

## 東海道本線柱町こ道橋新設工事の薬液注入計画

東海旅客鉄道株式会社 正会員 大野 亜季奈

### 1. はじめに

東海道本線柱町こ道橋新設（以下「柱町」という）は、岡崎市の東土地区画整理事業による都市計画道路柱町線整備のうち、鉄道交差部である東海道本線 325k435m 付近の岡崎駅構内の線路下にボックスカルバートを構築する工事である（図-1）。線路下ボックスカルバートの施工は HEP&JES 工法で行う計画であり、工事は H28 年 11 月より着手している。HEP&JES 工法で施工するための準備作業の一つに、薬液注入工がある。これは、エレメントけん引時の止水対策を目的として行う。本発表では薬液注入工を鉄道営業線下かつ既設構造物に近接して施工するという条件のもと、計画した設計注入試験の方法および効果確認について述べる。

### 2. 施工条件

本工事は線路数が 6 線ある岡崎駅構内の線路下で行う工事である。施工条件を以下に挙げる（図-2）。

- ・土被りが最低 330mm と低土被りである。
- ・既設の下水管が近接している。
- ・分岐器が近接している。
- ・下層に強風化花崗岩があり固い層となっている。
- ・地下水位は GL - 4.4m で透水係数は  $9.11 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。



図-1 柱町施工位置

透水係数より透湿度は低い<sup>\*1</sup>に該当したが、営業線下の掘削時に万が一出水がある場合、路盤陥没が引き起こし鉄道を危険にさらすことになる。そのため柱町では止水対策として薬液注入工を行うこととしている。薬液注入工法の選定としては、施工条件である低土被り、既設下水管・分岐器の近接を考慮し、低圧で薬液を注入することができ、軌道や既設構造物に対する影響が従前工法よりも小さいと考えられる多点注入工法を採用した。

そこで、鉄道営業線下で薬液注入工を施工する上で改良体を確実に形成できる仕様を設定するため、設計注入試験で模擬して確認することとした。

### 3. 検討内容

設計注入試験を計画するにあたり、以下について検討した。

- 1) 地質条件
- 2) 流速・ゲルタイム
- 3) 本施工の模擬
- 4) 注入配置間隔
- 5) 注入量

#### 1) 地質条件

事前の地質調査結果では、本施工箇所は砂礫土および強風化花崗岩であった。砂礫土は空隙が多いとホモゲル化の恐れがある。そのため、施工箇所近傍で再度地質調査を行い、砂礫土の状態を確認した。調査の結果、粗砂が非常に密にしまった状態であり、ホモゲル化の恐れが少ないことを確認した。

#### 2) 流速・ゲルタイム

多点注入工法は、従来工法よりも軌道や近接する構造物に影響を与えにくい低圧注入工法であるが、その分ゲルタイムが長くなる傾向がある。そのため地下水流が速い場合、ゲルが固まる前に流れてしまい、所定の場所に改良体を形成できない恐れがあった。そこで、設計注入試験の実施に先立ち流速調査を実施した。注入が可能であるか判断する流速の参考値は  $1.0 \text{cm/min}$  である<sup>\*2</sup>。3日間測定を行った結果、 $0.004 \text{cm/min} \sim 0.008 \text{cm/min}$  であった。

3日間のうち1日は雨が降ったが、3日間を通して流速はほとんど変動しなかった。また、ゲルタイムは45分で

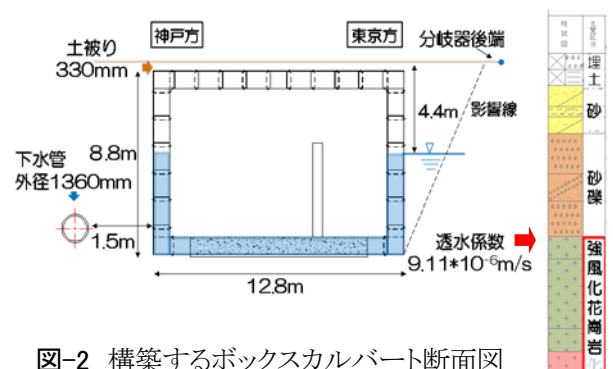


図-2 構築するボックスカルバート断面図

あり、注入材の移動は0.18cm/min~0.36 cm/minと算定できることから、多点注入工法による注入は可能であると判断できた。

3) 本施工の模擬

柱町の線路下薬液注入工は両立坑方向から斜めに削孔して注入を行う計画である(図-3)。当初から斜め注入は、鉛直注入よりも注入が不確実と考えられた。特に柱町は6線を跨ぐ線路下での施工のため、中央を走行する東海道本線直下の注入が、距離や角度の面で注入材が浸透しにくいと考えられた。そこで、本現場では設計注入試験を行うにあたり、作業ヤード内で、安全側に考え、東海道本線直下箇所を模擬する計画を策定した(図-4)。

4) 注入配置間隔

注入配置間隔は一般に止水の場合は0.8m~1.2mとされているが、斜めに注入する場合は間隔を比較的小さくした方がよいとされている(図-5)※3。本施工は0.8mを基本として計画する予定であったが、一部1.0mで施工する箇所があったため、設計注入試験では注入配置間隔を1.0mで設定し、効果を確認することとした。

5) 注入量

斜め注入の場合、下端部と上端部で注入配置間隔が異なっているため、注入量はノズルの位置毎で設定した(図-6)。また、目的が止水であるため、万が一の逸走防止や改良漏れがないように充填率を100%とし、さらに地盤工学会マニュアルの重要度率を参考にして20%の注入材の割増を行い※4確実に改良体を形成できるようにした。これにより鉄道営業線下での注入時には軌道への変状が懸念されるが、適切な圧力管理と24時間体制で軌道監視を行うことで対応することとした。

4. 成果

以上の検討より、設計注入試験を行い、止水性を確認した。確認方法としては現場透水試験を行い、補助として改良範囲の4隅で資料採取を行った(図-7)。現場透水試験の結果、透水係数は $9.11 \times 10^{-6} \text{m/s}$ から $7.47 \times 10^{-8} \text{m/s}$ となり、止水性が向上していることを確認した。また、資料採取を行い注入材に反応する試液試験を行った結果、全範囲で反応を示したことから、注入材が全範囲浸透していることを確認した。最も厳しい施工状況を模擬して結果が得られたため、設計注入試験と同条件で鉄道営業線下の注入を行えば同様の効果が得られると考える。

5. おわりに

施工条件から多点注入工法を採用し、鉄道営業線下で薬液注入工を行う上での検討内容を、設計注入試験を利用して確認を行った。鉄道営業線下時の施工を設計注入試験で模擬して行うことにより、鉄道営業線下の薬液注入に向けた対応を考えることができた。本発表が今後の鉄道営業線下の薬液注入工を行う上での参考になれば幸いである。

【引用文献】

- ※1：地盤調査 基本と手引き P157 平成17年4月 公益社団法人 地盤工学会
- ※2：土木施工なんでも相談室【基礎工・地盤改良工編】P2-20 平成13年2月 土木学会
- ※3：注入の設計施工マニュアル P36 平成23年10月 公益財団法人鉄道総合技術研究所
- ※4：薬液注入工法の理論・設計・施工 P64 平成21年6月 公益社団法人 地盤工学会

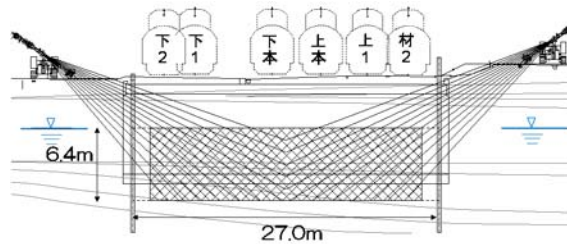


図-3 線路下薬液注入施工断面図

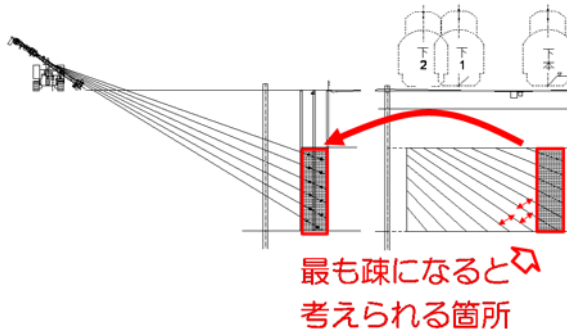


図-4 設計注入試験断面図

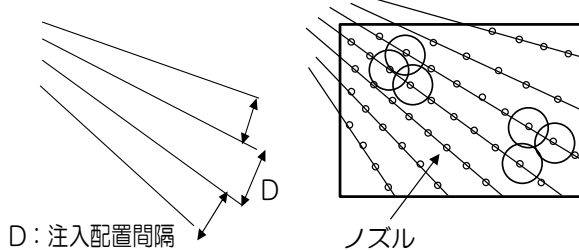


図-5 注入配置間隔

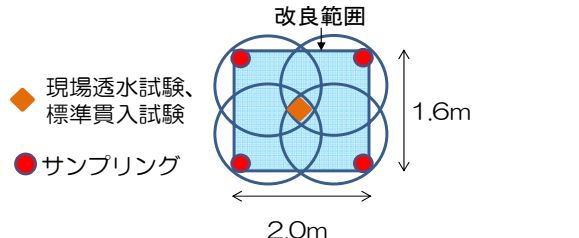


図-6 注入量の設定



図-7 設計注入試験平面図