# 原位置サンプリング試料を用いた直接基礎の液状化時沈下に関する遠心実験

- 大成建設(株)土木技術研究所 正会員 藤原 斉郁
  - 東京電機大学 理工学部 正会員 安田 進
    - 東京大学 大学院 正会員 東畑 郁生
- 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 酒井 運雄

### 1.はじめに

関東平野低地に分布する上部有楽町層(Yus層)など細粒分を含む砂質地盤では,いわゆる年代効果(aging effect)と呼ばれる細粒分の粒子構造の結合(セメンテーション)やその他の地質学的な様々な堆積過程が液状化強度に 影響を及ぼすことが指摘されている<sup>1)2)</sup>。本論文では,地盤の液状化に伴う直接基礎の沈下量予測を目的とし た著者らによる一連の研究<sup>3)~5)</sup>の一環として,細粒分の影響に関してYus層土を対象に,新たに開発したサン プラーによる原位置採取(乱さない)試料による遠心場(50g)での加振実験を行った結果について述べる。

#### 2. 原位置での試料サンプリングおよび供試体作成

試料採取に用いた特殊サンプラーは,直径400mmの鋼管をベースに加工したもの で,地盤への圧入により試料を可能な限り乱さないように採取するものである。特 徴としては,先端が鋭利な形状で,圧入時における地盤材との摩擦を低減するため 内側にゴムメンブレン(厚さ0.4mm)およびテフロンシート(厚さ0.3mm×2枚) が施されている点,採取後の運搬性やせん断土槽への試料の移し換えを考慮し上下 端の蓋の取付けや縦方向に2分割できる点,などが挙げられる。今回,試料採取は 東京都墨田区の建設現場において掘削工事の際に実施した。採取箇所は,図-1に示 す土質柱状図内のGL-4m付近のYus層である。表-1に今回のYus層土の物性を示す



図-1 土質柱状図

2.702

0.120

16.2

1.498

128

 $1.07 \times 10^{-7}$ 

表-1 Yus 層土の基本物性

 $_{\rm s}$  (g/cm<sup>3</sup>)

 $_{d}(q/cm^{3})$ 

が,細粒分含有率はYus層としては中間的な値であり,原位置での相対密 度が128%と高いこと,圧密試験から得られた透水係数は10<sup>-7</sup>cm/sオーダ ーと非常に低いことなどが特徴である。原位置での採取作業は,GL-3m付 近まで機械掘削した後,手作業にて採取面まで掘削し,ボーリングマシン を反力としてサンプラーを数cm圧入する毎に手作業にて周辺地盤を掘

削・排除する作業を繰返しながら行った。また,サ ンプラーを所定の深度まで圧入した後,周辺地盤を さらに深く掘削し底部に楔を入れることにより直下 地盤との縁を切った。その後,サンプラー上下端に 蓋をし,防水処理および防振梱包を行って採取地点 より搬出した。試料採取状況を写真-1に示す。

次に,採取された試料を室内に持ち込み,実験モ デルの製作を行った。ここでの主な作業は円形せん 断土槽(直径 400mm×高さ 350mm)への試料の移し換



土粒子密度

彭燥密度

平均粒径 D<sub>50</sub> (mm)

細粒分含有率 Fc(%)

相対密度 Dr(%)

透水係数 k(cm/s)

写真-1 原位置におけるサンプリング状況

え,計測センサー設置,試料の飽和(脱気水)であるが,試料の乱れを最小限に抑えることが重要なため,ゴ ムメンブレンの張力を利用し拘束状態を保持した状態でサンプラーの取り外し・せん断リングの設置等を行っ た。また,試料内に計測センサーを設置するため,ハンドドリルにて試料側面から水平に削孔した後,センサ ーを挿入し,同一試料による埋め戻しを行った。

キーワード 液状化,遠心力模型実験,フーチング,沈下,サンプリング,細粒分 連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター土木技術研究所 TEL045-814-7236

-417-

### 3-209

## 3.実験結果

実験は図-2 に示すように,前述の試料内に掘削・埋め戻しによりフーチング モデル<sup>3)~5)</sup>および各計測センサーを設置し,脱気水にて飽和させ,遠心場(50g) にて加振を行った。入力波は正弦波 20 波,最大加速度振幅 350Gal (実物換算) とした。図-3 に加振による地盤中の過剰間隙水圧比の変化を示す。なお,水圧 比算出のための初期有効上載圧は,ブシネスク解により基礎底面の接地圧を考慮 している。いずれの箇所においても加振開始直後から水圧の上昇がみられ,地盤 モデル下部(P-8,9)では水圧比1付近まで上昇している。また地盤モデル上部 (P-10,11)では,水圧比の上昇が頭打ちになっており,加振中の段階から過剰 間隙水圧の消散が始まっているものと考えられる。なお,基礎直下地盤(P-11) であまり水圧比が上昇しない現象は,基礎の接地圧の影響と思われ,豊浦砂など

による既往の実験結果<sup>3)~5)</sup>と整合 していた。図-4に基礎の沈下状況 を示す。加振開始とともに沈下し ており,加振終了後においても沈 下が継続し,過剰間隙水圧の消散 とともに沈下が収束する状況であ り,地表面沈下についても同様の 傾向であった。表-2に今回の実験 と別途実施した同一条件・同一土

質材料の再構成(乱した)試料を用いた実験結果を示す。両者の 実験における水圧や沈下挙動の全般的傾向はほぼ同様であった が,表に示すように,水圧消散後(残留値)で基礎・地表面とも 再構成試料の方が沈下量が大きく,これは年代効果など細粒分を 含む地盤材の乱した場合と乱さない場合の差であると考え られる。

#### 4.おわりに

今回,特殊サンプラーにより採取された試料による遠心実 験を行い,地盤の液状化ならびに地盤・基礎モデルの沈下を 測定した。また,地盤材の条件(乱す/乱さない)以外の条

件を全く同一とした実験を行い,両者の地盤・基礎沈下量を直接比較することができた。ただし,原位置採取 試料を用いたため間隙流体として水を使用しており,シリコンオイルなど粘性流体を用いた既往の実験結果と の比較のためには,間隙流体の粘性の影響について検討する必要があるものと考えられる。

本研究は,(財)地震予知総合研究振興会における研究成果の一部である。関係各位に感謝の意を表する。 参考文献1)亀井,森本,安田,清水,小金丸,石田,東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす 影響,地盤工学会論文報告集,Vol.42, No.4, pp.101-110, 2002. 2) Yasuda, Shimizu, Koganemaru & Morimoto, Aging effect of sandy soils on liquefaction strength, Proc. 3rd International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials, 2003. 3) Kawasaki, Sakai, Yasuda & Satoh, Earthquake-induced settlement of an isolated footing power transmission tower, Proc. Centrifuge98, 1998. 4) Abo, Horikoshi, Yasuda & Satoh, Countermeasures against liquefaction induced settlement for power transmission tower, Proc. 12th WCEE, No.2441, 2000. 5) Fujiwara, Yasuda, Satoh, Abo, Horikoshi & Kawamura, Countermeasures against settlement of power transmission tower due to liquefaction, Proc. XV ICSMGE Satellite conference, 2000.



図-3 過剰間隙水圧比の経時変化



図-4 基礎沈下の経時変化

表-2 沈下量一覧(実物換算值)

	試料	相対密度	加振終了時		消散後(残留値)	
		(%)	基礎	地表面	基礎	地表面
	サンプリング (乱さない)試料	128	47	92	106	138
	再構成 (乱した)試料	125	79	52	138	152

