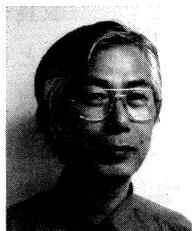


# 免震建物の更なる普及を願う

東北大学 井上 範夫



日本免震構造協会が10周年を迎えて、昨年11月に横浜で「10周年記念応答制御建築物の性能に関する国際シンポジウム」を盛大に開催し、世界の免震・制振技術に関する最新の情報を交換できたことは、今後の発展に大いに寄与するものとお慶び申し上げます。この会議では、中国からの参加者が多いが目立ちました。

私は、平成11年度から、科学技術庁・文部科学省の科学技術振興調整費多国間型研究「アジア・太平洋地域に適した地震・津波災害軽減技術の開発とその体系化に関する研究」の研究に参加し、中国をカウンターパートとして共同研究を行う機会を得ました。この研究は、発展途上国の技術を支援することが目標であり、これらの国で多くの人々はその脆弱さを知りつつも、経済上の理由から住まざるを得ない組積造建物の耐震性向上の技術開発をテーマとして取り上げました。このようなローテクを日本が中心になって行うということは異例なものですが、世界的な観点から地震災害による死者を減らすには、最も重要なテーマであるにも関わらず、現地でもマイナーな研究にならざるを得ないのが現状であるという問題に直面し、防災というものの難しさを再認識させられました。防災は、その地域の歴史的背景、行政の仕組み、ハザード特性、経済力、技術力など多くの要因が絡むもので、対応すべき方向がさまざまあることも知らされました。私自身も、最近では免震・制震に関するハイテクをメインテーマとして研究をしていましたので、対象建造物の相違に当初は戸惑いましたが、両サイドの研究が必要であるという気持ちを持つに到りました。

その一方で、多くの中国の研究者が、免震・制振に関する先端技術に大変な関心を持っていることを

知り、中国を訪れるたびに、免震・制振技術に関する情報交換を行ってきました。私が交流を始めたこの数年間の変化は劇的であり、当初は日本での実施状況や基規準などに関する情報を提供するのが主でしたが、最近では中国における多くの実施例が報告され、日本に次ぐ最大の普及が見られるようになり、目を見張る変化を示しています。

前述の国際共同研究の一環で交流を深めた南京工業大学において、昨年10月“the Third International Conference on Earthquake Engineering”が、副学長の Prof. Zai, Prof. Liuの尽力で開催され、免震・制震・ヘルスマonitoringなどの最先端技術に関して発表が行われました。この会議では、私も「変位制御機構を有するエネルギー吸収装置を設置した建物の応答性状」と題して発表を行いました。米国からは NSFの支援により、Penzien, Krawinkler, Mahin, Spencer, Shinozuka 他の著名な研究者が参加し、中国と米国の将来を見越した強い絆を垣間見ることとなり、日本も積極的に参加していく必要性を感じました。

今回の横浜の会議では、南京の会議での中心であった、Prof. Liu, Prof. Ouが、中国の免震・制振建築物の適用に関する基調報告を行って下さり、私としても大変うれしく思った次第です。

さて、目を国内に転じて見ると、昨今被害を伴う大きな地震が頻発しています。私の住む仙台地域では、2003年5月宮城県沖の地震、7月宮城県北部の地震が続けて起こり、わが身をもって地震の怖さを感じることになりました。5月の地震は宮城県沖のプレート内の破壊によって生じたもので、岩手県と宮城県にわたる広い範囲で被害がありましたが、仙台では最大震度が5弱で、幸い目立った被害は報告さ

れませんでした。この地震では、多くの建物において地震計による記録が得られましたが、この中で、東北大学工学部の敷地内にある実験建屋は、全く同一の鉄筋コンクリート造3階建の建屋を免震建物としたものと在来型としたものを隣接して設置しており、観測された結果は、水平加速度に対しては最上階の応答が在来型に対して1/4近くまで低減されており、大きな免震効果が発揮されました。その他、いくつかの事務所ビル、共同住宅でも同様の免震効果がみられ、免震建物の更なる普及に役立つものと期待しています。

一方、7月の地震は、宮城県北部の旭山撓曲断層が活動して生じたもので、20km四方程度の範囲に限定されました。この地震では各町役場に設置された震度計で加速度が記録されており、その最大値は1~2Gにも達する極めて大きなものでした。その成分は、偶然上書きされずに残った鹿島台役場の時刻歴より、0.3秒程度以下では建物の構造体に対してかなり大きな破壊力があるものの、それを超えると急速に低減される傾向をもっており、加速度の割には全般的に被害が大きくなかったことと対応していました。しかし、戸建住宅の被害は、全壊430棟、半壊1,213棟に及び、被災された方々の悲惨さに胸を痛めました。2004年10月の新潟県中越地震でも、住宅に多くの被害があり、このような直下型地震は日本中どこにでも発生しうる危険性を考えると、戸建住宅の耐震性向上の重要性を感じました。

このような被害を目の当たりにすると、戸建住宅への免震の適用が大いに期待されますが、最近では、多くのメーカーがそれぞれ特徴を出しながら普及を図っており、従来多かった病院、官公庁の重要建物、共同住宅などへの適用ばかりではなく、個人の財産の確保にも寄与するようになってきたことは喜ばしいことと思います。なお、前述の直下型地震における住宅の被害については、基準不適合の古いものが主であり、構造的観点からは、新基準に準拠した住宅の耐震性は飛躍的に向上していることが実証されたのも事実です。しかし、7月の地震では、住居内において負傷するケースが多数あり、その原因としては、落下物や家具の転倒が全年齢層では過半数以上、15歳未満の年少層では70%にも達すると報告されておりますので、このような被害を防止するため

にも免震住宅の普及が一層望まれるところ です。

現在の耐震設計の基準は、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震などによる地震被害を踏まえて改良を重ねてきたものであり、絶えず自然現象を教科書として発展してきたものです。前述の地震では、常識以上の大きさの地震動が観測されたものの、構造的被害はその割には小さかったとはいえ、あらためて地震動の不明快さを思い知らされました。地震が起こるたびに、新しい知見が得られているといえます。

免震建物の設計が始められた頃は、想定する地震動を上回った時の余裕度を検討し、設計した建物が最終的に、免震材料、クリアランス、上部構造などのいずれで限界値に到達すらかの議論をしていました。設計者は、その限界状態をイメージすることにより、地震動設定の不明快さに対処し、バランスの取れた建物になるように配慮してきました。しかし、2000年の告示で地震動の特性が解放工学的基盤において明確に規定されて以来、地震動に対する議論が少なくなったように思われてなりません。それに伴い、設定した地震力に対して収まっていればそれでよいという風潮が増えることがないように祈るばかりです。

昨今話題になっている、東海地震、東南海地震、南海地震など、マグニチュード8を超えると予想される巨大地震については、長周期成分の卓越と継続時間の長さが超高層建物や免震建物に及ぼす影響が懸念されています。このようなタイプの地震記録はまだ得られていないのが現状であり、実際に発生した時にまた新しい被害が発見されたということのないようにしたいものです。兵庫県南部地震の例でも、従来にない大きな地震動が記録され、ピロティなどバランスの悪い欠陥のある建物に被害が見られましたが、概ね現行設計基準を覆す結果にはなりません。逆に、解析を行っても、あの地震動でどうして耐えられたのか分からないという建物も多数ありました。このように考えると、いたずらに恐れる必要もないといえます。

しかしながら、想定以上の地震が来るかもしれないということを頭の片隅において、免震建物全体として極端に弱い部位を作らない、バランスの取れた設計を心がけて、地震動の不明快さを乗り越えていくことが重要であると思います。安心な免震建物を設計して、大いに普及させていただくことを期待しています。