

## 地震時液状化はこわくない、むしろ人命を守ってくれる

攻玉社工科短期大学 フェロー会員 伯野元彦

### 1. 目的

1964年の新潟地震で、地盤の液状化によって多くの施設が壊れ、それ以来、世界の液状化研究が進み、それに伴っていろいろな液状化対策も工夫されてきた。しかし、地震時地盤の液状化によって死者が出たことはほとんどない。私の知っている限りでは、1948年福井地震で液状化の噴出口に落ちて死んだと想像されている農婦と、1965年兵庫県南部地震で液状化に伴う側方流動により橋脚が移動し橋桁が落下、走行中の自動車を運転していた会社員が死亡したという2例である。福井地震では、三千人以上の犠牲者の中のお一人であるし、兵庫県南部地震では、五千人以上の中のお一人であり、いかに液状化による死者が少ないかを示していると思う。施設は、いくら壊れても人が死なないのなら地震対策などしなくてもよいという議論も当然あるわけで、その辺を考えるのがこの研究の目的である。

### 2. 過去の地震による人命損失

- 1) 1964年新潟地震: M = 7.5 死者 26 液状化を直接の原因とする死者はないという。
- 2) 1968年十勝沖地震: M = 7.9 死者 52 土砂崩れによる死者が多かった。
- 3) 1974年伊豆半島沖地震: M = 6.9 死者 30 土砂崩れによる死者が多かった。
- 4) 1978年伊豆大島近海の地震: M = 7.0 死者 26 土砂崩れによる死者が多かった。
- 5) 1978年宮城県沖地震: M = 7.4 死者 28 ブロック塀などの倒壊によって18人が死亡。
- 6) 1983年日本海中部地震: M = 7.7 死者 104 津波による死者 100人。
- 7) 1984年長野県西部地震: M = 6.8 死者 29 木曽御岳山の山腹崩壊などによる死者が多かった。
- 8) 1995年兵庫県南部地震: M = 7.3 死者 5504 老朽木造家屋の倒壊による死者が多かった。

このように液状化による死者は少ないのだが、そうかといって液状化が起こっていない訳ではない。海岸の埋立地とか港湾では、液状化によって施設に大変な被害が出ている例が多い。例えば、2000年の鳥取県西部地震では米子の港をはじめ埋立地で液状化によって大変な被害を出した。しかし、一人の死者も出てはいない。つまり、液状化による被害は経済的損失にとどまり、人命にまでは及ばない。

### 3. 地盤の液状化は人命を守る

このように、地盤の液状化では何故人は死なないのだろうか。その原因は次の二つが考えられる。

- 1) 地震波のうちS波(横波)は液体中を伝わることは出来ない。
- 2) 地盤の液状化によって、構造物が壊れる時、その破壊は非常にゆっくり進行すること。

まず1)のS波が液体中を伝わるが出来ないのは、液体はせん断弾性を持っていないためである。水面の少し下で手のひらを水平に動かしてみても(この動きはS波に相当する)水面が水平に動くということはない、しかし、同じ位置で手のひらを水平にしたまま上下に動かすと(この動きはP波に相当する)水面も上下に動く。つまり、S波(水平動)は手のひらの位置から水面まで伝わるが出来なかつたけれど、P波(上下動)は、水面まで伝わるが出来たのである。このことは、地震観測でも明らかにされた。1995年兵庫県南部地震で、神戸市が地表から地中へ設置した強震計アレイ観測において、貴重な記録が得られたのである。すなわち、S波に相当する水平加速度記録では、地下深くから浅くなるにしたがい大きくなっていったのだが、地表近くの丁度液状化が起こったと思われる表層地点の加速度は極端に減少していたのである。一方、P波に当たる上下加速度記録では、S波が減少していた地表層でも増幅を続けていたのである。これは、先ほどのS波は液体中を伝播できないという事と符合する。一方、P波は液体中も伝播できるのである。その差が、強震記録によく現れたのである。つまり地盤の液状化は、構造物

にとって最も怖いS波水平動をカットしてくれる、免震装置として働いてくれるのである。

では、次の2)であるが、1)で述べたことによって液状化した地盤では、地表水平加速度は、それほど大きくはなりえない。液状化していない地盤では、構造物が地震時に壊れるのは主として水平地震動によってである。何故なら、構造物に考える設計荷重は自重にしる活荷重にしる大部分は上下方向であるから、安全率を考えると上下方向には大変強いからである。したがって水平地震加速度の小さい液状化地盤上の構造物は、震動で壊れることはほとんどない。液状化した地盤では、支持力の低下、浮力の増大が起こる、そのため構造物の傾斜や沈下、浮上などが起こる。そして地盤が液状化するといっても、その付近が全部完全に液体になるというわけではなくて、部分的にはある程度支持力を保っているため、傾斜や沈下も非常にゆっくり起こることになる。かの有名な新潟地震のときの川岸町4階建て鉄筋コンクリートアパートの倒壊も、ほぼ水平近くまで傾くのに10分近くかかったと、そのアパートの住民から直接聞いた。勿論、気も動転しているであろうから10分は割り引かなければならないとは思いますが、いずれにせよ非常にゆっくりしたものであることは確かであろう。したがって、その倒れたアパートの構造体にはほとんど亀裂も見つからない状態だった。このように破壊が非常にゆっくり進むということは、死者も出ないということにつながるのである。10分もかけてゆっくりアパートが傾いていくのに黙って座り込んでいる人はいない。誰でも逃げ出そうとするであろうし、又逃げ出すのも容易なのである。もし万一逃げ出さなかったとしても、命に別状はない。何故なら、柱などの構造体は折れたりすることもなく傾くだけだから、ゆっくり倒れてくる家具などに注意していればよい。

#### 4. 地震時液状化対策は不要か？

以上述べたように地震時に液状化した表層地盤は、一種の免震装置として働き、構造物の躯体が折れたり潰れたりという急激な震動破壊は起こらない。その結果、潰れた構造物の下敷きになって死傷するということもなく人命の損失は殆ど無い事となる。人命の損失を防ぐことが地震対策の基本だとすれば、液状化対策は不要ということになる。ただ、液状化が起これば構造物は傾斜、沈下、浮上によって大変な経済的損失をこうむることになる。この経済的損失を防ぐためには、液状化対策を施さなければならないが、その範囲は勿論全国に及ぶ。全国の液状化対策の費用の合計は大変なものになるろう、一方、戦後の60年弱の間に地震による液状化で大被害をこうむった例は数えるほどしかない。新潟地震の一月前に、八郎潟干拓堤防の1m以上の沈下をもたらした秋田県沖地震、新潟地震、1968年十勝沖地震、1973年根室半島沖地震、1978年伊豆大島地震、1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震、それと兵庫県南部地震、鳥取県西部地震、芸予地震、位のものである。これらの被害施設を合計しても、全国の地震時に液状化を起こすかもしれない施設の合計に比べれば、百分の一にもはるかに達しない量ではなからうか。これは、どういうことを意味するかというと、日本の構造物は60年間に100のうち99は地震時液状化の被害を受けないですむということを示している。ということは、99%被害を受けないことがわかっている施設に対して、高いお金を出して対策を立てる必要があるのだろうか。天気予報でも、雨の確率が10%くらいの時には傘を持っては出ないだろう。勿論、その被害によって大変な人命の損失が予想される場合には1%の確率といえども十分な対策を立てるべきである。その施設が壊れると大変な人命損失が予想される施設としては次のようなものが考えられる。超高層ビル、新幹線、町に近い高土ダム、町に近い天井河川堤防、などである。



新潟地震、液状化、横倒しアパート