

## 5. 道路構造物の性能規定化に向けた技術政策の方向性

### 5. 1 道路構造物の性能規定化の利点と課題

#### (1) 道路構造物の性能規定化の利点

道路構造物の性能規定化は、求めるべき共通の要件（＝性能）を明確にしてその達成手段と切り分けることにより、達成手段に自由度を与える。これにはいくつかの大きな利点がある。

まず、道路構造物全体の規格体系が分かりやすくなることが挙げられる。遵守すべき事項と選択肢のある事項が区別されていることは、設計者にとって重要である。持続可能性や騒音低減など環境への配慮も、性能として明記されれば照査が求められる。

また、道路構造物が有する性能が明確になることにより、道路構造物間の横並びの比較や調和をとることが可能になる。性能規定化の考え方が、地理的に隣接国の規格を意識せざるを得ない欧州から発展してきたことは必然であろう。ISO の規格のように、性能を明確にした分かりやすい規格体系づくりが世界の流れである。

さらに、達成手段として新技術の採用が容易になる。建設業の担い手確保が課題となる中、生産性向上のみならず建設産業の魅力向上、また国際競争力確保の観点からも、新技術への期待はきわめて高い。企業や大学では、鋼やコンクリート以外の新材料や新工法、IoT デバイス、AI を活用したさまざまな技術開発が進んでいる。これらの技術を組み合わせたり、従来よりも幅広く活用したりすることで、道路の調査・計画・設計・施工・管理・運用の個別工程の最適化のみならず、道路行政の全工程の改善、ライフサイクルを通じ低コストで安全かつ高品質なサービスへの革新が期待できる。

#### (2) 性能規定化の課題

規格を性能規定化したとしても、言うまでもなく、道路構造物の設計に新技術が無制限に採用してよいとはならない。新技術を採用した設計案が性能を満足することの検証が必要であるが、道路構造物分野では、そのための手順や審査方法が提示されていない。

その他にも第 4 章で道路の役割から整理したとおり、①異常時に確保すべき道路の性能を示し整備水準を明確にすること、②「道路の性能」の達成に向け路線を構成する各構造物の性能の調和を図ること、③土工構造物・トンネル構造の技術基準類の性能規定化とそのため地質・地盤の不確定性の影響評価、④沿道リスクへの対応といった課題がある。

さらに後述のように、新設時の各構造物の横断的な性能の調和だけでなく、新設、点検・診断、修繕、撤去・更新のライフサイクルに沿った性能を調和させていくことも、今後の大きな課題といえる。

## 5. 2 新技術導入促進の施策

前述の課題に取り組み、規格を性能規定化し検証方法を提示したとしても、それだけで新技術の社会実装が順調に進むとは限らない。これに対応した米国の施策を参考に見てみる。

米国連邦道路庁（FHWA）では、革新的な技術・手法の迅速な全国展開・普及を促進するプログラム Every Day Counts（EDC）が 2011 年度から実施され、現在 6 期目に入っている<sup>27)</sup>。EDC の目的には事業期間の短縮、安全性向上、渋滞緩和、自動化の統合が挙げられ、生産性向上や老朽化対策といった日本と共通する課題の解決策として期待されている。

FHWA では EDC を州・その他の道路管理者と協力して進めるとともに、社会実装のための財政支援プログラムも同時に実施している。これは革新的な技術といえども、ニーズとシーズのマッチングや財政面など、社会実装にはさまざまな問題があることを示している。日本でも同様の問題に対応するため、様々な施策を進めているところである。

### （1）新技術導入促進方針の策定

道路局では、2020 年 4 月に国道・技術課に技術企画室を設置し、『道路分野における新技術導入促進方針（2020 年 4 月）』（以下、促進方針）をとりまとめ<sup>28)</sup>、新技術の積極的な活用・導入促進に向けた取り組みを強化した（図 16）。

促進方針では、①安全・高品質・低コストな道路サービスの提供、②道路事業者のプロセス改善、③産業の活性化を目的として、「良い技術は積極的に活用する」ことを前提に、これまで活用が十分でなかった異業種や他分野の新技術、新材料等も含め、新技術開発・導入を促進していくこととしている。

具体的な方策として、毎年度の取り組みを「新技術導入促進計画」という形で見える化し、道路管理者側のニーズと技術開発のシーズとのマッチングを促進しつつ、技術公募や意見交換を通じて新技術の導入に向けた検討を加速していくこととしている。

<基本方針>

- 安全、高品質、低コストな道路サービスの提供、道路事業関係者のプロセス改善、産業の活性化を目的に、良い技術は活用するという方針の下、これまで新技術の活用が十分でなかった異業種、他分野、新材料等も含め、新技術開発・導入を促進。
- このため、道路技術懇談会を設置し、毎年度の取組(新技術導入促進計画)を見える化。その際、技術公募や意見交換により検討を加速化するとともに、現場の課題解決や導入方法(基準類への反映)検討のための体制も強化。
- これらの取組により、新技術導入の隘路となっている公共調達や現場に内在されているニーズの抽出等の課題を克服。

<重点分野>

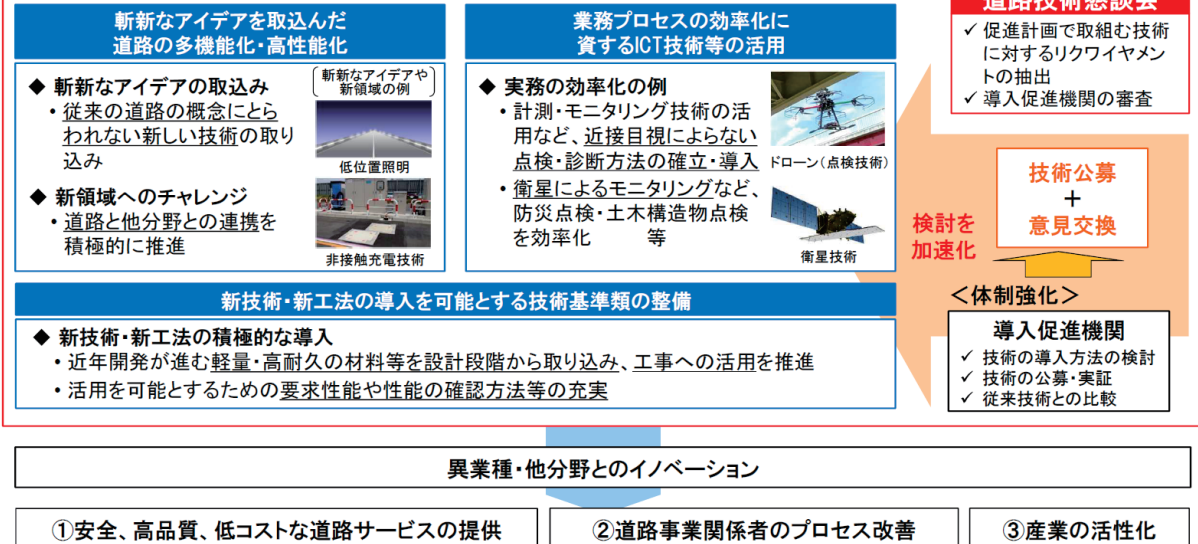


図 16 道路分野における新技術導入促進方針の概要<sup>28)</sup>

(2) 新技術の活用を促進する体制づくり

新技術の導入促進を施策として進めていくためには、技術基準の体系を性能規定化するだけではなく、開発された新技術の評価、認証、基準化のプロセスを動かす体制を構築していくことも併せて必要である。

図 17 は、道路技術小委員会、道路技術懇談会を通じて有識者の意見を聴取しつつ、令和元年度に検討した新技術の活用促進のための体制づくりの構想を示したものである。導入促進を担う第三者機関を技術分野ごとに設置し、その機関が道路局の指定する分野の技術公募を行う。さらに、当該機関は技術検討委員会を設置して性能の検証方法や検証結果の評価を行うとともに、道路構造物への適用のしかたとその適用条件等を明確にし、その成果を設計マニュアル(案)や設計要領(案)等の形で道路局に提示する役割を担う。この成果を踏まえ、道路局では技術基準への反映又は NETIS 登録への反映等により現場への実装を図る体制としている。

なお、図 18 は道路橋を事例として、新技術の活用にあたって整備が必要な事項とその後の普及促進の方法についてフローとして例示したものである。

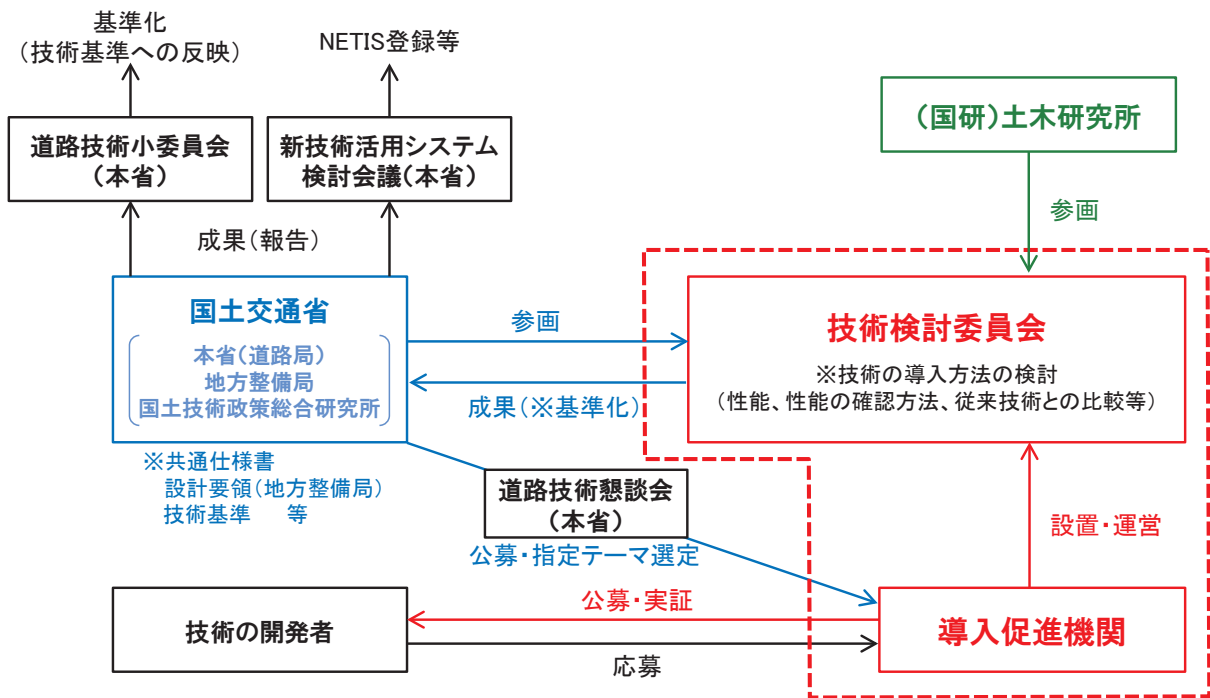


図 17 新技術導入を促進するための体制づくり

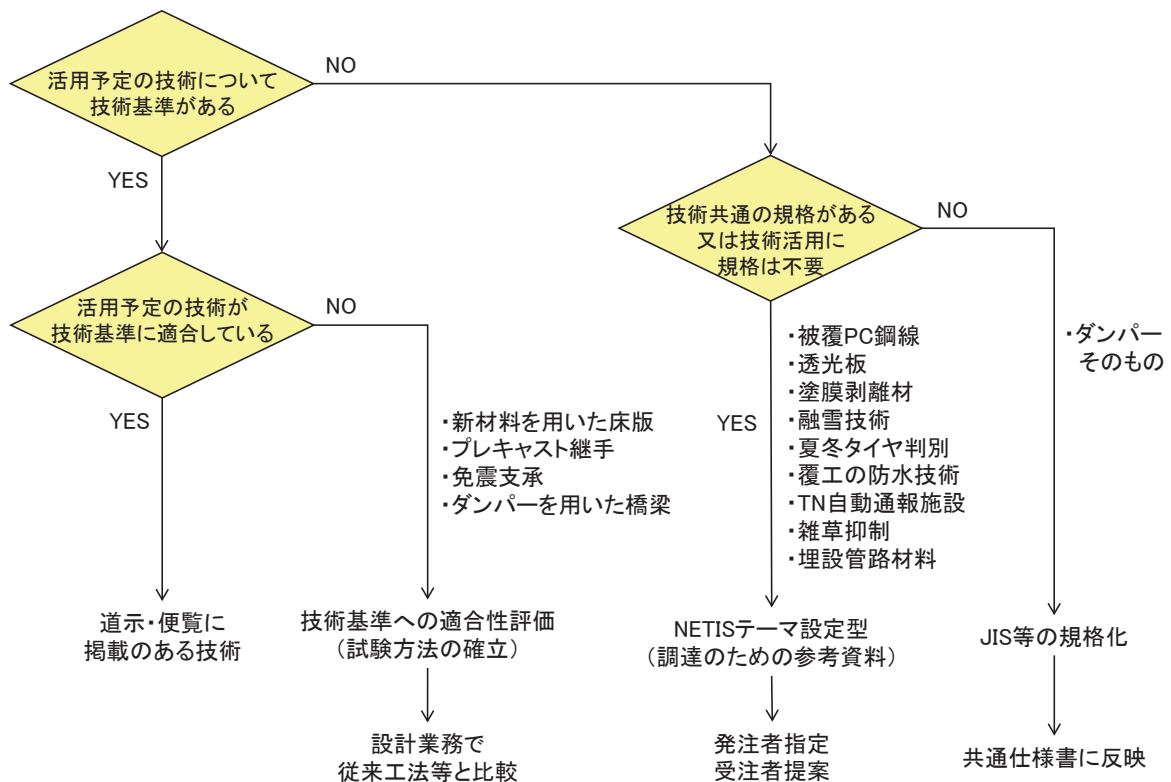


図 18 新技術の活用にあたって整備が必要な事項と普及促進の方法 (道路橋の例)

### (3) 点検・診断に係る新技術の導入促進

新設時の規格からは離れるが、道路構造物の点検・診断技術の動向についても参考に述べる。

2014年度から始まった道路構造物の定期点検が2018年度で一巡し、2019年度からは2巡目の点検が始まっている。2019年2月には、1巡目点検の結果を踏まえた定期点検要領の改定が行われ、定期点検の品質の確保・向上を図りつつ、構造物の状態把握のための作業を省力化できるように、技術的助言が充実されている<sup>29)</sup>。

例えば道路橋点検要領<sup>29)</sup>では、定期点検の一連を行う知識と技能を有するものが診断を行うにあたっての状態把握の方法は、近接目視や必要に応じた非破壊検査によることを標準としつつ、「健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない」と改定された。すなわち、診断結果が適正なものとなるならば、必ずしも全ての部材に近接しない方法で状態の把握を行うことができるよう「性能規定化」が行われ、新技術の活用も可能となった。

実際の運用では、近接目視と同等の性能である、という点検技術者の判断が必要であることから、『点検に関する新技術活用のガイドライン(案)』<sup>29)</sup>(2019年2月)を作成して、道路管理者および点検技術者双方が使用する技術の性能を確認するプロセスや留意事項を示している。また、新技術についての情報提供を進めるため、新技術の性能値を標準項目として示した『点検支援技術性能カタログ』<sup>30)</sup>を作成・公表している。この性能カタログは当初2019年2月に掲載されていた16技術から2020年6月には80技術に、2021年10月には131技術に拡充され、現在も拡充に取り組んでいる。この性能カタログは、現在は道路局が公募と性能確認を行う体制であるが、将来的には第三者機関で継続的に実施していくことにより迅速化につながる可能性もある。

また、定期点検における新技術の活用のためには、様々な技術を組み合わせて構造物の信頼性を技術基準と同じ尺度で定量化できる点検計画の作成要領や、それを第三者が評価するための評価要領が必要であろう。このように定期点検を合理化していくためにも、設計基準類の性能規定化がその技術的論拠となる。

定期点検における新技術活用は待ったなしの状況であり、技術開発や導入促進が急ピッチで進められている。道路構造物の技術基準類の性能規定化と歩調を合わせ、新技術の導入を多様な手段で促進する必要がある。

### 5. 3 性能規定化とその活用に向けた課題と展望

共通する「道路の性能」を効率的に確保し維持していくためには、新設時の各構造物の横断的な性能だけでなく、新設、点検・診断、修繕、撤去・更新のライフサイクルに沿った性能を調和させていく必要がある。このような視点から、性能規定化とその活用に向けた今後の課題と展望を整理するとともに、関連する道路局と国土技術政策総合研究所（以下、国総研）の取り組みを整理する。

#### （1）分かりやすい規格体系づくり

第4章で整理したとおり、現在の道路橋・道路土工構造物・道路トンネル構造の技術基準類の体系は統一されていない。道路橋の技術基準類は（検証方法が確立していないことを除き）図7のような階層構造であるが、防護施設・排水施設以外の道路土工構造物（盛土やカルバート）および道路トンネルの構造は明確に法令には規定されておらず、適合条件や照査方法も整備されていない。

共通する「道路の性能」の達成に向けて、道路土工構造物や道路トンネルの技術基準類も性能規定化を進める必要がある。ただし道路土工構造物・道路トンネルの設計は地質・地盤の不確実性の影響が大きく、事前および施工時の調査で把握しようとしても十分な対応ができない条件がある。既往の不具合事例からこうした条件を抽出し、地盤調査手法や施工管理手法の見直しによりどの程度改善されるかを把握する必要がある。国総研では、地質・地盤の不確実性を前提とした上で、橋・土工・トンネルの性能が調和した性能規定のあり方等の検討を国立研究開発法人土木研究所（以下、土研）とも連携して進めている。

将来的には構造物ごとではなく、「道路構造物の技術基準類」に統一していくのがよいだろう。性能・性能水準・適合条件・検証方法・照査方法および適合する設計事例や留意事項を上位から下位の規定まで図7のように階層的に整理し、全ての道路構造物を対象とする技術基準類を分かりやすい体系として構築することが望まれる。その上で、技術開発のスピードに迅速に追随するために、法令で定める基準は道路の性能を明示することに特化し、性能の適合性確認方法や照査方法は、団体規格として迅速な策定や改定ができることが世界的な潮流である。

#### （2）修繕に係る技術基準類の性能規定化

一連の道路構造物が共通する「道路の性能」を確保するには、新規路線の新設構造物だけでなく、既存路線の構造物とも性能の調和を図らなければならない。道路ネットワークとしての機能を考えれば、既存構造物の性能向上が事業の主役になることも多いと思われる。

したがって、新設時の各構造物の横断的な性能の調和だけでなく、新設、点検・診断、修繕、撤去・更新という道路構造物のライフサイクルの視点に立ち、時間軸上での性能を調和させるための技術基準が必要である。

なかでも早急な対応が求められるのは、修繕のための技術基準類の性能規定化である。2020年12月に閣議決定された『防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策』<sup>31)</sup>（2021～2025年度、以下、5か年加速化対策）では、重点的に取り組むべき対策として「激甚化する風水害や切迫

する大規模地震等への対策」に加え、「予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策」が掲げられた。

この老朽化対策として、定期点検等により確認された修繕措置が必要な橋梁・トンネル・道路附属物・舗装等の対策を集中的に実施することとしている。具体的数値目標の一つとして、前述した地方公共団体が管理する道路における緊急または早期に対策を講ずべき(判定区分Ⅲ・Ⅳ)橋梁の修繕措置着手率を2019年度の34%から5年後には73%に引き上げることを掲げ、対策期間内に集中的に措置を行い、事後保全から予防保全への転換を目指している。

我が国の道路構造物を効率的に修繕し予防保全していくためのみならず、これから多くの国が維持管理時代に突入するため、点検・修繕・予防保全の技術開発は世界的なニーズの増大が見込まれる。

現状では、例えば既設橋梁の修繕においても道路橋示方書が準用されることが多い。しかし、腐食などの影響により新設橋梁設計時とは異なる不確実性が存在し、変状の種類・程度に応じた材料・工法が求められる。その設計施工の際、信頼性のばらつきを小さくすることが、質の確保とライフサイクルコストの改善、新技術の評価のために必要である。

国総研では性能規定化が進んでいる橋を対象として、道路橋示方書と双対となる修繕のための技術基準類の検討を進めている。道路橋示方書で規定される基本的な考え方は踏襲しつつも、既設橋梁に特有の状況や不確実性を考慮できるものとしていくことが大切である。

### (3) リスク評価・環境影響評価

道路構造物のライフサイクルを考えると、百年あるいはそれ以上の長い供用期間中に道路構造物が被る災害等のリスク、あるいは道路構造物が与える環境影響も評価しておかなければならない。

性能規定化された技術基準類では、経験や実績に基づいて設計が成り立つか否かを判断するのではなく、適合条件とその照査方法が整備され、数式等で照査することになる。これは各構造物の性能の定量化につながる。照査方法を既設構造物に適用することで、その構造物が適合条件を満たす度合い(性能)あるいは満たさない度合い(リスク)の評価も可能になると考えられる。

現在の道路土工構造物等の防災点検<sup>32)</sup>では、安定度調査表に基づく評点づけと総合評価(要対策/カルテ対応/対応不要)が行われているが、照査方法とは直接関連しておらず、対策も経験に基づいて立案されている。技術基準類の性能規定化により適合条件とその照査方法が整備されれば、道路構造物の定量的なリスクアセスメントにつながり、さらに方法を発展させることで効率的な要対策箇所を選定や対策規模の検討も可能になることが期待される。

道路局と国総研では、施設毎の管理方針のみならず、区間・路線間でリスクを比較しネットワークの効果的な改善方針を策定する際の参考となるよう、照査方法と一体となった道路のリスクアセスメント手法の検討を進めている。

一方、環境影響の軽減に関する規格については、第2章で整理したとおり、欧州で先駆的に取り組まれており、1989年に発行された『建設製品指令(CPD: Construction Products Directive)』の基本的要求事項から2011年『建設製品規則(CPR: Construction Products Regulation)』の基本的要求事項(BRCW: Basic Requirements for Construction Works)への流れがある。BRCW

では人の衛生および健康を脅かさないこと、省エネルギー、自然資源の持続可能な使用等の要求事項が示されている。

日本では舗装分野で環境への取り組みが進んでいる。舗装構造は更新周期が短いため多量の既設材処分を要し、処分地の不足もあって従前から舗装発生材の再生に関する技術開発が活発に行われてきた。1984年の『舗装廃材再生利用技術指針(案)』<sup>33)</sup>の策定をはじめ、舗装材料のリサイクルにいち早く取り組んできている。

2001年には『舗装の構造に関する技術基準』<sup>34)</sup>として技術基準が仕様規定から性能規定に移行し、1-2 舗装の構造の原則において、「舗装の構造の決定に当たっては、(中略)当該舗装の構造に起因する環境への負荷を軽減するよう努めるものとする。また、舗装発生及び他産業再生資材の使用等リサイクルの推進に努めるものとする」とされた。舗装発生材も多種多様であり、技術基準では再生利用性の具体の指標や照査方法は規定されていないが、構造の原則として示されたことの意義は大きい。技術基準を踏まえた舗装再生便覧<sup>35)</sup>の刊行(2004年)とあわせ、舗装材料の高いリサイクル性の維持や他産業からの再生資材への対応により循環型社会の形成に貢献している。

2018年、欧州委員会は2050年までに温室効果ガス排出ゼロの目標を含む長期戦略ビジョン”A Clean Planet for All”<sup>36)</sup>を発表し、各種対策に取り組んでいる。日本でも2020年10月の内閣総理大臣所信表明演説において2050年カーボンニュートラルの実現を目指すことが宣言されており、環境負荷の少ない道路整備のための新技術も、これからの国際的な競争領域といえるだろう。舗装構造に続き道路構造物全般の性能として環境影響の軽減を規定することにより、新技術の開発・導入にもつながるものと考えられる。環境に関する性能をどのように定義するかは、今後の大きな課題である。

#### (4) 技術基準への適合性確認制度

性能規定化により設計の自由度が増す一方で、設計者は規定された性能を満足していることを適切な方法で検証しなければならない(図7の③検証方法)。

港湾の施設の技術基準である『港湾の施設の技術上の基準』は2007年の改定で性能規定化されており、同解説<sup>37)</sup>第1編1.2[基準適合性の確認体制の整備]に適合性確認の対象施設や登録確認機関による適合性確認業務の記載がある。適合性確認業務を行う登録確認機関の一つ(一財)沿岸技術研究センターでは2017年度15件、2018年度13件の確認審査申請を受け付けている。

類似の取り組みとして、建設技術審査証明協議会では申請に基づき新技術の技術内容を学識経験者等が技術審査し、その内容を客観的に証明する建設技術審査証明事業を進めている<sup>38)</sup>。また第2章で述べたとおり、欧州ではユーロコードと技術認証制度に基づいたCEマーク制度が建設製品や技術の流通を促進している。

道路構造物の分野でも技術基準への適合性確認の仕組みを構築・制度化し、新技術が提案しやすい環境を整備することが求められる。

#### (5) 新技術に対応した照査方法の規格化

適合性が確認された新技術のうち、幅広い現場条件に適用可能なものは、照査方法と適用条件



を迅速に策定し規格化することが技術の普及促進に効果的である。そのためには、技術基準類の次期改定を待たずに当該部分を増補する等、柔軟な対応を考えなければならない。技術基準類の構成にも増補しやすい工夫が求められる。

さらにこの流れを加速するためには、照査方法等を事業・設計・施工・管理に関係する技術者が議論しながら迅速に策定していくプロセスを組み立てる必要がある。5.2(1)で述べたとおり、促進方針では技術テーマごとに導入促進機関を選定し、必要な技術基準類、特に照査方法を速やかに策定していくこととしており、ここで策定された照査方法等を技術基準類の増補に充てることが技術の迅速な普及に効果的だろう。

また、適用可能な現場条件が限定的でも高い生産性向上が見込める技術等は、適合条件を満たす具体的方法として便覧・マニュアルの形で提示することを遅滞なく検討すべきと考えられる。

#### (6) 調達制度と技術基準類との調和

国土交通省の直轄工事では2005年施行の『公共工事の品質確保の促進に関する法律』を受け、総合評価落札方式を適用することにより公共工事の品質確保を図っている。総合評価落札方式では、国土交通省が運営するNETIS（新技術情報提供システム）<sup>39)</sup>に登録された新技術等の活用実績を評価項目として適宜考慮する等、新技術の普及促進が図られている。

2017年度には、建設現場におけるイノベーションの推進、生産性の向上及び若手技術者等の確保のため、新技術等の活用実績の評価に加え、『新技術導入促進型総合評価方式』が導入された。実用段階と研究開発段階の新技術をそれぞれ対象とする新技術導入促進(I)型、(II)型が実施されている。(I)型では技術活用の提案の妥当性等が、(II)型では提案技術の有効性、具体性等が総合評価において評価されることになる。ここで、施工効率化技術等ではなく、構造部材に用いる新材料など道路構造物の性能に直結する場合は特に、技術基準への適合性が確認されなければならない。こうした新技術の導入を促進するためには、(4)で述べた技術基準への適合性確認制度とも調和した調達制度を構築する必要がある。

#### (7) 研究開発への支援

新技術を活用するための規格や制度を述べてきたが、そもそも活用すべき新技術がなければ意味がない。新技術を創造する研究開発を効果的に支援していくことにも取り組む必要がある。企業や大学が有する研究開発力を支援するため、道路局と国総研が連携して、産の技術や学の知恵を道路行政に幅広く取り込むための産学官連携による技術研究開発を進めている<sup>40)</sup>。学識経験者から構成される「新道路技術会議」（委員長：朝倉康夫東京工業大学教授）を開催し、研究成果の評価、次年度の政策領域毎の基本方向及び研究テーマ、公募案件等の審議を実施している。実施課題の特性に応じ、道路局のバックアップのもと、地方整備局およびその管理下の現場並びに土研との連携も可能であり、道路政策の質の向上に資する技術研究開発を支援している。

また、国土交通省ではNETISテーマ設定型の技術公募を2013年度から進めている。これは、調査・点検や維持管理など現場ニーズに基づき技術テーマを設定し、実用段階にある新技術を公募して現場実証を行い、各技術の特徴を明確にしてNETIS特設サイトに掲載することにより活用を促進する取り組みである。

このような主に実用化研究を支援する制度は他にもあり、その重要性から近年拡大傾向にある一方で、新技術の種を生む基礎研究への支援が不足しているといわれる。基礎研究には発展に長い時間を要するものも多く、すべてが実を結ぶわけではないため、支援が困難であることは否めない。国総研道路構造物研究部では7件（2021年度）の共同研究を実施し、道路管理者のニーズや関連する施策を踏まえた技術開発を産学官共同で進めている。こうした取り組みを通じて産学の新技術の種を見出し、芽吹かせるための支援につなげていくことも重要と考えている。これらの取り組みは次世代の人材育成にも不可欠であり、継続的な支援を行っていく必要がある。