

マニュアルガン及び半透明シールテープを併用した低圧注入工法の実施工

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○上月 隆史、山本 佳典
 荻田 倫之、精松 隆太、村田 直也
 ニチバン株式会社 大場 春樹、市村 周二

1. はじめに

コンクリート構造物を長期間使用するためには、ひび割れ等の変状に対し、適切な補修を行うことが重要である。一般的な補修方法は、エポキシ樹脂等を注入器にて低圧で注入する工法である。既存の注入材では固結するまで注入器を残置する必要があり、鉄道トンネル内では注入器の落失に伴う走行列車への接触リスクが伴うため、なるべく短い期間で完結する施工方法の確立が望ましい。また充填状況を可視化できれば注入の品質のばらつきを低減することができる。これらの課題を解決するため、筆者らはマニュアルガンと半透明シールテープ¹⁾を併用した低圧注入工法に取り組んでいる²⁾。この工法は、マニュアルガンとノズルガイド（後述）及び半透明シール材を使用することで施工時の注入材の漏出を防止できるだけでなく、注入作業の時間短縮、施工効率の向上、及び高品質の注入を実現できる新しい工法であり、本稿ではその施工事例を報告する。

2. これまでの取組と課題

トンネル内のひび割れを対象に行ってきた低圧注入工法は、適用当初、不透明なシール材を塗布した上、マニュアルガンによって注入していた（写真-1）。この工法は短時間で施工可能ではあるものの、作業員の手元への負担が大きいことや注入材の充填状況が確認できず品質が作業員の熟練度に依存するという課題があった。

上記課題の対策として半透明シールテープの設置、及び注入器を用いた自動注入により品質の平準化を実現しているが、本手法はゴムやばねの復元力で長時間加圧注入するため、注入器を一定時間残置させておく必要がある（写真-2）。本手法をトンネル内で適用する場合、注入器が落失した際に走行車両に接触するリスクがあるため、注入器の撤去含め全作業を1日で完結する施工方法の確立が求められた。

3. マニュアルガン及び半透明シールテープを併用した試験施工の実施

上記の経緯を踏まえ、短時間施工を目的とした手動注入、及び充填状況の可視化による品質のばらつき低減を目的とした半透明シールテープを併用する工法の試験施工を実施した。

(1) 注入座金を用いたマニュアルガン施工

自動注入ではシールテープ背面に注入器を接着剤で固定したが、本試験ではアクリルフォーム両面テープが積層された座金を貼付固定する方法で時間短縮を試みた。設置開始から注入完了まで施工延長 10m 換算あたり約 3 時間を要し、自動注入と同等で短縮効果は得られなかった。また、マニュアルガンのノズルが差し込まれた座金は、作業員の僅かな手の動きが伝わると倒れるようにシールテープ背面から外れ、注入材が漏出することがあった（写真-3）。また、座金注入口の最小内径が 4mm と小さく（写真-4）、ひび割れ直上シールテープ穿孔部に注入口が位置するように座金を設置するのに時間を要した。また、50ml カートリッジのマニュアルガン使用では、施工延長約 2m 毎にカートリッジの交換（交換時間：約 3 分間/回）が必要となり、時間を要した。本試験では自動注入に対する施工



写真-1 過去の注入状況



写真-2 自動注入の状況



写真-3 マニュアルガンでの施工時の座金の逸脱

キーワード ひび割れ低圧注入工, マニュアルガン, 効率化, 工期短縮, 視認性

連絡先 〒160-0004 東京都港区港南2丁目1番85号 JR 東海品川ビルA棟 TEL : 03-6711-9554

時間短縮の優位性は確認できず、さらに「座金外れにより注入材が漏出」、「シールテープ穿孔部への座金設置に時間を要す」、「カートリッジ容量が小さく、交換が頻繁で時間を要す」という3点の課題が検出された。

(2) ノズルガイドを用いたマニュアルガン施工

試験(1)の結果を踏まえ、(A)座金の代わりにノズルガイドを適用、(B)カートリッジ容量を増量、の2点について修正を加え、新たに試験を行った。

(A)ノズルガイドは写真-5 に示す外観で、ポリエチレン発泡体と不織布基材両面テープの積層体である。ひび割れ位置をのぞきながらの設置が容易になるよう注入口内径は、座金注入口の最小内径より大きい10mmとし、両面テープ部でシールテープ背面に接着して使用するものとした。また、差し込まれたマニュアルガンノズルの動きが伝わった際に外れにくいようにするため、ノズルガイドの厚さは1.6mmと薄くした。同ガンノズルの先端には外径10mmのゴム製アダプターを装着、ノズルガイド注入口に差し込んで同アダプターをシールテープ背面穿孔部に押し当てながら手動注入した。

(B)カートリッジ容量については、容量が大きいほど交換頻度を減らすことができるが、逆にカートリッジを搭載するためのマニュアルガンやそのノズルミキシング部もより大きくする必要がある。このため、当初の課題として挙げられた作業員の手元への負担や、ノズルミキシング部を押し当てながら手動注入する際の安定性等のバランスを勘案し、トータルでの施工の効率を考慮して容量200mlのカートリッジを採用した。

試験(1)、(2)の施工時間は表-1の通りで、試験(2)ではノズルガイドの設置時間が約2分/mと、試験(1)の座金設置時間に対して半減することが出来た。カートリッジの交換については、試験(2)では約2.5mの施工延長毎に1回で、試験(1)の約2mの施工延長毎に1回に対して交換頻度が軽減、注入時間も約8分/mと短縮、容量増大による効果が確認できた。結果として合計時間では、試験(1)や自動注入と比較し、試験(2)は施工の効率が約20%向上した。また、ノズルガイドを使用することで、座金の外れ、注入材の漏出も見られなかった。以上、試験(1)で検出された3点の課題は試験(2)で解決または改善され、注入までは1日で完了した。一方で、今回、硬化に約5時間要する注入材を使用したため、シールテープは2日目に撤去している。今後、シールテープの撤去も含めた1日での完結を目指し、粘度の調整等、注入材の最適化が課題として挙げられる。

表-1 試験(1)、(2)による施工時間の比較

	下地処理～テープ貼付け	座金、ノズルガイド設置	注入	合計
試験(1) 注入座金	約5分/m	約4分/m	約9分/m	約18分/m
試験(2) ノズルガイド	約5分/m	約2分/m	約8分/m	約15分/m

4. まとめ

マニュアルガンとノズルガイド及び半透明シールテープを使用することで、注入の可視化の実現、施工時の注入材の漏出防止だけではなく、従来と比べ、施工の効率の向上及び高品質を実現できた。今後は、硬化時間の短縮が図れる注入材の粘度をうまく設定することで工期を短縮し、シールテープ撤去までの全工程が1日で完結でき、注入後の残置物を不要とすることで万が一の落失による走行車両への接触リスクを無くすることができる注入工法の確立を実現したいと考えている。

参考文献

- 1) 勝野ほか：注入状況の確認が可能なひび割れ注入シールテープの開発、土木学会第71回年次学術講演会、平成28年9月、pp. 357-358.
- 2) 鈴木ほか：シールテープを用いた低圧注入工法の実施工、土木学会第72回年次学術講演会、平成29年9月、pp. 811-812.



写真-4 座金の注入口

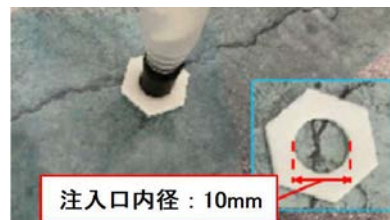


写真-5 ノズルガイドを使用した注入状況