

明 細 書

発明の名称：嫌気性処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する嫌気性処理方法に関する。

背景技術

[0002] 有機性排水の嫌気性処理方法として、反応槽内に高密度で沈降性の大きいグラニュール汚泥を形成し、溶解性BODを含む有機性排水を上向流通水して、スラッジブランケットを形成した状態で接触させて高負荷高速処理を行うUASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket: 上向流嫌気性スラッジブランケット) 法が採用されている。この方法では、消化速度の遅い固形有機物を分離して別途処理し、消化速度の速い溶解性有機物のみを、嫌気性微生物密度の高いグラニュール汚泥を用いる嫌気性処理によって高負荷で高速処理する。UASB法を発展させたものとして、高さの高い反応槽を用いてさらに高流速で通水し、スラッジブランケットを高展開率で展開して、さらに高負荷で嫌気性処理を行うEGSB (Expanded Granule Sludge Blanket) 法も行われている。

[0003] UASB法、EGSB法などのグラニュール汚泥を用いる嫌気性処理では、嫌気性微生物を含む汚泥をグラニュール状に維持、増殖させて処理する。この嫌気性処理方法は担体に汚泥を保持する固定床や流動床による処理と比較して高い汚泥保持濃度を達成することができるため、高負荷運転が可能であり、また、既に稼働中の処理系から余剰汚泥を調達することにより短期間で立上げが可能であり、効率的である。

[0004] グラニュール汚泥を用いるこれらの方法は、排水のCOD濃度が高い (COD_{Cr}濃度として概ね2000mg/L以上) 場合には非常に効率が高いが、COD濃度が低い場合 (COD_{Cr}濃度として概ね2000mg/L以下)

には反応槽に多くの水量を流す必要が生じ、グラニュールが流出し、安定した性能を発揮し得ないことがある。

[0005] グラニュールが形成されにくい種類又は組成の排水がこれらの方法で処理される場合、初期に投入したグラニュールが徐々に解体してしまい、運転不能となる場合がある。

[0006] これに対し、流動性の非生物担体を用いる方法は、スクリーン等の機械的な方法で反応槽からの担体の流出を防ぐことができ、また、担体表面を常に微生物の生育場所として確保できるため、低濃度のCOD排水やグラニュールが解体してしまうような排水に対しても適用できるという利点を有する。

[0007] 糖、タンパク等の高分子成分を含む有機性排水は、酸生成槽と嫌気性反応槽とを用いた2相式嫌気性処理装置で処理されることがある。有機性排水は、酸生成槽に導入され、該排水中の高分子が酢酸やプロピオン酸といった低分子有機酸まで分解された後、グラニュール又は担体が充填された反応槽にて処理される。

[0008] メタノール、酢酸等のメタン生成細菌が直接利用可能な化合物のみを含む排水は、酸生成槽を設けることなく、被処理水を直接グラニュール又は担体を充填した反応槽に通水する1相式処理装置で効率的な処理を行うことができる。高分子成分を多く含む被処理水は、予め酸生成槽で高分子成分を分解して低分子化しておくことにより、後段の反応槽で高い処理効率にて処理される。

[0009] 特許文献1には、有機性排水を酸生成槽で処理した後、UASB法メタン生成槽に上向流通液して処理する嫌気性処理方法が記載されている。特許文献1に記載された嫌気性処理は、メタン生成槽に導入する液中の糖/COD_{Cr}比を制御することにより、UASB法メタン生成槽内で高活性で沈降性のよいグラニュール汚泥を増殖させる。

[0010] 特許文献2には、高濃度のビール排水を酸生成槽（原水調整槽）で処理した後、希釈してCOD_{Cr}濃度3000mg/L以下として、担体を充填した流動床式メタン発酵槽に導入するようにすることで、排水量及び水質の変動

に対応するビール排液の処理方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開平6－154785号公報

特許文献2：特開平4－110097号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 流動性非生物担体を用いた嫌気処理方法は、グラニュール法では処理が困難な低濃度排水や組成の偏った排水を安定に処理することが可能である。しかし、処理を継続することにより、担体に付着した生物膜が肥大化して担体同士が固着したり、固着した担体が浮上したりする。

担体が浮上すると、反応槽（担体を充填したメタン生成槽）上部でスカムが発生して処理能力が低下したり、流路に担体が集積して配管を閉塞させる等の運転障害を引き起こすことがある。

[0013] 本発明は、このような課題を解決する嫌気性処理方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、上記課題を解決すべく検討を重ねた結果、被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する嫌気性処理において、該メタン生成槽の流入水中の有機酸以外の高分子成分の含有量を所定値以下とすることにより、メタン生成槽内での担体の浮上を防止して安定な処理を継続して行うことができることを見出した。

[0015] 本発明はこのような知見に基いて達成されたものであり、以下を要旨とする。

[0016] [1] 被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸

に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する嫌気性処理方法において、該メタン生成槽の流入水中の有機酸以外の高分子成分の COD_r 濃度を 300 mg/L 以下とすることを特徴とする嫌気性処理方法。

[0017] [2] [1]において、該メタン生成槽における、担体に付着している微生物当たりの負荷を $1\sim 10\text{ kg-COD}_r/\text{kg-VSS/day}$ とすることを特徴とする嫌気性処理方法。

[0018] [3] [1]又は[2]において、前記有機酸以外の高分子成分が炭素数7以上の有機物であることを特徴とする嫌気性処理方法。

[0019] [4] [1]ないし[3]のいずれかにおいて、前記被処理水の COD_r 濃度が 300 mg/L 以上であり、該被処理水の全 COD_r 中有機酸以外の高分子成分に由来する COD_r が30%以上であることを特徴とする嫌気性処理方法。

[0020] [5] [1]ないし[4]のいずれかにおいて、前記担体の大きさが1.0～5.0mmであり、沈降速度が $200\sim 500\text{ m/hr}$ であることを特徴とする嫌気性処理方法。

発明の効果

[0021] 本発明では、被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する。該メタン生成槽の流入水中の有機酸以外の高分子成分の COD_r 濃度を 300 mg/L 以下とすることにより、以下の作用機構により、生物膜の肥大化による担体同士の固着や、固着した担体の浮上、流路閉塞等の運転障害を防止して、効率的な嫌気性処理を長期に亘り安定に継続して行うことが可能となる。

[0022] 酸生成槽においては高分子成分が有機酸に転換され、その際分散状の菌体が生成する。分散状の菌体は、担体を充填したメタン生成槽に流入しても蓄積することなく、処理水へ流出していく。メタン生成槽において嫌気性の原生物が増殖した場合には、分散状の菌体は原生物に捕食される。この原

生動物は食物連鎖の中では高次な生物であり、その増殖量すなわち余剰汚泥の生成量は非常に少ないため、原生動物の増殖により担体の固着、浮上が起きることは無い。

[0023] メタン生成槽で処理される酸生成槽の処理水中に所定量以上の高分子成分が残留していると、メタン生成槽内部で酸生成反応が起きる。酸生成を担う微生物は増殖速度が速いことが知られており、その汚泥発生量もメタン生成菌と比較すると格段に多くなる。このため、メタン生成槽内部で酸生成反応が多く進行すると、微生物の増殖量が多くなり、担体同士が生物膜で固着し易くなり、浮上や閉塞問題を引き起こす原因となる。

[0024] メタン生成槽に導入される酸生成槽の処理水の有機酸以外の高分子成分を 300 mg/L 以下に抑えることにより、上述のようなメタン生成槽内での酸生成反応及びそれによる微生物の増殖が防止され、担体同士の固着、浮上や閉塞が防止される。

[0025] グラニュール法においては、グラニュール維持のために、メタン生成槽流入水中に若干量の高分子成分が必要であるが、本発明では非生物担体表面にメタン生成菌を生育させるため、必ずしも高分子成分を含有する必要がなく、 300 mg/L 以下でも運転が可能である。グラニュールが形成されにくい高分子成分を含まない有機酸や低分子有機性排水を処理する運転も可能である。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施例で用いた嫌気性処理装置の構成を示す系統図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0028] 本発明の嫌気性処理方法では、被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する。該メタン生成槽の流入水中の有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度を 300 mg/L 以下とする。

[0029] メタン生成槽に流入する酸生成槽の処理水の有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度を 300 mg/L 以下とするには、次のような手段を採用することができる。

i) 酸生成槽の仕様に応じて、酸生成槽の処理水の有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度が 300 mg/L 以下となるように、処理条件、例えば、酸生成槽の滞留時間を2.5時間以上とする。

ii) 酸生成槽に流入する被処理水又は酸生成槽の処理水を、適宜これらの高分子成分を含まない水、例えば、市水、工水、メタン生成槽の処理水などで希釈することにより、メタン生成槽に流入する水の有機酸以外の高分子成分の濃度が 300 mg/L 以下となるようにする。

[0030] 有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度が、 300 mg/L 以下であるメタン生成槽流入水は、有機酸以外の高分子成分を全く含まず、低分子有機成分のみを含むものであってもよい。

[0031] 有機酸以外の高分子成分とは、糖、タンパク、油脂等の炭素数7以上の有機物であり、低分子有機成分とは、エタノール、メタノール等の炭素数6以下の有機物である。

[0032] 水中の有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度は、被処理水中の COD_c 濃度及び有機酸の COD_c 濃度の差分により求めることができる。有機酸の COD_c 濃度は、有機酸濃度を測定し、測定された有機酸濃度を COD_c 濃度に換算することで求めることができる。なお、有機酸濃度は、イオン交換、イオン排除又は逆相などによる液体又はガスクロマトグラフィーなどの公知の方法で分析することができる。有機酸の COD_c 濃度とアルカリ消費量には相関がある。

従って、被処理水の性状が変動する場合には、酸生成槽及びメタン生成槽へのアルカリ添加量から相関式により有機酸濃度及び有機酸以外の高分子成分の濃度を求め、この値に基いて酸生成槽の処理条件や希釈の程度等を制御することにより、メタン生成槽の流入水の有機酸以外の高分子成分の COD_c 濃度が 300 mg/L 以下となるように調整することもできる。

[0033] 本発明の嫌気性処理方法において、酸生成槽で処理される被処理水は、 COD_{Cr} 濃度が 300 mg/L 以上で、該被処理水の全 COD_{Cr} 中有機酸以外の高分子成分に由来する COD_{Cr} が 30% 以上であるような有機性排水が好適である。

被処理水の COD_{Cr} 濃度が 300 mg/L 以下であるような低濃度有機性排水や、全 COD_{Cr} 中の有機酸以外の高分子成分に由来する COD_{Cr} の割合の低い排水では、本発明を適用することなく処理を行うことができる。

[0034] 担体を用いる嫌気性処理法は、グラニュール法に比べて低濃度有機性排水の処理における有効性が高いことから、本発明で処理する被処理水の COD_{Cr} 濃度は 300 mg/L 以上、特に $300\sim5000\text{ mg/L}$ 、とりわけ $500\sim3000\text{ mg/L}$ 程度であることが好ましいがこれに限定されない。

被処理水に含まれる全 COD_{Cr} 中の有機酸以外の高分子成分に由来する COD_{Cr} の割合が 30% 以上、特に $40\sim80\%$ 程度であり、有機酸以外の高分子成分に由来する COD_{Cr} 含有量が $300\sim4000\text{ mg/L}$ 、特に $500\sim2500\text{ mg/L}$ であるような、比較的有機酸以外の高分子成分の含有量の多い有機性排水に対して、本発明は特に有効に適用される。

[0035] このような有機性排水としては、食品工場等の製造廃水、化学工場等の有機性廃水、一般下水等が含まれるが、何らこれらに限定されるものではない。

[0036] 本発明では、このような有機性排水をまず酸生成槽に導入して、高分子成分を酢酸やプロピオン酸といった低分子有機酸に分解する。この酸生成槽の処理条件としては、排水の生分解性等の条件により異なるが、 $\text{pH } 5\sim 8$ 、好ましくは $5.5\sim 7.0$ 、温度 $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{HRT } 2\sim 24\text{ hr}$ 、好ましくは $2\sim 8\text{ hr}$ が適当である。

[0037] この酸生成槽の処理水が導入される流動性非生物担体が充填されたメタン生成槽としては、攪拌機等を用いる完全混合型反応槽、水流と発生ガスにより槽内を混合する上向流型反応槽等を利用することができるが、特に反応槽の高さ、形状を自由に設定でき、担体を多く投入できることから上向流型反

応槽を用いることが好ましい。

[0038] 完全混合型反応槽、上向流型反応槽における処理条件としては、所望の処理効率を得ることができる範囲において、特に制限はないが、例えば以下のような条件を設定することができる。

[0039] <完全混合型反応槽>

担体充填率：10～30%

HRT：1.0～24hr

槽負荷：4.0～12.0kg-COD_{Cr}/m³/day

汚泥負荷：0.8～3.0kg-COD_{Cr}/kg-VSS/day

pH：6.5～7.5

温度：25～38℃

<上向流型反応槽>

担体充填率：10～80%

HRT：1.0～24hr

上昇流速（LV）：1.0～20m/hr

槽負荷：4.0～32kg-COD_{Cr}/m³/day

汚泥負荷：0.8～3.0kg-COD_{Cr}/kg-VSS/day

pH：6.5～7.5

温度：25～38℃

[0040] メタン生成槽においては、担体に付着している微生物当たりの負荷を1～10kg-COD_{Cr}/kg-VSS/day、とりわけ2～8kg-COD_{Cr}/kg-VSS/dayとすることが好ましい。メタン生成槽の負荷をこのような範囲とすることにより、処理効率を高く維持した上で、生物膜の肥大化による担体同士の固着や、固着した担体の浮上、流路閉塞等の運転障害をより一層確実に防止することができる。担体に付着している微生物当たりの負荷量は、メタン生成槽流入水量の制御、メタン生成槽流入水のCOD_{Cr}濃度を希釈水により希釈することにより調整することができる。

[0041] 担体に付着している微生物量（VSS量）は、担体のタンパク質をアルカ

り抽出し、公知のBradford法でタンパク質を測定することにより求めることができる。この際、菌体中のタンパク質含有量を50%としてVSS量を計算する。

[0042] 本発明において、メタン生成槽に充填する流動性排水生物担体は、大きさが1.0～5.0mmで、沈降速度が200～500m/hrのものであることが好ましい。

[0043] 担体の大きさが大き過ぎると反応槽体積当りの表面積が小さくなり、小さ過ぎると沈降速度が遅くなり処理水との分離が困難になる。本発明で用いる担体の好ましい大きさは2.5～4.0mmである。

[0044] 担体の大きさとは、通常「粒径」と称されるものであり、例えば直方体形状の担体であればその長辺の長さをさし、立方体形状の担体であればその一辺の長さをさし、円柱形状の担体であれば直径又は円柱の高さのうちいずれか大きい方を表わす。これらの形状以外の異形状の担体の粒径は、担体を2枚の平行な板で挟んだときに、この板の間隔が最も大きくなる部位の板の間隔である。

本発明において、担体の大きさは、その平均値が1.0～5.0mm、好ましくは2.5～4.0mmの範囲であればよく、すべての担体の大きさがこの範囲でなくてもよい。

[0045] また、担体の沈降速度が小さすぎると、水流や発生ガスにより浮上し易く、水面近くにスカム状に蓄積してしまう。即ち、非生物担体を用いる方法の場合、表面に生物膜が形成され、生物膜内部でガスが発生する反応が進行するため、担体の見かけ比重は生物膜の形成に伴って軽くなっていく。この生物膜の影響を考慮して、担体自体の比重、沈降速度を決定する必要がある。逆に、担体の沈降速度が大きすぎると被処理水との接触効率が悪くなり、十分な処理効率が得られない、或いは担体の堆積層に固形物が蓄積して流路が閉塞するといった弊害が出る。本発明で用いる担体のより好ましい沈降速度は200～500m/hrである。

[0046] 担体の沈降速度とは、担体を水（水道水等の清水）に浸して沈んだものを

取り出し、これを水（水道水等の清水）に入れたメスシリンダーに投入し、単位時間当たりの沈降距離を測定して求められた値である。本発明において、10個以上、好ましくは10～20個の担体について測定を行い、その平均値を沈降速度とする。

[0047] 担体の構成材料には特に制限はないが、以下の(1)及び/又は(II)の発泡体よりなるものが好ましく、このような樹脂発泡体よりなるものであれば、比重や粒径の調整が容易である点においても好ましい。

(1) ポリオレフィン系樹脂を主体とする樹脂成分30～95重量%と、セルロース系粉末の親水化剤5～70重量%とを含む発泡体であって、表面がマルチフラクチャー状態を有する発泡体(以下「発泡体(1)」と記載する場合がある。)

(II) ポリオレフィン系樹脂を主体とする樹脂成分30～95重量%と、セルロース系粉末の親水化剤4～69重量%と、無機粉末1～30重量%とを含む発泡体であって、表面がマルチフラクチャー状態を有する発泡体(以下「発泡体(II)」と記載する場合がある。)

[0048] マルトフラクチャーは、プラスチック成形時に、成形品の表面に凹凸が生じる現象（平滑な表面を有さない状態）として、一般的に知られている。例えば、プラスチック材料の押出成形において、押出機の内圧が著しく高くなったり、押出速度が著しく大きくなったり、或いは、プラスチック材料の温度が低くなりすぎたりしたとき、成形品の表面に不規則な凹凸が生じたり、表面の光沢を失ったりする現象をいう。

[0049] 本発明に係る担体の好ましいマルチフラクチャー状態は、下記式(1)で示される比表面積比を満たすものである。

$$B/A = 1.5 \sim 4.0 \quad \dots (1)$$

[0050] Aは発泡体の見かけの比表面積、Bは発泡体の実比表面積を示す。発泡体の見かけの比表面積Aとは、発泡体の表面が平滑な状態、つまり、マルチフラクチャーを生じていない状態での比表面積を示し、実比表面積Bとは、マルチフラクチャーが生じている状態での実際の比表面積を示す。即

ち、上記式（１）で示される B/A の値は、メルトフラクチャーを生じることによる比表面積の増加の割合を示すものであり、 B/A が１であるものは、表面にメルトフラクチャーによる凹凸が全くないことを意味する。

[0051] B/A の値が１．５より小さいと、被処理水と担体との接触面積が小さくなるため、処理能力が小さくなり好ましくない。 B/A の値が４．０より大きいと、表面のメルトフラクチャーが使用時における担体同士の接触により容易に削られてしまい、好ましくない。見かけの比表面積 A 及び実比表面積 B は、自動比表面積／細孔分布測定装置〔*Tristar 3000*、（株）島津製作所製〕で測定した値を用いることができる。

[0052] 発泡体を構成する樹脂成分は、メルトフローインデックスが $5 \sim 25 \text{ g} / 10 \text{ min}$ であるものが好ましい。メルトフローインデックスが $5 \text{ g} / 10 \text{ min}$ より小さいと樹脂成分の流動性に欠けるため、発泡体の成形に不向きであり、 $25 \text{ g} / 10 \text{ min}$ より大きいと発泡成形時に潰れる現象が生じるおそれがある。

[0053] メルトフローインデックス（以下、単に「*MFI*」と略記する場合がある。）とは、溶融状態にある樹脂の流動性を示す尺度の一つで、一定圧力、一定温度の下に、規定の寸法をもつノズル（オリフィス）から樹脂が流出する量を測定し、１０分間当たりの重量（単位： $\text{g} / 10 \text{ min}$ ）で表した指数として一般的に知られている。本発明では、 230°C 、 21.6 N 荷重（*DIN 53735*）での値を採用する。

[0054] 発泡体（Ⅰ）、（Ⅱ）を構成する樹脂成分として好ましいものは、ポリエチレン（以下、単に「*PE*」と略記する場合がある。）、ポリプロピレン（以下、単に「*PP*」と略記する場合がある。）、エチレン－酢酸ビニル共重合体（以下、単に「*EVA*」と略記する場合がある。）等が挙げられる。これらの樹脂を単独で用いてもよく、適宜組み合わせた混合物として用いてもよい。発泡体（Ⅰ）、（Ⅱ）を構成する樹脂成分は、ポリオレフィン系樹脂に他の熱可塑性樹脂成分を加えたものであってもよい。他の熱可塑性樹脂成分として、ポリスチレン（以下、単に「*PS*」と略記する場合がある。）、

ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリアミド、ポリアセタール、ポリ乳酸、ポリメチルメタクリレート、ABS樹脂等が挙げられる。

[0055] 発泡体（I），（II）を構成する樹脂成分としてはポリエチレンが特に好ましいが、上記のMF Iの範囲内であれば、PEと他のポリオレフィン系樹脂等との混合物、例えば、PEとPPの混合物、PEとEVAの混合物、PEとPPとEVAの混合物、PEとPPとPSの混合物、PEとPPとEVAとPSの混合物、或いはこれらに更に他の熱可塑性樹脂を混合した混合物でもよい。具体的には、PE、PP、EVA、PSを含む他の熱可塑性樹脂の組成比（重量比）が、樹脂全体を100として、PE：PP：EVA：PSを含む他の熱可塑性樹脂＝100～60：40～0：20～0：15～0となることが好ましい。担体の耐摩耗性を高めるためには、樹脂成分中にEVAを10重量%以上含有させることが好ましい。これらの樹脂成分は再生樹脂であってもよい。

[0056] 親水化剤としてのセルロース系粉末としては、木粉、セルロース粉末、麻セルロース粉末などが挙げられ、おがくず、アビセル、アーボセル、紙粉、セルロースビーズ、微結晶セルロース、マイクロフィブリル化セルロースなどが例示されるが、特に木粉を用いることが好ましい。これらはいずれかを単独で用いてもよく、また、2種類以上を任意の割合で混合して用いてもよい。

[0057] 親水化剤の形状は、球状、楕円状、くさび状、ウィスカー状、繊維状などであるが、これら以外の形状であってもよい。親水化剤は、好ましくは200メッシュパス、好ましくは100メッシュパス、さらに好ましくは40メッシュパスの粒径を有する。

[0058] 本発明において、親水化剤は、独立気泡を有する発泡体に対し、水浸透機能を付与する役割を有するが、そのためには親水化剤は、発泡体の表面に露出ないし突出していることが望ましい。ここで露出とは、発泡体表面に親水化剤の表面の一部が出現していることを意味し、突出とは、発泡体表面から

親水化剤の一部が突き出ていることを意味する。即ち、露出ないし突出しているとは、発泡体中に親水化剤の全体あるいは一部が埋没しており、かつ、発泡体表面に親水化剤の表面の一部が現れている状態、あるいは、親水化剤の一部が発泡体表面に突き出ている状態を意味する。

[0059] 発泡体（II）に用いられる無機粉末としては、硫酸バリウム、炭酸カルシウム、ゼオライト、タルク、酸化チタン、チタン酸カリウム、水酸化アルミニウム等が挙げられ、特に硫酸バリウムを用いることが好ましい。これらの無機粉末は、いずれかを単独で用いてもよく、2種類以上の無機粉末を用いてもよい。

[0060] 発泡体（I），（II）において、樹脂成分の割合が上記範囲よりも多く、親水化剤の割合が少ないと、親水化剤を用いることによる水浸透機能の付与効果が十分でなく、水中で沈降する状態とするのに長い時間が必要となり、逆に樹脂成分の割合が上位範囲よりも少なく、親水化剤の割合が多いと担体の強度が低下してしまう。

[0061] 発泡体（II）において、無機粉末は発泡の際の核材、ならびに比重調整のために配合されるが、更に樹脂成分や親水化剤の使用量を減らして製造コストの低減化を図るものである。無機粉末の割合が上記範囲よりも少ないとこのような無機粉末の配合効果を十分に得ることができず、多いと比重が大きくなりすぎてしまう。

[0062] 発泡体（I），（II）は、後述のように、発泡剤を用いて発泡形成されるが、その発泡倍率は2～10倍で、見かけ容積から求められる比重が0.10～0.80 g/m^lであることが好ましい。

[0063] 発泡体（I），（II）の発泡倍率が上記下限より小さいと、比重が大きくなりすぎるため、水中で流動させる際に大きな力を必要とするため好ましくない。発泡倍率が上記上限より大きいと、比重が小さくなるため、水面に浮き易くなり、好ましくない。

[0064] 見かけ容積から求められる比重が上記下限より小さくても大きくても、前述の本発明で規定される沈降速度を満足し得なくなる場合がある。ここで発

泡体の見かけ容積から求められる比重とは、発泡体を50mlメスシリンダーに見かけ容積で30ml量り取り、その重量から算出して求めた値（単位：g/ml）であって、実質的な比重を示すものとする。これは、発泡体（I）、（II）が、その表面にメルトラクチャー状態を有しているため、真の体積を測定するのが非常に困難なためである。以下において、発泡体の見かけ容積から求められる比重を、単に「比重」と称す。

[0065] 発泡体（I）、（II）は、前述のポリオレフィン系樹脂、親水化剤、更には無機粉末を溶融混練し、更に発泡剤を溶融混練して得られた混合物を発泡させた後、所定の大きさにカットすることにより製造することができる。

[0066] 発泡剤としては、重炭酸ナトリウム（重曹）、アゾジカルボンアミドなどが挙げられる。発泡剤は、これらに制限されるものではなく、化学的発泡剤や物理的発泡剤などが挙げられる。

化学的発泡剤としては、例えば、バリウムアゾジカルボキシレート等のアゾ化合物、N，N－ジニトロソペンタメチレンテトラミン等のニトロソ化合物、4，4’－オキシビス（ベンゼンスルホニルヒドラジド）等のヒドラジン誘導体、セミカルバジド化合物、アジド化合物、トリアゾール化合物、イソシアネート化合物、重炭酸ナトリウム等の重炭酸塩、炭酸塩、亜硝酸塩、水素化物、重炭酸ナトリウムと酸の混合物（例えば、重炭酸ナトリウムとクエン酸等）、過酸化水素と酵素との混合物、亜鉛粉末と酸との混合物などが挙げられる。物理発泡剤としては、例えば、脂肪族炭化水素類（例えば、ブタン、ペンタン、ヘキサンなど）、塩化炭化水素類（例えば、ジクロロエタン、ジクロロメタンなど）、フッ化塩化炭化水素類（例えば、トリクロロモノフロロメタン、ジクロロジフロロメタン、ジクロロモノフロロメタン、ジクロロテトラフロロエタンなど）、代替フロン類、空気、炭酸ガス、窒素ガス、水などが挙げられる。中でも、分解温度が低く、安価であるという点から、重炭酸ナトリウム（重曹）を用いることが特に好ましい。

[0067] 発泡剤として、いわゆる自立発泡剤（独立発泡剤、マイクロスフィア、熱膨張性マイクロカプセルともいう）を用いることができる。この自立発泡剤

は、発泡により発泡剤自身が外壁面を有する中空球状粒子となることから、樹脂組成物を水中に押し出し発泡させる代わりに気相中（例えば、空气中）に押し出し発泡させても、発泡体の中空部分が潰れることなく維持され、所望の発泡倍率を有する発泡体を得られる。自立発泡剤としては、外壁用のポリマーとして例えば塩化ビニリデンーアクリロニトリル共重合体やアクリロニトリルーメタアクリロニトリル共重合体等を使用し、これに内包する揮発性の液体として例えばイソブタン、イソペンタン等を使用したものが挙げられる。具体的にはエクспанセル（日本フィライト株式会社）やEPD-03（永和化成工業株式会社）などを例示することができる。本発明では、セルロース系粉末の親水化剤の存在によって、自立発泡剤による発泡体へも水が透過することから、得られる発泡体は水透過性に優れたものとなる。

- [0068] これらの発泡剤は1種のみを用いてもよく2種以上を混合して用いてもよい。発泡剤は、前述の好適な発泡倍率を得るために、発泡体（I）においてはポリオレフィン系樹脂と親水化剤の合計100重量部に対して、発泡体（II）においてはポリオレフィン系樹脂と親水化剤と無機粉末の合計100重量部に対して、それぞれ0.5～8重量部の割合で用いることが好ましい。

実施例

- [0069] 以下に実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

- [0070] [実施例1～3、比較例1]

図1に示す嫌気性処理装置により、糖とタンパクを主体とする合成排水（COD_{Cr}濃度：500～1500mg/L、全COD_{Cr}中の有機酸以外的高分子成分に由来するCOD_{Cr}の割合：約60%、pH7.0）を原水として通水試験を行った。

この嫌気性処理装置は、原水を酸生成槽1で処理した後、ポンプP₁でpH調整槽2に送給してpH調整し、pH調整水をポンプP₂により流動性非生物担体4を充填したメタン生成槽3に上向流で通水して処理する。メタン生成槽3の流出水は一部が循環水としてpH調整槽2に循環され、残部が処理水として系外へ排出される。酸生成槽1内の水はポンプP₀により循環されてい

る。酸生成槽 1 及び pH 調整槽 2 には、pH 調整のためにアルカリ剤として水酸化ナトリウムが添加される。1 A, 2 A は pH 計であり、3 A, 3 B はスクリーンである。

[0071] 酸生成槽 1 及びメタン生成槽 3 の処理条件は以下の通りとした。

<酸生成槽>

容量：18 L

HRT：1.5 hr

pH：6.5

温度：30℃

[0072] <メタン生成槽>

容量：約 10 L（直径 15 cm、高さ 60 cm）

HRT：0.9 hr

上昇流速（LV）：2 m/hr

pH：7.0

担体充填率：40%

担体：直径 2 mm、高さ 3 mm、沈降速度 = 300 m/hr の円柱形状のポリオレフィン樹脂製担体

[0073] 処理水量は約 305 L/day とし、処理開始に当っては、メタン生成槽 3 に種汚泥として分散状の嫌気汚泥（10 g-VSS/L）を 2 L 投入した。

[0074] 実施例 1～3 及び比較例 1 において、原水の COD_{Cr} 濃度を表 1 に示すように変えたこと以外は同様にして処理を行い、酸生成槽の処理水の全 COD_{Cr} 濃度及び有機酸以外的高分子成分由来の COD_{Cr} 濃度（表 1 では「残糖 COD_{Cr} 濃度」と記載する。）、メタン生成槽の処理水の COD_{Cr} 濃度とメタン生成槽内の担体の浮上の有無を調べ、結果を表 1 に示した。

[0075] 表 1 には、メタン生成槽の担体に付着した微生物当たりの負荷（表 1 では「担体負荷」と記載する。）を併記した。

この担体負荷は、前述の方法でメタン生成槽の担体に付着した微生物量を

測定し（この値は、 $8000 \sim 16000 \text{ mg-VSS/L}$ —担体であった。））、この値とメタン生成槽の負荷の値とで算出して求めた。

[0076] [表1]

	原水の 全 COD_{Cr} (mg/L)	酸生成槽の処理水 の COD_{Cr} 濃度		メタン生成槽の 担体負荷 ($\text{kg-COD}_{\text{Cr}}/\text{kg-VSS}/\text{day}$)	メタン生成槽の 処理水の COD_{Cr} 濃度 (mg/L)	担体の 浮上の 有無
		全 COD_{Cr} (mg/L)	残糖 COD_{Cr} (mg/L)			
実施例 1	500～600	300～400	100～200	1～4	50～100	無
実施例 2	800～1200	400～800	150～300	2～8	100～200	無
実施例 3	1200～1500	600～800	150～300	3～8	100～200	無
比較例 1	1200～1500	700～1300	400～1000	3～12	300～600	有

[0077] 表 1 より次のことが明らかである。

原水 COD_{Cr} 濃度 $500 \sim 1200 \text{ mg/L}$ の実施例 1～3 では、酸生成槽の酸生成の残糖 COD_{Cr} 濃度が 300 mg/L 以下となり、メタン生成槽における担体の浮上は起こらなかった。一方、原水 COD_{Cr} 濃度 $1200 \sim 1500 \text{ mg/L}$ の比較例 1 の場合は、酸生成槽の処理水の COD_{Cr} 濃度にばらつきがあり、メタン生成槽において担体の浮上が起こる場合と、起こらない場合が確認された。担体浮上が起こる場合には酸生成槽の処理水の残糖 COD_{Cr} 濃度が 300 mg/L を超え 400 mg/L 以上であり、担体浮上が起こらない場合には、酸生成槽の残糖 COD_{Cr} 濃度が 300 mg/L 以下であることが確認された。

[0078] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

なお、本出願は、2010年11月26日付で出願された日本特許出願（特願2010-263584）に基づいており、その全体が引用により援用される。

請求の範囲

- [請求項1] 被処理水を酸生成槽に導入して該被処理水中の高分子成分を有機酸に分解した後、該酸生成槽の流出水を、流動性の非生物担体を充填したメタン生成槽に導入してメタン発酵処理する嫌気性処理方法において、該メタン生成槽の流入水中の有機酸以外の高分子成分の COD_r 濃度を 300 mg/L 以下とすることを特徴とする嫌気性処理方法。
- [請求項2] 請求項1において、該メタン生成槽における、担体に付着している微生物当たりの負荷を $1\sim 10\text{ kg-COD}_r/\text{kg-VSS/day}$ とすることを特徴とする嫌気性処理方法。
- [請求項3] 請求項1において、前記有機酸以外の高分子成分が炭素数7以上の有機物であることを特徴とする嫌気性処理方法。
- [請求項4] 請求項1において、前記被処理水の COD_r 濃度が 300 mg/L 以上であり、該被処理水の全 COD_r 中有機酸以外の高分子成分に由来する COD_r が30%以上であることを特徴とする嫌気性処理方法。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項において、前記担体の大きさが $1.0\sim 5.0\text{ mm}$ であり、沈降速度が $200\sim 500\text{ m/hr}$ であることを特徴とする嫌気性処理方法。