

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2014-129669
(P2014-129669A)

(43) 公開日 平成26年7月10日 (2014.7.10)

(51) Int.Cl.
E O 4 B 1/94 (2006.01)

F I
E O 4 B 1/94 R

テーマコード (参考)
2 E O O 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-287457 (P2012-287457)	(71) 出願人	000003621
(22) 出願日	平成24年12月28日 (2012.12.28)		株式会社竹中工務店
			大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	長岡 勉
			千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会
			社竹中工務店技術研究所内
		(72) 発明者	大橋 宏和
			千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会
			社竹中工務店技術研究所内

最終頁に続く

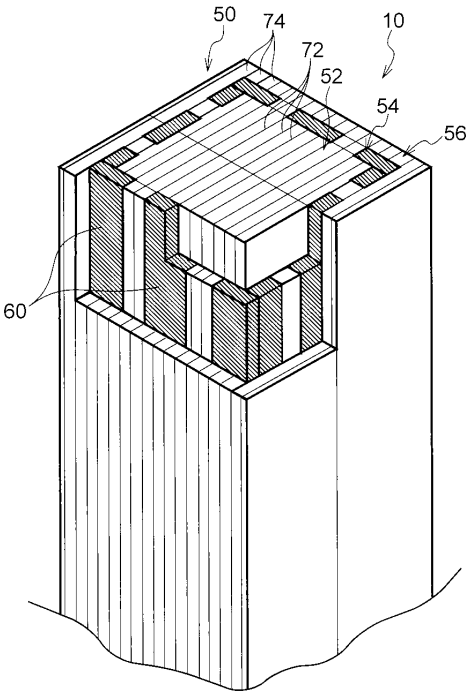
(54) 【発明の名称】 耐火性能の評価方法、及び耐火性能の試験方法

(57) 【要約】

【課題】 集成材の耐火性能又は集成材の荷重支持部の耐火性能を容易に評価する。

【解決手段】 荷重支持部52は心材72の密度が大きいほど温度伝導率が小さく温度が上がりにくい。よって、密度が大きい心材72Bで構成された荷重支持部52Bの方が、密度が小さい心材72Aで構成された荷重支持部52Aよりも、温度が上がりにくい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

集成材を予め定められた条件で加熱した場合に、前記集成材における燃代層の内側に設けられ荷重を支持する荷重支持部が、加熱時及び加熱後に予め定められた温度以下であることを判定基準とする耐火性能の試験方法において、

前記集成材の前記荷重支持部を構成する木材の密度を樹種によって特定する工程と、

前記予め定められた条件で加熱する耐火実験を行って前記判定基準を満たす集成材を求める工程と、

前記耐火実験で判定基準を満たした前記集成材を構成する木材の密度よりも大きい密度の樹種の木材が前記荷重支持部を構成する集成材は、前記判定基準を満たすと判定する工程と、

10

を備える耐火性能の試験方法。

【請求項 2】

集成材における燃代層の内側に設けられ荷重を支持する荷重支持部は、前記荷重支持部を構成する木材の密度が大きいほど温度伝導率が小さく耐火性能が高いと評価する耐火性能の評価方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、耐火性能の評価方法、及び耐火性能の試験方法に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、火災が終了する頃の集成材内部への炭化を防止することができ、自然に燃え止まることにより架構の崩壊を防ぐことができる耐火集成材に関する技術が開示されている（特許文献 1 を参照）。

【0003】

建築基準法上の耐火建築物は、火災が終了した後であっても建ち続けることが条件であり、所定の耐火加熱を加えた後であっても、その部材に期待されている耐火性能（荷重支持能力、遮熱性、遮炎性）が失われないことが必要とされている。

【0004】

30

したがって、構造部材（柱や梁等）となる集成材は、建築基準法に基づく耐火性能試験を受けて合格し、耐火認定を取得する必要がある。そして、現在は、集成材を構成する木材の樹種毎にそれぞれ耐火認定試験を受けて耐火認定を取得している（例えば、非特許文献 1 を参照）。

【0005】

しかし、木材の樹種は膨大な数があり、樹種毎にそれぞれ耐火認定試験を受けて集成材の耐火認定を取得すると、認定に掛かる期間、労力、費用等における負担が大きい。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

40

【特許文献 1】特開 2008 - 31743 号公報

【非特許文献】**【0007】**

【非特許文献 1】官庁施設における木造耐火建築物の整備手法に関する検討（国土交通省）

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明は、上記事実に鑑み、集成材の耐火性能又は集成材の荷重支持部の耐火性能を容易に評価することが課題である。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1の発明は、集成材を予め定められた条件で加熱した場合に、前記集成材における燃代層の内側に設けられ荷重を支持する荷重支持部が、加熱時及び加熱後に予め定められた温度以下であることを判定基準とする耐火性能の試験方法において、前記集成材の前記荷重支持部を構成する木材の密度を樹種によって特定する工程と、前記予め定められた条件で加熱する耐火実験を行って前記判定基準を満たす集成材を求める工程と、前記耐火実験で判定基準を満たした前記集成材を構成する木材の密度よりも大きい密度の樹種の木材が前記荷重支持部を構成する集成材は、前記判定基準を満たすと判定する工程と、を備える耐火性能の試験方法。

10

【0010】

請求項1に記載の発明では、温度の伝導の良否は温度伝導率 K に比例することを利用している。この温度伝導率 K (m^2/s) は、

$$K = \lambda / (c \cdot \rho)$$

に示す熱伝導率 λ を比熱 c と密度 ρ で除した物性値である。

【0011】

ここで、木材においては、熱伝導率 λ と密度 ρ との間には、

$$\lambda = (0.1953 \rho + 25.5) \times 10^{-6} \quad (\text{kW/mK})$$

の関係があることが知られている。

【0012】

20

また、木材の比熱は、樹種によらず略同じとされ、気乾状態では、

$$0.38 \text{kcal/kg} \cdot \text{ } = 1.57 \text{J/g} \cdot \text{ }$$

とされている。

【0013】

これら木材における[熱伝導率 λ と密度 ρ との関係]と[比熱]とから、前述した温度伝導率 K (m^2/s) は下記の[数1]の式となる。

【0014】

【数1】

$$K = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} = \frac{(0.1953 \rho + 25.5) \times 10^{-6}}{c \cdot \rho} = \left(\frac{25.5}{\rho} + 0.1953 \right) \cdot \frac{10^{-6}}{1.57}$$

30

【0015】

そして、上記[数1]の式から、密度 ρ が大きいほど、温度伝導率 K が小さい、すなわち、温度が上にくいことが判る。よって、密度 ρ が大きいほど、温度が上がりにくい、すなわち、耐火性能が高いといえる。

【0016】

このことから、耐火実験を行って荷重支持部が加熱時及び加熱後に予め定められた温度以下であるとする判定基準を満たすと判定された集成材がある場合、この集成材の荷重支持部を構成する木材の密度よりも大きい密度の樹種の木材で構成された荷重支持部を有する集成材も、耐火実験をすることなく判定基準を満たすと判定することができる。よって、集成材の耐火性能を容易に評価することができる。

40

【0017】

なお、各工程は、適宜順番を入れ変えて実施してもよい。例えば、木材の密度を特定する工程は、耐火実験の後で行ってもよい。

【0018】

請求項2の発明は、集成材における燃代層の内側に設けられ荷重を支持する荷重支持部は、前記荷重支持部を構成する木材の密度が大きいほど温度伝導率が小さく耐火性能が高いと評価する耐火性能の評価方法。

50

【 0 0 1 9 】

請求項 2 に記載の発明では、温度の伝導の良否は温度伝導率 K に比例することを利用して、そして、密度 ρ が大きいほど、温度伝導率 K が小さく、温度が上がりにくい、すなわち、耐火性能が高いといえる。したがって、荷重支持部を構成する木材の密度で、集成材の荷重支持部の耐火性能を容易に評価することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、集成材の耐火性能又は集成材の荷重支持部の耐火性能を容易に評価することができる。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 耐火集成材で構成された木造柱を示す断面斜視図である。

【 図 2 】 耐火集成材で構成された木造梁を示す断面斜視図である。

【 図 3 】 木材の温度伝導率と密度との関係を示すグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

< 耐火集成材 >

まず耐火集成材について説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示す木造柱 1 0 及び図 2 に示す木造梁 2 0 は、耐火集成材 5 0 で構成されている。図 1 及び図 2 に示すように、耐火集成材 5 0 は、荷重を支持する荷重支持部（心材部）5 2、モルタルバー 6 0 が埋設された燃止層（もえどまりそう）5 4、及び燃代層（もえしろそう）5 6 の 3 層で構成されている。

20

【 0 0 2 4 】

荷重支持部 5 2 は耐火集成材 5 0 の中心部分に設けられ、燃止層 5 4 は荷重支持部 5 2 の外側に荷重支持部 5 2 を取り囲むように設けられ、燃代層 5 6 は燃止層 5 4 の外側に燃止層 5 4 を取り囲むように設けられている。

【 0 0 2 5 】

そして、火災時には外側の燃代層 5 6 が燃焼し炭化して炭化層となることで断熱効果を発揮すると共に燃止層 5 4 を構成するモルタルバー 6 0 が熱を吸収しながら燃焼を停止させることで、中心部にある荷重を支持する荷重支部部 5 2 を火災から保護する。

30

【 0 0 2 6 】

耐火集成材 5 0 の作製方法は特に限定されるものではないが一例を説明する。荷重支持部 5 2 は木材からなる心材 7 2 を積層し圧縮（接着剤を塗布した被着材に圧力を加えて密着させ、接着剤が充分硬化するのをまって接着を完了する操作）することによって作製されている。そして、燃止層 5 4 及び燃代層 5 6 は、木材からなる燃代材 7 4 を荷重支部部 5 2 の周囲に燃止層 5 4（モルタルバー 6 0）と共に積層し接着することによって耐火集成材 5 0 が作製されている。

【 0 0 2 7 】

なお、耐火集成材 5 0 の心材 7 2 及び燃代材 7 4 は、木材によって形成されていればよい。例えば、心材及び燃代材は、米松、唐松、檜、杉、あすなろ等の一般の木造建築に用いられる木材（以下、「一般木材」とする）によって形成してもよいし、これらの一般木材を角柱状の単材に加工し、この単材を複数集成し単材同士を接着剤により接着して一体化することによって形成してもよい。

40

【 0 0 2 8 】

また、燃止層 5 4 は、火炎及び熱の進入を抑えて燃え止まり効果を発揮できる層であればよい。例えば、燃止層 5 4 は、難燃性を有する層や熱の吸収が可能な層であればよい。

【 0 0 2 9 】

難燃性を有する層としては、木材に難燃薬剤を注入して不燃化处理した難燃薬剤注入層が挙げられる。熱の吸収が可能な層は、一般木材よりも熱容量が大きな材料、一般木材よ

50

りも断熱性が高い材料、又は一般木材よりも熱慣性が高い材料によって形成してもよいし、これらの材料と一般木材とを組み合わせ形成してもよい。また、難燃性を有する層と、熱の吸収が可能な層とを組み合わせ燃止層を形成してもよい。また、一般木材よりも熱容量が大きな材料としては、モルタル、石材、ガラス、繊維補強セメント、石膏等の無機質材料、各種の金属材料などが挙げられる。一般木材よりも断熱性が高い材料としては、珪酸カルシウム板、ロックウール、グラスウールなどが挙げられる。一般木材よりも熱慣性が高い材料としては、セランガンバツ、ジャラ、ボンゴシ等の木材が挙げられる。

【0030】

< 荷重支部の耐火性能 >

つぎに、図1に示す木造柱10及び図2に示す木造梁20を構成する耐火集成材50の荷重支持部52の耐火性能について説明する。

10

【0031】

木材は、炭化する炭化温度に樹種による差が殆ど無いことは周知とされている。また、温度の伝導の良否は温度伝導率Kに比例する（炭化温度及び温度伝導率に関する詳しい説明は後述する）。

【0032】

温度伝導率K (m²/s) は、

$$K = \lambda / (c \cdot \rho)$$

で示される、熱伝導率λを比熱cと密度ρで除した物性値である。

【0033】

20

木材においては、熱伝導率λと密度ρとの間には、

$$\lambda = (0.1953 \rho + 25.5) \times 10^{-6} \quad (\text{kW/mK})$$

の関係があることが知られている（木材における熱伝導率λと密度ρとの関する詳しい説明は後述する）。

【0034】

また、木材の比熱は、樹種によらず略同じとされ、気乾状態では、

$$c = 0.38 \text{ kcal/kg} \cdot \text{ } = 1.57 \text{ J/g} \cdot \text{ }$$

とされている（木材の比熱に関する詳しい説明は後述する）。

【0035】

これらから、上述した熱伝導率λを比熱cと密度ρで除した物性値である温度伝導率Kは、下記の[数1]の式となる。

30

【0036】

【数1】

$$K = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} = \frac{(0.1953 \rho + 25.5) \times 10^{-6}}{c \cdot \rho} = \left(\frac{25.5}{\rho} + 0.1953 \right) \cdot \frac{10^{-3}}{1.57}$$

【0037】

そして、上記[数1]の式をグラフ化したものを図3に示す。この図3のグラフを見ると判るように、横軸の木材の密度ρが大きくなるに従って、縦軸の温度伝導率Kが小さくなっており、密度が小さいほど、温度が上にいくことが判る。つまり、木材は、密度ρが大きいほど、温度が上がりにくい、すなわち、耐火性能が高いことが判る。

40

【0038】

よって、図1及び図2に示す耐火集成材50における燃代層54の内側に設けられ荷重を支持する荷重支持部52は、荷重支持部52を構成する心材72の密度が大きいほど温度伝導率が小さく耐火性能が高いと評価することができる。

【0039】

< 耐火集成材の耐火性能の試験方法 >

つぎに、図1に示す木造柱10及び図2に示す木造梁20を構成する耐火集成材50の

50

耐火性能の試験方法について説明する。

【 0 0 4 0 】

前述したように、耐火集成材 5 0 は、火災時には外側の燃代層 5 6 が燃焼し炭化して炭化層となることで断熱効果を発揮すると共に燃止層 5 4 を構成するモルタルバーが熱を吸収しながら燃焼を停止させることで、中心部にある荷重を支持する荷重支持部 5 2 を火災から保護する。

【 0 0 4 1 】

ここで、耐火集成材（木造耐火部材）5 0 の建築基準法に基づく耐火性能試験の判定基準は、予め定められた条件で加熱した場合の加熱時及び加熱後における、

- ・部材の変位（柱なら縮み、梁ならたわみ）
- ・部材の変位速度（単位時間当たりの変位）
- ・荷重支持部の温度が炭化しない温度以下（2 6 0 以下）

の三つの項目の評価である。

【 0 0 4 2 】

荷重支持部 5 2 の温度は、表面の温度が高く内部に行くほど温度が低くなる。そして、荷重支持部 5 2 の表面が、炭化する温度の 2 6 0 近くになった場合でも、荷重支持部 5 2 全体は、荷重支持能力を有しており、部材の変位の変化は殆どない。

【 0 0 4 3 】

したがって、上記の三つ目の項目の「荷重支持部の温度が炭化しない温度以下（2 6 0 以下）」を満足すれば、上の二つの項目の「部材の変位（柱なら縮み、梁ならたわみ）」及び「部材の変位速度（単位時間当たりの変位）」も満足する。よって、耐火集成材（木造耐火部材）5 0 の耐火性能の評価（合否）は、実質的には荷重支持部 5 2 の表面が炭化する温度以下であることで判定することができる。すなわち、耐火集成材 5 0 の耐火性能の試験は、耐火集成材 5 0 を予め定められた条件で加熱した場合に荷重支持部 5 2 の表面の温度が加熱時及び加熱後に予め定められた温度（炭化温度 2 6 0 ）以下であることを判定基準とすることができる。

【 0 0 4 4 】

ここで、樹種 A からなる心材 7 2 A で構成された荷重支持部 5 2 A の耐火集成材 5 0 A と、樹種 B からなる心材 7 2 B で構成された荷重支持部 5 2 B の耐火集成材 5 0 B と、があり、樹種 A の心材 7 2 A の密度よりも樹種 B の心材 7 2 B の密度が大きいとする。

【 0 0 4 5 】

なお、耐火集成材 5 0 A と耐火集成材 5 0 B とは心材 7 2 の樹種が異なる以外は同じ構造である。また、耐火集成材 5 0 は、荷重支持部 1 1 0 を構成する心材 7 2 の樹種によることなく、荷重支部 5 2 の表面温度は同じである。

【 0 0 4 6 】

そして、前述したように荷重支持部 5 2 は、心材 7 2 の密度が大きいほど温度伝導率が小さく温度が上がりにくい。よって、密度が大きい心材 7 2 B で構成された荷重支持部 5 2 Bの方が、密度が小さい心材 7 2 A で構成された荷重支持部 5 2 A よりも、温度が上がりにくい。

【 0 0 4 7 】

したがって、耐火集成材 5 0 A を予め定められた条件で加熱する耐火実験を行い加熱時及び加熱後に荷重支持部 5 2 A が予め定められた温度以下であった場合、同様の耐火実験を行なわなくても荷重支持部 5 2 B も加熱時及び加熱後に予め定められた温度以下であるといえる。

【 0 0 4 8 】

よって、前述した耐火集成材 5 0 を予め定められた条件で加熱した場合に荷重支持部 5 2 が加熱時及び加熱後に予め定められた温度（炭化温度 2 6 0 ）以下であることを判定基準とする耐火性能の試験方法において、耐火集成材 5 0 A に耐火試験を行って判定基準を満たす場合、耐火集成材 5 0 B も耐火試験をすることなく判定基準を満たすと判定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

つぎに、具体的な耐火集成材の耐火性能の試験方法の手順の一例を示す。

まず、耐火集成材 5 0 の荷重支持部 5 2 を構成する心材 7 2 の密度を樹種毎に特定する。なお、このとき樹種毎に複数の心材 7 2 の密度を測定し平均をとる（平均値がその樹種の密度の値とする）。

【 0 0 5 0 】

つぎに、予め定められた条件で加熱する耐火試験を行って判定基準を満たす耐火集成材 5 0 A を求める。

【 0 0 5 1 】

そして、耐火集成材 5 0 A が判定基準を満たすと判定すると共に、樹種 A からなる心材 7 2 A の密度よりも大きい密度の樹種 B からなる心材 7 2 B が荷重支持部 5 2 B を構成する耐火集成材 5 0 B も判定基準を満たすと判定する。

10

【 0 0 5 2 】

なお、各工程は、適宜順番を入れ変えて実施してもよい。例えば、心材 7 2 の密度を特定する工程は、耐火実験の後で行ってもよい。

【 0 0 5 3 】

ここで、上述した耐火試験の「予め定められた条件」及び「判定基準」とは、耐火認定を取得するための建築基準法に基づく耐火性能試験の試験条件に準じている。よって、耐火集成材 5 0 A が建築基準法に基づく耐火性能試験を受けて合格し耐火認定を取得した場合、耐火集成材 5 0 B も耐火性能試験を受けることなく耐火認定を取得することができる。

20

【 0 0 5 4 】

なお、ここでは説明を容易するため樹種 A と樹種 B との二つの樹種で説明したが、複数の樹種を対象としてもよいことはいうまでもない。

【 0 0 5 5 】

< 作用効果 >

つぎに本実施形態の作用及び効果について説明する。

【 0 0 5 6 】

心材（木材）7 2 の密度 ρ が大きいほど、温度伝導率 K が小さく、温度が上がりにくい、すなわち、耐火性能が高い。したがって、荷重支持部 5 2 を構成する心材 7 2 の密度を測定することで、耐火集成材 5 0 の荷重支持部 5 2 の耐火性能を容易に評価することができる。

30

【 0 0 5 7 】

そして、実際に耐火集成材 5 0 A に耐火実験を行って加熱時及び加熱後に予め定められた温度（炭化温度）以下であるとする判定基準を満たす場合、荷重支持部 5 2 A を構成する樹種 A からなる心材 7 2 A の密度よりも大きい密度の樹種 B からなる心材 7 2 B で構成された荷重支持部 5 2 B の耐火集成材 5 0 B も、耐火実験をすることなく判定基準を満たすと判定することができる。よって、耐火集成材の耐火性能を容易に評価することができる。

【 0 0 5 8 】

また、耐火集成材 5 0 A が建築基準法に基づく耐火性能試験を受けて合格し耐火認定を取得した場合、耐火集成材 5 0 B も耐火性能試験を受けることなく耐火認定を取得することができる。よって、樹種毎にそれぞれ耐火認定試験を受けて耐火集成材の耐火認定を取得する場合に比較し、認定に掛かる期間、労力、費用等における負担が軽減される。

40

【 0 0 5 9 】

なお、前述したように樹種 A と樹種 B との二つの樹種で説明したが、複数の樹種を対象としてもよいことはいうまでもない。例えば、密度の大きさが樹種 A < 樹種 B < 樹種 C < 樹種 D である場合、耐火試験を行った樹種 A が判定基準を満たす場合（耐火認定を取得した場合）、樹種 B、樹種 C、樹種 D も判定基準を満たすと判定することができる（耐火認定を取得することができる）。

【 0 0 6 0 】

50

< 詳細説明 >

つぎに、上記説明で「詳細は後述する」と記載した事項について詳しく説明する。

【 0 0 6 1 】

[温度伝導率 K]

まず、温度伝導率 K について説明する。なお、温度伝導率は、温度拡散率、温度伝播率、温度拡散係数等とも呼ばれている。

【 0 0 6 2 】

物体の任意の位置 (x 、 y 、 z) の任意の時刻 (t) における温度を θ (x 、 y 、 z) で表すと、下記の [数 2] の式となる。

【 0 0 6 3 】

【 数 2 】

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \right] dx dy dz \cdot dt$$

【 0 0 6 4 】

物体の温度上昇を $d\theta$ とすると、それに要する熱量は、 $c \rho d\theta \cdot dx dy dz$ である (c は比熱、 ρ は密度) 。そして、これが前式 [数 2] に等しいとおけば、次式 [数 3] となる。

【 0 0 6 5 】

【 数 3 】

$$c\rho \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)$$

【 0 0 6 6 】

さらに、熱伝導率 λ が物体内で一定であるならば、前式 [数 3] は次式 [数 4] となる。

【 0 0 6 7 】

【 数 4 】

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \kappa \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right)$$

【 0 0 6 8 】

ここで、[数 4] の右辺の κ は $\lambda / (c \cdot \rho)$ であり、温度伝導率と呼ばれる物質ごとに決まった値をとる物性値である。言い換えると、熱伝導率 λ を比熱 c と密度 ρ とで除した物性値 (熱容量 (比熱 $c \times$ 密度 ρ) 当たりの熱伝導率 λ) である。

【 0 0 6 9 】

そして、左辺の温度上昇 $d\theta$ を時間 t で微分した温度上昇の速さ (熱エネルギーの流れる速さ) は、右辺の温度伝導係数 κ に比例することがわかる。すなわち、温度伝導率 κ が大きいほど温度変化が大きく温度が上がりやすいことを示している。別の観点から説明すると、熱伝導率 λ は熱の伝導の良否を示す物性値であるのに対して、温度伝導率 κ は温度の伝導の良否を示す物性値である。

【 0 0 7 0 】

なお、温度伝導率は、当該技術者であれば周知の物性値であり、例えば、「伝熱概論 (著作者：甲藤好郎、発行者：株式会社養賢堂) 第 2 章」等の専門書に記載されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

[木材における熱伝導率 λ と密度 ρ との関係]

つぎに、木材における熱伝導率 λ と密度 ρ との関係について説明する。

【 0 0 7 2 】

木材は、極めて微細な細胞によって構成されているので、木材の内部の伝熱作用は、主として伝導によって行われる。また、乾燥した空気の熱伝導率は 20 において、 0.02 kcal/mh であり、木材の細胞壁の熱伝導率よりも非常に小さい。したがって、木材の熱伝導率は、木材の比重に大きな影響を受ける。

【 0 0 7 3 】

そして、木材においては、熱伝導率 λ と密度 ρ との間には、相関関係があることが知られている共に、

$$\lambda = (0.1953 \rho + 25.5) \times 10^{-6} \quad (\text{kW/mK})$$

関係式が成り立つことが知られている。

【 0 0 7 4 】

なお、この関係式は、Kollmannによって求められた回帰式（実験式）であり、例えば、「木材工学 著作者；木材工学刊行会 発行者；株式会社養賢堂」等の専門書に記載されている。

【 0 0 7 5 】

[木材の比熱]

つぎに、木材の比熱について説明する。

【 0 0 7 6 】

木材の比熱は、密度 $\rho = 230 \sim 1100$ の範囲においては、密度 ρ に関係なく略同じとされている。なお、比熱は木材の種類に関わらず、含水率の影響を受ける。

【 0 0 7 7 】

比熱 c は、

$$c = (26.6 + 0.116 t + u) \div (100 + u) \quad t: \text{温度、} u: \text{含水率}$$

で表される。

【 0 0 7 8 】

そして、気乾状態の木材の比熱は 20 で

$$c = 0.38 \text{ kcal/kg} \cdot \quad = 1.57 \text{ J/g} \cdot$$

となる。

【 0 0 7 9 】

このことは当該技術者であれば周知であり、例えば、「木材工学 著作者；木材工学刊行会 発行者；株式会社養賢堂」等の専門書に記載されている。

【 0 0 8 0 】

[炭化温度]

つぎに木材の炭化温度について説明する。

【 0 0 8 1 】

木材は、樹種が異なっても炭化温度には殆ど差が無いことは当該技術者であれば周知である。また、日本においては、火災安全上、 260 を燃焼危険温度として防火評価されている。よって、上記実施形態においては、 260 を炭化温度とした。なお、このことは、例えば、「木材の燃焼性および耐火性能に関する研究 1997年 原田寿郎（18ページ1行目～3行目）」等の専門書に記載されている。

【 0 0 8 2 】

< その他 >

尚、本発明は上記実施形態に限定されない。

【 0 0 8 3 】

例えば、耐火集成材 50 は図1及び図2に示す構成に限定されない。燃代層の内側に荷重を支持する荷重支持部が設けられた構成であればよい。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

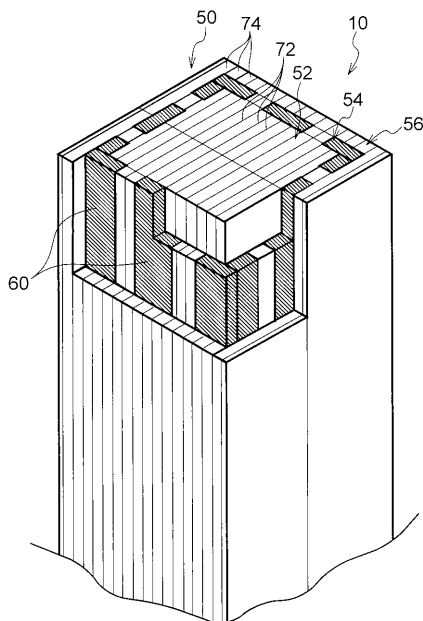
更に、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは言うまでもない

【符号の説明】

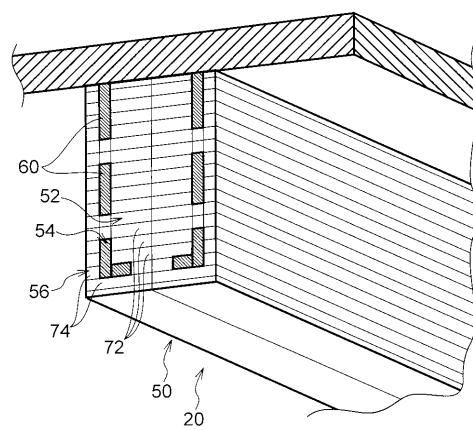
【 0 0 8 5 】

- | | |
|-----|---------------|
| 5 0 | 耐火集成材（集成材の一例） |
| 5 2 | 荷重支持部 |
| 5 6 | 燃代層 |
| 7 2 | 心材（木材の一例） |

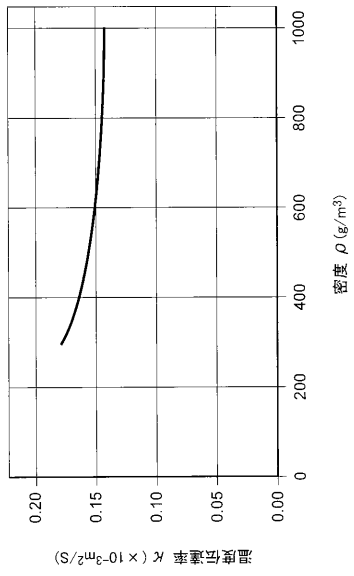
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 永盛 洋樹

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

(72)発明者 五十嵐 信哉

東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中工務店東京本店内

Fターム(参考) 2E001 DE01 EA09 GA63 HC01