

# 論文 環境配慮型コンクリートのインターロッキングブロックへの適用性

近藤 直斗\*1・道正 泰弘\*2・神下 竜三\*3・ダオティ フオン\*4

**要旨:** 現在, カーボンニュートラルの実現を目指す取り組みとして, セメント代替として高炉スラグ微粉末の積極的な利用が進められている。また, 資源循環の観点から再生骨材の利用が推奨されている。一方, 都心部では夏の暑さが課題となっており, 東京都を中心に舗装によるヒートアイランド対策が取り組まれている。本研究は, 使用骨材の全てを低品質再生骨材とし, 結合材には副産物由来の高炉スラグ微粉末とアルカリ刺激剤によるアルカリ活性材料を用いた環境配慮型コンクリートの路面温度上昇抑制型インターロッキングブロックへの適用性について検討を行った。その結果, 適用可能性があることが明らかとなった。

**キーワード:** インターロッキングブロック, アルカリ活性材料, 高炉スラグ微粉末, 低品質再生骨材

## 1. はじめに

現在, 2050年までにカーボンニュートラルの実現を目指す取り組みが世界的に行われている。その実現のための方策として, CO<sub>2</sub>排出量が多いとされている普通ポルトランドセメント(OPC)の代替えとして, 製鉄所の副産物である高炉スラグ微粉末(GGBFS)を用いることにより, 大幅なCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能となる<sup>1)</sup>。一方, 代表的な建設副産物であるコンクリート塊は, その90%以上が舗装用の再生路盤材料として使用されている。その他, コンクリート用再生骨材としての利用が期待されているが, その利用実績は限られている<sup>2)</sup>。

筆者らは, 使用骨材の全てに再生骨材 L (JIS A 5023 附属書 A) 程度の低品質再生骨材を用い, 結合材には GGBFS とアルカリ刺激剤(Alkaline Activator: A)によるアルカリ活性材料(Alkali Activated Materials: AAM)<sup>3)</sup>を用いた環境配慮型コンクリートの実用化に向けた検討を進めており, 舗装の下層路盤として適用できることが確認されている<sup>4)</sup>。また, 都心部では地球温暖化の影響により, 猛暑日や熱帯夜が増加すること等, 夏の暑さが課題となっており, 道路における対策として保水性舗装の本格的な導入<sup>5)</sup>等のヒートアイランド対策が取り組まれている。最近の研究では, GGBFS は環境配慮型コンクリートの結合材としてのみでなく, ヒートアイランド現象抑制に有効な保水材として使用されている事例<sup>6)</sup>がある。また, 結合材としての GGBFS を OPC に対して 75%置換と大量に置換したコンクリートを大型プレキャスト部材への適用検討事例<sup>7)</sup>も報告されており, GGBFS は, 多様な用途や高置換率での使用が期待されている。

本研究は, 使用骨材の全てを低品質再生骨材とし, 結合材に AAM を用いた環境配慮型コンクリートの路面温度上昇抑制型のインターロッキングブロック(IL ブロッ

ク)への適用性について検討を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

表-1 に使用材料, 表-2 に結合材の主要品質, 表-3

表-1 使用材料

使用材料	記号	備考
再生細骨材	RLS	JIS A 5023 附属書 A
再生粗骨材*	RCG	40~5mm
普通ポルトランドセメント	OPC	JIS R 5210
高炉スラグ微粉末	GGBFS	JIS A 6206, 高炉スラグ微粉末 4000
アルカリ刺激剤	A	Ca(OH) <sub>2</sub> :61.6%, CaCO <sub>3</sub> :38.4%
上水道水	W	-
高性能 AE 減水剤	SP	ポリカルボン酸系化合物
空気量調整剤	Ad	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤

※JIS A 5023 附属書の規定のうち, 粒度が満足しない。

表-2 結合材の主要品質

項目	OPC	GGBFS	
密度(g/cm <sup>3</sup> )	3.15	2.89	
比表面積(cm <sup>2</sup> /g)	3400	4420	
凝結	水量(%)	27.8	
	始発(h-min)	2-03	
	終結(h-min)	3-31	
安定性	パット法	良	
圧縮強さ(N/mm <sup>2</sup> )	3d	30.9	
	7d	45.1	
	28d	61.2	
水和熱(J/g)	7d	338	
	28d	393	
化学成分(%)	酸化マグネシウム	1.3	5.1
	三酸化硫黄	2.0	2.1
	強熱減量	2.5	0.8
	全アルカリ	0.57	0.53
	塩化物イオン	0.02	0.01
フロー値比(%)	-	97	
活性度指数(%)	材齢 7 日	-	72
	材齢 28 日	-	99
	材齢 91 日	-	108

\*1 名城大学大学院 理工学研究科環境創造学専攻 修士(工学) (学生会員)

\*2 名城大学 理工学部環境創造工学科 教授 博士(工学) (正会員)

\*3 名城大学大学院 理工学研究科社会環境デザイン工学専攻 博士(工学) (学生会員)

\*4 鹿島道路(株) 技術開発総合センター技術研究所 修士(工学)

に骨材の主要品質を示す。また、図-1 に再生骨材の製造フロー、図-2 に 40~0mm の再生砕石(RC-40<sup>8</sup>)の粒度分布、図-3 に使用骨材の粒度分布を示す。測定は RC-40 で 1 回、再生細骨材(RLS), 再生粗骨材(RCG)は各 2 回実施した。また、RCG は JIS A 5023 附属書 A と RC-40 の規定値を併記した。結合材は、GGBFS(JIS A 6206: 高炉スラグ微粉末 4000)と A による AAM, 比較用に OPC(JIS R 5210)を用いた。なお、A は食用カルシウム製造時に発生する副産物で、成分構成は Ca(OH)<sub>2</sub> が 61.6%, CaCO<sub>3</sub> が 38.4%である。再生骨材は、原コンクリートの起源が不明なコンクリート塊を破碎処理し、5mm 以下の RLS および 40~5mm の RCG を製造するため、事前に RLS, RCG の収率を検討した結果、7mm の振動ふるいを用いて RC-40 を分級した。再生骨材の品質は、粒度では、図-3 に示すように、RLS は JIS A 5023 附属書 A の規定を満足する。一方、RCG は規定を満足しないが、概ね RC-40 の規定の範囲にある。吸水率、微粒分量、塩化物量、不純物量は、RLS, RCG とともに JIS A 5023 附属書 A の規定を満足した。なお、RCG のアルカリシリカ反応性による区分は A(無害)である。練混ぜ水には上水道水を用いた。

## 2.2 配(調)合

本検討では、IL ブロックに加え、路面温度上昇抑制値試験用コア供試体の採取、屋外暴露試験の温度測定が容易な平板を用いた。表-4 に IL ブロックおよび平板の配(調)合概要を、表-5 に平板のうち、密粒度アスファルト混合物の配(調)合概要および混合物性状を示す。RCG は、粒度の JIS A 5023 附属書 A と RC-40 の規定を満足しないことから、細骨材率(s/a)および単位水量を調整した。

### (1) IL ブロック

IL ブロックは、OPC を用いた水結合材比(W/B)を 41% とした比較用の No. 1-A, AAM による W/B を 35% とした No. 2-A の 2 種類の試料を用意した。試し練りにより、s/a は No. 1-A では 44.4%, No. 2-A では 50.0%, 単位水量は No. 1-A では 164kg/m<sup>3</sup>, No. 2-A では 175 kg/m<sup>3</sup> とした。いずれも目標スランプは 8±2.5cm, 目標空気量は 4.5±1.5%とした。化学混和剤は、高性能 AE 減水剤(SP)にはポリカルボン酸系化合物、空気量調整剤(Ad)には変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤を用いた。

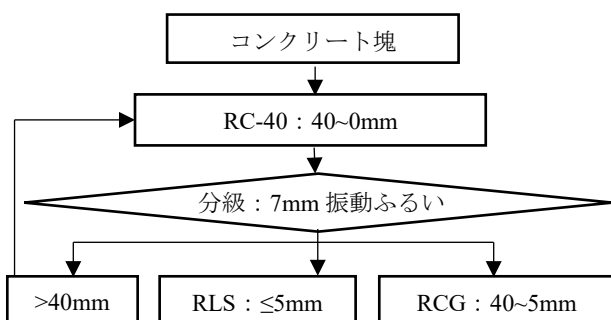


図-1 再生骨材の製造フロー

### (2) 平板

平板は、No. 1-B は No. 1-A と同配(調)合、No. 2-B は No. 2-A と同配(調)合とした。比較用として、No. 3-B に使用材料と配(調)合は不明であるが、JIS A 5371 附属書 B の規定による配(調)合の製品(JIS コンクリート平板)、No. 4-B に密粒度アスファルト混合物による平板の合計 4 種類の試料を用意した。

表-3 骨材の主要品質

試験項目	試験方法	RLS	RCG
絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	JIS A 1109,	1.99	2.26
吸水率(%)	JIS A 1110	12.5	6.0
粗粒率(F.M.)	JIS A 1102	3.37	6.67
実積率(%)	JIS A 1104	65.8	62.8
粒形判定実積率(%)	JIS A 5005	57.3	-
微粒分量(%)	JIS A 1103	8.5	0.5
塩化物量(%)	JIS A 1154	0.01	0.01
400kN 破砕値(%)	BS 812-110	-	22.1
10%破砕力(kN)	BS 812-111	-	187
すり減り減量(%)	JIS A 1121	-	22.5
安定性(%)	JIS A 1122	-	42.0
不純物量 (mass%)	A	0.9	2.0
	B	0	0
	C	0	0
	D	0	0
	E	0	0
	F	0	0
	G	0	0.1
合計		0.9	2.1
アルカリシリカ反応性	JIS A 5021 附属書 D	-	A(無害)

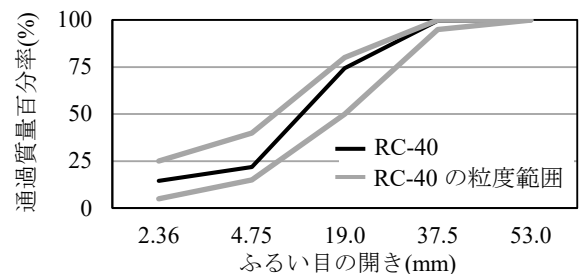


図-2 RC-40 の粒度分布

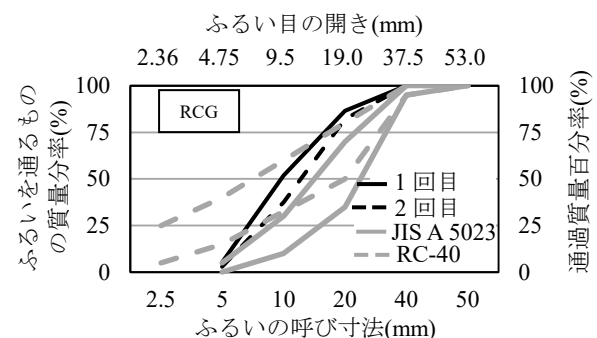
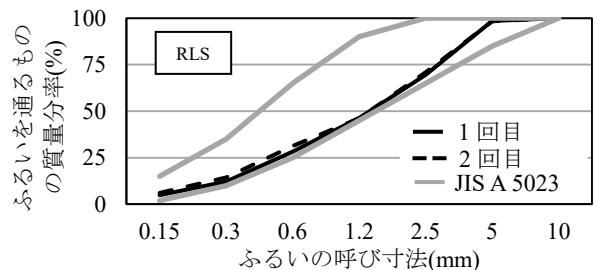


図-3 使用骨材の粒度分布

表-4 ILブロックおよび平板の配(調)合概要

種類	No.	W/B (%)	s/a (%)	A 置換率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						化学混和剤(B×%)	
					W	B			RLS	RCG	SP	Ad
						OPC	GGBFS	A				
ILブロック	1-A	41	44.4	-	164	400	-	-	661	885	1.0	0.01
	2-A	35	50.0	13.8	175	-	431	69	672	720	1.0	0.01
平板	1-B	41	44.4	-	164	400	-	-	661	885	0.8	0.01
	2-B	35	50.0	13.8	175	-	431	69	672	720	1.5	0.01
	3-B	JIS A 5371 附属書 B(JIS コンクリート平板)										
	4-B	密粒度アスファルト混合物(表-5による)										

表-5 密粒度アスファルト混合物の配(調)合概要および混合物性状

材料(%)					アスファルト量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	空隙率 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
6号砕石	7号砕石	砕砂	細目砂	石粉					
32	22	30	10	6	5.7	2.376	3.8	9.85	31

2.3 試験項目、試験方法および実施内容

試験項目および試験方法を表-6に示す。また、試験実施内容を表-7に示す。供試体は、JIS A 1138に基づいて作製した。なお、一部は屋外近傍で作製した。

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状のうち、スランプ、スランプフロー、空気量、単位容積質量は、試験誤差を確認するために、連続して2回/1バッチで実施した。コンクリート温度、塩化物含有量については1回/1バッチで実施した。

(2) 強度特性

ILブロックの規定値(曲げ強度:3N/mm<sup>2</sup>以上、または圧縮強度:17N/mm<sup>2</sup>以上)に対して、No. 1-AとNo. 2-Aは、曲げ強度および圧縮強度試験を実施した。供試体は、幅100mm×長さ200mm×高さ60mmのJIS A 5371 附属書 Bの推奨仕様 B-3の規定に適合するILブロックとした。曲げ強度試験の供試体は、1日間気中養生し、脱型後、所定材齢まで20±3℃の水中養生(標準養生)した。圧縮強度試験の供試体は、1日間気中養生し、脱型後、所定材齢まで標準養生した後、ILブロック供試体からコア供試体(直径80mm×高さ60mm)を採取した。試験材齢はいずれも7日、28日、91日で実施した。なお、供試体数はそれぞれ材齢毎に4個作製し、その平均値とした。

(3) 保水性

保水性ILブロックの規定値(保水量:0.15g/cm<sup>3</sup>以上、吸上げ率:70%以上)に対して、保水性の確認は、保水量および吸上げ率試験を実施した。供試体は、幅100mm×長さ200mm×高さ60mmのJIS A 5371 附属書 Bの推奨仕様 B-3の規定に適合するILブロックとした。供試体は、1日間気中養生し、脱型後、標準養生した。試験材齢はAAMの効果を確認するために、強度試験と同様の材齢で実施した。所定材齢の24時間前に温度105±5℃の乾燥機に入れ、乾燥後に常温まで冷却した供試体で吸上げ率を測定し、24時間吸水した後、保水量を測定した。測定値は4つの供試体の平均値とし、同じ供試体を用いて測定した。

(4) 路面温度上昇抑制効果

路面温度上昇抑制型ILブロックの規定値(路面温度上

表-6 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	備考
スランプ	JIS A 1101	各2回測定した
スランプフロー	JIS A 1150	
空気量	JIS A 1128	
単位容積質量	JIS A 1116	
コンクリート温度	JIS A 1156	-
塩化物含有量	JIS A 5023	モール法
曲げ強度	JIS A 5371 附属書 B(規定)舗装・境界ブロック類 推奨仕様 B-3	材齢:7日, 28日, 91日
圧縮強度		
保水量		
吸上げ率		
明度	舗装調査・試験法便覧 S024 <sup>9)</sup>	色彩色差計による
路面温度上昇抑制値	室内試験 (JIPEA-TM-14 <sup>10)</sup> )	材齢28日以降に実施。測定方法: A法, B法 測定時間2.5時間
	屋外暴露試験	

表-7 試験実施内容\*

評価項目	ILブロック		平板			
	No. 1 -A	No. 2 -A	No. 1 -B	No. 2 -B	No. 3 -B	No. 4 -B
スランプ	○	○	○	○	-	-
スランプフロー	○	○	○	○	-	-
空気量	○	○	○	○	-	-
単位容積質量	○	○	○	○	-	-
コンクリート温度	○	○	○	○	-	-
塩化物含有量	○	○	○	○	-	-
曲げ強度	○	○	-	-	-	-
圧縮強度	○	○	-	-	-	-
保水量	○	○	-	-	-	-
吸上げ率	○	○	-	-	-	-
明度	-	-	○	○	○	○
路面温度上昇抑制値	-	-	○	○	○	○

※ ○: 試験実施

昇抑制値:8.0℃以上)に対して、路面温度上昇抑制効果を検討するために、供試体には幅300mm×長さ300mm×高さ60mmのJIS A 5371 附属書 Bの推奨仕様 B-1の規定に適合する平板を用いた。平板のNo. 1-B, No. 2-B, No. 3-B, No. 4-Bの色による温度変化の影響を確認するため、明度(L\*)を測定した。明度は舗装調査・試験法便覧 S024<sup>9)</sup>に準拠して実施した。室内にて色彩色差計を用い、平板からコア供試体(直径100mm×高さ60mm)を採取し、それぞれ9つのデータを測定し、その平均値とした。また、路面温度上昇抑制値を測定するため、照射ランプによる

供試体の表面温度を測定した。さらに、実環境下での路面温度の違いを屋外暴露試験により評価した。照射ランプによる供試体の表面温度の測定は JIPEA-TM-14<sup>10)</sup>に準拠して室内試験を実施した。室内試験は平板からコア供試体(直径 100mm×高さ 60mm)を採取し、気乾状態のコア供試体を温度 30±1°C、相対湿度 50±5%の恒温・恒湿室内で 5 時間以上養生し、浸水養生しない A 法と 30±1°Cに調整した水槽内で試験開始 1 時間前に浸水養生をする B 法で材齢 28 日以降に実施した。No. 4-B の表面温度が 3 時間後に 60±1°Cになる高さを基準とし、ランプを 3 時間照射後、No. 1-B、No. 2-B、No. 3-B の表面温度を A 法、B 法で各 2 回ずつ測定し、その平均値とした。

屋外暴露試験は、平板を試験前に室内同一温度条件下で養生をした後、屋外へ運搬し、上面から各平板中心から右半面に上水道水を散水(総量 1000g/m<sup>2</sup>)し、散水していない左半面と分割してそれぞれ測定した。測定時間は 2.5 時間まで 0.5 時間毎に表面温度をサーモグラフィカメラの熱画像により測定した。

### 3. 実験結果

表-8 にフレッシュ性状試験結果を、表-9 に強度、保水性、明度試験結果を示す。

#### 3.1 フレッシュ性状

##### (1) スランプ、スランプフローおよび空気量

SP は結合材質量の 0.8~1.5%、Ad は 0.01% で添加した。これにより、空気量は全ての配(調)合で目標値を満足したが、No. 2-B のスランプは満足しなかった。スランプフローは 21.5~30.5cm であった。No. 2-A は、AAM の使用により No. 1-A に対し、単位水量は異なるが、同程度であった。No. 2-B は、No. 2-A に比べて 8.0~9.5cm 大きくなった。JIS A 5371 附属書 B 表 B.3 によると、「耐久性の照査は、水セメント比(W/C)、又は W/C 及び空気量が同等で、かつ、製造方法が同様の実績によってもよい。」と規定されている。このため、平板の No. 2-B については、

空気量が目標値を満足するよう化学混和剤量を調整し、材料分離が発生しないことを確認して供試体を作製した。

##### (2) 単位容積質量

単位容積質量は、No. 1-A、No. 1-B の 2081~2119kg/m<sup>3</sup> に対して、No. 2-A、No. 2-B は 2030~2107kg/m<sup>3</sup> と小さくなる傾向がみられた。これは GGBFS の密度が OPC より小さいことによる。

##### (3) コンクリート温度

コンクリート温度は、No. 1-A、No. 1-B の 18°C、28°C に対して、No. 2-A、No. 2-B では 17°C、25°C であった。No. 1 に対して No. 2 は、A では 1°C、B では 3°C 低くなったが、使用材料等の影響は明確にはみられなかった。なお、No. 1-B、No. 2-B については、夏季に屋外近傍で作製したため、コンクリート温度は高めであった。

##### (4) 塩化物含有量

塩化物含有量は、No. 1-A、No. 1-B、No. 2-A、No. 2-B の全ての試料で JIS A 5308 の規制値である 0.30kg/m<sup>3</sup> 以下を満足した。No. 2-A、No. 2-B は No. 1-A、No. 1-B に対して小さくなった。これは、表-2 より、No. 1 の結合材である OPC の塩化物イオンは 0.02% であるのに対し、No. 2 の結合材である GGBFS は 0.01% であることによる。

#### 3.2 強度特性

圧縮強度のコア供試体は、高さの直径に対する比が 1.00 を下回ったことから、JIS A 5371 附属書 B-3 に示されている補正係数を参考に高さの直径に対する比 0.75 における補正係数 0.93 として圧縮強度を換算した。なお、コア供試体の直径が JIS A 1107 に示されている「コア供試体の直径は、一般に粗骨材の最大寸法の 3 倍以上とする。」規定を満足していないことから参考値とした。

##### (1) 曲げ強度

曲げ強度は、材齢 7 日時から No. 1-A、No. 2-A とともに規定値の 3.0N/mm<sup>2</sup> 以上を満足した。

##### (2) 圧縮強度

コア供試体の圧縮強度は、材齢 91 日においても規定

表-8 フレッシュ性状試験結果

No.	スランプ(cm)	スランプフロー(cm)	空気量*(%)	単位容積質量(kg/m <sup>3</sup> )	コンクリート温度(°C)	塩化物含有量(kg/m <sup>3</sup> )
1-A	10.0, 10.0	22.5, 21.5	4.1, 4.2	2119, 2081	18	0.12
2-A	8.0, 7.0	22.5, 21.0	4.7, 4.9	2030, 2036	17	0.06
1-B	5.5, 5.5	21.5, 21.5	4.2, 3.8	2096, 2109	28	0.12
2-B	16.0, 17.0	30.5, 30.5	5.3, 4.5	2031, 2107	25	0.06

※骨材修正係数：1.1%

表-9 強度・保水性・明度試験結果

No.	曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )			圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )			保水量(g/cm <sup>3</sup> )			吸上げ率(%)			明度(L*)
	7日	28日	91日	7日	28日	91日	7日	28日	91日	7日	28日	91日	
1-A	4.5	4.6	5.6	9.7	11.6	12.2	0.16	0.14	0.12	24	19	20	-
2-A	3.3	4.0	4.9	6.4	7.4	9.4	0.16	0.13	0.12	21	18	17	-
1-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.9
2-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78.1
3-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.8
4-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.0
規定値	3.0 以上			17.0 以上			0.15 以上			70 以上			-

値の 17.0N/mm<sup>2</sup> 以上を満足しなかった。No. 1-A, No. 2-A のいずれも材齢 91 日まで強度が増加傾向を示したものの、規定値を満足しなかった。このため、強度増加のために、W/B を低減させることによる組織の緻密化<sup>11)</sup>や強度低下の要因となる再生骨材中の付着モルタル・付着ペースト部分を強制炭酸化により、緻密化させた改質再生骨材<sup>12)</sup>を用いる等の対策を検討する必要がある。

### 3.3 保水性

#### (1) 保水量

保水量は、材齢 7 日では規定値の 0.15g/cm<sup>3</sup> 以上を満足したが、材齢 28 日、91 日では徐々に低下する傾向がみられ、規定値を満足しなかった。これは、保水性を確保するためには、空隙の大きさを適切に確保することが重要とされており<sup>13)</sup>、ほぼ同一の気孔率では気孔径が大きくなるとともに透水係数は大きく増加している<sup>14)</sup>ことから、空隙を増やすのみでは保水性は向上せず、透水したことによるものと考えられる。

#### (2) 吸上げ率

吸上げ率は、規定値の 70% 以上を満足しなかった。

### 3.4 路面温度上昇抑制効果

図-4 に室内試験として路面温度上昇抑制値試験結果を示す。屋外暴露試験については、写真-1 に屋外暴露試験状況を、図-5 にサーモグラフィカメラの熱画像に

よる測定結果を示す。

#### (1) 明度

明度は、No. 2-B の AAM を使用した環境配慮型コンクリートが最も大きかった。

#### (2) 室内試験

室内試験による路面温度上昇抑制値試験結果は、No. 1-

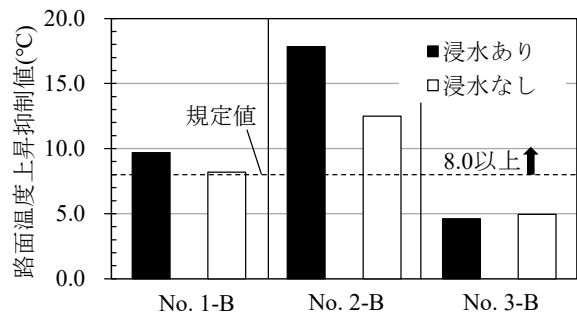


図-4 室内試験による路面温度上昇抑制値試験結果

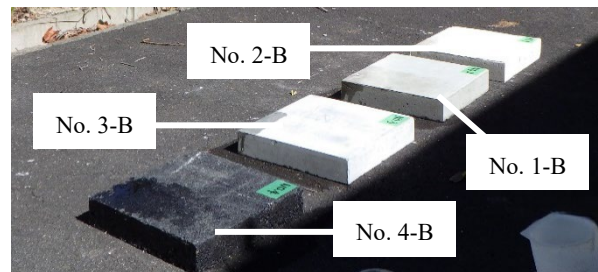


写真-1 屋外暴露試験状況

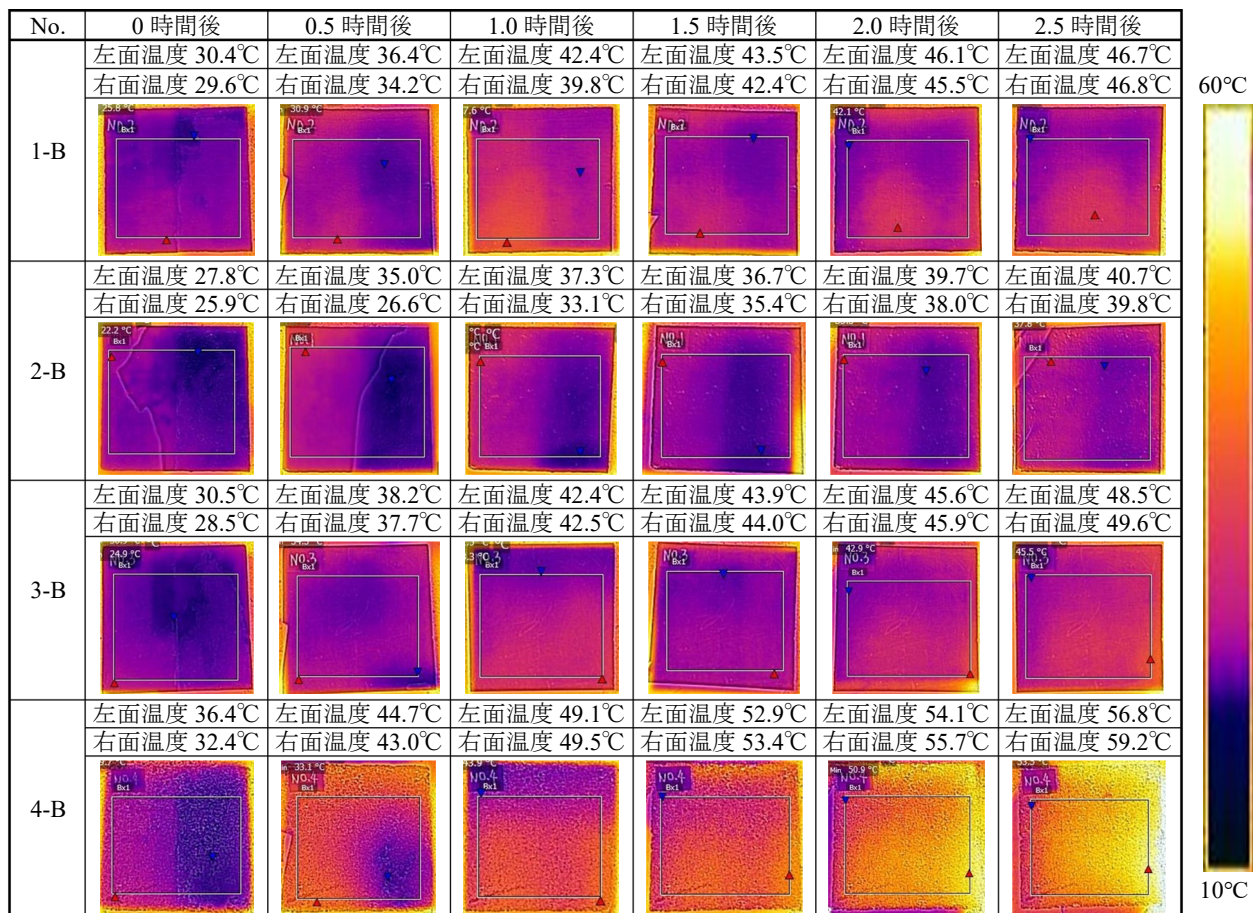


図-5 サーモグラフィカメラの熱画像

B, No. 2-Bに加えてNo. 3-Bを比較として実施した。No. 4-Bの基準である規定値の8.0℃以上をNo. 1-BとNo. 2-Bは満足したが、No. 3-Bは満足しなかった。また、No. 2-Bは浸水することで路面温度上昇抑制値が大きく向上した。これは、材質により効果に相違はあるものの、舗装体に保水させることで、温度上昇を低減させることができる<sup>15)</sup>ものと考えられる。さらに、明度が大きいことが路面温度上昇抑制値に影響を与えている可能性が考えられるが、浸水に伴って路面温度上昇抑制値がさらに大きくなったことから、GGBFSの保水性ならびに低品質再生骨材の吸水率が影響したものと考えられる。保水性は、OPCを用いた場合に比べてGGBFSの総細孔量が多くなる<sup>16)</sup>影響による。

### (3) 屋外暴露試験

図-5より、2.5時間時のNo. 2-BとNo. 4-Bの最高温度を比較すると左半面の散水なしでは16.1℃、右半面の散水ありでは19.4℃の温度上昇抑制効果が認められた。2.5時間後においても、No. 2-Bは水分を保水しているため表面温度は低い結果を示したが、No. 1-B, No. 3-B, No. 4-Bは散水した水分が全て蒸発したこと、散水した西側の日射が強かったことから散水ありの表面温度が高くなった。No. 1-BよりGGBFSを用いたNo. 2-Bが多くの水分を保持し、路面温度上昇抑制効果が認められている。

## 4. まとめ

使用骨材の全てを低品質再生骨材とし、結合材にAAMを用いた環境配慮型コンクリートのILブロックへの適用性について検討を行った。

- (1) フレッシュ性状は、化学混和剤量の調整により空気量の目標性能を確保することが可能である。
- (2) 強度は、曲げ強度では材齢7日時点から規定値を満足した。一方、参考値ではあるが、圧縮強度は規定値を満足しなかったため、W/Bの低減、再生骨材の改質等の対策を検討する必要がある。
- (3) 保水性は、保水量は材齢7日のみ規定値を満足した。吸上げ率は規定値を満足しなかった。
- (4) 路面温度上昇抑制値は、室内試験で規定値を満足した。また、室内試験と屋外暴露試験ともにGGBFSの保水性により、温度上昇抑制効果が向上した。

以上より、環境配慮型コンクリートは、曲げ強度および路面温度上昇抑制値の規定値を満足したことから、路面温度上昇抑制型ILブロックへの適用可能性がある。

今後は、長期的な耐久性を分析するとともに、実施工による路面温度上昇抑制効果の確認が必要となる。

## 参考文献

- 1) セメント協会：セメントのLCIデータの概要，2024

年4月1日

- 2) 国土交通省：平成30年度建設副産物実態調査結果，2020.
- 3) 土木学会コンクリート委員会 233：新しいアルカリ活性材料を用いた低炭素社会におけるインフラ構築に関する研究小委員会，新しいアルカリ活性材料を用いた低炭素社会におけるインフラ構築に関する研究 報告書，2021年度 重点研究課題，2022.3
- 4) 神下竜三，道正泰弘，横田慎也，長谷川剛一：副産物を100%使用した材料の実物大輪荷重走行試験による耐久性評価，土木学会論文集，Vol. 79, No. 21, pp. 1-11, 2023.
- 5) 東京都環境局ヒートアイランド対策推進会議：ヒートアイランド対策取組方針，2003.3
- 6) 高木正人，長谷川和宏，高橋克則，坂田廣介，佐藤喜久：高炉スラグ保水材を充填した透水性兼備型保水性舗装，土木学会第58回全国大会年次学術講演会，V-646, pp. 1289-1290, 2003.
- 7) 林かほり，野島省吾，新村亮，駄原剛弘：大型プレキャスト部材への低炭素型のコンクリートの適用検討，土木学会全国大会第78回年次学術講演会，V-331, 2023.
- 8) 日本道路協会：舗装再生便覧，2024.
- 9) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2019.
- 10) インターロッキングブロック舗装技術協会：インターロッキングブロック舗装設計施工要領，2017.
- 11) 小林利充，溝渕麻子，近松竜一，一瀬賢一：混和材を高含有したコンクリートの強度発現および促進中性化に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 34, No. 1, pp. 118-123, 2012.
- 12) 松田信広，伊代田岳史：炭酸化による低品質再生骨材の改質技術の提案と改質再生骨材がコンクリートに与える影響，コンクリート工学論文集，第30巻，pp.65-76, 2019.
- 13) 萩原伸治：保水性コンクリート，コンクリート工学，Vol. 45, No. 5, pp. 142-146, 2007. 5
- 14) 横田耕三，山地豪，平野晋一：ヒートアイランド現象を抑制する多孔質保水煉瓦の基礎的性能，日本ヒートアイランド学会論文集，Vol. 5, pp. 40-46, 2010.
- 15) 徳本行信，彌田和夫，岡田恒夫，稲葉慶成，吉田孝介：舗装体の温度上昇を抑制する保水性舗装材の開発について，土木学会舗装工学論文集，第3巻，pp. 191-200, 1998. 12
- 16) 郭度連，國府勝郎，李昌洙，李奎東：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの内部組織の形成に及ぼす置換率の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 26, No. 1, pp. 783-788, 2004.