

最近の地震被害の傾向と耐震技術課題

* 松尾 修



1. はじめに

今年3月に能登半島地震が発生した。2004年10月の新潟県中越地震以来の被害規模の大きい地震であった。この2つの地震による公共土木施設の被害を概観するとともに、当面する技術課題について思うことを以下に述べることにする。

2. 最近の地震被害の傾向と主な耐震技術課題

まず道路について気付かされることは、これら最近の地震では橋梁の致命的な被害が起こっていないことである。例えば、新潟県中越地震では一部地域で兵庫県南部地震に匹敵するレベルの地震動も観測されている。同地震では上下線分離の道路橋で、耐震補強が済んでいた方の橋梁は無傷であったのに対し、耐震補強未着手の橋梁では橋脚段落し部が損傷したという特徴的な事例が見られた。耐震補強の必要性和有効性を同時に示す事例である。

これに対し、土工構造物では、相変わらずといっは語弊があるが、両地震において少なからず被害があった。特に注目されたのが沢埋め盛土である。被害要因として、盛土内に浸透した水の存在が指摘されている。

道路についてこのように見てくると、もともと橋梁は古くより耐震設計が導入されていたので、従来耐震設計がなされてこなかった盛土などに比べて耐震性が高いと言えるが、橋梁の耐震補強は1995年兵庫県南部地震以後に優先的に進められてきたことも奏功し、最近の地震では被害が少なくなっている。また、その裏返しとして、土工部の被害が目立つようになってきたと感じられる。

言うまでもなく道路はそれを構成する構造物がバランスよく安定性を保って交通機能を確保するのが望ましい姿であろう。ただし、ここで断り

しておくが、バランスよく、というのはあらゆる構造物が同程度の耐震性を有すべきということを意味するものでは必ずしもない。構造物の特性、万一崩壊したときの影響度や、費用対効果などを総合的に勘案されるべき事項である。

道路を地震に対して強くという要請は依然大きく、今後とも着実に進めていかねばならないが、これを確実かつ効率よく進めていくために必要とされる要素技術はまだまだ山積している。同時に、耐震補強事業の進捗に伴い、対策の優先付け、さらにはどこまで安全を求めるか、という課題についてもその時代時代の社会情勢をも考慮しつつ頭の整理をしていかねばならないであろう。

技術課題に話を戻すと、既設橋梁の耐震補強においては、橋梁全体が地震時にどのように挙動するかを的確に評価した上で、致命的な損傷を防ぐための最適な補強法を見出すための研究を継続していくことが必要であると思われる。また、基礎の耐震補強は本格的には進展していないが、そもそも地震により基礎が壊れて落橋に至ったという事例は稀である。このような実態と現行の設計法（照査法）との間には乖離がまだありそうであり、これを埋めるための研究開発が必要である。そのことにより、耐震補強の要否をよりの確に判定できるようになるであろう。

新設橋梁については、構造を強くして地震力を正面から受け止めるという考え方から、免震・制震構造などのように、地震力を受け流す、あるいは揺れを抑えるというような考えによる構造の採用も増えてきている。

地震後に橋が損傷を受けているのを発見した際に、道路管理者はそのまま通行させるかあるいは通行規制をすべきかの判断を迫られる。2次災害を防ぐという安全の確実な確保と、ライフラインとしての機能確保の必要性との板挟みの中での難しい技術的判断である。さらに、通行規制した後の応急復旧も道路管理者にとっては一刻を争う課題である。土木研究所ではこれらの早期診断・早

*独立行政法人土木研究所つくば中央研究所耐震研究グループ長

期復旧に関する技術開発も進めているところである。

道路土工構造物では盛土の耐震性確保が重要な課題である。最近の地震で被害が目立つ沢埋め盛土については、弱点箇所をいかに的確に抽出するか、そして如何に補強するかということが課題である。沢埋め盛土の被害要因は奇しくも豪雨と地震でほぼ共通しているため、対策も両者を兼ねることが出来る。弱点箇所抽出技術の精度向上がいま最も必要とされていると考えられる。

河川施設については、両地震で特に致命的な被害はなかった。これは河川施設の被害要因として最も影響度の大きい液状化を生じるような砂質地盤がたまたま少なかったということが幸いしているものと思われる。ちなみに、河川施設については、兵庫県南部地震以後に堤防について耐震補強事業が進められてきているが、今年度より堤防以外の構造物も含む河川施設全般（ダムを除く）について、レベル2地震動に対する耐震診断が始められている。前回の耐震診断との手法の主な違いは、レベル2地震動を対象とし、変形量を直接的に照査する手法に移行したことである。レベル2地震動に対する液状化対策工の合理的設計法は未だ存在していないと言ってよく、これを構築していくための地道な研究がなお必要である。また、堤防以外の、樋門や堰などの河川施設についての耐震補強についてもこれまでほとんど経験がないため、技術開発整備が必要である。

下水道施設では管路の被害が目立つ。昔に比べて近年の地震では被害数量が多いように感じられるが、背景には普及率が全国的に高くなったことがあると思われる。管路の被害には埋戻し材の液状化が主要因になっていることがこれまでの研究によりわかっている。新設の場合には埋戻しを丁寧に行うことに尽きる。主な技術課題はやはり既設管路にある。既設の下水道管路を耐震という単独の目的で補強することは財政事情も含めて現実には考えにくい、老朽管路の更新計画を立案する際に耐震性を一項目として追加する、また更新などの工事に併せて耐震補強を施すなどにより進めていくやり方がとられるのではないと思われる。費用対効果に優れた更新工法の工夫とともに、丁寧な施工を確実に出来るような技術的・制度的改良も必要のように思われる。

公共土木施設以外でも、自然斜面の地震時安定性評価に関する研究が最近盛んになってきているようである。新潟県中越地震で大規模斜面崩壊が多発し、地域への影響度合いが大きかったことも一因しているであろう。自然斜面の地震による崩壊は、事例の集積が困難、地山が複雑、現象自体も多様、等々の理由によりこれまで精力的に研究が進められてきたとは言い難い。研究の必要性もそれほど高くなかったということもあるであろう。現在でもまた将来においても、技術的解明・実用化へのアプローチが最も難しい領域であり続けるであろう。自然斜面の研究はわが国の大学組織、行政組織の影響により砂防、地質、土木のそれぞれの流儀で行われ、連携が少なかったように思われる。それぞれの専門知識を活かした協働が望まれるところである。

以上、構造的な（ハードの）耐震技術課題について述べた。この他にも、地震動、安全性水準の問題、震後対応の問題など多様な課題があるのは言うまでもないところである。

3. おわりに

最近日本列島は地震の活動期に入って来たようだとの地震学者の説が一部にあるが、最近の地震の起こり方を振り返ればそのような気がしないでもない。つぎの大物はいつどこを襲うのかははっきりしたことは誰にもわからないが、地震対策は最大限効率的に進めていくしかない。そのための耐震技術開発である。本特集号では、土木研究所で実施している技術開発研究のいくつかを紹介している。読者諸賢の参考になれば幸いである。

追 記

7月16日に新潟県中越沖地震が発生した。本原稿を査読している17日時点で9人の方が亡くなっている。被災地の復興と安定が一刻も早くなされるよう祈るとともに、我々の耐震技術開発が今後の災害軽減に微力ながら役に立てるよう務めたいと思う次第である。