

▼コラム

わかり易い土木 第9回 防災の話
耐震と免震と制震

シビルNPO 連携プラットフォーム 常務理事/事務局長/土木学会連携部門長
土木学会/シビルNPO 推進小委員会 委員長
メトロ設計(株) 取締役

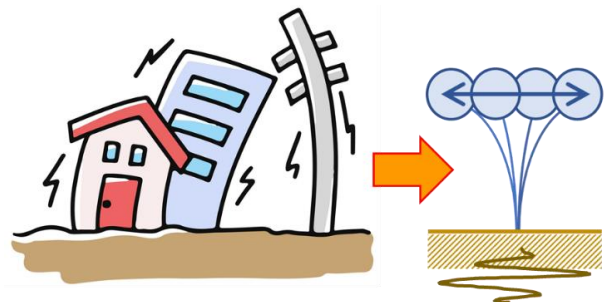
田中 努



みなさんは「耐震・免震・制震」という言葉を聞いたことがあると思います。免震構造のマンションにお住まいの方もいらっしゃるでしょう。今回、ちょっと詳しく解説します。

「耐震・免震・制震」は、地震が来ても大丈夫にする方法の種類で、簡単に言うと、①耐える、②免れる、③抑制する、という意味です。どの方法でも、きちんと設計して、きちんと施工すれば、構造物は壊れません。

地震が来たとき、建物や電柱や都市高速の高架橋など、構造物は皆、揺れますが、この揺れの基本的な性状は、上図の右のように、板ばねや針金の先に重りを付けたモデル（1質点系）に単純化して説明することが出来ます。地震で地面が動く姿を想像してください。そのとき、構造物は、電車やバスに立って乗車している時、発進・停止が急でよろける状態と同じです。

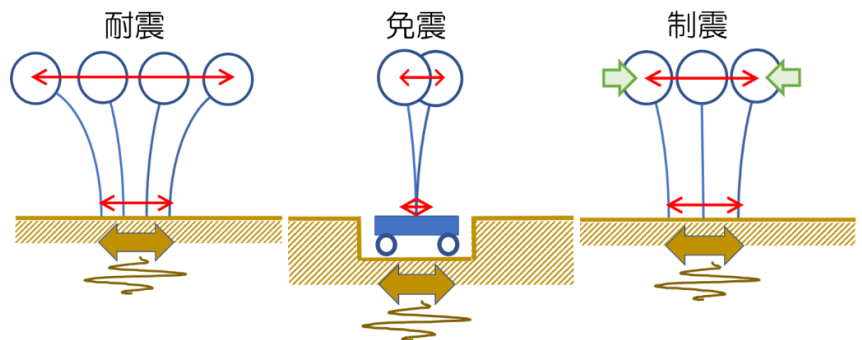


■耐震

「耐震」は地震力に耐える。私たちはバスが急停車すると「おっと！」と一歩足を踏み出しますが、靴が床に貼り着いていたら、背筋・腹筋・脚の筋肉で頑張らなければなりません。構造物も柱を太くしたり鉄筋を沢山入れて、筋肉のように頑張ります。構造物は地面と一緒に揺られ、3階戸建てや高層ビルや高架橋は、地面より大きく揺れますが、柱は頑張って壊れないように作ります。でも、コンクリートは伸びないのでひび割れが入ってしまいますし、構造物は大揺れなのでその中の人や家具は・・・。

■免震

「免震」は地震の揺れを免れる。地面と建物の間にローラーやゴム支承の免震装置を入れて、地面が動いても、建物は元の位置に残るようにします。中学の理科で習った「慣性の法則」を活かした方法です。建物と地面の動きが違うのでその間に溝があり、すき間のある蓋が掛かっている建物は、免震構造です。免震建物は、あまり揺れないので、コンクリートにもひびが入りにくく、建物内の人や家具も安全です。道路では、路面部分の橋桁と橋脚の間に免震装置を入れて、橋脚だけが地面と一緒に動くようにした構造が増えています。しかし、免震装置は高価で、メンテナンスが不可欠です。



「制震」は建物の揺れを抑制する。元々、電気バリカンなど、機械の分野で沢山使われていた方法（制振）を応用して、タワーや超高層ビルが強風で何時間も大揺れになってしまうのを抑えようとした方法です。地震では刻々と変わる揺れと反対向きの力を発生させたり、減衰させたりして、抑えるので、構造物の揺れを抑える時は、「力」の源になる大きなまたは多数の重り・油圧ジャッキ・ダンパーなどが必要です。風や交通による振動の対策は、土木でも事例が多く、本州四国連絡橋や横浜ベイブリッジなどの主塔やケーブル、海風の強い地区の照明ポール、首都高の高架橋などに使われています。

■制震（制振）

「制震」は建物の揺れを抑制する。元々、電気バリカンなど、機械の分野で沢山使われていた方法（制振）を応用して、タワーや超高層ビルが強風で何時間も大揺れになってしまうのを抑えようとした方法です。地震では刻々と変わる揺れと反対向きの力を発生させたり、減衰させたりして、抑えるので、構造物の揺れを抑える時は、「力」の源になる大きなまたは多数の重り・油圧ジャッキ・ダンパーなどが必要です。風や交通による振動の対策は、土木でも事例が多く、本州四国連絡橋や横浜ベイブリッジなどの主塔やケーブル、海風の強い地区の照明ポール、首都高の高架橋などに使われています。