パナマ共和国
UCP/MINSA

# パナマ首都圏
# 下水道事業運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第２期（本格フェーズ））

# 事業完了報告書

## －別添資料－

JICA LIBRARY
1232293[9]

平成 30 年 11 月
（2018 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社日水コン

| 環境 |
| --- |
| JR |
| 18-132 |

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## UCP の組織体制の改善提案
## 及び
## ビジネスプラン策定の提案

**平成 30 年 9 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# Ⅰ　UCP の組織体制の改善提案

## 1. UCP の組織構成

図 1 に示すように、UCP の組織は、General Coordination、Sub General Coordination 及び Executive Technical Coordinator の下、法務・契約部、管理・財務部、社会環境部、エンジニアリング部、運転管理部及びプロジェクト部の 6 部が設けられている。また、公聴部及び企画部の 2 部が General Coordination に直属で設けられている。

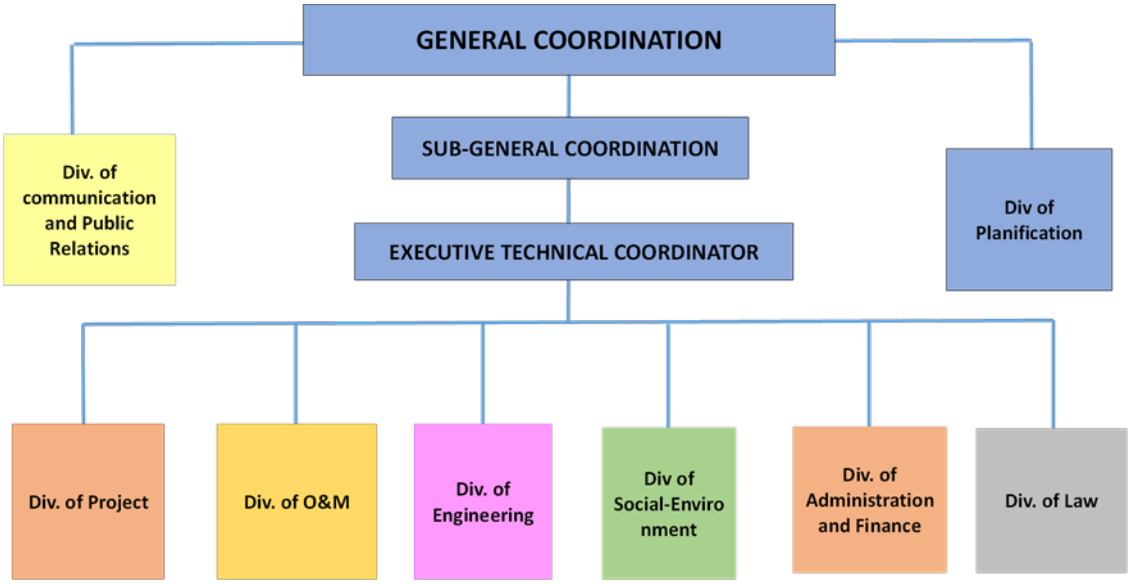



**図 1 UCP の現状の組織体制**

## 2. UCP の事務所掌

UCP はすべての職種の Job Description を定めており、各部の部長等の Job Description に記載されている各部の機能（Function）を抜き出して Annex1 に示す。この記述が各部の事務所掌に相当する。

## 3. UCP の組織の現状と当面の増員計画

表 1 に UCP の人員数の増加の変遷と将来計画を示している。UCP の人員数は、プロジェクト開始当初の 2015 年 8 月の 49 名から 2018 年 5 月には 33 名増加し 82 名となっている。なお、基本計画調査時の 2014 年 10 月は 26 名であり、その後の 1 年間の増加が著しい。現状の業務量に対して、UCP は 121 名まで増員する計画を持っている。今後必要な増員は、今後の業務量の増に対応するもので、プロジェクト部及び O&M 部の計画増員数が顕著である。この計画は、現状組織体制で西部州プロジェクト及び O&M 受け持ち施設の増に対応するものである。一方、UCP の公営企業化計画に対応したものではない。

表 1: UCP の部毎の人員数の変化と将来計画

| 部 | 11/2014 | 8/2015 | 6/2017 | 10/2017 | 5/2018 | 将来計画 | 必要増 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| General Coordination | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| 企画部 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 2 |
| 広報・公聴部 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 2 |
| 法務・契約部 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 2 |
| 管理・財務部 | 5 | 7 | 16 | 16 | 22 | 23 | 1 |
| 社会環境部 | 3 | 8 | 8 | 11 | 12 | 14 | 2 |
| エンジニアリング部 | 4 | 7 | 7 | 6 | 7 | 10 | 3 |
| 運転管理部 | 5 | 9 | 10 | 12 | 12 | 22 | 10 |
| プロジェクト部 | 2 | 8 | 11 | 13 | 14 | 31 | 17 |
| 計 | 26 | 49 | 65 | 73 | 82 | 121 | 39 |

## 4. 公営企業化後の組織計画

現在 UCP が検討している公営企業化後の組織体制を図 2 に示す。現状の組織体制を踏まえつつ、下記のリフォームを提案している。

- ✓ 最高決定機関として BOAD を置く。
- ✓ 顧客・料金関係を担当する商業部を新設する。
- ✓ 内部監査を置く。

特に、現在業務を行っていない商業部門、すなわち、顧客情報管理、Billing、料金徴収、顧客サービスの業務を着実に実施する必要があるが、今後 CAF の融資による、この部門の料金を含めた検討のコンサルタント契約が予定されている。また、同融資により公営企業化後 3 年間にわたり、この部門の強化のため、コンサルタントが新組織に派遣されることが計画されている。

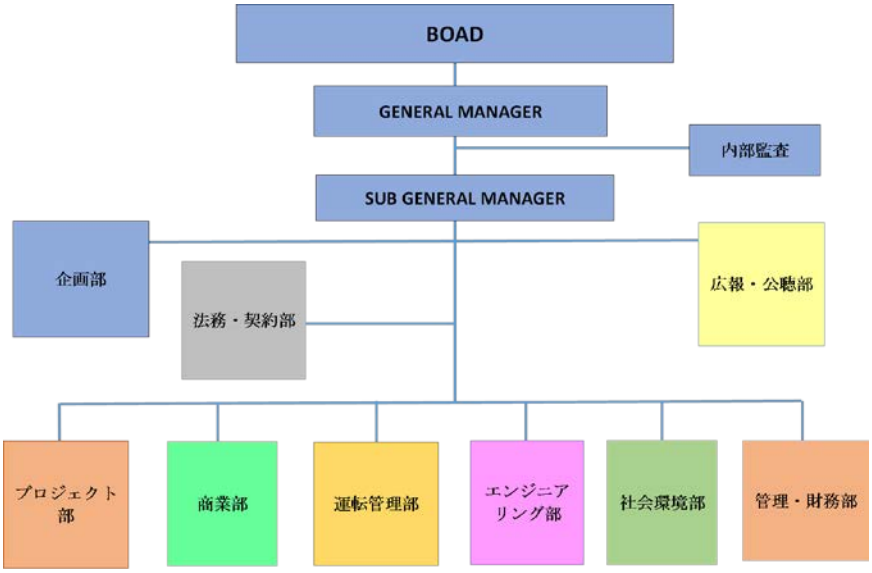



図 2　公営企業化後の検討中の組織図

## 5. 更なる組織強化のための提言

### (1) 組織強化の基本についての提言

公営企業化後に効率的かつ顧客への良好なサービスの確保に向けて、現在検討されている組織図の一部を修正する組織案を図 3 に示す。また、基本的な運営方法について下記に提案する。

- 公営企業の方針決定を行う職員の明確化；General Manager、Sub-General Manager 及び Technical Exective Coordinator の 3 名が重要な意思決定を行うメンバーとする。
- 上記 3 名は、定期的に会議を行い、必要に応じて担当のマネージャーを交えて意見交換し、最終的に General Manager が方針決定を行う。
- Technical Exective Coordinator は、技術部門を統括する。
- Sub-General Manager は、非技術部門を統括するとともに、必要な場合は技術部門も統括する。
- 前記により、幹部職員の責任分担を明確にする。

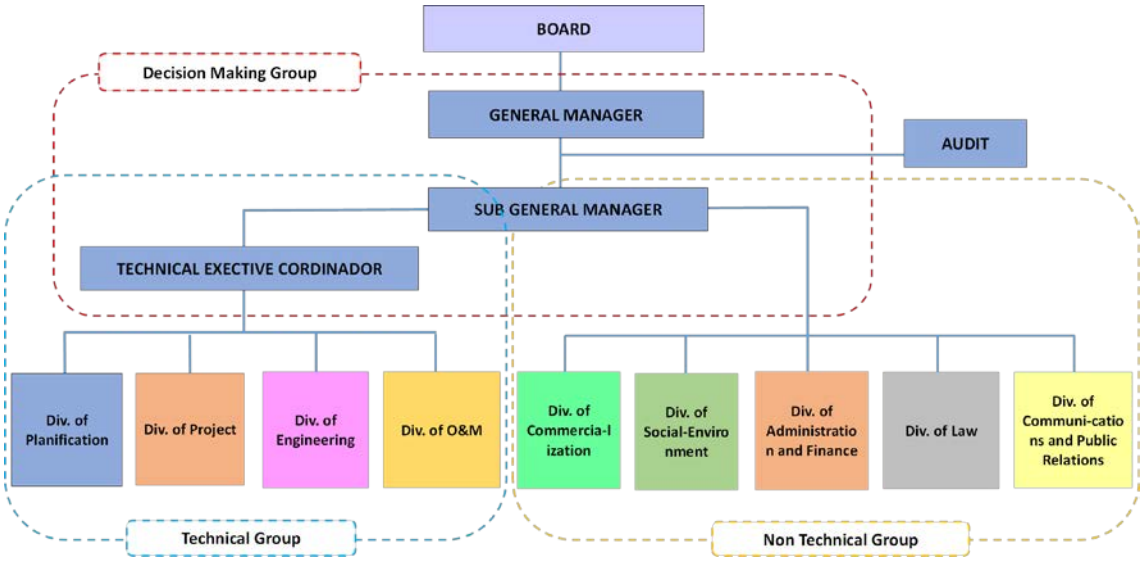



図 3 提案する公営企業化後の組織図

### (2) より効率的な組織体制づくりのための提言

UCP の公営企業化を考えると、商業部門の新設と財務部門の強化が喫緊の課題である。また、その他の部についてもそれぞれ強化を図り、より効率的でレベルの高いサービス提供を目指さなければならない。それぞれについて下記に言及する。

a) 商業部門の新設と他の部門との連携

UCP の公営企業化は、料金収入による自律的運営を達成する必要があり、その料金業務を新設する商業部が担当する。ただし、すべての業務を職員が行うとすると大きな組織づくりが必要となる。可能な限り、第 3 者委託を活用しスリムな組織づくりが望まれる。

顧客台帳管理、料金決定、Billing、料金徴収及び未納対策の各業務を行うために、図 4 に

示した 3 つの係が必要である。現在 UCP にこの業務のノウハウがないため、ドナーの融資による運営指導のプロジェクトが計画されており、その中で具体的な対応策が検討される。

商業部の業務は、財務部門の収入につながり、また、社会環境部の苦情対応に関係する等、他の部門との関連が多くあり、より緊密な連携が必要となる。

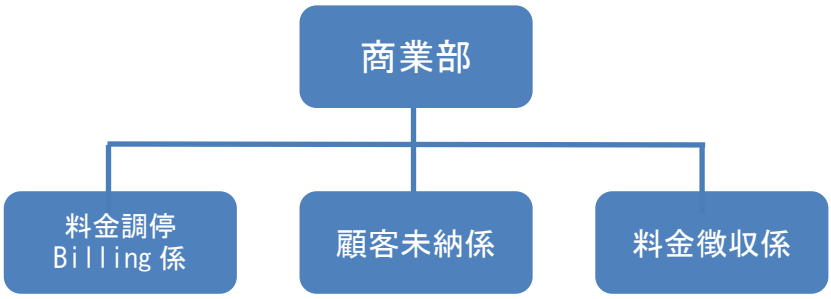



**図 4　商業部の構成案**

b) 財務部門の強化

現在の UCP の財務は下水道料金によらず、国からの公費の投入により運営している。公営企業化後は、O&M 費用を料金でまかなうことを原則として運営することになる。料金設定についても中長期の支出見通しが重要になる。財務部門については、今まで以上に、収入予測と支出の予測を自らできるようになり。自立し安定した事業運営を図る必要がある。

c) O&M 部門の強化

前記の料金収入と O&M 費用のバランスを目指した運営を行うことになる。第 3 者委託による施設の O&M 業務は、より効率的な運用が求められる。人員の増のみならず、業者との契約内容や方法の見直し及びこれまで専門家が支援してきた職員の能力向上を引き続き取り組む必要がある。

d) 社会環境部の強化

顧客が支払う料金による運営を目指すことから、顧客の支払い意欲が重要となる。顧客への啓発や環境教育が一層重要となる。現在、この部が顧客からの苦情対応を行っていることから、この部門の強化が求められる。

現在の下水道料金は、貧困世帯の（社会福祉予算による）減免制度が定められている。その減免を認定する社会福祉担当のケースワーカーの配置が必要になる。

e) 企画部の強化と MIS 担当者の新設

新しい公営企業が可能な限り早期に安定的な経営を行うには、戦略プランとビジネスプランを着実に実施する必要がある。現在、企画部では SIG の推進を担当しているが、公営企

業化後はこの取り組みをさらに強化し、戦略プラン及びビジネスプランの推進を主たる業務とすることを提案する。

すでにUCPにおいて管路施設のGISや会計システムなどのいくつかのITシステムが運用されている。今後、顧客情報、料金情報、施設台帳（減価償却費）、人事管理等の多くのITシステムが構築されることになる。本プロジェクトで、これらのシステムをプラットホーム上に統合しManagement Information Systemを構築し、経営判断を含むトップマネジメントにも活用することを提案している。企画部にMIS担当を置きこの業務を行うことを提案する。

**図5　企画部の組織提案**

f)　ビジネスプランの実施による組織強化

現在UCPでは、SIGを事業運営の基本としている。公営企業化後は、財務・経営に重点を置く必要があるため、ビジネスプランを策定し、ビジネスプランの実行に重点を置くことを提案する。本提案のⅡ部で、ビジネスプランの策定を提案する。

# Ⅱ　ビジネスプラン策定の提案

公営企業として下水道事業を運営するにあたって、必要なことは持続可能な財務/経営を行うことである。その目的を着実に実施するためにビジネスプランを策定し実施することを提案する。ビジネスプランは、まずビジネスの目的を掲げたうえで基本施策を明らかにする。さらに、基本施策ごとのアクションプランを策定することになる。また、計画を策定するだけでなく、その計画を着実に実施する実施方法の提案を行う。

ここでは、アクションプランの例示と実施方法について言及する。UCP または EPSP は、今後策定される戦略プランを踏まえ、自ら経営目標、基本施策及びアクションプランを策定し PI を選定する。また、それぞれのアクションプランの工程表を作成しそれらを着実に実施することにより、別途作成される財務見通しに基づき、持続可能な財務/経営を達成する。

## 1.　ビジネスプランの構成

ビジネスプランは、「経営目標」、「基本施策」及び「アクションプラン」から成る。
現在 UCP は、下記の組織の使命を定めているが、新組織として経営目標を再設定する。
「パナマの市民生活、環境、衛生条件を持続可能な方法で向上させ、下水の受入、収集、処理を可能にするシステムを導入し、それらの施設の管理、運用、保守を通じて経済、都市、社会、観光開発を促進する適切で信頼性の高い技術を使用して下水を処理する。」

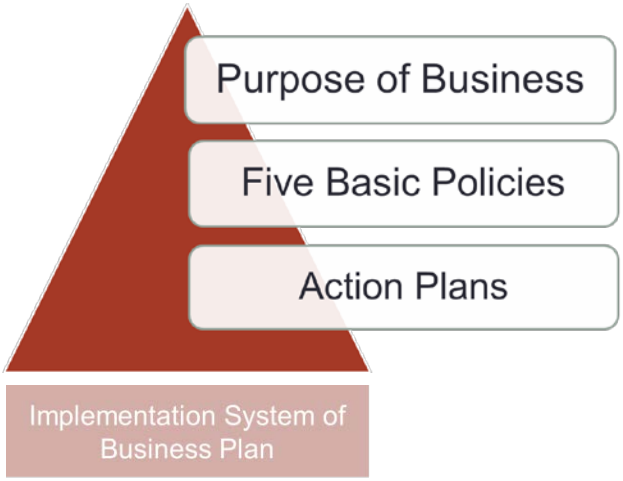



図 1　ビジネスプランの構成

## 2.　ビジネスプランの基本政策

ビジネスプランの基本施策として図 2 に示す 5 つを提案する。特に、「安定した財務運営」及び「良好なサービスによる顧客満足度の向上」は、現在の UCP において不足している業務であるので、特に力を入れて推進する必要がある。

(1) プロジェクトの推進
(2) 安定した財務運営

(3) 持続可能な施設管理と O&M

(4) 良好なサービスによる顧客満足度の向上

(5) 環境配慮

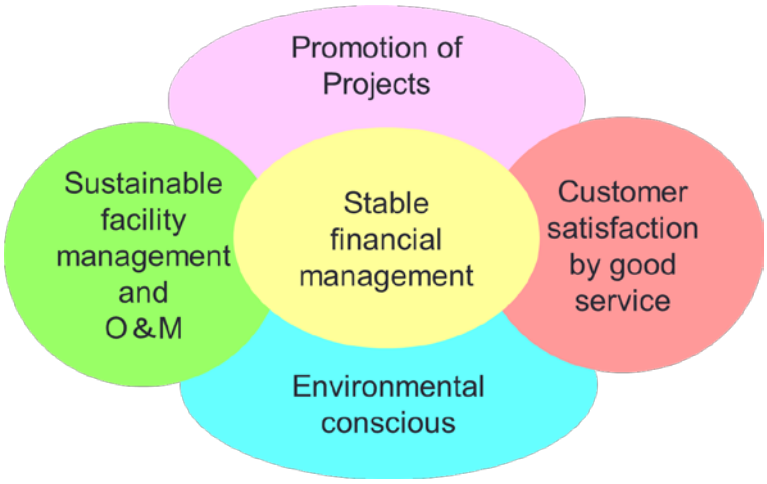



図 2　5 つの基本施策

## 3. 基本政策ごとのアクションプランの例

下記に基本セ策ごとのアクションプランの例を示す。今後策定される戦略プランの内容を踏まえ、追加削除することを提案する。

### (1) プロジェクトの推進

1. •2nd Module of Juan Diaz WWTP
2. •Project in Chorrera
   •Project in Burunga
3. •Renovation projects of existing sewer system

### (2) 安定した財務運営

1. •Collection of sewage treatment fee
   •New establishment of commercial department
2. •Operation management with collected tariff not depending on subsidies
3. •Formulation of mid- to long-term fiscal plan
4. •Performance base contract for O&M works

### (3) 持続可能な施設管理と O&M

1. •Formulation of facility renewal plan
2. •Formulation of sewer system management plan
3. •Preventive facility management
4. •Reduction in operation and maintenance costs, energy saving
5. •Monitoring large-scale wastewater effluent

### (4) 良好なサービスによる顧客満足度の向上

1. •Reduction in number of sewer pipe obstruction accidents
2. •Rapid response to complaints
3. •Prevent repeat of complaints
4. •Build a good relationship with residents

### (5) 環境配慮

1. •Promotion of purification of city rivers and Panama Bay
2. •Monitoring of the water environment
3. •Promotion of environmental education and water conservation
4. •Collaboration with other related entities

## 4. ビジネスプランの運用方法

### (1) ビジネスプラン運用の動力

ビジネスプランは策定するだけではなく実際に運用することが重要である。通常、アクションプランを工程表に従って実施し、パフォーマンスインディケーター（PI）をチェックして運用状況を評価する。この PI は、アクションプランを実施した成果であるアウトカムを表していることが多い。このアウトカム指標は、外部のステークホルダーへの情報提供手段として重要である。しかし、アクションプランの実行がアウトカムに直接つながらなかったり、すべての計画が完了しないとアウトカムが得られないこともある。

ここでは、アクションプランを計画通りに実施したかについてのアウトプットも重視することにする。この作業は、組織の内部マネジメントに関係するもので非常に重要である。これら 2 つの進捗管理の考え方を図 4 に示す。

アウトプット評価については、図 2 に示すようにパフォーマンスベースで PDCA サイクルにより行う。また、管理層職員の業績評価に関連づけることを提案する。しかし、達成できなかったからと言って評価を下げるのではなく、課題を明確にし課題解決の努力を評価すべきである。

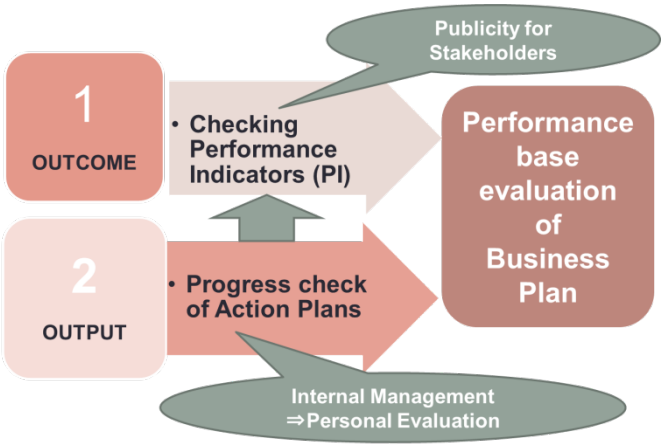



図 3　Output 及び Outcome の評価

図 4　パフォーマンスベース評価

### (2) ビジネスプラン運用を支える活動

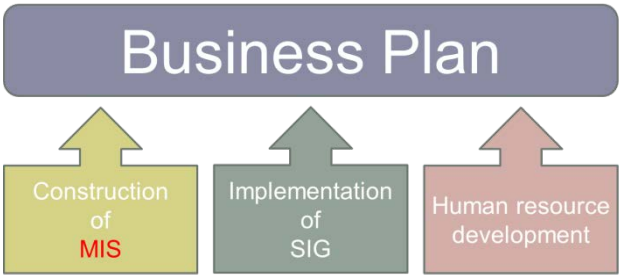



図 5　ビジネスプランを支える活動

ここでは、ビジネスプランを支える活動に言及する。ビジネスプランの実施については、単独で担当組織を立ち上げるのではなく、既存の活動や今後行っていく活動と連携して実施することを提案する。

a) SIG の活動の継承と発展

現在 UCP は、事業運営のベースとして Integrated Management System (SIG)を運用している。SIG は、品質管理、環境管理及び安全管理の 3 つの ISO 規格であるが、この活動を継承/発展させてビジネスプランを実施することを提案する。企画部の SIG 担当を補強して無事ね須プランの実行担当とすることを提案する。

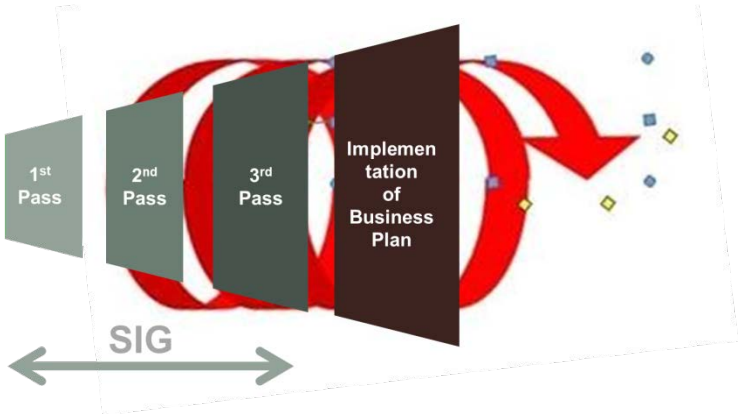



図 6　SIG を継承発展させてビジネスプランを実行する

b) Management Information System（MIS）の構築

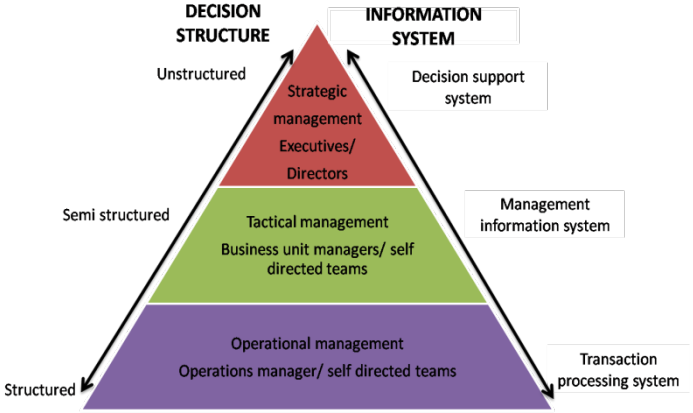



図 7　MIS の構造と考え方

現在、多くの企業が事業/組織の中にある情報システムを統合したシステムを構築し、事業の責任者である CEO などに情報を提供する MIS が利用されている。

現時点でも UCP は、GIS 管路情報、会計システム等いくつかの情報システムを有している。今後は、顧客、料金、資産台帳等さらに多くの情報システムが構築される。これらの IT システムを分散したまま、一つのプラットホームに情報を吸い上げ、統合するシステムの構築を提案

する。（図 8 参照。）今後、このプラットホームと各 IT システムとのデータの互換性などに留意する必要がある。

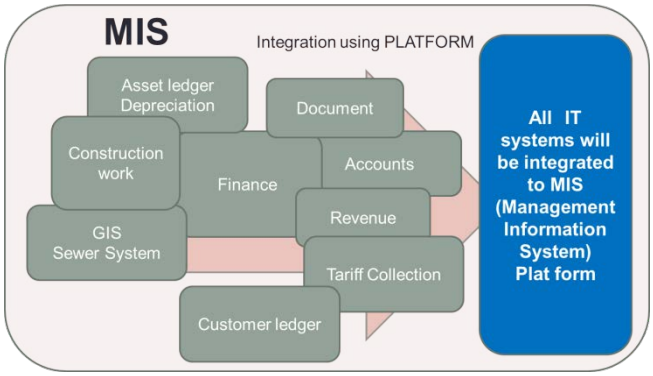



**図 8　提案する MIS**

c)　人材開発との連携

ビジネスプランをより確実に進め、より活性化した組織づくりのため、人材育成との連携を提案する。具体的には、アクションプランをブレークダウンし、特に管理層職員の毎年の業績目標に位置付け、職員の業績評価とする。

図 9 に示すように、毎年各職員がアクションプランをブレークダウンしたものを業績目標として設定し。その目標の達成度を評価し、ビジネスプランのアクションプランの進捗を支えるという考え方である。

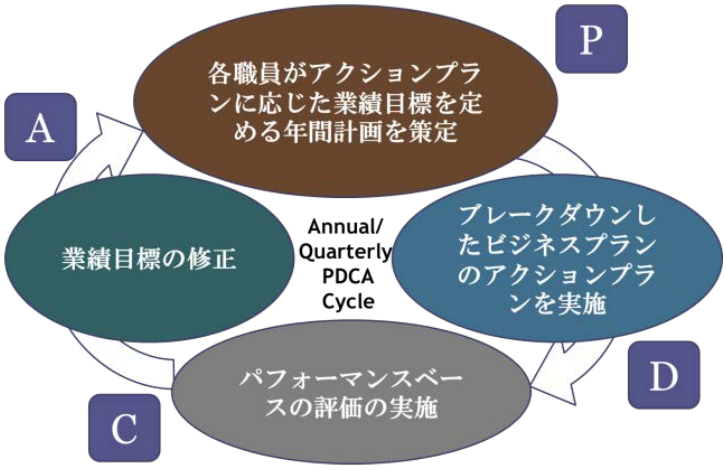



図 9　業績評価をビジネスプラン推進のツールとする方法

## 5　Performance Indicators ( PI)の選定

想定される PI を次に例示するが、アクションプランの選定後に見直しを行う。すなわち、可能な限りアクションプランのアウトカムであること（因果関係）を明確にする必要がある。

### 表 1　Performance Indicator の例

| Indicator | Unit | Actual | Mid Term | Long Term |
|---|---|---|---|---|
| Sewerage Coverage | % | | | |
| Connection Number | | | | |
| Sewered Population | | | | |
| Sewer Pipe Blockage/Overflow | /km/yr | | | |
| Sewerage Complaint | /km/yr | | | |
| Water Quality Unfit | % | | | |
| Collection Efficiency (Physical) | % | | | |
| Collection Efficiency (Financial) | % | | | |
| Unit Cost/㎥ | B/㎥ | | | |
| Energy Consumption/㎥ | B/㎥ | | | |
| Chemical Consumption/㎥ | B/㎥ | | | |

## 5　ビジネスプランのその他の要件

ビジネスプランの策定に当たっては、その他に下記の業務を行う必要がある。

- ✓　アクションプランの工程表の作成
- ✓　中長期の財務見通しの作成

## Annex1: UCP の事務所掌

a. 管理財務部

＜財務＞

(1) プロジェクトの予算を準備する。

(2) モニタリングマトリックス（ローン、規制、執行機関および制度間契約）を準備することにより、プロジェクトの会計/財務面に関する銀行および国内法の要件を確実に遵守する。

(3) プロジェクトのリソースニーズの金融プログラミングを精緻化し、継続的にレビューする。年間予算の準備を行う。

(4) 年間運用計画（AOP）に基づいて、キャッシュフローを準備し、レビューし、年間調達計画（APA）を見直す。融資資金で調達されたすべての活動が融資契約および運営規則の条項と一致することをチェックする。

(5) プロジェクトの財務管理の開発、経済財務省の手続き（予算、財務、信用、公的投資、SIAFPA）およびその他の中の会計監査人の対応のための手続を行う。

(6) 経済財務省が要求する年次予算の草案を、UCP の管理責任者と共同で準備する。

(7) 銀行の要件（リボルビング・ファンドおよび年次監査済み財務諸表の使用に関する月次および半期毎の報告書およびその他の要求された財務および管理に関する情報）に従って、月次での報告書および財務諸表をサポートする。

(8) 国の機関が要求する特別な月次、四半期および年次財務定期報告を財務管理マネージャーに提出する。

(9) MEF と金融銀行が要求する財務報告書を準備する。

(10) プロジェクトの適切な受託管理を確保するための内部統制の方針とツールを導入する。

(11) 融資銀行への支払い要求を考慮しつつ、その規制及び方針に基づく条件を遵守し、資金調達を管理する。

(12) プロジェクトの開発と実施に必要な契約の入札のための図書の作成に協力する。

(13) IRR、NPV、計画されたキャッシュフロー、必要と思われるものなどのツールに基づいて、資金調達源に応じてプロジェクトのコストを分析しコメントする。

(14) UCP が実施する業務が定められた法律、規則、手続を遵守していることを検証するために、内部統制措置の実施を支援する。

(15) UCP 職員の業務の監督、指示および管理を支援する。

(16) 機関および組織に対してプロジェクトの準備と好評の実施を支援する。

(17) 財務分野の人材の監督を支援する。

(18) 財務管理マネージャー又はゼネラル・コーディネーターにより指示されたその他の業務。

＜人材育成＞

(1) UCP の組織文化を適切に発展させる。

(2) 人事記録を管理する。

(3) 必要な人員を検討し組織の構築を実行する。
(4) 既存の職員管理を行う。
(5) 管理指標を用いた人事計画の策定のガイドラインを策定する。
(6) 人事プロセスの適切な機能（規制、手続きマニュアルおよび/または特にサブシステム上の指令）のためのガイドラインと方針を策定する。
(7) 職員の研修とパフォーマンスのプロセスを管理する。
(8) 給与制度と給付制度（報酬と年金）を管理する。
(9) 職員の福祉と職場環境や制度文化の改善を目的とした活動を行う。
(10) 人事管理プロセス（勤務実績管理、事件発生、懲戒）を管理する。
(11) 該当する場合は、調停および団体交渉を行う。
(12) 分析スタッフの予算の確保を含む、予算の執行管理を行う。
(13) 要員の雇用を保証するために必要な支出を管理する。
(14) UCP の生産性を確保するための労働条件が確保されているかどうかを確認する。
(15) 各職務に適切な人材を提供し、育成する。
(16) コミュニケーション・チャンネルとリーダーシップを維持することを目的に、UCP の団結と意思疎通を維持する。
(17) UCP 内に、組織愛の精神の発展を通じて、内外の関係者の期待を満たすための市民サービスと良いチームワークによる参加型文化を醸成する。
(18) 上司から指示されたその他の業務。

b. 法務・契約部
(1) 標準文書、管理手段、記録および保存システム、手続きの管理および監督、組織構造などを含む事業に係る調達プロセスをサポートする。
(2) 異なる投資区分の異なるコンポーネントの調達計画の更新とフォローアップをサポートし、対応する事例に従い承認プロセスを実施する。
(3) 事業の実施に関する一般公表については、それぞれの権限で毎年準備し公開する。
(4) プログラム運営マニュアルの PA に合意されたガイドラインと手順に従って、コンサルティングやコンサルティングサービス以外の成果品、物品の入札書類の準備を行い、調整する。 米州開発銀行（IDB）その他の融資銀行の事業実施において、国内法令および調達方針を遵守させる。
(5) 異なる投資区分や異なる取得方法での資金調達のため、事業の融資銀行によって確立された適格性条件の忠実な履行を保証する。
(6) コンサルタントやコンサルティングサービス以外の入札および/または調達の進捗状況を、コンポーネントコーディネーターおよび UCP の担当部長とフォローアップする。
(7) 事業の実施操作マニュアルの記載に従い、不明点の明確化、意見の不一致、情報の要求に関する調達または請負の過程で発生した問題を解決するために必要な措置を講じる。
(8) 政府の購入および購入に関する助言を行う。
(9) 購入および調達のための根拠を作成する。
(10) 労働問題について助言する。

(11) 契約書、議事録、レターおよびその他の法的文書を作成し、レビューする。
(12) 事業に適用される法的要件の特定および法令遵守の評価を支援する。
(13) 「事業」の各コンポーネントに署名された契約の契約上のコンプライアンスの監視を支援する。
(14) 民間の所有者または国との間の土地取得、収用および交渉の取得および/または憲法に関する法的手続の法的助言および実現の支援を行う。
(15) UCP の司法手続きと行政手続の適切なフォローアップを実施する。
(16) ゼネラル・コーディネーター最終決定の下で、人事部と共に、その部署が要求する要員を決定する。
(17) プログラム・ゼネラル・コーディネーターが本部に割り当てたその他の機能を担当する。

c. 公聴部

(1) 保健省及び大統領府の広報担当と協調して、事業の広聴計画を定期的に準備し、更新する。
(2) 事業の広聴計画を実施しフォローアップする。
(3) 事業のイメージに関する戦略計画を準備し、実施する。
(4) 事業の広聴および PR 活動を準備し、監督する。
(5) メディア、他の機関および一般の人々に伝達される事業に関する情報を選択し、準備する。
(6) メディアおよび他の機関によって準備されるすべての情報に出席し、分析し、フィルタリングし、要約して、UCP のすべての部門の活動をファシリテートする。
(7) UCP とメディア、組合、諸機関、市民社会の間に立ち、必要に応じてタイムリーな情報を提供し、インタビュー、報告書、プレゼンテーションなどを調整する。
(8) メディアを超えて動き出す可能性のある問題と同様に、事業に対する意見の差異について常にコントロールすることを支援する。
(9) 必要なコミュニケーション活動および広報活動に必要な予算を見積もる。
(10) 広聴と PR のセクションの予算要求に対応する。
(11) 危機発生時に参考とする危機管理マニュアルを準備する。
(12) 広聴部門に必要な人材のフォローアップを調整する。
(13) セクションの目的をよりよく管理できる手法についての知識を持った職員のチームを開発する。
(14) 作業の開発中に提示された問題を解決し、担当者に技術支援を行う。
(15) ジェネラル・コーディネーターの最終決定の下、本セクションで必要とされる要員を人事部とともに決定する。
(16) 担当職員に技術援助を行い、作業の実施中に提示された問題を解決する。
(17) 当該業務におけるその他の必要な業務を実施する。

d. 社会環境部

(1) 事業の環境目標、政策、戦略を策定する。

(2) 持続可能な発展の原則の下、環境保護、天然資源の保全、市民参加と協働して、事業の実施前、実行中および実行後の活動の開発に関する環境教育ガイドラインを定義する。
(3) 部門を構成するさまざまな領域で実行される機能とタスクを割り当てる。
(4) 事業調整部門の環境慣行を奨励する。
(5) 環境、社会、安全、衛生、職業上の健康問題に関する職員研修を管理する。
(6) 労働環境および安全衛生の問題に関する内部監査を指示、計画、実行する。
(7) 事業の社会環境パフォーマンスを測定するのに役立つ適切な指標を定めて実行する。
(8) UCP 内部での価値創造のための環境プロジェクトをリードする。
(9) 事業に関係する環境および社会問題に対し、予防的または軽減可能な技術的解決策を提案する。
(10) 環境パートナーが違反した場合のインパクトの評価を行い是正措置を実施させる。
(11) 事業によって実施された業務において、新たな負の環境影響の発生を防止する。
(12) 技術分野によって実施される社会環境管理の取組を、ゼネラル・コーディネーターに定期的に報告する。
(13) 環境影響調査で設定された事業の環境管理計画及び事業が承認した環境対策をフォローアップする。
(14) 事業に参加する部門別環境単位（UAS）とのフォローアップと調整を実施する。
(15) 環境省と必要な調整を行う。
(16) 環境省、その他の国家機関、IDB および事業に融資する他の機関（JICA、CAF、EIB）が要求する事業に関する報告書および社会環境計画の調整を実施する。
(17) 監督者（コンサルタント会社）と異なる、業務の請負業者によって作成された半年毎の監視報告書（環境省の要求事項）を確認し、承認する。
(18) 異なる資金調達機関の要件を満たすために必要な、コンサルタント会社が作成した報告書を照査する。
(19) 事業における環境教育のフォローアップに参加し、UCP、IDAAN、MINSA の社会専門家と事業の公聴と地域社会の関係についての環境側面を調整する。
(20) 環境改善措置の遵守を検証するために、監督者および請負業者と協調して、現場検査に参加する。
(21) 事業の管理に関与する関係者（国家主体、監督者、請負者、地域社会のメンバー、公共および民間のメディアおよび協会）との会議やプレゼンテーションを行う。
(22) PCU による環境に関する協議と契約をフォローアップする。
(23) 環境、社会計画、制度間の契約及び事業に適用される環境及び社会基準、コミットメントに含まれる手順を実施するために、環境及び社会領域の行動を調整する。
(24) 事業活動の開発中に観察された特性により、環境保護、健康、安全および特定の地域の社会関係のための手順を作成する。
(25) 安全、健康、環境及び地域社会の問題に対応した施策を調整し、監督する。
(26) 環境リスクと労働リスクに関する緊急時計画と管理計画を確立するための基本的な手順を検証する。
(27) 事業を遂行するコミットメントに従って、事業によって影響を受けた流域の河川におけ

る環境モニタリングプログラムの開発を調整する。

(28) 労働安全に関する現在の規制に従って、労働衛生、衛生および安全に関するコンプライアンスを監督する。

(29) 施設の建設中に起こりうるリスクと危険を特定するためのセキュリティプログラムの開発を保証する。

(30) 事業の社会的責任に基づく活動を調整する。

(31) ゼネラル・コーディネーターが支持するその他のことがら

e. 企画部

(1) 下水道のマスタープランの統合と実施を可能にする今後の行動、調整、ニーズおよびプロジェクトを特定し、計画する。

(2) 技術チームを支援し、業務とコンサルタンシーの計画された内容を実行する。

(3) 事業の一環として実施されたすべての活動の物理的および財政的経過をフォローする。

(4) ローン契約の見積費用に関連して、事業内容の定期的な改訂と更新を実施する。

(5) 事業の重要な点を分析し、事業目的を達成するために、対応する投資の優先順位付けと調整を行う。

(6) 品質管理プロセスの適切な実施とモニタリングを行う。

(7) 影響を与える分野における事業の影響を評価するための仕組みと手段を確立する。

(8) 財務チームを支援して、事業資金と追加予算の供給あるいは依頼を行う。

(9) 予算編成プロセスを、経済財務省と会計検査院の指針に従って最適化し、監視する。

(10) 多年度事業実施計画の作成、定期的な更新及びフォローアップを支援する。

(11) 技術チームのために国際的なドナーへの定期的な進捗報告書を準備する。

(12) UCP が実施する事業の成果のフレームワークをフォローアップする。

(13) 計画、事業及び業務予算を準備する。

(14) 事業の一環として建設された施設の移管、運用、保守を計画するために、IDAAN のさまざまな分野に関連する戦略的な調整を行う。

(15) UCP の組織体制の変更に関する提案の準備を調整し、その実施を監視し、課題を検出し、是正措置を提案する。

(16) UCP の管理運営の効率性と有効性を高める作業システムと手続きの改善を目的とした活動を促進する。

(17) 事業の将来の段階を予測し計画する

(18) この部に固有なその他の業務

f. エンジニアリング部

(1) 事業計画の策定、地理情報システムに基づく下水道システムの水理モデルの計画と提供。

(2) 事業における種々の部門にエンジニアリングセクションの支援を行う。

(3) 事業における種々の研究の実施、計画のチェック及び管理計画を準備する。

(4) 検査報告書を精査して承認し、設計内容を保証する。

(5) 事業目標の確立と発展に寄与する。
(6) 苦情や申し立ての解決策の管理と調整を支援する。
(7) 契約上必要な技術報告書、および他の機関への技術報告書を準備する。
(8) 通常の開発に必要な安全活動を計画し、計画や事業の実施のための最新の情報と機器を維持する。
(9) 作業担当者に技術援助を提供し、作業の進行中に生じた課題を解決する。
(10) ゼネラル・コーディネーターの最終決定の下で、部が必要とする職員を人事部と共に選択する。
(11) 業務実施中に提示された課題を解決するため、担当者に技術支援を行う。
(12) ゼネラル・コーディネーターが指示するその他のことがら

g. プロジェクト部
(1) 必要とされる下水道事業、資金調達計画及び同計画の策定を支援する。
(2) 本事業の業務に必要な資金調達のための文書の作成を支援する。
(3) 必要な作業のための計画を作成し、毎月更新する。
(4) 期限までの正確な事業の実施と予算の調整を行う。
(5) パナマ下水道計画の事業の期限までの正確な実施予算を確保する
(6) パナマ下水道計画のためのすべての事業活動の監視と管理を計画する。
(7) パナマ下水道計画予算を調達する。
(8) パナマ下水道計画業務の予算執行の監視と、追加予算の必要性を検討する。
(9) この部の職員の職務を指示、管理、監督する。
(10) 技術的、社会的、法的又は政治的課題におけるパナマ下水道計画の下水道整備における重要な課題の解決策をそれらを担当する職員と連携して調整する。
(11) パナマ下水道計画のさまざまな業務およびコンサルタンシーの契約上の意思決定を支援する。
(12) 下水道整備事業の進捗に関する情報の提供、および/またはその影響、苦情または要請に関する周辺地域社会の代表者との会議に参加する。
(13) 広報省と協力して、メディアがパナマの下水道事業に関連して求めたことがらとその対応を調整する。
(14) サービスまたは作業の請負のために準備されたすべての基準および仕様の準備、見直し、承認を行う。
(15) 国の法律および国家の法律の内容及び関連する資金調達機関の政策を考慮して、必要とされる研究、物品、サービスおよび作業の請負のための国内および国際入札プロセスにおける組織の指揮監督を支援する。。
(16) パナマにおける下水道計画の達成度の監視を支援する。
(17) 政府機関および財務機関が要求する報告書およびその他の情報の作成および提示を支援する。
(18) IDAAN、MEF、およびパナマ下水道計画に関連するその他の機関との活動を調整し、必要に応じて支援を行う。

(19) 事業全体の実行計画の策定と進捗を支援する。
(20) 担当者の業績を定期的に評価し、適切な業績を確保するために必要な措置を講ずる。
(21) 作業担当者に技術援助を提供し、作業の開発中に提示された問題を解決する。
(22) ゼネラル・コーディネーターの最終決定の下で、この部で必要とされる要員を人事部と共に選択する。
(23) ゼネラル・コーディネーターまたは執行テクニカル・コーディネーターが支持するその他のことがら

h. 運転管理部

(1) 第三者と契約した運転および保守サービスを、管理、監督し、発生した違反を考慮して、契約した契約の厳格なコンプライアンスを確認し、目的の達成を保証するよう契約に基づく第三者との間の調整を行う。
(2) 作業チームがそれぞれの受け持ち地域または業務の目標を明確に保持してコミュニケーション戦略を計画し、実施する。
(3) 下水収集プロセスの技術支援活動を計画、指導、評価する。
(4) 複数のプロジェクトを同時に管理し、進行中のプロセスに関する制御と情報の調整を行う。
(5) 下水処理施設の排水モニタの生化学的、物理化学的、微生物学的、寄生虫学的、および生物学的分析の結果を計画、指導、評価する。
(6) 下水の水質評価プロセスを直接評価し、適切な予防措置および是正措置を実施する。また、研究の実施を計画し、健康や環境に影響を与える特別な投棄が行われた場合の解決策を提案する。
(7) UCP 環境計画の行動計画に参加し、環境影響を低減し、その能力分野における環境改善活動を実施する。
(8) 下水管網の運営および維持管理作業のスケジュール、実施、管理、評価、ならびに競合分野で発生する緊急事態の解決を行う。
(9) 他の運営区域、地方自治体、住民および/または法人と連携して、自らの能力の範囲内での公共事業の実施および競合する事業者の干渉を解決する。
(10) 一般家庭以外の排水を下水道に排出する下水道の利用者である施設に検査を計画し実施する。
(11) 機械その他の設備の予防保守および修繕保守の作業を策定し実行する。
(12) 下水管と家庭の下水道接続の台帳の維持作業行う。
(13) 下水道施設の設置における可能性のあるリスクを常に評価し、その能力の範囲内で災害防止の年次計画を作成する。
(14) 作業担当者に技術援助を提供し、作業の実施において生じた課題を解決する。
(15) ゼネラル・コーディネーターの最終決定の下で、セクションに必要な人材を人事部と共に選択する。
(16) UCP の運営・維持管理契約予算管理を支援し、収支の分析、支払明細書、最終的な罰金、契約の増額などを行う。報告書と対応する agenda を契約書に記入する。

(17) 課題の分析を行い、問題を特定し、重要な情報を認識し、関連するデータを検索および調整する。
(18) その地域の現状を改善するために、必要な業務を検討し、その活動を行う。
(19) 作業担当者に技術援助を提供し、作業の実施中に生じた課題を解決する。
(20) ゼネラル・コーディネーターの最終決定の下で、この部で必要とされる職員を人事部と共に選択する。
(21) 作業担当者に技術援助を提供し、作業の進展中に生じた課題を解決する。
(22) ゼネラル・コーディネーターが指示するその他のことがら

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## UCP 人材育成基本計画（案）

**平成 30 年 9 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

## 1. 人財育成の基本方針

本人財育成計画（案）は、UCP が事業目標を達成するために必要な人材を育成するための指針となるものをまとめたものである。

本人財育成計画（HRDP）では、UCP がもつビジョン及び使命を達成し、求められる価値を創造するため事業活動を担う職員の人材育成を行うこととする。この目的を達成するために、下記の 5 つの項目を基本方針とする；

a) ビジネスプランを推進する HRDP の策定
b) 業績に基づくインセンティブと評価
c) 人材の適材適所
d) 優れた研修計画を持つ人材育成計画の策定
e) UCP 業務の継続的な改善

次節以降、「組織が目指すもの」及び「職員が求められるもの」を記載した上で、前記の 5 つの基本方針について下記の概要で記述する。

〔ビジネスプラン〕

UCP の事業目的を実現するために「ビジネスプラン」の策定が提案される。ビジネスプランは、人材育成により支援され、人財育成はビジネスプランの一部として位置付けられる。また、ビジネスプランは、既に実施中の統合管理システム（Sistema Integrado de Gestión: SIG）の活動を活用して策定される。

〔業績に基づくインセンティブと評価〕

人財育成のために業績に基づく人事評価が行われる。また、業績に基づく評価は、ビジネスプランのアクションプランについても行われるが、管理監督職員の評価にも関連する。

〔人材の適材適所〕

各部門の業務は、下水道事業の広い知識が必要である。人材の適材適所の配置と適切な Job Rotation が、可能な範囲で推奨される。

〔優れた研修計画を持つ人材育成計画〕

各職員の能力向上の視点に立った優れた研修計画とその実施が推奨される。

〔業務の継続的な改善〕

業務を効率的かつ効果的に行うには、業務の継続的な改善が求められる。この取組を人材育成計画に盛り込む。

本計画の構成については、2 節以降のセクションは下記の通りである。

2. 組織が目指すもの
3. 職員が求められるもの（組織のニーズ）
4. ビジネスプランを推進する HRDP の策定
5. 業績に基づくインセンティブと評価
6. 人材の適材適所
7. 優れた研修計画を持つ人材育成計画の策定
8. UCP 業務の継続的な改善

## 2. 組織が目指すもの（UCP の使命、ビジョン、事業の価値及び環境方針）

### 1) UCP の使命

UCP はその使命を下記に定めている。

「パナマの市民生活、環境、衛生条件を持続可能な方法で向上させ、下水の受入、収集、処理を可能にするシステムを導入し、それらの施設の管理、運用、保守を通じて経済、都市、社会、観光開発を促進する適切で信頼性の高い技術を使用して下水を処理する。」

### 2) UCP のビジョン

UCP はそのビジョンを下記に定めている。

「UCP は、2020 年にわが国の下水道部門に必要な変革を促進する持続可能な事業となり、効率的な排水の受入、収集、処理が統合されたシステムが導入される。」

### 3) UCP が行う事業の価値

UCP はその事業を実施する価値として次の 5 つのキーワードを掲げている。

〔責任〕

私たちは、言葉、行動、意思決定、約束の結果を前提として、他人に害を与えないように、真剣に取り組んでいる。

〔正直〕

私たちは誠心誠意、完全な透明性をもって行動し、他者の権利を尊重する。

〔関与〕

私たちは、私たちが実施するすべての活動に関与コミットしていると感じています。私たちは、組織内外の要件満たす永続的な挑戦を行うことにより、約束事を実行に移すというコミットメントを引き受けます。

〔連帯〕

私たちは、私たちの同僚を含め、環境、地域社会、そしてプロジェクトに関わる全ての関係者との連帯を図っています。

〔尊敬〕

私たちは、私たちの同僚と私たちが関係する全ての人々の意見を聞き、理解し、評価し、人間関係や仕事関係の調和を求めます。

### 4) 事業実施方針とその取組

UCP は、経営管理と運営管理として、品質マネジメント ISO 9001、環境マネジメント ISO 14001 認証、環境安全マネジメント OHSAS 18001 の 3 つの認証を取得し、取組を進めている。

UCP は、最高の技術知識と専門的な品質を持ち、結果に基づいた、国際的な基準を持つチームづくりを目標に発展してきた。 2015 年には、卓越し、継続的な改善を行い、今後の課題に対処するため、国際的な ISO 規格に基づく認証を取得するための統合管理システム（Sistema Integrado de Gestión: SIG）の導入を開始した。業務の品質管理、活動が生み出す環境への影響、業務の遂行における従業員および請負業者の健康および労働安全性における効果的かつ適切な管理を確実にすることを目指している。

## 3. 職員が求められるもの（組織のニーズ）

UCP 職員に求められる項目を下記に列挙する。これらの要件を満足する人材育成が人材育成計画によって達成される。

### １）UCP の業務に求められるスキルにより業績を達成する能力

それぞれの職種ごとに採用された職員は、Job Description により、求められる最低限の経験や資格、スキルが定められている。各職員は、さらによりよいパフォーマンスが得られるよう、能力向上が図られる。

### ２）UCP の業務を推進する能力とモチベーション

UCP の業務においては、常に目標を定め、それに向かって日々業務を遂行する必要があるが、そのためには、その業務を遂行する能力とモチベーションを保有する必要がある。

### ３）UCP の業務を効率的かつ効果的に遂行する能力

UCP の業務は、民間企業と異なり利潤を追求するものではないが、パブリックな業務を利用者＝市民から受託していると考えるべきである。従って、利用者＝市民の利益のため、常に業務を効率的かつ効果的に実施する必要がある。従って、それらの能力の向上が求められる。

### ４）UCP の業務を遂行する判断力と精神力

UCP の業務を遂行するには、知識や経験だけでなく、それらを生かして適正な判断を行うことが求められる。特に、マネージャークラスの職員は、組織を取りまとめて正しい方向性を定める必要がある。また、組織の目的や組織の中での役割を認識して業務を行う必要がある。そして、それらの適正な業務の実施や判断を支える精神力を養うことが求められる。

### ５）法令の遵守

UCP の業務を、社会的責任をもって遂行するには、コンプライアンスの遵守が必要であり、全職員がその知識と意識をもって業務を遂行する必要がる。

## 4. ビジネスプランを推進する HRDP の策定

人材育成がビジネスプランをサポートする重要な要素である。一方、人材育成計画に含まれる活動がビジネスプランのアクションプランに含まれる。また、ビジネスプランは、図１で示されるように、組織改革、SIG 及び人材育成により支えられる。

すなわち、ビジネスプランと人財育成の両者の活動の相乗効果で、UCP の業務改善がなされることになる。

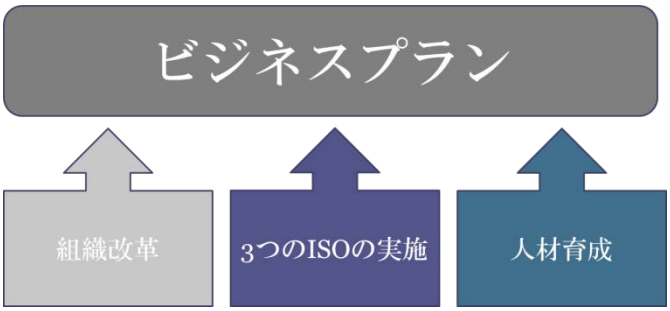



図１　ビジネスプランを支える３つの活動

## 5.　業績に基づくインセンティブと評価

1)　Performance base によるビジネスプランと人財育成の取組

Performance base による評価を基本方針として、ビジネスプランの推進及び人材育成計画の推進のいずれも Performance base の評価により行われる。（図２参照）

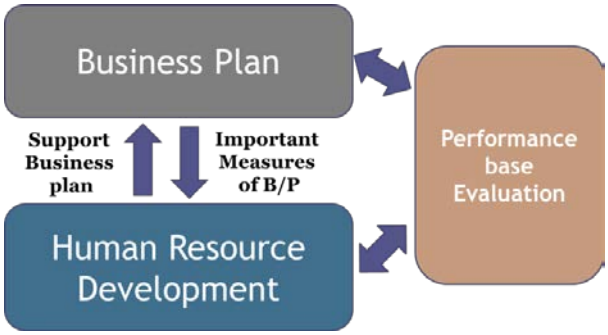



図２　業績により評価されるビジネスプランと人財育成

2)　人事評価制度の確立

毎年、各職員の評価を行う人事評価制度の設立を提案する。フォーマットを定めて、過年度に実施した業務を評価し、当該年度の業務目標を表明する。年度終了時に、自己評価を行った後、評価者が業績評価を実施する。この制度について、全職員に趣旨や方法を周知するとともに、評価者に対しては、評価の手法についての研修を実施する。

3)　ビジネスプランを活用した人事評価と人財育成

各職員の評価を Performance base で行う考え方と手順は下記により行う；

- ✓　人事評価制度に基づく業務目標として、ビジネスプランのアクションプランに基づく目標を定める。
- ✓　ビジネスプランのアクションプランの実施を自らの業務と位置づけ実施する。
- ✓　各職員はビジネスプランンの実施におけるプランの業績評価と共に自らの業績評価を行う。
- ✓　良いパフォーマンスに対しては、内部での発表や表彰などを含めたインセンティブを付与する。良く無いパフォーマンスについては、悪い評価を下すのではなく、その原因や要因を分析し、対応策の策定を行う。
- ✓　次年度の業績目標を定めて実施する。

図 3 に示すように、毎年、PDCA サイクルにより業績評価を行うことにより、業務実施のモチベーションを高め、能力向上を図る。

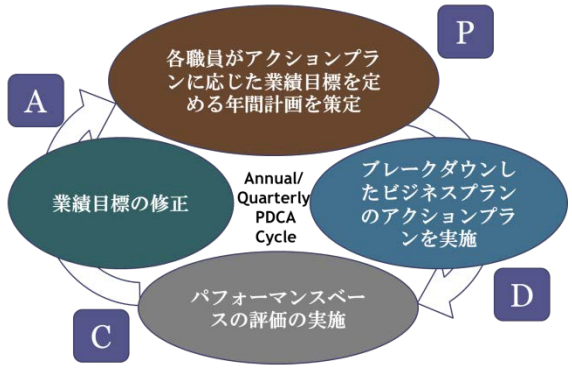



図 3　ビジネスプランを活用した職員の業績評価の方法

## 6.　人材の適材適所の配置

Job Description に基づき、要件を満たした人材が採用されるが、採用された部所に固定されるのではなく、可能な限り（同一の職種の場合）Job Rotation により複数の業務を経験し、より幅広い知識と経験を持つことにより能力を高め、業務の実施に役立てることができる。また、経験を積み、能力向上によりより重要なポストに転籍するルール作りが望まれる。次の 5 項目別に概説する；

1)　配属先に適した経歴と能力のある職員の新規採用

まず、職員を採用するに当たっては、Job Description に基づき、求められる職に適した人材が採用されないといけない。

2)　職員の能力及び適正の評価

職員の能力や適性を評価し、職員が当該業務に必要な能力を有しているか、また、適しているかを評価する必要がある。能力が不足する場合は、必要な能力向上プログラムを準備する。また、適正がないと判断される場合は、後に述べる配置換えも検討する。また、職員の業績評価を活用することができる。

3)　能力向上や配置替えの希望の聴取

職員の評価については、評価者が評価するだけでなく、職員からの希望の聴取などの手続きが求められる。それには、現状の業務に対するコメント、能力向上についての希望や配置換えの希望が含まれる。

4)　Job Rotation の実施

現在必要最小限でしか行われていない配置換えをルール化し、可能な限り Job Rotation を行うことを提案する。

5)　転籍のルール作り

Job Rotation を行う前提として、業績評価、職員からの希望の聴取等を含めた転籍のルール作りを行うことを提案する。

## 7. 優れた研修計画を持つ人材育成計画の策定

1) 人材育成計画の策定

現在 UCP は、毎年研修計画を策定し、その計画の進捗管理により人材育成を行っている。人材育成は、これまで述べたように研修の実施だけでなく、事業推進に積極的に貢献する必要があることから、本人材育成計画（案）を参考にして、人材育成計画を策定することを提案する。

2) 研修計画の策定

研修計画は、ややもすると、他機関からの研修のインビテーション集合したものになりがちである。より効果的で網羅的な研修を行うには、受動的なの研修ではなく全職員の人材育成が必要な分野やレベルを自ら計画して実施する能動的な研修計画を策定する必要がある。それには、下表のようなマトリックスを作成し、計画した研修で十分かどうかをチェックする必要がある。

表 1　研修管理表の一例

| | | 対象者 | 人数 | 分野 | レベル | 国内・海外 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 研修 1 | 公営企業のファイナンスの管理 | 管理層 | 2 | 財政 | 高度 | 国内 |
| 研修 2 | 下水管路の調査と診断 | 一般職員 | 5 | O&M 技術 | 初歩 | 国内 |
| 研修 3 | 海外の公営企業視察 | 管理層 | 3 | アドミニ | 高度 | 海外 |
| 研修 4 | | | | | | |

一方、全職員の研修受講履歴を人事記録に記載し、必要なキャパシテーションが行われているかどうかチェックする必要がある。

UCP では、多くの職員の新規採用がある。新規採用職員が、速やかに業務を開始できるよう、特別な研修計画を立てることを提案する。また、SIG で作成したドキュメントが活用できる。

## 8. UCP 業務の継続的な改善

業務の継続的な改善を目的とした人材育成は、事業の推進に寄与する。ここで、職員個人の能力向上だけでなく、グループ活動による業務改善の取組を提案する。この取り組みは、SIG の活動の中や、ビジネスプランの運営の中で行うことができる。

日本のメーカーが従来取り組んできた品質改善「KAIZEN」の実施を提案する。その理由は、下水道事業は汚水を浄化して環境に戻す製造業ととらえることができ、より低コストで良い品質の製品を製造することが求められる。KAIZEN により、業務の無駄を省き効率的に放流基準を満足する下水処理を達成する。下水処理だけでなく、業務全体で取り組むことができる。具体的には、チームを結成して、統計手法や要因分析手法、5S を用いて活動を行う。SIG の活動を拡大して行うこともできるし、ビジネスプランと連動した SIG 活動として行うこともできる。

注：5S とは、日本語の「seiri、seiton、seisou、seiketsu, sitsuke」の 5 つの頭文字を示す。

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 大規模汚水排出源のデータベース

**平成 28 年 12 月**

**(2016 年)**

**(2018 年 9 月現在)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

Programa Saneamiento de Panamá

# INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS EMISORES

Código: R-SOM05-02
Edición: 0
Vigencia:

| N° | Establecimiento Emisor | Información de Contacto | | | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nombre Completo | Cargo | Teléfono de Oficina | Teléfono Celular | E-Mail | |
| 1 | Aceti Oxígeno S.A. | | | | | | |
| 2 | Aguas Cristalinas S.A | | | | | | |
| 3 | Alimentos Cárnicos de Panamá (Blue Ribbon, | | | | | | |
| 4 | Alimentos del Istmo. S.A | | | | | | |
| 5 | Alimentos y Superconcentrados, S.A. | | | | | | |
| 6 | Aluminio de Panamá, S.A. | | | | | | |
| 7 | Arce Avícola | | Supervisor de Gestión Ambiental | 266-4473 | | | |
| 8 | Anticorrosivos y Acabados AYA, S.A. | | | | | | |
| 9 | Arcom, Inc. | | | | | | |
| 10 | CONCRETOS ARGOS, S.A. | | | | | | |
| 11 | Bahía Azul Int. S.A. | | | | | | |
| 12 | Baltimore Spice Panamá, S.A. | | | | | | |
| 13 | Barraza y Compañía, S.A | | | | | | |
| 14 | Bolsas y Cartuchos de Papel, S.A. | | | | | | |
| 15 | Calx Industrial Inc. | | | | | | |
| 16 | Cemex (Cemento Bayano, S.A.) | | | | | | |
| 17 | Cervecería Nacional, S.A. | | | | | | |
| 18 | Cervecerías Barú-Panamá, S.A. | | | | | | |
| 19 | Cía. Levapan de Panamá, S.A. | | | | | | |
| 20 | Coca Cola FEMSA | | Asesora Ambiental | 279-8273 | | | |
| 21 | Compañía Sar, S.A. | | | | | | |
| 22 | Conservas Panameñas Selectas, El Prado, S.A. | | | | | | |
| 23 | Corporación Industrial S.A. | | | | | | |
| 24 | Cryogas de Centroamérica, S.A. | | | | | | |
| 25 | Cuadernos Escolares, S.A. | | | | | | |
| 26 | Destiladora Nacional, S.A. | | | | | | |
| 28 | Distribuidora Petro Hielo | | | | | | |
| 29 | Embutidos y Conservas de Pollo, S.A. | | | | | | |
| 30 | Empresa Panameña de Alimentos | | | | | | |
| 31 | Envasadora Comercial, S.A. | | | | | | |
| 32 | Fábrica de Muebles Originales, S.A. (FAMOSA) | | | | | | |
| 33 | Formetal Panamá, S.A. | | | | | | |
| 34 | Glaxo SmithKline Panamá | | | | | | |
| 35 | Gold Mills de Panamá, S.A. | | Gerente de Calidad | 275-7901 | | | |
| 36 | Grupo Bimbo | | Mantenimiento | 378-4400 | | | |
| 37 | Grupo Melo, S.A. - Cocina Central | | Jefe de Planta | 220-5926 | | | |
| 38 | Grupo Melo, S.A. - Planta Manuel Melo | | Gerente | 290-8800 | | | |
| 39 | Grupo Melo, S.A. - REDEPROSA | | Gerente de Planta | 220-2098 | | | |
| 40 | Grupo Melo, S.A. - Planta de Procesamiento Juan Díaz | | Gerente de Planta | 266-7866 | | | |
| 41 | Harinas del Istmo, S.A. | | Superintendente de Planta | 220-2599 | | | |
| 42 | Helados La Italiana | | | | | | |
| 43 | Industria Panamá Boston, S.A. | | Jefa de Seguridad y Ambiente | 270-2066 | | | |
| 44 | Industrias Correagua, S.A. | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | Industrias Lácteas, S.A. Estrella Azul | | | | | | |
| 46 | Insecticidas Superiores de Panamá | | | | | | |
| 47 | Laboratorios Rigar | | | | | | |
| 48 | Lavery Panamá S.A. | | Encargado de Seguridad Industrial | 305-4500 | | | |
| 49 | Lubricantes y Químicos, S.A. | | | | | | |
| 50 | MACELLO, S.A. | | | | | | |
| 51 | Master Direct Panamá, S.A. | | | | | | |
| 52 | Metal Química, S.A. | | | | | | |
| 53 | Metalco Panamá, S.A. | | | | | | |
| 54 | Metales Panamericanos (Metalpan) S.A. | | | | | | |
| 55 | Metales, S.A. | | | | | | |
| 56 | Metalquímica, S.A. | | | | | | |
| 57 | Nestlé Panamá S.A | | | | | | |
| 58 | Niels Pedersen, S.A. | | | | | | |
| 59 | Papelera Istmeña | | | | | | |
| 60 | Petitte Bottling Company Inc. | | | | | | |
| 61 | Pintuco | | Coordinadora de HSE | | | | |
| 62 | Plásticos Generales, S.A. | | | | | | |
| 63 | Plastifom, S.A. | | | | | | |
| 64 | Plastiglas, S.A. | | | | | | |
| 65 | Prodima, S.A. | | | | | | |
| 66 | Productos Kiener S.A. | | | | | | |
| 67 | Productos Lux, S.A. | | | | | | |
| 68 | Productos Panameños S.A. | | | | | | |
| 69 | Productos Ultra, S.A. | | | | | | |
| 70 | Sociedad de Alimentos de Primera, S. A. (BONLAC) | | | | | | |
| 71 | Tasty Food Industrie | | | | | | |
| 72 | Tejidos y Confecciones, S.A. (DUREX) | | | | | | |
| 73 | Tenería El Progreso | | | | | | |
| 74 | Toledano Juan Díaz | | | | | | |
| 75 | Toledano Crisol | | | | | | |
| 76 | Toledano Pedregal | | | | | | |
| 77 | Tubotec | | | | | | |
| 78 | Varela Hermanos, S.A. | | | | | | |

Programa Saneamiento de Panamá

# INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS EMISORES

Código: R-SOM05-02
Edición: 0
Vigencia: Noviembre 2015

| N° | Establecimiento Emisor | Ubicación | | | | Representante Legal | CIIU | Sector Industrial | Tipo de Actividad Económica | Horario de Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Distrito | Corregimiento | Dirección Física | Cuenca | | | | | |
| 1 | Aceti Oxígeno S.A. | Panamá | San Francisco | Boca La Caja, detrás del Inst. Técnico Don Bosco | Matasnillo | | | Productos Químicos. | | |
| 2 | Aguas Cristalinas S.A | Panamá | Juan Díaz | Ave. José Agustín Arango y Ave. G Sur | Juan Díaz | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 3 | Alimentos Cárnicos de Panamá (Blue Ribbon, S.A.) | Panamá | Juan Díaz | Vía Domingo Díaz, frente a San Antonio | Tapia | | 31115 | Alimentos y Bebidas | | |
| 4 | Alimentos del Istmo, S.A | Panamá | | Ave. Franghipani | Curundu | | | | | |
| 5 | Alimentos y Superconcentrados, S.A. | Panamá | Juan Díaz | Cl. XI Juegos | Juan Díaz | | | | | |
| 6 | Aluminio de Panamá, S.A. | Panamá | | Carretera Transístmica, Milla 8. | | | | | | |
| 7 | Anticorrosivos y Acabados AYA, S.A. | Panamá | | Albrook, Edif. 8A | Curundu | | | | | |
| 8 | Arce Avícola | Panamá | Juan Díaz | Juan Díaz, Ave. Principal | Juan Díaz | Jesús Alberto Arce | | Alimentos y Bebidas | | 6:00 a.m. a 5:00 p.m. |
| 9 | Arcom, Inc. | Panamá | | Ave. La Pulida 67-69 | Río Abajo | | | | | |
| 10 | CONCRETOS ARGOS, S.A. | Panamá | Betania | Vía Transístmica, frente a Cementerio de | Río Abajo | | 36921 | Minerales no metálicos | | |
| 11 | Bahía Azul Int. S.A. | Panamá | Río Abajo | Calle 12, casa 21 | Río Abajo | | | | | |
| 12 | Baltimore Spice Panamá, S.A. | Panamá | | Cl. 4ta, La Locería, Edif. Sittcon, Local 3 | Curundu | | | | | |
| 13 | Barraza y Compañía, S.A | San Miguelito | | Transístmica | Río Abajo | | | | | |
| 14 | Bolsas y Cartuchos de Papel, S.A. | Panamá | | Transístmica, Frente a Entrada de San Isidro | Río Abajo | | | Manufacturera | | |
| 15 | Calx Industrial Inc. | Panamá | | Transístmica, Milla 8 | Río Abajo | | | Manufacturera | | |
| 16 | Cemex (Cemento Bayano, S.A.) | Panamá | Betania | Entrando por Harinas del Istmo | Tapia | | 36921 | Minerales no metálicos | | |
| 17 | Cervecería Nacional, S.A. | Panamá | Betania | Vía Ricardo J. Alfaro | Curundu | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 18 | Cervecerías Barú-Panamá, S.A. | Panamá | Betania | Los Ángeles | Matasnillo | | 31331 | Alimentos y Bebidas | | |
| 19 | Cía. Levapan de Panamá, S.A. | Panamá | La Locería | Ave. 4 La Locería, Edif. Levapan, al lado de Max Jiménez, a un costado de Papelera Istmeña | Curundu | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 20 | Coca Cola FEMSA | Panamá | Betania | Urb. Industrial San Cristóbal, Cl. Santa Rosa | Matasnillo | | 31341 | Alimentos y Bebidas | | |
| 21 | Compañía Sar, S.A. | Panamá | | Ave. Juan Pablo II, La Locería; Edif.14 | Curundu | | | Manufacturera | | |
| 22 | Conservas Panameñas Selectas, Del Prado, S.A. | Panamá | Pueblo Nuevo | Vía Transístmica, al lado de Estrella Azul. | Río Abajo | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 23 | Corporación Industrial S.A. | Panamá | Juan Díaz | Vía España Final, Urb. Nuevo Hipódromo | Juan Díaz | | 34112 | Papel | | |
| 24 | Cryogas de Centroamérica, S.A. | Panamá | Juan Díaz | Ave. José Agustín Arango con Cl. 122 | Juan Díaz | | | Industrial | | |
| 25 | Cuadernos Escolares, S.A. | Panamá | | Ave. Domingo Díaz, Entrando por la parada | Juan Díaz | | | Industrial | | |
| 26 | Destiladora Nacional, S.A. | Panamá | | Vía Tocumen | | | | | | |
| 27 | Distribuidora Petro Hielo | Panamá | | Ave. Eloy Alfaro, Frente al Mercado de Mariscos | | | | | | |
| 28 | Embutidos y Conservas de Pollo, S.A. | Panamá | Juan Díaz | Juan Díaz, Calle 1ra y D final | Juan Díaz | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 29 | Empresa Panameña de Alimentos | Panamá | Bella Vista | Vía José Agustín Arango, entrada de Llano | Juan Díaz | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 30 | Envasadora Comercial, S.A. | Panamá | | Urb. Industrial Los Angeles, Cl. Harry Heno. | Curundu | | | Higiene | | |
| 31 | Fábrica de Muebles Originales, S.A. (FAMOSA) | Panamá | La Locería | Cl. Arturo Del Valle, Edificio BALI Blinds | Curundu | | | Manufacturera | | |
| 32 | Formetal Panamá, S.A. | Panamá | | Transístmica y calle 64 oeste, Urbanización | Matasnillo | | | Manufacturera | | |
| 33 | Glaxo SmithKline Panamá | Panamá | Juan Díaz | Sector Industrial | Juan Díaz | | 35221 | Industria Farmacéutica | | |
| 34 | Gold Mills de Panamá, S.A. | Panamá | Betania | Cl. Harry Eno | Matasnillo | Carlos Henríquez | 31160, | Alimentos y Bebidas | | 24 horas |
| 35 | Grupo Bimbo | Panamá | Parque Lefevre | Carrasquilla | Matasnillo | Cuauthemoc Guevara | 31170 | Alimentos y Bebidas | | |
| 36 | Grupo Melo, S.A. – Cocina Central | Panamá | Juan Díaz | Calle1ra, Juan Díaz | Juan Díaz | Eduardo Chambonet | | Alimentos y Bebidas | | 7:30 a.m. a 4:30 p.m. |
| 37 | Grupo Melo, S.A. – Planta Manuel Melo | Panamá | Juan Díaz | Calle1ra, Juan Díaz | Juan Díaz | Roberto Tribaldos | | Alimentos y Bebidas | | 24 horas |
| 38 | Grupo Melo, S.A. – REDEPROSA | Panamá | Juan Díaz | Calle1ra, Juan Díaz | Juan Díaz | Arturo Melo | 31152 | Alimentos y Bebidas | | |
| 39 | Grupo Melo, S.A. – Planta de Procesamiento Juan D | Panamá | Juan Díaz | Calle 2da, Juan Díaz | Juan Díaz | Augusto Valderrama | 31113 | Alimentos y Bebidas | | 24 horas |
| 40 | Harinas del Istmo, S.A. | Panamá | Las Mañanitas | Vía Tocumen | Tapia | Marcos Fraynd | 31160, | Alimentos y Bebidas | | 24 horas |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41 | Industria Panamá Boston, S.A. | Panamá | San Francisco | Boca La Caja | Matasnillo | Juan Vincensini | 31151, 35231 | Elaboración de Detergentes/ Refinamiento de Aceite Vegetal | | |
| 42 | Industrias Correagua, S.A. | Panamá | | Transístmica, Milla 8 | | | | Manufacturera | | |
| 43 | Industrias Lácteas, S.A. Estrella Azul | Panamá | Pueblo Nuevo | Transístmica | Río Abajo | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 44 | Insecticidas Superiores de Panamá | Panamá | Betania | | Matasnillo | | | Productos Químicos. | | |
| 45 | Laboratorios Rigar | Panamá | Calidonia | Ave. Franghipani | Curundu | | | Productos Químicos. | | |
| 46 | Lavery Panamá S.A. | Panamá | Tocumen | | Río Abajo | | 31121, 31211, 35232, 35292 | Manufacturera | | |
| 47 | Lubricantes y Químicos, S.A. (LUQUISA) | San Miguelito | | La Esperanza | Río Abajo | | | Productos Químicos. | | |
| 48 | MACELLO, S.A. | Panamá | Juan Díaz | | Juan Díaz | | 31111 | Matanza y crianza de animales. | | |
| 49 | Master Direct Panamá, S.A. | Panamá | Pueblo Nuevo | | Río Abajo | | | Productos Químicos. | | |
| 50 | Metal Química, S.A. | Panamá | Juan Díaz | | Juan Díaz | | 35111 | Productos Químicos. | | |
| 51 | Metalco Panamá, S.A. | Panamá | Pedregal | | | | | Manufacturera | | |
| 52 | Metales Panamericanos (Metalpan) S.A. | Panamá | Pueblo Nuevo | | Río Abajo | | | Manufacturera | | |
| 53 | Metales, S.A. | San Miguelito | San Miguelito | | | | | Manufacturera | | |
| 54 | Nestlé Panamá S.A | Panamá | Tocumen | | Tocumen | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 55 | Niels Pedersen, S.A. | Panamá | Pedregal | | | | 31141 | Alimentos y Bebidas | | |
| 56 | Papelera Istmeña | Panamá | Betania | | | | | Papel | | |
| 57 | Petitte Bottling Company Inc. | Panamá | Río Abajo | | | | | Alimentos y Bebidas | | |
| 58 | Pintuco | Panamá | Las Mañanitas | Vía Domingo Díaz | Tapia | | 35211 | Barnices y lacas | | 6:00 a.m. a 5:00 p.m. |
| 59 | Plásticos Generales, S.A. | Panamá | Juan Díaz | | Juan Díaz | | | Manufacturera | | |
| 60 | Plastifom, S.A. | Panamá | | Milla 8 | | | | Manufacturera | | |
| 61 | Plastiglas, S.A. | Panamá | | Vía Tocumen | Tapia | | | Manufacturera | | |
| 62 | Prodima, S.A. | San Miguelito | San Miguelito | | | | | Productos Varios | | |
| 63 | Productos Kiener S.A. | Panamá | Pueblo Nuevo | | Matasnillo | | 31115 | Alimentos y Bebidas | | |
| 64 | Productos Lux, S.A. | Panamá | Parque Lefevre | | Río Abajo | | 31211, 35292 | Alimentos y Bebidas | | |
| 65 | Productos Panameños S.A. | Panamá | Pueblo Nuevo | | | | | Papel | | |
| 66 | Productos Ultra, S.A. | Panamá | | | | | | Manufacturera | | |
| 67 | Sociedad de Alimentos de Primera, S. A. (BONLAC) | San Miguelito | Rufina Alfaro | | | | 31121, 31122, 31123, | Alimentos y Bebidas | | |
| 68 | Tasty Food Industrie | Panamá | Juan Díaz | | Juan Díaz | | 31170 | Alimentos y Bebidas | | |
| 69 | Tejidos y Confecciones, S.A. (DUREX) | Panamá | Parque Lefevre | | | | | Textiles | | |
| 70 | Tenería El Progreso | Panamá | Juan Díaz | | | | 32311 | Fabricación de Cuero | | |
| 71 | Toledano Juan Díaz | Panamá | Juan Díaz | | | | 31220 | Alimentos y Bebidas | | |
| 72 | Toledano Crisol | San Miguelito | José D. Espinar | | | | 31115 | Alimentos y Bebidas | | |
| 73 | Toledano Pedregal | Panamá | Pedregal | | | | 31113 | Matanza y crianza de animales. | | |
| 74 | Tubotec | Panamá | | Milla 8 | | | | Manufacturera | | |
| 75 | Varela Hermanos, S.A. | Panamá | | Vía Tocumen | | | | Alimentos y Bebidas | | |

Programa Saneamiento de Panamá

# INVENTARIO DE ESTABLECIMIENTOS EMISORES

Código: R-SOM05-02
Edición: 0
Vigencia: Septiembre 2015

| N° | Establecimiento Emisor | No. de Empleados | Principal producto o servicio | Prom. de producción principal producto o servicio | Tamaño o área del EE | Fecha de Inicio de Operaciones | Sistema de Tratamiento | Permiso de Descarga | Punto de Descarga | | Monitoreo de Efluentes | Caudal de Descarga (m3/día) | Fuente de agua para consumo | Caudal de Consumo (m3/día) | Manejo y Disposición de Lodos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Sitio | No. De Puntos | | | | | ¿Posee sistema? | Cantidad y Periodicidad de Lodos Producidos | Disposición de Lodos |
| 1 | Aceti Oxígeno S.A. | | | | | | | | Subsuelo | | | | | | | | |
| 2 | Aguas Cristalinas S.A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Alimentos Cárnicos de Panamá (Blue Ribbon, S.A.) | | | | | | PTAR | | Río | | | | IDAAN | | | | |
| 4 | Alimentos del Istmo. S.A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Alimentos y Superconcentrados, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Aluminio de Panamá, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Anticorrosivos y Acabados AYA, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Arce Avícola | 836 | Pollo | | | 1983 | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | 1 | | 800 | IDAAN | 1000 | | | |
| 9 | Arcom. Inc. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Cemento ARGOS, S.A. | | | | | | | | N/A | | | | IDAAN | | | | |
| 11 | Bahía Azul Int. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Baltimore Spice Panamá. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Barraza y Compañía. S.A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Bolsas y Cartuchos de Papel. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Calx Industrial Inc. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | *Centro Médico Paitilla* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Cemex (Cemento Bayano, S.A.) | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | IDAAN | | | | |
| 18 | Cervecería Nacional, S.A. | | Bebidas cerbonatadas, cervezas | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | 1 | | 1300 | IDAAN | 2500 | | | |
| 19 | Cervecerías Barú-Panamá, S.A. | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| 20 | Cía. Levapan de Panamá, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Coca Cola FEMSA | 217 | Bebidas carbonatadas, isotónicas, jugos y agua. | | | Feb. 1951 | PTAR | | Quebrada | 1 | | | IDAAN | 1000 | | | |
| 22 | Compañía Sar, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Conservas Panameñas Selectas, El Prado, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Corporación Industrial S.A. | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| 25 | Crvoeas de Centroamérica, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Cuadernos Escolares, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Destiladora Nacional, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Distribuidora Petro Hielo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Embutidos y Conservas de Pollo, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | Empresa Panameña de Alimentos | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | 1 | | 15 | IDAAN | | | | |
| 31 | Envasadora Comercial. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | Fábrica de Muebles Originales. S.A. (FAMOSA) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | Formetal Panamá, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | Glaxo SmithKline Panamá | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| 35 | Gold Mills de Panamá, S.A. | 220 | Harinas y | | | Jan-68 | NO | | Alcantarillado Sanitario | 1 | | – | IDAAN | 26.24 | | | |
| 36 | Grupo Bimbo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | Grupo Melo, S.A. – Cocina Central | 85 | Procesamiento de frutas | | | Dec-10 | | | | | | | IDAAN | 49.2 | | | |
| 38 | Grupo Melo, S.A. – Planta Manuel Melo | 382 | Pollo empanizado y marinado | | | 2001 | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | 1 | | | IDAAN | 150 | | | |
| 39 | Grupo Melo, S.A. – REDEPROSA | 36 | Harina y aceite | | | Jul-04 | | | | | | 6.52 | IDAAN | 50.23 | | | |
| 40 | Grupo Melo, S.A. – Planta de Procesamiento Juan Di | 395 | Pollo | | | | | | | | | 1045.09 | IDAAN | 1031.83 | | | |
| 41 | Harinas del Istmo, S.A. | 140 | Harinas de trigo duro | | | 1992 | PTAR | | Quebrada | 1 | | 11.35 | IDAAN | 17.53 | | | |
| 42 | Helados La Italiana | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | Industria Panamá Boston, S.A. | 218 | Aceite refinado | | | Jun-59 | PTAR | | Alcantarillado Pluvial | 1 | | 203.45 | IDAAN | 316.88 | | | |
| 44 | Industrias Correagua. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | Industrias Lácteas. S.A. Estrella Azul | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | Insecticidas Superiores de Panamá | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | Laboratorios Rigar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | Lavery Panamá S.A. | | | | | | PTAR | | Río | | | | | | | | |
| 49 | Lubricantes y Químicos, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | MACELLO, S.A. | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| 51 | Master Direct Panamá. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | Metal Química. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | Metalco Panamá. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | Metales Panamericanos (Metalpan) S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | Metales, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | Metalquímica, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | Nestlé Panamá S.A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | Niels Pedersen. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | Papelera Istmeña | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | Petitte Bottling Company Inc. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | Pintuco | 120 | Pintura | | | 1963/8/28 | PTAR | | Quebrada | 1 | | Batch | IDAAN | 10 | | | |
| 62 | Plásticos Generales. S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | Plastifom, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | Plastiglas, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | Prodima, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | Productos Kiener S.A. | | | | | | PTAR | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| 67 | Productos Lux, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | Productos Panameños S.A. | | | | | | | | N/A | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **69** | Productos Ultra, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **70** | Sociedad de Alimentos de Primera, S. A. (BONLAC) | | | | | | PTAR | | Río | | | | | | | | |
| **71** | Tasty Food Industries | | | | | | NO | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| **72** | Tejidos y Confecciones, S.A. (DUREX) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **73** | Tenería El Progreso | | | | | | NO | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| **74** | Toledano Juan Díaz | | | | | | NO | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| **75** | Toledano Crisol | | | | | | NO | | Alcantarillado Sanitario | | | | | | | | |
| **76** | Toledano Pedregal | | | | | | PTAR | | Río | | | | | | | | |
| **77** | Tubotec | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **78** | Varela Hermanos, S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 水質モニタリングガイドライン（案）

**平成 28 年 12 月**
**(2016 年)**
**（平成 29 年 12 月　改訂）**

**独立行政法人**
**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# 水質モニタリングガイドライン（案）

目次


はじめに …… 1

I. 目的…… 1

II. モニタリング計画…… 2

III. 立入調査…… 2

1. 調査の手順…… 2

2. 調査事項…… 3

3. 水質改善指導事項…… 4

4. 立入後の指示…… 5

IV. 立入調査終了後の措置…… 5

1. 水質分析…… 2

2.調査結果の記録 …… 3

3. 行政指導…… 4

V. 資料…… 5

VI. 表: 立入調査についての事業所の分類 (下水道へ放流する施設)…… 7

## はじめに

汚水を排出する事業所は、公共下水道に排出する場合も直接公共用水域に排出する場合も、放流基準の遵守が求められる。 つまり、 担当部局が監視を行わなくても、事業所は自主的に前処理施設を良好に維持し、放流基準に適合した処理水を排出しなければならない。

しかし、監視を行わなければ、大規模排出源の事業所が基準に適合しない汚水を排出し、公共下水道や環境に悪影響を与える虞がある。したがって、パナマ市・パナマ湾浄化事業実施ユニット (UCP) は、事業所排水が汚水排出基準にしたがって排出されている事を確認するため、立入調査を実施する。さらに、基準を遵守するために前処理施設の適正な維持管理について助言を行う。これらの業務は、河川等ひいてはパナマ湾の水質改善に貢献し、浄化プログラムの達成につながる。

## I. 目的

都市のインフラとしての下水道事業の最も重要な目的の一つは、公共用水域の水質を良好に維持する事である。

この責任を全うするため、下水道の機能が確保され、下水処理場から公共水域に排出される処理水質は、国家環境庁（ANAM；現環境省）の 2000 年 7 月 26 日決議 351 号で承認された技術基準である DGNTI-COPANIT 35-2000「表流水、地下水に直接放流される液状排出物」を遵守しなければならない。

水質規制では、この下水道の適正な機能を確保するため、事業排水の立入調査により、事業所の前処理施設が適切に機能し、水質の各項目がパナマの基準（国家環境庁の 2000 年 7 月 26 日の決議第 350 号によって承認された技術規制 DGNTI-COPANIT 39-2000「汚水収集システムに直接排出される流状排出物」）に定められた最大許容値を遵守して、下水道に放流されていることを確認する事を目的とする。

## II. モニタリング計画

モニタリングは、産業の種類、排水量、原材料／使用薬品、排水の水質などから下水道システムに影響を与える可能性のある事業体に対して実施する。言い換えると、排水中

に規制対象物質や有害物質を含む事業所、汚染の指標となる BOD、COD、SS などを多量に排出する事業所、その排水で下水道の施設や機能を損傷する可能性のある事業所などである。これらの対象は、主に DGNTI-COPANIT 35 及び 39 に関する定期的な報告書やその他のさまざまな情報に記載されている。対象は、「VI 表：現場検査のための事業所の分類」によって、潜在的なリスクと影響の大きさに応じて分類される。
モニタリングは通常、事業所を訪問して実施するので、水質モニタリング計画では、モニタリングの対象と頻度を決定する必要がある。標準的な訪問回数は、表の分類に従って決定される。排水の水質が基準を満たしていない場合や前処理施設の維持管理が不適切であると認められる場合などは、必要に応じてモニタリングの頻度を増やすべきである。このような分類の見直しは、状況に応じていつでも行う必要がある。
モニタリング計画は原則毎年作成し、状況に応じて見直しを実施する。

## III.現場調査

### 1. 調査の手順

現場調査は、以下に示す手順に従って、基本的に 2 人以上の人が事業所に事前に通知することなく行う必要がある。

1) **調査目的の簡単な説明：**事業所に立入る前に、検査の目的を簡単に説明し、水質管理担当者またはこの問題に関する会社の代表者との面談を要請する必要がある。あなたの個人的及び職業的な身分証明書を常に携帯し、事業所から要請があれば提示する必要がある。

2) **水質管理担当または工程担当の立会いの依頼：**水質管理担当者は、処理水の試料が採取された場合は通知を受け、施設の検査中には立会が求められるべきである。

3) **放流水の試料採取：**採取場所は、排出事業所の全ての排水が事前に混合され集められた桝又はこの目的のため特別に準備された装置で行う（技術規則 DGNTI-COPANIT 39-2000 の 4.5「サンプリング場所」に従う）。さらに、検査官は、それが適切であると考えるなら、施設の異なる部分で試料を採取する権限を有する。サンプリング方法は、技術規則 DGNTI-COPANIT 39-2000 の 4.7「サンプル抽出条件」に依る。

4) **必要に応じて放流水の pH、沈殿物、温度、溶存酸素（DO）などを測定：**試料の pH 及び他のパラメータは、現場で直ちに測定する。（技術規則 DGNTI-COPANIT

39-2000 の表 4.1「分析場所、容器の種類、サンプルの保存および時間制限」に従う）。
試料瓶にステッカーを貼り、会社名、採取日時など必要なデータを記載する。

5) **必要な項目の調査：**必要に応じて選択した調査項目を、適切な方法で調査する（本書の「調査項目」を参照）

6) **調査結果：**検査終了後、検査結果を水質管理担当者に簡潔に説明する。問題が発見された場合は、水質を改善するための指導や指示を行う。

## 2. 調査項目

調査項目は、排水規模と前処理施設が維持されている状況によって異なる。 したがって、必要に応じて、調査が必要な項目を以下から選択する。

1) **汚水の発生源となる施設の状況と前処理施設の状況：**手元にある施設の情報を、現在の状況や使用状況などと比較する。手元の情報と差異が確認された場合は、情報の修正または更新を事業所に指導する。

機器や設備の破損、腐食、磨耗などにより、原材料や薬品が漏れていないか確認する。何らかの問題が確認された場合は、直ちに修理して予防措置を講じるよう事業所に指示する必要がある。

**2) 前処理施設の運転・維持管理：**

- pH と ORP（酸化還元電位）を測定する機器の指示値と設定をチェックし、その状態を確認する
- 反応槽への薬品の注入状態と薬品槽の保管状態を確認する
- 生成されたスラッジの性質、生成量、保管条件及び処分方法は、技術規則 DGNTI-COPANIT 47-2000（水使用およびスラッジの最終処分）に従っているかを確認する
- 日報、定期査察記録などの前処理施設の運転・維持管理記録を確認する。

3) **水質測定結果の記録（ラボによる試験の記録）：**処理水質の日常測定が、技術規則 DGNTI-COPANIT 39-2000 の「4　試料採取」と「5 分析」の規定により行われているか、及び結果が適切な方法で記録されているかを確認する。

## 3. 水質改善指導事項

調査により、基準に適合しない汚水を排出する企業、疑わしいまたは危険な状況の企業が特定される。 効果的な水質改善を達成し、基準の不適合を是正または改善し、問題の再発を防止するため、これらの事業所の担当者に次のような項目について指導を行う必要がある。

1) **前処理施設の維持管理改善等：**汚水の排出基準を遵守するためには、前処理施設を維持管理するだけでなく、汚水の発生工程からの水質管理を行うことも重要である。

   言い換えると、pH や ORP の許容できない値や製造工程における汚水の零れや漏れにより、基準超過となる事を防止することを目的として、水の供給から排出までの水プロセス全体の管理と維持を適正化する指導すべきである。どのような場合でも、問題を把握すれば、その再発を防止する必要がある。

2) **製造工程の改善：**水質改善を検討する場合には、前処理施設の建設や改良を検討する前に、まず製造・加工工程や使用薬品の状況を見直すように指導する。生産工程を変更して水質を改善する可能性について検討する必要がある。

3) **前処理施設の改善：**単に製造工程を改善し汚水を回収するだけでは、排水基準を満たす改善ができない場合は、前処理施設の設置または改善を指導する。

4) **水質管理システムの構築：**事業所内の水に関するすべてのセクションを管理することが重要である。水管理の組織を作り、各担当者の組織図を明示するよう指導する。同様に、水質管理責任者とその代理者も明確にしておく。

## 4. 調査後の指示

調査結果について、水質改善のため事業所を指導する場合は、その指導は書面で行わなければならない（指示メモ）。 しかし、指示の内容が単純な場合（例えば、大きな困難なしにその場で訂正できるもの）は、口頭での指導でも良い。 指導項目について、上記の重要度が低い場合を除き、事業所は指定期間内に指導に従った報告を提出しなければならない。

# IV. 立入調査終了後に必要な事項

### 1. 水質分析

事業所で採取した試料の分析を依頼する場合は、事業所名、コード番号、試料採取日時、分析項目又はパラメータを「水質分析依頼書」に記載する。

### 2. 調査結果の記録

調査の結果は、水質分析の結果により行った指導や講じた対策、調査の詳細を含めて、必ず「下水道への大規模排出源データベース」に登録しなければならない。

### 3. 行政指導

事業所が汚水の排出基準を遵守していない場合、違反項目や基準に違反した排水量に応じて行政指導又は行政処分の対象に分類される。2015 年 3 月 25 日 法律第 8 号 第 50 条が適用できる。

## V. 資料

1. Technical Regulation DGNTI-COPANIT 35-2000 and 39-2000.
2. Law 8 of March 25, 2015 “Which creates the Ministry of Environment, modifies provisions of ARAP and dictates other provisions.”

## VI. 表:

### Classification of Business for On-Site Inspections
### (Facilities discharging into sewerage)

| Classifi-cation | Definition | Criteria for Facility Classification | | No. of Inspections per year |
|---|---|---|---|---|
| A | Facilities that use hazardous substances | ① | ・Facilities that require improvement of their wastewater pretreatment<br>・Facilities that continuoouly violate the standard.<br>・Facilities with problems that cause complaints, etc.<br>・Facilities that received a warning or administrative order during the previous year. | More than 5 |
| | | ② | ・Facilities in process of improving their wastewater quality. | 4 |
| | | ③ | ・Facilities with relatively stable wastewater quality | 3 |
| | | ④ | Others | 2 |
| B | Facilities with large volume of wastewater discharge | ① | ・Facities that require improvement of their wastewater pretreatment<br>・Facilities that continuosly violate the standard.<br>・Facilities with problems that cause complaints, etc.<br>・Facilities that received a warning or administrative order during the previous year. | More than 4 |
| | | ② | ・Facilities in process of improving their wastewater quality. | 3 |
| | | ③ | ・Facilities with relatively stable wastewater quality | 2 |
| | | ④ | Others | 1 |
| C | Others | ① | ・Facilities that require improvement of their wastewater pretreatment<br>・Facilities that continuosly violate the standard.<br>・Facilities with problems that cause complaints, etc.<br>・Facilities that received a warning or administrative order during the previous year. | More than 3 |
| | | ② | ・Facilities in process of improving their wastewater quality. | 2 |
| | | ③ | ・Facilities with relatively stable wastewater quality | 1 |
| | | ④ | Others | As necessary |

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 水質モニタリング計画（案）

**平成 29 年 12 月**

**(2017 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# 大規模汚水排出源に対する水質モニタリング計画（案）

## 目　次

1. 序文

2. モニタリング対象の選定と訪問頻度

3. 放流水質の評価

4. 実施方法と留意点

5. 今後の課題

## 1. 序文

下水道の設備や機能を守るためには、事業者からの排水の量や質を把握することが重要である。下水道に排出される排水の基本的な水質規制制度は、パナマではDGNTI-COPANIT 39-2000 によって規定されている。しかし、このシステムは効果的に機能していない。その定期的な報告制度は事実上機能しておらず、権限ある当局とその責任は明確ではない。

このような状況の下、パナマ市・パナマ湾浄化事業実施ユニット（UCP）が下水道施設や処理機能を効果的に保護するためには、制度的枠組みが確立するまでは、汚水を下水道へ排出する事業所の協力を得て、モニタリングは対話をベースに実施する事が必要である。

パナマ首都圏と西部の下水道の実施事業体が明確に決定されると、この事業体が下水道システムの使用に関する規則を制定することとなるので、事業排水及びモニタリングに関する事項はこの規則に含まれるべきである。そして、事業所のモニタリングはこの事業体の規則に基づいて行われる事になる。

しかし現時点では、事業所に対するモニタリングは下水道システムに接続された事業所の協力を得て実施すべきである。

このモニタリング計画では、2018 年から直ちにモニタリングを実施する手順を定めるとともに、下水道事業体の規則に含めるべき項目を記載している。

## 2. モニタリング対象の選定と訪問頻度

UCP は主に、マスタープランアップデート、DGNTI-COPANIT 35／39 に関するMIAMBIENTE への定期報告及び水道水使用量から収集された情報に基づいて、ファンディアス下水処理場の処理区域にある大規模汚水排水源のデータベースを作成した。「水質モニタリングガイドライン(案)」（以下ガイドライン）は、既にDGNTI-COPANIT 39 を基に作成されている。

「1. 序文」で述べた様に、下水道事業の実施組織が明確ではないことから、COPANIT 39 の規定やその組織の規則の下でのモニタリングの実施は現状では困難である。モニタリングは、その対象の協力を得て実施されなければならない。

したがって、モニタリングを行う事業所は、データベースと訪問による情報に基づいて選択される。

当面の間は同意を得た事業所について、下水道に排出された汚水や前処理施設の

処理水を採取し、水質分析を行う。同時に、ガイドラインに沿って、操業の状況や前処理施設、自社による水質分析データなどを事業者から聞き取る。
モニタリングの結果によりデータベースの情報が更新された場合、それ以降のモニタリングは、更新されたデータベース情報に基づいて実施されるべきである。

各事業所の標準的な訪問頻度は、ガイドラインの「VI 表」に従って定められる。最初は、全てのランク（A、B、C）の全ての事業所を、標準的と仮定してレベル 3 とする。

フアンディアス下水処理場に既に接続されている事業所に加えて、下水道システムへの接続が近い将来計画され同意を得た事業所も、排出負荷量を評価するため、モニタリングを実施する。

## 3. 放流水質の評価

フアンディアス下水処理場処理区内の事業排水の多くは、食品及び飲料産業からのものであり、その汚染物質は一般に生物学的に処理することができる。したがって、その水質は主に COD で評価することができ、時には二次的に全窒素及び全リンのデータが求められる。これらの項目は、UCP に設置された分析装置で測定することができる。
それ故、このモニタリング計画では、排水の水質は原則として UCP によって測定される COD 及び他のパラメータで評価する。内部で測定が不可能な他の項目が必要な場合は、それらの測定を外部の認証された検査機関に委託する。

## 4. 実施方法と留意点

基本的にモニタリングはガイドラインに従って実施されるべきである。しかし、現時点では、モニタリングの基盤とすべき制度的枠組みが十分に整備されていないため、対象事業者の同意を得て実施する必要がある。したがって、対象事業所との協力関係を維持するため、モニタリングは違反を咎める事を目的に実施するのではなく、対象事業所の支援の観点から、排水の水質改善を目的として実施する必要がある。
モニタリングの結果は対象事業所にフィードバックされ、改善を目的とした活動につながるよう努めなければならない。

## 5. 今後の課題

下水道事業を実施する事業体の規則には、以下に例として示すような条項を含めるべきである;

1) 規定の遵守
「全ての下水道施設利用者は、*下水道事業法人*が定めた規則を遵守しなければならない。下水道に排出される汚水は、*下水道事業法人*及び DGNTI-COPANIT 39 によって定められた基準に適合しなければならない。」
2) 基準に適合するための前処理
「汚水が基準値を超えている場合には、前処理施設を設置し、下水道施設の使用者の責任で、下水道に排除する前に基準を満たすように処理する必要がある。使用者が基準を超える下水を下水道システムに排出する場合、*下水道事業法人*は、前処理施設を設置し、下水を基準に適合させるよう使用者に命ずることができる。」
3) 人およびシステムを保護するために、可燃性物質、有毒物質または固形廃棄物を下水道システムに排除することの禁止
4) 汚水を河川や公共排水管及び地中に排除することの禁止
5) 汚水の量や質、接続日等の通知
「*下水道事業法人*は、下水道施設の使用者に、下水道に排除された汚水に関する全てのデータの詳細情報を提出するよう、使用開始前または開始後に、要求することがある。利用者はこの要求に従わなければならない。
利用者が提供する情報は、発生する汚水の質と量、前処理施設の概要、排出水の質と量、汚水の最大流量などを含む。」
6) 排出水の試料採取のための現場への立入及び結果の公表の許可
「*下水道事業法人*は、下水道施設に事業排水を排出する下水道利用者の施設に排出水の採取を行うために立入り、結果を公表することができる。」
7) 報告の徴収
「*下水道事業法人*は下水道施設に事業排水を排出する下水道利用者に対し、操業の状態、前処理施設の状況、排出水の水質等に関する報告を求めることがある。」
8) 命令の遵守及び上記の条項に記された事項で発生した費用の支払いに関する同意
「*下水道事業法人*は、事業排水を下水道に排出する下水道施設利用者に対し、

この法人の命令に従うこと、及び事業排水に起因する追加費用を支払うことへの同意を求めることがある。」

9) 下水の水質にほとんど影響を与えない小企業の、水質モニタリング対象或いは DGNTI-COPANIT 39 の義務からの除外

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

# 排水処理設備（浄化槽）管理の
# マネジメントの記録

**平成 30 年 10 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# パイロットプロジェクト（浄化槽設置工事）
# 報告書

## 目　　次


1　プロジェクトの概要.....1
1.1　パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト.....1
1.2　本プロジェクトの位置づけ.....1
1.3　適用技術の選定.....2
2　プロジェクトの実施.....3
2.1　実施フロー.....3
2.2　予備調査.....3
2.2.1　設置場所の選定.....3
2.2.2　処理対象水質の測定.....4
2.2.3　処理対象水量の推定.....4
2.3　浄化槽調達.....5
2.3.1　浄化槽仕様の決定.....5
2.3.2　入札結果.....5
2.4　浄化槽設置工事.....7
2.4.1　土質調査.....7
2.4.2　環境影響評価.....9
2.4.3　設置工事概要と入札の実施.....10
2.4.4　工程の遅れと対応.....12
2.4.5　設置工事開始から完工までの作業および安全管理.....13
2.5　運転管理.....14
2.5.1　運転開始時期と作業.....14
2.5.2　運転管理上の問題と対応.....14
3　教訓.....20
3.1　予備調査および設置工事.....20
3.2　運転管理.....20

# 略語表

| | | |
|---|---|---|
| ACP | Autoridad del Canal de Panamá | パナマ運河庁 |
| ANAM | Autoridad Nacional del Ambiente | 旧環境庁 |
| ARAP | Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá | 水産資源庁 |
| ASEP | Autoridad Nacional de los Servicios Públicos | 国家公共サービス庁 |
| ATP | Affordable to Pay | 支払い能力 |
| BOD | Biochemical Oxygen Demand | 生物化学的酸素要求量 |
| CA | Capacity Assessment | 能力評価 |
| CAF | Corporación Andina de Fomento | アンデス開発公社 |
| CD | Capacity Development | 能力開発 |
| COD | Chemical Oxygen Demand | 化学的酸素要求量 |
| C/P | Counterpart | カウンターパート |
| DBO | Design Build Operation | 設計施工運営管理 |
| DIPROCA | Direcciòn de Protecciòn de Calidad Ambiental | 環境省環境質保護局 |
| DISAPAS | Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario | MINSA 内上下水道局 |
| IDAAN | Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales | パナマ上下水道公社 |
| IDB | Inter-American Development Bank | 米州開発銀行 |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JCC | Joint Coordination Committee | 合同調整委員会 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| MIAMBIENTE | Ministerio de Ambiente | 環境省 |
| MINSA | Ministerio de Salud | 保健省 |
| MoU | Memorandum of Understanding | 覚書 |
| MP | Master Plan | マスタープラン |
| NGO | Non-Governmental Organization | 非政府組織 |
| OJT | On the Job Training | 実地訓練 |
| O&M | Operation and Maintenance | 運転維持管理 |
| PDCA | Plan-Do-Check-Action | - |
| PDM | Project Design Matrix | ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ・ﾃﾞｻﾞｲﾝ・ﾏﾄﾘｯｸｽ |
| PO | Plan of Operation | 活動計画 |
| SANBAHIA | Saneamiento de la Ciudad y la Bahia de Panamá | パナマ湾浄化ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ |
| SAPROF | Special Assistance for Project Formation | 案件形成促進調査 |
| SCADA | Supervisory Control And Data Acquisition | - |
| U.S.EPA | United States Environmental Protection Agency | 米国環境保護局 |
| UCP | Unidad Coordinadora del Programa Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panama | パナマ市・パナマ湾浄化プログラム実施ユニット |
| WB | World Bank | 世界銀行 |
| WWTP | Waste Water Treatment Plant | 下水処理場 |

# 1　プロジェクトの概要

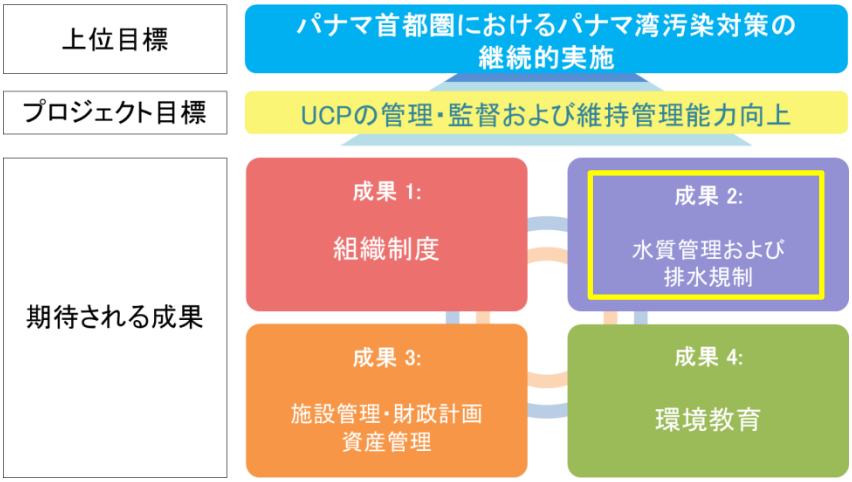
## 1.1 パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト

本パイロットプロジェクト(以下、「本プロジェクト」)の親プロジェクトとなる「パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト(以下、「技プロ」)」の概要を下記に示す。

1) プロジェクト名；パナマ国パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト【有償勘定技術支援】
2) プロジェクト期間；第 1 期（詳細計画策定フェーズ）2015 年 6 月～2015 年 11 月
　　第 2 期(本格活動フェーズ)　　2016 年 2 月～2018 年 11 月
3) 対象地域；パナマ国パナマ首都圏及びパナマ西部州
4) 実施機関；UCP/MINSA

## 1.2 本プロジェクトの位置づけ

前述の技プロでは上位目標およびプロジェクト目標を達成するための 4 つの成果が示されている(下図参照)。本プロジェクトはこのうちの「成果 2」に係るものである。




| 成果 | 内容 |
|---|---|
| 成果 1 | パナマ湾浄化に関する各機関の役割が定義され、実施体制構築のための手順が提案される |
| 成果 2 | 下水処理場に流入する汚水排出源に対し、定期的な水質モニタリング事業が開始される |
| 成果 3 | 下水道施設に対する UCP の管理能力が向上する |
| 成果 4 | 節水や適切な下水道の仕様に関する UCP の住民啓発能力が強化される |

**図 1.1 本プロジェクトの位置づけ**

より詳細な背景を以下に述べる。

現在パナマでは下水道接続区域外においても宅地や商業施設の開発行為が盛んに行われている。過去の開発地区では汚水処理施設としてセプティックタンクや小規模のプラントが整備されていたが、現状では新規のセプティックタンク設置は認められていないことに加え、後者の小規模プラントは適切に維持管理されていないものが多くある。このような施設からの汚水が周辺の水路や河川に垂れ流しとなり、水環境を悪化させている状況が観察された。

成果 2 の一環として、このような汚水に対する日本独自の処理技術を適用することによりその有用性を実証し、および今後の排水規制の実施事例として活用することが本プロジェクトの目的である。

### 1.3 適用技術の選定

上記の現状を踏まえ、適用可能な技術として浄化槽を選定した。選定理由を以下に述べる。

- セプティックタンクより高度の処理が可能である
- 小規模プラントより維持管理が簡便であり、特殊技術を要しない
- 様々な規模で工場生産が可能であるため、短期間で施工できる

以上より、下水道区域外における汚水処理の代替手段としての浄化槽の活用可能性が示唆される。

なお日本国内においては、過疎地での汚水処理にあたり、下水道と比較した場合の浄化槽の経済的優位性が認識されているが、パナマにおいては近隣に生産拠点を持つメーカーがないため本邦調達となり、コスト的に優位であるとは言いがたい。この課題については本プロジェクトの結果をうけて今後検討する必要がある。

## 2　プロジェクトの実施

### 2.1 実施フロー

本プロジェクトは以下のフローにより実施した。ただし、図中の工事期間については当初予定であり、実際の工程は後述のとおり、諸々の事情により遅延が見られた（実際の完工は 2017 年 4 月）。

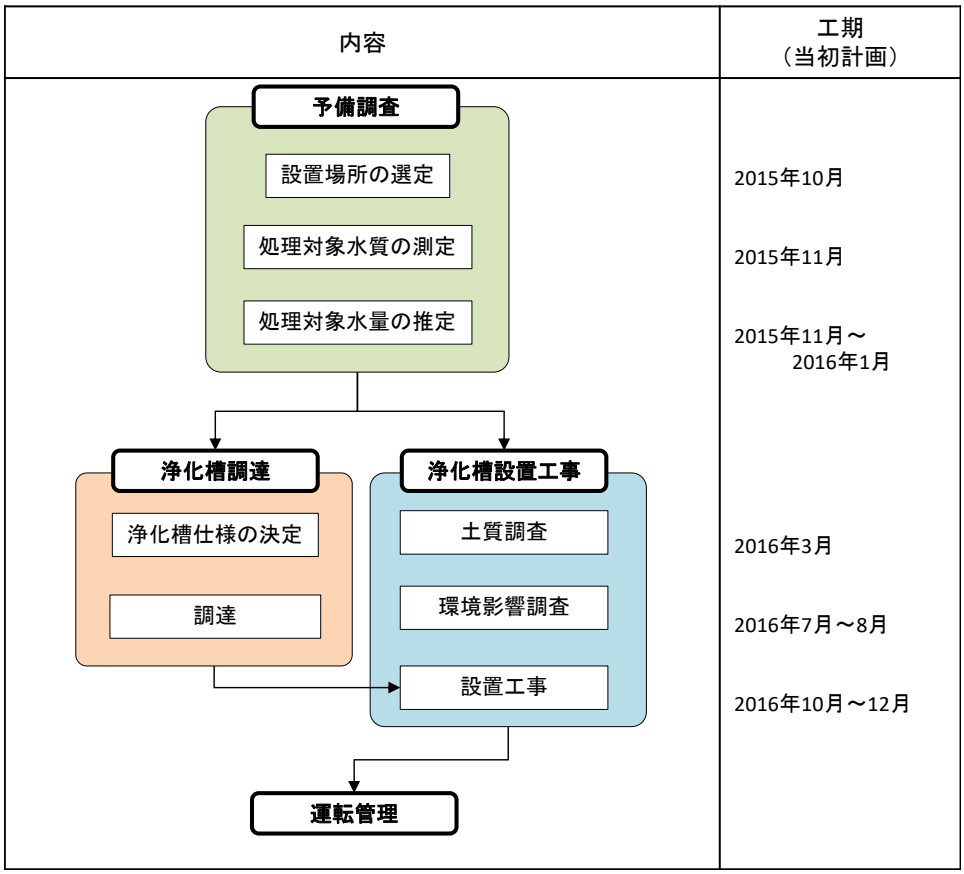



**図 2.1 プロジェクト実施フロー**

### 2.2 予備調査

#### 2.2.1 設置場所の選定

設置場所（施設）候補地の条件としては、「下水道区域外であり汚水の適切な処理がなされていないこと」、「アクセスしやすい場所であること」、「ある程度の量の汚水が発生していること（「大規模汚染源」対策を想定しているため）」などが挙げられる。

これらの条件を踏まえた結果、パナマ西部州ラ・チョレラ地区にあるニコラス・A・ソラノ病院を選定した。この病院は公立病院で MINSA の管轄下にあるため、カウンターパートである MINSA/UCP ともある程度近しく、コミュニケーションが取りやすいという利点もある。

なお病院にはセプティックタンクが設置されているが、処理能力が不足し、かつ適切な維持管理

がなされていないことにより溢水している状況である。

### 2.2.2 処理対象水質の測定

まず、病院からの排水が浄化槽により処理可能かどうかを検討する必要がある。排水に特殊な薬品等が含まれる場合は、浄化槽内での生物処理が阻害される可能性がある。

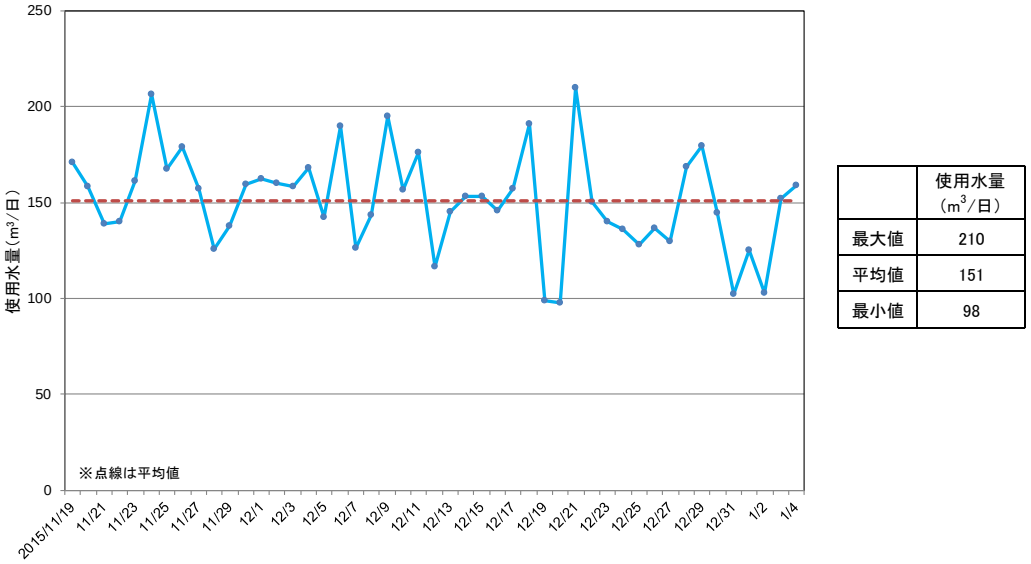
病院関係者への聞き取りによると、当該病院は総合病院であるが、さらに高度な医療を必要とする場合はパナマシティの別の病院で対応されており、排水についても人工透析排水などの特殊な水質の廃液は含まれていないとのことであった。また、現地の排水をサンプリングして簡易な試験方法（パックテスト）で調査した結果からも、ほぼ一般家庭の排水程度の水質が確認されている。排水水質測定結果を表 2.1 に示す。

**表 2.1 排水水質測定結果（2015. 10. 8：排水の合流点にて採水）**

| 項目 | PH (mg/L) | 電気伝導度 (μS/cm) | 水温 (℃) | $NH_4^+$ (mg/L) | COD(Mn) (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|
| 測定結果 | 6. 84 | 431 | 29. 1 | 21 | 180 |

### 2.2.3 処理対象水量の推定

設置する浄化槽の能力を決定するため、まず処理の対象となる排水量を推定する。今回は病院内配水管の起点にメーターを設置し使用水量を測定し、これを発生排水量として代替することを検討した。全測定期間は 2015 年 11 月 19 日～2016 年 1 月 4 日までの 47 日間である。測定結果を図 2.2 に示す。




| | 使用水量（m³/日） |
|---|---|
| 最大値 | 210 |
| 平均値 | 151 |
| 最小値 | 98 |

**図 2.2 病院における使用水量（2015.11～2016.1）**

上図より、メーター読み取りによる平均使用水量は 150m$^3$/日程度である。しかしながら、病院を視察した結果、敷地内の蛇口の故障などにより水道水が外部に流れっぱなしになっている状況が確認されたため、実際の排水量はメーター測定値より少なくなると考えられる。また、病院内では設備の故障によりトイレの洗浄水が流れっぱなしになっている箇所も見られた。

これらの余分な使用水量を 20m$^3$/日(*1)とすると、実際の推定排水量は 78～190m$^3$/日、平均排水量は 131m$^3$/日となる。

## 2.3 浄化槽調達

### 2.3.1 浄化槽仕様の決定

前項の病院からの排水量推定結果より、設置する浄化槽の処理能力を 150m$^3$/日とした。以下に考え方を示す。

給水量の実測による最大推定排水量は 190m$^3$/日となるが、ある浄化槽メーカーの実験では、通常処理能力の1.3倍の水量までは適正に処理できるという結果が出ている(*2)。すなわち、150m$^3$/日の能力の場合は 150×1.3＝195m$^3$/日までは処理できることになる。

実測値では水量が 190m$^3$/日前後になる日数は全測定期間のうち 5 日程度に限られており、150m$^3$/日の処理能力で問題なく処理できるものと判断した。なお処理能力 200m$^3$/日を超えると槽本体の本数が増え、輸送費が高騰する。パイロットプロジェクトであるため、このような経済性も考慮し処理能力を決定した。

また、機材仕様書作成にあたって留意した事項は以下である。

- 設置後の維持管理を考慮し地下式とした。
- パナマでは雨季（5 月～12 月）にかけて雷雨が多く見られる。このため、落雷による電気系統の損傷を防ぐため避雷器を含めることとした。
- マンホール蓋は槽内の機材盗難防止のため鍵付きとした。

### 2.3.2 入札結果

浄化槽の調達およびパナマまでの輸送に関連する入札は国際協力機構(JICA)が実施した。輸送も含めた調達費用は 32,409,546 円(税抜)であった。

浄化槽の仕様を以下に示す。

**表 2.2 浄化槽仕様**

| | |
|---|---|
| メーカー | クボタ |
| 型番 | K-HC-R 型 |
| 処理能力 | 150m3/日 |
| 放流水質 | BOD 20mg/L 以下 |

| | |
|---|---|
| 処理方式 | 流量調整型担体流動ろ過循環方式 |

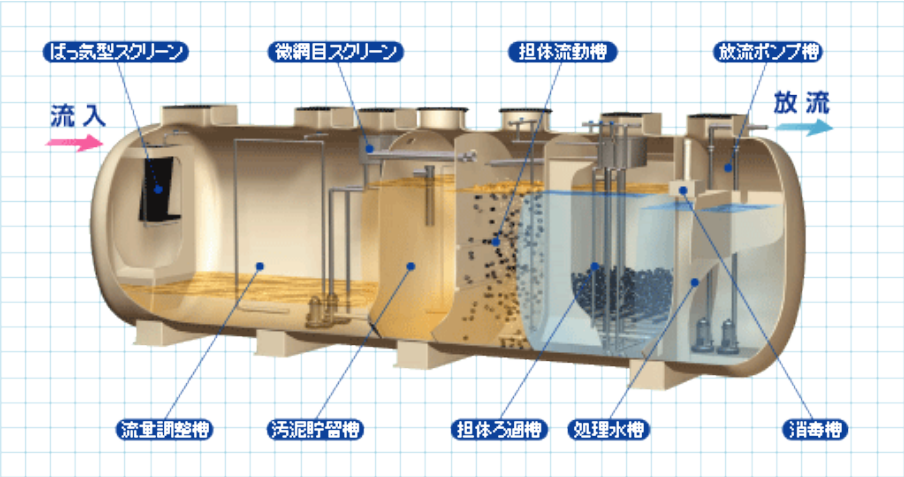



**図 2.3 K-HC-R 型による処理方式の概要※**

※本プロジェクトで設置する浄化槽は 6 槽であり、槽ごとにこれらの機能が分配されている

## 2.4 浄化槽設置工事

### 2.4.1 土質調査

#### (1) 調査の概要

浄化槽設置にあたって、基礎杭の要否を検討するため地耐力を評価する必要がある。現地の調査会社と契約し、ASTM 基準の土質調査を実施した。概要を以下に示す。この調査では、標準貫入試験に準じた手法によりそれぞれの地点の N 値を測定した。

**表 2.3 土質調査概要**

| | |
|---|---|
| 調査日 | 2016/3/3 |
| 調査手法 | DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) |
| 調査箇所数 | 3 点（深度 5m/点） |
| 請負金額 | 1,050 USドル（税抜） |
| 請負業者 | Sugasti |

**図 2.4 調査地点および調査の様子**

### (2) 調査結果

調査結果を図 2.5 に示す。建設予定地は砂質ロームが広がっており、N 値で 20～50 以上と非常に硬い地盤であった。

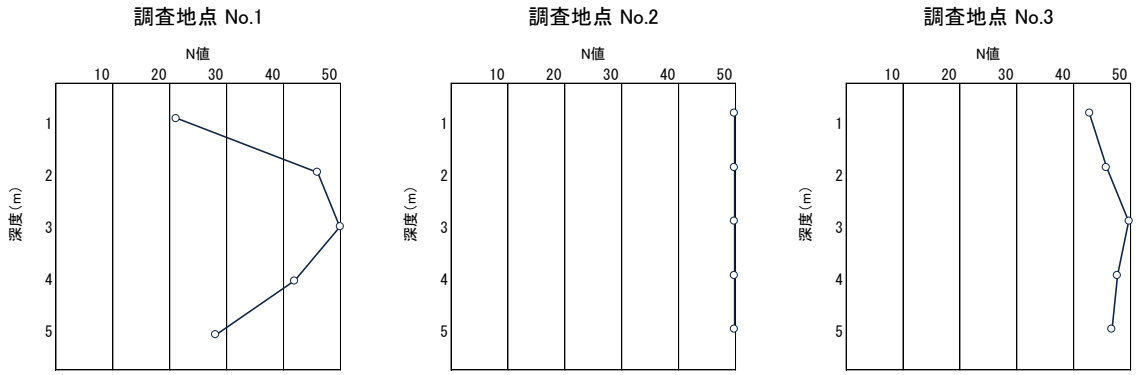



**図 2.5 土質調査結果(N 値)**

### 2.4.2 環境影響評価

#### (1) 調査の概要

パナマにおける環境影響評価は、評価対象プロジェクトの環境影響の大きさにより 3 つのカテゴリーに分類される(表 2.4)。調査を実施するのは MiAmbiente(環境省)により登録されている業者に限られ、プロジェクト着手のためには調査結果について MiAmbiente の承認を得る必要がある。なお、本プロジェクトはカテゴリーI に該当する。

**表 2.4 パナマにおける環境影響評価のカテゴリー分類(※)**

| カテゴリー | 概要 |
|---|---|
| I | 環境影響がそれほど重大でないプロジェクトに適用される。 |
| II | 部分的に重大な環境影響を引き起こす可能性があるが、従来技術あるいは簡易な処置によりその影響が除去・緩和されるようなプロジェクトに適用される。 |
| III | 質的・量的に深刻な環境影響を引き起こす可能性があり、対応策についてさらに詳細な調査を要するプロジェクトに適用される。 |

※パナマ国経済財務省令 123 号(2009 年 8 月 14 日)

環境影響評価のための調査の契約概要を以下に示す。この調査については浄化槽設置工事と一体として考えていたが、MiAmbiente の承認まで時間がかかることを考慮し、別契約として先行実施した経緯がある。

**表 2.5 環境影響評価に係る契約概要**

| | |
|---|---|
| 契約日 | 2016/7/15 |
| 請負金額 | 2,583 ドル（税抜） |
| 請負業者 | Consiga Solutions, S.A. |

### (2) 調査結果とプロセス

作成された調査報告書を参考資料に、および承認までのプロセスを下図に示す。

### 2.4.3 設置工事概要と入札の実施

### (1) 工事概要

本プロジェクトの工事内容として、浄化槽の通関手続、運搬および保管、浄化槽据付工事、マンホールポンプ設置工事、および病院内の配管修繕工事が含まれる。このうち、病院内の配管修繕工事の目的は、病院設備の漏水箇所のうち排水系統に侵入している可能性があるものを修繕することにより、浄化槽への余分な排水流入を減らすことである。また、病院からの排水が流入している既設マンホールから新たに管を分岐し、浄化槽へ流入させるシステムとなる（図 2.6）が、浄化槽に到達するまでに排水の水位が深くなるため、浄化槽に流入させるためのポンプ施設が必要となる。このため、浄化槽の流入口手前にマンホールを新設し、マンホール内にポンプを設置することとした。

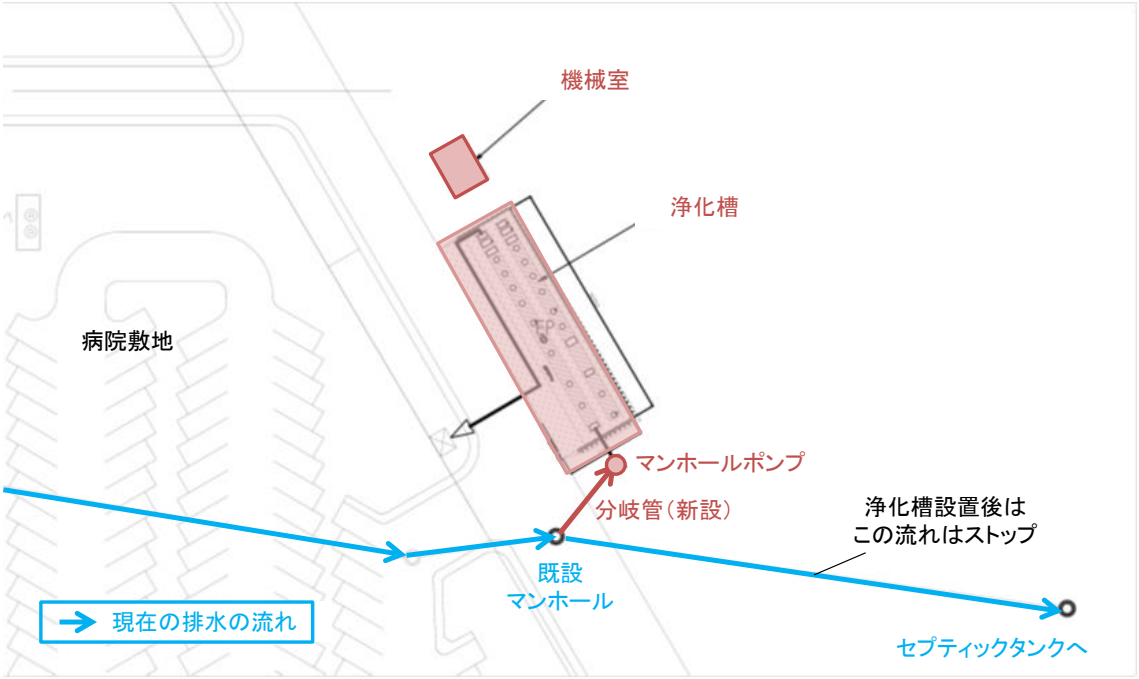



**図 2.6 現状および浄化槽設置後の排水処理のイメージ**

### (2) 入札の実施

浄化槽設置工事は、本技プロの OJT に活用するため 1 年次内での完工を目指さなければならない。なおかつ、想定される工事金額（予算時点で約 20 百万円）を鑑みると任意の業者と随意契約をするには規模が大きいと考えられる。このため、ある程度信頼のおける業者を選び、かつ一定の競争原理を働かせるため、3社による指名競争入札を実施することとした。この3社については、カウンターパートである UCP の業務の受注実績があり、土木および機械設備に関して十分な技能を有していると考えられる施工業者から選定した。

これらの業者に対して、以下の日程で入札会を実施した。

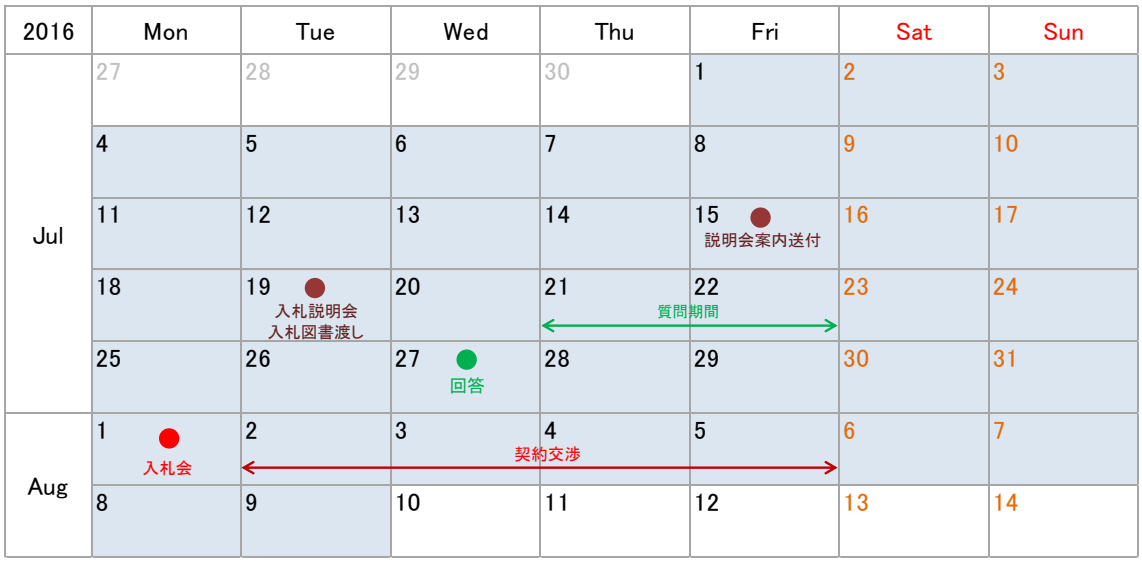



**図 2.7 浄化槽設置工事入札に係るスケジュール（着色部は専門家アサイン期間）**

入札結果を下表に示す。

**表 2.6 浄化槽設置工事入札結果**

| | |
|---|---|
| 落札業者 | Imarsol, S.A. |
| 落札金額 | 214,666.63 ドル |

### 2.4.4 工程の遅れと対応

上記のとおり入札実施までは順調であったが、環境影響評価調査結果の承認に非常に時間がかかることとなった。遅延の要因を以下に述べる。

・ 保健大臣による対応の遅れ

作成した調査書類を専門コンサルタントが作成したのち、環境省（MiAmbiente）に提出する際に、事業主（今回のケースでは保健大臣）の署名が必要となる。しかしながら、同時期に、政治的事情により UCP の予算執行が滞る（UCP 関連のプロジェクトの進捗がストップする）事態があり、大臣署名が遅れることとなった。これについては、再三の UCP との協議および JICA パナマ事務所の後押しにより、当初予定から 2 ヶ月ほど遅れて署名を取り付けることができた。

・ パナマ西部州 MiAmbiente とのやり取り

前述の保健大臣署名の遅れを鑑み、書類提出後の承認プロセスを迅速に処理してもらうよう MiAmbiente との協議を早い段階から始めた。MiAmbiente 側は終始非常に協力的だったものの、

やり取りの途中で局長が辞任・交代するなどの動きに影響され、思うように進まない部分があった。

上記の事情により、当初 2016 年 9 月に予定していた EIA の承認は 2017 年 1 月へと大幅にずれこんだ。

### 2.4.5 設置工事開始から完工までの作業および安全管理

#### (1) 掘削工 (2017/2/10～2/17)

EIA 承認後のチョレラ市役所の建設許可取得までに 2 週間ほどを要し、2017 年 2 月 10 日に掘削作業が着手された。

掘削作業の途中で、浄化槽設置予定の範囲に水道用塩化ビニル管が存在していることが明らかになり、対応が必要となった。上下水道公社(IDAAN)の職員に連絡し、管路の用途および存在を確認した上で切り回し工事を実施した。これらの作業や底部の転圧も含め、掘削工は開始後 1 週間ほどで完了した。

安全管理の視点から、掘削にあたっては土質調査にもとづき適正な勾配とすること、作業員の転落防止措置がなされていること等を重点的に確認した。

#### (2) 基礎工 (2017/2/22～3/11)

掘削工の後は砕石、捨てコン敷設となるが、パナマにおけるカーニバル期間(この時期は国内のほとんどの仕事がストップする)が重なったこともあり砕石およびコンクリート材料の供給が遅れ、その時点での予定からさらに 5 日ほど工期がずれ込んだ。

今回工事では上述のような工期の遅れに対応するため鉄筋を別の場所で組み立て、捨てコン敷設後に組み立て済の鉄筋をバックホウにより設置する作業を行った。その際に落下防止対策や誘導員の配置などが問題なく実施されていることを確認した。

#### (3) 浄化槽設置工

この作業では下表に示す規模・重量の槽をクレーン車等により吊り上げ、コンクリート基礎上に設置する。作業途中で槽が落下すると大惨事となるため、本工事において最も安全管理上のリスクが高く、気を遣う作業である。

作業にあたって指示者と操作者を明確に区別すること、作業前に槽の設置順と方向を確認すること、他の者は不用意に作業範囲に近づかないこと、吊り上げ時のバランスには慎重を期すことなどを確認し、問題なく設置を完了した。

#### (4) 埋戻し工

槽を設置した後、水締めを行いながら埋戻しを実施する。これまでの作業と比較すると安全上の注意点は少ないが、土砂の運搬作業等において作業員の安全が確保されていることを確認した。

### (5) 機械室設置工、仕上げ

機械室についても槽と同様、クレーンによる吊り上げ、設置作業となるため、同じ手順で安全上の注意点を確認した。

以上の工程を経て、2017 年 4 月に竣工した。ただしこの時点では 1 次側電源と接続されておらず、この電気工事を含めて工事が完了したのは 2017 年 6 月末であった。

下図に、当初工程と実工程の差異を示す。

## 2.5 運転管理

### 2.5.1 運転開始時期と作業

竣工後の試運転も問題なく完了し、2017 年 7 月初旬に浄化槽の運転を開始した。浄化槽内の生物処理については、流入する汚水により時間をかけて処理を馴らしていくのが通常であるが、本プロジェクトにおいては時間が限られているため、処理促進のための種汚泥（フアン・ディアス下水処理場の余剰汚泥）を投入した。

### 2.5.2 運転管理上の問題と対応

当初正常に稼働していた浄化槽であったが、現地の諸条件により、稼働停止せざるを得ない状況が二度発生した。主要因は大別して「電源電圧」と「固形廃棄物」であった。以下に詳細を示す。

#### (1) 電源電圧の変動による制御系統の損傷

第 1 の問題は電源電圧の変動による制御系統（接触器）の損傷であり、稼働後 1 ヶ月程度経過した 2017 年 8 月に発生した。問題の原因および引き起こされた結果を図に示す。

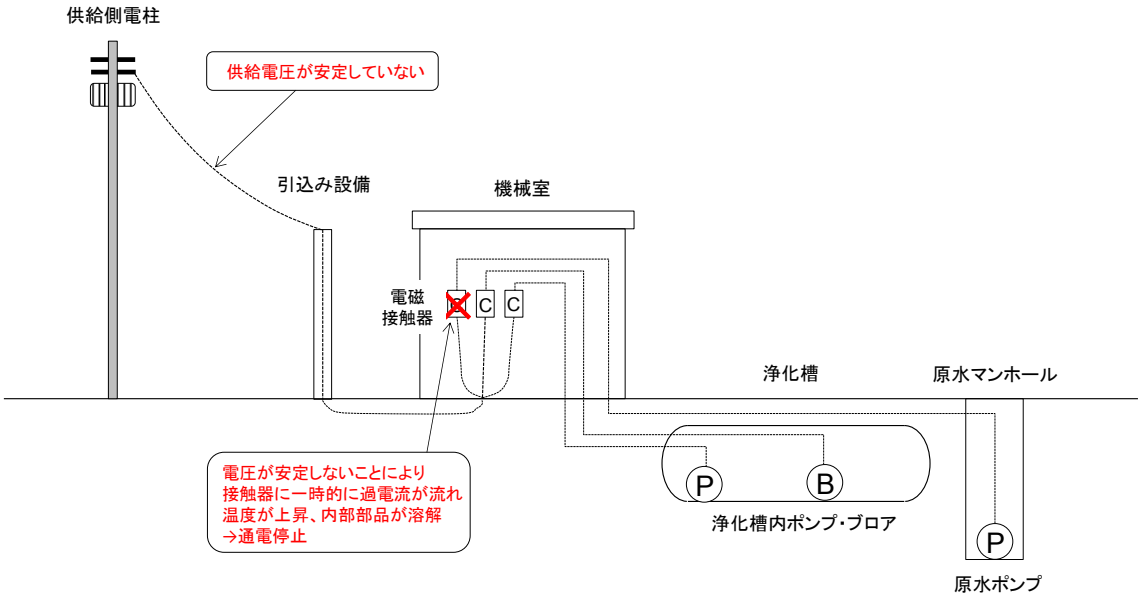



**図 2.8 機器損傷の原因（イメージ）**

また、この問題に対して、下図に示すような対策を検討した。

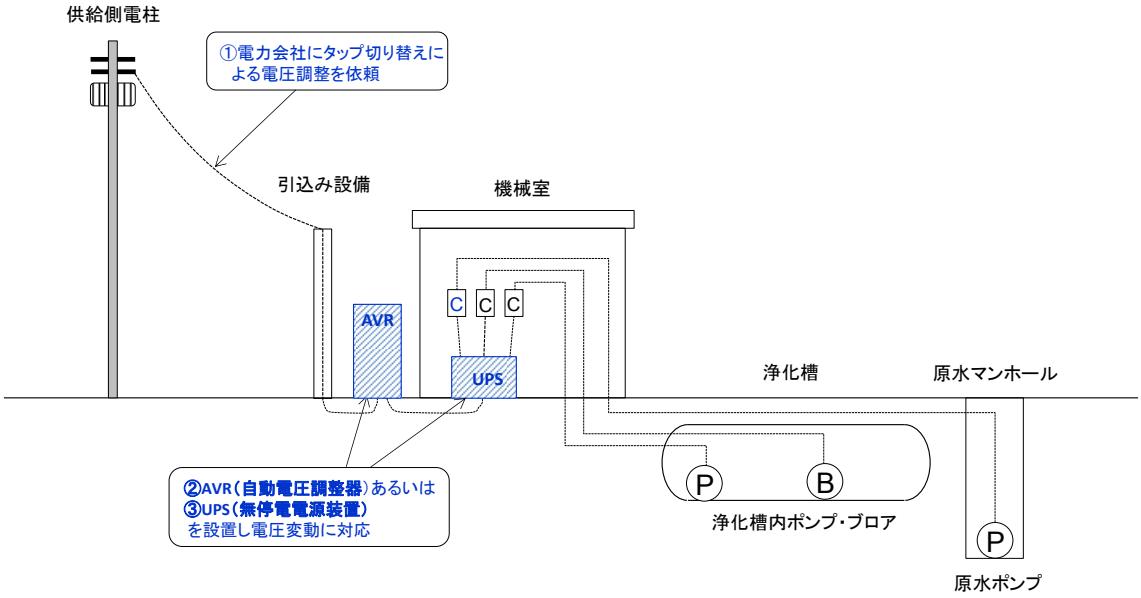



**図 2.9 想定される対策**

対応策の比較検討の結果、経済性を鑑み下表①トランスのタップ調整、および③UPS の設置を実施することとした。

**表 2.7 電源問題への対応策の比較**

| 対 策 | 想定価格 | 採用 |
|---|---|---|
| ① トランスのタップ調整 | 不要 | ✓ |
| ② AVR | 日本製 30kVA で 200 万円程度 | |
| ③ UPS | 日本製 1kVA で 50 万円程度 | ✓ |

これらの対応を実施した結果、機器類を損傷することなく正常に稼働する環境となった。この後、2017 年 11 月に運転を再開した。

### (2) 病院からの廃棄物によるポンプ停止

前述の電源電圧の変動による停止への対応中、病院の排水系統に様々な固形廃棄物が流され、浄化槽システムに流入していることが明らかになった。この問題は、プロジェクト終了間際においても抜本的な解決が図られていない。

廃棄物の問題については大きく分けて二段階観察された。

① 稼働初期（電源電圧問題による停止中の調査時）

この段階では、多種多様な廃棄物が流れ込んできている状況であった。一例を挙げると

- 食品包装
- 手術用手袋
- 布類
- 紙類
- 注射器
- ボールペン
- おむつ

などである。写真に実際の流入物の一例を示す。

**図 2.10 下水に混入した廃棄物**

このような状況では、再稼働したとしてもいずれシステムに問題が発生する可能性があると判断し、以下の対応を実施した。

- ✓ 病院内排水の合流地点（浄化槽システム上流）でのスクリーン設置
- ✓ 病院関係者に対する啓発活動（セミナーの実施）
- ✓

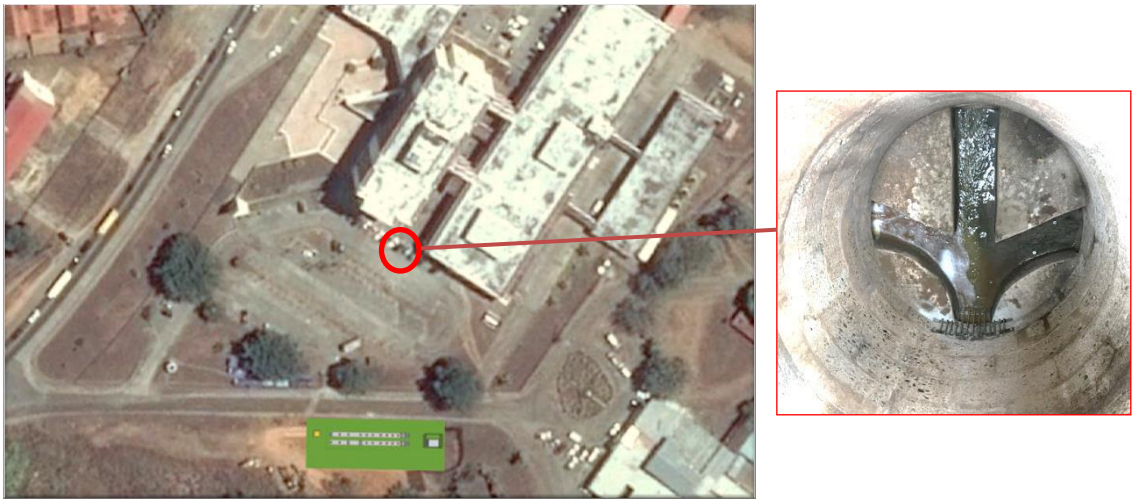


**図 2.11 スクリーン設置位置**

**図 2.12 病院におけるセミナーの様子**

② 稼働再開後

電源電圧への対応実施後、浄化槽を再稼働した。その後 2 ヶ月ほどして、2 台ある流入ポンプのうち 1 台が停止した。具体的には、電流は通うもののインペラが回転せず揚水しない状態であった。その後しばらくは残り 1 台のポンプが稼働していたが、このポンプも停止した(※)。このような状況を受け、ポンプを設置しているマンホールの状況を調査したところ細長い紙・布状の廃棄物が大量に観察された(写真)。その後、現地業者の調査により、これらの形状の廃棄物がポンプの閉塞を引き起こしている、との知見が得られた。病院への聞き取りによると、患者のベッドの清掃などに使われる不織布に似ている、とのことであった。

**図 2.13 ポンプ停止時に混入したとみられる廃棄物**

再稼働時点で設置したスクリーンは、ある程度幅のある廃棄物の除去に有効であったが、細長い形状のものはすり抜けてしまっていた。またマンホール内の流入ポンプについては、廃棄物の混入をある程度想定してグラインダー機構のものを採用していたが、こちらも細長い形状のものはグラインダーでは破砕できず、閉塞を引き起こしてしまう結果となった。

※この間、専門家の非アサイン期間であったため、メールベースのやり取りとなりタイムリーな対応が困難な状況であった。

上記のような廃棄物への対応としては、排出源での抑制が最も根本的である。が、そのためには隅々まで行き渡るような使用者の意識改革が必要であり、非常に時間がかかることが想定された。

そこで、病院関係者や来院者への啓発活動は病院が主体となって引き続き行うとしたうえで、廃棄物が今後もしばらくは流入してくるという前提で、マンホール流入部への破砕機の設置を検討した。なおこの頃までには浄化槽は MINSA へと引き渡され、管理主体が病院となったため、それをサポートする形で UCP がコストを含め対応を実施することとなった。

## 3　教訓

今回の工事で得られた教訓を以下に示す。

### 3.1 予備調査および設置工事

予備調査～設置工事における工程のうち、もっとも事前に想定しづらかったのは、環境影響評価（EIA）のプロセスおよび必要期間であった。2016 年 7 月に専門コンサルタントと契約し、遅くとも同年9月には承認されるものと想定していたが、前述の政治的事情等により大幅に遅延する結果となった。

さらに、工事前の EIA 調査実施の際には、専門コンサルタントや C/P からも着手後の「追跡調査」については前情報が得られなかったため、そのような調査が必要であるという認識が薄かった。

今後の教訓として

- ✓ 工事を実施する際にどのようなプロセス（特に許可関係）が必要かを整理する。この時、C/P や業者の話だけを鵜呑みにするのではなく、日本・他国の事例から一般に類推されうるプロセスをすべて検討する。
- ✓ 上記プロセスに影響を与えうる因子を出来る限り洗い出し、リスクアセスメントを実施する。
- ✓ 工事業者との契約書は、このような遅れを十分に見込んだ内容および工期にもとづき作成する（両者の責に負わない事項で遅れが発生した場合の費用負担のルール等）。

### 3.2 運転管理

運転管理段階では、「電源」と「廃棄物」が大きな問題となった。このような問題を未然に防止あるいは低減するために、以下の事項を念頭においておく必要がある。

- ✓ 日本のように安定した電圧で供給されるとは限らないため、「電源が確保できる」ということだけでなく「安定している」ことを確かめるために事前調査を実施する
- ✓ プロジェクトの計画段階から、安定した電源電圧が供給されない場合の対応を想定し、その対策に必要となる作業、設備、時間および費用を盛り込んでおく
- ✓ 対象となる排水については、水質だけでなく固形廃棄物の流入状況を含め事前に調査しておく
- ✓ 廃棄物対策に必要となる作業、設備、時間および費用を想定し、計画段階から見込んでおく

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 大規模排出源に対する対応策検討書

**平成 30 年 6 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# 序文

事業所排水に対する対応策については、本プロジェクトの中でセミナーなど様々な機会でのプレゼンテーションやカウンターパートとの議論の場で、パナマの状況が把握出来るとともに日本での経験を基に提言してきた。この検討書はそれらの提言のうち、特に現状のパナマで有効、必要と考えられる事項をまとめたものである。

本プロジェクト対象地域における下水道に放流する事業所の排水規制について、本プロジェクトでは当初 MINSA-IDAAN 協定とそれに関する大統領令を基礎に実施することを想定していた。その後パナマ下水道公社（EPSP；仮称）の設立準備が開始されたことに合わせて、最終的にはEPSP の設立を基礎として事業所排水規制を実施することを前提に、現状での対応も併せて検討することとした。

ここに記載した項目以外でも本プロジェクトでは、区役所からの依頼やパイロット地区での油脂による管路閉塞を防ぐためのレストラン排水対策等について検討した。

区役所との連携については、区役所は当該地域での水路の悪臭や水質汚濁による被害の対応を目指すので、直接的な下水道への放流水規制での連携は難しいと考えられる。しかし、下水道整備区域で下水道への接続が可能な事業所の接続勧奨を行う場合には、両者は有効な連携ができると思われる。

油脂排出対策としてのレストランの指導は、地域によって非常に有効な対応策である。これのパイロット地区での実施は、カウンターパートが本邦で参加した課題別研修のアクションプランであるので、別途まとめられることが期待される。

目　次

1.　　大規模汚水排出源対策のための関係機関の連携強化

2.　　新規整備予定区域内の事業所の接続に向けた取組み

3.　　下水道への放流水が水質基準に適合しない事業所への対応

4.　　事業所データをより有効に活用するための取組み

5.　　水質モニタリング実施体制の強化

## １．大規模汚水排出源対策のための関係機関の連携強化

本プロジェクトでは、下水道に排出する大規模汚水排出源対策を着実に実施するため、事業所に対して定期的なモニタリングを実施するための取組を行っている。

このモニタリングの実施に当っては二つの点に十分留意しなければならない。1 点目は対象事業所に対する公平性の確保であり、2 点目は下水道プロジェクトの事業目的である河川・公共水路等の水質改善を実現するため、下水道の事業効果を効率的に発揮する事である。

1 点目については、パナマの排水基準は公共用水域への排出は DGNTI-COPNIT 35,下水道への排出は DGNTI=COPNIT 39 により規定されている。両者の間には、例えば CODcr では公共用水域へは 100 mg/L、下水道へは 700 mg/L といった差があるが、これは下水道では下水処理場での生物処理の実施が担保されている事を考慮すると公平なものと考えられる。しかし、規制当局による基準値遵守を求める対応が両者の間で著しく異なる場合は、対象事業所に対して公平性を欠く事となるので、これを避けなければならない。

また、UCP が担当する区域とそれ以外の下水道事業体が担当する区域の事業所への対応では、特に両者を区分する理由がなく、明らかに公平性が求められる。以上の様に、公共用水域を担当する環境省（MiAMBIENTE）や UCP が担当する区域以外の下水道区域の事業者（IDAAN 及び MINSA）と、十分に情報交換を行いながらモニタリングを実施することが、公平性を確保し、効果的にモニタリングを実施するために、求められる。

2 点目については、河川水質改善に向けた公共用水域への下水の排出を適正化対する取組みが十分に行われないと、料金の支払いや切替工事が必要となる下水接続への動機付けが働かず、下水道の事業効果が効率的に発揮できない虞がある。現在のパナマでは、河川水質汚濁の要因として明らかに事業所排水の影響が想定される事例がいくつかみられる。このようなケースでは、当該事業所を含む区域の下水道整備が進捗するのに合わせて、公共用水域への排出規制を所掌する機関が対象となる事業所に対する水質改善への働きかけを連動して行い、事業所による排水処理の負担が軽くなる下水道への接続に誘導することが重要である。このような連携により、下水道整備区域に所在する事業所の下水道への接続を推進する事で、下水道の事業効果を効率的に発揮し、市内河川の水質改善を実現する事が出来る。

以上の様に、事業所排水のモニタリングに関係する機関の連携強化は、非常に重要である。

## ２．新規整備予定区域内の事業所の接続に向けた取組み

前項の 2 点目と関連して、市内河川や沿岸部の水質改善は下水道整備の最も重要な目的の一つであり、その成果は市民に下水道整備の効果を直接訴える力を持ち、事業への市民の賛同を得る有力な手段である。逆に下水道整備後も河川や沿岸部の水質が改善しなければ、事業効果が市民に実感されないため、事業への市民の支持を得る事が出来ずに、今後の事業の進捗に支障をきたす虞がある。

河川水質汚濁の要因として明らかに事業所排水の影響が想定される事例がみられるパナマの現状では、現在の処理水が下水道放流の基準に適合しない場合に、改善されてから接続を許可する事を原則とした場合、長期に渡って水質改善が遅滞する可能性が高い。このような事態を避け、早期に下水道の事業効果を発現させるため、新たに下水道への接続が可能となる地域では、事業者との対話により接続を強く勧奨するとともに、早期に接続する事を優先して公共用水域へ排出される汚濁負荷を低減しつつ、接続後に事業者に対して改善指導を行うアプローチ求められる。

このため管路計画の策定に当っては、事業所排水の接続を前提とした容量を確保する事を基本とし、当該地域で河川や沿岸部の汚濁への事業所排水の影響を検討して明らかに不要と考えられる場合を除き、全ての事業所排水の接続を前提として管路計画を策定する事が重要となる。

また、整備済み区域内で下水道に未接続の事業所に対しても、積極的に接続を勧奨する事が必要である。特に、排水の水量と水質から放流先の水質に明らかな影響を与えている事業所に対しては、公共用水域への排水規制を所管する機関と連携して、当該事業所に対して水質改善の強い圧力をかけるとともに、事業所の排水処理への負担が軽減される下水道接続を、強く勧奨する事が求められる。

## ３．下水道への放流水が水質基準に適合しない事業所への対応

前項で示した水質基準に適合しない事業所を新規に接続した場合はもちろん、既に接続している事業所の水質モニタリングで、水質基準に適合していない事が判明する場合もある程度起こる事が想定される。

これに対する対応も、基本的に下水道事業の目的である河川水質改善の視点から見ると、下水処理機能、処理場からの放流水質、下水道施設の管理に支障をきたす有害物質等による違反を除き、懲罰的に下水道への接続を拒否するべきではない。下水道への接続を停止する対応を行う場合には、公共用水域に放流される可能性が高いので、担当する規制機関が迅速かつ適切に対応するよう、緊密な連携を保って実施しなければならない。

下水処理機能、処理場からの放流水質、下水道施設の管理に支障をきたす違反でない場合は、事業所が自ら下水道へ排出する水質の改善に向け行動を起こすよう誘導し、その為の事業所の活動を支援する事が望まれる。

この様な場合に水質改善を誘導するための手法として、基準を超過した事業所に対し、課徴金的な意味を含めて、超過した水質分の処理費用に相当する追加的な料金を徴収する手法が有効である。継続的に追加的な費用負担を課される事業所は、自ら下水道へ排出する水質を改善する動機付けがされるので、ある程度期間が必要となる事はあっても、改善に向けた対応を取る場合が多い。改善までの期間は、下水処理場が有償でその処理を代行する事になる。

このような制度は、下水道事業体がその利用規則で、水質や水量に応じた料金体系を定める事や、下水道利用者がその排水によって下水道事業に損害を与えた場合に、その損失を補てんする義務を課すことの中で運用する事で、実施が可能になると考えられる。この際、追加的な料金を実際にその負荷の処理に要する費用、またはその費用に少額の懲罰的部分を上乗せした額の範囲で定める事で、関係者の理解が得やすいと想定される。

一方、事業所の支援策としては、まず排水処理施設の建設や維持管理に関する知識・技術の紹介や、優良な排水処理事業者の紹介などが考えられる。そのため、担当者は水質モニタリングで事業所を訪問した際などに、情報の取集に努めなければならない。排水処理施設を新たに設置しなければならない事業所が多い場合には、公共用水域への排水規制を所管する機関と連携し、施設整備の際の公的融資制度設置なども検討対象となる。

## ４．事業所データをより有効に活用するための取組み

事業所データが有効に活用されるためには、まずデータが定期的に更新され、データベースに正しく新しい情報が取集されている必要がある。当初の水質モニタリング対象とすべき事業所の把握と情報収集及びデータベースの作成は本プロジェクトで実施した。これを維持するため、各事業所について定期的な水質モニタリング等に併せて情報の確認・更新を行うとともに新たな事業所情報の収集を行う必要がある。

この重要な作業を効率的に実施するためには、事業所に情報収集への協力を義務付ける制度的な裏付けが求められる。UCP が下水道事業体となった場合に定める規則には、水量、水質、業種等について一定の基準を満たして事業を実施する下水道利用者に対して、下水の水量・水質に影響を与える定められた情報や、放流水に異常が生じた場合等に下水道事業体から求められた情報提供等への報告の義務など、必要な情報を収集できるよう定めておく事が望まれる。その際、COPANIT-39 の規程同様に対象を限定する事が出来れば、水質モニタリング業務を効率的に、有効に実施出来るので、併せて検討する事が望まれる。

データベースの有効活用では、各事業所にコードを附する事で、様々な用途に活用する事が出来る。例えば、定期的な行政体との協議を行なう場合や行政区分毎の統計データが必要とされた場合には、行政区分（フンタ・コミュナールやコレヒミエントなど）に応じたコードを附しておく事が有用となる。管路で水質の異常が発見された場合や事業所で高濃度の廃水が流出した事故が発生した場合等には、接続しているコレクターの系統や事業所の業種をコードとして附しておくと、悪質排水の原因探索、事故の影響範囲の推定や対策の検討等に非常に有効である。

例を示すと、「□□○○△△×××」といった構成で、行政区分（□□）、コレクターの系統（○○）、業種（△△）、固有の番号（×××）を表す事ができる。管路図の GIS やマンホール番号と連携すれば、さらに便利な使い方を工夫する事が出来る。

この様な取組みは、当初の検討で目的や拡張性を十分考慮しておけば、今後対象となる事業所が拡大したときに、小さな労力で大きな成果を引き出せる場合があるので、検討が望まれる。

## ５．水質モニタリング実施体制の強化

現在、UCP において水質モニタリングの担当者は O&M 部の1名のみである。

水質モニタリングは、事業所の現場での調査とそれに関連する準備、分析、記録等の事務所やラボで実施する業務がある。このうち現場での業務は、作業の安全性確保や事業所との対話を伴うため、複数の職員で実施しなければならない。また、水質モニタリングの実務を知る職員は現在の担当者のみなので、技術の継承のためにも複数の職員が実務に携わる事が求められる。

そのため、今後業務を円滑に進めていくために、もう1名の担当者が必要と考えられる。

一方、水質モニタリングの対象となる事業所は、現時点で100社に満たないので、各社を1年に1回以上訪問するとしても、2名を専任で充当するほどの業務量ではない。そこで、1名の主担当と他の業務を兼務する1名以上の副担当者の組合せが有効と考えられる。

業務の近縁性、類似性から考えると、O&M 部の処理場水質を担当する職員の兼務が適当と想定される。

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 水質モニタリング記録

**平成 30 年 9 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

| Ítem | Nombre EE/Comercio | Tipo / Clasificación | CIIU (Si aplica) | Ubicación /Sector PSP | Incidencia / Motivo de Visita | Tipo de Acción/Obs |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P.H Villa Carrasquilla | P.H Residencial | | Pueblo Nuevo, Carrasquilla | Desborde de C.I, obstrucción por aparente grasa en tubería | |
| 2 | Consultorios América | Hospitalario | | | | |
| 3 | Restaurante Don Lee (Consultorios América) | Restaurante | 63100 | | | |
| 4 | Grupo Bimbo | Industria Alimentos | | | | |
| 5 | Hospital San Fernando | Hospitalario | | | | |
| 6 | P.H. Plaza Valencia | P.H Residencial | | | | |
| 7 | Restaurante El Novillo | Restaurante | 63100 | | | |
| 8 | Restaurante Mc Donalds | Restaurante | 63100 | | | |
| 9 | P.H. Mediterráneo Loft | P.H Residencial | | Bella Vista, Vía Argentina | Descarga de AR directo a vía principal | |
| 10 | Rest. Rincón Habanero | Restaurante | 63100 | | | |
| 11 | Rest. Los Venezolanos | Restaurante | 63100 | | | |
| 12 | Glaxo Smith Kline (GSK) | Industria Medicamentos | | Juan Díaz, Sector Industrial | Solicitud voluntaria de EE | |
| 13 | Hospital Del Niño | Hospitalario | | Interceptor Costero | Obstrucción de EB3 | |
| 14 | Hospital Santo Tomás | Hospitalario | | | | |
| 15 | Tasty Choice | Industria Alimentos | | Juan Díaz, Sector Industrial | Base de Datos, descargas de EE | |
| 16 | GSK (same as No. 12) | Industria Medicamentos | | | | |
| 17 | Compañía Panameña de Licores Varela Hermanos | Industria Licores | | | | |
| 18 | Empresa Panameña de Alimentos (EPA, Pascual) | Industria Alimentos | | | | |
| 19 | Coca Cola FEMSA | Industria Bebidas | | Betania, Sector Industrial | Base de Datos, descargas de EE | |
| 20 | Cerv. Barú | Industria Bebidas | | | | |
| 21 | Club Unión | Restaurante | 63100 | Paitilla | Desborde de C.I, obstrucción por aparente grasa en tubería | |
| 22 | Gold Mills Panamá | Industria Alimentos | | Betania, Sector Industrial | Base de Datos, descargas de EE | |
| 23 | Qda. Santa Elena | Cuerpo de agua | - | Parque Lefevre, Santa Elena | Coloración inusual en quebrada | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **24** | Cerv. Nacional | Industria Licores | Ave. Ricardo J. Alfaro | Base de Datos, descargas de EE | [redacted] |
| **25** | Panama Boston | Industria Manufactura | Boca La Caja | Derrame de colorante en bahía de Panamá / Base de Datos, descargas de EE | |
| **26** | Melo (Planta de Procesamiento) | Industria Aves | Juan Díaz, Sector Industrial | Base de Datos, descargas de EE | |
| **27** | CEMEX | Industria de cemento | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **28** | Estrella Azul | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **29** | Terrazas de Marbella | Restaurante | Marbella | Obstrucción | |
| **30** | Plaza Marbella | Restaurante | Marbella | Obstrucción | |
| **31** | Lavery | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **32** | Harinas del Istmo | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **33** | Pintuco | Industria Manufactura | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **34** | Proluxsa | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **35** | Kiener | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **36** | Argos | Industria de cemento | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **37** | Metalpan | Industria Manufactura | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **38** | Arce Avícola | Industria Aves | | Base de Datos, descargas de EE | |
| **39** | Productos La Doña | Industria Alimentos | | Base de Datos, descargas de EE | |

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 下水道管路施設包括的維持管理業務

# 要求水準書

**平成 28 年 11 月**
**(2016 年)**

**独立行政法人**
**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# 下水道管路施設包括的維持管理業務

# 要求水準書

**平成 28 年 11 月**

**〇〇市**

この要求水準書は、〇〇市（以下「本市」という。）が実施する〇〇市下水道管路施設包括的維持管理業務（以下「本業務」という。）を受託する民間業者（以下「受託者」という。）に求める業務の要求水準と受託者が実施しなければならない最低限の業務内容を定めたものであり、募集要項等に提示された条件並びに受託者の提案内容に基づいておこなうものとする。

## 目次


第1章　総則 1
1　目的 1
2　適用範囲 1
3　委託期間 1
4　用語の定義 1
5　費用の負担 1
6　秘密の保持等 1
7　法令等の遵守 2
8　中立性の堅持 2
9　公益確保の義務 2
10　不誠実な行為等の禁止 2
11　提出書類 2
12　官公署等への手続き 3
13　業務実施体制 3
14　再委託先の届出 3
15　地域住民等との協調 3
16　協力義務 4
17　損害賠償及び補償 4
18　工程管理 4
19　機材の準備 4
20　打合せ及び記録 4
21　貸与資料及び貸与品 5

22 参考図書 5
23 証明書の交付 5
第 2 章 安全管理 5
1 一般事項 5
2 安全教育 5
3 労働災害防止 5
4 公衆災害防止 6
5 局地的な大雨による安全管理 6
6 その他 7
第 3 章 業務内容 8
第 1 節 共通 8
第 2 節 業務計画書及び月間維持管理計画書策定業務 9
1 業務計画書 9
2 月間維持管理計画 9
第 3 節 管きょ維持管理業務 9
第 3.1 節 計画的維持管理業務 9
1 点検、調査業務 9
2 清掃業務 11
第 3.2 節 短期維持管理計画策定業務 12
1 施設情報の収集・整理 12
2 施設管理の目標設定 12
3 リスクの検討 13
4 短期点検・調査計画の策定 14
5 短期修繕計画書 15
6 関係機関への説明資料作成 15
7 報告書作成 15
8 照査 15
第 3.3 節 日常的維持管理業務等 16
1 住民対応・事故対応業務 16
2 公共桝及び取付管の閉塞調査及び解消業務 16
3 緊急時及び災害対応等業務 17
4 企画提案に基づく業務 17
5 業務の完了 18
6 業務移行期間と業務の引継ぎ 18
7 業務指標（PI） 18
8 その他 18
第 4 節 ポンプ場施設及びゲート施設等 18
1 運転管理業務 18
2 保守点検・修繕業務 19
3 物品等調達管理業務 19
4 環境整備・測定業務 19
5 業務の完了 20
6 業務移行期間と業務の引継ぎ 20

7 業務指標（PI） ..... 20
8 その他 ..... 20
第 5 節 下水処理場施設 ..... 20
1 基本事項 ..... 20
2 運転管理業務 ..... 21
2 保守点検・修繕業務 ..... 21
3 物品等調達管理業務 ..... 22
4 環境整備・測定業務 ..... 22
5 業務の完了 ..... 22
6 業務移行期間と業務の引継ぎ ..... 22
7 業務指標（PI） ..... 22
8 その他 ..... 22

# 第1章　総則

## 1　目的

本業務は、本市が所管する下水道管路施設の維持管理に関する各種業務及び計画策定等について、受託者の創意工夫を促し、効率的な維持管理が実現できるよう、複数年契約で、包括的に委託するものであり、本市と受託者との協同作業により、施設運用の技術力を築き上げ、下水道管路施設の機能維持・維持管理業務の効率化とサービスレベルの向上を図ることを目的とする。

また、これまでの本市の発生対応型の下水道維持管理を安定的かつ継続的に下水道施設の機能が発揮できるようにするために「予防保全型の維持管理」へと転換させるものである。

## 2　適用範囲

(1) 本要求水準書は、本市が発注する本業務に適用する。受託者は、本要求水準書に従い、誠実かつ安全に業務を履行しなければならない。業務の概要は、【別紙1】業務概要に示すとおりである。
(2) 本要求水準書は、本市が実施する本業務を受託する受託者に求める業務の要求水準と受託者が実施しければならない最低限の業務内容を定めるものである。
(3) 本要求水準書、別紙に疑義が生じた場合は、本市と受託者との協議により決定する。

## 3　委託期間

本業務の契約期間は次のとおりとする。
契約締結日の翌日から平成33年3月31日までとする。
ただし、契約締結日の翌日から平成28年3月31日までは、前委託業者との引継期間とする。
なお、引継期間内に係る経費は受託者の負担とする。

## 4　用語の定義

本要求水準書において、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(1)「指示」とは、本市の発議により、本市が受託者に対し、本市の所掌事務に関する方針、基準、計画等を示し、実施させることをいう。
(2)「承諾」とは、受託者の発議により、受託者が本市に報告し、本市が了解することをいう。
(3)「協議」とは、本市と受託者が対等の立場で、合議することをいう。

## 5　費用の負担

業務の検査等にともなう必要な費用は、本要求水準書に明記のないものであっても、原則として受託者の負担とする。

## 6　秘密の保持等

(1) 受託者は、業務の遂行上知り得た事項を第三者に漏らしてはならない。

(2) 業務の実施により得られた資料及び成果の所有は本市に帰属するものとし、受託者は、本市の承諾なくこれらを公表してはならない。

## 7 法令等の遵守

(1) 受託者は、本業務を実施するにあたり、**【別紙2】遵守法令等**に掲げる法令の他、関連する法令、条例、規則等並びに本市が他企業と締結している協定書等を遵守しなければならない。

(2) 受託者が使役する全ての使用人等に対する関係諸法令の運用、適用は、受託者の責任と負担において行わなければならない。

(3) ○○市暴力団排除条例に基づき、○○市契約関係暴力団排除措置要綱の規定により、公共工事等からの暴力団の排除に関する措置として、公共工事等の受注に際し、○○市と契約を締結する契約相手方（元請負人）及び下請負人等の方は、暴力団員又は暴力団密接関係者でない旨の「誓約書」の提出すること。

## 8 中立性の堅持

受託者は、常に中立性を堅持するよう努めなければならない。

## 9 公益確保の義務

受託者は、本業務を行うにあたっては公益の安全、環境その他の公益を害することのないように努めなければならない。

## 10 不誠実な行為等の禁止

(1) 受託者は、礼節を守り、秩序ただしく言動及び身だしなみに注意するとともに応接に際しては、親切、丁寧を心掛けて迅速に対応しなければならない。

(2) 受託者に違反又は本市の指示に従わない等の不誠実な行為が確認された場合、受託者は本市からの改善指示に基づき、改善計画を提出し、迅速に改善を図る

## 11 提出書類

(1) 受託者は、契約締結後、速やかに**【別紙3】業務期間中の提出書類**に示す書類を本市に提出し、その承諾及び身分証明書の発行を受けた上で本業務に着手しなければならない。なお、各書類の様式は、本市の指示によるものとする。

(2) 提出した書類の内容を変更する必要が生じた時は、直ちに変更届（変更版）を本市に提出しなければならない。

(3) 受託者は、業務着手日以降、本業務の実施期間中において、【別紙4】業務実施期間中の提出書類に示す書類を本市に提出しなければならない。各書類の様式は本市の指示によるものとする。

(4) 受託者は、本業務が完了した時は、速やかに【別紙5】業務完了時の提出図書に示す図書を本市に提出しなければならない。なお、これらの図書のうち月次報告書に記載する

考察には、各業務の結果を踏まえ、本市の維持管理の一層の効率化に資する提言を含めるものとする。

(5) 受託者は、前各項の提出図書の他、本市が指示した書類は、指定した期日までに提出しなければならない。

## 12 官公署等への手続き

(1) 受託者は、本業務の履行期間中、関係官公署及びその他の関係機関との連絡を保たなければならない。

(2) 受託者は、本業務の実施に当たり、受託者が行うべき関係官公署及び関係機関への届出等を、受託者の責任と負担において、関係諸法令の定めるところにより行わなければならない。また、届出等に先立ち、その内容を事前に本市に報告しなければならない。

(3) 受託者は、関係官公庁等との協議を必要とするとき、または協議を受けたときは、誠意をもってこれにあたり、この内容を遅滞なく報告しなければならない。

## 13 業務実施体制

受託者は、**【別紙 6】業務実施体制**に定める体制を整えなければならない。

## 14 再委託先の届出

(1) 受託者は、本業務の一部を再委託する場合は、本業務の着手に先立ち、再委託届により、再委託先の名称、再委託の種類、金額、期間及び範囲等について届け出なければならない。

(2) 本市は、本業務の実施に当たって、著しく不適当であると認められる再委託先について、交代を命ずることがある。この場合、受託者は、直ちに必要な措置を講じなければならない。

## 15 地域住民等との協調

(1) 受託者は、業務を実施するに当たり、地域住民等に業務内容を説明し、理解と協力を得るとともに、紛争等が生じないように努めなければならない。

(2) 受託者は、地域住民等から苦情、要望等があった時は、遅滞なく本市に申し出て、その指示を受けるとともに、誠意を持って対応し、その結果を速やかに本市に報告しなければならない。

(3) 受託者は、如何なる理由があっても、地域住民等から報酬、手数料等を受け取ってはならない。再委託先及び使用人等についても、当該の行為について十分指導監督すること。

(4) 前号においては、住民等の適正な契約に基づく排水設備工事等に関してはこの限りではない。

(5) 再委託先及び使用人等が前項の行為を行った時は、受託者がその責任を負うこと。

**16 協力義務**

(1) 受託者は、関連業務の受託者と相互に協力し、本業務を実施しなければならない。また、他事業者が実施する関連業務が同時に実施される場合においても、これら関係者と相互に協力しなければならない。

(2) 受託者は、本市が自ら又は本市が指定する第三者が行う調査及び試験に対して、本市の指示によりこれに協力しなければならない。

**17 損害賠償及び補償**

(1) 受託者は、下水道施設に損害を与えた時は、直ちに本市に報告し、その指示を受けるとともに、速やかに原状復旧しなければならない。この場合において、原状復旧に要する費用は受託者の負担とする。

(2) 受託者は、本業務の実施に当たり、万一、注意義務を怠ったことにより、第三者に損害を与えた時は、その復旧及び賠償に全責任を負わなければならない。

**18 工程管理**

(1) 受託者は、あらかじめ提出した業務計画書に従い、工程管理を適正に行わなければならない。

(2) 業務の計画と実績とに差異が生じた場合は、必要な措置を講じて、業務の円滑な進捗を図らなければならない。

(3) 受託者は、毎月末、月次報告書により、業務の進捗状況等を本市に報告するものとする。

**19 機材の準備**

本業務の履行に必要な機材は、受託者の責任と負担において準備をしなければならない。車両の配備やその他、受託者が準備すべき機材は、**【別紙 7】準備機材**を標準とし、迅速な対応がとれるよう準備すること。

**20 打合せ及び記録**

(1) 受託者は、本業務を適正かつ円滑に実施するため、本市と密接な連絡をとり、必要な段階で打合せを行うものとし、その内容については、その都度、作業指示記録簿を作成し、本市へ提出し、その確認を受けなければならない。

(2) 統括責任者は、重要な打合せには必ず出席しなければならない。

(3) 受託者は、実施した作業内容について、作業日報により本市に速やかに報告しなければならない。

(4) 受託者は、夏期休暇、年末年始休暇及び大型連休を取る場合、緊急時の連絡責任者を定め、体制を整え、緊急連絡表を作成し、本市に事前に報告しなければならない。

### 21 貸与資料及び貸与品

本市は、過去に行った計画等の成果品等を業務の実施に必要の都度、受託者に貸与することとし、受託者は、前項の貸与を受けようとする時は、事前に資料・物品貸与申請書を本市に提出し、その承諾を得るものとする。また貸与できる期間や条件については、その都度協議する。

### 22 参考図書

業務の履行において参考とする図書は、**【別紙 8】参考図書**に記載された最新版図書とする。なお、これ以外の図書に準拠する場合は、あらかじめ本市の承諾を受けなければならない。

### 23 証明書の交付

必要な証明書及び申請書の交付は、受託者の申請による。

## 第 2 章　安全管理

### 1 一般事項

(1) 受託者は、公衆公害、労働災害及び物件損害等の未然防止に努め、労働安全衛生法、酸素欠乏症等防止規則、建設工事公衆災害防止対策要綱等の定めるところに従い、その防止に必要な措置を十分講ずること。

(2) 作業中は気象情報に十分注意を払い、降雨予報が出された際は直ちに作業を中止できる体制とする。また、地震等が発生した場合は、直ちに対応できるような対策を講じておくこと。

(3) 事故防止を図るため、安全管理については、業務計画書に明示し、受託者の責任において実施すること。

### 2 安全教育

(1) 受託者は、業務に従事する者に対して、定期的に当該業務に関する安全教育を行い、作業員の安全意識の向上を図ること。

(2) 受託者は、労働省令で定める酸素欠乏危険作業に係る業務について、特別な教育を行うこと。

### 3 労働災害防止

(1) 受託者は、現場の作業環境を常に良好な状態に保ち、機械器具その他の設備は常時点検して、作業に従事する者の安全を図ること。

(2) マンホール、管路などに出入りし、又はこれらの内部で作業を行う場合は、労働省令で定める酸素欠乏危険作業主任者の指示に従い、酸素欠乏空気や有毒ガス等の有無を、作業開始前と作業中は常時調査し、換気等事故防止に必要な措置を講じるとともに、呼吸用保護具等を常備すること。なお、酸素及び硫化水素の測定結果は、記録、保存し、

本市が提示を求めた場合は、その指示に従うこと。

(3) 作業中、酸素欠乏空気や有毒ガス等が発生した場合は、直ちに必要な措置を講ずるとともに、本市及び他関係機関に緊急連絡を行い、その指示により、適切な措置を講ずること。

(4) 資格を必要とする諸機械を取り扱う場合は、必ず有資格者をあて、かつ、誘導員を配置すること。

## 4 公衆災害防止

(1) 作業中は、常時、作業現場周辺の居住者及び通行人の安全、並びに交通、流水等の円滑な処理に努め、現場の保安対策を十分講ずること。

(2) 作業現場には、業務内容を明示した標識を設けるとともに、夜間には十分な照明及び保安灯を施し、通行人、車両交通等の安全の確保に努めること。

(3) 作業区域内には、交通整理員を配置し、車両及び歩行者の通行の誘導、並びに整理を行うこと。

(4) 受託者は、道路上で作業を行う場合、受託者において所轄の警察署で道路使用許可申請を行うとともに、許可条件を遵守すること。

(5) 交通誘導にあたっては警備業法施行規則第38条による教育の履歴者、過去3年以内に建設業協会等が主催した建設工事の事故防止のための安全講習会の受講者あるいは交通誘導警備業務検定（1級または2級）の合格者を配置するものとし、教育の実施状況、受講証等の写し等確認出来る資料を監督職員に提出するものとする。

(6) 作業に伴う交通処理及び保安対策は、本要求水準書に定めるところによる他、関係官公署の指示に従い、適切に行うこと。

(7) 前項の対策に関する具体的事項については、関係機関と十分協議して定め、協議結果を本市に報告すること。

## 5 局地的な大雨による安全管理

大雨による急激な雨水流入により、下水道施設内において、流速、水位が変動する可能性のある場所であることを考慮し、下水道施設内の水量が増水した後の対応のみならず、急激な増水が発生する前に作業等を中止又は中断するなどの予防的な対応も含め、受託者は下水道施設内での作業を安全に実施するための安全管理体制を確保すること。

工事等を行う日には、工事等の開始前に作業関係者全員に対して、作業内容、作業時間、当日の天気予測、当該作業箇所の水位や流速、退避ルート、退避時の合図等についてミーティングを実施し、安全管理の内容について周知徹底する。また、安全器具の設置等についても周知徹底させ、安全対策の重要性を認識させるとともに、危険予知活動を実施し、活動内容を写真や書類等により記録する。

受託者は、工事等の安全管理に万全を期すため、現場特性に応じた工事等の中止基準について、以下を参考とし自らの責任において設定する。

(1) 工事等開始前

- 当該作業箇所または上流域等に洪水または大雨の注意報・警報が発令された場合、工事等は行わない。

・ 当該作業箇所または上流域等に降雨や雷が発生している場合、工事等は行わない。

・ 工事等開始前に当該作業箇所の管渠内の水位や流速を計測した結果、異常が認められた場合、工事等は行わない。

(3) 工事等開始後

・ 当該作業箇所または上流域等に洪水または大雨の注意報・警報が発令された場合、即刻工事等を中止し速やかに地上に退避する。

・ 当該作業箇所または上流域等に降雨や雷が発生した場合、即刻工事等を中止し速やかに地上に退避する。

・ 管渠内の状況に異常があると作業員等が判断した場合、即刻工事等を中止し速やかに地上に退避する。

**6 その他**

(1) 受託者は、作業に当たって、下水道施設又はガス管等の付近では、絶対に裸火を使用しないこと。

(2) 万一、事故が発生した時は、業務計画書に示す緊急連絡体制に従い、直ちに本市及び関係官公署に報告するとともに、速やかに必要な措置を講ずること。

(3) 前項の通報後、受託者は事故の原因、経過及び被害内容を調査の上、その結果を書面により、直ちに本市に届け出ること。

# 第 3 章　業務内容

## 第 1 節　共通

(1) 受託者は、作業箇所、作業手順等を定め、事前に本市に報告し、承諾を得たうえで作業に着手すること。

(2) 作業に当たっては、管口を傷めないようにガイドローラ等を使用するなど、必要な保護措置を講じ、下水道施設に損傷を与えないよう十分留意すること。

(3) 作業に当たり、仮締め切りを必要とする場合は、事前に本市の承諾を得ること。この仮締め切りは、上流に溢水が起こらない構造で、かつ、作業中の安全が確保されるものとすること。ただし、上流に溢水が生じる恐れがある時は、直ちにこれを撤去すること。

(4) 受託者は、作業に当たり、騒音規制法、振動規制法及び本市の公害防止条例等の公害防止関係法令に定める規制基準を遵守するために必要な措置を講ずること。

(5) 受託者が本市の指示に反して作業を続行した場合及び本市が事故防止上危険と判断した場合は、作業の一時中止を命ずることがある。

(6) 作業に当たり、道路その他の工作物を、搬出土砂等で汚損させないこと。万一、汚損させた時は、作業終了の都度、洗浄・清掃すること。

(7) 作業終了後は、速やかに使用機器、仮設物等を搬出し、作業箇所の清掃に努めること。

(8) 受託者は、公共桝及び取付管の閉塞に関わる点検・調査及び下水道管路施設の緊急時対応の各業務の結果について、維持管理情報としてデータベース化を行い、月例報告と年次報告を行わなければならない。データベース化の方法及び登録するデータ項目等の詳細は、本市と受託者の協議により決定するものとする。

(9) 受託者は、点検・調査、清掃及び緊急時対応の各業務の結果については、維持管理情報として本市の管理する下水道台帳システムへデータ入力ができるようデータベース化を行い、提供しなければならない。また、月例報告と年次報告をそれぞれ本市へ行わなければならない。

(10)　データベース化の方法及び登録するデータ項目等の詳細は、本市と受託者の協議により決定するものとする。

## 第 2 節　業務計画書及び月間維持管理計画書策定業務

受託者は、本業務を実施するにあたって、契約日の翌日から14日以内に、履行期間中における管路の維持管理業務の内容を網羅した業務計画書を作成し、本市の確認を得ること。

また、毎月 25 日までに翌月の月間維持管理計画書を作成し、本市の確認を得ること。

### 1　業務計画書

履行期間全体を通じた基本的事項、スケジュールを把握できるように作成すること。業務計画書には以下の項目を原則とし、それに適した内容をそれぞれ記載することとし、本市の承諾を得ること。

(1)業務概要

(2)計画的維持管理の計画工程表

(3)現場構成

(4)業務体制

(5)苦情・事故発生時の対応計画

(6)緊急時対応計画

(7)災害時対応計画

(8)使用機材・資材

(9)点検・調査等の方法

(10)安全管理体制

(11)建設副産物処理計画

(12)廃棄物運搬・処分計画（清掃等で発生するごみ処理処分）

### 2 月間維持管理計画

月間維持管理計画の内容については、日単位で把握できるように作成すること。

## 第 3 節　管きょ維持管理業務

## 第 3.1 節　計画的維持管理業務

### 1 点検、調査業務

(1) 実施箇所及び実施数量

点検、調査の実施箇所及び実施数量は、**【別紙 1】業務概要**によるものとし、対象路線については、**【別紙 9】点検、調査対象路線図**とする。

(2) 作業時間

点検、調査に当たっては、道路使用許可条件を厳守すること。

(3) 調査機材

点検、調査に使用する機材は、常に点検し、完全な整備をしておくこと。

(4) 各河川流域 DO 調査

① 必要な内容を記載した黒板を河川 DO 調査地点に設置し、カメラにて撮影を開始し、地上部の作業風景、河川水質状況、河川 DO 測定状況を連続的に撮影すること。

② 各河川ごとに本川および流入する水路等の晴天時の DO の状況を、なるべく短期間に多数測定し、河川 DO 調査から汚濁負荷の高い水路等の区域を選出し、整理すること。

③ 調査計画及び調査実施については、本市監督職員の承認を得ること。

(5) 管口カメラ調査

① 必要な内容を記載した黒板をマンホール下流側に設置し、カメラにて撮影を開始し、地上部の作業風景、マンホール内部、管内を連続的に撮影すること。

② 管内の撮影は、下流側管渠から開始し、時計回りに撮影を行うものとする。

③ 調査方法・判定基準は【別紙 10】点検・調査業務報告書記載要領による。

(6) 目視調査(内径 800mm 未満:TV カメラ調査)

① 内径 800mm 以上

a) 調査する場合は、本管内に作業員が入り、管路の布設状況、土砂等の堆積状況、管の破損、継手部の不良、管壁のクラック、取付管口、管のたるみ・蛇行、取付管の突き出し、油脂の付着、木の根の侵入、浸入水、マンホール内のクラック、側壁・目地のずれ、コンクリートの腐食、足掛金物の欠損本数、蓋の摩耗度、蓋のがたつきの有無、副管の状況等の不良箇所を調査し、写真撮影(カラー)を行うものとする。

b) 本管内の異状箇所の位置表示は、上流側マンホール中心からの距離とする。

c) 写真は、調査年月日、異状内容、発生場所等を明記した黒板を入れて、カラーで撮影すること。

d) 調査内容は、テレビカメラ調査に準ずるものとする。

② 内径800mm 未満

a) 調査する場合は、マンホール内に作業員が入り、十分な照明のもとに土砂等の堆積状況、管路の布設状況、浸入水、マンホール内のクラック、側壁・目地のずれ、足掛金物及びコンクリートの腐食、足掛金物の欠損本数、蓋の摩耗度、蓋のがたつき・蓋違いの有無等のマンホール内の不良箇所を調査し、写真撮影(カラー)を行うものとする。

b) 写真は、調査年月日、異状内容、発生場所等を明記した黒板を入れて、カラーで撮影すること。

(7) 点検

① 管路施設の大部分は、地下構造物であり、地上での巡視・点検は、その項目が限られるが、面的に広い範囲にわたっており、それを効率的に行うには、計画的に実施する必要がある。

② 写真撮影(カラー)は、調査年月日、調査場所等を明記した黒板を入れて行い、異常個所は全て写真撮影すること。

(7) 異常時の処置

調査の続行が困難になった場合は、直ちに委託者に報告し、指示を受けること。この場合においても、上下流から調査するなど、調査の完遂に努め、その原因を把握すること。

(8) 作業記録写真

受託者は、次の各項に従って作業記録写真を撮影し、業務完了時には業務ごとに工程順に編集したものを作業記録写真帳に整理し、各業務報告書に添付して委託者に提出すること。

① 撮影は、調査延長30m程度に対して、1箇所の保安施設の状況、テレビカメラなど使用機械の設置状況、酸素及び硫化水素濃度等の測定状況、管路内洗浄状況の他、本市が指定する内容について行うこと。

② 写真には、作業件名、撮影場所、撮影対象及び受託者の名称を明記した黒板を入れて撮影すること。

③ 一枚の写真では作業状況が明らかにならない場合は、貼り合わせること。

④ 写真は原則としてカラー撮影とし、その大きさはサービス版とすること。

(9) 報告書の作成

受託者は、**【別紙10】点検、調査業務報告書記載要領**に従い、報告書を作成すること。

(10) その他、本仕様書に記載のない事項については本市に従う監督職員に従うこと。

## 2 清掃業務

(1) 実施箇所及び実施数量

清掃の実施箇所及び実施数量については、【別紙1】業務概要による。

(2) 作業時間

作業に当たっては、道路使用許可条件を厳守すること。

(3) 使用機材

清掃に使用する高圧洗浄車、強力吸引車、その他業務に必要となる機械器具等は各作業に適するものを使用するとともに、業務に支障のないように受託者で常備しておくこと。

(4) 作業記録

受託者は、次の各項目に従って、作業記録写真を撮影し、業務完了時に業務ごとに工程順に編集したものを作業記録写真帳に整理し、各業務報告書に添付して本市に提出すること。

① 作業前後の状況を同一方向で撮影すること。ただし、撮影が困難な場合は、他の適切な方法で撮影を行うこと。

② 作業状況の背景を入れて撮影すること。

③ 写真には作業件名、作業場所、撮影対象及び受託者を明記した黒板を入れて撮影すること。

④ 本市の管理する下水道台帳システムに清掃情報を反映すること。

(5) その他、本仕様書に記載のない事項については本市と協議の上、決定すること

## 第 3.2 節　短期維持管理計画策定業務

本業務において、施設の状態を客観的に把握、評価し、予防保全型維持管理を前提に中長期的な視点を踏まえ、ストックマネジメント手法に基づく維持管理計画を策定したうえで、維持管理実務を遂行することにより、施設の性能を持続させて機能を的確に発揮させるとともに、維持管理の成果を評価し、継続的な改善を行う「PDCAサイクル」により、持続可能な下水道の構築を目指すものである。

維持管理計画とは、現状を把握したうえで将来の管路施設の劣化を予測し、管路施設の将来の投資計画（コストとリスクのバランスから見た将来の改築事業量等の把握）を策定するとともにリスク評価の観点（管路施設の重要度・劣化状況等）から管路施設点検・調査計画を策定し、管路施設を中長期的な視点で計画的・効率的に管理するための計画である。

### 1　施設情報の収集・整理

管路施設の管理目標の設定，リスク検討，点検・調査計画及び改築・修繕計画の検討に必要な施設情報の収集・整理，現地確認等を行う。

収集すべき資料は次のとおりとする。

(1) 施設情報収集・整理

① ○○市公共下水道計画（全体計画、事業計画、諸元に関する情報の収集・整理）

② ○○市下水道台帳（材質、形状寸法（管径）、能力、延長、土被り等）

③ 下水道アップデートマスタープラン等

④ 工事の履歴及びその完成図書、取得価額等

(2) 維持管理情報収集・整理

① 改築、更新履歴及び状態（経過年数、標準耐用年数、改築費用（または改築単価）、緊急度，健全度等）

② 維持管理履歴（修繕記録、事故・故障記録、診断記録、巡視・点検、調査清掃記録、管渠内水位情報、テレビカメラ調査、ポンプ場の運転及び水質記録等）等

(3) 施設情報の電子データ化

収集した施設情報を一元的に管理し，効率的に活用できるように電子データ化する。その際、地図情報システムを用いる場合には発注者と協議の上、データ整理方法を決定する。

(4) 現地踏査

既存の施設情報収集で得られた情報に基づき、特に地域特性、土地利用等の現地の状況確認が必要な箇所を対象として現地踏査により確認を行う。

### 2　施設管理の目標設定

管路施設の点検・調査及び改築・修繕に関する目標として、長期的な視点に立って目指すべき方向性及びその効果の目標値（アウトカム）とアウトカムを実現するための具体的な事業量の目標値（アウトプット）を設定する。

## 3 リスクの検討

点検・調査及び改築・修繕の優先順位等を設定するため、管路施設の破損に対するリスク検討を行う。リスクの検討では、以下の事項について検討する。

(1) リスクの特定

下水道事業者側に起因するリスクと起因しないリスクを抽出し、管路施設の点検・調査あるいは改築・修繕で対応するリスクを特定する。

○リスクの特定例（原因事象の洗い出し）

- 油脂付着
- 管路の破損（漏水）
- 取付管の誤接続
- 下水流下能力の不足（逆流）
- 他企業埋設工事による損傷
- ビル建設等による流下能力不足　etc

(2) 被害規模の検討

管路施設において事故・故障が発生したときの被害の大きさを影響度とし、その評価方法を設定した上で被害規模を検討する。

○被害規模の検討例

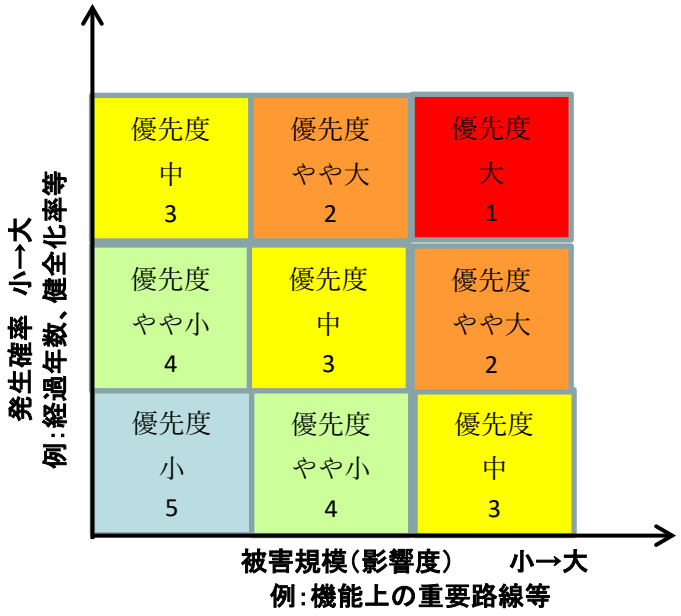
- 施設の経過年数（発生確率）
- 幹線道路、インターセプター、コレクター
- 流下能力評価　etc

(3) 発生確率の検討

管路施設における事故・故障の発生確率は、施設情報の蓄積状況等を踏まえて評価方法を設定した上で検討する。

(4) リスクの評価

点検・調査及び改築・修繕計画の優先順位付けに必要なリスクの評価方法を検討する。選定したリスク評価方法を用いて、被害規模の検討と発生確率の検討結果に基づきリスクを評価する。




リスク評価図の例

## 4 短期点検・調査計画の策定

短期点検・調査計画は、対象施設に対する点検・調査方法、基準等を検討する。

(1) 点検・調査方法の検討

短期的に点検・調査を実施する施設の諸元、特性やリスク評価結果に応じて精査し設定する。また、清掃・点検・調査の合理的な組合せについても検討する。

(2) 点検・調査項目の検討

清掃及び調査の必要性を判断するための点検項目を検討する。また、劣化診断及び健全度の評価に必要な調査項目を検討する。

(3) 点検・調査判定基準の検討

対象とする管路施設の異常の程度の評価基準及び緊急度・健全度の判定基準を検討する。

(4) 点検・調査時期の設定

リスク評価の結果を勘案し，点検・調査時期を設定する。

(5) 概算費用の算定

対象としている管渠延長，採用する点検・調査手法及び点検・調査時期から概算費用を算定する。概算費用の算定にあたっては，改築費用の制約を考慮するものとする。

(6) 短期点検・調査計画のとりまとめ

短期点検・調査計画では，上記(1)～(5)の内容を踏まえ，5年間程度の対象施設に対し計画をとりまとめる。その際，点検・調査計画図を作成する。

## 5　短期修繕計画書

短期修繕計画は、点検・調査結果を踏まえ、修繕が必要な施設を選定し、5年程度の期間で策定する。

(1) 対象施設の選定

対策範囲の検討により修繕と判定された管路施設を整理する。

(2) 短期修繕計画の策定

修繕対象施設の選定とその対策方法を検討する。なお、修繕は劣化等の不具合箇所を部分的に布設替え、更生、補強、止水といった対策にて対応可能なものを対象とする。

(3) 修繕計画のとりまとめ

修繕対策の検討を踏まえ、修繕が必要な施設に対し、5年程度の期間で短期修繕計画をとりまとめる。その際、修繕計画図を作成する。

## 6　関係機関への説明資料作成

維持管理計画の策定にあたり、住民及び財政部局や議会等関係機関にその内容を説明し意見聴取等を行うなど、理解と協力を得るための方策を検討する。また、方策の実行に必要な説明資料等を作成する。

## 7　報告書作成

報告書作成では、維持管理計画に係るとりまとめ及びその概要書を作成するものとし、施設情報収集整理の内容、施設管理目標、リスク検討の概要、点検・調査計画の概要、改築・修繕計画の概要、その他必要資料等を集成するものとする。

## 8　照査

(1) 照査の目的

受注者は業務を施行する上で技術資料等の諸情報を活用し，十分な比較検討を行うことにより，業務の高い質を確保することに努めるとともに，さらに照査を実施し，設計図書に誤りがないよう努めなければならない。

(2) 照査の体制

受注者は遺漏なき照査を実施するため，相当な技術経験を有する照査技術者を配置しなければならない。

(3) 照査事項

受注者は，設計全般にわたり，以下に示す事項について，照査を実施しなければならない。

① 情報収集の内容及び課題の把握・整理内容に関する照査

② 検討の方法及びその内容に関する照査

③ 計画の妥当性（方針，設定条件等）の照査

④ 上位計画，地震対策計画、雨水対策計画等との相互間における整合性に関する照査

## 第 3.3 節　日常的維持管理業務等

### 1 住民対応・事故対応業務

(1) 対象区域

住民対応・事故対応業務の対象区域は、本市全域において下水道管渠の起因によるものを対象とする。

(2) 業務内容

住民対応・事故対応業務の内容は以下のとおりである。

① 住民対応業務

(a) 業務事務所における窓口電話による苦情等の受付・記録整理、本市への報告

(b) 原因についての調査・記録及び官民処置の見極め整理、本市への報告

(c) 現場における住民への説明（原因、処置内容等）

(d) 必要に応じて官側が原因であった場合の処置及び復旧工事実施・報告

② 事故対応業務

(a) 業務事所における窓口電話（巡視・点検等現場調査時発見した事故等も含む）による事故報告の受付・記録整理、本市 への報告

(b) 原因についての調査・記録及び官民処置見極め整理、本市 への報告

(c) 現場における住民への説明(原因、処置内容等)

(d) 本市 が原因であった場合の処置及び復旧工事実施・報告

(3) その他

① 受託者は、住民対応及び事故対応業務における体制を定め、本市に届け出なければならない。

② 受託者は、住民対応及び事故対応業務における確認事項、対応・措置、報告等について、本市と事前に調整・確認を行うものとする。

③ 受託者は、窓口電話を24時間受付可能な体制をとり、住民対応及び事故対応について、速やかに対応できる体制を整えるものとする。

④ 受託者は、住民対応及び事故対応の結果を速やかに報告するものとし、住民等からの苦情等の連絡に対し、連絡の受付及び緊急清掃の対応ならびに情報の蓄積を整理し、その都度、本市に提出することとし、月毎にまとめて提出することとする。

⑤ その他、本要求水準書に記載のない事項については特記仕様書に従うこと。

### 2 公共桝及び取付管の閉塞調査及び解消業務

(1) 受託者は、本市又は需要家からの連絡に24時間365日、常時受付け対応できるようにするとともに、連絡を受けた時は、速やかに対応しなければならない。

(2) 受託者は、公共桝及び取付管の閉塞調査及び閉塞の解消にあたっては、清掃機械

器具、小型高圧洗浄機などを使用することとし、これらを使用しても解消できない場合は、本市と協議すること。ただし、取付管を取り壊して新設する場合を除く。

(3) 閉塞の解消作業において、不良、破損等を確認した場合は、速やかに補修等が必要な場合は、本市へ報告し、指示に従うこと。

(4) 作業に当たっては、道路使用許可条件を厳守すること。

(5) 作業記録写真

受託者は、次の各項に従って、作業記録写真を撮影し、業務完了時には、業務ごとに工程順に編集したものを作業記録写真帳に整理し、各業務報告書に添付して本市に提出すること。

① 管路内から作業前後の状況を同一方向で撮影すること。ただし、管路内からの撮影が困難な場合は他の適切な方法で撮影を行うこと。

② 人力または機械の別による作業状況を、背景を入れて撮影すること。

③ 写真には、撮影日時、作業件名、撮影場所、撮影対象及び受託者を明記した黒板を入れて撮影すること。

④ 一枚の写真では作業状況が明らかにならない場合は、貼り合わせること。写真は原則としてカラー撮影とし、その大きさはサービス版とすること。

**3 緊急時及び災害対応等業務**

(1) 受託者は、緊急時及び災害対応等における連絡体制、出動体制及びその待機基準を定め、本市に届け出なければならない。なお、連絡体制、出動体制及び待機基準を定めるに当たっては、常に迅速な対応が図れるよう、事前に本市と協議の上、各々の役割分担を定めるものとする。

(2) 受託者は、災害時等において管路施設に被災又は管路施設の被災による二次災害のおそれがある場合等は、本市と密に連絡・調整を行い、その指示に基づいて出動しなければならない。また、予め定めた緊急巡視・点検及び巡視・点検に応じた適切な緊急措置等を講じ、被災状況の把握に協力するとともに、二次災害の未然防止に努めなければならない。

(3) 本市は、緊急時及び災害等における連絡体制を受託者に通知するものとする。.

**4 企画提案に基づく業務**

(1) 受託者は、企画提案書のとおり自らが提案した事項についても本業務の対象とし、実施しなければならない。

(2) その実施においては、本市と協議すること。

(3) その業務については、業務完了時に報告書を作成し、必要部数を提出しなければならない。

### 5 業務の完了

(1) 受託者は、業務完了時に本要求水準書に指定された提出図書及び書類を提出し、本市の検査を受けなければならない。

(2) 検査において、訂正を指示された箇所は、直ちに訂正しなければならない。

(3) 本市による検査の合格後、提出図書一式の納品をもって業務の完了とする。

(4) 業務完了後において、明らかに受託者の責に伴う業務の瑕疵が発見された場合、受託者は、直ちに当該業務の修正を行わなければならない。

### 6 業務移行期間と業務の引継ぎ

(1) 履行期間の最終1か月間を業務移行期間とする。

(2) 受託者は、業務移行期間において**【別紙11】業務移行期間の実施方法等**に従って業務の引継ぎを行うものとする。

### 7 業務指標（PI）

受託者は委託者に対して業務期間を通じ、**【別紙 1】業務概要**に定める内容の実施に加え、**【別紙 12】業務指標**の目標値が設定されているものについては達成を目標とし、また目標値を新たに設定するものについては、業務指標と目標値を検討すること。

### 8 その他

(1) 作業箇所において、下水道施設に緊急性を要する破損、不等沈下、腐食等の異状を発見した場合は、速やかに本市へ報告すること。

(2) 本要求水準書、別紙に特に明示していない事項であっても、業務の遂行上、当然必要なものは、受託者の負担において処理すること。

(3) その他特に定めのない事項については、速やかに本市へ報告し、指示を受けて処理すること。

## 第 4 節 ポンプ場施設及びゲート施設等

運転管理及び保守点検・修繕業務の概要は、【別紙1】業務概要によるものとする。

### 1 運転管理業務

(1) 業務内容

ポンプ場運転管理業務の内容は以下のとおりである。

① ポンプ場施設全体の監視、操作及び記録

② 現場における操作作業等

③ スクリーンの点検、監視及びごみ除去・運搬・処分

④ 業務日誌及び日報等の作成

⑤ 異常・故障時の応急対応

(2) その他

① 遠方監視制御システムを導入する場合は、各ポンプ場の電気計装設備の仕様を確認した上で、受託者の責任と費用によって行うこと。

② ポンプ場は24時間警備体制を標準とする。
③ 各ポンプ場は、週1回の巡回監視を標準とする。
④ その他、本要求水準書に記載のない事項については特記仕様書に従うこと。

## 2 保守点検・修繕業務

(1) 業務内容

① 機器保全を目的とした日常点検、計画書に基づく定期点検及び異常時等に行う臨時点検並びに点検に係る記録の作成。

② 法定点検（クレーン検査、消防法関係設備（消火器、火災報知設備、消火設備、重油タンク開放検査等）及び電気設備・計装設備の定期点検）及び点検に係る記録の作成。

③ 上記①から②までの点検及び監視操作巡回で発見された異常箇所の修理及び調整。

④ 建築物・建築設備の点検及び報告書の作成。
⑤ 場内フェンス等の安全施設の維持管理及び点検並びに報告書の作成。
⑥ 機器、施設周辺及び水路等の清掃。
⑦ 機器発錆等の除去及び塗装並びに報告書の作成
⑧ 異常・故障時の応急対応及び定常状態に復帰させるための調整及び消耗品の交換並びに報告書の作成
⑨ 予防保全として行う修繕業務及び報告書の作成

(2) その他

① 計測器の点検に当たっては、製造メーカー等による外観及び零点、掃除その他異常の有無を点検し、異常があれば調整等を行うこと。また、模擬信号による計測器の誤差とカウンターのチェック等を行い、異常があれば調整等を行うこと。
② 自家発電機及びその他の補機については、2週1回を原則として保守運転を行い、常に非常時に対応できるように備えること。
③ 定期点検は年2回、電気点検は年1回を原則とすること。

## 3 物品等調達管理業務

(1) 業務内容

対象施設の運転及び修繕等に必要な機器並びに部品等の消耗品、水処理及び汚泥処理工程に必要となる薬品類及び電気、水道、通信及び燃料等の調達から管理、使用料の支払いまでを行う業務である。

(2) その他

① 消耗品及び薬品類

## 4 環境整備・測定業務

(1) 業務内容

① 建物内外及び施設内道路等の清掃

② スクリーンの点検、ごみ揚げ及び清掃

③ ごみ運搬・処分

④ 樹木剪定・構内除草及び芝管理業務

### 5 業務の完了

(1) 受託者は、業務完了時に本要求水準書に指定された提出図書及び書類を提出し、本市の検査を受けなければならない。

(2) 検査において、訂正を指示された箇所は、直ちに訂正しなければならない。

(3) 本市による検査の合格後、提出図書一式の納品をもって業務の完了とする。

(4) 業務完了後において、明らかに受託者の責に伴う業務の瑕疵が発見された場合、受託者は、直ちに当該業務の修正を行わなければならない。

### 6 業務移行期間と業務の引継ぎ

(1) 履行期間の最終1か月間を業務移行期間とする。

(2) 受託者は、業務移行期間において**【別紙11】業務移行期間の実施方法等**に従って業務の引継ぎを行うものとする。

### 7 業務指標（PI）

受託者は委託者に対して業務期間を通じ、**【別紙 1】業務概要**に定める内容の実施に加え、**【別紙 12】業務指標**の目標値が設定されているものについては達成を目標とし、また目標値を新たに設定するものについては、業務指標と目標値を検討すること。

### 8 その他

(1) 作業箇所において、下水道施設に緊急性を要する破損、不等沈下、腐食等の異状を発見した場合は、速やかに本市へ報告すること。

(2) 本要求水準書、別紙に特に明示していない事項であっても、業務の遂行上、当然必要なものは、受託者の負担において処理すること。

(3) その他特に定めのない事項については、速やかに本市へ報告し、指示を受けて処理すること。

## 第 5 節 下水処理場施設

運転管理及び保守点検・修繕業務の概要は、**【別紙1】業務概要**によるものとする。

### 1 基本事項

(1) 処理水質

下水処理場から放流する処理水質は、**表 7-1「処理水質に関する法定基準」**に示す法定基準を満たすこと。

(2) 汚泥の引き抜き

各下水処理場の運転管理に当たっては、施設規模に応じて定期的な汚泥引き抜きを行うこと。

## 2 運転管理業務

(1) 業務内容

下水処理場運転管理業務の内容は以下のとおりである。

① 施設全体の監視、操作及び記録
② 現場における操作作業等
③ 業務日誌及び日報等の作成
④ 水温、pH、SV 及び透視度測定等の日常水質試験
⑤ 異常・故障時の応急対応

(2) その他

① 遠方監視制御システムを導入する場合は、各下水処理場の電気計装設備の仕様を確認した上で、受託者の責任と費用によって行うこと。
② 各下水処理場は24時間警備体制を標準とする。
③ 各下水処理場は、週1回の巡回監視を標準とする。
⑤ その他、本要求水準書に記載のない事項については特記仕様書に従うこと。

## 2 保守点検・修繕業務

(1) 業務内容

① 機器保全を目的とした日常点検、計画書に基づく定期点検及び異常時等に行う臨時点検並びに点検に係る記録の作成。
② 法定点検（クレーン検査、消防法関係設備（消火器、火災報知設備、消火設備、重油タンク開放検査等）及び電気設備・計装設備の定期点検）及び点検に係る記録の作成。
③ 上記①から②までの点検及び監視操作巡回で発見された異常箇所の修理及び調整。
④ 建築物・建築設備の点検及び報告書の作成。
⑤ 場内フェンス等の安全施設の維持管理及び点検並びに報告書の作成。
⑥ 機器、施設周辺、水路、トラフ等の清掃
⑦ 機器発錆等の除去及び塗装並びに報告書の作成
⑧ 異常・故障時の応急対応及び定常状態に復帰させるための調整及び消耗品の交換並びに報告書の作成
⑨ 予防保全として行う修繕業務及び報告書の作成

(2) その他

① 計測器の点検に当たっては、製造メーカー等による外観及び零点、掃除その他異常の有無を点検し、異常があれば調整等を行うこと。また、模擬信号による計測器の誤差とカウンターのチェック等を行い、異常があれば調整等を行うこと。
② 自家発電機及びその他の補機については、2週1回を原則として保守運転を行い、常に非常時に対応できるように備えること。
③ 定期点検は年2回、電気点検は年1回を原則とすること。

## 3 物品等調達管理業務

(1) 業務内容

対象施設の運転及び修繕等に必要な機器並びに部品等の消耗品、水処理及び汚泥処理工程に必要となる薬品類及び電気、水道、通信及び燃料等の調達から管理、使用料の支払いまでを行う業務である。

(2) その他

② 消耗品及び薬品類

## 4 環境整備・測定業務

(1) 業務内容

⑤ 建物内外及び施設内道路等の清掃

⑥ スクリーンの点検、ごみ揚げ及び清掃

⑦ ごみ運搬・処分

⑧ 樹木剪定・構内除草及び芝管理業務

## 5 業務の完了

(1) 受託者は、業務完了時に本要求水準書に指定された提出図書及び書類を提出し、本市の検査を受けなければならない。

(2) 検査において、訂正を指示された箇所は、直ちに訂正しなければならない。

(3) 本市による検査の合格後、提出図書一式の納品をもって業務の完了とする。

(4) 業務完了後において、明らかに受託者の責に伴う業務の瑕疵が発見された場合、受託者は、直ちに当該業務の修正を行わなければならない。

## 6 業務移行期間と業務の引継ぎ

(1) 履行期間の最終1か月間を業務移行期間とする。

(2) 受託者は、業務移行期間において**【別紙11】業務移行期間の実施方法等**に従って業務の引継ぎを行うものとする。

## 7 業務指標（PI）

受託者は委託者に対して業務期間を通じ、**【別紙 1】業務概要**に定める内容の実施に加え、**【別紙 12】業務指標**の目標値が設定されているものについては達成を目標とし、また目標値を新たに設定するものについては、業務指標と目標値を検討すること。

## 8 その他

(1) 作業箇所において、下水道施設に緊急性を要する破損、不等沈下、腐食等の異状を発見した場合は、速やかに本市へ報告すること。

(2) 本要求水準書、別紙に特に明示していない事項であっても、業務の遂行上、当然必

要なものは、受託者の負担において処理すること。

(3) その他特に定めのない事項については、速やかに本市へ報告し、指示を受けて処理すること。

要求水準書【別紙】　目次

【別紙 1】業務概要 ..... 2
【別紙 2】遵守法令等 ..... 6
【別紙 3】業務期間中の提出書類 ..... 7
【別紙 4】業務実施期間中の提出書類 ..... 8
【別紙 5】業務完了時の提出図書 ..... 9
【別紙 6】業務実施体制 ..... 11
【別紙 7】準備機材 ..... 13
【別紙 8】参考図書 ..... 14
【別紙 9】点検、調査対象路線図（黄色：河川 DO 調査区域、緑色：管きょ調査区域） ... 15
【別紙 10】点検、調査業務報告書記載要領 ..... 16
【別紙 11】業務移行期間の実施方法等 ..... 21
【別紙 12】業務指標 ..... 22

【別紙 1】業務概要

1　　対象区域と対象施設

○○市市内全域とする。ただし、2（3）の改築更新工事場所は、本市の指定する場所とする。

(1)管きょ

| 汚水 |
|---|
| 管路延長　約○○ｋｍ |

(2)対象ポンプ場

| No. | 名前 | ポンプ設置年(year) | ポンプ仕様 | 発電機 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Casco Antiguo | 2015 | KSB/AMAREX KRT,φ200mm×　4.50m3/min×3units×40HP,1800rpm | |
| 2 | Estacion de Bombeo 1 | 2009 | ABS/AFP3502-60Hz, 46.32m3/min×3units×100HP(84kw),880rpm | ○ |
| 3 | Estacion de Bombeo 2 | 2009 | ABS/AFP3502-60Hz, 111.36m3/min×6units×125HP(84kw),880rpm | ○ |
| 4 | Estacion de Bombeo 3 | 2009 | MODELO/AFP1547/60Hz/230v, 9.48m3/min×3units×20Hp(13kw),1760rpm | |
| 5 | Estacion de Bombeo Atlapa | | MODELO ITT FLYGT,3356, 31.20m3/min×4units×20Hp | － |
| 6 | Estacion de Albrook | 2015 | MODELO KSB9972759945-60Hz, 2.70m3/min×3units×Hp | － |
| 7 | Estacion de Bombeo el Tunel en Chanis | 2013 | MODELO KSB9972759945-60Hz,65.98m3/min×5units×Hp(649kw), 859.1rpm | 2方向受電 |
| 8 | Estacion de Bombeo Matias Hernadez | 2013 | MODELO ITT FLY3356, 28.28m3/min×4units×Hp(160kw)×460V, | 〃 |
| 9 | Estacion de Bombeo Juan Dias | 2012 | MODELO ABS/AFP5001/60Hz,84.42m3/min×5units×Hp(335kw)×460V,710rpm | 〃 |
| 10 | Estacion de Bombeo Tocumen | 2012 | MODELO ABS /AFP501, 33.36m3/min×5units×Hp(150kw)×460V,880rpm | 〃 |
| | | | | |

(3)対象下水処理場

(4)対象ポンプ場・下水処理場の委託対象範囲

| 対象施設 | 運転管理 | 保守点検･修繕 | 水質等試験 | 物品等調達管理 | 廃棄物運搬･処分 | 環境整備･測定 | 災害･事故･非常時対応 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Casco Antiguo | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Estacion de | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | | | | | | |
| ○○PTAR | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

## 2　管 きょ の 計画的維持管理業務

(1)　点検、調査業務 本業務の実施予定箇所及び予定数量は下表に示すとおりである。

| 業務内容 | 単位 | 数量 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 管口テレビカメラ調査（汚水） | 箇所 | 1,356 | 本市重要路線とし、対象延長40,700m<br>報告書作成業務も含む |

(2)　清掃業務

【定期清掃対象】

| 業務内容 | 単位 | 数量 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 管路清掃工 | m／年 | | ※1、※2、※3<br>φ150～φ800 |
| 伏越し清掃工 | 箇所／年 | | ※2、※3 |
| マンホールポンプ清掃工（　箇所） | 回／年 | | ※2、※3 |
| 取付管清掃工 | 式 | 1 | |
| 公共桝清掃工 | 式 | 1 | |
| 土砂処分工 | 式 | 1 | ※2、※3 |

※1　具体的な対象箇所については、本市からの指定箇所及び受託者の提案をふまえ、業務着手後に決定するものとする。

※2　この業務内容には、緊急対応日数を含んで100日（委託期間）を見込んでいる。また、本市の指示により増加する場合は、変更対象とする。なお、上 記業務における交通整理員は1日あたり2名を必要日数含ん

でいる。本市の 指示により、管路施設の詰まりなど緊急で作業を要した場合、作業時間が1 日に満たない場合は、原則、緊急作業3回で1日とするが、作業時間数により合わせて1日として計上する。

※3　清掃日数の変更の場合の考え方

本市の指示（緊急等の作業）により、上記※2 の日数を契約期間内で上回った場合、変更の対象とする。この場合、増額分は、本市の積算基準に基づいた 清掃業務金額に契約金額との落札率を乗じた金額とする。

(3)　計画的維持管理業務

維持管理計画等に基づき､計画的維持管理業務(を計画し、本市と協議のうえ、実施すること。

| 改築項目 | 改築内容 |
|---|---|
| 管更生工　※4 | φ250 ㎜、L=750m |
| 人孔蓋改築 | 100 箇所 |
| 取付管改築 | 66 箇所 |
| 公共桝改築 | 66 箇所 |

（注）実施数量を超える場合や工法が 変更になる場合は、本市と協議の上、決定するものとする。

※4　更生工法の適用の条件は、以下のとおりとし、本市と協議のうえ決定するも のとする。

①　反転工法及び形成工法のうち、既設管の強度を期待しない工法

②　10 年以上の実績を有する工法

3　管 きょの維 持 管 理 計画策定業務

(1)　維持管理計画書策定業務

**4　管 きょの 日常的維持管理業務**

| 業務内容 | 単位 | 数量 |
|---|---|---|
| 住民対応業務　※4、※5 | 式 | 1 |
| 事故対応業務　※5、※6 | 式 | 1 |

**※5**　公共桝及び取付管の閉塞調査及び解消業務

受託者は、本市及び需要者からの連絡を２４時間３６５日受付が可能な体制 をとり、その要請により、速やかに閉塞解消作業を行うこととする。

委託の範囲は、本市の管理する下水道管路施設から取付管を経て、第１公共 桝までとし、詰まり等不具合の官民見極め等を含むものとする。それより上流 の私有地内の排水

設備は、個人の管理とし、この閉塞解消業務には含まれていない。

私有地内の排水設備の閉塞解消作業を行う場合の費用負担は、個人負担とし、個人に対し請求するものとする。

※6　住民対応業務及び事故対応業務

受託者は、住民対応及び事故対応業務における体制を定め、住民対応及び事故対応業務における確認事項、対応・措置、報告等について、本市と事前に調 整・確認を行うものとする。また、本市及び需要者からの連絡を２４時間３６５日、常時受付が可能な体制をとり、住民対応及び事故対応等については、速 やかに対応できる体制を整えるものとし、その結果を速やかに報告するものと する。

※7　緊急時及び災害対応業務

受託者は、緊急時及び災害対応等における連絡体制及び出動体制を定め、本市に届け出なければならない。なお、連絡体制及び出動体制を定めるに当たっては、常に迅速な対応が図れるよう、事前に本市と協議の上、各々の役割分担 を定めるものとする。

また、受託者は、緊急時及び災害対応等において管路施設に被災又は管路施 設の被災による二次災害のおそれがある場合等は、本市と密に連絡・調整を行うとともに、予め緊急点検に応じた適切な緊急措置等を講じ、被災状況の把握 に協力するとともに、二次災害の未然防止に努めなければならない。本市は、 緊急時及び災害対応等における連絡体制を受託者に通知するものとする。

【別紙 2】遵守法令等

(1)　健康保険法（大正11　年法律第70　号）
(2)　労働基準法（昭和22　年法律第49　号）
(3)　労働者災害補償保険法（昭和22　年法律第50　号）
(4)　消防法（昭和23　年法律第186　号）
(5)　建設業法（昭和24　年法律第100　号）
(6)　建築基準法（昭和25　年法律第201号）
(7)　港湾法（昭和25　年法律第218　号）
(8)　毒物及び劇物取締法（昭和25　年法律第303　号）
(9)　道路法（昭和27　年法律第180　号）
(10)　下水道法（昭和33　年法律第79　号）
(11)　中小企業退職金共済法（昭和34　年法律第160　号）
(12)　道路交通法（昭和35　年法律第105　号）
(13)　河川法（昭和39　年法律第167　号）
(14)　電気事業法（昭和39　年法律第170　号）
(15)　騒音規制法（昭和43　年法律第98　号）
(16)　廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45　年法律第137　号）
(17)　水質汚濁防止法（昭和45　年法律第138　号）
(18)　酸素欠乏症等防止規則（昭和47　年労働省令第42　号）
(19)　労働安全衛生法(昭和47　年法律第57　号）(20)
雇用保険法（昭和49　年法律第116　号）(21)　振動
規制法（昭和51　年法律第64　号）
(22)　環境基本法（平成5　年法律第91　号）

**【別紙 3】業務期間中の提出書類**

| 提出書類名 | 提出部数 | 提出時期・記載事項等 |
|---|---|---|
| 着手届 | 1 | ・契約締結後速やかに提出すること。 |
| 身分証明書発行申請書 | 1 | ・契約締結後速やかに提出すること。<br>･業務に従事する者の氏名及び生年月日を記載すること。 |
| 統括責任者、主任技術者届、水質管理業務責任者､照査技術者及びその他の技術 者 | 1 | ・契約締結後速やかに提出すること。<br>･また変更する場合も速やかに提出すること。 |
| 酸素欠乏危険作業主任者届 | 1 | ・契約締結後速やかに提出すること。<br>･酸素欠乏･硫化水素危険作業主任者技能講習修了証の写しを添付すること |
| 業務計画書 | 1 | ・契約締結後速やかに提出すること。<br>・記載内容は、要求水準書第 3 章第 2 節に従うこと。 |
| 再委託届<br>※該当する場合 | 1 | ･業務の一部を再委託する場合に提出すること。<br>・次の事項を記載すること。<br>① 再委託先の名称<br>② 再委託の種類、期間、範囲等<br>③ 再委託先に対する指導方法等<br>④ その他本市が指示する事項 |
| ポンプ場使用申請書<br>※該当する場合 | 1 | 契約締結後速やかに提出すること。 |

**【別紙 4】業務実施期間中の提出書類**

下記の提出書類には、管きょ・ポンプ場・下水処理場のすべてを含むものとする。

| 提出書類名 | 提出部数 | 提出時期・記載事項等 |
|---|---|---|
| 維持管理計画書 | 1 | ・契約締結日から14 日以内に履行期間中の計画について、別途協議のうえ提出す ること。 |
| 月間維持管理計画書 | 1 | ・各月25 日までに、翌月の計画について提出すること。 |
| 月次報告書 | 1 | ・各月5 日までに、提出すること。<br>・業務ごとに、実施した作業の内容、進捗 状況等について記載すること。 |
| 打合せ議事録 | 1 | ・打合せの都度、提出すること。 |
| 作業日報 | 1 | ・日々、提出すること。 |
| 週間業務予定表<br>（週間工程表） | 1 | ・原則前週の木曜日までに提出すること。<br>但し、提出する週の木曜日又は金曜日が休日の場合は、水曜日までに提出すること。 |
| 資料・物品貸与申請書 | 1 | ・資料及び物品を借用するに当たって提出すること。 |
| 緊急連絡表 | 1 | ・夏期休暇、年末年始休暇及び大型連休を迎えるに当たって提出すること。 |
| 各種届出書の写し | 1 | ・法令に基づき、官公署へ届け出た文書の写しを提出すること。 |

【別紙 5】業務完了時の提出図書

1　維持管理計画及び月間維持管理計画策定業務

下記の提出書類には、管きょ・ポンプ場・下水処理場のすべてを含むものとする。

| 提出図書名 | 仕様 | 部数 |
|---|---|---|
| 維持管理計画書 | A4 版製本 | 必要部数 |
| 月間維持管理計画書 | A4 版製本 | 必要部数 |
| 維持管理計画図 | 原図一式・白焼 | 原図：1 部<br>白焼：必要部数 |
| その他参考資料 | A4 版製本 | 2 部 |
| 打合せ議事録 | A4 版製本 | 2 部 |
| 上記図書の電子データ | CD-R 又はDVD-R | 一式 |

2　計画的維持管理業務

下記の提出書類には、管きょのみとする。

| 提出図書名 | 提出部数 | 提出時期・記載事項等 |
|---|---|---|
| 点検・調査等業務報告書 | 2 | ・業務終了後、速やかに提出すること。<br>・作成にあたっては、【別紙10　点検・調査業務報告書作成要領】を参照すること。 |
| 清掃業務報告書 | 2 | ・業務終了後、速やかに提出すること。<br>・作業記録写真を含めること。 |
| 住民対応・事故対応業務報告書 | 2 | ・業務終了後、速やかに提出すること。 |
| 完了届 | 2 | ・毎年3 月末日までに提出すること。 |
| 年次報告書 | 2 | ・毎年3 月末日までに提出すること。<br>・月次報告書を取りまとめ、各種業務を横断的にした効率化を図れる対策案・考察を加えること。 |

| | | |
|---|---|---|
| 支払請求書及び明細書 | 2 | ・ 毎年3 月末までに提出すること。 |

3　　日常的維持管理業務

下記の提出書類には、管きょのみとする。

| 提出図書名 | 提出部数 | 提出時期・記載事項等 |
|---|---|---|
| 住民対応・事故対応報告書 | 2 | ・業務終了後、速やかに提出すること。 |
| 災害対応業務報告書 | 2 | ・ 業務終了後、速やかに提出すること。<br>・ 作業記録写真を含めること。 |
| 下水道管路施設維持管理計画業務報告書 | 必要部数 | ・ 業務終了後、速やかに提出すること。<br>・ 各種業務の結果､過去に行われた業務成果を貸与するのでそれを踏まえ､本市の維持管理の一層の効率化に資する提言を含めること。 |
| 完了届 | 2 | ・ 毎年3 月末日までに提出すること。 |

4　　共通業務

下記の提出書類には、管きょ･ポンプ場･下水処理場のすべてを含むものとする。

| 提出図書名 | 仕様 | 提出部数と提出時期 |
|---|---|---|
| その他参考資料 | A4 版 | ・　業務終了後速やかに提出すること。<br>・　2 部 |
| 打合せ議事録 | A4 版 | ・　業務終了後速やかに提出すること。<br>・　2 部 |
| 上記図書の電子成果品 | CD-R 又は DVD－R | ・　業務終了後速やかに提出すること。<br>・　一式 |

5　　その他計画策定業務

その他計画策定業務については、別紙において記載している内容と本市による指 示によるものとする。

**【別紙 6】業務実施体制**

(1)　受託者は、契約締結後、速やかに次に掲げる統括責任者、主任技術者、照査技術 者及び担当者を配置すること。

(2)　下水道法第22条の有資格者又は、公益社団法人　日本管路管理業協会認定の「下水道管路管理総合技士」若しくは「下水道管路管理主任技士」の資格を有 するものが含まれているものとする。

(3)　受託者の中に、公共機関が発注する管路施設に関する維持管理業務と同種又は類 似する業務実績(※)を有するものが含まれていること。なお、平成26年度末 で業務完了済み、又は、平成27年度中に契約し履行中のものも対象とする。

※同種業務とは【別紙 1】業務概要に示す2(1)(2)及び(3)の業務とする。 また、類似業務とは【別紙 1】業務概要 3(1)(2)に係る計画等の策定業務と する。

(4)　統括責任者は、下水道管路施設の維持管理に関する高度な技術及び相当の経験を 有するものでなければならない。また、業務に関しての運営、取締り等、業務全 体の統括を担うものとする。

(5)　主任技術者は、下水道管路施設の維持管理に関する技術及び経験を有する者でなければならない。また、業務に従事する者の技術上の指導監督を担うものとする。

(6)　水質管理業務責任者は、日本下水道事業団法施行令第4条第1項で定める第三種技術検定の合格者であるとともに、公害防止管理者・環境計量士等の科学技術に関する国家資格のうち水質管理又は水質測定についての資格を有し、水質管理業務全般について的確な判断が可能な技術及び経験を有する者であること。

(7)　受託者は、管路内の作業を行う場合は、酸素欠乏危険作業主任者を定め、現場に 常駐させ、所定の業務に従事させなければならない。

(8)　受託者は、善良な作業員を選定し、秩序正しい業務を行わせ、かつ、熟練を要する作業には、相当の経験を有する者を従事させなければならない。

(9)　計画的維持管理業務(点検・調査業務及び清掃業務)及び日常的維持管理業務に おける主任技術者は、下水道及び下水道管路施の維持管理に関しての専門的知識 及び経験を有し、専門技士や作業員に適切な指示を与え、業務を適切に実行できるものでなければならない。また業務に従事する者の技術上の指導監督を担うも のとする。この場合、隣接市町村における同様の業務従事者を充てることも可能 とする。

(10)　計画的維持管理業務の主任技術者は、下水道 管路施設工事の監理技術者若しくは、主任技術者として適切に業務を実行できる 者でなければならない。

(11)　維持管理計画策定業務についての主任技術者は、技 術士(総合技術監理・上下水道)又は技術士(上下水道)の資格を有しているものとする。

(12)　計画的維持管理業務(点検・調査業務及び清掃業務)及び日常的維持管理業務に 関しての担当者は、下水道及び下水道管路施設に関しての基礎的な知識と専門的 な経験を有し、指

示された作業に応じた適切な機械器具の操作･使用ができ、担 当者の上級者を補佐して、指示が適切にできる者でなければならない。また、概ね市内の履行場所への到着まで1時間以内の事務所に配置させ、点検･調査･清掃等を担う者とし、巡回に現地到着できる体制をとること。この場合、隣接市町 村における同様の業務従事者を当てることも可能とする。

(13) 従事者の配置

関係法令に基づき必要な資格を有する従事者を配置すること。最低限配置すべき有資格者は次のとおりである。

(ア) 下水道法施行令第１５条の３に定める資格を有する技術者

(イ) 第三種電気主任技術者

(ウ) 第一種電気工事士

(エ) 危険物取扱者（乙種第四類）

(オ) 酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習修了者（旧第二種酸素欠乏作業主任者）

(カ) 床上操作式クレーン運転技能講習修了者

(キ) 小型移動式クレーン運転技能講習修了者

(ク) 玉掛け技能講習修了者

(ケ) 自動車運転免許（普通以上）

(コ) 二級ボイラー技士免許

(サ) その他業務履行上必要とする法令で定められた資格者等

(14) 照査技術者は、受託者と直接雇用関係を有しているものであり、技術士（総合技 術監理部門（業務に該当する選択科目）又は業務に該当する部門）又はこれと同 等の能力と経験を有する技術者あるいはＲＣＣMの資格保有者(業務に該当する 部門）を有しなければならない。

(15) 照査技術者は、照査計画を作成し業務計画書に記載し、照査に関する事項を定め なければならない。

(16) 照査技術者は、設計図書に定める又は本市監督職員の指示する業務の節目毎の成果の確認を行うとともに、照査技術者自身による照査を行わなければならない。

(17) 照査技術者は、業務完了に伴って照査結果を照査報告書としてとりまとめ、照査 技術者の署名押印のうえ統括責任者に差し出すものとする。

(18) 本市に精通しているとともに、迅速かつ確実に現場に到達できること。

(19) ○○市下水道条例で定められた排水設備工事指定工事店及び排水設備工事 責任技術者として登録されたものが含まれているものとする。

(20) 本市に本店、支店又は営業所を有する事業者を共同企業体もしくは再委託先に含まなければならない。

**【別紙 7】準備機材**

| 機材名 | 用途 | 業務事務所等への常備 |
|---|---|---|
| 高圧洗浄車・強力吸引車 | テレビカメラ調査に際しての管路内洗浄等に使用 | 不要 |
| 本管用テレビカメラ | 自走式テレビカメラ搭載車､本管のテレビカメラ調査に使用 | 不要 |
| 取付管用テレビカメラ･高圧洗浄機、清掃機器一式 | 取付管のテレビカメラ調査等に使用 | 必要 |
| 管口カメラ | 管きょスクリーニング調査等に使用 | 必要 |
| 作業車両 | 点検･調査業務における巡視･点検等に使用 | 必要 |
| 酸素濃度等測定器 | 管路､マンホール内等の作業に際して使用 | 必要 |
| 発電機・送風機 | 点検･調査業務､緊急時対応業務等に使用 | 必要 |

＊　上記機材の使用に必要な燃料、消耗品等の他、業務事務所の運営に必要となる備品等を含む。

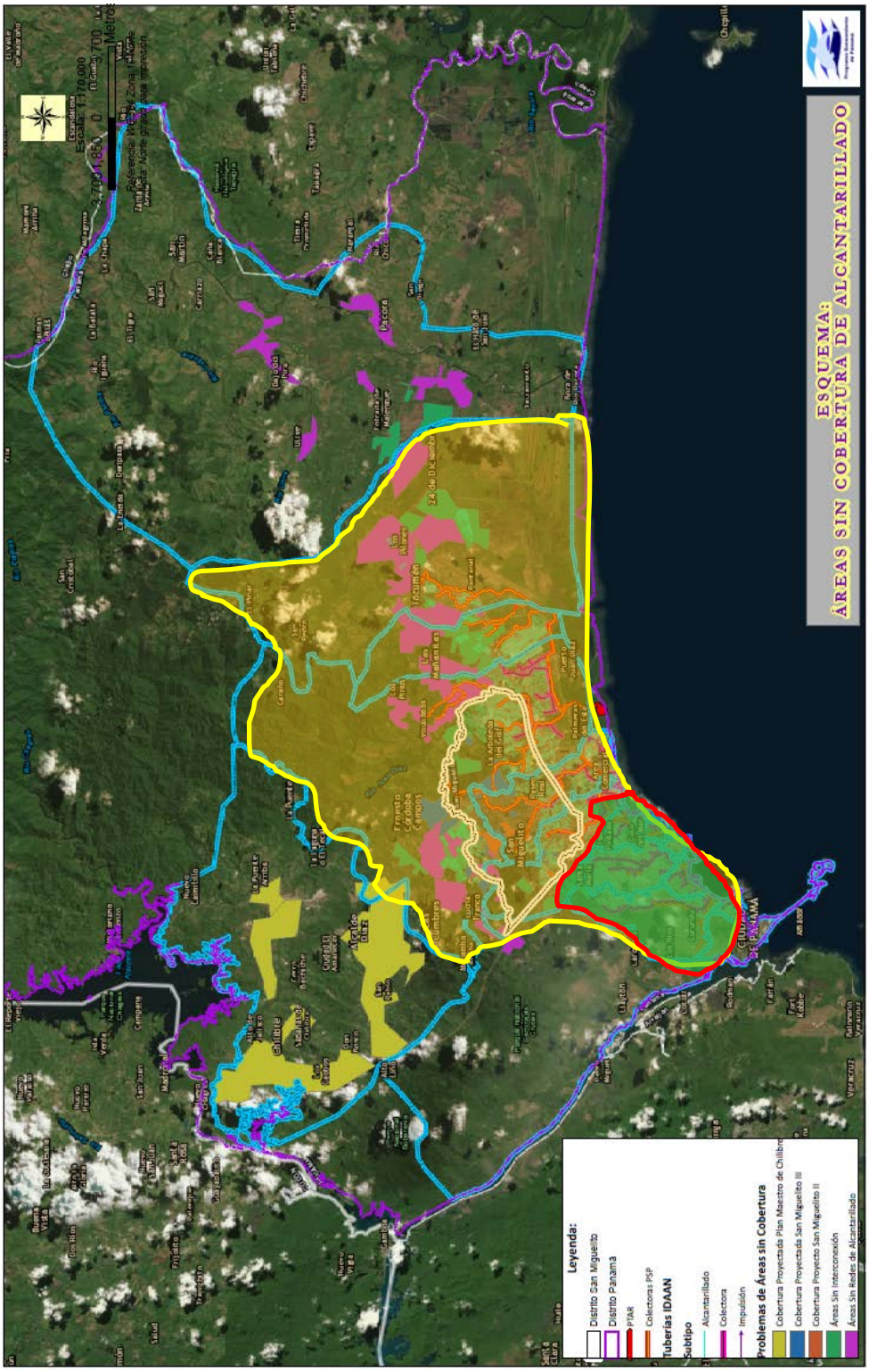
＊　隣接市町村における同様の業務にて使用する機材を充てることも可能とする。

＊　常備が必要なものに関しては、必要な場合には迅速に対応できる配備とする。

【別紙 8】参考図書

(1)　○○市下水道標準構造図
(2)　ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き(案)（国土交通省）
(3)　下水道施設改築・修繕マニュアル(案)　（日本下水道協会）
(4)　下水道施設維持管理積算要領一管路施設編一（日本下水道協会）
(5)　下水道施設維持管理積算要領一終末処理場,ポンプ場施設編一(日本下水道協会）
(6)　下水道施設計画設計指針と解説（日本下水道協会）
(7)　下水道維持管理指針（日本下水道協会）
(8)　下水道施設の耐震対策指針と解説（日本下水道協会）
(9)　下水道の地震対策マニュアル（日本下水道協会）
(10)　管更生の手引き(案)　（日本下水道協会）
(11)　下水道管きょ改築等の工法選定の手引き(案)　（日本下水道協会）
(12)　下水道管路施設腐食対策の手引き(案)　（日本下水道協会）
(13)　下水道管路施設テレビカメラ調査マニュアル(案)　（日本下水道協会）
(14)　水理公式集（土木学会）
(15)　コンクリート標準示方書（土木学会）
(16)　日本工業規格（JIS）
(17)　日本下水道協会規格（JSWAS）
(18)　道路橋示方書・同解説（日本道路協会）

【別紙 9】点検、調査対象路線図（黄色：河川 DO 調査区域、緑色：管きょ調査区域）



## 【別紙 10】点検、調査業務報告書記載要領

### 1 一般事項

(1)　点検・調査業務報告書及び調査業務報告書は、本要領に従い作成すること。

(2)　様式は、Ａ４判横書きとし、図面は、縮尺、寸法を明記し、製本すること。

(3)　表紙には、調査年度、調査番号、調査件名、調査期間、本市担当グループ、請負者名等を記入すること。また、背表紙にも調査年度、調査番号、調査件名、請負者名等を記入すること。

### 2 記載事項

点検業務報告書及び調査業務報告書は、下記の事項について内容を明記すること。調査総括表、調査集計表及び調査記録表に用いる凡例は表－１に、管口カメラ調査スクリーニング判定基準案は表-2、管きょ調査判定基準は表－３に、マンホール調査判定基準は表－４による。

(1)　テレビカメラ調査（管口カメラ）

① 調査目的
② 調査概要
③ 案内図
④ 調査箇所図
⑤ 調査総括表
⑥ 調査集計表、調査記録表（表－６参照）
⑦ 考察
⑧ 作業記録写真

(2)　目視調査

テレビカメラ調査項目に準ずる。

(3)　取付管調査

テレビカメラ調査項目に準ずる。

(4)　点検

特記仕様書による。

### 3 管路施設の点検方法の分類と内容

| 分類 | 調査方法 | 調査項目 | 適用範囲とその内容 | |
|---|---|---|---|---|
| 点検 | 管口テレビカメラ<br>(簡易テレビカメラ) | 表－2<br>表－3<br>表－4<br>表―5<br>表－6 | マンホール及び 管内の点検 | 地上部より管内を管口テレビカメラにより調査する。 |

### 4　　留意事項

(1)　調査結果をテレビモニターからビデオテープ等に収録する場合は、指定の一般用 ビデオテープ等に収録すること。なお、提出するビデオテープ等及び写真には、 件名、地名、路

線番号、継手番号、管径、並びに距離等をタイプ表示すること。

(2)　提出する成果品は、次のとおりとする。

①　点検・調査業務報告書

②　不良箇所写真帳

③　ビデオテープ等（テレビカメラ調査の場合）

④　その他本市の指示するもの

表－１　凡例

| 管路施設 | 種別 | 記号 |
|---|---|---|
| 本管・取付管 | 陶管 | T.P |
| | 鉄筋コンクリート管 | H.P |
| | 硬質塩化ビニル管 | VP |
| | その他 | |
| 汚水ます | L 形ます | |
| | 丸ます | ⑤　⑮　⑳ |
| 取付管 | 取付管 | |
| | 取付管（直取り付け） | ・・・・・・・ |
| | ソケットのみ | × |

表　2　管口カメラ調査スクリーニング判定基準(案)

| 区分 | | 管内異常※1 の | |
|---|---|---|---|
| | | 無し | 有 |
| 流下阻害物※3 の有無 | 無し | 経過観察 | 洗浄工＋詳細調査 |
| | 有り | 洗浄工＋詳細調査※4 | 洗浄工＋詳細調査※4 |

※1:腐食，たるみ，破損，クラック，継手ズレ，浸入水

※2:異常のランク判定は，困難であるため行なわず，※1　の項目が1箇所でも見られた場合【有り】とする

※3:樹木根侵入，取付管の突出し，油脂の付着，モルタルの付着

※4:流下阻害物は管内の異常箇所から入ることが多いため詳細調査対象とする

表－3　管きょ（剛性管）調査判定基準

| | 項目＼ランク | | A | B | C |
|---|---|---|---|---|---|
| スパン全体で評価 | 管の腐食 | | 鉄筋露出状態 | 骨材露出状態 | 表面が荒れた状態 |
| | 上下方向のたるみ | 管渠内径700 ㎜未満 | 内径以上 | 内径の1/2 以上 | 内径の1/2 未満 |
| | | 管渠内径700 ㎜以上 1650 ㎜未満 | 内径の1/2 以上 | 内径の1/4 以上 | 内径の1/4 未満 |
| | | 管渠内径1650 ㎜以上 3000 ㎜以下 | 内径の1/4 以上 | 内径の1/8 以上 | 内径の1/8 未満 |

| | 項目＼ランク | | a | b | c |
|---|---|---|---|---|---|
| 管1本毎に評価 | 管の破損 | 鉄筋コンクリート管等 | 欠落 軸方向のクラッ クで幅5 ㎜以上 | 軸方向のクラックで幅2 ㎜以上 | 軸方向のクラッ クで幅2 ㎜未満 |
| | | 陶 管 | 欠落 軸方向のクラッ クが管長の1/2 以 上 | 軸方向のクラッ クが管長の1/2 未満 | － |
| | 管のクラック | 鉄 筋 コンクリート管等 | 円周方向のクラ ックで幅5 ㎜以上 | 円周方向のクラックで幅2mm 以 上 | 円周方向のクラックで幅2mm未満 |
| | | 陶管 | 円周方向のクラックでその長さ が円周の2/3 以上 | 円周方向のクラックで その長さ が円周の2/3 未満 | － |
| | 管の継手ズレ | | 脱却 | 鉄筋コンクリー ト管:70mm以上 陶管:50mm以上 | 鉄筋コンクリート管等: 70mm未満 陶管:50mm未満 |
| | 浸入水 | | 噴き出ている | 流れている | にじんでいる |
| | 取付け管の突出し 注 3 | | 本管内径の1/2 以上 | 本管内径の1/10 以上 | 本管内径の1/10 未満 |
| | 油脂の付着 注 3 | | 内径の1/2 以上閉塞 | 内径の1/2 未満閉塞 | — |
| | 樹木根侵入 注 3 | | 内径の1/2 以上閉塞 | 内径の1/2 未満閉塞 | — |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | モルタル付着 注 3 | 内径の3 割以上 | 内径の1 割以上 | 内径の1 割未満 |

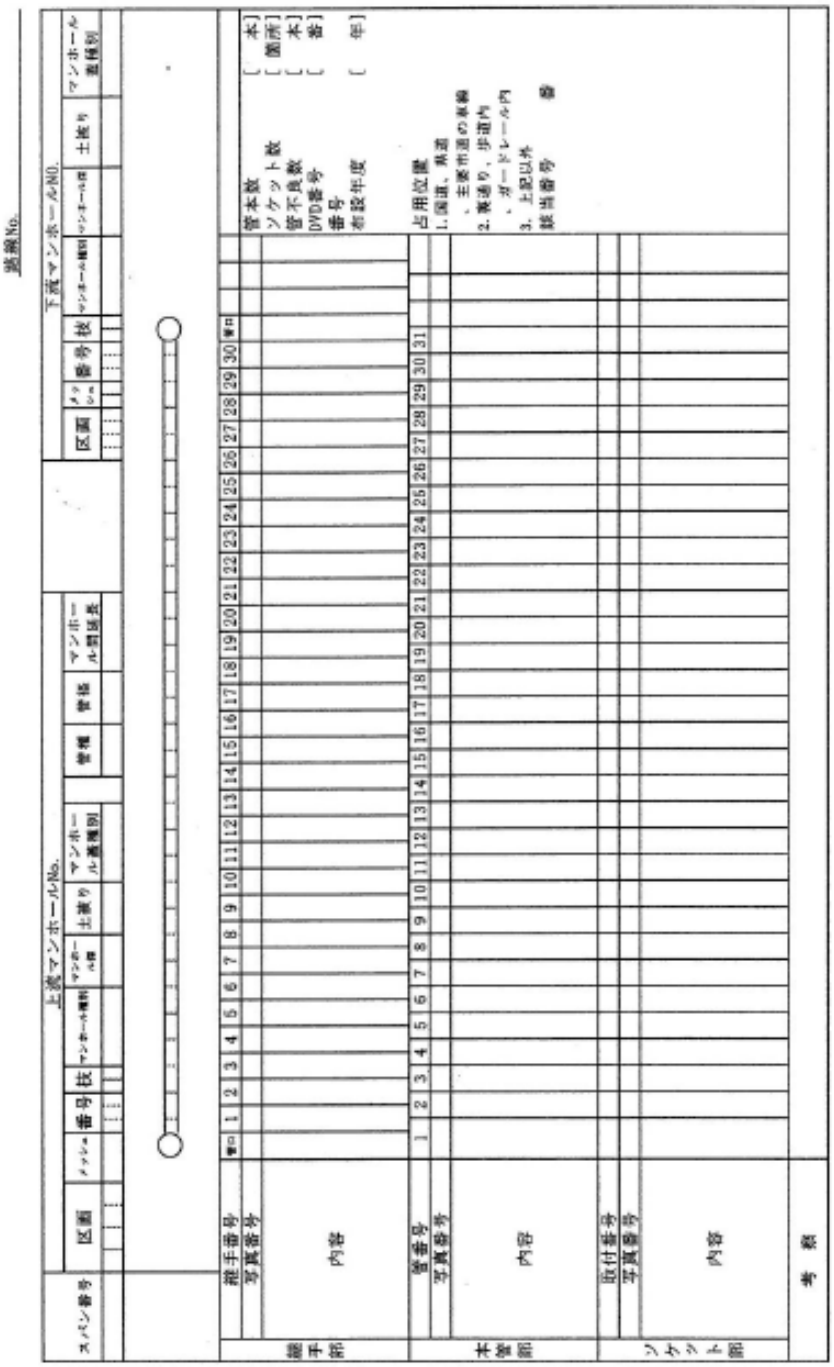
注1　　段差は、㎜単位で測定する。また、その他の異常(木片、他の埋設物等で上記にないもの)も調査する。

2　　取付け管の突出し、油脂の付着、樹木根侵入、モルタル付着については、基本的 に洗浄等で除去できる項目とし、除去できない場合の調査判定基準とする。

表－４　　管きょ（可とう性管）調査判定基準（省略）

表－５　　マンホール調査判定基（省略）

表－６　　点検、調査業務報告書調査表（例）



| 異常内容 ＼ 異常箇所 | 管の腐食 A | 管の腐食 B | 管の腐食 C | 上下方向のたるみ | 管の破損 a | 管の破損 b | 管の破損 c | 管のクラック a | 管のクラック b | 管のクラック c | 管の継手ズレ a | 管の継手ズレ b | 管の継手ズレ c | 接合水 a | 接合水 b | 接合水 c | 取付管の突出し a | 取付管の突出し b | 取付管の突出し c | 油脂の付着 a | 油脂の付着 b | 油脂の付着 c | 樹木根侵入 a | 樹木根侵入 b | 樹木根侵入 c | モルタル付着 a | モルタル付着 b | モルタル付着 c | 計 A・a | 計 B・b | 計 C・c | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継手部 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 本管部 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ソケット部 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注1　考察欄には、管路施設の現地状況に加え、道路交通状況、生活環境概要、近接工事、損傷原因、損傷の進行性、損傷の新旧等について記述すること。
注2　計（ ）内の数値は、スパン全体で評価する「管の異常」、「上下方向のたるみ」、清掃等で除去可能な「樹木根侵入」及び「取付管の突出し」を除いたものである。

出典：下水管きょ改築等の工法選定の手引き（案）平成14年5月（社）日本下水道協会

## 【別紙 11】業務移行期間の実施方法等

業務移行期間における具体的な内容・実施方法等は、以下に示すとおりとする。なお、移行期間において、受託者が実施する内容・方法などに不備若しくは未完成の部分が生じた場合でも、これを以て、この契約上で受託者が負うべき責任を免れることはできない。

### 1　実施計画

(1) 引継ぎ方法

① 移行期間における引継ぎは受託者の負担により本市及び次期受託者に実施するものとする。

② 受託者は事業着手前に、前受託者若しくは本市より本事業に係る引継ぎを受けるものとする。

(2) 実施計画

① 受託者は履行期限40 日前までに、業務引継ぎに係る実施計画書を作成し、委託者に提出すること。

② 本市と受託者は、受託者が提出した実施計画書について10 日以内に検討・協議し実施内容を決定する。

③ 実施計画書に変更があるときは変更当事者が速やかに相手方に通知すること。

### 2 実施内容

(1) 本件施設の特性の把握

① 業務事務所及び備品等の利用方法の把握
② 下水道台帳及び現地確認等による本件施設の位置等の把握
③ 過去の異常内容や発生頻度、異常時の対応措置等の把握
④ データベース等保管情報の運用方法についての把握
⑤ その他委託者又は受託者が必要とする事項

(2) 業務実施に関する書類等の作成方法

① 運営期間における維持管理計画書の作成方法。
② 月間維持管理計画書の作成方法
③ 業務報告に関する書式の作成方法
④ 緊急時対応などに関するマニュアルの作成方法
⑤ その他本市又は受託者が必要とする事項

### 3 その他

移行期間の実施にあたって疑義ある場合は、本市及び受託者は相互に協力し合い誠意を持ってこれを解決するものとする。

**【別紙 12】業務指標**

業務指標としては、下表を目標値とする。

業務指標としては、下表を目標値とする。

| 分類 | | | 指標の名称 | 目標値 | 単位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 管理状況 | 機能障害と劣化状況 | ①-1-1 | 道路陥没箇所数 | 0.013 | 箇所/km/年 |
| | | ①-1-2 | 管渠等の詰まり事故発生件数 | 0.055 | 件/km/年 |
| | | ①-2-10 | 応急措置実施数 | 10 | 件/年 |

下記の指標（参考）については、本契約期間内に適切な目標値を設定するため検討すること。全ての業務指標について、目標値を設定し、評価するものではない。

| 分類 | | | 指標の名称 | 単位 |
|---|---|---|---|---|
| ①管理状況 | 機能障害と劣化状況 | ①－1－3 | ポンプ設備の老朽化率 | % |
| | | | 主要設備の老朽化率 | % |
| | | | 水処理プロセス余裕率 | % |
| | | ①－1－4 | 管路の老朽化率 | % |
| | | ①－1－5 | マンホール蓋の老朽化率 | % |
| | | ①－1－6 | 管きょの損傷率 | % |
| | | ①－1－7 | マンホールの損傷率 | % |
| | | ①－1－8 | 公共汚水桝の損傷率 | % |
| | | ①－1－9 | 取付管の損傷率 | % |
| | 実施業務量 | ①－2－11 | 管きょのテレビカメラ調査実施率 | % |
| | | ①－2－12 | マンホールの目視調査実施率 | % |
| | | ①－2－13 | 取付管のテレビカメラ点検・調査実施率 | % |
| | | ①－2－14 | 清掃の実施率 | % |
| | 施設の安全性 | ①－3－15 | 管きょの改善率 | % |
| | | | 非常時電源確保率 | % |
| | | | 目標水質達成率 | % |
| | | ①－3－16 | マンホール蓋の改善率 | % |
| | | ①－3－17 | 取付管の改善率 | % |
| | | ①－3－18 | 公共汚水桝の改善率 | % |
| | | ①－3－18 | 第三者への事故発生件数 | 件 |
| ビス | 使用者サービス | ②－1－1 | 連絡・相談・苦情件数 | 件／km |
| | | ②－1－2 | 連絡・相談・苦情の内、公共施設に関する件数 | 件／km |

| 分類 | | | 指標の名称 | 単位 |
|---|---|---|---|---|
| | | ②－1－3 | 連絡・相談・苦情の処理率 | % |
| | | | 法定水質基準遵守率 | % |
| | | | 汚水処理原価(維持管理費) | ($/m3) |
| | | ②－1－4 | 悪臭に関する苦情件数 | 件／km |
| | | ②－1－5 | マンホール蓋に関する苦情件数 | 件／km |
| | | ②－1－6 | 工事・作業に対する苦情件数 | 件／km |
| ③環境への配慮 | 環境への配慮 | ③－1 | 悪質下水流出報告回数 | 回 |
| | | | 水処理電力原単位 | Kwh/m3 |

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

# 中長期下水道施設管理計画(案)

**平成 29 年 5 月**
**(2017 年)**

**独立行政法人**
**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 中長期下水道施設管理計画(案)

目　次


1.　基礎調査 ..... 1
1.1.　プロジェクトで建設された下水道施設の現状 ..... 1
1.1.1　管渠およびポンプ場の現状 ..... 1
1.1.2　JD 下水処理場の現状 ..... 3
1.2　施設能力の概要 ..... 3
2　下水道施設の現状分析と課題 ..... 6
2.1　処理施設の現状と課題 ..... 6
2.1.1　ポンプ場の現状 ..... 6
2.1.2　下水処理場の現状 ..... 7
2.1.3　ファンディアス下水処理場運転・維持管理費 ..... 8
2.1.4　電力使用量 ..... 9
2.1.5　維持管理費の整理 ..... 12
2.1.6　汚泥処分 ..... 12
2.2 現有施設能力の評価 ..... 14
2.2.1 ファンディアス処理場の主な課題等 ..... 14
2.2.2 現有施設の能力評価 ..... 15
3　基本条件の整理 ..... 28
3.1　関連法制度 ..... 28
3.1.1　排水基準 ..... 28
3.1.2　下水汚泥の農業利用基準 ..... 28
3.2　計画諸元 ..... 32
3.2.1　流入水量予測 ..... 32
3.2.2　発生汚泥量予測 ..... 33
3.3　その他の設計諸元 ..... 36
3.4　運転維持管理費の予測 ..... 36
4　処理場施設更新計画 ..... 38
4.1　基本方針 ..... 38
4.1.1　更新計画の考え方 ..... 38

4.1.1.1 水処理の考え方 ..... 38
4.1.1.2 汚泥処理の考え方 ..... 39
4.2 処理場施設更新計画 ..... 39
5 財政計画 ..... 41
5.1 建設コスト ..... 41
5.2 運転維持管理費 ..... 44

# 1. 基礎調査

## 1.1. プロジェクトで建設された下水道施設の現状

### 1.1.1 管渠およびポンプ場の現状

ファンディアス処理区のコレクターおよびインターセプターの概要を図 1.1.1 に示す。

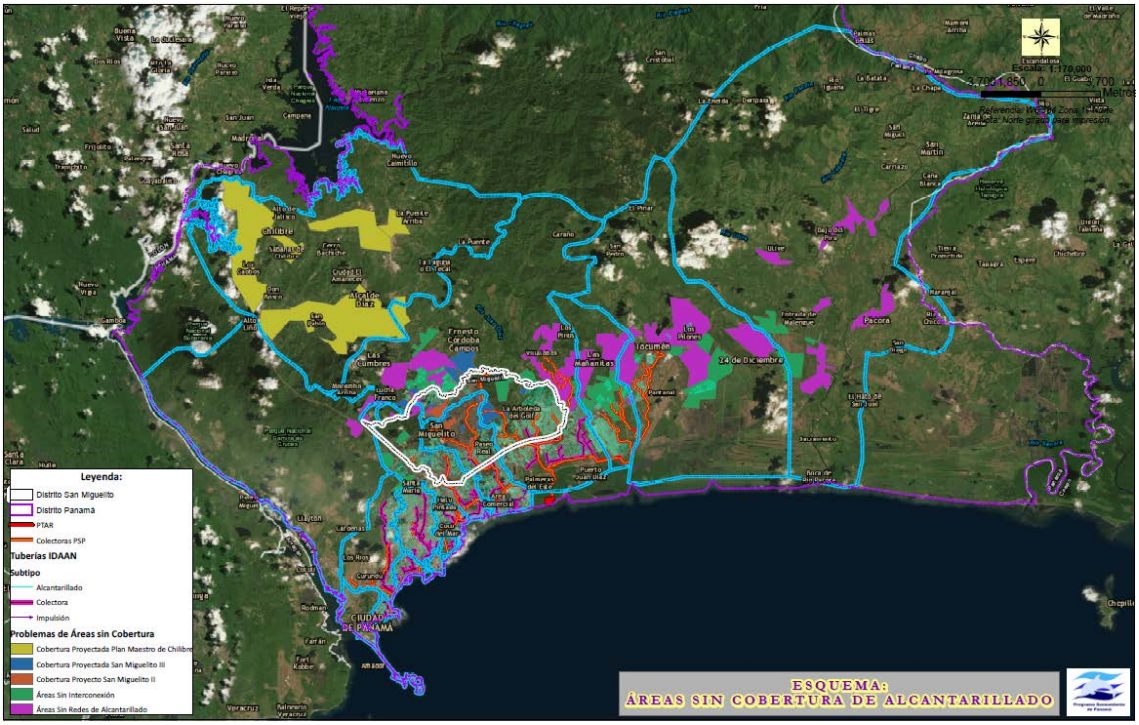



**図 1.1.1 ファンディアス処理区のコレクターおよびインターセプターの概要図**

図中の黄色は IDAAN のマスタープランの区域であり、ピンク色は UCP が整備を計画している区域である。緑は整備済みであるが、接続されていない区域を示している。C/P によると、IDAAN の汚水管渠が市内の約 60%で布設済みであり、プロジェクト毎に区域が整備されるため、年次毎の整備計画はなく、年次毎の整備区域からの下水処理場への流入予測等は困難な状況にある。

表 1.1.1 に 10 箇所の主なポンプ場の概要を示す。ポンプ場の供用開始年とポンプ設備の設置年とが数年乖離しているため、ここではポンプの設置年を示した。

**表 1.1.1 ポンプ場の概要**

| No. | 名前 | ポンプ設置年 (year) | ポンプ仕様 | 発電機 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Casco Antiguo | 2015 | KSB/AMAREX KRT,φ200mm× 4.50m3/min×3units× 40HP,1800rpm | |
| 2 | Estacion de Bombeo 1 | 2009 | ABS/AFP3502-60Hz, 46.32m3/min×3units×100HP(84kw),880rpm | ○ |
| 3 | Estacion de Bombeo 2 | 2009 | ABS/AFP3502-60Hz, 111.36m3/min×6units×125HP(84kw),880rpm | ○ |
| 4 | Estacion de Bombeo 3 | 2009 | MODELO/AFP1547/60Hz/230v, 9.48m3/min×3units×20Hp(13kw),1760rpm | |
| 5 | Estacion de Bombeo Atlapa | | MODELO ITT FLYGT,3356, 31.20m3/min×4units×20Hp | － |
| 6 | Estacion de Albrook | 2015 | MODELO KSB9972759945-60Hz, 2.70m3/min×3units× Hp | － |
| 7 | Estacion de Bombeo el Tunel en Chanis | (2013) | MODELO KSB9972759945-60Hz,65.98m3/min×5units×Hp(649kw), 859.1rpm | 2 方向受電 |
| 8 | Estacion de Bombeo Matias Hernadez | (2013) | MODELO ITT FLY3356, 28.28m3/min×4units×Hp(160kw)×460V, | 〃 |
| 9 | Estacion de Bombeo Juan Dias | 2012 | MODELO ABS/AFP5001/60Hz,84.42m3/min×5units×Hp(335kw)×460V,710rpm | 〃 |
| 10 | Estacion de Bombeo Tocumen | 2012 | MODELO ABS /AFP501, 33.36m3/min×5units× Hp(150kw)×460V,880rpm | 〃 |

（ ）は、供用開始年を示す。

### 1.1.2 JD 下水処理場の現状

ファンディアス-下水処理場月報より、処理水量と脱水汚泥量の推移を図 1.1.2 に示す。2013 年 6 月に供用開始し、2015 年には 4 系列とも使用されている。汚泥は含水率 75%未満に脱水され、Cerro Patacon 埋立地に運ばれ、処分されている。

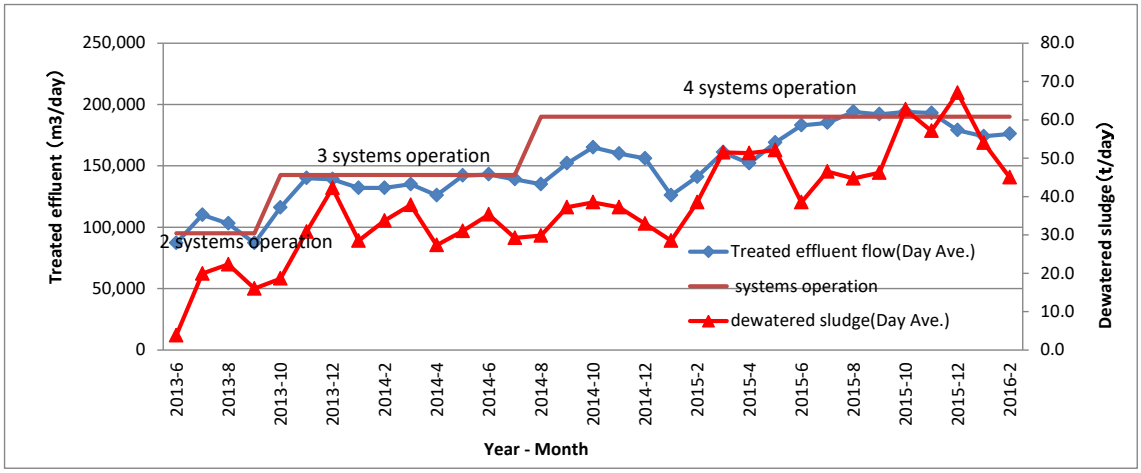



**図 1.1.2 処理水量と脱水汚泥量の推移**

## 1.2 施設能力の概要

図 1.2.1 に処理場配置図を、図 1.2.2 に処理フロー図を示す。

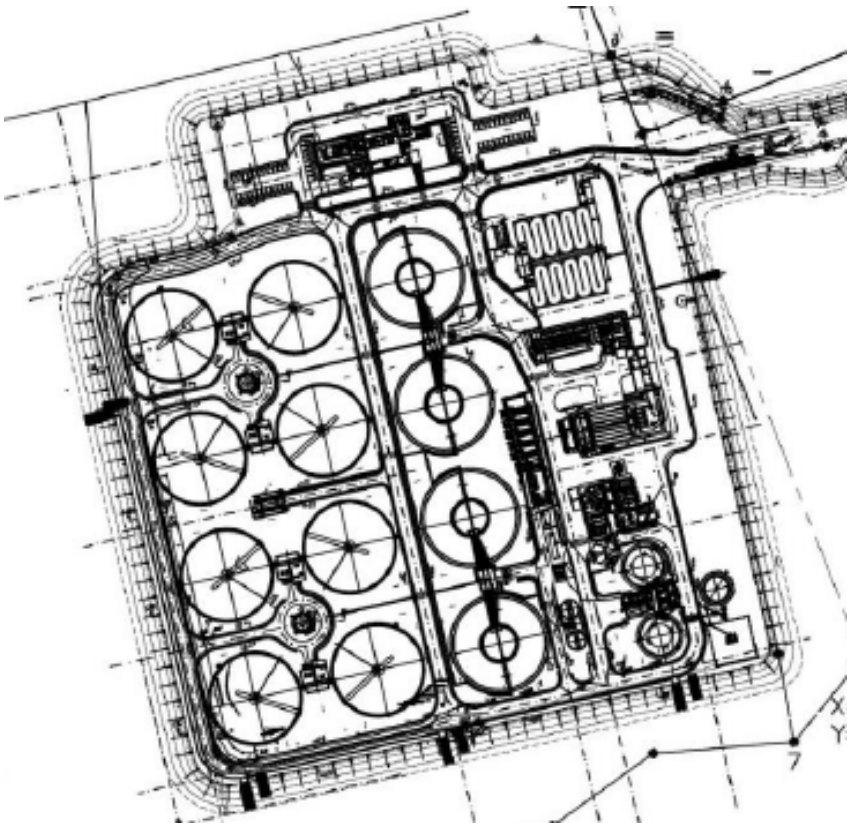


**図 1.2.1 処理場配置図**

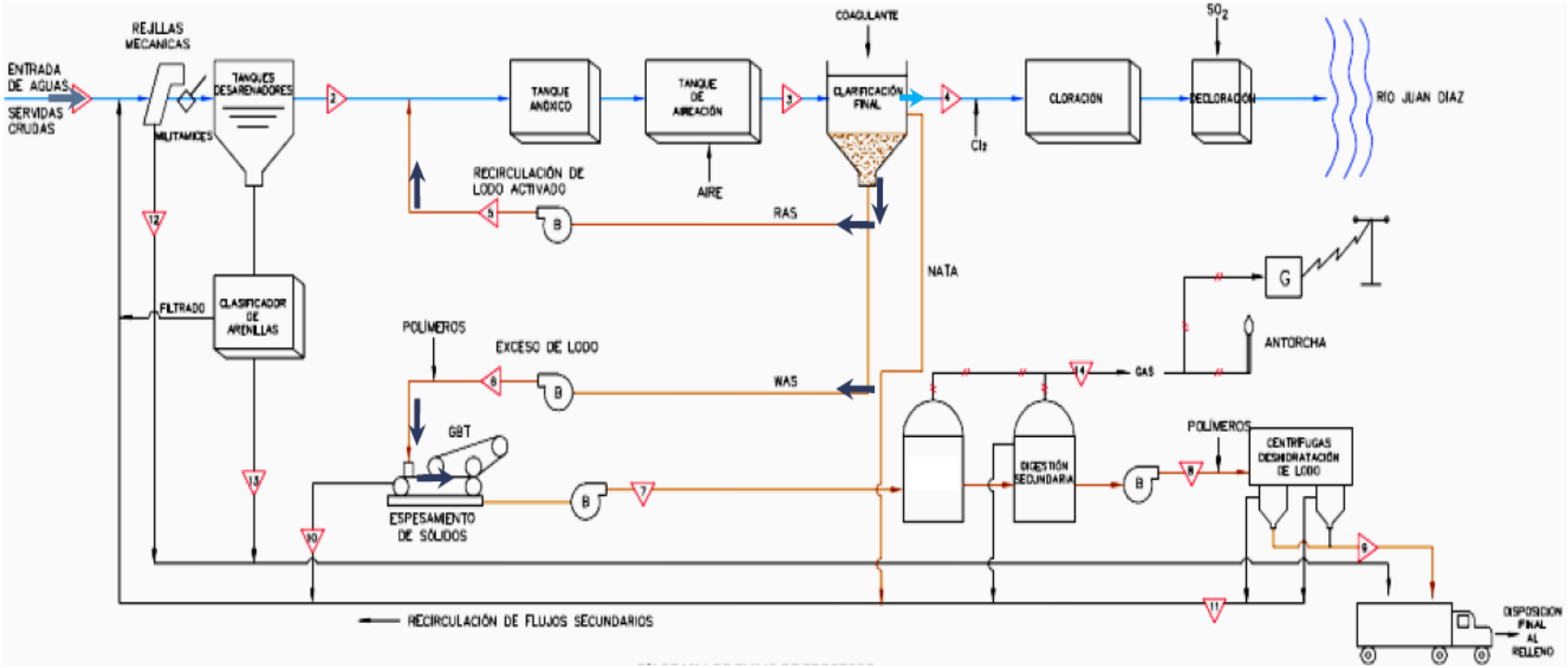



**図 1.2.2　汚水および汚泥処理フロー図**

ファンディアス下水処理場の施設概要を表 1.2.1 に示す。

**表 1.2.1 第1モジュールにおける下水処理設備**

| No | 名称 | 台数 | 形式 | 能力 |
|---|---|---|---|---|
| 前処理 | スクリーン | 4 | 目幅 6mm | |
| | 矩形沈砂池 | 4 | 4.0m×18.0m×3.7m, A=72m2 | 浮上分離<br>設計水面積負荷 50$m^3/m^2/h$ |
| 二次処理 | 無酸素槽 | 4 | φ17m÷2×6.7m, V=760m3 | |
| | 曝気槽 | 4 | φ47m(−φ17m)×H=6.7m、V=11,325m3 | ・MLSS:2,000mg/l |
| | 後曝気槽 | 4 | φ17m÷2×H=6.2m、V=700m3 | |
| | 最終沈澱池 | 8 | ・φ43m×H=4.1m、1,452$m^2$/tank<br>・MLSS:4,000mg/l | ・Overflow rate20.5$m^3/m^2$・day |
| | 返送汚泥ポンプ | 2＋予備 1 | ・1,240m3/h・台×2 台×4 組<br>(各組 1 台予備有り) | ・Return rate 100 %<br>・1,240$m^3$/hr |
| | 余剰汚泥ポンプ | 1＋予備 1 | ・50m3/h・台×1 台×4 組<br>(各組 1 台予備有り) | ・50$m^3$/hr |
| | 塩素混和地 | 2 | 接触時間 30min | |
| 汚泥処理 | 重力濃縮槽 | 2 | ・φ9m、V=236$m^3$/tank<br>・MLSS:10,000~12,000mg/l | ・472m3、2hr |
| | 機械濃縮 | 2＋予備 1 | ・ベルトプレス濃縮<br>・operating time (plan):22hr<br>・MLSS:55,000mg/l | ・70$m^3$/hr |
| | 移送ポンプ | 2＋予備 1 | スパイラル式 | ・15$m^3$/hr |
| | 嫌気性消化槽 | 2 | ・V=5,000$m^3$/tank×2<br>・VS/TS＝77%<br>・digestion ratio :68%<br>・digestion period:18.8day<br>・MLSS 40,600mg/l | ・10,000$m^3$ |
| | 汚泥貯留タンク | 1 | 500m3 | |
| | 汚泥脱水機 | 3 | ・遠心脱水機<br>・運転時間 (plan):22hr<br>・含水率:80%, (CaO 含む 78%) | ・15$m^3$/hr |
| | コージェネレーション | 1 | ・Cogeneration<br>・ electric power generation rato :38.2% | ・630kw |
| | ガスホルダー | 1 | ・500m3、22.6hr | ・メンブレム製 |

# 2　下水道施設の現状分析と課題

## 2.1　処理施設の現状と課題

### 2.1.1 ポンプ場の現状

コスタルレステのインターセプター沿いには、複数のポンプ場があり、2015 年より SOAP の委託による巡回管理により良好な維持管理がなされている。しかしながら、各ポンプ場とも 2013 年 6 月下水処理場の運転開始に対して、ポンプ設備が 2009.05 に購入されているものもある。それらは、設置から運転開始まで既に 4 年経過しており、未使用期間も含めて設備の老朽化が進んでいると考えられる。

また、ポンプ場建設に使用されている機械設備は、必ずしも防食対策や SUS の使用がされていないため、腐食破損したゲートスピンドルの SUS への変更等が既に発生している。

No.1 ポンプ場流入ゲートスピンドルの腐食破損（2009.05 設置）

また、施設は沿岸部に位置しているため塩害による設備の腐食や、汚水から発生する $H_2S$ による設備の腐食も考えられる状況にある。

また、2016 年 6 月に供用開始した JD ポンプ場でも、2012.06 に 6 台中 5 台のポンプが購入されており、試運転時に錆によるトラブルがみられた。

JD ポンプ場（3/17 試運転前、ポンプが錆びて動かない）

このように機械設備の一部は建設から供用開始まで 4 年程度経過しており、設備の劣化がみられるものもある。

### 2.1.2 下水処理場の現状

#### (1) 降水量と流入水量の関係

図 2.1.1 にファンディアス下水処理場への流入水量と降水量の関係について示す。パナマの年間降水量は約 3000mm と非常に多いが、毎年 2 月から 3 月は 10mm/月であり、降水量が多い 5 月から 12 月には下水処理場の処理能力を超えるためバイパス放流が発生している。

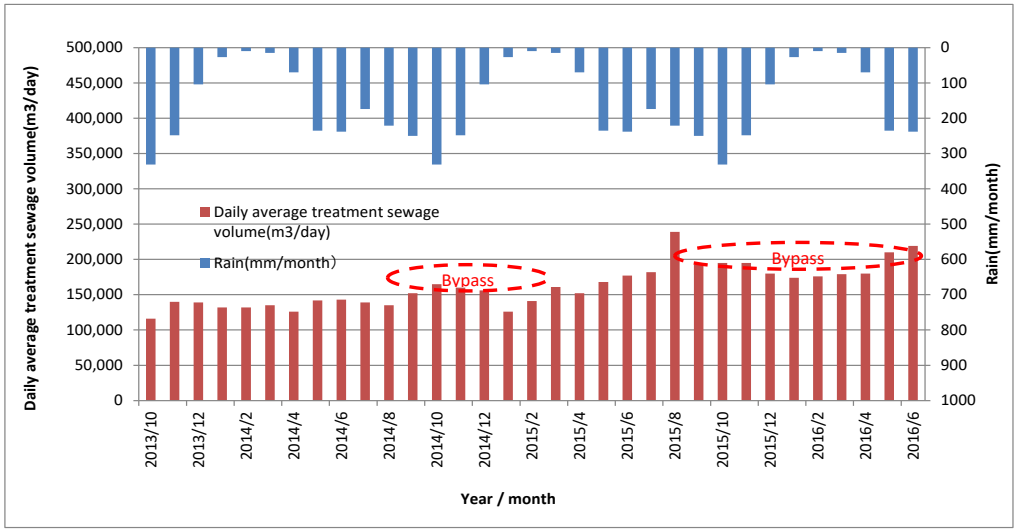



**図 2.1.1 ファンディアス下水処理場への流入水量と降水量の関係**

#### (2) 降水量と流入水質 BOD の関係

図 2.1.2 にファンディアス下水処理場への流入水質 BOD と降水量の関係について示す。

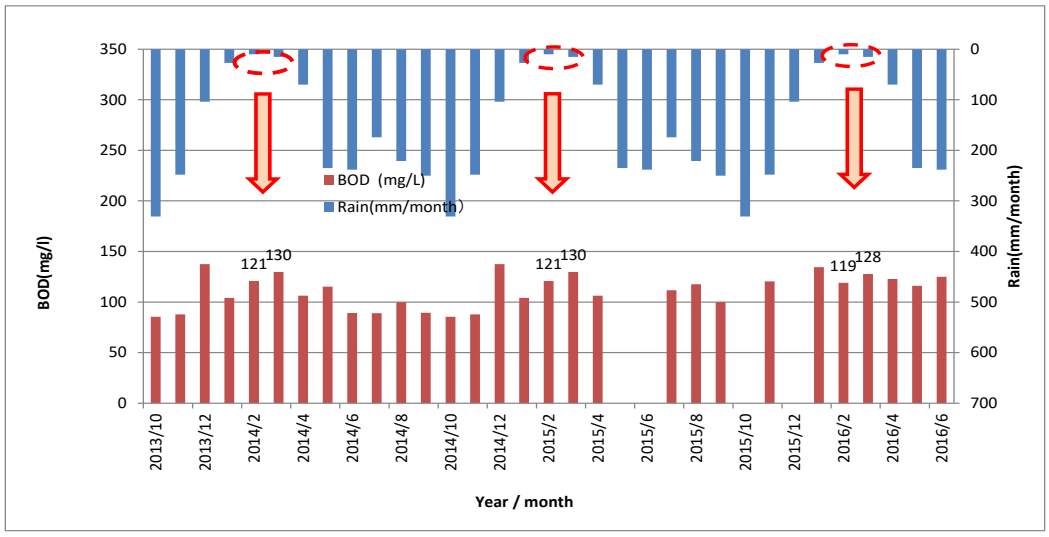



**図 2.1.2 ファンディアス下水処理場への流入水質 BOD と降水量の関係**

図 2.1.2 より、流入水質は降雨により希釈されることが分かる。また、ほとんど降水量が無い 2 月～3 月においても、流入 BOD は 120～130 mg/l であり、設計計画値 180 mg/l を大きく下回っている。

通常、日本では、1 人 1 日当たり BOD 排出負荷量 58g/人・日とされており、1 人当たり日平均排水量 300 l/日（地下水含む）とすると、1 人1日当たり流入 BOD193mg/l となる。
一方、パナマにおいては、1 人 1 日当たり使用水量 500l/日といわれており、BOD 排出負荷量が日本と変わらないとすれば、

$$58{,}000\ mg/500\ l = 116mg/l$$

となり、水道使用量の削減が無ければ、流入水質 BOD は 120mg/l 程度と考えられる。

**(3) 下水処理場流入水質と放流水質及び除去率**

表 2.1.1 にファンディアス下水処理場への流入水質と放流水質および除去率について示す。設計水質 BOD180mg/lに比べると、流入水質の平均は 119mg/l と低い状況にあり、平均除去率は 87%を超えている。

**表 2.1.1 下水処理場流入水質と放流水質および除去率**

| 項目 | 平均流入水質 (mg/l) | 平均放流水質 (mg/l) | 除去率 (%) | 放流水質基準 COPANIT35-2000 |
|---|---|---|---|---|
| $BOD_5$ | 119 | 14 | 88.2 | 35mg/l |
| SS | 134 | 17 | 87.3 | 35mg/l |
| TKN | 17.59 | 2.42 | 88.4 | 10mg/l |
| T-P | 2.84 | — | — | 5mg/l |

出典:「2015 年 7 月―2016 年 6 月ファン・ディアス下水処理場月報」

### 2.1.3 ファンディアス下水処理場運転・維持管理費

図 2.1.3 に 2015 年 4 月、2016 年 2 月、5 月のファンディアス下水処理場と日本の下水処理場の処理水量 1m3 当りの運転・維持管理費との比較を示す。
図 2.1.3 に示すファンディアス下水処理場の人件費が含まれていないが、日本での処理水量単価よりやや安価であり、日本において同規模の下水処理場が汚泥の焼却処理を行っていることを考慮すると、概ね同じ処理単価にあるとみられる。

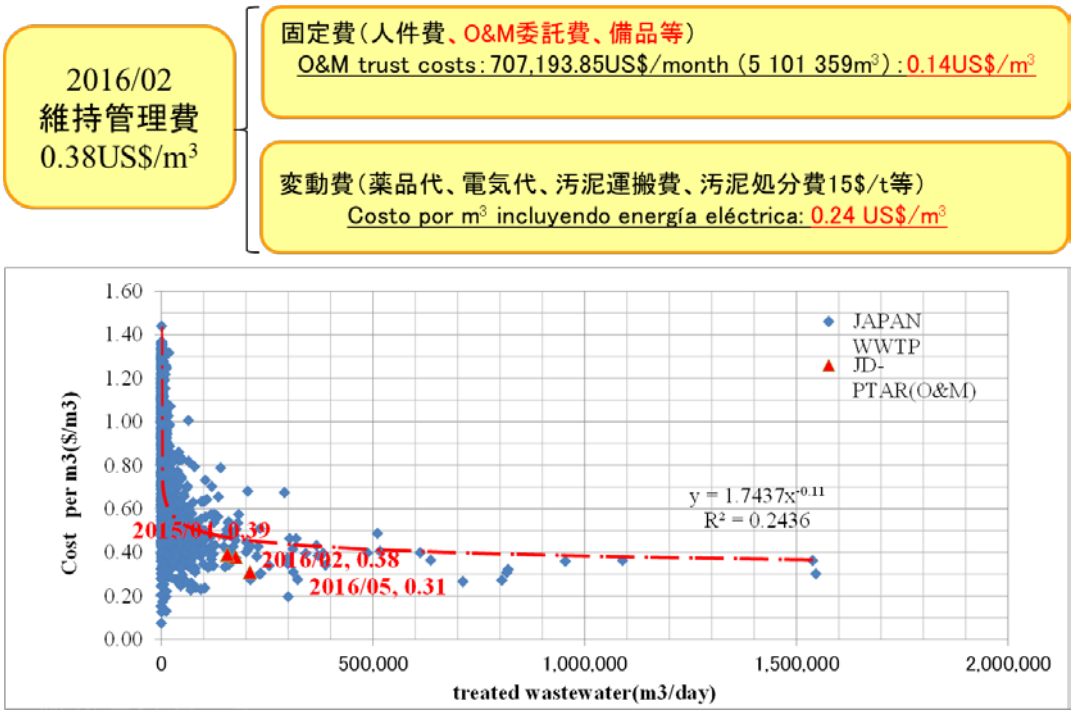



**図 2.1.3　処理水量 1m3 当たり運転･維持管理費の比較**

### 2.1.4　電力使用量

2015 年 4 月、2016 年 2 月、5 月のファンディアス下水処理場の電力使用量を表 2.1.2 に、図 2.1.4 に処理水量 1m3 当たりの電力使用量の日本における実績との比較を、図 2.1.5 に日本における用途別エネルギー消費量の内訳を示す。

日本の下水処理場に比べ、ファンディアス下水処理場は汚泥処理が脱水工程までであるにもかかわらず、電力使用量が日本と同程度であり、今後、電力使用量の削減を念頭に置いた将来の運転･維持管理費を求めていく必要があると見られる。

**表 2.1.2　ファンディアス下水処理場の 1m3 当たり電力使用量**

| | 2013 | 2014 | 2015 | 平均 |
|---|---|---|---|---|
| 流入水量(m3) | 25,065,235 | 52,435,569 | 63,545,095 | — |
| 電力使用量(kwh) | 9,714,923 | 18,575,442 | 20,075,355 | — |
| kwh/m3 | 0.39 | 0.35 | 0.32 | 0.34 |

出典：UCP 資料

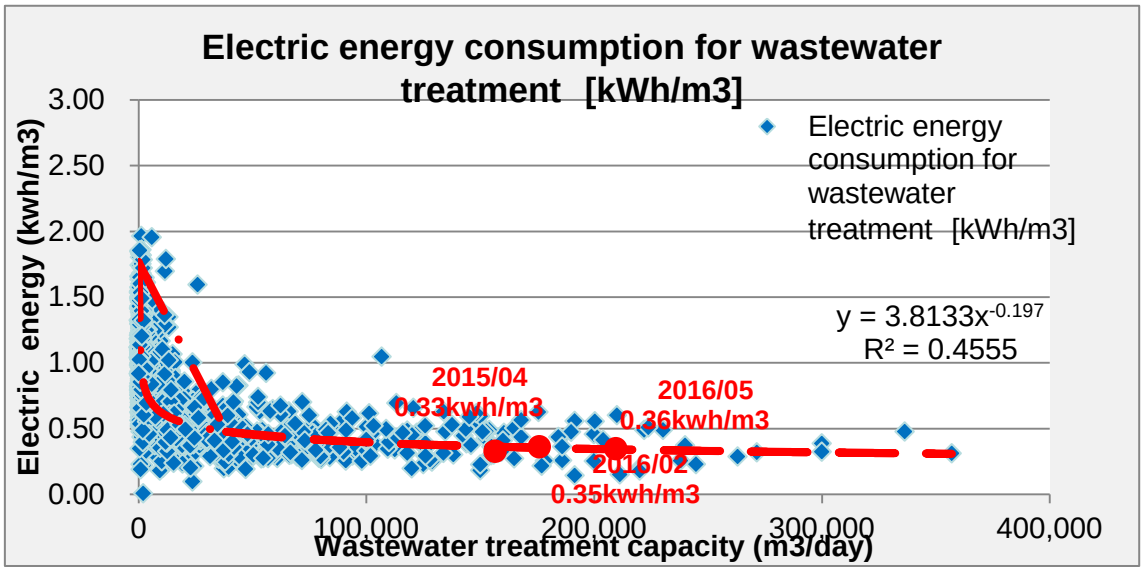



**図 2.1.4　処理水量 1m3 当たり電力使用量の比較**

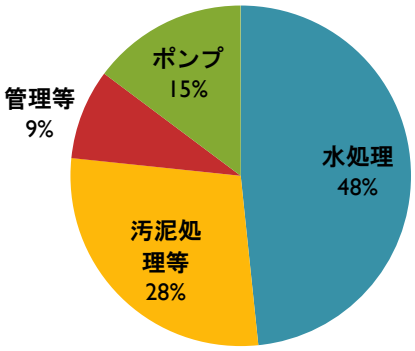



**図 2.1.5　日本の下水処理場における用途別エネルギー使用量の内訳**

日本における用途別エネルギー使用量は図 2.1.5 に示すように水処理が約 48%、汚泥処理 28%、主ポンプが 15%を占めている。

ファンディアス下水処理場での電力消費量の内訳は不明であるが、水処理方式が標準式活性汚泥法であるため、概ね同様な状況にあるとみられ、日本における汚泥焼却相当の電力量が水処理工程で使用されているとみられる。

**【参考】**

ファンディアス下水処理場と同様の処理方式を採用している日本の下水処理場の電力使用量を図 2.1.6 に示す。

（条件） 処理水量 100,000～1,000,000m3/日

- 場内ポンプ：有
- 標準活性汚泥法

・　脱臭設備：有

・　汚泥処理（濃縮→消化→脱水）

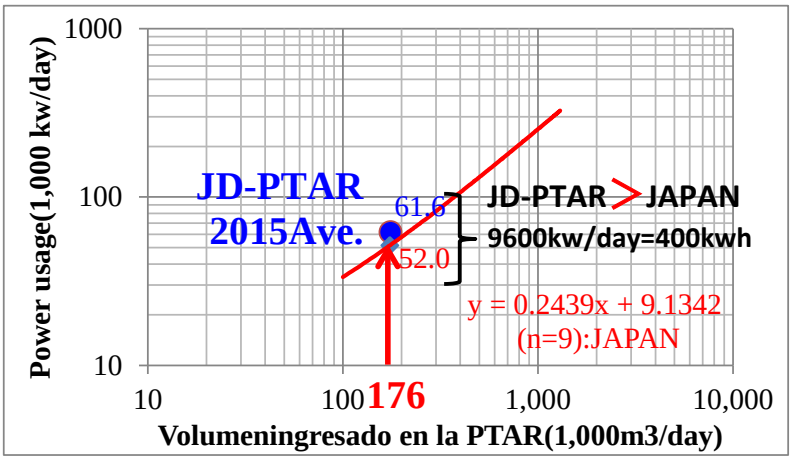



**図 2.1.6　日本の下水処理場の電力使用量との比較**

図 2.1.6 から分かるように、ファンディアス下水処理場は日本の同様な下水処理場に比べると、時間当たり 400kwh ほど電力使用量が大きいこととなる。

この原因として、エアレーションタンク内の MLSS を 2,000mg/l で運転するための最終沈殿池からの返送汚泥濃度が 4,000mg/l と非常に低濃度で返送されていることがあげられ、6,000mg/l で返送されると送水量は現在の 1/2 にできる。そのため、将来予測での返送汚泥濃度は 6,000mg/l として検討する。

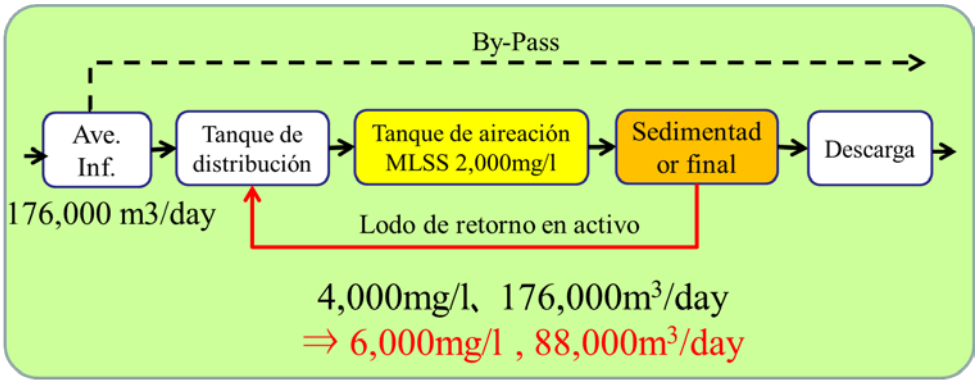



**図 2.1.7　ファンディアス下水処理場の汚水処理フロー**

### 2.1.5 維持管理費の整理

#### (1) 電気使用量及び料金単価

2013 年から 2015 年におけるファンディアス下水処理場の電気料金と流入水量から、1m3 当たりの電力料金単価を表 2.1.3 に示す。ファンディアス下水処理場では、1m3 当たりの電力使用料が 0.068US$/$m^3$(8 円/$m^3$)である。

**表 2.1.3 ファンディアス下水処理場の 1m3 当たり電力使用料**

| | 2013 | 2014 | 2015 | 平均 |
|---|---|---|---|---|
| 流入水量(m3) | 25,065,235 | 52,435,569 | 63,545,095 | — |
| 電力使用料(US$) | 1,793,752 | 3,386,756 | 4,450,792 | — |
| US$/m3 | 0.072 | 0.065 | 0.070 | 0.068 |

出典:UCP 資料

#### (2) 薬品使用量及び使用料単価

下水処理場における主な薬品であるポリマー・塩素等の 1m3 当たり年間使用料単価を表 2.1.4 に示す。

**表 2.1.4 ファンディアス下水処理場の 1m3 当たり薬品使用料及び使用料単価**

| | 2013 | 2014 | 2015 | 平均 |
|---|---|---|---|---|
| 薬品使用量(kg) | — | 844,519 | 953,117 | — |
| 薬品使用料(US$) | — | 742,212 | 828,911 | — |
| Kg/m3 | — | 0.016 | 0.015 | 0.0155 |
| US$/m3 | | 0.014 | 0.013 | 0.0135 |

出典:UCP 資料

### 2.1.6 汚泥処分

2013 年 6 月～2016 年 2 月のファンディアス下水処理場の脱水汚泥量の推移を図 2.1.8 に、汚泥処分単価を表 2.1.5 に示す。汚泥は含水率 75%未満に脱水され、Cerro Patacon 埋立地に運ばれ、処分されている。

**表 2.1.5　ファンディアス下水処理場の 1m3 当たり薬品使用料及び使用料単価**

| | 2013 | 2014 | 2015 | 平均 |
|---|---|---|---|---|
| 脱水汚泥量(t) | 4,058 | 12,334 | 17,968 | — |
| 汚泥処分料(US$) | 81,160 | 246,680 | 359,360 | — |
| US$/t | 20 | 20 | 20 | 20 |

出典:UCP 資料

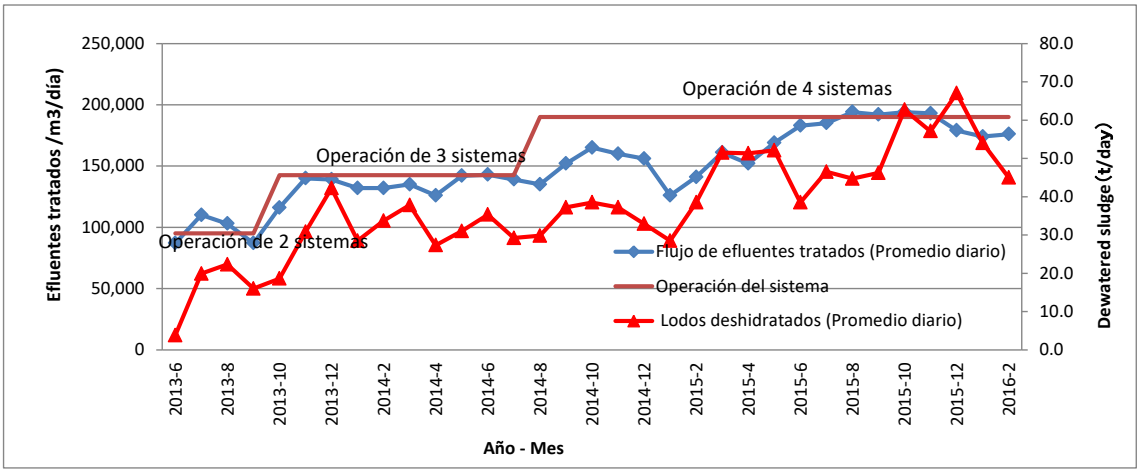



**図 2.1.8　ファンディアス下水処理場の脱水汚泥量の推移**

現在、脱水汚泥は Cerro Patacon 埋立地へ搬出されており、輸送費を含む処分費単価が 20US$/t と非常に安価である。

## 2.2 現有施設能力の評価

### 2.2.1 ファンディアス処理場の主な課題等

更新計画を策定するにあたり、ファンディアス下水処理場の主な課題について、以下に示す。

**表 2.2.1 ファンディアス下水処理場の主な課題等**

| 施設名称等 | 課題 |
|---|---|
| 流入水質 | ● 設計流入水質 BOD180mg/l、SS180mg/l に対して、現状 BOD126mg/l、SS133mg/l（月間ピーク値）と、濃度が低い。<br>● 電気伝導度から推定すると、塩素イオン濃度が 300mg/l を超えており、処理水の再利用や汚泥の有効利用について、利用方法や利用量に限界があるとみられる。 |
| 分配ユニット室（Camara modular de reparto） | ● Chanis ポンプ場、Juan Dias ポンプ場からの送水管が解放され、伏せ越しで流下するとみられるため、槽内に土砂の堆積が考えられる。（撹拌等の必要性がないか）<br>● Chanis ポンプ場、Juan Dias ポンプ場でセプティックタンク汚泥を受け入れた場合、分配ユニット室からバイパス放流が生じる可能性がある。 |
| エアレーションタンク | ● 滞留時間が 4.7 時間であり、現状の流入水質では放流条件が満足されるが、第 2 フェーズの設計流入水質では満足しない可能性が高い。<br>● セプティックタンク汚泥等の受入れ量や水質条件等によっては、MLSS 濃度を上げた運転が必要とみられる。 |
| 最終沈殿池 | ● 返送汚泥濃度が 4,000mg/l と設計値 7,500mg/l に対して低いため、返送汚泥量が流入水量と同等になっている。返送汚泥濃度 6,000mg/l 程度に上げて、返送汚泥量を流入水量の 1/2 程度とすることが望ましい。<br>● 現在、返送汚泥濃度 4,000mg/l が返送汚泥ポンプの運転や機械濃縮設備の運転に与えている影響が非常に大きい。 |
| 機械濃縮設備 | ● 最終沈殿池からの引き抜き汚泥濃度が 4,000mg/l と低いため、ベルトプレス濃縮機の稼働率が高いとみられ、引き抜き汚泥濃度を上げないと、第 2 フェーズで機械濃縮設備の増設が必要となる。<br>● 設計流入水質に比べて流入水質が低いため、機械濃縮後の汚泥量は設計値の 60%程度である。 |
| 汚泥脱水機 | ● 第 2 フェーズの設計条件では、脱水機の増設が必要とみられるが、当面脱水能力には余裕があるため、増設は不要である。 |
| その他 | ● 第 2 フェーズで建設される施設は、流入水質条件が第 1 モジュールより厳しいため、建設されるエアレーションタンクに余裕ができ、過負荷運転できるものとみられる。<br>● エアレーションタンクが過負荷運転できる一方で、最終沈澱池は水面積負荷だけで設計されると能力不足が生じる可能性がある。 |

### 2.2.2 現有施設の能力評価

以下に、ファンディアス下水処理場の容量計算について示す。流入負荷条件は、第二フェーズ TOR に示された 2018 年の値を採用し、水温は 25℃とした。なお、表 2.2.2 に示す流入水質についての解析結果によると、2018 年の流入負荷は、これまでの流入水質の概ね 95%値に相当している。

なお、第二フェーズ TOR に示された 2035 年の流入水質値を設計条件に採用した場合には、最初沈殿池の設置等が必要になると考えられる。

【その他の条件】

- エアレーションタンク内 MLSS：2,000mg/l
- 返送汚泥濃度：6,000mg/l

**表 2.2.2　下水処理場流入水量および流入水質条件**

| | 2018 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|---|---|---|---|---|---|
| Caudales Admitidos en la PTAR | | | | | |
| Qmd m3/s | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| Qmh m3/h | 7.92 | 7.92 | 7.92 | 7.92 | 7.92 |
| Concentración media mg/l | | | | | |
| $BOD_5$ | 163 | 170 | 180 | 190 | 200 |
| COD | 375 | 405 | 434 | 463 | 484 |
| SS | 155 | 160 | 165 | 170 | 180 |
| T-N | 32 | 33 | 35 | 37 | 40 |
| T-P | 4.2 | 4.5 | 5.5 | 6.5 | 8.0 |

Source: TOR Disc Treatment Plant of Juan Diaz, Second Module

**表 2.2.3　下水処理場への流入排水の濃度の統計的分析結果**

| 項目 | 濃度(mg/l) | | | | ピーク　(mg/l) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 最小 | 中央 | 最大 | 95% | 週間 | 月間 |
| BOD5 | 30 | 104 | 196 | 163 | 156 | 126 |
| COD | 88 | 240 | 461 | 345 | 360 | 290 |
| SS | 24 | 110 | 340 | 170 | 165 | 133 |
| T-N | 9 | 19 | 38 | 33 | 24 | 20 |
| T-P | 1.2 | 2.9 | 4.4 | 3.8 | 3.6 | 3.0 |

Source: TOR Disc Treatment Plant of Juan Diaz, Second Module

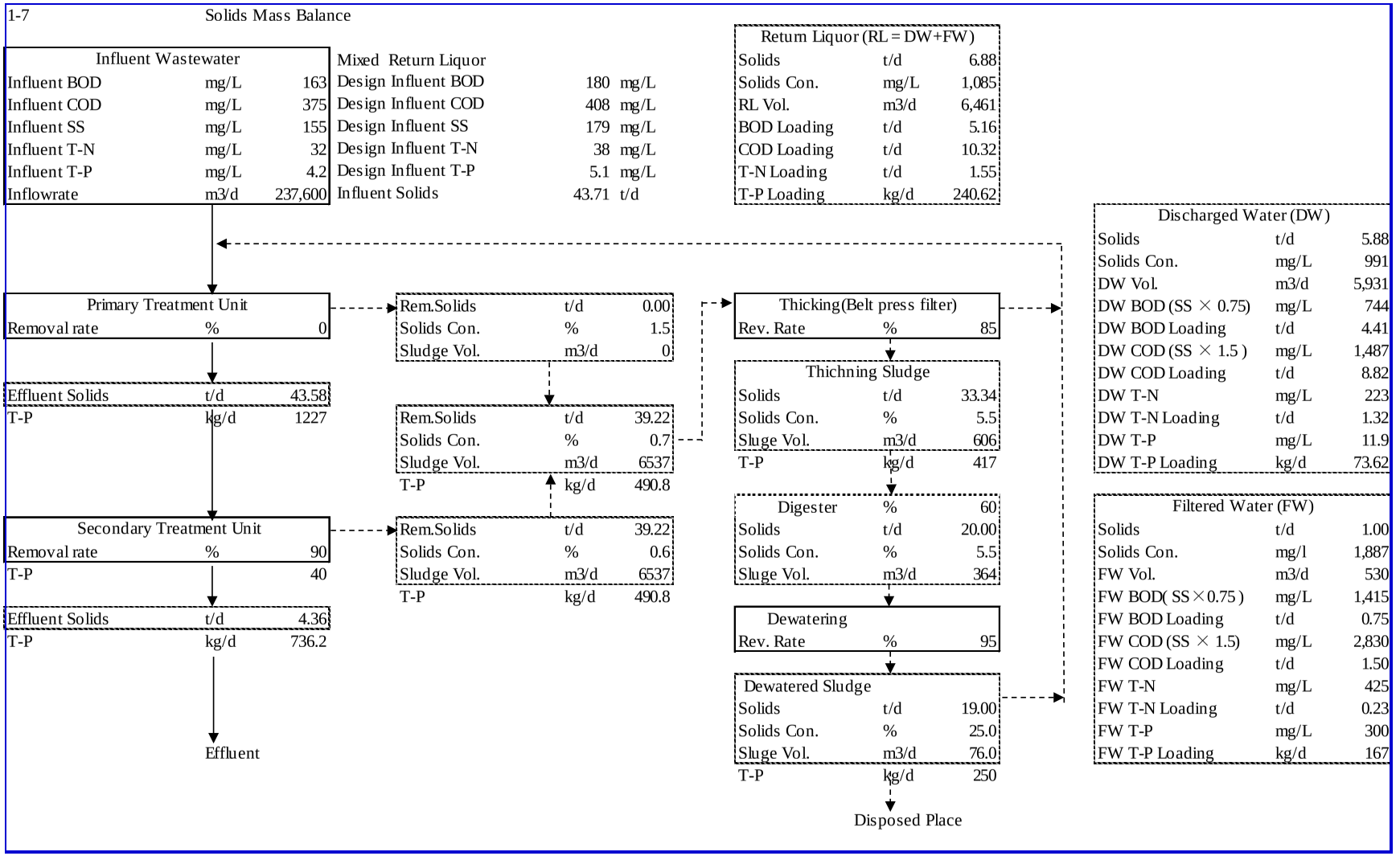
上記の条件をもとに解析した結果、水処理については、$BOD_5$ は十分放流条件 35mg/l をクリアできるものの、80%窒素除去は出来ない状況にある。今後、し尿等投入により T-N 濃度が高くなる場合には、エアレーションタンク内の MLSS 濃度を高くする等の運転調整が必要とみられる。

一方、汚泥処理については、現在、返送汚泥濃度が 4,000mg/l であり、当初設計では 7,500mg/l であることから、今回計算において返送汚泥濃度を 6,000mg/l とした場合でも、余剰汚泥量（濃縮

汚泥）が多く、現状でベルトプレス濃縮機が能力不足となる。なお、ベルトプレス濃縮後は流入 SS 濃度が設計値に比べて低いため、3 台ある脱水機は 1 台運転が可能な状況にある。

| Item | Calculation | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Design Parameters | | | | |
| 1-1 Outline of Wastewater Treatment Plant | | | | |
| (1) Area of Plant | 35 ha | | | |
| (2) Grand Level of Plant | 0.0 M | | | |
| (3) Type of Collection System | Separate Sewer System | | | |
| (4) Water Treatment Process | Conventional Activated Sludge Process | | | |
| 1-2 Design Flowrate | | | | |
| Waste Water | | | First Phase | Second Phase |
| (1) Average Daily Flowrate | 237,600 $m^3/d$ | ← | 2.75 m3/s | ← 5.50 m3/s |
| (2) Maximum Daily Flowrate | 237,600 $m^3/d$ | | | |
| (3) Maximum Hourly Flowrate | 342,000 $m^3/d$ | ← | 3.96 m3/s | ← 7.92 m3/s |
| 1-3 Influent Wastewater Quality | | | | |
| Waste Water | | | | |
| (1) BOD | 163 mg/L | | | |
| (2) COD | 375 mg/L | | | |
| (3) SS | 155 mg/L | | | |
| (4) T-N | 32 mg/L | | | |
| (5) T-P | 4.2 mg/L | | | |
| | Source: TOR Disc Treatment Plant of Juan Diaz, Second Module 2018 | | | |
| 1-4 Design Influent Wastewater Quality (Based on 1-7 MB) | | | | |
| (1) BOD | 180 mg/L | → | 180 mg/L | |
| (2) COD | 408 mg/L | → | 410 mg/L | |
| (3) SS | 179 mg/L | → | 180 mg/L | |
| (4) T-N | 38 mg/L | → | 40 mg/L | |
| (5) T-P | 5.1 mg/L | → | 6 mg/L | |
| 1-5 Removal Efficiency (Total System) | Primary Treatment (PRE) | | Secondary Treatment （SRE) | Total Treatment (TRE) |
| (1) BOD | 0 % | | 90 % | 90.0 % |
| (2) COD | 0 % | | 90 % | 90.0 % |
| (3) SS | 0 % | | 90 % | 90.0 % |
| (4) T-N | 0 % | | 84 % | 84.0 % |
| (5) T-P | 0 % | | 40 % | 40.0 % |
| 1-6 Effluent Wastewater Quality | | | | |
| (1) BOD | 18 mg/L | ＜ | 35 mg/L（Effluent Discharge Criteria） | |
| (2) COD | 38 mg/L | ＜ | 100 mg/L（Effluent Discharge Criteria） | |
| (3) SS | 18 mg/L | ＜ | 35 mg/L（Effluent Discharge Criteria） | |
| (4) T-N | 7 mg/L | ＜ | 10 mg/L（Effluent Discharge Criteria） | |
| (5) T-P | 4 mg/L | ＜ | 5.0 mg/L（Effluent Discharge Criteria） | |

Solids Mass Balance



| Item | Calculation |
|---|---|
| Sludge Production (Maximum Daily Flowrate) | |
| 1-8 Return Liquor<br>(with Influent Wastewater) | Quantity = 6,461 $m^3$/day<br>Quantity (DM)= 244,060 $m^3$/day |
| 1-9 Raw Sludge | Solids = DM×Influent SS×PRE(SS)×$10^{-6}$<br>Solids = 244,060 m3/d × 180 mg/L × 0 %× 10^-6<br>= 0.00 ds-t/d<br>Solid Concentration = 1.5 %<br>Sludge = Solids÷Solids Concentration×$10^2$<br>Sludge = 0.00 t/d ÷ 1.5 % × 10^2<br>Sludge(OUT) = 0 $m^3$/d |
| 1-9 Waste Activated Sludge | Influent Reactor Solids = DM×Influent SS×$10^{-6}$ − Raw Sludge<br>= 43.93 ds-t/d<br>Solids = Influent Reactor Solids×SRE(SS)<br>Solids = 43.93 ds-t/d × 90 %<br>= 39.54 ds-t/d<br>Solid Concentration = 0.6 %<br>Sludge = Solids÷Solids Concentration×$10^2$<br>Sludge = 39.54 t/d ÷ 0.6 % × 10^2<br>Sludge(OUT) = 6,590 $m^3$/d |
| 1-10 Thickening (Beltpress filter) | Solids (IN) = 39.54 ds-t/d<br>Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×$10^{-2}$<br>Solids (OUT) = 39.54 t/d × 85 % × 10^-2<br>Ricovery Rate = 85 %<br>= 33.61 ds-t/d<br>Sludge(OUT) = Solids÷Solids Concentration×$10^2$<br>Sludge(OUT) = 33.61 t/d ÷ 5.5 % × 10^2<br>Solid Concentration = 5.5 %<br>Sludge(OUT) = 612 $m^3$/d |
| 1-11 Digester | Solids (IN) = 33.61 ds-t/d<br>Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×$10^{-2}$<br>Solids (OUT) = 33.61 t/d × 60 % × 10^-2<br>Digester Efficency = 60 %<br>= 20.17 ds-t/d<br>Sludge(OUT) = Solids÷Solids Concentration×$10^2$<br>Sludge(OUT) = 20.17 t/d ÷ 5.5 % × 10^2<br>Solid Concentration = 5.5 %<br>Sludge(OUT) = 367 $m^3$/d |
| 1-12 Dewatering | Solids (IN) = 20.17 ds-t/d<br>Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×$10^{-2}$<br>Solids (OUT) = 20.17 t/d × 95 % × 10^-2<br>Ricovery Rate = 95 %<br>= 19.17 ds-t/d<br>Sludge(OUT) = Solids÷Solids Concentration×$10^2$<br>Sludge(OUT) = 19.17 t/d ÷ 25 % × 10^2<br>Solid Concentration = 25 %<br>Sludge(OUT) = 76.7 $m^3$/d |

| Item | Calculation |
|---|---|
| 2. Primary Sedimentation Tank | |
| 2-1 Basin Volume | |
| Design Flowrate | |
| Maximum Daily Flowrate | = 237,600 $m^3/d$ |
| Maximum hourly Flowrate | = 342,000 $m^3/d$ |
| Temperature for design | = 25 ℃ : Lowest water temperature in monthly average |
| Desgin overflow rate (For Maximum Daily Flowrate) | = 50 $m^3/m^2/d$ |
| Required Area for settling | = 237,600 ÷ 50 = 4,752 $m^2$ |
| No. of basin | = 0 basins |
| Required Area for one settling basin | = 4,752 ÷ 0 = #DIV/0! $m^2$ |
| Width | = 4.0 m ( Standard : 3.0 ～ 4.0, Maximum 5.0m) |
| Length | = 16.5 m ＞ 12.0 m ( Width × 3 ) |
| Effective Area | = 4.0 m × 16.5 m × 0 = 0 $m^2$ |
| Depth of basin | = 3.5 m ( Standard : 2.5 ～ 4.0 ) |
| Overflow rate | |
| Maximum Daily Flowrate | = 237,600 $m^3/d$ ÷ 0 $m^2$ |
| | = #DIV/0! $m^3/m^2/d$ |
| Settling Time | = ( 0 × 3.5 × 24 ) ÷ 237,600 |
| | = 0 hrs |
| Weir Loading rate | = 250 $m^3/m/d$ |
| | = 237,600 ÷ 250 ÷ 0 = #DIV/0! m/basin |
| Sludge Pump Capacity | = 463 $m^3/d$ = 0.32 $m^3/min$ |
| 2-2 Effluent Wastewater Quality | |

| | Influent (mg/L) | Removal Efficiency (%) | Effluent (mg/L) |
|---|---|---|---|
| BOD | 180 | 0 | 180 |
| SS | 180 | 0 | 180 |

| Item | Calculation |
|---|---|

3. Reactor

3-1 Reactor Volume

Design Flowrate

Maximum Daily Flowrate = 237,600 $m^3/d$

Maximum hourly Flowrate = 342,000 $m^3/d$

Hydraulic Detention Time (For Maximum Daily Flowrate) = 4.7 hours

MLSS = 2,000 mg/L（1,500～2,000mg/L）

Req. Volume = 237,600 m3/d × 4.7 hrs ÷ 24

= 46,530 $m^3$

Number of Reactor = 4 Reactors

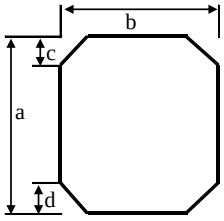
One reactor Volume = 46,530 ÷ 4 = 11640 $m^3$

Water Depth a = 6.7 m

Width b = 15.0 m

Height in Upside Corner c = 0.0 m

Height in Downside Corner d = 1.0 m




Req. Total Length = 11,640 m3 ÷（6.7 m × 15.0 m − 0.0 × 0.0 m − 1.0 × 1.0 m）

= 117.0 m → 117.0 m

3-2 Effluent Wastewater Quality

| | Influent (mg/L) | Removal Efficiency (%) | Effluent (mg/L) | Discharge Criteria (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| BOD | 180 | 90 | 18.0 | 35 |
| SS | 180 | 90 | 18.0 | 35 |

※: Soluble BOD = 85 mg/L (assumed to be half of Influent BOD)

3-3 Partition of Reactor

(1) Partition Proportion

| | 1st Cell | 2nd Cell | 3rd Cell | 4th Cell |
|---|---|---|---|---|
| Case A | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Case B | 0.50 | 2.00 | 0.50 | 2.00 |

(2) Operating Condition

Condition1 : Conventional Operation
Condition2 : Bulking Measures Operation
Condition3 : Nitrification and Denitrification Operation

(3) Cell Conditions

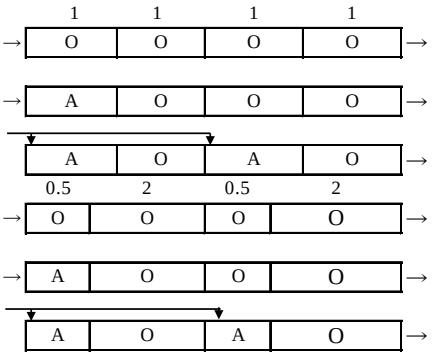
| | 1st Cell | 2nd Cell | 3rd Cell | 4th Cell |
|---|---|---|---|---|
| Condition1 | Aerobic | Aerobic | Aerobic | Aerobic |
| Condition2 | Anaerobic | Aerobic | Aerobic | Aerobic |
| Condition3 | Anoxic | Aerobic | Anoxic | Aerobic |

| Item | Calculation |
|---|---|

(4) Design Operating Pattern

Operating pattern is set for the partition and conditions as follows.

| Pattern | Partition | Condition |
|---|---|---|
| A-1 | CaseA | Condition1 |
| A-2 | CaseA | Condition2 |
| A-3 | CaseA | Condition3 |
| B-1 | CaseB | Condition1 |
| B-2 | CaseB | Condition2 |
| B-3 | CaseB | Condition3 |




(5) Activated Sludge Volume Ratio in Aerobic Conditions

| | A-1 | A-2 | A-3 | B-1 | B-2 | B-3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Step Feeding Ratio (r1) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Return Sludge Volume Ratio | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| MLSS (Return Sludge : mg/L) | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 |
| MLSS (Reactor 1 and 2 : mg/L) | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| MLSS (Reactor 3 and 4 : mg/L) | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Volume Ratio of Aerobic Tank※ | 1.000 | 0.750 | 0.500 | 1.000 | 0.900 | 0.800 |
| Sludge Volume Ratio of Aerobic Tank※ | 1.000 | 0.750 | 0.625 | 1.000 | 0.900 | 0.800 |

※ : Volume ratio and Sludge volume ratio are the ratio of A-1.

(6) ASRT

$$\theta c = \frac{\theta \cdot XA}{a \cdot Scs + b \cdot Sss - c \cdot \theta \cdot XA}$$

θc ; ASRT (Aerobic Solids Retention Time : d )
XA ; MLSS in Reactor
Case 1 = 1,500 mg/L
Case 2 = 2,000 mg/L
Scs ; Influent soluble BOD = 85 mg/L
Sss ; Influent SS = 180 mg/L
a ; Rate of Sludge coversion from S-BOD
= 0.50 gMLSS/gS-BOD ( 0.4～0.6 )
*S-BOD : Soluble BOD
b ; Rate of Sludge production from SS
= 0.95 gMLSS/gSS (0.9～1.0 )
c ; Decay rate = 0.04 1/d (0.03～0.05 )
θ ; Aeration time = HRT × Sludge Ratio※
= 0.196 d × Sludge Ratio※

※ : Sludge Ratio is Aerobic Sludge Volume Ratio.

| Pattern | Sludge Ratio※ | θ (day) | θc ; ASRT (day) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Case1 (1,500) | Case2 (2,000) |
| A-1 | 1.000 | 0.196 | 1.46 | 1.99 |
| A-2 | 0.750 | 0.147 | 1.08 | 1.46 |
| A-3 | 0.625 | 0.122 | 0.89 | 1.20 |
| B-1 | 1.000 | 0.196 | 1.46 | 1.99 |
| B-2 | 0.900 | 0.176 | 1.31 | 1.77 |
| B-3 | 0.800 | 0.157 | 1.16 | 1.57 |

| Item | Calculation |
|---|---|

(7) Estimate of BOD in the treated water

C-BOD in the treated water is estimated by the following formula.
(In case of MLSS is 1,500mg/L)

| | A | B |
|---|---|---|
| Under 15℃ | 13.73 θc^( | -0.554 ) |
| 15～20℃ | 10.42 θc^( | -0.519 ) |
| 20～25℃ | 9.75 θc^( | -0.671 ) |
| Over 25℃ | 11.54 θc^( | -0.744 ) |

C-BOD ＝ 11.54 θc^( -0.744 ) : Carbonacious BOD

The C-BOD ratio of average value and 95% non-exceedance probability value in Wastewater treatment plant (that uses a conventional activated sludge process) is about 2.2 times in Japanese experience.

| Pattern | ASRT θc (day) | C-BOD of treated water (mg/L) | 95% non-exceedance probability value (×2.2 mg/L) | Discharge Criteria (mg/L) | Check |
|---|---|---|---|---|---|
| A-1 | 1.46 | 8.71 | 19.16 | 35 | O.K. |
| A-2 | 1.08 | 10.90 | 23.98 | 35 | O.K. |
| A-3 | 0.89 | 12.59 | 27.70 | 35 | O.K. |
| B-1 | 1.46 | 8.71 | 19.16 | 35 | O.K. |
| B-2 | 1.31 | 9.44 | 20.77 | 35 | O.K. |
| B-3 | 1.16 | 10.33 | 22.73 | 35 | O.K. |

And the C-BOD ratio of average value and maximum value is about 3 times in Japanese experience.

| Pattern | ASRT θc (day) | C-BOD (mg/L) | Maximum C-BOD value (× 3 mg/L) | Discharge Criteria (mg/L) | Check |
|---|---|---|---|---|---|
| A-1 | 1.46 | 8.71 | 26.13 | 35 | O.K. |
| A-2 | 1.08 | 10.90 | 32.70 | 35 | O.K. |
| A-3 | 0.89 | 12.59 | 37.77 | 35 | N.G. |
| B-1 | 1.46 | 8.71 | 26.13 | 35 | O.K. |
| B-2 | 1.31 | 9.44 | 28.32 | 35 | O.K. |
| B-3 | 1.16 | 10.33 | 30.99 | 35 | O.K. |

(8) Nitrification reaction

The temperature for nitrification ratio is over 80% is required by the following formula.

$$T = -\frac{1}{0.0639} \ln \frac{\theta c}{20.65}$$

※ : $\theta c = 20.65 \exp(-0.0639T)$

| Pattern | ASRT : θc (day) | Required Temp | Temp | Check |
|---|---|---|---|---|
| A-1 | 1.99 | 36.61 | 25 | N.G. |
| A-2 | 1.46 | 41.46 | 25 | N.G. |
| A-3 | 1.20 | 44.53 | 25 | N.G. |
| B-1 | 1.99 | 36.61 | 25 | N.G. |
| B-2 | 1.77 | 38.45 | 25 | N.G. |
| B-3 | 1.57 | 40.32 | 25 | N.G. |

※ : MLSS = 2,000mg/L

| Item | Calculation |
|---|---|
| (9) Size of Reactor | |
| Process | Conventional Activated Sludge Process |
| Width | = 15.0 m |
| Length | = 117.0 m |
| Water Depth | = 6.7 m |
| Number of Reactor | = 4 Reactors |
| Volume | = 11,758 $m^3$/reactor > 11640 $m^3$ OK |
| 3-2 Aerator | |
| (1) Design Parameters | |
| Maximum Daily Flowrate | = 237,600 $m^3$/d |
| Influent BOD | = 180 mg/L |
| Effluent BOD | = 18 mg/L |
| Influent S-BOD | = 90 mg/L |
| Influent SS | = 180 mg/L |
| Influent Kj-N | = 40 mg/L |
| MLSS | = 2,000 mg/L |
| HRT | = 4.7 hrs |
| (2) Organic Loading Rate | |
| Organic Loading Rate | $= \frac{X_I \times Q}{X_A \times V}$ |
| | V ; Reactor Volume, $m^3$ |
| | Q ; Maximum Daily Flowrate/Reactor = 237,600 ÷ 4 = 59,400 m3/d |
| | $X_I$ ; Influent BOD = 180 mg/L |
| | $X_A$ ; MLSS |
| | $= \frac{180 \times 59,400}{2,000 \times 11,758} = 0.45$ kg/BOD/d/kgMLSS |
| (3) Oxigen requirement for BOD oxidation OD1 | = A × ( Removed BOD − Denitrified N × K ) |
| | A ; Reqired $O_2$/Removed BOD = 0.6 kg as $O_2$/kg as BOD |
| | K ; Consumed BOD by Denitrification = 2.0 kg as BOD/kg as N |
| | Removed BOD = 0.162 × 237,600 = 38,491 kg as BOD/d |
| | Denitrified N ; Assuming all nitrified N is denitrified. |
| | ※ Oxigen requirement by denitrification is the margin. |
| OD1 | = 0.6 × ( 38,491 − 0 × 2.0 ) |
| | = 23,095 kg as $O_2$/d |

| Item | Calculation |
|---|---|
| (4) Oxigen requirement for Internal respiration | |
| OD2 | = B × Va × MLVSS |
| | B ; $O_2$ Volume for internal aspiration |
| | = 0.10 kg as $O^2$/kg as MLVSS/d |
| | Va ; Aerobic zone volume |
| | Assuming MLVSS/MLSS is 0.8 |
| OD2 | = 0.10 × 47,032 × 2.0 × 0.8 |
| | = 7,525 kg as $O_2$/d |
| (5) Oxigen requirement for nitrification OD3 | = C × Nitrified N |
| | C ; $O_2$ consumed by nitrification |
| | = 4.57 kg as $O_2$/kg as N |
| | Nitrified N ; Amount of nitrifired nitrogen |
| | ; Influent N − Effluent no nitrified N |
| | − nitrogen of WAS |
| | Influent N ; 0.040 × 237,600 |
| | = 9504 kg as N/d |
| | Effluent no-N ; Assuming all N is nitrified |
| | Nitrogen of WAS = 0.08 (kg as N/kg as MLSS) |
| | × Qw×Xx |
| | $Q_W \times X_X = Q_{in}(a \times C_{S-BOD,in} + b \times C_{ss,in} - c \times X_A \times \tau_A) \times 10^{-3}$ |
| | a = 0.50 gMLSS/gS-BOD |
| | $C_{S-BOD}$ = 90 mg/L |
| | b = 0.95 gMLSS/gSS |
| | C = 0.04 1/d |
| | $\tau_A$ ; Aeration time = 0.196 d |
| | Qw×Xa = 237,600 × ( 0.50 × 90 + |
| | 0.95 × 180 − |
| | 0.04 × 2,000 × 0.196 )× $10^{-3}$ |
| | = 47,599 kg/d |
| | Nitrogen of WAS = 0.08 × 47,599 |
| | = 3808.0 kg as N/d |
| OD3 | = 4.57 ×( 9504 − 0 − 3808.0 ) |
| | = 26,031 kg as $O_2$/d |
| (6) Oxigen requirement inEffluent OD4 | = Oxigen in effluent |
| | = 1.5 × 237,600 × 10^-3 |
| | = 356 kg as $O_2$/d |
| (7) Actual Oxigen Requirement | |
| AOR | = $OD_1$ + $OD_2$ + $OD_3$ + $OD_4$ |
| | = 23,095 + 7,525 + 26,031 + 356 |
| | = 57,007 kg as $O_2$/d |

| Item | Calculation |
|---|---|
| (8) Standard Oxigen Requirement | $Q_w \times X_v = Q_{in}(a \times C_{s\ BOD in} + b \times C_{s\ in} - c \times X_A \times \tau_A) \times 10^{-3}$ |
| SOR | $= \dfrac{AOR \times C_{SW}}{1.024^{(t-20)} \times \alpha \times (\beta \times C_S - C_a)} \times \dfrac{760}{P}$ |
| | $C_{SW}$ ; Oxygen saturation concentration in clean water at 20 Celsius = 8.84 mg/L |
| | Ca ; Average DO = 1.5 mg/L |
| | Cs ; Oxygen saturation concentration in clean water at t Celsius = 8.11 mg/L |
| | t = 25 Celsius |
| | α ; 0.93 |
| | β ; 0.97 |
| | P ; 760 (1meter above sea level) |
| SOR | = 75,593 kg as $O_2$/d |
| | = 75,593 ÷ 24 hr = 3,149.7 kg as $O_2$/hr |
| | = 3,149.7 ÷ 60 min = 52.5 kg as $O_2$/min |
| | Required Oxygen |
| | $= \dfrac{75{,}593}{0.18 \times 237{,}600} =$ 1.8 kg as $O_2$/kg as BOD |
| (9) Required Air Volume | $Gs = \dfrac{SOR}{Ep \times \rho \times Ow} \times 100 \times \dfrac{273 + T_2}{273}$ |
| | Gs ; Required Air Volume ($m^3$/d) |
| | $E_A$ ; Oxygen Transfer Efficiency ( 15 %) |
| | ρ ; Air Density ( 1.293 kg/$m^3$N-Air) |
| | $O_W$ ; Oxygen Content in Air ( 0.232 kg-$O_2$/$m^3$N-Air) |
| | $Gs = \dfrac{75{,}593}{15 \times 1.293 \times 0.232} \times 100 \times \dfrac{273 + 25}{273}$ |
| | = 1,833,830 $m^3$/d |
| | = 1,273 $m^3$/min |

| Item | Calculation |
|---|---|
| 4. Secondary Sedimentation Tank | $Gs = \frac{SOR}{Ep \times \rho \times Ow} \times 100 \times \frac{273+T_2}{273} \frac{}{C_a)} \times \frac{760}{P} \times X_A \times \tau_A) \times 10^{-3}$ |
| 4-1 Basin Volume | |
| Design Flowrate | |
| Maximum Daily Flowrate | = 237,600 $m^3/d$ |
| Maximum hourly Flowrate | = 342,000 $m^3/d$ |
| Desgin overflow rate (For Maximum Daily Flowrate) | = 20 $m^3/m^2/d$ |
| S | = $2.45 \times 10^6 \times T^{0.95} \times X_A^{-1.35} \times [SVI]^{-0.77}$ |
| T ; Lowest water temperature in monthly average | = 25 Celsius |
| $X_A$ ; | 2,000 mg/L |
| [SVI] ; Sluge density index | = 300 |
| S | = 22.6 $m^3/m^2/d$ > 20 $m^3/m^2/d$ |
| Required Area for settling | = 237,600 ÷ 20 = 11,880 $m^2$ |
| No. of basin | = 8 basins |
| Required Area for one settling basin | = 11,880 ÷ 8 = 1485 $m^2$ |
| Diameter | = 43.0 m |
| Effective Area | = $\frac{43.0}{2}$ m × $\frac{43.0}{2}$ m × π × 8 = 11,618 $m^2$ |
| Depth of basin | = 4.65 m |
| Overflow rate | |
| Maximum Daily Flowrate | = 237,600 $m^3/d$ ÷ 11,618 $m^2$ |
| | = 20.5 $m^3/m^2/d$ |
| Maximum hourly Flowrate | = 342,000 $m^3/d$ ÷ 11,618 $m^2$ |
| | = 29.4 $m^3/m^2/d$ |
| Settling Time | = ( 11,618 × 4.65 × 24 ) ÷ 237,600 |
| | = 5.5 hrs |
| Weir Loading rate | = 230 $m^3/m/d$ |
| Reqired Length of weir | = 237,600 $m^3/d$ ÷ 8 ÷ 230 $m^3/m/d$ |
| | = 129.1 m/basin |

| Item | Calculation |
|---|---|
| 5. Sludge Treatment | |
| 5-1 Sludge Thickening( Beltpress filter ) | |
| Solids (IN) | = 39.54 t/d |
| Solid Concentration | = 0.60 % |
| Sludge(IN) | = 6,590 m3/d |
| Operation Conditions | 24 hrs in one day and 7 days in a week |
| Req. dewatering capacity | = 6,590 × 7 ÷ 7 ÷ 24 |
| | = 275 m3/hour |
| | Beltpress filter 70 m3/h × 3 unit |
| | > = 210 m3/h |
| 5-2 Sludge Thickening | Ricovery Rate = 85 % |
| Solids (IN) | = 33.61 t/d |
| Solid Concentration | = 5.50 % |
| Sludge(IN) | = 611 m3/d |
| Sludge Thickening Tank | = 236 m3 × 2 (φ9m) |
| | = 472 m3 |
| 5-3 Digester | |
| Solids (IN) | = 33.61 t/d |
| Solid Concentration | = 5.50 % |
| Sludge(IN) | = 611 m3/d |
| | Solids(OUT) = WAS × Recovery Rate×$10^{-2}$ |
| | Solids (OUT) = 33.61 t/d × 60 % × 10^-2 |
| | Digester Efficency = 60 % |
| | = 20.17 ds-t/d |
| | Sludge(OUT) = Solids ÷ Solids Concentration×$10^{2}$ |
| | Sludge(OUT) = 20.17 t/d ÷ 5.5 % × 10^2 |
| | Solid Concentration = 5.5 % |
| | Sludge(OUT) = 367 $m^3$/d |
| Digester Tank Volume | = 5,000 m3/ tank × 2 |
| | = 10,000 m3 |
| Digestion period | = 10,000 m3 ÷ (( 611 + 367 ) / 2) |
| | = 20.4 day |
| 5-4 Sludge Dewatering | |
| Solids (IN) | = 20.17 t/d |
| Solid Concentration | = 5.5 % |
| Sludge(IN) | = 367 m3/d |
| Operation Conditions | 24 hrs in one day and 7 days in a week |
| Req. dewatering capacity | = 367 × 7 ÷ 7 ÷ 24 |
| | = 15 m3/hour |
| Dewatering capacity | 15 m3/hour × 3 unit |

# 3　基本条件の整理

## 3.1　関連法制度

### 3.1.1 排水基準

下水処理場の放流水質基準を、表 3.1.1 に示す。

**表 3.1.1 放流水質基準 COPANIT 35-2000**

| パラメータ | 単位 | 値 |
|---|---|---|
| pH※1 | | 5.5 – 9.0 |
| BOD5※1 | mg/l | 35 |
| SS※1 | mg/l | 35 |
| T-N※1 | mg/l | 10 |
| NH4※1 | mg/l | 3 |
| NO3※1 | mg/l | 6 |
| T-P※1 | mg/l | 5 |
| Coliformes Fecales※2 | NMP/100 ml | 1,000 |
| 油脂類※1 | mg/l | 20 |
| COD※1 | mg/l | 100 |
| Cloro Residual※2 | mg/l | 1.5 |

※1：値は24時間の平均値。 ※2：値は月次サンプルの平均値

### 3.1.2 下水汚泥の農業利用基準

下水汚泥の再利用に関する基準が、COPANIT-DGNTI47-2000 に規程されている。それによると、汚泥は処理によって、クラス I とクラス II に区分されている。クラス I に属する汚泥は、好気性または嫌気性消化、自然乾燥、コンポスト、または安定化（アルカリ化合物添加による pH 調整）に適用する。クラス II に属する汚泥は、クラス I で定義されたコンポスト、加熱乾燥、好熱性嫌気性消化、および殺菌（70℃以上、30 分以上）である。

**表 3.1.2 汚泥の種類と適用範囲**

| 種類 | 適用範囲 |
|---|---|
| コンポスト | A）野菜の種のための肥料<br>B）観賞植物用の苗床<br>C）土壌の物理的な条件を改善するための添加剤<br>D）公園、ゴルフコースなどのレクリエーションエリアのための肥料 |
| 液体汚泥<br>（固形物濃度 25%未満） | 芝生の施肥、土壌の安定化、及び添加剤など砂丘の安定化や土壌の物理的条件の改善 |
| 脱水汚泥<br>（固形物濃度 25%以上） | 汚泥は土壌添加剤、ゴルフコース、人間と限定された接触の他の領域のように、表 2.2 と 2.3 で指定された最大のパラメータを遵守し提供し、牧草、観賞苗床の栽培に適用することができる |
| 乾燥汚泥<br>（固形物濃度 40%以上） | これらの汚泥は、特に制限はなく、農業用途に使用することができる。<br>肥料や園芸用肥料、食用作物種のいずれかと、バナナ農園、果物や観賞用の苗床、牧草など。<br>表 2.2 および 2.3 に指定された最大のパラメータに準拠して提供。 |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

**表 3.1.3 肥料利用のための汚泥中の重金属と糞便性大腸菌の最大許容量**

| パラメーター | 最大許容量 | UNITS<br>（乾燥重量に基づく） |
|---|---|---|
| ヒ素 | 75 | Mg/kg |
| カドミウム | 85 | Mg/kg |
| クロム | 3,000 | Mg/kg |
| 銅 | 4,300 | Mg/kg |
| 鉛 | 840 | Mg/kg |
| 水銀 | 57 | Mg/kg |
| モリブデン | 75 | Mg/kg |
| ニッケル | 420 | Mg/kg |
| セレン | 100 | Mg/kg |
| 亜鉛 | 7,500 | Mg/kg |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 | UFC/g |
| PH | 9-12 | |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

**表 3.1.4 農業利用のための重金属や大腸菌群の最大許容量**

| パラメーター | 最大許容範囲 (Mg/kg) | 肥料取締法 （参考） | 土壌汚染対策法 （参考） |
|---|---|---|---|
| ヒ素 | 40 | 50 | 150 |
| カドミウム | 40 | 5 | 150 |
| クロム | 1,500 | 500 | 250 |
| 銅 | 1,500 | — | — |
| 鉛 | 300 | 100 | 150 |
| 水銀 | 25 | 2 | 15 |
| モリブデン | 25 | — | — |
| ニッケル | 420 | 300 | — |
| セレン | 50 | — | 150 |
| 亜鉛 | 3,000 | — | (120) |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 (UFC/gr) | — | — |
| PH | 9-12 | — | — |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000、参考は日本の法令

以下に該当する農業用途のために許可された汚泥のアプリケーションの年間最大汚濁負荷を示す。

**表 3.1.5 農業利用のための汚泥の年間最大負荷量**

| 汚染物質 | 最大許容年間負荷 （キロ/ha/年） |
|---|---|
| ヒ素 | 2.00 |
| カドミウム | 1.90 |
| クロム | 0.10 |
| 銅 | 75.00 |
| 鉛 | 15.00 |
| 水銀 | 0.85 |
| モリブデン | 0.10 |
| ニッケル | 21.00 |
| セレン | 5.00 |
| 亜鉛 | 140.00 |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

**表 3.1.6 汚泥のマーケティングのためのサンプリングの頻度**

| 取引汚泥量<br>(t/年) | サンプリング周期 | パラメータ |
|---|---|---|
| 0~300 | 1 年に 1 回 | 指定 |
| 301~1500 | 3 ヶ月毎または年 4 回 | 表 3.1.3 または 3.1.4 |
| 1501～15000 | 60 日毎に 1 回 | |
| 15000 以上 | 月に 1 回 | |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

**表 3.1.7 汚泥生成プログラムのタイプにサンプリングと分析の頻度**

| パラメーター | サンプリングと分析の頻度 | 検体の種類 |
|---|---|---|
| 表 3.1.3 または 3.1.4 に記載されている重金属 | 毎月のサンプリング | 定時 |
| 糞便大腸菌群 | 毎週 1 回のサンプル | 汚泥流量の 12 個のサンプル採取から得られた複合サンプル |
| PH | 毎週 1 回のサンプル | 同上 |
| 全固形物 | 毎週 1 回のサンプル | 同上 |
| 不揮発性固形物 | 毎週 1 回のサンプル | 同上 |
| 揮発性固形物 | 毎週 1 回のサンプル | 同上 |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

## 3.2　計画諸元

### 3.2.1　流入水量予測

#### (1) 流入水量予測

図 3.2.1 にマスタープランにおける流入水量予測を示す。

第一モジュールで建設されたファンディアス下水処理場の処理能力は、日平均汚水量 2.2m3/s、日最大汚水量2.75m3/s、時間最大汚水量3.96m3/s に対応するよう設計されており、既に流入水量は施設能力に達しており、2016 年 2 月下水処理場月報によれば、日平均流入量 226,000m3/day (2.62 m3/s)に対し、日平均放流水量 174,000m3/day(2.02 m3/s)と 1 系列休止に合わせて、約 52,000m3/day がバイパス放流されている状況にあった。

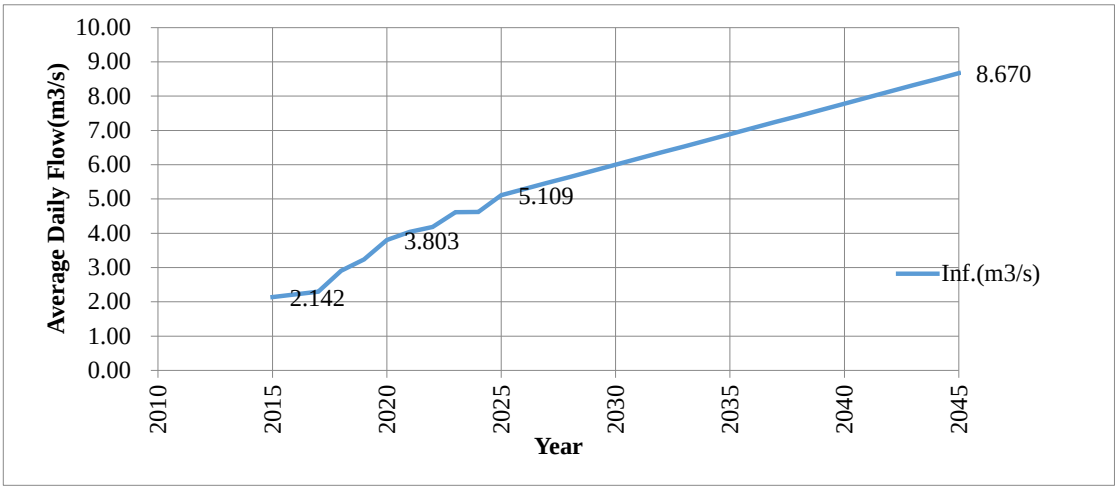



**図 3.2.1　マスタープランにおける流入水量予測**

出典：UPDATED MASTER PLAN

#### (2) 処理水量予測

上記の流入予測に対し、下水処理場の第二フェーズ建設工事が終了するまでの期間（ここでは、第二フェーズ TOR より、2017 年より設計施工期間の合計を 3 年間とする）の水処理能力を 2.02 $m^3/s$ とすると、図 3.2.2 に示すように、第二フェーズ建設工事終了時には、流入水量 3.803$m^3/s$ に対し、処理水量 2.02m3/s と同程度のバイパス放流 1.80$m^3/s$ が生じる可能性があり、建設期間においては、処理施設の1系列休止が起きないようにする必要がある。

処理施設の能力である日最大汚水量 2.75$m^3/s$ に対応した運転管理の対応が必要とされる。

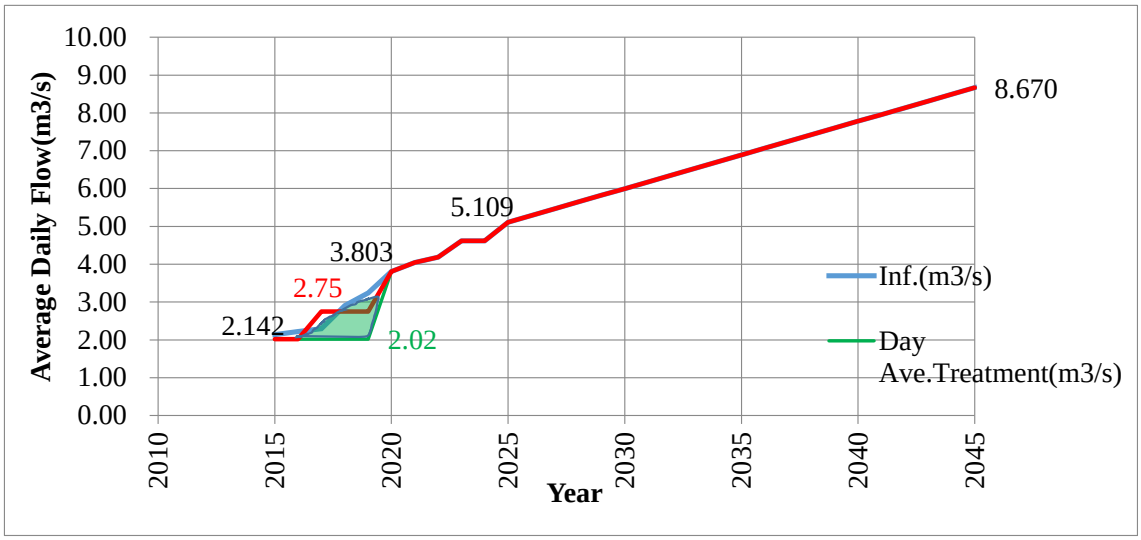



**図 3.2.2　マスタープランにおける流入水量に対する放流水量予測**

### 3.2.2　発生汚泥量予測

① 2017 年から 3 年間の処理水量を 2.75$m^3$/s として算定する。

② 余剰汚泥量の算出は、SS の除去量から求めるものとして、溶解性 BOD の余剰汚泥への転換や自己分解量については考慮しないものとする。

余剰汚泥量(固形物量、DS-t/d)＝計画処理水量×{設計流入 SS 濃度×反応槽除去率}×$10^{-6}$

③ ファンディアス処理場の設計流入 SS 濃度は、以下のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響も考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。このため、固形物回収率を考慮する。

④ 各処理場の設計流入 SS 濃度は、表 3.2.1 のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響 20%考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。

⑤ 反応槽＋最終沈澱池での SS 除去率は、88%とする。

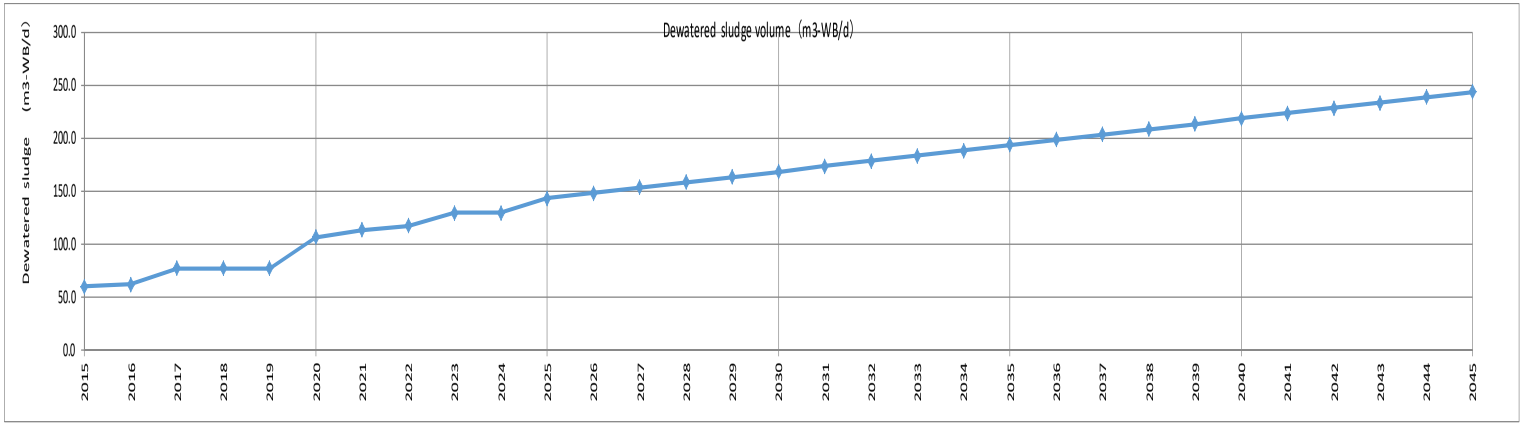
⑥ 各汚泥形態毎の汚泥濃度は以下のとおりとする。

表 3.2.1　汚泥濃度等

| 汚　泥　形　態 | 値 | 備考 |
|---|---|---|
| 流入 SS 濃度 | 125mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave. |
| 設計流入 SS 濃度 | 150mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave.×120% |
| 放流 SS 濃度 | 18mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave. |
| 総合 SS 除去率 | 88% | 〃 |

| 汚　泥　形　態 | 値 | 備考 |
|---|---|---|
| 余剰汚泥濃度 | 0.6% | 参考 2007SAPROF：0.75% |
| 機械濃縮汚泥濃度 | 5.5% | — |
| 機械濃縮汚泥回収率 | 95% | — |
| 消化率 | 60% | — |
| 脱水汚泥含水率 | 80% | CaO 添加前（添加後 75%） |
| 脱水汚泥回収率 | 95% | — |

流入水量予測をもとにした発生汚泥量予測を図 3.2.3 に示す。アップデートマスタープランによる流入予測によれば、2015 年 2.1m3/s(185,000m3/d)の流入水量が、2020 年には、3.8m3/s (328,000 m3/d)を超えることが示されている。そのため、現状の流入水質（Inf. SS＝125mg/l）であっても、現在 60m3/d の脱水汚泥量が 100m3/d を超えることが予測される。




| | unit | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| average daily flow | [m3/s] | 2.142 | 2.217 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 3.803 | 4.043 | 4.186 | 4.618 | 4.619 | 5.109 | 5.287 | 5.465 | 5.643 | 5.821 | 5.999 | 6.177 | 6.355 | 6.533 | 6.711 | 6.890 | 7.068 | 7.246 | 7.424 | 7.602 | 7.780 | 7.958 | 8.138 | 8.314 | 8.492 | 8.670 |
| average daily flow | [m3/day] | 185,069 | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ① Ave. Inf. Quantity （$m^3$/d） | | 185,069 | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ② ' Influent SS （mg/l） | 150mg/L | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| ③ Removal ratio SS (%) | | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% |
| ④ Effluent SS （mg/l） | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| ⑤ Excess sludge volume ⑤=①×（②' -④）/100 （t-Ds/d） | | 24.43 | 25.28 | 31.36 | 31.36 | 31.36 | 43.37 | 46.11 | 47.74 | 52.64 | 52.68 | 58.27 | 60.3 | 62.33 | 64.36 | 66.39 | 68.42 | 70.45 | 72.48 | 74.51 | 76.54 | 78.57 | 80.6 | 82.63 | 84.67 | 86.7 | 88.73 | 90.76 | 92.79 | 94.82 | 96.85 | 98.88 |
| ⑥ Excess sludge concentretion （%） | | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% |
| ⑦ Excess sludge volume ⑦=⑤／⑥ （$m^3$-WB/d） | | 4,070 | 4,210 | 5,230 | 5,230 | 5,230 | 7,230 | 7,690 | 7,960 | 8,770 | 8,780 | 9,710 | 10,050 | 10,390 | 10,730 | 11,070 | 11,400 | 11,740 | 12,080 | 12,420 | 12,760 | 13,100 | 13,430 | 13,770 | 14,110 | 14,450 | 14,790 | 15,130 | 15,470 | 15,800 | 16,140 | 16,490 |
| ⑧ Excess sludge concentretion(Gravity Thickening) （%） | | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% |
| ⑨ Excess sludge volume （Gravity Thickening） ⑨=⑤／⑧ （$m^3$-WB/d） | | 2,443 | 2,528 | 3,136 | 3,136 | 3,136 | 4,337 | 4,611 | 4,774 | 5,264 | 5,268 | 5,827 | 6,030 | 6,233 | 6,436 | 6,639 | 6,842 | 7,045 | 7,248 | 7,451 | 7,654 | 7,857 | 8,060 | 8,263 | 8,467 | 8,670 | 8,873 | 9,076 | 9,279 | 9,482 | 9,685 | 9,888 |
| ⑩ SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑪ Excess sludge concentretion(Mechanical Thickening) （%） | | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% |
| ⑫ Excess sludge volume ⑫=⑤／⑪×⑩ （$m^3$-WB/d） | | 422 | 437 | 542 | 542 | 542 | 749 | 796 | 825 | 909 | 910 | 1,006 | 1,042 | 1,077 | 1,112 | 1,147 | 1,182 | 1,217 | 1,252 | 1,287 | 1,322 | 1,357 | 1,392 | 1,427 | 1,462 | 1,498 | 1,533 | 1,568 | 1,603 | 1,638 | 1,673 | 1,708 |
| ⑬ Digestion ratio (%) | | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| ⑭ Digested Sludge ⑭=⑫×⑬ ($m^3$-WB/d) | | 253 | 262 | 325 | 325 | 325 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| ⑮ SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑯ Dewatered sludge moisture content （CaO） | | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% |
| ⑰ Dewatered sludge ⑰=⑤/(100-⑯)×100×⑬×⑩×⑮ （$m^3$/d） | | 60.1 | 62.2 | 77.2 | 77.2 | 77.2 | 106.7 | 113.5 | 117.5 | 129.6 | 129.7 | 143.4 | 148.4 | 153.4 | 158.4 | 163.4 | 168.4 | 173.4 | 178.4 | 183.4 | 188.4 | 193.4 | 198.4 | 203.4 | 208.4 | 213.4 | 218.4 | 223.4 | 228.4 | 233.4 | 238.4 | 243.4 |

**図 3.2.3　ファンディアス下水処理場発生汚泥量予測**

### 3.3　その他の設計諸元

要求される放流水質レベルから、処理対象水質は、有機物指標（BOD、COD）とする。水処理方式については、UASB 槽の有効利用のしやすさを考慮し、原則として標準法とする。

施設設計における設計諸元は、表 3.3.1 のように設定した。

**表 3.3.1　設計諸元（無酸素・好気法）**

| 項　　目 | 単　　位 | 採 用 値 |
|---|---|---|
| 反応タンク滞留時間 | 時間 | 4.7 |
| 最終沈殿池水面積負荷 | $m^3/m^2 \cdot d$ | 20 |

### 3.4　運転維持管理費の予測

流入水量予測伴う、今後の運転維持管理費について予測を行う。ここではこれまでの運転維持管理体制の変更（固定費の算出）については下記のように仮定した。

**表 3.4.1　第二フェーズ当初予定価格**

| 項目 | 予定価格($) | 比率 |
|---|---|---|
| 建設費 | 146,900,000 | 46% |
| 運転維持管理費 | 173,200,000 | 54% |
| 合計 | 320,100,000 | 100% |

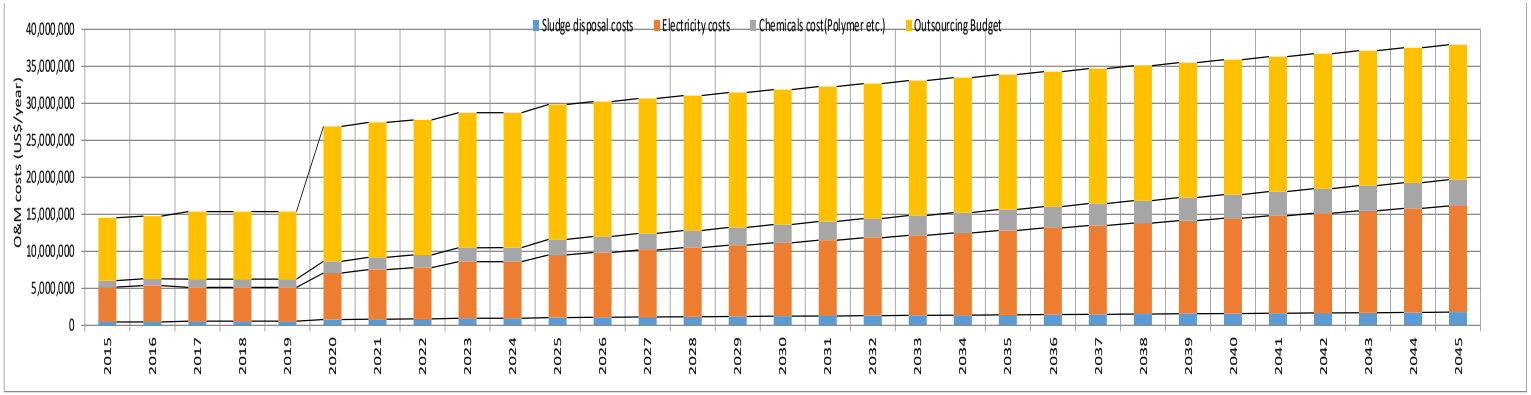
落札価格$219,588,888 に上記の比率をかけ、運転維持管理費$118,578,000/8 年間の費用とし、建設期間 3 年間（第一フェーズのみ）とその後 5 年間（第一、第二フェーズ）と考え、

$118,578,000/13=$9,121,400/1 year.unit

とした。

その他、流入水量増に伴う電力費、薬品費、汚泥処分費等の変動費は、2015 年の値を使用し、電力使用量については、日本並みに低減できるものとして検討する。流入水量予測に基づく、運転維持管理費予測を図 3.4.1 に示す。

図 3.4.1 より、2020 年には第二フェーズ建設工事の完成に伴い、O&M 委託費が倍増する可能性がある。また、現在、電力費が運転維持管理費全体の約 30%を占めており、処理水量の増加に伴い変動費が増加していくこととなる。




| | unit | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| average daily flow | [m3/s] | 2.142 | 2.217 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 3.803 | 4.043 | 4.186 | 4.616 | 4.619 | 5.109 | 5.287 | 5.465 | 5.643 | 5.821 | 5.999 | 6.177 | 6.355 | 6.533 | 6.711 | 6.890 | 7.068 | 7.246 | 7.424 | 7.602 | 7.780 | 7.958 | 8.136 | 8.314 | 8.492 | 8.670 |
| average daily flow | [m3/day] | 185,069 | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ①Ave. Inf. Quantity （$m^3$/d) | | 185,069 | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ②'Influent SS （mg/l) | 150mg/L | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| ③Removal ratio SS (%) | | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% |
| ④Effluent SS （mg/l) | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Ds/d) | | 24.43 | 25.28 | 31.36 | 31.36 | 31.36 | 43.37 | 46.11 | 47.74 | 52.64 | 52.68 | 58.27 | 60.3 | 62.33 | 64.36 | 66.39 | 68.42 | 70.45 | 72.48 | 74.51 | 76.54 | 78.57 | 80.6 | 82.63 | 84.67 | 86.7 | 88.73 | 90.76 | 92.79 | 94.82 | 96.85 | 98.88 |
| ⑥Excess sludge concentretion （%） | | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% |
| ⑦Excess sludgevolume ⑦=⑤／⑥ （$m^3$-WB/d) | | 4,070 | 4,210 | 5,230 | 5,230 | 5,230 | 7,230 | 7,690 | 7,960 | 8,770 | 8,780 | 9,710 | 10,050 | 10,390 | 10,730 | 11,070 | 11,400 | 11,740 | 12,080 | 12,420 | 12,760 | 13,100 | 13,430 | 13,770 | 14,110 | 14,450 | 14,790 | 15,130 | 15,470 | 15,800 | 16,140 | 16,480 |
| ⑧Excess sludge concentretion(Gravity Thickening) （%） | | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% |
| ⑧ （$m^3$-WB/d) | | 2,443 | 2,528 | 3,136 | 3,136 | 3,136 | 4,337 | 4,611 | 4,774 | 5,264 | 5,268 | 5,827 | 6,030 | 6,233 | 6,436 | 6,639 | 6,842 | 7,045 | 7,248 | 7,451 | 7,654 | 7,857 | 8,060 | 8,263 | 8,467 | 8,670 | 8,873 | 9,076 | 9,279 | 9,482 | 9,685 | 9,888 |
| ⑩SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| （%） | | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% |
| ⑫Excess sludgevolume ⑫=⑤／⑪×⑩ （$m^3$-WB/d) | | 422 | 437 | 542 | 542 | 542 | 749 | 796 | 825 | 909 | 910 | 1,006 | 1,042 | 1,077 | 1,112 | 1,147 | 1,182 | 1,217 | 1,252 | 1,287 | 1,322 | 1,357 | 1,392 | 1,427 | 1,462 | 1,498 | 1,533 | 1,568 | 1,603 | 1,638 | 1,673 | 1,708 |
| ⑬Digestion ratio (%) | | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| ⑭Ddigested Sludge ⑭=⑫×⑬ （$m^3$-WB/d) | | 253 | 262 | 325 | 325 | 325 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| ⑮SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑯Dewatered sludge moisture content （CaO) | | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% |
| ($m^3$/d) | | 60.1 | 62.2 | 77.2 | 77.2 | 77.2 | 106.7 | 113.5 | 117.5 | 129.6 | 129.7 | 143.4 | 148.4 | 153.4 | 158.4 | 163.4 | 168.4 | 173.4 | 178.4 | 183.4 | 188.4 | 193.4 | 198.4 | 203.4 | 208.4 | 213.4 | 218.4 | 223.4 | 228.4 | 233.4 | 238.4 | 243.4 |
| O&M costs | (US$) | 14,531,705 | 14,760,489 | 15,365,382 | 15,365,382 | 15,365,382 | 26,877,217 | 27,422,603 | 27,747,185 | 28,723,727 | 28,730,653 | 29,842,811 | 30,247,093 | 30,651,374 | 31,055,656 | 31,459,937 | 31,864,219 | 32,268,500 | 32,672,782 | 33,077,063 | 33,481,345 | 33,885,626 | 34,289,908 | 34,694,189 | 35,098,471 | 35,502,752 | 35,907,034 | 36,311,315 | 36,715,597 | 37,119,878 | 37,524,160 | 37,928,441 |
| Outsourcing Budg 9,121,400 | 8,486,316 US$/year | 8,486,316 | 8,486,316 | 9,121,400 | 9,121,400 | 9,121,400 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 | 18,242,800 |
| Chemicals cost(Polymer etc.) 0.013 | US$ year/m3 | 878,151 | 911,389 | 1,127,412 | 1,127,412 | 1,127,412 | 1,559,108 | 1,657,501 | 1,716,126 | 1,892,412 | 1,893,642 | 2,094,527 | 2,167,521 | 2,240,516 | 2,313,511 | 2,386,506 | 2,459,501 | 2,532,495 | 2,605,490 | 2,678,485 | 2,751,480 | 2,824,475 | 2,897,468 | 2,970,464 | 3,043,459 | 3,116,454 | 3,189,449 | 3,262,443 | 3,335,438 | 3,408,433 | 3,481,428 | 3,554,423 |
| Electricity costs 0.070 | 0.0525 US$ year/m3 | 4,728,508 | 4,907,480 | 4,553,010 | 4,553,010 | 4,553,010 | 6,296,399 | 6,693,753 | 6,930,509 | 7,642,434 | 7,647,401 | 8,458,665 | 8,753,451 | 9,048,238 | 9,343,025 | 9,637,812 | 9,932,598 | 10,227,385 | 10,522,172 | 10,816,958 | 11,111,745 | 11,406,532 | 11,701,318 | 11,996,105 | 12,290,892 | 12,585,679 | 12,880,465 | 13,175,252 | 13,470,039 | 13,764,825 | 14,059,612 | 14,354,399 |
| Sludge disposal costs 20 | US$ year/m3 | 438,730 | 455,304 | 563,560 | 563,560 | 563,560 | 778,910 | 828,550 | 857,750 | 946,080 | 946,810 | 1,046,820 | 1,083,320 | 1,119,820 | 1,156,320 | 1,192,820 | 1,229,320 | 1,265,820 | 1,302,320 | 1,338,820 | 1,375,320 | 1,411,820 | 1,448,320 | 1,484,820 | 1,521,320 | 1,557,820 | 1,594,320 | 1,630,820 | 1,667,320 | 1,703,820 | 1,740,320 | 1,776,820 |

**図 3.4.1 ファンディアス下水処理場運転維持管理費予測**

# 4　処理場施設更新計画

## 4.1　基本方針

### 4.1.1 更新計画の考え方

下水処理場の現状分析と課題より、処理場更新計画は以下の方針で整理する。

#### 4.1.1.1 水処理の考え方

① 流入水量および発生汚泥量の予測に基づいた水処理施設および汚泥処理施設の運転方法および更新方法を検討する。

② 機械設備更新は、日本における耐用年数（ブロワー20年、その他機械15年）をもとに、検討する。

③ ファンディアス下水処理場については、2020年に第二フェーズの増設が完了するものとして検討する。

④ ファンディアス下水処理場は処理系列を休止した場合、チャニス・ポンプ場からの送水量に比べて、処理水量が少なく（2016年2月最大送水量260,993m3/day=3.02m3/s、最大処理水量 191,950m3/day=2.22m3/s）、バイパス放流が生じるため、建設期間は処理系列を休止させず、日最大流量2.75m3/s対応した運転を行う計画とする。

⑤ セプティックタンク汚泥の受入に伴う処理水質の悪化が生じる場合、放流水質を満足するようエアレーションタンク内 MLSS 濃度を管理する。（第一フェーズ設計流入水質レベルへの対応）

⑥ 最終沈殿池からの引抜汚泥濃度（現在 4,000mg/l）が低いため、引抜汚泥濃度の改善が必要である。改善案として、汚泥かき寄せ機へのピケットフェンスの設置（荷重条件が許される場合）等が考えられる。

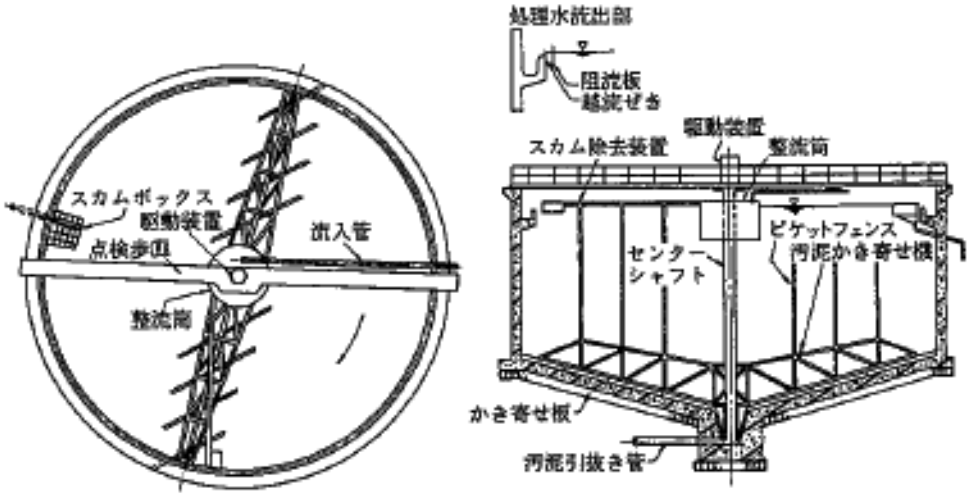



**図 3.4.2　最終沈殿池へのピケットフェンスの設置例**

#### 4.1.1.2 汚泥処理の考え方

① 発生汚泥量の予測に基づき、汚泥の機械濃縮および脱水は、24時間連続運転として、次回更新時の汚泥量を考慮して設備規模を選定する。

② 埋立処分場への搬送汚泥量が増えるため、ファンディアス下水処理場での汚泥減量化（乾燥）を前提として検討する。

③ 汚泥消化タンクは、発生汚泥量に合わせて増設する。

④ ガスホルダーについては、現在のメンブレム製のものを増設更新していくものとする。

⑤ 現在、消化ガス発生量の半分程度がコージェネレーターによる発電に使用されているが、既設のコージェネレーターの更新は行わず、消化ガスを汚泥乾燥のための熱源として使用するものと考える。

⑥ 汚泥の乾燥は、消化ガス発生量より、含水率55%まで乾燥させることにより、現在発生している汚泥量が1/2程度の堆積に減量化する。

### 4.2 処理場施設更新計画

以上の条件より、算定した対象処理場の更新計画を表4.2.1に示す。

# 表4.2.1 ファンディアス下水処理場の更新計画

| | unit | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| average daily flow | [m3/s] | 2.217 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 3.803 | 4.043 | 4.186 | 4.616 | 4.619 | 5.109 | 5.287 | 5.465 | 5.643 | 5.821 | 5.999 | 6.177 | 6.355 | 6.533 | 6.711 | 6.890 | 7.068 | 7.246 | 7.424 | 7.602 | 7.780 | 7.958 | 8.136 | 8.314 | 8.492 | 8.670 |
| ①Ave. Inf. Quantity （$m^3$/d） | | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ②'Influent SS （mgl） | 150mg/L | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| ③Removal ratio SS (%) | | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% |
| ④Effluent SS （㎎/l） | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| ⑤Excess sludgevolume ⑤=①×（②'-④）/100 （t-Ds/d） | | 25.28 | 31.36 | 31.36 | 31.36 | 43.37 | 46.11 | 47.74 | 52.64 | 52.68 | 58.27 | 60.3 | 62.33 | 64.36 | 66.39 | 68.42 | 70.45 | 72.48 | 74.51 | 76.54 | 78.57 | 80.6 | 82.63 | 84.67 | 86.7 | 88.73 | 90.76 | 92.79 | 94.82 | 96.85 | 98.88 |
| ⑥Excess sludge concentretion （%） | 6000mg/l | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% |
| ⑦Excess sludgevolume ⑦＝⑤／⑥ （$m^3$-WB/d） | | 4,210 | 5,230 | 5,230 | 5,230 | 7,230 | 7,690 | 7,960 | 8,770 | 8,780 | 9,710 | 10,050 | 10,390 | 10,730 | 11,070 | 11,400 | 11,740 | 12,080 | 12,420 | 12,760 | 13,100 | 13,430 | 13,770 | 14,110 | 14,450 | 14,790 | 15,130 | 15,470 | 15,800 | 16,140 | 16,480 |
| ⑧Excess sludge concentretion(Gravity Thickening) （%） | | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% |
| ⑨Excess sludgevolume（Gravity Thickening） ⑨＝⑤／⑧ （$m^3$-WB/d） | | 2,528 | 3,136 | 3,136 | 3,136 | 4,337 | 4,611 | 4,774 | 5,264 | 5,268 | 5,827 | 6,030 | 6,233 | 6,436 | 6,639 | 6,842 | 7,045 | 7,248 | 7,451 | 7,654 | 7,857 | 8,060 | 8,263 | 8,467 | 8,670 | 8,873 | 9,076 | 9,279 | 9,482 | 9,685 | 9,888 |
| ⑩SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑪Excess sludge concentretion(Mechanical Thickening) （%） | | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% |
| ⑫Excess sludgevolume ⑫＝⑤／⑪×⑩ （$m^3$-WB/d） | | 437 | 542 | 542 | 542 | 749 | 796 | 825 | 909 | 910 | 1,006 | 1,042 | 1,077 | 1,112 | 1,147 | 1,182 | 1,217 | 1,252 | 1,287 | 1,322 | 1,357 | 1,392 | 1,427 | 1,462 | 1,498 | 1,533 | 1,568 | 1,603 | 1,638 | 1,673 | 1,708 |
| ⑬Digestion ratio (%) | | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| ⑭Ddigested Sludge ⑭＝⑫×⑬ （$m^3$-WB/d） | | 262 | 325 | 325 | 325 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| ⑮SS Recovery Ratio (%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑯Dewatered sludge moisture content （CaO) | | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% |
| ⑰Dewatered sludge ⑰=⑤/(100-⑯)×100×⑬×⑩×⑮ （$m^3$/d） | | 62.2 | 77.2 | 77.2 | 77.2 | 106.7 | 113.5 | 117.5 | 129.6 | 129.7 | 143.4 | 148.4 | 153.4 | 158.4 | 163.4 | 168.4 | 173.4 | 178.4 | 183.4 | 188.4 | 193.4 | 198.4 | 203.4 | 208.4 | 213.4 | 218.4 | 223.4 | 228.4 | 233.4 | 238.4 | 243.4 |

| | | Unit | Capacity | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rejllas Vecanicas 機械式スクリーン 2013 15years | No.1 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s |
| | No.2 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | |
| | No.3 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.4 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | Total Capacity | 4 | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s |
| Rejllas Vecanicas 機械式スクリーン 2020 15years | No.1 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.2 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.3 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.4 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | Total Capacity | 4 | 7.92m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s |
| Desarenadores 浮上分離沈砂池 2013 Blower:20years | No.1 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s |
| | No.2 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | |
| | No.3 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.4 | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | Total Capacity | | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 2.97m3/s | 2.97m3/s |
| Desarenadores 浮上分離沈砂池 2020 Blower:20years | No.1 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.2 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.3 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | No.4 | | 0.99m3/s | | | | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s | 0.99m3/s |
| | Total Capacity | | 7.92m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 3.96m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 7.92m3/s | 6.93m3/s | 6.93m3/s |
| Estanques de Aireación 曝気槽 2013 | No.1 | | 0.69m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s |
| | No.2 | | 0.69m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | |
| | No.3 | | 0.69m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.4 | | 0.69m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | Capacity | | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.06m3/s | 2.06m3/s | 2.06m3/s | 2.06m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.06m3/s | 2.06m3/s |
| Estanques de Aireación 曝気槽 2020 | No.1 | | 0.69m3/s | | | | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.2 | | 0.69m3/s | | | | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.3 | | 0.69m3/s | | | | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.4 | | 0.69m3/s | | | | | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.688m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | Capacity | | 5.50m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 2.75m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 5.50m3/s | 4.81m3/s | 4.81m3/s |
| Edificio de sopladores ブロア 2013 Blower:20years | No.1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.2 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.4 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Spare machine | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | sub total | 4 | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Edificio de sopladores ブロア 2020 Blower:20years | No.1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.2 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.3 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| | No.4 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Spare machine | 0 | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | total | 4 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Agitación 水中撹拌機:15(10)years 2013 | No.1 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 |
| | No.2 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | No.3 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | No.4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | sub total | 16 | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| Agitación 水中撹拌機:15(10)years 2020 | No.1 | 4 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | No.2 | 4 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | No.3 | 4 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | No.4 | 4 | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | total | 16 | | | | | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Clarificadores Secundarios 最終沈澱池 2013 Suluge Scraper:15years | No.1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| | No.2 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| | No.3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | No.4 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | No.5 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.6 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.7 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.8 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | sub total | 8 | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| Clarificadores Secundarios 最終沈澱池 2020 Suluge Scraper:15years | No.1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.2 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.3 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.4 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.5 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.6 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.7 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | No.8 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | total | 8 | | | | | | 16 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Cámaras de Bombeo de Lodo 汚泥ポンプ室 2013 15years | No.1 | 3(1) | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s |
| | No.2 | 3(1) | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | |
| | No.3 | 3(1) | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.4 | 3(1) | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | RAS Capacity | 12(4) | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.07m3/s | 2.07m3/s | 2.07m3/s | 2.07m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.76m3/s | 2.07m3/s | 2.07m3/s |
| | No.1 | 2(1) | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s |
| | No.2 | 2(1) | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | |
| | No.3 | 2(1) | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | No.4 | 2(1) | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | WAS Capacity | 8(4) | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.04m3/s | 0.04m3/s | 0.04m3/s | 0.04m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.06m3/s | 0.04m3/s | 0.04m3/s |
| Cámaras de Bombeo de Lodo 汚泥ポンプ室 2020 15years | No.1 | 3(1) | 0.69m3/s | | | | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.2 | 3(1) | 0.69m3/s | | | | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.3 | 3(1) | 0.69m3/s | | | | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | No.4 | 3(1) | 0.69m3/s | | | | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s | 0.69m3/s |
| | RAS Capacity | 12(4) | 5.51m3/s | | | | | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 5.51m3/s | 4.82m3/s | 4.82m3/s |
| | No.1 | 2(1) | 0.01m3/s | | | | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | No.2 | 2(1) | 0.01m3/s | | | | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | No.3 | 2(1) | 0.01m3/s | | | | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | No.4 | 2(1) | 0.01m3/s | | | | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s | 0.01m3/s |
| | WAS Capacity | 8(4) | 0.11m3/s | | | | | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.11m3/s | 0.10m3/s | 0.10m3/s |
| Adensador Centrífugo ベルトプレス濃縮機 2013 15years | ⑦Excess sludgevolume | (m3-WB/d) | | 4,210 | 5,230 | 5,230 | 5,230 | 7,230 | 7,690 | 7,960 | 8,770 | 8,780 | 9,710 | 10,050 | 10,390 | 10,730 | 11,070 | 11,400 | 11,740 | 12,080 | 12,420 | 12,760 | 13,100 | 13,430 | 13,770 | 14,110 | 14,450 | 14,790 | 15,130 | 15,470 | 15,800 | 16,140 | 16,480 |
| | No.1 | 24hrs in one day and 7days in a week | 70m3/hr | 20.0(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 23.3(hr) | 18.8(hr) | 19.4(hr) | 21.4(hr) | 21.4(hr) | 23.7(hr) | 19.7(hr) | 120m3/hr | 21.9(hr) | 20.5(hr) | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 23.4(hr) | 22.0(hr) | 20.9(hr) | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 120m3/hr | 23.9(hr) |
| | No.2 | | 70m3/hr | 20.0(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 23.3(hr) | 18.8(hr) | 19.4(hr) | 21.4(hr) | 21.4(hr) | 23.7(hr) | 19.7(hr) | 23.6(hr) | 120m3/hr | 20.5(hr) | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 23.4(hr) | 22.0(hr) | 20.9(hr) | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 23.4(hr) | 120m3/hr |
| | No.3 | | 70m3/hr | 20.0(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 23.3(hr) | 18.8(hr) | 19.4(hr) | 21.4(hr) | 21.4(hr) | 23.7(hr) | 19.7(hr) | 23.6(hr) | 21.9(hr) | 120m3/hr | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 23.4(hr) | 22.0(hr) | 20.9(hr) | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 23.4(hr) | 23.9(hr) |
| | No.4 | | 100m3/hr | | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 16.9(hr) | 23.3(hr) | 18.8(hr) | 19.4(hr) | 21.4(hr) | 21.4(hr) | 23.7(hr) | 19.7(hr) | 23.6(hr) | 21.9(hr) | 20.5(hr) | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 150m3/hr | 22.0(hr) | 20.9(hr) | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 23.4(hr) | 23.9(hr) |
| | No.5 | | 100m3/hr | | | | | | 18.8(hr) | 19.4(hr) | 21.4(hr) | 21.4(hr) | 23.7(hr) | 19.7(hr) | 23.6(hr) | 21.9(hr) | 20.5(hr) | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 23.4(hr) | 150m3/hr | 20.9(hr) | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 23.4(hr) | 23.9(hr) |
| | No.6 | | 100m3/hr | | | | | | | | | | | 19.7(hr) | 23.6(hr) | 21.9(hr) | 20.5(hr) | 17.3(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.8(hr) | 19.3(hr) | 23.4(hr) | 22.0(hr) | 150m3/hr | 17.4(hr) | 17.8(hr) | 18.3(hr) | 18.7(hr) | 19.1(hr) | 19.5(hr) | 23.4(hr) | 23.9(hr) |
| | Capacity | | | 210m3/hr | 310m3/hr | 310m3/hr | 310m3/hr | 310m3/hr | 410m3/hr | 410m3/hr | 410m3/hr | 410m3/hr | 410m3/hr | 510m3/hr | 560m3/hr | 610m3/hr | 660m3/hr | 660m3/hr | 660m3/hr | 660m3/hr | 660m3/hr | 660m3/hr | 710m3/hr | 760m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr | 810m3/hr |
| Digester Tank Volume 消化タンク 2013 35years | ⑫Excess sludgevolume | (m3-WB/d) | | 437 | 542 | 542 | 542 | 749 | 796 | 825 | 909 | 910 | 1,006 | 1,042 | 1,077 | 1,112 | 1,147 | 1,182 | 1,217 | 1,252 | 1,287 | 1,322 | 1,357 | 1,392 | 1,427 | 1,462 | 1,498 | 1,533 | 1,568 | 1,603 | 1,638 | 1,673 | 1,708 |
| | ⑭Ddigested Sludge | ($m^3$-WB/d) | | 262 | 325 | 325 | 325 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| | Digester Tank Volume | (days) | | 28.6 | 23.1 | 23.1 | 23.1 | 25.0 | 23.6 | 22.7 | 20.6 | 20.6 | 24.9 | 24.0 | 23.2 | 22.5 | 21.8 | 21.2 | 20.5 | 20.0 | 24.3 | 23.6 | 23.0 | 22.4 | 21.9 | 21.4 | 20.9 | 20.4 | 19.9 | 19.5 | 19.1 | 18.7 | 18.3 |
| | No.1 | 20 days or more | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) |
| | No.2 | | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) |
| | No.3 | | 5,000(m3) | | | | | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) |
| | No.4 | | 5,000(m3) | | | | | | | | | | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) |
| | No.5 | | 5,000(m3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) | 5,000(m3) |
| | No.6 | | 5,000(m3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Digester Tank Volume | (m3) | | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 |
| Deshidratación centrífuga 遠心脱水機 2013 15years | ⑭Ddigested Sludge | (m3-WB/d) | | 262 | 325 | 325 | 325 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| | No.1 | 24hrs in one day and 7days in a week | 15m3/hr | 5.8(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 10.0(hr) | 10.6(hr) | 11.0(hr) | 12.1(hr) | 12.1(hr) | 13.4(hr) | 13.9(hr) | 14.4(hr) | 15m3/hr | 22.9(hr) | 20.3(hr) | 12.2(hr) | 12.5(hr) | 12.9(hr) | 13.2(hr) | 13.6(hr) | 13.9(hr) | 14.3(hr) | 14.6(hr) | 15.0(hr) | 15.3(hr) | 15.7(hr) | 16.0(hr) | 16.4(hr) | 20m3/hr | 22.8(hr) |
| | No.2 | | 15m3/hr | 5.8(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 10.0(hr) | 10.6(hr) | 11.0(hr) | 12.1(hr) | 12.1(hr) | 13.4(hr) | 13.9(hr) | 14.4(hr) | 22.2(hr) | 20m3/hr | 20.3(hr) | 12.2(hr) | 12.5(hr) | 12.9(hr) | 13.2(hr) | 13.6(hr) | 13.9(hr) | 14.3(hr) | 14.6(hr) | 15.0(hr) | 15.3(hr) | 15.7(hr) | 16.0(hr) | 16.4(hr) | 22.3(hr) | 20m3/hr |
| | No.3 | | 15m3/hr | 5.8(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 7.2(hr) | 10.0(hr) | 10.6(hr) | 11.0(hr) | 12.1(hr) | 12.1(hr) | 13.4(hr) | 13.9(hr) | 14.4(hr) | 22.2(hr) | 22.9(hr) | 25m3/hr | 12.2(hr) | 12.5(hr) | 12.9(hr) | 13.2(hr) | 13.6(hr) | 13.9(hr) | 14.3(hr) | 14.6(hr) | 15.0(hr) | 15.3(hr) | 15.7(hr) | 16.0(hr) | 16.4(hr) | 22.3(hr) | 22.8(hr) |
| | Capacity | | | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr | 30m3/hr | 30m3/hr | 35m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 60m3/hr | 45m3/hr | 45m3/hr |
| Gas Holder (membrana) 2013 15year | Ddigested Sludge（organic） | (kg/d) | | 14,410 | 17,875 | 17,875 | 17,875 | 24,721 | 26,283 | 27,212 | 30,005 | 30,028 | 33,214 | 34,371 | 35,528 | 36,685 | 37,842 | 38,999 | 40,157 | 41,314 | 42,471 | 43,628 | 44,785 | 45,942 | 47,099 | 48,262 | 49,419 | 50,576 | 51,733 | 52,890 | 54,047 | 55,205 | 56,362 |
| | Digestion gas (Nm3/d) | CH4 | 65% | 5,151 | 6,390 | 6,390 | 6,390 | 8,838 | 9,396 | 9,728 | 10,727 | 10,735 | 11,874 | 12,288 | 12,701 | 13,115 | 13,529 | 13,942 | 14,356 | 14,770 | 15,183 | 15,597 | 16,011 | 16,424 | 16,838 | 17,254 | 17,667 | 18,081 | 18,495 | 18,908 | 19,322 | 19,736 | 20,149 |
| | No.1 | | 1,550(m3) | 7.2(hr) | 5.8(hr) | 5.8(hr) | 5.8(hr) | 8.4(hr) | 7.9(hr) | 7.6(hr) | 6.9(hr) | 6.9(hr) | 6.3(hr) | 6.1(hr) | 5.9(hr) | | 8.2(hr) | 8.0(hr) | 7.8(hr) | 7.6(hr) | 7.4(hr) | 7.2(hr) | 7.0(hr) | 6.8(hr) | 6.6(hr) | 6.5(hr) | 6.3(hr) | 6.2(hr) | 6.0(hr) | 5.9(hr) | 5.8(hr) | 5.7(hr) | |
| | No.2 | | 1,550(m3) | | | | | 8.4(hr) | 7.9(hr) | 7.6(hr) | 6.9(hr) | 6.9(hr) | 6.3(hr) | 6.1(hr) | 5.9(hr) | 5.7(hr) | 8.2(hr) | 8.0(hr) | 7.8(hr) | 7.6(hr) | 7.4(hr) | 7.2(hr) | | | | | | | | | | 5.7(hr) | |
| | No.3 | | 1,550(m3) | | | | | | | | | | | | | 5.7(hr) | 8.2(hr) | 8.0(hr) | 7.8(hr) | 7.6(hr) | 7.4(hr) | 7.2(hr) | 7.0(hr) | 6.8(hr) | 6.6(hr) | 6.5(hr) | 6.3(hr) | 6.2(hr) | 6.0(hr) | 5.9(hr) | 5.8(hr) | | 5.5(hr) |
| | No.4 | | 1,550(m3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.0(hr) | 6.8(hr) | 6.6(hr) | 6.5(hr) | 6.3(hr) | 6.2(hr) | 6.0(hr) | 5.9(hr) | 5.8(hr) | 5.7(hr) | 5.5(hr) |
| Sistema de Cogeneración コージェネレーター 2013 | Consumo de gas con un PCI de | | 6.4kwh/Nm3 | 1,374kwh | 1,704kwh | 1,704kwh | 1,704kwh | 2,357kwh | 2,506kwh | 2,594kwh | 2,860kwh | 2,863kwh | 3,166kwh | 3,277kwh | 3,387kwh | 3,497kwh | 3,608kwh | 3,718kwh | 3,828kwh | 3,939kwh | 4,049kwh | 4,159kwh | 4,269kwh | 4,380kwh | 4,490kwh | 4,601kwh | 4,711kwh | 4,822kwh | 4,932kwh | 5,042kwh | 5,153kwh | 5,263kwh | 5,373kwh |
| | No.1 | | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | 630kwh | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GAS REMAINING QUANTITY | | | 744kwh | 1,074kwh | 1,074kwh | 1,074kwh | 1,727kwh | 1,876kwh | 1,964kwh | 2,230kwh | 2,233kwh | 2,536kwh | 2,647kwh | 2,757kwh | 3,497kwh | 3,608kwh | 3,718kwh | 3,828kwh | 3,939kwh | 4,049kwh | 4,159kwh | 4,269kwh | 4,380kwh | 4,490kwh | 4,601kwh | 4,711kwh | 4,822kwh | 4,932kwh | 5,042kwh | 5,153kwh | 5,263kwh | 5,373kwh |
| | | (Kcal/h) | 859.85kcal/h | 639,484 | 923,567 | 923,567 | 923,567 | 1,484,725 | 1,612,750 | 1,688,910 | 1,917,859 | 1,919,728 | 2,180,916 | 2,275,767 | 2,370,617 | 3,007,173 | 3,102,023 | 3,196,873 | 3,291,723 | 3,386,574 | 3,481,424 | 3,576,274 | 3,671,124 | 3,765,974 | 3,860,825 | 3,956,142 | 4,050,992 | 4,145,843 | 4,240,693 | 4,335,543 | 4,430,393 | 4,525,244 | 4,620,094 |
| Sludge Dryer 2021 15years | ⑰Dewatered sludge | ($m^3$/d) | | 62.2 | 77.2 | 77.2 | 77.2 | 106.7 | 113.5 | 117.5 | 129.6 | 129.7 | 143.4 | 148.4 | 153.4 | 158.4 | 163.4 | 168.4 | 173.4 | 178.4 | 183.4 | 188.4 | 193.4 | 198.4 | 203.4 | 208.4 | 213.4 | 218.4 | 223.4 | 228.4 | 233.4 | 238.4 | 243.4 |
| | ⑰Dewatered sludge | (kg/hr) | | 2,851 | 3,538 | 3,538 | 3,538 | 4,890 | 5,202 | 5,385 | 5,940 | 5,945 | 6,573 | 6,802 | 7,031 | 7,260 | 7,489 | 7,718 | 7,948 | 8,177 | 8,406 | 8,635 | 8,864 | 9,093 | 9,323 | 9,552 | 9,781 | 10,010 | 10,239 | 10,468 | 10,698 | 10,927 | 11,156 |
| | Water Evaporation Amount蒸発水分量(kg/h | | 55% | 1,457 | 1,808 | 1,808 | 1,808 | 2,500 | 2,659 | 2,753 | 3,036 | 3,038 | 3,359 | 3,476 | 3,594 | 3,711 | 3,828 | 3,945 | 4,062 | 4,179 | 4,296 | 4,413 | 4,531 | 4,648 | 4,765 | 4,882 | 4,999 | 5,116 | 5,233 | 5,350 | 5,468 | 5,585 | 5,702 |
| | Necessary heat transfer area必要伝熱面積(m | | 11.5 | 127 | 157 | 157 | 157 | 217 | 231 | 239 | 264 | 264 | 292 | 302 | 312 | 323 | 333 | 343 | 353 | 363 | 374 | 384 | 394 | 404 | 414 | 425 | 435 | 445 | 455 | 465 | 475 | 486 | 496 |
| | Necessary heat capacity必要熱量(kcal/h) | | 67.0℃ | 1,188,481 | 1,475,092 | 1,475,092 | 1,475,092 | 2,038,760 | 2,168,691 | 2,245,120 | 2,476,320 | 2,478,231 | 2,740,002 | 2,835,539 | 2,931,076 | 3,026,613 | 3,122,150 | 3,217,687 | 3,313,224 | 3,408,761 | 3,504,299 | 3,599,836 | 3,695,373 | 3,790,910 | 3,886,447 | 3,981,984 | 4,077,521 | 4,173,058 | 4,268,595 | 4,364,132 | 4,459,669 | 4,555,206 | 4,650,743 |
| | Dried sludge乾燥汚泥量 | | (m3/d) | 30.42 | 37.74 | 37.74 | 37.74 | 52.19 | 55.49 | 57.45 | 63.34 | 63.39 | 70.12 | 72.56 | 75.00 | 77.45 | 79.89 | 82.33 | 84.77 | 87.22 | 89.66 | 92.10 | 94.55 | 96.99 | 99.43 | 101.89 | 104.33 | 106.77 | 109.21 | 111.66 | 114.10 | 116.54 | 118.99 |
| | No.1 | 24hour operation | 100(m3/d) | | | | | | 1.48 | 1.53 | 1.69 | 1.69 | 1.87 | 1.93 | 2.00 | 1.03 | 1.07 | 1.10 | 1.13 | 1.16 | 1.20 | 1.23 | 0.84 | | 0.88 | 0.91 | 0.93 | 0.95 | 0.97 | 0.99 | 1.01 | 1.55 | 1.06 |
| | No.2 | 280 days in one | 100(m3/d) | | | | | | | | | | | | | 1.03 | 1.07 | 1.10 | 1.13 | 1.16 | 1.20 | 1.23 | 0.84 | 1.29 | 0.88 | 0.91 | 0.93 | 0.95 | 0.97 | 0.99 | 1.01 | | 1.06 |
| | No.3 | year | 100(m3/d) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.84 | 1.29 | 0.88 | 0.91 | 0.93 | 0.95 | 0.97 | 0.99 | 1.01 | 1.55 | 1.06 |

# 5　財政計画

## 5.1　　建設コスト

下水処理場の更新計画に伴う年次別建設コストを以下に整理する。

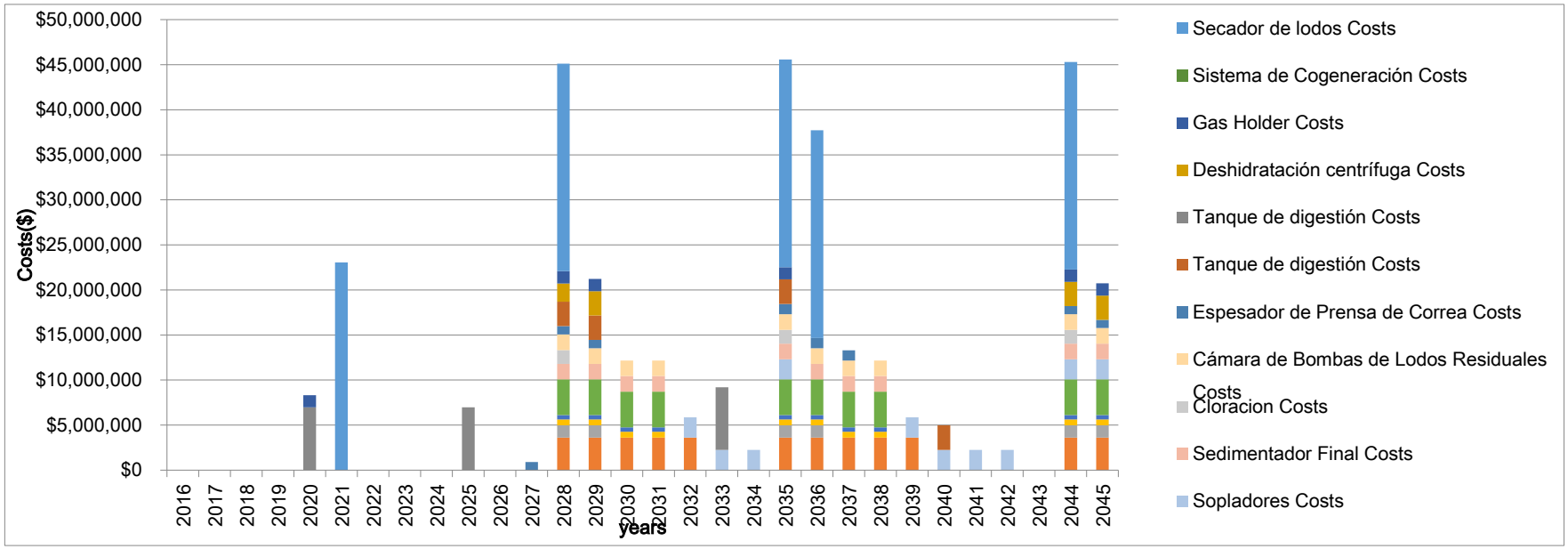



図 5.1.1　更新計画に伴う年次別建設コスト

機械設備・電気設備は、概ね 15 年で耐用年数を向えることとなるため、15 年サイクルで更新事業費が繰り返し発生していく。

更新計画では、2021 年に汚泥乾燥機(100m3/day)1 台の導入し、既存のコージェネレーターが耐用年数（15 年）を向える 2028 年に 2 台目の汚泥乾燥機を導入する計画であったが、図 5. 1.1 に示すように、汚泥乾燥機の導入コストが他の機械設備・電気設備の更新時期と重なると、年間事業費がピークを向えることとなる。そのため、汚泥乾燥機については、事業費の平準化に配慮した計画を検討とする。

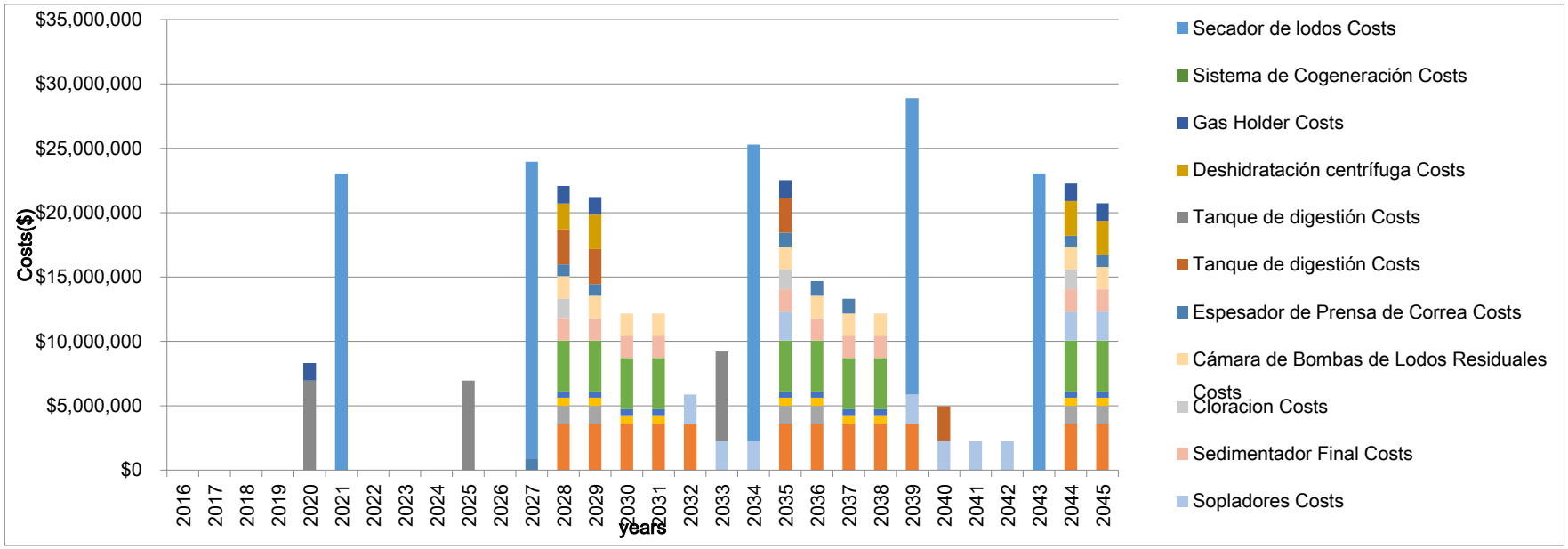



図 5.1.2　更新計画に伴う年次別建設コストの平準化

図 5. 1.2 に示すように、JD 下水処理場の更新事業費は年間 25 百万ドル前後に平準化が可能とみられるが、上記には点在するポンプ場の更新費用が含まれていないため、各ポンプ場の更新費用を含めて平準化することが望まれる。

表 5.1.1 JD 下水処理場更新事業費（平準化後）

| | | unit | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| average daily flow | | [m3/s] | 2.217 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 3.803 | 4.043 | 4.186 | 4.616 | 4.619 | 5.109 | 5.287 | 5.465 | 5.643 | 5.821 | 5.999 | 6.177 | 6.355 | 6.533 | 6.711 | 6.890 | 7.068 | 7.246 | 7.424 | 7.602 | 7.780 | 7.958 | 8.136 | 8.314 | 8.492 | 8.670 |
| average daily flow | | [m3/day] | 191,549 | 237,600 | 237,600 | 237,600 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| | Unit | Capacity | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
| Estacion de Bombeo el Tunel en Chanis costs | ($) | 3,621,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 0 | 0 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 3,621,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,621,000 | 3,621,000 |
| Cámara Modular de Reparto Costs | ($) | 1,366,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,366,000 | 1,366,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,366,000 | 1,366,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,366,000 | 1,366,000 |
| Rejllas Vecanicas Costs | ($) | 635,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 635,000 | 635,000 | 635,000 | 635,000 | 0 | 0 | 0 | 635,000 | 635,000 | 635,000 | 635,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 635,000 | 635,000 |
| Desarenadores Costs | ($) | 485,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 485,000 | 485,000 | 485,000 | 485,000 | 0 | 0 | 0 | 485,000 | 485,000 | 485,000 | 485,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 485,000 | 485,000 |
| Tanque de Aireación Costs | ($) | 3,964,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,964,000 | 3,964,000 | 3,964,000 | 3,964,000 | 0 | 0 | 0 | 3,964,000 | 3,964,000 | 3,964,000 | 3,964,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,964,000 | 3,964,000 |
| Sopladores Costs | ($) | 1,794,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 1,794,000 | 1,794,000 | 1,794,000 | 1,794,000 | | | | 1,794,000 | 1,794,000 | 1,794,000 | 1,794,000 | 0 | 1,794,000 | 1,794,000 |
| Sedimentador Final Costs | ($) | 1,732,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 0 | 0 | 0 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,732,000 | 1,732,000 |
| Cloracion Costs | ($) | 1,529,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,529,000 | | | | 0 | 0 | 0 | 1,529,000 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,529,000 | |
| Cámara de Bombas de Lodos Residuales Costs | ($) | 1,732,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 0 | 0 | 0 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 1,732,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,732,000 | 1,732,000 |
| Espesador de Prensa de Correa Costs | ($) | 532,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 912,000 | 912,000 | 912,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,140,000 | 1,140,000 | 1,140,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 912,000 | 912,000 |
| Tanque de digestión Costs | ($) | 2,726,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,726,000 | 2,726,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,726,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,726,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tanque de digestión Costs | ($) | 6,964,000 | Expansión | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,964,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,964,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,964,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Deshidratación centrífuga Costs | ($) | 2,014,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,014,000 | 2,685,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,685,000 | 2,685,000 |
| Gas Holder Costs | ($) | 1,359,000 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,359,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,359,000 | 1,359,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,359,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,359,000 | 1,359,000 |
| Sistema de Cogeneración Costs | ($) | 11,712,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Secador de lodos Costs | ($) | 23,045,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23,045,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23,045,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23,045,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23,045,000 | 0 | 0 | 0 | 23,045,000 | 0 | 0 |
| Total Costs | ($) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8323000 | 2.3E+07 | 0 | 0 | 0 | 6964000 | 0 | 2.4E+07 | 2.2E+07 | 2.1E+07 | 1.2E+07 | 1.2E+07 | 5415000 | 8758000 | 2.5E+07 | 2.2E+07 | 1.5E+07 | 1.3E+07 | 1.2E+07 | 2.8E+07 | 4520000 | 1794000 | 1794000 | 2.3E+07 | 2.2E+07 | 2E+07 |

※　更新事業費は、既設JD下水処理場の機械設備・電気設備の設置工事コストより算定した。なお、汚泥乾燥機等コストが不明なものは、日本での実績を基に算定している。

## 5.2　　運転維持管理費

流入水量予測から得られた運転維持管理費を以下に整理する。現在の汚泥処分費用が安価であるため、汚泥乾燥を導入した場合、処分する乾燥汚泥量は脱水汚泥量に比べて半減できるものの、年間 0.4～0.5 百万ドル程度維持管理費が高くなる結果となる。

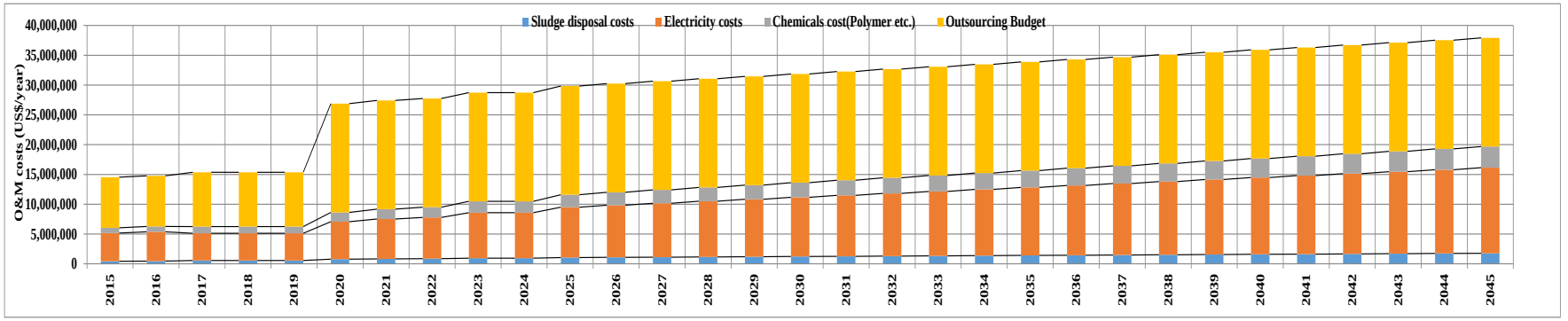



図 5.2.1　汚泥乾燥無の場合の運転維持管理費の予測

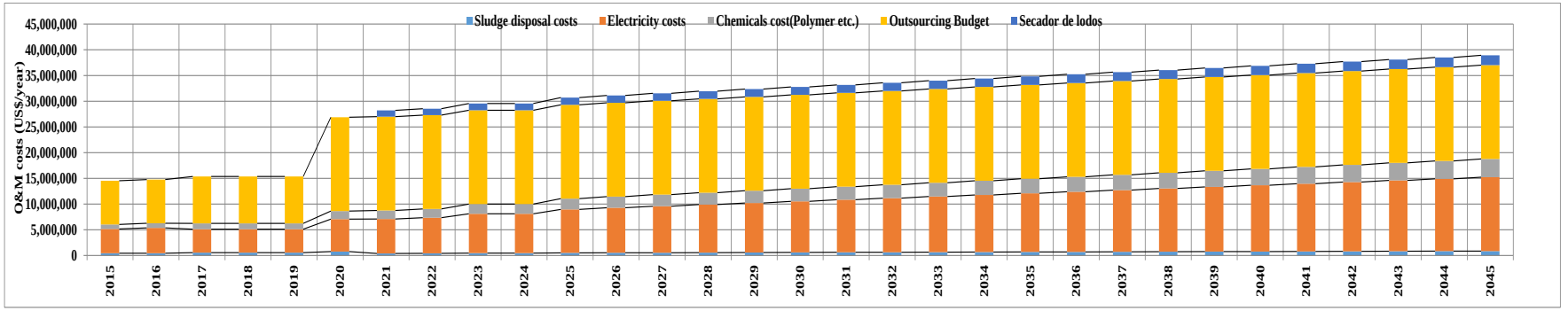



図 5.2.1　汚泥乾燥有の場合の運転維持管理費の予測

表 5.1.2 下水処理場運転維持管理費(汚泥乾燥無)

| 年 | 委託費 (US$/year) | 薬品代 (US$/year) | 電気料金 (US$/year) | 汚泥処分費 (US$/year) | 合計 (US$/year) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 8,486,316 | 878,151 | 4,728,508 | 438,730 | 14,531,705 |
| 2018 | 8,486,316 | 911,389 | 4,907,480 | 455,304 | 14,760,489 |
| 2019 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 563,560 | 15,365,382 |
| 2020 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 563,560 | 15,365,382 |
| 2021 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 563,560 | 15,365,382 |
| 2022 | 18,242,800 | 1,559,108 | 6,296,399 | 778,910 | 26,877,217 |
| 2023 | 18,242,800 | 1,657,501 | 6,693,753 | 828,550 | 27,422,603 |
| 2024 | 18,242,800 | 1,716,126 | 6,930,509 | 857,750 | 27,747,185 |
| 2025 | 18,242,800 | 1,892,412 | 7,642,434 | 946,080 | 28,723,727 |
| 2026 | 18,242,800 | 1,893,642 | 7,647,401 | 946,810 | 28,730,653 |
| 2027 | 18,242,800 | 2,094,527 | 8,458,665 | 1,046,820 | 29,842,811 |
| 2028 | 18,242,800 | 2,167,521 | 8,753,451 | 1,083,320 | 30,247,093 |
| 2029 | 18,242,800 | 2,240,516 | 9,048,238 | 1,119,820 | 30,651,374 |
| 2030 | 18,242,800 | 2,313,511 | 9,343,025 | 1,156,320 | 31,055,656 |
| 2031 | 18,242,800 | 2,386,506 | 9,637,812 | 1,192,820 | 31,459,937 |
| 2032 | 18,242,800 | 2,459,501 | 9,932,598 | 1,229,320 | 31,864,219 |
| 2033 | 18,242,800 | 2,532,495 | 10,227,385 | 1,265,820 | 32,268,500 |
| 2034 | 18,242,800 | 2,605,490 | 10,522,172 | 1,302,320 | 32,672,782 |
| 2035 | 18,242,800 | 2,678,485 | 10,816,958 | 1,338,820 | 33,077,063 |
| 2036 | 18,242,800 | 2,751,480 | 11,111,745 | 1,375,320 | 33,481,345 |
| 2037 | 18,242,800 | 2,824,475 | 11,406,532 | 1,411,820 | 33,885,626 |
| 2038 | 18,242,800 | 2,897,469 | 11,701,318 | 1,448,320 | 34,289,908 |
| 2039 | 18,242,800 | 2,970,464 | 11,996,105 | 1,484,820 | 34,694,189 |
| 2040 | 18,242,800 | 3,043,459 | 12,290,892 | 1,521,320 | 35,098,471 |
| 2041 | 18,242,800 | 3,116,454 | 12,585,679 | 1,557,820 | 35,502,752 |
| 2042 | 18,242,800 | 3,189,449 | 12,880,465 | 1,594,320 | 35,907,034 |
| 2043 | 18,242,800 | 3,262,443 | 13,175,252 | 1,630,820 | 36,311,315 |
| 2044 | 18,242,800 | 3,335,438 | 13,470,039 | 1,667,320 | 36,715,597 |
| 2045 | 18,242,800 | 3,408,433 | 13,764,825 | 1,703,820 | 37,119,878 |

表 5.1.3 下水処理場運転維持管理費(汚泥乾燥有)

| 年 | 委託費 (US$/year) | 薬品代 (US$/year) | 電気料金 (US$/year) | 汚泥処分費 (US$/year) | 乾燥機 (US$/year) | 合計 (US$/year) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 8,486,316 | 878,151 | 4,728,508 | 563,560 | | 15,365,382 |
| 2018 | 8,486,316 | 911,389 | 4,907,480 | 563,560 | | 15,365,382 |
| 2019 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 563,560 | | 15,365,382 |
| 2020 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 778,910 | | 26,877,217 |
| 2021 | 9,121,400 | 1,127,412 | 4,553,010 | 405,046 | 852,782 | 27,851,881 |
| 2022 | 18,242,800 | 1,559,108 | 6,296,399 | 419,364 | 870,237 | 28,179,036 |
| 2023 | 18,242,800 | 1,657,501 | 6,693,753 | 462,407 | 921,593 | 29,161,647 |
| 2024 | 18,242,800 | 1,716,126 | 6,930,509 | 462,759 | 922,009 | 29,168,611 |
| 2025 | 18,242,800 | 1,892,412 | 7,642,434 | 511,863 | 977,792 | 30,285,647 |
| 2026 | 18,242,800 | 1,893,642 | 7,647,401 | 529,695 | 997,595 | 30,691,063 |
| 2027 | 18,242,800 | 2,094,527 | 8,458,665 | 547,527 | 1,017,122 | 31,096,204 |
| 2028 | 18,242,800 | 2,167,521 | 8,753,451 | 565,360 | 1,036,387 | 31,501,083 |
| 2029 | 18,242,800 | 2,240,516 | 9,048,238 | 583,192 | 1,055,402 | 31,905,711 |
| 2030 | 18,242,800 | 2,313,511 | 9,343,025 | 601,024 | 1,074,176 | 32,310,099 |
| 2031 | 18,242,800 | 2,386,506 | 9,637,812 | 618,856 | 1,092,721 | 32,714,257 |
| 2032 | 18,242,800 | 2,459,501 | 9,932,598 | 636,688 | 1,111,044 | 33,118,195 |
| 2033 | 18,242,800 | 2,532,495 | 10,227,385 | 654,521 | 1,129,156 | 33,521,920 |
| 2034 | 18,242,800 | 2,605,490 | 10,522,172 | 672,353 | 1,147,064 | 33,925,442 |
| 2035 | 18,242,800 | 2,678,485 | 10,816,958 | 690,185 | 1,164,776 | 34,328,767 |
| 2036 | 18,242,800 | 2,751,480 | 11,111,745 | 708,017 | 1,182,299 | 34,731,904 |
| 2037 | 18,242,800 | 2,824,475 | 11,406,532 | 725,849 | 1,199,639 | 35,134,858 |
| 2038 | 18,242,800 | 2,897,469 | 11,701,318 | 743,770 | 1,216,804 | 35,537,724 |
| 2039 | 18,242,800 | 2,970,464 | 11,996,105 | 761,602 | 1,233,798 | 35,940,332 |
| 2040 | 18,242,800 | 3,043,459 | 12,290,892 | 779,434 | 1,250,628 | 36,342,776 |
| 2041 | 18,242,800 | 3,116,454 | 12,585,679 | 797,266 | 1,267,299 | 36,745,060 |
| 2042 | 18,242,800 | 3,189,449 | 12,880,465 | 815,098 | 1,283,815 | 37,147,191 |
| 2043 | 18,242,800 | 3,262,443 | 13,175,252 | 832,930 | 1,300,183 | 37,549,172 |
| 2044 | 18,242,800 | 3,335,438 | 13,470,039 | 850,763 | 1,316,405 | 37,951,008 |
| 2045 | 18,242,800 | 3,408,433 | 13,764,825 | 868,595 | 1,332,487 | 38,352,703 |

※乾燥することにより、汚泥処分費は半減するが、乾燥機の維持管理費が増加する。なお、乾燥機維持管理費は、日本の実績による。

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 下水道管の調査・診断手法の OJT レポート

**平成 30 年 6 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

目　　次

1.本プロジェクトの携行機材 ..... 1
2.調査・診断手法 OJT ..... 3
2.1 河川 DO 調査による問題個所のスクリーニング OJT ..... 5
2.2　管口カメラの OJT ..... 6
2.3　満管用流量計の OJT ..... 9
2.4　送煙調査の OJT ..... 9
2.5　EC 計を用いた浸入水調査の OJT ..... 10
2.6　開水路用流量計の OJT ..... 12

## 1.本プロジェクトの携行機材

下水管の調査・診断手法 OJT に用いたフェーズ 1 の携行機材およびフェーズ 2 の携行機材は、以下のとおりである。

フェーズ１（携行機材）

| No | 機　材　名 | 数　量 | 仕様等 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ポータブル多項目水質計 | 1 台 | HACH　HQ40D | 水質分析 |

※河川水質からの問題地点の把握には、工場排水水質調査用のポータブル多項目水質計を用いた。

フェーズ２（携行機材）

| No | 機　材　名 | 数　量 | 仕様等 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | ポータブル式電気伝導度計 | 3 台 | HOBO U24 | 浸入水調査 |
| 3 | 超音波流量計（開水路用） | 1 台 | HACH FL900AV | 流量調査 |
| 4 | 超音波流量計（満管用） | 1 台 | GE PT878 | 流量調査 |
| 5 | 噴霧機 | 2 台 | TERMONEBULIZADOR PORT ATIL H200SF IGEBA TF35 | 送煙調査 |
| 6 | 管口カメラ | 2 台 | HWM EQUIPO DE REVISION CCTV | 管内調査 |

以下に、本プロジェクトで携行した機材の写真を示す。

a.　ポータブル多項目水質計

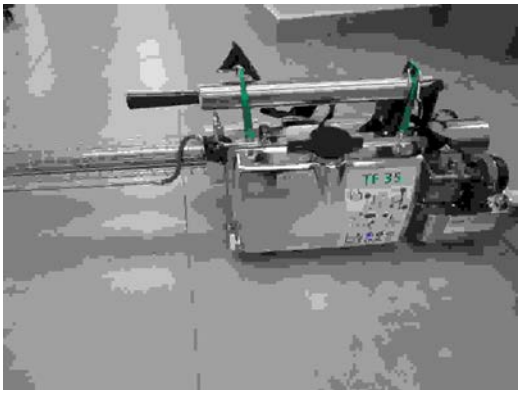
b. ポータブル式電気伝導度計

c. 超音波流量計（開水路用）

Hach FL900AV Flow Meter
(inset Sigma AV Sensor)

d. 超音波流量計（満管用）

e.　噴霧機




f.　管口カメラ

## 2.調査・診断手法 OJT

下水管の調査・診断 OJT の実施状況を表 2-1 および表 2-2 に示す。

表 2-1　第 1 年次 OJT の実施状況(5 回)

| 年月日 | | | | 活動番号 | OJT 実施状況 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | 曜 | | |
| 2016 | 4 | 5 | 火 | 3-4 | **リオアバホ川 DO 調査実施** |
| | 7 | 18 | 月 | 3-4 | リオアバホ川支流（流入点）の DO 調査実施 |
| | 7 | 21 | 木 | 3-4 | **ファンディアス川、タピア川等の DO 調査実施** |
| | 7 | 22 | 金 | 3-4 | リオアバホ川支流（流域内、サンミゲリート地区）の DO 調査実施 |
| | 12 | 16 | 金 | 3-4 | **送煙調査用噴霧器の C/P への使用方法等の講習** |

表 2-2　第 2 年次 OJT の実施状況（18 回）

| 年月日 | | | | 活動番号 | OJT 実施状況 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | 曜 | | |
| 2017 | 6 | 1 | 木 | 3-4 | **既設管渠 OJT 箇所の現地調査を雨の中で行った。** |
| | 6 | 6 | 火 | 3-4 | 管口カメラ納品検査動作確認 |
| | 6 | 8 | 木 | 3-4 | 既設下水管における管口カメラの OJT |
| | 6 | 12 | 金 | 3-4 | JD ポンプ場での満管用流量計設置のための C/P への事前 OJT |
| | 6 | 15 | 木 | 3-4 | JD **ポンプ場への満管用流量計設置** OJT |
| | 6 | 21 | 水 | 3-4 | 送煙調査用噴霧機についての OJT |
| | 6 | 21 | 水 | 3-4 | JD ポンプ場への流量計データ回収 OJT |
| | 6 | 23 | 金 | 3-4 | 調査対象地域の管口カメラ調査 OJT。 |
| | 6 | 26 | 月 | 3-4 | 閉塞しているとみられた管路の清掃後管口カメラ OJT 調査 |
| | 6 | 29 | 木 | 3-4 | 調査対象地域の EC 計を用いた浸入水調査 OJT。 |
| | 10 | 27 | 金 | 3-4 | 送煙調査機器の試運転 |
| | 11 | 1 | 水 | 3-4 | 送煙調査の実施 |
| | 11 | 16 | 木 | 3-4 | DonBosco 送煙調査（現場へ到着したが、雨天のため中止） |
| | 11 | 17 | 金 | 3-4 | 浄化槽放流管を用いた流量計設置 OJT |
| | 11 | 21 | 火 | 3-4 | DonBosco 他送煙調査、管口カメラ OJT |
| | 11 | 24 | 金 | 3-4 | 浄化槽放流管を用いた流量計設置 OJT |
| | 11 | 27 | 月 | 3-4 | 浄化槽放流管を用いた流量計設置 OJT（中間チェック） |
| | 12 | 1 | 金 | 3-4 | 浄化槽放流管を用いた流量計撤去 OJT（データ回収作業時起動せず） |

表 2-3　第 3 年次 OJT の実施状況（5 回）

| 年月日 | | | | 活動番号 | OJT 実施状況 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | 曜 | | |
| 2018 | 5 | 29 | 火 | 3-4 | 管口カメラ･送煙調査 OJT |
| | 5 | 29 | 火 | 3-4 | 開水路用流量計 OJT |
| | 6 | 6 | 水 | 3-4 | 開水路用流量計および EC 計設置 OJT |
| | 6 | 12 | 火 | 3-4 | 開水路用流量計 OJT(撤去) |
| | 6 | 14 | 木 | 3-4 | 開水路用流量計 OJT（データ回収及び C/P 設置デモ） |

### 2.1 河川 DO 調査による問題個所のスクリーニング OJT

UCP より、IDAAN の古い管きょで問題がある地区とされた Rio Abajo（約 2,200ha ）流域において、河川 DO から問題地区のスクリーニング OJT を実施した。

調査は、まず、Rio Abajo 本川の DO を調査し、後日、その支川の DO を再度調査することで、特に河川の汚濁源となっている問題地点を選出した。

DO 調査の特徴として、ポータブル式多項目水質計を用いることで、10 か所程度の DO 調査を概ね半日で調査可能であり、汚水が漏水しているような地区を容易に把握することが可能である。

専門家が DO 調査の手法を示す

C/P が自ら調査実施

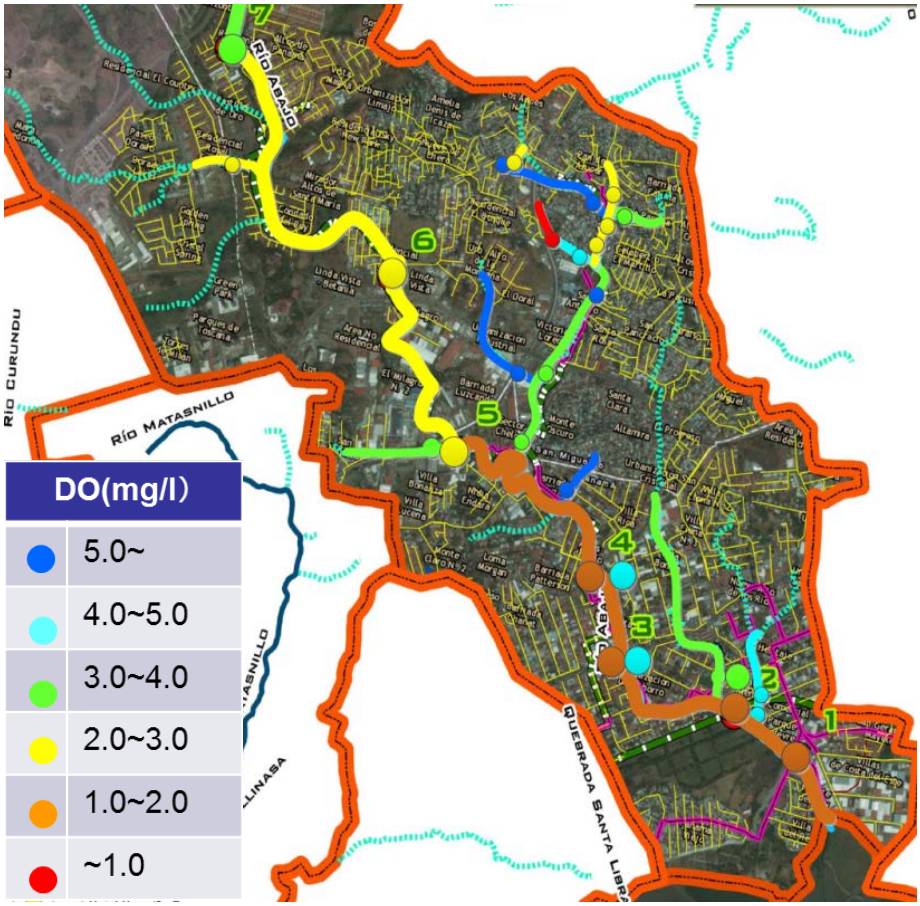



図 2-1　DO 調査結果図（Rio Abajo）

調査の結果、Abajo 流域では IDAAN の管渠の問題よりも、家屋の未接続の問題の影響が大きいことが判明した。今後、特に家屋の未接続問題がある地区を特定し、CONADES へ改善を依頼することを 2016 年 11 月 Monthly　Meeting で提案している。

## 2.2　管口カメラの OJT

UCP 及び SOAP ともに、現在管きょの維持管理では、マンホール目視調査が主に実施されており、今回、管口カメラを用いた管内調査の OJT を実施した。

カメラ動作確認

下水管での OJT

管口カメラの OJT では、撮った写真の場所が不明になることを防ぐため、人口番号の撮影と上流から下流へ時計回りでの撮影等について指導している。

事前の OJT

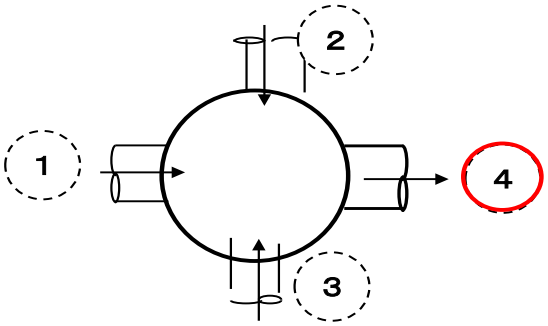
浸入水の状況

また、調査結果については、個人によるバイアスが生じないよう次頁のように写真を多く取り入れた現場表を用いることを推奨している。

## Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha de Inspección | 20170601 | Tiempo (Condición meteorológico) | Rain | No. del pozo de inspección | CI-006905 |
| Dirección | | | | | |
| Material | | Diámetro | | Longitud de la línea | |

**Alcantarillado Inspecciónado**



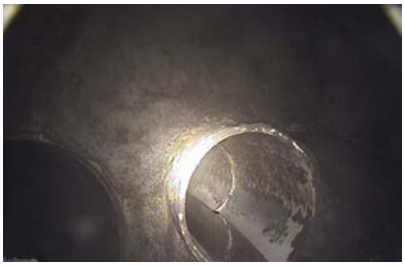

Pozo

| | |
|---|---|
| Estado del pozo | ☐ Bien ☑ Inundado ☐ Otros ( ) |
| Estado de alcanta-rillado | ☐ Roto ☐ Agrietado ☐ Desalineado ☑ Infiltración ☐ Raices de árbol |
| | ☐ Grasas ☐ Conexión irregular ☐ Caído, Sinuoso ☑ Estancado ☐ Arena, tierra |
| Medidas tomadas | ☐ Reparción de emergencia ☐ Lavado de emergencia ☑ Requiere la inspección detallada |

**Fotos**

Lugar

Estado interno del pozo de inspección



Boca de la tubería

Interior de la tuberia

### 2.3　満管用流量計の OJT

JD ポンプ場及び浄化槽において、複数回にわたり、満管用流量計の OJT を行い、センサーの設置とデータロガーの設定、データ回収について技術移転した。

また、UCP が管理しているポンプ場は、流出管で流量を把握するために必要な直管長が確保されていないケースが多いことから、今後、建設される下水処理場やポンプ場では、設計時点で流量計の設置を検討するよう weekly meeting で説明を行った。

JD ポンプ場流量計設置状況

データロガーの設定 OJT

### 2.4　送煙調査の OJT

噴霧器を用いた送煙調査を実施し、雨水と汚水の誤接続調査の OJT を実施した。誤接続状況が可視化されるため、C/P が積極的に調査に活用している。

OJT では、以下の事項について説明している。

- 煙が、水とグリセリンを混合することで発生しているため、5 分程度で消えることから、苦情等の発生が少ないこと。
- グリセリンが水に溶けやすいため、流量が多い管路や雨天時では調査が困難である。

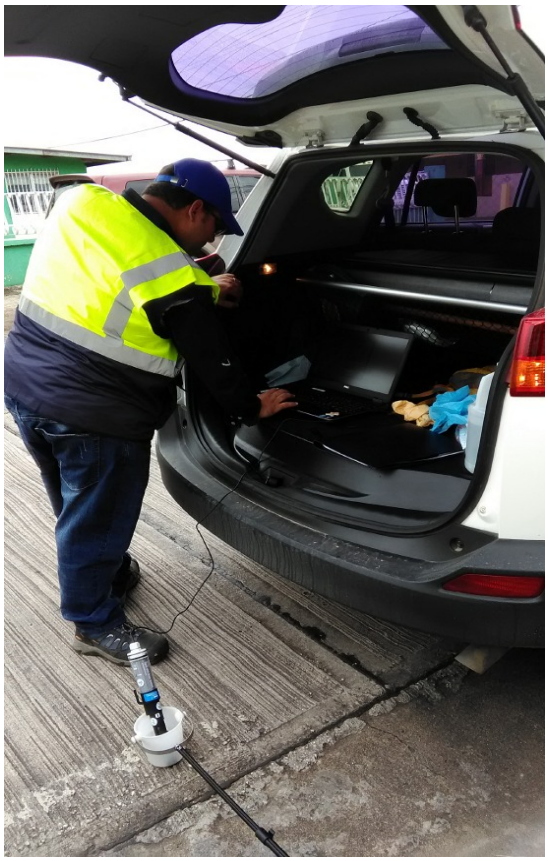
代理店による噴霧器の取り扱い説明

水とグリセリンの混合物を用いた噴霧器の試運転

交差点での送煙調査 OJT

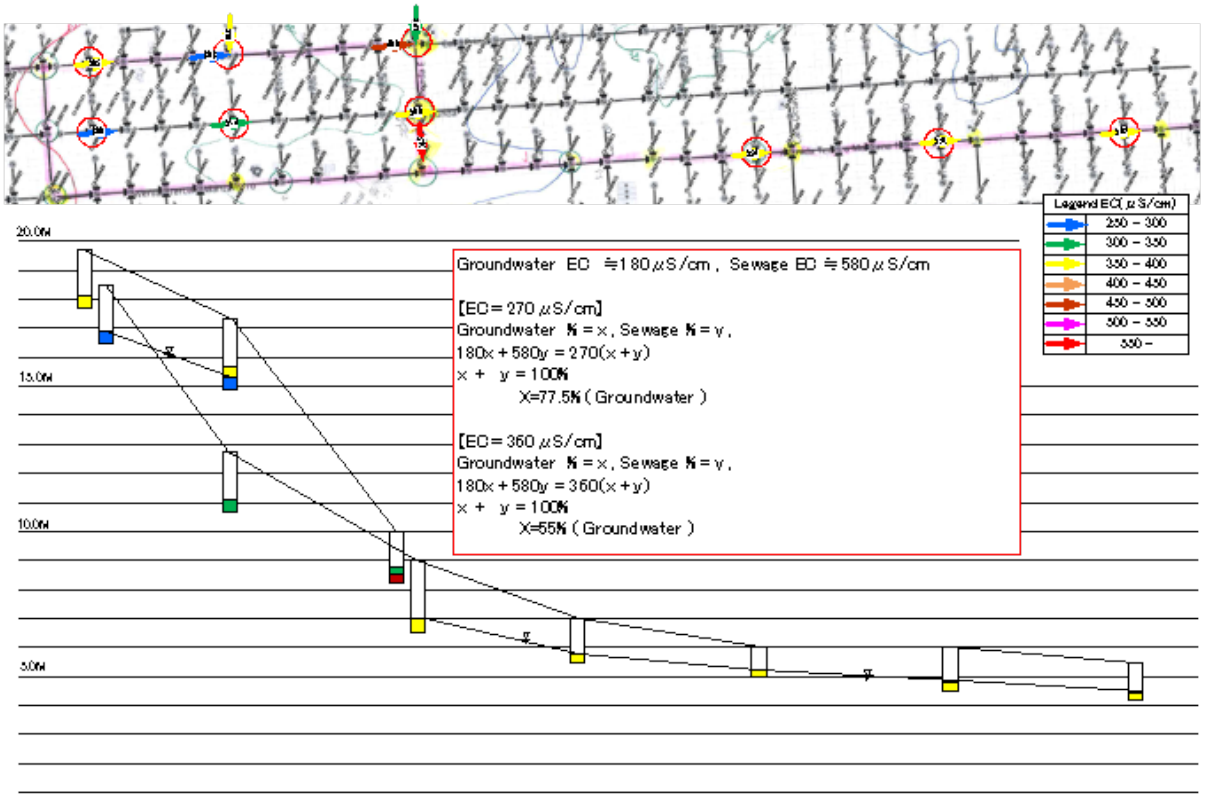
### 2.5　EC 計を用いた浸入水調査の OJT

調査機器の使い方の OJT に合わせて、下水管が溢れる原因を特定するため、Don Bosco 地区で調査を実施した。IDAAN の台帳から、地表勾配に合わせて管きょが敷設されていることが分かった他、管口カメラにより、浸入水が見られたため、送煙調査により雨水との誤接続を調査した。しかし、調査の結果、誤接続は少ないものとみられ、地下水浸入水が疑われたため、EC 計を用いて浸入水調査を行った。



EC 計による浸入水調査（採水後、PC で解析中）

9 地点の下水の EC を調査した結果、浸入水が多い個所では地下水量が汚水の 70%以上占めているとみられ、下水管の閉塞が原因ではなく、DonBosco 地区が埋め立て地であることにより、雨期の地下水位が非常に高く、地下水が下水管に浸入していることが原因であるとみられた。




EC 計での浸入水調査結果

## 2.6　開水路用流量計の OJT

開水路用流量計の取り扱い説明及び現場での OJT を 5 月 29 日の weekly Meeting と 6 月 6 日現場で行った。以下に、その状況を示す。

取り扱い説明及び設置状況

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

# 既設下水道管の管理計画(案)

**平成 30 年 6 月**

**(2018 年)**

**独立行政法人**

**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# 目次

1. はじめに ..... 1
2.管きょの現状 ..... 1
2-1　管きょの現状と流域分割 ..... 1
2-2　地区別苦情件数の状況 ..... 5
2-3　既設管きょの主な問題 ..... 6
3.　計画的な調査 ..... 8
3-1　事前準備 ..... 8
3-2　計画的な調査 ..... 8
3-3　日本における下水管路の診断 ..... 9
3-4　管きょの調査方法 ..... 12
3-5　調査事例（Don Bosco 地区） ..... 20
4. 管きょ管理計画 ..... 26

# 1. はじめに

このレポートは、今後、UCP が既設下水道管きょの計画的な調査・診断業務を行っていくために、既設下水道管きょの現状と抱える主な問題、必要となる調査・診断手法について OJT 等での手法を含めてまとめたものであり、今後、委託調査等における調査・診断業務の方針を示すものである。

# 2.管きょの現状

## 2-1　管きょの現状と流域分割

図 2-1 に河川流域分割図を、表 2-1 及び図 2-2 に流域別の管きょ延長を、表 2-2 及び図 2-3 に IDAAN の口径別管きょ管理延長を示す。

口径別延長では、6 インチが 39%、6-8 インチが全体の 77%を占めており、当面 UCP が管理することになっている Juan Diaz 流域は全体延長の約 32%を占める。

**表 2-1　河川流域別管きょ延長**

| No | SISTEMA | Longitud_km | % |
|---|---|---|---|
| 1 | Paitilla | 3,711 | 0.3% |
| 2 | Punta Pacífica | 4,174 | 0.3% |
| 3 | Matasnillo | 116,792 | 9.5% |
| 4 | Proyecto Hotelero | 28,413 | 2.3% |
| 5 | Curundu | 74,811 | 6.1% |
| 6 | Casco Antiguo y Chorrillo | 31,855 | 2.6% |
| 7 | San Francisco | 15,949 | 1.3% |
| 8 | Río Abajo | 187,392 | 15.2% |
| 9 | Matías Hernández | 163,672 | 13.3% |
| 10 | Tocumen | 117,131 | 9.5% |
| 11 | Tapia | 95,894 | 7.8% |
| 12 | Juan Díaz | 390,961 | 31.8% |
|  | total | 1,230,754 | 100.0% |

2016 年 12 月台帳システム

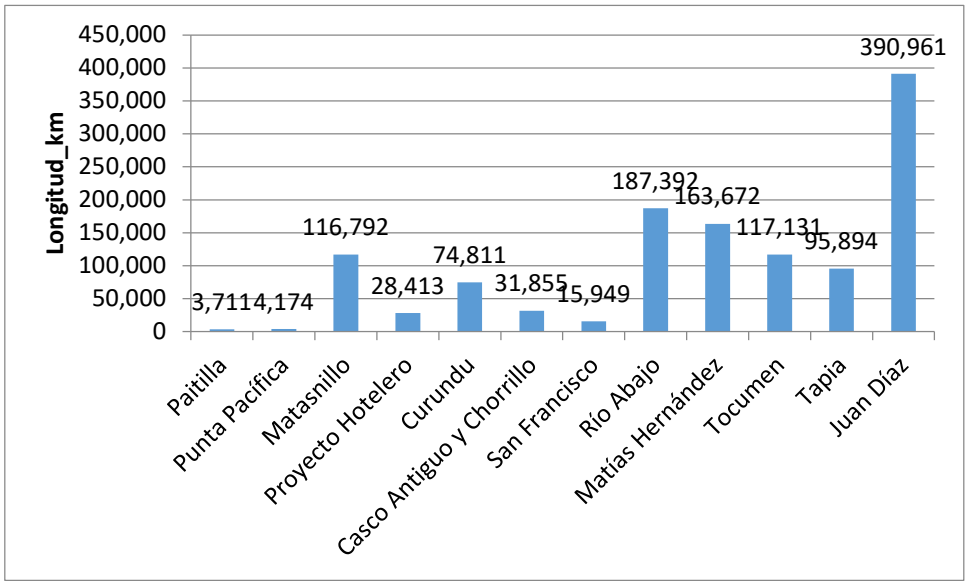



図 2-2　河川流域別管きょ延長

表 2-2　口径別管きょ管理延長（IDAAN）

| Diametro | km | % |
|---|---|---|
| 0inch | 70.53 | 6.9% |
| 6inch | 397.87 | 38.7% |
| 8inch | 391.10 | 38.0% |
| 10inch | 66.07 | 6.4% |
| 12inch | 23.54 | 2.3% |
| 14inch | 1.07 | 0.1% |
| 15inch | 11.76 | 1.1% |
| 16inch | 0.63 | 0.1% |
| 18inch | 16.72 | 1.6% |
| 20inch | 1.06 | 0.1% |
| 21inch | 6.02 | 0.6% |
| 24inch | 17.20 | 1.7% |
| 30inch | 7.59 | 0.7% |
| 36inch | 13.75 | 1.3% |
| 42inch | 3.18 | 0.3% |
| 48inch | 0.48 | 0.0% |
| 60inch | 0.31 | 0.0% |
| **TOTAL** | 1028.88 | 100% |

2015 年 10 月台帳システム

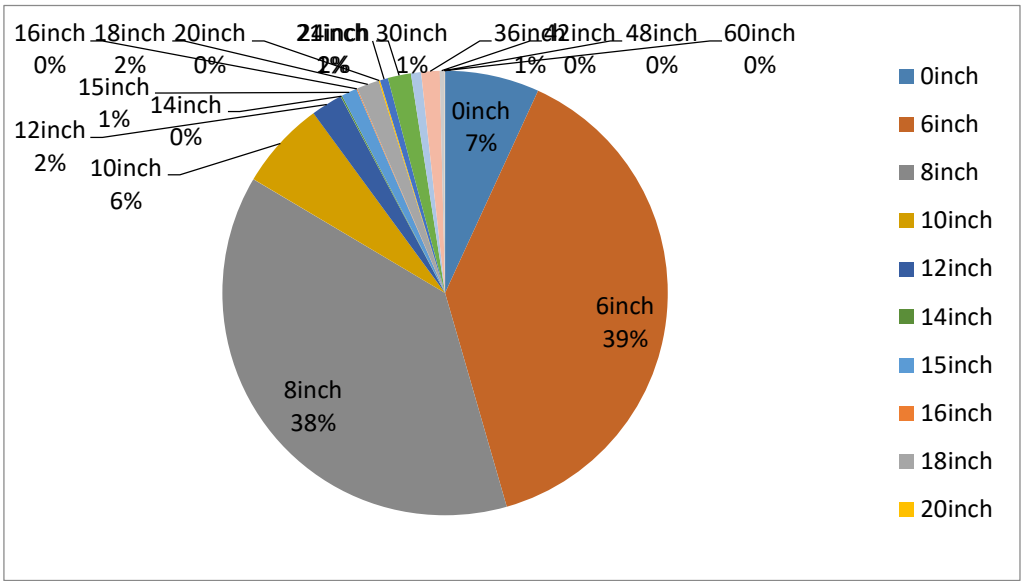



図 2-3　口径別管きょ管理延長（IDAAN）

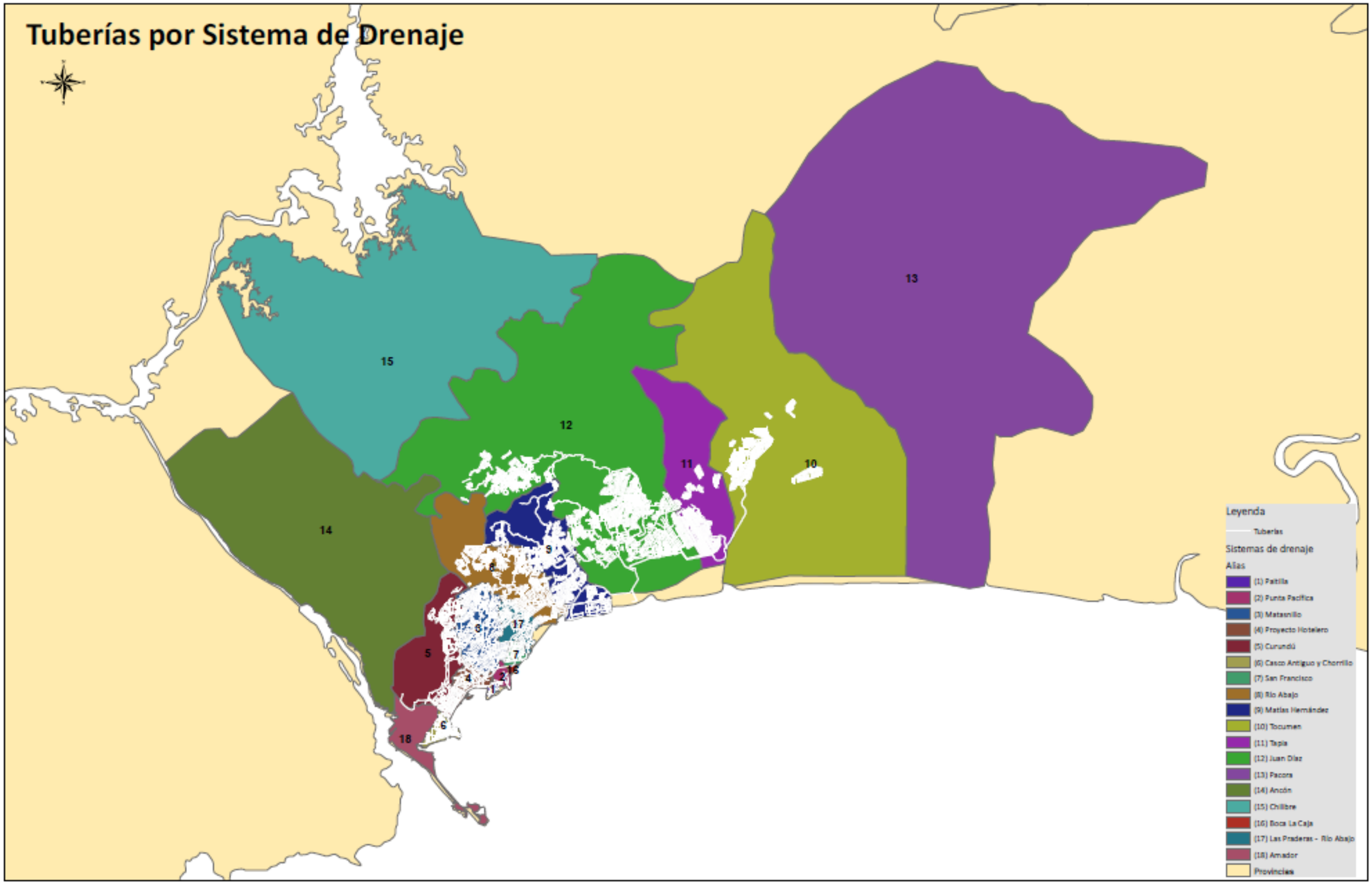

Tuberías por Sistema de Drenaje
15
13
12
11
10
14
9
8
17
7
5
4
2
16
1
6
18
Leyenda
Tuberías
Sistemas de drenaje
Alias
(1) Patilla
(2) Punta Pacífica
(3) Matasnillo
(4) Proyecto Hotelero
(5) Curundú
(6) Casco Antiguo y Chorrillo
(7) San Francisco
(8) Río Abajo
(9) Matías Hernández
(10) Tocumen
(11) Tapia
(12) Juan Díaz
(13) Pacora
(14) Ancón
(15) Chilibre
(16) Boca La Caja
(17) Las Praderas - Río Abajo
(18) Amador
Provincias

図 2-1　河川流域分割図

## 2-2　地区別苦情件数の状況

図 2-4 に JD 下水処理場流入区域における 2014―2017 年の 1 ヶ月当たりの地区別苦情件数について示す。84 地区に分類されているうち、4 年間の平均で 3 件/月以上苦情がある地区は 35 地区であり、苦情件数が多いのは、Las Acacias、Juan Diaz、Don Bosco など、沿岸部を埋め立てた住宅地に多くみられている。

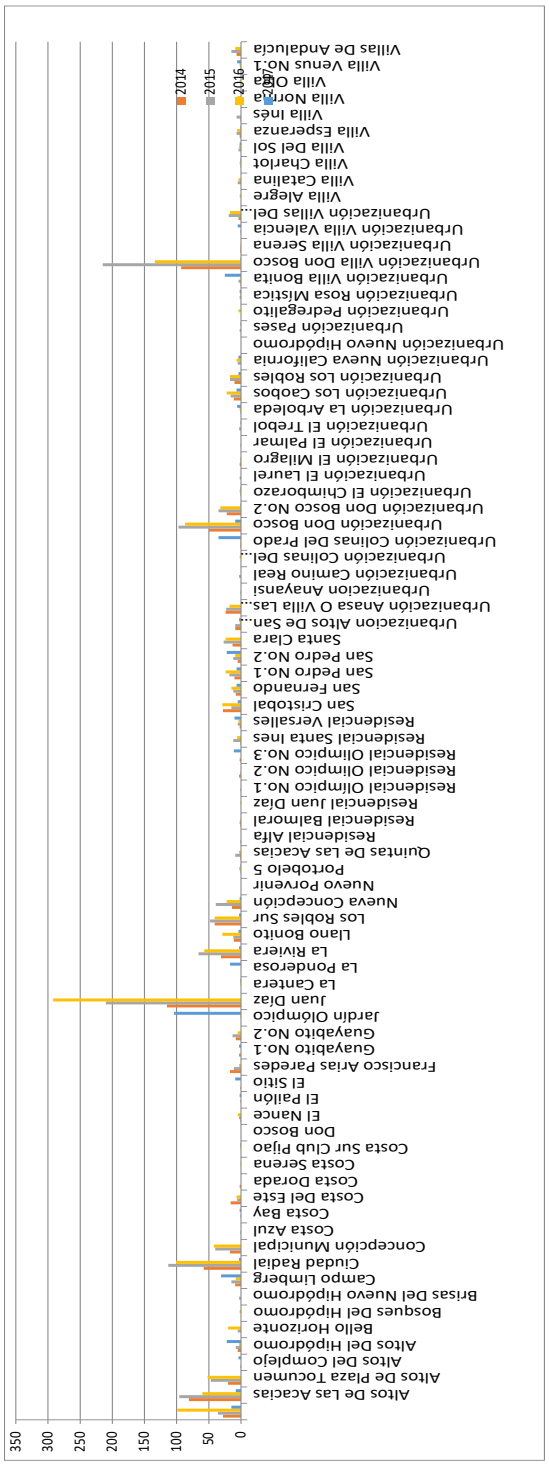



図 2-4　2014 - 2017 地区別苦情件数/月（下水溢水）

## 2-3　既設管きょの主な問題

(1) IDAAN の管きょの流下能力

IDAAN の下水管渠延長の 39%が 6inch（φ150mm）で、38%が 8inch(φ200mm)であることから、多くの地域で管きょの流下能力不足が顕在化している。特に、高層アパート、商業ビル等があるセントロ地区では、管きょの流下能力増強が必要である。

(2) 宅内排水設備未接続の問題

サンミゲリート地区等、下水管網の整備が 2 年以上前に進められた地区では、宅内排水設備の接続工事が行われていない地区がある。これらの地区については CONADES では「自分達の仕事」と言っていたものの、CONADES の業務範囲が全国であることを考慮すると、実行可能性が高いとは考えにくい。今後、未接続家屋の問題については、助成金やローンの支援などの基本的な対応が必要とみられる。

(3) 設計手法と浸入水の問題

図 2-5 に既設管の設計手法の問題について示す。

IDAAN が管理する既設管きょの多くは、地表勾配に合わせて管きょが布設されているとみられる。そのため、背後に山を抱えているサンミゲリート地区や Don Bosco 地区などでは、斜面を急こう配で流れる下水が、平坦地では流速が減速され、水位上昇が生じている。

そのため、雨天時浸入水や地下水浸入水が多いところなどでは、平坦地で溢水することとなる。

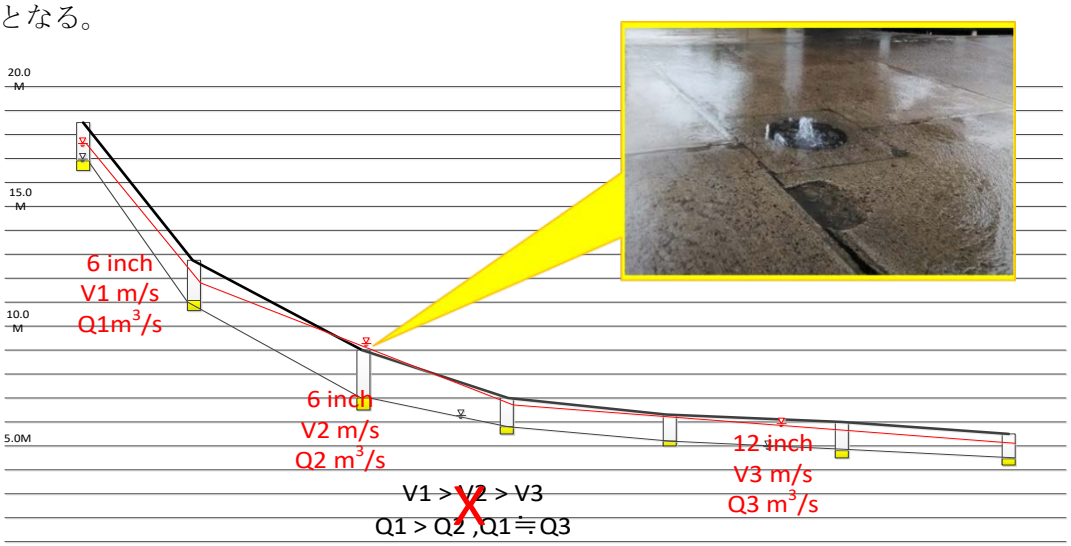
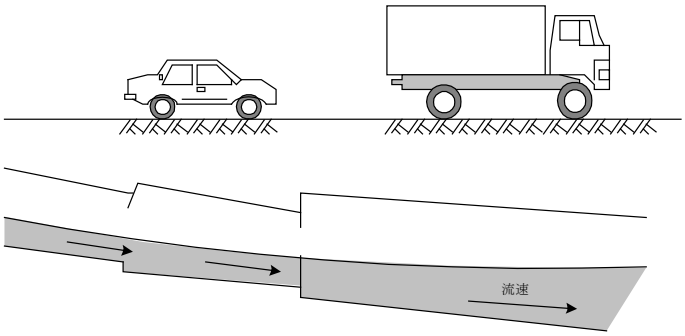



**図 2-5　既設管の設計手法の問題（黒線は乾期、赤線は雨期の動水勾配のイメージ）**

基本的には、流速は下流へ行くに従い暫増させ、勾配は下流へ行くに従い緩くなるように設定する必要がある。

汚水幹線管渠は、計画汚水量に対して原則として流速が 0.6m/sec（最小）～3.0m/sec（最

大）の範囲となる勾配を設定する。これにより、管きょの掃流速が確保され、管きょでの堆積が生じにくくできる。




勾配　　I1　＞　I2　＞　I3
流速　　V1　＜　V2　＜　V3
流量　　Q1　＜　Q2　＜　Q3

**図 2-6　管きょ設計の原則**

(4) 既設管高圧洗浄作業の流れと課題

現在の委託作業よる対策は、問題個所の溢水等への対応と通常洗浄が挙げられる。2 つの作業の流れを図 2-7 に示す。

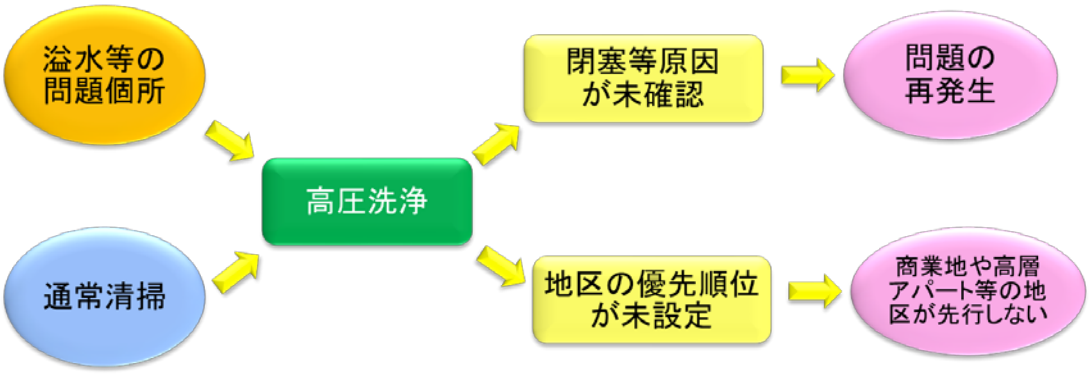



**図 2-7　問題個所の溢水等への対応と通常洗浄の作業の流れと課題**

図 2-7 に示すように、溢水等の問題個所は、現在、下水管渠の閉塞等異常内容の原因が把握できないまま、多くの問題を高圧洗浄で対応されており、例えば、木根や油脂は高圧洗浄で原因の除去が可能である。

しかし、管きょの破損個所での土砂流入による閉塞は、管きょの修繕が必要であり、取付管の突出を高圧洗浄で除去した場合、取付管が再度突出してくる可能性がある。

また、通常清掃では、地区の優先順位付けが出来ておらず、流下能力に問題があり、閉塞の可能性が高いとみられる商業地や高層アパート等を優先した調査や清掃作業が必要とされる。

## 3. 計画的な調査

### 3-1 事前準備

事前準備は、既設管きょの諸元、劣化状況や現場の環境等を把握することを目的とし、事前に表 3-1 に示すような資料を整理しておくことが望まれる。特にコレクターへ接続しているような主なサブコレクターについては、測量調査を実施し、管径、管種、管底高、延長等を台帳に整理しておく必要がある。

**表 3-1 資料収集**

| 項目 | 内容 |
|---|---|
| 施設情報 | 台帳、布設年次、排水系統、管径、管種、既設管の断面形状、管底高、線形、現況流量 |
| 地質情報 | 地形、地質、地下水位 |
| その他 | 降水量、河川水位、浸水実績、交通量等 |

### 3-2 計画的な調査

(1)点検・調査のスクリーニング手法

パナマ首都圏の管きょ約 12,000km を一度に調査することは困難であるため、主な問題を抱える地域をスクリーニングしていくことで、より効率的な調査を行い、問題個所についての対策を進めていくことが必要となる。

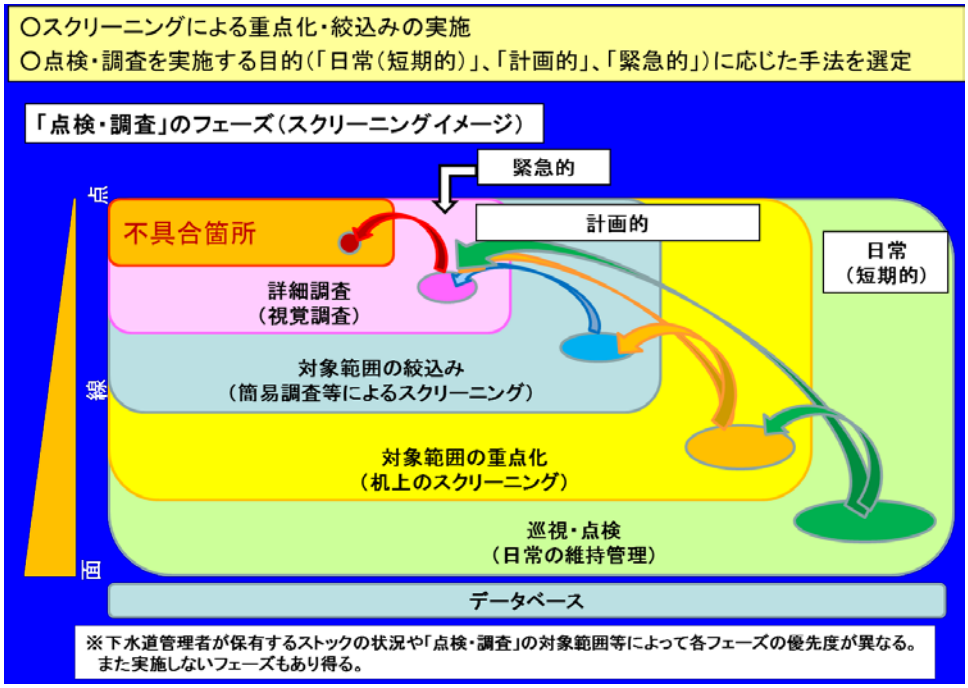



**図 3-1 点検・調査のスクリーニングイメージ**

(2)既設管きょの問題と調査箇所のスクリーニング

先に示したように、パナマ首都圏における既設管きょの問題は、①管きょの流下能力、

②宅内排水設備の未接続、③雨天時浸入水及び地下水浸入水、④古い管きょ、が主な４つの問題と考えられる。これら４つの問題についてのスクリーニング方法について図 3-2 に示す。

それぞれの課題は、地域的な特徴がみられる。例えば、特に流下能力に問題が見られるのは、商業地区や高層アパート等の地区とみられ、宅内未接続は低所得者住宅地区にみられる。また、雨天時浸入水と地下水浸入水は、沿岸部の埋立地で多くの問題が発生しており、古い管きょは、急市街地地区等に多く見られる。

**図 3-2　既設管きょの問題とスクリーニング方法**

これらの調査をスムーズに行うためには、それぞれの特徴に合わせたスクリーニングを実施していくことが有効である。

## 3-3　日本における下水管路の診断

### (1) 管きょの異常内容と判定基準

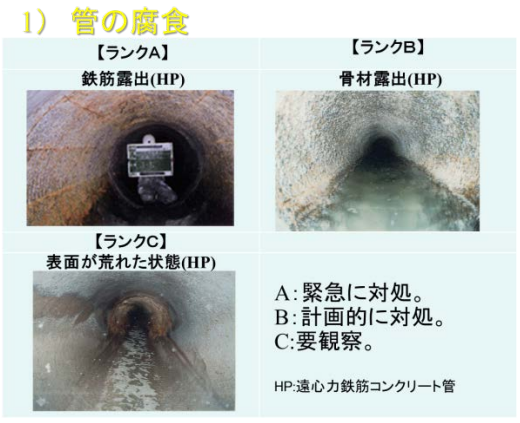
日本における下水管きょの診断基準を表 2-3 に示す。管きょの異常内容には、以下の写真に示すような内容が多くみられる。

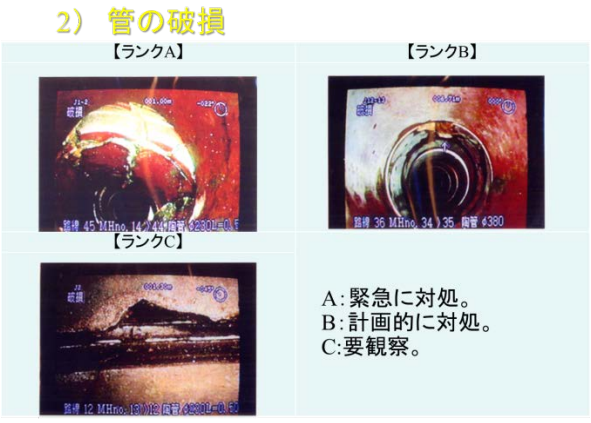
現在、パナマでは下水管渠の閉塞等異常内容の原因が把握できておらず、多くの問題を高圧洗浄で対応している。例えば、木根や油脂は高圧洗浄で除去可能であるが、管きょの破損個所での土砂流入による閉塞は管きょの修繕が必要であり、取付管の突出を高圧洗浄で除去した場合、取付管が再度突出してくる可能性がある。今後は、原因の把握と問題の程度及び原因の除去が必要である。

また、陶管を高圧洗浄する場合、水圧が高いと洗浄ノズルが陶管を叩いてしまい、割れることがあるため、洗浄後の管内状況を TV カメラで撮影して確認することが必要である。

**表 3-2　異常内容の分類とランク（判定基準）の例**

| 異状内容 | ランク分け | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| 1)管の腐食 | 鉄筋が露出しているもの | 骨材が露出しているもの | A, B以外の腐食 |
| 2)管の破損 | 欠落(陥没) | 全体に亀裂 | A, B以外の破損 |
| 3)管のクラック | 5mm 以上 | 2～5mm | 2mm 未満 |
| 4)浸入水 | 噴き出ている状態 | 流れている状態 | にじんでいる状態 |
| 5)管の継目ずれ | 全体が脱却 | 40～60mm | 20～40mm |
| ゴムリングの外れ | 円周の 1/2 以上 | 円周の 1/4 以上 | 円周の 1/4 未満 |
| 6)油脂の付着 | 管径の 1/3 以上の付着 | 管径の 1/3～1/10 の付着 | 管径の 1/10 未満の付着 |
| モルタル付着 | 管径の 1/3 以上の付着 | 管径の 1/3～1/10 の付着 | 管径の 1/10 未満の付着 |
| 7)木根侵入 | 管断面の 50%以上 | 管断面の 10～50% | 管断面の 10%未満 |
| 8)管のタルミ･蛇行 | 管径の 3/4 以上 | 管径の 1/2～3/4 | 管径の 1/2 未満 |
| 9)取付け管突出し | 管径の 50%以上 | 管径の 10～50% | 管径の 10%未満 |

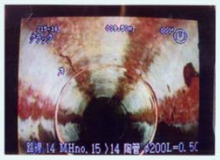


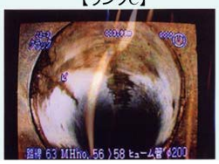
## 3） 管のクラック

【ランクA】

【ランクB】



【ランクC】



A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

## 4） 浸入水

【ランクA】

【ランクB】

【ランクC】

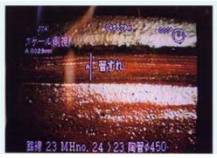
A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

## 5） 管の継目ずれ

【ランクA】

【ランクB】

【ランクC】



A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

## 6） 油脂の付着

【ランクA】

【ランクB】

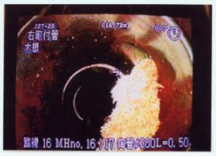
【ランクC】

A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

## 7） 木根の侵入

【ランクA】

【ランクB】



【ランクC】

A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

## 8） 管のたるみ・蛇行

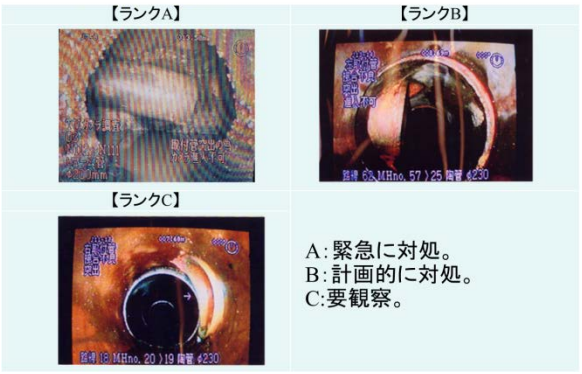
【ランクA】

【ランクB】

【ランクC】

A:緊急に対処。
B:計画的に対処。
C:要観察。

9） 取付管突出し




(2)　管きょの診断要件

表 3-2 に示した異常内容の分類とランク（判定基準）をもとに、以下の要件を加味して管路の診断を行う必要がある。

1）**流下能力があるか?**

2）**AB 障害の有無? ：対象は構造障害。**

**破損・クラック（円周、軸）、腐食、段差、隙間**

一般に、管軸方向のクラックが管の強度への影響が大きいのに比べて、円周方向のクラックは管の強度への影響は小さいとされる。

また、木根や油脂による閉塞は、高圧洗浄により除去可能であるため、管路の診断においては評価に加えない。

3）**AB 障害の分布状況?**

**スパン全体への分布　⇔　部分的な障害**

**スパン改築　or　部分修繕**

管路を計画的に改築・修繕するためには、スパン全体を改築するか、部分的な修繕を行うのか判断する必要がある。

4）**C ランク障害のみ一般的には要観察。**

5）**経過年数は? 耐用年数（50 年）以上。**

### 3-4　管きょの調査方法

(1)　管きょの流下能力不足

IDAAN の既設管きょは、6-8inch（150mm～200mm）が 77%を占めるため、特に再開発などにより、高層化されたアパートや商業地区等では流下能力不足が考えられる。そのため、これらの地区を優先度が高い地区として、積極的に調査していく必要がある。

流下能力不足が考えられる地区では、閉塞等の発生頻度も高いものと考えられるが、すべての路線を高圧洗浄することは困難である。まず、マンホールから目視により、人孔内の滞水や流れの状況を確認するとともに、管口カメラで、管きょ内の状況を調査すること

で、清掃及び詳細調査箇所を絞り込むことが必要である。

マンホール目視調査

管口カメラ

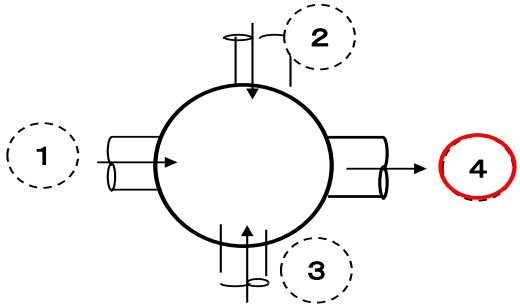
浸入水の状況（Don Bosco）

管口上部の管きょ欠落（Chanis）

**Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha de Inspección | 20170601 | Tiempo (Condición meteorológico) | Rain | No. del pozo de inspección | CI-006905 |
| Dirección | | | | | |
| Material | | Diámetro | | Longitud de la línea | |

Alcantarillado Inspeccionado




Pozo

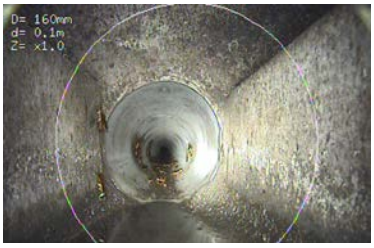
| | |
|---|---|
| Estado del pozo | ☐ Bien ☑ Inundado ☐ Otros ( ) |
| Estado de alcanta-rillado | ☐ Roto ☐ Agrietado ☐ Desalineado ☑ Infiltración ☐ Raices de árbol |
| | ☐ Grasas ☐ Conexión irregular ☐ Caído, Sinuoso ☑ Estancado ☐ Arena, tierra |
| Medidas tomadas | ☐ Reparción de emergencia ☐ Lavado de emergencia ☑ Requiere la inspección detallada |

Fotos

Lugar

Estado interno del pozo de inspección

Boca de la tubería




Interior de la tuberia

表 3-3　調査票の例

(2)　宅内未接続の問題

宅内未接続の問題は、下水道工事の整備年次と特に低所得者住宅地区に多く見られるものと思われる。河川 DO 調査は、河川の汚濁状況を DO で把握するものであり、午前中だけで 10 か所程度巡回測定することが可能であり、下水の流出等の汚濁問題のある個所の絞

り込みに適している。これらの地区では、河川の DO をまず、大きな支川から調査し、問題のある支川をさらに詳細調査することにより、河川の汚濁状況を把握することで問題の地区の優先順位付けが可能である。

図 3-3　Rio Abajo での調査事例

(3)　雨天時浸入水及び地下水浸入水調査

雨天時浸入水及び地下水浸入水調査は、流量計を設置し、管きょ内の流量を連続測定するとともに、調査期間の降雨データを基に浸入水量を算定することで評価する。また、流量計の設置に比べて、設置や解析が簡単な EC 計を併用することで、簡易な地区別評価が可能となる。

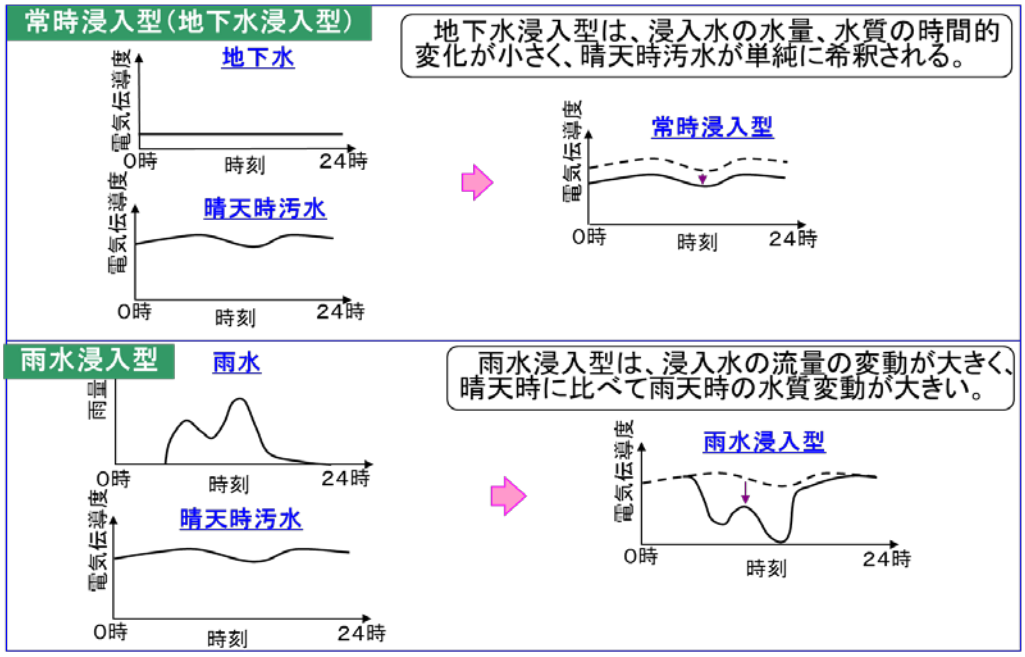



図 3-4　EC 計測での水質挙動

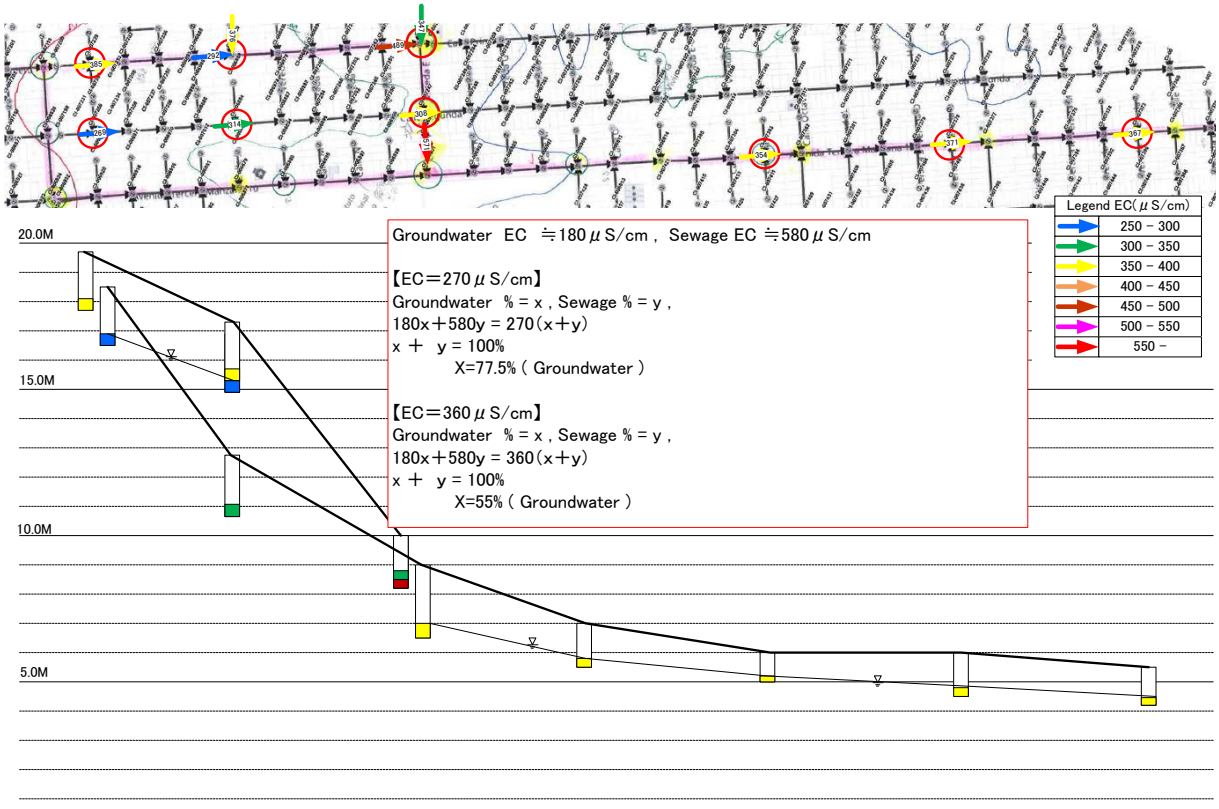



図 3-5　EC 計による地下水混入量の推計

特に、流量調査では、晴天時と雨天時の流量の違いが明らかになるため、流下能力の不足

する路線や浸入水が多い場所等を特定することが可能である。

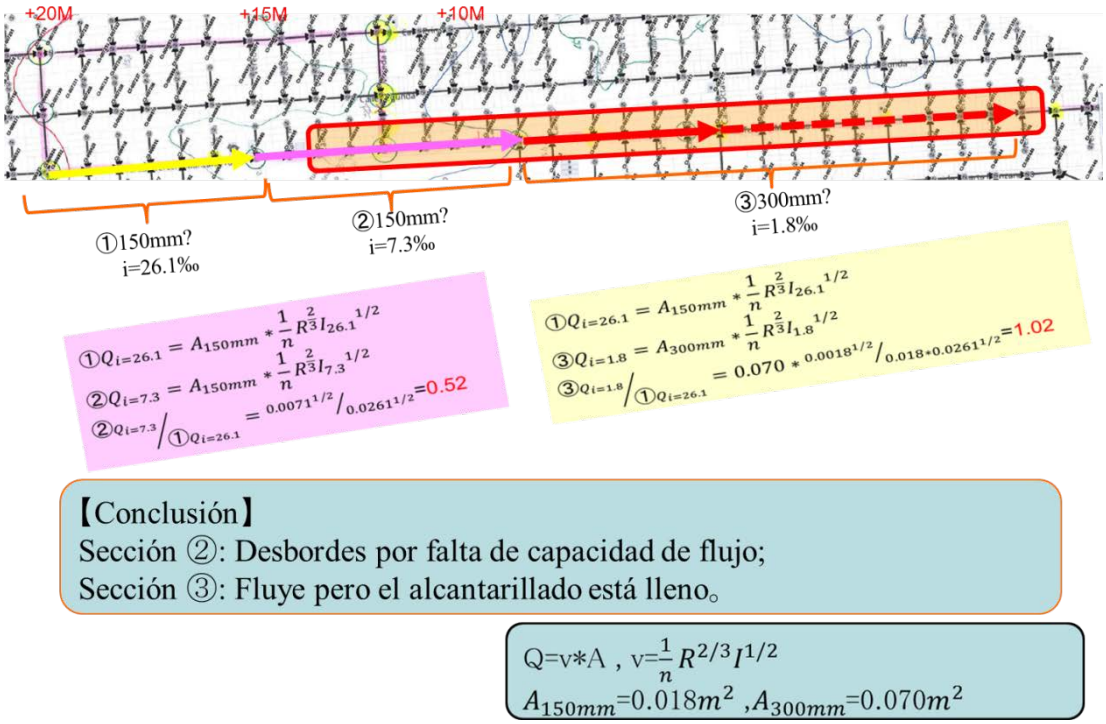



図 3-6　既設管きょの簡易な流下能力の評価

(4) 開水路での流量測定

開水路での流量測定には、フリュームや面速式流量計（Face velocity flow meter principle）が用いられる。以下に、測定時の留意事項を示す。

マンホール内の汚水の流れは、インバート部分及びマンホール下流では乱れてしまい、正確な流量を計測することができない。そのため、センサーは、マンホールの上流側に設置する必要がある。

また、センサー部分には、ティッシュペーパー等のごみが付着しやすく、流速データの欠測を招きやすいため、10 日に一回程度の点検が必要となる。

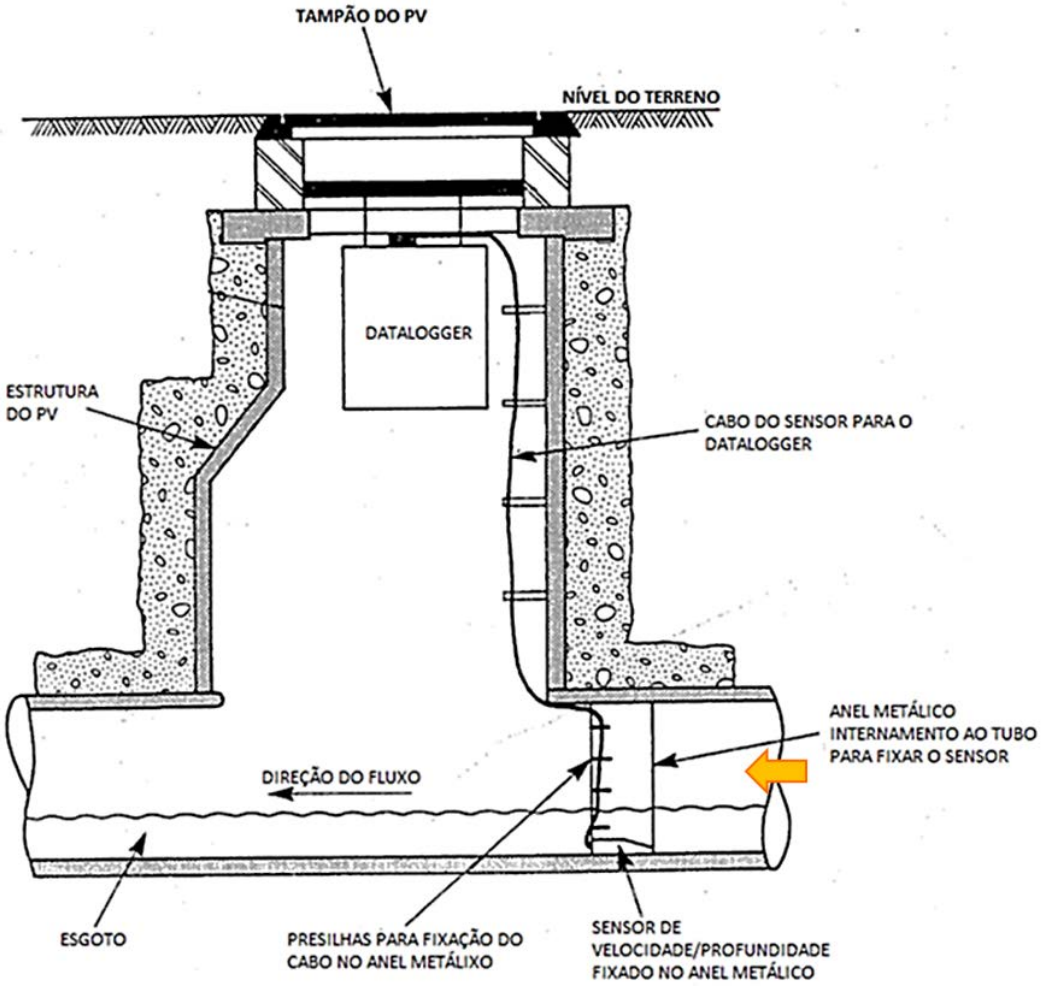



図 3-7　面速式流量計の設置図

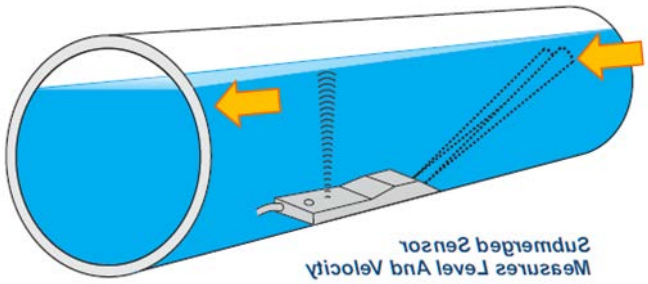
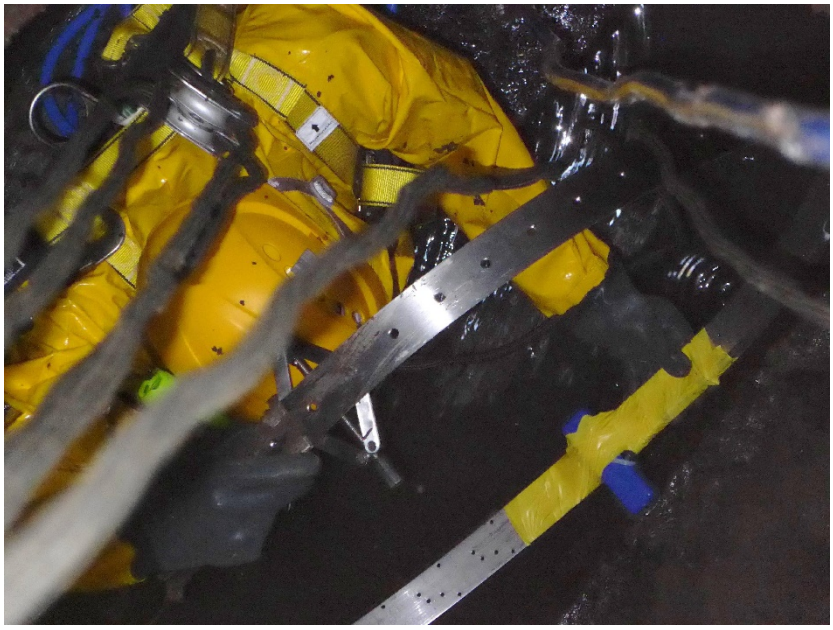


図 3-8　面速式流量計のセンサーイメージ（水圧センサーと流速センサー）



センサー部分へのごみ付着防止

(5)　古い管きょ

古い管きょの調査は、セントロ地区等に位置するとみられ、配管ルート等が不明なことが考えられる。これらの管きょについても、管口カメラで破損の状況やルート等を調査するとともに、染料調査、音響調査が有効である。

染料試験は，下水道本管，取付管，宅内排水管に処理場等の処理工程に無害な蛍光染料稀釈水を上流より流し，流下経路，漏出経路，流達時間を調査する方法である。

音響試験は，下水道本管からその取付管経路および宅内排水管経路を調査する方法である。試験方法には，ハンマー等による打撃音の確認および音波による確認方法がある。

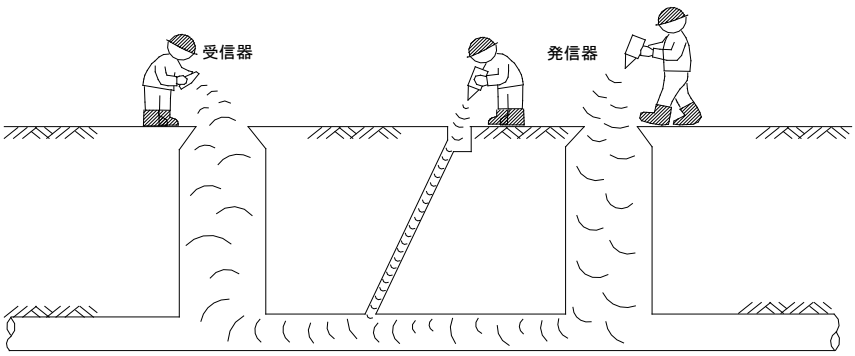
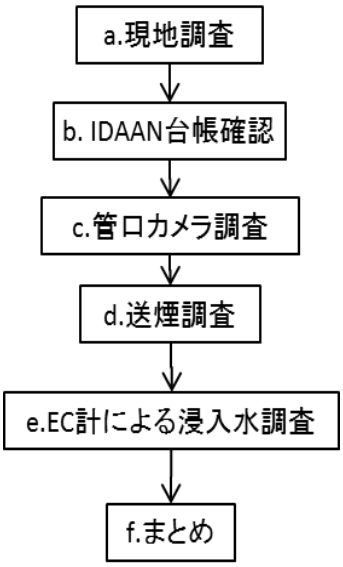



図 3-9　音響試験模式図

## 3-5　調査事例（Don Bosco 地区）

調査方法の説明

調査機器の使い方の OJT に合わせて、下水管が溢れる原因を特定するため、C/P とともに Don Bosco 地区で調査を実施した調査事例を以下に示す。図 3-10 に調査フローを示す。




**a.現地調査**

現地調査より、Don Bosco 地区では下流マンホールで溢水や滞水が非常に多いことが判明した。

**b.IDAAN 台帳の確認**

IDAAN では、古い設計図が残されている場合がある。

パナマの汚水管きょは地表勾配に合わせて設計されており、上流勾配＞下流勾配で布設されているため、多くの路線で下流管きょの能力不足が考えられる。

図 3-10　OJT での調査フロー

図 3-11 に現地調査の状況について示す。現地調査の結果、Don Bosco 地区は、旧埋立地であるため、以下のような仮説を立てながら、調査を進めた。

【仮説⇒結果】

- マンホール内の滞水は雨天時浸入水の影響であり、晴天時には滞水しない。
  ⇒雨期の間、水位が下がらない。
- 滞水が見られるマンホールの路線では下水管が閉塞している。
  ⇒　高圧洗浄を行ったが、水位が下がらない。閉塞ではない。
- 雨天時浸入水が多いための流下能力の不足で溢水している。
  ⇒上流勾配＞下流勾配のための下流路線の流下能力不足、浸入水の削減対策が必要

図 3-11　Don Bosco 地区（約 300ha）

**c.管口カメラ調査**

概ね標高 10m 未満の地区は、マンホール内に滞水があり、管口カメラ調査が不可能であった。そのため、標高 15m～20m 付近のマンホールについて管口カメラで調査した。調査個所の管きょの状態は概ね良好であったが、浸入水がみられた。

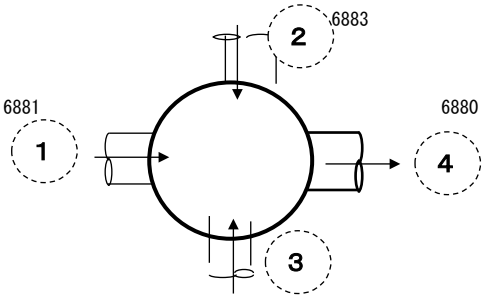
管口カメラの OJT

現場表の例を以下に示す。現場表の写真に示すように、地下水浸入水がみられる。

**Formulario para Inspección Interna de Alcantarillado**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha de Inspección | 6/26 | Tiempo (Condición meteorológico) | Cloudy | No. del pozo de inspección | 6879 |
| Dirección | | | | | |
| Material | | Diámetro | 150㎜? | Longitud de la línea | |

Alcantarillado Inspecciónado




| | |
|---|---|
| Estado del pozo | ☑ Bien ☐ Inundado ☐ Otros（ ） |
| Estado de alcanta-rillado | ☐ Roto ☐ Agrietado ☐ Desalineado ☑ Infiltración ☐ Raices de árbol |
| | ☐ Grasas ☐ Conexión irregular ☐ Caído, Sinuoso ☐ Estancado ☐ Arena, tierra |
| Medidas tomadas | ☐ Reparción de emergencia ☐ Lavado de emergencia ☐ Requiere la inspección detallada |

Fotos

Lugar

Estado interno del pozo de inspección

Boca de la tubería 6881

Interior de la tuberia 6880

## d.送煙調査

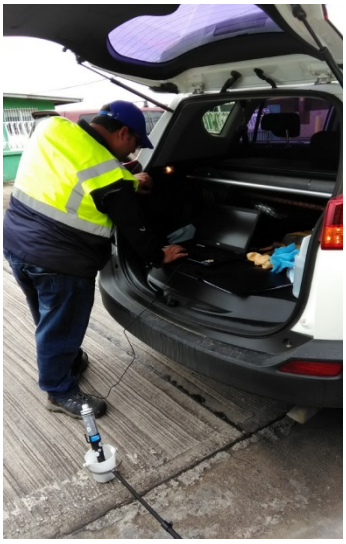
送煙調査により雨水との誤接続を調査した。誤接続状況が可視化できるため、C/P が積極的に調査に活用している。しかし、Don Bosco での調査結果については、誤接続は少ないものとみられ、地下水の浸入が主な原因と疑われた。

水とグリセリンの混合

Don Bosco での調査（誤接続なし）

**e. EC 計を用いた浸入水調査**

管口カメラにより、浸入水が見られるため、どの程度浸入水が含まれるか、EC 計を用いて浸入水調査を行った。



EC 計による浸入水調査（採水後、PC で解析中）

9 地点の下水の EC を調査した結果、浸入水が多い個所では地下水量が汚水の 70%以上占めているとみられ、標高 15～17m 地点まで地下水位があるものと考えられた。そのため、マンホールの中の滞水は下水管の閉塞等が原因ではなかった。DonBosco 地区が埋め立て地であるため、雨期の地下水位が非常に高いことと、地下水で下水管が満水であることが原因と考えられる。

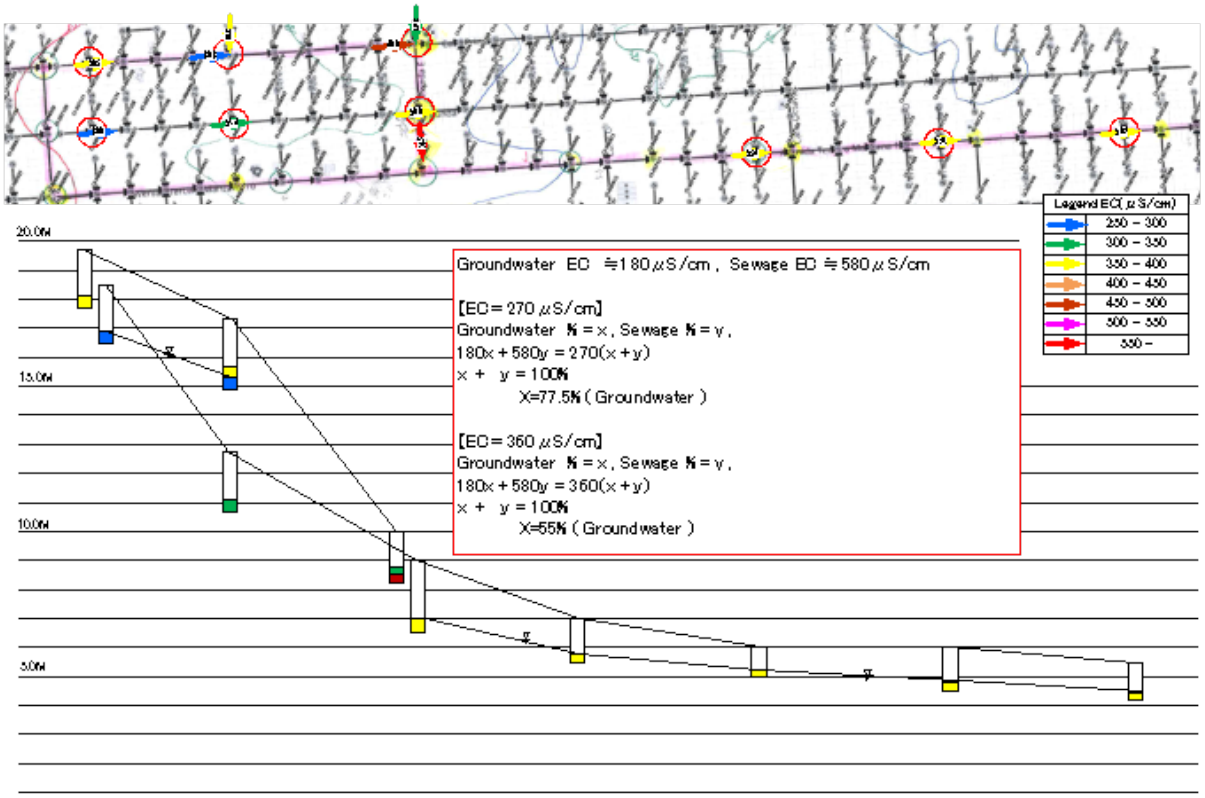



図 3-12　EC 計での浸入水調査結果

**f.考察**

Don Bosco 地区のマンホール内の滞水は、地下水位の影響と考えられた。原因として、高速道路（コレドールスルー）の盛土が海岸側への地下水の流れを止めていると考えられる。対策としては、標高 10m～15m 未満の低地部の下水管とそれ以上高地部の下水管を分離し、高地部は自然圧送管で接続する区域とし、低地部はポンプ場を建設しポンプ排水区とすることが必要とみられる。

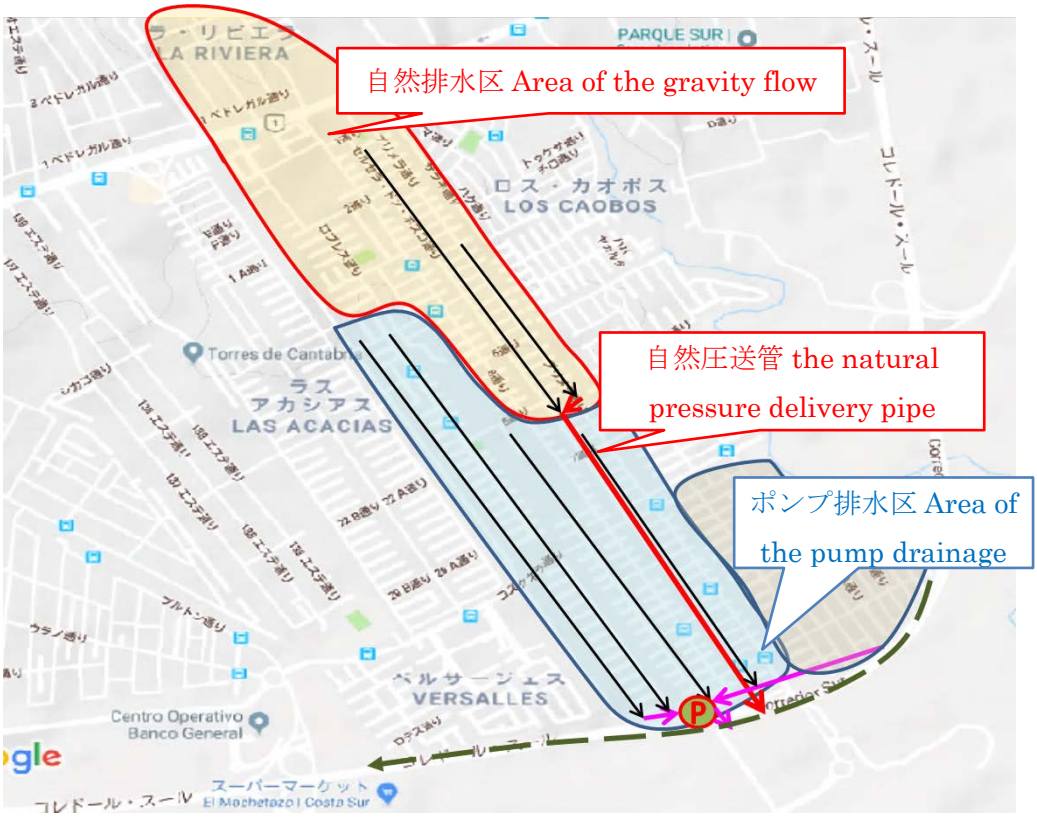



図 3-13　Don Bosco 地区の対策案のイメージ

## 4. 管きょ管理計画

パナマ首都圏における既設管きょの問題は、①管きょの流下能力、②宅内排水設備の未接続、③雨天時浸入水及び地下水浸入水、④古い管きょ、が主な４つの問題と考えられる。

一方で、図 2-4 に示した１ヶ月当たりの地区別苦情件数では、84 地区に分類されているうち、4 年間の平均で 3 件/月以上苦情がある地区は 35 地区ある。特に、苦情件数が多いのは、Las Acacias、Juan Diaz、Don Bosco など、沿岸部を埋め立てた住宅地に多くみられている。

計画的な管きょの維持管理を行っていく１つの手法として、このような苦情件数が多い地区を優先地区として調査・診断し、対策案を策定していくことが考えられる。

ここまで示したような調査を業務委託により実施し、そのデータを蓄積するとともに、対策地区の優先順位付けを行う長期計画としてまとめることが必要とされる。

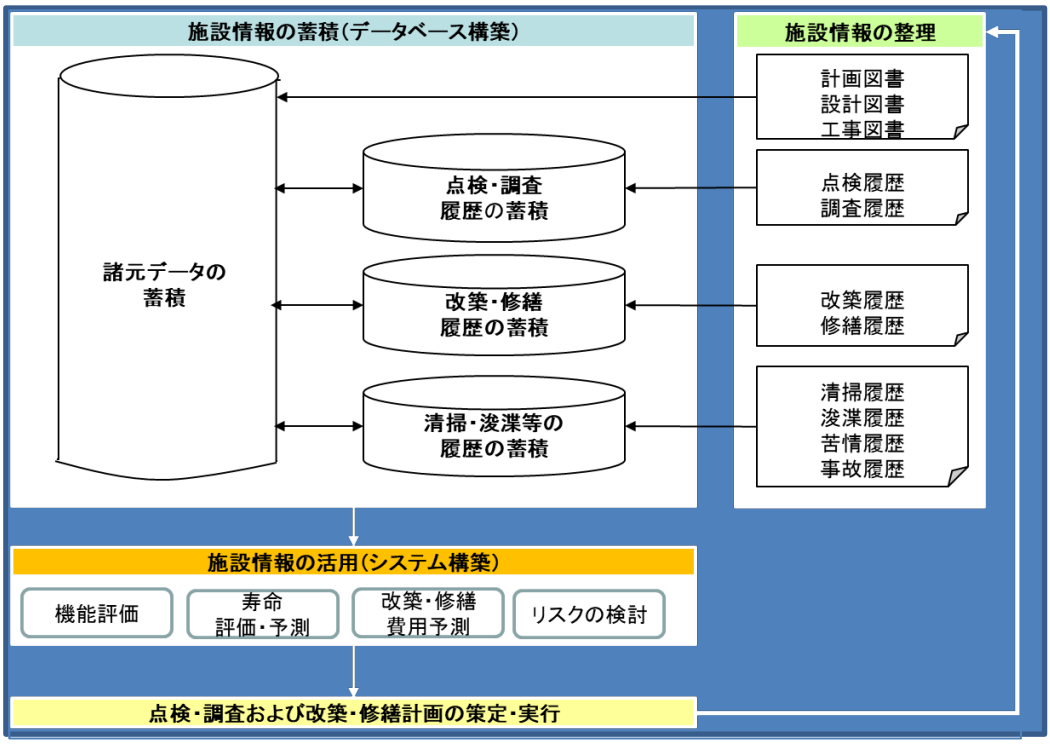



図 4-1　調査データ等のデータベース化とその活用例

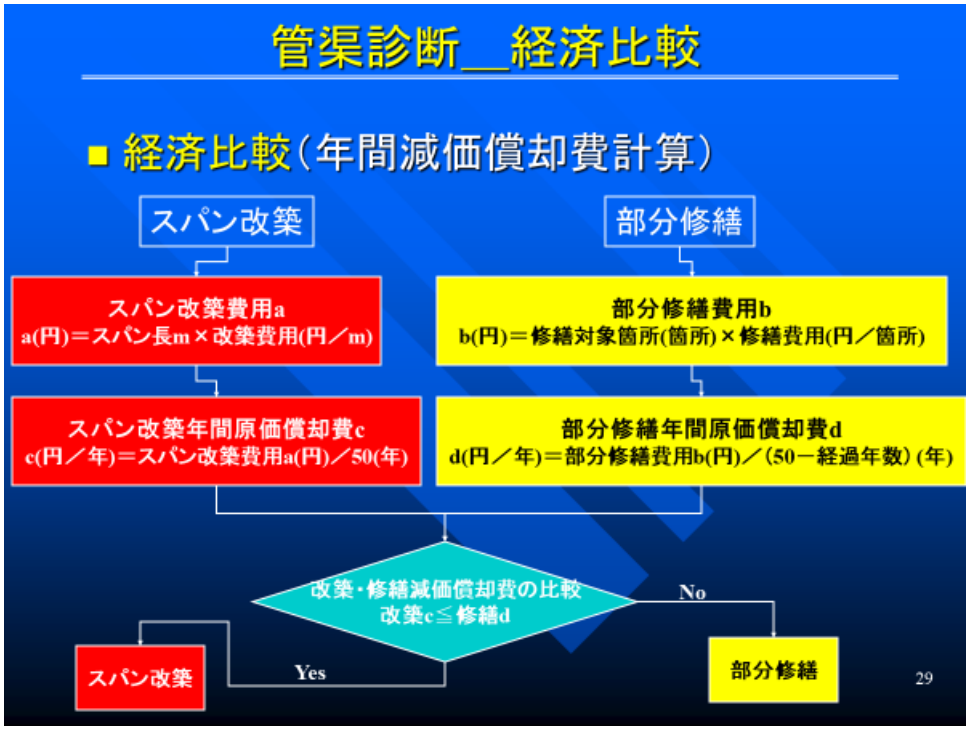



図 4-2　管渠診断における経済比較

図 4-3　対象地区の優先順位付け（長期計画）

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業
# 運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

# 汚泥有効利用計画

**平成 28 年 7 月**
**(2016 年)**

**独立行政法人**
**国際協力機構（JICA）**

**株式会社　日水コン**

# パナマ国パナマ首都圏下水道事業運営改善プロジェクト
# 【有償勘定技術支援】
# （第 2 期　本格活動フェーズ）

## 汚泥有効利用計画

目　次


1.　基礎調査 ..... 1
1.1.　発生汚泥量の現状 ..... 1
1.1.1　処理水量の推移 ..... 1
1.1.2　埋立処分の状況 ..... 2
2　基本条件の整理 ..... 6
2.1　関連法制度 ..... 6
2.1.1　下水汚泥の農業利用基準 ..... 6
2.2　計画諸元 ..... 9
2.2.1　流入水量予測 ..... 9
2.2.2　発生汚泥量 ..... 9
2.2.3　現有施設能力 ..... 13
2.3　発生汚泥量予測 ..... 14
3　汚泥有効利用計画 ..... 16
3.1　基本方針 ..... 16
3.1.1　汚泥有効利用の考え方 ..... 16
3.1.2　有効利用の安定性について ..... 16
3.2　汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態 ..... 17
3.2.1　汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態 ..... 17
3.2.2　緑農地利用 ..... 18
3.2.3　建設資材利用 ..... 21
3.3　汚泥処理プロセスの別減量化のイメージ ..... 24
3.4　汚泥処理プロセスの各分野技術 ..... 27
3.4.1　汚泥乾燥の事例（造粒乾燥） ..... 27
3.4.2　汚泥炭化の事例（低温炭化） ..... 29
3.4.3　焼却の事例（流動焼却炉） ..... 30
3.5　汚泥処理プロセスの一次選定 ..... 30
4. 資源化技術の市場性調査 ..... 32
4.1　市場調査の必要性 ..... 32

4.2 アンケート調査票の例 ..... 34
4.2.1 セメント製造業者への調査票の例 ..... 34
4.2.2 コンポスト・肥料製造業者への調査票の例 ..... 39

# 1. 基礎調査

## 1.1. 発生汚泥量の現状

### 1.1.1 処理水量の推移

ファンディアス-下水処理場月報より、処理水量と脱水汚泥量の推移を図 1.1 に示す。汚泥は含水率 75%未満に脱水され、Cerro Patacon 埋立地に運ばれ、処分されている。

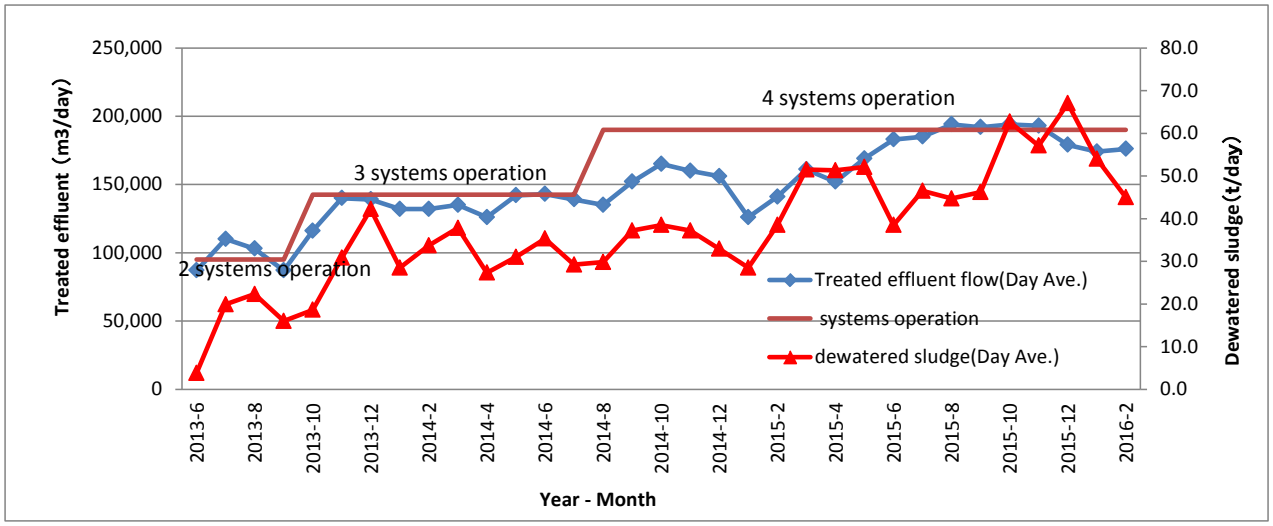



図 1.1 処理水量と脱水汚泥量の推移

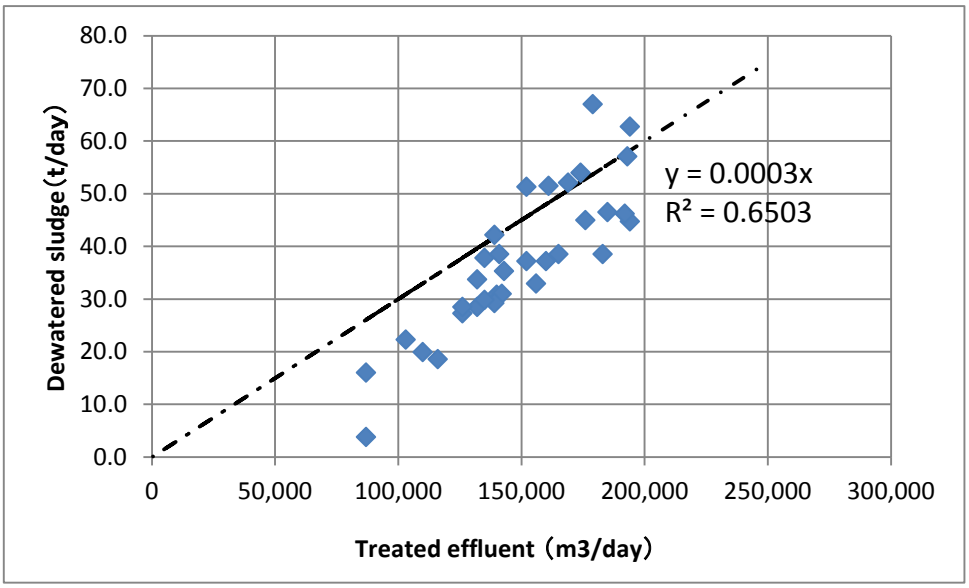



図 1.2 処理水量と脱水汚泥量の関係

### 1.1.2 埋立処分の状況

(1) Cerro Patacon 埋立地

Cerro Patacon 埋立地は、1985 年に操業開始し、132ha の面積を有している。平均で 6 万トンのゴミ(12 月 8 万トン)が運搬され、埋立られている。

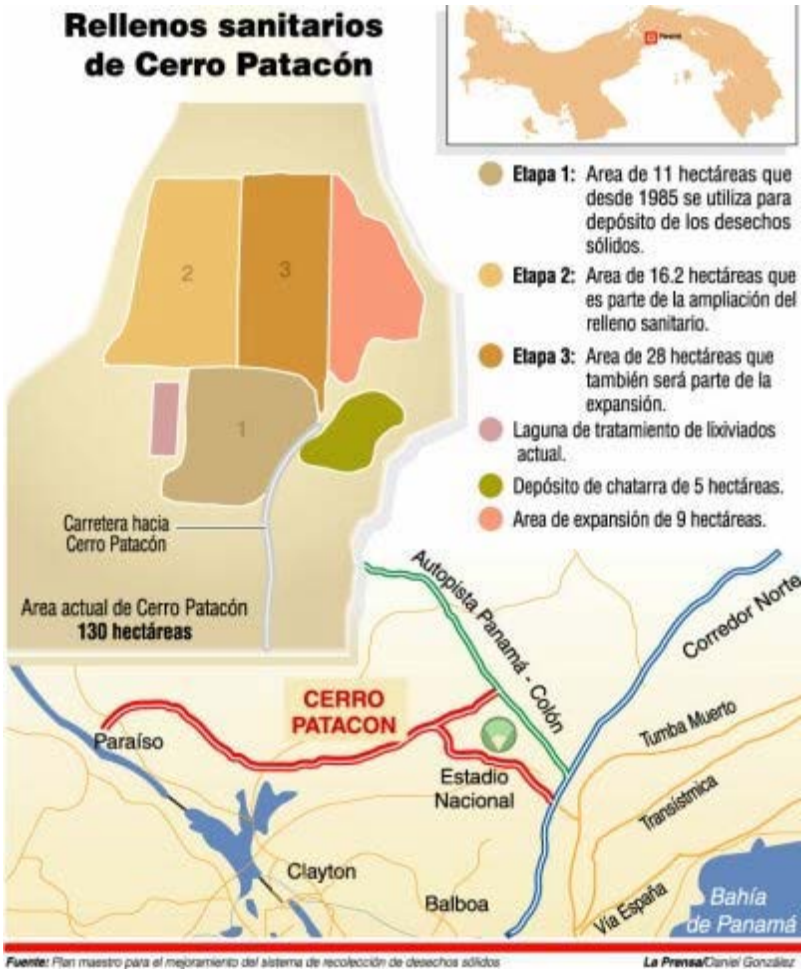



図 1.3Cerro Patacon 埋立地の概要

”Taller sobre el modelo de emisiones en relleno sanitario para la región Centroamericana” San Salvador, El savador marzo 2007

表 1.1 に廃棄物の計画発生量について示す。パナマ市およびサン ミゲリートで 1000t/日程度の廃棄物の発生が見込まれている。現在、ファンディアス下水処理場における脱水汚泥量約 60$m^3$/日は埋立処分量の 6%程度を占めることになる。

また、設計埋立容量を計画発生量で割り戻すと、
6,400,000÷1,525t/day÷365=11.5 年となる。分別回収等により、実際の処分量が少ないとしても、埋立処分地に余裕が有る状況ではないものとみられる。

表 1.1 廃棄物の計画発生量

| 市町村名 | (Ton/día) |
|---|---|
| ♦ Panamá y San M.: | 1000 |
| ♦ Colón: | 200 |
| ♦ David : | 100 |
| ♦ La Chorrera | 70 |
| ♦ Arraijan | 40 |
| ♦ Chitré | 20 |
| ♦ Los Santos | 15 |
| ♦ Santiago | 60 |
| ♦ Bugaba | 20 |
| total | 1,525 |

”Gestión de residuos sólidos: Impacto sobre los ecosistemas hídricos y áreas costeras” Ing. Erick N. VallesterE. Panamá, 10 al 20 de agosto de 2010.

表1.2 設計埋立容量

| Fase | Cantidad para Relleno ($m^3$) |
|---|---|
| Fase 1 | 1,300,000 |
| Fase 2 | 1,200,000 |
| Fase 3 | 1,100,000 |
| Fase 4 | 2,800,000 |
| Total | 6,400,000 |

”Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá” JICA

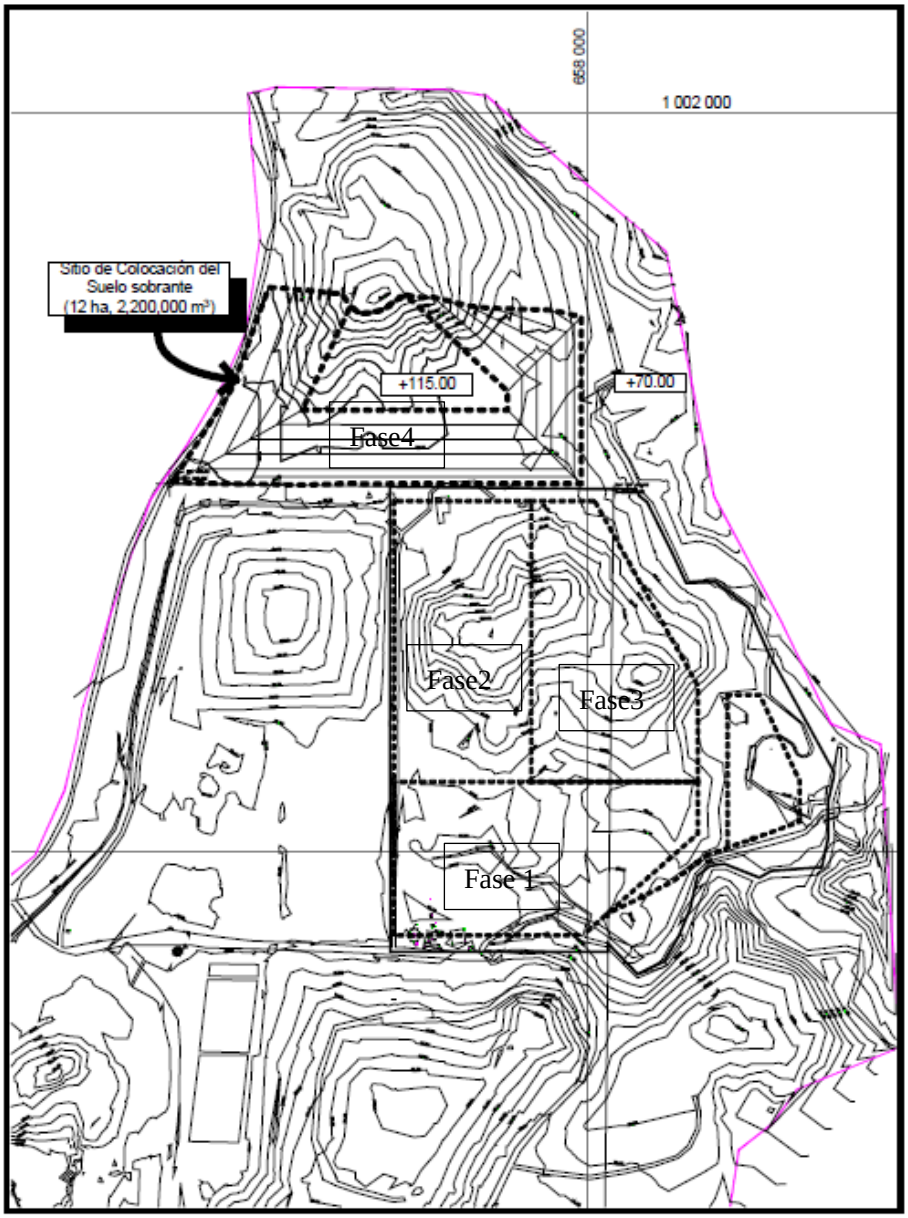



図 1.4Cerro Patacon 埋立地のフェーズ分け

”Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá” JICA

Cerro Patacon 埋立地の状況

http://images.prensa.com/sociedad/PRODUCCION-vertedero-mil-toneladas-diciembre_LPRIMA20151216_0209_25.jpg

# 2　基本条件の整理

## 2.1　関連法制度

### 2.1.1　下水汚泥の農業利用基準

下水汚泥の再利用に関する基準が、COPANIT-DGNTI47-2000 に規程されている。それによると、汚泥は処理によって、クラス I とクラス II に区分されている。クラス I に属する汚泥は、好気性または嫌気性消化、自然乾燥、コンポスト、または安定化（アルカリ化合物添加による pH 調整）に適用する。クラス II に属する汚泥は、クラス I で定義されたコンポスト、加熱乾燥、好熱性嫌気性消化、および殺菌（70℃以上、30 分以上）である。

表 2.1　汚泥の種類と適用範囲

| 種類 | 適用範囲 |
|---|---|
| コンポスト | A）野菜の種のための肥料<br>B）観賞植物用の苗床<br>C）土壌の物理的な条件を改善するための添加剤<br>D）公園、ゴルフコースなどのレクリエーションエリアのための肥料 |
| 液体汚泥<br>（固形物濃度 25%未満） | 芝生の施肥、土壌の安定化、及び添加剤など砂丘の安定化や土壌の物理的条件の改善 |
| 脱水汚泥<br>（固形物濃度 25%以上） | 汚泥は土壌添加剤、ゴルフコース、人間と限定された接触の他の領域のように、表 2.2 と 2.3 で指定された最大のパラメータを遵守し提供し、牧草、観賞苗床の栽培に適用することができる |
| 乾燥汚泥<br>（固形物濃度 40%以上） | これらの汚泥は、特に制限はなく、農業用途に使用することができる。<br>肥料や園芸用肥料、食用作物種のいずれかと、バナナ農園、果物や観賞用の苗床、牧草など。<br>表 2.2 および 2.3 に指定された最大のパラメータに準拠して提供。 |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

表 2.2　肥料利用のための汚泥中の重金属と糞便性大腸菌の最大許容量

| パラメーター | 最大許容量 | UNITS（乾燥重量に基づく） |
|---|---|---|
| ヒ素 | 75 | Mg/kg |
| カドミウム | 85 | Mg/kg |
| クロム | 3,000 | Mg/kg |
| 銅 | 4,300 | Mg/kg |
| 鉛 | 840 | Mg/kg |
| 水銀 | 57 | Mg/kg |
| モリブデン | 75 | Mg/kg |
| ニッケル | 420 | Mg/kg |
| セレン | 100 | Mg/kg |
| 亜鉛 | 7,500 | Mg/kg |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 | UFC/g |
| PH | 9-12 | |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

表 2.3　農業利用のための重金属や大腸菌群の最大許容量

| パラメーター | 最大許容範囲 (Mg/kg) | 肥料取締法（参考） | 土壌汚染対策法（参考） |
|---|---|---|---|
| ヒ素 | 40 | 50 | 150 |
| カドミウム | 40 | 5 | 150 |
| クロム | 1,500 | 500 | 250 |
| 銅 | 1,500 | — | — |
| 鉛 | 300 | 100 | 150 |
| 水銀 | 25 | 2 | 15 |
| モリブデン | 25 | — | — |
| ニッケル | 420 | 300 | — |
| セレン | 50 | — | 150 |
| 亜鉛 | 3,000 | — | (120) |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 (UFC/gr) | — | — |
| PH | 9-12 | — | — |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000、参考は日本の法令

以下に該当する農業用途のために許可された汚泥のアプリケーションの年間最大汚濁負荷を示す。

表 2.4 農業利用のための汚泥の年間最大負荷量

| 汚染物質 | 最大許容年間負荷（キロ/ha/年） |
|---|---|
| ヒ素 | 2.00 |
| カドミウム | 1.90 |
| クロム | 0.10 |
| 銅 | 75.00 |
| 鉛 | 15.00 |
| 水銀 | 0.85 |
| モリブデン | 0.10 |
| ニッケル | 21.00 |
| セレン | 5.00 |
| 亜鉛 | 140.00 |

出典：DGNTI-COPANIT　47-2000

表 2.5 元素の生物への影響（参考）

| 位置付け | 必須元素 | 下水汚泥中に含まれる主な元素 |
|---|---|---|
| 植物の必須元素 | 主要要素：炭素、水素、酸素、チッ素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、イオウ(カルシウムからイオウを中量要素という場合もある) | リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム |
| | 微量要素：鉄、銅、亜鉛、マンガン、ホウ素、モリブデ ン、塩素 | 鉄、マンガン、ホウ素 |
| 人・動物の必須元素 | 主要要素　：酸素、炭素、水素、 チッ素<br>準主要要素：カルシウム、リン、イオウ、カリウム、ナトリウム、塩素、マグネシウム、鉄 | |
| | 微量要素：　亜鉛、銅、ヨウ素、セレニウム、マンガン、モリブデン、クロム、コバルト | |
| 植物には正常に生育出来る量でも、動物栄養上からは不足となり得る元素 | コバルト、クロム、銅、ヨウ素、鉄、マンガン、セレン、亜鉛 | クロム、銅、マンガン、鉄、亜鉛 |
| 植物が正常に生育する濃度でも、動物に取って有害となる元素、或いは代謝異常を引き起こす元素 | セレン、カドミウム、モリブデン、鉛 | セレン、カドミウム |
| 土壌－植物系が動物に対する毒性を防ぐ障壁となり得る元素 | ヒ素、ヨウ素、ベリリウム、フッ素、ニッケル、亜鉛 | ヒ素 、亜 鉛 、フッ素、ニッケル |

※出典：「肥料中の有害物質の挙動に関する文献及び肥料の安全性に関する国際的な制度の調査報告書」平成18 年3月（財）日本土壌協会を元に作成。

## 2.2　計画諸元

### 2.2.1　流入水量予測

2015 年のアップデートマスタープランでは、2015 年から 2025 年まで流入水量予測が行われており、その結果をもとに発生汚泥量を算定する。なお、2045 年を目標とした予測では、Cabras と Zone Norte 無しで 8.67m3/s とされており、2025 年から 2045 年まで直線近似とした。

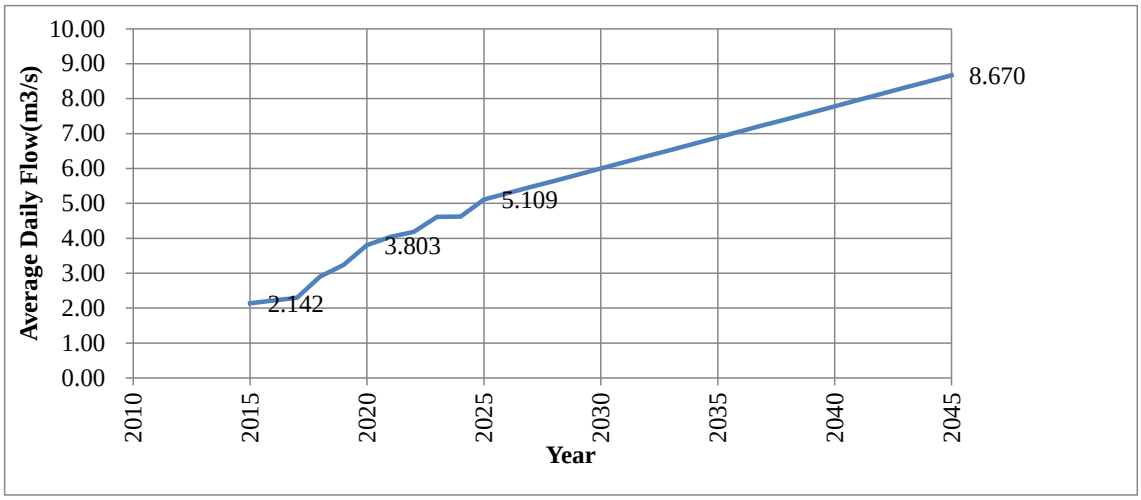



図 2.1　ファンディアス-下水処理場流入水量予測

出典：UPDATED MASTER PLAN

### 2.2.2　発生汚泥量

① 余剰汚泥量の算出は、SS の除去量から求めるものとして、溶解性 BOD の余剰汚泥への転換や自己分解量については考慮しないものとする。

余剰汚泥量(固形物量、DS-t/d)＝計画処理水量×{設計流入 SS 濃度×反応槽除去率}×$10^{-6}$

② ファンディアス処理場の設計流入 SS 濃度は、以下のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響も考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。このため、固形物回収率を考慮する。

③ 各処理場の設計流入 SS 濃度は、表 2.6 のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響 20%考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。

④ 反応槽＋最終沈澱池での SS 除去率は、88%とする。

⑤ 各汚泥形態毎の汚泥濃度は以下のとおりとする。

表 2.6 汚泥濃度等

| 汚　泥　形　態 | 値 | 備考 |
|---|---|---|
| 流入 SS 濃度 | 125mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave. |
| 設計流入 SS 濃度 | 150mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave.×120% |
| 放流 SS 濃度 | 18mg/l | 02/2016 O&M 月報 Ave. |
| 総合 SS 除去率 | 85.6% | 〃 |
| 余剰汚泥濃度 | 0.6% | 参考 2007SAPROF：0.75% |
| 機械濃縮汚泥濃度 | 5.5% | — |
| 機械濃縮汚泥回収率 | 95% | — |
| 消化率 | 60% | — |
| 脱水汚泥含水率 | 80% | CaO 添加前（添加後 75%） |
| 脱水汚泥回収率 | 95% | — |

図 2.2 に 2016 年 2 月の日平均汚水量と実績の流入水質と表 2.5 の除去率等をもとにしたますバランスを示す。流入水質は現況水質を、除去率は実績値を使用した。図 2.3 には設計流入水質（SS）と現状の SS 除去率から求めたますバランスについて示す。

図 2.2 に示すように、現在の余剰汚泥の返送汚泥濃度は MLSS4,000mg/l と低い。そのため、エアレーションタンクにおける MLSS 濃度を 2,000mg/l 程度で運転するためには、176,000m3/day の返送が必要であり、余剰汚泥濃度をより高くすることにより、返送汚泥量を半分程度に削減することが可能とみられる。これにより、電力使用量の大幅な削減が可能とみられる。

また、図 2.3 にファンディアス-下水処理場の設計流入水質（SS）と現状の SS 除去率によるマスバランスについて示す。現在の発生汚泥量は、当初計画の 70%程度であり、脱水機の増設等が早急に求められる状況ではない。

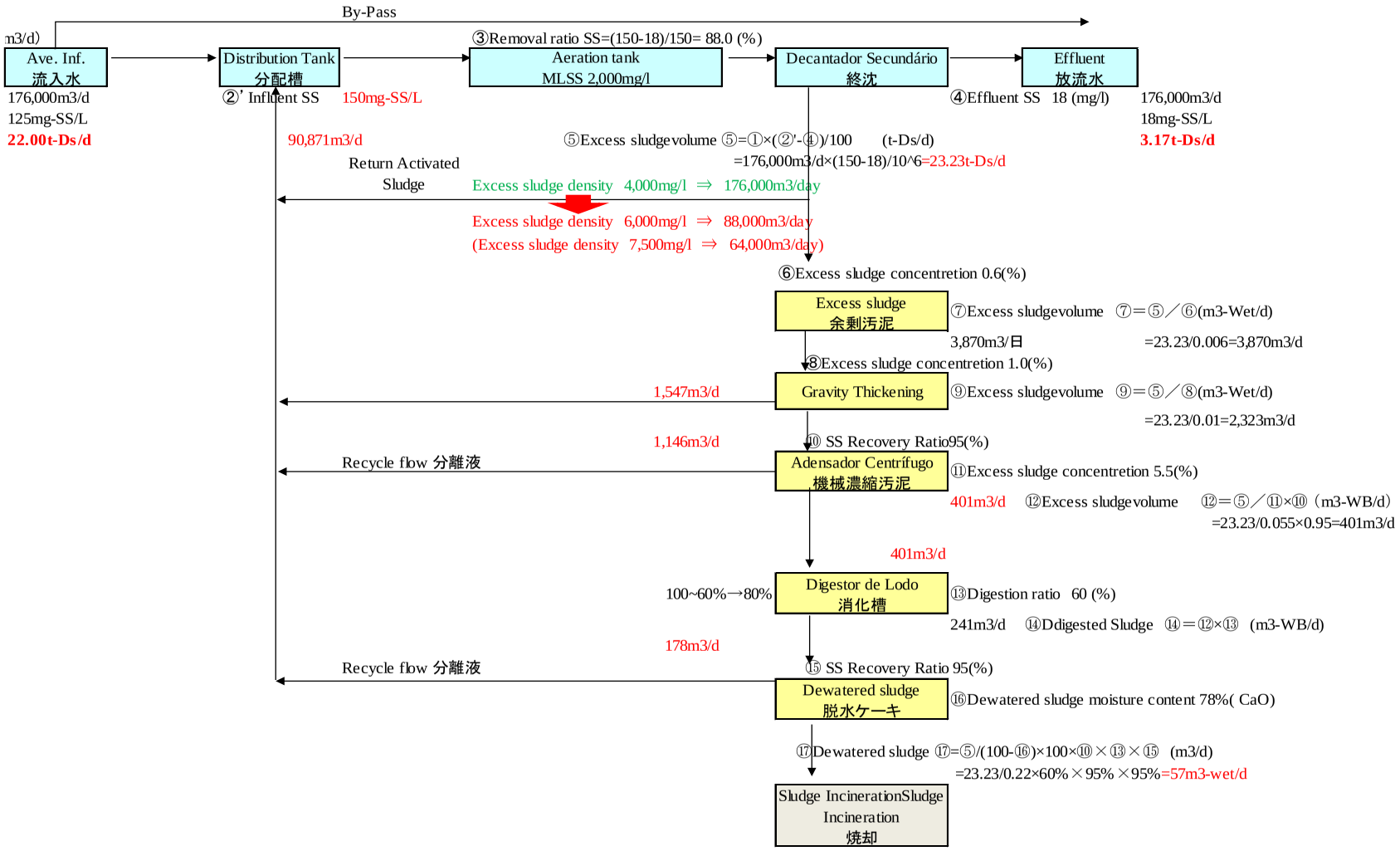



図 2.2 ファンディアス-下水処理場マスバランス（2016 年 2 月

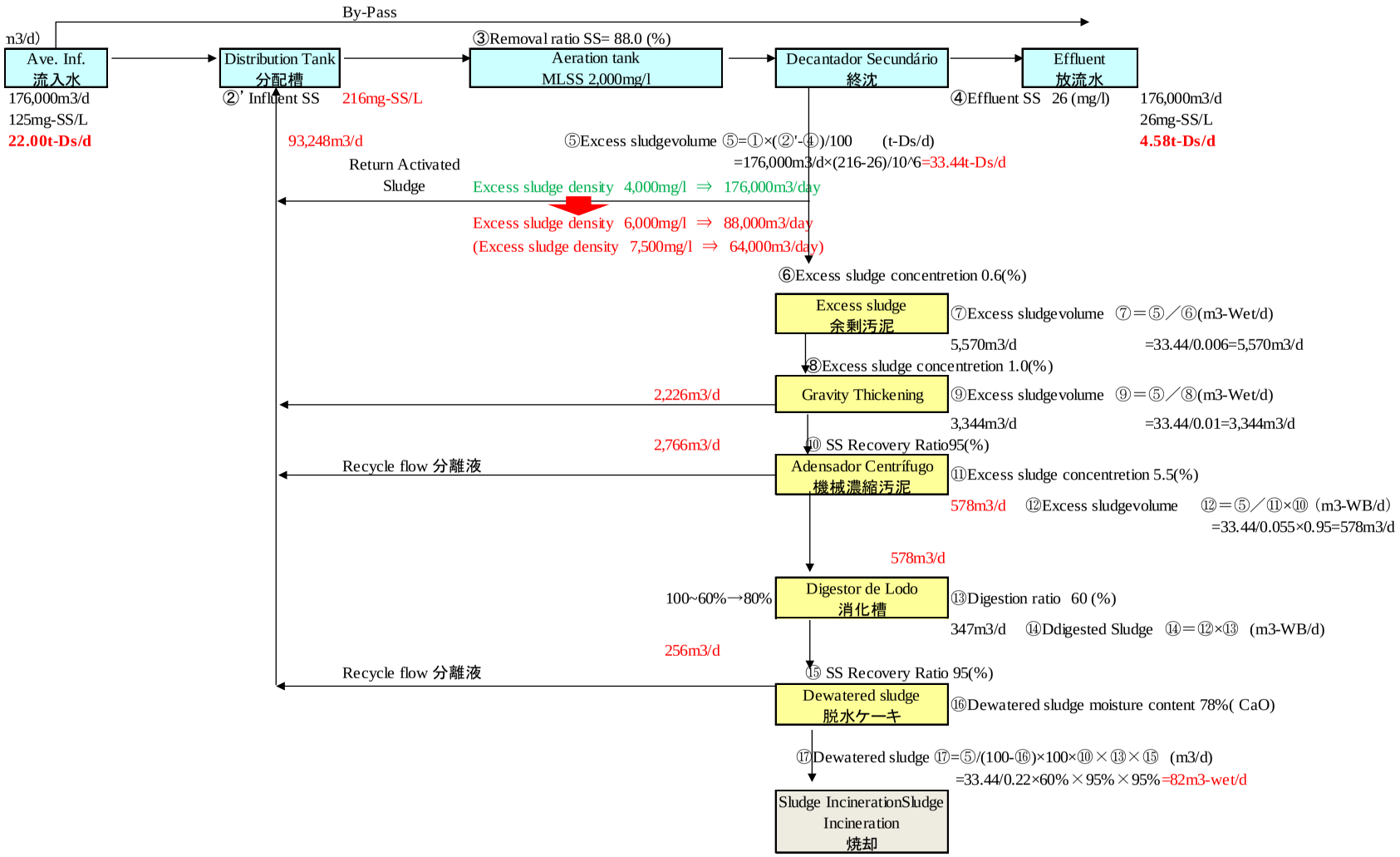



図 2.3 ファンディアス-下水処理場マスバランス(2016 年 2 月水量実績×設計 SS)

### 2.2.3 現有施設能力

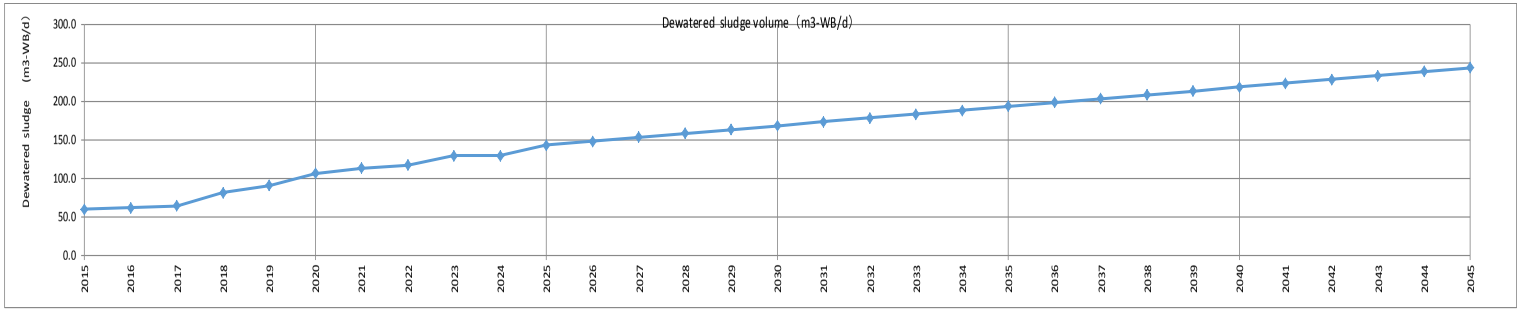
表 2.7 に第1モジュールにおける汚泥処理設備について示す。図 2.1 および図 2.2 に示すように、余剰汚泥濃度が MLSS4,000mg/l と低いため、機械濃縮機への投入汚泥量が多く、機械濃縮機の稼働率が高いものとみられる。また、脱水汚泥量は設計 92$m^3$/day に対して現状 57$m^3$/day 程度とみられ、脱水機の運転時間は2台運転として12時間程度となり、脱水機の処理能力には余裕がある。

表 2.7 第1モジュールにおける汚泥処理設備

| No | 名称 | 台数 | 形式 | 能力 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 最終沈澱池 | 8 | ・φ43m×H=4.1m、1,452$m^2$/tank<br>・MLSS:4,000mg/l | ・Overflow rate20.5$m^3$/$m^2$・day |
| 2 | 返送汚泥ポンプ | 2＋予備1 | | ・Return rate 100 %<br>・ 1,240$m^3$/hr× rpm× kw(PS)× H= m |
| 3 | 余剰汚泥ポンプ | 1＋予備1 | ・ | ・50$m^3$/hr × rpm × kw× H= m |
| 4 | 重力濃縮槽 | 2 | ・φ9m、V=236$m^3$/tank<br>・MLSS:10,000~12,000mg/l | ・472m3、2hr |
| 5 | 機械濃縮 | 2＋予備1 | ・ベルトプレス濃縮<br>・operating time (plan):22hr<br>・MLSS:55,000mg/l | ・70$m^3$/hr × kw |
| 6 | 移送ポンプ | 2＋予備1 | スパイラル式 | ・15$m^3$/hr × rpm × kw ×H= m |
| 7 | 消化槽 | 2 | ・V=5,000$m^3$/tank×2<br>・VS/TS＝77%<br>・digestion ratio :68%<br>・digestion period:18.8day<br>・MLSS 40,600mg/l | ・heating :<br>・10,000$m^3$ |
| 8 | 汚泥貯留タンク | 1 | 500m3 | |
| 9 | 汚泥脱水機 | 3 | ・遠心脱水機<br>・運転時間 (plan):22hr<br>・含水率:80%, (CaO 含む78%) | ・15$m^3$/hr × rpm × kw |
| 10 | コージェネレーション | 1 | ・Cogeneration<br>・electric power generation rato :38.2% | ・630kw |
| 11 | ガスホルダー | 1 | ・500m3、22.6hr | ・ |

## 2.3 発生汚泥量予測

2.2 の計画諸元に示した流入水量予測と計画諸元をもとにした発生汚泥量予測を図 2.4 に示す。アップデートマスタープランによる流入予測によれば、2015 年 2.1m3/s(185,000m3/d)の流入水量が、2020 年には、3.8m3/s(328,000m3/d)を超えることが示されている。そのため、現状の流入水質（Inf. SS＝125mg/l）であっても、現在 60m3/d の脱水汚泥量が 100m3/d を超えることが予測される。




| | unit | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| average daily flow | [m3/s] | 2.142 | 2.217 | 2.296 | 2.904 | 3.238 | 3.803 | 4.043 | 4.186 | 4.616 | 4.619 | 5.109 | 5.287 | 5.465 | 5.643 | 5.821 | 5.999 | 6.177 | 6.355 | 6.533 | 6.711 | 6.890 | 7.068 | 7.246 | 7.424 | 7.602 | 7.780 | 7.958 | 8.138 | 8.314 | 8.492 | 8.670 |
| average daily flow | [m3/day] | 185,069 | 191,549 | 198,374 | 250,906 | 279,763 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ①Ave. Inf. Quantity （$m^3$/d） | | 185,069 | 191,549 | 198,374 | 230,906 | 279,763 | 328,579 | 349,315 | 361,670 | 398,822 | 399,082 | 441,418 | 456,801 | 472,185 | 487,568 | 502,952 | 518,335 | 533,719 | 549,102 | 564,486 | 579,869 | 595,253 | 610,636 | 626,020 | 641,403 | 656,787 | 672,170 | 687,554 | 702,937 | 718,321 | 733,704 | 749,088 |
| ②' Influent SS （mg/l） | 150mg/l | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| ③Removal ratio SS (%) | | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% | 88.0% |
| ④Effluent SS （mg/l） | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| ⑤Excess sludge volume ⑤=①×（②' -④） /l00 （t-Ds/d） | | 24.43 | 25.28 | 26.19 | 33.12 | 36.93 | 43.37 | 46.11 | 47.74 | 52.64 | 52.68 | 58.27 | 60.3 | 62.33 | 64.36 | 66.39 | 68.42 | 70.45 | 72.48 | 74.51 | 76.54 | 78.57 | 80.6 | 82.63 | 84.67 | 86.7 | 88.73 | 90.76 | 92.79 | 94.82 | 96.85 | 98.88 |
| ⑥Excess sludge concentretion （%） | | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% | 0.6% |
| ⑦Excess sludge volume ⑦=⑤／⑥ （$m^3$-WB/d） | | 4,070 | 4,210 | 4,370 | 5,520 | 6,160 | 7,230 | 7,690 | 7,960 | 8,770 | 8,780 | 9,710 | 10,050 | 10,390 | 10,730 | 11,070 | 11,400 | 11,740 | 12,080 | 12,420 | 12,760 | 13,100 | 13,400 | 13,770 | 14,110 | 14,450 | 14,790 | 15,130 | 15,470 | 15,800 | 16,140 | 16,480 |
| ⑧Excess sludge concentretion(Gravity Thickening) （%） | | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% |
| ⑨Excess sludge volume（Gravity Thickening） ⑨=⑤／⑧ （$m^3$-WB/d） | | 2,443 | 2,528 | 2,619 | 3,312 | 3,693 | 4,337 | 4,611 | 4,774 | 5,264 | 5,268 | 5,827 | 6,030 | 6,233 | 6,436 | 6,639 | 6,842 | 7,045 | 7,248 | 7,451 | 7,654 | 7,857 | 8,060 | 8,263 | 8,467 | 8,670 | 8,873 | 9,076 | 9,279 | 9,482 | 9,685 | 9,888 |
| ⑩SS Recovery Ratio(%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑪Excess sludge concentretion(Mechanical Thickening)（%） | | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% | 5.5% |
| ⑫Excess sludge volume ⑫=⑨／⑪×⑩ （$m^3$-WB/d） | | 422 | 437 | 452 | 572 | 638 | 749 | 796 | 825 | 909 | 910 | 1,006 | 1,042 | 1,077 | 1,112 | 1,147 | 1,182 | 1,217 | 1,252 | 1,287 | 1,322 | 1,357 | 1,392 | 1,427 | 1,462 | 1,498 | 1,533 | 1,568 | 1,603 | 1,638 | 1,673 | 1,708 |
| ⑬Digestion ratio (%) | | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| ⑭Ddigested Sludge ⑭=⑫×⑬ （$m^3$-WB/d） | | 253 | 262 | 271 | 343 | 383 | 449 | 478 | 495 | 545 | 546 | 604 | 625 | 646 | 667 | 688 | 709 | 730 | 751 | 772 | 793 | 814 | 835 | 856 | 877 | 899 | 920 | 941 | 962 | 983 | 1,004 | 1,025 |
| ⑮SS Recovery Ratio(%) | | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% | 95.0% |
| ⑯Dewatered sludge moisture content （CaO） | | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% | 78.0% |
| ⑰Dewatered sludge ⑰=⑤/(100-⑯)×100×⑩×⑬×⑮ （$m^3$/d） | | 60.1 | 62.2 | 64.5 | 81.5 | 90.9 | 106.7 | 113.5 | 117.5 | 129.6 | 129.7 | 143.4 | 148.4 | 153.4 | 158.4 | 163.4 | 168.4 | 173.4 | 178.4 | 183.4 | 188.4 | 193.4 | 198.4 | 203.4 | 208.4 | 213.4 | 218.4 | 223.4 | 228.4 | 233.4 | 238.4 | 243.4 |

図 2.3 ファンディアス下水処理場発生汚泥量予測

# 3　汚泥有効利用計画

## 3.1　基本方針

### 3.1.1 汚泥有効利用の考え方

下水汚泥の有効利用については、パナマの地域特性等を考慮して検討する必要がある。

また、効率的な事業運営が求められており、下水汚泥肥料、下水汚泥建設資材、下水汚泥エネルギー化はともに、下水汚泥製品の受け入れ先を可能な限り近隣で確保でき、利用者の立場（目線）やニーズの充足の観点から製品の企画・製造がなされることが必要である。そのため、肥料、建設資材、エネルギーといった各分野技術のマーケティングのための方策及びニーズ調査を通じて、利用促進に向けた課題や対応策について検討を行う必要がある。

### 3.1.2 有効利用の安定性について

パナマにおいては、現在、100%埋立処分がおこなわれている。そのため、埋立処分地の容量を考慮すると、現在の脱水汚泥による埋立処分ではなく、汚泥の減量化を検討するとともに、再生利用用途を肥料や建設資材化等に広げていく必要がある。

また、安定した汚泥の処理処分・再生を行なうために、長期においてより安定した利用用途を求める必要がある。

下水汚泥資源化技術の検討に当たっては、これらのことを踏まえ、日本の実績、経済性、事業の継続性等の観点から一次選定（複数案）を行う。

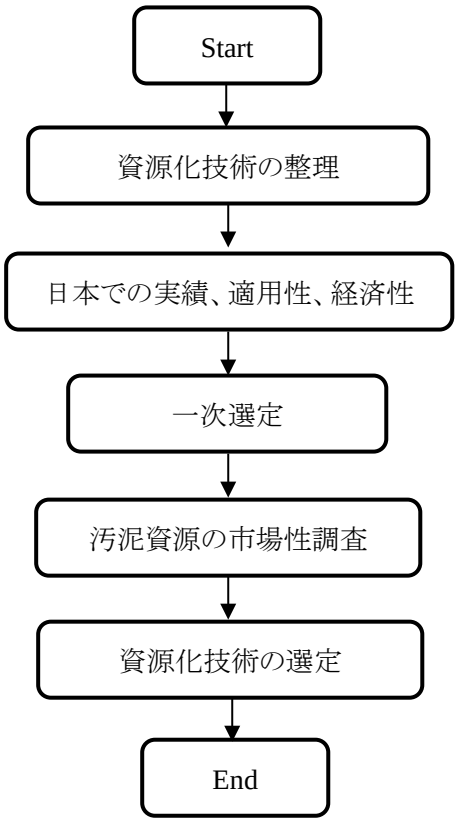



図 3.1　資源化工程の形態選定フロー

汚泥有効利用は多岐にわたる手法があるが、ファンディアス下水処理場における汚泥処理工程を考慮した場合、脱水汚泥以降の工程を対象として日本の実績や需要動向等を基に、パナマで有望と考えられる方策について1次抽出する。

### 3.2　汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態

#### 3.2.1 汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態

汚泥処理の方法には、濃縮、消化、脱水、乾燥・炭化、焼却等のプロセスを種々組み合せて用いるが、この組み合わせは、汚泥の有効利用や埋立等、最終的な利用・処分、地域特性を勘案して、それに適合した方法とすることが望ましい。その選択は、汚泥処理量や汚泥性状、有効利用の形態、処理技術の動向、環境条件、地域の地理的条件、将来性及び安定性等から評価することが重要である。

代表的な汚泥処理プロセスと汚泥有効利用用途を図 3.2 に、汚泥有効利用方法を表 3.1 に示す。

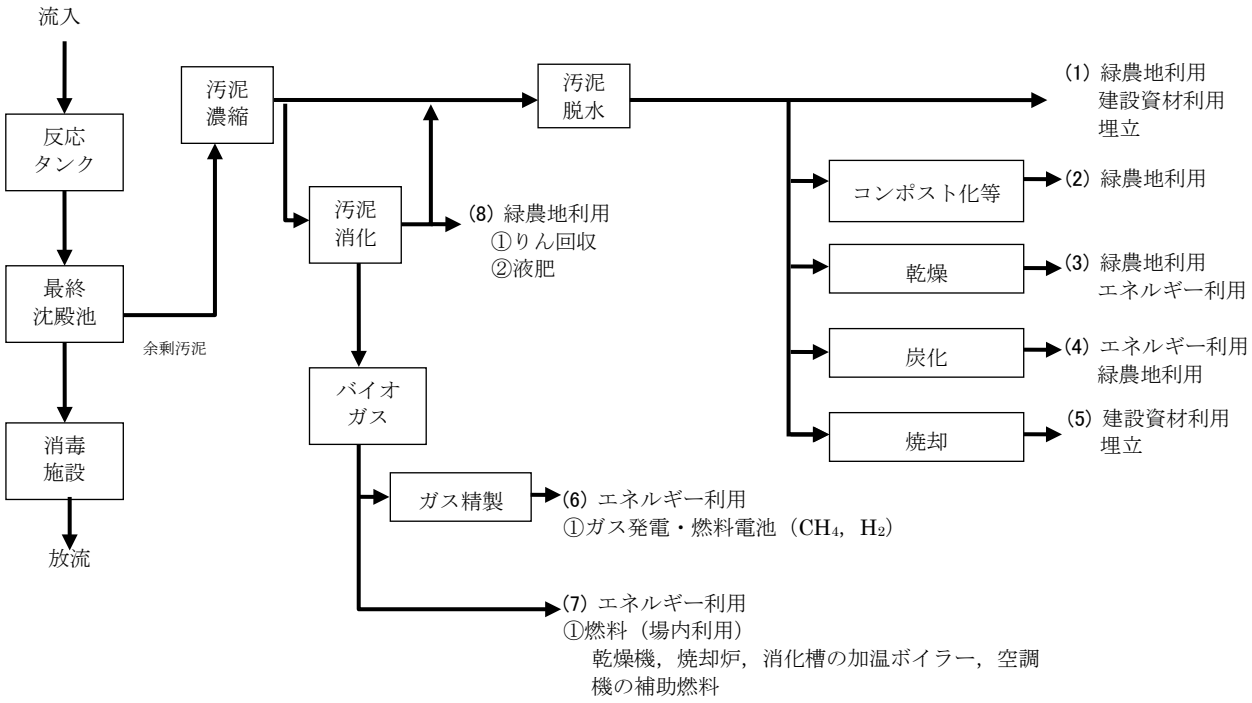



図 3.2　代表的な汚泥処理プロセスと汚泥有効利用用途

表 3.1 汚泥有効利用方法

| 図 3.1.2 の利用用途 | | 原料汚泥形態 | 処理工程 | 生成物 | 有効利用方法 | ファンディアス下水処理場での課題等 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 肥料利用 | | | | | | |
| (1) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | — | 脱水汚泥 | 脱水汚泥のまま緑農地への利用をする。 | 消化工程があるため、細菌等の安全性の問題を含めて、質的安定化が測れる。 |
| (2) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 発酵 | コンポスト | 脱水汚泥を安全性や取扱い性を良くするため発酵(コンポスト化)させ、肥料として緑農地へ利用する。 | — |
| (3) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 乾燥 | 乾燥汚泥 | 脱水汚泥を天日または加熱処理により乾燥させ、粉状または粒状化して、緑農地へ利用する。 | — |
| (4) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 炭化 | 炭化汚泥 | 脱水汚泥を無酸素状態で蒸し焼きすることで炭化させ、緑農地へ利用する。 | — |
| (8) | ①りん回収 | 消化汚泥 | りん回収 | りん酸塩 | 消化汚泥からりんを回収し、りん鉱石の代替品として肥料原料に利用する。 | ファンディアス下水処理場ではリン除去が出来ていないため、回収量が少ないとみられる。 |
| | ②液肥 | 濃縮汚泥 | 消化 | 消化液 | 濃縮汚泥を消化した後の消化液を液肥として緑農地利用する。 | 消化液を液肥として利用しない場合は、通常の処理を行う。 |
| 建設資材利用 | | | | | | |
| (1) | 建設資材利用 | 脱水汚泥 | — | 脱水汚泥 | 脱水汚泥をセメント焼成炉へ直接投入する、もしくは、脱水汚泥に生石灰を主成分とした凝集剤を加えて、乾燥粉粒体(カンプン)を生成し、セメント製造過程で代替原料として利用する。 | 安価な活用方法であるが、セメント工場の規模、搬送距離、受入汚泥量、持続性等について調査が必要となる。 |
| (5) | 建設資材利用 | 脱水汚泥 | 焼却 | 焼却灰・ | 脱水汚泥を焼却し、灰を建設資材等として有効利用する。 | 日本では、レンガ原料としても利用されたことがあるが、収縮があるため製品品質を維持する技術が必要である。 |
| エネルギー利用 | | | | | | |
| (3) | エネルギー利用 | 脱水汚泥 | 乾燥 | 乾燥汚泥 | 脱水汚泥を乾燥させて、水分を蒸発させ、燃料として利用する。造粒乾燥、油温減圧乾燥、改質乾燥等がある。 | 炭化温度により、低温炭化、中温炭化、高温炭化がある。<br>下水汚泥はカーボンニュートラルな性質を持つバイオマス資源であることから、脱水汚泥を乾燥処理・炭化処理し固形物燃料とすることにより有効利用する方法等が期待される。<br>再生可能エネルギー法の整備状況により、燃料利用の可能性が考えられる。 |
| (4) | エネルギー利用 | 脱水汚泥 | 炭化 | 炭化汚泥 | 脱水汚泥を無酸素状態で蒸し焼きすることで炭化させ、燃料として利用する。 | |
| (6) | ①ガス発電・燃料電池 | 濃縮汚泥 | 消化・精製 | バイオガス($CH_4$、$H_2$) | バイオガス中の硫化水素やシロキサン等の微量不純成分を除去し、ガス発電や燃料電池の燃料として利用する。 | — |
| (7) | ①燃料 | 濃縮汚泥 | 消化 | バイオガス | バイオガスを乾燥機、焼却炉、消化タンクの加温用ボイラー、空調用熱源機器等の燃料として利用する。 | ファンディアス下水処理場では、CDMが行われており、バイオガスの乾燥利用が可能か課題となる。 |

### 3.2.2 緑農地利用

**(1)下水汚泥の肥効成分**

日本における下水汚泥を原料とする肥料の肥効成分の例を、表 3.2 に示す。pH7.1～8.0、全窒素(T-N)2.4～4.7%、りん酸(P2O5)3.3～5.3%、加里(K2O)0.3%で、ほかの有機質肥料に比べ窒素、りん酸、石灰(石灰系脱水汚泥の場合)が多く、加里が少ないという特徴がある。

通常、下水汚泥に含まれる有機物はそのほとんどが下水の浄化に関わった微生物の死骸やその分解生成物が占めており、低分子のアミノ酸化合物を多く含み、土壌中で分解され易い性質があ

る。

また、窒素の分解速度に最も影響するのは炭素率であり、窒素に対する炭素の量を示す C／N 比が小さいほど分解されやすいと言える。稲わら等粗大有機物は C／N 比が 20 以上と大きく分解が遅いため、植物が利用できる窒素態となるのに時間がかかるが、下水汚泥の C／N 比は 10 程度と低いため、分解が速く進み、速やかに植物が吸収しやすい窒素になるという特性がある。

緑農地利用を推進するためには、ファンディアス下水処理場の下水汚泥の肥料としての効果成分を把握しておく必要がある。

表 3.2　下水汚泥を用いた肥料の効果成分含有量等（乾物当たり）

| 成分／種類 | | 窒素（N）（%） | りん酸（$P_2O_5$）（%） | 加里（$K_2O$）（%） | 含水率（%） | pH | C/N 比 | ｱﾙｶﾘ分（%） | 有機物（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 脱水汚泥 | 検体数 | 71 | 41 | 40 | 33 | 30 | 21 | 48 | 29 |
| | 平均値 | 4.72 | 5.30 | 0.33 | 78.00 | 7.99 | 6.92 | 7.18 | 65.40 |
| | 最大値 | 8.30 | 13.70 | 1.20 | 87.00 | 12.40 | 13.90 | 31.60 | 97.60 |
| | 最小値 | 1.04 | 0.38 | 0.02 | 60.60 | 5.28 | 1.00 | 0.15 | 38.30 |
| 乾燥汚泥 | 検体数 | 47 | 30 | 30 | 39 | 31 | 23 | 27 | 30 |
| | 平均値 | 4.01 | 3.62 | 0.29 | 16.80 | 7.11 | 6.53 | 7.10 | 53.30 |
| | 最大値 | 6.97 | 9.94 | 0.65 | 50.30 | 11.20 | 9.46 | 25.20 | 82.80 |
| | 最小値 | 1.80 | 1.32 | 0.03 | 3.20 | 5.40 | 2.70 | 0.23 | 26.70 |

**(2) 日本で肥料利用を行っている下水汚泥の重金属含有量**

下表 3.3 に、一般の下水汚泥の重金属含有量を示す。

流入下水の場合、工場排水等を受入れている処理場では一般に下水中の重金属濃度が高くなるが、人の排せつ物や水道水あるいは雨水にも濃度は低いものの種々の重金属が含まれている。

下水汚泥の肥料利用を広めるための課題の一つに、下水汚泥＝工場排水＝重金属＝有害といった一般的なイメージがある。下水汚泥には有害な重金属が含有している可能性があり、工場排水に重金属が多く含まれることで、その成分が下水汚泥に多く含まれる可能性がある。

こうしたイメージを取り除くためには、ファンディアス下水処理場の下水汚泥中の重金属含有量を把握しておく必要がある。

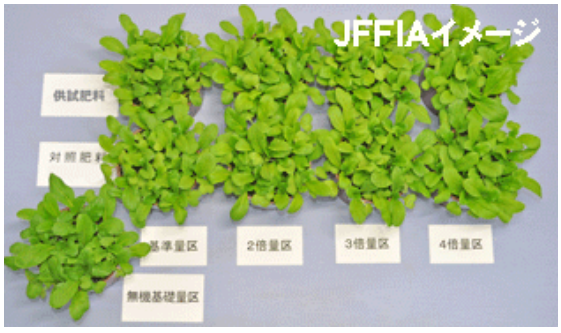
表 3.3　下水汚泥の重金属含有量(乾物当たり)

| 項目 | | 試料数 | 処理場数 | 下水汚泥の含有量(mg/kg) | | | (参考)公定規格(汚泥発酵肥料)における許容値の最大量(mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 中央値 | 最大値 | 最小値 | |
| ひ素 | As | 1,019 | 68 | 3.1 | 266 | n.d. | 50 |
| カドミウム | Cd | 945 | 66 | 1.2 | 10 | n.d. | 5 |
| 水銀 | Hg | 1,014 | 68 | 0.39 | 9.5 | n.d. | 2 |
| ニッケル | Ni | — | — | — | — | — | 300 |
| クロム | Cr | 767 | 59 | 17 | 1,115 | n.d. | 500 |
| 鉛 | Pb | 805 | 61 | 14 | 127 | n.d. | 100 |
| 亜鉛 | Zn | 847 | 58 | 620 | 10,000 | 7 | — |
| 銅 | Cu | 824 | 55 | 251 | 3,190 | 19 | — |

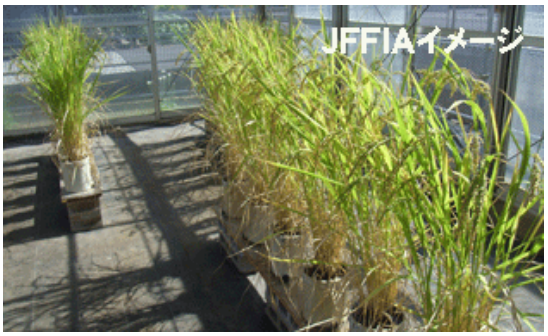
**(3) 日本で肥料登録を行う場合の栽培試験の例**

植物に対する害に関する栽培試験や肥料の効果を調べる試験は、日本の肥料取締法によって肥料を登録する際に義務づけられている試験である。

肥料としての利用を図るためには、パナマにおける肥料製造等に関連する法令に合わせた育成試験等が必要とみられる。




植物に対する害に関する栽培試験




肥料の効果を調べる試験

**(4) 消化液の液肥利用例**

メタン発酵後の消化液は凝集剤(ポリ鉄)のため黒色をしている。液肥の利用者は一見真っ黒い色であるため、最初は驚かれ躊躇することもあるが、鉄分の色であるため無害であることを説明し、納得して使用してもらっている例がある。液肥の農地への散布は液肥散布機で行われている。

液肥の散布料金は、バキュームカーによる流し込みの場合は 2,000 円/10a、液肥散布機の場合は 3,000 円/10a 程度である。

液肥の利用は化成肥料に比べてコストが半減すること、収穫量・食味に遜色がなく、安全性にも問題はない等利用農家のメリットも大きく、普及活動に力を入れている例もある。

液肥散布機

**(5) その他**

肥料としての需要は、適用できる農産物への施肥時期や汚泥肥料の製品品質、利用農家や市民の確保等と販路の拡大が必要であり、肥料の施用にあたってモニタリングによる安全性の確認や利用者が使いやすい肥料とすることなどが必要となる。また、施肥時期が一定でない場合、在庫量の調整についてもを考慮する必要がある。

### 3.2.3 建設資材利用

**(1) セメント原料**

通常、セメントの原料には石灰石や鉄、ケイ石、粘土類、石こうなどが使用されている。

下水汚泥の成分は、このうちの粘土類とにていることから粘土のかわりに石灰やケイ石などと焼却融合させて、セメント原料となる鉱物を生成し、仕上げ粉砕等の工程をへてセメントとして再生される。下水汚泥は、粘土類とほぼ同じ性質であるため、発生するすべての下水汚泥を再利用することが可能であり、焼却処理による新たな廃棄物も発生しない。

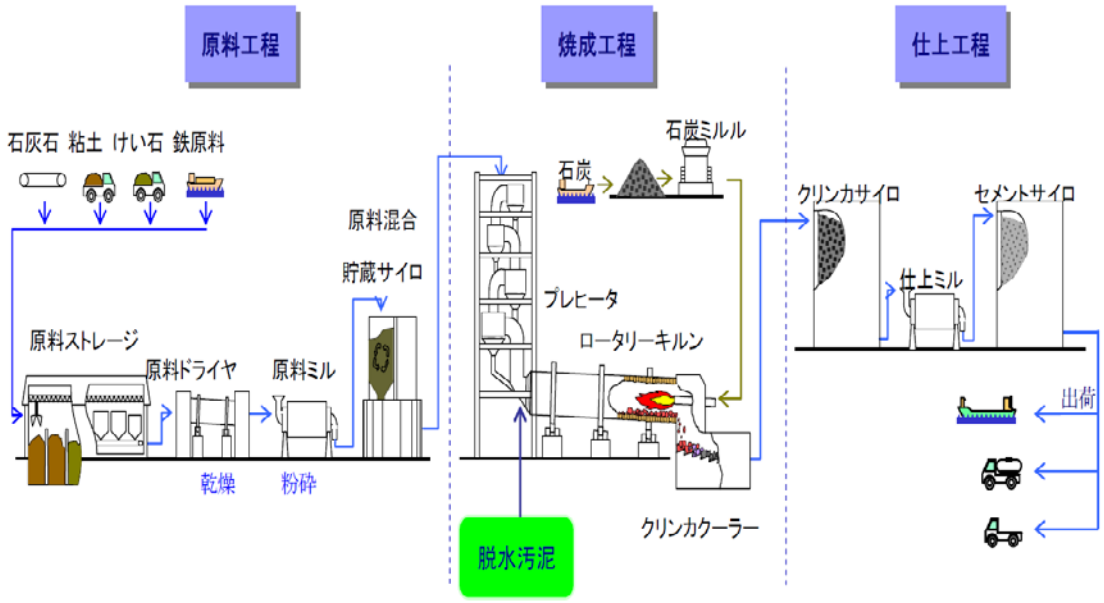



**図 3.3　下水汚泥のセメント原料化とセメント製造工程**

**表 3.4　セメント品質に影響する成分**

| | |
|---|---|
| りん($P_2O_5$) | セメント中の含有量が 0.5%を超えると強度低下する。(現状セメント中には約 0.1%、JIS の規制値はない) |
| 塩素(CL) | 含有が多いと鉄筋の腐食の原因となる。<br>(現状セメント中には約 69mg/l、JIS は 200mg/l 以下) |
| アルカリ量($R_2O$) | 含有量が多いとアルカリ骨材反応を招く恐れがある。(現状セメント中には約 0.6%、JIS　0.75%以下) |
| 重金属 | 現状の含有量では問題がなく、JIS 等規制値はない。<br>(但し、上限値については不明) |
| 成分変動 | 発生元の違いやロット間で成分値がばらつく場合、セメント品質の変動要因となる。 |

注)$R_2O$(%):$Na_2O$(%)＋0.658×$K_2O$(%)

※JIS:Japanese Industrial Standard（＝日本工業規格）

**(2) 路盤材利用の例**

焼却灰を路盤材として利用する場合には利用箇所に応じて、試験を実施し、基準を満足しない場合には、セメント、石灰等で安定処理を行うことにより路盤材として利用できる。

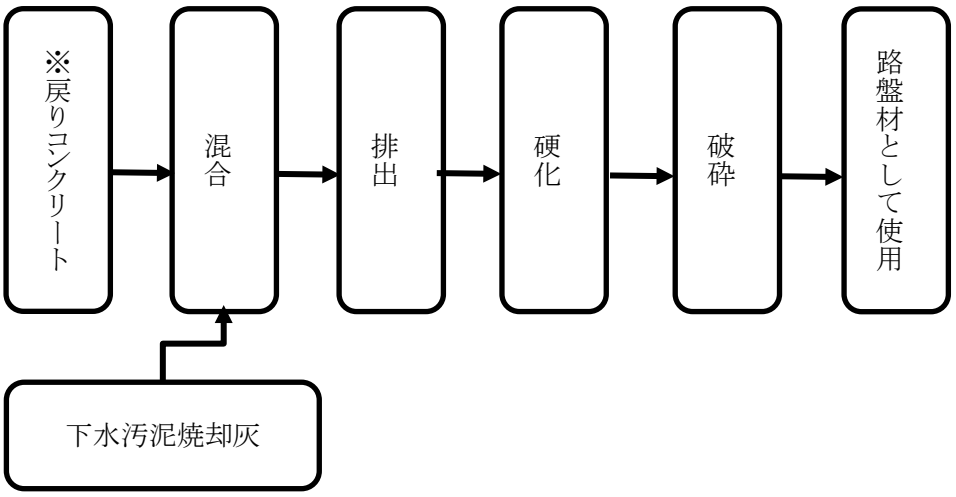



**図 3.4 路盤材の作成方法**

焼却灰は、1日の発生量が限られているため、利用に当たっては路盤の施工規模に見合う量を貯蔵する必要がある。貯蔵に際しては以下の項目に留意し、適切な貯蔵管理が行えるよう配慮しなければならない。

①焼却灰を路盤材として利用する場合の路盤材強度は、焼却灰の水和反応による硬化性によるところが大きい。したがって、貯蔵に当たっては湿気を帯びないようにする必要がある。

②貯蔵施設の周辺環境や作業環境を考慮し、焼却灰が飛散しない方法とする必要がある。

③ごみ、泥等の混入は、焼却灰の特性変化を生じる可能性があるので、異物の混入がないよう注意する必要がある。

**(3) 焼成レンガの例**

フローを図 3.5 に示す。

まず①の灰ホッパーに投じた焼却灰を②でブロック状にプレスし、③の焼成炉で約 1070℃前後の高温で焼成する。そうしてできたレンガを一旦④の ストッカーに格納し、冷却した後に⑤で検査し、出荷する手順となる。

この時、製品の寸法などは細かくチェックされるが、リンの含有量などによって伸縮率に違いが生じるため、しばしば規格に適合しない製品が発生してしまう。そのような粗悪品は破砕機にかけ、砕石として別途売却するルートを確保しておく。

レンガは市内の歩道整備など、主に公共事業分野で利用されることが多く、例えば市街地中心部の商店街をレンガで整備する、また、一般家庭でのガーデニングなどに使用してもらうなどのケースが考えられる。

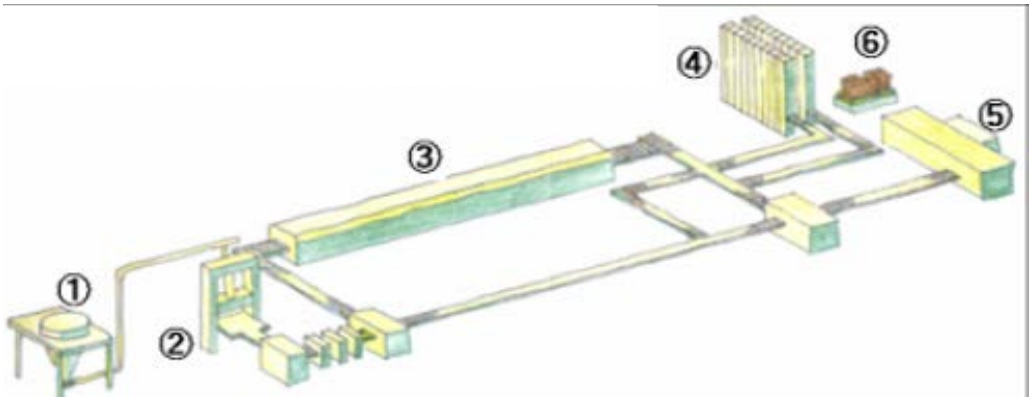



**図 3.4 焼却灰のみからの焼成レンガ製造**

**(4) コンクリート二次製品利用の例**

インターロッキングの一般的な製造フローを図 3.5 に示す。

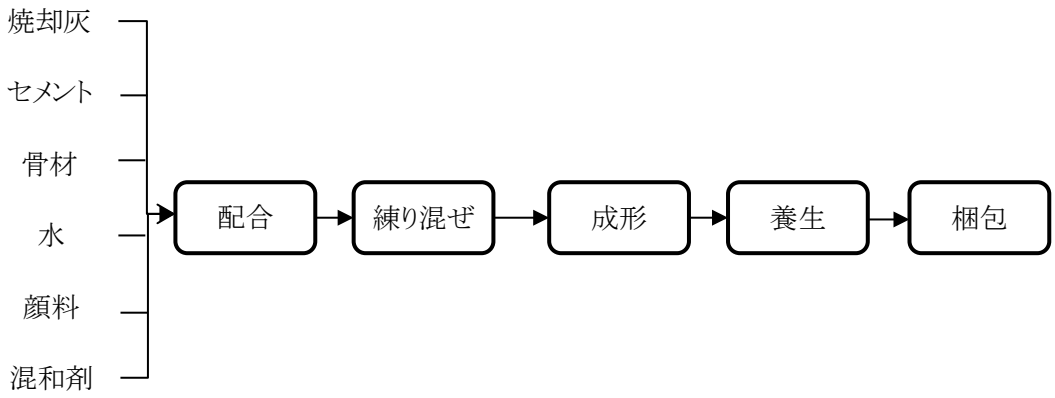



**図 3.5 インターロッキングブロックの製造フロー**

インターロッキングブロックは自治体のグリーン調達重要物品に指定することで普及促進が図られており、また、灰入製品の製造企業数を拡大し複数企業とすることでリスク分散が図られている。

### 3.3 汚泥処理プロセスの別減量化のイメージ

日本の下水汚泥処理では、概ね直接脱水汚泥（消化なし）100t/日が汚泥焼却の検討の目安となる。脱水汚泥 100t/日をベースに施設稼働率 80%、脱水機回収率 95%、濃縮汚泥濃度 5.5%とすると直接脱水 100t/日施設は濃縮汚泥量 336 m3/日、濃縮汚泥固形物量 18.5t/日相当となる。さらに濃縮汚泥量から消化脱水の場合の汚泥量等を算定すると図 3.6 のとおりである。

① 汚泥量の算定（直接脱水）

脱水汚泥量:100t／日×0.8[稼働率]＝80t/日

脱水汚泥含水率:78%

脱水汚泥固形物量:80t／日×(1－0.78)≒17.6t-DS/日
脱水機回収率:95%
濃縮汚泥固形物量:17.6t-DS/0.95≒18.5t/日
濃縮汚泥濃度:5.5%
濃縮汚泥量:18.5t/日×100／5.5＝336m3/日

②汚泥量の算定(消化脱水)
VS:80%、 消化率:50%
消化汚泥固形物量:18.5t/日×(1－0.8×0.5)≒11.1t/日
バイオガス発生量＝濃縮汚泥固形物(t/日)×0.8[有機分]×0.55Nm3/kg-VTS×1000
＝18.5t/日×0.8×0.55×1000
＝8,140Nm3/日
加温用バイオガス利用量:5Nm3／m3 (ヒアリング値より)
加温バイオガス量:336m3/日×5＝1,680Nm3/日
余剰バイオガス量:8,140－1,680＝6,460m3/日
脱水機回収率:95%
脱水汚泥固形物量:11.1t/日×0.95＝10.55t/日
脱水汚泥含水率:80%
脱水ｹｰｷ量:10.55t/日／(1－0.80)＝53t/日

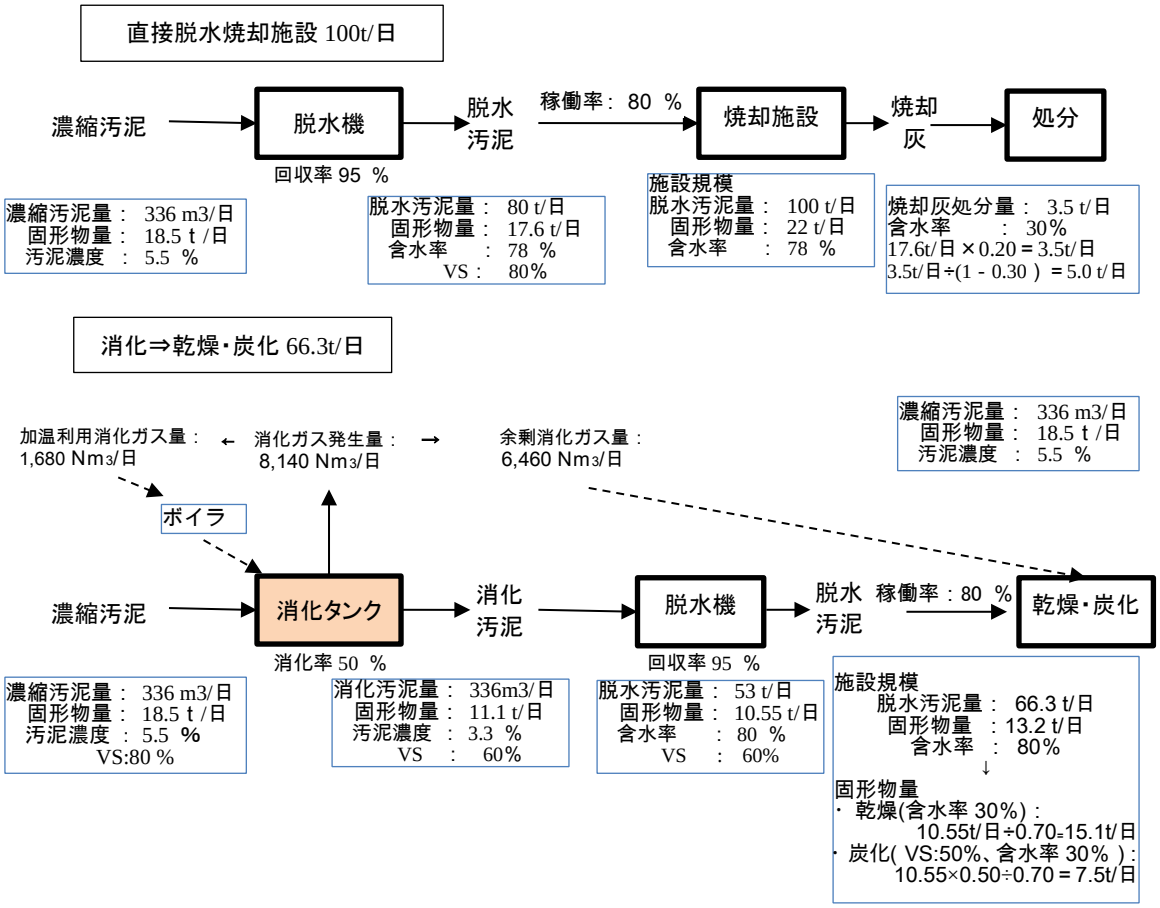



**図3.6 濃縮汚泥量から消化脱水の場合の汚泥量等算定**

## 3.4　汚泥処理プロセスの各分野技術

### 3.4.1　汚泥乾燥の事例（造粒乾燥）

造粒乾燥システムのフローを図 3.7 に示す。生成物は粒状で取り扱いが容易なものであるが、建設コストが高いことが課題である。

**（1）特徴**

・粒状で取り扱いの容易なバイオソリッド燃料を製造
・伝熱盤を介した間接加熱方式による安全性の高い乾燥技術
・排ガスを汚泥等の加温に利用し、システムの熱回収率向上
・熱媒加熱装置で排ガスを燃焼脱臭しコスト低減
・消化設備を有する場合、消化ガスを熱媒加熱装置の燃料として利用しコスト低減

**日本での実績**

・宮城県　県南浄化センター（震災により停止）

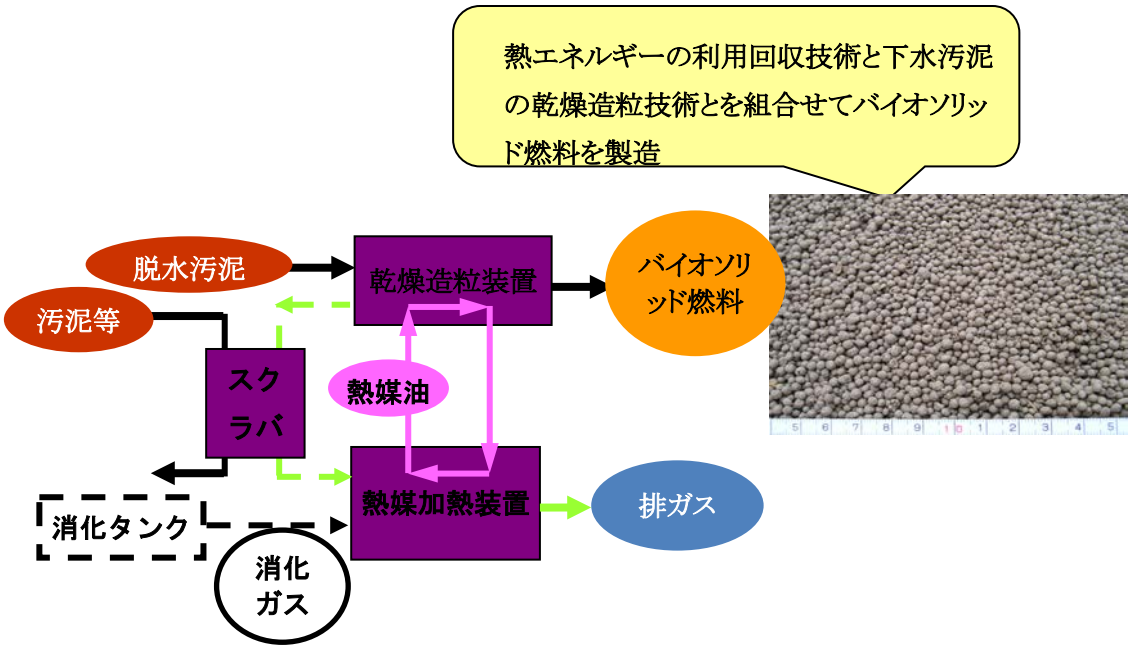



**図 3.7　造粒乾燥システムのフロー**

### (2) 直接乾燥方式と間接乾燥方式

直接乾燥方式と関節乾燥方式の比較について、図 3.8 及び表 3.5 に示す。直接乾燥方式は、原料に直接熱風をあてるため、排ガス量が大きく、後段設備が大きくなり、関節加熱方式では排ガス量が小さいできる特徴がある。

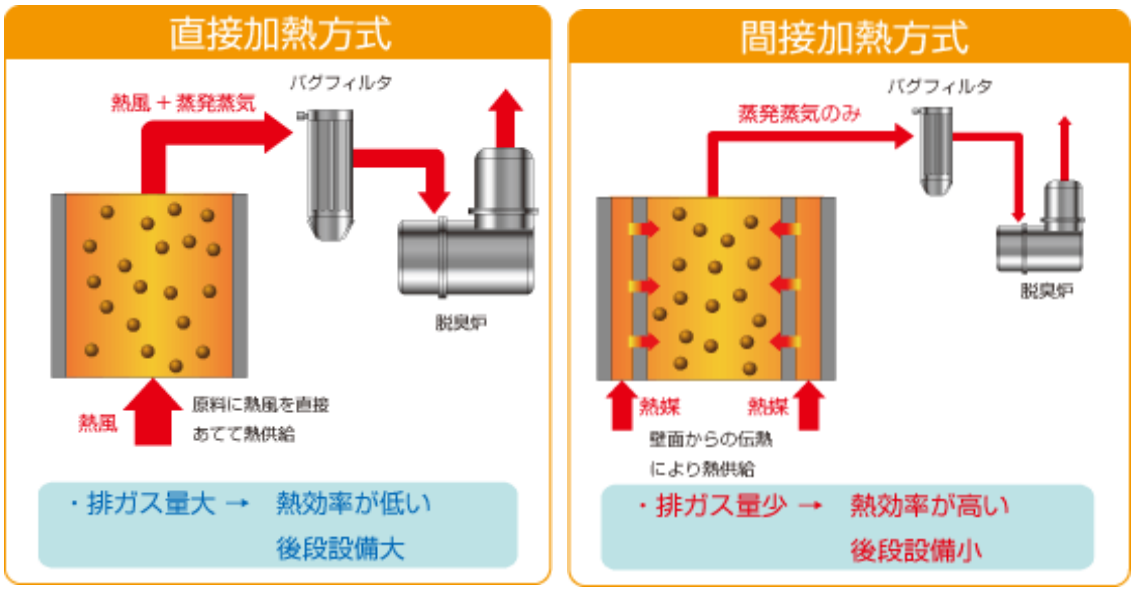



**図 3.8　直接乾燥方式と関節乾燥方式の比較**

**表 3.5　直接乾燥方式と間接乾燥方式**

| 比較項目 | | 直接乾燥方式 | 間接乾燥方式 |
|---|---|---|---|
| 装置形式 | | 攪拌機付熱風回転乾燥 | 攪拌溝型乾燥機 |
| 乾燥方式 | | 熱風による直接接触伝熱 | 熱媒による伝熱面を介しての伝熱 |
| 排ガス | ガス量 | 大 | 小（熱風加熱式の約 1/2～1/5） |
| | ばいじん量 | 大（1～10g/Nm3） | 小（0.1～2g/Nm3） |
| | 温度 | 低（露点 40～70℃） | 高（露点 80～95℃） |
| | 排ガス処理設備 | 大 | 小 |
| 乾燥効率（%） | | 50～70 | 75～85※ |

※熱媒体の発生装置であるボイラの熱効率を考慮していない。間接乾燥の熱効率には、熱媒体の発生装置であるボイラの熱効率が考慮されていない。ボイラの熱効率は 80～90%であるので、システム全体の熱効率は直接乾燥と大きな差異は無いと考えられる。

### 3.4.2 汚泥炭化の事例（低温炭化）

低温炭化システムのフローを図 3.9 に示す。生成物は粒状で取り扱いが容易なものであり、乾燥汚泥に比べて臭気が少ないが、建設コストが高いことが課題である。

**(1) 特徴**

・燃料物は、発熱量が乾燥汚泥と同等以上で、臭気と自然発火性が抑制されており、燃料物としての付加価値が高い。

・流動焼却と比較し、N2O の排出量が極めて小さく、温室効果ガス排出量を大幅に削減できる。

(2) 日本での実績

・広島市　西部浄化センター

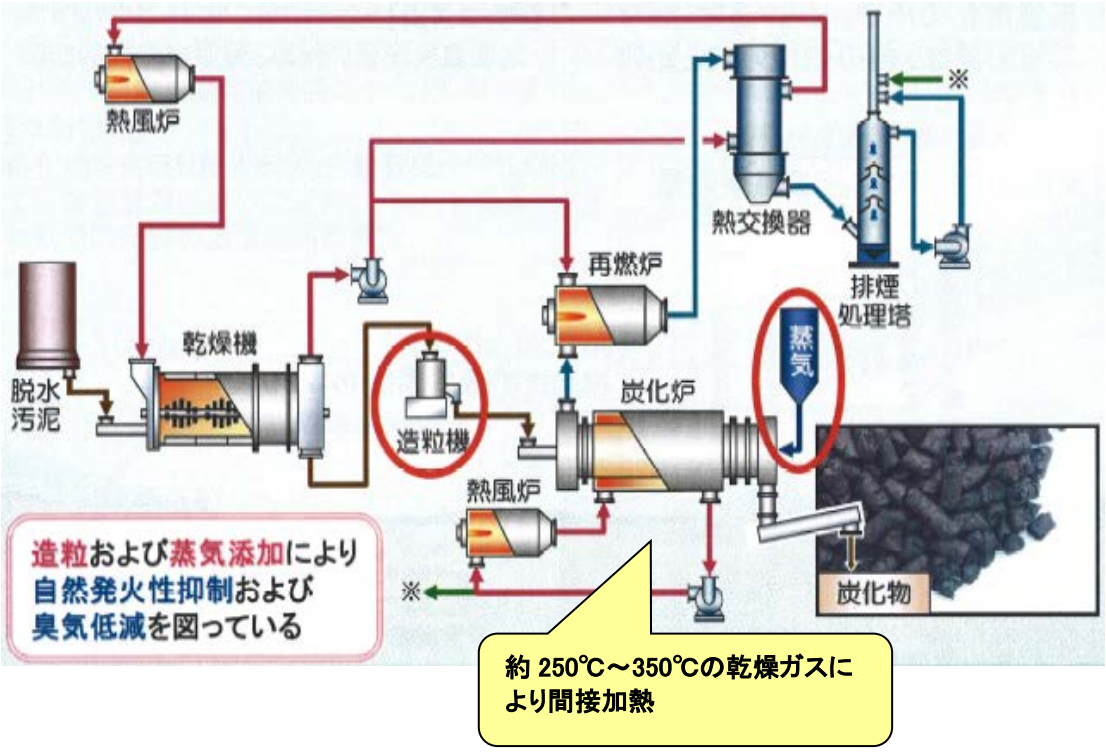



**図3.9　低温炭化システムのフロー**

### 3.4.3 焼却の事例（流動焼却炉）

流動焼却システムのフローを図 3.10 に示す。

**（1） 運転上の留意点**

・O&M が長期間、適切な汚泥量になっていることを確認すること（1 日 24 時間、1 年以上 75～90％の稼働率）。

・炉中で適切な燃焼温度（950℃～850）および十分な燃焼時間をコントロールする

・焼却が安定していることを確認すること（空気の十分な供給の際の一酸化炭素の濃度を低減）

・炉中温度および空気と一酸化炭素の濃度を監視

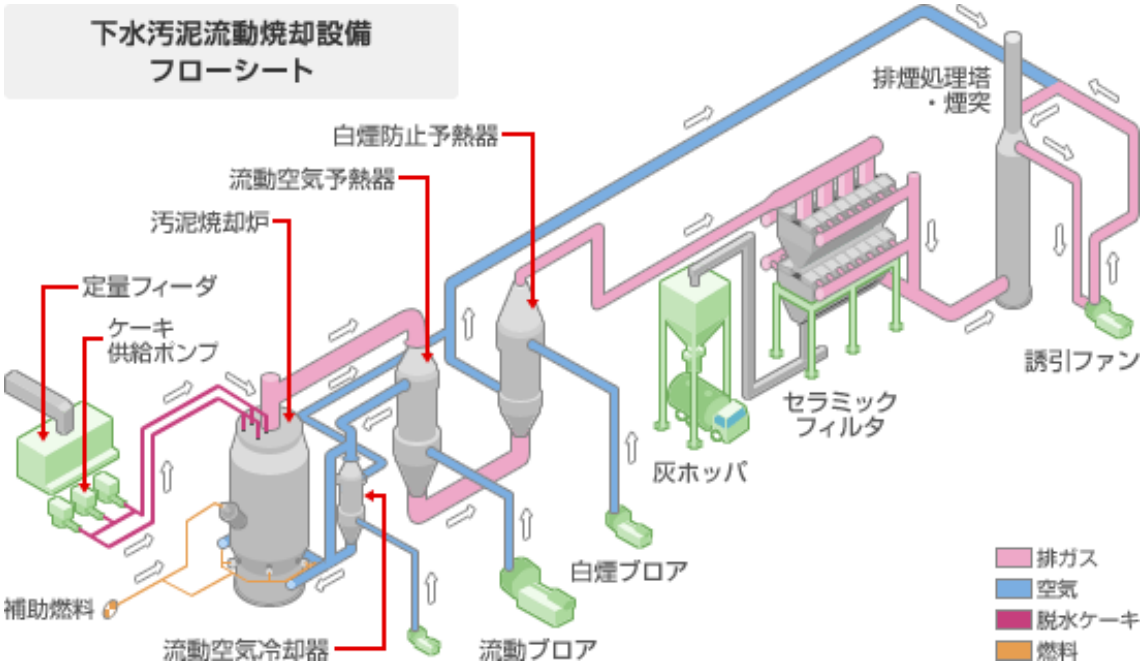



**図3.10　流動焼却システムのフロー**

## 3.5　汚泥処理プロセスの一次選定

これまでに示したファンディアス下水処理場の発生汚泥量予測、汚泥の有効利用方法等をもとに、表3.6にパナマで有望と考えられる有効利用方策と汚泥処理プロセスの一次選定表を示す。

ここでは、2015年現在の脱水汚泥発生量60m3/dから、機械設備の概ねの耐用年数である15年間（2030年）の脱水汚泥発生量170m3/dを対象とした汚泥処理プロセスを検討する。

**表 3.6　パナマで有望と考えられる有効利用方策の特徴整理**

| 項　　目 | 脱水汚泥 | 乾燥汚泥 | 炭化汚泥 | 焼却灰 |
|---|---|---|---|---|
| 概　要 | 現在の汚泥処理が継続される。 | 処理場において脱水汚泥を乾燥させ、乾燥汚泥を肥料・燃料として利用する。<br>脱水汚泥の 1/3 程度に減量化できる。 | 処理場において脱水汚泥を炭化処理し、炭化汚泥を土壌改良材・燃料として利用する。<br>脱水汚泥の 1/7、乾燥汚泥の 1/2 程度に減量化できる。 | 処理場において脱水汚泥を焼却し、民間のセメント工場やｱｽﾌｧﾙﾄ工場で利用する。<br>脱水汚泥の 1/10、乾燥汚泥の 1/3、炭化の 1/1.5 程度に減量できる。 |
| 特　徴 | 汚泥搬出量：大<br>機械設備：（低温仕様）<br>コスト：（安価）<br>臭気：（悪臭）<br>固形燃料化：（高カロリー） | → | → | 小<br>（高温仕様）<br>（高価）<br>（無臭）<br>（低カロリー） |
| 製造フロー | 脱水汚泥<br>↓<br>場外搬出<br>（緑農地利用・セメント原料） | 脱水汚泥<br>↓<br>乾燥<br>↓<br>乾燥汚泥<br>↓<br>場外搬出<br>（緑農地利用・セメント原料） | 脱水汚泥<br>↓<br>炭化施設<br>↓<br>炭化汚泥<br>↓<br>場外搬出<br>（緑農地利用・土壌改良材） | 脱水汚泥<br>↓<br>焼却<br>↓<br>焼却灰<br>↓<br>場外搬出<br>（セメント工場・アスファルト工場・土壌改良材） |
| 日本での実績 | ファンディアス処理場の発生汚泥量規模では、焼却等を導入し、減量化するのが一般的である。<br>脱水汚泥のままセメント原料として民間業者へ委託する事例がある。<br>農業試験場で育成試験を行い、施肥効果を確認した上で、肥料として登録し、緑農地利用されているものが多い。 | 日本での有効利用している下水汚泥の３％（平成 20 年度の汚泥発生時乾燥重量ベース）。農業試験場で育成試験を行い、施肥効果を確認した上で、肥料として登録し、緑農地利用されているものが多い。肥料としてはコストが割高となる。<br>また、セメント原料等としても利用される。 | 比較的小規模な 20t/日程度の施設では、土壌改良材、ゴルフ場等で利用される他、肥料として登録し、緑農地利用されているものもある。肥料としてはコストが割高となる。<br>100t/日規模の施設はパルプ工場や石炭火力発電所の燃料として使用されている。（再生可能エネルギー法が整備されている必要がある。） | 全国の有効利用している下水汚泥の約６割を占める（平成 20 年度の汚泥発生時乾燥重量ベース）。<br>一般的には、汚泥中に含まれる重金属等が濃縮されるため、農業利用はされている例は非常に少ない。 |
| メリット | • 当面の受入先が確保できれば、経済性に優れる。<br>• セメント原料の場合、ファンディアス下水処理場では、セメント強度の低下要因であるリン酸の含有量が少ないとみられる。 | • 経済性で焼却より優れる。<br>• 緑農地利用は本来の意味での循環利用となり、有効利用の形態では望ましい形態といえる。<br>• 余剰排熱の利用で賄える可能性が高いが、CDM との調整が必要となる。 | • 土壌改良材、脱臭用吸着材など用途が広い。<br>• 活性炭代替として利用できる場合、競合製品の価格は比較的高いものがある。<br>• 余剰排熱の利用で賄える可能性が高いが、CDM との調整が必要となる。 | • 搬出汚泥量が最も少ない。<br>• 一般に、下水汚泥発生量に比べ製造しているセメント量は膨大であり、受入可能量は多いものと考えられる。<br>• 日本では、レンガやインターロッキングの原料としても使用されたが、品質管理が難しいとの指摘がある。 |
| デメリット | • 搬出汚泥量が多く、持続可能性、有効利用の安定性が確保できない。<br>• 搬出量が多いため、搬送距離や受入汚泥量に制約が生じやすい。<br>• 搬出時や再利用時に臭気の問題が生じる。<br>• 塩素や全アルカリ等セメント品質に影響する成分の含有量を明確にする。<br>• 肥料としての活用には、発生汚泥量が多い他、リン酸含有量が少なく、利用者が扱いにくい。<br>• 肥料成分が窒素に偏っているため、利用者はリンやカリを別途補充する必要がある。 | • 乾燥設備の配管が粉塵により閉塞しやすいため、定期的な配管清掃が必要となる。<br>• 需要先の確保に努力が必要である。<br>• 肥料として、品質表示の徹底など、品質管理の強化が必要とされるため、廃棄処分せざるを得ない脱水汚泥が発生する場合がある。<br>• 緑農地利用を行う場合、消化工程で有機物が安定化されていることが望ましいが、燃料利用の場合は消化汚泥の利用は低カロリーとなり、好ましくない。<br>• 製造工程、搬出等に臭気を伴う。 | • 乾燥機の後段に炭化炉を設けることとなり、乾燥に比べやや高価となる。<br>• 炭化設備の配管にタール等の付着がみられるため、タール除去が必要となる。<br>• 需要先の確保に努力が必要である。<br>• 汚泥炭化物に対する公的な品質基準値がない。<br>• 燃料利用の場合、乾燥に比べ温度が上がるため、カロリーが下がる。 | • 受け入れ先がセメント工場、レンガ工場、土壌改良材等に限定されやすく、有効利用の多様化は難しい。 |
| 一次選定 | • 当面の対応として、セメント原料化についての検討が考えられる。<br>△ | • 発生汚泥量予測より、今後 15 年間程度の期間について農業利用やセメント原料化ができれば有効である。<br>△ | • 固形燃料としての活用がなければ、乾燥に比べて投資効果が低いとみられる。<br>― | • 第二フェーズが完了すると、発生汚泥量は 100m3/日を超えるため、焼却による減量化が必要になるものとみられる。<br>○ |

# 4. 資源化技術の市場性調査

下水汚泥の有効利用を継続的に促進していくためには、様々な汚泥の利用形態について地域ごとの利用ニーズを考慮したマーケティング戦略を検討する必要がある。そこでは、下水汚泥有効利用のマネジメントにあたって留意すべき事項（外部環境、内部環境）等を調査・検討する。

各分野技術において、各種ユーザーが下水汚泥製品に求める品質や量、需要動向等が異なるため、ヒアリング調査（聞き取り調査）やアンケート調査（自己記入式）等により実態を把握する。

市場調査はマーケティング活動の主な柱であり、各分野技術の下水汚泥製品の導入検討にあたって重要な判断材料を得る方法であり、主に需要（ニーズ）、販売効率、事業環境の3つの観点から、調査する必要がある。

## 4.1　市場調査の必要性

下水汚泥の有効利用においては、下水汚泥を原料とする肥料利用ではその成分組成による許容範囲が課題とされること、建設資材利用ではセメント原料としての需要が長期的・安定的に継続できるか不透明であること、エネルギー利用では消化槽からのバイオガス発生量の規模の経済性あるいはその需要先の制約等による有効利用手法の課題があり、下水汚泥有効利用のマネジメントやリスク管理の観点からの調査・検討が必要である。

特に、製品化を進める前に下水汚泥の受入可能なユーザーの絞り込みが重要であり、製品化に伴う市場のニーズ（市場規模）や利用の可能性調査（受入可能量、購入希望価格、受渡し形態等）、事業スキームや事業規模を把握したうえで、関係機関と調整・決定し、事業化における下水道管理者の「強みと弱み」を検討することが重要である。

市場調査は、市場へ商品を提供する事業の判断材料とすることから、需要（ニーズ）、販売効率、事業環境の3つの観点から、調査する必要がある。

市場調査の分類を表 4.1 に示す。

表 4.1 市場調査の分類

| 市場調査の分類 | 導き出す内容 |
|---|---|
| ①需要の分析 | 商品の生産量、販売量等から市場の規模や状況を掌握<br>・需要量（市場規模と動向、市場実態、今後の予測等）<br>・需要先（購買動機等）<br>・需要者要望との適合性<br>・その他 |
| ②販売効率の分析 | 商品販売方法等からの流通の状況や特性を掌握<br>・販売経路（流通経路の構成、流通業態の変化等）<br>・販売方法（営業活動、受発注方法、アフターサービス等）<br>・需要先（購買動機等）<br>・販売促進（広告宣伝策、販売促進策等）<br>・流通経路の必要性と選択（既存経路、新規経路の開拓等）<br>・その他 |
| ③事業環境の分析 | 事業展開上、影響のある周辺事情を掌握<br>・社会経済環境（景気動向、業界動向、業界の将来性等）<br>・競合関係（競合企業の状況、競合商品の有無、新規参入状況等）<br>・経営状況の変化（事業性、事業体制、経営手法の変化等）<br>・他市場の影響度<br>・政治、法律等の影響<br>・その他 |

各分野技術における市場調査方法を表 4.2 に示す。

表 4.2 各分野技術における市場調査方法

| 市場調査の分類 | 下水汚泥肥料 | 下水汚泥建設資材 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 実態調査 | 自治体<br>・事例の実態<br>・堆肥化設備所有者 | 自治体<br>・事例の実態 | アンケート調査<br>ヒアリング |
| | ユーザー<br>・製造・流通企業<br>・肥料取扱い団体 | ユーザー<br>・製造・流通企業 | アンケート調査<br>ヒアリング |
| | 製造・流通企業 | ― | アンケート調査 |
| | 肥料取扱い団体 | ― | アンケート調査 |

### 4.2　アンケート調査票の例

#### 4.2.1 セメント製造業者への調査票の例

下水汚泥の有効利用に関するアンケート

ご協力のお願い

拝啓、時下、皆様方におかれましては益々ご健勝のこととお喜び申し上げます。

下水処理場から発生する汚泥は、下水道整備の進捗に伴い年々増加しており、近年の社会情勢から見て最終処分場の確保が困難となっています。今後、ますます増加する下水汚泥について、安定的な処分の継続をするとともに、廃棄物の 100％有効利用を目指した取り組みの推進を図る上で、汚泥の減量化を図るとともに、資源としての有効利用を進めることが緊急の課題となっています。

そこで、秋田県では、下水汚泥の有効利用に関する計画調査を実施しており、つきましては、今後有望と考えられる下水汚泥の有効利用技術について、当方で抽出致しました事業者の皆様方にご意見を頂き、今後の参考とさせて頂くべくアンケート調査を実施する運びとなりました。

大変お忙しいことと存じますが、是非ともご協力頂きます様、宜しくお願い申し上げます。

敬具

★ 返送方法:お手数ですが、:御回答は全て 3 ページ以降のアンケート用紙に直接御記入の上、下記アドレスに御返信下さい。(御返送は 3 ページ以降で結構です。)

★ 返送期限:申し訳ございませんが、返送締切日は　　年　　月　　日(月)着迄とさせて頂きます。

★ 御質問・御意見:本アンケートについての御質問・御意見は下記で承ります。

調査主体 :

★ 御回答頂きました内容は、守秘義務を遵守致しますのでご安心下さい。

★ 本アンケートが汚泥搬入に直接つながる訳ではございませんので、御安心して御協力お願い申

し上げます。

★ 本アンケートで御回答頂きました内容について、電話などで確認させて頂くことがございますので御了承願います。

## 下水汚泥の有効利用について

～ 下水汚泥の有効利用に関する解説です。アンケートに御回答頂く前に御一読願います。 ～

### (1) 下水汚泥の有効利用用途について

下水汚泥の有効利用方法は、緑農地利用、建設資材利用、燃料利用に大別されます。

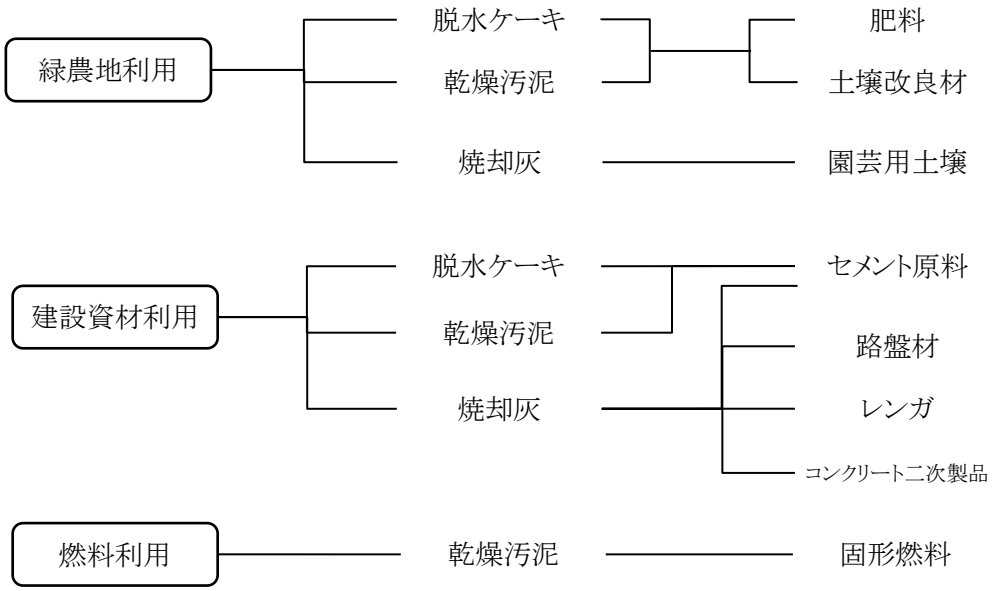



図-1 下水汚泥の有効利用用途

### (2) 今後有望と考えられる下水汚泥の有効利用について

今後有望と考えられる下水汚泥の有効利用用途として以下の用途を抽出しました。

今回のアンケート調査は以下の製品を製造している事業者の皆様を対象に実施しております。

1. 肥料
2. セメント原料
3. 建設資材

### (3) 有効利用における原料汚泥の形態(下水汚泥の性状)について

有効利用における原料汚泥の形態は、汚泥処理段階によって、脱水汚泥、乾燥汚泥、焼却汚泥残渣(以下、焼却灰とする)に大きく分類されます。

このうち、汚泥の有効利用((2)で抽出した有効利用用途に関連する)について説明します。汚泥は、脱水汚泥を乾燥機により乾燥した後の汚泥です。表-1 に乾燥汚泥の性状について示しますが、殆が緑農地利用やコンポスト利用、石炭の代替燃料として有効利用されています。

表-1 下水乾燥汚泥の性状調査事例

| 検体名 | 乾燥汚泥 | |
|---|---|---|
| 実施日 | 雨期 | 乾期 |
| 含水率 % | | |
| 固形分 % | | |
| 強熱減量 %-DS | | |
| 総発熱量 kJ/kgkJ/kg-DS | | |
| 炭素 %-DS | | |
| 水素 %-DS | | |
| 酸素 %-DS | | |
| 窒素 %-DS | | |
| 硫黄 %-DS | | |

下水汚泥の有効利用に関するアンケート

～ アンケート調書です。本ページ以降の用紙に直接御記入願います。御返送は本ページ以降で結構です。 ～

(1) 乾燥汚泥・焼却灰・それ以外の廃棄物や副産物の受入についてお聞かせ下さい。

Q1. 現在（またはこれまで）、貴社製品の原材料・燃料として乾燥汚泥または焼却灰、それ以外の廃棄物や副産物の受入を行っていますか。（1つだけ○をつけて下さい。）

1. 現在、受入を行っている。
2. これまでに受け入れていたことがある（現在は受け入れていない）。
3. 現在及びこれまでとも受け入れた実績はない。
4. 受入については把握していない。

Q2. Q1.で「1.」又は「2.」と回答された場合、受入実績（最も新しい年度の実績）について教えて下さい。（複数ある場合は、全てご記入お願い致します。）

1）受入廃棄物又は副産物は何ですか。

1. 乾燥汚泥
2. 焼却灰
3. 上記以外の廃棄物や副産物〔 〕

2）受入元について教えて下さい。（事業者の場合、その業種を教えて下さい。）

1. 自治体〔 〕
2. 事業者〔（業種） 〕
3. 受入量について教えて下さい。〔 t/年（ 年度）〕
4. 受入料金について教えて下さい。〔 円/t（ 年度）〕

Q3. Q1.で「3.」又は「4.」と回答された場合、以前に乾燥汚泥・焼却灰の受入についての問い合わせ等を受けた経験はございますか。（1つだけ○をつけて下さい。）

1. 問い合わせを受け、協議・交渉まで至ったことがある。
2. 問い合わせを受けたことがある。（協議・交渉までには至らなかった。）
3. 問い合わせを受けたことはない。
4. 把握していない。
5. その他〔 〕

Q4. 将来的に乾燥汚泥・焼却灰を原材料・燃料として受け入れる可能性または意向はありますか。（1つだけ○をつけて下さい。）

1. 積極的に受け入れたい意向がある。
2. 受入に関する諸条件が整えば受け入れたい。
3. 下水汚泥について十分調査した上で、検討してみたい。
4. 現時点では全く考えていない。
5. その他〔 〕

Q5. Q4.で「2.」と回答した場合、どの様な条件が整えば乾燥汚泥・焼却灰を受け入れる可能性があ

ると考えますか。(複数回答可)

1. 性状調査や製品の各種性能試験を実施し、製品規格をクリアすること。
2. 臭気や衛生上の問題をクリアすること。
3. 受入設備についての投資額が大きくないこと。
4. 自治体からの受入費用により十分利益が見込まれること。
5. その他〔　　〕

(2) 貴社の工場の概要についてお聞かせ下さい。

Q6. 貴社で製造している製品のうち以下に該当するものがあれば○をつけて下さい。該当しない製品については「その他」の欄にご記入下さい。(複数回答可)製造量についても御記入下さい。

1. セメント原料　〔 製造量　　t/年 (　　年度)〕
2. アスファルト混和　〔 製造量　　t/年 (　　年度)〕
3. 汚泥燃料　〔 製造量　　t/年 (　　年度)〕
4. その他　〔 製造量　　t/年 (　　年度)〕

Q7.現在、乾燥汚泥・焼却灰の受入を実施している場合、受入可能量について教えて下さい。
(単位については、t/年 又は t/日のいずれかに○をつけて下さい。)

・受入可能量 乾燥汚泥　:〔　　t/年 又は　　t/日 〕
・焼却灰　:〔　　t/年 又は　　t/日 〕

(3) 下水汚泥の有効利用に関して、その他、御意見がありましたら、御自由に御記入御願い致します。

| |
|---|
| |

(4) 本アンケートに御回答(御記入)頂きました方の御連絡先について御記入お願い致します。

| | |
|---|---|
| 会 社 | |
| 所属部署 | |
| 役 職 | |
| 名 前 | |
| ご 住 所 〒 | |
| 電話番号 | |
| FAX 番号 | |

アンケートは以上です。お忙しい中、ご協力有り難うございました。

### 4.2.2 コンポスト・肥料製造業者への調査票の例

下水汚泥の有効利用に関するアンケート

～ アンケート調書です。本ページ以降の用紙に直接御記入願います。御返送は本ページ以降で結構です。 ～

(1) 乾燥汚泥等の受入れについてお聞かせ下さい。

Q1. 現在(またはこれまで)、貴社製品の原材料として乾燥汚泥等を有価物として受入を行っていますか。(1 つだけ○をお付け下さい。)

1. 現在、受入れを行っている。
2. これまでに受入れていたことがある。(現在は受入れていない。)
3. 現在及びこれまでにも受入れた実績がない。
4. 受入れについて把握していない。

Q2. Q2 で「1.」又は「2.」と回答された場合、受け入れ実績(最も新しい年度の実績)について教えて下さい。

1) 受入れ元について教えて下さい。(事業者の場合、その業種を教えて下さい。)
   1. 自治体 [ ]
   2. 事業者 [ (業種) ]
2) 汚泥の受入状態について教えて下さい。
   [ 脱水ケーキ ・ 汚泥焼却灰 ・ 乾燥汚泥 ・ その他( )]
3) 受入れ量について教えて下さい。 [ t/年 ( 年度)]
4) 受入れ金額について教えて下さい。[ 円/t ( 年度)]

Q3. Q1 で「1.」と回答された場合、受入れ可能量について教えて下さい。また、受入れの継続に対する意見について御教え下さい。

(単位については t/年または t/日のいずれかに○を付けて下さい。)

1) 受入れ可能量(下水汚泥) 脱水汚泥 :[ t/年・t/日]
   その他 [乾燥汚泥 ]:[ t/年・t/日]
   その他 [ ]:[ t/年・t/日]
   その他 [ ]:[ t/年・t/日]

2) 受入れの継続性
   1. 今後も継続的に受入れ予定である。
   2. 製品の需要に応じて受入れの是非を検討する。
   3. その他 [ ]

Q4. Q1 で「1.」以外を回答された場合、将来的に乾燥汚泥を原材料として受入れる可能性、または意向がありますか。(1 つだけ○を付けて下さい。)

1. 受入れたい意向がある。
2. 現時点では考えていない。
3. その他 [ ]

(2) 貴社の工場の概要についてお聞かせ下さい。

Q5. 貴社で製造している製品と製造量について御記入下さい。(複数回答可)

1. リン肥料 (溶成リン肥料) [ 製造量 t/年 ( 年度)]
2. その他

[ 製造品 製造量 t/年 ( 年度)]
[ 製造品 製造量 t/年 ( 年度)]
[ 製造品 製造量 t/年 ( 年度)]
[ 製造品 製造量 t/年 ( 年度)]

(3) 下水汚泥の有効利用に関して、その他、御意見・御質問等 何でも構いませんので、御自由に御記入お願い致します。

(4) 本アンケートに御回答(御記入)頂きました方の御連絡先について御記入お願い致します。

| | |
|---|---|
| 会 社 | |
| 所属部署 | |
| 役 職 | |
| 名 前 | |
| ご 住 所 〒 | |
| 電話番号 | |
| FAX 番号 | |

アンケートは以上です。お忙しい中、ご協力有り難うございました。

潤いある未来へ

# 汚泥有効利用について

株式会社日水コン

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 目　次

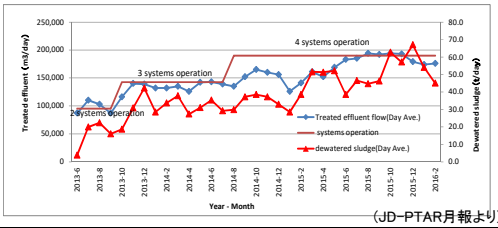

1. 発生汚泥量の現状
2. 下水汚泥の農業利用基準
3. 発生汚泥量予測
4. 汚泥有効利用計画
5. 汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態
6. 汚泥処理プロセス別減量化イメージ
7. 汚泥処理プロセスの各分野技術
8. 汚泥処理プロセスの一次選定
9. 市場性調査


© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 1.　発生汚泥量の現状

### 1.1 JD-PTARの処理水量と脱水汚泥量の推移

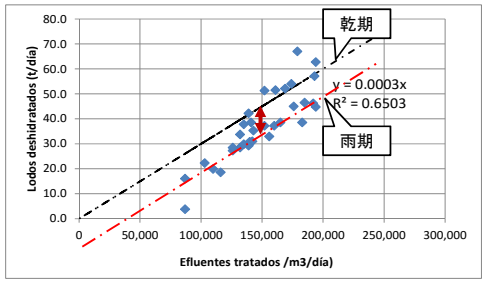
☞ 汚泥は含水率75%未満に脱水。
☞ Cerro Patacon埋立地へ搬出し、処分。




（JD−PTAR月報より）

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 処理水量と脱水汚泥量の関係




© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


### 1.2 Cerro Patacon 埋立地

"Taller sobre el modelo de emisiones en relleno sanitario para la región Centroamericana" San Salvador, El savador marzo 2007

☞ 1985年に操業開始。
☞専有面積132ha⇒6,4000,000m3
☞6,400,000÷1,525t/day÷365
≒11.5year

廃棄物の発生量

| 市町村名 | (Ton/día) |
|---|---|
| Panamá y San M.: | 1000 |
| Colón: | 200 |
| David : | 100 |
| La Chorrera | 70 |
| Arraijan | 40 |
| Chitré | 20 |
| Los Santos | 15 |
| Santiago | 60 |
| Bugaba | 20 |
| total | 1,525 |

"Gestión de residuos sólidos: Impacto sobre los ecosistemas hídricos y áreas costeras" Ing. Erick N. VallesterE.　Panamá, 10 al 20 de agosto de 2010.

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 2. 下水汚泥の農業利用基準

❑COPANIT-DGNTI47-2000
☞ クラスIに属する汚泥：好気性または嫌気性消化、自然乾燥、コンポスト、または安定化（アルカリ化合物添加によるpH調整）に適用。
☞ クラスIIに属する汚泥は、クラスIで定義されたコンポスト、加熱乾燥、好熱性嫌気性消化、および殺菌（70℃以上、30分以上）である。

| 種類 | 適用範囲 |
|---|---|
| コンポスト | A）野菜の種のための肥料<br>B）観賞植物用の苗床<br>C）土壌の物理的な条件を改善するための添加剤<br>D）公園、ゴルフコースなどのレクリエーションエリアのための肥料 |
| 液体汚泥<br>（固形物濃度25%未満） | 芝生の施肥、土壌の安定化、及び添加剤など砂丘の安定化や土壌の物理的条件の改善 |
| 脱水汚泥<br>（固形物濃度25%以上） | 汚泥は土壌添加剤、ゴルフコース、人間と限定された接触の他の領域のように、表2.2と2.3で指定された最大のパラメータを遵守し提供し、牧草、観賞苗床の栽培に適用することができる |
| 乾燥汚泥<br>（固形物濃度40%以上） | これらの汚泥は、特に制限はなく、農業用途に使用することができる。<br>肥料や園芸用肥料、食用作物種のいずれかと、バナナ農園、果物や観賞用の苗床、牧草など。<br>表2.2および2.3に指定された最大のパラメータに準拠して提供。 |

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

表2.2 肥料利用のための汚泥中の重金属と糞便性大腸菌の最大許容量

| パラメーター | 最大許容量 | UNITS（乾燥重量にもとづく） |
|---|---|---|
| ヒ素 | 75 | Mg/kg |
| カドミウム | 85 | Mg/kg |
| クロム | 3,000 | Mg/kg |
| 銅 | 4,300 | Mg/kg |
| 鉛 | 840 | Mg/kg |
| 水銀 | 57 | Mg/kg |
| モリブデン | 75 | Mg/kg |
| ニッケル | 420 | Mg/kg |
| セレン | 100 | Mg/kg |
| 亜鉛 | 7,500 | Mg/kg |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 | UFC/g |
| PH | 9-12 | |

表2.3 農業利用のための重金属や大腸菌群の最大許容量

| パラメーター | 最大許容範囲 (Mg/kg) | 肥料取締法（参考） | 土壌汚染対策法（参考） |
|---|---|---|---|
| ヒ素 | 40 | 50 | 150 |
| カドミウム | 40 | 5 | 150 |
| クロム | 1,500 | 500 | 250 |
| 銅 | 1,500 | — | — |
| 鉛 | 300 | 100 | 150 |
| 水銀 | 25 | 2 | 15 |
| モリブデン | 25 | — | — |
| ニッケル | 420 | 300 | — |
| セレン | 50 | — | 150 |
| 亜鉛 | 3,000 | — | (120) |
| 糞便性大腸菌 | 2,000 (UFC/gr) | — | — |
| PH | 9-12 | — | — |

出典：DGNTI-COPANIT 47-2000、参考は日本の法令

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 元素の生物への影響（参考）

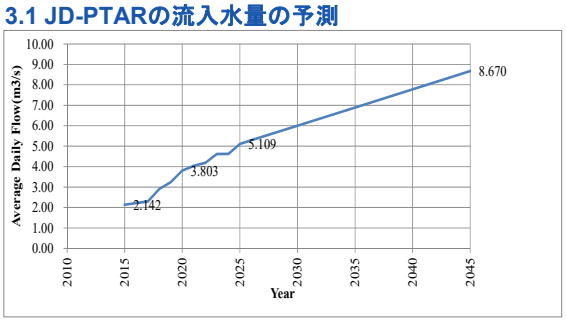
| 位置付け | 必須元素 | 下水汚泥中に含まれる主な元素 |
|---|---|---|
| 植物の必須元素 | 主要要素：炭素、水素、酸素、チッ素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、イオウ(カルシウムからイオウを中量要素という場合もある) | リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム |
| | 微量要素：鉄、銅、亜鉛、マンガン、ホウ素、モリブデ ン、塩素 | 鉄、マンガン、ホウ素 |
| 人・動物の必須元素 | 主要要素 ：酸素、炭素、水素、チッ素<br>準主要要素：カルシウム、リン、イオウ、カリウム、ナトリウム、塩素、マグネシウム、鉄 | |
| | 微量要素： 亜鉛、銅、ヨウ素、セレニウム、マンガン、モリブデン、クロム、コバルト | |
| 植物には正常に生育出来る量でも、動物栄養上からは不足となり得る元素 | コバルト、クロム、銅、ヨウ素、鉄、マンガン、セレン、亜鉛 | クロム、銅、マンガン、鉄、亜鉛 |
| 植物が正常に生育する濃度でも、動物に取って有害となる元素、或いは代謝異常を引き起こす元素 | セレン、カドミウム、モリブデン、鉛 | セレン、カドミウム |
| 土壌－植物系が動物に対する毒性を防ぐ障壁となり得る元素 | ヒ素、ヨウ素、ベリリウム、フッ素、ニッケル、亜鉛 | ヒ素、亜鉛、フッ素、ニッケル |

（財）日本土壌協会

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


# 3. 発生汚泥量予測

## 3.1 JD-PTARの流入水量の予測




出典：UPDATED MASTER PLAN

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

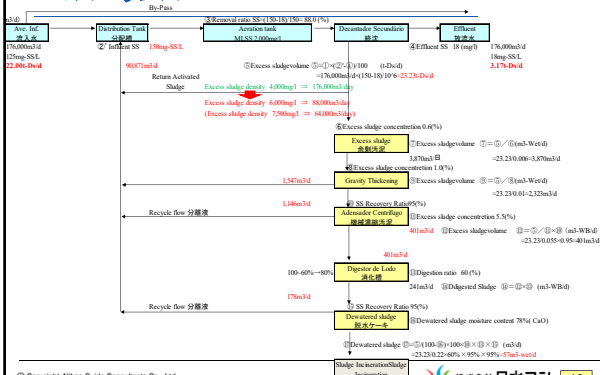

## 3.2 発生汚泥量の予測（条件）

- 余剰汚泥量の算出は、SSの除去量から求めるものとして、溶解性BODの余剰汚泥への転換や自己分解量については考慮しないものとする。
  余剰汚泥量(固形物量、DS-t/d)＝計画処理水量×(設計流入SS濃度×反応槽除去率)×$10^{-6}$
- ファンディアス処理場の計画流入SS濃度は、以下のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響も考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。このため、固形物回収率を考慮する。
- 各処理場の計画流入SS濃度は、表のとおりとする。また、汚泥処理施設の規模設定に当たっては、返流負荷による水質の影響20%考慮し、設計流入水質を基に発生汚泥量を算出する。
- 反応槽＋最終沈澱池でのSS除去率は、88%とする。
- 各汚泥形態毎の汚泥濃度は以下のとおりとする。

| 汚 泥 形 態 | 値 | 備考 |
|---|---|---|
| 流入SS濃度 | 125mg/l | 02/2016 O&M月報Ave. |
| 設計流入SS濃度 | 150mg/l | 02/2016 O&M月報Ave.×120% |
| 放流SS濃度 | 18mg/l | 02/2016 O&M月報Ave. |
| 総合SS除去率 | 85.6% | 〃 |
| 余剰汚泥濃度 | 0.6% | 参考2007SAPROF：0.75% |
| 機械濃縮汚泥濃度 | 5.5% | — |
| 機械濃縮汚泥回収率 | 95% | — |
| 消化率 | 60% | — |
| 脱水汚泥含水率 | 80% | CaO添加前（添加後75%） |
| 脱水汚泥回収率 | 95% | — |

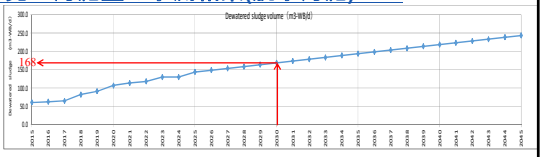
©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## マスバランス




©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

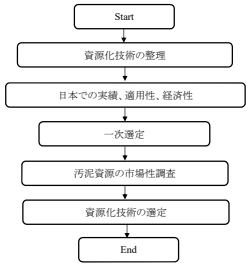

## 3.3 発生汚泥量の予測結果(脱水汚泥)




©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 4. 汚泥有効利用計画

◆埋立処分地容量からの制限
⇒減量化
◆汚泥の再生利用
⇒肥料、建設資材化
◆日本での実績、適用性、経済性
◆安定した長期的な汚泥の処分
⇒利用先のニーズ調査




資源化工程の形態選定フロー

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.




## 5. 汚泥処理プロセスの各分野技術の利用形態

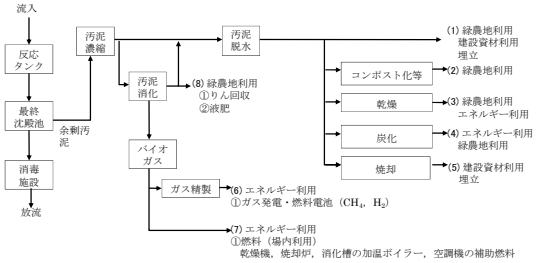



図5.1代表的な汚泥処理プロセスと汚泥有効利用用途

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 5.1 肥料利用

| 図5.1の利用用途 | | 原料汚泥形態 | 処理工程 | 生成物 | 有効利用方法 | ファンディアス下水処理場での課題等 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | — | 脱水汚泥 | 脱水汚泥のまま緑農地への利用をする。 | 消化工程があるため、細菌等の安全性の問題を含めて、質的安定化が測れる。 |
| (2) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 発酵 | コンポスト | 脱水汚泥を安全性や取扱い性を良くするため発酵（コンポスト化）させ、肥料として緑農地へ利用する。 | — |
| (3) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 乾燥 | 乾燥汚泥 | 脱水汚泥を天日または加熱処理により乾燥させ、粉状または粒状化して、緑農地へ利用する。 | — |
| (4) | 緑農地利用 | 脱水汚泥 | 炭化 | 炭化汚泥 | 脱水汚泥を無酸素状態で蒸し焼きすることで炭化させ、緑農地へ利用する。 | — |
| (8) | ①りん回収 | 消化汚泥 | りん回収 | りん酸塩 | 消化汚泥からりんを回収し、りん鉱石の代替品として肥料原料に利用する。 | ファンディアス下水処理場ではリン除去が出来ていないため、回収量が少ないとみられる。 |
| | ②液肥 | 濃縮汚泥 | 消化 | 消化液 | 濃縮汚泥を消化した後の消化液を液肥として緑農地利用する。 | 消化液を液肥として利用しない場合は、通常の処理を行う。 |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


### 5.1.1 下水汚泥の肥料効果成分（日本の例）

窒素の分解速度に最も影響するのは炭素率であり、窒素に対する炭素の量を示すC／N比が小さいほど分解されやすいと言える。下水汚泥のC／N比は10程度と低いため、分解が速く進み、速やかに植物が吸収しやすい窒素になるという特性がある。

| 成分 種類 | | 窒素（N）（%） | りん酸（$P_2O_5$）（%） | 加里（$K_2O$）（%） | 含水率（%） | pH | C/N比 | アルカリ分（%） | 有機物（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 脱水汚泥 | 平均値 | 4.72 | 5.30 | 0.33 | 78.00 | 7.99 | 6.92 | 7.18 | 65.40 |
| | 最大値 | 8.30 | 13.70 | 1.20 | 87.00 | 12.40 | 13.90 | 31.60 | 97.60 |
| | 最小値 | 1.04 | 0.38 | 0.02 | 60.60 | 5.28 | 1.00 | 0.15 | 38.30 |
| 乾燥汚泥 | 平均値 | 4.01 | 3.62 | 0.29 | 16.80 | 7.11 | 6.53 | 7.10 | 53.30 |
| | 最大値 | 6.97 | 9.94 | 0.65 | 50.30 | 11.20 | 9.46 | 25.20 | 82.80 |
| | 最小値 | 1.80 | 1.32 | 0.03 | 3.20 | 5.40 | 2.70 | 0.23 | 26.70 |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


### 5.1.2 下水汚泥の重金属含有量（日本の例）

流入下水の場合、工場排水等を受入れている処理場では一般に下水中の重金属濃度が高くなるが、人の排せつ物や水道水あるいは雨水にも濃度は低いものの種々の重金属が含まれている。
下水汚泥の肥料利用を広めるための課題の一つに、下水汚泥＝工場排水＝重金属＝有害といった一般的なイメージがある。

| 項目 | | 下水汚泥の含有量(mg/kg) 中央値 | 最大値 | 最小値 | (参考)公定規格(汚泥発酵肥料)における許容量の最大量(mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| ひ素 | As | 3.1 | 266 | n.d. | 50 |
| カドミウム | Cd | 1.2 | 10 | n.d. | 5 |
| 水銀 | Hg | 0.39 | 9.5 | n.d. | 2 |
| ニッケル | Ni | — | — | — | 300 |
| クロム | Cr | 17 | 1,115 | n.d. | 500 |
| 鉛 | Pb | 14 | 127 | n.d. | 100 |
| 亜鉛 | Zn | 620 | 10,000 | 7 | — |
| 銅 | Cu | 251 | 3,190 | 19 | — |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


### 5.1.3 肥料登録を行う場合の栽培試験（日本の例）

植物に対する害に関する栽培試験や肥料の効果を調べる試験は、日本の肥料取締法によって肥料を登録する際に義務づけられている試験である。

Japan Fertilizer and Feed Inspection Association（日本肥糧検定協会）

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 5.1.4 消化液の液肥利用（日本の例）

メタン発酵後の消化液は凝集剤（ポリ鉄）のため黒色をしている。液肥の利用者へは、鉄分の色であるため無害であることを説明し、納得して使用してもらっている例がある。

◆ 液肥のメリット：化学肥料に比べてコストが安価、収穫量・食味に遜色がなく、安全性にも問題はない等

液肥散布機

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

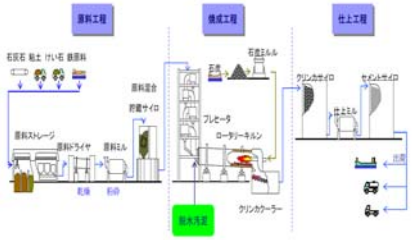

## 5.2 建設資材利用、エネルギー利用

| 図5.1の利用用途 | | 原料汚泥 | 処理工程 | 生成物 | 有効利用方法 | ファンディアス下水処理場での課題等 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **建設資材利用** | | | | | | |
| (1) | 建設資材利用 | 脱水汚泥 | — | 脱水汚泥 | 脱水汚泥をセメント焼成炉へ直接投入する、もしくは、脱水汚泥に生石灰を主成分とした凝集剤を加えて、乾燥粉粒体を生成し、セメント製造過程で代替原料として利用する。 | 安価な活用方法であるが、セメント工場の規模、搬送距離、受入汚泥量、持続性等について調査が必要となる。 |
| (5) | 建設資材利用 | 脱水汚泥 | 焼却 | 焼却灰 | 脱水汚泥を焼却し、灰を建設資材等として有効利用する。 | 日本では、レンガ原料としても利用されたことがあるが、収縮があるため製品品質を維持する技術が必要である。 |
| **エネルギー利用** | | | | | | |
| (3) | エネルギー利用 | 脱水汚泥 | 乾燥 | 乾燥汚泥 | 脱水汚泥を乾燥させて、水分を蒸発させ、燃料として利用する。造粒乾燥、油温減圧乾燥、改質乾燥等がある。 | 炭化温度により、低温炭化、中温炭化、高温炭化がある。<br>下水汚泥はカーボンニュートラルな性 |
| (4) | エネルギー利用 | 脱水汚泥 | 炭化 | 炭化汚泥 | 脱水汚泥を無酸素状態で蒸し焼きすることで炭化させ、燃料として利用する。 | 質を持つバイオマス資源であることから、脱水汚泥を乾燥処理・炭化処理し固形物燃料とすることにより有効利用する方法等が期待される。<br>再生可能エネルギー法の整備状況により、燃料利用の可能性が考えられる。 |
| (6) | ①ガス発電・燃料電池 | 濃縮汚泥 | 消化・精製 | バイオガス（$CH_4$、$H_2$） | バイオガス中の硫化水素やシロキサン等の微量不純成分を除去し、ガス発電や燃料電池の燃料として利用する。 | — |
| (7) | ①燃料 | 濃縮汚泥 | 消化 | バイオガス | バイオガスを乾燥機、焼却炉、消化タンクの加温用ボイラー、空調用熱源機器等の燃料として利用する。 | ファンディアス下水処理場では、CDMが行われており、バイオガスの乾燥利用が可能か課題となる。 |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 5.2.1 セメント原料1

通常、セメントの原料には石灰石や鉄、ケイ石、粘土類、石こうなどが使用されている。
下水汚泥の成分は、このうちの粘土類と似ていることから粘土のかわりに石灰やケイ石などと焼却融合させて、セメント原料となる鉱物を生成し、仕上げ粉砕等の工程をへてセメントとして再生される。




下水汚泥のセメント原料化とセメント製造工程

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 5.2.1 セメント原料2

セメント品質に影響する成分

| | |
|---|---|
| りん($P_2O_5$) | セメント中の含有量が0.5%を超えると強度低下する。(現状セメント中には約0.1%、JISの規制値はない) |
| 塩素(CL) | 含有が多いと鉄筋の腐食の原因となる。<br>(現状セメント中には約69mg/l、JISは200mg/l以下) |
| アルカリ量($R_2O$) | 含有量が多いとアルカリ骨材反応を招く恐れがある。(現状セメント中には約0.6%、JIS　0.75%以下) |
| 重金属 | 現状の含有量では問題がなく、JIS等規制値はない。<br>(但し、上限値については不明) |
| 成分変動 | 発生元の違いやロット間で成分値がばらつく場合、セメント品質の変動要因となる。 |

注）$R_2O$（%）：$Na_2O$（%）＋0.658×$K_2O$（%）
※JIS:Japanese Industrial Standard（＝日本工業規格）

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


CEMENTO INTEROCEANICO

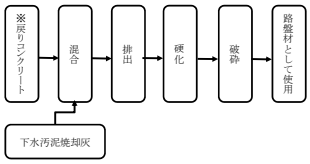
Nacimiento 2006

http://www.cementointeroceanico.comhttp://www.cementointeroceanico.com

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 5.2.2 路盤材利用の例

焼却灰を路盤材として利用する場合には利用箇所に応じて、試験を実施し、基準を満足しない場合には、セメント、石灰等で安定処理を行うことにより路盤材として利用できる。

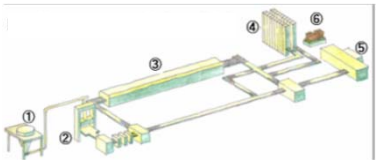



利用に当たっては路盤の施工規模に見合う量を貯蔵する必要がある。貯蔵に際しては以下の項目に留意しなければならない。
①路盤材強度は、焼却灰の水和反応による硬化性によるところが大きい。したがって、貯蔵に当たっては湿気を帯びないようにする必要がある。
②貯蔵施設の周辺環境や作業環境を考慮し、焼却灰が飛散しない方法とする必要がある。

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 5.2.3 焼成レンガの例

まず①の灰ホッパーに投じた焼却灰を②でブロック状にプレスし、③の焼成炉で約 1070℃前後の高温で焼成する。そうしてできたレンガを一旦④のストッカーに格納し、冷却した後に⑤で検査し、出荷する手順となる。

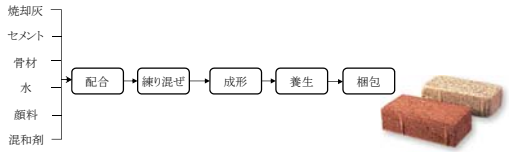



製品の寸法などは細かくチェックされるが、リンの含有量などによって伸縮率に違いが生じるため、しばしば規格に適合しない製品が発生してしまう。そのような粗悪品は破砕機にかけ、砕石として別途売却するルートを確保しておく。

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 5.2.4 コンクリート二次製品利用の例

下水道汚泥焼却灰・石炭灰・窯業廃土(キラ)・溶融スラグ・ガラスくずなど、多種類の未利用資源を有効利用し、「無焼成固化」技術(特許製法)により、焼かずに再生した画期的なレンガ風ブロックです。

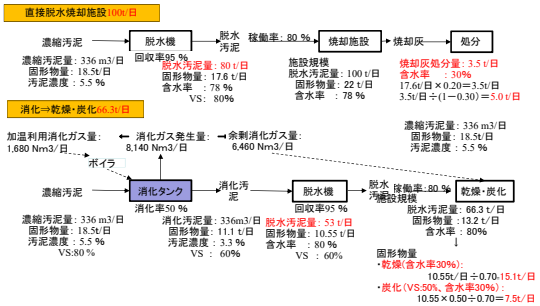



インターロッキングブロックは自治体のグリーン調達重要物品に指定することで普及促進が図られており、また、灰入製品の製造企業数を拡大し複数企業とすることでリスク分散が図られている。

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 6. 汚泥処理プロセス別減量化イメージ

日本の下水汚泥処理では、概ね直接脱水汚泥(消化なし)100t/日が汚泥焼却の検討の目安となる。

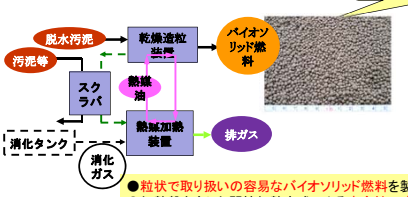



© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 7. 汚泥処理プロセスの各分野技術

### 7.1.1 造粒乾燥の例

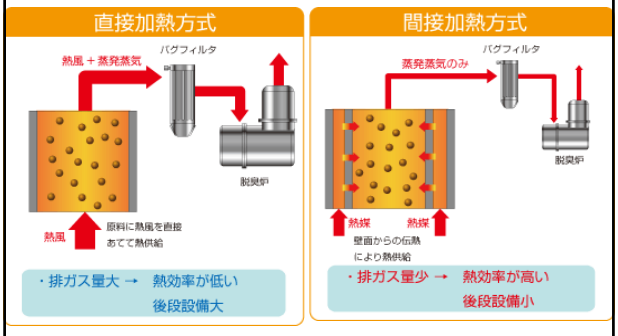
熱エネルギーの利用回収技術と下水汚泥の乾燥造粒技術とを組合せてバイオソリッド燃料を製造




- 粒状で取り扱いの容易なバイオソリッド燃料を製造
- 伝熱盤を介した間接加熱方式による安全性の高い乾燥技術
- 排ガスを汚泥等の加温に利用し、システムの熱回収率向上
- 熱媒加熱装置で排ガスを燃焼脱臭しコスト低減
- 消化ガスを熱媒加熱装置の燃料として利用しコスト低減

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 7.1.2 造粒乾燥の例(直接乾燥方式と間接乾燥方式)




© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

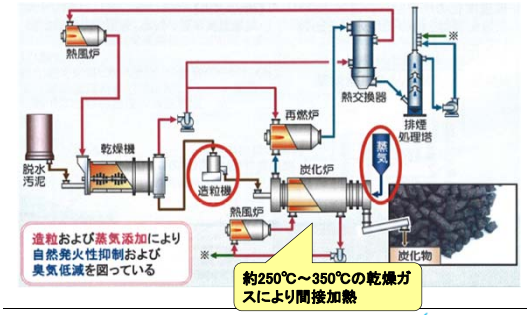

## 7.1.3 直接乾燥方式と間接乾燥方式

| 比較項目 | | 直接乾燥方式 | 間接乾燥方式 |
|---|---|---|---|
| 装置形式 | | 攪拌機付熱風回転乾燥 | 攪拌溝型乾燥機 |
| 乾燥方式 | | 熱風による直接接触伝熱 | 熱媒」による伝熱面を介しての伝熱 |
| 排ガス | ガス量 | 大 | 小(熱風加熱式の約1/2～1/5) |
| | ばいじん量 | 大(1～10g/Nm3) | 小(0.1～2g/Nm3) |
| | 温度 | 低(露点40～70℃) | 高(露点80～95℃) |
| | 排ガス処理設備 | 大 | 小 |
| 乾燥効率(%) | | 50～70 | 75～85※ |

**※熱媒体の発生装置であるボイラの熱効率を考慮していない。間接乾燥の熱効率には、熱媒体の発生装置であるボイラの熱効率が考慮されていない。ボイラの熱効率は80～90%であるので、システム全体の熱効率は直接乾燥と大きな差異は無いと考えられる。**

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 7.2.1 汚泥炭化の事例(低温炭化)



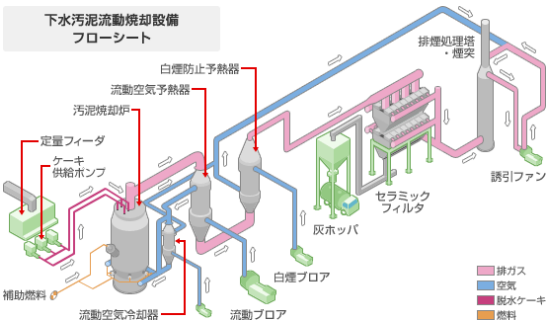

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 7.2.1 汚泥炭化の事例(低温炭化)

- ●燃料物は，発熱量が乾燥汚泥と同等以上で，臭気と自然発火性が抑制されており，**燃料物としての付加価値が高い**。
- ●流動焼却と比較し，$N_2O$の排出量が極めて小さく，**温室効果ガス排出量を大幅に削減**できる。
- ●広島市　西部浄化センターで稼働中

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 7.3.1 汚泥焼却の事例(流動焼却炉)




©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 7.3.2 焼却炉の運転上の留意点

- 運転維持管理上、安定して適正な汚泥量が確保出来ることを確認すること(1日24時間連続運転として、年間稼働率75～90%)
- 炉中で適切な燃焼温度(950℃～850)および十分な燃焼時間をコントロールすること
- 焼却が安定していることを確認すること(空気の十分な供給の際の一酸化炭素の濃度を低減)
- 炉中温度および空気と一酸化炭素の濃度を監視

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 8. 汚泥処理プロセスの一次選定1

| 項目 | 脱水汚泥 | 乾燥汚泥 | 炭化汚泥 | 焼却灰 |
|---|---|---|---|---|
| 概要 | 現在の汚泥処理が継続される。 | 脱水汚泥を乾燥させ、乾燥汚泥を肥料・燃料として利用。<br>脱水汚泥の1/3程度に減量。 | 脱水汚泥を炭化処理し、炭化汚泥を土壌改良材・燃料として利用。<br>脱水汚泥の1/7程度に減量。 | 脱水汚泥を焼却し、民間のセメント工場やアスファルト工場で利用。<br>脱水汚泥の1/10程度に減量。 |
| 特徴 | 汚泥搬出量：大<br>機械設備：(低温仕様)<br>コスト：(安価)<br>臭気：(悪臭)<br>固形燃料化：(高カロリー) | | | 小<br>(高温仕様)<br>(高価)<br>(無臭)<br>(低カロリー) |
| 製造フロー | 脱水汚泥 → 場外搬出(緑農地利用・セメント原料) | 脱水汚泥 → 乾燥 → 乾燥汚泥 → 場外搬出(緑農地利用・セメント原料) | 脱水汚泥 → 炭化施設 → 炭化汚泥 → 場外搬出(緑農地利用・土壌改良材) | 脱水汚泥 → 焼却 → 焼却灰 → 場外搬出(セメント工場・アスファルト工場・土壌改良材) |
| 日本での実績 | 脱水汚泥のままセメント原料として民間業者へ委託する事例がある。<br>農業試験場で育成試験を行い、施肥効果を確認した上で、緑農地利用が多い。 | 農業試験場で育成試験を行い、施肥効果を確認した上で、緑農地利用が多い。肥料としてはコストが割高。<br>また、セメント原料等としても利用される。 | 小規模施設では、土壌改良材、ゴルフ場他、緑農地利用もある。肥料としてはコストが割高となる。<br>100t/日規模の施設はバルブエ場や石炭火力発電所の燃料として使用。(再生可能エネルギー法が整備状況による。) | 全国の有効利用している下水汚泥の約6割を占める。一般的には、汚泥中に含まれる重金属等が濃縮されるため、農業利用はされている例は非常に少ない。 |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 8. 汚泥処理プロセスの一次選定2

| 項目 | 脱水汚泥 | 乾燥汚泥 | 炭化汚泥 | 焼却灰 |
|---|---|---|---|---|
| メリット | ・当面、受入先が確保できれば、経済性に優れる。<br>・セメント原料の場合、JD-PTARでは、セメント強度の低下要因であるリン酸の含有量が少ないとみられる。 | ・経済性で焼却より優れる。<br>・緑農地利用は、望ましい有効利用の形態といえる。<br>・緑農地利用では、消化工程で安定化されている。<br>・余剰排熱の利用で賄える可能性が高いが、CDMとの調整が必要。 | ・土壌改良材、脱臭用吸着材など用途が広い。<br>・活性炭代替として利用も考えられる。<br>・余剰排熱の利用で賄える可能性が高いが、CDMとの調整が必要。 | ・搬出汚泥量が最も少ない。<br>・下水汚泥発生量に比べ製造されるセメント量は膨大であり、受入可能量は多い。<br>・日本では、レンガやインターロッキングの原料としても使用されたが、品質管理が難しい。 |
| デメリット | ・搬出量が多く、持続可能性、有効利用の安定性が確保できない。<br>・搬出量が多く、搬送距離や受入汚泥量に制約。<br>・搬出時や再利用時の臭気問題。<br>・セメント品質に影響する成分の含有量の明確化。<br>・肥料としては、汚泥量が多く、リン酸含有量が少なく、利用者が扱いにくい。<br>・肥料成分が窒素に偏っているため利用者はリンやカリを別途補充する必要がある。 | ・乾燥設備の配管が粉塵により閉塞しやすい。<br>・肥料として、品質表示の徹底など、品質管理が必要とされるため、廃棄処分せざるを得ない脱水汚泥が発生する場合がある。<br>・燃料利用の場合、消化汚泥の利用は低カロリーとなる。<br>・製造工程、搬出等に臭気を伴う。 | ・乾燥機の後段に炭化炉を設けることとなり、乾燥に比べやや高価となる。<br>・炭化設備の配管にタール等の付着がみられる。<br>・汚泥炭化物に対する品質基準値がない。<br>・燃料利用の場合、乾燥に比べ温度が上がるため、カロリーが下がる。 | ・受け入れ先がセメント工場、レンガ工場、土壌改良材等に限定されやすく、有効利用の多様化は難しい。 |
| 一般論 | ・当面の対応として、セメント原料化についての検討が考えられる。<br>△ | 発生汚泥量予測より、今後15年間程度の期間について農業利用やセメント原料化ができれば有効。<br>△ | 固形燃料としての活用がなければ、乾燥に比べて投資効果が低いとみられる。<br>— | ・第二フェーズが完了すると、発生汚泥量は100m3/日を超えるため、焼却による減量化が望まれる。<br>○ |

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 9. 市場性調査

| 市場調査の分類 | 導き出す内容 |
|---|---|
| ①需要の分析 | 商品の生産量、販売量等から市場の規模や状況を掌握<br>・需要量（市場規模と動向、市場実態、今後の予測等）<br>・需要先（購買動機等）<br>・需要者要望との適合性<br>・その他 |
| ②販売効率の分析 | 商品販売方法等からの流通の状況や特性を掌握<br>・販売経路（流通経路の構成、流通業態の変化等）<br>・販売方法（営業活動、受発注方法、アフターサービス等）<br>・需要先（購買動機等）<br>・販売促進（広告宣伝策、販売促進策等）<br>・流通経路の必要性と選択（既存経路、新規経路の開拓等）<br>・その他 |
| ③事業環境の分析 | 事業展開上、影響のある周辺事情を掌握<br>・社会経済環境（景気動向、業界動向、業界の将来性等）<br>・競合関係（競合企業の状況、競合商品の有無、新規参入状況等）<br>・経営状況の変化（事業性、事業体制、経営手法の変化等）<br>・他市場の影響度<br>・政治、法律等の影響<br>・その他 |

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


ご清聴ありがとうございました。

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

潤いある未来へ

# 再生水利用について

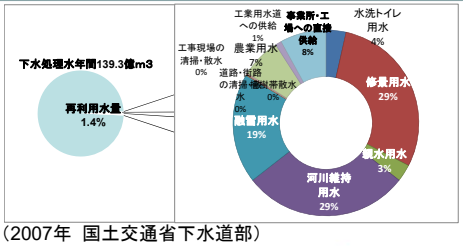
株式会社日水コン

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 1. 再生水利用の現状

### 1.1 日本における下水処理水の再利用状況

下水処理水年間139.3億m³のうち、再利用量は約2.0億m³（再利用率1.4%）




（2007年 国土交通省下水道部）

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.
株式会社日水コン 1

## 1.2 海外の再生水利用の状況

海外で、再生水利用量が多い地域や、下水処理水の再利用率が高い地域は、一般に降水量の少ない地域である

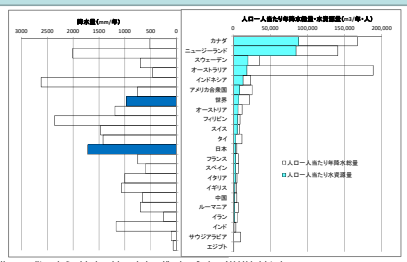
| 国 | 下水処理水<br>再利用量/年 | 下水処理水<br>再利用率 |
|---|---|---|
| 米国 | 約 3,650,000,000 m3 | 約 6.0% |
| イスラエル | 約 280,000,000 m3 | 約 83.0% |
| スペイン | 約 350,000,000 m3 | 約 12.0% |
| イタリア | 約 230,000,000 m3 | 約 7.0% |
| 日本 | 約 200,000,000 m3 | 約 1.4% |
| オーストラリア | 約 166,000,000 m3 | ー |

（2007年 国土交通省下水道部）

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.
株式会社日水コン 2

## 1.2 海外の再生水利用の状況

日本は降水量が多いが、一人当たりの降水総量は少ない




http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/junkan/index-4/11/11-1.html

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.
株式会社日水コン 3

## 2 再生水利用の社会的意義・効果

1.安定的な水利用への貢献

2.公共用水域の水質改善等への寄与

3.地球温暖化による気候変動への緩和策としての効果

4.うるおいのあるまちづくりへの貢献

保水性舗装への散水（ヒートアイランド対策）

（2007年 国土交通省下水道部）

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.
株式会社日水コン 4

## 2.1東京都における再生水利用事例

目黒川などの水源：約85,000m3/日

新宿・汐留地区等のトイレ用水：約7,000m3/日

河川維持用水

UV（消毒+硝化抑制）

急速砂ろ過

雑用水（新宿）

雑用水（汐留）

生物膜ろ過+オゾン耐性膜（色、臭気、濁度）

標準活性汚泥法に高度処理プロセスを付加

「ゆりかもめ」の洗浄用水 約2,000m3/日

オゾン処理（臭気・色度）

洗浄用水

せせらぎの里40m3/日

環境用水

逆浸透膜（親水利用）

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.
株式会社日水コン 5

## 2.2福岡市における再生水利用事例

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 2.3工業用水への再生水利用事例～堺市～

三宝下水処理場から高度処理した下水処理水を送水
- 供給能力：日最大34，000m3

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 2.4農業用水等への再生水利用事例～香川県多度津市～

親水公園清掃活動


再生水を利用した農業体験学習

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 2.5イスラエルの再生水利用事例

下水処理場から送水管による地下水涵養と植樹帯散水

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 3．日本の再生水水質基準(1)

◆4つの用途に適用
⇒水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水

◆3つの観点から技術上の基準を設定
1. 衛生学的安全性の観点
   - 細菌類：塩素消毒等
   - 原虫類：凝集沈殿等
   - ウィルス類：膜処理、ろ過処理、オゾン消毒、UV消毒等
2. 美観・快適性の確保
   - 再生水の外観（色、濁り、臭気）
   - 利用施設における藻類の増殖
   - 水洗用水利用施設におけるユスリカの発生
3. 再生水利用システムの施設機能障害の防止
   - 腐食：配管材のライニング、コーティング、ステンレス鋼の溶接部、塩素イオン、硫酸イオン、残留塩素等の濃度
   - 閉塞：ストレーターや、配管の屈曲部での配管中の鉄の析出・集積等

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 3.1再生水水質基準設定のポイント

(1)大腸菌（大腸菌群数）

1. 衛生学的安全性のうち、細菌類への対応の観点からの基準として設定
2. 糞便性を示す指標として、大腸菌群数より大腸菌の方が優れる
3. 水道水質基準及び建築物衛生法における雑用水水質基準との整合
4. ただし、修景用水利用は、人間が触れることを前提としない利用であるため、放流水質基準と同様に大腸菌群数を基準項目とする

©Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

## 3.1再生水水質基準設定のポイント

(2)施設基準、濁度

◆ 水洗用水、散水用水、修景用水
1. 再生水の供給家庭における閉塞防止の観点から、「砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設」を施設基準として設定
2. 濁度2度以下を管理目標値として設定

◆親水用水
1. 利用者の衛生学的安全性確保に特に配慮する必要があるため、原虫類除去の観点から凝集沈殿工程をさらに追加
2. 濁度2度以下を基準値として設定

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 3.1再生水水質基準設定のポイント

(3)残留塩素

- 再生水の供給過程における病原性微生物再増殖防止の観点から、残留効果の高い塩素消毒を行う。
- ただし、供給先で塩素注入を行う場合には、個別の協定等に基づくこととしてよい。

◆ 散水用水、親水用水
- 供給先に至るまでの滞留時間が短い等消毒の残留効果が必要ない場合には適用しない

◆ 修景用水
- 生態系保全の観点から塩素消毒以外の処理を行う場合があること、人間が触れないことを前提とすることから規定しない

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 3.2下水処理水再利用に関する技術上の基準(抜粋)

| | 基準適用箇所 | 水洗用水 | 散水用水 | 修景用水 | 親水用水 |
|---|---|---|---|---|---|
| 大腸菌 | 再生処理施設出口 | 不検出[1] | 不検出[1] | 備考参照[1] | 不検出[1] |
| 外観 | | 不快でないこと | | | |
| 濁度 | | 2度以下（管理目標値） | | | 2度以下 |
| 色度 | | — | — | 40度以下 | 10度以下 |
| 臭気 | | 不快でないこと | | | |
| pH | | 5.8～8.6 | | | |
| 残留塩素（管理目標値） | 責任分界点 | 遊離塩素 0.1mg/L又は結合塩素 0.4mg/L | 遊離塩素 0.1mg/L又は結合塩素 0.4mg/L[2] | | 遊離塩素 0.1mg/L又は結合塩素 0.4mg/L[2] |
| 施設基準 | | 砂ろ過施設又は同等以上 | 砂ろ過施設又は同等以上 | 砂ろ過施設又は同等以上 | 凝集沈殿＋砂ろ過施設又は同等以上 |
| 備考 | | 1)検水量 100ml | 1）検水量 100ml 2)消毒の残留効果が必要ない場合には適用しない | 1)暫定基準（大腸菌群数 10CFU/mL)を使用 | 1）検水量 100ml 2)消毒の残留効果が必要ない場合には適用しない |

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## 4. 再生水の利用促進のための方策

主な課題の抽出（日本の事例）

- 再生水利用による社会的な効果の明確化
- 下水道事業としての範囲の明確化
- トータルコストの把握と費用負担方法の検討
- 経済的なメリットの拡大
- 民間の参入可能性と参入形態・条件の整理
- 地域的な水資源のフロー・ストックの把握
- 流域単位での下水処理水の再利用の仕組みづくり

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## *5. Ishigaki Fiber Wakishimizu (IFW)*

ISHIGAKI

***Filtering Equipment***

*Fiber Media Rapid Filter*

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## *Installation Comparison*

ISHIGAKI

**Same Throughput**

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

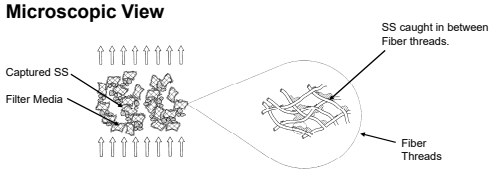
## Rapid Filtering Method

ISHIGAKI

**Fiber Filter Media**

**Characteristics**
Material : Polypropylene
Gravity : 0.8 ~ 0.92

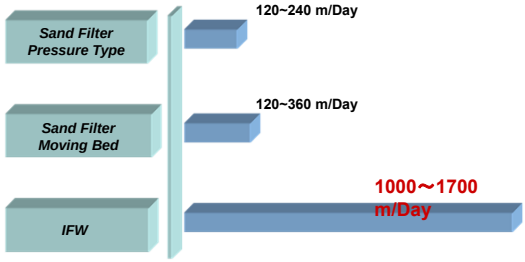
**How to catch SS in Microscopic View**




© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## Filtering Equipment

ISHIGAKI



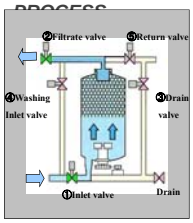

Note; m/Day = $m^3/m^2$ per day

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## IFW Process

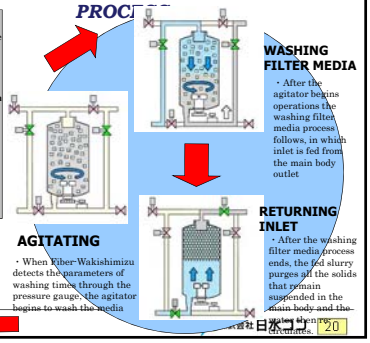
ISHIGAKI

**FILTRATION PROCESS**




Valve Open
Valve Close

**FILTER MEDIA WASHING PROCESS**



**WASHING FILTER MEDIA**
・After the agitator begins operations the washing filter media process follows, in which inlet is fed from the main body outlet

**RETURNING INLET**
・After the washing filter media process ends, the fed slurry purges off the solids that remain suspended in the main body and the filter strainer.

**AGITATING**
・When Fiber-Wakishimizu detects the parameters of washing times through the pressure gauge, the agitator begins to wash the media

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## Installation Reference

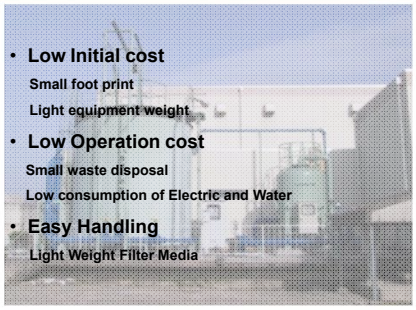
ISHIGAKI

Application : Waste water, Chemical industries, Factory wastage

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


## Feature

ISHIGAKI



- **Low Initial cost**
  - Small foot print
  - Light equipment weight
- **Low Operation cost**
  - Small waste disposal
  - Low consumption of Electric and Water
- **Easy Handling**
  - Light Weight Filter Media

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.


ご清聴ありがとうございました。

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

# 目　次

1. 再生水利用の現状
2. 再生水利用の社会的意義・効果
3. 日本の再生水水質基準
4. 再生水の利用促進のための方策
5. 高速繊維ろ過機の紹介

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.