

Ⅲ - A127

液状化にともなう側方流動による土圧に関する研究

新潟県庁 正会員 涌井 建彦
新潟大学工学部 正会員 大川 秀雄
新潟大学工学部 正会員 神立 秀明

1. はじめに

液状化の発生に伴う地盤の側方流動現象が発生しうる地盤構造の一つとしてシルト、粘土から成る薄い難透水層を挟んだ緩い砂地盤がある。また、実際の地盤では例えば液状化層であっても、地下水面が地表面から深い位置にある場合や、表層付近にコンクリート、舗装体などが存在する場合は、表層付近は液状化せずに一つの塊として挙動することとなる。そこで本実験では、不透水層を挟み表層付近には乾燥砂を載せた砂地盤模型を液状化させ、側方流動による土圧の測定、考察を行った。

2. 実験概要

2. 1 実験装置 および 試料

図 2-1 に示すアクリル製砂槽を用い、砂槽中央で地表面から深さ 25 cm の位置に間隙水圧計、深さ 12 cm の位置に土圧計を設置した。土圧計は、幅 30 cm、厚さ 1.2 cm の板の下端から 3 cm 上に水平方向に向けて貼り付けた。試料は粒径 2 mm 以上を除去した阿賀野川砂で物理的性質を表 2-1 に示す。難透水層を模して、幅 34 cm、長さ 200 cm のビニールシートを用いた。

2. 2 実験方法

①地盤の作成：水中沈降法で下層を作成し、不透水層(ビニールシート)を敷き、続いて上層の一部(高さ 20 cm まで)をさらに水中沈降法によって作成した。その後、水位が砂槽底面から高さ 15 cm の位置になるまで排水した。②掘削：図 2-2 の形状で砂地盤の一端を掘削した。③地盤上層部の作成：加振する直前に乾燥砂(含水率 0.5% 程度)を一定量、静かに地盤の上に載せた。地盤の各部の単位体積重量は表 2-2 に示す。④加振：300gal、6Hz で 20 秒程度加振した。

2. 3 模型地盤の条件と種類

地盤の一端を掘削し、河岸や海岸を想定した。全層厚 30 cm、乾燥砂層厚 10 cm、地下水面は砂槽底面から 15 cm で、不透水層の傾きを 0、10/180、20/180 の 3 種類とした。

3. 実験の結果と考察

3. 1 側方流動の挙動

振動中の地盤の挙動は 4 段階に分けられる。第 1 段階は振動開始後 0~2 秒で液状化前の状態である。第 2 段階は 2~5 秒後、過剰間隙水圧が $42\text{gf}/\text{cm}^2$ 程度まで急激に上昇する。これは、初期有効応力 σ' が過剰間隙水圧 Δu に全転嫁され、下層が液状化したことを示す。同時に、間隙水が上昇し、不透水層下に薄い水の層を形成する。第 3 段階は 5~10 秒後、不透水層下に形成された水の層に上層全体が支持され、ビニールシ

キーワード：液状化、側方流動、土圧

連絡先：〒950-21 新潟市五十嵐 2 の町 8050、TEL025-262-6793、FAX025-262-7021

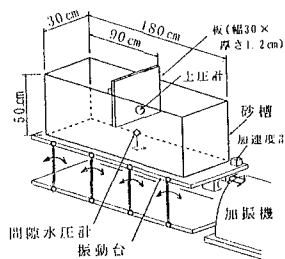


図2-1 実験装置

土粒子密度	2.68	最大間隙比	0.976
最大密度	1.662	最小間隙比	0.613
最小密度	1.356		

表2-1 阿賀野川砂の物理的性質

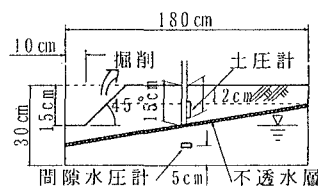


図2-2 掘削

	単位体積重量
γ_d	1.6
γ_t	1.92
γ_{sat}	1.97

表2-2 各部の単位体積重量(gf/cm³)

不透水層の配	最大水平土圧
0	7.63
10/180	15.58
20/180	21.8

表3-1 最大水平土圧の測定値(gf/cm²)

ートと一緒に土塊状態で勾配下方向へ滑り出す。水平土圧は時間とともに増加し、5～7秒で最大水平土圧が生じる。表3-1に最大水平土圧の測定値を示す。また、不透水層端部や側面から間隙水が噴き出す。第4段階は液状化終了後である。

3. 2 側方流動圧による水平土圧の定量化

最大水平土圧が生じた時、上層は固体の状態のまま液状化せずに勾配下方向へ滑り移動している。そこで、砂層上層の土圧計側の部分を一つの塊とみなして、①図3-1で土圧計より右側で不透水層より上の部分の重量を求める。②この土塊が斜面上にある時に滑り降りようとする力の水平成分を求める。③求めた力を三角形分布に分解する。砂の単位体積重量を考慮すると図3-2のような土圧分布となる。④この土圧分布で土圧計位置での土圧値を理論値とする(表3-2)。

求めた理論値は、不透水層勾配が0のとき0gf/cm²となる。しかし、実験では7.63gf/cm²が測定された。これは、土圧の測定位置が湿潤砂の部分であるため、液状化によって発生した土圧であると考えられる。不透水層勾配を変えても、全層厚、乾燥砂層厚、地下水面の位置、加える加速度は同じであった。よって、測定された最大水平土圧には液状化による土圧の増分7.63gf/cm²が含まれていると考え、測定値からそれぞれ7.63gf/cm²を差し引くと表3-3のようになる。これより、測定値と理論値には大きな違いがないといえる。佐藤ら¹⁾の研究では上層が液体状になって滑り降りていくことから上層を液体として扱い、段波にモデル化して側方流動圧を定量化したが、本研究のように上層が液状化せずに一つの塊として挙動する場合は、上層を固体として扱う方が適当である。

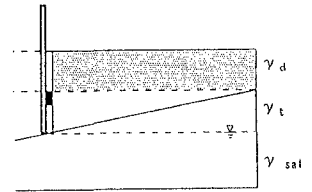


図3-1 上層部分の分類

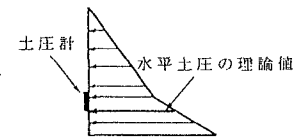


図3-2 土圧の分布

不透水層勾配	最大水平土圧
0	0
10/180	9.72
20/180	13.07

表3-2 最大水平土圧の理論値(gf/cm²)

不透水層勾配	最大水平土圧
0	0
10/180	7.95
20/180	14.17

表3-3 最大水平土圧の測定値(gf/cm²)

3. 3 加振時間による水平土圧の違い

不透水層勾配 10/180 の地盤において、加振時間を変えて水平土圧を測定し、加振時間は9秒、12秒、15秒とした。液状化終了まで加振を続けると、加振を止めた直後には10gf/cm²程度の水平土圧が残留するが、その後少しずつ下がりはじめ、100秒前後で1.7gf/cm²程度残留した状態で安定する。しかし、液状化が終了する前に加振を止めると、直後の水平土圧は静止土圧とほぼ同程度となるが、その後上昇し、ある程度残留した状態で安定する。残留する水平土圧を表3-4に示す。残留する水平土圧は加振時間9秒の時に最大となり、以下、加振時間が長くなるにつれ小さくなる。3.1の実験では、加振開始後7秒程度で最大水平土圧が生じる。この時、上層は振動と勾配下方向へ滑り降りようとする力で、土圧計とそれを貼り付けた板に押し付けられ圧縮された状態となっている。最大水平土圧発生直後に振動を止めると、この押し付けられた状態がそのまま保存されるために残留する水平土圧が大きくなり、これ以上加振を続けるとこの押し付けられた状態から少しずつ解放されて残留土圧が小さくなっていくと考えられる。

加振時間 (秒)	残留する水平土圧
9	11.9
12	9.7
15	8.3
液状化終了まで	1.7

表3-4 残留する水平土圧(gf/cm²)

4. まとめ

不透水層を挟み乾燥砂層を載せた砂地盤の液状化による側方流動では、次のことがいえる。①上層は液状化せずに塊の状態のまま水平移動する。②不透水層勾配の影響が顕著に現れる。③地盤を固体として扱うことにより土圧を定量化することができる。④加振時間を変えることにより、残留する水平土圧が異なる。

＜参考文献＞1) 佐藤 拓也他 『地盤の液状化にともなう側方流動現象に関する実験的研究』 第31回地盤工学研究発表会概要集, pp. 1187～1188, 1996. 2) 石川 剛巳他 『模型地盤による再液状化と力学的履歴に関する研究』 第22回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp. 222～223, 1995.