

非活性細粒分が地盤内の水分特性に与える影響

九州大学工学部 学○岩崎 正隆

九州大学大学院 正 安福規之 大嶺聖 ハザリカ・ヘマンタ 荒木功平

九州電力株式会社 池田 博嗣

1. はじめに

現在地球上の約4分の1の地域が砂漠化に直面しており、毎年約6万km²(四国と九州を併せた面積)もの地域で砂漠化が進行しているといわれている。そのため砂漠化の対策は急務となっているのであるが、砂漠を緑化するには適度な地盤内水分の確保が必要である。しかし砂漠化地域は降雨量が非常に少なく、別の場所から水分を運ぶのにも莫大な労力とコストが必要となり、簡易で低コスト、かつ環境への負担が少ない水分確保の技術が求められている。そこで地下水を利用して地盤内の水分分布を調整できれば、砂漠地の緑化につながるのではないかと考えた。今回はモデルとして母材にマサ土を用いて、様々な混合比で非活性細粒分(フライアッシュ)を混合した試料でカラム試験を行い、非活性細粒分が地盤内の水分特性に与える影響について検討した。

2. 実験概要

表1. 実験条件

非活性細粒分の与える影響を調べるため、6つの条件でマサ土と非活性細粒分を乾燥密度で混合した試料を用いてカラム試験を行った。具体的な実験方法としては、内径10cmのアクリル筒の中に試料をできるだけ密に詰めたものを水槽

の中に設置し、毛管作用により試料が水を吸い上げる高さの経時変化を測定した。アクリル筒の底は不織布で覆い、試料が流出することなく吸水できるようにした。また、各アクリル筒にセンサーを5つずつ設置し、任意の高さでの体積含水率の測定を行った。センサーの測定は5分間隔で行う。

3. 毛管作用の概念を用いた結果の予測

毛管作用とは、表面張力の働きにより毛管内に水が上昇する働きのことである。この概念を用いると、半経験的な手法により水分上昇高さ h は、 $h=c/eD_{10}$ (cm) (e : 間隙比、 $c=0.1\sim0.5$) として表されることが知られている¹⁾。本研究では、この予測式を用いて水分上昇高さの予測を行った。これを表1および図3に示す。ただし、 $c=0.1$ とする。これを見ると分かるように、毛管作用による水分上昇高さは、間隙比が小さいほど、また粒状体を特徴付ける粒径の値が小さいほど高くなると言える。

試料(F:M)	カラム高さ (cm)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比 e	D ₁₀ (μm)	均等 係数	曲率 係数	予測値 (cm)	実測値 (cm)	cの値 (×10 ⁻³)
① 0:100	300	1.50	0.71	4.78	120	9.96	296	405	3.55
② 15:85	400	1.73	0.48	4.19	137	1.57	496	275	5.54
③ 30:70	400	1.65	0.55	2.77	126	0.23	660	389	5.89
④ 50:50	500	1.45	0.63	1.82	72.6	0.24	879	450	5.12
⑤ 75:25	500	1.24	0.87	2.39	7.78	1.25	481	475	9.88
⑥ 100:0	500	1.08	1.13	1.52	8.49	3.13	580	389	6.71

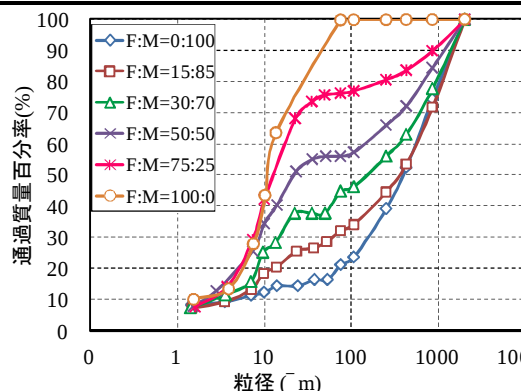


図1. 粒度分布

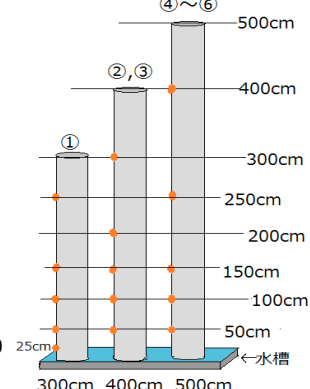


図2. 実験イメージ

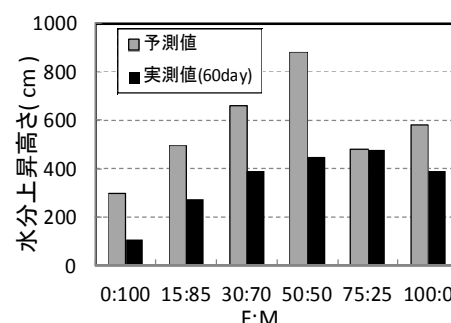


図3. 予測値と実測値の比較

4. 実験結果

60 日経過時点での水分上昇高さを図 3 に示す。予測値と比較すると、細粒分 F とマサ土 M の乾燥重量比、 $F:M=75:25$ の試料を除く他 5 条件の試料に関しては、予測値の 30%~70% までしか達していないが、 $F:M=75:25$ の試料は、60 日時点で水分上昇高さが最も高く、すでにこの時点で予測値に非常に近い値を示している。

またセンサーの出力値を校正式に代入して得られた体積含水率の値は図 4 のようになった。今回、校正式はセンサーの製造元である DEKAGON 社²⁾のものを用いた。この図より、非活性細粒分が占める割合が半分未満である 3 条件では、高さが高くなるにつれ体積含水率が減少している。それに対して、非活性細粒分が半分以上占める 3 条件では、体積含水率に対する高さの影響があまり見られない。これは、非活性細粒分が半分以上占める 3 条件において、少なくとも 60 日時点では、実験そのものがまだ十分に定常な状態に至っていないということが示唆される。

5. 考察

まず図 5 において、水分上昇速度について考えると、非活性細粒分が半分以上含まれる 3 条件において、同様の挙動が見られる。これらは図 1 の粒度分布より、30% 粒径が非常に近い値を示している。つまり、水分上昇速度は 30% 粒径よりも小さな粒径の影響を支配的に受けることが示唆された。

次に予測値と実測値から得られる、定数 c の値について考える。図 6 より、 c が任意の値をとるときに最適な細粒分の混合率が存在する。すなわち、同じ材料でも混合率によって c の値も大きく変わることが分かる。つまり c の値によって大きく水分上昇高さの予測値が異なるため、正確な予測値を得るためには一度実験を行い c の値の目安を付ける必要がある。よってこの予測式はおおよその水分上昇高さの目安を得るために用いる程度の位置付けにしておいたほうがよいと考えられる。

6. まとめと今後の課題

- (1) 水分上昇速度は 30% 粒径よりも小さな粒径の影響を支配的に受ける傾向がみられた。したがって、30% 粒径をパラメータとした予測式が考えられる。
- (2) 半経験的な予測式 $h=c/eD_{10}$ (cm) について今回検討したところ、フライアッシュ混合率に対して c が一定の値が得られなかったため、今後混合率と c の関係について検討することが必要であろう。

[参考文献]

- 1) 河野皓治・安福規之・大嶺聖・小林泰三・安藤伸晃・池田博嗣：細粒分に着目した粒状素材における吸水性能と水分上昇高さの簡易評価 土木学会西部支部 III-93 pp.513-514, 2010
 - 2) DEKAGON DEVICES: : Em50 Data Collection System User's Manual
- 謝辞：本研究は九州電力との共同研究として実施されたものである。

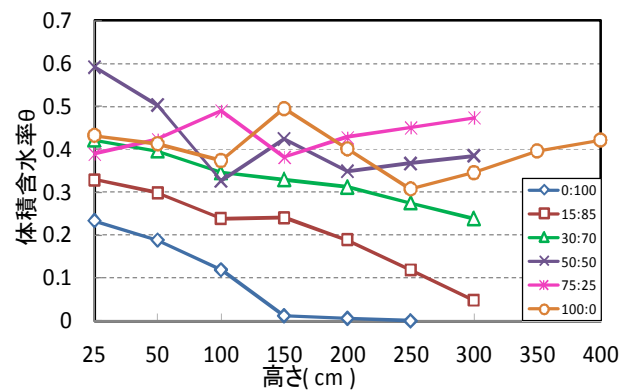


図 4. 任意の位置における体積含水率

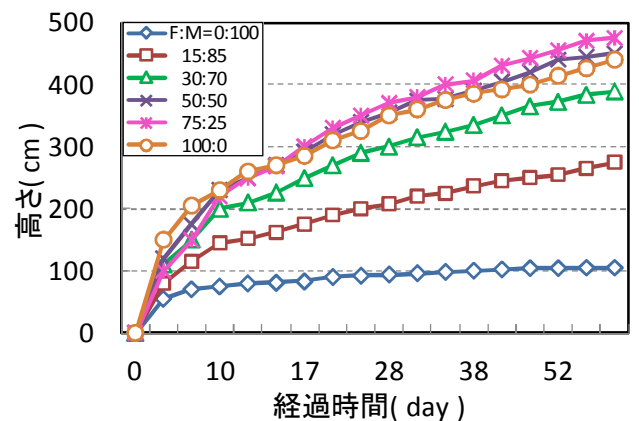


図 5. 水分上昇高さの経時変化

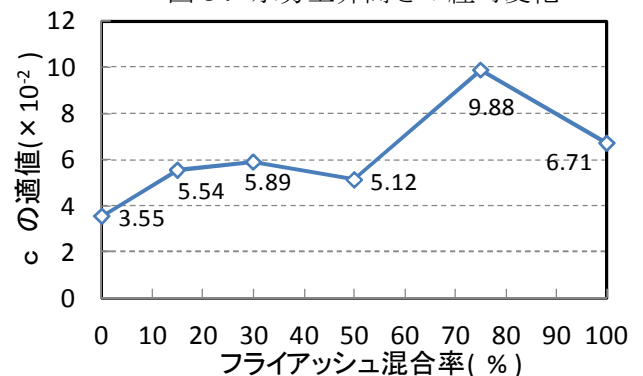


図 6. 定数 c と混合率の関係