

運輸省港湾技術研究所 正会員 善 功企
 山崎 浩之
 五洋建設(株)技術研究所 正会員 ○ 三好 俊康
 林 健太郎

1.はじめに

本年1月17日に起きた阪神大震災では、各種構造物に想像を超える被害が発生し、港湾構造物についても液状化などによる被害が生じている。このため、既設構造物直下の対策工法の開発が急がれているが、現状では特に有効な工法はないものと思われる。著者等は、昨年度より浸透性に優れた恒久型の注入式固化剤を用いた既設構造物直下の液状化対策工法を開発している。今回、酸性シリカゾルにより改良された砂の繰返し三軸試験結果と改良地盤の特性に関して報告する。

2.一軸圧縮基本特性

実験で使用した新潟砂の特性を表-1に示す。固化剤は酸性シリカゾルを用いており、固化剤の濃度(シリカ分の割合)によりPH及び固化時間をコントロールすることが可能である。実験で用いた改良体は $Dr=60\%$ 、薬液中のシリカ濃度は4.4重量%とした。

表-1 新潟砂の特性

比重	最大乾燥密度	最小乾燥密度	均等係数 U_c	平均粒径D50	細粒分 F_c
2.64	1.55(g/cm ³)	1.18(g/cm ³)	2.33	0.31(mm)	1.5(%)

図-1に養生期間14日の改良体の一軸圧縮試験結果を示す。改良体の強度は $qu=1.02(kgf/cm^2)$ 、破壊ひずみは2.35(%)、弾性係数 $E_{50}=52qu$ となった。セメント混合による改良土では、 qu は数十 kgf/cm^2 で、破壊ひずみは1.0(%)前後と小さくなる。弾性係数は比較的低強度($qu<15(kgf/cm^2)$)で $E_{50}=(75\sim 200)qu$ 程度であるが、本固化剤による改良土の剛性は小さく、破壊ひずみは大きくなっている。

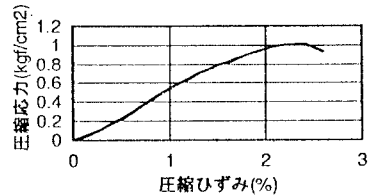
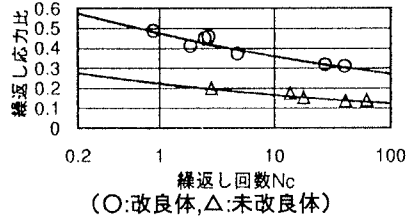


図-1 一軸圧縮試験結果



(○:改良体,△:未改良体)

3.繰返し三軸試験

繰返し三軸試験により養生期間14日の改良体および未改良体の液状化強度を調べた。拘束圧 $1.0(kgf/cm^2)$ の等方圧密、周波数0.2 Hzの正弦波入力荷重制御により実験を行った。また、ひずみ両振幅 $DA=5\%$ に至った時を液状化の判定基準とした。

図-2に液状化強度曲線を示す。図-2から改良体の液状化強度は2倍程度向上することがわかる。

図-2 液状化強度曲線

図-3に未改良体及び改良体の軸ひずみ、過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。未改良体、改良体の応力比はそれぞれ0.15、0.30である。

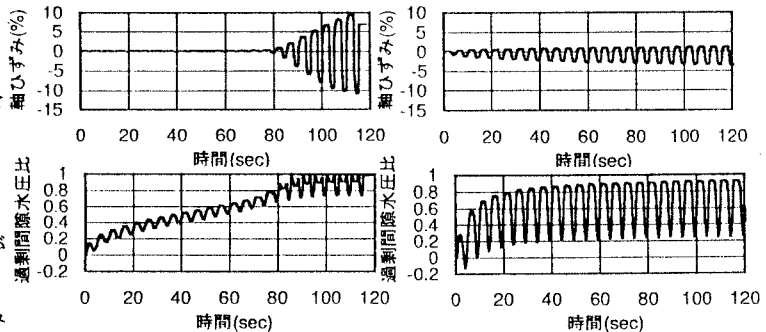


図-3から、未改良体では水圧比が0.7を超えた時点から軸ひずみが急激に増加しているが、改良体では水圧比が0.7を超えても軸ひずみは緩やかに上昇していることがわかる。図-3の結果から求めた有効

<未改良体>

<改良体>

図-3 実験結果

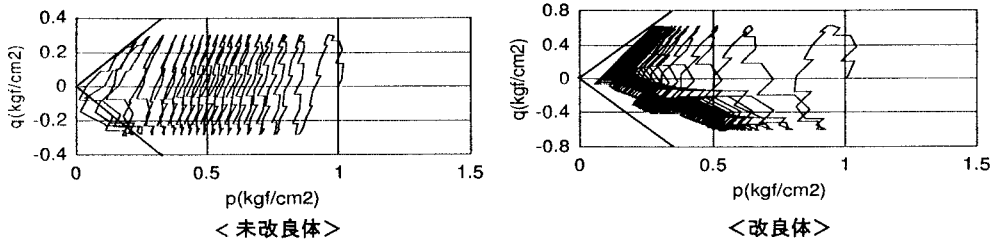


図-4 有効応力経路

応力経路を図-4に示す。ただし、 p は有効平均主応力を q は軸差応力を表わしている。

図-4から、未改良体では変相線に達した時点で破壊に至っているのに対して、改良体では変相線に達しても破壊に至らず、剛性が復活していることがわかる。

4.動的変形特性

動的変形試験により、せん断弾性係数 G および減衰定数 h の動的特性を調べた。実験条件は繰返し三軸試験と同様とした。拘束圧 $1.0(\text{kgf/cm}^2)$ での実験結果を図-5に示す。

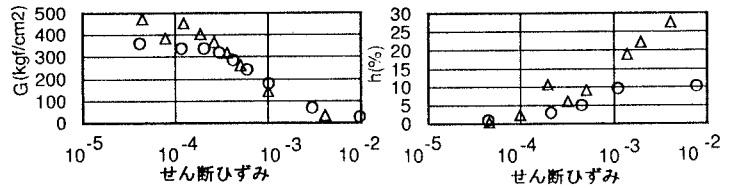


図-5 実験結果 (○:改良体,△:未改良体)

改良体と未改良体を比較すると G には有意な差は認められず、改良体の h は未改良体の $1/2$ 程度となった。これは固化剤により土粒子間の摩擦が減少したこと起因すると思われる。

改良体の G については図-1の一軸圧縮試験結果から予想されたように、改良による剛性の増加は認められなかった。これらの特性から、本固化剤による地盤改良では、地盤剛性に大きな変化がないことから改良部分と未改良部分の間の応力集中は少ないものと考えられる。

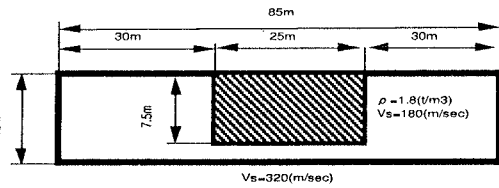


図-6 解析断面

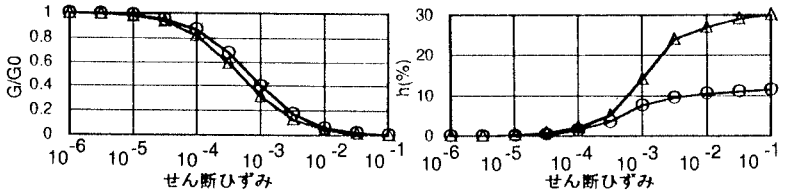


図-7 ひずみ依存性曲線 (○:改良体,△:未改良体)

また減衰定数が低減することから、地震動の伝達特性が変化し、地震動が増幅されることが考えられるため、二次元FEM動的応答解析による試計算を行った。図-6に解析用断面と主な物性値を示す。底面及び側方境界には粘性境界を用いた。非線形性は図-7に示した動的特性を考慮した等価線形により考慮した。入力地震動は「S-252 NS Base」¹⁾で最大加速度を 200gal とした。解析結果から、斜線部全面改良時では、せん断応力が未改良時と比較して1割程度増加している箇所が認められた。しかし、改良体の液状化強度は2倍程度向上しているため、液状化に対して効果があると考えられる。

5.まとめ

本文では、改良土の動的性質について考察した。その結果、以下のことが確認された。

- 1)酸性シリカゾルによる改良体では、水圧比が 0.9 を超えても急激なひずみ変化はない。
- 2)改良土の液状化強度は未改良土の液状化強度の2倍程度に増加する。
- 3)改良土の減衰定数は未改良土の $1/2$ となるが、試計算の結果、改良土に過大なせん断応力は発生しない。

参考文献 1)「埋立地の液状化対策ハンドブック」,運輸省港湾局監修