

# Q&Aコーナー



## 地盤の液状化現象とは？

技術士（建設・応用理学部門） 齋藤和夫

### 1. はじめに

液状化という言葉は最近頻発する地震被害の報道のなかで特に解説なしで報道されるようになりました。中学校の教科書にも写真付きで紹介され、その意味ではすっかり市民権を得た名称になりました。しかし、地震のたびに発生する液状化現象を昔の人々はどのようにとらえていたのでしょうか。図-1は安政大地震の液状化現象をとらえたものです。

時は1855年、ペリーが浦賀に来て日本が260年続いた鎖国時代から目が覚めた時期にあたります。人々は恐怖におののき、吹き上がるドロ水に逃げまどう姿が克明に読みとれます。



図-1 液状化の様子（安政見聞録から）

液状化現象がクローズアップされたのは1964年、今から43年前、東京オリンピックの年におきた新潟地震の被害です。4階建てのコンクリート造りのアパートが横転し浄化槽が2m近く浮き上がりました。

### 2. 液状化現象とは

液状化とはどのような現象なのでしょう。地盤は

自分の重さや建物などの荷重を土粒子間の骨組み構造で支えています。この仕組みはちょうど人間の体と同じ原理で体重を骨格が支えているのと同じです。ここに地震が来ると土粒子の骨組み構造が壊れ、バラバラになった土粒子は一時的に水に浮いたような状態に陥ります。骨格のない地盤はちょうど水枕と同じ状態です。この状態が液状化です。閉じ込められた水は高い水圧を持って地中のわずかな裂け目から一気にドロ水となって噴き出す現象となります。これが液状化で見られる噴砂現象といわれるものです。

水で支えられた地盤は支持力を失い地上の構造物は大きく沈下し、場合によっては破壊したりします。また下水管やマンホールなどの地中構造物には高い浮力が作用し浮き上がりの被害などが発生します。

### 3. 液状化現象の3大条件

では、地震が来るとどのような地盤でも液状化現象が起こるのでしょうか。液状化の発生には3つの条件があり、この3条件が同時にそろわないと液状化は発生しません。

ひとつ目は砂地盤であることです。人間の世界に男と女があるように地盤には砂地盤と粘性土地盤があります。液状化は砂地盤でないと発生しません。

ふたつ目の条件は水の存在です。液状化というフレーズを読んで字の如く、液状化には土粒子間が水で飽和されていることが不可欠です。

3つ目の条件は地盤が緩い状態で堆積していることです。密に締まった砂地盤では液状化は起きません。地震が発生したときに土粒子間の骨組み構造が崩れるためには緩い状態であることが必要です。

この3条件は後述の液状化対策に関連してきます。すなわち、3条件のうちどれかひとつの条件をはずすことがその対策工法の原理となっています。この3条件は液状化現象を理解する上で極めて重要な点と言えます。

#### 4. 液状化現象がおきやすいところ

では、液状化現象はどのような地形に起きやすいのでしょうか。ひとつ目は河川沿線に発達する地形で、具体的には自然堤防、旧河道、三角州等です。人々は河川沿線に集落を作ります。この一帯が砂地盤からなり、粘性土地盤に比べて地盤条件が良好であるという先人の知恵によるものです。平時では良好な地盤が地震時には一転、ドロ水が吹き上がる結果になるとは皮肉な事です。北海道南西沖地震における後志利別川、十勝沖地震における十勝川沿線には液状化により河川堤防に被害が発生しました。

もうひとつ忘れてならないのは埋立地です。特に海に面した箇所の港湾、漁港などは液状化に必要な3条件が揃いやすいことは容易に想像できることです。釧路沖地震による釧路港、北海道南西沖地震による函館港等は液状化被害が見られました。地下水位の高い盛土箇所も液状化に対して要注意箇所です。十勝沖地震では、札幌市内で液状化が原因とされる住宅被害が発生しました。家を新築するときには専門家に相談することをお勧めします。

地方自治体には液状化マップを整備してあるところもあります。液状化マップを作る時には今述べた地形上の特徴が基本となります。

もう少し詳細に可能性を調べたいときにはボーリング調査を行うことがあります。調査の内容は前述の液状化3条件のところで示した内容が基本となります。すなわち、土層構成(砂か粘性土か)、地下水位の深度、締め具合の3つが基本です。これらの情報から深度毎の安全率を求めたりします。

以上が液状化の可能性を探る調査手法ですが、今後は一歩進めて液状化の発生が予測される箇所において、液状化によりどの程度地盤が沈下したり、側方に移動したりするか、変位量の予測を行うレベルに達しています。液状化検討法は一昔前には考えら

れない時代に突入してきました。

#### 5. 液状化対策

最後に液状化に対する対策工について話します。液状化現象の発生には3つの条件が必要であることをふれました。それぞれの条件毎に説明をします。

##### 条件1 砂地盤であることへの対策

あらかじめ埋め立てる材料にセメント等の接着剤を混ぜる工法や浸透性の固化剤を注入する工法がこれにあたります。砂の素材的な特徴を改良しようとする考えです。

##### 条件2 地下水で飽和されていることへの対策

地下水を低下させる工法や上昇した水圧を速やかに消散させる工法がこれに対応します。いわゆる水抜き原理で代表的な工法としてグラベルパイル工法があります。

##### 条件3 緩い締め具合であることへの対策

緩く堆積した砂質土を物理的にしまった状態に改良する工法で液状化に対する砂質土の強度を増加させるものです。代表的な工法としてサンドコンパクションパイル工法があります。20tのハンマーを10mの高さから落とす重水落下締め固め工法やダイナマイトによる衝撃で締め固める衝撃加速度工法といった荒っぽい工法も有ります。

これらの工法のうちどれを現場において採用するかは対象とする構造物の種類、工期、工費などの経済性と騒音、振動といった環境問題を勘案して決定する事になります。なお、液状化現象に関する調査・解析・施工技術は日本独自の技術であり、世界中で最も進んでいることを付記しておきます。



写真-1 液状化による噴砂跡  
(釧路沖地震における釧路港)