

III-54

軽量人工地盤の締固め特性について(その6)

—軽量材混合土の緑化適性について—

側大林組 技術研究所 正会員 喜田大三 正会員○塩田耕三
正会員 杉本英夫

1. はじめに

人工地盤緑化は、都市のアメニティー向上と都市環境の改善に大きな役割を果たす。人工地盤上の盛土を考える時、構造的荷重負荷を増加させないという意味でその軽量化と薄層化は大きな課題である。そこで、その軽量化の実態と締固め特性を把握するため、砂質土(以後はまさ土と表示)を基材として、軽量材としては、軽量発泡スチロール粉碎品(以後はEPSと表示)、黒曜石系バーライト(以後はバーライトと表示)、珪藻土焼成品を使った。各種軽量材を混合した緑化用培土の軽量化の実態と、締固め特性について検討した結果を以下に示す。

2. 実験概要

人工地盤上の盛土造成に際し、土壌改良資材としての軽量材の混合率は、一般に10～30%の範囲内で施工されることが多いが、今回は軽量化の実態を検討するため、20,40,60,80%(内容積%)とした。また、その各種混合土が想定される利用形態で過度に締固められた時の軽量化の実態を予測するため、室内で各種試験を以下の条件と要領で実施した。

- ① 各資材の特性：まさ土は粒度(2-75mm=47%, 0.074-2mm=42%, 0.005-0.074= 5%, 0.005mm≧ 6%, 最大粒径=19.0mm)、真比重=2.656、初期含水比=8.4%である。EPSは粒度=3～5mm、真比重=0.033(=かさ比重/(1-空隙率)=0.020/(1-0.40))である。バーライトは粒度=3～5mm、真比重=2.327、出荷密度(乾燥密度)=0.109g/cm³である。珪藻土焼成品は、粒度=1～3mm、真比重=2.245、出荷密度(乾燥密度)=0.674g/cm³である。
- ② 軽量材添加土の混合：各資材の計量は、出荷時の容積比により軽量コンテナで実施した。混合はソリミキサーを用いた。EPSについては、練り混ぜ時の飛散を防止するため、霧吹きにより水分を添加した。
- ③ 締固め試験：軽量化の実態と植生に対して過度な締固め(固結)の検討のため、室内にて突固めによる土の締固め試験(土質工学会基準JSF T 711-1990=C-b法)を実施した。
- ④ 土壌硬度試験：各混合率の各含水比ごとの締固め後の土壌硬度を計測するため、モールド内の混合土を山中式土壌硬度計により計測した。
- ⑤ 透水試験：各混合率ごとの最適含水比近傍での最も締った状況での透水を確認するため、室内にて土の透水試験(土質工学会基準JSF T 311-1990)を行った。

3. 実験結果および考察

図-1に軽量材混合率と軽量率の関係を示す。実線は出荷時の容積比から計算される軽量率であるが、実際の締固めで図のような下に凸なグラフとなる。これは、締固めエネルギーを出荷時の密度で維持できないことと、各混合材と基材が相互の間隙を補完し合うためである。EPSでは、40%混合で8.5%の軽量率、80%で44%と目標値の約1/5～1/2と低い。バーライトでは、40%混合で5.2%の軽量率、80%で17.2%と目標値の約1/7～1/5と3資材の中では最も軽量化への貢献度は小さい。一方、珪藻土焼成品は40%混合で15.7%の軽量率、80%で32.5%と目標値の1/2でほぼ一定値を示す。これは、単体の密度は大きいものの混合材になったとき、それぞれの粒状構造が頑強で相互の間隙を補完し合う度合いが少ないためと思われる。これら3資材の比較では、混合率60%までは乾燥密度の最も重い珪藻土焼成品が軽量化に最も貢献している。

図-2は各混合率での締固め曲線を示す。混合率の増加により、EPSは、最適含水比は殆ど変わらず、軽量化率が序々に増える。バーライトは、軽量化は殆どされず、最適含水比がわずかではあるが増加する。珪藻土焼成品は、軽量化されると共に、最適含水比が極度に増加する。

図-3は締固め後の三相分布である。混合率の増加により、EPSは含水比も三相分布も殆ど変わらない。バーライトは固相の減少と気相の増加を示す。珪藻土焼成品は、含水比の増加と固相の減少、液相・気相の増加を伴う。また、まさ土の土構造が固相率を異常に高い(75～80%)ところで維持している。これは、畑地の間隙率の改良目標値が40～80%であることを考慮すると植物の生育にとって、まさ土を基材にした混合土は過剰な締固めで緑化には適さなくなる傾向があることを示す。また、珪藻土焼成品混合土は液相と気相の増加で上記の畑地の改良目標値に改良され、緑化適正が向上するようである。

図-4は、締固め時の土壌硬度(山中式)を示す。まさ土単体の場合、含水比10%以下で22mm(植物の根の生育限界)以上と過硬の状況が確認できる。混合率の増加により、EPSと珪藻土焼成品は60%以上の混合率の場合、土壌硬度は22mm以下となっている。バーライトではかえって硬くなる傾向がある。

図-5は、締固め時の透水係数を示す。混合率の増加により、EPS、珪藻土焼成品は、透水係数の増加が確認でき、40%添加で 10^{-4} cm/secのオーダーに改良される。バーライトの場合は、透水係数が一度低下し 10^{-7} cm/secのオーダーになった後、80%で 10^{-5} cm/sec前後に戻る。植物の生育に適当な値が $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secであることを考慮すると、EPS、珪藻土焼成品の透水性は緑化適正の範囲内にある。一方、バーライトは、過度の締固めによる透水不良が予想される。

4. まとめ

まさ土を基材にした各種軽量材混合土の締固まり状況は、混合率の変化で出荷時の容積比で計算した軽量率とは一致しない。軽量率を50%にできるのは、EPSのみで混合率80%程度必要である。また、珪藻土焼成品は、今回の締固め条件下では軽量化に最も貢献する資材である。混合土の締固め後の三相分布からは、珪藻土焼成品の間隙率は植物の生育に適性な範囲内に改良し易いようである。土壌硬度は植物の生育に適性な22mm以下の条件を充足しているのは、EPS、珪藻土焼成品の混合率60%以上の場合である。これらの結果、まさ土はそのものが締固まり易い性質を持っていることにも配慮し、過剰な締固めには注意を要する。透水性では、EPS、珪藻土焼成品の混合により、透水性が改良されるが、EPSは注意が必要である。

参考文献：1)喜田・平間・塩田・杉本：軽量人工地盤の締固め特性について，第26・27・28・29回土質工学研究発表会、2)塩田他：軽量人工地盤における芝の生育調査，第22・23・24回緑化工研究発表会、3)塩田他：軽量人工地盤の締固め特性について，土木学会第48回年次学術講演会

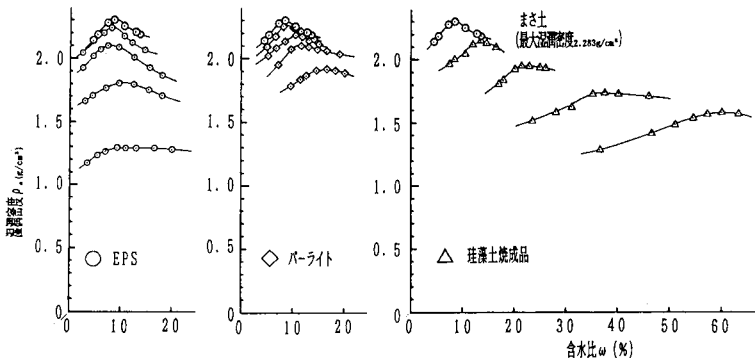


図-2 締固め曲線（湿潤密度）

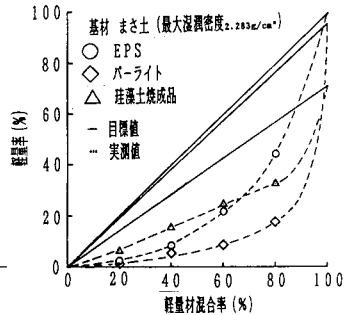


図-1 軽量材添加率と軽量率の関係

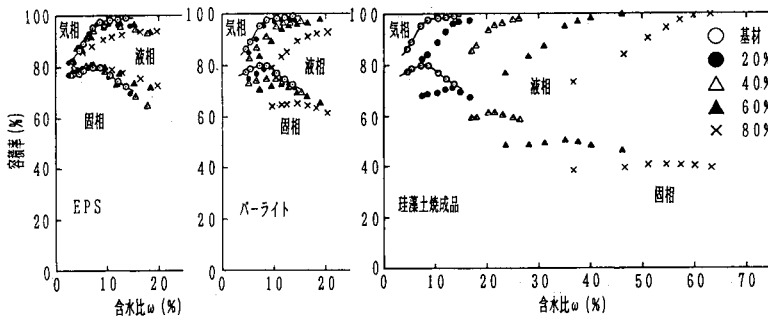


図-3 締固め時の三相分布

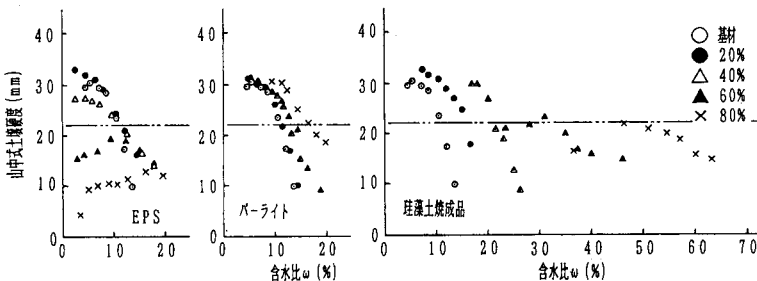


図-4 締固め時の土壌硬度（山中式）

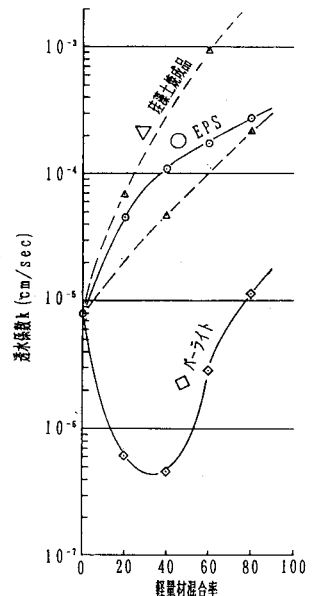


図-5 締固め時の透水係数