

基調講演 4. 地震時の基礎杭に及ぼす液状化と地盤流動の影響

Influence of Liquefaction and Lateral Spreading on Performance of Foundations during Earthquake

石 原 研 而 (いしはら けんじ)

東京理科大学理工学部土木工学科 教授

上記の講演は会議の最終日である1999年8月20日の午後2時からに行われた。その内容の概略は以下のとおりである。

まず最初に、阪神淡路地震（1995）の際に生じた岸壁背後の地盤変状の測定法について述べ、水平および鉛直変位が水際線からの距離に対していかに減衰していくかについて調査結果を紹介した。

次に、地平変位を受けた構造物の基礎杭がどのような挙動をしたかについて、御影浜にあるMCターミナルの2000 kN容量のLPGタンクを例にとって説明した。岸壁から30m程陸側にあり、周辺の地盤が1.5m位海側に変位したため、1.1m直径で長さが17mの場所打ち杭が20cm程度の杭頭変位を生じたが、わずかに杭頭部のコンクリートに亀裂が生じる程度の軽傷であった。また、タンクの周囲に沿って測った標高の値よりタンクの傾斜を求めてみたら0.25%で、運転許可規準の1%よりも小さいことが判明している。

以上の計測結果に合致するように杭の逆解析を行った。すなわち、杭の挙動がばねで支えられた梁の曲げ変位で表されると仮定し、地表面で1.5mで深さ方向に余弦的変化をすると仮定した地盤内横変位をばねに加え、ばねを介して杭体へ加わる横荷重に対して杭がどのように変位するかを計算してみた。計算で得られる杭の横変位はばね定数の値に大きく依存しており、設計指針に記載されているN-値より求めた静的k-値を用いると、杭の変位はほとんど地盤の変位と同じになることがわかった。しかし、液状化による土の軟化を考慮してk-値を1万分の1位に低減してやると杭はほとんど変位せず、その周辺地盤の土のみが動くという状態になることがわかった。そこで、上記のタンクを対象にして、原位置で地震時に杭頭が20cm動くようになる時の地盤ばねの低減率を求めてみると 2×10^{-4} 程度の値が得られた。

以上のような逆解析を六つのケースについて実施し、地盤と杭の相対変位とばね定数の低減率との関係について検討した。その結果、地震時に地盤が液状化し水平流動が発生した時の基礎杭の挙動をばね-梁系でモデル化するとした場合、静的状態でのばね定数を $10^{-4} \sim 10^{-3}$ 程度低減して解析することが必要であるという結論となつた。このような結論に至った理由は、水平流動時に見られる杭と地盤の間の大きな相対変位を考慮したためである。これはまた、阪神淡路地震の際に、岸壁に近接し

た構造物の基礎杭の破壊が地盤のすり抜け現象を伴って生じたことを想起する時、無視できない観察事実であると考えられる。よって、水平流動時の杭の挙動を検討する時には、地表面で明確に観察できる地盤と杭の相対変位を一つのパラメーターとして導入することが必要であろうことを述べた。杭と地盤の相互作用は古くて、なおかつ新しい問題の一つであるが、今後さらに詳しい調査がなされ新しい知見が得られることを希望している。

以上は講演の内容の概略であるが、今回のアジア地域会議の全体的印象について、本年行われた他の地域会議と比較して感想を述べてみると以下のようになる。

1. 参加者530名でその数からいふと、アジア会議は、ヨーロッパ地域会議（アムステルダム、1999年6月）に次いで多く、盛会であったといえよう。ただし、日本からの出席者（156名）が全体の30%を占めていて韓国（303名）と日本を合わせると87%にも達し、中近東、インド、パキスタンが極めて少なく、極東アジア地域会議とも呼ばれるべきで、参加国の地域的偏りが大きかったといえる。
2. 大規模プロジェクトや施工等の実際問題が取り上げられると同時に、土質力学の基本問題も討論の対象となり、基礎と応用のバランスがとれていた。パンアメリカ地域会議（イグアス／ブラジル 1999年8月）やアフリカ地域会議（ダーバン／南アフリカ 1999年10月）では、土の挙動に関する基本問題を取り扱う部会が無く、この課題に対する討議は低調であったといえる。
3. ヨーロッパ地域会議やパンアメリカン会議、そしてアフリカ会議では環境地盤問題が大きな課題で、Main Session と Key-note Lecture が、これに関しても行われたが、アジア地域では環境に関する技術的問題を公の場で広く論議する段階に至っていないと考えられる。これは情報開示が遅れていることにもよううが、これに関する仕事の発注量が未だ少ないためとも考えられる。

基調講演

4. すべての地域会議で、英語が主に用いられてきたがアジア地域では、英語が母国語（第一言語）であるのは、インド、パキスタン位で、今回の出席者の95%位は英語を母国語としない国からの参加者であったと考えられる。よって言語の問題があつた割には大きな成果があつたと思う。ちなみにパンアメリカ会議では英語の母国語率はおよそ40%，ヨーロッパ地域会議では20%位、アフリカ会議では南アフリカで行われたこともある70%位であったと思われる。

最後に、今回の会議を主催された韓国地盤工学会の皆様の努力と貢献には目覚ましいものがあった。極めて整

然とスケジュールがこなされ、行き届いた配慮と気配り、そして会議を成功させようとする熱意とチームワークの素晴らしさを各所で感じ取ることができた。この会議を契機として、韓国地盤工学会は将来大きく発展し、アジア地域の主要構成国になることは間違いないと思われる。最後になるが、会議の組織委員長である Chong-Kyu Lee 教授、国際学会現副会長でもある Kim Sang Kyu 教授、そして今回アジア会議事務局長を務められた Sung Wan-Hong 教授に心からお礼申し上げたいと思う。さらに、日本から多くの参加者を送ることができたのも、地盤工学会関係各位のご努力の賜物であったわけで、皆様に深く御礼申し上げたいと思う。

(原稿受理 1999.11.26)

ニュース

■国際ニュース■

国際会議のお知らせ

●台湾・トルコ・ギリシャでの地震に関する特別セッション (3046)

名 称: Special Session on Taiwan, Turkey and Greece Earthquakes, Fourth International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics

主 催: University of Missouri-Rolla

期 日: 2001年3月26~31日

開 催 地: 米国、サンディエゴ

会議用語: 英語

テ マ: Damage due to spreading liquefaction and failure of soils; Analysis of failure of lifelines and geotechnical systems; Retrofit of geo-

technical system; Comparison of soil behavior among Kobe, Loma Prieta, Northridge and these Earthquakes; Other topics

概要提出締切: 2000年5月30日

論文投稿締切: 2000年8月1日

連絡先: Prof. Shamsher Prakash

Civil Engineering Dept., University of Missouri-Rolla

1870 Miner Circle, Rolla, Missouri 65409-0030

U.S.A.

Fax. +1-573-341-4729

E-mail: prakash@novell.civil.umr.edu

Internet: <http://www.umr.edu/~conted/conf8767.html>