

水酸化カルシウム飽和溶液およびコンクリート工場排水に浸漬させた  
一般廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの材齢1年における圧縮強度

茨城大学工学部 正会員 ○木村 亨  
茨城大学工学部 正会員 沼尾 達弥  
茨城大学工学部 藤ヶ崎 雅人  
関東溶融スラグ共同組合 蒔田 裕紀

1. 研究背景と目的

一般廃棄物溶融スラグ(以下、SL とする)の生産量は、2001年の「ダイオキシン類対策特別措置法」の施行に伴い急激に増加し、ここ数年の生産量は、年間85万tで推移している。今後、更なる有効利用率の増加が望まれる。しかし、SLは製造地および製造方法の違いにより品質が異なるため、JIS A 5031(一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材)の規定を満たしたSL細骨材を用いてもコンクリートの性状に違いが生じる場合があり、取り扱いに注意が必要である。

近年では、SL細骨材をコンクリート工場排水や水酸化カルシウム飽和溶液に浸漬処理することで、コンクリートの性状の改善が測られている<sup>1), 2)</sup>。しかし、中長期的なコンクリートの物性についての報告は見当たらない。

そこで本研究では、SL細骨材をコンクリート工場排水や水酸化カルシウム飽和溶液に浸漬処理したもので作製したコンクリートの材齢1年における圧縮強度について調べた。

2. 実験方法

表1に要因と水準を、表2に使用材料を、表3にSL細骨材の製造方法および物理的物性を示す。なお、SL細骨材の物理的性質、粒度及び粗粒率、膨張率試験は、JIS A 5031に準拠して行い、JIS A 5031の規定値を満足している。

また、SL細骨材を水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬処理を行った場合、練混ぜ時の発泡および硬化後の膨張を起

こしたスラグAおよびスラグDは10日間の浸漬処理を行い、その他のものは1日間の浸漬処理とした。また、スラグAのみ、コンクリート工場排水にて浸漬処理を10日間行った。

表4にコンクリートの示方配合表を示す。コンクリート二次製品での使用を想定し、高流動コンクリートを用いた。なお、SL細骨材の普通細骨材への置換率は、ブリーディングの増大を懸念したため、置換率を30%とした。

表1 要因と水準

水準	要因
一般廃棄物溶融スラグ	A, B, C, D, E, F
浸漬水	水酸化カルシウム飽和溶液 コンクリート工場排水
浸漬時間	1日, 10日
養生方法	高温高湿層にて蒸気養生 コンクリート工場にて蒸気養生

表2 使用材料

材料名	記号	詳細
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度:3.15g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	石灰砕砂 密度:2.55g/cm <sup>3</sup> ,粗粒率=3.10±0.15
	SL	各SLの詳細は表3を参照
粗骨材	G	砕石 密度:2.64g/cm <sup>3</sup> ,粗粒率=6.60±0.20
混和剤	AE	AE減水剤標準形(I型) 密度:2.98g/cm <sup>3</sup>

表1 各SL細骨材の製造方法および物理的性質

記号	一般廃棄物溶融スラグ 溶融固化方式の分類		絶乾 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水 率 (%)	安定 性 (%)	実積 率 (%)	微粒 分量 (%)	粗粒 率 (%)	膨張 率 (%)	金属Al 含有量 (%)	金属Fe 含有量 (%)
A	交流アーク式灰溶融炉		2.71	0.35	0.50	57.0	3.50	2.84	1.4	0.054	0.24
B			2.82	0.36	0.50	—	1.23	2.78	-1.7	0.018	0.17
C	シャフト炉式 ガス化溶融炉	コースクベッド方式	2.83	0.34	1.40	53.7	1.70	2.47	-2.0	0.013	0.26
D		酸素式	2.81	0.72	—	—	0.28	3.66	-1.6	0.140	0.15
E	キルン式ガス化溶融炉		2.83	0.06	—	60.3	1.54	3.07	-1.3	0.010	0.07
F	流動床式ガス化溶融炉		2.70	0.73	—	58.7	1.12	3.23	-1.2	0.008	0.11

キーワード：一般廃棄物溶融スラグ、骨材、表面改質処理、エージング

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学大学院理工学研究科 Tel:0294-38-5274

改質処理前後のSL細骨材を用いたコンクリートを作製し、圧縮試験用に直径 100 mm、高さ 200 mmの円柱供試体を作製後、水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬させたものは、実験室内で蒸気養生(前置き 30°C・2h、昇温 15°C/h、最高温度 65°C・5h)後室内養生を行い、コンクリート工場排水にて浸漬させたものは、工場内で試験体をシートで覆い蒸気養生を行った後屋外養生を行った。圧縮強度(JIS A 1108)は、材齢 1 日、14 日、28 日、91 日、182 日、1 年にて行った。

3. 実験結果及び考察

図 1 に水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬させた場合の圧縮強度と材齢の関係を示す。普通骨材のみを用いたものは材齢 91 日以降の圧縮強度の増進は見られず、SL 細骨材を用いたものは材齢 1 年まで強度が増加し、材齢 1 年で普通骨材のみを用いたものと同等の圧縮強度を示した。これは、SL は非結晶で潜在水硬性を有するため、粒径が大きい SL 細骨材でもコンクリート中の水酸化カルシウムによって、その表面では潜在水硬性による反応が起きたものと推測する。

図 2 に水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬させた場合の材齢 1 年における圧縮強度を示す。改質処理を行うことで圧縮強度が増加するとともに、SL 細骨材の種類による圧縮強度の差も約 10MPa から約 5MPa まで小さくなった。

図 3 にコンクリート工場排水にて浸漬させた場合の圧縮強度と材齢の関係を示す。材齢 1 年まで材齢に伴う圧縮強度の増加が非常に大きい。これは、上述したように潜在水硬性に要因があることと、蒸気養生後屋外養生を行ったため、雨水などによって未水和のセメントが水和反応を起こし、圧縮強度を増加させたものと考えられる。

4. まとめ

- 1) SL 細骨材の浸漬水の種類によらず材齢 1 年まで圧縮強度の増加が確認された。
- 2) SL 細骨材の浸漬水の種類によらず改質処理を行うことで、圧縮強度は増加した。
- 3) 改質処理を行うことでSL 細骨材による差が小さくなる。

謝辞

本研究費の一部は、JST 研究成果展開事業 A-STEP(探索タイプ)の助成を受けたものである。

<参考文献>

- 1) 木村 亨, 沼尾 達也, 城所 朋輝, 蒔田 裕紀: 簡易改質処理を施した一般廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの性状改善効果, コンクリート工学年次論文集, Vol. 37, No. 1, pp. 85-90, 2015.
- 2) 木村 亨, 沼尾 達也, 城所 朋輝, 蒔田 裕紀: コンクリート工場排水へ浸漬した一般廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響, 土木学会第70回年次学術講演会, V-481, pp. 961-962, 2015.

表3 コンクリートの示方配合(kg/m<sup>3</sup>)

スラン プ フ ロ ー (mm)	空 気 量 (%)	W/C (%)	W	C	細骨材 (S:SL=7:3)		G	AE 減 水 剤
					S	SL		
					889			
600	4±1	45	180	400	622	267	848	5.2

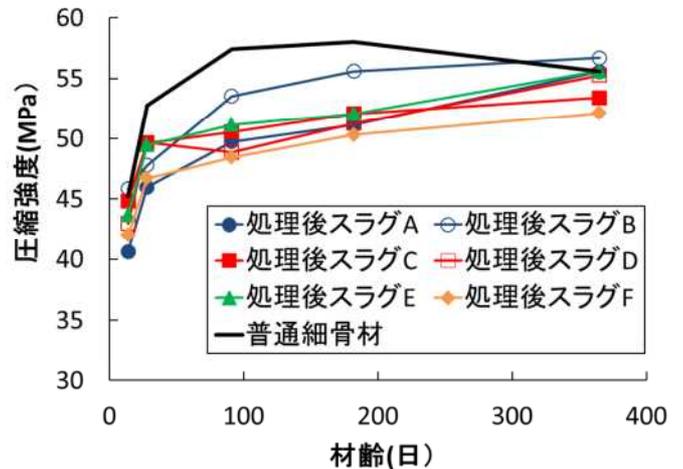


図1 水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬させた場合の圧縮強度と材齢の関係

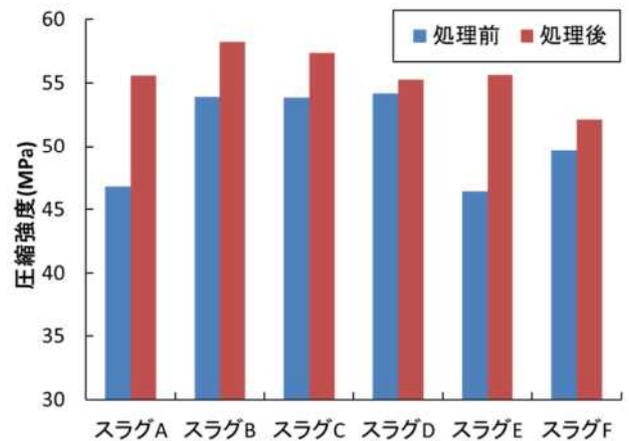


図2 水酸化カルシウム飽和溶液にて浸漬させた場合の材齢 1 年における圧縮強度

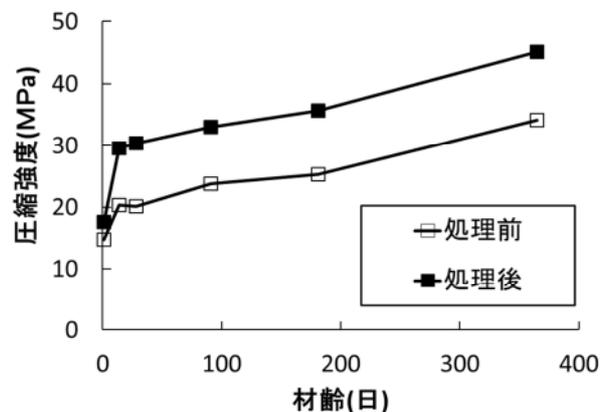


図3 コンクリート工場排水にて浸漬させた場合の圧縮強度と材齢の関係