

土木技術者の随筆に見る技術継承について

築瀬 範彦¹

¹正会員 足利工業大学教授 工学部創生工学科 (〒326-8558 栃木県足利市大前町268-1)

E-mail:yanase.norihiko@v90.ashitech.ac.jp

技術経験豊富な団塊の世代が第一線を退いている中、建設産業の分野でも若い世代への技術継承が喫緊の課題として議論されている。しかし、言葉にしがたい部分も多いとされる現場技術の継承を論じるにあたり、継承すべき技術とは何かということをもまず、考えなければならない。

本稿は、社団法人土木工業協会の広報誌「建設業界」に掲載された土木技術者の随筆から、現場での技術継承に係るものを「現場用語・現場符牒」、「現場管理の視点」、「学習した専門知識と現場技術の関係」の3つのカテゴリーから、継承されるべき現場技術の内容について、考察したものである。その結果、不測の事態に至る予兆を表す現場特有の「事象表現」や「身体による計測の表現」といった内容を表す言葉、施工ミスを最小化するための品質管理や安全管理を常態化するための訓練やプロジェクト全体を俯瞰する想像力を継承すべき現場技術の基礎として抽出できた。

また、「学習した専門知識」は当然のことながら、現場技術の基本として、施工面での重要な判断をする場合の根拠となっていることを確認できた。ただし、構造物の設計基準等については、設計値以外の要素も含む地域性や構造物の特性による差異が大きいと、運用にあたっては、相当の経験が必要であることも窺えた。

Key Words : *practical engineering, technology transfer, skill training, civil engineer's essay*

1. 研究の目的と方法

戦後日本の発展を担った団塊の世代が第一線を退いている中、産業界の多くの分野で若い世代への技術継承が喫緊の課題として議論されている。建設産業では、公共事業の急速な縮小の中で技術継承の問題は、より一層深刻な問題であると言える。

一方、言葉にしがたい部分も多いとされる現場技術の継承を論じるにあたり、継承すべき技術とは何かということをもまず、考えなければならない。

本稿は、社団法人土木工業協会の広報誌「建設業界」の1990年1月から2003年12月までに掲載された土木技術者の随筆⁽¹⁾から、継承すべき現場技術とその継承方法を探ることを目的としている。随筆の執筆者は、昭和40年代に大学を卒業した経験年数30年以上の建設会社の土木部長クラスの技術者が大半であり、職種はトンネル工事、地盤改良工事、橋梁工事、海洋土木工事、舗装工事等多岐にわたり、執筆内容も幅広い現場での体験談が中心である。

随筆の中から現場での技術継承に係るものを抽出し、「現場用語・現場符牒」、「現場管理の視点」、「学習した専門知識と現場技術の関係」という3つのカテゴリーにまとめ、継承されるべき現場技術の内容について、考察する。

まず、第一に挙げている現場用語・現場符牒というカ

テゴリーは、ある企業の新人教育の目的に「現場で使用する言葉に慣れさせ、現場にはいっても戸惑わないようにすること⁽¹⁾」とあるように、新卒の技術者が直面する最初の基本的な問題と考えるからである。

本稿でいう「現場管理の視点」は、施工現場での技術というより、もっと基礎的な技術者としての心構えに近いものも含み、随筆の著者達が最も後輩に伝えたいものであると考えられる。

「学習した専門知識と現場技術の関係」は、後述するように大学で学習した専門分野の知識が非常に役に立ったという記述から現場と理論は違うという評価まで幅広く、個人の個別体験という視点からでは把握することが難しい事柄かもしれない。しかし、専門教育という視点から、技術継承を考えるために、関係した記述を抜き出している。

2. 現場用語・現場符牒について

1) 世代間での断絶

技術者の随筆の中で、特に理解が難しいと感じた現場用語はトンネル工事の分野である。

1964 (昭和 39) 年にトンネル工事に従事した著者の体験を綴った随筆⁽²⁾では、「木製支柱式支保工」(昭和 44 年改訂「トンネル標準示方書解説」設計編からは

削除)の施工現場での用語が紹介されている。戦場経験者も多い職長の下の「斧指(よきさし)」と呼ばれる技術者たちが、支保工に「不遣(やらず)」をかけて補強する姿や側壁部分の拡張に「鼻梁(はなばり)」だけで済ました様子の記述がある。また、掘削後の覆工作業を「畳築(じょうちく)」と呼び、型枠に背を向けてする作業を「尻鍬(しりぐわ)」と呼んだとある。おそらく江戸時代から使用されていたと思える言葉が、1960年代の現場では日常的に使用されていたのである。

「斧(よき:小型のおの)」を日常的に使用した世代であれば、想像できる言葉も、実物を見たことのない世代には理解不可能であろう。おそらく既に死語となったであろうこうした言葉の背後にあるいわば、文化の断絶が技術継承においては、見えない障害になっているのではないかと考える。

2) 現場特有の事象表現

トンネルの施工に関係した別の随筆³⁾の中であるが、土砂流出の兆候を捉えた「山が動いているようだ。切羽を止めて、山を押さえる」という世話役の発言や「今日のは、前に掘った山に似ていたから、来る(崩落する)」と思った。それでも山を落としては何にもならないから」という現場での会話の後に、切羽へ薬液注入を行い、山を落ち着かせてから、掘削を再開した旨の説明が続くのである。世話役は、経験により(土や岩の状態、湧水の状態、支保工の荷重状態、切羽の様子...)がわかるようになる随筆の著者に説明している。そして、こうした一連のトンネル工事の経験を要約して「山を落とすな・山が来た・山を見て来い、山が動いているようだ」というトンネル施工の現場での感覚を表現している。

様々な工事現場でこうした言葉で表される特有の「事象表現」があると考えるべきであろう。自然を相手とする土木工事の現場で直面する事象を客観的に分析的に説明することに困難が伴うことは想像に難くないが、職長クラスの経験者の言葉を、例えば、「不測の事態に至る前には必ずといってよいほどの何らかの予兆がある。その予兆を計測することによって捉え、可視化するのである⁴⁾」というような工学的な表現に置き換えることが、技術継承にとって有効ではないかと考える。

3) 体感的な計測表現

測量の現場においても、「測量では、要は「通り」なのである。「通りがよい」「通りが悪い」などというのは、人間の目であり、感覚なのである。機械のレンズは判断できない」と説明される。或いは、「機器のみにたよることなく、現場的な「カン」つまり、よく現場を歩いて「コレデイイノカナ」とか「一寸オカシイナ」という「カン」を養うのである」とある。理解できるとい

えば感覚的に理解できないこともないが、おそらく大半の若者は腑に落ちない部分を残すであろう。

ただし、この著者は上記の記述の後に自らの体験として「先輩は、図面と地形を十分に見比べた後、おもむろにセンターライ方向に両手を広げ、そしてパチンと胸の前であわせ、その方向に杭を打てという。いわゆる90度方向の目安杭であるが、詳細の丁張をかけてもさほどの違いはないのである」と体感による施工例を具体的に説明している¹⁾。しかし、こうした説明がないならば、「通りがよい」という言葉を技術的な意味で理解することは難しいかもしれない。

以上をまとめれば、土木工事の現場用語・符牒という視点から、伝統的な文化を背景とした単なる「現場符牒の理解」だけでなく、不測の事態に至る予兆を表す現場特有の「事象表現の理解」、さらに、体感ともいえるべき「身体による計測の表現の理解」といった技術内容を指摘できる。

3. 現場管理の視点

1) 構造物・プロジェクトの全体像の把握

現場技術者の随筆の大きなテーマに施工現場での自らの失敗談がある。言い換えるならば、これは施工ミスを最小化するための経験の伝承を行いたいという技術者の意志でもあると言えよう。

具体的な事例⁵⁾として、橋梁等の構造物の施工にあたって行う設計書照査でのミスが語られている。上部工反力のインプットデータを上部工設計書まで遡らず、下部工設計書段階で与件として照査を行ったため生じた下部工の施工ミス(下部工の設計書照査では問題なし)を紹介した上で、こうしたミスは線形座標計算書と応力計算書と図面の照合を行うことで防げたはずであると著者はいう。さらに、データの確認だけでなく、図面と照合した上、線形座標は現地測量して既存構造物との取り合いまで考慮することが必要であるとする。

同様に、インプットデータのミスにより設計と異なる施工を行い、現地で調整した事例⁶⁾では、「重要構造物の着工前には、ピアの座標位置を平面図上にプロットして確認する」ことを教訓として挙げている。また、「型枠組み立て時には、構造物本体の寸法チェックに止まらず、前後の関係、そして高さのチェックのために測量した結果を縦断図にプロットすること」と経験の敷衍化に努めている。即ち、構造物の部分的な設計書の照査、ミクロ的な測量、寸法チェック等以上に重要なことは、「重要構造物施工前(特にコンクリート打設前)に、前後の関係を現地で見通す(通りを見る)なり、また、測量結果を平面図にプロットすることである」とされる。

この作業の意味は、マクロ的な視点、俯瞰的な視点から、構造物の全体像を把握することと解釈してよいであろう。全体像を理解した上で始めて部分的な照査が意味を持つのである。

一方、構造物というより、プロジェクト全体を俯瞰して「建設業とは、A地点からB地点にいかにか効率的に、コスト最小を目指していろいろな「物」を運ぶ仕事である」というロジステックスを重視した現場的な定義⁷⁾も同様の視点に立ってこそ意味が理解できる内容だろう。当該随筆⁷⁾では、ダム工事現場への資材搬入において、先行して敷設した索道の許容荷重内に重機を解体して吊り上げ、搬入すると同時に荷卸し場で組立て、この重機で道路啓開を行い、本格的な施工に進む有様が活写されている。「土木構造物は全て、壮大な運搬作業の積み重ねの結果として構築され得る」という著者の総括は、プロジェクト管理の視点としてユニークであるが、土木工事の正鵠を射るものと言えるかもしれない。

2) 品質管理・安全管理を常態化するための訓練

品質管理や安全管理面に言及した内容の随筆⁵⁾では、生コンの打設において、配合の確認から打設状況まで技術者が管理・監督することの重要性を指摘している。ワーカビリティの確保とジャンカのない仕上げのためにともすれば、作業員はコンクリートに加水したがる傾向があるからだという。

また、この随筆⁵⁾は、安全管理面においても日常の習慣付けの重要性の指摘として、「「してはならないこと」をしてしまい、「しなければならぬこと」をしないゆえの事故が発生している」。即ち、「事故の多くはヒューマンエラーである」という認識から、「行動面では作業の都合で安全設備を取り外したら元に戻す、他の人が危険なことをしていたら注意する、ごみが落ちていたら拾う」という自律的な安全対策の姿勢と基本的な注意義務の徹底を記述している。

以上から、現場管理において、プロジェクトの全体像、施工する構造物の全体像を把握し、自己の担当する業務内容を全体像の中に位置づける意識の下に行ってこそ、照査は意味を持つということである。また、施工ミスを最小化するための日常的な現場管理は、品質管理や安全管理を常態化するための訓練を自己に課すである。

こうした姿勢は、「技能を伴った注意力」の養成と言いつてもいいかもしれない。

4. 学習した専門知識と現場技術の関係

1) 理論と実際の相異

一般に、土木工事の大半は自然を相手にしているため、

計画・設計段階では予想もできなかったような現象が現れることがある。一つ一つの条件が異なる土木の仕事は、「KDD(勘と経験と度胸)」が重視され、先輩技術者の発言は定性的な表現が多く、経験のないものには、納得できず、むしろ反発を覚えたという経験者⁴⁾もいる。

「施工の実際は違う。学校の理論と現場は違う、早く現場の実情を理解し、どんな状況に遭遇しても現場監督として即断即決できる技量を身につけろ」と新入社員時代に言われて成長した技術者⁸⁾が多いのであろう。

しかし、この点を分析した随筆⁴⁾もある。「一例をあげれば、構造物の設計指針、基準等は、それぞれの専門学会や、鉄道、道路、地下鉄、下水道などの多くの工種、また、自治体ごとによっても異なることがある。具体的には、土留め壁に作用する土圧の考え方が、構築される構造物により異なったり、壁体の応力・変形の計算手法にも種々の方法がある。構造物の重要度、特殊性、地域特性などによるためであろう。即ち、設計値は力学的には関係のない部分を多く含んでおり、実測データとは性質が異なるのである」と極めて分析的に学校で習った内容と現場での実際の違いを記述している。

学校で習った内容はあくまで基本である。しかし、基本がしっかりしていなければ、応用技術は身につかない。この点については、簡単な作業用通路(2径間12mの歩道橋、ただし人力施工)設計に当たり上司に「ストレス・ストレインが理解できないやつは土木屋とはいえない」と叱られた記憶を記述した随筆⁹⁾が参考になる。その意味するところは、「計算もしないで裏付け確認もなく軽々しくものごとを考える態度を叱られた」ということである。技術者としての心構えの部分でもあるが、仮設橋といえども最低限度の応力計算に基づいて設計するという基本姿勢の指摘であろう。

一方、海底に沈没、転倒したケーソンを吊上げる工事の経験を綴った随筆¹⁰⁾では、計画以上の吊上げ荷重に耐えるという応力計算の結果を信じ工事を続行させた判断の後の回想として「成功に至ったその判断を支えてくれたのは、施工計画に記された応用力学の計算値であった。土木というのはスケールが大きいものと単に思いがちだが、実際には細かい係数、計算によるトライアル、使用材料の強度分析など、細かいチェックの繰り返しや積み重ねの上に成り立っている。応用力学の勉強は、実際に構造物を設計し、事現場に出てみて役に立つことが実感させられる」と自ら遭遇した現場の重要な判断の根拠として、学習した専門知識に対する信頼を吐露している。

2) 現場での事故対応

現場ではどれほど注意しても100%事故を防ぐことは難しいが、大切なことは起きてしまった後の適切な処置

である。そして、その判断は、専門的な知識の上に成立している。

土留め工事の現場経験を記した随筆¹⁾では、子牛ほどの転石により鋼錘（アースオーガー）による削孔穴位置がずれ、路面覆工や土留め支保工の施工性に問題のある土留め壁を施工してしまったところ、精度の悪い不良杭が躯体構築内に侵入してしまう事態になり、構造物の設計断面を確保できない。不良杭の外力載荷状況を調査推定し、隣接の良杭への応力分担後に不良杭の切断したという経験を語った後に、「土留め杭を切断するときの緊張感は計算根拠があっても背筋が冷たくなるものでした」という感想は、理論を信じて施工したとはいえ、判断に直面した技術者の偽らざる告白であろう。

以上から、学校で学んだ専門知識は施工現場での基本として確実に役立っているという事実を改めて確認できた。ただし、テキスト掲載の数表をそのまま利用できるというほど単純なものではないようである。

5. まとめ

本稿では紹介しきれなかったものも含め、30件の土木技術者の随筆を現場での技術継承という観点から、3つのカテゴリーにまとめ、その内容を考察した結果、「現場用語・現場符牒」では、単純な用語理解の問題にとどまらず、不測の事態に至る予兆を表す現場特有の「事象表現」や「身体による計測の表現」といった内容も含むものであることを指摘できたと考える。

「現場管理の視点」では、施工ミスを最小化するため、品質管理や安全管理を常態化するための訓練、あるいは、「技能を伴った注意力」といえるものをベースとして、プロジェクト全体を俯瞰する想像力が、構造物の設計照査において重要であることを指摘できたと考える。

また、単純化して云えば、「学校で学んだ専門知識は役に立つか」という問題である「学習した専門知識と現場技術の関係」では、当然のことながら、基本的な技術として存在し、施工面での重要な判断をする場合の根拠になっていることを確認できた。ただし、構造物の設計基準等については、設計値以外の要素も含む地域や構造物の特性による差異が大きいため、運用にあたっては、相当の経験が必要であることも窺がえた。

本稿は、土木技術者の随筆から、継承されるべき技術内容を定性的に考察したものであるが、随筆という性格上、分析的な記述のあるものは少なかった。

本稿で抽出した事項は、伝承すべき技術の内容が、テクノロジーというよりも、むしろマネジメントの分野にあることを示している。今後、この方向からも技術者の随筆類を分析してみたい。

土木工学のような社会性があり、また、安定した技術分野では、経験や知識が物をいう面があり、世代交代が進みにくいとされる¹²⁾。しかし、経験豊富で実績もある団塊の世代が、第一線から退出始めた今日、技術の継承の問題は、今まで以上に必要性、緊急性の高いものとなっていると言えよう。

付録

(1)創刊時は「土木建設」の名称であったが、1974年に「建設業界」に改名され、2003年に「CE 建設業界」に再改名され、2011年3月を以て終刊した。土木技術者による随筆は、「研究余滴」コーナーとして約20年続いた。ゼネコン各社の土木部長等に対して、研究や施工技術のこぼれ話を執筆依頼するのみで、特に編集方針と云えるものはなく、内容も特定していなかった（同協会ホームページ¹³⁾と編集担当者への電話取材による）

参考文献

- 1) 宮里一：「南十字星」，建設業界 2000年12月号，pp.48-50，社）土木工業会
- 2) 斉藤勝昭：「たった一度の経験」，建設業界 2002年12月号，pp.51-53，社）土木工業会
- 3) 林敏夫：「経験工学入門」，建設業界 1990年1月号，pp.44-46，社）土木工業会
- 4) 土屋幸三郎：「動態視力」，建設業界，1995年2月号，pp.69-71，社）土木工業会
- 5) 浅野一郎：「工事管理は「フェイズ3の眼」で」，建設業界 2001年12月号，pp.52-55，社）土木工業会
- 6) 黒木和豊：「施工技術の向上を望んで」，建設業界，1990年3月号，pp.52-54，社）土木工業会
- 7) 上野康信：「運搬業」，建設業界 2001年5月号，pp.49-51，社）土木工業会
- 8) 梅原哲郎：「仕事と時間」，建設業界 2003年12月号，pp.59-61，社）土木工業会
- 9) 田中修市：「モノづくりの原点」，建設業界 2002年10月号，pp.50-52，社）土木工業会
- 10) 清裕桂生：「決断を支えてくれた応用力学」，建設業界 1995年9月号，pp.78-80，社）土木工業会
- 11) 齋藤久克：「地下工事「三都物語」」，建設業界 2000年6月号，pp.52-54，社）土木工業会
- 12) 藤野陽三：「次世代に向けて人を育てる」，建設業界，2003年6月号，pp.34-36，社）土木工業会
- 13) 社団法人）土木工業協会ホームページ <http://www.nikkenren.com/archives/doboku/ce/ce1103/ce.html>