

土木教育の現状（工業高校教育をふくむ）

石原藤次郎*

1. まえがき

最近の日米経済のいちじるしい拡大にもなって、新しい生産技術が要求せられ、また近代産業に適応した社会環境の整備に迫られているが、その中において土木技術の果たすべき役割はきわめて大きく、技術革新の主流とならなければならない。このためには、旧態依然たる土木教育の現状について、本格的な再検討を加え、新時代に即応した体制を確立することが必要である。このことは、すでに堀武男氏が土木学会誌上で強調されており、また水資源開発を中心として土木技術者の責任の重大性を指摘された Ippen 教授の講演からも明らかなるところである¹⁾。政府の計画している 16 兆 1300 億円に達する公共投資の重点は、産業および生活の基盤拡充と国土保全設備の強化とにおかれており、土木事業の飛躍的な発展が要請されるのであって、科学技術会議が一昨年答申した「10年後を目標とする科学技術振興の総合的基本方策」において提唱している人材養成、研究活動の拡充整備などの諸方策は、大いに注目すべきものといわねばならない²⁾。これに関連して、農業土木学会は農業土木学体制研究委員会を設置し、日本農業の近代化の動きに即応して、農業土木事業の動向と研究教育のあり方に対する慎重な検討を加え、具体的な見解を明らかにしているが³⁾、こうした問題は土木学会としても大きくとりあげて対処すべきものでありながら、今日まで活発な動きが見られないのははなはだ遺憾である。

本日は上述の最近の情勢に関連して、土木工学ないしは土木技術のあり方について考えるとともに、土木教育の現状と将来について、工業高校教育をもふくめて、若干の私見を述べるつもりであるが、いずれも私が日本学術会議または大学基準協会などにおいて関係委員会に参加して論議してきた事柄であることを付記しておく。

* 正員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科



2. 土木研究とその目標

土木工学は応用科学の1分科であり、土木に関する現象や効用性の根源にある真理の探究を中心とするが、拘束のない自由な研究が重大な意義をもつはずである。この点において、土木の社会経済的な効用性を主とする土木技術とはおのずから異なるものがあるが、両者の関係はきわめて緊密であ

って、土木工学の進歩に培われて新たな土木技術が育成せられ、また土木技術の開発のために、土木工学の新たな進展が要請せられ、両者の境界を明確にできない場合も少なくない。しかし、土木関係の大学では、研究の自由を確保して科学自体のあり方から土木工学の研究目標を定めるべきであり、建設省や運輸省その他民間の土木関係の研究機関では、それぞれの設置目的に即応した研究方針をたて、社会経済的な要請によって土木技術の開発目標を決定しなければならない。いずれにしても、それぞれの設置目的や存在意義に応じて、土木工学ないし土木技術の研究に専念し、理論と実験、基礎と応用、科学と技術がバランスのとれた独創的な発展をするようにすべきである。このためには、相互の緊密な交流や協力によって、新たな研究体制を確立すべきであるが、土木関係では打破改善すべき問題がかなり多いようである。大学、官庁および民間を通じて、種々の規模の協同研究を強力に進めることは、科学技術の進歩がきわめて急激な今日、研究費を有効に利用し、研究速度を増進するうえで、非常に好ましいものというべきである⁴⁾。

従来土木工学は、河川工学、道路工学といったように、対象物を中心に編成されているが、応用科学として本格的な発展をするためには、堀武男氏の論文⁵⁾に見られるように、現象を対象として編成がえをすることが必要である。数学、物理学、地学といった基礎科学を基盤とし、関連する応用科学の最近の成果にもとづいて健全な発展をすべきであり、かくして始めて土木技術の背景として十分な機能を果たし、新技術を創造する機縁とな

ることができよう。土木工学が Basic engineering, Engineering science としての正しい性格をもつようにならねばならぬ。われわれは新たな努力を傾倒しなければならない。

京都大学の土木工学科では、数年前に学科目編成を全面的に改め、土木全般を現象的にみて土木計画学、土木設計学および土木施工学の3つの柱をたてるとともに、それらの基礎部門として構造力学、土質力学、水理学および材料学を大いに強化し、応用部門として道路、鉄道、河川、港湾などの諸学科目を適宜配列したが、これは土木工学を科学として体系化し、かつ教育と研究とを新時代に即応せしめようとする意図によるものである。このことは、土木工学の科学としての発展をはかり、技術革新の基盤として大きい役割を果たさしめるうえに、きわめて意義の深いものと思われる。従来の慣習的な学問体系を打破して新体系を形成するのは容易なことではなく、今後さらに絶えざる努力を必要とするが、こうした新編成の土木工学を修めた卒業生には、従来の卒業生に見られない若干の新しいニュアンスが認められるようであり、土木工学の進展上にも寄与できるのでないかと思われる。新時代に要請せられる新技術が生まれつつあるこの大転換期において、土木技術者がみずから問題をつかみ、科学的に正しく判断して解決していく意欲をもち、その実力を遺憾なく発揮されることを強く要望する次第である。

次に土木技術の高度の発達には、多額の公共投資を最も効果的ならしめるための不可欠の条件である。国土の保全では、従来どおりのいわば消極的な防災という立場をとらざるをえないであろうが、これを人間環境の整備水準にあわせた規模で効果的に実施するには、防災方式自体を再検討するとともに、その方式に適した施設の建造技術を高度化する必要がある。国土の開発では、これから急速な伸長が予想される各種の利水施設の整備充実について、土木技術の役割はいよいよ大きくなるはずである。上下水道、住宅、公園などの都市環境施設の要求が高度化すると同時に、産業や就業の構造変革にもなつて、人口の都市集中が促進されるので、こうした都市環境の悪化に対処すべき土木技術の発達が要請せられる。前述の科学技術会議の答申では³⁾、河川工事、海岸、道路工事、都市環境施設にわけて、それぞれの10年後の技術目標を設定しているが、これらはいずれもかねてからわれわれが真剣にとりくんできた課題であつて、最近の科学技術を縦横に駆使した土木技術の新たな展開に期待するものがきわめて多い。

一方、経済成長の重要な基盤として、激増する輸送需要に即応する輸送体制の確立を強調し、道路、鉄道、港湾および空港の近代化と整備の迅速耐久化を要請して、これらに関連した土木技術の目標を設定しているが³⁾、

たとえば O.R. などの新手法を導入して計画技術の新たな展開をはかることが必要であり、従来の狭い意味の土木技術だけではとても対処することができず、広い範囲の科学技術を包括した土木技術の新たな発展によらざるをえないのである。

かくしてわれわれ土木技術者が大きい関心をもつべき多くの重要課題が列挙されているが³⁾、とくに科学的計画管理技術の高度化は注目すべきものである。国および各種の公共団体や企業では、総合的に計画し、管理し、解決すべき分野が拡大しているが、そのためには O.R.、品質管理、市場調査、動作研究、作業研究などを必要とし、自然科学と人文科学との境界領域が研究の対象となるであろう。この場合、土木技術者が中心となって担当すべきものが多く、従来ほとんど関心を払われなかった新たな活動分野が展開されるものと考えられる。こうした意味で、土木技術が技術革新の主流となつて、産業や資源などの構造転換を推進することも少なくないであろう。これらについては、水資源の保全開発を始めとして多くの具体的事項が堀武男氏の論文などに例示されているが²⁾、土木工学ないしは土木技術がよりよい人間環境の管理と形成をとおして日本経済の飛躍の拡大に寄与する大きい責任を果たすべきことを重ねて強調しておきたいと思う。

3. 土木教育の現状と将来

いままでに述べたように、最近のいちじるしい経済成長につれて、研究者、教育者、技術者および技能者に対する需要は飛躍的に増加し、また科学技術の急速な進歩に即応した知識能力をもつ、必要がますます高まっている。こうした社会的要請にこたえて、科学技術者などの必要人員を確保し、その資質を向上せしめるためには、国家的見地にたつて組織的体系的な方策を確立し、それを強力に実施していかなねばならない。わが国では戦後の教育改革によって、教育の制度や内容がいちじるしく変革されているが、今日でもなおいたづらに旧制度にこだわつて、新制度を理解しようとしぬ人も少なくない。しかし、新制度そのものにも多くの問題があり、とくに画期的な発展が要請せられる科学技術の分野では、新制度発足後10余年にわたる実績を十分に分析して、新たな見地から再検討すべき時期に達しているといえよう。こうした意味において、土木教育を中心として最近の問題点を明らかにしよう。

まず科学技術者としては、研究力と創造力とをもつてみずから未知の分野を開拓していくという資質をもたねばならない。それによって、科学の分野では知識の境界を拡大し、科学上の発見と方法とを具体的問題に適用して、社会の要請にこたえることが必要である。現行学制

では、こうした機能をもつ養成機関は大学であって、科学技術者に必要な基本的資質は、大学学部教育によって付与しなければならない。したがって、大学卒業生に対する社会の期待と要望はきわめて大きい、今日の大学がこの要請にこたえて十分な機能を発揮しているであろうか。大いに検討して十分な措置を講ずべき点が少なくないようである。

学校教育法第 52 条によると「大学は学術の中心として広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、知的、道徳的および応用的能力を展開させることを目的とする」となっている。現在の大学ではこの目的達成のために、人間完成を目的とする一般教育と専門の知識技能を教える専門教育とを、渾然たる有機的統一において実施し、社会の進歩とその要請に応じうる人間的教養に富む人材養成の場となり、人類社会の福祉増進に正しく寄与しなければならない。

上述の意味で、一般教育は新制大学の特色を生かす重要な要素であって、広い視野にわたる知識と理解力や判断力を与える人間教育を目的とし、社会情勢の急激な変化や進歩によく順応して進みうる専門家、職能人となるために不可欠なものである。こうした理念そのものは正しいのであるが、一定の年限の制約下において、この重要な一般教育と専門知識を要求される専門教育とを融合させて十分な成果をあげるためには、その教育の内容や方法について、現状を批判しつつ一段の改善を期すべきである。現在では一般教育の年限を 1 年半またはそれ以下に圧縮している大学が多く、またその一部あるいは大部分を高校に移譲してはどうかという意見もある。しかし、文化人として自己形成に十分なゆとりを与えるためには、前期 2 年間は一般教育にあて、あわせて基礎教育の充実をはかることが必要である。京都大学では新制発足以来一貫してこの点をとくに重要視し、人文、社会および自然の 3 系列にわたって多数の学科目を用意し、2 年間に適当なガイダンスの下に自由に選択学習できるようにしているが、学生の学習状態は必ずしも満足すべきものでなく、単に基準に定められた 36 単位を取得して資格をそろえるといった傾向もあるようである。もちろん大学側としても大きい責任があり、優秀な教員の確保と施設設備の充実について一段と努力し、一般教育の意義と重要性とをよく認識した練達した教員が単なる原論的序論的な教材の取扱いをさけて、総合した内容によって教授しなければならないが、学生に対しても一般教育に本腰を入れて人間形成に努めることを強く要望せざるをえないのである。

次に専門教育の目的は、学生に対して科学技術の基礎的知識と研究能力とを与えることに重点をおき、技術上の問題解決のために、科学を応用する方法を教え、かつ

修練させることでなければならない。科学技術の進歩発達がきわめて速かな今日、たとえ最近の科学技術のすべてを在学中に教えることができたとしても、それだけでは将来の科学技術に対処することは不可能なことを考えると、上述のような専門教育の方針は当然なことであろう。京都大学土木工学科において、さきに述べたように学科目の全面的再編成を行なったのも、工学の基礎である科学の理論を真に理解し、独創力のある実験技術に習熟した科学技術者を養成し、新時代の要請にこたえようとしたためである。しかし、後期 2 年ないしは 2 年半の専門課程では、こうした要請にこたえて十分な教育を行なうことはなかなか困難である。新制の学生は旧制の学生にくらべて、専門知識において劣っているという声もあるが、現状ではある程度やむをえないようである。新制大学の目標は、一般教育と専門教育との有機的総合によって、与えられた問題を広い視野に立って処理する能力を与えることであって、必ずしも専門知識だけが学力の尺度になるわけでもないといわれている。それにしても、現在わが国の大学では、旧態依然たる非能率的な教授法をとっているものが多く、また図書館や実験実習設備などが満足に整備されていないものが少なくない。大学における授業 1 時間に対して、自学自習 2 時間をあてることを原則として実力をつけるようにしているが、現実には施設設備の不備や学生の経済的問題などのために、なかなか円滑に行なわれず、教室で講義を聞くだけに終ることが少なくないようであって、十分の実力を期待することがむしろ難しくなっている。視聴覚教育などをとり入れて、従来の教授法の改善につとめるとともに、実験実習に重点をおき、設備や充実をはかって、学力の向上につとめることがきわめて必要である。なお、最近卒業の 1 年前から会社その他からの求人者が殺倒して、学生が落ついて勉強することを混乱させているようである。大学が学問研究の場としての本来の姿に立ちかえるように、関係方面の善処を要望する次第である。

以上は大学における技術教育の現状であるが、現在の 4 年制の大学で果たして急速に進展する科学技術を完全に習得せしめることができるかどうかは、大きい問題といわねばならない。この点については、高度の技術者や研究者の養成を、大学院でやるべきだという意見があり、われわれはその見解を全面的に支持して、大学院の堅実な発展のために非常な努力を払ってきたが、現実には学生の経済的負担や社会における待遇上の不安などによって、とくに科学技術関係の大学院は低調といわざるをえないようである。工学関係では毎年修士課程修了者が 5 000 人必要であるといわれながら、国立大学では定員約 1 000 人に対し修了者は毎年 500 人以下であって、公私立大学関係を加えても、大して増加しないはずであ

る。これらの点については、昨年 12 月の土木学会誌上でくわしく説明しておいたが⁹⁾、とくに土木工学関係では深刻であって、研究者や教育者の養成が非常に懸念され、高度の技術者の需要にはほとんど応じられないであろう。大学院不振の現状を打破して、高度の科学技術者を恒常的に社会に送り出すための具体的方策を確立し、強力に実施しなければならないが、中央教育審議会が大学の性格・目的について審議し、昨年 7 月 10 日 文部大臣に答申した中間報告においては⁷⁾、大学院の博士課程は研究者の養成を主とし、修士課程は研究能力の高い職業人の養成を主とすべきであるとし、博士課程をおいたいわゆる大学院大学と高い専門職業教育を主とする一般の大学とをわけて考えると、学部は 4 年制とするが、専攻分野によっては 5 年制とすることができるとしている。こうした考え方そのものについては種々の論議があるが、博士課程修士課程の性格を上述のように明確にして、その整備拡充につとめるという点については、日本学術会議および大学基準協会などにおいても広く支持されており、注目すべきことといわねばならない。

なお、科学技術者の質的向上にとって重要なことは、教職員組織の充実と施設設備の整備である。前者については、優れた教員の確保が第一の要件であり、そのためには待遇を一段と改善し、教育および研究上の環境をよくし、補助職員の定員を増加しなければならない。教職員の待遇については、人事院をはじめ関係方面で努力されているが、さらにいっそうの配慮を煩わさねばならないであろう。教員の供給源である大学院の整備充実に期待するものもきわめて多いのである。一方、大学の施設設備は老朽化して時代おくれになったものが多いが、各大学とも理工科系学生定員をかなり増加している関係もあって、このままでは巧みに科学技術振興方策がうちたてられても、その効果は期待できないようである。文部省は一昨年 650 億円の国立大学施設設備緊急整備 5 ヵ年計画を樹立し、79 万坪を新築することにしたが（このうち理工科系は 235 億円、27 万坪⁸⁾）、承認された予算は 36 年度 72 億円弱、37 年度 132 億円であって、この計画を完了するにはいっそうの努力を要するであろう。

さらに、高校教育、とくに工業高校の教育と職業訓練機関における職業訓練とは、技能者の資質の向上や技能労働者に対する再訓練という意味できわめて重要なことであり、中央教育審議会が科学技術教育の振興方策について行なった昭和 32 年 11 月 11 日の答申には、多くの重要な方策が提示され、その実施は小中学校における理数教育の強化と相まって逐次効果をあげているようである。しかし、とくに理数教育に重点をおいたソ連の教育にくらべると、かなり見劣りがするようであり、米国では高校以下の理数教育の弱点が強く反省せられ、大統

領みずから陣頭に立って世論を喚起し、着々と対策が講ぜられていることを注目すべきである。一方、わが国産業界はかねてから多数の中級技術者を要望し、短期大学制度の改善が問題となっていたが、本年 4 月から国立 12、公私立 7、合計 19 の工業高等専門学校が発足し、高校課程を包含して 5 年間にわたる一貫した工業教育が行なえるようになったことは、戦後の新教育発足以来の画期的なことであって、今後の産業発展に大きい役割を果たすものと期待される。

最後に、科学技術者および技能者の量の確保について述べよう。さきに述べた科学技術会議の答申によると³⁾、今後 10 年間における理工科系科学技術者の供給不足は約 17 万人、工業高校卒技能者のそれは 44 万人弱ということである。

文部省が一昨年樹立した計画では⁹⁾、理工科系大学の学生定員 27 680 人を逐年増加し、4 年制大学で 42 年度までの 7 年間に 10 000 人（国立 6 000 人、公私立 4 000 人）、短期大学で 44 年度までの 9 年間に 6 000 人（国立 4 000 人、公私立 2 000 人）を増募し、45 年度には合計 16 000 人の増員を完了しようというのであった。これに対して、国立大学では施設設備費 556 億円、経常費年額 48 億円の増加となり、私立大学設備助成費などもかなりの金額になるはずであって、問題はきわめて大きいといわねばならない。幸いに、36 年度予算では学部学科の新設や学科の拡充改組などによって、国立大学では 1 790 人の増員が行なわれ、公私立大学を 3 220 人の増員となったが、37 年度予算では工業高専の画期的な創設が認められ、国公立理工科系大学および工業高専で合計 5 690 人の増員をしているから、上記 16 000 人をさらに増加して約 20 000 人の増員が 4 ヶ年で達成される見込みである。米国、ソ連その他における最近の科学技術者の急増および質的向上にくらべて⁹⁾、さらに考慮すべき問題が少なくないが、それにしても懸念されるのは、上記の学生増員に必要な専門教員の増加数 3 900 人であって、その最大の供給源として、大学院の拡充整備に大きい期待をよせざるをえないのである。

一方、工業高校については、一昨年の生徒定員は、86 000 人であったが、これをさらに 85 000 人増募することとし、36 年度以降毎年約 10 000 人の増員を行なっているが、それに必要な教員確保のために、36 年度より 9 国立大学に臨時工業教員養成所が設置され、その定員は合計 880 人となっている。これは 3 年制であって、一般教育を短縮するとともに教職課程を必修させる必要があり、新制大学の理念を逸脱し教員養成のあり方を混乱させるといった批判もあって、さらに考慮すべき問題が少なくないようである。

いままで述べた学生生徒の増員について、とくにわれ

われが大きい関心をもたざるをえないのは、学科別の配分である。このため文部省では種々の推定法を用いているが、主として大学卒就業者の45年度需要数と35年度入学定員数との差の按分によれば、上記の16000人のうちで、機械9088人(56.8%)、電気電子3168人(19.8%)に対し、土木建築あわせてわずかに832人(5.2%)ということであり、また32および34年度国立大学求人申込み数にもとづく45年度求人申込み推定数と35年度国立大学入学定員数との差の按分によれば、機械5445人(34.0%)、電気電子3832人(24.0%)に対し、土木建築は2413人(15.1%)となっている。このように推定法によって非常な差を生じるが、後者は最近の土木建築の伸びがきわめて大きいことを反映したものであり、所得倍増計画による公共投資の飛躍的発展を考えると、土木技術者の需要は、さらに大きくなるであろう。最近国および地方公共団体においては、土木技術者の採用ははなはだしく困難であって、事業の遂行に大きな支障を生じているようである。先般土木学会では土木技術者の需要数を調査し、文部省その他関係方面に土木工学科の増設拡充を陳情したが³⁰⁾、36年度に名古屋大学に土木工学科が新設され、37年度に東京大学に都市工学科が新設された以外は、若干の講座および学生定員の増加が認められただけであって、機械、電気電子および工業化学関係の急増にくらべてはなはだしく劣勢であり、このままでは最近の土木事業の急激な発展には対処できないであろう。土木工学ないしは土木技術がよりよい人間環境の管理と形成を目指して産業経済の基盤として大いに発展すべき現在、機械、電気電子および工業化学を中心とした科学技術者の養成のみでは、いたずらに産業機構の不均衡な状態をつくるものであって、国の正常な発展にとって容易ならぬことと思われる。大学、工業高専および工業高校を通じて、土木教育の画期的な拡充整備を強く要望せざるをえないのである。このためには、前述のように教職員の充実と施設設備の整備が不可欠であるが、従来の教授方法を全面的に改めて、大きく視聴覚教育をとり入れたMass instructionの方法を行なうなど³¹⁾、考慮すべき多くの問題があり、これらは土木教育のみでなく、最近の科学技術者の教育に対し共通した重要課題である。

5. むすび

以上、土木教育を中心として、最近の情勢と問題点を明らかにしたが、最近国会による科学技術基本法の提唱については、日本学術会議で真剣な論議が行なわれたことを忘れてはならない。科学技術が国民の福祉、世界の

平和、文化の向上に真に寄与するためには、人文科学、社会科学をも含めて総合的に健全な発達をすべきであり、まず科学研究基本法を制定し、それをふまえて科学技術振興法ともいべきものをつくるべきだという主張であって、こうした日本学術会議の見解は政府に勧告されたが、速やかに法律化されることを期待するものである。なお、上記の科学技術会議の答申によれば³⁾、研究活動の拡充整備のために、民間をふくめた国全体としての研究投資は、イギリスなみに国民所得の2%程度を目標とし、その水準に速やかに到達せしめるということである。昭和33年度の790億円(0.94%)が45年度には4250億円になるわけであって、このうちには34年度以降急増してきた会社研究費が大きい部分を占めるであろうが、われわれはその実現を強く要望せざるをえないのである。かくして科学技術が正しく健全に発達することを期待すると同時に、土木工学ないしは土木技術の飛躍的発展によって、土木技術者の果たすべき役割が産業経済の基盤としていよいよ拡大強化されるべきことを強調して、本日の講演を終りたいと思う。長時間にわたる御静聴に感謝します。

参考文献

- 1) 堀 武男：土木技術と土木教育，土木学会誌，45. 11(昭35.11)，pp. 1-6.
- 2) A.T. Ippen: Water Resources Development, A Vital Responsibility of the Civil Engineers, Journal of the Boston Soc. of Civ. Eng., July 1961, pp. 83-96. この訳文は土木学会誌，47. 3(昭37. 3)，pp. 4-9に掲載。
- 3) 科学技術会議：諮問第1号「10年後を目標とする科学技術振興の総合的基本方策について」に対する答申，昭35. 10.
- 4) 農業土木学会農業土木学体制研究委員会：農業土木の研究と教育—農業近代化の動きを前にして—，農業土木研究，29. 6(昭36.12)，pp. 245-260.
- 5) 後藤次紀：工業研究の将来計画について，日本学術会議第5部集報，10(昭37.3)，pp. 42-44.
- 6) 石原藤次郎：科学技術者養成を中心とした大学院の問題について，土木学会誌，46.12(昭36.12)，p.p. 29-32.
- 7) 中央教育審議会：大学教育の改善について(中間報告)，昭36.7.
- 8) 座談会—この1年をかえりみて—，学術月報，13.12(昭36. 3)，pp. 759-775.
文部省大学学術局：昭和36年度科学技術関係予算の内容—文部省一，学術月報，14. 1,2(昭36.5)，pp. 58-80.
- 9) 末田清一：ヨーロッパおよびソ連における理工教育，日本の科学と技術，20(昭37.1)，pp. 23-29; 21(昭37.2)，pp. 9-14.
- 10) 会長 永田 年：文部大臣に対する建議書およびその説明書，土木学会誌，46. 8(昭36. 8)，p. 1.
- 11) 末岡清一：マス・インストラクションについて，昭36.9. 29 法政大学にて講演
(1962年5月26日，早稲田大学において講演)