

蒸気養生条件が乾燥スラッジ微粉末を用いたモルタルの強度発現性に与える影響

三和石産(株) 正会員 ○橋本 雄太 大川 憲
鹿島建設(株) 非会員 閑田 徹志 百瀬 晴基 巴 史郎
東海大学 正会員 笠井 哲郎

1. 研究の背景

レディーミクストコンクリート(以下、生コンと称す)工場で発生する戻りコンクリート(以下、戻りコンと称す)は、全国生コンクリート工業組合連合会の調査によると、2018 年度において生コン出荷量の約 2.1%発生していると報告され、それまでの調査よりもその発生率が増加傾向にあり有効利用が進んでいないのが現状である¹⁾。

これまでに著者らは、戻りコンから骨材を回収し、残ったスラッジ水を脱水後、破碎乾燥処理して製造した乾燥スラッジ微粉末(以下、DSP と称す)と、この DSP を普通ポルトランドセメント(以下、OPC と称す)に対し 20%置換したコンクリートを開発し、生コンやプレキャスト部材に適用した事例について報告した²⁾。

本論文では、上記プレキャスト部材の製造における蒸気養生条件の影響を明らかにすることを目的とし、DSP を OPC に対し、20%置換したモルタル(以下、L-SR モルタルと称す)の常圧蒸気養生下での強度発現性について検討した。

2. 試験概要

2.1 DSP の概要

DSP は戻りコン等から生じる生コンスラッジをフィルター加圧装置で脱水後、破碎乾燥機(乾燥温度 120℃～130℃)を用いて、含水率が 1～2%程度となるように製造したものである。代表的な DSP の密度、比表面積および強熱減量は 2.30～2.90g/cm³、5000～12000 cm²/g、8～18%であり、強度発現性は OPC の 40～60%である²⁾。

2.2 使用材料および配合

使用材料を表-1 に、配合表を表-2 に示す。DSP は比表面積の異なる 5940cm²/g、7090cm²/g、9070cm²/g の 3 種類を用いた。また比較対象として、OPC を用いたモルタルについても検討した。配合条件は DSP の置換率を OPC に対し 20%で一定とし、W/C=40%とした。

2.3 試験方法

モルタルのフレッシュ性状はフロー試験(JIS R 5201)、フレッシュコンクリートの単位容積質量試験方法及び空気量の質量による試験方法(質量法)(JIS A 1116)に準拠した。目標フロー値は 150±25mm、目標空気量は 3.0±1.5%となるように混和剤量で調整した。練上がり後、φ50×100mm の円柱供試体を作製し、蒸気養生条件を図-1 に従って実施した。圧縮強度試験(JIS A 1108)は練上がりから 18 時間後に脱型し、材齢 18 時間、3 日、7 日、14 日、28 日まで恒温槽(温度 20±2℃、相対湿度 60±5%)で気乾養生とした。また、比較として標準養生(水中 20.0±1.0℃)

表-1 使用材料

記号	名称	産地・仕様
OPC	普通ポルトランドセメント	密度：3.16g/cm ³ 比表面積：3320cm ² /g
DSP①	乾燥スラッジ微粉末	密度：2.79g/cm ³ 比表面積：5940cm ² /g
DSP②		密度：2.71g/cm ³ 比表面積：7090cm ² /g
DSP③		密度：2.49g/cm ³ 比表面積：9070cm ² /g
S	細骨材	(菊川産) 表乾密度：2.58g/cm ³ 吸水率：3.99%
W	水道水	-
SP	高性能AE減水剤	(ポリカルボン酸系) 密度：1.065g/cm ³

表-2 配合表

No.	記号	W/C (%)	DSP置換率 (%)	単位容積質量 (kg/m ³)				
				OPC	DSP	W	S	SP
1	20-DSP①-80-OPC	40	20	480	120	240	1347	0.5%
2	20-DSP②-80-OPC	40	20	480	120	240	1339	0.5%
3	20-DSP③-80-OPC	40	20	480	120	240	1329	1.0%
4	100-OPC	40	0	600	0	240	1360	0.5%

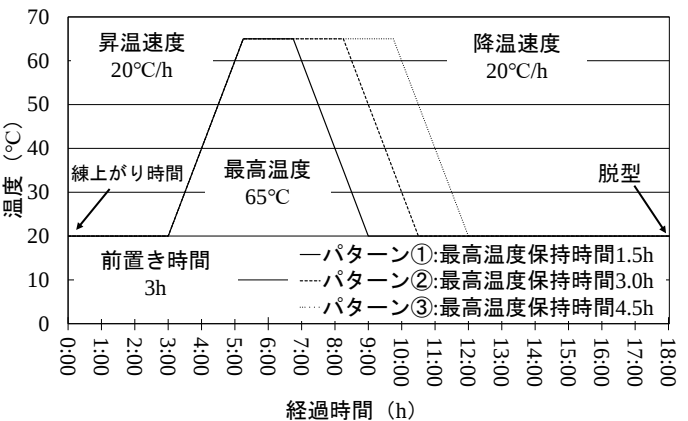


図-1 蒸気養生条件

キーワード 乾燥スラッジ微粉末、蒸気養生、モルタル、圧縮強度、積算温度

連絡先 〒252-0823 神奈川県藤沢市菖蒲沢 710 番地 三和石産株式会社 TEL. 0466-48-5515 E-mail : testing@sanseki.co.jp

のものについては材齢 7 日, 14 日, 28 日とした。

3. 試験結果及び考察

3.1 フレッシュ性状

L-SR モルタルは, すべての配合において混和剤量で調整したことにより, 目標フロー値, 目標空気量となった。

3.2 圧縮強度試験

各材齢における圧縮強度を図-2 に示す。

それぞれの材齢において, 最高温度保持時間が大きくなる程 OPC と同様に圧縮強度が大きくなる傾向が得られたが, 同一蒸気養生条件において, L-SR モルタルは OPC と比べ, 圧縮強度が小さくなった。また, 比表面積が小さいほど圧縮強度が大きくなる傾向であった。

プレキャスト部材における脱型強度に関しては形状や寸法等により異なるが, 目安として 12N/mm^2 程度が必要とされており³⁾, 材齢 18 時間において全ての配合でこれを満足した。

3.3 積算温度

最高温度保持時間 1.5, 3.0, 4.5 時間における積算温度と圧縮強度の関係を図-3, 4, 5 に示す。積算温度が大きくなるほど, 圧縮強度が大きくなり既往の研究と同様な傾向だった⁴⁾。また全ての蒸気養生条件で圧縮強度の増進が最も大きくなったのは材齢 18 時間～3 日の間となり, 全配合で同様の傾向が得られた。ただし 20-DSP①-80-OPC パターン② (図-4 凡例■に記載) では材齢 3 日以降で圧縮強度の増進が停滞する傾向が見られたため, 今後, 更なる検討が必要である。

4. 結論

本研究で以下の結論が得られた。

- 1) L-SR モルタルは, 同一蒸気養生条件において, 比表面積が小さくなる程, 圧縮強度が大きくなった。
- 2) 材齢 18 時間において全ての配合で 12N/mm^2 程度を満足した。
- 3) L-SR モルタルは, 積算温度が大きくなるほど, 圧縮強度が大きくなった。

参考文献

- 1) 全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会: 生コンクリートスラッジの実態に関する調査報告書Ⅲ, 新技術開発報告書 No.47, 2020.3
- 2) 大川 憲, 閑田 徹志, 巴 史郎, 笠井 哲郎: 乾燥スラッジ微粉末を用いたプレキャストコンクリート製品積みブロックへの適用: コンクリート工学会年次論文集, Vol39, No.1, 2017, pp.1591-1596
- 3) 日本建築学会: 建築工事標準仕様書・解説 JASS10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事, 丸善, 2013, pp.81
- 4) 入江 正明, 鏡 健太, 梅村 靖弘: 高温蒸気養生履歴を受けるモルタルの脱型強度の推定: コンクリート工学会年次論文集, Vol.33, No.1, 2011, pp.353-358

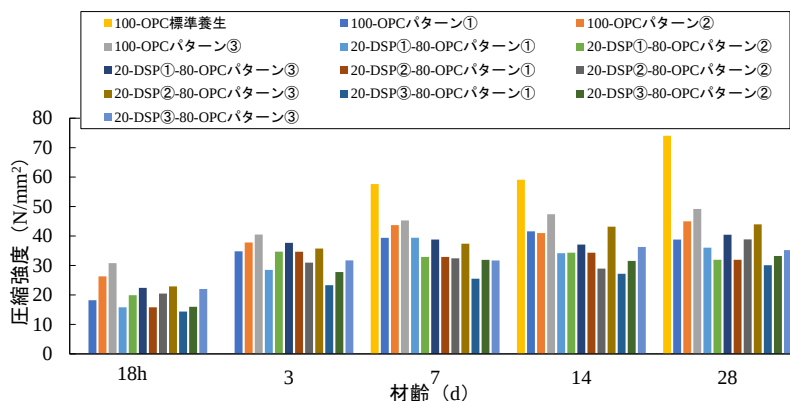


図-2 各材齢における圧縮強度

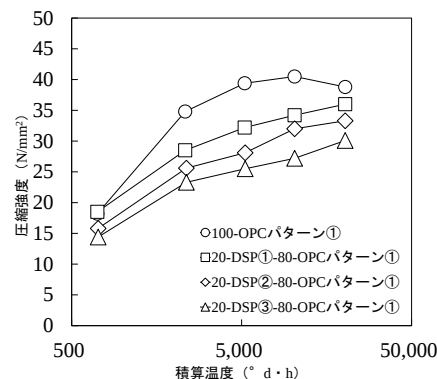


図-3 最高温度保持時間 1.5 時間における積算温度と圧縮強度

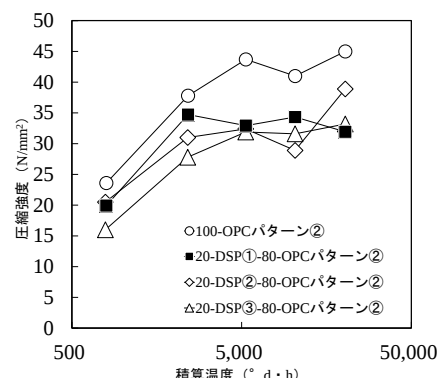


図-4 最高温度保持時間 3.0 時間における積算温度と圧縮強度

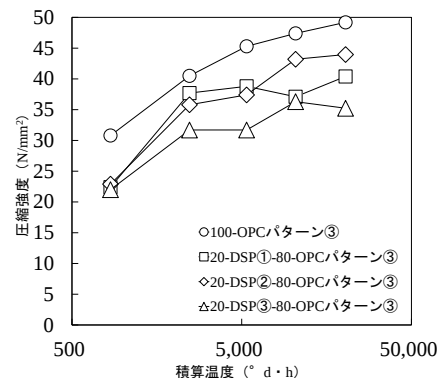


図-5 最高温度保持時間 4.5 時間における積算温度と圧縮強度