

植生用土壌の供試体作製に関する基礎的研究

多島 秀司¹・深川 良一²・湯浅 まゆ³・羽賀 浩⁴・勝見 武⁵

¹正会員 工修 立命館大学理工学研究科博士後期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

E-mail:gr019023@se.ritsumeai.ac.jp

²正会員 工博 立命館大学教授 理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

³正会員 立命館大学理工学研究科博士前期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

⁴舞鶴市役所 (〒625-8555 京都府舞鶴市字北吸1044)

⁵正会員 工博 京都大学大学院助教授 工学研究科地球工学専攻 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

植生用土壌には適度な排水性と保水性が求められる。排水性、透水性の指標となる透水係数やpF値は室内試験で求める場合、その密度によって結果が異なる。そこで植生用土壌の室内試験における密度管理手法に締固め仕事量による定量的概念を導入し、透水係数およびpF値を測定した。本研究は植生用土壌の供試体作製方法と、その妥当性を工学指標と農学指標との比較によって検討した。

Key Words : compaction control by density, compaction energy, permeability, pF

1. はじめに

近年、景観や大気環境の保全を目的として、緑化の重要性が高まってきている。同時に緑化に対する社会的要求も増大し、今後もこの傾向は続くものと考えられる。

従来の土木工学における緑化技術は、個々の現場を対象とした技術が多く、気象条件、現場条件、施工条件など、固有の条件および問題点を改善する措置がなされてきた。しかしながら近年では屋上緑化の条例化やリサイクル法の施行により、従来にはない緑化技術の開発が進められている。屋上緑地用人工軽量土壌や、汚泥の燃焼物を用いた緑化基盤材などがその典型例といえる。このような土壌を用いる場合、その研究開発における初期段階においては個々の現場固有の扱いをするのではなく、室内試験においてその物性評価を行う必要がある。そこで、本研究は室内試験にあたり、透水性、保水性等に着目し、現地レベル(以下この意味で圃場と表記)をよりの確に反映した室内モデル作製に関する検討を行った。

透水性、保水性など土壌物理に関する研究は、農学分野で数多く報告されているが、その多くは圃場を対象とした乱されない土であり、室内試験用のモールド内の土を対象とした研究は少ない。著者らは透水試験や、保水試験など土壌水分に関わる試験は密度によって大きく異なる点に着目した。既往の研究では緑化基盤材の室内試験において、密度管理手法に言及した論文は少く、特に突固めによる締固め仕事量を用いた定量的事例は著者らの知る限りほとんどない。そこで、本研究では、畑や都市部の小緑地における土壌特性を室内のモールドに詰めた供試体で再現し、そのモデル地盤の示すいくつかの力学特性についての検討を行った。

2. 植生用土壌の物理的性質

植生用に用いられる緑化基盤材には窒素、リン含有量のような化学的性質だけでなく、透水性、保水性など、土壌水分に関する物理特性も求められる。

表-1 実験管理値

項目	管理値
土壌硬度	硬度20mm以下
透水性	透水係数 1.0×10^{-4} cm/sec以上
保水性	pF1.5~3.0

農学上の水分恒数	pF	工学上の水分恒数
永久しおれ点	4.5	収縮限界
初期しおれ点	4.0	
成長阻害水分点	3.5	
	3.0	最適含水比
	2.5	塑性限界
圃場容量量	2.0	
	1.5	液性限界

図-1 土壌水分恒数

東山, 石田(1987)¹⁾を一部変更

一般に植物生育に良いとされ、農業、造園などで指標とされる土壌物性値を表-1にまとめた。これらの値は文献によって推奨値が異なるほか、サンプリングする深さによっても多少異なる。本研究では主に屋上緑地や、オープンスペースなどの小緑地、盛土法面等を対象としているため、土壌厚が薄く、歩行による圧力が比較的小さい場所を想定し、表記の値を管理目標値に採用した。前章でも述べたように、表-1の値は同じ試料を用いた場合であっても供試体内の締め具合によって変化するため、どのような方法で詰めたのか、密度管理が重要となる。

植物と土壌水分の関係は図-1に示される土壌水分恒数によって表わされる。中央のpF値は水が土壌に吸着・保持されている強さの程度を示す指標で、土中水の化学ポテンシャルが、それと等温でかつ大気圧下にある純粋の化学ポテンシャルから低下している量を水頭に変換し、常用対数で表わした数値²⁾である。この値が高いと、土が水を保持する力が強くなり、植物にとって利用しにくい状態にある。個々の指標と植物との関係および本研究における結果の解釈については次章で述べるものとする。本研究では提案した密度管理手法の妥当性を検証するため、土壌水分恒数と得られた結果を比較した。

3. 実験方法

(1) 植栽と締め

表-1の測定項目は締固めの程度によって結果が

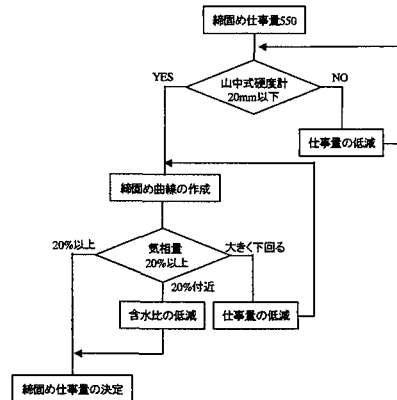


図-2 供試体作製フロー

異なる。例えば、本研究で用いた黒土の場合、JISに準じた仕事量(550kJ/m³)で締固めると、定水位透水試験の測定範囲を超え、透水係数を得ることができなかった。また、硬度も30mmに近く、植生用の土壌を想定した場合には締固め仕事量が高く、作製した供試体は圃場を反映できていないものと考えた。既往の研究では締固めの管理を締固め仕事量で管理するのではなく、土壌硬度によって経験的に調整することが多かった。このような方法が採られるのは、締固めの目的が盛土のような土木工事と植栽を施工する場合とで異なることに起因するものと思われる。通常、植栽を施工する際、鎮圧³⁾とよばれる整地する程度の軽度の締固めが行われる。鎮圧は主として土の飛散防止や、播種後の活着率を高めることを目的として行われるため、強度を必要とせず、一般的な土木工事のように最適含水比付近で締固める必要はない。

しかしながら透水試験や保水試験の結果が密度によって変化することを考慮すると、供試体の作製を定量的に行った方が密度管理が行いやすく、また結果の解釈がしやすい。

そして、従来の硬度による管理に加え、締固め仕事量と硬度による密度管理を試みた。透水試験までの実験のフローを図-2に示す。

(2) 実験材料

本研究では植生を対象としているため、保肥性を有する粘性土が適切であると考え、黒ボクを用いることとした。黒ボクは火山灰質粘性土で表層に腐食が多く、高有機質で物理性良好な風積土であり、畑土、園地、草地利用が多い。実験に用いた黒ボクは栃木県産で黒土の名称で市販されているものを用い

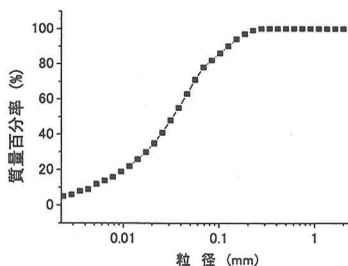


図-3 黒ボクの粒土分布

表-2 試験方法

試験内容	試験方法
土壌硬度	山中式硬度計
透水試験	定水位 JIS1218
保水試験	吸引法 JGS0151
液性限界	JIS A1205
塑性限界	JIS A1205
締固め試験	JIS A1210

た。土粒子密度は 2.57g/cm^3 で、開封時の含水比は60%程度であった。図-3に島津製作所製レーザ回折式粒度分布測定装置SALD-3000を用いて測定した粒径加積曲線を示す。

(3) 各種試験方法

本研究では表-2 にまとめたように測定項目が多い。表-2 に示した試験方法を採択した理由と、特徴的な点について以下(4)～(8)節で述べる。

(4) 締固め試験

既往の研究では、植生用地盤を山中式硬度計で18～22mm 程度の管理目標値になるように、表層部を転圧するなどの方法で硬度計で確認しながら締固めることが多い。この方法の場合、硬度以外の情報が少なく、またモデル地盤の密度について不明なことが多い。前述のように透水性、保水性は密度によって結果が異なることから、定量的方法により密度を管理する必要があると考えた。そこで、比較的簡易で施工管理などで広く用いられる突固めによって締固め、その締固め仕事量を用いて密度管理の定量化を試みた。また、後述する気相・液層・固相の三相割合もここで得られた乾燥密度を基に算出した。

突固めによる締固め仕事量 $E_c(\text{kJ/m}^3)$ は(1)式によって定義される。

$$E_c = \frac{W_R \cdot H \cdot N_L \cdot N_B}{V} \quad (1)$$

ここに、 E_c ：締固め仕事量、 W_R ：ランマーの重量、

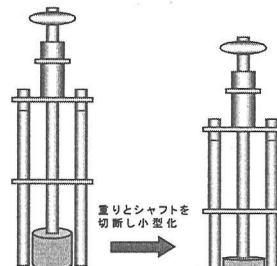


図-4 ランマーの改良

H ：ランマーの落下高さ、 N_L ：層数、 N_B ：1層あたりの突固め回数、 V ：モールドの容積である。

仕事量の低減方法は図-4 に示す改良ランマーを用い、 W_R を低減させた。次に、落下高さ H と1層あたりの突固め回数 N_B を低減させることにより、仕事量を変化させた。

モールドは JIS A 1210 の寸法 $\phi 10 \times 12.7\text{cm}$ のものを用いた。

また、試料として用いた黒ボクは火山灰質粘性土のため、締固め試験の結果に乾燥履歴の違いや粒子破碎の影響が懸念される。そこで、締固め試験は湿潤法・非繰返し法によって試験を行った。繰返し法が一度締固めた土を押し出し器で押し出した後含水比調整し、締固める、という作業を繰り返すのに対し、非繰返し法は含水比の異なる試料を計測する点の数だけ用意し、それぞれ締固める方法である。

含水比調整は開封時の黒ボクの含水比が60%程度に調整されていたことから、60%近傍を初期含水比とした。60%近傍から含水比が5%ずつ増加するように水を加えた試料を85%近傍までの全6点用意し、ランマーで突固めたのち含水比を計測し、各含水比における乾燥密度を求めた。上記の方法を各締固め仕事量で行った。

本研究の場合、JIS 規格の仕事量よりも大幅に仕事量を低減させているため、保水試験や透水試験に採用した締固め仕事量については再度含水比6点の締固め試験を実施し、再現性の確認を行った。

本報告で示した結果は全て1回目の試験結果をもとに作製した締固め曲線を記載した。

(5) 土壌硬度

土壌が硬すぎると、植物の根の成長が阻害され植生用土壌として適さなくなる。一方、柔らかすぎた場合、降雨時の土の流出や活着率の低下が生じるため、適度な硬度で管理する必要がある。

土壌硬度の管理方法としては山中式硬度計が用いられることが多い。山中式硬度計は主として農耕地

土壌の現地断面調査に用いられる小型の計測器で、軟弱地盤の測定などにも用いられる。試験方法は土壌断面に垂直に山中式硬度計を貫入させ、バネの抵抗から土壌の硬度を測定するもので、土の硬軟を縮長目盛り 0~40mm で表わす。粘性土では硬度 24mm 以上で根系発達の阻害があり、10~23mm で正常な根系発達が期待できるとされる⁴⁾。本研究では草花類や低木が植生の主な対象となることから、上限値を 20mm とした。また、下限値については軽く押さえる程度で基準を満たすことができるため、上限値のみを管理の対象とした。

また、後述のように山中式硬度計は貫入深度が浅く、均質性を確認することができないため、上面で貫入したのちモールドを裏返し、下面でも 3 点で計測した。全ケースで上面と下面の硬度の差が±1mm 程度であったことから結果は上、下面の各 3 点、計 6 点の平均を記載した。

山中式硬度計は地表面で使用されることが多いが、貫入深度が 40mm 以下と浅く、モールド内全体の硬度や締固めの均一性については別途検討する必要がある。本研究では山中式よりも深く貫入することが可能なポータブルコーン貫入試験による管理も試みたが、締固め試験用のモールドでは小さく、貫入できないことが多いため、山中式硬度計による管理とした。

なお、本報告では特に断りのない限り、硬度についてはモールド上下両面における測定値の平均値を指すものとする。

(6) 塑性限界

農学の分野では液性限界および塑性限界は農作業の行い易さの指標として使われることが多い⁵⁾。本研究では塑性限界は圃場において図-1 に示すように成長阻害水分点にほぼ対応するとされていることから、塑性限界を測定した。

表-2 に示したように、JIS A 1205 に準拠して行った。塑性限界は個人差が出やすい試験であるため、実験者 2 人で数回練習を行った後、各 3 回、計 6 回の平均をとった。

(7) 液性限界

土壌水分恒数における圃場含水量に液性限界がほぼ対応するとされている。圃場において液性限界を超えているような状態は降雨の直後など限られた場合であることが多い。そこで、本研究では締固め試験における含水比の上限の目安として液性限界を測定するとともに、pF 値との関連を調査する指標

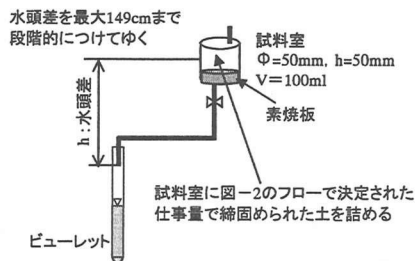


図-5 保水試験

として用いた。

塑性限界と同様、JIS A 1205 に準拠して行い、実験者 2 人で数回練習を行った後、各 3 回、計 6 回の平均をとった。

(8) 定水位透水試験

植物にとって水は最も重要な要素であるが、過剰な水分は根腐れなどの原因となる。植生用土壌には保水力が求められる一方、適度な透水性が求められ、透水係数で $1.0 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 以上が必要とされる。図-2 のフローに従い、締固め仕事量を低減させ、山中式硬度計で 20mm 以下を確認した供試体を圃場に近いモデルと考え、定水位透水試験を行った。

試験は定水位透水試験 JIS 1218 に準拠し、3 回の平均値を記載した。

(9) 保水試験

土壌水分は植生の生育にとって最も重要な要素の一つである。土壌水分と植生の関係は図-1 に示す土壌水分恒数で表わされる。図に示されている農学指標と工学指標との対応に着目し、モデル化の妥当性を検証した。pF 値の測定方法は検出範囲によって異なった方法が用いられる。一般に農地などを想定し、現場に近い状況を室内で再現する場合には土柱法が用いられることが多い。この方法はカラムに土を詰め土中の自由水を自然流下させ、その含水比の変化を測定する方法である。しかしながら土柱法は測定に長時間を要し、測定レンジも狭い(pF 値で 1.5 程度まで)ことから、本研究では吸引法を採用した。また、吸引法は負圧の与え方により減圧法と水頭法に分けられるが、屋上緑地や法面など土壌厚が薄いケースでは大きな吸引圧力や水圧がかかりにくいと考え、水頭法を用いることにした。水頭法の実験概念図を図-5 に示す。試料室底面から素焼板を通して水を供給し、毛管力によって水を吸い上げさせる。試料室上面の空気孔まで水が達するのを確

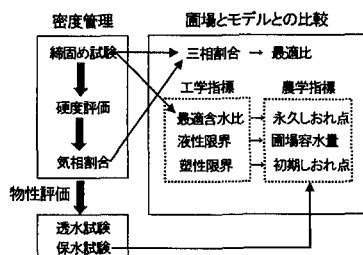


図-6 実験の位置付け

認したのち、水頭差=0cm を起点として計測を開始する。黒ボクの場合、この作業に一昼夜を要した。次に、適度な水頭差をつけることにより試料中の水分が移動し、平衡に達したところでビューレットの目盛りを読む。この操作を繰返し、最も大きな水頭差で平衡に達したところで試料室から試料を取り出し、含水比を測定した。得られた含水比とビューレットの読み値からそれぞれの水頭差での含水比を逆算し、土壌水分特性曲線を作製する。本研究ではスタンドパイプの高さの関係から、最大水頭差 149cm とした。試料を入れる試料室の直径 $\phi=50\text{mm}$ 、高さ $h=50\text{mm}$ で、チャンバー内で直接締固めることができない。そこで、図-2 に示した手順で試料を締固め、金属製の試料室本体をゆっくりモールドに貫入させて完全に埋め込み、押出し器でモールド内の土ごと押出し、試料を採取した。

結果は再現性の確認を目的とし 2 回行い、ほぼ同様の結果が得られたため、1 回目の結果を図-11 に示した。

(10) 各実験の位置付け

これまでに述べた実験と得られた結果は、土の物性評価のための実験、実際の圃場との関連性を調べるための実験および実験時の状態の定量化を目的とした実験に大別することができる。それぞれの実験の位置付けを図-6 に示す。

図中の気相割合、三相割合、最適含水比は締固め試験によって得られる値で、気相率の算出式を(2)式に示す。

$$\frac{V_a}{V} = \left\{ 1 - \frac{(\rho_t - \rho_d)}{\rho_w} - \frac{\rho_d}{\rho_s} \right\} \quad (2)$$

ここに V : モールドの容積, V_a : 空気量, ρ_t : 湿潤土の密度, ρ_d : 乾燥土の密度, ρ_s : 土粒子の密度, ρ_w : 水の密度である。

植物の生育には土壤中に適度な空気が必要であり、気相割合で 18%以上が必要⁹⁾とされている。そこで、締固め仕事量を低減させ、上面における硬度が

20mm 以下を満たすことを確認した後、(2)式によって気相割合を算出し、気相割合 18%以上を確認した。この気相割合 18%は生育のための最低水準である。一般に生育によいとされる三相の割合は土粒子(固相)30%, 水(水相)35%, 空気(気相)35%程度とされている⁷⁾。そこで、(3), (4)式を用い、それぞれ液相割合と固相割合を計算した。

$$\frac{V_w}{V} = \frac{\rho_t - \rho_d}{\rho_w} \quad (3)$$

$$\frac{V_s}{V} = \frac{\rho_d}{\rho_w} \quad (4)$$

ここに V_w : 水の体積, V_s : 土の体積である。

このようにしてモールドに詰められた供試体を用いて透水試験と保水試験を行った。次章にその結果と考察について述べる。

4. 結果と考察

土の硬軟は締固め度と密接に関係する。また、物性評価を行う際のモールド内の状態を定量的に評価することが本研究の主目的であることから、密度管理の工程、特に硬度との関係を中心に考察する。また、得られた供試体が圃場に近いモデルであるのか、水分恒数との比較や三相割合などから考察を行った。

(1) 締固め試験

仕事量の水準は 30, 50, 80, 100, 550kJ/m³ の 5 水準で行った。550kJ/m³ で締固めた際、硬度計が目標値を大きく上回ったことに加え、透水係数も定水位透水試験の可能領域を越えていたことから大幅な低減が必要と考え、100kJ/m³ まで下げた。締固め試験の結果を図-7 に示す。含水比 80%付近までは締固め仕事量の低下に伴い、乾燥密度も低下する傾向が

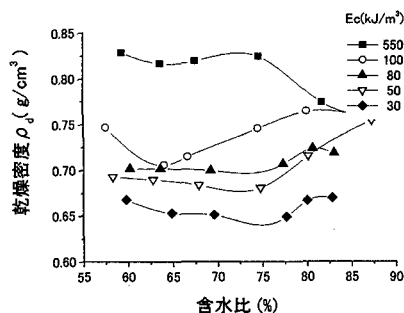


図-7 締固め曲線

見られた。100kJ/m³以下の低い仕事量の場合であっても、仕事量の低下に伴い乾燥密度が低下する傾向を確認することができた。しかしながら、100kJ/m³以下の場合、仕事量の低下に伴い最適含水比が高くなるという傾向を確認することはできなかった。これは試料として用いた黒ボクは粘性土であることから、550kJ/m³の場合でもなだらかな形状となることに加え、80kJ/m³の場合で既に最適含水比が82%となり、液性限界に近いことなども原因として考えられる。

(2) 土壌硬度

土壌硬度と含水比および締固め仕事量との関係を図-8に示す。通常の植栽の管理などにおいて土壌硬度は重要な指標で、本研究でも図-2に示したようにフローにおける最初の管理項目である。含水比締固め仕事量の低減にともない、硬度が低下することが確認され、50kJ/m³にまで下げることにより硬度20mm以下を達成することができた。また、含水比との関係では80%付近までは大きな変化は見られない。山中式硬度計の検出感度と締固め試験との精度の差も原因の一つとして考えられる。

この結果により、締固め仕事量の低減により土壌硬度を下げる事が可能で、圃場における硬度を室内で定量的に再現することが可能と考えられる。

しかしながら第3章で述べたように山中式硬度計の場合、貫入深度が浅いため、モールド内全域で20mm以下を満たしているかを確認することができない。実際締固め仕事量を30kJ/m³まで低下させると、3層で締固めても、それぞれの層で密な層と緩い層とが上下に現れることが目視によって確認された。この傾向は同一の締固め仕事量の場合、含水比

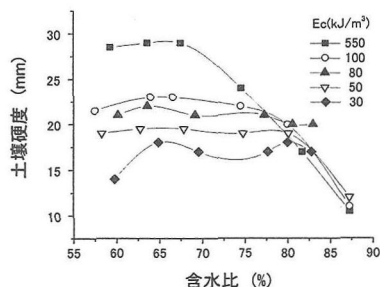


図-8 土壌硬度

表-3 モールド上面からの位置と硬度の関係

計測位置	上面	40mm	80mm	下面
硬度(mm)	19	17	17	19

が低い場合により顕著となる。

そこで、含水比65%、締固め仕事量50kJ/m³で締固めた試料を押出し器で表層から40mmずつ2回押出し、直ナイフで切断し、その切断面における硬度を測定した。測定位置はモールド上面(h=127mm)から40mm、80mm下面の4点で行った。結果を表-3に示す。硬度に差は見られたが、管理値から外れるような大きな変化は見られなかった。そのため、本研究では簡易的にモールドの上下面それぞれ3点測定し、その平均を取るように行った。そのようにして行った多くのケースで計6点の測定誤差は±2mm程度であった。これらの結果から通常は上下2面で硬度を確認する簡易な方法で良いものと思われる。

(3) 気相割合

気相割合の算出結果を図-9に示す。図-8に示したように550kJ/m³の場合は硬度で既に目標値を満たさず、また、気相量でも満たしていない。

一方仕事量を低減させたケースでは含水比に依存するものの、仕事量の低減に伴い気相量20%を確保できる含水比の領域は広がる。

以上の結果から、室内モデルの作製時には仕事量の低減と、含水比を変化させることにより気相量の調整が可能なものと考えられる。

(4) 三相割合

締固め試験の結果を基に(2)～(4)式によって三相割合の計算を行った。図-10の上段には、植物の生

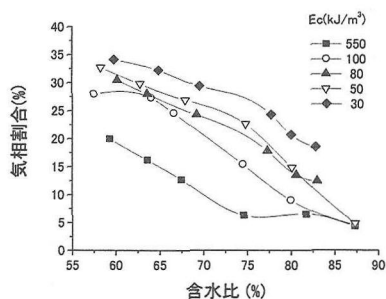


図-9 気相割合

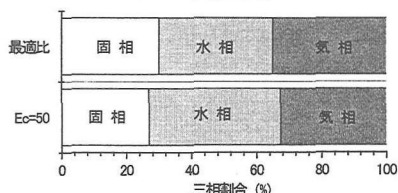


図-10 三相割合

表-4 透水試験

$E_c=50\text{kJ/m}^3$	$E_c=550\text{kJ/m}^3$
$2.25 \times 10^{-5}\text{cm/sec}$	$1.0 \times 10^{-5}\text{cm/sec}$ 以上 (測定領域外)

育に良いとされ、植栽設計時の目安となる割合を示し、その比を最適比と表記した。下段は仕事量 50kJ/m^3 で締固めた結果を示す。固相がやや少なく水相が多いが、最適比に近い良好な三相割合と言える。

以上の結果と(3)の結果より、植栽時の最適とされる三相割合に近い比率を締固め仕事量の低減により得ることが可能となった。

(5)透水性

透水試験結果を表-4に示す。 550kJ/m^3 の場合、越流に極度の時間を要し定水位透水試験では計測できなかった。 50kJ/m^3 で締固めた場合、 550kJ/m^3 の場合と比較すると大幅に透水係数が改善され、管理基準値を満たした値となった。

透水係数は密度に依存するため、測定の際は密度管理が重要となる。盛土工事のような一般的な土木工事の場合、最大乾燥密度が管理の目安となるが、植生土壌を対象とした場合、最大乾燥密度となるよう締固めると、根の成長を阻害する硬度に達する場合があることを示した。

この様に植生の生育が困難と考えられる供試体では圃場を反映しているとは言い難く、得られた透水係数に対し別途検討が必要となる。

本研究では密度管理手法として、締固め仕事量に着目した密度管理を行った。また、仕事量の判断基準としては、圃場における土壌管理の目安とされる硬度で判断した。

伐採木材や汚泥焼生成物などのリサイクル材や人工土壌など新しい植生土壌の透水係数の測定には本報告で示したように、密度管理手法を明確にし、圃場に近い供試体で計測を行うことが有効であると考えられる。

(6)保水試験および圃場との比較

図-11に保水試験の結果を示す。吸引法における水頭差の関係上、水分特性曲線はpF値で2.17以下、含水比では78%以上の範囲で計測を行った。本研究の対象とする圃場が屋上緑地など主に土層厚の薄いものを想定していることから、サクシジョンの低い領域を重視し、吸引法を用いた。

しかし、モールドに詰めた試料が的確に圃場を反映した縮小モデルとなっているか検討を行う場合、pF値の高い領域でも比較することが望ましい。一

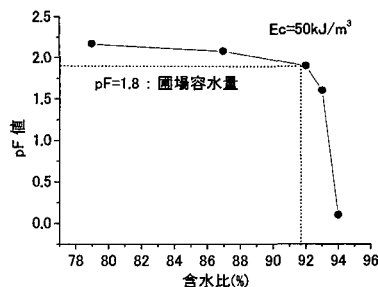


図-11 保水試験

表-5 各指標の含水比

指標	最適含水比 ($E_c=550\text{kJ/m}^3$)	塑性限界	最適含水比 ($E_c=50\text{kJ/m}^3$)	液性限界	圃場含水量
含水比	55%	63%	86%	89%	92%

般に植生が生育するに当たり管理の目安とされるpF値の領域は1.5~3.0程度であり、これは水分恒数で圃場含水量~成長阻害水分点に対応する領域となっている。それに対し、保水試験における加圧法の測定可能領域はpF値で2.0~4.2であることから、吸引法、加圧法を併用により、植生の生育可能な領域のほぼ全域にわたる比較が可能になると思われる。

得られた土壌水分特性曲線を用い、圃場含水量に対応する対応する含水比と、液性限界の比較を行った。圃場含水量は土質によって異なるが、一般に1.5~2.0程度とされ、東山らは1.8¹⁾としている。液性限界と圃場含水量は近い値をとり、実際の耕地(圃場)では液性限界は圃場含水量の目安とされる。

また、液性限界が乱した土を対象として得られ、密度に依存しない工学指標であるのに対し、保水試験は密度に依存する指標である。本研究で用いた保水試験の方法は一度乱した土を図-2のフローに従ってモールドに詰めなおした試料により得られた値である。両指標を比較することにより、モールドに詰められた土の状態が圃場に近いものかどうか検証できるものと考えた。

図-11より、pF1.8に対応する圃場含水量の含水比は92%となった。同様に圃場含水量をpF1.5~2.0とすると、対応する含水比は88~93%となる。表-5に示したように、液性限界の値は89%であり、両指標は近い値を得ることができた。この結果により、モールド内で締固められた土が植生の生育可能な圃場を反映した物となっていることを確認することができた。

最適含水比に着目すると、 550kJ/m^3 で締固めた場合は55%であるのに対し、 50kJ/m^3 では85%となった。したがって図-1における最適含水比は 550kJ/m^3 で

締固めた場合のものに対応するものと考えられる。

しかし、これまでも述べたように、この仕事量で締固められた供試体が圃場に近いモデルであるかは別途検討が必要であり、この比較は永久しおれ点に達する含水比の目安程度と考えるのが妥当と思われる。

5. 結 論

本研究では透水試験、保水試験を行う際は実際の圃場に近い供試体で試験を行う必要があることについて述べた。そしてその供試体の作製方法を検討するとともに、得られた結果を土壌水分恒数と比較することによってモデル化の妥当性について考察を行い、以下の諸点が明らかになった。

- (1) 緑化基盤材の透水性、保水性を評価するためには圃場に近いモデルを作製する必要がある、そのためには締固め仕事量により、定量的に行うことが効果的である。
- (2) 締固め仕事量を低減させることにより、土壌硬度を管理目標値にまで低減することが可能となった。気相量についても同様のことが言え、室内モデルにおける密度管理手法において締固め仕事量は重要な指標となることが確認された。
- (3) 圃場容水量における含水比と液性限界が近い値を示したことにより、モールド内の土が圃場に近い土の状態であったことが確認された。

おわりに

黒ボクのような火山灰質高有機質土は密度管理が難しく、粒子破碎や乾燥履歴など、締固める際注意すべき点が多い。この実験で黒ボクを用いた場合においても、定量的な密度管理が可能となったことから、他の土の場合においても同様な手法が適用可能と思われる。

しかしながら本報告では黒ボクのみの結果しか示していない。そこで今後は他の粘性土や砂質土、それらに堆肥混入させた場合など実際の圃場に近い試料で実験を行うことにより、今回行った供試体作製方法の一般性について検証してゆく予定である。

参考文献

- 1) 東山勇, 石田朋靖: pF の基本的意味(その 2), 土と基礎, pp. 34-12(347), 1987.
- 2) 土質試験法編集委員会編: 土質試験の方法と解説, 土質工学会, p. 90, 1990.
- 3) 中島宏: 植栽の設計・施工・管理, 経済調査会, p. 366, 1994.
- 4) 地盤工学会編: 土の見分け方入門, 地盤工学会, p. 118, 1998.
- 5) 村上幸利: 建設汚泥の緑化基盤材への利用, 土と基礎, 50-9(536), pp. 28-30, 2002.
- 6) 藤原俊六郎, 安西徹郎, 小川吉雄, 加藤哲郎: 土壌肥料用語辞典, 農山漁村文化協会, 2002.
- 7) 地盤工学会編: 土の見分け方入門, 地盤工学会, p. 52, 1998.

BASIC STUDY TO MAKE TEST PIECE FOR PLANTING

When dealing with bed soil for planting treatment, one needs to be cautious of the physical soil properties. Since the coefficient of permeability, the suction and the hardness index of the bed soil etc. change with the soil densities, it becomes important to control the density in compaction. In this examination, controlling the density of the model bed soil by changing compaction energy and a variety of physical properties of the model bed soil were experimentally evaluated.