

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震は、地震工学に関わる多くの専門分野の技術者に重い課題を突きつけた。なかでも、地震の揺れの大きさが近畿地方で想定していた値をはるかに超えていたことは大きなショックであった。地震直後に土木学会から「提言」(土木学会耐震基準等基本問題検討会議 1996)が出されたが、そこには従来の設計法への反省とともに、将来このような重大な被害を起こさないための基本方針が記されている。具体的には、構造物の設計にはレベル1、レベル2と呼ばれる2段階の地震の強さを想定すべきことが最初にうたわれている。このうち、レベル1は構造物の寿命の間に1~2回は体験する可能性がある程度の強さの地震であり、レベル2は構造物の限られた寿命を考えれば起こる頻度は小さいが、長期的には起こるかもしれないきわめて強い地震である。従来から一般の構造物で考えてきた地震の強さをはるかに越える地震が実際に起こりうるとの反省に基づいて、設計法を全面的に考え直そうとの決意の表れである。

さらに、このレベル2地震に対してどのくらい丈夫に造るかについては、構造物の重要度によって判断すべきであるとされている。つまり、地震後の状態として、1)無被害、2)使えるが修理が必要、3)崩壊には至っていないが使えない状態、4)崩壊などの段階により「耐震性能」を決め、構造物の重要度によってその段階を判断して設計することになっている。そして、重要度は人命損失の可能性、社会経済的重要性、修復の困難性などから判断すべきとしている。このような設計法は「性能設計」と呼ばれ、現在、土木・建築構造物の設計法はこれに向かって見直されている最中である。

性能設計を実現するためには、地震の強さを決めるときに構造物の被害の程度を正確に予測できなくてはならない。特に、地盤の変形量は上部の構造物の変形量を算定する上での基本条件になる。つまり、地盤の地震による変形量の算定は性能設計をする上での基本であることが分かる。その際に、特に液状化した地盤が問題となる。地盤の地震時液状化の研究は新潟地震以来の積み重ねによって液状化するまでのメカニズムについては実に多くのことが明らかになってきた。それに比べ、液状化してから地盤がどの程度変形するかを精度良く評価するためには、まだまだ解明すべき課題が山積みである。それには液状化した地盤の性質だけでなく、構造物やそれを支える基礎と地盤との相互作用も重要となる。つまり、地盤~基礎構造物相互作用を考えた液状化地盤の変形量の信頼性の高い評価法の確立が地盤工学に課せられた重要な課題である。

土木学会地震工学委員会「レベル2地震動による液状化研究小委員会」はこのような背景の下、1999年度に設立され現在まで4カ年にわたる活動を4つのワーキンググループに分かれて行ってきた。

ワーキンググループ1では、レベル2地震動での液状化現象を土の物性の面から検討し、密な砂礫や粘性土を含む土のような様々な土質に対する液状化現象の考え方や設計に用いる液状化判定法の問題点・改善の考え方などについて提案を行った。

ワーキンググループ2では、レベル2地震動での液状化現象を被害の面から明らかにし構造物設計での考え方を明確化するために、兵庫県南部地震をはじめとする既往の液状化被害データを収集・整理し、レベル1地震動によるものとの差異を明らかにした。

ワーキンググループ3では、レベル2地震動で問題となる密な砂と杭基礎との強震時の相互作用について共通モデルと共通地盤物性を設定し、異なる解析コードによる数値解析を行った。これにより現状の杭~地盤動的相互作用評価法による平均的評価値とバラツキの幅を明らかにでき、レベル2地震動に対する設計を考えるうえでの大きな参考となる。

ワーキンググループ4では、レベル2地震動を考える上で不可欠な地盤改良による液状化対策工を取り上げ、タンクの基礎地盤を例として締め固め地盤改良の効果を検討した。すなわち、改良の有無による地盤の液状化と沈下・変形を対象として、共通モデルと共通地盤物性を設定し、異なる解析コードによる数値解析を行った。これにより、現状での液状化対策効果の評価技術の現状を明らかにした。

本委員会報告書の各章は上記の各ワーキンググループごとの多数回の討議・打ち合わせによって執筆された。内容の細部について委員会全体の合意を図ったものではなく、執筆者一覧に名前が示されている執筆者の考えが色濃く反映されている。しかし、一応全体委員会での討議を経たものであり、考え方の全体的骨子については本委員会の統一の見解と考えて良からう。今回、4年間の活動を終えるに際して2日間のシンポジウムを計画した。シンポジウムでは、上記の委員会の成果の紹介・個別研究発表とともに、パネルディスカッションにより設計的観点からレベル2地震動の液状化をどのように扱うべきかを討論していただく予定である。これらの委員会成果が、性能設計を目指した液状化地盤の変形量の信頼性の高い評価法の確立に向けて重要な貢献となることを期待している。

参考文献

土木学会耐震基準等基本問題検討会議(1996): 土木学会耐震基準等に関する提言集