

ポリプロピレン短繊維を添加した機能性土系舗装の凍結融解特性

信州大学工学部 正○河村 隆, 正 梅崎健夫

信州大学大学院 学 川田幸広

信州大学工学部 Shampan Myeirambyek (現横浜国大大学院)

信州大学技術部 外谷憲之

(株) 平林組 横沢昌弘, 浦野孝明

1. はじめに 長さの異なるポリプロピレン短繊維を添加した機能性土系舗装に対して, 凍結融解作用を与え, 寸法変化や表面の剥離劣化に基づいて凍結融解特性について検討した。

2. 試験の概要 文献 1), 2) に示した混合佐久土を主材料とする土系舗装供試体を作製した。試料の配合および作製方法は文献 1) を参照されたい。短繊維には, 法面吹付モルタルやコンクリートに添加されるポリプロピレン繊維 ((株) テザック製, タフライト RG, 密度: 0.91g/cm^3 , 断面寸法: $40 \times 220\mu\text{m}$, 引張強度: 560N/mm^2) を用いた。長さは 3, 6, 12mm とし, 添加量は施工性を考慮して質量比 0.05% とした。空中養生 28 日の供試体 (初期高さ $H_0=60 \sim 64\text{mm}$, 初期直径 $R_0=73 \sim 74\text{mm}$, 湿潤質量 $m_0=527 \sim 566\text{g}$) を, その上端面が完全に水浸するように丸型のプラスチック容器内 (内径: 110mm) で水浸させ, 容器に蓋をした状態で 24 時間静置して十分に吸水させた。水浸したままの状態, 1 サイクル 24 時間の周期で凍結融解を繰り返した, -20°C 以下に達するまで冷凍庫内に 11 時間程度, 20°C 以上に達するまで恒温庫内に 11 時間程度静置し, その後恒温室 ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) において, 水中から取り出した供試体に対して 30 分間水切りした後, 高さ H (5 カ所), 直径 R (6 カ所), 質量 m , スケーリング量 S_c を測定 (2 時間程度) した。 H と R の測定には, 最小目盛り 0.01mm のデジタルハイトゲージとデジタルノギスを用いた。表面の剥離劣化の進行を表す S_c は, 各サイクルにおいて容器の底部に溜まった破片の炉乾燥質量から算定した。また, 供試体表面の撮影 (6 方向) も実施した。

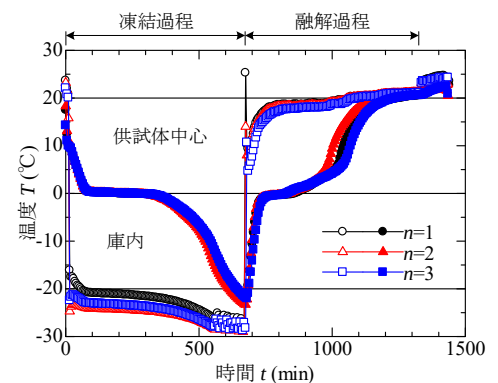


図-1 供試体中心と庫内の温度変化の一例

3. 結果および考察 図-1 に供試体中心と庫内中心付近の温度変化の一例を示す。サイクル数 n によらず温度の経時変化はほぼ同じように推移している。供試体中心の温度は $-20^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$ の範囲で変化しており, 供試体全体において凍結融解が繰り返されていることが確認できる。

写真-1 に供試体上端面の剥離劣化進行の一例を示す。無添加の供試体は, 表面の剥離が徐々に進行し, 表面の剥離劣化は顕著である。一方, 短繊維を混合した供試体において, 表面の剥離劣化は少ない。

図-2, 図-3 に, 各サイクルにおける直径 R および高さ H の平均値をそれぞれの初期値 R_0 および H_0 で除した直径比 R/R_0 および H/H_0 の変化を示す。測点を含む部分が剥離して測定が不能となるまでのデータを示している。丸型のプラ

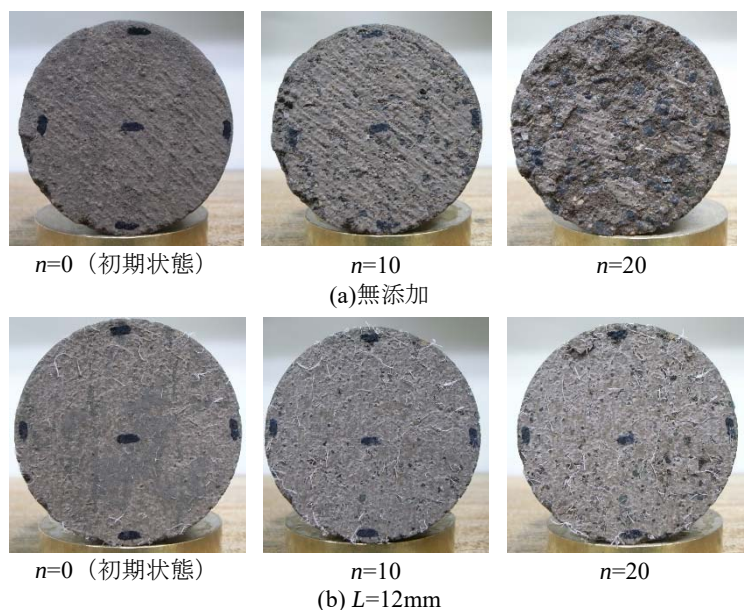


写真-1 供試体上端面の剥離劣化進行の一例

キーワード 土系舗装, 短繊維補強, 繊維長, 凍結融解, スケーリング

連絡先 〒380-8553 長野市若里 4-17-1 信州大学工学部水環境・土木工学科 TEL 026-269-5289

スチック容器に水浸させており側方への膨張が拘束されたような状態となるため、 R/R_0 の変化は H/H_0 よりも小さい。いずれの試料においても R/R_0 は凍結融解サイクルの進行にともなって徐々に増加するものの、短繊維添加による影響はほとんど見られない。一方、 H/H_0 は、 $n=1\sim4$ においてはいずれの場合もほぼ同じ挙動であるが、無添加の場合は、 $n>5$ において増加傾向が顕著となり、短繊維を添加した場合よりも高さ方向に大きく膨張し、 $n=15$ において測定不能となる供試体も見られた。

図-4にスケーリング量 S_c の変化を示す。短繊維を添加した場合の $n=20$ における S_c は $0.5\sim1.5\text{g}$ 程度であり、表面の剥離劣化はほとんど生じない。一方、無添加の場合は、表面の剥離劣化が徐々に進行し、 $n>13$ 付近から S_c が急激に増加する。

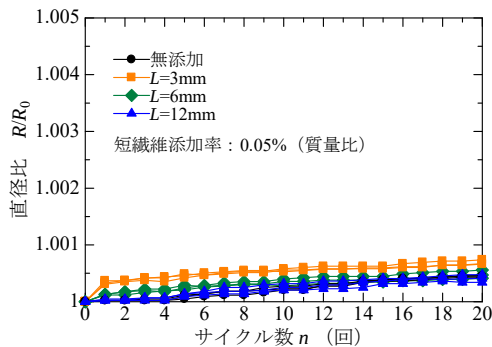
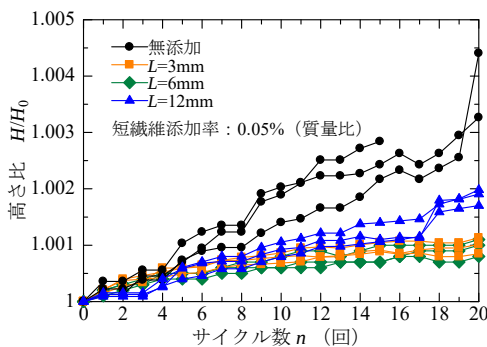
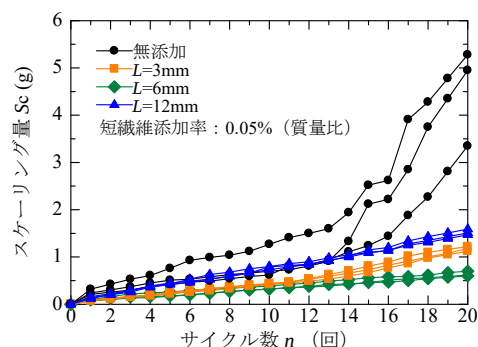
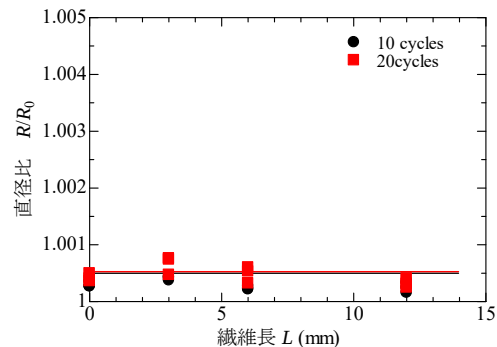
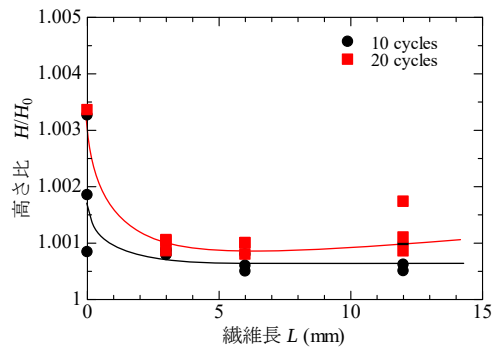
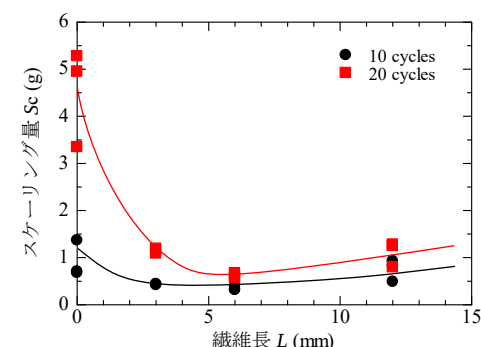
図-2 直径比 D/D_0 の変化図-3 高さ比 H/H_0 の変化図-4 スケーリング量 S_c の変化図-5 繊維長 L と直径比 D/D_0 の関係図-6 繊維長 L と高さ比 H/H_0 の関係図-7 繊維長 L とスケーリング量 S_c の関係

図-5、6に $n=10, 20$ における R/R_0 および H/H_0 と L の関係を示す。 R/R_0 は L によらずほぼ同じである。 $n=10$ における H/H_0 は、無添加の値が若干大きく、 $L=3, 6, 12\text{mm}$ はほぼ同じである。 $n=20$ においては、無添加、 $L=12\text{mm}$ の順で H/H_0 が大きくなり、 $L=3, 6\text{mm}$ では $n=10$ から膨張が少し進行した程度である。

図-7に $n=10, 20$ における S_c と L の関係を示す。 $n=10$ においては、 $L=3, 6\text{mm}$ の S_c が少し小さい値となる。 $n=20$ においては、無添加の S_c が大幅に増加し表面の剥離劣化が顕著となる。 $L=6\text{mm}$ の場合の S_c が最も小さく、表面の剥離劣化が抑制されている。短繊維の添加量は質量比で決定しているため、 $L=6\text{mm}$ の場合は、 $L=12\text{mm}$ の2倍の本数が添加されており、膨張や剥離劣化を抑制する効果が効果的に発揮されていると考えられる。一方、 $L=3\text{mm}$ の場合は、本数は $L=12\text{mm}$ の4倍添加されているものの、短繊維の土系舗装への定着強度に対して繊維長が不足していたものと考えられる。

5. まとめ 得られた主な知見は以下のとおりである。①凍結融解サイクルの進行にともなって、供試体の膨張および表面の剥離劣化が進行するが、短繊維を添加することにより、それらを抑制することができる。②表面の剥離劣化を表すスケーリング量は $L=6\text{mm}$ の場合が最も小さく、本試験の条件においては $L=6\text{mm}$ が適している。

参考文献 1)河村 隆, 梅崎健夫, 矢島美紀, 外谷憲之, 横沢昌弘: 主材料の異なる土系舗装の保水および吸水特性(その1), 土木学会第71回年次学術講演会, 2016. 2) 河村 隆, 梅崎健夫, 川田幸広, 山下伊千造, 外谷憲之, 横沢昌弘: 機能性土系舗装の圧縮強度, 保水性および吸水性と乾燥密度および間隙率の関係, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017(投稿中)。