

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

(株)四電技術コンサルタント 正会員 ○能野一美 (株)四電技術コンサルタント 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(株)では、石炭灰(クリンカアッシュ：Clinker Ash)を利用した流動化処理土(以後、CA スラリーと略記する)を四国電力施設内の工事において採用し、施工を試みている。そこで、CA スラリーの利用について、今後の展望を見据え、主に、強度発現に係る基礎資料を整備することを目的に、施工現場で採取した供試体(コアサンプリングした供試体)とモールド供試体を用いた室内土質試験により基礎的な検討を行った。本稿では、実施した室内土質試験で得られた結果のうち、主に一軸圧縮強度と湿潤密度に着目した速報結果を紹介する。

2. CA スラリー施工時における規格値の設定例と再掘削性の考慮

流動化処理土は、建設発生土砂などに大量の水を含む泥水(または水)と固化材(一般にはセメント系)を加えて混練して流動化させた湿式土質安定処理土であり、埋設管工事など締固めが難しい狭隘な空間に流し込み施工で隙間を充填出来る土工材料である。CA スラリーは、土砂の代わりにクリンカアッシュを利用するものであり、軽量な材料とすることが可能となる。四国電力施設内で CA スラリーを施工した際に設定した規格値の一例を表 1 に示す。ここで、流動化処理土が適用される現場では、施工後に再掘削される場合があり、一般に掘削可能な地盤強度は一軸圧縮強度で 500~1,000(kN/m²)程度であるとされている。しかし流動化処理土は、長期に渡り強度が増加する傾向がある¹⁾ことから、再掘削性を前提とした強度発現にも着目することが重要となる。

3. 試験供試体と供試体の成形

(1) CA スラリーの配合について

上述の通り、CA スラリーは、クリンカアッシュと泥水、セメントを混練して作製する。本研究では、配合設計により表 1 の規格値を満足する配合を決定し、その配合にもとづき作製された試料を検討対象とした。

ここで、設定例のように湿潤密度を規定する場合、泥水の密度の大小が固化材として利用するセメント量の多寡に影響する。使用する泥水の密度は CA スラリーを作製する毎に多少のバラツキがあるため、CA スラリーの物性にも多少のバラつきが生じることに注意を要する。

(2) 施工現場でコアサンプリングした供試体(コア供試体)

本研究では、埋設管工事現場で施工された CA スラリーの強度発現を確認するために、ボーリングマシンを用いてトリプルサンプリングを実施してコアを採取した。コアサンプリングの概要を表 2 に示す。コアは、打設時期や打設深度が異なる場所(紙面の都合上詳細は会場で説明する)において、試験実施時の材齢が 1.5 ヶ月、4.5 ヶ月、12 ヶ月程度になる試料を対象に、このうち、12 ヶ月程度の試料は地下水面の上部と下部で採取した。採取したコアは、コアカッターで高さ 100mm 程度に切断し、φ 50mm 程度の供試体に成形して各種試験に用いた。なお、各材齢の供試体は、状態の良いものを 3 個選定している。

(3) プラスチック製モールド供試体

CA スラリーは、(株)キクノ工場からアジテータ車で搬送したものをプラスチック製のモールド(φ 50mm, h=100mm)に注入した。試料の受入れ場所は、施工現場と

表 1 CA スラリーの規格値の設定例

試験項目	規格値
フロー値	160 (mm)以上
湿潤密度	1.4 (g/cm ³)以下
一軸圧縮強度	300 (kN/m ²)以上

※一軸圧縮強度は材齢 28 日の強度

表 2 施工現場におけるコアサンプリングの概要

試験実施時の材齢(コア名)	概略採取深度 (GL-)	地下水面に対する位置
1.5ヶ月程度	4.4m~4.8m	水面付近
4.5ヶ月程度	5.3m~5.7m	水面より下
12ヶ月程度①	5.1m~5.4m	水面より下
12ヶ月程度②	1.9m~2.1m	水面より上

※打設時のフロー値：380 mm(300~450 mm)程度

同じ搬送時間(1 時間)の所に構えた。モールド供試体の概要を表 3 に示す。供試体は各材齢につき 6 個作製した。

4. 試験結果

図 1 と図 2 に試験結果としてそれぞれ湿潤密度(平均値)と一軸圧縮強度(平均値)の経時的变化を示す。

(1) 湿潤密度

施工現場で採取したコア供試体のうち、材齢 1.5 ヶ月程度と材齢 12 ヶ月程度①(水面より下)の湿潤密度は、概ね規格値 $1.40(\text{g}/\text{cm}^3)$ 程度となった。一方で、材齢 4.5 ヶ月程度と材齢 12 ヶ月程度②(水面より上)の値は、規格値以上となる $1.48\sim 1.49(\text{g}/\text{cm}^3)$ 程度であった。

この結果をモールド供試体の結果と比較すると、水中養生供試体と封緘養生供試体の値は、規格値前後である程度一定に推移する傾向にあり、施工現場における材齢 1.5 ヶ月程度と材齢 12 ヶ月程度①(水面より下)の値と概ね同等となった。また、気中養生供試体の値が他とは異なり材齢の経過とともに低下していることから、モールド供試体では、全ての養生環境下において $1.48\sim 1.49(\text{g}/\text{cm}^3)$ 程度となる大きな値は確認されなかった。

(2) 一軸圧縮強度

施工現場で採取したコア供試体の一軸圧縮強度は、規格値 $300(\text{kN}/\text{m}^2)$ 以上の領域で材齢の経過に伴う強度増加の度合いが異なっており、湿潤密度が大きくなっている材齢 4.5 ヶ月程度と材齢 12 ヶ月程度②(水面より上)の一軸圧縮強度が、掘削可能な地盤強度($500\sim 1,000(\text{kN}/\text{m}^2)$ 程度)を大きく上回った。このような強度増加は、モールド供試体のどの養生環境下においても認められていない。モールド供試体では水中養生供試体の値が、施工現場における材齢 1.5 ヶ月程度と材齢 12 ヶ月程度①(水面より下)のものより若干小さな値で推移している。

この結果から施工現場では、その環境下で生じる何らかの事象により、モールド供試体では想定出来ない強度増加が発生する可能性があることが窺い知れる。また、気中養生供試体については、材齢 365 日の値が低下して規格値を下回っている。この原因としては、供試体のスケールが小さいため乾燥の影響が現れたものと考えられる。施工現場では、CA スラリーの上部が覆土されるため乾燥することは無いと考えられるが、乾燥する状況下では表面などが脆弱化する可能性がある。

5. 考察

施工現場で採取したコア供試体の湿潤密度と一軸圧縮強度は、モールド供試体のうち水中養生供試体と同程度となる値が得られた一方で、モールド供試体では確認されなかった湿潤密度の増加と強度発現も確認された。この原因としては、打設リフトが影響しているものと考えられ、弱材齢時の上載荷重やブリーディングなどの影響で湿潤密度が大きくなり、乾燥が及ばない環境下で密な状態が維持され、これに伴う強度増加が進行したものと推察される。

6. 終わりに

本稿では、CA スラリーの強度発現に係る検討結果の一部を紹介した。現在、再掘削性を視野に入れた強度発現の特徴を明らかにすべく様々な検証を進めており、その結果についても報告していく予定である。

【参考文献】1)独立行政法人土木研究所他：流動化処理土利用技術マニュアル，pp.13-15，2008

表 3 プラスチック製モールド供試体の概要

養生方法 (モールド名)	フロー値	試験実施 材齢
封緘養生①	370mm程度	7日・14日
封緘養生②	460mm程度	28日・91日
気中養生	470mm程度	7日・14日
水中養生		28日・91日
		135日・365日

※封緘養生供試体は試験を継続中

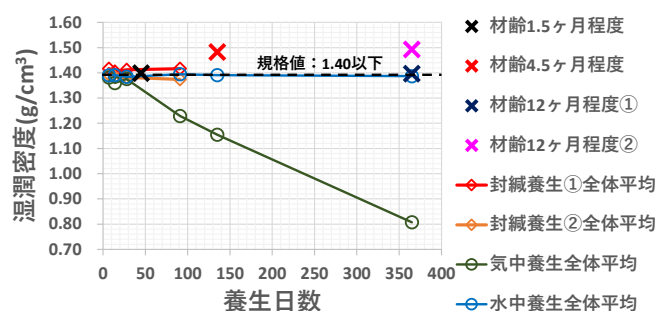


図 1 湿潤密度(平均値)の経時的变化

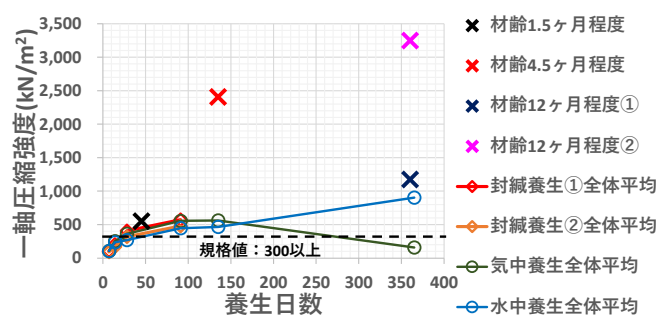


図 2 一軸圧縮強度(平均値)の経時的变化