

技術の普及とともに忘れてしまったこと



日本大学 教授

古橋 剛

免震部材は交換できなければならない。そんな当然のことが少し忘れかけられてはいないかと思うことがあった。十年以上も前の話になるが、免震建築物の許認可がまだ建設大臣の個別認定であった頃、免震部材の交換方法は評定の審査の対象であった。免震層への免震部材の出し入れのルートやハッチの位置、アイソレータ交換のための、建物のジャッキアップ方法や構造的対処法など、個々の建物ごとに検討・設計をし、評定の場で審査を受けていた。

これがあまり詳細に検討されなくなったきっかけは、免震レトロフィット技術の発展にある。免震レトロフィット工事では、免震化などまったく考慮されていない普通の耐震建物に、柱の切断あるいは基礎下の掘削などを行って免震層を構築する、そこに新たに免震部材を搬入、設置して免震化するわけである。この際に使われる、躯体の切断や仮受け、免震部材の搬入、設置等の技術を、既存の免震建物に適用すれば、免震部材の交換ができないわけがない、したがって免震建物の設計時にそれほど詳細に免震部材の交換方法を検討しておく必要はないという論理である。免震レトロフィットの登場以来、免震建物の設計において免震部材の交換方法の検討は優先度の低いものになり、詳細に検討されないようになっていった。

免震部材の交換は、現在では平成12年建告第2009号の耐久性等関係規定にある「必要に応じて免震材料の交換を行うことができる構造とすること」いう一文で規定、要求されているのみである。

東日本大震災後の免震建物の調査などで、免震部材の吸収エネルギーと耐久性に関して議論をしていて、免震部材はもともと交換可能なものであるからという話題になると、そういえばそうでしたねという反応をされることがある。冒頭に述べた、忘れかけていないかという印象をもった次第である。

それではなぜ、初期の免震建築物では免震部材の交換可能性にそれほど慎重に配慮したのであろうか。ひとつには、免震構造、免震部材の歴史が浅かったことがあげられよう。まだ歴史のない免震部材の上に建物をのせるわけで、劣化の促進試験などを行って耐久性をいくら確認していても、何かしらまだ分からない理由で、特性の変動や、劣化が生じるかも知れない。そうした万一の事故に備えて免震部材の交換方法が準備される必要があるというのがひとつの理由であったと考えられる。ただし、筆者は免震部材の交換可能性にこだわった理由はそれだけではないと考えている。すなわち、免震構造のよって立つ原理から免震部材が交換可能であることが必要とされると考えている。免震建築物は、その対地震性能を、ひとえに免震層とそこに設置される免震部材に頼っている。地震で建物に入力されるエネルギーのほぼ全量を、免震層に集中させて消費させる構造である。意図的に対地震性能の源泉を一カ所に集中させているわけである。免震部が機能しなければ対地震性能は発揮され得ない。そうすると対地震性能をもつ建物として成立するためには、定期的な、また地震後の免震層、免震部材の点検は当然であり、地震を受けた後は吸収エネルギーによる免震部材の耐久性の検討がなされねばならない。また、ある限度を超えたならば交換も視野に入れることが当然の論理的結論となると考える。つまり、免震構造を採用したならば、免震部材の点検、交換可能性は当然の要求である。

また、初期の中間階免震建物は免震層の行き過ぎに対する、何かしらフェールセーフが求められていた時期があったと記憶している。これも、免震建築物の対地震性能が免震層だけに頼っている原理から出発すると、ごく当然の帰結、要求のよ

うに思える。しかしながら、現在、フェールセーフ機構を明示的に設置した免震建物はほとんどない。その間には、過大な入力に対する検討や、十分な余裕の設定、躯体の衝突の検討、万一の場合のアイソレータのハードニングや、復元力の喪失にもシステムの安全性は損なわれないなどの種々の検討で、個々の設計がフェールセーフの要素、余裕をもっているとの議論があって、現在の、フェールセーフを明示的にはもたない設計へと推移してきた経緯があるのではないだろうか。そうした、配慮や検討を忘れて、できあがった現在の形だけを見てはいけな気がする。

法や告示が整備され、規定ができると、免震建築物も普通の建物の一種になってしまった。告示に定められた地震動に対する応答がクライテリアに収まることを確認し、告示の規定を守ることで免震建物を構造設計したことになるのであろうか。何かいろいろなことを忘れてきてはいないだろうか。あるいは、忘れてきているのは年配者であり、若い設計者にはそうしたことが最初から思いも付かないような実務環境になってはいないだろうか。

点検、交換に関していえば、制振構造の制振部材にも同様な議論があてはまると考えている。従来の耐震構造は地震によって建物に入力されるエネルギーを建物各所に分散して配置された主として梁、ときには壁や柱で消費する構造である。これに対して、制振構造は地震で入力されるエネルギーを建物の一部に配置した制振部材に人為的に集中させて消費させることで、交換が著しく困難な建物構造体でのエネルギー消費を抑える構造と見なすことができる。制振部材に意図的にエネルギーを集中して消費させるのであるから、地震後にはその吸収エネルギーの検討、耐久性の点検や、場合によっては交換可能性なども視野に入れて置くことが、当然の論理的帰結と思われる。しかしながら、実際には点検不可能な建物も多い。制振建物も初期の頃は、制振部材の点検ができた気がするのだが、やはり免震建物の場合

と同様に、種々の検討の積み重ねがあって、点検ができなくても十分余裕があるという設計が存在し、その結果だけが広まってしまったのではないだろうか。繰り返しになるが、交換不可能な構造部材でのエネルギー吸収を避け、制振部材でエネルギーを吸収させるのだと考えれば、制振部材には、「交換可能」という修飾語がつくことは当然である。何か忘れてしまったのではないかの一例である

どんな技術であれ、先駆者は細心の注意・配慮のうえに実行するのであるが、跡を継ぐものはその熟慮の中身を忘れて、結果だけを真似しがちである。技術の進歩、発展、普及にはそのような側面があることは否めない。規則やルールが決まり出せば、今の形があるには、深い議論があってのことと思いつかないことも増えていくのだろう。

免震構造に話をもどす。免震構造の現在の設計には免震部材の取り替え可能性だけでなく、いくつかの議論が忘れかけられていないであろうか。例えば、以下のようなことが深く考えられた結果として現在の設計があることが、十分な理解がされた上で設計されているのであろうか。

- ・免震構造の上部構造は極稀な地震動に対しても、余裕をもって弾性的な挙動をするように設計されなければならない。
- ・免震構造の上部構造は短周期であるべきである。
- ・免震構造のクリアランスは極稀な地震動に対する応答に余裕が必要である。
- ・免震構造では免震部材の特性変動を明示的に考慮した設計が必要である。
- ・免震構造では極稀な地震動を超える入力に対する余裕の検討を行う必要がある。

などである。いかがであろうか。忘れかけてしまったことはないであろうか。あるいは、思い付かないことはないであろうか。天災は忘れたところにやってくるのではないが、事故は忘れたところにやってくる、自戒の念も込めて、そんなことがないようにしたいものである。