

資料

木粉を配合したインターロッキングブロックの試作とその性能評価

石坂知行・上村公浩*・塩谷卓一**

Tomoyuki ISHIZAKA, Kimihiro UEMURA, Takuichi SHIOTANI*, Masatomi NAKATSUKA**

Interlocking block made by mixing wood flour and assessment of the trial product

I はじめに

近年、都市部におけるヒートアイランド現象が顕在化しており、その対策のひとつとして、舗装面の温度上昇を緩和する技術が求められている(1)。保水性舗装は降雨時に水を吸収し、日照時に蒸発させ、温度上昇の緩和に効果があることから(2)、都市部を中心に整備が進められている(3)。

インターロッキングブロックは舗装資材の二次製品で、現場打設とは異なり、工場設備での生産が可能なることから多様な材料を使用した製品の試作が可能である。

本研究は、表面温度の上昇を緩和する機能を有した舗装資材の開発を目的としており、コンクリートに木粉を配合することで保水性の高いインターロッキングブロックを試作し、その性能を評価した。

II 材料と方法

1. 試作

兵庫県相生市内の工場ではノキおがくずをφ1mm以下に粉砕した木粉を作製し、愛媛県四国中央市内の工場内のインターロッキングブロック製造機械でコンクリートに混合して攪拌し、100×200×60mmの金型に充填した。木粉の吸水によるセメントの硬化不良が予想されたため、振動プレスマシンで振動を与えながら加圧、成型した(図

1-4)。木粉の量はそれぞれ50、100g/個、コンクリートはW/C=28%で普通ポルトランドセメントを用いた。各区の配合割合を表1に示した。

2. 性能評価

(社)インターロッキングブロック舗装技術協会規定方法による保水性、吸水性、強度の評価試験および、恒温恒湿室内における表面温度測定試験を行った(4)。各試験ともn=3~5とした。保水性、吸水性、表面温度は、比較のため、兵庫県宍粟市内のホームセンターで購入した非保水性インターロッキングブロックについても測定した。

試験体の寸法をノギスで測定し、体積を求めた後、水道水を満たした深さ20cmプラスチック容器の底に試験体を沈め、24時間吸水させた。吸水後20×10mmのプラスチック格子に30分間放置して水を切った。水切り直後の重量(湿潤重量)を測定した後、105℃の乾燥機内で72時間乾燥させ、全乾重量を測定し、保水量を次式により求めた。

$$\text{保水量 (g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)} = (\text{湿潤重量} - \text{全乾重量}) / \text{体積}$$

全乾重量測定後、プラスチック容器を再び水道水で満たし、水面から5mm下方に20×10mmのプラスチック格子を水平に設置した。室温で24時間冷却した試験体を格子状に置いて水を吸い上げさせ、30分後に取り出して



図1 木粉



図2 製造機械



図3 金型



図4 振動, 加圧状況



図5 曲げ強度の測定

表1 材料の配合

材料	No.1	No.2
	配合量 (g/個)	
木粉	50	100
セメント	450	450
水	126	126
細骨材	1000	1000
粗骨材	333	333
混和剤	18	18

*兵庫県但馬県民局（朝来農林振興事務所）・**衣笠木材株式会社

表面をウエスでふき取った後に重量を測定し、吸い上げ重量とした。次式により吸い上げ高さを求めた。

$$\text{吸い上げ高さ (\%)} = (\text{30 分後の吸い上げ重量} - \text{全乾重量}) / (\text{湿潤重量} - \text{全乾重量}) \times 100$$

保水量、吸い上げ高さの測定後、試験体を再び水を満たしたプラスチック容器内で24時間吸水させ、表面をウエスでふき取り、表面温度の測定に供試した。試験体の上面中央部に熱電対をアルミニウム製粘着テープで固定し、データロガに接続した。30℃、70%RHで6時間の光照射（積算日射量 20 MJ・m⁻²）と18時間の非照射を2回繰り返して、10分間隔で温度（℃）を記録した。また、12時間ごとに重量を測定し、各時点における含水率を全乾法によって求めた。

曲げ強度の測定には、木粉を100g配合した新たな試験体を供試した。インストロン社製万能試験機を用い、鋼製治具でスパン160mm、3点荷重で最大荷重を測定し（図5）、次式により求めた。

$$\text{曲げ強度 (N} \cdot \text{mm}^{-2}) = \text{最大荷重} \times 160 / \{ \text{幅} \times (\text{高さ})^2 \}$$



図6 完成した試作品



図7 表面接写 (100g配合)



図8 点滴、浸透状況 (100g配合)

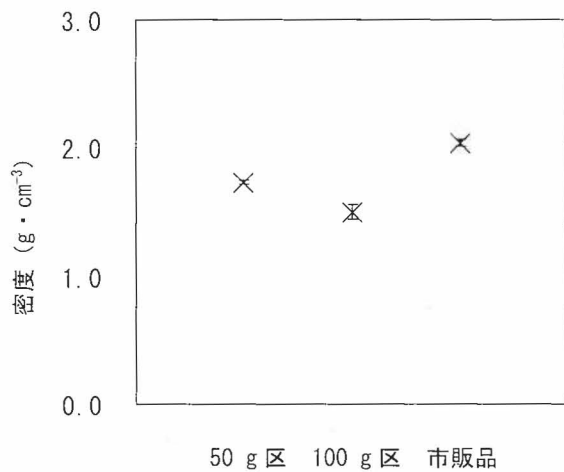


図9 各区の密度

n=3、エラーバーは標準偏差

III 結果と考察

1. 試作

各区とも振動プレスマシンを伴う既存のインターロッキングブロック生産ラインでの混合、成型が可能で硬化不良等は確認されなかった。また、木粉が軽量であることから、定量機、投入機の使用は困難であり、これらの工程には手作業を要した。

完成した試作品を図6、7に示した。試作品の表面は全面に1mm以下の空隙が広がる多孔質構造を成しており、こまごめピペットで点滴した水の吸収が確認された（図8）。

試作品と市販品の密度を図9に示した。市販品の密度が2.0 g・cm⁻³を超えていたのに対し、試作品は50g配合区で平均1.73 g・cm⁻³、100g配合区で平均1.50 g・cm⁻³と軽量であった。50g配合区、100g配合区、共に木粉以外の配合と、体積は同一であるにもかかわらず、密度が異なっていたことから、100g配合区では製造時にセメント、骨材のロスがより多く発生し、木粉と置き換わったと考えられ、木粉の配合量に応じて、骨材の配合量を減らす必要があると考えられた。

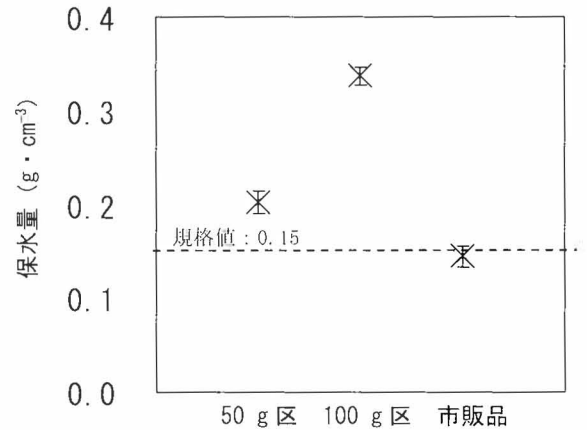


図10 各区の保水量

n=3、エラーバーは標準偏差

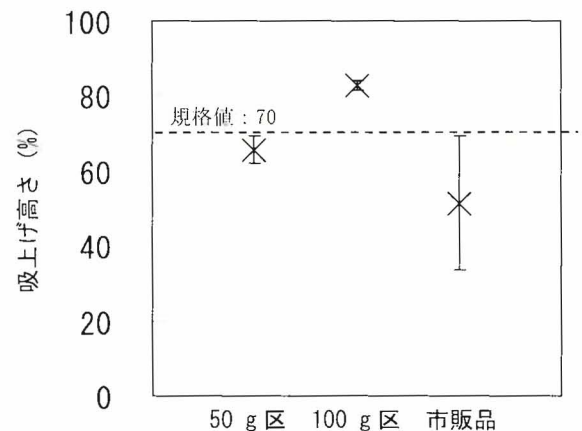


図11 各区の吸い上げ高さ

n= 3、エラーバーは標準偏差

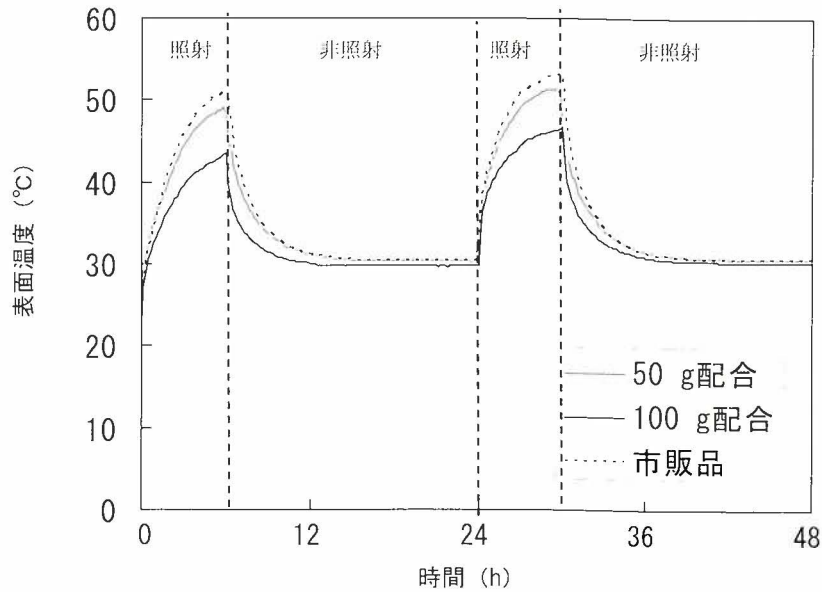


図 12 表面温度の推移
n= 3、平均値

表 2 100 g 配合区の曲げ強度

No.	曲げ強度(N/mm ²)
1	4.39
2	5.10
3	5.11
4	4.34
5	4.06
Av.	4.60
SD	0.43

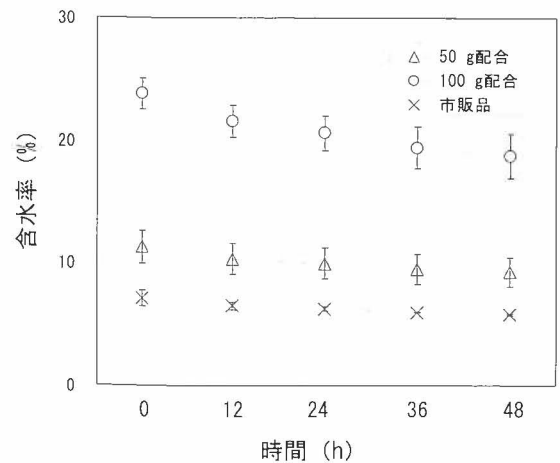


図 13 含水率の推移
n= 3、エラーバーは標準偏差

2. 性能評価

試作品と市販品の保水量を図 10 に示した。市販品の平均値が $0.14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ だったのに対し、50 g 配合区では $0.20 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、100 g 配合区では $0.34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ で、試作品はいずれも規格値の $0.15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ を上回った(4)。100 g 配合区の値が 50 g 配合区の値を上回っており、木粉の配合は、コンクリートに保水性を付与する効果があると考えられた。

試作品と市販品の吸い上げ高さを図 11 に示した。市販品の平均値は 51% で規格値の 70% を下回り、値のばらつきが大きかった。50 g 配合区は 66% で規格値をやや下回ったが、100 g 配合区は 83% で、規格値を上回った(4)。木粉の配合量が多いほど吸い上げ高さの値が大きいため、木粉の吸水性が製品に反映されたと考えられた。また、木粉の配合により生じた空隙は微細であり、毛細管現象を促したと考えられた。

100 g 配合区の曲げ強度を表 2 に示した。平均値は $4.60 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ で、3 体が車道用の規格値 ($5.0 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$) を下回ったが、全ての試験体が、規格値 ($3.0 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$) を上回った(4)。

試作品と市販品の表面温度の推移を図 12 に示した。ピーク時の表面温度の平均値は、市販品、50 g 配合区、100 g 配合区でそれぞれ 1 回目の照射時が $50.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $49.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $43.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、2 回目 が $53.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $51.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $46.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。市販品との温度差は、1 回目 が 50 g 配合区で $1.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、100 g 配合区で $7.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、2 回目 は 50 g 配合区で $1.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、100 g 配合区で $6.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ であり、1、2 回目ともに 100 g 配合区の効果が大きかった。製品の含水率は経過とともに全ての試験区で低下した。48 時間後の平均値は、市販品、50 g 配合区、100 g 配合区でそれぞれ 5.8% 、 9.3% 、 18.7% であった(図 13)。100 g 配合区は吸水能が高いため、初期の含水率が高く、継続的に水分を蒸発したため、温度上昇が抑制が効果的になされたと考えられた。

摘 要

- ・ セメント、骨材に木粉を配合し、振動、圧力を加えて成型することで、保水性を有する舗装用のコンクリートブロック（インターロッキングブロック）を試作した。
- ・ 曲げ強度や保水性の評価を行った結果、社団法人インターロッキングブロック舗装技術協会による歩道における保水性インターロッキングブロックの品質規格を満たしていた。
- ・ 実験室における2回の照射試験の結果、木粉を100g配合した試作品は、市販の保水性でないインターロッキングブロックと比較して1回目のピーク時に7.3℃、2回目のピーク時に6.7℃の温度上昇の緩和が確認された。

引用文献

- (1) ヒートアイランド対策関係府省連絡会議（2004）
ヒートアイランド対策大綱
- (2) 赤川宏幸ら（2008）湿潤舗装と遮熱舗装上の温熱環境改善効果に関する実験的研究 日本建築学会環境系論 73：85-91
- (3) 保水性舗装技術研究会（2008）保水性舗装技術研究会資料
- (4) 社団法人インターロッキングブロック舗装技術協会（2004）保水性舗装用インターロッキングブロック品質規格：3-5