

第3章 橋梁技術者のあるべき姿を求めて

3-1 背景

もう何年にも渡って、公共工事不要論が跋扈し、諸悪の根源が建設業にあるようにマスコミが報道し続けている。その中で、鋼橋官製談合、道路公団技術官僚特許問題、JR西日本脱線事故などが報じられ、ますます若い技術者がこの分野への参入を躊躇するようになって来ている。最近は「無駄な公共事業」、「悪を生産するシステムとしての高速道路建設事業」といったような極論まで平気でマスコミが垂れ流すようになってきているが、我々としては、一つ一つの言葉の定義や、総合的な意義をきちっと整理して事業の意義・重要性・必要性・妥当性等を説得する必要がある。例えば、国家として赤字国債を発行し社会基盤の整備に投資する行為について考えると、確かに金銭的には赤字ではあるが、対価として社会基盤資産が蓄えられる。したがって、その対価が過大な費用等により水増ししたものでない限り、総合的には国家としての資産は控えめに見ても減少しない。さらに、この国債の実質的 주요な購入者であるとされる年金・郵便貯金等の預金者は、必要な利息を得るシステムになっている。また、借金をしているのも金を貸しているのも日本国民である。必要な社会基盤資産への投資を行わずして、これに変わるどのような代替案があるのか、それを示さないことには、ハゲタカファンドの餌食になって国民の資産は海外に掠め取られ借金だけが残るだけである。

正すべきは正しつつ、先入観に満ちた一方的な報道・評価に対して、正当な反論・説明が望まれる。我々には経済的な交通インフラを社会のために供給していくという気概が必要である。が、ここではその問題はひとまず横におく。何はともあれ、活力ある社会の持続のためには、社会基盤整備の重要性は変わらず、その中での人の移動と物流を支える道路網およびその主要部分となる橋梁に対する高い技術への要求がなくなることはありえないのであるから、この分野の将来の担い手である橋梁技術者をどのように育成するかについて真剣に取り組む必要がある。

橋梁技術者の育成といっても、どのレベルの技術者を対象とするのか、どの職種を対象とするのか等で、簡単には一括りにできないが、ここでは敢えて対象を絞り込んでいない。公共事業が停滞気味の風潮の中で、鋼橋業界・橋梁業界を復権させる魅力ある人材を集めるにはどうしたらよいかを考え、産・官・学の立場での人材育成プログラムを考える一助となれば幸いであるとの立場から、前章で述べた現状を踏まえつつ議論を進める。

3-2 求める橋梁技術者像 どういう人材を育てるのかの理念

橋梁技術者に対する要求も、基本的には前章に記した一般的な技術者に要求される内容と同様であろう。ただ、より橋梁技術者に特化した具体的な表現を加えると以下のように

なる。

「独創性を持ち、常に本質を捉え疑問を持ち続け、示方書に囚われない自立した発想；もう少し具体的に表現すれば、性能照査型設計、複合構造化に対応でき、マニュアルに囚われない自由な発想」

なお、テクノクラート（広辞苑：高度の科学的知識や専門的技術をもって社会組織の管理・運営に携わり、意思決定と行政的執行に権力を行使する技術官僚）を育てるのか、エンジニア（いわゆる技術者）を育てるのかという議論もあるが、ここでは、エンジニアを主眼としつつ、テクノクラートの育成も無視しないものとする。

1) 新しい技術者への希望

宇野名右衛門氏は、鋼橋技術研究会 20 周年記念誌における、「鋼橋の未来に向けて」、の中で次のように述べている（抜粋）

「橋梁は、望むと望まぬとに関わらずその時代を象徴する構造物として、永く世に残ることを銘記すべきである。歴史の評価に耐えられるためには、時代の雰囲気を理解しておく必要がある。技術だけに囚われず、広い教養を持つことが結果としてその時代にあった橋梁を生み出せる。

技術の進歩は疑いから始まる。先人の残した優秀な業績といえども、文化・技術水準などその時代の環境が優秀としたのであり、未来永劫そのままの評価であるわけではない。設計基準、設計示方書等のものは、設計の利便さのためにあるのであり、これを守ることが大事だと考えてはいけない。先人に従おうとすれば、これが常識の壁となり、進歩が止まってしまう。」

2) 人材育成の目標

短期的直接的には人材育成の目標は、橋梁技術者としての職業を選択した人材に対しては、この分野で哲学を含めて橋梁技術を牽引するリーダーとなる人材の育成であり、技術を基礎とする創造的コンセプト構想力、組織を超えて通用する指導力を持った人材である。

一方、橋梁技術者を目指して学習中の人材に対しては、橋梁分野に進路を定める人材の育成である。ただし、いわゆるファブリケータのみではなく、発注者側、ジャーナリスト、高等教育機関での教育者を含む橋梁技術の中核をなす人材の育成であり、社会的責任、技術者倫理、地球的視点からの視野、工学の基礎的素養（数学・自然科学・情報技術）、橋梁に関する知識と問題解決への応用能力、企画デザイン力、情報伝達能力、継続的学習意欲、計画・実行力を有する人材ということになる。

より長期的には、将来橋梁技術者（あるいは建設系技術者）を目指す人材の育成であり、将来の卵と同時に、シンパを育成することも重要であって、橋梁技術に理解のある一般社会人の養成、あるいは多元的視野から国土整備に当たってのものづくりの重要性を理解できる人材の育成が目標となる。

3-3 橋梁技術者に望む資質・能力

1) 鋼あるいはコンクリートに拘らない感覚

PC橋では鋼橋との競争力維持のために自重を減らしコストを下げるための技術開発の努力が払われてきた。高強度コンクリート、機能性コンクリートの開発、波型の鋼板ウェブを使った新形式橋梁やエクストラードズド橋の開発などである。鋼橋でも、コンクリートを活用した複合構造がこれからの最も重要な選択肢であり、さらなる研究・技術開発が望まれる。例えば、欧州では従来鋼橋よりコンクリート系橋梁の方が主流であったが、一方の分野に偏ると、価格が高止まりになるといった経済的側面からも、鋼橋の架設が進んでいる。国際的に通用する技術者という観点からもコンクリートのことは分からないではすまされない。

2) 上部構造だけではなく下部構造をも視野に入れた総合的な技術力

鋼橋の建設コストは、上部工と下部工とで分担される。地盤を含めて上部工と下部工を一体として考えることが必要である。安全性の面からも、大地震の恐れが身近に迫ってきた今こそ、下部工と一体的な思考の元に橋梁を交通インフラの一部として捕らえていくことが求められている。必要なのは鋼だコンクリートだ、上部だ下部だの狭い専門ではなく、総合的な技術力である。設計基準も総合的技術として、理論および実験を通して改善されていく必要がある。重量だけではなく、材料の種類、構造詳細、維持管理費のコストへの影響、等も重要な因子である。

3) 合理的な設計思想と柔軟な発想力

世界的には、設計法として部分係数法が取り入れられ、荷重の載荷方法もレーン載荷が主体になってきている。日本では、性能設計の議論に力が割かれ、本質的検討が疎かにされ、合理的設計とは何かあまり議論されていない。設計示方書の根拠となっている実験結果や、研究成果は古いものが多く、材料や工法、解析法などの進歩を反映した改定が遅れており、結果として経済性発揮が阻害されているように思える。時に、ある特定の分野が x x マフィアなどと称され、その分野の研究論文がお互いに積極的に公開され、技術開発が活発化することが見られるが、鋼構造の分野の場合、むしろ、枝葉部分に拘り、お互いに足を引張り合っているきらいがあるのではないだろうか。もっと柔軟な発想が必要である。

4) 歴史を知り、失敗に学び、経済性の識見を持つこと

工学に限らず、歴史を学ぶ意義は、それを現在に活かす視点で歴史を捉えることである。本質を見ずに、ただマニュアルに従った設計施工は、近年の橋脚隅角部の損傷など、えてして不要な損傷・欠陥を引き起こす。常に疑問を呈することが必要ではないか。経済性に

関する識見については、技術者の自己啓発努力とともに、業界としてもコストに関する基礎情報をさらに公開する姿勢が要求されている。また、国土経済から見てそこに必要とされる橋はどのようなものであるのか。大きな観点から眺める必要がある。橋梁エンジニアは全体を計画している人達から使われる立場にあることが多い。橋梁エンジニアから、その場に合った橋梁形式を提案するためには、全体を見ている人の考えを知る必要がある。

5) 自立して橋を設計できる資質・能力

より、具体的に記述すると以下ようになる。

示方書が読める、示方書によって立つ原理原則を理解している、構造物と地盤との相互作用・上下部構造の関係が分かる、製作に関して理解している、架設工法がわかる、労働安全法規が分かる、崩壊の様子が目に見える、外国の設計と比較できる、美的感覚がある、構造解析ができる、部材構成を立案できる、弱者に対する配慮ができる、環境問題を理解している、防災の問題が分かる、自動車の走行性、人間の歩行性について理解している、など。

さらに、溶接が分かる、疲労が分かる、振動を理解している、耐震設計ができる、耐風設計ができる、変形と力に関する関係を理解している、鉄鋼・コンクリート・アスファルト・アルミニウム・ステンレス・銅その他の材料特性に関する理解がある、補修・補強技術に関する理解がある、非破壊検査手法を理解している、電気に関して知識がある、機械構造・油圧機械に関して知識がある、運動に関する物理式を理解している、数学が分かる、幾何学が分かる、コスト計算ができる、基礎構造が分かる、図面が書ける、ITの役割が分かる、など。

さらに羅列すれば、構造力学と橋梁工学の違いが分かる、計算結果を評価できる、基準のどこを改定したらよい橋が架けられるかを考えられる、どんな橋でも半日あれば下部工を含めてイメージできる、美的センスを有する（これがないと、視界をさえぎるような太いコンクリートの橋脚ができる、もともと、上部構造でも防音対策等の関係もあってそういった構造が見られるようになってきているが）。条件設定もできるに越したことは無い。

3-4 橋梁技術者育成のための教育課程

上記のような資質・能力を有する技術者を育成するための体系的なプログラムを考えてみる。

これからのわが国において真に必要な橋梁技術者は、数から見て、全国に一つだけ橋梁工学部あるいは橋梁工学科を創設して、そこで養成すればよいという意見もある。しかし、ここでは、基本的には技術者の育成だが、人材を生み出す社会環境の構築、マスコミへの広報活動も重要と考え、専門技術者のみでなくそれを支える周辺人材の裾野拡大も含めた

議論をすることとする。

1) 現状の育成プログラム

前章で述べたように、ファブリーケータ・コンサルタント等を問わず、それぞれ育成プログラムを有しているが、概ね、実際の運営は基本的に OJT となり、種々の制約から、優秀な人材のポテンシャル開花、創造性の時代に適合する人材の育成、という意味で思うようには成果が得られていないようである。例えば、内容は自社のトラブルや実工事レベルの話が多いが、会社の人材育成は他部署への移動も視野にあり、教科書程度となっている。

2) 橋梁技術者育成のための教育課程の例

まだ、未完の部分があるが、教育課程の例を表 2 に示す。この段階では、橋梁技術者自身の育成プログラムの具体的内容が十分推敲されておらず、備考に示すように裾野拡大のための方策の方が中心となっている。今後、各社で、必ずしもその通り実行されてはいいものの、体制が整うならば実行したいというプログラムの具体的内容を吟味し整理していくことが必要である。以下は現時点の具体的内容の一例である。

- a) 心理学・人間工学：安心感・安定感に繋がる構造
 - b) 技術史：技術の伝承、技術のよって立つ背景の理解、基となる理論の理解
 - c) 材料：鉄、コンクリート、アルミニウム、プラスチックその他の材料の特性、体感的な硬さ、固さ、もろさ、粘り、反発性などの把握
 - d) 破壊メカニズム：限界状態の理解
 - e) 要求性能・性能保証：各部材に要求される性能への分解、本質の理解
- さらに、
- f) 積算・経費：便益や費用対効果、ライフサイクルコストの理解
 - g) 設計思想・設計論・実務：示方書作成者や発注者に対する教育
- なども考慮すべき事項である。

徒弟制と系統的教育それぞれに長短があるかと思うが、少なくとも若手技術者の段階までは、系統的な教育が必要ではないか。OJT の場合、指導者によっては悪くすると拡大再生産ではなく縮小再生産になりかねない。

表2 橋梁技術者育成教育課程例

目的	項目	教育内容	教育場所	時期	手法	ツール	対象者			
							橋梁技術 支援者群	橋梁技 術者群	橋梁技術 指導者群	
橋に親しむ	橋を意識する 橋に興味を持つ 橋の面白さを知る 橋の社会的価値を知る	見る、読む、触れる	学校、現場等	総合学習、 社会見学、 休日、休暇、 催事開催時	体験学習、 出前教育		○			
		見る、調べる	現場他				○			
		見る、作る(模型)	学校他				○			
		読む、聞く、調べる	各所				○			
橋を作る	橋を計画する 橋を設計する 橋を製作する 橋を架ける	橋梁全般の技術	学校、社内、現場	講義・研修時	出前・学 校・企業教	シミュレーター	○	○		
		全般&設計関連技術	学校、社内				○	○		
		全般&製造関連技術	製作工場					○		
		全般&施工関連技術	社内、架設現場				研修・業務時	○	○	
橋を守る	橋を理解する 橋を見守る 橋を診断する 橋を補修・補強する	橋の仕組み:全般	学校、社内、現場	講義・研修・ 業務時	出前・学 校・企業教			○	○	
		橋の仕組み:弱点	現場他					○	○	
		検査・診断技術	社内、現場				研修・業務時		○	○
		補修・補強技術	社内、現場				研修・業務時		○	○
技術開発	ソフト	計画	関連知識、技術	社内、研修機関	研修・業務時	企業教育		◎	○	
		解析						◎	○	
		CAD/CAM						◎	○	
	ハード	施工監理	関連知識、技術	社内、研修機関	研修・業務時	企業教育		◎	○	
		製作機器						◎	○	
		施工機器						◎	○	
その他 関連	技術者の役割 技術者倫理 社会貢献 マネージメント コンセプト構想力 リーダーシップ	関連知識、OJT	学校、社内、 研修機関	講義・研修・ 業務時	出前・学 校・企業教 育		◎	◎		
							◎	◎		
		関連知識、手法	社内、研修機関	研修・業務時	企業教育		○	◎		
							○	◎		

備考:

- 評価手法は アンケート、学業成績、資格試験、コンペ結果などを適宜採用する
- 裾野拡大の方策
 - 小中高等学校へ積極的に働きかけるシステムの構築(工場見学、架設現場見学なども、参考:土工協「100万人の現場見学会」等)
 - 地域住民を巻き込んだ橋梁の維持管理体制の構築には町内会等に橋の点検・監視を依頼するのが良い。その上でベテラン退職者の活用を。(参考:NY市の市民橋梁教室等)
 - その地域での橋の重要性、歴史的意義のPRも大事、各都市の橋梁紹介(参考:橋守支援センター)
 - 夏休みを利用した橋梁模型工作教室の実施;学校近隣の橋梁技術者の派遣
 - 橋を題材にした、絵・写真・エッセイ等のコンテストの実施;賞品は本四連絡橋等への旅行券
 - 具体的な架橋地点を想定した橋のデザイン募集
 - 橋梁建設を題材とした映画・ドラマ・芝居等の製作あるいはタイアップ
 - 橋に関する豆知識(歴史、構造、物語等)をまとめたCDの作成と全国の小学校への配布;HPでの公開(参考:日本道路公団「道路のできるまで」等)
 - 小・中学生を対象とした「橋梁友の会」の組織化(参考:スミノアン博物館会員制等)
 - 建設時における架橋地点付近住民を対象とした説明会の実施、特に子供を対象として遊びの要素を持ったイベントを併せて実施する
 - 橋の日(8月4日)のPR強化:国交省・JH・地方自治体・文科省などとの提携、小学校対抗橋製作コンテスト、マスコミでも取り上げられるようなブリッジコンテストの実施など
 - 現場での展示館開設(参考:オレスン海峽大橋展示館(計画段階から有料で立派な啓蒙を含めた展示)、東京湾横断道川崎展示館、瀬戸大橋記念館など)
- 技術者にとってのインセンティブの向上策・環境改善
 - 産官学一体となつての教育システム、委員会・勉強会
 - 環境やデザインなど他分野・異分野との人的・技術的交流
- 大学教育の充実
 - 現場見学・工場見学・インターンシップ制の充実
 - 現役実務者による最新の生々しい内容の講義
 - 下部工・コンクリートを含めた総合的橋梁工学の充実→橋梁工学科の創設
 - 実践を重んじた教育・演習に基づく思考プロセス教育・模型作成