

広島大学大学院	学生会員	○藤本貴浩
広島大学大学院	正会員	土田 孝
若築建設 (株)	正会員	水野健太
国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所	正会員	松永康司
国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所	正会員	鬼童 孝
国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所	正会員	水谷亨二

1. 背景・目的

近年，建設工事のコスト削減が進められており，軟弱粘土地盤の改良工法として，改良原理が簡単で工費を抑えることのできる圧密促進による改良方法である盛土併用型の真空圧密工法が注目されている．しかし，この工法は近接構造物があるときには周辺地盤の変形を及ぼすという問題がある．

杉山ら⁽¹⁾は真空圧密と盛土を併用することにより周辺地盤の変形を制御することを試みている．これによると，真空圧を先行载荷し盛土圧を段階的に载荷することで，水平変位を抑制することはできたが連れ込み沈下を防ぐことはできなかつたと報告されている．

したがって，本研究では周辺地盤の鉛直変位（連れ込み沈下）も抑制できる対策工を模型実験により検討した．

2. 実験方法

前面アクリルの土槽にて圧密圧力 39.2kN/m^2 で予備圧密し粘土層を作成した．この土層を用いて真空ポンプとシリンダーを用いて盛土併用型の真空圧密による地盤改良の模型実験を行った．Fig.1 に模型実験の概要図を示した．シリンダーで载荷する硬質ゴム製の盛土模型の下 (Fig.1 では右隅) が改良域である．また，その外の部分が未改良域 (周辺地盤) と想定した．

周辺地盤の鉛直変位を抑制するために，改良域と未改良域の境界部 (土槽右端から 35cm 地点) に「遮断層」を設けた．遮断層とは約 3cm の幅の層 (深さは約 20cm) を加水と練り返しによって強度を低下させ，未改良域との縁切りを行うものである．また，水平方向の変形は杉山の方法と同様，盛土圧を段階的に载荷することで制御した．真空圧密の効果によって土層が水平方向に 0.5mm 程改良域側へ変位するごとに 9.8kN/m^2 ずつ盛土圧力を上げていくことで水平変位を抑えた．Fig.2 に水平変位を制御したときの土層の水平変位の経時変化を示した．これをみると，真空圧を先行的に载荷したことによって改良域側へ移動した土層が盛土圧力を増加させると未改良域側へ移動していく様子がわかる．改良開始から 9 時間程で盛土圧力は所定の圧力 (78.5kN/m^2) まで増加が完了した．なお，計測地点は土槽右端から 30cm の地点である．

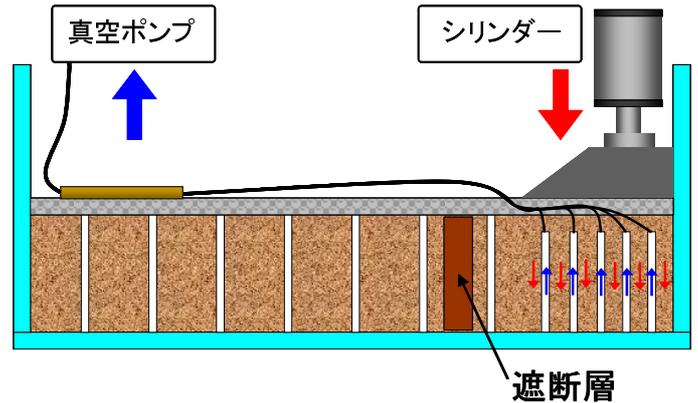


Fig.1 実験模型模式図

Table.1 载荷条件

	真空圧 (kN/m^2)	盛土圧 (kN/m^2)	遮断層	水平変位による 制御
CASE1	-78.5	2段階で78.5まで	なし	なし
CASE2			練り返し	なし
CASE3		8段階で78.5まで	練り返し+加水	○

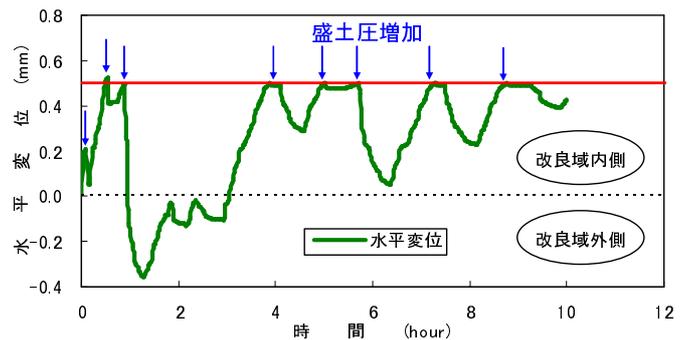


Fig.2 盛土圧の制御 (CASE3)

遮断層の効果を確かめるために対策工をしていないケース等も行い比較した。Table.1 に载荷条件を示した。また、改良後には一軸圧縮強度試験と含水比から強度増加を調べ、地盤改良の効果を確認した。

3. 実験結果・考察

Fig.3 に土槽右端から 30cm, 40cm 地点（遮断層の前後）の土層の改良開始から 60 時間後の水平変位を示す。CASE2 の水平変位が大きいのは、加水せずに繰り返したために強度が大きい状態での攪拌作業になってしまい、遮断層部分が繰り返し不十分かつ空隙が多い層になってしまったと考えられる。そうすると、空隙のおかげで遮断層背面（30cm 地点）では移動しやすい状態になり、水平変位が CASE1 よりも大きくなってしまったと推測される。

次に、加水してから繰り返すことで遮断層の強度をより低下させた CASE3 では、遮断層が圧迫されないように盛土の多段階载荷による改良域の土層の未改良域側へのはらみ出しの抑制も対策工として行った。Fig.3 に示すように、遮断層背面において CASE1 と比べて表層部の水平変位が抑えられており、水平変位が抑制できていることがわかる。これにより、遮断層の強度の回復を防ぎ、遮断層前面（40cm 地点）で水平方向の変形が抑えられたことから、遮断層が緩衝材の効果を発揮したと考えられる。

また、Fig.4 に改良開始から 60 時間後の土層の鉛直変位を示す。繰り返しのみの遮断層を設けた CASE2 では、対策工を行わなかった CASE1 と比較して、鉛直変位が抑制できておらず、むしろ変位量が大きかった。これは、繰り返しのよって強度を低下させていた遮断層が、改良初期に盛土圧によって圧迫されて早期に強度が回復してしまい、遮断層の効力を果たさなかったと考えられる。

一方、CASE3 では遮断層の強度回復を抑えられたことにより、縁切りの効果を果たし、連れ込み沈下を軽減させることができたと推測される。この縁切りの効果から、盛土载荷による遮断層部分に働くせん断力が小さくなり盛土の沈下量が大きく現れてしまったと考えられる。盛土沈下量の増加から外側へ土圧が作用し 40cm 地点付近では土層が盛り上がり、結果として周辺地盤の鉛直変位を小さい範囲に抑えられたのではないかとと思われる。

4. 結論

鉛直変位については、加水して繰り返した遮断層を挟むことで周辺地盤の連れ込み沈下を軽減することができた。また、盛土载荷を制御することで、地盤が水平方向に移動してしまうのを防ぎ、周辺地盤の水平変位を抑えることができた。本実験で行った対策工は、矢板工などを用いることなく原地盤を繰り返すという方法によるもので工費の抑制が期待できる。

今後は、実験ケースを増やすことによって遮断層の効果を明確にし、実用性を確かめる必要がある。

参考文献

(1) 杉山直也・土田 孝・水野健太・大釜達夫：盛土载荷と真空圧密を併用したときの改良地盤の挙動に関する実験,第 42 回地盤工学研究発表会,2007,pp.923-924

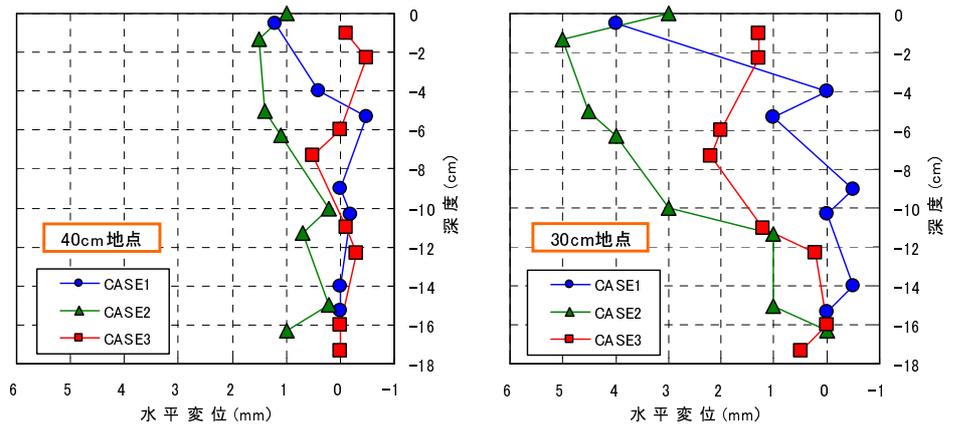


Fig.3 土層の水平変位

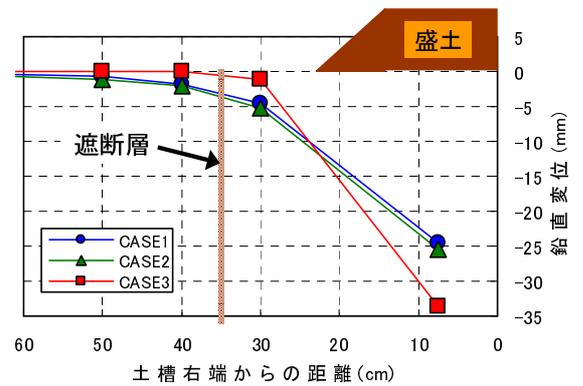


Fig.4 土層の鉛直変位