

天 野 光 三

要 旨

戦後における日本経済の飛躍的な規模拡大につれて、種々の交通施設の整備増強が行なわれ、そのテンポに比例して交通に関する土木技術の発展がみられる。これらの技術を、計画・設計・施工のそれぞれの分野にわけ、また交通施設としては鉄道・道路の路線施設と、港湾・空港等の起終点施設とに大別して、いずれも世界の技術水準との対比において概観する。あわせてわが国土の自然的、ならびに社会的特性を指適する。

1. 経済成長とわが国交通土木技術の進展

戦後における世界に類のないわが国の高度経済成長のもと、昭和31年頃のいわゆる“神武景気”に際しては、鉄鋼部門とならんで陸上・海上輸送力の不足が最大のあい路として露呈されたことは周知の事実となっている。そうしてその打開を旨とし、いわゆる所得倍増計画以後の種々の経済計画においては公共施設、なかでも道路を中心とする交通施設に対する投資規模は画期的な増大をみた。

かくして交通条件の向上は各地域の資源、資本、労働力の合理的利用あるいは結合を可能にし、国土に立地する産業・経済に有利な基礎条件をつくりだすこととなる。

最近の10年間における道路、鉄道、港湾等の交通施設への飛躍的に増大した投資規模につれて、交通に関するわが国の土木技術も、戦前までの多年にわたる設計・施工技術の基盤の上に、近年画期的な発展を迎えたものといえることができる。要するに技術の進歩は、本来その技術自

身に内在する契機よりも、むしろその技術を必要とする社会的環境からの外部要因を契機として進歩するということである。交通に関する土木技術もまたその例にもれなかったともいえる。

以下、こうした交通土木に関する計画・設計・施工技術を、それぞれの分野ごとに概観し、世界の技術水準との対比とその特性について考察する。

2. 鉄道に関して

(1) 世界に誇る東海道新幹線

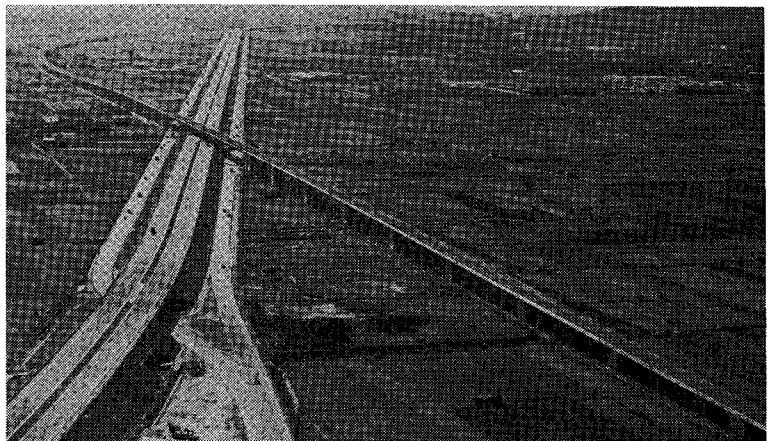
「東海道新幹線は世界最高の鉄道で、最も新しい人間工学、機械工学を駆使し、地上の大量高速輸送の難問題を解決するための新構想による鉄道の明白な例である。」

これは国際交通協会の最高賞授賞に際して東海道新幹線に対する賛辞であるが、これはほんの一例であり、世界のさまざまな交通運輸界から、安全で高速の画期的な交通機関として認められていることは明白な事実といえる。当時世界的に斜陽化が通念となりつつあった鉄道の救世主というより、高速、低廉、大量という鉄道輸送の利点を積極的に最大限に活用させることに成功した日本の鉄道技術は、世界にぬきでたものといって決して過言ではない。

こうして国際鉄道会議(IRCA)や国際鉄道連合(UIC)の高速運転に関する種々のシンポジウムにおいては、東海道新幹線の建設に際して行なわれた多くの研究と、営業開始後の諸データが高く評価されており、わが国の鉄道技術者が、これらの部会の議長をつとめるに至っている。

このように世界に誇る東海道新幹線を産み出した個々の技術は、土木施設、軌道構造、車両構造、動力方式、信号保安装置等の広汎な分野に世界の最先端をゆく、わ

新幹線向日町(476.8 km)と名神高速道路との立体交差



が国鉄道技術の粋が結集され、その総合的な成果として実現したのであり、これらの技術上の研究業績も大きい。

しかしここで特記したいのは、東京～大阪間にこのような機能をそなえた高速鉄道が必要と考えた判断の正しさである。その当時の昭和 31 年といえまさに道路万能論の全盛期で、相対的に鉄道斜陽論はもちろん、無用論さえまかり通っていた時代であった。

しかしわが国土は、帯状に長く、東京～大阪～博多をつなぐわずかに約 1000 km の地域には、大・中都市がほとんど連続し、約 6000 万人の人口と、高度の産業が集中している。このような産業・人口の集中地域は、地球儀のどこを探しても全くその例を見ないものである。欧米諸国のように都市の点在する平面的な国土とは全く例を異にしており、わが国には高速・大量性能を備えた鉄道という太い動脈がどうしても必要だったのである。

新幹線は昭 39 年 10 月に開業してからちょうど 2 年の間に延べ 6200 万人の旅客を運び、最近では 1 日平均 12 万人がこの鉄道を利用している。もし仮に新幹線の建設がなかったとすれば、どんな混乱が起こったかを考え、またそれが世界ではじめての鉄道であることを考えるだけで、その意義の大きさが明らかとなる。また新幹線が沿線地域の経済・社会におよぼした影響を考えると東京～大阪間の距離の短縮によってそれぞれの地域の立地条件の向上と発展に大きく拍車がかげられることとなった。

(2) 鉄道土木施設の設計施工

わが国の鉄道土木技術を国際的水準との対比において眺めるとき、わが国の自然的、社会的特性にもとづく特徴に気付く。その主要な一つは、複雑な地形を克服するためのトンネル技術の進歩であり、もう一つは都市における鉄道施設の設計施工技術であるといえる。以下順にのべる。

a) トンネル掘削技術

わが国土は山地が多く、しかもしゅう曲による複雑な地形によって形成されている。したがって鉄道線路の選定に当たっては、大小合わせて多くのトンネルの掘削が避け得られない。そのほか新線建設ではなく線路条件の改良のためにも、たとえば北陸トンネル、新清水トンネルなど世界でも有数の長大トンネルで、しかも地質の変化が激しく、施工の困難なトンネルが多い。

このようなわが国特有のトンネル地質に対し、複線断面の北陸トンネルにおいて底設導坑先進上半断面工法が見出され、これを基準として東海道新幹線の計 67 カ所、延べ 68.5 km のトンネルが当初想定した短かい工期において見事に完成を見ることができたといえる。

そのほか単線全断面工法では、月進 301.2 m という

世界的な掘進速度も記録されている。

また青函海底トンネルの掘削は、これまた世界に例のない大事業であるが、斜坑の試掘工事も順調に進められ、すでに海面下 240 m の本坑予定地点まで掘削が到達している。

b) 都市鉄道の土木工事

都市における自動車・路面電車・トロリーバス等の路面交通は、都市に対する産業・人口の集中につれてますます渋滞の度を増しつつある。市街地内部における道路整備の困難さにかかわらず、自動車交通量がますます増加するからである。

このように都市内にみられる“モータリゼーションの限界”ともいべき事態に対処する方法は、高速鉄道による都心直通であり、高速鉄道網の整備によって都市内の高速・大量輸送を実現することである。

こうして近年とみにさかんになった都市高速鉄道網の増強は、線路増設工事や地下鉄工事に特殊な工法を生み出した。すなわち、これらの土木工事の施工に際しては、道路交通や現在線の列車にすぐ接近し、しかもこれらをシャ断することなく、迅速かつ絶対に安全に杭打ちや土留め、桁架け等の施工が行なわれねばならないのである。

このため実に巧妙、精密な施工技術と手順に想像を絶する苦心が必要となりつつある。

また市街地であるために、無音、無振動の杭打ちの工法も開発されているし、オープンカットによる地下鉄工事では、昼間の自動車交通を通すための舗板の敷設も常識的となっている。

また鉄道と道路の立体交差化工事においても、鉄道、道路の交通を阻害することなく、限られた工事用地で、絶対に事故の危険なく遂行するための細心の工法が行なわれつつある。これらはわが国の大都市では、過去数十年にわたって、交通施設整備が立遅れたための宿命であり、必ずしも世界に誇りうべき技術とはいえないかも知れないが、今後においてはなお、その困難さと施工の必要性を増すことが予想される。

なお、東京、大阪においてはすでに主要な道路下のルートにはすべて地下鉄路線が走り、または工事中であるともいえる。しかもなお今後において地下鉄新線を建設する必要があり、こうして都市交通は今や“シールド時代”に突入したともいえることができる。こうして大阪ではすでに複線シールドによる地下鉄掘削工事が順調に進められており、この面における世界的技術水準をリードするに至っている。

c) その他の鉄道土木技術

以上に述べたトンネルおよび都市鉄道施設に関する設計施工のほかにも、鉄道土木施設の設計施工に関するわが国の最近の技術としては、たとえばつぎのようなもの

がある。

すなわち、貨車自動仕分け等のプログラム制御による操車場の設計、PC桁による鉄道橋梁の設計と施工、限られた閉そく間合における桁更換工法、保線作業の機械化の推進、PCまくらぎ、直結道床等の軌道構造等がある。そのほか道路の場合と同様に、わが国の土質の特性に応ずる土工等にも特色があり、これらの先進的な土木技術は、いずれも東海道新幹線を創り出した技術的基盤となったともいえる。

(3) 鉄道の計画技術について

鉄道のみに限らず、あらゆる交通施設は、それが国民経済的、地域計画的、さらには企業的な見地からその科学性、合理性を立証され、施設投資の経済効果を確かめてはじめて建設に踏み切られるべきである。たとえば今後において、ますますその比重を増すと考えられる都市鉄道網の整備計画を策定するに際しては、単に鉄道の立場のみからでは根本的解決はあり得ず、都市計画的な考察を含めてはじめて根本的な解決の可能性を期待しうる都市鉄道網計画が決定される。

そのほか鉄道に関する最適な施設計画を見出す計画技術としては、たとえば輸送力増強効果を計量化するための列車ダイヤのシミュレーションや、線増方式や工事着手順序、新線建設の経済効果、輸送力増強・線路改良にともなう輸送需要推計法等、今後の合理的な鉄道施設整備計画のための科学的な方法論が研究開発されるようになりつつある。

3. 道路に関して

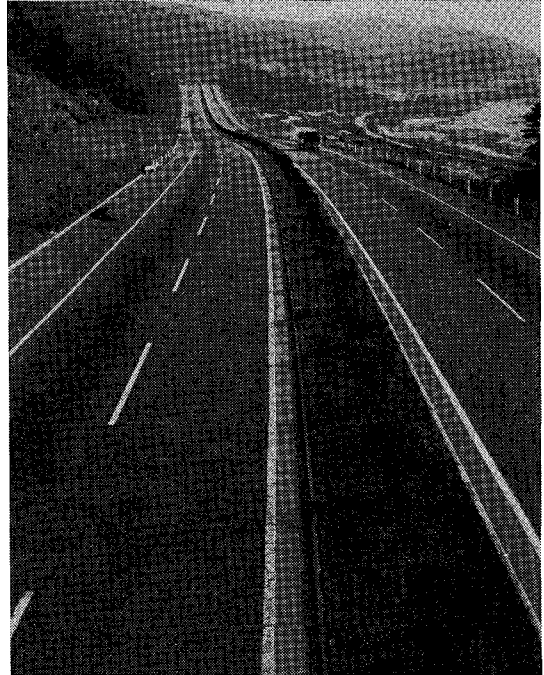
第二次世界大戦後、日本経済の復興にともなう自動車交通の急増は、劣弱な道路網の根本的な改善を要請した。このように産業基盤の強化にこたえるべく行なわれた道路建設は、当初はもっぱらその量的拡大に意が注がれたが、それはまた「高速道路」という形の質的な改善の要求となってあらわれた。しかし、一方ではあまりにも急激な自動車の増加と道路施設整備のテンポとの不均衡が大きい原因となって交通事故の発生もいちじるしく、国民生活をもおびやかす事態となっている。

このように、きわめて短い期間に急速な道路整備の経過を見た現在、わが国の道路技術は世界的にどのような位置づけがされるのであろうか。これを計画、設計、施工の各側面において概観し、わが国におけるいくつかの特徴についてのべる。

(1) 技術水準の頂点と底辺のアンバランス

まず設計・施工の分野における頂点的な技術水準は、

新しい動脈・名神高速道路



理論的にみても、また実際の適用面においても世界的水準に伍し、たとえば名神高速道路をはじめ、現在工事中の各地の高速道路の諸施設のように、むしろのちに述べるように、ある部分においてはそれを越えているといえる。しかしながら、わが国の道路の大部分を占める地方道路や街路では、交通工学的な設計上の配慮や、施工技術には大きいギャップが認められる。これは道路技術の近年における、あまりにも急激な発達によるひずみであり、先進的な技術水準が、まだ底辺的な道路の設計施工にまで、あまねくおよび得ない事態であるといえると思う。以下、主として高速道路における“頂点的”な設計技術について主なものを述べる。

(2) 設計計算における電子計算機の導入

高速道路の幾何構造設計と橋梁設計における電子計算機の応用がある。すなわち高速道路の線形はわが国の複雑な地形に巧みに適応し、かつ交通工学的、特に人間工学的な運転特性に合致したものでなくてはならない。このことはクロソイドの連続した線形を意味し、道路透視図の手法が要求される。これらの計算に対して、電子計算機の使用は多数の、かつ迅速な比較を可能としており、また線形や透視図の自動描画機に関するわが国の研究はかなり高い水準にある。

また高速道路は橋梁に道路線形を忠実に実現することを要求するが、そのような複雑な橋梁を合理的、経済的に設計するためには、構造物各部を一体とした計算を必要とする。複雑なラーメン構造、曲線桁、格子桁等の構

造計算は、電子計算機の助けなしには行ないえない。特に都市高速道路の線形は、わが国におけるこの分野の発展の大きい要因となっている。

(3) 道路土工技術の進歩

土質力学を基礎とする道路土工技術は、わが国の土性的特質に基因して、いちじるしい進展を示しつつある。わが国の高速道路は、社会的な要請によって高盛土を要求されることが多いが、これは土工における軟弱地盤上の安定と沈下の問題の解決を必要とし、一方高含水比の粘土またはロームの運搬、締固めという、他国に例の少ない困難をとまなうことを意味し、すでに多くの経験と理論の交流のなかで、設計施工の高い技術水準に達していることを示している。

(4) 道路の計画技術について

道路技術の水準を概観するに当たって、特に指適すべきは設計・施工の分野に対する計画分野の跛行的な立ち遅れである。そうしてそれは、底辺的な地方道、街路網はもちろんのこと、最も先進的であるはずの高速道路に関してすら等しく認められる所である。

たとえばほとんどすべての高速道路網の計画は、合理的、科学的な調査や、経済効果の分析をまたず、政治的な配慮が主となって決定され、いわば“計画不在”ともいえるのが実情である。

また都市における交通事故の激増は、個々の交通施設や対策のはるか以前の、街路網計画や都市計画の不在にその基本的原因があるといつて過言ではない。

一例として、街路における歩車道分離の原則は、設計条件ではなく計画条件として与えられねばならない。土地政策を含む総合的な都市政策の貧困が、都市における交通問題の根本的な解決の道を遠くさせている。

このように道路整備計画の実態は後進的であっても、わが国における道路計画分野の理論的・実証的研究はいちじるしく進歩しつつある。道路投資の経済効果の判定や、交通需要推計等の種々の計画手法は、その歴史はまだ日が浅いにもかかわらず、すでに世界的水準に適する成果もあげられているといえる。しかし問題はすでにのべたように、それが現実の道路計画、さらに広くあらゆる交通施設の総合的な計画に際してほとんど結びつきが見られないということである。要するに設計・施工の分野における理論と応用の融合と対比してみると、そこに広くわが国の道路技術の後進性を感じずにはいられないのである。

(5) 道路技術の今後の方向

道路は国土の自然的、経済的特質に適合した形ではじ

めて最も効果的なものとなりうることはいうまでもない。そうしてそのために道路計画は、国土計画、地域計画、都市計画の一環としてとらえられねばならない。すでに述べたように現在の道路計画の無思想性は、いわばこのような総合的な計画の欠陥が原因であるともいえる。

わが国の今後の都市化のすう勢に対応して道路網の構成はいかにあるべきか、都市交通、都市計画のうちにおいて街路網計画の果たしてゆく役割はいかにあるべきか……等が今後における最大の課題であるといえよう。

そうしてここに述べたように、都市的地域の最も有効な土地利用という観点が今後ますますその比重を高めるとすれば、鉄道と道路の階層的な共同利用等が必要になる。このように今後における土地利用の高度化は、必然的に技術水準の高い土木構造物を必要とし、これを充足させる特殊な構造工学、施工技術の発展が要請されるようになる。現在でもすでに行きつまった街路の交通需要は、今後なお増加の一途をたどることは明らかであり、これらの交通流を阻害することなく道路構造物を施工することができ、しかも騒音・振動等のない工法の開発がどうしても必要となるであろう。

そのほか、わが国の今後の道路技術の基本的な課題は交通安全の確保にあるといえる。これはまず一つは人と車とか、速度・方向の異なる交通流等の機能的な分離であり、また一つは自動車工学と人間工学の結合が必要である。たとえば道路の諸標識、タイヤ設計等々の総合的な今後の研究成果が望まれる。また電子工学技術の発展に依存する交通管理方式と、機器の開発・進歩等による交通流の弾力的な制御機構の発展や、道路景観と自然保護のための計画、設計方法の徹底等も必要といえよう。

4. 起終点施設に関して

われわれ土木技術者が計画、設計、施工する交通土木施設は、大きく路線施設と起終点施設とに分類することができる。前者は鉄道線路、道路、航路、航空路等任意の地域間を結ぶ線状の通路施設であり、後者には、鉄道駅、トラックやバスのターミナル、港湾、空港等の施設が含まれる。すでに述べたわが国の道路、鉄道に関する技術水準はいずれもここにいう路線施設に関する観点である。

ところで起終点施設に関しては、特に計画技術の観点において、これらを共通の基準から考察するのがよいので、ここではこれらを一括し、一般的に論ずることとする。

(1) 起終点施設と交通計画技術

従来、港湾や空港施設の設計の目標は、船舶や航空機

が安全に出入できる施設をつくるというところにあった。しかし交通を物的流通としてとらえ、そのための輸送施設をつくるというふうに考え方をあらためるべきであり、これによって起終点施設の計画技術の性格は根本的に変わってしまうこととなる。すなわち、船からトラック、鉄道からバスというように、輸送の転換が行なわれる機能を持ち、しかも、輸送の目的である安全性、確実性、迅速性、経済性、そして快適性を確保するための施設として駅、港湾、空港が計画されるようになったといえるのである。

こうして交通の起終点施設に関する計画技術は、つぎのように画期的な進歩をもたらすこととなった。

(1) 輸送要請として起終点施設の計画目標が、量のほかに質的な問題としてとらえることができるようになり、起終点における輸送機関の複雑な交通現象が科学的に究明されることになった。

(2) 施設整備の目的と計画する立場を明確にすることが要求されるが、それによって施設の種類と規模と配置に関係するばかりでなく、企業的に営まれる可能性をも検討しうることとなった。

(3) 計画に合目的という評価の定量化を行なうことにより、目的関数の最大、または最少化によって計量的な比較を行ないうるに至る。

しかしわが国における交通技術のこの変革の萌芽も、いまだ交通行政面に広く受けとめられているわけではない。その理由はつぎの諸点にあるといえる。

(1) 計画者が分断されている。交通施設の整備は地域経済機能の拡大と、国民福祉の向上という目的は共通していても、各行政機関ごとの評価と認識に相違がある。たとえば空港の整備ができて、都心との連絡高速道路は、あとまわしにされるといった例である。

(2) 輸送機関と交通管理者、そして交通施設整備の責任者がそれぞれ異なる。

(3) 道路、港湾、空港は、公共のものであり、誰にでも使えるという旧来の観念にとどまっている。このため専門化された、大量、高速輸送の能率的な交通体系をつくり出すための障害とさえなっている。

(2) 起終点施設の管理と運営

以上のことは、国鉄の場合、唯一の例外である。欧米諸国の諸例においても、起終点が、公共道の一部という考え方から公企業に必要に応じて切りかえられている例が多いのにくらべて特徴的である。港湾においては、ポートオーソリティーが欧米の主な港で活躍して、海陸輸送の転換を容易にし、ユニットロードシステム、コンテナリゼーションへの転換へと積極的な推進力となっている。

このように、輸送経済からみた起終点施設計画の実行は、欧米先進国に遅れをとっているが、地域開発への起終点施設の寄与は大きい。すなわち海に向かって造成された土地は、臨海工業地帯を形成し、この数年のわが国高度成長の基盤となったことは周知の事実であり、この場合工業港がその中核となった。EEC 諸国がオイロポートに注目し、臨海工業地帯の造成を決心したのも、わが国の影響が大きい。一方わが国ではこれら工業港を中心とする拠点開発の考え方から、新産都市開発構想を生んだ。その一つ、水島、大分・鶴崎には、巨船往来し、鹿島、播磨等の工業整備特別地域の開発とともに新しい都市を生みつつある。さらに一般港湾 1000、漁港 3000 という四面海にかまれたわが国の特殊性は、漁業、重化学工業という両極端の産業を、世界第一の近代化の方向に向かわせたことは、わが国の特異性を示すものといえよう。しかしこのような計画技術も、土木技術者の中で創造されたというより、生産技術の一環として、流通経済の必然的所産として生れてきたことに注意しておかなければならない。物的流通機構改善の問題としてもっとも遅れている部門、すなわち、一般小口雑貨の輸送を根本的に改善する必要がある。このとき、この輸送における責任者が不在のこともあり、施設の計画・管理面から土木技術者の積極的役割が強く要請されているのでなかろうか。

(3) 起終点施設の建設技術

路線の建設技術が、道路、鉄道を通じて高く評価されるに至ったこととあわせて、起終点施設の建設技術は、駅・港湾を除いて、開発途上にある。

わが国の港湾建設技術は、単に防波堤、岸壁の建設といったことでなく、都市、臨海工業地帯を含めて、総合的な観点で建設されてきたことと、台風、地震等、各国では考えられない苛酷な自然条件から 4000 余港の港湾と、その背後地を護るということから独特の技術を進歩させてきた。年々 3000 万 m² の土地造成と、1500 億円前後の港湾への投資は、およそ各国にその例を見ない。伊勢湾台風の災害を契機につくられた 8.2km の伊勢湾高潮対策防波堤は、災害国日本が生んだ智恵であり、この防波堤は、名古屋を中心とする日本の三番目の巨大な経済圏を形成することになる。生産性の高い土地を提供し、地理的立地条件と、生み出された輸送の立地条件は、そうした将来を予想させるに十分である。この建設に用いられた技術は、軟弱地盤、高潮という外力条件に対応して、欧米の港湾技術をもってしても、その結果がよほどよろしきを得ない場合を除いて、よくなし得なかったであろう。個々の技術を見るならば、サンドドレーン工法にしても、テトラポッドにしても、あるいはケ

一ソーンにしてもいずれも、外国技術の導入である。しかし、これらをよく消化、わが国の実情に合うよう、設計法を改良し、施工を改善するところに、わが国のこの方面の技術の特徴があるようである。これに対して、鋼材を用いる工法の進歩はいちじるしい。これは、製鋼メーカーに大量に入った土木技術者の努力に負うところが多いと思われるが、鋼板セル工法、組合わせ矢板工法、斜め杭式矢板工法、大口径管鋼管さん橋等、独特の工法が生みだされ、鋼製品の輸出増加とともに外国への技術輸出のいとぐちも行なわれ始めた。

空港・トラックターミナル建設技術は、これにくらべて後進的である。というより、絵画的抽象技法から脱していなかったといえよう。最近土木技術者のこの方面への関心と転出が多く見られるところから、やがて、世界の技術を指導する状態になるであろう。なぜならば、この方面の施設の建設とその設計技術は、世界のどの国よりも、わが国で量的にも質的にも強く要請されているからである。

む す び

以上、交通に関する種々の土木技術を世界の技術的水準との対比において概観した。これらを総合して交通の分野からみた場合、わが国の頂点的な技術はすでに世界

的水準に決して遅れをとらないのみならず、東海道新幹線のように世界の通念をくつがえす、画期的な技術革新さえももたらしているのである。

しかしながら、そのような高度の技術を応用した成果は、道路にしても名神高速道路のみにすぎない。高速鉄道網にしても、東京～大阪間のみでなく、さらに西へ、北へ、わが国の背骨としての幹線網が形成されたとき、この国土のもっとも効果的な利用と、望ましい地域経済・社会の形成が可能なのである。

また今後の大きい課題としては、鉄道・道路ともに、都市における交通需要の増加にいかに対処するかというテーマがある。これはいまや人類共通の課題とさえいわれるに至っているが、特にわが国の都市化現象は急激で、しかも、この傾向はなお今後いちじるしいものがある。都市鉄道・道路構造物の建設のための特殊設計・施工技術のより高度な開発とともに、都市計画の見地からみた総合的な交通施設整備の計画技術がより重要な度を増すであろう。

われわれは、交通に関する土木技術のさまざまな分野に、より深くまた広く前進する努力を続けてゆかねばならない。そうして、それが世界の土木技術の進歩に貢献する道となるであろう。

(正会員 工博 京都大学教授)

豆 知 識

まだ固まらないコンクリートの性質

まだ固まらないコンクリートの性質を測定する方法としては、いろいろの方法が考えられ使用されているが、いずれも完全なものはまだできていない。たとえば、ワーカビリチーを判断するために用いられているスランブ試験は、その方法の簡単さもあって、古くから広く用いられているが、スランブが 0 cm 付近の固練りのコンクリートに対しては、鈍感すぎて不正確となる。このような配合のコンクリートには、締め係数試験あるいは Vébé 試験などを用いると、より正確にワーカビリチーを判断することができる。不連続粒度をもつ骨材を用いたコンクリートや軽量骨材を用いたコンクリートでは、スランブの値は一般のコンクリートのそれより大きく違うことがある。このような場合、スランブ試験のみでワーカビリチーを判定することは困難である。またまだ固まらないコンクリートでは、材料の分離という問題がある。材料の分離を測定する方法としては、まだ固まらな

いコンクリートの洗い分析試験方法があるが、手数もかかり、分離を間接的にしか測定することができない。A.G.B. Ritchie は、まだ固まらないコンクリートの安定性の問題を取り上げ、B.P. Hughes の考案した、締め係数試験器に似た 2 つのホッパーをもつ分離測定器を使用して、傘状のコーンに落下したまだ固まらないコンクリートの大小円板上に散り拡がった量から分離係数を求め、材料の分離を数値として導き好結果をえている。この方法は設備も比較的簡単であり、試験方法も面倒ではなく分離も直接的に求めているのは興味ぶかい。

広範囲にわたるまだ固まらないコンクリートの性質を測定する方法には、まだ改良の点も多く、新しい測定器具の試作の試みられる余地も沢山あり、現場でも行なえるような簡単な方法で、正確な測定が行なえる方法が考案されることを望んでやまない。

【徳光善治・記】