

石炭灰を利用した深層混合処理工法により改良された地盤の水平地盤反力係数の評価方法について

電源開発(株) 正 ○ 川真田 桂
 電源開発(株) 正 東 健一
 独立行政法人 港湾空港技術研究所 正 高橋 邦夫
 (財)石炭利用総合センター 小笹 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)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)に比べて低強度の地盤改良を均一に造成できる特徴がある⁽¹⁾。今般、電源開発(株)磯子火力更新工事において本工法を採用した山留め工事を施工し、FGC-DM 改良地盤及び山留め構造物に対し各種現場計測及び原位置試験を実施した⁽²⁾。本報告は、FGC-DM 改良地盤の水平地盤反力係数の評価方法について、既存の評価式と現場計測及び原位置試験データを基に検討したものである。

2.磯子原位置試験の概要

磯子地点の山留め矢板の合理化および周辺地盤への影響を考慮し、矢板根入れ部を FGC-DM にて改良を行い、グラウト等補助工法なし改良地盤に矢板等の山留め材を直接打設した。FGC-DM の配合を表 1 に示す。

表 1 FGC-DM 配合

項目	単位	対象土 1m ³ 当たりの重量	備考
セメント添加量(C)	kg/m ³	62	F:C=10:4
フライアッシュ量(F)	kg/m ³	155	W/(F+C)=100%
単位水量(W)	kg/m ³	217	

また、土圧・間隙水圧・矢板変形等各種計測を行い、その結果を施工にフィードバックさせる情報化施工を実施するとともに、平板載荷試験・PS 検層等原位置試験を実施し、FGC-DM 改良地盤の強度変形特性等を把握した⁽²⁾。

3.既存の評価式(吉中の式)による評価

3.1 吉中の式

土木学会基準をはじめ多くの設計基準に採用されている吉中の研究より導かれた水平地盤反力係数の算定式⁽³⁾(以降「吉中の式」と称す)は式(1)の通りである。

$$k_h = \frac{1}{0.3} \cdot a \cdot E_0 \cdot \left(\frac{B}{0.3} \right)^{-3/4} \quad (1)$$

k_h : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

E_0 : 各種試験より求まる地盤の変形係数 (kN/m²)

α : E_0 の算定法に対する補正係数

B: 載荷幅 (B=10m)

3.2 現場計測結果との比較⁽⁴⁾

現場計測結果を基に算出した計測値と吉中の式より

算出した水平地盤反力係数を比較した結果、計測値は吉中の式より算出される理論値の約 4 割という小さな値となった。この原因としては、補正係数 α 、改良地盤の材料特性等が考えられる。

4.補正係数 α の適合性⁽⁴⁾

吉中の式における α は、主として関東ローム地盤を対象とした研究に基づき導かれたものであるが FGC-DM 改良地盤において行われた様々な原位置試験データを基に、 α の適合性について検討した結果、吉中の式における補正係数を適用できることが判明した。

5.改良地盤の材料特性の影響

一般的にセメント安定処理土は脆性的な材料である。脆性材料の破壊にいたるまでの挙動は弾性体に近く、吉中の式においても、対象地盤を弾性体と仮定すると次式で表すことができる⁽³⁾。

$$k_h = \frac{1}{0.3} \cdot a \cdot E_0 \cdot \left(\frac{B}{0.3} \right)^{-1} \quad (2)$$

ここで、吉中の式を採用している山留め構造物の基準では一般に B=10m として計算すると記されており、式(1)(2)にそれぞれ代入すると次式が得られる。

$$k_{h(1)} = 2.4 k_{h(2)} \quad (3)$$

したがって、本来弾性体に近い材料特性を持つ地盤を、吉中の式(1)にて計算すると 2.4 倍の値として算出されることが分かる。

図 1 に磯子地点の山留めの構造の概要を示す。

この場合、山留め矢板に傾斜計と土圧計を設置し

キーワード: 石炭灰、フライアッシュ、FGC、深層混合処理工法、地盤反力係数

連絡先: 電源開発(株) 〒104-8165 東京都中央区銀座 6-15-1 TEL.03-3546-9693 FAX.03-3546-9423

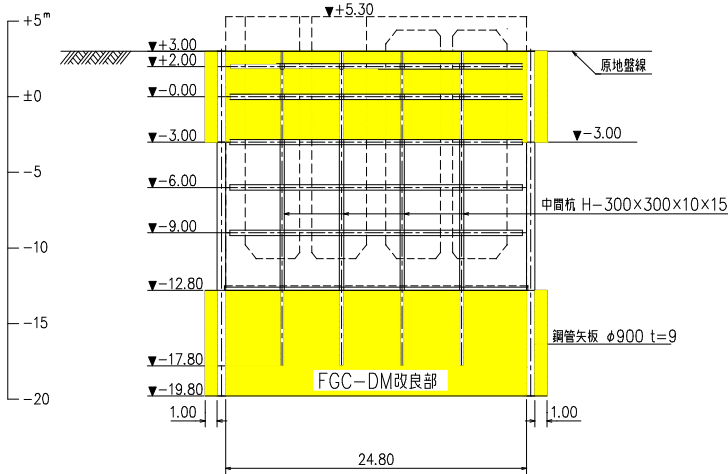


図1 礫子地点 FGC-DM を用いた山留め構造の概要

FGC-DM 改良地盤の水平地盤反力係数を測定した。

図2に礫子 A-A 断面の山留め計測より得られた水平地盤反力係数を、図3にそれぞれの計測深度近傍試料を用いた一軸圧縮試験結果を示す。また、図2中の吉中の式・弾性体は、式(1)・(2)より算出した地盤反力係数を示したものである。

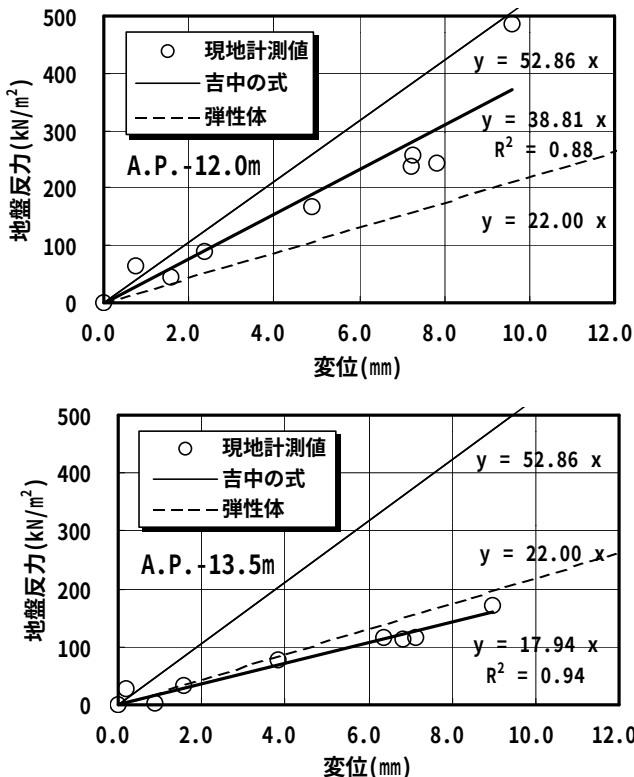
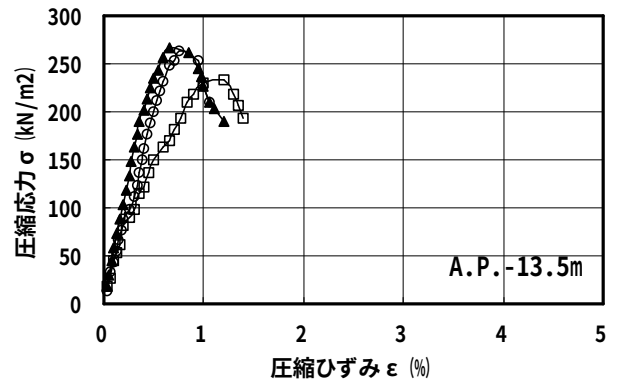
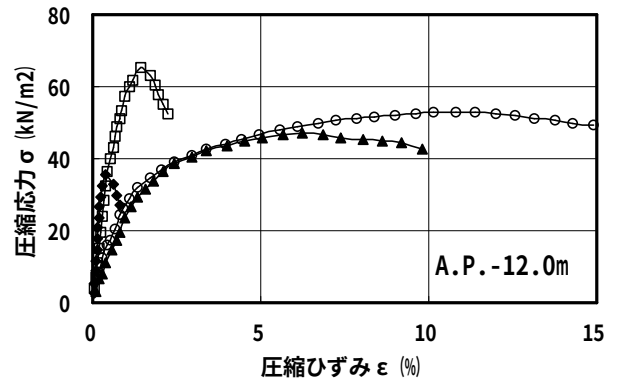


図2 変位と地盤反力の関係 (変形係数 55,000kN/m²)

図3の A.P.-12.0m の応力 - ひずみ曲線は、脆性的な破壊挙動を示し明確な降伏点が見られるものと、延性的な破壊挙動を示すものが混在し、全体としては両者の中間の材料特性であると言える。同様に、図2より計測された水平地盤反力係数は吉中の式 (式(1)) と弾性体 (式(2)) の中間に位置していることが分かる。



これは、A.P.-12.0m が目標改良範囲の境界に近くスリ-の攪拌混合にバラツキがあった結果と思われる。

A.P.-13.5m の応力 - ひずみ曲線は脆性的な破壊挙動を示し明確な降伏点が見られ、水平地盤反力係数も弾性体 (式(2)) に近いことが分かる。また、他深度の比較結果においても同様の結果を得ている。

6. まとめ

本報告では、FGC-DM 改良地盤の水平地盤反力係数の評価方法について、吉中の式と原位置試験データを基に検討し、吉中の式を修正した次式を導き、その妥当性について検討した。

その結果、FGC-DM 改良地盤の水平地盤反力係数は次式で評価できることが分かった。

$$k_h = \frac{1}{0.3} \cdot a \cdot E_0 \cdot \left(\frac{B}{0.3} \right)^{-1}$$

最後に、本研究は通産省石炭生産利用技術振興補助事業の一環として実施したものであり、本研究の実施にあたり、ご指導頂いた (財) 沿岸開発技術研究センター関係者各位に厚く御礼申し上げます。

【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) 藤田他: 石炭灰を利用した深層混合処理工法 (FGC-DM) による工場の施工 (その 2)、電力土木 No.285, pp40-44
- (3) 吉中: 横方向地盤反力係数、土木技術資料 (土木研究会) 1968.1, pp32-37
- (4) 川真田他: 石炭灰を用いた地盤改良工法により低強度改良された地盤の水平方向地盤反力係数の評価方法について、第 36 回地盤工学研究発表会 (投稿中)