

土木教育における土木計画学

八十島 義之助*

1. 前 言

土木学会に土木計画学研究委員会が設置されてからおおよそ5年になる。多数の研究者が委員会に参加した。中にはこれ以外に生きる道がないとして研究を続けたり、自分の業務はまさに計画なのだから、としてなど、皆それぞれの自覚に基づいて参加した。土木計画学はシンポジウムを通じ、あるいは講習会を通じて、次第に浸透し、また深められたことも事実である。

それならば学校教育面ではどうか。大学も高専も土木計画をどう組み込むかを話題にしていなかったところはあるまい。そして、いち早くカリキュラムに組み入れて軌道にのせている学校、方向を決めかねている学校、または本体の捕捉に懸命な努力を重ねる学校など、まちまちというのが現状である。とはいいながら、工業高校ではむしろ正規の教科に編入することが決定され、新しい教科書づくりの段階にさえ入っている。

筆者は、必ずしも十分な情報を持ち合わせていないので、ぬげが多いかも知れず、また検討しつくしてもいないが、日ごろの考えなどをおりませで、この問題にふれてみたいと考えた。

2. 「土木計画学」の考え方

土木計画学の定義は多数の研究者によって提案されているが、まだ統一されているわけではない。しかし、次の2つの項目の中で議論されているといえる。

一つは土木においてさまざまな場合に現われる過程としての計画、たとえば、橋梁建設計画・工事施工計画などで内容も雑多であるが、大体において土木事業の実施と管理に関する計画とその理論である。

もう一つは、総合開発計画・都市計画など地域計画に限定した際の計画とその理論である。

土木として取扱う場合、地域計画はある地域空間内における物理的計画といえるから、国土計画・都道府県計画・都市計画はもちろんのこと、その地域の中での個別の機能計画、たとえば総合交通計画・水資源計画・防災計画・景観計画なども含まれる。これらは空間配置と持つべき機能についての計画といえることができる。

* 正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

ところで、上述したような計画は、いつからあったのか。おおよそ土木と名のつく事業がはじまって以来、必ずといってよいほどにつきまとっていたはずである。鉄道線路は無計画につくられたはずはなく、たいていの工事は行き当たりばったりに行なわれていたわけではない。しかも、いままでのように、土木計画学との名で呼ばれたり、都市計画を除いて学校教育との関連が取り沙汰されてもいなかったのは、少なくとも体系化された学問とはあまりかかわりがなく、また学校での研究・教育の対象とすることに、ほとんど関心がもたれなかったからである。とくに実施・管理の計画は、土木技術者の長年にわたる経験と勘と、さらに個性も加わって、たくみにさばかれてきたものであり、そのようなものは、講演会・討論会、あるいは対談の形で伝達されたり、それぞれの科目のなかで、個別的断片的に取扱われることはあっても、体系化されて研究・教育の対象となるには、はなはだ不適當とみなされていたのが大きな理由であろう。

空間配置と機能を対象とした計画については、学校とは必ずしも無縁ではなかった。都市計画はすでにたしかな講義科目として独立してもいた。しかし、地域計画を全体として把握するものではなかった。

つまり、土木における計画は、それ自体実務的な進展につとめられていたにせよ、学問とも学校とも縁がうすい形で進められていたのに対し、今日、土木計画学が関心をもたれたのには、少なくとも次の2つの理由が考えられる。

一つは、計画に関する数理的な手法が定着してきたことである。おおよそ学問とも数理とも縁が遠いと思われがちだった土木施工の分野にも、いまでは、その計画管理に PERT などが大幅に取り入れられている。また、機能計画の一つとみられる交通計画においては、需要予測計算をぬきにしては語れないという段階に入ってしまった。さらに、線形計画法とか待ち行列理論など広く OR と呼ばれるものも、手法として、あちこちで適用されるようになった。これらは、さほど難解な論理構成ではないが、種々なる状況に適用される過程においては独特の考え方、手法が開発されている。そして、これらの手法は、材料力学でもなく、水理学でもない。つまり、土木工学の基礎理論として従前より尊重されていた理論には

属しておらず、したがって、学校の従来の研究・教育の枠の中には入っていなかったものである。

もう一つは、空間と機能の計画である。従来、都市計画のみが学校で取り上げられていたのは、それが法制的にもしっかりした基盤があって、伝えるべき知識量も多かったからである。一方、国土計画・都道府県計画の段階となると実務的にも、あまり問題とされなかった。

しかし、最近では、まだ法制的な基盤が不十分であっても、それらが実務上の関心事にもなってきたり、構想の段階を出ないにしても、ときには実際に計画がたえられるようになってきた。そして、もちろん、計画そのものと同時に計画の基礎、いわば計画論も関心の対象となってきたりしている。要するに、上述の背景をもちながら、従来の土木工学の分野にはなかった数理的手法と空間配置と機能の計画とが、土木教育の対象として最近着目されてきたということがいえるであろう。

3. 土木教育における現状

土木計画学を前述のように数理的手法と地域の配置、機能計画と計画理論として、それが教科科目の上でどう取り上げられているか。筆者の手元にある資料に基づき紹介しよう。まず学部についてである。

- ① MIT：情報システム・システム分析などの科目があるが、内容的には数理的手法と電算機に関するもので、単に土木計画学のためのとはいえない（表-1 参照）。
- ② カリフォルニア大学・パークレー：とくにない。
- ③ ダルムシュタット大学：都市計画および国土計画。
- ④ 京都大学：土木計画学・土木計画理論および演習・運輸交通計画学・交通施設計画学・都市計画。
- ⑤ 東京大学：土木解析法・交通計画・都市計画・国土計画・土木計画演習。

以上はごく一部のしかあまらまじであるが、特徴的にいうならば、アメリカの大学では電算機の導入とシステム工学としての見方を強めた形で数理的手法にくわしくふれている。ドイツでは、科目名だけではそのような傾向はほとんど見られない。外国の大学の中には土木または計画学とは直接関係はないが、日本であまり

重視されないものとして、事業施工管理関係が強調されているものがある。

日本では、例として上記の2校だけ掲げたが、片方は土木計画学そのものを前面に押し出す形態をとってその重要性をも表明し、もう一方は計画の数理的手法（土木解析法）についての科目を起こすと同時に、地域の配置、機能計画は、いくつかの科目に分散配置する形態をとっている。

それでは、大学院においてはどうか。

- ① MIT：公共システムの解析、交通システム解析、意見決定と工学計画における社会的実理性、工学解析における線形問題など多数。
- ② カリフォルニア大学・パークレー：交通計画関係多数。
- ③ 京都大学：土木計画学特論・公共経済学・施工計画学・広域計画学・都市計画学特論など。
- ④ 東京大学：土木解析法（特論）・交通計画（特論）・国土計画（特論）、水資源計画など。

以上、大学院の科目をみると、外国の大学ではここでも電算機利用の面から、また土木の分野をシステムとしてとらえようとの意図があらわれている。

4. 今後の進め方

(1) 土木計画の必要性

土木計画学は、そのとる形は別としても土木教育の中に組み込まれるようになってきた。土木工学の内容が過去から将来にかけて絶対不変ということはありません。つまり、必要に応じて改変されてゆく性質のものである。それゆえ、必要な時期に必要な改変が行なわれるのは当然であろう。

科目の中には、ちょっとやそっとのことでは変わらないもの、あるいは変えてはいけないものがあるはずである。どれを変えるべきでなく、どれが変わるべきかという判断が重要であるし、また新しいものには何でも組み込むという姿勢をとるべきでもないだろう。

土木というシステムを理解するのに必要なサブ・システムであること、システムとしてある程度以上のまとまりがあること、土木技術に関係する有力な基礎知識であること、そしてさらに学生である間にしかも教科目の形で理解するのが適当であること、などが科目の成立する条件と考えられるが、土木計画はそれらの条件をみたま時期にきていると考えられる。

(2) 土木計画の科目体系への組み込み方

土木計画は計画の数理的手法と空間配置・機能の計画が内容であると述べてきた。これを科目としてどうするか。前述したように、それらすべてをまとめた形で土木計画学とするゆき方と、両者をわけて土木解析法・国土

表-1 MIT 土木工学科における土木工学関係の標準時間表

必 修	選 択
情報システム	土木工学実務
工業力学	土木工学研究室活動
工業材料	システム分析入門
工学アナリシス	交通研究室活動
構造解析および設計	構造解析および設計
流体力学	水資源入門
土質力学	土木工学特別研究
統計解析	
土木地質学	
土木工学	
物理学	
微分方程式	

計画とかの科目にしたゆき方があった。

この点はそれぞれの学校における土木工学の科目体系に関係ふかいことと考えられる。どちらがそれぞれの学校に適しているかということによって選ばれるのではないか。計画理論を追求したというとき、土木計画の中で消化することもできる。また、土木工学の基本的な問題であると把握するならば、むしろ土木工学原論または概論といった分野で、それを扱うことも考えられる。そして、それらの組合せが重要であるからこそ、全体の科目体系と無縁ではあり得ないのである。

科目として独立させるにあたっては何が重要か、それは土木計画自体を洗練させてゆく努力を怠ってはならないことである。千古不易の歴史のなかでは、基礎的科目でも、長い間にはその含まれる内容や論理の展開は変わってきている。

材料力学一つとってみてもその感が深い。学校において取り上げられている科目は学問体系に裏付けられているし、それが変更を加えつつあるというのである。

教科書の著者も、常に自分なりの論理を組み立てて、よりよいものをつくるための努力を払う。同名の教科書が次々に別の著者によってあらわされるという点もこの意味で大きな意味がある。それぞれの科目についても年を追うに従って研究は進み、内容の改変が必要となる。このときにいつも問題となるのは、豊富になってきた蓄積を、どう取捨するかであろう。

土木計画学という範ちゅうはまだ若いし、確定されない点も多い。したがって、これからあらわれるであろう教科書も科目の教科内容もまちまちとなる可能性があるし、上述したところによれば、それなりの意義もある。

しかし、いずれにしても他の先発の科目もやってきたように、土木計画学も、たえずその内容・論理体系・表現方法は再検討され、洗練され続けなくてはならない。

(3) 整理

以上を整理して述べると、今後の土木計画の取扱いはい次のようになる。土木工学の教科科目の中に土木計画に関するものを含ませる。すなわち、

① 土木計画について、意義・種類・内容など。

② 都市計画・都道府県計画・国土計画・総合交通計画・水資源計画・防災計画・環境保全計画・景観計画など各種の空間配置と機能の計画について。

③ 計画の数理的手法・線形計画法・待ち行列理論・需要予測法など、それらの理解と適用。

以上を単一の科目にするか複数の科目にするか、できるなら土木計画の字句を科目名につけたいが、また一部を在来の科目の中に含ませるかの問題が残る。できるなら土木計画の字句をつけたいが各学校の全体の科目体系との関連において決めることになる。いずれにしても

土木計画の重要性が確認できる方途をとるべきである。

また、アメリカ合衆国の一部の大学にみられるように、数理的手法についての科目を多数ならべる場合もありうるが科目数をどのくらいにまとめるかは学校における教官・学生の構成もこの際考慮する必要があろう。

なお、土木計画という語が上述した範囲をこえて広く用いられることがある。つまり、土木における材料力学・水理学・測量学などの基礎科目でないものすべて、たとえば、通路工学・河川工学などをまとめて土木計画と呼ぶこともある。高校の教科科目における土木計画の内容はそれに近いものであり、すなわち、機能施設をすべてそれに含めており、一つの構成法であるに違いないが、いずれにしても混合をされることだけは配慮なくてはいけない。

(4) 残された問題

土木工学の英米名は Civil Engineering である。その起源は別にしても、名前の持つ雰囲気は豊かだが、しばしば関係者が誇りにしたいこともある。現に土木の関与する分野は広がり、当事者の予期以上に影響力も大きいことがある。そして、その際土木関係者の大局的判断とか、人文社会を含めた総合的判断を期待される場合も多い。そこで、最後に一つつけ加えたい。工学技術が進展するに従って、内容は細分化し、きわめるべき深度も増してきた。土木教育もその分化と深化の中に入り込まざるを得なくなった。その結果、ともすると土木工学全体を見忘れることになる。木を見て山を見ずがここにもあてはまり、それが、ときとして必要な、大局的判断をにぶらせるのではないかと危惧につながる。土木計画がとえられた背景には、その打開に寄せられる期待もあったのではないだろうか。もちろん、大局的判断の素地となるをどう見るかは非常に基本的な問題であって、当然一人一人に備わっているべきであり、まして専門科目の形で教えるものではないとの見方もある。そして、教育面では長い間その考え方で貫かれていたようにも見られる。

とはいうものの、もしも科目体系の中でそれを扱う必要があるとするならば、また在来の科目体系にそれが欠けていたならば、その際、土木計画を含めたいうえで再検討の必要があると考えるのである。

この小文を書くにあたり、東京大学堀川教授のカリキュラム関係資料ファイル、京都大学工学部土木工学教室・同交通土木工学教室の大学院カリキュラム資料、土木学会大学土木教育委員会編「大学土木教育の方向を探る」、MIT Bulletin 70/71, University of California; Berkeley 70-71 College of Engineeringなどを参照した。これらの資料を利用して下さった方々に厚くお礼を申し上げます。