

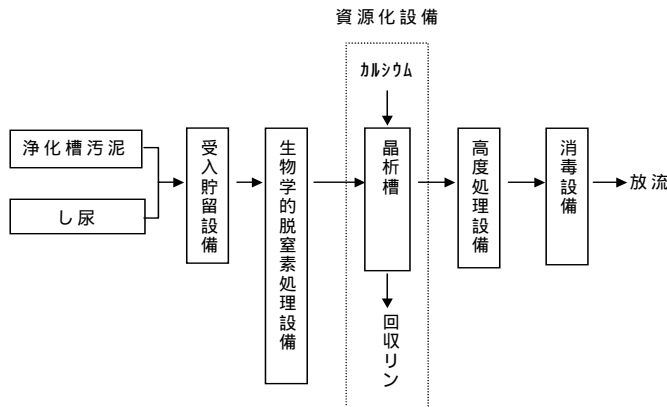
廃棄物処理技術検証結果概要書

検証結果の概要

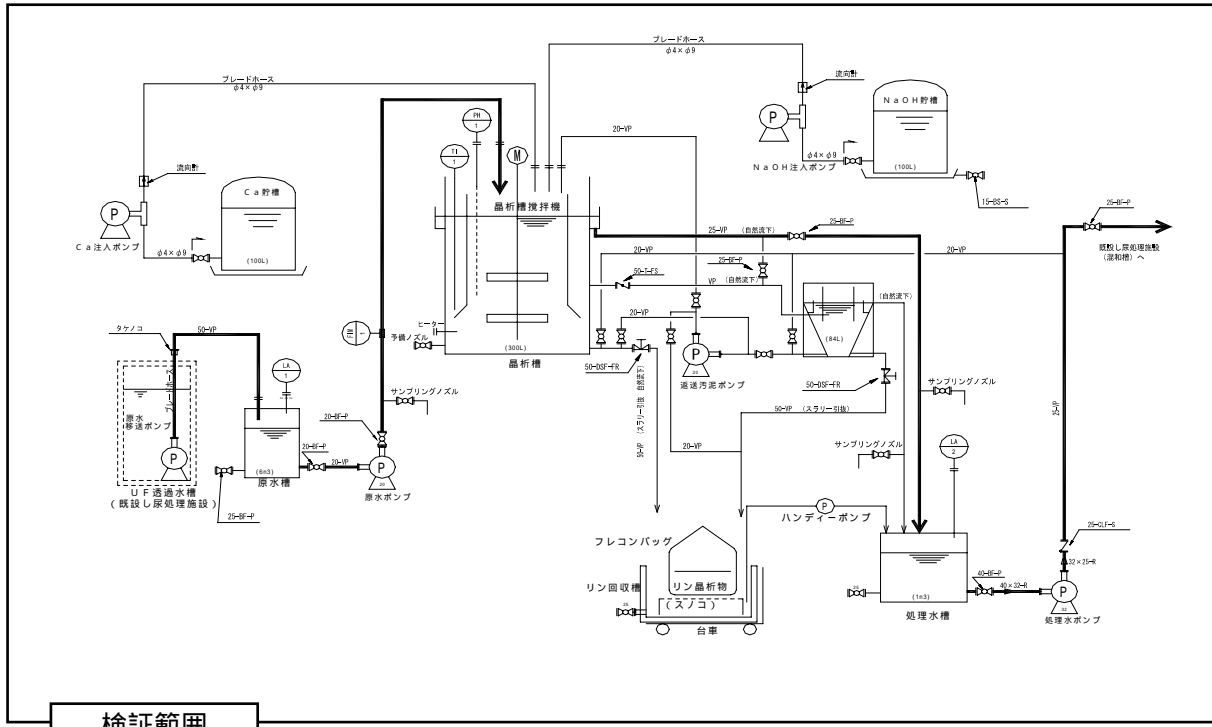
申請技術の概要

1. 申請技術の名称	し尿と浄化槽汚泥からのアパタイト法によるリン回収システム
2. 申請者	浅野工事株式会社、アタカ工業株式会社、株式会社荏原製作所 株式会社クボタ、住友重機械工業株式会社、株式会社西原環境テクノロジー 三菱重工業株式会社
3. 対象廃棄物	し尿、浄化槽汚泥の生物処理水
4. 資源化方式	アパタイト法によるリン回収
5. 検証対象施設	ひたちなか市那珂湊衛生センター内 2m ³ /d (し尿換算値 1.18m ³ /d)
6. 申請技術の概要と検証範囲	

本技術は、アパタイト法を用いて、し尿処理施設の生物処理水に残留する高濃度リン(P₀₄-P)を晶析物(ヒドロキシアパタイト:Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂)として回収する技術である。



本技術を適用した場合の施設のフローシート



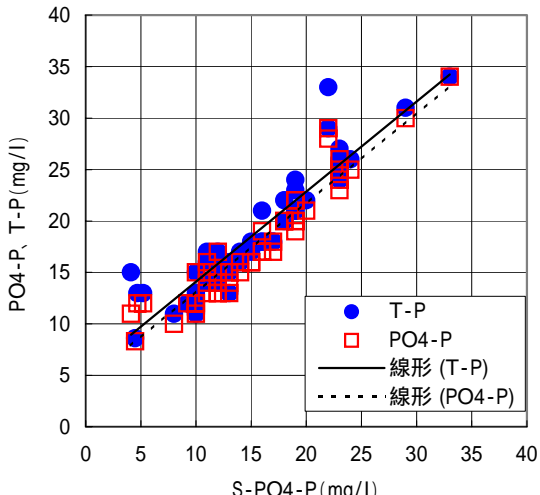
検証範囲

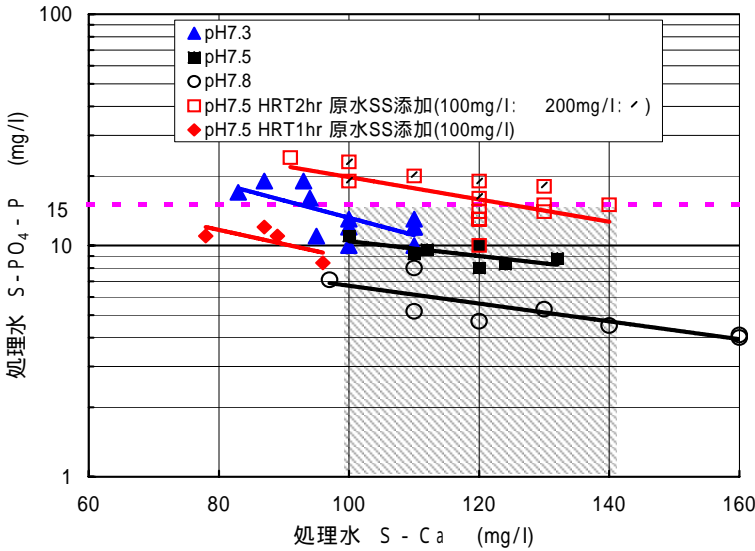
実証施設のフローシートと検証範囲

7．試験実施期間	平成 14 年 8 月 ~ 平成 15 年 4 月
8．技術の特徴	<p>生物処理水中のリンを肥料として回収することが可能である。</p> <p>晶析物はリンの含有率が高く、有害物質の含有量が極めて少ない。</p> <p>晶析物は沈降性及び脱水性が良く、回収が容易である。</p> <p>膜分離および重力による固液分離方式に適用可能である。</p> <p>リン回収設備は、小規模な装置で晶析反応を利用した物理化学的操作であるため、運転の停止や再起動のために複雑な手順を必要とせず、運転管理が容易である。</p> <p>生物処理水を原水とするため、生物反応槽の液温を有効利用でき、冬季でも安定した晶析反応を維持できる。</p> <p>生物処理の後段に設置されるため生物処理に影響を及ぼすことはない。リン回収設備は適量のカルシウム添加と pH 調整を行うだけであり、後段の物理化学処理は従来と同様な処理が行える。</p> <p>生物処理水中のリンを回収するため、後段へのリン負荷を低減でき、凝集分離設備の薬品量を削減できる。</p>
9．検証終了期日	平成 15 年 9 月 22 日
10．台帳登録番号	JESC-BB-H14-02

・ 検証結果(性能・特徴等)と実用化に際しての留意事項

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所																																		
<p>1 資源 化 性</p> <p>適 応 範 囲</p>	<p>検証結果</p> <p>(1) 本技術は生物学的脱窒素処理水を対象としている。本実証試験に用いた原水は、那珂湊衛生センター（膜分離高負荷脱窒素処理方式 + 高度処理）の生物膜処理水であり、これを試験目的に応じて直接あるいは調整して試験を行った。T-Pを基準水質とするためにリン酸の添加を、重力分離水を想定するために生物膜原水を添加して試験を行った。試験内容は以下のとおりである。</p> <p>RUN1：低濃度リン酸（T-P=30mg/l 程度）に対する試験 条件 基本条件 (T-P=30mg/l、pH7.3、アパタイト粒子濃度 20,000mg/l、滞留時間 2 時間) 条件 Ca 添加濃度を条件 より少なくした試験 条件 滞留時間、アパタイト粒子濃度、pH の操作 条件を変化させた試験</p> <p>RUN2：高濃度リン酸（T-P=100mg/l 程度 1）に対する試験 条件 基本条件 (T-P=100mg/l、pH7.8、アパタイト粒子濃度 40,000mg/l、滞留時間 2 時間) 条件 pH を条件 より下げた試験</p> <p>RUN3：原水の性状変化の影響確認試験 （重力分離水を想定した試験 2） 条件 基本条件 (T-P=100mg/l、SS=100mg/l、pH7.8、アパタイト 粒子濃度 40,000mg/l、滞留時間 2 時間) 条件 SS=200mg/l にした高濃度負荷試験 条件 滞留時間を短くした試験</p> <p>1 リン酸を外添し、T-P=100mg/l に調整。 2 生物膜原水の混合で、SSとして100mg/lまたは200 mg/lに調整</p> <p>(2) 実証試験に用いた原水は以下のとおりであり、概ね基準水質と同程度の試験原水が得られていた。</p> <p style="text-align: center;">基準水質と試験原水の比較</p> <table border="1" data-bbox="339 1512 1201 1758"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項 目</th> <th colspan="2">基準水質 (mg/l)</th> <th colspan="2">試験原水測定値 (mg/l)</th> </tr> <tr> <th>膜分離水</th> <th>重力式分離水</th> <th>RUN 1 , RUN 2</th> <th>RUN 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>10</td> <td>50</td> <td>10.8 ~ 18.2</td> <td>27.0 ~ 52.4</td> </tr> <tr> <td>COD</td> <td>250</td> <td>300</td> <td>99.0 ~ 137</td> <td>134 ~ 189</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>5</td> <td>100</td> <td>3.0 ~ 23.9</td> <td>99.0 ~ 201</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>27.8 ~ 51.3</td> <td>23.9 ~ 32.7</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>33.7 ~ 112</td> <td>100 ~ 111</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 試験原水測定値は、各 RUN における各試験条件での平均値</p>	項 目	基準水質 (mg/l)		試験原水測定値 (mg/l)		膜分離水	重力式分離水	RUN 1 , RUN 2	RUN 3	BOD	10	50	10.8 ~ 18.2	27.0 ~ 52.4	COD	250	300	99.0 ~ 137	134 ~ 189	SS	5	100	3.0 ~ 23.9	99.0 ~ 201	T-N	30	40	27.8 ~ 51.3	23.9 ~ 32.7	T-P	100	100	33.7 ~ 112	100 ~ 111	<p>P23 5. 運転条件</p> <p>p39 ~ p42 2.1 処理実績</p>
項 目	基準水質 (mg/l)		試験原水測定値 (mg/l)																																	
	膜分離水	重力式分離水	RUN 1 , RUN 2	RUN 3																																
BOD	10	50	10.8 ~ 18.2	27.0 ~ 52.4																																
COD	250	300	99.0 ~ 137	134 ~ 189																																
SS	5	100	3.0 ~ 23.9	99.0 ~ 201																																
T-N	30	40	27.8 ~ 51.3	23.9 ~ 32.7																																
T-P	100	100	33.7 ~ 112	100 ~ 111																																

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所
<p>1 資源化設備能力</p>	<p>検証結果</p> <p>(1) 処理実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証試験における処理量は、定格の 2 m³/d 以上であった。 ・晶析槽 pH は 7.3~7.8 で安定したリン回収が可能であった。この範囲での最適 pH は 7.5 で、リン回収率が高くかつ脱水性も良好であった。 ・カルシウム添加濃度は次式を目安とした。 カルシウム添加量 (mg/l) = 2.15 × 原水 P + 100 - 原水 Ca <p>処理水中に未反応のカルシウムが残留するので、結果として各RUNの処理水Ca濃度の平均値は 96.0~142 mg/l であった。(RUN1- , を除く)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原水 SS 濃度 200mg/l まで、安定したリン回収が可能であった。 ・晶析槽アパタイト粒子濃度は 20,000~40,000mg/l で安定した運転が可能であった。 ・晶析槽滞留時間は、1~2 時間で安定した運転が可能であった。 ・リン回収設備処理水のリン濃度は、各試験条件の平均値が T-P で 20 mg/l 以下であった (RUN1-条件 及び RUN3-条件 は除く) <p>RUN1- は Ca 添加濃度が標準設定値より低いこと、RUN1- は期間中に設定条件の変更を行い処理が不安定であったため RUN1 の結果から省いた。</p> <p>(2) 処理水の溶解性リン酸態リン (S-PO₄-P) とリン酸態リン (PO₄-P)、全リン (T-P) の相関特性</p> <p>下図に示すように、処理水のPO₄-P、T-P、S-PO₄-Pの間には良好な相関性があり、かつ、S-PO₄-P濃度が15mg/l以下にすることができれば、処理水のPO₄-P及びT-P濃度は20mg/l以下となる。</p>  <p>処理水のS-PO₄-P、PO₄-P、T-Pの関係</p>	<p>P70</p> <p>2.2 資源化設備能力</p> <p>1) 処理実績のまとめと設備能力</p> <p>P63</p> <p>2.1 処理実績</p> <p>(6) 処理水のS-PO₄-PとPO₄-P、T-Pの相関特性</p>

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所
<p>1 資源化設備能力</p>	<p>(3) 処理水のリン、Ca濃度及びpHの関係 実証試験における処理水のリン濃度、Ca濃度及びpHの関係は下図のとおりである。すなわち、処理水中に残留するCa濃度が100mg/lより高めとなるようにカルシウムを添加し、pHを7.3～7.8の範囲で操作すれば、処理水のS-PO₄-P濃度は15mg/l以下となる。 RUN3条件のように原水SS濃度が200mg/lと高い場合は、晶析槽pHを7.5以上に設定し、処理水のCa濃度を100mg/lよりさらに増加させることにより、処理水S-PO₄-Pは15mg/l以下にすることが可能である。 また、処理水のPO₄-P、T-P、S-PO₄-Pの相関特性で示したように、S-PO₄-P濃度が15mg/l以下にすることができれば、処理水のPO₄-P及びT-P濃度は20mg/l以下となる。</p>  <p>晶析槽 pH の変化による処理水S-Caと処理水リン濃度との関係</p> <p>(4) 実証試験において、晶析物の理論発生量（リン回収設備出入口のリン濃度から算出）に対する晶析物引抜量の割合は95%以上であり、リン回収設備でのリン回収率は次のように表せる。本晶析技術では、原水リン濃度に関係なく、晶析槽pHとCa濃度の設定により処理水リン濃度が一定となるので、回収率は主に原水のリン濃度により決まる。</p> $\text{リン回収設備の回収率(\%)} = \frac{\text{流入水リン濃度} - \text{処理水リン濃度}}{\text{流入水リン濃度}} \times 100$ <p>上記から、実証試験におけるリン回収設備でのリン回収率平均値（各RUNにおける各試験条件での平均値）は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> • RUN1：59%以上（原水平均T-P=35.4 mg/l）（RUN1-，を除く） • RUN2：85%以上（原水平均 T-P=108～112 mg/l） • RUN3：80%以上（原水平均 T-P=100～111 mg/l、SS=99～201 mg/l） <p>RUN1- はCa添加濃度が標準設定値より低いこと、RUN1- は期間中に設定条件の変更を行い処理が不安定であったためRUN1の結果から省いた。</p> <p>この結果、原水リン濃度が100mg/l程度の場合において、リン回収設備におけるリン平均回収率（T-P）は80%以上となる。また、この場合における施設全体でのリン回収率（し尿、浄化槽汚泥として流入したリンに対する回収率）（T-P）は40%程度と推定される。</p>	<p>P71 2.2 資源化設備能力 2) 処理水リン、Ca濃度及びpHの関係</p> <p>p94 2.4 資源化物の回収 3) 晶析物の引き抜き量と理論発生量</p> <p>P70 2.2 資源化設備能力 1) 処理実績のまとめと設備能力</p>

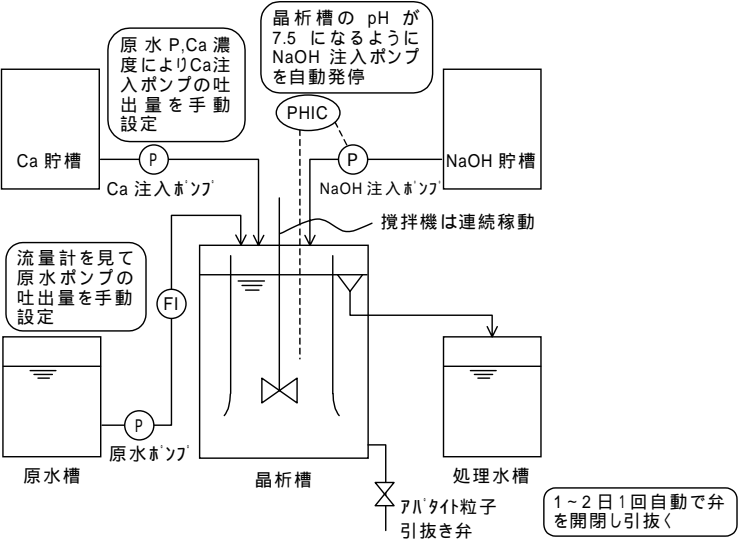
性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所																																																										
1 資源化性	<p>資源化物の性状</p> <p>検証結果</p> <p>(1) 晶析物の沈降性について室内実験で検討したところ、晶析物の沈降速度は 110m/d 以上であり、し尿処理施設における凝集沈殿槽の凝集フロックと比較して、沈降性が良い。</p> <p>また、生成した晶析物を 18 時間コンテナバック内に自然放置することで、各試験条件ごとの含水率が平均で 46～67%のアパタイトが得られている。</p> <p>(2) 実証試験で得られた晶析物（ヒドロキシアパタイト）の性状は、肥料取締法に基づき普通肥料の公定規格を定める等の件(昭和 61 年農林水産省告示第 284 号、平成 15 年 3 月 10 日一部改正)に示す「副産りん酸肥料」の規格を満足している。</p> <p>晶析物のく溶性りん酸の含有量は、規格が 15%以上であるのに対して 30%以上であり、また、有害成分であるヒ素、カドミウムは、く溶性りん酸 1%換算値で規格の 1/200 以下である。さらに、副産りん酸肥料の規格にない有害物質（T-Hg,Ni,Cr(),Pb)の含有量は、汚泥肥料の場合の規格を十分に満足している。</p> <p style="text-align: center;">肥料取締法に基づく副産りん酸肥料の公定規格</p> <table border="1" data-bbox="336 913 1203 1240"> <thead> <tr> <th>肥料の種類</th> <th>含有すべき主成分の最小量(%)</th> <th>含有を許される有害成分の最大量(%)</th> <th>その他の制限事項</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>副産りん酸肥料（次に掲げる肥料をいう。） 一 食品工業又は化学工業において副産されたもの 二 下水道の終末処理場その他の排水の脱りん処理に伴い副産されたもの</td> <td>一 く溶性りん酸を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 二 く溶性りん酸のほか水溶性りん酸又はく溶性苦土を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 水溶性りん酸については 2.0 く溶性苦土については 3.0</td> <td>く溶性りん酸の含有率 1.0%につき ヒ素 0.004 カドミウム 0.00015</td> <td>植害試験の調査を受け害が認められないものであること。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">実証試験における晶析物の性状</p> <table border="1" data-bbox="336 1317 1166 1778"> <thead> <tr> <th>RUN</th> <th>項目</th> <th>含有量</th> <th>く溶性りん酸 1%換算値</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">1</td> <td>く溶性りん酸 (P₂O₅)</td> <td>33.05 %</td> <td></td> <td rowspan="3">分析試験証明 第試 14-89 号</td> </tr> <tr> <td>ヒ素</td> <td>1.3 mg/kg</td> <td>0.0000039%</td> </tr> <tr> <td>カドミウム</td> <td>0.1 mg/kg 未満</td> <td>0.0000003%未満</td> </tr> <tr> <td>植害試験</td> <td colspan="2">植物の生育上の異常状態は認められなかった。</td> <td>試験研究第 14-150 号</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">2</td> <td>く溶性りん酸 (P₂O₅)</td> <td>38.22 %</td> <td></td> <td rowspan="3">分析試験証明 第試 14-170 号</td> </tr> <tr> <td>ヒ素</td> <td>3.5 mg/kg</td> <td>0.0000092%</td> </tr> <tr> <td>カドミウム</td> <td>0.1 mg/kg 未満</td> <td>0.0000003%未満</td> </tr> <tr> <td>植害試験</td> <td colspan="2">植物の生育上の異常状態は認められなかった。</td> <td>試験研究第 14-170 号</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">3</td> <td>く溶性りん酸 (P₂O₅)</td> <td>32.36 %</td> <td></td> <td rowspan="3">分析試験証明 第試 14-209 号</td> </tr> <tr> <td>ヒ素</td> <td>1.4 mg/kg</td> <td>0.0000043%</td> </tr> <tr> <td>カドミウム</td> <td>0.2 mg/kg</td> <td>0.0000006%</td> </tr> <tr> <td>植害試験</td> <td colspan="2">植物の生育上の異常状態は認められなかった。</td> <td>試験研究第 14-209 号</td> </tr> </tbody> </table> <p>備考欄は、(財)日本肥種検定協会によるもの</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <p>生成した晶析物の水切り後の含水率は、各試験条件ごとの平均値で 46～67%である。肥料会社へ有償販売するため乾燥設備を設ける場合には、臭気等の環境保全対策に留意する必要がある。</p> <p>また、晶析物の使用に関しては、衛生面からの取扱いに留意する必要がある。</p>	肥料の種類	含有すべき主成分の最小量(%)	含有を許される有害成分の最大量(%)	その他の制限事項	副産りん酸肥料（次に掲げる肥料をいう。） 一 食品工業又は化学工業において副産されたもの 二 下水道の終末処理場その他の排水の脱りん処理に伴い副産されたもの	一 く溶性りん酸を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 二 く溶性りん酸のほか水溶性りん酸又はく溶性苦土を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 水溶性りん酸については 2.0 く溶性苦土については 3.0	く溶性りん酸の含有率 1.0%につき ヒ素 0.004 カドミウム 0.00015	植害試験の調査を受け害が認められないものであること。	RUN	項目	含有量	く溶性りん酸 1%換算値	備考	1	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	33.05 %		分析試験証明 第試 14-89 号	ヒ素	1.3 mg/kg	0.0000039%	カドミウム	0.1 mg/kg 未満	0.0000003%未満	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-150 号	2	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	38.22 %		分析試験証明 第試 14-170 号	ヒ素	3.5 mg/kg	0.0000092%	カドミウム	0.1 mg/kg 未満	0.0000003%未満	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-170 号	3	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	32.36 %		分析試験証明 第試 14-209 号	ヒ素	1.4 mg/kg	0.0000043%	カドミウム	0.2 mg/kg	0.0000006%	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-209 号	<p>p86,p87</p> <p>2.3 資源化物の性状</p> <p>6) 晶析物の沈降性について</p> <p>7) 晶析物の水切り性について</p> <p>P73</p> <p>2.3 資源化物の性状</p>
肥料の種類	含有すべき主成分の最小量(%)	含有を許される有害成分の最大量(%)	その他の制限事項																																																									
副産りん酸肥料（次に掲げる肥料をいう。） 一 食品工業又は化学工業において副産されたもの 二 下水道の終末処理場その他の排水の脱りん処理に伴い副産されたもの	一 く溶性りん酸を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 二 く溶性りん酸のほか水溶性りん酸又はく溶性苦土を保证するものにあつては く溶性りん酸 15.0 水溶性りん酸については 2.0 く溶性苦土については 3.0	く溶性りん酸の含有率 1.0%につき ヒ素 0.004 カドミウム 0.00015	植害試験の調査を受け害が認められないものであること。																																																									
RUN	項目	含有量	く溶性りん酸 1%換算値	備考																																																								
1	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	33.05 %		分析試験証明 第試 14-89 号																																																								
	ヒ素	1.3 mg/kg	0.0000039%																																																									
	カドミウム	0.1 mg/kg 未満	0.0000003%未満																																																									
	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-150 号																																																								
2	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	38.22 %		分析試験証明 第試 14-170 号																																																								
	ヒ素	3.5 mg/kg	0.0000092%																																																									
	カドミウム	0.1 mg/kg 未満	0.0000003%未満																																																									
	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-170 号																																																								
3	く溶性りん酸 (P ₂ O ₅)	32.36 %		分析試験証明 第試 14-209 号																																																								
	ヒ素	1.4 mg/kg	0.0000043%																																																									
	カドミウム	0.2 mg/kg	0.0000006%																																																									
	植害試験	植物の生育上の異常状態は認められなかった。		試験研究第 14-209 号																																																								

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所
<p>1</p> <p>資源化性及び資源化物の安定性</p>	<p>検証結果</p> <p>(1) 処理量は2 m³/d以上であり、定格を満足している。</p> <p>(2) 212 日間の試験期間中（膜分離水による試験及び重力分離水を想定した試験） RUN1-、 の期間のデータを除外すると、原水のT-P（31～140mg/l）およびPO₄-P（30～120mg/l）が変動しても、安定した処理水（T-P、PO₄-Pで平均 20mg/l以下）が得られている（下図参照）。</p> <p>(3) 生成したアパタイトのく溶性りん酸濃度は各 RUN の平均で 34.0～36.6%であり、安定したアパタイトが得られている。</p> <p>(4) リン回収装置分離水のカルシウム濃度は100～150mg/l程度であり、8ヶ月にわたる実証試験において配管の閉塞等は認められていない。また、室内実験結果（凝集分離設備への影響、活性炭処理設備への影響及びランゲリア指数による確認）から、後続の高度処理設備では、通常運転状態（適正なカルシウムイオン濃度及びpH）においてはスケールの発生や膜閉塞は生じないことが確認されている。</p> <p>(5) 晶析槽水温を 25 以上で運転することにより、安定した性状の処理水が得られている。</p> <div data-bbox="379 981 1200 1512"> </div> <p style="text-align: center;">原水と処理水のリン濃度の経日変化</p> <p>RUN1- は Ca 添加濃度が標準設定値より低いこと、RUN1- は期間中に設定条件の変更を行い処理が不安定であったため除外した。</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> リン回収設備流出カルシウムによる後続処理設備で予想される基本的な影響については、室内実験により、通常運転状態でスケールの発生や膜閉塞が生じないことを確認した。実証施設では確認できない事項であり、実用施設ではスケール発生防止に万全を期すことが必要である。 安定した晶析反応を維持するためには、晶析槽水温は 25 以上を確保することが望ましい。実証施設が設置されたし尿処理施設（膜分離高負荷脱窒素処理方式＋高度処理）では、生物反応槽の水温が年間を通じて 25 以上であることが確認されているが、実用施設では地域特性、設備配置、負荷条件等を十分考慮する必要がある。 	<p>P99</p> <p>4.1 安定稼動</p> <p>1) 処理水リン濃度の安定性</p> <p>p102</p> <p>3) 晶析物の性状</p> <p>p103</p> <p>4) 後続処理設備への影響</p> <p>p100</p> <p>2) 晶析槽水温</p>

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項		報告書該当箇所
2 環境 保 全 性	周辺 環 境 の 汚 染 防 止	<p>検証結果</p> <p>リン回収設備を組み込んだ施設において、排ガス、排水、悪臭、騒音、振動の発生については従来のし尿処理施設と同程度あり、特別な対策を講じる必要はない。</p>	<p>P98</p> <p>3.1 周辺環境の汚染防止</p>
	環 境 保 全 効 果	<p>検証結果</p> <p>従来、し尿処理施設の生物処理水中のリンは無機凝集剤で固定し、凝集汚泥として焼却後埋立処分される例が多い。これに対し、本技術を用いることにより、肥料としてのリンの有効活用が図れ、環境負荷の低減が期待できる。</p>	<p>P98</p> <p>3.2環境保全効果</p>

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所																																																																																				
3 総合機 能性	<p data-bbox="256 309 292 443">安定稼働</p> <p data-bbox="347 280 459 309">検証結果</p> <p data-bbox="323 315 1241 383">212 日の試験期間中、原水タンクの清掃や既設処理設備の影響により運転を停止した以外、安定した運転が維持できている。</p> <p data-bbox="339 436 967 465">(1)実証施設の試験運転日数：212日（H14.9～H15.4）</p> <p data-bbox="700 506 863 535">試験運転日数</p> <table border="1" data-bbox="525 548 1054 869"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>月</th> <th>運転日数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">平成 14 年</td> <td>9 月</td> <td>29 日</td> </tr> <tr> <td>10 月</td> <td>30 日</td> </tr> <tr> <td>11 月</td> <td>24 日</td> </tr> <tr> <td>12 月</td> <td>27 日</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">平成 15 年</td> <td>1 月</td> <td>24 日</td> </tr> <tr> <td>2 月</td> <td>28 日</td> </tr> <tr> <td>3 月</td> <td>27 日</td> </tr> <tr> <td>4 月</td> <td>23 日</td> </tr> <tr> <td colspan="2">合計日数</td> <td>212 日</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="339 967 459 996">(2)処理量</p> <p data-bbox="620 1003 940 1032">実証試験の処理実績まとめ</p> <table border="1" data-bbox="325 1055 1241 1429"> <thead> <tr> <th>運転内容</th> <th>日数 (日)</th> <th>運転時間 (h)</th> <th>処理量 (m³)</th> <th>アバタイト粒子 滞留日数 (日)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RUN1 (条件)</td> <td>32</td> <td>768.0</td> <td>64.0</td> <td>15</td> <td>(9/2～10/3)</td> </tr> <tr> <td>" (条件)</td> <td>27</td> <td>600.5</td> <td>50.0</td> <td>23</td> <td>(10/4～10/31)</td> </tr> <tr> <td>" (条件)</td> <td>51</td> <td>1168.5</td> <td>124.2</td> <td>15～26</td> <td>(11/5～12/27)</td> </tr> <tr> <td>RUN2 (条件)</td> <td>28</td> <td>633.0</td> <td>52.7</td> <td>7</td> <td>(1/6～2/4)</td> </tr> <tr> <td>" (条件)</td> <td>8</td> <td>192.0</td> <td>16.0</td> <td>7</td> <td>(2/5～2/12)</td> </tr> <tr> <td>RUN3 (条件)</td> <td>20</td> <td>480.0</td> <td>40.0</td> <td>7</td> <td>(2/13～3/4)</td> </tr> <tr> <td>" (条件)</td> <td>23</td> <td>540.0</td> <td>45.0</td> <td>7.5</td> <td>(3/5～3/27)</td> </tr> <tr> <td>" (条件)</td> <td>23</td> <td>528.0</td> <td>88.0</td> <td>3.5</td> <td>(4/1～4/23)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>212</td> <td>4910.0</td> <td>479.9</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="347 1440 895 1525"> RUN1:低濃度リン酸に対する試験 RUN2:高濃度リン酸に対する試験 RUN3:原水性状変化の影響確認試験 アバタイト粒子滞留日数は、各 RUN 各条件の平均水質を使用して計算した。 </p>	年	月	運転日数	平成 14 年	9 月	29 日	10 月	30 日	11 月	24 日	12 月	27 日	平成 15 年	1 月	24 日	2 月	28 日	3 月	27 日	4 月	23 日	合計日数		212 日	運転内容	日数 (日)	運転時間 (h)	処理量 (m ³)	アバタイト粒子 滞留日数 (日)	備考	RUN1 (条件)	32	768.0	64.0	15	(9/2～10/3)	" (条件)	27	600.5	50.0	23	(10/4～10/31)	" (条件)	51	1168.5	124.2	15～26	(11/5～12/27)	RUN2 (条件)	28	633.0	52.7	7	(1/6～2/4)	" (条件)	8	192.0	16.0	7	(2/5～2/12)	RUN3 (条件)	20	480.0	40.0	7	(2/13～3/4)	" (条件)	23	540.0	45.0	7.5	(3/5～3/27)	" (条件)	23	528.0	88.0	3.5	(4/1～4/23)	合計	212	4910.0	479.9	-	-	<p data-bbox="1265 302 1430 398">P29 1.2 試験運転日数</p>
年	月	運転日数																																																																																				
平成 14 年	9 月	29 日																																																																																				
	10 月	30 日																																																																																				
	11 月	24 日																																																																																				
	12 月	27 日																																																																																				
平成 15 年	1 月	24 日																																																																																				
	2 月	28 日																																																																																				
	3 月	27 日																																																																																				
	4 月	23 日																																																																																				
合計日数		212 日																																																																																				
運転内容	日数 (日)	運転時間 (h)	処理量 (m ³)	アバタイト粒子 滞留日数 (日)	備考																																																																																	
RUN1 (条件)	32	768.0	64.0	15	(9/2～10/3)																																																																																	
" (条件)	27	600.5	50.0	23	(10/4～10/31)																																																																																	
" (条件)	51	1168.5	124.2	15～26	(11/5～12/27)																																																																																	
RUN2 (条件)	28	633.0	52.7	7	(1/6～2/4)																																																																																	
" (条件)	8	192.0	16.0	7	(2/5～2/12)																																																																																	
RUN3 (条件)	20	480.0	40.0	7	(2/13～3/4)																																																																																	
" (条件)	23	540.0	45.0	7.5	(3/5～3/27)																																																																																	
" (条件)	23	528.0	88.0	3.5	(4/1～4/23)																																																																																	
合計	212	4910.0	479.9	-	-																																																																																	

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所																																																																																		
<p>3 総合機 能性</p> <p>スケールアップ</p>	<p>検証結果 スケールアップに関する主要機器の設計上のポイントは以下のとおりである。</p> <p>(1) 晶析部 ・ 滞留時間：1～2時間 ・ アパタイト粒子濃度：20,000mg/l 以上 ・ pH：7.5 ・ カルシウム添加量：2.15×原水PO₄-P(mg/l) + 100 - 原水Ca(mg/l)</p> <p>(2) 分離部 ・ 滞留時間：0.5時間以上 ・ 上昇速度：25m/d 以下</p> <p>(3) 攪拌機 ・ 攪拌強度：650W/m³</p> <p>実用化に際しての留意事項 実用施設では、攪拌強度の確保やアパタイト粒子の閉塞防止を十分考慮した構造とする必要がある。</p>	<p>P107 4.3 スケールアップ 1) 設計基準</p>																																																																																		
<p>実用性</p> <p>(実証施設と実用施設の相違点)</p>	<p>検証結果 実用施設（100m³/d）における設備構成及び実証施設の相違点は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="363 1104 1197 1984"> <thead> <tr> <th rowspan="2">名称</th> <th colspan="2">機器設備</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>実証設備</th> <th>実用施設 (100m³/d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原水移送ポンプ</td> <td>水中ポンプ</td> <td>不要</td> <td></td> </tr> <tr> <td>原水槽</td> <td>円筒密閉型 6m³</td> <td>7m³</td> <td>1時間分の容量。但し、膜分離処理の場合、膜透過水槽がリン回収設備の原水槽となるため不要。</td> </tr> <tr> <td>原水ポンプ</td> <td>一輪ねじポンプ</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>晶析槽</td> <td>晶析部 160L 分離部 95L</td> <td>晶析部 7m³ 分離部 16m³</td> <td></td> </tr> <tr> <td>晶析槽攪拌機</td> <td>罎型パドル式</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>リン回収槽</td> <td>角型 150L</td> <td>600L</td> <td>3日分</td> </tr> <tr> <td>処理水槽</td> <td>円筒密閉型 1m³</td> <td>不要</td> <td></td> </tr> <tr> <td>処理水ポンプ</td> <td>渦巻きポンプ</td> <td>不要</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ca貯槽</td> <td>角型 100L</td> <td>3m³</td> <td>10日分(塩化カルシウム 35%溶液として)</td> </tr> <tr> <td>NaOH貯槽</td> <td>角型 100L</td> <td>1m³</td> <td>水処理施設の NaOH 貯槽を兼用可能</td> </tr> <tr> <td>Ca注入ポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NaOH注入ポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH指示調節計 (晶析槽)</td> <td>ガラス電極 浸漬型</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>流量計(原水)</td> <td>電磁流量計</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>温度計(晶析槽)</td> <td>測温抵抗体</td> <td>同左</td> <td></td> </tr> <tr> <td>液面計(原水槽)</td> <td>フロート式</td> <td>同左</td> <td>原水槽不要の場合は原水槽液面計は不要</td> </tr> <tr> <td>液面計(処理水槽)</td> <td>フロート式</td> <td>不要</td> <td></td> </tr> <tr> <td>晶析槽ヒータ</td> <td>フランジヒータ</td> <td>不要</td> <td>標準的な負荷条件にある高負荷脱窒素処理では不要</td> </tr> <tr> <td>制御盤</td> <td>屋内自立型</td> <td>同左</td> <td>水処理施設の制御盤に組み込み可能</td> </tr> </tbody> </table>	名称	機器設備		備考	実証設備	実用施設 (100m ³ /d)	原水移送ポンプ	水中ポンプ	不要		原水槽	円筒密閉型 6m ³	7m ³	1時間分の容量。但し、膜分離処理の場合、膜透過水槽がリン回収設備の原水槽となるため不要。	原水ポンプ	一輪ねじポンプ	同左		晶析槽	晶析部 160L 分離部 95L	晶析部 7m ³ 分離部 16m ³		晶析槽攪拌機	罎型パドル式	同左		リン回収槽	角型 150L	600L	3日分	処理水槽	円筒密閉型 1m ³	不要		処理水ポンプ	渦巻きポンプ	不要		Ca貯槽	角型 100L	3m ³	10日分(塩化カルシウム 35%溶液として)	NaOH貯槽	角型 100L	1m ³	水処理施設の NaOH 貯槽を兼用可能	Ca注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	同左		NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	同左		pH指示調節計 (晶析槽)	ガラス電極 浸漬型	同左		流量計(原水)	電磁流量計	同左		温度計(晶析槽)	測温抵抗体	同左		液面計(原水槽)	フロート式	同左	原水槽不要の場合は原水槽液面計は不要	液面計(処理水槽)	フロート式	不要		晶析槽ヒータ	フランジヒータ	不要	標準的な負荷条件にある高負荷脱窒素処理では不要	制御盤	屋内自立型	同左	水処理施設の制御盤に組み込み可能	<p>P111 4.3 スケールアップ 3) 設備構成</p>
名称	機器設備		備考																																																																																	
	実証設備	実用施設 (100m ³ /d)																																																																																		
原水移送ポンプ	水中ポンプ	不要																																																																																		
原水槽	円筒密閉型 6m ³	7m ³	1時間分の容量。但し、膜分離処理の場合、膜透過水槽がリン回収設備の原水槽となるため不要。																																																																																	
原水ポンプ	一輪ねじポンプ	同左																																																																																		
晶析槽	晶析部 160L 分離部 95L	晶析部 7m ³ 分離部 16m ³																																																																																		
晶析槽攪拌機	罎型パドル式	同左																																																																																		
リン回収槽	角型 150L	600L	3日分																																																																																	
処理水槽	円筒密閉型 1m ³	不要																																																																																		
処理水ポンプ	渦巻きポンプ	不要																																																																																		
Ca貯槽	角型 100L	3m ³	10日分(塩化カルシウム 35%溶液として)																																																																																	
NaOH貯槽	角型 100L	1m ³	水処理施設の NaOH 貯槽を兼用可能																																																																																	
Ca注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	同左																																																																																		
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	同左																																																																																		
pH指示調節計 (晶析槽)	ガラス電極 浸漬型	同左																																																																																		
流量計(原水)	電磁流量計	同左																																																																																		
温度計(晶析槽)	測温抵抗体	同左																																																																																		
液面計(原水槽)	フロート式	同左	原水槽不要の場合は原水槽液面計は不要																																																																																	
液面計(処理水槽)	フロート式	不要																																																																																		
晶析槽ヒータ	フランジヒータ	不要	標準的な負荷条件にある高負荷脱窒素処理では不要																																																																																	
制御盤	屋内自立型	同左	水処理施設の制御盤に組み込み可能																																																																																	

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所									
<p>4 安全性</p> <p>労働安全衛生性</p>	<p>検証結果 本技術に使用する装置及び薬品は、従来のし尿処理施設で使用されるものと同様であり、本技術特有の安全対策は必要としない。</p>	<p>P122 5.5 安全性</p>									
<p>5 維持管理性</p> <p>操作・点検性</p>	<p>検証結果 リン回収装置の運転操作、自動化については、従来のし尿処理施設で用いられる凝集分離処理と類似しており、運転管理が容易である。</p> <p>(1) 運転管理基準</p> <table border="1" data-bbox="336 804 1230 1126"> <thead> <tr> <th>装置名</th> <th>運転管理基準</th> <th>運転方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 晶析槽 投入 アハタイト粒子濃度 槽内 pH Ca 添加濃度</td> <td>生物処理水を連続投入 20,000mg/l 以上 7.5 2.15 × 原水 P + 100 - 原水 Ca (mg/l)</td> <td>晶析物の引抜量で制御を行う。 pH 制御(アル加注入) 原水 P と原水 Ca を定期的に測定し、Ca 添加濃度を決定する。</td> </tr> <tr> <td>2. 晶析槽攪拌機 攪拌 攪拌強度</td> <td>連続攪拌 攪拌強度 650W/m³</td> <td>回転数を制御できる方式(インバータ制御等)</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Pの分析: JIS K 0102 46.1に準拠, Pの簡易分析: 富栄養計による測定 Caの分析: JIS K 0102 50.1に準拠</p> <p>なお、実証試験中のPの分析(P₀₄-P, S-P₀₄-P)において、簡易法と公定法の測定結果に良好な相関性があることが確認されている。</p> <p>(2) 通常運転での基本操作</p>  <p>基本操作</p>	装置名	運転管理基準	運転方法	1. 晶析槽 投入 アハタイト粒子濃度 槽内 pH Ca 添加濃度	生物処理水を連続投入 20,000mg/l 以上 7.5 2.15 × 原水 P + 100 - 原水 Ca (mg/l)	晶析物の引抜量で制御を行う。 pH 制御(アル加注入) 原水 P と原水 Ca を定期的に測定し、Ca 添加濃度を決定する。	2. 晶析槽攪拌機 攪拌 攪拌強度	連続攪拌 攪拌強度 650W/m ³	回転数を制御できる方式(インバータ制御等)	<p>P115 5.1 運転操作 1) 運転管理基準と運転方法</p> <p>P116 3) 通常運転での基本操作と確認事項</p>
装置名	運転管理基準	運転方法									
1. 晶析槽 投入 アハタイト粒子濃度 槽内 pH Ca 添加濃度	生物処理水を連続投入 20,000mg/l 以上 7.5 2.15 × 原水 P + 100 - 原水 Ca (mg/l)	晶析物の引抜量で制御を行う。 pH 制御(アル加注入) 原水 P と原水 Ca を定期的に測定し、Ca 添加濃度を決定する。									
2. 晶析槽攪拌機 攪拌 攪拌強度	連続攪拌 攪拌強度 650W/m ³	回転数を制御できる方式(インバータ制御等)									

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所												
5 維持 管理 性	<p>(3)異常時の措置</p> <p>投入停止時</p> <p>a. 攪拌機のみ稼働させ、その他の機器は停止させる。</p> <p>b. 再起動は pH、Ca 注入量の確認、投入ポンプの順で起動させる。</p> <p>停電時</p> <p>a. 復帰後、まず攪拌機を起動させる。</p> <p>b. 次に晶析槽でのアパタイト粒子の攪拌を確認し、pH、Ca 注入量の確認、投入ポンプの順で起動させる。</p>	<p>P118</p> <p>4)異常時の措置</p>												
補 修 性	<p>検証結果</p> <p>(1)補修基準の確立</p> <p>日常点検の他に、定期点検及び補修を実施することとし、点検内容および主要機器の耐用年数を定めている。</p> <p>(2)構成機器の補修頻度</p> <p>主要機器の耐用年数は従来のし尿処理施設と同等である。</p> <p style="text-align: center;">主要機器の補修頻度等</p> <table border="1" data-bbox="544 1010 1051 1330"> <thead> <tr> <th>機 器 名</th> <th>耐用年数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水槽 (RC造)</td> <td>12～15年</td> </tr> <tr> <td>薬品タンク</td> <td>7～8年</td> </tr> <tr> <td>ポンプ類</td> <td>7年</td> </tr> <tr> <td>攪拌機</td> <td>7年</td> </tr> <tr> <td>配管類</td> <td>10年</td> </tr> </tbody> </table>	機 器 名	耐用年数	水槽 (RC造)	12～15年	薬品タンク	7～8年	ポンプ類	7年	攪拌機	7年	配管類	10年	<p>P119</p> <p>5.2 保守点検</p> <p>P121</p> <p>5.4 設備各部の耐用年数</p>
機 器 名	耐用年数													
水槽 (RC造)	12～15年													
薬品タンク	7～8年													
ポンプ類	7年													
攪拌機	7年													
配管類	10年													

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項		報告書該当箇所																																									
6 経 済 性	建設費	<p>検証結果 実用施設（100m³/d）のリン回収設備の建設費は、施設全体の建設費の2%程度である。</p>	P127 6.2 建設費																																									
	維持管理費	<p>検証結果 想定される実用施設の維持管理費を以下に示す。</p> <p>100m³/dの施設において、生物処理水中のT-P濃度を100mg/l、Ca濃度を50mg/l、リン回収設備におけるリン回収率を80%とした場合の維持管理費は、21,375円/dであり、214円/m³の処理単価となる。</p> <p style="text-align: center;">実用施設（100m³/d）の維持管理費（1）</p> <table border="1" data-bbox="400 757 1177 913"> <thead> <tr> <th></th> <th>項目</th> <th>単価</th> <th>使用量</th> <th>金額(円/d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">薬品</td> <td>塩化カルシウム</td> <td>25 円/kg</td> <td>471kg/d(濃度 35%)</td> <td>11,775</td> </tr> <tr> <td>水酸化ナトリウム</td> <td>30 円/kg</td> <td>120kg/d(濃度 25%)</td> <td>3,600</td> </tr> <tr> <td>電気</td> <td>電力料金</td> <td>12 円/kWh</td> <td>500kWh/d</td> <td>6,000</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>21,375</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 塩化カルシウム及び電力量は計算値、水酸化ナトリウムは実証試験RUN 2 をスケールアップした。</p> <p>ただし、後段の凝集分離設備では、COD、T-P、色度等が凝集剤使用量を決定する因子であり、リン回収設備で T-P 濃度が減少した分、凝集剤及び水酸化ナトリウムの使用量は原理的に低減できる。</p> <p>そこで、室内実験においてその低減量を算出した結果、リン回収処理水では、凝集処理に必要な硫酸アルミニウム及び塩化第二鉄の注入率は凝集 pH5.0 において、硫酸アルミニウムが 1/2 に、塩化第二鉄が 1/3 に低減可能である。その時 pH調整剤として用いる水酸化ナトリウム添加量もそれぞれ 2/3 と 1/3 に低減することができた。このことから、実用施設の凝集設備で低減される維持管理費は、硫酸アルミニウムを使用した場合で 15,927 円/d（159 円/m³）であり、塩化第二鉄を使用した場合で 11,172 円/d（112 円/m³）となる。</p> <p style="text-align: center;">実用施設（100m³/d）の凝集設備で低減される維持管理費 （硫酸アルミニウムを使用した場合）</p> <table border="1" data-bbox="336 1514 1241 1653"> <thead> <tr> <th>凝集剤</th> <th>項目</th> <th>単価(円/kg)</th> <th>低減量</th> <th>金額(円/d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">硫酸アルミニウム</td> <td>硫酸アルミニウム</td> <td>23</td> <td>519kg/d(濃度8%)</td> <td>11,937</td> </tr> <tr> <td>水酸化ナトリウム</td> <td>30</td> <td>133kg/d(濃度25%)</td> <td>3,990</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td>15,927</td> </tr> </tbody> </table>		項目	単価	使用量	金額(円/d)	薬品	塩化カルシウム	25 円/kg	471kg/d(濃度 35%)	11,775	水酸化ナトリウム	30 円/kg	120kg/d(濃度 25%)	3,600	電気	電力料金	12 円/kWh	500kWh/d	6,000	合計				21,375	凝集剤	項目	単価(円/kg)	低減量	金額(円/d)	硫酸アルミニウム	硫酸アルミニウム	23	519kg/d(濃度8%)	11,937	水酸化ナトリウム	30	133kg/d(濃度25%)	3,990	合計			15,927
	項目	単価	使用量	金額(円/d)																																								
薬品	塩化カルシウム	25 円/kg	471kg/d(濃度 35%)	11,775																																								
	水酸化ナトリウム	30 円/kg	120kg/d(濃度 25%)	3,600																																								
電気	電力料金	12 円/kWh	500kWh/d	6,000																																								
合計				21,375																																								
凝集剤	項目	単価(円/kg)	低減量	金額(円/d)																																								
硫酸アルミニウム	硫酸アルミニウム	23	519kg/d(濃度8%)	11,937																																								
	水酸化ナトリウム	30	133kg/d(濃度25%)	3,990																																								
	合計			15,927																																								

性能項目	検証結果（性能・特徴等）と実用化に際しての留意事項	報告書該当箇所															
6 経 済 性 維 持 管 理 費	<p>さらに、リン回収設備で回収できたアパタイト晶析物は肥効効果が従来の熔成りん肥と同程度であり、肥料製品として出荷できる。</p> <p>このことから、リン回収設備に伴う維持管理費は、凝集設備維持管理費の低減と回収アパタイト製品回収益により補うことができる。</p> <p>实用施設（100m³/d）の維持管理費（2） （凝集設備薬品低減費及びアパタイト製品回収益を考慮した場合）</p> <table border="1" data-bbox="464 584 1121 763"> <thead> <tr> <th>項 目</th> <th>金 額（円/d）</th> <th>金額（円/m³）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>リン回収設備</td> <td>21,375</td> <td>214</td> </tr> <tr> <td>凝集設備</td> <td>- 15,927</td> <td>- 159</td> </tr> <tr> <td>アパタイト製品</td> <td>- 2,150</td> <td>- 22</td> </tr> <tr> <td>合 計</td> <td>3,298</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table> <p>*アパタイト回収量を71.68kg/d、アパタイト製品の価格を30円/kgとして計算 （リン回収設備における原水T-Pを100mg/l、リン回収率を80%と仮定）</p>	項 目	金 額（円/d）	金額（円/m ³ ）	リン回収設備	21,375	214	凝集設備	- 15,927	- 159	アパタイト製品	- 2,150	- 22	合 計	3,298	33	
項 目	金 額（円/d）	金額（円/m ³ ）															
リン回収設備	21,375	214															
凝集設備	- 15,927	- 159															
アパタイト製品	- 2,150	- 22															
合 計	3,298	33															