

日信三角節型パイル（三角杭）の液状化抑止効果について（要旨）

平成 23 年 5 月

施工者 株式会社ジオテックサンワ

報告者 工学博士・技術士（建設） 小松田精吉

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、関東地方、とりわけ浦安地区が激しい液状化被害に見舞われた。株式会社ジオテックサンワは浦安地区において、昭和 62 年 9 月以来 18 件の三角杭基礎の施工実績を持つが、三角杭基礎の建物はいずれも大地震による被害の影響を受けなかった。

この経験を今後の液状化対策に生かすため、該当する地盤の液状化を再評価し、三角杭打設間地盤の液状化抑止効果について考察した。この結果をまとめてご報告する次第である。

2. 在来地盤の液状化評価

1) 液状化安全率の要素

液状化安全率 F_L は、次の一般式で表わされる。

$$F_L = R/L$$

R：液状化に対するせん断応力比

L：地震によるせん断応力比

$F_L > 1$ であれば液状化が発生する可能性が少なく、 $F_L < 1$ の場合はその逆である。 F_L を計算するに当たり、マグニチュード $M=9.0$ 、地震加速度は震度「5 強」に対応し $\alpha=250(\text{gal})$ とした。

地下水位はボーリング時に測定した孔内水位を参考にした。粒度試験データが無いので、細粒土分含有率 $FC(\%)$ は、「粘性土質砂」または「粘性土混じり砂」で $FC=10\%$ 、「砂」で $FC=0\%$ として扱った。

2) 液状化危険度の評価方法

液状化指数 P_L は、次の式で算出される。

$$P_L = \sum [(1-F_L)(10-0.5Z) \Delta Z]$$

Z：地層の深さ(m)

ΔZ ：地層の深さ区間(m)

液状化危険度は次の基準で判定する。

表－1 液状化危険度の評価基準

液状化指数 PL	評 価
PL=0	液状化危険度はかなり低い
0<PL≤5	液状化危険度は低い
5<PL≤15	液状化危険度は高い
15<PL	液状化危険度が極めて高い

3) 液状化程度の判定

液状化による地表面沈下量によって、「液状化の程度」を次の区分によって判定する。

表－2 液状化の程度区分

Dcy(cm)	液状化の程度
0	なし
～5	軽微
5～10	小
10～20	中
20～40	大
40～	甚大

3. 三角杭打設間地盤の液状化抑止効果

1) せん断変形抑制工法

剛性の高い壁体（鋼矢板等）で囲んだ地盤は、地震時のせん断変形が抑制されるといわれている。三角杭打設間地盤は壁体で囲まれた状態ではないが、ある程度のせん断抑制効果があると考えられる。

2) 三角杭間地盤の液状化抑止効果の要素

(1) 三角杭断面積の置換面積比 a_p による効果

$$a_p = A_p / A_o$$

A_p : 三角杭の断面積(m²)

A_o : 1本の三角杭が負担する面積(m²)

既往の模型実験などの研究成果から置換面積比 a_p と λ 値の関係を求めると、次の関係式で表わされる。

$$\lambda = 10^{-(a_p/0.603)}$$

置換面積比 a_p は、杭直径 50cm、打設間隔 1.10m として求めた。

(2) 打設した杭長 L によって決まる効果

杭長効果比 d を次の式で表わす。

$$d=1-L/20$$

3) 液状化抑止係数 κ と三角杭打設後地盤の液状化安全率 F_L'

液状化抑止係数 κ を次式で定義する。

$$\kappa=1/d \lambda$$

三角杭打設後の杭間地盤の液状化安全率 F_L' は、次の式で求められる。

$$F_L'=\kappa F_L$$

三角杭打設後の杭間地盤の液状化危険度は、 F_L' で求めた液状化指数 P_L' の値で評価する。

4. 各建物基礎地盤の事前、事後の液状化危険度

前述した方法により各建物基礎地盤の事前、事後の液状化危険度を求めると、表-3の結果となる。

表-3 三角杭打設の事前、事後の液状化危険度

建物 No	杭長 L(m)	杭長効果比 d	λ 値 λ	事前危険度 ΣPL	事後危険度 $\Sigma PL'$
1	6	0.700	0.538	24.569	2.472
2	8	0.600	0.538	10.998	0.181
3	8	0.600	0.538	25.590	0.000
4	8	0.600	0.538	22.549	0.045
5	8	0.600	0.538	24.746	0.000
6	6	0.700	0.538	9.720	0.182
7	8	0.600	0.538	17.876	0.056
8	—	—	0.538	21.898	—
9	8	0.600	0.538	22.186	2.734
10	6	0.700	0.538	21.012	0.046
11	7	0.650	0.538	22.502	2.536
12	6	0.700	0.538	35.44	1.307
13	7	0.650	0.538	34.631	0.166
14	5.4	0.730	0.538	15.121	2.250
15	8	0.600	0.538	12.382	0.858
16	8	0.600	0.538	10.904	0.000-
17	8	0.600	0.538	30.408	1.411
18	8	0.600	0.538	21.750	0.000

表の結果を要約すると次のようになる。

① P_L 値 15 以上（危険度が高い）を示す地盤が 17 件中 13 件で、76.5% を占める。この地域では液状化によって 20cm 以上沈下したと思われ、被害状況がこれを裏付けている。

② 三角杭を打設した地盤では、 P_L 値が大半 5 以下で「液状化危険度は低い」に改善されている。建物基礎が沈下したとしても、多くは 10mm～0mm の範囲であろうと考える。

③ 地盤構成やその他の条件が詳細に分からない場合でも、三角杭の液状化抑止効果は、在来地盤の液状化指数値の 1/8 まで低下させることができる。

5. あとがき

三角杭が液状化に対して確実に抑止効果があったことは、今回の大地震に耐えた事実によって証明されたが、今後、三角杭を基礎対策として適用するかどうかの選択は、詳細な地盤調査データに基づいた設計と相俟って、できるだけ経済的な工法となるよう研究を強める必要がある。

(以上)