

		上部径間割	開同根入長	橋脚度
ディビダーク	l=800 m	50 m+70×10+50	32 m	10
G. Girder	l=800 m	46.7m+54.3×13+46.7	25 m	14

形型式とすれば Well の最大根入長は 22 m となり、下部工事においても逆に約 900 万円安くなる。

この工費の比較は全体で 3 億 63000 万円(ディビダークの場合)に対し G. Girder 上部工で 500 万円安いが下部工で 1100 万円高く、計で 600 万円高くなる。以上は第 1 次の比較であって G. Girder は上部工が軽いのかかわらず、下部工の工夫がなされていない。ディビダークのピアは、プレテンションを利用して中空型式の躯体であって、G. Girder のピア R C の充腹型式によるもので 180 t も重いものである。上部工の努力をむなしくしている。この程度の軽い G. Girder に対し門

このことは上部工に適して下部工を考えることであり、架設地点の地質が橋種決定の大きな要素になることを示すものである。このような橋種の異なったものを比較する場合は同じ条件で比較することが重要なことであって、将来の維持費、利用度、安全性などをふくめて、共通の基盤において比較する必要がある。いずれにしろ、この地点に適し、利用効果が高く、経済的な橋梁の架設こそわれわれ技術者の願望してやまない目標であらねばならない。

## 衛生工学の諸問題

左 合 正 雄

### 1. 緒 言

近年衛生工学は上下水道をはじめとして、工業用水・産業廃水・し尿塵芥処理・河海の汚濁防止・原子力関係と非常に広範囲にわたっている。この分野における諸問題について概観してみたいと思う。

### 2. 上 水 道

水源の問題としては、洪水調節・発電・かんがい等のために近年ダムを建設し河水の貯水が行なわれている。この貯水をまた上水道の水源として利用するところが多くなった。そうすると雨の降った時の濁水が貯水されるために、これを上水道の水源として使う場合には長期にわたって濁度の高い水を処理しなければならなくなるので、従来の浄水施設に支障をきたすことがある。また貯水すると藻類が発生して、これが水に臭味を与えたり、ろ過池を閉そくするという問題が起こってくる。発電の立場からはどこかの水位から取水しても必要な水量さえ確保できればよいわけであるが、上水道としては取水塔を用いてなるべく藻類の発生が少ない水層から取水できるようにすることが望ましい。藻類の駆除に対して、上水道の貯水池においては従来硫酸銅のような薬剤を用いているが、他の目的のために貯水された大量の水に対して薬剤を使用することはできないので、近年二重ろ過やマイクロストレーナーという 400メッシュくらいの非常に細かいスクリーンも用いられるようになった。産業廃水・農業による水源汚染の問題も起こっている。近年水源の問題は各都市ともひっばくしているの、隣接都市が

共同して広域水道が計画される傾向にある。その例としてはすでに北九州水道組合・阪神上水道組合・大阪府営水道等がある。

つぎに浄水については、まず沈殿の問題であるが、近年沈殿池に整流壁・導流壁を設けると沈殿池内の偏流が矯正され、沈殿効果がよくなるという事実にもとづいて、沈殿池の構造が変ってきている。さらに密度流による偏流をもなくすために、東京都に 2 階沈殿池が造られた。薬品沈殿においては液体硫酸ばん土が使用されるようになった。高濁度水や低濁度水、あるいは水温の低い時の凝集沈殿に関して凝集補助剤の研究が進められている。たとえば高濁度水に対してはアルギン酸ソーダ、低濁度水の凝集効果をよくするためにベントナイト、水温の低い時の凝集効果をよくするために活性珪酸の使用等が研究されている。さらに薬品沈殿をした時の汚泥の中には使用した薬品が必ずしも完全に働かないでそのまま残っているから、これを有効に使う目的で、その汚泥を循環して使用したり、これにいくらかの薬品を加えて再活性化して利用する研究が行なわれている。特に近年薬品沈殿において加えた薬品と全体の水とをよく反応させるためには、水と薬品とをよく混和することが大切であるということが注意されるようになって、急速かくはんの設備が設けられるようになった。さらに薬品を混和したのち微細な浮遊物や溶存物質を吸着したフロックが形成されるように、かくはん速度を調節することのできるフロキュレーターが用いられるようになった。また最近では薬品沈殿の効率を高め、よりコンパクトな構造にした各種の強制沈殿池も出現している。これは高能率ではあ

るが、一方操作がむずかしいという欠点をもっており、その進歩が期待される。

ろ過の問題としては、原水の汚濁が進んでくると緩速ろ過では処理できないということから、また用地の獲得が困難になってきたという理由から、急速ろ過が普及している。急速ろ過においては表面洗滌を併用してろ過池の洗滌効果をあげる努力が進められている。しかし緩速ろ過は急速ろ過より堅実なのだから、緩速ろ過で処理できる水はなるべくこの方法を用いた方がよい。緩速ろ過をより能率のよいものにするために従来人力でやっていたろ過膜の削取りを機械化しようという努力が主としてイギリスやフランスで行なわれている。削取りにコンベヤーやキャタピラ付ダンプカーを使用したり、ろ過を経続しながら部分的に砂層の表面を洗浄していくということもロンドンの浄水場において行なわれている。パリの浄水場においては、緩速ろ過池を急速ろ過池のように逆洗浄している。これらはわれわれも学ぶべきではないかと思う。わが国においても研究はされたが、まだ実用化していない。

水道法によって塩素消毒が規制され、上水道の安全性が一役と高められたことは喜ばしい。川崎・大阪・札幌・東京等の新浄水場においては、自動制御あるいは遠隔操作というような近代的な方式も取り入れられている。

配水については配水管網の流量計算が精確にできるようになったので、配水計画を従来より合理化することができるようになった。配水管としてコンクリート塗装した大口径の鋼管や石綿セメント管、ダクタイル鑄鉄管、プレストレストコンクリート・シリンダーパイプが用いられるようになった。その接合についてはメカニカルジョイントの発達がある。給水については、近年鉛の値上りによって、従来給水管として広く用いられている鉛管に代って塩化ビニール管、ポリエチレン管等が用いられるようになった。

簡易水道の普及は目ざましく、すでに約6000カ所に敷設された。これによって水に不自由していたところによい水が供給されるようになったと同時に、多数の家庭婦人が水汲みの労働から開放されたことは、戦後におけるいちじるしい社会的な変化であろうと思う。施工においては、各種の施工機械が上水道の工事においても用いられるようになり、その能率を増進している。長崎港外の高島町に九州本土から約5kmないし6.5kmの海上を越えて、高島、端島に250mm、150mmの鋼管を敷設して給水したものをはじめとして、この他にも海底水道が敷設された。

### 3. 下水道

下水の排除方式として、戦後は雨水を在来の水路で排除することができる場所は污水だけを管キョで集めて

処理するという、変則的ではあるが、分流式を採用して建設費を節約し、できるだけ早く下水道を普及させるという方策がとられている。下水道計画の基本になる下水量の算定については、従来実験式と合理式が用いられているところであるが、これに対して合理式に改良を加えた滞流式がわが国において提唱された。今後さらに実測によって裏づけされることが望ましい。

下水処理の問題としては、晴天時には汚泥が沈殿し、雨天時には土砂が流下してしまうのが従来の沈砂池にまま見られるが、パーシャルフレームを用いれば流量が変化しても流速をほぼ一定に保つことができるので、この欠点を補なうことができる。また沈砂池に散気式の曝気装置を設け汚泥の沈殿を防止する方法がアメリカにおいて行なわれている。スクリーンかすをかき上げる仕事は非常に不衛生でもあり、またそのかき上げたかすの処分も面倒なので、それをスクリーンからかき上げずに細断して、下水とともに処理するコミニューターあるいはパーミューターという装置がアメリカで用いられている。わが国にも下水の最初沈殿池にスクラム・コレクターが用いられるようになった。神戸の新しい処理場には、これが取付けられている。最後沈殿池には越流ぜきのウエアー・ローディングを小さくして、汚泥の越流を防止する装置がつけられるようになった。

散水ろ床に関しては、均等な材に連続散水して従来の10倍くらい下水を処理することができるいわゆる高速散水ろ床が、中小都市に建設されるようになった。活性汚泥法については、従来の活性汚泥法に加えてステップ・エアレーション法あるいはモデファイド・エアレーション法というような新しい方法が、わが国の下水処理場にも適用されている。

下水処理において最近問題になっているのは汚泥処理である。従来は天日で乾燥しているが、相当広い用地を必要とする。用地の入手が困難な現在においては、これを狭い場所で処理することが必要になってきた。そのため機械脱水法が考えられている。汚泥を水で洗浄し、これに薬品を加え、そのろ過性をよくして、真空ろ過機にかける方法と、汚泥を遠心分離によって脱水する方法とが、東京と神戸において採用されている。汚泥消化槽に対しても新しい試みが行なわれている。たとえば脱離液を槽外で加温して、これを消化槽にもどし、従来槽内につけていた加温装置やスクラム・ブレーカーを省略することによって、消化槽の維持管理を容易にした例が静岡にある。さらに消化温度を従来より上げて消化日数を短縮する試みが行なわれている。

すでに一部においては下水の処理水たとえば活性汚泥法で処理した上水を急速ろ過にかけて、工業用水に使用している。工業用水のひびくした今日、処理下水の工業用水への利用には、多くの期待がかけられている。

#### 4. 工業用水ならびに産業廃水

工業用水については、工業地帯における地下水の過剰揚水が、地盤沈下をとまなうということが問題になっている。この工業用水の不足に対して工業用水道の建設が急がれており、川崎、大阪、四日市、尼ヶ崎など全国13カ所におよんでいる。

産業廃水をそのまま河海に放流すれば、これが河海の汚濁を招く大きな原因となるので、その処理の必要なことはいまでもないが、同時にこの産業廃水を処理してこれを工業用水として再使用すれば、工業用水の不足を補うことができる。また産業廃水の中の有効成分を回収することも特定の産業廃水については、きわめて重要なことである。

#### 5. し尿塵芥処理

下水道の完備していない都市において今日直面している非常に重要な問題の1つに、汲取し尿の問題がある。戦後この汲取し尿の汲取り運搬に対してはバキュームカーが使用されるようになって従来のきわめて不衛生な見苦しいし尿の汲取り運搬も相当改善されてきた。集出したし尿の処理に関しては、消化槽によるし尿消化が、東京において最初行なわれて以来、地方の中小都市においても実施されている。しかしこの消化槽はかなり建設費がかかるので、建設費を節約したいという意図から、薬品沈殿による化学処理も考えられており、清水市にその試みが実現している。しかし、この化学処理にも今後いくたの研究問題が残っている。下水道の完備していない地区において、1日も早く衛生的な水洗便所を使いたいという希望に答えて、し尿浄化槽が非常に普及している。このし尿浄化槽には建築規準法に定められた標準型とその変型とでもいうべき建設費の安い浄化槽も、近年数多く造られている。たとえば表面酸化方式を取入れた簡易浄化槽といったようなものが相当普及している。これらはいずれも浄化槽からの放流水が、必ずしも満足すべきものでないという点に問題がある。

大都市の直面している他の1つの問題として塵芥の問題がある。従来は大体低湿地に埋立てたり、あるいは野天で焼却していた。しかし投棄しただけでは臭気や蠅が発生し、そこからの汚水が周辺の地下水や河海を汚染するということが起こり、野天で焼却すれば煙や臭気がその周辺におよんで、とかく問題が多かった。埋立の方法としては、溝を掘っておいてそこへ塵芥を入れ、その上になすぐ土をかぶせていくサニタリー・ランドフィルが簡単でしかも確実でよいが、わが国の都市の周辺にはこれに必要な広い場所がない。

焼却炉による塵芥の焼却は以前から行なわれてはいたが、都市の人口増加とともに塵芥量も年々増加の一途を

たどるので、焼却炉の増設が急がれている。焼却温度が高ければ煙の問題も臭気の問題もほとんどなくなる。それで炉内温度を高くするために、従来用いられている平面ロストルから傾斜ロストルさらに回転ロストルへと炉の改善が進められている。焼却炉からの煙を洗った洗煙廃水の処理が問題になっている。また焼却炉からの灰の処分も今後の問題となろう。

塵芥の処理法として従来外国で行なっている塵芥のコンポストイングにし尿を加えて堆肥化する研究がわが国において進められている。し尿と塵芥の処理については外国にもその研究がないわけではないが、わが国の特殊事情にそくしたこの方面の研究の発達・技術の開発は、ひとりわが国のみならずわが国周辺の低開発国のためにも役立つものとして、世界の注目を浴びている課題の1つである。

#### 6. 河海の汚濁防止

法律によって河海の汚濁防止が規制され、河海の汚濁調査が進められている。また、工場の新設に際しては廃水処理を明らかにしないとその設置が許可されないようになった。河海の汚濁調査に当って、各種の産業から出る廃水は種々さまざまな成分をふくんでいるので、これらをいちいち化学分析するということになる非常にその分析がむずかしくなる。アメリカにおいては特定の魚を用いて、有害物質の判定をするバイオアッセーという方法が行なわれている。この方法はこの問題を解決する一助になるものと思う。

#### 7. 原子力関係

原水爆の実験にともなう放射能雨はわが国に脅威を与えたが、6大都市を初めとして全国数カ所の浄水場において放射能の測定が行なわれている。今日までのところ雨水を直接飲用に供しない限り心配のないという結果が出ている。最近研究用あるいは実験用としていくつかの原子炉が建設されることになった。これらの原子炉を果してある場所に設置してよいかどうかという、いわゆる立地条件を検討する場合に、常時運転においてそこから出る放射性廃棄物や事故時に放出される放射性物質がその周辺におよぼす影響はどうなるであろうかという、いわゆる放射性廃棄物からみた原子炉の安全性の検討が衛生工学の分野に課せられた1つの問題になっている。それと同時に、放射性廃棄物のわが国の事情にそくした処理ならびに処分の方法の研究が、放射線障害をとまなわずに原子力の平和的利用を健全に発達させるためにはどうしても必要である。

#### 8. その他

以上いろいろな問題にわたって述べたが、これらの問

題を解決するために必要な衛生工学技術者を養成するために、あるいは衛生工学の諸問題を研究すために、北海道大学、京都大学に衛生工学科が設立されたことは衛生工学の分野における1つの大きな前進であると考えられる。また、最近衛生工学関係の新会社も数多く発足して、新技術の開発に努力をしている。

最後に、これらの多岐にわたる問題が国としてどのように取上げられているのかについて簡単に触れてみよう。上水道は厚生省の水道課が所管しており、下水道は建設

省の下水道課、下水の終末処理ならびにし尿塵芥処理は、厚生省の環境整備課がそれぞれ担当している。工業用水、産業廃水は通産省、河海の汚濁防止は経済企画庁、原子力関係は科学技術庁というように、問題が非常に多岐にわたるので、国の行政も非常に多方面におよんでいる。

以上大変雑然とならべたが、衛生工学の分野における諸問題について、私の気づいた点を記し、責をふきぎたいと思う。

## 土質工学の二、三の話題

最上 武雄

今年からそれぞれ専門の総合講演というものを計画されて、私に土質をやれということで、初めの頃はその中味が実はよくわからなかったもので、ここに掲げたような表題にしたが、だんだん伺っているうちに総合講演の中味がわかってきて見ると、あるいはこの表題とピッタリしない話になるかと思う。また総合講演の主旨としては、専門以外の方におきかせするのだというお話であった。ここにおいでの方の中には、土質専門の方がかなりおいでかと思うが、そういう方々にお話するには、あまりにずさんな話であるので、耳をおさえて頂ければありがたいと思う次第である。

土質工学界の現況を知るためには多少とも歴史的概観を要する。

最近土質の方はなかなかさかかんになって、たとえば土木学会のこの講演のように、1つの会場を専有するようになった。しかしこの勢いは戦後においてであって、戦前は非常に寥々たるものであった。戦後といっても戦争が終ってから15年たつのであるが、その初期においては、戦争中外国でいろいろ体系づけられて発達してきたそういうものを、できるだけ早く輸入して、普及するということが1つ。もう1つはその原則にもとづいて仕事をしてみるということ。それからまた新しい工法を取り入れてやってみるということをしてきた。従って非常に情けないことではあったが、当時の状況をいまから振り返ってみると、たとえば土質の普及をするためにいろいろな本が出たり、講習会で話があったりしたのであるが、私などもみなさま方の驥尾に付して、つまらない教科書みたいなものもこしらえたのである。残念ながらそういうふうな教科書、あるいは講習会の講義録というものに現われた資料における大部分のデータというのは、ほとんど全部が外国のデータである。従って当時は

たしかに土質に関する関心は深まってきたとはいっても、本当の自分のものではなかった。要するに借りものをしていたという状態で、それがいまのような空気に育てられて、そうして最近においては、われわれ自身がそれぞれの仕事に関する経験を積んできた。それからいろいろの新しい工法なども、それは大元は外国に起こったようなものもあるけれども、それにわれわれは独特の工夫を加えて、そうしていわば日本のというようなものができつつある状態であって、たとえば教科書のようなものにしても、われわれ日本で得られたデータにもとづいて書かれた本が、ぼつぼつ出始めているような状態であって、この点についてはわれわれ関係している者としては、はなはだ喜ばしいことと思っている次第である。もちろんこういうことをいうのは国粹主義のようなことでいっているのではないので、同じく土といっても、外国の土と日本の土とは非常に違うわけである。日本の中においても、たとえば関東の土と関西の土は一致するというわけにはいかないという状態であるし、目で読んだり耳できいたりしたことは、やはり本当にそれをこなしているとはいえないので、私ども研究的な分野におる者においても、やはり実験室に入って実際に泥をいじってみるということをしなないと、いくら本を読んでも、それがピンとこない。それが実際の話である。

さて、アースダム、道路においては締固めという考え方を中心に研究が進められ、アースダムでは昔の粘土コア一辺倒は改められ土質的にも構造的にも革新された。

道路ではCBR法、 $k$ -値法などが普及し路盤の重要性が格段と認められてきた。土質改良法も研究されてきて近頃では従来静力学的に考えられてきた路盤の力学的特性を動力学的に考え直そうとする努力が始まっている。