

演 講

土木學會誌 第十八卷第八號 昭和七年八月

東京市の下水道に就て

(昭和七年四月六日第三回土木學會大會土木部會に於て)

會員 工學士 高 橋 甚 也

On the Sewerage of Tokyo City.

By Jinya Takahashi, C. E., Member.

内 容 梗 概

東京市下水道計畫の綱領、事業の概要及其利用狀況を述べ、汚水の性質、水量並に汚水處分に関して所見を略述したるものなり。

目 次

第一章 緒 言	頁 1
第二章 下水道計畫の概要	1
第三章 下水道施設の現況	6
第四章 下水道の維持管理費	7
第五章 下水道利用の現況	7
第六章 汚水の性質	8
第七章 汚水量	10
第八章 汚水處分	12
第九章 芝浦假處分場擴張工事	15

第 一 章 緒 言

茲に東京市下水道に就き講演するの光榮を有するのでありますが、然し何等の新味もなく唯従來の下水道計畫や事業の狀況を叙述するに過ぎないのであります。東京市の下水道は都市計畫事業であつて、其基本設計は明治 41 年に確定したのであるが、大正 13 年 12 月に一部の變更を見るに至つた。即ち其變更の主なるものは、第一區と稱する宏大なる排水區域の汚水を芝浦埋立地に集め、是より鐵管にて第七號棄場先に送り海に放流する計畫を六郷河口羽田に處分場を設け茲で沈澱の上放流する事に更なめたのであります。

第 二 章 下 水 道 計 畫 の 大 要

(A) 系統 全市を 3 大排水區に類ち第一區、第二區及第三區と稱して居るが、第一區

は麴町區、京橋區（月島を除く）、日本橋區、内神田即ち市の中央部及山の手一帯に亘る宏大なる面積であつて、此の外郡部より來る約 410 萬坪をも受入れ、汚水は芝浦唧筒場を経て六郷河口に設けらるべき羽田處分場に送られて沈澱の升降潮時に際し東京灣に放流するのである。本排水地域は面積宏大にして土地の起伏を有するを以て更らに高段、中段及低段の 3 區に區分する。即ち汚水が羽田處分場に自然流下で流れ込む事が出来る標高の地域は高段であり、土地が比較的高きも距離遠隔なるが故に一旦唧筒力を借るに非ざれば汚水を羽田處分場に送り得ない地域は中段であつて、汚水は芝浦唧筒場に於て汲揚げられて羽田處分場に送らるのである。殘餘の地域は低段にして、汚水は先づ錢瓶町唧筒場に集まり汲揚げられて大手町附近で前記の中段幹線と相會して芝浦唧筒場に至り 2 度汲揚げられて羽田處分場に送らるのである。第二區は上野、本郷區以東神田川、荒川に圍まるゝ地域にして、汚水は荒川沿岸の三河島汚水處分場にて高級處分の上荒川に放流さるのである。

第三區は江東方面一帯であつて、汚水は荒川放水路河口地先の砂町處分場に於て處分の上海に放流さるのである。

元來本地域は一帯の低地であるが故に、汚水は逐次業平橋、三ノ橋、木場及月島の各唧筒場に於て汲揚げられ砂町處分場迄運送さるのである。

以上は系統の大要であつて其内容は茲に第一表及第二表に示した通りである。

第一表 下水道計畫規模(其一)

排水區	種別	區域	面積 千坪	下水道 延長 間	唧筒場		
					名稱	所在地	敷地面積 坪
第一區	高段	麻布、赤坂の全部、麴町、芝、四谷の一部	4415	136790	—	—	—
	中段	本郷の大部、小石川、牛込、四谷、麴町、神田、下谷、芝の一部	6793	265850	芝浦唧筒場	芝浦三號埋立地	17860
	低段	日本橋、京橋(月島を除く)の全部、神田、麴町、四谷の一部並に江戸川沿岸	3661	180530	錢瓶町唧筒場(一次) 芝浦唧筒場(二次)	麴町二丁目 芝浦三號埋立地	4080" 17860"
	羽田幹線	芝浦唧筒場間、羽田處分場間	—	5800	—	—	—
第二區		淺草の全部、下谷、本郷の一部	2495	167040	和泉町唧筒場 田町唧筒場(雨水)	神田區和泉町 淺草區田町	137" 978"
第三區		本所、深川の全部、京橋の内月島	3787	191410	業平橋唧筒場 三ノ橋唧筒場 木場唧筒場 月島唧筒場	本所中ノ郷 本所徳右衛門町 深川區豊住町 月島月見橋	1344" 1046" 2600" 290"
合計			21151	947420			28443

(B) 下水道の方式 原則として合流法に依るも、分流法を用ひる特殊の箇所もある。雨水及汚水を同一の管渠に收容して汚水及汚水の倍量迄の雨水は之を處分場に送り、それ以上の水量は適所に餘水吐を設けて附近の河川濠池に放流するのである。然し第二區の低地及第三區の大部分の雨水は、自然流下が出来ぬので仰筒場に集め、雨水仰筒で汲揚げ附近の運河に放流するのである。

(C) 下水排除量 將來の人口を 300 萬と豫想し 1 人 1 日當り汚水量を 167 立 (6 立方尺) とし、時間的 maximum 汚水量は右水量の半量を 8 時間内に排除する。即ち 24 時間平均汚水量の一倍半として計畫して居り、雨水量は 1 時間 50 耗 (之は自明治 19 年至大正 10 年の 36 年間の記録に依る) に取り所謂合理公式に依り算出する。即ち次に述ぶる公式を適用するのである。

L ; 考ふる一點より上流下水管の最長距離

v ; 流速

t ; 上流下水管の最長距離にある點より考ふる地點迄の到達時間 (分)

q ; 排水面積 1000 坪當り流量 (立方尺/秒)

c ; 流下系数

A ; 排水面積 (單位 1000 坪)

Q ; 考ふる地點に於ける流量 (立方尺/秒)

$$t = \frac{L}{v} + (\text{流入時間}) \dots \dots (1)$$

$$q = \frac{5000 \times 1.98}{(40 + t) \times 60} \dots \dots (2)$$

$$Q = c \times q \times A$$

而して之等の流量がフル・フローで流下し得る様管の大きさを定むるのである。

下水管内雨水流量の精確なる實測無く、設計量と實際の水量とを比較する資料乏しきを遺憾とするのであるが、僅かに昭和 6 年本郷區林町の一排水區域 30 518 坪の下水管埋設を了し、其集合地點にウェイヤ式流量測定設備を設け測定したるものがある。之に依れば 昭和 6 年 10 月 13 日の降雨は午前 4 時より午後 12 時迄繼續して午後 10 時頃に至り最大となり 1 時間 55 耗、内最も大なる強度は 12 分間に 20 耗であつたが、此場合の實測最大流量は其降雨量の 47% を示したのである。又最大降雨量と設計水量とを比較すれば設計水量は最大降雨量の 48% であつて、實測水量と設計水量との間に大なる差がなかつた。本地區は比較的急勾配な地形の屋敷町で流下系数 c は 50% を設計標準として居るのであるが、今回の實測に依り先づ設計妥當なる一證左を得たのである。以上の實驗は排水面積小なると、僅か一回の實測に過ぎぬので素より之を以て全般を推断する事が出来ざるも、更に回を重ねると共に面積大なる箇所及下町方面に就きては實測設備を施工すべく考慮中である。

本雨水流量計算法に就きては、前々下水課長米元晋一氏が土木學會誌第一卷第三號に共論説を發表になつて居らるゝにより参照あり度いのである。

(D) 下水管並に其埋設深度 下水管の構造は特殊の場合を除く外は總て暗渠であつて、徑 1.25 尺を界として是より小なるものは陶管、大なるものは既製鐵筋コンクリート管、徑 4.5 尺以上は現場打コンクリートである。荷重は既製管に於ては、30 噸ボキヤ電車と 12 噸トラックが 3 尺の間隔を保ち、並行して走る場合が最も大なる荷重を與ふるの、之に耐へる強さの断面とし、現場打コンクリート管では、掘鑿断面が大なるを以て埋戻土の全重量がかゝり、其上路面均しの爲 15 噸ロード・ローラーが來るものとして其断面を定むるのである。

下水管埋設の深さは、大體道路法に準據し枝線は地形止むを得ざるものは土覆 3 尺迄を許し、普通土覆 4 尺乃至 6 尺の位置に埋設する。幹線は起點に於ける土覆最小 4 尺より流末に於ける最大土覆 18 尺の範圍にあり、故に幹線に沿ふたる特定の區域以外は地下室迄の自然排水は出來ない。勾配は幹線 1/400~1/1000、枝線 1/50~1/1000 にして各唧筒場入口に於ける幹線の断面及管底高は第三表に示せる如くである。

第三表 幹線管渠終點の管底標高並に断面

排水區	種別 { 唧筒場並に處分場	管底標高 (R.C.管渠の管底高)	管渠断面		備 考
			(R)	(D)	
第一區	鏡瓶唧筒場	(-) 12.00	幅	5.5×4.25(高) 矩形	京橋區、日本橋區方面
		(-) 11.07	徑	4.0	江戸川沿線神田方面
		(-) 10.74	"	3.0	麴町區丸ノ内方面
	芝油唧筒場	(-) 0.70	幅	8.5×5.1(馬蹄)	高段 (管末に於て中流と調整せず)
		(-) 10.12	"	11.0×8.2(矩形)	中 低
	羽川處分場	—	—	—	—
第二區	和泉町唧筒場	(-) 1.24	徑	2.75	—
	田町唧筒場	(-) 2.74	幅	21.8×8.0(矩形)	在來渠覆蓋
	三河島處分場	(-) 14.83	"	0.5×0.0(馬蹄)	—
	第三區	業平橋唧筒場	(-) 12.84	"	11.0×8.8(馬蹄)
(-) 12.85			"	0.0×0.0(馬蹄)	北部(向島)方面
三ノ橋唧筒場		(-) 13.75	"	10.0×0.0(馬蹄)	北部(堅川より)方面
		(-) 14.15	"	0.0×0.0(馬蹄)	南部(堅川より)方面
		(-) 10.03	"	0.0×5.4(矩形)	東部(一部)方面
本場唧筒場		(-) 17.51	"	14.0×11.2(馬蹄)	北部(三ノ間川より)方面
		(-) 14.08	"	8.0×8.0(馬蹄)	南部(一部)方面
	月島唧筒場	—	—	—	—
	砂町處分場	(-) 0.88	"	8.0×7.2(馬蹄)	—

(E) 下水管の通風及洗滌 人孔雨水拵が、適度の距離 (徑 1.5 尺以下の管に於ては人孔距離 165 尺、徑 2 尺以下 250 尺、徑 3 尺以下 330 尺、徑 4 尺以下 380 尺及徑 4.5 尺以下 520 尺、雨水拵約 132 尺毎) に配置され、特別の裝置に依らざるも自然の通風が良

く行はれるのである。然し随時瓦斯の停滯を検査して、若し必要あれば可搬式送風機を以て之が排除を爲す様手配して居る。又洗滌を必要と認むる箇所には洗滌扉、自働洗滌槽を設け上水を以て時々洗滌するも他は随時ブラシ其他管内掃除器を以て専ら人力により掃除をするのであるが、要するに我が東京市下水道は合流法を採用せる結果一般に管内の通氣良好であり、降雨時の自然洗滌作用も亦良く行はれて居る状態である。

第三章 下水道施設の現況

次に施設の現況を略説すれば第四表及第五表に示すが如くであつて第四表は昭和6年度末工事状況にして第五表は同じく其事業費である。

第四表 東京市下水道昭和6年度末の工事状況

種別	管 渠			唧筒場及處分場		摘 要	
	計畫延長	既設延長	竣功歩合	名 稱	竣功歩合		
排水區	(卍)	(卍)					
第一區	高 段	136 790	39 841	0.29	錢瓶唧筒場 竣 功	{ 管渠埋設延長増加に伴ひ唧筒臺數の増設を要す	
	中 段	265 850	89 746	0.34			
	低 段	180 530	131 429	0.73	芝浦唧筒場 竣 功 並假處分場 工事中 羽田處分場 未着手	同 上	
	羽田幹線	5 800	0	0			
計	588 970	261 016	0.44				
第 二 區		167 040	146 959	0.88	和泉町唧筒場 竣 功 田町唧筒場 " " 三河島處分場 " "		
	第 三 區		191 410	75 912	0.40	業平橋唧筒場 " " 三ノ橋唧筒場 " " 木場唧筒場 " "	同 上 同 上 同 上
						月島唧筒場 未着手 砂町處分場 竣 功	{ 假設備なるを以て淨化設備の大改造を要す
合 計		947 420	483 887	0.51			

第五表 同上事業費

種別	既支出額	決定豫算	將來所要額	合 計	出來高歩合	排水面積	千坪當工事費
費 目	(卍)	(卍)	(卍)	(卍)		(千坪)	(卍)
下 水 道 費	85 708 959	5 457 935	48 940 000	140 106 894	0.61	21 151	6 634
管内							
管渠費	67 751 884	4 588 145	29 781 000	102 121 029			
唧筒場費	11 357 940	869 790	733 000	12 960 730			
處分場費	6 599 135	—	18 426 000	25 025 135			

明治44年事業に着手以來 20 餘年工程漸く 6.1 割に過ぎぬ有様であつて、完成迄には前途遑遑之感あるのである。

第四章 下水道の維持管理費

施設の現況は前述の通りであるが、然らば之が維持管理費として幾何を要し、如何なる内容であるかを第六表に掲げたのである。

第六表 下水道維持管理費(昭和6年度末)

種別 名稱	金額	処理数量	排水面積	單 價		摘 要	
				一米當又 千立米當	千平米當 (排水面積)		
管 渠 費	249 851	879 760	43 401 200	0.284 (一米當)	5 757		
唧 筒 場 費	206 851	103 904 300	18 178 500	1 991 (千立米當)	11 379	(處分場内の唧筒場は含まず)	
内 譯	三河島	183 600	32 668 100	6 671 100	5 620 (〃)	27 522	
	芝 浦	140 665	68 324 600	1 449 800	2 059 (〃)	9 702	
	砂 町	88 500	41 169 000	7 520 700	2 150 (〃)	11 769	
計	412 774	142 161 700	28 689 800	2 904 (〃)	14 387		
未改修在來下水費	58 947	—	—	—	—		
合 計	928 423						

汚水處分場の内三河島處分場は高級處分であるが、芝浦や砂町處分場は假處分場であり、従つて其作業費の單價に於て著しき差違があるのである。

下水道の維持上最も厄介なるものは汚泥の始末である。昭和6年度末に於て取り扱つた汚泥は、下水管渠より生じたるもの約8000坪、處分場より生じたるもの約14700坪(砂町處分場を除く)で、之等は一部は低地埋立を爲すも大部分は船積運搬の上東京灣羽田沖合降潮に乗じて投棄するのである。

維持管理費は大體以上の通りであるが、之は處分場なども3つの内2つ迄假處分場であり、管渠も漸く半ば出来たに過ぎぬ申さば其築造の道程にある維持費であるが、將來下水道の完成したる際は、勿論處分方法にも依るが年額200萬圓を裕に突破するだらうと推定されるのである。

第五章 下水道利用の現況

従來降雨毎に市内の各所に大小の氾濫があつたのであるが現在迄の下水道施設に依り之等の氾濫は一掃され、又低地に於て汚水が常に停滯して路上に溢れ勝る處も大いに救はれたのである。然し各戸が直接に下水道を利用する成績は餘り良好とは申されぬ實情で誠に遺憾とする處である。元來下水道完成したる地域には下水道法に基き市では下水道條例を制定して私設下水道施設の義務を負はしむるのである。現在告示區域内の戸數約136000戸の内宅地下水を施したものは69318戸で約5割、又水洗便所は12852戸で之は1割にも満たぬのである。最も之等の戸數の中には丸の内一體の大ビルデング、三越等を始め下町方面の

大百貨店が含まれて居るから、實際の利用價値は 3 割乃至 4 割にもなつて居ると見る事が出来るだらう。大正 11 年漸く第一回の告示を見、翌年の大震災火災に遭遇したので、市民は其の復興に全力を傾け他を顧みる餘力が無かつたのと、舊來の汲取り式の因習とが相俟つて水洗便所の普及を見る暇が無かつたのであるが、今後大いに衛生思想を喚起して其普及に努めねばならぬ次第である。

第六章 汚水の水質

(A) 汚水の濃度の變化 下水道に重大なる關係を有するものは汚水の水質である。第一區芝浦假處分場、第三區砂町處分場は下水管の埋設も半で宅地下水の取付や水洗便所も少く、従つて汚水の濃度も低いのであるが、第二區三河島處分場は排水區域内の下水道は完成して宅地下水の取付けや尿尿量も多量に排出されて居るのであるから、現在の三河島處分場の汚水は東京市下水道の汚水の標準として考へても差支へなからふと思ふ。申す迄もなく三河島處分場の汚水も年々濃度は高くなつた。即ち近來の汚水の水質が可なり悪しくなつて來たのであるが、是れは市民の生活狀態の向上に伴ふ當然の現象と見るべきであるも主要原因は著しく尿尿量が増加した爲である。第七表及第八表は最近數年間の汚水々質の變化を示したものである。

第七表 三河島處分場地下水々質 (各 1 ヶ年平均値)

年次	種別	PH.	浮游物質 (p.p.m)	酸素消費量 (p.p.m)	アンモニア態窒素 (p.p.m)	蛋白類似アンモニア態窒素 (p.p.m)	大腸菌聚落數 (c.c)	油 脂 (p.p.m)	汚水量 (立米/日)
昭和 2 年		6.8	180	67.0	16.4	6.0	20 330	—	—
" 3 年		"	183	77.0	17.5	6.2	21 400	—	—
" 4 年		"	240	78.0	14.6	6.4	22 000	8.0	—
" 5 年		"	246	85.0	16.6	6.4	22 800	15.0	—
" 6 年		"	296	93.0	23.0	9.7	28 800	24.0	—

第八表 三河島處分場地下水々質 (昭和 6 年 4 季に於ける水質)

年次	種別	PH.	浮游物質 (p.p.m)	酸素消費量 (p.p.m)	アンモニア態窒素 (p.p.m)	蛋白類似アンモニア態窒素 (p.p.m)	大腸菌聚落數 (c.c)	油 脂 (p.p.m)	汚水量 (立米/日)
1 月平均		6.9	334	136.4	31.4	13.0	25 000	—	66 514
5 月 "		6.7	300	87.2	16.4	8.1	14 000	—	75 978
7 月 "		6.8	324	83.3	21.3	9.1	24 000	—	87 061
10 月 "		6.8	324	98.3	19.8	9.8	25 000	—	85 020

又第七表及第八表に示すが如く汚水の水質は季節に依り變化があり冬は悪しく、處分上大いに困難を生ずる譯であるが、幸に汚水量が少いので調節を取り得るのである。

(B) 汚水と尿尿との關係 三河島處分場の下水幹線中淺草區菊屋橋附近に尿尿投棄場

があつて、市中より汲取り来りたる尿尿を午前 10 時頃より午後 3 時頃迄の間に投入するのである。昭和 6 年では其量實に 1 日 80 立米に達して居り、之を時間的に見れば 16 立米の割であり、之等は市内各戸の便器内に 1 週間以上も貯溜せられたるもので可なり腐敗を起して居るものと見て差支へ無いのである。又此外に水洗便所に依り直接排出さるゝ推定尿尿量 1 日約 160 立米位あつて、之が 1 日 12 時間に排出さるゝものと假定すれば 1 時間 13 立米餘で合計 1 時間の排出量は約 30 立米となるのである。一方現在の排水区域内各戸が全部水洗便所式になつたものとして其推定尿尿量は 1 日約 460 立米であり、同様 12 時間に排出さるゝとすれば 1 時間約 39 立米で量に於ては前者より約 3 割の増に當るのである。然し前者に於ては幹線の途中に於て全尿尿量の 5 割強に當る腐敗尿尿を投入する。而かも河水を以て僅か 4 倍程度に稀釋して投入するのであり、後者は新鮮尿尿全部が清水を以て 25 倍乃至 30 倍程度に稀釋されて各戸より直接に下水管に流入さるゝのであるからして、譬へ只今の尿尿量より 3 割位多いとしても汚水の水質に於ては後者は前者より濃くはなからふ。一歩を譲るも、等しきかそれ以下と見て差支へなからふと思ふのである。糞尿尿の投棄は勿論、水洗便所よりも尿尿が餘り流入せぬ時の汚水即ち純家庭汚水と見做し得べきものゝ水質を見るに、大正 11 年以降昭和 7 年迄の間に大した變化が無い。唯油脂類が著しく殖えたのである。之は文化の進むにつれて生活様式の變化に伴ふて脂肪質の食料品や石鹼類の使用が多くなつたとか、自動車用ガレージ等の増加した爲で、當然の歸結と云はねばならぬ。斯様に過去の實績に徴して見るに、家庭汚水は油脂類を別とし多少濃くはなつて居るけれども大した變りは無。故に三河島處分場の汚水の濃度の變化は一に尿尿量に因つて影響されて居る。而して其尿尿量も大體全排水面積に相當するだけの量が流入して居るのであるし、殊に 1 人當の使用水量が年々殖えて來る傾向があり、使用水量が殖えれば汚水の濃度も薄くなるのは歐米都市の實例が之を證して居るからして、之等の點より推定して現在の三河島處分場の汚水の濃度は大體飽和した。換言すれば三河島處分場の汚水は現在よりは悪しくはならぬと見る事が出来る。故に特に工場地帯に非らざる限り、三河島處分場の現在の生下水を以て東京の下水道の汚水の標準として差支へないと思ふのである。第九表及第十表は時日の経過に伴ふ尿尿の水質の變化及家庭汚水々質の狀況を示したものである。

第九表 100 倍の清水を以て稀釋せる尿尿水質

種類	種別		色相	臭氣	透視度	PH	酸素消費量 (p.p.m)	アムモニア態窒素 (p.p.m)	蛋白質類似 アムモニア態窒素 (p.p.m)	硝酸態窒素 (p.p.m)	浮遊物質 (p.p.m)	溶解性物質 (p.p.m)
	濃黄褐色	尿尿臭強し										
新鮮尿尿初日	濃黄褐色	尿尿臭強し			2.0	6.4	148.5	8.0	2.4	0	238	276
1 週間経過	黄褐色	〃			3.5	7.1	132.5	20.5	0.0	0	213	206

種別 種類	色相	臭氣	透視度	PH	酸素消費量 (p.p.m)	アンモニア態窒素 (p.p.m)	蛋白類似 アンモニア態窒素 (p.p.m)	硝酸態窒素 (p.p.m)	浮遊物質 (p.p.m)	溶解性物質 (p.p.m)
2 週間経過	黄褐色		4.0	7.1	115.0	34.5	11.0	0	200	299
3 週間経過	〃		5.5	7.2	98.5	46.0	12.0	0.5	195	302

第十表 三河島處分場屎尿投棄せざる時刻の生下水々質 (午前 8 時—午前 9 時)

年次	種別	PH	浮遊物質 (p.p.m)	酸素消費量 (p.p.m)	アンモニア態窒素 (p.p.m)	蛋白類似アンモニア態窒素 (p.p.m)	細菌聚落数 (c.c)
大正 11 年 11 月 12 日 平均			243	36.2	8.4	2.9	709 400
大正 11 年 3 月 平均			223	62.0	10.5	4.3	877 000
昭和 7 年 3 月 平均		6.9	248	73.5	9.0	4.0	1 110 000

第七章 汚水量

(A) 汚水量増加の状況 下水道基本計畫に於ては汚水量は 1 人 1 日當 167 立 (6 立方尺) として居るも今日では之を遙に突破して居るのである。之は上水道が逐次擴張する、事實に徴しても推測が出来るのであるが、猶上水道以外に都市の發達に連れ高層建築が激増し之等は盛に鑿泉を利用するし、風呂屋、洗濯屋其他多量に水を使用する處では掘井戸も併用すると云ふ具合で之等より來る排水量も可なり多量なのである。

芝浦假處分場の現在排水區域は約 5 200 000 坪にして、丸の内、日本橋、京橋及神田の大部芝及赤坂の一部で所謂帝都の中樞地區であるが、處分場に於ける受水量より推定する時は 1 人 1 日當最大 238 立 (8.0 立方尺) となり、内上水道に依るもの 195 立 (7.0 立方尺) 鑿泉、掘井戸等に依るもの 43 立 (1.6 立方尺) にして鑿泉掘井戸に依る量は全水量の 18% にも當るのである。

(B) 使用水量と汚水量との關係 第十一表及第十二表は使用水量及使用水量と汚水量との關係を表したのである。

第十一表 使用水量と汚水量との關係 (芝浦假處分場三河島處分場昭和 5 年)

處分場	種別	人 口			使 用 水 量			
		居 住 (人)	晝間増加 (人)	計 (人)	上 水 量 (立米)	鑿 泉 (立米)	掘 井 戸 (立米)	計 (立米)
芝 浦		514 750	312 296 (187 378)	827 046 (702 128)	152 337	30 626	4 028	186 991
三 河 島		354 935	262 684 (78 805)	617 617 (433 740)	80 500	3 845	2 335	86 680

種別 処分場	排水量		受水量(実績)		地下水量		摘 要
	汚水量 (立米)	1人1日常 (立) (8.6立方尺)	總 量 (立米)	1人1日常 (立) (9.7立方尺)	水 量 (立米)	汚水量に 對する率	
芝 浦	168 000	238	190 000	270	22 000	13 %	上水配水管漏水率12%とす。汚水量の使用水量に對する率90%。世間増加人口の定住人口への換算率は芝浦 60%、三河島 80%
三河島	78 000	180 (6.5%)	90 000	208 (7.5%)	12 000	15 %	

第十二表 使用水量と汚水量の關係(第一區全域推定—昭和5年)

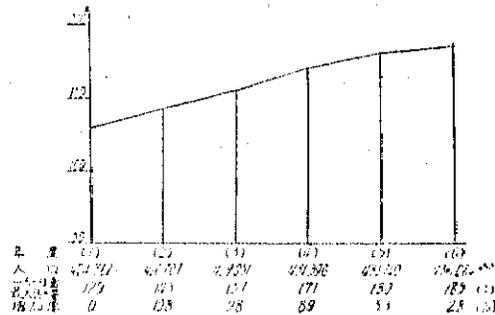
種別 処分場	人 口			使用水量(一日最大)			
	居 住 (人)	世間増加 (人) (217 100)	計 (人) (1 487 110)	上水量 (立米)	鑿 泉 (立米)	掘井戸 (立米)	計 (立米)
第一區全域	1 220 000	434 201 (217 100)	1 654 000 (1 487 110)	277 000	43 727	16 529	337 256

種別 処分場	排水量		摘 要
	汚水量 (立米)	1人1日常 (立) (7.6立方尺)	
第一區全域	303 500	211	世間増加人口の定住人口への換算率は 50% とす

第十一表及第十二表に示せる如く第一區の中樞區域だけを考ふれば、1人1日最大實に270立(9.7立方尺)に當り、第一區全體に就いて見れば211立(7.6立方尺)となり、第二區に於ては180立(6.5立方尺)であつて、第一區全體を考へたる場合よりも尠い。

第二區に於ける最近數年間1人1日常最大汚水量の実績は第一圖の如くにして昭和3年より4年迄の増加率は比較的高きも5年以降は著しく其率が低い。是れ前者は復興期間にして事業進捗に伴ひし結果と見るを得べく、後者は復興事業完成し下水復舊移設も完了したる期間であつて市の常態に於ける増加率と見る事が出来る。然らば東京市下水道計畫に於て今後汚水量を幾何とすべきかや問題であるが、上述の実績より推定して先づ1人1日常最大250立(9.0立方尺)位が妥當でなからうかと思ふのである。

第一圖 三河島処分場現在區域内1人1日常最大汚水量圖表



汚水量に至大の關係を有するのは人口であるが、内世間増加人口即ちトランスイェント・ポピュレーションを見るに、東京市統計課に於て昭和4年12月丸の内を中心とする區域に就き調査を行ひ、全市の世間増加人口を837,000人と推定したのである。之に従へば此世間増加人口1人1日常使用水量は、現芝浦假処分場の區域内に於ては居住人口1人1日常

の6割、一區全體に就きては5割、三河島處分場區域に於ては3割、市全體に就きて見れば4割と推定し得たのである。第十一表及第十二表に於て受水量より汚水量を控除したる残量は地下水であるが、芝浦處分場では汚水量に對して13%であり三河島處分場では15%に當つては居るが、1人當の量は芝浦は少しく多いのである。

猶汚水の多量なる夏季に於て1日中の汚水量の時間的最大の平均の3割強に當つて居り、最も汚水量の多いのは午後7時より同9時頃迄で上水道のそれより約2時間位遅れて居るのである。

(C) 稀釋度 次に考ふる事は汚水増加による稀釋度の關係である。即ち基本計畫では降雨時に於ては1人1日當6立方尺の3倍以上の水量は河川濠池に放流する。換言すれば3倍以上に稀釋せられたるものが放流されるのであるが、汚水量が1人當9立方尺に増加するとせば2倍以上に稀釋せられたるものが放流されることとなり、それだけ放流水も悪くなるのではないかと云ふ疑問が生ずるが實際上は殆んど影響が無いと思惟するのである。それは

- (1) 6立方尺を3倍に稀釋するも9立方尺を2倍に稀釋するもそれに相當する降雨は僅か1時間1箱内外で、降雨の最初で斯の如き雨水は地面を洗滌する事により相當汚染されて居るので、此の汚染されたる雨水を以て2倍とか3倍とかに稀釋した處大した差が無い。唯稀釋度の雨量の差に相當する少量の稀釋汚水が多少多く放流するのは免れない。
- (ii) 汚水の濃度に至大の影響を有する尿尿の稀釋される程度は水量の大なる程宜敷い譯であるが故に、9立方尺の場合の汚水は6立方尺の場合の汚水に比して常に濃度が低いと見る事が出来る。
- (iii) 尿尿を考慮に入れず單に家庭汚水に就きて見るに、使用水量の大なる場合は小なる場合に比し汚水の濃度は低い。尠くとも高きは無い。第九表及第十表に示せる如く我が三河島處分場の實績では兩者の間に餘りの差が無いのである。
- (iv) 放流汚水を受くる河川運河は、水量豊富で相當の流速を有して居り又海水干満の影響を受けるものゝみで、之等の河川は前記の如き少量の汚水がより多く放流されるとしても、其汚染度に格別影響を受けぬ事が河川の水質試験の實績に徴し豫想し得るのである。

以上の理由よりして、汚水量の増加の爲、稀釋度が減じても放流上何等差支へ無い。従つて之が爲汚水管の擴大増設などは要せぬと思ふのである。然し特に清淨を要する處例へば市ヶ谷外濠に流入する兩岸一帯930,000坪、内濠千鳥ヶ淵に流入する麹町番町一體317,000坪は20倍(6立方尺の)の稀釋度を與ふる事とし、又霞ヶ關一體195,000坪は分流式として櫻田門外内濠の清淨に努めつゝあるのである。

第八章 汚水處分

(A) 汚水處分の現況 第一區羽田處分場、第二區三河島處分場及第三區砂町處分場で夫々汚水の處分をするのであるが、羽田處分場は未着手で現在では芝浦御筒場に假處分場を

附設して沈澱の上海に放流するが、殺菌の爲に沈澱池入口の處で液體鹽素を注入するのである。砂町處分場も同様であるが唯仰筒場の設備以外はほんの假設備に過ぎぬ。鹽素の注加率は只今の處では汚水量に對し 2 p.p.m~3.5 p.p.m 位であるが之は素より充分とは云ひ難いのである。獨り三河島處分場は撒水濾過法の高級處分場にして本處分をして居るのである。

本處分場に就ては前下水課長原氏の講演が本會誌第九卷第一號に詳細に載つて居るので御参照を願ひ度い。唯當時より逐年下水の濃度が高くなり汚水量も増加して來た關係上濾過床の荷が大分多くなつた。即ち設計は濾床 1 平米當汚水量 2.7 立米、濾材 1 立米當汚水量 1.5 立米の負荷の割合であつたが、現在の實績は濾床 1 平米當汚水量 3.18 立米、濾材 1 立米當汚水量 1.75 立米の負荷で、極端の荷を負して居るので作業上大いに困難を來すのである。殊に春夏秋の候に當りては濾過式に特有の小蠅（はまだら蝶蠅）が多量に發生して時々附近の民家を襲ふので問題を起すことがある。此小蠅の驅除には最も苦心を要して居る次第で三河島處分場も今や擴張の急に迫られて居るのである。

以上 3 處分場に於ける放流下水（淨化下水）の水質を示せば第十三表の如くである。

第十三表 各處分放流下水々質

處分場	種別	PH	浮遊物質 (p.p.m)	酸素消費量 (p.p.m)	アンモニア 態窒素 (p.p.m)	蛋白質類似 アンモニア 態窒素 (p.p.m)	細菌聚落數 (c.c)	大腸菌屬數 (c.c)
三河島	流入生下水	6.8	296	93.0	23.0	9.7	2584000	28800
	淨化放流水	7.1	109	21.0	4.0	1.9	310000	1200
	減率%	—	63.2	70.8	69.0	80.4	88.0	95.8
芝浦	流入生下水	6.9	262	35.5	6.4	3.8	2954000	15000
	淨化放流水	7.0	207	30.7	6.2	2.0	214000	1150
	減率%	—	20.0	13.5	3.1	23.7	92.7	92.0
砂町	流入生下水	7.0	271	33.0	5.3	3.4	2773000	10300
	淨化放流水	7.2	223	24.3	4.2	1.8	472000	1050
	減率%	—	21.4	26.4	20.8	47.1	83.0	80.3

次に羽田處分場の問題であるが、處分場の豫定地は芝浦仰筒場を距る 5800 間先で途中は勿論、處分場敷地も大部分は埋立を要するのであり、土地の買収や権利の補償やで、扱て實行となると随分面倒な問題が生じて實施が容易でないのみならず、京濱間將來の發展を考慮に入れると既定計畫の單なる沈澱放流に果して妥當なるや否やの懸念も生ずるのである。例へば紐育市などに於ても四圍の發達につれハドソン河口や灣内の汚染年々著しくなるので、之が對策に研究に研究を續けて來たが、其一例として下町方面の放流を廢し、イースト・リバーの中洲なるワーズ・アイランドに高級處分場建設が進められて居る如く、又ロス・アンゼルス市にしても全市の下水を郊外遠くマンハッタン・ビーチ附近に導き大規模なフライン・スクリーニングに依る處分の上、海中半哩餘の處に放流して居るが、數年前より此附近海岸も段

々發展して來り、汚水の放流に對して非難が向けられる様になつた。實際干潮時には吐口を中心として大圏内の水面は暗黒色を呈して他の海水と明瞭に區分さるゝのが陸上より認むる位であり、同市當局でも此の改良に可なり頭を悩まして居るのである。羽田處分場を寧ろ第一區の處分場と云つた方が適當かも知れぬが、此の處分場は排水人口、處理水量の點より見て實に世界著名の大處分場となるのである。或は今日世界第一を跨る處のシカゴのイースト・サイド處分場、ウエスト・サイド處分場を凌駕して世界第一であるかも知れぬのである。之等の點を綜合して考ふる時は既定計畫の遂行は果して如何なるものであらうか、假に既定計畫を進めた處、終極には高級處分をせねばならぬ事となりはせぬか、高級處分場とするなら猶々羽田迄持つて行く必要は無い。手近な處に変更するのが良策ではなからうかと云ふ問題に達着するのである。

(B) 試験設備の成績の概況 高級處分としては東京市の環境を顧みるときは促進汚泥法を適當と思ふのである。之は灌漑法とか濾過法とかに適する廣大なる土地が得られない。然らばと云ふて今日米國の或る都市に行はれて居るダイレクト・オキシデーション・メソッドを採用する事も出来ぬので自然促進汚泥法に極限さるゝのである。速進汚泥法に就ては、三河島處分場で之が代表的の型なる空氣式、攪拌式(パドル式)(土木學會誌第十三卷第六號三河島處分場長故廣中氏講演參照)及シンプレックス式以上3式の實用的規模の實驗設備を設け、空氣式及攪拌式は昭和2年より、シンプレックス式は昭和6年4月より試験して居るが、三河島處分場の汚水を以ては何れも良好なる結果を得て居り(唯現在の設備に於ては攪拌式及シンプレックス式はアムモニアの減率が尠いが、之は返送汚泥を再曝氣せざる爲其活性が弱きに起因するのでなからふか、之等の式には、多少の返送汚泥再曝氣が必要であらふ)、其優劣は一概に云ふ事は出来ぬ。要するに處分場の規模汚水の性質によりて採用の方針を決定すべきものと思ふのである。例へば第一區の處分場の如く大規模のものに於ては、空氣式は積極的に空氣を送り得るを以て汚水の處分上大いに安心を有する感なきに非らざるも、一面莫大なる機械設備費を要し夥しき撤氣盤などの關係より故障頻發して存外好成績を挙げ得ないかも知れぬ。従つて徒らに作業費の増嵩を來さざる事なきやも保し難いのである。汚水の將來の濃度が充分に豫想せらるゝなら、それに類似の汚水即ち第一區で申せば三河島處分場の汚水を以て試験した結果が良く機械的操作も簡單で作業費も低廉ならばその式を採用するのが最も策の得たるものであらふ。

3式中動力は、シンプレックス式は最小で汚水量1000立米當100 K.W.H., 之は略々英國ポルトン市のものに近いのである。但しポルトン市の下水は工業排水が多量で強烈なる下水であり、之に較べると、三河島處分場の生下水程度のものゝ處分としては動力の消費が過多なりと云はねばならぬのであるが、之は試験設備の小規模なる爲其能率が比較的悪しきに

歸すべきであらふ。次は攪拌式の 1000 立米當 129 K.W.H. であり、空氣式は最大で 1000 立米當 135 K.W.H. である。此動力の多少は第一區の如き大處分場では將來の維持費に重大なる關係を有するので大いに考慮すべき問題である。猶三河島處分場の撒水濾過の所要動力は 1000 立米當 6 K.W.H. にして單に動力に就て見るときは本式の如何に經濟的なるかを察知する事が出来る。

發生する過剩汚泥量はシンプレックス式が一番多い。含水率も高く 99% 時にはそれ以上にもなる事があり、汚泥の粒が甚だ細いのである。之は汚水は水面で回轉する處の“コーン”に依り非常なるスピードで攪拌されつゝ直ぐ次の沈澱槽に入り沈澱する。其沈澱槽の底より絶えず返送汚泥を吸ひ上げる設備なるが爲に、返送汚泥の活力も弱く汚泥が大きな粒の海綿状態になる機會がなく、大粒のものとなり得ない爲ではないか、従つて水分も多く量に於ても多量である。依つて汚泥が大粒に沈澱する様一段の研究を進めて居る、攪拌式は設備の關係上（回路の深さが深過る）汚泥が槽底に堆積する（此堆積汚泥は往々腐敗を起す事がある）爲か過剩汚泥量は甚だ多い。空氣式は兩者の中庸を得て居る様に感ぜられるが、それに依ると汚泥量は汚水量の 1/120 位に當るのである。又之を汚水の浮游物質等より推定しても此位のもが生ずると思はるゝのであるが、假に第一區の處分場で汚水量の 1/120 の汚泥量が發生するとせば 1 日約 3500 立米の汚泥の處理を要するのである。汚泥の處理法は種々あるも消化法（ダイジェスチオン・オブ・スラツヂ）の研究が進められ、獨逸、米國に於て特に發達して居るのである。米國ニュージャーシー・アグリカルチュラアル・エクスペリメント・ステーション所長ルードルフス及所員フィッシャーの兩博士は實用的に貴重なる結果を發表して居るが、之等の説に従へば我東京市下水道に於ても發生汚泥量（可燃性固形物 6~7 割、灰分 4~3 割）を尠くとも其 1/10 以下に消化減縮し得る事が推定さるゝのである。而して消化汚泥は乾燥も又容易であるを以て汚泥の處理も餘り困難ではなからふと考ふるのである。

以上は汚水處分の概況であるが、東京市の下水處分場は何れも行詰りの状態で之が具體的對策の樹立に當面して居る次第である。

第九章 芝浦假處分場擴張工事

羽田處分場が出来上る迄は芝浦唧筒場に假處分場を附設して暫定的に汚水處分を行ふと云ふ事は前に述べた通りである。此の假處分場の計畫は大體第一區の大震災に依り焼失したる區域の内で、燒失前に出来上りたるもの及復興事業にて施工するものに依り排水さるゝ處の汚水量に多少の餘裕を見込み、1 日 127 300 立米を處分する設備であつて、沈砂池、濾格を通過したる汚水は唧筒にて揚水せられ導水渠を経て沈澱池に入る事は三河島處分場と何等異なる所が無い。唯導水渠に於て液體鹽素が注加されて殺菌の上降潮時に海に放流さるゝだ

けの違いである。然るに汚水量は豫想外に多く昭和5年には實に1日187340立米の到達を見、逐年増加の傾向を呈し、沈澱が充分でないのみならず、満潮時には汚水が池外に溢れ且つ沈澱の不十分から吐口附近の海水が次第に汚染せらるゝので、現在の唧筒場に接続したる12400坪の處に充分なる沈澱を行ひ、且つ完全に降潮時にのみ放流し得る様相當規模の擴張工事を行ふ事になり目下工事中で本年12月に完成の豫定である。

(A) 水量 本處分場は暫定的のものなるに依り擴張も其規模を如何なる程度にすべきか問題となるのであるが、大體羽田處分場に流達する推定汚水量(毎秒6.22立米)の半量3.4立米/秒を處分する程度としたのである。本水量は年々延長する管渠工事に依る排水面積の増加、1人當汚水量の増加等より考察しても今後5箇年位に到達する水量であつて、此期間中に第一區の處分場も建設する事が出来るならふし、其處分方法が若し既定計畫通り沈澱放流の場合は羽田處分場に造らるべき沈澱池に代用せしむる事が出来、又速進汚泥の高級處分とする時は構造物に多少の改造を加へて、容易に曝氣槽などに利用し得る目途で定められたものであり、所謂一石二鳥を追ふ意味を含めたものである。

(B) 沈澱池 沈澱池は45.45米方形、水深3.66米、底部は勾配1/12の摺鉢状のもの3個、總容量22852立米、1日最大汚水量に對し2時間の沈澱時間を與へ得るのである。池の中央には米國ドル會社製の徑45.45米の掻集機(クラリファイヤー)を裝置し絶えず汚泥を池底の中央に掻き集めて汚泥唧筒との直結装置によりて汚泥槽に引き出すのである。之は沈澱汚泥の腐敗を防ぎ汚水の沈澱作用を充分ならしむるのみならず、汚泥の含水率を幾分少くする利益がある爲である。猶汚水中の浮游物質には沈澱し得るものと然らざるものとがあつて、其沈澱し得るものは2時間の沈澱時間を與ふれば約80~90%の效率があり、それ以上は容易に沈澱せぬのが通例で、今日汚泥掻集装置の完全なる沈澱池では2時間の沈澱容量とするのが普通として居るのである。在來沈澱池は豫備池として新設池の掃除修繕の際之を代用する。

(C) 貯水池 貯水池は昇潮時に沈澱下水を貯溜し降潮時に放流する用に供するものであるが、將來羽田處分場を芝浦に変更し高級處分を行ふ場合なども考慮に入れ一部改造により容易に曝氣槽に利用し得るが如き構造を與ふる様に努めたのである。1個の大いさ幅40米、長170米、有效水深3.66米、容量24890立米で、底面は排泥掃除等の爲中央に2本の溝を設け、左右池底1/100、溝自身1/200の勾配であつて、降潮時に完全に排水する必要上底面高を東京灣中等潮位0.06米としたのである。3個で毎秒3.4立米の汚水量を6時間貯溜する事が出来、出口は9箇所各オートマチックゲートを附し、放水暗渠吐口附近海波の影響を受けざる池點に浮標室を設け、浮標の上下によりてスイッチの開閉をなさしむる装置を施して前記のゲートを昇降の潮位に従つて電氣的に一齊に操作する装置に致したの

である。

(D) 消毒設備 消毒設備の増設は獨逸クロレーター會社製鹽化銅殺菌裝置容量 1 時間 6 キロのもの 3 臺を設置する。之は液體鹽素のみを使用するに比して殺菌力が強烈であり經濟となるが爲である。魚類に對する害の有無に就き種々試験の結果使用の範圍に於ては影響がないことを確めたのである。沈澱池出口及放流渠起點の合流櫛の 2 箇所で注加し汚水との接觸時間を充分ならしむると共に細菌の復活作用の機會を與へない様考慮を拂つたわけである。

(E) 放流渠 放流渠は幅 3 米、高 2.7 米の矩形、勾配 1/2 000 流量は海面と貯水池水面との差により變化するも最大 19.5 立米/秒、平均 11.5 立米/秒で大約 3 時間餘にて貯水池を排除することが出来るのである。

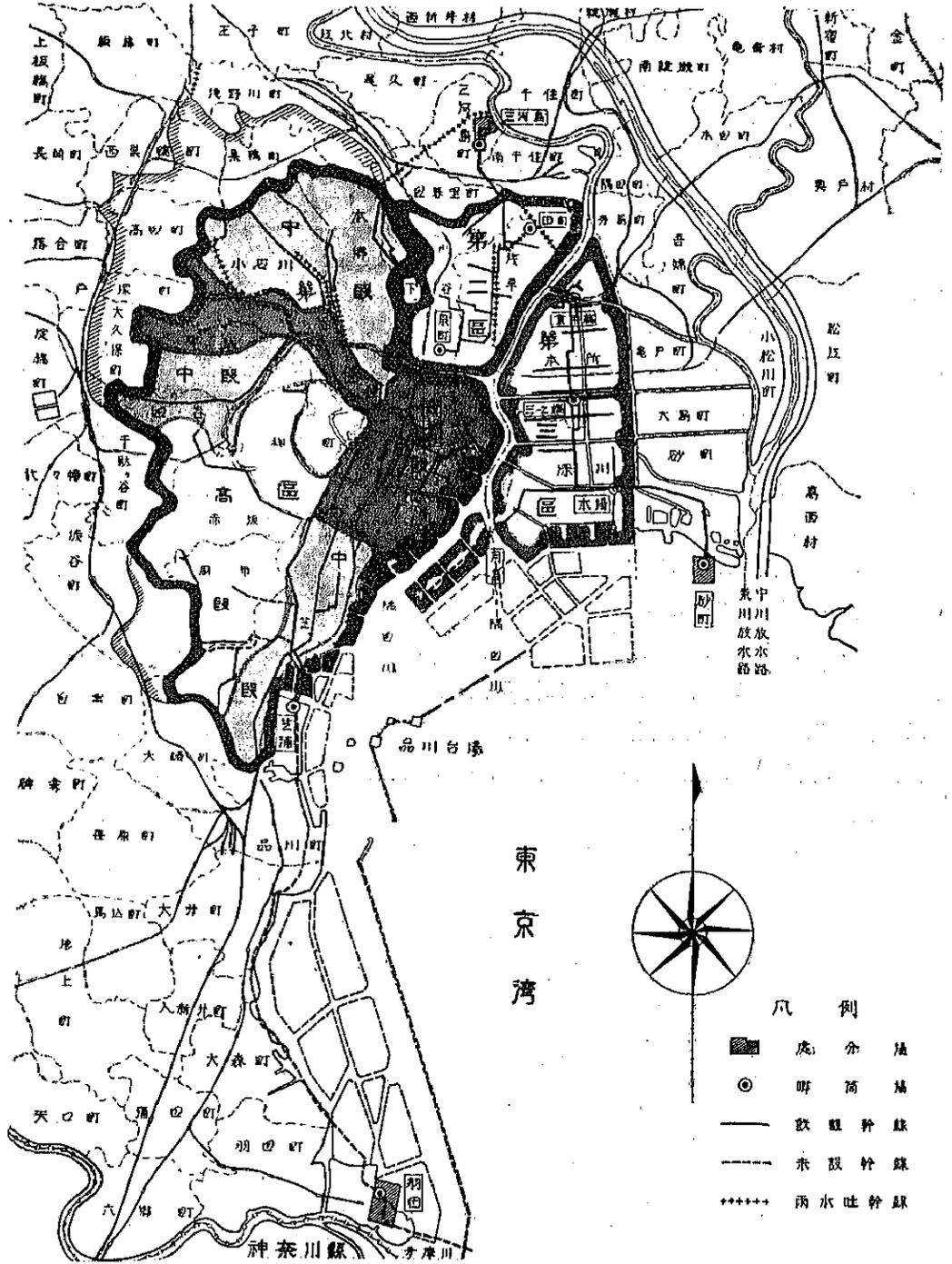
(F) 主要唧筒及附帶設備 以上の工事につれ主要唧筒は、既設のものはデリヴェリー・パイプの繼足しを要し、更に新たに口徑 920 耗、實揚程 6 米、容量 2 立米/秒、電動直結渦卷唧筒 2 臺を増設する。猶此外滓渣槽 (容量 1558 立米) 1 個、汚泥運搬船 (容量 60 立米) 1 隻、汚泥唧筒 (口徑 200 耗、實揚程 10 米、容量 2.12 立米/秒、電動直結渦卷) 3 臺の増設も併せて施工するのである。

本工事は 5 年 6 年の繼續事業で失業救済事業として施工して居り、用地費 744 000 圓を合せて總工費 2 190 000 圓、目下の工程は約 5 割である。

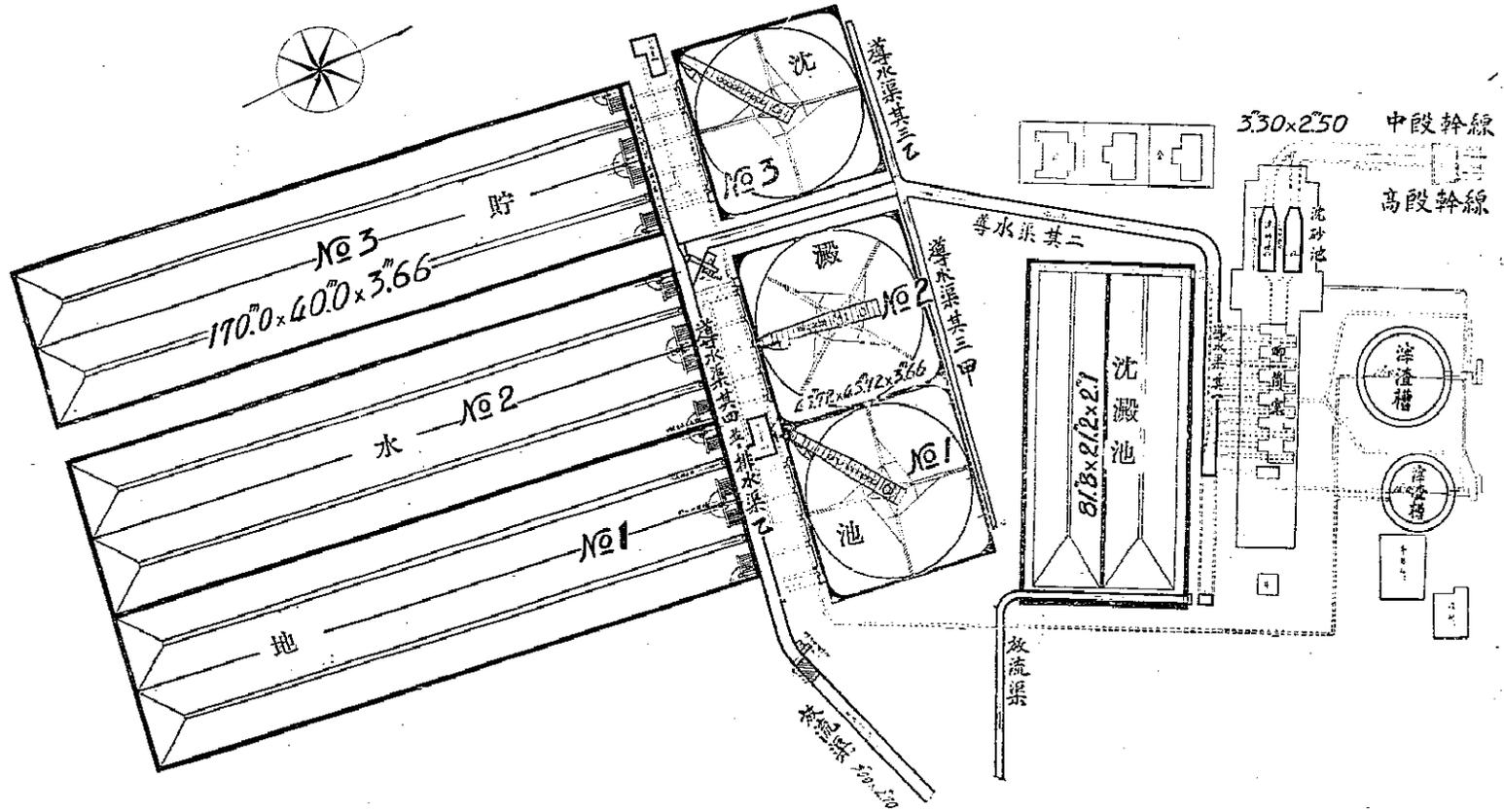
以上東京市下水道として其外郭を一通り申し述べましたが演題其物が餘りに大きいに拘らず内容至つて貧弱で誠に慚愧に堪へざる次第で、永々と御清聴を煩はせし事に對し厚く御禮を申上ぐ。

(終)

附圖第一 東京市下水道計畫平面圖



附圖第二 東京市芝浦區岡場擴張計畫



縱 斷 圖

