

画像による地盤の飽和度測定法の開発

山口大学	学生会員	○田邊	文章
山口大学	正会員	吉本	憲正
山口大学	正会員	吉川	直孝
山口大学	正会員	中田	幸男
山口大学	正会員	兵動	正幸
山口大学	正会員	Orense	Rolando

1. はじめに

従来の飽和度測定法には、TDR法やADR法、土壌水分計やテンシオメーターと水分特性曲線を用いた方法などがある¹⁾。これらは、地盤の部分的な飽和度を測定するため、地盤全体の飽和度測定はできていなかった。それは装置の干渉が実験結果に影響しないよう間隔を保つ必要があったからである。また、高精度の結果を得ようとする、高価な装置が必要となりコストがかかってしまう。そこで本研究では、もっと簡単に地盤全体の飽和度を測定できる方法の開発を目指した。

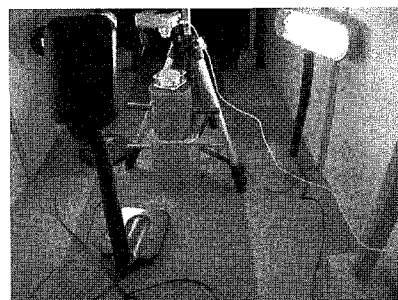


写真1. 撮影状況

2. 画像による飽和度測定法の開発

今回用いた試料は豊浦砂と鳥取シルトである。試料の飽和度を0%,30%,60%と変え実験を行った。相対密度は80%とした。試料は直径5cm、高さ2.1cmの亚克力ケースに詰めて上面から

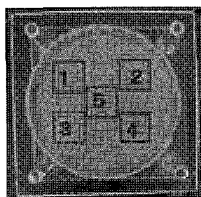


写真2. 切り取り部

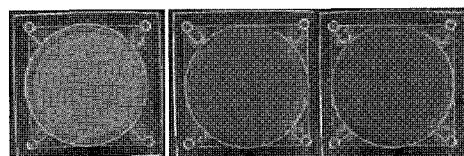


写真3. 豊浦砂の撮影写真(左から飽和度0%,30%,60%)

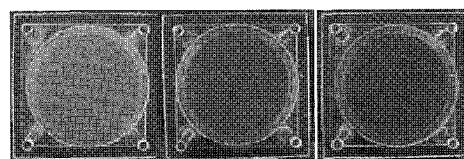


写真4. 鳥取シルトの撮影写真(左から飽和度0%,30%,60%)

撮影した。また、今回の実験には鮮明さを出すために食紅を用いた。輝度値に関して、輝度値は0~255までの値をとる。画像が明るいと高い値を示し、暗いと低い値をとる。つまり光に左右される。そのため今回の実験は暗室状態で

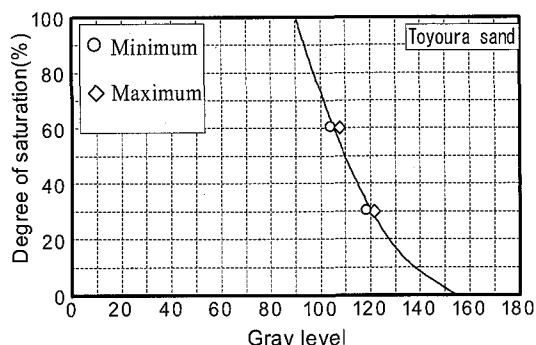


図1. 近似曲線

で行った。カメラ、電気スタンドはすべて固定し、試料だけを変えて撮影を行った。光は電気スタンドのみで実験を行った。

画像は各飽和度で5回撮影した。輝度値を得るために撮影した画像から5枚の画像(size200×200)を切り出した。この5枚の画像の輝度値の平均値をこの画像の輝度値とした。写真3,4は実際の画像である。左から0%,30%,60%である。飽和度が変化すると試料の色も濃くなっていることがわかる。これより、この時点で飽和度が高くなれば輝度値は低い値を示すと予想される。図1は今回撮影した画像で最大の輝度値のものと、最小の輝度値のものをプロットし、

近似曲線を描いたものである。プロットを見てみると、飽和度が高くなれば輝度値は低い値を示していることがわかる。さらに、この近似曲線を用いることで試料の飽和度を輝度値から求めることが可能となる。プロットを見るとバラつきが

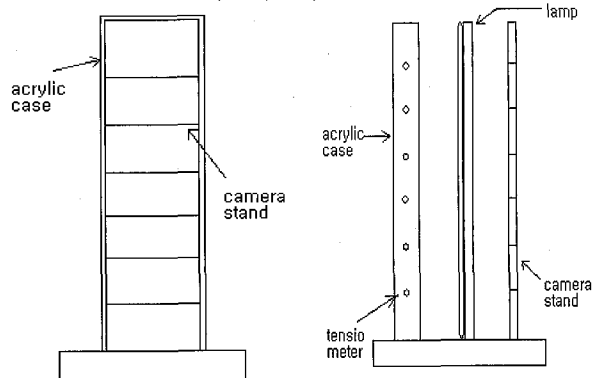


図2. 新実験装置 (左:正面図,右:側面図)

ある。今回の実験のばらつきでは、飽和度にして±5%程度の精度となる。しかし、近似曲線を見ると高飽和度領域ではばらつき大きくなることが考えられる。

3. 開発した測定法による鉛直浸透実験

アクリルケースの大きさは5×10×70(cm)で、ここに試料高さ60cmで実験を行った。この実験機では電気スタンド、カメラが固定でき、試料を変えるだけで実験が可能である。また、側面にはテンシオメーターを取り付けることができ、内部の飽和度も測定可能である。テンシオメーターは6本取り付け可能であり、位置を下からNo1～No6とした。今回の実験条件は表1に示す。図3に排水条件・豊浦砂の画像から求めた飽和度と時間の関係、テンシオメーターから求めた飽和度と時間の関係を示す。図からわかるように、ほぼ等しい値を示していることがわかる。これより今回の実験結果は信頼性が高いといえる。写真5に実際に撮影した排水条件での豊浦砂を、写真6には非排水条件を示す。また図4には排水条件のコンター図を、図5には非排水条件でのコンター図を示す。コンター図より、排水条件では上方から水が浸透していく様子がわかる。一方非排水条件では、上部が完全に飽和する前に水が下方へ浸透していき、供試体全体で飽和していく様子がわかる。これからわかるように、非排水条件時には下からも飽和度が高くなっていく様子がわかる。これは間隙内の水と空気の変換により起こったと推測される。また今回は鳥取シルトでも実験を行ったが、豊浦砂と同様の結果を得ることができた。

4. まとめ

すべての実験結果より、画像による飽和度の測定は可能であることがわかった。ただし、精度は飽和度にして5～10%程度である。今回は豊浦砂と鳥取シルトを用いて行ったが、試料にかかわらず測定は可能であることがわかった。また、従来の実験では求めることに膨大な時間がかかる供試体全体のコンター図も容易に求めることができた。

参考文献 1) 地盤工学会：不飽和地盤の挙動と評価、丸善、2004。

表 1. 実験条件

	Drainage condition	Initial Sr(%)	Dr(%)	Water level(cm)
Toyoura sand	Drainage	30	80	2
	Drainage	30	80	5
Tottori silt	Undrainage	30	80	5
	Drainage	30	80	5
	Undrainage	30	80	5

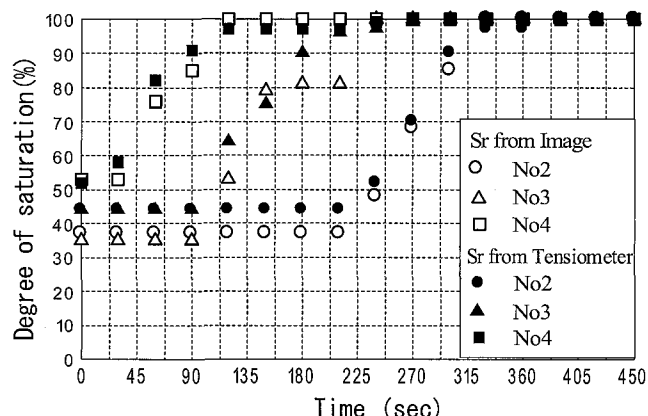


図 3. 飽和度の時間変化 (豊浦砂・排水条件)

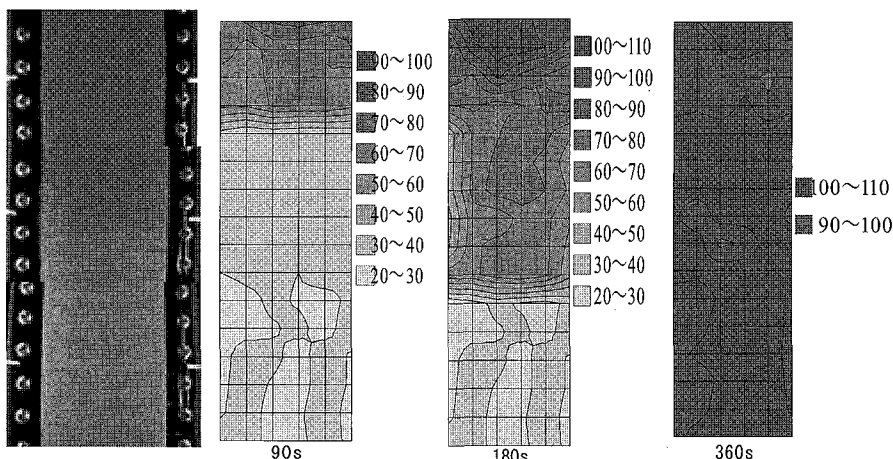


写真 5. 豊浦砂の撮影写真 (排水条件・実験開始から 180 秒後)

図 4. 豊浦砂のコンター図 (排水条件・左から実験開始 90 秒, 180 秒, 360 秒後)

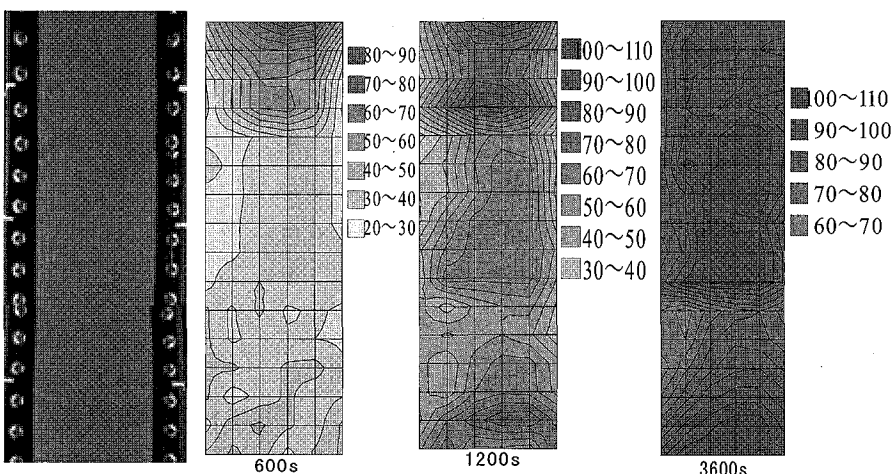


写真 6. 豊浦砂の撮影写真 (非排水条件・実験開始から 3600 秒後)

図 5. 豊浦砂のコンター図 (非排水条件・左から実験開始 600 秒, 1200 秒, 3600 秒後)