

火山灰質地盤における鉄筋補強斜面の数値解析

鹿児島大学 学生員 横山 大介

鹿児島大学 正会員 山本健太郎

鹿児島大学 正会員 北村 良介

1. はじめに

火山灰質地盤が土壌化したものの一つを黒ぼくと称し、九州では阿蘇地方の典型的な土であることが知られている¹⁾。鹿児島県の霧島方面にも、桜島火山、霧島火山などを噴出源とする黒ぼくが堆積している場所がある。近年、このような地盤においても掘削土量の削減などを目的として地山補強土工法が用いられている。地山補強土工法については、メカニズムの解明、設計方法の確立などを目的として多くの研究がなされている²⁾が、上記の地盤における長期的な安定性の検討はあまり行われていない。このようなことから、火山灰質地盤における鉄筋補強斜面の長期的な安定性の検討を行うために、黒ぼく地盤において補強鉄筋の軸応力等の動態観測が平成7年の3月から11月まで実施されている。本報告では、補強土構造物に対する弾塑性有限要素法を開発し、その数値シミュレーションを実施する。そして、解析結果を動態観測結果と比較し、検討を行うものである。

2. 動態観測³⁾

動態観測の詳細は参考文献 3)にゆずる。本報告では、概要についてのみ述べる。動態計測を行った鉄筋補強斜面は、鹿児島県始良郡牧園町に位置する九州電力大霧地熱発電所敷地内の高さ約5.3mの斜面で、上端部の幅が約45m、下端部が約30mである(図-1)。鉄筋補強斜面の断面図を図-2に示す。斜面表面は鉄筋コンクリート製の高さ方向に5段設置された化粧パネルで覆われている。補強鉄筋はそれぞれ化粧パネルに剛結され、最上段の化粧パネルには2本、それ以下のパネルには1本の補強鉄筋が剛結されている。化粧パネルはいずれも幅180cm、高さ120cm、厚さ12cmである。補強鉄筋は直径25mm、長さ3mで、高さ方向に5段挿入されている。施工した斜面は、斜面下方から第3段目の補強鉄筋の部位までは安山岩で構成されており、その上層に黒ぼくが堆積している。補強鉄筋の軸応力測定は、斜面水平方向に3箇所、高さ方向に5段の計18本、さらに、それぞれの補強鉄筋について深さ方向に3点実施された。

3. 解析手法

解析手法としては、弾塑性有限要素法を用いた。地盤(安山岩、黒ぼく、アカホヤ火山灰、耕作土)はダイレイタンス特性が補強土に与える影響を考慮して、Drucker-Prager型の降伏関数に非関連流れ則を導入した弾塑性モデルを適用する。補強材である鉄筋は、軸方向及び曲げに対して、抵抗を示すことからビーム要素、化粧パネルもビーム要素でモデル化し、それらは剛結されているとしている。基礎、天端コンクリートは弾性体としている。また、相互作用には摩擦特性をその接線剛性に導入したジョイント要素を用いている。本報告では、ジョイント要素を安山岩-黒ぼく間に導入している。地盤と補強材間のすべりは無視し、剛結されていると仮定している。荷重の載荷方法としては、自重を段階的に与えている。

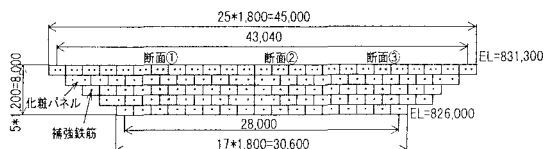


図-1 鉄筋補強斜面展開図

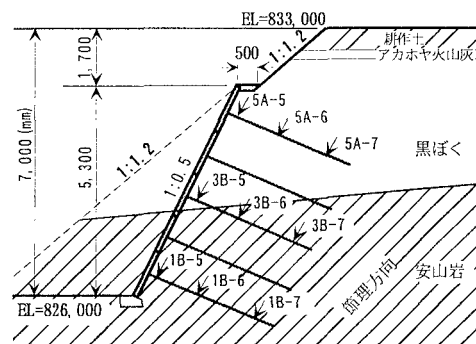


図-2 鉄筋補強斜面断面図

4. 結果と考察

図-3 には断面 3 における斜面表面近傍の、各段ごとの時間の経過に伴う補強鉄筋の軸応力変化を示す。これを見ると、安山岩層にあたる 1B~3B までは比較的安定しているが、黒ばく層にあたる 4B,5B では変動がかなり大きい。また、3B のデータが 8/7 以降、明記されていないのはひずみゲージが壊れたためである。次に、図-4 には解析結果からの変形図を示す。これは、動態観測結果（変位計測結果）と比較して、良好な変形挙動が得られた。また、図-5 には補強鉄筋の軸応力分布（解析結果と測定値との比較）を示す。なお、測定値には、断面 3 における、11/13 のデータを使用している。これを見ると、すべての段で測定値は、解析結果よりも大きく、敷設長方向にも変動がかなり大きいことがわかる。さらに、測定値は、斜面上方ほど大きく、1B,2B,5A では、敷設長の中間で軸応力が急変する結果となっている。解析結果と測定値の軸応力の違いとしては、モデル化の段階でグラウトの断面性能を無視したことや、測定値自体が温度変化や降雨の影響を強く受けたことが考えられる。以上の結果より、変形挙動に関しては良好な結果が得られたが、補強鉄筋の軸応力分布を定量的に評価するのが難しいことがわかった。

5. 終わりに

本報告では、補強土構造物に対する弾塑性有限要素法を開発し、その数値シミュレーションを実施した。そして、解析結果を動態観測結果と比較し、検討を行った。今後は、地盤と補強鉄筋の間にジョイント要素を導入する予定である。また、動態観測時に雨量、サクション等を計測していることから、土粒子間の見掛けの粘着力（サクション）を考慮した補強土構造物に対する非線形有限要素解析手法の開発を行いたい。

【参考文献】 1) 地盤工学会九州支部：九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工，pp.137-145，1995.8. 2) 地盤工学会地山補強土工法に関する研究委員会：地山補強土工法に関するシンポジウム発表論文集，地盤工学会，1996.3. 3) R. Kitamura et al.: In-situ test of reinforced volcanic ash with steel bars and panel facings, Proc. of the Int. Symp. on Earth Reinforcement, IS Kyushu, Balkema, Vol.1, pp.781-784, 1996.

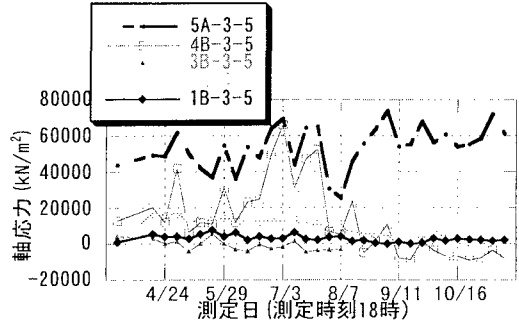


図-3 各段ごとの時間の経過に伴う補強鉄筋の軸応力変化

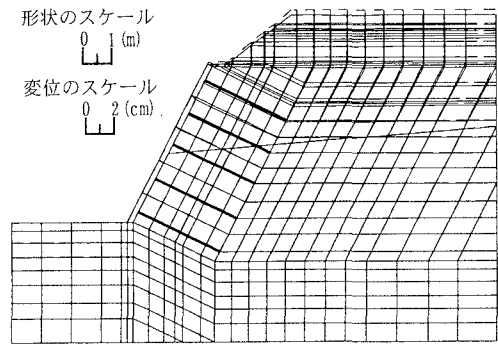


図-4 変形図

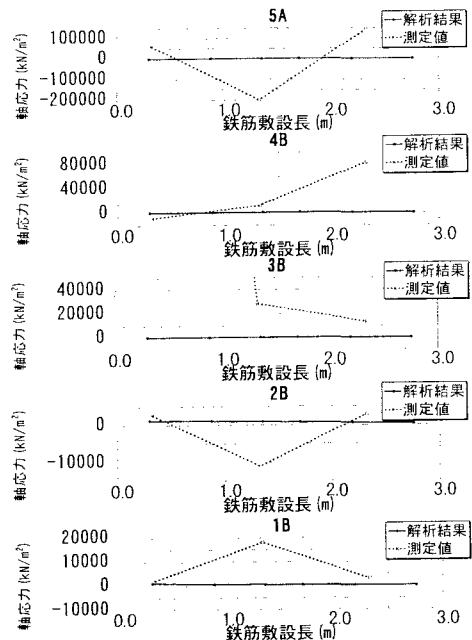


図-5 補強鉄筋の軸応力分布（解析結果と測定値との比較）