

転炉スラグ骨材を用いた転圧コンクリートの検討

住友大阪セメント(株)セメント・コンクリート研究所 正会員 ○林口 幸子
新日鐵住金(株)和歌山製鐵所 環境・エネルギー部 鳥井 孝一
日鉄住金鉱化(株)和歌山事業所 技術部 小川 英俊
三井住建道路(株)技術研究所 正会員 浅倉 正勝

1. 目的

昨今、資源循環型社会の発達に伴い、コンクリートの分野においても各種骨材の適用が研究・検討され、さらに規格等の整備により普及促進が活発となってきている。鉄鋼分野においては、製造工程で生成される高炉スラグや製鋼スラグのうち、高炉スラグは土木資材だけでなく、セメント原料にも使用される。

転炉スラグは、鉄の不純物を最終的に取り去る工程で生じるものであり、自身にも鉄分をはじめ各種成分が含まれている。その割合は変動しやすく、骨材の物性値としては、密度や吸水率、粗粒率等に影響する。また、骨材中に残存する膨張性反応物質の生石灰を反応させるためエージング工程を施しているが、現状では、転炉スラグは路盤材や港湾工事用材、肥料等への適用が主となっており、コンクリート用骨材としての使用は認められていない。しかし、建設需要の低迷に伴い、今後はより広い分野への展開が望まれる。

そこで、本研究では転炉スラグの用途展開を図るため、転圧コンクリートへの適用を検討することとした。本報文では、室内試験を経て、実機製造実験および試験施工を行った結果について述べる。

2. 試験方法

(1) 使用材料

配合設計は、早強ポルトランドセメント（密度 3.13g/cm³）、転炉スラグ細骨材、同粗骨材、および AE 減水剤（リグニンスルホン酸化合物・ポリカルボン酸エーテル複合体）を使用して行った。

使用した転炉スラグ骨材の物理試験結果を表 1 に、使用した骨材を写真 1、2 に示す。細骨材、粗骨材ともに密度は大きく、粗骨材のすりへり減量は 13%程度と小さく、転炉スラグとしては一般的なものであった。特に、粗骨材に関しては微粉が骨材の周りに付いていたが、試験施工を前提とするため洗浄せずに使用した。

表 1 転炉スラグ骨材の物性

骨材種類	表乾密度 [g/cm ³]	吸水率 [%]	粗粒率	実積率 [%]	微粒分量 [%]	すりへり減量 [%]
細骨材	2.90	6.08	3.09	73.6	7.0	---
粗骨材	3.34	1.87	6.52	61.0	1.0	13.3



写真 1 転炉スラグ細骨材 写真 2 転炉スラグ粗骨材

(2) 試験水準

検討した配合を表 2 に示す。s/a は 42%と 45%の 2 水準とし、単位セメント量は 280、300、320kg/m³ の 3 水準とした。また、AE 減水剤はセメント質量に対し 0.2%で統一した。なお、コンクリートは 2 軸強制練りミキサ（練混ぜ容量 55L ）を用いて、1 バッチあたり 27.5L で空練り 30 秒、注水後 90 秒練り混ぜた。

表 2 室内試験配合

No.	W/C [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]				Ad [C×%]
			W	C	S	G	
A-1	32.1	42	90	280	999	1590	0.2
A-2	35.7		100		987	1570	0.2
A-3	39.3		110		975	1551	0.2
B-1	30.0		90	300	992	1577	0.2
B-2	33.3		100		979	1558	0.2
B-3	36.7		110		967	1538	0.2
B-4	32.0	45	96	300	1055	1485	0.2
B-5	35.0		105		1043	1468	0.2
C-1	29.7		95	320	1048	1475	0.2
C-2	34.4		110		1028	1447	0.2
C-3	31.3		100		1041	1465	0.2

(3) 評価方法

フレッシュコンクリートの評価は、舗装調査・試験法便覧 B072-2「転圧コンクリートのコンシステンシー

試験方法」に従い VC 振動締固め試験により行った。プラントと現場までの運搬時間を考慮し、練混ぜ後 45 分の修正 VC 値が 50 ± 10 秒の範囲に入る単位水量を検討した。また、材齢 1 日、3 日および 28 日に $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の供試体で曲げ強度試験を行い、硬化コンクリートの評価を行った。

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状

VC 振動締固め試験の結果を図 1 に示す。練り混ぜ 45 分後に修正 VC 値が 50 秒となる単位水量は、 $s/a=42\%$ では $86 \sim 96 \text{ kg/m}^3$ となり、 $s/a=45\%$ では $100 \sim 101 \text{ kg/m}^3$ となった。施工性等を考慮し、単位水量が 100 kg/m^3 前後となる $s/a=45\%$ を採用することとした。

(2) 曲げ強度

決定した単位水量で供試体を作製し、曲げ強度試験を行った。室内で作製した供試体と、施工前に実施した生コンプラントでの実機試験で作製した供試体の曲げ強度試験結果を図 2 に示す。室内の結果に比べ、実機の方が曲げ強度は大きくなった。

供試体破断面の状態を写真 3 に示す。室内試験の供試体破断面は骨材の界面で破壊しているものが多く、実機試験の供試体破断面は割れた骨材が散見された。室内では骨材に付着した微粉が強度低下に大きく影響したが、実機では骨材に付着した微粉がモルタル中に分散し、その影響が小さくなったと考えられる。室内試験で配合設計を行っていくためには、骨材の微粉の影響を減らさなければならず、練混ぜ時間等で対応できるか確認する必要がある。

4. 試験施工

平成 24 年 10 月 31 日に、新日鐵住金(株)和歌山製鐵所構内において試験施工を行った。この際、細骨材の粗粒率が配合設計の時より 0.8 大きくなったため、 s/a を 49% に修正して練り混ぜたが、45 分における目標の修正 VC 値 (50 ± 10 秒) をほぼ満足した。また、打設された転圧コンクリートの密度は、散乱型 RI 密度水分計を用いて管理し、転圧終了時で締固め度 100 を満足することを確認した。

5. まとめ

本研究では、転炉スラグ骨材の用途展開として転圧コンクリートへの適用性を検討した。舗装コンクリートとしての硬化性能を満足することがわかったが、室内試験と実機試験では練混ぜ性能に起因すると思われる曲げ強度の違いが見受けられた。粗骨材に付着した微粉が曲げ強度に影響していると考えられ、この検討のほか、試験施工箇所の供用性調査や耐久性試験を行い、適用可能性の検証を進めていく予定である。

本研究を進めるにあたり、多大なるご協力、ご助言を賜りました三井住友建設(株)、和歌山共同建材(株)をはじめ関係会社各位に深く御礼を申し上げます。

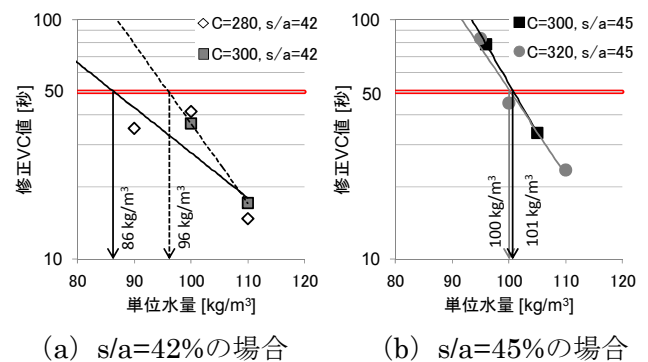


図 1 VC 振動締固め試験結果

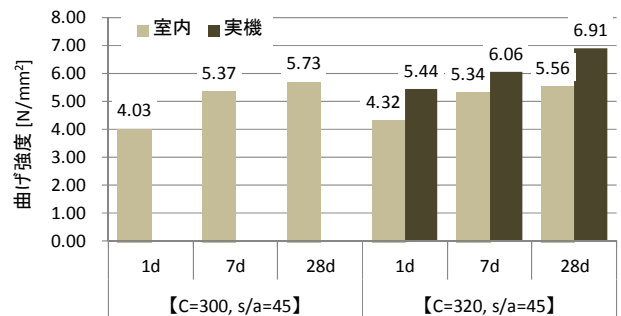


図 2 曲げ強度試験結果

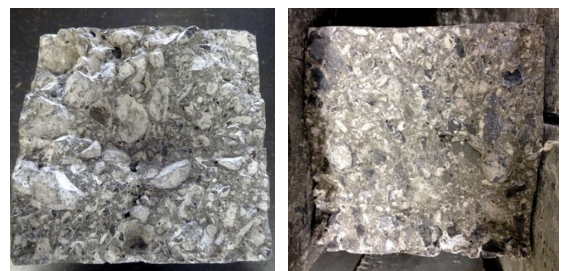


写真 3 供試体破断面状況

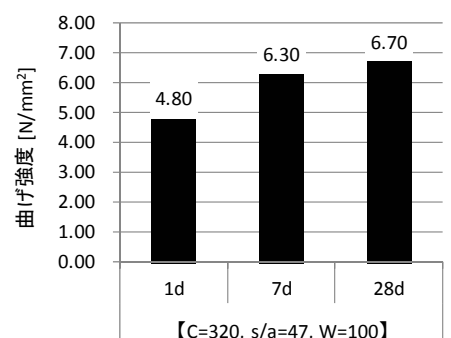


図 3 曲げ強度試験結果