

ドレーン打設地盤における、せん断ひずみ履歴に基づく体積収縮量の評価

五洋建設(株) 技術研究所

正会員 ○小野大和, 海野寿康, 林健太郎

日本大学工学部 正会員 仙頭紀明

東北大学 フェロー会員 風間基樹, 徳島大学 正会員 渦岡良介

1. はじめに

筆者らは、人工材ドレーンを打設した模型地盤の1G 場振動実験を行い、その知見をもとに間隙水圧の値からドレーンからの排水量を計算することで、沈下量を算定する手法を提案した¹⁾。

一方で砂地盤の体積収縮量を算定する手法に累加せん断ひずみから求める方法がある²⁾。本論文は、先の実験の体積収縮量を累加せん断ひずみにより整理し、考察を行ったものである。

2. 模型実験の概要

実験には写真-1のような横200cm×縦100cm×高さ100cmのせん断土槽を使用した。地盤は相馬硅砂5号を用い、水中落下法で作成し相対密度は60%に調整した。せん断土槽の脇に写真のように直接接型型の水平変位計を用いて水平変位量を計測した。

人工材ドレーンは表-1のような間隔で設置し、ドレーンを除く地表面には予め水で膨潤させたベントナイトを2cm敷設し不透水層を模擬した。入力加速度は、正弦波を使用した。波数は20波、180波を用意し、周波数は10Hzと2Hzを用いた。

3. 使用材料(ドレーン材)

使用したドレーン材料に関しては参考文献1)に詳しく記述したが、Case8では現場で使用するドレーン材(TypeAとする)を用いた。これは加振時、ただちに排水性を確保する性能を有している。一方、運動場等の暗渠排水に使用されている汎用タイプのドレーンは1オーダー程度、透水係数が低い。この透水性の差をみるため、今回新たにTypeB、Cとして汎用ドレーン打設地盤でも振動実験を行った。

4. 繰返しせん断履歴の評価方法

せん断ひずみ履歴の評価方法は文献3)を参照とする。以下の式(1)を用いてまとめた。

$$\gamma_{acm} = \int_0^t |\dot{\gamma}(t)| dt \quad (1)$$

(ここで $\dot{\gamma}$ は時刻 t におけるせん断ひずみ速度。)

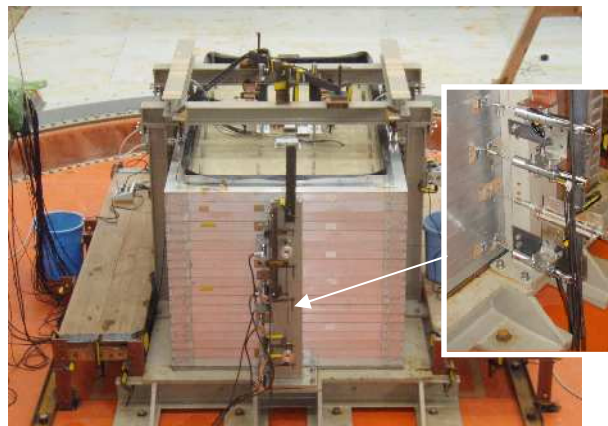


図-1 実験状況(右枠内は水平変位計)

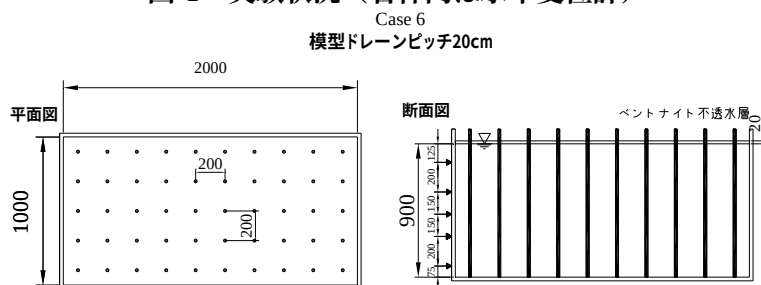


図-2 実験平面・断面図(図中▶は変位計)

表-1実験ケース一覧

Case	ドレーン径 ドレーン間隔	加振条件
3-1	Φ2cm60 cm	10Hz 150Gal 20 波
3-2	Φ2cm60 cm	10Hz 100Gal 20 波
3-3	Φ2cm60cm	5Hz 100Gal 20 波
4-1	Φ2cm45 cm	10Hz 150Gal 20 波
4-2	Φ2cm45 cm	10Hz 150Gal 180 波
5-1	Φ2cm30 cm	10Hz 150Gal 20 波
5-2	Φ2cm30 cm	10Hz 150Gal 180 波
6-1	Φ2cm25 cm	10Hz 150Gal 20 波
6-2	Φ2cm25 cm	10Hz 150Gal 180 波
7-1	Φ2cm20 cm	10Hz 150Gal 20 波
7-2	Φ2cm20 cm	10Hz 150Gal 180 波
8-1	Φ10cm 60cmTypeA	2Hz 50Gal 20 波
8-2	Φ10cm 60cmTypeA	2Hz 100Gal 20 波
11-1	矩形 16cm×3cm 60cmTypeB	2Hz 100Gal 20 波
11-2	矩形 16cm×3cm 60cmTypeB	2Hz 150Gal 20 波
12-1	Φ10cm 60cmTypeC	2Hz 100Gal 20 波
12-2	Φ10cm 60cmTypeC	2Hz 150Gal 20 波

繰返しせん断ひずみ履歴, 体積収縮, ドレーン

〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設技術研究所

5. 模型試験結果・考察

図-3, 図-4 に実験結果の一例を示す。せん断ひずみ計測箇所は参考文献 3) における記号と対応している。図の上段はせん断土槽底面で計測された入力加速度である。せん断ひずみは図-1 に示した水平変位計の同時刻による位相差から求め、体積ひずみは土槽の体積と沈下量の関係から求めた。また、式(1)を用いて累加せん断ひずみ履歴を求めた。すべてのケースにおいて、各層ごとに計測された累加せん断ひずみと体積ひずみ関係を求め、まとめたものを図-5 に示す。

① 模型ドレーン, ドレーン TypeA

参考文献 3) で、砂のみの無対策地盤に加振を与えた場合、体積ひずみ-累加せん断ひずみ関係は仙頭の実験式 ($Dr=60\%$) と良い相関が得られたことを示している。しかし、ドレーン打設地盤では同じ累加せん断ひずみを与えられた場合でも体積ひずみは抑制され、頭打ちとなる傾向があることが示された。

海野ら⁴⁾は液状化後の体積ひずみ量が初期せん断応力に応じて変化することを実験により示しているが、本実験では加振中の排水効果の程度(ドレーンピッチ)によっても体積ひずみが変化する事を示している。

② ドレーン TypeB, C

汎用ドレーンを使用した場合、仙頭の実験式と良い相関関係が得られた。これは透水係数が低く、排水が間に合わなかったため、無対策と同じように体積ひずみが発生したと考えられる。すなわち、ドレーンの排水性能によっても体積ひずみは影響する事が示された。

6. まとめ

本実験より得られた知見は以下のとおりである。

1. 同じ累加せん断ひずみを与えた場合、ドレーン打設が打設された地盤の方が無対策地盤にくらべ体積ひずみは小さい。
2. ドレーン打設地盤において体積ひずみは累加せん断ひずみの量によらず一定値に近づく。
3. ドレーンの排水性能によっても体積ひずみは変化する。

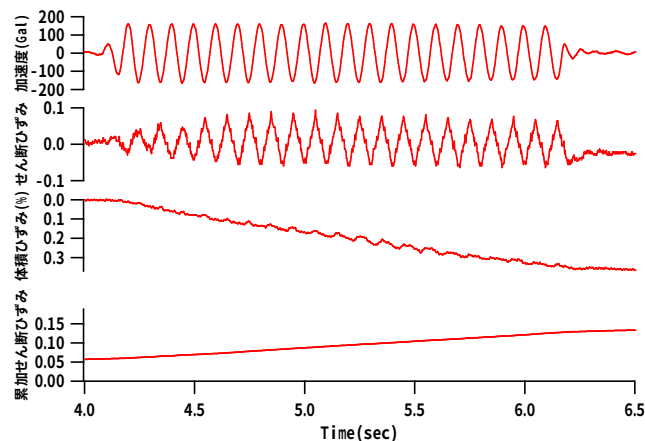


図-3 実験結果例(case7 20波 せん断ひずみc)

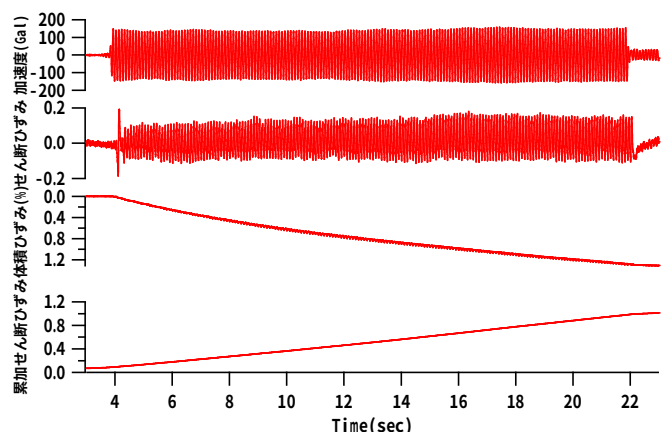


図-4 実験結果例(case7 180波 せん断ひずみa)

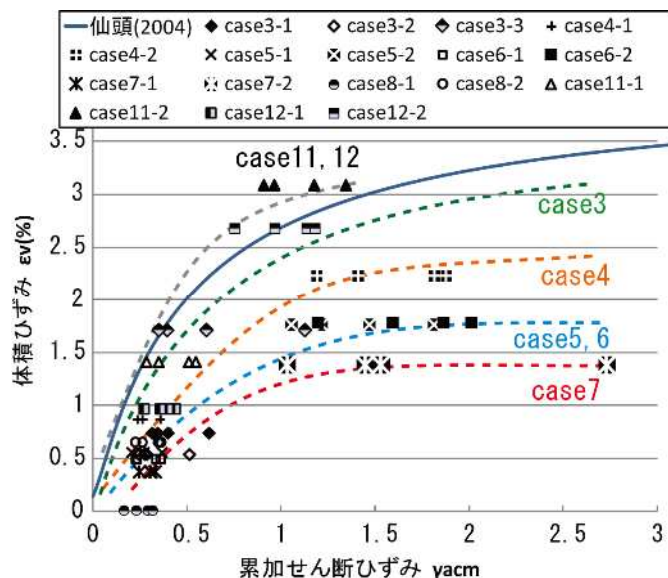


図-5 体積ひずみ-累加せん断ひずみ関係

今後、要素実験において部分排水試験を行い、体積ひずみと累加せん断ひずみの関係を比較する予定である。

参考文献 1)小野ら(2009): 人工材ドレーンを用いた液状化対策工法の性能設計対応実験(その 1,2,3),土木学会第 64 回年次学術講演会III 509-511,pp.1017-1012. 2) 仙頭ら(2004): 非排水繰返しせん断履歴後の再圧密実験と体積収縮特性のモデル化,土木学会論文集, No.764/ III -67, pp.307-317. 3) 海野ら(2010): せん断ひずみ履歴に基づく液状化後の体積収縮量の評価,土木学会第 65 回年次学術講演会(投稿中) 4) 海野ら: 繰返しせん断ひずみ履歴に基づく液状化後の体積収縮量の評価に対する試験制御や試験条件の影響,土木学会論文集 C, Vol. 64, No. 4, pp.776-781, 2008.