



以上述べた設計法の基本的な考え方は先に述べた土木学会の「土木建造物の耐震基準等に関する提言」に沿ったものといえる。この設計法により建造物の地震時の安全性はかなり明確になったといえるが、地震動、建造物

の塑性領域における挙動あるいは建造物を支える土の動的性状にはまだ未解明な部分もあり、今後一層の努力が必要である。

3. われわれは何を生み出したのか (3) 道路施設の耐震化対策

保田雅彦 Masahiko YASUDA

フェロー会員 工博 建設省土木研究所 耐震技術研究センター長

耐震性確保に向けた新しい取り組み

阪神淡路大震災では、想像を超える強い地震動により、橋梁・盛土・擁壁等の道路施設に甚大な被害が生じた。道路施設被害等に起因する道路網の寸断は、短期的には緊急活動や復旧活動に、中長期的には地域経済や国民生活に大きな影響を及ぼした。建設省ではこれを教訓として、地震防災対策特別措置法（平成7年7月施行）に基づく緊急輸送道路ネットワーク計画の策定や、道路橋を対象とした震災対策緊急橋梁補強事業の実施等、安全で安心な国土構造を創出するための道路震災対策を推進している。本稿では、道路施設の耐震性確保に向けた新しい取り組みの一例として、道路網のリスクマネジメントの基本方針、道路施設の耐震技術基準および耐震補強技術の動向を紹介する。

道路網としての震災対策

道路網の震災対策は、想定される地震被害を施設の耐震化対策により最小化するリスクマネジメント（震災予防計画）と、危機的状況下での緊急活動を効率化することにより震災の影響を抑止するクライシスマネジメント（危機管理計画）に分類できる。リスクマネジメントにおいては、道路網の構成要素である各種施設の耐震化対

策、および、道路網や道路区間としての耐震性評価が重要である。ここに各種施設の耐震化対策は、適切な耐震技術基準に基づく新設建造物の設計施工と、既設建造物の耐震補強により行う。

一方、道路網や道路区間としての耐震性評価に際しては、地震被害がもたらす機能支障を抑制する観点から、広域幹線道路、緊急輸送道路、一般道路等の属性に応じて、地震時に期待する耐震性能を明確にしておく必要がある（図-1）。広域幹線道路と緊急輸送道路では、道路施設の供用期間中に1～2度発生するような地震に対して通行支障を生ずることなく、また確率は低いが大きな強度をもつ地震動に対しては限定された損傷にとどめ、応急対策により緊急車両が通行できる程度の耐震性能が求められる。

道路橋・道路土建造物に対する耐震技術基準の開発

兵庫県南部地震による被害の経験を踏まえ、道路施設の耐震技術基準が順次改訂されてきた。橋、高架の道路の技術基準である道路橋示方書は1996年11月に、道路盛土、擁壁等の土建造物の技術指針である道路土工指針は1999年3月に改訂された。

兵庫県南部地震では、世界的に見ても経験したことがない大きな影響を建造物に与える地震動が観測されるとともに、橋梁では特に古い時代に建造されたものを中心に橋桁の落下を始め、多数の橋梁で甚大な被害が発生した。道路橋示方書は、被害原因の解明のために建設省により設置された「兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会」からの提言、土木学会による土木建造物の耐震基準等に関する提言を基本として改訂された。道路橋示方書の改訂における最も重要な点は、新たな設計地震動の導入と目標耐震性能を明確化した性能明示型の耐震設計法の導入、および 地震時保有水平耐力法の導入、

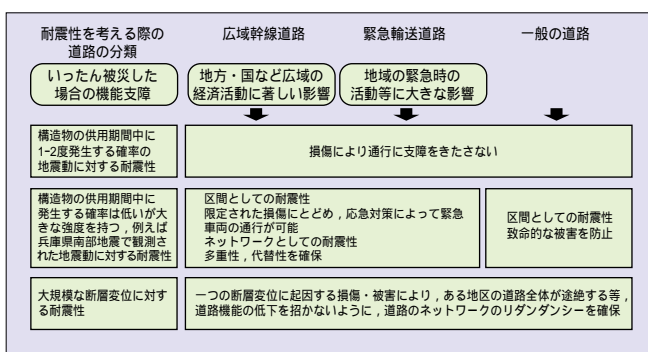


図-1 道路の属性に応じた耐震性確保の考え方

の2点である。すなわち、設計上考慮すべき地震動として、プレート境界型の大規模な地震による地震動に加え、1995年兵庫県南部地震のようなマグニチュード7級の内陸直下型地震による地震動が追加された。さらに、目標とする橋の耐震性能が明確化されるとともに、これを達成するための方法が明確に規定された性能明示型の耐震設計法が導入された。また、橋全体系として変形性能を向上させ、耐震性を高めるため、鉄筋コンクリート橋脚のみならず、鋼製橋脚、基礎、支承等に対して、大規模地震時に構造物がどのように挙動するかを追跡して設計する地震時保有水平耐力法の考え方が導入された。

道路土工指針においても、耐震性の確保に関する新たな考え方が充実された。重要度や復旧の難易度に応じて、発生する確率の高い中規模地震を考慮するものと、復旧が困難で、かつ、極めて重大な2次的被害のおそれのあるものを対象に発生する確率は低いが大きな強度をもつ大規模地震を考慮するものに区分して耐震設計を行う考え方とともに、それぞれの地震動に対応した設計震度の設定法や安定評価手法が示された。

道路施設の耐震補強技術

兵庫県南部地震の経験を踏まえ、地震に強い道路ネットワークの確立に向け、各種道路施設の耐震補強対策が実施されてきている。道路橋に関しては、1980年よりも古い耐震基準に準拠して設計された高速自動車国道、都市高速道路、および一般国道などのうち、立体交差など緊急性の高い約3万橋脚が平成7～9年度までの震災対策緊急橋梁補強事業として実施された。また、この他に1996年から1997年にかけて実施された道路防災総点検に基づき緊急輸送道路のうち耐震補強が必要とされる約2万橋脚について平成10～14年度の新道路整備五箇年計画期間内の概成を目標に現在実施されている。耐震補強技術に関しては、兵庫県南部地震で経験したような

強い地震力に対して橋が耐えられるように補強するためには、落橋など致命的な被害に結びつきやすい部材のぜい性的な被害を防止するとともに、橋全体系としてねばり強い構造とするための技術開発が必要とされた。例えば、橋脚では基礎への影響を最小限にするとともに地震後の残留変形を少なくすることに配慮し、橋脚躯体の曲げ耐力とじん性の両者の向上が期待できる各種の補強工法が開発されている。さらに、炭素繊維シート等の新素材を活用した耐震補強技術、橋全体としてのトータルな耐震補強技術などさまざまな新しい耐震補強法が開発、実用化されつつある。

道路盛土、擁壁などの土構造物に関しても、上記の道路防災総点検に基づき大まかな要対策区間が抽出されている。土構造物はそのストックが膨大であるとともに、比較的復旧が容易であるという特性を踏まえ、特に重要度の高い区間を中心に今後経済性に優れた耐震補強技術の開発とその適用が必要とされている。

道路にかかわる耐震技術開発の新たな方向

建設省では、顕在化している社会問題を解決し活力ある社会を築くことを目的に、1998年11月に新道路技術五箇年計画を策定し、現在、道路環境の改善、道路と生活の安全・安心の向上、道路交通の効率性の向上など道路技術にかかわる広範囲の新しい技術開発を推進している。道路と生活の安全・安心の向上の課題の一環として次世代の耐震技術に関する研究開発を推進している。道路網の耐震性評価などリスクマネジメントに資する研究開発や、地震ハザードマップの作成手法の開発、断層条件をより合理的に考慮し、実務レベルで活用できる設計地震動の設定手法の開発、国際化・コスト縮減・新技術の導入に資する性能に基づく道路橋の耐震設計法の開発等を目標に、研究委員会の設置や共同研究などを通じた産学官の協力を念頭に次世代につなげる研究開発を実行中である。