

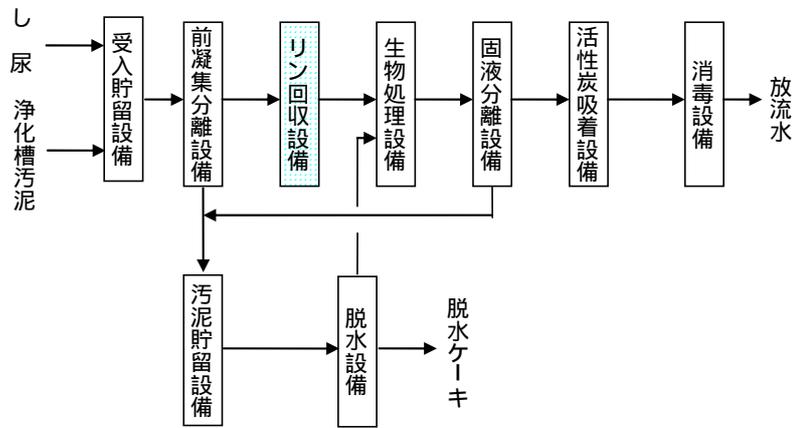
廃棄物処理技術検証結果概要書

検証結果の概要

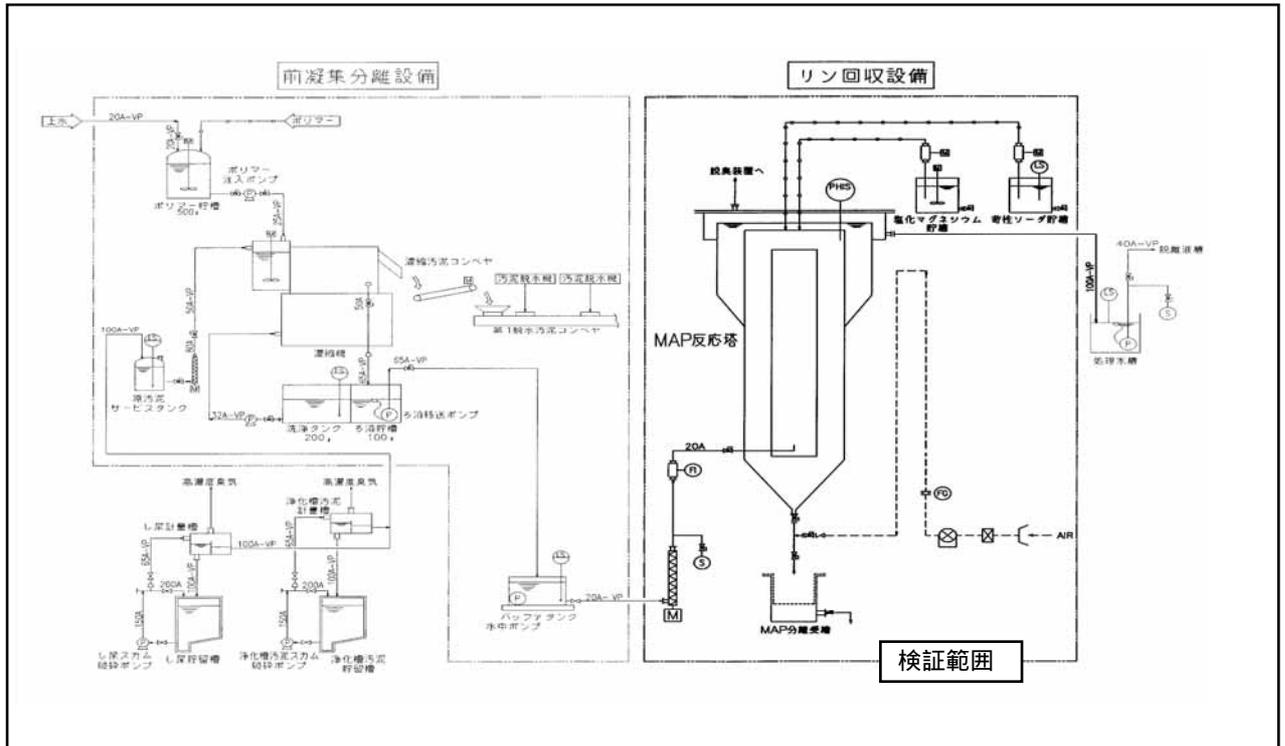
申請技術の概要

1. 申請技術の名称	M A P 法によるリン回収資源化システム
2. 申請者	三機工業株式会社、J F E エンジニアリング株式会社、株式会社タクマ、東レエンジニアリング株式会社、日立造船株式会社、三井鉱山株式会社、三井造船株式会社、三菱化工機株式会社、ユニチカ株式会社
3. 対象廃棄物	し尿、浄化槽汚泥の前凝集分離液
4. 資源化方式	M A P 法によるリン回収
5. 検証対象施設	河内長野市衛生処理場内 5 m ³ /d

6. 申請技術の概要と検証範囲
 本技術は、し尿および浄化槽汚泥を前処理する段階で、マグネシウム剤を添加し、アンモニアの存在下でし尿等に含まれるリン酸と反応させ、リン酸マグネシウムアンモニウム (MAP) として回収、資源化する技術である。



本技術を適用した場合の施設のフローシート



実設施設のフローシートと検証範囲

7．試験実施期間	平成 15 年 1 月 ~ 平成 15 年 9 月
8．技術の特徴	<p>M A P は原水PO_4-P濃度の変動に対しても安定して生成され、リン回収を有効に行うことができる。</p> <p>回収したM A Pは脱水性に優れており、水切り操作で含水率 30%程度にすることができる。</p> <p>回収したM A Pは「複合肥料の化成肥料」としての規格を満たしている。</p> <p>回収したM A Pは、特に、く溶性りん酸の含有率が高く、その成分は、く溶性りん酸(P_2O_5) 28%以上、アンモニア性窒素(N) 5%以上、く溶性苦土(MgO) 15%以上である。</p> <p>リン回収設備後続の主処理、高度処理工程では従来と同様の処理ができる。</p> <p>リン回収設備は設置面積が少なくコンパクトである。</p> <p>特殊な運転操作がないため、維持管理は容易である。</p>
9．検証終了期日	平成 16 年 2 月 23 日
10．台帳登録番号	JESC-BB-H14-04

・ 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 適応範囲</p>	<p>検証結果</p> <p>(1) 本技術は、浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式における前凝集分離液を対象としている。本実証試験に用いた原水は、河内長野市衛生処理場（膜分離高負荷脱窒素処理方式 + 高度処理）に搬入されたし尿および浄化槽汚泥を前凝集分離したものであり、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。試験内容は以下のとおりである。</p> <p>基本条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 浄化槽汚泥混入比率：50%、100% ・ 原水 PO₄-P 濃度：30mg/L程度、100mg/L程度 ・ 処理水量：5 m³/d ・ M A P 反応塔設定 pH：8.5 ・ Mg添加濃度：0.8 × [原水 PO₄-P 濃度 (mg/L)] ・ M A P 反応塔反応部滞留時間：25min ・ M A P 反応塔分離部水面積負荷：30m³/m²/d <p>RUN1：浄化槽汚泥 100% で PO₄-P 濃度が低い場合 (PO₄-P 濃度 30mg/L程度) の試験</p> <p>RUN2：し尿 50%、浄化槽汚泥 50% の前凝集分離液に PO₄-P を添加し PO₄-P 濃度を 100mg/L程度に調整した試験</p> <p>(2) 実証試験における M A P 反応塔原水の水質は以下のとおりであり、反応対象物質である NH₄-N と PO₄-P に関しては、概ね、試験条件と同程度の試験原水が得られていた。</p> <p style="text-align: center;">M A P 反応塔原水の試験条件と測定値 (mg/L)</p> <table border="1" data-bbox="422 1350 1145 1686"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>試験条件</th> <th>測定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COD</td> <td>3,000 以下</td> <td>160 ~ 1,100</td> </tr> <tr> <td>BOD</td> <td>4,000 以下</td> <td>160 ~ 1,600</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>2,000 以下</td> <td>70 ~ 1,700</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>250 ~ 1,000</td> <td>150 ~ 830</td> </tr> <tr> <td>NH₄-N</td> <td>200 ~ 900</td> <td>130 ~ 710</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>40 ~ 120</td> <td>26 ~ 130</td> </tr> <tr> <td>PO₄-P</td> <td>30 ~ 110</td> <td>20 ~ 98</td> </tr> </tbody> </table>	項目	試験条件	測定値	COD	3,000 以下	160 ~ 1,100	BOD	4,000 以下	160 ~ 1,600	SS	2,000 以下	70 ~ 1,700	T-N	250 ~ 1,000	150 ~ 830	NH ₄ -N	200 ~ 900	130 ~ 710	T-P	40 ~ 120	26 ~ 130	PO ₄ -P	30 ~ 110	20 ~ 98	<p>P21 5. 運転条件</p> <p>P35 2.1 処理実績</p>
項目	試験条件	測定値																								
COD	3,000 以下	160 ~ 1,100																								
BOD	4,000 以下	160 ~ 1,600																								
SS	2,000 以下	70 ~ 1,700																								
T-N	250 ~ 1,000	150 ~ 830																								
NH ₄ -N	200 ~ 900	130 ~ 710																								
T-P	40 ~ 120	26 ~ 130																								
PO ₄ -P	30 ~ 110	20 ~ 98																								

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 資源化 設備 能力	<p>検証結果</p> <p>(1) 処理実績 し尿、浄化槽汚泥の前凝集分離液を対象とし、MAPとしてリンを回収した。処理量は定格の5m³/dであった。</p> <p>(ア) 以下の条件において、MAP反応塔処理水のPO₄-P濃度は10mg/L以下であり、安定したMAP生成が可能であった。 MAP反応塔pHは、設定値の8.5にほぼ維持されていた。 MAP反応塔水温は17.4～33.6の範囲であった（予備試験を含む） MAP反応塔原水PO₄-P濃度に対して、モル比1.0以上でマグネシウムを添加した。なお、処理水の残存マグネシウム濃度は、結果として38～88mg/Lであった。 MAP反応塔原水PO₄-P濃度は20～98mg/Lの範囲であった。 MAP反応塔原水NH₄-Nは130～710mg/Lの範囲であった。 MAP反応塔原水SS濃度は70～1,700mg/Lの範囲であった。</p> <p>(イ) MAP反応塔分離部水面積負荷を30m³/m²/dとすることにより、生成したMAPの回収率を84%以上（各Runの定常期間における平均値）とすることが可能であった。</p> <p>(2) MAP回収率とリン回収率 本技術においては、MAP反応塔で生成したMAPを100%回収することができないため、リン回収設備におけるリン回収率を次式により求めた。</p> <p>リン回収設備におけるPO₄-P除去率</p> $PO_4\text{-P 除去率}(\%) = \frac{(\text{リン回収設備入口 } PO_4\text{-P 量}) - (\text{リン回収設備出口 } PO_4\text{-P 量})}{(\text{リン回収設備入口 } PO_4\text{-P 量})} \times 100$ <p>リン回収設備におけるMAP回収率</p> $MAP\text{ 回収率}(\%) = \frac{(\text{回収MAPより計算されたリン量})}{(\text{リン回収設備入口 } PO_4\text{-P 量}) - (\text{リン回収設備出口 } PO_4\text{-P 量})} \times 100$ <p>リン回収設備におけるリン回収率</p> $\text{リン回収率}(\%) = (PO_4\text{-P 除去率}) \times (MAP\text{ 回収率}) \div 100$ <p>上記から、各Runの定常期間におけるリン回収設備でのリン回収率は次のとおりであった。</p> <p>各Runの定常期間におけるリン回収設備でのリン回収率</p> <table border="1" data-bbox="335 1697 1203 1841"> <thead> <tr> <th>Run</th> <th>原水PO₄-P濃度 (mg/L)</th> <th>PO₄-P 除去率(%)</th> <th>MAP回収率 (%)</th> <th>リン回収率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>22</td> <td>80.8</td> <td>84.3</td> <td>68.3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>86</td> <td>98.2</td> <td>90.5</td> <td>88.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>数値は各Runの定常期間における平均値</p>	Run	原水PO ₄ -P濃度 (mg/L)	PO ₄ -P 除去率(%)	MAP回収率 (%)	リン回収率 (%)	1	22	80.8	84.3	68.3	2	86	98.2	90.5	88.9	<p>P35 2. 資源化能力 2.1処理実績</p> <p>P54 2.3資源化設備能力 1)処理性能</p> <p>P49 2.2資源化物の回収</p> <p>P59 2)MAPの回収効果のまとめ</p>
Run	原水PO ₄ -P濃度 (mg/L)	PO ₄ -P 除去率(%)	MAP回収率 (%)	リン回収率 (%)													
1	22	80.8	84.3	68.3													
2	86	98.2	90.5	88.9													

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																																																																																																													
1 資源化性の性状	<p>検証結果</p> <p>(1)引き抜きMAPを水切り操作後一日静置することで、平均含水率29.8%（22.0～36.4%）の回収MAPが得られている。</p> <p>(2)回収MAPの組成比（P:Mg:N）は理論値と近似しており、純度の高いMAPが得られている。</p> <p>(3) 回収MAPの性状は以下に示すとおりであり、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16年農林水産省告示第71号により一部改正）に示されている化成肥料の規格（含有すべき主成分含有量、有害成分含有量）を満足している。</p> <p>回収MAPのく溶性りん酸、く溶性苦土及びアンモニア性窒素の含有量は、規格がそれぞれ1.0%以上であるのに対して、それぞれ28%以上、15%以上、5%以上である。</p> <p>く溶性りん酸、アンモニア性窒素両成分の合計量については、規格が10.0%以上であるのに対して34%以上である。</p> <p>有害成分の含有量については、ひ素、カドミウム等はく溶性りん酸、アンモニア性窒素両成分合計量の1%換算値で規格の1/300以下であり、亜硝酸等は同1%換算値で1/30以下である。さらに、化成肥料の規格にない有害物質（T-Hg、Pb）の含有量は、汚泥肥料の場合の規格の1/100以下である。</p> <p style="text-align: center;">回収MAPの性状と肥料取締法に定める化成肥料の規格</p> <table border="1" data-bbox="389 1106 1177 1644"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th>Run1</th> <th>Run2</th> <th colspan="3">規格値</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>平均値</th> <th>主成分含有量</th> <th colspan="2">有害成分許容量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">主成分含有量</td> <td>く溶性りん酸 %</td> <td>29.2</td> <td>29.2</td> <td>1.0以上</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>く溶性苦土 %</td> <td>15.9</td> <td>17.0</td> <td>1.0以上</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>アンモニア性窒素 %</td> <td>5.6</td> <td>5.5</td> <td>1.0以上</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>主成分の合計² %</td> <td>34.8</td> <td>34.7</td> <td>10.0以上</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="11">有害成分含有量</td> <td></td> <td>採取日 8月20日</td> <td>採取日 9月10日</td> <td></td> <td>成分1% 当たり</td> <td>許容量</td> </tr> <tr> <td>T-Hg %</td> <td><0.000002</td> <td><0.000002</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>As %</td> <td><0.0001</td> <td><0.0001</td> <td>-</td> <td>0.002</td> <td>0.066</td> </tr> <tr> <td>Pb %</td> <td><0.0001</td> <td><0.0001</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cd %</td> <td><0.00001</td> <td><0.00001</td> <td>-</td> <td>0.000075</td> <td>0.002475</td> </tr> <tr> <td>T-Cr %</td> <td>0.0001</td> <td><0.0001</td> <td>-</td> <td>0.05</td> <td>1.65</td> </tr> <tr> <td>Ni %</td> <td><0.0001</td> <td><0.0001</td> <td>-</td> <td>0.005</td> <td>0.165</td> </tr> <tr> <td>Ti %</td> <td><0.002</td> <td><0.002</td> <td>-</td> <td>0.02</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>チオシアン酸塩 %</td> <td><0.005</td> <td><0.005</td> <td>-</td> <td>0.005</td> <td>0.165</td> </tr> <tr> <td>亜硝酸 %</td> <td><0.02</td> <td><0.02</td> <td>-</td> <td>0.02</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>ピウレット性窒素 %</td> <td><0.01</td> <td><0.01</td> <td>-</td> <td>0.01</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>スルファミン酸 %</td> <td><0.005</td> <td><0.005</td> <td>-</td> <td>0.05</td> <td>1.65</td> </tr> </tbody> </table> <p>¹：含有を許される有害成分の最大量は、窒素、りん酸のそれぞれの最も大きい主成分の量の合計量(アンモニア性窒素+く溶性りん酸)の含有率に対する値である。</p> <p>²：く溶性りん酸、アンモニア性窒素の合計量</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <p>回収したMAPの保管に際しては、臭気等の環境保全対策に留意する必要がある、さらに、MAPの使用に際しては、衛生面からの取扱いに留意する必要がある。</p>	項目	Run1	Run2	規格値			平均値	平均値	主成分含有量	有害成分許容量		主成分含有量	く溶性りん酸 %	29.2	29.2	1.0以上	-	-	く溶性苦土 %	15.9	17.0	1.0以上	-	-	アンモニア性窒素 %	5.6	5.5	1.0以上	-	-	主成分の合計 ² %	34.8	34.7	10.0以上	-	-	有害成分含有量		採取日 8月20日	採取日 9月10日		成分1% 当たり	許容量	T-Hg %	<0.000002	<0.000002	-	-	-	As %	<0.0001	<0.0001	-	0.002	0.066	Pb %	<0.0001	<0.0001	-	-	-	Cd %	<0.00001	<0.00001	-	0.000075	0.002475	T-Cr %	0.0001	<0.0001	-	0.05	1.65	Ni %	<0.0001	<0.0001	-	0.005	0.165	Ti %	<0.002	<0.002	-	0.02	0.66	チオシアン酸塩 %	<0.005	<0.005	-	0.005	0.165	亜硝酸 %	<0.02	<0.02	-	0.02	0.66	ピウレット性窒素 %	<0.01	<0.01	-	0.01	0.33	スルファミン酸 %	<0.005	<0.005	-	0.05	1.65	P49 2.2 資源化物の回収 P60 2.4 資源化物の性状
項目	Run1		Run2	規格値																																																																																																											
	平均値	平均値	主成分含有量	有害成分許容量																																																																																																											
主成分含有量	く溶性りん酸 %	29.2	29.2	1.0以上	-	-																																																																																																									
	く溶性苦土 %	15.9	17.0	1.0以上	-	-																																																																																																									
	アンモニア性窒素 %	5.6	5.5	1.0以上	-	-																																																																																																									
	主成分の合計 ² %	34.8	34.7	10.0以上	-	-																																																																																																									
有害成分含有量		採取日 8月20日	採取日 9月10日		成分1% 当たり	許容量																																																																																																									
	T-Hg %	<0.000002	<0.000002	-	-	-																																																																																																									
	As %	<0.0001	<0.0001	-	0.002	0.066																																																																																																									
	Pb %	<0.0001	<0.0001	-	-	-																																																																																																									
	Cd %	<0.00001	<0.00001	-	0.000075	0.002475																																																																																																									
	T-Cr %	0.0001	<0.0001	-	0.05	1.65																																																																																																									
	Ni %	<0.0001	<0.0001	-	0.005	0.165																																																																																																									
	Ti %	<0.002	<0.002	-	0.02	0.66																																																																																																									
	チオシアン酸塩 %	<0.005	<0.005	-	0.005	0.165																																																																																																									
	亜硝酸 %	<0.02	<0.02	-	0.02	0.66																																																																																																									
	ピウレット性窒素 %	<0.01	<0.01	-	0.01	0.33																																																																																																									
スルファミン酸 %	<0.005	<0.005	-	0.05	1.65																																																																																																										

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 資源化性及び資源化物の安定性	<p> 検証結果 (1)処理量は5 m³/dであり、定格を満足している。 (2) 61 日間の試験期間中 (Run 1 , Run 2) M A P 反応塔原水の変動 (PO₄-P 濃度 20 ~ 98mg/L、NH₄-N濃度 130 ~ 710mg/L、SS濃度 70 ~ 1,700mg/L) に対して、安定した処理水 (PO₄-P濃度 10mg/L以下) が得られている。なお、原水のNH₄-N濃度については、下水処理の実績を考慮すると 150mg/L 以上であることが望ましい。また、予備試験を含めると、M A P 反応塔水温が 17.4 ~ 33.6 の範囲で、安定した処理水 (PO₄-P濃度 10mg/L以下) が得られている。 原水PO₄-P濃度に応じて安定したM A P 生成が得られている。 </p> <div data-bbox="367 728 1189 1243" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">M A P 反応塔原水および処理水におけるPO₄-P濃度の経日変化</p> <p> (3)生成したM A P の回収率は、各 Run の定常期間における平均値でそれぞれ 84%、91%であり、概ね安定してM A P が回収されている。 (4)引き抜きM A P を水切り操作後 1 日静置することで、含水率が 22.0 ~ 36.4% (平均 29.8%) の回収M A P が得られている。 (5)回収M A P のく溶性りん酸、く溶性苦土及びアンモニア性窒素の含有率は、それぞれ 28.9 ~ 29.5%、15.6 ~ 17.2%、5.4 ~ 5.7%であり、安定した肥料成分含有率が得られている。 </p> <p> 実用化に際しての留意事項 ・ M A P 反応塔水温について 予備試験を含めた実証試験において、M A P 反応塔水温が 17.4 ~ 33.6 の範囲で原水PO₄-P濃度に応じて安定したM A P 生成が得られていることを確認した。実証試験範囲外の水温域では、水温 (5 ~ 30) がM A P 生成反応に及ぼす影響が小さいことをピーカー試験で確認しているが、実用施設では地域特性等を十分考慮する必要がある。 </p>	<p>P68 4.1 安定稼動 1) リン回収設備での処理水の安定性</p> <p>P68 2) MAP回収の安定性</p> <p>P69 3) MAPの性状の安定性</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 資源化性</p> <p>処理及び資源化物の安定性</p>	<p>(6)リン回収設備を設置すること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、実証施設で確認できないため、以下により確認した。</p> <p>リン回収設備流出マグネシウムによる生物処理への影響については、海水希釈によるし尿処理施設の生物処理水槽（リン回収設備処理水の10倍程度のマグネシウム濃度と予想される）において、その影響が報告されていない。</p> <p>生物処理工程、活性炭吸着処理工程で予想される析出については、溶解度積の計算結果から、通常運転状態でスケールが生じないことを確認した。</p> <p>生物処理で予想されるリン不足や後続処理でのリン除去に関しては、実証試験で得られたリン回収設備処理水の性状が、（財）廃棄物研究財団で評価された「浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式」における試験データ（生物処理流入水）の範囲内であることを確認した。</p> <hr/> <p>実用化に際しての留意事項</p> <p>リン回収設備流出マグネシウムによる後続処理設備で予想されるMg化合物の析出については、実用施設ではスケール発生防止および対策に留意することが重要である。</p> <p>また、生物処理で予想されるリン不足や後続処理でのリン除去に関しては、実用施設ではリン回収設備処理水等の監視に留意することが重要である。</p>	<p>P70 4)後続処理への影響</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、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であり、特別な対策を講じる必要はない。リン回収設備処理水は、従来の「浄化槽汚泥の混合比率の高い脱窒素処理方式」による前凝集分離液と同様の性状であることから、水質に関して特別な対策を講じる必要はないと判断される。</p> <p>なお、回収MAPの保管に関しては、臭気対策を講じることにより、臭気の拡散を防止する。</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物処理で予想されるリン不足や後続処理でのリン除去に関しては、実用施設ではリン回収設備処理水等の監視に留意することが重要である。 ・回収したMAPの保管に際しては、臭気等の環境保全対策に留意する必要がある。 	P67 3.1 周辺環境の 汚染防止
	環 境 保 全 効 果	<p>検証結果</p> <p>本技術を用いることにより、し尿や浄化槽汚泥からリンを回収し、化成肥料として農業利用することができ、枯渇資源の使用量削減による環境保全上の効果が期待できる。</p>	P67 3.2環境保全効果

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="347 280 459 309">検証結果</p> <p data-bbox="320 315 1243 517">61 日間の試験期間中（Run 1 , Run 2 ） M A P 反応塔分離部で M A P の蓄積が生じ、数時間運転を停止した。処理量の小さい実証施設であるが故のトラブルであり、分離部スリット幅を変更することで対応した。なお、実用施設ではこのような現象は生じないと判断される。その他、処理施設側の都合による 2 日間の停止とシーケンサ異常による停止以外、安定した運転が維持できている。</p> <p data-bbox="336 573 975 640">(1) 実証施設の試験運転日数：218日（H15.1～H15.9） （運転立ち上げ、予備試験を含む）</p> <p data-bbox="699 674 863 703">試験運転日数</p> <table border="1" data-bbox="507 719 1051 1070"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>月</th> <th>施設運転日数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="9">平成 15 年</td> <td>1 月</td> <td>12 日</td> </tr> <tr> <td>2 月</td> <td>28 日</td> </tr> <tr> <td>3 月</td> <td>31 日</td> </tr> <tr> <td>4 月</td> <td>30 日</td> </tr> <tr> <td>5 月</td> <td>20 日</td> </tr> <tr> <td>6 月</td> <td>25 日</td> </tr> <tr> <td>7 月</td> <td>31 日</td> </tr> <tr> <td>8 月</td> <td>31 日</td> </tr> <tr> <td>9 月</td> <td>10 日</td> </tr> <tr> <td colspan="2">合計日数</td> <td>218 日</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="336 1167 485 1196">(2) 処理実績</p> <p data-bbox="619 1205 940 1234">実証試験の処理実績まとめ</p> <table border="1" data-bbox="394 1258 1121 1809"> <thead> <tr> <th>試験期間</th> <th>試験区分</th> <th>条件区分</th> <th>処理量 (m³/d)</th> <th>水面積 負荷 (m²/m²/d)</th> <th>M A P の 滞留日数 (日)</th> <th>運転 日数 (日)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成 15 年 1 月 20 日 ～ 2 月 17 日</td> <td>運転 立ち上げ</td> <td>浄化槽汚泥 100%</td> <td>2.4～3.6</td> <td>90</td> <td>13～23</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>2 月 18 日 ～ 7 月 11 日</td> <td>予備試験</td> <td>浄化槽汚泥 30～100% 肥効試験、植害試験 固液分離ろ布ろ過試験 分離部水面積負荷の検討</td> <td>2～5</td> <td>36～90</td> <td>7</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>7 月 12 日 ～ 8 月 20 日</td> <td>Run1</td> <td>低濃度 PO₄-P 条件 (浄化槽汚泥 100%)</td> <td>5</td> <td>30</td> <td>7</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>8 月 21 日 ～ 9 月 10 日</td> <td>Run2</td> <td>高濃度 PO₄-P 条件 (浄化槽汚泥 50%、 し尿 50%、PO₄-P 添加)</td> <td>5</td> <td>30</td> <td>2</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="394 1812 501 1841">(備 考)</p> <p data-bbox="427 1841 1090 1917">Run1：低濃度 PO₄-P に対する試験 浄化槽汚泥 100%で、PO₄-P 濃度が低い場合（PO₄-P 濃度 30mg/L 程度）の試験</p> <p data-bbox="427 1921 1106 2004">Run2：高濃度 PO₄-P に対する試験 し尿 50%、浄化槽汚泥 50%の前凝集分離液に PO₄-P を添加し、PO₄-P 濃度を 100mg/L 程度に調整した試験</p>	年	月	施設運転日数	平成 15 年	1 月	12 日	2 月	28 日	3 月	31 日	4 月	30 日	5 月	20 日	6 月	25 日	7 月	31 日	8 月	31 日	9 月	10 日	合計日数		218 日	試験期間	試験区分	条件区分	処理量 (m ³ /d)	水面積 負荷 (m ² /m ² /d)	M A P の 滞留日数 (日)	運転 日数 (日)	平成 15 年 1 月 20 日 ～ 2 月 17 日	運転 立ち上げ	浄化槽汚泥 100%	2.4～3.6	90	13～23	29	2 月 18 日 ～ 7 月 11 日	予備試験	浄化槽汚泥 30～100% 肥効試験、植害試験 固液分離ろ布ろ過試験 分離部水面積負荷の検討	2～5	36～90	7	128	7 月 12 日 ～ 8 月 20 日	Run1	低濃度 PO ₄ -P 条件 (浄化槽汚泥 100%)	5	30	7	40	8 月 21 日 ～ 9 月 10 日	Run2	高濃度 PO ₄ -P 条件 (浄化槽汚泥 50%、 し尿 50%、PO ₄ -P 添加)	5	30	2	21	P28 1.2 試験運転 日数
年	月	施設運転日数																																																												
平成 15 年	1 月	12 日																																																												
	2 月	28 日																																																												
	3 月	31 日																																																												
	4 月	30 日																																																												
	5 月	20 日																																																												
	6 月	25 日																																																												
	7 月	31 日																																																												
	8 月	31 日																																																												
	9 月	10 日																																																												
合計日数		218 日																																																												
試験期間	試験区分	条件区分	処理量 (m ³ /d)	水面積 負荷 (m ² /m ² /d)	M A P の 滞留日数 (日)	運転 日数 (日)																																																								
平成 15 年 1 月 20 日 ～ 2 月 17 日	運転 立ち上げ	浄化槽汚泥 100%	2.4～3.6	90	13～23	29																																																								
2 月 18 日 ～ 7 月 11 日	予備試験	浄化槽汚泥 30～100% 肥効試験、植害試験 固液分離ろ布ろ過試験 分離部水面積負荷の検討	2～5	36～90	7	128																																																								
7 月 12 日 ～ 8 月 20 日	Run1	低濃度 PO ₄ -P 条件 (浄化槽汚泥 100%)	5	30	7	40																																																								
8 月 21 日 ～ 9 月 10 日	Run2	高濃度 PO ₄ -P 条件 (浄化槽汚泥 50%、 し尿 50%、PO ₄ -P 添加)	5	30	2	21																																																								

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>スケールアップ</p> <p>検証結果</p> <p>(1) 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>MAP 反応塔反応部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 滞留時間：25min 以上 ・ 設定 pH：8.5 ・ マグネシウム添加量（モル比）：Mg添加量 / 原水PO₄-P量= 1.0 以上 ・ MAP 引き抜き頻度：1～2 回 / 週 <p>MAP 反応塔分離部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水面積負荷：30m³/m²/d以下 ・ 攪拌送風機 ・ 攪拌強度：15m³/m²/h以上 <p>(2) 実用施設（100m³/d）で想定されるリン回収率は以下のとおりである。回収されるMAP量は、浄化槽汚泥混入比率50%の場合で72.6kg-dry/d、浄化槽汚泥100%の場合で13.0kg-dry/dと推定される。</p> <p style="text-align: center;">実用施設（100m³/d）で想定されるリン回収率</p> <table border="1" data-bbox="357 936 1177 1128"> <thead> <tr> <th rowspan="2">浄化槽汚泥混入比率（%）</th> <th rowspan="2">混合し尿浄化槽汚泥 PO₄-P 濃度（mg/L）</th> <th rowspan="2">前凝集分離液 PO₄-P 濃度（mg/L）</th> <th rowspan="2">MAP 反応塔処理水 PO₄-P 濃度（mg/L）</th> <th rowspan="2">PO₄-P 除去率（%）</th> <th rowspan="2">MAP 回収率（%）</th> <th colspan="2">リン回収率（%）</th> </tr> <tr> <th>リン回収設備</th> <th>施設全体*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>150</td> <td>110</td> <td>10</td> <td>91</td> <td>90</td> <td>82</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>67</td> <td>80</td> <td>54</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 施設全体におけるリン回収率は、し尿、浄化槽汚泥として施設に流入したリン量（PO₄-P）に対してMAPとして回収されるリン量の割合を示している</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <p>実用施設のMAP反応塔では、攪拌強度、滞留時間、水面積負荷の確保やMAPの引き抜きに支障がないよう十分考慮した構造とする必要がある。なお、前凝集分離設備では、リンが除去され過ぎないように、適正な凝集剤を選定する必要がある。</p>	浄化槽汚泥混入比率（%）	混合し尿浄化槽汚泥 PO ₄ -P 濃度（mg/L）	前凝集分離液 PO ₄ -P 濃度（mg/L）	MAP 反応塔処理水 PO ₄ -P 濃度（mg/L）	PO ₄ -P 除去率（%）	MAP 回収率（%）	リン回収率（%）		リン回収設備	施設全体*	50	150	110	10	91	90	82	61	100	50	30	10	67	80	54	33	<p>P76 4.3スケールアップ 2) 設計基準</p> <p>P77 3) リンの物質収支</p>
浄化槽汚泥混入比率（%）	混合し尿浄化槽汚泥 PO ₄ -P 濃度（mg/L）							前凝集分離液 PO ₄ -P 濃度（mg/L）	MAP 反応塔処理水 PO ₄ -P 濃度（mg/L）	PO ₄ -P 除去率（%）	MAP 回収率（%）	リン回収率（%）																
		リン回収設備	施設全体*																									
50	150	110	10	91	90	82	61																					
100	50	30	10	67	80	54	33																					

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>実用性 (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）における設備構成例及び実証施設との相違点は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="354 371 1171 1373"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機器名称</th> <th colspan="2">機器仕様</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>実用施設（100 m³/d）</th> <th>実証施設（5 m³/d）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原水槽</td> <td>25m³</td> <td>バ ッファタンク</td> <td>前凝集分離槽と兼用可</td> </tr> <tr> <td>原水ポンプ</td> <td>一軸斜式汚泥ポンプ</td> <td>一軸斜式汚泥ポンプ</td> <td>前凝集分離液送りポンプと兼用可</td> </tr> <tr> <td>M A P 反応塔</td> <td>反応部 2.48m³ 分離部 5.33m³</td> <td>反応部 86L 分離部 69L</td> <td>反応部滞留時間 25min 以上 分離部水面積負荷 30m³/m²/d 以下</td> </tr> <tr> <td>M A P 反応塔攪拌送風機</td> <td>ポンプ レッパ</td> <td>エアポンプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mg 貯留槽</td> <td>2m³</td> <td>角型 200L</td> <td>(水酸化マグネシウム 35%として)</td> </tr> <tr> <td>Mg 希釈槽</td> <td>500L</td> <td>-</td> <td>1/3 日分(水酸化マグネシウム 3.5%として)</td> </tr> <tr> <td>Mg 貯留槽攪拌機</td> <td>縦型パドル式</td> <td>縦型パドル式</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mg 希釈槽攪拌機</td> <td>縦型パドル式</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mg 移送ポンプ</td> <td>スリポンプ</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mg 注入ポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>水酸化ナトリウム貯留槽</td> <td>1m³</td> <td>角型 100L</td> <td>水処理施設の水酸化ナトリウム貯槽を兼用可</td> </tr> <tr> <td>水酸化ナトリウム注入ポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td>ダイヤフラムポンプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M A P 引抜ポンプ</td> <td>スリポンプ</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M A P 分離機</td> <td>ウエッジワイヤスクリーン</td> <td>-</td> <td>MAP の自動洗浄化</td> </tr> <tr> <td>M A P 分離貯槽</td> <td>500L</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>分離水移送ポンプ</td> <td>スリポンプ</td> <td>水中ポンプ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH 指示調節計(反応塔)</td> <td>ガラス電極浸漬式</td> <td>ガラス電極浸漬型</td> <td></td> </tr> <tr> <td>原水流量計</td> <td>電磁流量計</td> <td>電磁流量計</td> <td></td> </tr> <tr> <td>液面計（原水槽、処理水槽）</td> <td>フロート式または電極式</td> <td>フロート式</td> <td></td> </tr> <tr> <td>制御盤</td> <td>屋内自立式</td> <td>屋内自立型</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>表中の - は該当機器のないことを示す。</p>	機器名称	機器仕様		備考	実用施設（100 m ³ /d）	実証施設（5 m ³ /d）	原水槽	25m ³	バ ッファタンク	前凝集分離槽と兼用可	原水ポンプ	一軸斜式汚泥ポンプ	一軸斜式汚泥ポンプ	前凝集分離液送りポンプと兼用可	M A P 反応塔	反応部 2.48m ³ 分離部 5.33m ³	反応部 86L 分離部 69L	反応部滞留時間 25min 以上 分離部水面積負荷 30m ³ /m ² /d 以下	M A P 反応塔攪拌送風機	ポンプ レッパ	エアポンプ		Mg 貯留槽	2m ³	角型 200L	(水酸化マグネシウム 35%として)	Mg 希釈槽	500L	-	1/3 日分(水酸化マグネシウム 3.5%として)	Mg 貯留槽攪拌機	縦型パドル式	縦型パドル式		Mg 希釈槽攪拌機	縦型パドル式	-		Mg 移送ポンプ	スリポンプ	-		Mg 注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	ダイヤフラムポンプ		水酸化ナトリウム貯留槽	1m ³	角型 100L	水処理施設の水酸化ナトリウム貯槽を兼用可	水酸化ナトリウム注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	ダイヤフラムポンプ		M A P 引抜ポンプ	スリポンプ	-		M A P 分離機	ウエッジワイヤスクリーン	-	MAP の自動洗浄化	M A P 分離貯槽	500L	-		分離水移送ポンプ	スリポンプ	水中ポンプ		pH 指示調節計(反応塔)	ガラス電極浸漬式	ガラス電極浸漬型		原水流量計	電磁流量計	電磁流量計		液面計（原水槽、処理水槽）	フロート式または電極式	フロート式		制御盤	屋内自立式	屋内自立型		<p>P80 4.3 スケールアップ 4) リン回収設備 構成および仕様</p>
機器名称	機器仕様		備考																																																																																					
	実用施設（100 m ³ /d）	実証施設（5 m ³ /d）																																																																																						
原水槽	25m ³	バ ッファタンク	前凝集分離槽と兼用可																																																																																					
原水ポンプ	一軸斜式汚泥ポンプ	一軸斜式汚泥ポンプ	前凝集分離液送りポンプと兼用可																																																																																					
M A P 反応塔	反応部 2.48m ³ 分離部 5.33m ³	反応部 86L 分離部 69L	反応部滞留時間 25min 以上 分離部水面積負荷 30m ³ /m ² /d 以下																																																																																					
M A P 反応塔攪拌送風機	ポンプ レッパ	エアポンプ																																																																																						
Mg 貯留槽	2m ³	角型 200L	(水酸化マグネシウム 35%として)																																																																																					
Mg 希釈槽	500L	-	1/3 日分(水酸化マグネシウム 3.5%として)																																																																																					
Mg 貯留槽攪拌機	縦型パドル式	縦型パドル式																																																																																						
Mg 希釈槽攪拌機	縦型パドル式	-																																																																																						
Mg 移送ポンプ	スリポンプ	-																																																																																						
Mg 注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	ダイヤフラムポンプ																																																																																						
水酸化ナトリウム貯留槽	1m ³	角型 100L	水処理施設の水酸化ナトリウム貯槽を兼用可																																																																																					
水酸化ナトリウム注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ	ダイヤフラムポンプ																																																																																						
M A P 引抜ポンプ	スリポンプ	-																																																																																						
M A P 分離機	ウエッジワイヤスクリーン	-	MAP の自動洗浄化																																																																																					
M A P 分離貯槽	500L	-																																																																																						
分離水移送ポンプ	スリポンプ	水中ポンプ																																																																																						
pH 指示調節計(反応塔)	ガラス電極浸漬式	ガラス電極浸漬型																																																																																						
原水流量計	電磁流量計	電磁流量計																																																																																						
液面計（原水槽、処理水槽）	フロート式または電極式	フロート式																																																																																						
制御盤	屋内自立式	屋内自立型																																																																																						
<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>P94 5.5 安全性</p>																																																																																						

5
維持
管理
性

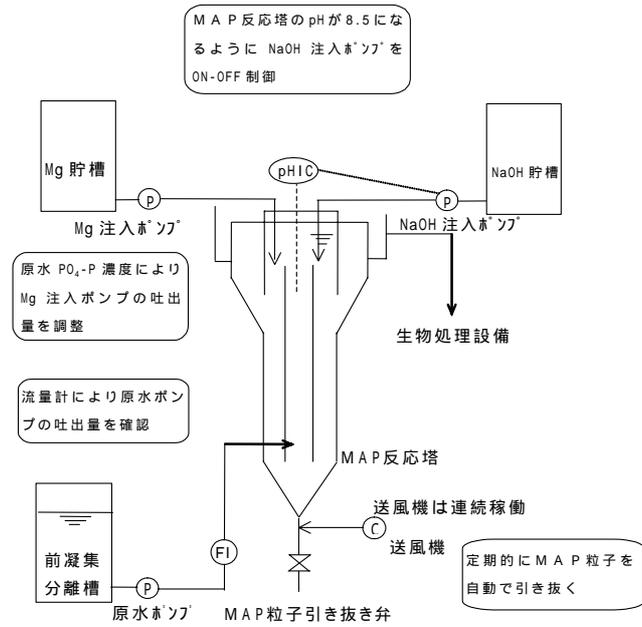
操作
・
点
検
性

検証結果
リン回収設備の運転操作、点検については、従来のし尿処理施設で用いられているものと同様であり、運転管理が容易である。

(1) 運転管理基準

運転管理項目	運転管理基準	運転方法
原水投入方法	M A P 反応塔原水を連続投入	連続運転
M A P 粒子引き抜き	引抜頻度、引抜量	定期的に所定量を引き抜き（1～2回/週）
塔内 pH	8.5	pH 制御（アルカリ注入）
Mg 添加濃度（モル比）	PO ₄ -P:Mg=1:1	原水 PO ₄ -P 濃度を定期的に測定し、Mg 添加濃度を決定
原水 NH ₄ -N 濃度	原水 NH ₄ -N=150mg/L 以上	原水 NH ₄ -N 濃度の定期的な分析
原水 SS 濃度	2,000mg/L 以下	前凝集分離設備での凝集剤添加量等の調整
M A P 流出の有無	目視で確認されないこと	分離越流部の定期的監視
M A P 反応塔 空気攪拌強度	連続攪拌、攪拌強度 15m ³ /m ² /h 以上	放風弁、減圧弁により風量調整
水質管理	簡易分析（HACH 法等）	M A P 反応塔原水および処理水の PO ₄ -P 濃度を測定

(2) 通常運転での基本操作



基本操作

P83
5.1 運転操作
1) 運転管理基準
と運転方法

P85
3) 通常運転での
基本操作と確認
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>5 維持 管理 性</p>	<p>(3)異常時の措置</p> <p>緊急停止時</p> <p>a. 緊急停止時は、攪拌用送風機のみ運転を稼働させ、その他の機器は停止させる。</p> <p>b. 再起動は pH、Mg 添加濃度を設定した後、原水ポンプの順で起動させる。</p> <p>c. 定期的に M A P 粒子の引き抜きを開始する。</p> <p>停電時</p> <p>a. 復電後、まず攪拌用送風機を起動させる。</p> <p>b. M A P 反応塔底部へ M A P が堆積、圧密して、攪拌空気が吹き上がらない場合は、塔下部より原水ポンプを起動、原水を供給し、M A P 堆積層を解除して、原水ポンプを停止する。</p> <p>c. M A P 反応塔内の M A P 粒子の攪拌状態を確認し、pH、Mg 注入量の確認、投入ポンプの順で起動させる。</p> <p>M A P 反応塔の分離部からの流出時</p> <p>a. 流出 M A P は分離越流部に貯まっているので、戻しラインを開いて原水槽へ戻す。</p> <p>b. M A P 反応塔入口 S S 濃度が高い場合は、前凝集分離設備での凝集剤等の調整により S S 濃度を規定濃度以下になるように調整する。</p> <p>-----</p> <p>実用化に際しての留意事項</p> <p>異常時の対策として、M A P 反応塔分離部からの M A P 流出に対しての措置が示されているが、実用施設においては、運転マニュアルの遵守とともにその監視に十分留意する必要がある。</p>	<p>P90 4)異常時の措置</p>																		
<p>補 修 性</p>	<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で使用しているものと同等である。</p> <p style="text-align: center;">主要機器の耐用年数</p> <table border="1" data-bbox="491 1608 1037 1921"> <thead> <tr> <th>機器類</th> <th>耐用年数</th> </tr> </thead> <tbody> <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>送風機</td> <td>7年</td> </tr> <tr> <td>分離機</td> <td>7年</td> </tr> <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>反応塔（SUS）</td> <td>10～12年</td> </tr> <tr> <td>配管類</td> <td>10年</td> </tr> </tbody> </table>	機器類	耐用年数	ポンプ類	7年	攪拌機	7年	送風機	7年	分離機	7年	水槽（RC造）	12～15年	薬品タンク	7～8年	反応塔（SUS）	10～12年	配管類	10年	<p>P91 5.2 保守点検</p> <p>P93 5.4 設備各部の耐用年数</p>
機器類	耐用年数																			
ポンプ類	7年																			
攪拌機	7年																			
送風機	7年																			
分離機	7年																			
水槽（RC造）	12～15年																			
薬品タンク	7～8年																			
反応塔（SUS）	10～12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約2%である。</p>	P97 6.2 建設費																																				
	維持管理費	<p>検証結果 100m³/d（し尿 50%、浄化槽汚泥 50%）の実用施設において、MAP反応塔原水のPO₄-P濃度を 110mg/L、MAP反応塔におけるMAP回収率を 90%とした場合の維持管理費は、1日あたり 5,114 円であり、51 円/m³の処理単価となる。</p> <p>また、リン回収設備で回収したMAPは肥料として出荷でき、MAP回収益を含めたリン回収設備運営費は 20 円/m³となる。</p> <p style="text-align: center;">実用施設（100m³/d）の維持管理費</p> <table border="1" data-bbox="347 743 1227 958"> <thead> <tr> <th></th> <th>項目</th> <th>単価</th> <th>使用量</th> <th>金額(円/日)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">薬品</td> <td>水酸化マグネシウム</td> <td>23 円/kg</td> <td>75.0kg/d(濃度 35%)</td> <td>1,725</td> </tr> <tr> <td>水酸化ナトリウム</td> <td>30 円/kg</td> <td>64.4kg/d(濃度 24%)</td> <td>1,932</td> </tr> <tr> <td></td> <td>電力料金</td> <td>12 円/kWh</td> <td>121.4kWh/d</td> <td>1,457</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">合計</td> <td>5,114</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">処理単価</td> <td>51 円/m³</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 水酸化マグネ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 の実績値をもとに推定</p> <p style="text-align: center;">実用施設（100m³/d）におけるリン回収設備運営費 （MAP回収益を考慮）</p> <table border="1" data-bbox="507 1155 1066 1301"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>金額（円/m³）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>維持管理費</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>MAP回収益</td> <td>- 31</td> </tr> <tr> <td>リン回収設備運営費</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>* MAP回収量（含水率 30%）を 103.7kg/d（72.6kg-DS/d）、MAP製品の価格を 30 円/kgとして計算 * MAP反応塔原水のPO₄-P濃度を 110mg/L、MAP反応塔におけるMAP回収率を 90%と仮定</p>		項目	単価	使用量	金額(円/日)	薬品	水酸化マグネシウム	23 円/kg	75.0kg/d(濃度 35%)	1,725	水酸化ナトリウム	30 円/kg	64.4kg/d(濃度 24%)	1,932		電力料金	12 円/kWh	121.4kWh/d	1,457	合計				5,114	処理単価				51 円/m ³	項目	金額（円/m ³ ）	維持管理費	51	MAP回収益	- 31	リン回収設備運営費	20
	項目	単価	使用量	金額(円/日)																																			
薬品	水酸化マグネシウム	23 円/kg	75.0kg/d(濃度 35%)	1,725																																			
	水酸化ナトリウム	30 円/kg	64.4kg/d(濃度 24%)	1,932																																			
	電力料金	12 円/kWh	121.4kWh/d	1,457																																			
合計				5,114																																			
処理単価				51 円/m ³																																			
項目	金額（円/m ³ ）																																						
維持管理費	51																																						
MAP回収益	- 31																																						
リン回収設備運営費	20																																						