

## 液状化の責任所在は？

### 液状化の歴史

江戸時代の絵画や文献に、地震に怯える様と地面から砂が噴き出す様子が示されており、砂の吹き出しは液状化を示すものと推定できるが、液状化による被害については定かではない。しかし、昭和 39 年 6 月 16 日に発生した新潟地震(M7.5)では RC4 階建て県営住宅が液状化(当時は流砂現象と称す)の為に転倒し、液状化による被害が問題となる。

その後の大地震のたびに液状化は発生したが人的被害が極めて少ないところからマスコミ等からも報道されず、平成 7 年 1 月 17 日に発生した阪神、淡路大震災でも液状化による建築構造物の被害は甚大なものであったが、液状化による被害が物的であり人的被害でないことから重大視されずにいたことは否定できない。

ところが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北沖大地震では震源地から遠く離れた首都圏で液状化による被害が多発し、被害の大きさから大問題となり、建築工作物の構築には液状化の検討が求められるようになった。

液状化がこれほど大きな問題として取り上げられるようになったのは、首都圏で発生したからこそかも知れない。

### 液状化のメカニズム

液状化とは地震や噴火等によって発生する地震動により、地層内にある間隙水と共に土粒子が流動化する現象で、砂と水が泥水となって地上に噴出することである。この液状化による建築構造物への影響は、土粒子密度の変化や密度の一時的喪失および流出によって発生するものとされている。

### 液状化の発生地

液状化を発生させる地盤としては間隙水を多く含む(土粒子密度が低い)砂層地盤が最も高いとされている。これらの土質が存在する地域は河川流域および海岸沿線と砂質土で造成された地域などであるが、その多くは平野地に存在する。

### 液状化の再発

一度液状化した地盤は再発するの否かは一概に結論つけられないが、粒径が大きい土粒子ほど重量があるとすれば早く沈殿し、粒径が均一化する可能性が高いことになる。また細粒分が地上に流出すればさらに均一化する分けだか

ら、再発の可能性は高くなる。しかし、隣接地から細粒分が流入すればまた違った結果となる可能性も否定できない。これを裏付ける事例として、浦安市では区画内の建築物が同じ方向に傾斜したところもあれば、隣接の住宅が相反する方向に傾斜したものがある。また、旭市では液状化層が隆起し液状化層でない層が沈下した建物を確認している。これらの事例を参照すれば、液状化の再発を物理的に結論付けることは出来ないと思われるので液状化の再発の有無は土質調査で確認することが望ましい。

### 液状化被害

液状化による被害の殆どは物的なものであり直接的な人的被害は少ないと言われている。但し、3.11 東北沖大地震では液状化による交通渋滞で津波から逃げ遅れた犠牲者がいたことも否定できないが、人的被害の直接的な原因は津波と考えるべきであろう。であれば、液状化の被害が物的被害である以上、精神のおよび生活環境的利便性等の損害は別として、経済的損害が大きな問題となるが、一般的建築構造物の目的が収益性である以上、液状化による被害は経済的被害と考えるべきであろう。

### 液状化の予測

液状化が発生する地盤の予測は標準貫入試験時に採取した試料土で予測できるが、その精度は液状化予測地域と 3.11 東北沖大地震で液状化地域が一致しなかったことでも分かる通り高いものではない。その理由として挙げられたのは地盤の経年年数(造成後の経過年数)である。造成後 40 年以上経過した地盤は液状化の被害が少なく、造成後の年数が少ないほど被害が多かったことから、液状化判定の計算値に経年年数を加味する必要があるという意見もある。いずれにしても液状化判定結果はあくまでも予測であり推定値である。従って、絶対的なものではない。

### 液状化の責任

液状化による損害責任を求めることは液状化の起因が地震動(地盤の揺れ)であり、その殆どが地震によるものである以上極めて困難である。その主なる理由を以下に述べる。

- ・液状化の起因である地震が天災(自然災害)であると判断されること
- ・地震により発生する地震動の大きさ、長さ、方向が予測困難であること
- ・液状化予測と液状化が必ずしも一致しないこと
- ・液状化対策工事方法が結論つけられていないこと

過去に河川の管理者が川の氾濫に責任があるか、との課題に司法が判断をした例があるが、判断基準として用いられるのが予測範囲(想定範囲)であるからである。昨今、想定外という言葉を目にするが、これを否定するには天災の威力を数値化しなければならない。では、地震動の最大規模を数値化するとすれば地震そのものの最大値を設定しなければならないが、過去の最大規模を数値化することに妥当性はあると思えるが、これから発生する最大規模を予測するとすれば予測する人によって大きく異なるに違いなく、またその数値が担保されるわけではない。

さらに問題なのは、液状化の可能性が低い土地であっても近隣に液状化の可能性が高い土地があれば、その土地で発生した液状化によって連動する可能性が否定できないことだ。であれば、最初に液状化を発生した土地を所有する人に責任があるのか、と言えば、疑問を抱かざるを得ないし、最初に液状化した地点を特定することも困難である。

これらのことを考慮し、液状化の責任者を特定しようとした場合、学者、行政、設計者、造成業者、販売業者、地盤調査業者、液状化判定業者、液状化対策工事者、確認関連機関、事業主などが考えられるが、誰も責任など取りたくない筈であるから、学者は推定論のみで結論は出さないだろうし、行政は許認可権を盾に過大な対策工事を求めて経済不況を招くだろうし、その他の業者および事業主は責任の擦り合いになるに違いない。また、生産物責任保険でも液状化が免責事項になっていることが多い。

さて、宇宙を制するより困難と言われている地底の事件を地質学に素人の司法が責任の所在をどのように判断するのか予測もつかないが、尽きるところ、液状化の可能性や対策工事の情報は得られるのだから、液状化は天災と考え、液状化対策については自己責任で行うことがベストであろう。

## 液状化対策計画

液状化対策計画で考慮しなければならないことは、液状化による被害が人的被害ではなく経済的被害であることである。従って、液状化対策計画で最も重要な課題は『投資対比効果』となる。

液状化対策を計画する場合、2つ考え方がある。

### 1. 液状化を発生しない地盤に造成し直す

収益上の地盤を全面改良するためコスト的負担が大きく、工法によっては隣接地の液状化による影響も考慮しならず、その場合、さらにコストを押し上げる結果となる。従って、極めて重要な施設を限定的に行うための方法であることが多い。

## 2.液状化は許すが建築工作物の被害を無くすまたは最小限に止める

工法にも選択肢があり、投資対比効果を考慮して計画することが出来る。

### 液状化対策工事

液状化による被害は杭基礎の場合は摩擦力の喪失および先端支持力の喪失または減少による建築構造物の傾斜または損壊であり、直接基礎(改良地盤を含む)の場合は土粒子密度の低下(土粒子および間隙水の流出や移動)による建築構造物の傾斜であるが、この他に上下水等の設備被害による収益損害等も忘れてはならない。

現代、液状化のメカニズムは理論づけられているが、液状化が発生すると予測されている地域(液状化マップ)と液状化が発生した地域が必ずしも一致しないことでも分かる通り、現在用いられている液状化判定方法が絶対的なものであるとは言い難い。さらに、現在液状化対策に有効であると言われている連壁工法(格子状配置、締切工法等)および地下水位の引き下げ、圧密排水等も実験値では有効性を示しているが完全とは言えない。それらの工法の評価は、今後発生する大地震を最低でも十数回経験し、評価しなければ精度の高いものとは言えないが、少なくとも液状化の被害の軽減に繋がることは間違いない筈である。

コスト的な問題として考慮しなければならないことは液状化層の深度である。

3.11 東北沖大地震で発生した液状化による建築構造物の被害の多くは浅層(6m以浅)で発生したものと推定され、地下水位を 5m下げれば液状化の被害は激減できるとされており、それより以深で発生した液状化による被害は少ないとされている。実際に千葉県浦安市では液状化対策工事として遮水壁による区画対策と地下水位を 5mまで下げる実験も始めている。

いずれにしても、市場の競争原理が求められる資本主義経済では投資対比効果が重要な課題であることは言うまでもない。従って、民間の場合は事業主が投資対比効果を考え、自己責任をもって液状化対策工事を行うことが求められる。

## 天災国日本

地震：地球で発生する M6 以上の地震のうち約 20.%が日本で発生する

噴火：地球の活火山のうち約 10%が日本にある

降雨：世界の平均降雨量の 2 倍が日本の降雨量である

地盤：国土の 75%が山岳地帯で 25%平野のうち 40%軟弱な沖積層であり、この沖積層に都市部が集中している

河川：河川の距離が短く勾配がきつく治水が難しい

海岸：日本の海岸線の距離は 34,000 km、年間約 2,400ha の国土が消失する

台風：日本に近接する台風の数に年間平均で 11 個、この数はさらに増えると思われる

人類の英知を結集してもこれらの天災を無くすことができないだろう。と、言うことは天災を受け入れ共存していくしか、日本に在住していく術はない。狭い日本に在住する以上、天災被害の責任を擦り合うことより、自分自身で天災を学び、自分自身の責任で天災に備え、天災と共存していく心構えが必要ではなかろうか。

株式会社エスエスティー協会  
技術部統括 飯田 哲夫