

## 土木構造物の耐震補強技術の動向

\* 松尾 修



### 1. はじめに

早いもので、1995年兵庫県南部地震の発生から満10年を迎えようとしている。この地震以降、新設構造物の耐震性強化方策や既設構造物の耐震補強などが行われてきた。このうち、既設構造物の耐震補強は関係各機関で進められているものの、未だ道半ばである。また、東海・東南海・南海地震などの広域かつ大規模な地震が今世紀前半に発生する可能性は極めて高いことが公式に発表されており、事前対策としての耐震補強を早急に進めねばならない。他方、財政状況の逼迫などから、公共事業費の縮減もここ数年著しく、今後しばらくはこの趨勢は続くと思われる。このような状況の下で、土木構造物の耐震補強を今後とも推進していくためには、耐震補強技術の一層の合理化が求められる。そこで、小文では、土木構造物の耐震補強技術に関する動向等をかいつまんで以下に述べることにする。

### 2. 耐震対策をめぐる状況

はじめに、土木構造物の耐震対策をめぐる最近の状況は以下のようなものである。

まず、兵庫県南部地震以後の耐震補強の状況として、道路橋や河川堤防についてはかなり精力的に進められてきている。しかし、対策を要する箇所は未だ多く残されている。昨年、内閣府が全国の都道府県に対して、公共施設の耐震補強の現状についてアンケート調査した結果が発表されたが、進捗率が50%に満たない公共施設も多く存在することが示されている。他方、冒頭に述べたように、公共事業費の落ち込みが著しいことから、既設構造物の耐震補強に割ける予算も限られたものにならざるを得ない。そうであるからといって、東

海・東南海・南海地震、さらには宮城県沖地震などは近い将来において高い確率で発生することが予測されていることから、今から確実に備えておくことが必要とされる。また、平成15年度には国土交通省から「社会資本整備重点計画」が発表されたが、その中で、大規模な地震、火災に強い国土づくり等が重点目標の一つに掲げられた。さらに、政府は、巨大地震の発生が予想される地域の防災対策を強化促進するため、「地震対策強化プロジェクト制度」の創設が検討されている。

このような状況の下で、既設構造物の耐震強化を円滑に進めていくためには、各種公共施設の現状の把握、実効的な耐震補強計画の策定、および従来にも増して経済的な耐震補強技術の開発が求められている。

### 3. 耐震補強技術の課題と動向

ここでは主要な土木構造物の耐震補強技術の動向と当面する課題について述べる。

道路橋の耐震補強には、橋脚の補強、落橋防止構造の設置・補強、基礎の補強などがある。橋脚の耐震補強はかなり進捗してきているが、施工しにくい河川や海の中の橋脚がこれからの主なターゲットとなると考えている。水中の橋脚に対して巻き立て補強を行う場合には一般に止水壁を設けてドライにするなどの工事が必要となるため、陸上の橋脚に比べてはるかに多くの手間と費用を要する。このため、プレハブの止水壁を用いることにより手間を省く工夫などが提案されているが、さらに施工の合理化が求められる。また、複数径間の橋梁では、それぞれの橋脚が地震時にお互い独立に振動する訳ではなく、橋桁を介して相互に力のやりとりをしながら応答している。したがって、河川中の橋脚を耐震補強しなくても、それらに隣接する河川敷上の橋脚、あるいは橋台を確実に

\*独立行政法人土木研究所耐震研究グループ長

に補強すれば大きな損傷を免れることも可能である。このような橋全体としての性能の観点からの評価・補強技術の研究が進められている。

落橋防止構造の設置・補強については、アンカーボルトの施工不良が問題になったが、橋脚・橋台内部の鉄筋にぶつからないように削孔することが困難な構造であっても落橋防止構造を確実に定着できる技術の確立が望まれている。

基礎の補強についても課題が多い。増し杭が最も一般的な従来技術であるが、施工空間に制約のある中での施工技術や、マイクロパイルなどのように小型施工機械でできる工法の開発などがなされてきている。この他にも各種の基礎補強工法が開発提案されつつあるが、液状化地盤などの地盤特性により対策効果に違いがあると考えられるため、その定量的な効果の評価法を高めることは今後の課題であろう。

つぎに、盛土構造物については、兵庫県南部地震以降、河川堤防の耐震強化が精力的に進められてきたことが挙げられる。耐震性診断および対策工の設計は震度法で行われてきたが、変形量を直接評価するものでないため、合理性に欠ける面があった。このため、近年、盛土構造物に対しても地震による変形量を直接照査する手法の実用化研究が進められ、一部、実務にも取り入れられ始めている。他方、耐震性照査手法の決定版というものは未だ存在せず、今後当面はいくつかの評価手法が混在して利用されていくと思われる。このため、これらを現場で適正に適用されるよう、それら手法についてのマニュアル整備が望まれるところであり、土木研究所においても取り組んでいるところである。

また、盛土の地震対策工法としては地盤改良が主流であるが、レベル2地震に対する対策効果の検証および定量的評価法が十分でない面がある。たとえば、締固め工法のせん断変形量の予測や固結工法における改良体自体の安定の問題などである。これらについても地道な研究が望まれる。

他方、道路盛土についてはこれまで耐震強化の実績は乏しいように思われる。道路盛土の耐震補強では、一般に道路交通を確保しつつ施工しなけ

ればならないこと、道路用地が原則盛土のり尻までであるため地盤改良の施工がきわめて難しいこと、が特徴であり、これが河川堤防の耐震補強との大きな違いであると考えられる。したがって、これら施工条件の制約の下でも適用可能な対策工法を開発することが大きな課題である。

道路盛土では耐震診断を行う際の技術的課題もある。それは、古い道路ではボーリング資料が残されていないことが多く、定量的な耐震診断が困難なことである。現在は、微地形情報などにより概略診断を行っているが、耐震性に劣る盛土区間を確実に抽出するための耐震診断の流れを再整理してみることも有意義であろう。

耐震補強において、補強技術とともに大切なのは、耐震補強計画の策定である。施設管理者は、耐震診断により対策が必要な施設を整理した後、どこからどのように対策を進めていくかの年次計画を策定する必要がある。たとえば道路であれば、ネットワークとしての機能を考慮してどの路線を優先するか、どの施設を優先するか、を分析判断しなければならない。また、補修・補強事業は耐震性単独目的でないことも多い。このような複数要素を加味しつつ、煩雑でない補修・補強優先度意志決定支援システムが求められている。また、そのような合理的な手順に従って策定された補修・補強計画を持つことは地域住民への説明責任を果たす上でも大切である。

#### 4. おわりに

地震防災では、被害を食い止めるための最も確実な手段は施設の耐震化である。施設対策、特に既設構造物の耐震補強は費用が高くつくので、短期間には片付かない。したがって、耐震補強の目標と長期計画を作成するとともに、無駄のない合理的な耐震補強技術を開発することが必要である。本号は耐震補強技術の特集号であり、技術開発研究等の一端が紹介されています。