

I-496

液状化後地盤沈下に対する地盤ばね係数推定実験と管路挙動解析

久保田鉄工(株) ○片桐 信
 神戸大学工学部 高田 至郎
 神戸大学大学院 田邊 揮司良

1. 目的 液状化発生時のライフライン系の被害要因として、これまで浮力による管路・マンホールの浮上に着目した研究が数多くなされてきた。しかし、側方流動・地盤沈下等の地盤永久変形に起因する管路被害に着目した研究は比較的少ない。そこで本研究では液状化後に発生する地盤沈下に着目し、実験を通じて液状化後地盤沈下に対する地盤ばね係数を推定し、伝達マトリックス法を用いた管路挙動解析を行った。(尚、解析には神戸大学土木工学科耐震工学研究室で開発されたERAULプログラムを使用した。)

2. 実験方法 本実験では液状化後地盤の地盤ばね係数の普通地盤に対する低下率を平板載荷試験による地盤反力係数の低下率から推定する事を試みた。

尚、液状化後地盤として飽和砂地盤と実験砂槽底面から排水する事により作成した排水砂地盤の2種類の地盤を想定し、普通地盤として砂槽内で締め固め作成した締め固め砂地盤を想定した。また、昭和57年に行った管路沈下実験時のマサ土締め固め地盤のCBR試験結果から①式により換算した地盤反力係数についても普通地盤の地盤反力係数として参考にした。

3. 実験結果 今回の平板載荷試験結果及びマサ土締め固め地盤のCBR試験結果を図-1に示す。また、試験結果から算出した初期反力係数を表-1に、液状化後地盤の普通地盤に対するそれらの低下率を表-2に示す。これらの結果から、初期反力係数には地盤の締め固め状態等によりかなりのばらつきがあるものの、液状化後地盤の地盤ばね係数は普通地盤の $1/10 \sim 1/500$ 程度であると推定される。さらに、ERAULプログラムでの解析で地盤ばねをバイ・リニアでモデル化する際の地盤ばねの弾性限界(図-3中の δ)についても平板載荷試験結果の変曲点から推定する事を試みた。図-2は図-1の試験結果を両対数グラフにプロットしたものである。(但し、変曲点の不明瞭な試験結果については除外した。)この図から液状化後地盤では地盤ばねの弾性限界が普通地盤の $5 \sim 10$ 倍程度になると推定される。

4. 管路挙動解析 上述の実験結果から得られた地盤反力係数の低下率等から液状化後地盤の地盤ばねを図-3のように仮定した。但し、ここでは普通地盤の地盤ばねとしてマサ土締め固め地盤を用いた管路沈下実験の実験値とERAULプログラムによる解析値との整合から設定した値($k=0.2 \text{ kgf/cm}^3$, $\delta=4.0 \text{ cm}$)を用いた。

5. 解析結果 図-4に示す形状の構造物際 $\phi 150$ ・硬質塩化ビニル管路に地盤沈下を作用させ普通地盤と液状化後地盤とでの管路挙動を比較検討した。図-5は地盤沈下量と最大発生応力との関係を表している。この図から特に10cm程度の地盤沈下に対して最大発生応力の比が 普通地盤:液状化後地盤 = 3:1 程度となり管路挙動に大きな差が認められた。

6. 今後の課題 上述の解析結果からも分かるように液状化後地盤と普通地盤とでは地盤沈下時の管路挙動に大きな違いがあるものと思われる。今後、飽和砂地盤及び排水砂地盤を用いた管路沈下実験等を通じ、液状化後地盤の地盤ばね係数についてさらに検討を進める必要がある。

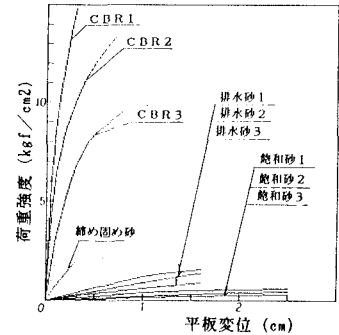
$$\begin{aligned} \text{※1} \quad K_{30} &= 2.2/4.0 * K_{\text{cbr}} \cdots \text{①} \\ &+ 2.2 \end{aligned}$$

K_{30} : 平板載荷試験(30cm平板)による地盤反力係数
 K_{cbr} : CBR試験による地盤反力係数

表－1 初期反力係数

試験名	CBR-1	CBR-2	CBR-3	締め固め砂
予備載荷重(kgf)	—	—	—	—
初期反力係数(kgf/cm ³)	77.53	47.85	19.23	7.88
相対密度(%)	—	—	—	—

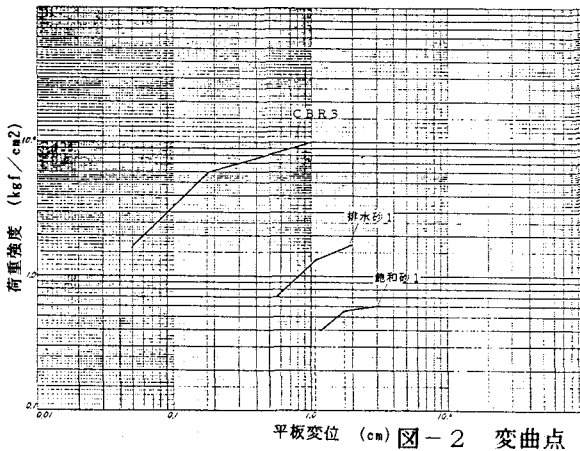
飽和砂1	飽和砂2	飽和砂3	排水砂1	排水砂2	排水砂3
144.5	95.9	171.1	287.0	278.3	259.0
0.54	0.25	0.17	1.37	0.98	0.73
63.7	73.9	75.2	66.8	76.7	84.0



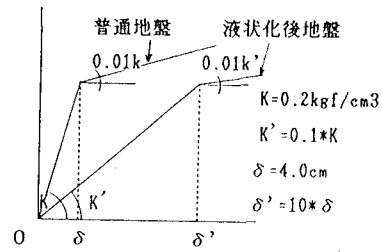
図－1 平板載荷、CBR試験結果

表－2 初期反力係数の低下率

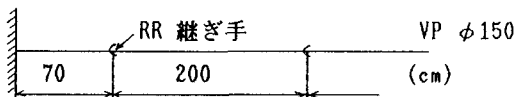
液状化 地盤 普通地盤	飽和砂1	飽和砂2	飽和砂3	排水砂1	排水砂2	排水砂3
CBR1	1/144.4	1/316.5	1/450.8	1/56.6	1/79.5	1/105.9
CBR2	1/89.1	1/195.3	1/278.2	1/34.9	1/49.1	1/65.4
CBR3	1/35.8	1/78.5	1/111.8	1/14.0	1/19.7	1/26.3
締め固め砂	1/14.7	1/32.2	1/45.8	1/5.8	1/8.1	1/10.8



図－2 変曲点

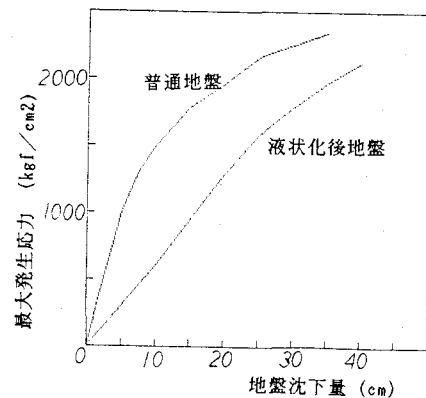


図－3 地盤ばね



図－4 解析モデル

参考文献 * 1) 松野三朗:『舗装技術の質疑応答
・第2巻』5章P30, P37



図－5 最大発生応力・地盤沈下量