

既存建物の耐震改修と免震

工学院大学 広沢 雅也



既存建物の耐震改修に関しては1968年の十勝沖地震による学校建築の被災を契機にして技術基準が整備され、静岡県では全県下の公共建物の診断と補強が実施された。しかしその他の自治体では東京都で50棟程のピロティ付都営住宅の改修が行われた例が見られる程度であり、大規模な耐震改修事業は少なく、概して診断は行われているものの、改修まで実施された事例は少数にとどまっていた。

この状態は1995年の阪神・淡路大震災により一変し、同年の耐震改修の促進を規定した法律123号の制定や、今年の鹿児島県北西部地震の後押しもあって多くの自治体等により公共建物を中心として既存建物の耐震改修が堰をきったように、各地で進められるようになってきた。こうした中で、既存建物への免震工法の適用の必要性が次第に顕在化しつつある。

10月4日付朝日新聞の記事によれば横浜市は市立小中学校400余校についての耐震診断を終了したが、その内、著しく耐震性に劣る学校が125校にのぼるとされており、補強が望ましいものを含めると既存校舎の相当な数が補強対象となると思われる。また、同記事はこれまでに44校の補強工事が終了し、今年度は20校が補強される計画で、これらの補強には1校あたり平均約7,000万円の補強工事費用がかかっていると伝えている。このように既存建物の耐震改修は、地震時の避難所となる学校校舎を中心に展開されているが、埼玉県や横浜市ならびに東京都下のいくつかの区部などでは更に一步進んで庁舎や警察署、消防署ならびに病院や公営住宅などの公共施設の耐震改修に着手している所も少なくない。

これまでに明らかにされた結果によると1981年以前に建設された既存校舎の場合、約80%内外が補強が必要とされているが、これには阪神・淡路大震災以降、耐震性能判定指標に用途係数が考慮されるようになってきたことの影響が大きい。補強が必要となる要因としては建設が第Ⅰ期(1970年以前)であること、階数が平屋や2階建よりも3階建、4階建であることなどが大きな要因であり、更には実測コンクリート強度が設計基準強度を大幅に下回ることや延床面積柱率が相対的

に小さいことなども影響が大きいとされている。

このようなことから、実測コンクリート強度が相当に小さい第Ⅱ期の4階建校舎で、北(廊下)側に柱のない2型校舎を補強すると、例えば南側の全スパンにブレースの設置が必要となる等、補強工事費の単価にして10万円/㎡程の高額な補強を要することになる。しかし小、中、高等学校校舎の場合、5階建のものは少なく、またあってもそれらは第Ⅱ期(1971~1980年)の建設によるもので、一般にコンクリート強度も大きく、必要な補強量は4階建校舎の場合より少なくて済むことが多い。一方、学校校舎の耐震補強を考えると外部に面してブレース補強に適した架構が多いことや夏休みに補強工事をあらかじめ終了できることをはじめ、耐震補強が実施し易い条件が整っており、他の用途の建物に比べるといわば補強し易い建物となっている。このことから、校舎の耐震補強工事費は単価面積当たりにして2万円/㎡~5万円/㎡にとどまるものが多い。

こうした中で、最近、市庁舎や病院、公営住宅ならびに中央官庁など多層多スパンの規模の大きい建物の耐震改修が検討され始めている。

公営住宅の代表的なものは住宅都市整備公団による集合住宅であり、現在では第Ⅰ期および第Ⅱ期の建設による6階建~13階建のピロティ付集合住宅を中心に集中的な技術検討が行なわれている。現在までの検討結果によれば1階のピロティ部分の補強については一部機能劣化が生じるものの概ね補強が可能とされるのに対し、2階以上の居住部分については機能劣化を伴わない補強方法、また使用しながらの低騒音、低振動の補強方法が必要ということから大きな暗礁に乗り上げている。当然、制振、免震といった新しい工法も検討されており、次第にその方向に向うことが予測される。

地方都市でも大きな都市の庁舎は中央官庁の庁舎と匹敵する程の規模をもつものがある。これらの建物は外部架構は開口が多くまた、内部架構も窓口を設けるため無壁ラーメンとなっている。地方の大病院も概ねこれと同様な規模で類似の構造となっている例が多い。この種の建物では機能的な制約から耐震壁やブレース

といった有効な耐震要素の設置が困難であり、また、継続使用の必要性が高く、柱補強や外部架構による補強などの採用は難しい。

以上の例に見るように、概ね5階から6階建以上の両方向多スパンの建物の場合、耐震壁やブレースの新設ならびに柱補強を中心とする従来型の耐震補強工法では、必要な補強量が非常に多くなることから、コスト高ならびに機能劣化も著しく、更に使用しながらの補強となると、音や振動、塵埃など殆ど解決不可能に近い問題が山積しており、概ね補強不可能となることが少なくない。現に、補強設計が発注されながら、補強不可能(不適切)という結論に至った病院や庁舎の例がある。

以上、既存建物の耐震改修の現状から中高層の大規模建物の場合、用途によっては従来型の耐震補強法では難しいことを記したが、以下にはこれらの建物に対する免震補強の推進について私見を記したい。

免震工法を良質な地盤上の建物に適用すると長周期化により著しく地震入力が増減し、その結果二次部材や設備、家具等の転倒や損壊も激減するとされている一方、免震層や免震装置、設備等に対する必要な費用の他、免震層の機能上の制約など不利な条件もある。また、更には大きな振幅に対応するため、敷地や隣棟との間にかなり大きなクリアランスが必要という条件もある。

免震工法は阪神・淡路大震災を契機に新築建物への適用例が飛躍的に増えているが、既存建物に対する耐震改修としての実施例は計画中も含めて未だ10例前後にとどまっていると思われる。また、その用途も大成建設の研修用建物を除くと、神社や美術館といった特殊用途の中低層建物に限られている。このため当然のことながら、後者の中低層建物の実施例でのコストはかなり高く、単価にすると従来工法による場合の10倍前後のものが多い。

免震レトロフィットが広く用いられない最大の理由は、コストにあるという意見をもつ関係者は少なくない筈である。しかしこの点に関しては前述のように従来工法による耐震補強が難しい建物は中高層の大規模建物で、これらの補強に要するコストは10万円/m²~20万円/m²程度に達すると思われるところから、免震レトロフィットはコスト的にも太刀打ちできることになる。

コストに次ぐ問題点は事例が少なく設計や評定に時間がかかり過ぎることであろう。この点については何よりも実績を増やし、設計・施工上の要点をオープンな情報として共有化するのが早道である。既存建物の耐震改修は国の方策であり、また資源保護、環境保全の立場からも国を挙げて有効な方策の確立に努めなければならない。幸いにしていくつかの国の建物について免震レトロフィットを適用するための具体的な動きもみられる。このような機会をとらえて、当協会にも検討の場を設け技術資料のとりまとめを図ることが大きな前進に繋がるものと思われる。

一方、免震工法の欠点や未解明の問題点については十分に検討されなければならないことはいうまでもない。本誌の創刊号の巻頭言では梅村先生があくまでも適所に利用されることを願うと記しておられたことが印象に残っているが、耐火性・耐久性の問題をはじめ、地動の長周期成分や上下動成分に関する分析的、解析的情報とそれらに対する免震装置の応答特性、更に免震装置単体と群としての挙動の違い等々については的確な関連情報の提供が必要である。

既存建物の免震化が必要となる建物としては、中高層の集合住宅や多スパンの大規模建物が多いと思われるが、いずれにしてもコスト的には免震層の建設方法が大きなポイントとなるのは間違いない。また中高層という条件から、有壁ラーメン構造が多く、入力は小さくとも高軸力の変動を伴う振動系となり、群としての免震装置の性能把握が重要となろう。コスト的には大きなポイントとなる免震層の設置に関しては、機能劣化が多くなるものの、基礎下免震よりも、下層階を中心とする中間階免震が有利と思われるが、この場合、有壁ラーメン構造では最下層の応力のバランスのため、床構造の強化が必要となろう。

以上、既存建物の免震レトロフィットに関連し、いくつかの私見を記した。いずれにしても免震工法はコストを下げることによって圧倒的多数を占める既存建物への適切な実施例を増やすことが普及への近道である。このためには、本協会が本腰を入れて関連技術情報の普及ならびに免震レトロフィットの実施例の紹介に加えて、ケーススタディの検討やその報告を行うことが当面の方策だと考える。