戻りコンクリートから製造した乾燥スラッジ微粉末を用いた低環境負荷コンクリートの現場実打設

三和石産(株)　正会員　○大川　憲　　青木　真一　川名　正嗣
鹿島建設(株)技術研究所　非会員　　閑田　徹志　百瀬　晴基　石関　浩輔
東海大学工学部土木工学科　正会員　　笠井　哲郎

１．はじめに

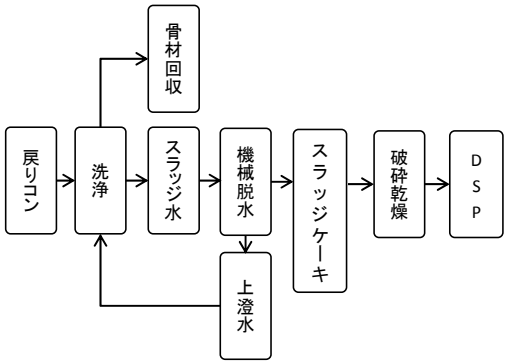
レディーミクストコンクリート工場（以下，レミコン工場と称す）で発生する戻りコンクリート（以下，戻りコンと称す）は，平成 17 年時点で生コンクリート出荷量の約 1.6%発生していると報告され，年間 150 万 m^3 程度発生していると推察される．この戻りコンの再生利用に関する研究はこれまでに多数報告されているが，有効利用がほとんど進んでいないのが現状である．著者らは，この戻りコンから骨材を回収し，残ったスラッジ水を脱水後，破砕乾燥処理して製造した乾燥スラッジ微粉末（以下，DSP と称す）について，これまで様々な検討を行っている [1)]．一方，地球温暖化の抑制対策として，建設産業においても CO_2 排出量削減が求められ，副産物の有効利用を含めた低炭素型コンクリートの開発が多数報告されている．これらは，普通ポルトランドセメント（以下，OPC と称す）よりも CO_2 排出量が少ない高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの混和材を高置換させたコンクリートである．これらのコンクリートは十分な強度発現が得られる一方でコンクリート硬化体の高アルカリ性を保持できず，一般 RC 構造物に使用することが困難であると考えられる．

そこで本研究では，DSP を OPC に対して 20～30%置換した低環境負荷コンクリート（以下，L-SR コンクリートと称す）を開発することを目的とし，これまでの室内試験結果から [2)]，現場実打設における L-SR コンクリートのフレッシュ性状や圧縮強度について検討を行った．

２．実験概要

2.1 DSP の製造方法および概要

DSP の製造工程を**図－1** に示す．DSP は戻りコンから骨材を分級し，残ったスラッジ水を脱水後，破砕撹拌翼付きスラッジ乾燥機（乾燥温度 120～130℃）を用いて含水率が 1～2%程度となるまで破砕乾燥処理して製造したものである．この処理を戻りコンが発生してから翌朝までに行うことにより，未水和セメントの含有率を高くすることができ，OPC の 5～6 割程度の強度発現性を有した DSP が得られる．この DSP は，比表面積と強度に相関があり，比表面積が小さいほど強度が大きい傾向にある．また，DSP の比表面積は破砕乾燥処理を行うまでの水和反応の程度で変動し，夏季は大きく，冬季は小さい傾向にあり，年間の DSP の比表面積は 5000～10000cm^2/g 程度である [1)]．



図－1　DSP の製造工程

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．表より使用材料は，レミコン工場で使用するものを，DSP は比表面積 6540cm^2/g を用い，セメントサイロに投入して行った．配合は 18-15-20 であった．なおこれまでの室内試験結果から単位水量，細骨材率を選定した [2)]．

表－1　使用材料

項目	記号	材 料	密度 g/cm^3	比表面積 cm^2/g
結合材	DSP	乾燥スラッジ微粉末	2.87	6540
	OPC	普通セメント	3.15	3250
細骨材	S1	石灰砕砂	2.67	－
	S2	山砂	2.58	－
粗骨材	G	石灰砕石	2.69	－
混和剤	SP	高性能AE減水剤	－	－
	AE	AE剤	－	－
	DF	消泡剤	－	－

表－2　配合表

配合	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					
			OPC	DSP	W	S1	S2	G
60-DSP20-OPC80	60	48.9	220	55	165	494	405	960

2.3 試験方法

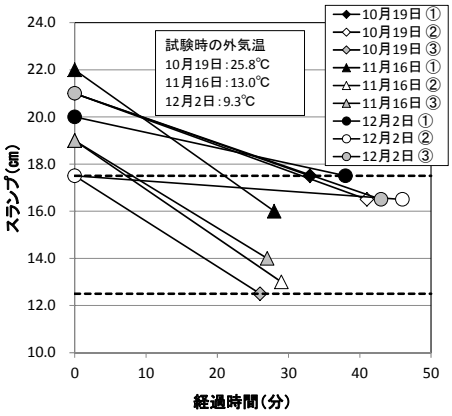
本実験では，レミコン工場で製造した L-SR コンクリ

キーワード　戻りコンクリート，乾燥スラッジ微粉末，比表面積，スランプ，空気量，圧縮強度
連絡先　　〒252-0823　神奈川県藤沢市菖蒲沢 710 番地　三和石産(株)テスティング事業部　TEL 0466-48-5515

ートを工場出荷時と，現場荷卸時にそれぞれスランプ試験(JIS A 1101)，空気量試験(JIS A 1128)を実施した．目標スランプは 15±2.5cm，目標空気量は 4.5±1.5%とした．また現場で採取した供試体から圧縮強度試験(JIS A 1108)を行った．なお供試体は翌日脱型とし試験材齢まで 20±2℃で水中養生した．

2.4 現場概要

今回, L-SR コンクリートの打設を行った A 現場は神奈川県内に立地する．レミコン工場からの運搬時間は 30 分前後（運搬距離 7～8km 程度）であり，仮設部材に適用した．L-SR コンクリートを 3 日（実施日：10 月 19 日，11 月 16 日，12 月 2 日）で 140m^3 打設した．



図－1 スランプ試験結果

3．実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

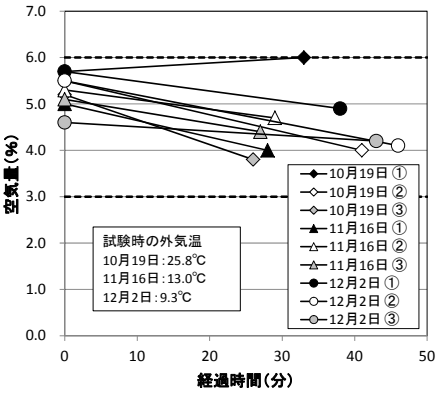
スランプ試験結果を**図－1** に示す．図の経過時間 0 分は工場出荷時のものであり，経過時間 20～50 分の値は現場荷卸時のものである．図より全ての配合で目標範囲内となった．工場出荷時−現場荷卸時のスランプロスは，平均で約 4cm（最大値：6cm，最小値：1cm）であり，12 月 2 日に打設したスランプのロスは小さくなった．これは気温が影響したものと考えられる．また OPC のみを用いたコンクリートに比べ，スランプロスは若干大きくなった．

表－3 混和剤添加率

打設日	SP添加率 (B×wt%)	AE添加率 (B×wt%)
10月19日	1.15	1.05
11月16日	0.90	0.90
12月2日	0.90	0.90

各打設日における混和剤添加率を**表－3** に示す．表より 10 月 19 日の SP 添加率が大きくなった．これは気温が影響したものと考えられるが，今後さらに実績を重ね，打設時期の違う L-SR コンクリートの混和剤添加率等を把握する必要がある．

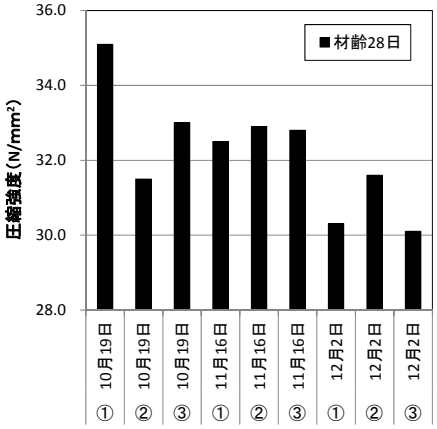
空気量試験結果を**図－2** に示す．図より全ての配合において目標範囲内となった．空気量のロスは平均で約 1.0%（最大値：1.5%，最小値：-0.3%）であり，OPC のみを用いたコンクリートと同程度であると考えられる．



図－2 空気量試験結果

3.2 圧縮強度

材齢 28 日の圧縮強度試験結果を**図－3** に示す．図より圧縮強度は，平均で 32.2N/㎟ (最大値：35.1N/㎟，最小値：30.1N/㎟) であり，OPC のみを用いたコンクリートに比べ，若干小さくなった．



図－3 圧縮強度試験結果

4．まとめ

(1) L-SR コンクリートのフレッシュ性状は，スランプおよび空気量とも目標範囲内となったが，スランプロスが若干大きくなる結果となった．

(2) L-SR コンクリートの圧縮強度は，OPC のみを用いたコンクリートに比べ，若干小さくなるが，おおむね良好であった．

謝辞：本研究は，平成27-29年度環境研究総合推進費課題3J153001「スラッジ再生セメントと産業副産物を併用したクリンカーフリーコンクリートによる鉄筋コンクリート部材の研究開発」の一環として実施した．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1) 大川憲ほか：乾燥スラッジ微粉末と産業副産物混和材を併用したクリンカーフリーコンクリートに関する実験研究，日本建築学会構造系論文集，Vol.80，No.710，pp.539-549，2015.4

2) 大川憲ほか：戻りコンクリートから製造した乾燥スラッジ微粉末を用いた低環境負荷コンクリートの適用検討，第 19 回生コン技術大会，pp.87-92，2017.4