

都市域の地盤液状化と構造物に及ぼす影響

Ground Liquefaction due to Earthquake in urban region and its influence on structures

福武 毅芳 [1]

Kiyoshi Fukutake[1]

[1] 清水建設

[1] Shimizu corp.

http://www.shimz.co.jp/corporate_information/sit/

地盤の液状化が注目を浴びたのは、1964年の新潟地震の時である。これ以降急速に液状化の研究が進み、構造物基礎の耐震設計にもその影響が取り入れられた。しかしまだ研究の歴史は浅く、最近の地震でも液状化による被害は数多く見受けられる。特に液状化に伴う側方流動に関してはそのメカニズムや対策方法などは未だに未解明な部分が多い。ここでは、このような液状化のメカニズムと解析方法を解説する。さらに最新の数値解析手法とシミュレーション結果、設計事例、新工法などについても触れる。

1. 液状化予測法

土とは“ばらばら”の土粒子の集合体であるため、せん断により粒状体特有のダイレイタンシー(体積変化)を示す。これが間隙水圧の上昇を引き起こし、地盤の支持力を喪失させて液状化に至らしめる。液状化の簡便な予測は、地下水位と地盤の硬さを示すN値や粒度、作用するせん断応力などから可能である。

最近では、土の精密な構成式(応力~ひずみ~ダイレイタンシー関係)が提案され、これを二相系の(土骨格と間隙水の)運動方程式に組み込むことにより、詳細な解析が行われるようになった。これは「有効応力解析」と呼ばれている。本手法は、地震観測記録や模型実験のシミュレーションを通じて、その予測精度の高さが立証されている。さらに既往の液状化による被害事例のシミュレーションも行われ、強力な設計ツールとなりつつある。

2. 液状化対策方法

種々の地震動を想定した解析を実施し、液状化による構造物の損傷程度を予測し、その被害を軽減する対策工法が数多く提案されている。解析結果の一例を下図に示す。手前の高層ビルは無対策であるので、液状化によって大きく沈下・傾斜している。本手法を駆使し、液状化現象の免震効果を積極的に利用した「地盤免震工法」も施工されている。

3. 今後の課題

最近注目を集めている現象に「側方流動」がある。これは護岸近傍や傾斜した地盤で液状化が生じた場合、非常に大きな地盤変形を生じ、構造物に甚大な被害を与えるものである。側方流動は大変形問題であり一種の破壊現象であるから、連続体理論に立脚した有効応力解析では限界がある。側方流動では完全に液体化した泥水の挙動を扱うことになるので、流体力学的アプローチが用いられることもあり、今後の研究の発展が期待される。

引用:

吉見吉昭・福武毅芳：地盤液状化の物理と評価・対策技術，技報堂出版，2005

