

広域的な液状化への対応について

東京電機大学理工学部教授

安田 進



東京湾岸の北部は震央から約380kmも離れているにもかかわらず、広い範囲で液状化が発生し、家屋やライフラインなどに甚大な被害を与えました。地震発生後の現地調査にあたっては、液状化した範囲が非常に広範囲にわたり、ガソリン不足、さらに計画停電により電車も止まったなどの困難な条件がありました。そのような中、安田教授は地震翌日から約10日間かけて、東京から千葉まで学生の力も借りながら精力的に調査を行われました。今回、6月の『技術サロン』において安田教授がご講演された調査報告の概要を誌上でご紹介します。

液状化の状況

お台場では広場で噴砂が発生した程度で、構造物への被害は見あたりませんでした。辰巳や豊洲では住宅地の一部で液状化が発生しましたが、辰巳では液状化が発生した区域にはアパートしかなく杭の抜け上がりがあった程度で、豊洲では住宅に被害が及ぶほどの液状化ではなかったようです。これに対し、葛西では10数軒の戸建て住宅で沈下による被害が発生しました。一方、新木場では激しい液状化が発生しました。この地区には倉庫などが多く、住宅はほとんどないので建物の被害は目立ちませんでしたが、厚さ30cm程度に及ぶ噴砂が発生し、道路は砂で埋まっていました。

地震当日は私も被災者になってしまったのですが、まず翌日に行かなくてはならないと思ったのは浦安でした。ディズニーランドも園内は地盤改良されていて液状化が見られなかったようでしたが、駐車場やディズニーシー横の運動公園は液状化により一面泥の池のようになっていました。市内では特に今川、入船、弁天、舞浜地区で多くの戸建て住宅が沈下・傾斜しました。また、市川市や船橋市の主に工場や倉庫などに利用されている地区、習志野市、千葉市美浜区周辺、霞ヶ浦の造成地である潮来市や我孫子市布佐、香取市などでも液状化の被害がありました。

家屋が沈下し、10/1000程度以上傾くと、目眩や吐き気がして住めません。いったん持ち上げて水平にす



推定した液状化発生範囲



浦安市高洲の液状化

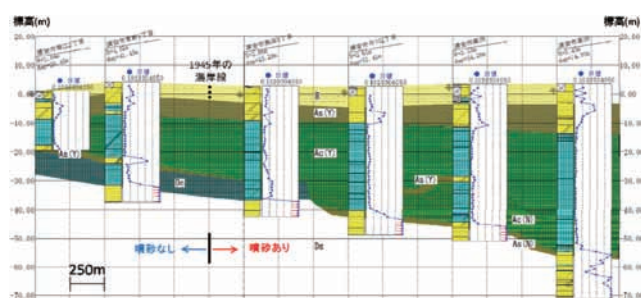
る復旧工事が必要ですが、これには数百万円の工費がかかります。この費用や的確な工法の開発もこれから考えなければならない課題だと思います。

液状化を生んだ「繰返しせん断力」

今回の地震では、千葉県から神奈川県にかけての42km²余りの大変広い範囲で液状化が発生しました。この地域の地表最大加速度は150～200cm/s²程度と大きくはありませんでしたが、地震波の継続時間は2分程度と長く、主要動だけでも1分程度もありました。地盤内で生じた繰返しせん断力振幅はそれほど大きくないものの、繰返し回数が非常に多かったことがこのように激しい液状化を生じたのではないかと考えられます。また、29分後に発生した余震も大きく、これにより新木場では噴砂が激しくなったとの証言もあります。

東京湾岸は常に埋め立てられてきた歴史がありますが、今回古くからの埋め立て地は液状化の被害があまりありませんでした。埋め立てから時間が経過すると液状化が難しくなってきますので、その効果（エイジング効果）が効いたのかもしれない。

液状化した層の判断は今後の詳細な調査を待たなければいけません、断面から大まかに推定すると、例



北西から南東に浦安を通る測線の推定土層断面
(ボーリングデータは千葉県による)

えば、浦安では地下水位以下の5～7m程度の厚さの埋立層が主に液状化し、その下の沖積砂層は液状化していないのではないかと考えています。

今回の地震被害の特長

噴砂量や地盤の沈下量が非常に大きかったことが特徴のひとつです。私が見た噴砂の最大の厚さは30cm程度、地盤の沈下量は50cm程度もありました。これには、液状化した砂が非常に細かいシルト質砂や砂質シルトであったことが挙げられます。今回東京湾岸で採取した噴砂は細粒分含有率が10～90%と大変多く、透水係数が小さいため噴水の時間が長くなります。また、土粒子が細かいと噴水によって土粒子が地表に噴き上がりやすいので、噴砂の量が多かったのではないかと考えられます。

そして多量の噴砂が舗装面上に堆積し、それを人工的に取り除いたため、単なる液状化後の圧縮沈下量よりは大きくなったのではないかと考えられます。

また、歩道が突き上げられている箇所が多く見られましたが、これは地震動の継続時間が長く、液状化した後も揺れが継続し、道路と敷地の境界の歩道などで水平方向に座屈的な変形が発生したためではないかと考えられます。

このために突き上げられた部分に埋設してあった埋設管も被害が甚大になった可能性もあり、このような視点による被災原因の究明も必要と考えられます。一方で杭基礎の橋梁や中高層ビル、岸壁や護岸の被害はほとんどありませんでした。阪神・淡路大震災と液状化による被害が異なるのは、加速度が小さかったからかもしれません。

1946年の南海地震では、瀬戸内海でも広島県の宇品で液状化したという記録があります。液状化は人命にはやさしい地震被害ではあるものの、市民生活には甚大な被害を与えます。これから予想される東海・東南海地震では思わぬ所で液状化被害が起こる可能性があります。巨大地震では繰返しせん断力の回数が増えることが問題であり、今後の液状化の予測にあたってはこの点を考慮する必要があると考えられます。例えば震度は小さくても、今後、その対策を考える必要がある場合もあると言えます。