

検討の結果、指標 No.7 に関する優先順位は、図 D2-14 に示すとおりである。

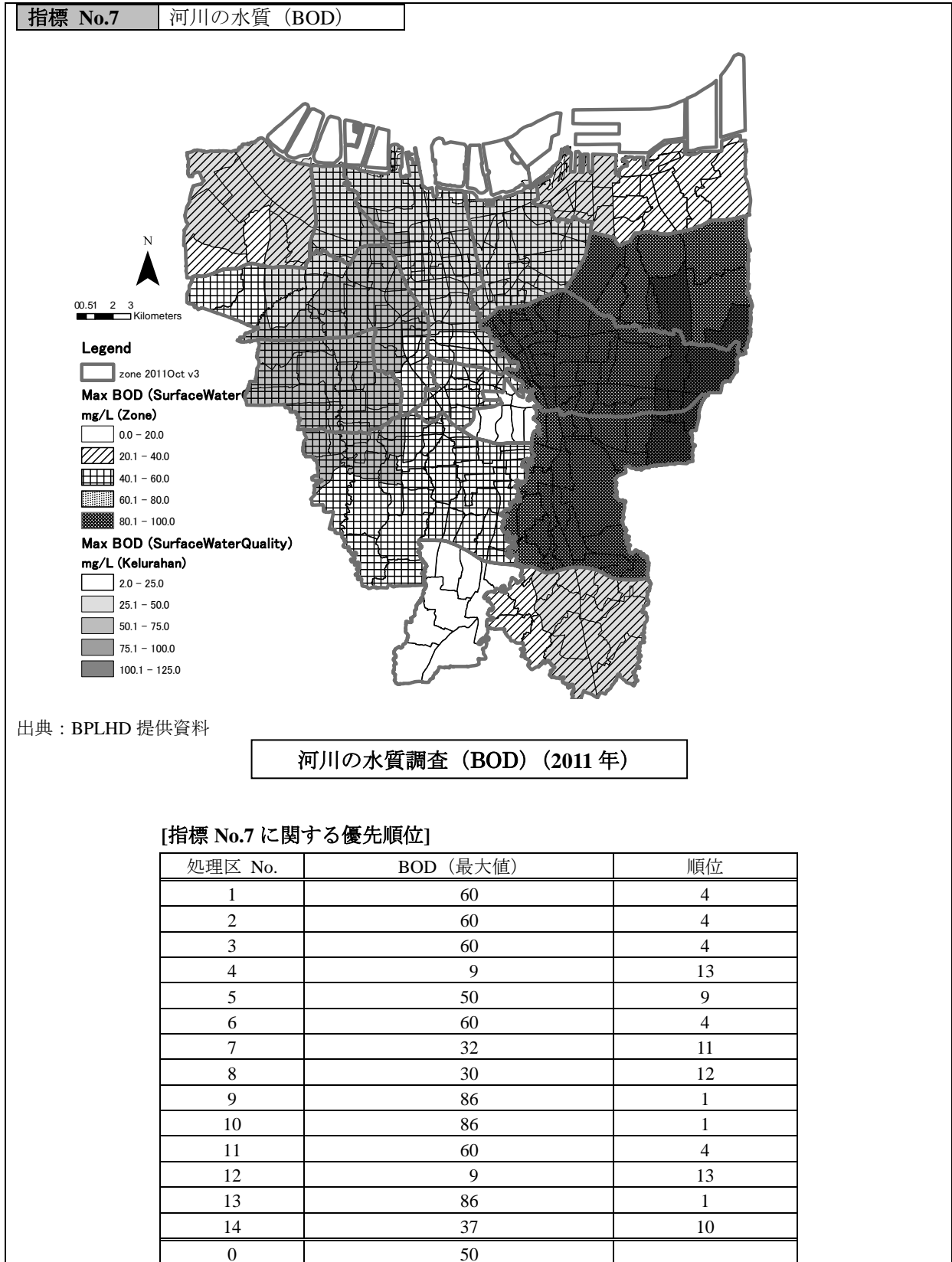


図 D2-14 指標 No.7 に関する優先順位

検討の結果、指標 No.8 に関する優先順位は、図 D2-15 に示すとおりである。

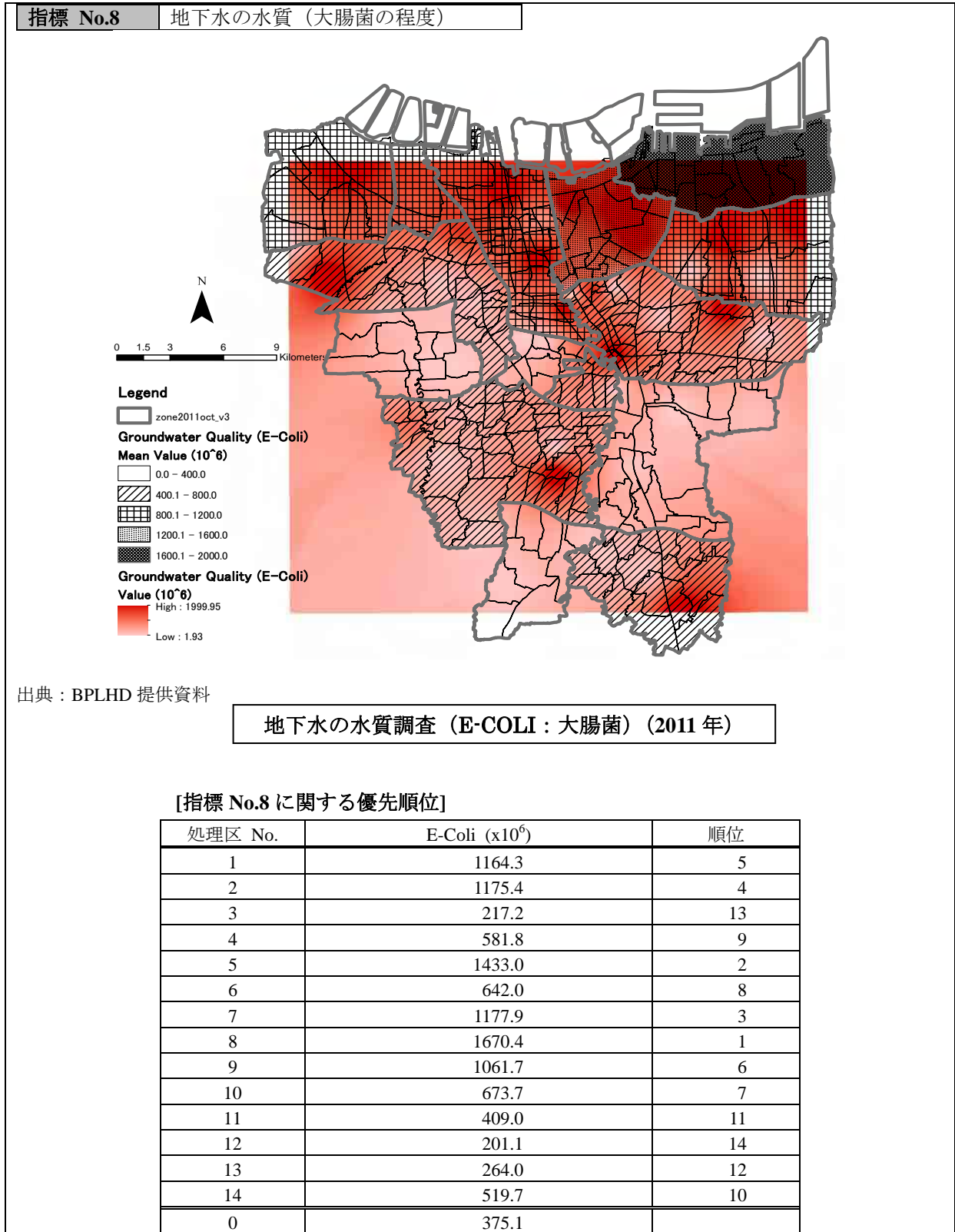


図 D2-15 指標 No.8 に関する優先順位

D2.5.3 処理区の優先順位と優先プロジェクト地区の設定

以上の結果をまとめると、処理区の優先順位は、表 D2-7 のとおりとなる。最も優先順位が高いのは、処理区 No.1 及び処理区 No. 6 となった。したがって、処理区 No.1 及び処理区 No. 6 を優先プロジェクト地区として選定した。

表 D2-7 優先プロジェクト地区の検討結果

処理区 No.	指標 No.								合計	順位
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	13	14	13	14	1	3	11	10	79	1
2	2	3	13	1	1	1	11	11	43	14
3	8	14	13	4	1	2	11	2	55	11
4	14	14	14	11	1	4	2	6	66	6
5	10	14	13	13	1	5	6	13	75	4
6	12	14	13	12	1	8	11	7	78	2
7	4	14	13	12	1	12	4	12	62	8
8	9	14	13	5	1	9	3	14	68	5
9	1	14	13	3	1	11	14	9	66	6
10	11	14	13	8	1	7	14	8	76	3
11	7	3	13	10	1	13	11	4	62	8
12	6	14	13	6	1	10	2	1	53	13
13	5	3	13	9	1	6	14	3	54	12
14	3	14	13	7	1	14	5	5	62	8

出典：JICA 専門家チーム作成

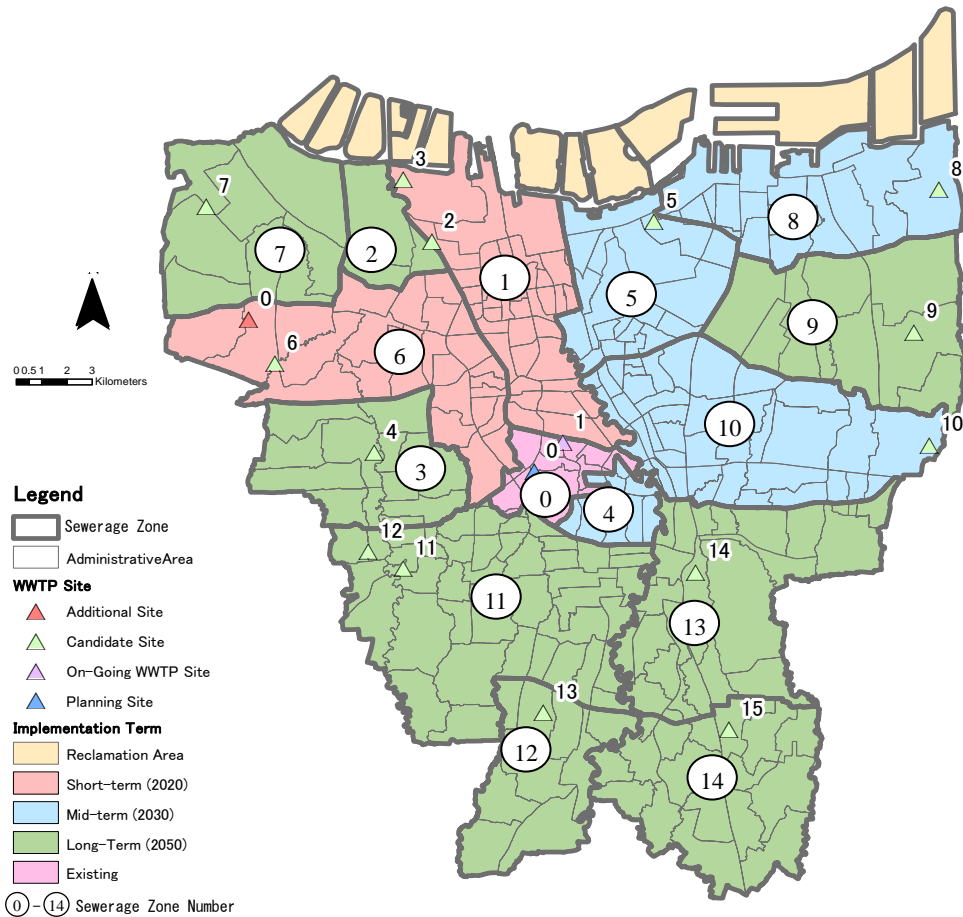
D2.5.4 処理区の計画整備年別の優先順位

優先順位結果を基に、計画整備年別の処理区を以下の表 D2-8 並びに図 D2-16 のとおりに決定した。

表 D2-8 計画整備年別の処理区

優先順位	処理区 No.	計画整備年
1	1	短期整備計画：2012 年から 2020 年
2	6	
3	10	中期整備計画：2021 年から 2030 年
4	5	
5	8	
6	4	
6	9	
8	7	長期整備計画：2031 年から 2050 年
8	11	
8	14	
11	3	
12	13	
13	12	
14	2	

出典：JICA 専門家チーム



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D2-16 計画整備年別の下水処理区分図

D3 汚水量の算定

D3.1 使用水量の推定

PAM JAYA から入手した 2010 年における使用水量(PAM JAYA の上水道システム及び既存井戸) は、表 D3-1 のとおりである。

表 D3-1 PAM JAYA 及び既存井戸を水源とした使用水量の実績 (2010 年)

分類	一般家庭の使用水量	一般家庭以外の使用水量 (商業、政府、工業用)	合計
PAM JAYA	130	83	213
既存井戸	178	12	190
平均	154	47	201

出典：JICA 専門家チーム作成

一方、既存 M/P で推定した、将来 (2010 年以降) における使用水量の推定値は、表 D3-2 に示すとおりである。

表 D3-2 既存 M/P における使用水量の推定値 (2010 年以降)

市	人口	污水発生量 (m ³ /日)					
		①一般家庭	①の一人当 たり汚水量 (LCD)	②商業・政 府施設	③工業	②+③一人 当たり汚水 量 (LCD)	一人当り単 位汚水量
南ジャカルタ	3,157,600	468,354	148	87,205	2,328	28	177
東ジャカルタ	3,292,400	495,461	150	93,891	79,194	53	203
中央ジャカルタ	1,730,600	253,756	147	121,227	3,906	72	219
西ジャカルタ	2,716,600	398,882	147	86,312	35,718	45	192
北ジャカルタ	1,902,800	266,233	140	60,298	135,485	103	243
合 計	12,800,000	1,882,686	147	448,933	256,631	55	202

出典：既存 M/P データから、JICA 専門家チーム作成

本改定 M/P では、上記の結果から、表 D3-3 の値を現在及び将来計画の使用水量として適用する。

表 D3-3 改定 M/P で適用される使用水量

項 目	一般家庭の使用水量	一般家庭以外の使用水量 (商業、政府、工業用)	使用水量の合計 (LCD)
2010 年の実績	154	47	201
既存 M/P の推定値	147	55	202
平均値	150.5	51.0	201.5
本 M/P の適用値	150	50	200

出典：JICA 専門家チーム作成

D3.2 汚水量原単位

汚水量の原単位は、一般的には、以下の方法で設定されている。

1. 一日最大（あるいは平均）給水量の値を汚水量としてそのまま適用する方法
2. 使用水量から損失水量（庭への散水、車の洗車等で失われる水量）を差し引いた（一般に 20%程度）値を適用する方法

本改定 M/P では、上記の 1 の方法では、汚水量が過大になる可能性があることから、上記 2 を適用する。上記 2 の方法では、損失水量を差し引く一方で、他方、地下水の下水管渠への侵入水量として汚水量に 10~20%を加える必要がある。したがって、上記 2 の方法を適用するものの、損失水量と地下水の侵入水量が相殺されるものとして、本 M/P では、使用水量をそのまま汚水量として適用することとする。

$$\text{汚水量の原単位} = \text{使用水量}$$

したがって、本改定 M/P の汚水量の原単位は、表 D3-4 のとおりである。

表 D3-4 改定 M/P の汚水量原単位

項 目	一般家庭の汚水量	一般家庭以外の汚水量 (商業、政府、工業用)	汚水量の合計 (LCD)
本 M/P の 汚水量原単位	150	50	200

出典：JICA 専門家チーム作成

D3.3 計画汚水量

本改定 M/P の計画汚水量（目標年次 2020 年、2030 年及び 2050 年共通）は、計画人口（行政人口×下水道サービス普及率 80%）と汚水量原単位から算定される。その結果は、表 D3-5 に示すとおりである。

$$\text{計画汚水量} = \text{計画人口} \times \text{汚水量原単位}$$

表 D3-5 DKI Jakarta の処理区別計画汚水量

処理区 No.	行政人口 (2030 年)	下水道サー ビス普及率 (%)	計画人口 (2030 年)	汚水量原単位 (LCD)	計画汚水量
0	211,865	100.00	211,865	200	42,373
1	1,236,736	80.00	989,389	200	197,878
2	149,042	80.00	119,234	200	23,847
3	721,501	80.00	577,201	200	115,440
4	290,796	80.00	232,637	200	46,527
5	795,109	80.00	636,087	200	127,217
6	1,465,718	80.00	1,172,574	200	234,515
7	692,649	80.00	554,119	200	110,824
8	1,100,137	80.00	880,110	200	176,022
9	537,477	80.00	429,982	200	85,996
10	1,549,252	80.00	1,239,402	200	247,880
11	1,578,573	80.00	1,262,858	200	252,572
12	555,385	80.00	444,308	200	88,862
13	1,053,724	80.00	842,979	200	168,596
14	617,269	80.00	493,815	200	98,763
合 計	12,445,184		9,976,510	200	1,995,302

注) セリブ諸島及び埋立地を除く

出典：JICA 専門家チーム作成

既存処理区 No.0 は、既存下水道整備地域であり、処理区内にスラム地域などの住宅密集地が他地域に比べて少ないことがわかっていることから、下水道サービス普及率を 100% に設定した。

D4 マス・バランス

D4.1 原単位の設定

「イ」国における BOD 及び SS の 1 人あたりの発生原単位を、既存 M/P、2005 年などの設定値などをベースに決定し、表 D4-1 に示す。1 人当たりの汚水発生量は 150L/日とし、その内、BW は 25L/日とした。また、BOD 及び SS の 1 日あたりの発生原単位を 30g/人とし、その内 BW は 12.5g/人と設定した。総合汚水、Black Water (BW) 及び Gray Water (GW) の汚水発生量と水質を表 D4-2 に示す。

表 D4-1 BOD 及び SS の 1 人当たり発生原単位の設定

Item		Wastewater (Gray & Black Water)		Black Water	
		(g/PE/day)	(mg/L)	(g/PE/day)	(mg/L)
Current Set Up Standard					
Quantity (L/PE/day)		150		25	
Quality	BOD	30.0	200	12.5	500
	SS	30.0	200	12.5	500
Existing Master Plan in 1991 and Government Law No.122-2005					
Quantity (L/PE/day)		120		23	
Quality(BOD)		23.2	193	23.2	193
Recent Example in Japan					
Quantity (L/PE/day)		265		50	
Quality	BOD	48	181	13	260
	SS	39	147	22	440
Wastewater Characteristic (Polprasert 1996)					
Item		Strong	Typical	Weak	
Quality (mg/L)	BOD	400	220	110	
	SS	350	220	100	

出典：Function Diagnosis and Countermeasure of Johkasou, Upgrading Conventional Septic Tanks by Integrating In Tank Baffles を基に JICA 専門家チームが作成

表 D4-2 汚水発生量及び水質の原単位の設定

Item		Wastewater (Total)		Black Water		Gray Water	
		(g/PE・day)	(mg/L)	(g/PE・day)	(mg/L)	(g/PE・day)	(mg/L)
Quantity	(g/PE・d)	150		25		125	
Quality	BOD	30.0	200	12.5	500	17.5	140
	SS	30.0	200	12.5	500	17.5	140
	CODcr	60.0	400	25.0	1000	35.0	280
	N	5.25	35	4.5	180	0.75	6
	P	1.2	8	0.625	25	0.575	4.6

出典：JICA 専門家チーム作成

D4.2 各施設の設計条件設定と現況の設定

D4.2.1 セプティックタンク

セプティックタンクは、東南アジアをはじめ、ヨーロッパ及びアメリカなど多くの国で昔からみられるエネルギーを使用しない原始的な腐敗・嫌気処理であり、単に貯留するのみの省エネルギー的な汚水処理施設である。容量が大きければ大きいほど、汚泥引き抜きなどの管理はほとんど不要であり、数年、数十年にわたって手間のかからない手法である。気温が比較的高い地域では、安定して一定の処理が行われるが、基本的に腐敗によるメタン発酵であるため、処理水質は好気性処理に比べて格段に悪く、また、メタンガスを捕集しない場合、メタンガスが放散されるので地球温暖化対策からは好ましくはない。

(1) 設計モデル

地下浸透のない平均的なセプティックタンクの設計条件を表 D4-3 のように設定する。BW 単独の場合、流入 BOD 及び SS は、有機物割合を 80% とし、40% が分解するものとする。一般的な嫌気性処理の汚泥転換率を好気性処理の 5% とし、流出水 40% 及び堆積物 20% の一部に含まれるものとする。したがって、BOD 及び SS の除去率は 60% となる。

一方、総合汚水 (BW+GW) の場合 HRT が短く、糞尿単独に比較し、厨芥や油分など汚濁物質が多岐にわたるため、分解率を 30% とし、BOD 及び SS の除去率は 50% とした。この設定から、汚泥引抜年数の計算を表 D4-4 に示す。BW 単独の場合 3.7 年、総合汚水 (BW+GW) の場合 2.7 年と算出された。

表 D4-3 セプティックタンクの設計条件の設定

Item	Black water			Black water + Gray water		
Design Basis						
Quantity	25L/PE・day			150L/PE・day		
Tank Volume	225L/PE			300L/PE		
Sedimentation Volume Rate	75%			50%		
HRT	9days			2days (48h)		
Sedimentation Rate	20%			20%		
Reduction Rate	40%			30%		
Sedimentation Concentration	2%			2%		
Frequency of De-Sludging	1time/3.7years			1time/2.7years		
Water Quality						
Items	Influent	Effluent	Removal Rate	Influent	Effluent	Removal Rate
BOD	500	200	60%	200	100	50%
SS	500	200	60%	200	100	50%
CODcr	1000	400	60%	400	200	50%
T-N	180	153	15%	35	30	15%
T-P	25	21	15%	8	7	15%

出典：JICA 専門家チーム作成

表 D4-4 セプティックタンク汚泥の引き抜き年数の試算

Black water	Sedimentation Sludge Volume is assumed 75% (168.75L/PE) of CST Generated Sludge : $500\text{mg/L} \times 0.2 \times 25\text{L/d} = 2.5\text{g/PE} \cdot \text{d}$ Sedimentation Sludge Amount : $225\text{L/PE/d} \times 0.75 \times 0.02 = 3.375\text{kg/PE}$ Available Period : $3.375\text{kg/PE} \div 2.5\text{g/PE} \cdot \text{d} = 1350\text{d} = 3.7\text{years}$
Black water +Gray water	Sedimentation Sludge Volume is assumed 50% (150L/PE) of CST Generated Sludge : $200\text{mg/L} \times 0.2 \times 150\text{L/d} = 6.0\text{g/PE} \cdot \text{d}$ Sedimentation Sludge Amount : $300\text{L/PE/d} \times 0.5 \times 0.02 = 3.0\text{kg/PE}$ Available Period : $3.0\text{kg/PE} \div 6.0\text{g/PE} \cdot \text{d} = 500\text{d} = 1.4\text{years}$

出典：JICA 専門家チーム作成

(2) 現況の運転モデル

現在 DKI Jakarta では、汚泥の引抜が On-call による緊急の場合に限られている。BW のセプティックタンクが一般家庭で問題となるのは、トイレの排水が、例えば、セプティックタンクの堆積物などの影響で排水されなくなった場合に限られる。いくつかのヒアリング事例では、30年間何もせず問題がないとの回答や、10数年前に家屋の改築時に堆積物を排出したがその後は何もしていないなど、一般家庭では BW のセプティックタンク処理の生活環境への影響はほとんど意識されることがなく、De-Sludging は、家の改築や建て替えと同様、一生にあっても1回か2回というのが一般的感覚と考えてよい。したがって、ほとんどのセプティックタンクでは沈殿機能がほとんど失われ、沈殿 SS 分が処理水とともに流出しているものと推定される。このような状況を踏まえ、BW のセプティックタンクに対し現況の運転結果を設定し、表 D4-5 に示す。

表 D4-5 セプティックタンクの現状の運転モデルの設定

Items		Design Standard			Current Situation		
Design Basis	Quantity	25L/PE · day			25L/PE · day		
	HRT	9days(Minimum 2.25day)			9days(Minimum 2.25day)		
M/B of BOD/SS	Total	100%			100%		
	Sedimentation Rate	20%			0%		
	Decomposition Rate	40%			40%		
	Effluent Rate	40%			60%		
Frequency of De-sludging		1time/3.7years			Nothing (Carried over in Effluent)		
Quality	Items	Influent	Effluent	Removal Rate	Influent	Effluent	Removal Rate
	BOD	500	200	60%	500	300	40%
	SS	500	200	60%	500	300	40%
Image							

出典：JICA 専門家チーム作成

D4.2.2 個別汚水処理施設 (ITP)

(1) 設計モデル

事業所の ITP は、処理方式が概ね長時間曝気法であることから、ITP の標準的な設定を長時間曝気方式とし、表 D4-6 に示すように設定した。余剰汚泥発生量は除去 SS の 75%、BOD 及び SS の除去率は 90%とした。

表 D4-6 ITP の設計条件の設定(長時間曝気方式)

Design Basis			
Quantity	150L/PE・day		
Tank Volume	150L/PE		
HRT	24h		
Excess Sludge Rate	75% of Removed SS		
Sludge Concentration	2%		
Frequency	1time (4t:Honny Truck) /40days (100PE ITP) Generated Sludge: 30g/PE・d×0.9×0.75=20.25g/PE・day Sludge Amount: 20.25g/PE・d÷0.02=1.01L/PE・day		
Water quality			
Items	Influent	Effluent	Removal Rate
BOD	200	20	90%
SS	200	20	90%
COD _{cr}	400	40	90%
T-N	35	25	30%
NH ₄ -N	25	8	70%
T-P	8	6	30%

出典：JICA 専門家チーム作成

(2) 現況の運転モデル

現況の運転状況は、反応槽の運転条件 (MLSS など) を把握しているところがほとんどないため運転条件の設定は不可能であった。処理水は、PART B4.2 に示す ITP 調査結果から設定した。しかし、汚泥引抜に関して調査回答は年 1 回程度と、余剰汚泥の発生量が極端に少なく報告されていることから、処理水中にキャリーオーバーし実際の処理水濃度はさらに高いものと推定される。

表 D4-7 ITP の現況の運転モデルの設定

Items		Design Standard			Current Situation		
Design Basis	Quantity	50L/PE・day			Unknown		
	HRT	24h			Unknown		
	Excess Sludge Rate	75% of Removed SS			Unknown		
	Sludge Concentration	2%			Unknown		
	De-Sludging Frequency	1 time/40days (4t Honey Truck / 300PE ITP)			1 time/year		
Quality	Items	Influent	Effluent	Removal Rate	Influent	Effluent	Removal Rate
	BOD	200	20	90%	200	75	62.5%
	SS	200	20	90%	200	75	62.5%

出典：JICA 専門家チーム作成

D4.3 DKI Jakarta における BOD 及び固形物量収支

上記において設定した、各設計モデルと実際の運転状況モデルをベースに、現況（2012年）の DKI Jakarta の汚水処理における BOD 及び SS の物質収支を算出し、表 D4-8 及び表 D4-9 に示す。また、それらのマス・バランスを図 D4-1 及び図 D4-2 に示す。

BOD に関しては発生量の約 70%以上が公供用水域（地下水を含む）に流出し、DKI Jakarta の河川環境の悪化、あるいは地下水水質の悪化につながっていることが明らかである。一方、SS に関しても同様に発生量の 70%以上が公供用水域に流出している。

表 D4-8 DKI Jakarta の汚水処理における BOD の物質収支（2012年）

Classification	Category	Type of Wastewater	Population		BOD		
			Night-Time	Day-Time	Generated Amount	Removal Amount	Discharged Amount
			PE*10 ³	PE*10 ³	t/day	t/day	t/day
Off-site	Sewerage	B W& GW	168 (2%)	168 (1%)	5.0 (1.3%)	3.1 (0.8%)	1.9 (0.5%)
	ITP	BW & GW	-	3,345 (25%)	100.3 (25.0%)	62.7 (15.6%)	37.6 (9.4%)
On-site	Septic Tank	BW	8,567 (85%)	8,567 (64%)	107.1 (26.7%)	42.8 (10.7%)	64.3 (16.0%)
		GW			149.9 (37.4%)	0.0 (0.0%)	149.9 (37.3%)
	Slum	BW & GW	1,300 (13%)	1,300 (10%)	39.0 (9.7%)	0.0 (0.0%)	39.0 (9.7%)
Total			10,035 (100%)	13,379 (100%)	401.4 (100%)	108.7 (27%)	292.7 (73%)

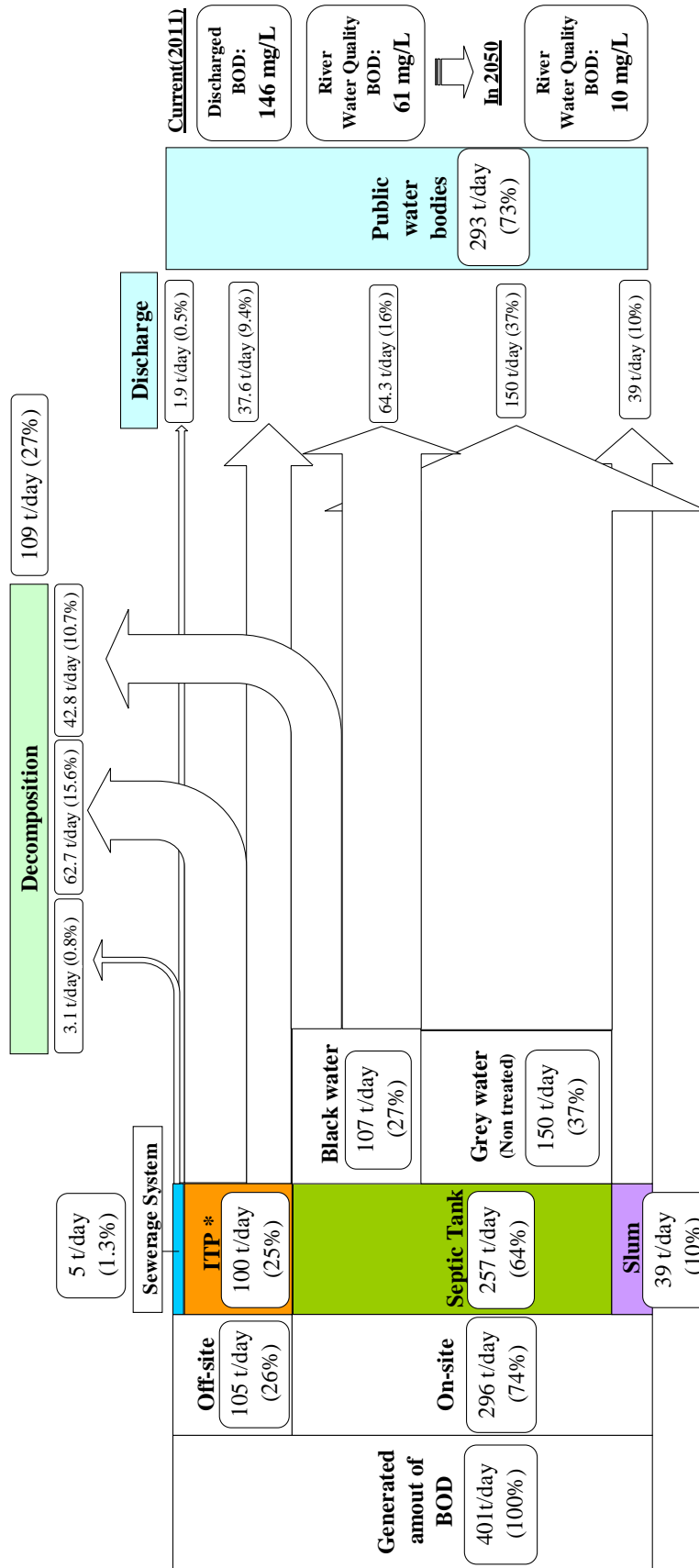
出典：JICA 専門家チーム作成

表 D4-9 DKI Jakarta の汚水処理における SS の物質収支（2012年）

Classification	Category	Type of Wastewater	SS				
			Generated Amount	Removal Amount		Discharged Amount	
				Decomposition Amount	Desludging Amount		
t/day	t/day	t/day	t/day	t/day			
Off-site	Sewerage	B W& GW	5.0 (1%)	3.1 (0.8%)	0.8 (0.2%)	2.4 (0.6%)	1.9 (0.5%)
	ITP	BW & GW	100.3 (25.0%)	62.7 (15.6%)	15.7 (3.9%)	47.0 (11.7%)	37.6 (9.4%)
On-site	Septic Tank	BW	107.1 (26.7%)	45.4 (11.3%)	42.8 (10.7%)	2.6 (0.6%)	61.7 (15.4%)
		GW	149.9 (37.4%)	0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	149.9 (37.4%)
	Slum	BW & GW	39.0 (9.7%)	0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	39.0 (9.7%)
Total			401.4 (100%)	111.3 (28%)	59.3 (59.3%)	52.0 (13%)	290.1 (72%)

出典：JICA 専門家チーム作成

Mass Balance Diagram of Wastewater in DKI Jakarta (BOD-based) (Current:2012)

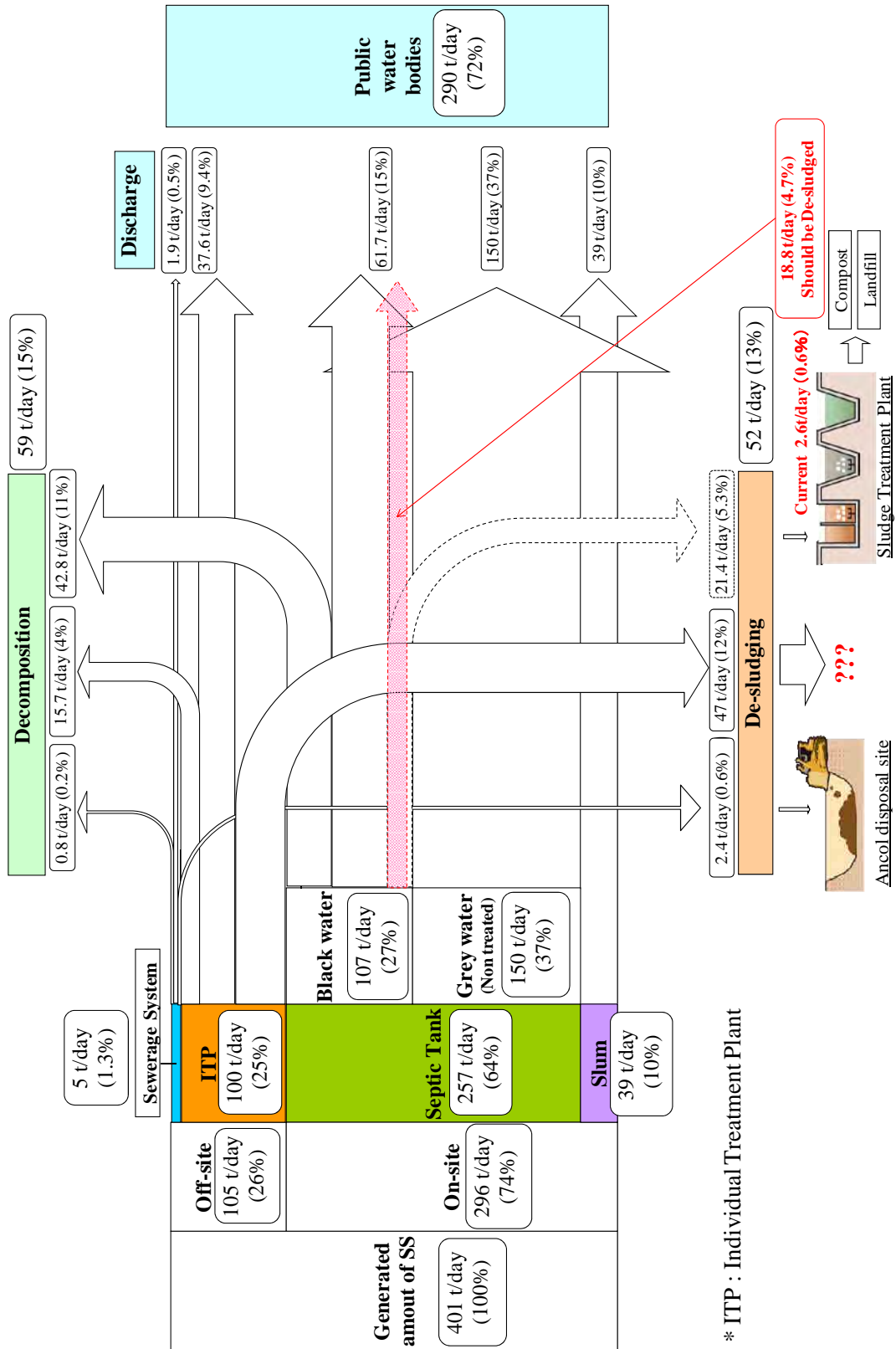


* ITP : Individual Treatment Plant

出典 : JICA 専門家チーム作成

図 D4-1 DKI Jakarta の汚水処理における BOD のマス・バランス (2012 年)

Mass Balance Diagram of Wastewater in DKI Jakarta (Suspended Solids (SS)-based) (Current:2012)



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D4-2 DKI Jakarta の汚水処理における SS のマス・バランス (2012 年)

D4.4 各施策による BOD 及び SS（固形物量）の変化

D4.4.1 各施策

現在の DKI Jakarta の汚水処理に関する、主要な課題は表 D4-10 に示す 4 点である。No.4 は下水道整備を想定したものであるが、No.1 から No.3 に関しては、法令の整備、規制強化及び行政組織の改善策とこれに伴う民間機関の整備により対応できる施策である。これらが解決され一般的な設計設定値に従って適正な運転が実施された場合について、DKI Jakarta の BOD 及び SS の収支がどのように変化するかを算出した。

表 D4-10 主要な課題と施策

No.	課題	施策
1	Onsite の汚泥引拔が On-call のみの実施である。	定期的な汚泥引拔を実施する。
2	セプティックタンク処理が BW のみである。	BW と GW の総合汚水処理の改良型セプティックタンクに切り替える。
3	ITP が適切に運転されず、汚泥引拔が少ない。	ITP の管理強化により、適正運転、汚泥引き抜きを行う。
4	下水道がほとんど無い。	下水道を整備する。

出典：JICA 専門家チーム作成



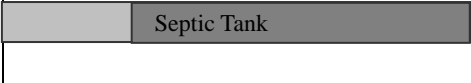

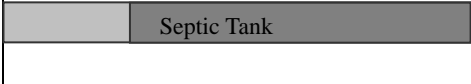



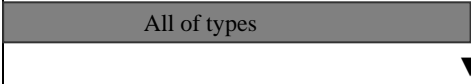

D4.4.2 BOD 及び SS の変化の試算結果

表 D4-11 及び表 D4-12 に各施策後の BOD 及び SS の変化の試算結果を示す。

表 D4-11 より、例えば、No.1 のセプティックタンクの定期汚泥引き抜きの実施では、BOD 量を 21t/day 減少することが可能である。この BOD 量は、概ね 98 万人の下水処理場の建設に相当する。また、No.2 の改良型セプティックタンク切替えは 386 万人、No.3 の ITP の管理強化では 126 万人分に相当する。このことは、No.4 に示す下水道整備が将来最終的な目標ではあるが、膨大な管路網の整備ならびに処理施設に設備投資と長時間を必要とする下水道整備と、No.1 から No.3 に示す法令の整備、規制強化及び行政組織の改善策を適切に組み合わせて、各段階での計画的な汚水管理政策を図って行くことが重要であることを意味している。







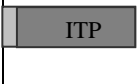


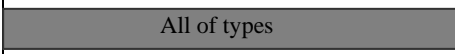
一方、表 D4-12 に示すように、BOD の削減施策の実施は、各処理施設から除去し処分すべき SS 量が大幅に増加することを意味する。すなわち、汚水の管理は、汚水の処理だけでなく、それに伴い増加する汚泥の処理・処分まで考慮した施策を実施しなければならないことを示している。

表 D4-11 施策後の 河川放流 BOD の変化 (2012 年ベースでの試算)

Countermeasure	BOD Amount		BOD (mg/L)	
	Legends;  Measured subject of processing type  Others		Discharged	River water quality
1.Regular Desludging (100%)	Current	 293 t/d	146 mg/L	61 mg/L
	Result	 271 t/d	▼11 135 mg/L	▼4 57 mg/L
2.Reform CST to Appropriate System(100%)	Current	 293 t/d	▼43	▼18
	Result	 207 t/d	103 mg/L	43 mg/L
3.Appropriate operation of ITP	Current	 293 t/d	▼14	▼6
	Result	 265 t/d	132 mg/L	55 mg/L
4.Sewerage (80% area)	Current	 293 t/d	▼118	▼49
	Result	 56 t/d	28 mg/L	12 mg/L

出典：JICA 専門家チーム作成

表 D4-12 施策後の除去 SS の変化 (2012 年ベースでの試算)

Countermeasure	SS Amount which should be desludged and transported		SS increment (t/d)	
	Legends;  Measured subject of processing type  Others		Desludged SS (t/d)	Transported SS (m ³ /d)
1.Regular Desludging (100%)	Current	 52 t/d		
	Result	 71 t/d	▲19 t/d 19	950
2.Reform CST to Appropriate System(100%)	Current	 52 t/d		
	Result	 101 t/d	▲49 t/d 49	2,450
3.Appropriate operation of ITP	Current	 52 t/d		
	Result	 73 t/d	▲21 t/d 21	1,050
4.Sewerage (80% area)	Current	 52 t/d		
	Result	 252 t/d	▲200 t/d (200)	-

注) * Assumption; Concentration of transported SS is assumed 2%.

出典：JICA 専門家チーム作成

D4.5 短期・中期・長期の目標設定と BOD/SS の物質収支

D4.5.1 河川 BOD の原状と目標設定

上記の検討結果を踏まえ、短期・中期・長期のオフサイト及びオンサイトの施策とその目標値を設定した。

2012 年の DKI Jakarta 内の河川の BOD は、2010 年測定実績値平均から 61mg/L と設定した。本マスタープランの長期目標として、2050 年に河川 BOD を水道水源として比較的容易に利用可能な 10mg/L 程度まで低下させることとし、短期（2020 年）及び中期（2030 年）の同目標値をそれぞれ 35mg/L、25mg/L とした。

河川 BOD の負荷源は DKI Jakarta 内だけでなく、DKI Jakarta の上流に位置する近隣都市からの BOD 流入も含まれる。そのため、DKI Jakarta の行政境界付近の上流河川 BOD の平均値である 18mg/L（2010 年実測値平均）を考慮し、現状の汚水の河川放流 BOD（146mg/L）と河川 BOD（61mg/L）の関係から、河川の浄化作用（希釈効果）は 3.0 倍と設定した。

D4.5.2 各施策の目標設定値

上記河川 BOD の改善を達成するための各施策の目標設定値は、前述（表 D1-2 参照）したとおりであるが、要約すれば以下のとおりである。

- (1) 下水道の普及率（施設整備率ベース）：短期、中期及び長期の目標値をそれぞれ 20%、40% 及び 80% とする。
- (2) セプティックタンクの定期汚泥引き抜き率：短期、中期及び長期の目標値をそれぞれ 50%、75% 及び 100% とする。
- (3) CST から MST への切替率：短期、中期及び長期の目標値をそれぞれ 25%、50% 及び 100% とする。
- (4) スラムの屋外排泄率：短期の目標値を 0% とする（「イ」国は、2014 年までに国全体で屋外排泄をなくすことを目標としており、その目標を反映する。なお、そのための施策については、B1.1.1-(2)を参照）。

D4.5.3 目標年度の総括

目標年度毎の総括表を表 D4-13 に示す。また、図 D4-3 に河川放流 BOD 及び除去 SS の予測を示す。本総括表をベースとし、オンサイト及びオフサイトの各施策についてアクションプランを策定するものとする。

表 D4-13 各目標年度における水質予測及び各施策の目標値 (1/2)

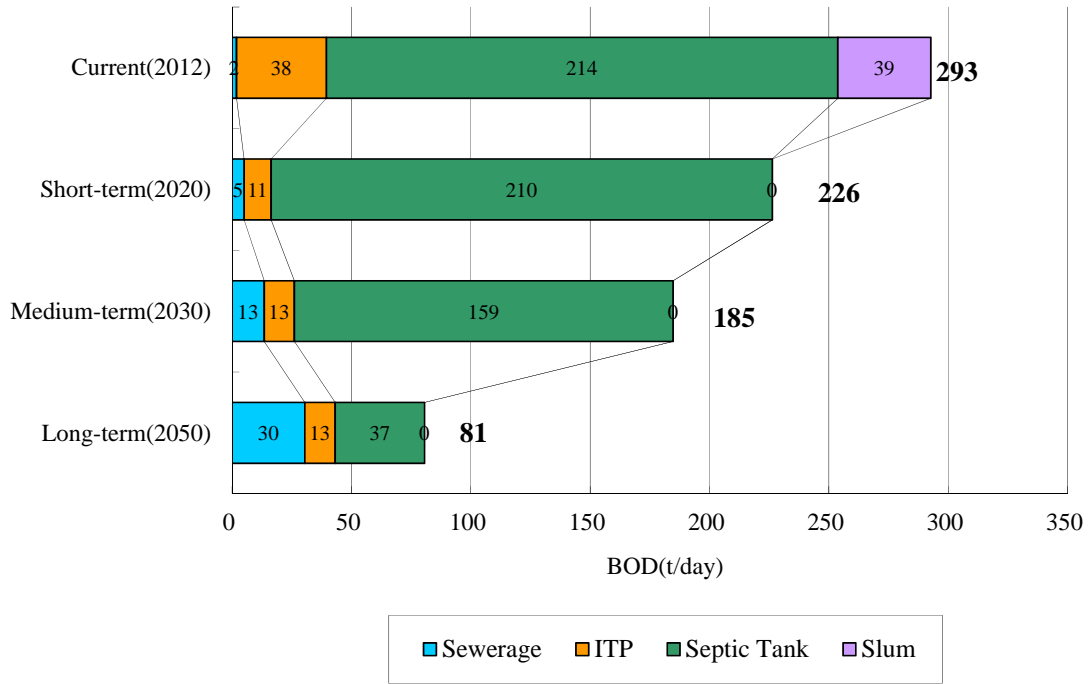
項目		現在 (2012 年)			短期計画			中期計画			長期計画			
Year		2012 年			2020 年			2030 年			2050 年			
Population (person*10 ³)		10,035			11,284			12,665			12,665			
The unit amount of wastewater (L/day/per)		150			150			150			150			
Population for Wastewater Treatment (including floating population) (person*10 ³)		(13,379)			(15,046)			(16,887)			(16,887)			
Break-down	Sewerage System	168			1,685			4,478			10,166			
	ITP for business*1	(3,345)			(3,761)			(4,222)			(4,222)			
	Septic Tank	8,567			9,599			8,288			2,500			
	Slum	1,300			0			0			0			
Amount of BOD or SS (t/day)		Generate BOD	Desludging SS	Effluent BOD	Generate BOD	Desludging SS	Effluent BOD	Generate BOD	Desludging SS	Effluent BOD	Generate BOD	Desludging SS	Effluent BOD	
	Sewerage System	5	2	2	51	34	5	134	91	13	305	206	30	
	ITP for business	100	47	38	113	76	11	127	85	13	127	85	13	
	Septic Tank (Black water)	107	3	64	120	13	63	102	16	51	31	6	16	
	Septic Tank (Gray water)	150	0	150	168	8	147	143	16	107	44	9	22	
	Slum	39	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (t/day)		401	52	293	451	132	226	507	206	185	507	306	81	
Load of BOD (g/per/day)		40.0			40.0			40.0			40.0			
Concentration of BOD (mg/l)		267			267			267			267			
Dilution rate		3.0			3.0			3.0			3.0			
River Water Quality(BOD)		61*2			33			24			10			
Target	Target of River Water Quality(BOD)		-			45			30			10		
	Served Population for Off-Site		2%			15%			35%			80%		
	On-site	Regular De-sludging	-			50%			75%			100%		
		Change CST to MST	-			25%			50%			100%		
Slum	Open Defecation dissolution Ratio	-			100%			100%			100%			

注) 1. 昼間人口を意味する。

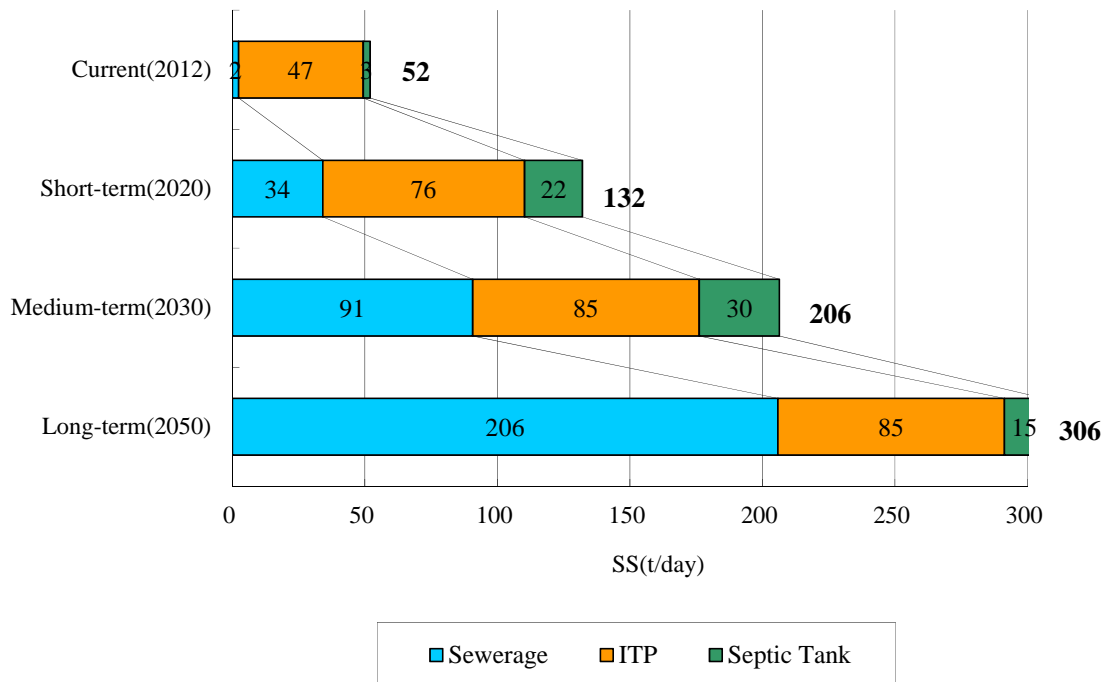
2. DKI Jakarta 内河川の平均値を示す (2010 年測定)

出典: JICA 専門家チーム作成

Transition of Discharged Amount of BOD(t/day)



Transition of Desludging Amount of SS (t/day)



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D4-3 各目標年度における河川放流 BOD 及び除去 SS の予測

D5 定期汚泥引き抜き制度の導入

D5.1 DKI Jakarta におけるオンサイト処理システムに関する基本的な考え方

大都市の家庭用オンサイト処理システムとして、セプティックタンクは性能的に十分なものではないので、基本的には、その使用を禁止もしくは減らし、下水道への接続若しくは好気性処理方式の個別汚水処理施設（浄化槽等）を導入することが望ましい。本改定 M/P では、基本的には、2050 年までにジャカルタ全域の住宅を可能な限り下水道に接続することにより、セプティックタンクの弊害を除いていくことを想定している。

したがって、本改定 M/P におけるオンサイト計画では、下水道の整備に時間を要することに配慮し、セプティックタンクが下水道接続に切り替えるまでの間のセプティックタンクの弊害を極小化することに重点を置き、そのためのセプティックタンクの構造や維持管理の改善、特に定期汚泥引き抜きの導入を提案するものである。

好気性処理方式の個別汚水処理施設（浄化槽等）は、DKI Jakarta ではまだ家庭用としてはほとんど使われていないが、商業施設では既にかなり導入されており、適切に維持管理されている場合は、優れた性能を発揮している。好気性処理方式の家庭用汚水処理装置が性能を発揮するためには、家計の所得水準が全般的に向上し、専門業者による維持管理システムが整備され、定期汚泥引き抜き制度が確立していることが不可欠であり、依然として多くの貧困人口を抱え、そのような制度やシステムが確立していない DKI Jakarta の現状では、まだ、好気性処理方式の汚水処理装置を大々的に家庭に導入出来る環境には無いものと思われる。

そのため、本改定 M/P では、好気性処理方式の汚水処理装置を標準的な家庭用オンサイト処理システムとして想定していない。ただ、DKI Jakarta 市民の生活水準や環境意識の向上に、下記に記述するセプティックタンクの構造・維持管理の改善や定期汚泥引き抜き制度の導入とその定着が伴えば、そのような環境も整ってくるものと考えられ、その可能性を排除するものではない。

D5.2 定期汚泥引き抜き制度の先進事例

定期汚泥引き抜きを義務化しその実施率を上げるには、様々な制度を導入し、規制とインセンティブを巧みに使い分けることが効果的である。具体的な実施の方法を検討するにあたり、先進事例が参考になると思われる。日本及びマレーシアにおいては、定期汚泥収集の実績があるため、これらを検討し、実行可能性が高く、効果的な制度を導入することが望ましい。定期汚泥引き抜きを導入するにあたり、日本やマレーシアでは、表 D5-1 及び表 D5-2 に示すように、法規制、制度やガイドラインを設けている。

表 D5-1 日本の浄化槽汚泥引き抜きの制度

項目	法・規則	具体的規制、制度の内容	ガイドライン、指導要綱、インセンティブ
浄化槽の設置	<ul style="list-style-type: none"> 浄化槽法による設置の届け、型式認定 建築基準法による建築確認 	<ul style="list-style-type: none"> 切り替え補助 浄化槽の設置に関する規制 	<ul style="list-style-type: none"> 補助の具体的内容 浄化槽の設置ガイドライン
維持管理、検査	<ul style="list-style-type: none"> 浄化槽法により、浄化槽の所有者はライセンスを持った業者に保守点検、検査を行わせる 	<ul style="list-style-type: none"> ライセンス取得に関する事項 技術及び維持管理上の基準に関する事項 	<ul style="list-style-type: none"> 保守点検ガイドライン 検査ガイドライン
汚泥引き抜き	<ul style="list-style-type: none"> 浄化槽法により、浄化槽の所有者はライセンスを持った業者に汚泥引き抜きを行わせる 	<ul style="list-style-type: none"> ライセンス取得に関する事項 技術及び維持管理上の基準に関する事項 	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥引き抜きに関するガイドライン
実施業者育成	<ul style="list-style-type: none"> 浄化槽法により、浄化槽の工事及び保守点検を行う業者に対して、試験及び講習を行い、ライセンスを与える。その実施機関は指定機関制度により、定められている。 	<ul style="list-style-type: none"> ライセンス取得に関する事項 実施業者の責任事項 罰則規定 	<ul style="list-style-type: none"> 作業向け作業手順書 優良業者の顕彰制度 研修の実施

出典：JICA 専門家チーム作成

表 D5-2 マレーシアのセプティックタンクの汚泥引き抜きの制度

項目	政策	具体的規制、制度の内容	ガイドライン、指導要綱、インセンティブ
セプティックタンクの設置	<ul style="list-style-type: none"> セプティックタンクの設置を制限する。 	<ul style="list-style-type: none"> SPAN(National Water Service Commission)の承認なしにセプティックタンクを改造したり接続を解除すると、140,000USD 以下の罰金、または 5 年以下の懲役。 	<ul style="list-style-type: none"> セプティックタンク開発者向けのガイドラインにより、①30 軒または 150 人以上の開発では下水処理システムを採用する。②30m 以内に将来下水接続が計画されている場合は IWK と相談する、③重要な水域に放流するセプティックタンクは追加のオンサイト処理施設を付ける
保守点検、検査	<ul style="list-style-type: none"> 下水サービス法でセプティックタンクの所有者に正しい維持管理を求める 	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥サービス法でセプティックタンクの所有者に維持管理と汚泥引抜の目的でセプティックタンクにアクセスできることを求める 	
汚泥引き抜き	<ul style="list-style-type: none"> 定期汚泥引抜を国家政策で義務化 定期汚泥引抜を促進するための責任体制の明確化 下水サービス法（国家法）で 3 年ごとの汚泥引抜を求める 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理と汚泥引抜に違反すると 14,000USD 以下の罰金が科される 定期汚泥引抜に参加する者は参加しないものよりも汚泥引抜料金を安く設定する 	<ul style="list-style-type: none"> 同上ガイドラインにより、セプティックタンクは定期汚泥引抜ができる設計と配置とする
実施業者育成	<ul style="list-style-type: none"> 作業従事者の研修の義務化 下水サービス法でセプティックタンクの清掃は資格のある業者が行う 		

出典：JICA 専門家チーム作成

D5.2.1 マレーシアにおける定期汚泥引抜の経緯

開発途上国におけるセプティックタンクの定期汚泥引抜は、マレーシアにおいて先例がある。マレーシアでは、2005 年において、下水普及率は 73% であり、残りの 27% はセプティックタンク

に接続しているが、その 50%が定期汚泥引抜を実施している。一連の法改正と実施モデルを通じて達成しているが、具体的なこれに至る経緯は次のとおりである。まず、水道サービスより複雑な下水サービスを実施するために、1993年に下水サービスを一元化し、全ての下水の施設を国に移管した。国は民営化を進め、Indah Water Konsortium (IWK) が下水サービスを行うこととなった。しかし、その後、2000年には国が IWK を買い取り、国営会社となった IWK が今日まで下水道の建設、汚泥の引抜、汚泥処理施設の建設を行っている。以下に、マレーシアの汚泥管理の歴史を示す。

- ① 独立前、下水管理は、地方自治体の責任で行われていた。
- ② 独立後、独立後は都市部と農村部で責任が分かれた。都市部は市の責任、農村部は保健省の責任になった。
- ③ 1993年、汚水サービス法 (SSA) が制定され、下水サービス部 (SSD) が規制官庁として組織された。
- ④ 1994年までは、下水サービスは 144 の個々の自治体によって管理されていた。
- ⑤ 1994年4月以降、IWK は半島マレーシアのほとんどの州で下水管理を行うこととなった。
- ⑥ 2000年6月、財務省の下、政府が IWK の支配権を引き継ぐこととなった。
- ⑦ 2008年1月、国家水サービス委員会 (SPAN) が設立され、2006年に制定された。水サービス産業法 (WSIA) の実施が強化された。
- ⑧ 現在、IWK はマレーシアの自治体 144 のうち、88 の自治体の下水管理を行っている。

D5.2.2 定期汚泥引き抜きの法と制度

1993年に制定された下水サービス法 (SSA) は、マレーシアの下水管理のコア政策を定めるもので、セプティックタンクの所有者にセプティックタンクの正しい維持管理を要求している。具体的には、所有者にセプティックタンクの全ての設備を良好に維持するための維持管理と2年毎の汚泥引抜を実施することと資格のあるサービス業者にタンクを清掃させるように求めている。また、これが可能となるよう、セプティックタンクにアクセスできることを求めている。

また、2008年1月1日には、水サービス産業法 (WSIA) が制定され、SSA にとって代わるものになった。この法の下で汚泥管理ガイドラインが通知されている。この中で、汚泥引き抜きの頻度が、IWK の経験2年以上で1回の汚泥引抜を行っている場合でも機能に問題がなかったという事で、2年毎から3年毎に緩和された。

D5.2.3 料金と罰則

定期汚泥引き抜きの料金は、定期汚泥引抜プログラムに参加する家庭は、毎月 1.7USD の汚水料金を払う。これは2.2USDの下水料金より安い。参加していない家庭は、1回毎に払う。料金はタンクのサイズ 2m³を上限として1回当たり 106USD である。

また、水サービス産業法 (WSIA) は所有者に違反を起させないように罰金を科す。いかなるセプティックの所有者も維持管理と汚泥引抜に違反すると、14,000USD を超えない範囲で罰金が科

される。WSIAにより、定期汚泥引抜の責任がサービス供給者（IWK）から所有者に代わったからである。

今年、2008年に3年毎の汚泥引抜制度が出来てから3年目にあたる。定期汚泥引抜率が上昇するものと考えられている。

D5.2.4 IWKによる定期汚泥引き抜き

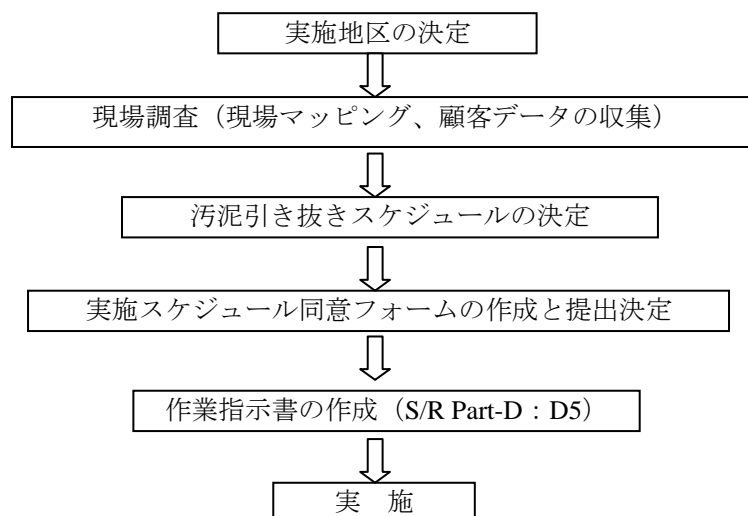
(1) IWKの実施体制と実績

IWKは全国に18カ所のユニットオフィス、48カ所のレポートセンター、3カ所の分析試験所、11カ所のサーティフィケーションオフィス、4カ所の地域計画オフィスを所有しており、従業員数は2,800人である。この体制で、マレーシア全体の下水処理施設のうち、約5,800施設の維持管理を行っている。

また、セプティックタンクについては、18カ所のユニットオフィスでカスタマイズされたシステムを使って、顧客からの照会、要求、クレームの管理、及び定期汚泥引き抜きサービスを行っている。セプティックタンクは、マレーシア全体では、100万基あり、そのうち、40%に相当する400,000世帯のセプティックタンクの汚泥引き抜きを行っている。所有しているバキューム車は220台で、その容量は2.5m³、4.5m³、11m³の3つのタイプがある。IWKの義務は汚泥引き抜きだけで維持管理や水質に関する責任はない。IWKが管理していない残りの60%（600,000世帯）についてはSPANがライセンスを与えている民間企業が行っている。

(2) 汚泥引き抜きの実施手順

IWKによる定期汚泥引き抜きの実施手順は、図D5-1のとおり行っている。1日に行う汚泥引き抜き件数は、道路事情、交通事情、距離等に左右されるが、平均7件を実施している。IWKでは、新築の家屋においてセプティックタンクの設置完了後に行う。完成検査で適合証明書（Certificate of Fitness）を発行したり、セプティックに関わる情報を集約している。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D5-1 IWKによる定期汚泥引き抜きの実施手順

(3) モニタリングと評価 (COEDS システム)

汚泥引き抜きの実施後は、顧客に実施の記録を記述した実施証明書 (S/R Part-D : D5) を発行している。また、そのデータは CDEDS システムにインプットしてコンピュータで管理しており、このシステムで顧客データが蓄積されるようになっている。COEDS システムとは、Customer Operational Enquiry & De-Sludging System のマレー語の略語で、汚泥引き抜きに関するセプティックタンクのデータ、作業上の必要なデータから顧客の不満やサービスに関する要求などの情報を管理している。

また、IWK では、汚泥引き抜きの品質向上に向けて、顧客満足度調査 (S/R Part-D : D5)、作業監督者の評価シート (S/R Part-D : D5)、作業員への教育訓練プログラム (S/R Part-D : D5) を用意している。さらに、作業実施後に必要な留意事項があれば、顧客にレターで通知する (S/R Part-D : D5)。これらにより、汚泥引き抜きサービスのモニタリングと評価が行えるようになっている。

(4) 啓発活動

IWK では、汚泥引き抜きの定期的な実施が普及するように、Government Liaison, マスメディア広報、新聞宣伝、展示会、地域活動、住民対話、学校のプログラムなどを通じて啓発活動を行っている。定期汚泥引き抜きの重要性、料金支払いへの理解を求めている。

D5.3 DKI Jakarta における汚泥引き抜き導入のための施策

D5.3.1 法規制及びガイドライン等の整備

DKI Jakarta が定期汚泥引き抜きを導入するために、必要と思われる法規制及びガイドライン等について以下に述べる。

(1) セプティックタンクの構造と設置

日本では浄化槽の型式認定が浄化槽法で定められており、如何なる製品も型式認定を受けないと市場に出すことはできない。「イ」国では、改良型セプティックタンクは数多く製造されており、今後もこの傾向は続くものと考えられる。製品の品質を担保する意味で日本では行われている型式認定制度を DKI Jakarta 汚泥管理規則の中で定める。

「イ」国では、新築の住宅に関する建築確認制度があり、新築の建築物は建築物監督庁 (DB2B) の検査を受けることになっている。また、竣工後は同庁の完成検査を受けることになっているが、セプティックタンクについての検査は行っていない。従来型セプティックタンクから改良型セプティックタンクへの切り替えは、法的には 2005 年の知事令 No122 で行われることになっているが、実質的に設置現場で第三者により確認されるプロセスがない。同庁による建築確認あるいは完成検査において、セプティックタンクの確認・検査を行うことが難しければ、汚水処理を所轄する部署で行うことを DKI Jakarta 汚泥管理規則の中で定める。

また、現状のセプティックタンクは、維持管理へのアクセスの悪い場所に設置されているもの

が多く、設置場所についてもガイドライン等で定める。

また、重要な位置に設置するセプティックタンクには、追加のオンサイト処理施設を設置する。

(2) 清掃

セプティックタンクの清掃については、DKI Jakarta 汚泥管理規則の中でその責任を所有者に負わせる。

(3) 汚泥引き抜き

定期汚泥引き抜きを DKI Jakarta 汚泥管理規則の中で義務化、その責任を明確にする。

セプティックタンクの構造が汚泥引抜に支障がないものであることをセプティックタンク構造ガイドラインで確認する。

(4) 実施業者育成

セプティックタンクが所定の機能を発揮し地下水汚染を引き起こさないためには作業に一定の質が求められること、また、汚泥の定期収集は人々の衛生環境や保健に関係するため、専門的な訓練が必要である。さらに、業者を保護するため、許可制として新規参入を制限し、過当競争を防ぐことを DKI Jakarta 汚泥管理規則で定める。

以上、定期汚泥引抜に向けて、汚泥管理規則及びガイドライン等において定めることが必要と考えられる提案事項をまとめると以下のとおりである。

表 D5-3 定期汚泥引抜提案事項

提案項目	提案事項	規則、ガイドライン
セプティックタンクの構造と設置	型式認定制度を定める	DKI Jakarta 汚泥管理規則
	建築確認あるいは完成検査について定める	DKI Jakarta 汚泥管理規則
	セプティックタンクは、維持管理へのアクセスの良い場所に設置する	ガイドライン
	重要な位置に設置するセプティックタンクには、追加のオンサイト処理施設を設置する	ガイドライン
維持管理、検査	セプティックタンクの維持管理については、でその責任を所有者に負わせる。	DKI Jakarta 汚泥管理規則
汚泥引き抜き	定期汚泥引き抜きを義務化、その責任を明確にする。	DKI Jakarta 汚泥管理規則
	セプティックタンクの構造が汚泥引抜に支障がないものであること。	ガイドライン
実施業者育成	汚泥引抜業者及び ITP の維持管理業者の研修と許可制度の設立。研修機関の設立。	ガイドライン
その他検討が望まれる事項	・優良業者の顕彰制度 ・罰則規定	ガイドライン

出典：JICA 専門家チーム作成

D5.3.2 人材開発

DKI Jakarta にはこれまで、家庭汚水処理を専門に扱う部署はなく、家庭汚水処理の知識・経験をもつ職員はいない。このため、定期汚泥引き抜きの実施にあたり、法規制及びガイドラインを定めてもその運用能力を有する職員は少ない。また、制度がスタートすることで、多くの民間業

者が汚泥引き抜き事業に参入することになるが、これを管理・監督する職員も必要となる。定期汚泥引き抜き制度の導入と併せて、このための人材開発が急務である。

D5.3.3 定期汚泥引抜導入計画

本格的導入は2014年から開始するが、それまでに試験的導入を行うと共にDKI Jakarta 汚泥管理規則を制定する。規則の作成にあたっては、試験的導入で得られた経験と知見を反映する。また、本格的導入までに、セプティックタンクの型式認定制度を確立させ、セプティックタンクの製品の質の確保すること、また、本格的導入になれば、数多くの民間業者の参入が不可欠となるので、業者の登録、講習などの制度をスタートさせ汚泥引き抜きの実施率に合わせ実施していくことになる。表に本格的定期汚泥引き抜きの実施スケジュールを示す。

表 D5-4 定期汚泥引き抜きの本格的導入計画スケジュール

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
定期汚泥引抜の試験的導入	■								
DKI 汚泥管理規則案の作成	■								
DKI 汚泥管理規則の制定			●						
定期汚泥引抜本格実施			■						
STの型式認定制度の実施	■								
STの清掃業者の登録実施(講習・試験を含む)		■							
STの汚泥引き抜き業者の登録実施(講習・試験を含む)		■							
STの定期汚泥引き抜き計画書作成		■							

出典：JICA 専門家チーム作成

D6 設計条件

D6.1 オフサイト処理システム

D6.1.1 水理学的条件

ここで述べる設計条件は、実施設計及び建設に必要とされる一部の条件であり、水理学的条件、及び下水管、マンホール及びポンプ場の設計条件には計画段階でのみ必要とされる条件もある。より詳細な条件はF/S調査の段階で明らかにする。同様に、下水管及びマンホールの建設材料は可能な限り列挙するが、最終的に適切な材料を選択するには、より詳細な分析や代替材料の評価が必要である。水理学的条件は下表のように提案する。

なお、本改定MPでは、分流式収集システムを提案しているが、下水管渠への雨水流入の可能性があることから、F/S段階では管渠の口径及びポンプ容量において、必要があれば配慮する。

表 D6-1 水理学的条件

管路の分類	項目	設計条件
自然流下管	Manning's formula	$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$
	Roughness factor	RCC n = 0.013 new pipe PVC n = 0.010 new pipe
	Minimum velocity	0.60 m/s average flow 0.80 m/s ultimate flow
	Maximum velocity	3.00 m/s
	Maximum depth	d/D = 0.8 at ultimate peak flow
圧力管	Hazen William's formula	$V = 0.85 CR^{0.63} S^{0.54}$
	Roughness factor	C = 100 for cast iron pipe C = 110 for PVC pipe
	Minimum velocity	0.8 m/s
	Maximum velocity	3.0 m/s

出典：JICA 専門家チーム作成

D6.1.2 下水管及びマンホール

下水管及びマンホールの設計条件は下表のように提案する。

表 D6-2 下水管及びマンホールの設計条件

No	項目	設計条件
1	Peaking factor (PF) (Typical Factors)	$PF = 4.02 * (0.0864 * Q)^{-0.154}$
2	Minimum Pipe Diameter	200 mm
3	Minimum Cover Over Top of Pipe	1.0 m
4	Potential Gravity Flow Pipe Materials Diameter < 350 mm Diameter > 350 mm	RCC, PVC, HDPE, FRP/GRP RCC, PVC, HDPE, Brick, FRP/GRP
5	Manhole Size Pipe Diameter < 450 mm Pipe Diameter > 450 mm Pipe Diameter > 900 mm to = 1350 mm Pipe Diameter > 1350 mm	Manhole Diameter = 1.22 m Manhole Diameter = 1.52 m Manhole Diameter = 1.83 m Special Design
6	Maximum Manhole Spacing Pipe Diameter < 200 mm Pipe Diameter = 200 mm to < 500 mm Pipe Diameter = 500 mm to < 1,000 mm Pipe Diameter > 1,000 mm	50 m to 100 m 100 m to 125 m 125 m to 150 m 150 m to 200 m
7	Potential Manhole Materials 0 to 4 m Deep > 4 m Deep	Brick, RCC, HDPE RCC, HDPE

出典：JICA 専門家チーム作成

D6.1.3 下水処理場の負荷率

下水処理場の処理能力は、日最大汚水量に対して設定される。日最大汚水量は、日平均汚水量を負荷率で割って求める。空間計画 2030 では、給水量の日変動係数として 1.2 を適用しているが、根拠は不明である。一方、「イ」国は、季節変動は小さいものの、種々の宗教行事があり、水使用量も大きく変動すると想定される（特にラマダン期間など）。したがって、日変動係数に 10%ほど余裕をみて 1.32 とし、その逆数の 0.75 を負荷率として適用する。

ただし、F/S 段階において、日変動係数を精査し、よりジャカルタの現状に合った係数を検討し、適用する。

$$\begin{aligned} \text{負荷率} &= \text{日平均汚水量} \div \text{日最大汚水量} \\ \text{日最大汚水量} &= \text{日平均汚水量} \div \text{負荷率} (= 0.75) \end{aligned}$$

D6.1.4 ポンプ施設

ポンプ施設の設計条件は下表のように提案する。

表 D6-3 ポンプ施設の設計条件

No	項目	設計条件
1	Peak Factor	2.0 for large stations
2	Maximum Wet Well Detention Time	30 minutes at Average Flow
3	Minimum Detention Time	5 minutes at Peak Flow
4	Pumps	All pumps of the same capacity at peak flow. Standby capacity at least 50% of duty capacity
5	Screening	Screening Chamber Required
6	Pumping Station Piping	Ductile Iron (DI) or Cast Iron (CI)
7	Rising Mains Alternative Materials	DI, PVC, HDPE, CI
8	Rising Main Flow Velocities	Minimum Velocity = 0.6 mps Maximum Velocity = 2.4 mps

出典：JICA 専門家チーム作成

D6.1.5 下水処理施設

(1) 設計流入水質

DKI Jakarta における家庭下水水質の過去の測定実績はほとんど存在しない。既存 M/P の際に、トイレ下水と雑排水を合わせた下水水質として、BOD 224 mg/L と推算されており、地下浸透や下水管網での希釈（約 10%）を考慮し、200 mg/L が設計流入水質として適用された。JWDP 2001 では、設計流入水質は BOD 210 mg/L で、設計放流水質は BOD 20 mg/L と設定された。

Review M/P 2009 では、設計流入水質は BOD 213.31 mg/L 及び SS 124.52 mg/L で、設計放流水質は BOD 20 mg/L と設定された。East Setiabudi Pond で現在計画されている容量 21,600 m³/day（もしくは 250 L/second）の下水処理場における設計水質は、流入水質が BOD 250 mg/L、放流水質が BOD 25 mg/L 以下及び TSS 50 mg/L 以下と設定されている。

JICA 長期専門家は、マラカサリの小規模下水処理場において汚水水質調査を実施しており、流入 BOD 濃度は、154 mg/L と報告している。マラカサリ処理場周辺の住民は、主に中所得者階級である。一般に、流入水質は処理区の住環境、商業、工業等の特性に大きく影響を受ける。

これらを考慮して、本 M/P では BOD 200 mg/L、SS 200 mg/L を設計流入水質として設定する。なお、設計・実施に際しては、F/S 調査において汚水水質調査を実施し、流入汚水の水質を把握することが必要である。

設計流入水質： BOD 200 mg/L
SS 200 mg/L

(2) 設計放流水質

DKI Jakarta において、商業用下水処理のための液体廃棄物の基準（Governor's Decree No. 122 in 2005）は、BOD 50 mg/L、アンモニア 10mg/L 及び TSS 50 mg/L である。しかしながら、下水処理場のための水質基準は DKI Jakarta では規定されていない。

国際的に、「二次処理」の条件や基準は、BOD 20 mg/L から 30 mg/L、及び TSS 20 mg/L から 30 mg/L の範囲にある。多くの二次処理のための技術はこれらの条件や基準を満足している。したがって、本 M/P では、以下の設計放流水質（日平均）を適用する。

設計放流水質： BOD 20 mg/L TSS 20 mg/L

細菌に関する排出基準について、JICA 専門家チームは 2050 年の目標河川水質として、飲料水源となる Group B の基準である BOD 10 mg/L (Governor's Decree No 582 in year 1995) を適用する。Group B の基準では、ふん便性大腸菌数 2,000 MPN/100 mL 及び大腸菌群数 10,000 MPN/100 mL と設定されている。放流水質は河川による希釈を考慮し、河川水質基準よりも高くなる。よって JICA 専門家チームは、下水処理場の設計放流水質として、ふん便性大腸菌数 10,000 MPN/100 mL（最大値）を適用する。この設計水質には、すべての下水処理場で、ふん便性大腸菌を削減するために何らかの消毒処理や高度処理が必要である。

以上より、選択すべき処理方式は、設計放流水質である BOD 20 mg/L（日平均）及び TSS 20 mg/L（日平均）ふん便性大腸菌数 10,000 MPN/100 mL（最大値）を満たす必要がある。現時点では、これ以上厳しい基準を設ける根拠となる情報が不十分である。より厳しい水質が規制された場合や、産業用、非飲料用もしくは飲料用に再利用水を使用する必要性が生じた場合等、将来改良できる余地を含ませた技術とする必要がある。

1) 高度処理施設の技術

- 確証のある処理方式である
- 運転が容易である
- 機能を安定的に発揮する
- モジュールで拡大できる余地がある
- 環境等への影響が小さい

2) 水の再利用の必要性及び DKI Jakarta における「ゼロ排水」の意味

水の再利用の必要性

DKI Jakarta では、家庭下水と雑排水の排水を直接大小の水路及び排水路に排出しているため、本質的には河川及び人口水路を含めて排水路とした合流式といえる。そのため、いずれの表流水も娯楽用水として、または雑用水としてさえ安全に使用できるものではないことが目視で確認できる。さらに地下水の水質汚染も進んでいる。このように汚染が進んだ水を飲料用に浄化するには莫大なコストがかかるため、DKI Jakarta では、20年間水道水供給システムの大規模な開発が

実施されなかった。そのため、DKI Jakarta においては、約 50%の人口にしか水道水が普及していない。また DKI Jakarta では地盤沈下が進んでおり、大量の地下水のくみ上げがその主要な要因の一つとして挙げられている。このように水質汚染や過剰な地下水使用が深刻な状況において、水の再利用は経済的及び持続可能な解決策の一つといえる。

DKI Jakarta における「ゼロ排水」の意味

河川への「ゼロ排水」とは、すべての処理水を再利用することである。上述のとおり、水道普及率は全人口の 50%にとどまっており、その一方で莫大な地下水が無秩序に様々な用途（家庭用、事業所用、商業及び工業用）で使用されている。不確かな情報であるが、地下水利用量は水道使用量の約 2 倍になると言われている。もし、すべての処理水が再利用できるならば、地下水利用量の減少につながると考えられる。また、現状の基準の処理水が流されている河川の水質に比べ、再利用が進んだ場合は河川水質が改善されると考えられる。

- 処理水を飲料以外の用途で再利用する場合の利点
 - a) 水道水源となる水の保全
 - b) 地下水の過剰使用の削減
 - c) 河川の汚染削減
 - d) 水の運搬・供給コストの削減

- 再利用水の多目的利用例
 - a) 農業用灌漑用水：農作物の生産、苗の販売
 - b) 都市用水：景観、灌漑、公園、学校やオフィスの庭園、ゴルフ場、道路、緑地
 - c) 産業揚水：工程揚水、冷却水、ボイラー揚水、工事用水
 - d) 自動車整備所における雑用水
 - e) 住宅用水：トイレ、洗濯
 - f) 地下水の保全：涵養、海水浸透の防止
 - g) 娯楽・環境用水：湖・池の充填、漁業用水
 - h) 公共用水：消火用水、トイレ

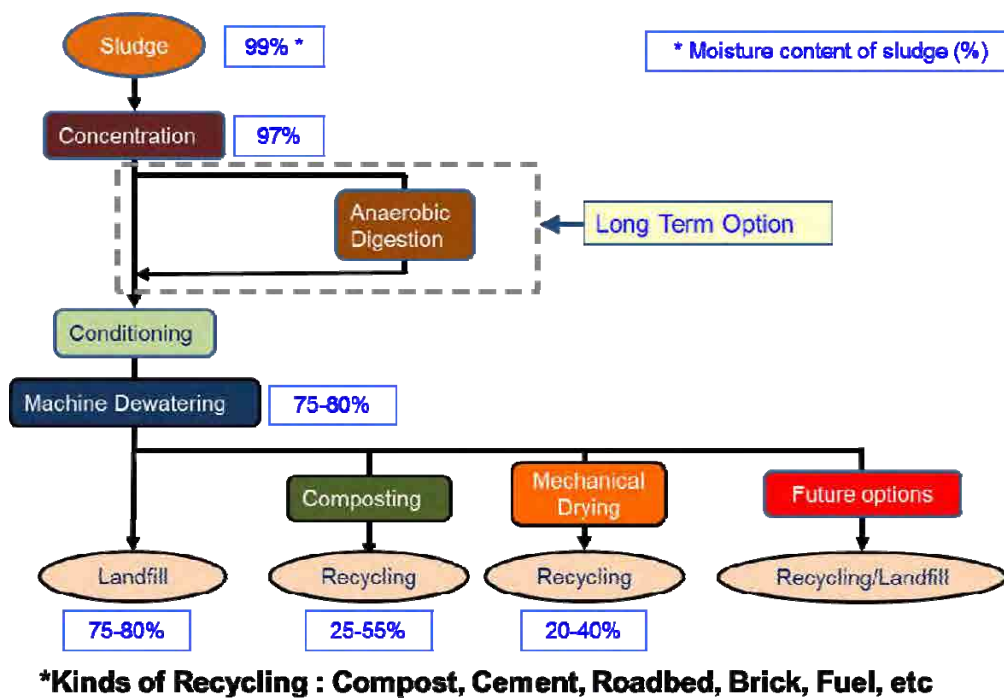
3) 参考事例

シンガポールにおいて、3 箇所の下処理施設で再利用される水は、一日およそ 90,000 m³である（シンガポールの水需要のおよそ 6.5%）。この完全に処理した水を再利用して「NEWater」として販売しようとし、首相が実際に飲んでみせた TVCM を流す等の広報活動を実施し、安全でおいしい水をアピールしようとした。しかしながら住民の反発が強く、この完全に処理された水を貯水池に戻し、その水を浄水場で更に処理して水道として供給することになった。またボトル詰めされた、NEWater は他のボトル水に比較してかなり安い値段で販売されている。

(3) 汚泥処理及び処分条件

すべての下水処理場において汚泥は発生するため、公衆衛生を保持し、地域経済もしくは住民に影響を及ぼさないように、処分する必要がある。また、バイオガスの材料や農業用肥料等、汚

泥はエネルギー源になりうる。汚泥処理の目的は、2 つあり、1 つは処分するために減量化することである。もう 1 つは汚泥のガス成分やその他揮発性成分により、悪臭やその他公衆衛生に影響を及ぼさないようにすることである。様々な要因があるが、一般的に汚泥処理は、濃縮、嫌気（もしくは好気）処理、そして機械式脱水を経て、断続的に浄化する通性ラグーンやスラッジベッドで処分される。DKI Jakarta の場合、通性ラグーンやスラッジベッドを建設する十分な土地を確保できない。よって、提案する下水処理場で発生する汚泥は、濃縮、脱水、そして処分場で埋立もしくはリサイクルという処理・処分となる。リサイクルには、コンポスト、セメント、道路路盤材、れんが、燃料等、いくつか種類がある。現時点では、このようなリサイクル処理を下水処理場に付帯することを提案しない。ただし、将来、PD PAL JAYA が提案する下水管理を実施できる十分な運転管理能力を持つようになった場合、土地が確保できれば、リサイクル処理も検討できると考えられる。汚泥処理・処分フローは下図のとおりである。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-1 汚泥処理・処分フロー

(4) オンサイトの引き抜き汚泥の処理

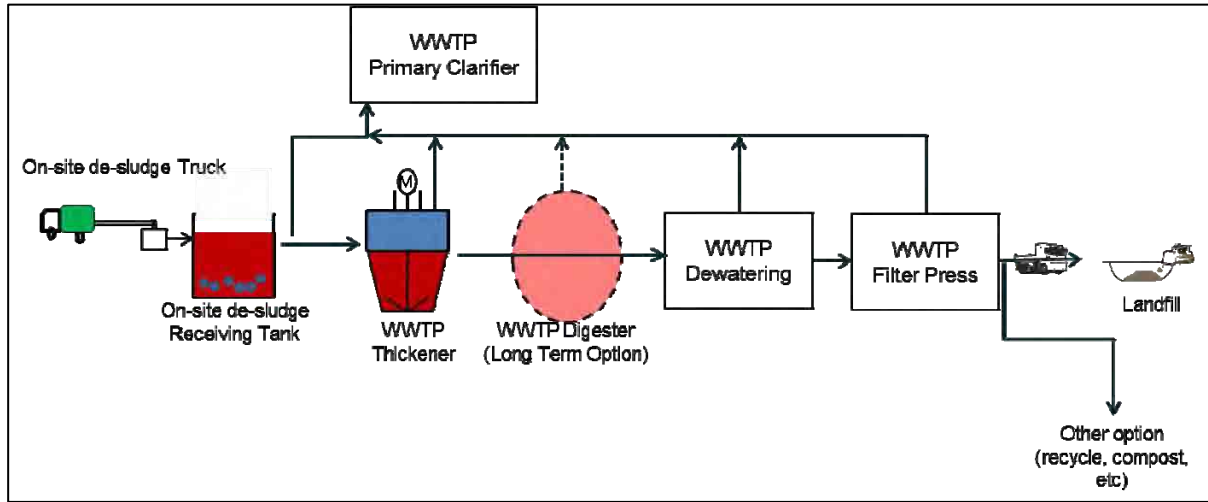
本調査で作成する M/P では、2050 年まで下水サービス対象人口が全体人口の 80% となるように目標を設定しているため、残りの 20% の人口に対してはオンサイト処理が引き続き実施される。この 20% の人口は DKI Jakarta の中で散在する。

本改定 M/P では、定期的な汚泥引き抜きを導入後、個別処理の汚泥も含め、2020 年には 2,370 m³/day、ピークを迎える 2030 年には 3,887 m³/day、そして最終的に 2050 年には 1,000 m³/day の汚泥が発生すると推定している。

以上より、計画する汚泥処理施設の許容量を超えた汚泥については、下水処理場で受け入れる

こととする(詳細は別途記載)。オンサイトの引き抜き汚泥は、受け入れ/貯留タンクに運ばれ、脱水等の処理を経て、下水処理場の濃縮槽にポンプで運搬される。

下図にオンサイト引き抜き汚泥の処理フローを示す。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-2 オンサイト引き抜き汚泥の処理フロー

(5) 処理方式の選択

1) 処理方式の選択条件

下水処理場の設計において多くの検討が必要な項目の一つとして、必要要件を満たす処理方式を分析・選択することが挙げられる。最も重要なのは、適用される基準を満たす方式を選択することであるが、処理工程の簡便性、処理の信頼性、環境負荷、必要土地面積等、その他にも重要な評価基準があるため、費用を考慮した重みをつけて評価する必要がある。

下水処理場に適用する処理方式選択のための基本検討項目は下表のとおりである。

表 D6-4 下水処理方式選定の基本検討項目

No.	検討事項	目的
1.	処理水質	安定的に基準を満たす。
2.	敷地面積	必要土地面積を最小化できる。
3.	エネルギー	消費エネルギーを最小化できる。
4.	施設建設コスト	投資を最適に活用する。
5.	運転維持管理コスト	運転維持管理コストを最小化できる。
6.	維持管理	簡便で信頼性がある。
7.	運管管理	簡便である。
8.	負荷変動	有機及び水理負荷の変動に対応できる。
9.	信頼性	安定的に必要な水質を保持できる。
10.	資源効率	運転維持管理コストを最小化できる。
11.	持続可能性	将来に向けてフレキシビリティを有する技術である。

出典：JICA 専門家チーム作成

2) 処理方式選択のデザインマトリックス

技術選定のために、下表に示す通りに主要な要因を評価した。各方式を相対的に、世界共通で認知されている結果から、「優」、「良」、「可」及び「不可」の4段階で評価した。

活性汚泥を用いた下水処理場は、大別して、施設対応型と維持管理対応型の施設に大別できる。施設対応型は、敷地制約の少ない地域において、あまり人口密度が高くない地区、あるいは小規模の施設として、反応槽容量を十分に保持し、維持管理に高度の技術を必要とせず、コストも安価な施設である。具体的には、原始的なシステムとして、嫌気・好気ラグーン、活性汚泥法では、長時間曝気法や OD 法などが挙げられる。一方、人口が密集した都市部では、敷地に制約の多いことと管理技術者の確保が容易なことなどから、必然的に、施設機能の効率化を図った比較的コンパクトな維持管理型が導入される。例えば、ステップ流入式多段硝化脱窒法、嫌気・無酸素・好気法など活性汚泥の機能の多様性を十分に利用したシステムである。さらに、従来の活性汚泥法が、最終的な処理水を確保するのに重力を利用する沈殿池を設置するのに対し、分離膜で直接活性汚泥と処理水を分離する MBR が挙げられる。

表 D6-5 下水処理方式選定のためのデザインマトリックス

処理方式	処理水質	大腸菌除去	硝化・脱窒	リン除去	信頼性	必要土地面積	運転管理の簡便性	維持管理の簡便性	電気量消費	初期投資	実績
標準活性汚泥法 (ASP)	G	G	P	P	VG	G	VG	VG	AV	G	VG
嫌気無酸素好気 (A2O) 法	VG	G	VG	VG	VG	G	G	G	AV	G	VG
ステップ流入式多段硝化脱窒法	VG	G	VG	VG	VG	G	G	G	AV	G	VG
回分式活性汚泥法	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	AV	G	G
移動床式生物膜法	G	G	P	P	G	G	G	G	AV	G	G
硝化脱窒型膜分離活性汚泥法 (MBR)	VG	VG	VG	P	VG	VG	P	P	P	AV	AV
上向流嫌気性スラッジブランケット法+活性汚泥法	G	G	P	P	AV	AV	AV	VG	VG	VG	G
長時間曝気	G	G	P	P	G	P	G	VG	P	VG	G
エアレーティドラグーン	G	G	P	P	AV	P	AV	AV	P	VG	G
安定化池	AV	P	P	P	P	P	G	VG	VG	VG	AV

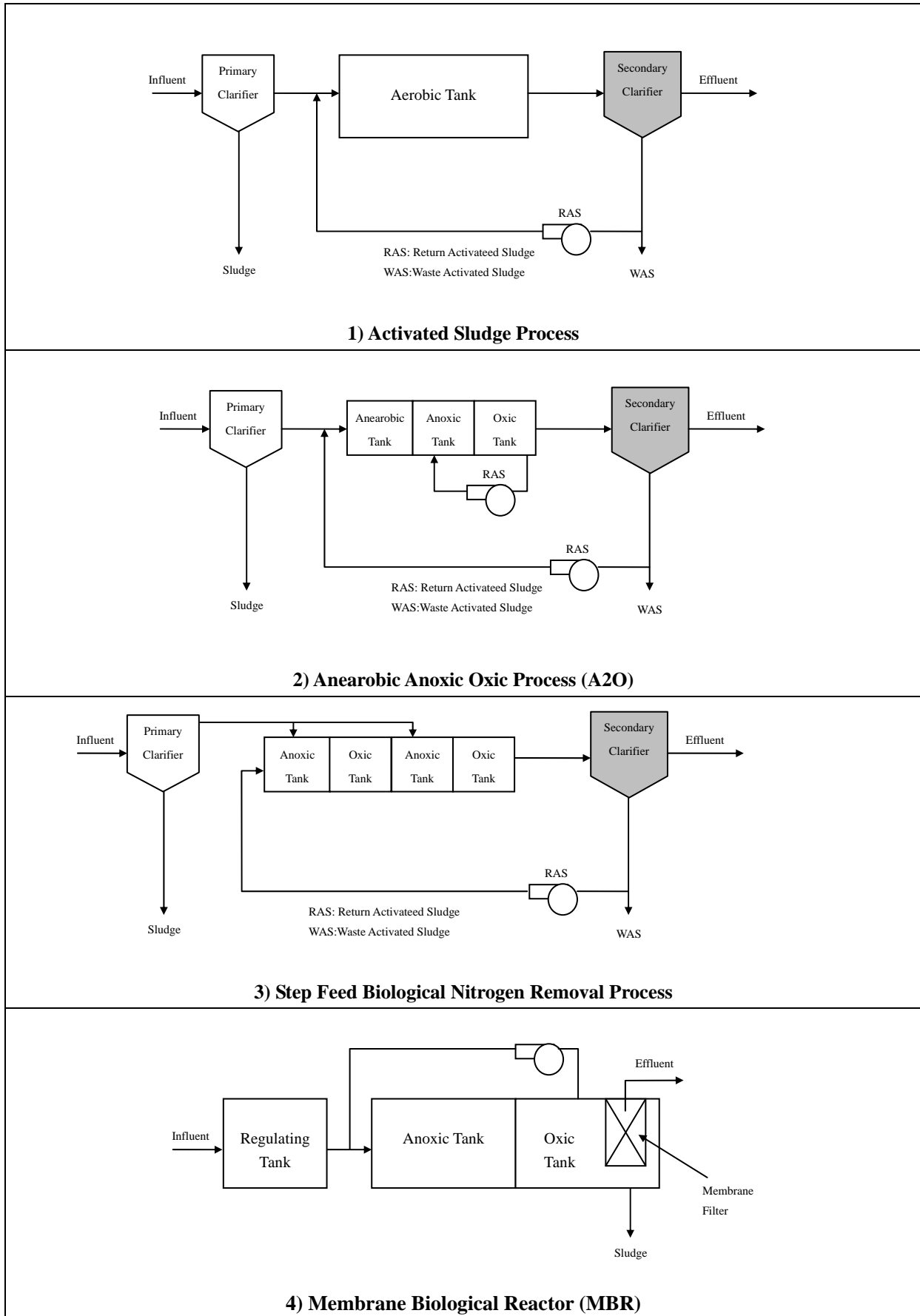
注) VG: 「優 (Very Good)」, G: 「良 (Good)」, AV: 「可 (Average)」 及び P: 「不可 (Poor)」

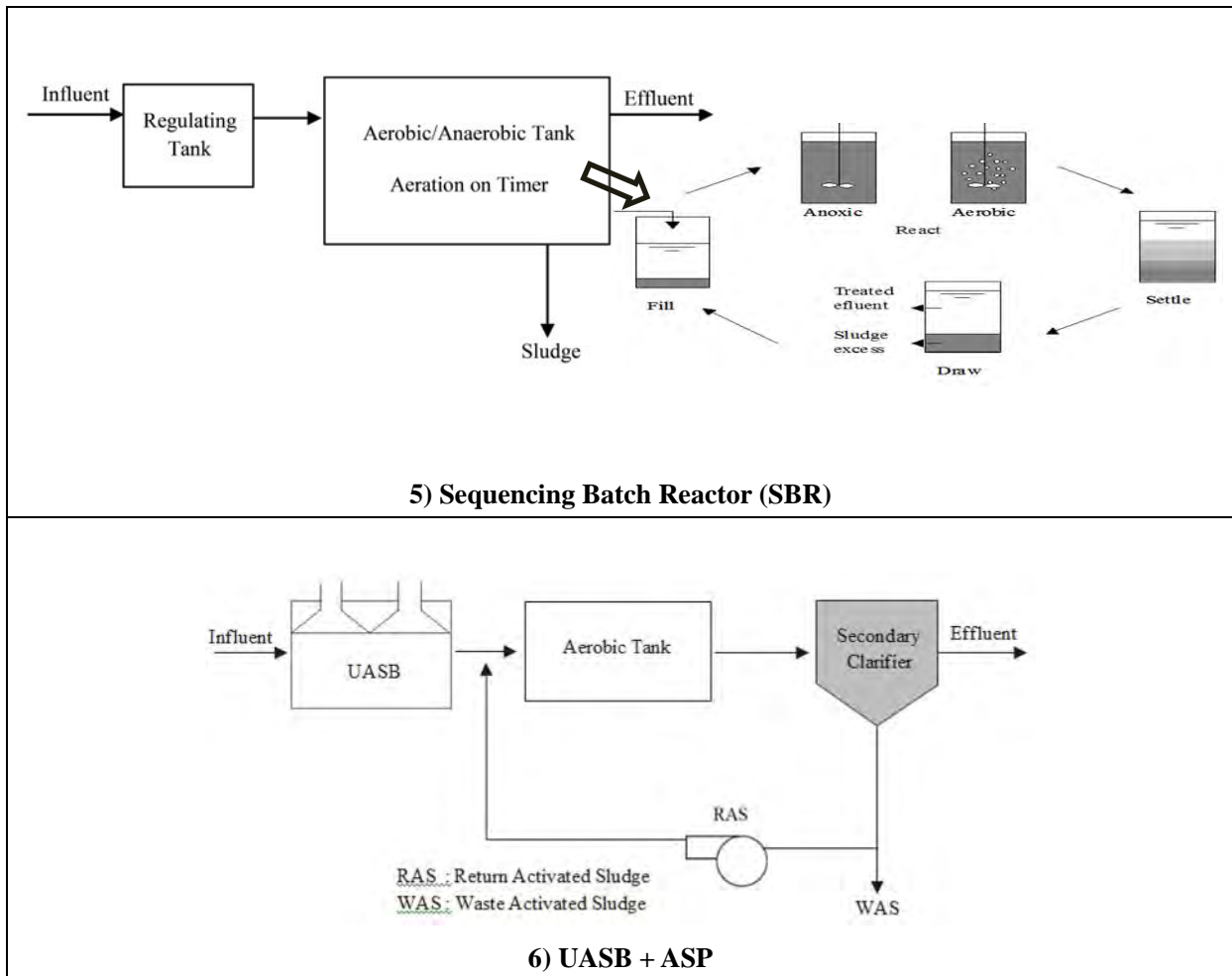
出典: JICA 専門家チーム作成

本プロジェクトにおける改定 M/P では、最適な下水処理方式として、上記の評価結果に従って、大規模な下水処理場に適した 6 つの処理方式を提案する。

- 1) 標準活性汚泥法 (Conventional Activated Sludge Process: ASP)
- 2) 嫌気無酸素好気 (A2O) 法 (Anaerobic Anoxic Oxidation Process: A2O)
- 3) ステップ流入式多段硝化脱窒法 (Step-feed biological nitrogen removal process)
- 4) 硝化脱窒型膜分離活性汚泥法 (Membrane Biological nitrogen removal Reactor: MBR)
- 5) 回分式活性汚泥法 (Sequencing Batch Reactor: SBR)
- 6) 上向流嫌気性スラッジブランケット法+活性汚泥法 (Upflow Anaerobic Sludge Blanket + Activated Sludge Process: UASB + ASP)

選定した6つの下水処理方式の概略処理フローを下図に示す。





出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-3 選定した下水処理方式の概略処理フロー

3) 選定した下水処理方式の比較検討

約 200,000m³/日規模の下水処理場について、選定した処理方式の基本的な設計諸元の比較検討を行った。表 D6-6 にその結果を示す。

下水処理場の整備に当たり、DKI Jakarta では施設敷地の確保が最重要項目である。必然的に、下水処理施設は維持管理対応型の施設とならざるを得ない。一方、活性汚泥による下水処理技術は、生物学的処理の総合的な知識と経験によって良好な運転が担保されるものであるが、現在の DKI Jakarta にはその知識と経験に係るポテンシャルはほとんどないことも考慮する必要がある。

したがって、表 D6-6 においては、極力、施設対応型の設計条件とし生物学的反応槽として、当面の運転管理や将来想定される水質強化などを含めて対応が可能と考えられるプロセスならびに生物反応槽滞留時間を設定した。

表 D6-6 選択した下水処理方式の比較検討

Items		Case-1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-5	Case-6
Process		Activated Sludge Process (ASP)	Anaerobic Anoxic Oxidation Process (A2O)	Step Feed Biological Nitrogen Removal Process	Membrane Biological Nitrogen Removal Reactor (MBR)	SBR	UASB + ASP
Water Quality	BOD	○	○	○	◎	○	○
	SS	○	○	○	◎	○	○
	Nitrogen	×	○	○	○	○	×
Hydraulic Retention Time (h)	Regulating Tank	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0
	Primary Settling Tank	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
	Bio-Reactor	6.0	10.0	9.0	6.0	24.0	8.0+4.0
	Final Settling Tank	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0
	Total	12.5	16.5	15.5	10.0	28.0	17.0
Air volume	Oxygen Ratio (%)	100	170	170	224	211	55
Sludge	Yield Ratio (%)	100	91	91	98	76	72
Required Land Area	Area Ratio (%)	100	132	124	80	224	134

注) 表中の数値及び評価は、今後の F/S 等の結果により変更が可能なものとする。

出典：JICA 専門家チーム作成

下水処理方式の選定に当たっては、将来の水質規制強化、再利用水の需要を考慮したフレキシブルな処理方式を選定することが望ましい。また、下水処理場用地の確保が厳しい DKI Jakarta にあっては、処理場面積を削減できる方式として MBR の適用も考えられる。

一方、MBR を安定的に運転するためには、適切な流量管理、及び膜の閉塞を防ぐための洗浄技術等、経験に基づいた運転管理技術が要求される。そのため、運転実績のない DKI Jakarta での MBR の導入には、運転経験のある民間企業との契約による運転管理が望ましい。

上記を踏まえた上で、Case-2、Case-3 及び Case-4 のような「高度処理方式」を念頭に置き、今後、各処理区において実施される F/S にて下水処理方式およびその設計条件を詳細に検討して決定することを提案する。

4) 将来技術のためのパイロットプロジェクト

(a) 改定 M/P で提示する将来技術のパイロットプロジェクトの位置づけ

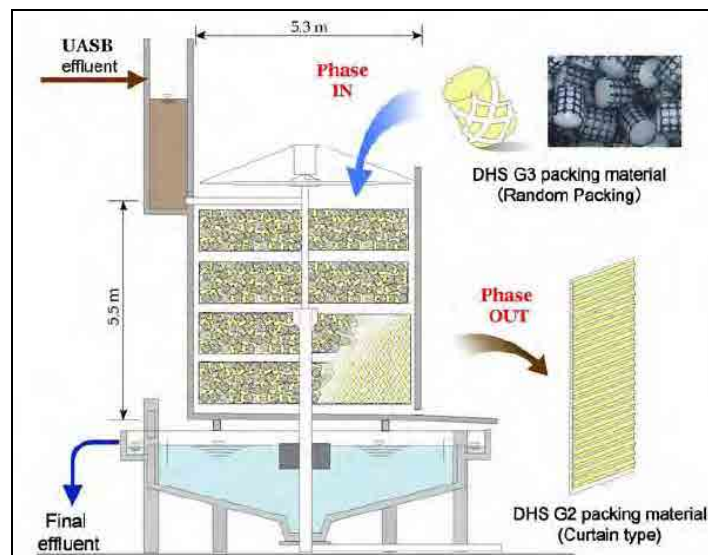
処理方式については、将来的には DKI Jakarta が望む要件により、適切な方式を DKI Jakarta で開発する必要がある。そのために DKI Jakarta は中期及び長期計画に実規模で組み込むことができるようなパイロットプロジェクトを実施し、処理、性能及び運転管理に関する様々な要因に関するデータと実績を収集する必要がある。好気性処理は省エネルギーで処理水質基準を安定して満足できるが、比較的運転管理が複雑である。したがってパイロットプロジェクトを決定する際は土地の有効利用、エネルギー効率、運転管理の容易性、排水基準、建設及び運転管理費用といった事項を考慮する必要がある。よって将来の方式として最初沈澱池 (Primary Settling Tank : PST) と下向流スポンジ担体法 (Down-flow Hanging Sponge : DHS) を組み合わせた処理方式を中期及び長期計画のパイロットプロジェクトを提案する。このパイロットプロジェクトは、州政府が自分たちの予算で関連する研究機関と実施することを提案する。

(b) 研究開発

UASB の後段処理として、日本において 10 年以上にわたって DHS は研究されてきている。近年の研究結果により、第三世代タイプ DHS が簡易で且つ安価に建設できることがわかってきた。第二世代タイプの DHS は 2002 年にインド国 Karnal 市にある UASB の後段処理プロセスとして 1,000m³ の規模で建設された。これは、インド国政府環境森林省管轄下の国家河川保全局によって実施された。近年、より現実的な処理に向けて、この施設では第二世代タイプの DHS から第三世代タイプの DHS に更新されている (図 D6-4)。処理水質は安定しており、BOD 20mg/L 以下の良い水質を維持している。2010 年の JICA 調査「ジャカルタ低コスト下水処理システムによる水環境向上のための情報収集・確認調査」では、東 Setiabudi 貯水池に搬入される実際の下水を使用し、PD PAL JAYA の管理棟で台上規模 (容量 : 3.39 L/day) の DHS の実験が実施された。その結果、台上規模の DHS からの処理水は BOD 20mg/L 以下という非常に良い水質であったことが報告されている。DHS システムは現時点では実験室もしくは小規模施設への適用のみであるが、それらの結果から、将来技術として途上国での適用可能性があるといえる。

(c) DHS の基本構想

図 D6-4 に示すとおり、DHS プロセスは、スポンジを担体を用いることを除けば、基本的なコンセプトは散水ろ床とほぼ同じであるが、スポンジ担体を用いることで、90%以上のスペース削減になり、微生物保持能が大幅に高まり、汚泥滞留時間 (Solid Retention Time: SRT) がより長くなる。SRT が長くなることにより、汚泥の分解が進み、余剰汚泥の発生を抑えることが可能となる。充填するスポンジは DHS 反応槽内で水中に沈められているのではなく、無作為に並べられているだけであり、散水する過程で空気中の酸素を取り込むため、人為的に空気を送り込む必要がなく、エアレーション等でエネルギーを追加する必要がない。



出典 : Tohoku University, Kisarazu National College of Technology and Nagaoka University of Technology (2007)

図 D6-4 DHS の処理スキーム

(d) 将来技術のパイロットプロジェクトに関する提案

既存のJSSPパイロットプロジェクト

中低所得層の住宅地における区内完結型システムの実証として、Malakasari 下水処理場及び下水管システムが JSSP のパイロットプロジェクトとして建設された。システムは 2001 年に完成し、474 世帯が対象となっており、その内 463 世帯が接続している。嫌気・好気処理を実施しており、容量は 400m³/日で 1,131.45m²の敷地面積を有する。管路の総延長は 2,744m であり、46 箇所のマンホールと 500 箇所の点検ますがある。管の口径は 300mm、200mm 及び 150mm の 3 種類である。現時点で JSSP の嫌気・好気下水処理は機器が壊れており部分的にしか稼働していない。

将来技術のパイロットプロジェクトに対する提案

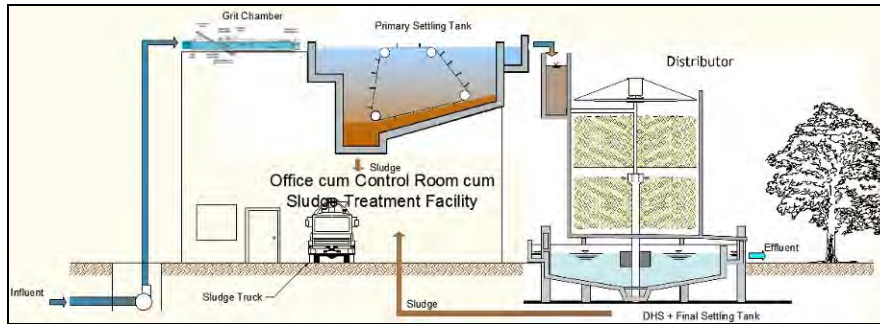
Malakasari 町は東ジャカルタ市 Duren Sawit 区 (Kecamatan) の 7 つの町 (Kelurahan) の 1 つで南緯 6 度 13 分 18 秒、東経 106 度 55 分 45 秒に位置する。2030 年には人口が飽和すると見込まれ、その人口はおよそ 37,489 人で、人口密度は 270 人/ha である。本改定 M/P 調査では、人口 2,500 人をカバーするべく、容量を 500 m³/day に拡張することを提案する。図 D6-5 はサービス対象地区とレイアウトである。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-5 Malakasari パイロットプロジェクトのサービス対象地区とレイアウト

PST-DHS パイロット施設の模式図を以下に示す。流入水は沈砂除去池にポンプで運ばれ、重力排水で PST、そして DHS 処理槽に入る。汚泥処理設備は PST の構造に合わせて建設される。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-6 PST-DHS パイロット施設の模式図

(6) 下水処理場の必要土地面積

JICA 専門家チームは下水処理施設のための必要用地について複数回にわたり議論をしてきた。JICA 専門家チームは当初、平均汚水量で $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{日}$ を元に計算した用地面積を提案した。しかしながら、この値が州政府から受け入れられず、さらに用地面積を減らすことが求められた。これは、ジャカルタにおいて利用可能な土地が極めて少ないことの表れであり、既存 M/P が用地問題で進まなかった原因でもある。既存 M/P と同じ状況を繰り返さないようにするため、いくつかの省スペース型水処理方式を考慮し、施設配置計画について処理方式の異なる数ケースを検討した。その結果として、平均汚水量で $0.35 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{日}$ を元に計算した用地面積を提案することとし、必要処理面積をおよそ 30% 縮小させ、BAPPEDA が用地を承認した（別添 2011 年 10 月 21 日議事録参照）。下表は 15 箇所の下水処理場候補地の必要土地面積を示したものである。最小は処理区 No.2（Muara Angke）の 0.8 ha で、最大は処理区 No.10（Pulo Gebang）の 8.7 ha である。必要土地面積は、短期的には合計で 15.1 ha、中期的には 18.8 ha、そして長期的には 35.0 ha 必要であるため、合計で 68.9 ha が必要であることがわかる。

表 D6-7 下水処理場の必要面積

Site No.	Candidate Land	Location	Zone Coverage	Zone Area (Ha)	Location Municipality	Population (People)	Coverage Population (80%)		Flow Rate (m3/d)	Land Required
							People	Percentage		
2	Pejagalan (Taman Kota Penjarangan)	Pejagalan	1	4,901	Central Jakarta	1,236,736	989,389	7.81%	197,878	6.9
3	Muara Angke	Muara Angke	2	1,376	North Jakarta	149,042	119,234	0.94%	23,847	0.8
4	Srengseng City Forest Park To Be Transferred to Pulo Gebang	Srengseng	3	3,563	West Jakarta	721,501	577,201	4.56%	115,440	4
			4	935	South Jakarta	290,796	232,637	1.84%	46,527	1.6
5	City Forest North Sunter Pond	Sunter	5	3,375	North Jakarta	795,109	636,087	5.02%	127,217	4.6
6	WWTP Duri Kosambi	Duri Kosambi	6	5,874	West Jakarta	1,465,718	1,172,574	9.26%	234,515	8.2
7	Kamal - Pegadungan	Kamal, Pegadungan	7	4,544	West Jakarta	692,649	554,119	4.38%	110,824	3.9
8	Marunda	Marunda	8	4,702	North Jakarta	1,100,137	880,110	6.95%	176,022	6
9	Rorotan	Rorotan	9	5,389	East Jakarta	537,477	429,982	3.39%	85,996	2.9
10	WWTP Pulo Gebang	Pulo Gebang	10	6,289	East Jakarta	1,549,252	1,239,402	9.79%	247,880	8.7
11	Bendi Park	Taman Bendi	11	8,246	South Jakarta	1,578,573	1,262,858	9.97%	252,572	3
12	Ulujami Pond (Pond Planning)	Pesangrahan			South Jakarta					5.9
13	Ragunan Land	Ragunan	12	3,172	South Jakarta	555,385	444,308	3.51%	88,862	3.1
14	Waduk Kp. Dukuh (Pond Planning)	Halim Perdana Kusuma/Kramat Jati	13	6,433	East Jakarta	1,053,724	842,979	6.66%	168,596	5.7
15	Waduk Ceger RW 05 (Pond Planning)	Cipayung	14	4,605	East Jakarta	617,269	493,815	3.90%	98,763	3.6
Reclamation Area		WWTP to be prepared by the Developers				110,049	110,049	0.86%	-	Planning
1	Existing System and On-going project (Casablanca Sewerage System)	Setiabudi Pond	0	1,220	South Jakarta	211,865	211,865	1.67%	-	On-Going
0		Krukut PS								Planning
Grand Total						12,665,282	10,196,608	80.50%	1974939*	

注 1) 将来の埋立地域と既存サービス地区は除く。

注 2) 対象人口の割合は全人口に対する対象人口の割合であり、合計すると全人口の約 80% が対象人口になる。

出典：JICA 専門家チーム作成

D6.2 オンサイト処理システム

(1) 共同トイレ

共同トイレは、家庭のトイレを持たない住民のためのもので、DKI Jakarta には 1,263 箇所設置されているが、このうち、整備が不十分で使用停止中のものや汚水を未処理で直接河川等の公共水域に放流しているなどの問題もある。衛生改善の第一段階として、屋外排泄を廃絶する手段として引き続き共同トイレを適切に配備する必要がある。また、管理主体である各市は、定期的にトイレの実態を調査し、適切な整備や維持管理に努める必要がある。

改善の第二段階としては、トイレ排水を適切に処理して水環境を保全することである。これまでに開発・実用化されたオンサイト技術に SANIMAS 方式等があるので、これらの技術を活用することが望まれる。

(2) セプティックタンク

従来型セプティックタンクは、住宅系のし尿排水の処理装置として最も普及しており、後段にソークピットを設けて処理水を土壤に浸透させるタイプとタンク表面から直接側溝等へ放流するタイプがある。いずれの方式も嫌気槽の性能は、BOD 除去率で 50～60% 程度（処理水 BOD200mg/L 前後）であり、汚水処理装置として機能的には不完全なものといえる。本来、土壤の浄化機能に期待した処理方式であり、地下水汚染の懸念がなく、敷地に余裕がある地方農村部で適用できる技術である。都市部においては水質汚濁源となるリスクが高いため、その適用は規制すべきである。セプティックタンクの対応方針としては、①地下浸透するタイプは、適用地域を厳しく制限する、②セプティックタンク処理水を二次処理した後放流する。③性能が安定した改良型セプティックタンクに切り替えるなどが考えられる。このうち、③は処理機能を向上させるとともに合併処理への切り替えも可能であり環境対策として有効である。ただし、切り替えコストの負担を行政側で補助することを検討する必要がある。

従来型セプティックタンクの構造は、近年は現場施工型に代わって既成のコンクリートリングを積み重ねたもの、プラスチック製のものなどが採用されている。現状の構造基準（ガイドライン）では、このような構造を想定していないため構造基準の見直しが必要である。また、タンクのスラブが地表より下部に位置しているためタンクの位置が特定できない例や、清掃口が設置されていない例もあるので、構造の見直しが必要である。

改良型セプティックタンクは、性能評価制度がないこと、槽容量等がメーカーにより異なることなど、品質管理面での不備が認められる。必要最小容量を規定するなど構造基準の見直しを早急に実施する必要がある。とくに、改良型は、水量が時間変動する雑排水を受け入れるため、滞留時間を確保して水量変動を緩和する対策が求められることから、水槽容量の設定は設計上、重要な因子となる。

また、前述のとおりセプティックタンクは、設置時における構造、規模等のチェック体制や設置後の維持管理制度に不備があり、行政の役割を強化し、組織・制度の整備、管理強化が求められる。

(3) 汚泥処理施設

セプティックタンクや事業系汚水処理プラント等のオンサイト施設から発生する汚泥の管理を推進するためには、収集した汚泥をまとめて処理する施設の整備が必要となる。現在、DKI Jakarta の東西 2 箇所にある汚泥処理施設（合計処理能力 600m³/日）が稼働しているが、これらの施設に持ち込まれている汚泥量は、発生する汚泥の一部であり、大半は不法に処理・処分されている可能性がある。この原因の一つとして、汚泥処理施設の数が不足しており運搬距離が長く効率が悪い点が挙げられる。現状では、南部地区で収集した汚泥の運搬効率が悪く、南部地区に新たな汚泥処理施設を整備することが効果的と考えらる。引き抜き汚泥に関わる汚泥処理システムの考え方は、図 C2-3 に示したとおりである。

D6.3 個別汚水処理プラント (ITP)

D6.3.1 現況と課題のまとめ

2005 年の規制により事業所は汚水処理施設の設置が義務付けられている。PART B4.2 に記述した事業所の現地調査の結果から、ITP に関する現況および課題を以下にまとめる。

(1) 処理方式

調査対象の ITP は、古いものでは 1960 年代に建設されている。汚水処理規模は日平均処理汚水量で、数 m³/日から最大 800m³/日の範囲である。日最大汚水量は、日平均汚水量の 1.5 から 2 倍前後である。概ね、日平均処理量が 20m³/日以上規模では、公称の処理方式は長時間曝気方式と表記されている。

中・大規模事業所では、建物地下部や駐車場スペース、建築外周部などに建築土木躯体として組み込まれた汚水処理施設が多いが、最近建設された小・中規模では、可搬設置型装置を地表や地中に設置しているケースもある。大型の土木躯体を有するものは概ね、長時間曝気方式（公称）が採用されている。その他は、プラントメーカーの設計により各種方式が導入されている。

ITP に適応した方式の選定方針を規模別に示し、適正な設計基準の策定とその方式の特性を踏まえた維持管理の実施が必要である。

(2) 設計基準

設計基準は法律的に特に定められていないので、設計はプラントメーカーが独自に行っている。

事業所の特定の産業排水には、それぞれ排出される汚濁物質に適応した汚水処理施設の検討が必要である。一方、生物学的処理が可能な生活排水や有機系排水については基本的な設計基準を提示する必要がある。

(3) 水質・処理性能

BPLHD が実施している水質検査結果からみると、現在の規制値に対する処理水質を超過して

いるところは少ない。しかし、BPLHDの検査が半年に1回、それも事業者がサンプリングを実施するというシステムであり、現地調査のITPの運転状況の観察結果から判断すると、その信頼性は低い。一方、事業者側は水質基準に規定されている水質項目がそれぞれどのような意味を持ち、なぜ規制されているのか理解に乏しい。

また、生活污水に長時間曝気方式を採用し適正な運転が実施されれば、処理水BODの濃度は20mg/L以下であるのは常識的であり、現行の規制値(BOD 50mg/L)は緩いと言える。一方、汚水量についてはほとんど計測されていないので、汚濁負荷の総量的規制の概念は皆無である。

(4) 運転管理

調査した施設のうち概ね60%の施設については、活性汚泥の管理が不十分か、またはブロワ等の主要機器のメンテナンスが不十分などの原因で正常な運転がなされていないことが判明した。簡易な水質の検査(例えば透視度など)並びに汚泥性状検査(例えば活性汚泥浮遊物質-MLSS濃度、活性汚泥沈殿率-SV30など)など、日常的に定量的な運転管理情報を取得しているところはほとんどない。また、運転管理者および運転員の水処理に関する知識は、非常に高度のレベルを有する場合もあったが、大半は基礎的な部分から欠如している。運転指標の定量的な把握がなされず、したがって、その結果を適正な運転にフィードバックすることが困難な状況である。運転の基本となる汚水量、返送汚泥量などの計測もほとんど行われていない。

(5) 汚泥処理・処分

報告されている汚泥引き抜きの頻度及び引き抜き汚泥量は想定される汚泥発生量と比較すると極端に少ない。また、発生汚泥量と引き抜き汚泥量の収支、その場所に搬送され処分されているかについても、マニフェストなどの制度がないため根拠となる資料はほとんど確認できず明確な収支が把握できない状況にある。いくつかのヒアリング回答者は、引き抜き汚泥が河川や雨水排水溝に流されている事実があることを明言した。

(6) 汚濁負荷の把握

ITPの設計に必要な汚水量は、事業所の初期計画に設定されているはずであるが、ほとんどの施設が汚水量の計測手段を所有しておらず、かつ、BODなどの分析はBPLHDの半年に一回の事業者のサンプリングデータしかない状況である。したがって、BPLHDのみならず、事業者自身も、汚濁負荷量と放流汚濁負荷及び余剰汚泥量を把握できていない。

したがって、汚水処理の不具合の原因が、例えば、汚水量や、汚濁負荷の増減によるものか、設計や施設の不備によるものか、管理不足によるものか誰も判断することができない。これは、事業者とITPを設計、製造したプラントメーカー、ならびに維持管理会社との間の契約条件・責任範囲を曖昧にすると同時に、行政側も適正な指導ができないためである。

D6.3.2 課題及び対策案

上記の現況から、課題と対策案を下記に列記する。

(1) ITP の基準における基本コンセプト

ITP に対する考え方は、反応槽容量を十分に保持した施設対応型と、機能の効率化を図った比較的コンパクトな維持管理型に大別できる。

ITP では、流入汚水の負荷変動対応、活性汚泥管理、装置トラブルなどの維持管理上の問題を極力少なくし処理水水質を安定して維持すること、ならびに汚泥処理の容易さを考えると、施設対応型の処理施設とすることが望ましく、かつ経済的である。施設規模は一般家庭レベルのものから 1,000m³/日近いものまでが想定されるため、昨今導入されている可搬型処理装置から土木躯体の水槽を有する施設まで規模別に設計基準を検討する必要がある。

汚水処理規模の区分としては、一般家庭より若干規模の大きい個人事業所（小型）、単数あるいは複数の可搬型汚水処理装置でも対応が可能な規模（中型）、それ以上の規模（大型）の3分類程度が適切と判断できる。

処理方式としては、曝気動力や機械装置を最小限にとどめ、かつ汚泥の減量化を図るために、前段に腐敗槽の機能を有する嫌気槽と後段に好氣的消化をかねた比較的滞留時間の長い好気槽を設置するプロセスを基本とする。生物処理は浮遊型、あるいはろ材を充填したろ床型を基本とする。

一方、処理水質については、長時間曝気方式の標準的な性能を考えると、概ね BOD 20 mg/L、SS20 mg/L、アンモニア性窒素 5 mg/L 以下を基準としても対応が可能と考えられる。

上記の基本的な考え方を整理した。ITP の処理規模区分案と想定される主な処理方式、水質設定値を表 D6-8 に示す。

表 D6-8 ITP の処理規模区分案及び主な処理方式

規模	日最大汚泥水量	処理人口	処理プロセス	処理水の品質		
				BOD	SS	NH ₄ -N
小型 ITP	3m ³ /日未満	60 人未満	Anaerobic/Oxic (Activated Sludge type /Media Type)	20 (50)	20 (50)	5 (10)
中型 ITP	3 m ³ /日～ 30 m ³ /日	60 人～ 600 人	Anaerobic/Aerobic (Activated Sludge type /Media Type) Anaerobic/Anoxic/Oxic (Activated Sludge type /Media Type)	20	20	5
大型 ITP	30 m ³ /日	601 人以上	Anaerobic/Aerobic (Activated Sludge type /Media Type) Anaerobic/Anoxic/Oxic (Activated Sludge type /Media Type)	20	20	5

注) 処理水質は設計値を示す。() は当面の規制値を示す。

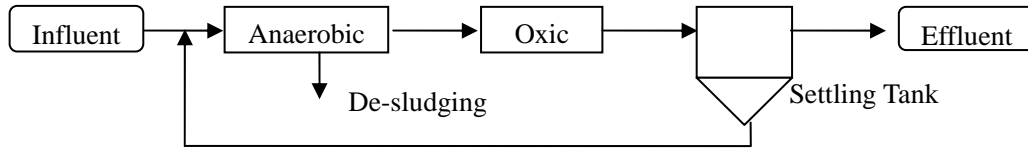
出典：JICA 専門家チーム作成

各規模におけるプロセス設計に関わる方針について以下に述べる。

1) 小型 ITP (嫌気・好気)

小型 ITP においては、セプティックタンクの後段に仕上げ処理としての好気槽、沈殿池を設置したシステムを基本とする。したがって、小型 ITP における嫌気槽は、従来の家庭設置のセプティックタンクと同様の滞留時間を確保し、同様の機能を有するものとする。これにより、好気処

理に必要な曝気動力は最小にすることが可能である。好気槽は汚泥の好気性消化による減容化を考慮し、好気槽滞留時間は 24 時間以上とする。返送汚泥の一部は定期的に嫌気槽に戻し、汚泥の減容化を図る。好気槽は浮遊汚泥方式あるいは接触曝気などのろ床型も可能であるが、ろ床型においても、最終沈殿池を設置しかつその容量を確保し、SS の流出を抑制するものとする。



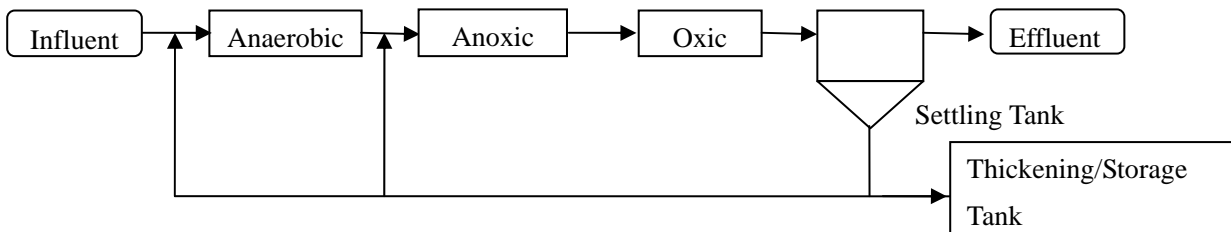
出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-7 基本プロセス（小型 ITP）

2) 中型 ITP（嫌気・無酸素・好気）

中型 ITP においても規模が小さく施設設置容量に余裕がある場合は小型 ITP と同様の考え方とする。

中型の一般的方式としては、嫌気槽・無酸素槽合計滞留時間を 8 時間、好気槽滞留時間は汚泥の好気性消化による減容化を考慮し、16 時間以上とする。好気槽の滞留時間が比較的に長いので、硝化の進行による pH の低下の可能性を考慮し、汚泥を嫌気あるいは無酸素の反応槽に返送し、アルカリ度の回収と窒素除去機能を確保する。

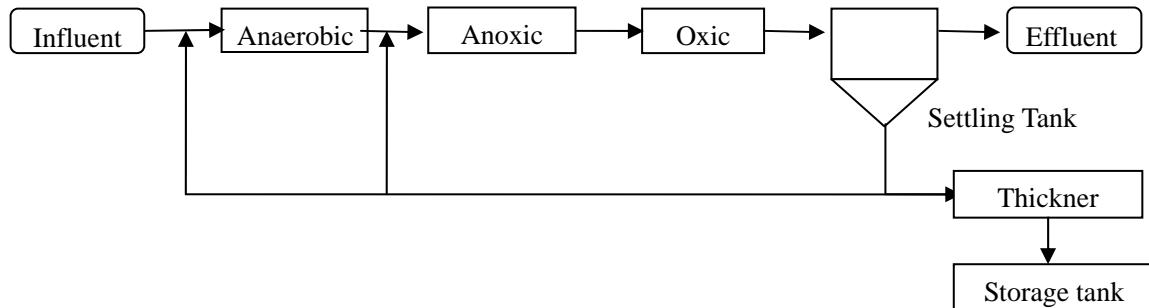


出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-8 基本プロセス（中型 ITP）

3) 大型 ITP（嫌気・無酸素・好気）

大型 ITP の一般的方式としては、嫌気槽・無酸素槽合計滞留時間を 8 時間、好気槽は、汚泥の好気性消化による減容化を考慮し、滞留時間を 16 時間以上とする。好気槽の滞留時間が長いので、アンモニア性窒素の減少（硝化）と硝化の進行による pH の低下の可能性を考慮し、汚泥を嫌気あるいは無酸素の反応槽に返送し、アルカリ度の回収と窒素除去機能を確保する。汚泥は、余剰汚泥の濃縮槽と濃縮汚泥貯槽を設置する。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D6-9 基本プロセス（大型 ITP）

(2) その他の処理方式に対する基準

事業所によっては、事業所の立地条件などにより ITP の敷地の確保が困難であったり、処理水の再利用などのため、プラントメーカーが設計する機能の効率化を図った維持管理型の施設を導入する必要がある場合がある。このような維持管理型施設に対し、安定した運転が維持される最小限の基準を設けることが必要である。

プラントメーカーによる独自の設計方式が採用、設置されているケースがすでにあるが、設計条件が適切かどうか判断できないケースも多い。したがって、プラントメーカーによって運転される各種方式についても、上記一般的基準を踏まえて、基本的な設計基準を整備する必要がある。

また、新規方式の採用にあたっては、行政側で事前の設計基準の審査を実施するとともに、試運転以降、実施運転 1 年間の確認データの取得を義務付けるなどの法令整備と、基準を遵守できない場合の保証、是正勧告および罰則規定なども整備する必要がある。

(3) ITP の基準策定における留意点

ITP の基準策定の留意点としては以下を考慮する。

- ① 原則として、十分な余裕のある施設対応型の施設とする。
- ② 汚水量の計測機材（後述）を必ず設置する。
- ③ 流入するし渣を確実に除去する除塵装置を設置する。（後段の装置及び施設保護）
- ④ 食堂からの油分など、標準的な流入下水水質以上の汚濁負荷が流入する場合は、前段に油分分離槽などの前処理施設を設置する。
- ⑤ 汚水流入量の負荷変動、流量変動を吸収し、汚水を均一に反応槽に供給できる調整槽を設置する。
- ⑥ 接触酸化法などのろ床方式においても必ず沈殿池を設置し、沈殿池の水面積負荷は極力小さくする。
- ⑦ 処理水性状が確認でき、採水が可能な処理水槽を設置する。
- ⑧ 中型においては汚泥濃縮槽、大型 ITP において汚泥貯留槽は、引抜頻度の設定に伴う汚泥引抜設定量の少なくとも 2 倍以上の容量とする。

- ⑨ 施設の維持管理や補修が容易な構造とする。例えば、日常の点検や作業のスペースを確保し、散気管や配管の取替え、ろ材閉塞の洗浄などのための開口スペースを十分にとる。

(4) 汚濁負荷の把握

1) 汚水量の計測

中型・大型 ITP においては、汚水量の計測には、電磁流量計などの設置が望ましい、高価である為、これに代わる簡易な計測装置を必ず設置する。特に事業所污水では、汚水量の時間変動を把握しておくことが重要であり、人為的に連続計測を常時行うことは困難であるので、表 D6-9 に示すような手法で時間的な汚水量変化と積算量を必ず把握する。

表 D6-9 汚水量の計測方法例

No.	項目	内容
1	堰による計測	汚水流入部に三角堰を設置し、堰上部の水位の連続測定により、流量を算出する。
2	ポンプ稼働時間による計測	試運転時に、バルブ開度とポンプ吐出量の計測を行い相関図を作成する。ポンプ稼働時間は連続測定し、流量を算出する。
3	サイフォンタンクによる計測	サイフォンタンクを設置し、タンク水位を連続計測し、サイフォン稼働回数から、流量を算出する。

出典：JICA 専門家チーム作成

2) 汚濁負荷の測定（水質の確認）

流入水のサンプリングは、混合試料 (Composite Sample) を基本とする。分析頻度は多いほど汚濁量を性格に把握できるが、サンプリングの手間と分析費用がかさむことなどから主要項目については月 1 回程度を基本とする。

汚濁負荷量が毎日概ね同等であるか、特異的な変化しているかなどを判定するために、現場での簡易な測定を行うとともに、簡易な測定項目と BOD などの分析項目との相関を把握することにより、汚濁負荷を日常的に監視できるようにする。

現場での最も簡易な方法は透視度であるが、事業所の特徴を踏まえた現場での簡易な汚濁負荷の測定方法を考案し実施する。例えば、以下のような方法により、日常的な汚濁負荷の特異的な変化を把握することができる。

- 1) SS 量の簡易測定：汚水 1 リットルを 1 リットルメスシリンダーで 30 分静置・沈殿し、沈殿固形物量を測定する。
- 2) SS 量の簡易測定：汚水採取直後の透視度と、汚水 1 リットルを 1 リットルメスシリンダーで 30 分静置・沈殿し上澄水の透視度との差を測定する。
- 3) 油分混入の把握：汚水 1 リットルを 1 リットル ビーカーにとり、表面上部に光をあて、汚水含有油分の有無の確認を行う。
- 4) 色相の簡易測定：汚水 1 リットルを 1 リットル メスシリンダーに採取し、採取直後および 30 分静置・沈殿後の色相を背後に白紙などを置いて観察する。
- 5) 写真撮影による変化の記録：上記簡易測定の結果や、同一条件で一定の時刻と場所のデジタル写真撮影を行い、PC 上で連続的に目視観察比較することで、汚水の特異的な変化を把握

することができる。

さらに、主要な分析項目と簡易分析項目との相関を取ることにより、汚水汚濁レベルの推定精度を高めるように努力する。例えば、月 1 回の BOD 測定値と、透視度あるいは SS の測定値との相関図を長期的に作成し、日常的には透視度の値から BOD 値を想定するなどの手法を用いる。

表 D6-10 主要な分析項目及び分析頻度（流入及び流出）

No.	項目	方法	分析頻度
1	pH	Site: Litmus Paper	1 time/day
		Analysis	1 time/month
2	Water Temperature	Site: Temperature	1 time/day
3	Transparency	Site: Transparency Equipment	1 time/day
4	SS	Site: Measuring of settling amount	1 time/day
		Analysis	1 time/month
5	COD	Analysis	1 time/month
6	BOD	Analysis	1 time/month
7	NH ₄ -N	Analysis	1 time/month
8	Others	Site Analysis	Suitability

出典：JICA 専門家チーム作成

(5) 運転管理

ITP の運転管理に関する主要な留意点は以下のとおりである。

- ① 処理水水質が常時目標値を満足するように、D6.3.2.4 で述べたような BOD など相関性のある代替指標を設定し、指標に応じて必要な手段を講じる。
- ② 流入汚水量、汚濁負荷量、および発生汚泥量のマス・バランスを明確にし、計画設計値と常時比較して運転状況を把握する。
- ③ 活性汚泥および処理水性状を毎日確認し、適正範囲を逸脱した場合、その原因を明確にし、適正な運転状態に変更する。

上記を遂行し、日常あるいは突発的な事故などに対応するために、必要な事項は以下のとおりである。

- ① 設計図面、容量計算書、運転要領書の管理
- ② 運転管理マニュアルとその更新
- ③ 運転要領書に基づく日常点検とその記録・解析
- ④ 運転要領書に基づく処理装置の調整
- ⑤ 点検月報、年報による処理状況、経費、発生汚泥量などのまとめ
- ⑥ 記録の保管（日報は 1 年間、月報、年報は 3 年間を目安とする）

運転管理の必要項目（案）を表 D6-11 に示す。これらを計測あるいは算出可能な測定項目についてそれぞれの ITP の運転日誌を作成する。日誌の 1 年程度の保管と、これをまとめた半年ごとの記録提出を、中型・大型においては実施することにより、事業所の汚水処理管理能力の改善を図ることができる。

表 D6-11 運転管理の必要項目（案）

分類	No.	項目	内容、留意点など
一般	1	記録年月日 時刻	時系列的な変化など整理が可能とする。
	2	記録者氏名	責任者を明確にする。
	3	天候・気温	雨天時雨水の混入など
	4	清掃・整理整頓	臭気・騒音など環境対策、施設の全体管理
汚水	1	汚水量	日平均、日最大、時間最大、変動パターン
	2	しき量	混入原因、削減方法を工夫する。
	3	水質(現場日常)	水温、pH、透視度、SS量、色相など
	4	水質(サンプル分析)	BOD、SS、COD など
	5	油分など	混入原因、削減方法を工夫する。
運転管理	1	各生物反応タンクの SV30	汚泥量の日常的把握、汚泥性状の確認
	2	好気タンクの SV30	好気タンクの汚泥の沈降性を日常的に確認する。
	3	MLSS	基本的に好気タンクでサンプリングする。
	4	返送汚泥量	返送汚泥率
	5	返送汚泥濃度	MLSS の管理
	6	曝気空気量	好気タンクの好気条件の確認
	7	沈殿池の汚泥界面	余剰汚泥引き抜き量の管理
	8	余剰汚泥引き抜き量	MLSS の管理
	9	設計数値との対比	HRT、SRT、BOD-SS 負荷、SS 収支など
処理水	1	透視度	日常的に監視し、他の水質項目との相関を把握する。
	2	水質(現場日常)	pH、SS量、色相など
	3	水質(サンプル分析)	BOD、SS、COD など
汚泥処分	1	貯留量	汚泥発生量の把握
	2	搬出量	濃度と容積量
施設管理	1	運転機器	停止中、故障など区分を明確にする。
	2	運転機器の状態	温度、騒音、振動、ベルト緩みなどの有無
	3	機器管理	オイル、グリース、ベルト交換など
	4	電気管理	積算電力量、電流値、絶縁抵抗など
	5	薬品・消耗品などの管理	消毒剤など
	6	補修・修理・修繕	塗装補修や機器の修理など

出典：JICA 専門家チーム作成

(6) 余剰汚泥の処理・処分

現在のところ、適正な汚泥処分を実施している既存の ITP は少ない。水処理は、汚濁物質と水を分離する行為であり、処理水水質を良くすることは、分離された汚濁物質、すなわち汚泥の発生量が増加することになる。したがって、汚泥処分を発生量に応じて適切に行うことが水処理を適切に行うことである。

事業所汚水処理プラントにおいては、これまで安易に考えていた汚泥処分を適切に実施する上からも、汚水量とその汚濁負荷を適切に把握し、汚泥発生量を予測する必要がある。

一方、余剰汚泥の引き抜き・搬送、処理処分が適正に行われていることを担保するために、マニフェスト制度の導入と、汚泥の河川投棄などの不正行為に対する厳正な罰則規定とその実施が必要である。

D7 オフサイト（下水道）施設配置計画及び施設計画

D7.1 提案計画

D7.1.1 管路施設の提案計画

(1) 使用材料について

下水道で使用される管種で硬質塩化ビニル管がある。この管の特徴は管内部の粗度係数が $n=0.010$ で鉄筋コンクリート管 ($n=0.013$) に比べて低く、水の流れがスムーズであることである。このことから、鉄筋コンクリート管より、管渠勾配を緩やかにすることが出来るため、掘削深が浅くなり経済的である。

また、軽量で作業性がとても良く、1 本当当たりの有効長 (4,000m) も長く、鉄筋コンクリート管のように剛性管でなく可とう管であるため、管基礎の大半が砂となり、工期の短縮が図れる。

ただ、管径 $\phi 450\text{mm}$ より大きな管径は材料費が極端に高くなるため、使用については、経済的な比較を十分に行うことが重要である。

よって、開削工法で管径 $\phi 450\text{mm}$ 以下の路線は硬質塩化ビニル管の使用を提案する。

なお、マンホールの築造については、現場打ちマンホールより割高となるが、品質の信頼性、工程の短縮や交通渋滞の緩和が図れることから組立マンホールの積極的な使用を提案する。

(2) 施工方法の提案

1) 開削工法

DKI Jakarta の土質及び地下水の状況は、GL-10m 付近まではN値 10 以下の粘性土を主体とする地盤であり、地下水位も高いものと想定される。したがって、掘削深さが 1.5m を超える場合は、地盤崩壊の可能性があるため土留め工が必要となる、さらに 4m を超える場合には、鋼矢板等を用いた確実な土留め工を設置することを提案する。

下水道枝線管渠工事は、一般に掘削深さ 4m 以下の小規模土留め工が殆どであり、施工性、経済性から土留め工法は軽量鋼矢板工法（建込み）を採用することが多い。

以上から、掘削に伴う周辺への影響、施工性、安全性等を考慮し、開削工法を以下のとおりとする。

- 掘削深 $\leq 4\text{m}$ ⇒ 軽量鋼矢板建込工法
- 掘削深 $> 4\text{m}$ ⇒ 鋼矢板工法

掘削深が 4m を超えて鋼矢板工法の適用となる場合は、鋼矢板打設作業により交通への影響範囲・影響期間が長く、軟弱地盤であることから引抜きによる周辺への影響及び道路の不等沈下の発生の危険性がある。これらの処置として鋼矢板を残置した場合は、経済性においても割高となる。

したがって、掘削深 4m を超える路線については、事前に十分な検討を行う必要があり、鋼矢

板工法による影響を抑えることが難しいと判断した場合は、推進工法を採用することを提案する。推進工法は、現在、管径φ150mmまでの工事が可能であり、日本では下水管渠工事の主流となっている。

2) 推進工法

推進工法を採用する場合は以下の条件が挙げられる。

- ① 交通量の多い道路、または地下埋設物が輻輳した道路で、地上からの掘削が困難となる箇所。
- ② 軌道又は河川を横断するため、地上からの掘削が困難となる箇所。
- ③ 下水管の埋設位置が深いため、地上からの掘削により管路を構築すると不経済となる箇所。

DKI Jakarta では慢性的な交通渋滞が問題であり、交通量の多い道路での開削工法の使用は極力避けることが望ましい。特に道路横断の施工時は通行止めの可能性が高い。また、大きな河川や水路が多く、その横断にも推進工法の採用が不可欠である。開削工法の項でも述べたが、DKI Jakarta の土質状況では掘削深 4m を超える路線については、鋼矢板工法による施工となり、周辺環境への影響が懸念される。以上の事から推進工法の積極的な使用を提案する。

現在の推進工法は、管径φ150mm～φ3,000mm までの施工が可能であり、1 スパンの推進延長も管径や土質により異なるが、管径φ800mm 以上では 300m を超えており、工法によっては、700m 以上の施工も可能である。また、小口径管推進工法の発展は目覚ましく、硬質塩化ビニル管の推進も可能となっている。

「イ」国では、2010 年～2011 年にかけてバリ島の DSDP プロジェクトで管径φ800mm 総延長約 5km の実績はあるがまだ少ない。現時点では機械の輸入、技術の習得等に費用が掛かると思われるが、今後、「イ」国内で下水道整備を進めていく上で、推進工法は欠かせない重要な施工法となるのは明らかである。

3) シールド工法

シールド工法は、長距離を施工できるメリットはあるが、同一の管径で長距離を施工するため流入箇所が多く管径の変化が多い路線では経済的に割高となる。通常は 2 次覆工作業を伴うため、施工期間が長期化する可能性があり、1km 以上の長区間を長期に亘って施工するため、それ相当の設備が必要となる。

また、覆工材料であるセグメント（コンクリート製、鋼製等）の生産が「イ」国ではされておらず、材料を輸入することになるため推進工法と比べ割高となる。

ただし、管渠（φ1,350mm 以上）の布設位置が深く（約 15.0m 以上）なる場合には、シールド工法は以下の理由で推進工法より安価となる可能性がある。

- ① 大規模な土留工となり立坑築造費が割高となることで、1 スパンの施工延長が長いシールド工法の方が有利となる。

- ② 管渠の埋設が深くなることで、推進工法で使用する鉄筋コンクリート管の強度不足が考えられ、特殊管の使用となった場合に「イ」国内での材料調達が難しいこと。

以上から、シールド工法を採用するに当たっては、材料調達を踏まえ、経済性、施工性を推進工法と十分に比較検討する必要がある。

D7.1.2 下水処理場の提案計画

ここで提案する下水処理施設計画はマスタープランレベルのものである。F/S 段階においては、より多くの情報をもとにこれらの施設について詳細な分析を実施する必要がある。

(1) 下水処理方式

前述のとおり、下水処理方式の代替案の詳細な検討はより多くの情報を元に F/S 段階で実施する必要がある。本 M/P では高度処理方式を提案するが、その一例としてステップ流入式多段硝化脱窒法 (step-feed biological nitrogen removal process) について紹介する。

(2) スクリーンの提案

表 D7-1 スクリーンの代替案の長所と短所

Screen Type	Advantages	Disadvantage
Mechanically Raked Bar Screen	<ul style="list-style-type: none"> Drive mechanism is above the liquid level Non-lubricated pin rack and cog wheel system – less maintenance than submerged chain and sprockets drive Flexible to meet various water depth and channel width configuration 	<ul style="list-style-type: none"> More expensive than back-racked screens Inclined screen position requires more floor space than the back-racked screen Rake arm only penetrates approximately 25 mm between the bars so screen not completely cleaned Front raked design can push screenings through the bars Only able to reduce screen openings to 8 mm Prone to stalling due to larger debris
Segmented Chain Screens	<ul style="list-style-type: none"> Will remove more debris from influent because of 6 mm openings –better protection for downstream equipment Lower headspace requirements Comparable capital cost to climber screens 	<ul style="list-style-type: none"> Wetted parts require much more maintenance Screenings tend to stick to tongs of screen and wash off as the screens re-enters the wastewater flow Tongs tend to break or bend Higher head loss than bar screens May require trash rack for screen protection
Step Screens	<ul style="list-style-type: none"> 3 mm to 6 mm or smaller openings Lower headspace requirement Simple mechanism with no drive parts below water level Relatively simple to enclose 	<ul style="list-style-type: none"> Higher head loss than bar screens Wear of thin members for some units Some restriction on screen size and channel depth
Escalator Screens	<ul style="list-style-type: none"> 3 mm to 6 mm or smaller openings Lower headspace requirement Simple mechanism with no drive parts below water level Relatively simple to enclose 	<ul style="list-style-type: none"> Higher head loss than bar screens High maintenance requirements due to 2 drive mechanisms May need upstream medium screen to protect Some restriction on screen size and channel depth Can be damaged by large, heavy debris
Basket Screens	<ul style="list-style-type: none"> 3 mm to 6 mm openings 	<ul style="list-style-type: none"> High capital cost Often need upstream medium screenings to

表 D7-1 スクリーンの代替案の長所と短所

Screen Type	Advantages	Disadvantage
		protect • Tends to plug due to scum • Poor screenings transport during high debris and scum loads • Can be damaged by heavy debris

出典：JICA 専門家チーム

目詰まりを最小にし、下流部の装置の維持管理のため、6 mm もしくはそれ以下のメッシュのスクリーンを提案する。よって、本プロジェクトでは機械式レーキ付バースクリーンは適切でない。セグメント型チェーン細目スクリーンは 6mm のメッシュに対応できるが、スクリーンの背部から洗浄を実施する必要があるため、夾雑物が再混入する。さらに、リンクが壊れた場合、修繕することは困難である。よって、セグメント型チェーン細目スクリーンも本プロジェクトでは適切でない。

ステップスクリーン及びエスカレーター式スクリーンは、3 mm から 6 mm のメッシュに対応できるが、夾雑物を下流側に排出することがない。また、ステップスクリーンは最初に中型もしくは大型メッシュのスクリーンを配置する必要がない。これらの理由から、ステップスクリーン及びエスカレーター式スクリーンは今回提案する処理場に適切であると考えられる。これらのスクリーンに加え、夾雑物を排出するコンテナの前にスクリーンを洗浄できるスクリーユ圧縮機を追加することを提案する。

(3) 砂除去装置の提案

表 D7-2 は砂除去装置の各種類別に長所と短所をまとめたものである。選定するために主要な検討項目は、運転管理費用と高低差損失である。

表 D7-2 砂除去装置の長所と短所

Process Type	Advantages	Disadvantages
Constant Velocity Grit Channels	<ul style="list-style-type: none"> • Simple design with limited moving parts • Simple to operate 	<ul style="list-style-type: none"> • Large footprint • High head loss • Multiple units required, so flow splitting can be a problem • Prone to plugging, although this might be alleviated by finer influent screens
Aerated Grit Chambers	<ul style="list-style-type: none"> • Obtain excellent grit removal • Aeration can improve downstream primary treatment • Removes some of the influent sulfides • Can incorporate scum removal • Low head loss 	<ul style="list-style-type: none"> • Expensive in comparison to mechanically induced vortex grit removal • Involves mechanical equipment that has to operate in a very aggressive environment • Aeration strips sulphides from solution and can cause high odors • Difficult to cover • Significant amount of water removed with grit • Removal systems extract a lot of water • Conveyor maintenance requires in tank work
Mechanically Induced Vortex Grit Removal	<ul style="list-style-type: none"> • Simple and small device • Less costly than aerated grit chambers and velocity controlled grit removal channels 	<ul style="list-style-type: none"> • Not as efficient as aerated grit chambers • Concrete work is more complex • Removal system extract a lot of water • Gear drives require maintenance

表 D7-2 砂除去装置の長所と短所

Process Type	Advantages	Disadvantages
	<ul style="list-style-type: none"> • System can be covered to minimize odor emissions • Low head loss • Less turbulence than aerated systems; so fewer emissions 	

出典：JICA 専門家チーム

定速砂除去装置は高低差損失が大きく、他の 2 つの装置に比べて目詰まりが起こりやすい。そのため、定速砂除去装置は本プロジェクトの処理場では適切でない。曝気式砂除去装置に比べて砂除去の効果はあまり高くないが、機械式の渦動砂除去装置は初期コストが低く、機械部分が少ない。さらに、排出量は極めて小さく、囲いも簡易である。砂除去効果の損失は、下流に大きな影響を与えるものではない。また重力による作用で細かいシルトを除去できる効果が高いことは、本プロジェクトにおいて大きな強みである。砂の分別や脱水は通常使用されているシステムを適用する。

(4) 消毒処理の提案

4 つの消毒処理方式において、初期コストと年間維持管理 (O&M) コストを以下のように比較する。

表 D7-3 処理水の消毒処理方式に関する初期及び年間維持管理コストの比較

Item	Chlorination with Gas	Chlorination with NaOCl	UV radiation Low Constant Dose	UV radiation Hi Power Pulsated	Polishing Ponds
Initial Capital Cost (%)	100	87	356	409	1212
Annual O&M Cost (%)	100	209	268	223	14

出典：JICA 専門家チーム

上記に示すとおり、仕上げ池の O&M コストが最も小さい。しかしながら、これは処理場のそばに池を建設できる場合のみに適用される。また、他の 3 つに比べて、仕上げ池の処理の信頼性は極めて低い。紫外線を使用した場合よりも塩素ガスを使用した方がコストは小さくなる。

D7.2 優先プロジェクト地区における主要下水道施設の施設計画

D7.2.1 優先プロジェクト地区の概要

優先プロジェクト地区は、14 処理区から、No.1 と No.6 が選定された。これら 2 処理区に含まれる市 (Wilayah)・地区 (Kecamatan) 及び町 (Kelurahan) は、表 D7-4 のとおりである。

表 D7-4 優先プロジェクト地区に含まれる市、地区及び町

優先プロジェクト地区	市 (Wilayah)	地区 (Kecamatan)	町 (Kelurahan)
処理区 No.1 [計画人口] 989,389 人 [計画汚水量] 198,000m ³ /日	中央ジャカルタ市	Gambir, Sawah Besar, Senen, Menteng, Tanah Abang	Cideng, Petojo Utara, Kebon Kelapa, Gambir, Petojo Selatan, Duri Pulo, Mangga Dua Selatan, Karang Anyar, Kartini, Senen, Kenari, Kebon Sirih, Gondangdia, Cikini, Menteng, Pegangsaan, Kampung Bali, Kebon Kacang, Kebon Melati, Petamburan, Bendungan Hilir
	東ジャカルタ市	Matraman	Kebon Manggis

表 D7-4 優先プロジェクト地区に含まれる市、地区及び町

優先プロジェクト地区	市 (Wilayah)	地区 (Kecamatan)	町 (Kelurahan)
	西ジャカルタ市	Grogol Petamburan, Taman Sari, Tambora	Grobol, Tomang, Jelambar Baru, Pinangsia, Glodok, Mangga Besar, Tangki, Keagungan, Krukut, Taman Sari, Maphar, Pekojan, Roa Malaka, Krendang, Tambora, Jembatan Lima, Duri Utara, Tanah Sereal, Angke, Jembatan Besi, Kali Anyar, Duri Selatan
	南ジャカルタ市	Setia Budi	Pasar Manggis
	北ジャカルタ市	Penjaringan	Penjaringan, Pejagalan, Kapuk Muara, Pluit
処理区 No.6 [計画人口] 1,172,574 人 [計画汚水量] 235,000m ³ /日	中央ジャカルタ市	Gambir, Tanah Abang	Cideng, Kampung Bali, Kebon Kacang, Kebon Melati, Petamburan, Karet Tengsin, Bendungan Hilir, Gelora
	西ジャカルタ市	Cengkareng, Grogol Petamburan, Kebon Jeruk, Kalideres, Palmerah, Kembangan, Tambora	Kapuk, Kedaung Kali Angke, Duri Kosambi, Rawa Buaya, Grogol, Jelambar, Tanjung Duren Utara, Tomang, Jelambar Baru, Wijaya Kusuma, Tanjung Duren Selatan, Kedoya Utara, Duri Kepa, Kedoya Selatan, Semanan, Jatipulo, Kota Bambu Utara, Slipi, Palmerah, Kemanggisan, Kota Bambu Selatan, Kembangan Selatan, Kembangan Utara, Angke
	南ジャカルタ市	Kebayoran Lama	Grogol Utara
	北ジャカルタ市	Penjaringan	Pejagalan

出典：JICA 専門家チーム

D7.2.2 管路施設の施設計画

(1) 管路施設の施設計画の概要

「D2.下水処理区の設定」において決定した 14 処理区の最も合理的かつ効率的な下水道管渠の配置計画を検討する。

下水管渠の配置計画を策定する際の留意事項は、以下のとおりである。

- ① 自然流下とする。
- ② ポンプ場の数は出来る限り少なくする。
- ③ 暗渠構造とする。
- ④ 管渠延長が最少となるように努める。
- ⑤ 土被りを出来る限り小さくする。
- ⑥ 高価な特殊工法（シールド工法等）を強いられないように努める。
- ⑦ 道路計画等他事業との整合性を図る。
- ⑧ 管渠ルートを選定にあたっては、計画中の地下鉄、地下埋設物等を考慮する必要がある。

(2) 地形、土質および地下水の状況

DKI Jakarta の地形、土質及び地下水の状況は、「B3 環境条件」でも述べたが、全体的に低地であり、南部は扇状地であり、平均標高は約 7m である。土質は地盤から±50m の更新世の堆積土壌であり、地表面から約 10m までは粘性土が主体でN値は 10 以下と非常に小さいが、約 10m か

ら 20m 付近には所々にN値 50 以上の凝灰岩が分布している。地下水位は、中央部から北部のジャカルタ湾までは地表面から 5m 以内と想定され非常に高い。また、水資源、漁業やその他の事業のため 19 箇所の河川・水路並びに 8 箇所の排水路があり、管路計画において障害となる可能性がある。

地下埋設物の状況については、水道、電気、電話等の埋設があるが、下水幹線が通過する 10m 以深には無いものと思われる。ただし、南西部の Lebak から北部の Jakarta Kota までのスディルマン通り、ガチャマダ通りに MRT（地下鉄）の計画がある。地下となる区間は処理区 No.1 において、スティアブディ付近から北部の Jakarta Kota までで、計画深度は約 10m から 20m とのことであり、主要幹線の計画に影響がある可能性がある。

(3) 各処理区の管路計画

各整備計画年における各処理区の管路主要施設の一覧を表 D7-5、全体概要図及び主要下水道施設配置図を図 D7-1 に示す。

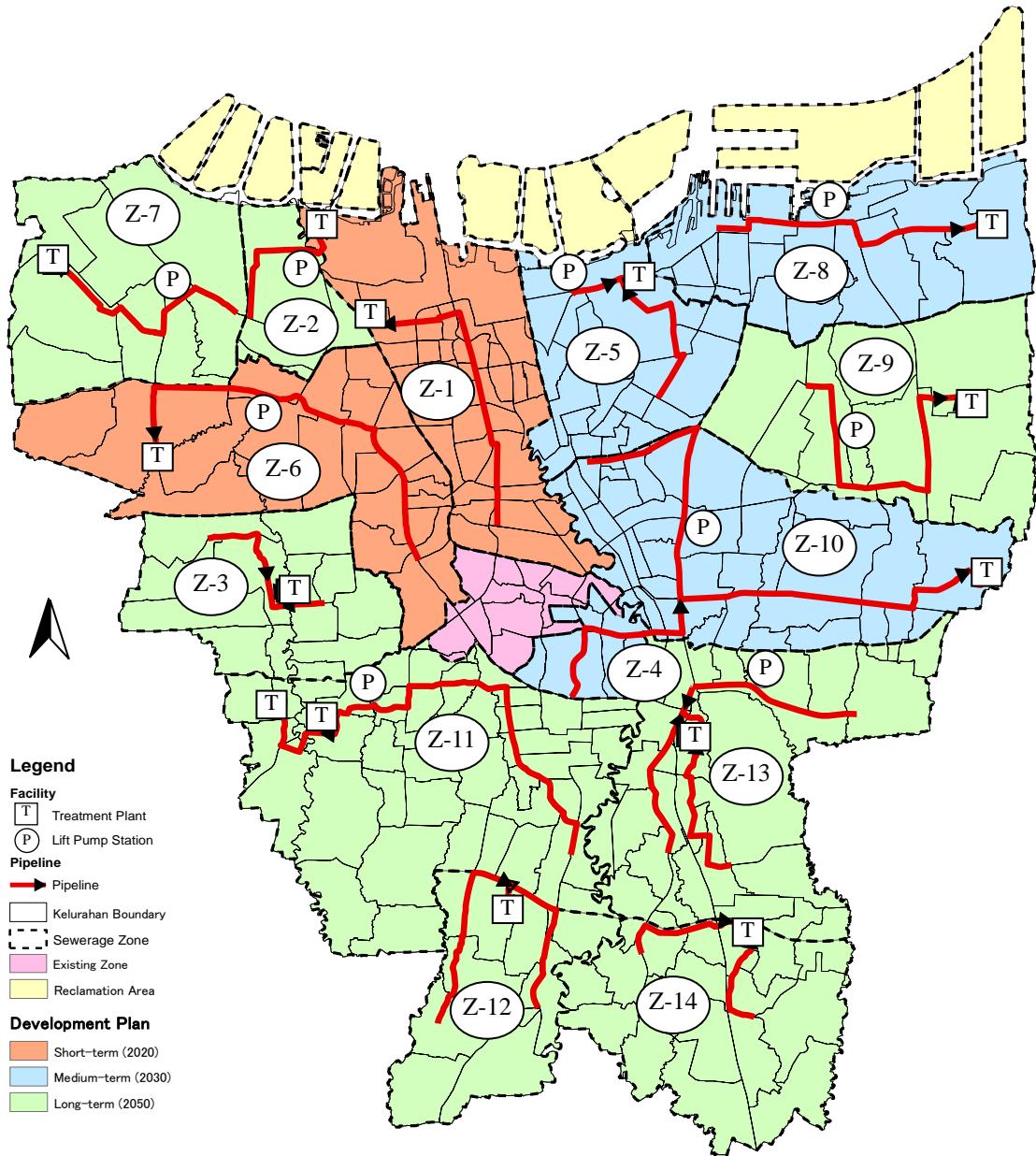
また、優先プロジェクト（短期整備計画）に関する管路計画図を図 D7-2～図 D7-3 に示す。なお、優先プロジェクト地区の処理区 No.1 と処理区 No.6 については詳細な区画割による施設計画を実施した。

一方、中期・長期整備計画の管路ルート図等の計画図については、S/R Part-D : D7 に示した。なお、F/S において、本改定 M/P で提案した下水管渠について詳細に調査し、施工上の問題点等を把握し、必要があれば変更することとする。

表 D7-5 各開発計画年における各処理区の管路主要施設

処理区	面積 (ha)	取付管 (箇所)	下水管渠(m)				中継ポンプ場 (箇所)	
			2次・ 3次管	下水本管	幹線管渠 (推進)	幹線管渠 (シールド)		計
[短期計画:2012年～2020年]								
1	4,901	101,952	656,638	86,069	5,263	10,269	758,239	-
6	5,874	130,956	829,313	154,809	11,532	12,426	1,008,080	1
小計	10,775	232,908	1,485,951	240,878	16,795	22,695	1,766,319	1
[中期計画:2021年～2030年]								
4	935	21,398	133,518	28,375	2,313	304	164,510	-
5	3,375	71,253	445,534	102,462	6,369	3,079	557,444	1
8	4,702	93,841	587,691	147,192	5,400	3,333	743,616	1
10	6,289	140,385	876,530	192,932	6,860	8,726	1,085,048	1
小計	15,301	326,877	2,043,273	470,961	20,942	15,442	2,550,618	3
[長期計画:2031年～2050年]								
2	1,376	2,089	181,881	42,041	3,580	0	227,502	1
3	3,563	86,455	538,705	109,736	5,277	3,125	656,843	2
7	4,544	85,444	536,031	139,243	11,037	402	686,713	1
9	5,389	114,682	511,296	170,647	5,026	2,998	689,967	1
11	8,246	194,515	1,212,849	251,348	15,789	6,285	1,486,271	1
12	3,172	59,913	536,245	144,176	7,844	660	688,925	-
13	6,433	113,902	715,891	199,969	9,659	3,676	929,196	1
14	4,605	80,887	508,518	146,045	5,703	932	661,198	2
小計	37,328	764,887	4,741,416	1,203,205	63,915	18,078	6,026,614	9
合計	63,404	1,324,672	8,270,640	1,915,044	101,652	56,215	10,343,551	13

出典：JICA 専門家チーム



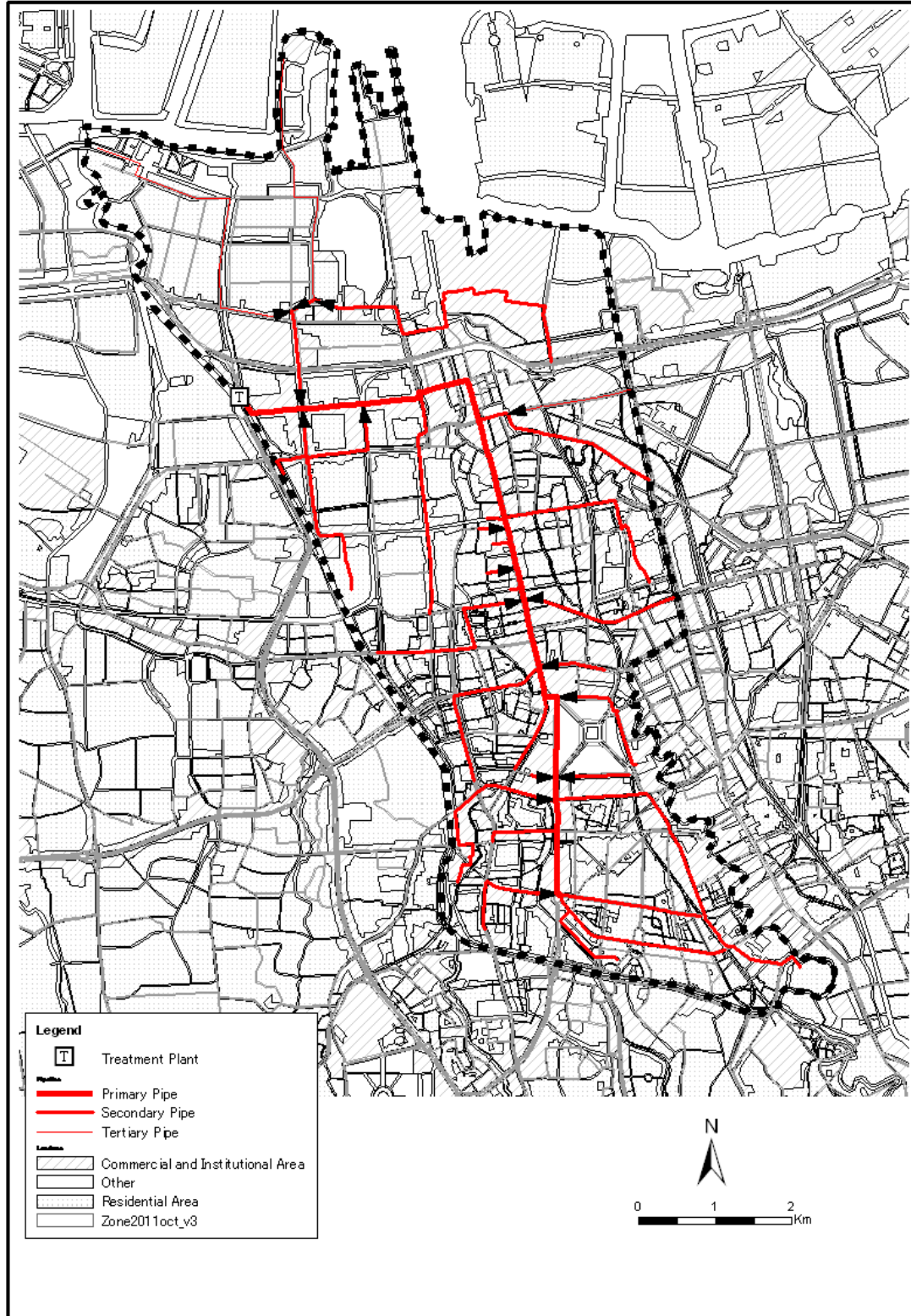
出典：JICA 専門家チーム

図 D7-1 全体処理区の概要及び主要下水道施設配置図

(4) 優先プロジェクト（短期整備計画）の下水管路施設設計画

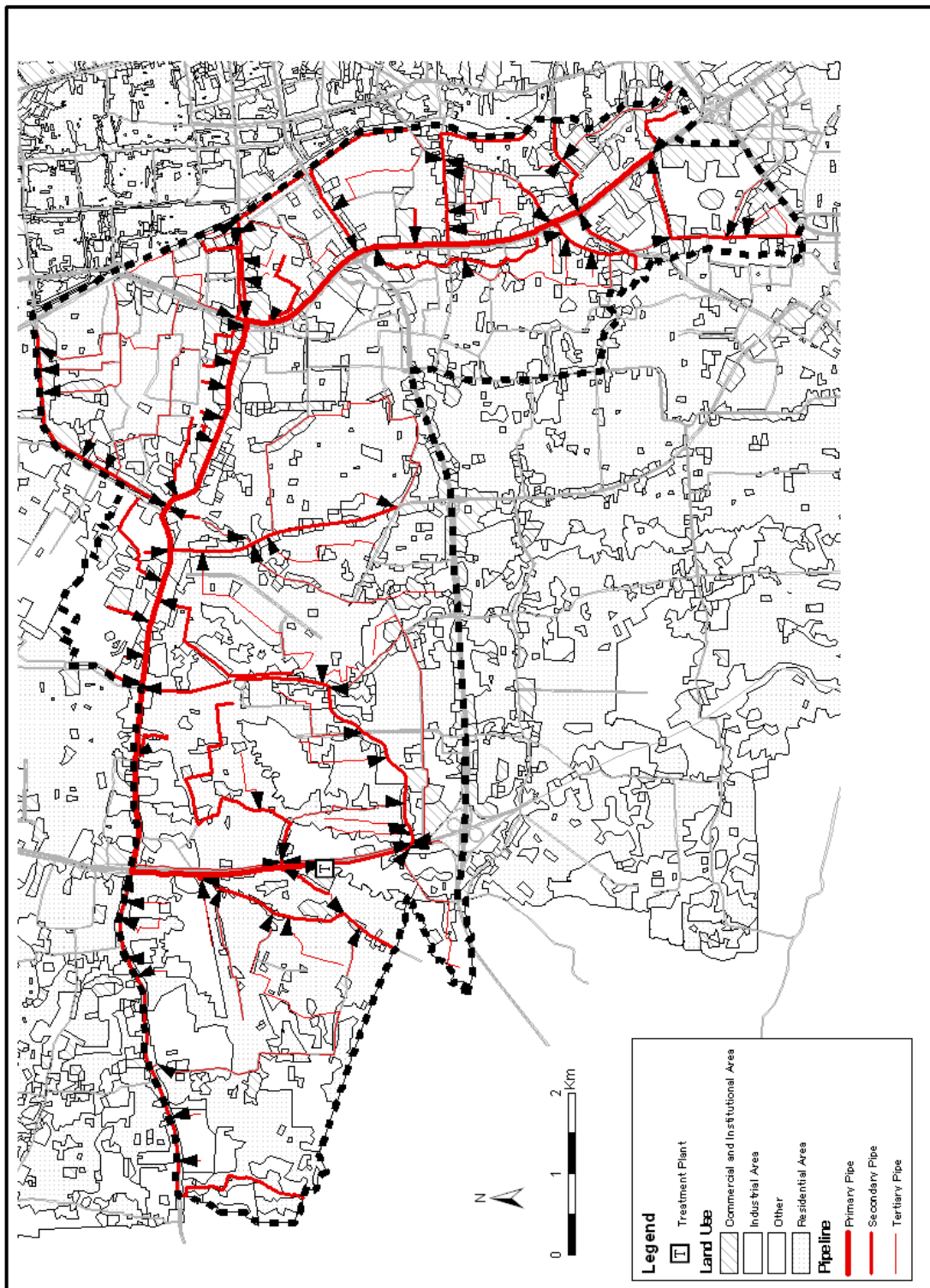
1) 処理区 No. 1 の管路ルート図

[短期整備計画：2012年～2020年] 処理区 No. 1 及び No. 6



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D7-2 処理区 No.1 の施設計画図



出典：JICA 専門家チーム作成

図 D7-3 処理区 No.6 の施設計画図

D7.2.3 下水処理場の施設計画

(1) 優先プロジェクト地区下水処理場の処理能力の設定

下水処理場の処理能力は、前述（D6.1.3）のように、日最大汚水量に対して設定する。日最大汚水量は、日平均汚水量を負荷率で割って求める。このようにして算定した優先プロジェクト地区の下水処理場の処理能力は、表 D7-6 のとおりである。

ただし、前述したとおり（D6.1.3、ページ D-55）、負荷率については F/S で精査する。したがって、ここで設定した日最大汚水量は、F/S 段階で変更される可能性がある。

表 D7-6 優先プロジェクト地区下水処理場の処理能力

処理区 No.	処理場候補地 No.	処理場候補地	候補地面積 (ha)	流入下水量 (日平均汚水量) (m ³ /日)	下水処理場の処理能力 (日最大汚水量) (m ³ /日)
1	2	Pejagalan	6.9	198,000	264,000
6	6	Duri Kosambi	8.2	235,000	313,000

出典：JICA 専門家チーム

(2) 下水処理場の施設計画（高度処理方式の一例を示す）

1) 処理方式

表 D6-6 に示した高度処理方式のうち、一例としてステップ流入式多段硝化脱窒法について施設計画を行った。

2) 施設構造の検討方針

下水処理場の施設計画における施設構造の基本方針は、表 D7-7 のとおりである。

表 D7-7 下水処理場の施設計画における方針

項目	方針	
施設構造	<ul style="list-style-type: none"> 敷地に余裕のある一般的な反応タンクの深さは、土木構造物としての経済性、曝気ブローの動力費などを考慮し、5～6m 程度である。一方、人口の密集した都市中心部では、土地単価の高いこともあり、反応タンクの深さを 10m とした深層式タンクを設置する場合が多い。これに合わせて、最初・最終沈殿池を 2 階層とする場合がある。 DKI Jakarta では施設敷地の確保が最重要課題であり、その制約も多いことから深層式・多層階式を検討する。 	
水処理設備	沈砂池設備	DKI Jakarta の都市排水路では、プラスチックの袋などをはじめ、廃棄された浮遊ごみの堆積が至るところで見られる。また、雨水排水のポンプ場でも浮遊ごみによる除塵機の故障などの弊害が多い。分流式下水道では、浮遊ごみの流入は減少するものと考えられるが、後段施設の維持を容易にするためにも、十分な施設規模・機能を有する必要がある。
	最初沈殿池	敷地の制約を考慮し 2 階層式を検討する。敷地に余裕があれば、浮遊ごみなどの流入・スカムの発生などを考えると、標準方式（1 階式）の方が望ましい。
	反応タンク	深層型として水深 10m 程度を検討する。一方、将来、膜分離装置を好気槽に設置して MBR による再利用などを考えた場合、反応タンクを 2 階層とし、下段槽を無酸素槽とし上段槽を好気槽とすることも検討の余地がある。
	最終沈殿池	最終沈殿池は定常運転においても、雨水などの突発的な流入による変動を吸収し、活性汚

表 D7-7 下水処理場の施設計画における方針

項目	方針
	泥が機能を失うような最悪の場合でも、1次処理の機能を維持できることが望ましい。
急速濾過設備	脱水機の洗浄など、下水処理場で必要な再利用水を確保する場合に検討する。
汚泥処理施設	重力濃縮・貯留設備 重力濃縮貯留設備は下水処理場汚泥の濃縮・貯留機能とともに、一部オンサイトの収集汚泥の受入れ機能を有するものとする。特に、処理区 No.6 については、既存汚泥処理施設の処理機能を統合する必要があることから、下水処理場の建設期間中も継続してオンサイトの収集汚泥の受け入れ、濃縮及び貯留機能を確保するものとする。
	汚泥消化設備 汚泥消化設備は敷地に余裕があれば設置し、汚泥の減容とともに、緊急時の汚泥貯留および一部オンサイトの収集汚泥の処理にも適用するものとする。
	汚泥脱水設備 汚泥脱水設備は、消化汚泥に対し日中運転で脱水可能な処理量を基本とする。消化設備を設置しない場合や、オンサイトの収集汚泥を含めて脱水する場合、設備容量を増加させるか、運転時間の延長によって対応するかは、その状況に応じて判断する。特に、処理区 No.6 については、既存汚泥処理施設の処理機能を統合する必要があることから、下水処理場の建設期間中も継続してオンサイトの収集汚泥の脱水機能を確保するものとする。
汚泥処分	汚泥処理施設により脱水された汚泥ケーキは、下水処理場から搬出し最終処分場にて埋め立て処分等により処分する。

出典：JICA 専門家チーム

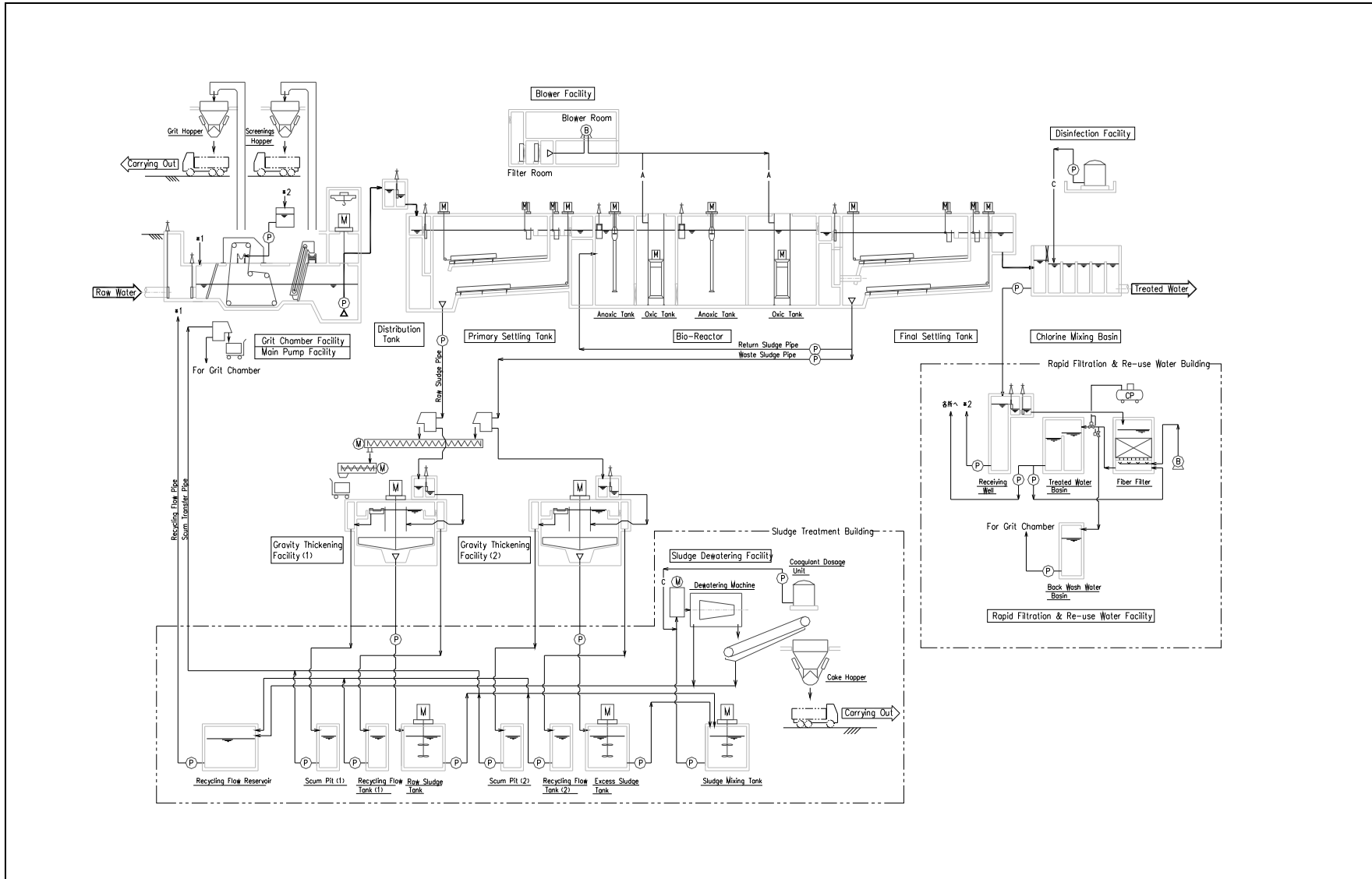
上表の方針に従って、処理区 No.1 及び No.6 の下水処理場の施設計画を行った。主要設計諸元を表 D7-8 に示す。また、処理フロー及び施設配置図を図 D7-4～図 D7-7 にそれぞれ示す。この結果、高度処理方式の一例では、概ね処理場予定地内に配置可能であると判断できる。

表 D7-8 処理区 No.1 及び処理区 No.6 の下水処理場の設計例の主要設計諸元（参考）

項目	方針
プロセス	水処理：ステップ流入式多段硝化脱窒法（返流水負荷不含） 汚泥処理：重力濃縮+脱水（オンサイト汚泥処理不含）
水処理設備	沈砂池設備 ・水面積負荷 1,800m ³ /m ² /日
	最初沈殿池 ・2水路/1系列×10系列（2階層） ・水面積負荷 65m ³ /m ² /日 ・滞留時間 1.5h
	反応タンク ・ステップ流入式多段硝化脱窒法（深層式） ・ステップ比 0.5 : 0.5（2段） ・水温 20℃ ・HRT 8.52h
	最終沈殿池 ・2水路/1系列×10系列（2階層） ・水面積負荷 25m ³ /m ² /日（15～25 m ³ /m ² /日） ・滞留時間 3.5h（3～4h）
	急速濾過設備 ・高速繊維濾過 ・濾過速度 1000m/日
	塩素滅菌池 ・HRT 15分
汚泥処理設備	重力濃縮・貯留設備 ・重力濃縮槽 ・初沈汚泥濃縮槽 2槽、余剰汚泥濃縮槽 3槽
	汚泥消化設備 ・なし（敷地面積から設置は困難）
	汚泥脱水設備 ・圧力式スクリュープレス ・運転時間 9時間×7日/週

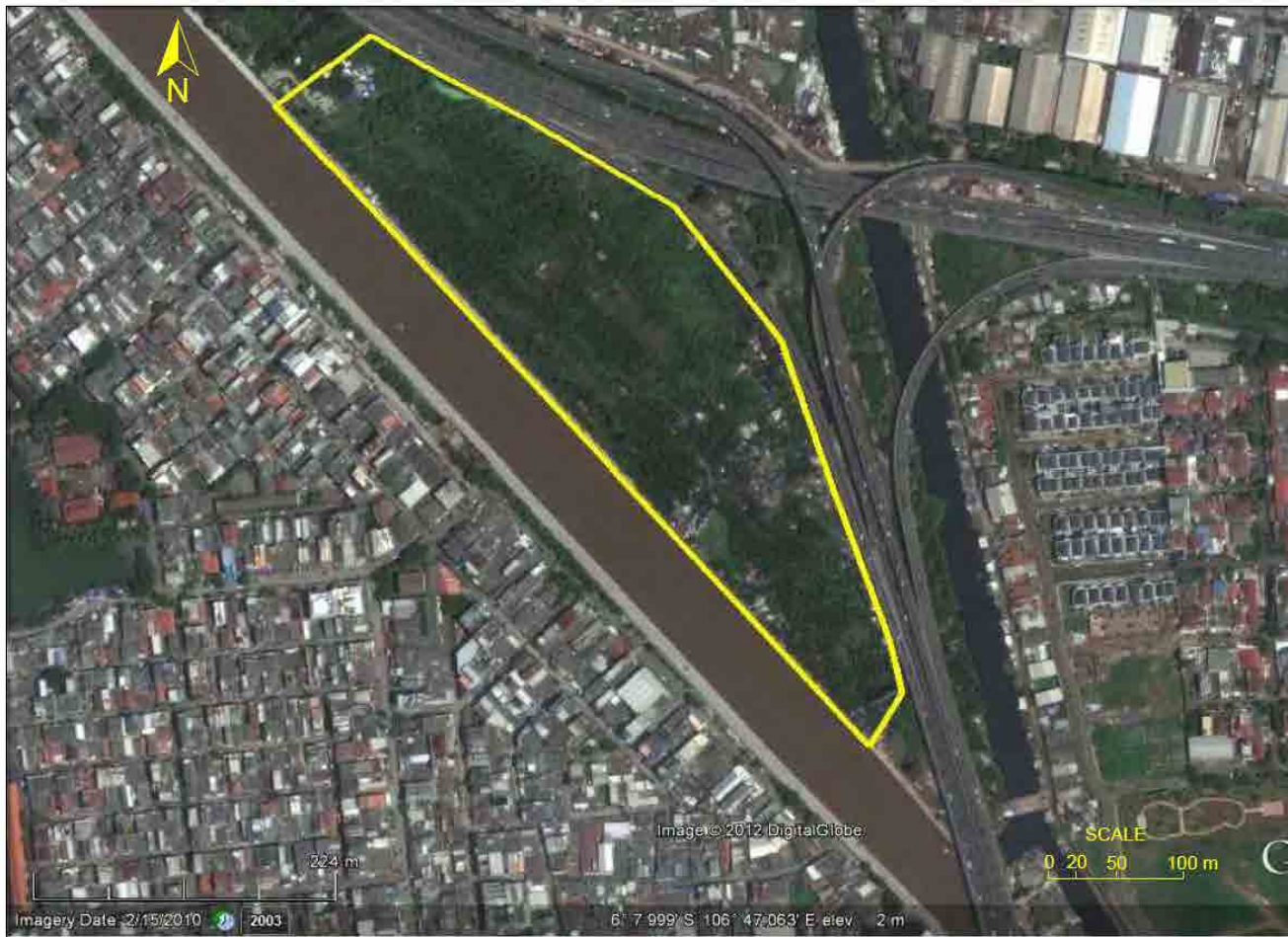
注：（ ）内数値は設計指針値

出典：JICA 専門家チーム



出典：JICA 専門家チーム

図 D7-4 処理区 No.1 (Pejagalan) の処理場の処理フロー (設計例)

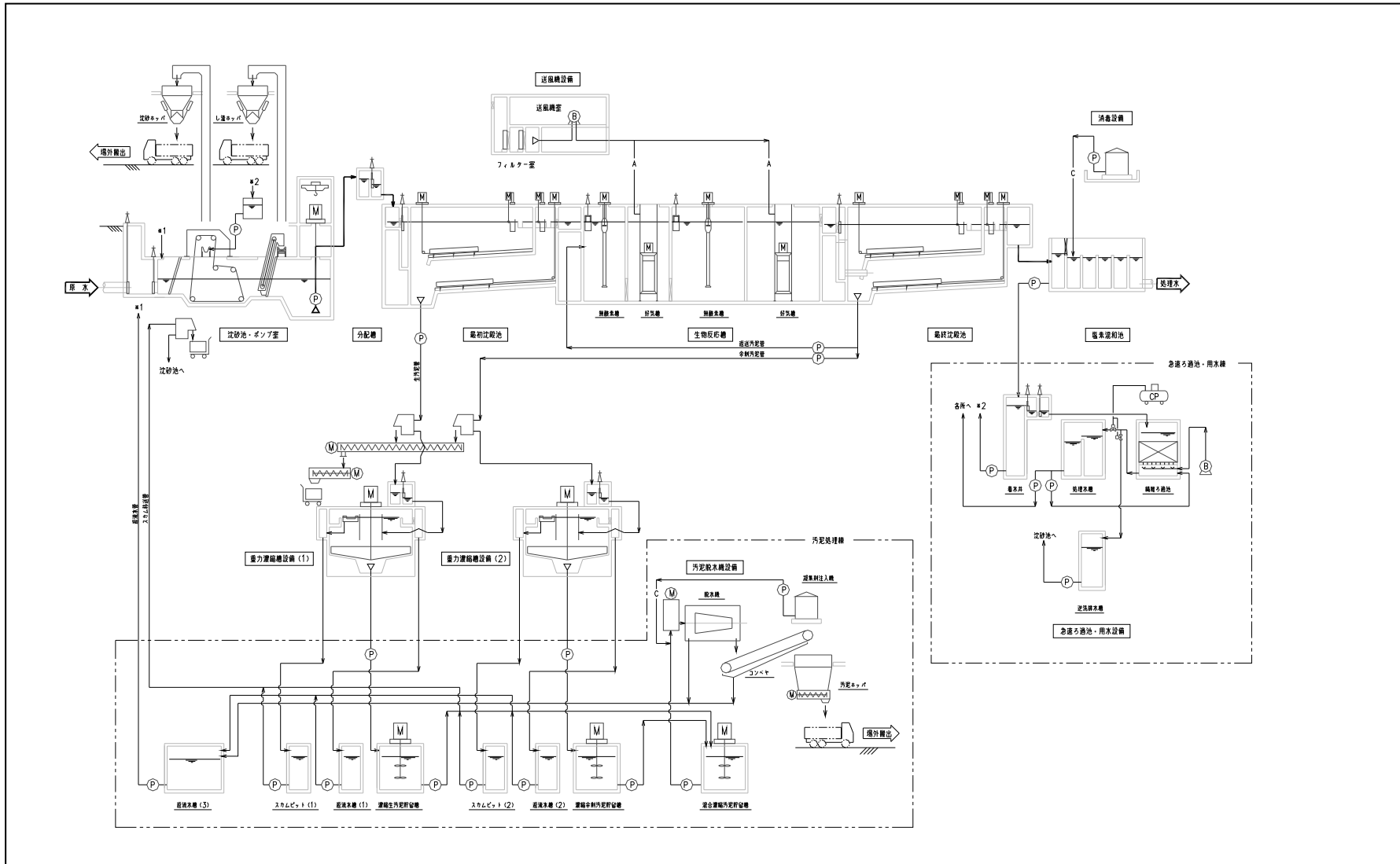


Notes:

1. The land area required for Zone 1 WWTP is 6.9 Ha
2. New M/P proposed policy to integrate the WWTP facility area with non-facility area (called as green area)

出典：JICA 専門家チーム

図 D7-5 処理区 No.1 (Pejagalan) の処理場候補地のレイアウト



出典：JICA 専門家チーム

図 D7-6 処理区 No.6 (Duri Kosambi) の処理場の処理フロー (設計例)



出典：JICA 専門家チーム

図 D7-7 処理区 No.6 (Duri Kosambi) の処理場候補地のレイアウト

処理区 No.1 の処理場は、一般市民、意思決定者、技術者、技術管理職の職員、ステークホルダー、小学生や大学生等、様々な人々を対象とした教育及び意識啓発のため、そして本 M/P の実現促進のために、テクノロジーパークとしての機能も付随するように提案する。一般市民の巻き込みは、本プロジェクトの効果を最大限に発揮させ、持続可能性を示すための意識啓発だけでなく、処理水の再利用や下水料金に対する理解を促進させることが可能となる。

テクノロジーパークの一例としては以下のような項目を提案する。

- マルチメディアセンター
- 意識啓発及び教育活動
- 教育用の映像公開
- 写真展
- 処理場の疑似体験ツアー
- ウェブサイトによる情報発信
- キャラクターを用いた小学生用のパズルやクイズ
- 研究開発
- 小学生による水質検査体験
- トレーニング及び会議室
- 処理場の見学ツアー
- 庭園
- 植林
- 景観配慮

D7.2.4 下水道整備計画の建設費及び O&M 費

表 D7-9 に、下水道整備計画に係る建設費及び年間 O&M 費を示す。

表 D7-9 下水道施設整備計画に係る建設費及び年間 O&M 費

Unit: Million IDR

整備内容	建設費			年間O&M費 (最大処理量時)	備考
	初期建設費	設備更新費 (2013-2050)	計		
A. 短期開発計画					
(1) 処理区No.1 下水道施設整備	5,192,315	1,079,250	6,271,565	124,945	更新時期:2025年以降
(2) 処理区No.6 下水道施設整備	7,110,408	1,357,898	8,468,307	153,535	更新時期:2026年以降
短期整備計画 計	12,302,723	2,437,148	14,739,871	278,480	
B. 中期開発計画					
(1) 処理区No.4 下水道施設整備(管路整備のみ)	636,325	0	636,325	29,148	
(2) 処理区No.5 下水道施設整備	3,586,678	570,552	4,157,230	81,514	更新時期:2033年以降
(3) 処理区No.8 下水道施設整備	4,856,836	794,711	5,651,547	112,733	更新時期:2035年以降
(4) 処理区No.10 下水道施設整備	7,639,771	1,322,893	8,962,664	159,289	更新時期:2034年以降
中期整備計画 計	16,719,610	2,688,156	19,407,766	382,684	
C. 長期開発計画					
(1) 処理区No.2 下水道施設整備	1,158,206	0	1,158,206	17,082	更新時期:2051年以降
(2) 処理区No.3 下水道施設整備	3,701,406	24,508	3,725,914	74,939	更新時期:2049年以降
(3) 処理区No.7 下水道施設整備	3,967,381	23,963	3,991,345	73,248	更新時期:2044年以降
(4) 処理区No.9 下水道施設整備	4,333,679	18,550	4,352,229	59,821	更新時期:2042年以降
(5) 処理区No.11 下水道施設整備	8,643,992	56,387	8,700,380	167,885	更新時期:2047年以降
(6) 処理区No.12 下水道施設整備	3,253,732	0	3,253,732	58,309	更新時期:2051年以降
(7) 処理区No.13 下水道施設整備	5,624,321	0	5,624,321	110,360	更新時期:2051年以降
(8) 処理区No.14 下水道施設整備	3,674,569	21,449	3,696,018	65,689	更新時期:2046年以降
長期整備計画 計	34,357,286	144,858	34,502,144	627,332	
合計	63,379,619	5,270,162	68,649,781	1,288,496	

D8 オンサイト処理システムの計画・設計及び O&M

D8.1 オンサイト処理システム改善計画の基本方針

DKI Jakarta の生活汚水処理は、90%がセプティックタンクを中心とするオンサイト処理に頼っている。広く普及しているセプティックタンクは、土壌浸透式が多く、環境汚染源となっており、セプティックタンクの改善が課題とされる。セプティックタンクの環境汚染の代表的なものとして、地下水が汚染されることによる井戸水汚染、水道水汚染であり、水系感染症等の健康被害の原因となっていると推測される。

オンサイト処理システム改善の基本方針としては、下水道への切り替え（セプティックタンクの廃止）、従来型セプティックタンクから改良型セプティックタンクへの切り替えによる機能向上を基本とする。

D8.2 セプティックタンク改良計画

D8.2.1 セプティックタンクの構造

セプティックタンクの構造は、単独処理の旧構造は 2002 年、合併処理の新構造は 2005 年にそれぞれ規定化されている。しかし、いずれの規定もガイドライン的な扱いであり、槽容量等の構造に縛りが無く、実際に設置されている装置の中には、槽容量が不足していて機能が発揮出来な

い例も多くあると推測される。とくに、改良型セプティックタンクについては、槽容量が不足すると機能低下の原因となるので構造基準の見直しならびに性能評価制度の導入などを検討する必要がある。

従来型から改良型への切り替えは、新規開発地区に改良型の設置を義務づけることが最も効果的であるが、現実には開発業者の判断で戸別に従来型を設置するケースが多い。また、戸別単位でなく複数住宅の污水を地区内で集合処理する分散型污水处理システムの導入もコスト面で利点があるが、実際にはほとんど採用されていない。新規開発地区について、行政管理機能を強化して改良型セプティックタンクの設置や集合処理を義務づけるなどの対策が必要である。

オンサイト処理施設の設計、構造、維持管理上の課題ならびに対策を挙げると次のとおりである。

(1) 汚水量の設定

合併処理型では、污水にキッチン排水や浴槽排水などの雑用水が加わるため、汚水量の増加、水量の時間変動を考慮した汚水量を設定する必要がある。装置の安全を見込めば、原単位汚水量を 200L/人・日として設計するよう構造基準を見直すことが望ましい。

(2) 処理水質基準

合併処理装置の処理水基準では、BOD50~75mg/L に対して、アンモニアを 10mg/L と規定しているが、構造規定では窒素除去方法が不明確であり見直す必要がある。

(3) 装置の規模算定

建築用途別の汚水量算定の方法は、新構造基準（ガイドライン）に示されているが、実際に適正な規模設定が行われているか否かについて、設置届けの際、チェックするシステムを整備する必要がある。

(4) 流量調整

小型以外の合併処理装置の場合、一般に汚水量の変動を均等化する流量調整槽の設置が必要となるが、構造規定で明確化する必要がある。

(5) 認定制度の導入

改良型セプティックタンクは、工場生産品を使用する例が多いため、品質管理の強化が求められる。対策としては性能・構造に関する認定制度の導入が有効である。

D8.3 汚泥処理計画

D8.3.1 汚泥処理方法

(1) 汚泥処理量の予測

従来型セプティックタンク（CST）、改良型セプティックタンク（MST）、個別商業ビル污水

処理施設 (ITP) から発生する汚泥量予測は、表 D8-1 及び図 D8-1 図に示すとおりである。

汚泥量は、2014 年から始まる定期汚泥引き抜き制度の実施により増加を続け、2030 年に 3,887m³/日とピークに達し、以降は下水道切り替えが進み 2050 年には 1,000m³/日まで減少する。一方、汚泥処理施設の汚泥受入能力は、2012 年は既設が 600m³/日、2014 年は東地区の既設汚泥処理施設(Pulo Gebang)の拡張・改造による 450 m³/日、2015 年は新規汚泥処理施設の整備により 1,050m³/日となる。なお、2023 年以降は東地区の汚泥処理施設(Polo Gebang)が下水処理場(処理区 No.10)に統合されるため、専用汚泥処理施設能力としては南地区の 600 m³/日のみとなる。

したがって、本改定 M/P では、短期整備計画 (2012 年～2020 年) において、既存汚泥処理施設の拡張・改造と新規汚泥処理施設の整備計画を策定する (収集汚泥 : BOD1,000～2,000mg/L、SS 15,000mg/L、処理水 : BOD 30mg/L、SS 30mg/L、)。

2014 年以降は専用汚泥処理施設の能力の不足分は、整備予定の下水処理場に汚泥処理機能を追加して共同処理する計画とする。

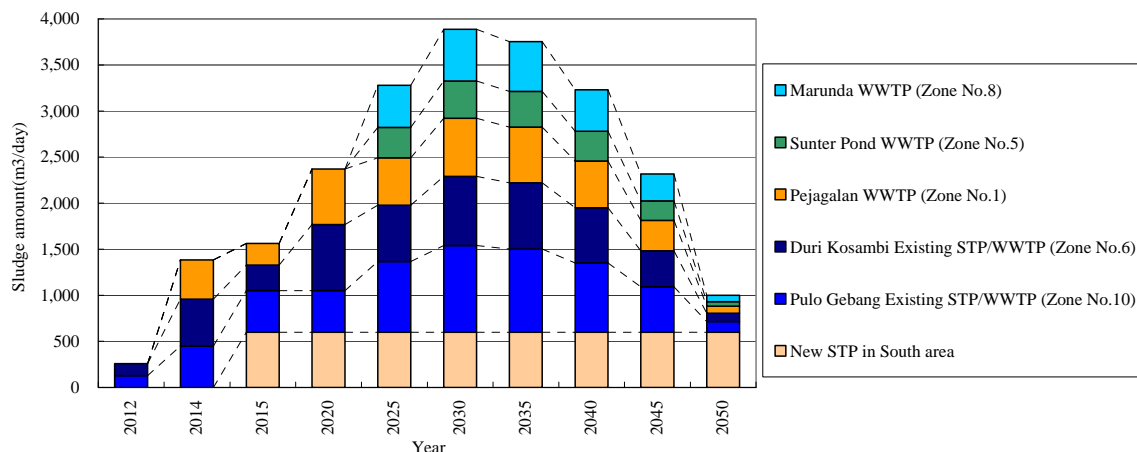
表 D8-1 汚泥発生量予測 (単位 : m³/日)

Year	2012	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CST	257	307	354	544	495	403	298	183	77	0
MST	0	620	679	960	1,366	1,638	1,723	1,660	1,433	1,000
ITP	0	457	530	866	1,418	1,847	1,731	1,385	808	0
Sludge(total)	257	1,385	1,564	2,370	3,279	3,887	3,752	3,229	2,317	1,000
Capacity	600	450	1,050	1,050	600	600	600	600	600	600
Co-treatment	0	934	514	1,320	2,679	3,287	3,152	2,329	1,717	400

注) Capacity は、専用汚泥処理施設の処理能力

Co-treatment は、下水処理場との共同処理量

出典 : JICA 専門家チーム作成



出典 : JICA 専門家チーム

図 D8-1 汚泥発生量予測

(2) 汚泥の性状

CST、MST、ITP から発生する汚泥の SS 濃度は、表 D8-2 に示すとおりである。

表 D8-2 汚泥の SS 濃度

種類	汚泥 SS 濃度 (%)
CST	1.5
MST	1.5
ITP	1.5

出典：JICA 専門家チーム

なお、汚泥の収集形態、性状を考慮すると、汚泥処理施設で扱う汚泥の種類は、CST と MST を対象とし、ITP 余剰汚泥は下水処理汚泥に近い性状と推測されるため、主に下水道処理施設に持ち込んで処理する計画とする。

(3) 汚泥処理システム

汚泥処理システムは、収集・運搬、処理、処分の 3 つから構成され、それぞれ技術的な検討を行うと次のとおりである。なお、現状のセプティックタンク汚泥の収集・処理の責任所管は DKI Jakarta 清掃局にある。

1) 収集・運搬

汚泥収集は、現在、各市、民間業者によってバキューム車を利用して実施しているが、定期汚泥引き抜き制度の実施にあたっては、施設のデータベース化、事業者許可、清掃員に資格制度などの導入を検討する必要がある。

家庭向けには一般に 4 トン規模の車両が利用されているが、汚泥引き抜きを制度化した場合は、効率面を考慮すると中継基地と 10 トン車を組み合わせた運搬も必要となるので収集体制を見直す必要がある。また、不法投棄を防止する手段としてマニフェスト制度の導入も有効である。

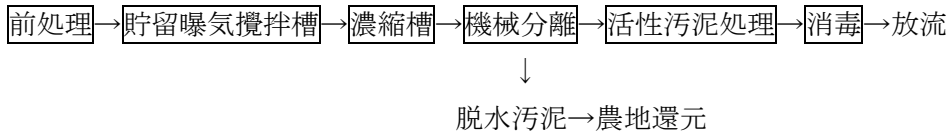
道路事情が悪い人口密集地区では、延長ホース(約 50m)を使用して引き抜きを行っているが、エンジンポンプなどとの組み合わせによる効率的な収集技術を開発する必要がある。

2) 処理方法

汚泥の処理システムとしては、①既設汚泥処理施設のような専用処理施設、②下水道処理施設への持ち込みの二つがある。各方式を検討する際のポイントは次のとおりである。

(a) 専用処理施設

専用処理施設に持ち込まれる汚泥の種類は、従来型セプティックタンク汚泥、改良型セプティックタンク汚泥、ITP 余剰汚泥などがあるが、共通する点は、液状の高濃度有機性廃棄物であり、腐敗性や臭気を有することから衛生的な処理を必要とすることである。汚泥処理の基本フローは図 D8-2 のとおりであり、前段で固液分離を行った後、汚水を生物処理する方法である。既設汚泥処理施設では、固液分離の作業に人手に要していたが衛生改善・処理効率を考慮して機械的に改善する方式とする。また、生物処理には活性汚泥法を導入し効率化を図るものとする。

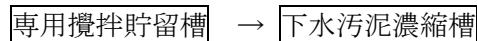


出典：JICA 専門家チーム

図 D8-2 汚泥処理基本フローシート

(b) 下水処理場への持ち込み

下水処理施設には、汚水処理過程から発生する汚泥を処理する汚泥処理設備を備えている。下水汚泥の処理方式は、濃縮後、汚泥脱水機で処理する計画であり、フローシートを図 D8-3 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 D8-3 下水道処理施設への汚泥投入フロー

D8.3.2 汚泥処理施設の施設計画

(1) 汚泥処理の基本方針

- a) 原則として、オンサイトシステムから発生する汚泥は、オフサイトシステムから発生する汚泥と併せて処理するものとし、下水処理施設の汚泥処理設備においてオンサイト汚泥と下水汚泥を混合処理する。
- b) 既存の二つの汚泥処理施設は、新たに整備される下水処理施設の汚泥処理設備に統合する。
- c) 新設する汚泥処理施設は、短期・中期計画期間中に下水処理施設の整備が見込まれない南ジャカルタ地区に整備し、同地区の定期汚泥引抜制度の導入を円滑化する。

(2) 汚泥処理施設整備計画

汚泥処理施設整備計画は、以下の通りである。

表 D8-3 汚泥処理施設整備計画の概要

施設名称・場所	整備概要
[A] 既設汚泥処理施設 Pulo Gebang 汚泥処理施設 (東ジャカルタ市) Duri Kosambi 汚泥処理施設 (西ジャカルタ市)	(短期開発計画) (1) Duri Kosambi 汚泥処理施設の下水処理施設 (処理区No.6) への統合 既存汚泥処理施設を廃止し、同敷地内に新設される下水処理場に汚泥処理機能を統合する。 ・能力：最大 930 m ³ /日 ・工期：2013 年 (1 年) (2) Pulo Gebang 汚泥処理施設の改造整備 沈砂取り出し、汚泥引き抜き工程の機械化による不衛生・過労働作業の改善を図る。 ・機械化導入による能力増：300m ³ /日→450m ³ /日 ・必要増築面積：500m ² ・工期：2013 年 (1 年)

表 D8-3 汚泥処理施設整備計画の概要

施設名称・場所	整備概要
	(中期開発計画) Pulo Gebang 汚泥処理施設の下水道施設への統合 同敷地内に新設される下水処理場に汚泥処理機能を統合 ・能力：最大 940 m ³ /日 ・工期：2021-2022 年 (2 年)
[B] 新規汚泥処理施設整備 南ジャカルタ地域に 1 箇所 建設予定 (長期計画中に DKI Jakarta 南部地域に新設下水処理場 が完成した時点で、下水処理 施設に統合される)	(短期開発計画) ・能力：600 m ³ /日 ・処理方式：固液分離－活性汚泥処理方式 ・必要用地面積：1.5ha ・工期：2013-2014 年 (2 カ年)
[C] 下水処理場へのオンサイ ト汚泥受け入れ	・下水道整備計画 (オフサイト) における短期及び中期計画で整備 する下水処理場に、オンサイト汚泥を受け入れ処理する。 [受け入れ施設] (短期開発計画) ・Pejagalan 下水処理場 (処理区 No.1)：最大 790 m ³ /日 (中期開発計画) ・Suntar Pond 下水処理場 (処理区 No.5)：最大 410 m ³ /日 ・Marunda 下水処理場 (処理区 No.8)：最大 570 m ³ /日

※)新規汚泥処理施設整備要件

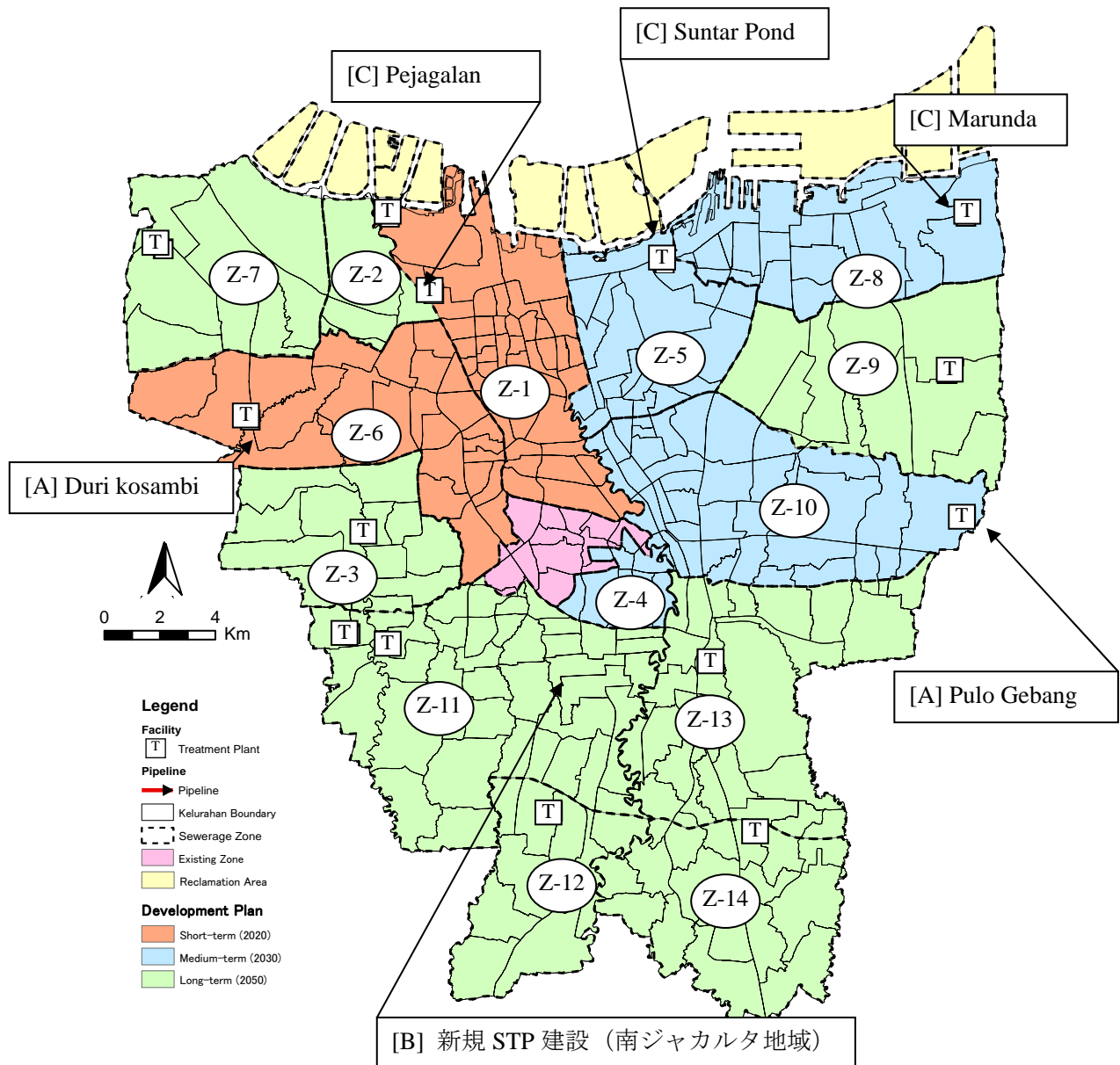
(1)必要土地面積

1.5ha (0.4ha:施設用、1.1ha:駐車場及び緑地用)

(2)土地選定要件

- 1) 効率的な定期汚泥引き抜きを支援するため、新規 STP は、南ジャカルタ地域の各地区から収集された汚泥の輸送に便利な場所に位置すること。中央、北、西及び東ジャカルタから収集された汚泥は、短期・中期計画で建設予定の下水処理場で処理されることとする。
- 2) 洪水の影響がなく、地滑りが起こらず、日当たりが良い土地で、地形が良く、地質条件が良いこと。
- 3) 土地収用が容易で、環境問題がないこと (美的観点、悪臭面)

出典：JICA 専門家チーム



出典：JICA 専門家チーム

図 D8-4 既存汚泥処理施設及び新規汚泥処理施設の建設予定地

(3) 新設汚泥処理施設建設用地候補

1) 既存 M/P (1991) における汚泥処理整備計画

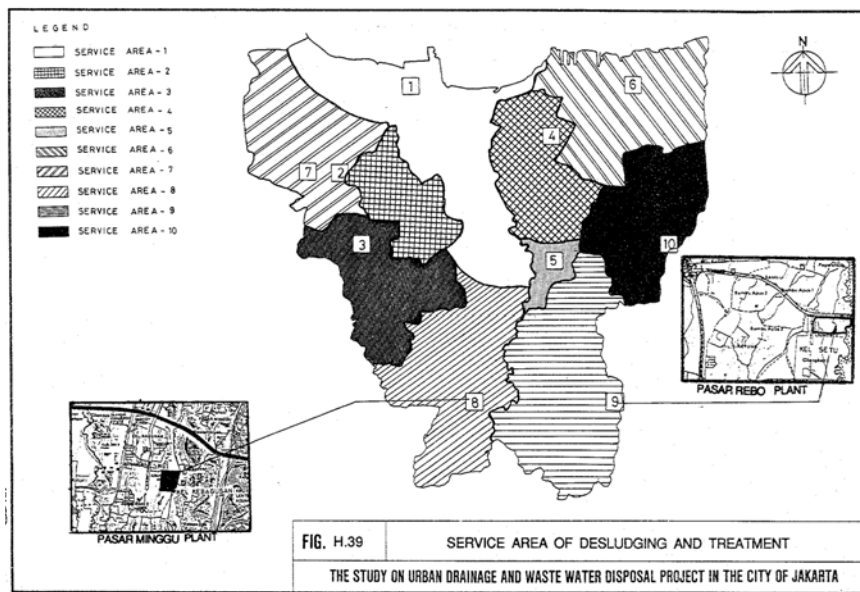
既存 M/P では、各町の人口密度を A、B、C の 3 つにランク分けし、人口密度が低い A、B ランクに相当する合計人口をオンサイト人口、人口密度が高い C ランクに相当する合計人口をオフサイト人口として計画した。セプティックタンク等オンサイト処理施設からの汚泥引き抜き量（汚泥発生量）は、これらの人口（1998 年）を基に汚泥発生量原単位を乗じ、汚泥処理量を $1,315\text{m}^3/\text{日}$ と設定した。このうち、既存の Pulo Gebang, Dri Kosambi の合計処理能力は $600\text{m}^3/\text{日}$ であるため、新設の汚泥処理施設規模を $600\text{m}^3/\text{日}$ とし、新設汚泥処理の建設用地候補地に南ジャカルタ市（Kecamatan Pasar Minggu）、東ジャカルタ市（Kecamatan Pasar Rebo）の 2 箇所を提案した。これらの用地は公園緑地であったが、現在は住宅地に利用変更されている。

表 D8-4 既存 M/P におけるオンサイト計画人口と計画汚泥発生量の設定

Area	Estimated Served Population with the On-Site System		Estimated Population Density (person/ha)	De-Sludging Quantity (m ³ /day)	
	Year 1988	Year 2010	Year 2010	Year 1988	Year 2010
A	726,400	1,482,000	70	89	253
B	2,890,300	4,967,000	181	441	1,790
C	5,169,300	3,772,000 ¹	381	785	797
Total	8,786,000	10,221,000		1,315	2,840

¹Out of this population of area C, 684,300 people is served with the public toilets and remaining population (3,087,700 people) of area C, where gray water was proposed to be treated through the interceptor system, black water was proposed to be served with the on-site system.

Source: Old M/P 1991



Source: Old M/P 1991

図 D8-5 既存 M/P における汚泥処理施設の建設用地候補

2) 南ジャカルタ地区に新設汚泥処理施設を整備する必要性

下水道整備は、DKI Jakarta 全体を処理区 No.0 から 14 に区分し、このうち、優先度が高い順に処理区 No.1、6 を短期、処理区 No.4、5、8、10 を中期、処理区 No.2、3、7、9、11、12、13、14 を長期としている。中期の下水道整備処理区は、主に北東ジャカルタ、中央、南ジャカルタの一部であり、これらの区域の汚泥処理は、既設 Pulo Gebang 汚泥処理施設、統合汚泥処理機能を持つ Dri Kosambi 下水処理施設（処理区 No.6）と Pejagalan 下水処理施設（処理区 No.1）によって対応する計画である。しかし、下水道整備の優先順位が低い南ジャカルタ地区の汚泥処理については、次の課題が残されることとなる。

- 住宅地が多い南ジャカルタ地区内の定期汚泥引き抜きを実現する必要がある。
- 既存汚泥処理施設や統合汚泥処理機能をもつ下水処理施設は、南ジャカルタ地区から遠くに位置するため、改善する必要がある。
- 南ジャカルタ地区からの汚泥運搬距離が長くなることによる汚泥収集事業者の汚泥不法投棄

を防止する必要がある。

- バキューム車の長距離通行による交通渋滞を防ぐ必要がある。

以上の課題を解決するため、改定 M/P では、汚泥収集事業者のためのコスト削減や運搬の効率性を考慮して南ジャカルタ地区に新たな汚泥処理施設を整備することを提案する。新設汚泥処理施設の計画諸元は表 D8-5 に示すとおりである。

表 D8-5 新設汚泥処理施設の計画諸元

Service Area	Southern Jakarta area
Capacity of STP	600 m ³ /day
Required Area	The required land area for STP is 1.5 hectare in which only 4,000-5,000 m ² would be used for the facilities construction and remaining surrounding-area of the facilities will be developed for the plantation & greenery. Development of green belt will minimize the noise levels to the outside of the plant boundary and filter the odor levels to a considerable extent. Greenbelt will also give an aesthetic cover to the green area and the activities going on within the plant will not pose any disturbance to the local people outside.
Number of expected trips of trucks for de-sludging at the New STP	About 150 trips per day (based on honey truck capacity of 4 m ³) would be made at this plant.
Location	STP site is not far from any location in the Southern Jakarta area.
Treated Effluent	The treated effluent can be recycled for various uses (Please ref. Section D6.1.5(2) for different uses.)
Treated Sludge	The treated sludge can be recycled for various uses (Please ref. Section D6.1.5(3) for different uses.)

出典：JICA 専門家チーム作成

3) 建設用地要件

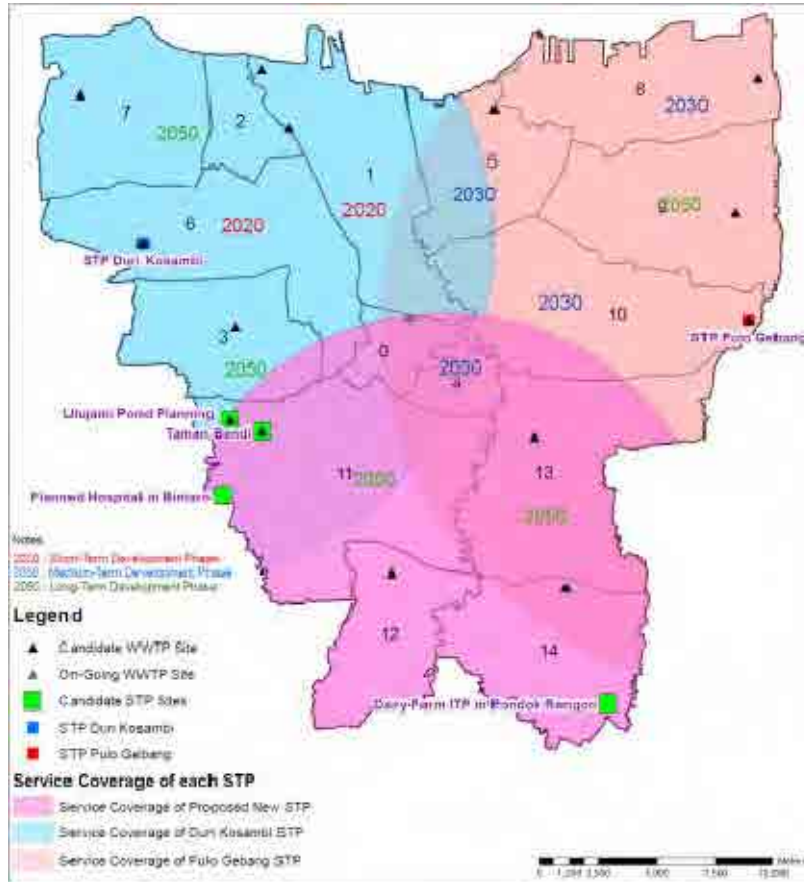
新設汚泥処理施設の建設用地選定にあたっては、環境、土地利用、財政、技術等について総合的に検討し、最も適した用地を選定する必要がある。用地選定にあたって考慮すべき事項を挙げると次のとおりである。

- 収集区域内に位置し、幹線道路の近くで、アクセスする道路幅に余裕があること。
- 搬入ピーク時に公道に車両が待機することがないような車両動線を確保できること。
- 日当たりが良く、平らな土地であること。
- 建築物負荷に対して十分な地耐力を有し、地震、洪水などのリスクに対応できること。また、土壌汚染の危険性がないこと。
- 土地買収、土地開発に支障がないこと。
- 水と電気の引き込みが可能であり、放流先の河川等は十分な水量が保たれていること。
- 施設が建設されることにより周辺の衛生環境を損なわないこと。とくに、臭気による影響がないよう余裕のある敷地であること。

4) 建設候補地の調査結果

新設汚泥処理施設の建設場所の候補地として、南ジャカルタ地区内の4箇所(図D8-6、表D8-6)について調査した。調査結果をもとに評価項目別に候補地の適合性について整理すると表 8.1-8

のとおりである。なお、表の欄外に候補地の特記事項を記載したが、詳細については確認する必要がある。



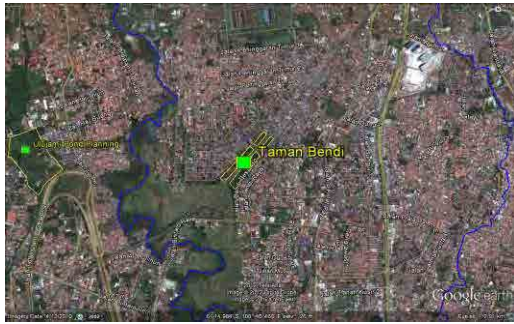
出典：JICA 専門家チーム作成

図 D8-6 新施設建設場所候補地位置

表 D8-6 新施設建設場所候補地の概要

No.	Sites	Location (GPS point)	Land Ownership	Land Available	Land Required	Remarks
1.	Bendi Park	S 06° 014.942' E 106° 46.440'	Government land	~3 Ha	1.5 Ha	Proposed WWTP site No. 11
2.	Ulujami Pond Planning	S 06° 014.718' E 106° 45.632'	Land with the pond planning development project of DKI Jakarta, needs to check the status	Large track of land	1.5 Ha	Proposed WWTP site No. 12
3.	Pondok Rangon	S 06° 021.402' E 106° 54.382'	Government land, private land required to construct the approach road	2 – 3 Ha (including government and private land)	1.5 Ha	Government land (existing Dairy Farm ITP), private land required to construct the approach road for which land acquisition is necessary
4.	Bintaro (planned hospital site)	S 06° 016.484' E 106° 45.453'	Government land	3 – 4 Ha	1.5 Ha	It is planned hospital site. However, the plan was abandon by the South Jakarta Municipality due to far-off location and low laying land.

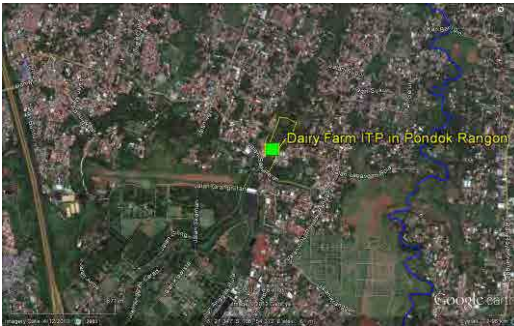
出典：JICA 専門家チーム作成



Bendi Park



Ulujami Pond Planning



Pondok Rangon



Bintaro (planned hospital site)

出典：JICA 専門家チーム作成

図 D8-7 新施設建設場所候補地

表 D8-7 評価項目別候補地比較

No.	Technical and Non-Technical Aspects		Bendi Park	Ulujami Pond Planning	Pondok Rangon	Bintaro (planned hospital site)
a.	Land availability and technical aspects	Area should not be far from any location in Southern Jakarta area	△	△	△	△
		Area should be such located that it has maximum efficiency of service coverage	△	○	△	△
		Area should avoid flooding and land slide	○	○	○	△ ¹
		Areas that have facilities of connecting road	△	○	△	△
		Area that is located on the smooth transportation routes (to avoid a traffic congestion), site located near toll road is preferable	△	○	△	△
		Area that is located relatively close to the receiving water body	△	○	○	○
		Area that is located on open land with good sunshine	○	○	○	○
b.	Land characteristics	Areas that have good geological structure/ground strength with capacity to bear the load of construction of STP	○	○	○	○
		Soil characteristics of the area that is relatively safe against the risk of contamination.	○	○	○	○
c.	Investment and O & M cost	Land status	○	△ ²	△ ³	△ ⁴
		Land development	○	○	△	△
		The availability of water and electricity supply	○	○	○	○
d.	Environment	Aesthetic factors with the existence of STP facilities to the surrounding environment, especially related with the beauty and odor aspects that may come from STP.	×	○	○	△
		Quantity and Quality of River Water where treated effluent would be discharged.	△	△	△	△

表 D8-7 評価項目別候補地比較

No.	Technical and Non-Technical Aspects		Bendi Park	Ulujami Pond Planning	Pondok Rangon	Bintaro (planned hospital site)
			×	○	△	△
	Sanitation and environmental health factor for the people who live and/or have activity in the vicinity of the location of STP, which can be caused by the existence of STP		×	○	△	△
	External risk factors due to environmental conditions, such as landslides, earthquakes, and floods that can threaten the existence of STP		○	○	○	△

Note: “○”, “□” and “×” marks mean “Appropriate”, “less appropriate or Appropriate with Recommendations” and “Inappropriate” respectively.

1. This area has low topography make it prone to flooding. Land for STP needs to be elevated and ponds for flood mitigation needs to be constructed to protect neighboring residents, which may contribute to gain their support for STP. Discussion with residents may be required.
2. This is proposed WWTP land with the pond planning development project of DKI Jakarta. A part of the land is occupied by the low income people who claim the land ownership. It is needed to be checked whether enough land can be obtained for STP without causing the dispute with the people.
3. Unused private land needs to be acquired to construct the approach road. Needs to be checked whether land acquisition is easy or not
4. Is there dispute on land with Tangerang?

出典：JICA 専門家チーム作成

(4) 汚泥処理施設整備計画の建設費及び O&M 費

表 D8-8 は、表 D8-3 に概要を示した汚泥処理施設整備計画に係る建設費及び年間 O&M 費を示す。

表 D8-8 汚泥処理施設整備計画に係る建設費及び年間 O&M 費

Unit: Million IDR

整備内容	整備時期	建設費			年間O&M費 (最大処理量時)
		初期建設費	設備更新費 (2013-2050)	計	
A. 既存汚泥処理施設の改良					
Pulo Gebang 汚泥処理施設					
既設汚泥処理施設の改良及び拡張	短期計画	24,390	0	247,257	3,298
下水処理場施設との汚泥処理機能の統合	中期計画	156,949	65,919		6,889
Duri Kosambi汚泥処理施設					
下水処理場施設との汚泥処理機能の統合	短期計画	155,279	80,745	236,025	6,816
小計		336,618	146,664	483,282	17,004
B. 南地区汚泥処理施設の新設整備					
南地区の汚泥処理施設の新設					
	短期計画	42,100	20,275	62,375	12,934
小計		42,100	20,275	62,375	12,934
C. 下水処理施設へのオンサイト汚泥受け入れ					
Pejagalan 下水処理場 (処理区No.1)					
	短期計画	131,904	68,590	200,494	5,790
Sumtar Pond 下水処理場 (処理区No.5)					
	中期計画	68,457	28,752	97,208	3,005
Marunda 下水処理場 (処理区No.8)					
	中期計画	95,171	39,972	135,143	4,178
小計		295,532	137,314	432,846	12,973
合計		674,250	304,252	978,503	42,910

出典：JICA 専門家チーム

(5) 既設汚泥処理施設の改造計画

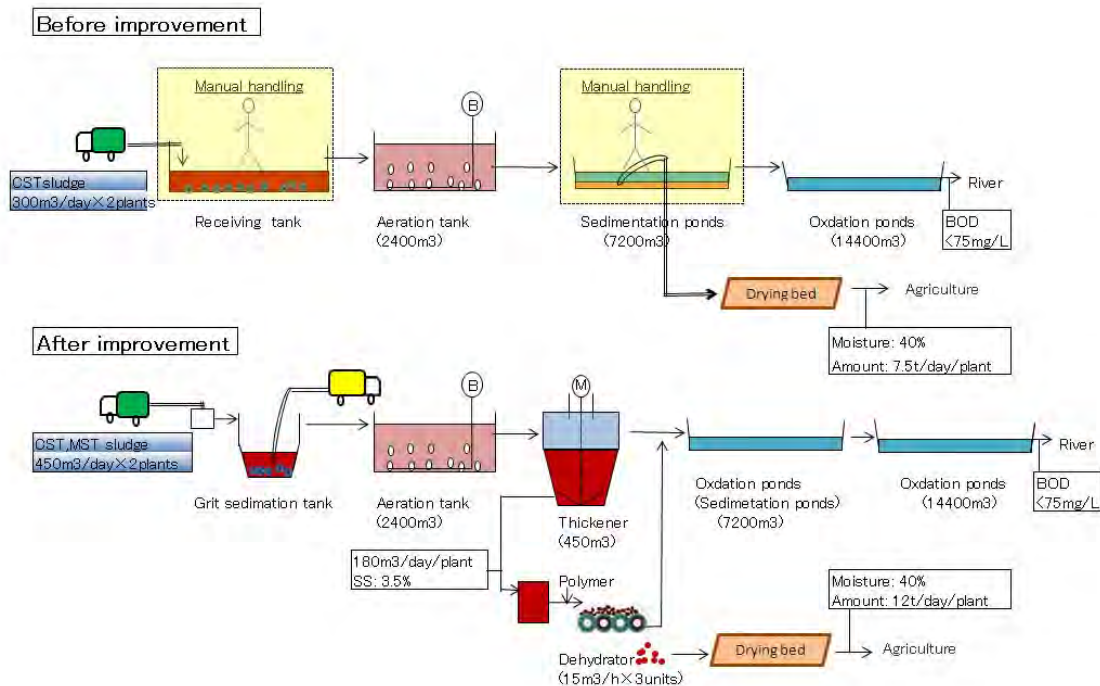
1) 既設汚泥処理の特徴

既設汚泥処理施設の特徴は、無機化が進行している汚泥の性状を考慮し、汚泥を曝気攪拌した後、自然沈降させて、上澄みを酸化池で処理するシステムである。曝気攪拌後の混合液の SV 値は 40% 前後で、活性汚泥処理後の余剰汚泥とは性状が異なり沈降性の良いことが特徴である。設計では、曝気攪拌時間が 8 日、沈殿池滞留時間が 12 日、酸化池（熟成池含む）が 48 日であり、酸化池の滞留時間が長い点が特徴である。酸化池の BOD 面積負荷は $0.014\text{kg}/\text{m}^2/\text{日}$ （水深を 1m とすると容積負荷も同じ $0.014\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ ）となり、動力費が安い、運転が容易である、性能が安定していることがラグーン法の利点であるが、面積あたりの BOD 負荷が小さく、多くの用地を必要とする点が欠点である。藻類の生育により水中に酸素を供給する方式であるが、活性汚泥法に比べて 86 倍近くの面積を必要とし、都市部には向かない方式である。

2) 既設汚泥処理施設の改造

上記のとおり、既設は、広いスペースを利用してランニングコストを抑えた処理方式を採用している点が特徴である。以下、既設を有効に利用することを基本とした施設改造案を示す。なお、収集汚泥及び処理水の水質目標値は次のとおり設定する。

収集汚泥	BOD1,000~2,000mg/L、SS15,000mg/L
処理水	BOD30mg/L、SS30mg/L



出典：JICA 専門家チーム

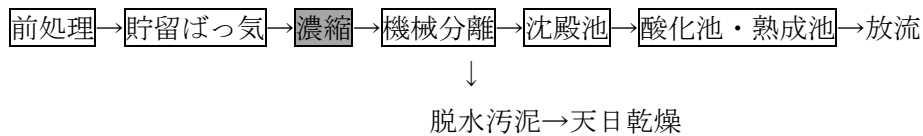
図 D8-8 既設汚泥施設改造フローシート

(a) 受入槽の改造

既設受入槽を沈砂槽に改造し、砂除去作業を機械化する。沈砂槽の底部に堆積した汚泥は、2日毎にバキュームダンパー車で引き抜く。

(b) 汚泥濃縮槽及び汚泥脱水機の設置

既設沈殿池の汚泥引き抜き作業を機械化するため、貯留ばっ気槽の後段に汚泥濃縮槽及び汚泥脱水機を設置し、機械化する。脱水分離液は沈殿池に移送し、脱水汚泥は既設天日乾燥床で乾燥する。改造後の処理能力は、50%増を見込み、300m³/日から450m³/日に増強する。



出典：JICA 専門家チーム

図 D8-9 汚泥処理改造フローシート

・設計概要

- a 処理量 450m³/日 (+150m³/日能力 UP)
- b 搬入汚泥性状 SS1.5%
- c 貯留ばっ気槽 既設利用
- d 濃縮槽 新設、滞留時間 24 時間
- e 濃縮汚泥 SS 3~4% (3%とすると 225m³/日)
- f 汚泥脱水機 新設、運転 6 時間
- g 脱水汚泥 33t/日、水分 80%
- h 脱水分離液 450m³/日、BOD100~200mg/L
- i 沈殿槽 既設利用 8 日

・主要設備仕様

- a 沈砂槽 既設利用
- b 貯留曝気槽 既設利用 2,400m³、滞留時間 5.3 日
- c 濃縮槽 新設
 - 1 日分とすると容量 450m³、φ 12×H4m
- d 濃縮汚泥貯槽 新設、300m³、8×8×H5m
- e 汚泥脱水機 新設
 - 6 時間運転とすると 20m³/時×2 台

必要増築面積：500m²

(6) 新規汚泥処理施設の整備計画

1) 施設規模

新規汚泥処理施設の処理規模は、既設の能力増強、下水処理場への持ち込み処理を考慮して、過大とならないよう能力 600m³/日とする。改造既設 (450m³/日) と合わせた汚泥処理能力は、1,050m³/日となる。

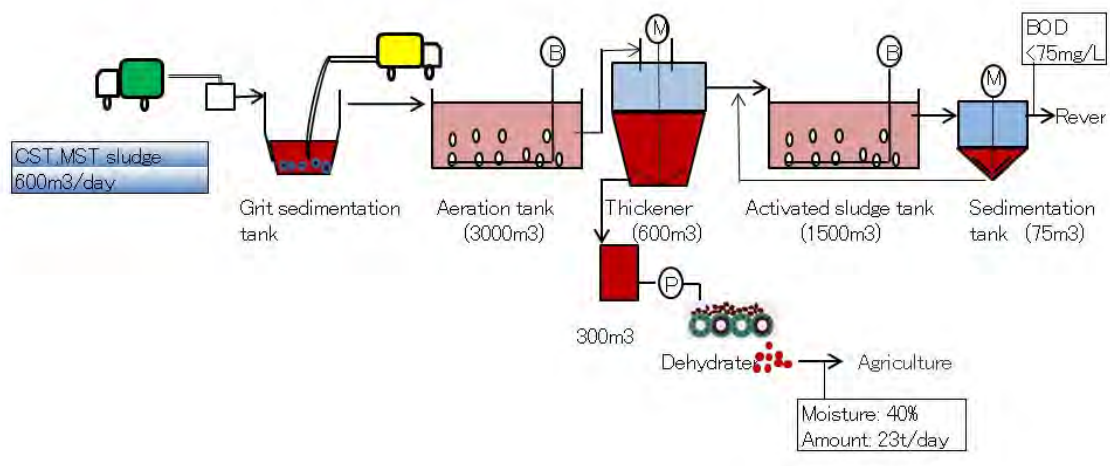
2) 処理方式

前処理：沈砂、スクリーン、貯留曝気槽、濃縮槽

固液分離：機械分離 (多重円板脱水機、ベルトプレス脱水機)

分離液処理：標準活性汚泥法

図 D8-10 にフローシートを示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 D8-10 新規汚泥処理施設フローシート

3) 設計諸元

(a) 主要設計値 (概算)

- a 処理量 600m³/日
- b 搬入汚泥性状 SS1.5%
- c 貯留ばっ気滞留時間 5 日
- d 濃縮槽滞留時間 24 時間
- e 濃縮汚泥 SS 3~4% (3%とすると 300m³/日)
- f 汚泥脱水機 運転 6 時間、20m³/時・台×6 台
- g 脱水汚泥 45t/日、水分 80%
- h 脱水分離液 300m³/日、BOD100~200mg/L
- i 脱水分離液槽 1 日分

- j ばっ気槽 BOD 負荷 $0.2\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ 、処理水 BOD $200\text{mg}/\text{L}$
- k 沈殿槽 3 時間分
- l 堆肥化ヤード 見かけ比重 0.5、堆積高 1m、30 日

(b) 主要設備仕様

- a バキューム車受け入れ室
4t 車 2 車線 4 台同時投入可とすると W12×L20m
- b 貯留曝気槽
5 日分とすると容量 $3,000\text{m}^3$ (寸法 W20×L30×H5m)
- c 濃縮槽
1 日分とすると容量 600m^3 、 $\phi 7\times H4\text{m}$
- d 汚泥脱水機
6 時間運転とすると $20\text{m}^3/\text{時}\times 6$ 台
- e 脱水分離液槽
1 日分とすると容量 300m^3 、 $\phi 5\times H4\text{m}$
- f 活性汚泥槽
BOD $200\text{mg}/\text{L}$ 、BOD 負荷 $0.2\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ とすると容量 600m^3 、(寸法 $15\times 20\times H5\text{m}$)
- g 沈殿槽
3 時間分とすると 75m^3 ($\phi 6\times H2.5\text{m}$)
- h コンポストヤード
30 日分とすると $540\text{m}^2\times 1.5=810\text{m}^2$ (W20×40m)

必要建築面積：約 $5,000\text{m}^2$

必要用地面積：約 1.5ha

(7) 各設備

1) 受入設備

バキューム車の受入室は、2 車線・4t 車同時投入可能なスペースとし、ホースを固定できる受入口を 4 基設ける。

収集した汚泥には、夾雑物や砂等が混入しており、これらは配管・バルブ類、ポンプ等機器類の故障の原因となるため、予め除去する必要がある。これらの作業は不衛生になり易いため、機械化することが望ましい。このため、スクリーンは自動掻き上げ方式、除砂は沈砂槽からバキューム車で吸引除去する方式とする。

収集した汚泥は、性状バラツキがあるので、性状の均質化を目的として攪拌混合槽を設ける。槽の容量は、計画処理量の 5 日分とする。攪拌はブロウによる曝気攪拌方式とし、曝気強度は $2\text{m}^3/\text{m}^3\text{H}$ とする。攪拌混合槽は、覆蓋を設けた密閉構造とし、槽内臭気を捕集し脱臭するものとする。攪拌混合槽から汚泥濃縮槽への移送は、ポンプと計量タンクを組み合わせた定量移送方式とする。

2) 固液分離設備

固液分離の方法は、重力分離と機械分離を組み合わせた方式とし、濃縮槽と遠心分離機を設置する。濃縮槽は汚泥掻き寄せ機を設け、底部から濃縮汚泥をポンプで引き抜く構造とする。濃縮槽の容量は計画処理量の1日分とする。汚泥貯槽の容量は計画濃縮汚泥量の1日分とする。濃縮汚泥に凝集剤（無機凝集剤、高分子凝集剤）を添加し、凝集した後、脱水機にかけるものとする。

脱水汚泥は、コンベアを用いてトラックに積載する構造とし、トラックから天日乾燥ヤードに移送し、水分50%程度に乾燥後、場外搬出するものとする。脱水分離液は、脱水分離液槽に貯留後、計量タンクを用いて活性汚泥槽へ定量移送するものとする。

3) 污水処理設備

処理過程から発生する污水（濃縮槽上澄液、脱水分離液）の処理は、活性汚泥処理方式とし、活性汚泥槽、沈殿槽、空気供給設備、汚泥返送設備等から構成される。沈殿槽処理水は、消毒槽で次亜塩素酸ソーダを注入後放流する。

4) 共通設備

- i) 土木建築設備
- ii) 電気計装設備
- iii) 水質分析設備

D8.3.3 汚泥利用計画

汚泥処理過程で発生する乾燥汚泥の有効利用方法には、直接肥料として農業利用する、コンポスト原料とするなどが挙げられる。汚泥を有効利用する場合、汚泥の安全性について重金属含有量を定期的に分析する必要がある。なお、有効利用することが困難な場合は埋め立て処分を検討する必要がある。

D9 事業実施計画

D9.1 建設及び運転コスト

D9.1.1 オフサイト（下水道）

(1) 建設コスト

下水道整備に関する建設コストは、以下の費目を概算する。下水道整備に関する建設コスト算出に適用した工事単価は、S/R Part-D : D9 に示すとおりである。なお、採用単価のうち、処理場の単価はマレーシア国やベトナム国での円借款事業単価を参考としているが、F/S 段階では、最新のデータを基に精査する必要がある。また、管渠工事については、デンパサール下水事業Ⅱの単価を参考にしたが、これについても F/S 段階で精査する必要がある。

また、処理場については、活性汚泥変法（高度処理含む）を適用することを前提にコスト見積もりをしているが、処理方法が変われば、コストも変わりうる。

1) 建設費

(a) 直接工事費

初期建設費用として、下水道接続管工事費、下水道本管費、ポンプ場建設費、下水処理場及び下水道設備更新費（2050年まで）の直接工事費を概算する。

なお、下水道施設更新費については、長期目標年度である2050年までに耐用年数を迎えると考えられる下水処理場の機械設備及び電気設備に対して、下表の考え方で概算する。

表 D9-1 下水道施設更新費の考え方

項目	建設の10年後	20年後	30年後
機械設備更新費	—	当該直接工事費の80%	当該直接工事費の20%
電気設備更新費	当該直接工事費の20%	当該直接工事費の80%	当該直接工事費の20%

出典：JICA 専門家チーム

(b) 間接工事費

工事に係る間接工事費として、直接工事費の13%を計上する。ここに、間接工事費には、共通仮設費、現場管理費、及びその他の工事契約に含まれる直接工事費以外の一般項目を含むものとする。

2) エンジニアリング費

直接工事費の7%を計上する。なお、エンジニアリング費には事業に係るコンサルタント費及び環境教育・啓発活動や人材育成アクションプランに要する経費を含むものとする。

3) 物理的予備費

上記の建設費及びエンジニアリング費に加えて、調査時点で予期できない不確定要素をカバーするための物理的予備費として、建設費の5%を計上する。

4) 用地利用費 (Land Use Cost)

下水処理場及びポンプ場の用地は公共用地と想定し、費用は発生しないものとする。なお、用地が民有地の場合には、別途用地取得費用を計上する必要がある。

5) 付加価値税

全建設コストに対して、付加価値税10%を加算する。

処理区毎の建設コストを、表 D9-2 に示す。なお、詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

表 D9-2 処理区毎の下水道施設建設コスト

Unit : Million IDR

Items	Cost	Zone No.						
	Total	1	2	3	4	5	6	7
A. Construction Cost	56,125,784	5,127,423	946,911	3,046,184	520,238	3,398,813	6,923,407	3,263,191
a. Direct Construction Cost	49,668,836	4,537,543	837,974	2,695,738	460,388	3,007,799	6,126,909	2,887,780
(1) House Connection Cost	4,694,090	361,275	103,078	306,360	75,824	252,490	464,054	302,778
(2) Collection Sewer Line	25,700,306	1,893,787	527,414	1,485,046	384,564	1,359,651	2,791,067	1,700,773
(3) Lift Pump Station	467,854	0	25,466	14,440	0	19,690	107,094	25,067
(4) Wastewater Treatment Plant	14,993,568	1,501,632	182,016	872,160	0	963,168	1,782,240	841,824
(5) Facilities Replacement (from 2014 to 2050)	3,813,018	780,849	0	17,732	0	412,800	982,454	17,338
b. Indirect Construction Cost	6,456,949	589,881	108,937	350,446	59,850	391,014	796,498	375,411
B. Engineering Cost	3,476,818	317,628	58,658	188,702	32,227	210,546	428,884	202,145
C. Physical Contingency	2,806,289	256,371	47,346	152,309	26,012	169,941	346,170	163,160
D. Land Use Cost	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	62,408,892	5,701,422	1,052,914	3,387,195	578,478	3,779,300	7,698,461	3,628,495
E. Value Added Tax	6,240,889	570,142	105,291	338,719	57,848	377,930	769,846	362,850
Grand Total	68,649,781	6,271,565	1,158,206	3,725,914	636,325	4,157,230	8,468,307	3,991,345

Unit : Million IDR

Items	Zone No.						
	8	9	10	11	12	13	14
A. Construction Cost	4,620,518	3,558,238	7,327,577	7,113,142	2,660,143	4,598,258	3,021,741
a. Direct Construction Cost	4,088,954	3,148,883	6,484,581	6,294,816	2,354,109	4,069,255	2,674,108
(1) House Connection Cost	332,536	406,387	497,467	689,282	212,307	403,621	286,631
(2) Collection Sewer Line	1,812,432	2,058,008	2,751,112	3,524,888	1,466,826	2,348,713	1,596,025
(3) Lift Pump Station	34,220	18,843	41,595	121,097	0	35,225	25,117
(4) Wastewater Treatment Plant	1,334,784	652,224	2,237,280	1,918,752	674,976	1,281,696	750,816
(5) Facilities Replacement (from 2014 to 2050)	574,982	13,421	957,127	40,797	0	0	15,519
b. Indirect Construction Cost	531,564	409,355	842,996	818,326	306,034	529,003	347,634
B. Engineering Cost	286,227	220,422	453,921	440,637	164,788	284,848	187,188
C. Physical Contingency	231,026	177,912	366,379	355,657	133,007	229,913	151,087
D. Land Use Cost	0	0	0	0	0	0	0
Total	5,137,770	3,956,572	8,147,876	7,909,436	2,957,938	5,113,019	3,360,016
E. Value Added Tax	513,777	395,657	814,788	790,944	295,794	511,302	336,002
Grand Total	5,651,547	4,352,229	8,962,664	8,700,380	3,253,732	5,624,321	3,696,018

出典：JICA 専門家チーム

(2) 運転コスト

下水道施設の運転コスト（O&M 費）は、以下の費目を概算する。

1) 下水処理場 O&M 費

人件費、電力費、薬品費等その他ユーティリティー費、修繕費、汚泥処分費、水質分析費等、施設清掃費、直接経費、並びに、予備費（物価上昇分は含まない）及び間接経費をそれぞれ概算する。それら各項目の概算に当たっては、下表の汚水量あたり単価を設定し、各項目の合計単価

は 1,479 IDR/m³ として概算する。

表 D9-3 汚水量当たりの運転コスト単価

No.	Items	Unit Cost (IDR/m ³)	Rate (%)
1	Labor cost	66	4.5%
2	Electricity consumption cost	384	26.0%
3	Chemicals cost and other utilities costs	257	17.4%
4	Facilities repair cost	191	12.9%
5	Sludge disposal cost	262	17.7%
6	Water quality Analysis cost and other inspection costs	3	0.2%
7	Cleaning and yard maintenance	2	0.2%
8	Direct expenses	68	4.6%
9	Physical Contingency cost and Overhead cost	246	16.6%
Total		1,479	100.0%

出典：JICA 専門家チーム

2) 下水道管路維持管理費

下水道管路の直接工事費の 0.3% を、下水道管路の維持管理費として計上する。

3) ポンプ場 O&M 費

ポンプ場の直接工事費の 3% を、ポンプ場の O&M 費として計上する。

4) 付加価値税

全運転コストに対して、付加価値税 10% を加算する。

処理区毎の年当たり運転コストを、表 D9-4 に示す。なお、詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

表 D9-4 処理区毎の下水道施設の年当たり運転コスト

Unit : Million IDR/year

Items	Total	Zone No.						
		1	2	3	4	5	6	7
A. Collection Sewer Line	91,183	6,765	1,891	5,374	1,381	4,836	9,765	6,011
B. Lift Pump Station	14,036	0	764	433	0	591	3,213	752
C. Wastewater Treatment Plant	1,066,141	106,821	12,873	62,319	25,117	68,676	126,599	59,827
Total	1,171,360	113,587	15,529	68,126	26,498	74,104	139,578	66,589
D. Value Added Tax	117,136	11,359	1,553	6,813	2,650	7,410	13,958	6,659
Grand Total	1,288,496	124,945	17,082	74,939	29,148	81,514	153,535	73,248

Unit : Million IDR/year

Items	Zone No.							
	8	9	10	11	12	13	14	
A. Collection Sewer Line	6,435	7,393	9,746	12,643	5,037	8,257	5,648	
B. Lift Pump Station	1,027	565	1,248	3,633	0	1,057	754	
C. Wastewater Treatment Plant	95,023	46,424	133,814	136,347	47,971	91,014	53,316	
Total	102,484	54,382	144,808	152,622	53,008	100,328	59,717	
D. Value Added Tax	10,248	5,438	14,481	15,262	5,301	10,033	5,972	
Grand Total	112,733	59,821	159,289	167,885	58,309	110,360	65,689	

出典：JICA 専門家チーム

D9.1.2 オンサイト

(1) 建設コスト

オンサイト汚泥処理施設整備に関する建設コストは、以下の費目を概算する。

1) 建設費

(a) 直接工事費

オンサイト汚泥処理施設整備事業は、(1) 南地区の汚泥処理施設の新設、(2) 既存汚泥処理施設の改良、拡張及び下水処理場への統合、並びに、(3) 新設下水道施設に付加させるオンサイト汚泥受け入れ処理施設の整備の3つの事業に区分される。

それらの整備事業の直接工事費及び設備更新費（2050年まで）を概算する。

なお、設備更新費については、長期目標年度である2050年までに耐用年数を迎えると考えられる汚泥処理施設の機械設備及び電気設備に対して、下表の考え方で概算する。

表 D9-5 オンサイト汚泥処理施設更新費の考え方

項目	建設の10年後	20年後	30年後
機械設備更新費	—	当該直接工事費の80%	当該直接工事費の20%
電気設備更新費	当該直接工事費の20%	当該直接工事費の80%	当該直接工事費の20%

出典：JICA 専門家チーム

(b) 間接工事費

工事に係る間接工事費として、直接工事費の 13%を計上する。ここに、間接工事費には、共通仮設費、現場管理費、及びその他の工事契約に含まれる直接工事費以外の一般項目を含むものとする。

2) エンジニアリング費

直接工事費の 7%を計上する。なお、エンジニアリング費には事業に係るコンサルタント費及び環境教育・啓発活動や人材育成アクションプランに要する経費を含むものとする。

3) 物理的予備費

上記の建設費及びエンジニアリング費に加えて、調査時点で予期できない不確定要素をカバーするための物理的予備費として、建設費の 5%を計上する。

4) 用地利用費 (Land Use Cost)

新設汚泥処理施設の用地は公共用地と想定し、費用は発生しないものとする。なお、用地が民有地の場合には、別途用地取得費用を計上する必要がある。

5) 付加価値税

全建設コストに対して、付加価値税 10%を加算する。

汚泥処理施設の建設コストを、表 D9-6 に示す。なお、詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

表 D9-6 オンサイト汚泥処理施設建設コスト

Unit : Million IDR

Items	Total	1. On-site STP Development Plan				2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP	
		Construction of a new STP in South area	(1) Duri Kosambi WWTP integrated with existing On-site STP	(2) Pulo Gebang WWTP expanded and integrated with existing On-site STP			
				Rehabilitation and Extension of Pulo Gebang STP	Pulo Gebang WWTP integrated with existing On-site STP		
A. Construction Cost	799,991	50,996	192,966	19,940	182,209		
a. Direct Construction Cost	707,957	45,129	170,766	17,646	161,247		
(1) Civil and Building works	242,393	15,851	56,173	6,682	56,777		
(2) Mechanical facilities	200,948	14,309	44,939	10,750	45,422		
(3) Electrical facilities	44,486	300	11,235	214	11,355		
(4) Facilities Replacement (from 2013 to 2050)	220,130	14,669	58,420	0	47,693		
b. Indirect Construction Cost	92,034	5,867	22,200	2,294	20,962		
B. Engineering Cost	49,557	3,159	11,954	1,235	11,287		
C. Physical Contingency	40,000	2,550	9,648	997	9,110		
D. Land Use Cost	0	0	0	0	0		
Total	889,548	56,705	214,568	22,172	202,607		
E. Value Added Tax	88,955	5,670	21,457	2,217	20,261		
Grand Total	978,503	62,375	236,025	24,390	222,868		

Unit : Million IDR

Items	3. Co-treatment Plan of On-site sludge at Off-site WWTPs		
	(1) Pejagalan WWTP (site No.2 / Zone No.1)	(2) Sunter Pond WWTP (site No.5 / Zone No. 5)	(3) Marunda WWTP (site No.8 / Zone No.8)
A. Construction Cost	163,917	79,474	110,489
a. Direct Construction Cost	145,060	70,331	97,778
(1) Civil and Building works	47,717	24,765	34,429
(2) Mechanical facilities	38,174	19,812	27,543
(3) Electrical facilities	9,543	4,953	6,886
(4) Facilities Replacement (from 2013 to 2050)	49,626	20,802	28,920
b. Indirect Construction Cost	18,858	9,143	12,711
B. Engineering Cost	10,154	4,923	6,844
C. Physical Contingency	8,196	3,974	5,524
D. Land Use Cost	0	0	0
Total	182,267	88,371	122,857
E. Value Added Tax	18,227	8,837	12,286
Grand Total	200,494	97,208	135,143

出典：JICA 専門家チーム

(2) 運転コスト

オンサイト汚泥処理施設の運転コスト（O&M 費）は、以下の費目を概算する。

1) O&M 費

オンサイト汚泥処理施設の運転コスト単価については、改良・拡張後の既存汚泥処理施設及び下水処理場との統合汚泥処理施設は 170JPY/m³（18,255 IDR/ m³）、新設汚泥処理施設及び下水処理場との統合汚泥処理施設は 500JPY/ m³（53,690 IDR/ m³）として概算する。

2) 付加価値税

全運転コストに対して、付加価値税 10%を加算する。

処理区毎の年当たり運転コストを、表 D9-7 に示す。なお、詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

表 D9-7 オンサイト汚泥処理施設の年当たり運転コスト

Unit : Million IDR/year

Items	Total	1. On-site STP Development Plan	2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP		
		Construction of a new STP in South area	(1) Duri Kosambi WWTP integrated with existing On-site STP	(2) Pulo Gebang WWTP expanded and integrated with existing On-site STP	
				Rehabilitation and Extension of Pulo Gebang STP	Pulo Gebang WWTP integrated with existing On-site STP
A. O&M cost	39,009	11,758	6,197	2,998	6,263
Total	39,009	11,758	6,197	2,998	6,263
B. Value Added Tax	3,901	1,176	620	300	626
Grand Total	42,910	12,934	6,816	3,298	6,889

Items		3. Co-treatment Plan of On-site sludge at Off-site WWTPs		
		(1) Pejagalan WWTP (site No.2 / Zone No.1)	(2) Sunter Pond WWTP (site No.5 / Zone No. 5)	(3) Marunda WWTP (site No.8 / Zone No.8)
A. O&M cost		5,264	2,732	3,798
Total		5,264	2,732	3,798
B. Value Added Tax		526	273	380
Grand Total		5,790	3,005	4,178

出典：JICA 専門家チーム

D9.1.3 オフサイト及びオンサイトの総建設コスト及び O&M コスト

オフサイト及びオンサイトに係る総建設コスト及び年間 O&M コストを表 D9-8 にまとめる。

表 D9-8 オフサイト及びオンサイトの総建設コスト及び年間 O&M コスト

Unit: Million IDR

整備内容	建設費			年間O&M費 (最大処理量時)	備考	
	初期建設費	設備更新費 (2013-2050)	計			
A. 短期整備計画						
(1) 処理区No.1	下水道施設整備	5,192,315	1,079,250	6,271,565	124,945	更新時期:2025年以降
	オンサイト汚泥処理設備	131,904	68,590	200,494	5,790	オンサイト汚泥受け入れ
	小計	5,324,219	1,147,840	6,472,059	130,735	
(2) 処理区No.6	下水道施設整備	7,110,408	1,357,898	8,468,307	153,535	更新時期:2026年以降
	Duri Kosambi汚泥処理施設との統合	155,279	80,745	236,025	6,816	オンサイト汚泥受け入れ
	小計	7,265,688	1,438,644	8,704,331	160,351	
(3) Pulo Gebang	汚泥処理施設の改良及び拡張	24,390	0	24,390	3,298	
(4) 南地区	の汚泥処理施設の新設	42,100	20,275	62,375	12,934	
短期整備計画 計		12,656,397	2,606,758	15,263,155	307,319	
B. 中期整備計画						
(1) 処理区No.4	下水道施設整備(管路整備のみ)	636,325	0	636,325	29,148	
(2) 処理区No.5	下水道施設整備	3,586,678	570,552	4,157,230	81,514	更新時期:2033年以降
	オンサイト汚泥処理設備	68,457	28,752	97,208	3,005	オンサイト汚泥受け入れ
	小計	3,655,134	599,304	4,254,438	84,519	
(3) 処理区No.8	下水道施設整備	4,856,836	794,711	5,651,547	112,733	更新時期:2035年以降
	オンサイト汚泥処理設備	95,171	39,972	135,143	4,178	オンサイト汚泥受け入れ
	小計	4,952,008	834,683	5,786,691	116,910	
(4) 処理区No.10	下水道施設整備	7,639,771	1,322,893	8,962,664	159,289	更新時期:2034年以降
	Polo Gebang 汚泥処理施設との統合	156,949	65,919	222,868	6,889	
	小計	7,796,720	1,388,812	9,185,531	166,178	
中期整備計画 計		17,040,187	2,822,798	19,862,985	396,756	
C. 長期整備計画						
(1) 処理区No.2	下水道施設整備	1,158,206	0	1,158,206	17,082	更新時期:2051年以降
(2) 処理区No.3	下水道施設整備	3,701,406	24,508	3,725,914	74,939	更新時期:2049年以降
(3) 処理区No.7	下水道施設整備	3,967,381	23,963	3,991,345	73,248	更新時期:2044年以降
(4) 処理区No.9	下水道施設整備	4,333,679	18,550	4,352,229	59,821	更新時期:2042年以降
(5) 処理区No.11	下水道施設整備	8,643,992	56,387	8,700,380	167,885	更新時期:2047年以降
(6) 処理区No.12	下水道施設整備	3,253,732	0	3,253,732	58,309	更新時期:2051年以降
(7) 処理区No.13	下水道施設整備	5,624,321	0	5,624,321	110,360	更新時期:2051年以降
(8) 処理区No.14	下水道施設整備	3,674,569	21,449	3,696,018	65,689	更新時期:2046年以降
長期整備計画 計		34,357,286	144,858	34,502,144	627,332	
合計		64,053,869	5,574,415	69,628,284	1,331,406	

出典：JICA 専門家チーム

D9.2 優先順位

D9.2.1 オフサイトシステム

オフサイトシステムについては、処理区 No.1 から処理区 No.14 まで、14 箇所の下水処理区があり、PD PAL JAYA によって現在オフサイト処理を実施しているもしくは計画している処理区 0 がある。処理区 No.1 から処理区 No.14 までの実施優先度は前述したとおりであり、短期計画では、処理区 No.1 及び 6、中期計画では、処理区 No.4、5、8 及び 10、そして長期計画では、処理区 No.2、3、7、9、11、12、13 及び 14 が対象となる。すべての下水プロジェクトは 2050 年までに完

了する計画である。表 D9-11 に示すオフサイトプロジェクトに関する実施計画はこれらの優先度に基づく。表 D9-は処理場の容量に基づいてまとめた実施計画である。

D9.2.2 オンサイトシステム

家庭用オンサイトシステムの優先事項は、セプティックタンクの構造の改善・定期汚泥収集制度の導入・汚泥処理能力の強化、である。これらは、いずれも短期計画の中で取り組む必要がある。汚泥処理施設の改良と新設については、今後 20 年以上オンサイト施設に依存せざるを得ない下水道整備の「長期計画」の対象地域（処理区 No.2、3、7、9、11、12、13 及び 14）から発生する汚泥を効率的に収集して処理することを優先するべきである。

D9.3 資本投資規模の検討

D9.3.1 利用可能な資金調達先

(1) オフサイト

下水道プロジェクトのために用意されなければならない資金は、建設資金及び O&M 費の 2 つに大別される。

1) 建設資金

建設資金は通常、中央政府の予算、地方政府自身の予算、または、海外融資機関からの融資によって調達される。建設資金のうち、外貨分は国際融資機関からの融資で調達され、内貨分は中央政府の補助金や融資、地方政府の予算及び民間融資機関等から調達される。

下水道事業は公衆衛生の向上及び環境改善という公共の便益の増進という目的と、その整備には莫大な投資が必要になる割に下水道料金としての事業収入は少ないという性質から、中央政府からの資金援助が必要な事業である。特に、建設資金は、事業収入がない、または少ない段階で必要となるため、下水道事業者は予め建設資金を調達しなければならず、中央政府の補助や国際融資機関を含めた金融機関からの融資が必須である。

建設資金として調達可能な資源としては以下の項目が考えられる。

- ・ 中央政府予算 (APBN)
- ・ 地方政府予算 (APBD)
- ・ 地方政府融資 (Municipality Bond)
- ・ 国際融資機関
- ・ 民間融資機関

2) O&M 費

下水道事業の O&M 費は、受益者負担の原則から下水道料金収入によって賄わなければならない。現在の下水道事業運営権は PD PAL JAYA にあり、PD PAL JAYA は、自ら徴収した下水道料金

収入及びその他の事業による収益を資本として下水道事業の O&M 費を支出することになる。

(2) オンサイト

オンサイトによる汚水処理は、民間セクター（市民又は民間事業者）自らが実施すべきものであり、公共セクターはそれらの監視を行う立場である。そのため、汚水処理に関する資金を公共側として準備する必要はない。

しかし、オンサイト汚水処理より発生する汚泥の処理に関しては、それらの汚泥を受け入れて処理・処分することは公共セクターの役割である。したがって、オンサイト汚泥処理施設の整備及び運営のための資金が必要となる。

1) 建設資金

汚泥処理・処分の責任は公共セクターにあるため、オンサイト汚泥処理施設の建設資金は全額を公共セクターが負担する必要がある。

建設資金として調達可能な資源としては、オフサイトと同様に、中央政府予算、地方政府予算及び国際融資機関による融資等が考えられる。

2) O&M 費

オンサイト汚泥処理施設の O&M 費を、オンサイト汚泥を同施設に搬入する汚泥引き抜き業者に負担させることは、汚泥引き抜き業者が汚泥を河川等に投棄する逆インセンティブになる恐れがあることから望ましくない。また、下水道に接続してもらえないオンサイト利用者（家庭・事業所）に、彼らが自己負担しなくてはならないセプティックタンクや ITP の整備費や O&M 費に加えて、汚泥処理費用までも負担させることは、下水道利用者との公平性からみても、不適當である。

したがって、オンサイト汚泥処理施設の O&M 費は、公共セクター（ジャカルタ特別州）が負担すること必要がある。そのための DKI Jakarta の財源確保策としては、環境税の創設などが考えられる。

さらに、オンサイト汚水処理のための汚泥処理施設は、オフサイトである下水処理場内に設け、下水処理場の汚泥処理施設にオンサイトの汚泥処理分の能力を付加して、オンサイトからの汚泥を下水処理場でまとめて処理することが効率的である。ただし、そのオンサイト汚泥処理施設の O&M 費は、オフサイトの下水道処理施設の O&M 費とは会計を異にし、環境税を創設するなどして確保された財源から充当されなければならない。

また、オンサイト汚水処理における公共セクターの側面的な支援として以下の事業が考えられ、それらの事業運営のための資金は、中央政府の補助金、または、地方政府の拠出によらなければならない。

<オンサイト事業において公共セクターの側面的な支援が必要な事業>

- ・セプティックタンクからの定期汚泥引き抜き促進事業
- ・従来型セプティックタンク（浸透式）の改良型セプティックタンクへの切替促進事業

特に、改良型セプティックタンクへの切替促進事業については、切替費用全額を市民自らで負担することは困難であり、市民に対して既存のセプティックタンクを切り替えるインセンティブを与える必要がある。そのためには、切替工事費の一部を補助する制度の確立が必須と考えられ、地方政府としては、切替促進事業費として切替工事費の補助金拠出を検討する必要がある。

セプティックタンクからの定期汚泥引き抜き促進事業は、基本的に規制の強化により実施するものであり、公的部門の資金負担は、汚泥処理施設の建設費と維持管理費に限られる。CST から MST への切替に対し補助金を出す場合、その必要金額は、補助金対象 MST の台数、MST の単価、補助率によるが、仮に本マスタープランに従って切替えられる MST 全台数に対し、MST 単価 4,000,000 IDR の 40%（日本の浄化槽の補助率と同率）を補助するとすれば、

CST から MST への切替に必要な補助金の金額

9,599 千人（2020 年のオンサイト人口）÷5 人（一戸当たり人数）×19%（2012-2020 年間の切替率）×4,000,000 IDR×40%=583,619 百万 IDR（約 55 億円） 一年間あたり 72,952 百万 IDR（約 7 億円）の予算措置が必要となる。

D9.3.2 資本投資規模の提案

下水道整備事業及びオンサイト汚泥処理施設整備事業の短期、中期及び長期プロジェクトとして、建設開始が見込まれる 2013 年から長期目標年である 2050 年までに、資本投資すべき建設費の概算総額は、それぞれ表 D9-9 及び表 D9-10 に示すとおりである。なお、建設費の詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

**表 D9-9 下水道整備事業の短期、中期及び長期プロジェクト
に必要な資本投資費用の総額**

< 初期建設費 >

Unit : Million IDR

Items	Cost		
	Local currency	Foreign currency	Total
A. Construction Cost	41,185,186	10,631,889	51,817,074
a. Direct Construction Cost	36,447,067	9,408,751	45,855,818
(1) House Connection Cost	4,694,090	0	4,694,090
(2) Collection Sewer Line			
Tertiary and Secondary	10,144,598	0	10,144,598
Main	9,990,725	0	9,990,725
Trunk	1,273,268	1,273,268	2,546,535
Conveyance	603,690	2,414,758	3,018,448
Sub-total	22,012,280	3,688,026	25,700,306
(3) Lift Pump Station			
Civil/Architect Works	233,930	0	233,930
Mechanical Facility	37,429	149,714	187,143
Electrical Facility	23,391	23,391	46,781
Sub-total	294,749	173,105	467,854
(4) Wastewater Treatment Plant			
Civil/Architect Works	7,496,784	0	7,496,784
Mechanical Facility	1,199,485	4,797,942	5,997,427
Electrical Facility	749,678	749,678	1,499,357
Sub-total	9,445,948	5,547,620	14,993,568
b. Indirect Construction Cost	13% of Direct Construction Cost	4,738,119	5,961,256
B. Engineering Cost	7% of Direct Construction Cost	2,551,295	3,209,907
C. Physical Contingency	5% of the sum of Direct Construction Cost and Indirect Construction Cost	2,059,259	2,590,854
D. Land Use Cost		0	0
Total	45,795,740	11,822,096	57,617,835
E. Value Added Tax	10%	4,579,574	5,761,784
Grand Total	50,375,314	13,004,305	63,379,619

< 設備更新費 (2013-2050) >

Unit : Million IDR

Items	Cost		
	Local currency	Foreign currency	Total
A. Construction Cost	1,192,197	3,116,512	4,308,710
a. Facilities Replacement Cost (Direct Construction Cost) (from 2013 to 2050)			
Mechanical Facility	567,645	2,270,578	2,838,223
Electrical Facility	487,397	487,397	974,795
Sub-total	1,055,042	2,757,976	3,813,018
b. Indirect Construction Cost	13% of Direct Construction Cost	137,155	495,692
B. Engineering Cost	7% of Direct Construction Cost	73,853	266,911
C. Physical Contingency	5% of the sum of Direct Construction Cost and Indirect Construction Cost	59,610	215,435
Total	1,325,660	3,465,396	4,791,057
D. Value Added Tax	10%	132,566	479,106
Grand Total	1,458,226	3,811,936	5,270,162

出典 : JICA 専門家チーム

表 D9-10 オンサイト汚泥処理施設整備事業の短期、中期及び長期プロジェクトに必要な資本投資費用の総額

< 初期建設費 >

Unit : Million IDR

Items	Cost		
	Local currency	Foreign currency	Total
A. Construction Cost	343,172	208,073	551,245
a. Direct Construction Cost	303,692	184,135	487,827
(1) Civil and Building works	242,393	0	242,393
(2) Mechanical facilities	16,812	184,135	200,948
(3) Electrical facilities	44,486	0	44,486
b. Indirect Construction Cost	13% of Direct Construction Cost	39,480	23,938
B. Engineering Cost	7% of Direct Construction Cost	21,258	12,889
C. Physical Contingency	5% of the sum of Direct Construction Cost and Indirect Construction Cost	17,159	10,404
D. Land Use Cost	0	0	0
Total	381,589	231,366	612,955
F. Value Added Tax	10%	38,159	23,137
Grand Total	419,748	254,503	674,250

< 設備更新費 (2013-2050) >

Unit : Million IDR

Items	Cost		
	Local currency	Foreign currency	Total
A. Construction Cost	71,018	177,728	248,747
a. Facilities Replacement Cost (from 2013 to 2050)			
Mecanical Facility	14,360	157,282	171,642
Electrical Facility	48,488	0	48,488
Sub-total	62,848	157,282	220,130
b. Indirect Construction Cost	13% of Direct Construction Cost	8,170	20,447
B. Engineering Cost	7% of Direct Construction Cost	4,399	11,010
C. Physical Contingency	5% of the sum of Direct Construction Cost and Indirect Construction Cost	3,551	8,886
Total	78,969	197,624	276,593
D. Value Added Tax	10%	7,897	19,762
Grand Total	86,865	217,387	304,252

出典：JICA 専門家チーム

D9.4 事業実施スケジュール

D9.4.1 下水道整備事業（オフサイト）

(1) 下水道整備事業スケジュール

下水道整備は、2013年～2020年の短期プロジェクト、2021年～2030年の中期プロジェクト及び2031年～2050年の長期プロジェクトに分け、それぞれの処理区の整備優先順位に従って、ゾーン単位で整備を進める。

基本的には、下水処理場の建設を先行し、下水処理場の建設完了後、または建設開始から1年または2年後に下水処理場及び下水管路の供用を開始することとする。また、2050年までに耐用年数を迎えると考えられる機械設備及び電気設備については、設備更新を計画し、建設から10

年後に電気設備（特に計装設備を想定する）の一部更新、20年度及び30年後に機械設備及び電気設備の一部更新をすることとする。

短期プロジェクトにおいては、2012年は事業性調査（F/S）及び設計に充て、2013年より建設を開始することで計画する。

特に、短期プロジェクトの目標である「2020年までに下水道サービス普及率15%」を達成するためには、2014年から2020年にかけては、処理区 No.1 及び処理区 No.6 の整備を同時平行し、集中的かつ迅速に整備を進める必要がある。

さらに、施設整備は地形や手当て可能な予算を考慮して、段階的に計画及び実施できるものとする。

表 D9-11 に下水道整備事業実施スケジュールを示す。

(2) ステージ毎の建設コスト（オフサイト）

各年、各整備計画における建設コストを表 D9-12 に示す。なお、処理区毎の建設コストの詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

短期、中期及び長期計画に必要な建設コストは、それぞれ約 12.0 Trillion IDR（1,118 億円）、約 16.7 Trillion IDR（1,555 億円）及び約 40.0 Trillion IDR（3,725 億円）であり、総額 68.6 Trillion IDR（6,388 億円）と見積もられる。

(3) ステージ毎の運営コスト（オフサイト）

各年、各整備計画における運営コストを表 D9-13 に示す。なお、処理区毎の運営コストの詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

年間運営コストは、短期計画(2020年まで)では最大 195 Billion IDR/年(18 億円/年)、中期計画(2030年まで)では最大 536 Billion IDR/年(50 億円/年)、長期計画(2050年まで)では最大 1.3 Trillion IDR/年(118 億円/年)と見積もられる。運営コストは、一時的コストである建設コストとは異なり、経常的コストであるため、下水道整備が進むにつれて年々増加するコストである。

表 D9-11 下水道整備事業の実施スケジュール(1/2)

Term	Zone	Population in 2030 Persons	Wastewater Flow m ³ /day	WWTP Capacity m ³ /day	Development Priority	Items	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Short-term (2012-2020)	Zone 1	989,389	198,000	264,000	1	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	▽						
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Short-term (2012-2020)	Zone 6	1,172,574	235,000	313,000	2	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	▽						
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Short-term (2012-2020)	Zone 4	232,637	(47,000)*	(62,000)*	6	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Medium-term (2021-2030)	Zone 5	636,087	127,000	170,000	4	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Medium-term (2021-2030)	Zone 8	880,110	176,000	235,000	5	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Medium-term (2021-2030)	Zone 10	1,239,402	295,000	393,000	3	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 2	119,234	24,000	32,000	14	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 3	577,201	115,000	154,000	11	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 7	554,119	111,000	148,000	8	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 9	429,982	86,000	115,000	6	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 11	1,262,858	253,000	337,000	8	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 12	444,308	89,000	118,000	13	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 13	842,979	169,000	225,000	12	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Zone 14	493,815	99,000	132,000	8	WWTP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
						Sewer H/C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Long-term (2031-2050)	Total	9,874,694	1,977,000	2,636,000		Remarks :	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

出典：JICA 専門家チーム

表 D9-11 下水道整備事業の実施スケジュール(2/2)

Term	Zone	Population in 2030 Persons	Wastewater Flow m ³ /day	WWTP Capacity m ³ /day	Development Priority	Items	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
Short-term (2012-2020)	Zone 1	989,389	198,000	264,000	1	WWTP Sewer H/C O&M						▼	▼														
	Zone 6	1,172,574	235,000	313,000	2	WWTP Sewer H/C O&M							▼	▼													
Medium-term (2021-2030)	Zone 4	232,637	(47,000)*	(62,000)*	6	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 5	636,087	127,000	170,000	4	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 8	880,110	176,000	235,000	5	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 10	1,239,402	295,000	393,000	3	WWTP Sewer H/C O&M																					
Long-term (2031-2050)	Zone 2	119,234	24,000	32,000	14	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 3	577,201	115,000	154,000	11	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 7	554,119	111,000	148,000	8	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 9	429,982	86,000	115,000	6	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 11	1,262,858	253,000	337,000	8	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 12	444,308	89,000	118,000	13	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 13	842,979	169,000	225,000	12	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Zone 14	493,815	99,000	132,000	8	WWTP Sewer H/C O&M																					
	Total		9,874,694	1,977,000	2,636,000		Remarks : * ; Construction ■■■■■ ; O & M ▼ ; Mechanical Facility replacement ▽ ; Electrical Facility replacement																				

出典：JICA 専門家チーム

表 D9-13 ステージ毎の運営コスト

Items	Term	Short-term										Medium-term									
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
A. O&M Cost	Total	20,272,175	0	25,316	50,633	75,949	101,266	126,582	151,898	177,215	202,531	227,848	263,328	281,725	311,509	341,294	371,078	409,696	448,313	486,930	
	Short-term	8,227,832	0	25,316	50,633	75,949	101,266	126,582	151,898	177,215	202,531	227,848	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	
	Medium-term	7,286,166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,164	28,561	88,130	117,914	156,531	195,149	233,766		
	Long-term	4,758,178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total (excluding Value Added Tax)	20,272,175	0	25,316	50,633	75,949	101,266	126,582	151,898	177,215	202,531	227,848	263,328	281,725	311,509	341,294	371,078	409,696	448,313	486,930	
B. Value Added Tax		2,027,218	0	2,532	5,063	7,595	10,127	12,658	15,190	17,721	20,253	22,785	26,333	28,172	31,151	34,129	37,108	40,970	44,831	48,693	
	Total	22,299,393	0	27,848	55,696	83,544	111,392	139,240	167,088	194,936	222,784	250,632	289,660	309,897	342,660	375,423	408,186	450,665	493,144	535,623	
						779,745									3,678,676						

Items	2031	Long-term																			
		2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
A. O&M Cost	516,714	546,499	578,926	599,966	620,355	650,919	690,014	718,233	746,452	784,403	822,353	850,792	891,771	924,219	956,667	989,115	1,025,083	1,061,051	1,097,018	1,148,515	
	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164	253,164
	263,550	293,335	314,886	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049	325,049
	0	0	10,876	21,753	42,142	72,706	111,801	140,020	168,238	206,189	244,140	272,578	313,558	346,006	378,454	410,902	446,870	482,837	518,805	570,302	
	516,714	546,499	578,926	599,966	620,355	650,919	690,014	718,233	746,452	784,403	822,353	850,792	891,771	924,219	956,667	989,115	1,025,083	1,061,051	1,097,018	1,148,515	
B. Value Added Tax	51,671	54,650	57,893	59,997	62,036	65,092	69,001	71,823	74,645	78,440	82,235	85,079	89,177	92,422	95,667	98,911	102,508	106,105	109,702	114,851	
	568,386	601,149	636,819	659,963	682,391	716,011	759,016	790,056	821,097	862,843	904,589	935,871	980,948	1,016,641	1,052,334	1,088,026	1,127,591	1,167,156	1,206,720	1,263,366	
						716,011															

出典：JICA 専門家チーム

D9.4.2 オンサイト汚泥処理施設整備事業

(1) オンサイト汚泥処理施設整備事業スケジュール

オンサイト汚泥処理施設整備事業は、(1) 南地区の汚泥処理施設の新設、(2) 既存汚泥処理施設の改良、拡張及び下水処理場への統合、並びに、(3) 新設下水道施設に付加させるオンサイト汚泥受け入れ処理施設の整備の3つの事業に区分される。

短期計画中は、汚泥処理施設の整備を主として実施し、中期計画中は下水処理場にオンサイト汚泥を受け入れるための汚泥処理施設の追加投資、長期計画中はそれらの施設の更新費用投資が主となる。

表 D9-14 にオンサイト汚泥処理施設整備事業実施スケジュールを示す。

(2) ステージ毎の建設コスト

各年、各整備計画における建設コストを表 D9-15 に示す。なお、建設コストの詳細は S/R PART-D : D9 に示す。

短期、中期及び長期計画に必要な建設コストは、それぞれ約 354 Billion IDR (33 億円)、約 326 Billion IDR (30 億円) 及び約 298 Billion IDR (28 億円) であり、総額 979 Billion IDR (91 億円) と見積もられる。

(3) ステージ毎の運営コスト

各年、各整備計画における運営コストを表 D9-16 に示す。なお、運営コストの詳細は S/R Part-D : D9 に示す。

年間運営コストは、定期汚泥引き抜き制度の推進によりオンサイト汚泥処理量が最大となる 2030 年で最大 37 Billion IDR/年(3.4 億円/年)となり、その後は下水道への切り替えが進み 2050 年では 16 Billion IDR/年 (1.5 億円/年) になると見積もられる。

表 D9-14 オンサイト汚泥処理施設整備事業の実施スケジュール(1/2)

Items		Unit	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1. On-site Sludge Treatment Plant Development Plan																					
Construction of a new STP in South area		m ³ /day	0	0	0	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
STP's capacity = 600 m ³ /day		-		*	*										▽						
Acceptance of sludge		-																			
2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP																					
(1) Duri Kosambi WWTP integrated with existing On-site STP (WWTP site No. 6 / Zone No.6)		m ³ /day	128	140	507	279	372	462	550	635	716	825	930	752	692	611	645	677	704	728	749
WWTP with STP		-		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	▽							
Acceptance of sludge		-																			
WWTP O&M		-																			
(2) Pulo Gebang WWTP expanded and integrated with existing On-site STP (WWTP site No. 10 / Zone No.10)		m ³ /day	128	140	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	869	767	810	850	883	913	940
WWTP with STP		-		*								*		*	*	*	*	*	*	*	*
Acceptance of sludge		-																			
WWTP O&M		-																			
3. Co-treatment Plan of On-site sludgeat Off-site WWTPs																					
(1) Pejagalan WWTP (site No. 2 / Zone No.1)		m ³ /day	0	0	427	235	313	390	463	535	604	695	783	634	583	514	543	571	593	613	631
WWTP with STP		-		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			▽					
Acceptance of sludge		-																			
WWTP O&M		-																			
(2) Sunter Pond WWTP (site No. 5 / Zone No.5)		m ³ /day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374	330	349	366	380	393	405
WWTP with STP		-											*		*	*	*	*	*	*	*
Acceptance of sludge		-																			
WWTP O&M		-																			
(3) Marunda WWTP (site No. 8 / Zone No.8)		m ³ /day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	483	507	527	545	561
WWTP with STP		-												*	*	*	*	*	*	*	*
Acceptance of sludge		-																			
WWTP O&M		-																			
Total de-sludging amount(sludge concentration=1.5%)		m ³ /day	257	281	1,385	1,564	1,735	1,902	2,063	2,219	2,370	2,569	2,763	2,930	3,118	3,279	3,430	3,572	3,687	3,792	3,887
Remarks : * : Construction + : Acceptance of sludge into WWTP or STP ■■■■■ : O&M of WWTP or STP ▼ : Mechanical Facility replacement ▽ : Electrical Facility replacement																					

出典：JICA 専門家チーム

表 D9-14 オンサイト汚泥処理施設整備事業の実施スケジュール(2/2)

Items		Unit	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
1. On-site Sludge Treatment Plant Development Plan																						
Construction of a new STP in South area		m ³ /day	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
STP's capacity = 600 m ³ /day		-			▶▽										▶▽							
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP																						
(1) Duri Kosambi WWTP integrated with existing On-site STP (WWTP site No. 6 / Zone No.6)		m ³ /day	743	739	731	725	718	703	679	658	633	599	562	528	482	438	391	342	286	228	167	91
STP's capacity = 930 m ³ /day		-		▶▽											▶▽							
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
O&M		-	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
(2) Pulo Gebang WWTP expanded and integrated with existing On-site STP (WWTP site No. 10 / Zone No.10)		m ³ /day	932	928	917	911	902	882	852	825	795	752	705	662	605	550	491	429	360	286	209	114
STP's capacity = (2014 - 2022) 450 m ³ /day (2023 - 2050) 940 m ³ /day		-		▽										▶▽								
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
WWTP O&M		-	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
3. Co-treatment Plan of On-site sludgeat Off-site WWTPs																						
(1) Pejagalan WWTP (site No. 2 / Zone No.1)		m ³ /day	626	623	616	611	605	592	572	554	533	505	473	444	406	369	330	288	241	192	140	77
STP's capacity = 790 m ³ /day		-					▶▽										▶▽					
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
WWTP O&M		-	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
(2) Sunter Pond WWTP (site No. 5 / Zone No.5)		m ³ /day	401	399	395	392	388	380	367	355	342	324	304	285	260	237	212	185	155	123	90	49
STP's capacity = 410 m ³ /day		-			▽										▶▽							
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
WWTP O&M		-	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
(3) Marunda WWTP (site No. 8 / Zone No.8)		m ³ /day	556	553	547	543	538	526	508	492	474	449	421	395	361	328	293	256	214	171	125	68
STP's capacity = 570 m ³ /day		-					▽										▶▽					
Acceptance of sludge		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
WWTP O&M		-	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Total de-sludging amount(sludge concentration= 1.5%)		m ³ /day	3,858	3,842	3,806	3,782	3,752	3,683	3,578	3,485	3,377	3,229	3,065	2,915	2,713	2,522	2,317	2,099	1,856	1,600	1,331	1,000
Remarks : * ; Construction + ; Acceptance of sludge into WWTP or STP ■■■■■ ; O&M of WWTP or STP ▶ ; Mechanical Facility replacement ▽ ; Electrical Facility replacement																						

出典 : JICA 専門家チーム

表 D9-15 ステージ毎のオンサイト汚泥処理施設建設コスト

Items	Term	Short-term										Medium-term										Unit: Million IDR
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
		353,673										326,403										
A. Construction Cost	Total	0	271,942	17,210	0	0	0	0	0	0	64,158	58,507	77,877	2,157	0	0	0	0	0	0		
a. Direct Construction Cost		0	240,656	15,230	0	0	0	0	0	56,777	56,777	68,917	1,909	0	0	0	0	0	0	0		
1. On-site STP Development Plan		0	15,230	15,230	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0		
2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP		0	129,992	0	0	0	0	0	0	56,777	56,777	2,247	0	0	0	0	0	0	0	0		
3. Co-treatment Plan of On-site sludge at Off-site WWTPs		0	95,434	0	0	0	0	0	0	0	0	49,529	68,857	1,909	0	0	0	0	0	0		
b. Indirect Construction Cost		0	31,285	1,980	0	0	0	0	0	7,381	7,381	8,959	248	0	0	0	0	0	0	0		
B. Engineering Cost		0	16,846	1,066	0	0	0	0	0	3,974	3,974	4,824	134	0	0	0	0	0	0	0		
C. Physical Contingency		0	13,597	860	0	0	0	0	0	3,208	3,208	2,925	108	0	0	0	0	0	0	0		
D. Land Use Cost		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total (excluding Value Added Tax)		0	302,385	19,137	0	0	0	0	0	71,341	71,341	86,056	2,398	0	0	0	0	0	0	0		
E. Value Added Tax		0	30,238	1,914	0	0	0	0	0	7,134	7,134	8,659	240	0	0	0	0	0	0	0		
Grand Total		0	332,623	21,050	0	0	0	0	0	78,475	78,475	95,254	2,638	0	0	0	0	0	0	0		
		353,673										326,403										
		298,426																				
A. Construction Cost	2031	0	2,566	51,900	13,206	44,692	0	0	0	0	51,327	35,082	3,302	41,908	0	0	0	0	0	0		
a. Direct Construction Cost		0	2,271	45,929	11,687	39,551	0	0	0	0	45,422	31,046	2,922	37,086	0	0	0	0	0	0		
1. On-site STP Development Plan		0	0	0	11,687	0	0	0	0	0	0	0	2,922	0	0	0	0	0	0	0		
2. Integration Plan for Off-site WWTP and On-site STP		0	2,271	44,939	0	0	0	0	0	45,422	45,422	11,235	0	0	0	0	0	0	0	0		
3. Co-treatment Plan of On-site sludge at Off-site WWTPs		0	0	991	0	39,551	0	0	0	0	0	19,812	0	37,086	0	0	0	0	0	0		
b. Indirect Construction Cost		0	295	5,971	1,519	5,142	0	0	0	0	5,905	4,036	380	4,821	0	0	0	0	0	0		
B. Engineering Cost		0	159	3,215	818	2,769	0	0	0	0	3,180	2,173	205	2,596	0	0	0	0	0	0		
C. Physical Contingency		0	128	2,595	660	2,235	0	0	0	0	2,566	1,754	165	2,095	0	0	0	0	0	0		
D. Land Use Cost		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total (excluding Value Added Tax)		0	2,854	57,710	14,685	49,695	0	0	0	0	57,072	39,010	3,671	46,599	0	0	0	0	0	0		
E. Value Added Tax		0	285	5,771	1,468	4,970	0	0	0	0	5,707	3,901	367	4,660	0	0	0	0	0	0		
Grand Total		0	3,139	63,481	16,153	54,665	0	0	0	0	62,780	42,911	4,038	51,259	0	0	0	0	0	0		

出典：JICA 専門家チーム

表 D9-16 ステージ毎のオンサイト汚泥処理施設運営コスト

Items	Term	Short-term												Medium-term												Total
		Unit: Million IDR												Unit: Million IDR												
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030						
A. O&M Cost	976,404	1,712	1,872	9,226	18,179	19,323	20,433	21,508	22,547	23,550	24,880	26,168	27,285	28,533	29,608	30,611	31,558	32,327	33,027	33,658	976,404					
New STP in South area	423,292	0	0	0	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	423,292					
Duri Kosambi WWTP	143,544	856	936	3,380	1,858	2,478	3,081	3,664	4,228	4,773	5,494	6,193	5,012	4,611	4,069	4,297	4,513	4,688	4,848	4,992	143,544					
Pulo Gebang WWTP	162,598	856	936	2,998	2,998	2,998	2,998	2,998	2,998	2,998	2,998	2,998	6,292	5,788	5,107	5,394	5,665	5,885	6,086	6,266	162,598					
Sludge treatment by Off-site WWTPs	246,969	0	0	2,848	1,565	2,088	2,596	3,087	3,562	4,021	4,629	5,218	4,223	6,377	8,674	9,161	9,621	9,995	10,335	10,642	246,969					
Total (excluding Value Added Tax)	976,404	1,712	1,872	9,226	18,179	19,323	20,433	21,508	22,547	23,550	24,880	26,168	27,285	28,533	29,608	30,611	31,558	32,327	33,027	33,658	976,404					
B. Value Added Tax	97,640	171	187	923	1,818	1,932	2,043	2,151	2,255	2,355	2,488	2,617	2,728	2,853	2,961	3,061	3,156	3,233	3,303	3,366	97,640					
Total	1,074,044	1,883	2,059	10,149	19,997	21,255	22,476	23,658	24,802	25,905	27,368	28,785	30,013	31,387	32,569	33,673	34,714	35,559	36,330	37,024	1,074,044					
		152,184												327,420												
Items	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050						
A. O&M Cost	33,469	33,360	33,120	32,962	32,761	32,302	31,601	30,979	30,264	29,274	28,184	27,180	25,855	24,563	23,199	21,745	20,130	18,423	16,627	14,422	33,469					
New STP in South area	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758	11,758					
Duri Kosambi WWTP	4,949	4,924	4,869	4,833	4,787	4,683	4,523	4,381	4,218	3,992	3,744	3,515	3,209	2,919	2,608	2,276	1,908	1,519	1,110	607	4,949					
Pulo Gebang WWTP	6,212	6,181	6,112	6,067	6,009	5,878	5,678	5,500	5,295	5,012	4,700	4,413	4,028	3,664	3,274	2,858	2,395	1,907	1,393	762	6,212					
Sludge treatment by Off-site WWTPs	10,550	10,497	10,380	10,304	10,206	9,983	9,642	9,340	8,993	8,512	7,982	7,494	6,841	6,222	5,560	4,853	4,068	3,239	2,366	1,295	10,550					
Total (excluding Value Added Tax)	33,469	33,360	33,120	32,962	32,761	32,302	31,601	30,979	30,264	29,274	28,184	27,180	25,855	24,563	23,199	21,745	20,130	18,423	16,627	14,422	33,469					
B. Value Added Tax	3,347	3,336	3,312	3,296	3,276	3,230	3,160	3,098	3,026	2,927	2,818	2,718	2,584	2,456	2,320	2,174	2,013	1,842	1,663	1,442	3,347					
Total	36,816	36,696	36,432	36,258	36,037	35,532	34,761	34,077	33,291	32,201	31,003	29,897	28,419	27,019	25,519	23,919	22,143	20,266	18,290	15,865	36,816					
		594,440												594,440												

出典：JICA 専門家チーム

(4) オンサイト事業において公共セクターの側面的な支援が必要な事業に対する補助金

オンサイト事業において公共セクターの側面的な支援が必要な事業としては、セプティックタンクからの定期汚泥引き抜き促進事業、及び従来型セプティックタンク（浸透式）の改良型セプティックタンクへの切替促進事業が考えられる。

特に、改良型セプティックタンクへの切替促進事業については、切替費用全額を市民自らで負担することは困難であり、市民に対して既存のセプティックタンクを切り替えるインセンティブを与える必要がある。そのためには、切替工事費の一部を補助する制度の確立が必須と考えられ、地方政府としては、切替促進事業費として切替工事費の補助金拠出を検討する必要がある。

セプティックタンクからの定期汚泥引き抜き促進事業は、基本的に規制の強化により実施するものであり、公的部門の資金負担は、汚泥処理施設の建設費と維持管理費に限られる。

一方、CST から MST への切替に対し補助金を出す場合、その必要金額は、補助金対象 MST の台数、MST の単価、補助率によるが、仮に本マスタープランに従って切替えられる MST 全台数に対し、MST 単価 IDR4,000,000 の 40%（日本の浄化槽の補助率と同率）を補助するとすれば、下表のように試算される。

表 D9-17 CST から MST への切替促進に必要な補助金

補助事業名	CST から MST への切替促進に関する補助事業
補助率	MST 設置単価の 40%
必要な補助金の試算 (2013-2020)	<p>2013 年から 2020 年までに必要な補助金は 583,619 百万 IDR（約 55 億円）、一年間あたり 72,952 百万 IDR（約 7 億円）の予算措置が必要となる。計算式は以下のとおり。</p> <p>*9,599 千人 (2020 年のオンサイト人口) ÷ 5 人 (一戸当たり人数) × 19% (2012-2020 年間の切替率) × IDR4,000,000 × 40% = 583,619 百万 IDR（約 55 億円）</p> <p>*583,619 百万 IDR / 8 年 (2013-2020) = 72,952 百万 IDR（7 億円）/年</p>