

京都大学工学部 正員 松尾新一郎

同

正員 〇中沢 重一

1) まえがき 軟弱粘土地盤の脱水法、ならびに土取場における土の含水量調整に毛細管工法が有効であることは、これまで数回^{1),2),3),4),5)}にわたって報告して来たところである。本工法の原理は土中に毛細管作用を有する物体を植立し、太陽とか大気などのエネルギーを利用して、毛細管体に吸引されて来ている水を蒸発、発散させることにある。その様子を模式図的に表わしたのが図-1である(円筒型毛細管体の場合)。これまでの諸報告にみられるように、室内実験においてはもちろん現地実験においても明らかにその効果がみとめられる。そこで本工法の最大の特徴である毛細管体の性能向上および経済的形状についての指針として、2, 3の室内実験結果を報告する。

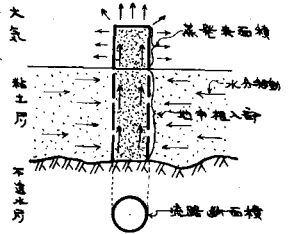


図-1

2) 高性能毛細管体についての概念 毛細管体が高性能であるということは毛細管体より土中水の単位時間蒸発量が大なることである。たとえば図-2にみられるように初期の単位時間脱水量は一定であるが、土中水の変化により次第に減少して行く。毛細管体が高性能であるほどピークが大で、ピークの一定である時間は短くなる。図-2において q_1 より q_2 が、 q_2 より q_3 が高性能ということになる。しかし高性能として用いた毛細管体は経過時間の進行にともない、土中水の供給量の減少により、必要以上の性能を有することになる。したがって効果と経済性との兼ねあいなどにより高性能毛細管体の意味が変わってくる。ここでは一定 q_3 で代表される毛細管体を高性能毛細管体として定める。

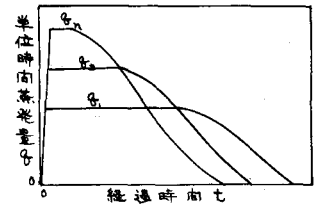


図-2

3) 毛細管体材料について 水にぬれる性質をもった多孔性の物体は毛細管現象を示す(例: 土壌、木材、織物など)。毛管上昇の限界高さはその筒径キの径に左右される。その径が小さければメニスカスの曲率は大きくなり水は高く上昇する。しかし毛管上昇高さには必ずから限界があり、それを越えると筒径キの径がいくら減少しても毛管上昇高さは増大しなくなる。身近にある数種の毛細管体の見かけの毛管上昇高さを示したものが図-3である。毛管上昇高さが高いということはそれだけ蒸発表面積が増大するので毛細管体として高性能と考えられる。図-3の5種中腐食せずくり返し使用が可能、安価といった点でパピロン紙を以下の実験に用いた。パピロン紙はポリビニルアルコールを主成分とする高分子化合物製品であり、量産が出来、筒径キ、紙厚などをある程度任意に作成可能である。将来、以上

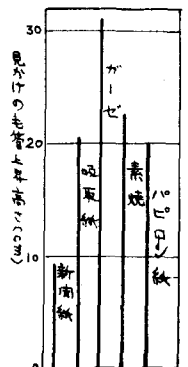


図-3

の性質をもち、かつより高い毛管上昇高さをもつ毛細管体が形成されるから、さらに明るい見通しが得られる。実験に供したパピロンの紙の枚数は比重1.29、厚さ0.023 cm、固相キ率78.4%である。実験は土を用いた場合は蒸発に対して種々の因子が入りこみ、解析を複雑にするので、供給を無制限とした水そのものを用い、理想化された状態と考えた。

4) 蒸発に与る蒸発表面積部分 蒸発に与る蒸発表面積は地表(この場合水面)からの距離によってどのような割合で変化するかを調べるために毛細管体の長さを変えて、各々の蒸発量の測定結果を図-4に示した。ほぼ直線的関係が得られ、このことは見かけの上昇高さまで一様に蒸発に与与していることを示している。

一対毛細管体の蒸発をいせ、その上昇高さで測定し開放時の上昇高さと比較し、さらに毛管体の高さによる水分分布を飽和度で表わしたものが、図-5である。非開放時の上昇高さがその毛細管体の真の上昇高さを表わし、開放時の上昇高さが見かけの上昇高さということになる。

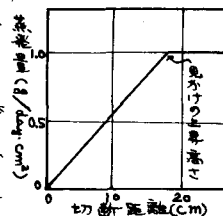


図-4

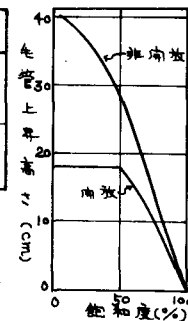


図-5

5) 蒸発表面積と流路断面積 単位時間蒸発脱水量 q は毛細管体の流路断面積に支配される。しかし毛管水上昇高さには制限があるのである値に収束する。流路断面積 A 、蒸発表面積 S として S/A の値と蒸発量の関係を示したものが図-6である。これによれば垂直時の S/A が400、45°傾斜時の S/A が500という値が最も妥当である。一対見方を立てて、 $q = S U_{ea} = A U_0$ (U_{ea} :蒸発速度、 U_0 :毛管上昇水の流速)の関係があるので

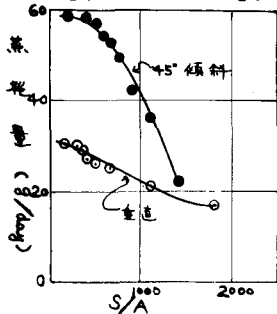


図-6

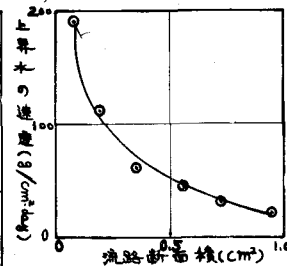


図-7

S , A , U_{ea} を測定することにより U_0 が求

められる。 U_{ea} は蒸発条件により変化するがあるわけをもった定数と考え、仮に $U_{ea} = 0.1 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{day}$ として求めたものが図-7である。実験式は $U_0 = 26.64 A^{-0.84}$ となり、さらにこれを用いて S と A の関係式を求めると $S = 266 A^{0.16}$ となる。(垂直の時)

6) 水平毛細管体の蒸発量について 毛細管体が水平であれば重力の作用を受けないので、より大きな蒸発表面積が得られる。水平毛細管体の水平位置の地表(この場合水面)からの距離により蒸発表面積が左右されるのでそれを求めたのが図-8である。

毛管水移動速度を U 、水平位置の水面からの距離を h とすると、 $U = 2.18 h^{-1.18}$ という実験式が得られた。

7) あとがき 以上で得られた種々の実験式をもとにして毛細管体の有効な形状決定が可能となる。実験に協力してくれた大

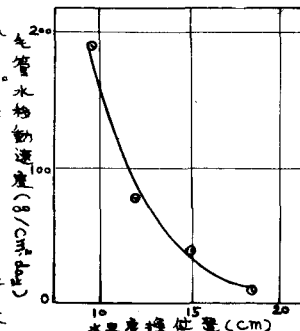


図-8

阪工大学生加藤達三君に謝意を表する。
(参考文献) 1) 松尾田三郎(1961); 軟弱地盤の毛管乾燥工法について(16.講演概要), 2) 松尾内藤(1963); 軟弱粘土の含水状態と早期脱水工法に関する研究(18.講演概要), 3) 松尾・藤川・大林(1964); 高含水比地盤の脱水機構と脱水工法に関する研究(19.講演概要), 4) 松尾・大林(1964); 毛細管工法の現地試験について(昭和34年度土木学会講演), 5) 松尾・大林(1965); 毛細管工法に関する研究(20.講演概要)