

通気・防水シートを用いた河川堤防の強化に関する基礎的実験

太陽工業(株) 正会員 梶尾 孝之
 太陽工業(株) 非会員 三吉 正英
 熊本大学 正会員 椋木 俊文
 熊本大学 正会員 谷口 徳晃

1. はじめに

河川堤防が破堤・決壊すると市民生活に深刻な影響を与える。河川堤防の表面には遮水シートを敷設し増水した河川の水や降雨水が堤体内に浸水することを防いでいる。堤体表面の遮水シートは増水時に堤体内へ水が浸水する時間を延ばす効果は期待できるが、空気の入りを遮水シートが阻害するため、水位低下時の土中水の早期消散のためには不合理である。

本報では堤防強化の目的で提案する通気・防水シート(図-1参照)の通気効果を把握することを目的とし、産業用X線CTスキャナを使用して得られた砂供試体内部の水分移動の可視化結果を報告する。



図-1 通気・防水シートを通る空気の様子

2. 実験概要

実験内容は円筒形の簡易な土槽に水で飽和した砂を封入し、通気・防水シートを介して圧縮空気を送気する。送気により土槽内の水が排水され、水と空気が入れ替わることが予想される。水と空気の交換を裏付けるために実験前と実験後の土槽の状態をX線CTスキャナにより10mm間隔で撮影し、X線CT画像で土槽内の密度の変化を可視化し、土槽内で生じる密度変化の状態を確認することとした。CT撮影条件は、管電圧300kV、撮影スライス厚0.3mm、画素数は2048x2048である。熊本大学に導入されている産業用X線CTスキャナの概要については、参考文献3)を参照されたい。実験装置の概略図を図-2に示す。土槽は直径約10cmで高さ13cmの円筒形に近い形であり、土槽の中には飽和状態にした相馬桂砂8号を封入する。また相馬桂砂3号を排水層として詰め、土槽から排水される水を速やかに集めて排水することを可能にした。実験装置に敷設した通気・防水シートの諸元を表-1に示す。本実験で用いた通気・防水シートは廃棄物最終処分場の最終覆土層(キャッピング層)として一般的に用いられている材料である。

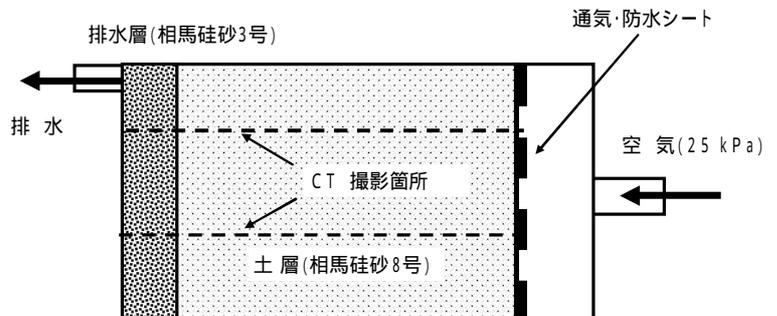


図-2 実験装置の概略図

表-1 実験に使用した通気・防水シート

| 項目 | 規格 | 試験方法 |
|-----------|-------------------------------|--------------|
| 材質 | ポリオレフィン系不織布 | |
| 単位面積当たり質量 | 330g/m ² | JIS L 1908 |
| 厚さ | 0.8mm以上 | JIS L 1908 |
| 引張強度 | 800N/5cm以上 | JIS L 1908 |
| 透水係数 | 1.1×10 ⁻⁹ cm/sec以下 | JIS A 1218準拠 |
| 透湿度 | 2500g/m ² ・24h | JIS Z 0208 |

3. 実験結果と考察

(1) CT画像

図-3および4は、それぞれ図-1で示した実験装置に関する空気圧入前後のX線CT画像である。CT画

キーワード：ジオテキスタイル, 河川堤防, CTスキャニング, 破堤, 堤防強化

連絡先：〒154-0001 東京都世田谷区池尻2-33-16 太陽工業(株) 土木E.C.O. 事業開発室 TEL 03-3714-3425

〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1 熊本大学大学院 自然科学研究科 社会環境工学専攻 TEL: 096-342-3545

像は、被検体内部の空間密度分布を可視化した 256 階調の白黒濃淡画像であり、画像内において白が高密度、黒が低密度を示す。送気により水が排水されると密度変化が生じて排水箇所は黒く可視化される。また、初期状態で黒い箇所が圧入後に白くなった領域は、初期の間隙に水が流入したことを示す。図 - 3 より珪砂 3 号の層と 8 号の層を比較すると、これは CT の撮影条件と粒子の大きさとの関係に起因する部分体積積効果によって 3 号の層の平均密度分布を示さず土粒子密度 (2.65 t/m^3) を可視化しているため 3 号の層の方が白く見え、粒子間の間隙が黒色で可視化されている。一方、8 号の層は全体の平均密度 (約 1.5 t/m^3) が可視化され 3 号の層よりも暗い色に可視化されている。図 - 4(a) より、珪砂 3 号と 8 号の境界付近の 3 号の層は 白の領域が増えており、図 - (b) では珪砂 3 号の層には水が排水された箇所が明らかに観察される。つまり、明らかに実験後の土槽内では飽和状態にあった水と空気が交換し土槽内にゆるみが生じていることがわかる。この実験では、水が比較的土槽内部の側面に沿って移動していることが観察されたため、再度実験を実施した。

(2) ヒストグラムによる画像解析

図 - 5 は、図 - 4 に示されている粗粒分の範囲を指定した領域の CT 値ヒストグラムである。これによれば、CT 値に変化がない領域と CT 値分布が左側へシフト状況が伺えるが、変化がない領域は土粒子の領域を示しており、CT 値分布が左側へシフトした領域が空気の圧入によって低 CT 値が増加したことを意味している。すなわち水が排水され空隙ができたことを示している。この頻度の差に画素面積 (0.0049 mm^2) 掛けることにより、水が排水され空隙が生じた領域を定量的に評価できる。この値の精度については、今後 CT 値と密度、画像面積と実断面面積との検量線の評価することで改善できる。

4. おわりに

土槽内で飽和状態であった水が片側から空気を送り込んだために排水され、通気・防水シートの通気性により土中に空気が入り込むことの可能性を確認できた。今後の課題として通気・防水シートを介して土中に空気が入り込んでいく時の経時変化や通気経路のできた等、X 線画像を用いて可視化し多くの事象を確認していきたい。

参考文献

- 1) 榎尾孝之、三吉正英「ジオシンセティックスを用いた河川堤防の強化工法に関する一提案」繊維学会予稿集, 2006 年次大会, P.200
- 2) 上田滋夫、榎尾孝之「河川堤防に用いる新しいジオシンセティックスの提案」地下水地盤環境に関するシンポジウム 2006 - 水辺と堤防と地下水 -
- 3) 椋木俊文：地盤工学における X 線 CT 法の適用に関する研究, pp.13 -107, 熊本大学大学院博士論文 2001.

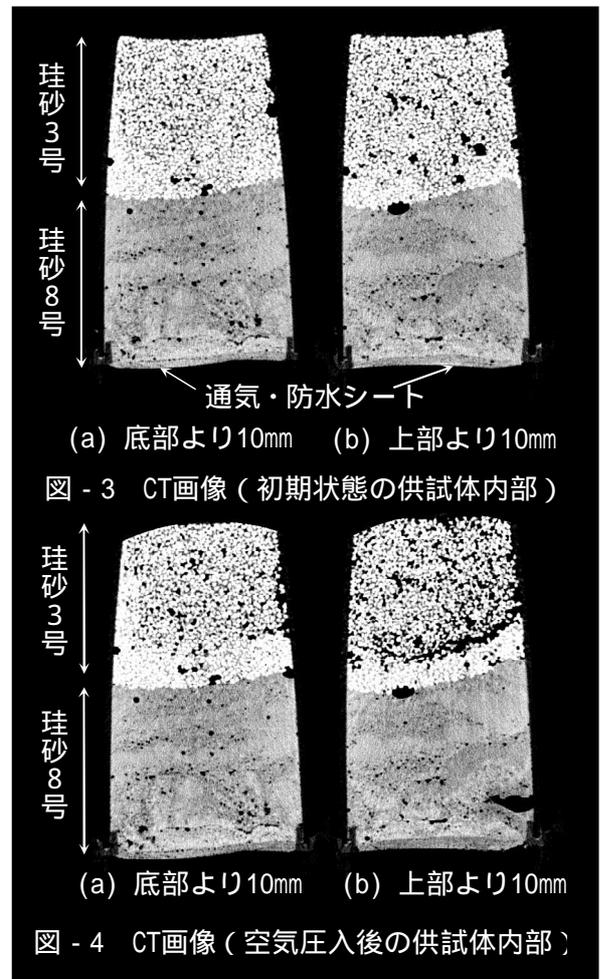


図 - 3 CT画像 (初期状態の供試体内部)

図 - 4 CT画像 (空気圧入後の供試体内部)

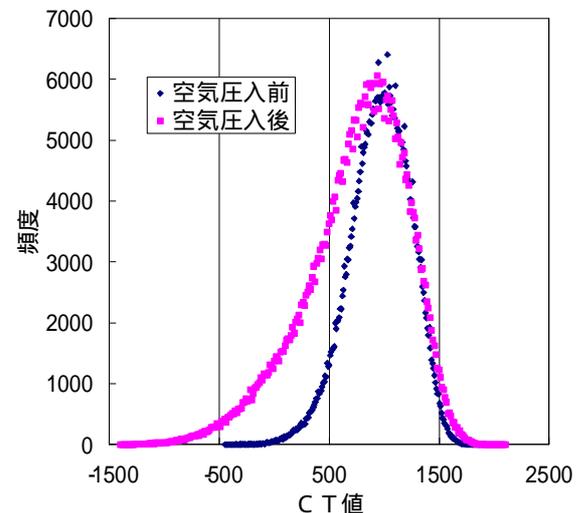


図 - 5 粗粒分の CT 値ヒストグラム