

そのあゆんできた
道から、土木技術
を考察する

今日までを見つめて

高橋 裕

現代をどう設定するか

1965年は明治98年にあたる。日本が新政府のもと、近代化へのスタートを切ってから約1世紀を経過した。世界史の観点に立てば、まったく、あつという間にわが国は世界の一流工業国にのしあがり、異常なほどの経済発展をなし遂げた。日本がそれまでは国を閉ざしていたこと、ならびに先進国グループの欧米とはかけ離れたアジアの一隅にくらいしていることを考慮するとき、このような短時日での近代化の成功は、長く世界史の奇蹟として記録されるであろう。

この奇蹟をもたらした原動力などについては、すでに数多くの研究が、内外の歴史学者や、経済学者によって発表されている。さらには技術史的見地からの攻究もあるが、この急激な発展に建設技術がどのような役割りを果たしたかについては、ほとんど無視されてきている。明治以来のわが国の高度成長に、縁の下の力持ちの役を演じてきた土木技術の評価は、まず、土木技術者自らが今後の重要な研究課題として、明らかにしなければなるまい。それによって、これからの日本においては、土木技術がいかなる貢献をなし得るか、土木技術者がどんな椅子を与えられるか、また、そこにどのように腰掛けるべきかなどについての示唆が与えられるであろう。

この100年、わが土木技術はいかなる発達をたどってきたか。その個々の技術については、昨秋創立50周年記念出版として土木学会より発行された「日本の土木技

術—100年の発展のあゆみ—」にくわしい。ここでは、土木技術を全体として捕え、日本のこの100年の歴史にしるした跡を振りかえり、これからさらに飛躍すべき土木技術の跳躍台の方向をセットしてみたい。

この100年のほぼ中点にあたる大正3年(1914年)、わが土木学会は誕生した。すでに明治時代において、鉄道建設、築港、治水工事など数々の偉大な土木事業を遂行していた土木界にとって、学会の誕生はむしろきわめて遅かったといってよい。工学関係の他部門においては、すでに日本鉱業会が明治18年(1885年)、造家学会(のちに建築学会)が明治19年、電気学会が明治21年、造船協会と機械学会が明治30年、工業化学会が明治31年にそれぞれ生れている。

技術のなかでも特に古い歴史を持つ土木技術、しかも、明治維新以後もいち早く西欧技術を導入して大工事を進めていた土木界であるにもかかわらず、その学会がなかなか生まれなかったのは、工学全体のなかに占める土木の特殊な位置にもよるように考えられる。明治時代においては、土木技術者の学問的根城は明治13年に発足していた日本工学会であった。この間の事情を良く表明しているのは、土木学会初代会長古市公威の会長講演である。

「余は極端なる専門分業に反対するものなり。専門分業の文字に束縛せられ委縮する如き大いに戒むべきことなり。殊に本会の方針について余はこの説を主張するものなり。

本会の会員は技師なり技手にあらず。将校なり兵卒にあらず。すなわち指揮者なり。故に第一に指揮者たるの素養なかるべからず。而して工学所属の各学科を比較した各学科相互の関係を考うるに、指揮者を指揮する人、すなわちいわゆる將に將たる人を要する場合は、土木において最も多しとす。故に土木の技師は他の専門の技師を使用する能力を有せざるべからず。かつまた土木は機械、電気、建築と密接の関係あるのみならず、その他の学科についても………不断相互に交渉するの必要あり。ここにおいてか『工学は一なり。工業家たる者はその全般について知識を有せざるべからず』の宣言も全く無意味にあらずといふを得べし。而してまたかく論じれば、工学全体を網羅し、しかも土木専門の者が全員の過半数を占めたる工学会を以てあたかも土木の専攻機関なるが如くみなし荏苒才月を送り来りたるも幾分か恕すべきところある如し。………」(原文のまま)

さらに続けて古市初代会長は、本会の研究事項は土木に限らず、工学全般にひろめるべきであるとし、ほかの学会は、その専門以外の者は一般に入会できないが、土

木学会は、ほかの専門者の入会を大いに歓迎すると強調している。この気概に満ちた講演は、学会誕生当時聞かれていた土木技術者の理想像をも示すものとして注目に値する。当時 61 才に達していた古市公威は、明治時代の土木事業や、教育を実際に指導してきた。明治という特殊な時代の重要人物として生き抜いてきた彼の人生観の一端も、この講演にうかがえよう。この理想像が、その後のわが国の社会情勢の推移とともに、どのように具現されてきたか。それも、土木技術史における重要な関心事といってよい。

西欧技術を導入してから約 100 年、学会誕生から丁度 50 年、その 1964 年に完成した東海道新幹線、名神高速道路、黒部第四ダムなどは、まさにこの半世紀、もしくは一世紀間の、われわれの先輩たちの努力の集積のひとつの到達点を示す金字塔というにふさわしい。どのような径路を経てわれわれはここに達することができたか。その行程には、どんな問題点があるのか。反省すべき点ならば率直にかえりみて、つぎの飛躍への堅固な踏み台としなければならないであろう。前を望むためにこそ、過去の足取り、探索の意義がある。

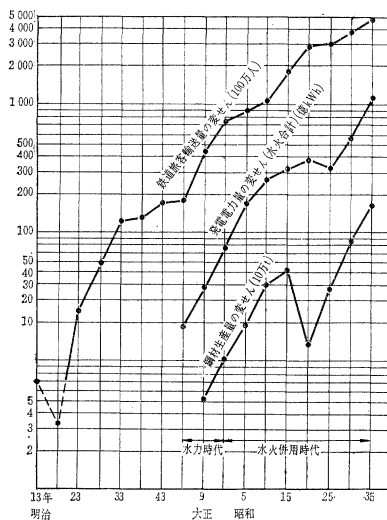
あと 35 年で、われわれは 21 世紀に入る。今年生まれる後輩たちが、働き盛りの技術者に育つころだ。今年の大学卒業生が選層を迎えるころに相当する。技術革新と社会変動がいよいよ烈しいと予想されるこれからの 35 年は、土木技術の進展や、工事量においても、今日までの 100 年に成し遂げたよりはるかに大きな跳躍をするに違いあるまい。つまり、明治初期から今日までに建設した総工事量をはるかに上回る土木工事が、今日から 35 年の間に行なわれるであろうことは疑う余地がない。国土の顔は、そこに加えられる土木工事の質と量に大きく支配される、と考えられる。したがって、明治初期から今日までの国土の変容以上の深刻な変化が、これから 30 年余の間にこの国土に生ずるであろうことは、容易に想像されることだ。最近数年の東京はじめ大都会の変化は、ホンのほしりに過ぎないというべきであろう。この烈しい流動のなかで、土木技術の位置がどのように変わってきたか、これからどのように変質してゆくのか、または、どう変質させるべきか。このように前後を眺め渡すには、現在は絶好の機会というべきであろう。単なる惰性にゆだねるならば、土木工学の開放的性格のために、その地位が瞬時模糊となり、全体の工学体系のなかに埋没してしまう恐れなしとしないからである。

過去 100 年の日本の歩みと土木

この約 100 年の日本近代化にはたした土木技術の役割りを、関連統計で追ってみよう。明治 5 年 (1872 年) に

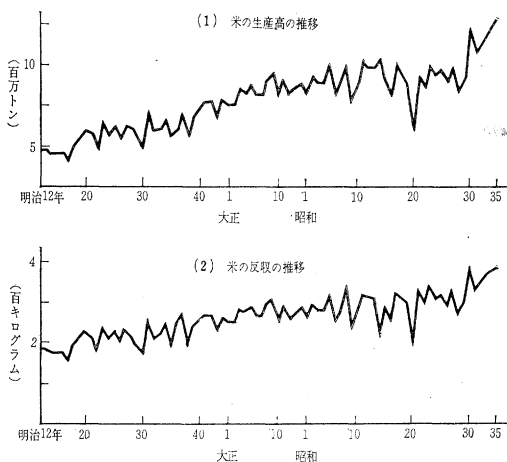
運転を始めたわが国の鉄道による旅客輸送量の増大ぶり、第 1 次世界大戦のころより急激にのびた水力発電と、それを補う火力の組み合わせで発展してきた発電電力量ののび、図-1 にはホンの一例をあげたに過ぎないが、これらに代表される指標に見られるように、烈しい需要の増大に応じ得る供給施設の整備は、土木技術の向上なくしては不可能であった。鉄鋼の総需要の約 40% が今日建設工事に向けられているという事実を鑑みて、明治以来の鋼材生産ののび具合も併記してみた。

図-1 鉄道旅客輸送量、発電電力量、鋼材生産量の変せん
(土木学会・日本の土木技術、朝日新聞社・朝日年鑑より)



わが国の近代化は、工業化の成功によってもたらされたと、つねに強調される。それに相違はないが、それを支えた農業生産、特に水田育成の成果も見逃すことはできないであろう。明治以来、米の生産高が着実に殖えてきたのは、政府の異常なまでの努力、農業技術の進歩も

図-2 米の作付面積、生産度の推移
(岩波新書・日本経済図説より)



もちろんではあるが、米作の大敵である洪水に対しての治水工事の効果をも強く認めるべきであろう(図-2)。

鉄道、港湾、水力発電、土地造成、治水など、いずれも日本工業化にとって必須の地固めを行なってきたことが明らかである。道路は長く立遅れが目立っていたが、数年前よりようやく文明国なみの道路網を目指して急ピッチの工事が始まっている。これに続いて、同じく立遅れの目立っている下水道に対しても、ようやく欧米なみの都市へ向かう姿勢がとられ始めたが、これは容易には追いつけないかも知れない。国土への土木工事の働きかけにはこのようにアンバランスも見えろとはいえず、明治以来の工業化のための重点的土木投資がともかく有効に働いた功績は、高く評価してよいといえよう。

現代における国家の近代化をはかる有力な目安のひとつ

図-3 わが国労働人口構成比の推移
(出典は 図-1 と同じ)

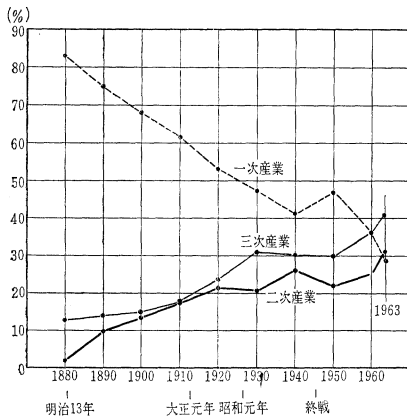
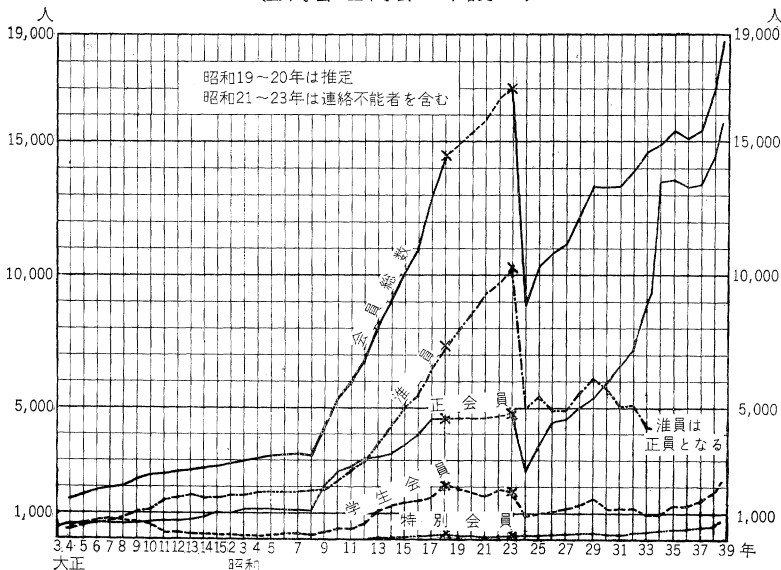


図-4 土木学会会員数の推移
(土木学会・土木学会 50 年略史より)



つに、労働人口の産業別構成比率から見た、いわゆる産業構造がある(図-3 参照)。明治初期に 80%を越えていた第一次産業の人口が現在では 30% を割るまでに減少した。一方、第二次、および第三次産業の人口は増加傾向を止めず、それぞれ 30%、40% を越え、いずれも第一次産業の人口を凌駕するに至った。このような推移は、約 80 年の間に産業構造の急速な近代化が行なわれたことを意味している。

産業構造の近代化のための基盤づくりの大役を推進してきた中堅土木技術者の数の推移を、一応土木学会会員数の増加ぶりで見当をつけてみよう。学会創立当時わずか 443 名であった会員数は、昭和 4 年に 3000 名を越え、特に昭和 8 年から 18 年にかけて急増し約 15000 名に達した。戦争の影響で一時的に 9000 名に減じた会員数も、その後着実に増加し続け、現在約 20000 名に近づいている(図-4 参照)。学会創立のころの土木関係の大学卒業生数は年に 200 名程度であったが、現在ではその数じつに約 3000 名にもおよんでいる。土木技術者の層がいかに厚くなっているかが察せられる。

わが土木技術独立への道

前節において、わが国の土木技術が、明治以来のわが国近代化のための産業基盤の形成に、至大な貢献をしてきたことをマクロに眺めてみた。つぎにこれを技術の内部に少し入って検討しよう。

明治に入って、日本が国際舞台に乗りだしたころ、世界をリードしていた西欧の土木技術界も、新しい時代に入って間もないころであった。わが国最初の鉄道が新橋～横浜間に開業した明治 5 年(1872 年)は、世界最初の鉄道がイギリスで走ってから 47 年後のことであった。横浜に明治 2 年(1869 年)架設された錬鉄製トラスは、わが国初の鉄製の橋で、世界初の鉄製橋であるコールブルックデール(Coalbrookdale)橋が、イギリスのセバン河にブリッチャード(T.F. Pritchard)の設計によって 1779 年に架けられてから約 90 年を経ており、最初の錬鉄製ガーダーがグラスゴーに 1832 年に架けられてからは、37 年後にあたっている。ポルトラ

ンドセメントを使用する鉄筋コンクリートの構想は、1850年フランスにおいて提案され、1855年にはポルトランドセメントの工業的生産が始まっている。わが国では、明治5年(1872年)官営の国産セメント工場が発足した。これはアメリカでポルトランドセメントを生産し始めた年に相当する。新大陸においてパナマ運河が開通し、太平洋鉄道も開けたのが明治2年であった。

つまり、世界は19世紀のなかばごろより、自然科学を駆使した大土木工事が実現可能になり、明治初期には建設工事の普及がたけなわになり始めた時期であった。日本は、おそく30年、ないし半世紀おくれで、その仲間入りをしようと懸命のスタートをしたことになる。といっても、西欧のような自然科学的基礎のなかったわが国としては、ほとんどすべてをまず外人の指導に仰がねばならなかった。一方、西欧諸国は、競って植民地における土木建設に乗りだした時期であり、日本に対しても積極的に指導の手をのばす姿勢にあった。たとえば、鉄道はイギリス人によって(北海道はアメリカ)、河川港湾はオランダ人によって指導される。このような場合、受動的に教えられるままに惰性的に推移すれば、わが国は技術的に完全に西欧の植民地と化す危険を蔵していたといえる。明治初期に非常な熱意をもって技術の輸入に努力したことが高く評価されているが、問題はむしろその後、どのようにこの輸入技術をわが国土に吸収していったかにかかっていた。

鉄道建設は、その初期においてこそ軍部そのほかのかんりの反対があったとはいえ、やがてわが国土木事業の花形として登場してくるようになる。明治11年、東海道線縁坂山トンネルの工事が着工され、始めて日本人技術者が工事の監督施工にあたった。削岩機を初めて使ったのもここであった。この成功以後は、鉄道では橋梁の設計以外は、機械類は輸入品であったが、設計や施工にはほとんど外人の指導を必要としなくなっている。

明治22年には東海道線、翌々24年には東北線が開通、さらに日露戦争中には短期間に京城～釜山間の鉄道を完成させるなど、鉄道は国中に急速に拡がり、その技術も日本人の手によって向上していった。日本の複雑な地形の故に、鉄道を急速に普及させる過程で、さまざまなトンネルや、橋を通さねばならず、それらの技術をも進歩させる機縁となった。

最初の鉄筋コンクリート橋は、神戸市に明治36年架けられ、独仏合同による鉄筋コンクリートの理論的計算法が確立された1887年からわずか16年に過ぎない。その消化力の早さは驚嘆に値するといえよう。それよりもさらに感嘆に値するのは、同じ明治33年に完成した布引ダムである。このダムは、わが国初のコンクリートダ

ムで、神戸市の上水道用として生田川に築かれた。このダムは全く日本人のみの手によってつくられたといわれる。しかも、ダム完成の5年前に欠潰したフランスのブーゼイダムの教訓から得られた新しい考えかたが、布引ダムの設計に十分とり入れられている。

19世紀と20世紀の境目にくらいするこの年には、また、利根川の画期的治水工事が開始された。明治29年に制定された河川法は、それまでどちらかといえば低水工事に重点が傾いていた河川工事を、政府の責任と経費によって、洪水防御を主目的とする高水工事へと移行させる役目を持っていた。主として低水工事を指導したオランダ技術者は、明治10年代にはほとんど帰国し、代って古市公威、沖野忠雄らの留学から帰った日本技術者が、日本の河川に適應した河川技術を主張して、治水行政の中心になってくる。そのような態勢が十分備わってのちの河川法の制定であり、全国的規模でくり上げられた治水工事であった。なかでも、利根川の改修工事の規模は大きく、完成までに30年を要した。明治42年から大正13年にかけて行なわれた信濃川の大河津分水工事も、また当時としては雄渾な大事業であった。利根川、信濃川などを中核とする大改修工事は、機械には輸入品がしばしば使用されたが、そのほかはすべて日本人のみの手によって、明治中期から全国的に一斉に開始された。

パリ郊外の世界最初の水力発電より遅れることわずか11年の明治25年、田辺朝郎の設計による琵琶湖疏水運河に付随して蹴上の水力発電所が完成した。これを手始めに、明治末期からわが国は、水力発電に目ざましい発展を示すようになる。

さらには、広井勇による小樽港の設計など、明治30年代に入ると土木の各分野とも、技術的にほとんど独立し得るようになったといえる。明治新政府誕生後わずか30年前後でこのような技術水準にまで達するには、指導的技術者の非常な努力と、優れた指導力、統率力によるものにほかならぬ。数々の伝記や記録は、それを雄弁に証明している。

非常な努力をなくしてはここまで到達できなかったとはいえ、一步厳しく眺めれば、その全般的レベルは、それまでの外人指導や、留学の成果にもとづいて、ともかく日本人だけでも一通りの土木工事ができるようになったという程度と解すべきであろう。先進国と肩をならべる水準にまでは、つぎの飛躍を持たねばならなかった。それは、土木学会が生まれて以後、第1次大戦後の水力発電工事に萌芽を求めることができるであろう。

大正12年(1923年)の関東大震災は、土木界にとっても一大転期を要望した事件として記録されるべきであ

ろう。この復興事業は、都市計画、橋梁、地下鉄などの交通施設発展のキッカケとなった。隅田川の数々の名橋もこのとき架けられ、軟弱な沖積層に潜函工法をアメリカの専門家を招いて施工した例もある。しかし、全般の設計は、もとよりわが国技術者の手で、工事材料もほとんど国産でまかなうことができた。

水力施設もこのころ増大の一途をたどり、大正 13 年に完成した志津川ダム、大井ダムは、近代的大ダムの先駆をなした。後者では多くの工専用機械をアメリカから輸入し、アメリカ技術者の指導を仰いでいる。この努力が実って昭和に入ってつぎつぎと高ダムが築かれてゆく。

大正から昭和 9 年に至るまで 16 年を要した丹那トンネルの難工事も、わが土木技術史上重要な意義を持っている。すでに明治 35 年に掘った笹子トンネルで十分自信をつけていたわがトンネル技術者たちは、丹那の難工事をついに完成させた。温泉余土の介在による高圧湧水に悩んだ世界まれな悪条件では、欧米のベテランに指導を仰いだとしてもおそらく無駄であったろう。一部の機械使用を除いては、まったく日本人のみでなしとげたこの苦難は、さまざまな犠牲と誤算があったとはいえ、その後のわがトンネル技術のみならず、土木技術全体に確固たる自信を与えたことを高く評価すべきであろう。

昭和 12 年 (1937 年) に始まる河水統制事業も、今日の多目的ダムを中心とする河川総合開発の前ぶれとして重要な意義を持っている。当時、このような高度な計画の機運が生まれたのは、明治中期以後の治水計画の積重ね、ダムによる洪水調節理論の解明、ならびにダム技術の進歩にもとづくものといえる。戦争の影響で十分な成果は得られなかったが、戦後全国的規模で展開される総合開発の地ならしの役をなしたと考えることができる。

昭和に入ってから、貯水池式の大ダムが各所につくられていたが、規模の点ではむしろ外地において画期的工事が進行していた。特に鴨緑江の水豊ダム、松花江の豊満ダムのように、世界第一級の大規模なダムを邦人の手のみで、一部の発電機を除いてはすべて国産品で完成させた業績は、当時すでに世界一流のダム技術を持っていたことを証明している。

このように戦前の土木技術は、明治初期の完全輸入の段階から明治中期にすでに独立し得る素地ができ、大正から昭和への努力を経て、多くの部門で世界一流の技術水準にまで達し得たのであった。しかし、国中のすべての面に深い影響を与えた戦争による空白が、戦争直後の社会情勢とも相まって、わが土木技術を一時停頓の時期に突き落とした。しかし、戦災復興から引続く大水害の復旧などを手掛かりに、土木技術はやがて戦後復興経済

の支柱となった産業基盤の育成に重要な役割りを演じてゆく。昭和 31 年完成の佐久間ダムは、当時強く叫ばれ始めた水力開発の力強い先達として、かつては不可能とされた天竜峡に築かれた。使用された大型土木機械はほとんどアメリカ製であったとはいえ、戦前までのダム技術の蓄積なくして築けるものではなかった。以後、国内至るところに巨大なアーチや、ロックフィルダムが耐震問題や、困難な地質条件を新技術で克服して築かれて行った。

これらのダムは電力のみならず、上水、農業用水、ならびに洪水調節のために、戦後経済の復興に役立った。これらの建設や運営には、水理学、水文学、ダム工学、土質工学、土木施工などの戦後の急速な発展が支えとなっていることはいうまでもない。東海道新幹線の偉業も、狭軌として最高度にまで煮詰めあげた技術に、戦後の技術革新を加えての見事な結実であった。名神高速道路に始まる本格的道路の建設は、土質工学や、施工機械の発達によってもたらされたのであり、広軌鉄道の開幕とともに、これからの交通革命の新しい手となるであろう。

これからの土木技術の方向 —— 発展と飛躍への条件 ——

第 2 次大戦の戦前戦後を問わず、わが土木技術の主力は産業基盤の整備に向けられてきた。そのため土木技術者は、明治以来のわが国高度成長の踏み台づくりを見事に成しとげてきた殊勲者であるといつて過言ではない。しかし、それと同時に高度成長のもたらしたひずみについても、その責任の一端をわれわれは感じなければならぬであろう。高度成長のひずみは、最近約 10 年の経過についてのみのお話ではない。明治以来の脅威的成長の影にも別の形でひずみが生じていることを、われわれは冷静に認めなければならぬ。

そのひずみを一言にしていえば、生活環境整備の立遅れである。重要産業育成の基礎づくりに比し、住民の生活と密接する社会開発の土木事業は著しく遅れている。たとえば、上下水道、清掃事業、公園などが、それである。ようやくさかんになってきた道路計画にしても、とかく産業道路的なものが優先し、住民の日々の生活と関係深い便利で安全な道路は、容易に建設されそうもない。これらは政治の問題で、土木技術者の関しないところだということいいわけもあろう。たしかに究極的には政治問題ではあろうが、われわれが建設職人でない限り、それは釈明にはならぬ。自分たちのつくりだすものが、いかなる目的をもち、住民にどのような影響を与えるかについての強い自覚があるかないかは、真の技術者か、単なる職人かの岐路になるであろう。土木技術者から、多

くの政治家、もしくはそれに連なる人々が多勢出ている。社会開発の遅れを、すべて政治の責任に帰し、土木技術とは無関係と考えるのは卑怯である。

高度成長のひずみは、また別の形でもあらわれている。狭い国土に短年月の間に加えられた烈しい開発の手は、国土の容貌を大きく書き変えた。技術の進歩は、日本の国土と自然を変質し得るかのような幻想を抱かせる。しかし、自然はそんなにたやすいものではないようだ。自然を征服したような気でいると、思いがけないシッペ返しにあう例が多い。

明治以来の多額の治水投資にもかかわらず、洪水の規模は増大し、水害はいよいよ激甚になっている。急速な土地開発を支援するために、急速に広範囲に進められた大規模治水事業ではあったが、河道の大部分を堤防で囲った結果は、洪水流量の増大をもたらした。護られる下流域には、工業化により人口は集中し、井戸水の汲み過ぎなどの原因で地盤は下がる。こうして災害に弱くなった土地に、増大した洪水流量が注ぐ。急激な高度成長が、国土に与えたひずみの典型例をここに見ることができる。最近の小さな例では、土木機械の進歩により可能となった大規模な土地造成が、災害に弱い土地をつくりだしている例も少なくない。

高度成長のひずみ是正が、今後の日本の政治経済の重要課題であると同様に、社会開発や、国土のひずみ是正は、今後の土木技術者の重要課題ということになる。

いまや、われわれは先輩たちの努力により世界一流の土木技術を誇り得るに至ったが、それにはやはりいまま海外技術に負うところが大きかったことも率直に認めないわけにはいかない。しかも、その導入の仕方に反省すべき点もあったと思われる。土木技術は、自然と密着した技術であるために、海外技術も日本の自然の特性を十分に理解したうえで適用しないと、好ましくない効果を生むことがある。

それは、自然の特性に対してのみではない。日本の社会の特性に対する理解を欠いた直輸入も、また、思わぬ破綻を招く危険を蔵している。たとえば自動車だけのた

めのアメリカの高速道路の形態を、交通習慣の全くことなる日本にそのまま持ちこんではならない。

土木工事は、ほとんどが公共、ならびに公益事業であるために、マスタープランから設計に至るまで政府、公共団体によって行なわれてきた。したがって、大学での研究は別として、土木技術の中核はほとんどいわゆる官僚技術者によって推進されてきた。施工などの私企業者側は、いわば隷属的關係に置かれてきた。たしかに明治以来、官界にはつきつきとすぐれた技術者が送り込まれ、そこで技術は磨かれ、スクスクと育った。しかし、土木技術の特性と、わが国における官僚勢力の強靱性のゆえに、土木界においては自由な批判をこぼむ閉鎖性も一面において育てていたことを指摘しなければならない。それがために、土木技術者特有の堅実な努力と精力が、ときに結果的には自らの垣根を築く力となってしまったのではないと思われる。そこから、土木技術者全般に批判力の弱さ、追従性、無思想性が生じ、こうじてはそれを良しとする弊風さえ生んでしまったとはいえないか。計画面においても土木技術者には技術史的観点の不足が目立つことも、上述の弱点と無関係ではない。これら諸点は、同じ建設技術である建築家と対比するならば、その差異が一層歴然としてくるであろう。

技術革新の急ピッチな進展は、総合技術である土木技術に対し、多面的な形で深い影響をおよぼしつつある。経済の急膨張も土木技術者につきつきと新しい次元の課題を呈示し始めている。冒頭にもふれたように、現在は烈しい流動期にさしかかっていて、土木技術者の役割りにも具体的な面では大きな転換が起きようとしている。ひとつの構造物、それも生産的な構造物を立派に築くことに、土木技術者の大方の任務が課せられた時代が過ぎ去ろうとしている。とすれば、最後に指摘した土木技術者への注文は、これからの時代においては特に強く要求されることになろう。そのような従来の弱点をどれだけ克服できるかによって、明日の土木技術者の活動半径と質が大きく左右されると考えられる。

(筆者・正会員 東京大学助教授)

コンクリート・ライブラリー 第 11 号

微細な空けきてん充のためのセメント注入における混和材料に関する研究

著 者 : 工学博士 樋口 芳 朗 (国鉄鉄道技術研究所)
体 裁 : B5判 8ポ横2段組 28ページ
定 価 : 120円
会員特価 : 100円
送 料 : 50円