



インフラ老朽化と安全-5
Infrastructure Aging and Safety No.5

技術者の役割と育成 Hand and Development of Engineer

高木千太郎 (一財) 首都高速道路技術センター
上席研究員
Sentaro Takagi

国内外の技術者に関係する話題は、ノーベル賞受賞、自動車自動運転技術のような大変喜ばしいプラスの報道と米国・ミネアポリスの道路橋崩落事故、中央自動車道・笹子トンネル天井板落下事故、横浜マンション基礎杭偽装事件、道路橋落橋防止装置溶接の不正、新名神建設工事における相次ぐ橋梁架設中事故、豊洲新市場建設における諸問題等のような憂えるマイナスの報道がある。私として非常に残念と考えるのは、ここに示したようにプラスに対しあまりにも技術者の本質を疑うようなマイナスの話題が多すぎることである。多くの人々が、社会基盤施設の安全性に不安を感じ、日本の技術者が持つ技術力や倫理観の低下を訴える原因がここにもあると思う。

私は、大学で僅かであるが教鞭をとっている。学生に技術者について「技術者とは、創意工夫して文化・文明を創造する人である。公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を工学分野の専門的な技術によって構築する人のこと。」と話し、「科学分野以外の『価値』を理解し、科学技術上の解決と、それがもたらす環境・社会・経済・政治などの広範な影響と適切なバランスをとりながら、的確な判断に基づいた意思決定ができる。」このような技術者を優れた技術者である、と解説している。このような話をして技術者のあるべき姿を正しく理解できる学生はほとんどいない。このことは当たり前で、技術者の有るべき姿を紐解いていくのではなく単に一般論を述べているからに過ぎないからである。優れた技術とは、私自身を対象に考えると、人々を公平に導き、豊かさや人々のニーズに応える科学を実践として行えることが可能な考えであり、行動であると理解している。

ここに示した公平と平等とはよく比較される。公平と平等とを同じであると考えている人を見かけるが、平等とは全ての人に扱いが等しいことで、公平とは全く意味が異なる。私の言う公平とは、公に見て差別や偏りが無いことであり、学生に話す際、オリンピック競技におけるドーピングを事例にあげて説明している。

例えば、リオオリンピックで日本が初めて銀メダルを取った陸上競技の400mリレーは、人種や身長などには関係なく皆平等にレースに出場できるが、ドーピング(尿検査など)を受けてクリアすることが大前提となっている。これは、薬物による人体影響排除の理由だけでなく、公平にレースを行うためである。技術開発によって得られたホルモン剤や興奮剤を投与すれば速く走ることができるのが当たり前で、結果人体は大きく傷つくことになる。先端技術によって開発された薬物は、誰でも得ることが可能でなく、限られた人のみが投与できるのも理由の一つである。オリンピック競技における公平性を保つためにも技術は必要で、使用禁止薬物投与を確認するために最新技術によるドーピングテストを行い、不公平を無くすのである。こんなところにも学生諸君が学ぶ技術は使われていると講義で説明している。

要するに技術が必要な大きな理由の一つとして、人々が種々の行動を行う際に可能な限り公平になることであり、そこにニーズが発生、ニーズを満たすために技術者の持つシーズを活用して創意工夫し、その結果得たものが機能する成果であり公平を提供する製品(ウオッツ)なのである。

さて、ここで私が関係している社会基盤施設について、前報で説明した取り巻く環境と課題を整理する。我が国において、社会基盤施設の置かれている環境が建設中心の時代から維持管理を行わざるを得ない時代へと急速に変化している。その理由は、高度経済成長期に大量に建設された多くの社会基盤施設の高齢化が進行していることや、中央自動車道・笹子トンネル天井板落下事故で明らかとなったような潜在的なリスクが高まっていることがあげられる。また、少子高齢化による生産人口の減少によって税収が減少し、行政コスト縮減を行うことが必要不可欠な時代となってきているからである。このような状況下で、社会基盤施設の管理、運営に携わる専門の人材を量的に確保する必要があるにもかかわらず、団塊世代の大量退職によって、技術者の量および質の低

下が顕著となり、必要な技術レベル（スキルレベル）を維持することが困難になりつつある。特に質の低下については、従来型のアナログ的な処理から技術者の創意工夫によって急速に発展しているICTを使ったデジタル的な処理への対応も必要となったことも一因である。

社会基盤施設は、点検・診断や修繕、更新などの維持管理、保全行為を継続して行い、施設の性能や本来保有している社会的便益を満たすよう維持していくことが重要とされている一方、新たな施設の整備建設と比較して、既存の施設は新設時の画一的な設計・施工条件と異なって不確実性が多く、厳しい制約条件において個別施設の現状に応じた適切な措置が求められている。適切な措置を選定するにも数多い選択肢から最適な措置を選択し、適切な時期に施工するために、担当する技術者に高度で多様性のある専門技術を保有することが求められる時代へと推移している。このような厳しい周辺環境において、建設し供用されている多くの社会基盤施設が適切に機能や性能を発揮するためには、メンテナンススキルに精通した技術者が必要となる。ここで、メンテナンスの時代に技術者に求められている役割と必要な技術、そして実務で機能する技術者の育成について、分かり易く種々な事例を示して説明することとする。

1 技術者の役割と育成

技術者の役割と育成について説明する前段として、社会基盤施設のメンテナンスを対象とした人材（技術者）における業務、技術（スキル）、育成に関して行政組織の現状について整理し、技術者の役割、育成の基本的考え、その手段と具体的な方法について順を追って説明する。

1.1 行政組織における技術者の現状

技術者の役割を業務面からみると、社会基盤施設の直接的管理者である行政機関においては、社会基盤施設全体を対象としてマクロ的なマネジメントを担う本省（高速道路会社では本社、地方自治体では本庁、本局など）業務と、個別施設を対象にミクロ的なマネジメントを担う事務所業務に区分される。ここに示すマクロ的およびミクロ的なマネジメントのいずれにおいても、行政組織だけでは完結することは少なく、大学、高専や国、地方自治体等の研究機関、請負業者等の民間企業と連携して、メンテナンスに関連する業務を遂行しているのが一般的である。社会基盤施設に関連する職務の分担と範囲は、国、高速道路会社、都道府県、市町村など組織ごとの組織的な区分けを見ると同一であり、〇〇管理部や〇〇管理課と言う組織名で括られ、あたかも同一なメンテナンスレベルであるような感じがしたとしても、先に示した管理する組

織によって考え方も執行方法も異なっている。

国内外の社会基盤施設のメンテナンスは、増加し続ける高齢化施設量と右肩下りの投資費用などの理由から、投資費用の平準化やコスト縮減が求められ、施設の長寿命化が必要となり、その結果、技術者に対する未経験とも言えるような新たなメンテナンス業務が量的にも質的にも増加し、高度なメンテナンススキルが求められている。しかし、適切なメンテナンスの遂行を望む社会状況とは異なり、財政当局は、メンテナンスに関連する予算規模の増大に対して、新たに施設を建設する業務のようにその効果が見えにくいいため、正しく評価することは少なく、適切な社会基盤施設のメンテナンス執行を考えると非常に厳しい現実がある。

メンテナンスに支払われる費用は、メンテナンスに必要な高度なスキルに対するものとしての評価ではなく、投じられる材料や人工（にんく）の量を基本として算出されてきたのが過去から現在である。メンテナンスを行うことは、メンテナンス特有の少量、点在性、悪条件等に対して積算等への配慮が必要となるが、旧態然とした考え方が主を占め、実態に対応した配慮がなされていないのが現状だ。これは、建設工事の付帯工事的な考え方が主流となっている過去の慣習をベースにした考えが多くを占め、優れた仕事や成果、スキルに対価を支払うビジネスモデルになっていないためである。

次に、メンテナンススキルの面から考えてみると、施設を管理している行政サイドが持っている社会基盤に関する情報、例えば、変状データや健全度データなどを社会に公開し、それを外部のプロフェッショナル・エンジニアが判断、提言する仕組みとし、行政技術者は、提言された内容を正しく理解するスキルを修得することが必要である。特に、近年のメンテナンス業界の動きをみると社会がメンテナンス重視の時代へと移行していることから、メンテナンスに関する技術革新や材料開発を進めており、それらを正しく評価し、適切に選択、採用する高度な技術を持つ行政技術者の育成が喫緊の課題となってきている。しかし現状は、社会基盤施設のメンテナンス領域に関する人材育成に目を向けると、全体を見渡し、まとまった形で必要なメンテナンススキルを整理、細分化して解説した資料や書籍が少ない。一方、社会基盤施設の管理・運営を担当する行政技術職員の実態は、一般的に3年から4年程度の短期間（最長でも10年程度）で異動する事例が多く、管理者、発注者としてのメンテナンスに関連するスキルを深く修得することが難しいのが現実である。このような状況では、メンテナンス業務の流れや課題に関する資料は国等から公開されている資料を含めばあるものの、最も必要なメンテナンススキルや技術者育成に関する資料がほとんどない組織が多いのが現状と言える。特に、メンテナンスに関係する人材が不足している地方自治体では、固有職員の才能

や保有する技術力で異動を判断することは少なく、それらに無関係に横断的に職場異動する事例が多い。本来は、種々の社会基盤施設固有のメンテナンススキルを明確にした上で、適切な人材配置を行う人材管理がなされることが今まさに必要なのである。

メンテナンスに関連する人材育成について考えると、都道府県のように組織としてメンテナンス業務に関わる人材育成計画が明確となっている場合は、内部研修制度にメンテナンスに関わる研修が盛り込んでいる場合もあるが、技術職員が少ない地方自治体(市町村)においては、人材育成としてメンテナンスに関わる技術修得は内外のOffJTに仕組みとしてはあるが、多くは研修経費や研修拘束時間などから敬遠され、常時行われるような体制には程遠い状態である。そこで、実務研修を行える人材がほとんどいない体制によって、研修成果を期待できないようなOJTを行っている組織が多い。外部研修制度としては、一般財団法人全国建設研修センター、長崎大学、岐阜大学等で行われているメンテナンス研修制度を活用する考え方もあるが、いずれも研修に要する費用が多額なこと、実施時期も限定されていることなどから、メンテナンススキルを学びたいと考えている全国の多くの人材が容易に受講できない状況となっている。

大学における教育制度を見てみると、メンテナンスに関係する講義を組み込む大学は少なく、教育カリキュラムも座学が基本となっていることから、現場の状況を目で見て、耳で聞き、肌で感じるメンテナンス業務の実態に適合した教育となっておらず、学部教育の中でメンテナンスに携わる人材を育成することは極めて困難と言わざるを得ない。さらに、教育機関で使われている教本についても、机上の空論的な部分が多く、卒業生が即戦力とはなかなか得ない場合が多い。このようなことから、『今すぐメンテナンスに舵を切れ！メンテナンス時代の到来！…』と国の示した掛け声は素晴らしいが、これから社会に出る学生にとってメンテナンスの必要性は理解するが、社会のメンテナンス業界に対する低い評価に将来に不安があると感じ、魅力ある業務とは捉えられていないのが現実である。

本来土木技術者は、スキルの伝達に職人氣質の「見て覚える」という傾向があり、これまでは技術継承の論理的な仕組みが確立されてはいなかった。しかし、現役を退いた高齢者にメンテナンス業務の指導等を依頼する組織も多々あるが、そもそも、先にも示した「目で見て覚える」でスキル修得をしていた技術者が、自らの暗黙知を正しく表現できない限り優れた指導者になることは容易ではない。さらに、メンテナンスを実務として請け負う側である民間企業も、まだまだ建設中心の考え方が多く、メンテナンスに本腰を入れて取り組んでいる企業がほとんどないのが現実である。このような中

途半端な考え方では当然、大企業の技術者の多くは、メンテナンスに対して後ろ向きとなり、メンテナンス人材を主とするような体制づくりができないのも当たり前である。

近年、点検は近接目視点検が主流となりつつあるが、定期点検した結果を見る限り、まだまだ現状を正しく点検・診断した成果とはなっておらず、未完成の資料を基にメンテナンス設計・施工を行なっている事例が多い。さらに、メンテナンス業務を発注する行政側がコンサルタント会社の対策提案に関して、対策の妥当性判断に関して理解をしないまま受身で行う場合が多い。その結果、対象施設の工事を積算して発注し、工事に着手した段階で、設計・積算内容との乖離が大きく、大幅な設計変更を余儀なくされる事例が後を絶たない。要するに、施設を新設する場合は、何も無いところに設計・施工することから当然内容の乖離は小さいのが当たり前であるが、メンテナンスの場合は、供用中の施設であること、個別施設ごとのオーダーメイドであること、対策設計が現況を正しく反映した結果でないことなどから、乖離が大きく、大幅な変更を行わざるを得ない。しかし、設計変更を行うにも、変更理由が事前調査不足では説明が成り立たず、変更したくても変更決済が進まず、変更を諦めるような理不尽な状態が現実となっている。

このような厳しいメンテナンス社会が仕組みや組織的な面で大きく改善されることを前提に、機能する技術者の役割と育成について、詳細に図表を使って説明することとする。

1.2 社会基盤施設のメンテナンス技術者の役割

社会基盤施設のメンテナンスに関係する技術者の役割について、担当する業務を表1に示す人材モデルに分担して考えることとする。具体的には、①業務を統括、指示する立場のアセットマネージャー、②施設の現状を現地で確認する点検作業の責任者である点検責任者、③施設点検を現地で実務として行う点検員、④点検結果を基に、対象施設の健全度(損傷度)の診断作業の責任者である診断責任者、⑤施設点検結果を基に、現地を確認し、診断業務を自ら行う診断士、⑥施設の機能や性能維持を目的に行う維持工事の責任者である維持工事責任者、⑦維持工事発注における工種選定、維持工事の積算、契約業務を自らが行う維持工事担当者、⑧対象施設の変状が明らかとなり、失われた機能や性能を回復する補修工事、機能や性能の向上を目的とする補強工事などの修繕工事の責任ある立場である修繕設計責任者、⑨対象施設の修繕工事を外部設計委託、委託成果を確認、修繕工事の積算、発注業務を自ら行う修繕工事設計士、⑩修繕工事を管理者、発注者の立場で内容確認、工事を監理する修繕工事監督、及び発注された修繕工事を請負業者として責任を持って修繕工事を完了させ、成果とする請負業者側の監督、⑪修繕工事の工事進捗、

工事進行段階での各ステップの確認、工事安全上の種々の指示、工事に関わる種々の調整業務等を自ら行う修繕工事担当者の11に人材モデルを区分し、それらに対応して各々の職務の内容、仕事の内容、各人材の役割と責任の詳細を示した。各人材モデル（キャリア）、技術スキル、人材育成の3つを、それぞれを関連付けた「尺度」に基づき対応する基準を作成する。業務を統括し、業務遂行に必要な組織及び人材配置等の責任者は、次に示すスキル、キャリア、人材育成基準の連携図を参考に該当する技術者のスキルレベルを診断し、その診断結果を基にスキル修得ニーズを明らかにすることになる。私の専門とする道路橋を対象に各基準の関係を連携図とし、具体的に組織として技術者の配置や育成計画を策定する場合を想定して図1に示した。なお、ここに示した連携図は、近年メンテナンスに住民参加を期待して種々な地域で行われている住民ボランティア組織であるサポータ制度にも配慮したキャリアフレームワークとなっている。

次に、人材モデルと業務との関係を示す目的で、メンテナンス業務を「保全マネジメント」、「点検・診断」、「維持工事」、「修繕・更新設計」、「修繕・更新工事」の5つに分類、業務の流れを考慮して業務を詳細に分類し、業務を担当する人材モデル（キャリア・職種）を整理した内容を表2に示した。更に、メンテナンス設計・工事を発注する立場である施設管理者（メンテナンス工事発注者）と請負業者である建設コンサルタント及びゼネラルコンストラクター（ファブリケーターも含む）を対象者として区分けした。

1.2.1 キャリア基準（キャリアレベル）¹⁾

行政と請負業者、研究機関、大学等、複数の人材がそれぞれ役割を分担して業務を行っているのが現状である。メンテナンス業務への関わり方や範囲は組織によってまちまちではあるが、今後のメンテナンス業務における連携、分担の精度を向上させるためにも一定のパターンを示すことが重要と考えている。そこで、社会基盤施設のメンテナンス業務に関連する職種を定義し、それぞれのキャリアレベルをメンテナンスにおける専門領域を担う技術者として必要な要件と人事評価やキャリア診断が容易となるよう表3に示すレベル1からレベル4までの4段階に区分したが、これは業務執行能力を基本として業務担当者であるレベル1から最上位の業務の統括責任者であるレベル4としている。ここに示すキャリアレベルは、①メンテナンスを遂行し、成果を得る遂行能力を基本とした業務の貢献範囲、②組織内外からの評価や認知度を基準として判断するプロフェッショナルとしての貢献度・認知度、③職種で要求されている職務遂行能力を基本とした要求作業の達成度、④職種で要求されている役割や責任を果たす上で必要となるスキル発揮能力と知識の活用程度の4項目

に区分けして分かり易く示した。表1で社会基盤施設のメンテナンスに関係する人材を11区分の人材モデルとして定義したが、これらそれぞれにここで示すキャリアレベルを関連付けることが必要となる。

1.2.2 キャリアフレームワーク¹⁾

表1で示した人材モデルと表3に示すキャリアレベルを対比し、より分かり易く解説したのが表4のキャリアフレームワークである。キャリアフレームワークは、人材モデルとキャリアレベルの関係を全体像として示している。キャリアフレームワーク上の○の付いた該当するキャリアレベルは、11の人材モデルにおいて、ここに示しているキャリアレベルが必要であることを示している。人材モデルの下位レベルではプロフェッショナルとしての価値が創出される状態に至らない、あるいは、上位レベルのプロフェッショナル能力を要求される状態でないことを明確にし、そこまでのキャリアが必要でないことを示した。

各レベルの設定は、それぞれの職種に求められる業務を遂行する際に、キャリアレベルに照合して、どのレベルの人材が当該業務に必要なかを定義している。ここで設定したキャリアレベルを、現状の職域における役職区分と対比し、キャリアレベル区分の詳細を説明した表5「キャリアレベルと適用事例」を示したので参考にするとよい。なお、ここで示している適用事例については、組織上で使われている名称を記述しているが、組織によって違いがあるので示している内容から類推するとよい。以上が、社会基盤施設のメンテナンス業務に関わる技術者の役割と責任である。

次に、メンテナンス業務を適切に遂行するために必要な人材の育成について説明する。

1.3 メンテナンス業務遂行に必要な人材の育成

人材育成の対象となる技術者について、「必要なスキルの有無」を業務遂行能力の判断基準として明確にする必要がある。個々のスキルについて、個別に判断基準を設けるアプローチもあるが、公平な考え方をすれば共通の判断基準を設定することが必要となる。そこで、該当する技術者のスキルレベルを要素技術、プロセス技術、マネジメント技術に分類して能力の有無を考えることとした。

1.3.1 要素技術¹⁾

要素技術とは、該当する技術者が業務に使用することができるスキルを保有する状態を指している。具体的に施設の設計を想定すると、対象施設の設計を周辺環境、設計及び施工条件、予算などを考え、適切な範囲を自らで行うことが可能なスキルを有しており、構造設計が可能な状態を指している。

表1 人材モデルと職務内容及び役割と責任

人材モデル	職種内容	仕事内容	役割・責任
(1)アセット・マネージャ	<p>管理施設の現状を総合的に把握し、住民の利益向上のために、長期的視点に立って維持修繕計画を立案し、効果的、効果的な運用・活用を主導する。</p>	<p>①計画策定に必要な、施設、財政、政策、利用者のニーズ等の情報を収集し、劣化予測、資産評価を予測、LCC分析、社会的便益などの分析を行い、施設管理・運営の目標や戦略(中長期計画)を考案する。費用対効果が最大となるよう、中期、短期の施設修繕計画を立案し予算資料を作成する。計画について上位者、他部門、利用者等へ説明を行い合意を形成し、予算を獲得する。計画した事業の実施結果の評価、分析し、改善点を次期の計画策定へ反映させる。 ②正確な点検結果の収集し、より効果的な計画立案するための体制作りと運営を行う。 ③点検・診断に関する情報に關し、信頼性を高め品質を維持するため、定期的なチェックを行うなど、品質向上と維持のための仕組みを構築し活用する。 ④施設に關する情報の一元管理を実現するデータベースを構築し、信頼性の高い情報管理を行う。またより精度の高い情報分析や計画立案をサポートするため、データベースの活用方法を考案し、システム化を行う。これによって高品質のアセットマネジメント手法の共有化を実現する。</p>	<p>継続的に点検情報を収集・蓄積する仕組みの考案と実現 点検情報の信頼性を評価するための仕組み作りと運用 計画の精度を高めるため、複数の評価手法や計算式から最適なものを選択・提案 視野を広げ持ち、新しいアイデアや技術などを取り入れ多面的に事象を捉え、判断 上位者や決定者が適正な評価面や適切な決定を行うために必要な、的確な情報や分析結果を提供 相手に合わせた説明や説得 部下にアセットマネジメントの知識や、業務の実施方法を指導 計画策定を支援するアセットマネジメントシステムの機能や使い方について、課題の解決方法の実現のためにアイデアや具体的な実現方法を提案</p>
(2)点検責任者	<p>管理施設全体の点検計画を作成し、点検業者から提出された個別施設の点検計画の妥当性を判断する。個別施設の点検終了後、提出された点検調査を検証・分析し、点検結果として登録する。</p>	<p>①年間予算を踏まえ、過去の点検結果から対象施設ごとの点検時期を優先順位付けして点検計画書を作成する。 ②関係法令などに則り点検業者に点検計画を求め、その妥当性を判断する。 ③点検結果から点検計画通りの対応可否を判断するために点検に立ち会う。 ④点検履歴と点検結果から、点検結果の妥当性、変状状況の原因の推定や対策の提案などの妥当性を確認する。 ⑤点検結果から対象施設の状態を分析して、詳細点検や非破壊検査の必要性などを判断する。</p>	<p>点検時期の優先順位付け(交通量や緊急輸送道路かどうかの判断) 点検業者への発注時の判断 点検結果の妥当性の判断 変状(損傷、劣化)の原因推定に関する妥当性判断 施設の健全度等分析 点検計画の執行管理 次回点検時期の決定 詳細点検や非破壊検査の必要性の判断</p>
(3)点検員	<p>施設の点検計画および点検要領に従い、施設の変状状況を漏れなく点検、把握し、対象施設の状態を点検調査に記録する。</p>	<p>①点検要領に従い、個別施設の部材表面を観察して変状(損傷、劣化)状況を把握する。 ②点検結果や施設の履歴情報、前回の点検結果などから、点検要領に従い、健全度診断、および損傷原因の推察を行う。 ③各部材の変状状況について点検要領、変状事例を基に、診断に必要な情報(変状箇所の写真やスケッチ等)を漏れなく収集し点検調査に記録する。 ④検査機器(ハンマー、カメラ、フラッシュスコープ)で測定した情報から、原因となる箇所を特定する。 ⑤登録支援ツールを使用して点検結果情報を登録する。</p>	<p>点検要領の理解 個別施設の部材や履歴情報の理解 変状(損傷、劣化)状況の把握(部材表面の観察) 適切な検査機器による測定 変状事例の理解 変状(損傷、劣化)原因の推察 変状調査ツールによる点検結果の登録</p>
(4)診断責任者	<p>施設の診断計画を作成し、必要場合は専門技術者に診断を依頼する。個別施設の診断終了後、診断結果の妥当性を検証し、対策区分を決定する。</p>	<p>①点検が規則やルールに則って正しく行われているかを判断し、緊急性と費用を踏まえ診断計画を作成する。 ②変状状況からどのような補修対策をどのレベルで実施すべきかを緊急性と政策規模、費用も加味しながら複数のケースを作成し、診断結果の妥当性を検証する。 ③補修・補強・更新など、通行規制等社会的影響を含む措置や工事内容の対策を最終決定する。 ④期待する診断結果(成果)が提出されない場合にはコンサルタントなどの診断業者に再診断を指示する。</p>	<p>緊急性と費用を勘案した判断 問題発生の可能性(リスク)に関する複数推察 原因別変状に現われる特徴の理解 緊急性を要する場合、被害状況等を道路状況(重要度)から通行への影響も勘案して判断 必要な知識・情報の入手ルートや入手先の確保 情報発信ルートの確立 診断目的の理解</p>
(5)診断士	<p>点検調査など施設の点検結果を基に、施設の健全度を評価の上、過去の変状事例を参考に最適な対策区分を判定する。</p>	<p>①個々の点検結果から診断に必要な情報を理解する。 ②過去の知見や過去の変状事例を収集する。 ③変状状況を年間を惜しまず把握し、複数の診断に必要な情報を正確に捉える。 ④点検結果から変状箇所の損傷程度(レベル)を判定し、対象施設の健全度を評価する。 ⑤変状状況と変状程度の評価を見ながら対策区分を判定する。</p>	<p>点検結果から施設状態の全体把握 点検情報についての質的な不足の存在判断と、点検情報の再収集の必要性判断 対象施設の全体を構成体として捉え、ポイントを的確に把握 変状調査の計画の妥当性(診断基準に準拠) 複合的な損傷、劣化が組み合わさった際の適切な評価 同様の変状事例があった場合、熟慮した考察 同様の損傷、劣化)事例の理解 変状状況の把握、理解 変状(損傷、劣化)原因の把握と適切な対策の判断、及び独力で判断可否の見極め 変状原因に対する対策提案の妥当性判断 対策区分の判定</p>
(6)維持工事責任者	<p>日常点検や通報の内容から、対応が必要とされる状況や損傷に關し、対処方法を判断し、計画業務以外のものについて、委託業者へ維持修繕作業や工事を実施する。担当者の実施状況や結果を、確認する。</p>	<p>①維持工事作業を請け負う委託業者と、期間、金額、作業内容について契約を結ぶ。 ②日常点検結果、施設サポートや一般市民からの通報内容に応じて、現場で異常や変状の状況を把握する。 ③一時的な対応を実施し、別途緊急対応の必要性を決定する(注:計画的な補修が必要な場合は、調査を行い対応を決定し、予算取りの準備をする。) ④緊急性の低いものは当該年度中に維持工事中として実施するか、次年度に計画的に補修として実施するかを検討し決定する。</p>	<p>実施内容と比較し委託業者からの見積りや計画が妥当かどうかの判断 維持修繕業者への委託時の関係法令の理解 点検結果や通報の内容の妥当性の判断 対処内容や工事の判断 過去の経験や他事務所(同一組織内の担当区分)での事例から、対処方法の妥当性を判断 応急処置あるいは次期計画での対応等、対策内容を予算や影響度合いを踏まえて判断</p>

人材モデル	職種内容	仕事内容	役割・責任
(7)維持工事担当者	<p>日常点検や通報の内容から、対応が必要とされる状況や変状について、工事の作業や内容を確認する。実施状況を把握、確認する。実施内容や責任者へ報告する。</p> <p>修繕設計に必要な施設の諸元、供用後の環境、点検、診断結果などの情報を収集し、工事の前提や制約条件を踏まえた個別施設の補修・補強・更新設計の妥当性を確認する。</p>	<p>①日常点検結果、一般市民などからの通報内容に応じて、現場で異常や変状の状況を確認する。 ②一時的な対応を実施し、責任者へ報告する。 ③緊急性の低いものは当該年度中に維持工事として実施する。責任者に依頼し、実施内容を確認する。場合によっては計画担当者の立会いの下、実施結果が期待したものかどうかを確認する。</p> <p>①修繕設計にあたって、当初の設計図書や診断結果から設計の目的を理解し、現状不足している情報の復旧可否を判断するための情報を読み取ることで、耐荷性能、耐震性能等を計算するための情報を、設計に必要な不足情報、調査箇所、調査内容を決定し、指示内容を設計者等、担当者に正しく伝える。 ②コンサルタントから提案された調査計画による調査結果を確認して、所定の結果が得られているかを検証し、調査結果の過不足を理解する。 ③工事における交通規制、騒音、材料の飛散等、周辺への影響等の制約条件を整理し、対象施設の要求性能を回復する効果的な工法による保全設計の内容を決定する。 ④修繕工事の設計内容について、有効な工法が、費用は、社会的影響等、種々の観点で協議し、有効性の高い対策方法を検討する。 ⑤地域の制約条件も踏まえて修繕工事内容を最終決定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実施内容と比較し、委託業者からの見積りや計画が妥当かどうかの判断 ・精算基準や維持工事業者への発注時の関係法令の理解 ・点検結果や通報の内容の妥当性の判断 ・対処内容の妥当性の判断 <ul style="list-style-type: none"> ・設計目的の理解 ・点検(構傷、劣化)の原因と深刻度の理解 ・点検者や診断者からの直接フィードバックによる実態把握と将来予測 ・調査指示簿への正しい記載 ・工法の良し悪しの判断 ・調査手法の理解 ・適合的なケースの判断 ・得られるべき調査結果の有益度と費用とのバランス判断(費用対効果) ・提案された調査計画の品質判断 ・調査自体の実施理由説明 ・最適な調査方法の判断 ・調査手法の必要性や効果的方法かの判断 ・調査結果(検査箇所や検査数値)の妥当性の判断 ・異常値に対する相補付け(異常と判断する理由の説明) ・工事の前提条件、制約条件(周辺への影響考慮、関係管理者や交通管理者との事前合意等)の整理 ・問題解決手法の活用 ・取りうる工法、使える後方の抜け漏れの無い列挙 ・多角的な観点(工法の有効な場合と交通規制や費用等の負担の度合い)からの対策方法検討アプローチ ・全体の予算制約を踏まえた工事内容の決定(工事の実施時期や実施範囲)について、年度や範囲の分散等、限られた予算内で可能な対応を提案
(9)修繕設計士	<p>個別施設の諸元、点検、診断結果及び前提や制約条件に基づき、修繕設計計画の立案を行うと共に、複数の豊富な工法を検討し、具体的な補修・補強・更新の設計を行う。</p>	<p>①仕様書、工期、予算などに基づき、修繕工事の計画を立案する。仕様書の項目に過不足が無いことを確認し問題があれば対応策を設計責任者へ提案する。 ②主任技術者或いは管理技術者として、設計担当、構造成算担当など詳細業務を担当する。メンバーを組織し統括する。 ③予備設計を行い、工法や施工方針を明確化する。 ④現場の実態調査を行い、工事実施のための詳細な実施設計を行う ⑤施工開始後に設計と実態にそぐわない事項が発生した場合は、修繕設計責任者、施工者と共に3者協議等を行い、対応策の検討と決定を支援する。 ⑥必要に応じ施工現場での立会いやサポートを行う</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の前提条件、制約条件を踏まえた修繕設計計画の立案 ・構造的なケース(不足情報の有無、対策工法のパターン、費用感)を想定した調査内容の決定 ・複数の有効な調査手法を活用し、変状の原因と進行度を特定 ・変状原因及び施設性能回復に最適な工法の提案 ・原因と対策の関連性をわかりやすく説明 ・変状の原因と深刻度の理解 ・複数の有効な調査手法の理解 ・地域性を考慮した適切な工法の提案 ・取りうる工法、使える後方の抜け漏れの無い列挙 ・工法の費用対効果の検討・提案 ・修繕設計の状況に応じたリスクの管理と臨機応変な見直し・変更への対応 ・事例の少ない工法や新しい工法に対して、専門家と協力しながら、有効性を検証
(10)修繕工事監督	<p><発注者、施設管理者> 個別施設の補修・補強・更新の施工を監督する。補修・補強・更新工事の検査のほか住民や関係機関との調整なども行う。</p> <p><工事請負業者> 個別施設の補修・補強・更新の施工に関し品質管理や工程管理を行う。</p>	<p>①修繕設計結果を基に工事内容を決定し、工事費用見積もり後、工事業者と契約する。 ②工事業者から提出された工事計画を受け取り、その内容を確認する。 ③工事業者への発注前に、周辺住民への説明や交通管理者、関係業者などの関係機関と調整する。 ④工事期間中、工事終了時を含め各施工段階に立会い施工状況を確認する。 ⑤工事実施前に想定していた変状状況と、工事中に確認できた実際の変状状況とを比較し、工事の進行や工事内容の変更などを判断する。</p> <p>①仕様書類、現場説明書、関係基準等で工事契約内容を確認する ②施工開始前に現状を詳細調査し、リスクを踏まえて施工計画を立案する ③主任技術者あるいは管理技術者として施工全体の業務運営や組織を統括する ④納期や交通規制等の制約条件下における工事の工程管理、品質管理を行う ⑤発注者へ施工状況について正確な報告を行う ⑥設計内容と対象施設の実状に差異がある場合は、設計者や発注者と調整を行い、きめ細かい対応を行う。必要に応じて3者協議を依頼する ⑦想定外の事象が発生した場合は、最適な対策を提案する</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・修繕設計内容の理解 ・工事内容の決定 ・標準的な工事精算ツール及び精算ツールの活用 ・工事計画の妥当性の判断 ・周辺住民、交通規制や騒音、材料飛散時の対処、関係機関との調整 ・施工状況の確認(工事計画とおりの施工か否かの判断) ・実際の状況の把握 ・想定していた変状(損傷、劣化)状況と実際の変状との比較 ・工事の進行判断 ・工事内容の変更判断 ・工事の前提条件・制約条件を踏まえた施工計画の立案 ・工事内容の決定と施設修繕工事監督(発注者等)への説明 ・施工中に発生する工事内容の変更に対する関係者との調整・協議 ・精算条件等を前提とした設計変更に対する状況の報告 ・対象施設の構造や工法を熟知 ・修繕工事の特殊性を理解 ・修繕設計内容の理解 ・標準的な工事精算ツール及び精算ツールの活用 ・工事の施工管理
(11)修繕工事担当者	<p>個別施設の補修・補強・更新の施工を行う。</p>	<p>①担当する技術領域の工事内容について確認する ②施工開始前に現状を詳細調査し、設計図書等の内容を確認する ③担当技術者の領域で主任技術者として業務運営やチームを指導する ④担当技術者の領域で工事の工程管理、品質管理を行う ⑤工事責任者へ施工状況について正確な報告を行う ⑥設計内容と対象施設の実状に差異がある場合は、工事責任者へ報告し対応について協議する。 ⑦現場の状態や、交通規制等の条件を考慮し、想定外の事象が発生した場合は、対策を判断し、工事責任者への連絡と調整を行う</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・新しい工法や技術に関する情報収集 ・工事責任者の最善の判断のための支援提供 ・修繕工事の特殊性を理解 ・修繕設計内容の理解 ・工事内容の把握 ・実際の状況の把握

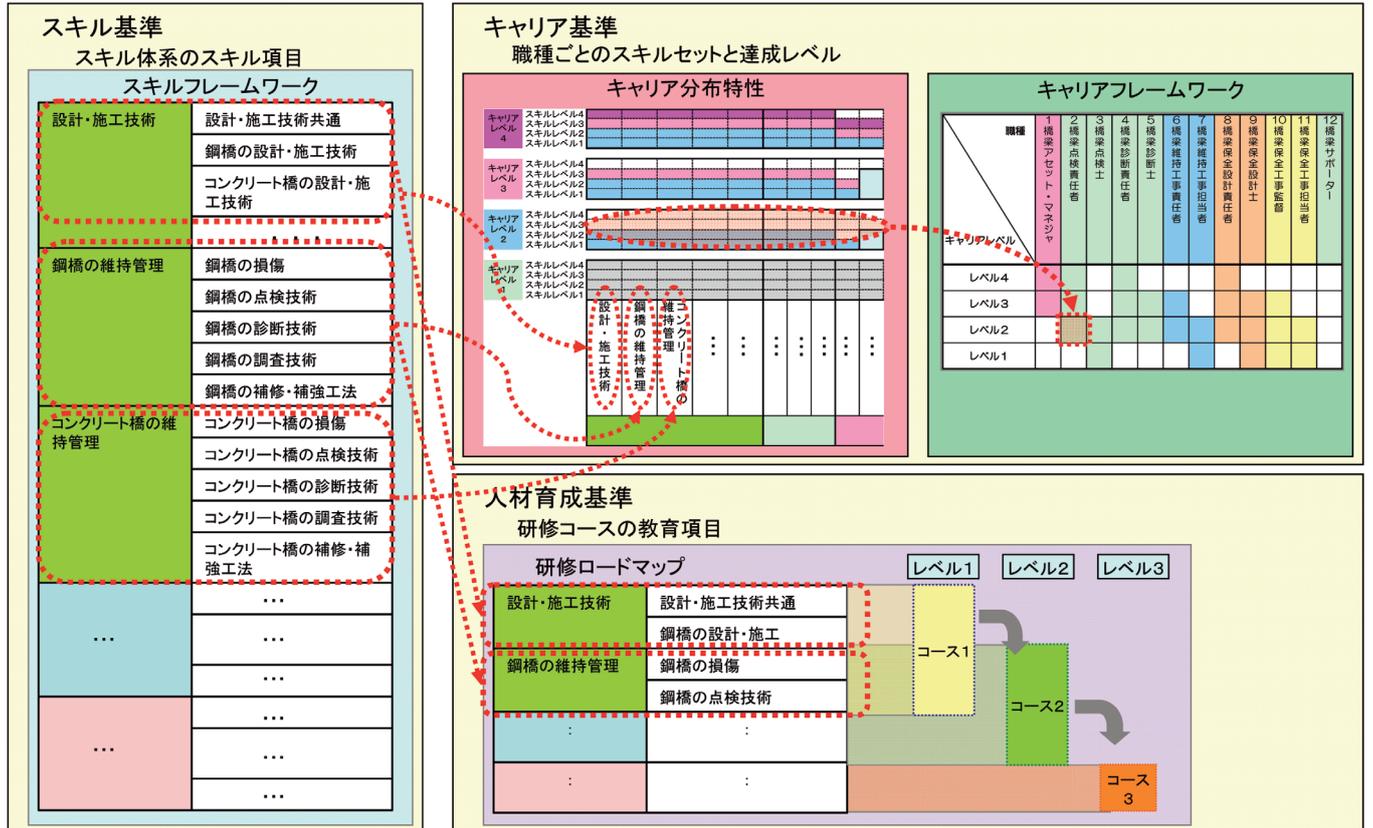


図1 スキル、キャリア、人材育成基準の連携図 (道路橋)

表2 人材モデルと必要となる業務内容

対象者	行政	建設コンサル・ゼネコン等 人材	1.施設保全マネジメント						2.点検、診断		3.維持工事	4.修繕・更新設計	5.修繕・更新工事				
			①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	①	①	①	②	③		
			計画立案	点検のしぐみ作り	点検・診断の信頼性確保	データベース構築・活用	予算調達	資産評価・会計	点検	診断	維持工事	設計	施工	監督	検査		
○	1.アセットマネジャー	施設の維持管理全体の修繕計画の作成と実施状況の管理	○	○	○	○	○										
○	2.点検責任者	個別施設の点検結果の妥当性を確認する						○ 管理									
○	3.点検員	個別施設の点検を行う(町医者の)						○ 点検									
○	4.診断責任者	個別施設の健全度等の妥当性を確認する							○ 管理								
○	5.診断士	個別施設の点検結果から健全度の診断を行う(町医者の)							○ 診断								
○	6.維持工事責任者	委託者へ清掃や舗装の修繕、付属物の管理業務を指示し、実施状況の管理を行う								○							
○	7.維持工事担当者	清掃や舗装の修繕、付属物の管理業務を実施する									○						
○	8.修繕設計責任者	前提や制約条件等を明示し、個別施設の修繕・更新の設計の妥当性を確認する										○ 管理					
○	9.修繕設計士	個別施設の修繕・更新の設計を行う										○ 設計					
○	10.修繕工事監督	個別施設の修繕・更新の施工を監督する(責任範囲、責任性でレベル分け)												○		○	
○	11.修繕工事担当者	個別施設の修繕・更新の施工を行う											○	○			

表3 キャリアレベル定義の考え方

レベルと内容	キャリアレベル1	キャリアレベル2	キャリアレベル3	キャリアレベル4
業務の 貢献範囲	事業レベルでの貢献			
	担当業務レベルでの貢献			
プロフェッショナル としての 貢献度・認知度	業界で目標とされる			
	組織内のハイエンドプレイヤーと認知される			
	経験の知識化と人材育成に貢献、組織内で認知される			
要求作業の 達成度	事業改革や方法論、テクノロジーの 創造をリードする			
	課題の発見と解決をリードする			
	独力で業務遂行できる			
スキルの発揮と知 識の活用	指導の下でできる			
	応用的スキル・知識・技能を有する			
	基本的スキル・知識・ 技能を有する			

表4 キャリアフレームワーク（レベルと人材）

人材モデル キャリアレベル		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		アセット マネジャー	点検 責任者	点検 員	診断 責任者	診断 士	維持 工事責任者	維持 工事担当者	修繕 工事設計責任者	修繕 工事設計士	修繕 工事監督	修繕 工事担当者
キャリア レベル4	事業方針・計画において当該領域の専門的視点を持って、広範囲かつ統合的な提案、策定、判断、意思決定することができる。また、将来のニーズや技術変化を見越し、事業改革や技術創造を先導することができる。組織内にとどまらず、当該領域において広く専門家として認知されている。	○	○		○				○			
キャリア レベル3	事業方針のもと、組織的意思決定を伴う業務を担当し、管理運営、計画作成、及び、技術・スキルを駆使して想定業務外などの事態の問題解決を行い、成果を上げることができる。これには、問題を察知し、業務の効率的・効果的に改革を導くことを含む。また、事業的意思決定においても、最先端の専門・技術情報の提供し具体的な提案ができる。組織内では技術的にトップクラスとして認められ、後進育成において中心的な役割を果たすことができる。	○	○		○	○	○		○	○	○	
キャリア レベル2	組織的意思決定を伴わない業務を担当し、担当業務を上位者の指示や指導を必要としないで、判断、改善、提案を行い、確実に業務を遂行し、成し遂げることができる。これは、通常業務及び担当範囲を超えて連携が必要な場合に、自ら率先して行動することができることを意味する。さらに、必要に応じて組織的意思決定に関わる専門・技術情報の提供及び進言を行うと供に、人材を育成することができる。		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
キャリア レベル1	組織的意思決定を伴わない業務を担当し、担当業務を確実に遂行し、成し遂げることができる。ただし、上位者からの指示及び指導を必要とする場合がある。			○				○		○	○	○

1.3.2 プロセス技術¹⁾

次にプロセス技術とは、実務を行う過程で、実際に動作としての作業を問題なく遂行できる状態であり、必要な職務遂行能力スキルを持つ状態を指している。具体的には、点検を事例にあげると、指定された定期点検要領に基づいて、対象構造物の変状を確認し、損傷や劣化状況に応じた適切な点検方法を選択し、的確な点検を行うことができるスキルを有する状態を指している。この場合、担当する技術者が「正確性」「効率性」等の基本的要件だけでなく、現地における種々な環

境において「状況判断」等の応用力も含めて実施できる能力を有することが必要である。

1.3.3 マネジメント技術

最後にマネジメント技術について説明する。これは対象施設の保全（管理・運営）業務に関して費用や組織、人材等において最適化が行えるスキルを保有している状態を指している。具体的には、対象施設の管理レベルの設定を例にとると、管理方針、関係する公共施設（道路、河川、鉄道等交差施設）

の把握、住民要求レベルの把握、安全性、耐久性等各要求性能の決定等が論理的な手法である費用便益分析法などを使って行える状態を指している。ここに示した3つに分類したそれぞれを判断基準として、スキルレベルを評価することになる。次にスキルレベルについて説明する。

1.3.4 スキルレベル¹⁾

スキルレベルは、技術者として必要なスキルカテゴリー(要素技術)に共通の定義を持ち、表6において作業遂行能力の期待値(ポテンシャル)としてキャリアレベルと同様に4段階に区分けして分類し、定義内容も含めて示した。

スキルレベル1は、メンテナンス業務遂行に関して初級的な技術能力しかないために、単独で業務を行うことは困難なレベルである。最上位に位置するスキルレベル4は、先進的で高度な技術能力を保有するレベルに到達していることから、業務全体の将来性や必要となる種々な技術の判断や創造が可能で、人材育成に関しても卓越した能力を保有するレベルである。

また、人材育成に関するレベルは3段階に区分する(表8

参照)。ここで言うレベル1は、新たな施設の建設・施工の関する知識修得段階であり、レベル1で修得した技術をベースに維持管理(維持、補修、補強等)に関する技術を修得する段階がレベル2、最終段階のレベル3では、マネジメントや公会計、PPP(public-private partnership)等のメンテナンス業務に必要な不可欠な経営、経済関連技術を修得することになる。

いずれにしても、優れた技術者の評価は、質を問う技術力としてのスキルレベルと職務遂行能力を問うキャリアレベルの両面から判断されるキャリア基準でなされ、社会から認められる高いレベルのキャリアとして位置づけられるのはレベル4のスキルレベルが求められている。このようなことから、図1の連携図に示したスキル基準、キャリア基準の関係を研修ロードマップも含めて示した趣旨を理解することが必要である。

各スキルカテゴリーは、対象となる手法別に基礎的な項目である第一階層と、より詳細な第二階層に区分できる。具体的な事例として、鋼道路橋のメンテナンスに係るスキルカテゴリーを表7に示した。

ここで分かるように、鋼道路橋のメンテナンスを行うには、

表5 キャリアレベル区分と適用事例(案)

適用例	キャリアレベル	レベル区分の説明
部長 課長	⇒ レベル4	事業方針・計画において当該領域の専門的視点を伴って、広範囲かつ統合的な提案を行い、管理者(組織の長等)の判断、意思決定、方針の決定等を適切にサポートすることができる。また、将来のニーズや技術変化を見越し、事業改革や技術創造を先導することができる。組織内にとどまらず、当該領域において広く専門家として認知されている。
課長代理 係長	⇒ レベル3	事業方針の下、組織的意思決定を伴う業務を担当し、管理運営、計画作成、及び、技術・スキルを駆使して想定業務外等の事態の問題解決を行い、成果を上げることができる。これは、問題を察知し、業務の効率的・効果的な改革を導くことを含む。また、事業的意思決定においても、最先端の専門・技術情報を提供し具体的な提案ができる。組織内では技術的にトップクラスとして認められ、後進育成において中心的な役割を果たすことができる。
主任	⇒ レベル2	組織的意思決定を伴わない業務を担当し、担当業務を上位者の指示や指導を必要としないで、判断、改善、提案を行い、確実に業務を遂行し、成し遂げることができる。これは、通常業務及び担当範囲を超えて連携が必要な場合に、自ら率先して行動することができることを意味する。さらに、必要に応じて組織的意思決定に関わる専門・技術情報の提供及び進言を行えと共に、後進を育成することができる。
担当	⇒ レベル1	組織的意思決定を伴わない業務を担当し、設定された業務もしくは通常業務を確実に遂行し、成し遂げることができる。ただし、上位者からの指示及び指導を必要とする場合がある。

表6 スキルレベルとその定義

スキルレベル		スキルレベルの定義内容
レベル4	最上級	<ul style="list-style-type: none"> 高度な施設の維持管理・運営技術(メンテナンススキル)を創造、実現できる 先進的な施設維持管理技術(メンテナンススキル)を先導し、対象人材に指導できる
レベル3	上級	<ul style="list-style-type: none"> 当該スキルを、維持管理・運営業務全般を分析し、業務を改善・改良に向けて活用できる 維持管理・運営の計画から最終判定および管理の様々な場面において、当該スキルを総合的に発揮できる 高度な維持管理・運営技術(メンテナンススキル)を対象人材に指導できる
レベル2	中級	<ul style="list-style-type: none"> 施設維持管理・運営の応用知識と業務実績に基づき、当該スキルを自律的にメンテナンス業務において遂行できる 標準的な維持管理・運営技術(メンテナンススキル)を対象人材に指導できる
レベル1	初級	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理・運営の基礎知識を有し、当該スキルを上位者の支援の下でメンテナンス業務の一部を遂行できる

発生している変状の原因となる損傷もしくは、劣化がどのようなものであるかの知識が必要となる。また、発生する損傷や劣化を適切に点検、診断する技術、目視では判断が出来ない場合に必要となる調査（非破壊試験や微破壊試験など）に関する技術も当然必要である。さらに対象となる鋼道路橋の健全度レベルを評価するには、管理基準を基にどこまで機能や性能を回復させるか判断し、対策として行う修繕工法に関する知識も必要となる。以上のように、対象の構造物に必要な要素技術を区分け、選定し、それぞれのスキルレベルのどのレベルまで当該メンテナンスに必要なかを決定することになる。

1.3.5 人材育成ツール

職域上の責任ある立場の上司は、キャリア基準で定義された「キャリア分布特性」や「キャリアフレームワーク」を参照して、指導対象の部下が位置するキャリアを確認し、キャリアレベルで区分けしている内容でチェックし、業務の貢献範囲や達成度などを基に現在のキャリアが妥当であるかの確認を行う。それとともに、各キャリアレベルで求められているスキルレベルに達しているかも併せて評価を行うことになる。当然、人事評価制度にもこの考え方を活用することが可能である。部下は、表6で示す「スキルレベルとその定義」を用いてスキル診断を自ら行い、現状のスキルレベルがどの位置にあるのかを上司に自己申告する。上司は、部下が望むキャリアレベルと、部下の現状のキャリアレベル及びスキルレベルを比較し、組織として該当するキャリアに必要な能力や技術力に関して不足の内容や程度等をチェックし、必要があれば、人材育成基準で示されている「研修ロードマップ」を活用して、現状のキャリアレベル、上位のキャリアレベルに到達する研修項目と必要となるレベルを指示、継続的・段階的に研修ロードマップ等に従って研修コースを受講させスキルアップを行う流れである。

1.3.6 人材育成ロードマップ¹⁾

社会基盤施設のメンテナンスに求められる人材を育成するには、スキルカテゴリーで分けられた技術をどの程度のスキルレベルまで修得させるかを判断する必要がある。そのために、当該組織の技術者を取りまとめるアセットマネージャーが、対象職員の保有しているスキルや期待するスキルを診断し、研修項目や研修レベルを決定する。アセットマネージャーが適切な人材育成判断を行うには、人材育成及び研修制度の担当者がアセットマネージャー等上位者が必要となる「研修ロードマップ」を策定、その基本となる「研修コース一覧」「研修コース概要」を準備することが必要である。

人材育成ロードマップでは、メンテナンスに従事する技術者（行政及び民間等）の人材育成を実現する研修体系を示し

表7 スキルカテゴリー（要素技術）事例

スキル項目			知識項目
第1階層	第2階層	第3階層	
鋼道路橋のメンテナンス	変状、損傷、劣化の知識	損傷、劣化の種類	防食機能の劣化、腐食、疲労による亀裂、遅れ破壊
	点検技術	点検項目の抽出	①桁橋(1桁、箱桁)点検着目点 ②ラーメン橋(π型、V型ほか)点検着目点 ③トラス橋(上路、中路、下路)点検着目点 ④アーチ橋(上路、中路、下路)点検着目点 ⑤斜張橋点検着目点 ⑥吊橋点検着目点
	診断技術	変状の進行予測	①防せい機能の劣化、腐食の原因推定と予測 ②疲労亀裂の主要因と推定及び進行の予測 ③過大な変形の主要因と推定及び進行の予測 ④高力ボルトの遅れ破壊等原因の推定と予測 ⑤過大な変形たわみの原因推定と予測 ⑥ボルトやリベットの緩みの原因推定と予測
	調査技術	表面の変状	①目視調査(VT) ②浸透探傷試験(PT) ③磁粉探傷試験(MT) ④渦流探傷試験(ET) ⑤板厚測定 ⑥付着塩分量測定
		内部の変状	①超音波探傷試験(UT) ②放射線透過試験(RT)
		亀裂(疲労)	①図面精査、工場での聞き取り調査 ②マクロ試験 ③鋼材調査 ④載荷試験応力計測 ⑤供用下応力頻度計測
		高力ボルトの変状	①目視調査(VT) ②打音調査 ③超音波探傷試験(UT)
	補修工法	防食機能の劣化及び腐食	①床版防水工 ②ひび割れ注入工 ③水抜き孔 ④換気孔の設置 ⑤塗装塗り換え ⑥添接板の設置
		疲労亀裂	①添接板の設置 ②ストップホルルの施工 ③亀裂除去 ④減衰装置の設置 ⑤制振装置の設置
		変形	①加熱矯正 ②部材取替え ③添接板の設置
高力ボルトの遅れ破壊		ボルト取替え	
補強工法	ボルトやリベットの緩み	緩み止め機構付きボルトへの取替え	
	疲労亀裂	①溶接止端部の仕上げ ②桁端切欠き部の細部構造改良 ③対傾構部材の増設	
	異常なたわみ	①添接板の設置 ②主桁増設 ③支持点追加	

ている。これによって、アセットマネージャー等の人材を育成する責任者は、誰にどの研修をいつ受講させるべきかを、客観的に判断できるようになり、研修終了時において期待し

たスキルカテゴリー別にスキルレベルがどの程度まで修得できたかを評価、判定することが可能となる。表8に社会基盤施設、特に道路橋を基本としたスキルカテゴリーと人材育成

表8 スキルカテゴリーと人材育成ロードマップ (道路橋)

スキルカテゴリー			人材育成レベル及び教育項目									
スキルカテゴリー	第一階層	内容	基礎理論		応用理論		高度理論					
研修コース			レベル1	レベル2		レベル3						
要素技術	設計・施工技術	基礎部の設計から鋼構造物及びコンクリート構造物の設計まで、構造物の設計に必要な理論及び設計手法等に関する専門的な知識を修得する。	鋼構造物・コンクリート構造物について	維持管理概論	鋼構造物点検概論	コンクリート構造物点検概論	化学調査	計測モニタリング	材料概論 (鋼構造)	診断のための測定 (鋼構造)	材料実験 (鋼構造)	対策・修繕工法 (鋼構造)
	鋼構造物のメンテナンス	鋼構造物の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
	コンクリート構造物のメンテナンス	コンクリート構造物の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
	床版のメンテナンス	床版と舗装の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら床版を持った構造物に関する最新の知識と技術を修得する。										
	下部工のメンテナンス	下部工の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
	支承のメンテナンス	橋梁等における支承の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
	伸縮装置のメンテナンス	伸縮装置の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
	付属物のメンテナンス	付属施設の損傷、劣化のメカニズム、点検、健全度診断、修繕方法等に関してケーススタディや課題討議も交えながら施設のメンテナンスに関する最新の知識と技術を修得する。										
プロセス技術	点検 (プロセス技術)	点検業務をスキルや知識を使い適切に遂行するためのプロセスや要領を修得する	点検・診断について	コンクリート構造物点検実習	鋼構造物点検実習				劣化原因推定プロジェクト演習 (鋼構造)	劣化原因推定プロジェクト演習 (コンクリート構造)		
	診断 (プロセス技術)	診断業務をスキルや知識を使い適切に遂行するためのプロセスや要領を修得する										
	修繕 (補修・補強)・更新設計 (プロセス技術)	修繕工事設計業務をスキルや知識を使い適切に遂行するためのプロセスや要領を修得する		構造物の修繕・更新の設計・積算								
アセットマネジメント技術	アセットマネジメント	施設に対するアセットマネジメントの目的を達成するために必要な知識やスキル、プロセスや要領を修得する							道路、橋梁、上・下水道、港湾等施設別のリスクマネジメント及びマクロマネジメント技術の修得			
	公会計制度・投資判断	施設の減価償却、資産価値、民間投資及びPPP/PFI							会計制度、投資判断技術民間活用 (PPP/PFI)に関する技術を修得			

ロードマップを示したので参考にするとよい。

いずれにしても、人材育成は、容易なことではなく、今回、私はメカニカルな人材育成の考え方と手法を示したが、肝は必要となる要素技術を学ぶ技術者が意欲と職務を遂行する高いレベルのモラルを持つことが必要である。今回示した人材育成の考え方は、その体系構造や種々のルールに基づく定義を策定したために、融通が利かないというイメージを持たれる可能性がある。また種々の資料から導かれた「標準：スタンダード」的で、かつ今回示した方法が使い勝手が悪いという印象を持たれる可能性もある。

本章を読まれた方々は、各組織や各個人に今回示した内容をあてはめ、その有用性についての検証を行うことで、人材育成モデルケースとなる事例を構築することが可能になると思われるかもしれない。しかし、社会基盤施設の高齢化、厳しい財源等を考えると、適切に対応ができる柔軟な頭脳と幅広い知識を持った技術者が必要と考えている。そのためには、今回示した技術者に求められている役割と必要な人材の育成方法を参考に、例えば、「インフラスキルスタンダード：技術標準¹⁾」を組織別に早期に構築され、必要な人材育成や人事評価制度等に対応することが必要である。ここで示した「インフラスキルスタンダード」とは、組織の壁を超えて同じ土俵で必要なスキルを把握し、必要な人材の育成をする際の前提となる、人材に関する「共通のものさし」という位置づけと考えた。

1.4 連載の最後にあたって

今回で連載してきた『インフラ老朽化と安全』を終了となるが、連載を読まれた方は社会基盤施設の抱えている課題、筐子トンネル天井板落下事故等によって法制度化した種々の施設に対する定期点検及び診断、社会基盤施設のマネジメントが必要な社会環境にも拘らず遅々として進まない現状を少しでも理解されたと思っている。ここで、声を大として言いたいのは、これらを解決するのはドローンなどの点検ロボットやビッグデータを使ったマイニング技術によって選別し、処理する手法でもなく、ICT、特に今話題のAI（人工知能）でもないのである。社会基盤施設を取り巻く厳しい環境において、望ましい形で次世代に引き継ぐ要は、人、技術者である。将来は、ここにあげたような種々のツールが主役となって社会基盤施設の安全・安心を確保できる時代が来る可能性はある。しかし、今喫緊な課題は、優れた技術者、それも高度で適切な判断を行える専門技術者を一日でも早く育成することと考える。今回説明した「技術者の育成と役割」は、私の個人的な考え方を中心に述べてきたが、私の経験やスキルスタンダード（具体的には、ITスキルスタンダード）に関する新たな知見を基に取り纏めた内容であることから、多くの部門で役立つ内容であると自負している。五回の連載したエキスが今後の社会基盤施設のメンテナンスに有効に活用されることを期待するし、実務において有効に機能することを強く望んでいる。

参考文献

- 1) 情報処理推進機構：ITスキル標準V3, (2011)

(2016年10月18日受付)