

Ⅲ-A433

軌道直下における薬液注入の計画

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 齊藤 開

東日本旅客鉄道株式会社

三上 嘉正

1. はじめに

線路下構造物の施工方法は、軌道への影響を抑えることが可能で、施工性にも優れる箱型ルーフ工法が一般的に用いられる。そして箱型ルーフ工法による函体工事に先立ち、線路下の止水と土砂崩壊防止のために薬液注入工を補助工法として施工する。薬液注入はその施工の簡便さから地盤補強工事として多く用いられているが、既設構造物に近接して施工することが多いため、注入に伴い地盤や近接の構造物に変状するという施工管理上の問題がある。そこで軌道への影響を極力少なくするため、各種計測を行いながら施工しているのが現状である。今回は注入による隆起計測結果について報告する。

2. 工事概要

本工事は、奥羽本線かみのやま温泉駅構内の福島起点 75k768m 付近に、上山こ道橋を新設するものである。当該地は最上川の支流である須川と前川に挟まれた低地であるため、沖積層の未固結堆積層が厚く発達しており、地質構成は砂礫層とシルト層の互層が連続している(図1)。そして地下水位は函体の中央付近に位置するため、薬液注入工法による地山の止水強化が必要である。そこで N 値 11~30 の礫質土層(Ag1)、N 値 6 程度の細粒砂盛土(F)と N 値 2~3 粘性土層(Ac1)に薬液注入を行った。透水係数は、礫質土で $1.08 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 、細粒砂部で $2.22 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 、粘性土で $1.53 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ である。注入は 2 重管ダブルパッカー工法で行い、注入孔数は、1 縦断面内に左右 16 孔ずつ小計 32 孔(図2)で、横断方向に 1m 間隔で 23 列の計 736 孔である。また一次注入ではセメント・ペントナイト(C.B.)、二次注入では溶液型水ガラス系のシリカライザーを用い、シリカライザーのゲルタイムは約 60 分、注入速度は 10l/min である。注入圧力は試験注入孔でのデータにより最大許容注入圧力を $4 \sim 20 \text{kg/cm}^2$ とした。

薬液注入の対象土量は約 5860m^3 で、軌道への隆起変状防止の観点から、改良範囲をハードゾーンとソフトゾーンとに区分けし、さらに土

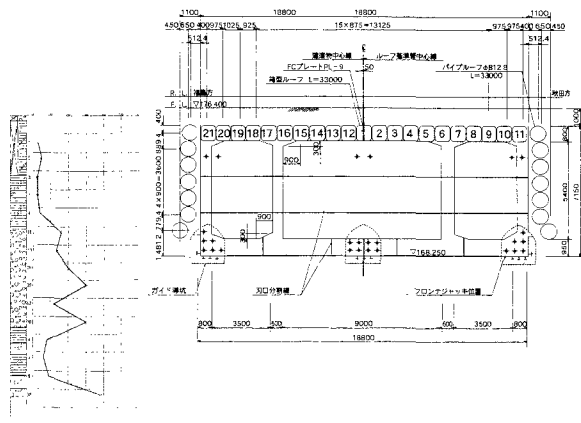


図1 横断面とそれに対応した柱状図

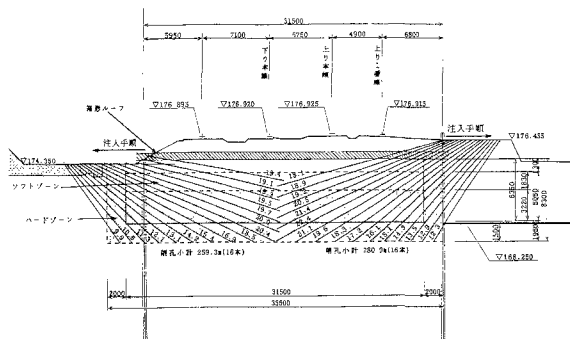


図2 縦断面における薬液注入孔の配置

キーワード：線路下横断構造物、薬液注入、隆起、計測

連絡先：東北工事事務所 山形工事区（〒990-0834 山形県山形市五日町 15 番 30 号 Tel:023-631-0038 Fax:023-626-1691）

表1 土質別ゾーン別の薬液注入率

土質	ゾーン	CB注入率	シリカ注入率	合計
礫質土	ハード	5.0%	37.0%	42.0%
礫質土	ソフト	5.0%	27.7%	32.7%
砂質土	ハード	5.0%	35.0%	40.0%
砂質土	ソフト	5.0%	26.2%	31.2%
粘性土	ハード	5.0%	15.0%	20.0%
粘性土	ソフト	5.0%	11.2%	16.2%

※CB注入は粗詰めを目的としているため、一律に5%とした

※ソフトゾーンのシリカ注入率は、ハードゾーンのそれの75%とした

質別に分けて考え、試験注入の結果を勘案して各々に注入率を定めた。注入率を表1に示す。

3. 計測結果

計測は、5m 間隔でレール1線につき10点、全4線で合計40点についてレールに設置されたターゲットをモニタを通して直接計測する遠隔誘導変位計測システムによって行い、隆起量は最大約-10～60mmであった。今回はその中で、図3に示す線路方向のA-A'断面、線路直角方向のB-B'断面と点Cにおける時間と隆起量の関係を図4、図5、図6に示す。図4から、薬液注入を行った範囲で軌道が隆起しているといえる。また図5より、到達立坑側（保守線側）で当初沈下しているが、これはケーシング引き抜き時の影響で、その後二次注入が開始されたため隆起したと考えられる。さらに図6から点Cでは、注入と同時に注入量に比例して隆起し始め、注入が終了（37日目）すると隆起もおさまり、その後列車荷重などにより約10mmほど沈下して均一化が進んだことにより収束状態になったと考えられる。なお発達立坑側の他の計測地点もほぼ同様の傾向を示している。

また注入後に確認ボーリングを行い、透水係数は $1.97 \sim 4.29 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 、N値は13～50となり、各層に対して注入効果はあったと考えられる。

4. おわりに

以上の結果から以下のことが言える。

- ・ケーシングの引き抜きにより一時沈下するが、注入により隆起を起こす。
- ・薬液注入を行う範囲で隆起する。
- ・注入量に比例して隆起し、その後荷重により一部沈下するものの、残留隆起量を残して収束する。

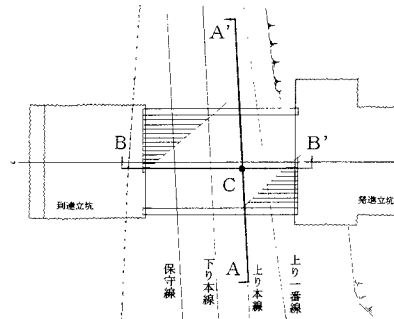


図3 平面図

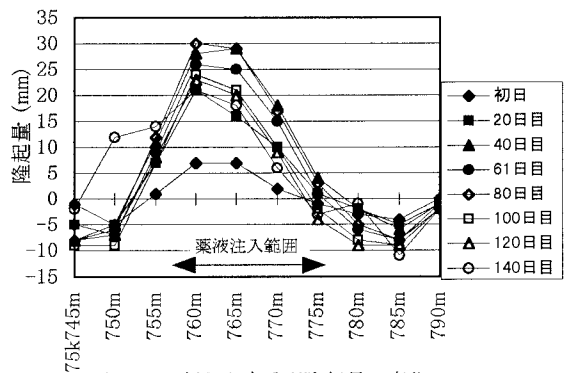


図4 A-A'断面 時系列隆起量の変化

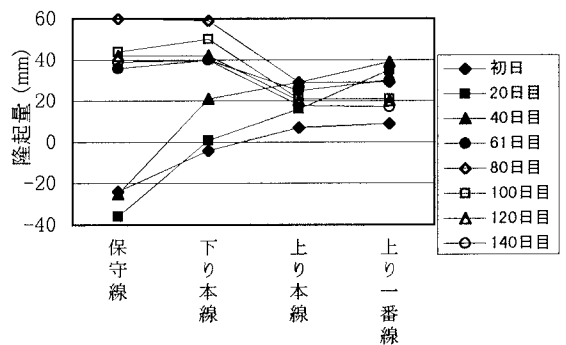


図5 B-B'断面 時系列隆起量の変化

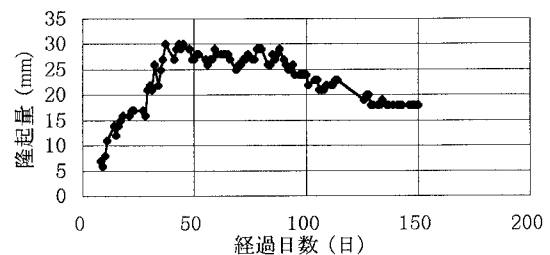


図6 点Cにおける時系列隆起量の変化