

# よくわかる共振と液状化

福岡 孝(北海学園大学非常勤講師)

## 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)では、建物の倒壊や高層建築物の大きな揺れ、地盤の液状化による噴砂、建物の沈下などの被害がマスコミで報道されました。同様の被害は、今後予想される南海・東南海地震においても想定されています。構造物の共振や液状化の原理やしぐみについて、実験を通して再現し、また、地形や地名から軟弱地盤の可能性を推測します。

## 2. 地震動の周期と建物や構造物との共振

東日本大震災では都心の高層ビルがゆっくりと大きく揺れる様子が放映されました。建物はそれぞれ固有周期を持っており、地震動の周期と建物の固有周期が一致した時に大きく揺れます。木造住宅の固有周期は約0.5秒、高層ビルで3~5秒と言われています。東北地方太平洋沖地震のようなプレート型の巨大地震では、長周期地震動が発生しやすく、遠くまで伝わりやすい、あまり弱くならず長時間続くという性質があります。長周期地震動で高層ビルや石油タンク、橋やダムなどの大きな構造物は、その固有周期と共振し大きく長く揺れます。

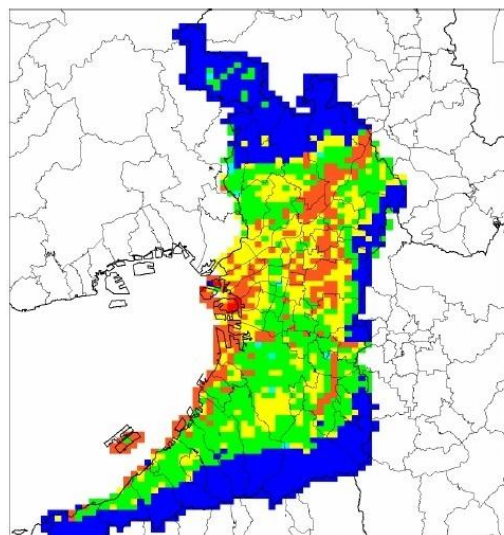
最近では耐震、免震、減震、制震、断震などさまざまな対策が考えられています。

実験では、起きあがりこぼしを用いて、地震動の周期と構造物の固有周期や共振について考えます。

## 3. 軟弱地盤で地震動の振幅は大きくなる

大きな平野や水田、河川の近くにある地盤は砂や泥、粘土などがまだ固まっていない軟弱地盤である可能性があります。硬い地盤から軟弱地盤に入った地震動は速度が遅くなり、エネルギーが小さくなった分、振幅が増幅されます。その結果、軟弱地盤は大きく揺れることになります。したがって、震源から同じ距離の地震でも地盤によって震度が異なります。

軟弱地盤モデルを使って実験的に振幅の変化を確かめてみましょう。



大阪府の地面の揺れやすさマップ  
平野中心部や海岸沿いが揺れやすい  
(中央防災会議資料より)

## 4. 液状化する軟弱地盤はどれ？

東日本大震災では都市圏で埋立地の液状化により、噴砂、建物の沈下、マンホールの抜け上がりなど多くの

被害が報告されました。埋立地などの軟弱地盤地域では砂や泥が未固結で水分を含んでいる地層から構成されます。水を含んだ、礫、砂、粘土の地盤に振動を与えるとどうなるでしょうか？実験で確かめてみます。

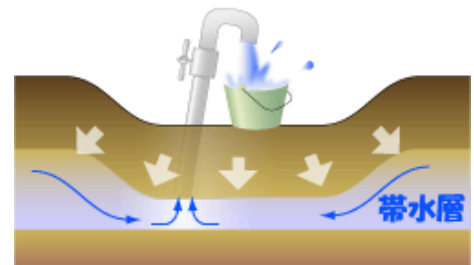


水を含んだ、礫、砂、粘土を振動させると、上に置いた重り、埋めたプラスチックケースはどうか？

## 5. 一般的な地盤沈下と地震時の液状化

大阪平野ではかつて、工業用水の汲み上げによる大規模な地下水位の低下と地盤沈下もたらしたため、法的な揚水規制が実施されました。その結果、地下水位も上昇し、地盤沈下はほとんど見られなくなったのですが、最近では逆に、地下水位の高まりにより、地震による地盤の液状化が心配されています。

地震による液状化は粒子間の水が振動により瞬時に抜け出て地層が圧縮、沈下する現象です。一方、一般的な地盤沈下は長期間の地下水の汲み上げにより、帯水層から水が絞り出されて収縮、沈下するもので、原因が自然現象か人為的かの違いはありますが、いずれも軟弱地盤で地下水が抜け出る点では共通しています。両方とも地下水位の高さが問題となるわけですが、最近では帯水層から揚水して液状化を防止する方法も検討されています。

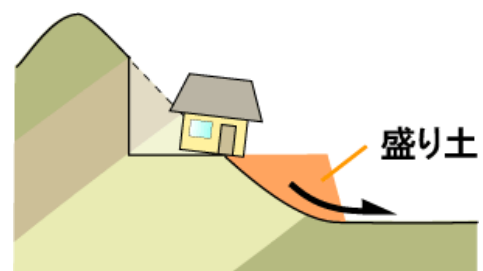


地下水の汲み上げによる地盤沈下  
(地質学会 HP より)

## 6. 我が家の地盤は大丈夫？

自分の家の地盤が軟弱地盤かどうかをチェックする方法としては、近くに海や大きな川や谷、水田があれば要注意です。

地質図で沖積層(完新統)と言われる新しい時代に堆積した地層の上であれば軟弱地盤の可能性があります。古地図や古地形図でその場所がどのように土地利用されていたかを探ることも手がかりになります。また、その地域に水、田、沼、池・・・など水に関係のある地名があれば軟弱地盤の可能性があります。丘陵部の宅地造成地でも、切土と盛土の両方が混在しており、盛土の場合は注意が必要です。最近では軟弱地盤に対するいろいろな対策が検討・施工されています。



切土と盛土の混在に要注意  
(地質学会 HP より)