

明 細 書

発明の名称：積層体

技術分野

[0001] 本発明は、優れた耐熱保護性を有する積層体に関するものである。本発明の積層体は、建築構造物における各種基材を高温から保護する目的で使用する事ができる。

背景技術

[0002] 建築構造物が火災によって高温に晒された場合には、柱、梁、床、屋根、壁等の各種基材の物理的強度が急激に低下するおそれがある。これに対して、建築構造物の各種基材を耐熱保護材で被覆して耐熱性を高める方法が種々提案されている。

[0003] 耐熱保護材としては、例えば、ロックウール、パーライト、バーミュキュライト等の無機質軽量骨材とセメントとを含む材料がよく知られている。しかしながら、かかる材料の耐熱保護材を使用する場合には、十分な耐熱性能を得るためには、20～50mm程度の厚い被膜を施工しなければならない。そのため、施工時に多量の材料を必要とし、作業上の負担が大きい上、乾燥に時間を要するという問題もある。更に、被膜が厚いため、空間の有効利用が妨げられるおそれや、外観上圧迫感を与えるおそれがある。

[0004] 近年、これらの欠点を改良した耐熱保護材として、熱膨張性材料を用いた耐熱保護材が注目されている。熱膨張性材料は、火災時の温度上昇によって熱膨張性材料の被膜が膨張することにより炭化断熱層を形成することができるため、初期段階（施工段階）の被膜を薄膜化することが可能である。

[0005] かかる熱膨張性材料としては、例えば、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂等の結合材と、ポリリン酸アンモニウム等のリン化合物と、多糖類、多価アルコール等の炭化剤と、メラミン、ジシアンジアミド等の含窒素発泡剤とを主要成分とする熱膨張性材料が挙げられる（特許文献1、特許文献2等）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表平4－504135号公報

特許文献2：特開平7－331124号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1、2等に記載の熱膨張性材料は比較的重量があり、施工時の作業効率、建築構造物にかかる荷重等を考慮すると軽量化することが望ましい。そこで、例えば、軽量粉体を配合することにより軽量化することが考えられるが、特許文献1、2等に記載の熱膨張性材料に軽量粉体を配合すると、単位体積当たりの重量は減少するが、熱膨張性が阻害されて、優れた耐熱保護性能を得ることが困難な場合がある。

[0008] 本発明は、このような問題点に鑑みて完成されたものであり、熱膨張性材料を用いた積層体（耐熱保護材）であって、初期段階の薄膜性、熱膨張性及び耐熱保護性を損なうことなく軽量化が達成された、新たな積層体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

[0009] 本発明者は、上記目的を解決するために鋭意検討を重ねた結果、特定の熱膨張層A及び熱膨張層Bが少なくとも積層されている積層体を採用する場合には、上記目的を達成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0010] 即ち、本発明は、下記の積層体に関する。

1. 熱膨張性を有する積層体であって、

（1）前記積層体は、少なくとも熱膨張層A及び熱膨張層Bが積層されており、

（2）熱膨張層Aは、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤を含有し、更に無機質軽量粉体Aを含有する場合には熱膨張層A中の無機質軽量粉体Aの含有量が5容量%未満であり、

（3）熱膨張層Bは、結合材、難燃剤、発泡剤、炭化剤及び無機質軽量粉体

Bを含有し、熱膨張層B中の無機質軽量粉体Bの含有量が5～70容量%であり、

(4) 無機質軽量粉体A及び無機質軽量粉体Bは、かさ密度が $0.1 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ であることを特徴とする積層体。

2. 前記積層体は、耐熱性を付与すべき構造物の基材に、熱膨張層B及び熱膨張層Aが当該順に積層されるように施工される、上記項1に記載の積層体。

3. 熱膨張層Aの厚みが $0.3 \sim 5 \text{ mm}$ である、上記項1又は2に記載の積層体。

4. 熱膨張層Bの厚みが $0.3 \sim 5 \text{ mm}$ である、上記項1～3のいずれかに記載の積層体。

5. 無機質軽量粉体A及び無機質軽量粉体Bは、比表面積が $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上である、上記項1～4のいずれかに記載の積層体。

発明の効果

[0011] 本発明の積層体は、熱膨張性材料を用いた積層体であって、初期段階の薄膜性、熱膨張性及び耐熱保護性を損なうことなく軽量化が達成されている。本発明の積層体は、建築構造物における各種基材を高温から保護する目的で使用する耐熱保護材として有用である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の積層体は、熱膨張性を有する積層体であって、

(1) 前記積層体は、少なくとも熱膨張層A及び熱膨張層Bが積層されており、

(2) 熱膨張層Aは、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤を含有し、更に無機質軽量粉体Aを含有する場合には熱膨張層A中の無機質軽量粉体Aの含有量が5容量%未満であり、

(3) 熱膨張層Bは、結合材、難燃剤、発泡剤、炭化剤及び無機質軽量粉体Bを含有し、熱膨張層B中の無機質軽量粉体Bの含有量が5～70容量%であり、

(4) 無機質軽量粉体 A 及び無機質軽量粉体 B は、かさ密度が $0.1 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ であることを特徴とする。

[0013] 本発明の積層体は、耐熱性を付与すべき構造物の基材に、熱膨張層 B 及び熱膨張性 A が当該順に積層されるように施工されることが好ましい。即ち、熱膨張層 B が構造物の基材に近い側に施工され、熱膨張層 A が構造物の基材から遠い側に施工されることが好ましい。この点を踏まえて、本発明の積層体において、熱膨張層 B が存在する方を「基材側」、熱膨張層 A が存在する方を「表側」とも言う。なお、耐熱性を付与すべき構造物の基材としては限定的ではないが、例えば、建築構造物の柱、梁、床、屋根、壁等が挙げられる。

[0014] 表側の熱膨張層 A は、優れた熱膨張性を有し、優れた耐熱保護性を有する炭化断熱層を形成するものである。また、基材側の熱膨張層 B は、軽量化に寄与するとともに断熱性を有する強固な炭化断熱層を形成し、熱膨張層 A の熱膨張を補助して熱膨張層 A の熱膨張性を高める作用がある。更に、熱膨張層 B は、熱膨張層 A で形成される炭化断熱層を補強する作用も有する。

[0015] 本発明の積層体は、上記熱膨張層 A 及び熱膨張層 B を積層することにより、比較的軽量であるとともに、優れた熱膨張性を有し、優れた耐熱保護性を発揮する。

[0016] 基材側の熱膨張層 B は、無機質軽量粉体 B の含有量が 5 容量%より少ない場合には、積層体を十分に軽量化できない。また、熱膨張層 A の熱膨張を補助することが困難であるとともに熱膨張層 A で形成される炭化断熱層の補強も困難である。また、無機質軽量粉体 B の含有量が 70 容量%より多い場合には、熱膨張層 B 自体の強度が不十分となる。よって、熱膨張層 B 中の無機質軽量粉体 B の含有量は、5～70 容量%と規定している。

[0017] 表側の熱膨張層 A は、無機質軽量粉体 A を含有する場合には、5 容量%未満となるように設定する。これは、無機質軽量粉体 A の含有量が 5 容量%以上の場合には、熱膨張層 A の熱膨張性が阻害され易くなり、優れた炭化断熱層の形成が困難となることに基づく。

[0018] 無機質軽量粉体 A 及び B のかさ密度は、いずれも $0.1 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ 、好ましくは $0.15 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ 、より好ましくは $0.2 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ である。

[0019] 無機質軽量粉体 A 及び B のかさ密度が 0.1 g/cm^3 未満の場合には、炭化断熱層の強度が低下するおそれがある。また、かさ密度が 2.0 g/cm^3 より大きい場合には、軽量化が困難となり、耐熱保護性が低下するおそれがある。本発明では、かかる範囲内のかさ密度の無機質軽量粉体 A 及び B を用いることにより、初期段階の薄膜性、熱膨張性及び耐熱保護性を損なうことなく、積層体を軽量化することができる。また、各炭化断熱層のずれ落ち等の不具合を防止することができる。

[0020] 無機質軽量粉体 A 及び B は、所定のかさ密度の要件を満たす限り限定されず、例えば、シリカゲル、ゼオライト、セリサイト、ベントナイト、セピオライト、バーミキュライト、ドロマイト、ワラストナイト、活性炭、アロフエン等が挙げられる。

[0021] また、無機質軽量粉体 A 及び B の比表面積は、いずれも $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましい。特に比表面積が $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の無機質軽量粉体 B が熱膨張層 B に存在することにより、熱膨張層 B の断熱性を向上させることができる。よって、積層体に熱が加わった際に、熱膨張層 A に加わった熱が熱膨張層 B へと移動せずに熱膨張層 A に蓄えられて熱膨張層 A の温度を効率良く上昇させることができる。その結果、熱膨張層 A が効率良く熱膨張し、優れた耐熱保護性を有する積層体を得ることができる。

[0022] なお、本発明の積層体は、本発明の効果を損なわない限り、熱膨張層 A 及び／又は熱膨張層 B に、かさ密度が $0.1 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ である有機質軽量粉体を含んでもよい。

[0023] 熱膨張層 A

熱膨張層 A は、任意成分である上記無機質軽量粉体 A の他に、必須成分として、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤を含有する。

[0024] 結合材としては、公知の熱膨張性材料で採用されているものを使用するこ

とができる。結合材としては、例えば、アクリル樹脂、酢酸ビニル樹脂、酢酸ビニル－アクリル共重合樹脂、ポリエチレン樹脂、アクリル－スチレン共重合樹脂、酢酸ビニル－エチレン共重合樹脂、ポリエステル樹脂、酢酸ビニル－バーサチック酸ビニルエステル共重合樹脂、酢酸ビニル－バーサチック酸ビニルエステル－アクリル共重合樹脂、フェノール樹脂、石油樹脂、塩化ビニル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリブタジエン樹脂、アルキッド樹脂、メラミン樹脂、プロピレングム、クロロプレングム、ブチルゴム、イソブチレングム等の有機質結合材が挙げられる。これらの結合材は、単独で又は2種以上を組み合わせ使用することができる。また、必要に応じて、セメント、石膏、水ガラス、シリコン樹脂等の無機質結合材を併用することも可能である。

[0025] 難燃剤は、火災時に脱水冷却効果、不燃性ガス発生効果、結合材炭化促進効果等の少なくとも1つの効果を発揮し、結合材の燃焼を抑制する作用を有するものである。難燃剤としては、上記作用を有する限り特に制限されず、公知の熱膨張性材料で使用する難燃剤と同様のものが使用できる。

[0026] 難燃剤としては、例えば、トリクレジルホスフェート、ジフェニルクレジルフอสフェート、ジフェニルオクチルフอสフェート、トリ（ β -クロロエチル）フอสフェート、トリブチルフอสフェート、トリ（ジクロロプロピル）フอสフェート、トリフェニルフอสフェート、トリ（ジブromoproピル）フอสフェート、クロロフスフォネート、ブromofosフォネート、ジエチル－N，N－ビス（2－ヒドロキシエチル）アミノメチルフosフェート、ジ（ポリオキシエチレン）ヒドロキシメチルフosフォネート等の有機リン系化合物；塩素化ポリフェニル、塩素化ポリエチレン、塩化ジフェニル、塩化トリフェニル、五塩化脂肪酸エステル、パークロロペンタシクロデカン、塩素化ナフタレン、テトラクロル無水フタル酸等の塩素化合物；三酸化アンチモン、五塩化アンチモン等のアンチモン化合物；三塩化リン、五塩化リン、リン酸アンモニウム、ポリリン酸アンモニウム等のリン化合物；その他、ホウ酸亜鉛、ホウ酸ソーダ等のホウ素化合物等が挙げられる。これ

らの難燃剤は、単独で又は２種以上を組み合わせ使用することができる。

[0027] 本発明では、難燃剤として、特にポリリン酸アンモニウムを用いるのが好ましい。ポリリン酸アンモニウムを使用する場合には、脱水冷却効果及び不燃性ガス発生効果をより効果的に発揮することができる。

[0028] 発泡剤は、火災時に不燃性ガスを発生させて、炭化していく結合材及び後記の炭化剤を膨張させて気孔を有する炭化断熱層を形成させる役割を有する。発泡剤は、かかる作用を有する限り特に制限されず、公知の熱膨張性材料における発泡剤と同様のものを使用することができる。

[0029] 発泡剤としては、例えば、メラミン及びその誘導体、ジシアンジアミド及びその誘導体、アゾジカーボンアミド、尿素、チオ尿素等が挙げられる。これらの発泡剤は、単独で又は２種以上で使用することができる。これらの発泡剤のうち、メラミン、ジシアンジアミド、アゾジカーボンアミド等が不燃性ガスの発生効率に優れている点で好ましく、特にメラミンが好適である。

[0030] 炭化剤は、火災時に結合材の炭化とともにそれ自体も脱水炭化していくことにより、断熱性に優れた厚みのある炭化断熱層を形成する作用を有する。炭化剤としては、このような作用を有する限り特に制限されず、公知の熱膨張性材料で使用する炭化剤と同様のものが使用できる。

[0031] 炭化剤としては、例えば、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、トリメチロールプロパン等の多価アルコール；デンプン、カゼイン等が挙げられる。これらの炭化剤は、単独で又は２種以上を組み合わせ使用することができる。本発明では、炭化剤として、特にペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール等が脱水冷却効果と炭化断熱層形成作用に優れている点で好ましい。

[0032] 熱膨張層 A における各成分の配合比率は、火災発生時に十分な断熱性を有する炭化断熱層が形成可能である限り限定されないが、各成分の種類などに応じて適宜設定できる。

[0033] 難燃剤の配合比率は、結合材の固形分 100 重量部に対して、好ましくは 50～1000 重量部、より好ましくは 100～800 重量部、更に好まし

くは200～600重量部である。また、発泡剤の配合比率は、結合材の固形分100重量部に対して、好ましくは5～500重量部、より好ましくは30～200重量部である。また、炭化剤の配合比率は、結合材の固形分100重量部に対して、好ましくは5～600重量部、より好ましくは10～400重量部である。

[0034] また、無機質軽量粉体Aの含有量は、熱膨張層A中、0容量%又は5容量%未満（好ましくは3容量%以下）である。無機質軽量粉体Aを含有する場合には、その含有量の下限値は1容量%程度である。

[0035] 上記各成分の配合比率の範囲内であれば、特に炭化断熱層の熱膨張性に優れ、熱膨張度合いが均一であり、優れた断熱効果、強度等が得られ易い。

[0036] なお、無機質軽量粉体Aの含有量（容量%）は、下記の式で求められる値である。

[0037] [化1]

$$\text{無機質軽量粉体Aの含有量（容量\%）} = \frac{\{\text{無機質軽量粉体Aの重量} / \text{無機質軽量粉体Aのかさ密度}\}}{\text{熱膨張層Aの容量}} \times 100$$

[0038] 熱膨張層Aには、上述の結合材、難燃剤、炭化剤、発泡剤、無機質軽量粉体A以外にも、必要に応じて、充填剤、着色顔料、繊維、可塑剤、分散剤等を配合することもできる。

[0039] 充填剤としては、例えば、タルク等の珪酸塩；炭酸カルシウム、炭酸ナトリウム等の炭酸塩；酸化アルミニウム、二酸化チタン、酸化亜鉛、アルミナ等の金属酸化物；粘土、クレー、シリカ等の天然鉱物類等が挙げられる。

[0040] 充填剤としては、通常、かさ密度が2.0g/cm³より大きく、3.0g/cm³以下であるものを用いる。

[0041] 充填剤の配合比率は、結合材の固形分100重量部に対して、好ましくは10～300重量部、より好ましくは20～250重量部である。

[0042] 熱膨張層B

熱膨張層Bは、無機質軽量粉体B、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤を

含有する。

[0043] 熱膨張層 B で用いる結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤は、熱膨張層 A の項目で例示した成分から適宜選定して、使用することができる。

[0044] 本発明では、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤について、熱膨張層 A で使用した成分と同様の成分を用いることにより、熱膨張層 A と熱膨張層 B との密着性に優れた積層体を得ることができる。

[0045] 熱膨張層 B における各成分の配合比率は、火災発生時に十分な断熱性を有する炭化断熱層が形成可能である限り特に限定はされないが、各成分の種類などに応じて適宜設定することができる。

[0046] 難燃剤の配合比率は、結合材の固形分 100 重量部に対して、好ましくは 50～1000 重量部、より好ましくは 100～800 重量部、更に好ましくは 200～600 重量部である。また、発泡剤の配合比率は、結合材の固形分 100 重量部に対して、好ましくは 5～500 重量部、より好ましくは 30～200 重量部である。また、炭化剤の配合比率は、結合材の固形分 100 重量部に対して、好ましくは 5～600 重量部、より好ましくは 10～400 重量部である。

[0047] 上記各成分の配合比率の範囲内であれば、特に断熱性を有する強固な炭化断熱層を形成するとともに、熱膨張層 A の熱膨張性を高め易い。

[0048] また、無機質軽量粉体 B の含有量は、熱膨張層 B 中において、5～70 容量%（好ましくは 20～65 容量%）である。

[0049] この範囲内においては、特に、軽量化とともに、優れた断熱性を有する強固な炭化断熱層を形成することができる。

[0050] なお、無機質軽量粉体 B の含有量（容量%）は、下記の式で求められる値である。

[0051] [化2]

$$\text{無機質軽量粉体 B の含有量（容量\%）} = \frac{\{\text{無機質軽量粉体 B の重量} / \text{無機質軽量粉体 B のかさ密度}\}}{\text{熱膨張層 B の容量}} \times 100$$

[0052] 熱膨張層Bには、結合材、難燃剤、炭化剤、発泡剤、無機質軽量粉体以外にも、必要に応じて、充填剤、着色顔料、繊維、可塑剤、分散剤等を配合することもできる。

[0053] 充填剤としては、通常、かさ密度が 2.0 g/cm^3 より大きく、 3.0 g/cm^3 以下であるものを用いる。

[0054] 充填剤の配合比率は、結合材の固形分 100 重量部に対して、好ましくは $10\sim300$ 重量部、より好ましくは $20\sim250$ 重量部である。

[0055] 本発明の積層体は、建築物・土木構造物等の構造物において耐熱構造とすべき部分に適用することができる。具体的には、壁、柱、床、梁、屋根、階段、天井、戸等の各種基材に施工することができる。適用可能な材質としては、例えば、金属、コンクリート、木質材、樹脂等が挙げられる。これら基材は、何らかの下地処理（防錆処理、難燃処理等）が施されたものであってよい。

[0056] 本発明の積層体は、前記の通り、耐熱性を付与すべき構造物の基材に、熱膨張層B及び熱膨張性Aが当該順に積層されるように施工されることが好ましい。そして、基材と熱膨張層Bとの間、及び／又は、熱膨張層Bと熱膨張層Aとの間には、必要に応じて、補強層、接着層等を更に設けることができる。

[0057] 熱膨張層A及び熱膨張層Bとしては、予めシート化されたシート材を用いてもよく、コーティングによって形成してもよい。コーティングによって形成する場合には、上記各成分に必要なに応じて溶剤等を配合し、公知の方法に従って均一に混合し、熱膨張層用組成物（コーティング材）を用意すればよい。

[0058] コーティング材を用いて各熱膨張層を形成する場合は、適用部位に対して、スプレー、ローラー、刷毛等の塗装器具を使用してコーティングすればよい。

[0059] また、シート材を用いる場合には、シート材を接着剤等を使用して適用部位に貼り付けることにより形成すればよい。

実施例

[0060] 積層体の厚み（塗装後又はシート化した際の乾燥膜厚）は、所望の耐熱性、適用部位等により適宜設定すればよいが、熱膨張層Aは、0.3～5mm（更には0.4～4mm）であることが好ましい。

[0061] また、積層体表面には、必要に応じて化粧層を形成させることもできる。

[0062] 以下に実験例及び比較実験例を示して本発明の特徴をより明確にする。但し、本発明は実験例の範囲に限定されない。

（1）熱膨張層1～12の作製

表1に示す通り、結合材100重量部、難燃剤280重量部、発泡剤44重量部、炭化剤120重量部、充填剤88重量部及び可塑剤90重量部を均一に混合した。次いで、所定量の無機質軽量粉末を混合し、120℃に加熱し、ニーダーによって混練した後、対ロールの間に供給してシート状に成形後、室温にて放冷し、シート状の熱膨張層を得た。

[0063] 各成分の種類は、下記の通りである。

・結合材A：アクリル－アクリル共重合樹脂（MFR（190℃）：80g／10min）
 ・結合材B：酢酸ビニル－エチル共重合樹脂（MFR（190℃）：65g／10min、酢酸ビニル含有率：41重量%、引張破壊歪み：1720%）
 ・結合材C：酢酸ビニル／エチル共重合樹脂（MFR（190℃）：6g／10min、酢酸ビニル含有率：30重量%、引張破壊歪み：＞600%）

なお、本明細書におけるMFRは、JIS K7210：1999「熱可塑性プラスチックのマルトマスフローレート（MFR）及びマルトポリマーフローレート（MVR）の試験方法」に基づき、試験温度190℃、荷重2.16kgで測定される値である。

・難燃剤：ポリリン酸アモニウム

- ・発泡剤：メラミン
- ・炭化剤：ジペンタエリスリトール
- ・可塑剤：塩素化パラフィン
- ・充填剤：酸化チタン（ルチル型、平均粒子径 $0.3 \mu\text{m}$ 、かさ密度 $2.7 \text{ g} / \text{cm}^3$ ）
- ・無機質軽量粉体 i：ワラストナイト（かさ密度 $0.4 \text{ g} / \text{cm}^3$ 、比表面積 $0.4 \text{ m}^2 / \text{g}$ ）
- ・無機質軽量粉体 ii：ゼオライト（かさ密度 $0.3 \text{ g} / \text{cm}^3$ 、比表面積 $350 \text{ m}^2 / \text{g}$ ）

[0064] [表1]

	熱 膨 張 層											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
結合材A	100	100	100	100	100	100	100					
結合材B								100	100	100		
結合材C											100	100
難燃剤	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
発泡剤	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
炭化剤	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
充填剤	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
可塑剤	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
無機質軽量粉体 i 含有量(容量%)	0	2	4	30	50	60	—	0	2	30	0	30
無機質軽量粉体 ii 含有量(容量%)	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—

[0065] 数値は全て重量部を示す。但し、無機質軽量粉体含有量は容量%を示す。

(2) 試験体の作製及びその特性評価

表2に示す組み合わせで各熱膨張層をアクリル系接着剤で鋼板（ $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ ）に接着して、実験例1～12及び比較実験例1～4の試験体を得た。

[0066]

[表2]

	実 験 例								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
表側 (厚み (mm))	1 (0.5)	2 (0.5)	3 (0.5)	2 (0.5)	2 (0.5)	1 (0.3)	1 (0.5)	2 (0.5)	3 (0.5)
基材側 (厚み (mm))	4 (1.0)	4 (1.0)	4 (1.0)	5 (1.0)	6 (1.0)	4 (1.2)	7 (1.0)	7 (1.0)	7 (1.0)
1時間後の 鋼板温度	B	B	B	A	A	C	A	A	A
10分後の 鋼板温度	A	A	A	A	A	B	A	A	A
脱落性	○	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
	実 験 例			比 較 実 験 例					
	10	11	12	1	2	3	4		
表側 (厚み (mm))	8 (0.5)	9 (0.5)	11 (0.5)	4 (1.0)	4 (0.5)	1 (1.5)	5 (1.5)		
基材側 (厚み (mm))	10 (1.0)	10 (1.0)	12 (1.0)	6 (0.5)	6 (1.0)				
1時間後の 鋼板温度	B	B	B	F	F	A	F		
10分後の 鋼板温度	A	A	A	F	F	D	F		
脱落性	○	◎	◎	◎	◎	△	◎		

[0067] 表側、基材側の上段数値は表1における熱膨張層の種類を示す。

[0068] また、比較例実験例3及び4は、1層である。

(耐熱保護性試験)

得られた試験体について、ISO 834の標準加熱曲線に準じて1時間加熱試験を行い、10分後及び1時間後の鋼板温度を評価した。なお、鋼板温度は、熱膨張層を積層していない鋼板裏面の中央の温度のことである。

[0069] 評価方法は下記の通りであり、評価結果を表2に示す。

<10分後の鋼板温度評価>

A : 180℃未満

B : 180℃以上190℃未満

C : 190℃以上200℃未満

D : 200℃以上210℃未満

E : 2 1 0℃以上 2 2 0℃未満
F : 2 2 0℃以上

< 1 時間後の鋼板温度評価 >

A : 4 8 0℃未満

B : 4 8 0℃以上 4 9 5℃未満

C : 4 9 5℃以上 5 1 0℃未満

D : 5 1 0℃以上 5 2 5℃未満

E : 5 2 5℃以上 5 4 0℃未満

F : 5 4 0℃以上

(脱落性試験)

得られた試験体をアクリル系接着剤により鋼板 (7 0 m m × 1 5 0 m m × 1 . 6 m m) に貼り付け、試験体表面が下向きになるように設置し、2 5 0℃で 1 0 分間静置し、試験体の脱落及びスリの有無を目視観察により評価した。評価方法は下記の通りであり、評価結果を表 2 に示す。

[0070]

◎ : 脱落なし

○ : ほとんど脱落なし

△ : 表層が一部脱落

× : 全て脱落

請求の範囲

- [請求項1] 熱膨張性を有する積層体であって、
- (1) 前記積層体は、少なくとも熱膨張層 A 及び熱膨張層 B が積層されており、
 - (2) 熱膨張層 A は、結合材、難燃剤、発泡剤及び炭化剤を含有し、更に無機質軽量粉体 A を含有する場合には熱膨張層 A 中の無機質軽量粉体 A の含有量が 5 容量%未満であり、
 - (3) 熱膨張層 B は、結合材、難燃剤、発泡剤、炭化剤及び無機質軽量粉体 B を含有し、熱膨張層 B 中の無機質軽量粉体 B の含有量が 5 ～ 70 容量%であり、
 - (4) 無機質軽量粉体 A 及び無機質軽量粉体 B は、かさ密度が $0.1 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ であることを特徴とする積層体。
- [請求項2] 前記積層体は、耐熱性を付与すべき構造物の基材に、熱膨張層 B 及び熱膨張層 A が当該順に積層されるように施工される、請求項 1 に記載の積層体。
- [請求項3] 熱膨張層 A の厚みが $0.3 \sim 5 \text{ mm}$ である、請求項 1 又は 2 に記載の積層体。
- [請求項4] 熱膨張層 B の厚みが $0.3 \sim 5 \text{ mm}$ である、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の積層体。
- [請求項5] 無機質軽量粉体 A 及び無機質軽量粉体 B は、比表面積が $0.1 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上である、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の積層体。