

東北大学大学院工学研究科
土木工学専攻教授
風間基樹
Motoaki Kazama



東日本大震災の液状化被害から — 今後の研究技術開発に思うこと —

液状化という言葉の認知度

一般市民にとって、液状化という言葉の認知度は、今回の震災を受けて格段と高くなった感がある。本来の意味を超え、秩序無し混沌状態の比喩にも使われるほどだ。日中におきた地震のため、液状化による直接的な被害を目的の当りにし、ネットを通じて写真や動画が広く公開されたこと、首都圏埋立地の宅地被害が甚大で、より身近な現象となったからと思われる。今次の被害を受けて、地震保険でも液状化による家屋の傾斜・沈下被害が補償の対象となった。

液状化に関する実務的技術は定着したが

建設業やとりわけ地盤工学にかかわる技術者・研究者で液状化現象を知らない人はいない。一九六四年の新潟地震・アラスカ地震を契機に日米の研究者が精力的に研究し、一九九五年の阪神・淡路大震災の頃までには、液状化のメカニズムの理解や予測・対策技術もある程度、一通り定着した感がある。しかし、黎明期から何とか実務に対応できるようになったものの、液状化に関してわからないことや実務的にも改善すべき点はまだ多く残されている。

まだわからない液状化現象

では、何がわかっていて何がわかっていないのか、どのような点を改善すべきなのか、筆者の思うところを東日本大震災の液状化被害から、いくつか紹介しよう。

①液状化の予測法はさらなる深化を

国交省は、現行のFL法に基づく液状化発生予測法の検証を行っている。その結果、見逃しかなかった（噴砂など液状化が発生したと確認された五三のすべての箇所、現行のFL法に基づく液状化が発生すると判定された）とし

て、現行法を直ちに見直す必要性は低いとした。一方で、FL法で液状化の発生が予測された八八箇所中、液状化が認められなかった箇所が三五（約四〇％）あったとし、更なる研究が必要とした。要するに、現行法はかなり安全側によった評価を行っており、外力を過大評価しているか、土質材料強度を過小評価している。

現行法は一次スクリーニングとしてはOKである。現行法で液状化が懸念されると判定されたものについて、さらに詳細な調査・検討を行う被害程度評価技術を深化すべきである。

②液状化の被害の程度を支配するもの

液状化現象は、それまで固体として振舞っていた土が震動を受け液体として振舞うことと理解できる。では、液体状になってしまうと、それ以降も永遠に液体状に振舞うかというところとしてそうではない。ほんのわずかな変形ですぐに固体的性状に戻るものから、戻るまである程度の変形と時間を要するもの、長い間液体状態を保持して泥流のようになって長距離を移動するもの（地震を引き金にした土石流や鉱さいの流動などはその例）まである。液状化の被害程度は、液状化の発生の有無ではなく、その後の土質材料の挙動に支配されるのである。しかし、液状化してからの粘りの視点も含めた材料の変

形特性は、既存の試験法判定法では対象とされておらず、よくわかっていない。

では、土質材料の液状化後の変形特性を精緻に試験すればよいかと言えば、話はそう単純ではない。震動によって発生した過剰間隙水圧は地中に動水勾配をもたらし、間隙水の移動が始まる。震災では、大量の噴砂があったが、このほとんどは主要動が終わってから生じている。間隙水の移動は、地盤の透水性や圧縮性の他、地盤の層構造・水理境界条件に支配される。三分も続くような長い継続時間の地震になると、せん断と浸透が同時に生じる事態となる。被害量を初期境界値問題として予測しようとした時、現状では沈下や水平変形移動量の予測精度は低いと言わざるをえない。

③液状化対策の範囲

液状化対策を施した公共施設では液状化の被害はほとんどなく、対策の有効性が実証された。一方で、個人の宅地など民間の未対策地盤で液状化被害が甚大であった。特に宅地建物の場合、大きな支持力を必要としないものであり、対策の範囲（深さ・広さ）の考え方は重量のある公共構造物と異なってもよい。また、堤防基礎地盤に存在する薄い堤体材料の砂層の液状化が堤体崩壊を招いた事例が多かったことも明ら

かにされている。薄層の液状化でも大被害につながる機構を解明し、有効な調査法・液状化対策範囲を明らかにする必要がある。地盤改良範囲の設計の考え方には、再考の余地がある。

液状化の予測・対策技術研究の今後

新潟地震以降、先人が精力的に取り組み、多くのノウハウを有している我が国の液状化予測・対策技術は、世界に誇り輸出できる科学技術分野として、独自に深化できる可能性をもっている。国は率先して、それを先導してもらいたい。その意味で、現状と同じ技術レベルのことを単純に低コストでできるという技術開発の方向性にはあまり魅力がない。現状の技術レベルを安易に容認し、甘んじてほしくない。

大学にいる研究者の立場で言えば、液状化の問題は、防災といった社会的な側面もさることながら、サイエンスとしても一級の問題である。大学や建設会社の将来のある若手研究者が取り組むべき、課題が多く残されている。同じ工学分野で電気・機械・化学・材料などの分野があるが、そこではonly oneの技術、他者との差別化を目指して研究が行われている。建設分野でも新しい考えに基づく技術にどんどん取り組む流れを加速してほしい。