

バークを活用した平板資材の開発について

長峯秀和

目 次

要旨

I	はじめに	34
II	材料および試験方法	34
	1 バーク板の材料及び試作工程	
	2 試験方法	
III	試験結果	38
	1 バーク板の試作	
	2 表面放射温度測定試験	
	3 透水性試験	
	4 歩道敷材としての性能試験	
IV	考察	41
V	おわりに	42
VI	引用文献	42

要 旨

本研究では、放射性物質の影響に対する不安などから利用が進んでいないバークの有効利用を図るため、歩道敷材としての利用の可能性を検討した。バークを原料とした平板状の資材（以下バーク板という。）を試作し、成形条件の検討および基礎的な性能試験を実施した。成形条件の検討では、配合割合や水量の違いにより外観や成形性に差が生じることが確認された。また、試作したバーク板は一般的な透水平板と比較して軽量であり、施工時の作業負担の軽減につながる可能性が示された。性能試験の結果、バーク板は透水平板と比較して表面放射温度の上昇が小さい傾向を示し、夏季の高温時における路面温度の上昇抑制に寄与する可能性が示唆された。さらに透水性が良好であり、雨天時における水たまりの発生抑制が期待された。歩道敷材としての性能試験では、反発の強さは透水平板と同程度である一方、衝撃吸収性が高い傾向が認められた。

以上の結果から、バーク板は歩道敷材として利用可能な材料の一つとなり得ることが示唆された。

キーワード：バーク、平板資材、歩道敷材

受付日 令和8年3月16日

受理日 令和8年3月26日

課題名 木質系廃棄物の利用に関する研究

（県単課題 令和2年～令和5年度）

I はじめに

県内の木材加工施設等では、製材やチップ製造に伴い、樹皮（以下「バーク」という。）が年間12万トン以上発生している（令和4年度 林業振興課調べ）（図-1）。これらのバークは、東京電力福島第一原子力発電所事故（以下「事故」という。）以前には、燃料や堆肥、家畜敷料等としてほぼ全量が有効利用されていた。しかし、事故後は放射性物質の影響に対する不安などから、堆肥として利用可能な放射性セシウム濃度の指標値である400 Bq/kg以下であっても利用が十分に進んでいない状況にある。そのため、バークの有効利用の拡大が課題となっている。

このような状況を踏まえ、本研究では、利用が十分に進んでいないバークの新たな資材としての活用を図ることを目的とした。具体的には、バークをセメントにより固形化した平板形状の資材（以下「バーク板」という。）を試作し、歩道敷材としての利用を想定した基礎的な性能評価を行った。評価項目は、表面放射温度、透水性および衝撃吸収性とし、市販のコンクリート製透水平板（以下「透水平板」という。）との比較試験により、バーク板の利用可能性について検討した。

なお、透水平板とは、歩道敷材などに用いられる多孔質構造のコンクリート製資材で、雨水等を地盤へ浸透させる機能を有する資材である。



図-1 木材加工施設で発生したバーク

II 材料および試験方法

1 バーク板の材料及び試作工程

(1) 材料

試作に使用したバークは、県内のチップ製造業者から購入した針葉樹を主とする一次粉砕バークである（図-2）。バーク小片の最大長さは、約50 mmであった。購入したバークについて、放射性物質濃度を確認するため、1.5 L容量のマリネリ容器に充填し、EMF211型ガンマ線スペクトロメータ（EMFジャパン株式会社製、NaI(Tl)シンチレーションカウンタ検出器）を用いて、測定時間3,600秒で測定を行った。その結果、放射性物質濃度は約30 Bq/kgであった。さらに、バークは当センターのビニールハウス内で約1か月間天然乾燥を行った。乾燥後の含水率は約15%（湿重量ベース）であった。



図-2 試作に使用した一次粉砕バーク

(2) 試作品の寸法と配合

試作品の寸法は、市販の透水平板の規格を参考に、縦 300 mm、横 300 mm、厚さ 60 mm とした。固形化のためのバインダーには、ポルトランド業務用セメント（昭光物産株式会社製）を用いた。

バークとセメントの配合割合は重量比で設定し、バーク：セメント比を 1：9、2：8、3：7、4：6、5：5 の 5 条件とした。さらにセメントと水の配合割合についても重量比で設定し、セメントを 1 とした場合の水の割合を 0.8、1.0、1.2、1.5、1.8、2.0 の 6 条件とした。

(3) 試作工程

設定した配合割合に基づき、バークとセメントを 70 L 容量の電動モーター式コンクリートミキサーに投入し、約 20 分間攪拌した。その後、水を加えてさらに約 20 分間攪拌した。先にバークとセメントを攪拌したのは、水を同時に加えて攪拌した場合、混合物が均一に混ざらず仕上がりにばらつきが生じることがあったためである。

攪拌後、ミキサーから混合物を取り出し（図-3）、型枠用合板で作製した 300mm 四方の型枠に充填して成形した（図-4）。成形後には、混合物が型枠の上下面に付着するのを防ぐため、上下面にはビニールシートを敷設し、バークが固化するまで約 1 週間、雨水の影響を受けない屋外で養生した（図-5）。養生終了後に型枠から脱型し、試作品とした。



図-3 ミキサーからの混合物取り出し



図-4 混合物の成形



図－5 成型後の養生

2 試験方法

(1) 表面放射温度測定試験

①目的

本試験では、バーク板および透水平板を対象として、夏季の日中から夕方にかけての表面放射温度の変化を測定し、両者の表面放射温度の違いを把握することを目的とした。一般に、コンクリート系材料は日射の影響を受けやすく、表面温度が上昇しやすいことが知られている¹⁾。一方、バークは有機質材料であり、木質材料と同様に熱伝導率が比較的低い材料であると考えられている^{2、3)}。そこで本試験では、材料特性の違いに着目して、バーク板と透水平板における夏季の表面放射温度の変化を比較することで、材料の違いが表面温度の上昇に及ぼす影響について確認した。

②試験方法

試験は、当センター敷地内において、令和4年8月15日に実施した。試験体としてバーク板9枚を用い、比較対象として透水平板9枚を使用した。各試験体は、縦横3枚ずつ、正方形状に配置し、測定時間を通して日陰とならない場所に設置した。

表面放射温度の測定には、IR-309（カスタム社製）の放射温度計を使用し、地上約1mの高さから各試験体の中央部を測定した。測定時間は午前10時から午後5時まで、1時間間隔で実施した。また、測定時には外気温もあわせて測定し、試験体表面の放射温度との比較に用いた（図－6）。



図－6 表面放射温度の測定状況

(2) 透水性試験

①目的

本試験は、パーク板の透水性能について、歩道敷材としての利用を想定し、透水平板と比較評価することを目的として実施した。

②試験方法

本試験は、舗装性能評価法に準じて実施した⁴⁾。測定にはLA-206（三洋試験機工業株式会社製）アスファルト現場透水試験機を使用し、パーク板および透水平板を試験体として、試験体上に試験機を設置して測定を行った。

測定では、上部シリンダー内に注水した400 mLの水が試験体を通過して流出するまでの時間を測定した（図-7）。試験は各材料について10枚の試験体を用いて実施し、各試験体につき3回ずつ測定を行った。得られた測定値から試験体ごとの平均値を算出し（ $n=10$ ）、その結果を用いてパーク板と透水平板の透水性能を比較した。



図-7 透水試験機の設置状況

(3) 歩道敷材としての性能試験（SB・GB試験）

①目的

本試験では、パーク板を歩道敷材として利用する場合の適性を評価するため、透水平板と比較し、資材表面の反発弾性および衝撃吸収性の違いを明らかにすることを目的とした。反発弾性とは、資材表面に衝撃が加えられた際に、どの程度跳ね返すかを示す指標であり、値が大きいほど反発が強いことを示す。一方、衝撃吸収性とは、加えられた衝撃をどの程度吸収・緩和するかを示す指標であり、値が小さいほど衝撃を吸収しやすい傾向がある。

②試験方法

本試験は、舗装性能評価法に準じて実施した⁴⁾。反発弾性の指標として、スチールボール（直径25 mm、約64 g）を高さ1.0 mから自然落下させ、試験体表面からの跳ね返り高さを測定した（SB試験）（図-8）。また、衝撃吸収性の指標として、ゴルフボール（直径40 mm、約46 g）を用い、同様に高さ1.0 mから自然落下させ、跳ね

返り高さを測定した（GB 試験）。試験体はパーク板および透水平板それぞれ 10 枚とし、各試験体について 3 回測定を行った。測定値から試験体ごとの平均値を算出し（ $n = 10$ ）、その平均値を用いて比較した。なお、平均値から下記の式により、SB 係数および GB 係数を求めた^{4, 5)}。SB 係数および GB 係数は、いずれも値が小さいほど衝撃を吸収しやすいとされ、歩行者の身体にかかる負担が小さい材料とされている⁵⁾。

$$\text{SB 係数および GB 係数 (\%)} = H_0 / H \times 100$$

(H_0 : 平均跳ね返り高さ (cm)、 H : ボールの落下高さ (100cm))



図－8 SB・GB 試験の状況

Ⅲ 試験結果

1 パーク板の試作

(1) 配合条件ごとの成形性および外観

パーク：セメント比およびセメント：水比を変化させて試作を行った結果、配合条件によって成形のしやすさや、成形後の外観に違いが認められた。

セメント：水比については、水分量が多い条件（1：1.8～2.0）では成形後にセメント分と水分が分離しやすく、養生中に試験体の上面と下面でセメント成分の偏りが生じ、不均一な外観となる傾向が見られた（図－9）。一方、水分量が少ない条件（1：0.8～1.0）では、セメントと水を混合して作製したセメントミルクがパークと十分になじまず、固形化が不十分となるため、脱型時に崩れやすい試作品が確認された（図－10）。



図－9 上下面で不均一な試作例



図－10 十分に固形化できなかった試作例

(2) 良好な成形性を示した配合

各配合条件で作製した試作品について、成形安定性および外観の均一性を比較した。その結果、バーク：セメント比 3：7、セメント：水比 1：1.5 の条件において、他の配合と比べて成形安定性および外観の均一性に優れ、最も安定した試作品が得られた（図-11）。



図-11 完成した試作品 バーク：セメント比（3：7）

(3) 試作品の重量

(2) の条件で試作したバーク板の重量は1枚当たり約 2.7 kg であった。一方、同一寸法（300 mm×300 mm×60 mm）の透水平板の重量は約 10 kg であったことから、バーク板は透水平板と比較して約 7kg 軽量であることが確認された。

2 表面放射温度測定試験

表面放射温度測定試験の結果を（図-12）に示す。すべての測定時刻において、バーク板の表面放射温度は透水平板よりも低い値を示した。最も気温が高かった13時の表面放射温度は、透水平板が 43.7℃であったのに対し、バーク板は 39.3℃であ

り、約 4℃の差が認められた。また、表面放射温度と気温との関係を比較すると、透水平板は終日、表面放射温度が気温を大きく上回る傾向を示した。一方、バーク板は、表面放射温度と気温との差が比較的小さく、終日を通して気温に近い値で推移した。

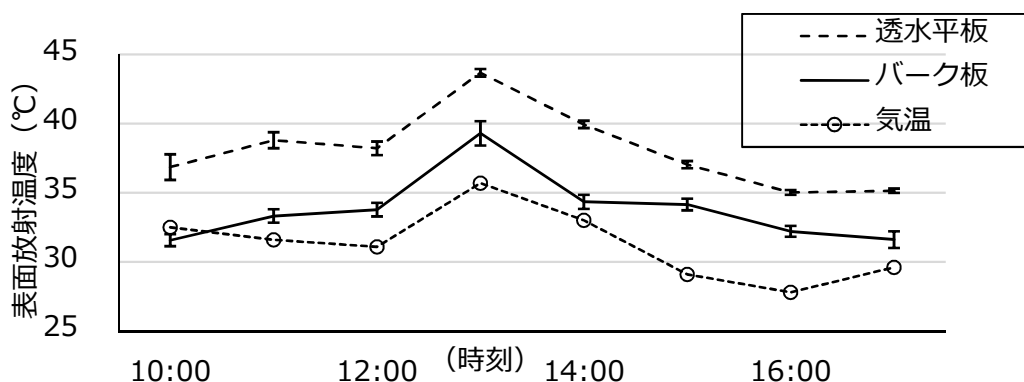


図-12 表面放射温度の測定結果(令和4年8月15日測定)

3 透水性試験

測定結果を（図-13）に示す。パーク板と透水平板の測定結果について統計解析を行った。結果、両者の間には有意な差が認められた（Mann-Whitney U検定、 $p < 0.01$ ）。パーク板は透水平板と比較して、透水に要する時間が短く、透水性が高い傾向を示した。

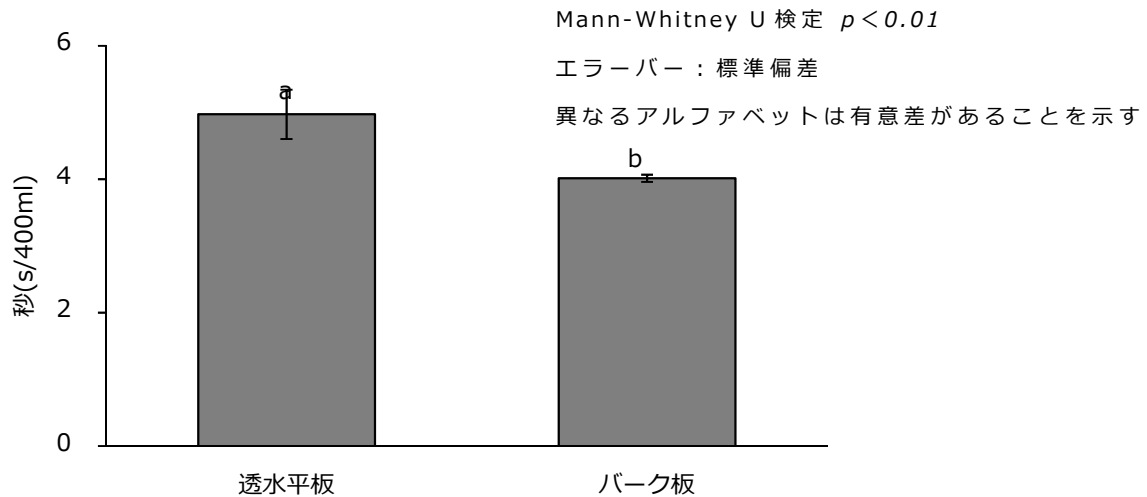


図-13 透水性試験結果

4 歩道敷材としての性能試験

(1) SB試験の結果

反発弾性の指標であるSB試験の結果を（図-14）に示す。透水平板とパーク板の跳ね返り高さを比較したところ、両者の間に有意な差は認められなかった（Mann-Whitney U検定）（図-14）。

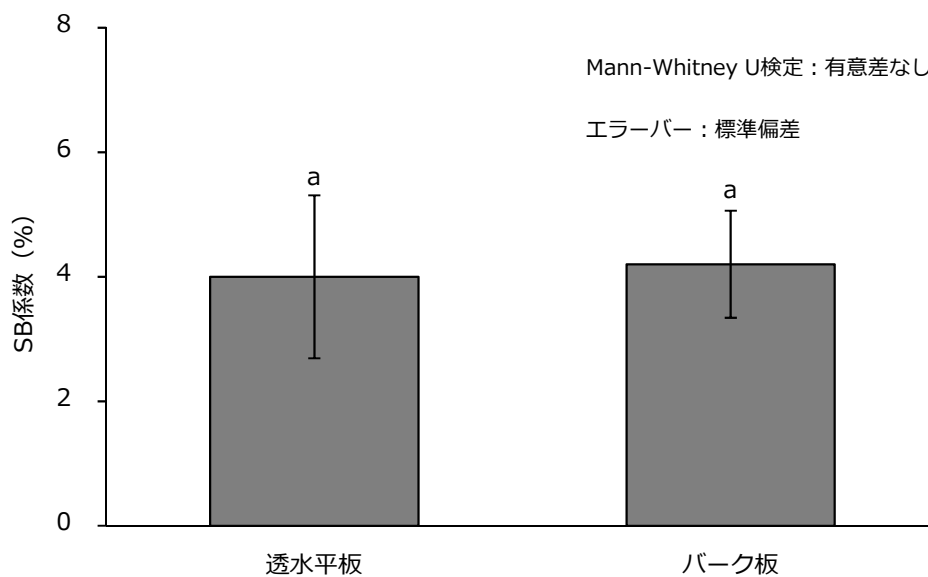


図-14 SB試験結果

(2) GB試験の結果

衝撃吸収性の指標であるGB試験の結果を(図-15)に示す。パーク板の跳ね返り高さは透水平板より有意に低い値を示し(Mann-Whitney U検定、 $p < 0.01$)、衝撃吸収性が高い傾向が確認された。

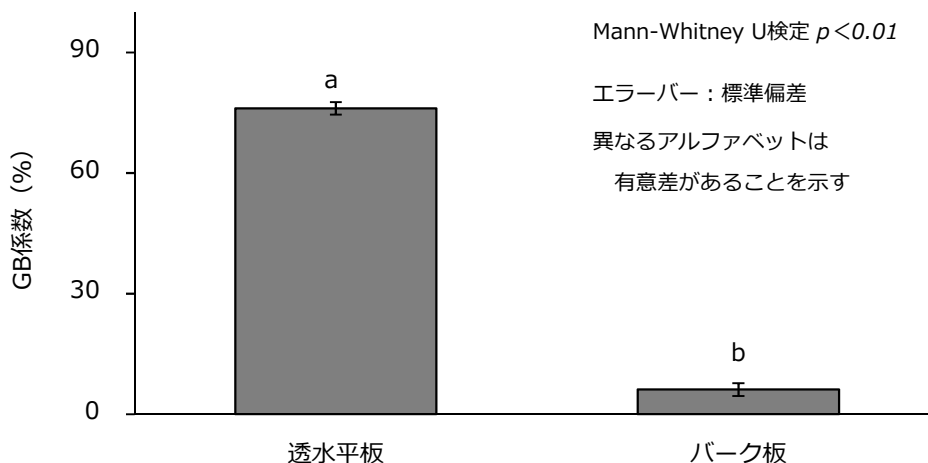


図-15 GB試験結果

IV 考察

本研究で実施した各性能試験の結果から、パーク板は透水平板と比較して、表面放射温度の上昇抑制、透水性および衝撃吸収性の各点において、歩道敷材として利用する上で有利な特性を有することが示された。

1 成形性・外観・重量・施工性

パーク板の試作では、パーク:セメント比およびセメント:水比の違いにより、成形のしやすさや成形後の外観に差が認められた。セメントに対して水分量が多い条件では、成形後にセメント成分が分離しやすく、養生後の上下面でセメントの偏りが生じ、不均一な外観となった。一方、水分量が少ない条件では、パークとセメントミルクが十分になじまず、脱型時に崩れやすい試作品が確認された。

これらの結果から、パーク:セメント比3:7、かつセメント:水比1:1.5の条件において、成形安定性および外観の均一性の点で、他の配合条件と比べて最も安定した試作品が得られた。また、試作したパーク板は同一寸法の透水平板と比べて軽量であり、施工時の取扱いのしやすさから作業負担の軽減につながる可能性が示唆された。

2 表面放射温度測定試験

パーク板の表面放射温度は、すべての測定時刻において透水平板より低い値を示した。このことから、パーク板を歩道敷材として用いた場合、夏季における路面温度の上昇を抑制し、歩行者空間の熱的負担の軽減につながる可能性があると考えられる。

3 透水性試験

透水性試験の結果、パーク板は透水平板と比較して水の流出に要する時間が短く、統計的にも有意な差が認められた。これらの結果から、パーク板は雨水を速やかに通過させる透水性を有することが示され、歩道敷材として利用した場合には路面における雨水滞留の抑制に寄与し、歩行環境の改善につながる可能性があると考えられる。

4 歩道敷材としての性能試験

S B 試験の結果、パーク板と透水平板の反発弾性に有意な差は認められなかった。一方、G B 試験では、パーク板の跳ね返り高さが透水平板より有意に低く、衝撃を吸収しやすい傾向が確認された。これらの結果から、パーク板は反発弾性において透水平板と同程度の性能を有しながら、衝撃吸収性の面では歩行時の衝撃を緩和する材料として優れている可能性が示された。このことは、歩道敷材としての利用を検討する上で重要な知見と考えられる。

5 今後の検討課題

本研究では、パーク板の歩道敷材としての基礎的な性能を把握するため、表面放射温度、透水性およびS B・G B 試験による反発弾性と衝撃吸収性について比較試験を行った。一方で、長期使用を想定した強度や耐久性については検討していない。今後は、実使用環境における経年変化や荷重条件を考慮した耐久性の検証を行う必要があると考えられる。

V おわりに

本研究では、パークという資源の新たな利用方法について、配合条件の検討および各種性能試験により基礎的な検討を行った。本研究で得られた結果は直ちに実用化を示すものではないが、歩道敷材としての利用可能性を検討する上で参考となる基礎的な知見が得られたと考えられる。今後は、耐久性などについて検討を進め、実使用を想定した評価を行う必要がある。

VI 引用文献

- 1) 君島健之・大石英夫・西岡真稔・森山正和 (2006) コンクリート舗装のヒートアイランド緩和効果. セメント・コンクリート論文集 Vol.60, 635-641
- 2) 小林定教・寺久保匡志 (2002) 木毛材の熱伝導特性について. 島根大学総合理工学部紀要 Series A 第36巻, 83-87
- 3) 吉中 保・根本信行 (2001) 路面温度のヒート抑制を目的とした機能性舗装に関する一検討. 土木学会舗装工学論文集 第6巻, 29-38
- 4) 公益社団法人土木学会 (2010) 土木学会年次学術講演会講演概要集 2010年 第65回 第5部

<https://www.jsce.or.jp/library/open/proc/maglist2/00035/2010/mg05.htm>.

2022.5.27 閲覧

5) 公益社団法人日本道路協会(2008)舗装性能評価法別冊―必要に応じ定める性能指標の評価法編―