

平成28年度

北海道横断自動車道における不良土に対する 安定処理工について

—ロータリースタビライザーによる混合工法—

網走開発建設部 北見道路事務所 第2工務課

○池内 祐太
千葉 康弘
後藤 純

北海道横断自動車道（網走開建側）では、不良土を安定処理し、盛土材として使用している。混合にはロータリースタビライザーを使用し、搬出前に現場内にて混合し、所定の強度を確保している。その際の、セメント配合の決め方、施工方法、メリット・デメリットについて発表する。

キーワード：安定処理、セメント、配合量、不良土

1. はじめに

北海道横断自動車道網走線のうち、足寄～北見間（延長79km）は、「十勝オホーツク自動車道」として、高速ネットワークの拡充によるオホーツク圏と道央・十勝圏の連絡機能の強化を図り、地域間交流の活性化及び物流効率化等の支援を目的とした、足寄町から北見市を結ぶ高速自動車国道である（図-1）。

現在、網走開発建設部として陸別町と訓子府町境から訓子府IC間の延長12.2kmの事業を行っており、来年度の供用に向け工事を行っている。



図-1 事業概要

2. 工事概要

本研究で対象とした工事は、北海道横断自動車道訓子府町協成改良工事で、工事延長は560mとなっており、下記に位置を示す（図-2）。工期は平成27年3月23日から平成27年12月21日である。

工事量は、掘削工58,600m³、盛土工5,190m³、法面整形10,310m²、地盤改良工53,500m³、法面工11,380m²となっており、主に地盤改良をメインとした工事となっている。



図-2 工事箇所図

3. セメント配合量・固化材種類決定の流れ

(1) セメント配合量・固化材決定までの流れ

セメント配合量・固化材の決定には、下記のようなフローで行った（図-3）。はじめに、本工事の現場土砂を用い、土質試験より、良質土か不良土かの判定を行う。不良土判定となったことから、室内配合試験により、セメント固化

材の配合量と選定を行った。その後、室内配合試験で使用したセメント固化材のなかで、どの固化材を現場試験施工で行うか選定し、室内配合試験で決定した配合量で現場試験施工を行い、現場で使用する配合量を決定する。

本工事では、一般軟弱土用発塵抑制型というセメントを使用し、配合量は48.4kg/m³と設定した。

次に、セメント配合量が48.4kg/m³と設定された根拠を説明する。

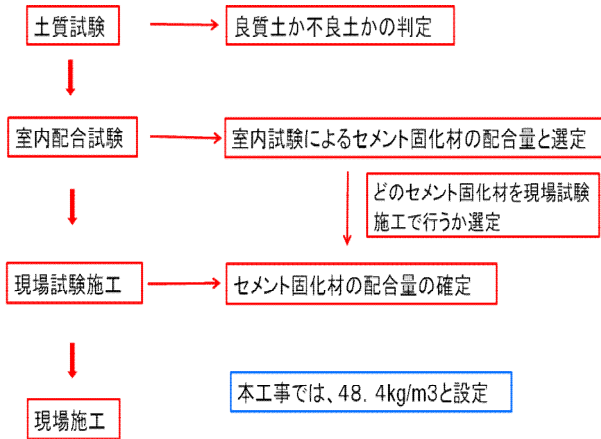


図-3 セメント配合量・固化材選定フロー

(2) 土質試験の決定

本工事では、「北海道における不良土対策マニュアル」¹⁾に従い良質土か不良土かの判定を行う。

土質試験判定結果を以下に示す(表-1)。本工事では工事延長が長いこと、土の層が異なる箇所があるということから、2測点(P=64,660、P=64,800)の試料を採取し、土質試験を行った。表を見ると、室内トラフィカビリティーが確保されていないことから、湿地ブルドーザーの走行性(q_u=300kN/m²)が確保できず、さらに土質定数の判定も満たさないことがわかる。

これらより、2測点(P=64,660、P=64,800)の両方が不良土判定となり、何らかの対策が必要となるということがわかる。

表-1 土質試験判定結果

判定項目	試料名	判定	試料名	判定		
	P64660		P64800			
1. 室内トラフィカビリティーによる判定	84(kN/m ²)	×	81(kN/m ²)	×		
2. 自然含水比(W _n) ≥ A=1.33細粒土 最適含水比(W _{opt}) ≥ A=1.35砂質土 A=1.20硬質土	36.93/25.41=	×	27.74/20.26=	×		
	1.45 ≥ 1.35 砂質土		1.37 ≥ 1.33 細粒土			
3. スレーキングによる判定	—	—	—	—		
4. 盛土材として用いない土	SV-G (礫まじり火山灰質砂)	○	CLS (砂質粘土) (低液性限界)	○		
5. ①工学的分類による判定	SV-G (礫まじり火山灰質砂)	○	CLS (砂質粘土) (低液性限界)	○		
					②工学的分類による判定	○
					③自然含水比 W _n > 液性限界 W _L	○
	W _n = 36.93 > 49.73		W _n = 27.74 > 32.08			
6. 火山灰質土の判定	36.93 > 25%	×	—	—		
最終判定結果	室内トラフィカビリティー土質定数・火山灰質土の判定において「不良」となり現状のまま使用するには何らかの対策が必要であると思われる。	×	室内トラフィカビリティー土質定数の判定において「不良」となり現状のまま使用するには何らかの対策が必要であると思われる。	×		

(凡例)
○良
△やや不良
×不良
—判定不可能

(3) 室内配合試験

本工事では土質試験を行った2測点が不良土判定となったことから、室内配合試験を用いて、セメント配合量・固化材の選定を行う。

北海道横断自動車道では、過年度実施された藤村ら²⁾の研究により、一軸圧縮強さを90kNm²と定めており、それを満たすように固化材とその添加量を定める。

室内配合試験結果を以下の表に示す(表-2)。

選定方法としては、1m³当たりの単価で選定し、本工事では、2測点の土砂を採取・試験配合しており、室内配合試験では、P=64,660の測点では、B種発塵抑制型が安価に、P=64,800の測点では一般軟弱土用発塵抑制型が安価になった。この結果により、それぞれの測点でそれぞれの固化材で現場試験施工を行う。

表-2 室内配合試験結果

測点	固化材名称	六価クロム溶出試験 (規格値0.05mg/リットル以下)	一軸圧縮強さ	固化材添加量 上段:ほくし (下段:地山)	材料単価(t)	1m ³ 当たり単価 上段:ほくし (下段:地山)	経済比較	摘要	
P=64,660	B種発塵抑制型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	53.9kg (64.7kg)	27500円	1482円/m ³ (1779円/m ³)	○	現場試験施工へ
	一般軟弱土用発塵抑制型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	43.2kg (51.8kg)	36000円	1555円/m ³ (1865円/m ³)	○	現場試験施工へ
	特殊土用発塵抑制型 ※六価クロム対策型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	51.9kg (62.3kg)	38000円	1972円/m ³ (2367円/m ³)	×	
P=64,800	B種発塵抑制型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	49.3kg (59.2kg)	27500円	1482円/m ³ (1779円/m ³)	○	現場試験施工へ
	一般軟弱土用発塵抑制型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	37.5kg (45.0kg)	36000円	1555円/m ³ (1865円/m ³)	○	現場試験施工へ
	特殊土用発塵抑制型 ※六価クロム対策型	0.02mg/リットル未満	○	90kN/m ²	38.6kg (46.3kg)	38000円	1972円/m ³ (2367円/m ³)	×	

(4) 現場試験施工

室内配合試験の結果で選定されたセメント配合量・固化材を実際に現場で試験施工を行い、最終的な本工事で使用するセメント配合量・固化材を決定する。

現場試験施工の結果を以下の表に示す（表-3）。

現場試験施工の結果、P=64,660では一般軟弱土用発塵抑制型、P=64,800ではB種発塵抑制型が安価になるという結果となった。

どちらの測点を用いて、本工事の配合量とするか選定するのだが、今回は安全側を見て、固化材配合量の多いP=64,660の測点の配合量を使用した。

その結果、一般軟弱土用発塵抑制型地山48.4kg/m³という値を決定し、本工事でのセメント配合量とした。

表-3 現場試験施工結果

測点	固化材名称	一軸圧縮強さ	固化材添加量 上段:ほぐし (下段:地山)	材料単価(円)	1m ³ 当たり単価 上段:ほぐし (下段:地山)	経済比較	摘要
P=64,660	B種発塵抑制型	90kN/m ²	53.5kg (64.2kg)	27500円	1471円/m ³ (1766円/m ³)		
	一般軟弱土用発塵抑制型	90kN/m ²	40.3kg (48.4kg)	36000円	1451円/m ³ (1742円/m ³)	○	
P=64,800	B種発塵抑制型	90kN/m ²	50.7kg (60.8kg)	27500円	1394円/m ³ (1672円/m ³)	○	
	一般軟弱土用発塵抑制型	90kN/m ²	39.2kg (47.0kg)	36000円	1411円/m ³ (1682円/m ³)		

4. 施工方法

(1) セメント安定処理工法について

本工事で行われたセメント安定処理工法について説明する。施工方法の流れとしては、以下を参照とする（図-4）。

本工事では、ロータリースタビライザーによるセメント安定処理工法（NEIS番号 HK-070016-V）を行った。

工事で発生した不良土を盛土として流用するため、現場内にてロータリースタビライザーを用いてセメント系固化材と混合することにより、所定の強度を確保する工法である。施工方法としては、不良土の上にセメント系固化材を敷均し（写真-1）、バックホウにロータリースタビライザーをつけた機械で攪拌する（写真-2）ことで、セメントが均等に不良土と混合される。その後、均一に混合されているか、フェノールフタレイン溶液を吹きかけ、赤色になるかどうかを確認する（写真-3）。



図-4 ロータリースタビライザーによる安定処理工法



写真-1 セメント固化材敷均し



写真-2 ロータリースタビライザーによる攪拌



写真-3 フェノールフタレイン溶液での確認

(2) そのほかのセメント安定処理工法について

本工事では使用していないが、他工事で使用されたリテラ工法（NETIS番号 KK-980067-VE）もセメント安定処理工法としてあげられる。リテラ工法とは、自走式土質改良機リテラにより、改良機内で建設発生土等の原料土を固化材と均質に混合して改良土とする工法である（図-5）。

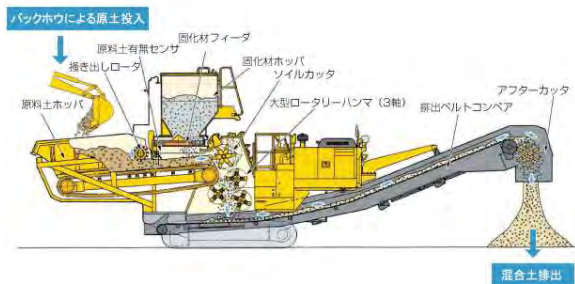


図-5 リテラによる安定処理工法

(3) 各工法のメリット・デメリットについて

次に、リテラ工法とロータリースタビライザー工法のメリット・デメリットについて説明する。

ロータリースタビライザー工法のメリットとしては、通常のバックホウ(0.8m3級)の先端に混合攪拌機(ロータリースタビライザー)を取り付けるだけなので、機械経費がほとんどかからないため、安価である。さらに、攪拌羽を連続回転させることにより混合攪拌の均一性が期待できる。逆にデメリットとしては、セメント固化材を敷均し最中や攪拌時に突然の雨が降る際、直ぐに作業の中止ができないことがある。さらに、セメント固化材を敷均しする際、地山の土量を計測してから固化材を散布するため、現場管理に手間がかかるというデメリットが存在する。

次にリテラ工法のメリットとしては、ロータリースタビライザーのように敷均しや攪拌といった作業は全て混合機であるリテラの内部で行われるため、雨が降ったとしても、直ぐに作業が中止できる。さらに、不良土やセメント固化材など、全て機械の中で管理しているため、現場管理が容易である。一方デメリットとしては、リテラを使用する際、セメント固化材のプラントも設置しなければならないため、(写真-4)費用がかさむ傾向がある。また、現場内の土砂を攪拌場所に土を運搬しなければならないため、さらに経費がかさみ、手間もかかるというデメリットが存在する。



写真-4 リテラ工法のセメントプラント

5. まとめ

本研究では、北海道横断自動車道では、不良土を安定処理する際、セメント安定処理を行い、セメント配合量は土質及び工区ごとに室内配合試験、現場配合試験を行い配合量を決定した。

また、ロータリースタビライザー工法、リテラ工法とメリット・デメリットはいくつか存在するが、各工事現場での現場条件によって工法を使い分けて施工していくべきだと考えられる。

謝辞：本報告に際してご協力を頂きました皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地基礎技術研究グループ 寒地地盤チーム：北海道における不良土対策マニュアル
- 2) 平成24年度北海道開発技術研究発表会 網走開発建設部 北見道路事務所 第2工務課 藤村 紘行 第1工務課 宇高勝美 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム 佐藤 厚子：安定処理工の目標強度を考慮した固化材使用量の低減について