インド国
「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」
事前調査報告書

平成20年11月
（2008年）

独立行政法人国際協力機構
インド事務所

イド事
ＪＲ
08-001

インド国
「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」
事前調査報告書

平成20年11月
（2008年）

独立行政法人国際協力機構
インド事務所

外貨換算率：本調査では次を採用

INR.1（インドルピー）＝2.280 円（2008 年 9 月現在）

序　　文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構が、同調査を実施することとなりました。

当機構は、調査の円滑な立ち上げ及び効果的な実施に向けた現地関連諸機関との協議及び合意形成を目的として、2008 年 9 月 15 日から 2008 年 9 月 26 日の 12 日間にわたり、当機構インド事務所次長の朝熊由美子を団長とする事前調査団を派遣しました。調査団は、インド国政府関係者との協議並びに現地踏査を実施し、調査の実施体制及び枠組み等について確認したうえで、合意を形成しました。

本報告書は、調査団によって取りまとめられた調査結果であり、今後の同調査の実施に広く活用されることを望むものであります。

平成 20 年 11 月

独立行政法人国際協力機構
インド事務所長　入柿　秀俊

目　　次

序　文
略語表

第１章　事前調査の概要 …… 1
　１－１　本調査要請の背景 …… 1
　１－２　事前調査の目的 …… 1
　１－３　調査団員の構成 …… 1
　１－４　調査日程 …… 2
　１－５　C/P 機関及び主要面談者 …… 3
　１－６　協議概要及び合意事項 …… 3

第２章　下水道事業の現状と課題 …… 11
　２－１　開発計画 …… 11
　２－２　関係機関 …… 16
　２－３　法制度・予算 …… 17
　２－４　わが国及び海外ドナーによる支援状況 …… 18

第３章　下水道施設の概況 …… 20
　３－１　現地調査実施先機関・施設の概況 …… 20
　３－２　計画・設計段階における概況 …… 21
　３－３　維持管理における概況 …… 24
　３－４　マニュアル類の整備・使用状況 …… 36
　３－５　マニュアル(案)の項目 …… 42

第４章　本格調査への提言 …… 50
　４－１　調査の目的 …… 50
　４－２　調査対象範囲 …… 50
　４－３　実施上の留意点 …… 50
　４－４　調査項目と内容 …… 52
　４－５　調査全体工程と要員計画 …… 53

付属資料
　１．要請書 …… 57
　２．協議議事録（Minutes of Meetings：M/M） …… 64
　３．議事メモ …… 77
　４．収集資料リスト …… 94
　５．鎌田団員報告書 …… 95

略　語　表

略語	英文	和文
ASP	Activated Sludge Process	標準活性汚泥法
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CPCB	Central Pollution Control Board	中央公害管理委員会
CPHEEO	Central Public Health and Environmental Engineering Organization	公衆衛生・環境技術中央機構
DJB	Delhi Jal Board	デリー州上下水道公社
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
FAB	Fluidized Aerobic Bio-Reactor	流動性好気性生物反応法
FPU	Final Polishing Unit	仕上げ池
GAP	Ganga Action Plan	ガンジス河浄化計画
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JNNURM	Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission	ジャワハルラル・ネルー全国都市再生計画
M/P	Master Plan	マスタープラン
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥法
MLD	Million Liters per Day	100 万 ℓ/日、1,000 ㎥/日
MOEF	Ministry of Environment and Forestry	環境森林省
MOUD	Ministry of Urban Development	都市開発省
NEERI	National Environmental Engineering Research Institute	国家環境技術研究所
NRCD	National River Conservation Directorate	国家河川保全局
O&M	Operation & Maintenance	（運転）維持管理
SBR	Sequential Batch Reactor	回分式活性汚泥法
SPCB	State Pollution Control Board	州汚染管理委員会
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理施設
TSS	Total Suspended Solid	全浮遊固形物濃度
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket	上向流式嫌気ろ床法
UP	Uttar Pradesh	ウッタル・プラデッシュ
UPJN	Uttar Pradesh Jal Nigam	ウッタル・プラデッシュ州上下水道公社
WSP	Waste Stabilization Pond	安定化池
YAP	Yamuna Action Plan	ヤムナ河浄化計画

第１章　事前調査の概要

１－１　本調査要請の背景

インド国では、近年の工業化発展や人口増加に伴う都市環境の悪化や、河川・湖沼の水質汚染が急激に進展している。このため、インド国政府は都市環境の改善及び河川・湖沼の浄化を国家政策の重点課題の１つとして位置づけ、都市部からの未処理排水の流出を防ぐべく下水道施設野の整備に積極的に取り組んできている。

これら事業の進捗により、下水処理場数は全国で 250 カ所を超えており、今後も更なる増加が見込まれている。しかし、建設された処理場の維持管理が適切でないことから、施設が十分に活用されていない事例も少なくない。こうした維持管理体制の不備は、建設した処理施設の非効率な運営につながるだけでなく、周辺の都市環境や河川・湖沼の水質汚染を悪化させるおそれがある。

このため、JICA は技術協力プロジェクト（「河川水質浄化対策に係る技術移転プロジェクト」[2004-2006]、「下水道施設の維持管理に関するキャパシティ・ビルディングプロジェクト」[2007-2011]）の実施を通して、インド国政府による下水処理施設の維持管理人材の育成体制の構築に協力してきている。

他方、下水道事業に関するマニュアル類の整備については、いまだ取り組みが十分になされておらず、設計マニュアルが 1993 年 12 月に作成されたのみである。維持管理については、同マニュアルの一部において取り上げられているものの、維持管理単独のマニュアルはまだ作成されていない。

こうした背景の下、インド国内の下水道事業に関し維持管理上留意すべき事項やトラブル対処法などをまとめた維持管理マニュアル（案）を作成することを目的として、2007 年 10 月にインド政府より日本政府に対して開発調査実施に関する要請書が提出された。また、維持管理上の問題は当初の設計に起因することも多々あることから、同要請書の中では、既存の設計マニュアル見直しも併せて行うことが提案されている。

１－２　事前調査の目的

本事前調査は、上記マニュアルの整備にあたって日本の協力を得るべく提出された開発調査要請に関し、インド側関係機関との協議を通し、要請内容の確認と協力内容の検討を行い、本案件の事前評価を行うとともに、調査の枠組みについて合意することを目的とした。あわせて、本格調査の実施を念頭に、インドにおける下水処理場の設計・維持管理に係る現状や課題等に関連する基礎情報を収集した。

１－３　調査団員の構成

No	分野／Assignment	氏名／Name	所属／Occupation	期間／Period
1	総括 Team Leader	朝熊　由美子 Ms. ASAKUMA Yumiko	JICA インド事務所次長 Deputy Resident Representative, JICA India Office	現地参団

2	技術協力計画 Technical Cooperation Planning	鎌田　寛子 Ms. KAMATA Hiroko	JICA インド事務所広域企画調査員 （JICA 国際協力専門員） Project Formulation Advisor, JICA India Office	現地参団
3	調査企画 Study Planning	小早川　徹 Mr. KOBAYAKAWA Toru	JICA インド事務所 Assistant Resident Representative, JICA India Office	現地参団
4	下水道計画 Sewerage Planning	野尻　希守 Mr. NOJIRI Maremori	日本水工設計株式会社 Nihon Suiko Sekkei Co., Ltd.	2008.9.14 – 2008.9.27

１－４　調査日程

No	日程		行程
1	9 月 14 日	日	成田発→デリー着（野尻団員）
2	9 月 15 日	月	11:00 JICA 事務所（若林専門家）打合せ 14:30 JBIC 駐在員事務所
3	9 月 16 日	火	10:00 MOUD 表敬 11:30 MOUD（CPHEEO）との協議
4	9 月 17 日	水	10:00 世界保健機関（WHO） 11:30 デリー州上下水道公社（DJB） 15:30 中央公害管理委員会（CPCB） 17:00 環境森林省国家河川保全局（NRCD）
5	9 月 18 日	木	11:00 ハリヤナ州 Faridabad 下水処理場視察 14:00 デリーOkhla 下水処理場視察
6	9 月 19 日	金	移動（デリー⇒チャンディガル） 12:00 ハリヤナ州公共事業局（Public Works Department: PWD） 15:00 ハリヤナ州 Panchkula 下水処理場視察 移動（チャンディガル⇒デリー）
7	9 月 20 日	土	資料整理・報告書作成
8	9 月 21 日	日	資料整理・報告書作成 移動（デリー⇒ウッタル・プラデッシュ（UP）州ラクナウ）
9	9 月 22 日	月	11:00 UP 州上下水道公社 14:00 Daulatganj 下水処理場視察 移動（ラクナウ⇒バラナシ）
10	9 月 23 日	火	09:00 バラナシ・ヒンドゥー大学下水処理場視察 12:00 Dinapur 下水処理場視察 移動（バラナシ⇒デリー）

11	9 月 24 日	水	11:00 MOUD との協議
12	9 月 25 日	木	11:00 MOUD との協議 16:00 大使館表敬・報告
13	9 月 26 日	金	11:00 M/M 署名 デリー発（野尻団員）
14	9 月 27 日	土	成田着

１－５　C/P 機関及び主要面談者

【日本側】

(1) 在インド日本国大使館
福田　敬大　　参事官

(2) 国際協力銀行（Japan Bank for International Cooperation：JBIC）ニューデリー駐在員事務所
浜中　淳一　　駐在員

【インド側】

(1) 都市開発省（Ministry of Urban Development：MOUD）
Ms. E.P. Niviedita　　Director

(2) 都市開発省公衆衛生・環境技術中央機構（Central Public Health and Environmental Engineering Organization：CPHEEO）
Mr. M. Sankara Narayanan　　Deputy Advisor
Mr. M. Dhinadhayalan　　Assistant Advisor

(3) 環境森林省国家河川保全局（National River Conservation Directorate：NRCD）
Mr. Brijesh Sikka　　Director

(4) 環境森林省中央公害管理委員会（Central Pollution Control Board：CPCB）
Dr. R.C. Trivedi　　Additional Director

(5) デリー州上下水道公社（Delhi Jal Board：DJB）
Mr. Santosh D. Vaidya　　Additional CEO & Director (Finance)

(6) ハリヤナ州公共事業局（PWD）
Mr. A. K. Gupta　　Chief Engineer, Water Supply & Sanitation Dept.

(7) ウッタル・プラデッシュ州上下水道公社（UP Jal Nigam：UPJN）
Mr. Y.S. Negi　　Chief Engineer, Ganga

【他ドナー】

(1) 世界保健機関（World Health Organization：WHO）
Mr. A.K. Sengupta　　National Professional Officer, Sustainable Development & Environmental Health, Country Office for India

１－６　協議概要及び合意事項

(1) 妥当性及び調査実施方針の確認

1) インド側のニーズ

カウンターパート機関である CPHEEO との協議を通し、インド側ニーズとして要請内容からの大きな変更はないことが明らかになった。下水道設計マニュアルの改訂及び維持管

理マニュアルの策定については依然として必要性が認められるものの、CPHEEO は人員削減の傾向にあることに加えてジャワハルラル・ネルー全国都市再生計画（Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission：JNNURM）関連の業務で多忙を極めており、手が回っていない状況にある。インド側は、今回調査の実施にあたって、特に日本が有する新技術に関する情報や、資金面・労務面での支援を期待している。

2) 既存案件との連携効果

本開発調査にて作成するマニュアルについては、現在実施中の技術協力プロジェクト「下水道施設の維持管理に関するキャパシティ･ビルディングプロジェクト」において教材として活用する方針を CPHEEO に説明し承諾を得た。また、技プロを通して得られた知見をマニュアル作成時に反映するため、技プロのカウンターパートである環境森林省（Ministry of Environment and Forestry：MOEF）の NRCD に対して、本開発調査実施段階でのエクスパート･コミッティ参画を依頼し承諾を得た。また、技プロ実施期間中にマニュアル案作成が完了するよう、本開発調査とのスケジュール調整を行った。このほか、円借款事業との連携についても確認した。

(2) 本格調査内容に関する合意事項

MOUD 及び CPHEEO との協議の結果、以下の点につき合意した。なお、１）～４）及び９）については協議議事録（Minutes of Meeting）中に記載し、５）～８）については実施細則案（Draft Scope of Work）中に記載した。

1) 調査の名称

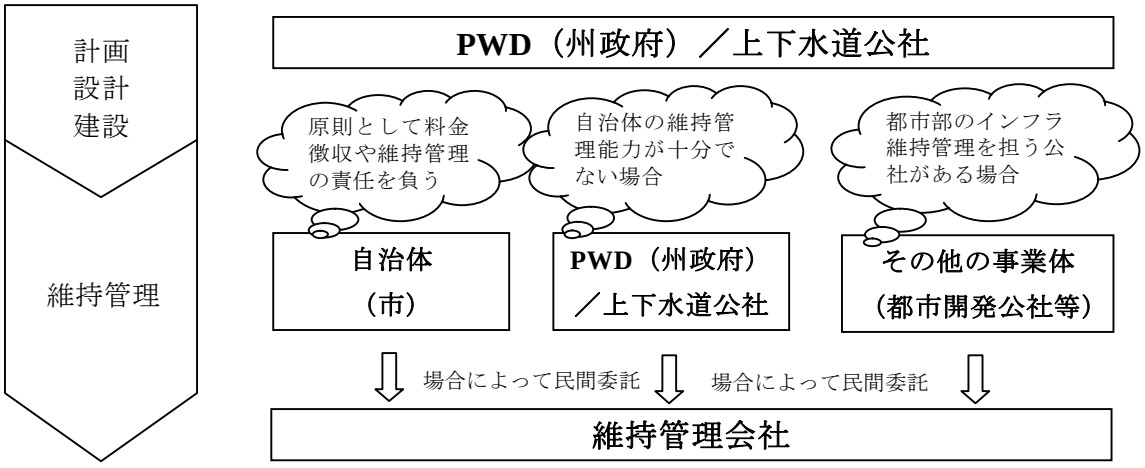
（和文）下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査（※変更なし）

（英文）The Study for Formulation and Revision of Manuals on Sewerage and Sewage Treatment
（※原案に「Revision」を追加）

2) 対象者

今回事前調査にて、州によって相違はあるものの、計画・設計・建設の段階と、その後の維持管理の段階では実施主体が異なっていることが明らかになった。例えば、今回の現地調査の対象州の１つであるハリヤナ州では、州の公共事業局（PWD）が建設までを担当しているが、建設後の運転管理については原則として自治体（市）もしくはハリヤナ開発公社（Haryana Urban Development Authority：HUDA）に移管される。また、UP 州では、州政府の管轄下にある UPJN が建設までを担当するが、その後は原則として自治体（市）が処理施設を所有・運転管理することになっている。ただ、両州とも、自治体に運転管理能力が認められない場合は､建設後も引き続き PWD／公社が運転管理についての委託を受けている。

なお、計画・設計段階では、PWD／公社がコンサルタントを雇用する場合もあるが、雇用しない場合もある。運転管理についても、民間企業に委託する場合もあるが、直営で実施する場合もあり、州によって委託の割合は異なっている。ただし、委託により運転管理を行う場合でも、監督責任は PWD／公社にあることから、各処理場に Engineer を派遣している（※Engineer の職位・人数・常駐／非常駐は処理場によって異なる）。



上記のような状況を勘案し、CPHEEO とも協議した結果、マニュアルの使用対象者は以下のように記述することとした。

① 維持管理マニュアル
施設管理者（utility managers）など、下水処理施設の運転管理に日々従事するもの。

② 設計マニュアル
下水管理事業体（agencies involved in the wastewater management sector）など、下水処理施設の計画・設計に直接携わるもの。

3) マニュアルに含める項目

CPHEEO と協議した結果、マニュアルで網羅する項目を以下のとおりとした。

1．下水道施設維持管理マニュアルの策定（新規）

- 総論
- 下水道施設における維持管理の基本方針
- 下水管きょ施設（適切な維持管理方法、状況の調査、検査・評価、修繕、新しい維持管理技術、トラブルシューティング集）
- ポンプ施設（適切な維持管理方法、状況の調査、検査・評価、修繕、新しい維持管理技術、トラブルシューティング集）
- 下水処理施設（適切な維持管理方法、状況の調査、検査・評価、修繕、新しい維持管理技術、トラブルシューティング集）
- 汚泥処理施設（適切な維持管理方法、状況の調査、検査・評価、修繕、新しい維持管理技術、トラブルシューティング集）
- 電気機器及び計装設備（適切な維持管理方法、状況の調査、検査・評価、修繕、トラブルシューティング集）
- モニタリングと管理情報システム
- 安全管理と緊急時対策

- 計画的な維持管理
- 下水道料金の体制と徴収方法
- 人材育成
- 地域への広報活動とサービス対応
- PPP （維持管理の様々な方向性)

２．下水道施設計画・設計マニュアルの改訂

- 総論
- 既存下水道施設の設計上・運転上における問題点
- 基本計画（下水道管網の計画・配置、下水処理方式の設定；分散型下水処理システム・低コスト下水処理方式、水供給が行き渡っていない地域での下水処理の考え方、基準値等）
- 関連法規、基準、制度の枠組み.
- 下水管きょ施設（下水管きょ、マンホール、貯留施設（土木及び機械設備設計）、主要な計算例、既存施設の最適化、新しい技術等）
- ポンプ施設（汚水中継ポンプ施設、排水ポンプ施設、小規模ポンプ施設、既存施設の最適化、新しい技術等）
- 下水処理施設（下水処理方式の選定、主要な計算例、既存施設の再構築と最適化、新しい技術等）
- 汚泥処理施設（汚泥処理方式の選定、主要な計算例、既存施設の再構築と最適化、新しい技術等）
- 電気機器及び計装設備（監視技術、自動化技術等）
- 高度処理技術と新しい処理技術（省エネ型下水処理方式、低コスト・高効率な下水処理方式）
- 処理水・資源の再利用
- 計画的な運転管理・整備と持続的な下水道システムの構築

4) 調査実施体制

本件開発調査のカウンターパート機関は、インド政府にて本分野の技術マニュアル策定の権限を有する CPHEEO とする。本調査の実施過程では、以下の２つの委員会を立ち上げることとする。

(a) ステアリング・コミッティ

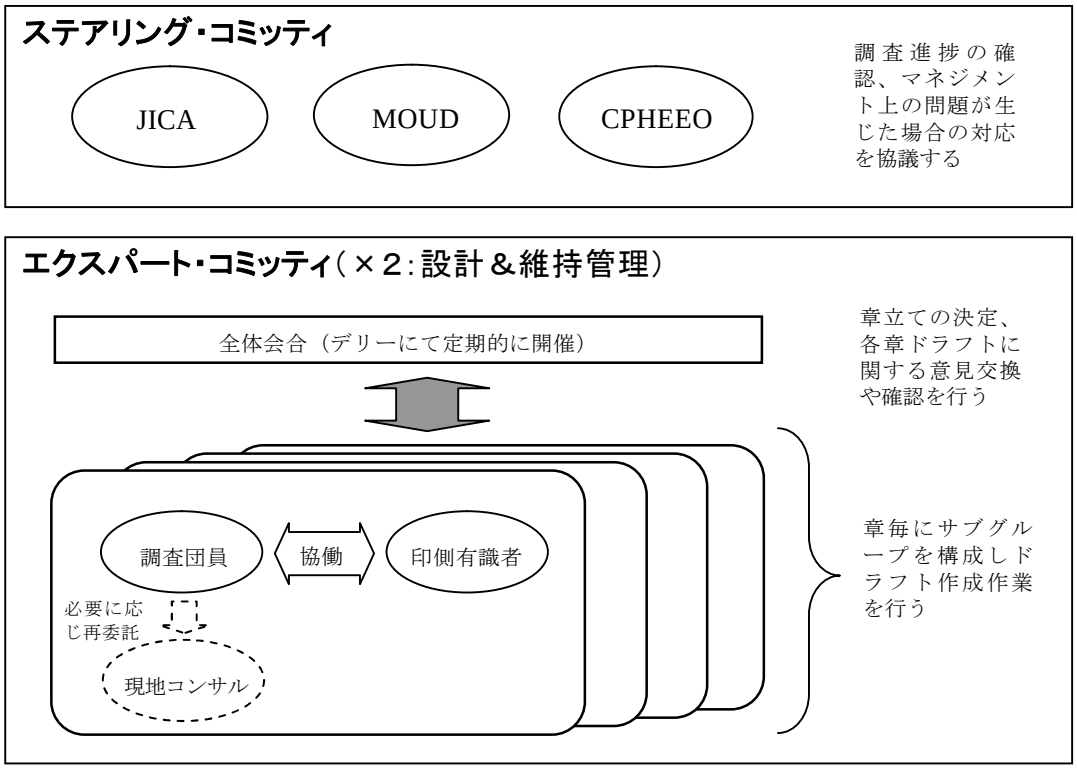
調査の円滑な実施をはかるため、MOUD、CPHEEO、JICA の代表者による委員会を構成する。マネジメント上の問題があれば、ここで議論・解決する。

(b) エクスパート・コミッティ（専門家委員会）

調査開始予定時期までに、CPHEEO がインド国内の関連分野における有識者を選定[1]し、マニュアル案作成に携わるエクスパート・コミッティを構成する。維持管理マニュアル作成用と設計マニュアル改訂作業用に２つのコミッティをつくり、最大でそれぞれ８回ずつの会合を開く。JICA 調査団は当該コミッティに所属し、インド側有識者と協力してマニュアル案作成に携わるとともに、会合開催に係る調整業務を担当する。

当初要請内容では、エクスパート・コミッティはインド側のみで JICA 調査終了後に開催し、JICA から提出される最終ドラフトについて、詳細な協議を行いその最終版の確定を行う方針との記述があった。しかしながら、今回事前調査では、カウンターパート機関である CPHEEO の方から、調査実施中にエクスパート・コミッティを開催し、マニュアルの最終案作成まで持って行きたいとの提案がなされた。マニュアルの最終案まで作成すれば、その後は MOUD 内の決裁を経るのみなので、最終承認までのリスクを低く抑えることができる。このため、本提案を受け入れることとした。

なお、当該コミッティは、当初構成予定だったワーキング・グループに近い位置づけとなるが、技術面での意思決定（マニュアルの章立て、ドラフトの修正、最終案の確定など）を行う場となるため、通常のワーキング・グループよりも少し大きな権限を有することになる。また、執筆作業自体はインド側有識者と JICA 調査団との共同作業も可能性としてありえるが、調査進捗管理の観点から、原則として JICA 調査団がインド側有識者の意見を汲み取りながら執筆作業を行うことを想定する。



[1] 想定されるメンバーは、NRCD、CPCB、国家環境技術研究所（National Environmental Engineering Research Institute : NEERI）、州政府・地方自治体、研究機関など。

5) 調査目的

インド側から、現状把握のための現地調査部分をコンポーネント化する提案があり、それに応じて現地調査報告書作成を目的の１つとすることとした。本開発調査の目的は以下の３つとする。

(a) インドにおける現地調査結果をまとめた報告書を作成する。本報告書をもとに、両マニュアル案の改訂・策定作業を行う。現地調査の実施過程で、インド側カウンターパートに対する技術移転を行う。

(b) 下水道維持管理マニュアル案の策定を行う。

(c) 既存の下水道設計マニュアルの改訂を行う。

6) 調査対象範囲

インドの複数の州において現地調査を行うとともに、下水道維持管理マニュアルを策定し、更に既存の下水道設計マニュアルの改訂を行う。

なお、現地調査の対象州は７～８州をめどとして想定する。

7) 調査内容

インド側からの現地調査部分のコンポーネント化に係る提案を受け、S/W 案には以下のとおり記載することとした。

I: 下水道施設維持管理マニュアル策定にかかわる調査

i) 維持管理状況、関連する法制度・基準の実態調査による下水道施設の日常的な維持管理において発生する問題点の把握

ii) 既存の下水道及び下水処理施設の維持管理の効率化に向けた運転管理指標、最適な運転方法の導入を含む改善策の提案

iii) インド国内の下水道施設に適した効果的かつ持続的な維持管理を行うための技術的方策の検討

iv) 効果的な維持管理と水質保全のための導入可能な運転管理データの取得方法及び管理方法の検討

v) インド国内で効果的な維持管理を進める際に障害となりうる制度上・組織上における問題点の把握

vi) 検討結果のまとめと提言

II: 下水道施設計画・設計マニュアルの改訂に関する調査

i) 現行マニュアルにおける改訂すべき事項の調査及び今後活用を促進させる観点から見た同マニュアルの実用性の評価

ii) 下水道施設の運転管理に支障となる設計上（基本概念・構造設計）における問題点の把握

iii) 既設の下水道施設に対する効率的な運転管理のための技術的解決策の提示とインド国内の下水道事情に適した新しい技術の提案

iv) 検討結果のまとめと提言

III: 下水道施設計画・設計マニュアルの改訂と下水道施設維持管理マニュアルの策定

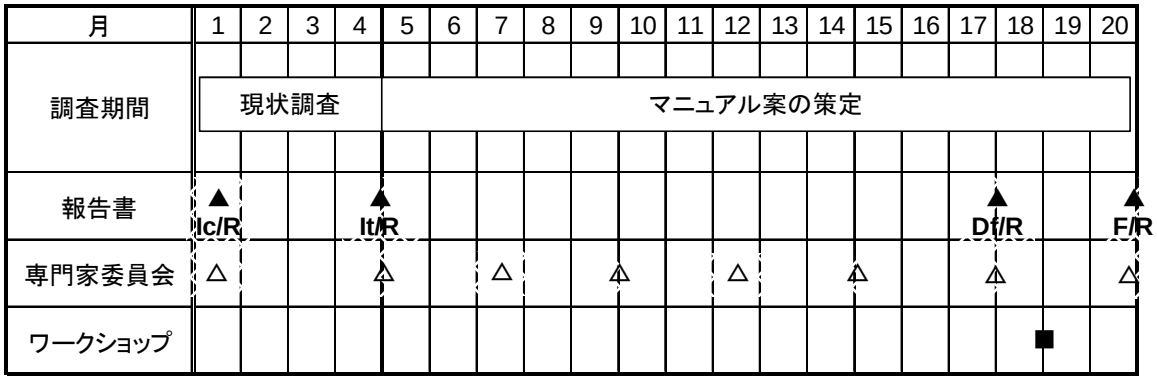
i) 下水道施設維持管理マニュアルにはインド国内の下水道施設で適用可能な維持管理方法と技術を含めるものとする。マニュアルは CPHEEO が構成する専門家委員会（Expert Committee）が最終的なとりまとめを行う

ii) 現行の下水道施設計画・設計マニュアルの改訂は同じく CPHEEO が組織する専門員会が最終的な取りまとめを行う

8) 調査スケジュール

当初、本格調査期間は、約 1 年間～1 年半としていたが、現状調査部分を重視したインド側より、全体で２年間の調査期間が提案された。しかしながら、実施中の技プロでの成果活用も念頭に置きつつ、インド側とスケジュール調整を行った結果、本格調査期間を全体で 20 カ月とすることで合意した。

なお、現状調査に 4 カ月、マニュアル案策定に 16 カ月（両マニュアル案の策定作業を並行して行う）を費やす計画とした。



9) その他

■カウンターパート研修

CPHEEO より、エクスパート･コミッティのメンバー約 25 名を、日本での研修及びインドでの視察に各 1 回ずつ参加させたいとの要望がなされた。それぞれ最新技術の導入状況や運転管理に係る現状を把握することを目的としており、マニュアル案作成作業が本格化する前に、本格調査の早い段階で実施することが希望された。

■ワークショップ

インドでマニュアルを策定する際には、エクスパート･コミッティを構成するとともに、ドラフト作成の最終段階で関係者（州・自治体職員、学識経験者、企業関係者など）に広く公表し、意見聴取を行うことが一般的な手続きとなっている。今回のマニュアル策定にあたっても、同様のワークショップを開催し、そこで得られたフィードバックを最終案に盛り込むこととする。参加者の規模は、現段階で 150 名程度と見込まれている。

■インド政府内の承認手続き

CPHEEO はワークショップを含む必要な手順を踏めば、政府内での最終承認には余り

時間がかからないとの見解であったが、どの程度の時間を要するか明確には示されなかった。他方、CPHEEO より、承認後のマニュアルの印刷・製本費（各 2,000 部）についても、日本側に負担してほしいとの要望がなされた。このため、両マニュアルの最終案を CPHEEO に提出した後、4 カ月以内に政府内承認が終了した場合にのみ、印刷・製本費を JICA が負担するとの条件を付することとした。

なお、本格調査コンサルタントとの契約の関係から、本件に係る費用は当該契約には含めず、別途直営にて支出する必要がある。

■費用負担

本格調査中、エクスパート･コミッティを最大 8 回、デリーにて開催する予定としている。これに関連して、コミッティを構成する有識者はインドの各方面から参加することになるため、必要となる旅費については JICA が負担することとした。

■報告書の公開原則

両マニュアルの最終案は､JICA が作成するドラフト･ファイナル･レポートの一部を構成することになるため、これら報告書が原則として公開資料である点を説明し、先方の了解を得た。また、実施中の技術協力プロジェクトにおいて、研修教材として活用する可能性についても言及し、先方の承諾を得た。

(3) その他確認事項

1) 先方負担事項の確認

S/W 案中に記載されている特権免除等のインド側負担事項につき確認し、先方の了解を得た。なお、調査団用執務スペースの確保については、CPHEEO が入る庁舎に空きスペースが少ないとの理由から、今回調査期間中には先方の確約が得られなかった。しかしながら、事前調査団より、本格調査実施段階では CPHEEO と調査団の間で密なコミュニケーションが求められることを説明し、執務スペースの確保を再度依頼したところ、善処するとの回答が得られた。

2) NRCD の参画

下水道施設の建設に係る支援施策は、MOUD と MOEF の２つの省によって実施されている。本件開発調査は MOUD より要請のあったものであるが、現状にかんがみて調査の進捗過程では MOEF の十分な関与も求められることから、今回事前調査中に、MOEF 内の管轄部門である NRCD に対し本件開発調査の進捗過程での協力を再度依頼し承諾を得た。具体的には、エクスパート・コミッティのメンバーとして参画する予定。

第２章　下水道事業の現状と課題

２－１　開発計画

(1)　インドの人口の推移

インドでは､主として大都市部において 19 世紀頃から雨水排水及び汚水排水のための管渠網の整備が進められ、その後汚水排水の処理を行うため、国内最初の下水処理場が 1937 年にニューデリー近郊の Okhla に建設された。その後も大都市圏において主に西欧諸国の技術導入により下水処理施設の整備が行われてきた。一方、インドの人口は 1950 年代以降に年間 2～3%の高い伸び率で人口増加が進み、特に都市部の人口比率が増加している。表 2-1 にインドの国勢調査による人口の推移を示す。

表 2-1　インドの人口の推移

年	人口（人）					人口増加率（%）		
	総人口	都市部		郊外		全体	都市部	郊外
1901	238,396,327	25,851,873	(10.8%)	212,544,454	(89.2%)	－	－	－
1911	252,093,390	25,941,633	(10.3%)	226,151,757	(89.7%)	5.75	0.35	6.40
1921	251,321,213	28,086,170	(11.2%)	223,235,043	(88.8%)	-0.31	8.27	-1.29
1931	278,977,238	33,455,989	(12.0%)	245,521,249	(88.0%)	11.00	19.12	9.98
1941	318,660,580	44,153,297	(13.9%)	274,507,283	(86.1%)	14.22	31.97	11.81
1951	361,088,090	62,443,709	(17.3%)	298,644,381	(82.7%)	13.31	41.42	8.79
1961	439,234,771	78,936,603	(18.0%)	360,298,168	(82.0%)	21.64	26.41	20.64
1971	548,159,652	109,113,977	(19.9%)	439,045,675	(80.1%)	24.80	38.23	21.86
1981	683,329,097	159,462,547	(23.3%)	523,866,550	(76.7%)	24.66	46.14	19.32
1991	846,302,688	217,611,012	(25.7%)	628,691,676	(74.3%)	23.85	36.47	20.01
2001	1,028,610,328	286,119,689	(27.8%)	742,490,639	(72.2%)	21.54	31.48	18.10
2008	1,147,677,000	※推計値				11.58	－	－

出典：Census of India 2001

(2)　現況の下水処理施設の整備状況

現在の下水処理施設の整備状況は、人口 100 万人以上の大都市では下水処理が行われている都市が全体の 3/4、下水処理率は 33%程度であり、処理能力は低いものの下水処理の導入が進んでいるが、これに対して人口 20 万人以下の都市においては、下水処理が行われている都市の割合、下水処理率共に 8%程度となっており、人口が集中する大都市での下水処理率の向上､中規模以上の都市での下水処理導入の増加が緊急の課題となっていることがわかる。表 2-2 にインドの都市分類ごとの処理施設能力を示す。

表 2-2　インドの都市別発生汚水量と処理施設能力

都市分類	都市分類	都市全体		下水処理施設あり		下水処理率（%）
		都市数	発生水量（MLD）	都市数	処理能力（MLD）	
クラス I 都市	100 万人以上	39	13,503	29	4,472	33
	50 万人以上 100 万人未満	32	3,836	13	485	13
	20 万人以上 50 万人未満	119	4,807	34	768	16
	10 万人以上 20 万人未満	224	4,018	36	322	8
	小計	414	26,164	112	6,047	23
クラス II 都市	5 万人以上 10 万人未満	489	2,965	22	200	7
合計（クラス I 都市、クラス II 都市）		903	29,129	134	6,247	21

出典：Status of Sewage Treatment in India, 2006, CPCB

また、インドにおける現況の下水処理施設の設置状況は、クラス I（人口 10 万人以上）で 211 カ所、クラス II（人口 5 万人～10 万人未満）で 31 カ所、その他で 27 カ所の合計 269 カ所となっている。表 2-3 にインドの州別下水処理施設の概要を示す。

表 2-3　インドの州別下水処理施設の概要

州	クラス I 都市			クラス II 都市			処理場のあるその他自治体	
	合計都市数	処理場を有する都市数	処理場数	合計都市数	処理場を有する都市数	処理場数	処理場を有する町数	処理場数
Andaman & Nicobar Islands	1	0	0	0	0	0		
Andhra Pradesh	46	9	15	52	1	2	1	1
Arunachal Pradesh	0	0	0	0	0	0		
Assam	4	0	0	9	0	0		
Bihar	19	4	7	18	1	1		
Chandigarh	1	1	4	0	0	0		
Chhattisgarh	7	1	3	7	0	0		
Dadra & Nagar Haveli	0	0	0	0	0	0		
Daman & Diu	0	0	0	0	0	0		
Delhi	1	1	30	0	0	0		

州	クラス I 都市			クラス II 都市			処理場のあるその他自治体	
	合計都市数	処理場を有する都市数	処理場数	合計都市数	処理場を有する都市数	処理場数	処理場を有する町数	処理場数
Goa	0	0	0	3	1	2		
Gujrat	23	5	10	36	0	0		
Haryana	20	7	12	7	0	0	5	5
Himachal Pradesh	1	1	6	0	0	0		
Jammu & Kashmir	2	0	0	4	0	0		
Jharkhand	7	0	0	17	0	0		
Karnataka	28	11	14	30	2	2	3	3
Kerala	7	1	1	24	0	0	1	1
Lakshadeep	0	0	0	0	0	0		
Madhya Pradesh	23	7	12	25	1	1	2	2
Maharashtra	40	19	21	44	2	2	1	1
Manipur	1	0	0	0	0	0		
Meghalaya	1	0	0	1	0	0		
Mizoram	1	0	0	0	0	0		
Nagaland	1	0	0	1	0	0		
Orissa	8	3	3	15	0	0	1	1
Pondicherry	2	0	0	1	0	0		
Punjab	13	2	4	20	2	3	4	4
Rajasthan	17	1	2	28	0	0		
Sikkim	0	0	0	0	0	0		
Tamil Nadu	26	6	10	57	3	3	1	1
Tripura	1	0	0	0	0	0		
Uttar Pradesh	52	14	28	57	2	5	2	2
Uttaranchal	3	1	1	4	1	2	2	3
West Bengal	58	18	28	29	6	8	3	3
合　計	414	112	211	489	22	31	26	27

出典：Status of Sewage Treatment in India, 2006, CPCB

(3)　下水処理方式の概要

1)　クラス I 都市（人口 10 万人以上）

現在、導入されている下水処理の方法については、クラス I 都市では標準活性汚泥法及び関連法を用いたものが全体施設数の 4 割近くであり最も普及した処理法となっており、次いで安定化池法（28%）、上向流式嫌気ろ床法（Upflow Anaerobic Sludge Blanket　：

UASB）法（20%）、散水ろ床法等の生物膜法（4%）となっている。表 2-4 にクラス I 都市における下水処理方式の内訳を示す。

表 2-4　クラス I 都市における下水処理方式の内訳

処理方式	下水処理施設数		合計処理能力		平均処理能力 (MLD)
	箇所数	比率 (%)	処理能力 (MLD)	比率 (%)	
1. 標準活性汚泥法を用いた処理方式					
標準活性汚泥法	42	28.0	3,059.63	52.6	72.8
標準活性汚泥法＋後ばっ気	3	2.0	63.36	1.1	21.1
標準活性汚泥法＋後ばっ気・沈殿池	7	4.7	58.04	1.0	8.3
高効率標準活性汚泥法＋三次処理（生物膜）	1	0.7	181.84	3.1	181.8
標準活性汚泥法＋エアレーテッドラグーン ＋フィッシュポンド	3	2.0	49.50	0.9	16.5
通性嫌気性池＋標準活性汚泥法	1	0.7	44.50	0.8	44.5
小計	57	38.0	3456.87	59.5	60.6
2. FAB（流動性好気反応槽）法	5	3.3	66	1.1	13.2
3. 散水ろ床法、生物膜法	6	4.0	192.62	3.3	32.1
4. UASB 法＋活性汚泥法	1	0.7	86.00	1.5	86.0
5. UASB 法を用いた処理方式					
UASB 法＋仕上げ池	24	16.0	1,229.73	21.2	51.2
UASB 法＋最終沈殿池	1	0.7	126.00	2.2	126.0
UASB 法	5	3.3	158.17	2.7	31.6
小計	30	20.0	1513.90	26.1	50.5
6. 安定化池法	42	28.0	327.53	5.6	7.8
7. 酸化池（一池式）	3	2.0	69.00	1.2	23.0
8. 消化槽＋散水ろ床法	1	0.7	4.45	0.1	4.5
9.Karnal 法（プランテーション用）	2	1.3	12.46	0.2	6.2
10. 簡易処理のみ	3	2.0	84.00	1.4	28.0
合　　計	150	100.0	5812.83	100.0	－

出典：Status of Sewage Treatment in India, 2006, CPCB

2)　クラス II 都市

次にクラス II 都市における傾向をみると、全体の 7 割以上が安定化池法であり、次いで UASB 法＋仕上げ池（10%）が主要な処理方式となっている。このことから、主に都市圏では標準活性汚泥法やその関連した処理方式が優勢となっているが、郊外において

は安定化池法・UASB 法といった機械電気設備や動力をあまり使用しない方式が採用されていることがわかる。表 2-5 にクラス II 都市における下水処理方式の内訳を示す。

表 2-5　クラス II 都市における下水処理方式の内訳

処理方式	処理場数		合計処理能力		平均処理能力 (MLD)
	箇所数	比率 (%)	処理能力 (MLD)	比率 (%)	
1. 標準活性汚泥法	1	3.4	12.50	5.6	12.5
2. UASB 法＋仕上げ池	3	10.3	23.83	10.6	7.9
3. 安定化池法	21	72.5	161.26	71.9	7.7
4. 散水ろ床法	2	6.9	16.68	7.4	8.3
5. Karnal 法（プランテーション用）	2	6.9	10.13	4.5	5.1
合　　計	29	100.0	224.40	100.0	―

出典：Status of Sewage Treatment in India, 2006, CPCB

(4)　下水処理施設の放流基準

下水処理施設の放流基準については、CPCB が設定した環境保護規則に示されている一律基準（General Standard）を適用し、各処理場において放流先、水利用の形態に応じて放流基準を定めている。表 2-6 に排水基準を示す。

表 2-6　下水処理施設の流入水基準と排水基準

No.	水質項目	単位	事業所等から流入	処理水の放流先水域			備考
				河川	海域	灌漑	
1	pH	-	5.5～9.0				
2	BOD	mg/L	350	30	100	100	
3	COD	mg/L	-	250	250	-	
4	SS	mg/L	600	100	100 他	200	
5	温度	-	-	+5℃以内	+5℃以内	-	
6	色度・臭気	-	-	可能な限り取り除くこと			
7	油分	mg/L	20	10	20	10	
8	窒素	mg/L	50	50	50	-	他に3つの窒素項目あり
9	りん	mg/L	-	5.0	-	-	
10	残留塩素	mg/L	-	1.0	1.0	-	
11	金属及び化合物類	-	15 項目	17 項目	16 項目	2 項目	灌漑：ヒ素、シアンの 2 項目
12	フェノール類	mg/L	5.0	1.0	5.0	-	

No.	水質項目	単位	事業所等から流入	処理水の放流先水域			備考
				河川	海域	灌漑	
13	農薬類	-	18 項目	18 項目	18 項目	-	
14	生物検定試験	-	96 時間後の生存率 96%以上				

出典：環境保護規則

一方、下水処理施設における放流水基準の達成状況については、CPCB が調査した結果によると、調査を行った処理施設 115 カ所中 70 カ所（61%）で基準を満たしているが、多くの処理場で基準値を下回っており、年間を通じた傾向分析により詳細な実態把握を行う事が求められている。表 2-7 に CPCB による処理施設の放流水質調査結果を示す。

表 2-7　CPCB による下水処理施設の放流水質調査結果

州	調査箇所	排水基準の達成施設数	
		達成	不達成
Bihar	3	3	2
Chandigarh	2	1	1
Chhattisgarh	3	2	2
Delhi	26	20	25
Gujrat	9	6	8
Haryana	7	2	6
Himachal Pradesh	5	5	4
Karnataka	4	2	3
Madhya Pradesh	2	1	1
Maharashtra	4	0	3
Punjub	4	4	3
Rajaasthan	1	0	0
Uttar Pradesh	25	8	24
Uttaranchal	2	1	1
West Bengal	18	15	17
計	115	70	100
	100%	61%	39%

出典：Status of Sewage Treatment in India, 2006, CPCB

２－２　関係機関

下水道にかかわる主要な省庁としては、MOUD と MOEF がある。

MOUD は、都市環境の改善を目的として都市インフラ整備計画の策定などを行う組織である。下水道整備などの個々の事業については、各自治体（市）が同省からの事業費割りあてを受けて計画・実施を担っている。なお、同省傘下の CPHEEO は技術的な中核機関として、上下水道・廃

棄物分野における政策やガイドラインの策定を行っている。

他方、MOEF は、環境保護法に記される自然環境及び生活環境の保全・改善に対する権限をもち、同省の NRCD は主要な河川･湖沼環境保全を目的とした下水道整備を行っている。また、傘下の CPCB は、水質汚濁防止法に基づいて事業場の排水規制・管理・評価を実施している。

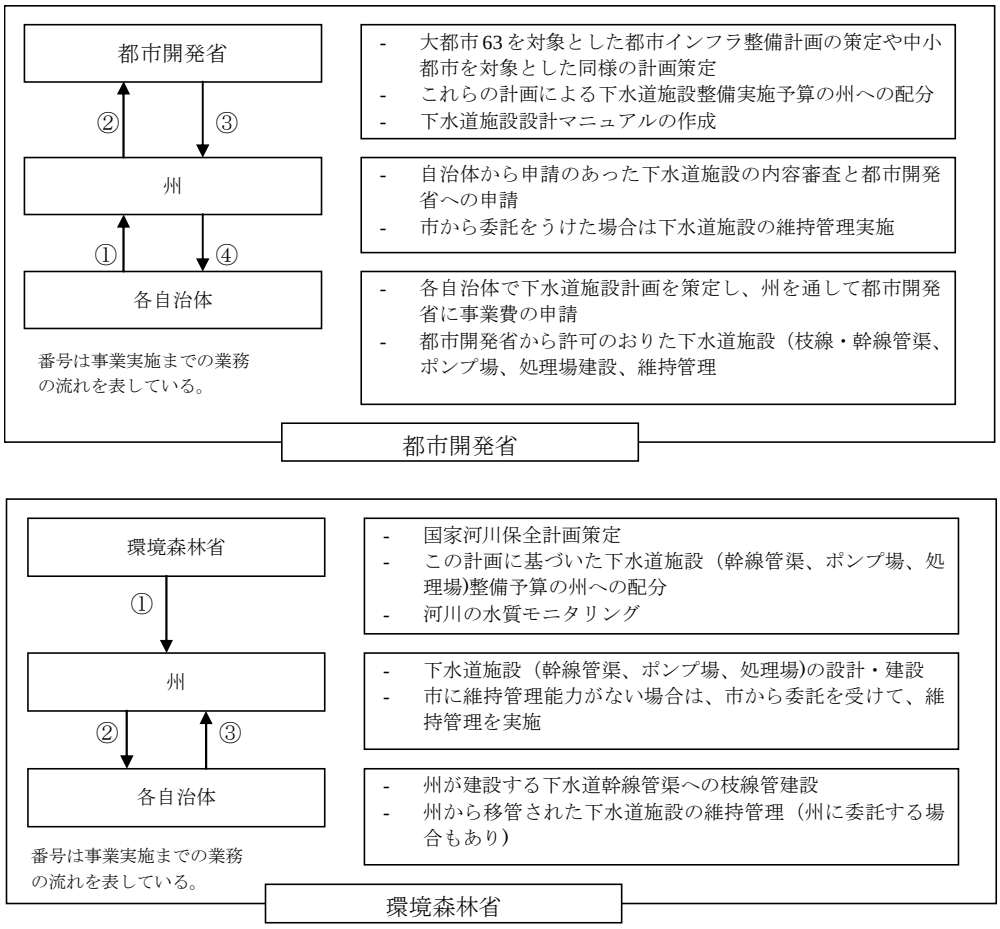


図 2-1　都市開発省、環境森林省の事業実施の流れ

環境森林省では、1985 年に策定されたガンジス河浄化計画（Ganga Action Plan：GAP）を皮切りに、国家プロジェクトとして河川流域･湖沼等の保全を目的とした国家河川保全計画（NRCP）、国家湖沼保全計画（NLCP）を立ち上げ、これらの計画を通じて下水道施設の整備が弾力的に進められている。

２－３　法制度・予算

インドの下水道事業に関する主要な法制度として、環境保護法が挙げられる。本法は 1986 年に制定され、環境保全、規制に関しての規定が行われており、中央政府の基準値として環境保護規則を定め、下水道事業者を含む排水者が守るべき排水基準を規定している。排水基準は実際には州により別途定める（中央の基準より厳しい上乗せ基準）ことができるが、実際には中央の基準値をそのまま適用している場合が多い。このほか、関連法規として水質汚濁防止法（The Water Act）が 1974 年に、環境汚濁防止税法（1977 年）にそれぞれ制定され、公害に対する規制、罰則や反

則金に対し規定されている。

また下水道施設の建設事業費については、環境森林省管轄の下水処理施設（及び下水幹線管渠施設）は州が事業主体であり、一般的には70%が中央政府の負担、20%が州の負担、10%が地方自治体の負担となっている。また都市開発省では2007年よりJNNURMの一環として下水道事業に対する補助が行われており、63都市が対象となっている。補助率は中央政府が50%、残りを州と自治体で負担するものとなっている。

２－４　わが国及び海外ドナーによる支援状況

日本政府による下水道分野の支援プロジェクトは無償協力による下水道施設の維持管理面での人材育成、円借款事業による下水道施設の整備がある。

インドでは下水道事業が全国的に推進され始めてからまだ歴史が浅いこともあり、下水道に精通した技術者の数が不足しており、下水処理施設の適正な維持管理が十分に行えていない場合がある。このためJICAは2007年4月より技術協力プロジェクトとして「下水道施設の維持管理に関するキャパシティ･ビルディングプロジェクト」を開始し、インド国内の下水処理場維持管理担当者を対象とした人材育成計画案の策定とパイロット研修の実施を通したモデルカリキュラム・教材の開発を進めているところである。また、パイロット研修事業のなかで、維持管理技術の改善や日本の下水道事業の知見・経験からの技術移転、脆弱な財政面の維持管理に与える影響の改善についても部分的に取り扱うことで、維持管理担当者の意識改革を通した改善に取り組んでいる。

他方、円借款による支援としては、これまで、GAPやヤムナ河浄化計画（Yamuna Action Plan: YAP）に基づいて、これら河川の流域において下水道施設・公衆トイレ等の施設整備を実施しているほか、経済発展の著しい地方の大･中規模の都市を対象に、下水道施設の拡充・改良を目的とした事業を実施してきている。

海外ドナーによる協力としては、世界銀行とADBによるJNNURMへの資金協力がある。JNNURMは、都市における社会基盤の整備、都市貧困地域の住民への基礎的サービス提供を目的として､対象事業のうち承認されたものに補助金を支給するものであり､この対象事業のなかに、上下水道事業が含まれている。

このほか、二国間ドナーとしてUSAIDやDfIDが水・衛生分野での協力を行っているが、地方自治体の経営改善や初等衛生設備の整備、地方給水などが主な協力分野となっている。表2-8に円借款による下水道関連プロジェクトの概要を示す。

表2-8　円借款による下水道関連プロジェクト

No.	名称	締結年度	事業規模（億円）	備考
1	タミルナドゥ州都市インフラ整備計画	平成19	85.51	基金への資金提供（上下水道等）
2	ゴア州上下水道整備計画	平成19	228.06	上下水道施設の新設・拡張等
3	アムリトサール下水道整備計画（パンジャブ州）	平成18	69.61	下水道施設の整備

4	オリッサ州総合衛生改善計画	平成 18	190.61	下水道施設の整備
5	フセイン・サガール湖（AP 州・ハイデラバード）	平成 17	77.29	下水道施設の整備
6	ガンジス河流域都市衛生環境改善計画（UP 州・バラナシ）	平成 16	111.84	下水道施設の整備
7	バンガロール上下水道整備計画（カルナタカ州）	平成 16	419.97	上下水道施設の整備
8	ヤムナ河流域諸都市下水等整備計画（II）	平成 14	133.30	下水道施設整備等

出典：外務省

第３章　下水道施設の概況

３－１　現地調査実施先機関・施設の概況

事前調査では、ヤムナ河、ガンジス河における河川浄化計画の対象となっているデリー州、ハリヤナ州、ウッタル・プラデッシュ（Uttar Pradesh：UP）州の 3 州を対象とし、それぞれの州、地域において下水道施設の維持管理主体となっている機関と、主にこれらが所管する下水処理施設の視察を行った。

現地調査を行った機関・施設の概況を表 3-1～3-2 に示す。

表 3-1　現地調査実施先機関

区分	機関名
中央政府組織	都市開発省（MOUD）
	都市開発省　公衆衛生・環境技術中央機構（CPHEEO）
	環境森林省　国家河川保全局（NRCD）
	環境森林省　中央公害管理委員会（CPCB）
州組織	デリー州　上下水道公社（DJB）
	ハリヤナ州公共事業局　上下水道部（Haryana PWD）本庁舎（パンチクーラ）
	ハリヤナ州公共事業局　上下水道部（Haryana PWD）ファリダバード支所
	UP 州上下水道公社　（UPJN）本庁舎（ラクナウ）
	UP 州上下水道公社　（UPJN）バラナシ支所

表 3-2　現地調査実施先施設

州	都市名	施設名称	処理方式	維持管理主体
デリー	ニューデリー	Okhla STP	ASP	DJB
ハリヤナ	ファリダバード	45MLD STP	UASB+FPU	HPWD（民間企業に管理委託）
	パンチクーラ	HUDA STP	ASP	HUDA（民間企業に管理委託）
UP	ラクナウ	Daulatganj STP	FAB	UPJN（民間企業に管理委託）
	ラクナウ	中継ポンプ場	－	UPJN
	バラナシ	Bhagwanpur STP	ASP	UPJN
	バラナシ	Dinapur STP	TF+ASP	UPJN

処理方式　ASP：Activated Sludge Process（標準活性汚泥法）
UASB：Up flow Anaerobic Sludge Blanket（UASB 法・上向流式嫌気ろ床法）
FPU：Final Polishing Unit（仕上げ池）
FAB：Fluidized Aerobic Bio Reactor（流動性好気反応法）
TF：Trickling Filter（散水ろ床法）

３－２　計画・設計段階における概況

(1)　計画・設計段階の事業実施状況

今回視察を行った 3 州の機関における聞き取り結果によると、事業の計画段階では主に州組織(デリー等大都市においては市組織)による直営により事業内容の検討がなされている。これに続く設計段階では、業務内容に応じてコンサルタント等への設計委託が行われている場合が多く、この場合、下水処理場等の施設に係る設計は委託により実施し、管渠は直営による例が確認された。

特に UP 州では、UPJN の地方支局において現地で設計を行っているとのことで、コンサルタントへの設計委託も近隣する州（デリー、ハリヤナ、パンジャブ）よりも少ないとのことであった。表 3-3 に計画・設計段階における事業実施状況を示す。

表 3-3　計画・設計段階の実施状況

州	機関名	計画段階	設計段階	建設段階
デリー	DJB	直営	直営/委託	委託発注
ハリヤナ	PWD Water & Sewerage Dpt	原則は直営	管渠：直営 その他：委託	委託発注
UP	UPJN（ラクナウ本部）	原則は直営	原則は直営 必要により委託	委託発注
UP	UPJN（バラナシ） Bhagwanpur STP	原則は直営	原則は直営 必要により委託	委託発注
UP	UPJN（バラナシ） Dinapur STP	原則は直営	原則は直営 必要により委託	委託発注

(2)　計画・設計段階の課題点

今回の現地視察・協議を通じて、現況の下水道事業における計画・設計段階の事業実施状況、課題点について得られた主要な情報は以下のとおりである。

- 浮遊ごみの流入が多いために沈殿池の越流堰の流路阻害、UASB 反応槽の分水路や散水ろ床のノズル等小さな水路の目詰まりの原因となっている。一方、浮遊ごみを除去する目的で設置された機械式スクリーンも故障が多いため休止している施設が見受けられた。
- 汚泥処理施設のひとつである消化タンクについては温度管理等が難しいため良好に運転が行われていない事を問題点に挙げる施設が多かったため、汚泥消化設備の導入に際しては維持管理能力を勘案した検討が必要と考えられる。
- 事業計画は 30 年後を目標年次として策定され、10 年ごとに見直しを実施することになっている。聞き取り調査を行った事業体では見直しは通常どおり実施されている。見直しに際しては下水道区域の拡大、人口の見直し、施設増設等について検討が行われる。
- 既存施設の機能評価や老朽度の診断ついても計画見直しに合わせて評価が行われている事例があり、この際に必要に応じて再構築事業の検討が行われる。

視察を行った 45 MLD（100 万 ℓ/日、1,000 ㎥/日（Million Liters per Day：MLD））下水処理施設（Sewage Treatment Plant：STP）（Faridabad）ではヤムナ河浄化計画（フェーズ III）において再構築が行われる計画となっており、休止状態となっている機械式スクリーンの更に効率的な方式への変更、UASB 反応槽の後段における汚濁除去の効率化のために最終沈殿池とエアレーテッドラグーンの設置が予定されていることから、計画見直し時が運転機能の診断評価、再構築による設計面の問題解決を行う機会となっている。

(3) 設計マニュアルの使用状況

計画・設計及び実施段階における現行の下水道施設設計マニュアル（Manual on Sewerage and Sewage Treatment）の使用状況は以下のとおりである。

1) 計画段階

計画人口、計画汚水量の設定方法の参照、下水処理方式の選定や施設概略設計における基本的な設計諸元、排出基準を始めとする法令に関する基礎資料として使用されている。

特に下水処理方式の選定にあたっては、現行マニュアルが策定されてから 15 年を経過しているため、比較検討できる新技術の情報が不足しているため、マニュアル以外の文献書籍の参照が不可欠になっている。

2) 設計段階

下水管渠の設計については、管の材質や工法の選定、流量計算・構造計算方法や設計基準・諸元値の参照を目的に使用されており、地元機関の職員による直営の設計も行われることからマニュアルにおいても記述内容、程度共に他の関連施設よりも充実している。

他方、下水処理施設の設計においては施設容量計算に要する諸元値、容量計算方法の参照が主な目的となっており、主要な水処理方式については計算例が含められている。

しかし、現行マニュアルには新技術が含まれていないこと、また従来の技術であっても記述内容が不十分であることから実際の設計を行う際には他の文献、図書を用いる場合が多い。

3) その他

建設事業の発注・実施段階においては特に管渠施設について発注、監理業務においてマニュアルが利用されている。

表 3-4 に現行マニュアルが計画・設計段階において使用されている主な用途について示す。

表 3-4　設計マニュアルの現在の主要な使用用途について

区分	内容	用途	使用者
計画段階	計画値	人口、水量等の設定時の根拠として	・主に州政府機関職員（設計職）
	処理方式	処理方式の選定の資料として	
		処理水質等、設計諸元値の基礎検討資料として	

区分	内容	用途	使用者
	法令・制度	排出基準等、法令遵守に関する基礎資料として	
設計段階	管渠設計	各種パラメータを参照するため	・州政府機関職員（設計職） ・民間コンサルタント
		施工条件の比較検討を行う基礎資料として	
	処理施設	各種パラメータを参照するため	
		施設容量を決定する際の基礎資料として	
		主要な処理方式の設計計算事例を参照するため	
実施段階	発注・監理	積算・事業発注の際の基礎資料として	・州政府機関職員
		施工監理における基礎資料として	

(4) 設計マニュアルの改訂に期待される主な項目

今回の現地視察・聞き取り調査によって得られた要望を基に、設計マニュアルの改訂に期待される主な項目を整理した。

この結果、現行マニュアルに含まれる計画諸元値や基準等の最新値への更新のほか、下水処理技術、汚泥処理技術をはじめとした新技術の追加が強く要望されており、特に公共機関側の技術者においては下水道システムの選定方法、下水・汚泥処理方式の選定手順や基準について最新かつ適切な規定がマニュアルに記されることを望んでいる。表 3-5 に設計マニュアルの改訂に期待される主な項目を示す。

表 3-5　設計マニュアルの改訂に期待される主な項目

区分	内容	種別	用途
計画段階	計画諸元	更新	基本諸元値の近年の変化に対応した原単位の更新（例：人口密度、1 人当たり水量、汚濁負荷量等）
	下水道方式	追加・更新	下水道の事業範囲、下水輸送方式を決定するための判断基準（選定方法）、基礎データの提供
	水処理方式	追加・更新	規模、エネルギー、財政事情等に応じた下水処理方式の判断基準（選定方法）、処理水再利用方策・情報の提供
	汚泥処理方式	追加・更新	規模、地域事情に応じた汚泥処理・処分方式の判断基準（選定方法）、汚泥資源再利用方策・情報の提供
	法令・制度	更新	各種基準値、法令等の整理と最新値への更新
設計・実施段階	管渠施設	追加・更新	新技術・工法の追加、設計諸元の最新値への更新、参考計算事例の追加
	下水・汚泥処理施設	追加・更新	新技術、低コスト技術の追加、設計諸元の最新値への更新、参考計算事例の追加
	水処理施設	追加・更新	新技術、低コスト技術の追加、設計諸元の最新値への更新、参考計算事例の追加
	処理水等	追加・更新	処理水、汚泥資源の再利用技術の追加・更新、設計諸

区分	内容	種別	用途
	再利用		元諸元の追加
	運転管理高度化	新規	電気計装設備の追加・更新、モニタリング技術、自動運転管理技術の追加

３－３　維持管理段階における概況

(1)　維持管理段階の事業実施状況

今回視察を行った 6 カ所の下水処理施設のうち、3 カ所（Faridabad、Panchkula、Lucknow）では民間企業への管理委託を発注しているが、残りは直営による維持管理体制が実施されていた。インドの下水処理施設は、計画・設計、建設施工管理責任は州が有しており、建設後の維持管理は自治体ということが第 74 次憲法改正により明確にされている。しかし、中小規模の自治体では技術者を自身で確保することが難しいため州機関による事業実施を要請する形態となっており、今回視察を行ったハリヤナ州では PWD、UP 州では UPJN が、下水処理施設の維持管理実施主体となっている。

1)　ハリヤナ州　PWD（公共事業局）

ハリヤナ州では PWD に上下水道部（Water Supply and Sewerage Department）を持ち、州下の下水道事業の実施・維持管理を受け持っている。Faridabad にある本部によると、現在整備されている 22 カ所の下水処理施設のうち、Faridabad の 1 施設と Panchkula のみが地元機関により維持管理が行われて（Faridabad は今年になって維持管理が市に移管され、Panchkula は都市機能の整備そのものが HUDA により行われ、下水施設も HUDA が管理している）おり、残る施設は PWD が設置後、維持管理も引き続き行っている。PWD は技術者及びノウハウが不足している自治体に取って代わり維持管理を実施しているが、大規模の自治体に対しては引き渡しを行う方針である。現在のところ、Faridabad の 1 施設のみが自治体に引き継がれている。

維持管理は州の 22 カ所の処理施設中、現在約半数の 12 カ所において民間委託が行われており、民間委託は原則として 3 年契約の入札によって決められている。表 3-6 にハリヤナ州の下水処理施設の概況を示す。

表 3-6　ハリヤナ州の下水処理施設の概況

No.	都市名	処理能力（MLD）	処理方式	維持管理主体		ヤムナ河浄化計画
				管理主体	実施状況	
1	Bhiwani	2	安定化池法	HPWD	直営	
2	Chhachhruali	1	安定化池法	HPWD	直営	○
3	Faridabad	20	UASB 法	HPWD	民間委託	○
4		45	UASB 法	HPWD	民間委託	○
5		50	UASB 法	MCOF	民間委託	○
6	Gharaundha	3	安定化池法	HPWD	民間委託	○
7	Gohana	3.5	安定化池法	HPWD	直営	○

No.	都市名	処理能力（MLD）	処理方式	維持管理主体		ヤムナ河浄化計画
				管理主体	実施状況	
8	Gurgaon	30	UASB 法	HPWD	民間委託	○
9	Indri	1.5	安定化池法	HPWD	直営	○
10	Jhajjar	5	MBR 法	HPWD	直営	
11	Kalka	1.3	安定化池法	HPWD	直営	
12	Karnal	8	安定化池法	HPWD	直営	○
13		40	UASB 法	HPWD	民間委託	○
14	Palwal	9	安定化池法	HPWD	民間委託	○
15	Panchkula	27	標準活性汚泥法	HUDA	民間委託	
16	Panipat	10	UASB 法	HPWD	民間委託	○
17		35	UASB 法	HPWD	民間委託	○
18	Radaur	1	安定化池法	HPWD	直営	○
19	Rewari	8	MBR 法	HPWD	直営	
20	Sonepat	30	UASB 法	HPWD	民間委託	○
21	Yamuna Nagar	25	UASB 法	HPWD	民間委託	○
22		10	UASB 法	HPWD	直営	○

出典：Haryana PWD
HPWD： Haryana PWD、MCOF：Municipal Cooperation of Faridabad（ファリダバード市）
HUDA： Haryana Urban Development Authority（ハリヤナ都市開発公社）

2) UPJN

UPJN は UP 州に組織された公社組織で州下の上下水道施設の建設･維持管理を行っている。現在維持管理を行っている下水処理施設は州下の下水処理施設 31 カ所のうち 14 カ所であり、他については自治体が独自に管理を行っている。維持管理の民間委託状況について詳細な実施箇所は不明であるが、必要に応じて民間委託を行っており、ハリヤナ州と同じく入札により 1 年契約により事業者を選定しているとのことである。表 3-7 に UP 州の下水処理施設の概況を示す。

表 3-7　UP 州のガンジス河浄化計画による下水処理施設の概況

No.	都市名	処理能力（MLD）	処理方式	維持管理主体		ガンジス河浄化計画
				管理主体	実施状況	
1	Agra	10	酸化池法	UPJN	未調査	GAP-II
2		2.25	酸化池法	UPJN		GAP-II
3		78	UASB 法	UPJN		GAP-II
4	Allahabad	60	標準活性汚泥法	UPJN		GAP-I
5		29	FAB 法	自治体	（試運転）	GAP-II
6	Anupshahar	1.75	安定化池法	自治体	（試運転）	GAP-II
7	Anupshahar	0.805	安定化池法	自治体	（試運転）	GAP-II

No.	都市名	処理能力（MLD）	処理方式	維持管理主体		ガンジス河浄化計画
				管理主体	実施状況	
8	Etawah	10.45	酸化池法	UPJN	未調査	GAP-II
9	Farrukhabad	2.7	酸化池法	UPJN		GAP-I
10	Ghaziabad	56	UASB 法	自治体		GAP-II
11		70	UASB 法	自治体		GAP-II
12		3	土壌浄化法	自治体		GAP-II
13	Kanpur	130	標準活性汚泥法	UPJN		GAP-I
14		5	UASB 法	UPJN		GAP-I
15		36	UASB 法	UPJN		GAP-I
16	Lucknow	42	FAB 法	UPJN	民間委託	GAP-II
17	Mathura	14.5	酸化池法	自治体	未調査	GAP-II
18		13.59	酸化池法	自治体		GAP-II
19	Mirzapur	14	UASB 法	UPJN		GAP-I
20	Muzzfarnagar	32.5	酸化池法	自治体		GAP-II
21	Noida	34	UASB 法	自治体		GAP-II
22		27	UASB 法	自治体		GAP-II
23		9	酸化池法	自治体		GAP-II
24	Saharanpur	38	UASB 法	自治体		GAP-II
25	Sultanpur	1.7	酸化池法	UPJN		GAP-II
26	Varanasi	80	標準活性汚泥法	UPJN	直営	GAP-I
27		9.8	標準活性汚泥法	UPJN	直営	GAP-I
28		12	標準活性汚泥法	自治体	未調査	GAP-I
29	Vindhyachal	4	安定化池法	自治体	（試運転）	GAP-II
30	Vrindavan	4	酸化池法	自治体	未調査	GAP-II
31		0.5	酸化池法	自治体		GAP-II

出典：UPJN

(2) 維持管理の問題点

今回視察を行った下水処理施設において発生している維持管理上の問題点を表 3-8 に示す。

最も多くの処理場で問題として認識されている事項はポリ袋類に代表される浮遊ごみの流入であり、次いで事業所（工場）排水の流入による処理機能の不安定化・機能不全、停電による運転休止となっている。

表 3-8　主な維持管理上の問題点

維持管理上の問題点	Okhla STP New Delhi	45MLD STP Faridabad	HUDA STP Panchkula	42 MLD STP Lucknow	Bhagwanpur STP, Varanasi	Dinapur STP Varanasi
ポリ袋等の浮遊ごみ流入、処理施設への影響	○	◎	◎	○	◎	◎
事業所（工場）排水による生物処理の機能不全	○	◎	△	△	－	△
停電発生の頻発による運転休止、自家発電多用	－	－	◎	○	◎	◎
超過量流入等の未処理放流（バイパス放流）	◎	△	－	－	－	－
浸水・放流先河川水位上昇による運転休止	－	－	－	◎	－	－
汚泥消化施設が不安定	○	－	○	○	－	－
処理水・汚泥の有効利用、安定的な処分	○	－	－	○	－	○

表記：◎ 深刻な影響を被っている　○ある程度の影響は感じている　△ あまり影響は見られない
－ 影響はない、または該当しない

1)　浮遊ごみの流入問題

インドでは、下水へのポリ袋や食料品（菓子やマサラ等のスパイス類）の包装の投棄が非常に多く、これらが到達した下水処理場では、処理工程への悪影響が生じている。主な問題としては、沈殿池の越流堰に溜まることによる流路阻害、UASB 反応槽の分配水路や散水ろ床のノズルにおける閉塞、ポンプの閉塞がある。これら浮遊ごみの除去を目的としてスクリーン施設が流入水路や沈砂池への導水路に設置されているが、自動的にごみを掻き上げる機械式スクリーンの中には閉塞により動作不良を起こすものもあり、運転を取りやめて人力による除去を行っている施設が見られた（45MLD STP, Faridabad、HUDA STP, Panchkula）。

人力による浮遊ごみの除去は柄付きの「すき」を使って行われており、スクリーン施設と沈殿池に 1 名ずつ作業員が配置されていることが多い。

機械スクリーンについては閉塞の起こりにくい機種を導入している Okhla STP（New Delhi）や 42 MLD STP（Lucknow）では比較的良好に浮遊ごみの除去が行われており、他

の視察先と比して維持管理職員の不足度合いが低かった。また、設置されていたスクリーンを休止させている 45 MLD STP（Faridabad）においては施設再構築の一環として機械式スクリーン施設の改築が行われる予定となっている。図 3-1 に浮遊ごみの状況、図 3-2 に人力による除去作業の様子、表 3-9 に視察先下水処理施設におけるスクリーンの維持管理状況を示す。

除去された浮遊ごみ

散水ろ床での閉塞（画面左側）

図 3-1　浮遊ごみの状況

スクリーンにおける作業状況

最初沈殿池における作業状況

図 3-2　人力による浮遊ごみの除去状況

表 3-9　スクリーン設備の運転管理状況

施設名	処理能力 処理方式	スクリーン構成		現在の運転状況		
		流入渠	沈砂池	運転方法	後段の処理施設	監視体制
Okhla STP New Delhi	約 40MLD ASP	細目 （機械）	－	新型の機械式スクリーンが導入され、運転は良好とのことである。起動/停止は人力による。	浮遊ごみが少なく、後段のタンクでの人力清掃は視察時には行われていなかった。	3 交代制 24 時間
45MLD STP Faridabad	45MLD UASB+FPU	－	粗目 （手動）	機械式バースクリーンは目詰まりが起きるため使用休止し以後人力による掻き出しを実施。※	UASB の分配槽での目詰まり防止のための清掃が必要で、常時作業員が配置されている。	2 交代制 深夜無人
HUDA STP Panchkula	27MLD ASP	細目 （手動）	粗目 （手動）	沈砂池にあった機械式バースクリーンは目詰まりのため使用休止、流入渠に手動バースクリーンを設置。	沈殿池では各池に 1 名ずつ作業員が配置され、常時浮遊ごみの除去を行っている。	3 交代制 24 時間
42 MLD STP Lucknow	42MLD FAB	－	細目 （機械）	新型の機械式スクリーンが導入され、運転は良好とのことである。起動/停止は人力による。	視察当日は運転休止中であったため、確認できなかったが、各槽の清掃担当作業員が雇用されている。	3 交代制 24 時間
Bhagwanpur STP Varanasi	8MLD ASP	－	細目 （機械） （手動）	機械式バースクリーンが設置されているが、人力による掻き出しが併用されている。	大学からの排水が多く浮遊ごみが少ないためか、処理槽での常時の清掃は行われていなかった。	3 交代制 24 時間
Dinapur STP Varanasi	80MLD TF+ASP	－	細目 （手動）	手動のバースクリーンが設置されており、人力による掻き出しが行われている。	後段の散水ろ床のノズル目詰り防止のため、最初沈殿池でのごみ除去は綿密（常駐）に行われている。	2 交代制 24 時間

処理方式　ASP：Activated Sludge Process（標準活性汚泥法）
UASB：Up flow Anaerobic Sludge Blanket（UASB 法・上向流式嫌気ろ床法）
FPU：Final Polishing Unit（仕上げ池）
FAB：Fluidized Aerobic Bio-Reactor（流動性好気反応法）
TF：Trickling Filter（散水ろ床）

スクリーンの目幅の目安　粗目：50～100mm 程度、細目：20～40mm 程度とする

※施設再構築の際にスクリーン施設の改善を実施する予定

2)　事業所（工場）排水の流入問題

通常、公共下水道は主として住民の生活排水からなる下水を処理するために設置されており、生物学的処理を採用している場合は工場排水の影響を受けて機能不全に陥る可能性がある。このためインドにおいても事業所（工場）排水を下水道に流入させる場合は流入基準が示されており、これを事業者は自己で排水を処理して下水道に接続させなければならない。しかし実際には事業所の排水処理が不完全である場合は下水処理施設に有害な排

水が流入する可能性があり、事業所からの排水を受け入れる処理施設では問題が深刻化している場合がある。

事業所排水の流入問題の解消方法は、事業所の排水処理の徹底が原則であるが、水質監視は汚染監視委員会（Pollution Control Board）の管轄であるため下水道管理者が指導を行うことが現状では不可能であるため、下水処理施設の機能保全上やむを得ない場合は事業所からの排水流入が再構汚水輸送経路に混入しないよう、独自に公共水域に放流させる等の対策が必要となっている。

3) 停電による処理施設の運転休止

インドにおける電力事情は下水処理施設の運転条件の仲で最も懸案となる事項といえ、今回の視察先においても 1 日当たり 4～6 時間にわたり停電がみられる地域もあった（Bhagwanpur STP, Varanasi）。通常、下水処理施設にはポンプ施設等の動力を要する場合は自家発電設備が備えられているが、昨今の燃油費の高騰もあり、容易にディーゼル発電機を稼働させることは維持管理予算の圧迫に繋がることから、処理機能の不全を避ける範囲でポンプによる送水や生物反応槽でのばっ気の中断が行われている場合が多く、これも適正な運転管理を妨げる一因になっている。一方で Dinapur STP（Varanasi）に見られるように汚泥処理工程で生じる消化ガスを燃料として自家発電を行えるため、停電の影響を回避できる施設も一部で見受けられる。

4) そのほかの運転管理上の問題点

このほかに視察先の処理施設が抱える運転管理上の問題点としては上水道の使用水量のピーク時や雨天時等における処理場での施設能力を超える下水流入時に未処理または処理が不十分な下水を放流するバイパス放流が行われることや、汚泥処理が下水性状や気温等により安定して行われない等の問題が見受けられた。これらは運転管理の適正化に加えて適正な施設能力の確保や設備の選定といった計画・設計上の問題も係っており、今後のマスタープランの見直し等による施設再構築が必要とされる。また、Lucknow の 42 MLD STP では、視察時は流域の水害により放流先である Gomti 河の水位上昇のため放流が行えず、運転休止状態であった。聞き取り調査による限りは運転休止に陥るのは非常に稀な事（4～5 年に 1 度あるかどうか）とのことであったが、施設立地や河川流域の排水系の改善を要する課題といえる。

(3) 下水処理施設の維持管理体制の概況

視察を行った 6 カ所の下水処理施設における維持管理方式や運転体制、運転人員配置について聞き取り調査を実施した。

維持管理主体は、Okhla STP と HUDA STP を除き、州の組織が自治体に代わって司っており（Okhla STP は DJB（州組織）、HUDA STP は市街地開発を行った HUDA による運営）、維持管理はこのうち半数が民間企業へのアウトソーシングを進めている。民間委託はハリヤナ州では 3 年契約、UP 州では 1 年契約で入札金額により企業を選定しているが、供用開始後数年間の試運転期間は建設企業体から維持管理要員が派遣され、その後も同じ企業が継続的に維持管理に携わっている事例も見られた（42 MLD STP、Okhla）。

運転体制については、UASB 法を採用している 45 MLD STP（Faridabad）は深夜帯を除く 2 交代制であったが、その他の施設では 3 交代（Dinapur STP のみ 2 交代）、24 時間監視体制となっている。また運転人員については施設により様々ではあるが、技術職は 3～15 名、作業員は 10～30 名程度という例が多かった（内訳が明らかではない Okhla STP を除く）。表 3-10 に視察先での維持管理体制の概況を示す。

表 3-10　視察先の維持管理体制の概況

施設名	処理能力 処理方式	維持管理 主体	維持管理 方式	運転形態		処理施設の運転人員数※		
				交代	監視時間	技術職	作業員	計
Okhla STP New Delhi	約 140MLD ASP	DJB	直営管理	3 交代	24 時間 監視	不明	不明	350 （総職員）
45MLD STP Faridabad	45MLD UASB+FPU	Haryana PWD	民間委託	2 交代	深夜除く	3	29	32
HUDA STP Panchkula	27MLD ASP	HUDA	民間委託 （部分）	3 交代	24 時間 監視	6	15	21
42 MLD STP Lucknow	42MLD FAB	UPJN	民間委託	3 交代	24 時間 監視	15	22	37
Bhagwanpur STP, Varanasi	8MLD ASP	UPJN	直営管理	3 交代	24 時間 監視	3	0 （通常時）	3
Dinapur STP Varanasi	80MLD TF+ASP	UPJN	直営管理	2 交代	24 時間 監視	8	12	20

※処理場の交代要員の合計ではなく、常時の職員数を示す

技術職の内訳は主に機械設備担当、電気設備担当、水質管理担当等に分かれているが、Faridabad では ITI（Industrial Training Institute、技術訓練校）卒業レベルの人員が就くことになっている。

作業員については、主に処理施設の清掃（処理水槽のごみ除去・沈砂し渣等の運搬）、場内清掃、植栽手入れ、門番、雑用等の種類があり、時間帯や時期に応じて雇用されている。

(4) 処理水・汚泥資源の利用状況

視察を行った先での現在の処理水、汚泥・消化ガスの有効利用状況について聞き取りを行った。結果を表 3-11 に示す。

下水処理水の多くは灌漑目的として使用されており、運河や河川への放流後、農地利用されているが、その他には大学や公園緑地の管理者に対して散水用水として供給されている。

一方、汚泥はすべてが汚泥乾燥床により天日乾燥が施された後、ほとんどが肥料として農地還元されているが、42 MLD STP（Lucknow）のように近隣に農地等の供給先がないために廃棄処分をしている場合もある。

表 3-11　視察先での処理水・汚泥資源の利用状況

施設名	処理能力 処理方式	下水処理水の利用状況		汚泥資源の利用状況			有効利用の問題点 /備考
		主要な用途	放流先	汚泥		消化ガス	
				主要な用途	形態	主要な用途	
Okhla STP New Delhi	約 140MLD ASP	灌漑用水 散水用水	運河 (Agra Canal)	農地還元	乾燥汚泥 （天日乾燥）	住民に提供 （ガス供給）	農地が減少し汚泥処分方式の転換を検討したい
45MLD STP Faridabad	45MLD UASB+FPU	灌漑用水	運河 (Agra Canal)	農地還元	乾燥汚泥 （天日乾燥）	なし （焼却処分）	ガス捕集管の腐食が激しい/ガスは発生量少ない
HUDA STP Panchkula	57MLD ASP	灌漑用水	河川水路	農地還元	乾燥汚泥 （天日乾燥）	なし （焼却処分）	特になし （ガスは発生量少ない）
42 MLD STP Lucknow	42MLD FAB	なし （消毒後放流）	河川 (Gomti Rv)	なし （埋立処分）	乾燥汚泥 （天日乾燥）	なし （焼却処分）	地域に汚泥供給先（農地）がなく、埋立処分している
Bhagwanpur STP, Varanasi	8MLD ASP	散水用水 (大学構内)	河川水路	農地還元	乾燥汚泥 （天日乾燥）	なし （焼却処分）	大学側は更に処理水の提供を希望している
Dinapur STP Varanasi	80MLD TF+ASP	なし	河川 (Ganga Rv)	農地還元 （住民に販売）	乾燥汚泥 （天日乾燥）	自家発電 燃料	停電時の発電エネルギーは90%が消化ガスを利用

消化ガスについては、視察したすべての下水処理施設で汚泥消化槽が設置されているものの、有効利用が進められているのは Okhla STP（New Delhi）、Dinapur STP（Varanasi）の 2 カ所に留まっている。Okhla STP は 1960 年代から汚泥の嫌気性分解による減容化を目的に汚泥消化工程が導入されたが、その後、1970 年代に近隣に整備された住宅地や病院等の施設に対して消化ガスを燃料として供給するようになった。近隣サービスとして低価格で供給されているため収益は限られているが、約 3,000 口のガス供給先を確保している。一方、Dinapur STP では日常的に発生する停電時の自家発電用燃料として消化ガスを利用しており、必要な燃料の 9 割程度を賄っているとのことである。表 3-12 に Okhla STP における消化ガス供給の概況を示す。

表 3-12　Okhla STP での消化ガスの地域還元の概況

項目	数値	備考
計画供給数	10,000 接続	
現在の供給数	2,921 接続	
ガス料金	一般家庭：INR100/月	
	事業所、大口利用者：INR125/立法フィート	
その他	保証料：INR300	加入時、返却あり
	接続手数料：INR50	

出典：DJB

また聞き取りから明らかになったこの他の事項として、汚泥はこれまでは広く農地利用が進められてきたが、ニューデリー等の大都市においては都市化に伴い供する農地が減少していることを受け、汚泥乾燥床＋農地還元の継続が今後は難しくなると考えている事業体もあるため、現実に見合った汚泥処理処分の方法の規定、記述が今後のマニュアルに求められてきている。

(5) 水質記録・運転記録の実施状況

インドの下水処理施設では、供用に際し規定されている処理水質を目標として運転管理が行われており、毎月 1 回州の CPCB（中央公害管理委員会）に水質記録を提出している。これに必要となる基本的な水質項目である放流水の生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand : BOD）、化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand : COD）、全浮遊固形物濃度（Total Suspended Solid : TSS）は毎日処理施設で採取された試水から分析が行われている。このほかにも生物処理を管理する指標として活性汚泥浮遊物質濃度（MLSS）、揮発性有機物質濃度（VSS）、汚泥容量指標（SVI）、溶存酸素（Dissolved Oxygen : DO）が活性汚泥法を採用している処理場では測定されており、塩素消毒が実施されている 42 MLD STP（Lucknow）では消毒効果の指標として大腸菌群数が測定されている。

水質試験室は今回視察を行った 6 カ所の処理施設すべてに併設されており、すべて場内において分析が行われている。分析の実施については処理施設によって多少異なるが、今回の視察対象となった施設全てで採取時刻を決めて同時刻に採取された流入下水、処理水の分析を 1 日 1 回行っている。

一方、水質項目以外の運転記録については主ポンプ、汚泥引き抜きポンプ等の起動操作に伴い常時起動時間、停止時間が記録されている。このほか、停電時刻（または自家発電機の起動・停止記録）も常時記録されており、UP 州では停電時間についても毎月 1 回州に報告を行っている。

流入下水量については流量計が設置されている処理場（Okhla STP、Bhagwanpur STP）も見受けられるものの、沈砂池棟の後段で堰の水深から目視により測定を行っている場合も多く、これらは採水時刻に準じて記録が取られている。

各種のデータの記録は通常は水質記録については水質分析質にて、その他運転記録は操作室にてそれぞれ運転管理の職員（Operator）が担当しており、すべての事例で手書きによりログブック（記録簿）に記帳されているが、州に提出するデータについては事務所において電子データ化されている場合も見受けられた（Bhagwanpur STP、Varanasi）。

以上のことから、個々の下水処理施設の水質・運転記録を入手する場合は州への提出値の他に下水処理施設で記録保管されている記録簿の活用を考慮することが望ましい。また、一方で CPB（汚染管理委員会）では処理施設の水質分析とは別に、独自に採水分析を実施している場合があり、通日分析（24 時間）の記録が入手できる施設もある。表 3-13 に視察先での水質記録・運転記録の実施状況を示す。

表 3-13　視察先での水質記録・運転記録の実施状況

施設名			Okhla STP New Delhi	45MLD STP Faridabad	HUDA STP Panchkula	42 MLD STP Lucknow	Bhagwanpur STP, Varanasi	Dinapur STP Varanasi
水質記録	基準項目	pH	○（毎日）	－	－	－	－	－
		BOD	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）
		COD	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）
		TSS	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）
	監視項目	大腸菌群数	○（毎日）	－	不明	○（毎日）	－	不明
		NH3	○（毎日）	－	－	－	－	－
		PO4	○（毎日）	－	－	－	－	－
		H2S	○（毎日）	－	－	－	－	－
	運転管理項目	水量	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）	○（毎日）
		水温	○（毎日）	－	－	－	－	－
		MLSS	○（毎日）	－	不明	○（3 日に 1 回）	○（毎日）	不明
		VSS	○（毎日）	－	不明	○（3 日に 1 回）	○（毎日）	不明
		SVI	○（毎日）	－	不明	○（3 日に 1 回）	○（毎日）	不明
		DO	○（毎日）	－	不明	○（3 日に 1 回）	○（毎日）	不明
運転記録	ポンプ起動･休止時刻		○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）
	停電時間（発電時間）		○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）	○（常時）
	塩素注入時間		－	－	－	○	－	－
その他	記録媒体・方法		ノート（ログブック）への手書き（州提出値は電子化する施設もあり）					
	調査地点	流入水	○	○	○	○	○	○
		放流水※	○	○	○	○	○	○

※運転管理項目については反応槽においてモニタリングを実施

また、表 3-14、15 に処理施設で使用されている水質記録、運転記録に使用されている記録簿の例を示す。

表 3-14　水質記録簿の例

日付	流量	流入下水				放流水				曝気槽（A 系列）		
	下水量（MLD）	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	VSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	VSS (mg/L)	MLSS (mg/L)	DO (mg/L)	SVI (mg/L)
/												
/												
/												
/												
/												
/												
/												
/												
/												
/												

出典：UPJN

表 3-15　運転記録簿の例

日付	主ポンプ					汚泥引き抜きポンプ				沈砂池							自家発電機			
										起動時間										
	ポンプ No.	起動時刻	停止時刻	運転時間	送水量 (MLD)	ポンプ No.	起動時刻	停止時刻	運転時間	A 系列	B 系列	C 系列	ポンプ No.	起動時刻	停止時刻	運転時間	発電機 No.	起動時刻	停止時刻	運転時間
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:
/		:	:	:			:	:	:	:	:	:		:	:	:		:	:	:

出典：45MLD STP, Faridabad

(6)　維持管理マニュアルの刊行に期待される項目

今回の現地視察・聞き取り調査によって得られた要望を基に、維持管理マニュアルの刊行に期待される主な項目を整理した。

この結果、水処理施設、汚泥処理施設に対する適切な運転方法の記載、設備・機器類を対

象とした清掃、点検の適切な方法や頻度の明記、トラブルシューティング集の拡充等が維持管理の現場職員から強く要望されている事が分かった。また管渠施設をはじめとする老朽化施設の調査・診断方法や再構築に有効な技術の記載も今後のインドにおける下水道施設の維持管理に重要な施策として加えられるべきと考えられる。

一方でソフト面の対策として記述が要望されている事項としては、下水処理方式や施設規模に応じた適正な職員配置や組織体制に対する記述、安全対策における設備や将来的な自動化を視野に入れた段階的な対策案、事業所排水の水質向上や浮遊ごみの流入を防止するための住民啓発やその実施方法の記述が挙げられる。

これまでの施設設計マニュアルにおいても維持管理のための記述事項として、限られた下水処理方式や管渠施設についての運転方法やトラブルシューティングの記述がなされていたものの、明確な記述が少なく、概要に留まるものが多いことから実際性に乏しい面が見られる。このことから中央政府が発刊するマニュアルにおいて適正な運転方法や人員数、点検・調査の方法や頻度等が明記されることにより、技術的な解決策のみならず、段階的に事業の維持管理体制の予算面、人員面等の拡充を図る効果が期待される。表 3-16 に維持管理マニュアルの改訂に期待される主な項目を示す。

表 3-16　維持管理マニュアルに期待される主な項目

区分	内容	種別	用途
運転管理	管渠施設	新規	管渠、マンホールの予防的な観点を含む清掃・点検について必要な事項、頻度等についての記述を行う
	処理施設全般	新規	新しい処理方式を含む水処理･汚泥処理施設に対する適切な運転方法の表記
	関連施設全般	追加･更新	トラブルシューティング集、必要事項・禁止事項の整理・追加を行う（現行設計マニュアルからの移動）
	再構築	新規	主として老朽化した管渠の再構築を行うための調査、診断、対策技術について記述を行う
その他	組織体制	新規	処理方式･規模等の条件に応じた施設維持管理における最低限の要員数の規準を掲載する
	安全管理	新規	災害を防止するための設備、組織的対策と計画的な解決策（将来的な自動化も視野に入れた）を記述する
	住民啓発	新規	流入水質の向上、下水普及向上に向けた住民啓発・広報のあり方、事業の段階における実施方法を提案する

３－４　マニュアル類の整備・使用状況

(1)　視察先におけるマニュアルの使用状況

視察での聞き取り調査において各処理施設でのマニュアルの使用状況の確認を行い、現行の設計マニュアルに加え、州で策定されている独自の規準書や処理場の供用当初に建設企業体等から供与される運転マニュアルの所在、計画・設計段階、維持管理における日常的な使用状況の把握を行った。

1) 計画・設計段階

Okhla STP を所管する DJB では、下水処理施設の計画・設計に際しては現行の設計マニュアルはあまり使用しておらず、主として DJB 自らが計画・設計を行う頻度の高い管渠施設について使用している場合が多い。デリーではより先進的な情報が計画・設計段階では必要とされることから、現行マニュアルの記述内容は経年による陳腐化のため、他の書籍文献を参照する場合が多い。

次いでハリヤナ州 PWD、HUDA（ハリヤナ都市開発公社）でもあまり使用頻度は高くないとのことであった。これは、特に下水処理施設においてはコンサルタント等への設計委託を行うため、州関連機関の職員が使用する頻度が少ないものと考えられる。

残る UPJN においては、事業発注に至るまでの直営による関与の度合が大きいこともあるためか、計画・設計段階においてもある程度使用しているとの回答を得た。

特に下水処理施設の方式選定や設計に際しては現行マニュアルの記述内容の更新が早期に求められる結果となった。

2) 維持管理

日常的な維持管理においては、現行マニュアルは対象となる事項が少ないため、ほとんどの施設では使用されていないことが分かった。しかしながら、ハリヤナ州、UP 州では下水処理施設の維持管理のための規準書を作成し、各処理施設に配布している。これは主要な下水処理施設における水質管理方法、日常的な点検管理についての項目や頻度が州独自に規定しているものであり、現行マニュアルの記述内容を基にしている項目も含まれている。この規準は運転管理職員用に現地語に翻訳されている場合もあり、民間委託を行う場合もその仕様として活用されている。

また、処理場固有の運転マニュアルについては、その多くが現在は散逸している場合が多く、今回の視察先では 42 MLD STP（Lucknow）でのみ存在が確認された。マニュアルには機器に対する仕様、定格電力や注油等の定期的な整備項目が列記されたものとなっている。

表 3-17 に視察先でのマニュアルの使用状況を示す。

表 3-17　視察先でのマニュアルの使用状況

施設名	計画・設計	維持管理		
	現行の設計マニュアル	現行の設計マニュアル	州の独自規準	固有の運転マニュアル
Okhla STP New Delhi	使っているが、内容が古い	使っていない	ない	ない
45MLD STP Faridabad	あまり使っていない	使っていない	あり（こちらを多用）	ない

HUDA STP Panchkula	あまり使っていない	使用している（保全頻度設定等）	あり（こちらを多用）	ない
42 MLD STP Lucknow	ある程度使用している	使っていない	あり（こちらを多用）	ある
Bhagwanpur STP, Varanasi	ある程度使用している	使っていない	あり（こちらを多用）	ない
Dinapur STP Varanasi	ある程度使用している	使っていない	あり（こちらを多用）	ない

(2) 規準書を用いた維持管理の実施状況

州が策定している規準書には、運転管理を行ううえで遵守すべき事項が記載されており、この中には水質管理や運転管理の記録方法、施設・設備の保全方針について記載が行われていると考えられるが、このなかで視察・聞き取り調査を通じて入手した情報から維持管理マニュアルに追加すべき事例を示す。

1) 処理施設の最低限の要員配置

UP 州では下水処理施設の要員配置に規準を設けている。これは下水処理方式、施設規模別に必要となる職員数を職位別に規定したもので、標準式活性汚泥法（及びオキシデーションディッチ等、活性汚泥による処理方式を対象）で施設規模に応じて 11～23 名、酸化池やエアレーテッドラグーンに代表される機械設備が少ない方式については 6～18 名と最低要員数が定められている。これは各処理施設における予算計上にも利用されており、適正な人員確保の指標となっている。

維持管理マニュアルにおいて、このような処理施設の良好な運営に必要な人員数とその内訳が明確に示されることは下水処理施設の維持管理体制の確保や維持管理に要する予算の確保に役立つと考えられる。表 3-18 に処理施設の最低限の要員配置（UP 州の場合）を示す。

表 3-18　処理施設の最低限の要員配置（UP 州の場合）

No.	処理方式	標準活性汚泥法				オキシデーションディッチ				酸化池				エアレーテッドラグーン			
	規模（MLD）	10	40	80	120	10	40	80	120	10	40	80	120	10	40	80	120
1	Executive Engineer			1	1			1	1								
2	Assistant Engineer(E&M)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Assistant Engineer(Civil)				1				1								
4	Junior Engineer (E&M)	4	4	6	6	4	4	6	6					4	4	4	4
5	Junior Engineer (Civil)	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2

No.	処理方式	標準活性汚泥法				オキシデーション ディッチ				酸化池				エアレーテッド ラグーン			
	規模（MLD）	10	40	80	120	10	40	80	120	10	40	80	120	10	40	80	120
6	Technician (1st Class)	1	1	2	2	1	1	2	2				1			1	1
7	Electrician (1st Class)	1	1	2	2	1	1	2	2					1	1	2	2
8	Technician (2nd Class)			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Electrician (2nd Class)	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2
10	Gardener	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
11	Driver			1	1			1	1							1	1
12	Cleaner			1	1			1	1							1	1
13	Junior Accountant	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
合　　計		11	11	21	23	11	11	21	23	6	6	7	8	11	11	17	18

出典：UPJN

(3)　下水処理施設の設備状況の評価事例

今回視察を行ったハリヤナ州、UP 州では 1 年に 1 回、翌年度の予算計上を目的として下水処理施設に設置された機器設備や装備品について現況の評価を実施し、修繕や更新に必要な予算を算定している。入手した 45 MLD STP（Faridabad）の設備の故障状況の評価資料は、ハリヤナ州の標準的な規準に基づき作成されたものであり、これによると各設備に対する主要な機器を対象に総数に対する稼働中､故障中の機器等の状況を記述する方式となっている。

この評価資料を基に、優先度をかんがみて予算の執行が行われる。同様の施設の評価は全ての下水処理施設において実施されているものと考えられるが、評価を行う際の検討事項や予算執行上の優先度等については維持管理マニュアルにおいて明確化されることが望ましいと考えられる。表 3-19 に 45 MLD STP における処理施設の故障状況の評価例を示す。

表 3-19　処理施設の故障状況の評価（45 MLD STP, Faridabad、2007 年 6 月時点）

設備名	項目	状態の評価（年に 1 回）			故障の状況
		総数	稼働中	故障中	
流入渠	ゲート	2	1	1	うち 1 基故障中
主ポンプ	ジャンクション ボックス	7	3	4	ケーブル類の損傷
	ガイドレール	7	5	2	ポンプの架台部の故障
	ポンプ	7	2	5	3 台のポンプが運転可能
	操作盤	-	-	-	電流計、電圧計、電力計の故障、ヒューズ類の不足
	操作室	-	-	-	蛍光灯、シーリングファンの故障

設備名	項目	状態の評価（年に 1 回）			故障の状況
		総数	稼働中	故障中	
スクリーン/沈砂池	機械式スクリーン	1		1	故障中、運転不可能
	ゲートバルブ	2		2	故障中
	し渣コンベア	1		1	運転休止中
	沈砂池ゲート	4	2	2	水漏れが激しい
	分配槽	1		1	バルブホイール、水漏れの不具合
	ポンプ	2		2	1 台は運転不可能
UASB 反応槽	反応槽	6	5	1	第 1 系列は運転不可能、手すりの損傷（20%）、はしごの損傷
	送水管	-	-	-	反応槽への送水管の継手損傷
	捕集ガス管	-	-	-	割れ、継手損傷によるガス漏れ
	汚泥貯留槽	-	-	-	バルブ類の故障により、汚泥引抜きに支障。7 割の反応槽で汚泥量超過
仕上げ池	バイパスゲート	2	1	1	うち 1 基故障中
	仕上げ池	-	-	-	清掃不備により汚泥が溜まっている。通路の 40%が損傷
消化ガスホルダー	捕集ガス管	-	-	-	腐食等による損傷による機能不全、圧送ポンプの故障、バルブ類損傷
	ガスホルダー	1		1	覆蓋部の故障
汚泥乾燥床	スクリーン	-	-	-	分水路のスクリーンの紛失
	ろ過材（砂）	12		12	劣化により使用に適さない状態
	汚泥ポンプ	2	1	1	1 台のみ使用可能、バルブの目詰まり
	計器類	-	-	-	電流計、電圧計の故障、ヒューズ類の不足、水位計の故障
その他	街路灯	48	13	35	電灯が 35 カ所で切れている
	水質検査室	-	-	-	秤量器、BOD 培養庫、冷蔵庫、蒸留水機の故障、蛍光灯、シーリングファンの故障
	会議棟等の建築物	-	-	-	蛍光灯、シーリングファン、エアコンの故障、壁材、窓、防火用品の損傷等

※視察時、ポンプ、UASB 反応槽はおおむね稼働状況にあり、現在は復旧している施設を含む
出典：Haryana PWD

(4) 下水処理施設の維持管理項目及び頻度の規定例

下水処理施設の機能維持や設備、装備の定期的な維持管理項目とその実施頻度についてハリヤナ州が規定している事例を示す。

この事例によると、土木・建築構造物の外壁の塗装や防錆被覆については原則 1 回/年、スクリーン等の機器設備の防水・防錆被覆は原則 4 回/年等、部材や腐食の進行度合に応じて塗装頻度や清掃、注油等の頻度が規定されている。聞き取り調査の中には、予防保全的な維持

管理の規定がないために、不具合の対応が遅れた事例があったことから、維持管理マニュアルにおいて適正な定期点検、修繕等に対する項目や頻度、判定について策定手順や事例を示すことにより、維持管理の向上が期待できると考えられる。表 3-20 に下水処理施設における定期的維持管理項目の事例（ハリヤナ州）を示す。

表 3-20　下水処理施設における定期的維持管理項目の例（ハリヤナ州、UASB 法）

項目	内容	頻度	維持管理記録欄		備考欄
			実施日	次回予定	
土木・建築構造物	事務所、外塀、門、水路等の塗装	1 回/年	/ /	/ /	
	スクリーン、通気孔、分配槽足場、下水貯留槽、汚泥貯留槽、放流ゲートのエポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
流入渠	手摺り、階段の塗装	1 回/年	/ /	/ /	
	機械部品のエポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
スクリーン	スクリーンのエポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
沈砂池	バルブ類の注油	4 回/年	/ /	/ /	
	バルブの塗装	1 回/年	/ /	/ /	
UASB 反応槽	手摺り、はしご、足場のエポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
	ガスドーム内の浮遊ごみ除去	4 回/年	/ /	/ /	
	越流堰高の確認、調整	1 回/年	/ /	/ /	
	槽内部の清掃、エポキシ/アスファルト塗装	3 年ごと	/ /	/ /	
仕上げ池	バイパス水路の放流による藻類の除去	1 回/年	/ /	/ /	
	水抜き後の汚泥の掻き出し	2 年ごと	/ /	/ /	
汚泥引抜き設備	バルブ類の注油、パッキンの確認/交換、汚泥調整槽の清掃、エポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
			/ /	/ /	
	手摺り、はしご、足場のエポキシ塗装	4 回/年	/ /	/ /	
汚泥乾燥床	ろ床材の交換（深さ 15ｃｍ）	3 年ごと	/ /	/ /	
消化ガスホルダー	内面、及び外部機器類のエポキシ塗装	1 回/年	/ /	/ /	
その他	変圧器油の点検、脱水	1 回/年	/ /	/ /	
	操作盤類の点検	4 回/年	/ /	/ /	
	場内道路の再舗装	3 年ごと	/ /	/ /	
	消化器の点検	1 回/年	/ /	/ /	
	機械・電気設備の耐火・盗難防止性の確認	契約前	/ /	/ /	
	作業員に対する補償内容の確認	契約前	/ /	/ /	
	（糞便性）大腸菌群数の測定	1 回/週	/ /	/ /	
	UASB 反応槽からの汚泥の抜き取り分析	1 回/週	/ /	/ /	

出典：Haryana PWD

３－５　マニュアル(案)の項目

(1)　インド政府からの要請項目の概要

インド政府側から提案された要請内容（TOR 案）では、既存の下水処理施設における実態調査を通じて、運転管理上の技術的な問題点等を把握し、これに基づき解決策の検討を行うことが含まれており、これを基にマニュアルの策定を行うものとしている。表 3-21 にインド側の要請事項の概要を示す。

表 3-21　インド側要請項目の概要（TOR 案）

No.	内　　容
1	マニュアル(案)はインド政府の帰属とすること
2	マニュアル(案)の同意のない出版/再配布の禁止
3	設計マニュアルは見直しとし、新技術、低コスト技術を盛り込む
4	維持管理マニュアルに「基本方針」「これまでの維持管理の制約」「維持管理の改善」「ポンプ施設の機構」「計測機器と自動制御」「料金徴収」「システム管理」「経営情報システム」「報告システム」「省エネルギー化」「エネルギー監査」「人材育成」「キャパシティ・ビルディング」「下水管・マンホール清掃」「住民啓発」「PPP」「予防保全による維持管理」「日常的維持管理」を含める
5	維持管理マニュアルに下水道の各課程における必要/禁止事項を含める
6	維持管理マニュアルは委員会の議論を経て策定を進める
7	マニュアル(案)は政府の手続きを経て正式文書として取り扱う
8	下水管網、処理技術の最新情報を収集し、インドの事情を考慮して提案する
9	マニュアル(案)の策定には各国の最新技術を取り入れる
10	国内の既存施設の運転稼働状況、問題点を調査し解決策を検討する
11	国内事情を考慮の上、分散型サニテーション、低コスト下水道技術の提案を含める
12	都市貧困層に対する制約事項と技術、システムを提案する
13	国内事情に見合った運転管理指標（ベンチマーク）の設定を行う
14	下水道事業の PPP について規定を行う
15	既存施設の持続性の向上に効果がある技術・対策を提案する
16	家庭・事業所からの排水設備の改善に向けた課題点・対策の整理を行う
17	関連機関等の役割、義務、責任等について整理を行う
18	高度処理水やリサイクルに触れ、水道資源の枯渇化を示す
19	下水道事業の啓蒙のための方策、活動について整理を行う
20	調査時における日本側への協力を行う

これによると、マニュアル策定に先立ち、インド国内の下水道事業の運営状況を把握したうえで運転管理上の問題点の把握、解決策の提示に加え、近年開発された下水道関連技術の導入（特に新技術、低コスト型技術）、インド国内事情に見合った技術の導入、ソフト面を含めた維持管理技術・方策の記述が要望されている。

(2) インドの上下水道関連マニュアルの策定状況

インドにおける上下水道分野のマニュアルはこれまでに 3 種類刊行されており、全てCPHEEOが発行元となっている。下水道は現時点で下水道施設設計マニュアルのみであるが、上水道は設計マニュアルに加え、2005 年に新たに維持管理マニュアルが整備されている。概要を以下に示す。

- インド下水道施設設計マニュアル〔1977 年初刊、1993 年改訂（第 2 版）〕
  （Manual on Sewerage and Sewage Treatment）
- インド上水道施設設計マニュアル〔1962 年初刊、1999 年改訂（第 4 版）〕
  （Manual on Water Supply and Treatment）
- インド上水道維持管理マニュアル〔2005 年初刊〕
  （Manual on Operation and Maintenance for Water Supply System）

1) 下水道施設設計マニュアル

現行の下水道施設設計マニュアルは下水道関連施設の計画・設計及び実施段階における設計方法や法制度・基準等がまとめられたもので、主要な施設については計算例が巻末付録に納められている。特に管渠設計については、自治体組織による直営の設計や事業化に必要な技術情報や基準が詳しく記述されている。

一方で下水処理方式については標準活性汚泥法が最も詳しく表記されているが、このほかに散水ろ床法、回転円板法、安定化池法、酸化池等、これまでインドで普及してきた施設についても記述が見られる。UASB 法については 1993 年の改訂の際に新たに加えられた項目と考えられるが、概論程度の記述に留まっており、下水処理施設については実際の設計や運転管理を行う際の指標等の情報は不足しているといえる。また、汚泥処理については汚泥消化、汚泥乾燥床について記述されているが、そのほかの機械脱水や濃縮技術等についても今後は追記される必要があると考えられる。

維持管理に関連する項目としては、限られた内容ではあるがトラブルシューティング、定期的な維持管理項目等について記述が見られ、これらは維持管理マニュアルにて拡充させることになる。表 3-22 にインド下水道施設設計マニュアルの目次構成を示す。

表 3-22　インド下水道施設設計マニュアル（現行）の目次構成

章	題名	主な利用対象				基準値公式	計算例	TS*
		計画	設計	実施	維持管理			
第 1 章	計画	○				○	○	
第 2 章	管理・組織・法制度・財政面	○			○			
第 3 章	管渠設計	○	○	○		○	○	
第 4 章	管渠付帯構造物	○	○	○				
第 5 章	管渠の材質	○	○	○		○		
第 6 章	管渠の構造計算		○	○		○	○	

章	題名	主な利用対象				基準値公式	計算例	TS*
		計画	設計	実施	維持管理			
第 7 章	管渠の敷設方法		○	○				
第 8 章	管渠施設の維持管理				○			
第 9 章	汚水・雨水ポンプ場	○	○		○	○		○
第 10 章	処理施設の基本条件	○	○	○		○		
第 11 章	前処理（スクリーン、沈砂池）	○	○			○	○	
第 12 章	沈殿池	○	○			○	○	
第 13 章	好気性処理システム	○	○			○	○	
第 14 章	生物膜処理システム	○	○		○	○	○	
第 15 章	安定化池法	○	○		○	○	○	
第 16 章	嫌気処理システム	○	○			○	○	
第 17 章	汚泥濃縮・脱水・消化・処分	○	○			○	○	
第 18 章	汚泥ポンプ	○	○		○	○		
第 19 章	再利用のための高度処理	○	○			○		
第 20 章	処理水の再利用	○	○			○		
第 21 章	オンサイト処理	○	○			○	○	
第 22 章	腐食対策		○		○	○		
第 23 章	処理施設の維持管理				○			○
第 24 章	水質分析		○		○	○		
第 25 章	流量計測		○		○		○	
第 26 章	新しい下水処理技術	○						
付録	計算例、国内基準・規格	○	○	○	○			

*TS：トラブルシューティング集

2) 上水道維持管理マニュアル

上下水道維持管理マニュアルは WHO による事務局運営、旅費・印刷費用等の支援により最近刊行されたものであり、新しい技術やソフト対策の方向性が示されていることから、本調査の要請内容にも深く関係している。

特に料金徴収（Billing & Collection）、人材育成（Human Resource Development）、地域への広報活動とサービス対応（Public Awareness & Customer Relation）、官民パートナーシップ（Public Private Partnership：PPP）についてはインド側の強い要望により下水道維持管理マニュアルでも取り扱われることになった。

なお、これらの項目については、上水道維持管理マニュアルにも含まれており、その内容はおおむね概論を説明したものとなっていることから、下水道維持管理マニュアルにおいても原則として同等程度の記述内容とすることが事前調査において協議されている。表 3-23 にインド下水道維持管理マニュアルの目次構成を示す。

表 3-23　インド上水道維持管理マニュアルの目次構成

章	題名	インド政府要請項目との関連	
		該当	小項目での該当事項
第 1 章	総論		
第 2 章	基本方針	○	基本方針、維持管理における制約事項
第 3 章	上水道の水源	○	水源の予防保全的維持管理
第 4 章	送水施設	○	予防保全維持管理のスケジュール
第 5 章	浄水施設	○	予防保全維持管理の手順
第 6 章	消毒施設		
第 7 章	貯水池、配水池		
第 8 章	配水施設	○	予防保全維持管理のスケジュール
第 9 章	飲料水の品質管理と調査		
第 10 章	管渠の修繕		
第 11 章	ポンプ施設の維持管理	○	ポンプ施設の予防保全維持管理
第 12 章	水道メーター、計測機器、SCADA	○	計測機器、自動化技術、SCADA システム
第 13 章	課金と料金徴収	○	課金方法、料金徴収方法
第 14 章	システム管理	○	経営情報システム（MIS）、報告システム
第 15 章	水量監査と漏水防止策		
第 16 章	エネルギー監査と省エネルギー策	○	エネルギー監査方法、省エネルギー対策
第 17 章	人材育成	○	人材育成の方法、キャパシティ・ビルディング
第 18 章	住民啓発と応対方法	○	住民啓発の手段・方法、利用者への応対方法
第 19 章	安全対策		
第 20 章	官民パートナーシップ（PPP）	○	PPP の適用性、PPP の利点、PPP の内容・事項

(3)　日本の下水道関連マニュアルの目次構成〔参考〕

日本では下水道施設の計画・設計や維持管理のためのマニュアル類が多数存在するが、この中で代表的な位置づけとなっているのが下記の 2 種類のマニュアルである。

- 下水道施設計画・設計指針と解説〔日本下水道協会（2001 年版）〕
- 下水道維持管理指針〔日本下水道協会（2003 年版）〕

表 3-24 に下水道施設設計指針と解説の目次項目、表 3-25 に下水道維持管理指針の目次項目を示す。

表 3-24　下水道施設設計指針と解説（下水道協会）の目次【参考】

章	題名	主要な記述項目
第 1 章	基本計画	区域、人口、汚水・汚泥処理及び利用計画、雨水排除計画、施設計画等
第 2 章	管路施設	管（種類、寸法、基礎）、マンホール、調整池、圧送システム等

章	題名	主要な記述項目
第 3 章	ポンプ場施設	沈砂池、ポンプ設備、電動機（内燃機関）、放流管渠、雨水滞水池、小規模ポンプ施設等
第 4 章	水処理施設	生物処理の原理、沈殿池、反応タンク、高度処理、消毒施設、処理水再利用設備等
第 5 章	汚泥処理施設	汚泥濃縮、汚泥消化、汚泥脱水、汚泥乾燥、汚泥焼却、コンポスト、有効利用、処分等
第 6 章	電気計装設備	受変電設備、負荷設備、自家発電設備、電源設備、計装設備、監視制御システム等
第 7 章	環境保全施設及び試験、管理施設等	臭気対策、大気汚染対策、騒音・振動対策、場内整備及び環境対策、劣化対策、水質試験設備等

表 3-25　下水道維持管理指針（下水道協会）の目次【参考】

章	題名	主要な記述項目
第 1 章	総論	基本事項、維持管理の概要、維持管理の体制、広報の方針、災害対策等
第 2 章	下水道台帳	下水道台帳の作成手順、下水道台帳の管理と利用等
第 3 章	管路施設	管渠・マンホール設備等の点検・調査、清掃・しゅんせつ、修繕、保護・防護、事故対策等
第 4 章	排水設備	住居、事業所排水設備等の維持管理、事業所の処理施設（除外施設）の維持管理方法等
第 5 章	ポンプ場施設	ゲート、沈砂池、スクリーン、除砂設備、ポンプ設備、駆動装置等の維持管理方法等
第 6 章	水処理施設	各処理方式における沈殿池、反応タンク、消毒施設等の維持管理方法、運転管理記録方法等
第 7 章	汚泥処理施設	汚泥濃縮、汚泥消化、汚泥脱水、汚泥焼却等の維持管理方法、汚泥有効利用、運転管理記録方法等
第 8 章	電気設備及び計装設備	電気設備、自家発電設備、電動機、電源設備、計測設備の維持管理方法、運転管理記録方法等
第 9 章	計画的施設管理	日常的点検管理、定期点検・修繕管理、計画的設備改築、設備管理台帳等
第 10 章	水質試験	水質試験の種類、試験項目及び頻度、試験項目の内容、試料の採取、精度管理等
第 11 章	環境保全対策	臭気対策、大気汚染対策、騒音及び振動対策、土壌、地下水汚染対策等
第 12 章	安全衛生管理	管理体制、管理方法、労働安全衛生対策、救急措置、安全対策、事故事例等

インドの下水道施設設計マニュアルと比較すると、下水道施設計画・設計指針と解説（以後、設計指針）では基本計画（第 1 章）での下水処理区域の設定方法やその手順が示されていることや、各施設の設計（第 2～5 章）での容量計算や構造計算のほかに水路配置や系列構成、運転管理上の留意点の記述がある点、更には電気計装設備について記述されている点が挙げられる。

一方、下水道維持管理指針では下水道台帳の整備（第 2 章）、各関連施設の調査・診断評価の手法、運転管理記録方法について詳述されている点等が挙げられており、特に既存施設の劣化診断や再構築事業については、今後インドにおいても重要な課題となると考えられる。

(4) マニュアル(案)の項目例

下水道施設設計マニュアルの改訂、並びに下水道維持管理マニュアルの項目例を表 3-26～27 に示す。なお、雨水管渠については、現在インド側で別途マニュアルを策定中であるため対象外となる。

表 3-26　改訂版下水道施設設計マニュアル(案)の項目例

No.	題名	主要な記述項目
1	総論	マニュアルの対象事項、制約事項等
2	既存下水道施設の設計上・運転上における問題点	実態調査から明らかとなった既存下水道システムの設計面の問題点と解決の基本方針等
3	基本計画	下水道計画区域、人口、汚水量、管渠計画、下水処理方式の設定、処理水・汚泥資源有効利用計画等
4	関連法規・基準	環境基準、排水基準、その他関連基準・通達等の整理
5	下水管渠施設	下水管渠、マンホール、貯留施設等の設計方法、設計上の留意点、既存施設の最適化、新しい技術等
6	ポンプ施設	汚水ポンプ場、小規模ポンプ施設の設計方法、設計上の留意点、既存施設の最適化、新しい技術等
7	水処理施設	下水処理方式の選定、主要な処理方式における設計方法、設計上の留意点、既存施設の最適化等
8	汚泥処理施設	汚泥処理方式の選定、主要な処理方式における設計方法、設計上の留意点、既存施設の最適化等
9	電気機器及び計装設備	電気設備、自家発電設備等の設計方法、設計上の留意点、監視技術、自動化技術等
10	高度処理技術と新しい処理技術	高度処理技術、省エネ型処理方式、低コスト・高効率な処理方式の設計方法、適用範囲等

No.	題名	主要な記述項目
11	処理水・資源の再利用	下水処理水、汚泥資源の有効利用方法と設計上の留意点、利点と問題点等
12	計画的な事業運営と持続的な下水道システムの構築	供用初期対応、増設・改築時、再構築時の設計方法、設計上の留意点、段階的な計画の必要性等
13	付録：主要な施設設計の計算例	管渠の構造計算例、主要な水処理施設、汚泥処理施設の容量計算例、費用比較例等

表 3-27　下水道維持管理マニュアル(案)の項目例

No.	題名	主要な記述項目
1	総論	マニュアルの策定目的、対象事項等
2	下水道施設における維持管理の基本方針	実態調査から明らかとなった既存下水道システムの維持管理面の問題点と解決の基本方針、制約事項等
3	下水管渠施設	適切な維持管理方法、調査・診断、修繕、再構築、予防保全技術、運転管理記録、トラブルシューティング等
4	ポンプ施設	適切な維持管理方法、調査・診断、修繕、再構築、予防保全技術、運転管理記録、トラブルシューティング等
5	水処理施設	適切な維持管理方法、調査・診断、修繕、再構築、予防保全技術、運転管理記録、トラブルシューティング等
6	汚泥処理施設	適切な維持管理方法、調査・診断、修繕、再構築、予防保全技術、運転管理記録、トラブルシューティング等
7	電気機器と計装設備	適切な維持管理方法、調査・診断、修繕、再構築、予防保全技術、運転管理記録、トラブルシューティング等
8	モニタリングと情報管理システム	水質・汚泥モニタリングの意義、方法、頻度、運転管理記録の活用方法、情報管理システムの適用等
9	安全管理と緊急時対策	事故の発生事象、安全管理体制、安全対策器具、緊急時対策等
10	計画的な維持管理	施設維持管理の評価方法、修繕・改築の事業スケジュールの策定方法、施設の持続的利用の方策
11	下水道料金の課金と徴収方法	下水道事業費の実態、持続的な事業運営のための事業費のあり方、省エネルギー方策、課金方法と徴収方法

No.	題名	主要な記述項目
12	人材育成、キャパシティ・ビルディング	理想的な維持管理体制、維持管理委託における留意点、人材育成、キャパシティ・ビルディングの方法
13	地域への広報・啓発活動と顧客応対のあり方	住民啓発の手段・方法、顧客（利用者）への応対方法等
14	官民パートナーシップ（PPP）	PPP の適用性、PPP 導入の利点・課題点、PPP 導入における留意事項等

第４章　本格調査への提言

４－１　調査の目的

インドでは、都市化の進展や人口の増加、経済発展に伴う生活様式の変化から特に都市部において生活排水等に起因する公共用水域の水質汚濁が進んだため、都市圏の水環境改善や主要な河川、湖沼における水環境の保全を目的として下水道事業を弾力的に進めている。

本調査はインド側の要請に基づき、既存の下水処理施設における実態調査を通じて、運転管理上の技術的な問題点等を把握するとともに、調査結果に基づき解決策の検討を行い、これを基にマニュアルを策定するものである。

４－２　調査対象範囲

インドの複数の州において現地調査を行うとともに、下水道維持管理マニュアルを策定し、更に既存の下水道設計マニュアルの改訂を行う。

なお、現地調査の対象州は 7～8 州をめどとして想定する。

４－３　実施上の留意点

(1)　現地実態調査における留意点

①　現地実態調査に先立ち、既存の下水処理施設の維持管理状況について統計的手段等を通じて調査すべき地域、施設、下水処理方式等を選定する必要がある。本調査（事前調査）で視察を行った施設・機関は比較的規模が大きく、維持管理体制及び状況も良好な事例が多かったが、大都市以外にも、中小都市における下水処理施設の運転管理の問題点についても把握する必要がある。

②　UASB 法は Status of Sewage Treatment in India（CPHEEO）によるとクラス I の都市で約 20％程度の普及率を占めるインドの代表的な処理方式のひとつであるが、現行マニュアルでは概論程度の記述があるに留まり、設計、維持管理ともに技術情報が不足している。このため、運転管理がうまくいっていない施設を対象に調査を実施し、その原因と改善策を提示することが求められている。下水処理施設で記録整理されている運転管理記録は情報が限られていることから実際に現地で運転状況を分析するためのデータ取得を実施する等の方法が考えられる。

③　本調査で視察した処理施設では汚泥消化設備の運転不安定が問題として挙げられた。低温消化による消化工程の流入水質の変動（雨天時等）や気温条件が主な理由と考えられるが、維持管理上の課題がある場合もあり、今後の消化槽の整備の方向性も含めて検討することが望ましい。

④　設計マニュアルの対象となる管渠技術や処理施設については、これまでの普及動向や今後の拡張性や再構築等を勘案したうえで必要度合を判断し、実態調査の対象にすべきか、また設計マニュアルへの記述の拡充について検討することが望ましい。

⑤　州や機関が独自に策定した規準書の利用状況を把握し、主として維持管理に有用となる情報についてはマニュアル（案）への転記を検討する。

⑥　処理施設の人員配置状況については時期、時間帯により実際の状態が定数とは異なる場合が想定され、これが運転管理に支障を与えている可能性があることから実際の運転状

況の把握と処理場職員から現場作業員への指示状況を把握することが望ましい。また 24 時間管理を行っている施設においてはスクリーン、沈殿池等の清掃人等の労働環境についても把握することが望ましい。

(2) 維持管理マニュアルの策定に関する留意点

① 各処理施設の運転方法については、主に下水処理施設の技術職員（Operator）や初級技術者（Jr. Engineer）等による使用が想定されるため、できるだけ簡潔な操作の指示、記述が望ましいとの意見が見られた一方で、対象とする人々の経験、習熟度等によりマニュアルの必要度は左右されるため、利用対象者の想定は重要である。

② 定期的維持管理項目については、予防保全的な要素を踏まえ適切な頻度（周期）や方法、設備の優先度等を規定することが望ましく、これにより適正な管理人員や予算の計上に寄与することが期待される。

③ 特に管渠施設においては敷設後 50 年以上が経過したものが大都市では見受けられるなど、今後は老朽化した施設の持続的な利用が重要になるため、再構築に関する調査、診断、更新技術について対応することが望ましい。また再構築の検討を行う時期や事業の進め方についても補足する事が望ましい。

④ トラブルシューティング集は現行マニュアルにも部分的に記載されているものを維持管理マニュアルに移転させるが、現行の記述内容は対象としている機器の種類が少なく、実用性に乏しいため改訂が必要である。

⑤ 日本の知見や技術の反映が可能なものについて記述されることが望ましい。維持管理技術に関しては管渠更生や再構築の診断手法、硫化水素対策等の安全対策、自動計測やモニタリング技術等が想定される。

⑥ 料金徴収や人材育成、広報や住民サービス、PPP については上水道維持管理マニュアルにおいて対象としている項目であり、原則として同マニュアルに記述されている概論について述べるものとする。またマニュアル記述の構成等についても同マニュアルは直近に刊行され、またエクスパート・コミッティ（専門家委員会）に参加する有識者が関与していた可能性も高いことから下水道においても類似性が高い項目については参考にすることが効率的と考えられる。

(3) 設計マニュアルの策定に関する留意点

① 原則としてマニュアル作成における章立ての構成はステアリング・コミッティ並びにエクスパート・コミッティにより最終的な決定が行われるが、設計マニュアルについては現行マニュアルの改訂であり、更新・増補等が不要な項目については従来の素材を活用できる。

② 現在のマニュアルは管渠施設に対する記述が豊富である反面、下水処理関連技術についての技術情報や設計諸元等の記述が不足している。これは下水処理施設の多くは設計委託が行われること、新技術の導入についてはマニュアル以外の書籍文献が使用され、管渠施設については自治体職員の直営による設計や発注行為等で職員が使用する頻度が高いためと考えられる。改訂により追加すべき技術や処理方式についてはこれまでの普及動向や将来の設計頻度等を勘案して決定すべきと考えられる。

③　一方で、計画段階では地域の実情や規模等に応じた下水処理方式（及び下水道システム方式）の選定が必要であるため、方式の比較検討に有用となる情報（特徴・性能、維持管理のしやすさ、経済性、耐久性等）は充実させることが望ましい。

④　スクリーン設備についてはポリ袋等の噛み込みによる動作停止、閉塞の多発等が機械式スクリーンに発生している事例がある一方で、手掻き式の粗目スクリーンでは通過粒径が大きいためパウチ等の小さな包装が通過してしまい、後段で再度除去を行わなければならない状況が見受けられ、除去効果の向上と、処理工程での不具合の低減が課題となっている。

⑤　UASB 法を設計するための情報が不足しているため、記述の充実が求められている。特に今回の視察先では分配槽における汚水の均等な分配や浮遊ごみによる閉塞、反応槽上部からの消化ガス捕集経路の腐食といった問題が見受けられたため、設計の際の留意事項や改善点、システムとして考えた場合の組み合わせる処理工程等の設計上の情報が追記されることが望ましい。

⑥　処理水や汚泥資源の有効利用技術について需要が高いと考えられ、特に処理水については従来の灌漑利用に加え公園での散水、中水道等への利用が望まれていることから、有効となる 3 次（高度）処理技術の追加が望ましい。また汚泥資源については広く乾燥汚泥の農地還元が行われてきているが大都市圏においては利用先の確保が難しくなる等の課題が生じてきているため、必要性に応じて機械式の処理技術についても記載を行う。汚泥消化設備については運転管理の安定化や消化ガスのエネルギー利用の促進に向けた対応が期待されている。

⑦　日本の知見や技術の反映が可能なものについて、インド側のニーズを踏まえつつ記述されることが望ましい。計画・設計に関しては高効率・省エネルギー技術（反応槽における超微細気泡型ブロアー、ポンプのインバータ制御技術、膜分離活性汚泥法等）、推進工法・シールド技術を用いた非開削による管渠布設や貯留管技術、小規模ポンプ（マンホールポンプ）技術等が想定される。

４－４　調査項目と内容

第 1 章で述べたとおり、本格調査で実施される予定の調査項目は以下のとおり。

I：下水道維持管理マニュアル策定にかかわる調査

i)　維持管理状況、関連する法制度・基準の実態調査による下水道施設の日常的な維持管理において発生する問題点の把握

ii)　既存の下水道及び下水処理施設の維持管理の効率化に向けた運転管理指標、最適な運転方法の導入を含む改善策の提案

iii)　インド国内の下水道施設に適した効果的かつ持続的な維持管理を行うための技術的方策の検討

iv)　効果的な維持管理と水質保全のための導入可能な運転管理データの取得方法及び管理方法の検討

v)　インド国内で効果的な維持管理を進める際に障害となりうる制度上・組織上における問題点の把握

vi) 検討結果のまとめと提言

II: 下水道施設設計マニュアルの改訂に関する調査

i) 現行マニュアルにおける改訂すべき事項の調査及び今後活用を促進させる観点から見た同マニュアルの実用性の評価

ii) 下水道施設の運転管理に支障となる設計上（基本概念・構造設計）における問題点の把握

iii) 既設の下水道施設に対する効率的な運転管理のための技術的解決策の提示とインド国内の下水道事情に適した新しい技術の提案

iv) 検討結果のまとめと提言

III: 下水道施設設計マニュアルの改訂と下水道維持管理マニュアルの策定

i) 下水道維持管理マニュアルにはインド国内の下水道施設で適用可能な維持管理方法と技術を含めるものとする。マニュアルは CPHEEO が構成する専門家委員会（Expert Committee）が最終的なとりまとめを行う

ii) 現行の下水道施設設計マニュアルの改訂は同じく CPHEEO が組織する専門員会が最終的な取りまとめを行う

４－５　調査全体工程と要員計画

本格調査における調査期間は全体で 20 カ月とし､そのうち当初 4 カ月間を現地実態調査に充てるものとする。調査の大まかな工程については以下のとおりとなる。

① 現地実態調査は調査当初の 4 カ月間を原則とする。

② マニュアル案の策定期間は 16 カ月間とし、維持管理マニュアルの新規策定、設計マニュアルの更新を行う。

③ 報告書は調査着手時に作成するインセプションレポートに加え、インテリムレポート（現地調査の報告書）を 4 カ月目終了時、ドラフトファイナルレポート（調査報告書及び両マニュアル原案）を 17 カ月目終了時、ファイナルレポートを調査終了時にそれぞれ作成する。

④ エクスパート・コミッティ（専門家委員会）の開催は最大で 8 回、デリーで開催する。マニュアル策定期間においてはおおむね 2.5 カ月に 1 回の頻度で開催し、1 回につき 3 章分程度の記述事項について審議を行う。

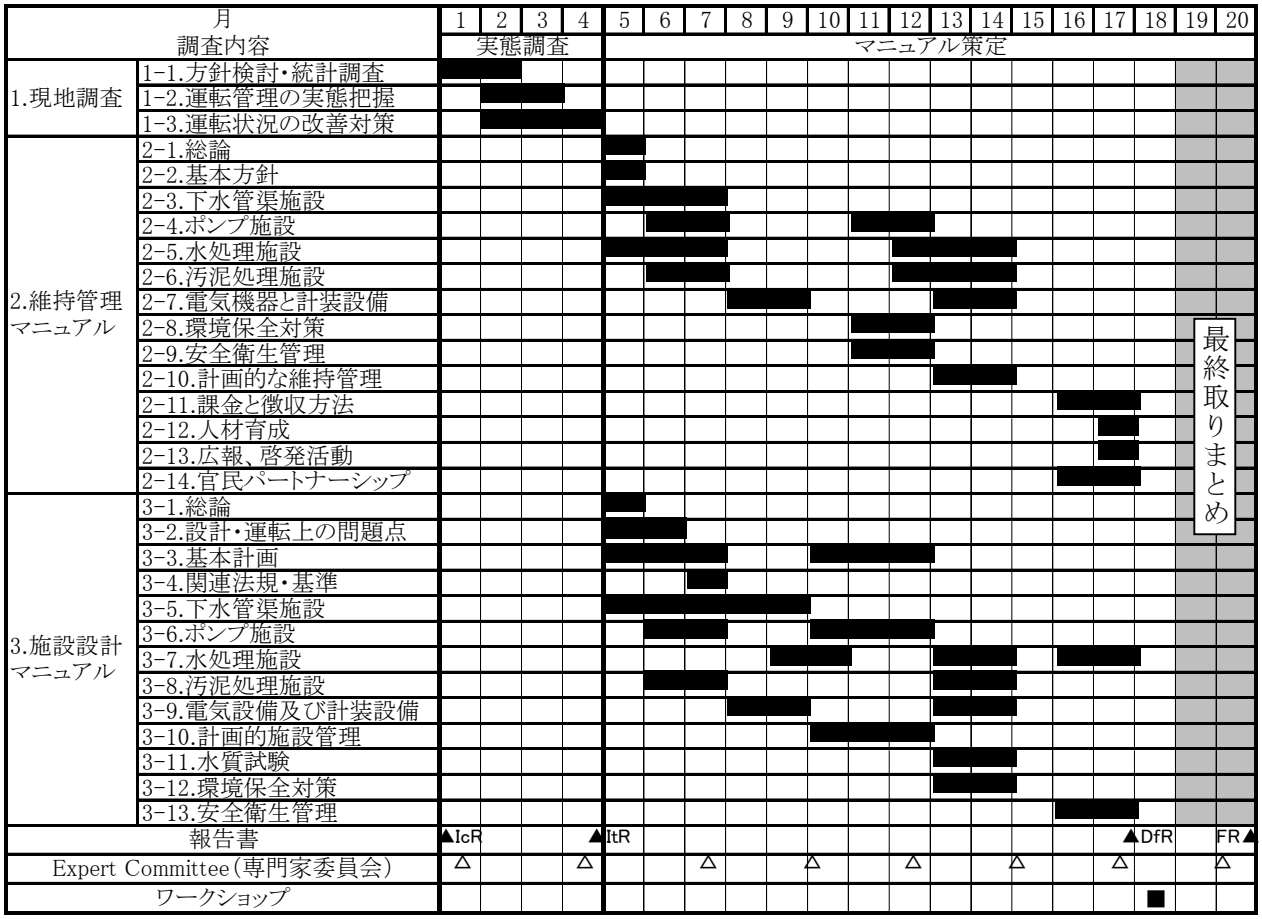
⑤ ワークショップは、ドラフトファイナルレポートにより作成されたマニュアル原案を用いてインド国内（デリー）にて開催し、自治体機関の技術者や有識者、コンサルタント等の民間企業の技術者の出席を得る予定。ワークショップにおいて交わされた質疑、コメントや要望等を基に修正を実施し、最終的なマニュアル案の作成を行う。

最終的なマニュアル案については政府内承認を経て CPHEEO により刊行される。

調査工程に基づく要員計画は、総括はじめ土木・衛生工学系専門家（4 名）、機械系専門家（1 名）、電気系専門家（1 名）の計 6 名とする。

このほか、現地コンサルタントに部分的な再委託の実施が想定され、再委託にふさわしい作業

項目は①現地実態調査に先立つ事前統計調査、②設計マニュアルにおける計算例の作成、③維持管理項目における自治体機関が策定した規準書の調査等が考えられる。



報告書：IcR（インセプションレポート）、ItR（インテリムレポート）、DfR（ドラフトファイナルレポート）、FR（最終報告書）

図 4-1　全体調査工程案

付　属　資　料

1. 要請書
2. 協議議事録（Minutes of Meeting: M/M）
3. 議事メモ
4. 収集資料リスト
5. 鎌田団員報告書

1. 要請書

Sreyasi Chaudhari
Under Secretary (Japan)
Ph. 23092912

भारत सरकार Government of India
वित्त मंत्रालय Ministry of Finance
आर्थिक कार्य विभाग Department of Economic Affairs

नई दिल्ली / New Delhi, ...

No. F. 4/7/2007- Jap-II

October 3, 2007

Dear Mr. Fuji,

Please find enclosed a proposal received from Ministry of Urban Development regarding JICA assistance for preparation of Manual on Operation & Maintenance of Sewerage & Sewage Treatment Plants.

2. Government of India recommends the proposal. The proposal may kindly be considered and the response of Government of Japan communicated to us at the earliest.

With kind regards,

Yours sincerely,

(Sreyasi Chaudhari)

Mr.Tomoyuki Fujii,
Resident Representative,
JICA India Office, 3A, 3rd Floor,
Lotus Towers, Community Centre,
New Friends Colony, New Delhi.

R.R.	D.R.R. (I)	D.R.R. (II)	A.R.R. (I)	A.R.R. (II)	HK		

JICA INDIA OFFICE
NEW DELHI
04 OCT 2007
RECEIVED

PROPOSAL FOR REVISION OF MANUAL ON SEWERAGE & SEWAGE TREATMENT (UPDATED) AND PREPARATION OF A NEW MANUAL ON OPERATION & MAINTENANING SEWERAGE & SEWAGE TRATMENT SYSTEMS

Increasing urbanization and economic development has necessitated provision, augmentation and maintenance of infrastructure in urban areas. This holds good for sewerage and sewage treatment to maintain hygienic condition in the cities / towns. The untreated waste water from urban areas situated on the banks of rivers/lakes are polluting the river/lakes and has deteriorated the water quality badly. Foreseeing the problem of pollution because of waste water, GOI initiated the National River Conservation Plan (NRCP) and National Lake Conservation Plan (NLCP) which are being implemented through NRCD, M/o Environment & Forests since 1985 onwards to preserve main rivers / lakes by setting up Sewage Treatment Plants (STPs) and treating the waste water before its discharge into the water body.

A large number of sewage treatment plant have been constructed under M/o Urban Development and M/o E&F sponsored programmes including those by the State Governments under their own plan funds. The number is going to greatly increase with launching of JNNURM/UIDSSMT and increased allocation of funds under NRCD/NRCP. In the light of demand, the first Manual on sewerage and Sewage Treatment was published by M/o Urban Development on the basis of recommendations of an expert committee in 1977 for guidance of Public Health Engineers and those associated in the field across the country. The said manual has been revised in 1993.

However, over a period of time there has been advancement in technology options, emerging issues like low cost technology options, decentralized sewage treatment systems and exploring the possibility of involving private entrepreneurs in creating infrastructure for sewerage and sewage treatment based on BOOT, BOT etc. In view of the above, up-gradation and

revision of existing manual last published in 1993 has been keenly felt from quite some time.

Further, there is no separate Manual on O&M of Sewerage & Sewage Treatment for the benefit of field engineers, though a separate chapter has been devoted in the sewerage Manual for O&M. However, the same is grossly inadequate in present changed scenario. Hence, it is absolutely necessary to prepare a separate manual for "O&M of sewer network and sewage treatment plant". The need for such a Manual has been felt especially in the light of facts that many sewage treatment plants in the country are not functioning properly due to lack of proper O&M, lack of trained manpower and requisite fund allocation etc. resulting in discharge of untreated effluent to the water bodies, land and sea creating pollution and environmental degradation.

In view of above, it is high time to prepare manual on O&M of sewerage system including sewage treatment plant in the comprehensive aspect.

Japan International Co-operation Agency (JICA) has come forward to extend cooperation in revising the existing ~~Manual~~ Chapter on Sewerage and Sewage Treatment and also for preparing a separate draft manual on O&M of sewerage and sewage treatment without involving any financial commitment from GOI and the same can be discussed / modified by an Expert Committee to be constituted by GOI under the Chairmanship of Adviser (PHEE), CPHEEO, before adopting the same.

In this respect, Ministry may like to forward the aforesaid proposal to DEA for requesting the Government of Japan through JICA, to undertake the aforesaid exercise at their expenses and subject to following tentative Terms of Reference (ToR). However, in case Government of Japan agrees in principle to undertake the aforesaid task, then both Indian and Japanese sides may enter into an

agreement for preparation/revision of the aforesaid manuals as per mutually agreed ToR.

The JICA, Government of Japan would bear the cost of preparation of draft new manual on O&M of Sewerage and Sewage Treatment and revision of the existing Manual on Sewerage and Sewage Treatment GoI would extend all support on technical issues, but would not bear any financial liability whatsoever, it may be because of undertaking of the aforesaid task by JICA, Government of Japan.

Tentative Terms of Reference (TOR)

1) The draft manual on O&M of sewerage system once submitted by JICA to GoI would be the property of GOI and GOI would exercise its discretion to accept or reject the report as whole or in parts as the case may be, suiting to the requirements of Indian condition.

2) JICA should not publish or print and circulate any part or full text of the draft report to anybody at any point of time without the consent of the M/o Urban Development.

3) The Manual on Sewerage & Sewage Treatment may be revised reviewing the existing Manual and amended wherever necessary based on the recent development and energy efficient technologies etc.

4) Tentatively, the new "Manual on O&M of Sewerage & Sewage Treatment" shall include chapters on System Strategy, Limitation of present O&M function, Improving O&M, Pumping Mechanism, Instrumentation & Automation Control, Billing & Collection, System Management, MIS, Reporting system, Energy Conservation Planning, Energy Audit, HRD, Capacity building, cleaning of

sewers, manholes, Public awareness, Safety parameters, Public Private Partnership, preventive maintenance, routine maintenance etc.

5) The O&M Manual shall contain Do's and Donts in the areas of collection, conveyance, pumping, treatment & disposal of sewage, quoting Government of India guidelines/rules etc.

6) The finalized draft manual on O&M of sewerage system would be thoroughly discussed by a Committee of Experts to be constituted by GoI, M/o Urban Development under the Chairmanship of Adviser(PHEE), wherein the entire report would be discussed in detail and the final manual on O&M would be framed as per the recommendation of Expert Committee only and JICA, Government of Japan may not have any claim regarding inclusion or omission of any or all parts of the draft report.

7) Once the manual on sewerage and sewage treatment published by GoI, it will be official document of GoI and JICA may not have any claim whatsoever it may be in lieu of the submitting the draft report to Government.

8) It would be the responsibility of JICA at their cost to collect information on various proven technologies for collection and treatment of waste water. The proposed technologies should be less energy intensive and cost efficient technology and suitable under local (Indian) conditions.

9) While preparing the draft report, JICA should ensure to bring in all latest technologies available in the world suiting to various environmental conditions. Various technology options may be analyzed deducing the constraint, strength, weakness & opportunities and threats (SWOT).

10) JICA should study the working condition/drawbacks/the functional status of various sewerage networks/sewage treatment plants already installed in the

country by judiciously selecting the towns spread across the country in different regions so as to adequately address the prevailing problem of existing infrastructure in the country and accordingly the remedial measures should be suggested in the report.

11) For different climatic conditions across the country, a detailed analysis should be done to arrive at cost effective technology for sewage treatment with emphasize on decentralized treatment considered the various conditions/constraints like availability of land, cost of land, energy dependence, influent and effluent characteristics and the capacity to absolve shock loads apart from its functioning in different climatic conditions prevailing across the country.

12) Also, the system & technology for urban poor, with various constraints of land availability etc have to be considered.

13) An exercise should also be done to establish a bench mark for performance indicators of various STPs across the country so that suggestive/correction measures may be taken to improve their performance, wherever necessary.

14) Adequate provision should be made to involve private sector participation including the investment of funds by private entrepreneurs.

15) To ensure efficient O&M of sewerage network and sewage treatment plants, the sustainability aspects of the infrastructure created viz. local condition prevailing in ULBs should also be studied so as to ensure long term sustainability of created infrastructure.

16) To ensure efficient functioning of the sewerage network & sewage treatment plant, issues pertaining to social aspects such as taking sewer connection by each and every household (which is lacking at present),

suggestions for requisite amendment of municipal byelaws, involvement of community & NGOs/CBOs right from planning, implementations O&M etc may be addressed and brought out.

17) Role of different agencies, stakeholders and their duties and responsibilities, institutional capacity, their autonomy, enhancement skills & expertise of technical manpower etc needs to be addressed.

18) Need for recycle and reuse of waste water after tertiary treatment for non-potable uses has to be analyzed and brought out in the Manual in the wake of depleting fresh water resources.

19) Emphasize should be given to develop Information, Education and Communication (IEC) material for awareness programme so that the same could be disseminated effectively through mass and print media to enhancing effectiveness of sewerage networks/STPs in the country.

20) Ministry of Urban Development would provide necessary support to JICA team by facilitating the meeting of consultants/officials working from Japanese side with officials of State Government/ULBs, and agencies involved in O&M of existing plants to share their views/provide the functional details of existing infrastructure in the ULB.

****

2. 協議議事録 (Minutes of Meeting : M/M)

MINUTES OF MEETING

FOR

THE STUDY

FOR

FORMULATION AND REVISION OF MANUALS

ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT

IN THE REPUBLIC OF INDIA

AGREED UPON BETWEEN

MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT

AND

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Delhi, 25th September 2008

Ms. E.P. Nivedita,
Director (PHE/WS),
Ministry of Urban Development,
Government of India

Ms. Yumiko Asakuma
Team Leader
Preparatory Study Team
Japan International Cooperation Agency

The Government of India officially requested the Government of Japan to implement the Study for Formulation and Revision of Manuals on Sewerage and Sewage Treatment (hereinafter referred to as "the Study") in October 2007. In response to the request, the Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") was organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") in order to have a series of discussions with the authorities concerned of the Government of India from 15th to 25th of September 2008. (List of Main Attendants is shown in Attachment-I.)
The discussions were conducted in a cordial atmosphere and both parties agreed to record the following points as summarized conclusions of the discussions between Indian side, Ministry of Urban Development (hereinafter referred to as "MOUD") and the Central Public Health and Environmental Engineering Organisation (CPHEEO), MOUD, and the Team.

1. Title of the Study

The title of the Study will be "Study for Formulation and Revision of Manuals on Sewerage and Sewage Treatment".

2. Target users of the manuals

(1) Manual on Operation and Maintenance of Sewerage and Sewage Treatment (hereinafter referred to "O&M manual")

Those who are closely engaged in the daily operation and maintenance of sewerage facilities such as utility managers will be the main target users of the O&M manual.

(2) Manual on Sewerage and Sewage Treatment (revision)

Those who are directly involved in the planning & design process of sewerage & sewage treatment facilities such as agencies involved in the wastewater management sector will be the main target users of the revised version of the design manual.

3. Topics to be covered in the manuals

Keeping in mind the target users of each manual, topics to be covered can be shown as follows~~: respectively.~~ The Expert Committee will discuss and finalise the Chapters of the two manuals.

(1) O&M manual

- Introduction
- Strategy for O&M of sewerage system
- Sewer facilities (appropriate maintenance method; inventories, inspection and evaluation; rehabilitation; emerging O&M technologies; trouble shooting)
- Pumping station (appropriate maintenance method; inventories, inspection and evaluation; rehabilitation; emerging O&M technologies; trouble shooting)
- Sewage treatment facilities (appropriate maintenance method; inventories, inspection and evaluation; rehabilitation; emerging O&M technologies; trouble shooting)
- Sludge treatment facilities (appropriate maintenance method; inventories, inspection and evaluation; rehabilitation; emerging O&M technologies; trouble shooting)
- Electrical and instrumental equipment (appropriate maintenance method; inventories, inspection and evaluation; rehabilitation; trouble shooting)
- Monitoring and management information system (MIS)
- Safety control and emergency response
- Systematic maintenance
- Billing & collection
- Human Resource Development
- Public awareness & customer relation
- Public Private Partnership (various models for O&M)

Institutional and managerial issues such as billing & collection, human resource development, public awareness & customer relation, and Public Private Partnership will also be covered in the O&M manual to the extent that those issues are covered under the CPHEEO Manual on Operation and Maintenance of Water Supply System (2005)

(2) Revision of the existing Manual on Sewerage & Sewage Treatment (Planning & Designing of Sewerage System)

- Introduction
- Problems on design and operation for existing sewerage facilities
- Master planning (Sewerage planning; sewerage layout; wastewater treatment; decentralized wastewater management system; low cost sanitation facilities; sewerage facilities for water scarcity towns; regulatory norms; etc.)
- Sewer facilities (sewer pipe; manhole; reservoir including civil, mechanical design methodologies; model calculations; design guidelines; optimization of existing facilities; emerging technologies; etc.)
- Legal aspects & institutional framework.

- Pumping stations (wastewater; storm water; small scaled unit)
- Sewage treatment facilities (selection of treatment method; reconstruction and optimization of existing system)
- Sludge treatment facilities (selection of treatment method; reconstruction and optimization of existing system)
- Electrical, instrumental and monitoring equipment (monitoring and automation technologies)
- Advanced and emerging treatment technologies (energy saving, low cost, high efficiency technologies)
- Reuse of wastewater
- Optimal maintenance and structuring sustainable sewerage system

4. Draft Scope of Work

The objective, scope, tentative schedule of the Study are described in the draft "Scope of Work" (Attachment-II), which is to be finalized and signed by the Indian and Japanese parties following the internal approval processes by the both sides in due course.

5. Institutional Structure to be formed for the Study by JICA and Government of India

(1) JICA Study Team

JICA study team will undertake field studies in India and collect information on various O&M issues and study the performance of sewerage treatment plants. The study team will analyse and come out with their recommendation of various technologies including sewerage system & STP etc. and suggest measures for revising the existing Manual on Sewerage & Sewage Treatment and formulating the Manual on O&M of Sewerage System. The study report will be submitted as "Interim Report" by the study team and will cover the broad topics of the manuals. The Interim Report will be used as a base document by the Expert Committees for drafting the Manuals. The report would be submitted by the study team within four (4) months from the commencement of the study. The commencement of the Study will likely take place in February 2009.

(2) Steering Committee

The Steering Committee consisting of representatives from MOUD, CPHEEO and JICA will be organized in order to monitor the progress of the Study as well as to discuss administrative issues for ensuring its smooth implementation. If any administrative concern with regard to

the implementation of the Study arises, it will be discussed under the Steering Committee.

(3) Expert Committee

Two Expert Committees will be constituted before February 2009 by CPHEEO, Ministry of Urban Development, Government of India to undertake the actual tasks for drafting the manuals. Experts will be selected from the relevant Central Ministries and agencies viz National River Conservation Directorate (NRCD), Ministry of Environment & Forests, Central Pollution Control Board, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) and experts from State Governments and urban local bodies (ULBs) and other academic institutions, etc. The consultant to be appointed by JICA will also serve as the members of the Expert Committees and coordinate the Committees in organizing the meetings and finalizing the manuals till the end of the Study. The study report of the JICA study team will be used as a base document for drafting the Manuals. The Adviser (PHEE) will be Chairman of the two Expert Committees and CPHEEO will finalise the Manuals. Maximum of eight (8) meetings for the Expert Committees will be organized in CPHEEO, Delhi, through which the two manuals will be finalised within twenty (20) months after the commencement of the Study.

6. Counterpart Training

(i) As a part of the Study, counterpart training programme (study tour) in Japan can be organized. The study tour in Japan is expected to expose Indian counterpart personnel, basically those engaged in the Expert Committees, to Japanese practice and technologies in the area of sewerage and sewage treatment. Official pocedures may be followed in this regard.

(ii) A study tour can also be organized in India wherever the innovative wastewater treatment systems are in place.

(iii) Numbers of Experts and duration of each session will be finalized at the later stage. The Indian side requested that twenty-five (25) trainees participate at the maximum.

(iv) Expert members will undergo a study tour in Japan as well as in India during the Study period. The Indian side requested that the study tours take place at the earliest stage of the Study.

7. Workshop

After the completion of the draft manual, a workshop will be organized by CPHEEO to have a consultation with stakeholders including academic institutions. While the necessary costs for organizing the workshop, printing and distributing the draft manuals (about 150 nos. each), and inviting guest speakers and Expert Committee members such as transportation and accommodation fees will be born by JICA, the costs for the other participants will have to be borne by themselves. The consultant will coordinate for conducting the workshop.

8. Finalization Process

Indian side will take all necessary actions to authorize the manuals soon after the finalization. Thereafter, the manuals will be printed.

9. Expenditure

In principle JICA will undertake, at its own expense, activities which JICA deems necessary under the Study. This will include the transportation, accommodation and daily allowances for the Expert Committee members. JICA can also bear costs for printing the final version of the manuals (approximately 2,000 nos. each) subject to the condition that the approval process by the Government of India for printing is completed within four (4) months after the completion of the Study.

10. Disclosure Policy

Final reports prepared under cooperation by JICA are to be disclosed to the public. The final draft of the manuals may be used as training materials under the JICA's Technical Cooperation Project on pilot basis.

11. Other relevant issues

The logo of JICA may preferably be presented on the manuals in order to show collaborative efforts between the two countries.

Attachment-I: List of Main Attendants
Attachment-II: Draft Scope of Work

Attachment-I

List of Main Attendants

Ministry of Urban Development (MOUD)

Ms. E.P. Nivedita, Director (PHE/WS)

The Central Public Health and Environmental Engineering Organisation, MOUD

Mr. M. Sankara Narayanan, Deputy Advisor (PHEE)

Mr. Dhinadhayalan, Assistant Advisor (PHE)

JICA Preparatory Study Team

Ms. Yumiko Asakuma, Team Leader

Ms. Hiroko Kamata, Technical Cooperation Planning

Mr. Toru Kobayakawa, Study Planning

Mr. Maremori Nojiri, Sewerage Planning

Attachment-II

DRAFT
SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
FOR
FORMULATION AND REVISION OF MANUALS
ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT
IN THE REPUBLIC OF INDIA

AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Delhi, 2008

Mr.
Joint Secretary
Ministry of Urban Development,
Government of India

Mr.
Resident Representative
India Office
Japan International Cooperation Agency

Mr.
Advisor (PHEE)
The Central Public Health and Environmental
Engineering Organisation (CPHEEO),
Ministry of Urban Development,
Government of India

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Republic of India (hereinafter referred to as "Government of India"), the Government of Japan decided to conduct the Study for Formulation and Revision of Manuals on Sewerage and Sewage Treatment (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of India.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

1. **To formulate a report based on the field study in India so as to use the same as base document for drafting the Manuals. The study will pursue technology transfer to the counterpart personnel in the course of the implementation of the Study.**

2. **to formulate a draft manual on operation and maintenance of sewerage system**

3. **to revise the existing manual on sewerage and sewage treatment**

III. STUDY AREA

The Study will cover field studies in some states of India and formulation of Manual on Operation & Maintenance (O&M) on Sewerage System and revision of Manual on Sewerage & Sewage Treatment.

IV. SCOPE OF THE STUDY

To achieve the above objectives, the Study will cover the following items:

Study I: Study Report for Formulation of a manual on O&M of sewerage system. This Report will be prepared by JICA study team.

1. Identification of problems arise from daily O&M works for sewerage and sewage treatment facilities by reviewing actual O&M practices including relevant institutional frameworks;
2. Identification of improved O&M practices for existing sewerage and sewage treatment

plants including suggestions of applying performance indicators for effective operation and ideal operational methods for those facilities;

3. Identification of technical options that would be suitable for Indian sewerage facilities for enhancing effectiveness and sustainability of their O&M;
4. Identification of applicable data acquisition and administration on account of effective O&M and achievement of water quality control;
5. Identification of institutional and managerial problems preventing effective O&M practices in India;
6. Observations and recommendations

Study II: Study Report for Formulation of a revised version of the existing manual on sewerage and sewage treatment

1. Review of the existing manual and assessment for its usability in viewpoint of more suitable use;
2. Identification of conceptual and structural design problems attributing to the inefficient operation of sewerage facilities;
3. Identification of technical remedial measures for efficient operation of existing sewerage facilities and new technical options that would be suitable for characteristics of Indian sewerage environment;
4. Observations and recommendations

Study III: Revision of the Existing Manual on Sewerage and Sewage Treatment and preparation of Manual on Operation and Maintenance of Sewerage and Sewage Treatment System.

1. The manual will incorporate O&M practices and technology options to be adopted by sewerage operators in India. The Manual will be drafted by the Expert Committee to be constituted by The Central Public Health and Environmental Engineering Organization (hereinafter referred to as "CPHEEO").
2. Revision of the existing Manual on Sewerage and Sewage Treatment for appropriate planning and designing of sewerage facilities. The Manual will be revised by the Expert Committee to be constituted by CPHEEO.

V. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study will be carried out in accordance with the tentative schedule shown in Annex-I. The schedule is tentative and subject to modification when both parties agree upon and any necessity that arises during the course of the Study. The Indian side promised to provide the needed input for ensuring the target time schedule.

VI. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following study reports and a digital data in English to the Government of India.

1. Inception Report
   Thirty (30) copies at the commencement of the Study

2. Interim Report
   Thirty (30) copies within four (4) months after commencement of the study

3. Draft Final Report
   Thirty (30) copies each for the following components within seventeen (17) months after the commencement of the Study:
   (1) Draft Manual on O&M of Sewerage & Sewage Treatment
   (2) Draft Manual on Sewerage & Sewage Treatment
   The Government of India shall provide its comments within one (1) month after the workshop subsequent to the submission of the Draft Final Reports.

4. Final Report
   Thirty (30) copies each for the same components within one (1) month after receipt of the comments on the Draft Final Report from the Government of India

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF INDIA

1. To facilitate the smooth conduct of the Study, the Government of India shall take the following necessary measures:

(1) To provide safety related information on as well as measures to ensure the safety of the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Study Team");
(2) To permit the members of the Study Team to enter, leave and sojourn in India for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
(3) To exempt the members of the Study Team from taxes, duties, fees and any other charges on equipment, machinery, vehicles, and other materials brought into India for the conduct of the Study;
(4) To exempt the members of the Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;
(5) To provide necessary facilities to the Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into India from Japan in connection with the implementation of the Study;
(6) To secure permission for the Study Team to enter into private properties or restricted areas for the implementation of the Study;

(7) To secure permission for the Study Team to take all data and documents including photographs and maps related to the Study out of India to Japan; and
(8) To provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Study Team.

2. The Government of India shall bear claims, if any arises, against the members of the Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the Team.

3. The Central Public Health and Environmental Engineering Organization (CPHEEO), Ministry of Urban Development (MOUD), Government of India shall act as a counterpart agency to the Study Team and also as a coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. The Government of India shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned:
(1) Safety related information on as well as measures to ensure the safety of the Japanese study team
(2) information on as well as support in obtaining medical services
(3) available data and information related to the Study
(4) counterpart personnel
(5) suitable office space in CPHEEO
(6) credentials or identification cards

VIII. UNDERTAKING OF JICA

(1) to dispatch, at its own expense, study teams to India;
(2) to pursue technology transfer to Indian counterpart personnel in the course of the Study.

IX. CONSULTATION

JICA and CPHEEO shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

Annex-I: Tentative Schedule

TENTATIVE SCHEDULE

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Phase	Field study				Preparation of draft manuals															
Schedule																				
Reports	Ic/R			It/R													Df/R			F/R
Workshop																			△	

Remarks
Ic/R: Inception Report
It/R: Interim Report
Df/R: Draft Final Report
F/R: Final Report

3. 議事メモ

1) MOUD

■日　時：9 月 16 日（火）10：40－11：20
■面談者：
Ms. E.P. Niviedita（Director, MOUD）
Mr. M. Sankara Narayanan（Deputy Advisor, CPHEEO, MOUD）
Mr. M. Dhinadhayalan（Assistant Advisor, CPHEEO, MOUD）
■協議結果
冒頭、会議資料（Discussion Note）に基づきマニュアル策定の概要について説明を行った。その後の質疑応答は下記のとおりである。（括弧内は発言者（敬称略））

- マニュアルの策定において、背景にある大きな問題点は古い技術、土地収用問題、運転管理上の問題が挙げられる。（CPHEEO, Mr. Narayanan）
- Steering Committee については学識経験者、管理者、現場の技術者が挙げられ、ステークホルダーが集められる必要がある。また、上水道の O&M マニュアルの場合、3 つの章が出来る毎位の頻度で 6 回の会合が行われた。旅費等の費用を検討する必要がある。（CPHEEO, Mr. Narayanan）
- M/M の署名については JICA からどのレベルの人が行うべきか提案してもらいたい。（MOUD, Ms. Niviedita）

2) CPHEEO (Central Public Health and Environmental Engineering Organization)

■日　時：9 月 16 日（火）11：30－13：20
■面談者：
Mr. M. Sankara Narayanan（Deputy Advisor, CPHEEO, MOUD）
Mr. M. Dhinadhayalan（Assistant Advisor, CPHEEO, MOUD）
■協議結果

- 設計マニュアル、維持管理マニュアルのそれぞれで Steering Committee は分けて設置する必要がある。
- プロジェクトの件名について Formulation より、Revision を使った方が良い。
- 維持管理マニュアルの対象者について Utility engineers（処理場の技術者）とする方が良い。
- 設計マニュアルの対象者について計画、設計、実施（Implementation）にかかわる機関及び技術者を対象にするよう文面の変更案が出された。
- 実施（Implementation）については、設計後に別機関が関与することを想定して改訂後のマニュアルにも引き続き載せる必要がある。対象は従来どおり管渠構造物の水理特性を主に記載する。
- 雨水についてはマニュアルを策定中であること、インドは分流式なので本マニュアルでは扱わないものとする。

- 設計マニュアルの改訂では時代遅れになったものの削除等はあるが、新しい技術・項目の追加で 100～200 ページ程度追加されるのではないか。
- 章立てについては committee により決められるものであり、ここで決定することは出来ない。構成は JICA への依託で作業すると同時に committee で検討されるべきである。
- 上水道の維持管理マニュアルでは committee 運営経費、現地コンサルタントへの委託に際し 500 万ルピー程度かかっている。
- チェンナイは教育プロセスがしっかり運営されている事例として今後調査するべきである。また報告書によるとインド国内で主要な処理方法は 10 程度ある。

3) WHO インド事務所

■日　時：9 月 17 日（水）10：00－11：00

■面談者：

Mr. A.K. Sengupta（National Professional Officer, Sustainable Development & Environmental Health, Country Office for India, WHO）

■協議結果

- 水道の維持管理マニュアルを作成した際には、まずワーキング・グループを構成し、章立てにつ議論した。章立てを決めた後に、章を構成する節を決定した。その後、ワーキング・グループの各担当者がそれぞれの章を執筆した。
- マニュアルは現場主義（Field Oriented）で作成されるべきである。州の Public Health Engineering 部局や市町村（Municipality）を対象に据えると良い。日々の運転管理にかかわる Junior Engineer や Assistant Engineer、上はせいぜい Executive Engineer クラスまでを対象とすべきである。
- 上水の維持管理マニュアルを作成した際には、約 2.5 年かかった。全部で 8－10 回の専門家委員会を開催し、このうち 4－5 回（1.5－2 年）はドラフトの作成に費やした。その後、3－4 の地域ごとにワークショップを開催し、パブリックコメントを取り付ける作業を行った。1 回のワークショップは 2－3 日間で行い、自治体、処理機器・ポンプなどの機器製造業者、コンサルタント等の関係者を招いて意見交換を行った。このワークショップにおける修正作業に最低でも 6－8 カ月を要したと記憶している。
- 費用については、ドラフトのファイナライズまでに 70 万ルピー、1,000 部の印刷に 10 万ルピーを費やした。執筆者である各委員には必要な経費をすべて（交通費や宿泊費、若干の謝金）支払った。
- 上記の手続きは、従来のすべてのマニュアル作成時に取られてきたものであり、下水の維持管理マニュアルを作成する際にもこうした手続きが望ましいのではないか。ただ、CPHEEO も上水マニュアルを作成した 2005 年とは異なり、JNNURM 関連の業務負担が非常に増えているため多忙である。コンサルタントによる執筆の必要性は認めるが、その場合も CPHEEO にイニシアティブをとらせることは非常に重要である。
- 例えば、委員候補者（Resource Person）のリストアップについては、最初に行う必要があるが、この作業についても CPHEEO が行う形にするべきではないか。その後の、各委員会やワーク

ショップにおいても、CPHEEO がリードする形をとるようにしなければならない。

- マニュアル策定の手順は、①誰がコンサルタントをリードするか、Expert Committee のメンバーを決めるのが重要であり、Dr. D.M. Mohan, Retired Chief Engineer, Hyderabad Metro Water Supply & Sewerage Board / Mr. Shri D. Cruz Jr, Retired Engineer in Chief, DJB の 2 名は共に上水道の維持管理マニュアル策定の中心的人物で上水・下水の両方で技術・管理に経験が多い。退職し、現在はコンサルタントになっているとのこと)。CPHEEO も 30 名くらい執筆者（Resource People）の候補を出せるのではないか。次に②Expert による執筆原案の作成であるが、まず見出し項目だけを策定し、次に執筆者を交えて議論を行うべきだ。そして③Expert、執筆者の構成を検討して原稿執筆を行うのが良いと思われる。
- 排水の再利用は、今度インドで重要性が高まるため、マニュアルに入れる必要があるだろう。
- WHO も必要であれば、協力していきたい。

4) DJB (Delhi Jal Board)

■日　時：9 月 17 日（水）11：20－12：20

■面談者：

Mr. S.D. Vaidya（Additional CEO & Director (Finance & Administration), DJB）

Er. R.S. Tyagi（Superintending Engineer (Civil), DJB）

Mr. V.K. Bakkar（Chief Engineer (Drainage), DJB）

■協議結果

- 現行の下水道設計マニュアルについては、法令・規則面で守るべき事項が網羅されているので、よく参照している。
- 設計マニュアル改訂の際には、是非新しい技術を入れてほしい。下水処理方式や管種について 15 年間の新しい知見がたくさんある。また管渠の再構築・拡張時に検討すべき事項についても是非マニュアルに入れてほしい。管渠の再構築については、現行のマニュアルには入っていないが、DJB では必要に応じて英国 WRc（Water Research Centre）による Sewerage Rehabilitation Manual （SRM）を参照している。このほか、Australian Standard も適宜参照しているが、インドの条件にあったマニュアルが求められる。
- 現在、インドでは急速な都市化が進んでいるが、どういった規模の都市においてどういった規模の下水処理施設を建設するかについて、明確な基準が存在していない。これには、費用便益分析に基づく何らかの基準を設定すべきと考えている。こうした方法論についても、マニュアルに網羅されることが望ましい。
- 新たな下水処理方式（RBC、MBR、C-TEC 等）も網羅されることが望ましい。幾つかの検討項目（建設コスト、維持管理コスト、土地収用、流入下水など）を明確にしたうえで、一定の条件下ではどの処理方式が最適なのか判断できるような方法論についても、マニュアルに含めてほしい。
- 特に大都市では、近年土地利用について制約が強まっており、処理水の再利用と汚泥の処分先についても大きな課題といえる。これらの処理・処分の方法についても、マニュアルに網羅されることが望ましい。

- マニュアルにおいて網羅すべき項目を示して、翌週にレターによりお知らせする。また、今回出席している技術者は設計部門の人間ばかりであるため、維持管理に関する質問がある場合には、質問票を送付していただければ追って回答を送付する。ステアリング･コミッティもしくはワーキング･グループへの参加可能性については了解した。DJB は人口、貧富の差といった大都市特有の特徴を経験したワーキング・グループに適した人材をたくさん擁している。

5) CPCB (Central Pollution Control Board)

■日　時：9 月 17 日（水）15：30－16：20
■面談者：
Dr. R.C. Trivedi（Additional Director, Central Pollution Control Board, MOEF）
■協議結果

- ステアリング･コミッティには、チェンナイ･メトロ以外にも DJB（Delhi Jal Board）や CMD（Calcutta Municipal Dept）等の実施機関に入ってもらうのが効果的ではないか。
- インドの下水処理場の運営に対するモニタリング結果として、CPCB は 2 つの報告書を作成している。1 つは既に CPHEEO から入手されている下水処理場の現況についての報告書であり、もう 1 つ組織運営に関する報告書である。こちらは最高裁判所の命令によりガンジス河流域で実施した調査であり、追ってお渡しする。
- 下水処理場の維持管理に関して、最も大きな問題は財務面であると認識している。下水処理にお金を支払わなくても良いという状態が、結果として維持管理費確保のうえでの行き詰まりをもたらしている。背景には、貧しい人たちから下水処理にかかる費用を徴収するべきではない、とする政治家の存在がある。ただし、急増する富裕層から徴収することは少なくとも可能であろうし、何らかの対策がマニュアルのなかで述べられ、喚起されるのが望ましい。
- CPCB が取得しているデータとしては、①全国の処理場の放流水質の調査、②デリーの処理場の処理能力、に関するものがある。そのほか、各州の処理場のデータなどは、州政府の Public Health Engineering Department から質問票等の手段により入手可能だと考える。この部局から、環境省の NRCD もデータを定期的に入手しているはずである。State Pollution Control Board（SPCB）にはデータが蓄積されていないと思う。
- SPCB は事業者排水の監視は十分に行っていると思う。排出源を特定し、罰則を適用しやすいためであるが、事業所を起源とする汚水は全体の 20%を占めるに過ぎない。一方、公共下水道の水質管理については、こうした対応が困難であるため、事実上、野放しの状態になっている。
- 事業所排水については、SPCB は 1 カ月に 1 回程度の頻度で大規模事業所を、半年～1 年に 1 回の頻度で小規模事業所をモニタリングしている。Compliance monitoring（Performance report）については、法律のもとで SPCB が実施することになっているが、実態としては行われていない。
- 維持管理については、処理場毎に供用時に建設業者が引き渡したマニュアルが存在するはずであるが、多くの処理場で現在は散逸している。処理場が運転を安定化させた以降における関心・意識の低さ、人事異動による情報の断絶などが散逸の理由と考えられる。
- Junior Engineer は各処理場の維持管理に責任を持つため、彼らをマニュアル使用者として想定

することは妥当だろう。理論的な「なぜ」を教えると同時に、内容をより簡単なもの（箇条書きを採用する）にしなければならない。おそらく、適切な研修も同時に必要になってくるものと考える。その際、学術的な内容ではなく、簡単・実務的な内容とすべきである。

- 研修についてはモジュール化を行い、問題点をより明確に示すと共に、難しすぎる内容はあらかじめ排除しておくことが有効だと考えられる。

6) NRCD (National River Conservation Directorate)

■日　時：9 月 17 日（水）17：40－18：10
■面談者：
Mr. B. Sikka（Director, National River Conservation Directorate, MOEF）
■協議結果

- 維持管理における問題点の解決は対象が広く、難しい課題である。特に財政的な問題が原因としては大きい。人材上の改善を図るためにはJunior engineer 等の研修訓練が有効だと考えている。特に技術・理論面を補強し応用力を養ってあげる研修が必要である。
- 処理場の規模別に適切な人員配置案を例示し、適切な組織運営の枠組みを提示してあげることが重要ではないか。マニュアルには是非こうした観点も入れてほしい。
- インド国内の専門家も多いし、彼らの意見調整だけでも時間がかかるだろう。個人的には、新たに策定する場合よりも、改訂の方がより時間がかかると考えられる。既に策定されているものを変更する場合には、詳細にわたって見直しの作業を行い、変更を行う場合には確固たる理由・データが必要になる。今後 10～15 年間にわたって多用されるマニュアルでなければならない。
- 各処理場からのデータ入手は容易ではない。現在実施中のキャパシティ・ビルディングプロジェクトでも大変な苦労をしている。各処理場ではデータ蓄積のためにコンピュータを導入している場合はまだ良いが、多くは手書きでのデータ蓄積を行っている。最近は、民間企業への委託が進んでいるため、コンピュータ化が進んでいるとの印象を持っている。
- 各処理場は建設事業者が引き渡し時に提供した運転管理マニュアルを有していたはずであり、英語と現地語の両方の版があると思われるが、現在は散逸している場合が大半だと考えられる。

【若林専門家との面談】

- 処理場からデータを取るのは、質問票形式では実態として難しい。
- 財務面の問題については、どの程度の規模で維持管理費が足りないのか等、今後の対策を立てるうえで詳細を把握する必要がある。

7) 45 MLD STP, Faridabad

■日　時：9 月 18 日（木）11：00－13：00
■面談者：
H.R. Bishnoi (Superintending Engineer, P.W.D. Water Supply & Sanitation Circle, Faridabad)

K.S. Sihag (Executive Engineer, P.W.D. Water Supply & Sanitation Circle, Faridabad)
P.S. Bhajana (Sub-divisional Engineer, P.W.D. Water Supply & Sanitation Circle, Sub-division No.4, Faridabad)
Sukhbir Singh (Junior Engineer, P.W.D. Water Supply & Sanitation Circle, Sub-division No.4, Faridabad)

■下水処理方式：UASB+仕上池

■視察結果：

- 現在の処理施設は YAP-I のもとで 1996 年から 2000 年にかけて建設されたもので、115MLD の処理能力（20MLD、45MLD、50MLD）がある。今後、YAP-III のもとで既存施設の再構築（50MLD 処理場）及び拡張（35MLD）する計画がある。現有及び YAP-III における整備計画能力は以下のとおりである。

系列	現在	2025	2040
第 1 系列 （MC 管理）	20MLD	20-25MLD の増設 （総能力 0-45MLD）	35MLD の増設 （総能力 5-80MLD）
第 2 系列（PWD 管理）	45MLD	52MLD の増設 （総能力 97MLD）	27MLD の増設 （総能力 124MLD）
第 3 系列（PDW 管理）	50MLD	増設なし （総能力 50MLD）	6MLD の増設 （総能力 56MLD）
第 4 系列（将来）	-	105MLD	21MLD の増設 （総能力 126MLD）
第 5 系列（将来）	-	24MLD	71MLD の増設 （総能力 95MLD）
総計	115MLD	316MLD	476MLD

- データ管理は手書きでログブック上にて行っている。
- 維持管理については、技術的な問題は特に見当たらない。
- 処理場の運転管理は通常は昼間の常駐管理が 2 交代制、これに運転状況の悪化に伴う緊急時は夜間管理を含め 3 交代制を取っている。また州 PWD は処理場の管理を担当しており、下水管路施設については市の管轄となっている。
- 視察を行った第 2 系列（45MLD）処理場では昼間の運転時 32 名が常駐している。このうち 3 名については ITI 卒業レベル（工業高校卒業程度）のオペレータであり、ポンプ操作等を行う Power Control Operator, Mechanical Operator 等の役割がある。処理場の運転管理はアウトソーシングが行われており、3 年契約で入札により業者が選定されている（選定は応札額の低額な企業となる）。依託契約の締結時に処理場での運転作業人員数、運転水質について取り決められ、選定業者がすべての場内作業員の雇用を賄っている。現在の契約金額は 3 年間で 7,250,000 ルピーである。
- 運転管理記録については手書きによる記録が行われており、水質管理については 1 日 1 回朝のサンプリングによる流入水、UASB 処理水、放流水の分析が行われている。また UASB の運転管理データは 3 日に 1 度の頻度で記録されている。水量観測は沈砂池後の堰水深により目視による目盛り計測で把握しており、計測は午前（9 時頃）、午後（17 時頃）にそれぞれ行われている。ポンプの運転管理についても起動時間、送水量の記録が常時行われている。
- 運転管理はおおむね良好に行われており、処理施設の機構上の問題は抱えていないとのことであるが、流入水に含まれる工場からの処理水質の悪化が発生した場合、UASB の生物相が失われ、

機能回復まで 40 日程度を必要とする（これが緊急時である）。流入する工場排水の主な業種はメッキ業、農業・自動車機器・部品製造業等であり、シアン等の流入が UASB へ影響を及ぼしている。

- 現在の処理区域については約 70%程度の下水処理普及率である。YAP-III での処理場増設は処理区域の拡張によるものである。
- 既存の設計マニュアルの利用状況については、設計は州政府本部の公共事業部（PWD）が実行するため、個々の処理場は関知せず、使用していない。維持管理については、委託先（アウトソーシング先企業）が使用するためのガイドラインをヒンドゥー語で作成し配布している。
- 技術職員の研修については、Junior Engineer に対しては現場に入る前に PWD が実施している。また時々、州政府本部にて講習会があるので参加するようにしている。
- 維持管理の委託契約については、3 年間で 725 万ルピーを支払っている。3 年ごとに入札を行って委託契約を更新している。委託先は時々変わる。
- Faridabad では、管渠については市の部局（Municipal Corporation）が維持管理を担当しており、PWD は下水処理場のみ維持管理を担当している。また、下水料金の徴収についても、Municipal Corporation が担っている。
- 現在の処理区域については約 70%の水処理普及率である。YAP-III での処理場増設は処理区域の拡張によるものである。
- 機械式スクリーンが故障により使用不可能で、手掻きの細目スクリーンにより浮遊ごみの除去を行っている。1－2 時間に 1 回の頻度で除去を実施している。
- 主な設備の故障状況は上記の機械式スクリーンの他、主に UASB 反応槽への導水管継手部からの漏水、分水堰の閉塞、階段、ステップ、手摺り等の破損、腐食が挙げられる。処理施設以外の付帯設備は 1 年に 1 回、状況の評価が行われており、故障が見受けられる器具・設備はその後に優先度に応じて予算要望が行われる。
- UASB の槽内への分水はタンク上部の分水堰により行われているが、浮遊ごみの影響により頻繁に詰まりの除去を行っている。場内には 4 つの小系列に分かれた UASB があり、計 16 名が清掃にあたっている。
- UASB の後段に位置する仕上池（FPU, Final Polishing Unit）は滞留時間が 1 日であり、放流水は灌漑用途として Agra Canal に放流されている。放流水は灌漑用水の要件を満たしている。また UASB からの引き抜き汚泥は汚泥乾燥床により乾燥処理が行われている。乾燥床は 25 区画あり、12 日間の乾燥期間が設けられており、乾燥後の汚泥は 100%が肥料としての農地還元となっている。UASB からの捕集ガス（主にメタンガス）はガスホルダーに集められた後フレア処理されており、再利用は行われていない。
- YAP-III での既存処理施設の再構築では、仕上池に代わりエアレーテッドラグーン、最終沈殿池の設置、浮遊ごみ対策の強化としてスクリーン・沈砂池棟の更新が計画されている。

8) Okhla STP, New Delhi

■日　時：9 月 18 日（木）14：30－16：00
■面談者：

Mahindra Singh (Superintending Engineer, Okhla STP, DJB)
S.R. Singh (Assistant Engineer, Okhla STP, DJB)
Mahesh Kakkar (Assistant Chief, Water Analyst, Okhla STP, DJB)

■下水処理方式：ASP（標準活性汚泥法）

■視察結果：

- 1937 年に建設された 30MLD の処理施設を皮切りに拡張が行われ、現在は 5 施設、計 140MLD 相当の施設が稼動している。インド国内で最大級かつ最古の処理場である。
- 処理場では約 350 名が働いており Delhi Jal Board（DJB）の直営により維持管理を行っている。新規の処理施設を除けば、将来的にも委託化を進める予定はない。維持管理員は 3 交代制（8－16 時、16－24 時、24－8 時）で 24 時間監視体制をとっている。
- 維持管理予算は十分ではないが、人員配置はほぼ足りていると言える。修繕の予算が足りておらず、消化タンクのライニング、場内道路の整備が出来ないでいる。また停電時に必要なディーゼル発電も燃料代がかさみ、予算を圧迫している。
- ポリ袋等の流入が多いが、現在導入している機械式スクリーンは良好に動作している。し渣・沈砂ごみは 140－150 立法フィート/日程度発生している。
- 水処理工程はおおむね良好に運転されており、二次処理水は灌漑目的（アグラ水路へ放流）、その他公園部局等（散水用途）に供給されている。
- 汚泥消化工程は 1960 年頃から導入した（現在 28 機が稼働中）が、乾期の低温時や雨期の排水の希釈時は管理が難しい。消化後、汚泥は乾燥床に送られる。
- 乾燥汚泥は 1 日当たりトラック 15 台程度発生し、現在は農地還元を行っている。しかしデリー近郊の都市化によって乾燥汚泥の農業用需要は頭打ちとなっている。現在、その処理が大きな問題となっているため、汚泥処理方法と処分方法については是非マニュアルで扱ってほしい。
- ガスの供給は、1975 年に開始された。家庭用燃料として、近郊の New Friends Colony に安価で供給している。1 世帯当たり 1 月で 100 ルピー程度の料金で年間 400 万ルピーの収入がある。公的機関であるため、利潤の追求は行っていない。
- 維持管理員の人材育成は、原則は OJT で行っており、体系だったものではない。
- 維持管理上の問題点については以下のとおりである。
  ① 事業者排水の混入した流入下水により生物処理が不安定になる
  ② 汚泥処理処分（汚泥の処理方法、処分・利用先の確保）
  ③ 水処理施設に予備系列がなく、時折発生する大量の流入水のため処理工程を経ないバイパス放流を余儀なくされる場合がある（140 MLD の処理能力をピーク時には上回る）。
  ④ DJB からの維持管理予算が十分でない（すべての処理プロセスに十分目が行き届かない）
- データベースについては、コンピュータのものは存在しない。手書きでログブックに記している。
- 既存の下水マニュアルについては、個人的には見たこともない。技術の詳細は処理方法毎に異なっているため、処理場毎にマニュアルも必要なのではないか。処理場を建設した事業者がマニュアルを引き渡していることは考えられるが、現在手元には存在せず散逸したと考えられる。
- 水質管理については十分な分析機器、人員を配置できており、手書きによる管理であるが必要な運転指標、水質データはきちんとまとめられている。

9) PWD (Public Works Department), Haryana 州

■日　時：9 月 19 日（金）12：00－13：30
■面談者：
Mr. A. K. Gupta (Chief Engineer, Water Supply & Sanitation Dept, PWD, Haryana)
■協議結果：

- Haryana 州は、1999 年に下水処理の供用を開始した。YAP のもとで JBIC から資金援助を受け、2000 年に 13 の処理場を建設した。処理方式は UASB＋WSP (Wastewater Stabilization Pond) のみであったが、その後標準活性汚泥法（ASP）や回分式活性汚泥法（SBR）等の処理方式も導入した。
- 現行の下水道設計マニュアルは、計画・設計段階でよく使っている。我々にとってのバイブルとも言える。
- 維持管理については、場所によって運営機関が異なっている。Panchkula では HUDA (Haryana Urban Development Authority）が管渠を含む上下水施設を管理しており、Faridabad では Municipal Corporation が PWD 所管の 2 下水処理場を除いた 1 処理場で管理を開始（近年管理を自治体に移管した）し、Gurgaon では HUDA と PWD の所管がおよそ半々となっている。残りの地域では、原則的に PWD が所管している。
- 下水処理施設の建設・運営について時系列にみると、以下のような管轄になっている。
  ① 計画：PWD（処理方式、処理能力、管渠の位置、材料等を決める）
  ② 設計：上水施設と下水管渠については PWD、下水処理場についてはアウトソーシング
  ③ 施工：アウトソーシング
  ④ 運転管理：上下水とも原則として PWD だが、アウトソーシングも進む（3 年契約が基本）
- Faridabad では、維持管理の計画策定についても、Municipal Corporation が実施している。
- アウトソーシングを行っている場合は、すべての修理について委託先が責任を持って行う。電力・ディーゼル燃料のみ PWD が支払う。アウトソーシングを行うかどうかについても、PWD が決定する。
- アウトソーシングと PPP は異なる。下水道事業では PPP は成立しないと考えている。
- 維持管理上の問題点は以下のとおり。
  ① 流入下水の質の低さ（家庭排水以外に未処理の事業所排水が混入）
  ② ポリ袋や小さな発泡スチロールの混入（YAP-III にてスクリーンの改善を計画中）
  ③ 消化ガス捕集の際のガス漏れ（パイプの接続部分での漏れ）
- 上水の維持管理マニュアルは、よく使っている。現場での使用状況は、人によって異なるのではないか。
- 下水処理場ごとに建設事業者が維持管理マニュアルを作成している場合もあるかと思うが、これも人によって異なる。
- PWD は Operator に対する現場レベルでの維持管理マニュアル（UASB 用）を策定した。最初に英語版を作成し、その後ヒンドゥー語に翻訳した。
- 研修は州レベルでは行っておらず、特に体系立てた計画は存在しない。
- 管渠の維持管理については、日本のように予防的保全を実施しているとは言えないが、現場の苦情が発生した場合に速やかに対応している。

- 下水料金は政治的な思惑で設定されているのが現状である。州政府の都市開発部局が権限を有するが、実態として政治から独立して決定はできない。HUDA 管轄の場合を除いて、州内のすべての都市で同一料金を適用している。見直しは 10 年に 1 度行われる程度で、頻繁に行われるものではない。

10) HUDA STP, Panchkula

■日　時：9 月 19 日（金）15：10－16：30
■面談者：
S.K. Bhutani (Executive Engineer (Incharge), STP Panchkula)
A.K. Aggarwal (Superintending Engineer, HUDA, Panchkula)
Vinod Kumar Sharma (Sub-divisional Engineer, HUDA Sub-division No. 3, Panchkula)
■下水処理方式：標準活性汚泥法
■視察結果：

- 処理能力は現在 27MLD であるが、既に計画能力に達しているため HUDA の自己資金により 60MLD に拡張する計画が進行中である。敷地面積は 5.5ha で、現在の施設は 2002 年に供用開始した。Panchkula は Chandigarh の衛星都市として HUDA が開発を行った所である。HUDA（Haryana Urban Development Authority）は都市開発、インフラ整備に関して 20 の部署を抱えている。当処理場の現在の処理区域における普及率は 80%程度となっている。
- 現在単年度契約により維持管理はアウトソーシングにより実施されている。処理場の供用当初から 3 年間は建設時のコントラクターとの契約が自動的に結ばれていたが、その後は毎年の更新が行われている。単年契約は HUDA の事情により決められている。
- 現在の処理場での維持管理職員数は 21 名で、このうち 15 名がアウトソーシングにより派遣された作業員である。HUDA 職員の 6 名は処理場の運転管理の監督、承認等を行っている。
- 運転管理上の技術的な問題点として一番深刻なものが処理場へのプラスチック袋等のごみ流入である。スクリーン沈砂池棟に設置された機械スクリーンは正常に運転できずかみ込みが頻繁に起きることから現在は使用を休止し、現在は流入渠において細目のバースクリーンを設置して人力により掻き出している。
- このほか、工場からの処理排水の悪化が及ぼす影響については、あまり影響は出ていない。汚泥処理工程で消化タンクを設置しているが低温消化がうまく働いておらずガス捕集は出来ていない状況である。汚泥はその後乾燥床に送られ、乾燥汚泥は全量農地還元されている。
- 処理場の運転管理データはすべて紙により記録されている。水質についてはおおむね良好である。
- 処理場の維持管理方法には既存の施設設計マニュアルの記載内容を参考として設定しており（示された資料は同マニュアルの予防保全の間隔についての記述、P.536-543）、管渠、処理施設両方の維持管理マニュアルが策定されることを要望している。
- マニュアルに入れてほしい項目については、安全管理がある。現在、一部の機器が手動であるため、けが人が生じることがある。予防対策を講じることが必要である。
- HUDA では管渠の維持管理も管轄しており、下水管渠の清掃を定期的に実施している。管渠延長はおおむね 125km で年間の清掃延長は 15km 程度であり、高圧洗浄、人力、清掃機器を利用

している。アウトソーシングが行われている。

- 下水料金については、典型的な一般家庭（トイレ１つ）に対して毎月 5 ルピーを徴収。事業所からは１kℓ当たり 2 ルピーを徴収している。費用回収は難しくはない。
- 処理場施設による所感としては、聞き取り時に指摘されていたとおりスクリーン棟では機械式スクリーン（目幅 5cm 程度）を使用しておらず、より目幅の狭いスクリーンを流入渠に設置し、手掻きしているとのことである。このほかは供用から日が浅く、新しい施設であることもあり構造上の問題点は見受けられなかった。同処理場の現況の施設は流入渠（1 系統）、主ポンプ棟（ポンプ 3 台）、スクリーン（2 系列、ただし休止中）沈砂池（4 池）、最初沈殿池（2 池、円形池）反応タンク（4 池、HRT2.5 時間（標準滞留時間））、最終沈殿池（2 池、円形池）、汚泥消化タンク（3 機、稼働中、ただしガスホルダーはガス捕集が不全のため未稼働状況）、汚泥乾燥床となっている。

■質問票の回答：

- Panchkula はまだ下水道の整備段階であるため、計画に基づき設計が続けられている。都市の拡張に伴い処理能力の倍増が予定されている。
- 下水管網は技術的な不具合は特にない。また下水処理施設については停電、汚泥消化が不安定なことが挙げられる。データの集計は毎月州に提出されている。
- 水質についてはおおむね良好で、他の処理場が抱えている工場事業者からの未処理排水の影響も深刻ではない。
- 下水処理場の運転記録、水質監視記録はログブックに手書きにより整理されている。また停電や管路等の不具合といった情報も記録されている。水質の管理項目は pH、BOD、TSS、COD となっている。
- 現行下水道設計マニュアルはパラメータの参照に使用しており、実用的である。また下水処理施設の維持管理に際しても参照している。
- 維持管理職員の数もおおむね足りている。3 シフトの 24 時間運転管理を行っている。

11) UP Jal Nigam

■日　時：9 月 22 日（月）11：00－13：00

■面談者：

Mr. Y.S. Negi (Chief Engineer, Ganga, UP Jal Nigam, Lucknow)

■協議結果：

- UP 州では 41 の下水処理場が認可を受けており、そのうち 31 カ所の処理場が供用中となっている。州の中の処理方式では UASB と仕上池の組合せが一番多いが、そのほかに標準活性汚泥法、酸化池等がある。
- 下水処理施設は各自治体の責任において管理されるべきものであるが、技術や職員が不足している自治体に代わって UP Jal Nigam（UPJN）が管理を代行している所がある。現在は 9 の自治体（Varanasi では 1 カ所は自治体独自の運営）の 14 カ所の下水処理場で UPJN が管理を行っている。
- UPJN は公的な実施機関である。州政府の担当部局は Urban Development Dept.である。一方

で下水処理施設の計画・設計・建設については、あまねく UPJN が担っている。設計にあたってコンサルタントを雇うこともあれば、直接 UPJN が設計することもある。

- 処理場への維持管理員の配置など維持管理計画の策定にあたっては、UPJN にて基準（Norms）を作成している。同書は州から承認を得て、各自治体はこれを採用しているもので CPHEEO の現行マニュアルを基準としている部分がある。
- 規模別の処理施設の要員配置、電気、汚泥処分その他地域別の考慮事項がまとめられており、毎年、予算要求の際に自治体ごとに維持管理の年度計画と、費用の見積りを作成し州政府に提出しているが、この際も本基準に基づくこととしている（ヒンドゥー語の資料を入手）。なお自治体により直営管理されている処理場におけるこのマニュアル使用状況について UPJN は関知していない。
- 一般家庭からの下水道料金の徴収は自治体が行うことになっているが、これが毎年の維持管理予算の原資となっており、徴収した下水道料金以外の予算措置はない。UPJN は一般家庭からの下水道料金徴収は行っていない。
- 維持管理上の問題点は、財政面の制約のみである。財政面の制約がなければ、もっと多くの維持管理員を雇う必要がある。UP 州での処理場は一部の ASP（標準活性汚泥法）の処理場を除き、基本的に UASB 等の簡易な処理方式を採用しており、技術面での問題は存在しない。
- 維持管理は民間委託している場合もあれば、UPJN による直営管理を行っているものもある。大規模な処理場については Executive Engineer 以下数名の技術者を配置、比較的小規模の処理場には Junior Engineer のみを配置して、維持管理のモニタリング・指導を行っている。維持管理員は基本的に 8 時間 3 交代制である。UPJN の管轄にある処理場では、事業所からの処理が不十分な排水を受け入れている Kanpur（カンプール）以外は、処理水質は基準を満たしている。
- 現行の下水道設計マニュアルについては、計画段階における概論を述べたのみで、実際に設計を行ううえでは更に詳細が盛り込まれる必要があると感じている。他の本を参照したり、自分たちの技術力によりカバーしたり、コンサルタントを雇うなどして補っている。IIT などの学識経験者と相談することもある。
- 技術者の計画的な訓練は行っておらず、原則として OJT によっている。
- 処理場での記録は手書きでログブックに残している。基本的には毎日記録している。下水処理場ではどこでも BOD、TSS は毎日計測し、毎月州政府に提出している。その他の運転項目については処理方法に応じて異なるが記録をしている。また歳出や運転状況の記録も行っている。機器の故障時は直ちに対処できる体制としている。UPJN の予算により実施している。補修や修繕等についても要望を年に 1 回見積もり、州と交渉している。また一方で UPJN も処理場の配置人員数を経験に基づき可能なところは削減する等努力を行っている。
- マニュアルへの要望点としては、要員の配置、処理技術毎のトレーニングに向けた項目が必要である。また財政（使用料金徴収）にはかかわっていないため必要性は分からない。PPP についても包括的な委託は考えておらず関心は低い。一方で UASB については知見を既に豊富に有しており、設計管理上の問題はないと思っている。現在、Gomti Action Plan の一環として、Lucknow に 345MLD の UASB 処理場を建設する計画を進めており、2009 年 7 月に供用開始する予定である。これは UASB では世界最大規模の処理場となる。2－3 日以内に質問票を埋めて返送する。

12) 42 MLD (Daulatganj) STP, Lucknow

■日　時：9 月 22 日（月）13：30－15：30
■面談者：
G.S. Srivastava (Project Engineer, UPJN, Lucknow)
■処理方式：FAB（Fluidized Aerobic Bed）法
■視察結果：

- 同処理場は Gomti Action Plan で設置された下水処理場であり、処理方法は FAB（Fluidized Aerated Bio Reactor）方式であり、担体を用いて工期反応槽の活性汚泥の循環を促進する、活性汚泥法の一種である。この処理場は放流先の Gomti 川の水位上昇及び処理区域内の大雨による浸水が原因で 8/22 より運転を休止している。このため現在生活排水は未処理で放流されていることになるが、大雨による希釈効果があるので公共用水域への問題はないものと考えている。約 30,000 世帯をカバーしている。
- 処理場は 2002 年 12 月に建設された。建設したのは THERMAX LIMITED という企業で、FAB 方式を開発した業者である。現在は、この企業に維持管理を委託している。
- 処理場の従業員は 37 名で、うち 22 名が単純労働者で主に各槽での浮遊ごみの除去・清掃を担当している。UP Jal Nigam （UPJN）からは Project Engineer2 名、Junior Engineer1 名が日常的に処理場を訪れ、維持管理の監督を行っている。
- UP Pollution Control Board が月に 1 度処理場を訪れて、放流水の水質検査を行っている。当処理場では、通常時は基準値を下回る水質を確保している。
- FAB は流動性の合成樹脂製の担体を好気反応槽に投入することにより効率化を狙った処理方式であり、2 段の好気反応槽がある。2 段とも構造は一緒で反応時間は 1.5 時間である。現在は運転休止中のため空になった槽があるが、約 2 週間で生物相の養生ができ、運転を再開する見通しである。
- ポンプ場及びポンプ場から下水処理場までの下水管渠網は UPJN の管轄となっている。全て常駐による手動操作、監視が行われている。このうち約 2 割が UPJN の直営による管理、残る 8 割が民間への外部委託管理となっている。ポンプ場には原則粗目（目幅 50mm）スクリーン、沈砂池が設置されている。
- 汚泥乾燥床による乾燥工程を経た汚泥は Lucknow Nagar Nigam（LNN、市の河川水路の管理部局）が管理する最終処分場に持ち込まれ埋立て処分されている。ラクナウ（Lucknow）周辺には農場がないため、農地還元の再利用は行えないためである。
- LNN は河川水路の建設と維持管理を担っている。一方 Lucknow Jal Sansthan（市の上水道の管理部局）は管渠の維持管理を行っている組織である。ポンプ場と処理場の維持管理は UPJN が担っている。このように管渠施設と、その上流となる河川水路では組織の管轄が異なる。このため河川水路での清掃や維持管理には関与できない。
- 処理場が供用されたときに設置企業から提供された運転マニュアルがあり、時々使用されているとのことである。下水道（管渠）編、機械設備編、電気設備編に分かれているとのことである。
- 処理施設の視察による所感としては、供用から時間も浅く、また新しい技術が投入された処理場であるため、機器や構造面の欠陥は見受けられない。特に流入部のスクリーンは新しい機械式スクリーンを採用し、ポリ袋等の浮遊ごみの捕捉が効果的に行えているとのことである。ラクナウ

の人口は 220 万人以上であるため、下水処理の寄与率が低いためもあり、この処理場の運転休止による影響はそう大きなものではないといえるが、処理場の立地も含めた問題点は残されている。

13) Bhagwanpur STP, Varanasi

■日　時：9 月 23 日（火）09：00－11：30

■面談者：

Mr. M.P. Jain (General Manager, In-charge of Varanasi & Mirzapur STP, UP Jal Nigam, Varanasi)

Mr. Ramesh Singh (Project Manager, Ganga Pollution Prevention Division, UP Jal Nigam, Varanasi)

■処理方式：標準活性汚泥法

■視察結果

- 当処理場には 1.8MLD と 8.0MLD（ASP）の 2 系統の処理設備があるが、うち 1 つは運転開始から約 30 年以上経過し老朽化により 1 年ほど前から運転を停止している。前者については、今後、（JBIC 資金により）新たな処理設備への建て替えを検討している。後者は 1989 年に運転を開始しており、現在処理能力を超える 12MLD の下水を受け入れているが、これまでのところ大きな問題はない。
- BHU（バラナシ・ヒンドゥー大学）からの流入量が 80－90%を占めている。大学からの汚水は水質が薄いため、処理場の流入水質は BOD で 80－110mg/L 程度と比較的低く、処理水は同じく BOD で 5－12mg/L 程度となっている。
- 維持管理要員は、3 名による 8 時間勤務、3 交代制の 24 時間監視を行っている。既に当処理場の維持管理に習熟した人材を雇用しているので、民間への委託は予定していない。
- 現行の下水設計マニュアルを活用している。特に、記載されているパラメータを参照している。UP Jal Nigam （UPJN）もマニュアルを作成しているが、同マニュアルに基づいて作成されているので、内容に大きな違いはない。また、同マニュアル作成時には、UPJN からも技術データの提供を行っている。
- 全体計画（マスタープラン）は 10 年ごとに見直しをしている。その際、既存施設の調査・再構築の評価を検討することとしている。
- 管渠は Varanasi Jal Sansthan（自治体の一部）によって維持管理されている。UPJN は、3-4 年ごとに UPNN から依頼を受けて管渠の点検を行っている。私見ではあるが、Trunk sewer は 1 年に 2 回程度、Branch sewer は 1 年に 1 回程度のチェックが必要ではないか。インドの下水にはゴミなど多くの混入物が入っているため、管渠の維持管理は大きな課題である。
- 当処理場で最も大きな問題は停電である。平均すると 1 日あたり 4－6 時間の停電時間があるとみられる。処理施設・ポンプ場の運転維持のため、2 つの発電機を用いて自家発電を行っているが、燃料費が高いので維持管理費の増大につながっている。
- 運転データについては、毎日（項目によっては時間ごとに）ログブックに手書きで記録し、1 カ月に 1 州の Pollution Control Board に提出している。対象項目には、BOD や COD、TSS、停

電時間となっている。また CPCB が月に 1 度、事前の通告なしに立ち入り検査を行い、処理場の運転状況把握のためのモニタリングを行っている。

- BHU からの流入下水量が増加傾向にあるため、彼ら自身で 10 年ごとに 5MLD の処理能力を追加するよう要望している。その場合、BHU が資金提供をし、UPJN が技術供与を行うことになる。また、BHU には処理水を大学構内の庭・植栽への散水等への再利用を希望している。
- 現行の下水道設計マニュアルについては、1993 年に作成されたこともあり、掲載されている技術の内容が古くなっている。たとえば、C-TEC や FAB など新しい技術が出てきているので、こうした内容を掲載することが考えられる。UASB についても、より詳細な内容がカバーされる必要があると考えている。また、同マニュアルには、掲載されているデータも不十分であるため、これらの拡充が求められる。
- このほか、維持管理を実施するにあたっての明確な基準と標準的なスケジュールをマニュアル中に示してほしい。例えば、先般、エアレータが突然止まってしまったことがあったが、後で分かったことだが、定期的にオーバーホールして清掃・点検を行っていれば防げた事故だった。こうした予防的な維持管理を行ううえで、特にどの程度の頻度で点検を行うべきなのか、明らかなると非常に有用である。
- バラナシの幹線管路は敷設後 100 年ほどが経過しているものもあり老朽化が著しいため、今後、再構築を計画しているため、管渠再構築方法についても、マニュアルで網羅することを要望する。
- 住民啓発（Public Awareness）も非常に重要なものと認識している。バラナシでも、次期 JBIC プログラムのもとでは NGO を巻き込んで住民啓発に取り組む予定である。しかし本来は、すべてのプロジェクトにおいて、計画段階から取り組むべきものと考える。住民啓発に係る費用も、プロジェクトコストの一部として当初より計上すべきだと考える。
- 当処理場で働いている Operator は皆経験豊富で、Engineer である我々も助けられている。定期的なトレーニングは実施していないが、OJT を基にして知見を積んでいる。Engineer クラスについては、四半期に 1 度ほどラクナウ（Lucknow）にて会議があるので、そのときに他の処理場の Engineer とも情報交換を行っている。そのほか、業者によるワークショップ（技術説明会）が開催されることもある。
- 維持管理にかかる費用は、年間 9,000 万 - 1 億ルピーほどである。燃料・電気代のほか、人件費や修繕に係る費用などが内訳となる。年度ごとに Estimate を計上してラクナウの本部に提出しているが、ここ最近は十分な予算が配賦されている。
- 下水料金は、建物の年間賃貸価格の 3%と（州の法律により）定められている。大体の平均としては、月額 1 家庭 8－10 ルピーほどではないか。年間賃貸価格は 5 年ごとに見直しているが、3%という数字はこれまで見直しの対象になっていない。ちなみに、上水料金は、同 12.5%である。下水料金のみでは維持管理費として十分でないため、残りは州政府から補助金として供与される。
- 維持管理のみならず、計画・設計についても（ラクナウの本部ではなく）UPJN の出先で行っている。コンサルタントを雇うこともあるが、直接我々が行うこともある。すべてのプロジェクトについて DPR 作成も出先で行っている。本部にあるのは原則として管理部門であり、技術部門は Decentralize されている。
- 当処理場に固有の維持管理マニュアルはない。

14) Dinapur STP, Varanasi

■日　時：9 月 23 日（火）12：00－13：30
■面談者：
Mr. Ashok Kumar Singh (Project Manager, UP Jal Nigam, Varanasi)
■下水処理方式：散水ろ床＋標準活性汚泥法
■視察結果：

- 本処理場は 1992 年に操業が開始されており、UP Jal Nigam（UPJN）の直営により維持管理されている。常駐する職員はおよそ 20 名で、このうち技術職員（Operator）は 8 名程度でありそれぞれ機械担当（2 名）、電気担当（2 名）、水質担当（1 名）、その他補佐（3 名）である。残りは多くが清掃職員で 10～15 名程度を確保している。24 時間常駐で 2 交代性（12 時間交代）となっている。従業員の配置は、NRCD が作成した基準に基づいて決めている。（基準資料を入手）
- 州からの予算措置は十分ではないが、職員の配置は適切である。汚水処理はおおむね良好に行われているが、雨天時等で大幅な流入がある場合、修繕等を行う場合は同じく UPJN が管理している上流のポンプ場に連絡し流量を調整することでバイパス放流（未処理放流）を防いでいる。
- 停電時の自家発電施設（500kVA×4 基）については、燃料の 90%は処理過程で出来るバイオガスを用いている。残りの 10%をディーゼルで賄っている。1 基のみで処理場内の必要電力を賄うことが出来るが、その他従業員の住居等に用いる電力も賄うためにはもう 1 基が必要である。残りの 2 基は、定期修繕時等の予備である。
- 乾燥汚泥は近隣住民に 1m^3 当たり 100 ルピーで販売しており、年間で 120 万ルピーほどの収入がある。放流水には、重金属類が混入しているほか混じっている（流入下水に工場排水が混入するため）ことから規則により農業用灌漑に用いず、ガンジス河に放流している。
- 処理場に配分される維持管理予算は、ここ最近十分なレベルになってきている。処理場は自治体（Nagal Nigam）の所有物であるため、維持管理費も 100%自治体の資金で賄うことになっている。年間 9,000 万～1 億ルピーの維持管理費がかかっている。
- 処理水等に関する基準書（Norm）は州ではなく、NRCD から出されたものだと認識している。日常的な維持管理において、CPHEEO の作成した下水道設計マニュアルを使用している。自動化の項目を入れれば維持管理費削減につながってよいのではないか。
- CPHEEO の下水マニュアルは十分な内容である。新たに作成する場合、処理場独自の維持管理マニュアルは存在しない。
- 維持管理員のトレーニングは、以前は NRCD 等の中央省庁によって頻繁に行われていたが、もはや必要ないとの印象を持っている。OJT を通じて既に十分な技術力があるとのことである。

15) CPHEEO (Central Public Health and Environmental Engineering Organization)

■日　時：9 月 24 日（木）11：00－13：00
■面談者：
Mr. M. Dhinadhayalan (Assistant Advisor, CPHEEO, MOUD)

■協議結果：

- PPP、Billing & Collection、Public Awareness 等のソフト面、政策面の記述については上水道の維持管理マニュアルと同程度の内容で良い。（CPHEEO, Mr. Hayalan）
- 維持管理マニュアルの下水管渠等に記載されている施設調査（Survey）は Inventory に変える。
- 雨水についてはマニュアルの対象外とする。TIPs は Guideline に変える。Decentralized Sewerage System、Sewerage System in Water Scarcity Area は Master Planning に加える。
- Expert Committee は CPHEEO が管理を行う。コンサルタントが Expert の助言を得ながらマニュアルの原稿を作成する。Expert は国内、地域での知見を提供し、コーディネートを行う。会議の開催は CPHEEO が行う。
- 事業の期間は 20 カ月とし、その後 4 カ月以内に最終的な了承が得られた場合は JICA 予算により印刷を行うこととする。本格調査は 2009 年 2 月から開始する方針とし、これに合わせて CPHEEO は前もって Expert の選出、Steering Committee、Expert Committee の枠組み作りを行う。Steering Committee は CPHEEO、MOUD、JICA に限定した方が良いのではないか。
- Expert Committee の参加者は維持管理マニュアルで 15 名程度、設計マニュアルで 5 名程度となるのではないか。
- 技術的な項目についてはコンサルタント及び Expert が議論を進められる。その他の組織面、制度面の協議事項については Steering Committee が判断を受け持つことが望ましく、全体的な判断、進捗管理を行う委員会とすべきである。
- JICA 調査団（コンサルタント）は 3～7 名程度か。時期及び工程により人数は増減する。部門により調査団がローカルコンサルタントを雇用する事も考えている。
- Sewerage Facility for Water Scarcity は Master Planning に含める。また設計マニュアルでは PPP の章は削除する。
- 研修について、日本以外の外国を対象にするのは難しい。Study Tour とはせず、あくまで Counterpart Training のスキームの一環として行いたい。Expert の中にはインド国内の他都市事例の視察を行いたいものも出てくるため検討して貰いたい。この場合の移動、研修の対象者は 15 名（Expert）＋10 名（CPHEEO）が想定される。
- 委員会の開催は 7 回程度と考えられる。マニュアル案策定後のセミナー（ワークショップ）には 100 名以上の参加が考えられるが、交通費の支給は委員のみでよい。
- CPHEEO との連絡を密にするため、所内に連絡担当者用の執務室を置くことを検討して貰いたい。
- マニュアルは最低でも各 5,000 部程度必要である。市レベルの自治体が 5,000 程度あるため。
- コンサルタントが調査対象とする州は管理の良い例、悪い例から選定して 7～8 州程度と考えられる。この際、担当する Expert も同行するのが望ましい。

4. 収集資料リスト

No.	資料入手先	資料名称
1	CPHEEO	Manual on Sewerage and Sewage Treatment
2	CPHEEO	Manual on Water Supply and Treatment
3	CPHEEO	Manual on Operation & Maintenance of Water Supply System
4	CPCB	Status of Sewage Treatment in India
5	CPCB	Evaluation of Operation and Maintenance of Sewage Treatment Plants In India -2007-
6	Haryana PWD	YAP（ヤムナ河浄化計画）等により整備された下水処理場の一覧表
7	Haryana PWD	ハリアナ州の維持管理指示マニュアル（ヒンディ語）
8	HUDA STP	維持管理項目（定期修繕・確認項目）の一覧表
9	UPJN	GAP（ガンジス河浄化計画）等により整備された下水処理場の一覧表
10	UPJN	UP 州の下水道施設維持管理に関する基準書（Norm、ヒンディ語）
11	UPJN	UP 州の標準的な処理施設への配員表（州基準書より）
12	Daulatganj STP	同下水処理場の施設要覧
13	Bhagwanpur STP	バラナシの下水道関連施設の概要図

5. 鎌田団員報告書

（1）これまでの経緯

インドでは、水質汚濁対策としては、河川・湖沼の水質改善の視点から、環境森林省の予算によるガンガアクションプランや JBIC の円借款のヤムナアクションプランが実施され、幹線管渠や下水処理場の建設が進んできた。一方、都市開発省は、都市環境の観点から、下水道事業を進めてきており、2007 年 3 月現在、稼動中の処理場 269 のうち、前者が 142、残りが後者となっている。後者の中には、デリー市など、国からの資金援助ではなく独自の財源での施設建設や、ADB などの都市環境改善計画などのコンポーネントの中に下水道施設建設が含まれていることから、この様な外部資金によって施設の建設がされた場合もある。また、都市環境省では、全国主要都市 63 対象に都市再生により財源確保や事業の透明性を高めて自治体の能力を高めてインフラ整備をしようとする JNNURM 計画を 2005 年 12 月から 7 カ年計画で実施中であるが、この中で、下水道施設整備計画は、66 案件が現在実施中もしくは政府の承認待ちの状態となっている。

インドの下水道施設は、計画・設計、建設施工監理責任は州が有しており、建設後の維持管理は自治体ということが第 74 次憲法改正により明確にされている。しかし、実際には自治体には人・金・モノが不足していることから、逆に州に委託を依頼している例もあるが、これは州や自治体の能力により様々な形態があり、州毎にその体制が異なっている。また、DJB やチェンナイ上下水道公社などの様に、デリー準州もしくはチェンナイ市の傘下にある独立した組織が上下水道施設の計画・設計・維持管理・料金徴収などすべての事業を行っている例や、州や自治体が維持管理をする場合でも、民間業者に実際の維持管理を委託している場合もみられ、今後、処理場建設が増えると、その形態はますますいろいろな組み合わせが出てくることが予想される。

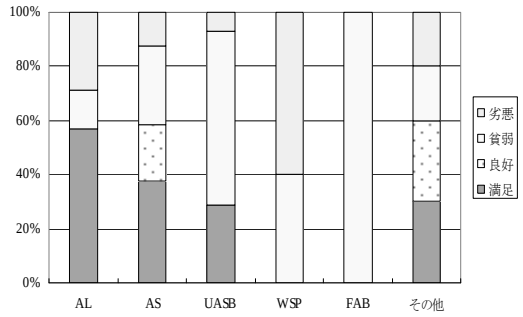
（2）インドの処理場の維持管理状況

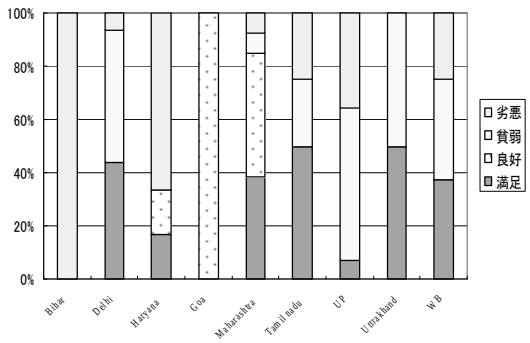
環境森林省傘下の中央公害防止委員会が 2007 年に、68 処理場に対して実地調査を行い、その維持管理状況を評価しているがその結果を以下に示す。これをみると、満足すべき維持管理がなされているのは必ずしも処理法によるのではないことがわかる。例えば維持管理がほとんどいらない WSP(参加安定池)はすべて貧弱/劣悪の状態であるのに対し、一番、維持管理が難しい AS（活性汚泥法）は 24 処理場のうち 14 カ所が満足/良好な状態となっている。また、州でみると、ビハール州はすべて劣悪、UP 州は 14 カ所のうち 13 カ所が貧弱/劣悪となっているのに対し、マハラシュトラ州は、逆に 13 カ所のうち 11 カ所が満足/良好となっている。

したがって、維持管理が適切かどうかは、単に処理法のみならず、州がどの程度、下水道維持管理に熱心かどうかも大きな要素であると言える。

	満足	良好	貧弱	劣悪	
AL	4	0	1	2	7
AS	9	5	7	3	24
UASB	4	0	9	1	14
WSP			4	6	10
FAB			3		3
その他	3	3	2	2	10
合計	20	8	26	14	68

	満足	良好	貧弱	劣悪	合計
Bihar	0	0	0	4	4
Delhi	7	0	8	1	16
Haryana	1	1		4	6
Goa		1			1
Maharashtra	5	6	1	1	13
Tamil nadu	2	—	1	1	4
UP	1		8	5	14
Uttrakhand	1		1		2
WB	3		3	2	8
合計	20	8	22	18	68





（３）マニュアルの作成経緯

下水道施設マニュアルは、1977 年に初版が作成され、その後、1993 年に改訂が行われたが、いまだ、改定の動きは見られない。また、この改訂版は主に設計・計画の内容が主であり、維持管理について触れている箇所が少ないことから、独立した維持管理マニュアルの作成及び、既存マニュアルの改訂がインド政府から正式に依頼され、それが日本政府で正式に採択されたことから、今回の事前調査を実施する運びとなった。

今回の維持管理マニュアルはどちらかというと技術面に軸足をおいたものとしている。ただ、2004 年に WHO の資金協力で作成された水道維持管理マニュアルでは、料金徴収、PPP などのソフトコンポーネントも含まれていることから、CPHEEO としては同様の内容を網羅してほしいとの意向が強かったため、結果的には、水道維持管理マニュアル程度の内容を盛り込むということで合意した。

（４）作成上の留意点

マニュアルが作成されたからといって飛躍的に維持管理能力が向上するという訳ではないことは衆人が認めるところであるが、例えば施設設計の時点で、どの処理法の維持管理が容易で維持管理費がかからないのか、など、維持管理マニュアルを参考にする場合も多いことから、今後のインドにおける下水道施設普及に大きく貢献することが期待できる。実際に維持管理マニュアルを作成するうえでの留意点は以下のとおりである。

１）全般

調査団は最初 4 カ月、7 州程度の下水道施設を実際に訪問して、現状把握を行うこととなっているが、今回、訪れたバラナシの処理場は、吉田専門員、飯島前所員、岩崎前専門家、技プロの維持管理の事前調査で雇用した日本水工設計の金井団員、若林専門家など、数多くの日本人が訪問していた。訪問先が限定されるのはやむを得ないかもしれないが、相手方に対し、多くの日本人が来たが、そこで得られた情報の共有がされていないのかという不信感を抱かせる原因ともなることから、訪問する施設については、既存資料がある場合はそれを読み込むなどして、なるべく重複を避けることが望まれる。

２）設計・計画編

①過去のデータの整理

今まで建設された下水処理法は 250 以上あり、それなりのデータも蓄積されていることから、各処理法別の建設費、必要用地面積、維持管理費（電気代、人権費、その他経費）などのデータを収集し、出来れば費用関数的な形でまとめることにより、新規下水道施設を建設する際に参考とすることが出来る。これにより、どういう処理法では、どの程度の面積が必要で、また、その事業費がどの程度かという目安をつけることが出来ることから、設計時点でも、このマニュアルを生かすことが期待できる。

②先進技術の取り扱い

インド側としては、日本の先進技術についての関心も高く、既存マニュアル改訂に際しては、これらの技術をマニュアルに入れてほしいとの要請があったが、例えば、今回、訪問したバラナシ市のBhagwanpur 処理場では、毎日、数時間程度の停電が頻発しており、それ以外の処理場でも停電が非常に頭の痛い問題であることが指摘されていることから、マニュアルでは、その前提となるべき電気事情や要求される維持管理技術を明確にし、むやみやたらにこれらの技術を推進するのではなく、インドの実情にあった適切技術の導入を是非、進めてほしい。

③放流先水域の水質改善効果

下水道施設設置の目的の１つは水環境の改善であり、その効果を検証するためにも、下水道施設計画の際には、下水道施設整備による効果がどの程度期待できるかを知ることが重要である。しかしながら、下水道施設の計画・設計は、州レベルが担当しているが、放流先の河川など公共用水域の改善の視点からの施設計画がなされている様には見受けられなかった。従って、施設設計の際に、この点について言及することを是非、希望する。

３）維持管理編

①インドの実態にあった内容

維持管理マニュアルは、実務的かつインドの経験に裏付けされたものであることが望ましい。また、インドでは、UASB の処理場が数多くみられるが、日本の下水処理場でこの方法を採用している例は皆無であることから、この点については、インド側の知見を活用する必要がある。その場合、Expert Committee が構成されることから、このメンバーに執筆者になって貰う方法と、インドの下水道の実情に詳しいローカルコンサルタントを傭上する方法があるが、いずれにしても、インドの現状にあったマニュアルを作成するにはどうすればいいかという観点から決めることが重要である。

②構成

維持管理マニュアルの構成としては、下水道管渠/下水道処理場に共通する内容（記録の徹底など）、下水道管渠、処理法毎の特化した処理場維持管理内容、トラブルシューティング集の構成とし、内容についても、出来るだけ図表を挿入するなどの工夫により、わかりやすく使いやすいものにしてほしい。

（５）まとめ

下水道維持管理は、技術のみならず、それを支える組織、制度、財政の支援の基盤の上に技術が始めて効果をあげるということはいうまでもないが、まず第一歩として技術マニュアルを作成し、関係者が下水道の維持管理に関心を持って貰うことは非常に意義あることであると言える。現在、若林専門家が進めている技術協力プロジェクトとも連携して、相乗効果が上がることを是非、期待したい。