

逆断層強制大変位を受ける非均質な表層地盤の変形挙動

八戸工業大学 学生会員 ○坂野 真暉
 八戸工業大学大学院 学生会員 小笠原 亮介・堀合紳弥
 八戸工業大学大学院 正会員 橋詰 豊・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建造物の被害が発生する。近年活断層に関する研究の進展により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。その矢先，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，防災的観点から見ると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。しかし，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。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⁾。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²⁾。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遠心载荷模型実験，画像解析を行いせん断帯の進展方向や変位等について検討を行う。

2. 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100 Gで強制的に20 mm変位させた。模型装置の概要図を図-1に示す。地盤材料には，砂層は硅砂4号，柔層にはドリップした後のコーヒー粉末を使用した。それぞれの材料の基本的な物性値と粒径加積曲線をそれぞれ表-1，図-2に示す。また，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槽を作成した。画像解析を行うため，直径3mmのマーカを画用紙により作成，設置した。

実験ケースは，硅砂4号のみ，柔層のみ，硅砂4号

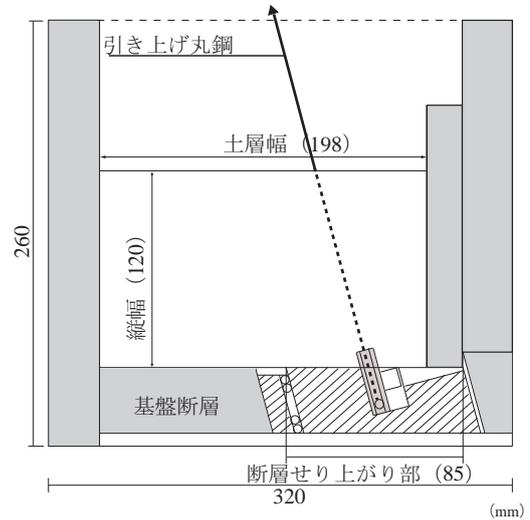


図-1 土槽の概要図

表-1 使用した材料の基本的性質

地盤材料	硅砂4号	コーヒー粉末
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	—

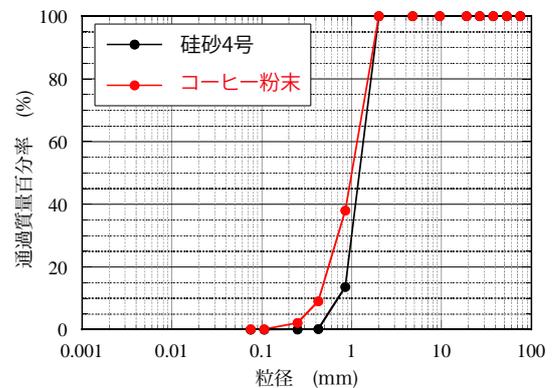


図-2 使用した地盤材料の粒度分布

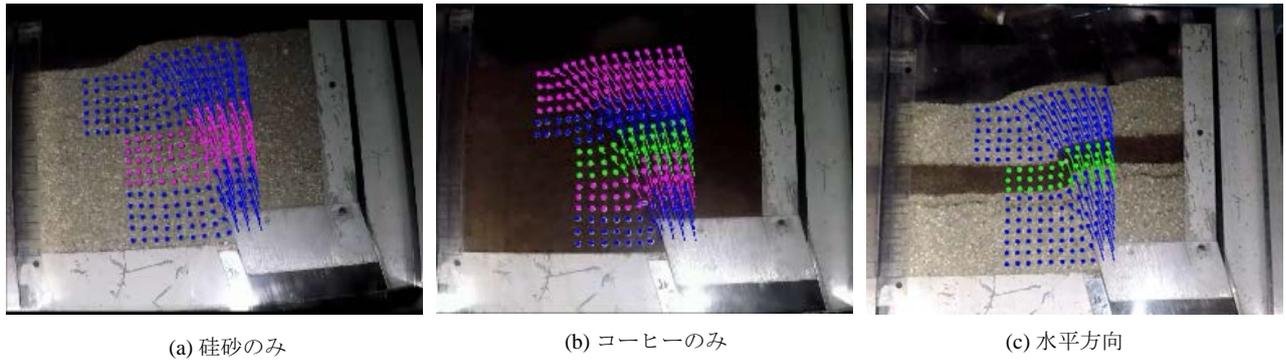


図-3 実験後の土槽の様子

に水平方向に柔層を挿入した場合を対象に行った。

3. 結果の整理

実験後の様子と画像解析によるマーカーの追跡結果を図-3に示す。同図(a)は珪砂4号のみ、(b)はコーヒーのみ、(c)は土層の中心に2cmの柔層を水平方向に設置したケースである。珪砂のみのケースでは、逆断層せり上がり部の上部にある砂層はほぼ鉛直に変位しており、基盤逆断層の75°に沿ってせん断帯が進展している。地表面付近ではせん断帯が上盤側へ進展し、範囲の広がり確認できる。なお、ここでの上盤は図-1の基盤断層側、下盤はせり上がり部側としている。コーヒーのみのケースは、珪砂のみと比較すると断層せり上がり部上部の柔層も上盤側へ変位しており、せん断帯の進行方向についてはせり上がり部付近では基盤逆断層の角度に沿って進展しているが、地表面に向かうに従い、上盤側へせん断帯が進展している。これは、層が柔らかいため、逆断層がせり上がる際に生じる力が、分散しているため、せん断帯が上盤側へ進展していると考えられる。

水平方向に設置した場合には、柔層下部においては珪砂のみと同様の変位をしているが、柔層の変形により、上部では珪砂のみと比較するとやや上盤側へ広がりながらせん断帯が進展している。

図-4には実験後の各ケースにおける地表面付近のマーカーの様子を示す。同図より、珪砂のみでは、下盤側の変位量が約2cmであるのに対し、柔層のみと水平方向に柔層を設置した場合には変位が抑制されていることがわかる。また、変位の発生する位置についても柔層が存在することにより、上盤側へ遷移することがわかる。これらのことから、柔層を設置することで下盤側の変位を抑制でき、対策手法を考える上で有効であると考えられる。

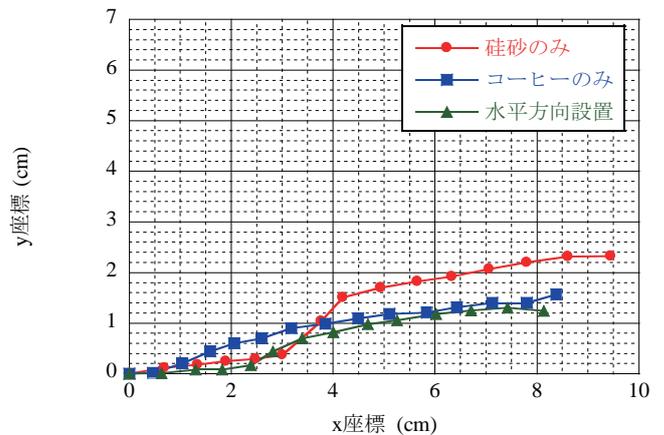


図-4 地表面変位

4. おわりに

本研究では、砂地盤を珪砂のみ、柔層とした場合と水平方向に設置した場合を対象として、強制的に変位を発生させる遠心载荷実験を行い、柔層が与える影響について画像解析を実施し、せん断帯の進展方向と地表面変位について比較・検討を行った。その結果、人為的表層地盤の物性を改変することにより、せん断領域の進展方向や地表面変位を制御できる可能性を示唆した。本研究における検討は、逆断層角度75°に限定していることから非常に限定的である。断層角度の影響、せん断体内部の詳細な観察、柔層の位置や厚さの影響など多くの課題が残されている。

参考文献

- 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。
- 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。