

石炭灰を用いたスラリー材の強度発現に関する基礎的検討

(株) 四電技術コンサルタント 正会員 ○能野一美 法人会員 藤川聡
(株) 四国総合研究所 正会員 野村悠太 四国電力 (株) 法人会員 増田盛士
(株) キクノ 正会員 横山卓哉

1. はじめに

四国電力では、火力発電所から発生する石炭灰を有効利用する取り組みの一環として、石炭灰を利用したスラリー材を採用し、その強度発現等に係る基礎的な検討を行っている^{1), 2)}。既報¹⁾では、四国電力施設内の工事現場で施工した、石炭灰の一種であるクリンカアッシュを用いたスラリー材の強度発現を調査した結果、現場で採取したコア供試体の一軸圧縮強度は、室内で作製したモールド供試体と同程度となる値が得られた。一方で一部の結果にモールド供試体では認められなかった強度発現も確認された。この原因としては、打設リフトなどの現場環境が影響しているものと推察されることを報告した。本稿では、現場環境を模擬した検証試験を行って強度発現状況を調査した結果、深度(高低差)の違いで強度発現に差異が認められたことを報告する。

2. 使用材料および配合と目標値

本稿で示す現場検証試験は、既報²⁾で概要を紹介した「実機における現場試験」の続報となる。試験には、クリンカアッシュと同類で石炭灰の一種であるフライアッシュ(FA)を用いたスラリー材(以後、FA スラリーと記す)を採用し、その配合は、P タイプ、H タイプの2種類とした(表-1)。両者の大きな相違は混和剤の有無である。セメントは普通ポルトランドセメント、FA は原粉を使用した。また、不溶化材には重金属の溶出を抑制する粉体材料、混和剤には高性能減水剤を使用した。目標値は、フロー値が200(mm)以上、一軸圧縮強度が300(kN/m²)以上に設定した。

3. 現場検証試験

図-1 に現場環境を模擬した試験ヤードの概要図を示す。試験ヤードは2箇所掘削し、生コンクリート工場からアジテータ車で運搬(約2時間)したPタイプとHタイプのスラリー材を別々に打設した。打設した規模は、幅2.0m×奥行1.0m×深さ1.5m程度である。打設後は、14日間養生させた後に覆土を行い、日常的に工事車両を通行させた。室内土質試験に用いる試料は、打設後の材齢が概ね28日、91日、183日、365日となるタイミングでコアサンプリングを実施して採取する計画とした。なお、現段階の進捗は材齢91日までである。試験対象のコアは、ブリーディングなどが強度発現に及ぼす影響を観察するため、図-1の断面図に示す通り、上部、中部、下部に区分して採取した。コアの直径はφ55mm程度であり、コアカッターで高さ110mm程度に切断して供試体を成形した。また、比較のため、コア供試体とは別に、工場出荷前と現場打設前のタイミングで、プラスチック製のモールド(φ50mm, h=100mm)にFAスラリーを注入して、モールド供試体(封緘養生供試体)が各材齢につき3個となるように作製した。

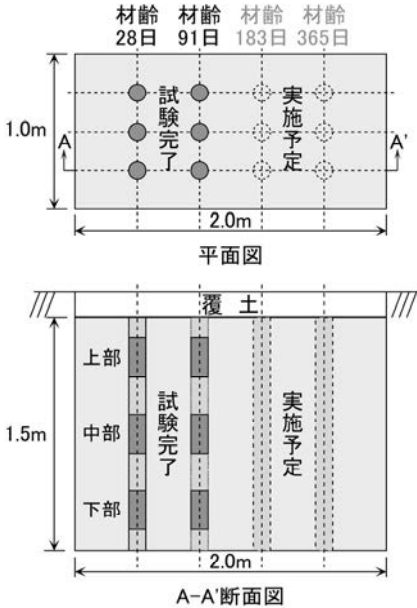


図-1 試験ヤード概要図

表-1 フライアッシュスラリーの配合

種別	水粉体比 (%)	単位量(kg/m ³)				
		水	セメント	フライアッシュ	不溶化材	混和剤
Pタイプ	76	625	100	718	35.90	0
Hタイプ	69	600	100	765	38.25	2.5

キーワード 石炭灰、流動化処理土、一軸圧縮強度、湿潤密度、強度発現
連絡先 〒761-0121 香川県高松市牟礼町牟礼 1007-3
(株) 四電技術コンサルタント 土木事業部 地質技術グループ TEL087-887-2290

4. 試験結果

表-1 に示した配合は、再掘削性を考慮して(一軸圧縮強度で 500～1,000(kN/m²)程度以下)、強度発現を抑制するよう設定したことから、P タイプ、H タイプともに、ブリーディング率が 4.8%、フロー値が 400mm 以上と大きな値となった。このため、FA スラリー打設後に少なからず材料分離が生じて、試料の沈下が大きい状況であった。

図-1 に湿潤密度の経時変化を示す。コア供試体の湿潤密度は、1.53～1.63(g/cm³)の範囲にあり、大局的には、上部(1.53～1.56(g/cm³)), 中部(1.57～1.61(g/cm³)), 下部(1.60～1.63(g/cm³))の順で大きくなる傾向が認められた。また、モールド供試体は 1.56～1.59(g/cm³)であり、コア供試体中部に相当する結果となった。図-2 に一軸圧縮強度の経時変化を示す。一軸圧縮強度は、材齢の経過とともに増加し、材齢 28 日の値の大半が目標値を下回ったものの、28 日以降も強度が増加して材齢 91 日では大半の値が目標値を上回った。モールド供試体とコア供試体を比較すると、前者はバラツキ(強度差)が小さいのに対して、後者は深度とともに強度が大きくなる傾向が明瞭であり、材齢の経過に伴う強度差が大きくなった(材齢 91 日: 234～1151(kN/m²))。また併せて、湿潤密度の大きい供試体の強度発現が大きくなる傾向も認められた。図-3 にコア供試体の材齢 91 日における一軸圧縮強度の深度分布図を示す。一軸圧縮強度は、コア供試体の中部付近がモールド供試体(393～526(kN/m²))に相当する結果となった。また、コア供試体上部は材料分離の影響で小さくなり、下部との強度差は明瞭で、P タイプで 2.7 倍程度、H タイプで 4.9 倍程度の差が生じた。H タイプは、コア供試体下部が材齢 91 日で 1,000(kN/m²)を超えており、P タイプに比して強度発現が大きく、打設後の沈下量も P タイプより小さかったことから、混和剤の効果が発揮されたものと考えられる。

5. 考察

現場環境を模擬した検証試験を実施した結果、深度(高低差)の違いで強度発現に差が生じることが明らかとなった。一般に施工時はモールド供試体の値を指標としているが、現場環境によっては、モールド供試体では想定出来ない強度増加が発生することが確認された。このことは、再掘削性を考慮する場合などは、施工時の打設厚さやリフト計画等に留意する必要があることを示唆していると言える。

6. 終わりに

本稿では、石炭灰を用いたスラリー材の強度発現に係る試験結果の一部を速報した。現在も再掘削性を視野に入れた強度発現の特性を明らかにすべく試験を進めており、今後、その結果についても報告する予定である。

参考文献

- 1) 能野一美, 藤川聡, 野村悠太, 増田盛士, 横山卓哉: クリンカアッシュを用いたスラリー材の強度発現に関する基礎的検討, 土木学会四国支部 第 29 回 技術研究発表会講演概要集, 2023.5, 投稿中
- 2) 増田盛士, 能野一美, 野村悠太, 横山卓哉: フライアッシュを用いたスラリー材の実機試験における諸特性について, 土木学会四国支部 第 29 回 技術研究発表会講演概要集, 2023.5, 投稿中

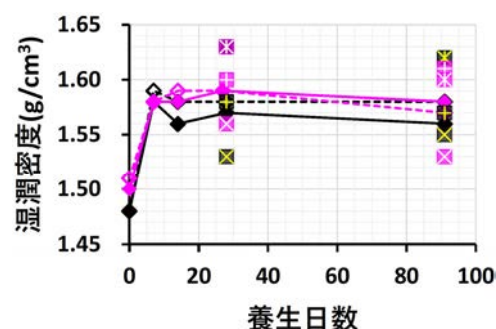


図-1 湿潤密度の経時変化

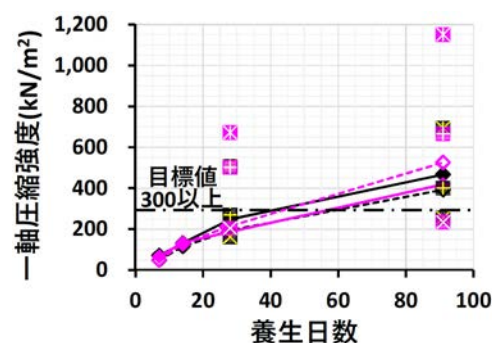


図-2 一軸圧縮強度の経時変化

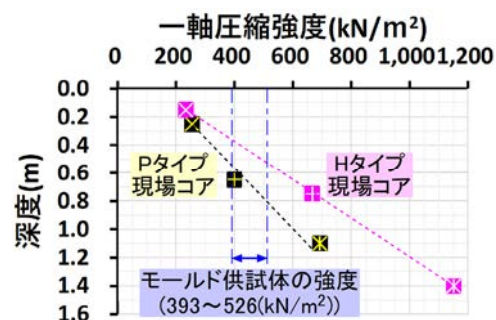


図-3 一軸圧縮強度(材齢 91 日)の深度分布図

— 図中記号凡例 —

- ◆ Pタイプ_工場モールド
- ◆ Hタイプ_工場モールド
- ◇ Pタイプ_現場モールド
- ◇ Hタイプ_現場モールド
- Pタイプ_現場コア上部
- Hタイプ_現場コア上部
- Pタイプ_現場コア中部
- Hタイプ_現場コア中部
- Pタイプ_現場コア下部
- Hタイプ_現場コア下部