

I - B442

実測の過剰間隙水圧に基づく地中構造物の浮上り量の予測

(株)フジタ技術研究所 正会員 奥松俊博 斉藤悦郎 小林範之

1. はじめに

液状化時における地中構造物の浮上り量の予測は、その対策工による効果や大規模地震に対する構造物の機能的な損傷の評価に重要である。ここでは全応力解析に基づく永久変形解析における過剰間隙水圧として、地中構造物を対象とした液状化実験により得られた構造物直下の過剰間隙水圧¹⁾を用いた場合に、どの程度その実験結果(地中構造物の浮上り量と周辺地盤の沈下量)を予測できるかを検討した。

2. 実験概要および結果¹⁾

液状化実験に用いた模型概要を図-1に示した。土槽はせん断土槽で地盤材料は豊浦標準砂($G_s=2.64$)である。その湿潤密度は $\rho_t=1.91\text{gf/cm}^3$ 、相対密度は $D_r=44.4\%$ である。構造物模型は幅20cm、高さ12cm、奥行56cmの亚克力製で、みかけの比重は $\rho_s=1.11\text{gf/cm}^3$ である。鋼矢板模型は厚さ $t=1\text{mm}$ の鉄板で土槽底部に固定してある。入力波形は図-3に示したようである。実験ケースは、無対策(ケース1)と鋼矢板による締切り対策(ケース2: 鋼矢板と構造物側壁間の距離($s=10\text{mm}$))である。

図-2、表-1は実験結果で、図-2は構造物直下(A点)と周辺地盤(B点)の最大過剰間隙水圧(Δu)の分布、また表-1は構造物の浮上り量と周辺地盤の沈下量を示したものである。これらより鋼矢板による対策時には特に浮上り量がかなり抑制できることが分かる。

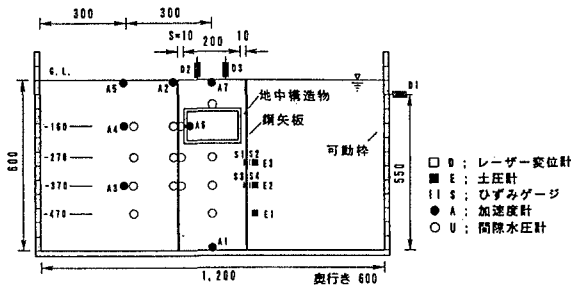


図-1 模型概要

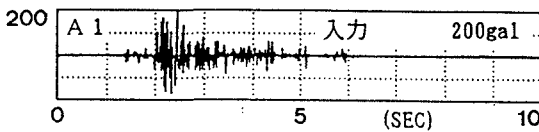


図-3 入力波形

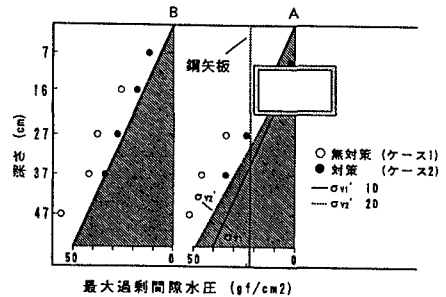


図-2 構造物直下と周辺地盤での最大過剰間隙水圧

表-1 鉛直変位量

	鉛直変位(mm)	
	構造物	周辺地盤
ケース1(無対策時)	19.40	-3.00
ケース2(対策時)	1.45	-2.00

3. 浮上り量の予測方法

浮上り量の予測は図-4のフローに従って行った。すなわち初期の地盤剛性(E_0)を用いた自重解析と剛性低下($E_0 \cdot \alpha$ (ここに α :剛性低下比))を考慮した自重解析との差より、永久変形量を求めた。構造物直下は液状化時の過剰間隙水圧の影響として Δu を作用させている。 Δu は図-2に示した構造物直下の実測値を用いた。なお、地盤の初期の弾性係数(E_0)は 1872tf/m^2 、ポアソン比は0.30、液状化時の地盤のポアソン比は0.49とした。

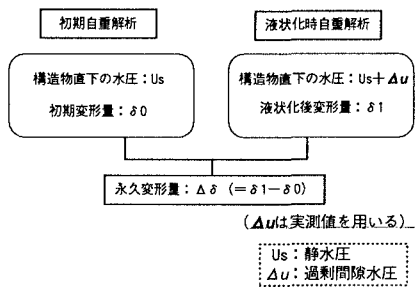


図-4 解析フロー

キーワード : 液状化、地中構造物、浮上り、予測

連絡先 : 横浜市都筑区大圃町 74 〒224

(TEL)045(591)3911 (FAX)045-592-8657

4. 解析結果

図-5は解析に用いたメッシュ図である。図中の(I)~(III)はジョイント要素の位置を示している(表-2)。解析ケースはジョイント要素を設けない基本モデルと、ジョイント要素をII、IIIに設けたケース、ジョイント要素をI、II、IIIに設けたケースである。図-6、7はそれぞれ無対策時および対策時に対する構造物直下の過剰間隙水圧の実験値を用いた場合の基本ケースによる解析結果で、横軸は剛性低下比 α をパラメータとしている。図中の破線は表-1に示した実験値である。無対策時の場合は、周辺地盤の沈下は $\alpha=1/100$ 程度で実験値とほぼ一致するが、構造物の浮上りにおいて $\alpha=1/1000$ 程度でもかなり過小評価となる。これに対して対策時では $\alpha=1/100$ 程度で浮上り量、沈下量とも実験値に近い値となる。また境界面(II、III)にジョイント要素を用いると浮上りと沈下を更にバランスよく表現していることが分かる(表-3)。以上より、対策時には構造物直下の過剰間隙水圧を正確に想定できれば、剛性低下比の設定のみでバランスよく構造物の浮上り量と周辺地盤の沈下量を推定できることが分かる。

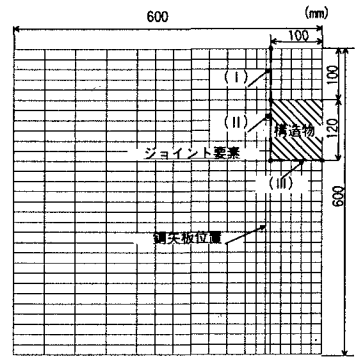


図-5 解析メッシュ

表-2 ジョイント要素の物性値

ジョイント位置	ks(tf/m3)	kn(tf/m3)	C(tf/m2)*	ϕ (deg)*
構造物直上地盤	1000000	1000000	0.1(0.0)	35(0)
構造物側面	1000000	1000000	0.1(0.0)	35(0)
構造物底面	1000000	1000000	0.1(0.0)	35(0)

*カッコ内は液状化時自重解析で用いたC, ϕ

表-3 鉛直変位(対策時)

ケース	鉛直変位(mm)	
	構造物	周辺地盤
●実験結果	1.45	-2.00
(1)基本モデル	0.90	-1.81
(2)ジョイント(II・III)	0.90	-1.52

表-4 鉛直変位(無対策時)

ケース	鉛直変位(mm)	
	構造物	周辺地盤
●実験結果	19.60	-3.00
(a)基本モデル	1.24	-1.98
(b)ジョイント(II・III)	1.99	-2.08
(c)ジョイント(I・II・III)	105.0	-2.20

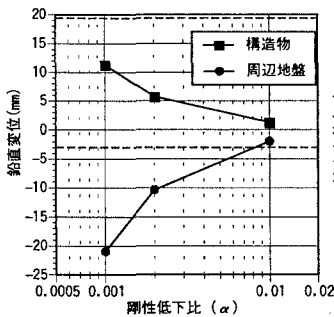


図-6 鉛直変位(無対策時の Δu)

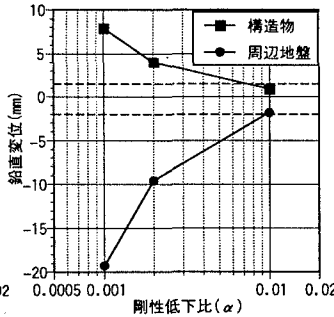


図-7 鉛直変位(対策時の Δu)

表-4は各解析ケースに対する構造物の浮上り量と周辺地盤の沈下量を示したものである。周辺地盤の沈下量は各ケースともほぼ同様で、実験結果ともほぼよい対応を示す事が分かる。一方構造物の浮上り量は、ケース(a), (b)では実験値と比較してかなり小さい。構造物側面直上の地盤にもジョイント要素を挿入したケース(c)では、変形モードは図-8のようになり、構造物側面のせん断方向の「すべり」と底面の「剥離」が大きく生じ、液状化時の浮上り挙動を表現しているが、その浮上り量は100mm程度になり、実験値に対し過大(5倍程度)な値となる。以上から、今回のような簡易な予測計算方法では、無対策時の構造物の浮上り量を推定する事は構造物直下の過剰間隙水圧が既知であって難しいことが分かる。したがってこのような簡易な予測計算方法を無対策時に理由する場合には、例えば、構造物周辺地盤の液状化継続時間による影響の考慮など、工夫が必要であると考える。

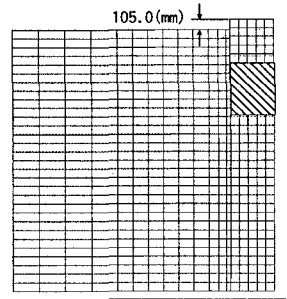


図-8 変形モード

【参考文献】1)小林、中野、斉藤「鋼矢板締切り工による地中構造物の液状化対策に関する模型振動実験」

第28回土質工学研究発表会, 1993