

維持管理におけるDXとは何か

昨今、DXという言葉が世を席卷している。「DXの推進によるイノベーションの創出を」とか、「DXによる〇〇改革の実現」などといった言葉が日常にあふれている。ときに、「DXとはデジタル化を進めること」と捉える向きがあるが、それはDXの概念をあまりにも矮小化していると言わざるを得ない。デジタル化を推し進めることは、単に一つの手段にすぎない。DXとは、「デジタル化という手段によって、ものごとの変革をもたらすこと（トランスフォーメーション）」であり、様々な課題を克服したり、新しい価値を創出したりするなどの達成すべき目的を意味している。

では、デジタル化の推進によって、如何にものごとの変革が実現されるのであろうか。GAF（グーグル、アマゾン、フェイスブック、アップル）といった、このところ成長著しい企業が狙っていることは、デジタル化によって事業サイクルを非常に早く回すこと、すなわち「ハイサイクル化」にある。例えば、フェイスブックなどでは、ユーザーインターフェースの改良を絶え間なく行い、過去10年間で38万回にも達するバージョンアップを実施しているという。また、テスラの販売する自動車も、ワイヤレスソフトウェアアップデートを頻繁に繰り返し、車両の機能を逐次向上させている。デジタル化された情報をインターネット上でやり取りし、生産、物流、販売のサイクルを極限まで加速させる「ハイサイクル化」によって、ライバル企業に対する優位性を獲得し、凄まじい成長を遂げているのだ。

ここで、土木構造物の維持管理において、目指すべきDXの姿とはどのようなものであろうか。土木構造物にかかわる「情報」をデジタル技術の助けを借りて最大限活用し、まずは建設と維持管理における情報のサイクルを回すことが必要不可欠である。そのような、情報を中核とした建設から維持管理をつなぐサイクルをしっかりと回したうえで、少しずつそのサイクルを早めていくことが重要であろう。ウェブサイト上のボタンをクリックしてビジネスが完結する分野と、数十年からものによっては数百年にわたる時間を考えなくてはならない土木構造物では時定数が大きく異なるため、GAFが目指すレベルのハイサイクル化はそもそも困難（あるいは不可能）な面があるが、情報を最大限活用したサイクルの早回しは、是非実現すべき課題だ。

情報の活用にあたっては、情報の「取得」「伝達」「蓄積」「分析」の4つの行為が鍵となる。生物的なアナロジーで言うと、取得は知覚系、伝達は神経系、蓄積は記憶系、分析は判断系が司る行為である。情報技術が劇的に日常生活に溶け込んでいる背景には、様々な情報の取得、伝達、蓄積、分析が、デジタル技術の進歩により、圧倒的な低コストで可能となったことが大きい。

構造物の維持管理を例として、もう少し具体的に活用のイメージを述べる。例えば橋梁を対象とした場合、情報の取得、伝達、蓄積、分析のプロセスを一気通貫して取り扱うことのできる情報技術は極めて有効なツールとなる。様々な環境で長期



東京大学大学院 工学系研究科 教授 ^{いしだ}石田 ^{てつや}哲也

供用されるなか、橋梁に発生した不具合は、まず知覚系のセンシング・モニタリング技術によって自動的に検知される。振動や変位・変形、ひび割れの発生・進展、鋼材腐食の進行などのモニタリングデータである。これらのデータや、定期点検等で取得されるデータは、神経系を司る情報通信技術（5Gなど）によって瞬時に伝達される。橋梁の現場から伝送されたデータは、記憶系であるクラウド上の情報プラットフォームに蓄積され、関係するステークホルダーの間でリアルタイムにシェアされる。蓄積された情報は、判断系である数値解析技術、統計的手法あるいは人工知能（AI）等によって処理され、発生した不具合による構造系全体の性能低下や、放置しておいた場合の将来の損傷リスク、性能低下の程度を評価・予測する。技術者は、判断系が出力した結果を総合的に考え、適切な補修あるいは補強対策を施す、という流れである。

これら一連のサイクルをグルグルと回しながら、維持管理における点検、診断、対策にかかわる技術のレベルアップを継続的に実施することが肝要である。例えば、定期点検のチェック項目として記録している情報が、構造物の機能維持にとって本当に意味があるものかどうか吟味すること、そのうえで取得すべき必要不可欠な情報が何なのかを逐次検討して、点検項目の見直しを行うなどの

フィードバックを不断に続けることが必要不可欠ではないだろうか。近接目視などによって多くの手間をかけて取得している情報が、構造物の適切な補修・補強対策を行うにあたって本当に必要なものとなっているか十分に吟味して、点検という手段が目的化することのないよう注意しなければならない。

さらに、これからの近未来に期待される技術に「デジタルツイン」と呼ばれるものがある。現実空間から取得された情報を仮想空間の中で再構築し、実際の構造物の状態や振る舞いを仮想空間に写像するというものである。実際の土木構造物に対して「デジタルツイン」を構築し、仮想空間上であらゆる時空間での挙動を再現する数値シミュレーション技術と組み合わせることが出来れば、設計や維持管理技術の更なる高度化が期待される。土木構造物の供用期間は長期にわたるため、現実空間で結果が出る（サイクルを回す）のに時間がかかるが、数値シミュレーションであれば様々なシナリオを検討することができ、効率的な点検や最適な補修・補強プランを探ることも可能になるであろう。建設から維持管理に至る流れの中で、情報を通じて様々なステークホルダーが時空を超えてつながり、サイクルを早回しすることで土木構造物の維持管理の姿が革新的に変わる（トランスフォーメーションする）未来を描きたい。

【著者紹介】石田 哲也（いしだ てつや）

1999年東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻博士課程修了。1999年から2年間、日本学術振興会海外特別研究員としてカナダ・トロント大学に滞在。東京大学大学院工学系研究科講師、准教授を経て現職。専門はコンクリート工学、データ駆動型維持管理。