実物大供試体を用いた橋台背面盛土注入試験

西日本旅客鉄道㈱ 正会員 〇泉並良二 髙馬太一 荒平義生

1. はじめに

橋台やボックスカルバート(以下,まとめて橋台等という)などの背面盛土部においては雨水の集中などに より細粒分が流出することで盛土の沈下が生じやすい¹⁾. このため,過去に変状を生じた箇所などにおいて, 橋台等の背面盛土内部を削孔調査したところ,岩ズリで形成された盛土内部に空隙が存在する状況が確認され た.調査結果にもとづき,沈下原因を推定のうえ,空隙の大きい盛土に対する沈下を防止するために岩ズリ相 互間が固結できるなどの性能を有する注入材を開発した.そこで,実物大の大型供試体を用いて注入試験を実 施したところ,注入口付近から概ね直径 1m 程度の範囲で岩ズリ相互間が固結できるなどの性能を満たすこと が確認できたことから,その状況について以下に報告する.

2. 橋台背面盛土の沈下原因推定

これまでに橋台等背面部の盛土が沈下した箇所などで、土質調査を実施している.調査箇所の盛土材料のなかには図1に示すようにトンネル掘削により生じた岩ズリが使用され、細粒分が流出したと考えられるものがある.このような状況により、陥没メカニズムの原因を以下のように推定し、図2にその概念を示す.

- ① 建設時に粗粒分を多く含む岩ズリにより、橋台等背面部の盛土を構築
- ② 盛土内部への降雨浸透と橋台等背面部付近への雨水の集中のため,盛土 内の細粒分が徐々に流出し,空隙が進行
- ③ 列車振動などにより粗粒分が接した部分が徐々に細粒化し、盛土内部で 部分的に破壊し、アーチアクション的に形状を維持
- ④ 部分的な破壊が徐々に進行し、最終的に振動などにより盛土表面が沈下

このような岩ズリ盛土での沈下を防止するため、図3に示すように橋台前面から削孔の上,盛土内部にセメント系材料を注入することで岩ズリ相互間を固結することを考えているが,沈下原因を考慮すると,以下のような性能を有する注入材の開発が課題となった.

- (1) 空隙の多い岩ズリ盛土において、岩ズリ相互間間を固結することで軌道下部付近を固結できる
- (2) 固結部周辺の盛土に流水が集中するのを防止するため、空隙を完全に充填しない
- (3) 注入時に軌道を隆起させることがないよう、低圧で注入できる

空隙の多い岩ズリ盛土への注入は可塑性を持つセメント系注入材料を用いることが考えられるが、このような要求性能に関する定量的な評価がなされていない.このため、品質管理の容易な1液型の可塑性を持つ材料を開発し、小型の供試体試験では径100mm程度の砕石、径40mm程度の砕石、においても概ね上記性能を有する材料・配合の見通しが得られたことから、注入材による固結範囲の把握と充填性の確認を目的として実物大の大型供試体による注入試験を実施することとした.



3. 実物大供試体試験の概要

今回試験に用いた実物大供試体は高さ2m,直径1.5mの円筒形とし,岩ズリを模擬した砕石を充填した.供 試体上面から20cmの位置にスリットを設けた注入管を水平方向に設置し,注入圧は0.2~0.3MPa程度の低圧

キーワード 橋台 盛土 空隙

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室





で供試体中心部から注入を行った. なお,供試体上下面およ び側面は開放されており,供試体を通過した注入材は供試体 外に自由に流出する構造とした. また,供試体上面の隆起量 をスケールで確認した.注入に用いた材料は表1に示す配合 の新開発可塑性注入材(以下,新材料という)とトンネル背面 などの空洞注入用可塑性セメント材(以下,従来材料という) の2種類とし,新材料については注入速度や砕石の粒径を変 えて試験を実施した. 試験ケースについて表2に示す.

4. 試験結果および考察

注入後,供試体内部の状況を確認するため,外枠を解体後, 固結していない砕石を除去し,フェノールフタレイン液で注 入材の存在を確認のうえ,注入材による固結部の状況を確認 した.なお,解体時に砕石が一度に崩れる可能性があったこ とから,安全のため上面から 50cm 毎に解体を行い,上記に ついて確認した後,固結部を撤去して供試体の重量を測 定し,下部の解体を行っている.また,供試体内に残存 した注入材重量から体積を算出し,注入後の間隙率を推 定している.なお,固結部撤去には重機が必要であり, 十分な強度を有していると推定する.

内部の充填状況の例として Case2 の状況を図4に示す. なお、解体時の固結部撤去の際、境界面が乱されること もあり、境界部分の大きさは上下で若干異なっているの がわかる. また、各 Case における固結部の形成状況を 解 図5,表3に示す.

Case1,2 では新材料は砕石相互間の固結,間隙の残存,低圧注入, 隆起なし,などの性能を概ね有しており,注入速度の遅い Case2 のほ うが固結範囲は大きい.また, Case3 では固結部体積が少ないが増加 重量は大きい結果となった.これは一定時間経過後に注入材が上面か ら流出してきたことからも想定できるが,空隙の多くが充填されたう え,ゲル化が進んで内部への注入が困難になったものと考えられる. このため,注入速度や注入間隔について改良することで,より注入効 果を高めることができると考える.

従来材料については固結範囲が限定的であり,上面の隆起がみられ たことから,今回の粒径程度の盛土材での適用は難しいと思われる.

5. まとめ

実物大供試体を用いた注入試験により.新材料は岩ズリの沈下防

止に求められる性能を有することを確認した.今回の試験では注入位置を1点に固定したが,これを水平方向 に移動させることにより固結範囲を広げることができると考えられる.また施工方法についても注入速度や注 入間隔を検討のうえ,施工方法の改良に努めていきたい.

参考文献

1) 西田ほか:マクラギ受け台を有するボックスカルバートの背面盛土陥没に関する実験的検討 Kansai Geo-Symposium 2013

表1 配合表

新材料(1m ³ あたり)W/C=75%,可塑材 2%,ゲルタイム 60分				
開発セメント	水	可塑材	水	JHS フロー
917kg	688kg	1.84kg	16.56kg	110mm
従来材料(1m3	あたり)			

	A 液 250L, B 液 750L ゲルタイム 8 秒程度						
A	セメント系 硬化剤	混和材	水	B	無機系 可塑剤	混和材	水
껝	300kg	1.2kg	150L	収	100kg	1.0kg	713L

表 2 試験ケース

		従来材料		
	Case1	Case2	Case3	Case4
粒径 (mm)	約 100	約 100	約 40	約 100
注入前間隙率	47%	48%	50%	46%
注入速度	10L/分	5L/分	10L/分	16L/分
注入サイクル	1	1	1	2
注入後増加重量	215 kg	215 kg	330 kg	135kg
注入後間隙率	約36%	約 40%	約 27%	約6%

200L 注入,30 分中断,200L 注入,60 分中断,200L 注入
200L 注入,30 分中断,200L 注入で終了(注入困難)





	固結部の状況	上面隆起
Case1	砕石相互間は固結,間隙有	なし
Case2	砕石相互間は固結、間隙有	なし
Case3	砕石相互間は固結、間隙小	なし
Case4	固結範囲が少なく,注入材 の大部分が上面から漏出	あり