

## まとめ

兵庫県南部地震以来、新しい耐震設計法の検討と同様に既設の建造物の耐震補強が注目を浴びており、現在盛んに建造物の耐震補強工事が行われている。建造物の耐震補強にあたっては、想定する地震動および目標とする耐震性能は新設建造物と同等とすること、ただし耐震性能レベルを新設建造物と同等に引き上げることが施工性あるいは経済性の点で困難な場合には、建造物の重要度を十二分に勘案した上で地震後の早期復旧体制や機能の代替性の整備などによるソフト面の対策を講じるべきことなどの基本的な考え方が「土木学会第二次提案」に盛り込まれている。このように、耐震設計基準において必要とする耐震性能が高まるとともに、耐震補強の目標も次第に高くなっている。特に、既設建造物の補強は、種々の制約条件の中で既存の建造物を利用しつつ大きな補強効果を得る必要があるため様々な課題を抱えている。これまでに多くの議論、様々な研究が行われてきた結果、最も大きな被害を受けた橋脚等の柱の耐震補強について、コンクリート製柱へは鋼板等を巻き立て、鋼製柱へはコンクリートを充填するなど、コンクリートと鋼の長所を利用してそれぞれの短所を互いに補う補強工法が有力になっている。

本報告書では、最初にこのような耐震補強の位置付けおよび基本方針を示すとともに、耐震補強工法の概念をまとめた。すなわち、コンクリート橋脚および鋼橋脚の破壊モード、軸力が加わった状態で水平荷重が作用した時の荷重―変位の関係を示した上で、想定される破壊モードに応じて補強工法にはどのような性能が要求されるか、基礎との関係をどのように考えるべきか等、耐震補強工法の考え方を降伏耐力と変形性能との関係で示した。また、コンクリート橋脚等への鋼板あるいは連続繊維の巻き立て補強および鋼橋脚へのコンクリート充填補強のそれぞれについて、何を期待した補強なのかその原理を示し、これまでに提案されている代表的な工法の種類および考え方について取りまとめた。今後耐震補強を行う場合、工法の選定時などに本文が大いに参考になるものと考えられる。

次に、耐震補強に関する研究の現況を紹介した。すなわち、コンクリート橋脚等への鋼板巻き立て補強、コンクリート橋脚等への連続繊維巻き立て補強および鋼製橋脚等へのコンクリート充填補強に関連した研究の状況について文献を調査し取りまとめた。実験的研究では、耐震機能、作業性、経済性、被災後の復旧等をキーワードに、それぞれの研究状況について調査した。また、解析的研究では、何を目的としてどのような手法を用いているか等を中心に調査した。兵庫県南部地震以後耐震補強に関する研究は急増しており、補強効果に優れかつ経済的な工法の開発を目指して様々な研究が精力的に行われている。しかし、実験的研究が多い反面、解析的なアプローチからの研究が比較的少ないことなどが明らかになった。

上記の研究状況の調査結果および委員会での議論等から浮き彫りになった留意点および課題について取りまとめを行った。例えば、実験的研究においては、大断面の試験体を用いた実験、高軸力下での実験あるいは中空断面橋脚を対象とした補強実験例が少なく今後はこのような実験が必要と考えられる。また、荷重載荷の繰り返し回数が個々の研究で異なりデータを同一条件で整理できないといった問題があり、今後実験における標準的な載荷回数の提案等の研究が必要と考えられる。一方、解析的研究はそれほど多くない。今後の大なる取り組みが待たれるところである。研究全般的には、補強のメカニズムの研究例が少なく、今後補強の効果およびメカニズムを論理的に解明するための調査研究が必要と考えられた。

また、道路橋、鉄道橋および地下鉄建造物を対象に設計・施工事例の調査を行った。コンクリート橋脚等への鋼板巻き立て補強、コンクリート橋脚等への連続繊維巻き立て補強および鋼製橋脚等へのコンクリート充填補強のそれぞれの工法について構造諸元、補強設計の考え方、特徴ある構造詳細、準拠基準等を示しており、その概要が理解できるものと思う。兵庫県南部地震以後行われている補強工事は、コンクリート橋脚の補強が優先的に行われており、鋼製橋脚の補強工事はまだあまり行われていない。次のステップでコンクリート充填工法も行われていくものと考えられる。また、現在行われている補強工事は比較的施工が容易なものから行われており、今後施工性等の制約条件が厳しい建造物に対する補強工法が問題になってくるものと考えられる。コンクリート橋脚等への連続繊維巻き立て補強はまだ本格的には行われていないが、これなどは施工条件の厳しい個所での一つの有力な工法となろう。その他の新しい工法の開発も望まれるところである。また、本文には設計計算例も紹介しており、参考になると思う。

なお、これらの調査に用いた文献をキーワード毎に整理し、巻末の付属資料に「調査文献」として掲載した。さらに、それぞれの文献について、内容の概要を「文献内容」にまとめている。キーワードには、例えば内容が実験的研究に関するものであれば、実験の目的、試験体の諸元、加力方法などの実験条件等を選定した。これ

によりそれぞれの文献の内容が把握することができると考えている。

現在、構造物の耐震補強は盛んに行われているが、今回の調査およびまとめの作業を通して、兵庫県南部地震前後で耐震補強の考え方にギャップがあり、そのために耐震補強の考え方、具体的な工法の選択、実験・解析方法等に若干の戸惑いがあると感じた。また、新しい補強工法の開発についても今後研究すべき点が多々残されていることも明らかとなった。特に、制約条件の厳しい構造物の補強工法については、早急に検討すべきであり精力的な研究の必要性が感じられる。

最後に、本報告書が、今後の耐震補強の研究、実施に際して一助となれば幸いである。