

第V部門

建設副産物を100%使用したコンクリートの舗装材料への適用に向けた基礎的研究

鹿島道路（株）

正会員 ○神下 竜三, 横田 慎也, 田口 翔大, 好見 一馬, 長谷川 剛一
名城大学理工学部環境創造工学科 道正 泰弘

1. はじめに

近年、カーボンニュートラルをはじめとしたCO₂排出量を抑制するための様々な取り組みが行われており、舗装を含めた社会インフラにおいても環境負荷低減技術を積極的に活用することが求められている。代表的な建設副産物であるコンクリート塊は、主に舗装用として再生路盤材料として使用されているが、今後は再生路盤材料以外の活用方法についても幅広く求められる。本研究では、固化材も含めたすべての材料を建設副産物とした100%リサイクルコンクリートについて、舗装材料への適用を目指して、フレッシュ性状と強度特性を室内試験により確認した。

2. 使用材料

使用材料一覧を表-1に示す。コンクリート再生骨材は5mmふるいにより粗骨材と細骨材とに分類した材料を用いた。本検討で用いた固化材は、製造時のCO₂排出量が大きいセメントの代替材料として高炉スラグ微粉末を使用し、その潜在水硬性を促進することを目的に、複数のアルカリ性副産物を刺激材として使用した。A'とB'は粉体の刺激材であり、SW'は生コンクリートプラントで発生するスラッジ水である。刺激材の使用量は参考文献を参考とした¹⁾。混和剤には、減水剤の原料となるリグニンスルホン酸（副産物）を使用した。なお、比較対象として、固化材に普通ポルトランドセメントを、混和剤に高性能AE減水剤を使用した。

表-1 使用材料

分類	材料名	略称	備考
骨材	コンクリート再生粗骨材	G'	表乾密度：2.399g/cm ³ , 吸水率：7.5%
	コンクリート再生細骨材	S'	表乾密度：2.291g/cm ³ , 吸水率：11.7%
固化材	高炉スラグ微粉末	BFS	比表面積：4000cm ² /g
	普通ポルトランドセメント	NC	比較用の新材
刺激材	副産刺激材A	A'	主成分：炭酸カルシウム
	副産刺激材B	B'	主成分：水酸化カルシウム
	スラッジ水	SW'	上澄水（pH12~13）
水	上水道水	W	
混和剤	高性能AE減水剤標準形	SP	市販品
	リグニンスルホン酸	Rg'	減水剤原料（副産物）

表-2 検討配合

No.	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								BFSに対する 刺激材 の割合 (%)	混和剤 (B×%)	
			W	SW'	B				G'	S'		SP	Rg'
					NC	BFS	A'	B'					
1	43	43	170	—	395	—	—	—	902	710	—	0.5	—
2	43	43	175	—	—	314	93	—	872	688	22.8	—	1.5
3	43	43	175	—	—	387	20	—	874	690	5.0	—	1.5
4	43	43	175	—	—	387	—	20	872	688	5.0	—	1.5
5	43	43	—	170	—	395	—	—	888	698	—	—	1.5
6	43	43	—	175	—	387	20	—	874	690	5.0	—	1.5

3. 検討配合

検討配合を表-2に示す。水粉体比と細骨材率は全配合で同一とした。単位水量については、良好なフレッシュ性状が得られる範囲内で可能な限り少なくなるよう検討したものの、最も単位水量が大きな配合では指針等²⁾で示されている上限値である175kg/m³となった。単位水量が多くなった要因として、使用材料であるコンクリート再生骨材の吸水率が大きいことが影響しているものと考えている。

4. 試験方法

試験方法を表-3に示す。フレッシュ性状の評価としてスランプ試験と空気量試験を実施し、硬化後、圧縮強度試験により強度特性を評価した。

5. 試験結果

フレッシュ性状試験結果を表-4に示す。100%リサイクルコンクリートは、使用する混和剤の種類や使用量を調整することによって良好なフレッシュ性状が得られることを確認した。

各配合の圧縮強度試験結果を図-1に示す。100%リサイクルコンクリートは、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートの圧縮強度と比較すると、初期強度 (σ_7) が低い傾向を示した。本検討で使用した2種類の粉体刺激材と比較すると、刺激材 A' は初期の強度発現は刺激材 B' に劣るものの、長期強度 (σ_{91}) は普通ポルトランドセメントの 65%~85% 程度まで強度が増進することが確認できた。配合 No.2 と配合 No.3 の圧縮強度を比較すると、初期強度 (σ_7) は配合 No.2 のほうが配合 No.3 よりも大きい。配合 No.2 は配合 No.3 に対して、刺激材 A' の単位量が多いことにより、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性が促進されたものと考えられ、それは写真-1 に示すように配合 No.2 の圧縮強度 (σ_7) 試験後供試体の破断面が緑青色を呈していることから確認できる。一方、長期強度 (σ_{91}) は配合 No.3 のほうが大きな圧縮強度を示した。本研究では、粉体の体積を一定としたことから、配合 No.3 は配合 No.2 よりも高炉スラグ微粉末単位量は多く、長期強度が増進したものと考えている。材齢と強度の関係より、高炉スラグ微粉末使用量に対する最適な刺激材使用量の関係については、今後も継続して検討する必要がある。今回検討した刺激材の中で、スラッジ水のみとした配合 No.5 の初期強度 (σ_7) は最も低い結果となったが、刺激材 A' を併用して使用することで、圧縮強度が増加することが確認できた。

6. まとめ

本研究より、100%リサイクルコンクリートのフレッシュ性状と強度特性等の基本性状を把握することができた。今後は、100%リサイクルコンクリートの実用化に向けて、本検討で確認できていない硬化コンクリートの諸性状について確認するとともに、実機での製造方法や施工方法について検討したいと考えている。

【参考文献】

- (一社) 日本建設機械施工協会：セメントを使わないコンクリートを用いた天然石材調建材，建設機械施工 Vol.72，2020.2
- (公社) 土木学会：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの設計・施工指針，2018.9

表-3 試験方法

試験項目	試験方法	備考
フレッシュ性状	スランプ試験 (JIS A 110:2014)	目標：8.0±2.5cm
	空気量試験 (JIS A 1128:2014)	目標：4.5±1.5cm
強度特性	圧縮強度試験 (JIS A 1108:2018)	試験材齢： σ_7 , σ_{28} , σ_{91}

表-4 フレッシュ性状試験結果

No.	固化材種類	刺激材種類	BFSに対する刺激材の割合 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
1	NC	-	-	3.5	4.7
2	BFS	A'	22.8	6.0	3.6
3	BFS	A'	5.0	7.0	3.0
4	BFS	B'	5.0	6.0	4.8
5	BFS	SW'	-	6.5	3.0
6	BFS	SW'+A'	5.0	6.0	3.3

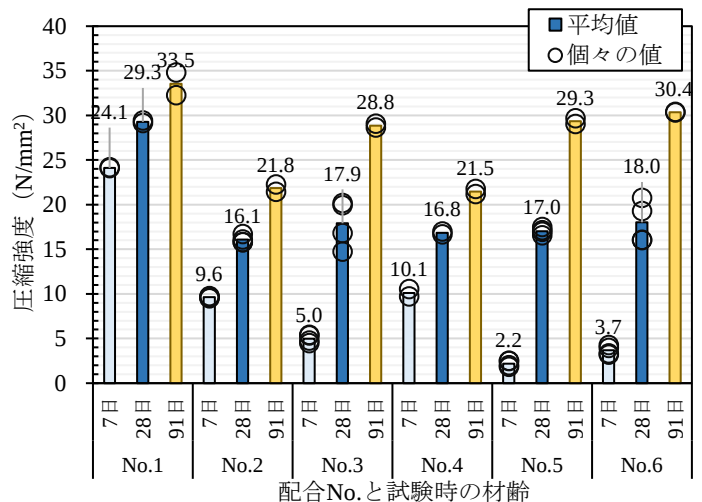


図-1 圧縮強度試験結果

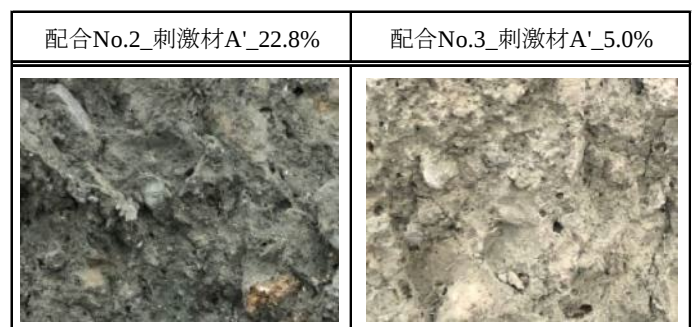


写真-1 材齢 7 日圧縮強度試験後の破断面