

## 遮水シートの気密性による盛土表層の飽和度に与える影響の一考察

法面保護 遮水工 飽和度

複合技術研究所 正会員 ○影田真衣香 矢崎澄雄 鈴木聡 川崎佑斗

東京インキ 正会員 川俣さくら 原田道幸 石垣竜一

鉄道総合技術研究所 正会員 小島謙一 ジェイアール西日本コンサルタンツ 正会員 近藤政弘

## 1. はじめに

盛土のり面の遮水による耐降雨性能の向上のため、RRS 工法<sup>1)</sup>に遮水シートを組み合わせた RRS-s 工法を開発した。本工法の実用化に向け、実物大盛土での試験施工を行い、遮水シート直下における盛土表層の飽和度の計測を1年間実施した。その計測結果から、本工法で適用する遮水シート（EVA シート）および重ね合せ方法とすることで、盛土内への雨水の浸透は確認されず、十分な遮水性能を有していることが確認<sup>2,3)</sup>されたものの、実験開始直後から飽和度が10%～15%程度漸増し、その後一定値に落ち着く結果となった。飽和度が漸増する要因としては、シートの気密性や外気温に伴う蒸発散の影響等が考えられ、他の計測事例<sup>4)</sup>においても計測途中ではあるが同様の傾向がみられている。本稿では遮水シートを敷設した盛土表層の飽和度が漸増する要因を検討する目的で、試験施工を行った盛土の天端で遮水シートを敷設し、土壌水分計による計測を3か月間実施した。

## 2. 実験の概要

実験の概要図を図1に示す。本実験は、試験施工<sup>2,3)</sup>を実施した盛土の天端で、降雨による浸透の影響が極力ない条件で遮水シートを敷設した Case1 と敷設していない Case2 の天端表層の飽和度を土壌水分計により計測し、比較を試みた。

5.0m×2.5m の範囲について高さ 5cm を目安に整地を行った。整地後、含水比  $w_0=27.3\%$ 、締固め度  $D_c=90\%$  の条件で作製した供試体（幅 15cm×奥行 15cm×高さ 10cm）を、その周辺を十分に締固めながら埋め戻した。供試体の含水比、締固め度は、試験施工<sup>2,3)</sup>を実施した盛土のり面の含水比、締固め度を計測し、同じ条件となるように設置した。埋め戻した供試体の中央（深さ GL-5cm）には、土壌水分計（METER 社 ECH2O プローブ EC-5）と温度計（METER 社 RT-1）を事前に設置している。遮水シートは、盛土のり面に設置したのと同じ EVA シートを用い、Case1 の土壌水分計の位置を中心に 2.0m×2.0m の範囲に敷設し、固定用のアンカーピンで十分に固定した。本実験では、遮水シートによる土中水分の蒸発散を確認することを目的としていることから、外部からの水の侵入・浸透を防ぐ必要がある。そのために、実験箇所上部の 5.0m×2.5m の範囲に木柵を作製し、木柵の上にビニールシートを被せてシートを木柵に固定し、雨除けを設置した。雨除けは実験範囲内の土中に降雨を浸透させないこと、および密閉し温度の上昇をさせないことを目的とし、上部から覆う形状でかつ横から風が入るように考慮した。雨除けの設置状況、実験の実施状況の写真を図2に示す。

土壌水分計の測定値  $x$  と含水比  $w$  の関係は、試験施工の際に土壌水分計の検定を行っており、その検定による関係式 ( $w = a(x-b)^2 + 35.37$ ,  $a = -1.417E-04$ ,  $b = 834.11$ ) を用いた。現地の盛土材の室内土質試験結果から、 $\rho_s = 2.644 \text{ g/cm}^3$  と  $D_c = 90\%$  時の間隙比  $e = 0.936$  を用いて、含水比を飽和度に換算した。

## 3. 実験結果

図3に、2023年6月22日～2023年9月20日までの雨量計による降水量 (mm/h) と各ケースの土壌水分計の計測結果、温度計の計測結果を示す。これらの計測結果より、両ケースともに飽和度は計測日数とともに徐々に低下する傾向

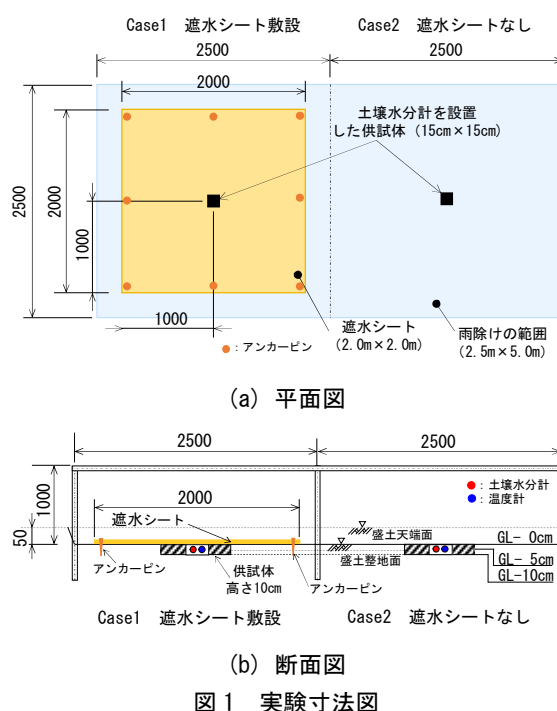


図1 実験寸法図



図2 実験の様子

A study of the influence of the airtightness of impervious sheet degree of saturation of an embankment surface layer

Maika Kageta  
Sakura Kawamata  
Kenichi Kojima  
Masahiro KondohIntegrated Geotechnology Institute Limited  
Tokyo Printing Ink MFG.Co.,LTD.  
Railway Technical Research Institute  
JR West Japan Consultants Company

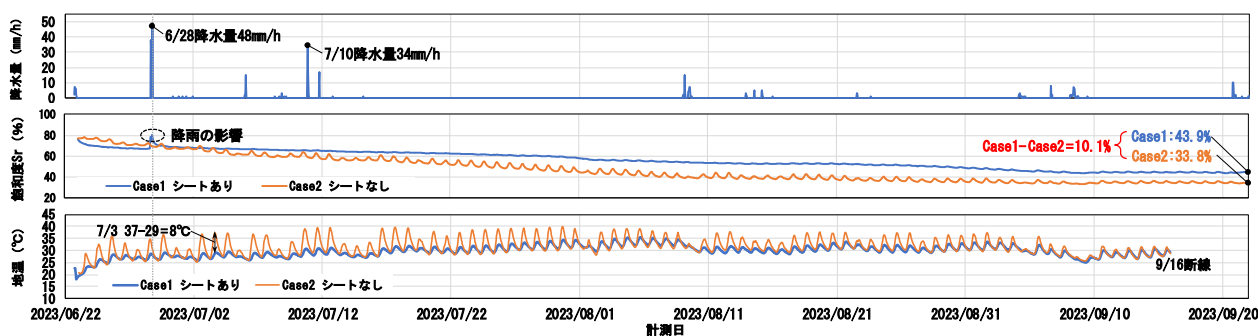


図3 本実験による計測結果

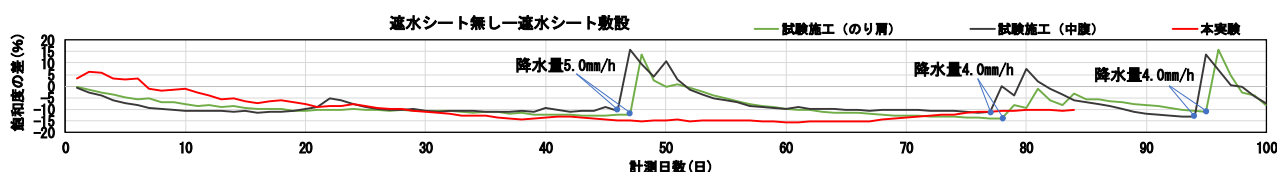


図4 本実験と試験施工の遮水シートの有無による飽和度の差分の比較

となっていることが分かる。Case1（遮水シート敷設）では、6/28の最大48mm/hの降雨により、一時的に82%程度まで飽和度が上昇したが、その後は7/10に34mmの降雨が発生するものの飽和度の上昇は見られず、9/20の計測を終了するまで基本的には降雨の影響を受けていないと考えられる。6/28に遮水シートを敷設したCase1のみ、降雨の影響を受けた原因として、本実験を行った盛土天端では雨除けの効果で、上部・側面からの雨水の侵入はないものの、雨除けの外側は十分な整地を行うことが出来ず、Case1からCase2の方向にかけて下り勾配がついたため、Case1の方から雨水が浸透したと考えられる。6/28以降の降雨に対しては計測結果に影響していないとみられ、計測開始から3か月程度経過した9/10～9/20には、両ケースとも飽和度がほぼ一定値に落ち着く結果となった。そのため、降雨による浸透の影響が少ないと考えられる9/20時点の飽和度で両ケースの比較を行った。その結果、飽和度はCase1（遮水シート敷設）43.9%、Case2（遮水シート無し）33.8%となり、遮水シートを敷設したCase1の方がCase2よりも10%程度大きくなった。また、両ケースの地温の計測結果を見てみると、遮水シートを敷設したCase1では、日中から夕方にかけて、地温の上昇が抑制され、最大で地温のピークが8°C程度小さくなった。そのため、遮水シートを敷設したCase1の盛土表層部では、遮水シートの気密性の影響の他に、遮水シートにより地温の上昇が抑えられることで土中に含まれる水分の蒸発散が減少し、飽和度が保たれる効果もあると考えられる。

本実験と試験施工での遮水シートの有無による飽和度への影響を比較するため、両試験の（飽和度の差）＝（シートなしの飽和度）－（シートありの飽和度）として図4に示した。試験施工の結果は、降雨の影響が少ない2022年12月27日～2023年4月20日のおおよそ100日間の飽和度の差分である。

本実験では雨除けを設置しているため降雨による飽和度の急上昇などの変動はなく、飽和度の推移は漸増（減）的であり、最終的にその差分は10%程度に収束している。本実験の結果と異なり試験施工の結果においては、降雨の影響による飽和度の上昇が、47～48日目、80～81日目、95～96日目に生じている。しかし、降雨による一時的な上昇であるため、いずれも時間の経過とともに減少し、概ね本実験と同様な値になり、定常状態となることがわかる。この結果から、試験施工時における遮水シート敷設箇所での飽和度の変化は、遮水シートの気密効果の影響（保湿効果・地温上昇の抑制効果の相互作用）であると考えられる。

#### 4. まとめ

降雨の影響がない条件下で、遮水シートを敷設することによる盛土表層部の飽和度が漸増した要因を実験的に検証し、下記の知見が得られた。

- 1) 遮水シートを敷設すると、シートの気密性の影響により地温の上昇が抑えられることで、土中水分の蒸発散が少なくなり、遮水シートを敷設しない場合と比べ、飽和度が10%程度保たれる現象となる。
- 2) 試験施工<sup>2),3)</sup>ののり面部の計測結果と本実験は概ね同様の傾向であり、遮水シート直下の盛土表層の飽和度が漸増するのは、降雨等による浸透の影響ではなく、遮水シートの気密性等の影響であることが確認された。

参考文献 1) 原田道幸ら：ジオセルと地山補強材による地山安定化工法の開発，ジオシンセティックス論文集，第31巻，pp.23-30，2016。 2) 原田道幸ら：遮水性を向上させたジオセルと地山補強材によるのり面工の施工性および遮水効果の検証，第37巻，pp.69-76，2022。 3) 川俣さくらら：盛土のり面工に適用する遮水シート重ね部の遮水性の検証，第58回地盤工学研究発表会，pp.11-2-1-06，2022。 4) 大村輝輝ら：バサルト繊維シートとくさびアンカーを用いたのり面工の材料特性と試験施工，令和2年度土木学会第75回年次学術講演会