

IV 都市の建設

世界の歴史がたどるように、人間社会は近代化とともに都市化への傾向をたどっている。わが国の都市化現象も、第1次産業にもとづく初期都市化からはじまり、第2次産業の発展にしたがい大工業都市化が生まれ、今日では第3次産業を中心とする都市化が芽ばえ、一部では管理中枢機能の集中による過大都市化の問題が発生している。そして、全国的に都市建設、再開発などへと問題が発展し、その中であって、交通、供給処理、防災、生活、教育、文化などの都市施設が総合的に建設されてゆき、自然依存への都市から高度人工都市への傾向をたどり、土木技術への負担は増大しつつある。

1. 都市計画

1.1 はじめに

わが国の都市計画は、いったいいつごろからあったものであろうか。おそらく都市というものが存在するようになった時から、都市計画はなされたであろう。人類が農耕をするようになり、作物の貯蓄、保存、物に加工をすること、物を売買することなどを営むようになって、すなわち第二次、第三次産業によって生計を立てる人間が出てくるようになると、これらの人間は集まって都市を形成するようになった。第二次、第三次産業は今日まで、常に進歩して来たのであるが、都市人口もたえず増加し続けてきた。

人間は生来、不精者で筋肉を動かすことを少しでもきらうものである。横断歩道があろうがなかろうが、道路があろうがなかろうが、人間はいつでも最短距離を歩くものである。人間が不精者であるがゆえに、たとえば住宅を作る場合でも、その住宅が、住むのもっとも使いやすいうように、住むのもっとも快適なように、建物の位置とか間取りを考えて計画的に建てている。同様に、人間が都市を形成するようになってから、その都市が少しでも便利が良いように、能率が良いように、計画的に建物や道路を配置するようになったようである。都市計画は「王者の計画」であるという。すなわち、都市全体の能率のことを考える人が、都市全体のことが見えるような人が、もっとも都市計画のことを考えたようである。それで、都市計画は誰が都市全体の事を見ていたかによって変遷してきている。日本における古代の都、中世の城下町、現代の産業都市などは、それぞれ時の実権を持っていた、天皇、領主、現代では市民（経済あるいは住民の福祉といってよいかも知れない）が都市計画の中心的役割を演じている。そして都市計画はその時代にもっとも能率が良いと考えられていた都市の形が、どういうものであったかによって変遷してきている。都市は生き物である。たえず変化している。時代の要求が何かによって、都市計画も次第に変化してきている。

1.2 明治以前の都市計画

わが国における都市の建設は、遠く古代にさかのぼる。仁徳天皇の難波京の造営は、西暦 645 年に碁盤目型の整然とした街路をもって計画的に建設されたわが国最初の都市である。その後平城京・平安京などが唐の長安・洛陽を模して、区画整然たる大きな都として建設され、それまで歴代ごとに遷都されていた皇都が次第に長い期間固定されるようになった。このように、わが国の都市計画は、王城建設に始まったのである。この時代の都市は中央集権的な政治都市しか存在せず、その都市構成はきわめて単純なものであり、産業の分化はほとんど行なわれていない。

中世紀は鎌倉時代以後の武家が政治の実権を握っていた時代であったが、かれらの居住地がそのまま地方政治の中心となり、都市を構成するようになった。最初は地方分裂の傾向が著しく、小豪族がそれぞれの領地に城塞を築いた。この城塞は軍事上の要求から、初めのうちは山間僻地に築かれていたが、小豪族が次第に統合されるにおよんで、山間の居城から平地に移ってきた。商工業・交通の発展と相まって、地方都市の出現を来し、その発展をみるに至った。これが城下町である。

また当時は信仰がさかんであったために、社寺が相当な勢力を持っており、経済活動と結びついて門前町が発達した。長野・宇治山田などがこれである。港町は交通貿易の中心として発達したもので、堺・大阪・博多・長崎・平戸などはいずれも港をもって、国内商業とともに外国貿易によって都市の繁栄をきたした。なかでも堺は水産交通の要所にあつて、交通貿易の中心としてその重要性を増し、商人職人の団結力によって支配階級から独立し、いわゆる自由都市として繁栄した。

室町時代からは座と称する団体、組合が生まれ一種の用途地域性のようなものが発達し、現在なお材木座・銀座・酒座など地名として残っている。座は徳川時代には町となり、材木町・呉服町・鍛冶町などの町名として、その名ごりをとどめている。

城下町はわが国の都市計画の歴史のなかで、皇居とともにもっとも注目すべきものである。戦国時代から江戸時代にかけての諸侯達は、城下町建設の条件として、平野の中核的地点たること、河流をひかえていること、交通の便がよいこと、できれば海運の便のあること、城が軍事的要害の地点たることを標準として、城を築き、都市計画をたて、軍事力

・経済力を集中させた。この地理的条件は近代的都市の立地条件とも合致し、わが国の大都市の大半は、城下町から発達してきているのである。

城下町は城を中心として建設された新都市で、都市計画はほとんど碁盤目型・長方形型であるが、江戸のように放射環状型の例もある。金沢のように故意に屈曲やくい違いをつけたり、袋路を造ったものもある。侍屋敷や商人・職人の住む地域を計画的に定め、寺院・藝を集めたり、火除地を造ったりして、外敵からの守りに備えた。街路幅員は当時は歩行が主であったため2間から4間くらいで、幹線道路でも6間くらいであった。城下町・港町・門前町・宿場町などの特徴は、今日でもその面影が残っており、近代都市計画の遂行上、あるいは利点となり、あるいは難点となっている。

城下町の代表は江戸である。江戸城は1457年に太田道灌が築城に着手したのであるが、1600年徳川家康が江戸に入り、幕府を置いて以来大都市に発展し、17世紀以降は人口が100万人以上あったと推定され世界第一の都市であった。

明治以前のわが国の大都市である京都・鎌倉・江戸は、いずれも時の政治の中心地で、わが国の場合は上からの力・権力が人口集中に大きく働いたのである。

1.3 明治・大正の都市計画

徳川時代の鎖国政策が終り、明治維新を迎えると、産業革命を経過した欧米諸国との交易がさかんとなり、わが国もおくれればせながら産業革命を経験し、先進国を追いかけることとなる。すなわち明治維新後は産業の発展にもなって先進国と同じように第二、第三次産業の場たる都市へ、人口が集中し始めた。このとき、旧時代の城下町は現代の都市の地理的条件に適するものであった。昔、城の堀として利用された川が工業に利用されるとか、海が物資の輸送に都合がよいか、城を建てるのに選んだ丘がつながる台地は良好な住宅地になるとかで、城下町が現代の商工業都市の勃興に多くの便宜を与えたのである。

1872年(明治5年)に新橋—横浜間の鉄道開通、1895年(明治28年)の京都におけるわが国初の市内電車の開通、1899年(明治32年)のわが国初めての自動車の輸入などにみるように、交通機関が発達すれば、通勤距離がより長くなってもよいので都市の膨張をうながし、人口の都市集中は輸送需要を増大し、交通機関を進歩させる。こうして文明の発達、とりわけ交通機関の発達は、急激な、絶え間ない人口の都市集中をうながして

いるのである。この傾向は今日でも続いており、近代の都市計画の主要な課題は、人口の限らない都市集中によって引き起こされる幾多の問題に対する解決方策はどうかということである。道路・鉄道・港湾・上下水道・公園などの公共施設をいかに配置し、土地利用をどのように統制すればもっとも能率のよい都市となるかということであり、どのようにしてその実現を計るかということである。

東京は、明治維新以来わが国の首都と決定され、政治・経済・文化の中心として急速に発達してきたのであるが、その初期においては市街は旧幕時代の施設そのままであったから荒廃がはなはだしく、道路はう曲狭あい地下水は停滞し、火災の発生は非常に多く、まことに憂慮すべき状態であった。一方、欧米文化の輸入がさかんになるにつれ、外国の諸都市の都市計画の実状が伝わり、市区改正の世論がようやく高まってきた。そこで政府は当時の東京市の実情を調査し、1888年(明治21年)東京市区改正条例を公布した。これがわが国の都市計画に対する最初の成文的根拠をあたえたもので、日本における現代都市計画の揺らん時代が始まるのである。

市区改正条例公布後、内務大臣の下に市区改正委員会が設けられ、その審議を経て市区改正設計が決定された。この設計による市区改正事業は1889年(明治22年)に着手し、1918年(大正7年)まで30年間に東京の都市改良に非常な成績をあげた。その主なる事業は道路・河川・公園・上下水道におよび、市場・火葬場・鉄道などについても計画がたてられた。この条例は当初はその名のとおり、東京市の街区の改良のみにもちいられたのであるが、その後、東京の発展は郊外におよび、さらに第1次大戦1914年(大正3年)以来の好景気により、全国に各種産業が勃興し京都・大阪・神戸・名古屋・横浜の五大市においても、人口の集中による弊害が痛感されるようになった。1918年(大正7年)東京市区改正条例に改正を加え、この施行区域を東京の郊外におよぶこととすると同時に、五大市に対してもこの条例を準用して応急的措置を講じたが、30年前の条例をもって急激に変動した都市に改造を加えることが、きわめて不都合であったところから1919年(大正8年)東京市区改正条例を廃して都市計画法および市街地建築物法が公布され、それぞれ1920年(大正9年)から施行されることとなった。

この都市計画法は六大市をはじめ順次地方中小都市に適用されるようになって、今日のわが国の都市計画が定められているのである。当時の都市計画法立法の背景となった指導

理念は、ハワードの田園都市論とテイラー、コミーをはじめとする一連の地方計画理論である。

産業革命以来の都市の異常な膨張発展は、不便・不衛生な都市を現出し、その改善が都市問題の夢であった。1898 年（明治 31 年）イギリスのエベネッサーハワードは、都会の良さと田舎のよさの両方を享受できるような新しい田園都市を提唱し、この構想のもとに 1903 年（明治 36 年）ロンドン郊外レッチワースに第一田園都市株式会社によって新都市の建設が始められた。

地方計画理論の精神は、大小都市の膨張を抑制するにはもはや一つの都市だけの都市計画をもっては解決できない。したがって都市を包括した、これに関連のある一定の区域を対象とし、既存都市（母都市）との相関関係を考慮しつつ周辺に衛星的小都市を配置し、既存の中心都市および衛星都市相互間に農地または緑地を保存することによって、既存都市の過大化を防ぐのみでなく、都市と農村の利益をともに享受しようというのである。

1924 年（大正 13 年）オランダのアムステルダムで開催された国際住宅都市計画会議では、田園都市論や地方計画論にきわめて大きく影響された決議がなされ、わが国からの参加者は、今やこの両理論は世界を風靡しつつあると感じて帰って来たようである。

のちの日本における首都圏整備計画・住宅公団の新都市建設・広域都市計画・新産業都市建設計画などは、いずれも田園都市論あるいは地方計画論の尾をひいているものなのである。

19 世紀から 20 世紀にかけてプロシャでは、都市に対する再検討が区画整理という形で起きてきた。1891 年（明治 24 年）ドイツのヘッセン市では、区画整理を施行させる土地については建築を禁止する法を制定し、1902 年（明治 35 年）フランクフルト アム マインの市長アディケースは、土地区画整理の規定の先駆とみられるアディケース法を制定した。この法律は土地の所有者に対し公共用地を提供させることを規定したのであるが、のちにプロシャの都市全部に適用されることとなった。わが国の都市計画法でも、都市計画のうえに大きな利点のあるこの制度をとり入れ、耕地整理法を準用して土地区画整理を行なうよう規定したのである。

1929 年（昭和 4 年）アメリカのクラレンスベリーはニューヨーク市と周辺の地方計画の中で、近隣住区の構想を発表した。近隣住区は都市計画上の一つの単位とされ、さらに

もう一つ上にコミュニティという単位が考えられるようになった。1933 年（昭和 8 年）には都市計画法の具体的な運用について、都市計画調査資料および計画標準が内務次官から出されているが、この単位のことが考慮されている。

都市計画法ができてから間もなく 1923 年（大正 12 年）の関東大震災によって、東京・横浜の大半が灰じんに帰した。政府は内閣総理大臣に直属する帝都復興院を新設し、復興事業を強力に推進するために、都市計画法の特別法として特別都市計画法を公布した。

この特別都市計画法によって、東京 950 万坪、横浜 100 万坪の土地区画整理を施行し、街路・河川・下水道・公園の整備を行ない、公共用地率の高い市街地に改造した。これが良好な実績をあげ、土地区画整理についての認識が深まって、全国的に土地区画整理が波及することとなるのである。

1.4 昭和前半期一第 2 次大戦まで

1933 年（昭和 8 年）には都市計画法に基づいて、具体的に個々の都市の都市計画を、どのように立てたらよいかの指針として、都市計画調査資料および計画標準というのが、当時の内務省から出されている。この中には都市計画の基礎となる人口や道路・運河・建築物・緑地・水源などの調査の仕方や、街路・運河・公園緑地・地域決定などを定めるための技術的基準とか、都市計画決定といって法律的手続をするための様式が示されている。

昭和の初めころは、安い運賃で物資を大量輸送できるものは舟運であったために、運河は工場と密接なものであって、工業地の開発、低地、埋立地の利用を目的として、ちょうど今日の産業道路のように重要な都市施設として運河が計画された。その後、非常に大量の物資の輸送を必要とする工業は港に直結し、そうでない工業は、道路・鉄道の発達によって必ずしも運河を必要としなくなり、貨物自動車や鉄道の貨車を使うようになって、運河の地位は低下した。最近では運河の機能は都市の排水が第一というようになっている所もあり、東京などでは運河をつぶして下水管を埋めその跡にビルを建てたり、首都高速道路に使ったりしている。

1933 年（昭和 8 年）に定められた街路計画標準の中に街角剪除基準というのがある。

街路の交差点では、自動車の回転が楽になるように、あるいは見通しを良くするために

すみ切り（街角せん除といっている）を作ったほうが良いということで、1933年（昭和8年）の街路計画標準ではすみ切りの基準が定められている。交通上からみると大きいすみ切りが望ましいのであるが、大きすぎると角になっている宅地の利用率が悪くなるということで、すみ切りの大きさが、どれくらいであればよいかを理論的に定めることは非常にむずかしい問題である。したがって1958年（昭和33年）に道路構造令ができた時にも、すみ切りについては別に基準を定めるとなっているが、今日までまだ定められていない。交差点では自動車は除行して、ぶつかる危険のないようにするのがあたりまえで、自動車が回転する場合にも、最徐行してでも回ればよいではないかということになると、すみ切りは非常に小さいもので間に合うことになる。事実、外国の都市では建物が固いせいか、すみ切りのあるものは少なく、わが国でも昭和の初期以前の都市計画では、たとえば関東大震災の復興計画や、北海道開拓以来の新しい都市などでもすみ切りは作られていない。

しかし、今日ではすみ切りを設ければ確かに道路は使いやすくなる。したがって土地利用が悪くならない程度であればすみ切りは設けるべきだという思想で都市計画がなされ、その大きさは経験的な数値かも知れないが、街路計画標準を用いて決めているのである。

つぎに、建物にはいろいろな種類の用途がある。住宅・事務所・商店・工場・映画館・病院・学校等々、使用目的をみるとたくさんの種類の建物がある。建物の用途にはたくさんの種類があるのであるが、同じ種類の建物は集まる傾向がある。類は友を呼ぶということである。住宅は住宅同志が集まって環境の良い住宅地を作ろうとするし、商店はいくつかの商店が集まって商店街を形成し、お互いに繁昌している。工場は工業の立地条件の良い所に集まり、原材料の運搬や、製品の運搬に便利のように工場地帯を作っている。このように建物は、もともと同種のもので集まる傾向があるのであるが、良好な市街地にするために、これを都市計画では、もっと助長させるような制度をとり入れている。地域地区制である。たとえば住宅地区では大規模な工場を建てられると、保安上危険であったり、有害な煙が出たりして付近の住宅が迷惑するので、その工場の建設を禁止している。

この用途地域の思想は城下町の時代にすでにあったようである。武家屋敷を計画的に配置したり、職人や町人をおある地域に集めたり、あるいは寺を全部1カ所に集めたりして、いざという時の統制や、戦力が最高に発揮できるようなことをしている。同類のものを集

めれば、日常の連絡や商売や、環境を保つうえに便利であったからであろう。

わが国で地域地区制が法文化されたのは、1919年（大正8年）の都市計画法とともに制定された市街地建築法によってである。その基本となったものは、住居・商業・工業の3つの地域を定め、特定の用途以外の建物は特定の地域で建てられないという用途地域制である。市街地建築物法では建ぺい率の制限とあって、建物の面積の敷地の面積に対する割合を一定限度に押さえたり、建物の高さを100尺（31m）以下に押さえたり、美観地区・防火地区などといって都市の美観や防火のために建物の構造に制限を加えたりして市街地を健全な方向に育成しようとした。その後1939年（昭和14年）には工業専用地区・住居専用地区といて制限の強いものが追加されたりしたが、1950年（昭和25年）には建築基準法に改められ、建物個々の規制と建物の集団的規制が行なわれるようになった。

つぎに昭和前半期ともいべきこの時代において、都市計画上、特記すべき出来ごとを簡単に記してみよう。

まず1927年（昭和2年）5月、わが国における初めての都市問題会議が大阪において開催された。1933年（昭和8年）には三陸地方に津波災害が発生し、国庫より財政援助をうけ、事業費57万円をもって、復興のため市街地の高地移転を実施した。

こえて翌1934年函館市に大火が起こり、その被害戸数24186戸、被害面積1259600坪で、これに対し事業費836万円をもって復興区画整理を実施した。さらに、京阪神地方風水害に対し268万円の復興費を計上した。また同年静岡市において、第1回都市計画協議会を開催した。1937年（昭和12年）支那事変の勃発に伴い、防空法の実施がなされた。翌1938年には、神戸地方に風水害が起こり、1185万円の復興事業費を支出した。1940年（昭和15年）には静岡市に大火があり被害戸数5089戸、焼失面積40万坪にのぼり事業費583万円をもって復興に着手した。また、同年には「神宮関係特別都市計画法」が制定され、企画院から「国土計画設定要綱」が発表された。

1.5 昭和中期一戦時中

1941年（昭和16年）12月8日、大東亜戦争に突入したが、その直後にあたる12月30日に企画院は「大東亜共栄圏の経済建設に関する国土計画的意見」を作成、さらに翌1942年3月に「大東亜国土計画大綱素案」を作成した。1943年（昭和18年）4月には北

京における大陸連絡会議に「黄海・渤海国土計画要綱案」を提示した。また、1943年（昭和18年）10月には参考資料として「中央計画素案要綱案」を作成した。ここまでで企画院の国土計画策定事務は10月末の同院の廃止もあって以上をもって終了し、11月1日からはこの事務を内務省国土計画課の一係として存続することとなった。なお、これより先、戦時応急の事務として、重要工業の防空対策を含んだ過大都市疎開対策がとりあげられ、1942年6月2日の閣議決定で「工業規制地域および工業建設地域に関する暫定措置」が実施に移されている。これにより軍事上重要な工業の疎開が若干行なわれたが、空襲による被害はそれ以上に大きかった。

これについて1943年2月1日からは「学校規制地域に関する暫定措置」を実施し、内務省に移ってからは、学童および人員の疎開に関する計画とその実施をこれにつけ加えている。さらに、同年には都市疎開実施要綱の閣議決定を行なった。1944年（昭和19年）には4大工業地域の終戦後の再建についても調査を開始し、1944年4月頃には各地区の整備改造計画案の作成を行なっている。また同年には、東海地方に震災、南伊勢地方に津波があり、尾鷲町ほか5町村に都市整理事業を復興事業費45万円をもって開始した。

1.6 都市計画の進展

つぎに、戦後の都市計画について記せば、先にも述べたとおりその主たるものは戦災復興事業であった。

すなわち、今次大戦による罹災都市は120余都市、罹災面積は1億9000万坪にもおよび、罹災戸数230万戸、罹災人口約970万人を数えるに至った。

このうち、大規模な戦災をうけた都市は115都市であった。この115都市が、1946年（昭和21年）9月10日法律第19号をもって公布された特別都市計画法により指定されたのである。しかしながら、戦後における日本の国内状況は、経済の悪循環と相つぐ災害によって国家財政および地方財政ともに窮迫し、当初の戦災復興計画は1949年（昭和24年）に至って、経済9原則の実施などに伴う客観状況の変化のため、戦災復興土地区画整理事業に対する補助率も8/10から一挙に1/2に切り下げられ、その対象都市を85都市、8500万坪に縮小することを余儀なくされ、1950年（昭和25年）度を初年度とする新5カ年計画に切り替えられることとなった。

これらの復興都市計画と並行して、非戦災140都市においては、生産都市再建整備事業により、重要幹線街路などの都市施設の整備が計画・実施された。

さて、前記の戦災復興5カ年計画もまた、1953年（昭和28年）度にいたり事業計画の収束が困難な見通しとなったので、1953年（昭和28年）12月に重要都市整備対策協議会が開かれ、その結果、67都市7700万坪を対象とし、これに要する残事業費270億円を必要とするむねの答申がなされた。この答申に沿って実施したが、1955年（昭和30年）これをさらに検討した結果、本事業の収束措置として事業の施行面積を、6820万坪に縮小し、1955年（昭和30年）度を初年度とする4カ年計画でその残事業費139億円が計上された。このため5大市を除く一般都市は、1958年（昭和33年）度をもって戦災復興事業は一応完了することとなったが、1959年（昭和34年）さらに年度を1年延長するとともに事業費16億円を追加し、残事業費わくと合わせ19億円をもって実施し、同年度で国の予算上は完了することとなった。

一方、5大市については、1959年（昭和34年）度から予算面において、戦災復興関連都市改造事業として衣替えし、早期収束を計ることとなった。

戦災復興事業として実施してきた事業費の総額は、単独費を含めて約857億円にのぼっている。この結果、整理された公共施設は道路において延長6850km、面積2335万坪、公園1684箇所が整備され、また河川・水路などの施設も面積253万坪が整備された。なお、数次にわたる収束計画の結果、削除された地域については、単独費または別途の予算措置をもって事業を施行することとなった。

現在1964年8月、一般都市の戦災復興事業の残額は34都市、61億円であるが、このうち残工事費は38億円余である。

このように、終戦直後に立案され、1946年（昭和21年）以降逐次事業化された全国戦災都市の復興都市計画事業は、戦後の混乱期に逢着して幾多の制約を受け、進捗意のごとくならず、難航したのであるが、国、地方公共団体ならびに関係者の努力と協力とによって、隘路を克服しつつ事業完遂に邁進し、その成果は、文化的・健康的な近代都市の誕生となったのである。

土地区画整理事業は、従来、都市計画法第12条および戦災都市の復興事業に関する特別都市計画法を根拠規定とし、その実施方法については、いずれも1909年（明治42年）

に制定された耕地整理法を準用していたため、農耕地と著しく異なる市街地の土地区画整理の手法としては不備な点があった。また、1949年（昭和24年）耕地整理法が廃止され、土地改良法が施行された。このような事情から1954年（昭和29年）5月20日法律第119号として土地区画整理法が公布されたのである。

戦災復興に重大な役割と輝やかなしい功績を果たした土地区画整理事業は、1956年（昭和31年）に至り、第二阪神国道整備と東京八重州口駅前広場造成に関する都市改造事業として採択され、1/2の国庫補助が認められた。

その後、1958年（昭和33年）からは道路整備5カ年計画の一環として、事業費248億円が計上され、1961年（昭和36年）度を初年度とする5カ年計画では事業費655億円が見込まれ、1964年（昭和39年）現在、補助率も2/3となり全国186地区が都市改造事業を実施している。また、地方公共団体による宅地造成のための土地区画整理事業は、新法制定以来1962年までにおよそ350地区1200万坪の宅地造成が行なわれている。1959年（昭和34年）度からは、地方公共団体施行の宅地造成区画整理に対して、その留地処分金を償還財源とした起債制度が設けられた。

さらに、土地区画整理組合が施行する区画整理についても、1963年（昭和38年）度から国および都道府県が無利子の貸付金を貸付ける制度が設けられた。

なお、立体換地方式をさらに発展させ、超過収用制度を盛り込んだ画期的な制度として、本格的な都市再開発のさきがけともいべき公共施設の整備に関連する市街地の改造に関する法律が1961年（昭和36年）6月1日に制定され、同年度よりただちに大阪駅前地区を対象とした市街地改造事業が開始された。一方、この間において、1956年（昭和31年）に都市公園法、1958年（昭和33年）に下水道法がそれぞれ制定され、総合的で一貫した施設行政を行なうべく、法制面の整備をみた。

つぎに、大都市における路面交通のひっばくは、路面使用の節約を強く要請するに至ったが、一方、その駐車需要はとくに著しく、必要な駐車施設の整備を促進するため、1957年（昭和32年）5月、駐車場法が公布された。なお東京、大阪、神戸においては一般街路の整備をはかるとともに、都市高速道路の整備を促進するため、1959年（昭和34年）に首都高速道路公団、1962年（昭和37年）に阪神高速道路公団が発足し、都市計画事業として都市高速道路の建設に着手し、すでに一部完成をみた路線もある。

1.7 現在の展望

現在の地域行政は、広域行政へ重点が指向されているといえよう。すなわち、広域都市計画の策定の必要が今日ほど強かった時代はない。新産業都市にしても、今までわれわれが考えていた都市計画と地方計画とが互いに手を握り合った姿ともいべきもので、もはや一都市内では解決できない問題をひかえる都市が出現したり、あるいはそうせねば将来禍根を残すであろうと考えられる都市群がみうけられる時代となったのである。

つぎの特徴は、大都市周辺の団地開発である。日本住宅公団をはじめとする大規模な住宅団地や、工業団地の開発は、現代の忘れてはならない傾向である。

さらに、都市行政に、土木と建築の両技法が相ていけいしたものであるとして「市街地改造法」が出現したことも、画期的な出来ごとであろう。

また、耕地整理法を準用していた土地区画整理事業が「土地区画整理法」という独自の法律をもち、全国的に事業を推進していることも特記すべきことである。

2. 都市交通

2.1 都市交通の発展

近代国家の産業経済は2次産業、3次産業の発展が著しいことが特色である。その結果都市への人口集中が発生するとともに、全体での都市化が著しい。それゆえ都市域ははだいに拡大される傾向をたどるが、それを可能にしているものは、交通手段の発達である。そして都市の発展に交通手段が役だっているとともに、それが都市交通の発展となり、両者が強い相互関係を有している。

都市交通は主として通勤・通学・業務などであるが、文化の高度化により社交、買物などの役割も増し、複雑化してくる。しかし、一般的には都市交通は都市生活の手段であ

て目的ではない。すなわちドライブを楽しむというようなものは本質的に異なっているのである。

そしてこの都市交通は、通勤・通学時の朝夕のラッシュアワーが発生するところに著しい特色が存在し、この対策が都市交通問題の主題であるともいえる。

わが国における都市交通機関は、機械力を利用したものとしては、1895年（明治28年）に京都堀川通りに建設された路面電車がはじめてであり、以後全国の主要都市につきつぎと建設され、各都市の経済文化の活動をにうところとなった。

1914年（大正3年）にはじまった第1次世界大戦以後はバスの発達が著しく、路面電車の補助的役割より、その位置を向上するかに見えた。

この頃欧米先進諸都市においては地下鉄道が都市交通手段として隆盛をきわめ、わが国への導入も計られ、都市交通の整備として、地下鉄・路面電車・バスの各手段をいかに進めてゆくかに問題が発生した。

しかし、あくまで都市交通は、生活の手段であり、その発展が目的ではなく派生需要であることに注意が向けられ都市交通を都市計画的に解決することがとなえられた。それは日常の生活圏において交通機関を利用しないで、独立したコミュニティーを形成することであった。そして東京、大阪などの大都市においては特にこのことが強調された。しかし、現実にはこれとは逆の方向をたどり今日の都市交通の混乱への道をたどった。

1930年代より発達と普及をみた乗用車は、今日の路面交通の混乱を暗示するかに見えたが、太平洋戦争により一時中断され、自動車の保有台数も減少した。

しかし、戦後経済の復興と高度の成長により、わが国の自動車産業は主要な産業へと躍進し、国内での普及も著しく、深刻な交通事情を現出するにいたった。

一方において、人口の都市集中は著しく、東京、大阪などの巨大都市はとくにその傾向が強くなり、自動車の普及ということのみでなく、人口圧力による都市交通問題が発生している。そしてその解決には、街路の整備、高速道路・駐車場など自動車に関連する施設の拡充が計られ、また都市高速鉄道として、地下鉄道、高架鉄道の整備が進められ、またモノレールなどの新手段も登場しようとしている。しかし、いずれにしてもこれらの施設はすべて高度な土木技術を必要とし、これまでの土木技術の成果と今後の発展において、よりよき都市交通施設の整備がはかられよう。

2.2 路面電車

路面電車は普通の鉄道とちがってもともと都市における路面交通の補助機関として生まれたものであって市民の足としては安全で、しかも軽便・安価であり、大量輸送に適したものであった。そのため数多くの都市に敷設されている。

路面電車は道路上に敷設するという点で行政的には運輸、建設両省の共同管理による軌道法によって規制されるものである。

しかしながら昨今において自動車の驚異的な発展は、路面交通の主要交通機関として電車にとって変わるようになり、一方、通勤利用、乗客の遠距離化と都市交通の再開発の気運に押されて、電車は一路衰微の道をたどりつつある。諸外国ではすでに電車の撤廃がはじまり、わが国においても地下鉄、その他の代替交通機関の整備によって逐次、路面電車撤去の方向が打ち出されている。

(1) 路面電車の現状

わが国における路面電車の現状をつぎに紹介すると、まず路面電車の軌間別延長は表—4.1のように約1000kmに達する。

つぎに路面電車の舗装別延長は表—4.2に示すように、現状では敷石舗装が圧倒的に多い。

また、使用レールの現状は表—4.3のとおり多種におよんでいる（特殊レールのみと

表—4.1		表—4.3	
軌間別 (m)	単線換算軌道延長 (km)	レール種別	単線換算敷設延長 (km)
1.435	364.889	70 K溝レール	5.789
1.372	258.571	68 "	2.364
1.067	372.760	65 "	15.026
0.762	16.741	61 "	39.986
		59 "	10.545
		58 "	13.984
		54 "	3.111
		53 "	8.417
表—4.2			
軌間別	単線換算軌道延長 (km)		
敷設	722.646	51 "	6.783
アスファルト	212.577	46 "	15.014
砂利	77.738	45 K (HT)	826.102

し、また側線は除いた)。

普通レールの施設状況は表—4.4のとおりである。

つきに軌道構造の標準型は図—4.1のようであって、基礎に栗石を用い、その上に道床砂利を敷き、木まくらぎを敷設してレールとは犬釘締結を行ない、敷石を並べて舗装しているものである。

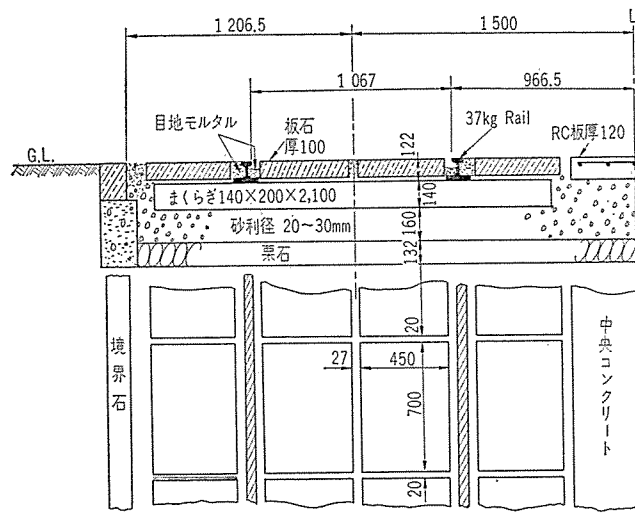
表—4.4

レール種別	単線換算敷設延長 (km)
50 kg	714.281
37 kg	610.945
30 kg	316.670

(2) 軌道構造の合理化

軌道構造には従来からいろいろのタイプがある。たとえば、道床砂利部以上を含む一体のコンクリート化を行なったもの、木まくらぎのかわりにコンクリートまくら

図—4.1 軌道構造の標準型



ぎ、PCまくらぎなどを使用するなどであったが、いずれも十分とはいえなかった。

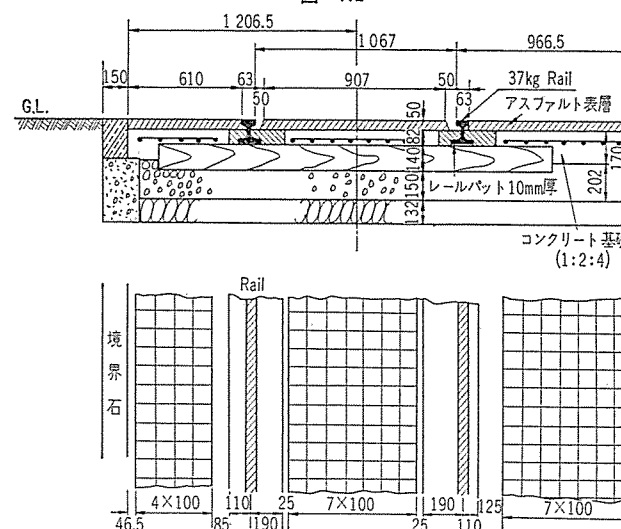
また、戦後の著しい自動車台数の増加のため自動車の軌道内通行が多くなり、さらに自動車荷重の増加は、従来の軌道構造はもちろん、上記のような改良構造にも損傷を与えた。

そのため1954年(昭和29年)11月、日本道路協会内に、併用軌道構造調査委員会が設けられ、この委員会の調査および試験の結果に基づき、1962年(昭和37年)4月に、併用軌道構造調査委員会報告書および併用軌道構造設計指針が示された。

現在においては、国道および主要地方道における併用軌道を改良する場合はすべてこの併用軌道構造設計指針に基づいて行なわれている。

その例を図示すれば、図—4.2および図—4.3のようであって、図—4.2は、たわみ構造と称するものであり、図—4.3は剛質構造と称している。

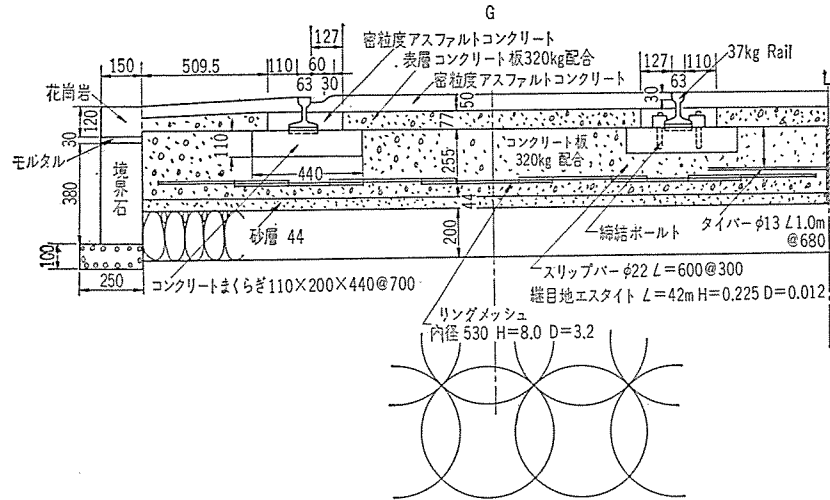
図—4.2



併用軌道構造設計指針は、おおむねつぎの考え方が基本になっている。

- ① 舗装の種類としてはたわみ構造として板石、アスファルト舗装を、剛質構造としてはコンクリート舗装を採用する。
- ② たわみ構造の板石舗装と剛質舗装を比較した場合、自動車交通から考えると後者のほうが優位にたつことは調査の結果明らかであるが、現在使用されている板石舗装は全国で78%もあり、この対策も緊要である。
- ③ 在来の板石構造の設計にあたっては、道路交通上必ずしも力学的に解明されていた

図-4.3



とはいえない面があり、主として経験的要素が多くとり入れられていたので、設計荷重を定め、理論的に舗装厚を定めるようにした。

④ 板石舗装のもっとも大きな欠点は板石舗装に不陸を生じてくると、自動車の影響が顕著に現われてくる。特にこの舗装は目地があるということが舗装の寿命に大きな影響をおよぼすことが判明したので目地切れの防止に意をそそいだ設計とした。また、目地のないたわみ構造の舗装としてアスファルト舗装を推奨した。

⑤ コンクリート剛質舗装はコンクリート舗装厚を道路構造令第24条による道路のコンクリート舗装厚と一致させることを建前とし、軌道敷と車道敷とは舗装的には一体にするという原則とした。

自動車交通がはげしい併用軌道では、剛質構造がよい。

かくして最近では剛質構造の軌道が多数採用されるようになったのである。

2.3 地下鉄

(1) わが国最初の地下鉄

世界の地下鉄建設史をみると、最初の地下鉄道が建設されたのはロンドンであって、

約100年前の1863年1月メトロポリタン鉄道会社が6.4kmを開通している。その後ボストン・パリ・ベルリン・ニューヨークとつぎつぎに建設され、その工法も道路下を浅く切開き式で施工する方式に推移したことも預って、広く世界の各都市に普及し、今日では世界大都市の大衆輸送を負担するもっとも主要な都市交通機関となった。

一方、日本における地下鉄道史の第一ページは、早川徳次の名をもって始まる。早川は昭和の初期、そのころすでにある程度整備されていたロンドンの地下鉄網をみて、将来の都市交通のありかたを察知し、帰国後本格的に東京の地下鉄道計画をたてたとされている。現在、地下鉄銀座線の新橋駅地下中2階に飾られた胸像によって、この先覚者の遺徳をしのぶことができる。

かくして早川らの手で、東京地下鉄株式会社が、関東大震災の翌年1924年(大正13年)に創立され、その翌年から着工し1927年(昭和2年)12月30日浅草～上野間2.2kmが最初の地下鉄道として登場した。前述のロンドン地下鉄開通から遅れること64年である(表-4.5参照)。

(2) 第一期地下鉄道建設時代

東京の地下鉄道は東京地下鉄株式会社の手で第一歩をふみだしたが、巨額の建設資金を要する地下鉄事業を新設の一会社が行なうことは困難が多く、1934年(昭和9年)に浅草～新橋までを完成し、ここで中止せざるをえなかった。しかしその頃、別に東京高速鉄道株式会社が設立され、渋谷～新橋間を受け持ち、1939年(昭和14年)浅草～渋谷間が結ばれ、現在の銀座線(3号線)の全通をみた。やがて戦争に突入するあわただしい時代を迎えたのであるが、この両会社の路線と、東京市ならびに京浜地下鉄道株式会社のもっていた未着手の免許線の譲渡をうけて、1941年(昭和16年)現在の帝都高速度交通営団が誕生した。

戦前のわが国の地下鉄道として、大阪市のそれについても述べねばなるまい。同市の地下鉄道を語る場合、当時の市長 関一の名を忘れることはできない。関は交通政策の権威として、専門的な立場から企画し、都市計画事業として、市有市営の形態で地下鉄道の建設に踏み切ったものである。後述する名古屋市営、および東京都営地下鉄道の先駆をなすといえる。このようにして、大阪市は1930年(昭和5年)1月工を起し、1933年(昭和8年)5月梅田仮駅～心斎橋間を開通した。戦争により1942年(昭和17年)と

表-4.5 世界主要都市における都市高速鉄道

都市名	項目 人口 (千人)	企業体	地下鉄 開通の年次	営業延長 (km)	表定速度 (km/h)	軌間 (m)	電圧 (V)	集電方式
				{ 地下鉄 高架線 その他		{	{	
ニューヨーク	8 000	運輸公社	1904	382 { 216 166 0	21~37	1.435 600	600	第3軌条式
ロンドン	10 041	運輸管理局	1863	365 { 145 不明 不明	33	1.435 600	600	第4軌条式
パリ	6 223	運輸自治公社	1900	189 { 161 28 0	郊外線 21~26 地下線 31~54	1.440 600	600	第3軌条式
シカゴ	6 221	運輸公社	1943	258 { 60 182 16	34	1.435 600	600	第3軌条式
ボストン	2 589	"	1898	60 { 20 不明 不明	26~35	1.435 600	600	第3軌条式
ベルリン	3 359	運輸公社	1902	89 { 65 不明 不明	28	1.435 800	800	第3軌条式
ハンブルグ	2 180	株式会社	1912	71 { 12 8 51	26~38	1.435 800	800	第3軌条式
ローマ	1 930	"	1954	11 { 6 0 5	38	1.435 1 500	1 500	架空線式
モスクワ	7 000	鉄道省	1935	65 { 不明 ほとんど 地下	38	1.524 600	600	第3軌条式
東京	9 676 (1962年)	営 団	1927	59 (1964年) { 56 0.6 2.4	24.9~32.6	1.435 1.067 600 1 500	600 1 500	第3軌条 架空線
		交 通 局	1960	7.8 (1964年) { 7.8 0 0	32	1.435 1 500	1 500	架空線式
大阪	3 012 (1962年)	交 通 局	1933	19.8 (1964年) { 16.7 3.1 0	32.8~37.2	1.435 750	750	第3軌条式
名古屋	1 592 (1962年)	交 通 局	1957	8.5 (1964年) { 8.5 0 0	33	1.435 600	600	第3軌条式

ろ建設工事を中止するまで、第1号線梅田~天王寺間を完成し、天王寺以南 600 m のトンネル構築を終え、第3号線は大国町~花園町間を完成した。

以上が戦前の地下鉄建設史の第一期と称すべき期間であって、これに対して戦後、戦災復興事業の一環としてはじまり現在のきわめて活発な地下鉄建設時代を迎えたのであるが、これを第二期と呼んで区別したい。

(3) 地下鉄時代を迎えた第二期

戦後の疲弊から、ようやく起きあがろうとする 1950 年(昭和 25 年)に、早くも大阪では、戦時中休止していた天王寺以南の工事から再開した。また東京でもこれに遅れじと、帝都高速度交通営団は新しく、丸ノ内線(4号線)の建設に着手することを決定し、その手はじめとして 1951 年(昭和 26 年)4月に池袋~御茶の水間の工事に取りかかった。

しかしまだ当時は経済状況よりして、建設資金と資材の窮乏による悩みが多く、また技術面でも戦争による約 10 年の空白は大きく影響し、建設スピードは遅々としたものであった。しかしこの時期もやがて国運の進展とともに霧散し、やがて急激な都会地の発展にともなって、いわゆるメトロ時代と世間でいわれる時代を迎えることになる。

戦後新しく地下鉄建設に名古屋市が加わった。戦災復興の都市づくりの一環として、早い時期に地下鉄建設を立案し、今日の大名古屋発展の基盤をなす都市計画の構想を立てた。その当時の市当局の見識は特記されてよい。

1954 年(昭和 29 年)8月1号線名古屋駅~栄町間 2.4 km の工事に着手し、1957 年(昭和 32 年)11 月から開業した。

また東京都においても、激増する都市交通に対処するため営団と併行して、地下鉄道の建設に参加することを決め、1958 年(昭和 33 年)8月から東京都市計画高速鉄道網のうち、1号線の施工に着手し、1960 年(昭和 35 年)12月押上~浅草橋間 3.2 km を開通し、順次営業延長を伸ばしつつある。

ここで果たして、目下の都市交通事情に即応して、高速鉄道が建設されているか、またその将来の見とおしはどうなっているかを、三都市についてふれてみたい。まず表-4.6 につき東京の地下鉄道の建設ペースを見ると、戦前戦後を通じ、しだいに上昇の過程をたどったことが知られる。

表-4.6 東京における地下鉄道建設速度

(1964.6.現在)

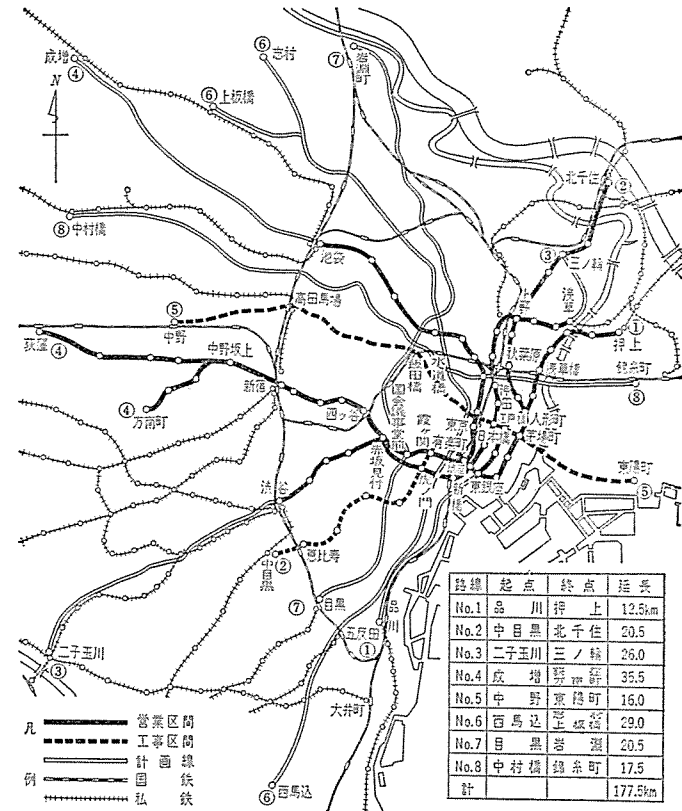
号線	区間	営業延長	着工	開通	工期	建設速度	
3号線 (銀座線)	浅草～渋谷	14.3 km	1925年	1939年	14年	1.0(km/年)	
	池袋～東京	8.7	1951	1956	5	1.7	
	東京～新宿	7.9	1956	1959	3	2.6	
4号線 (丸ノ内線)	新宿～荻窪	7.6	合計	1959	1962	3	8.6
	中野坂上～方南町	3.2					
2号線 (日比谷線)	北千住～人形町	8.3					
1号線 (都営)	押上～人形町	6.9					

すなわち、戦前銀座線（3号線）の建設速度は年間1km平均であった。戦後はじめて施工された丸ノ内線（4号線）の池袋～東京間のところは、年間平均1.7kmと戦前に比して上昇し、戦後復興の意気を大いに示した。さらに東京～新宿間では2.6kmと上昇線をたどり、1959年（昭和34年）新宿を開通したところから、工事能力の向上とともに建設資金の供給量も飛躍的に増加し、建設速度は大きく上昇した。これを具体的にみると、1959年（昭和34年）には荻窪線、方南町線、日比谷線の3路線を同時に着工し、3年後の1962年（昭和37年）には一気に2.6kmを開通している。そして年間建設速度は8.6kmとなった。実に戦前の8.6倍である。

東京の地下鉄道が欧米の各都市に比較しても、それを越える急ピッチで建設されていることは認めねばならない。市中繁華街での工事が多く、世人の関心下にあるので、メトロ時代などと称されるが、しかし都内のひびく交通事情をみると、なお決して満足すべきではない。1962年（昭和37年）に告示された高速鉄道網（図-4.4）の8路線、総延長177.5kmを拡充し、10路線、総延長約230kmに改定されることが予定されており、この計画網の完成にむかって建設ペースをさらに早め、年間平均10km以上に高めるよう当事者間で努力が払われている。

大阪市では現在の営業線約20kmを年平均1.4kmの進捗度で建設してきたが、やはり最近の交通事情からみて、計画高速鉄道網（6路線、総延長107km）の早期完成をなしとげるため、さしあたってもっとも緊急度の高い44kmの計画線を優先的に取りあげ、

図-4.4 東京都の高速鉄道網計画図



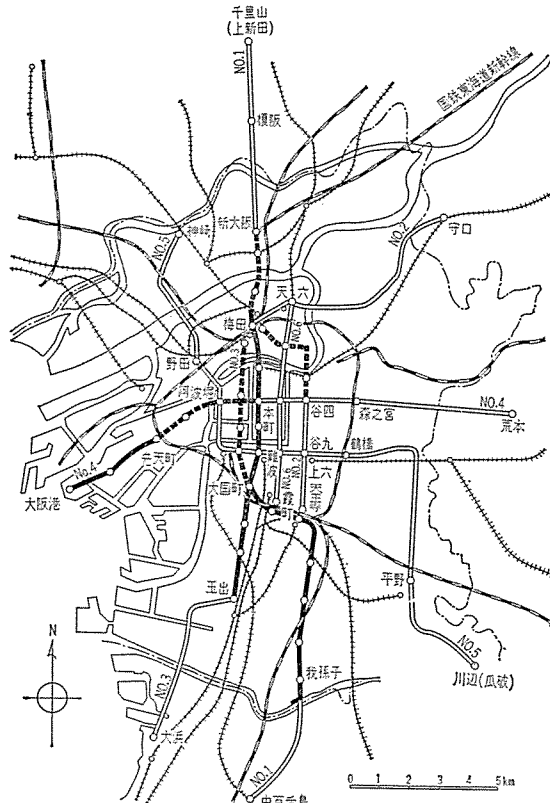
これを1963年（昭和38年）度を初年度とする5カ年計画をもって建設する案が立てられ、これが実施されれば年間建設速度は8kmとなり、かなりのハイペースとなる。

また名古屋市でも、建設当初に決定されていた高速鉄道網計画に大修正を加え、1985年を完成目標年とし新しく5路線、総延長75.2kmを1961年（昭和36年）に決定した。

（4） 施工技術の変遷について

地下鉄道の構築断面の形状は、箱形・アーチ形・円形の3種類に大別できる。これらの断面は、地表よりの設置位置により決定される。すなわち深部式地下鉄はシールド工法に

図-4.5 大阪市の高速度鉄道網計画図



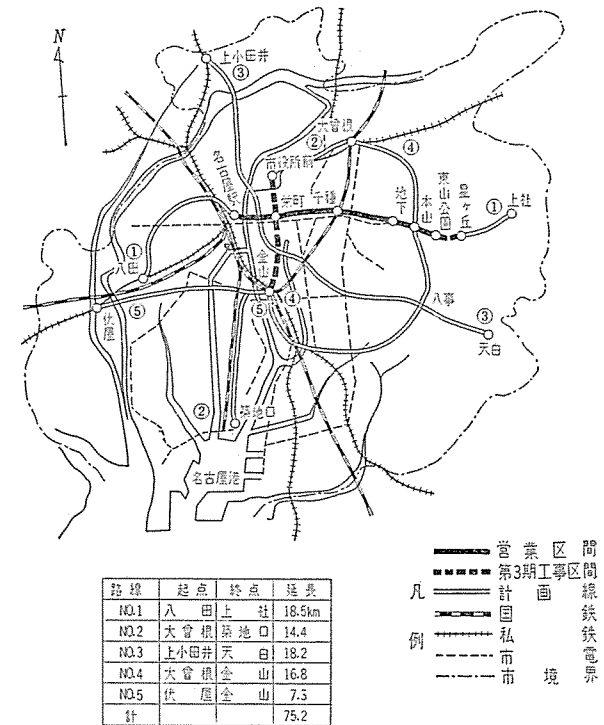
凡	例	路線	起点	終点	延長
——	営業区間	NO.1	千里山	中百舌島	29.76km
----	工事区間	NO.2	守口	天王寺	15.63
——	計画線	NO.3	梅田	大浜	14.70
——	国鉄	NO.4	大阪港	荒木	16.65
——	私鉄	NO.5	神崎川	川辺	23.43
——	市境	NO.6	天六	葎町	6.94
		計			107.11

をもたず、公道内を通過するので、路面の一般交通への障害を少なくし、沿道住民の生活を守るために、種々の制約をうけることはやむをえない。技術上の考慮もこの点に重点が置かれ、この困難な条件に適応するよう改良が加えられてきたといえる。以下地下鉄施工

よることが多く、したがって円形となる。浅部式地下鉄は切開式工法をとるため箱形となる。わが国では今日までの地下鉄は切開式工法が主流をなしてきた。

開削式工法は地表から所定の深さまで掘削し、トンネル構築を造ったのち、その周囲を埋めもどす工法であって、浅型の地下鉄建設にはもっとも合理的な工法である。しかし開削式といっても、素掘り式で施工できるのはまったく特別なケースで、ほとんどの場合は掘削の両側に、土質に応じて鉄杭または鋼矢板を打ち込んで土留工を施こして掘削幅を狭め、さらに市街地では木材または鋼板類で路面をおおい、その下で掘削・構築・埋めもどしなどの作業をすすめることになる。地下鉄工事は専用区域

図-4.6 名古屋市の高速度鉄道網計画図



路線	起点	終点	延長
NO.1	八田	上社	18.5km
NO.2	大曾根	築地口	14.4
NO.3	上小田井	天目	18.2
NO.4	大曾根	金山	16.8
NO.5	伏見	金山	7.5
計			75.2

営業区間
 第3期工事区間
 計画線
 国鉄
 私鉄
 市境

の各工種につき、その技術の推移について述べることにする。

a) 土留用鋼杭打ち

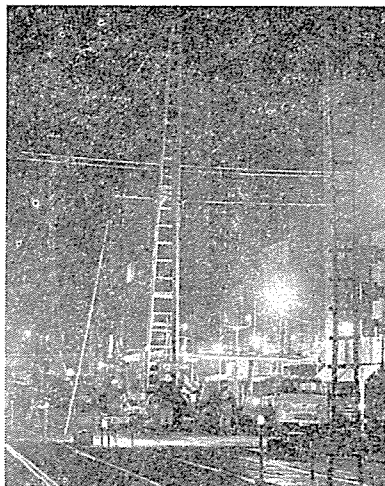
当初の杭打ち機は昔ながらのやぐら式ドロップハンマーが主であったが、1956年(昭和31年)ごろからデルマック式ディーゼルハンマーが使用され、やぐらも三脚型の軽量なものになり、今日では自走式のものに変わってきた。交通ひんばんな市街地で真夜中の交通閑散時に可倒式自走杭打ち機で作業し、昼間は交通に支障しない場所に待避することも容易になった。

杭打ち作業にともなう騒音と振動は、それが深夜である場合など特に問題となる。また硬質地盤のため杭打ち込みが困難な場合もある。これらを解決する方法として、近年考案されたオーガー機またはアースドリル機で孔をうがち、これに杭を建て込む方法がとられる。営団地下鉄は1962年(昭和37年)着工の銀座総合駅(2号線)の施工にあってこの工法を採用し、しかも路面使用の作業はすべて深夜のみとした。

b) 路面覆工

東京・大阪のように道路率の非常に低い都市では、地下鉄工事にあたり道路内掘削の全域にわたって覆工せざるをえない。これは欧米の都市では見られないところであって、覆工材折損などによる危険、ばたつきに対する市民の非難など、なかなか

写真-4.1 銀座総合駅における鉄杭
建込み（深夜作業、1963年2月）



る作業である。これが機械化については施工主・請負業者・機械メーカー三者一体となっていていろいろ工夫されているが、覆工の下には各種の埋設管路があり、土留用の支保工類も縦横に組まれている中では、実際問題として大型機械の操作は困難が多い。ベルトコンベヤーが掘削土砂の小運搬用としてよく使用される。掘削用としてブルドーザー、パワーショベルなどの小型機を特製として使用できるが、湿潤地盤に足をとられたり、またはほかの工程とうまく調整がとれないため十分機能を発揮できなかったりして、まだ研究課題が多い。しかし素掘りに近いよ

に問題の多い工種である。これも当初のころはいわゆる板張り式であったが戦後自動車荷重の増大にともなって厚さ20cm以上もある角材を敷きならべる形式に変えたが、なお完全ではなかった。1961～1962年（昭和36～37年）ころから鋼製鉄筋コンクリート製またはダクタイル铸铁製などの各種覆工板が考案され、すでに実用期にはいっている。

c) 掘削作業 掘削は地下鉄工事において工事量が多く、したがって工程を大きく左右す

写真-4.2 大阪市3号線における路面覆工状況
（1964年3月）

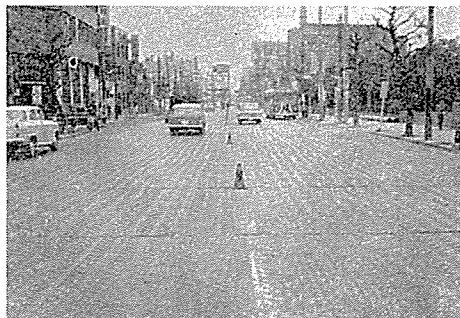
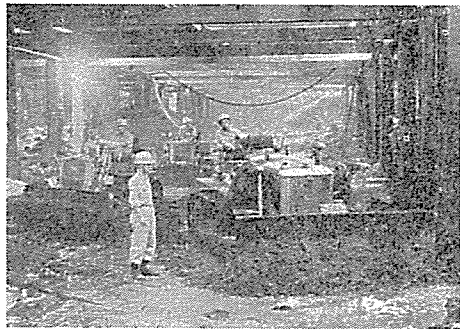


写真-4.3 銀座総合駅の機械掘削（1963年8月）



うな箇所では最大限に機械掘削が実施されていることはいうまでもない。

不良地盤の掘削にあたってウェルポイント工法により土質の改良をして、掘削作業の安全度をたかめるとか、またはモルタルや薬液注入法の採用によって、付近の地盤または建造物の基礎を固めるなどの技術は、経験を積むとともに近年とくに長足の進歩をとげた。

また土留支保工の切ばりや腹起こしは米松尺角を主要材料としていたが、最近ではH形鋼を用いる場合が多くなった。大阪市地下鉄では1963年（昭和38年）より着工した3号線西梅田～大國町間の建設工事で、全面的に鋼製支保工を使用することとし、路面覆工も前述の鋼製舗板とし、またこの工事を機会に工事区域の路面電車軌道を撤去するなど、今後の地下鉄工事の動向を示すものとして注目される。

d) 構築関係 地下鉄の構築は鉄筋コンクリート構造を普通とし、鉄骨構造は経済的の理由のほか、路下の狭隘な場所で組立作業をする困難さのため割合に使用されない。

しかし近年は駅の支柱に鋼管柱が使用され、地下構造として太くなりながら柱を細くする努力が大いに払われている。

戦前大阪市地下鉄1号線および3号線の一部に鉄筋節約の目的で、開削式工法ではあるが、無筋コンクリートアーチ構造のトンネルが造られたが、これはきわめて特異な例というべきである。

戦後営団は1951年（昭和26年）建設工事を再開するにあたり生コンクリート（Radymixed concrete）に留意し、ちょうどその頃創業にとりかか

写真-4.4 鋼管柱使用の東銀座駅
（1963年2月開通）



写真-4.5 西難波停留場の鋼管柱建込み
（1964年3月）



っていた業界とともに種々研究を重ねた結果、これを使用することに踏みきったのである。生コン事業の今日の隆盛ぶりを見るにつけて、生コン使用の最初の公共事業として記憶されてよからう。地下鉄工事のように順次打設場所が移動する工事では、生コンの使用はビル建築などの場合に比較しても、いっそう、その利点は大きい。しかも工場管理による均質のコンクリートを、能率的に施工できることは好都合である。時代のすう勢とはいえ、生コン使用が今日の地下鉄建設を促進せしめている一つの要素であることは疑いないことである。

構築施工については1956年（昭和31年）ころから普及しはじめたメタルフォームと鉄製パイプによる型わく支保工を使用するようになった。これで構築の寸法は確保しやすくなり、また型わく構造の強化はバイブレーター類の使用も十分にできることになり、地下鉄のように防水性コンクリートを要求される構築にとつては、特に大きな利益をうけたことになる。

（5）地下鉄の特殊工法

つぎに特殊な地域に採用された特殊工事の主なものに触れ、あわせて地下鉄施工技術の進歩をみてみたい。

a) ケーソン工法 地下鉄工事にこの工法が採られたのは、戦前大阪市地下鉄1号線難波～大國町間が最初で、その後軟弱地盤または河底を通過する場合などに、しばしば採用される工法である。

この工法はトンネルを20～30mぐらいに分割し、底部に作業室のついた鉄筋コンクリ

写真—4.6 都営地下鉄隅田川横断工事全景



ートのケーソン構築を地上で造り、作業室に圧さく空気を送りながら掘削して所定の深さに沈設したのち、個々のケーソンを接続し、最後に横断の仮仕切り壁を撤去してトンネルを完成するものである。

1960年（昭和35年）開通した東京都営1号線の隅田川河底

トンネル工事でも、この工法が採用された。はじめて隅田川を渡る地下鉄工事として、当時大いに都民の注目を浴びたものである。二重矢板式締切工により河川中にケーソンすえつけ用の築島を造成し、ここにスパン11～29mのケーソン9基を沈下せしめて、川をやや斜めに193.7mの河底横断トンネルを完成したのである。

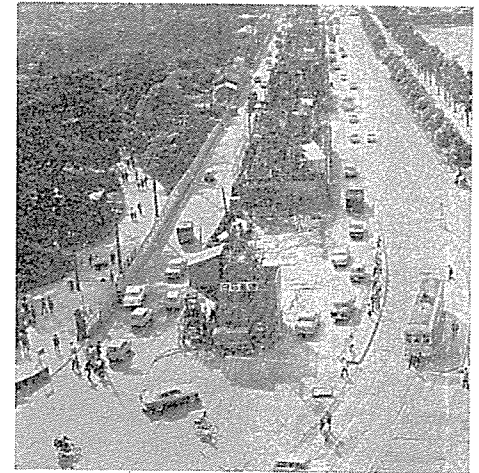
今また隅田川を渡る2本目の地下鉄道として営団5号線の工事が、同じケーソン工法で建設中である。

そのほか東京では営団5号線が九段下から大手町に至る間の皇居横の内濠を通過する箇所および2号線が日比谷公園横の道路上において、この工法を採用し合計40数基のケーソンがつきつぎに地表から地下に沈められていった。

b) 路下式ケーソン工法 ケーソン工法は欠点として、路上にケーソンの構築を造る必要があるため、交通のひんぱんな道路を通過するときには採用しがたい。それでこのような場合には、一般の開削式工法と組み合わせ、つぎのような方法が採られる。まず掘削両側に土留鋼杭または鋼矢板を打ち込み、路面覆工をして路上交通を確保し、路上から6～7m深さの掘削をする。ここまでは開削式と同様で、この掘削底面をケーソンのすえつけ面として、作業室およびトンネル構築の一部を造り、これを沈下しながら構築を順次打ちたして完成させる方法である。この工法は1957年（昭和32年）営団丸ノ内線（4号線）が日比谷公園付近の軟弱地質の都電通りを横断する際にはじめて採用した。

営団2号線日比谷駅も軟弱地盤での工事のためケーソン工法を採らざるを得なかったが、路下式によって施工された。駅的全構造がケーソン方式により分割されて築造されたことは最初のことであって、本駅のように都心の繁華街でしかもその断面寸法幅9m、高

写真—4.7 路上に建ちならぶケーソン構築（営団2号線）右 皇居，左 日比谷公園，手前 日比谷交差点（1963年夏）

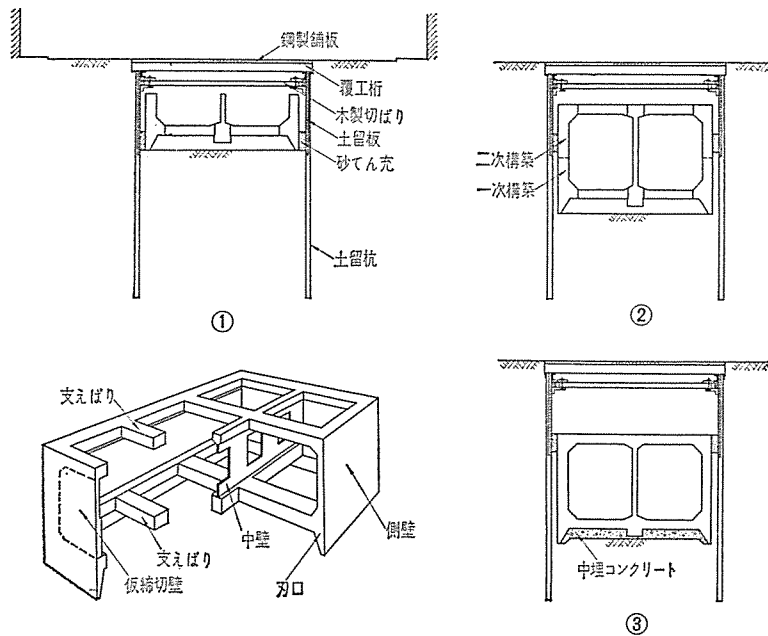


さ 16 m を有する 3 階構造の大断面を沈設させて駅を組み立てた事実は、ケーソン施工技術の進歩を如実に示したものと見える。

c) オープン ケーソン工法 前述のケーソンは作業室に圧気を送りながら掘削をするいわゆる pneumatic caisson であるが、この工法は圧気を使わず構築を沈設してゆくものである。また路下式ケーソンと同じく路面覆工の下の施工も可能であるのでシルト質などの軟弱地盤であるが、湧水の少ないような箇所に適応してきわめて有利な工法と考えられる。

大阪市 2 号線が梅田地下街の構築下で立体交差する延長 140 m 間は、この地下街建設工事と同時施工をする必要があったので、この工法がはじめて採用された。1961 年（昭和 36 年）この場所で複線型 6 基が施工され、その後 1 号線延長工事の中津付近で同じく複線型 4 基が施工され、いずれも好成績をおさめた。最近 3 号線の中ノ島、堂島地区を計画

図-4.7 オープン ケーソン施工図（大阪市交通局施工）



するにあたり、この地区は土佐堀川と堂島川の両河川に近接し、路上には大ビルが建ちながら、普通工法では多分に不安があり、全面鋼矢板打ちによる土留工法も採りがたい状態にあった。しかし地質調査の結果、地表に近い梅田層の地下水を処理すれば、下層の粘土層には水分が少ないことが判明したのでオープン ケーソン工法を採用することにした。ここでは単線型 20 基を計画し、1964 年 5 月現在順調に施工中である。

d) フローティング ケーソン工法 この工法は大阪市 3 号線の堂島川河底トンネルの築造にあたり、橋梁下の仮締切りの方法として考案された新しい工法である。橋梁の両側の歩道部を撤去し、この位置に地下鉄道の単線トンネルを左右に振り分けて造ることとし、このトンネル構造と仮締切りとを一つにした鋼製のいわゆるフローティング ケーソンを沈設するようにしたものである。

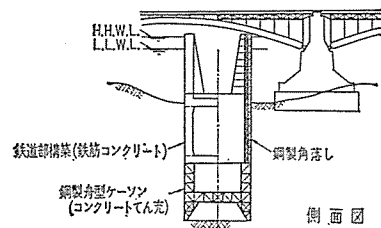
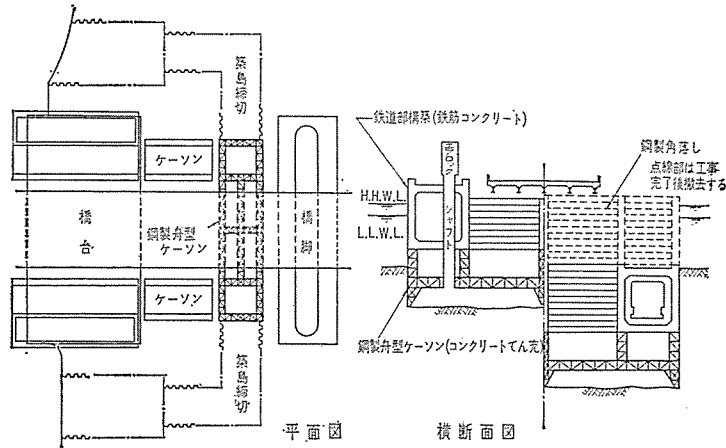
橋梁上流側で刃口のついた底床部分の鋼製舟型ケーソンを組み立て、橋梁下の所定位置まで曳航し、コンクリートを打設したのち、圧気式ケーソン方式に沈下させる。沈下につれて上部にはトンネル構築および水密性の鋼製角落しをはめ込んで二重締切りとするものである。舟運が多く締切り工期がいそがれ、この場合のように橋梁下で締切り用の鋼矢板を打つ高さの余裕がない場所では、今後とも参考とすべき工法である。

e) イコス工法 この工法はイタリアのミラノ市で基礎工事や地下鉄工事などに始めて用いられた工法である。1961 年（昭和 36 年）頃わが国に輸入されるや、営団は将来利用する場合も考えて、軟弱地盤箇所 20 m、硬質地盤箇所 40 m の複線型トンネルを、この工法で試験的に施工したが一応所期の成功をおさめた。

イコス工法の要点は、まず地表からこの工法で考案された特殊の機械で、トンネルの側壁の位置に側壁幅のみぞをうがう。この掘削されたみぞにはベントナイトの混濁液を満たして土砂の崩れを防ぐ。これに鉄筋のかごをつり込み、水中コンクリートで壁体を打ちあげる。両側の側壁がある延長ができあがったら、地表から掘削して構築の上床版を造る。つぎに側壁と上床版にかこまれた部分の土を取りのぞいて、下床版の鉄筋コンクリートを打つ。最後に中央支柱を打ちあがって完成するのであるが、上床版と支柱とのせめはプレパクト コンクリートで密着させるようにする。

この工法を採用すれば、土留鋼杭作業が不要となり、地中で側壁が造られ、掘削の深さからぬ先に上床版ができて、土留支保工の役割を果たすので、掘削外側の地盤をあら

図-4.8 フローティング ケーソン工法

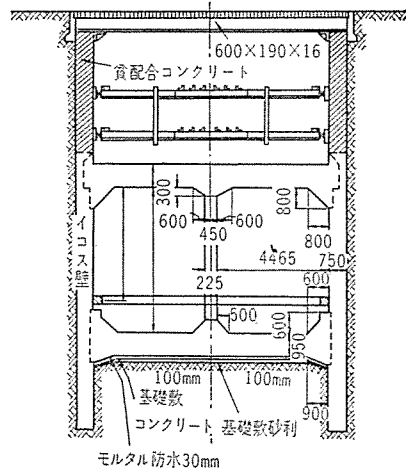


すことがないという大きな特長があることなどが、この実験的施工から判断された。

したがって今後ケーソン工法の代用として、軟弱地盤箇所にも適用するとか、または重要建造物に接近して深い位置で通過するような場合に採用してよい工法と思われる。

f) シールド工法 この工法は開削

図-4.9 イコス工法施工図



式とはまったく対照的な工法である。まず立坑を地表からおろし、ここで組み立てられた鋼製のわく（シールド）を、ジャッキで推進しながら前面を掘り進み、シールドの内側において巻き立てを行ない、トンネルを完成してゆく工法である。関門海峡で国鉄および国道のトンネルで採用されたが、地下鉄としては、1957～1958年、営団4号線永田町付近で実施され、ついで1961～1962年、名古屋市1号線覚王山付近で実施された。

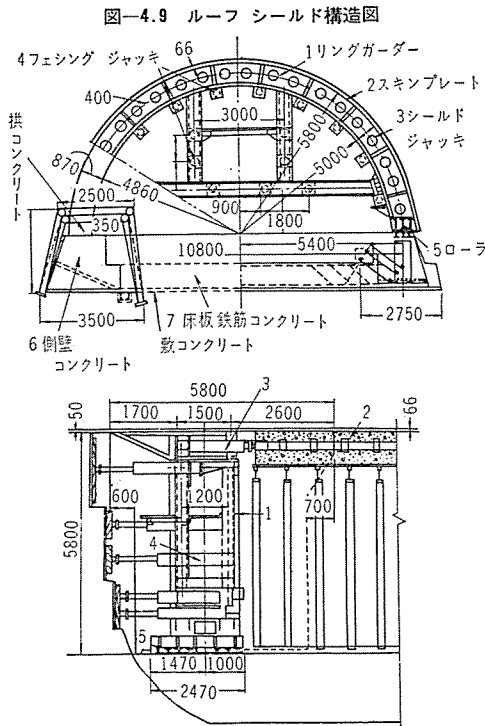
まず東京の例について述べると、この付近は台地をなしているため、トンネル上の土かぶり量が15m以上になり、普通の開削式工法では施工上無理がある。地質も細砂層で湧水によるクィックサンドの現象を起こす危険もあるので、このシールド工法が採択されたのである。その断面は複線トンネルとし、外半径5.73mの大きな半円形シールドとなっているので、ルーフシールドと呼ばれる。

施工にあたっては始終点2カ所に立坑をさげ、側壁導坑内にルーフシールドを推進する台となる側壁部分のコンクリートを打設するのであるが、これまでの工程は圧気中の作業としたが、その後のシールド掘進には圧気を必要としなかった。アーチリングの巻き立てはシールド工法では割合に珍しい生コンクリートの現場打ちで施工された（厚さ87cm）。

この工事は本格的シールド工事として、わが国三番目のものであり、その施工箇所が国会議事堂横から首相官邸前に通ずる道路下（延長231m、土かぶり5～15m）の関係もあって、関係者は終始非常に緊張をもって施工にあたった。シールド推進操作上の苦心のほか、戦時中の防空壕や古井戸に突きあたり、圧気噴発の脅威にさらされたり、時には湧水に悩まされるなどのことがあったが、よく克服して地下鉄シールド工事の先駆的役割を果たし1958年（昭和33年）11月完成した。

写真-4.8 イコス工法実施状況
(側壁鉄筋かごの吊下げ)
1961年、営団施行





名古屋市の覚王山におけるシールド工事は、路線のルートが計画新道路から既設の県道に移行するため、住宅地を通過する箇所を採用されたものである。このあたりの丘陵地帯約 390 m の区間を単線 2本の円形シールドで通過した。

シールドの外半径は 6.4 m で、1リングを8個の鉄筋コンクリートセグメントをボルトで緊結して一次巻きとし、さらに貫通後コンクリートで二次巻きを施した。土かぶり 9.0~18.0 m で家屋下を通過したのであるが、なんらの損傷を与えず優秀な成績をおさめた。

この際、鉄筋コンクリートセグメントの設計、製作に対する研究、エ

レクターを回転軸に取りつけることにより、セグメント組立作業と併行して、能率的にずり出し作業が行なえるようにした新工夫など多くの新研究、新工法の開発があり、枚挙にいとまがない。これらの実績は今後地下鉄工事において、シールド工法採用の機会が増すものと予想される折から、大いに役だつこと

写真-4.9 ルーフ シールド施工状況
(1962~63年、営団施工)

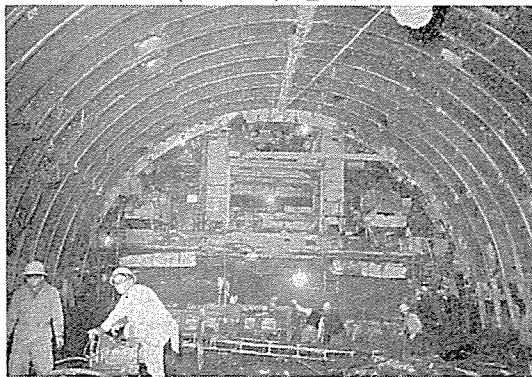


写真-4.10 正面から見たシールド機械
(名古屋市覚王山)

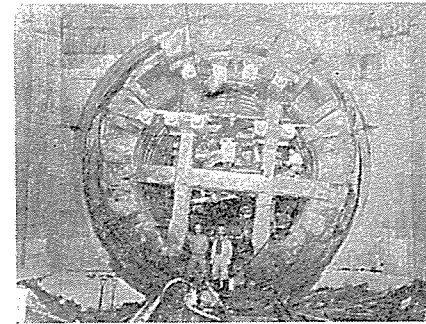
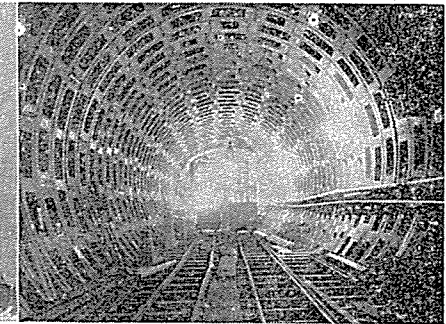


写真-4.11 コンクリートセグメント施工状況
(名古屋市覚王山)



と思われる。

1964年5月現在でシールド工事が計画されている箇所としてつぎのものがある。東京では5号線(営団線)の江東地区における約 1.7 km と1号線(都営線)の泉岳寺~二本桜間約 1 km があり、大阪市では2号線の天満橋~谷町4丁目間約 430 m があるが、これらはいずれも単線型シールド2本並列の計画である。また複線型シールドで計画されているものとして、大阪市4号線、谷町4丁目~森ノ宮間約 900 m がある。

3. 衛生工学

3.1 はしがき

土木工学の分野において衛生に関する仕事は少し特異性をもっている。しかし歴史的に考察すると古代ローマ帝国の遺跡からもわかるように、土木技術の発達の一歩の段階においてすでに上水道・下水道のような衛生工学的工事が大規模に行なわれていたのであるからその歴史はきわめて古いといえる。

しかしながら上水道・下水道が単なる土木工事としてでなく衛生学的観点から学問的に取り扱われだしたのは比較的新しいことで、100年位以前からである。そして近代の都市

の発展に伴って上下水道の必要性が高まるとともにその衛生学的な知識をも次第に深めざるをえなくなってきた。これは人口の密集に伴い伝染病流行の機会も多く、またその流行の規模も飛躍的に大きくなってきたからである。

このようにして最初は単なる土木工学的学問であったものが次第に衛生学を大幅に取り入れた学問として発達し、新しく衛生工学という名称で呼ばれる特異の学問の分野が開けてきたのである。

衛生工学は Sanitary engineering の訳であるが、その定義としては保健衛生を主たる目的とする科学および技術であって、工学と衛生にまたがるものということができよう。

衛生工学は生活環境の改善を計る環境衛生のうち工学的技術を必要とするものをひくくしているため、広義に言えば都市計画・建築衛生・産業衛生・食品衛生・鼠族昆虫駆除などをも含めるが、通常は上下水道を主軸としてこれに汚物処理（ごみ、し尿の処理）・産業廃水処理・水質汚濁防止・公害（煤煙・震動・騒音）の防止・暖冷房換気などを含めたものをさしている。

上下水道は歴史的にもまた仕事の量からいっても衛生工学の中核をなしているが、都市の発展にとまらぬに上下水道以外の新しい分野の仕事も増えつつある。最近特に一般の関心が深くなってきた河川の水質汚濁の問題や大気汚染の問題や塵芥処理の問題はわが国においては比較的新しい問題であるが、欧米においてはかなり古くから取り上げられている。

これらの問題は都市の膨張と産業の発展に付随するものであって今後ますます重要となっていく傾向があり、それだけにこれらを解決する衛生工学の使命も重大となっていくわけで、この面における後進国である日本としては今後この分野の学問の発達を計らねばならない。すなわち土木技術から分化した衛生工学が土木技術を基礎として、さらに他の各種の技術を取り入れ、これらを存分に駆使してゆかねばならない。

3.2 上水道

(1) 上水道の普及発達

上水道の歴史はきわめて古く、有名なローマの Aqua Appia（アピア水道）は B. C. 312 年に作られていて、その水路延長は 18 km にもおよんでいた。その後作られたもの

を含めると 14 水路でその総延長は 578 km、アーチによる部分だけでも 80 km におよんだと記録されている。

古代ローマ人は特に土木工事に長じていて数多くの業績を残したが、それらのうちでも水道の仕事は格別に大規模であった。

ところが中世紀になると、せっかくローマ人の残した水道施設と水道技術も継承されることなくまったく荒廃に帰してしまい、その後は 16 世紀にロンドンなどの一部の都市に小規模の水道が作られるまではまったくの空白時代になってしまった。

17～18 世紀になっても水道の発展はきわめて微々たるものでロンドン・パリに布設されたくらいである。

わが国の江戸時代の有名な神田・玉川の両上水が 1590 年から 1654 年の間に整備されて、江戸の大部分に給水していたことは世界水道史のうでいかに特筆すべきであるかが明らかであろう。

江戸時代の水道は日本独自の技術によるもので、その当時世界でも有数の人口を有する大都市であった江戸の給水を行なったその規模も欧米に比してそんな色のないものといえる（開き部分、43 km、樋管による暗き部分 84.4 km）。

江戸時代には前記の神田・玉川の両上水に見習って各地の城下町にも小規模の水道が作られた。それからは金沢・水戸・福山・名古屋・仙台・鹿児島・高松・福島・福井などの各地方都市におよんでいる。

しかし、これらの江戸時代の水道もそれらが作られた時期には技術的に欧州の水道と大差がなかったが、その後欧州においてはポンプ、鉄管の発明に伴い圧力送水が採用され、また一方水質の改良のため砂濾過法が発達していたので、江戸末期における日本の水道技術は古典的なものでしかなかった。

今日見るような近代式の水道が初めてわが国に導入されたのは 1885 年（明治 18 年）であって、横浜市の水道が第一号である。この水道はイギリス人パーマ（Palmer）の設計になり、濾過した水を鉄管で有圧の下に送水した。

もちろんこの当時は鉄管・バルブ・ポンプ・蒸気機関を初め耐火レンガにいたるまでイギリスからの輸入に仰いでいた。

計画給水人口は 10 万人で給水量は 1 人 1 日当り 18 gal（約 80 l）であったが、工事

費は107万円という巨費を必要とした(当時の人夫賃が1日25銭)。しかも興味あることは当時の外人技術者5名に対する人件費、旅費が全事業費の5.3%の多額を占めていることは、いかに新技術の導入が高価なものであったかを物語っている。

相模川の上流の取入から野毛山の浄水場まで43kmを導水し、野毛山で緩速濾過蒸3池によって浄水し同場内に設けた配水池から自然流下で市内に配水をした。取入口では池気機関でポンプを運転し河水を汲上げていたが、維持経費がかさむのでわずか10年後の1897年(明治30年)には、日本人技術者の手でさらに上流からの自然流下方式の取入れに変更されている。

Palmerがなぜ当初から自然流下方式の取入れを採用しなかったかは疑問であるが、機械類の売込みを計ったのではないかと考えられる。この種のことは技術導入の初期的段階にはありうることも知れない。

初めて通水されたとき消化栓から放水される水勢を見て当時の人は肝をつぶしたといひ、その直後には横浜市の消防組織を一変させたので日本の消防史にとっても意義深い出来ごとであった。

横浜水道によって導入された技術はただちに日本人により修得され、1888年(明治21年)に着工された函館市水道は日本人だけの手によって設計・施工されている。Palmerによる横浜水道着工のわずかに3年後である。

ついで1889年には長崎市、1892年(明治25年)には東京市・大阪市がそれぞれ水道に着工している。横浜水道から始まってこの辺までがわが国における近代式水道のれい明期と考えられ、一応日本人の手で設計施工ができるようになった。

その他、明治時代にできた水道の主なるものとしては、岡山市(1895年完成)、広島市(1896年完成)、神戸市(1897年完成)、下関市(1906年完成)であるが、だいたい当時は開港場を中心として水道が普及していった。

これは当時毎年のようにコレラが開港都市に移入され流行し衛生上の大問題となっていたからである。

大正時代以後は水道も逐次地方の小都市にまで普及していったが、その速度はきわめて緩慢であった。

終戦直後の1946年(昭和21年)当時の水道の数は690箇所にしかなかった。

1950年(昭和25年)ころから全国的に急激に水道敷設の機運が生れ、その後の10数年の間に普及率が倍以上になるという水道ブームを招来し現在に至っている。すなわち、1950年(昭和25年)当時の普及率は人口的にみて約25%にしすぎなかったものが、1962年(昭和37年)には57.2%と飛躍的に増加している。水道の施設数も大小合わせて16151箇所にあつてゐる。

欧米の水道普及率はだいたい70%から90%の範囲であるが、これに近づくのもそう遠い将来ではなく、あと7、8年で達成できるであろう。日本の人口分布から見ても普及率80~82%が終局的な普及率と考えられるから、現在の発展速度からだいたい上記の期間には目標に達しようとみてきしつかえなからう。

人口的にみた普及率は上記のとおりだが、水量的には既設の水道もたえず給水量増加の拡張工事を余儀なくされている。生活の近代化、国民所得の増大にともなう水洗便所・電気洗濯機・冷房の普及によって生活用水の増大を来たす因子が年とともに増え、また、自家用車・ディスポザー(電気ちゅう芥粉碎機)・電気皿洗機などの普及がさらに水需要を増大させることが予想される。

最近大都市の1人1日当りの水使用量は400~500lに達しさらに年々若干ずつ常に増加している。今後この水需要に対応するため水資源の開発、水道施設の整備の事業はたえず行なつてゆかなければならないと考えられる。

(2) 上水道技術の進歩

水道が日本に作られてからしばらくの間はもっぱら砂濾過法としては緩速濾過法が用いられていた。急速濾過法が初めて採用されたのは1912年に京都市の蹴上浄水場に米国のJewell式急速濾過池が造られた時である。ついで大正の中ごろに神戸市に英国のPeterson式急速濾過池が導入されたが、明治、大正時代を通じて急速濾過法はこの2カ所で採用されたにすぎず、緩速濾過法万能の時代であったといえる。

1930年(昭和5年)に大阪市の拡張工事において初めて日本人の設計による急速濾過池が造られ、その後ようやく全国的に急速濾過法が採用され始めた。

急速濾過法の採用は薬品沈殿法の採用をとまなうわけであるが、これらの技術が比較的遅れて普及した理由は明瞭ではないが、元來わが国の河川の水質が清澄で急速濾過法にむかなかつたことや凝集用薬品が高価で入手しにくかつたことや、維持管理に高度の技術を

必要としたことなどによるものではないかと推定される。

急速濾過法の採用により濾過池の必要面積が約 1/30 に縮小され、沈殿池も所要沈殿時間の短縮により大幅に容量を減らすことができ、水道技術が著しく進歩した。

構造物も初期のものはレンガ造に限られていたが、明治末期からコンクリート造、ついで鉄筋コンクリート造のものが用いられるようになって、今日に至っている。鉄筋コンクリートの出現以前は構造物のきれつによるろう水を防ぐために非常な苦心が払われ、突き固めた粘土層を下地に入れたようである。

一方、また都市によっては水源を貯水池に頼らざるを得ない所も多く、土えん堤・コンクリートえん堤が数多く作られた。神戸市の布引ダムは 1900 年（明治 33 年）に完成しているが、これはわが国における最初のコンクリートダムであり、設計施工とも日本人の手になるものである。また、1923 年（大正 12 年）に完成した函館市水道の笹流貯水池は鉄筋コンクリート造の床版単桁扶壁式のダムで、貯水池に向かって 42° の傾斜を有する床版で水压をささえる特異の構造のもので、おそらくわが国唯一のものであろう。

1957 年（昭和 32 年）に竣工した小河内ダムは堤高 149m、有効貯水量 18 540 万 m³ で水道専用ダムとしては世界最大の規模を誇り、また日本における高えん堤の設計施工上にエポックを画したのとして有名である。

急速濾過法の採用が浄水法に一変革をもたらしたことはさきに述べたが、戦前においては緩速濾過法が主流をなし、一部の大水道を除いてはそれほど発展を見なかった。

戦後特に 1952 年（昭和 27 年）ころからは急速濾過法がかなりの勢いで普及し始めたが、これはつぎに述べる凝集沈殿法の進歩と符節を合せており、一方また、社会状況の変革により広大な用地の取得がきわめて困難になったことにも関係がある。

急速濾過法に必須の凝集沈殿技術の進歩は、凝集剤である硫酸ばん土の混和と凝集促進のために Flush mixer や Flocculator が採用されるようになったことと、沈殿時間の大幅な短縮を計る急速沈殿池が採用されるようになったことによるものである。

混和凝集に機械が採用されたことによりフロックの生長が早く、かつ大型化し、そのために良好な沈殿効果が安定して得られるようになった。このために急速濾過法の欠陥とされた沈殿不良による濾過池の閉そくの問題が解決され、濾過の安定性が増した。

また、急速沈殿池の採用は沈殿時間を従来の 3~5 時間から一挙に 1~1.5 時間に短縮

したので用地建築費の節約に大きく貢献した。しかしこの方法には濁度の急変に対する弾力性が少ないとか、高度の操作技術を要する欠点もあるので、今後研究改善の余地が残されている。

Flush mixer, Flocculator を初めて採用したのは大阪府営水道であり、急速沈殿池を初めて大規模に用いたのは北九州市水道である。

わが国で水道水の消毒に塩素が採用されたのは三十数年前のことであるが、きわめて限られた大都市のみに行なわれていたのである。1957 年（昭和 32 年）に水道法が改正されるとともに消毒は法律的に規定され、今日ではすべての水道が塩素消毒を行なうようになった。

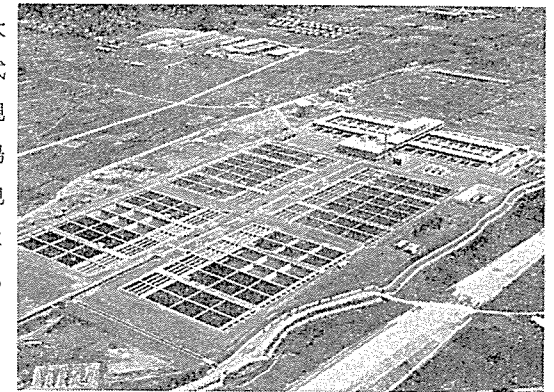
つぎに戦後一般産業界に集中管理方式が大幅に取り入れられたが、水道もまた例外ではなく浄水施設・ポンプ施設の運転系統に相当に採用され年とともにその技術は進歩しつつある。1955 年（昭和 30 年）に完成した川崎市の長沢浄水場はこのような方式を最初に取り入れた施設であるが、最近完成した同浄水場の拡張事業ではさらに高度の電子計算機を駆使した方式を採用して運転の合理化と確実性を一段と高めている。

東京都の東村山浄水場、大阪市の庭窪浄水場、名古屋市の大治浄水場などは代表的な最新式の大規模浄水場である。また現在施工中の東京都の朝霞浄水場は公称能力 90 万 t/日 の大規模なものでシカゴの浄水場につぐ世界的なものとなるであろう。

(3) 水道用資材の進歩

水道用資材のうちもっとも大きな分野を占めるパイプは従来長い間高級鋳鉄管と印管型と相場がきまっていたが、戦後その製法など大きな変革が起こった。すなわち、遠心力製法による強度の増大のための薄肉化と、ダクタイル鑄造によりさらにこれより薄肉化されて、しかもぜい性の少ない優秀

写真—4.12 東村山浄水場



なパイプが出現し一般に採用されている。

また鉄管の継手は長い間円筒型で鉛コーキングが行なわれてきたが、最近ではゴムリングを使用するメカニカルジョイントにとって替えられた。この新継手はフレキシブルであるから、耐震性が良い点と施工がはるかに容易な点で、従来のもよりすぐれている。

鋼管は従来、塗装と溶接に難点があり特殊の場所にしか採用されなかったが、最近技術の進歩によってこれらの問題が解決されたのと、従来用いられなかったような大口径管が用いられるようになったために鋼管はふたたびクローズアップして、大口径管の分野でさかんに採用されるようになった。東京都の東村山浄水場からの配水本管に使用された内径2400mmの鋼管は世界でも例の少ない大口径のものである。

石綿セメント管も従来は限られた所にしか用いられなかったが、戦後は広く用いられ、また最近では口径も低圧用ではあるが1000mm以上のものが作られている。

また、塩化ビニール、ポリエチレンのようなプラスチック製の管が小口径管（内径50mm以下）に用いられ、給水管の分野で従来からの鉛管、鋼管を追出して主力資材としての座を占めるに至っている。

（4）工業用水道の発展

工場のProcess water、冷却用などに用いられる水は、水質に対する要求度は低いが水量が大きくまた低価格であることが要求される。このような水をもっぱら工場に給水するのが工業用水道であり、技術的には上水道と異なるところはない。

戦前の工業用水道としては会社専用のもを除き公営のものとしては、静岡県営による清水市地区へのものと川崎市営による臨海工業地区への2つの工業用水道があるにすぎなかった。また会社の組合経営によるものが新潟市に2施設あり、合計4施設しかなかったわけである。ところが戦後、朝鮮事変を契機として日本の工業生産が急速に躍進するとともに、工場地帯における工業用水の需要が急上昇し工業用水道の敷設が急激に促進されるに至った。

1962年（昭和37年）度末の現況は全国で57施設となっていて、その給水能力は日量3307680m³に達している。今後の工業生産の発展を考えると1970年までに3400万m³の供給能力が必要であると見込まれているから、工業用水道はここ当分の間増大の一路をたどるものと思われる。

工業用水道の発展がこのように急激に行なわれてきた理由としては、工業地帯で手近かに工場自体が取水する水源がなくなり、遠隔の地に水源を求めざるを得ないこと、共同して取水する方が経済的であること、安価な水を必要とするために上水道とは別の水道を設けたほうが有利であることなどがあげられる。

工業用水道の特徴としては水質はさほど厳格でなく沈殿処理をした程度でよいが、水量は上水道に比して非常に大きい。また水圧は末端の工場に届く程度の低水圧でよく、配水管も上水道のような管網を必要としない。給水の季節変化・時間変化が少ないので施設を常時有効に稼働できる利点がある。

3.3 下水道

（1）はじめに

日本における下水道の歴史は、明治以後のことといえる。古くからし尿は農村に肥料として還元処分されていた。明治になり欧米の都市計画の手法、衛生に関する知識の導入によって漸次下水道の必要が認められてきた。わが国における下水道のはしりは1877年（明治10年）東京におけるコレラの流行を契機として1883年（明治16年）神田に築造された分流式下水道である。

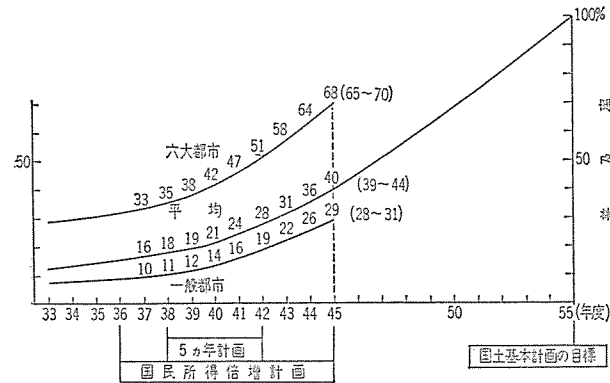
しかし東京の下水道は、1907年（明治40年）中島鋭次が合流式下水道計画を立案するまでは本格化しなかった。いずれにしても、日本の下水道は明治後期、たとえば大阪は1894年（明治27年）、仙台は1897年（明治30年）、名古屋は1911年（明治44年）広島市は1908年（明治41年）にそれぞれ着工したのに始まったといつてよい。それ以後、かなりの努力がなされたにもかかわらず下水道は上水道に比べて、工事費がかなり多くかかることや、し尿の農村還元、地方都市の財政力不足、下水道に対する認識の不足、太平洋戦争およびその後の経済力不足などが原因となって、その普及は遅々として進まなかった。1962年（昭和37年）度末において、普及率排水面積でいうと、六大都市で33%、一般都市で10%、平均16%であって、その恩恵をうける人口で示すと六大都市で39%、一般都市で16%、平均24%という現状である。

1900年（明治33年）下水道法が公布され、工事費の1/3が国庫から補助されてきた。1958年（昭和33年）現行の下水道法が公布され、旧法11条の簡単なものから、48条

とかなり詳細なものとなった。なお、政令によって、その技術的基準を定め、わが国における下水道の飛躍的発展が期待されている。下水道は、いうまでもなく、水洗便所の普及と相まって、都市衛生の向上とともに、都市の雨水排除がその主な目的となっている。

また最近では隅田川・淀川など公共水域の汚濁防止には重要な浄化対策として一環をになっている。最近における急速な都市化、産業活動の高度化による公共水の汚濁の激化、し尿・ごみ処理の問題を解決するために、1963年（昭和38年）度“生活環境施設整備緊急措置法”が制定され1963年（昭和38年）度を初年度とする下水道整備5カ年計画に基づいて1970年（昭和45年）末において普及率（排水面積）を六大都市68%、一般都市29%、平均40%にまで高めようとしている。最近における下水道の進捗はかなり目ざましいものがあり、その模様は図-4.11に示すようであるが、交通事情による工事

図-4.11 下水道普及計画（案）



の困難などから施工の近代化、工場廃水を処理するための調査研究、また財政確保など多くの解決すべき問題をかかえている。

一方、これらの問題を解決するため流域下水道の計画が、最近と

り上げられるようになり、たとえば、大阪の寝屋川流域、東京の多摩川流域または荒川流域、などが話題にのぼっている。流域下水道は、従来行政区画内で考えていたり下水道計画を地形に応じた計画にして、排水計画を合理化するとともに、処理場などの大規模化による処理コストの低減、適格な処理、施設の管理、水質汚濁防止のために流域内のバランスのとれた下水処理を行なうことを目的としたものである。下水道は他の公共施設に比し非常に立ち遅れているが、公害防止などに対処するため下水道に対する社会の要請はますます増大すると考えられる。

(2) 雨水排除計画の進歩

下水道の大きな役割の一つは、都市における雨水排除を行なうことである。わが国での下水道は、いくつかの都市を除いて、大部分の都市では汚水と雨水を同時に排除する合流式である。合流式下水道の場合、下水道管の管径はほぼ雨水流出量で定められる。したがって雨水流出量の算定は、下水道計画において重要である。雨水流出量の算定法は大別して3つの方法に分けられる。

① 経験式：日本における公共下水道を有する都市のうち約半数は Burkli-Ziegler 公式ほか Brix 公式などの経験式を用いて雨水流出量を計算している。経験式は

$$Q = CiA^n \sqrt{S/A}$$

Q ：雨水流量 l/sec , C ：流出係数 $0.25 \sim 0.60$, i ：降雨量 ($l/ha/sec$), A ：排水面積 (ha), S ：地表の平均勾配, $1000m$ 当り Sm , $n=4$ の場合 Burkli-Ziegler 公式, $n=6$ の場合 Brix 公式となる。Burkli-Ziegler 公式はスイス Zürich 地方の豪雨観測に基づいて作られた公式で、つぎでのべる合理式に比して、流出量が $1/2$ から $2/3$ 程度となること、初期の下水道計画にあたって他に信頼しうる資料がなかったことから、大阪、名古屋などをはじめ多くの都市で採用された。

② 合理式：この方法で計画をしている都市は、1962年（昭和37年）度において70都市にのぼっている。流出量は、 $Q = 1/360 CiA$, Q ：雨水流量 m^3/sec , i ：降雨強度 (mm/h), C ：流出係数, A ：排水面積によって計算する。この方法は、雨水の流達時間に相当する降雨継続時間に対応する降雨強度を、あらかじめその土地の降雨の観測から定めた降雨強度曲線または降雨強度公式から定め、その強度の雨が上記流達時間内に流集しうる排水区域全体に一律に降る、という考え方に立っている。経験式は、その採用についてこの合理的な根がうすいこと、都市化により雨水流出量が増加するすう勢に対する余裕が少ないことなどの理由から、最近では合理式を採用する都市が多くなる傾向にある。合理式についての研究はかなり行なわれており、板倉は管内貯留量を考慮し、雨水排水ポンプ場のポンプ容量を軽減する計算法を明らかにした。

1963年、末石は、下水管網の計算に、特性曲線法を応用して、流出係数 C のかわりに、等価粗度係数 n_0 によって排水区域の特性を表わして計算する方法を見出した。この解析によって、ある条件のもとでは排水区域下流部に遅滞が起こっているときのほうが、流量が大きくなることがわかった。すなわち、合理式で計算した場合は、この計算の一つ

の条件の場合であって、ときには、この値を上回る流出量を見ることがあることを理論的に明らかにした。しかし、この方法は、計算法がやや面倒なこと、 n_s に対する実際値についての研究が不十分なことなど、今後の研究が期待されている。

下水管網の計算に Mushingum 法に類似の追跡法を応用する研究が各国で進められている。1959年シカゴの Tholin と Keifer は、この地区の下水管網の計算において排水区から側溝までの計算に追跡法を用いた。今後等価粗度係数を用いる方法をふくめて、追跡法を応用する方法が進展するものと思われる。

最近、郊外住宅団地の造成による雨水流出の増加に対処するため、雨水滞水池を用いて高水量を低減させることが行なわれ、またその設計法の研究が進められている。その他、流出係数の算定のため、航空写真応用の研究や最近における集中豪雨についての研究、雨量資料の統計解析のための計算機の開発などがこの分野で始められている。

(3) 材料・工法の進歩

下水道管きょの材料は、明治末期までは、主として陶管、石材、レンガ、またはコンクリートが用いられた。陶管は内径 450 mm までで、それ以上の場合はレンガや無筋コンクリートが用いられていた。陶管は、はじめ人手で素管を形成し、窯の温度が低かったので、土管というにふさわしいものであったが明治の末に至り、アメリカでの製法が導入され、良質な陶管ができるようになり、地先下水などに多く使用されている。また、陶管は強酸・強アルカリに対し耐性が強いので工場廃水などが多く入る所では陶管が用いられる。現在では、内径 900 mm まで製作されている。

鉄筋コンクリート管が使われるようになる以前、仙台市で鉄筋モルタル管が使用されたが、名古屋市、東京市で鉄筋コンクリート管が使用され始めてからは、この鉄筋コンクリート管が広く用いられるようになった。鉄筋コンクリート管は、初め手組の鉄筋網を縦にすえ付けた木製、または鉄製の型わく内にそう入し、その後コンクリートを注入して手詰または振動を与えて成形した。その後、ヒューム管の技術が導入されてからは、鉄筋コンクリート手詰管は多くの都市で陰をひそめたが、愛知県など、内径 1000 mm 程度まで使用している都市もある。

ヒューム管は、オーストラリア人ヒューム (W.R. Hume) の発明した遠心力を利用して製造する一種の鉄筋コンクリート管である。製法は、鉄筋を鉄線網機械によって、縦横

と斜め方向に巻き、鉄筋のかごを作る。これを型に入れ型を回転しながら、練り立てのコンクリートを投込み成形後、蒸気養生室で十分養生して製作する。このヒューム管は、大正の末に日本に紹介され昭和の初期より、日本において製造に入った。その後、幾多の改良がなされ、現在内径 75 mm から 2300 mm までのものが造られている。ヒューム管は、強度が大で内面平滑でかつ気泡などが遠心力で圧出されるのでコンクリートがら密にできており、また管長が、鉄筋コンクリート管では 1 m であるに反し、ヒューム管は 2 m、内径 400 mm 以上のものには 2.43 m などの長尺が用いられるので、継手が少なくなるなどの利点がある。また最近では樹脂で内面を塗装するなどして、耐酸性のヒューム管が作られるようになってきた。ヒューム管径をこえる下水管に対しては、長方形きょ、または一部、馬蹄形きょなどが鉄筋コンクリートで造られる。

戦後、建設機械の進歩、種々の工法の改良によって、下水管の埋設工事は戦前とはかなりその様相がかわったといえよう。最近では交通難から下水管の埋設工事がうける制約はかなりきびしいものがある。また、戦後ひきつづき起こる人口の都市集中による建造物の過密化とか、都市活動のための上水・ガス・電話・電力のケーブルなど地下埋設物の増加のため、戦前に比し、工事はかなり困難となり慎重に行なわなければならなくなっている。これに対処するため、繁華街は大口径の管きょの埋設を避け、幹線などはなるべく交通量の少ない道路に埋めるよう計画するとともに、施工はなるべく交通の頻繁な時間をさけ夜間に移す。また埋めもどし後、すみやかに交通を再開するため掘削土が悪質の場合には良質土に置換するとか、真空コンクリートなどの工法が行なわれる。舗装復旧後の沈下を防ぐためには、完全な突き固めはいうにおよばず、セメント乳液や薬液注入工法などが用いられており掘削をドライで行なうためのウェルポイント工法も使われている。

開削が不可能なところ、たとえば鉄道横断、交通頻繁な交差点などでは、掘進工法がしばしば用いられるようになってきた。この工法は、いわば小型トンネル工法で、掘削と同時に管を圧入し管体自体がトンネルライニングの役割を果たすものである。押込みには普通、特厚のヒューム管を、継手には鋼製のカラーを用いる。人力で掘削するので、内径 600 mm からこの工法が用いられる。内径 300 mm 以下の小管は先端を円錐形の鋼製キャップをつけ、押込む方法が行なわれている。この工法は、30 m 前後の推進に用いられ、わが国での最大延長は 50 m である。この工法は路面を掘り返すことなく、土工量が少な

く、地盤の沈下も小量である利点がある反面、工費が割高になる、埋設位置の精度が悪い、推進しうる延長に限度があること、土質によって本工法が用いられないこと、軟弱地盤、湧水の多い所で空洞を生じ、路面崩壊の原因となる、などの欠点がある。最近、この工法に対する基礎的研究も始められ、また 300 mm から 500 mm の間に対する工法も研究されているので近い将来全管径にわたってこの工法が用いられるようになるであろう。軟弱地盤で湧水のある所では、シールド工法が用いられ、実例として東京都王子地先で内径 1800 mm、延長 1495 m の下水管がこの工法で施工されている。

(4) 下水処理の進歩

戦前 1931 年（昭和 6 年）において、下水道を築造中の都市 51、そのうち処理場を有する都市はわずか 8 にすぎなかった。しかし、戦後かなりの進展が認められ、1962 年（昭和 37 年）度末における公共下水道着工都市は 160 余に達し、そのうち終末処理場の着工都市は 96、うち運転予定の都市は 52 に達している。しかし、その処理人口は 700 万人余、総人口の 7% にすぎない。また、都市における人口集中、工業発展によって、都市域の水質汚濁が急速に進み、汚濁防止のために下水処理の重要性はますます増加しており、隅田川や淀川などでは、水質汚濁防止のために必要な浄化対策として考えられるようになってきている。

下水の処理方法として、希釈処分から始まって、かんがい法・普通沈殿・腐敗槽・2 階槽・薬品沈殿・間けつ砂濾過法・接触濾床法・散水濾床法・活性汚泥法およびその変法がある。希釈処分は古来から行なわれていた方法で、河川または海岸での自浄作用に期待するものである。自浄作用をこえて汚濁物質を河海に放流すれば水質汚濁がはなはだしくなる。かんがい法は下水を郊外の田畑に導いて、土壌の表面に注ぎ、浸透させて、その排水は地下 2.0 m 前後に排水管を設けて排水すると同時に、穀類やじゃがいも、蔬菜などを作り一石二鳥をねらったものである。この方法は、下水処理法の草分けで、1760 年ころイギリスで用いられ、パリ・ベルリンにも大規模のものが造られた。この方法の浄化率はきわめて高いが、広大な敷地を要し、土質が砂礫層でなければならぬなどの欠点があり、わが国では採用されていない。普通沈殿法は、流速を遅くして、水中の浮遊物を沈殿除去する方法である。これはかなり広く用いられている。河海の自浄作用が期待できる場合には、普通沈殿で、浮遊物を 30~50%、生物学的酸素要求量 (BOD) を 30% 程度除

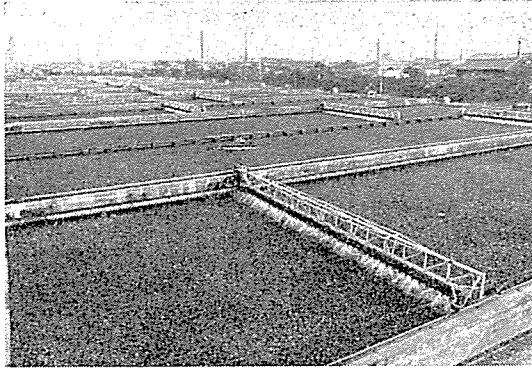
去して放流している。1962 年（37 年）において簡易処理を行なっている都市は、6 都市であるが、その他、高中級処理を行なっているものうち、一部簡易処理を行なっている都市も多い。腐敗槽は沈殿法の一法で下水中の浮遊物を沈殿し、その沈殿汚泥を長時間池底に貯留して有機物を腐敗分解（一名消化ともいう）させ、有機物を安定にするとともに、汚泥の量を減少させるものであるが、消化によるガスや浮渣 scum によって、沈殿が妨げられ、所期の浄化がえられないので、現在では各住宅で用いられている尿浄化槽に用いられるだけになっている。2 階槽は沈殿室と汚泥室を分離する方式で Imhoff 槽では生下水を全然汚泥室を通さないが、2 階槽では一部汚泥室を通すようになっている。この方式によると、浮遊物の除去率は 50~70%、BOD の除去率は 30~35% くらいである。この方式には大規模なものは少なく、住宅団地で 2000 人くらいまでのものである。

この型は、し尿の浄化槽にも用いられている。薬品沈殿は、硫酸ばん土、硫酸鉄と消石灰を単独もしくは組合せ、それぞれ、水酸化アルミニウムや水酸化鉄のフロックを作らせ、これに汚濁物質を吸着させて沈殿除去する方法である。最近では、凝集補助剤として、種々の有機凝集剤が開発され、その応用範囲は広がっている。薬品沈殿は、1740 年に初めてパリの下水処理に用いられ、生物処理法が開発されるまでは主としてこの方法が用いられた。しかし、この方法では、溶解性有機物を除去することができないこと、薬品費がかかること、凝集剤によっては pH やアルカリ度などの前処理がかなりはんざつなことなどから、下水ではつぎにのべる生物処理にとってかわられて、現在はほとんどみられなくなった。しかし、工業廃水は、この方法によらなければ処理できない場合も多く、工場廃水を多量に含む下水処理の場合、生物処理と組み合わせて用いられることもある。たとえば、一宮市東部処理場では、多量の染色廃水を含む下水を処理するのに硫酸ばん土による薬品沈殿と散水濾床による生物処理とを組み合わせている。

散水濾床法は、一般に標準散水濾床法と、高率散水濾床法と 2 つに分けられる。わが国の下水処理は 1923 年（大正 12 年）東京都三河島下水処理場（写真—4.13）における標準散水濾床の運転にはじまった。

標準散水濾床⁹⁾は下水を 2 時間程度、最初沈殿池で沈殿させたのちの 6~25 mm の碎石を敷きつめた 1.8~4 m の層を通して、最終沈殿池に導き、沈殿後、河海に放流するものである。浄化の機構は、碎石の表面に好気菌その他細菌、原生動物などが皮膜を作り、

写真—4.13 三河島下水処理場



これに下水が接触する間に、下水中の有機物がこれら生物の作用によって分解酸化される。この方法は、下水の酸化が十分に行なわれること、運転費が少なく、汚泥量が少ないなどの長所を有している反面、相当広大な面積を要し、臭気、濾床蠅などが発生するなどの欠点がある。

高率散水濾床は、1936年こ

ろから、研究されはじめたもので、50~100mmの碎石を用い濾床の深さを1.5~2.5mとし、集水設備を改良したり、換気口を設けて濾床内の通気をよくして、処理下水量を標準散水濾床面積1m²1日当りの3m³約10倍に増加することができるようになった。これによって標準散水濾床の濾床蠅の発生とか広い敷地を要する欠点が改善された。

また、処理すべき下水の濃度を希釈し、その変動を少なくするために、処理水(浄化を終った下水)を返送することによって高率化が可能となった。

返送法については種々あるが、浄化度はあまり変化はなく、一段濾過ではBODで60~70%、二段濾過では80~90%が期待できる。この方法は活性汚泥法にくらべて、運転費・建設費も少なく、運転が容易なので、1000~100000人の処理にこの方法が使われている。

活性汚泥法は、好気性の原生動物または細菌が、下水とともに適当な時間、曝気すると、フロックを作ることを利用し、このフロックを最終沈殿池で沈殿させて、下水中の浮遊物や有機

写真—4.14 (a) 住宅団地における処理場

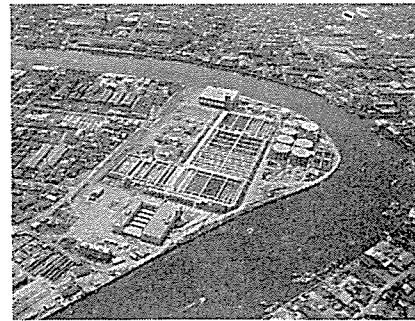


物をとりのぞく方法である。この方法はまず下水を、最初沈殿池で浮遊物を除き、ついで下水に種汚泥として最終沈殿池の汚泥を下水量の20~30%混入し、6~8時間曝気すると、生物の作用によりフロックができる。これを最終沈殿池において2時間程度沈殿させると、ほぼ有機物(BOD)の90%を除去でき

る。わが国で活性汚泥法による処理が行なわれるようになったのは1930年(昭和5年)名古屋の堀留、熱田の処理場が建設されて以来で、以後、東京・京都・大阪・豊橋・岐阜の下水が戦前において本法によって処理されていた。

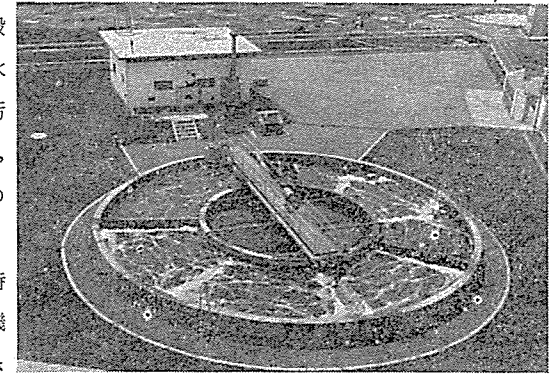
とくに戦後は活性汚泥法の浄化機構の解明が国の内外において進められ、種々の変法が実際の処理に適用され、その応用範囲も広がっている。たとえば、ニューヨークのウェイド島(Waids Island)処理場で、はじめられたStep Aeration法は、下水を数カ所から分割して曝気槽に流入させて処理能力を上げるものである。この方法は、標準活性汚泥法にくらべて処理効率を落さずに同一の曝気槽容量で、2倍量位の下水を処理することができる。わが国でも、岐阜市中部処理場、大阪の中浜処理場など最近はこの方法が多く都市

写真—4.15 東京都小台処理場



で採用されるようになった。デモファイドエアレーション法は曝気槽内の浮遊物濃度を低く保ち、かつ、曝気時間を1.5~3時間とし、除去効率のよい曝気時間をとる変法で、除去率は中級処理程度であるが、Step Aerationに準じた利点があるので、大阪市の津守処理場ほかいくつかの箇所がこの方法が使われている。そのほか、活性汚泥の曝気初期における強い吸着力を

写真—4.14 (b) 住宅団地における処理場



利用する Contact Stabilization 法や、活性汚泥中の生物の活性を増すため特に工場廃水が多い下水を処理する場合に、下水と返送汚泥を曝気槽に入れる前にあらかじめ曝気をする方法が東京都の落合および小台処理場などで採用されている。また最近、曝気時間を24時間くらい伸ばして、酸化可能な有機物をほとんど酸化する方法が開発され、人口5000人~10000人程度の団地の処理場に用いられている。この方法では、動力費は高くつくが、人件費があまりかからず、処理水質もかなり安定しているので、日本住宅公団の南日吉団地などで実際に採用されている。

活性汚泥法で、かなり建設費・維持費の主要な部分を占めるものは、曝気槽と曝気方法である。特に戦後曝気方法の研究が進められ、機械かくはん式でも、種々の形式が考案され、また散気式でも従来の散気盤を用いるもののほか、大気泡で低圧の方式、機械かくはん式と散気式を組み合わせた方式、また曝気と沈殿を一槽で行なう方式など、種々の方式が開発されている。これらの曝気方式に対する酸素移動の機構の研究、その経済性などに関する研究が進められ、将来は下水の性質などによって曝気方式が定められるようになるであろう。また、活性汚泥中の生物相に対する研究、各生物における酵素の研究が進められており、しだいに活性汚泥法の適用法も合理化されるであろう。

最近における水需要のひびくから下水処理水を工場などに再利用する計画がいくつかの都市ですすめられている。すでに、東京都では三河島処理場の処理水を砂濾過後、江東地区の工場に配水しており、また芝浦処理場の処理水を国鉄の洗車用水に使うことが計画されている。

2階槽・腐敗槽のように汚泥を同時に処理するものを除いて、大部分の処理方法は、汚泥を処理処分する必要がある。戦前は、ほとんど汚泥を嫌気性消化したのち、天日乾燥して処分していたが戦後は用地の取得難から消化汚泥を水洗後機械脱水し、その汚泥を必要な所では、さらに重油などで乾燥したり、焼却するようになってきた。また最近アメリカにおいては、高温・高圧のものに汚泥を水中で酸化する方法が開発され、建設費が高いにもかかわらず、灰分のみを処分すればよいことから注目されている。

戦後は、し尿の農村還元が少なくなり、その処分に困った都市では消化槽によって処理する方法で水道が普及するまで、くみ取りし尿を処分するようになってきた。し尿処理は、はじめ消化槽方式が大部分であったが、最近では化学処理したのち遠心分離フィルタ

ープレスなどで固液を分離し、液体分を生物処理する方法が考えられ、二、三の都市で実用化されている。

消化に関する研究は、以前から行なわれていたが実験的なものが多かった。最近では消化槽内の分離機構にまで立入った研究が行なわれるようになってきている。また、消化汚泥の脱水についても、かなり基礎的な研究が進められつつある。

(5) 水質汚濁防止

人類が生存し、活動をはじめて以来、水質汚濁の問題は常に起こっていたのであるが、実際に紛争が起こり、法律的に規制をうけるようになったのは、欧米でも産業革命以後のことである。すなわち、生産手段が手工業から動力を使う大規模な工業に移り変わり、人口の都市集中が起こり、また工業廃水による水質汚濁が進んでくることになった。わが国で公共水での水質規制のための法律が整備されたのは、1958年(昭和33年)の水質規制に関する2つの法律が制定されてからのことである。経済企画庁が、1959年(昭和34年)度から1963年(昭和38年)までに調査した河川は35に上っている。これら水域で被害をうけるのは、農林・水産・上水道・環境衛生など、地域も程度も広範囲にわたり、汚濁源としては、工場廃水と都市下水となっている。

水質汚濁防止のための単独法規としては1958年(昭和33年)に成立した「公共用水域の水質の保全に関する法律」と「工場廃水等の規制に関する法律」がある。そのほか、公共水の一般規制として、河川法・港則法・港湾法などがあり、公衆衛生・産業保護・営業規制関係法として、下水道法・水道法・工業用水道事業法・清掃法・水産資源保護法・鉱業法・鉱山保安法・水洗炭業に関する法律、毒物および劇物取締法・へい獣処理などに関する法律と畜場法・食品衛生法・葉事法がある。このように関係法律は多いが、水質保全法により所管大臣は、汚濁源別に関係法律に基づいて取締りを行なうことになっている。これは、アメリカのように州が取締りについての責任を有しているとか、イギリスのように河川局が水系別に、取締りをするのとは、違った行き方になっている。

現在までに水質保全法により経済企画庁によって指定されている水域は江戸川・淀川・木曾川上下流・石狩川(A)の五水域である。都市河川として、汚濁が進んでいる隅田川・寝屋川なども、間もなく指定河川となるであろう。

各水域の水質基準は、全国一様ではなく、その河川の水利用を考慮して個々に定められ

ている。たとえば江戸川においては、水産側の要望で、稚あゆの遡上期である2月に支障のない水質とすることを目標に定められ、淀川は大阪市の水道水源の保護を、石狩川 A 水域では農業に対する被害を取りのぞくことを、木曾上流では名古屋市の水源保護、下流ではノリの被害をのぞくことを目標としている。

水質汚濁現象に関する研究は、わが国では、戦後のことであるが最近では活発に進められている。すなわち、非感潮部における自浄作用、汚濁物質の希釈拡散、感潮河川の汚濁計算法、水質監視などのほか、河水中における炭素同化作用による酸素供給、底質内の生物相についての研究などが行なわれている。この方面の研究は今後ますますさかんになるものと考えられる。

衛生工学関係参考文献

- 1) 広瀬孝六郎：上水道学
- 2) 佐藤志郎：東京の水道
- 3) 中島博士記念：日本水道史
- 4) 広瀬孝六郎：上水道学（前・後編），壮文社，1949
- 5) 広瀬孝六郎：上水道学，養賢堂，1952
- 6) 岩崎富久：上水道，アルス，1937
- 7) 井深 功：上水道施工法，山海堂，1962
- 8) 日本水道協会：水道施設基準解説，1958
- 9) Turneaure-Russell：“Public Water Supplies” John Wiley, 1940
- 10) Babbitt and Doland：“Water Supply Engineering” McGraw-Hill 1955
- 11) 杉戸 清：下水道学（前・後編）技報堂，1958
- 12) 広瀬孝六郎：下水道学，誠文堂新光社，1950
- 13) 広瀬孝六郎：都市下水道，誠文堂新光社，1964
- 14) 鶴見一之：下水道，日本水道協会，1960
- 15) 岩崎富久・田中寅雄：衛生工学，森北出版，1962
- 16) 寺島重雄：下水道施工法，山海堂，1960
- 17) 下水道施設基準解説：日本水道協会，1964
- 18) G.M. Fair, J.C. Geyer：“Water Supply and Waste Water Disposal” John Wiley, 1954
- 19) Design and Construction of Sanitary and Storm Sewage, W.P.C.F., 1960
- 20) Sewage Treatment Plant Design, W.P.C.F., 1959
- 21) 米元晋一：下水道揺籃時代の思い出，水道協会誌 298 号，1959.7
- 22) 板倉 誠：滞流式雨水流出量算定方法の研究，土木学会論文集 28 号，1955
- 23) 末石富太郎：“Run-off Estimation in Storm Sewer System Using Equivalent, Rough-

ess 土木学会論文集 91 号，1963

- 24) Tohlen, A.L. and C.J. Keifer “The Hydrology of Urbanrun-off” Proc. of A.S.C.E. Vol. 127, SA 2 1959
- 25) 綾 日出教：雨水滞水池の設計，下水道協会誌 1 号，1964
- 26) 合田・雄倉・亀田：市街地雨水流出係数決定における航空写真の利用，土木学会第 19 回年次学術講演会前刷，1964
- 27) 徳平 淳：地下埋設管の押込み工法における推力とフリーズ現象，第 14 回上下水道研究発表会講演集
- 28) 井上孝次：市街地における下水管渠工事の特殊工法について，第 13 回上下水道研究発表会講演集
- 29) 左合正雄：散水ろ床の基本問題に関する実験的研究，水道協会誌，p. 239～241，1954
- 30) 富永正俊・松久正三：岐阜市におけるステップエアレーションその後について，水道協会誌 334 号，1962
- 31) 日本水道協会：新しい下水処理法委員会総合報告書，1961
- 32) 藤井秀夫・今 利雄：前ぼつ気に関する一考察，水道協会誌 354 号 1964
- 33) 合田 健・中西 弘：活性汚泥法，ばっ気槽の機能に関する研究，水道協会誌 253, 254 号，1964
- 34) 大橋文雄：活性汚泥法の示標による研究，水道協会誌 338 号 1962
- 35) 逸藤郁夫：し尿の中温消化に関する研究，水道協会誌，338 号 1962
- 36) 川島 晋：真空ろ過における汚泥の脱水機能とその指標について，水処理技術，1 巻 1960
- 37) 久保 赳：Fundamental Studies on Treatment of Sewage Sludge—From Dewatering View Points’ 建設省土木研究所 英文所報
- 38) 南部祥一：河川水中の自浄作用と汚染度分布に関する研究，京都大学学位論文，1960