

佐藤工業(株)土木研究部 正員 〇 後藤 卓

中塚 至

1. 実験の目的

南九州に広く分布するミラスは、災害の起きやすい特殊土として知られている。特に注入による一次ミラスの改良は困難とされて、調査した範囲では、その成功例を聞くことが出来なかった。堆積した沖積ミラス地盤に、ロット工法とロット式ストレーナー工法によって、溶液型セメント系CW-3, CW-2Aを注入した実績がある。小野田セメント㈱では、昭和54年8月、鹿児島市星ヶ峯ニュータウン造成地(一次ミラス)で、二重管ロット工法とダブルパッカー工法によって、セメント系超微粒子注入材を注入する実験を行なったが、その効果は期待できなかったという。これは注入材の性能以前の問題として、パッカー効果と注入圧との関係が、一次ミラスの地盤改良に適応できなかったものと考えられる。

ミラス地盤におけるダム・トンネル工事等各種工事に、地盤の強化と止水を目的とする注入は不可欠のものであるという認識の下に、ADG(Aqua-packer Drilling Grouting)工法によって一次ミラスの実質的な改良が期待できるかどうかを追求するのが、この意の実験の目的である。

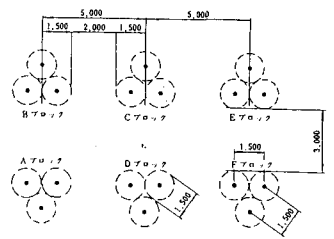
2. 実験計画

鹿児島県南苑事業団の厚意により、鹿児島市星ヶ峯ニュータウン造成地内で実験を行なえる事になった。

2-1 注入材料

溶液型超微粒子グラウト・アロフィウスMCLを使用する。比較のため他のものも加え以下の通りとする。

ブロック	材 料	注入率	記 事
A	アロフィウスMCL-1号	30%	低吐出低圧注入
B	ゴロイドセメントミルク	30	" "
C	アロフィウスMCL-4(45)号	50	高吐出注入
D	" "	30	低吐出低圧注入
E	ゴロイドセメントLW	30	" "
F	MGロット2号	50	" "



2-2 注入管理

注入は、50cmピッチの下降ステップ方式とし、各ステップ毎に計画注入量を注入することを原則とし、その間の注入圧と毎分の吐出量の状態も、自記記録計にて記録にとめておく。注入圧力、注入量などに関する問題は、突状に応じて現場担当者間で協議し臨機応変に対処するが、次の点を原則とする。

- ① パッカー圧及び注入圧力は30MPa以下とする。
- ② 吐出量は、15~20%を標準とする。しかし特にA, Bブロックはセメントミルク注入の効果を点検するためのものであり、ミルクの硬化時間が割合に長い点、他のブロックより吐出量を少なくとも10%とする。

3. 施工概況

- (1) 削孔は普通の砂とは比べて容易である。含水比の低い地山であるが、削孔水が地山に吸収されることなく孔内を上昇して地上に排出され、ジャミングがなく、孔壁の急速な崩壊がない。削孔水によって孔壁が荒れるので孔壁保護のため削孔水は極力少なくした。
- (2) 削孔の際、火山弾を巻き込んだと思われるショックと共に、パッカーが破損するという事態が一回あった。
- (3) Aブロックはテストブロックとした。硬化剤を使わないグラウトは直ぐ地上にリークし注入を継続すれば、

同じ所からリークが繰返し発生する。この理由でアロフィクスMC-1号と同様にコロイドセメントミルクは断念した。

- (4) リークを極力抑えるために望ましいゲルタイムは、上部ステップで20秒以下、下部ステップでも30秒以下であった。
- (5) パッカーの内圧は、パッカー内に注水することによって、パッカー径が拡大し孔壁に圧力を加え、地山の反力がパッカー圧として計器に現われることは、自明のことである。今回は、孔壁が圧縮されて、自然の状態が認められて孔径が拡大したため、相対的にパッカー圧が減少し、当初10層にセットしたものが2~3層迄低下した。このために、注入液が漏出した。この傾向は深度と無関係である。このため、パッカーを加压することを繰り返して対処した。
- (6) 水管式レベル計を用いて、注入中の地表面隆起を測定した。Bブロックは注入率50%、Cブロックは1~4ステップに30%、5、6ステップに80%相当を注入したが、地表面の隆起は認められなかった。

4. 各種調査

注入1ヶ月後に注入ヶ所付近を計画的に掘削して、注入効果がどうであるかを観察した。同時に、標準貫入試験を行ない、採取試料について土質試験を行なった。また、湧き出した注入地盤の表面に水を流して、流水による地表面の浸蝕に対してどのような効果があるかを試した。

4-1 掘削調査

注入材の入り具合を調べると共に山中式土壌硬度計によって硬度を測定した。

注入材は縦方向に壁状に割裂注入され、平面上で見れば、それが放射状、網目状に交錯し、ある範囲まで浸透し固結していた。注入材は、半径3mの範囲に到達していた。これは計画した円柱型の直径の4倍の範囲まで注入が及んでいることを示している。

4-2 標準貫入試験

注入範囲内とそれ以外を比べるとN値に特別顕著な相違は認められなかった。これは今回の注入試験が定量注入であったためであり、注入圧を上昇させて空隙の填充を更に充分に施工すればN値の向上も期待できる。

4-3 流水による浸蝕試験

掘削平面(4L-2.5m)に極く緩い傾斜をつけ水を流し、強度の降雨時における表面流水状況を再現した。その結果、流量と流速によって、表面の注入ができていないところは、土粒子が運び去られていた。ところが、注入材が網目状になっている所では、網目の範囲の広狭によって、1~3cm程度深さに凹みが発生したが、それ以上は周囲の注入材が構成している壁がシラス粒子の流出を防止していることが認められた。

5. 考察

- (1) シラス地盤改良の目的の一つに止水性又は、止水壁の形成があると考えられる。このためには、複数注入により、又、必要に応じて複合注入を併用することによって、連続的に止水帯を形成すればよいと考える。
- (2) シラスは、一般に含水比が低く、空隙率が高いが透水係数は小さいと考えられている。今回の試験結果から考察すれば、注入圧力によって、縦の割裂が容易に発生し注入を可能にしたと思われる。
- (3) ADG工法は、これまでに各所の地盤について、実験・施工を経験していたので、はじめてのシラス地盤であったが、何とか注入実験らしい結果を得ることができた。

それは、シラス地盤は注入管の周囲に針状のような隙間でも、そこから簡単に注入材が地上に漏出してくるのが通常であった。ADG工法のアクアパッカーは、所定の圧力を維持して、注入材を地上に噴出させない。これは、パッカー自体膨張したり、収縮したりするように制御され、孔壁に密着するからである。

- (4) ADG工法は、瞬結から長いゲルタイムの注入材、さらに溶液型、懸濁型に関係なく、広い範囲の注入材の使用が可能である。又、注入材は地盤が受け入れ易い硬化時間、注入速度の選択が容易にできる。