

木質廃材を活用した舗装資材の開発

Development of Materials for Pavements by Use of Woody Wastes

岸 久雄¹⁾, 中山 伸吾¹⁾, 渡辺 京子²⁾, 笠原 大樹³⁾, 徳田 迪夫²⁾

Hisao KISHI, Shingo NAKAYAMA, Kyouko WATANABE, Daiki KASAHARA and Michio TOKUDA

要旨：木質廃材の有効活用を図るための一方策として、廃材チップを使用した木質舗装資材を製造することを念頭に、比重、接着剤の配合割合等に各種舗装資材を成板し、その滑り抵抗性能、弾力性能及び摩耗性能等を調査した。チップの接着剤としてアスファルト乳剤を中心に、ウレタン樹脂及びエポキシ樹脂を使用して検討した結果、次の結論を得た。

1)木質チップを使用する場合、接着剤にアスファルト乳剤、エポキシ樹脂及びウレタン樹脂のどれを用いても、多少の差はあるものの、弾力性能（GB 係数・SB 係数）は、比較的土や芝生に近い値を示し、足腰に負担のかからない舗装資材に成板できた。

2)アスファルト乳剤を使用した木質舗装資材の滑り抵抗性能は、良好な歩道と考えられる滑り抵抗値（BNP 値）で 40～80 を満足する範囲内にあったが、もしこの BNP 値の向上を図りたい場合には、アスファルト乳剤に砂を混入することが有効であった。また、この舗装資材の摩耗性能は、テーバー形の摩耗試験による歩行者系耐摩耗性の目安数値を十分クリアできた。

3)アスファルト乳剤を使用した木質舗装材をリサイクル利用するために、加熱によるアスファルト乳剤付き解体チップを熱圧成型した結果、この方法による再生舗装資材は、バージン舗装資材に比較して若干硬くなる傾向にあるものの、十分使用できるものであった。

はじめに

建設リサイクル法で指定廃棄物として取り上げられている木質廃材は、再利用率が 40%程度とかなり低く、その再資源化等の実行が不十分な状況下にある。このため、この有効利用が重要な問題となっており、パーティクルボードや木片セメント板等以外への利用方法も模索されているが、木質舗装資材への利用もこの解決の一助になるものと考えられる。

木質チップ等を活用した舗装資材は、雨天時の透水性が優れ、また歩き心地の良い適度なクッション性を備えていることから、公園や遊歩道に敷けば人に優しい舗装が可能になると考えられている。さらに、児童用遊具の下に置く、クッション材に利用すれば、転落時の安全性が高められることなどもあり、外国では結構利用されている例があるものの、日本では事例が限られている。

¹⁾三重県科学技術振興センター林業研究部

²⁾三重大学生物資源学部

³⁾ウッドピア松阪グルーラム協同組合

本研究では、木質廃材から製造されたチップを使用して、アスファルト乳剤を接着剤とした各種木質舗装資材を成板した後、その歩きやすさや滑りにくさ等の性能を実験によって評価し、その結果をフィードバックして、より優れた舗装資材の製造方法の確立を目的とした。さらに、使用済み舗装資材の再生活用方法についても検討した。また、ウレタン樹脂とエポキシ樹脂を接着剤に使用した木質舗装資材についても、若干の成板を行い、アスファルト乳剤舗装資材と同様にその性能を比較検討した。

実験方法

1 供試材料

1.1 木質チップ

建築廃材からミンチ解体された木質針状チップを、網目2mmと9.5mmの篩いを使用して篩い分け、その両篩いの間に入ったものを実験に使用した。この建築廃材には、柱・梁等の製材品以外に、合板、パーティクルボード、ファイバーボード等の加工製品も混入していた。

1.2 接着剤

木質チップを成型する接着剤には、アスファルト乳剤として、一般タイプと透明タイプの2種（一般タイプはアスウッド乳剤、透明タイプはアスウッドC乳剤：ニチレキ株式会社製）、1液湿気硬化型ウレタン樹脂（サンプルンBD-55：三洋化成工業株式会社製）及び2液速硬化型エポキシ樹脂エマルジョン（エポタイトNH-903：三洋化成工業株式会社製）を使用した。なお、アスファルト乳剤の硬化材として、普通ポルトランドセメントと超速硬性セメント混和材（コーカエース：宇部三菱セメント株式会社製）も併用した。

1.3 製造した舗装資材の種類

製造した舗装資材を使用接着剤により、下記のような記号で種類分けした。

Aタイプ：接着剤にアスファルト乳剤一般タイプを使用したもの。

ACタイプ：接着剤にアスファルト乳剤透明タイプを使用したもの。

Uタイプ：接着剤に1液湿気硬化型ウレタン樹脂を使用したもの。

Eタイプ：接着剤に2液速硬化型エポキシ樹脂エマルジョンを使用したもの。

2 舗装資材の製造方法

2.1 接着剤の配合割合と舗装資材の製造方法

木質チップと接着剤を表-1の配合割合に従って混合し、接着剤がチップに均一塗布されるように攪拌してから、縦300mm×横300mmの型枠内にフォーミングし、予備圧縮した後、厚さ30mmのスペーサーを挿入したコールドプレスにより圧縮することで木質舗装資材を成板した。なお、圧縮時間は、接着剤が十分硬化することを考慮し、2日間以上行った。接着剤にアスファルト乳剤を使用するにあたっては、接着剤の粘性が高い場合、攪拌しやすい粘度に調整する目的で、接着強度にさほど影響が無いと考えられる若干の水（アスファルト乳剤に対して重量割合で1%）を加えた。

表-1 木質チップと接着剤の配合割合 (重量比)

舗装資材の記号	木質チップ	接 着 剤		
		アスファルト乳剤 一般タイプ	ポルトランドセメント	速硬性セメント混和材
A				
A-10:5	10	5	5	0.30
A-10:6	10	6	6	0.36
A-10:7	10	7	7	0.42
A-10:8	10	8	8	0.48
A-10:9	10	9	9	0.54
A-10:10	10	10	10	0.60
AC		アスファルト乳剤透明タイプ	ポルトランドセメント	速硬性セメント混和材
AC-10:5	10	5	5	0.30
U		一液湿気硬化型ウレタン樹脂		
U-10:3	10	3		
E		エポキシ樹脂エマルジョン	主剤	エポキシ樹脂エマルジョン 硬化剤
E-10:3	10	2		1

2.2 再生舗装資材の製造方法

アスファルト乳剤 (一般タイプ) を使用した舗装資材については, そのリサイクル活用を検討するために, 200°C のニーダを使用して解体した後, 再度熱圧成型することを行った。この場合, アスファルト乳剤付きの解体木質チップを上記 2.1 の製造方法と同様に, 縦 250mm×横 250mm の型枠内にフォーミングしてから, 予備圧縮した後, 厚さ 30mm のスペーサーを挿入したホットプレス (200°C) で熱圧縮し, アスファルトが軟化後, 冷却・解圧することで成板した。なお, A-10:9 の配合割合の舗装資材を再生した場合のみ, ニーダ解体時に, 新しいアスファルト乳剤等を表-1 に示した接着剤量の 1/3 ずつ添加して成板した。

3 性能試験方法

3.1 アスファルト乳剤の接着力試験

アスファルト乳剤の硬化促進を図るため, 普通ポルトランドセメントと超速硬性セメント混和材を配合し, その接着はく離強度に与える影響度合いをクロスラップ法によるはく離 (平面引張り) 破壊強度値で調べた。試験片には, 長さ 50mm×巾 20mm×厚さ 12mm のスギ材 2 枚を用い, 重ね部分のはく離 (平面引張り) 面積は, 20×20mm²で行った。なお, はく離試験時の引張り荷重速度は, 2mm/min の定速度とした。

3.2 透水性試験

舗装資材の高い透水性は, 水はねや滑り防止のためにも重要である。この透水性能を, 排水性舗装の透水性能を評価するために使用されている現場透水試験器により調べた。この透水試験は, 直径 8mm のパイプから 400ml の水を舗装資材に流下し, その流下し終える時間を計測するものであり, 同一試験片で 3 回測定し, その 3 回の平均時間を秒単位で算出した値 (透水時間) により, 評価した。

3.3 滑り抵抗性試験

歩道は人がつまずいたり, 滑ったりして転倒しない舗装が望まれる。そこで, (株)日本道路協会の舗装試験便覧 (1988) に記載されている「振り子式スキッドレジスターテスターによる方法」に準じて, 舗装資材の

滑り抵抗を測定した。試験は、携帯用スベリ抵抗試験器（フリージア・マクロス株式会社製）を使用して行った。なお、滑り抵抗値（ BPN_{20} ）は、試験片の表面温度が 20°C の値になるように、下記の式で補正した。

$$BPN_{20} = -0.0071t^2 + 0.9301t - 15.79 + BPN_t$$

t : 試験片の温度 ($^{\circ}\text{C}$) BPN_t : 試験片温度 $t^{\circ}\text{C}$ の時の BPN

3.4 弾力性試験

舗装資材の弾力性を評価するために、(社)日本道路協会の舗装試験法便覧別冊（暫定試験方法）（平成8年10月）の㊟弾力性試験方法（GB係数，SB係数）に準じて、ゴルフボールとスチールボールを100cmの高さから舗装資材に自然落下させたときの反発高さから、ゴルフボール反発係数（GB係数）とスチールボール反発係数（SB係数）を求めた。

3.5 載荷たわみ量試験

舗装資材の硬さは、歩行時の快適性に左右すると考えられる。この硬さを、AQ「直張り遮音フローリング」の載荷たわみ量試験（1991）に準じて行った。すなわち、鋼製の円柱状載荷板（直径50mm×厚さ10mm）を介して、試験片に80kgfの鉛直荷重を加え、この載荷状態を30秒間保持した後、載荷板の変位量を測定した。この変位量の大きさから歩き心地を評価した。

3.6 耐摩耗性試験

舗装資材の摩耗特性を調べるため、(社)日本道路協会の舗装試験法便覧別冊（暫定試験方法）（平成8年10月）の㊠歩行者系舗装材料の耐摩耗性試験方法に準じて、テーパー形の摩耗試験機により、250gfのおもりを2個のアームに取り付けた状態で、摩耗輪（JIS A 1453 建築材料および建築構成部分の摩耗試験方法に使用する研磨紙を巻き付けたゴム製円板）により1,000回転摩耗させた後の摩耗減量を天秤秤量から求めた。なお、摩耗試験機の回転速度は、60rpmとした。

3.7 吸水試験

舗装資材の耐水性能を調べるため、JIS A 5908 パーティクルボード規格にならって、24時間吸水試験を行った。ただ、水の温度は常温とした。この場合、試験片の大きさを250mm角に調整した後、水中に浸漬したが、その前後の重量変化と厚み変化を測定し、浸漬前の重量を基準に吸水量と膨張率を求めた。

3.8 溶出試験

雨水により舗装資材から有害物質が溶け出す心配がある。このため、平成9年建設省総合技術開発プロジェクト「建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発」の概要報告書付録「一般廃棄物焼却灰再生建設資材の安全性評価手法（案）」により、試験片の溶出試験を行うとともに、表-2の土壤環境基準に適合しているかどうかを調べた。

表-2 土壤環境基準

分析項目	基準値
カドミウム	0.01 mg/l 以下
鉛	0.01 mg/l 以下
総水銀	0.0005mg/l 以下
六価クロム	0.05 mg/l 以下
砒素	0.01 mg/l 以下
銅	1.0 mg/l 以下
全シアン	不 検 出

結果及び考察

1 アスファルト乳剤への硬化材添加が木材接着のはく離強度に及ぼす影響

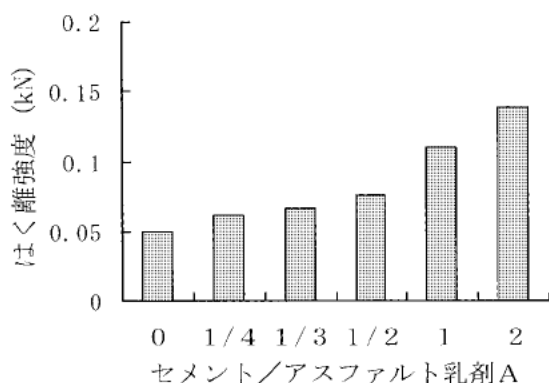


図-1 ポルトランドセメントの混入量と はく離強度

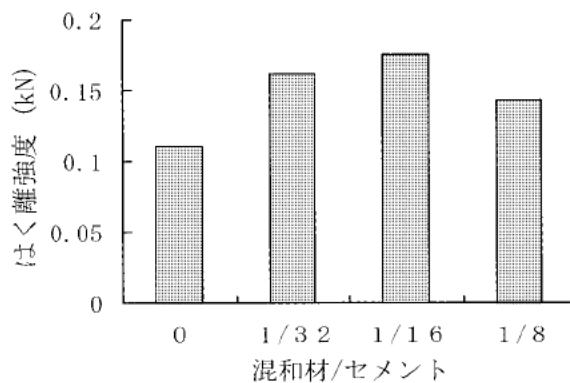


図-2 超速硬性セメント混和材の効果 (セメント/アスファルト乳剤 A:1/1)

アスファルト乳剤を使用して舗装資材を製造する場合、セメント系の硬化材を使用して、硬化促進と適度な強度付与を図るが、この配合割合（重量比）が木材接着のはく離（平面引張り）強度に与える影響度合いを図-1 および図-2 に示した（アスファルト乳剤は一般タイプを使用した）。図-1 は、普通ポルトランドセメントを混入した場合のはく離強度の変化割合であるが、セメント量が増えるにつれて強度が高くなった。これは、アスファルト乳剤に比べて、セメントの方が木材との親和性が良好であることと、セメント自体のはく離強度が高いことに起因していると考えられる。ただ、セメントのみで製造した場合には、アスファルト乳剤の持つ弾力性が期待できず、硬い舗装資材が出来ることから、ここではセメント：アスファルト乳剤=1：1を使用することとした。

図-2 は、セメント：アスファルト乳剤=1：1の場合に、超速硬性セメント混和材を混入することによるはく離強度値の変化である。混入量には適正な量があり、少なすぎても多すぎても、はく離強度には良くないようである。この結果から、ここではセメントに対する割合を1/16とした。

2 比重と接着剤が舗装資材性能に及ぼす影響

木質チップとアスファルト乳剤比を 10：5 に固定し、量的に比重を変化させて製造した木質舗装資材、並びにウレタン樹脂、エポキシ樹脂を使って製造した木質舗装資材の透水性能を図-3 に、滑り抵抗性能を図-4 に示した。

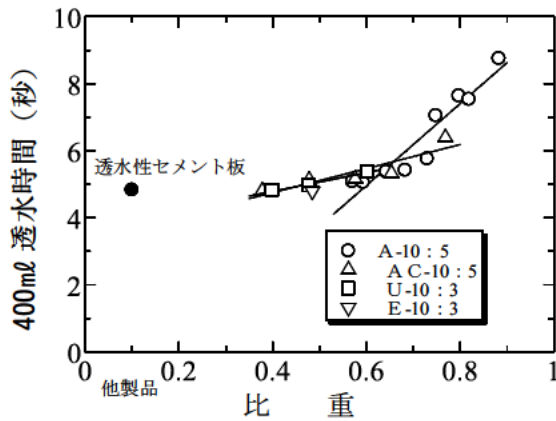


図-3 接着剤別透水時間と比重

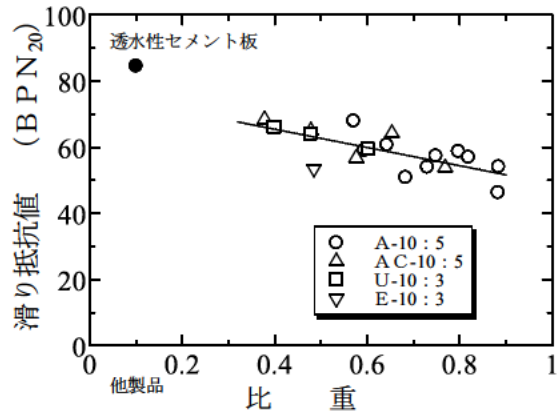


図-4 接着剤別滑り抵抗と比重

透水性の優れた舗装資材は、雨水をすばやく透過・吸収することから、歩行時に障害となる水たまりができず、雨の日でも足もとを気にしないで快く歩くことができる。このため、この透水性能がたいへん重要になってくる。一般的に、歩道透水性舗装の透水時間は5~10秒といわれており、10秒以下の透水時間のものが良いと考えられる。図-3のように、どの木質舗装資材も透水時間が10秒以下に収まっており、本実験の範囲内では、比重が0.9以下のものであれば、透水性に優れた歩道製造に使用できることが分った。なお、この透水性は使用接着剤にかかわらず、木質舗装資材の比重に影響されるようで、比重が大きくなるにつれて悪くなる方向にあり、特に比重が0.7辺りを越えると急激に悪化することが窺えた。これは、比重0.7辺りから木材チップ間の空隙が急激に少なくなっていくことから生じたと判断された。ちなみに、透水性セメント板は透水時間が5秒程度で、平面セメント板は23秒程度であった。

歩道は、滑りやすくても滑りにくくても歩行しづらいものである。この滑り抵抗性を試験し、木質舗装資材が一般的に望ましいといわれている滑り抵抗値 (BPN 値) の40~80が満足されるかどうかを調べた。図-4から分るように、すべての木質舗装資材は、BPN 値が40~75の範囲にあり、良好な歩道を形成できると考えられた。この場合も、接着剤の違いによる影響は見られず、比重の増加とともにBPN 値が徐々に減少した。比重の増加により滑り抵抗値が減少することは、高比重になるにつれて表面性状が滑らかになるため、当然の現象ではあるが、0.9の高比重材でもBPN 値40以上を満足することから、木質チップを使用した場合には、良好な滑り抵抗性能を持つ舗装資材が製造できると判断した。

歩き心地を評価する指標の一つである弾力性を、衝撃吸収性 (GB 係数) と弾性反発性 (SB 係数) の測定により調査した。この調べた結果を図-5、図-6、図-7に示した。一般的にGB 係数、SB 係数とも小さい値ほど、身体に負担が少ないと考えられている。

図-5のように、木質舗装資材の比重が増加するとともに、GB 係数も増加したが、使用接着剤の種類により、その増加の度合いが異なった。ウレタン樹脂接着剤使用の場合に増加の程度が大きく、次にアスファルト乳剤一般タイプ、アスファルト乳剤透明タイプの順であった。これは、接着剤の緩衝力の違いから生じていると考えられるが、コンクリート舗装やアスファルト舗装に比較して、どの接着剤を使用した場合も値は小さく、人に優しいGB 係数を示した。SB 係数は、接着剤による差異はなく、また比較的どれも小さい数値を示した (図-6)。SB 係数とGB 係数の関係は図-7のようになったが、比較の木質舗装資材は、土や芝生に近い位置にあり、自然に近い舗装資材になることが判明した。また、GB 係数、SB 係数とも、数

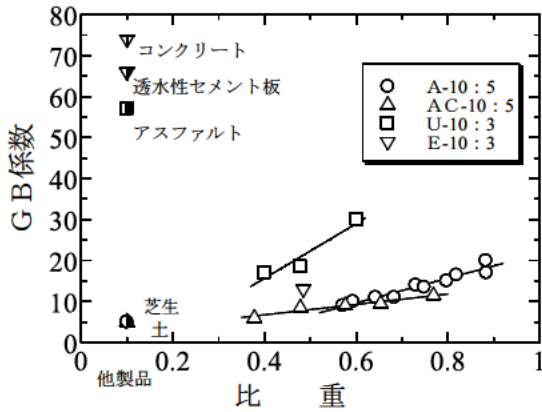


図-5 接着剤別 GB 係数と比重

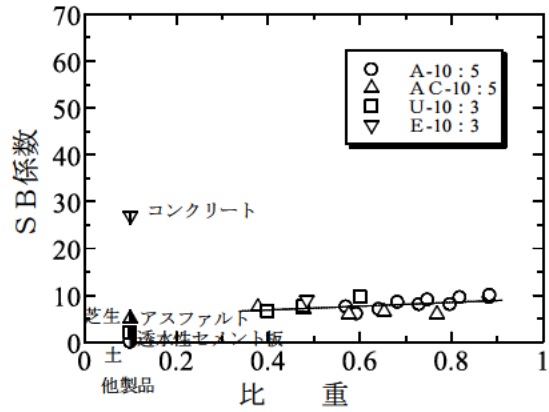


図-6 接着剤別 SB 係数と比重

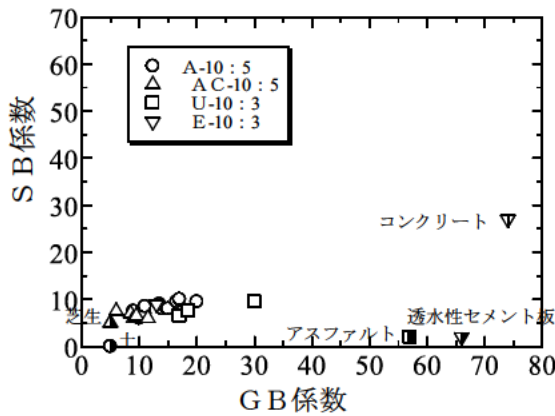


図-7 接着剤別 SB・GB 係数の関係

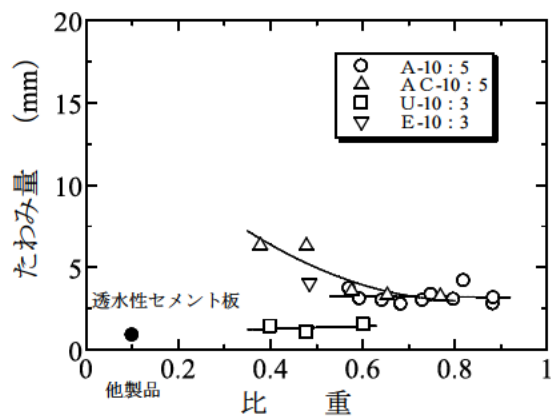


図-8 接着剤別載荷たわみ量と比重

値が小さいほど足腰に負担がかからない舗装資材といわれているが、木質舗装資材は、どの接着剤を使用しても、比較的良好な弾力性を保持していると考えられた。

図-8 に、歩き心地の適否をみるために調査した、舗装資材の局部圧縮試験ともいえる載荷たわみ量試験結果を示した。この試験は、フローリング床を素足または靴下をはいた状態で歩いた場合の官能試験から、2~3mmのたわみ量のとき歩き心地が最適であるといわれている。ただ、靴をはいた状態での歩き心地ではないため、居住性床硬さ試験が出来ない場合の代替試験と位置づけられている。

この試験では、ウレタン樹脂を使用した木質舗装資材が 2mm から若干それ以下のたわみ量を示し、他の接着剤の舗装資材は 3mm 以上のたわみ量を示した。アスファルト乳剤透明タイプを使用した場合には、比重が低下すると、たわみ量が徐々に増加する傾向にあった。ただ、アスファルト乳剤使用舗装資材では、比重が大きくなるとたわみ量が 3mm 台にほぼ落ち着き、適正值に近くなるようであった。また、透水性セメント板は 1mm 台を示し、少ないたわみ量であった。この結果から、フローリング床の最適たわみ量には、ウレタン樹脂使用舗装資材の一部を除いて、適合したものはなかった。ただ、履物、体格及び年齢等によって歩行感覚が異なることから、弾力性能と併せて考慮する必要があると考えられる。

3 木質チップとアスファルト乳剤の配合割合が舗装資材性能に及ぼす影響

木質チップに対するアスファルト乳剤（一般タイプ）の配合割合を変化させれば、チップ間の接着力も変わり、また耐水性能も異なってくるのが想定される。このため、この性能を調査した。ただ、この配合割合により、舗装資材の滑り抵抗や弾力性等にも影響が出ると考えられるため、これらの諸性能の変化も調べた。この場合の木質チップ量は、表-1のA-10:5で仕上がり比重が0.6程度になる分量で一定としたが、実際には、製造誤差がかなり生じた。このため、実質比重も測定した。

アスファルト乳剤の配合割合を変えた舗装資材を使用し、24時間吸水試験を行った結果を、図-9~15に示した。ここで、各図の比重は、吸水試験前の比重を使用した。

図-9は滑り抵抗性能の変化度合いを調べたものであるが、アスファルト乳剤が多くなるに従い、徐々に滑り抵抗値（BPN値）が減少することが分った。ただ、吸水前後のどの配合割合のものも、BPN値が40以上を示しており、この配合割合の範囲内では、望ましい舗装資材の滑り抵抗値40~80に合格するものだった。アスファルト乳剤が少ないものほど、吸水前後のBPN値に差が見られた。これは、アスファルト乳剤が少ないと耐水性能が劣り、表面粗さが増加する現象が観察されたことから、配合割合が少ないほど吸水後に滑りにくくなったと考えられた。このため、この現象は耐水性から見た場合には、良好なものとはいえず、ある程度のアスファルト乳剤を配合する必要がある。

図-10~12に弾力性試験結果を示した。GB係数、SB係数ともアスファルト乳剤の配合割合が多くなるに従い、微増する傾向にあるものの、アスファルト舗装やコンクリート舗装の値に比べて小さく、土や芝生の数値に寄っていることが分った。そのため、アスファルト乳剤量の多少は、あまり弾力性に影響を与えないともいえ、試験の範囲内では、さほど気にする必要はないようであった。また、吸水試験後のGB係数、SB係数は、吸水前に比べて両係数とも低下した。これは、木質チップに水が含まれたため、軟化した結果と思われるが、土や芝生の数値により近づくことから、雨降りでも人に優しい舗装資材として使用できると考えられた。

図-13に荷重たわみ試験結果を示した。吸水前の荷重たわみ量は、アスファルト乳剤の配合割合が多くなっても、大きな変化は無く、3mm前後のたわみ量を示した。これは、若干たわみ量が多い傾向にあるものの、最適歩き心地といわれるたわみ量2~3mmに近いものであった。吸水前のたわみ量に対して、吸水後のたわみ量では、アスファルト乳剤の配合割合により大きな変化が生じ、配合割合が少ない舗装資材ほど大

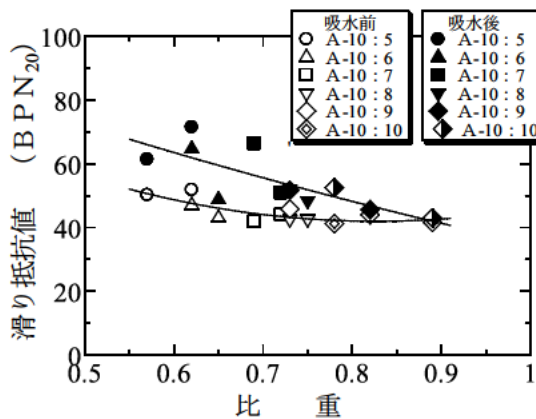


図-9 吸水試験前後の滑り抵抗と比重

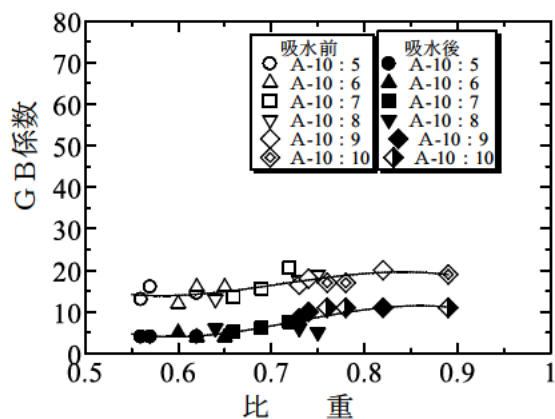


図-10 吸水試験前後のGB係数と比重

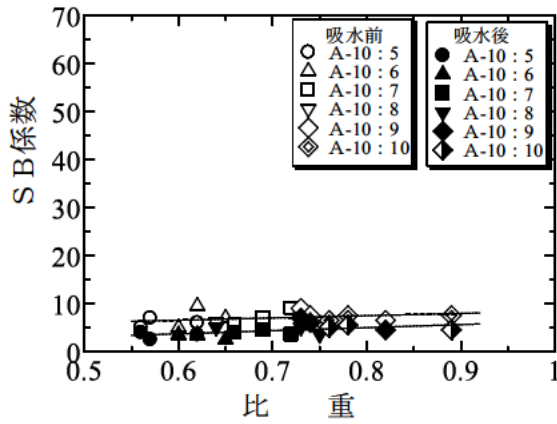


図-11 吸水試験前後のSB係数と比重

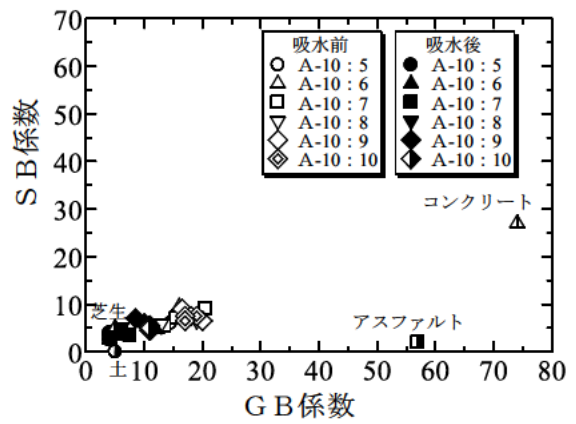


図-12 吸水試験前後のSB・GB係数の関係

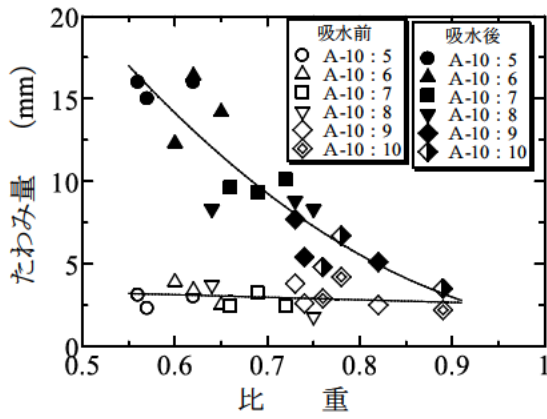


図-13 吸水試験前後の載荷たわみ量と比重

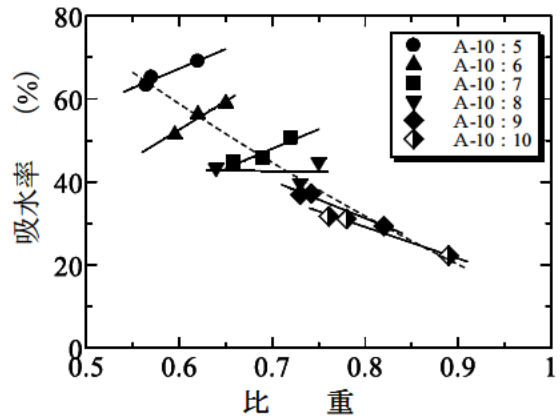


図-14 吸水率と比重

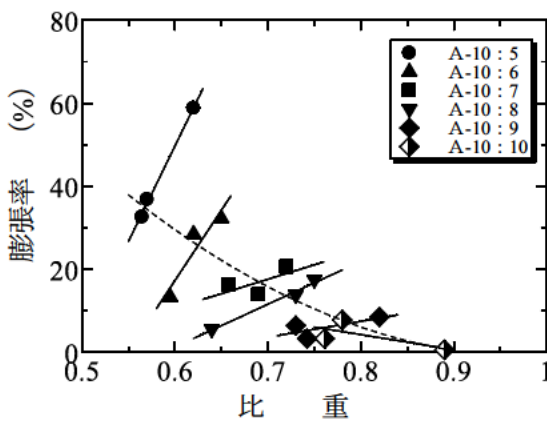


図-15 吸水厚さ膨張率と比重

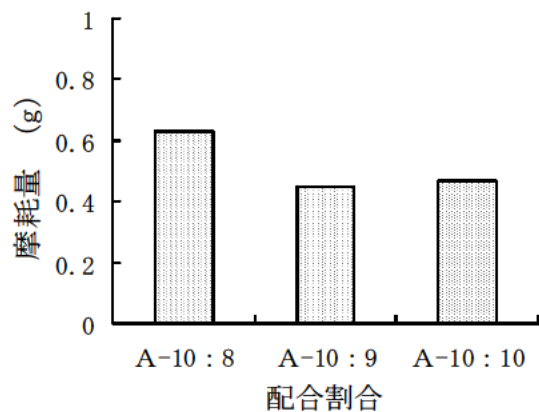


図-16 アスファルト乳剤配合割合と摩耗性能

きなたわみ量を記録し、配合割合が少ないものは実用できにくいものと考えられた。これは、木質チップへの吸水により、配合割合が少ない舗装資材ほど厚さ膨張率が大きくなり、より軟らかくなったことから生じたと考えられる。

図-14, 15に吸水試験による吸水率の変化と厚さ膨張率の変化を示した。吸水率と膨張率は、アスファ

ルト乳剤の配合割合の増加とともに低下し、特に膨張率は、配合割合が表-1のA-10:9, A-10:10位になると、パーティクルボードの規格値12%以下を十分クリアできる程度であった。さらに、比重との関係を配合割合毎に見てみると、吸水率、膨張率とも、配合割合が少ない場合には、その近似直線式(配合割合別)の傾きが+側にあるが、多くなるとその傾きが-側にシフトしていくことが分った。この結果と今回の試験が同一量の木質チップを使用して製造したことを重ね合わせると、アスファルト乳剤が木質チップ同士の接着力を十分発揮できるだけの量があり、また接着圧力が適正に働いた場合に、吸水率、膨張率が低下すると考えられた。このため、ある程度の耐水性能を持つ舗装資材を製造するには、アスファルト乳剤の量がA-10:9, A-10:10の配合割合程度は必要と考えられた。

アスファルト乳剤の配合割合毎の摩耗性能を図-16に示した。歩行者系舗装材料の耐摩耗性試験方法で行った場合には、1g/1,000回以下の摩耗減量がよいとされているが、木質舗装材は0.4g/1,000回~0.6g/1,000回程度の値のため、ほぼ満足できる数値と考えられた。ただ、摩耗輪が異なることと(今回試験に使用した摩耗輪と標準の摩耗輪CS-17との比較試験では、今回の摩耗輪を使用した方が、アスファルト乳剤使用木質舗装材でも杉木材使用でも、摩耗減量が大きかった)、試験材料が違いため、さらに詳細な検討が必要ではある。なお、アスファルト乳剤の配合割合の影響は、そんなに大きくないようであった。ウレタン樹脂を使用した木質舗装材についても同様な試験を行ったが、平均値で0.36g/1,000回の摩耗減量となり、アスファルト乳剤より若干良好な値を示した。

4 アスファルト乳剤使用舗装資材を再生した場合の性能

使用済み木質舗装資材の処理を考慮し、アスファルト乳剤を使用した舗装資材の再生活用を検討した。この結果を図-17~22と表-3に示した。

図-17は、再生舗装資材の滑り抵抗値である。アスファルト乳剤の配合割合が多い場合には、滑り抵抗値(BNP値)が低くなり、歩きやすいといわれている40~80の値を外れ、20台、30台の値となってしまった。これを改善するため、表面保護の目的で実施するトップコート仕上げの段階に、砂入りアスファルト乳剤を塗布することを行った。すなわち、アスファルト乳剤に対して30%の砂を混入したトップコートを作成し、これを表面に塗布した。その結果、配合割合A-10:8で滑り抵抗値が43から64にアップした。なお、再生した舗装資材が、このように滑り抵抗の性能が悪くなった原因は、熱圧再生したことに起因すると考えられた。すなわち、熱によりアスファルト乳剤の弾力性がかなり消失したものと考えられた。ただ、熱による解体と熱圧成型は、装置さえあれば、比較的容易な作業で、スピーディに実施できたことから、リサイクル活用に応用できると思われた。特に、表-3に示したように、A-10:9の配合割合の再生舗装資材は、厚み膨張率が非常に小さく、耐水性能にも優れものであった。このことから、熱解体の時に、新しいアスファルト乳剤を適量加えることにより、性能的に良好な再生舗装資材ができると考えられた。

図-18~20は、弾力性能を示したものであるが、多少SB係数がバージン舗装資材に比べて増加している傾向があるものの、土や芝生に近い数値を示していることから、人に負担をかけない舗装資材と考えられた。図-21に荷重たわみ性能、図-22に摩耗性能を示した。両性能とも熱により、アスファルト乳剤が変性したためか、バージン舗装資材に比べて硬く、摩耗しにくい試験結果値を示した。ただ、アスファルト乳剤の配合割合A-10:9, A-10:10では、バージン舗装資材では軟らかめの傾向があった荷重たわみ性能において、少し硬すぎる結果だった。

上記のようなことから、アスファルト乳剤使用木質舗装材の熱処理による再生活用では、バージン舗装資材より硬くなることを考慮に入れて成型すれば、比較的良好なものになることが分かった。

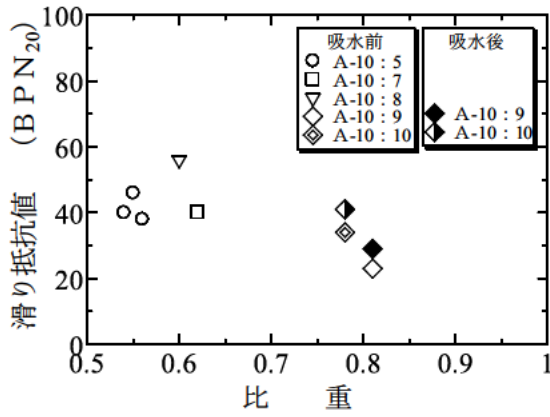


図-17 再生舗装資材の滑り抵抗と比重

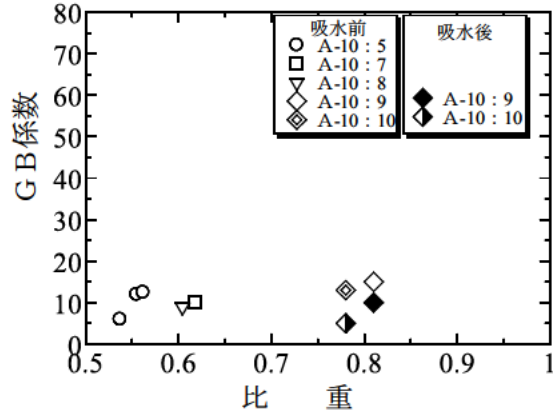


図-18 再生舗装資材のGB係数と比重

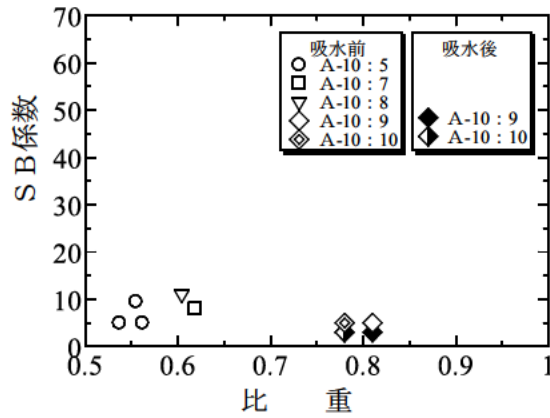


図-19 再生舗装資材のSB係数と比重

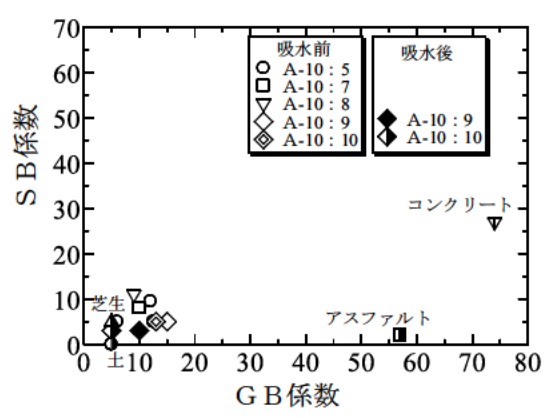


図-20 再生舗装資材のSB・GB係数の関係

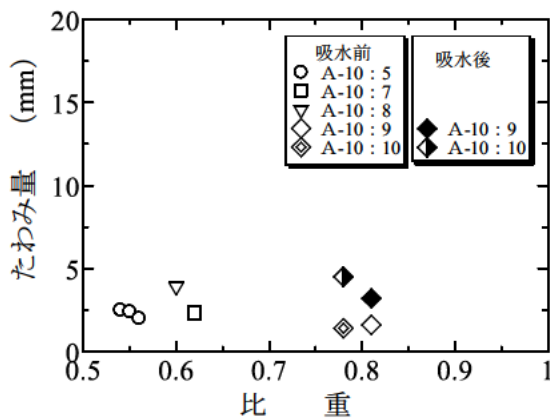


図-21 再生舗装資材の載荷たわみ量と比重

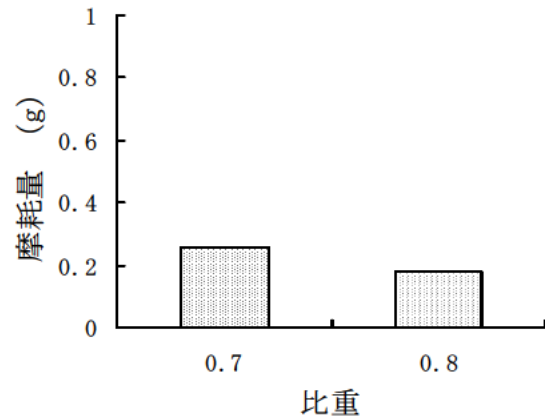


図-22 再生舗装資材の摩耗性能 (A-10:5)

表-3 再生舗装資材の吸水性能

アスファルト乳剤配合割合	厚み膨張率%	吸水率%
A-10:9 (比重 0.81)	1.1	26.6
A-10:10 (比重 0.78)	10.7	44.1

5 雨水による舗装資材の安全性

舗装資材は、雨水により有害物質が溶け出さないことが必須条件である。このため、今回製造したアスファルト乳剤一般タイプの A-10:5 の木質舗装資材について、溶出試験を行った。この結果を表-4 に示したが、カドミウム、鉛、総水銀、六価クロム、砒素、銅及び全シアンとも表-2 の土壤環境基準内にあることが確認された。ただ、本研究のように建築廃材からミンチ解体された木質チップを使用する場合には、特に、この溶出物質に有害物が含まれる可能性が否定できないことから、材料を十分に吟味する必要がある。工場からの木質廃材を使用する場合にも同様とは考えられるが、有害と思われる防腐処理等が施されていない木材のみを材料に使う限り、今回の試験結果から、土壤環境基準に適合した木質舗装資材が製造できると判断した。

表-4 溶出試験結果

項 目	分析結果
カドミウム mg/ℓ	0.00
鉛 mg/ℓ	0.00
総水銀 mg/ℓ	0.0001
六価クロム mg/ℓ	0.00
砒素 mg/ℓ	0.00
銅 mg/ℓ	0.0
全シアン mg/ℓ	0.00

まとめ

廃材チップと接着剤にアスファルト乳剤を主に使って、木質舗装資材を成板し、その性能を検討した結果下記のようなことが分った。

- 1) 木質チップを使用する場合、接着剤にアスファルト乳剤、エポキシ樹脂及びウレタン樹脂のどれを用いても、多少の差はあるものの、弾力性能 (GB 係数・SB 係数) は、比較的土や芝生に近い値を示し、足腰に負担のかからない舗装資材に成板できた。
- 2) アスファルト乳剤を使用する場合には、耐水性能や雨天時の歩行性能を考慮すれば、その木質チップへの接着性能からみて、ある程度の量 (A-10:9 程度) 以上を使用する必要があった。
- 3) アスファルト乳剤を使用した木質舗装材をリサイクル利用するために、加熱によるアスファルト乳剤付き解体チップを熱圧成型した結果、この方法による再生舗装資材は、バージン舗装資材より若干硬くなる傾向にあるものの、十分使用可能なものだった。
- 4) アスファルト乳剤使用木質舗装資材の摩耗性能は、摩耗減量が歩行者系耐摩耗性の目安の数値を十分クリアできる程度であった。

5) アスファルト乳剤使用木質舗装材の滑り抵抗性能は、良好な歩道と考えられる BNP 値で 40~80 を満足する範囲内にあった。また、アスファルト乳剤に砂を混入することにより、BNP 値を向上させることが可能であった。

謝 辞

本研究の実施に当たり、多大なご協力を賜りましたニチレキ株式会社中部支店三重営業所、三洋化成工業株式会社、有限会社中勢工業ならびに伊勢市工芸指導所の皆様に対して、心より感謝いたします。

文 献

- 堀江秀夫. 1999. 木質系舗装板の性能評価法. 林産試だより 11月号, 5-13.
- (社)日本道路協会編. 1996. 舗装試験法便覧別冊 (暫定試験方法). (社)日本道路協会, 東京.
- 山田正編. 1987. 木質環境の科学. 海青社, 滋賀.
- (財)林業科学技術振興所編. 1997. ウッドチップ新用途. (財)林業科学技術振興所, 東京.