

BACKYARD

コンセプトの 変革と 新しい構造技術

和田 章

 本号編集主査・東京工業大学教授
◆AKIRA WADA

1946年岡山県生まれ／東京工業大学卒業／同大学院修士／建築構造／工学博士／1995年学会賞（論文）受賞



平成7年は三陸はるか沖地震の被害調査で始まり、1月17日に兵庫県南部地震が起きた。4カ月が過ぎたが、気持ちのうえではとても長い時間が経ったように感じる。この阪神・淡路大震災では非常に多くの方が亡くなられたことに心が痛み、土木構造物や建築構造物がたくさん壊れたことに考えさせられるところが多い。

オリンピックの100m走の記録が0.01秒の単位であれ、長い歴史の中ですこしずつ短くなっていくように、すべての最高記録は破られていく。ある地点に注目したとき、そこに生じる地震動の最大値についても同じことが言える。百年千年と歴史を重ねれば、そこに生じる地震動の最大記録は必ず大きくなっていく。建物をつくる時、過去にその地点で記録された地震動のレベルに合わせるのではなく、今まで世界中で採られた記録の最大の地震動に対して壊れないようにすれば、その建物の耐震安全性は相当の長い期間にわたって確保できると言えよう。

現在建設されている一般の建物は、上に述べた最大級の地震に対応されているとは言えない。現実に行われている耐震設計は、経済性、機能の確保、美的な問題を満たすために、最大級の地震動に耐えられるレベルを100%としたとき、どこまで弱い構造をつくっても大丈夫かを探っているようなものである。

地震の発生メカニズム、その大きさと発生頻度、伝播の理論、地盤の振動特性、構造物・地盤・杭の連成振動問題、構造物の振動理論、骨組の理論、塑性理論、構造物の終局耐力、変形能力などすべての学問や技術が、このぎりぎりの線を突き止めるために行われていると言うこともできる。そして、多くの建築の構造設計もこの線を目指して行われていると思われる。

このたびの災害を見て、このようにぎりぎりの線を目指してきたことへの空しさを感じる。なぜ、総力を上げてぎりぎりを狙ってきたのであろうか。現状より安全性のレベルの高い構造を望んだときに、どこまで経済性、機能の確保、美的な性能が失わ

れるのであろうか。耐震性の向上のために構造物の柱や梁の太さを大きくしたり、壁や筋違を配置することが建物の機能や美観をそんなに損なうのであろうか。建物が建設されてから取り壊しになるまでに一度も大きな地震に遭遇しなかったら、そんなにもったいないことなのだろうか。地震の発生は地球の活動であり、人間の一生の長さと比較してもしかたのないゆっくりとした動きである。一度も大きな地震を受けなかったら、それで良かったと思うべきではないだろうか。

発生頻度の非常に少ない地震動に対して人命は守るが、建物の継続の利用は諦めるという考え方は、神様が決めたことでもないし、数学の証明に使われるような公理でもない。設計者が考えること、建物の持ち主が決めること、利用者が決めることである。だからと言って、基準法施行令の地震力を上げる必要はないが、画一的に最低基準に合わせて設計することはないという考えである。

いままで、地震が来ても大丈夫です、関東地震が来ても大丈夫ですと一一般の人々に建築構造の持つ耐震性について正確な説明をしてこなかったことが問題であるとも言われている。確かに、専門家に大丈夫ですと言われたら、建築基準法は最低基準を示しているだけで、基準法以上の丈夫な建物をつくるのは自由ですと言われても、その気持ちが一般の人々の側に起きないのは自然であろう。

設計者も施工者も、構造物に持たせる強さに標準を決め、構造物の強い弱いの議論は一般の人々や施主の前ではないことにして、そのほかのデザイン、外装、内装、設備の善し悪しのことだけを議論する習慣がついてしまっていた。これからは、構造の強さ、耐震性も決められた標準を守るだけでなく、その強い弱いをデザインや仕上げの話題に含めて議論するようにしなければならぬと考える。同じだけの費用を構造に使ったとしても、上手な構造設計者なら構造的にも耐震性の高いものを設計することはできるはずである。

免震構造や、制振構造の仕組みを取り入れることによって、現状より設計の自由度を高め、経済的で耐震性の保障された建築をつくる技術がすでにある。また、構造物

内部に地震時のエネルギーを吸収する部材を追加する方法も考えられる。

神戸市北部に2つの免震構造があり、このたびの阪神・淡路大震災においても地震観測記録が採られ、その免震効果の素晴らしかったことが報告されている。現在の技術で、地震を受ける中層建築を構造体だけでなく設備機器、建物内部の揺れ方まで考えて耐震的に作ることはできるのは、免震構造しかないと言ってよい。木造一戸建や小規模な鉄骨構造などの軽量の建物を免震構造にするためには特別な別の工夫が必要であるが、ここで言う免震構造は、鉛直方向の支持能力が十分にあり、水平方向には柔らかく数十cmの変形能力を持った積層ゴムなどによって建物を支持させ、地盤との間を絶縁している構造を示す。

関西に建設された免震構造がこの2棟だけであり、これらが無被害であったことから、この特集では免震構造のことはほとんど話題にされていない。ここで、少しだけ取り上げさせていただく。

免震構造にすると、一般的な工法に比べて建設費が高くなるというのは本当であろうか。大規模な免震構造に携わった人は、免震構造にして上部構造の設計が楽になったので、全体工費では従来工法より安くなったと言っている。米国や中国では、はじめから従来工法より安くなるという免震構造を普及させている。

日本の場合、一般の建物は、その重量の20%の水平力に対して許容応力度で設計され、その5倍の大きな地震動には塑性変形を認めることにして設計している。免震構造は、後者の大きな地震に対して重量の10%から15%の水平力しか発生させないことができる。この水平力に対して上部構造を壊さないように設計することが可能であるから、従来工法に比べ圧倒的に耐震性が勝ると言える。結論を言えば、5倍の入力に対し約半分力しか発生しない、つまり10倍近い性能を持った建物を、今までと同じか安い費用で建設できると言える。

このほか、高層建築の設計に関しても新しい設計コンセプトのもと、素晴らしい構造技術が少しずつに開発されている。これらの技術は、古い建物の耐震性向上の工事にも役立てられている。

最後になりましたが、座談会に参加してくださった先生方、執筆に協力してくださった先生方に心よりお礼申し上げます。この特集は、井上一朗、川口健一、竹内徹の3委員とともに企画・実行したことをここに記させていただきます。