

土木技術(工学)について

平 山 復 二 郎*

本誌の第46巻第5号(昭和36年5月)にのっていた論説、佐藤吉彦氏の「土木工学とは何か」を、興味深く読んだが、これを参考にしつつ、この問題についても筆者も論じてみたいと思う。

1. 土木という言葉

佐藤氏の論文によると、土木工学という言葉が、その内容をはっきり表わさないの、とんだ誤解から、「大学入学志願者とか学部進学学生が、この学科を専攻するのを敬遠する傾向が生じている事実」があるそうだが、たしかに「土木」という言葉は、あいまいである。本学会誌上でも昔からいくどか論及されたのをおぼえている。土木技術(工学)に当る英語は、シビル・エンジニアリングだが、シビルと土木とは、おおよそ言葉の意味は通じてない。

英語のシビル・エンジニアリングも、言葉の意味からは今日の土木技術(工学)の内容をはっきり表わしてはいない。社会史や技術史を読んでみると、シビル・エンジニアリングという言葉(概念)は、他国に先んじてきょうくつな身分的封建制から、自由な市民的の資本主義制へ、社会的変革をすすめたイギリスで、近代的な技術発展の導火線となった蒸気機関による産業革命をはたした頃(17,8世紀)に生まれたのではないかと思われる。ミリタリー・エンジニアリングに対し、新興の市民的な技術分野を総合するものとしてである。

近代的な意味での技術者、すなわち知能的な生産的技術の実行を職業とする者が、社会的に分化成長したのも、やはりこの頃である。そして、その後の技術の急速な進歩により、いろいろな技術(工学)が発達分化してゆくにつれて、残されたものが、シビル・エンジニアリングという名のまま、土木技術(工学)なる一分野として、現在にいたったのではないかと思われる。なにも文献的にはっきり確かめたわけではないが、どうもこういう過程をたどった歴史的な名前であるらしい。もちろん、日本の土木技術(工学)という言葉にこんな過程があるわけではない。

土木技術(工学)に対応するほかの包括的(総合的)な諸技術(工学)の部門である、機械技術(工学)とか、電気技術(工学)とか化学技術(工学)とか、建築技術(工学)とかそのほかをみても、土木技術(工学)のよ

*名誉員 日本技術士会会長

うな、あいまいなわからない名はついていない。いずれも、技術が利用する自然関係、技術がはたす生産、または生産の要素である生産手段の名称などが使われている。そして、その名からある程度その技術(工学)の本質や内容がわかり、ほかの技術(工学)との区別もつく。

言葉はもとより符号みたいなもので、その意味さえ、はっきりすればよいわけで、ここでもこれ以上多年使われてきた土木という言葉の変更などを論ずるつもりはない。ただ、土木なる技術(工学)の本質や内容について、いささか論じてみたいのである。

ここで一言ことわっておくが、以下の記事では、「技術(工学)」とだぶって書かずに、「技術」としか書かないことにする。工学は自然科学における、純正科学部門に対する応用科学部門に属するものであって、実行的な行為の技術に対する体系的な知識である。けれど、技術と工学との関係は、実行(実際)に対する知識(理論)の対立関係で、相互依存しあい作用しあっている不可分なものである。従って土木技術の本質や内容について語ることは、大体そのまま土木工学に通ずるからである。

それから今一つことわっておくが、ここでいう技術は、生産に関する狭義のものであって、労働一般に通ずる広義のものではない(これらについては、土木学会誌第42巻第7号(昭和32年7月)の筆者の講演「技術の意義について」を参照)。

2. 土木技術の本質

土木技術がなんであるか、その本質や内容を知るには、土木技術が、社会的な生産のどんな要素、どんな生産部門と関係が深いかをつきとめる必要がある。

生産(生産的労働)は、人間の社会生活における基本的な労働であり、その発展の基盤でもあるが、今日の発達した生産にあっては、一般に、人的な生産労力と、物的な生産手段(生産設備と生産対象)との2要素からなりたっている。生産労力の主要なものは、技術者(知的)と労働者(技能的)であり、生産手段の1要素である生産設備の主要なものは、機械と装置と建造物(土地もふくめて)とであり、生産対象の主要なものは、原料や材料である。

以上の生産の2要素は、構造的なものであるが、なおその機能的なものに、技術と経済との2側面がある。技

術は生産における自然的(物質的)な面であり、経済は生産における社会的(人間的)——財貨の所有、交換、分配などの関係による——な面である。

生産の区別は、技術的な面からと、経済的な面からとでは違ってくるが、技術的な面から大きく区別すると、大体次の部門になる。

(1) 獲得——自然に存在する物質(資源)の、無生物(鉱石、石油、天然ガスなど)と生物(野生の動植物)とを獲得する採鉱や狩猟や魚労などの生産部門

(2) 農畜——人為的に植物を栽培する農耕や植林などと、人為的に動物を養殖する牧畜や養魚などの生産部門

(3) 製作——前記2部門からの諸原料を使って人工的な、諸材料や諸動力(エネルギー)や諸労働用具(器具や機械や装置)をつくる生産部門。この部門は生産力(技術)の発達した現代にあっては、大きな生産分野をしめているが、機械工業とか化学工業とか電気工業とか金属工業とかいわれる工業がこれに属する。

(4) 建設——前記3部門からの原料や材料や用具を使って人工的に、特定の場所に、建物や橋梁や築堤などの諸建造物(構造物、ストラクチュア)をつくる生産部門

(5) 交通——人間や財貨を運搬する輸送と、人間相互間を連絡する通信などの生産部門

これら5部門の生産は、もちろん幼稚な程度ではあるが、古代から行なわれていたのであって、現代においても大いに進歩発展した姿において、生産の大きな技術的区分として考えられる。そして、これらの各部門は、ほかの部門と、また自己部門内の生産分野と、相互に依存関係しあいつつ、実行され発展もしている。例えば、製作の生産部門だが、そのために必要な設備は、建設の生産部門と、自己部門内の労働用具をつくる生産分野との関係なしには、なりたないし、またその運営には、獲得や農畜の生産部門からの原料の供給や、自己部門内の材料や動力をつくる生産分野からの供給が必要になる。

ここで一言ことわっておくが、どんな区別や分類にもつきものなのだが、この5部門の区別にあっても、生産の種類によってはこのどの部門に属するか、あいまいな中間的なものもありうる。また、いろいろな社会的な労働のなかには、生産のカテゴリーにはいるのか、はいらないのか、わかりにくいものもありうる。早い話が、上にあげた生産の5部門中、建設と交通とは生産部門かという疑問もわくが、現代では、生産の意味を広く解釈して、生産部門としてあげるべきだと思う。

ところで、土木技術が生産のどんな要素と、またどんな生産部門に関係が深いか、土木技術に包括(総合)されている諸技術からみると、土木技術は生産の構造的な

要素の「建造物」と、また建設の生産部門とに深い関係があることがわかる。ところが、建築技術も土木技術と同じく、生産要素の建造物と生産部門の建設とに深い関係をもっているので、土木技術すなわち建造物と建設の関係というわけにはいかない。しかし、土木技術は建造物の一つである建物をのぞいたほかの諸建造物と、その建設とに広く関係をもっているのである。

こんなわけで、土木技術の本質がなんであるかを知るには、生産要素の建造物と、生産部門の建設との技術的な本質をきわめれば、大方その目的が達せられる。

なおここで、説明しておかなければならないのは、社会存立の基本である生産の成果(無形、有形の)は、きゅうきょくにおいて、社会生活のあらゆる多種多様な用途(事業、企業)に利用消費されることである。この消費として、最も基本的なものは、個人的には個人の体力(エネルギー)再生産に対する消費生活であるが、社会的には、生産自体すなわちその再生産や、生産関係の研究活動や経済活動(商業、金融など)への利用である。そのほか、政治、軍事(戦争)、宗教、教育の方面など、用途をあげればきりが無い。そして全般的にみると、社会の幸福のためにも、不幸のためにも、社会悪のためにも、社会善のためにもである。土木技術が属する建設の生産でも、この点もとより例外ではない。

建設生産の成果である建造物は、機械や装置と同じく、生産における生産設備としてだけでなく、上記の広い各種の用途に対し、一般に設備として利用される。そして、それは単一の建造物ではなく、いろいろな建造物の複合体であるのが一般で、しかも機械や装置と組み合わせられる場合が多い。

次に建造物と建設生産との本質について考えてみようと思うが、同じく設備として利用されながらも、建造物と機械や装置とでは、だいぶ本質がちがう。建造物の技術的な特質をあげてみると、

(1) 建造物は上部構造と下部構造(基礎)とからなり、野外(露天)に固定的に築造され、一般に長年月にわたり耐久的に利用される。

(2) とくに土地(地形や地質)と密接な関係があり、時に土地に加工しただけで、そのままこれを建造物に利用することさえある。

(3) 雨や風や地震などの天然現象の作用を直接うけるが、これらに耐えなければいけない。

(4) 機能的には、他に働きかける機械のように能動的なものでなく、他からの諸力に抵抗する受動的なもので、この点、装置に近い性格がある。

次に、生産部門の建設が、どんな生産かと考えてみると第一に、前に説明したように、「特定の場所」に各種の「建造物」を築造する生産である。建造物の本質については、上に説明したとおりだが、特定の場所というの

は、建造物の目的に応じ、地球上いたるところ、地上はもとより地中、水中をとわない。そして建造物を築造するためには、天然の地形にも工事を施して、これを変更する必要がある。そして、そこにつくられた建造物は、そのままその自然環境を構成するものとして存続する。すなわち建設生産は、既存の自然物（地理的、物質的）な生活環境に、なんらかの変化をもたらすのである。例えば、一義的な目的は、交通や水力発電にあるとしても、ある場所に橋梁をかけたり、ダムを築造したりすることは、その周辺の自然環境、生活環境を変更することになるのである。

こんな関係から、近年、建設部門関係の事業として、自然改造などといって、生活に不利な自然環境を積極的に改造する目的の計画がなされ実行されている。ソ連などで実行している砂漠地域に運河を通じて、砂漠を耕地に転換する事業や、間宮海峡をふさぎ自動的なバルブ装置をとりつけて、暖流をオホーツク海に注いで同沿岸の気候を緩和しようという計画などが、この例である。これにくらべては消極的だが、天然力や天然現象で、生活環境が破壊されるのを防衛し保全する目的の、防災とか国土保全とかの事業もそうである。また人口集中の生活地域である都市の改造なども、この種のものである。こういう観点から建設生産（土木技術）を誇張して、地球を改造する技術だなどといわれる。

佐藤氏は論説中に「広い視野にたつて、社会と自然との調和をすすめる」などという主旨のことを説いているが、その具体的な根拠は、以上のような建設生産の本質にあるのではないかと思う。建設関係の事業として、この方面には大きな発展の将来がある。

第二に、建設生産の本質として、一件一件が特殊で、同一のくりかえしがないという性質があげられる。そういっても、建築技術にあっては同一の構造による集団住宅の建造のような、マスプロ式のくりかえしがないわけではなく、現にソ連などでは、住宅建築を規格化して、大仕掛なプレカストのマスプロ方式を採用しているらしい。しかし土木技術にあっては、こういう場合はまれで、一件ごとに特殊性があるのが一般である。従って生産の過程には、施工とともに必ず設計（計画や調査もふくめて）がともない、しかも特別なのである。すなわち同一種類の建設であっても、設計も施工も、一々性格も規模もちがって、しかも一つ一つ施工は一件ごとに、場所がちがひ、工事現場（工場）に定着性がなく臨時的なのである。従って、施工の要素である、施工労力も施工設備も、そうならざるをえない。

以上、大筋についてだけだが、建造物と建設生産の技術的な本質について説明したことは、改めて土木技術の本質はとくりかえさなくとも大体そのまま、土木技術の本質の説明として役立つと思う。これを要するに、土木

技術は生産の技術的な一部門である建設と、これが築造する設備としての建造物に関する技術であって、その本質は、建設生産と建造物との特質に求められるのである。

3. 土木技術の内容

次に土木技術のもとに包括されている専門的な技術分野を、現在、土木工学として体系的な知識にまとまっているものを目安に、分類してみよう。

第一に、建設の生産が、どんな目的の用途（事業、企業）に利用されるか、役割をはたすかによって、区別されるいろいろな技術分野がある。「鉄道」、「道路」、「港湾」、「水力発電」、「かんがい（農業）」、「上下水道（衛生）」、「河海」、「防災」、「都市計画」などの土木技術がそうである。

こういう土木技術が、目的の用途に対し、その機能をはたすのには、築造する建造物だけでなく、他の生産部門からの機械とか装置とかも、もちろん必要である。すなわちほかの生産部門との関係なしには、なりたないものであるが、これらの用途にあっては、建造物が技術的にも経済的にも主要な要素であるから、その計画や調査や設計において、土木技術が事業的にイニシエティブをとるばかりでなく、土木技術以外の技術部門の要素との総合統一にも、主役をつとめる必要がある。これが土木技術が総合的な技術だなどといわれる所以だと思うが、この総合という立場はきわめて大切な点である。

第二に、以上の建設生産の用途からの区分と別に、建造物の種類からの区分がある。「橋梁」、「軌道」、「舗装」、「ダム」、「トンネル」、「基礎」などの土木技術がそうである。

以上の技術分野は、佐藤氏が給括的に実際的な分野といっているものであるが、今後の技術の進歩にともなつて、まだいくらかでも分化があるにちがいない。

こういう技術区分のほかに、佐藤氏が基礎的な分野として、総括したものに、各種の建設生産や建造物に共通的な関係の科学や物象や、要素などから生まれる区分がある。

建造物の構造を決定する力学について「構造」、建造物と力学的に関係の深い土や水や地質について「土質」、「水理」、「応用地質」などがある。また建造物を構成する人工材料について「コンクリート工」、建造物の施工について「施工法」や「建設機械」、建造物の美観について「構造美」などがある。そのほか建設生産一般に通ずるものとして「測量」、「製図」などがある。この分野にあっては、今後の技術の進歩にともなつて、まだいくらかでも分化があるにちがいない。

ところで、実際的な分野と基礎的な分野の両技術の関係だが、いずれが重要だということはない。この両技術分野

は、もともと相互依存的な関係にあるもので、建設の現実にあたっては、両者の統一にまたなければならない。例えば道路を建設する場合、実際的な分野の技術（技術者）だけではだめで、基礎的な分野の技術（技術者）との統一（協力）がなければならない。ただ政策とか教育とか研究とかの立場にたつと、そこにいずれを重視するかの問題がおきる。例えば、研究の立場にたつと、日本のあまりにも導入技術にたよりすぎている現状からは、土木技術においても、佐藤氏が言及しているとおりの、基礎的な分野の技術に重点をおくべきだと思う。

4. 土木技術の属性 その1

以上、土木技術の本質と内容について、いささか説明したが、これだけでは、土木技術がなんであるかを知るには、まだ十分ではない。さらに土木技術が実際に社会で実行されるに際し、社会の諸事情、とくに基本的には経済からいろいろ条件づけられて生まれる、現象的な属性をも知る必要がある。そしてこれも、建設生産のこの属性をきわめることにより理解できよう。

どんな生産も技術も現実には、既存の社会のなかで行なわれる。ところで社会科学の教えるところによると、人間社会の動きを客観的、基本的に支配している。すなわち社会存立の客観的な土台となっているものは、生産（生産的労働）であって、社会はこの生産様式の発展によって、歴史的にも変化してきた。今ここで、そのくわしい説明をするわけにはいかないが、今少しだけ説明すると次のとおりである。

生産様式には、内容として生産の人的（労働）、物的（生産手段）な力である「生産力」と、形式としてこの力を実現する人的、物的な仕組である「生産関係」とがある。そして古代から歴史的に、生産様式は内容の生産力と、形式の生産関係との対立による弁証法的な発展をしてきたが、これがすなわち社会の複雑な歴史的運動、発展の底流となってきたのである。

前にも述べたように、生産には機能的に、技術と経済との2側面があるが、これから、生産力にも技術力と経済力との2側面があり、生産関係にも技術関係と経済関係との2側面がある。そして生産力を基本的に支配しているのは、技術力であり、生産関係を基本的に支配しているのは、経済関係なのである。

社会の歴史を表面的にみると、政治とか戦争とか宗教とか思想とか、いろいろ複雑な人間生活（活動）の、偶然的な動きの連続であるかに思えるが、この現象の根底には、生産力の不断の増進に対応しての生産関係の変革、すなわち生産様式の弁証法的な発展、これによる基本的な経済的社会構成の変革による必然的な動きがあるのである。そして、この必然的な根底の動きとからみあって、偶然的な上部の表面的な諸現象が動いているのであ

る。

社会の生産力が、部分的にはとにかく、全体的には技術の進歩により不断の発展をつづけてきたことは、こまかい説明をまつまでもなく、世界の総人口が増加の一途をたどってきたことから、また今日地球上に未知な人類も土地もなくなってしまうまでに開けたことからわかる。またこの生産力の発展にともなって、社会の構成（体制）が生産関係の変革にもとずいて、部分的にはとにかく、全体的には時代とともに、大きく変化したことも、歴史上発展の順序に従って、原始共産制、奴隷制、封建制、資本主義制、社会主義制の5段階の異なる生産様式、これにもとづく経済的社会構成の社会が区別されることからわかるのである。

この5つの生産関係、生産様式、社会構成の性格は、それぞれちがっているが、こまかい点とにかく、最も大きい基本的な相違点は、古い原始共産制と新しい社会主義制にあつては、社会的な生産関係（生産様式）が、原則として、生産手段の公有による公的企業（機関、組織）であるのに対し、中間に位するほかの3つにあつては、社会的な生産関係が原則として、生産手段の私有による私的企業であるということである。そして、この基本的な相違により、社会生活の面にも、いろいろちがった特性が現われてくるのである。

技術と社会との根本的な関係を知るには、いきなり、技術と社会生活の諸現象との関係を考えても無理で、ややともすると、主観的（勝手）な概念論や観念論に陥る心配がある。どうしても、社会を客観的、基本的に動かしている生産、とくに生産力との関係を通じて考える必要がある。

ところで、現在の世界の先進国（日本もふくめて）には2つのちがった生産様式（生産関係）にもとずいて構成されている国家が存在している。その一つは、大体17, 18世紀の方、封建制からの革命をとげて発展した資本主義制国家で、今一つは20世紀に入ってから、革命により実現した社会主義制国家であつて、今日自由圏と共産圏などといって区別している国家群がそれである。この間にあつて、低開発国とか未開発国とかいわれて、近代になり植民地から独立をはたした国家群がある。

そこで、社会の諸事情に条件づけられる土木技術の属性だが、これはもちろん、前記の2つの経済的社会構成のちがう国家によって異なる。しかし、ここでは日本もそうである資本主義制の社会についてのみ説明することにする。

5. 土木技術の属性 その2

資本主義制社会にあつては、前に説明したように、生産関係は一般に、生産手段の私有による私的企業（機

関、組織)であって、生産は私的な利潤追求の営利を目的とする自由なものである。あとで説明するように例外はあるが、原則的にはそうなのである。建設生産ももちろんそうである。

前に建設生産の本質は、その過程に一件一件特殊な設計(計画、調査もふくめて)と施工とが、ともなうといったが、欧米の資本主義制社会にあつては、この設計と施工との2過程が、社会的、制度的に分業化されて、ともに私的企業として行なわれている。設計をうけもつものは、専門的なプロフェッショナル・エンジニアのコンサルティング・エンジニア(日本の技術士)グループであり、施工をうけもつのは、建設業者(請負業者)グループである。そして前者は、需要主(注文主)との契約にもとづき、設計の責任をひきうけ、需要主に代つて、需要主たい建設業者の利害関係につき、中立公正な立場から、施工を監理するのである。また後者は、需要主との契約にもとづき前者の設計監理のもとに、施工の責任をひきうけるのである。この原則にも、もちろん修正されたいろいろな例外はある。

日本では、この設計と施工との制度的な社会的分業化において、設計方面がとくにおくれて、戦後になってようやく「技術士法」が制定され近年発達の口火がついたばかりの始末である。そして、需要主が必要な技術者を雇傭して、おのずから設計と設計監理を行なう旧式な方法が依然行なわれている。この不合理について、ここでくわしく論ずるわけにはいかないが、「分化による総合」が進歩の一原則であるという点からは、日本の土木技術はおくれているといわざるをえない。

このように、建設生産において、イニシヤティブをとるべき設計の分野の分業化がおくれているために、日本の土木技術には、一般に独立性が乏しく、政治や行政や商業などに対する従属性が強い。そればかりでなく、実行上において、設計たい施工における矛盾がきわめて多い。

以上述べたことは、大体そのまま、日本の土木技術者についてもいえると思う。すなわち設計方面に働いている技術者に、官吏とか公務員とか社員とかいう意識はあつても、倫理的な信念をもつた技術者としてのプロフェッショナル意識、プロフェッショナル精神——略してプロ意識、プロ精神といつてもいい——が乏しいのである。技術士の発達が要望されている今日、この点をとくに若い技術者たちに、強く主張したい。そして、これはまた佐藤氏が論文中に、土木工学はもっと広い自然的、社会的な視野にたつて、すすまなければいけないといつてい

る主張とも通ずるものがあると思う。

次に、建設生産が一件一件特別であるということは、設計(技術士の仕事)も施工(建設業者の仕事)もストック生産でなく、注文生産にならざるをえない。すなわち需要を予想して生産物を製作ストックして販売するのではなく、一々注文をうけてから生産をはじめるのである。建設生産以外の生産部門でも、注文生産はないわけではないが、建設生産にあつては、これが一般なのである。この結果、前にも述べたように、建設業者の工事現場(工場)は、臨時的となり定着性がないのである。

次に建設生産(土木技術)の属性の一つとして考えられるのは、建設生産の需要先に公共的な機関が多いことである。資本主義社会でも、民衆(大衆)の利害や安寧に直接関係の深いもの、また公益関係から私的な営利の対象にしては面白くないもの、その他国防に深いものなどはたとえ生産の分野に属するものでも、公有の公的企業にしている。これは、それぞれ国の事情によつてもちがうし、理由もこれだけではないが、こういう部類に属するものをあげてみると、交通部門関係の鉄道、道路、港湾、通信などの事業、製作部門関係の水力発電事業、農畜部門関係のかんがい事業、建設部門関係の自然改造、国土保全、防災、都市計画などの事業、その他生産のどの部門にいれていいか迷うが、上下水道の事業などがそうである。

これらの事業が創設されたり拡張されたりすると、建設生産への注文となり、前にも述べたように、土木技術がイニシヤティブをとり、総合的なまとめ役をはたすのである。こんなわけで建設生産の需要先には、公共機関が多いのであつて、これが建設生産(土木技術)が一般に公共的だなどといわれる所以である。この属性と、前に述べた注文、生産であるという属性とから、建設生産にはとかく社会的に汚職問題が起りがちである。

以上、建設生産について述べた属性は、大体そのまま土木技術の属性としてあてはまる。

これで、土木技術についてのこの稿を終らうと思うがごく大筋についての説明であつたことを、おことわりしておく。なお最後にいっておくが、土木技術者を育成する教育の立場からは、〔土木技術の内容〕の節で、あげた専門的な工学的知識だけでなく、佐藤氏もいっているように、技術を支配する一義的条件である経済や、土木技術関係の事業や労働に関する行政法規や、プロ技術者(公務員や社員としてではない)としての職業上の倫理綱領などの知識を、教科としてさずける必要がある。

(原稿受付:1961.9.4)