

石炭灰を利用した深層混合処理工法の攪拌性能に関する模型実験の画像解析結果について

電源開発(株) 設計室 会員 三保谷 明
電源開発(株) 茅ヶ崎研究センター 会員 東 健一
(株)開発設計コンサルタント 長田 直之
(財)石炭利用総合センター 小笠 和夫

1. はじめに

火力発電所から副生されるフライアッシュ(F)と石膏(G)及びセメント(C)の三種材料(FGC)のスラリーを利用する FGC 深層混合処理工法(FGC-DM)では、従来のセメント系深層混合処理工法(CDM)に比べ改良地盤を低強度でより均一な造成が可能である¹⁾。今般、電源開発(株)磯子火力更新工事にて本工法を適用した山留め工事を実施し、FGC-DM 改良地盤に対し各種の原位置試験が行われた²⁾。その結果、一部において改良地盤の強度等に盛り上がり等の変動が見られ、本工法に関する攪拌混合性能についての模型実験が実施された³⁾。

本報告は、この模型実験において攪拌混合性能を正確に把握するために、スラリーに染料を混入しデジタルカメラで撮影した実験後の供試体の画像を解析することにより、その攪拌混合状況を評価したものである。

2. 画像解析ケース

表-1 模型実験ケース一覧

画像解析を行った実験はパラメーターとして「安定材スラリーの粘性(Pロート流下時間流下時間)、安定材スラリーの材料(FGC-DM と CDM)」の2点に着目して4ケースの実験が行われた。今回、画像解析を行った実験ケースを表-1にまとめる。

Pロート流下時間(秒)	8	16	8	12	備考
W/F+C (%)	100	50	100	60	配合比 F:C=10:6
セメント添加量	60	60	140	200	(kg/m ³)
配合種別	FGC	FGC	CDM	CDM	実験目的
FGC-A					基本ケース
CDM-A					CDMとの比較
FGC-B					Pロート流下時間の相違
CDM-B					CDMのPロート流下時間の相違

3. 画像解析手法

デジタルカメラで撮影したようなデジタル画像は、その画像中の各点(PIXCEL)において、その点の座標と色レベル(RGB値)が記録されている。このRGB値はそれぞれが光りの3要素である赤(R)、緑(G)、青(B)の色を反射する割合を示しており、それぞれが(0~255)の数字で表さる。

ここで、この実験において混合度が100%以上のものは色レベルの違いが微小であるため不明であるが、100%以下の混合度と色レベルの間には指数で表される関係があることがわかっている⁴⁾。そこで、今回の解析では混合度と色レベルに指数の関係が成り立つと仮定し、各試験において供試体の混合状態を把握した。

なお、この解析では染料の色レベルがある特定のRGB値により一義的に決まるものではないという理由からRGB値の平均値である明度(暗:0~明:255)により混合状態を評価した。

4. 画像解析結果

4.1 FGC-A

このケースの解析画像に画像処理を行い、明度により混合度をコンターにしたものを図-1(a)に示す。また、解析画像の混合度の度数分布を図-1(b)に示す。このケースは度数分布図からもわかるように、非常にばらつきが多い結果となった。本来なら理想的な分布は100%をピークとした正規分布であるが、この分布は0%以下をピークとしており、このケースがあまり良好には改良出来なかったことを示している。また、一見混合度90%~100%の部分が多いように思われるが、これは100%以上の色レベルの違いが微小であるため誤差が生じこのような結果になったと思われる。

4.2 CDM-A

FGC-Aと同様に解析画像の明度により混合度をコンターにしたものを図-2(a)に、解析画像の混合度の度数分布を図-2(b)に示す。このケースは理想的な混合状態が100%をピークとした正規分布となることを考えると、理想

的な混合状態であるとは言い難いが、今回解析を行った中では唯一混合度のピークが 0%以外となったケースであり、このケースの混合状態は、明度の変動係数も小さいことから比較的良好であったといえる。

4.3 FGC-B

FGC-A と同様に解析画像の明度により混合度をコンターにしたものを図-3(a)に、解析画像の混合度の度数分布を図-3(b)に示す。このケースは、P 口下流時間が 16.0(sec)と非常に粘性の強いスラリーを使用している。度数分布図によると FGC-A と同様に 0%以下にピークがあるものの、分布のしかたがピークからなだらかになっており、明度の変動係数は FGC-A より小さくなった。したがって、このケースは FGC-A より混合状態が良いことがわかる。

4.4 CDM-B

FGC-A と同様に解析画像の明度により混合度をコンターにしたものを図-4(a)に、解析画像の混合度の度数分布を図-4(b)に示す。このケースは P 口下流時間や W/(F+C)の値は FGC-A と同様である。このケースは解析画像に FGC-A と同様に供試体の中央にスラリーが固まった部分が見られ、また、このケースの混合度度数分布も FGC-A に酷似した傾向を示している。

5. 画像解析結果のまとめと今後の課題

今回の画像解析結果では、同一の P 口下流時間における安定材の違いよりも、P 口下流時間による粘性の違いの方が混合度分布に対し大きな影響を及ぼすことがわかった。

また、今回の試験では、試験器の拘束圧が弱いため攪拌後にスラリーが土槽上部に溜まってしまいう現象が起こった。したがって、実際は混入したスラリーより少ないスラリー量で試験が行われていた可能性がある。そのことを考慮すると CDM-A は良好な混合状態を再現できたと言える。

今後の課題としては、良好な混合状態を再現できた CDM-A と同様の P 口下流時間で、安定材に FGC-DM を用いた実験を実施し、FGC-DM においても良好な混合状態を再現できるかを試みると共に、攪拌翼の回転速度等の各種パラメータについて実験を実施し、良好な混合状態を再現するために必要な事象を考察する予定である。

6. おわりに

本研究は通産省石炭灰生産利用技術振興補助事業の一環として実施した。本試験の実施にあたり、ご指導いただいた運輸省港湾技術研究所他関係者各位に御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1)Asano.et,al(1996):Deep Mixing Method of soil stabilization using coal ash.International Symposium on Grouting and Deep Mixing(IS-TOKYO'96),pp393-398
- 2)田中他:石炭灰を利用した改良地盤の CPT の適用,土と基礎 Vol147 No.9,pp31-33
- 3)東他:石炭灰を利用した深層混合処理工法の混合攪拌性能と安定材スラリーの関係について,第 55 回土木学会年次学術講演会(投稿中)
- 4)三保谷他:石炭灰を利用した深層混合処理工法の攪拌性能に関する模型実験,第 35 回地盤工学会研究発表会

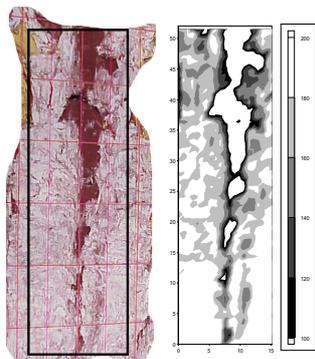


図-1(a) 混合度コンター

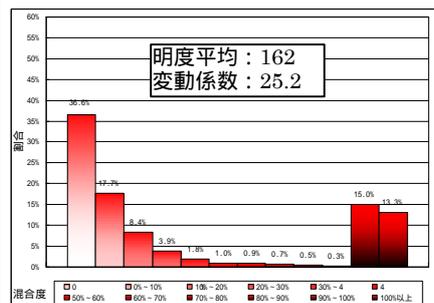


図-1(b) 度数分布

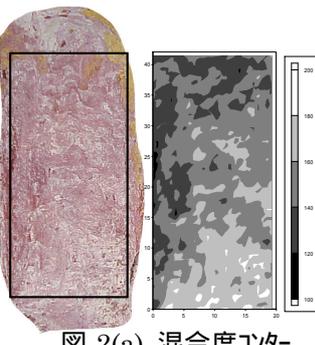


図-2(a) 混合度コンター



図-2(b) 度数分布

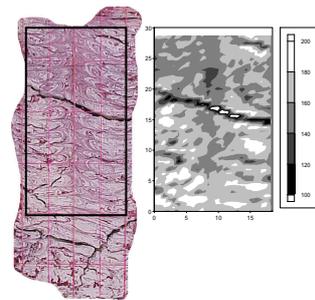


図-3(a) 混合度コンター

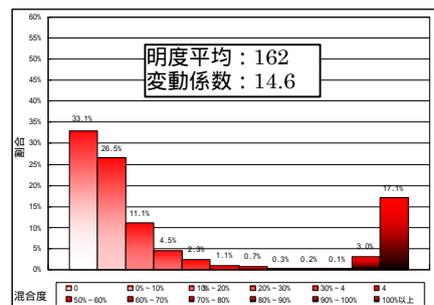


図-3(b) 度数分布

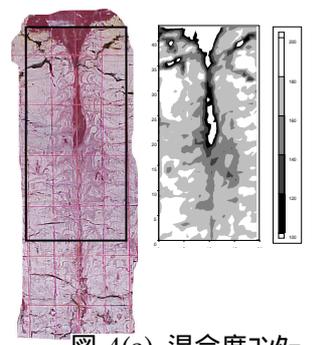


図-4(a) 混合度コンター

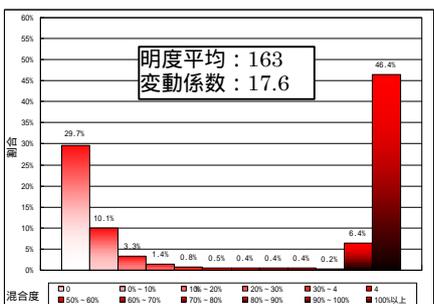


図-4(b) 度数分布