

地震と建築



株式会社 松本コンサルタント

宮 住 勝 彦 MIYAZUMI KATSUHIKO

建 設 部 門

東京大学名誉教授で清水建設の副社長を務めた大崎順彦博士の「地震と建築」という本（岩波新書240）に面白い話が載っている。

学問の神様菅原道真は26歳の時「方略試」という官人の登用試験を受験しているが、その時の論文課題の一つが「地震について論ぜよ」というものであった。道真の答案が「菅家文章（巻八）」に収められているが、道真は中国の古典から地震や災害に関する記述を数多く引用してその恐ろしさを列記し説明しているが、地震の予知については「陰陽は予測しがたく」と書いているそうである。

古来より、恐ろしいものの代表として「地震、雷、火事、親父」という言葉が良く使われている。語呂合わせのようなところもあるので、この順位をとやかく詮索することもないが地震は古くから恐ろしいものの代表して恐れられてきた。

今回は、地震と建築について紹介してみたい。

私事で恐縮だが私が建築技術者を目指すようになったのは、霞が関ビルの竣工がきっかけである。

日本で初めての超高層ビルである36階建ての霞が関ビルが竣工したのは昭和43年（1968年）である。そのころ中学生であった私は鹿島フィルムが製作した記録映画「超高層のあけぼの」（図—2参照）を映画館で見て、子供心に将来は超高層ビルを設計してみたいと思うようになった。記録映画といってもプロの俳優が演じる本格的な映画で、中村伸郎が演じている大学教授は霞が関ビル設計の陣頭指揮を執った東京大学建築学科の武藤清博士である。大学の研究室も迷わず耐震設計の講座（小堀鐸二先生）を選んだ。諸般の事情で、仕事は夢であった超高層ビルの設計から発電所の設計になってしまったが・・・。

日本は地震国であり有史以来たびたび大地震に見舞われてきた。古文書から地震関係の記述をピックアップし地震の規模や被害の大きさ・津波の有無等を推測する「歴史地震学」という学問分野があり、東京大学地震研究所教授であった宇佐美龍夫博士が「日本地震被害総覧」という名著を上梓している。この研究結果は、原子力発電施設の耐震設計にも活用されている。

1. 耐震設計の足取り

幕末以降の日本の地震被害・耐震設計の足取りは以下のとおりである。

- 1857年（安政4年） 日本で初めてのレンガ造が長崎に建設
- 1871年（明治4年） 日本でセメントの製造を開始
- 1891年（明治24年） 濃尾地震発生 レンガ造の被害大
- 1895年（明治28年） フランスより鉄骨造の工場輸入
- 1905年（明治38年） 神戸に鉄筋コンクリート造建設
- 1906年（明治39年） サンフランシスコ地震発生 鉄骨造・鉄筋コンクリート造の耐震性が認識
- 1919年（大正8年） 市街地建築物法公布
- 1923年（大正12年） 関東大地震発生 レンガ造・石造の被害甚大 鉄骨造・鉄筋コンクリート造の被害微小 耐震壁・筋交いの効果確認
- 1924年（大正13年） 市街地建築物法改正 世界初の耐震規定（水平震度0.1）
- 1931年（昭和6年） 建物高さを31メートル以下に規定
- 1933年（昭和8年） 三陸沖地震発生 鉄筋コンクリート計算規定発表
- 1944年（昭和19年） 東南海地震発生 終局強度設計法（水平震度0.15）採用
- 1948年（昭和23年） 福井地震発生 大和デパートの崩壊
- 1950年（昭和25年） 建築基準法公布（水平震度0.2以上）
- 1963年（昭和38年） 建築基準法改正 高さ制限の撤廃
- 1964年（昭和39年） 高層建築技術指針（動的設計法）発表
新潟地震で砂層の液状化注目
- 1968年（昭和43年） 36階の霞が関ビル完成
十勝沖地震で鉄筋コンクリートビルの被害注目
- 1978年（昭和53年） 宮城県沖地震発生 ブロック塀の倒壊注目
- 1980年（昭和55年） 建築基準法施行令の大幅改正（新耐震設計法・翌年施行）
- 1995年（平成7年） 兵庫県南部地震発生（阪神・淡路大震災）
新耐震設計法の有効性が証明
- 2011年（平成23年） 東北地方太平洋沖地震発生（東日本大震災）
- 2016年（平成28年） 熊本地震発生
- 2024年（令和6年） 能登半島沖地震発生
(久田俊彦著「地震と建築」鹿島出版会 P59を加筆)

これを見ると、地震が発生して被害が出るたびに被害を丹念に調査し、被害が発生した原因を追究しその後の地震に備えてきた先人の努力が窺える。

1980年（昭和55年）の新耐震設計法は従来の耐震設計法である震度法の考え方を抜本的に変えた設計法である。

従来は建築物の地盤や構造種別・平面的な特徴に関係なく建築物の重量に一定の震度を乗じた水平力を加えて構造計算を実施していた。新耐震設計法は、地盤の増幅特性や建築物の高さ方向の増幅、平面的な偏芯の有無等を考慮した層せん断力係数を算出し、その係数に建築物の重量を乗じた水平力で耐震設計を行う計算手法である。

1995年に発生した兵庫県南部地震では、新耐震設計法で設計された建築物の被害は5%以下であり、新耐震設計法の有効性が証明された。

2. 耐震・免震・制震（図—1 参照）

地震から建築物を守るためには大きく分けて以下の方法がある。

○耐震

建築物の柱や梁、耐震壁で地震力に抵抗させる方法で、最も一般的な方法である。

設計基準から算出される層せん断力に対して各構造部材応力や変形が基準以内に収まるよう設計を行う。（一次設計）

また、一次設計の5倍の水平力に対して保有耐力設計（二次設計）を実施する。その考え方として、せん断破壊等の脆性破壊より曲げ破壊を優先させ、構造物に靱性（変形能力）を持たせる設計を行う。

○免震

建築物の基礎と1階の間に免震層（アイソレーター）を設置し、地震による揺れを免震層にて吸収して上部に伝えにくくすることにより被害を軽減する方法である。

免震層には鉛入り積層ゴム（天然ゴムと鋼板を交互に重ねたもので、中心にダンパーとして鉛が使われることが多い）が多く用いられる。

免震構造は比較的短周期の地震動に対しては非常に有効な構造であるが、長周期地震動や強風に対しては揺れが大きくなる。それに対しては油圧式や機械式のダンパーや滑り支承の設置が有効である。

大地震時に防災拠点となるべき国や自治体の庁舎や消防署、警察署等で採用事例が増加している。

○制震（制振）

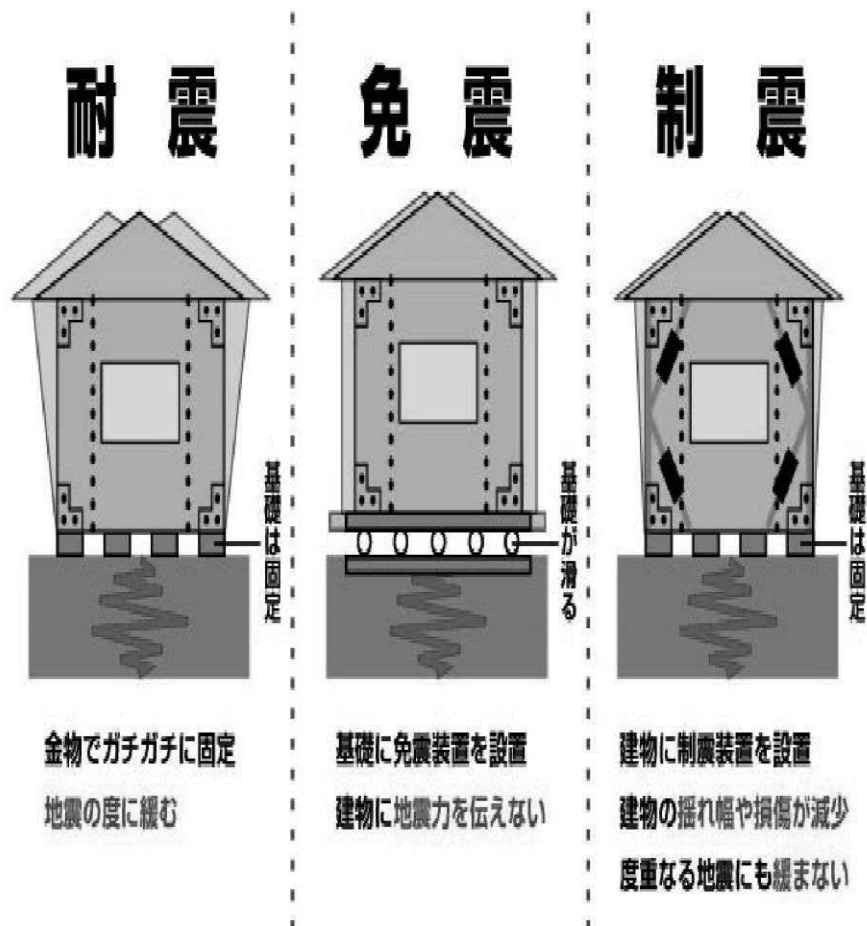
建築物内に組み込んだエネルギー吸収機構により地震時の振動エネルギーを吸収し揺れを制御する方法である。以前は大規模建築物に採用されることが多かったが、近年では戸建て住宅への効果も検証され、採用する事例が増加している。

地震と建築について私の経験を踏まえていろいろと述べてきたが、この分野の技術は日進月歩である。私も今まで以上に新しい技術を吸収し、社会資本整備に貢献していきたいと思っている。

図一 1 耐震、免震、制震の違い

地震対策 色々工法あります！

耐震・制震・免震 とは？



図一2 映画「超高層のあけぼの」のポスター

