

高規格道路の軟弱地盤対策工について

建設省四国地方建設局中村工事事務所 ○小泉 勉一
宮武 雄治

1. はじめに

一般国道56号中村宿毛道路は、高規格幹線道路網の一部を構成する自動車専用であり、将来四国横断自動車道と一体となり、全国的な高速ネットワークを形成する道路である。

計画路線のうち、中村市から宿毛市平田間については、一級河川四万十川の支川、中筋川に沿って東西方向に分布する中筋川沿岸低地と南側山地の裾部を横断するため、計画路線のほぼ全域に軟弱層が堆積している。

2. 江の村・西の谷地区の地質状況

今回の施工箇所である江の村・西の谷地区の地質については似かよった状況であり、白亜紀の砂岩・頁岩互層を基盤とし、その上部に砂礫層、下部粘性土、火山灰層、上部粘性土、有機質土層の順に堆積しており、火山灰層を挟んで10数mもの軟弱地盤である。

この有機質土層の特性として、含水比 $w=100\sim800\%$ 、間隙比 $e=2.0\sim15.0$ 、一軸圧縮強度 $q_u=0.1\sim0.4\text{ kgf/cm}^2$ ($C=0.5\sim2.0\text{ tf/m}^2$) であり、試験結果にバラツキがあるものの極めて軟弱で高圧縮性、低強度の地質である。

3. 工事概要

今回の工事は江の村・西の谷地区とも地盤改良が主であり、サンドマット工・DJM工・バーチカルドレーン工・一次盛土である。施工計画は図-1の手順で行った。

4. 現地状況

本報告では現地状況において、特に違いが確認された江の村地区について報告する。

今回の施工区間において現地調査を詳細に行った所、設計時に想定されていた以上の地盤状態が確認された。表-1の土質試験結果に示すように、含水比が約580%の高含水比かつ高有機質の箇所があり、当初想定していた含水比300~400%においては一般的な施工機械での施工が可能であると判断していたが、これほどの地盤状態になると、極めて慎重な施工及び現場での設計条件の見直しが必要となる。

また、図-2に現地でのコーン指数を示しているが、施工機械の重量から地盤支持力を検討すると、 $q_c=0.9$ 以上必要となるが、図-2に示すように $q_c=0.9$ 以下の範囲も確認された。

5. サンドマット工について

サンドマットについては、下記の効果が期待され、施工機械の接地圧や地盤表層部の支持力を考慮してサンドマットの厚さを $H=1.0\text{ m}$ とした。

- 1) 軟弱層の圧密のための上部排水層の役割をはたす。
- 2) 排水層となって盛土内の水位を低下させる。
- 3) 盛土及び軟弱地盤対策工の施工に必要な重機のトラフィカビリティーを良好にする。

施工に際し、現地調査の結果から現地盤の支持力が極めて低く高含水比の確認されたことから、施工の安全性を考慮して施工範囲を3分割し、一範囲施工後、一定期間間隔をおき現地の様子を確認しながら施工を行うこととした。

しかし、2次施工中に道路敷地内において約30cmの盤ぶくれ、約50cmの沈下が発生しサンドマットの施工が困難になった。現地状況を検討すると、施工機械及びサンドマット ($H=1.0\text{ m}$) の荷重によって、すでに軟弱地盤内において、すべり破壊をおこしていると推定でき、このまま施工を進めると変形量が蓄積・増大し周辺地盤への影響が考えられるためである。

本工事では、このすべり破壊の対応策検討を行った結果、矢板工法での対策をとることとした。

6. 粉体噴射攪拌工について

今回施工を行った粉体噴射攪拌工はD J M工といわれるものであり、軟弱地盤中に粉体の改良材（一般にはセメント系）を供給し、強制的に原位置土と攪拌混合することにより、土と改良材を化学的に反応させて、地中において一種の杭をつくり土質性状を安定なものとするとともに強度を高める工法である。

粉体噴射攪拌工の設計については「設計・施工マニュアル」にそって行い、既存地質調査結果より決定された土質定数より、改良柱体の設計基準強度、改良幅、改良率を検討し、最終的には実施工において重要になる改良材の混合量を算出する。この場合、室内強度と現場強度は混合条件や養生条件などの違いにより、一致しないのが普通であり、その比率（現場強度／室内強度）は $1/3 \sim 1/5$ とされている。今回においては、限られた調査結果と施工範囲における地質状態にバラツキがあると想定されるので、 $1/5$ とした。

施工に際し、前述したとおり事前調査において採取したサンプルをもとに高炉セメント（一般的な軟弱地盤の標準）で室内配合試験を行った。その結果、図-3に示すとおり強度発生が小さく安全率を5倍とした場合、目標強度 10 kgf/cm^2 に対して約 400 kg/m^2 を混合しなければならなくなり、施工時に地盤の側方移動や盛り上がりが問題となり、また、経済性についても検討する必要が生じた。そこで、まず有機質土を対象とした配合設計の実績調査を行った。その結果、

- ・有機質土層を対象とした場合、軟弱地盤用特殊セメント（一般品と特殊品に大別される）の施工実績（事例の約2/3）が多い。
- ・有機質土層の改良材が多様多様である。
- ・改良材の適用について系統的なものが無い。

以上のことより、特殊セメントにおいて再度室内配合試験を行うこととした。図-3に示すとおり高炉セメントに対して、違いがほとんどみられない結果となり、経済性を考慮して高炉セメントでの施工とした。ただし、今回においては施工期間中であり、時間的制約等から特殊セメントの入手に限界があり、当該地区に適用できる特殊セメントについての可能性がないわけではない。

施工にあたっては、D J M工法のシステム上、地中に高圧でセメントを噴射しなければならず、隣接地の水田において盤ぶくれや逆に水田の水が抜けたり、当該地区のように高含水比地盤であると空気の吹き出しやセメントによる農作物への影響も考慮しなければならない。そのため特に民地への影響に細心の注意が必要となり施工性のダウン、また、定期的な水質調査による観測によって施工しなければならなかった。

7. パーチカルドレンについて

今回、西の谷地区においては、残留沈下の検討から火山灰層を打ち抜き下部粘性土層の改良が必要となった。そこで、火山灰層を打ち抜くことのできる袋詰めサンドドレンを採用することとした。

しかし、火山灰層が事前調査よりも硬くかつ層厚が厚い箇所が出現し、打ち抜くことが困難になり、下部粘性土層の改良が難しい状況になった。今回についてはまったくの偶然ではあるが、施工業者の方で過去同じ状況があり、その時採用したのが袋詰めサンドドレンの標準機である4軸式から2軸式への変更により施工力のアップをはかるものであった。このノウハウを本工事にも採用し、施工性は劣るものの力のアップによって完成することができた。

8. あとがき

以上のように、中村宿毛道路の中でも特に軟弱な地盤において施工した対策工の設計と施工について述べてきたが、ここで大きな問題となった3工法について考えてみると、共通していえることは、当然のことであるが、一般的な調査・試験よりも詳細に行うことである。限られた調査資料・試験結果から対策工について検討を行っていくわけであり、設計条件・定数が推定にたよる部分があるのはいじめない所ではある。

しかし、今回施工中に起こった問題点によって、各対策工についての設計・施工のポイントがみえてきた。この事は、今後中村宿毛道路の設計・施工についての一つの指針となるものである。