

鉄道盛土におけるハイスpekネイリング工法の適用について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 伊藤 昭一郎
熊崎 和也
林 佑哉

1. はじめに

当社は、地震に対する盛土の耐力をさらに強化するため、東海道新幹線の盛土耐震補強を着実に進めている。このうち、橋台裏盛土部の対策として、橋台間を一体化するストラット工を標準としているが、新幹線と道路が非常に鋭角に交差している箇所や高架橋との接続箇所等については、棒状補強材による地山補強¹⁾で行っている（図一1、図一2）。そこで、より安全かつ確実に施工するため、補強材の改良径や削孔機械について検討するとともに、鉄道の橋台裏盛土部の対策として初めてハイスpekネイリング工法を採用し、無事故で完了したので報告する。

2. 施工方法の検討

2. 1 棒状補強材の改良径の相違による比較

補強材の改良径の違いは、一般的に表一²⁾に示されるように補強仕様に影響を与える。

小径補強材（ $\phi 5\text{cm}$ 程度）を用いた場合、補強材は長尺かつ多数の配置となり工期・工費の増加に繋がる。また、補強材の長尺化・多数化は、盛土内の削孔長の増加を招き、削孔時間を増加させる。加えて、削孔により盛土に振動を与える時間を増加させることは、盛土に沈下等の変状を生じさせる一因となる³⁾。

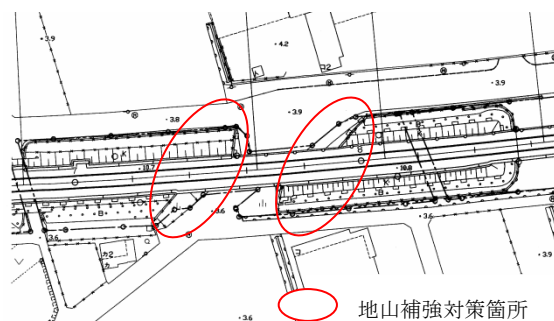
一方、大径補強材（ $\phi 40\text{cm}$ 程度）を用いた場合、補強材は短尺かつ少数の配置となるが、改良径の拡大により、施工に伴う盛土の沈下が懸念される。また、改良径の拡大に伴い施工機械が大型化し、盛土に近接して電気・通信ケーブル等が存在する場合、これらが支障し施工の自由度が失われる。

上記の検討の結果、経済性や施工性を考慮して $\phi 15\text{cm}$ 程度の中径補強材を使用することとした。

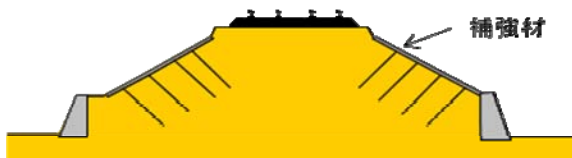
2. 2 ハイスpekネイリング工法の採用

一般に、橋台裏盛土部の地質は一般盛土部に比べ礫が多く含まれる傾向がある。礫質の地質で補強材を施工する場合、注入したセメントミルクが逸走し、削孔箇所に空隙が発生する。この空隙は、定着体の不良を引き起こすと同時に、盛土沈下の原因になりうる。また、セメントミルクの注入を行った際、線路へのセメントミルクの漏出も懸念される。

そこで、確実にセメントミルクを注入するため、写真一1に示す袋体のパッカーを持つハイスpekネイリングを採用



図一1 工事箇所平面図



図二 棒状補強材による地山補強イメージ

表一 棒状補強材の改良径の相違による比較

	小径補強材 (棒状補強材)	大径補強材 (攪拌混合補強体)
単体		
摩擦力比	1	7~8
改良率比	1(体積)	50~60
補強効果	小	大
補強体の配置概念		

注)改良率比は小径補強材の体積を1とした場合の補強材体積の比率である。

した⁴⁾。パッカーを使用することにより礫層等の地質条件においても、袋体にセメントミルクを注入するため、逸走による定着体の不良と盛土の沈下、線路へのセメントミルクの漏出を防止する。

2. 3 削孔時間の短縮

削孔により盛土に振動を与える時間が盛土変状と相関がある³⁾ことを踏まえ、削孔時間を短くすることを試みた。橋台裏盛土部の地質は礫質が多く比較的硬い地質である。そこで、鉄道盛土内の水平ボーリングに使用される³⁾など実績もあり、すべての地質で急速削孔が可能な二重管ロータリーパーカッション式ボーリングマシンを使用した。



写真—1 ハイスpekネイリング⁵⁾

上：注入前 下：注入中

3. ハイスpekネイリング工法の施工

施工にあたっては、まず最上段の施工を列車の走行しない夜間作業で行い、盛土法肩に15ヵ所設置した沈下杭のレベル測量と軌道検測を施工前後に実施し、盛土・軌道に異常がないことを確認する。その後、二段目以降を列車の走行する昼間作業で行うこととした。沈下杭のレベル測量の結果、表—2に示す通り、施工前後の変化はほとんど見られなかった。ハイスpekネイリングを採用したことにより、盛土内に空隙を発生させることなく補強材の施工を完了できたと考えられる。また、削孔能力の高い削孔機を使用することにより、可能な限り盛土に振動を与える時間を短くしたことも効果的であったと言える。なお、線路へのセメントミルクの漏出は確認されなかった。

表—2 盛土法肩のレベル測量結果 (m)

沈下杭位置	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧	
	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量
初期値	-1.046		-1.065		-1.031		-1.048		-0.928		-0.875		-0.820		-0.759	
施工後	-1.048	-0.002	-1.066	-0.001	-1.031	0.000	-1.050	-0.002	-0.930	-0.002	-0.876	-0.001	-0.820	0.000	-0.760	-0.001

沈下杭位置	⑨		⑩		⑪		⑫		⑬		⑭		⑮	
	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量	高さ	沈下量
初期値	-0.766		-0.735		-0.747		-0.771		-0.843		-0.871		-0.879	
施工後	-0.767	-0.001	-0.735	0.000	-0.748	-0.001	-0.771	0.000	-0.843	0.000	-0.871	0.000	-0.878	0.001

4. おわりに

今回、橋台裏盛土部の耐震補強工事のうち、新幹線と道路が非常に鋭角に交差している箇所において、より安全かつ効率的に行うため、鉄道の橋台裏盛土部の対策として初めての施工となるハイスpekネイリング工法を用いた。中径補強材の使用、袋体のパッカーの使用、削孔時間の短縮により、盛土の変状や線路へのセメントミルクの漏出は発生することなく、無事に完了することができた。今後も、類似箇所において同様の施工を予定しているので安全かつ確実に施工していく。

参考文献 1)大木ほか：盛土の破壊形態と対策工の関係，第42回地盤工学研究発表会，2007.

2)社団法人 地盤工学会 補強土入門編集委員会：補強土入門，1999，pp. 161-196.

3)林ほか：盛土耐震補強工事に伴う盛土への影響に関する考察，土木学会第62回年次学術講演会，2007.

4)山本ほか：「ハイスpekネイリング工法」を用いた土留め工の開発，大林組技術研究所報告 No.71，2007.

5)大林組：補強体概要写真，ハイスpekネイリング工法カタログ