

## 子供に教える耐震建築の原理

### 自然は常に調和と安定を求める

地震で建物が壊れない丈夫な建物をつくるには、地震と建物のもつ性質を深く理解する必要があります。自然は常に変化を嫌い、周囲と調和し、現状を維持し安定しようとする働きがあります。ゆっくりした変化に対してはゆっくりと抵抗し、激しい変化に対しては激しく抵抗します。

地震における地表面の水平の移動に対して建物も同じ原理が働きます。地震動の動きは自動車の前進、後退の繰り返しに似ています。発進はアクセルを踏み込むエンジンの力ですが、速度が安定すると力は不用です。逆にアクセルを放しブレーキを踏み込むと車は停止します。その状態での車の乗員はどうなるでしょう？ ゆっくりした運転に対しては何も感じませんが、急発進、急停止を行うと初めは後ろに引かれ、後は前につんのめる状況になります。地震を受けた建物は自動車の乗員と同じ状態です。

地震による地面の動きも左右に大きくゆっくり動く場合と、小さく激しく動く場合があります。音楽のリズムと同じです。常に安定を求める自然はリズム運動に対しても抵抗せずに合わせようとする傾向があります。1～2歳の幼児でも音楽を聴かせると体を左右に振ってリズムをとります。音楽のリズムは人間の感覚に近いものですがそうでない超スロー、超スピードのリズムには反応できません。

建物の場合も同様で、建物も反応しやすいリズムをもっています。専門用語では建物の固有周期といいます。建物が地震のリズムに反応することを共振現象と呼びます。ギターの6弦は隣同士がよく響きあいます。さらにコード(和音)は人間に心地よいものです。建物であっても地震のリズムに合わせて幼児のように体を揺すっていると思えば、建物の気持ちが分ります。私たちは私たちを護ってくれる建物を母のように慈しむ気持ちが大切です。建物のもつ固有のリズム、つまり固有周期はおおよそ建物の階数の1/10です。たとえば2、3階は0.3秒/回、10階建ては1秒/回、40階建ては4秒/回くらいです。

### 力は抵抗するから発生する

地震のリズムは地盤によりさまざまですが、地震のリズムと建物のもつリズムが重なると大きな力、大きな揺れとなります。自然原理からいえば建物も地盤のリズムに合わせて揺らすことで抵抗を避け、大きな力を受けないようにしているともいえます。建物の受ける大きな力は先程述べた変化に抵抗する力、つまり

慣性力です。実はこの慣性力は、同じ地面の動きであっても建物の変形の度合いにより大きさが変化します。建物を揺する力はエネルギーとして考えるのが正しい見方です。建物が変形しやすい構造であれば慣性力は小さくなります。逆に固くて変形しにくい建物の慣性力は大きくなります。つまり「力は抵抗するから発生する」のであって、抵抗せずに滑ってしまえば力は小さくなります。

免震建物もこの原理を取り入れたものです。通常の建物は丈夫にするといえどどんな力を受けてもバネのように元に戻る構造をイメージしがちです。しかし地震が衝撃のように1回くらいであればまだしも、数分間続く場合は共振現象が生じて揺れは大きくなるのでバネの考え方だけでは不十分です。

通常規模の地震であれば、地震がおさまるとやがて元に戻り、現状復帰する。現状復帰するのは建物の主体構造にバネの性質があるからですが、永遠に揺れないのはなぜでしょうか？ 工学的には建物に減衰力があるからとなります。「減衰力」は空気と建物の摩擦に加えて、建物基礎と地盤、建物の内外仕上材、サッシ、ドア、家具、什器、構造躯体の接合部等々の摩擦による抵抗力と変形で揺れのエネルギーを吸収します。つまり建物の性質が、この時点ではバネ状態を維持していたことと、減衰エネルギーが建物を元の状態におさめる鍵です。大地震でバネの性質をなくした建物のエネルギー吸収をエネルギー消費と言い替えると建物の消費は建物が壊れること、あるいは損傷でしかありえません。繰り返し起こる地震入力に対しては建物が元に戻らない性質である塑性状態になり、場合によっては倒壊となります。最近は損傷の身代わりをする大きな減衰をもつ制震ダンパーを挿入する例が増えています。理想的には、地震後に残る変形をなくす必要から、建物のバネ範囲以内でダンパーを働かせエネルギーを消費させるのが制震構造です。大地震に対しても建物本体を壊さないことが母なる建物に対する思いやりです。

(真崎雄一)

