インド国
都市開発省(MOUD)
公衆衛生・環境技術中央機構（CPHEEO)

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
（第 2 フェーズ）

ファイナル・レポート
要約

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構(JICA)

株式会社 TEC インターナショナル
株式会社ウォーターエージェンシー

目　　次

略語一覧

第 1 章　序論 ---------- 1
1.1　はじめに ---------- 1
1.2　調査の背景・経緯 ---------- 1
1.3　調査の目的と範囲 ---------- 1
1.4　調査対象地域 ---------- 2
第 2 章　調査概要 ---------- 2
2.1　基本方針 ---------- 2
2.2　体制 ---------- 4
2.3　専門家会議 ---------- 4
2.4　調査団 ---------- 10
2.5　調査実施工程 ---------- 10
第 3 章　第 2 フェーズの活動及び成果 ---------- 12
3.1　専門家会議及びワーキンググループ会議 ---------- 12
3.2　ワークショップ ---------- 12
3.3　本邦研修 ---------- 13
3.4　マニュアル最終案 ---------- 14

表　目　次

表 1　下水道施設計画設計マニュアル改訂専門家会議 ---------- 5
表 2　下水道維持管理マニュアル策定専門家会議 ---------- 7
表 3　下水道マネジメントマニュアル策定専門家会議 ---------- 9
表 4　調査団員 ---------- 10
表 5　専門家会議及びワーキンググループ会議開催状況 ---------- 12
表 6　ワークショップ開催状況 ---------- 13
表 7　本邦研修実施状況 ---------- 13

図　目　次

図 1　調査実施体制 ---------- 4
図 2　調査実施工程 ---------- 11

付属資料：マニュアル最終案（目次）

略　語　一　覧

CPHEEO	Central Public Health and Environmental Engineering Organization 公衆衛生・環境技術中央機構
JICA	Japan International Cooperation Agency　独立行政法人国際協力機構
MOUD	Ministry of Urban Development　都市開発省
PHE	Public Health Engineering 公衆衛生技術部
PHEE	Public Health and Environmental Engineering　公衆衛生・環境技術部

第１章　　序論

1.1　　はじめに

本調査は「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」の第 2 フェーズとして実施されたものである。

「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」はインド国の要請に基づき、日本国政府が独立行政法人国際協力機構（JICA）に委託して実施されたものであり、JICA は 2008 年 9 月、および 2009 年 5 月のインド国都市開発省(MOUD)との S/W 協議に基づき、マニュアル作成の準備段階の第 1 フェーズと、実際にマニュアルを記述、作成する第 2 フェーズの 2 つのフェーズに分けて実施された。

第 1 フェーズは 2010 年 7 月から 2011 年 3 月まで実施され、その結果に基づき本第 2 フェーズ調査が実施された。本ファイナル・レポートは、第 2 フェーズ調査の概要およびその活動と成果についてとりまとめたものである。

1.2　　調査の背景・経緯

インド国では、近年の工業化の進展や人口増加に伴い、河川・湖沼の水質汚染が急激に拡大している。このため、インド国政府は河川・湖沼の浄化を国家政策の重点課題の一つとして位置づけ、都市部から未処理排水の河川・湖沼への流入を防ぐべく下水処理場の建設に取り組むなど、総合的な河川・湖沼浄化事業を実施している。

こうした取組の結果、下水処理場数は全国で 250 箇所を超えており、今後も更なる増加が見込まれている。しかしながら、下水道事業に関するマニュアル類の整備については、未だ取組が十分になされておらず、計画設計に関する記述を中心とした下水道マニュアルが 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。

他方、インドでは、従来から下水道整備を含む円借款事業を積極的に実施してきており、これらの案件のうち完工案件については維持管理体制を強化することが、また今後開始予定の案件については施設の適切な計画・設計を確保することが重要であるとの認識から、関連するマニュアル類を整備する必要に迫られている。

こうした背景の下に「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」の実施が決定されたが、マニュアル作成にはインド国における下水道に係る現状を十分に反映させることが必要であり、また、インドの現状からマニュアルに記載されるべき内容を確認することが必要と考えられた。このため、調査は 2 つのフェーズに分割され、第 1 フェーズでは現地調査、およびインド側が組織するインド側の意見を代表する専門家会議との討議を通じて、マニュアルの作成方針、すなわち、目次案、記載すべき内容を決定した。

本第フェーズ 2 では、第 1 フェーズの結果として得られた目次案に沿って、インド側で組織した専門家会議、ワーキンググループとの協働により実際にマニュアル案を作成した。

1.3　　調査の目的と範囲

2009 年 5 月に署名された S/W に基づき、以下の 2 つのフェーズのうち第 2 フェーズを実施した。

第 1 フェーズ：マニュアル作成方針の決定(実施済み)。

第 2 フェーズ：マニュアル作成方針に従った実際のマニュアル案の記述。

本調査ではマニュアル案を作成するが、マニュアル発行は MOUD が行う。したがって、本調査で作成されるマニュアル案は MOUD が発行するマニュアルの素材となるもので、本調査は MOUD が発行するマニュアルの内容に責任を持つものではない。

なお、第 2 フェーズではカウンターパートとなる専門家会議のメンバーに各種下水道の設計、維持管理に係る技術移転を実施した。

1.4 調査対象地域

マニュアルはインド国全体の下水道管理、計画設計、維持管理に資することを目的とするので、調査対象地域はインド全土となる。

第２章 調査概要

2.1 基本方針

マニュアルは現在の下水道関係者、すなわちその管理、計画、設計、維持管理に係る人々、並びに将来の下水道関係者に技術的な指針を提供するものである。したがって、マニュアルは現在の状況に対応するとともに、近い将来の状況に対応できるものでなければならない。

現状では古いタイプから新しいタイプまでの様々な下水道施設が運転されている。計画、設計という観点からみれば、古いタイプの下水道は今後建設されることはないであろうからマニュアルから除外することができるが、維持管理の観点から見れば存在する下水道を適切に運転できるようにすることはマニュアルの重要な目的の一つであるので、古いタイプも対象とすることが必要である。

また、マニュアルはインドの現状を十分に反映したものであることが必要である。

以上の観点から、マニュアル案は、以下の基本方針のもとに改訂・策定することとした。

1) 第 1 フェーズで得られた結果をもとに、専門家会議及びその下に設置されるワーキンググループでの協議・議論を踏まえながら、「計画設計」「維持管理」「マネジメント」の 3 分野におけるマニュアル案を改訂・策定する。

   - 計画設計マニュアルは、必要な情報の追加、更新により既存マニュアルを改訂する形で作成する。
   - 維持管理マニュアルは新たに作成する。ただし、既存マニュアルの維持管理に関する記載を取り込むようにする。
   - マネジメントマニュアルは新たに作成する。ただし、既存マニュアルのマネジメントに関する記載を取り込むようにする。
   - インドにおける下水道の現状をできうる限り反映させる。
   - ただし、定量的なデータ、情報が十分でない場合には日本を含む他国のマニュアル、教科書、参考書からのデータに準拠する。

2) 既存マニュアルと整合性を図りつつ、マニュアル案の作成を行う。

   - 都市開発省公衆衛生・環境技術中央機構(CPHEEO)が発行している下水道マニュ

アル（1993 年改訂)、上水道の計画設計マニュアル（1999 年改訂)および維持管理マニュアル（2005 年作成)等の既存マニュアルについて、マニュアルの利用者、構成、記述内容や水準、計算例等について精査、分析を行い、整合性が確保されるよう留意しつつマニュアル案の作成を行う。

3) インド国内で幅広く活用されるため、マニュアルの内容は、各地域固有の条件を考慮した現場志向の内容となるよう配慮する。

- マニュアルは、実際に現場で「使われる」ものでなければならない。このため、第 1 フェーズの実態調査結果で把握したインド固有の事情や地域特性等の関連する条件（気候・風土、文化、電力事情、財政など）を十分踏まえ、マニュアル案作成を行う。
- マニュアルの内容を現場志向型とするため、第 2 フェーズにおけるマニュアル策定・改訂作業には、インド側の有識者、下水道実務者が参加する専門家会議やワーキンググループとの意見交換を行う。また、マニュアル最終案の策定に先立ち、インド全土の下水道事業関係者(州・自治体職員、学識経験者、企業関係者など 150 名程度)にこれを広く公表し、意見聴取を行うことを目的とした、都市開発省主催のワークショップで下水道実務者からの質問や意見等を抽出し、専門家会議、ワーキンググループと協議しながら可能な限りそれらの意見等をマニュアル案へ反映していく。

4) 下水道分野における新しい技術を反映させる。

- 既存の下水道設計マニュアルは策定されてから 15 年を経過しているため、比較検討できる新技術に関する情報が不足している。このため、マニュアルの作成・改訂にあたっては、日本をはじめとする先進国における最新の技術・知見の反映が可能なものについて、インド側のニーズ・事情を踏まえつつ記載する。
- 第 1 フェーズで取り上げていない新技術も含めて、第 2 フェーズにおいて専門家会議、ワーキンググループと協議・意見交換しながら検討していく。

5) 技術協力プロジェクトの成果を活かし、また円借款プロジェクトの教訓を活かすとともに、同事業において将来活用される内容とする。

- 本調査に関連する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(2007-2011)」があり、昨年度成果としてテキストが発刊されている。同プロジェクトの実施過程で収集した関連情報（全国レベルの処理施設情報、維持管理状況に関する情報など）およびプロジェクトの成果（下水道維持管理分野の人材育成計画など）を本調査を進めるなかで活用する。また、2011 年度初旬から CPHEEO に技術アドバイザーとして配置されている JICA 専門家と適時の情報交換・意見交換を行う。

6) インド側関連政策への留意を行う。

- 現在、インドでは都市開発省が中心となって、下水道分野の各種の政策的取組が進められている。特に、同分野を含む都市サービスの向上を目的として、4 分野（上水、下水、廃棄物、雨水排水）全 28 項目のサービス・レベル・ベンチマークが策定されており、本調査においてもこれらの政策動向に留意する必要がある。第 1 フェーズの段階では下水道分野のベンチマークの調査は行われていないが、今後所管する都市開発省の政策動向についてヒアリングを行って把握し、下水道分野の指標について、維持管理マニュアルへの反映を考慮する。
- 我が国の場合は、下水道サービス水準の向上を図るため、業務を客観的かつ定

量的に評価できる指標が「下水道維持管理サービス向上のためのガイドライン業務指標」により作成されている。これらガイドラインのコンセプトや各指標を紹介すると共に、インド国の現在の技術・経営レベルを基礎とし、必要な業務指標を維持管理マニュアルに反映する。

2.2 体制

都市開発省（Ministry of Urban Development, MOUD）公衆衛生・環境技術中央機構（Central Public Health and Environmental Engineering Organization, CPHEEO）を実施機関として、下図のとおり調査団の作業結果を当該機構が組織した専門家会議と協議する体制とした。

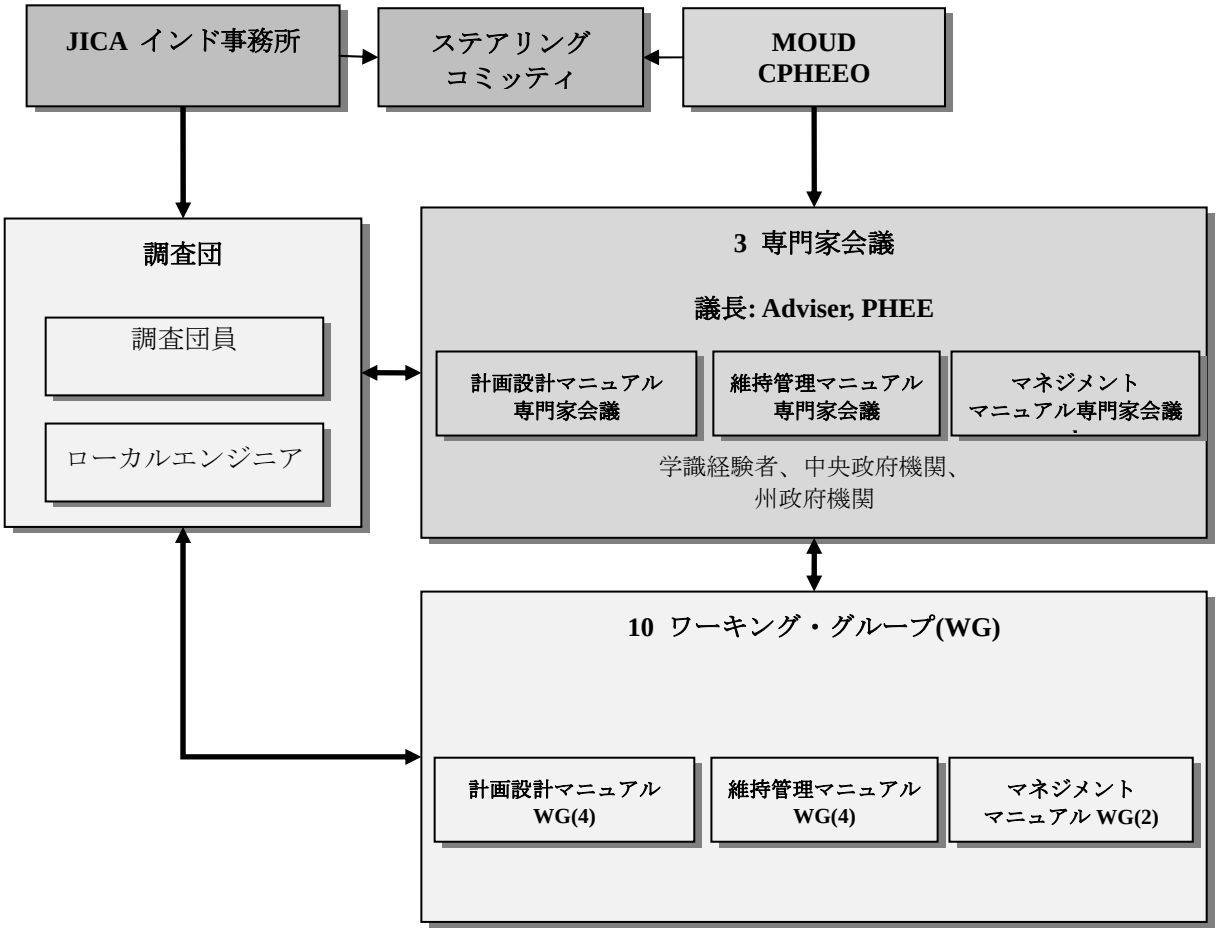

図 1 調査実施体制

2.3 専門家会議

公衆衛生・環境技術中央機構は下水道施設計画設計マニュアル改訂専門家会議、下水道維持管理マニュアル策定専門家会議、および下水道マネジメント策定専門家会議の三つの専門家会議を組織した。構成員はそれぞれ表 1 から表 3 に示すとおりで、中央、州官庁職員、学識経験者より構成される。3 つの専門家会議は公衆衛生・環境技術部(PHEE)の Advisor が議長を務め、3 つのマニュアル案を最終的に策定する。

表１　下水道施設計画設計マニュアル改訂専門家会議

S. No.	委員の氏名、役職、所属
1	Dr. S.R. Shukla, Co-Chairman Former Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
2	Dr. Arvind K. Nema, Associate Professor, Indian Institute of Technology , Delhi インド工科大学デリー校
3	Mr. Anil K. Dhussa, Director (UWE), Ministry of New & Renewable Energy 新·再生可能エネルギー省
4	Mr. B.B. Uppal, Former Deputy Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
5	Mr. D.P. Singh, Former Chief Engineer (Ganga), Uttar Pradesh Jal Nigam ウッタルプラデシュ州上下水道公社
6	Dr. Hemant C. Landge, Chief Engineer, Maharashtra Jeevan Pradhikaran マハラシュトラ州上下水道公社
7	Dr. Absar Ahmed Kazmi, Associate Professor, Indian Institute of Technology, Roorkee インド工科大学ルーキー校
8	Mr. C. Lallunghnema, Joint Secretary, Public Health Engineering Department, Mizoram ミゾラム州公衆衛生技術部
9	Mr. R. Sethuraman, Former Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
10	Mr. M. Dhanabalan, Former Chief Engineer, Tamil Nadu Water Supply and Drainage Board , Chennai タミルナードゥ州上下水道公社、チェンナイ
11	Dr. Vinod Tare, Professor, Indian Institute of Technology, Kanpur インド工科大学カンプール校
12	Dr. R. K. Singh, Deputy General Manager (Projects), Housing and Urban Development Corporation Ltd. 住宅•都市整備公社
13	Dr. Girish R. Pophali, Scientist, National Environmental Engineering Research Institute , Nagpur 国立環境工学研究所、ナグプール
14	Mr. Nazimuddin, Senior Environmental Engineer, Central Pollution Control Board, Delhi 中央汚染管理委員会、デリー
15	Mr. D.K. Agarwal, Scientist F, Bureau of Indian Standards , Delhi インド規格協会、デリー
16	Mr. V.K. Chaurasia, Joint Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構

S. No.	委員の氏名、役職、所属
17	Dr. Ramakant, Assistant Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
18	Mr. S.T. Gopalram, Joint Chief Engineer, Tamil Nadu Water Supply and Drainage Board, Chennai タミルナードゥ州上下水道公社、チェンナイ
19	Dr. Dinesh Chand, Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
20	Dr. M. Dhinadhayalan, Member Secretary Joint Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構

注 1）CPHEEO から推薦され、専門家会議に参加した委員を記載した。

注 2）PHEE (Public Health and Environmental Engineering) と PHE (Public Health Engineering) とは CPHEEO の同じ部署であるが、役職により使い分けされている。

表 2　下水道維持管理マニュアル策定専門家会議

S. No.	委員の氏名、役職、所属
1	Dr. S.R. Shukla, Co-Chairman Former Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
2	Mr. S.V. Ahuja, Former Project Director, Gujarat Water Supply and Sewerage Board グジャラート州上下水道公社
3	Mr. G. Elangovan, Former Engineering Director, Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Board, Chennai チェンナイ都市圏上下水道公社
4	Dr. Absar Ahmed Kazmi, Associate Professor, Indian Institute of Technology, Roorkee インド工科大学ルーキー校
5	Mr. R. Sethuraman, Former Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
6	Prof. Arunabha Mazumdar, Former Director, All India Institute of Hygiene and Public Health (AIIH&PH), Kolkata 全インド公衆衛生研究所、コルカタ
7	Mr. S.M. Jejurikar, Former Chief Engineer (M&E), Municipal Corporation of Greater Mumbai マハーラーシュトラ州グレーター･ムンバイ市営コーポレーション
8	Mr. B. I. Dalal, Additional City Engineer, Surat Municipal Corporation グジャラート州スラト市営コーポレーション
9	Mr. R. N. Gupta, Former Engineer in Chief, Public Health Engineering Department, Chhattisgarh チャッティースガル州公衆衛生技術部
10	Mr. J.S. Bahra, Executive Engineer, Punjab Water Supply and Sewerage Board パンジャブ州上下水道公社
11	Mr. M. Satyanarayanan, Director (Projects), Hyderabad Metropolitan Water Supply & Sewerage Board ハイデラバード都市圏上下水道公社
12	Mr. M. Sankaranarayanan , Former Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
13	Mr. J.B. Ravinder, Deputy Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
14	Dr. Ramakant, Assistant Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
15	Mr. J.P. Mani, Project Manager, UP Jal Nigam ウッタルプラデシュ州上下水道公社
16	Mr. Dilip Padhi, Chief Engineer & Member Secretary, Odisha Water Supply & Sewerage Board オリッサ州上下水道公社

S. No.	委員の氏名、役職、所属
17	Mr. S.P. Rudramurthy, Former Additional Chief Engineer, Bangalore Water Supply and Sewerage Board バンガロール上下水道公社
18	Dr. Dinesh Chand, Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
19	Dr. R. K. Singh, Deputy General Manager (Projects), Housing and Urban Development Corporation Limited 住宅•都市整備公社
20	Mr. S.P. Garnaik, Energy Economist, Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power 電力省エネルギー効率局
21	Dr. M. Dhinadhayalan, Member Secretary Joint Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構

注 1）CPHEEO から推薦され、専門家会議に参加した委員を記載した。

注 2）PHEE (Public Health and Environmental Engineering) と PHE (Public Health Engineering) とは CPHEEO の同じ部署であるが、役職により使い分けされている。

表 3　下水道マネジメントマニュアル策定専門家会議

S. No.	委員の氏名、役職、所属
1	Dr. S.R. Shukla, Co-Chairman Former Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
2	Dr. K. Balooni, Professor, Indian Institute of Management, Kozhikode インド経営大学コージコード校
3	Mr. S. Srinivasan, Senior Vice President, IL&FS Water Ltd. IL＆FS ウォーター株式会社
4	Dr. Ms. Urmila Brighu, Associate Professor, Malaviya National Institute of Technology , Jaipur マーラビーヤ国立工科大学、ジャイプール
5	Mr. R.N. Gupta, Former Engineer in Chief, Public Health Engineering Department, Chhattisgarh. チャッティースガル州公衆衛生技術部
6	Dr. R.K. Singh, Deputy General Manager (Projects), Housing and Urban Development Corporation Limited 住宅•都市整備公社
7	Dr. Ramakant, Assistant Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
8	Dr. Zillur Rahman, Associate Professor, Department of Management Studies, Indian Institute of Technology, Roorkee インド工科大学ルーキー校マネジメント学科
9	Mr. J.B. Ravinder, Deputy Adviser (PHE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構
10	Dr. M. Dhinadhayalan, Member Secretary Joint Adviser (PHEE), CPHEEO 公衆衛生・環境技術中央機構

注 1）CPHEEO から推薦され、専門家会議に参加した委員を記載した。

注 2）PHEE (Public Health and Environmental Engineering) と PHE (Public Health Engineering) とは CPHEEO の同じ部署であるが、役職により使い分けされている。

2.4　調査団

調査団員は表 4 に示すとおりである。

表 4　調査団員

氏名	担当	所属
武智　昭	総括	TECI
茂木　勝三	下水道管理	TEC
水船　清司	計画設計(土木)	TEC
アロック・クマール	計画設計(汚水管)	TECI
グレルモ・マダリアガ*	計画設計(機械電気)	TEC
山田　雅利**	マニュアル総合監修	TECI
伊藤　義隆	維持管理(下水処理場・汚水管)	WA
菅　　照夫	維持管理(機械)	WA
鈴木　幹夫	維持管理(電気)	WA
森田　昭	個別処理	WA
グルラジ・ラオ	業務調整／下水道維持管理指針作成補助	TECI

TECI: ㈱TEC インターナショナル,TEC: (株)東京設計事務所, WA:(株)ウォーターエージェンシー
*: 2011 年度業務期間、**: 2012 年度業務期間

2.5　調査実施工程

調査は図 2 に示す工程で実施された。数回の専門家会議、ワーキンググループとの打ち合わせ及び協議、ワークショップの結果を踏まえ、マニュアル最終案を作成した。

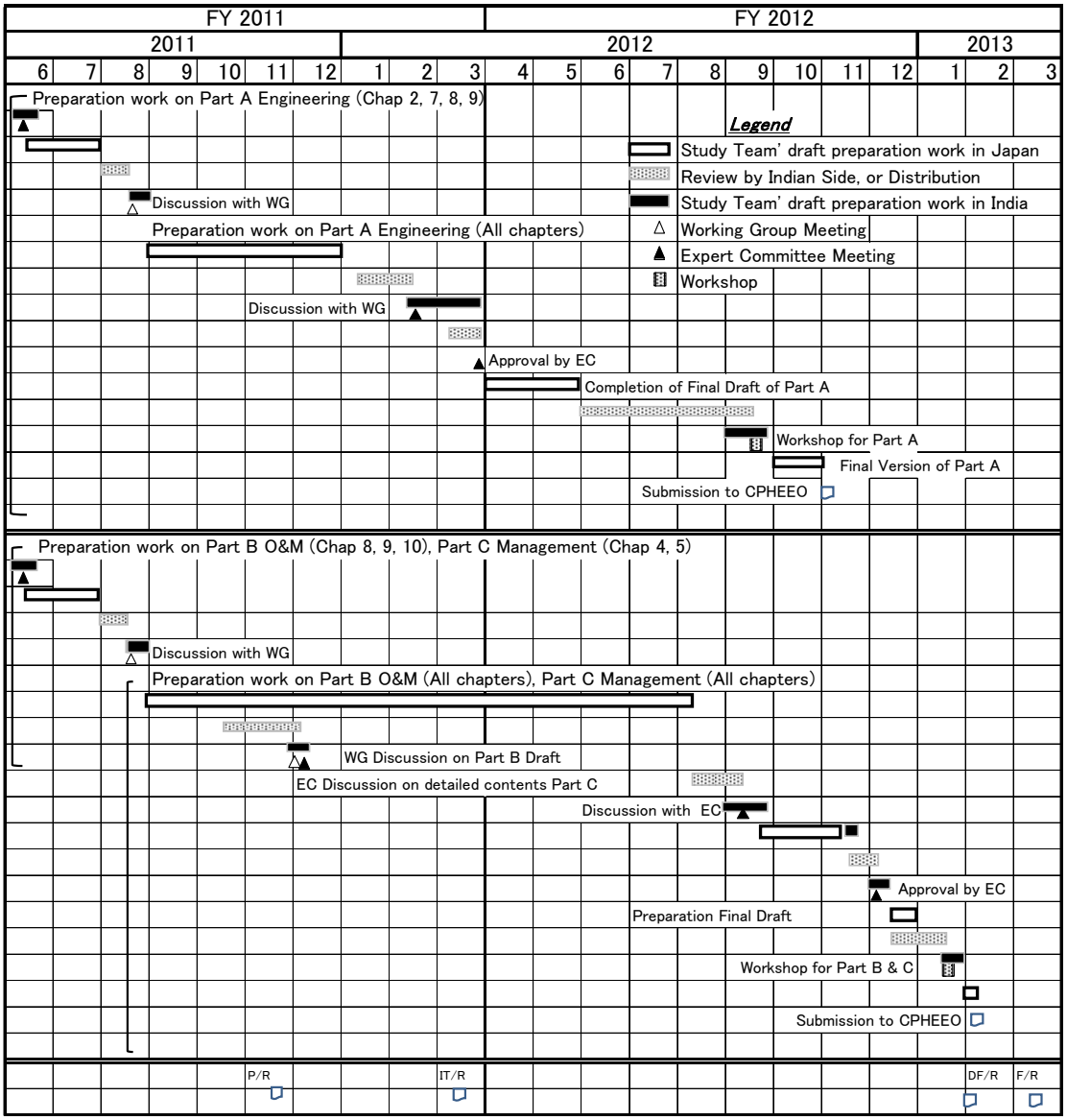
FY 2011
FY 2012
2011
2012
2013
6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
Preparation work on Part A Engineering (Chap 2, 7, 8, 9)
Legend
Study Team' draft preparation work in Japan
Review by Indian Side, or Distribution
Study Team' draft preparation work in India
Working Group Meeting
Expert Committee Meeting
Workshop
Discussion with WG
Preparation work on Part A Engineering (All chapters)
Discussion with WG
Approval by EC
Completion of Final Draft of Part A
Workshop for Part A
Final Version of Part A
Submission to CPHEEO
Preparation work on Part B O&M (Chap 8, 9, 10), Part C Management (Chap 4, 5)
Discussion with WG
Preparation work on Part B O&M (All chapters), Part C Management (All chapters)
WG Discussion on Part B Draft
EC Discussion on detailed contents Part C
Discussion with EC
Approval by EC
Preparation Final Draft
Workshop for Part B & C
Submission to CPHEEO
P/R
IT/R
DF/R
F/R

図 2　調査実施工程

第３章　第 2 フェーズの活動及び成果

3.1　専門家会議及びワーキンググループ会議

専門家会議及びワーキンググループ会議は、下表のとおり実施された。調査団は、これらの会議等に出席し、マニュアル案について説明するとともに、出席者との間でその内容について協議した。複数回の会議を経て、最終委員会へ提出したマニュアル案は基本的に合意された。

表 5　専門家会議及びワーキンググループ会議開催状況

会議名	回数	日程	協議事項等
下水道施設計画設計マニュアル改訂専門家会議	1	2011 年 6 月 7 日	調査実施方針 詳細スケジュール等
	2	2011 年 8 月 18 日,23 日,24 日	マニュアル案(2,7,8 及び 9 章) ワーキンググループ会議
	3	2012 年 2 月 13 日-17 日	マニュアル案(全章)
	4	2012 年 3 月 26 日-28 日	マニュアル案(全章・修正案)
下水道維持管理マニュアル策定専門家会議	1	2011 年 6 月 8 日	調査実施方針 詳細スケジュール等
	2	2011 年 8 月 19 日,25 日	マニュアル案(8, 9 及び 10 章) ワーキンググループ会議
	3	2011 年 12 月 2 日	マニュアル案(8, 9 及び 10 章の修正案) ワーキンググループ会議
	4	2012 年 9 月 12 日-13 日	マニュアル案(全章・修正案)
	5	2012 年 12 月 5 日	マニュアル案(全章・修正案)
下水道マネジメントマニュアル策定専門家会議	1	2011 年 8 月 26 日	マニュアル案(5 及び 6 章) ワーキンググループ会議
	2	2012 年 12 月 5 日	マニュアル案(5 及び 6 章)
	3	2012 年 9 月 10 日-11 日	マニュアル案(全章・修正案)
	4	2012 年 12 月 6 日	マニュアル案(全章・修正案)

3.2　ワークショップ

マニュアル最終案の策定にあたり、インド全土の下水道事業関係者(州・自治体職員、学識経験者、企業関係者など)にこれを広く公表し、意見聴取を行うことを目的としたワークショップが下表のとおり 2 回開催された。開催にあたり CPHEEO に議事次第の提案を行う等の準備を支援するとともに、マニュアル案の説明のためのプレゼンテーションを行った。また、ワークショップで出された意見･提案等を整理するとともに、それらへの対応案を作成し、マニュアル最終案へ反映した。

表 6　ワークショップ開催状況

日程	場所	ワークショップ名	参加人数
2012 年 9 月 20 日-21 日	Hall No 4, Vigyan Bhavan, Maulana Azad Road, New Delhi	A Two-day National Workshop for Finalisation of Revised Manual on Sewerage and Sewage Treatment 注) 下水道施設計画設計マニュアル案	107 人
2013 年 1 月 21 日-22 日	Gulmohar Hall, First Floor, India Habitat Centre, Lodhi Road, New Delhi. Silver Oak, Ground Floor, India Habitat Centre, Lodhi Road, New Delhi.	Two day National Workshop for Finalisation of Manual on Sewerage and Sewage Treatment (Part B: Operation & Maintenance) and (Part C: Management) 注) 下水道維持管理マニュアル案, 下水道マネジメントマニュアル案	91 人

3.3　本邦研修

日本の下水道関連施設における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、インド側関係者(主に専門家会議のメンバーを対象)を本邦にて受け入れる研修を計画・準備し、下表のとおり 2 回実施した。

講義、施設見学を通じて、日本の下水道事業等の各分野における課題、それを解決するための最新技術の開発状況や適用状況、あるいは効率的な下水道施設の維持管理技術等に関して多くの情報を得ることができた。今後のインド国下水道施設設計・維持管理マニュアル策定や、下水道施設の設計、維持管理に係る技術移転に資するものと考えられる。

詳細は、各「研修実施報告書」(既報)を参照されたい。

表 7　本邦研修実施状況

日程	名称	研修テーマ	参加人数
2011 年 11 月 14 日-18 日	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（第 2 フェーズ）(第 1 年次)C/P 研修	日本における下水道及び関連施設の維持管理及び処理水、汚泥リサイクルの最新動向について	18 人
2012 年 5 月 28 日～6 月 1 日	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（第 2 フェーズ）(第 2 年次)C/P 研修	日本における下水道及び関連施設の維持管理について	6 人

3.4　マニュアル最終案

第 2 フェーズの最終成果品である下記 3 つのマニュアル最終案の目次を付属資料に示した。

- 下水道施設計画設計マニュアル（最終案）

(英文 FINAL DRAFT OF MANUAL ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT PART A ENGINEERING)

- 下水道維持管理マニュアル（最終案）

(英文 FINAL DRAFT OF MANUAL ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT PART B OPERATION AND MAINTENANCE)

- 下水道マネジメントマニュアル（最終案）

(英文 FINAL DRAFT OF MANUAL ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT PART C MANAGEMENT)

付属資料：マニュアル最終案（目次）

下水道施設計画設計マニュアル(最終案)

目次
表目次
図目次
略語集

目次

第 1 章 総論 1-1
1.1 はじめに 1-1
1.1.1 衛生・下水道施設の必要性 1-2
1.1.2 インドの衛生・下水道施設の現状 1-2
1.1.3 下水処理の基本的考え方 1-3
1.1.4 下水道及び下水処理技術 1-3
1.1.5 関係機関のこれまでの対応 1-4
1.2 衛生・下水道施設の未整備による国民の損害 1-4
1.2.1 障害調整生存年数の観点からの時間と富の損失 1-4
1.2.2 衛生・下水道施設のもたらす未整備による金銭的損害 1-5
1.3 関係機関の組織 1-6
1.4 インド政府の取組 1-7
1.4.1 制度改革 － 74 次憲法改正, 1992 1-7
1.4.2 手作業清掃の解放 1-8
1.5 インド政府国家都市衛生政策 (2008) 1-8
1.5.1 総合的衛生都市の概念 1-8
1.5.2 都市衛生政策の要点 1-8
1.5.3 ビジョンと主要政策 1-8
1.5.4 国家衛生政策の目標 1-9
1.5.5 下水道におけるサービスレベルベンチマーク 1-9
1.6 下水道及び下水処理法の最新技術 1-9
1.6.1 最近の傾向 － 集約型と分散型の下水処理システム 1-9
1.7 既存の下水道及び下水処理に関するマニュアル（1993）の改訂の必要性 1-10
1.7.1 都市衛生計画 (CSP)策定ガイドライン 1-11
1.8 州政府レベルでの環境基準 の設定 1-11
1.9 Part A (計画設計)、Part B (維持管理) 及び Part C (マネジメント)マニュアルの相互関係 1-12
第 2 章 計画 2-1
2.1 将来像 2-1
2.2 目的 2-1
2.3 計画の必要性 2-1

2.4 設計の基本方針 2-1
2.4.1 技術上の配慮 2-2
2.4.2 制度上の配慮 2-2
2.4.3 環境上の配慮 2-2
2.4.4 処理プロセス 2-4
2.4.5 財政上の問題 2-5
2.4.6 法令上の問題 2-6
2.4.7 住民啓発 2-6
2.4.8 部局間及び部局内の調整 2-6
2.4.9 地理情報システム（GIS） 2-6
2.4.10 都市マスタープラン 2-7
2.4.11 都市衛生計画 2-7
2.5 計画目標年次 2-7
2.6 計画人口 2-7
2.6.1 一般論 2-7
2.6.2 最終予測 2-9
2.7 計画区域 2-9
2.8 再利用と処分 2-9
2.9 下水道施設の配置 2-10
2.10 法令と規制 2-10
2.11 宅地排水設備のガイドライン 2-11
2.12 調査 2-11
2.12.1 基礎的情報 2-11
2.13 詳細プロジェクト報告書(DPR) 2-16
2.13.1 概論 2-16
2.13.2 確認調査 2-17
2.13.3 予備的実行可能性調査報告書 2-18
2.13.4 実行可能性調査報告書 2-25
2.14 下水道システムの計画 2-30
2.14.1 計画策定手順 2-30
2.14.2 計画人口の予測 2-30
2.14.3 下水量の予測 2-30
2.14.4 下水の水質と汚濁負荷量 2-31
2.14.5 下水管路計画 2-31
2.14.6 ポンプ場計画 2-31
2.14.7 下水処理施設計画 2-31
2.15 下水汚泥処理と利用の計画 2-31
2.15.1 下水汚泥処理の基本的な考え方 2-31

2.15.2 計画汚泥発生量 2-31
2.15.3 下水汚泥再利用計画 2-31
2.15.4 集約汚泥処理施設 2-31
2.15.5 下水汚泥の輸送と処分 2-32
2.16 下水道資源と空間利用計画 2-32
2.16.1 下水処理場及びポンプ場の空間利用計画 2-32
2.17 改築計画 2-32
2.17.1 改築計画の一般事項 2-32
2.17.2 管路の改築計画 2-32
2.17.3 ポンプ場及び下水処理場の改築計画 2-33
2.18 環境保全及び美化 2-34
2.18.1 管路システム 2-34
2.18.2 下水処理場及びポンプ場 2-34
2.18.3 周辺区域の環境保全方策 2-34
2.19 施設計画 2-34
2.19.1 計画 2-34
2.19.2 仕様 2-35
2.19.3 承認計画の修正 2-35
2.20 チェックリスト 2-35
第 3 章 管路の設計と建設 3-1
3.1 はじめに 3-1
3.2 計画目標年次 3-1
3.3 人口予測 3-2
3.4 計画区域 3-2
3.5 下水量原単位 3-3
3.6 侵入水 3-3
3.7 商業地域の下水 3-4
3.8 工場排水の流入排除 3-4
3.9 雨水排除 3-5
3.9.1 雨水量の算出 3-5
3.9.2 合理式 3-7
3.10 管路における流量測定 3-9
3.11 管渠の排除方式 3-14
3.11.1 分流式下水道 3-14
3.11.2 合流式下水道 3-15
3.11.3 圧力式下水道 3-15
3.11.4 真空式下水道 3-15
3.12 管渠の材質、形状及び寸法 3-16

3.12.1 れんが 3-16
3.12.2 コンクリート 3-16
3.12.3 陶管 3-17
3.12.4 石綿セメント管 3-17
3.12.5 鋳鉄管 3-17
3.12.6 鋼管 3-18
3.12.7 ダクタイル鋳鉄管 3-18
3.12.8 非金属－非コンクリート合成材管 3-18
3.13 管渠の形状と寸法 3-20
3.14 円形管の最小管径 3-21
3.15 円形管内の流れ 3-21
3.15.1 沈殿防止のための最小流速 3-21
3.15.2 硫化水素発生防止のための最小流速 3-22
3.15.3 最大流速 3-23
3.15.4 自然流下におけるマニングの式 3-23
3.15.5 計画水深 3-24
3.15.6 管路の勾配 3-26
3.16 圧力下での水理学 3-26
3.16.1 流れのタイプ 3-26
3.16.2 ヘイゼン－ウィリアムスの式 3-27
3.17 下水管の移行部 3-28
3.17.1 異なった下水管の接続 3-28
3.17.2 曲管 3-28
3.17.3 連結 3-29
3.17.4 垂直落下及びその他のエネルギー散逸法 3-29
3.17.5 伏越し 3-29
3.17.6 伏越しの水理計算 3-30
3.17.7 伏越し管の流速 3-30
3.17.8 下水管の寸法と配置 3-30
3.17.9 流入・流出渠 3-30
3.17.10 一般的要求事項 3-30
3.18 雨水越流堰 3-31
3.18.1 横越流堰 3-31
3.18.2 床レベル躍水堰 3-32
3.19 増補管 3-33
3.20 管路施設ネットワーク設計上の基礎的情報 3-33
3.20.1 管路システム設計のための予備調査 3-33
3.20.2 詳細調査 3-34

3.20.3 管路システムの配置 3-34
3.20.4 管路システムの縦断面図 3-36
3.20.5 有効水頭 3-36
3.20.6 計画 3-36
3.20.7 注意事項 3-39
3.21 マンホールの定義 3-39
3.22 レンガ造りマンホールの形式 3-40
3.23 鉄筋コンクリート及び組合せマンホール 3-42
3.24 高密度ポリエチレンマンホール 3-45
3.25 ドロップマンホール 3-45
3.26 接続マンホール 3-47
3.27 横開きマンホール 3-47
3.28 スクレーパー型マンホール 3-48
3.29 フラッシュ式マンホール 3-48
3.30 マンホールへの異径管の接続 3-49
3.31 末端清掃口の構造 3-49
3.32 レンガ造りマンホールの建設 3-49
3.33 鉄筋コンクリートマンホールの建設 3-50
3.34 蓋及び外枠 3-50
3.35 梯子 3-51
3.36 軟弱地盤における杭基礎 3-51
3.37 マンホールの改修 3-52
3.38 管渠の建設と接続の段階的作業 3-53
3.39 管渠の建設 3-53
3.40 荷重のタイプ 3-55
3.41 埋戻しによる管渠への荷重 3-55
3.42 管渠の建設条件のタイプ 3-56
3.43 異なる条件下での荷重 3-57
3.43.1 築堤または吐口条件 3-57
3.44 開削条件 3-63
3.45 非開削条件 3-66
3.46 地下水の影響 3-68
3.46.1 重ね合せ荷重による管渠への荷重 3-69
3.47 集中荷重 3-69
3.48 分布荷重 3-70
3.49 軌道下の管渠 3-71
3.50 剛性管の支持力 3-72
3.50.1 室内応力試験 3-72

3.50.2　現場応力試験 3-72
3.50.3　管渠の保護と基礎 3-72
3.51　構造計算の様々な要素の関係 3-81
3.52　伏越し 3-82
3.53　下水管の換気 3-83
3.54　誤接の防止 3-83
3.54.1　目視での離隔 3-83
3.54.2　水道管の保護 3-83
3.54.3　上水構造物との関係 3-83
3.54.4　建設方法 3-83
3.54.5　開削 3-83
3.55　トンネル工法 3-85
3.56　管渠の配置 3-86
3.56.1　陶管 3-86
3.56.2　鉄筋コンクリート管 3-87
3.56.3　現場打ちコンクリート管 3-87
3.56.4　レンガ造管 3-87
3.56.5　鋳鉄管 3-87
3.56.6　ダクタイル管 3-87
3.56.7　硬質ポリ塩化ビニル管 3-87
3.56.8　硬質高密度ポリエチレン管 3-88
3.56.9　内面補強パイプ 3-88
3.56.10　２重内面リブ付高密度ポリエチレン管 3-88
3.56.11　与条件でのパイプ材料の制約条件 3-88
3.57　管渠の荷重伝達機構 3-88
3.58　管渠の接続 3-89
3.58.1　陶管 3-89
3.58.2　コンクリート管 3-90
3.58.3　鋳鉄管 3-90
3.58.4　ダクタイル管 3-90
3.58.5　硬質ポリ塩化ビニル管 3-90
3.58.6　硬質高密度ポリエチレン管 3-91
3.58.7　内面補強管 3-91
3.58.8　２重内面コルゲート管 3-91
3.59　浮力への注意事項 3-91
3.60　噴射水の問題 3-91
3.61　マンホール間の管渠試験 3-92
3.61.1　水密試験 3-92

3.61.2 気密試験 3-92
3.62 障害のチェック 3-93
3.63 開削の埋戻し材 3-93
3.64 シートパイルの引抜き 3-94
3.65 管渠の改修 3-94
3.65.1 方法 3-95
3.65.2 管の更生 3-95
3.65.3 具体例 3-99
3.66 雨水に関する構造 3-99
3.66.1 L 字溝 3-99
3.66.2 U 字溝 3-99
3.66.3 組合せ側溝 3-99
3.66.4 排水ます 3-100
3.66.5 フラップゲートと洪水ゲート 3-100
3.67 放流管渠 3-101
3.68 他の施設との交差 3-101
3.69 腐食の防止と抑制 3-101
3.69.1 はじめに 3-101
3.69.2 管渠の腐食 3-101
3.69.3 生物反応における腐食 3-101
3.69.4 硫化物生成の影響要因 3-102
3.69.5 硫化物の抑制方法 3-105
3.69.6 硫化物の腐食防止のための建設材料 3-107
3.69.7 管渠の防護 3-107
3.70 宅地内排管と公共管の接続 3-110
3.71 マンホールの間隔 3-111
3.71.1 公共管渠 3-111
3.71.2 放流管または自然流下管の幹線 3-112
3.72 自然流下管における小規模ポンプ場 3-113
第 4 章 下水ポンプ場と圧送管の設計と建設 4-1
4.1 一般的な考慮事項 4-1
4.1.1 計画流量 4-1
4.1.2 位置と形式 4-1
4.1.3 安全対策と環境対策 4-2
4.1.4 計画吸込水位 4-3
4.1.5 計画揚水位 4-3
4.1.6 動力源の選定 4-3
4.2 スクリーンと沈砂池 4-3

4.2.1 ゲート 4-3
4.2.2 スクリーン 4-3
4.2.3 し渣量 4-4
4.2.4 配置、沈砂池数、除砂方法 ..... 、4-4
4.2.5 沈砂量 4-5
4.2.6 し渣と沈砂の処理と処分 4-5
4.3 機械室 4-5
4.4 臭気対策 4-5
4.5 ポンプ 4-5
4.5.1 ポンプの種類 4-5
4.5.2 ポンプ場の種類 4-6
4.5.3 スクリューポンプ場 4-7
4.5.4 ポンプ台数 4-8
4.5.5 ポンプ場の選択 4-8
4.6 ポンプ井 4-8
4.6.1 構造 4-9
4.6.2 経年化したポンプ井の内部ライニングと防水 4-9
4.6.3 床の傾斜 4-9
4.6.4 照明 4-9
4.6.5 換気 4-9
4.6.6 ポンプ井の設計基準 4-9
4.6.7 構造設計基準 4-12
4.7 ポンプの基本 4-12
4.7.1 渦巻きポンプ 4-12
4.7.2 ポンプの全揚程の計算 4-14
4.7.3 吸込実楊程 4-15
4.7.4 渦巻きポンプの運転のポイント 4-16
4.7.5 並列運転 4-16
4.7.6 安定条件 4-17
4.8 ポンプのキャビテーション 4-18
4.9 ポンプの起動装置 4-19
4.10 ポンプのサージングと水撃 4-19
4.11 配管と弁 4-20
4.12 付属品 4-20
4.12.1 空気弁と真空弁 4-20
4.12.2 排水弁 4-20
4.12.3 その他の付属品 4-20
4.12.4 ポンプ室 4-20

4.12.5 ポンプと設備の自動運転 4-20
4.12.6 保護装置 4-21
4.13 非常電源装置 4-21
4.14 警報システム 4-21
4.15 流量計測 4-21
4.15.1 電磁流量計 4-21
4.15.2 超音波流量計 4-21
4.16 ポンプ設備の腐食予防と防止 4-21
4.17 ポンプ場の再構築 4-22
4.18 小型ポンプ場 4-22
4.19 ポンプの設置 4-24
4.20 圧力管と設計方法 4-25
4.20.1 設計公式 4-25
4.20.2 ポンプの軸動力の計算 4-26
4.20.3 圧力管の流速の留意点 4-26
4.20.4 中継ポンプ管と注入 4-27
4.21 渦巻きの防止 4-29
第 5 章 下水処理施設の設計と建設 5-1
5.1 総論 5-1
5.1.1 計画下水量 5-5
5.1.2 計画流入水質 5-5
5.2 生物処理の基本原理 5-5
5.3 二次生物処理プロセス 5-7
5.3.1 好気性処理プロセス 5-7
5.3.2 嫌気性処理プロセス 5-11
5.3.3 通性嫌気性処理プロセス 5-12
5.3.4 標準処理プロセスの処理性能 5-13
5.3.5 下水処理場の敷地面積 5-13
5.3.6 下水処理場の処理施設の配置 5-14
5.3.7 設計所要データ 5-16
5.3.8 計画目標年次 5-16
5.3.9 導水渠 5-16
5.3.10 機械設備の設置 5-16
5.3.11 バイパス施設 5-17
5.3.12 脱水施設 5-17
5.3.13 浮上分離 5-17
5.3.14 建設資材 5-17
5.3.15 塗装 5-18

5.3.16 装置の運転 5-18
5.3.17 建設時の浸食への配慮 5-18
5.3.18 整地及び景観整備 5-19
5.4 放流施設 5-20
5.4.1 物理的影響の制御 5-21
5.4.2 放流施設の保護と維持管理 5-21
5.4.3 採水設備 5-21
5.5 基本的施設 5-21
5.5.1 緊急発電設備 5-21
5.5.2 上水設備 5-21
5.5.3 衛生設備 5-21
5.5.4 流量計 5-21
5.5.5 水質試験室 5-22
5.6 スクリーン、沈砂池及び流量調整池 5-22
5.6.1 スクリーン 5-22
5.6.2 沈砂池 5-28
5.6.3 流量調整池 5-40
5.7 沈殿池 5-40
5.7.1 はじめに 5-40
5.7.2 沈殿物質の特性 5-41
5.7.3 沈殿の原理 5-41
5.7.4 設計上の配慮 5-42
5.7.5 除去効率 5-49
5.7.6 凝集剤添加沈殿処理 5-49
5.8 下水処理 5-50
5.8.1 活性汚泥法 5-51
5.8.2 生物膜処理法 5-69
5.8.3 担体添加処理法 5-74
5.8.4 安定化池 5-76
5.8.5 嫌気性下水処理 5-85
5.8.6 補完処理プロセス 5-89
5.9 消毒施設 5-93
5.9.1 消毒の必要性 5-93
5.9.2 塩素消毒 5-99
5.9.3 紫外線消毒 5-100
5.9.4 オゾン消毒 5-100
5.9.5 消毒方法の比較 5-100
5.10 窒素及びりん除去 5-101

5.11 目標処理水質及び処理プロセス 5-102
5.12 電気計装設備 5-104
5.12.1 はじめに 5-104
5.12.2 受変電設備 5-104
5.12.3 原動機－ モーター及びモーター制御器 5-108
5.12.4 予備電源 5-116
5.12.5 自動切替え盤 5-117
5.12.6 連続電源供給 5-118
5.12.7 計装設備 5-119
5.12.8 計装設備－ BOD 5-121
5.12.9 計装設備－ pH 他 5-122
5.12.10 簡易 BOD 測定法 5-122
5.12.11 流速計 5-122
5.12.12 監視制御システム 5-123
5.13 腐食防止 5-125
5.13.1 はじめに 5-125
5.13.2 処理施設の腐食 5-125
5.13.3 下水とポンプ 5-127
5.13.4 予防保全 5-127
5.13.5 処理場の配管設備 5-127
5.13.6 材質の改善 5-128
5.14 下水処理施設の改修 5-128
5.14.1 下水処理場改修の基準 5-128
5.15 カーボンクレジット 5-132
5.16 最新下水処理技術 5-134
5.16.1 目的別最新技術 5-134
5.16.2 循環式硝化脱窒法 5-138
5.16.3 ウールマン法 5-141
5.16.4 ステップ流入式多段生物学的窒素除去法 5-144
5.16.5 嫌気好気活性汚泥法 5-146
5.16.6 バーデンフォプロセス 5-148
5.16.7 嫌気無酸素好気 (A_2O)法（ 生物学的窒素りん除去法) 5-150
5.16.8 その他の処理法 5-151
5.16.9 生物学的窒素除去法の設計指針 5-152
5.16.10 膜ろ過法 (MF, UF, NF, RO) 5-153
5.16.11 膜分離活性汚泥法(MBR) 5-155
5.16.12 回分式活性汚泥法 (SBR) 5-162
5.16.13 移動床式生物膜法 (MBBR) 5-170

5.16.14 固定床式生物膜活性汚泥法 5-179
5.16.15 浸漬型固定化生物膜処理法 5-181
5.16.16 BIOFOR 技術 5-182
5.16.17 高速活性汚泥 BIOFOR-F 技術 5-184
5.16.18 浸漬型好気性生物膜 (SAFF) 技術 5-185
5.16.19 周辺流入式沈殿池 5-187
5.16.20 改良型円形最終沈殿池 (HYDROPLUME®) CSIR-NEERI 5-187
5.17 最新処理技術の下水処理場への適用 5-189
第 6 章 下水汚泥処理施設の設計と建設 6-1
6.1 はじめに 6-1
6.2 下水汚泥発生量 6-1
6.3 汚泥ポンプと配管 6-3
6.3.1 汚泥ポンプ 6-3
6.3.2 自然流下汚泥配管の摩擦損失 6-4
6.3.3 ポンプ圧送汚泥配管の摩擦損失 6-5
6.3.4 汚泥配管 6-10
6.3.5 重金属等の汚泥成分の処理プロセスへの影響 6-11
6.3.6 病原菌等の除去のための汚泥消化・安定化の必要性 6-11
6.3.7 返流水処理の必要性 6-12
6.3.8 汚泥貯留の必要性 6-13
6.3.9 最終処分法 6-13
6.3.10 汚泥の処理処分の補完技術 6-14
6.4 汚泥濃縮法 6-14
6.4.1 重力濃縮法 6-14
6.4.2 遠心濃縮法 6-16
6.4.3 浮上濃縮法 6-17
6.4.4 ベルト式濃縮法 6-21
6.4.5 汚泥濃縮法の比較 6-22
6.5 嫌気性汚泥消化 6-22
6.5.1 はじめに 6-22
6.5.2 消化のタイプ 6-23
6.5.3 消化槽容量 6-25
6.5.4 汚泥負荷量 6-26
6.5.5 寸法 6-28
6.5.6 構造 6-31
6.5.7 撹拌装置 6-32
6.5.8 加熱装置 6-36
6.5.9 汚泥注入と引抜き 6-37

6.5.10 上澄み液の引抜きと処理 6-37
6.5.11 汚泥配管設置のガイドライン 6-38
6.5.12 ガス収集と貯留 6-40
6.5.13 配管 6-42
6.5.14 付属設備 6-42
6.5.15 腐食防止法 6-43
6.6 好気性汚泥消化 6-46
6.6.1 はじめに 6-46
6.6.2 消化槽容量 6-46
6.6.3 撹拌 6-47
6.6.4 必要空気量 6-47
6.6.5 上澄み液分離 6-47
6.6.6 スカムと油分の除去 6-47
6.6.7 緊急越流配管 6-48
6.6.8 好気性消化汚泥発生量 6-48
6.6.9 消化汚泥貯留容量 6-48
6.7 汚泥乾燥床 6-48
6.7.1 適用性 6-48
6.7.2 施設の寸法 6-49
6.7.3 浸透式乾燥床の構成要素 6-49
6.7.4 汚泥除去 6-50
6.8 汚泥脱水機 6-51
6.8.1 はじめに 6-51
6.8.2 特徴 6-51
6.8.3 脱水原理 6-51
6.8.4 汚泥の調質 6-52
6.8.5 スクリュープレス 6-54
6.8.6 ロータリープレス 6-55
6.8.7 ベルトプレス 6-55
6.8.8 フィルタープレス 6-56
6.8.9 遠心脱水機 6-57
6.8.10 真空脱水機 6-57
6.8.11 脱水機の比較 6-57
6.9 汚泥の消毒 6-59
6.9.1 加熱乾燥 6-59
6.9.2 焼却 6-59
6.10 汚泥コンポスト化 6-59
6.10.1 概要 6-59

6.10.2 コンポスト化方法 6-60
6.10.3 適用性 6-61
6.10.4 利点及び欠点 6-61
6.10.5 設計の考え方 6-62
6.10.6 下水汚泥と都市ごみの混合コンポスト化 6-62
6.11 汚泥処分 6-63
6.11.1 汚泥貯留 6-63
6.11.2 処分 6-64
6.12 腐食の防止 6-66
6.12.1 汚泥消化 6-66
6.12.2 汚泥ポンプ 6-67
6.12.3 処理場内配管 6-67
6.12.4 材質の改善 6-67
6.13 汚泥処理施設の改修と改造 6-67
6.13.1 省エネルギー型技術 6-68
6.14 バイオガス及びエネルギーの回収（カーボンクレジット） 6-69
6.14.1 はじめに 6-69
6.14.2 消化ガスの利用 6-69
6.14.3 乾燥汚泥の利用 6-70
6.15 新しい汚泥処理技術 6-70
6.15.1 汚泥処理の必要性 6-70
6.15.2 汚泥処理技術 6-71
6.15.3 加熱乾燥 6-72
6.15.4 天日乾燥 6-73
6.15.5 汚泥処理技術の設計指針 6-75
第 7 章 下水の再利用 7-1
7.1 はじめに 7-1
7.1.1 インドにおける現状 7-1
7.1.2 世界の現状 7-2
7.2 下水再利用のケーススタディ 7-3
7.2.1 火力発電所の冷却水としての下水処理と再利用、ヴァサビ 7-3
7.2.2 インディラガンジー国際空港の再利用プラント、デリー 7-6
7.2.3 ムンバイ国際空港における再利用プラント 7-8
7.2.4 将来への助言 7-9
7.2.5 チェンナイ石油会社及びマドラス肥料会社における再利用プラント 7-12
7.2.6 ラシュトリヤ化学製品・肥料会社、ムンバイにおける再利用プラント 7-13
7.2.7 ベンガルール 7-15
7.2.8 カーナル 7-17

7.2.9 ムディアリ（コルカタ） 7-18
7.2.10 カリフォルニア、オレンジ郡、 米国 7-19
7.2.11 東京都、 日本 7-21
7.2.12 目黒川の復活、 日本 7-22
7.2.13 道路洗浄、地下鉄車両洗浄、韓国 7-24
7.2.14 路面冷却、日本 7-25
7.2.15 シンガポール・ニューウォーター 7-26
7.3 インドにおける再利用指針 7-27
7.3.1 農業 7-27
7.3.2 再利用指針－農場林業 7-36
7.3.3 再利用指針－園芸 7-37
7.3.4 再利用指針－トイレ用水 7-37
7.3.5 再利用指針－工業、商業 7-37
7.3.6 再利用指針－魚養殖 7-43
7.3.7 再利用指針－地下水涵養 7-43
7.3.8 再利用指針－貯水池への間接的利用 7-44
7.3.9 再利用指針－ 上水源への間接的再利用 7-44
7.3.10 再利用指針－その他の再利用 7-47
7.3.11 処理水の基準と再利用 7-47
7.3.12 市民教育 7-49
7.3.13 誤配管の防止 7-49
7.4 法律上の問題点 7-49
第 8 章 分散型下水道システム 8-1
8.1 定義 8-1
8.2 集約型下水道の課題 8-1
8.2.1 財政的持続可能性 8-1
8.2.2 従来型下水道の余剰容量と時間 8-1
8.2.3 従来型下水道の余剰投資 8-2
8.2.4 宅地排水設備の問題点 8-3
8.2.5 管渠建設コスト回収と使用料の矛盾 8-3
8.3 分散型下水道の概念 8-3
8.4 分散型下水道の利点 8-4
8.5 分散型下水道の技術 8-4
8.5.1 簡易型下水道 8-4
8.5.2 小口径下水管システム 8-7
8.5.3 浅層埋設管 8-9
8.5.4 ツインドレインシステム 8-10
8.6 都市部における分散型下水道の適用 8-13

8.7 公衆トイレと分散型下水道 8-14
8.7.1 問題点 8-14
8.7.2 オフサイト処理 8-15
8.7.3 一方向シースルー公衆トイレ 8-16
8.8 分散型下水道としてのコミュニティトイレ 8-16
8.8.1 基準 8-16
8.9 分散型下水処理システム（DEWATS） 8-17
8.10 推奨 8-18
第 9 章 オンサイト衛生施設 9-1
9.1 オンサイトの概要 9-1
9.1.1 オンサイト下水処理システム 9-1
9.1.2 オンサイトの分類 9-1
9.2 手作業清掃の廃止 9-2
9.2.1 手作業清掃 9-2
9.2.2 実施機関 9-3
9.2.3 違反と罰則 9-3
9.3 暫定的な方法 9-3
9.3.1 公衆及び共同トイレ 9-3
9.3.2 移動式トイレ 9-4
9.3.3 手杓式水洗トイレ 9-5
9.3.4 ゼロディスチャージトイレ 9-17
9.3.5 腐敗槽 9-19
9.3.6 改良型腐敗槽 9-24
9.3.7 パッケージ型腐敗槽－嫌気ろ過システム 9-27
9.3.8 パッケージ型腐敗槽－接触ばっ気システム 9-28
9.3.9 嫌気好気型高度処理方式（浄化槽） 9-28
9.4 オンサイト処理技術の選定 9-35
9.4.1 はじめに 9-35
9.4.2 既存のオンサイトシステムの問題点 9-35
9.4.3 成功するための要素 9-36
9.4.4 汚泥の輸送と処分 9-38
9.5 腐敗槽汚泥の取扱い 9-38
9.5.1 腐敗槽汚泥の特性 9-38
9.6 腐敗槽汚泥の収集・輸送 9-40
9.7 腐敗槽汚泥処理施設 9-41
9.8 既存下水処理場における腐敗槽汚泥処理 9-41
9.8.1 腐敗槽汚泥の予備処理 9-41
9.9 腐敗槽汚泥専用処理プラントにおける腐敗槽汚泥処理 9-42

9.9.1 腐敗槽汚泥の予備処理 9-45
9.9.2 腐敗槽汚泥の脱水処理 9-45
9.10 腐敗槽汚泥処理システムの利点・欠点 9-46
9.11 脱水腐敗槽汚泥・下水汚泥のコンポスト化 9-47
9.12 脱水腐敗槽汚泥の再利用 9-47
第 10 章 都市衛生計画の策定 10-1
10.1 計画策定プロセス：定義 10-1
10.2 計画目標年次 10-1
10.3 計画人口 10-1
10.4 基本的計画モデル 10-2
10.4.1 国家都市衛生政策に基づく都市衛生計画策定の枠組み案 10-2
10.4.2 100%衛生都市達成のためのステップ 10-3
10.4.3 100%衛生都市達成状況の評価 10-15
10.4.4 100%衛生都市達成状況のモニタリング 10-16
10.4.5 都市報奨制度 10-16
10.4.6 特別な制度及び特徴を持つ都市 10-17
10.5 都市マスタープランと都市衛生計画の調和 10-18
10.6 都市衛生計画の概要 10-18
10.7 下水道システム選定のアルゴリズム 10-18
10.8 報告書 10-20
付属資料

下水道維持管理マニュアル(最終案)

目次
表目次
図目次
略語集

目次

第 1 章　総論 1-1
1.1　維持管理の必要性 1-2
1.2　維持管理の基本的事項 1-3
1.2.1　維持管理に関する法令及び規制 1-3
1.2.2　下水処理場に関する放流水の水質基準 1-3
1.2.3　環境への配慮 1-3
1.2.4　予算 1-3
1.2.5　予防保全 1-3
1.2.6　作業従事者の技量向上と機器性能向上への言及 1-4
1.3　維持管理の概要 1-4
1.3.1　維持管理の内容 1-4
1.3.2　施設の管理 1-4
1.3.3　計画的維持管理 1-4
1.3.4　事故発生時の対応 1-5
1.3.5　建物、用地等の管理 1-5
1.4　維持管理の体制 1-5
1.4.1　維持管理業務の内容 1-5
1.4.2　人員配置 1-6
1.4.3　維持管理業務委託 1-6
1.4.4　研修 1-6
1.4.5　情報制御技術によるモニタリング 1-6
1.4.6　効率的維持管理のデータベース 1-6
1.4.7　現在の維持管理の問題 1-6
1.5　住民の理解と参加 1-7
1.5.1　下水道事業に関する広報と広聴 1-7
1.5.2　住民苦情と対応 1-7
1.5.3　地域住民のすべきこと、してはいけないこと 1-7
1.6　下水道関連施設での危険性 1-7
1.6.1　防災体制の整備 1-7
1.7　下水道台帳 1-8
1.7.1　下水道台帳の調製 1-8
1.7.2　下水道台帳の管理と利用 1-8

1.8 維持管理の予算見積 1-8
1.9 まとめ 1-8
1.10 Part-A (計画設計)、Part-B (維持管理)、Part-C (マネジメント)マニュアルの相互関係 1-8
第 2 章 管路施設 2-1
2.1 総説 2-1
2.1.1 維持管理の意義 2-1
2.1.2 維持管理の種類 2-1
2.1.3 維持管理の必要性 2-1
2.2 点検及び調査 2-2
2.2.1 点検及び調査の意義 2-2
2.2.2 点検及び調査の指針 2-2
2.2.3 事前点検 2-3
2.2.4 点検及び調査の種類 2-4
2.2.5 管路の点検及び調査 2-7
2.2.6 点検及び調査結果の判定 2-21
2.2.7 維持管理の記録と事後処置 2-24
2.3 清掃としゅんせつ 2-28
2.3.1 清掃機器と手順 2-28
2.3.2 作業時の下水処理場への通知 2-33
2.3.3 土砂及び汚泥の処分 2-34
2.3.4 清掃記録とその活用 2-34
2.4 管路の修繕 2-35
2.4.1 概説 2-35
2.4.2 更生工法 2-36
2.4.3 修繕用機器の保守点検 2-39
2.5 管路施設の保護 2-39
2.6 浸入水対策等 2-39
2.6.1 雨水浸入対策 2-40
2.6.2 漏水対策 2-40
2.7 マンホール 2-41
2.7.1 点検及び調査 2-42
2.7.2 調査結果の判定 2-44
2.7.3 清掃 2-45
2.7.4 修繕 2-45
2.8 伏越し 2-45
2.8.1 点検と調査 2-45
2.8.2 調査結果の判定基準 2-46

2.8.3 清掃 2-46
2.9 圧力管路システム 2-47
2.9.1 圧力式下水収集システム 2-47
2.9.2 真空式下水収集システム 2-47
2.9.3 維持管理 2-47
2.10 ます及び取付け管 2-48
2.10.1 点検と調査 2-48
2.10.2 調査結果の判定基準 2-50
2.10.3 清掃 2-50
2.10.4 修繕 2-50
2.11 安全対策 2-50
2.11.1 管路施設関連の事故 2-51
2.11.2 事故対策 2-53
2.11.3 事故予防の情報と記録 2-53
2.12 トラブル対策 2-53
2.13 まとめ 2-53
第 3 章 ポンプ場施設 3-1
3.1 総説 3-1
3.2 ポンプ場の種類及び構造 3-1
3.2.1 ポンプ室 3-1
3.2.2 ポンプ井 3-2
3.2.3 中継ポンプ場 3-2
3.2.4 維持管理 3-2
3.3 ゲート設備、弁類、及び開閉装置 3-5
3.3.1 制水ゲート 3-5
3.3.2 弁類 3-7
3.3.3 開閉装置 3-10
3.4 スクリーン 3-12
3.4.1 スクリーンの種類 3-12
3.4.2 し渣除去法 3-12
3.4.3 付帯設備 (コンベヤ) 3-17
3.4.4 し渣の処分 3-17
3.5 沈砂除去 3-17
3.5.1 予防保全 3-17
3.5.2 日常保守点検 3-17
3.5.3 沈砂の処分 3-18
3.6 ポンプ設備 3-18
3.6.1 予防保全 3-18

3.6.2 日常保守点検 3-19
3.6.3 維持管理 3-19
3.6.4 付属装置 3-20
3.7 流量計 3-22
3.7.1 堰式流量計 3-23
3.7.2 電磁流量計 3-24
3.7.3 超音波流量計 3-24
3.7.4 蛍光トレーサ流量測定法 3-25
3.8 予防保全 3-25
3.9 トラブル対策 3-28
3.10 記録 3-28
3.11 管理者及び監督者の責務 3-31
3.12 ポンプ場維持管理の民間委託 3-31
3.13 まとめ 3-31
第 4 章 下水処理施設 4-1
4.1 総説 4-1
4.2 ポンプ設備 4-1
4.3 細目スクリーン及び沈砂池 4-1
4.4 油類除去 4-1
4.4.1 手動式プロセス 4-1
4.4.2 浮上式プロセス 4-1
4.5 汚水流入量調整 4-3
4.5.1 運転管理 4-4
4.5.2 保守点検 4-4
4.6 一次処理 4-5
4.6.1 最初沈殿池の管理 4-5
4.6.2 予防保全 4-5
4.6.3 日常保守点検 4-5
4.6.4 トラブル対策 4-5
4.7 活性汚泥法 4-5
4.7.1 活性汚泥法の説明 4-5
4.7.2 標準活性汚泥法 4-8
4.7.3 長時間エアレーション法 4-16
4.7.4 回分式活性汚泥法 (SBR) 4-20
4.7.5 オキシデーションディッチ法 4-24
4.7.6 薬品添加法 4-27
4.8 曝気式ラグーン 4-31
4.8.1 プロセス制御 4-31

4.8.2 記録 4-32
4.8.3 清掃 4-32
4.9 生物膜法 4-33
4.9.1 運転管理 4-34
4.9.2 保守点検 4-34
4.10 移動床式生物膜法 (MBBR) 4-36
4.10.1 設備の構成 4-36
4.10.2 運転管理及び保守点検 4-36
4.11 膜分離活性汚泥法 (MBR) 4-37
4.11.1 運転管理 4-38
4.11.2 保守点検 4-38
4.12 上向流式嫌気性汚泥床法 (UASB) 4-38
4.12.1 試運転及び運転管理 4-39
4.12.2 日常の運転管理と保守点検 4-39
4.12.3 定期的保守点検 4-43
4.12.4 汚泥引抜の判断 4-44
4.12.5 施設の休止法 4-44
4.12.6 運転上の注意事項 4-44
4.12.7 仕上池 (FPU) 4-44
4.12.8 浮き草池 4-45
4.13 安定化池法 (WSP) 4-45
4.13.1 初期運転・管理 4-45
4.13.2 定期的保守点検 4-45
4.13.3 汚泥引抜 4-46
4.13.4 プロセス制御 4-49
4.13.5 記録 4-49
4.14 農場林業 4-49
4.15 魚養殖池 4-49
4.16 最終沈殿池 4-49
4.16.1 運転管理 4-50
4.16.2 保守点検 4-50
4.17 高度処理 4-50
4.17.1 砂ろ過 4-51
4.17.2 多層ろ過 4-51
4.17.3 膜ろ過 (MF, UF, NF, RO) 4-51
4.17.4 運転管理及び保守点検 4-52
4.17.5 栄養塩類除去 4-54
4.18 消毒施設 4-57

4.18.1 運転指標 4-58
4.18.2 運転上の危険 4-59
4.18.3 保守点検 4-59
4.19 分散型下水処理システム(DEWATS)及び浄化槽の維持管理 4-60
4.20 予防保全 4-60
4.21 トラブル対策 4-62
4.22 記録 4-62
4.23 まとめ 4-62
第 5 章 汚泥処理施設 5-1
5.1 総説 5-1
5.2 汚泥濃縮 5-1
5.2.1 重力濃縮 5-1
5.2.2 遠心濃縮 5-3
5.2.3 浮上式濃縮 5-4
5.2.4 ベルト式濃縮 5-6
5.3 嫌気性消化 5-9
5.3.1 消化の種類 5-9
5.3.2 設備の構成 5-10
5.3.3 運転管理及び保守点検 5-15
5.4 汚泥脱水 5-18
5.4.1 薬品添加装置 5-18
5.4.2 給泥ポンプ 5-21
5.4.3 機械脱水 5-22
5.5 汚泥乾燥床 5-32
5.5.1 適用範囲 5-32
5.5.2 施設容量 5-32
5.5.3 乾燥床の面積 5-32
5.5.4 浸透式床の構成要素 5-33
5.5.5 運転管理及び保守点検 5-33
5.6 予防保全 5-33
5.7 トラブル対策 5-34
5.8 記録 5-34
5.9 まとめ 5-34
第 6 章 電気設備及び計装設備 6-1
6.1 総説 6-1
6.2 受変電設備 6-3
6.2.1 受電及び変電設備 6-3
6.2.2 電力制御 6-6

6.2.3 電力供給と停電 (電気設備の運転管理)....6-9
6.2.4 ガスエンジン....6-10
6.2.5 デュアルフューエルエンジン....6-10
6.3 自家発電設備 (発電機)....6-11
6.3.1 交流発電機....6-11
6.3.2 ディーゼル発電機....6-12
6.3.3 無停電電源装置....6-12
6.4 電動機....6-13
6.4.1 誘導電動機....6-13
6.4.2 始動器....6-14
6.4.3 誘導電動機の特徴....6-15
6.4.4 モーター性能評価....6-16
6.4.5 状態監視手法....6-17
6.4.6 速度制御装置....6-20
6.4.7 モーター保護装置....6-22
6.5 計装設備....6-22
6.5.1 流量計....6-22
6.5.2 水位計....6-22
6.5.3 pH 及び ORP 計....6-26
6.6 監視制御システム....6-29
6.6.1 監視制御システム....6-30
6.6.2 自動制御....6-32
6.7 ケーブル....6-32
6.8 エネルギー監査....6-33
6.8.1 エネルギー監査の頻度....6-34
6.8.2 エネルギー監査の範囲....6-34
6.9 記録の管理....6-35
6.9.1 運転管理及び保守点検の記録....6-35
6.9.2 記録の活用....6-35
6.10 予防保全....6-35
6.10.1 計画保全の種類....6-36
6.10.2 点検用機器....6-37
6.10.3 電気設備保守点検における一般的注意事項....6-39
6.10.4 修繕....6-39
6.10.5 計画的改築....6-40
6.11 トラブル対策....6-40
6.12 まとめ....6-40
第 7 章 水質モニタリング....7-1

7.1 総説 7-1
7.2 試料採取と分析の必要性 7-1
7.3 試料採取 7-1
7.3.1 概要 7-1
7.3.2 単一試料 7-1
7.3.3 混合試料 7-1
7.3.4 採取方法と注意点 7-2
7.3.5 試料量、試料数及び保管 7-3
7.3.6 試料採取場所の選定 7-3
7.4 分析項目の関連性 7-4
7.5 分析項目と頻度 7-4
7.5.1 活性汚泥法の分析項目と頻度 7-4
7.5.2 安定化池の分析項目と頻度 7-6
7.6 微生物試験の試料採取と分析方法 7-7
7.6.1 微生物試験の必要性 7-7
7.6.2 試験方法 7-8
7.7 簡易試験法 7-13
7.7.1 試験紙法 7-13
7.7.2 透視管法 (BOD 管(UK)) 7-13
7.7.3 シリンダーテスト 7-13
7.8 データ解析 (正確度と精度) 7-13
7.8.1 水質試験データの処理 7-14
7.8.2 測定値の正確度 7-14
7.9 頻度管理 7-15
7.10 水質試験室設備の設計 7-15
7.11 水質試験室の維持管理 7-15
7.12 水質試験室の廃棄物の処分 7-15
7.12.1 固形廃棄物 7-15
7.12.2 液体廃棄物 7-15
7.12.3 放射性廃棄物 7-15
7.13 測定要員 7-16
7.14 まとめ 7-16
第 8 章 環境保全 8-1
8.1 総説 8-1
8.2 臭気対策 8-1
8.2.1 下水道施設の臭気 8-1
8.2.2 臭気対策の方法及び技術 8-1
8.2.3 硫化水素 (H_2S) 8-3

8.2.4 アンモニア (NH_3) 8-6
8.2.5 一般的臭気対策法 8-7
8.2.6 薬品添加 8-8
8.2.7 モニタリング 8-10
8.3 疫学的汚染 8-11
8.3.1 健康への影響 8-11
8.3.2 発生源 8-11
8.3.3 測定方法 8-11
8.3.4 予防法 8-12
8.3.5 対策 8-12
8.4 土壌汚染 8-12
8.5 水質汚染 8-12
8.6 下水処理場の美化と景観 8-13
8.7 温室効果ガスの規制 8-13
8.7.1 温室効果ガス 8-13
8.7.2 対策 8-14
8.7.3 バイオガスの有効利用 8-14
8.8 カーボンクレジットの記録 8-14
8.9 まとめ 8-15
第 9 章 労働安全衛生対策 9-1
9.1 総説 9-1
9.2 労働上の危険 9-1
9.2.1 疾病 9-1
9.2.2 事故 9-2
9.2.3 事故事例 9-7
9.3 安全対策 9-8
9.3.1 予防策 9-8
9.3.2 事後処置 9-23
9.4 衛生対策 9-26
9.4.1 予防策 9-26
9.4.2 福祉 9-27
9.4.3 事後処置 9-27
9.5 安全体制 9-27
9.5.1 組織体制 9-27
9.5.2 人材 9-28
9.6 安全教育研修 9-29
9.6.1 総括責任者 9-29
9.6.2 主任技術者 9-29

9.6.3 技術員 9-30
9.6.4 一般作業員 9-31
9.6.5 研修評価 9-31
9.7 緊急事態 9-31
9.7.1 緊急事態の定義 9-31
9.7.2 緊急事態の対策 9-31
9.8 危険作業の回避 9-33
9.9 まとめ 9-33
第 10 章 オンサイトシステム 10-1
10.1 総説 10-1
10.2 オンサイト施設の保守点検システム 10-1
10.3 オンサイト施設の維持 10-2
10.3.1 処理ユニットの点検と維持 10-2
10.3.2 清掃 10-2
10.3.3 水質管理 10-2
10.3.4 感染症予防を含む衛生対策 10-3
10.3.5 災害、事故の対策 10-3
10.4 トイレ 10-3
10.4.1 簡易水洗トイレ 10-3
10.4.2 公衆トイレ 10-4
10.4.3 移動式トイレ 10-5
10.5 オンサイトにおける処理方法 10-5
10.5.1 従来型 / 改良型腐敗槽 10-5
10.5.2 浄化槽 10-6
10.6 腐敗槽汚泥の処理 10-11
10.6.1 汚泥の収集と運搬 10-11
10.6.2 汚泥処理の基礎 10-12
10.6.3 汚泥処理の運転制御 10-12
10.7 まとめ 10-14
付属資料

下水道マネジメントマニュアル(最終案)

目次
表目次
図目次
略語集

目次

第 1 章　はじめに 1-1
1.1　インド政府の政策 1-1
1.2　マネジメントの必要性 1-2
1.3　利害関係者 1-3
1.4　マニュアルの構成 1-4
1.5　Part A（計画設計）、Part B（維持管理）及び Part C（マネジメント）の相互関係 1-5
第 2 章　法的枠組みと政策 2-1
2.1　はじめに 2-1
2.2　地役権法、1882 2-1
2.3　74 次憲法改正 2-1
2.4　インド規格協会排出基準、1973 2-2
2.5　水（水質汚濁防止）法、1974、及び改正 2-2
2.6　中央公害管理委員会による最適利用基準、1981 2-3
2.7　環境（保全）法、1986 2-3
2.8　環境保全規則に基づく環境汚染物質の一般排出基準、1989 2-4
2.9　危険廃棄物（管理及び取扱い）規則、1989 2-5
2.10　公共賠償責任保険法、1991 2-5
2.11　手作業清掃法、1993 2-5
2.12　中央環境裁判所法、1995 2-6
2.13　水（水質汚濁防止）租税法、2003 2-6
2.14　沿岸規制地域通達、2011 2-6
2.15　ゴアにおける下水道法及び規則 2-8
2.16　衛生作業従事者(規制及び労働条件)法案 2-8
2.17　政策 2-8
2.17.1　中央政府 2-8
2.17.2　州政府 2-9
2.17.3　都市部地方自治体 2-11
2.16　まとめ 2-13
第 3 章　制度及び能力育成 3-1
3.1　はじめに 3-1

3.2 組織体制 3-1
3.2.1 中央政府 3-1
3.2.2 州政府 3-1
3.2.3 準国営機関 3-2
3.2.4 都市部地方自治体 3-2
3.3 能力育成の必要性 3-3
3.3.1 公的機関における能力育成 3-3
3.3.2 人的資源の能力育成 3-4
3.3.3 能力育成に対する不十分な資金配分 3-4
3.4 研修の必要性の評価 3-5
3.4.1 短期研修の必要性 3-7
3.4.2 長期研修の必要性 3-7
3.4.3 管理職研修の必要性 3-8
3.4.4 技術研修の必要性 3-8
3.5 技能向上のための研修 3-8
3.6 トレーナーの研修 3-9
3.7 職場研修 3-9
3.8 研修の定量化 3-10
3.9 効果的な成果に対する報奨 3-10
3.10 研修スケジュールと年間プログラム 3-10
3.11 研修機関 3-11
3.11.1 国家教育・研修施設 3-11
3.12 昇進 3-13
3.12.1 より高度な専門的資格 3-13
3.13 研修予算の必要性 3-14
3.14 職務要件 3-16
3.14.1 上級管理者の責任 3-16
3.14.2 中間管理者の責任 3-17
3.14.3 運転管理者の責任 3-18
3.14.4 職務記述書 3-18
3.15 研修内容を定めるための研修必要事項及び分野 3-20
3.16 外部委託従事者に対する能力育成の必要性 3-26
3.17 特定分野における応用研究開発の必要性 3-26
3.18 まとめ 3-26
第 4 章 資金調達と財務管理 4-1
4.1 はじめに 4-1
4.2 資本と収入 4-1
4.3 資金源 4-1

4.3.1 中央政府の援助（補助金、融資） 4-1
4.3.2 州政府の融資 4-2
4.3.3 金融機関融資 4-2
4.3.4 国際及び二国間融資 4-2
4.3.5 民間資金融資 4-6
4.3.6 企業の社会的責任 4-6
4.3.7 議員地方開発融資 4-7
4.3.8 パブリック・プライベート・パートナーシップ 4-8
4.3.9 その他の金融収入（債券） 4-8
4.4 収入及び支出 4-8
4.4.1 課金と徴収 4-10
4.4.2 自己持続可能性 4-12
4.4.3 財務計画 4-14
4.4.4 収入増加の方法 4-22
4.4.5 支払いの意思 4-22
4.4.6 下水道使用料課金システムのコンピューター化 4-23
4.4.7 支出の監視と会計処理 4-23
4.5 技術上及び財政上の評価 4-27
4.5.1 技術上の評価 4-27
4.5.2 財政上の評価 4-28
4.5.3 社会的及び環境面の評価 4-28
4.6 まとめ 4-31
第 5 章 維持管理のための予算見積り 5-1
5.1 はじめに 5-1
5.2 予算見積りの必要性 5-1
5.3 維持管理業務 5-1
5.4 維持管理費用の計算 5-2
5.4.1 建設費用 5-2
5.4.2 エネルギー費用 5-10
5.4.3 消耗品及び燃料 5-13
5.4.4 修繕及び改修 5-13
5.4.5 減価償却費 5-14
5.5 ポンプ場及び下水処理場の建設費用 5-16
5.6 維持管理の予算及び費用回収 5-16
5.7 推奨 5-17
5.8 まとめ 5-17
第 6 章 パブリック・プライベート・パートナーシップ（PPP） 6-1
6.1 はじめに 6-1

6.2 PPP の必要性 6-2
6.2.1 下水道及び衛生サービスにおける PPP 6-2
6.2.2 プロジェクトのタイプ 6-3
6.2.3 現在の資金調達方法 6-3
6.3 PPP の利点 6-4
6.4 課題と問題点 6-5
6.5 推進環境と制度改革の必要性 6-7
6.5.1 推進環境 6-7
6.5.2 制度改革の必要性 6-8
6.6 PPP 推進の努力 6-13
6.6.1 国内プロジェクト 6-13
6.6.2 海外プロジェクト 6-16
6.7 可能性のある PPP モデル 6-18
6.7.1 PPP の実例 6-20
6.8 PPP 契約の適合性 6-20
6.9 法的枠組み 6-20
6.10 弱者への助成金 6-21
6.11 競争入札 6-21
6.11.1 従来の融資下での料金 6-21
6.11.2 民間融資下での料金 6-21
6.12 利害関係者の関心への対応 6-21
6.13 金融機関・銀行の関心への対応 6-23
6.14 可能にする要因 6-25
6.15 その他の PPP プロジェクトの主要な学習点 6-25
6.16 資金調達の複雑性 6-27
6.17 まとめ 6-27
第 7 章 住民啓発と住民参加 7-1
7.1 はじめに 7-1
7.2 住民啓発と住民参加の必要性 7-1
7.3 住民啓発のプログラム 7-2
7.4 住民啓発と住民参加を達成するためのプロセス 7-2
7.4.1 関係するコミュニティの定義 7-2
7.4.2 対応すべき既存のコミュニティの特定 7-3
7.4.3 伝えるべきメッセージのリストアップ 7-3
7.4.4 伝達方法の選定 7-4
7.4.5 住民啓発の予算 7-7
7.5 住民参加の達成 7-7
7.5.1 可能とする環境 7-7

7.5.2 住民参加法 7-7
7.5.3 コミュニティへの浸透 7-10
7.6 広報窓口と苦情処理システムの構築 7-11
7.7 広報窓口スタッフの親切な対応 7-11
7.7.1 電話対応のガイドライン案 7-12
7.7.2 住民からの質問への回答 7-12
7.8 コミュニティとの永続的な相互作用 7-12
7.9 義務化の必要性 7-12
7.10 再利用に関する住民の意識変革 7-13
7.11 まとめ 7-13
第 8 章 アセットマネジメント 8-1
8.1 はじめに 8-1
8.2 アセットマネジメントの必要性 8-2
8.3 アセットマネジメントの基本概念 8-3
8.4 下水処理場及びポンプ場のアセットマネジメント 8-4
8.5 下水管渠のアセットマネジメント 8-5
8.6 インドの下水道施設アセットマネジメントのモデル 8-5
8.7 資産の文書化と開示 8-10
8.8 定期的なアセットマネジメント 8-10
8.9 財政的側面 8-10
8.10 まとめ 8-12
第 9 章 マネジメント情報システム 9-1
9.1 はじめに 9-1
9.2 マネジメント情報システムの必要性 9-1
9.3 下水道システムにおけるマネジメント情報システム 9-1
9.3.1 財務管理情報システム 9-1
9.3.2 プロジェクト管理情報システム 9-2
9.3.3 人事管理情報システム 9-2
9.3.4 資材管理情報システム 9-2
9.3.5 運転管理情報システム 9-2
9.3.6 マーケティング管理情報システム 9-2
9.3.7 更新・修繕警報システム 9-2
9.3.8 公共用水域及び陸地への下水放流水質基準の違反 9-2
9.3.9 地方自治体の財政健全度状況 9-2
9.4 マネジメント指標 9-3
9.4.1 限界の克服 9-3
9.4.2 指標の利用 9-5
9.4.3 情報システム部署 9-5

9.4.4 技術 9-6
9.4.5 環境 9-6
9.5 インドにおけるマネジメント情報システム(MIS)の適用 9-6
9.5.1 バンガロールにおけるケーススタディ 9-6
9.5.2 チェンナイにおける企業資源計画の利用 9-8
9.5.3 ケララ水公社による高度なユーティリティ課金請求と収集システム (ABACUS)の利用 9-9
9.5.4 サービスレベルベンチマーキングにおける アプリケーションソフトウェア(TULANA)の利用 9-10
9.5.5 ラージコートにおける携帯電話を利用したマネジメント情報システム 9-11
9.5.6 その他の注目すべき事例 9-11
9.6 下水道における情報技術(IT)活用 －日本の経験 9-12
9.6.1 東京都下水道局の下水道マッピング情報システム 9-12
9.6.2 下水管渠における光ファイバーを用いた高度情報システム 9-15
9.7 システム効率化のためのマネジメント情報システムの実用化 9-17
9.8 まとめ 9-17
第 10 章 下水道における災害と管理 10-1
10.1 はじめに 10-1
10.2 緊急事態 10-2
10.2.1 インドにおける緊急事態の事例 10-5
10.3 緊急事態対応計画の策定 10-9
10.3.1 災害のライフサイクル 10-9
10.3.2 緊急対応策の作成手順 10-10
10.3.3 災害の防止及び軽減対策 10-10
10.3.4 災害防止計画策定の手引き 10-11
10.3.5 地震・津波による災害（日本） 10-13
10.4 インドの河川汚濁状況－ 災害発生源となりうるか？ 10-21
10.5 災害軽減対策計画 10-23
10.5.1 ムンバイの事例 10-23
10.5.2 災害軽減対策計画からの教訓 10-25
10.6 まとめ 10-25
付属資料