

50cm・15%論

京都大学工学研究科教授 家村 浩和



変な数字のタイトルをつけてしまったが、「変形性能・減衰性能論」というのが本意である。エンジニアは数量に厳しいから、より多くの反論や議論を生むのではないかと期待して、思い切ったタイトルにしてみた。

耐震構造・免震構造・制震構造の全てを通して、構造体が地震動に対して保有すべき構造性能は何かと問われれば、それはもはや強度ではなく、変形性能と減衰性能であると言えるであろう。さらに、1自由度換算で相対変形量50cm程度の変形性能と減衰比で15%程度の減衰性能を有しておれば、過去のほとんどの地盤振動記録に対して、対処可能ではないかと考えている。

この変形性能と減衰性能を、最も確実にかつ比較的安価に実現出来るのが免震構造であり、地震動に対する構造設計法としては、極めて合理的である。従って、今後免震構造がより多く採用されて行くであろう事には、全く疑いの余地がない。

ではなぜ変形性能・減衰性能論なのかという理由を、私なりに説明してみたい。その理由は、大学人でありながら、理論や解析の結果からではなく、はるかしくも地震による厳しい構造被害を、実際に見て回ったという体験からである。

1985年のメキシコ地震調査では、約20階の高層建物が転倒崩壊しているのに驚愕した。加速度応答スペクトルを見てみると、周期2秒、減衰比2%では、約10倍の動的応答倍率となり、共振的な挙動を示したと考えられた。このとき、ほぼ直感的に減衰比10%以上は必要だと感じたし、また同時に制震構造の開発の必要性も痛感した。

それ以前の耐震設計では、構造体の塑性域におけるエネルギー吸収性能に間接的に期待していたが、メキシコ市の地盤震動のように、狭帯域かつ継続時間の長い場合には、構造体が弾性域において振動している時から、十二分な減衰性能を確保しておく必

要がある。現在日本で建設されている多くの高層建物においては、各種のダンパーが多用され、エネルギー吸収性能が明確な形で保証されてきている。将来的には、減衰比15%以上などというのが、制震構造の基準になるかも知れない。

1995年の兵庫県南部地震では、以前から言われていた事ではあるが、変形性能の重要性を、実際の被害を見て回って再確認した。地震の直後、耐震設計されたものが、なぜあのように崩壊するのかという答えを探して歩いた。色々の被害パターンを見て、変形出来たものは残っているし、変形出来なかったものは崩壊していると判断した。もちろん変形出来ないものでも、壁構造のように強度が十分にあるものは残っていた。

この体感を検証するため、当時の構造物は水平設計震度0.2の降伏強度を有し、完全弾塑性型の履歴復元力特性を示すものとし、さらに弾性域の減衰比は5%と仮定して、相対変位応答スペクトルを書いて見た所、その値は驚くべきことに、周期にかかわらず30cm~40cmの範囲となった。相対変形がほぼ同一ということは、短周期構造で塑性変形成分が極めて大きいことを示している。水平設計震度0.2程度で崩壊しないためには、大きな変形性能が必要なのである。

被害調査での観察と数値計算結果とがうまく整合したことから、耐震安全性の決め手は、強度よりも変形性能であることを、再確認した。

先日行われた日本免震構造協会の技術委員会報告会において、「50cm・15%論」をお話した所、それでは不十分で「80cm・20%論」にするべきだとの反論もあった。さほどのコスト増なしに、より高性能を実現出来るのなら、免震構造の面目躍如といった所である。より多くの反論と議論を下記にお待ちする次第である。
E-mail: iemura@catfish.kuciv.kyoto-u.ac.jp
Home page: <http://eqgate.kuciv.kyoto-u.ac.jp/>