

トンネル坑口部の改良盛土計画

戸田建設(株) 正会員 小沼 宏嗣
戸田建設(株) ○工一 寿史

1. はじめに

本工事は、北海道新幹線新青森・札幌間のうち、新函館北斗・札幌間の区間(約211km)で、二海郡八雲町に位置する立岩トンネル(全長17,035m)のうち5,015mのトンネルと20mの路盤工を施工する工事である。(図-1 参照)

本トンネルの坑口は、片切片盛土により長大法面となり、雪崩による本線への影響が懸念されたため、坑口を起点側へ55m移動させることとなった。本稿では、坑口変更に伴って実施した地質調査・盛土計画・施工実績について報告する。

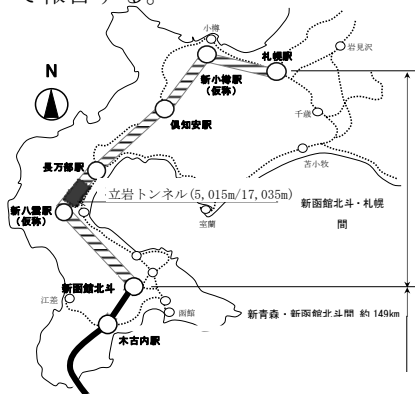


図-1 立岩トンネル位置図

2. 工事概要

工事名称：北海道新幹線、立岩トンネル(立岩)他

工事場所：北海道二海郡八雲町立岩地内

発注者：独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備

支援機構北海道新幹線建設局

工期：平成26年3月20日～平成34年12月22日

施工：戸田・伊藤・新太平洋・北海道軌道施設JV

工事内容：トンネル掘削・覆工・インバート ※5,015m

路盤鉄筋コンクリート ※5,015m

改良盛土、切土、地盤改良工 1式 他

※当初延長4,960m+延伸長55m=変更延長5,015m

3. 坑口位置の変更

当初計画では坑口位置が北海道新幹線新青森起点204km680mで片切片盛土の施工による路盤工と法面工(吹付法枠)を施工しトンネルを掘削する計画であっ

キーワード：トンネル、地盤改良、改良盛土、計測

連絡先：北海道八雲町、TEL0137-62-2363、FAX0137-62-4360

たが、切土が長大法面となり雪崩による本線への影響が懸念されるため、坑口位置を起点側に55m移動した204km625mに変更し、この区間を改良盛土にて施工することとなった。(図-2, 3, 4 参照)

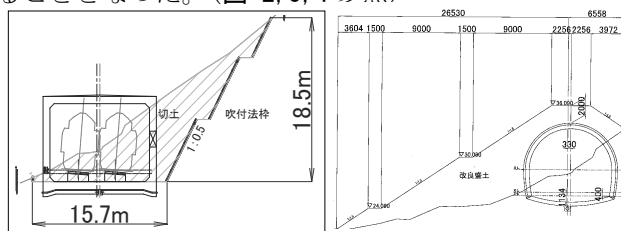


図-2 断面図(当初設計) 図-3 改良盛土断面図
←新青森方 札幌方→

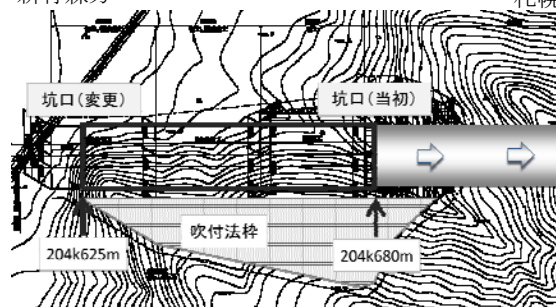


図-4 立岩トンネル 坑口位置平面図

4. 地質調査の結果

改良盛土の支持地盤の強度不足が懸念されたため、鉛直ボーリングで地質調査を行い、①表土厚さ、②基盤層位置、③地下水位、④軟弱層の有無を確認した。

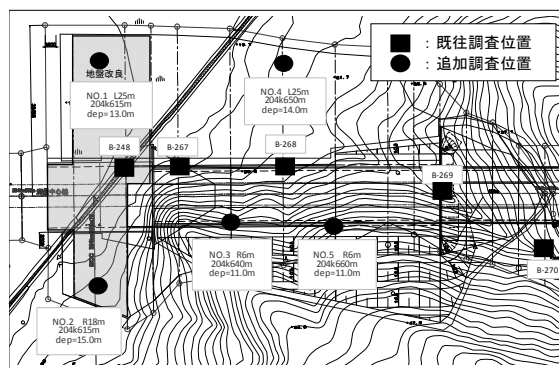


図-5 鉛直ボーリング 位置図

地質調査の結果、急傾斜部は基盤層(LMt)の上に、崖錐堆積物(dt)が厚さ1~3m程度で堆積しており、沢地形部はN値5以下の扇状地堆積物(fn)と段丘堆積物の砂層(tr2-s)が厚く堆積していた。

5. 改良盛土支持地盤の計画

5. 1 支持地盤の評価

改良盛土の下部に分布する fn 層（扇状地堆積物）および tr2-s 層（低位段丘堆積物-砂質土層）を対象とした円弧すべりの照査を実施した。その結果、所定の安全率を満足したが、fn 層は N 値=5、tr2-s 層は N 値=3（いずれも代表値）であり、スラブ軌道を支持するための盛土の支持地盤条件（表-1 参照）を満足しないため、支持地盤の改良を行う計画とした。

表-1 盛土支持地盤条件の目安

区分	細区分	盛土支持地盤として必要な条件
岩盤		無条件
土層	洪積層	礫質土
		砂質土
		粘性土
	沖積層	礫質土
		砂質土
		粘性土

出典元：鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物

5. 2 地盤改良強度の設定

tr2-s 層に対する地盤改良の設計強度は、表 - 1 の目標 N 値=20 を確保するため、改良後に必要な地盤の粘着力 $C=125\text{KN/m}^2$ (安定解析から盛土の支持地盤条件 (N 値=20) に相当する C を設定) より、改良設計強度（一軸圧縮強度）は、 $C = qu/2$ より $qu = 125 \times 2 = 250 \text{ KN/m}^2$ と設定した。

5. 3 支持地盤の地盤改良施工実績

支持地盤の表層に分布した dt 層（崖錐堆積物）および fn 層（扇状地堆積物）は除去し、以深の tr2-s 層は、実績が多く信頼性が高いパワーブレンダー工法で地盤改良を施工した（図-6 参照）。施工範囲の約 880 m²を区画割をした後に改良長 L=1～4m で約 2,600 m³の地盤改良の施工を行った。

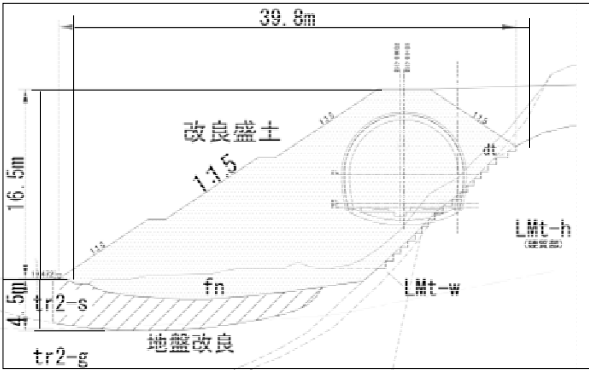


図-6 地盤改良計画図

6. 坑口改良盛土の施工

6. 1 改良盛土における設計強度の設定

改良盛土は、過去の北海道新幹線工事の改良盛土施

工事例より改良強度 1,000kN/m² で設定し、トンネル掘削時の安定性を FEM 解析で照査した。その結果、トンネル構築による盛土体の長期安定性が確保できる結果となった。

6. 2 改良盛土の配合試験

改良盛土材は、スラブ軌道を支持する盛土体に必要な K30 値 $\geq 110\text{MN/m}^2$ が確保でき、自重による圧縮沈下、繰り返し荷重による残留沈下、弾性変位量が極めて小さい骨材を選定した。

改良盛土の配合は、室内配合強度に現場強度低減率 0.6(鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物より)を乗じた値（目標現場強度）を満足できる添加量を室内配合試験で確認した。また、改良材は、六価クロム溶出基準適合性と経済性等により、高炉セメント B 種 50kg/m³の添加量で決定した。

6. 3 改良盛土の施工実績

改良盛土は、均一な材料の混合が可能であり、経済的な自走式土質改良機を用いた。固化材と A 群材料骨材を自走式土質改良機に投入し、設定した配合比率で連続的に混合して製造する。製造した改良土は、トラック運搬後、敷均し転圧を行い所定の頻度で品質管理を行い、1 層の撤出し厚を 30cm として施工した。

盛土は、材料の最適含水比を確保し、試験盛土で決定した所定の施工管理基準に従い施工し、全締固め密度比の規格値である平均下限値 90%、下限値 87%以上を満足することができた。

7. 改良盛土区間のトンネル掘削計測結果

改良盛土区間の 55m 間のトンネル掘削は、大型ブレイカと自由断面掘削機(RH-8J)による機械掘削工法で施工した。支保工は、鋼製支保工 H-200、吹付厚 20cm、ロックボルト無しの支保パターン P 特(曲)であった。

トンネル断面の計測は、天端沈下、地表面沈下は 3mm 以内、内空変位は 8mm 以内に収まり管理基準値内の変位量で収束を確認した。

8. まとめ

坑口変更に伴い、追加調査や施工検討に時間を要したが、あらゆる問題点を洗い出し、現場条件に合った施工方法、工程を確立させたことで、高品質の盛土体を構築することができた。現在本工事は、坑口から約 2.8km 付近を掘削中である。施工は順調であるが、玄武岩・頁岩等の地層が混在する地層のため、適切な支保パターンの選定や計測管理を継続し、切羽の状況を注視しつつ施工を進めていきたい。