

高含水比粘性土による路体盛土の施工について

― 麦ヶ浦道路その3工事 ―

東京土木支店 土木工事統括部土木工部 青木 護
東京土木支店 土木工事統括部土木工部 前木浩利
東京土木支店 土木工事統括部土木工部 阿部和秀
東京土木支店 土木工事統括部土木工部 萩原 智

1. はじめに

石川県能登半島の奥能登地区の活性化・利便性強化の為、能登有料道路終点の穴水町此木から輪島市三井洲衛までの穴水道路(L=6.2km)の施工が、H18.3 開通を目指して開始された。

能登半島輪島地方の年間降水量は 2300mm 以上あり、東京地区の年間降水量 1500mm 前後と比べると道路土工にとっては条件の大変悪い地域である。また当社が施工した区域は丘陵地帯の頂上部に位置し、冬の積雪量は 70cm 程度になる。



図-1 施工位置図(石川県鳳至郡穴水町麦ヶ浦)

2. 地質概要

今回の施工範囲は石川県の奥能登丘陵地に位置し、主体の地質は新第三紀中新世の穴水累層の火砕岩(安山岩質凝灰角礫岩、凝灰岩)である。火砕岩は、火山の爆発によって噴出した火山灰や火山礫が急冷や圧力の低下によって多くのガスを出して生成されたため、多孔質(最も著しいのは軽石、スコリア)な状態である。施工地域は、これらの火砕岩の風化層が厚く堆積している地域である。

一般的に土工事で問題となる火山灰質粘性土は、液性限界を超える高い自然含水比の細粒土に多い。この粘性土は、土工事のコネ返しによって軟弱化し高塑性の土となり、飽和土に変化する。

ブルドーザーによる掘削・押土・敷き均しなどに伴う土の乱れ(コネ返し)につれて粘土鉱物から結晶水が徐々に遊離し、火山灰質粘性土は、まるで加水された土のように軟弱化が進み泥土化する。また、雨水・湧水などによるわずかな含水比の増加で極端に強度が低下し、ばっき乾燥によるわずかな含水比の減少で著しく強度が増す。さらに放置(乾燥)によってわりと早く強度回復する。

このような土性が火山灰質粘性土の特徴である。

したがって火山灰質粘性土の主要な問題は、

- (1) 土の強度低下にかかわる対策
 - (2) 土工機械のトラフィカビリティーの確保
 - (3) 土工機械の作業効率・稼働率の向上策
- などである。

3. 土質特性

盛土材として使用する土は、粒径 2~20mm 程度の安山岩の小礫を含み、量的には少ないが所々で粒径 10~20cm 程度の硬質安山岩礫を含むものであった。基質は細粒状凝灰岩で風化が著しく、粘土化が進行していた。色調は赤褐〜黄褐色を示していた。施工にあたり盛土材に適正かどうか、試料を採取し土質試験を行った。

(1) コンシステンシー特性

コンシステンシー指数は、液性限界(土が液状から塑性状に移る限界の含水比)と塑性限界(土が塑性状から半固体に移る境界の含水比)を指標として、自然含水比がどこに位置づけられてるかを示す指数であり、細粒土の物理的特性を直接つかんでおくことや、細粒土の分類・判断や粘性土の力学的性質を推定するのに利用される。コンシステンシーが 0 に近づけばコネ返しによる流動化が生じやすい事を示し、逆に1に近づけば安定した状態である事を示す。

今回採取した試料のコンシステンシー指数は $I_c = -0.2, -0.1$ となり、流動化が非常に生じやすい事を示した。

(2) 締め固め特性

採取した試料の自然含水比が最適含水比より 12.8%~15.0% 湿潤状態の位置にあり、自然含水比状態で締め固めた場合の締め固め度は最大乾燥密度に対して 94.7%~87.3%となり、路体盛土での密度管理による施工が適用できるが、このときのコーン指数が 145~226kN/m²となり、重機のトラフィカビリティーを確保するための 400kN/m²を満足できなかった。つまり施工が困難である事が示された。

(3) CBR 特性

CBR は1%以下となり、路床を構築する場合何らかの対策が必要なる事が示された。

以上の(1)~(3)のことから、盛土材として使用する土は、凝灰岩が強風化した高含水比粘性土でコネ返しによる強度低下が著しく、盛土を構築した場合の安定性、重機のトラフィカビリティー確保が懸念され、そのままの状態では盛土材として使用出来ないと判断されたため、安定処理工法が必要である事を確認した。

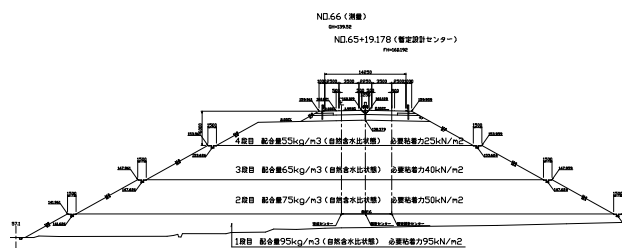


図-2 盛土部断面図(盛土配合量と設計強度)

4. 固化材(安定処理材)決定のプロセス

今回の施工に於いては、当初設計段階から盛土の安定計算により、基礎地盤(表土部)ではセメント系固化材による土壌改良が計画され、盛土材はセメントを固化材として使用すると土壌環境基準値以上の六価クロムを溶出する性質がある為、生石灰による土壌改良が計画されていた。

まず基礎地盤のセメント系固化材による配合設計を行った。 $50\text{kg/m}^3 \cdot 100\text{kg/m}^3$ 添加し強度試験を行ったが、目標強度を発現する前に六価クロムの溶出が土壌環境基準の 0.5ppm 以上となった。六価クロム対応型セメントを使用しても同様であった。その結果、当工事に於いてはセメント系固化材の使用が不可となった。

生石灰による配合設計を行うにあたり、生石灰より単価が安く、より強度の発現する固化材を探した結果、ハーデン S(国交省NETIS登録材料)を選定した。

配合設計は、盛土材を地山の深部(GL-4.0m)より採取し、乾燥・湿潤期を想定して、採取した土を乾燥、加水させ、目標強度が発現するように $50\text{kg/m}^3 \cdot 100\text{kg/m}^3 \cdot 150\text{kg/m}^3$ で生石灰とハーデン Sをそれぞれ添加し強度比較を行った。

添加量・一軸圧縮強度 相関図

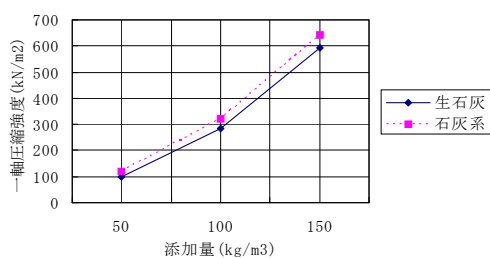


図-3 配合試験結果

その結果、試料の含水比が高くなる程、生石灰よりハーデン Sの方が少ない添加量でより高い強度を発現する事が判明した。ただし含水比が低い試料では、生石灰とハーデン Sの添加量による強度差は少なくなった。

固化速度は生石灰が 10 日程で設計強度まで達するのに対して、ハーデン S は 3~4 日程度で強度を発現した。

5. 実施工方法

施工に於いては日々(午前・午後)盛土材の含水比を測定し添加量を決定した。この作業により必要最少限の添加量で目標強度を達成する事ができた。目標強度の確認には、コーンペネトロメーターによる測定、改良土採取による一軸圧縮試験(10 日後の強度)結果を使用し品質管理を行った。

6. 施工機械

表-1 施工機械の選定

	バックホウ攪拌	自走式改良機攪拌
施工能力	25m³/h	40~80m³/h
室内配合強度比	0.5	0.7(強度比が大きい為、少ない添加量で目標強度が発生する)
攪拌状況	OP の技量による	均一に攪拌
粉 塵	大量に発生	多少発生する
施工単価	700 円/m³	700 円/m³

施工機械の選定については上記の結果より、全ての面でバックホウ改良より有利な自走式改良機(リテラ)を採用した。当初スタビライザー等の改良機も候補に上がったが、発生土を湿地型ブルドーザーで敷き均す事は不可能である為検討施工機械から外した。



写真-1 自走式改良機による改良

7. 施工結果

盛土箇所の各配合量による必要強度は、十分に達する事が出来た。

今回使用した固化材(ハーデン S)は、リサイクル品(焼却灰等)を約 50%使用しているため省資源化品として有効である。ただし成分の特性から粒子が細かく比重が軽いので、施工時の充分な粉塵対策(作業員・周辺環境に対する)が必要になる。

自走式改良機による安定処理は、バックホウ攪拌に比べて良い品質(均一に改良)の安定処理土(高い攪拌性)が得られる事が証明された。ただし今回のような高含水比粘性土の場合、機械の攪拌部分に粘性土が詰まり機械が停止してしまう事が相次いだ。多少の改良が必要と思われる。

今回の工事の反省点として、土砂運搬の走路確保に非常に苦労した。走路箇所が切土・盛土箇所であり敷き鉄板等による走路確保が非現実的であった為、固化材により走路を改良して運搬路を確保した。石灰系固化材(ハーデン S)は盛り返し可能な為無駄にはならなかったが、事前に検討の必要があったと思われる。

Key words: 高含水比粘性土, 高盛土, 石灰系固化材, 自走式改良機