

## 土 木 技 術 の 振 興

沼 田 政 矩\*

土木技術の振興という大きな題目を掲げたが、土木技術のみならず、一般の科学技術の振興に関しては、35年10月4日、科学技術会議が「10年後を目標とする科学技術振興方策」についての詳細な答申を行なっているので、いまさら蛇足を加える必要はないようであるが、平素、考えていたことを述べて、御批判を仰ぎたいと思う。

近來の土木建設事業の活況は、まことに驚くべきものがあり、年々、数1000億円を支出しているが、本年度からの道路5カ年計画で2兆1000億円、鉄道5カ年計画で9750億円、港湾5カ年計画で2500億円、河川5カ年計画で(35年より)3650億円、電力8カ年計画(35年より)で3兆5600億円(鉄道や電力には土木以外のものもふくまれている)とぼう大な工事額が予定され、このほか民間の設備投資などがある。

土木技術を進歩させるには、このような工数の多い時が絶好の機会であることは、いうまでもないことである。

土木技術といっても、きわめて広範囲で、国土開発、交通運輸、国土保全、生産施設整備、生活環境整備などを包含するが、ここでは、まず、構造物をつくる工事に話を局限して述べてみたい。

すべての土木工事に当っては、まず、調査計画することが必要なことはもちろんであり、これは土木工学の知識を基礎として、きわめて周到な思慮のものになさねばならないにもかかわらず、従来、とかく、これがおろそかにされがちである。日本では、いわゆる“突貫工事”という言葉が喜ばれ、この頃でも新聞などによく現われるが、まことにいやな言葉である。調査と計画は、いい加減で、ただ工事完成の時日を天下りの決め、それに向かつて突進させるという方式をとるので、設計もおろそかとなり、施工に至っては、さらに言語同断で、昼夜兼行、不眠不休というのが多いが、これは、まことに非科学的でかつ無慈悲で、しかもでき上りは悪いに決まっている。日本では昔は、軍では兵科、官僚では法科、など自然科学に縁の薄い者が威張っており、これらが突貫工事をさせることを好んだ。現在、このような風潮が無く

なつたであろうか。技術者までが尻馬に乗ってはいないだろうか。目的の工事をよく、安く、早く完成するためには科学的に十分調査検討し時間外の仕事をしなくとも立派な工事ができるような計画をたてる必要がある。

なお計画に当って、海外の雑誌などに発表せられたものを見て、それに飛びつくことが功名をあせる人に多いが、これには相当警戒する必要がある。日本と海外とでは、気象とか土質の状況とかいったものが違う。地震などちっとも無い国のやり方を真似して得々としているのなど、まことに嘆ずべきことである。大正8、9年頃、丸ビルを米国式の建築法できわめて短期間に造り、日本建築術のスローモーを笑った風潮があったが、大正10年の地震(関東大震災の前に起こったもので、さほど大きくなかった)で窓の隅がひどくきれつが入り、大急ぎで補強工作を行なったことがある。それ以来、日本の建築では耐震性を非常に考えるようになった。これは地震についての例であるが、そのほかにも事情の違うものがあり、また雑誌などに発表されているものは、悪いところは表面に出ず、よいところばかり強調してあるものも相当あるから重要なものは当方で一応実験をし、その結果にもとづいて計画に入れる必要がある。

つぎに設計であるが、従来、設計では応力計算に頼ることが多いため、とかく、学校出たての若い人に担当させることが多いのであるが、若い人に委せっきりは、相当危険で、現場で施工の経験を有する人が指導する必要がある。設計すなわち計算ではなく、計算は設計の中の一部門であることを心得ておくべきである。現場では、どの程度まで仕事が完全にできるかということを知っていないといかず、また施工の方法によっても設計を変えねばならぬ。長方形のケーソンにおいて、長手の方向の鉄筋を入れなかったため、刃口にきれつを生じて騒ぐなどということが今頃でもあるのは、現場施工者が設計に関与しなかったためと思われる。

つぎに、最近ではコンサルタンツが沢山でき、便利であるが注文が殺到しているらしく、年度末など、学生のア



\* 土木学会 第48代会長  
早稲田大学教授 理工学部

アルバイト周旋を依頼されることが多い。そのアルバイト学生の話によると、不眠不休といった状態で大変らしい。アルバイトをした学生は、卒業後コンサルタントに就職するのを喜ばぬ。これは発注者が自分で設計をした経験がなく、設計というものをすこぶる簡単に考え、無理な期限で命令するためではないかと憂慮に耐えぬ。よい設計をするには、やはり時間をかけることが必要で、戦時中の軍の命令みたいなことをしても結果は悪いが不経済かに決っている。なお、このコンサルタント制度についての今一つの心配は、発注者側は、コンサルタントの設計して来たものの審査権を持つので、何か文句をいわねばならぬと考え、愚にもつかぬこと、重箱の隅をほじくるようなことをいって優越感にひたり、自分で努力することを忘れるのではないか、ということである。必ず、自分でも一度は詳細に設計をしておく必要がある。そして発注者、受注者がお互いに切磋琢磨して設計技術の進歩発展をはかるべきである。

つぎに設計について述べたいことは、この設計計算者にはやせた人が多いということである。仕事は一瞬たりとも気が許せない。1カ所間違えばそれからあとは全部やり直しをしなければならぬので、緊張の連続である。現場で夜業でもするときには、これまた大変であるが、若い技術屋に、設計と現場とどちらを選ぶかといえば、十中八九、現場へ出たがる。これは現場手当がつくという点もあるが、同じ忙しいならば、まだ現場の方が仕事に緩急があり、息を抜く余地があるからのようである。それほど室内で設計計算をやらされている人はみじめである。いくら金を貰ってもいやだ、などといわせぬよう余裕のある使い方と、相当の報酬を与えることが、よい設計を生み出す根本であると考えられる。

なお、面倒なラーメン構造の計算など、従来数週間もかかったようなものが、最近の電子計算器で、あっという間にやってくれるので、まことに便利になったが、計算の方がこのように便利で正確になると、その設計または計算の、根本になるものの研究を急がねばならなくなる。構造物に対する荷重の仮定の適否、また、その荷重が構造物の各部にどういふ工合に働かかなどを調べる必要があるし、また、土圧とか衝撃とか、判然とさせぬと片手落ちとなる。戦後、橋梁その他の構造物のでき上がったとき、その応力なり、たわみなりを測定することが、さかんに行なわれるようになったが、これは大いに結構なことであって、この方面のことが判然とすれば、相当こまかい計算も意義あるものとなるであろう。

つぎに施工であるが、施工は設計にくらべて、一段と下に見られていたのが在来の慣習であった。しかし、これは、とんでもないことであって、いかに設計がよくとも、その設計どおりのものができなければどうにもならぬ。

設計したとおりのものを造ることは、実に困難な仕事である。われわれがアーチの設計でもするときには、その軸線は、やれ放物線だの、垂直曲線だのと、なかなか、やかましいことをいうが、はたして、実際のアーチがそのようにできているかと考え、国鉄の信濃川工事事務所に依頼し、真人沢水路橋のでき上り寸法をくわしく測定して貰ったことがある。この橋は、鉄筋コンクリートアーチでスパン 15.6 m、ライズ 5 m、軸線は変垂直曲線であるが、測定の結果は軸線の最大の狂いが  $-7.8$  cm (23%)、 $+4.6$  cm (9%) にも達し、アーチ環厚さの誤差は  $-0.8$  cm (1.2%)、 $+6.7$  cm (6%) にも達した。この橋は、非常な注意を払い慎重に施工したものであったにもかかわらず、上のような誤差があった。所期のものを造るのがいかにむずかしいかが、これでもわかると思う。従来、土木工事に直接当るものは、土方か、失業救済の人夫であったが、これでは土木工事施工の進歩はあり得ない。かりにあったとしてもきわめて遅々たるものであるはずである。工場では、熟練工が働いているのに、土木工事だけが不熟練工でよいというはずがない。この点は、どうしても改めるべきである。土木工事は、その施設する場所により工法に特色が現われなければならないから、その現場の状況をよく現解し判断する必要があり、高度の知能を必要とする。

それには、やはり大学出が第一線に立つ必要がある。昔は机に向って企画するのが偉く、現場で土まみれになるのは下等だというような考えがあったが、有能な技術者が直接工事に従事しないで、土木技術の振興がどうしてあり得ようか。日本では従来、理論と実際では、理論の方が上等で、実際の方が下等だ、という観念があったが、これは、ぜひとも打破する必要がある。

現場での工事には、ときに、失敗することがあると思われるが、その失敗を発表すると、当事者の無能のためだとして批判されることを恐れ、ひた隠しに隠すのが普通であるが、実は、成功談よりも失敗談の方がはるかに有益な場合が多い。あとの人が同じ誤ちを再びくり返さないよう、なんらかの形で発表することが望ましい。これは工事施工箇所の上役がその気になり、失敗を発表する勇気のある人を重んずるようにすることも一つの方法であり、また、新しい失敗を発表することが工合が悪いのなら、時効にかかっているようなものを発表するという方法もある。この頃、土木関係の雑誌にちよいちよい失敗談が載せられているのは、まことによい傾向だと思う。

以上、計画、設計、施工について土木技術振興に寄与するためには、どうしたらよいかを述べたつもりであるが、しかし、振興の根底をなすものは、研究と教育である。

研究には、基礎研究と応用研究とがある。基礎研究と

応用研究とでは、担当者を変えるべきである。「独創的な基礎研究は、自由なる個人の手で、開発研究、工業化は組織と集団の力で」という宗像英二博士（野口研究所理事長）の言は、まことに同感である。一人での研究ならば問題はないが、共同研究となると、研究員の選定に考慮を要する。誰にも一応の功名心はあるから、共同研究では、功績を分け合うだけの雅量のある人を参加させる必要がある。独創的な基礎研究は、多くの人の支持を受けることが困難な場合があるが、これは、いわゆる練達の士がよくその研究の成果をみて、これを育成するように努めなければならぬと思う。けちをつけて、ぶちこわすことをしてはいかぬ。

研究機関としては、学校、国立研究機関を始めとし、公共企業体、地方公共団体、特殊法人、公益法人、営利法人などに属するものがあるが、学校とか国立の研究機関では、どちらかといえば基礎的研究に力を注ぐべきであろう。その他のものは、それぞれの目的に応じた応用研究に当然指向しているものと考えられる。最近、土木建築の請負会社の中で、研究所または、研究部を設けるところが多くなったようで、まことに慶賀にたえないが、この研究所内だけでなく、現場作業員に研究心を持たすことが最も大切なことと考える。よいものを、いかにして安価に施工するかは、やはり実際に仕事をしながらの研究による方が、効果が大きいと思われるからである。

この頃は、産学共同ということがとなえられている。国立、公立、私立の大学または、国立、公立の研究機関と産業界とが共同の研究体制をとり、基礎研究と産業界の応用研究とを結びつけ、大学などの研究者の頭脳的の参加を行ったり、あるいは営利法人の研究機関の研究員の養成や再教育を行なうという意味もあるようであるが、まず、手近かなこととして、現場で試験工事などを行なう際には、学校側の研究者も参加させて貰うと大変都合である。学校では、研究費の不足から小規模の模型実験しかできないので、その実験研究の実用性に疑問のあることが多い。また構造物の長期にわたっての変形や沈下の観測なども、現業関係の技術者よりは、学校など比較的、研究員の移動の少ないところの協力を得て行なう方が効果的であると思われる。

研究により、新しいものを生み出し、他より一步を先んじようとするのは、当然のことであるが、研究の辛苦を自分でせず、外国で生まれたものを利用するのが、最近、流行の技術導入である。土木技術界でも相当さかんであるが、これだけでは、いつまで経っても外国追従である。やはり自分で苦労しなければならぬ。日本人がそれほど外国人に劣っているとは思えない。日本人には由来、外国崇拜の癖があり、外国のものなら、何にでも飛びつく習性がある。現在、地盤の支持力の判定に、標準

打込試験（米国創案）がもっぱら行なわれているが、これと似た方法は、すでに昭和の始めに、理学士の西尾珪次郎氏によって行なわれていた。しかし、これを育てあげてを誰もしなかった。また、金森誠之氏はレンガの強さを判定するのに音を利用する実験を行ない土木学会誌（昭和2年）に発表したのが、その後、この方面の発展もあまりないうちに海外からの方法が、非破壊試験の名目のもとにさかんに行なわれている。また、第二次世界大戦中とその直後鋼板桁の上突縁をコンクリートで包み、上突縁の座屈に対する強さの増大と、まくら木配置の簡便化をねらった考えを、国鉄の研究所で出し、猪股俊司氏が沢山の実験を行なったが、ついに、これを実際に行なうほどの雅量を示したものがなかった。しかるに戦後、外国から合成桁の資料が得られると、それこそ、われも、われもとばかりに行なわれている。まことに苦々しい限りである。われわれは、日本人の考えついたことを育てあげる努力をしないと、世界に向って誇りうるものを持つことが、永久にできないのではないかと思う。

各個人の創案を保護するために、特許制があるが、ある専売特許または新案特許が、当たるとなると、それにきわめて近いものが出る。ある人がほとんど一生かかっていた体験経験から編み出したものが、一瞬間に盗まれたと同じような結果になることは、まことに困ったことで、少なくとも、土木技術者は、このようなことは、しないようにしたいものである。

研究には相当の費用が必要なのはいうまでもないことであるが、米国では国民所得 3 665 億ドルに対し、研究投資は 100.5 億ドルで、その比率は 2.7% (1957 年)、英国では、国民所得 153.46 億ポンドに対し、研究投資は 3 億ポンドで、その比率は 2.0% (1955 年)、西ドイツでは、国民所得 1 633 億マルクに対し、研究投資は 23.9 億マルクで、その比率は 1.5% (1957 年)、フランスでは、国民所得 17 兆 9 100 億フランに対し、研究投資は 3 200 億フランで、その比率は 1.8% (1958 年) になっているが、わが国では、国民所得 8 兆 4 487 億円に対し、790 億円でその比率は、0.94% (1958 年) である。これによってみても、わが国が外国にくらべていかに遅れているかがよくわかる。もっとも近年、研究を重んずる風潮がわが国にも現われ、この比率は増加しつつある。

東京大学生産技術研究所（土木のみでなく各専門がふくまれている）の 36 年度の予算が、約 5 億 9 000 万円、建設省における土木関係の研究費予算が、約 4 億 6 000 万円、運輸技術研究所のそれは（これも各部門がある）約 3 億 6 900 万円、日本国有鉄道における技術研究費の 35 年の予算が約 19 億 6 000 万円であり、この他の研究所においてもそれぞれ相当の金額があてられ、

とくに、建設業の会社においても研究投資を行なっている。これは非常に喜ばしいことである。国鉄では中央線国立駅のそばに世界一と称せられる立派な技術研究所を完成した。このように研究に関心が持たれることは、まことに結構なことであるが、さらに欲をいえば、研究者の待遇をよくして貰いたいことである。従来は、研究者は、頭はよいが変人で、実社会では、一般の人に伍して行けないというような人の隠れ場所といった工合に取扱われ、安月給で、いわゆる栄進の途もなかったため、少し覇気のある人は、皆、研究所を飛び出した。国鉄の技術研究所では、最近、研究室長が 30 数名いるうち、その約 1/3 は、本社の局長または、地方の鉄道管理局長などと同等の待遇を与えられている由であるが、研究の成果をあげるのは、結局、人であるから、喜んで研究員になるような施策が最も重要なことではなからうか。

つぎに、教育についてであるが、土木技術の振興を計るには、有能な土木技術者を出さねばならぬ。大学は、研究力と独創力とを有する者を育て上げる任務を負わされているが、現在の制度では、大学においては、一般教育と専門教育と両方対等の重要性をもっており、一般教育は専門教育への準備段階ではないことになっているので、4年という年限の制約があつては、専門課程の方が十分でなく、現業界からとかくの批判がある。しかし、今の制度を変えないかぎりには、専門課程の方もその根底となることに重点をおき、応用の方は省略せざるを得ないことになる。ただ、教えるときに、応用の範囲を考えて教えるのと、それを考えずに、基礎そのものを教えるのとでは、効果は相当違うものと考えられる。基礎的知識を徹底させるには、その応用例をも知らせることが必要である。そのためには、学校の先生が、相当、実地のことを知っている必要があり、いわゆる象牙の塔にたてこもることは、少なくとも土木工学の先生には許されないことと思う。

大学の先生は、教育と研究の能力と責任を要求されているのであるが、この責任を果たすことは、なかなか容易でない。教育だけでも良心的に行なうとすれば大変である。いわんや研究も有効にということになると実に荷が重い。結局、両方ともいい加減にならざるを得なくなる。いずれかに重点をおくべきであると考えられる。これらの重責があるのに、物質的に恵まれぬため若い人で先生になる人がない。ドイツなどでは、現業から大学の先生になることは大変名誉なことであるそうであるが、日本では全く反対であり、若い現業畑の人など大学へといわれると、百万、手をつくして逃げまわる。また、戦前は専門学校以上の学校の先生は、給料は安くても、必ず洋

行をしたもので、その洋行がしたいばかりに、先生になった人もあったほどであるが、これが現在では、全く望めなくなった。現業の会社などでは、若い技術者が必要に応じて、どしどし海外に留学しているのに、大学（国立はもとより、私立はさらにひどい）では、この魅力がなくなった。また研究費もはなはだ小額で問題にならず、助手の数も不足しており、これでは、大学の先生になり手が無いのも無理からぬことであり、これは、文政当局の猛省を促したいところである。

つぎに、現業界から、中級技術者が不足で困まるという声があるが、現在の学制からいうならば、新制大学卒業の学士が中級技術者となるべきで、高級技術者は、大学院の修士コースを終えた者であるべきであるが、この大学院制度がはなはだ不徹底であり、現在の混乱を生じている。この中級技術者の養成については、5年制の工業高等専門学校も考えられており、徐々に解決されるものと思われるが、学士でも、その中級技術者のことをしても悪くないのではないか。また、工業高等学校卒業生であっても、成績優秀な者は、中級技術者、あるいは高級技術者として過してよいのではないか。いたづらに肩書にこだわることの愚は、やめるべきであると考えられる。現に他の産業界では、高校卒業者の資格試験制度や、社内の特別学校を考えているところがある。

土木技術者の総数が少ないことも問題であり、その増加を計ることも急務であり、昨年、土木学会は文部省に対して、その増加方を陳情した。

以上のべたことの要点を記せば、つぎのごとくである。

- (1) 理論偏重、現場軽視の風潮を大いに是正すること
- (2) 研究所内のみならず、現場で作業中に研究的関心を持つこと
- (3) 熟練者、研究者を尊重し、優遇すること
- (4) 学校の先生の待遇改善
- (5) 失敗の経験を活用すること
- (6) 日本人の考えたものの育成に努めること

主として土木工事を施工するという立場から土木技術の振興について述べたが、土木工学は、その取扱う範囲が広く、総合的の学科であり、とくに、国土計画、交通運輸問題、広義の衛生工学（従来のもののほか、騒音、空気汚染、放射能の関係など）、防災の問題、水資源の問題など、研究を促進し、技術の振興を計るべきことが山積している。これらに対しても、われわれ、土木技術者は一そうの精進をすべきである。

(1961年5月27日 名工大において講演)