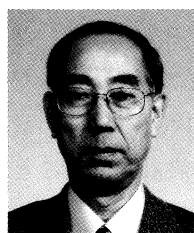


昨今の耐震技術について雑感

東京理科大学 松崎育弘



1923年の関東大震災がもし起こっていなかったら、今、東京の建物はどんな構造物になっていたのだろうか。当時、事務所建築で主流であった芯に小さな鉄骨が入ったレンガ造の建物がかかり多く存在していたかもしれない。いや、その後の日本各地に起こった地震による被災によって、耐震設計法はその都度改定され、現状のように整備されていたかもしれない。やはり、東京に起こっていないことで、耐震構造の研究よりも、欧米で展開しているような構造技術が闊歩していたかもしれない。そのような事情下であったとしたら、1995年の神戸ではどのような構造形式の建築物が建っていたことになるのだろうか。そして、兵庫県南部地震が起こったとしたら、どのような被災を受けたことになったのだろうか。被災に驚愕し、耐震設計に関わる研究者も増え、耐震構造を学ぼうとする学生も急増したかもしれない。設計外力として、かなり大きな地震力を取り込んだ新耐震設計法が打ち出されていたかもしれない。またまた、この地震が起こっていなかったとしたら、耐震設計に対する関心は低いまま、今日に至っていたかもしれない。こんなことを、常々考えることがあります。不確定で、再現期間が長い地震動を対象とした工学領域の問題なので、ことの起こり方の組み合わせ次第では、思わぬ展開に至ることが想定されるということを認識しておくことは極めて大事であると思います。

40年もの間、といっても、地震動の再現期間に比べればたいしたことはないのですが、各種構造としてのコンクリート系構造技術分野を研究してきた者としても、前述と同じような思わぬ展開というものがあるように思います。1968年の十勝沖地震がそれにあたります。もしこの地震が起こっていなかったら、現在のような、RC部材のせん断破壊に対する補強設計を採用するには至っていなかったのではな

いか。特に、柱部材においては、せん断補強筋を多く配筋すると、施工性が乏しくなるといった思いが根底にありましたので、断面を大きくして、コンクリートのせん断強度に依存するせん断補強設計法を続けていたかもしれない。1970年以前のRC規準(AIJ)に示されていた考え方です。

1968年の十勝沖地震後の研究成果により、1971年には、建築基準法施行令およびRC規準(AIJ)において、せん断補強設計が刷新されました。このようになって、1971年以前に設計施工されたRC構造建築物の柱・梁部材はせん断破壊が先行する設計となっており、1981年の新耐震設計法の施行によれば既存不適格建物となり、耐震診断・補強が求められる事態となります。つまり、現状のようなRC柱・梁部材のせん断補強設計は、十勝沖地震を経験したことにより提案することができたのであり、その被災を受けぬままでは、まだ未然の状態にあったかもしれないということなのです。

耐震診断技術についても、1977年、1990年と耐震診断基準・改修設計指針の作成、そして改定が進められてきたが、関心はそれ程あがらなかったといえます。それが、1995年の阪神大震災以後にしてようやく、既存建築建物の診断・改修といった業務が建築界に押し寄せてくることになりました。せん断破壊が先行するような部材設計法を示してきた構造研究者自身が、判定会などで耐震性の乏しさを嘆き、1968年の十勝沖地震以前から、そのような事態は周知であったかのごとく指摘している姿に、時として、違和感を覚えることもあります。まずはこの分野における当時の研究レベルを悟ることが大切です。やはり、事態に直面して気付くということではないかということを実感します。もし、阪神大震災がなかったら、今日のような診断・改修といった事態はなかったのではないかと思います。

阪神大震災から10年が過ぎました。免震協会も10年を超えたようです。ここでも、この震災がなかったとしたら、免震という技術は今日のようにはまだ広がっていなかったのではないかと思います。今日では、新しい構造技術といえば、応答制御技術であり、免震・制振に関わる技術が席捲しています。次々と技術開発の成果が示され、実施設計レベルで、免震・制振といった装置を組み込んだ耐震構造設計が進められています。高層建築物から戸建住宅に至るまで広範です。建築構造設計における免震構造の果たす役割は、まだまだ大きくなりそうです。これまでの、地震力に対して構造体で耐えるようになってきた耐震構造設計技術は過去のものなのかなと錯覚してしまいそうな勢いです。

このような免震構造についても、少し斜に構えて考えてみることにします。まずは、建築物に入る地震力を、応答制御技術を用いて低減するというだけでは従来の耐震設計法も免震構造も同じ目標にあります。特段に新しい技術ということではありません。エネルギー吸収のほとんどを免震装置に依存し、上部構造は弾性体レベルで対応させようという考えに対して、従来の耐震構造では、エネルギー吸収を上部構造体にほとんど依存するとの違いといえます。それよりも、どのような構造物であったら免震構造が有効であり、免震装置の品質を考慮した上での配置計画、施工法等を考えるのが技術の要とされます。最近、2秒から4秒といった固有周期を持つ40階、50階といったRC造の超高層集合住宅にまで免震構造が採用されはじめたようです。どのような建築物にも積極的に免震構造を採用していくことで、プラス効果を引き出す作業に夢中になりすぎて、マイナスの結果を見落とすことがないよう慎重な技術検討が求められます。従来の耐震構造を採用するとどのような不都合があるかを顕在化しておくことが重要です。設計で想定している地震動を超えた、極めてまれに起こるかもしれない大地震が起きた場合の破棄モードを予想してみることも必要です。水平、鉛直クリアランスでの衝突が起こったらどうなるか、アイソレーターを設置するアンカーフレーム部の構造詳細検討が、免震構造を提案するような構造設計レベルでなされているのか、ここが破壊するとどうなるのかといったことを予想してみることも必要です。このところ話題になっている長周期地震動が起

きた場合、という想定も有効な検討テーマです。免震層上部の建築物内の家具などはほとんど移動しないとしてきましたが、この場合はなかなか難しいかもしれません。ではどうする。

こうしたことは、免震構造が大きく成長してからまだ10年程度であることに起因しています。わが国の耐震技術は、地震による被災を繰り返し経験することを学び向上してきました。新技術については、こうした経験を思い浮かべ、できるだけ想定範囲を広げて検討する姿勢がほしいと思います。さらには、免震構造設計法という大枠に浸りすぎてしまって、本来の構造設計として重要な詳細設計を怠ってしまうことがあります。損傷制御は結構なことですが、破壊的なレベルの地震動に対して、構造体は最後にどのような姿となっているかを考えておくことも必要ではないでしょうか。

今年4月はじめには、シンガポールとソウルとを訪ねる機会がありました。昨年12月26日には、20万人を超える死者をだしたスマトラ地震がありました。あの大津波の破壊力に息を呑みました。そして、今年3月28日には、その南約500kmのインドネシアでM8.7の地震があり、震源から約700km離れたシンガポールの高層建物が揺れ、当地の新聞、テレビなどで騒がしく報道されました。シンガポールの人たちは、地震による揺れの体験は初めてのようです。震度3程度の揺れでしたが、恐怖を感じたようです。また、今年3月20日に起きた福岡県西方沖地震では、震源より約200kmの位置にある釜山でも揺れたようです。地震により建物が揺れるという経験は初めてのことでした。いま、釜山に、大型構造実験棟と三連の振動台が建設中であり、耐震の研究を促進することでした。どちらも住民にとってははじめての経験だと少し興奮気味で話していました。研究者もそれぞれの国におけるこれまでの建築設計環境の中で、耐震設計をどのように取り込んでゆくかが重要な岐路にあると思います。これも経験して今具体的なスタートがきれるということにつながる話です。

なんといっても地震動が相手です。型に嵌った構造設計はできても、破壊することを考えることは難しい問題です。多くの叡智を積み重ね、免震構造が新しい耐震技術として広く展開していくことを期待しています。