(株)日建設計	(正)
電源開発(株)	(正)
(株)開発設計コンサルタント	
(財)石炭利用総合センター	

(正) 石井 武司 , (正) 斎藤 邦夫

吉元 義隆小笹 和夫

東 健一

1.はじめに

フライアッシュを主要な安定材とするFGC深層混合処理工法は,低強度の地盤改良を均質に行えるところに特徴がある¹⁾。この工法を比較的小規模な山留め工事の地盤改良に適用したところ,1)鋼矢板の打設による影響がほとんど認められないこと,2)掘削側の側圧が掘削よる土被り圧の減少に対してある程度残留すること,3)現行の設計法を適用しても安全に設計できることなどがわかった^{2),3)}。そこで,同工法を大規模な山留め工事に適用し,掘削時の挙動を簡易な解析モデルで評価する方法をFDM(有限差分法)で検討した。

2.解析モデル

掘削範囲は幅24.8m×長さ53.2mで、最大掘削深度が15.8m ある。掘削は8次に分けて約9ヶ月間で実施された。途中, 2次掘削後に約3ヶ月間の中断があった。切梁は7段で,プ レロードを設置時およびゆるんだ際にそれぞれ250~1,200 kN/本のプレロードを与えた。掘削側および背面側の地盤物 性に関しては,一軸圧縮試験およびコーン貫入試験より表-1 のように設定した。ポアソン比は,掘削直前に測定された側 圧から静止側圧係数が0.8と推定されているので,これより 0.444とした。掘削前の地下水面は地表面付近にあった。

数値解析に用いたメッシュ分割を図-1に示す。地盤は主 に粘性土で占められることから,非排水状態を仮定して,全 応力で解析した。地盤は等方な完全弾塑性体でモデル化し, 降伏規準に Mohr-Coulomb 式を適用した。このモデルで計算 すると,掘削底面の鉛直変位は最終掘削時で約160mm になり 図-2に示す計測値に比べて著しく大きく評価される。この ため,計測結果を良く表現するモデルを検討した。

そこで先ず,最終掘削面の直下に埋設された土中土圧の計 測結果に着目した。その結果を図-3に示す。矢板から掘削 側に7m離れた箇所における側圧は矢板の変形による影響 が及ばないので⁴⁾,この位置は一次元的な掘削状態にあると 考えられる。ここで測定した側圧は土被り圧と静止側圧係数 から計算した静止側圧よりも大きいという結果が得られた。 これは掘削底面が過圧密状態になって静止側圧係数が大き くなったことや,吸水膨潤による時間の遅れなどが考えられ る。ここでは,簡単のためこれを土被り圧が40%残留する としてモデル化した。しかし,一次元で掘削計算を行うと,



図-1 メッシュ分割図

表-1 地盤の物	性値	
----------	----	--

層厚	標高 z (AP.m)	標高 z 湿潤密度 (AP.m) (t/m³)	内部摩擦角 (deg.)		一軸圧縮強度 (kN/m ²)		変形係数 E ₅₀ (MN/m ²)	
(m)			掘削	背面	掘削	背面	掘削	背面
2.0	3.0	1.56	0.0	21.7	500	0	55.0	8.2
2.0	1.0	1.56	0.0	21.7	240	0	26.4	8.2
1.0	-1.0	1.61	0.0	0.0	55	60	4.4	3.6
1.0	-2.0	1.61	0.0	0.0	19	60	1.1	3.6
2.0	-3.0	1.72	0.0	0.0	16	60	1.0	3.6
2.0	-5.0	1.72	0.0	0.0	45	60	2.7	3.6
2.0	-7.0	1.72	0.0	0.0	99	60	5.9	3.6
2.0	-9.0	1.72	0.0	0.0	367	60	29.4	3.6
1.8	-11.0	1.57	0.0	0.0	500	60	55.0	3.6
5.2	-12.8	1.51	0.0	0.0	500	143	55.0	8.6
1.8	-18.0	1.51	0.0	0.0	180	157	19.8	9.4
8.2	-19.8	1.55	0.0	0.0	-4.0*	z +48.0	-0.24*	z +2.88



Fax.03-3817-0517

鉛直変位は図-2の「計算:1*E50」に示すように計測値よ りまだ大きい。そこで,除荷時および再載荷時の変形係 数は載荷時の変形係数より大きいことが知られているこ とから,改良体上部である最終掘削底面における鉛直変 位に関して計算値が計測値と同程度となる除荷時の変形 係数を探した。その結果,先の図-2のように,除荷時の 変形係数は載荷時の4倍にすればほぼ計測結果と良く一 致することがわかった。そこで,除荷時の変形係数は表-2に示した変形係数の4倍を用いることにした。



図-3 最終掘削底面直下で測定された土中土圧

3. 結果

構築したモデルを用いて,矢板の水平変位に関する計算値と計測値を比較する。ただし,2次掘削後に工 事が長期に中断したことから,3次掘削以降を対象とした。すなわち,計算で得られた3次掘削以降の水平 変位増分を3次掘削後の計測値に加えた変位をその掘削次数の計算値として求めた。それによって得られた 結果を図-4に示す。掘削が進むにつれてFGC改良体上面付近で,計算結果が計測値より大きくなる。しか し,それ以外の形状は良く類似しており,変位量もほぼ同程度であるので,計測結果を良く再現していると 判断できる。



図-4 矢板の水平変位に関する計算値と計測値の比較

<u>5.まとめ</u>

FGC改良で低強度に改良された掘削底盤は,掘削時における側圧の残留や除荷時の変形係数を考慮して モデル化すれば,矢板の水平変位や掘削底盤の鉛直変位を過大に評価することなく,概ね計測結果と良い対 応を示すことがわかった。設計の上では,これらを考慮せずに等方な完全弾塑性で計算すれば安全側の結果 を与えるとも言える。今後,経済的な設計をするために,側圧の残留と除荷時の変形係数に関する評価とモ デル化が重要な課題と考えられる。

【参考文献】

- 1) 東,他(1998):フライアッシュを用いた地盤改良工法の山留め工法への適用について,根切り・山留めの設計・施工に関するシンポジウム 2) 山田,他(1997):FGC深層混合処理工法を用いた土留め工の変形挙動,土木学会第52回年次学術講演会
- 3) 石井,他(1998):フライアッシュを利用した深層混合処理工法による山留め工の掘削底面下の土圧計測例,第32回地盤工学研究発表会
- 4)藤田,他(2000):石炭灰を利用した深層混合処理工法により低強度改良された山留め工の側圧に関する計測結果と考察,第35回地盤 工学研究発表会