

インド国

バンガロール上下水道局 (BWSSB)

インド国

ベンガルール上下水道整備事業(フェーズ 3)

最終報告書

和文要約

平成 29 年 11 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 NJS コンサルタンツ

南ア
CR(5)
17-061

1 USD = 112 Yen

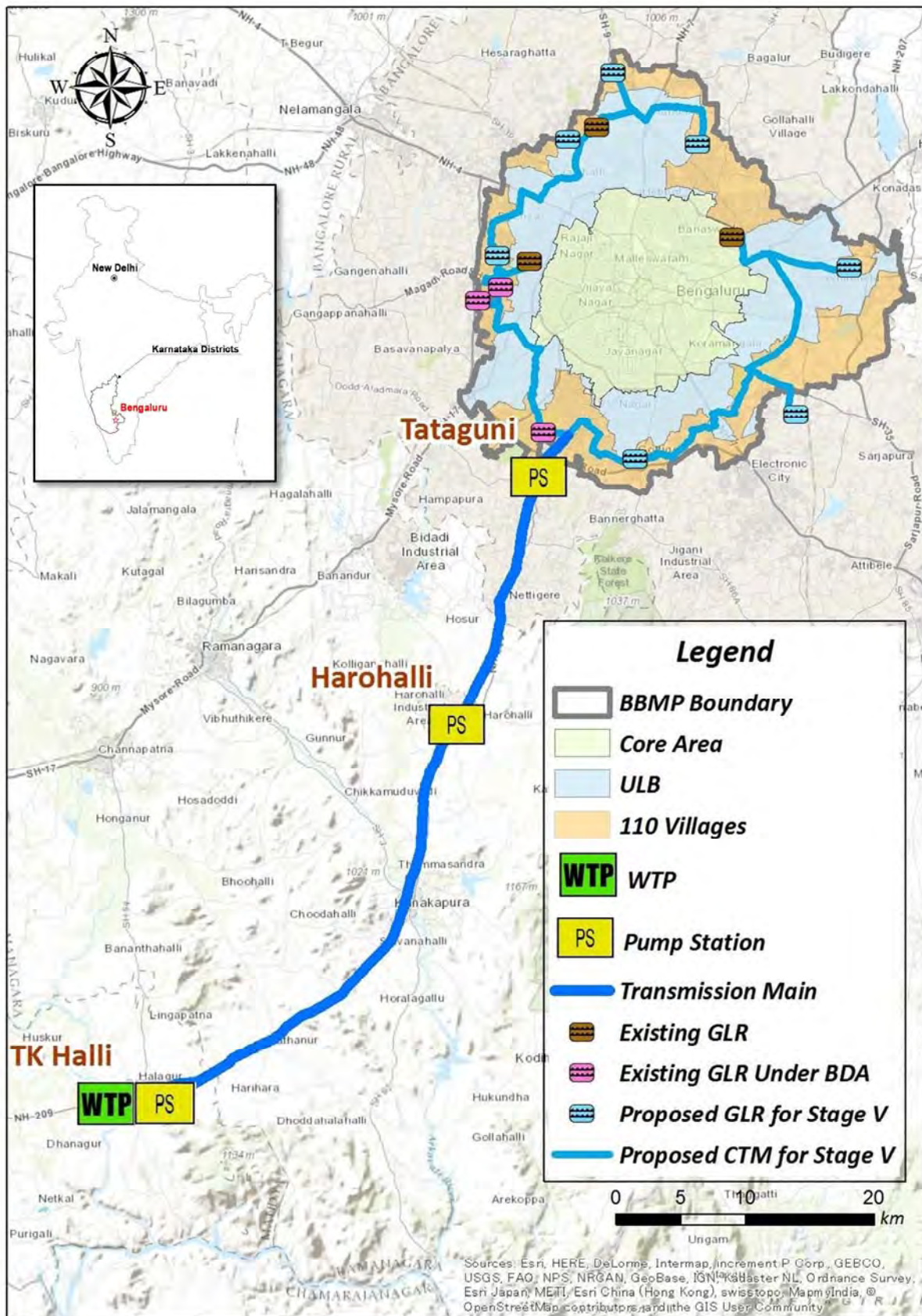
1 INR = 1.74 Yen

(2017年6月)

目 次

調査対象位置図

第 1 章 プロジェクトの背景及び概要	1
第 2 章 プロジェクト対象地域の概要	2
第 3 章 水道事業の現況と計画	2
第 4 章 既存下水道施設及び実施中/計画下水道プロジェクト	3
第 5 章 水需要予測	4
第 6 章 水バランスの検討	6
第 7 章 下水の発生量の現況と見通し	8
第 8 章 BBMP 地域における水質汚濁の現状	9
第 9 章 BBMP 地域における上下水道改善/拡張事業の必要性及び優先事業の検討	10
第 10 章 上水道及び下水道施設概略設計の基本検討と事業内容	11
第 11 章 BWSSB による自国資金を利用した実施予定事業	16
第 12 章 概略設計	19
第 13 章 上下水道施設の運転維持管理	23
第 14 章 環境社会配慮	25
第 15 章 事業実施計画及び事業費	26
第 16 章 財務検討	32
第 17 章 組織・運営改善	33



調査対象位置図

略語集

略語	記述	和訳
ASP	Activated Sludge Process	活性汚泥法
BDA	Bengaluru Development Authority	ベンガルール開発庁
BWSSB	Bangalore Water Supply and Sewerage Board	バンガロール上下水道局
BWSSP	Bengaluru Water Supply and Sewerage Project	ベンガルール上下水道整備事業
DAF	Dissolved Air Flotation	加圧浮上法
EA	Extended Aeration	長時間曝気法
GLR	Ground Level Reservoir	配水池
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
INR	Indian Rupee	インドルピー
ISPS	Intermediate Sewage Pump Station	中継ポンプ場
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LCB	Local Competitive Bidding	現地競争入札
M/P	Master Plan	マスタープラン
MBR	Membrane Bioreactor	膜分離活性汚泥法
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
OHT	Over Head Tank	高架水槽
PIU	Project Implementing Unit	プロジェクト実施機関
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	遠方監視制御
TF	Trickling Filter	散水ろ床法
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket	上向流嫌気性汚泥床

第1章 プロジェクトの背景及び概要

インドにおいては、人口増加や経済発展に伴う水道使用量の増加に対し、水源開発及び上水道施設整備が追いつかず、断続的かつ不十分な給水サービスが恒常化している。また、都市部への急激な人口流入、自然浄化能力をはるかに上回る未処理下水の河川等への排出の結果、汚染された水により地域住民の衛生や居住環境が脅かされている。このような状況下、インド政府は、第12次5ヶ年計画において都市部住民への上水供給及び下水・衛生施設の提供を政策目標として掲げている。

人口850万人（2011年）のベンガルール（以下、BBMP）は、インド南部カルナタカ州に属し、インドのソフトウェア産業の中心地として急速に発展し、本邦企業も多数進出している重要な都市域である。バンガロール上下水道局（以下、BWSSB）の人口予測によると2021年には人口が1,000万人を超え、水需要は約1,800百万リットル/日（1,000万人 x 150 lpcd/ (1-0.16)）に達する見込みだが、現時点での供給量は1,400MLD程度に留まっている。大幅な上水需要増加に対応し、安定した水供給を実現するためには、上水道施設の新設及び改修が必要であり、またそれに見合う下水道施設の整備も求められる。JICAはコーヴェリ川を水源とする円借款事業「バンガロール上下水道整備事業（以下、BWSSP）、フェーズ1、フェーズ2第1期及び第2期」を支援して来た経緯があり、今回は、ベンガルール市周辺地域の110村の上下水道整備を中心とした上下水道整備事業がBWSSBから提案され、本協力準備調査（以下、本調査）「ベンガルール上下水道整備事業（フェーズ3）」（以下、本プロジェクト）が2016年6月に開始された。本調査は、当該事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国の円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的としている。現地調査は2016年6月から2017年8月まで合計6回実施され、収集資料情報、調査結果及びBWSSBとの協議結果等を基にファイナルレポートを作成した。

本調査は、位置図に示したようにBWSSBが給水及び下水道サービスを所轄するBBMP地域800km²を対象とし、この中核（コア地区：245km²）、8周辺都市（ULB地区：330km²）及びその周辺に拡張している外郭都市（110村：225km²）を含むものである。事業の計画年次は、長期計画年次を2049年、中期計画年次を2034年とした。当初、BWSSBによって提案された事業概要を表1.1に示す。

表 1.1 既存 DPR（Detailed Project Report）に基づく当初の事業概要

事業名	概要	内容（既存 DPR に基づく）
コーヴェリ川からベンガルール都市圏に至る送水管、浄水場	約 80 km のパイプライン及び 775 MLD 浄水場	- 導水管: 10 km - 浄水場: (775 MLD) - 送水管: 約 70 km
配水システムの改善（UFW 対策）	コア地区の 6 区の内、実施中の 3 区を除く残りの 3 区	- 老朽化した配水管の更新と能力増強 - 流量、水圧管理のための DMA 設置
110 村上下水道施設整備	現在、上下水道施設が未整備の 110 村に対する上下水道施設整備	- 上水道: 配水ネットワーク- 2,979 km、配水幹線- 205 km、高架タンク- 137 箇所、給水栓- 106,000 戸 - 下水道: 下水処理場 (合計 129 MLD)、下水道幹線- 338 km、下水道枝線- 2,243 km、各戸接続- 106,000 戸

第2章 プロジェクト対象地域の概要

BBMP は、デカン高原の南部に位置し、平均気温は冬季で 13°C、夏季で 36°C であり、年平均は 24°C である。年間降水量は約 900 mm であり、7 月から 9 月の間に集中する。地球温暖化による中期（2012～2050 年）の気候変動シナリオによると、プロジェクト・サイトの気候変動として、気温と降水量の若干の増加が予測されている。本プロジェクトの取水源であるコーヴェリ川流域の将来流出量が若干増加すると予測されているが、プラス側であることから取水に対する悪影響はないと考えられる。

対象地域内の河川は、地形勾配に沿って北部から南東部及び南西部方向に流れている。モンスーン期間には雨水が増加し、生活排水と共に湖沼等に流集され、水質汚濁が生じている。深層地下水は、地表から深さ 30m から 100m 前後に存在している。BWSSB による給水サービスが提供されていない地域における集合住宅や商工業施設では、深井戸を利用している。しかし、地下水の水質において、硬度、塩素イオン濃度、フッ素が高い地域が多く、飲料水として利用不可能な地域では、シャワーやガーデニング用として利用している。

対象地域における上下水道セクターの関連法規は以下の通りである。

- 水質汚染（防止及び管理）法及び改正（1974）
- 水道料金法及び規則（1977）
- 環境保護法（1986 及び 2004 年改訂版）
- カルナタカ州地下水規制及び開発管理法（2011）
- 土地収容法（2013 年）

BBMP は、インド国内で、最も人口密度の高い地域の一つであり、カルナタカ州の歳入額は、2014 年から 2015 年においてインド国内で 5 番目であった。

第3章 水道事業の現況と計画

(1) 現在の水道事業

現在、BWSSB が実施している給水サービスのための主要水源はコーヴェリ川である。過去 4 Stage に互って段階的に整備されてきた CWSS（Cauvery Water Supply Scheme）において、コーヴェリ川から取水された水は、TK Halli 浄水場で水処理後、高低差約 350 m、距離約 70 km の区間を 3 箇所のポンプ場を経由して送水されている。現在、約 580 万人を対象に最大約 1,460 MLD の送水が行われている。ベンガルール市内には、51 サイトに 84 配水池及び 52 箇所の高架タンク（以下、OHT）が設置されている。2016 年時点での接続数は、908,000 箇所、内 865,000 箇所に水道メーターが設置されている。

(2) 既存の上水道施設

コーヴェリ川から取水した原水は開水路により SBR（Shiva Balancing Reservoir）貯水池に入り、その後自然流下で浄水場まで導水される。現在、コーヴェリ川での水利権による水源量の合計は 1,460 MLD（BWSSB が、この数値を公に使用）である。取水された原水は、コーヴェリ給水事業による各 Stage で建設された浄水場での浄水処理を経て、ベンガルール市域に送水されている。既存浄

水施設の能力は 1,310 MLD であるが、施設は余裕をもって建設されており、実績では水源量にほぼ等しい量が送水されている。表 3.1 は、既存浄水場の設計時及び建設された施設能力及び施設完成年次を示す。水処理方式は凝集沈殿+急速砂ろ過であるが、凝集沈殿プロセスに Stage I から III までは凝集沈殿法、Stage IV Phase 1 では、パルセーター（脈動型高速沈殿法）そして、Stage IV Phase 2 では、加圧浮上法（DAF）が採用されている。

表 3.1 既存浄水場の水源量、施設能力と完成年次

No.	CWSS Stage, Phase	Water Source (MLD)	WTP Capacity (MLD)	Year of Commissioning
1	Stage I	155	135	1974
2	Stage II	155	135	1982
3	Stage III	315	270	1992
4	Stage IV, Phase 1	315	270	2002
5	Stage IV, Phase 2	520	500	2012
Total		1,460	1,310	

CWSS における全 Stage (I~IV) において、浄水処理された水はそれぞれ 3 箇所のポンプ場により、BBMP 内の配水池に送水され、OHT 等を経由して顧客に配水される。料金徴収を含む維持管理業務は、31 の小地区から構成される 9 つの地区ユニット単位で行われている。

(3) 策定中の水道計画/実施中の水道事業

BBMP を対象とした上下水道マスタープラン（以下、M/P）が 2016 年 8 月完了を目途に 2015 年 7 月から開始されたが、準備調査実施期間中に計画が完了せず、遅延している状態である。そこで、M/P 中間報告書に基づき BWSSB と本調査における上下水道計画策定上の基本条件等について調整を行った。現在、ベンガルール上下水道整備事業（以下、BWSSP）フェーズ 2 第 2 期の下水処理場建設工事とコア地区内の 3 ゾーンを対象とした UFW 削減事業が実施中である。

(4) 既存の SCADA システム

BWSSB は上下水道施設の効率的な運転・維持管理を図るため Stage IV Phase 1 から本格的に（監視制御（以下、SCADA）システムの整備を進めてきた。Stage IV Phase 2 においては、更に上下水道施設を統合し、一元的に監視することを目的として中央 SCADA システムを導入し、現在工事中である。水道施設では浄水場、送水ポンプ場、配水池（Ground Level Reservoir: GLR）、OHT 及び各配水区の流量計等の情報が中央 SCADA システムに送信されている。下水道施設では下水処理場及び中継ポンプ場（以下、ISPS）等が中央 SCADA システムで監視できるように現在工事中である。また、Stage I、II 及び III 期に建設された上下水道施設については将来の更新時期にローカル SCADA システムを整備して順次中央 SCADA システムへ統合する計画である。

第4章 既存下水道施設及び実施中/計画下水道プロジェクト

BBMP 内での下水道サービスは、コア地域から ULB 地区に拡張されているが、110 村では現在、

下水道施設は整備されていない。従って、BBMP 地域内全体での下水道整備率は約 40%に留まっており、また約 14%の人々は、非衛生なトイレを使用している。

コア地域内では、溪谷によって形成された排水区域に基づき下水処理区域が設定されている。その処理区域内で、現在、14 箇所の下水処理場が稼働しており、殆どの下水処理場の処理レベルは、2 次処理である。しかし、数少ないが高度処理も行われており、一部の処理水は大口の顧客に販売されている。既存下水処理場の概要をまとめ、表 4.1 に示す。

表 4.1 既存下水処理場の概要

名称	地域	事業	処理能力 (MLD)	処理法	
1	K&C Valley	Core Area	Before Stage IV	218	活性汚泥法 (ASP)
	K&C Valley	Core Area	Stage IV, phase 1	30	長時間曝気法 (EA)
2	V(Vrishabhavathi) Valley	Core Area	Before Stage IV	180	散水ろ床法 (TF) 一部高度処理含む
3	Hebbal	Core Area	Before Stage IV	60	ASP
4	Raja Canal	Core Area	Stage IV, phase 1	40	EA
5	Madivara	Core Area	Before Stage IV	4	上向流嫌気性汚泥床 (UASB)+ 酸化池 (OP) +Constructed wetlands
6	Cubbon Park	Core Area	Before Stage IV	1.5	膜分離活性汚泥法 (MBR) 高度処理
7	Labough	Core Area	Before Stage IV	1.5	EA
8	Kempbudhi (Iti Colony)	Core Area	Before Stage IV	1	EA
9	Mailasandra	R.R. Nagar CMC Dasarahalli CMC	Stage IV, phase 1	75	EA
10	Kadabesanahalli	Mahadevpura CMC K.R. Purum CMC	Stage IV, phase 1	50	EA
11	Nagasandra	Dasarahalli CMC	Stage IV, phase 1	20	EA
12	K.R. Purum	K.R. Purum CMC	Stage IV, phase 1	20	UASB
13	Yelahanka (Allasandara)	Yelahanka CMC	Stage IV, phase 1	10	ASP+Filtration (砂ろ過) 高度処理
14	Jakkur	Yelahanka CMC	Stage IV, phase 1	10	UASB+EA

3 箇所の高度処理が導入された処理場において、下水処理水の再利用が実施されているが、需要地と下水処理場間の距離が長く、送水コストが大きいことや、地下水の方が安価なことから、処理水の再利用はあまり進展していない。一方、一定規模以上のアパートや商業施設においては、個別に下水処理施設の設置が義務づけられており、個別循環により処理水をトイレのフラッシュ用水、散水等に使用されている。

第5章 水需要予測

(1) 人口予測

BBMP の人口は図 5.1 に示すように、近年、急激に増加している。最新のセンサス結果 (2011 年) と既存調査の 10 種類の人口予測値を検討して 2051 年までの人口を予測した。対象 3 地域の内、コ

ア地域は、既に飽和状態に近づいているため 0.78%/年の低い人口増加率を採用し、110 村については、2014 年に BDA（ベンガルール開発庁）、BBMP、BWSSB による 3 者協議において承認された増加率を採用した。ULB 地区については、低増加率（1.3%/年）、中間増加率（2.36%/年）、高増加率（110 村と同様）の 3 種類について予測し、表 5.1 に示す高増加率による推定値を採用（実施中の上下水道 M/P とほぼ整合する予測）した。2049 年の総人口は約 1,900 万人、平均人口密度は約 250 人/ha である。表 5.1 に対象 3 地域別の計画年次人口を示す。

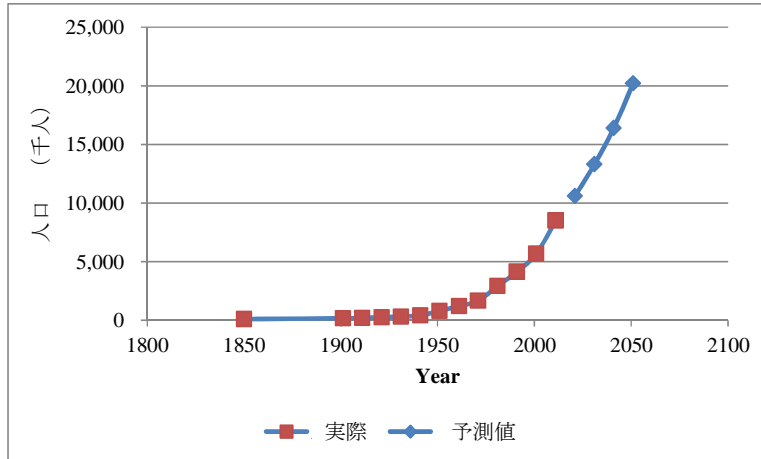


図 5.1 BBMP の人口の推移と予測

表 5.1 BBMP の将来人口予測

年次	人口（人）			
	Core	ULBs	110 村	合計
2034	6,482,945	4,809,070	2,819,225	14,111,240
2049	7,284,297	7,620,606	4,452,789	19,357,692

(2) 給水量原単位

日本の水道施設設計指針に相当する「CPHEEO（都市開発省公衆衛生環境技術中央機構）マニュアル」によると、インドでは下水道が整備された大都市での給水サービスレベルとして、表 5.2 のように 150 lpcd が推奨されている。現在の給水量が小さい場合にはサービス向上の目標として、逆に給水量が多い場合には節水目標としている。また地下水等が水源として見込める場合には、150 lpcd の内数とみなされる。本計画でもこれに準拠し、給水量原単位を 150 lpcd とする。

表 5.2 計画給水量原単位（CPHEEO マニュアル）

No	市町村のクラス分類	推奨される最大給水レベル
1	Towns provided with piped water supply not without sewerage system	70 lpcd
2	Cities provided with piped water supply where sewerage system is existing / contemplated	135 lpcd
3	Metropolitan and Mega cities provided with piped water supply where sewerage system is existing / contemplated	150 lpcd (採用値)

(3) 水需要予測

予測された将来人口と計画給水量原単位に基づいて使用量を予測し、これに送水ロスである UFW（物理的ロスを示すもので、漏水が主要なものである）を考慮して算定した水需要の予測を表 5.3 に示す。現状の UFW は約 50%であるが、UFW 削減事業の実施等により、2034 年には 23%に、2049 年には 16%まで低減すると設定した。110 村に関しては、これから配水管、給水管を新設するため 16%以下とすることが可能であると仮定した。計画年次別、主要顧客別の使用水量に関する内訳を表 5.3 に取りまとめた。

表 5.3 水需要の予測

項目	単位	2034 年				2049 年			
		Core	ULB	110 村	Total	Core	ULB	110 村	合計
行政人口	Person	6,483,000	4,809,000	2,819,000	14,111,000	7,284,000	7,621,000	4,453,000	19,358,000
サービス率		75%	88%	80%	80%	77%	92%	87%	86%
給水人口	Person	4,842,200	4,209,800	2,259,000	11,311,000	5,643,200	7,021,800	3,893,000	16,558,000
各戸接続	Person	4,613,200	4,052,800	2,259,000	10,925,000	5,643,200	7,021,800	3,893,000	16,558,000
原単位	lpcd	150	150	150	150	150	150	150	150
	使用量	MLD	692	608	339	1,639	846	1,053	584
スラム（公共水栓）	Person	229,000	157,000		386,000	0	0		0
原単位	lpcd	30	30	30	30	30	30	30	30
	使用量	MLD	7	5	0	12	0	0	0
水道使用量	MLD	699	613	339	1,651	846	1,053	584	2,483
UFW		23%	23%	16%		16%	16%	16%	16%
水道需要量	MLD	908	796	404	2,108	1,007	1,254	695	2,956
地下水利用人口	Person	1,640,800	599,200	560,000	2,800,000	1,640,800	599,200	560,000	2,800,000
原単位	lpcd	150	150	150		150	150	150	
地下水使用量	MLD	246	90	84	420	246	90	84	420
損失		16%	16%	16%		16%	16%	16%	
地下水揚水量	MLD	293	107	100	500	293	107	100	500
総需要量	MLD	1,201	903	504	2,608	1,300	1,361	795	3,456

Note: (水道使用量) = (行政人口) x (給水量原単位: 150 lpcd)

(水道需要量) = (水道使用量) / (1 - UFW)

第6章 水バランスの検討

(1) 現在利用可能な水源

現在、BWSSB による給水は、コーヴェリ川を主要な水源としているが、これに加えて、地下水も利用している。これら以外に、水源として考えられるものとして、下水処理水の再利用水や雨水（直接利用と地下水涵養）があるが、再利用水及び雨水は、直接的に水道水源として利用することはできないため、BWSSB による給水を検討するに当たって、水道水源としては、コーヴェリ川の表流水と深層地下水に限定した。

コーヴェリ川は、幾つかの州をまたぐ河川であり、カルナタカ州への水利権は、表 6.1 に示すように 270 TMC（1 TMC=77.5 MLD）である。カルナタカ州内の水利権の管理は Water Resource Department が行っており、Stage III 実施の結果、合計 730MLD となり、Stage IV により追加の 730 MLD が BWSSB に配分された。そして、本プロジェクトである Stage V のために、775 MLD が更に追加配分された。現段階での BWSSB への水利権は、表 6.2 に示すように、合計 2,235 MLD である。

表 6.1 関連州別の水利権

No.	州、その他	水利権
1	Kerala 州	30 TMC
2	Karnataka 州	270 TMC
3	Tamil Nadu 州	419 TMC
4	The Union Territory of Pondicherry	7 TMC
合計		726 TMC

注) 1 TMC = 77.5 MLD

表 6.2 BWSSB に対する Stage 別の水利権

CWSS Stages	割り当て水量 (MLD)
Stage I, II, III	730
Stage IV Phase I, II	730
Sub-total	1,460
Stage V	775
合計	2,235

取水地点に最も近い、Kollegal 流量観測所における、過去 40 年間の渇水流量と Stage I~V の計画取水量合計を図 6.1 に、2012 年の各月の日別流量と計画取水量を図 6.2 に示す。図 6.1 より、Stage I~IV の計画取水量は、過去 40 年間の渇水流量平均値を下回っている。一方 2012 年の日別流量をみると、2012 年は河川流量が少ない年であったが、Stage I~IV までの取水量を上回る流量があった。このことは、河川流量が、取水点の上流にある 4 つのダムによって調整されていることに起因している。なお、配分の優先度は飲料用水、灌漑用水、発電用水の順となっている。これらのダムは州政府によって管理されており、渇水時には飲料用水が最優先されるため、本事業が実施された場合にも、渇水時に水源確保が可能である。

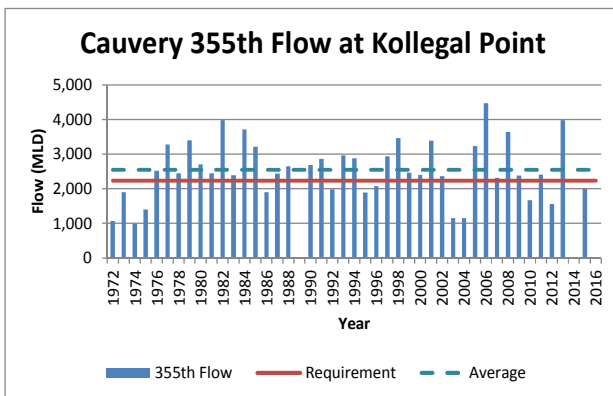


図 6.1 過去 40 年の渇水流量と計画取水量

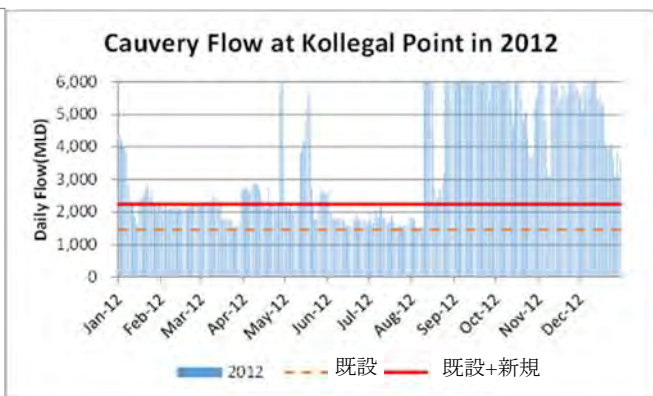


図 6.2 2012 年の日別流量と計画取水量

(2) 水需要と供給のバランス

CWSS Stage V の完成を 2024 年に設定し、水需要と給水能力が増加した場合の供給量の対比関係を図 6.3 及び表 6.3 に示す。UFW の削減を見込むことで、人口増加による水使用量の増加に較べて必要給水量の増加が減少しており、2034 年において必要需要量に対する可能供給量はほぼ合致する。

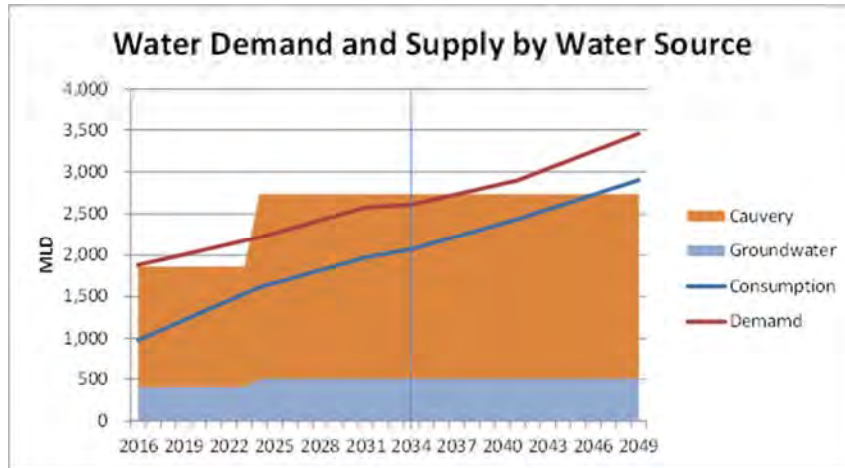


図 6.3 ベンガールの水源と水需要

表 6.3 水バランスの検討

単位：MLD

Year	Study Source	Area	Demand MLD ①	Supply								Balance between ②-①		
				Groundwater (a)	Cauvery			Stage V (c)	UFW saving (d)	Tertiary Treated Water (e)	Rainwater Harvesting (f)		Total ② =(a)+(b)+(c)+(d)+(e)+(f)	
					(b)	CWSS 1-4								
						Current Effective	UFW Saving							UFW
2022	BWSSB	Core & ULB	2,700	400	1,460				557	250	150	100	2,917	217
		110 Villages	318	100	0				218				318	0
		Total	3,018	500	1,460				775	250	150	100	3,235	217
2024	JICA Survey	Core & ULB	1,860	400	1,460	759	219	482	520				2,380	520
		110 Villages	355	100	0	0	0	0	255				355	0
		Total	2,215	500	1,460	759	219	482	775	N.A.	0	0	2,735	520
2034	BWSSB	Core & ULB	3,500	400	1,460				470	300	200	150	2,980	-520
		110 Villages	480	100	0				305		50	25	480	0
		Total	3,980	500	1,460				775	300	250	175	3,460	-520
	JICA Survey	Core & ULB	2,104	400	1,460	759	365	336	371				2,231	127
		110 Villages	504	100	0	0	0	0	404				504	0
		Total	2,608	500	1,460	759	365	336	775	N.A.	0	0	2,735	127
2049	BWSSB	Core & ULB	6,000	400	1,460				215	350	250	150	2,825	-3,175
		110 Villages	760	100	0				560		50	50	760	0
		Total	6,760	500	1,460				775	350	300	200	3,585	-3,175
	JICA Survey	Core & ULB	2,661	400	1,460	759	467	234	80				1,940	-721
		110 Villages	795	100	0	0	0	0	695				795	0
		Total	3,456	500	1,460	759	467	234	775	N.A.	0	0	2,735	-721

Note: N.A.; Not Applicable

第7章 下水の発生量の現況と見通し

(1) 下水量原単位

水道と同様に下水道に関する「CPHEEO マニュアル」によると、水道使用量の80%が下水として発生し、これに地下水浸入量を約10%見込んで施設設計を行うことを提案している。このような考え方は一般に採用されていることから、下水量原単位は、132 lpcd (= 150 lpcd (給水量原単位) x 80% (下水発生量比率) + 地下水量 (10% x 150 lpcd x 80%)) とした。

(2) 下水発生量の算定

計画人口と下水量原単位を乗じて得られる下水発生量を3地区毎に算出したものを表7.1に示す。

表 7.1 下水発生量

単位: MLD

エリア	2016年	2019年	2024年	2034年	2049年
Core	745	762	792	856	961
ULBs	323	366	447	634	1,005
110 Villages	190	217	265	375	593
合計	1,258	1,345	1,504	1,865	2,559

(3) 下水発生量と下水処理施設能力の比較

下水の発生量と下水処理施設能力を現況 2016 年と計画年次 2034 年について比較して表 7.2 に示す。2016 年の下水処理場の能力は発生下水水量に対して 57.4 % であるが、2034 年には 97.2 % まで増強される計画である。

表 7.2 下水発生量と下水処理場能力

項目	2016年			2034年		
	Core & ULB	110 村	計	Core & ULB	110 村	計
人口 (千人)	8,076	1,367	9,443	11,291	2,843	14,134
下水発生量 (MLD)	1,066	190	1,256	1,490	375	1,866
下水処理場能力 (MLD)			721 (57.4%)			1,815 (97.2%)

第8章 BBMP 地域における水質汚濁の現状

BBMP 地域は、3つの流域 (Vrishabavathi (V. Valley)、Hebbal (H. Valley)、Koramangala & Challaghatta (K&C Valley)) に区分され、その水系について見ると、V Valley がコーヴェリ川の支流である Arkavati 水系で、残りの2流域は Pennar 川水系に属する。

雨水は河川、水路とその途中にある多くの湖を経由して排水される。BDA 管轄区域には 596 の湖が存在するが、その数は、開発の進行に伴って減少傾向にある。湖の水質について、2013 年に 80 箇所分析された結果が報告されており、98%の湖で汚水の混入が確認され、90%の湖が汚染されていた。また、79%の湖が、水利用上の最低ランクである「水質ランク E」(BOD 3 mg/l 以上、アンモニア性窒素 1.2 mg/l 以上) に区分されている。

現在の BBMP 内の下水道整備率を見ると、コア地区においては 100%、ULB 地区においては 5つの ULB に下水処理システムが存在し、この下水道システムが存在する ULB 内人口の約 50%が下水道サービスを受けている。合計下水処理能力は、721 MLD で、既存下水整備区域内の発生下水水量が、1,256 MLD と予測されることから、既存の処理能力は、約 43%不足していることになる。

一方、110 村においては、下水道整備がなされておらず、下水は、居住地周辺の水路に排出されており、最終的に湖に流入している。これらの水路における BOD は希釈されており、水質試験により平均的には 20 - 40 mg/l であるが、BOD 200 mg/l 以上の高濃度の箇所も報告されている。

以上のことから、コア及び ULB 地域において、さらなる整備率の向上が必要である他、110 村における下水処理施設の建設が急がれる。下水道事業の促進と拡張により、以下のような改善が見込まれる。

- 生態系を含む湖の環境改善が期待できる。
- 隣接して建設される予定の下水処理場周辺での地下水位の上昇が期待できる。
- 下水処理水の再利用（料金収入が見込める）の機会が増大する。
- 110 村における衛生環境の改善が期待できる。

第9章 BBMP 地域における上下水道改善/拡張事業の必要性及び優先事業の検討

(1) 事業の必要性と期待される便益

BBMP は都市化により急激に拡大しており、土地利用の高度化による水需要の増加に伴って、第8章で述べたように下水道・衛生施設の改善/拡張が急務となっている。現在、BBMP への給水のための水源はコーヴェリ川であるが、利用可能な水量には限りがある中、可能な取水量の増量と水の有効利用が、日増しに重要となっている。

JETRO インドによるとカルナタカ州には、451社の日本企業が進出しており（2016年10月現在）、この数は2010年時点の約3倍である。ベンガルール都市圏には9つの主要な工業地区があるが、コア及び ULB 地区内で操業している日本を含む外国投資による工場は存在しておらず、BBMP の外側地域に立地している。

このため、これらの工場自体には本プロジェクトからの直接の裨益はない。一方、これらの工場の従業員の大半は、下水道がほとんど整備されていない110村を含むBBMP地区に居住していることから、水道と衛生サービスの改善は喫緊の課題であり、本プロジェクトが実施された場合、以下のような具体的な便益が期待できる。

- 事業実施により、2034年までのBBMPの水需要に対応でき、24時間給水の実現が可能となる。
- 事業実施により、衛生改善を含む環境改善が見込まれる。
- 上述の上下水道整備により、国内外からの投資促進がさらに期待できる。

(2) 提案プロジェクトの実施方針

BWSSB は、次の3つの事業を提案して、JICA に対して支援要請を行った。

- 1) 110 村の上下水道整備事業
- 2) コーヴェリ川水供給事業計画（CWSS Stage V）事業
- 3) UFW 削減（配水管改善含む）事業

BWSSB が提案した事業は上述したように、必要性及び便益に合致するが、事業規模や事業費を考慮して、表 9.1 に示す2つのグループに分類した。

- 本準備調査で実施する概略設計の対象事業：Stage V 水道施設と110村の下水道主要施設（処理場、ポンプ場と主要幹線）
- インド側で実施する事業：110村上水道配水管網整備事業、UFW削減事業及び下水道管渠枝線整備事業

表 9.1 概略設計の対象事業の選定

実施方法	事業内容	理由
本準備調査で実施する概略設計の対象事業	CWSS Stage V 事業	この事業は規模が大きく、建設費が高価なため自己資金では実施が難しい。加えて、提案事業の中でも、上流側に位置することから、緊急性が高く、また、一度に実施することが望ましい。改訂 DPR が州政府に 2016 年 9 月に提出された。
	110 村下水道主要施設整備事業	下水道施設の計画/設計、建設や、下水処理場の運転管理には専門技術が必要で、支援が必要である。 上述の改訂 DPR には、CWSS Stage V 事業とともに、このコンポーネントも含み州政府の承認を予定している。
インド側で実施する事業	110 村上水道配水管網整備事業	① 既存開発地域への給水が喫緊の課題であり、州政府の支援と BWSSB BCC (Beneficiary Capital Contribution) の財源を用いて、既存水源からの配水施設整備事業を 2017 年に開始する。 ② CWSS Stage V の完成までに、新設の GLR からの配管整備を実施する。 これら事業は、これまでの水道事業の経験を生かしてインド側で実施できる。
	110 村下水管渠枝線整備事業	CWSS Stage V 事業の開始後に、GBWASP / Mega City / AMRUT / GoK などの財源で実施可能。
	UFW 削減事業	BWSSB は事業実施の経験があり、GoK/BWSSB の財源が見込まれる。

第10章 上水道及び下水道施設概略設計の基本検討と事業内容

(1) 上水道

1) 計画人口と水需要

今回開発される上水道施設は、2049 年の 110 村の需要に対応するものである。2049 年までの計画人口と水需要量を表 10.1 に示す。既述のように、一人当たり給水量 150 lpcd、2049 年の UFW 16% を見込み、2049 年の水需要量は約 800 MLD と予測される。開発水量は 775 MLD であるが、110 村では約 100 MLD の地下水利用が可能であるため、需要を満たすことが可能である。表 10.1 は、関連ゾーン別計画人口及び水需要量を示す。

2) 配水区域の検討

浄水場から送られた水は GLR を経由して配水される。110 村上下水道 DPR では Stage IV Phase 2 の浄水を水源として、OHT を経由して配水する計画となっており、既存の GLR の使用が大半で、新設の GLR は 3 箇所のみであった。しかし Stage V では、2 期分けによる給水計画が変更され、7 箇所の GLR の新設が考慮されている。配水区域は地形を考慮して定められているが、GLR の標高がサービス区域の標高に較べて自然流下が可能となるほど高くないため、多くの区域でポンプが必要となっている。

表 10.1 計画人口と水需要量

No	Name of Zone	Area (in Sq.km.)	2011 population as per census	Projected Population (Person)			Water Demand (MLD)		
				2024	2034	2049	2024	2034	2049
1	Bytrayanpura (26 Villages)	55.0	241,074	412,912	588,875	933,240	74	105	167
2	Mahadevpura (23 Villages)	51.0	223,510	382,787	545,911	865,154	68	97	154
3	Bommanahalli (33 Villages)	64.3	282,669	484,150	690,468	1,094,248	86	123	195
4	R.R Nagar (17 Villages)	31.4	164,307	375,369	524,868	817,285	67	94	146
5	Dasarahalli (11 Villages)	23.5	191,955	328,782	468,878	743,073	59	84	133
Total		225.2	1,103,515 1,100,000	1,984,000 1,980,000	2,819,000 2,820,000	4,453,000 4,450,000	354 350	503 500	795 800
Water Source									
Cauvery							775	775	775
Ground water							100	100	100
Balance							521	372	80

3) 浄水場及び送水施設

浄水場は、既存の TK Halli 浄水場に隣接した BWSSB 所有の浄水場用地内に建設する。候補用地の面積は約 15.4 ha であり、用地内に宿舍と学校がある。これらの施設については、浄水場建設時に BWSSB が移転を行う計画である。

取水、導水は既存施設 (BWSSB による建設中導水管を含む) を利用し、口径 2,750 mm の鋼管で、自然流下で浄水場まで導水する。

原水水質は、過去 6 年間の月別濁度の変化 (図 10.1) に示すように清澄であるが、雨期には最大で 60 NTU を超える。このような実績から、浄水処理法は標準的な凝集沈殿及び急速ろ過法を採用する。浄水水質は飲料水質基準を満たすものとし、主な計画浄水水質を表 10.2 に示す。

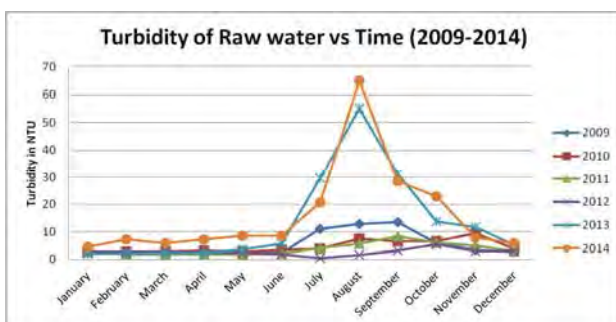


図 10.1 原水水質

表 10.2 計画浄水水質

Item	Performance Requirement
Turbidity	Less than 1 NTU for 100% of the time; less than 0.5 NTU 90% of the time
pH	7.0 to 8.5
Color	Less than 5 units Pt/Co scale
Iron	Less than 0.1 mg/L
Al	Less than 0.03 mg/L
Coliforms	Total Coliforms 0/100 mL (Nil)

浄水場から市内まで距離延長は約 70 km で、高低差は約 350 m である。処理水は、この区間を既存施設と同様に、3 箇所のポンプ場を経由して送水される。送水管は口径 3,000 mm の鋼管であり、過

去に建設された管路沿いに併設される。最終的に、3箇所（3箇所）のポンプ場のうち、最も市内に近い Tataguni ポンプ場から、東周り及び西周りの2つのルートにより、計13箇所（13箇所）の配水池に送水される。東周りの送水管線の上流に位置する Gottigere 配水池は標高が高く、水理計算の結果、末端の Kadugodi 配水池及び OMBR 配水池まで自然流下による送水が可能である。しかし、西ルート上の配水池の標高が高く、末端の Chokkanahalli 配水池までポンプ圧送が必要となる。なお、配水池の容量は、計画一日最大給水量の12時間以上を考慮した。

4) 施設計画概要

取水から市内までの送水関連施設を表 10.3 にまとめた。

表 10.3 上水道施設計画概要

施設	能力 (MLD)	内容
取水施設	775	既存施設利用
導水施設	775	既存と建設中の施設利用 口径 2,750 mm 自然流下 延長 約 6.3 km 既設 約 10 km 建設中
浄水場	775	既存浄水場に隣接 浄水プロセス：凝集沈殿、急速ろ過 消毒：液体塩素 汚泥処理：遠心脱水
送水施設	775	送水管口径 3,000 mm 延長 約 70 km ポンプ場 3 箇所、サージタンク 1 箇所
市内送水幹線	775	延長 約 114km (口径 500 mm ~ 3,000 mm) GLR 13 箇所 (うち新設 7 箇所)

(2) 下水道

1) 人口予測と計画下水量

プロジェクト対象地域である 110 村及び ULB は、行政区画 5 ゾーンから構成されている。ゾーン毎の村と ULB の対象年次別人口は、110 村、ULB 毎に、全て同じ人口増加率を適用して算出した。将来の計画下水量はゾーン毎に 1 人当たり下水量原単位 132 lpcd を乗じて算出した。計画年次 2034 年のゾーン毎の計画下水量を表 10.4 に示す。

表 10.4 ゾーン毎の計画下水量

ゾーン名	2034 年の人口 (人)	2034 年計画下水量 (MLD)
Bytrayanapura	1,650,931	218
Mahadevpura	1,824,633	241
Bommanahalli	1,535,555	203
R.R. Nagar	1,046,397	138
Dasarahalli	1,570,779	207
合計	7,628,295	1,007

2) 下水処理区域の検討

下水処理区域は、以下の事項を考慮して設定した。

- 検討対象区域における地形条件
- 下水処理場計画位置と用地の取得可能性
- 検討下水処理区の近隣処理区との統合可能性

DPR では合計 16 箇所の下水処理区が提案されていたが、用地取得の可能性等を考慮した検討の結果、図 10.2 に示す通り 14 箇所の下水処理区を提案した。ISPS は処理区統廃合により、DPR で提案されていた 3 箇所に 4 箇所が追加され、合計 7 箇所となった。また、約 202 km の下水幹線管渠が対象となるが、DPR で提案されていた延長より若干増加している。これは下水処理場位置の変更によるもの等である。

本プロジェクトにおける下水道計画一般図を図 10.2 に示す。

3) 下水処理計画

計画流入水質は、既存の下水処理場への流入水質、CPHEEO マニュアル、既存計画における計画値を参照し、検討の結果、表 10.5 に示す値を採用した。計画処理水質は改訂されたインド水質基準に基づき、表 10.6 のように設定した。

表 10.5 流入下水水質

項目	CPHEEO マニュアル			既存処理場の流入水質	既存計画 Stage IV Pha.2	採用値
	lpcd	gpcd	mg/l			
BOD	132	45 - 54	340 - 409	200 - 350	350	350
COD	132	72-103	545 - 777	400 - 800	800	800
TSS	132	70 - 145	530 - 1098	200 - 450	450	450
T-N	132	6 - 12	45.5 - 90.9	14.4- 45.3	70	70
T-P	132	0.6 - 4.5	4.5 - 34.1	4.40 - 6.70	7	7

表 10.6 計画処理水質

項目	BOD	TSS	T-N	T-P	糞便性大腸菌群
上限値	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	2 mg/l	100 MPN/100mL

下水処理方式の選定に当たり、小規模処理場の範疇において、放流基準を満たすことが可能であり、既存の処理場でも採用されている EA 法と SBR 法について比較・検討を行った。両方法とも、窒素除去のために無酸素・好気プロセスを組み込んだ高度処理対応型である。EA 法は、既存処理場での運転実績があること、SBR 法よりリン除去に優れること、コスト面で有利なこと等から本法を採用した。

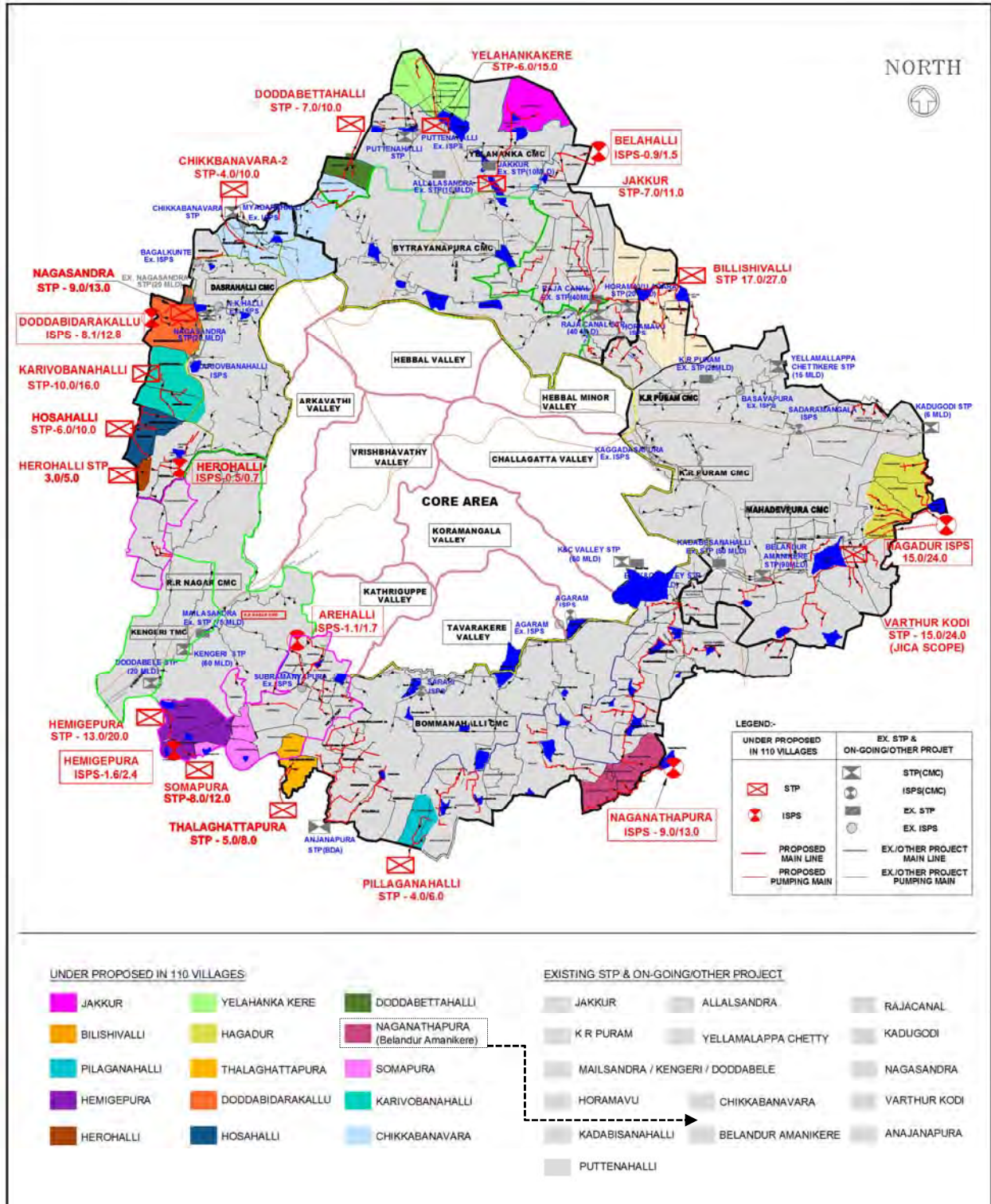


図 10.2 下水道計画一般図

下水処理の後段の消毒には塩素消毒を、汚泥処理には濃縮+機械脱水を採用する。ただし、小規模の下水処理場では、濃縮工程を省略して直接脱水とする。脱水汚泥は、現況の対応と同様に農地処分とすることとし、これらをまとめて表 10.7 に示す。

表 10.7 計画下水処理施設

ゾーン	下水処理場名	下水流量 (MLD)	処理方法		汚泥処分先
			下水処理	汚泥処理	
Bytrayanapura	Jakkur*	7.0	EA + CHL	(TH) + DW	農地処分
	Yelahankakere	6.0	同上	同上	同上
	Doddabettahalli	7.0	同上	同上	同上
	Bilishivalli	17.0	同上	TH + DW	同上
Mahadevpura	Varthur	15.0	同上	TH + DW	同上
Bommanahalli	Pillaganahalli	4.0	同上	(TH) + DW	同上
	Talaghattapura	5.0	同上	同上	同上
R.R. Nagar	Somapura	8.0	同上	同上	同上
	Hemigepura	13.0	同上	TH + DW	同上
Dasarahalli	Nagasandra*	9.0	同上	(TH) + DW	同上
	Kariobavanahalli	10.0	同上	TH + DW	同上
	Herohalli	3.0	同上	(TH) + DW	同上
	Hosahalli	6.0	同上	同上	同上
	Chikkabanavara-2	4.0	同上	同上	同上

Note: EA: Extended Aeration Process, CHL: Chlorination, TH: Thickener, (): Possibility of Cancel, DW: Mechanical Dewatering, Jakkur* STP, Nagasandra* STP は、既存下水処理場用地内に処理施設を建設して Kattigenahalli 地区及び Daddabidarakallu 地区の下水をそれぞれ処理する。

第11章 BWSSB による自国資金を利用した実施予定事業

提案された事業の内、インド側によって実施されるコンポーネントについて情報の更新を行うと共に、課題と提言をまとめた。また、検討の過程で、2 つの追加事業の必要性が明らかになったことから、基本計画の策定を行った。これらを以下に示す。

- 110 村上水道整備事業
 - 緊急対策事業：既存 GLR からの 110 村配水施設整備（実施中）
 - 恒久施設事業：Stage V において計画された GLR からの接続と OHT、ポンプ施設（追加）
- Stage V 関連事業
 - 浄水場までの導水管（実施中）
 - Stage V により送水された水をコア地域へ配分するための送水管（追加）
- 110 村下水道枝線整備事業
- UFW 削減事業

(1) 110 村上水道整備事業

1) 緊急対策事業

BWSSB は 110 村に対する給水サービスの緊急性に対処すべく、110 村の配水施設の建設に関して 2016 年 11 月より入札を開始した。この事業は Stage V の完成前に既存配水池から配水するもので、十分な配水量が確保できないことから、DPR において計画されていた OHT は除外し、揚水が必要な区域に対してはブースターポンプで対応する計画である。

Stage V 事業の完成スケジュールを考慮して、以下の通り、対応すべき技術的な対策を提言した。

- システムについて
 - ▶ 既存の GLR から新設の配水システムに接続することとなるが、Stage V 完成時における接続変えに当たって、無駄にならないように計画すること。
 - ▶ Stage V が整備された場合、2049 年までは 110 村以外の地域でも利用可能な水量が供給されるので、隣接した配水区域への配水も考慮すること。
 - ▶ OHT 採用の有無にかかわらず、DMA の構築を行って配水管理を行うことが必要である。
- 運営維持管理に関して
 - ▶ Stage I の施設は 1974 年の建設から約 40 年が経過している。浄水場、ポンプ場、配水池や送配水管が老朽化しているため、更新計画を策定することが必要である。
 - ▶ 現在のベンガルール市は時間給水であるが、Stage V 完成直後は 110 村において十分な給水が可能である。このタイミングで 24 時間給水を行うことを推奨する。

2) 恒久施設事業

Stage V 事業の完成後に安定した給水を行うために、以下の 2 コンポーネントが必要である。これを恒久施設事業と呼ぶ。

- Stage V で建設された GLR から各 OHT までの接続管
- OHT 及びポンプ施設

110 村上下水道整備事業 DPR と Stage V で同じ GLR を利用する区域を除外し、GLR から各 OHT までの接続管、OHT、ポンプ施設の検討を行った。施設の概要を表 11.1 に示す。

表 11.1 110 村恒久配水施設事業内容

Facilities/Equipment	Quantities
Feeder pipes between GLRs and OHTs	Diameter: 150 mm - 1,750 mm Length: Approx. 200 km
OHTs	135 Units
Pumps	61 Units
Monitoring equipment for SCADA system	To be included in Stage V Project

(2) UFW 削減事業

UFW 削減事業には、老朽管及び人口増加により能力が不足している配水管の改善も含まれている。2016 年 9 月に行われた DPR 改訂の際には区域の減少はないが、DMA 流量計の設置、漏水探査が除かれ、予算がほぼ半減した。しかし、現在 BWSSB 内部でさらなる改訂が進められているところであり、この改訂に関して BWSSB と協議を行い、以下の技術的な提言を行った。

- 契約のパフォーマンス目標が UFW 16%以下とされているが、これを達成するには配管の更新比率を高める必要がある。
- 既存施設の情報では、適切な更新比率を設定するのに不足している。
- 道路が狭いなど施工性の悪い地域では、工期を延長する必要がある。
- 現在進行中のプロジェクトでは、現地関係者への事前の連絡不足により、混乱が生じることもあった。事前に BWSSB が主導して協力体制を確立する必要がある。
- GLR や送水管からの漏水もあり、これらへの対応も必要である。
- 現在は時間給水のため、漏水の探知が難しい。漏水探知のためにも 24 時間給水は必要である。
- 予算に応じた区域の設定、目標の設定が必要である。
- 現在は漏水削減が中心であるが、広く無収水を対象とした NRW 削減対策として組織や職員の能力強化も目指すべきである。商業ロスの削減により収入が増加するだけでなく、顧客の不公平をなくすことにもつながる。

BWSSB は、上述事項を考慮した修正案を最終化して、カルナタカ州政府からの承認を計画している。

(3) 110 村下水道（枝線及び各戸接続）

BWSSB が実施することになっている下水枝線管渠及び各戸接続のための計画は、現在までのところ更新されていない。対象となる人口は 2049 年で約 450 万人、接続数が約 35 万箇所であり、予算やスケジュールは定められていない。BWSSB としては、土地利用の変更に合わせて施設の追加を考えている。なお、発注方法としては、設計・施工分離が採用されており、小規模な発注となるため、現地業者による入札が一般的である。

(4) Stage V 関連事業

CWSS Stage V 関連事業として、BWSSB によって実施中の浄水場までの導水管の建設と、Stage V による送水量の一部をコア地域へ配分するための送水施設がある。

1) 浄水場までの導水管

取水施設（以下、Pipe Intake）からの 6.3 km 区間は既存導水管を利用する。そして、これ以降の約 10 km 区間は現在建設中の導水管を利用する。

2) Stage V による送水の一部をコア地域へ配分するための送水施設

コア地域においては、2024 年から 2034 年にわたって約 360 MLD が不足する見通しである。一方、Stage V による送水量を 110 村に優先して配分する場合、2024 年には 425 MLD、2034 年には、275 MLD をコア/ULB 地域に配分可能である。これらから、360 MLD をコア地域に送水するために、Stage V 送水管を延長して、Stage I ～ Stage III の既存配水池に送水する 2 系統の送水管を計画した。図 11.1 に送水管及び送水先の既存配水池の位置を示す。

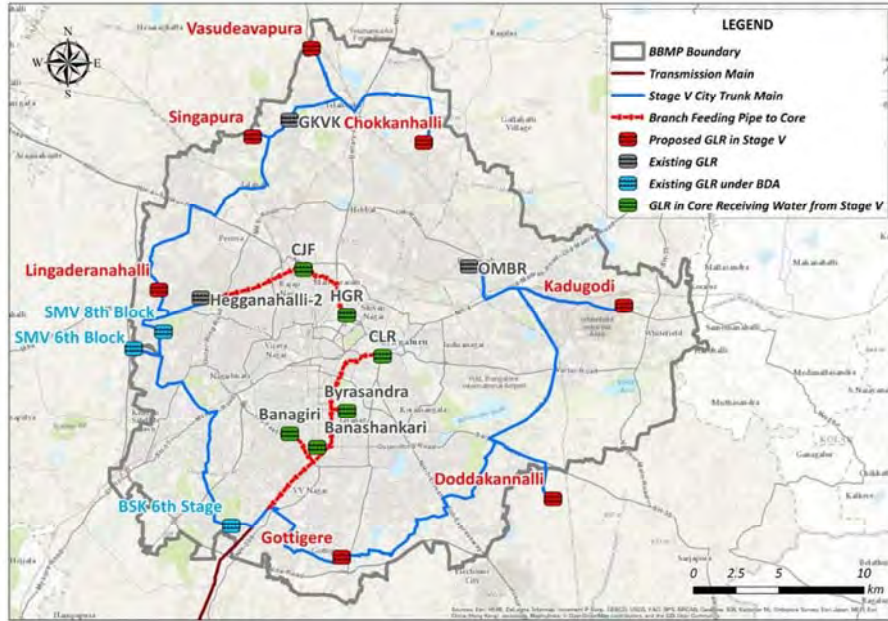


図 11.1 コア地域への送水管及び送水先の既存配水池

第12章 概略設計

(1) 上水道

Pipe Intake から TK Halli 浄水場までの導水管延長は、約 16.3 km であるが、Pipe Intake 側の 6.3 km は既設管を利用し、浄水場側の約 10 km は BWSSB が建設中のものを利用する（図 12.1 参照）。

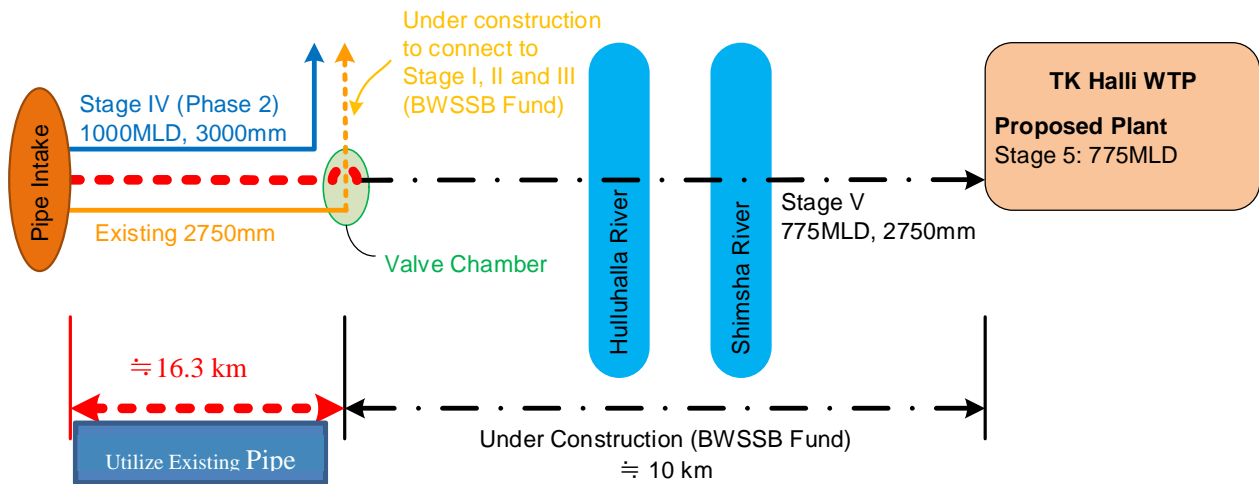


図 12.1 導水管模式図

浄水場の規模及び維持管理性を考慮して、カスケード曝気池から急速砂ろ過池までの施設を 2 系列とする。原水水質は良好で年間平均の濁度である 11 NTU を計画水質として用いた。また汚泥処理の計画水質として、月間平均濁度の最大値であるモンスーン期の高濁度 33 NTU を用いた。水処理は標準的な凝集沈殿+急速砂ろ過を採用し、その後段に塩素消毒を行う。沈殿汚泥やろ過池逆洗排水は濃縮+脱水プロセスにより処理し、これにより発生した上澄水（処理水）は原水として凝集沈殿施設前に返送し、浄水ロスの低減を図る。浄水場の配置図を図 12.3 に示す。

TK Halli で浄水処理された水は、Harohalli 及び Tataguni 送水ポンプ場を経由し、総延長 69.45km の送水管で BBMP に送水される。以下に送水管の仕様を示す。

表 12.1 送水管の諸元

区間	口径 (mm)	管厚 (mm)	延長 (km)
TK Halli to Harohalli	3,000	18	43.9
Harohalli to Tataguni	3,000	20/18	21.5
Tataguni to Vajarahalli	3,000	20	4.05

総延長約 110 km の市内送水管で図 12.2 に示す 13 箇所の配水池（新設：7 箇所、既設 3 箇所、BDA 所有：3 箇所）に送水される。表 12.2 に本調査で概略設計した新設配水池の諸元及び滞留時間を示す。全体で概ね 12 時間の滞留時間を確保している。

表 12.2 配水池の諸元及び滞留時間

Name of Proposed GLR	Demand (MLD)	Proposed Dimension (m)			No of Tanks	Proposed Capacity (m ³)	Detention Time (Hour)
		L	W	H			
1 Gottigere	198	48	48	7.5	6	112,896	13.7
2 Doddakanahalli	110	80	50	6.5	2	48,000	10.5
3 Kadugodi	86	80	50	6.5	2	48,000	13.4
4 Chokkanahalli	130	90	60	6.5	2	64,800	12.0
5 Vasudevapura	17	30	30	6.5	2	10,800	15.2
6 Singapura	41	50	40	6.5	2	24,000	14.0
7 Lingaderanahalli	47	52	38	9.5	1	17,784	9.1
Total	629					326,280	

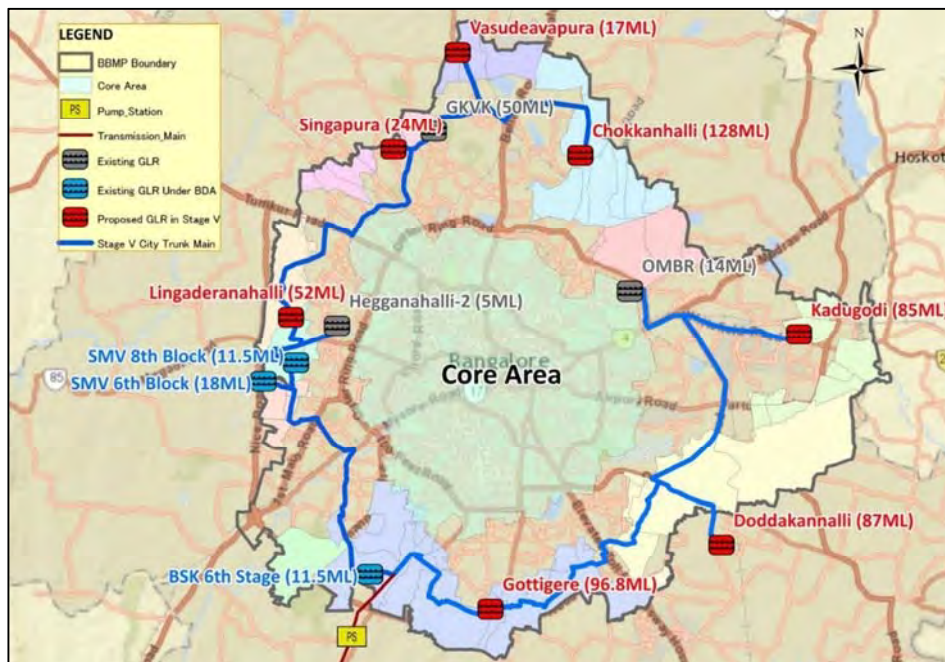


図 12.2 市内送水管及び送水される配水池

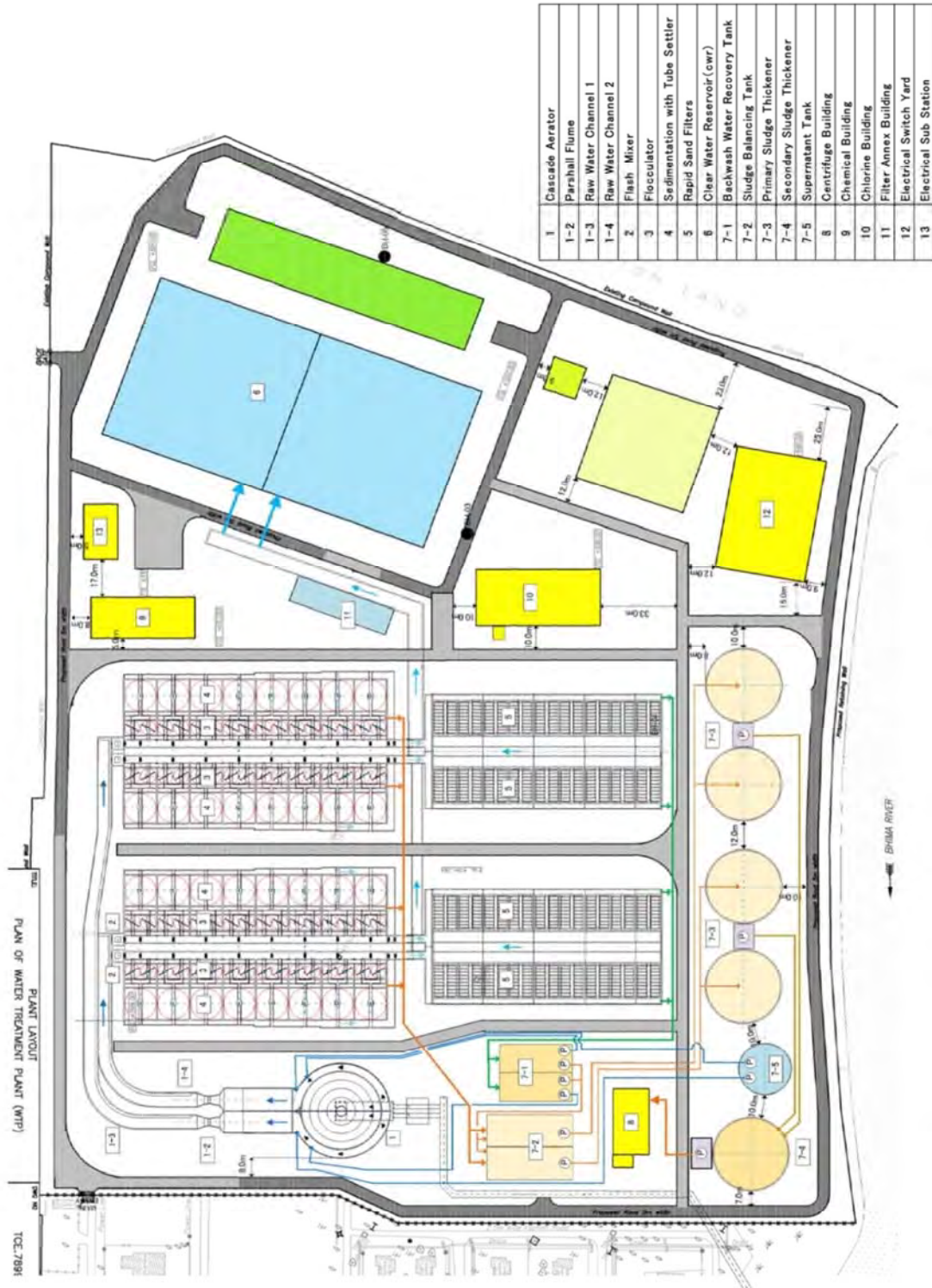


図 12.3 浄水場配置図

(2) 下水道

1) 下水幹線及び汚水中継ポンプ場

図 10.2（下水計画一般図）に示すように計画された下水幹線の管径と延長をゾーンごとにまとめ表 12.3 に示す。

表 12.3 下水幹線の概要

ゾーン	JICA 調査		DPR	
	管径 (mm)	延長 (km)	管径 (mm)	延長 (km)
Bytrayanapura	φ 300 ~ φ 1,000	50.3	φ 300 ~ φ 900	44.4
Mahadevpura	φ 300 ~ φ 800	44.7	φ 300 ~ φ 900	43.6
Bommanahalli	φ 300 ~ φ 1,200	65.0	φ 300 ~ φ 1,000	58.8
R.R. Nagar	φ 300 ~ φ 500	14.8	φ 300 ~ φ 900	19.0
Dasarahalli	φ 300 ~ φ 700	27.5	φ 300 ~ φ 600	23.9
合計	-	202.3		189.7

ISPS は低地の汚水を揚水するか、他の ISPS や処理場へ圧送するための施設であり、スクリーンや自家発電設備を備える必要がある。提案する ISPS 7 箇所の計画年次である 2034 年と 2049 年の日平均及び時間最大下水量をそれぞれ表 12.4 に示す。

表 12.4 ISPS の計画下水量

ゾーン	ISPS		計画下水量 (MLD)				圧送管	
	No	名称	2034 年		2049 年		管径	延長
			日平均	時間最大	日平均	時間最大	mm	m
Bytrayanapura	A-1	Bellahalli	0.9	2.7	1.5	4.5	250	1,380
Mahadevpura	B-1	Hagadur	15.0	33.8	24.0	54.0	800	5,300
Bommanahalli	C-1	Naganathapura	9.0	20.3	13.0	29.3	600	3,000
R.R. Nagar	D-1	Arehalli 1	1.1	3.3	1.7	5.1	250	730
	D-2	Hemigepura	1.6	4.8	2.4	7.2	400	1,500
Dasarahalli	E-1	Herohalli	0.5	1.5	0.7	2.1	200	1100
	E-2	Doddabidarakallu	8.1	18.2	12.8	28.8	600	2,300

2) 下水処理場

● 下水処理

下水処理法は、小規模なため最初沈殿池を持たない EA 法を採用した。反応タンクの構成は、放流水質基準を満足させるため窒素リン同時除去が可能な施設計画とした。

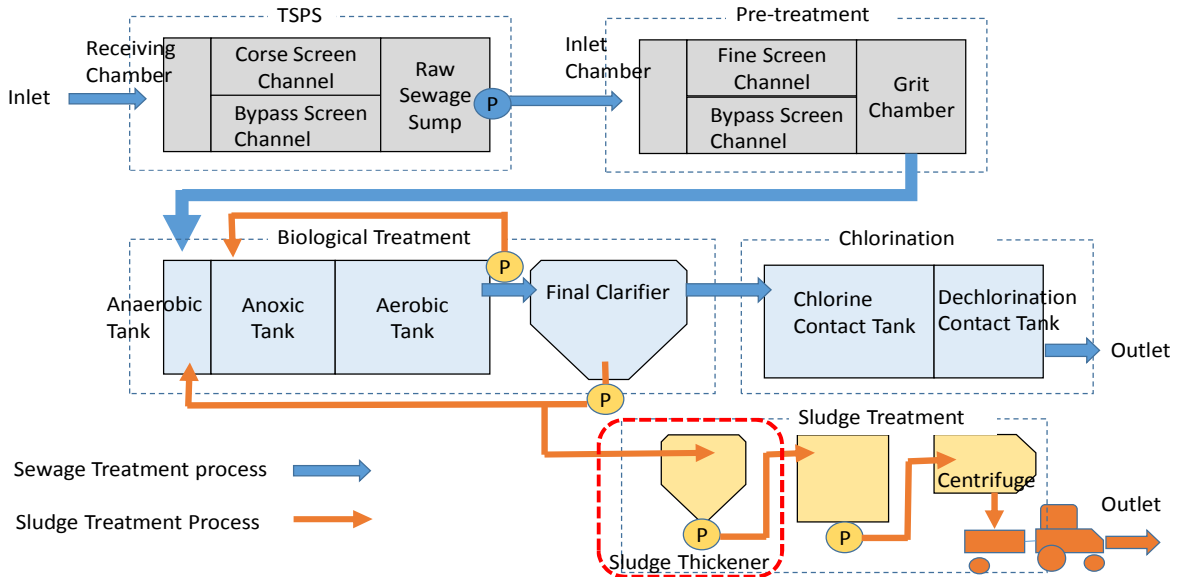
● 汚泥処理

汚泥処理は基本的に重力濃縮、機械脱水、場外搬出のフローである。下水処理フローと汚泥処理フローを合わせて図 12.5 に示す。このなかで、計画下水量 10 MLD 未満の小規模下水処理場では汚泥の発生量が少なく濃縮のメリットが小さいことから、濃縮工程を省略して最終沈殿池汚泥を直接脱水する方式とする。この方式は日本の小規模下水処理場等でも一般的に使用されており、機器点数の減少、維持管理費の減少だけでなく省スペース化も図れる。

● フローシート

計画下水量 10 MLD 以上の 中・大規模下水処理場の処理フローを図 12.5 に示す。汚泥処理に係

る維持管理費の低減のため、汚泥脱水の前段に汚泥濃縮設備を設置する。汚泥濃縮設備として、一般的で且つ維持管理の容易な円形の重力濃縮槽を提案する。重力濃縮槽の設置コストは必要となるが、後段の汚泥脱水設備の規模を縮小することができ、且つ維持管理費も低減することができるため、総合すると経済的となる。10 MLD 未満の小規模下水処理場は、図の赤点線部分の汚泥濃縮設備を省略する。



注) 10 MLD 未満の場合は赤点線の汚泥濃縮を省略する。

図 12.5 下水処理場の処理フロー

第13章 上下水道施設の運転維持管理

(1) 上水道

1) CWSS Stage V における運転・維持管理業務

浄水場における運転・維持管理（以下、O&M）は、取水施設、浄水施設、配水施設、薬品注入施設、汚水処理施設、その他施設と多岐にわたる。これら全ての施設を問題なく運転することが、適切な浄水処理及び継続した給水のために必要である。

2) 上水道事業の総 O&M 費

CWSS Stage V における O&M 費として、浄水場、送水ポンプ場の運転や送水管、配水池の維持管理に必要な電力、薬品、人件費を、概略設計に基づき算出した。これ以外の配水や料金徴収のために必要な O&M 費を DPR に基づき算出した。これらをまとめて表 13.1 に示す。

表 13.1 CWSS Stage V と 110 村上水道事業の総 O&M 費

単位：百万 INR/年

項目			2034 年
間接費	人件費	技術	118.8
		常駐	67.8
	小計		186.6

項目		2034年	
Stage V	人件費	83.3	
	電気代	4,473.9	
	薬品代	118.0	
	修理&修繕	377.3	
	小計	5,052.5	
110村	人件費	ネットワーク	215.6
		ポンプ	63.4
		小計	279.0
	電気代	164.8	
	薬品代	0	
	修理&修繕	181.6	
	小計	625.4	
	合計	5,864.5	

注：INR=インドルピー

(2) 下水道

1) 基本事項

下水道施設として下水管渠、ISPS、下水処理場の維持管理が必要となる。現在既設のISPSと下水処理場の維持管理は専門のコントラクターにより行われており、BWSSBはコントラクターの監理を行っている。下水管渠についてはBWSSB内に維持管理部署があり、管渠の清掃、調査、顧客対応、布設替え、修理等を直営で行っているが、場合によっては外注により対応することもある。

下水管渠の維持管理は、管径400mm以上をWWM (Waste Water Management)グループ（下水道の主要施設の維持管理を受け持つ）が維持管理し、管径350mm以下の幹線、枝線、各戸接続についてはメンテナンスグループによって維持管理されている。

現在殆どの既設下水処理場とISPSは工事を受注したコントラクターによりDBO (Design Built Operation) 契約により維持管理されている。コントラクターとの契約は施工期間も含めて7~10年間となっている。

2) O&M 費

下水道施設の2034年におけるO&M費を表13.2に示す。

表 13.2 2034年における下水道施設のO&M費

(百万INR/年)

項目	年間O&M費
BWSSB職員	63.1
下水幹線	24.0

項目	年間 O&M 費
枝線、各戸接続その他	159.4
ISPS	40.5
下水処理場	793.9
合計	1080.9

第14章 環境社会配慮

Stage V 上水道事業における導水管、浄水場及び送水施設は、既存 Stage の施設の敷地内あるいは隣接して建設される計画であるが、数箇所河川や公道を横断する。また本コンポーネントにおける送水幹線や配水池は、都市部の開発された地域で建設される。これらのプロジェクト予定地は、国立公園、保護区あるいは歴史文化的遺産の範囲外で計画されている。110 村下水事業も、都市部の開発された地域の空地や公道で建設される計画である。

上下水道事業の各コンポーネントとも EIA を取得する必要はないが、事業実施時においては、河川、排水路、道路、鉄道及び他のユーティリティと交錯することが考えられる他、オペレーション時に電力を利用する必要があるため、これら関係機関から許認可を取得して実施することが必要である。

Stage V 上水道事業は、掘削工事における交通や公共ユーティリティへの影響、工事中の伝染病、労働安全衛生、大気汚染（粉塵）、騒音、事故及びオペレーションにおいて3箇所のポンプ場での電力消費とそれによる温室効果への影響が想定される。一方、110 村下水事業についても同様に、掘削工事があるため交通や公共ユーティリティへの影響、工事中の伝染病、労働安全衛生、大気汚染（粉塵）、騒音、事故及びポンプ稼働や下水汚泥処理・処分による温室効果ガス（GHGs）の発生による温室効果への影響が想定される他、オペレーション中の汚水漏出による土壤汚染や悪臭への影響が想定される。これらの影響に対しては、適切な施設計画や機器の選定、工事計画や環境モニタリングの実施により緩和することを提案する。

用地取得について、上水道事業では7箇所の計画 GLR のうち4箇所、下水事業では、14箇所中9箇所の下水処理場サイト及び7箇所全ての ISPS サイトで用地を取得する必要がある。しかしながら、これらのサイトは全てカルナタカ州政府、BBMP 及び BDA の公有地であるためプロジェクト実施に大きな課題はなく、2017年10月での BWSSB への所有権移転に向けて、現在、共同調査や行政手続きが行われている。

より現場に即した環境社会配慮の実施及び適切な合意形成に資するため、現地ステークホルダーとの協議を BWSSB が主体的に行うことが重要である。このため計画ステージにおける第1回協議について JICA 調査団が BWSSB を支援し、2017年8月22日に開催された。事業内容及び実施計画が説明された後、関係者協議が行われた結果、事業の早期実施が強く要望され、関連機関及び受益者による事業への協力姿勢が確認された。

第15章 事業実施計画及び事業費

(1) プロジェクト範囲

JICA 調査対象事業とインド側実施の上下水道プロジェクトの概要を表 15.1 に示す。インド側実施事業の内、UFW 削減事業については、BWSSB が別途実施することとし、本 JICA 支援事業から除いた。

表 15.1 JICA 調査対象事業とインド側実施事業範囲

Project Group	Project Component	Facilities	Details (Specifications)	
JICA Survey Project	Stage V	WTP	775 MLD	Adjacent to existing WTP in TK Halli Water Treatment: Rapid sand filtration Disinfection: Liquid Chlorine Sludge Treatment: Centrifuge
		Transmission Facilities	775 MLD	Transmission Pipe: Dia. 3,000 mm, Approx. 70 km from TK Halli WTP to Vajarahalli junction Pump Station: 3 Nos. (including Clear water reservoir and surge tank) • TK Halli, • Harohalli, • Tataguni
		City Trunk Main	775 MLD	Dia. 500 mm - 3,000 mm, Length Approx. 114 km
		GLR	775 MLD	7 Nos.: Total Capacity 326 ML
		Central SCADA	—	Monitoring Water Supply and Sewerage Facilities
	110 Villages major Sewerage Facilities	Bytrayanapura Zone	Main Sewer Pressure Main ISPS STP	Dia. 300 mm -1,000 mm, 50.3 km Dia. 250 mm, 1.4 km 1 No. 4 Nos.
		Mahadevpura Zone	Main Sewer Pressure Main ISPS STP	Dia. 300 mm - 800 mm, 44.7 km Dia. 800 mm, 5.3 km 1 No. 1 No.
		Bommanahalli Zone	Main Sewer Pressure Main ISPS STP	Dia. 300 mm - 1,200 mm, 65.0 km Dia. 600 mm, 3.0 km 1 No. 2 Nos.
		R.R. Nagar Zone	Main Sewer Pressure Main ISPS STP	Dia. 300 mm - 500 mm, 14.8 km Dia. 250 - 400 mm, 2.2 km 2 Nos. 2 Nos.
		Dasarahalli Zone	Main Sewer Pressure Main ISPS STP	Dia. 300 mm - 700 mm, 27.5 km Dia. 200 - 600 mm, 3.4 km 2 Nos. 5 Nos.
Indian Side Undertaken Project	110 Villages Water Supply	Distribution pipeline and Service connections	Feeder main (for temporary systems) Distribution pipelines	Dia. 100 mm - 762 mm; Length Approx. 3,000 km Booster pumps for temporary systems.
		Distribution facilities between GLRs and OHTs for permanent systems	Feeder Pipes between GLRs and OHTs	Dia. 150 mm - 1,750 mm Length: Approx. 200 km
			OHT	135 Nos.
	Pump, Pump House and water sump	61 Nos.		
110 Villages Sewerage	Lateral sewer and House connec-	Lateral Sewer	Dia. 230 mm, Approx. 2,300 km House Connections	

Project Group	Project Component	Facilities	Details (Specifications)	
	Stage V	Conveyance pipeline	Valve Chamber to TK Halli WTP	Dia. 2,750 mm, Length 9.95 km; (construction contract was awarded)
		Branch Feeding Pipes	Interconnection pipes with existing Mains/GLRs	Dia. 600 mm - 1,400 mm, Length: 28.9 km;

(2) プロジェクト・コンポーネントのパッケージ分け

全ての関連事業は、コンサルティング・サービスを含んで 40 パッケージに分けられた。表 15.2 は、事業カテゴリー別のパッケージ構成をまとめたものである。なお、第 10 章で、インド側の実施事業として考慮された UFW 削減事業については、BWSSB が別途実施することで合意され、本 JICA 支援事業から除外した。

表 15.2 事業カテゴリー別のパッケージ構成

カテゴリー	パッケージ数	カテゴリー	パッケージ数
Conveyance Pipeline	1	110 Villages WS Facility	5
WTP	1	110 Villages Distribution Networks	5
Reservoir & PS	3	SCADA System	1
Transmission Pipeline	2	110 Villages STP & ISPS	5
Procurement of MS Plates	1	110 Villages Main Sewer	5
City Trunk Main	2	110 Villages Lateral Sewer	5
Branch Feeding pipe	1	Consulting Services	1
GLR	2		

(3) 事業実施のための調達方法

全事業パッケージは、JICA 円借款事業に適用される条件を採用することとする。但し、上下水道事業実施に当たり、インド国及び BWSSB によって適用され、実績のあるデザイン・ビルド・オペレーション法を、主要大規模施設（浄水場、送水ポンプ場、下水処理場、ISPS）に対して、採用する。一方、施工時に住民との関わりが深く、BWSSB の介入による調整が必要となる水道管網及び下水管渠敷設については、設計、施工分離法を採用することとする。

一般的に、その必要時間のみを考慮すると、現地競争入札 (LCB) が好ましいが、事業規模が大きいこと、下水道施設等に対する技術ノウハウの必要性を考慮した品質管理を勘案して、国際競争入札(ICB)の採用が提案された。また、特殊な事業については、以下のような条件付けを行った。

1) 浄水場

高度な技術が必要となることから、ISO 9001 の取得、過去 10 年間における 10 億 INR 以上の O&M 業務の受注実績、過去 15 年間における 350 MLD 以上の浄水場の受注実績（土木、機械、電気だけでも可）。

2) 送水ポンプ

本事業で計画しているポンプ形式で、計画送水量以上のポンプ納入実績、同型ポンプに関して 20 年以上の生産実績、ISO 9001 の取得、ポンプ効率、ポンプ吸い込み能力が高い、更に、ウ

オーターハンマー検討の義務付け。

3) 集中型 SCADA システム

過去 10 年間に 1 カ所で 350 MLD 以上の浄水場及び合計 100 MLD 以上の下水処理場に係る SCADA システムの納入実績、ISO 9001 の取得、上下水道事業で、15 点以上の遠隔操作施設の構築実績を有すること。

4) 下水処理場、ISPS

高度な技術が必要となることから、ISO 9001 の取得、過去 10 年間における 10 億 INR 以上の O&M 業務の受注実績、過去 10 年間における 50 MLD 以上の高度処理（栄養塩除去施設）を含む下水処理場の実績（土木、機械、電気だけでも可）、過去 10 年間における 20MLD 以上のポンプ場の実績を有すること。

(4) コンサルティング・サービス

既述のとおり、JICA 調査対象事業とインド側実施の上下水道プロジェクトは 39 パッケージに分けられ、そのすべての事業は、「円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」に基づき、選定されたコンサルタントが実施する。ここで、コンサルタント業務を入れると 40 パッケージとなる。コンサルタント業務には、設計・施工分離方式（Design Bid Construction）及び設計・施工・運営方式（Design Build Operation）の異なる入札方法が入っている。送水管、配水池及び下水道幹線は前者を採用し、浄水場及びポンプ場の上水道施設や下水処理場、ISPS、監視制御システム等は後者になる。

(5) JICA プロジェクトのための実施組織

BWSSB はプロジェクト実施のための組織を編成する必要がある。この組織は独立したオフィスとして、BWSSB のチェアマン直轄の組織とし、多岐にわたるプロジェクト・コンポーネントに共通する専門スタッフをメイン・オフィスで確保し、上水、下水別のスタッフを配置する。図 15.1 に PIU 組織図（案）を示す。

(6) プロジェクト・コスト

建設費は、DPR を基にしてベースコストを次の内容で見直した。

- ①概略設計の内容に伴う数量の変更、②積算年次など単価の改定、③主要な機器、SCADA 等に関して、業者からの見積りによるレビュー、④コンサルタント費の追加
- これに、円借款事業として必要な次の費用を加える。
- ⑤価格（物価）上昇、⑥予備費、⑦管理費、⑧フロント・エンド費

CWSS Stage V 上水道事業については、DPR とほぼ同じ方法にて積算を行い、同程度の金額となった。一方、下水道事業に関しては、DPR の積算根拠が明確でなかったため、本調査で検討を行った。対象下水処理場の箇所数が多いため、複数の規模別に概略積算を行い、その結果を用いて建設費を算出した。インド側負担事業についても DPR を参考とし、一部概略設計を行って算出した。全体の事業費は、表 15.3 に示すように約 1,490 億円となった。

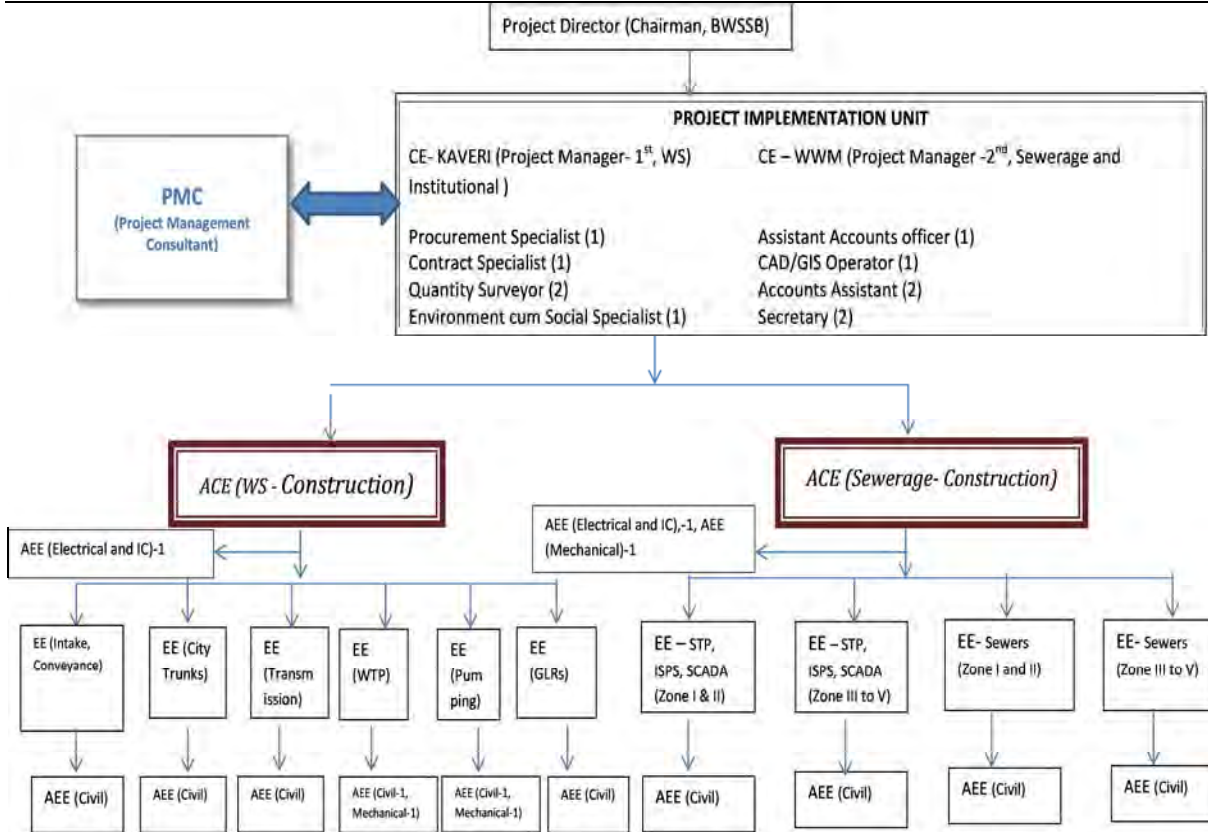


図 15.1 プロジェクト実施組織 (PIU) 図 (案)

表 15.3 事業費

Item	Water Supply			Sewerage			Total		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
A. ELIGIBLE PORTION	Million JPY	Million INR	Million JPY	Million JPY	Million INR	Million JPY	Million JPY	Million INR	Million JPY
I) Procurement / Construction	2,327	33,170	60,043	0	9,375	16,313	2,327	42,545	76,356
Base cost for JICA financing	2,072	27,091	49,210	0	7,591	13,209	2,072	34,682	62,419
Price escalation	144	4,500	7,974	0	1,338	2,328	144	5,838	10,302
Physical contingency	111	1,580	2,859	0	446	777	111	2,026	3,636
II) Consulting services	1,928	1,061	3,774	844	561	1,821	2,772	1,622	5,595
Base cost	1,726	875	3,249	753	460	1,554	2,479	1,336	4,803
Price escalation	110	135	345	51	74	180	161	209	526
Physical contingency	92	51	180	40	27	87	132	77	266
Total (I + II)	4,255	34,231	63,817	844	9,936	18,134	5,099	44,167	81,951
B. NON ELIGIBLE PORTION							0	0	0
a Procurement / Construction	230	23,348	40,855	0	12,824	22,315	230	36,172	63,170
Base cost for JICA financing	205	20,536	35,938	0	10,261	17,854	205	30,797	53,792
Price escalation	14	1,699	2,971	0	1,953	3,398	14	3,652	6,369
Physical contingency	11	1,112	1,945	0	611	1,063	11	1,723	3,008
b Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Price escalation	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physical contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c Administration cost	0	1,740	3,027	0	666	1,159	0	2,406	4,186
d GST	0	73	128	0	0	0	0	73	128
e Import Tax	0	220	384	0	0	0	0	220	384
Total (a+b+c+d+e)	230	25,381	44,393	0	13,490	23,473	230	38,871	67,866
TOTAL (A+B)	2,557	58,552	104,437	0	22,866	39,787	2,557	81,418	144,224
C. Interest during Construction	3,596	0	3,596	776	0	776	4,372	0	4,372
Interest during Construction (Const.)	3,594	0	3,594	775	0	775	4,369	0	4,369
Interest during Construction (Consul.)	2	0	2	1	0	1	3	0	3
D. Front End Fee	120	0	120	33	0	33	153	0	153
GRAND TOTAL (A+B+C+D)	6,273	58,552	108,151	808	22,866	40,595	7,081	81,418	148,746
E. JICA finance portion (A)	4,255	34,231	63,817	844	9,936	18,134	5,099	44,167	81,951

(7) 事業実施スケジュール

JICA 支援事業とインド側実施プロジェクトを含む提案事業全体の工程表を図 15.2 に示す。

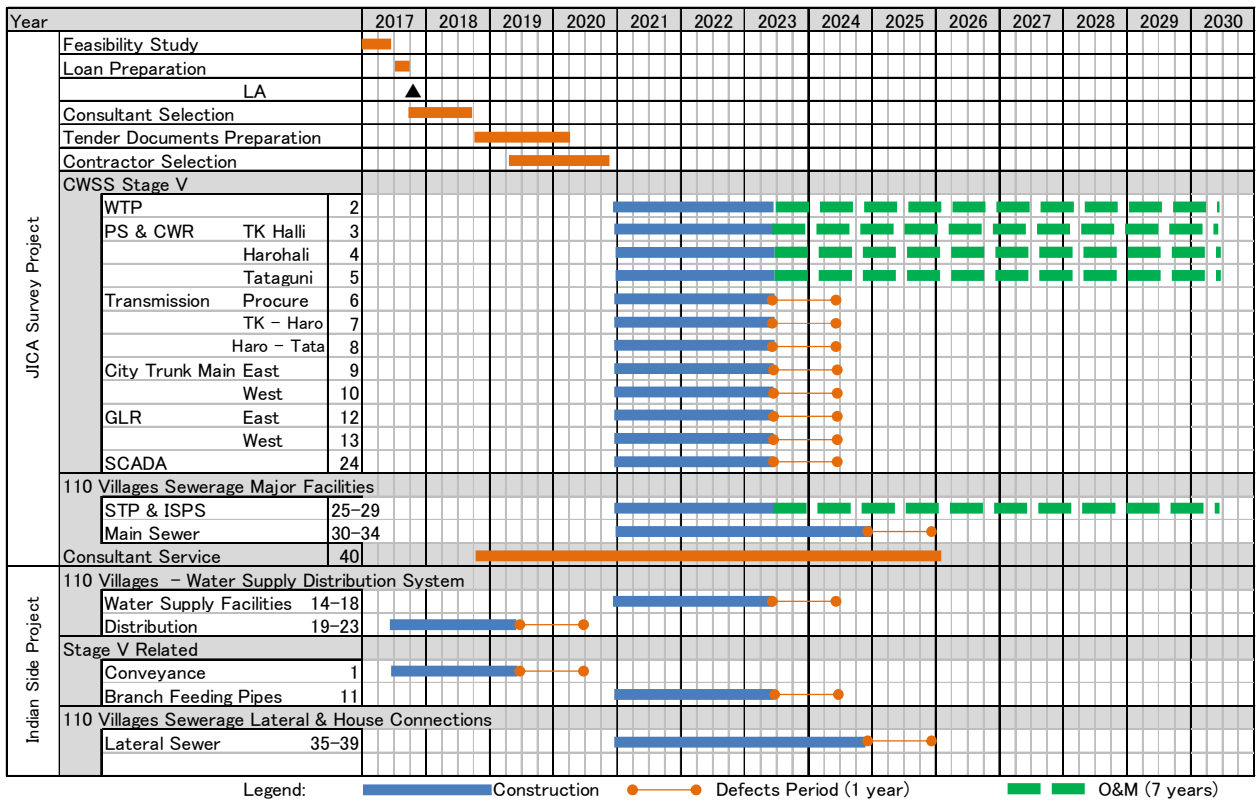


図 15.2 プロジェクト全体の工程表

(8) 運用効果指標

プロジェクトの運用効果指標を表 15.4 に示す。

表 15.4 運用効果指標

プロジェクト	指標	単位	基準年 (2016)	目標年 (2026)
上水道	給水人口 (110 Villages) < for reference >	人	0	1,570,000
	一日平均送水量 (110 Villages)	m ³ /日	0	280,000
	一日平均送水量 (BBMP)	m ³ /日	1,310,000	1,710,000
	施設利用率 (Stage V, TK Halli WTP)	%	-	52
下水道	下水処理人口 (110 villages) < for reference >	人	0	1,210,000
	下水処理量 (110 Villages)	m ³ /日	0	160,000
	施設利用率 (14 system of Stage V)	%	-	37
	処理水 BOD ₅ 濃度 (Effluent from 14 System of Stage V)	mg/l	-	not more than 10
	処理水 TSS 濃度 (Effluent from 14 System of Stage V)	mg/l	-	not more than 20

第16章 財務検討

(1) BWSSB の財務状況

BWSSB は独立採算が建前であるが、カルナタカ州政府等からの借入金や助成金によって収支が賄われている状況である。水道料金収入は増加傾向にあるが、施設の増強に伴う維持管理費、減価償却費はそれ以上に増加しており、O&M 費、減価償却費と借入金に対する支払利息まで回収できていない。また州政府等からの借入金及び未払利息等の負債が徐々に増加し、返済できていない。その理由としては、上下水道事業のための資金を州政府等から毎年借り入れているが、その返済に必要な上下水道料金収入を得られていないためである。

BWSSB の 2015 年の収入は約 114 億 INR で、149 億 INR の支出に対して 35 億 INR の赤字であるが、辛うじて O&M 支出額の 100 億 INR を上回っている。支出の 44%は電力費で、電力料の値上げが赤字を増加させる要因にもなっている。水道料金収入は増加傾向にあるが、施設の増強に伴う維持管理費、減価償却費はそれ以上に増加しており、O&M 費、減価償却費と借入金に対する支払利息まで回収できていない。

現在の給水原価は、約 38 INR/m³である。(水道と下水のコスト比率が 1:0.5、UFW が 48%の場合) 料金徴収率に関しては、過去 3 年にわたって 90%以上である。料金は、BWSSB の提案後に州議会の議決によって決定されるが、過去には 2005 年、2014 年に改定されているだけで、今後とも改定は容易でないと考えられる。

(2) 現在の水道料金体系

現在の水道消費量を用途別に見ると家庭用が 89%、家庭以外で 11%である。一方、家庭用からの料金徴収割合は全体の 84%であり、非家庭用からは 16%となっており、家庭用の料金と比較して非家庭用（病院、商業施設など）の料金単価は高く設定されていることがわかる。

直近 3 年間における料金徴収率（請求した上下水道料金に対する）が 90%以上であることから BWSSB の徴収方法は効率的だと言える。その理由として、インターネットバンキングや自動引落等の多様な徴収方法を設けていることがあげられる。

現在の料金体系における 1 世帯（4 人/1 世帯）あたりの 1 ヶ月の平均上下水道料金は 432 INR である。一方、2015 年の環境省の調査によると、BBMP の 1 世帯あたりの平均月収は 16,610 INR であり、月収に対する上下水道料金の比率は平均で 2.60%であり、これは支払い可能額の目安として用いられている 5%に比べて低い。即ち、支払い可能額に対しては料金値上げの余地があると言える。

(3) 2034 年次における BBMP 全体を対象とした一家庭当たり月間平均上下水道料金

中間計画年次、2034 年に本対象の上下水道事業が実施され、施設の提供がなされ、既存施設と共に運転された場合の施設維持管理費を賄うために必要な上下水道料金を算出した。その結果、水道料金 635 INR/月/家庭、下水道料金 394 INR/月/家庭が得られた。従って、一家庭当たりの月間料金は、1,029 INR となる。2034 年における一家庭当たりの収入をインフレ率 6%と仮定すると 50,257 INR/月/家庭 (16,610 x (1+ 0.06)¹⁹)となり、必要料金は、収入の 2.0%で、許容範囲である。

(4) 従量料金体系の検討

上下水道料金体系の代替案を検討するにあたって、本プロジェクトのコストを回収できるものと、BBMP 全体のコストを回収できる水道料金の 2 つを検討した。表 16.1 には本プロジェクトのコス

トを回収できるものを示す。これは家庭用水使用量では 135 lpcd、非家庭用の水使用量では 150 lpcd を超える顧客に対して、より高い単価となる設定とした。

表 16.1 BBMP 全体のコストを回収できる上下水道料金体系

Domestic					
Consumption / person	Tariff Slab (KL)	Set Rs/KL	Assumed	Consumption	Rs.in Million
LPCD	Water Consumption		Consumption %	ML/Month	Per/Month
Upto 65 lpcd	0 - 8	7	5%	2,550	18
65 to 135	8 - 16	15	15%	7,650	115
135 to 300	16 - 36	36	25%	12,750	459
Above 300	Above 36	64	26%	13,260	849
Sub - Total			71%	36,210	
Non Domestic					
Upto 150 lpcd	0 - 18	70	1%	510	36
150 to 400	18 - 48	81	1%	510	41
400 to 600	48 - 72	98	2%	1,020	100
Above 600	Above 72	120	3%	1,530	184
Sub - Total			7%	3,570	
High Rise		28	8%	4,080	114
Partial ND		32	11%	5,610	180
Industry		98	3%	1,530	150
Total Water Supplied/month			100%	51,000	2,245

(5) 財務分析、経済分析

現在の料金体系のままでは、本調査とインド側の上下水道プロジェクト全体に対する財務的内部収益率（FIRR）は -0.13%と算定される。

当該事業の経済便益を、給水車（1,300 INR/月）とボトル飲料水（600 INR/月）の費用削減に、水起因の病気に係る医療費（250 INR/年）の削減効果を経済便益として算定すると、経済的内部収益率（EIRR）は 21.26%と計算される。

第17章 組織・運営改善

BWSSB は、ベンガルール市域（BMA）の住民に対する上下水道サービスの提供を目的として、1964年に設立された法的に自立した組織である。但し、大規模事業の実施に当たっては、州政府の認可が必要となる他、上下水道料金の設定についても州政府の合意が必要である。BWSSB は、その設立以来、都市部の上下水道施設の建設に力を注いできたが、住民へのサービス向上に対する対応は十分でなかった。しかし、これまでの経験から、施設建設のみならず、サービス向上の重要性を認識し、必要な対応に舵をきろうとしている。このことは水道において一人当たり給水量の増加、給水時間の延長、低い無収水率の実現、給水サービスの 100%普及、少なくとも施設の維持管理費を賄うことができるようなレベルの料金徴収率の実現と料金体系の設立を含むものである。同様に下水道サービスに対しても対応が必要となる。

以上のようなニーズを認識して、BWSSB は対象地域内の住民に上下水道サービスを提供するに当たって、サービスの質向上を図るべく、対応を開始している。組織について見ると、総務及び財務部門の他に、上水道、事業実施、維持管理、下水運営・管理、品質管理・新規開拓及び新水道サービスに係る部署を有している。建設、維持管理に携わる技術者は、広範囲に現場事務所に分散配置されている。現場事務所は、Executive Engineer が統括しており、業務実施のために、2017年1月

25日現在、2,200人の職員と共に、2,100人の外部職員を雇用している。

関連資料のレビュー及び上級職員との協議を通じて、**BWSSB**に係る現況分析を行った結果、評価できるものとしては、法的な権限を有していること、技術経験が豊富なこと、機能的な組織、豊富なアセット、高い料金回収率、必要維持管理コストに見合う水道サービスによる収入等があげられる。一方、改善が必要と考えられるものとしては、上下水道サービスに係るビジョン、戦略的ビジネス・プラン、無収水の削減、水道サービス時間の延長、面整備率の向上、料金体系の改訂、意思決定過程と権限委譲、財務上の自立と持続性、人的資源の管理等があげられる。また、技術の向上、サービスの向上（24時間7日間給水の実施等）対策、経済活動の増加、専門家の雇用等に対処することも今後の課題であり、110村に対する上下水道サービスの提供も緊急課題となっている。従って既存組織の問題を改善し、新たな課題に対応するために、**BWSSB**は以下の通り多くの組織改善措置を講じる必要がある。

制度的な改善としては、サービス向上に焦点を当てた戦略、自立可能な管理システムによる事業計画、無収水の削減（漏水管理のための方針とシステム、使用量測定と公共水栓の削減）、健全な料金制度、接続率の向上、料金徴収率の改善、健全な人事管理（人事及びトレーニングを含む）の実践、科学的資産記録及び管理システム、情報管理システム、組織の再構築、改善された意思決定システムなどが必要である。

本報告書では、**BWSSB**のあるべき姿を達成するための、短期、中期及び長期的な様々な戦略及び実施計画を提案した。これにより**BWSSB**を質の高い上下水道サービスを提供する自立組織として改善するだけでなく、今後新たに発生してくる課題にも対応できる有能な組織として変革することが可能となる。

BWSSBの主要なステークホルダーは、国家レベルでは都市開発省、カルナタカ州政府レベルでは都市開発部、水資源部、財務部、法務部があげられる。地方レベルでは、**BBMP**及び住民である。また、部局として、州水質汚濁防止局がある。そして、これらの関連機関の役割を規定する州コードが存在する。

プロジェクトの資金調達と実施におけるそれぞれの役割を勘案し、円借款事業の期間中に改善可能な課題を抽出し、**BWSSB**や他の機関の経験を活用して、プロジェクト管理体制を提案した。

これらの制度改善戦略、行動計画、プロジェクト実施体制及びプロジェクト管理体制は、**BWSSB**関係者と様々な機会で議論を重ねて作成し、**BWSSB**の幹部職員の同意を得た提案である。