

特集—下水道

もともと土木事業というものはあまり派手な存在ではないが、下水道事業などはその中であっても最も目立たないものの一つといえる。たとえば、東京都が実施しているこの分野の事業量を例にとってみて最近のデータでは1か年間に広島市全体の下水道施設にあたる絶対増をこなしているとのことであるし、局別の予算の面でも下水道局が第1位であることはあまり知られていない。厳然たる事実であるという。

世に「かくれたベストセラー」という言葉があるが、さしづめ下水道事業は「かくれた巨大産業」といわれるに値しよう。

ひとむかし前まで「わが国には道路はない」とまでいわれた貧弱な道路網も、その後の官民あげての努力により一応の水準に達したように、1972年時で19%の数値しか示すことのできない下水道普及率を短期間にどの程度まで上げるのか、これにはわが国の“民度”が問われているともいえよう。

そこで今回は、土木技術者でもあまり知る機会の少いといわれる下水道に関する種々の話題を広範かつ明解にとりまとめ、「特集・下水道」としてお届けすることとした。

今回の特集は、下水道の歴史、技術、事業等を全面的に取り上げ、土木技術者として知っておかなければならないすべてのことを盛り込むように心がけた。しかし、技術者の質・量の問題等、「人」の問題にはあまり言及していませんし、これらはまた次の機会にと考えました。

今回の特集をとりまとめるにあたって執筆・編集にご協力賜った関係各位に御礼申し上げますとともに、下水道事業の健全な発展を祈る次第であります。

会誌編集委員会

生活環境整備の

1. 下水道の歴史

人の健康と快適な生活には、汚水はもちろん雨水の排除施設は欠くことのできないものであることは大昔から認識されていた。

また、人口が増加し、市街地が大きくなるにつれて、自然の排水系統に多額の費用をかけて大規模な土木工事によって拡張したり改修することも実施してきた。

(1) 古代およびローマ時代の下水道

紀元前 3000 年のアッカド人の支配時代に、南メソポタミアでは下水道が存在していて、エシュムンナにある宮殿が発見されたものは、同時代のインダス川流域のモヘンジョ・ダロにあったような、住宅やモンスーン期の雨水排除のための下水管とよく似ていた。エシュムンナでは、浴室や便所はすべて建物の外側にならび、下水は近くの道路に沿って設けられた下水管に流入するようになっていた。

紀元前 1500 年以前に、クレタ島のクノックスにあるミノス王の宮殿の下水道も、あらゆる点でのこの時代の施設に似ていて、石管やテラコッタ製の管が雨水を屋根やテラスから外壁の雨樋に導いていたことが遺跡から明らかにされている。

下水管は窯焼きれんがでつくられ、継手や管内部に歴青が用いられ、主要な接続箇所にはマンホールが設けられていた。また、便所には歴青を塗った座のある腰掛式のものもみられた。

紀元前 600 年ころのバビロニアやアッシリア時代にはれんがによるアーチ構造の地下水路が図-1のごとく存在した。アーチは半円形の輪を少し倒して前の輪に載せるようにして支保工を省いて築造されていた。

ギリシャ本土では、ミケネ人はテラコッタの開渠を使用し、クレタ人は沈泥が堆積するのを防ぐために、蓋をかぶせた。また、ギリシャ人は土管の直管はもちろん曲管も製造し、先を細くして接合をびったりさせたが、これらの方法はローマ人によっても踏襲された。

紀元前 600 年、ローマの市街地のある丘と丘との間の

* 正会員 工博 北海道大学教授 工学部衛生工学科

ための下水道

寺 島 重 雄*

湿地の排水をする広範な下水系統があった。これは、小下水溝が下水を集めて大下水溝に放流するようになっていて、大きなものは高さ・幅とも 4.5m のアーチ形で、2500 年前に無蓋の排水渠としてつくられ、約 300~400 年後に蓋をかぶせたものと推定されている。しかし、ローマ帝国崩壊後の数世紀の間は、下水施設には、ほとんど進歩がなかった。

(2) 中世の下水道

中世には、家庭のあらゆる廃棄物（人間の排泄物を含む）を街路に放り出す習慣となっていた。これにかわる処理方法がないため、この習慣を禁止する条例も住民によって無視される有様であった。

1412 年のパリには、多くの街渠が存在し、メニルモンタン堀（Menilmontant）と称せられた大排水渠に放流されていたが、これも 1740 年に側壁で囲われるまではなんらの改良も加えられなかった。1513 年にはパリの慣習法は各戸に自家用の便所を設けることを定めていたが、18 世紀にいたるも依然として廃棄物を街路に捨てる習慣は改められなかった。

1773 年の調査では、マドリードでは王宮でさえも便所が一つもなかったことを明らかにしている。

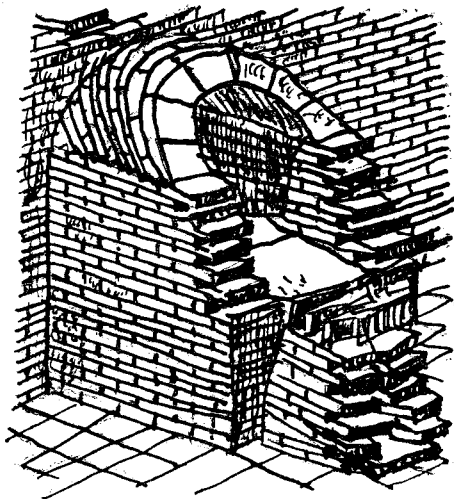


図-1 コルサバドにある地下水路

(3) 近代の下水道

近代になって、イギリスでは排水系統の欠陥についての苦情がしばしば議会に持ち出された。それ以前から地主に対して小川や堀割を清潔にし、土手の手入れをする法令が出ていた。しかし、人口の急速な増加とともに、下水道問題は深刻になってきた。イギリスの人口は 1801 年に 1050 万人であったが、産業革命の結果、都市に人口が集中して 1851 年には 2080 万人に達し、不健康な生活環境は必然的に悪疫の流行をきたした。すなわち、1849 年と 1853 年のロンドンにおけるコレラの流行は、飲料水の多くが汲まれていたテムズ川の汚染によるもので、2 万人近い死者が出たのである。

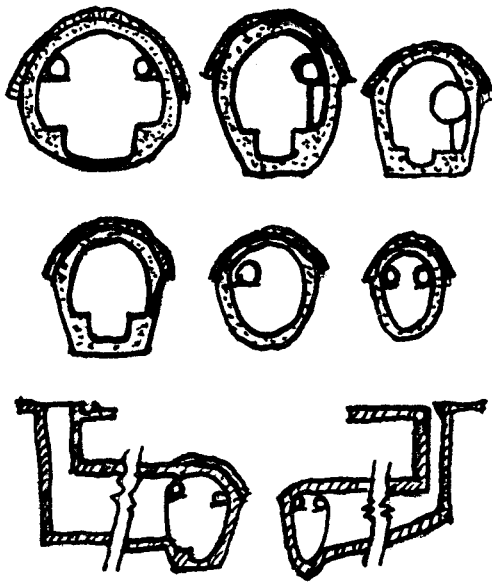
1855 年には首都工事局が創設され、首都ロンドンのテムズ川に流入する下水をすべて遮集する工事を実施することになった。むかしはただの水路であり、のちには大部分をれんがで蓋をした主要な下水渠はテムズ川に直角に接続されていて汚染の原因となっていた。そこで、テムズ川をはきんでほぼ平行に北側に 3 本、南側に 2 本の遮集幹線を東西に建設して、すべての下水をこの遮集幹線に集め、ロンドン橋の下流 19 km の地点に吐き口を設けるもので、その間、3 か所に中継ポンプ場を設置する計画であった。

排水人口はテムズ川の北側は 230 万人、南側は 115 万人の合計 345 万人、汚水量は 140 l/人/日、雨水量は北側 81 万 m³・南側 49 万 m³とするもので、工事は 1850 年から 1900 年にわたって施行された。この結果、テムズ川の状態は大いに改善され、川沿いの低地に住む市民が悩んでいた不健康な環境は良くなった。しかも、これらの計画による下水施設は、その後の人口、汚水量の増加にもかかわらず、多年の間、ほとんど増補改良も行われずに使用に耐えてきたのである。

パリでも、1806 年から 1863 年にかけて 34 万 m の排水路が築造された。この時代に、道路の横断勾配が変えられることになった。従来は、道路の中央に排水路があり、排水が道路の下の下水管に流れ込むように、ところどころに鉄格子がはめられていたのである。この鉄格子がしばしば閉塞して歩行者の道路横断のために板が用いられ、一方、馬車はぬかるみのなかを走っていた。改修に際して道路の中央は高くされ、排水は道路の両側の街渠によって行われるようになった。

(4) 下水管渠の構造

パリの下水道では、図-2 のように下水渠のうち大型のものは中央の溝の片側あるいは両側に歩行部分を設け、小型のものと同様に水道とガスの本管を側壁または床に据え付けられた支架によって支えていた。マンホー



図—2 パリの下水管渠

ルも道路の端から、かがまないで歩ける大きさとで連絡されており、街路にはすべてこのような下水管渠が埋設され、名称もつけられていたので、網目状の地下通路が形成されていた。

下水管渠の形状寸法および材質はまことに雑多であった。住宅の汚水排除には上薬うやくをかけた堅焼きの小口径陶管が用いられ、これはさらに口径の大きい下水管あるいは、れんがづくりの下水渠に通じ、それから下水本管、最後に集線幹線に連絡するような系統となっていた。

当時は、製管法も満足すべきものではなく、管の継手には粘土が用いられ、その後、モルタルが使用され、管自体をコンクリートで補強する方法も講ぜられたようになった。

イギリスでは、れんがづくりの下水渠は幅と高さが $76 \times 114 \text{ cm}$ のものから直径 3.6 m 以上のものまであり汚水の流速と掃流力を保持するため長円形や卵形のもの採用された。また、上部が広いので豪雨時の流量大なる際や、清掃と修理の際に便利であった。

排除方式は、ロンドン、リバプールなどの大都市では雨水と汚水を単一の下水管渠で排除する合流式が採用されていた。

設計も施工も良好なれんがづくりの下水渠は寿命が長い。地下にあるため温度や乾湿の変化にそれほど左右されないからである。ただ、底部のれんがは磨耗するので修理が必要であった。

下水管渠の換気は、内部で作業する人間の安全のために必要であるが、地上の人間に迷惑を及ぼさないようにしてこの問題を解決することは困難であった。1830年

に雨水ますに防臭弁をつけたが失敗に終わった。マンホールの通風管を建物の側面につけたり、建物の排水設備の通風管を利用したり、扇風器を通風坑に取り付けたり、工場の煙突によって生ずる気流を利用したり、下水管渠内の幅のガス管からガスが供給されるガス灯で下水渠に発生するガスを燃やす方法などが試みられた。マンホールや雨水ますに数多くの通気孔を設けるほうが苦情がなくなってなくなることがわかった。

(5) 下水処理と汚泥の処分

古代ギリシャでは、汚水を田畑にかんがいして処理することが通例であり、16世紀には、ドイツでもこの方法が用いられ、汚水量が少なく空地の多い場合にはイギリスでも採用されて効果をあげた。ロンドンでも吐き口のあるテムズ川下流一帯の住民から苦情が出て、かんがいに必要な広い土地が取得できなく、沈殿池または凝集沈殿池を築造することになった。そのころの下水は固形物量は下水量の 0.1% と薄く、有機物量は 50% 程度であったが、無処理のままでは河水の溶存酸素を奪い、水中生物が生息できなくなるおそれがあった。

アメリカ合衆国やドイツでは細かいふるいやスクリーンを通すだけで河川や湖水に下水を放流していたが、人口密度の高いイギリスではこれでは不十分で、19世紀後期には凝集沈殿池が行われたのである。含水率 93% の沈殿汚泥は特製の船で海洋処分されていた。

下水汚泥を乾燥して肥料とする試みもなされたが、含水率が高く、これを取扱いの便利な製品とすることが困難であったので、少量の下水汚泥が農業に利用されたのみであった。

1880年ドイツのエベルス (Eberth) がチフス菌を発見してから、細菌学を河川の浄化や下水の処理に応用する方向に進んだ。1882年、イギリスのロバート・ワーリングトン (Robert Warington) は、微生物の作用によってアンモニアと有機物との酸化が行われることを明らかにし、さらに下水中の有機物を硝化するために微生物を利用する実験方法をくふうするに至った。その後、合衆国のマサチューセッツ州衛生局のローレンス実験所での研究から、下水の酸化処理法に関する生物学上の基礎的条件が確立されたのである。

1898年ころから生物学的処理法が注目を集め、フラン克蘭ド (Frankland) によって間歇砂沓過法の実用化が図られるとともに、使用される材料がしだいにあらかくなり、ロンドンのディブディン (Dibdin) による接触沓過法と、コーベット (Corbett) による散水沓床法が開発され、引続いてファウラー (Fowler) らによって活性汚泥法が実用化されるようになった。

(6) 日本の下水道の沿革

わが国では、古来より防備と舟運のために溝渠を開削して疎通を図り、湿地の埋立てを行ない、あわせて排水を兼ねさせる程度であった。また、農業をもって国を立てる方針であったから、し尿を唯一の肥料にあて、価値あるものとして農家に有料で汲み取らせていた。したがって、便所の構造は汲取式で、溝渠に放出することがなかったので、水質汚濁は軽少ですんだかわりに、下水道の発達を遅らせる一因ともなったのである。

江戸も徳川家康が天正 18 年 (1590) に入国して以来、陣地を築き、運河・溝渠を開削し町割を行った。

表一 コレラの流行

年 代 (西歴)	患 者 (千人)	死 者 (千人)
明治 10 年 (1877)	13.7	8.0
明治 12 年 (1879)	162.6	105.0
明治 15 年 (1882)	51.6	33.8
明治 18 年 (1885)	13.8	7.2
明治 19 年 (1886)	155.6	110.0
明治 23 年 (1890)	46.0	10.8
明治 24 年 (1891)	11.1	3.4
明治 28 年 (1895)	55.1	15.0
明治 35 年 (1902)	13.4	4.1
大正 5 年 (1916)	10.3	6.3
大正 9 年 (1920)	5.0	3.1
合 計	538.2	306.7

東京市においても、明治 5 年 (1872) の銀座の大火後、街区の修築とともに両側の溝渠を洋式に改めたのが始まりで、表一のようなコレラの流行が下水道の緊要なることを感知させ、分流式の神田下水の端緒を開いたのである。しかし、上水道が先決であるとし、明治 32 年 (1899) これが竣工するまでは、下水道はおあずけとなった。その後、実地測量、資料の収集を開始し、中島鋭治工学博士の指導のもとに、明治 40 年 (1907) 合流式の下水道計画を樹立して、明治 44 年 (1911) から第一期事業として浅草、下谷、神田、本郷の一部にわたる地域の工事に着手し、第二期事業は大正 10 年 (1921) から麴町区の丸の内、日本橋、京橋の両区をはじめ、神田区、芝区にまたがる一帯の地域の下水道に着手した。三河島污水処分場の運転は、大正 11 年 3 月 (1922) に開始された。関東大震災後は、帝都復興計画のもとに、第一期、第二期のほか第三期事業として本所・深川両区の下工事に着手した。

大阪市は明治 19 年 (1886) および明治 23 年 (1890) のコレラ流行を機に明治 27 年 (1894) から工事に着手したが、在来の下水路をコンクリート張りとし、その上をコンクリートあるいは石でおおい、近くの河川に放流する略式下水道であった。第 1 回下水道改良工事は明治 44 年 (1911) から大正 11 年 (1922) まで、新市街地に

合流式下水道を完成した。第 2 回改良工事はとくに発展の著しい西野田、市岡、泉尾三軒家地区に施行し、大正 13 年 (1925) に竣工、第 3 回改良事業は西区四貫島、春日出、北区善源寺、東野田地区に実施したものである。

汚水量は上水道の給水量に地下水量を加えたものとしていた。1 人 1 日平均汚水量は 110 l (4 立方尺) が普通で、大都市は 167 l (6 立方尺) であった。1 日最大汚水量は平均汚水量の 1.5~2.0 倍にとり、これを 1 日平均汚水量の半分を 8 時間 (1.5 倍に相当) あるいは 6 時間 (2.0 倍に相当) で流下せしめるという表わし方をしていた。地下水量は汚水量の 10~15% としていた。

下水道の設計に必要な降雨量は時間単位あるいは分単位の降雨量の長年にわたるものが必要であるが、自記雨量計の設置箇所が少なく、あっても年数が少なくて降雨資料が利用できない都市が多かった。合理式が採用できないので、やむなくビルクリー、チグラー式などの実験式を使用せざるを得なかった。

雨水量は降雨量の何分のいくらとして定めた。たとえば仙台市では、大管は 1/2、小管は 3/4 とし、広島市の市街地は 1/2、その他は 1/4 とするなどである。

管渠の形状は直径 60 cm 未満のもので、勾配のとれるところでは構造簡単で強度大、施工容易な円形断面とするのを通常とした。幹線管渠については地形と吐き口の高さとの関係から楕円形、半円形、馬蹄形、長方形の断面も用いられた。

排除方式として分流式とするか合流式とするかは、都市の状況、地形に著しく関係するので、簡単にはその適否を決定できないが、分流式はすでに適当な雨水渠を有する都市または雨水排除のために、とくに雨水渠を設置する必要のない小都市において、少ない工費で污水管を設置しようとするところに適する。合流式は、一般に雨水・汚水の排除を新たに下水管渠を設置して排除しようとする都市に適応するが、大都市においては、地形その他から両者を併用する場合もある。わが国の都市は降雨量が比較的多いのに、完全な雨水溝を有しないところが多い。したがって、汚水と同時に雨水の疎通を図る必要があるほか、路街の幅狭く、屈曲が多く、電車・軌道をはじめ地下埋設物が多く、拡幅しないで、雨水管渠や合流管渠の埋設も容易でないのに、雨水管渠、污水管渠を並行して同時に埋設することは、いっそう困難な状況にあった。

明治 33 年 (1900) に下水道法が伝染病対策の一環として制定され、以後、大正 9 年 (1920) までに、東京市、大阪市の例のように市街地の一部に下水道を設置した都市は、わずかに 23 都市であった。

明治・大正時代は欧米の先進諸国に追いつくため富国強兵策がとられ、国民の生活環境の改善は軽視されがら

であった。加うるに大正 12 年 (1923) の関東大震災、昭和初期の不況時代が続き、下水道は失業対策事業として細々と施行されたので、昭和 15 年 (1940) における下水道設置都市は 51 都市、下水処理場はわずかに 7 か所であった。すでに昭和 12 年 (1937) ころから支那事変が始まり、第二次世界大戦に突入しかけていた時期で、下水道事業はほとんど停止のやむなき状況下で、防空対策を実施する程度になっていた。

2. 第二次大戦後の下水道

(1) 戦災復興下水道事業

第二次世界大戦後、やっとな昭和 21 年 (1946) から戦災復興事業として、戦災都市の区画整理を主とした都市計画事業が実施され、下水道も戦災復旧事業と区画整理に伴う下水管渠の移設事業が行われ、昭和 31 年 (1956) ころまで続いた。その間に非戦災都市の増補改良事業も開始された。

敗戦前後の食料不足、衣類その他の日用品の不足が昭和 25 年 (1950) ころからやや緩和され、朝鮮動乱を機会に工業生産も上昇に向い、それとともに市部への人口集中はますます激しく、昭和 45 年 (1970) には表一2のように総人口 1 億人余の 72% である 7 500 万人が市部人口となり、昭和 25 年 (1950) の市部人口 3 100 万人の 2 倍強となった。

表一2 市部人口の推移

人 口	昭和 25 年 (1950)	昭和 30 年 (1955)	昭和 35 年 (1960)	昭和 40 年 (1965)	昭和 45 年 (1970)
市部人口(千人)	31 203	50 288	59 333	66 919	74 838
百分率 (%)	37.5	56.3	63.5	68.1	72.2
郡部人口(千人)	51 996	38 988	34 084	31 356	28 865
百分率 (%)	62.5	43.7	36.5	31.9	27.8
合 計	83 199	89 276	93 417	98 275	103 703

(2) 下水道法改正後の下水道

昭和 33 年 (1958) には下水道法が全面的に改正され、建設省に下水道課が誕生するなど中央政府の下水道行政の機構が確立するとともに、それまでは下水道といえば“どぶ”としか考えていなかったころであったが、ようやく下水道に対する認識も改められてきた。

また、そのころから下水道に対する国庫補助額・起債額も毎年 30~60% の増加を示し、昭和 35 年度(1960)の下水道事業費 223.6 億円(国費 27.6 億円)が昭和 45 年度(1970)には 1 916.3 億円(国費 484.5 億円)と事業費 8.7 倍・国費 17 倍という伸び率となっている。この 11 年間の総事業費は 1 兆円、国費は 2 145 億円に達する。表一3 のように排水面積は昭和 35 年度の 5 万

表一3 公共下水道の整備状況

番号	項 目	昭和 35 年 (1960)	昭和 38 年 (1963)	昭和 41 年 (1966)	昭和 45 年 (1970)
①	市街地面積 (千 ha)	351.0	380.0	446.0	594.0
②	市街地人口 (千人)	42 420	43 410	49 000	62 800
③	排水面積 (千 ha)	50.0	63.4	88.6	135.4
④	③/①×100 (%)	14.2	16.7	19.5	22.8
	排水人口 (千人)	7 000	11 035	15 210	21 800
	④/②×100 (%)	17.0	25.0	31.0	34.7

ha から昭和 45 年度の 13 万 5 400 ha と 2.7 倍になり、正味 8 万 5 400 ha の増加となった。これは、東京市が本格的に下水道工事に着手した明治 44 年 (1911) 以来、昭和 34 年 (1959) までの 49 年間に実施した排水面積 5 万 ha に対し昭和 35 年 (1960) から昭和 45 年 (1970) までの 11 年間にはその 1.7 倍の 8 万 5 400 ha を実施したことを意味する。総都市数 3 257 のうち公共下水道設置都市は 279 となり、下水処理場も 247 か所となった。

このように下水道事業は急激に増大したけれども、市街化の傾向はこれを上回っていて、市街地面積は昭和 35 年度の 35 万 1 000 ha が昭和 45 年度には 59 万 4 000 ha と 1.7 倍となり、24 万 3 000 ha の純増となっている。加えて、市街地人口は昭和 35 年度の 4 242 万人が昭和 45 年度には 6 280 万人と約 1.5 倍、2 038 万人の増加となっているから、この 11 年間の都市化と人口集中がいかに激しかったかがわかる。したがって、下水道に対する投資額が延びたといえ、その整備が都市の市街化とどういっしょに進んでいかなかった事情が明瞭である。

(3) 住宅団地の下水道

昭和 30 年ころから工鉱業の生産が著しく、衣食もたりにきたのに住の問題は都市への人口集中につれていっそう困難な状態にあった。そのころ、日本住宅公団が設立され、大都市とその周辺に一団地の宅地造成を行い賃貸の中高層アパートの建設と宅地の分譲を開始した。そのころ、都道府県も札幌市の真駒内、江別市の大麻、多摩ニュータウン、千里丘、泉北丘陵団地などの例のように多くの宅地開発を行った。中高層アパートでは、どうしても水洗便所とする必要があるほか、住宅環境を良くするという点から公共下水道を設置することが当然となり、これが、わが国の下水道の発展に大きく寄与することにもなった。これらの住宅団地では、宅地造成中に街路の築造と同時に下水管渠も埋設され、下水処理場も築造できたのである。

これらの団地では分流式を採用するところが多かったのであるが、雨水排除に U 型側溝を使用しているところでは、これらが土砂によって閉塞したり、交通の障害になるところがあった。U 型側溝はできるだけ L 型側溝

とし、雨水管渠を埋設することが肝要である。

また下水処理場の規模が小さいところが多く、しかもコンパクトな構造としているのであるが、これらの住宅団地における汚水量の時間的変化も著しいこともあり、処理水の水質も時間帯によっては悪化する例が多く、下流から苦情や損害補償の要求が出される例もあった。そのうえ、吐き口から下流の放流河川の容量不足で降雨時の浸水をきたす例も生じた。

小規模下水処理場ほど維持管理が十分行われないものであるから、これらの設計には容量的に十分な余裕もたせ、かつ、維持管理の容易な処理方法を選択し、下水汚泥の処理は、大都市などの下水処理場に委託する方法をとったほうがよいと考える。

(4) し尿処理と水洗化

昭和30年ころから、農村に還元されて肥料として利用されていたし尿の大部分は、化学肥料にとって替られた。化学肥料の生産が増加したこと、少量でしかも肥料効果があり、取扱いもし尿に比べてはるかに簡便で労力を要しないからである。

一方、都市では、公共下水道が整備されていないので水洗化はできないし、市民からの強い要望で汲取りを励行させられるが、量が増加するのに反比例してだんだん処分場所に困って海洋や山林に投棄せざるを得なくなってきた。処分を委託された業者のなかには、河川その他に不法投棄したり、指定海域よりも沿岸に近いところの内海でし尿をぶちまけて漁業に被害を与えるという事例も生じ、やむなく市町村はし尿処理場の建設を急ぐことになった。そのころまでは、ハニー・バケツ(こえたご)に入れてトラックで運搬していたが、不衛生で外観も悪く、臭いの点から苦情が出てからは、手際よく汲取り、悪臭も出ないし、汚物も人目に触れないようにしたバキューム・カーが開発され、またたく間に全国の市町村がこれを採用するようになった。

ところが、し尿処理場の建設についてはバキューム・カーがひっきりなしに往来すること、悪臭を発生させ、放流水の水質が悪く、かんがい水や水質汚濁の面から好ましくないとして反対運動が起こるなど、市町村の当事者は、この問題では頭を悩まされたのである。

市民が汲取料の一部を負担しているところもあるが、し尿の汲取り、処理と処分に必要な経費は市の負担になるわけである。汲取りを要する人口は昭和43年(1968)でも、なお5000万人であるから、1人1年に1000円の経費を要するとすれば、毎年500億円をこのために支出しつづければならないことになる。

公共下水道の整備による水洗化人口は昭和43年度でわずかに800万人、公共下水道が整備されていないた

め、やむをえずし尿浄化槽を設けて水洗化している人口は1000万人に達している。し尿浄化槽を設けるのには小人数のものでも20万円を要するし、場所も必要である。年2回掃除しなければ浄化槽の機能を発揮しないが、掃除費は年6000円はかかるとされている。それでも、し尿浄化槽からの放流水質は悪く、悪臭をはじめ局地的な水質公害の発生源となっている。

し尿処理場やし尿浄化槽は公共下水道が整備されたときは無用の施設になるので、社会的にも二重投資となるわけであり、これらの施設に対する苦情の点からも、公共下水道による水洗化が望まれる。一時、水洗便所は贅沢だとの考えもあったが、衛生上はもちろん、生活の快適さからも、一般住宅にも普及を急ぐべきである。

岐阜市は昭和10~18年にかけて分流入下水道を完備させ、当時としては画期的な水洗便所を各戸に設けさせた。当時の市の1年間の予算に匹敵する300万円余の工事費を思い切って投じたのは松尾市長の英断であった。水洗便所に慣れた小学生が、修学旅行で他都市の宿屋に泊った際、薄暗い穴のある汲取便所ではどうしても用がたせず、家に帰るまで我慢したという話もある。いかに構えの立派な旅館で、部屋がきれいでも、アンモニア臭が鼻をつく汲取便所では快便ができず、閉口した経験を有する人が多い。都心のビルに通勤するサラリーマンは郊外のわが家ではなく、ビルの水洗便所で用を足すのをせめるわけにはいくまい。

(5) 浸水の防除

公共下水道の整備の効用には、雨水の疎通を良くすることにもある。低湿地でも住宅に適した生活環境にかえる。

いままでの実績では、降雨強度の大きさ、流出係数の大きさ、雨水量算定式のいかにかわからず、公共下水道が整備された市街地で浸水して家屋に被害を与えた例はほとんどない。計画外の豪雨時に街路に短時間湛水を見ることはある。河川の堤防が破壊された場合は論外であるが、しばしば市街地の周囲の山地からの雨水量に対する配慮が不十分で浸水をきたす例はある。

自然発生的に市街化した地区では、下水の排除を在来のかんがい排水路や公共溝渠に依存しているが、遊水効果のあった田畑、緑地、低湿地が市街化すれば、同じ強さの降雨でも流出係数が大となり、雨水量が大となるから、これらの溝渠や水路では排除能力に不足を生ずるのは当然のことである。勾配のない平地では、これらの水路を拡幅したり、ポンプ場を設けても雨水の排除は十分でないから、勾配のとれる暗渠構造として排除能力を高める必要がある。

3. 下水道の計画

(1) 排除方式

大正9年(1920)までに下水道を実施した23都市のうち、東京市と神戸市が一部の地区に分流式を採用したほか全部が合流式を採用している。理由は前述のとおりである。

昭和25年(1950)には、下水道設置都市67のうち分流式を採用したのは岐阜市、高野町ほか3都市である。

昭和45年(1970)では、水質汚濁防止の観点から中央の行政機関の指導もあって、分流式を採用する都市104か所、合流式を採用する都市109か所、合流式で一部分流式を採用する都市は105か所である。分流式を採用する都市は中小都市と住宅団地の公共下水道に多い。

東京都をはじめ大都市では、敗戦後の人口の激増と汚水量の増加にもかかわらず数十年間にわたってあまり補強もしないのに、まがりなりにも汚水の排除ができたのは、合流管渠であったからである。そのかわり、だんだんと雨天時には越流する量が設計量よりもはるかに大となったばかりか、晴天時においても雨水吐き室から汚水が越流するぶざまなところを一般の人にもみせるという極端な例も出てきたわけで、これがまた、水質汚濁防止の面から合流式はだめだとの烙印を押されることにもなったわけである。

大都市でも、大正の始めころは平均汚水量は170 l/人/日、最大汚水量は50%増しとしても250 l/人/日である。最近では、これが倍の500 l/人/日になっている。また、高層ビルの林立する地区では、ビルからの汚水量は推定のおよばぬ量になっているはずである。

そこで、分流式の污水管渠の設計に際しては、汚水量の算定に、かなりの余裕をみる必要がある。発展の著しい地区では5年に1回ぐらい汚水量の見直しが必要になるかも知れない。

それと、分流式の污水管渠といえども地下水の流入や雨水の流入は避けられない。とりわけ、排水設備も完全に分流式にすることは困難であり、どうしても汚水ますを通じて雨水が流入することになる。污水管渠に雨水量を加算することは好ましいことでないが、汚水量の50~100%の余裕を持たせる必要がある。

(2) 工場汚水の受入れ

公共下水道は、排水区域内の家庭汚水はもちろん、工場汚水など、あらゆる汚水を收容して排除し、処理するたてまえになっている。いままでに、メッキ工場の汚水が原因で下水管渠が腐食し街路が陥没した例もあるし、生物性処理をしている下水処理場に、クロム、シアンが流れ込んで微生物を死滅させた例もある。ある限度以下の濃度であれば、バクテリアなどの微生物も馴れて耐性が生じ、あまり支障とならないこともあるが、やはり処理水の水質を悪化させ、公共用水域への放流水の基準に適合させることができなくなる。

重金属などの有害物質は、下水汚泥に濃縮して、その下水汚泥の利用はもちろん、その処分にも困ることになる。したがって、工場汚水に対して除害施設を設けて、ある定められた限度の濃度や水質にして下水管渠に流入させることになっているが、重金属を含む工場汚水のために、下水汚泥の利用や処分が困難になるのを避けるため、それらの工場汚水を排出する工場を工業団地に移転させる等の措置を講ずることが、最終的に有利になると考えられる。

土木学会編 基礎と地盤 48年夏期講習会テキスト

2200円 会員特価 2000円 (〒170)

- 基礎地盤の調査——目的、手段と適応性など／大矢 暁
- 土質の解析——土のせん断強度と体積変化、弾性体としての土の圧力分布、すべり抵抗による基礎の支持力など／後藤正司
- 杭基礎の設計——目的、分類、各種の杭の一般的性質、軸方向支持力、載荷試験、支持力公式、杭打ち公式、周面摩擦など／沢口正俊
- 杭基礎の施工——原地盤の土性の変化、打込み・場所打ち・埋設杭の施工、施工設備と仮設工事など／藤田圭一
- ケーソン基礎の設計——計画、基本事項、安定計算、躯体の設計など／吉田 巖
- 盛土の基礎——軟弱地盤上の盛土、傾斜地盤上の盛土など／中沢 裕
- 岩盤基礎——力学的特性、分類、試験、評価、解析方法など／飯田隆一
- 軟弱地盤対策——特徴と分類、目的と問題点、選択および組合せ、各種の工法など／室町忠彦
- 地中構造物と地盤——地中構造物、開削トンネル、シールドトンネルなど／渡辺 健
- 基礎の耐震設計——震害の例、設計基準、地震動など／田村重四郎