縦置き型多孔質管を用いた負圧差灌漑の給水性能に関する実験的研究

福井大学大学院	学生員	伊藤	嘉男*
福井大学工学部	正会員	福原	輝幸*
福井大学大学院		高橋	利道*

1. はじめに

現在,世界の水需要は農地拡大により増大しており,その内の約80%を農業用水が占める.とりわけ乾燥地 における農業用水の不足が深刻な問題となってきている.貴重な水を合理的に使用するための有効な灌漑技術 の研究開発が、21世紀の地球環境維持および食料危機対策において重要である.

そこで筆者らは、節水灌漑法の中で、最も有効な1つとされる多孔質管を用いた負圧差灌漑法に着目し、独 自の改良を加えた、多孔質管は産業廃棄物であるフライアッシュを原材料として作成することにより、安価な 製造が可能になった.また多孔質管の設定は施工や管理の観点より,加藤・手島1)や矢部ら2)の水平方式に替 って、縦置き方式を提案する. Table.1 Combination of ingredients

本論文では、原材料の配合調整に伴う多孔質体の透水係数 の変化、および縦置き方式による給水能力実験の結果を報告 する.

2. 実験方法

2.1 多孔質体の作成

多孔質体の材料はフライアッシュ・スラッジ・粘土などで あり、Table.1に示すような8種類の配合でミキサーにより混合 する.この後、ハンドプレスを用いて 1500tf/m² の圧力をかけ成形する.成形体を乾燥させた後、 1200 の焼成温度で成形体を焼き上げる.

2.2 給水能力実験

給水能力実験の概要を Fig.1 に示す.実験は恒 温恒湿室にて行われ、室内の環境は、温度20 湿度 35% である.実験用カラムは上部内径 0.235m, 下部内径 0.175m, 高さ 0.17m のポット であり、これに気乾状態の供試用土が均等に充 填される .その際、周辺土壌の構造をできるだけ 乱さないようにしてカラム中央部に多孔質管を 垂直に設置する.多孔質管に水を供給し、マリオ ット給水装置内の水と連結させ、多孔質管を含 め配管内に空気が混入していないことを確認し た上で、実験を開始する.給水量の測定は電子天 秤により 30 分毎に行われ、計測時間は 2 日間と する.なお、多孔質管の透水係数 kp は kp = 3.96 × 10^{-7} m/sec および 2.62 × 10^{-7} m/sec であり, 設 定負圧水頭 Np は Np = 0m, 0.1m, 0.2m, 0.3m と する.

キーワード : 節水灌漑,多孔質管,透水係数

Fly ash Sluge Knot clay Pattern Combination (kg) (kg) (kg) А 0.2 0.2 I В 0.15 0.15 0.09 С 0.16 0.24-Π 0.36 0.04 D Е 0.24 0.16 Π F 0.360.04 0.15 G 0.220.04

0.33

0.04

0.04



Η

IV



able a hybrear character of porous pipe	Table.2	Physical	character	of porous	pipe
-----------------------------------------	---------	----------	-----------	-----------	------

Pattern	Combination	Pore ratio	Hydraulic conductivity
		(%)	(m/s)
Ι	А	54	2.3E-06
	В	41	1.1E-07
Π	С	28	6.3E-08
	D	42	4.4E-07
Ш	E	34	3.8E-07
	F	45	1.0E-06
IV	G	46	3.5E-07
	H	42	3.8E-07

* 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 TEL 0776-23-0500 (2809) FAX 0776-27-8746

 $\mathbf{k}\mathbf{p} = \mathbf{c} \cdot \mathbf{e}^{\mathbf{d}}$

 $c = 3.38 \times 10^{-9} d = 0.109$

式(1

(1)

 10^{-1}

10

10

Hydraulic conductivity kp (m/sec)

3. 実験結果

3.1 多孔質体の透水性

実験で得られた各多孔質体の開気孔率 が 約 28% ~ 54% における透 水係数 kp (m/sec)を Table.2 に示す.この結果を基に,透水係数を決定す る要因として開気孔率を選び, kp と の関係を表したものが Fig.2 である. 両者の間には,

$$kp = c \cdot e^{d}$$
 (1)

が成立する.

透水係数は、粘土成分、および研磨スラッジが減少しフライアッシュが 増加するほど大きくなりやすい.この原因はフライアッシュが粘土成分や 研磨スラッジに比べて粒径が大きいためである.

3.2 給水能力実験

Fig.3 に 4 種類の Np に対する多孔質管の累加給水量 Q の経時変化を 2 種類の透水係数別(実線が kp = 3.96×10^{-7} ,破線が kp = 2.62×10^{-7} m/sec)に示す.給水量は設 定負圧が小さくなる(Np が増大する)に従い減少し,ま た kp が小さくなるに従って減少する.同図において Q の増加が急に止まること(給水の停止)が知れる.この 原因は 2 つある.まず Np = 0 においてはカラム内の供 試用土が飽和に達したためである.他方,Np = 0.1,0.2, 0.3m では,供試用土が飽和に達する前に多孔質管の給水 が断たれたためである.これは給水パイプや多孔質管内 でエントラップされた空気溜まりに起因する.

次に, kp と Np の違いによる給水性能の変化を定量的 に表現するために,Q が直線的に増加する時間帯で計算 された多孔質管の単位表面積あたりの給水フラックス Vs(kg/hr/m²)と Np の関係を Fig.4 に示す.Vs は kp に依 らず

$$Vs = a \cdot e^{-b Np}$$
 (2)

となる.なお,図中に各 kp に対する定数 a および b 値 を記す.

4. まとめ

本研究ではフライアッシュを利用した多孔質管を土 壌中に垂直に設置する負圧差灌漑方式を提案し、その給 水性能を実験により調べた結果、設定負圧および多孔質 管の透水係数を変化させることによって、給水量を調整 することができた、今後は、給水を断つ要因となってい る、空気溜まりの除去技術が重要となる.



and hydraulic conductivity



参考文献

1)加藤 善二・手島 三二:負圧差灌漑の原理と基礎的検討,農土論集 101 pp.46~54(1982)

2) 矢部 勝彦・加藤 善二・手島 三二:負圧差灌漑に用いる多孔質管の特性と水管理, 農土論集 123 pp.9
~16(1986)