

コンクリートスラッジを活用したグラウト材を用いた TSC に関する研究

芝浦工業大学 工学部土木工学科
 芝浦工業大学 大学院理工学研究科
 芝浦工業大学 工学部土木工学課程
 オリエンタル白石株式会社

○内藤 雄也
 八尋 瑠奈
 伊代田 岳史
 白石 真由奈

1. はじめに

生コン工場から発生するコンクリートスラッジ（スラッジ）の発生量は、国内で年間約 100 万 m³ となっているが、現状スラッジのほとんどは廃棄されているため、早急なスラッジの有効活用が重要となっている。

本研究ではスラッジを有効活用するために、Two Stage concrete (TSC) に使用するグラウト材にスラッジを活用することを検討した。TSC を実現するためのグラウト材のフレッシュ性状は、既往の研究により確認されている¹⁾。したがって、本研究ではスラッジの置換率や置換する材料の違いによるグラウト材のフレッシュ性状の相違を確認し、TSC のための適切なスラッジ活用型グラウト材の配合を検討した。また、適切なスラッジ活用型グラウト材を使用した時の TSC の強度を確認した。



写真1 模擬スラッジケーキ

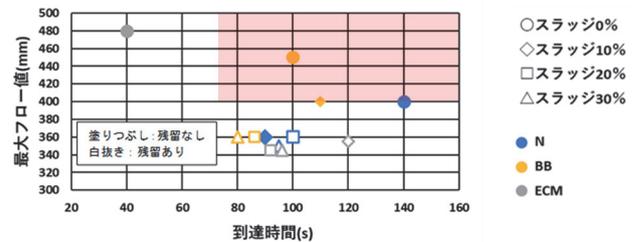


図1 フレッシュ試験結果（細骨材置換）

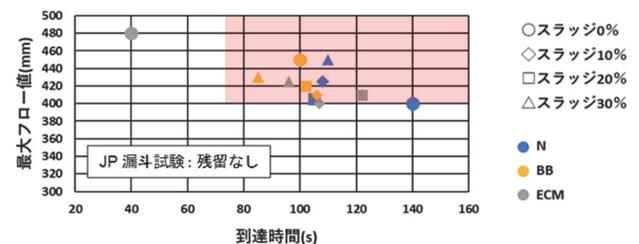


図2 フレッシュ試験結果（結合材置換）

2. スラッジ活用型グラウト材のフレッシュ性状

2.1 使用材料と配合

本研究において、セメント種類は N に加え、環境負荷低減を目的として BB, BC を使用した。スラッジケーキの硬化を抑制するため、安定剤を使用して作製した模擬スラッジケーキ（写真1）を細骨材や結合材にそれぞれ 0～30% 置換して使用した。また、模擬スラッジケーキの含水率を考慮するために単位水量を調整した。既往の研究¹⁾より W/P=55%, S/P=1.0 と設定した。ここで、P について、細骨材置換において P=C とし、結合材置換において P=C+(スラッジケーキ)とする。流動性の向上のために高性能減水剤(SP)を 1.0(P×%)とし、材料分離抵抗性の向上のために粉体増粘剤(ASK)を 0.25(P×%)添加した。また、骨材界面の空隙を緻密化するために膨張材(CSA)を 20(kg/m³)添加した。細骨材は、グラウト材の充填性の向上のため、1.2mm ふるいを通過したものを使用した。

2.2 試験項目

本研究では、既往の研究¹⁾通り、作製したグラウト材の流動性と粘性の確認のために、JP 漏斗試験とミニスランプフロー試験を行った。

(1) JP 漏斗試験

本研究では、グラウト材が漏斗内に留まった場合は不適切なグラウト材と判断した。

(2) ミニスランプフロー試験

JISA 1171 に準拠し、グラウト材の最大フロー値と最大フロー値に到達する時間を計測した。また、既往の研究¹⁾より最大フロー値が 400mm 以上、最大フロー値に到達する時間が 75 秒以上であるものを適切なグラウト材と判断した。

2.3 試験結果

模擬スラッジを細骨材置換したグラウト材のフレッシュ試験結果を図1に示す。ここで、スラッジを使用していないグラウト材について、BC は最大フロー値が 400mm 以上であったが、到達時間が 75 秒以上ではなかったため、不適切なグラウト材と判断した。スラッジを

細骨材置換すると、JP 漏斗試験で試料の残留や、ミニスランプフロー試験において最大フローが低下し、不適切なグラウト材となる傾向が確認された。N のスラッジ 10%置換は JP 漏斗試験において残留は確認されなかったが、ミニスランプフロー試験の結果より、不適切なグラウト材と判断した。スラッジの細骨材置換によってフローが低下する要因として、細骨材置換によってブレン値が大きくなり、グラウト材の流動性が低下することが考えられる。よって、細骨材置換した場合には、流動性を確保するために SP の添加量を増加することで適切なグラウト材になるのではないかと考えられる。

次に、スラッジを結合材置換したグラウト材のフレッシュ試験結果を図 2 に示す。結果から、結合材置換した場合、最大フローや到達時間の変化は小さくなった。これは、結合材置換の場合、スラッジの置換率によるブレン値の変動が小さいためであると考えられる。以上のことから、スラッジを結合材置換することによって、スラッジを有効活用することができ、環境に配慮したグラウト材として使用することができると思われる。

3. スラッジ活用型グラウト材を使用した TSC の強度

3. 1 使用材料と配合

適切なフレッシュ性状をもつグラウト材から、BB, BC, BB と BC のスラッジをそれぞれ 20%結合材置換したスラッジ活用型グラウト材 (BB20C, BC20C) の 4 種類を使用した。TSC に使用する粗骨材は、建設廃材由来である再生砕石 (RC40) を使用した。

3. 2 試験概要

200×300×300mm の試験体を作製した。RC40 は、グラウト材の充填性を向上させるために、粗骨材径 10mm から 40mm のみを使用した。材齢 3 日の試験体から ϕ 100×200mm の円柱コアを採取した。コア採取後、28 日間標準水中養生し、JIS A1108 に準拠して圧縮強度試験を実施した。また、同様に養生した ϕ = 100×50mm の供試体を用いてアルキメデス法による空隙率試験を行った。

3. 3 試験結果

(1) 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を図 3 に示す。図より、セメント種が BB のグラウト材において、スラッジを使用することで強度が低下しているが、BC において、スラッジの有無に関わらず、圧縮強度は同程度であることが確認された。BB20C の圧縮強度の低下についての考察は今後の検討とする。

(2) 空隙率試験結果

空隙率試験結果を図 4 に示す。図より、スラッジを使用することによって空隙率が増加していることが確認された。このことから、スラッジを使用したことにより、空隙率の増加に伴い、圧縮強度が低下したと考えられる。

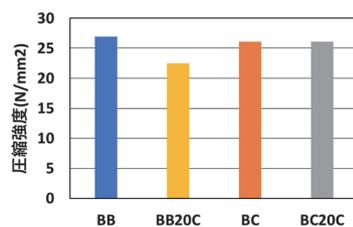


図 3 TSC 圧縮強度試験結果

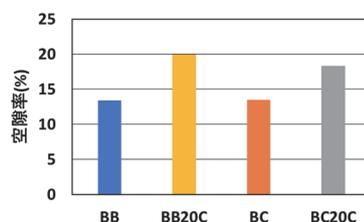


図 4 TSC 空隙率試験結果

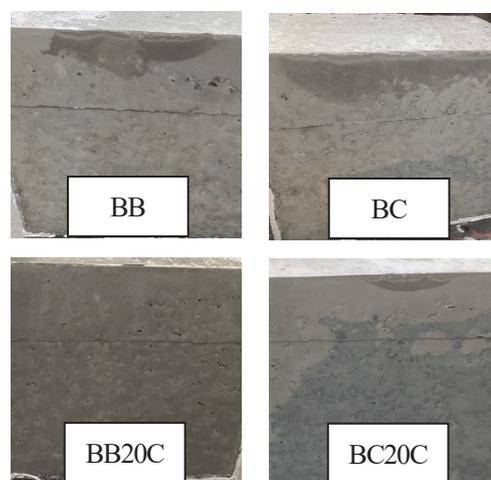


写真 2 TSC の外観

3. 4 TSC の外観について

写真 2 は本研究で作製した TSC の外観である。TSC は施工の特性上、全体的に気泡が残留しやすい。写真から、スラッジの有無に関わらず気泡の残留が少なく、同様の TSC を作製することができた。

4. まとめ

- (1) スラッジを使用したグラウト材について、結合材置換することにより TSC のための適切なフレッシュ性状をもつグラウト材であることが確認された。
- (2) スラッジ活用型グラウト材で TSC を作製したところ、空隙率はスラッジを使用することによって高くなり、圧縮強度の低下が確認されたが、スラッジを使用しない TSC と同様の外観となった。

【参考文献】

- 1) 野口優理香ほか：環境配慮型 TSC の検討-環境負荷を低減したグラウト材の開発に向けて-、第 77 回セメント技術大会講演要旨, pp.286-287, 2023