明日の防災技術 —21世紀を目指して—

*Future Technology for Disaster Prevention
—Toward the 21st Century—*

大谷 圭一

Keiichi OHTANI

◎1943年2月生まれ
◎1970年京都大学大学院工学研究
科博士課程2年修了時中退、建設
省建築研究所研究員、科学技術庁
国立防災科学技術センター耐震実
験室長、同庁防災科学技術研究所

地震・火山防災研究室長等を経て、
1992年より同所防災総合研究部
長となり現在に至る。研究・専門
テーマは耐震工学および地震工学
◎科学技術庁 防災科学技術研究所
(〒305 つくば市天王台3-1)

1. はじめに

阪神・淡路大震災は、我々が考えていた地震災害の常識を越えるものであった。この災害を経験してから、多くの機関において地震防災対策や耐震設計の見直しが行われているが、大学や民間会社におられる方には、政府レベルでの動きはなかなかお解りいただけていないことが多いと思われるので、私が属している科学技術庁の震災以降の動きを説明しつつ、明日の防災科学技術の目指している方向を紹介することとする。

21世紀といっても、もうすぐそこまで来ており、4年と少しで来世紀に突入する訳であるが、次の世紀を、さらには今後10年程度の未来を目指しての動きの一端を理解していただければ幸いである。

2. 阪神・淡路大震災の発生

1995年1月17日午前5時46分、神戸市を中心とする都市直下型の大地震(M7.2)が発生した。この地震災害は、地震そのものの名前として気象庁が発表した「平成7年兵庫県南部地震」と、災害の大きさを考えて政府が命名した「阪神・淡路大震災」と二つの名前を有する初めての地震となった。

死者6300余名、被害総額10兆円以上という未曾有の大震災となり、都市型震災の恐さを世界中に知らしめることとなった。被害の様相が知られるまでに長い時間を要したこと、政府や自治体などの対応が決して適切であったとは言えなかったことなどの反省点があった反面、学生や社会人

などによるボランティア活動が目についたこと、これほど強い地震動にさらされても十分な耐震性能を有している構造物は安全であったことにより最新の耐震設計法の有意性が確認されたことなどの良い面もあったことを指摘しておきたい。

3. 阪神・淡路大震災の教訓

我々は今回の阪神・淡路大震災から無数の教訓を学びとり、それを今後の地震防災対策の高度化に活かして行なければならない。ここでは多くの教訓の中の幾つかについて触れることとする。

3・1 都市直下で発生した活断層の運動による地震であったこと 過去数百万年の間に活動したと推測される活断層が再び活動して地震を引き起こす可能性を有していることは良く知られているが、今回の地震も活断層の活動によるものであった。さらに、その活動が神戸市を中心とする近代的な都市の直下で発生したことが、被害を大きくした原因の一つと考えられている。この教訓を受けて、活断層の調査が各地で積極的に実施されることとなった。

3・2 古い建物や施工・管理が十分でない構造物に被害が集中したこと 古い木造住宅に倒壊被害が集中したこと、古い設計法により設計された建物で、その後のメンテナンスや補強が十分でなかった建物に被害が多かったことなどが指摘される。研究者や技術者は、新しい設計法の開発や設計には努力を傾注するが、すでに完成したものに対してどのように対応すれば良いかについては、なかなか取り組みが行われにくかった。この問題は、

我々の大きな反省点であるが、新しく知見が得られた時には、その知見がすべての構造物にいかされていく方法を取りまとめていかねばならない。

3.3 予想していなかった構造物の被害が目立ったこと 阪神高速道路の高架橋が連続して倒壊したこと、建物の中間階に破壊が集中するという被害が多発したこと、鉄骨建物の柱が脆い破壊状況を示したことなどの、予想されていなかった被害が発生し、日本の耐震安全神話が崩壊したと報道された。耐震工学は地震の教訓を母として発達してきた経験工学であるが、これらの被害形式も設計された時点では想定されていなかったが、今後の研究により解決されるものと期待している。

3.4 情報収集・伝達に多くの問題があることが具現したこと 情報が確実に収集されなかった事、さらにはその情報が適切に伝達されなかったことなど情報にかかわる大きな問題点が指摘された災害であった。これまでほとんど専門的な検討がなされてこなかったこの分野がクローズアップされたことにより、情報などのソフトな研究の重要性が確認されることとなり、広く国民の関心の的となり、今後の研究開発が強く臨まれるところである。

3.5 早朝の地震発生にもかかわらず多くの地点で火災が発生し、広い範囲が延焼したこと 早朝にもかかわらず多くの地点で出火したこと、非常に広範囲な延焼火災となったこと、復電した後に火災の問題も多くの教訓を与えた。さらに、消防車の運行がスムーズに行えなかったこと、消防水利が破壊され消防活動が妨げられたことなどの消防運用の面でも多くの課題を残した。

4. 地震防災対策の高度化を目指す取り組み

今回の地震災害が発生したという事態を踏まえて、政府、官庁、学会、民間会社などの多くの機関で、これまでの地震防災対策の見直し、災害の原因の究明、新たな対策方策の検討などが行われている。

科学技術庁では、これまで防災に関する科学技術の推進のために、1993年12月「防災に関する研究開発基本計画」を、科学技術会議の答申を受けて、内閣総理大臣が決定し、諸施策を推進して

いた。今回の地震のみならず、1993年釧路沖地震、1993年北海道南西沖地震、あるいは1994年三陸はるか沖地震でも大きな被害が発生しており、地震防災に関連する科学技術の推進の強化を図る必要性が著しく高まっていると判断し、1995年2月に「地震防災科学技術推進検討会」を設け、今後取り組むべき研究課題の検討を行った。この検討会では、上記の基本計画を踏まえ、かつ最近の地震災害による教訓を考慮して地震防災科学技術の分野で推進すべき研究開発課題を抽出整理するとともに、総合的な地震防災の推進や研究開発成果の速やかな社会への還元などを考慮して、特に早期に取り組むべき研究開発課題の検討を行い「阪神・淡路大震災等を踏まえた地震防災科学技術の推進方策について」と題する報告書を1995年5月31日に発表した。

この報告書は①推進すべき地震防災科学技術、②早朝に取り組むべき研究開発課題、③実施上の留意点の3章で構成されている。

以上、科学技術庁の取り組みを述べたが、ほかの省庁や学会などでもそれぞれの取り組みがなされ、耐震設計法の見直し、既存構造物の耐震補強の実施などの対策が行われつつある。

5. 地震に強く安心して住める都市の建設に向けて

科学技術庁では「地震防災科学技術推進検討会」の報告を受けて、関係省庁および民間機関による研究「市民の安心を確保し安全な市街地を創出するための総合的な地震防災に関する研究」を、平成7年度科学技術振興調整費による生活・社会基盤研究のうち、生活者ニーズ対応研究新規課題の一つとして実施することとした。この研究プロジェクトは三つの大課題、七つの中課題から構成されており、

(1) 地震防災の理解を深め安心な市街地を計画するための研究、①都市震災の社会経済的影響評価システムに関する研究、②地震防災の教育・啓蒙に関する研究、③地震防災のための都市施設計画手法に関する研究。

(2) 震災時の市民生活・社会活動を守る研究、①地震・災害状況情報収集・伝達に関する研究、②被災地における生活に関する研究。

(3) 住宅地の総合的な耐震化などに関する技術開発, ① 木造住宅の総合的な耐震化に関する研究, ② 住宅の火災発生防止手法に関する研究を推進することとしている。

この研究の特徴として, 従来の地震防災がハードな耐震研究を中心として進められていたのに対し, 情報や都市計画あるいは被災生活の環境確保などのソフト面の研究開発を充実させていることである。

この研究プロジェクトは多くの機関による共同研究であるが, 科学技術庁では独自の施策として, 平成7年度の補正予算により, 新たに二つの大形プロジェクトの推進を行っている。

第一のプロジェクトは, 「全国強震ネットワークの構築」である。地震時に地盤や構造物がどのように揺れたかを知ることは, 耐震設計や地震防災対策の推進にぜひとも必要なことである。このために強震観測が行われているが, 観測の行われている場所は大都市域に集中していた。そこで, 全国的観測基盤を整備する目的で, 25 km メッシュを原則として, 1 000 箇所の強震観測点を整備し, そのデータを電話回線により一箇所に集約し, インターネットを通じて, 広く公開するシステムを構築しようとするプロジェクトで, 平成7年度末に1年未満の期間で完成させ, 1996年6月よりインターネットによる公開を開始している。

このネットワークは “Kyoshin Net” または “K-NET” と呼ばれ, そのデータ利用にはほとんど制限が設けられておらず, だれでも自由に利用可能である。このデータを利用するためのインターネットのアドレスは,

<http://www.k-net.bosai.go.jp> である。

第二のプロジェクトは, 大型三次元震動実験施設の加振機構の技術開発である。構造物が地震の時にどのような経過を経て破壊に至るかを忠実に再現する実験を可能とする大型三次元震動実験施設の建設を目指し, その加振機構の技術開発を行うプロジェクトである。過去の地震の最大の変位, 速度, 加速度記録を超える性能を有する世界最高の耐震実験施設の開発を目指している。

この大型三次元振動実験施設は, 15×10 m の三次元振動台 (要素振動台とよぶ) を2台有し, この要素振動台をスペーサを介して連結すると 15 m×23 m の世界最大の三次元振動台として, 最大2 000 t の試験体の実験が可能なのが想定されている (ツイン・テーブル方式と呼ぶこととしている)。また, その加振性能は, 水平方向加振に対して, 最大振幅±1 m, 最大速度±2 m/s, 最大搭載荷重の際の最大加速度±1 G, 上下方向加振に対して, 最大振幅±0.5 m, 最大速度±0.7 m/s, 最大加速度1.5 G が設定されている。いずれの値もこれまでの振動台と比較して, 格段に高

図1 大型三次元震動実験施設のイメージ

性能となっているばかりでなく、今後発生するであろう巨大地震での強震記録をもカバーできるものと考えられている。図1に本施設全体のイメージ図を示す。

6. さらなる明日の防災技術に向けて

1996年4月に、アメリカのクリントン大統領と我が国の橋本首相の間で首脳会談が行われ、「日米コモン・アジェンダー21世紀に向けてのパートナーシップ」が発表された。このコモン・アジェンダーの新たなイニシアティブとして、「自然災害の軽減についてのイニシアティブ」と題する項目が追加され、以下のように述べられている。

「日米両国は、しばしば自然災害に見舞われるが、両国政府は、自然災害の早期警戒についての情報交換のための国際ネットワークを強化することを決定した。また、我々は、地震から地域社会が被る損害を軽減するために科学技術の進歩を加速することを目指して地震災害軽減に関する協力を開始することを決定した。両国政府は、1996年秋、予防および応急対策の向上をはかるため、科学者および政府関係者を集めて地震シンポジウムを開催する。」

地震災害軽減にかかわる日米科学技術協力の課題としては、日米双方の理解に基づき、次の3領域9テーマが選定されている。

1. 地震災害の定量化
 - (1) 損失評価技術
 - (2) 震源近傍における地震動・地質学的影響および構造物の応答
 - (3) 将来の地震発生ポテンシャルの評価
 - (4) 震源過程に関する基本的理論の検証
2. 地震災害の軽減
 - (1) 録骨ラーメン構造建物
 - (2) 既存建物およびインフラ施設の耐震性評価およびその改善
 - (3) 性能指向型設計法
3. 緊急時対応の高度化
 - (1) 地震時火災の制御
 - (2) 緊急時対応のための情報

これらの技術開発課題に対して、日米両国が協

力して研究開発を推進することが決定されており、現在具体的な実施方策について検討が行われている。

科学技術庁では第4、5章で述べた「阪神・淡路大震災」以降の対応が軌道に乗ったことを確認した後、新たな発想のもとでの地震防災科学技術の研究基盤の効果的な整備のあり方についての検討を、1995年11月より「地震防災研究基盤の検討に関する懇談会」を設け、その検討結果として「阪神・淡路大震災を踏まえた地震防災研究基盤の効果的な整備の推進について」を取りまとめ、1996年5月発表している。この報告書によれば、大型の試験研究施設の整備を必要とするような研究開発、国際協力を十分視野に入れ内外の多分野の研究者が流動的な体制で推進すべき研究開発、ソフト面にも重点を置いた総合的な地震防災研究の研究開発等について、既存の枠組みにとらわれずに、新しい発想の下での新規の研究拠点の整備の必要性を強調している。

さらに、科学技術庁長官は、その諮問機関である「航空・電子等技術審議会」に対して「地震防災研究基盤の効果的な整備のあり方について（諮問第24号）」の検討を指示している。この審議会では、地球科学技術部会地震防災研究基盤分科会での検討を行い、1996年末までの答申を目指している。

これらの審議、検討を通じて、これからの地震防災科学技術の新たな展開が期待されている。

7. おわりに

衝撃的な出来事であった「兵庫県南部地震」を契機として、多くの取り組みがそれぞれの立場で行われているが、政府および官庁、特に科学技術庁でも新たな取り組みを開始し、その一部は実行段階となっている。「Kyoshin Net」はすでに完成し、稼働状態となっているし、大型三次元実験施設は建設に向けての体制づくりが着々として進行している。日米および世界各国との共同研究も具体的推進の時を迎えており、近未来の防災技術は、より正確な地震観測や大型の耐震実験等を基盤として、ますます発展していくものと期待される。

(原稿受付 1996年6月25日)