

明 細 書

発明の名称：アクリル酸系重合体の製造方法及びその用途

技術分野

[0001] 本発明は、アクリル酸系重合体の製造方法及びその用途に関する。さらに詳しくは、分散剤、洗剤および無機物析出抑制剤等に有用なアクリル酸系重合体及びその連続製造方法に関する。

背景技術

[0002] ポリアクリル酸ソーダ等のアクリル酸系重合体は、顔料分散剤、洗剤ビルダー又は無機物析出抑制剤等の幅広い用途に使用される産業上重要な化合物である。これらの用途には重量平均分子量1000～30000程度の低分子量のアクリル酸系重合体が好ましく、また、重量平均分子量(M_w)を数平均分子量(M_n)で除した商(M_w/M_n)すなわち分散度等で表される分子量分布は、できるだけ狭いものであることが好ましい。

さらに、その製造にあたっては、当然ながら反応時間の短縮化や生産性の向上等、効率の良い製造方法が望ましく、これに見合う製造方法として、従来のバッチ式による製造方法に加えて、連続的製造方法についても開発が進められている。

[0003] このような背景の下、低分子量のアクリル酸系重合体の製造方法に関していくつかの方法が提案されている。

特許文献1には、金属の腐食及び／または水性系からのスケール沈積の抑制及び／または水性系中の粒子の分散の促進に有効な、新規なコテロマー化合物及びその製造方法が開示されている。

また、特許文献2及び3において出願人は、複数個の反応器よりなり少なくとも第1反応器は槽型反応器である連続反応装置を使用し、分子量分布の狭い低分子量のアクリル酸系重合体の製造方法を提案している。

[0004] 特許文献4及び5には、反応液を0.5kW/m³以上の攪拌所要動力(P_v)で攪拌することにより、低分子量かつ分子量分布の狭いアクリル酸系重

合体を効果的に得られることが記載されている。

さらに、特許文献6には、タンク及びその外部を循環する配管により構成される循環ラインを有する反応装置を用いて、分子量分布が狭い水溶性共重合体が高効率で得られる連続的製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭60-174793号公報

特許文献2：特開2003-2909号公報

特許文献3：特開2003-40912号公報

特許文献4：特開2003-64108号公報

特許文献5：特開2008-214374号公報

特許文献6：特開2007-217654号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載された方法では、分子量の低い重合体を得るために次亜リン酸ナトリウム等の連鎖移動剤を多量に使用する必要があった。このため、例えば顔料分散剤として使用した場合などには、顔料分散液の粘度が経時的に増粘するという問題があった。

また、特許文献2及び3に記載の方法によれば、分子量分布が比較的狭いアクリル酸系重合体を得られる。しかしながら、当該重合体には分散剤等の用途には不向きな高分子量成分が少量含まれるため、これを用いた分散液の粘度が高い場合があり、分散性能のさらなる向上が望まれていた。

[0007] 特許文献4～6に記載の方法では、反応器に供給された単量体の偏在を抑制する等により分子量分布の狭いアクリル酸系重合体を得られる。しかしながら、これらも上記同様に少量の高分子量成分が含まれる場合があり、改善されるべき余地が残されるものであった。

[0008] 本発明の課題は、顔料分散剤、洗剤及び無機物析出抑制剤等の用途に用い

た場合に非常に優れた性能を示すことができる分子量分布の狭い低分子量のアクリル酸系重合体を、多量の連鎖移動剤を使用することなく、効率良く得るための製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは上記課題に鑑み鋭意検討した結果、アクリル酸を必須構成成分とする単量体を連続的に重合させて得られるアクリル酸系重合体の連続製造方法において、送液ポンプにより反応器の出口液に0.5～2.5 kJ/Lの機械的負荷を付与することにより高分子量成分が低減され、分子量分布が狭く分散性等にも優れる低分子量のアクリル酸系重合体を得られることを知得し、本発明を完成した。

[0010] 本発明は以下の通りである。

1. アクリル酸を必須構成成分とする単量体を連続的に重合させて得られるアクリル酸系重合体の連続製造方法であって、送液ポンプにより反応器の出口液に0.5～2.5 kJ/Lの機械的負荷を付与することを特徴とするアクリル酸系重合体の製造方法。

2. 上記送液ポンプが、容積形回転ポンプであることを特徴とする上記1に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。

3. 反応器として1基又は直列に設置した2基以上の連続槽型反応器を用いることを特徴とする上記1又は2に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。

4. 以下の式により算出される平均循環数が1～10であることを特徴とする上記1～3に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。

(平均循環数) = (第1反応器の平均滞留時間) × (上記送液ポンプを経て第1反応器へ循環される流量) / (第1反応器の液量)

5. 上記1～4のいずれか1項に記載の製造方法により得られるアクリル酸系重合体。

6. 重量平均分子量が1500～30000であることを特徴とする上記5に記載のアクリル酸系重合体。

7. 全重合体のうち、分子量100000以上の重合体が占める割合が0.

1 質量%以下であることを特徴とする上記5又は6に記載のアクリル酸系重合体。

8. 上記5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む分散剤。

9. 上記8記載の分散剤を用いて顔料を分散した顔料分散液。

10. 上記5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む洗剤。

11. 上記5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む無機物析出抑制剤。

発明の効果

[0011] 本発明のアクリル酸系重合体の製造方法によれば、低分子量かつ分子量分布の狭いアクリル酸系重合体を多量の連鎖移動剤等を用いることなく効率よく製造することができる。また、当該方法により得られたアクリル酸系重合体は、分散剤、洗剤及び無機物析出抑制剤等の用途において優れた性能を発揮する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施に使用する3基の槽型反応器よりなる連続反応装置の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明は、アクリル酸を必須構成成分とするアクリル酸系重合体の連続製造方法において、送液ポンプにより反応器の出口液に0.5～2.5 kJ/Lの機械的負荷を付与することを特徴とする、分子量分布が狭く分散性等にも優れる低分子量のアクリル酸系重合体の製造方法に関する。

以下、本発明について詳しく説明する。尚、本願明細書においては、アクリル酸及び／又はメタクリル酸を、(メタ)アクリル酸と表す。

[0014] 本発明によるアクリル酸系重合体の連続製造方法では、1基又は直列に設置した2基以上の反応器が使用される。反応器の形状及び種類等について特に限定はなく、槽型反応器及び管型反応器等の公知の反応器を使用することができるが、反応器に投入された単量体等の原料の偏在が少ない点で槽型反応器が好ましい。

ここで、反応器を1基のみ用いる場合の当該反応器、並びに直列に設置した2基以上の反応器を使用する場合の最初の反応器を「第1反応器」と称する。また、第1反応器の下流に引き続き反応器が設置されている場合はこれを「第2反応器」と称し、以降についても同様とする。反応器の数は、生産能力、設置場所及びコスト等を考慮して適宜設定される。

[0015] 槽型反応器としては、反応生成液の取り出しが可能であることを除けば、バッチ式の重合において通常使用されている反応器が使用できる。また、攪拌機および温調用の装置を有するものが好ましい。前記温調用の装置としては、ジャケット、内部コイル及び外部熱交等の公知の装置を適用することができる。

[0016] 本発明では、送液ポンプにより反応器の出口液に $0.5 \sim 2.5 \text{ kJ/L}$ の機械的負荷が付与される。当該機械的負荷とは、送液ポンプの（軸動力／吐出量）より算出される「単位体積当りの機械的負荷」を示す。

通常、重合反応により得られたアクリル酸系重合体には、分散剤等の用途には好適でない高分子量成分が少量含まれる。この高分子量成分の生成を抑制するには連鎖移動剤の使用が効果的であるが、多量の連鎖移動剤を使用した場合には分散性等の性能に悪影響を及ぼすため、使用量が制限される。本発明では、アクリル酸系重合体に適度な機械的負荷を掛けることにより、分子量の大きな高分子鎖が切断される。その結果得られたアクリル酸系重合体は、高分子量成分の含有率が少ないものとなるため、分散剤等の各種用途に好適に用いることが可能となる。

[0017] 上記の通り、反応器の出口液には送液ポンプによって $0.5 \sim 2.5 \text{ kJ/L}$ の機械的負荷が付与されることが必要であり、 $0.7 \sim 2.0 \text{ kJ/L}$ の範囲が好ましく、 $0.9 \sim 1.8 \text{ kJ/L}$ の範囲が特に好ましい。 0.5 kJ/L 未満では高分子量成分の切断効果が不十分となり、分散性等の性能が不足する場合がある。また、 2.5 kJ/L を超えると機械的負荷が強すぎるために高分子鎖が過剰に切断され、適正な分子量の目的物を得難くなる。

[0018] 送液ポンプは上記の機械的負荷を付与することができるものであれば特に制限はなく、非容積型のターボポンプ、容積型ポンプ及びその他特殊ポンプ等が使用可能であるが、適切な負荷を掛けやすい点および送液安定性等の点から容積型ポンプが好ましい。容積型ポンプとしてはピストンポンプ、プランジャーポンプ及びダイヤフラムポンプ等の往復ポンプ、並びにギヤポンプ、ベーンポンプ及びねじポンプ等の回転式ポンプ等が挙げられ、中でも適切な負荷を掛けやすい点で回転式ポンプが好ましい。

[0019] 送液ポンプとして上記容積型回転式ポンプを使用する場合、ポンプの容量及び型式等にもよるが、100～450rpmの範囲の回転数で使用するのが好ましく、130～400rpmの範囲がさらに好ましく、160～350rpmの範囲が特に好ましい。100rpm未満の場合、高分子量成分の切断効果が不十分となり、分散性等の性能が不足する場合がある。また、450rpmを超えると機械的負荷が強すぎるために高分子鎖が過剰に切断され、適正な分子量体の目的物を得難くなる。

[0020] 本発明では、第1反応器から排出される出口液は、上記送液ポンプにより第2反応器または製品貯槽等の次工程へ移液されるが、その一部を循環液として第1反応器に返送しても良い。この場合、以下の式により算出される平均循環数が1～10であることが好ましく、1.5～6であることがより好ましい。

$$(\text{平均循環数}) = (\text{第1反応器の平均滞留時間}) \times (\text{上記送液ポンプを経て第1反応器へ循環される流量}) / (\text{第1反応器の液量})$$

上記の式から明らかな通り、平均循環数は反応液が第1反応器に滞留している間に上記送液ポンプによって機械的負荷を受ける平均回数に相当する。平均循環数が1未満では高分子量成分の切断効果が不十分となり、分散性等の性能が不足する場合がある。一方、10を超える場合は高分子鎖が過剰に切断され、適正な分子量の目的物を得難くなる。

[0021] 上記送液ポンプは第1反応器から貯槽タンク等の最終製品の充填または保管工程に至るまでの1箇所又は2箇所以上に設置されていれば良い。第1反

応器において反応液を循環させながら効果的に機械的負荷を付与することができる点から、第1反応器の出口に設置することが好ましい。

[0022] アクリル酸系重合体を構成する単量体としては、少なくともアクリル酸を含む単量体であれば良い。従って、上記単量体は、全量をアクリル酸としてもよく、単量体の一部にアクリル酸を含むものでもよい。

アクリル酸以外の単量体（以下、「他の単量体」ともいう）としては、アクリル酸と共重合可能な単量体であれば、特に限定されない。具体的には、ラジカル重合性を有するビニル系単量体（重合性不飽和化合物）が挙げられる。上記ビニル系単量体としては、例えば、アクリル酸以外のエチレン性不飽和カルボン酸、エチレン性不飽和カルボン酸の中和塩、（メタ）アクリル酸アルキルエステル化合物、芳香族ビニル化合物、酸無水物、アミノ基含有ビニル化合物、アミド基含有ビニル化合物、スルホン酸基含有ビニル化合物、ポリオキシアルキレン基含有ビニル化合物、アルコキシ基含有ビニル化合物、シアノ基含有ビニル化合物、シアン化ビニル化合物、ビニルエーテル化合物、ビニルエステル化合物、共役ジエン等が挙げられる。これらは、1種単独であるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。

これらのうち、得られる分散剤の物性（分散安定性、着色抑制等）の面から（メタ）アクリル酸アルキルエステル化合物、及び、ポリオキシアルキレン基含有ビニル化合物が好ましい。

[0023] 上記アクリル酸以外のエチレン性不飽和カルボン酸としては、メタクリル酸、エタクリル酸、マレイン酸、フマル酸、イタコン酸、クロトン酸、無水フタル酸をアルキルアルコールでハーフエステル化したもの、及び、無水イタコン酸をアルキルアルコールでハーフエステル化したもの等が挙げられる。

[0024] 上記エチレン性不飽和カルボン酸の中和塩としては、アクリル酸、メタクリル酸、エタクリル酸、マレイン酸、フマル酸、イタコン酸、及びクロトン酸等のカルボキシ基が中和されたエチレン性不飽和カルボン酸塩が挙げられる。また、このエチレン性不飽和カルボン酸塩としては、アルカリ金属塩

、アルカリ土類金属塩、アンモニウム塩、及び、有機アミン塩等が挙げられる。

[0025] 上記（メタ）アクリル酸アルキルエステル化合物としては、（メタ）アクリル酸メチル、（メタ）アクリル酸エチル、（メタ）アクリル酸 *n*－プロピル、（メタ）アクリル酸イソプロピル、（メタ）アクリル酸 *n*－ブチル、（メタ）アクリル酸イソブチル、（メタ）アクリル酸 *sec*－ブチル、（メタ）アクリル酸 *tert*－ブチル、（メタ）アクリル酸 *n*－ペンチル、（メタ）アクリル酸イソアミル、（メタ）アクリル酸 *n*－ヘキシル、（メタ）アクリル酸 2－メチルペンチル、（メタ）アクリル酸 *n*－オクチル、（メタ）アクリル酸 2－エチルヘキシル、（メタ）アクリル酸 *n*－デシル、（メタ）アクリル酸 *n*－ドデシル、（メタ）アクリル酸 *n*－オクタデシル、（メタ）アクリル酸イソボルニル、（メタ）アクリル酸シクロヘキシル、（メタ）アクリル酸フェニル、（メタ）アクリル酸ベンジル等が挙げられる。

[0026] 上記芳香族ビニル化合物としては、スチレン、2－メチルスチレン、3－メチルスチレン、4－メチルスチレン、 α －メチルスチレン、2，4－ジメチルスチレン、2，4－ジイソプロピルスチレン、4－*tert*－ブチルスチレン、*tert*－ブトキシスチレン、ビニルトルエン、ビニルナフタレン、ハロゲン化スチレン、スチレンスルホン酸、 α －メチルスチレンスルホン酸等が挙げられる。

[0027] 上記酸無水物単量体としては、無水マレイン酸、無水イタコン酸、無水シトラコン酸等が挙げられる。

[0028] 上記アミノ基含有ビニル化合物としては、（メタ）アクリル酸ジメチルアミノメチル、（メタ）アクリル酸ジエチルアミノメチル、（メタ）アクリル酸 2－ジメチルアミノエチル、（メタ）アクリル酸 2－ジエチルアミノエチル、（メタ）アクリル酸 2－（ジ－*n*－プロピルアミノ）エチル、（メタ）アクリル酸 2－ジメチルアミノプロピル、（メタ）アクリル酸 2－ジエチルアミノプロピル、（メタ）アクリル酸 2－（ジ－*n*－プロピルアミノ）プロピル、（メタ）アクリル酸 3－ジメチルアミノプロピル、（メタ）アクリル

酸 3-ジエチルアミノプロピル、(メタ)アクリル酸 3-(ジー n-プロピルアミノ)プロピル等が挙げられる。

[0029] 上記アミド基含有ビニル化合物としては、(メタ)アクリルアミド、N、N-ジメチル(メタ)アクリルアミド、N、N-ジメチルアミノプロピル(メタ)アクリルアミド、N-メチロール(メタ)アクリルアミド等が挙げられる。

[0030] 上記スルホン酸基含有ビニル化合物としては、メタリルスルホン酸、アクリルアミド-2-メチル-2-プロパンスルホン酸等が挙げられる。

[0031] 上記ポリオキシアルキレン基含有ビニル化合物としては、ポリオキシエチレン基、及び/または、ポリオキシプロピレン基を有するアルコールの(メタ)アクリル酸エステル等が挙げられる。

[0032] 上記アルコキシ基含有ビニル化合物としては、(メタ)アクリル酸 2-メトキシエチル、(メタ)アクリル酸 2-エトキシエチル、(メタ)アクリル酸 2-(n-プロポキシ)エチル、(メタ)アクリル酸 2-(n-ブトキシ)エチル、(メタ)アクリル酸 3-メトキシプロピル、(メタ)アクリル酸 3-エトキシプロピル、(メタ)アクリル酸 2-(n-プロポキシ)プロピル、(メタ)アクリル酸 2-(n-ブトキシ)プロピル等が挙げられる。

[0033] 上記シアノ基を有する(メタ)アクリル酸エステル化合物としては、(メタ)アクリル酸シアノメチル、(メタ)アクリル酸 1-シアノエチル、(メタ)アクリル酸 2-シアノエチル、(メタ)アクリル酸 1-シアノプロピル、(メタ)アクリル酸 2-シアノプロピル、(メタ)アクリル酸 3-シアノプロピル、(メタ)アクリル酸 4-シアノブチル、(メタ)アクリル酸 6-シアノヘキシル、(メタ)アクリル酸 2-エチル-6-シアノヘキシル、(メタ)アクリル酸 8-シアノオクチル等が挙げられる。

[0034] 上記シアン化ビニル化合物としては、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、エタクリロニトリル等が挙げられる。

[0035] 上記ビニルエーテル化合物としては、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニル-n-ブチルエーテル、ビニルフェニルエーテル、ビニ

ルシクロヘキシルエーテル等が挙げられる。これらは、単独で用いてよいし2つ以上を組み合わせ用いてもよい。

ビニルエステル単量体としては、ギ酸ビニル、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル等が挙げられる。

[0036] 上記共役ジエンとしては、1, 3-ブタジエン、イソプレン、2, 3-ジメチル-1, 3-ブタジエン、1, 3-ペンタジエン、2-メチル-1, 3-ペンタジエン、1, 3-ヘキサジエン、4, 5-ジエチル-1, 3-オクタジエン、3-ブチル-1, 3-オクタジエン、クロロプレン等が挙げられる。

[0037] その他、マレイミド、N-メチルマレイミド、N-ブチルマレイミド、N-フェニルマレイミド、N-シクロヘキシルマレイミド等のマレイミド系化合物；マレイン酸エステル化合物；イタコン酸エステル化合物；ビニルピリジン等のN-ビニル複素環化合物等が挙げられる。

[0038] これらの他の単量体のうち、好ましくは、無水マレイン酸、アクリルアミド-2-メチル-2-プロパンスルホン酸等である。これらの単量体をアクリル酸と併用することにより、例えば顔料分散剤に使用した際には顔料への吸着と溶媒への親和性に優れ、分散性を向上させることができる。

[0039] 上記アクリル酸系重合体の重合において、単量体がアクリル酸以外の他の単量体を含む場合、アクリル酸の含有量は、上記単量体全量100質量%に対して、好ましくは80質量%以上であり、より好ましくは90質量%以上であり、更に好ましくは95質量%である。本発明では、特に好ましくは100質量%として単量体全量をアクリル酸とする場合である。アクリル酸の含有量が80質量%以上であると、得られる分散剤の水への溶解度を十分なものにすることができる。

[0040] アクリル酸系重合体の重合方法は特に制限されないが、水溶液重合法が好ましい。水溶液重合によれば、均一な溶液として分散剤を得ることができる。

水溶液重合の際の重合溶媒には、水または水及び有機溶剤の混合液を使用

することができる。水及び有機溶剤の混合液を使用する際の好ましい有機溶剤としては、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン等のケトン類が挙げられ、特に好ましくはイソプロピルアルコールである。

[0041] 又、重合反応では公知の重合開始剤を使用出来るが、特にラジカル重合開始剤が好ましく用いられる。

ラジカル重合開始剤として、例えば、過硫酸ナトリウム、過硫酸カリウム及び過硫酸アンモニウム等の過硫酸塩類、*t*-ブチルヒドロパーオキシド等のヒドロパーオキシド類、過酸化水素等の水溶性過酸化物、メチルエチルケトンパーオキシド、シクロヘキサノンパーオキシド等のケトンパーオキシド類、ジ-*t*-ブチルパーオキシド、*t*-ブチルクミルパーオキシド等のジアルキルパーオキシド等の油溶性の過酸化物、2, 2'-アゾビス(2-メチルプロピオンアミジン)ジハイドロクロライド等のアゾ化合物等が挙げられる。

上記した過酸化物系のラジカル重合開始剤は1種類のみ使用しても又は2種以上を併用してもよい。

上記した過酸化物系のラジカル重合開始剤の中でも、重合反応の制御が行い易い点より過硫酸塩類やアゾ化合物が好ましく、特に好ましくは過硫酸塩類である。

上記ラジカル重合開始剤は、例えば水性媒体等に希釈して、前記単量体とは別の供給口から反応器に供給する。

ラジカル重合開始剤の使用割合は特に制限されないが、アクリル酸系重合体を構成する全単量体の合計重量に基づいて、0.1～15重量%、特に0.5～10重量%の割合で使用することが好ましい。この割合を0.1重量%以上とすることにより(共)重合率を向上させることができ、15重量%以下とすることにより、得られる重合体の安定性を向上させ、分散剤等に使用した際に性能に優れたものとなる。

又、場合によっては、重合開始剤として水溶性レドックス系重合開始剤を使用して製造してもよい。レドックス系重合開始剤としては、酸化剤(例え

ば上記した過酸化物)と、重亜硫酸ナトリウム、重亜硫酸アンモニウム、亜硫酸ナトリウム、ヒドロサルファイトナトリウム等の還元剤や、鉄明礬、カリ明礬等の組合せを挙げることができる。

[0042] アクリル酸系重合体の製造において、分子量を調整するために、連鎖移動剤を重合系に適宜添加してもよい。連鎖移動剤としては、例えば、亜リン酸ナトリウム、次亜リン酸ナトリウム、重亜硫酸ナトリウム、メルカプト酢酸、メルカプトプロピオン酸、2-プロパンチオール、2-メルカプトエタノール、チオフェノール及びイソプロピルアルコール等が挙げられる。

上記した連鎖移動剤は1種類のみ使用しても又は2種以上を併用しても良い。

上記した連鎖移動剤の中でも、分子量の制御が行い易い点から次亜リン酸ナトリウム、重亜硫酸ナトリウムおよびイソプロピルアルコールが好ましく、特に好ましくは次亜リン酸ナトリウムである。

上記連鎖移動剤は、前記単量体または重合開始剤と別の供給口から反応器に供給してもよいが、反応器に供給する直前に単量体と混合しても良い。その好ましい使用量は、単量体の量(モル数)に対して0.3~50モル%であり、さらに好ましくは1.0~25モル%である。

[0043] 第1反応器における重合反応の際の重合温度については特に制限されないが、60~100℃で行うのが好ましい。

重合温度を60℃以上にする事で、重合反応が速く生産性に優れるものとなり、100℃以下とすることで、製品の着色を少なくすることができる。

又、反応は、加圧又は減圧下で行うことも可能であるが、加圧あるいは減圧反応用の設備にするためのコストが必要になるので、常圧で行うことが好ましい。

[0044] 単量体は水溶液として反応器に供給することが好ましく、単量体の水溶液濃度としては30~60質量%が好ましい。単量体の供給速度としては、生産効率および得られる重合体の品質のバランスから、第1反応器に単量体が

1～4時間程度滞留するような供給速度が好ましい。

また、本発明においては、直列に設置した2基以上の反応器を使う場合、第1反応器において重合反応の90%以上を行うことが分子量分布の狭い重合体を得られる点で好ましく、そのためには用いる単量体の大半を第1反応器に供給することが好ましい。具体的には、用いる単量体の90%以上を第1反応器に供給することが好ましく、さらに好ましくは95%以上を第1反応器に供給することが好ましい。全単量体を第1反応器に供給しない場合、当然のことながら残余の単量体は第2反応器以降の反応器に供給する。なお、第2反応器以降の反応温度としては、20～100℃が好ましく、さらに好ましくは30～90℃である。

[0045] 重合反応中の反応液、並びに、最終製品として得られたアクリル酸系重合体溶液のpHを調整する目的で、アルカリ剤（中和剤）が用いられる。具体的には、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等のアルカリ金属水酸化物、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウム等のアルカリ土類金属水酸化物、アンモニア、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等の有機アミン類等が挙げられ、これらの内の1種又は2種以上を用いることができる。

[0046] 本発明におけるアクリル酸系重合体の重量平均分子量（Mw）は1500～30000の範囲であることが好ましく、2500～20000の範囲であることがより好ましい。重量平均分子量が1500未満ではアクリル酸系重合体を分散剤等に用いた際に分散安定性が不十分となる場合があり、3000を超えると分散に不適当な分子量100000以上の重合体の割合が増加するために分散性が不足する場合がある。上記重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）により、ポリアクリル酸ナトリウム等の標準物質を用いて測定することができる。

[0047] アクリル酸系重合体は、GPCにより測定される分子量100000以上の重合体が占める割合が、全重合体のうちの0.1質量%以下であることが好ましい。本発明では、上記の通り、送液ポンプにより反応器の出口液に0

、5～2.5 kJ/Lの機械的負荷を付与することにより当該分子量100000以上の重合体が占める割合を0.1質量%以下に低減することができる。これは、アクリル酸系重合体を含む水溶液に上記機械的負荷を付与した場合に分子量の高いポリマー鎖が切断されるためと推定される。

[0048] 上述の通り、無機顔料等の分散剤、洗剤ビルダー及び無機物析出抑制剤等の用途に用いられるアクリル酸系重合体は、重量平均分子量1000～30000程度の低分子量のアクリル酸系重合体が好ましく、また、その分子量分布はできるだけ狭いものであることが好ましい。

一方、分子量100000以上の分子量の高い重合体は、系の粘度を高めるのみならず、複数の分散質表面に吸着等することにより分散質粒子間を橋架けする場合があるため、分散にとって不適当な成分である。従って、上記のような高分子量成分はできる限り少ない方が好ましい。

[0049] 上記高分子量成分は連鎖移動剤の使用によっても低減することができるが、多量の連鎖移動剤を用いることが必要であり、結果として分散性の悪化およびコストアップに繋がる。本発明による送液ポンプにて適切な機械的負荷を付与して高分子量成分のポリマー鎖を切断する方法は、多量の連鎖移動剤を必要としないために有用な方法である。

[0050] 本願発明によるアクリル酸系重合体は、分子量100000以上の分子量の高い重合体成分の含有量が少ないため、顔料分散剤、洗剤、無機物析出抑制剤等の用途において、優れた性能を発揮する。顔料分散剤としては各種顔料についての水系分散液を得るための分散剤として使用可能であるが、その中でも炭酸カルシウム等の無機顔料分散液を得るための分散剤として有用である。

実施例

[0051] 以下、実施例に基づいて本発明を具体的に説明する。以下の記載において「部」は質量部を意味し、「%」は質量%を意味する。

また、各例において得られた重合体等の固形分濃度は、以下に記載の方法により測定した。

[0052] <固形分>

測定サンプル約 1 g を秤量 (a) し、次いで、通風乾燥機 155℃、30 分間乾燥後の残分を測定 (b) し、以下の式より算出した。測定には秤量ビンを使用した。その他の操作については、JIS K 0067-1992 (化学製品の減量及び残分試験方法) に準拠した。

$$\text{固形分 (\%)} = (b / a) \times 100$$

[0053] 実施例 1

図 1 に示すように、攪拌機を備えた槽型反応器を 3 基用意し、第 1 反応器、第 2 反応器、第 3 反応器の順に直列に配置し、原料組成物から反応生成物への流れはこの順になるように行った。各反応器には予め重量平均分子量 6000、固形分 40% のポリアクリル酸水溶液を 2000 L 投入し、攪拌しながら液温を 80℃ に保持した。

第 1 反応器へ、60% アクリル酸水溶液を 20 kg / 分、15% 過硫酸ナトリウム水溶液を 1.2 kg / 分、30% 次亜リン酸ナトリウム水溶液を 3.0 kg / 分で供給した。また、第 1 反応器から第 2 反応器への送液には容積型回転式ポンプを使用した。このポンプの吐出量は 56 L / 分 (反応液の比重 1.1 より 61.6 kg / 分)、軸動力は 1.3 kW、機械的負荷は 1.4 kJ / L、歯車の回転数は 240 rpm であった。また、第 1 反応器には第 2 反応器への送液配管から分岐して第 1 反応器へ戻る循環ラインを設置した。

吐出液のうち、第 2 反応器へ 24.2 kg / 分だけを供給し、残りの 37.4 kg / 分の液は送液ポンプから循環ラインを経て第 1 反応器へ供給することにより、第 1 反応器の液量を 2000 L に保持した。上記条件より計算される第 1 反応器における平均滞留時間は 91 分、平均循環数は 1.5 であった。

第 2 反応器では第 1 反応器と同温度を維持し、重合反応を継続した。また、第 2 反応器に供給される液と同量の 24.2 kg / 分を第 3 反応器へ送液することにより反応器内の液量を 2000 L に保った。

第3反応器では48%水酸化ナトリウム水溶液及び水を供給することにより、反応液のpHを7～8、固形分を40%に調整し、反応器の液量を2000Lに保つように系外への排出を行った。

なお、第2及び第3反応器からの反応液の排出は、送液ポンプを用いることなく、自重により行った。

[0054] この運転を20時間継続した時点で、第3反応器から排出される液を採取し、固形分40%、pH7.5のアクリル酸系重合体水溶液E1を得た。

E1の重量平均分子量(Mw)をゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)で測定した。GPCの測定条件は、HLC8020システム(東ソー社製)を使用し、検出はRIで行い、カラムはG4000PW×1、G3000PW×1、G2500PW×1を連結して使用した。溶離液は0.1MNaCl+リン酸バッファー(pH7)とし、検量線はポリアクリル酸ナトリウム(創和科学社製)を用いて作成した。測定の結果、E1のMwは6000、分子量分画計算にて求めた分子量100000以上の含有量は0.004%であった。

[0055] <重質炭酸カルシウムの湿式粉碎試験>

E1を7g、イオン交換水340g及び重質炭酸カルシウム(丸尾カルシウム社製、商品名「No. A重炭」)1000gを円筒型容器へ投入し、軽く攪拌して均一になじませた。次いで、メディア(1mmφセラミックビーズ)2700gを上記円筒型容器に投入し、1000rpmで50分間攪拌することにより湿式粉碎を行った。150メッシュの濾布を通してスラリーを回収し、イオン交換水を添加して固形分を75%に調整した。このスラリーの湿式粉碎当日の粘度、及び25℃で7日間静置した後の粘度を、B型粘度計を用いて、25℃、60rpmの条件で測定した。湿式粉碎当日のスラリー粘度は160mPa・s、7日後の粘度は1400mPa・sであった。また、レーザー回折散乱式粒度分布測定装置LA-910(堀場製作所社製)を用いてこのスラリーの1.32μmアンダー積算値を測定した結果、90%の値が得られた。

[0056] <軽質炭酸カルシウムの分散試験>

E 1 を 1 0 g、イオン交換水 2 3 0 g、軽質炭酸カルシウムの粉末 7 7 0 g を円筒型容器に投入し、4 0 0 0 r p m で 1 0 分間攪拌することにより分散スラリーを得た。このスラリーの分散直後の粘度、及び 2 5 °C で 7 日間静置した後の粘度を、B 型粘度計を用いて、2 5 °C、6 0 r p m の条件で測定した。分散直後のスラリー粘度は 3 0 0 m P a ・ s、7 日後の粘度は 1 2 0 0 m P a ・ s であった。

[0057] <泥土の分散－１>

大阪市内で採取した沖積粘性土からなる比重 1. 1 6、粘度 9 4 0 m P a ・ s、p H 7. 0 に調整した泥水 2 0 0 g へ E 1 を 1. 5 g 添加し、5 分間攪拌した。攪拌直後の粘度を B 型粘度計を用いて 2 5 °C、6 0 r p m の条件で測定した結果、3 0 m P a ・ s であった。

[0058] <泥土の分散－２>

クレイ（三菱商事社、商品名「アマゾン 8 8 ノンプレディスパース」）1 g、イオン交換水 1 0 0 g、及び 1 3 m g の E 1 を 1 0 0 m l メスシリンダーへ加え、マグネティックスターラーで 1 0 分間攪拌した。2 5 °C で 1 8 時間静置した後、上澄み液を採取し 3 8 0 n m の吸光度を測定した。E 1 を用いた上澄み液の吸光度は 1. 2 であった。

[0059] <カルシウムイオン補足能試験>

2 0 0 m g C a / L の塩化カルシウム溶液 1 0 0 m L、及び 4 M 塩化カルシウム溶液 1 m L に対し、E 1 を 2 0 0 m g - s o l i d となるように添加し、水酸化ナトリウムで p H 5 に調整した。3 0 °C で 1 0 分間放置した後、カルシウムイオンメーター（株式会社堀場製作所製、D - 5 3 及びカルシウムイオン電極 6 5 8 3 - 1 0 C）で溶液に残存するカルシウムイオン濃度を測定し、補足されたカルシウムイオンを算出した。E 1 に捕捉されたカルシウムイオンは 4 2 0 m g C a C O ₃ / g であった。

[0060] <炭酸カルシウムスケール抑制試験>

5 0 m g C a / L の塩化カルシウム溶液 1 0 0 m L に対し、E 1 を 2 0 0

m g - s o l i dとなるように添加し、水酸化ナトリウムでp H 8. 5に調整した。3 %炭酸水素ナトリウム溶液を1 0 g 加え、7 0 °Cで3 時間放置した。析出分を濾別し、濾液中のカルシウム濃度をE D T A 滴定により求め、スケール抑制率を算出した。E 1 の炭酸カルシウムスケール抑制率は7 5 %であった。

[0061] <洗浄力試験>

ドデシルベンゼンスルホン酸2 0 %、珪酸ナトリウム1 0 %、無水炭酸ナトリウム1 0 %、無水硫酸ナトリウム4 0 %及びE 1 を2 0 %からなる洗剤組成物を調整した。攪拌式洗濯試験機へ名古屋市水1 L 及び洗剤組成物1 g を添加し、1 0 c m × 1 0 c m の人口汚染布（洗濯科学協会製）5 枚を投入した。2 5 °Cで5 分間洗浄後、5 分間すすぎを行った。布を乾燥させた後、表面反射率計により布の表面反射率を測定し、以下の式より洗浄率を算出したところ、洗浄率5 5 %の値が得られた。

$$\text{洗浄率 (\%)} = (R_w - R_s) / (R_0 - R_s) \times 100$$

ここで、

R_w : 洗浄後の人口汚染布の表面反射率

R_s : 人口汚染布の表面反射率

R_0 : 汚染前の白布の表面反射率

[0062] 実施例 2 ～ 8

原料供給量やポンプ送液条件をはじめとする運転条件を表 1 の通りとする以外は実施例 1 と同様の操作によりアクリル酸系重合体水溶液 E 2 ～ E 8 を得た。得られた各重合体の物性値および評価結果についても表 1 に記載した。

[0063] 実施例 9 ～ 1 6

原料供給量やポンプ送液条件をはじめとする運転条件を表 2 の通りとする以外は実施例 1 と同様の操作によりアクリル酸系重合体水溶液 E 9 ～ E 1 6 を得た。得られた各重合体の物性値および評価結果についても表 2 に記載した。

[0064] 実施例 17～19

原料供給量やポンプ送液条件をはじめとする運転条件を表3の通りとする
 以外は実施例1と同様の操作によりアクリル酸系重合体水溶液E17～E19を得た。得られた各重合体の物性値および評価結果についても表3に記載した。

[0065] 比較例1及び2

原料供給量やポンプ送液条件をはじめとする運転条件を表4の通りとする
 以外は実施例1と同様の操作によりアクリル酸系重合体水溶液C1及びC2を得た。得られた各重合体の物性値および評価結果についても表4に記載した。

[0066] [表1]

アクリル酸系重合体			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
第1反応器	60%AA	(kg/分)	20	40	20	20	20	40	20	40
	15%NPS	(kg/分)	1.2	2.4	1.2	1.2	1.2	2.4	1.2	2.4
	30%NHP	(kg/分)	3.0	6.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.0	6.0
	液量	(L)	2000	4000	3000	3000	2000	4000	2000	4000
	温度	(℃)	80	80	80	80	80	80	80	80
	吐出量	(L/分)	56	240	72	135	65	200	90	170
	軸動力	(kW)	1.3	4.5	2.0	2.2	0.9	6.5	0.9	6.9
	単位体積あたりの機械的負荷	(kJ/L)	1.4	1.1	1.7	1.0	0.8	2.0	0.6	2.4
	歯車回転数	(rpm)	240	250	190	330	300	200	320	170
	反応液循環量	(kg/分)	37	216	55	124	47	172	75	139
	平均滞留時間	(分)	91	91	136	136	91	91	91	91
	平均循環数		1.5	4.5	2.3	5.1	2.0	3.5	3.1	2.9
製品	固形分	(%)	40	40	40	40	40	40	40	40
	PH		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	Mw		6000	6000	5900	5900	6000	5600	6100	5200
	Mw/Mn		1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1
	分子量100000以上の含有量	(%)	0.004	0.004	0.003	0.003	0.008	0.001	0.02	0.001
重質炭酸加の湿式粉碎試験	1.32μm _{70%} 粉砕当日の	(%)	90	90	90	90	90	90	90	90
	スラリー粘度	(mPa・s)	160	150	140	150	170	160	170	160
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1400	1300	1200	1300	1500	1600	1700	1800
軽質炭酸加の分散試験	分散直後のスラリー粘度	(mPa・s)	300	290	290	290	310	300	310	300
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1200	1100	1000	1100	1300	1400	1500	1600
泥土の分散-1	攪拌直後の粘度	(mPa・s)	30	28	28	29	31	32	33	33
	泥土の分散-2	上澄みの吸光度	1.2	1.3	1.3	1.2	1.0	1.1	1.0	1.1
Ca捕捉能	捕捉されたカルシウム	(mgCaCO ₃ /g)	420	430	430	420	410	410	400	410
スケール抑制試験	炭酸カルシウムスケール抑制率	(%)	75	76	76	76	74	74	73	73
洗浄力試験	洗浄率	(%)	55	56	57	56	54	53	53	52

[0067]

[表2]

アクリル酸系重合体			実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16
			E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
第1反応器	60%AA	(kg/分)	20	20	20	20	40	24	40	16
	15%NPS	(kg/分)	1.2	1.2	1.2	1.2	2.4	1.4	2.4	1
	30%NHP	(kg/分)	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.6	6.0	2.4
	液量	(L)	2000	2000	2000	2000	4000	2000	4000	2000
	温度	(℃)	80	80	80	80	80	80	80	80
	吐出量	(L/分)	65	90	60	120	95	240	72	240
	軸動力	(kW)	1.0	1.3	0.9	1.7	2.1	4.5	2.0	4.5
	単位体積あたりの機械的負荷	(kJ/L)	0.9	0.9	0.9	0.9	1.3	1.1	1.7	1.1
	歯車回転数	(rpm)	140	380	110	440	250	250	240	250
	反応液循環量	(kg/分)	47	75	42	108	56	235	31	245
	平均滞留時間	(分)	91	91	91	91	91	76	91	113
	平均循環数		2.0	3.1	1.7	4.5	1.2	8.1	0.6	12.6
製品	固形分	(%)	40	40	40	40	40	40	40	40
	PH		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	Mw		6100	5500	6100	5300	6100	5200	6100	4600
	Mw/Mn		2.0	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.4	2.3
	分子量100000以上の含有量	(%)	0.007	0.001	0.02	0.001	0.02	0.001	0.06	0.001
重質炭酸加の湿式粉碎試験	1.32μmアツター	(%)	90	90	90	90	90	90	90	90
	粉碎当日のスラリー粘度	(mPa・s)	170	160	180	160	170	160	220	160
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1500	1600	1600	1700	1600	1600	2300	2300
軽質炭酸加の分散試験	分散直後のスラリー粘度	(mPa・s)	310	310	320	310	320	310	320	340
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1400	1400	1500	1600	1600	1500	2100	1600
	スラリー粘度									
泥土の分散-1	攪拌直後の粘度	(mPa・s)	32	32	32	33	32	34	39	38
泥土の分散-2	上澄みの吸光度		1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	0.8	0.9
Ca捕捉能	捕捉されたカルシウム	(mgCaCO3/g)	410	410	400	400	410	410	370	380
スケール抑制試験	炭酸カルシウムスケール抑制率	(%)	74	73	74	73	73	74	68	69
洗浄力試験	洗浄率	(%)	53	54	53	52	53	52	49	47

[0068] [表3]

アクリル酸系重合体			実施例17	実施例18	実施例19
			E17	E18	E19
第1反応器	60%AA	(kg/分)	20	20	20
	15%NPS	(kg/分)	1.2	1.2	1.2
	30%NHP	(kg/分)	5.0	1.5	1.2
	液量	(L)	4000	1500	1400
	温度	(℃)	80	80	80
	吐出量	(L/分)	72	72	72
	軸動力	(kW)	2.0	2.0	2.0
	単位体積あたりの機械的負荷	(kJ/L)	1.7	1.7	1.7
	歯車回転数	(rpm)	190	240	240
	反応液循環量	(kg/分)	53	57	57
	平均滞留時間	(分)	168	73	69
	平均循環数		2.0	2.5	2.5
製品	固形分	(%)	40	40	40
	PH		7.5	7.5	7.5
	Mw		2300	27000	40000
	Mw/Mn		1.4	2.5	2.8
	分子量100000以上の含有量	(%)	0.001	0.07	0.09
重質炭酸加の湿式粉碎試験	1.32μmアツター	(%)	90	90	90
	粉碎当日のスラリー粘度	(mPa・s)	160	180	240
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1800	1900	2600
軽質炭酸加の分散試験	分散直後のスラリー粘度	(mPa・s)	300	310	340
	7日後のスラリー粘度	(mPa・s)	1700	1800	2300
	スラリー粘度				
泥土の分散-1	攪拌直後の粘度	(mPa・s)	31	35	43
泥土の分散-2	上澄みの吸光度		1.1	1.0	0.7
Ca捕捉能	捕捉されたカルシウム	(mgCaCO3/g)	420	390	360
スケール抑制試験	炭酸カルシウムスケール抑制率	(%)	74	72	65
洗浄力試験	洗浄率	(%)	54	51	45

[0069] [表4]

		アクリル酸系重合体		比較例1	比較例2
第1反応器	60%AA	(kg/分)		C1	C2
	15%NPS	(kg/分)		20	40
	30%NHP	(kg/分)		1.2	2.4
	液量	(L)		3.0	6.0
	温度	(℃)		2000	4000
	吐出量	(L/分)		80	80
	軸動力	(kW)		140	160
	単位体積あたりの機械的負荷	(kJ/L)		0.8	7.5
	歯車回転数	(rpm)		0.3	2.8
	反応液循環量	(kg/分)		350	160
製品	平均滞留時間	(分)		130	128
	平均循環数			91	91
	固形分	(%)		5.4	2.6
	PH			40	40
	Mw			7.5	7.5
	Mw/Mn			6400	1400
	分子量100000以上の含有量	(%)		2.6	1.4
	重質炭酸Caの湿式粉砕試験			0.23	0.001
	1.32μmアガー粉砕当日の3リ-粘度	(mPa・s)		90	90
	7日後の3リ-粘度	(mPa・s)		290	160
軽質炭酸Caの分散試験	分散直後の3リ-粘度	(mPa・s)		3100	3400
	7日後の3リ-粘度	(mPa・s)		410	370
	7日後の3リ-粘度	(mPa・s)		3000	3100
	泥土の分散-1 攪拌直後の粘度	(mPa・s)		57	58
	泥土の分散-2 上落みの吸光度			0.4	0.5
	捕捉されたCa補足能	(mgCaCO3/g)		310	320
	スケール抑制試験			60	61
	炭酸Caのスケール抑制率	(%)		41	40
	洗浄力試験				
	洗浄率	(%)			

[0070] 表 1 及び表 2 で用いた化合物の詳細を以下に示す。

A A : アクリル酸

N P S : 過硫酸ナトリウム

N H P : 次亜リン酸ナトリウム

[0071] 実施例 1 ～ 1 9 において示されたアクリル酸系重合体 E 1 ～ E 1 9 は、い
ずれも好適な重量平均分子量 (Mw) を有し、かつ分子量 1 0 0 0 0 0 以上
の重合体の含有量が十分抑制されている。また、これらのアクリル酸系重合
体を含む分散剤、洗剤、無機物析出抑制剤は、良好な性能を発揮することが
示された。さらに、上記分散剤を用いて得られた顔料分散液は、7 日間の静
置試験後においても粘度上昇が小さく、流動性に優れるものであった。

[0072] これに対して、反応液に付与された機械的負荷が低い比較例 1 では、高分
子量成分の切断効果が不十分なために高分子量体の含有率が高い結果となっ
た。一方、機械的負荷が高すぎた比較例 2 では過剰な切断により得られた重
合体の Mw が低いものとなった。

さらに、これら比較例で得られたアクリル酸系重合体C 1 及びC 2 は、各種実用性能評価においても十分な性能を示さなかった。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明によれば、特定分子量以上の高分子量体が十分低減された、低分子量のアクリル酸系重合体を多量の連鎖移動剤を使用することなく効率よく得ることができ。さらに、当該アクリル酸系重合体は、顔料分散剤、洗剤及び無機物析出抑制剤等の用途に用いた場合に非常に優れた性能を示す。

符号の説明

- [0074] 1 第1 反応器
- 1 1 重合開始剤供給管
 - 1 2 アクリル酸系単量体供給管
 - 1 3 連鎖移動剤供給管
 - 1 4 反応液排出管
 - 1 5 ポンプ
 - 1 6 攪拌機
 - 1 7 攪拌機駆動用モータ
- 2 第2 反応器
- 2 1 反応液供給管
 - 2 2 重合開始剤供給管
 - 2 3 反応液排出管
 - 2 5 攪拌機
 - 2 6 攪拌機駆動用モータ
- 3 第3 反応器
- 3 1 反応液供給管
 - 3 2 アルカリ供給管
 - 3 3 重合体排出管
 - 3 5 攪拌機
 - 3 6 攪拌機駆動用モータ

4 充填容器

請求の範囲

- [請求項1] アクリル酸を必須構成成分とする単量体を連続的に重合させて得られるアクリル酸系重合体の連続製造方法であって、送液ポンプにより反応器の出口液に0.5～2.5kJ/Lの機械的負荷を付与することで特徴とするアクリル酸系重合体の製造方法。
- [請求項2] 上記送液ポンプが、容積形回転ポンプであることを特徴とする請求項1に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。
- [請求項3] 反応器として1基又は直列に設置した2基以上の連続槽型反応器を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。
- [請求項4] 以下の式により算出される平均循環数が1～10であることを特徴とする請求項1～3に記載のアクリル酸系重合体の製造方法。

$$(\text{平均循環数}) = (\text{第1反応器の平均滞留時間}) \times (\text{上記送液ポンプを経て第1反応器へ循環される流量}) / (\text{第1反応器の液量})$$
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の製造方法により得られるアクリル酸系重合体。
- [請求項6] 重量平均分子量が1500～30000であることを特徴とする請求項5に記載のアクリル酸系重合体。
- [請求項7] 全重合体のうち、分子量100000以上の重合体が占める割合が0.1質量%以下であることを特徴とする請求項5又は6に記載のアクリル酸系重合体。
- [請求項8] 請求項5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む分散剤。
- [請求項9] 請求項8記載の分散剤を用いて顔料を分散した顔料分散液。
- [請求項10] 請求項5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む洗剤。
- [請求項11] 請求項5～7いずれか1項に記載のアクリル酸系重合体を含む無機物析出抑制剤。