

明 細 書

発明の名称：粉体の飛散性評価方法及び粉体の飛散性評価装置

技術分野

[0001] 本発明は、粉体の飛散性評価方法、及び粉体の飛散性評価装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、歯科業界では、歯の治療に使用される金属（金歯及び銀歯など）の製作に用いられる鋳型材（いわゆる歯科用埋没材）や、歯型及び義歯などの製作の際の補助材料として、石膏系の粉体製品やリン酸塩系の粉体製品が使用されている。これらの歯科用粉体製品は、使用時（埋没材、歯型、及び義歯など製作時）において、水などの液体と混合されて硬化される。粉体製品を扱う際に粉塵が発生すること（以下、「粉体の飛散性」という）から、作業環境を快適に保持することができるよう、粉塵発生量の少ない（いわゆるダストフリータイプ）製品が好まれており、数多く流通している。

[0003] 粉体製品の取り扱いに際し、粉塵発生量が少なければ作業環境が良好となることは、歯科業界に限られない。例えば、建設業（建築業及び土木業など）、並びに各種製造業（鉄鋼業、化学・石油製品工業、輸送用機械器具製造業、及び食料品製造業など）などの様々な産業分野においても粉体製品（以下、単に「粉体」ともいう）は広く使用されている。各種産業分野で使用される粉体及び製造される粉体についても、できるだけ粉塵が飛散しない性状であることが望まれることが多い。

[0004] 上述の歯科業界における一例として、特許文献1には、（a）半水石膏、（b）調節剤、（c）所定の湿潤剤、及び（d）所定の陰イオン界面活性剤の4成分の組成からなる低粉塵性粉末状歯科用石膏組成物に関する発明が開示されている。

[0005] 一方、粉体の飛散性を測定する方法としては、何らかの方法で粉塵を発生させて、それが含まれる空気中から粉体（粉塵）をフィルタ上に捕集し、その捕集量を定量する方法や、試料空気のレーザー回折情報などから空気中の

粉塵濃度を得る方法などが、従来から採用されていた。例えば、前述の特許文献 1 では、その実施例において、粉体の所定質量を金属製円筒缶に採り、毎秒 1 往復で上下に 5 回振盪後、直ちに蓋を外し、デジタル粉塵計を用いて表面から放出する 3 分後の粉塵の質量濃度を測定する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：特開昭 62-212255 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明者らは、従来の粉体の飛散性の測定方法では、粉塵の発生を抑制する処理が施された粉体製品（いわゆるダストフリー粉体）と、そのような処理が施されていない粉体製品とで、測定結果の差異が小さいことに気が付いた。ダストフリー粉体同士ではなおさら測定結果にほとんど違いが出ず、ダストフリー粉体同士での性能差を比較評価することは困難であった。そのため、仮に従来のダストフリー粉体に比べて粉塵発生量をより低減可能としたダストフリー粉体を開発したとしても、その優れた性能を正確に評価できず、製品の特長及び価値を正当に示すことができなくなる可能性がある。こういった事態を招くと、優れた製品の販売に支障をきたしかねない。

[0008] そこで、本発明は、粉体の飛散性をより明確に評価することが可能な方法を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 従来、前述の特許文献 1 に記載のように、粉体の振盪により、多量の粉塵が発生していると考えられていた。しかし、本発明者らは、検討を重ねた結果、実際には、粉体を液体に落下させた際の粉体と液体との接触の瞬間の方が、多量の粉塵が発生するとの知見を得て、本発明を完成するに至った。

[0010] すなわち、本発明は、箱体内に置かれた液体に評価対象の粉体を落下させ

ることによって、前記箱体内部にて前記粉体を粉塵として飛散させ、粉塵計で前記箱体内部の空気中の粉塵濃度を測定する、粉体の飛散性評価方法を提供する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、粉体の飛散性をより明確に評価することが可能な方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価装置の概略構成を表す図である。

[図2]図1のA-A線断面の概略図である。

[図3]本発明の別の一実施形態の粉体の飛散性評価装置の概略構成を表す、図2に対応する断面図である。

[図4]本発明のさらに別の一実施形態の粉体の飛散性評価装置の概略構成を表す、図2に対応する断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

[0014] 本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価方法は、箱体内部に置かれた液体に評価対象の粉体を落下させることによって、箱体内部にて粉体を粉塵として飛散させ、粉塵計で箱体内部の空気中の粉塵濃度を測定することを特徴とする。

[0015] 箱体内部に置かれた液体に評価対象の粉体が落下すると、液体のない場所に粉体を落下させる場合に比べて、箱体内部において多くの粉塵を発生させることが可能となる。このように、本方法では、評価対象の粉体を粉塵として積極的に飛散させ、その際の箱体内部の空気中の粉塵濃度を粉塵計で測定することで、粉体が飛散し易いものであるか、飛散し難いものであるかを評価する。つまり、粉体を箱体内部に置かれた液体に落下させ、粉塵として積極的に飛散させることで、飛散し易い粉体と飛散し難い粉体とで、箱体内部の空気中の粉塵濃度の値の差がより明確になる。このため、ダストフリー粉体同士での

性能差の比較評価も可能となり、粉体の飛散性をより明確に評価することができる。すなわち、粉体の飛散性の評価に関し、本方法は、複数の粉体の飛散性を相対的に比較して評価することにより好適である。

[0016] 以下、本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価方法について、その方法に用いることが可能な本発明の一実施形態における粉体の飛散性評価装置の概略構成を表す図面を参照しながら、詳細に説明する。なお、各図において共通する構成部については同一の符号を付して説明を省略することがある。

[0017] 図 1 は、本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価装置 1 における配置関係の概略構成を模式的に表した上方からの平面図である。図 2 は、図 1 における A-A 線の断面図であり、箱体 2 内に液体 3 を配置した状態を表す概略図である。図 1 及び図 2 に示す飛散性評価装置 1 は、内部に液体 3 が置かれる箱体 2 と、評価対象の粉体が、箱体 2 内に置かれた液体 3 に落下して粉塵として飛散した際に、箱体 2 内の空気中の粉塵濃度を測定する粉塵計 4 と、を備える。

[0018] 箱体 2 は、評価対象の粉体が粉塵として飛散する空間（測定対象空間）を形成することが可能なものである。箱体 2 の形状は特に限定されないが、上部 2 a、側部 2 b、及び底部 2 c を有する形状とすることができ、上部 2 a 又は底部 2 c からの平面視形状でいえば、略三角形状、略四角形状、略多角形状、略円形状、及び略楕円形状などを挙げることができる。例えば、上部 2 a、側部 2 b、及び底部 2 c を有する略直方体状の箱体 2 を好適に用いることができる。箱体 2 の容量、すなわち、粉体を飛散させる空間の容積は、10～300 L 程度であることが好ましく、10～150 L 程度であることがより好ましい。

[0019] 箱体 2 内に置かれた液体 3 に粉体を落下させるため、箱体 2 は、箱体 2 内に置かれる液体 3 の液面 3 a よりも上方となる位置に、箱体 2 内への粉体の入り口となる孔部 2 1 を備えることが好ましい。図 1 及び図 2 に示すように、箱体 2 の上部 2 a に孔部 2 1 を設けておけば、その孔部 2 1 は箱体 2 内に置かれる液体 3 の液面 3 a よりも上方の位置となり、その孔部 2 1 から箱体

2内に置かれた液体3に粉体を落下させ易い点でより好ましい。後述する供給路の使用により、液体3の液面3aよりも上方となる位置であれば、箱体2の側部2bに孔部を設けても、箱体2内に置かれた液体3に粉体を落下させることが可能である。

[0020] 上部2aが開口した箱体2を用い、その開口から粉体を箱体2内に置かれた液体3に落下させることも可能であるが、孔部21を備える箱体2は、孔部21以外は閉じた空間（略密閉した空間）を形成することができる点で好ましい。このような略密閉系箱体2によって、その箱体2内に置かれた液体3に粉体を落下させた際に生じる粉塵に対し、箱体2の外部の気流などの影響を受け難くすることができる。その結果、測定精度を高めることが可能となる。したがって、測定精度の向上に寄与することができる観点から、箱体2は、孔部21以外は閉じた空間を形成する略密閉系箱体2であることが好ましい。また、測定精度向上の観点及び液体3に落下した粉体が粉塵として十分に飛散し得る観点から、孔部21の径は、10～100mm程度であることが好ましい。

[0021] 図2に示すように、箱体2は、上部が開口した箱本体22と、箱本体22の上部を覆う蓋体23とを備え、蓋体23に上述の孔部21が設けられていることが好ましい。この場合、箱本体22が箱体2の側部2b及び底部2cを構成し、蓋体23が箱体2の上部2aを構成する。箱本体22と、孔部21を有する蓋体23とを備える箱体2を使用することによって、測定前の測定準備段階においては、箱本体22から蓋体23を外しておくことで、箱体2内に液体3や粉塵計4を配置し易く、測定作業が容易となる。また、測定を行う際には、箱本体22の上部を蓋体23で蓋をすることで、上述の略密閉系箱体が形成されるため、測定精度の向上に寄与することができる。

[0022] 図示しないが、蓋体23の代わりに又は蓋体23と共に、箱体2の上部2a及び／又は側部2bにスライド式やプッシュプル式などの開閉部を設けてもよい。開閉部を開いた状態とすることで、測定準備段階において箱体2内に液体3や粉塵計4を配置したり、測定終了時や非測定時において、箱体2

から液体 3 や粉塵計 4 を取り出したりすることもできる。また、測定を行う際には、開閉部を閉じた状態とすることで、上述の略密閉系箱体が形成されるため、測定精度の向上に寄与することもできる。

[0023] 箱体 2 は、箱体 2 の外部から箱体 2 の内部が視認可能な程度の透明又は半透明であることが好ましい。この場合、箱体 2 は、箱体 2 の外部から箱体 2 の内部が視認可能であれば、箱体 2 の全部又は一部が透明又は半透明であってもよい。外部から内部を視認可能な箱体 2 の材質としては、例えば、プラスチック及びガラスなどを挙げることができ、製造コスト、質量、取り扱い性、及び安全性などの観点から、プラスチックが好ましい。プラスチックとしては、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、アクリル樹脂、及びポリエステル樹脂などを挙げることができる。箱体が上述の箱本体 2 2 及び蓋体 2 3、又は箱本体 2 2 及び開閉部を備える場合、箱本体 2 2 と蓋体 2 3、又は箱本体 2 2 と開閉部とは、同種の材質で形成されていてもよく、異種の材質で形成されていてもよい。

[0024] 評価対象の粉体は特に限定されない。粉体に応じた用途で使用される際に粉塵として飛散する可能性がある粉体はいずれも評価対象となり得る。粉体の材質としては、例えば、小麦粉、米粉、トウモロコシ粉、及び片栗粉などの穀粉、硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、二酸化ケイ素、タルク、酸化鉄、アルミニウム、酸化アルミニウム、水酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、及び水酸化マグネシウムなどの無機粉末、並びに合成樹脂粉末などを挙げることができる。また、例えば、石膏、漆喰、セメント、及び歯科用粉末製品などの異種又は同種の複数の粉体が混合された粉体製品を評価対象の粉体とすることもできる。

[0025] 本実施形態の方法及び装置 1 は、前述の通り、粉体の飛散性を相対的に評価するのにより好適であることから、評価対象の粉体としては、粉塵の発生を抑制する処理が施された製品、いわゆるダストフリー製品が販売されている粉体製品がより好適である。さらに好適な粉体製品としては、例えば、歯科用石膏系埋没材、歯科用リン酸塩系埋没材、歯科用シリカ系埋没材、歯科

用硬質石膏、歯科用超硬質石膏、及び歯科用焼石膏などの歯科用粉末製品などを挙げることができる。

[0026] 液体3へ落下させる粉体の量は、箱体2中に適量の粉体が粉塵として飛散するように、箱体2の容量1 Lあたり、0.05～0.80 gであることが好ましく、0.08～0.65 gであることがより好ましい。液体3へ落下させる粉体の量は、評価対象とする粉体の密度などの性質に応じて、適宜調整することができる。

[0027] 箱体2内に置かれる液体3は、少なくとも測定時に箱体2内に用意されればよい。粉塵濃度の測定に際し、液体3に粉体が落下すると液体3に粉体が混入することから、液体3は、粉体の粉塵濃度を測定する度に交換されることが望ましい。そのため、液体3は、好ましくは測定時に、より好ましくは測定毎に、箱体2内に置かれるのが良い。さらに好ましくは、図2に示すように、液体は、測定時に上部が開いた容器5に入れられて、その液体3が入った容器5が箱体2内に収容されることで、箱体2内に置かれるのが良い。このような容器5を用いることで、液体3の交換や液体3を入れる部分の洗浄が容易となる。

[0028] 上述の容器5を使用する場合、飛散性評価装置1は、液体3が入れられる、上部が開いた容器（以下、「液体用容器」と記載することがある。）5をさらに備えることができる。この場合、液体用容器5は測定毎に取り外すことが望ましいことから、箱体2内には、液体用容器5の配置位置に印が設けられていることが好ましく、また、液体用容器5を箱体2内の所定位置に固定するための固定部が設けられていることも好ましい。箱体2内における液体3（液体用容器5）の配置箇所としては、箱体2内の端が好ましい。例えば、略直方体状の箱体2などのように箱体2が底部2cの平面視において角（丸角を含む）のある形状である場合、図1に示すように、液体3（液体用容器5）は、箱体2内における底部2cの隅に配置されることが好ましい。箱体2内の端や隅の位置に液体3を配置し、後述する粉塵計4を液体3の位置に対向するように配置するなどして、粉塵計4を粉塵発生源である液体

3 から一定程度距離を取ることで、測定精度の向上に寄与することができる。

[0029] 液体用容器 5 は、その容器 5 内に入れられた液体 3 の液面 3 a に評価対象の粉体が落下して十分に接触し得る程度に上部が開いた形状であれば、特に限定されない。そのような容器 5 としては、例えば、皿型、椀型、及びカップ型などを挙げることができる。液体 3 に落下した粉体が粉塵として十分に飛散し得るように、液体 3 はある程度の深さを有する量で容器 5 に入れていることが好ましいことから、容器 5 としては、椀型やカップ型が好ましい。箱体 2 内に置かれる液体 3 の量は特に限定されず、箱体 2 の容量及び粉体の使用量に応じて適宜決定することができ、例えば、50～2400 mL とすることが好ましく、80～1000 mL とすることがより好ましい。

[0030] なお、上述の通り、液体 3 の交換が容易である観点などから、液体 3 は、箱体 2 とは別個の液体用容器 5 に入れられていることが好ましいが、箱体 2 内に直接入れられてもよい。例えば、箱体 2 内に一体的に備え付けられた皿状、椀状、及びカップ状などに形成された液体注入部や、仕切り板などで形成された液体注入部に液体が入れられることで、液体 3 が箱体 2 内に置かれてもよい。

[0031] 液体用容器 5 又は液体注入部の開口の大きさ（液面 3 a の大きさ）は、液体 3 の液面 3 a に評価対象の粉体が落下して十分に接触し得ると共に、粉体が液体 3 に落下した際に粉塵として十分に飛散し得る程度の大きさであれば特に限定されない。液体用容器 5 又は液体注入部の開口の大きさ（液面 3 a の大きさ）は、前述の箱体 2 の孔部 2 1 の径、及び粉体を孔部 2 1 から液体 3 へと導く後記供給路の幅又は径よりも大きいことが好ましい。

[0032] 液体 3 の種類としては、評価対象の粉体の実際の使用状況に合わせたものを用いることが望ましい。例えば、評価対象の粉体が歯科用石膏系埋没材や歯科模型用の焼石膏（歯科用硬質石膏、歯科用超硬質石膏、及び歯科用焼石膏等）である場合、歯科用石膏系埋没材や歯科模型用の焼石膏は、水と混合されて使用されることから、液体 3 として水を使用することが好ましい。ま

た、例えば、評価対象の粉体がリン酸塩系の歯科用埋没材である場合、その歯科用埋没材はコロイダルシリカの水溶液と混合されて使用されることから、液体３としてコロイダルシリカの水溶液を使用することが好ましい。さらには、評価対象の粉体の用途が特定されていない場合、粉体の用途が多岐に亘る場合、及び粉体が液体と混練して用いられるものでない場合などには、液体３として水を使用することが好ましい。

[0033] 箱体２内に置かれた液体３への粉体の落下には、粉体を箱体２に設けられた孔部２１から箱体２内に置かれた液体３へと導く供給路６を用いることが好ましい。この供給路６を使用する場合、飛散性評価装置１は、粉体を孔部２１から液体３へと導く供給路６をさらに備えることができる。具体的には、供給路６を前述の箱体２に設けられた孔部２１に接続して設けることができる。この際、供給路６における孔部２１側を粉体が導入される部分（導入部）６aとすることができ、その導入部６aとは反対側の端を、粉体が液体３へ供給される部分（供給部）６bとすることができる。図２では、供給路６における導入部６a側が箱体２の孔部２１内に挿入されて収まることで、孔部２１と供給路６が接続された構成が例示されているが、供給路６は、導入部６a側が孔部２１から箱体２外へ貫通して設けられていてもよい。

[0034] 供給路６は、箱体２内に置かれた液体３に粉体が落下した際に粉体を粉塵として飛散可能に設けられる。供給路６の形状としては、例えば、管状、半管状、及びスロープ状などを挙げることができ、その断面形状は、例えば、円形状、楕円形状、正形状、矩形状、円弧状、及びＵ字状などを挙げることができる。

[0035] 粉体が液体３に落下する前の供給路６を通る段階において、箱体２内の空間に粉体が粉塵として飛散することなく、粉体が液体３に落下したときに粉塵として飛散するように、供給路６は管状（供給管）であることが好ましい。供給路６（供給管）の幅（径）、並びに上述の導入部６a及び供給部６bの幅（径）は、前述の箱体２に設けられた孔部２１の径と同程度の大きさとすることができる。

- [0036] 供給路 6 は、箱体 2 の孔部 2 1 から液体 3 に向かって直線状に設けられてもよく、曲線状に設けられてもよく、また、孔部 2 1 から液体 3 に向かって、箱体 2 の高さ方向に沿った直線状に設けられてもよい。さらに、供給路 6 は、箱体 2 の高さ方向（液体 3 の液面 3 a に対する垂直方向）に沿った部分（鉛直部）6 1 と、箱体 2 の高さ方向や液体 3 の液面 3 a に対して傾斜した部分（傾斜部）6 2 とを備えていてもよい。この場合、供給路 6 において、導入部 6 a 側は傾斜部でも鉛直部でもよく、供給部 6 b 側も傾斜部でも鉛直部でもよい。
- [0037] 図 2 に示すように、供給路 6 は、液体 3 へ粉体を供給する供給部 6 b 側が液体 3 の液面 3 a に対して傾斜しており、粉体を液体 3 に向かって滑り落とす傾斜部 6 2 を備えることがより好ましい。この傾斜部 6 2 に連続した供給部 6 b から供給される粉体は、液体 3 の液面 3 a に対して斜め上方向から液体 3 に落下する。供給路 6 が傾斜部 6 2 を備えることにより、粉体が傾斜部 6 2 から液体 3 に落下した際に、粉体を粉塵として積極的に飛散させることができる。傾斜部 6 2 は、少なくとも供給部 6 b 側が液体 3 の液面 3 a に対して傾斜した構成であることが好ましく、供給路 6 の全体が液体 3 の液面 3 a に対して傾斜したものであってもよい。
- [0038] 傾斜部 6 2 と液体 3 の液面 3 a とがなす角度 θ は、 $20 \sim 70^\circ$ であることが好ましく、より好ましくは $30 \sim 60^\circ$ である。かかる角度の範囲の傾斜部 6 2 によって、傾斜部 6 2 の先端の供給部 6 b から液体 3 に落下した粉体が粉塵としてより飛散し易くなる。
- [0039] なお、図 2 では、管状の供給路（供給管）6 が例示されている。その供給管 6 において、箱体 2 の孔部 2 1 との接続側が、粉体が導入される導入口（導入部）6 a となっており、その導入口 6 a とは反対側が、粉体が液体 3 へ供給される供給口（供給部）6 b となっている。そして、供給管 6 は、導入口 6 a 側が箱体 2 の高さ方向に沿って形成された鉛直部 6 1 と、その鉛直部 6 1 から連続して供給口 6 b にかけて形成された傾斜部 6 2 とを備えている。

[0040] 液体3に落下した粉体が粉塵としてより飛散し易いように、供給路6は、液体3の液面3aから供給部6bが所定の高さ離れて設けられることが好ましい。図2に示す装置では、供給路6は、液体3の液面3aから供給口（供給部）6bが所定の高さhだけ離れて設けられている。液体3の液面3aと供給口（供給部）6bの下端との距離（高さ）hは、1～30mmであることが好ましく、より好ましくは5～15mmである。

[0041] 図3に示すように、粉体を箱体2内に導入し易いように、また、供給路6における導入部6aに粉体を入れ易いように、箱体2の孔部21の上に接続させるホッパー部7を用いることが好ましい。この場合、飛散性評価装置10は、箱体2の上に箱体2の孔部21に接続されるホッパー部7を備えることができる。図3は、図2に示す装置における箱体2の孔部21にホッパー部7を取り付けた例を示す概略構成図である。図3に示す装置10では、導入口6a側が箱体2の孔部21内に挿入されて収められている供給路6における導入口6aに、ホッパー部7の出口側端部7aが挿入されているが、ホッパー部7、孔部21、及び供給路6（導入口6a）の接続態様は限定されない。例えば、供給路6の導入口6aが孔部21から箱体2の外部へ貫通して設けられ、かつ箱体2の孔部21から上方に離れた箱体2外の位置でホッパー部7の出口側端部7aが導入口6aに接続されていてもよい。また、例えば、ホッパー部7の出口側端部7aが、孔部21を貫通し、孔部21から下方に離れた箱体2内の位置で供給路6の導入口6aに接続されていてもよい。

[0042] 粉塵計4としては、汎用的な作業環境の測定に使用される粉塵測定器を使用することができる。使用できる粉塵計4としては、例えば、光散乱式の粉塵測定器、光吸収方式の粉塵測定器、及び電圧天秤方式の粉塵測定器などを挙げることができる。これらのうち、簡易に使用可能な点で、光散乱式の粉塵測定器が好ましい。

[0043] 粉塵計4は、使用時（測定時）において、箱体2内に置かれていることが好ましい。箱体2内に配置された粉塵計4によって、箱体2内に置かれた液

体 3 に粉体を落下させて粉塵として飛散させた際の箱体 2 内の空気中の粉塵濃度を精度よく測定することができる。図 1 に示すように、粉塵計 4 は、箱体 2 内の端（隅）の位置に配置されることがより好ましく、前述の液体 3 の配置位置に対向するように配置することが、測定範囲が広がり、測定精度の向上に寄与し得る点で好ましい。

[0044] 粉塵計 4 は、使用時（測定時）において、箱体 2 内に置かれていなくてもよく、箱体内の空気中の粉塵濃度を測定することが可能であれば、箱体 2 の外側に置かれていてもよい。例えば、図 4 に示すように、飛散性評価装置 1 1 における粉塵計 4 に、箱体 2 内の空気を吸い込むための吸気管 4 1 と、吸い込んだ空気を箱体 2 内へ排気するための排気管 4 2 とを取り付けることができる。箱体 2 の内部に接続した吸気管 4 1 及び排気管 4 2 を備える粉塵計 4 を用いることで、粉塵計 4 を箱体 2 の外部に置いた場合であっても、その粉塵計 4 で箱体 2 内の空気中の粉塵濃度を測定することができる。この際、箱体 2 には、吸気管 4 1 と接続されて、吸気管 4 1 を介して箱体 2 内の空気を粉塵計 4 に送るための吸気孔 2 4 1 や、排気管 4 2 と接続されて、排気管 4 2 を介して空気を箱体 2 内へ送るための排気孔 2 4 2 を設けておくことができる。図 4 に示す飛散性評価装置 1 1 では、吸気管 4 1 は、粉塵計 4 の吸気口と箱体 2 の側部 2 b に設けられた吸気孔 2 4 1 とに接続されており、排気管 4 2 は、粉塵計 4 の排気口と箱体 2 の側部 2 b に設けられた排気孔 2 4 2 とに接続されている。

[0045] 粉塵計 4 で測定する粉塵濃度は、粉体の飛散性の評価に用いることができる。粉塵濃度が高い値であれば、その粉体は飛散し易いと評価することができる。粉塵濃度が低い値であれば、その粉体は飛散し難いと評価することができる。粉塵濃度としては、粉塵の個数濃度 $[\text{個}/\text{m}^3]$ 及び質量濃度 $[\text{mg}/\text{m}^3]$ の少なくとも一方を測定することが好ましい。また、粉塵濃度の最大値及び積算値の少なくとも一方を測定することが好ましく、それら両方を測定することがより好ましい。粉塵濃度の最大値及び積算値は、粉塵濃度の測定を所定時間（例えば 1 分間）の間隔で行い、複数（例えば 5 点）の測定値を

取得することで得ることができる。

[0046] 本実施形態の粉体の飛散性評価方法における測定手順としては、箱体 2 内に液体 3（より好ましくは液体 3 を入れた容器 5）を配置するステップと、粉塵計 4 による測定を開始するステップと、評価対象の粉体を液体 3 に落下させるステップと、を含むことが好ましい。この測定手順において、粉塵計 4 による測定を開始する前には、箱体 2 内又は箱体 2 外に粉塵計 4 を設置するステップを含んでもよい。粉塵計 4 の測定は、粉体を液体 3 に落下させる前に開始し、1 点目の測定値をブランクとして取得した後に、粉体を液体 3 に落下させることがより好ましい。また、粉塵量が 1 点目の測定値（ブランク）と同程度まで低下したときに測定を終了することが好ましく、測定開始から測定終了までは所定時間間隔（例えば、10 秒～120 秒間隔）で粉塵濃度を測定することが好ましい。

[0047] 以上に述べた各構成は、それぞれ任意に組み合わせることも可能である。また、本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価方法は、次の構成をとることも可能である。

〔1〕箱体内に置かれた液体に評価対象の粉体を落下させることによって、前記箱体内にて前記粉体を粉塵として飛散させ、粉塵計で前記箱体内の空气中的粉塵濃度を測定する、粉体の飛散性評価方法。

〔2〕前記箱体は、前記箱体内に置かれる前記液体の液面よりも上方となる位置に、前記箱体内への前記粉体の入り口となる孔部を備える前記〔1〕に記載の粉体の飛散性評価方法。

〔3〕前記箱体は、上部が開口した箱本体と、前記箱本体の前記上部を覆う蓋体と、を備え、前記蓋体に前記孔部が設けられている前記〔2〕に記載の粉体の飛散性評価方法。

〔4〕前記粉体を前記孔部から前記液体へと導く供給路を用いて、前記液体に前記粉体を落下させる前記〔2〕又は〔3〕に記載の粉体の飛散性評価方法。

〔5〕前記供給路は、前記液体へ前記粉体を供給する供給部側が前記液体

の前記液面に対して傾斜しており、前記粉体を前記液体に向かって滑り落とす傾斜部を備える前記〔４〕に記載の粉体の飛散性評価方法。

〔６〕前記供給路は、前記液体の前記液面から前記供給部が所定の高さ離れて設けられる前記〔５〕に記載の粉体の飛散性評価方法。

〔７〕前記液体は、上部が開口した容器に入れられ、前記液体が入った前記容器が前記箱体内に收容されることで、前記箱体内に前記液体が置かれる前記〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の粉体の飛散性評価方法。

〔８〕前記粉体が歯科用粉末製品である前記〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の粉体の飛散性評価方法。

[0048] さらに、本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価装置は、次の構成をとることも可能である。

〔９〕内部に液体が置かれる箱体と、評価対象の粉体が前記箱体内に置かれた液体に落下して粉塵として飛散した際に、前記箱体内の空気中の粉塵濃度を測定する粉塵計と、を備える、粉体の飛散性評価装置。

〔１０〕前記箱体は、前記箱体内に置かれる前記液体の液面よりも上方となる位置に、前記箱体内への前記粉体の入り口となる孔部を備える前記〔９〕に記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１１〕前記箱体は、上部が開口した箱本体と、前記箱本体の前記上部を覆う蓋体と、を備え、前記蓋体に前記孔部が設けられている前記〔１０〕に記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１２〕前記粉体を前記孔部から前記液体へと導く供給路をさらに備える前記〔１０〕又は〔１１〕に記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１３〕前記供給路は、前記液体へ前記粉体を供給する供給部側が前記液体の前記液面に対して傾斜しており、前記粉体を前記液体に向かって滑り落とす傾斜部を備える前記〔１２〕に記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１４〕前記供給路は、前記液体の前記液面から前記供給部が所定の高さ離れて設けられている前記〔１３〕に記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１５〕前記箱体内に收容されると共に、前記液体が入れられる、上部が

開口した容器をさらに備える前記〔９〕～〔１４〕のいずれかに記載の粉体の飛散性評価装置。

〔１６〕前記粉体が歯科用粉末製品である前記〔９〕～〔１５〕のいずれかに記載の粉体の飛散性評価装置。

実施例

[0049] 以下、実施例を挙げて、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0050] <装置の準備>

箱本体と蓋体とを備え、幅３６０ｍｍ、高さ２４０ｍｍ、奥行き２４０ｍｍ（容量約２０Ｌ）のポリプロピレン製収納ケース（アステージ社製の商品名「ＳＴ ＢＯＸ ２５」）を箱体として使用した。この箱体における蓋体において、幅方向における右側部分で奥行き方向における略中央部分に直径３０ｍｍの円形状の孔部を設けた（図１参照）。この箱体内の１つの隅側に上部が開口した容器を配置し、この容器を配置した隅とは対角の隅側にレーザー光散乱方式の粉塵計（ＳＡＴＯＴＥＣＨ社製の商品名「ダストモニター粉じん計ＤＣ１７０」）を配置した（図１参照）。容器と粉塵計との平面視における中心間距離は約２００ｍｍであった。粉体の落下には、粉体を箱体の孔部から箱体内に配置した容器内へと導く供給管を用いた。箱体内において、箱体の孔部内に供給管（管の直径：３０ｍｍ、鉛直部の長さ：６０ｍｍ、傾斜部の長さ：９５ｍｍ、角度 θ ：３５°）の粉体導入口を挿入し、孔部と供給管とを接続した（図２及び図３参照）。

[0051] （実施例１）

実施例１では、評価対象の粉体として、歯科用石膏系埋没材（吉野石膏社製の商品名「サクラクイック２０」）を用いた。この粉体は水と混合されて用いられるものであるため、箱体内に配置された容器には、予め水を１５０ｍＬ入れておいた。このとき、容器内の液体の液面と供給管の供給口の下端との距離 h は５ｍｍであった。粉体を水に落下させる前に、粉塵計による粉塵濃度の測定を開始した。粉塵濃度の測定間隔を１分間とし、１点目の測定

が完了した後、10秒後に、粉体5gを箱体の孔部に取り付けたホッパー部（図3参照）から供給管を通じて容器内の水に落下させ、粉塵として飛散させた。この際の箱体内の空気中の粉塵濃度（粒径0.5 μ m以上の粒子の個数濃度）の測定値を5点まで取得した。

[0052]（実施例2）

実施例2では、実施例1で使用した粉体の代わりに、実施例1で使用した粉体に、粉塵の発生を抑制する処理として、非イオン系界面活性剤を添加したもの（ダストフリー処理の歯科用石膏系埋没材）を用いた以外は、実施例1と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0053]（比較例1）

比較例1では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例1と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0054]（比較例2）

比較例2では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例2と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0055]（実施例3）

実施例3では、実施例1で使用した粉体の代わりに、評価対象の粉体として、白色セメント（太平洋セメント社製の商品名「ホワイトセメント」）を用いた以外は、実施例1と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0056]（実施例4）

実施例4では、実施例3で使用した粉体の代わりに、実施例3で使用した粉体に、粉塵の発生を抑制する処理として、非イオン系界面活性剤を添加したもの（ダストフリー処理の白色セメント）を用いた以外は、実施例3と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0057]（比較例3）

比較例3では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例3と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0058]（比較例4）

比較例 4 では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例 4 と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0059] (実施例 5)

実施例 5 では、実施例 1 で使用した粉体の代わりに、評価対象の粉体として、歯科用硬質石膏（吉野石膏社製の商品名「ニューハystoneイエロー」）を用いたこと、及び実施例 1 で落下させた粉体の量「5 g」を「10 g」に変更したこと以外は、実施例 1 と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0060] (実施例 6)

実施例 6 では、実施例 5 で使用した粉体の代わりに、実施例 5 で使用した粉体に、粉塵の発生を抑制する処理として、非イオン系界面活性剤を添加したもの（ダストフリー処理の歯科用硬質石膏）を用いた以外は、実施例 5 と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0061] (比較例 5)

比較例 5 では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例 5 と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0062] (比較例 6)

比較例 6 では、箱体内に配置した容器に水を入れなかった以外は、実施例 6 と同様の方法で粉塵濃度の測定を行った。

[0063] 各実施例及び比較例において測定した粉塵濃度の 5 点の測定値の中の最大値と、計 5 点の積算値とを評価に用いた。結果を表 1 ～ 3 に示す。

[0064] 表 1 歯科用石膏系埋没材を用いた実験結果

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2
ダストフリー処理の有無	なし	あり	なし	あり
粉塵濃度の最大値(×10 ⁴ 個/L)	619	76	23	11
粉塵濃度の積算値(×10 ⁴ 個/L)	2246	158	44	26

[0065]

表2 白色セメントを用いた実験結果

	実施例3	実施例4	比較例3	比較例4
ダストフリー処理の有無	なし	あり	なし	あり
粉塵濃度の最大値(×10 ⁴ 個/L)	315	68	159	40
粉塵濃度の積算値(×10 ⁴ 個/L)	1020	105	306	80

[0066] 表3 歯科用硬質石膏を用いた実験結果

	実施例5	実施例6	比較例5	比較例6
ダストフリー処理の有無	なし	あり	なし	あり
粉塵濃度の最大値(×10 ⁴ 個/L)	209	60	55	29
粉塵濃度の積算値(×10 ⁴ 個/L)	600	80	118	46

[0067] 実施例1及び2の結果と比較例1及び2の結果との対比、実施例3及び4の結果と比較例3及び4の結果との対比、並びに実施例5及び6の結果と比較例5及び6の結果との対比から、実施例の方が、比較例よりも、粉体に対するダストフリー処理の有無による粉塵濃度の測定値の差が大きかった。よって、粉体を箱体内に置かれた液体に落下させて粉塵として積極的に飛散させることで、飛散し易い粉体と飛散し難い粉体とで、箱体内の空気中の粉塵濃度の値の差がより明確になり、粉体の飛散性をより明確に評価できることが確認された。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明の一実施形態の粉体の飛散性評価方法又は飛散性評価装置は、粉体の飛散性をより明確に評価することができるため、粉体製品の使用、製造、及び販売などを行う際、特に粉塵の発生量が抑制された粉体製品の販売などにおいて有用である。

符号の説明

[0069] 1、10、11 粉体の飛散性評価装置
 2 箱体
 3 液体
 4 粉塵計

5 容器

6 供給路