

III-122

1992年2月2日の地震による液状化センサーの記録

九州工業大学工学部

正員 ○安田 進

東京ガス側防災・供給センター

吉川 洋一

基礎地盤コンサルタンツ(株)

正員 森本 厳

1. まえがき

地震が発生した時、それによりどの地域で液状化が生じたかを迅速に把握できると、ガスの供給停止等の緊急措置等に役立つものと考えられる。このため、筆者達は液状化の発生を検知する「液状化センサー」の開発を進め¹⁾、東京ガスの供給エリア内で液状化の発生の可能性がある地点に設置を行ってきた。

片山・根岸により報告されているように²⁾、1992年2月2日に浦賀水道付近を震央とするマグニチュード5.9の地震が発生し、東京で震度Vの揺れが生じた²⁾。この地震により、すでに設置してあった液状化センサーが4カ所で作動した。その値は小さく、液状化するまでにはほど遠いものであったが、4カ所のうち最も大きな値を示した大森での記録について以下に報告したい。

2. センサーの設置状況および観測結果

図-1に液状化センサーの構造図を示す。これは液状化対象層の深度にストレーナーを設けたパイプを地中に埋設したもので、パイプ内の水位の上昇量から液状化の発生を検知するものである。水位の上昇量は静電容量式レベル計で検知するが、このメンテナンスは容易であり、間隙水圧計を埋設する方法よりも長期間の耐久性に優れている。

図-2は大森の設置地点における土質柱状図を示す。この地点では約10mの深さまでN値10以下の砂～砂質シルトが堆積している。地下水位はGL-3.35mの深さにある。地下水位以下GL-6.95mまでが液状化し易い層と推定されたため、GL-4.0mにストレーナーを設計している。また、近傍の同じ深さに、液状化センサーの値と比較するために間隙水圧計も設置している。地表には加速度計を設置している。さらに、液状化特性を求める繰返し非排水三軸試験を3深度で、動的変形特性を求める繰返しねじりせん断試験を5深度で行い、PS検層も全深度で行っている。

本年2月2日の地震の際には図-5(a)に示すように143.5 galの地表最大加速度を記録した。図-3に間隙水圧および水位の観測結果を示す。図-5(a)にみられるように、加速度はピークの前後にあまり大きな振幅を持たない衝撃型の波形を示している。それに対応して、間隙水圧もピーク付近で一気に上昇し、その後は上昇はなすすぐ消散する傾向を示している。これに対し、水位はその付近で急増したあとも少しずつ上昇している。図-3には示していないが、その後200秒目あたりから水位も下降に移っている。ただし、両者の値とも液状化にはほど遠い値であり、過剰間隙水圧比で10.3%程度とわずかである。

過剰間隙水圧と水位上昇量の最大値をプロットすると図-4の●となる。同図中の○印は以前に行った現場実験での値であるが、その際には過剰間隙水圧に相当する値だけ水位が上昇していた。これに対し、今回

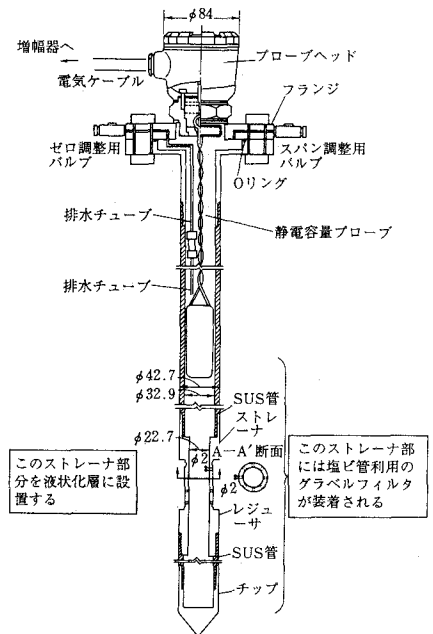


図-1 液状化センサーの構造図

のデータは過剰間隙水圧に対し水位があまり上昇しない結果となった。この理由としては、今回の地震があまり大きくなく、図-3にみられるように一旦上昇した間隙水圧がすぐ消散し始め、水位が上昇する時間がなかったためと考えられる。つまり、大きな地震を受けた時のように、もし上昇した間隙水圧がかなりの時間一定値を保っていたら水位はさらに上昇したものと推定される。ただし、前述したように過剰間隙水圧比で10.3%までしか上昇していなく、誤差範囲かもしれない。

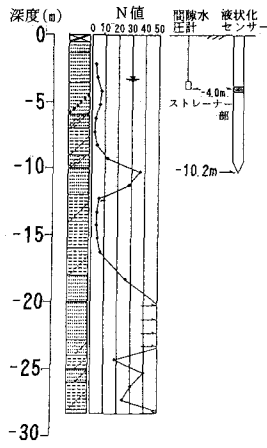
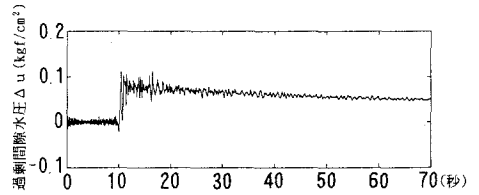
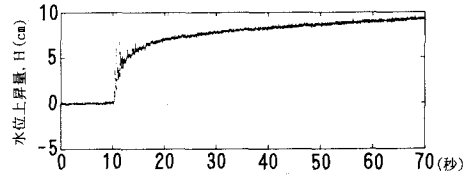


図-2 土質柱状図および設置深度



(a) 過剰間隙水圧の上昇量



(b) 液状化センサーの水位上昇量

図-3 間隙水圧および水位の記録

3. 過剰間隙水圧のシュミレーション

前述したようにこの地点では種々の観測、試験が行われているため、これらを用い、有効応力解析プログラムYUSAYUSAにて過剰間隙水圧の解析を行い、観測結果と比較してみた。このために、まず、地表加速度波形をSHAKEにて基盤(GL-20mに設定)に戻し、それをYUSAYUSAに入力して解析を行った。図-5にその結果を示す。地表の加速度波形を比較してみると、ピーク後の波形が多少異なるものの、ピーク値はほぼ同じ値となっている。過剰間隙水圧についてはその最大値はよい一致を示している。ただし、ピーク後の消散は観測値の方がし易くなっている。

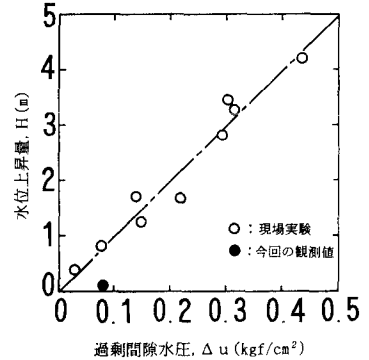


図-4 過剰間隙水圧と水位上昇量

4. あとがき

本年2月の地震における液状化センサーの観測結果を示した。東京ガスでは防災対策上このような液状化センサーをさらに多く設置しているところである。

なお、有効応力解析にあたっては九州工業大学大学院生石川利明君の協力を得た。末筆ながら感謝する次第である。

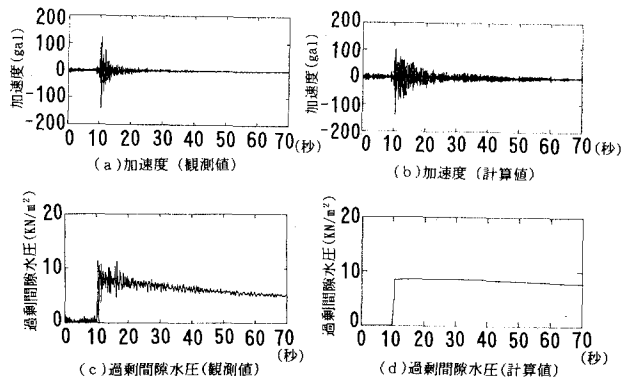


図-5 過剰間隙水圧の観測値と計算値

参考文献 1)清水善久・安田進・森本巖・吉

原康伸:液状化センサーの液状化検知に関する実規模振動実験発、第27回土質工学研究発表会、1992。 2)片山恒雄・根岸七洋:1992年2月2日・浦賀水道付近の地震の概要、土木学会第47回年次学術講演会、1992。 3)石原研而・東畑都生:One-dimensional Soil Response Analysis during Earthquakes Based on Effective Stress Analysis, J. of the Fac. of Eng., Univ. of Tokyo, 1980。