

第11章 優先プロジェクトの概算事業費

11.1 事業費の構成

概算事業費は、図11-1-1に示すような費用構成でもって積算した。

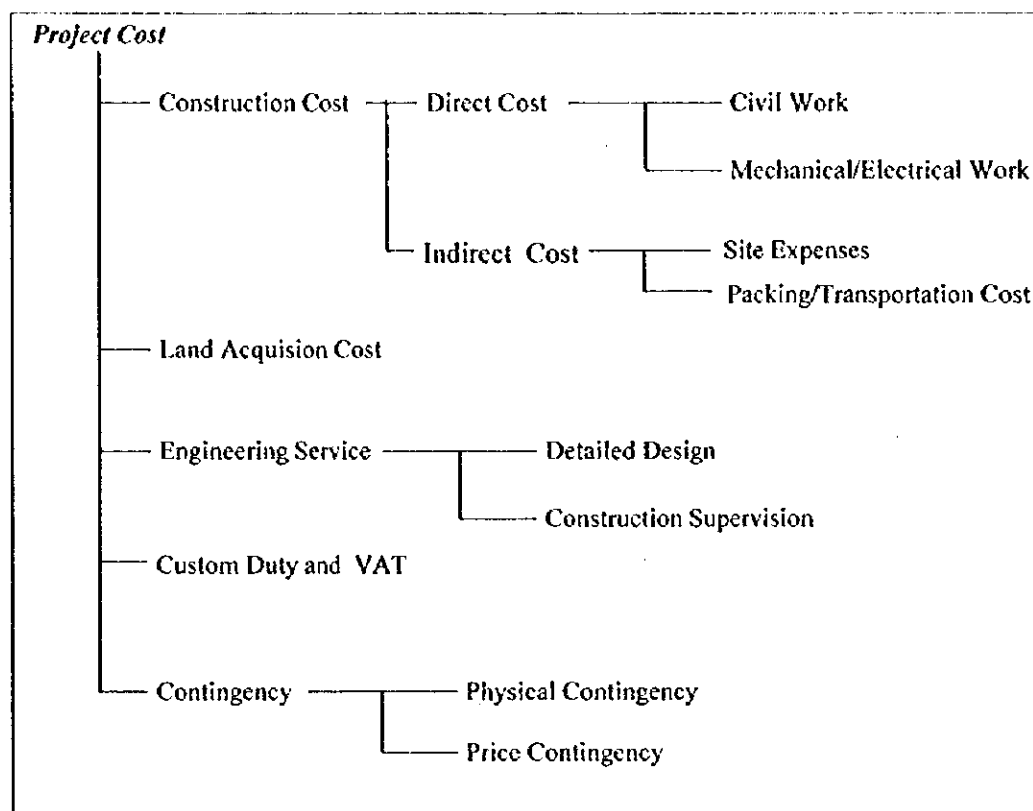


図11-1-1 概算事業費の費用構成

11.2 資機材調達先の検討

建設用資機材の調達先については、市場調査の結果に基づき、表11-2-1に示すような調達先を選定した。

表11-2-1 建設用資機材の調達先

Item	Indigenous Goods (Made in Bangladesh)	Imported Goods	Country of Origin
Construction Materials	Crushed Stone, Gravel, Sand, Cement, Reinforcing Bar, Form-board, Scaffolding, Soil for Banking, Reinforced Concrete Pipe	Polyvinyl Chloride Pipe	Thailand
		Steel Pipe	Indonesia
		Sheet Pile	Indonesia
Construction Machinery	None	Bulldozer, Back-hoe, Clamshell, Hydraulic Pile Driver, Wheel-crane	Japan
Sewage Treatment Equipment	None	Gate, Screen, Sewage Pump, Sludge Collector, Sludge Pump, Chlorine Injection Equipment	Japan

11.3 事業費の内外貨による積算区分

概算事業費の積算に先立ち、内外貨による積算区分を表11-3-1に示すように設定した。

表11-3-1 概算事業費の内外貨による積算区分

Item	Sewerage Facility	Foreign Currency Portion	Local Currency Portion
Construction	Sewer	Trunk Main (Larger than dia. 300mm)	Branch Sewer (Dia. 200mm and 250mm)
	Pump Station	Pump Station Facility	Fence, Gate, Inner Road, Water Supply Connect, Telephone Line
	Sewage Treatment Plant	Sewage Treatment Facility	Reclamation, Access Road, Road for Outlet Pipe, Fence, Gate, Inner Road, Water Supply Connect, Electric Power Connect, Gas Connect, Telephone Line
Land Acquisition		None	Pump Station, Sewage Treatment Plant, Access Road, Road for Outlet Pipe

11.4 建設費と維持管理費

建設費と維持管理費は、管渠、ポンプ場、下水処理場に分けて、表11-4-1と表11-4-2に示す様にそれぞれ積算した。

表 11-4-1 建設費

単位:Tk'000

Item	Currency Mode	Ratio (%)	Sewer	Pump Station	Sewage Treatment Plant	Total
Civil Work	Local	-	142,699	712	954,829	1,098,240
	Foreign	-	541,003	91,122	835,893	1,468,018
	Sub-Total	-	683,702	91,834	1,790,722	2,566,258
Mechanical & Electrical Work	Local	-	0	0	0	0
	Foreign	-	0	294,143	187,041	481,184
	Sub-Total	-	0	294,143	187,041	481,184
Direct Construction Cost	Local	-	142,699	712	954,829	1,098,240
	Foreign	-	541,003	385,265	1,022,934	1,949,202
	Total	-	683,702	385,977	1,977,763	3,047,442
Indirect Construction Cost (Overhead & Tax)	Local	15.0	21,404	106	143,224	164,734
	Foreign	20.0	108,200	77,053	204,586	389,839
	Total	-	129,604	77,159	347,810	554,573
Construction Cost	Local	-	164,103	818	1,098,053	1,262,974
	Foreign	-	649,203	462,318	1,227,520	2,339,041
	Grand Total	-	813,306 (US\$18,768,744)	463,136 (US\$10,687,836)	2,325,573 (US\$53,667,482)	3,602,015 (US\$83,124,062)

注: Exchange Rate US\$ 1.00 = 43.333 Tk (as of January 1998)

表 11-4-2 維持管理費

単位:Tk'000

Item	Sewer	Pump Station	Sewage Treatment Plant	Total
Personnel Expense	1,200	1,855	1,659	4,714
Water Charges	0	7	3	10
Power Consumption	0	10,194	760	10,954
Fuel	2,640	688	54	3,382
Chemical	0	0	6,640	6,640
Repair Expense	0	6,909	3,455	10,364
Total	3,840 (US\$88,616)	19,653 (US\$453,534)	12,571 (US\$290,102)	36,064 (US\$832,252)

11.5 総事業費

総事業費は、建設費の他に、設計監理費、管理費、予備費を下記の条件で積算し、これらを合算して計上した。

- 設計監理費: 建設費 × 3%
- 管理費: (建設費 + 設計監理費) × 5%
- 付加価値税: 輸入建設資材 × 100%
- 物理的予備費: (建設費 + 設計監理費 + 用地買収費) × 10%

総事業費は表 11-5-1 に示した。

表 11-5-1 優先プロジェクトの総事業費

Unit: Tk'000

Item	Currency Mode	Ratio (%)	Sewer	Pump Station	Sewage Treatment Plant	Total
Construction Cost	Local	-	164,103	818	1,098,053	1,262,974
	Foreign	-	649,203	462,318	1,227,520	2,339,041
	Sub-Total	-	813,306	463,136	2,325,573	3,602,015
Land Acquisition	Local	-	0	18,636	511,078	529,714
	Foreign	-	0	0	0	0
	Sub-Total	-	0	18,636	511,078	529,714
Engineering Service	Local	-	0	0	0	0
	Foreign	3.0	19,476	13,869	36,825	70,170
	Total	-	19,476	13,869	36,825	70,170
Administration Cost	Local	5.0	8,205	40	54,902	63,147
	Foreign	5.0	33,433	23,809	63,217	120,459
	Total	-	41,638	23,849	118,119	183,606
Custom Duty and VAT	Local	100	23,315	0	0	23,315
	Foreign	100	145,211	294,143	244,856	684,210
	Total	-	168,526	294,143	244,856	707,525
Physical Contingency	Local	10.0	17,230	1,949	166,403	185,582
	Foreign	10.0	70,211	49,999	132,756	252,966
	Total	-	87,441	51,948	299,159	438,548
Grand Total	Local	-	212,853	21,443	1,830,436	2,064,732
	Foreign	-	917,534	844,138	1,705,174	3,466,846
	Grand Total	-	1,130,387 (US\$26,086,054)	865,581 (US\$19,975,099)	3,535,610 (US\$81,591,627)	5,531,578 (US\$127,652,780)

注: Exchange Rate US\$ 1.00 = 43.333 Tk (as of January 1998)

第12章 優先プロジェクトの財務・経済分析

12.1 財務分析

(1) 償還スケジュール

優先プロジェクトの財務分析は、マスター・プランにおけると同様の手法を適用した。ここでは、償還期間30年（内5年間の元本返済猶予期間を含む）で金利7%を設定し、表12-1-1に示すような定額返済スケジュールを組み立てた。

表12-1-1 ローン返済スケジュール

単位：千タカ

YEARS:	25	RATE:	7.00%	GRACE (yrs):	5
Year	Principal	Interest	Payment	Loan	
2001	0	0	0 Grace		
2002	0	0	0 Grace		
2003	0	0	0 Grace		
2004	0	0	0 Grace		
2005	0	0	0 Grace		
2006	83,243	368,554	451,797	5,265,053	
2007	89,070	362,727	451,797	5,181,810	
2008	95,305	356,492	451,797	5,092,740	
2009	101,977	349,820	451,797	4,997,434	
2010	109,115	342,682	451,797	4,895,458	
2011	116,753	335,044	451,797	4,786,343	
2012	124,926	326,871	451,797	4,669,590	
2013	133,670	318,127	451,797	4,544,664	
2014	143,027	308,770	451,797	4,410,994	
2015	153,039	298,758	451,797	4,267,967	
2016	163,752	288,045	451,797	4,114,928	
2017	175,215	276,582	451,797	3,951,176	
2018	187,480	264,317	451,797	3,775,961	
2019	200,603	251,194	451,797	3,588,481	
2020	214,645	237,151	451,797	3,387,878	
2021	229,671	222,126	451,797	3,173,233	
2022	245,748	206,049	451,797	2,943,562	
2023	262,950	188,847	451,797	2,697,814	
2024	281,356	170,441	451,797	2,434,864	
2025	301,051	150,746	451,797	2,153,508	
2026	322,125	129,672	451,797	1,852,457	
2027	344,674	107,123	451,797	1,530,332	
2028	368,801	82,996	451,797	1,185,658	
2029	394,617	57,180	451,797	816,857	
2030	422,240	29,557	451,797	422,240	
	5,265,053	6,029,870			

しかしながら、財務的内部収益率（FIRR）は借入れ金利に敏感に反応する。金利設定がどのように影響するかを試算した結果を表12-1-2に示した。この表にはDebt Service Costも併記した。

表12-1-2 借入れ金利とFIRRの関係

単位：千タカ

Loan Amount:		5,265,053				
Interest Rate:	10%	8%	6%	4%	2%	
Annual Debt Service	580,041	493,244	411,688	337,026	269,268	
FIRR (base)	11.26%	12.64%	14.02%	15.38%	16.07%	

上記の試算結果から明らかなように、借入れ金利がFIRRに極めて大きな影響を与える結果となっている。

(2) 維持管理費と運転資金

マスター・プランで述べたような上下水道料金の値上げを前提に、維持管理費と料金収入の関係を試算し、図12-1-1に示した。単位は千タカである。

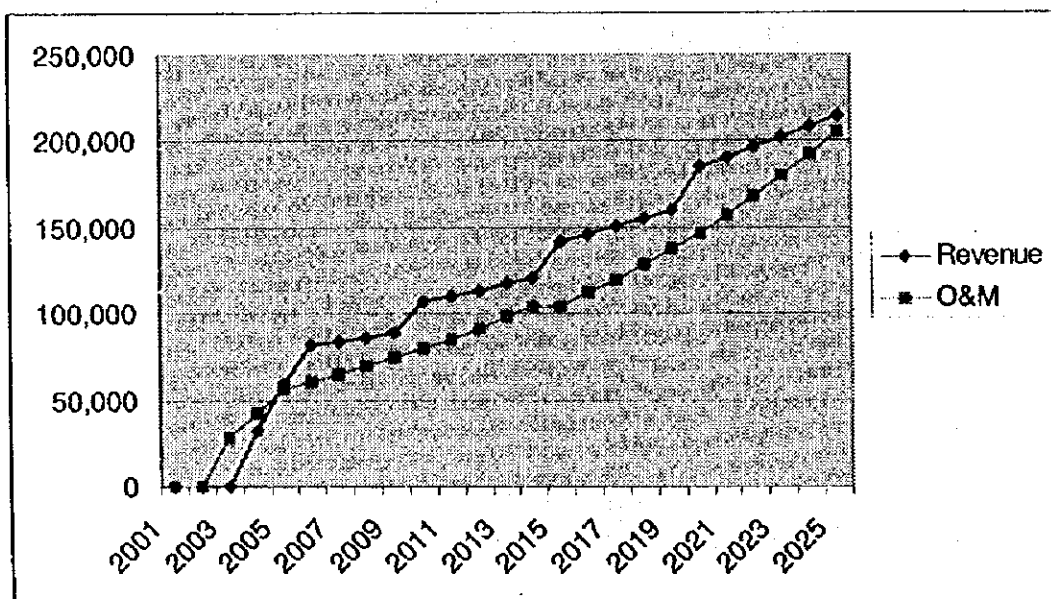


図12-1-1 料金収入と維持管理費

(3) 結論

感度分析結果を表12-1-3に示した。ここではベース・シナリオに3つの代替案を設定して比較した。この結果、割引率2.5%においてFIRRは14.01%を達成しており、想定条件が満たされるならば、財務的にフィージブルな事業と判断される。

表12.1.1.3 感度分析結果

Discount Rate 2.50%

Base Scenario

YEAR	BALANCE	NPV
2001	-1,855,673	-1,810,412
2002	-787,528	-768,320
2003	-688,808	-672,008
2004	-755,245	-736,824
2005	-863,862	-842,793
2006	194,185	189,448
2007	223,985	218,522
2008	253,305	247,127
2009	281,967	275,090
2010	904,953	882,881
2011	1,171,758	1,143,178
2012	1,243,328	1,213,003
2013	1,315,859	1,283,765
2014	1,389,189	1,355,306
2015	1,539,542	1,501,992
2016	1,702,204	1,660,687
2017	1,782,439	1,738,965
2018	1,862,867	1,817,431
2019	1,777,992	1,734,627
2020	1,995,451	1,946,782
2021	2,460,482	2,400,170
2022	2,536,154	2,474,797
2023	2,609,989	2,546,351
2024	2,681,452	2,616,051
2025	2,749,948	2,682,876
	FIRR	13.33%

Sensitivity 1: 10% Increase in O&M Costs

YEAR	BALANCE	NPV
2001	-1,855,673	-1,810,412
2002	-787,528	-768,320
2003	-688,808	-672,008
2004	-755,245	-736,824
2005	-863,866	-844,552
2006	190,578	185,930
2007	215,881	210,616
2008	239,638	233,793
2009	261,463	255,086
2010	876,093	854,725
2011	1,132,731	1,105,104
2012	1,191,981	1,162,908
2013	1,249,633	1,219,154
2014	1,305,044	1,273,214
2015	-93,545	-91,263
2016	654,531	638,567
2017	703,581	686,420
2018	1,555,365	1,922,307
2019	1,241,633	1,211,349
2020	1,693,908	1,652,593
2021	2,096,266	2,045,138
2022	2,097,522	2,046,363
2023	2,083,073	2,032,266
2024	2,049,880	1,999,882
2025	1,994,398	1,945,754
	FIRR #	10.95%

Sensitivity 2: Lower Tariff Collection Rate

YEAR	BALANCE	NPV
2001	-1,855,673	-1,810,412
2002	-787,528	-768,320
2003	-688,808	-672,008
2004	-755,245	-736,824
2005	-863,862	-842,793
2006	173,806	169,567
2007	202,995	198,044
2008	231,686	226,035
2009	259,699	253,365
2010	882,017	860,505
2011	1,148,134	1,120,131
2012	1,218,995	1,189,264
2013	1,290,796	1,259,313
2014	1,363,375	1,330,122
2015	1,508,616	1,471,820
2016	654,531	638,567
2017	703,581	686,420
2018	1,555,365	1,922,307
2019	1,241,633	1,211,349
2020	1,693,908	1,652,593
2021	2,096,266	2,045,138
2022	2,097,522	2,046,363
2023	2,083,073	2,032,266
2024	2,049,880	1,999,882
2025	1,994,398	1,945,754
	FIRR =	11.71%

Sensitivity 3: Land Costs +50%

YEAR	BALANCE	NPV
2001	-2,120,530	-2,068,809
2002	-787,528	-768,320
2003	-688,808	-672,008
2004	-773,277	-754,416
2005	-881,894	-860,385
2006	191,660	186,985
2007	221,283	215,886
2008	250,415	244,307
2009	278,875	272,073
2010	901,644	879,653
2011	1,168,217	1,139,724
2012	1,239,539	1,209,807
2013	1,311,805	1,279,810
2014	1,384,852	1,351,075
2015	1,530,564	1,493,233
2016	1,692,597	1,651,514
2017	1,772,160	1,728,936
2018	1,851,868	1,806,700
2019	1,766,223	1,723,144
2020	1,982,858	1,934,496
2021	2,447,007	2,387,324
2022	2,521,736	2,460,220
2023	2,594,562	2,531,280
2024	2,664,945	2,599,946
2025	2,732,285	2,666,644
	FIRR =	12.71%

Note: a discount rate of 2.5% is applied due to the public service nature of the project

12.2 経済分析

マスター・プランの経済分析で述べたように、当該セクターの経済効果を定量的に分析するのは極めて困難であり、定性的な評価に留まらざるを得ない。定性的な経済的便益については、マスター・プランで述べたとおりである。

尚、本計画の策定に当たって、住民意識調査を行い、支払意志と能力についての調査結果から、想定された上下水道料金を住民が払い得るか否かを評価した。支払意欲としては独立家屋やアパートメントに居住している住民の95%は支払意志を表示しているが、スラム住民はわずか30%が支払意志を表明しているに過ぎない。一方、支払能力については、表12-2-1に示すように、年率3%の値上げ料金値上げが行われても、世帯収入の2%程度の負担を求められるだけなので、一般住民は十分に支払い得る範囲にあると判断される。したがって、貧困層に対する下水道料金の低減措置等を講ずると共に、営業用の料金体系を高めに設定するなどの方策を導入すれば、DWASAの事業経営は十分に成り立つと考えられる。

表12-2-1 下水道料金と世帯収入の関係

Year	Annual HH Income	Sewage Tariff (Tk/000gal)	Annual Bill (Tk)	% of Income
2001	186,432	18.98	2,034	1.09
2002	186,432	19.55	2,095	1.12
2003	186,432	20.14	2,158	1.16
2004	186,432	20.74	2,223	1.19
2005	186,432	21.36	2,289	1.23
2006	186,432	22.00	2,358	1.26
2007	186,432	22.66	2,429	1.30
2008	186,432	23.34	2,502	1.34
2009	186,432	24.04	2,577	1.38
2010	186,432	24.76	2,654	1.42
2011	186,432	25.51	2,734	1.47
2012	186,432	26.27	2,816	1.51
2013	186,433	27.06	2,900	1.56
2014	186,434	27.87	2,987	1.60
2015	186,435	28.71	3,077	1.65
2016	186,436	29.57	3,169	1.70
2017	186,437	30.46	3,264	1.75
2018	186,438	31.37	3,362	1.80
2019	186,439	32.31	3,463	1.86
2020	186,440	33.28	3,567	1.91
2021	186,441	34.28	3,674	1.97
2022	186,442	35.31	3,784	2.03
2023	186,443	36.37	3,898	2.09
2024	186,444	37.46	4,014	2.15
2025	186,445	38.58	4,135	2.22

第13章 事業評価及び結論と提言

13.1 事業評価

ダッカ北部下水道整備計画の優先プロジェクトに係る事業評価を期待される便益及び妥当性の観点から評価した。評価にあたっては、技術面、環境面、財務面及び社会経済面からそれぞれ検討した。

13.1.1 優先プロジェクトの便益と妥当性

下水道事業の主要な目的は、(1)下水道サービス区域内で発生した汚水を遅滞無く排除し、(2)下水処理場において処理することにより放流先河川への水質汚濁を軽減することにある。ダッカ北部の下水道整備対象地域は、「バ」国で最も急激に発展している地域のひとつとされており、ここ当分の間はこの発展傾向が継続するものと考えられている。しかしながら、ダッカ北部地域は下水道整備が遅れており、この状態が継続するならばダッカ市のこれからの発展ばかりでなく、地域住民の健康と福祉をも大きく阻害するものと考えられる。

既存下水道整備区域における下水管からの漏水もまた、大きな問題となっている。水道施設の老朽化と下水の漏水は、ダッカ市における水系疾患の発生や生活環境の悪化に大きな影響を与えている。

本計画調査で提案されている優先プロジェクトは、ダッカ市の都市環境の改善と公共用水域の水質保全を進めるために策定されたもので、ダッカ北部における下水道整備の全般的な促進の端緒となるものである。優先プロジェクトはまた、収集された下水を効率的に処理することにより、放流先河川への汚濁負荷の流入を軽減する効果も併せ持っており、便益と妥当性は自明のものであると考えられる。

13.1.2 事業評価

(1) 技術的側面

優先プロジェクトの技術的側面としては、以下のような評価が下された。

- 1) 下水道サービス区域内で発生する汚水は、下水管網を通じて排除され、下水処理場において処理されるため、生下水が河川や湖沼等の公共用水域に未処理のまま排出されることが防止される。このため、Gulshan LakeやBanani Lake、或いは処理水放流先の河川における水質環境は大きく改善される。

- 2) 優先プロジェクトで採用している下水処理方式は、維持管理に求められる技術的レベル、用地買収を含めた建設費、維持管理費を勘案の上、事業目的を達成する上でもっとも経済的なものである。
- 3) 下水処理場の設計処理水質は、「バ」国の排水基準を満足できるもので、将来に亘って施設内容を大幅に改善する等の必要性はないと考えられる。むしろ、流入水量が計画以上に増大するような場合には、エアレーテッド・ラグーン方式へのUp-Gradeも可能な柔軟性を備えたものである。
- 4) 既存下水管網の改善・修復と増補管による将来に向けての流下能力補強は、下水道整備区域における下水の溢水や浸水被害を防除する上で不可欠なものである。

上述したような評価から、優先プロジェクトは技術面で十分にニーズを満足していると判断される。

(2) 環境に関する側面

優先プロジェクトの策定に併せて環境影響評価を実施し、本計画が環境に与える影響を評価した。この結果、幾つかの課題が提起されたが、総合的には環境面での便益が十分に大きいものであり、事業の妥当性が確認されている。今後の課題として提起されたものは、以下のようなものである。

1) 住民移転

主として処理場用地の買収に伴う住民移転が不可欠となるので、経済的・財産的損失を補償することが不可欠である。

2) 交通渋滞

工事中のダンプ・トラックや完成後の腐敗槽汚泥輸送に用いるバキューム車の走行は、現在ですら交通渋滞が激しいダッカ市において、相当な交通障害を発生させると予測される。市当局や警察等との緊密な連携による迂回路の設定や、広報活動による住民の協力を求める等の施策が不可欠である。

3) 衛生害虫や下水臭の発生

処理場やポンプ場周囲に対する修景措置、ラグーンののり面に対するモルタル・ライニング等の措置をることによりこうした事態の発生を防ぐ必要がある。

(3) 財務面

優先プロジェクトの事業費を償還する上での財務面での評価をFIRRによって行った結果、14.01%の予測値を得た。マスター・プラン自体でも5.10%というポジティブな結果を得ており、財務的には十分にフィージブルな計画と判断される。

尚、この財務面でのポジティブな結果を実現するためには、DWASA自身が施設の維持管理、減価償却、上下水道料金の適切な値上げを行うことが担保される必要があることは言うまでもない。

(4) 経済面

財務面とは異なり、当セクターにおける事業の経済的便益を定量的に評価するのは極めて困難であることは良く知られている事実である。下水道セクターによってもたらされる便益は、関連する都市施設整備や法制度等との相乗効果として発現するものであるため、セクター事業だけを取り出しての評価が困難となるのである。

定性的には、公衆衛生の改善、経済発展を下支えする都市インフラとしての機能、地価の上昇に伴う不動産への付加価値の増加とこれに呼応した固定資産税等の税収の増加等が考えられている。

住民の経済的負担として発生する上下水道料金は、住民意識調査の結果から世帯収入の2%程度と計算されており、一般住民が十分に負担し得るレベルであると判断される。但し、スラム街居住者等の貧困層は、30%程度が支払意志を示しているに過ぎないため、こうした経済的弱者に対する料金低減等の施策が併せて必要となるであろう。

(5) 総合評価

上述したように、優先プロジェクトは財務的にも長期低利融資の資金確保が可能な場合、その事業はフィージブルと判断される。環境影響も関連する機関との協力を前提に受忍できる範囲での影響に留まると予測されており、技術的妥当性は明らかと判断される。

しかしながら、経済面での評価で述べたように、経済的弱者に対する配慮やゴミを下水管渠に不法投棄させない等、様々な施策が関連して必要とされる。事業効果を最大限に発現させるには、DWASAのみならずダッカ市当局や中央政府等の協力・支援が不可欠なのは言うまでもない。

13.2 結論と提言

マスター・プラン及び優先プロジェクトは、基本的にその妥当性が確認されているが、事業の実現に至るまでには内貨手当てによる用地買収を始めとし、事業資金を確保するためのドナーとの交渉等様々な準備作業がこれからの課題として残されている。

ここでは、事業評価では表に出てこなかった幾つかの課題に言及し、事業化に向けた提言とする。

(1) 将来の都市開発

マスター・プラン策定の出発点となる都市計画はRAJUKによって策定されたDMDPに依拠している。このDMDP自体も定期的な見直しが必要であり、DWASA自身もみずからが運営する水道事業との整合性を将来に亘って図る必要がある。

取り分け、これまで長期的な都市開発の絵姿が無いままに人口だけが膨張を続けてきたダッカ市にとっては、様々な都市インフラを合理的かつ経済的に整備することが不可欠で、このためにもDWASAを始めとするセクター関連機関の連携が求められる。

(2) DWASAの財務体質の改善

下水道事業に対しては、従前十分な予算配分も人員配分も為されて来なかったが、1998年度から3ヶ年に亘る5億タカの財源手当ては、下水道に対するDWASAとしての本格的な資金投下の始まりと言える。優先プロジェクトの事業化を進めるだけでなく、こうした資金を効果的に投入し、漏水している下水管の補修、マンホールの追加設置等を進め、維持管理体制の強化を図ることが緊急の課題と考えられる。

(3) 外国為替の変動とインフレーション

現在、アジア各国を襲っている経済変動とこれに伴う不安定な為替相場は、事業資金の確保と事業実施に多大な影響を与える怖れがある。また、急激な都市化に向けての民間投資は、インフレーションを惹起する怖れもあり、DWASAは中央政府との緊密な連携を図り、可能な限りのリスク・ヘッジを指向する必要がある。

(4) 目に見えないコスト

1) 受益者負担となる接続費用

下水道が整備されても、受益者が下水道に接続しないと具体的な便益は発生しない。接続費用は基本的に受益者負担が原則となっているが、事業効果を早期に発現するためには、低利融資等による受益者支援等も視野に含める必要がある。法制度による接続の義務付けと表裏一体となる制度面の一層の整備が不可欠と考えられる。

2) 工場排水の受入れ

将来的には、環境保全を促進する観点から工場排水の下水道への受入れを進める必要があると考えられる。除害施設の設置にはそれなりの受益者負担が発生するので、法制度と共に低利融資等の施策もこれからの課題と考えられる。

第14章 北部ダッカにおける緊急プロジェクト

14.1 緊急プロジェクトの提案

新規に下水道事業を実施する場合においては、下水道施設の規模に関わらず、汚水管渠、汚水中継ポンプ場、下水処理場の全ての施設を建設しなければ下水道としての機能は果たせないため、新規下水道事業には、それ相当の建設期間と事業費が必要となることは下水道事業の宿命と言える。本計画調査においても対象区域は北部ダッカ地区であるため、下水道マスタープラン及び優先プロジェクトのフィジビリティスタディは調査区域内に限定して計画調査を実施した。そのため、優先プロジェクトの実施に当たっては、5ヶ年に及ぶ建設期間と多額の事業資金の手当が必要となり、このプロジェクトの事業効果が発現するのは事業開始から最短で5年後ということになる。また、建設事業開始以前の準備段階として、汚水ポンプ場、下水処理場の用地確保・造成及び事業資金確保等のバングラデシュ側のプロジェクト実施能力に依存する面もあり、プロジェクトの工程が計画通りに実施できない可能性もはらんでいる。

その反面、“第10章 10.1 既存下水道施設の現況”に明記したように、汚水管路破損による汚水のBanani Lakeへの流入及び汚水管閉塞、下水道未整備による汚水のGulshan Lakeへの流入により、Gulshan、Banani Lakeの水質汚濁は深刻な状況に陥っており、周辺の衛生環境の悪化が進んでいる。また、これら湖の下流に位置するLakhya Riverでは、Saydabad浄水場の取水を計画していることから、これら湖の水質汚濁の進行は今後、上水処理に多大な影響を与えることが予想される。したがって、Gulshan、Banani Lakeの水質汚濁の進行に対しては、緊急的な水質改善策が必要とされている。

以上のような状況を勘案して、対応策としては、優先プロジェクトが事業完了しNorth Dhaka East Sewerage ZoneのCore Areaの下水道施設が供用開始するまでの期間についてのみ、南部ダッカ地区の既存下水道施設を施設能力の余裕の範囲内で暫定的に利用することが可能であれば、優先プロジェクトの完成を待たずに未整備区域の早期供用開始が実現できることとなる。

現在、Pagla下水処理場の処理能力が日平均汚水量で96,000 m³/日であるのに対して、汚水流入量が約40,000 m³/日と半分以下となっている。この事実に着眼して、優先プロジェクトが事業完了するまでの暫定措置としてNorth Dhaka East Sewerage ZoneのCore Areaの既存下水道整備区域及び一部新規拡張区域をPagla下水処理場で暫定処理することにより、未整備区域の早期供用開始、既存下水道施設の有効利用及びGulshan Lake及びBanani Lakeの水質汚濁早期改善を図ることを目的とした緊急プロジェクトを提案する。

14.2 既存下水道施設の現状

14.2.1 北部ダッカ地区

“第10章 2.5 既存下水道施設の現況”参照のこと。

14.2.2 南部ダッカ地区

緊急プロジェクトの予備設計に先立ち、ダッカ南部の既存下水道施設、特にポンプ場と Asad Gate 汚水幹線の機能状況を調査し、その結果を以下に示した。

(1) 汚水ポンプ場の流量バランス

ダッカ南部下水道施設の下水管網は、その構成から大きく3つの幹線ルートによって分類される。即ち、Asad Gate 幹線、Hazaribag 幹線及び Nawabganj 幹線の3ルートである。また、ダッカ南部下水道システムには13ヶ所の主要ポンプ場があり、運転記録及び運転員からの聞き取り調査により各ポンプ場の雨期と乾期における流入下水量を調査した。この調査結果を図 14.2.1 に示す。調査結果から以下のような状況が把握された。

- 乾期に流入下水量が雨期よりも少ないことから、雨水の下水管への侵入が考えられる。
- 幹線ルートの何ヶ所かで、下水管からの漏水が発生していると考えられる。

乾期における流入下水量の最も顕著なアンバランスが、Asad Gate 幹線の Bashaboo L.S. (6,350 m³/日) と Saidabad L.S. (1,035 m³/日) の間に見られ、約5,000 m³/日の下水が漏水していると考えられる。

(2) Asad Gate 幹線の敷設状況

前述した調査結果を受け、Asad Gate 幹線の敷設状況と周辺環境を更に調査することとした。この調査結果は、Asad Gate 幹線ルートの色分け表示と写真を用いて図 14.2.2 に示した。色分け表示は以下のとおりである。

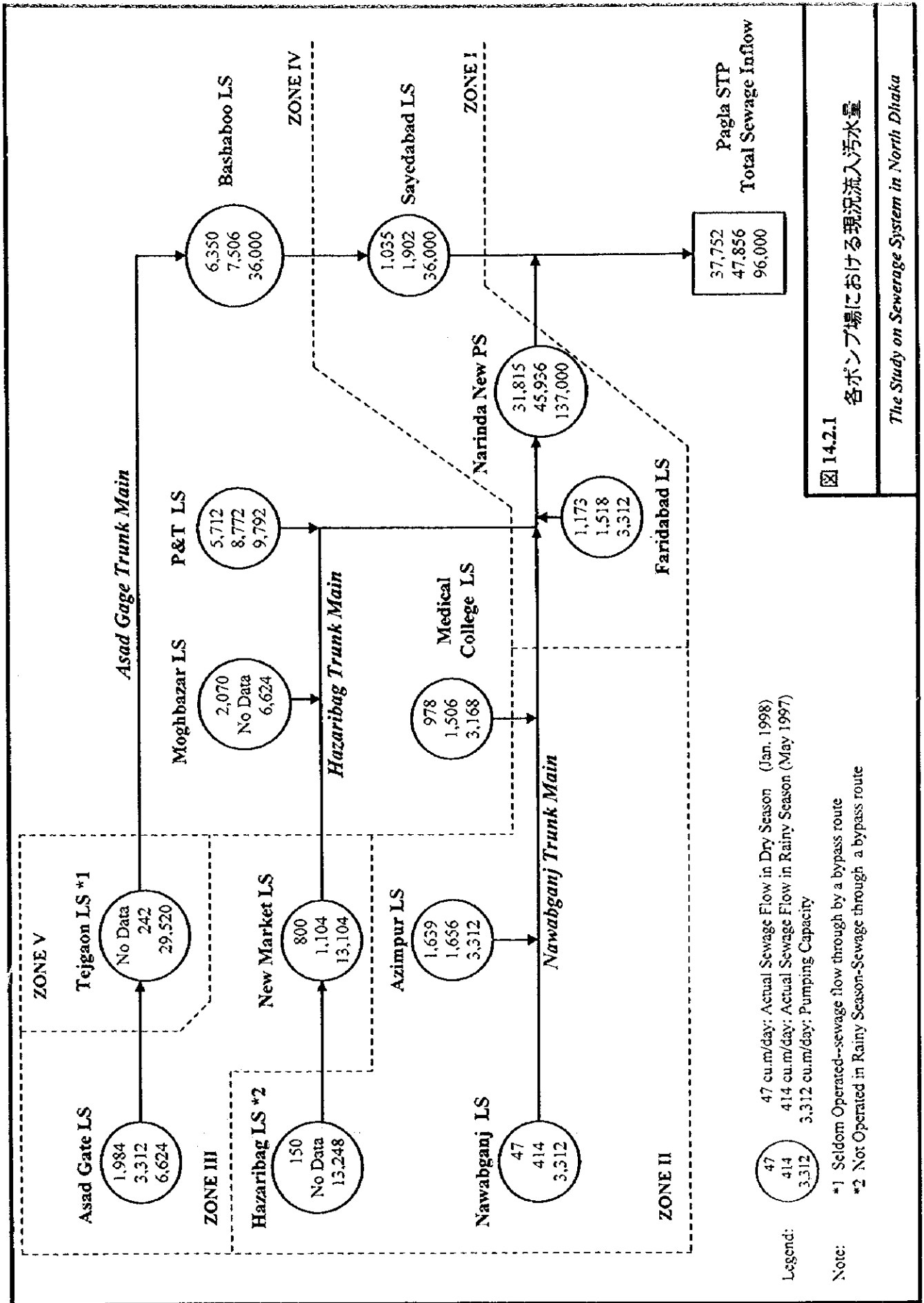


図 14.2.1 各ポンプ場における現況流入汚水量

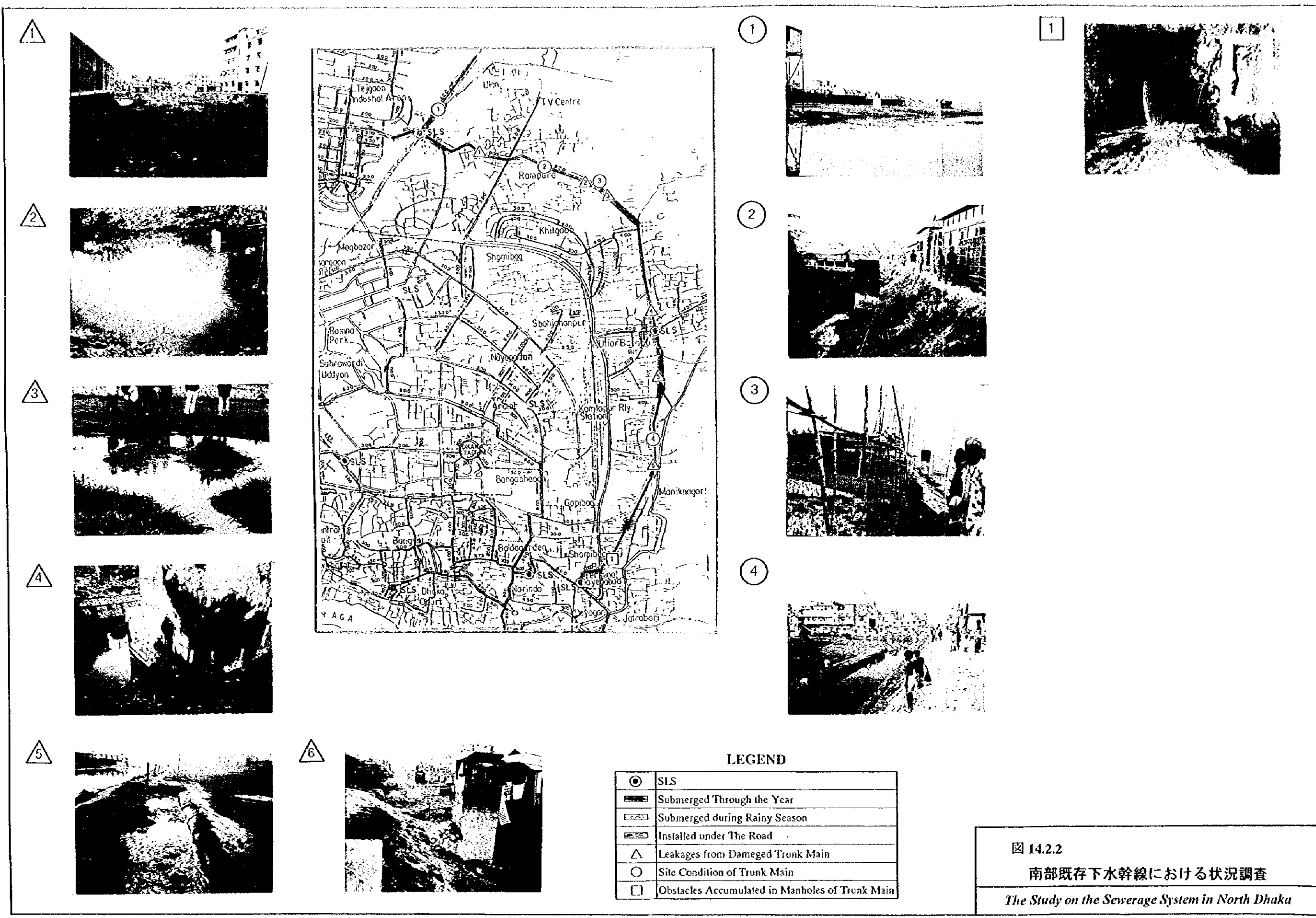
The Study on Sewerage System in North Dhaka

Legend:

47 47 cu.m/day: Actual Sewage Flow in Dry Season (Jan. 1998)
 414 414 cu.m/day: Actual Sewage Flow in Rainy Season (May 1997)
 3,312 3,312 cu.m/day: Pumping Capacity

Note:

*1 Seldom Operated--sewage flow through by a bypass route
 *2 Not Operated in Rainy Season--Sewage through a bypass route



LEGEND

◎	SLS
—	Submerged Through the Year
- - -	Submerged during Rainy Season
- · - ·	Installed under The Road
△	Leakages from Damaged Trunk Main
○	Site Condition of Trunk Main
□	Obstacles Accumulated in Manholes of Trunk Main

図 14.2.2
南部既存下水幹線における状況調査
The Study on the Sewerage System in North Dhaka

- 赤色： この区間は、Gulshan Lake及び湿地帯に下水幹線が埋設されており、常時水没した状態にある。この区間においては、船を用いて水中から屹立している矩形マンホールにアクセスする以外に手段はない。
- 黄色： この区間の幹線管渠は、雨期に水没する状況にあり、アクセスは幹線ルートに沿って伸びる小道が中心となる。
- 青色： 幹線管渠は、住宅地や商店街の道路したに埋設されており、年間を通じて水没することはなく、高圧洗浄車等による管渠清掃が可能である。

赤と黄色で示された区間の管渠を大々的に改修するのは、非常に困難であり、実施できたととしても相当なコストがかかると考えられる。

(3) 管渠の閉塞状況

幹線管渠の閉塞上についても併せて現地調査を行い、その結果を図 14.2.2に示した。

- 多種多様で大量の塵芥がポンプ場のスクリーンやマンホールに流れ着いている。
- 管渠の埋設深度と比べて、マンホール内の水位が極めて高い。
- 投入した蛍光染料が下流側マンホールに流達するまでに相当な流下時間を要している。

上述したような調査結果から、幹線管渠及び接続されている下水管網は慢性的な閉塞状況にあることが判明した。取り分け以下に述べるような危機的状況が確認されている。

- Nawabganj L.S.からの流出管が閉塞しているため、揚水された下水は近隣の住宅地区にオーバーフローしていることが、過去6ヶ月程続いている。
- Medical College L.S.からの流出管も閉塞状態にあり、揚水された下水は隣接する雨水排水路にオーバーフローしている。

(4) 漏水状況

幹線管渠の要所で蛍光染料をトレーサーとしてマンホールに投入し、漏水個所の確認作業を行った。湿地帯等で下水が噴き上げている状態が目視確認された他、地下で発生した漏水も染料が湿地帯の水面に浮上してきたことから確信されている。

(5) 全体的状況

漏水地点のその周辺では、深刻な水質汚染と下水臭が発生し、住民からの苦情もDWASAに寄せられている。全体としては、Gulshan地区の下水管網とTejgaon L.S.からBashaboo L.S.

を経てSaidabad L.S.に至るAsad Gate幹線ルートが抜本的な管渠清掃を必要としているが、幹線管渠の相当な区間はアクセスが不可能か困難な状況にある。

14.3 下水道施設計画

North Dhaka East Sewerage ZoneのCore Areaの既存下水道整備区域及び一部新規拡張区域をPagla下水処理場で暫定処理するための施設計画のポイントは大きく以下の3つの項目に分割される。

- (1) Core Areaの新規拡張区域の選定及び施設計画
- (2) Core Areaの既存污水管路の改善の必要性
- (3) 南部ダッカ地区の既存污水幹線の布設替

14.3.1 Core Areaの新規拡張区域の選定及び施設計画

Core Areaの新規下水道拡張区域は214haあり、その社会形態、生活形態より以下に示す大きく3つの地区に分割される。

- ・ Joar Sahara
- ・ Baridhara
- ・ Badda

Core Area内の新規拡張区域のは以下に示すクライテリアを設定して選定した。

(1) 技術的妥当性

- 1) 候補地域がDWASAの水道事業によって既に給水を受けている事。
- 2) 候補地域が下水管網の整備を可能ならしめる適切な道路網を有している事。
- 3) 候補地域は、投資効果を最大限に引き出すため適切な人口密度を有している事。

(2) 社会経済的妥当性

下記の書く条項における高い潜在的妥当性を有している事。

- 1) 可及的速やかに投資効果が発現できること。
- 2) 事業投資と維持管理費の回収において、受益者が下水道サービスに対する支払意志と経済的支払能力を有することを示している事。
- 3) 受益者が取り付け管の工事費用を負担する経済的負担能力を有している事。
- 4) 下水道事業の実施に対して、受益者が十分な参加意欲を有している事。

上記選定クライテリアを適用して選定した結果は表14.3.1に示すとおりである。

表14.3.1のとおり、Baridharaが新規拡張区域として選定された。総合評価においては、技術的妥当性の他、コスト・リカバリーに評価の重点を置いた。

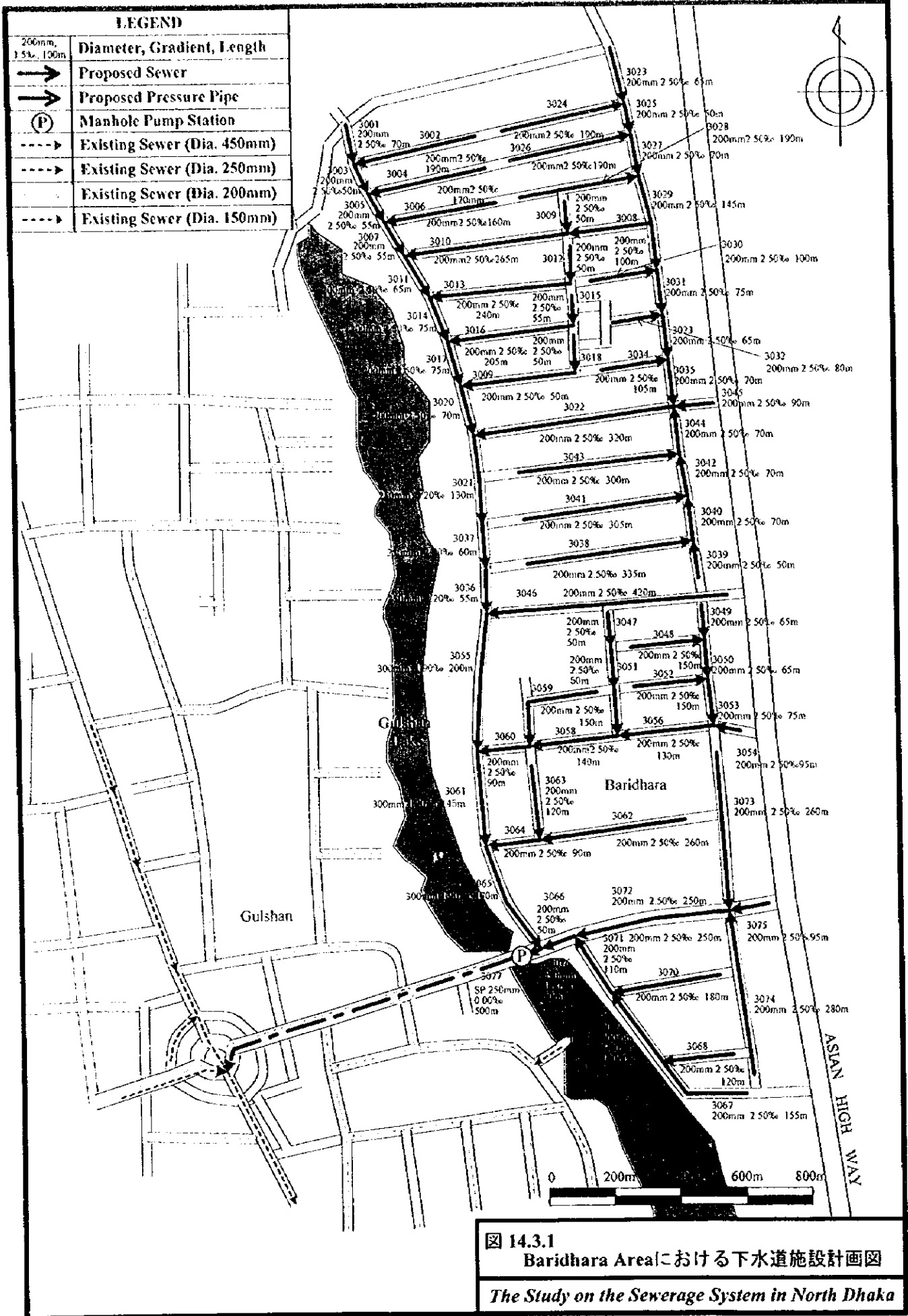
表 14.3.1 新規拡張区域の選定

Selection Criteria	Joar Sahara	Baridhara	Badda
Technical Suitability			
1) Water supply coverage	Good	Good	Good
2) Road network	Poor	Good	Poor
3) Population density	Medium	Medium	High
Socio-economic Suitability			
1) Realization of investment effects	Medium	Highest	Low
2) Cost recovery	Medium	Highest	Low
3) Financial affordability	High	Highest	Medium
4) Motivation	Moderate	Highest	Moderate
Overall Evaluation	2rd	1st	3nd

施設計画については、Baridhara地区をPagla下水処理場で暫定処理するために、優先プロジェクトでの施設計画とは異なり、この地区の污水管を1カ所に収集しその地点にマンホール内ポンプ場を設置し、圧送管でGulshan地区の既存污水管に接続する計画とする。暫定処理を終了する時は、このマンホール内ポンプ場からの圧送管を新設污水幹線であるUttara污水幹線に接続することでNorth Dhaka East下水処理場で污水処理を行なうこととする。Baridhara地区の施設計画図を図14.3.1に示す。

14.3.2 Core Areaにおける既存污水管路の改善の必要性

新規拡張区域として選定されたBaridhara地区は、下水道計画においては新設下水幹線のUttara污水幹線に接続され、Merul污水ポンプ場を中継してNorth Dhaka East下水処理場にて下水処理される地域である。この地区の発生污水を2005年までの暫定的な対応策としてPagla下水処理場で下水処理するには、Gulshan Lakeを挟んで隣接する既存污水管に接続することが最も経済的で即効性のある方法であると考えられる。そのために、Baridhara地区をGulshan地区の既設污水管に接続した時の流量チェックを行なう必要性がある。



Gulshan地区の既設污水管の流下能力評価における基本条件を以下に示す。

- ・ 暫定処理期間は2005年までとする。
- ・ 計画人口、汚水量原単位は2005年の計画値を採用する。ただし、汚水量原単位については污水管渠の流下能力チェックということを勘案し、計画日最大汚水量を採用した。各諸元を以下に示す。

計画人口密度: 444.70 人/ha
 汚水量原単位: 115 l/人日 (計画日最大汚水量原単位)

- ・ 現実的な発生汚水量を設定するため下水道普及率を考慮した。下水道普及率は、現況の給水戸数と下水道接続戸数の比率を下水道普及率とした。将来における下水道普及率は、下水道計画の目標年次である2020年にその普及率が100%になると仮定して普及率を設定した。各年次の下水道普及率を表14.3.2に示す。これより、North Dhaka East処理区の2005年の下水道普及率は44%と想定される。

表 14.3.2 下水道普及率

Area	Unit: %					
	1997	2000	2005	2010	2015	2020
North Dhaka	14.2	25	44	63	81	100
South Dhaka	44.8	52	64	76	88	100

- ・ Cantonment Security Zoneの居住地域の汚水量は、明確な流入汚水量の予測が困難であるため、この検討においては除外した。

上記の基本条件に従いBaridhara地区を既設污水管に接続した時の流下能力評価を行なった結果、污水管渠の2スパンについて能力不足となる管路が生じることが判明した。この流下能力不足になる污水管路については圧力管となるためにその管路及び上流管の水位上昇が生じる。その水位上昇量を表14.3.3に示す。これより、水位上昇は40cmとなるが、この地区の既設污水管の土被りは約1.0mであるため、基本的にマンホールからの溢水は発生しないこととなる。

以上の検討結果より、新規拡張区域であるBaridhara地区の発生汚水を暫定的に既設污水管に接続することに対して、既設污水管は能力的に問題はないと判断できる。

表 14.3.3 能力不足管路の水位上昇

Sewer No.	Length	Sewage Flow	Material	Diameter	Gradient	Velocity	Hydraulic Gradient	Increase of Water Level
	m	cu.m/sec	-	mm	%	m/sec	%	m
1025	870	0.1103	VP	450	0.70	0.694	0.89	0.17
1035	780	0.1172	VP	450	0.70	0.737	1.00	0.23
Total								0.40

14.3.3 南部ダッカ地区の既設汚水幹線の布設替え

(1) 基本方針

南部ダッカ地区の既存汚水幹線は、14.2.2で述べたように、管渠の破損、閉塞が激しく、基本的に下水管としての機能を果たしていない状況にある。North Dhaka Sewerage Service ZoneのCore Areaの既存下水道整備区域及び一部新規拡張区域をPagla下水処理場で暫定処理するためには、この南部ダッカ地区の既存汚水幹線を下水管として機能を回復させることが大前提となる。そのための基本方針を以下に示す。

- 既存汚水幹線の機能回復対象範囲は、既設管渠調査により破損の激しいTejgaon LS～Saydabad LSとする。
- 既存汚水幹線は以下に示す理由により、基本的に道路内に新規に布設する方針とする。
 - ・すでに建設後約50年を経過し耐用年数が近づいており、老朽化が激しい。
 - ・常時水没している区間については、管路破損調査、修復工事は非常に困難であり、たとえ修復できたとしてもその後の管路の維持管理は不可能である。
 - ・マンホール間隔が約200mと非常に大きく管路清掃車等による下水管路の清掃が困難であるため、既設幹線をリハビリする場合には、今後の管路の維持管理を考えて新たにマンホールを設置する必要がある。
- 布設替えする新設汚水幹線は既存汚水幹線の流下能力を維持する断面とする。
- 既存ポンプ場については、機能上問題がないためそのまま利用する。
- 既存管路の破損ヶ所については基本的にDWASA側で修復工事を行なうこととする。そのため、DWASAでは1998年から3年間で5億Takaの下水道施設のリハビリのための予算を確保している。

(2) 新設幹線における断面決定

検討対象路線における既設污水幹線の管材、口径、勾配を以下に示す。また、既設污水幹線の断面形状を図14.3.2に、流下能力を表14.3.4に示す。

Section	Material	Diameter	Gradient
Upstream of Tejgaon LS	Reinforced Concrete Pipe	600mm	1.1%
Tejgaon LS – Bashaboo LS	EQ Brick ArchPipe	36"	0.48%
Bashaboo LS – Saydabad LS	EQ Brick ArchPipe	48"	0%

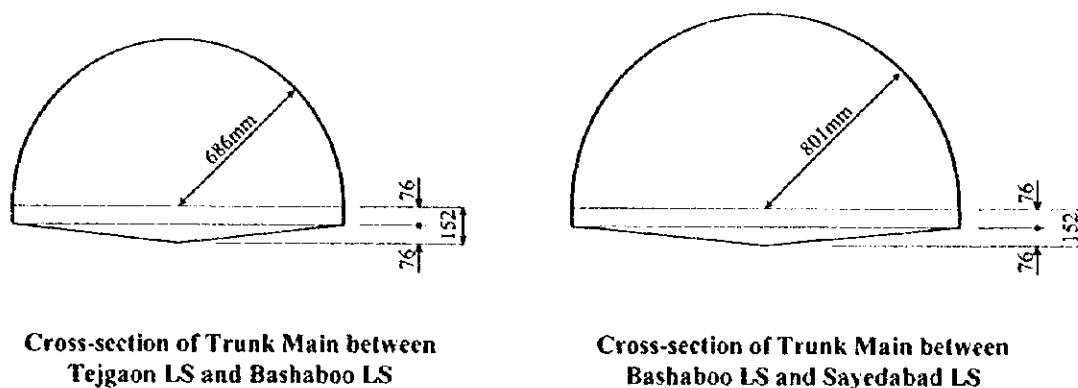


図 14.3.2 既設污水幹線の断面形状

表 14.3.4 既設污水幹線の流下能力

Section of Existing Trunk Main	Length	Cross-sectional Area	Wetted Perimeter	Hydraulic Mean Depth	Roughness Coefficient	Gradient	Flow Velocity	Flow Rate
	<i>L</i> m	<i>A</i> sq.m	<i>P</i> m	<i>R</i> m	<i>n</i> -	<i>I</i> -	<i>V</i> m/sec	<i>Q</i> cu.m/sec
Gulshan Area - Tejgaon LS	1,580	0.283	1.885	0.150	0.013	0.00110	0.720	0.204
Tejgaon LS - Bashaboo LS	3,720	0.896	3.688	0.243	0.015	0.00048	0.569	0.509
Bashaboo LS - Sayedabad LS	2,743	1.190	4.278	0.278	0.015	0.00111	0.947	1.127

既存污水幹線の布設替については、Tejgaon LS、Bashaboo LS、Sayedabad LSの3つの既存污水ポンプ場はそのまま利用することから、各ポンプ場間の新規污水幹線の延長が既存污水幹線よりも長くなる。さらに、既存ポンプの流入及び流出管底高が固定されているため、新設污水幹線の口径、勾配は既設污水幹線の流下能力と同等になるように設定する。表14.3.5に新設污水幹線の口径、勾配、延長を示す。また、施設平面図を図14.3.4に、幹線縦断図を図14.3.5に示す。

表 14.3.5 新設汚水幹線の仕様

Section of Existing Trunk Main	Required Flow Rate	Roughness Coefficient	Gradient	Diameter		Flow Velocity	Flow Rate	Length
				Required	Therefore			
	Q cu.m/sec	n	I	D mm		V m/sec	Q cu.m/sec	L m
Gulshan Area - Tejgaon IS	0.204	0.013	0.000665	659	700	0.621	0.239	2,615
Tejgaon IS - Bashaboo IS	0.509	0.013	0.00044	1005	1000	0.640	0.503	4,015
Bashaboo IS - Sayedabad IS	1.127	0.013	0.00081	1207	1200	0.981	1.110	3,370

14.4 事業費

緊急プロジェクトの事業費を表14.4.1に示す。

表 14.4.1 緊急プロジェクト事業費

Unit: 000Tk

Item	Ratio (%)	Baridhara Area	South Dhaka Area	Total
Direct Construction Cost		56,890	573,364	630,254
Indirect Construction Cost	20	11,378	114,672	126,050
Construction Cost		68,268	688,036	756,304
		US\$1,575,427	US\$15,877,875	US\$17,453,302
Engineering Service	10	6,826	68,803	75,629
Administration Cost	5	3,754	37,841	41,595
Physical Contingency	10	7,884	79,468	87,352
Total		86,732	874,148	960,880
		US\$2,001,523	US\$20,172,801	US\$22,174,324

Note: Exchange Rate US\$ 1.00=

43.333 Tk (as of Jan. 98)

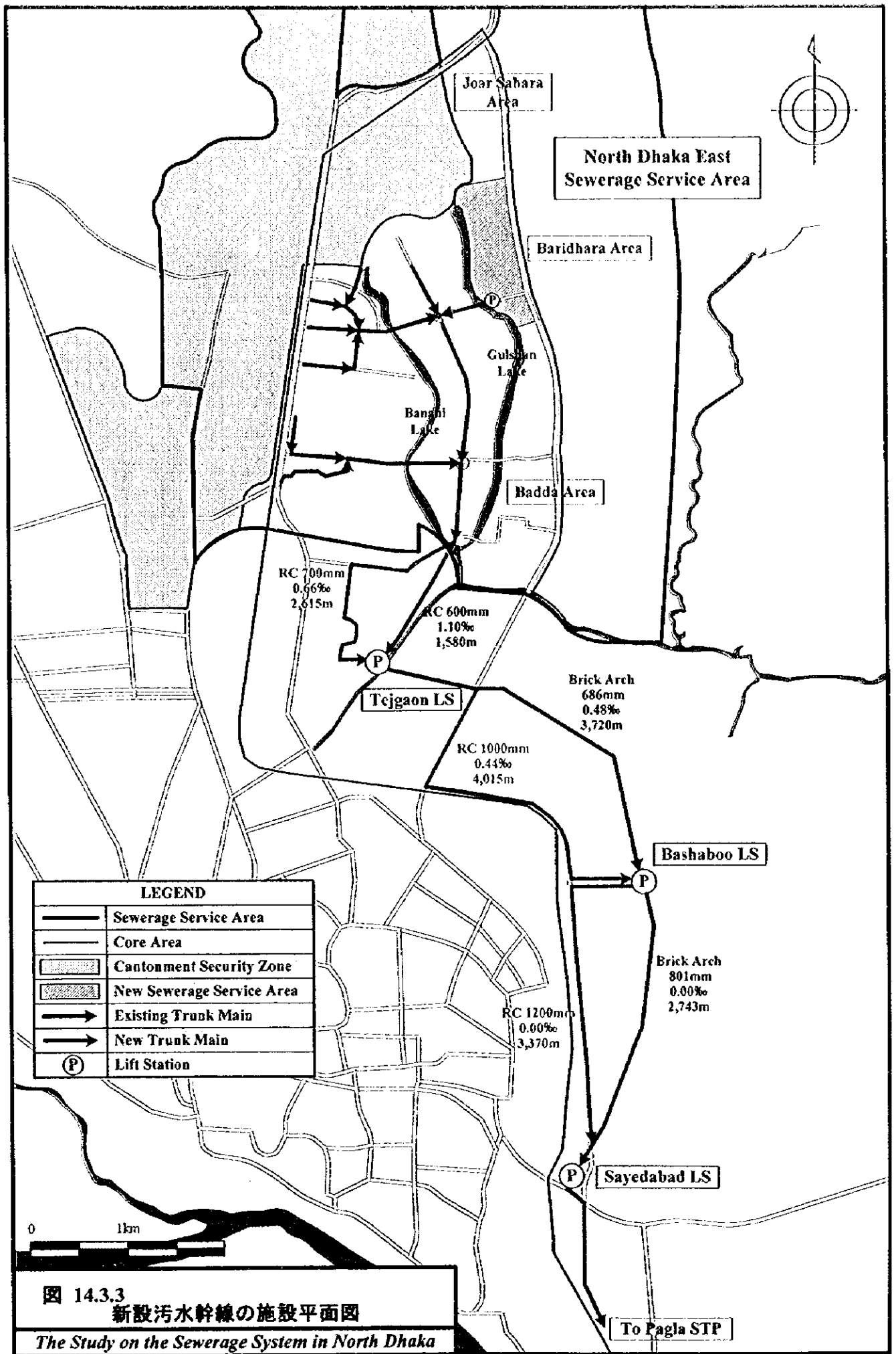
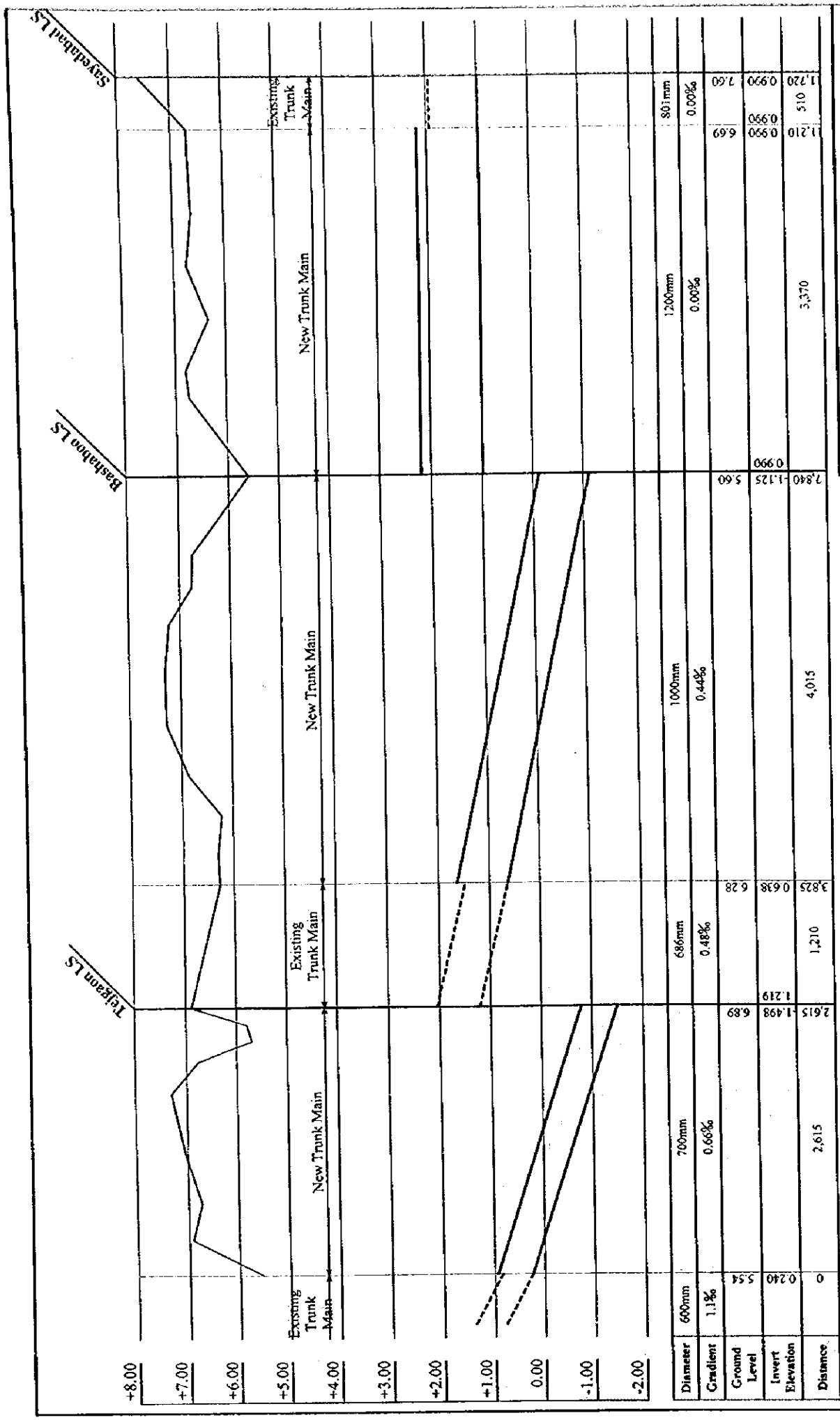


図 14.3.3
 新設汚水幹線の施設平面図

The Study on the Sewerage System in North Dhaka



14.3.4
 新設污水幹線縱斷圖
 The Study on the Sewerage System in North Dhaka

14.5 緊急プロジェクトによる南部下水施設への影響

緊急プロジェクトは、本開発調査の対象区域外である南部ダッカ地区の既存下水道施設の一部を有効利用したプロジェクトである。しかし、今回策定した北部ダッカ地区の下水道計画と同レベルの南部ダッカ地区の下水道計画が策定されていないため、この緊急プロジェクトが南部ダッカの既存下水道施設に与える影響を検討することが困難である。つまり、North Dhaka East処理区の一部をPagla下水処理場で2005年まで暫定処理することが、Pagla下水処理場及び既存汚水ポンプ場の現有能力で可能であるかを検討する必要がある。本項においては、概略で南部ダッカ地区の下水道計画の計画諸元を検討し、緊急プロジェクトの既存下水道施設に与える影響を検討する。

14.5.1 ダッカ南部における下水道計画人口

南部既存下水道区域における目標年次2020年の計画人口は、本計画調査で設定した計画人口と同様にRAJUKのDMDPを基に算出した。その計画人口を以下に示す。

目標年次	2020
処理区域	4,811 ha
下水道計画人口	3,706,000 persons

14.5.2 計画汚水量

計画汚水量原単位はダッカ北部の下水道計画値を採用し、既設ポンプ場ごとに計画汚水量を算出した。

2005年における計画汚水量については、さらに、下水道普及率と管路漏水率を考慮して、より現実的な汚水量を推計する。下水道普及率については前項における設定値（図 14.3.2 参照）を採用する。また、管路漏水率については、既存下水道整備区域を漏水の激しい Sayedabad IS処理区域とそれ以外のNarinda IS処理区域とに分割して設定しする。漏水率は以下の計算式によって算出し、その結果を表 14.5.1に示す。

$$\text{漏水率} = (\text{計画汚水量} \times \text{下水道普及率} - \text{ポンプ場揚水量}) \div (\text{計画汚水量} \times \text{下水道普及率})$$

表 14.5.1 現在の漏水率

Area	Unit	Sayedabad LS	Narinda LS
Design Sewage Flow	cu.m/day	71,240	124,946
Sewerage Service Ratio	%	44.8	44.8
Pumping up Rate	cu.m/day	1,469	38,876
Sewerage Leakage Ratio	%	95	31

将来における漏水率は2020年で20%になることを目標値として漏水率を設定した。各年次の漏水率を表14.5.2に示す。

表 14.5.2 各年次の漏水率予測

Lift Station	1997	2000	2005	2010	2015	2020
Sayedabad LS	95.0	85	69	53	36	20
Narinda LS	31.0	30	27	25	22	20

下水道普及率及び管路漏水率を考慮した2005年における各ポンプ場における計画流入汚水量を図 14.5.1に示す。これより、ポンプ場については、New Market LS、Nawabgonj LSが流入汚水量がポンプ能力を上回るが、Tejgaon LSからSayedabad LSの区間については能力的に問題がない。また、Pagla下水処理場については、流入汚水量が処理場能力を約15%上回る結果であるがほぼ同じであるといえる。したがって、North Dhaka East処理区の一部の区域をPagla下水処理場で暫定処理するという緊急プロジェクトにおいては既存汚水ポンプ場及びPagla処理場は能力的に受入れ可能であるといえる。

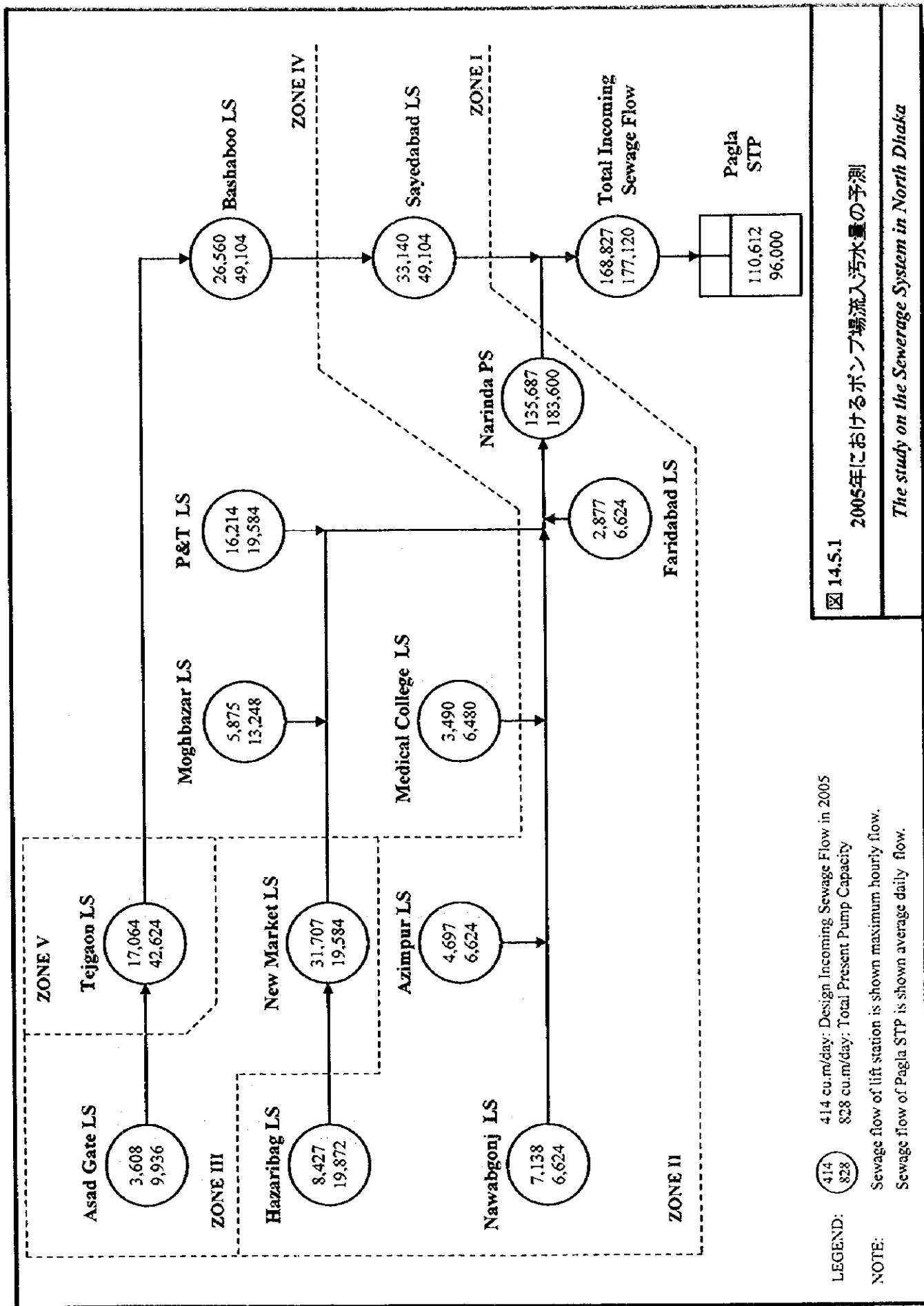


図 14.5.1

2005年におけるポンプ場流入汚水量の予測

The study on the Sewerage System in North Dhaka

LEGEND: 414 414 cu.m/day: Design Incoming Sewage Flow in 2005

828 828 cu.m/day: Total Present Pump Capacity

NOTE: Sewage flow of lift station is shown maximum hourly flow.

Sewage flow of Pagla STP is shown average daily flow.

14.6 緊急プロジェクトの事業効果

North Dhaka East Sewerage ZoneのCore Areaの下水道整備区域及び一部新規拡張区域をPagla下水処理場で暫定処理する緊急プロジェクトの事業効果を以下に示す。

- ・未整備区域の早期供用開始ができる。
- ・ダッカ北部における既存下水道管路及び現有能力の半分しか利用されていないPagla下水処理場の有効利用を図ることができる。
- ・Gulshan Lake及びBanani Lakeの水質汚濁早期改善を図ることにより、周辺地域の衛生環境の改善及びSayedabad浄水場の水道水源における水質汚濁の軽減を図ることができる。
- ・現在ほぼ全量の汚水が漏水し、周辺に未処理で放流されているダッカ南部のAsad Gate污水幹線の機能回復により、ダッカ南部における衛生環境の改善を図ることができる。
- ・本プロジェクトの2005年の裨益人口を以下に示す。新規拡張区域としては、約26,000と裨益人口は少数であるが、North Dhaka East処理区の下水道整備区域及びダッカ南部のAsad Gate污水幹線収集区域の発生汚水のほとんどがバグラ下水処理場で下水処理されていないことを勘案するとその裨益人口は約1,251,000と想定される。

表 14.6.1 緊急プロジェクトの裨益人口

地域		面積	人口
North Dhaka East 処理区	拡張区域	58 ha	25,739 人
	整備区域	654 ha	290,834 人
South Dhaka Area	整備区域	1,274 ha	934,353 人
合計		1,986 ha	1,250,926 人

- ・本プロジェクトにより建設される污水管路及び污水幹線は基本的に 2005 年までの暫定処理に必要となる施設であるが、その建設された施設は将来的に無駄な施設とはならない。

JICA