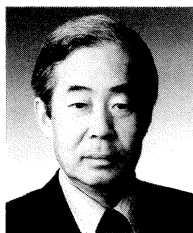


21世紀の免震建築への期待 — 長寿命建築にむけて —

東京都立大学教授 西川孝夫



昔から怖いものの代名詞として「地震、雷、火事、親父」と言われてきたし、鴨長明が元暦二年（1185年）の地震に遭遇した際の経験を「方丈記」に「地の動き、家のやぶる音、雷にことならず。家のうちにをれば、忽ちひしげなんとす。走りい出づれば、地割れ裂く」と記し、さらに「恐れの中に恐るべかりけるは、ただ地震なり」と言っているように、日本人にとって種々の自然災害の中で地震に対する恐怖は格別なものであったと思われる。

周知のように我が国は地震多発国である。平均的にみると、少なくとも被害地震が約20年に一度の割合で、大震災と呼ばれる地震が約40から50年に一度の割合で国土のどこかで発生している。この様な状況の中で我々日本人はどの様に地震災害の軽減を図ってきたのであろうか。江戸安政地震の際、与力として災害対策、復興・復旧に活躍した佐久間長敬が1917年にした講演「安政大地震実験談」で、「東京の地は昔から地震と嵐と津波、洪水、火災、大雷は名物であります。市政吏はその度毎に苦い経験をなめている。一つとして予防策は成功しません。失敗であった。天災も江戸っ子はじきに忘れてしまいました」と語っている。関東大地震の6年前のことであった。東京を日本に、江戸っ子を日本人に読み替えてみると我が国一般の話になろう。このように残念ながら非常時の出来事に対する行政・市政吏、また一般国民の関心は持続的でないため、忘れたころに大きな地震（自然）災害が繰り返し発生することになる。例えば兵庫県南部地震の被害を見るにつけても、災害軽減の試みがどの様に行われ、それが実際にどの程度の効果を発揮してきたのかは疑問である。この様に考えると地震（自然）災害は単に天災として片づけられる問題では無く、人災的な面をも多く含んでいることは明らかである。このことは特に都市作り、建物作りに関係している我々は肝に銘じなければならない。これからの社会において

は省資源、地球環境の面からも、都市、建物は少なくとも100年、200年またはそれ以上と言った長いスパンの寿命を持つべきものであろうから、災害特に地震に強い長寿命のまち作り、建物作りは我々の使命である。

とは言っても地震国日本では昔から地震に起因する災害から逃れる、あるいは災害を軽減しようとする試みは幾度と無く繰り返し行われてきたはずである。例えば、建物については科学的な耐震工学の知識の無かったと思われる時代から、一部の職人にはいかに地震に強い建物を造るかについてのノウハウはあったようで、江戸初期に作られた彦根城に残る「地震の間」などはその典型であろう。建物全体が一枚の大岩盤の上ののり、土台が船底形になっており地震入力の低減を可能としている。さらに時代は下って1881年河合浩蔵は、「建築雑誌」12月号に掲載された「地震ノ際大震動ヲ受ケザル構造」で、地震動を建物に伝わりにくくする種々の工夫を述べているが、「地震の間」や河合浩蔵らの提案が、今日的に見てもかなりのを得たものと考えられることから、減震、免震に対する工夫はかなり直感的に考えつかれる種類のものであったのであろうか。江戸時代終わりから明治時代にかけて西洋の自然科学が導入され、地震の研究等が始まったが、1881年濃尾地震の直後もうけられた「震災予防調査会」まで、耐震、防災の問題が定性的、定量的な問題として表だって取り上げられることは無かったといっても過言ではない。1923年に関東大地震が起こり、以後日本の耐震工学は急速の発展をとげることになる。「市街地建築物法」に耐震計算の規定が盛り込まれたのもこの直後である。一方この地震被害の経験に伴い減震、免震構造に関する提案も急増した。今から約60年前に佐野利器と武藤清が「家屋耐震並耐風構造」の中で、今日のいわゆる耐震構造と免震構造の概念を、家屋の構造方法として、地盤と上

部構造を固定あるいは絶縁する方法にわけて分類している。また、岡隆一等の実施設計例もある。しかし、華麗な振動理論と解析技術とを駆使した定量的な検討は、1940年代後半のハウスナーによる耐震工学への応答スペクトルの導入、さらにそれに続く電子計算機の出現と急速な発展に伴う動的解析の実施により可能となった。また、1950年代後半に出現した積層ゴムが免震構造の実用化をさらに促進した。わが国においても1981年に多田等による積層ゴムを用いた免震建物が出現して以来、種々のダンパーの開発、また滑り支承の開発など多様な免震システムが開発され現在に至っている。

1995年兵庫県南部地震を契機に急増してきた免震建築物は1000棟に達しようとしており、さらに1998年の建築基準法改正に伴う免震構造・部材の告示化により、免震建築の設計が一般の設計者にも開放され、従来のように個別に建設大臣の認定を受ける必要がなくなった。従って免震建物は今後益々増えていくことが予想される。免震建築物に対する社会の注目、要望は増加しつつある。なぜなら免震システムは建物への地震入力を大幅に軽減させる事が可能であるため、地震に対する安全性を向上させることができると同時に、21世紀に要求される持続可能な建築、長寿命の建築を満足しうる建築システムの一つであるからである。先に述べた様にわが国の各地はかなりの確度で大地震に遭遇する可能性を秘めている。その中で建物の長寿命化を図るためには、耐火構造とすること等は当然として、先ず建物の地震に対する安全性を増す必要がある。免震建物は一般的に地面との絶縁方式（いわゆる中間層免震も同様である）を採用する事になるので、地面固定方式の建物（一般に言う耐震構造）と比べて、建物への地震入力を低減させることが出来るが、それに応じた上部構造の大幅な経済設計等の特別な設計をしない限り、ほぼ同様な地面固定方式の建物より一層の耐震化、すなわち地震に安全な建物とすることが可能となる。

長寿命建築としては、基本的構造要素のみ残して設備系、間仕切り、内外装などはその時々に応じて取り替え可能ないわゆるスケルトンインフィル（S I）建築が主流を占めると思われるが、応答量が少なくすむ免震構造物はまさにこのS I建築に相応しい構造形式である。さらに免震システムそのものも原則的には取り替え可能であるし、極端には建物そのものを移動させることも比較的簡単であるため、21世紀に要求されている長寿命建物としてはうってつけといえる。

この様に免震構造物は非常に魅力的な構造形式であるが、現在の免震構造に問題点がないわけでもない。本来免震システムを採用するには、建物は低層でかつ周期の短い建物であり、地盤は固い地盤上にと言うのが原則とされたが、現在では100 m程度の高層建築にも採用されたり、軟弱地盤にも免震構造が建設されたりと動的解析に基づいた挑戦が続いている。これらの是非については種々の議論もあるところであるが、それらについてはここではふれない。しかし、現在の限られた情報・知識（特に地震動の性質に対して）の中で、先に述べた免震構造の原則一剛性の高い建物を堅い地盤上に一を次第次第に拡大解釈をし、新しい領域にまでひろげて適用しようとする傾向が見えてきていることに対して一抹の不安を覚えるのは筆者だけであろうか。物作りに携わる工学技術者は外力条件が100%は分からない中で常にチャレンジすることが要求される。また人的ミスが100%無いとすることも必ずしも言えない。それらを考えて躊躇すれば新しい物作りはできない。特に一昨年の台湾集集地震の際記録された地震は相当な長周期成分までを含んでおり、一般の免震構造に入力してみると免震層の応答変位が1 mをはるかに越えると言う計算結果が得られている。このような地震は日本ではあり得ないのか？また免震装置自身に人為的なミスが入り込むことは皆無なのか。常に前向きであるとともに後ろも振り返り原点から逸脱しないようチェックすることも必要ではないだろうか。免震構造は未だその歴史も浅いためか苦い経験はなめていない。しかし、常に自然の猛威には謙虚でなければならないことは言うまでもない。

免震構造は免震装置そのものの品質に最終的な安全性がかかってくることになる。免震構造協会が免震建築物に対する合理的な設計法の開発、普及だけでなく、その施工管理、品質管理にも責任ある体制を取ろうとしていることは、免震構造のこれからの健全な普及、発展、とりわけ21世紀に要求される長寿命建築の普及、発展に多いに貢献するものと期待される。

参考文献

- 武田寿一編 「構造物の免震・防震・制震」 技法堂出版 1988
- 野口武彦 「安政江戸地震 災害と政治権力」 ちくま書房 1997
- 建設通信新聞 「始動 免震部建築施工管理技術者制度」 2001年 5月31日