

逆断層により強制大変位を受ける柔層を含む水平地盤の変形挙動

八戸工業大学 学生会員
八戸工業大学 学生会員
八戸工業大学 学生会員
八戸工業大学 正会員

○鎌田 高也
小笠原 亮介
盛 健太郎
金子 賢治

1. はじめに

地震の際には、地震動のみならず逆断層の大変位により地表面が大きく変位することによっても構造物の被害が発生する。近年活断層に関する研究が進められ断層が存在する位置やその形態、活動する確率など多くの情報が得られるようになってきた。そのような中で重要社会基盤構造物直下に活断層が存在することが指摘され、予測や対策が必要とされているが、具体的な対策手法等は提案されていないのが現状である。防災的な観点からみれば、地表面に変位が発生する位置をずらしたりその変位量を抑制したりするなどといった具体的な対策が必要であると考えられる。著者らはこれまでに逆断層によって大変位を受ける盛土の変形挙動について遠心载荷模型装置を用いて実験的検討を進めてきており、砂質土地盤と粘性土地盤では強制変位を与えた場合の地表面変位量や変形挙動が異なるといった知見が得られている^{1),2)}。そして、それらの結果をもとに均質な砂地盤中に極端に柔らかい層を設置した場合の変形挙動に関する仮想的な数値実験により簡単な検討も行っている³⁾。本研究では、対策手法を考える上で参考となる砂質土地盤に意図的に柔らかい層を挿入した場合の実験を行い、変形挙動にどのような影響を与えるのかを比較・検討する。

2. 遠心载荷模型実験概要

本研究では、遠心载荷装置を用いて75°の基盤逆断層を発生させて盛土を模擬した水平地盤に遠心加速度100Gで強制的に20mm変位させた。模型装置の概要図を図-1に示す。使用する地盤材料として、砂層には珪砂4号を使用し、柔らかい層にはドリップした後のコーヒーマグの粉末を使用した。それぞれの材料の基本的な物性値を表-1に、粒径加積曲線を図-2に示す。各試料について一次元圧縮試験を行った結果、ヤング率が珪砂4号の約1/35倍程度であることから、コーヒーマグ粉末を柔らかい層として採用した。それぞれの材料は乾燥状態で使用し、相対密度90%となるよう突き固めて土層を作製した。また、画像解析のために直径約3mmで画用紙を用いて作成し、珪砂4号の部分には黒、コーヒーマグ粉末の部分には白のマーカーを地盤中に設置した。

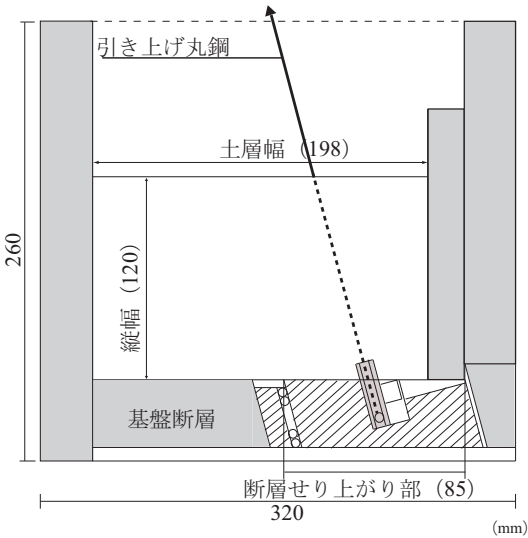


図-1 土槽の概要図

表-1 使用した材料の基本的性質

地盤材料	珪砂 4 号	コーヒーマグ粉末
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.648	1.330
平均粒径 D_{50} (mm)	1.3	1.0
最大密度 (g/cm ³)	1.573	0.612
最小密度 (g/cm ³)	1.320	0.433
ヤング率 (N/mm ²)	825	23
粘着力 (kN/m ²)	0	—
内部摩擦角 (°)	33.3	—
変形係数 (kN/m ²)	20.8	7.1

柔らかい層の設置位置としては、水平方向のケースは土層中央部分に幅4cmで設置し、鉛直方向のケースは上盤側から土槽幅の約1/4離れた位置に幅5cmで設置した。珪砂4号単体で用いた場合と鉛直方向・水平方向にそれぞれ柔らかい層を設置した場合の合計3ケースで実験を行った。

3. 実験結果および考察

珪砂4号単体で地盤を作製したケースと、珪砂4号地盤中に意図的に柔らかい層を設置したケースについて行った試験後の土槽の様子を図-3に示す。図-3は、試験終了後、遠心载荷装置内から取り出して撮影したものである。図中(a)は珪砂4号単体のケース、(b)は水平方向に柔らかい層を設置したケース、(c)は鉛直方向に柔らかい層を設置したケースを示している。

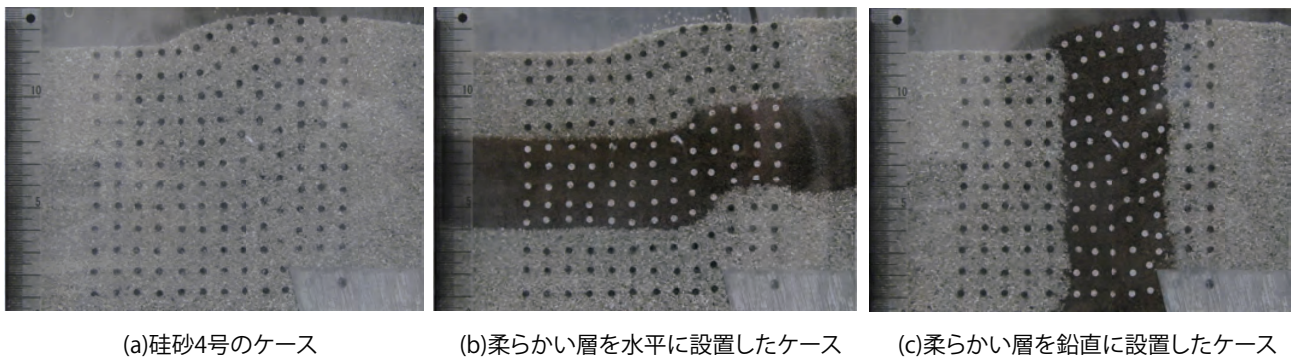


図-3 実験後の土槽の様子

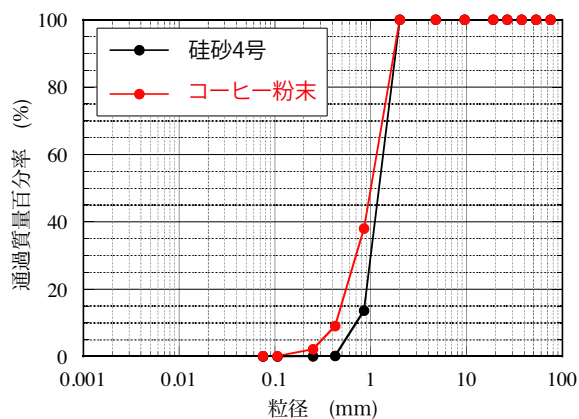


図-2 使用した地盤材料の粒度分布

水平方向および鉛直方向にそれぞれ柔らかい層を設置したケースにおける実験後の地表面付近の変位量を図-4に示す。図中には比較のために珪砂4号のみの結果も併せて示している。ここでの地表面付近の変位量は、地表面に最も近いマーカーの中心座標を実験前後で比較して算出している。基盤逆断層発生後の y 座標と逆断層発生前の y 座標との差を逆断層発生後の x 座標と共に示している。図-4より水平方向に設置したケースと鉛直方向に設置したケースで地表面付近の変位量が異なることが確認できる。鉛直方向に設置した場合については珪砂4号のみの場合との大きな差は見られないが、水平方向に設置した場合には土層全体において珪砂4号のみの場合よりも変位量が小さくなっている。

既往の研究で行った数値実験では、水平方向に設置した場合には地表面変位量が小さくなる一方でせん断帯が地表面に到達する幅が大きくなると示している。また、鉛直方向に設置した場合はせん断帯が上盤側にずれるといった結果が得られている。本研究で行った実験では解析結果と異なる結果となった。100Gを作用させることにより柔らかい層が締め過ぎている等の影響を受けている可能性があるため、今後検討していく必要があると思われる。

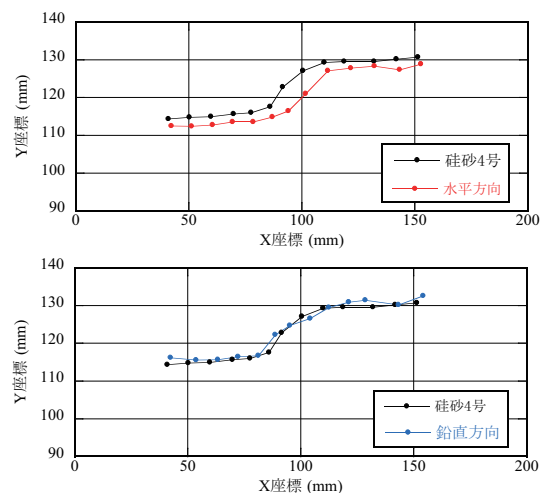


図-4 地表面変位

4. おわりに

本研究では、砂地盤中に意図的に柔らかい層を含む水平地盤を対象として強制的に変位を発生させる遠心载荷模型実験を行い、地盤中の剛性の違いが変形挙動に与える影響について比較・検討を行った。その結果、本研究で実験した範囲では水平方向に柔らかい層を設置したケースについては土層全体において地表面変位量が小さくなるが、鉛直方向に設置したケースでは珪砂4号単体のケースと大きな差が見られない結果となった。100Gを作用させることによって柔らかい層が影響を受けている可能性があると思われるため、遠心加速度を変えた実験を行いさらに検討を進める必要がある。また、画像解析によりせん断ひずみ分布や体積ひずみ分布などダイレイタンスー関係についても今後検討していきたい。

参考文献

- 1) 久保田正志ほか：粘性土地盤の遠心载荷逆断層模型実験，第70回土木学会年次学術講演会概要集，pp. 761-762，2015。
- 2) 山口和樹ほか：逆断層により強制大変位を受ける粘性土地盤の変形挙動に関する遠心载荷模型実験，平成27年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，III-10，2016。
- 3) 盛健太郎ほか：逆断層強制大変位を受ける柔らかい層を含む積層地盤の変形解析，平成28年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，III-51，2018。