

## 最近の地震被害を踏まえた耐震技術

\* 松尾 修



## 1. はじめに

本誌の昨年10月号において特集号「土木構造物の耐震補強技術」が組まれ、その中で筆者は耐震技術の動向について思うところを述べた<sup>1)</sup>。その同じ月に新潟県中越地震が発生した。それからさらに1年余りが経過した。そこで本文では、主に新潟県中越地震において顕在化した耐震技術課題について述べることにする。前報<sup>1)</sup>と内容的に重複のある点は御容赦いただきたい。

## 2. 顕在化した技術課題

## 2.1 土砂災害

中越地震では最も被害規模の大きかった災害の一つであり、第三紀層地帯で多発した地すべりや芋川の河道閉塞、あるいは民家裏の急傾斜地や道路斜面の崩壊などが生じた。特に今回ほど多数の大規模な地すべりが発生したのは近年の地震では例がないことであり、おそらく1923年関東大地震以来ではないかと思われる。また、河道閉塞も1986年長野県西部地震で御岳崩れに伴い発生して以来の大規模なものであった。防災の観点から見れば、自然斜面の地震による地すべり崩壊の危険性を予測することがまず必要であるが、現在の技術的知見では手も足も出ないというのが正直な所である。被害発生メカニズムさえごく一部しか把握できていない。地震により発生する地すべりといっても現象面、発生メカニズムの両面において非常に幅が広く、その解明および実用化への道のりは長い。地道な研究が必要とされる。

また、斜面の復旧においては、今後の融雪や豪雨などに備えてどのような対策をすればよいかということも現場では切実な課題となっているようである。被災現象および対策工の効果の考え方により対策規模が少なからず変動する。

河道閉塞についても近年の発生事例が少ないことからかなり限られた経験的知見しかない。これについては、予測もできればよいが、実務上はいったん河道閉塞が形成された後の応急的・恒久的対

応をどのようにするのがよいかに関する判断技術、処理技術が特に必要であろう。

## 2.2 土構造物

盛土構造物については道路盛土、宅地、フィルダムなどが被害を受けた。このうち道路盛土について述べれば、山岳部に多く存在する沢埋め盛土の被害が多発した。また、関越自動車道の小千谷ICの前後の長い区間で、崩壊には至らないが緊急車両の通行も困難となる程度の沈下変形が生じた。沢埋め盛土の被害については、いったん崩壊すると復旧に要する期間が長くなり交通機能回復のボトルネックとなる可能性が高いので、その被害予測・対策技術の確立が望まれる。これまでの調査で、沢埋め盛土の被害には地下水の存在が関与している可能性が高いことがわかってきているので、ここに焦点をあてた検討が望まれる。また、関越自動車道の沈下変形はすべり崩壊を伴わない、最近の地震被害の形態としてはやや珍しいものであった。幸いにも緊急復旧がすばやくなされ、地震発生後わずか19時間で緊急車両の通行が可能となった。この程度の地震被害を中越地震クラスの地震に対して許容するか否か、所要耐震性能の観点から今後議論が必要ではないかと思われる。

## 2.3 山岳トンネル

道路・鉄道で山岳トンネルが大きな被害を受けた。致命的な崩壊には至らなかったものの、構造的には近年の地震災害には見られない厳しい被害であった。山岳トンネルは過去に致命的な被害に至った事例がきわめて稀であること、およびその地震時安定性が地山の地形・地質条件に支配されると考えられるがその地山の地震時安定性を定量的に評価できるに至っていないことなどから、従来より耐震設計はなされていない。今回の地震で経験したような被害を今後軽減していくためには、周辺地山の地震時安定性評価も含めた被害発生メカニズムの解明や、地質条件の不良な地山を通るトンネルでの耐震診断技術など、きわめて困難であるが地道な研究が必要とされる。

## 2.4 橋梁

落橋に至ったものはなかったが、鉄道と道路の

<sup>1)</sup> 独立行政法人土木研究所耐震研究グループ長

一部の橋梁で橋脚に被害が生じた。それら被災橋脚はいずれも耐震補強が未了のものであった。裏返せば、兵庫県南部地震以降に進められてきた耐震補強が施された橋脚には目立った被害がなかったということであり、耐震補強が有効に機能したと言えるであろう。なお、道路橋の耐震補強は現在も鋭意進められているところであるが、国土交通省では中越地震の後の平成17年3月に道路橋の耐震補強3か年プログラムを発表した。補強優先度の高い橋梁に集中・選択して対策を進めることにより道路ネットワークの信頼度を高めようという趣旨である。耐震補強のより一層の効率的進捗を可能とするために、より高度化した耐震診断技術、施工条件の厳しい橋梁に対しても合理的に対策を可能とする技術や経済的な対策技術など、従来に引き続き技術開発が望まれる。

#### 2.5 下水道

長岡市・小千谷市などをはじめとする広範囲の市町村にわたり下水道管路の浮き上がりや路面沈下などの被害が多発した。これまでの調査により、被害の主要因は埋戻し土の液状化であることが判明している。このことは過去の地震でも全く同様のことが指摘されている。被害メカニズムおよび新設・改築の場合の対策技術はこれまでの研究によりかなり明らかにされており、中越地震の災害復旧でもこれまでの技術開発成果が活用されている。残された大きな技術課題は既設の下水道管路の対策をどうするかということであり、耐震診断・対策技術ともに簡易かつ極めて安価な方法を見出すことが必要である。

### 3. 地震対策・耐震技術を巡る最近の動向

新潟県中越地震以後の地震対策・耐震技術を巡る動向について主なものを紹介しておく。

- ・「平成16年新潟県中越地震調査結果と緊急提言」を発表（社）土木学会、平成16年12月）
- ・「首都直下地震被害想定結果」を公表（中央防災会議、17年2月）：最大想定被害規模で死者1.1万人、経済被害110兆円とされている。
- ・「地震防災戦略」を発表（中央防災会議、平成17年3月）：今後10年間で人的被害・経済被害を半減させることを目標としている。
- ・「道路橋の耐震補強3か年プログラム」を発表（国土交通省、平成17年3月）：新幹線・高速道路をまたぐ跨線橋・跨道橋の耐震補強を3か年で概ね完了させる。
- ・「下水道施設の耐震対策指針等改定調査専門委

員会」の発足（社）日本下水道協会、平成17年7月）：1997年指針の改定を目的とする。

この他、「道路橋示方書」、「道路土工指針」の改訂作業（社）日本道路協会、「河川構造物の耐震検討会」（国土交通省委託）などが進められている。これらの改訂においては、中越地震における被災経験から得られた教訓や技術的知見が反映されるものと思われる。

### 4. おわりに

今月号の特集企画趣旨は、表題のとおりであり、最近の地震災害を踏まえ減災のために必要とされる各種土木構造物等の耐震技術の課題、開発動向などの話題が提供されている。地震防災技術の現状と課題について主にハード技術を中心に述べられている。

#### 参考文献

- 1) 松尾 修：土木構造物の耐震補強技術の動向、土木技術資料46-10, pp. 22-23, 2004年10月