

解説 推進技術の継承

推進専門家としての 推進技術の継承



にしだ ひろはる
西田 広治

機動建設工業(株)
取締役常務執行役員

1 はじめに

技術の継承は、ものづくりの永遠の課題であり様々な取り組みがなされてきました。製造業では、団塊の世代が60歳を迎えた2007年問題、雇用延長により65歳を迎えた2012年問題で、マニュアル作成や動画撮影などの対策がマスメディアに取りあげられていました。技術にはノウハウの要素が多分にあるため継承には限界がありますが、何らかの形で脈々と受け継がれ進歩してきたことも事実です。我が推進工法も、携わる方々のご尽力により、推進技術の発展・向上が継続的に進められ多くの課題を克服してきました。しかしながら、建設業界は慢性的な人材不足と高齢化という構造的な問題を抱えています。本誌2009年9月号でも「技術の伝承：第三世代の技術者の担い手の育成」として提言がなされてきましたが、技術の継承先である若手技術者の入職に関しては具体的な方策が見つけれられておりません。

そのような中、2014年6月に「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律」が成立し、その条文に「将来にわたる公共工事の品質

確保に必要な建設技術者（担い手）の育成・確保とそれに必要な発注者・受注者の責務」が明記されました。建設業者が自社の技術者を養成していく上で適正な利潤を得ること、施工条件明示と適正な設計、予定価格の決定、設計変更への適切な対応等、発注者側に具体的な責務が課されました。これは画期的なことであると思いますが、受注者側の我々も、このような施策に適切に対応することが求められます。特に、トラブルというリスクと常に隣り合わせにある推進施工では、「トラブル予測の技術力を持つとともにトラブル回避のための合理的な設計変更等を提案できる技術者」を育成し、最終的に、発注者や利用者にご満足していただける良質な施工を完遂しなければなりません。

また、我々推進工法の業界に担い手を呼び込むためには、無事到達したときの何とも言えない感動（ものづくりの感動）を知っていただけるように、様々な機会を通じて発信する必要があると思います。

本稿では、リスク管理という視点も加味し、失敗事例も含めた当社の取り組みをご紹介します。

2 技術の継承—当社の取り組み (技術者の確保・育成施策の効果と課題)

ものづくりの技術やノウハウは、属人化するといわれます。比較的少人数のパーティで施工する推進工法では、この傾向が強いように思います。例えば、社内で「今回の工事は難度が高いためA君に担当させよう」、顧客から「この現場は急曲線施工があるのでB君を配置して欲しい、腕の良いC班を配置して欲しい」などということが少なからずあります。ある技術者が高いスキルを持っているということは、決して悪いことではなく、むしろ誇らしいことなのですが、技術者集団としての組織全体のパフォーマンスを高めるためには、このような「属人化している技術」を幅広く、特に若手技術者（担い手）に習得してもらうことが肝要であると思います。

2.1 形式知と暗黙知

ひとこと、知識の伝達において「暗黙知」と「形式知」という語句が使われました。暗黙知とは、人間が暗黙のうちに知識として持っている、言語（文字）にできない（またはすることが難しい）ものを意味します。例えば、私たちは人の顔を他の何千・何万という人々の顔の中から認知します。しかしな

がら、どのようにして認知するのかを、他の人に伝える(言葉に置き換える)ことは困難です。

もう一つの「形式知」とは、文章・図表・数式などによって説明や表現ができる知識です。よく使われているものとしては作業手順書等のマニュアルがあります。ファーストフード店の接客マニュアルがお笑いのネタにされたりもしていますが、内容がしっかりしていれば技術継承の有効な手段になると考えます。私は入社後技術部に配属されましたが、二年ほど前に当時の技術部長以下主力技術者の方々が一斉に退職されており、新たな技術部として再構

築中であることを知りました。このときに、技術部の諸先輩達が残された多数の(設計)図面と出会いました。B4の縮小版で残されていた図面には、推進工事に関わる掘進装置、油圧回路、電気回路、制御装置など、当時の先端技術が示されていました。数年経って土圧式掘進機の開発に携わるようになったとき、これらの残された図面から様々なノウハウを得ることができました。

職人の世界では師匠のワザを見て盗むという形で技能が伝承されているように、また、あうんの呼吸といわれるように、我々日本人は、もともと文書化(形式知化)が苦手な方もいません。しかしながら、諸外国と仕事をした際に、契約文書の不備により変更が認められず大きな損失を被った、ということをししばしば耳にします。適切な文書(マニュアル)を作成するのも技術の継承において大事な要素であると考えます。

(1) 作業手順書(マニュアル)

技術継承に関わるマニュアルの代表的なものとして作業手順書があります。当社でも、平成4年に各支店(当時は

事務所と呼称)の中堅職員を集め「作業手順書」を作成し全職員に配付しました。これは、推進工法の最盛期を迎え職員が増えてきたことへの対応の一つでもありました。写真-1に示すようにB5判600頁にわたる力作で、準備工から竣工までそれぞれの作業ごとの「施工のポイント」が記されており、基本部分は現在でも施工計画書等に活用できるものでした。ただし、このようなマニュアルはできあがった時点から陳腐化が始まるといわれており継続的な改善が必須です。しかしながら、当時はデータ化という意識がなく紙ベース(印刷)で作成されたため再加工作して活用するということができませんでした。現在のように、デジタル化が進み文書の見直しが容易になっている環境であれば、もっと活用できる資料になっていたのではないかと思います。

(2) 品質マニュアル

(ISO9001 品質マネジメントシステム)

ISO9001もうまく取り組めば技術の継承に役立つと考えます。当社のISO9001への取り組みは1994年版(品質保証システム)から始まりました。このときは、対象を元請工事とし適用部門も限定していましたが、1994年版は作成しなければならない文書が多く、多くの建設各社と同様に現場からは大不評でした。その後2000年版(QMS:品質マネジメントシステム)による再構築では、実際の業務の流れを取り込み使いやすいシステムに一から作り直し、対象範囲も下請を含む全工事に広げました。品質計画書を変更も含めA3版1枚の用紙(図-1)で記述できるように工夫し、実行予算書、工程表作成時に一緒に計画するようにしました。また、構築段階からICTを意識しイントラネットを用いて運用するようにしました。このような取り組みにより、現在は現場担当者の業務の一環として定着しています。

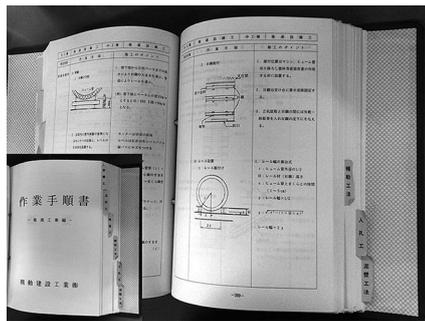


写真-1 作業手順書

品質計画書(推進工種) 平成 16年 10月 九村 東店

注: □は該当する項目がある場合に、手書きで○にチェックマーク記入、パソコン入力○印をクリック
 ※変更があった場合は、(変更前) (変更後) (変更年月日) (変更理由)を記入し、変更者・責任者の捺印を必ず記入

工事番号	会社名称	施工名称	現場責任者 (工事担当者)	発注 依頼
01	東店	推進工事	九村 東店	東店
02	東店	推進工事	九村 東店	東店
03	東店	推進工事	九村 東店	東店
04	東店	推進工事	九村 東店	東店
05	東店	推進工事	九村 東店	東店
06	東店	推進工事	九村 東店	東店
07	東店	推進工事	九村 東店	東店
08	東店	推進工事	九村 東店	東店
09	東店	推進工事	九村 東店	東店
10	東店	推進工事	九村 東店	東店
11	東店	推進工事	九村 東店	東店
12	東店	推進工事	九村 東店	東店
13	東店	推進工事	九村 東店	東店
14	東店	推進工事	九村 東店	東店
15	東店	推進工事	九村 東店	東店
16	東店	推進工事	九村 東店	東店
17	東店	推進工事	九村 東店	東店
18	東店	推進工事	九村 東店	東店
19	東店	推進工事	九村 東店	東店
20	東店	推進工事	九村 東店	東店
21	東店	推進工事	九村 東店	東店
22	東店	推進工事	九村 東店	東店
23	東店	推進工事	九村 東店	東店
24	東店	推進工事	九村 東店	東店
25	東店	推進工事	九村 東店	東店
26	東店	推進工事	九村 東店	東店
27	東店	推進工事	九村 東店	東店
28	東店	推進工事	九村 東店	東店
29	東店	推進工事	九村 東店	東店
30	東店	推進工事	九村 東店	東店
31	東店	推進工事	九村 東店	東店
32	東店	推進工事	九村 東店	東店
33	東店	推進工事	九村 東店	東店
34	東店	推進工事	九村 東店	東店
35	東店	推進工事	九村 東店	東店
36	東店	推進工事	九村 東店	東店
37	東店	推進工事	九村 東店	東店
38	東店	推進工事	九村 東店	東店
39	東店	推進工事	九村 東店	東店
40	東店	推進工事	九村 東店	東店
41	東店	推進工事	九村 東店	東店
42	東店	推進工事	九村 東店	東店
43	東店	推進工事	九村 東店	東店
44	東店	推進工事	九村 東店	東店
45	東店	推進工事	九村 東店	東店
46	東店	推進工事	九村 東店	東店
47	東店	推進工事	九村 東店	東店
48	東店	推進工事	九村 東店	東店
49	東店	推進工事	九村 東店	東店
50	東店	推進工事	九村 東店	東店
51	東店	推進工事	九村 東店	東店
52	東店	推進工事	九村 東店	東店
53	東店	推進工事	九村 東店	東店
54	東店	推進工事	九村 東店	東店
55	東店	推進工事	九村 東店	東店
56	東店	推進工事	九村 東店	東店
57	東店	推進工事	九村 東店	東店
58	東店	推進工事	九村 東店	東店
59	東店	推進工事	九村 東店	東店
60	東店	推進工事	九村 東店	東店
61	東店	推進工事	九村 東店	東店
62	東店	推進工事	九村 東店	東店
63	東店	推進工事	九村 東店	東店
64	東店	推進工事	九村 東店	東店
65	東店	推進工事	九村 東店	東店
66	東店	推進工事	九村 東店	東店
67	東店	推進工事	九村 東店	東店
68	東店	推進工事	九村 東店	東店
69	東店	推進工事	九村 東店	東店
70	東店	推進工事	九村 東店	東店
71	東店	推進工事	九村 東店	東店
72	東店	推進工事	九村 東店	東店
73	東店	推進工事	九村 東店	東店
74	東店	推進工事	九村 東店	東店
75	東店	推進工事	九村 東店	東店
76	東店	推進工事	九村 東店	東店
77	東店	推進工事	九村 東店	東店
78	東店	推進工事	九村 東店	東店
79	東店	推進工事	九村 東店	東店
80	東店	推進工事	九村 東店	東店
81	東店	推進工事	九村 東店	東店
82	東店	推進工事	九村 東店	東店
83	東店	推進工事	九村 東店	東店
84	東店	推進工事	九村 東店	東店
85	東店	推進工事	九村 東店	東店
86	東店	推進工事	九村 東店	東店
87	東店	推進工事	九村 東店	東店
88	東店	推進工事	九村 東店	東店
89	東店	推進工事	九村 東店	東店
90	東店	推進工事	九村 東店	東店
91	東店	推進工事	九村 東店	東店
92	東店	推進工事	九村 東店	東店
93	東店	推進工事	九村 東店	東店
94	東店	推進工事	九村 東店	東店
95	東店	推進工事	九村 東店	東店
96	東店	推進工事	九村 東店	東店
97	東店	推進工事	九村 東店	東店
98	東店	推進工事	九村 東店	東店
99	東店	推進工事	九村 東店	東店
100	東店	推進工事	九村 東店	東店

図-1 品質計画書

(3) 研修会等による情報共有

【工事職員研修会】

私の入社以前から、技術系職員を対象とした工事職員研修会が実施されてきました。業績悪化のために一時期中断しましたが、トラブルの教訓を共有し再発を防止するために必須であることから復活しました。工事以外にも、営業職員、管理職員の研修会も実施しており、このような研修会は、各支店職員間のコミュニケーションを促進するという意味合いも持っています(写真-2)。

【改善提案】

業務に関わる改善提案を定期的に募集しています。審査により良い提案を社内に周知、また新規性のある提案については特許出願、審査請求等の手続きを行います。ただし、回数を重ねる中で応募数は減っており、マンネリ化対策(テーマの絞り込み等)が必要かもしれません(図-2)。

なお、優秀な施工に関しては工事表彰制度があり、職員モチベーションのアップを図っています。この制度についても営業部門と管理部門も拡充しています。

【社内情報誌】

社内新聞「機動」(昭和33年4月に発刊)、技研ニュース、機動技術といった社内機関誌や技術誌がありましたが、業績が低迷したときに廃止・廃刊し途絶えてしまいました。このような機関誌は、無くなって初めてその有用性に気づき「継続は力なり」を実感するのですが、継続して発行するためには相当の力量が必要で再刊できていません。

2.2 技能の継承(OJT)

マニュアル等、文書では伝えられない技術(暗黙知)の継承にはOJTが必須になります。OJTは、若手技術者に技術を習得してもらうことが目的ですが、教える側(熟練技術者)にとっても、自身が持っている技術を教えやすいよ



写真-2 工事職員研修会

うに磨き上げる(ブラッシュアップする)良い機会になると思います。ただし、今の現場担当者(熟練技術者)の忙しさは半端ではなく、作成すべき書類の増加、施工の高難度化への対応、地域住民の方々との円滑なコミュニケーション等やるべきことが多々あり、教える時間を十分に取れないという問題があります。例えば、推進工事の発展期は、下水道の敷設=トイレの水洗化に直結しており、住民の方々から感謝されることが多かったのですが、下水道が普及した現在ではクレーム対応が多くなっているようです。また、切羽状況の判断方法をとっても、刃口式時代の直視から、密閉型推進の各種計器指示値による推測へと大きく変遷しています。

次に、少し古くなりますが、当社のOJTの取り組みで大きな効果があった事例をご紹介します。

【アイアンモール工法での取り組み】

昭和50年頃の小口径下水道管の敷設は開削工法が主で、軌道横断など開削できないところはさや管(鋼製)を削進工法等で敷設し本管(塩ビ管等)を挿入していました。削進工法は方向修正機能が無いため、塩ビ本管の精度確保が難しくなる場合も多々ありました。そのような中で、昭和52年にアイアンモール工法(TP80)が、方向制御機能を装備し、本管(鉄筋コンクリート管等)を高精度で推進敷設できる工法として登場しました。当社でも当初限



図-2 改善提案表彰記事

定8機製作された内の1機を購入、52年末に実施工を行いました。その後すぐにフル稼働状態となり3機を追加、最盛期には8台が日本全国を縦断し施工していました。当社でTP80の施工が進展した要因には、OJTがうまく機能したことがあると考えます。導入の初期段階から、当時神戸にあった工作所をTP80専用基地とし、推進装置1機に2名の職員を専属オペレータとして配置、推進管や油圧ホース・ケーブル接続等の手元作業に現地の協力業者を雇用し1班とするという施工体制をとりました。オペレータが習熟すると、2機目以降は、先輩オペレータと若手職員のペアによる施工体制をとりました。数年の経験で若手職員が一定の技術レベルに成長すると新たな若手職員とペアになる、というOJTの繰り返しがうまく機能し、組織としてのスキルアップ、技術の継承を図ることができました。TP80は40cm推進ごとにパイロットヘッド内の前後2枚のターゲットを測定(測量)、この結果を基にパイロットヘッドの向き(360度)を揺動ジャッキで制御するものでした。揺動ジャッキの操作は、2つの押し

ボタンで二つのアナログゲージ（角度）の指示値を調整するのですが、その当時流行していたインバーダーゲームを彷彿させるものでした。私も現場で実際にやってみましたが思うような傾きになかなか合わせられず、若手職員が数秒で所定の角度に調整する手際の良さには脱帽でした。オペレータは、全国の現場を回る中で地盤に応じた様々なノウハウを蓄積、神戸の工作所で互いの経験を情報交換することで、帯水砂質系地盤が不得手であったアイアンモール工法でも、板バネの取り付けや枚数を工夫することである程度対応できるようにまで成長しました。これらは、メーカにもフィードバックされシステムの改良に繋がったようです。その後、TP80では施工が難しいような地盤にも対応できる50種類とも70種類ともいわれる様々な小口径管推進工法が開発され、専門にする業者も急増、施工コストの極端な低廉化が進んだことなどからTP80による施工は漸次縮小することになりました。

なお、実際に掘進機を操作して習得するという手法は、その後の泥水式等の密閉型推進工法の施工にも引き継がれました。先輩職員からOJTで掘進機の操作方法を習得することにより、様々

な状況における切羽状況の判断や、リスク予測のポイントなどが習得できたのではないかと考えます。

2.3 ICTの活用

当社ではリスク管理の一手法として、施工現場の日々の進捗を「推進精度報告書」としてFAXやメールで支店および本社宛に送信してもらっていました。しかしながら、FAX設備が近場ないところやメールが送受信できないところでは現場担当者の負担が大きくなり、また本社でも紙ベースのデータを集計し報告する作業に相当の労力を伴っていました。これの効率化と情報共有促進を目的に、インターネット（クラウド）を活用し、WEB上でいつでも進捗状況を入力できるようにしました（図-3）。

このシステムを稼働させたのは平成24年4月からです。稼働当初は入力に滞ったりコメントもあまり書かれていませんでしたが、現場の要望を取り入れ使いやすくする等の改良を重ねたことで、今では積極的にリスク予測に関する事項も入力されるようになりました。システムでは、入力により、推進力管理図、滑材注入量管理図などが簡易グラフ化できるようにしています。このシステムによって、情報を受け取る側も

ネットに繋がっているところであれば、いつでも、どこでも見ることができるようになりました。気になったことはすぐに現場担当職員に連絡し、1本ごとのデータを送ってもらい分析・把握しアドバイスするなど、情報共有が進みつつあります。また、入力されたデータは、例えば、カット&ペーストでエクセルベースのファイルとして取り扱うことができるため、各種データ作成の効率化にも繋がっています。

なお、最も良いところは、各現場担当者が他現場の状況を把握できるようになり、横のコミュニケーションが促進されたことだと考えます。

3 国や技術団体への要望

3.1 国への要望

冒頭に記しましたように、2014年6月に「公共工事の品質確保の促進移管する法律の一部を改正する法律」等改正担い手3法が成立しました。これらの法律による効果が徐々に始めているようで、最近、6県で全市町村が歩切りを撤廃との報道（2015/7/17）がありました。また、ダンピング防止の低入札価格調査基準価格と最低制限価格も導入に踏み切った県があるとのことです。この他に、発注・施工時期の平準化についても対応を検討する都道府県が増えてきているとのことで、これらの動きが加速されることを望みます。

3.2 日本推進技術協会への要望

前記改正担い手3法で発注者側の具体的な責務の一つに設計変更への適切な対応が課されましたが、受注者側（施工側）には適切に対応することが求められます。例えば、設計変更が必要になったときに認めていただくためには、合理的な理由が必須で、企業としては、それをしっかりと主張できる技術者を育てていかなければなりません。しかし



図-3 進捗状況報告（Webでの閲覧画面）

ながら、変更理由が理にかなっていても、それを裏付ける（オーソライズされた）根拠がないことで、変更を認めただくことが難しい場合が少なからずあります。

発足当初から推進工法を技術面で支える団体として、発注者・設計者各位から高く信頼されている（公社）日本推進技術協会には、これからも協会員・現場担当技術者等の声を拾い上げ、高品質で適正な推進施工が維持できるよう

に、裏付け資料の整備等強力な支援をお願いしたいと考えます。

4 まとめ

日本型経営の素晴らしいところとして、現場で働く労働者の意識が高いということをよく聞きます。推進工法では、その意識が特に高いと常々思っています。これは、少しでも気を抜くとしっぺ返しをくらい施工不能に陥ることもある

という推進工法固有の難しさによるところがあるのかもしれませんが。施工上のトラブルを皆無にすることがなかなかできませんが、技術をしっかりと継承することで着実にトラブルが抑制されてきていることも事実です。The SUISHIN が東南アジアをはじめとする諸外国のインフラ整備に貢献するためにも、これからも推進技術の向上と技術の継承に関わっていきたいと考えています。