

## 9 今後の研究課題と総括

震災から3年が経過した今、被災建造物の復旧過程を振り返ると、阪神高速道路全線開通(平成8年9月30日)や港湾施設の復旧宣言(平成9年1月)など、震災からわずか約2年後の平成8年度末には復旧工事がほぼ完了した。また設計の見直しに関しても、平成8年末に道路橋示方書が改訂されるなど、急激なピッチで将来に向けての耐震設計法の見直しが完了あるいは行われつつあり、現在の地盤・地震工学的関心は、将来あるいは建設中の建造物の耐震性評価や、来るべき地震に対する防災計画の策定へと、目指す方法のベクトルが急速に変化しつつある。

一方、地盤及び基礎建造物被害の調査過程を振り返ると、復旧にあわせて地下部分での被害についても調査は急速に実施されたが、被害の実態を全て把握できるまでの調査は当然ながら不可能であり、得られる限りの被害調査データに基づき、適切な復旧計画が策定され、工事が施工された。調査委員会では、関係機関のご協力を基に、種々の調査データを入手しその被害分析を行うことにより、構造物毎の被害についての特徴についてはある程度は把握できたが、研究目標の1つであった広範囲での被害の変化と地盤及び地震動との関係を十分掌握するまでには至らなかった。8章で述べたように、地震被害は震動特性、地盤特性、構造物応答性の3つが複雑に絡み合っており、発生する被害の規模に変化が生じると考えられるが、それぞれの項目自体が完全には理解されていないために、それらの相互関係が生み出す地震被害の分布と地盤特性の変化の関係を完全に掌握することは難しいと考えられ、また各項目について検討すべき課題の多さが実感される。

地盤基礎分科会では、構造物毎に組織した研究部会で何らかの動的解析を実施し、被害原因の特定を試みた。それらの検討過程で明らかとなった問題を、上述の議論と関係づけて整理すると以下のような課題が考えられる。

- 1) 地震動：兵庫県南部地震での地震動分布が十分に把握されていない。
- 2) 地盤特性：関西地域の広域及び深部における地盤の動的特性が十分に把握されていない。
- 3) 構造物応答性：等価線形解析や有効応力解析などの動的解析法には適用限界がある。

まず、地震動分布に関しては、起震断層から基盤を通じてどのように震動が伝達され、次にいわゆる地盤内での震動が工学的基盤から上でどのように生じたかを把握する必要があるが、今回の兵庫県南部地震においてどのような震動伝播が基盤上で発生したかについて、未解明な部分が多いと考えられる。兵庫県南部地震では種々の地点において地震動観測記録が得られたが、計測地点は限られたものであり、基盤での震動伝播の状況を広域的に把握するための解析を実施するまでには不十分であると考えられる。先述のように、特に臨海部での地震動分布については不明な点が多く、経験的な減衰式を用いて最大加速度の予測をする必要があった。従って、関西地域といった広域での地震動分布を、より精度良く検討するためには、兵庫県南部地震における基盤での震動伝播について、今後もさらに研究する必要があると思われる。

次に、地盤特性に関しては、既存資料より関西地域における地盤構成についてはある程度明らかであるが、既存データは圧密沈下問題などの主に静的問題を対象とした工学的情報からなっている。地震動解析においては、せん断剛性率や減衰比などの動的変形特性が情報として必要であるが、動的解析においてこれらの動的特性は物性値等から推定された場合が多く、原位置試験などのデータは少ないのが現実である。特に、大阪湾には幾層にも洪積粘土層が堆積しているが、深部に堆積する洪積粘土層の動的特性については未知な部分が多いと考えられる。地震動解析において、臨海部の地盤では工学的基盤を洪積層の下部に設定することが多いが、洪積層に通常に判定される動的物性値を入力した解析では、減衰が過大になる場合がある。洪積粘土層の圧縮特性は年代効果の影響が大であることは良く知られているが、動的特性についても洪積粘土特有の性質が存在する可能性もあると考えられる。このため、工学的基盤より地表面部までの地震動の増幅あるいは減衰特性について、より精度良く検討するためには、関西地盤の深部での動的性質の変化を広域的に把握することが必要と考えられる。

構造物の応答性に関しては、構造物自体の物性値よりも、むしろ動的解析法の適用限界についての検討がまだ必要であると考えられる。特に、有効応力法の利用は今回の震災を契機にその活用が急激に広がったが、パラメータの数やその物理的意味及び決定方法など、まだ検討すべきものが多いと考えられる。

本文でも、有効応力法についての幾つかの問題点が指摘されており、液状化による変形、さらに液状化終了後の変形挙動などについて、より精度の良い検討を行うためには、地盤及び動的解析関係の入力パラメータに関して今後も研究が必要と考えられる。実務技術者にとっては、多次元の等価線形法がようやく設計で利用され始めてきた段階と思われ、震災原因の分析や将来の耐震検討のためには、実務に十分絶えうる解析法の確立が必要であると考えられる。また、動的解析を利用した液状化の判定に関しては、8章で述べたように、地盤内に作用するせん断応力の評価が動的解析で簡便に求めれば、現在存在する設計指針間での液状化評価に関する相違点の問題の軽減に役立つものと思われる。この観点からも、簡易で地震時の地盤の動的変形挙動を解析できる手法の確立が今後必要であると考えられる。