

巻 頭 言

阪神大震災から 6 ヶ月が経過して

高 梨 晃 一*

Koichi TAKANASHI

阪神大震災からもう 6 ヶ月が経過した。震災の犠牲となった人の数も 6,000 人を超えてしまった。被害額も兵庫県だけで 10 兆円に近い。関連の損害額を含めると膨大な額になっているだろう。関東大震災では死者が 14 万人、被害額は現在の価格に換算すると 2 兆円に相当するとされているから、それだけ都市の規模が格段と大きくなっていることを反映している。また、失った人命と同時に被害額が大きいことは日本の都市構造の複雑さを如実に示している。

最近日本周辺で発生した地震では人命の喪失は比較的少なかった。仙台市で大きな被害を出し、建築基準法施行令の耐震設計規定の改訂を促した 1978 年宮城県沖地震でも死者は 28 人、一昨年と昨年に北海道を襲った北海道南西沖、北海道東方沖ではそれぞれ 29 人、16 人と少なく、倒壊した家屋も多くなかっただけに阪神大震災が我々に与えた衝撃は大きかった。

ただ今回の大地震の前に心配なことがあった。昨年 1 月 17 日に発生したロスアンゼルス市近郊のノースリッジ地震である。もし、大地震が大都市を襲ったら被害額は極端に大きくなり、同時に被害の様相も複雑になって、それを復旧するには復旧する技術の開発も必要であることから多くの時間を要することを教えられた。我々はその現実の中にいる。

耐震研究の目的を的確に設定し、緊密な研究計画を作り、実効ある成果を得るにはまず、震災の実態をつぶさに調べなければならない。今回の震災でも多くの人が調査に従事し、実に多くの報告書が発行され、さらに詳しい報告が準備されている。これまでも震災の度毎に ERS のメンバーを含めて建築の技術者、研究者は震害をつぶさに調査し、今後解決していかなければならぬ問題を見出してきた。それに必ずといっていいほど、地震はそれまでおさざりしてきた技術上の欠陥を露呈させた。今回の震災のように大きな都市が広範囲に多様な被害を受けると、単に土木・建築構造だけの問題ではなく、人文学、社会科学のあらゆる分野の研究が必要とされ、事実、あらゆる分野で震災予防、災害軽減の研究が開始されている。構造工学の分野でも、調査においては、単に被害の部分を知るだけではだめで、それがどのような架構形式の構造物のどの部位の被害であるかを詳しく知らなくてはならない。そしてその構造物の内部や周辺で採録されている地震動波形がほしい。被害を受けた部位がどのような応力状態になっていたかをできるだけ詳しく知りたいのである。特に地震動の大きさが増大すると、通常構造物の設計で注目している応答量が単に大きくなるだけではないように思える。罹災した多くの人の証言によると、地面や構造物の地震時の動きは実に複雑である。これらの動きを解析によって正確に再現することは殆ど不可能に思える。通常の大さの地震動では十分に解析可能な応答現象が、極端に大きな地震動に対しては不可能になるということは、解析モデルでは無視されるような些細な現象も大きな地震動では拡大されて、それが決定的な働きをするのではないかと考えてくる。応力状態も部分的に非常に大きな値になっていることも多いのではないか。そのために様々な形態の破壊現象が多く見られる。これらを十分に解明しないと今後の信頼性のある、高い精度の耐震設計法が発展していかない。

そのためにも調査されたデータはできるだけ公表してほしいのである。それが現在のところなかなか実行されていない。構造物のオーナーにとっては、その被害状況を詳しく公表することにはいろいろな事情で抵抗があることは十分に理解できる。公表したデータがどのように使用され、どのような結論が導かれるか不安でもあろう。しかし、震災後 6 ヶ月を経過した今、ほぼその予想もできる段階ではないかと思えるので是非、将来の学問の発展のために英断をしていただきたいのである。

ともかく、巨大な都市構造物が少なからず完全に倒壊した。新幹線をはじめ高架鉄道がどのように脆

*東京大学生産技術研究所 第 5 部

いとは予想していなかった。比較的近年に建設された高架道路の転倒も異常である。大きなビルが、完全に倒壊したり、中間階が完全に圧潰しているのを見ると、もし、地震が日中に発生したらどのようなことになったか想像もしたくない。構造物の設計では、使用されている材料の弾性限、すなわち降伏は十分視野に入れた設計が行われている。予想外の大きな外力が作用して材料が降伏し、塑性状態になったときの挙動も考慮されているはずである。ただ、その塑性状態が進行し、材料の破断の限界に近づいたとき、あるいは一部が破断したとき、構造物がどのような状態になるかを十分に予想して設計していたとは思えない。また、材料試験では一応分かっているつもりでも構造物に組み上げられた後の破壊現象が、どのような条件で生ずるのか十分に解明されてはいない。これらが分かっていたら、また、考慮されていれば、完全に倒壊してしまうような構造形態はとられなかったはずである。耐震設計にはこの視点が不可欠に思う。外力の大きさが、設計上この辺であれば十分と確定的にいえないからである。だから、設計基準等で示してある値も一応の目安であると考えておくべきで、たとえ、その値を超えるような外乱をうけても何らかの工夫で、少なくとも倒壊、圧潰を防ぐ手立てはしておかねばならないだろう。設計によって構造物に抵抗力の冗長性を付与しておかねばならない。

これまで日本では高架道路などの新しい都市構造物が大きな地震に遭遇した例はほとんどなかった。建築物でも、高層建築をはじめとする鉄骨造の建物は大地震の経験がない。60年代から急速に発展してきた鉄骨造の建設が80年代に入って益々大規模、複雑な架構が建設されてきた。それに対して日本周辺の大地震の発生は比較的少なく、起こってもその被害を受ける地域には大規模な鉄骨造はほとんどなかった。今回の震災はそれ故初めての経験であって、あのような被害が実際に起こり得ることを思い知らされた。一方、中層以下の鉄筋コンクリート造の建物は、これまでも数々の大被害を受けてきており、その対策の効果は阪神大震災でも見出すことはできる。

建築構造物や土木構造物の設計では、宿命的に外挿法による手法によらざるを得ない。すなわち、利用できる理論は、実験室で可能な模型実験によって検証されているものに限られる。それ故、歴史的にも建造物の設計は試行錯誤的に発展し、中には大事故も生じている。またそこから多くの教訓を学び、さらに進んだ設計法を身につけてきた。これは構造物の破壊現象が理論的に十分解明されておらず、理論による推論が不可能なためである。それでは実験によってどうかとなると、それは可能ではあるが、今度は、小さな模型による実験の結果が大きな構造の破壊現象の解明に十分役に立たないという障害にぶつかる。

このように破壊の研究はいずれも実験を伴うものである。相手が大型の構造物であるのでそう簡単にできるものではない。実験可能な施設も限られてくる。どうしても官民を含めた全国的な共同研究が必要である。ERS もその中で応分の働きをしたい。またそれが可能な能力はあると信じている。先にふれたノースリッジ地震でもほとんど同じ破壊現象が生じたことは周知のことであるが、彼の地の研究者たちとの協力も欠かすことができない。

阪神大震災でまだまだ研究すべき諸問題が山積みしていることをあらためて知らされた。しかも、それには、きわめて基礎的なものも含まれている。耐震工学は、総合的学問であるから、研究成果の利用技術の研究の占める割合が比較的大きいと思われるが、それ以前に基本的な知識の集積が必要である。ERS はそのための環境には恵まれている。

もう一度決意を新たにして精進したい。

(1995年8月14日受理)