

超流体工法による石炭灰固化地盤築造技術の開発

ハザマ 正会員 斉藤栄一 福留和人 岡部俊男
 (株)エコアッシュ 井手元高行

1. はじめに

産業副産物である石炭灰の有効利用が求められている。著者らは、石炭灰を安全かつ高品質に固化できる手法として『超流体工法』¹⁾を開発した。これは、石炭灰、セメント、水の固練りかつパサパサの混練物に外部から振動を加え、材料を流体化させ締め固める方法である。超流体工法は、外部振動機を使うといった特性上、振動をかけやすいブロック構造物に適用が限られていたが、他の用途でリサイクルを推進するため、著者らは超流体工法の拡張を試みた。具体的には、層状に敷き均した石炭灰混練物に、現場位置で材料天端から面的に加振することにより、大量に流体化させ固化地盤や路盤を築く手法について検討した。

2. 流体化試験

材料天端からの面的加振で流体化を行う方法について簡単な簡易実験を行った。実験の状況を写真-1に示す。1.5×1.5mで仕切られた型枠の中に混練材料を敷厚30cmおよび50cmで投入し、汎用の高周波振動モータ(550W)を2基取り付けた円形鉄板で天端から加振することにより材料の流体化状況を調べた。材料の中に配した間隙水圧計による測定結果(敷厚30cm)を図-1に示す。間隙水圧計は、鉄板中央位置の元地盤(z=0cm)からz=5,10,20cmの高さに設置した。図より、加振後15~20secで間隙水圧が発生し、おおよそ50~60secで水圧値が一定値に収束することが分かる。図-2は、一定値に収束した60sec後の水圧値を、地盤深さにより整理したものである(敷厚50cmのデータも併せて示してある)。また図には、本材料と同じ密度流体($\rho=1.7\text{ton/m}^3$)の静水圧分布も併せて示した。間隙水圧は、加振鉄板の重量および動水圧が作用する分、同一密度流体の静水圧よりは大きい。両者は平行で深さ方向の圧の増え方は同じである。従って、材料は完全に流体化していたものと推察される。材齢28日で採取したコアの様子を写真-2に示す。加振板下部のコアの品質は良好で、未流体化域との品質の差は明確である。コア供試体と試験室で採取・流体化させた供試体の強度を図-3に比較する。同一ケースにおいては、各供試体の強度はほぼ同様で、現場位置のコア品質が証明された。以上の結果より550W×2=1,100Wという今回の



写真-1 流体化試験状況

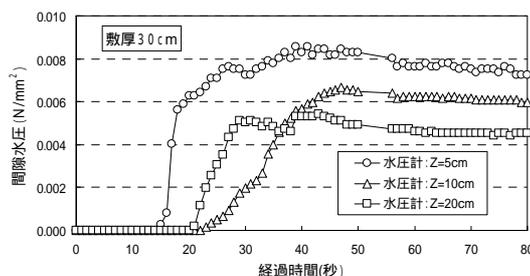
写真-2 コア供試体
(左端は未流体化域のコア)

図-1 加振時間と間隙水圧の関係

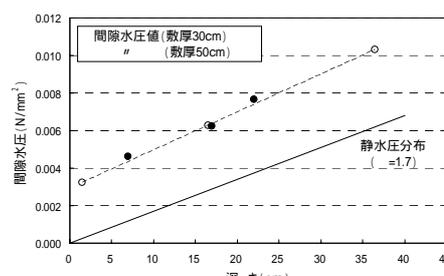


図-2 地盤深さと間隙水圧の関係

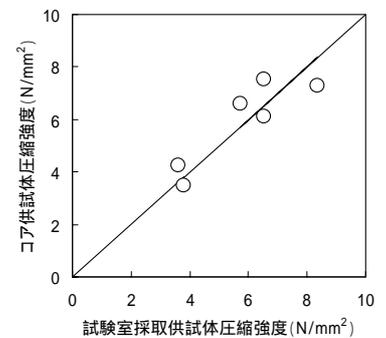


図-3 供試体強度の比較

キーワード：石炭灰、リサイクル、産業副産物、超流体工法、固化地盤、路盤

連絡先：ハザマ環境事業開発部、〒107-8658 港区北青山2-5-8 tel: 03-3405-1124, fax: 03-3405-1814

振動レベルにおいては、敷厚 50cm まで完全に流体化が可能であると判断できる。

3. 固化材の検討

本技術は、固化地盤、路盤等、地盤材への適用を前提とするので、完成材料は土壤の汚染に係る環境基準をクリアする必要がある。使用固化材で整理した本固化体の重金属類溶出試験（環告 46 号）の結果を図-4 に示す。全体的には固化体強度が増加すると、溶出量が低減する傾向である。また、強度 2～3N/mm² 以上で基準値を達成している。固化材の組み合わせとしては、セメント+石膏の溶出抑制効果が高い。以上の検討を元に本材料の固化材には、セメント（高炉B種）と石膏を用いることとし、対象構造物の要求強度や使用石炭灰の性状等から、福留ら²⁾の方法により、最終的な配合を決定することとした。

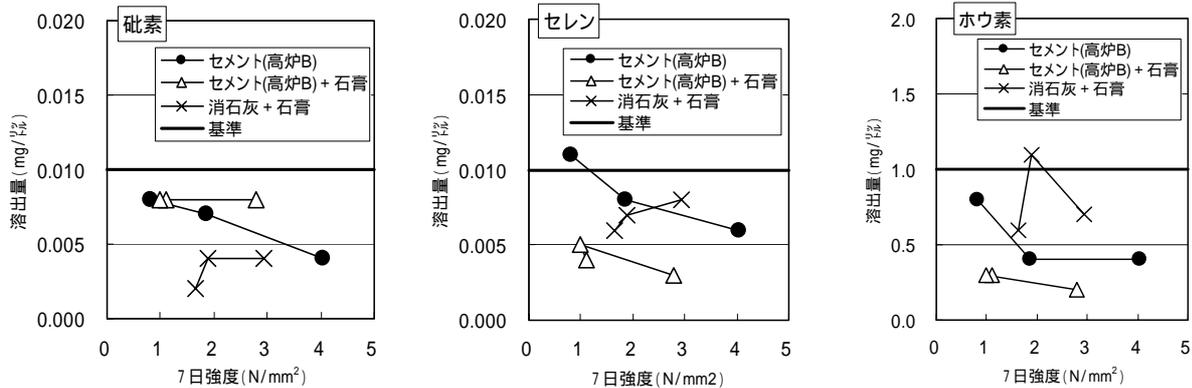


図-4 固化材による強度と溶出量（環告 46 号）の関係

4. 試験工事

実規模の試験工事を実施した。試験工事では実機ベースの加振機械を使用した。加振機械は、0.4m³ タイプのバックフォウのバケット部を加振鉄板に換えたもので、加振板には 550W の高周波振動モータを 2 基取り付けてある。試験工事では、幅 4×長さ 5×厚さ(まき厚)0.3m の人工地盤を築造した。材料の練混ぜは、近隣の市中生コンプラント（1.5m³、2 軸強制練り型）で行った。試験工事の状況を写真-3 に、完成後の固化盤を写真-4 に示す。流体化は達成され、高品質の固化盤が築造できた。重金属類の溶出（環告 46 号）は基準値をクリアした。騒音・振動に関しては敷地境界から 5m 離れれば問題ないことが分かった。

5. おわりに

大量の石炭灰をリサイクルできる一つの方法として、超流体工法を活用した固化地盤築造技術を開発した。本技術は、種々の陸上用途に、石炭灰を大量に利用しつつ展開できる可能性がある。著者らは、本技術を商品名『アッシュクリート Type (AC-)』として展開を図っている。今後、新しい用途へ本技術が広まることを期待している。

謝辞

本技術の開発に際し、九州電力(株)苓北発電所の方々には、試験ヤードの提供から石炭灰に関するアドバイスに至るまで、多大なるご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

【参考文献】1) 福留ら：石炭灰を多量に用いた新しい硬化体製造方法，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19, No.1, 223-228, 1997. 2) 福留ら：フライアッシュを多量に用いた硬化体の配合設計および品質管理手法に関する研究，土木学会論文集，No.669/V-50, 99-108, 2001.



写真-3 試験工事の状況



写真-4 完成後の固化地盤