

(Ⅲ-21)

模型実験における鉛直壁が飽和砂の液状化特性に及ぼす影響

長岡技術科学大学 大学院 ○ 中山 裕司
長岡技術科学大学 工学部 小川 正二
長岡技術科学大学 工学部 高井 健史

(1) まえがき

地震時における砂地盤の液状化現象による被害の多くは、基礎と地盤境界付近の砂層に発生していることが報告されている¹⁾。このような現象を解明するためにはFEM等を用いた数値解析が行なわれているが²⁾、実験では、この現象を把握している研究例は少ない。本報告は以上の観点に基づき、剛な鉛直壁を有する飽和砂層の模型振動実験を行ない、鉛直壁が液状化特性に及ぼす影響について述べている。

(2) 実験概要

実験には、新潟市四郷産より採取した山砂を用い、0.074mmフルイで水洗したものを採用し、その物理特性は表-1に示す通りである。

実験装置は、図-1に示すように剛な工構を振動台上に設置したもので、工構正面には目視できるように透明なアクリル樹脂板を取り付けてある。液状化による砂層の支持力低下を測定するために、直径18mm、高さ10mmの円柱錐に標識のついた直径1mm、長さ500mmのピアノ線を取り付け、接地圧960Paに調整した次下錐を用いた。また、深さの違いによる砂層の振動挙動を測定するために、寸法1mm×15mm×380mmの銅板にひずみゲージをはりつけた横型杭を工構中央に固定してある。

砂層は、工構に水を張り砂を水中で2mmフルイを通して投入し、自然に沈降堆積させて作成した。なお、この砂層の堆積途中で図-1に示す場所に次下錐と間隙水圧計を埋設した。振動は、周波数5Hz、加速度150galの正弦波で液状化が終了するまで与え、過剰間隙水圧、杭のひずみ、及び次下錐の次下挙動を観測した。

(3) 実験結果及び考察

液状化時の間隙水圧記録と模式的に描けば、図-2のようになる。この水圧記録における交番変動値(P_d)、初期値とこの交番変動の中心値との差(ΔU)とした。

振動回数とヒトに変化する $\Delta U/\sigma'_v$ (σ'_v は測定点より上の砂層の有効重量)と、中心からの距離 x と工構の半幅 $B/2$ の比($x/(B/2)$)との関係を図-3に示した。 $\Delta U/\sigma'_v$ の値の上昇過程に若干の違いはあるが

表-1 試料の物理特性

G_s	e_{max}	e_{min}	$D_{10}(mm)$	$D_{60}(mm)$
2.66	1.09	0.671	0.14	0.24

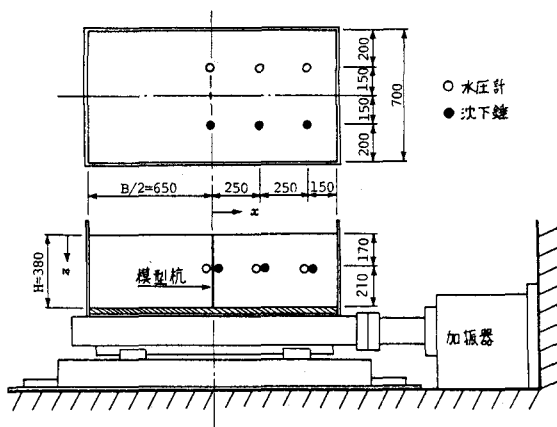


図-1 実験装置

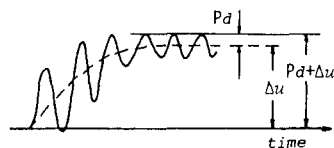


図-2 間隙水圧記録模式図

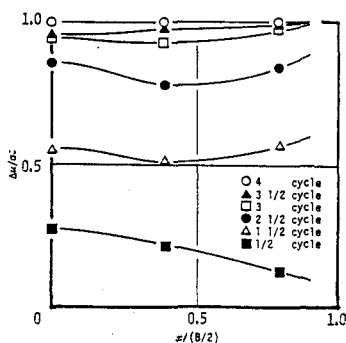


図-3 $\Delta U/\sigma'_v - x/(B/2)$

17cmの深さでは約4 cycleで全位置にわたって液状化状態に達していることがわかる。しかし、振動砂層中のPaの挙動は中央部と鉛直壁付近とでは大きな違いがあり(図-4)、Pa/γ'は、液状化時、非液状化時のいずれにおいても土槽中央部に最小値となり、鉛直壁に近づくにつれて大きくなる。

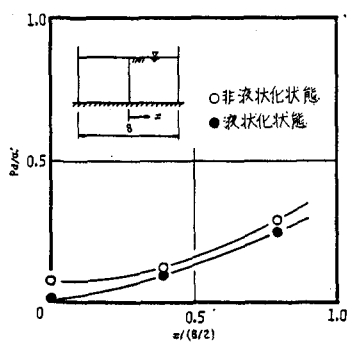


図-4 $P_a/\gamma' - x/(B/2)$

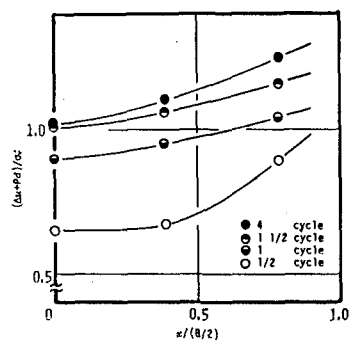


図-5 $(\Delta u + P_a)/\gamma' - x/(B/2)$

また、振動時の砂層に発生する過剰間隙水圧の最大値は $(\Delta u + P_a)$ であり、この値は砂層の液状化の発生状況に大きな影響を及ぼすものであり、 $(\Delta u + P_a)/\gamma'$ と $x/(B/2)$ の関係を示すと、図-5となる。図より、 $(\Delta u + P_a)/\gamma'$ の値は中央部よりも鉛直壁付近の方が大きく、振動時の砂層の液状化は、土槽中央部よりも鉛直壁付近の方が早期に起こり、液状化の程度も著しい。さらに、次下錐の次下速度の位置的变化をみると図-6のようになる。次下錐の次下速度は液状化による砂層の支持力低下の度合いと表わす指標であるから、図-6に示すように鉛直壁に近づくにつれて次下速度は大きくなり、壁面付近の液状化による支持力低下が著しいことがわかる。したがって、液状化の発生状況と支持力低下の割合は、基礎形状の影響を受けることは明白である。

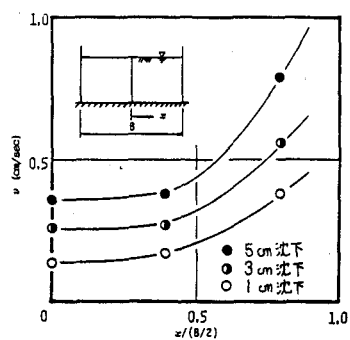


図-6 $v - x/(B/2)$

一方、振動時の模型杭に作用するせん断力と深さの関係(図-7)をみると、せん断力が急変する部分は大きな荷重が作用する部分であるから、その上層と下層では、位相の異なる動きをしていることが考えられる。その位置は振動回数とともに上層へ向って移動し、約5 cycleでせん断力は一様化している。この挙動から、本実験においては、液状化は砂層下部から上部へと進行している。約5 cycleで全層液状化に達しているものと考えられる。

(4) 結論

模型振動実験における鉛直壁付近の砂層は、中央部よりも液状化の程度が著しくなるとともに、下部の砂層から液状化が発生する可能性もありうることを示した。本報告のみくまで模型実験の結果を示したものであるが、自然の砂層地盤においても同様な挙動が生じていることが考えられる。

(参考文献)

- 1) 古藤田, 若松 : 1985 "青森県南部および秋田県北部地域での液状化履歴とその特徴" 第20回土質工学研究発表会発表講演集 2分冊α1 pp. 801~804
- 2) 渡辺, 大槻 : 1986 "傾斜基礎に有する不整形地盤における2次元液状化解析" 第40回工学会年次学術講演会発表集 第3部門 pp. 55~56.

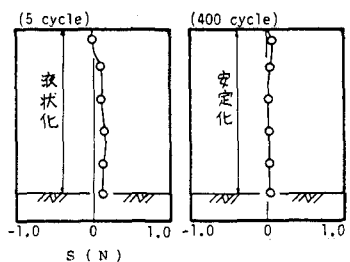


図-7 $Z/H - S$