

インドネシア国 既設セプティックタンクを 活用した生活排水処理の高度化事業

アジアにおける水環境改善ビジネスに関するセミナー

令和3年2月1日



大栄産業株式会社

 **MUFG** 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

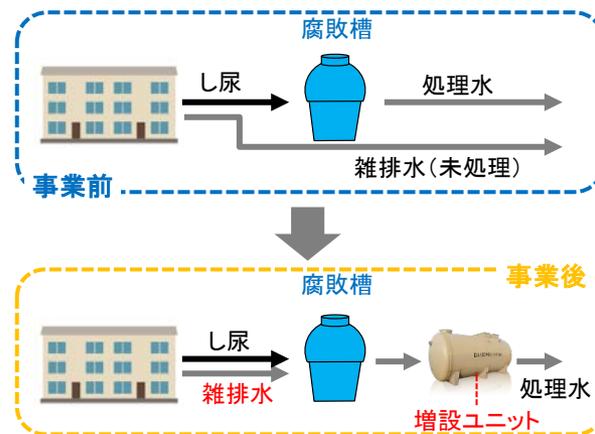
事業概要

<本事業の実施目的・内容>

- インドネシア国の人口は約2.67億人(2019年、外務省ホームページ)であるが、下水道普及率は依然として低い水準にとどまっており、約6割の生活排水は分散型排水処理施設であるSeptic tank(腐敗槽)によって処理されている。ただし、腐敗槽の排水処理性能は水環境の保全には十分とは言えず、また、生活雑排水は腐敗槽では処理されないのが一般的であり、同国の水環境は今後さらに悪化することが懸念される。
- 2016年8月、環境林業省(KLHK)は、基準値を強化した新たな排水基準を公布した。新排水基準は新設だけでなく既設の腐敗槽にも適用されるが、先進国と同レベルのBOD規制(30mgBOD/L)やアンモニア規制(10mg/L)等の達成は既設腐敗槽では困難と考えられ、具体的かつ早期の対応策が必要と言える。
- 対応策のひとつとして、既設腐敗槽を撤去し、高性能な分散型排水処理設備を新設することが考えられるが、同国の経済水準を考えると、この対応を実施可能なケースはごく一部に限られると考えられる。このため、コスト削減と排水基準の遵守を両立する新たな対応策を検討する必要がある。
- 以上を踏まえ、本事業では、コスト削減を意識した既設腐敗槽の改善・改良ビジネスを確立することを最終的な目標に、既設腐敗槽を活用しつつ、不足する排水処理能力を既設腐敗槽の後段に増設する設備で補う事業の実現可能性を評価した。

<適用する技術の概要>

- 既設腐敗槽の放流管に、新排水基準をクリアする機能をパッケージ化した排水処理ユニット(浄化槽技術を応用)を接続し、既設腐敗槽と直列で排水処理を行うことで新排水基準を達成する。その際、未処理の生活雑排水の処理も同時に行う。

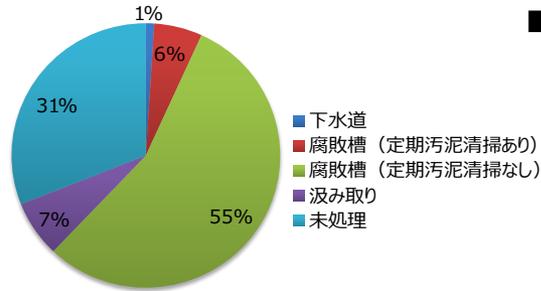


<本技術の特徴>

- 既設腐敗槽を利用して汚濁負荷を除去するため、腐敗槽全体のリプレースと比べ、新設する排水処理ユニットを小型化できる。この結果、本体・設置コストが削減される。
- 既存腐敗槽の処理能力を評価した上で増設ユニットのスペックを決定するため、過剰な処理能力の設備(もしくは処理能力の不足した設備)の導入を回避できる。
- 腐敗槽を残しながら施工を行うため、施工時に住民のトイレ使用を制限する必要が無い。

事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯

<インドネシアの生活排水処理の状況>



■ インドネシアの生活排水処理の約6割(人口ベース)は腐敗槽によって行われている。このため、新排水基準に基づき腐敗槽の水質改善を進めることが、同国の水環境保全にとって必要不可欠である。

<腐敗槽の構造、現地の状況>

- インドネシアで普及する腐敗槽は、主に沈殿分離と嫌気処理によって汚水を浄化している。ただし、汚泥の引き抜きはほとんど行われていないため、大半のケースで排水処理能力は当初の想定を大きく下回っていると考えられる。
- 腐敗槽には、浄化槽のようにFRPで成形された製品タイプの腐敗槽と、建設現場でコンクリートやレンガ等で直接施工される現場施工タイプの腐敗槽がある。インドネシアには腐敗槽の設置・販売等に関する調査が無いいため詳細な数値は不明であるが、地方政府関係者へのヒアリング結果に基づくと、現場施工タイプが大半を占めていると考えられる。

<環境林業省 排水基準>

■ KLHKが2016年8月に公布した排水基準は以下のとおり。既設腐敗槽の設計水質は旧排水基準値に基づいており、特に、BOD・アンモニア・大腸菌群数については、腐敗槽の構造上、遵守が困難と思われる。

環境林業省令68号(2016年)における新排水基準値

| 水質項目 | 単位 | 新排水基準値 | 旧排水基準値 |
|-------------------|---------|--------------|--------|
| pH | - | 6-9 | 6-9 |
| BOD ₅ | mg/L | 30 | 100 |
| COD _{Cr} | mg/L | 100 | - |
| TSS | mg/L | 30 | 100 |
| アンモニア | mg/L | 10 | - |
| オイル&グリース | mg/L | 5 | 10 |
| 大腸菌群数 | 個/100mL | 3,000 | - |
| 排水量 | L/人日 | 100 | - |



現場施工タイプの腐敗槽の例

事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯

<腐敗槽の排水処理に関する課題>

- 前頁のとおり、2016年8月に公布された環境林業省令68号に基づき、今後、全ての生活排水処理施設は新基準を遵守する必要があるが、現時点では、新基準をクリアする技術が確立されていない。
- 同国では、費用を払って腐敗槽の定期的な清掃を行う考えが定着しておらず、前頁に示すように、定期的な清掃が行われている腐敗槽は、全体の約1割に過ぎない。このため、既設腐敗槽の処理水質能力は設計水質を大きく下回っている可能性が高い。
- 同国の排水基準は、し尿だけでなく生活雑排水の処理も求めているが、下水道を除く生活排水処理施設では、生活雑排水の処理は行われていない。

腐敗槽からのし尿処理水及び未処理の生活雑排水混合水の水質分析例
(出典:当社による2016年度でのジャカルタ市及びバンドン市での腐敗槽の水質調査結果)

| 測定項目 | 単位 | 施設1 | 施設2 | 施設3 | 施設4 | 施設5 |
|-------------------|------|-----|------|------|-------|------|
| pH | - | 6.9 | 7.3 | 6.7 | 7.8 | 7.3 |
| TSS | mg/L | 123 | 57 | 63 | 394 | 34 |
| BOD ₅ | mg/L | 662 | 226 | 308 | 890 | 118 |
| COD _{Cr} | mg/L | 917 | 332 | 417 | 1,310 | 356 |
| TN | mg/L | 48 | 8.2 | 22 | 148 | 5.9 |
| TP | mg/L | 1.1 | 0.78 | 0.68 | 11 | 0.83 |
| オイル&グリース | mg/L | 57 | 19 | 11 | 78 | 10 |

全ての施設において、BOD・COD・TSS・オイル&グリースの新排水基準値を超過(赤字箇所)。

<モデル事業実施施設>

- 以上の課題を解決するため、カウンターパートである公共事業・国民住宅省と協議を行い、モデル事業候補地を訪問し、実施施設を選定した。

モデル事業実施施設の概要

| 項目 | 概要 |
|--------|---|
| 施設概要 | 低所得者層向け公営住宅 |
| 建設者 | 公共事業・国民住宅省 |
| 設置年 | 2009年 |
| 施設所有者 | バリクパパン市住宅局 |
| 居住者数 | 96世帯(約500人) |
| 排水処理設備 | <ul style="list-style-type: none"> ・排水処理施設は2ヶ所あり。うち1ヶ所をモデル事業の対象施設とする。 ・し尿及び生活雑排水を別配管で収集し、それぞれ、し尿用及び生活雑排水用の腐敗槽で処理。 ・設置されている腐敗槽は製品タイプで、し尿用は3槽、生活雑排水用は1槽で構成。 ・2009年の住宅設置からこれまで汚泥の引き抜きは一度も無し。 |

<2017年度のFS調査の活動結果>



モデル事業対象施設の外観(増設ユニット設置前)



バリクパパン市汚泥処理施設 (IPLT Balikpapan)



バリクパパン市各部局との協議の状況

<2017年度のFS調査の主な実施活動>

- 公共事業・国民住宅省及びバリクパパン市と協議のもと、モデル事業対象施設を選定。
- モデル事業対象施設に設置される腐敗槽の排水処理能力・処理状況を調査。
- 調査結果をもとに、増設ユニットの設計能力を決定し、具体的な設計を開始。

<2018年度の水環境改善効果実証試験結果>



増設ユニット完成品



汚水サンプリングの様子(中:し尿、右:生活雑排水)

<2018年度の水環境改善効果実証試験結果>

- バリクパン市との増設ユニット設置に係る合意文書の取り交わし。
- 増設ユニットの設計、製造、海上輸送、現地設置、試運転、本格運転の実施。
- 流入水及び放流水水質の定期モニタリング。

<2019年度のビジネスモデル検討結果>



増設ユニット維持管理トレーニング(座学・現場)



住民説明会の様子

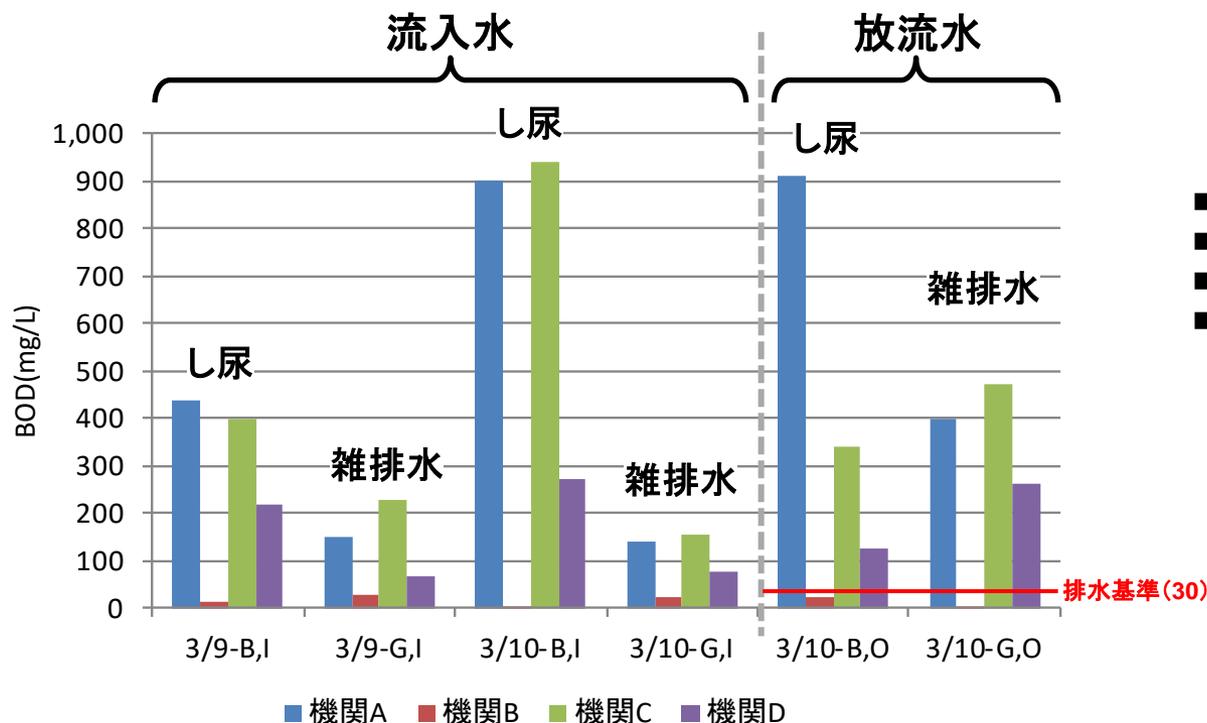


<2019年度のビジネスモデル検討結果>

- 増設ユニット維持管理チームの立ち上げ、維持管理手法の座学・現場での学習。
- 住民向け説明会の開催。
- 事業の実現可能性の評価。

事業実施内容と結果概要

<既設腐敗槽入流水及び放流水の水質調査結果(BOD)>



水質分析機関

- 機関A:本邦水質分析機関(参考値)
- 機関B:大手民間分析機関
- 機関C:市営分析機関(健康局付設)
- 機関D:現地大学分析センター

機関Cでの水質分析を決定

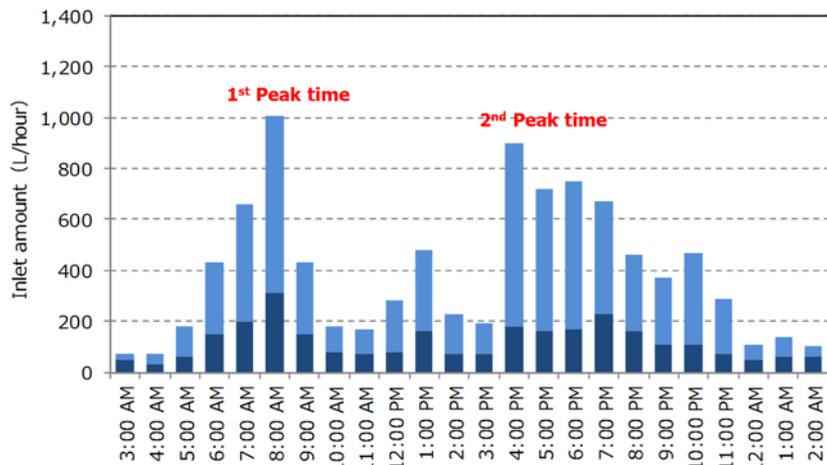
既設腐敗槽入流水及び放流水の水質調査結果(BOD)
(2018年3月9日及び10日の流入水及び3月10日の放流水のサンプリング)

- 分析機関の分析能力の違いが大きく、適切な能力を持った機関の選定及び信頼できる分析値との比較が必要なことを認識した。
- 放流水は新基準(30 mgBOD/L)のみならず旧基準(100 mgBOD/L)を大きく上回っていた。
- 汚泥引き抜きを行っていない腐敗槽では、排水処理能力がほぼ喪失していることを確認した。

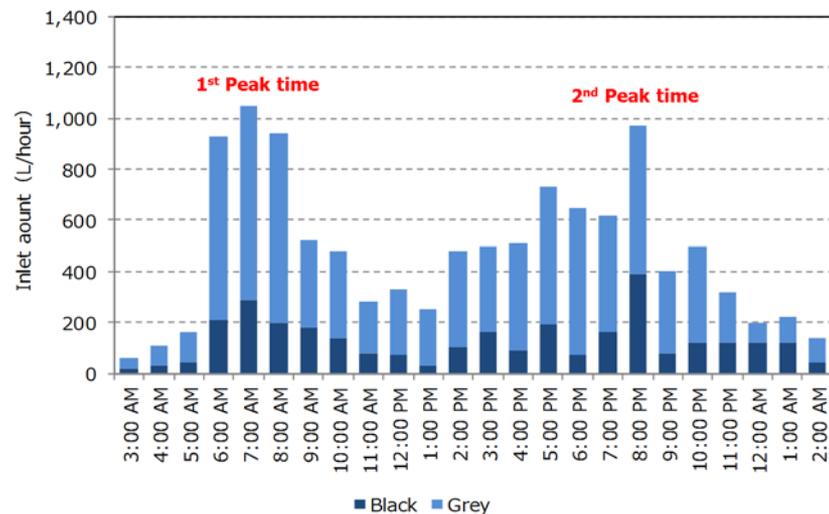
事業実施内容と結果概要

<流入水量及び流入パターンの調査>

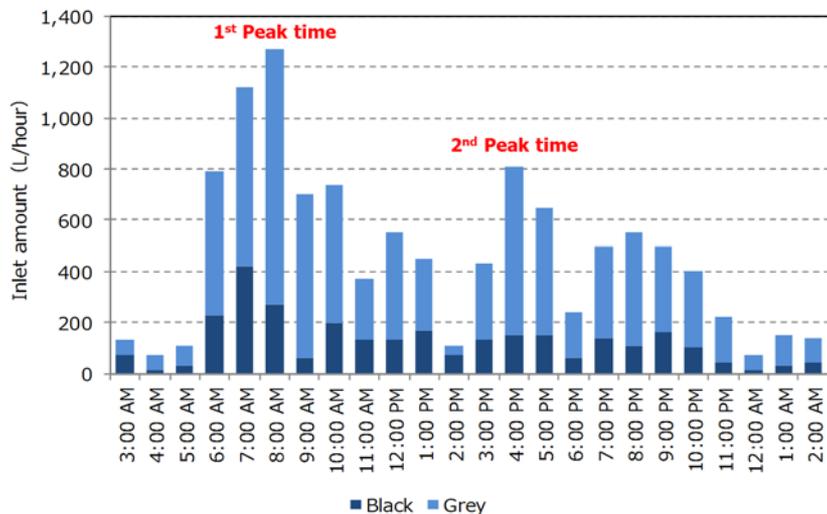
Sunday



Monday



Tuesday



Weekend (data on Sunday)

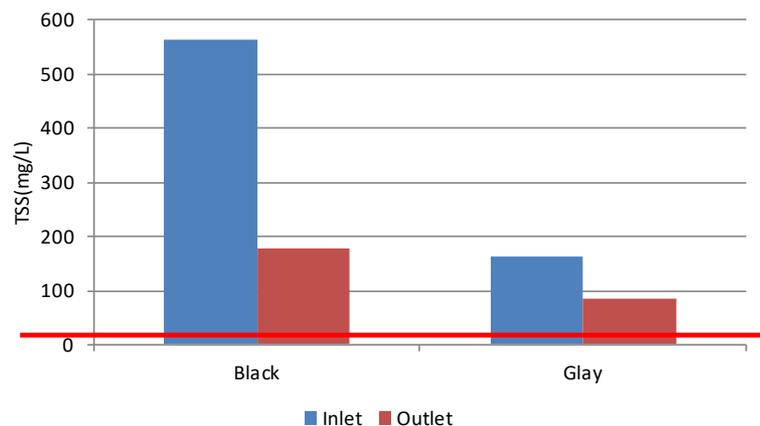
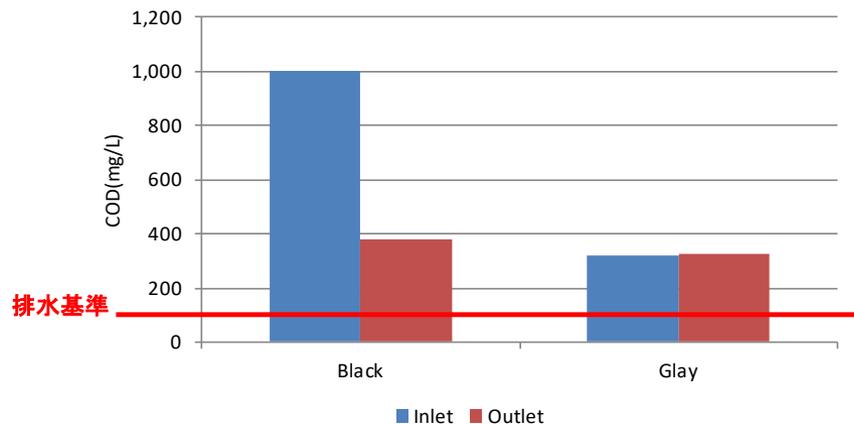
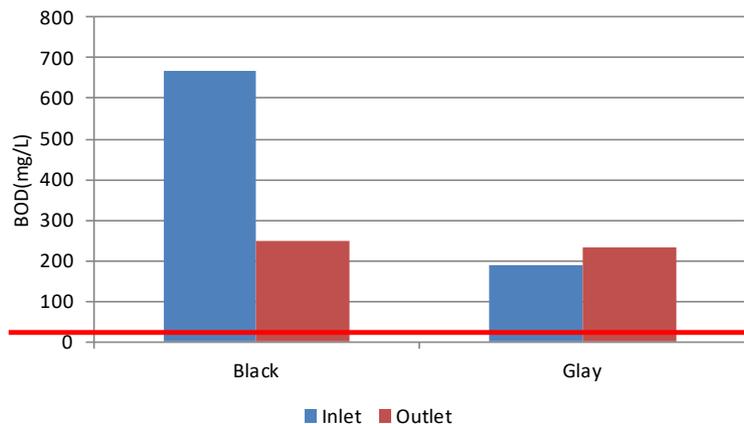
| Item | Unit | Black | Grey | Total |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Total amount of inlet | L/day | 2,836 | 6,512 | 9,348 |
| | L/day/person | 11 | 26 | 37 |
| Maximum | L/hour | 310 | 719 | 1,009 |

Weekday (average of Monday and Tuesday)

| Item | Unit | Black | Grey | Total |
|-----------------------|--------------|-------|-------|--------|
| Total amount of inlet | L/day | 2,976 | 8,220 | 11,196 |
| | L/day/person | 12 | 33 | 45 |
| Maximum | L/hour | 404 | 879 | 1,159 |

事業実施内容と結果概要

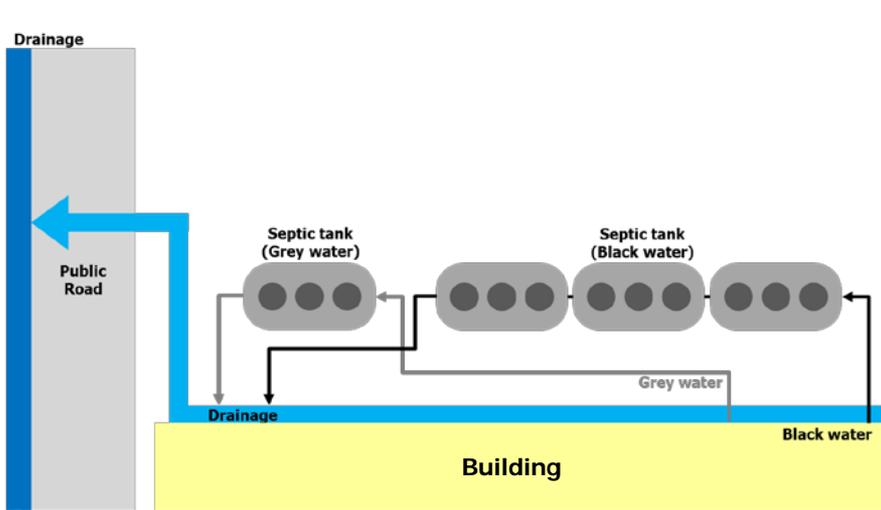
<汚泥引き抜きから9ヶ月経過した腐敗槽の放流水調査(2018年12月)>



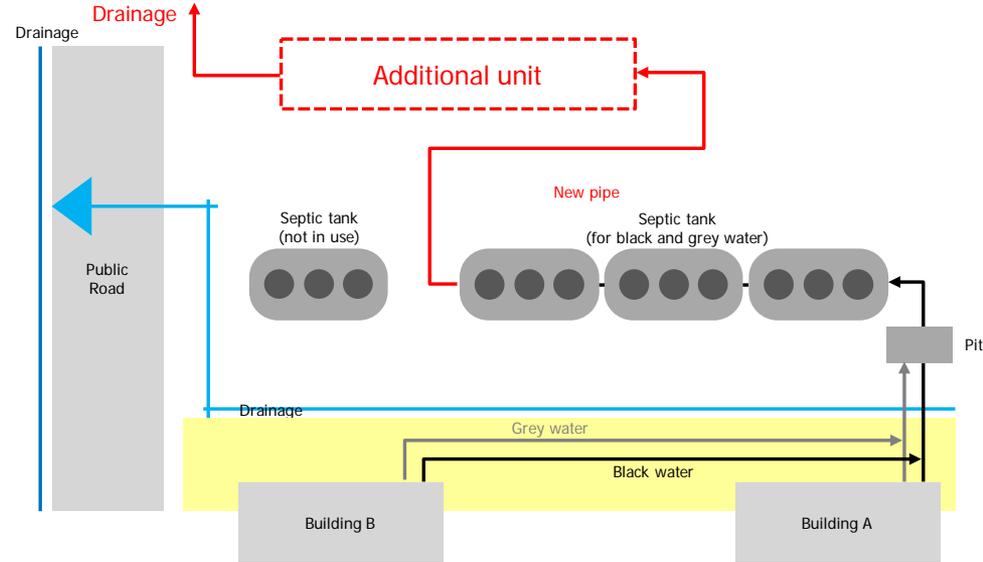
- 既設腐敗槽の機能評価後、汚泥引き抜きを行った。その後、汚泥引き抜きから9ヶ月が経過した腐敗槽（本来の処理性能が回復されていると期待される状態）におけるし尿及び生活雑排水の流入水と放流水の水質を比較した。
- その結果、し尿については一定の処理が行われているものの、規制値とは大きな乖離があることが分かった。
- 生活雑排水については、ほとんど浄化されておらず、し尿と同様、規制値とは大きな乖離があった。

事業実施内容と結果概要

<増設ユニット設置状況>



施工前の配管



施工後の配管

- 既存のし尿用腐敗槽に、し尿・雑排水の両方を導水して処理後、増設ユニットで処理を行い放流するように配管を変更。

事業実施内容と結果概要

<増設ユニット設置工事の状況(2018年12月～2019年2月)>



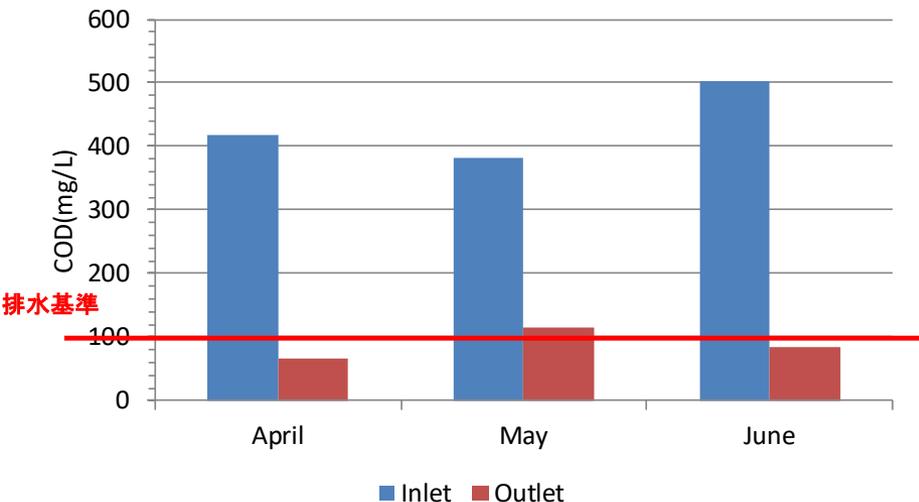
事業実施内容と結果概要

<増設ユニット設置状況(2019年2月)>



事業実施内容と結果概要

<増設ユニット設置後の水質改善効果>



- 増設ユニット設置後は、BOD・COD・TSS・アンモニア・大腸菌群数の排水基準を順守している。
- アクシデントによりブロー電源がオフとなった期間(5月)は水質が悪化し、排水基準を超過した。

<維持管理費用の明確化>

増設ユニットの維持管理に係る費用(概算値)

| | (上段:Rp、下段:円) | | 備考 |
|------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|
| | 単価 | 年間費用 | |
| 汚泥清掃費用 | 500,000Rp 4,097円/台 | 2,500,000Rp 20,161円 | 清掃頻度は年間1回と想定、増設ユニット・腐敗槽の両方を清掃 |
| 水質検査費用 | 1,252,000Rp 10,097円/回 | 同左 | 現地分析機関における水質検査費用(環境林業省令の各項目) |
| 消毒剤費用 | --- | 1,248,000Rp 10,065円 | 250人の処理人員で年間19.2kg消費すると想定 |
| ブロー電気代 | --- | 3,493,146Rp 28,171円 | 190Wのブロー2台を24時間運転すると想定 |
| 合計 | --- | 8,493,146Rp 68,493円 | |
| ひとりあたり月額単価 | --- | 2,813Rp 23円 | 実利用人数を250人として算定 |

- 年間費用で最も多いのはブロー電気代であり、汚泥清掃費用がそれに続く。
- ひとりあたりの月額費用は約23円で、1世帯を5人とすると、毎月115円程度の負担となる。
- 本事業でトレーニングを実施したバリクパパン市住宅管理公社にて浄化槽維持管理チームを立ち上げ、今後の維持管理を担当することとした。

事業実施内容と結果概要

<本体・施工に係るコスト削減効果>

合併処理浄化槽を新設するケースと比較した場合のコスト比較

| 設備選択 | 本体費 | 施工費 | 合計 | 備考 |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 合併処理浄化槽を新設 | 300万円 | 300万円 | 600万円 | 日平均汚水量35m ³ /日 |
| 本事業(既設腐敗槽を活用して増設ユニットを設置) | 200万円 | 100万円 | 300万円 | 日平均汚水量20m ³ /日 |
| コスト削減効果 | -100万円 | -200万円 | -300万円 | |

- 既設腐敗槽を活用することで、本体費用で約100万円、施工費で200万円のコストを削減できることが分かった。初期費用の低下は現地への本モデル展開に優位に働くと考えられる。
- 本事業を実施するには右記の条件を全て満たすことが必要であり、事業実施前の事業判断を正しく行う必要あり。
- 今後のビジネス展開先として、以下を想定。

- 公共設置もしくは管理の集合住宅
- ホテル、レストラン
- 小学校、中学校、高校、大学
- 富裕層向け住宅街
- ショッピングモール、市場
- 公共施設(庁舎、駅、空港、港湾、ホール等)

<本事業の実施要件>

- 増設ユニットを設置する土地があること。
- 増設ユニットからの処理水を放流する排水路・側溝等が近傍にあること(地下浸透は不可)。
- 既設の腐敗槽で十分な滞留時間を取れること。
- 下水道計画区域外であること。
- 雨季に洪水で冠水するエリアの外であること。
- 増設ユニット設置後の維持管理体制及び料金徴収体制の整備が見込まれること。

大栄産業株式会社 担当:露木

電話(当社代表電話):0569-82-0338

お問い合わせフォーム:<http://www.daie-industry.co.jp/inquiry/form.php>