

## 乾燥スラッジ微粉末および再生セメントの中性化抵抗性に関する研究

芝浦工業大学 学生会員 ○宮崎 幹太  
三和石産(株) 正会員 大川 憲  
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

### 1. 背景および目的

建設業界では、年間約 150~200 万 $m^3$ の残コンや戻りコンが、発生している。これらが廃棄されると環境に多大な負荷を与えるため様々な方法で再利用されている。その再利用方法の 1 つとして、コンクリートを骨材、スラッジ水に分別して再利用を行う洗浄処理がある。JIS A 5308 では、この時に回収される骨材と、スラッジの固形分率が単位セメント量の 3%以下のスラッジ水、上澄み水を練混ぜに用いることを認めている。一方、処理の際に発生するスラッジケーキのほとんどは産業廃棄物となっている。これらのスラッジケーキを有効活用するため、スラッジケーキを 130°Cで乾燥させた乾燥スラッジ微粉末(以下: DSP)をセメントの代替品として利用する研究<sup>1)</sup>が行われている。DSPの製造工程ではレディミクストコンクリートとしてセメントが接水した時点から、スラッジケーキが乾燥されるまでの時間を処理時間と称する。DSPは一度水和したセメントであるが、未水和セメントが残存しており普通ポルトランドセメント(以下: OPC)の 5 割程度の強度が発現し、中性化抵抗性が OPC と比較して低いことが既往の研究<sup>2)</sup>によりわかっている。一方で、DSPの中性化のメカニズムについての知見は少ない。

本研究では、DSPを使用したモルタルの中性化抵抗性能を実験的に検討する。DSPの比較対象として、DSPの製造工程を参考に OPC に処理を施した試料(以下: 再生セメント)を使用したモルタルを用意し中性化抵抗性と硬化体物性、化学分析結果の関係について検討を行った。

### 2. 実験概要

#### 2.1 使用材料

本研究では、OPC、DSP2種類、試製した再生セメントを使用した。DSPは処理時間 8 時間、24 時間(処

理時間ごとに、8 時間を DSPA、24 時間を DSPB と記す)と再生セメント 2 種類を使用した。本研究では、水とセメントを 2:1 の割合で、スターラーを用いて攪拌した。この時の攪拌時間を処理時間と仮定し、攪拌時間を 8、24 時間とした。その後、105°Cで乾燥させ粉砕ミルで粉末にした試料を再生セメントとした。今回、再生セメントは処理時間ごとに 8h105°C、24h105°Cと記す。

#### 2.2 試験体概要

本実験では、JIS に基づき、W/C50%の 1:3 モルタルを作製した。打設した翌日に脱型を行い材齢 28 日になるまで恒温恒湿室で封緘養生を行った後、試験を実施した。

#### 2.3 促進中性化試験

DSP および再生セメントの中性化抵抗性を確認するため促進中性化試験を実施した。養生終了後、打設面 2 面を除く 4 面を、アルミテープで覆い、この試験体を促進中性化装置(温度 20°C、湿度 60%、二酸化炭素濃度 5%)に静置した。材齢ごとに、促進中性化装置から試験体を取り出し、端部を割裂し、割裂面にフェノールフタレイン溶液を噴霧し中性化深さを測定し中性化速度係数を算出した。

#### 2.4 空隙率試験

モルタルの中性化抵抗性と空隙率の関係を調べるため空隙率試験を実施した。試験体の端部を割裂し、アセトンで水和を停止させ乾燥炉で絶乾にしたものを用いて空隙率をアルキメデス法によって算出した。

#### 2.5 pH 測定

モルタルの中性化抵抗性と pH の関係の確認を行うため pH 測定を実施した。試験体を乳鉢で粉末状にし、ふるいを用いて細骨材を取り除いた。その後、液体中の粉体濃度が 1%になるよう純水に溶かし、溶液濃度が均一になるよう 5 分間攪拌しその溶液の pH をガラス電極法の pH メーターを用いて測定した。

キーワード: 乾燥スラッジ微粉末, 中性化, pH, 再水和

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-835

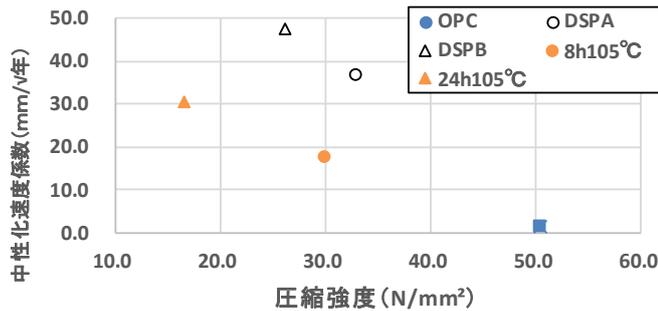


図-1 圧縮強度と中性化速度係数の関係

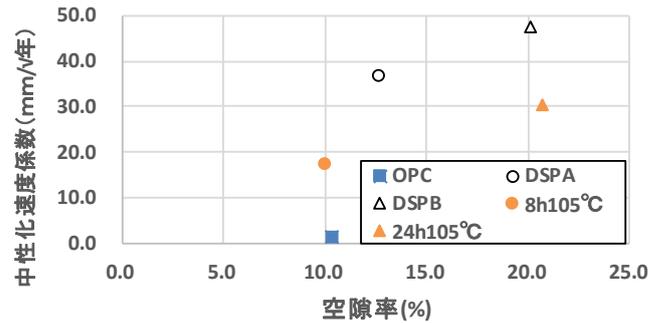


図-2 空隙率と中性化速度係数の関係

### 3. 試験結果および考察

#### 3.1 圧縮強度試験結果

モルタルの圧縮強度と中性化速度係数の関係を図-1 に示す。DSP、再生セメントは処理時間が長くなるほど強度が低下し、処理時間が同じ DSPA とで 8h105°C は強度は同程度となった。しかし、強度が同程度であるにもかかわらず DSP の中性化抵抗性は再生セメントと比べても低下するという結果となった。

#### 3.2 空隙率試験結果

モルタルの空隙率と中性化速度係数を図-2 に示す。処理時間が長くなるにつれ、空隙率が増加し、処理時間が同じ場合 DSP と再生セメントでは空隙率は同程度となった。空隙率が同程度の場合においても DSP の中性化抵抗性が低下する結果となった。このことから DSP の中性化抵抗性は空隙にかかわらず低い結果となった。

#### 3.3 pH 測定結果

pH の測定結果と中性化速度係数の関係を図-3 に示す。この結果から、OPC と再生セメントの pH は 12.2~12.4 ほどと高かった、一方、DSP の pH は 11.7~11.8 ほどと低くなる結果が得られた。既往の研究<sup>3)</sup>より、DSP には 3 割程度、微粒分が含まれており、相対的にセメント分が少ない。その結果、アルカリが低下し、中性化抵抗性が低下したと考えられる。

### 4. まとめ

- (1) DSP、再生セメントは処理時間が長いほど空隙率が高くなり、強度、中性化抵抗性が低下した。また、処理時間が同じ場合、DSP は再生セメントと同程度の強度、空隙率となるが、中性化抵抗性が著しく低くなる。

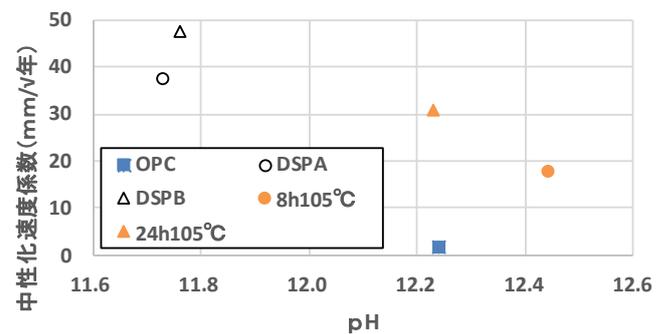


図-3 pH と中性化速度係数の関係

- (2) 再生セメントと比較し DSP は pH が低い。アルカリが低いことにより中性化抵抗性が低下すると思われる。

### 参考文献

- 1) 大川憲, 青木真一, 百瀬晴基, 閑田徹志, 笠井哲郎: 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, 2015, 巻 80, pp539-549, 2015
- 2) 荒木萌, 大川憲, 伊代田岳史: 乾燥スラッジ微粉末を使用したモルタルの耐久性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol40, 2018, pp1377-1382, 2018
- 3) 八巻真規, 大川憲, 青木真一, 閑田徹志, 百瀬晴基, 石関浩輔, 笠井哲郎: 戻りコンクリートから製造した乾燥スラッジ微粉末の基礎物性, V-65, 42 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2015