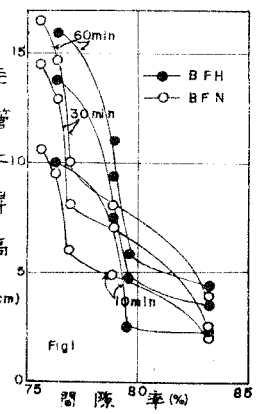
Ⅲ－1　毛細管工法に関する研究（第7報）

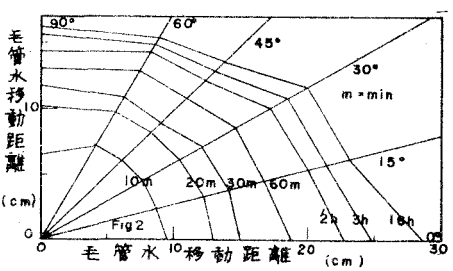
京都大学工学部　正員　松尾新一郎
京都大学工学部　正員○中　根淳一
大阪工業大学　学生員　加藤圭三

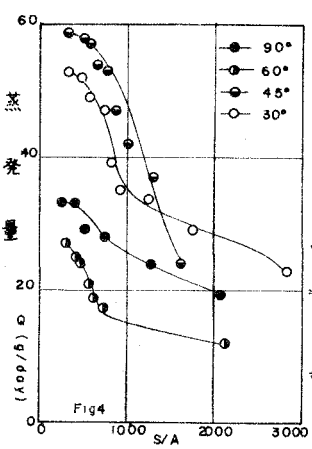
1) まえがき　毛細管工法に関する原理とその効果については[1～6]これまで数回にわたって報告した。この工法において最も重要な事は毛細管体の性能向上におかれている。毛細管体の性能向上についての試みは、すでにこれまでにも報告して来たが、今回毛細管体性能向上という点を体系的に考察し、それに伴う諸実験結果、および新たな毛細管体の試作成にあたっての手順とその作成例を報告する。毛細管体の性能向上には材質的な面の改良と形態的な面での改良に分けられる。以下の諸実験は従来通りパピロン紙（主成分ポリビニルアルコール）を用い、また実験には土の場合に蒸発に寄与しない固体が入り繊物を問題にするので水のみを用い土の蒸発乾燥の理想化された状態とみなした。

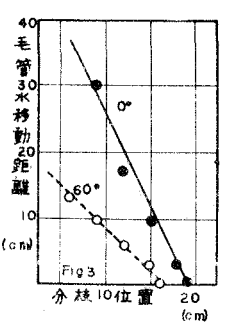


2) 毛細管体の材質的改良に関する指針　毛細管体の材質面での改良は毛細管物質の間隙の径の調節と毛細管物質自体の水に対する「ヌレ」の角(接触角)の低下にある。そこで上記材料の二種について各々間隙率の異なったものの毛管水上昇高を経時測定した結果が図－1である。これらの単繊維は同一であるから(1d×3mm)間隙率の大きいものほど間隙の径が大きいものと考えられる。実験を行なった範囲の間隙の径では一応間隙径の小さいものの方が大きい上昇高を示している。BFN（抄紙後未処理）とBFH（抄紙後熱処理）との上昇高の違いは材質の水に対する接触角の差に原因すると考えられる。このような事実は新毛細管体物質開発の指針を示すものと考えられる。

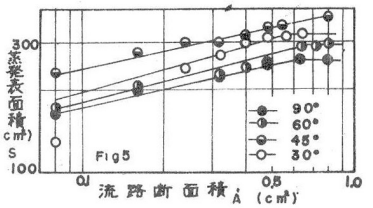
3) 毛細管体の形態的改良に関する指針　毛細管体の形態的改良については蒸発表面積の増大にのみ限って考えてみると、①露出部を傾斜させると水平に近いほど毛管水の移動距離は大きくなる（図－2）。②露出部の任意の位置で枝部を設けると毛管水移動距離は分枝位置に反比例する（図－3）。③蒸発量は毛細管体が同一形状であれば流路断面積Aに支配される[1,2,6]。Aが大きくなれば蒸発表面積Sも大きくなるが、毛管水移動距離には限界があるので、ある値以上Aが増してもSは増大しなくなる。S/Aの値と蒸発量Qは図－4である。図の急勾配時のS/A値が上述の限界



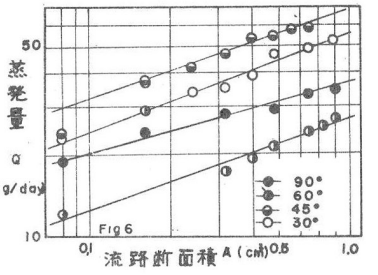




値ということになる。(iv) SとAの関係は図－5で折点までは、$S=\alpha A^{\beta}$という一般式で表現される。この図の折点の値はS/Aの限界値と一致している。これよりSの決定によってAの推定が可能となる。Sに比例するQをAでまとめたものが図－6であり、ほぼ同じ傾向がみられる。



4) 具体的形状作成にあたっての手順　材質の面では毛管水上昇高をも考，物理的強さが施工時に十分であり，耐腐食性がすぐれているものを選定する。形態の面では，(i) 日照角度，晴天日数，雨天日数，雨量，風速，風向，植立方法を考慮して形状を決定する。(ii) 決定した形態での毛管水移動距離を求める。(iii) 毛管水移動距離から蒸発表面積を算定する。(iv) 総蒸発表面積にみあう流路断面積を計算する。このようにして求めたものが最終的な毛細管体ということになる。



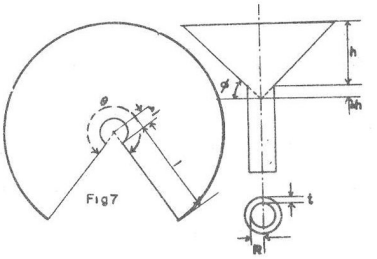
5) 毛細管体の試作とその性能について　毛細管体として図－7のような逆円錐形のものを作る場合を考えると，

$$\theta = 360^\circ \times \{2\pi\cos\phi(l+\Delta l)/2\pi(l+\Delta l)\} = 360^\circ\cos\phi \quad \cdots\cdots ①$$

$$S = 2\times\{(\theta/360^\circ)\times\pi\{(l+\Delta l)^2-(\Delta l)^2\}\}$$

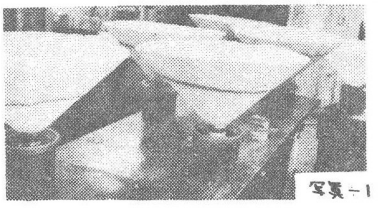
$$= 2\cos\phi\cdot\pi\cdot l\cdot(l+2\,\mathrm{arc}\,\phi\cdot R) \quad \cdots\cdots ②$$

$$A = \pi(2R+t)t \quad \cdots\cdots ③$$

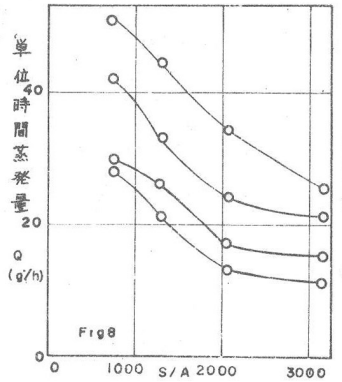


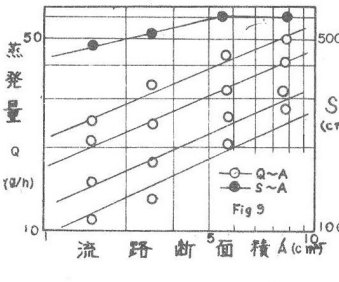
以上の式を用いて設計できる。またQ=SU_ea=AU_0の式（U_ea；蒸発速度，U_0；毛管上昇水の流速）が成立し，かつlが毛管水移動距離とすると②，③式とQの式から

$$l^2 + 2\cdot\mathrm{arc}\,\phi\cdot R\cdot l - (A/2\cos\phi\cdot\pi)(U_0/U_{ea}) = 0 \quad \cdots\cdots ④$$


写真－1

これは逆円錐型毛細管体の場合の毛管水移動距離，毛細管体流路断面積，毛細管体支持体半径の相互関係を示している。試作例は$\phi = 45^\circ$，$l+\Delta l = 50$cm，$R = 8$cmのものである。試作毛細管体と蒸発状況観測中の様子を写真－1に示した。測定結果は図－8，図－9である。図－8においてはQはS/A＝1000前後のところに急勾配が現われており，図－9のS～A関係にも折点が出ている。Q～Aにも，3)の(iv)で述べた事実が見られる。したがって毛細管体を作成する場合4)で述べた手順に基いて作成可能であると考えられ，形態上の無





駄は予めさけられる。

【参考文献】1) 松尾・福田・三野（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39. 土木学会関西支部年次講演）

5) 松尾・大林（1965）；毛細管工法に関する研究（20. 講演概要）

6) 松尾・中促（1965）；毛細管工法に関する研究（昭40. 土木学会関西支部年次講演）