

団粒化促進剤添加土の透水性能の定量的評価に関する検討

鹿児島大学工学部 学生会員 ○江崎 奏音
 鹿児島大学大学院 学生会員 小川 大輝
 鹿児島大学学術研究院 正会員 酒匂 一成, 伊藤 真一

1. はじめに

学校等のグラウンドは、砕石上に真砂土を転圧することで造成される。長年の利用により、グラウンド表面にある真砂土の粒子破壊の影響などから、土埃が立ちやすくなったり、降雨後に水溜りができやすくなったりする。その際には、古い真砂土を取り除き、再度、造成がなされるが、コストがかかるため、低コストで団粒化促進剤を用いたグラウンド管理方法が開発されている。団粒化促進剤の主成分は、アクリル酸重合体の高分子化合物であり、これに含まれるプラス電荷が粘土・シルト粒子の表面に帯びるマイナス電荷と結びつき、団粒構造を形成する。当初は、土埃を抑制することが目的であったが、団粒化することで間隙が大きくなり、透水性が向上する可能性が期待されている。しかしながら、複数の施工実績から土埃の発生を抑制し、水溜りが生じにくくなることが確認されているが、透水性を定量的に評価する方法が確立されていない。そこで、本研究では、ミニディスクインフィルトロメータ(METER社、以降、インフィルトロメータと称す。)を用いた団粒化促進剤添加土の透水性能の定量的評価を行う。

2. インフィルトロメータによる透水係数算出方法

インフィルトロメータは、従来の現場透水試験器と比較し軽量で持ち運びが容易であり、飽和に近い不飽和地盤の透水係数(現場飽和透水係数)を測定することができる。現場飽和透水係数 k_{fs} を算出する方法として、Reynolds and Elrick (1991)の方法^{1),2)}を用いる。この試験法は、インフィルトロメータを地表面に設置し、3つの異なる圧力水頭を与え、各圧力水頭で一定時間毎に浸潤量 Q を計測する。このとき、現場飽和透水係数は次式により算出する。

$$k_{fs} = e^{\log_e\left(\frac{Q}{t}\right)} \left/ \left(\pi R^2 + \frac{4R}{a} \right) \right. \quad (1)$$

ここに、 Q/t : 定常流量[cm³/s], R : インフィルトロメータのディスク半径[cm], a : 複数の計測結

果から得られるパラメータ。

パラメータ a と $\log_e(Q/t)$ は未知数である。設定された圧力水頭で浸潤量を計測し、図-1に示すように浸潤量が定常状態と判断された際の流量 Q/t を求め、図-2の圧力水頭- $\log_e(Q/t)$ の関係図にプロットする。3つ以上のデータから近似直線を描き、その傾きと切片が式(1)の a と $\log_e(Q/t)$ である。また、透水係数のバラツキを小さくするため、インフィルトロメータによる透水試験を行う前に地表面を十分に湿潤させ、3つの圧力水頭を-1, -3, -5[cmH₂O]に設定する³⁾。

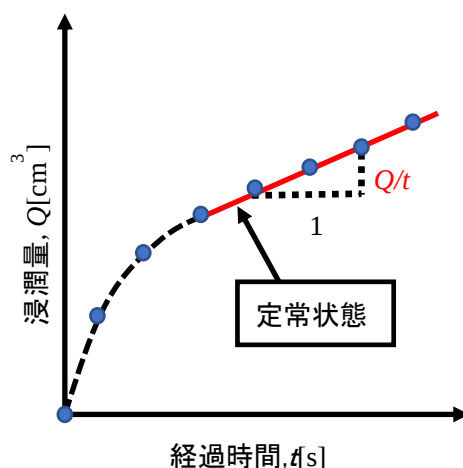


図-1 浸潤量の変化

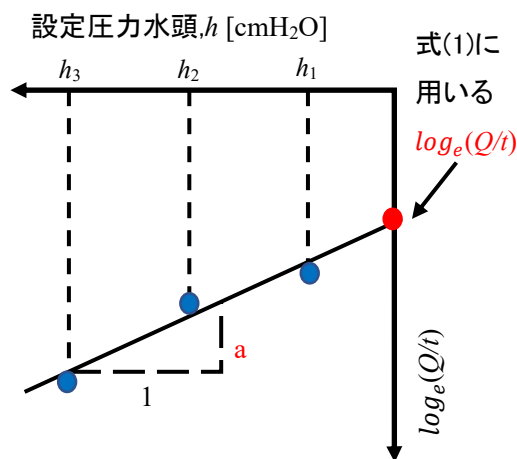


図-2 現場飽和透水係数算定方法の概要

3. 団粒化促進剤添加土の透水性能評価試験結果および考察

本研究では、団粒化促進剤添加土の透水性能の定量的評価を室内実験により行った。試料には、熊本県産真砂土に、粉末状の団粒化促進剤（レモン通商：ロータス C）を添加率 0.1% で混合したものを用いた。なお、添加率は、土粒子の質量に対する団粒化促進剤の質量を百分率で表したものである。添加率 0.1% は、グラウンド表面の土埃を抑制するために設定された条件であり、実際に施工されたグラウンドでは、透水性も向上すると言われているため、今回の試験では、その透水性能を定量的に評価することを試みた。供試体は、硬度が多目的広場のプロクターニードル貫入抵抗値を満たすことを目標に、初期含水比を 9% とし、締固めエネルギー約 783kJ/m^3 で締め固めた。

試験は、団粒化促進剤の添加の有無と混ぜ方の違いによる透水性能を比較するため、3 つのケースで実施した。Case1 では団粒化促進剤無添加土、Case2 では団粒化促進剤添加土で、含水比調整した真砂土に団粒化促進剤を添加した供試体、Case3 では、真砂土に団粒化促進剤を添加後、炉乾燥して、含水比 9% に調整した供試体を用いた。

表-1 に第 2 章で説明したインフィルトロメータによる計測方法を用いて得られた各 Case の現場飽和透水係数の試験結果を示す。各 Case とも、5 回ずつ試験を実施した。表-1 より、Case2 と Case3 は、団粒化促進剤を添加しているにも関わらず、団粒化促進剤により、現場飽和透水係数が向上するという効果は見られなかった。Case2 の 2 回目以降と Case3 の実験は、締固め試験に一度使用した真砂土を用いたため、粒子破碎の影響により細粒分が増えたことによる透水性への影響がある可能性が考えられる。そこで、新たに熊本県産真砂土を準備し、各 Case とも、3 回ずつ再試験した結果を表-2 に示す。表-2 から、団粒化促進剤を添加した Case2 や Case3 と添加していない Case1 の試験結果を比較しても、値に大きな差はなく、団粒化促進剤添加の有無や混ぜ方の違いによる現場飽和透水係数の向上効果は見られなかった。

4. おわりに

本研究では、団粒化促進剤添加土における透水性能の定量的評価に関する試験を行ったが、施工現場

表-1 団粒化促進剤添加土の透水性能評価試験結果

	Case1(m/s)	Case2(m/s)	Case3(m/s)
1	9.15×10^{-6}	9.87×10^{-6}	2.34×10^{-6}
2	1.77×10^{-5}	2.38×10^{-6}	3.58×10^{-6}
3	1.38×10^{-5}	1.38×10^{-6}	9.15×10^{-6}
4	5.80×10^{-6}	3.84×10^{-6}	3.69×10^{-6}
5	4.01×10^{-6}	3.29×10^{-6}	4.01×10^{-6}
平均	1.01×10^{-5}	4.15×10^{-6}	4.55×10^{-6}

表-2 団粒化促進剤添加土の透水性能評価試験の再試験結果

	Case1(m/s)	Case2(m/s)	Case3(m/s)
1	2.46×10^{-6}	2.17×10^{-6}	6.79×10^{-6}
2	2.01×10^{-6}	1.72×10^{-6}	1.01×10^{-6}
3	2.04×10^{-6}	1.23×10^{-6}	1.43×10^{-6}
平均	2.17×10^{-6}	1.71×10^{-6}	3.08×10^{-6}

で用いられている団粒化促進剤添加率 0.1% では、現場飽和透水係数の向上効果が見られない結果が得られた。今後、添加率を変えた試料による現場飽和透水係数への団粒化促進剤の効果を検証したい。

謝辞：本研究を行うにあたり、レモン通商株式会社から、施工に関する情報の提供や試験試料等の提供の支援を受けた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) W. D. Reynolds, D. E. Elrick: Determination of Hydraulic Conductivity using a Tension Infiltrometer, Soil Science Society of America Journal, Vol.55, No.3, pp.633-639, 1991.
- 2) T. Sugii, H. Yokawa, and M. Ishii: Measurement of field-hydraulic soil properties using suction infiltrometer for soil-based pavement, Proc. of the 7th AsiaPacific Conference on Unsaturated Soils (AP-UNSAT2019), pp.84-89, 2019.
- 3) 小川 大輝, 酒匂一成, 伊藤真一: 携帯型ミニディスクインフィルトロメータから算定される現場透水係数の精度向上に関する検討, 令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会講演概要集, III-405, 2020.