

序曲—免震構造の抬頭

東京大学 秋山 宏



耐震世界にとって免震構造はどの様なでき事なのだろうか。秦の始皇帝による中国の統一か、イスラム帝国の興隆か、モンゴル帝国の出現か、コロンブスの新大陸発見に比すべきか。

耐震設計一世紀の歴史の中で、アイデアに終始するかに見えた免震構造は20年程の間に急速に開花し旗揚げを果たした。ノースリッジ地震、兵庫県南部地震は耐震設計の到着点を明らかにすることによって免震構造に祝福を贈った。設計界全体の性能設計への移行の風潮は免震構造にとって追風である。

耐震設計の地道な成長の陰で免震構造はなかなか芽が出てこなかった。飛躍のきっかけは積層ゴムアイソレータの登場によって与えられた。天然ゴムの軟らかさと並んで、鋼板に挟まれた天然ゴムの“漏れない水”としての三軸応力下における無限の強さが青銅器時代から鉄器時代への移行における鉄の強さと同じ意味をもたらしたのだ。

免震構造は耐震構造が目指す目標を更に高く掲げ、耐震設計が備えるに至った論理武装を借りて合理性を立証することに成功した。その結果として免震構造は今や耐震構造界の風雲児となった。

地上の構造物は全て重力の作用下にある。地震は招かれざる客である。耐震設計はこの招かれざる客を最小限にもてなす礼法として出発した。それは建築物と云う二つとして同一のものが無い一品生産品に対して用いる方法として客観性と広い適用性が要求され、度重なる震害経験の蓄積は耐震設計法の精緻化と複雑化をもたらした。しかし、地震は所詮招かれざる客として扱われ、重力を支える構造骨組は地震が訪れば何がしかの損傷を蒙ることを止むなしとする接待術として耐震設計法は発達した。

免震構造は、地震は必ず訪れるものと考え、これを迎える為の専用の客間を設けると同時に客間だけで客をもてなし、余所への客の浸入を許さない潔癖な態度で臨んだ。

耐震設計の黎明期から客の遇し方については硬軟いずれにすべきであるかについて柔剛論争が展開され、一般建築、超高層建築、原子力発電所やコンビナート

施設への耐震設計の適用の経過の中でその論争は高まり、一つの結論に導かれつつある。それは、硬い方がよい場合もあり、軟い方がよい場合もあり、いずれか一方で黑白がつくと云う問題ではないこと、また、硬と軟を合わせ用いると大変効果的であることである。この客の特徴は、常にエネルギーという土産を携えてくることである。この土産の大きさは訪問先の大きさに正比例している。一般にエネルギーは有効に使える形であれば有難いが、この場合は振動エネルギーと云う大変厄介な有難迷惑な形で頂戴することになる。何とかお断りできないかと云うことで“制震”と云う礼法も案出されているが、これを拒むことは殆ど不可能であるように見える。この土産は結局、有難くおし戴き、直後に小分けにして廃棄してしまうのが一番のようである。

弾性的に挙動する柔要素でエネルギーを受け止め、弾塑性挙動する剛要素で、これを吸収する柔剛混合構造がこの礼法の具体化である。免震層における積層ゴムアイソレータが柔要素でダンパーが剛要素を形成する。耐震構造においては、超高層建築の構造骨組は柔要素を構成し、骨組に組込まれた耐震要素は剛要素を形成する。1981年の新耐震設計導入以来、エネルギーを効果的に吸収させる立場から、耐震要素の適切配置に関する研究が進み、その過程で耐震要素を分散配置するよりも集中的に一箇所に配置し、そこに高性能の要素を設置した方が効果的である場合が多いことも明らかとなり、免震構造の優位性が立証されることとなった。

今後、性能設計の展開の中で、免震構造は燎原の火の如く耐震世界を席捲してゆくであろう。やがて免震建築の数が1%に達し、更に10%台に達する日が来るであろう。しかし、その時には免震構造は再編成された耐震世界の中で歴史的遺跡としての名を留めているだけでも知れない。免震構造が世界遠征する過程で旧耐震世界も目覚めヘレニズム時代を迎えるであろうし、様式化した免震構造は客にも誠意を疑われて力を失う一方、客の土産を喜んで受けとれる時代がくるかも知れない。

いずれにしても免震構造の抬頭は耐震世界の躍動と再生への序曲である。