

軽量屋上保水性ブロックの開発に関する研究

宇都宮大学大学院 学生会員○小山田邦弘  
宇都宮大学大学院 正会員 藤原浩巳

1. 研究概要

近年、都市特有の気候として、都市部の気温がその周辺地域に比べて上昇するというヒートアイランド現象が深刻化している。その対策として、地表面被覆の改善、屋上緑化また保水性ブロックによる温度低減効果方法が挙げられる。そのうち、屋上保水性ブロックでは、保水性を有するため、雨天時には雨水をブロックが吸収し、晴天時には保水された水分が放散・蒸発する。その時、水分が気化熱として、周辺の熱を吸収することで、気温や室内温度を低減することができ、ヒートアイランド現象の緩和に効果があると考えられる。また、屋上での荷重、運搬コスト、作業性を考慮し、軽量であることが望ましい。そこで、本研究では、環境配慮型コンクリートブロックとして、リサイクル材料を資源としてその特徴を生かし、軽量でかつ保水性を有する即脱コンクリートブロックの開発について研究を行った。

2. 配合選定実験

本研究では、ブロック特性値の目標を圧縮強度 1N/mm<sup>2</sup> 以上、吸水率 80%以上、密度 1g/cm<sup>3</sup> 以下とした。目標を達成するため各種材料を用いて、軽量保水性ブロックを試作し、特性を把握した。

2.1 使用材料

使用材料を表 1 に示す。ブロックの保水性向上および軽量化を目的とし、これらを使用した。

2.2 配合条件

既往の研究<sup>1), 2)</sup>より定めた基本配合を表 2 に示す。これを基に、単位セメント量を 220、270、320kg/m<sup>3</sup> の 3 水準、単位 PS 灰量を 160、200、240kg/m<sup>3</sup> の 3 水準、パーライトくず (PA) と硬質パーライト (PW) の体積割合を 100-0、50-50、0-100 の 3 水準を組合せ、27 配合について試験を行った。

表 1 使用材料

種別	記号	材料名	平均繊維長 (mm)	吸水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
水	W	上水道	-	-	1.00
粉体	C	普通ポルトランドセメント	-	-	3.15
	PA	パーライトくず*	-	-	0.52
	PW	硬質パーライト	-	-	0.50
	PS	PS灰**	-	20.60	2.27
繊維	UF	コンクリート補強用天然系繊維***	2.30	85.00	1.10
混和剤	SP	レオビルド 8000Ss	-	-	1.05

\*パーライトくず：パーライトの製造において、品質を満足しなかったものであり、非常に軽量で、高い吸水性を有する。 \*\*PS 灰：製紙業から出る廃棄物のうちの大部分である製紙汚泥(ペーパーラジ PS)を焼却処理した後に残る灰であり、SiO<sub>2</sub>を多く含み、ポズラン反応による強度増加が期待できる。 \*\*\*繊維：導管状の形状を有し、繊維質量の 80%の水分を保持することができる。

表 2 基本配合

基本配合	単位量 kg/m <sup>3</sup>					
	C	PA	PS	W	UF	SP
	320	329	200	149	5	11

2.3 試験項目

圧縮強度試験：JIS A 1108 に準じて行った。なお、供試体は成型後、最高温度 65℃で蒸気養成を行った後、材齢 1 日で強度試験を行った。

吸水性試験：JPEA の定める「保水性舗装用コンクリート品質規格」に準じて行った。

2.4 試験結果

試験結果を図 1 及び図 2 に示す。図 1 より、PA-PW の体積割合が 100-0 (PA を 100%使用) の場合、ブロックの密度が目標値を満足した。吸水率に関しても PA-PW の体積割合が 100-0 の場合は、目標値を満足しないものの良好な傾向を示した。これは、PA における吸水率が PW のそれより高いことが原因と考えられる。また、図 2 より、単位セメント量の増加に伴い、ブロックの実密度は増加した。また、全配合において圧縮強度の目標値を満足した。そこで、以下の試験では密度が最も小さくなるように単位セメント量を 220 または 270 kg/m<sup>3</sup> とした。

3. パーライトの選定

前節の結果、吸水率は最大値が 50%程度となり、目標値の 80%を満足しなかった。ここでは 3 種類のパーライトを用い、吸水率の目標を満足する配合を検討するとともに、ブロックの保水性状の把握、及び軽量化について検討した。

3.1 使用材料

使用材料を表 3 に示す。

3.2 配合条件

前節の結果より、単位セメント量 220kg/m<sup>3</sup> とし、単位 PS 灰量を 160、220、240kg/m<sup>3</sup> の 3 水準にパーライトを P2、P3、P5B の 3 種類を組み合わせた 9 配合について実験を行った。

3.3 試験項目

試験項目を 2.3 と同様とした。

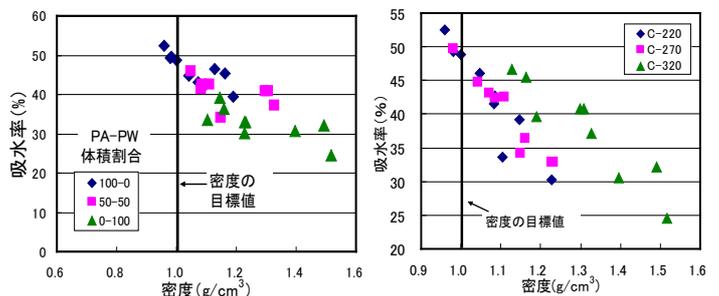


図 1 吸水率 - 密度分布 図 2 吸水率 - 密度分布

表 3 使用材料

種別	記号	材料名	粒度 (mm)	平均繊維長 (mm)	吸水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
水	W	上水道	-	-	-	1.00
粉体	C	普通ポルトランドセメント	-	-	-	3.15
	P5B	硬質パーライト	5以下	-	-	0.20
	P2	パーライト細	2.5以下	-	-	0.15
	P3	パーライト粗	5以下	-	-	0.17
	PS	PS灰	-	-	20.60	2.27
繊維	UF	コンクリート補強用天然系繊維	-	2.30	85.00	1.10
混和剤	SP	レオビルド 8000Ss	-	-	-	1.05

キーワード インターロッキングブロック、保水性、吸水性、表面温度低減効果、ヒートアイランド現象

連絡先 〒321-858 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科土木材料研究室 TEL 028-689-6211

3.4 試験結果

密度と吸水率の関係を図3に示す。P2、P3を用いた場合、吸水率は目標値を満足しなかったものの80%に近い値を示した。P5Bを使用した場合、密度、吸水率ともに目標値を満足しなかった。これは、P5BがP2、P3より硬質であり、細かいため、振動加圧により材料が密となり、試験体の空隙が減少し、毛細管現象の発生が困難ため、吸水率が低くなったと共に、密度も大きくなってしまったためと考えられる。よって、目標値を満足するブロックの開発にはP2又はP3を使用することが望ましいと思われる。

4. ブロック性能の評価

室内成型機を用いて各種ブロック性状を満足する配合を選出し、温度低減効果を検討した。

4.1 使用材料及び配合条件

使用材料を3.1(表3)と同様とした。PS灰はパーライトに比べ密度が大きく、吸水率も小さいため、ここで、PS灰量を減らし、100kg/m<sup>3</sup>とした。また、P3はP2より粒度の粗いものである。粒度分布を変化させ、最も毛細管現象の効果が大きくなる比率を選出するため、P2に対するP3の体積置換率を0~100%変化させた6配合について実験を行った。

4.2 試験項目

- ・ 圧縮強度、吸水性試験を2.3と同様とした。
- ・ 照射試験：保水性舗装用コンクリートブロックの室内照射試験に準じて行った。雰囲気温度20±3℃、雰囲気湿度65±15%に保持できる恒温恒湿室に試験装置を図4のように設置し、試験を行った。

4.3 試験結果

表4に示すように、全配合の密度が目標値を満足したため、ここで、圧縮強度及び吸水率について考察する。図5、図6より、圧縮強度の目標値を満足した配合の内、P3の体積置換率が40%の場合、比較的吸水率が大きく、密度が小さいため、目標ブロックの開発には最も望ましい配合であると考えられる。

ブロック性能が最も良好な結果が得られたP3の体積率が40%の配合において、照射試験を行った。表面温度及び保持水量の試験結果を図7、図8に示す。図7より、試作ブロックにおける表面温度は他のブロックと比べ、低い結果であることが確認された。これは、試作ブロックの使用した材料は他のブロックのものと違い、保水性に優れるものがほとんどであるからだと考えられる。また、図8より、3日間通じて他のブロックにおける水分がほとんどなくなってしまったが、試作ブロックにおける保持水量がまだ大量に残っている。したがって、試作した軽量保水性ブロックは、長期間にわたり水分を保持することが可能なため、温度低減効果が長期間期待できると考えられる。

5. まとめ

密度・強度の目標値、保水量・吸上げ高さの規格値を満足し、吸水率においても60%を超えるブロックを試作することができた。今後、吸水率の目標値を満たす改良をすることにより、十分製品として適用できると考えられる。

<参考文献>

- 1) 藤田浩史：PS灰を用いた超硬練りコンクリートの諸特性に関する研究(宇都宮大学大学院修士論文2007)
- 2) 川島頭：リサイクル材料を用いた保水性インターロッキングブロックの特性に関する研究(卒業論文2006)

表4 試験結果

No	P3の置換率(%)	実密度(g/cm <sup>3</sup> )	強度(N/mm <sup>2</sup> )	保水量(g/cm <sup>3</sup> )	吸上高さ(%)	吸水率(%)
1	0	0.76	1.28	0.44	91.38	57.16
2	20	0.77	1.59	0.44	93.42	57.22
3	40	0.75	1.30	0.45	91.44	60.10
4	60	0.79	1.09	0.41	90.27	52.10
5	80	0.70	0.87	0.45	93.91	63.65
6	100	0.69	0.85	0.40	92.22	58.38
目標及び規格値		1以下	1以上	0.15以上	70以上	80以上

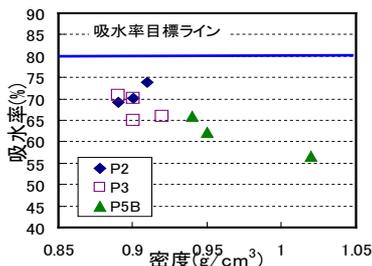


図3 吸水率-密度分布

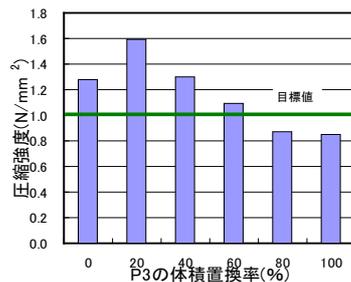


図5 圧縮強度

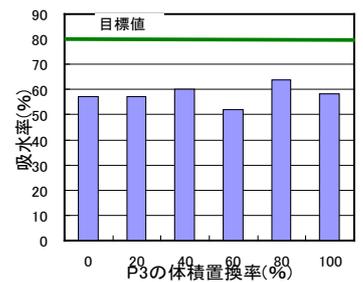


図6 吸水率

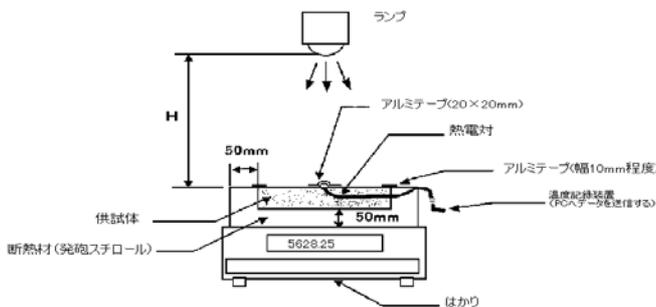


図4 照射試験装置

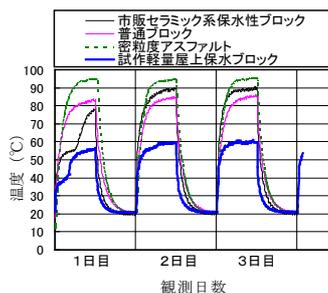


図7 表面温度

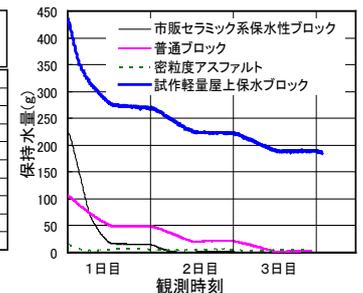


図8 保持水量