

## 巻頭言

# 耐久的な構造物を実現するために必要なこと

石田 哲也



高度経済成長期以降に蓄積された多くの社会資本の老朽化が、大きな懸念事項となっている。国土交通白書 2014 によれば、2033 年には橋齢が判明している約 40 万の橋梁のうち 67%が、また建設年度が判明している 1 万本のトンネルの 50%が、建設後 50 年を迎えることになる。例えば高速道路各社においても、過酷な環境下で長期供用されている道路構造物の損傷が一部顕在化し、新たに作り替える大規模更新が計画されている状況にある。今後人口減少を迎え、社会資本投資にかかる財政状況が厳しくなる中で、新設構造物の建設にあたっては、過去と同様のものを作るのではなく、昨今の技術進歩を踏まえた長寿命仕様とする必要がある。一方で既設構造物に対しては、適切な補修・補強対策による効果的な延命化措置が重要となろう。それらの目的を達成するための、既存技術の組み合わせと総合化、新規の技術開発、ならびにそれらを現場に実装する仕組みの整備が、我々が抱える喫緊の課題である。

長寿命化、高耐久化を狙った構造物を実現するためには、初期の建設コストのみならず、維持管理や更新にかかる費用を含めたライフサイクルコストを考慮に入れる必要がある。一般に高耐久化を実現するにあたって、初期コストの面では不利にならざるを得ないためである。しかしながら、例えば道路橋 RC 床版の打替えの場合、新設床版と比べて直接工事費だけを比較しても数倍のコストを要するとの試算がある。また交通規制等による社会的損失を含めると、必要なコストは更に増加することが容易に予想される。最初から良いものを作っておけば、結局は得をすることになるのは自明である。

ただし、初期コストを上げてでもトータルでは採算が合うのか、という命題に正確に答えるためには、構造物の性能が時系列でどのように変化していくのか、あらかじめ把握しておく必要がある。コンクリート構造物の分野で言えば、2000 年 1 月に土木学会から発刊されたコンクリート標準示方書において、世界に先駆けたような形で時間  $t$  (設計耐用期間) を取り入れた照査手法が導入された。また昨今の研究では、コンクリート材料の硬化・劣化を支配する微視的現象に対す

る理解と一般化材料物理化学モデル／構成則の構築、さらに数値解析技術の進歩により、時間軸上でコンクリート構造物の性能を予測するシミュレーション技術の著しい進展も見られている。こういった技術を実務に適用し、ライフサイクルコストを含めた構造物の性能評価を行うことが必要であろう。

しかし実構造物の振舞いは複雑である。現地一品生産であるが故の、固有成り様々な供用環境に曝されると同時に、耐久性は施工の品質の影響も強く受けるからである。さらに供用後の交通荷重の増加や、スパイクタイヤ禁止に伴う凍結防止剤散布量の増加など、当初予期しない事象も起こりうる。従って、事前予想が難しい不確実性に対するエンジニアリングの知恵として、不具合に対して構造物に冗長性を持たせる、あるいはフェールセーフ機構を内包させることが重要である。一方で個別の要素技術のレベルアップのためには、常に実際の現象や挙動と照らした検証や改善が欠かせない。いわゆる PDCA サイクルの実践である。長年の供用を経た構造物から課題や改善点を洗い出し、新設構造物の設計に活かすこと、また適用した補修・補強対策の効果を追跡調査し、効果的な延命技術を構築することなどである。

近年では、数値解析技術、センシング・モニタリング技術および情報通信技術などが長足の進歩を遂げている。こういった技術を活用して、構造物の設計、施工、維持管理をシームレスに結合することが出来れば、様々なレベルでの PDCA サイクルを回すことが容易となる。例えば 3 次元モデルによる設計図面の作成と施工計画の立案、施工に関わる様々な情報の蓄積と構造物に発生する不具合の有無、点検データの蓄積とそれを活用した構造物性能評価など、いわば構造物の母子手帳やカルテともいえる情報を一元的に管理できれば、一見して理解が困難な不具合や劣化のメカニズムの解明につながる。このような PDCA サイクルの循環を経て、個々のインフラ関連技術のレベルアップと、構造物の信頼性が向上することを期待したい。