

竹チップを用いた土系舗装材料の冬季耐久性評価と現場施工性の検討

福岡大学工学部 正会員 ○古賀 千佳嗣 佐藤 研一 藤川 拓朗
(株)NIPPO 江籠 洋和

1. はじめに 土系舗装は、自然土(主にまさ土などの砂質系の土)にセメント系、石灰系、樹脂系、アスファルト系などの固化材を混合した舗装である。これらは、アスファルトやコンクリート舗装にない、景観性、歩行性、保水性に優れ、近年、地球温暖化軽減等々で注目されている。著者らはこれまでに竹繊維による補強効果に着目し、土系舗装(竹チップ舗装)の開発を行い、その有効性^{1),2)}が確認できている。しかし、寒冷地では凍害や霜害による損傷を受けやすいこと³⁾が報告されている。そこで、竹チップを用いた舗装材料の凍結時の物理・力学特性を把握し、冬季における耐久性について実験的な検討結果について報告する。また、この舗装材料の現地における長期耐久性の確認のため中規模の現場施工を行った。今回は特に現地で材料を製造し、中規模な舗装の施工性について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 土質材料には太宰府市で採取したまさ土を用いた。表-1にまさ土の物理特性を示す。固化材にはセメントと特殊固化材を用いた。表-2に竹チップの性状を示す。使用する竹チップの寸法は、一般の土系舗装の舗装断面の50~80mmの厚さを考慮し、2~35mmの自然乾燥竹チップを用いた。

2-2 竹チップ舗装の諸物性 事前に各竹チップ添加率における締固め試験(A-a法、JISA 1210)を行った。図-1に締固め曲線を示す。竹チップ添加率の増加に伴い、最大乾燥密度 ρ_{dmax} が低下していることが確認できる。また、図-2に竹チップ添加率における透水係数を示す。図-1より竹チップの混入による乾燥密度の低下から、透水性の改善が確認できる。

2-2 供試体作製方法 今回、供試体作製においてB=0,5%の配合条件より、設定含水比は積雪な寒冷環境を考慮し、B=5%における最適含水比 $w_{opt}=18.5\%$ を用いた。供試体は、設定含水比に調整したまさ土に竹チップと固化材を混合し、直径10cm、高さ12.5cmのモールド、2.5kgのランマーを用い、3層各25回の突き固めで供試体を作製した。ここで、竹チップ及び固化材の添加率は、土質材料の絶乾重量に対する重量比としている。

2-3 実験方法

1) 冬季における竹チップ舗装の物理・強度特性の検討 冬季時における竹チップ舗装の耐久性を把握するために、供試体を冷凍し一軸圧縮試験(E013)⁴⁾を行った。表-3に実験条件を示す。竹チップ

添加率はB=0,5%とし固化材添加率はC=5%とした。供試体作製後、気中、冷凍にて各々7日の養生を行い、気中では室温 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ の室内に静置し、冷凍養生では温度を -23°C 以下に保ち養生した。

2) 中規模施工の概要 今回、大阪府和泉市の和泉リサイクル環境公園にて試験施工を行った。施工場所は写真-1に示す和泉リサイクル環境公園メインストリートで、施工面積 $4\text{m}\times 50\text{m}=200\text{m}^2$ の中規模施工である。また、事前に現場で使用する土質試料の締固め曲線を図-3に示す。配合は、締固め試験結果より、竹チップ添加率B=5%、特殊固化材添加率C=5%とした。また、室内と現場で作製した供試体を3日気中養生し、一軸圧縮試験により比較した。

表-1 まさ土の物理特性

試料名	太宰府まさ土
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.641
最適含水比 $w_{opt}(\%)$	11.8
細粒分含有率 $F_c(\%)$	8.6
液性限界 w_L	N.P.
塑性限界 w_P	N.P.
塑性指数 I_p	N.P.

表-2 竹チップの性状

外観	
寸法	2~35mm
状態	自然乾燥
自然含水比	5%

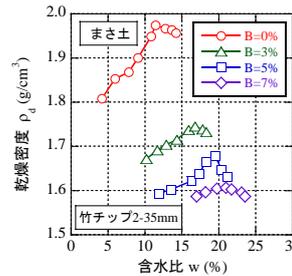


図-1 締固め曲線

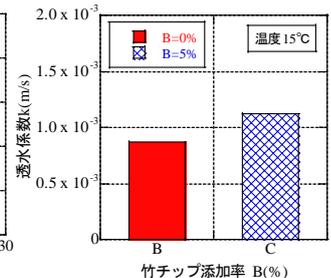


図-2 透水係数

表-3 実験条件

土質資料	竹チップ添加率 B(%)	固化材添加率 C(%)	養生状態	養生日数
太宰府まさ土	0		気中養生	7日
	5	5	冷凍養生	



写真-1 施工場所

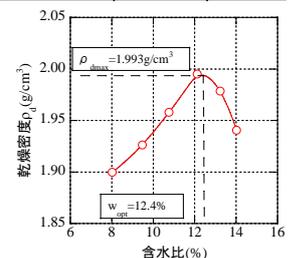


図-3 現場材料の締固め曲線

キーワード 竹チップ, 凍結, 現場施工

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19-1 福岡大学 TEL092-871-6631(内線 6464)

3. 実験結果及び考察

3-1 冬季における竹チップ舗装の物理特性 図-4(a), (b)に冷凍7日後における供試体の物理特性を示す。図-4(a)に示す含水比の変化については、いずれの供試体においても変化がみられないことがわかる。また、図-4(b)の体積の変化を示す膨張比においては、竹チップ添加率 B=0%では $\gamma=1.026\%$ と高い値を示しているのに対して、B=5%では、B=0%の半分以下に膨張が抑制されていることが確認できる。このように竹チップを混合することで、冬季に凍結した供試体の体積膨張を抑制していることがわかる。

3-2 冬季における竹チップ舗装の強度特性 図-5(a), (b)に一軸圧縮試験結果を示す。図-5(a)より、竹チップの添加により圧縮応力は増加し、延性的な破壊形態を示している。また、図-5(b)より凍結時において、竹チップの混合により約5倍の一軸圧縮強さの増加を示している。これは竹繊維の持つ引張強度の効果が要因であり、図-4(b)に示す膨張比の変化が少ないことで、土質試料と竹チップが密接になり、固化作用が働き強度発現したと考えられる。これらは冬季において耐久性の向上が伺える。

3-3 中規模現場での施工性 写真-2に現場施工の状況を示す。今回は、原位置で竹チップ舗装材料を製造し、歩道幅4m、施工面積200m²の中規模の舗装を行った。施工では、アスファルトフィニッシャーを用いて敷均し、転圧には、両輪鉄輪の3tの振動ローラを使用した。しかし、施工面積200m²、厚さ7cmの施工を行う場合、今回使用した母材のまさ土を含水比を12.9%

に調整後、容量430Lのセメントミキサを2台用いて竹チップ及び特殊固化材を混合し、所定量の竹チップ舗装材料の現地にて製造を行った。100~300m²を超える中規模舗装工事の場合、4種類の材料混合を行う竹チップ舗装は、材料供給が施工時間に影響を及ぼす。今回の施工では、舗装材料の製造において大型ミキサ430Lを用いており、一回の混合で製造できる材料が約230kgと少ない。今回の施工では、約32tの材料を供給するために約140回の混合が必要となった。しかし、敷設工事は、材料製造を含め約7時間程度で完了したことから、さらに大規模な面積を施工する場合は、自走式土質改良機や大型の混合機械が必要であることも明らかとなった。施工終了後、コアサンプリングを行い、密度を確認した結果、目標密度 $\rho_d=1.993 \times 0.90=1.79\text{g/cm}^3$ に対し $\rho_d=1.86\text{g/cm}^3$ であった。また、図-6示す室内配合と現場配合の一軸圧縮試験結果より、現場配合の方が室内配合より高い一軸圧縮強さを示した。これは、フィニッシャーと振動ローラにて十分に転圧され、密度が室内試験より高い値を示したことが原因と考えられる。

4. まとめ 1) 竹チップ舗装材料は、凍結時において体積膨張を抑制でき、竹チップの添加により十分な強度があることが確認できた。今後、材料融解時の材料強度の検討も行う予定である。2) 今回の竹チップ舗装の中規模施工により、現地での材料混合・製造の能力と機械施工の有効性が示された。

謝辞：本現場施工は、(株)大栄環境及び和泉リサイクル環境公園に協力いただきました。関係各位に心より感謝申し上げます。

参考文献 1)川原ら：石炭灰を用いた歩行者系舗装材料の力学特性，土木学会舗装工学論文集，第12巻，pp.123-129, 2007. 2)坂本ら：竹チップの性状が竹土舗装の締固め・強度変形特性に及ぼす影響，土木学会西部支部研究発表会，V-042，pp.681-682, 2015. 3)石川ら：舗装構造の疲労寿命に及ぼす粒状路盤の凍結融解の影響とその評価，土木学会論文集E1(舗装工学)，Vol67，No3(舗装工学論文集16巻)，I_109-I_116, 2011. 4)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧(第4分冊)，pp38-42, 2007.

