

川口・西川口間川口北架道橋背面路盤陥没対策の設計と施工について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○ 松丸 護 稲葉 経仁 中村 宏
ユニオン建設(株) 川窪 俊介 高鹿 純史

1. はじめに

2007年～2010年にかけて、同一架道橋の橋台背面で4回の路盤陥没が発生した(図1)。これまで応急対策として強制振動¹⁾により対処したが、今回抜本的対策として注入工事を実施したので、その概要について報告する。

2. 陥没発生原因(推定)

当該架道橋は1990年～1995年まで約5年間かけて施工された。施工開始直前に計画変更があり、土被りを小さくする(現在の2.4m)必要が生じた。そこで当初設計のフロンテジャッキング工法からBR工法に変更し、上床版部をパイプルーフから箱型ルーフとして、箱型ルーフを函体で押し出す施工法とした。また、側壁部は防護用ルーフを用いずに施工されている。なお、BOX函体付近の地質は砂分を多く含んだ砂質シルトであり、地下水位はGL-1.5mである(図2)。推定される陥没原因は、以下の理由により、現存するパイプルーフ下のBOX側壁部背面に空隙ができて、ルーフより上にある土がBOXとルーフの間の隙間から落ちるためであると推定される。

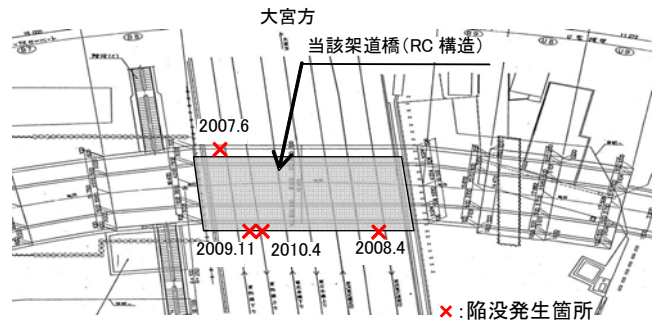
- ・ 最初の陥没発生後、BOX背面上部に強制振動(H鋼での突固め)を実施したが、陥没が再発した。
- ・ 建設時側壁部で防護ルーフを使用しなかったため、BOX函体押し込み時に側壁付近の地盤を余分に削って空隙ができた。
- ・ 同じくBOX建設時に、側壁の崩壊を防ぐために水ガラス系の薬液を注入したが、時間の経過により地下水のため薬液が溶脱し、空隙ができた。

3. 陥没対策工事

本工事は、パイプルーフより下の架道橋BOX背面の空隙充填を目的とした修繕工事である。

3. 1 設計

- ・ 線路右側に立坑を設け、パイプルーフより下部を水平注入と斜め注入により空隙充填を行う(図3,4)。
- ・ 注入工法は、削孔延長が最長36mと長いため、二重管ダブルパッカー工法を採用する。
- ・ 1次注入でCBを注入し荒詰めを実施する。その後2次注入として、耐久性等を考慮し超微粒子セメント系のシラクソルを注入する。



東京方
図1. 位置平面

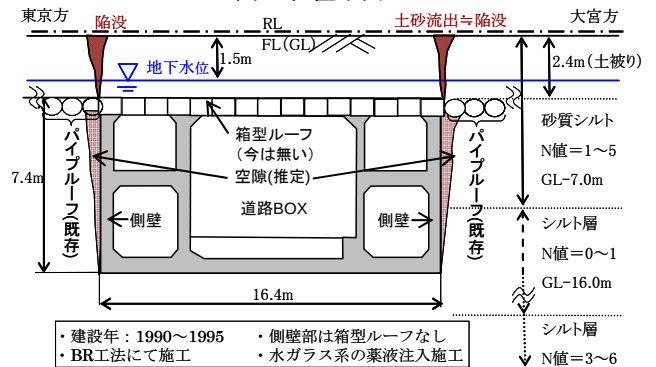


図2. 路盤陥没位置図

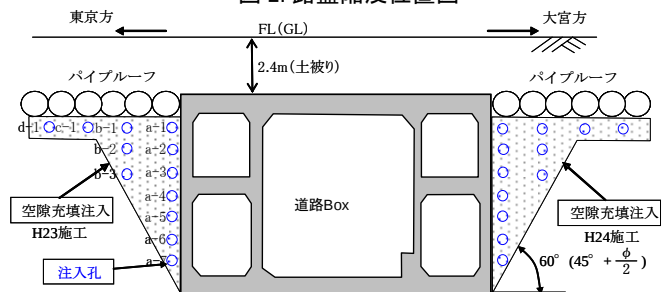


図3. 注入断面図

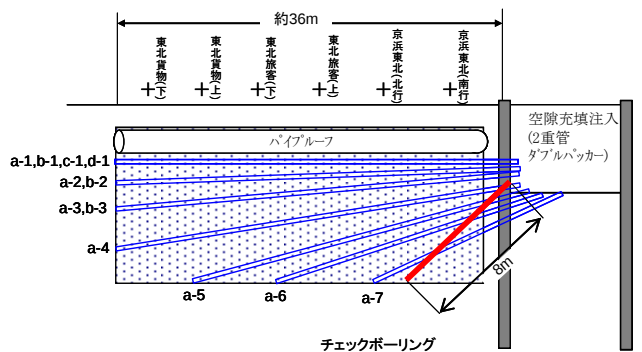


図4. 注入断面図(東京方より)

キーワード 路盤陥没、架道橋背面

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 630 番地 東日本旅客鉄道(株) 大宮土木技術センター
TEL 048-643-5799

- ・ 注入範囲は、函体底部から線路方向の主働すべり面を $45^\circ + \phi/2 = 60^\circ$ ($\phi = 30^\circ$) と仮定し、BOX 下部からパイプルーフまでの延長線より上部とパイプルーフ直下部を注入範囲とした (図 3,4)。
- ・ 注入率は、砂質シルトで粘性分が多いことから、注入剤の多くが空隙に流れるものと考えた。安全側を考慮し注入範囲を広めにしたこと、注入率をあまり高く設定することを避け、通常的地盤の注入率である 30% を目安とした (表 2)。

3. 2 施工と施工管理

- ・ 注入作業は軌道への影響を考慮し、夜間線路閉鎖作業とした（注入時間概ね 1 時 05 分～4 時 30 分の 205 分）。なお事前の削孔は列車運行時間帯で実施した。
- ・ 注入圧力管理は、軌道と周辺地盤の急激な変位を引き起こさないように、初期圧力+30～40kN/m² まで上昇したら次の注入ステップへ移行することとした。
- ・ 注入速度は 1,2 次注入とも概ね 10L/分とした（表 1）。
- ・ BOX 背面に確実に注入するため、図 3 の a-7,b-3,d-1 から注入を開始して外側を固め、最後に a-1,a-2 の最内側で注入を行った（2 次注入）。
- ・ 事前削孔および注入施工中の計測は、レール側面にターゲットを設置し、架台上からトータルステーションによるレベル測量を実施した。夜間の注入作業時の計測は、施工前後の軌道検測とレベル測量（人間系）を併用した（図 5,6,7）。なお、万一急激に変位した場合の工事中止値は 5mm とした。

3. 3 対策効果の確認

- ・ 約 3 ヶ月の注入期間終了時には、各箇所ですり施工前より累積で数mm～10mm程度レベルが上がった（図 8）。注入剤がパイプルーフを持上げたと推定する。なお、施工日毎の軌道検測では数値に問題ないことを確認した。
- ・ チェックボーリング結果から、コアのほぼ全体でフェノールフタレイン反応が確認できた（図 9）。
- ・ 上記よりパイプルーフ下部に想定されていた空隙に十分に充填されたと考える。なお、注入率は 30% の計画に対して、25.7%であった。

4. おわりに

架道橋背面の陥没多発箇所の空隙を充填する施工を紹介した。建設工事やメンテナンス工事で特殊な状況下においては、注入の方法や施工管理について十分な検討が必要である。本稿の他にも参考文献のような施工事例があり、これらを含めて注入工法検討に対する一助となれば幸いである。

表 1. 材料配合

	1次注入		2次注入	
注入材料	CB(セメント・バントナイト)		シラクソル	
注入方法	1ショット		1ショット	
注入速度 (吐出量)	14L/分以下		8～12L/分	
ゲルタイム	2～3時間		土中ゲルタイム60分前後	
配合 (1m ³ 当り)	セメント	250kg	SK-U	350kg
	バントナイト	60kg	アケセルU	50kg
	水	896L	分散剤	2kg
	-	-	水	528L

表 2. 注入実績

	設計	実績
1次注入量	94, 828L	86, 214L
2次注入量	189, 656L	157, 660L
総注入量	284, 484L	243, 874L
注入率	30. 0%	25. 7%

○対象土量: 948.28m³

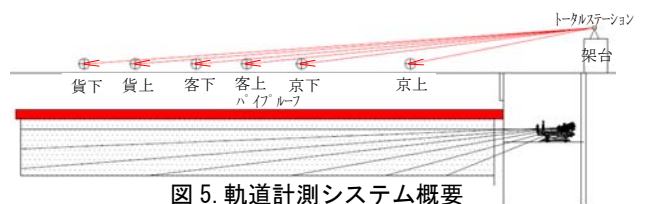


図 5. 軌道計測システム概要

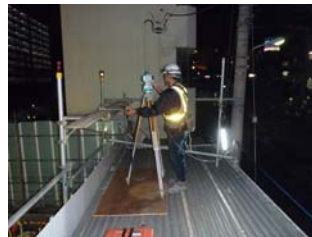


図 6. 軌道計測中



図 7. 軌道監視位置(ターゲット)

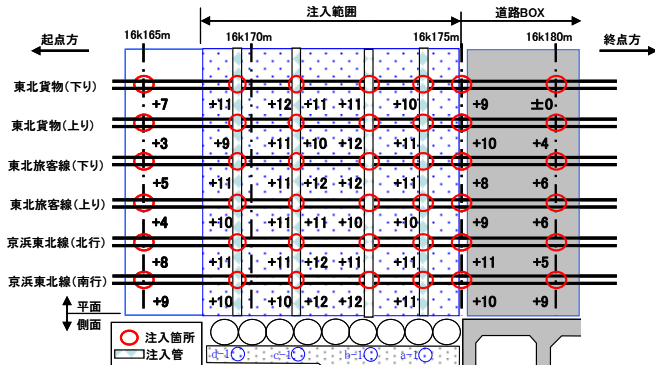


図 8. H23 年度軌道計測結果



図9. チェックボーリング結果

〈参考文献〉

1)水野ほか 線路下陥没対策工法の選定に関する一考察 平成 18 年土木学会年次学術講演会
2)中村ほか 裏込注入材選定におけるセメント・ベントナイトの配合に関する 1 考察 平成 11 年地盤工学会研究発表会
3)中村ほか 高含水比有機質腐植土軟弱地盤の地盤改良について 平成 11 年土木学会年次学術講演会