

## 「想定外」に対処するために



京谷 孝史  
論説委員  
東北大学教授

構造物の設計においては、まずそれが果たすべき要求機能が決定され、それを合理的に実現するために力学モデルによる照査が行われる。その力学モデルとは、因果律を背景に「現象の主体」、そして主体の状態変化を表す「運動学的量」、その状態変化を引き起こす「駆動力」の三要素で構成されており、「主体」に「外力」が作用して「形が変わる」などの運動の様子を、力学の論理と数学を駆使して定量的に求めることが行われる。それが実現象の客観的・論理的推論を可能ならしめる力学モデルの構造である。

設計とは、この力学モデルの構造に則して、構造物に作用する「外力」を想定し、それに対する構造物の応答を求め、構造物が要求機能を果たせるか否かを繰り返し照査する一連の作業に他ならない。設計行為がそのような力学モデルの構造に即している以上、構造物に「想定する作用外力」が付随し、その裏返しとして「想定外」の外力が存在することは本質的である。これは「構造物」と「力学モデル」に限らない。土木工学が構築するハード・ソフトに亘るあらゆる「機能体」とその「設計理論モデル」といった図式において当てはまり、それぞれの「想定外」が必ず存在する。

そんな不可避の「想定外」に対処するための従前の方法は、想定範囲を内側から広げて「想定外」の領域を狭めることであった。考え得る限りの外力をピックアップして、それら全てに耐えられるように機能体に工夫を加えるという作業である。しかし、設計理論モデルが想定する内側から「こんな場合があるかも知れない」という「ケースの追加」によってカバーする領域を拡張するには限界がある。いつまでも「これでヨシ！」というゴールが見えない。そんな作業が地道に持続すればよいのだが、「未だ見落としがあるかも知れない」という緊張が持続せず、いずれ緊張を解くための理由探しが始まらないとも限らない。あるいは「現実的に適当と思われる範囲」で手を打つこともあり得るだろう。だが、それは「想定外は最早あり得ない」という地平に立ってしまう危険性を孕む。従前のこの方法は棄却せねばならない。

別の、そして唯一と思われる方法は、ハード・ソ

フトに亘る複数の機能体がそれぞれの「想定外」をカバーし合う重層的な補完システムを構築することである。それは具体的にどうすればよいのかというと、簡単ではないが一つの道筋は見えている。

震災直後、仙台市の私の近所は、東京都の給水車や大阪のガス工事作業車に大変に助けられた。自治体間の災害時協力体制が効果的に機能していることを実感した。この互助システムの成功にヒントがある。成功の鍵は、自治体という一つの機能体がカバー可能な「想定内」と不可能な「想定外」の境界線がどこにあって、「想定外」の外力が襲ってきた時に「機能体」のどこが機能不全に陥るかが把握されていること、そしてさらに、その情報が同種の機能体間で共有されていることにある。

土木工学が構築するあらゆる機能体についても、「想定内・外の限界の明確化」と「その限界に関する情報の明示」が実現すれば、ハード・ソフトに跨がった機能体間の相互補完体制は構築可能である。ある一般道の橋梁や沿道斜面が地震時に脆弱であることが明確であれば、耐震性能の高い道路とのネットワークを構築することで地域の災害時の緊急輸送網が実現できる。また、地震で斜面が崩れることが明確に提示され、地域住民の共通認識になれば、住民の自助・共助システムと結びついたスムーズな避難行動が実現する。要は、機能体自らの「想定外」の明確化と、その情報の判りやすい提示である。そうすることで一つの機能体は単なる機能体ではなく、他と効果的に結びつくことができる機能体になる。そして、それらハード・ソフトに跨がる複数の機能体が幾重にも重なって補い合う「重層的なフェールセーフシステム」が実現すれば、どんな想定外にも対処できる社会が実現するだろう。

そのために我々は何をすればよいか。「機能体の限界を明確にする」ということは、とりも直さず機能体を設計する際の理論の精度を高めるということである。安全率3という設計理論は作る際には機能しても、どんな状況で壊れるかという限界を把握するには具合が悪い。機能体の限界を把握する精緻な設計理論の研究が必要である。これは従前から土木工学の各分野で研究者・技術者が汗を流している部分である。要は「これまでと変わらぬ方向で研鑽を積みよ、ただし、一つ一つの機能体の限界を提示することの重要性を認識すべし」ということだろう。そして、もう一つは「機能体の限界に関する情報を誰にでも判る形で提示すべし」ということである。しかし、この類の「説明」については、土木は苦手でおろそかにしてきたように思う。今後「土木」全体で大いに努力すべき点である。