面抵抗及び 6.5 N/mm^2 以上の圧縮強度を発揮し、無機質繊維及び有機系強度向上材が主材又は芯材に配合され、

壁の長さ 1.82 m の耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力（ Pu ）の補正值（ Pu' ）として、 7.7 kN 以上の終局耐力（ Pu ）の補正值（ Pu' ）を耐力面材によって得ることを特徴とする壁倍率増大方法を提供する。

[0045] 好ましくは、上記耐力面材は、面内せん断試験によって測定される耐力壁の初期剛性（ K ）として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保し、又は、面内せん断試験によって測定される耐力壁の降伏点変位（ δv ）として $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値を確保し、或いは、上記初期剛性（ K ）として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保し且つ上記降伏点変位（ δv ）として $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の上記圧縮強度を保有する。圧縮強度は、好ましくは、 $7.5 \sim 13.0 \text{ kN/mm}^2$ の範囲内の値、更に好まし

くは、 8.0 kN/mm^2 以上の値に設定し得る。

- [0046] 上記初期剛性は、好ましくは、 $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad} \sim 4.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ の範囲内の値、更に好ましくは、 $2.4 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値に設定し得る。上記降伏点変位 (δv) は、好ましくは、 $3.5 \times 10^{-3} \text{ rad} \sim 7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ の範囲内の値、更に好ましくは、 $6.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の値に設定し得る。好適には、上記石膏系耐力面材を備えた耐力壁では、面内せん断試験によって測定される塑性率(μ)として、 4.2 以上且つ 10.0 以下の値、好ましくは、 4.3 以上の値が得られ、面内せん断試験によって測定される耐力壁の終局変位 (δu) として、 $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい値、好ましくは、 $22 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値が得られ、面内せん断試験によって測定される降伏耐力 (P_y) として、 7.7 kN 以上の値であって、しかも、上記終局耐力 (補正值) (P_u') よりも大きい値、好ましくは、 8.0 kN 以上の値が得られる。

- [0047] 好適には、上記石膏系耐力面材の板厚は、 7.5 mm 以上 12 mm 未満の値 (更に好ましくは、 8.5 mm 以上且つ 10 mm 以下の値)、例えば、 9.5 mm 又は 9.0 mm に設定される。更に好適には、上記石膏系耐力面材の比重は、 0.65 以上 0.96 以下、好適には、 0.7 以上 0.9 以下の値 (更に好適には、 0.7 以上 0.8 以下の値) に設定される。

発明の効果

- [0048] 本開示の石膏系耐力面材によれば、面密度の低減により石膏系面材の靱性及び変形追随性を向上するとともに、この耐力面材を木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる耐力壁に関し、その初期剛性 (K) を増大して降伏点変位 (δv) を低下せしめ、これにより、終局耐力 (補正值) (P_u') を増大し、短期基準せん断耐力 (P_0) 及び壁倍率を増大することができる。本開示に係る石膏系耐力面材は、殊に、終局変位 (δu) の値を容易に増大し難い耐力壁や、上限に近い終局変位 (δu) を既に発揮し得る耐力壁に関し、壁厚の増大や壁体自重の増大等を招くことなく、短期基準せん断耐力 (P_0) 及び壁倍率を更に増大するための耐力面材として、効果的に使用し得る。かくして、本

開示によれば、比較的高いくぎ側面抵抗を維持しつつ面密度を低下した前述の低密度石膏系耐力面材において、補強材又は補剛材を付加的に取付けることなく、石膏系面材の面密度（比重及び／又は板厚）を増大することなく、しかも、終局変位（ δu ）の値を更に増大させることもなく、耐力壁の短期基準せん断耐力（ P_0 ）及び壁倍率を更に増大することができる。しかも、本開示の石膏系耐力面材は、主材又は芯材の少なくとも表裏面が紙部材で被覆されているので、従来の石膏ボード製造ラインで簡易に製造することができる。

[0049] また、本開示に係る耐力壁構造によれば、このような石膏系耐力面材を木構造耐力壁において耐力面材として使用することにより、短期基準せん断耐力（ P_0 ）及び壁倍率を効果的に増大するとともに、石膏系耐力面材の面密度の低減により、耐力壁の自重を軽減し又は壁厚を低減することができる。

[0050] 更に、本開示に係る木構造耐力壁の施工方法によれば、上記構成の石膏系耐力面材を木構造耐力壁において耐力面材として使用することにより、短期基準せん断耐力（ P_0 ）及び壁倍率を効果的に増大するだけでなく、石膏系耐力面材の面密度の低減により、面材の自重を軽減し、耐力壁の施工性等を改善することができる。

[0051] また、本開示に係る木構造耐力壁の壁倍率増大方法によれば、石膏系耐力面材としての最低限度の物性（くぎ側面抵抗＝500N以上）を確保しつつ、面密度の低減を図ることにより、石膏系面材の靱性及び変形追随性を向上させるとともに、初期剛性（ K ）を増大して降伏点変位（ δv ）を低下せしめ、これにより、終局耐力（補正值）（ P_u' ）を増大し、短期基準せん断耐力（ P_0 ）及び壁倍率を増大することができる。このような壁倍率増大方法によれば、上記低密度石膏系耐力面材を用いた耐力壁に関し、石膏系面材に付加的に設けられる補強材又は補剛材による補強又は補剛に依存することなく、石膏系面材の比重及び／又は板厚の増大に依存することなく、しかも、終局変位（ δu ）の値の増大に大きく依存することなく、壁倍率を増大することができる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]木構造耐力壁の面内せん断試験によって得られる荷重－変形角曲線の包絡線（実線で示す）を例示する線図であり、荷重－変形角曲線の包絡線を完全弾塑性モデルの荷重－変形角特性に変換した線形グラフを一点鎖線で示した図である。

[図2]本開示を適用した木構造建築物の耐力壁の実施形態を概略的に示す正面図である。

[図3]図2に示す耐力壁構造の面内せん断試験において使用された耐力壁試験体の構成を示す正面図、横断面図及び側面図である。

[図4]本開示の実施例及び比較例に係る石膏系耐力面材の物性及び配合等を示す図表である。

[図5]実施例1～4及び比較例に係る石膏系耐力面材を木構造軸組に固定してなる耐力壁構造体の面内せん断試験の試験結果を、完全弾塑性モデルの荷重－変形角特性として示す線図である。

[図6]圧縮強度を測定する圧縮強度測定方法を概念的に示す試験装置の部分正面図である。

発明を実施するための形態

[0053] 以下、添付図面を参照して、本開示の好適な実施形態に係る木構造耐力壁の構成について詳細に説明する。

[0054] 図2は、本開示の実施形態に係る木構造建築物の木構造耐力壁（耐力壁）の構成を概略的に示す正面図である。

[0055] 図2に示す耐力壁1は、耐力面材10を鉄筋コンクリート（RC）構造の布基礎F上の木造軸組に固定することによって構築された木造軸組構法の木構造耐力壁である。耐力面材10は、厚さ9.5mm、幅910mm及び高さ約2800～3030mm（例えば、約2900mm）の寸法を有し、6.5～8.9kg/m²の範囲内の面密度（例えば、面密度7.5kg/m²）を有する。面密度（面重量とも呼ばれる）は、壁面の正面視における壁面の単位面積当りの質量（重量）である。耐力面材10は、所定量の無機質繊維（ガラス繊維）及び有機系強度向上材（澱粉）を混入した平板状石膏コア（石膏芯材）と、石膏コア

の両面を被覆する石膏ボード用原紙（紙部材）とから構成される石膏系面材である。

[0056] 耐力壁 1 は、アンカーボルト B によって布基礎 F の上面に固定された土台 2 を有する。耐力壁 1 は、この土台 2 と、土台 2 上に所定間隔を隔てて鉛直に配置された柱 3、間柱 4 及び継手間柱 4' と、柱 3 の上端（又は中間部）に支持された水平な横架材（梁、胴差、軒桁、妻桁） 5 と、上記耐力面材 10 とから概ね構成される。尚、軸組を構成する土台 2、柱 3、間柱 4、継手間柱 4' 及び横架材 5 は、通常の木造建築物において採用される部材断面の木材（角材）である。

[0057] 耐力面材 10 は、土台 2、柱 3、間柱 4、継手間柱 4' 及び横架材 5 に対し、くぎ 20 によって固定される。くぎ 20 は、例えば、めっき鉄丸くぎ（NZ くぎ：JIS A 5508）である。本例では、くぎ 20 として、例えば、NZ 50 くぎ（長さ 50 mm、頭部径約 6.6 mm、軸部径約 2.75 mm）が使用される。くぎ 20 は、耐力面材 10 の四周外周帯域において間隔 S1 を隔てて配置されるとともに、鉛直方向に延びる耐力面材 10 の中央帯域において間隔 S2 を隔てて配置される。好ましくは、間隔 S1 は、50 mm～200 mm の範囲内の寸法（例えば、75 mm）に設定され、間隔 S2 は、50 mm～300 mm の範囲内の寸法（例えば、150 mm）に設定される。

[0058] 耐力面材 10 の石膏コア（芯材）は、所定量の無機質繊維及び有機系強度向上材を含有し、500 N 以上のくぎ側面抵抗を有する。無機質繊維の配合量は、焼石膏 100 重量部当たり 0.3～5 重量部、好ましくは 2～4 重量部である。配合される無機質繊維として、例えば、ガラス繊維、炭素繊維等が挙げられる。ガラス繊維を用いる場合には、径が 5～25 μm 、長さが 2～25 mm のガラス繊維を好適に使用し得る。また、有機系強度向上材の配合量は、焼石膏 100 重量部当たり、0.3～15 重量部、好ましくは 1～13 重量部である。配合される有機系強度向上材として、例えば、澱粉、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリアクリル等が挙げられる。尚、澱粉としては、未加工澱粉及び加工澱粉のいずれをも使用することができる。加

工澱粉としては、物理的処理、化学的処理又は酵素的処理を施した澱粉が挙げられる。物理的処理を施した澱粉としては、 α 化澱粉を好適に使用し得る。化学的処理を施した澱粉としては、酸化澱粉、リン酸エステル化澱粉、尿素リン酸エステル化澱粉、ヒドロキシプロピル化リン酸架橋澱粉、ヒドロキシエチル化澱粉、ヒドロキシプロピル化澱粉、カチオン化澱粉、アセチル化澱粉を好適に使用し得る。

[0059] 耐力面材10の組成及び構造は、JIS A 6901に規定された「構造用石膏ボード」の組成及び構造と類似する。しかしながら、耐力面材10の面密度は、 $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ の範囲内の値（例えば、 7.5 kg/m^2 ）である。従って、耐力面材10は、前述のとおり 9.4 kg/m^2 以上の面密度を要するJIS A 6901の「構造用石膏ボード」とは基本的に相違する。また、JIS A 6901に規定された「強化石膏ボード」が知られているが、「強化石膏ボード」も又、 9.4 kg/m^2 以上の面密度を要するので、耐力面材10は、「強化石膏ボード」とも基本的に相違する。また、耐力面材10は、 500 N 以上のくぎ側面抵抗を発揮するように無機質繊維及び有機系強度向上材を配合した主材又は芯材を有する点において、その他の「石膏ボード」とも相違する。即ち、耐力面材10は、現行のJIS A 6901に規定されたいずれの「石膏ボード」にも該当しない。本明細書においては、この意味において、耐力面材10を「石膏系耐力面材」として特定し又は表現するものとする。

[0060] 一般に、石膏硬化体からなる板状の主材又は芯材の表裏面を紙部材で被覆してなる石膏系耐力面材（「石膏ボード」「強化石膏ボード」及び「構造用石膏ボード」を含む）は、汎用の石膏ボード製造装置によって製造される。石膏ボード製造装置は、例えば、国際公開公報WO2019/058936に記載される如く、焼石膏、接着助剤、硬化促進剤、泡（又は泡剤）等の原料と、焼石膏のスラリー化に要する練り水とを混合して石膏スラリーを調製するミキサーを有する。石膏スラリーは、石膏ボード製造装置の搬送ベルト上の石膏ボード原紙（下紙）上に流し延べられ、石膏ボード原紙（上紙）が

石膏スラリー上に積層される。かくして形成された帯状且つ３層構造の連続積層体は、石膏ボード製造装置を構成する粗切断装置、強制乾燥装置、裁断装置等の各装置によって加工され、所定寸法の石膏製品、即ち、石膏スラリーの硬化体（即ち、石膏コア）の両面を石膏ボード用原紙で被覆してなる石膏系面材に成形される。石膏系面材の比重は、主として、石膏スラリー中の泡の配合量によって調節される。

[0061] J I S A 6 9 0 1 に規定された構造用石膏ボード、強化石膏ボード及び（普通）石膏ボードを耐力面材として用いた木構造耐力壁に関し、前述の建設省告示第 1 1 0 0 号に規定された木造軸組構造の大壁造の面材耐力壁の壁倍率を例示すると、以下のとおりである。

構造用石膏ボード（Ａ種）	1. 7
構造用石膏ボード（Ｂ種）	1. 2
強化石膏ボード	0. 9
（普通）石膏ボード	0. 9

[0062] また、前述の国土交通省告示第 1 5 4 1 号に規定された枠組壁工法耐力壁の壁倍率（たて枠相互間隔が 5 0 c m を超える耐力壁）を例示すると、以下のとおりである。

構造用石膏ボード（Ａ種）	1. 7
構造用石膏ボード（Ｂ種）	1. 5
強化石膏ボード	1. 3
（普通）石膏ボード	1. 0

[0063] このように建設省又は国土交通省の告示に規定された壁倍率の値は、個別に性能試験を行うことなく一般に採用し得る値である。但し、耐力面材としての有効性を認められる構造用石膏ボード、強化石膏ボード及び（普通）石膏ボードは、1 2 mm 以上の板厚を有するものに限定される。このため、新規素材の面材や、板厚 1 2 mm 未満の石膏系面材を耐力面材として有効に使用する場合、或いは、これと異なる壁倍率を採用する場合には、前述の性能試験を実施して壁倍率の値を定める必要がある。

- [0064] 前述のとおり、JIS A 6901に規定された前述の構造用石膏ボード及び強化石膏ボードは、面密度9.4 kg/m²以上且つ比重0.75以上の物性を要する。これは、面材が耐え得る最大荷重を増大し、木構造耐力壁の高い短期許容せん断耐力（従って、高い壁倍率）を確保する上で重要な条件であると考えられている。殊に、強化石膏ボードよりも高いくぎ側面抵抗を発揮することを条件とした構造用石膏ボードにおいては、このような面密度及び比重は、低減し得ないものと考えられてきた。即ち、面密度9.4 kg/m²以上、比重0.75以上の物性を確保することは、前述の面内せん断試験において得られる耐力壁試験体（木構造耐力壁）の壁倍率を更に増大する上では必須の条件であると考えられていた。しかしながら、近年の本発明者等の実験により、無機系繊維や有機系強度向上材を添加することにより構造用石膏ボードに匹敵する物性（くぎ側面抵抗）を与えられた石膏系面材において、面材の板厚を低減し、或いは、泡量を調節して石膏コアの比重を低減し、これにより面密度を低減すると、面材自体が潜在的に保有する靱性又は変形追随性が顕在化し、この結果、耐力壁の終局耐力を有効に利用し且つ耐力壁の塑性率を増大することができ、かくして、耐力壁の短期許容せん断耐力を更に向上し得ることが判明した。この点については、上記特許文献3に記載したとおりである。
- [0065] また、石膏系耐力面材の圧縮強度の増大によって耐力壁の初期剛性が増大し、これにより、耐力壁の終局変位を大きく低下させることなく、その降伏点変位を低下させ、その結果として、耐力壁の塑性率を比較的大きく増大し得ることが、本発明者等の最近の実験により判明した。
- [0066] 前述のとおり、石膏系耐力面材の圧縮強度及びくぎ側面抵抗は、澱粉、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリアクリル等の有機系強度向上材を無機質繊維とともに石膏スラリー混練用ミキサーに供給して適量の有機系強度向上材及び無機質繊維を石膏スラリーに含有せしめることによって増大される。石膏スラリーに対する上記有機系強度向上材の配合は、比較的低い面密度（6.5～8.9 kg/m²の範囲内に面密度）を確保しつつ、所望の圧縮強

度（ 6.5 N/mm^2 以上の圧縮強度）を石膏系耐力面材に与え、しかも、無機質繊維と協働して所望のくぎ側面抵抗（ 500 N 以上のくぎ側面抵抗）を石膏系耐力面材に与える効果的な手段であり、加えて、有機系強度向上材の配合が石膏系耐力面材の品質全般に大きく影響しないという点をも考慮すると、簡易で、しかも、現実的又は実務的に有効な手段である。

[0067] 図3は、図2に示す耐力壁構造に関する面内せん断試験において使用された耐力壁試験体の構成を示す正面図、横断面図及び側面図である。図4及び図5は、面内せん断試験の試験結果を示す図表及び線図である。尚、図3において、図2に示す構成要素又は構成部材に相当又は相応する耐力壁試験体の構成要素又は構成部材については、同一の参照符号が付されている。

[0068] 本発明者等は、「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務方法書」に記載された試験体仕様に従って、図2に示す耐力壁構造の試験体として、図3に示す耐力壁構造を有する壁幅 1820 mm 、高さ 2730 mm の耐力壁試験体（以下、単に「試験体」という。）を製作し、無載荷式試験装置を用いた面内せん断試験を実施した。

[0069] 図3に示す試験体は、断面 $105 \times 105 \text{ mm}$ のスギ製材の土台2及び柱3と、柱3によって支持された断面 $180 \times 105 \text{ mm}$ のベイマツ製材の横架材5とからなる木造軸組の主要構造部を有する。柱3間の中央部には、断面 $45 \times 105 \text{ mm}$ のスギ製材の継手間柱4'が立設され、柱3と継手間柱4'との間には、断面 $27 \times 105 \text{ mm}$ のスギ製材の間柱4が立設される。スギ製材又はベイマツ製材の胴つなぎ5'が、柱3と間柱4との間に架設されるとともに、間柱4と継手間柱4'との間に架設される。試験用治具として、引き寄せ金物40が、土台2及び柱3の接合部に配設されるとともに、横架材5及び柱3の接合部に配設される。土台2、柱3、継手間柱4'、間柱4、横架材5及び胴つなぎ5'は、耐力壁構造の軸材を構成しており、これらの部材（軸材）によって矩形状の軸組が形成される。

[0070] 図3に示す試験体において、土台2及び横架材5の鉛直離間距離 h_1 、胴つなぎ5'の高さ h_2 、胴つなぎ5'に対する横架材5の相対高さ h_3 は夫

々、 $h_1 = 2625\text{ mm}$ 、 $h_2 = 1790\text{ mm}$ 、 $h_3 = 835\text{ mm}$ に設定され、柱3及び継手間柱4'の間隔（柱芯間隔） w_1 は、 $w_1 = 910\text{ mm}$ に設定され、壁の長さ L は、 1.82 m に設定された。面材10は、胴つなぎ5'によって上下に分割され、下側の面材10aは、幅 910 mm 、高さ 1820 mm の寸法を有し、上側に配置された面材10bは、幅 910 mm 、高さ 865 mm の寸法を有する。面材10a、10bのかかり代寸法 h_4 、 h_5 は、 30 mm に設定された。

[0071] 図3に示す試験体において、面材10a、10bを土台2、柱3、継手間柱4'、横架材5及び胴つなぎ5'に留付けるためのくぎ20は、面材10a、10bの縁部帯域全周に亘って等間隔（間隔 $S_1 = 75\text{ mm}$ ）に配列された。面材10a、10bを間柱4に留付けるためのくぎ20は、面材10a、10bの鉛直中央帯域に等間隔（間隔 $S_2 = 150\text{ mm}$ ）に配列された。くぎ20として、NZ50くぎ（長さ 50 mm 、頭部径約 6.6 mm 、軸部径約 2.75 mm ）が使用された。

[0072] 本発明者等は、図4の図表に示す実施例1～4及び比較例に係る石膏系耐力面材を供試体として製作し、無載荷式試験装置を用いた面内せん断試験を実施した。実施例1～4及び比較例の石膏系耐力面材は、前述のとおり、所定量の無機質繊維（ガラス繊維）及び有機系強度向上材（澱粉）を混入した平板状石膏コア（石膏芯材）と、石膏コアの両面を被覆する石膏ボード用原紙（紙部材）とから構成される面材であり、約 $7.4 \sim 8.7\text{ kg/m}^2$ の面密度を有する。比較例の石膏系耐力面材は、従来の石膏系耐力面材（例えば、特許文献4に記載された石膏系耐力面材）よりも多量の無機質繊維（ガラス繊維）及び有機系強度向上材（澱粉）を混入した平板状石膏コア（石膏芯材）を有し、比較例の石膏系耐力面材を木構造軸組に固定してなる試験体は、従来の石膏系耐力面材に比べて、耐力壁1の終局変位 δ_u を増大して耐力壁1の塑性率を増大することができ、比較的高い終局耐力（補正值） P_u' を達成する（ 7.62 kN ）。即ち、比較例の面材は、特許文献3の石膏系耐力面材と同等の石膏系耐力面材である。尚、図4に示す無機質繊維及び有機系強度

向上材の配合量は、焼石膏100重量部当り重量部で示されている。

[0073] これに対し、本開示においては、終局耐力(補正值) P_u' を更に増大すべく、前述のとおり、面材が保有する圧縮強度を増大して耐力壁1の初期剛性 K を増大させ、降伏点変位 δu を低減して塑性率 μ を増大させる構成が更に採用される。即ち、本開示に係る実施例1～4の石膏系耐力面材を木造軸組に固定してなる耐力壁1の試験体（以下、「実施例1～4の試験体」という。）は、比較例の石膏系耐力面材の圧縮強度（6.0 kg/m²）及び初期剛性 K （1.94 kN/10⁻³ rad）よりも高い圧縮強度（6.5～11.1 kg/m²）及び初期剛性 K （2.04～2.91 kN/10⁻³ rad）を有する。この結果、実施例1～4の試験体の降伏点変位 δu （6.04×10⁻³ rad～6.80×10⁻³ rad）は、比較例の石膏系耐力面材を用いた耐力壁試験体（以下、「比較例の試験体」という。）の降伏点変位 δu （7.26×10⁻³ rad）に比べて顕著に低下している。また、実施例1～4の試験体の塑性率 μ （4.32～5.78）は、比較例の試験体の塑性率 μ （4.15）に比べて顕著に増大している。

[0074] 図4に示すとおり、実施例1～4の試験体の終局耐力(補正值) P_u' 及び短期許容せん断耐力 P_a は、 $P_u' = 7.8 \sim 11.9$ kN、 $P_a = 5.85 \sim 8.92$ であり、この値は、比較例の試験体の終局耐力(補正值)（＝7.62 kN）及び短期許容せん断耐力 P_a （＝5.72 kN）に比べて顕著に増大している。また、低減係数 $\alpha = 0.75$ 、ばらつき係数 $\beta = 1.0$ と仮定すると、実施例1～4の試験体の壁倍率は、1.64～2.50であり、比較例の試験体の壁倍率（1.60）に対し、顕著に増大している。

[0075] 実施例1～4及び比較例の各試験体の試験結果は、概ね変形角＝20×10⁻³ radに達する前後において最大荷重（最大耐力） P_{max} （図1）に達した後、直ちに破壊することなく、その後の繰り返し加力により、0.8 P_{max} 荷重低下域の変形角、即ち、終局変位 $\delta u_1 \sim \delta u_5$ （図5）に達するが、終局変位 $\delta u_1 \sim \delta u_5$ は、概ね30×10⁻³ rad程度の変形角である。これは、実施例1～4及び比較例の各試験体が、最大荷重（最大耐力） P_{max} に達した後、最大

荷重 P_{max} 時の変形角の概ね1.5倍程度の変形角が生じるまで、その後の繰返し加力によって塑性変形を持続することを意味する。このような塑性変形の持続性は、前述のとおり、石膏系耐力面材としての最低限度の物性（くぎ側面抵抗：500N以上）を確保しつつ、面密度を低下させ、石膏板自体が潜在的に保有する靱性又は変形追随性が顕在化したことに起因すると考えられる。

[0076] 図5には、実施例1～4及び比較例の各試験体の試験結果が、完全弾塑性モデルの荷重－変形角特性の線形グラフとして示されている。また、図5には、初期剛性 $K = 2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ に設定した線形弾性域の一次関数直線 $Y = KX$ が、本開示における初期剛性 K の基準線として二点鎖線で示されている。更に、図5には、実施例1～4及び比較例の各試験体に関し、線形弾性域の一次関数直線 $Y = K_1X \sim Y = K_5X$ 、終局耐力 $P_{u1} \sim P_{u5}$ 、降伏点 $\sigma_{s1} \sim \sigma_{s5}$ が示されている。図4に示すとおり、実施例1～4の各試験体の初期剛性は、最小値において $K_4 = 2.04 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ であり、最大値において $K_3 = 2.91 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ である。他方、比較例の試験体の初期剛性は、 $K_2 = 1.94 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ である。初期剛性 K は、 $Y = KX$ の一次関数直線の勾配として図5に顕れており、初期剛性 K が $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を示す実施例1～4の試験体においては、 $Y = K_1 \sim 4X$ の各一次関数直線は、初期剛性 $K = 2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ の基準線よりも急勾配の直線として図5に表され、初期剛性 K_5 が $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 未満の値を示す比較例では、 $Y = K_5X$ の一次関数直線は、初期剛性 $K = 2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ の基準線よりも緩勾配の直線として図5に表されている。即ち、圧縮強度を増大させた実施例1～4の各試験体においては、初期剛性 $K_1 \sim 4$ が $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を示し、この結果として、比較的小さい降伏点変位 $\delta_{v1} \sim \delta_{v4}$ が得られ、比較的大きい終局変位 $\delta_{u1} \sim \delta_{u4}$ 及び終局耐力 $P_{u1} \sim P_{u4}$ と相俟って、比較例と比べて相対的に大きい終局耐力（補正值） $P_{u'}$ 、短期許容せん断耐力 P_a 及び壁倍率が図4に示す如く得られる。

[0077] 図6には、石膏系耐力面材の圧縮強度測定方法が概略的に示されている。

- [0078] 本発明者等が行った石膏系耐力面材の圧縮強度の測定は、図6に示す如く、各実施例及び比較例の石膏系耐力面材を4 cm×4 cmの寸法の平板に切断し、各実施例及び比較例について、複数枚の試験片101を製作し、複数枚の同一試験片101を接着せずに4枚積層してなる試験片積層体100を測定装置の上下の載荷板102、103の間に介挿し、上下の載荷ロッド104によって鉛直方法の圧縮荷重 F_v （及び反力 R_v ）を試験片積層体100に印加し、石膏硬化体からなる主材又は芯材、即ち、試験片101の石膏コア部分を破壊し、破壊時の圧縮荷重 F_v を測定することにより実施したものである。測定装置としては、精密万能試験機（島津製作所製「オートグラフ」、型式：AG-10NK1）が使用された。本発明者等は、試験片積層体100を構成するいずれかの試験片101が圧縮破壊した時点の圧縮荷重 F_v を測定し、この測定値を試験片100の面積（16 cm²）で除した値を各石膏系耐力面材の圧縮強度として特定した。
- [0079] かくして特定された各実施例及び比較例の石膏系耐力面材の圧縮強度が、図4に示されている。図4に示すとおり、各実施例及び比較例の石膏系耐力面材の初期剛性 K は、圧縮強度の増減に対応して変動し、圧縮強度を高めることにより、初期剛性 K の値を増大することができる。また、図4に示すとおり、初期剛性 K の増減により塑性率 μ を変動させ、終局耐力（補正值） Pu' 及び短期許容せん断耐力 Pa の値を変化させることができる。本開示に係る実施例1～4の諸物性によれば、石膏系耐力面材の圧縮強度を6.5 N/mm²以上の値に増大することにより、図4に示すとおり、7.8 kN以上の値の終局耐力（補正值） Pu' が得られる。
- [0080] 本書の冒頭において説明したとおり、終局耐力（補正值） Pu' は、終局耐力 Pu を塑性率 μ に基づいて補正した値であり、短期許容せん断耐力 Pa は、終局耐力（補正值） Pu' に対して所定の低減係数 α 及びばらつき係数 β を乗じた値であり、壁倍率は、短期許容せん断耐力 Pa を所定の耐力基準値（ $L \times 1.96$ ）で除した値である。従って、壁倍率及び短期許容せん断耐力 Pa は、終局耐力 Pu の値に比例するとともに、塑性率 μ の増大に伴って増大する。塑性率 μ は、終

局変位 δu と比例し、降伏点変位 δv に反比例する値であり、従って、終局変位 δu を増大し、或いは、降伏点変位 δv を低減することにより、壁倍率及び短期許容せん断耐力 P_a を増大することができる。

[0081] 図4に示すとおり、実施例1～4の各試験体の初期剛性 K は、 $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きく、比較例の試験体の初期剛性 K は、 $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ よりも小さく、実施例1～4の試験体の降伏点変位 $\delta v1 \sim \delta v4$ は、比較例の試験体の降伏点変位 $\delta v5$ よりも顕著に小さい。

[0082] 図4に示すとおり、実施例1～4の試験体によって得られる壁倍率及び短期許容せん断耐力 P_a は、比較例の試験体によって得られる壁倍率及び短期許容せん断耐力 P_a の値よりも著しく大きい。これは、降伏点変位 δv の相違（従って、塑性率 μ の相違）が、壁倍率及び短期許容せん断耐力 P_a の増大に比較的大きく寄与した結果であると考えられる。

[0083] 以上説明したとおり、上記構成の耐力壁1によれば、耐力面材10は、 500 N 以上のくぎ側面抵抗を発揮するように無機質繊維及び有機系強度向上材を配合した板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、主材又は芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成されるとともに、壁面の単位面積当たりの質量として特定される耐力面材10の面密度は、 $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ の範囲内の値に設定されており、この結果、耐力壁1の終局変位 δu は、例えば、 $28.89 \times 10^{-3} \sim 34.98 \times 10^{-3} \text{ rad}$ であり、かくして、従来の石膏系耐力面材（例えば、特許文献4に記載された石膏系耐力面材）を用いた耐力壁の終局変位 δu が $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 程度の値であったことと対比すると、比較例の試験体 ($\delta u = 30.10 \times 10^{-3} \text{ rad}$) と同様、耐力壁1の終局変位 δu は、顕著に増大する。しかも、実施例1～4に係る耐力壁1の降伏点変位 $\delta v1 \sim \delta v4$ は、 $6.04 \times 10^{-3} \sim 6.80 \times 10^{-3} \text{ rad}$ であり、比較例に係る耐力壁の降伏点変位 $\delta v5 = 7.26 \times 10^{-3} \text{ rad}$ と比べ、顕著に低下している。この結果、上記実施例1～4の耐力面材10は、耐力壁1の終局変位 $\delta u1 \sim \delta u4$ を増大して塑性率 μ を増大するだけでなく、耐力壁1の降伏点変位 $\delta v1 \sim \delta v4$ の低下によっても塑性率 μ を増大するので、実施例1～

4の終局耐力 P_u 及び終局変位 $\delta u_1 \sim \delta u_4$ が比較例の値と同等の値であったとしても、降伏点変位 $\delta u_1 \sim \delta u_4$ の低下によって塑性率 μ を増大し、壁倍率及び短期許容せん断耐力 P_a を増大することができる。

[0084] 以上、本開示の好適な実施形態及び実施例について詳細に説明したが、本開示は上記実施形態及び実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本開示の範囲内で種々の変形又は変更が可能であることはいうまでもない。

[0085] 例えば、上記実施形態及び実施例は、木構造建築物の1階レベルの耐力壁に関するものであるが、本開示は、2階又は3階レベルの耐力壁についても同様に適用し得るものである。2階又は3階レベルの耐力壁の場合、耐力面材の下端部は、2階床又は3階床レベルの横架材等に留付けられる。

[0086] また、上記実施形態及び実施例は、木造軸組工法且つ大壁造の耐力壁構造に関するものであるが、木造軸組工法の真壁造又は床勝（床先行）・大壁造の耐力壁構造に本開示を適用しても良い。変形例として、木造枠組壁工法の耐力壁構造に本開示を適用しても良く、この場合、耐力面材は、土台、柱及び横架材に換えて、縦枠、下枠、上枠等に留付けられる。

[0087] 更に、図3に示す試験体は、石膏板を上下に分割し、高さ方向中間位置に胴つなぎを配設した構造のものであるが、木造軸組の全高と実質的に同じ高さ寸法の石膏板を用いて面内せん断試験を実施しても良い。後者の場合には、更に短期基準せん断耐力を増大し得ると考えられる。

[0088] また、上記実施形態及び実施例では、耐力面材をくぎによって柱及び横架材等の木造軸組に留付けているが、スクリーブス等の他の種類の留め具によって耐力面材を木造軸組に留め付けても良い。

産業上の利用可能性

[0089] 本開示は、木構造建築物の石膏系耐力面材に適用される。殊に、本開示は、500N以上のくぎ側面抵抗を発揮するように無機質繊維及び有機系強度向上材を混入した板状の石膏硬化体を主材又は芯材を有する石膏系耐力面材に適用される。本開示は又、このような石膏系耐力面材を用いた木構造耐力

壁の壁倍率増大方法に適用される。本開示は更に、このような石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に留付け、耐力面材を木構造壁下地によって構造的に一体的に保持するように構成された木構造建築物の耐力壁構造及び耐力壁施工方法に適用される。本開示によれば、補強材又は補剛材を付加的に取付けることなく、石膏系面材の比重及び／又は板厚を増大することなく、しかも、終局変位(δu)の値を更に増大させることもなく、木構造耐力壁の壁倍率を増大することができるので、その実用的価値又は効果は、顕著である。

[0090] 本国際出願は、2021年10月5日に出願した日本国特許出願第2021-163783号に基づく優先権を主張するものであり、当該出願の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

- [0091] 1 耐力壁（木構造耐力壁）
2 土台
3 柱
4 間柱
4' 継手間柱
5 横架材（梁、胴差、軒桁、妻桁）
5' 胴つなぎ
10、10a、10b 耐力面材（石膏系耐力面材）
20 くぎ（留め具）

請求の範囲

- [請求項1] 石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して留め具によって留付けた構造を有する、木構造耐力壁において、
- 前記耐力面材は、板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、該主材又は該芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成され、
- 前記耐力面材は、壁面の単位面積当りの質量として特定される前記耐力面材の面密度又は面重量として、 $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ の範囲内の面密度又は面重量を有するとともに、 500 N 以上のくぎ側面抵抗を発揮し、且つ、少なくとも 6.5 N/mm^2 以上の圧縮強度を保有しており、
- 前記主材又は前記芯材に、無機質繊維及び有機系強度向上材が配合されており、
- 壁の長さ 1.82 m の耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力(P_u)の補正值(P_u')として、 7.7 kN 以上の前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')を前記耐力面材によって得るようにしたことを特徴とする、木構造耐力壁。
- [請求項2] 請求項1に記載された木構造耐力壁において、
- 前記耐力面材は、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の初期剛性 (K)として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度を保有することを特徴とする、木構造耐力壁。
- [請求項3] 請求項2に記載された木構造耐力壁において、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の物性として、
- (1) $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の初期剛性 (K)、
 - (2) $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の降伏点変位 (δ_v)、
 - (3) 4.2 以上の塑性値(μ)、
 - (4) $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい終局変位 (δ_u)、

(5) 7. 7 k N以上の値であって、前記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')よりも大きい降伏耐力(Py)、及び

(6) 7. 5 N/mm²以上の前記圧縮強度、

より構成される諸物性のうち少なくとも1つの物性を前記面密度又は面重量及び前記くぎ側面抵抗の設定と、前記無機質繊維及び有機系強度向上材の配合とによって確保するようにしたことを特徴とする、木構造耐力壁。

[請求項4] 請求項3に記載された木構造耐力壁において、前記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')は、8. 0 k N以上の値であり、前記終局変位 (δu)は、 2.2×10^{-3} radよりも大きい値であり、及び／又は、前記降伏耐力(Py)は、8. 0 k N以上の値であることを特徴する、木構造耐力壁。

[請求項5] 請求項1乃至4のいずれか1項に記載された木構造耐力壁において、前記耐力面材は、12 mm未満の板厚、及び／又は、0. 96以下の比重を有することを特徴とする、木構造耐力壁。

[請求項6] 石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に固定する、木構造耐力壁の施工方法において、

板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、該主材又は該芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成される石膏系耐力面材を前記木構造壁下地に対して留め具によって留付け、

前記耐力面材は、壁面の単位面積当りの質量として特定される面密度又は面重量として、6. 5～8. 9 kg/m²の範囲内の面密度又は面重量を有するとともに、500 N以上のくぎ側面抵抗を発揮し、且つ、少なくとも6. 5 N/mm²以上の圧縮強度を確保しており、

前記主材又は前記芯材に、無機質繊維及び有機系強度向上材が配合されており、

壁の長さ1. 82 mの耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力(Pu)の補正值(Pu')として、7. 7 k N以上の前

記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')を前記耐力面材によって得るようにしたことを特徴とする、木構造耐力壁の施工方法。

[請求項7]

請求項6に記載された木構造耐力壁の施工方法において、

前記耐力面材は、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の初期剛性 (K)として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度を保有することを特徴とする、木構造耐力壁の施工方法。

[請求項8]

請求項7に記載された木構造耐力壁の施工方法において、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の物性として、

- (1) $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の初期剛性 (K)、
 - (2) $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の降伏点変位 (δv)、
 - (3) 4.2以上の塑性値(μ)、
 - (4) $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい終局変位 (δu)、
 - (5) 7.7 kN 以上の値であって、前記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')よりも大きい降伏耐力(Py)、及び
 - (6) 7.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度、
- より構成される諸物性のうち少なくとも1つの物性を前記面密度又は面重量及び前記くぎ側面抵抗の設定と、前記無機質繊維及び有機系強度向上材の配合とによって確保するようにしたことを特徴とする、木構造耐力壁の施工方法。

[請求項9]

請求項8に記載された木構造耐力壁の施工方法において、前記終局耐力(Pu)の補正值(Pu')は、 8.0 kN 以上の値であり、前記終局変位 (δu)は、 $22 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい値であり、及び／又は、前記降伏耐力(Py)は、 8.0 kN 以上の値であることを特徴する、木構造耐力壁の施工方法。

[請求項10]

請求項6乃至9のいずれか1項に記載された木構造耐力壁の施工方法において、前記耐力面材は、 12 mm 未満の板厚、及び／又は、 0.96 以下の比重を有することを特徴とする、木構造耐力壁の施工方法。

。

[請求項11] 石膏系耐力面材を木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して留め具によって留付けることにより施工される、木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、

板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、該主材又は該芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから前記耐力面材を構成し、

壁面の単位面積当りの質量として特定される前記耐力面材の面密度又は面重量を $6.5 \sim 8.9 \text{ kg/m}^2$ に低減するとともに、 500 N 以上のくぎ側面抵抗及び 6.5 N/mm^2 以上の圧縮強度を発揮し、無機質繊維及び有機系強度向上材が前記主材又は前記芯材に配合され、

壁の長さ 1.82 m の耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力(P_u)の補正值(P_u')として、 7.7 kN 以上の前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')を前記耐力面材によって得ることを特徴とする、木構造耐力壁の壁倍率増大方法。

[請求項12] 請求項11に記載された木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の初期剛性 (K) として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度を前記耐力面材に保有せしめることを特徴とする、木構造耐力壁の壁倍率増大方法。

[請求項13] 請求項12に記載された木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、前記面内せん断試験によって測定される前耐力壁の物性として、
(1) $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の初期剛性 (K)、
(2) $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の降伏点変位 (δ_v)、
(3) 4.2 以上の塑性値 (μ)、
(4) $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい終局変位 (δ_u)、
(5) 7.7 kN 以上の値であって、前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')よりも大きい降伏耐力(P_y)、及び
(6) 7.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度、

より構成される諸物性のうち少なくとも1つの物性を前記面密度又は面重量及び前記くぎ側面抵抗の設定と、前記無機質繊維及び有機系強度向上材の配合とによって確保することを特徴とする、木構造耐力壁の壁倍率増大方法。

[請求項14] 請求項13に記載された木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')は、8.0 kN以上の値であり、前記終局変位(δu)は、 22×10^{-3} radよりも大きい値であり、及び／又は、前記降伏耐力(P_y)は、8.0 kN以上の値であることを特徴する、木構造耐力壁の壁倍率増大方法。

[請求項15] 請求項11乃至14のいずれか1項に記載された木構造耐力壁の壁倍率増大方法において、前記耐力面材は、12 mm未満の板厚、及び／又は、0.96以下の比重を有することを特徴とする、木構造耐力壁の壁倍率増大方法。

[請求項16] 木造軸組工法又は木造枠組壁工法の木構造壁下地に対して留め具によって留付けられる、石膏系耐力面材において、

板状の石膏硬化体からなる主材又は芯材と、該主材又は該芯材の少なくとも表裏面を被覆する紙部材とから構成され、

壁面の単位面積当りの質量として特定される面密度又は面重量として、6.5～8.9 kg/m²の範囲内の面密度又は面重量を有し、

500 N以上のくぎ側面抵抗を発揮し、且つ、少なくとも6.5 N/mm²の圧縮強度を保有しており、

無機質繊維及び有機系強度向上材が、前記主材又は前記芯材に配合されており、

前記耐力面材を木構造壁下地に対して留め具によって留付けてなる壁の長さ1.82 mの耐力壁試験体を用いた面内せん断試験によって求められる終局耐力(P_u)の補正值(P_u')として、7.7 kN以上の前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')を耐力壁に発揮せしめることを特徴とする、石膏系耐力面材。

- [請求項17] 請求項16に記載された石膏系耐力面材において、
前記耐力面材は、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の初期剛性 (K)として $2.0 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の値を確保すべく、 6.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度を保有することを特徴とする、石膏系耐力面材。
- [請求項18] 請求項17に記載された石膏系耐力面材において、前記面内せん断試験によって測定される前記耐力壁の物性として、
(1) $2.2 \text{ kN} / 10^{-3} \text{ rad}$ 以上の初期剛性 (K)、
(2) $7.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 以下の降伏点変位 (δv)、
(3) 4.2以上の塑性値 (μ)、
(4) $20 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい終局変位 (δu)、
(5) 7.7 kN 以上の値であって、前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')よりも大きい降伏耐力(P_y)、及び
(6) 7.5 N/mm^2 以上の前記圧縮強度、
より構成される諸物性のうち少なくとも1つの物性を前記面密度又は面重量及び前記くぎ側面抵抗の設定と、前記無機質繊維及び有機系強度向上材の配合とによって確保するようにしたことを特徴とする、石膏系耐力面材。
- [請求項19] 請求項18に記載された石膏系耐力面材において、前記終局耐力(P_u)の補正值(P_u')は、 8.0 kN 以上の値であり、前記終局変位 (δu)は、 $22 \times 10^{-3} \text{ rad}$ よりも大きい値であり、及び／又は、前記降伏耐力(P_y)は、 8.0 kN 以上の値であることを特徴する、石膏系耐力面材。
- [請求項20] 請求項16乃至19のいずれか1項に記載された石膏系耐力面材において、前記耐力面材は、12mm未満の板厚、及び／又は、0.96以下の比重を有することを特徴とする、石膏系耐力面材。
- [請求項21] 前記芯材の表面又は表層を石膏ボード用原紙で被覆してなる積層構造を有することを特徴とする、請求項16乃至20のいずれか1項に

記載の石膏系耐力面材。

[請求項22] 前記石膏系耐力面材の主材又は芯材は、耐力劣化を防止する耐力劣化防止剤としてオルガノポリシロキサン化合物を含有することを特徴とする、請求項16乃至21のいずれか1項に記載の石膏系耐力面材。

[請求項23] 前記石膏系耐力面材は、980N以下のくぎ側面抵抗を有することを特徴とする、請求項16乃至22のいずれか1項に記載の石膏系耐力面材。