

京都大学工学部 工博 松尾新一郎

大阪工業大学 ○福田 護

京都大学工学部 三野 四郎

1. まえがき

非常に軟弱な地盤や埋立地などの上に、構造物を築造する場合には、それらの基礎を造るに十分な強さを得るため、地盤の含水比の減少を促進せしめ圧密する必要がある。また築堤、路盤、アース、ダムなどの用土を一定の含水比以下の状態に保持しなければならない場合が非常に多い。これらに対して、従来いろいろな乾燥工法があるが、本報告では経済性を考慮し、しかも比較的早期に効果が期待できる方法として、毛細管体の毛管作用を利用しようとした。すなわち含水比の非常に大きな地盤に、適当な間隔で、毛管作用の大きな毛細管体を多数必要な深さまで押込み、その上端を地盤表面に適当に露出させて植立する。毛細管体のまわりの土中水は毛細管体内を毛管作用で上昇し、その地上突出部で自然乾燥する。そして蒸発された量だけ、さらに地中より毛細管体を通じて補給されていくと、地中にある毛細管体附近の土の含水比が低下し、その結果、動水勾配を生じるから、遠い場所の水分が毛細管体の方へ移動し、やがて毛管を上昇して蒸発する。このように土中水の移動、毛管による上昇ならびに蒸発は連続して進行する。

これによれば、簡単な設備で、なんら特別な人工的動力やエネルギーを必要とすることなく、非常に軟弱な地盤を、効果的に所定の含水比以下に乾燥させることが期待できる。

毛管現象が大きく、それからの水分蒸発量も大きい毛管のうち、本方法に使用するに望ましいと考えられるものに、素焼とビニール・スポンジがある。

素焼は毛管作用が大きく、それからの水分蒸発量もけつして小さくはない。また化学的作用に耐え、それ自身の機械的強度が比較的大であつて、植立押入時の抗力に十分耐えることができ、反復使用が可能である。また素焼の形状の変化や、表面の加工、着色も自在である。とくにその価格が安いことで、工業的に期待でき、経済的效果が高いように思われる。ビニール・スポンジはポリビニール・アルコールを主成分とする部分ホルマール化合物で、これはその特性が素焼と似ている。この普通品は水にぬれると、弱くなるが、特殊加工すれば強くなり、そのほか鉄筋などを入れることもできる。試料としては、大阪南港の埋立地に、実際に用いられている粘土を使用し、素焼円筒による乾燥圧密の過程およびその結果を調べるため模型実験を行つた。また素焼を植立した場合と、素焼を植立せず露出した表面からだけ水分蒸発が行われる場合との含水比変化の状態とを比較検討した。

また毛細管体の地上突出部の露出面積を増加すれば、その蒸発効果も増大すると考えられるので、いろいろな形状のものを試作し、基礎的な比較検討も試みた。

なお、この研究の考想、実験計画は松尾が、実験は福田、三野が行なつた。

2. 毛細管体による乾燥模型実験

試料土中に植立した素焼の根入深さ、または露出長さの違いによる乾燥の変化、および

乾燥圧密の過程と、その結果を調べるため、以下の実験を行なった。

1)実験装置とその測定法

実験装置は、内側にペンキを塗って防水した木箱を用い、その中によく練りかえして含水比を均等にした試料粘土を入れ、円筒内に土がはいりこまないようにして、素焼円筒を挿入した。

なお、試料土の物理的性質および粒径加積曲線は図-1のとおりである。またそれに植立した素焼円筒の物理的性質は、比重2.5、強度90^g/cm²、間ゲキ率25.5%である。

含水比の測定方法としては、鉄製パイプ($\phi=10$ mm, $h=120$ mm)で試料土を採集し、直接含水比を測定する方法と、比抵抗による含水比の測定方法とを併用した。

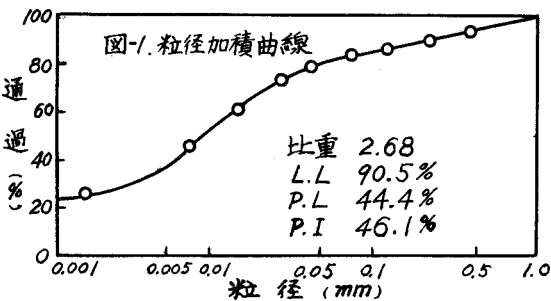
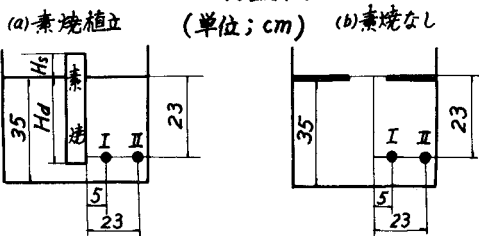


図-2 装置図



木箱の寸法 50×50

表-1. 素焼円筒の寸法 およびその根入、露出長さ

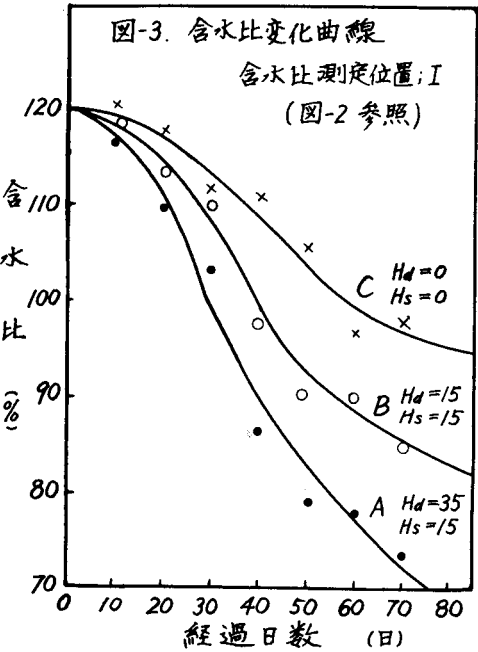
試料	素焼寸法(cm)			根入長さ、露出長さ			
	長さ	外径	厚み	根入長さ Hd(cm)	挿土表 面積(cm ²)	露出長さ Hs(cm)	露出外 側面積(cm ²)
A	50	6.2	0.7	35	682	15	292
B	30	6.2	0.7	15	292	15	292
C	素焼なし			露出直径 15		177	

2)実験結果とその考察

根入り深さや、露出長さを変化させた各素焼円筒による各位置での粒土の含水比変化曲線および露出のみのそれは図-3および図-4に示す。

この結果から、素焼を植立した方がはるかによく乾燥することがわかる。また根入深さの大きい方が小さい方よりもよく乾燥している。

実験中における乾燥の経過を見ると、初期の段階において、素焼に浸透してくる水が非常に多く、それに毛管水の上昇による蒸発が追いつかず、そのため素焼円筒中に多量の水がたまる。もしこれらの水をなんらかの方法で取り除くことができれば、乾燥時間は非常



に短縮できるが、その程度の水は簡単なポンプか、あるいは人力により、つるべようのもので、たやすくくみ出すことができる。この方法によると、一見この工法の特長は失なわれるようであるが、くみ上げるにしても、その設備は簡単であるし、またいずれにしても含水比の非常に高い初期の段階を過ぎれば、もはやこの浸透水はたまることなく、以後は毛管現象のみで乾燥が進んでいく。したがって最初、水をくみ上げることは、この工法の特長をそこなうことはない。

つぎに、このわき水が消滅するころから、粒土の地面にひびわれを生じはじめ、また素焼とそのまわりの粘土とが遊離することがある。この場合水分の側方移動が円滑に進まず乾燥が進展しないから、この時期に素焼を植立し直す必要がある。

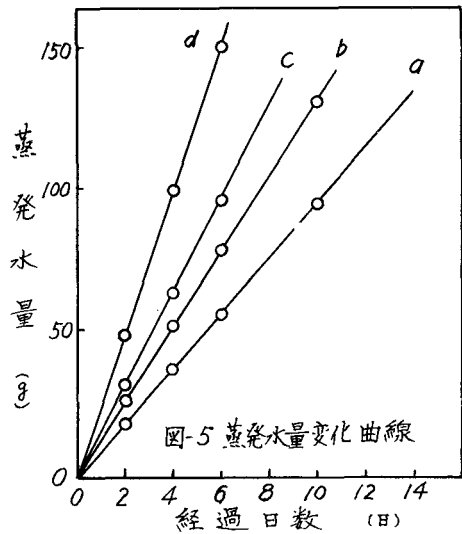
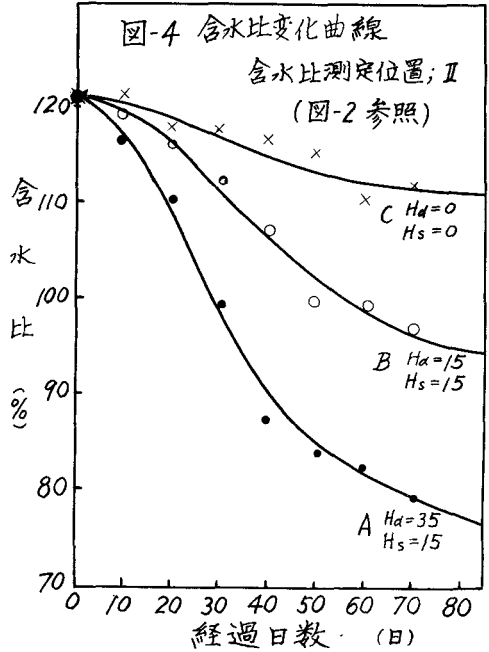
3. 毛細管体露出部の形状実験

実際に毛細管体を地盤に植立した場合、その地上突出部での水分蒸発量を促進させるため、突出部の形状に考慮を払い、その蒸発面積の拡大をはかった。すなわち毛細管体の毛管水上昇高さは、従来の多くの実験結果からみて、それほど大きくはないが、水平方向の毛管水移動距離は大きいので、毛細管体の地上突出部を背高にせず、横に拡げるようにした。

表-2 蒸発面積の拡大をはかった毛管体の形状

ビニール・スポンジ	a	b	c	d
形状図				
露出高さ (cm)	15	15	15	15
露出面積 (cm ²)	225	345	390	530
幹 (cm ²)	225	225	225	225
葉 (cm ²)	0	120	165	305
単位面積当りの水分蒸発量 (g/cm ² /day)	0.038	0.041	0.046	0.047

ただし自由水の蒸発量は単位面積当り 0.031 g/cm²/day



1) 実験装置

上述の試みとして、あたかも樹木における幹と枝と葉のごとく、ビニール・スポンジで樹木のような模型を作った。その形状などを表-2に示す。

2) 実験結果とその考察

種々の形状をもった各模型からの水分蒸発量を調べると、図-5のようになり、枝葉を付けなかった場合よりもはるかに大きくなった。以上の結果および施工地盤の表面積は一定であることを考慮すれば、その地盤の単位表面積あたりの絶対蒸発水量が大きければよく、この意味から、上のように蒸発面積を拡大することが有利である。また有効な毛細管体単位表面積あたりの蒸発水量も、ほぼ等しいから、所要材料の面でも有利である。

なお、そのほか、毛細管体の表面を粗にしたり、その造形の際に、溝や突起物をつくって露出表面積を拡大するのも一案である。

また太陽の輻射熱をよく吸収せしめるために、表面の色は黒色にするのが望ましい。

4. あとがき

軟弱土で埋立てられたような広範な土地、干拓地、沼沢地は、他の付随工事のため利用計画から実際利用まで相当期間かかり、その間無為に放置することは得策でなかろう。さりとて経費のかさむ土質安定工法を実施することも、むずかしい場合がしばしば見受けられる。

しかるに、毛細管体による工法は軟弱土に、毛細管体を人手により植立でき、しかもその後は、なんら人工的にエネルギーを加えることなく、自然エネルギーを利用して、一応所期の含水比の近くまで乾燥させることができると考えられ、それが達せられた後には、再び他の地域に転用できるので、経済的にも良好であると思われる。

なお、この工法は大気中での自然乾燥に頼るのであるから、気温、湿度の影響を多分に受けると懸念されるが、その施工現場が海に近ければ、浜風があり、それによつて蒸発が促進されるものと期待できる。

最後に、この工法の最も大きい特色を要約すると、他の工法と異なり、なんら人工的なエネルギーを与えることなく、毛管作用と水分蒸発作用とが平衡を保つ状態で、地中水分を無理なく徐々に排除せしめ、しかもその効果が比較的短期間に期待でき、効率がよいと考えられることである。

しかし、実際に現場に適用するためには、いまだ多くの問題があるので、今後の研究に待たねばならない。

最後に本実験に協力してくれた都築義雄、関口康夫両君に謝意を表する。