

線路下横断構造物建設時の補助工法選定法の開発

鉄道総合技術研究所 正会員 ○津野 究 岡野 法之
 正会員 小島 芳之 吉川 和行
 JR 東日本 正会員 齋藤 貴

1. はじめに

踏切の除却による列車の速達性と安全性の向上のため、近年、線路下横断構造物の新設工事が増加している。線路下横断工に際しては、列車の安全な運行を確保するために種々の補助工法が併用されるが、合理的な選定方法が整理されていないのが現状である。本研究では、地下水位低下工法、薬液注入工法、攪拌混合処理工法を対象とした事例調査および薬液注入削孔模擬実験を行い、それらをもとに補助工法選定フローを提案したが、このうち薬液注入に関して得られた知見を報告する。

2. 事例調査

2.1 調査概要

最近 JR7 社が設計・施工管理した線路下横断工を対象に補助工法に関するアンケート調査を行った結果、図-1 に示すように補助工法が併用される割合が高いことがわかった。また、図-2 に示す補助工法別件数より、薬液注入の採用実績が圧倒的に多いことがわかった。そこで、工法、土質等が偏らないよう細心の注意を払って 61 件を抽出し、さらに詳細な事例調査を行った。本報では、採用実績の多い薬液注入に焦点を絞り、薬液注入の削孔方式の選定に関して検討を行った結果を示す。

2.2 調査結果

図-3 は、設計図面より薬液注入削孔管の最大削孔長および最深削孔位置での水頭差を求め、両者の関係を薬液注入の削孔方式別に示したものである。最大削孔長に関しては、二重管単相方式では 15m 以下、二重管複相方式では 20m 以下の実績しかないが、二重管ダブルパッカー方式は 10m から 40m を超えるまで幅広く採用されている。また、最大削孔長および水頭差が大きい場合は二重管ダブルパッカー方式が採用され、二重管複相方式、二重管単相方式の順に採用される範囲が小さくなる。水頭差が 10m を超える場合は、二重管複相方式、二重管単相方式の実績がほとんどないことがわかった。

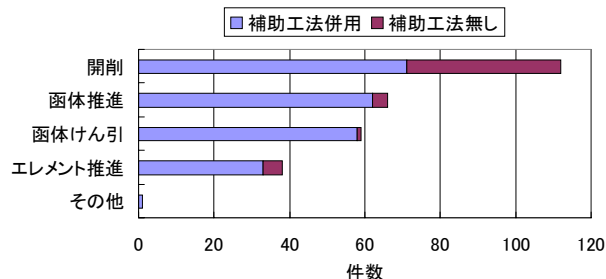


図-1 線路下構造物における補助工法の併用状況

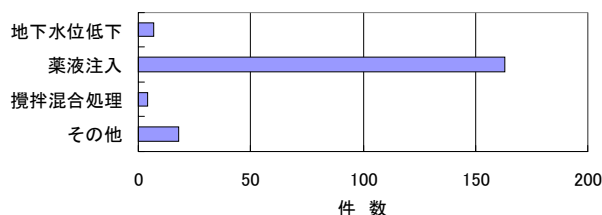


図-2 補助工法種別件数

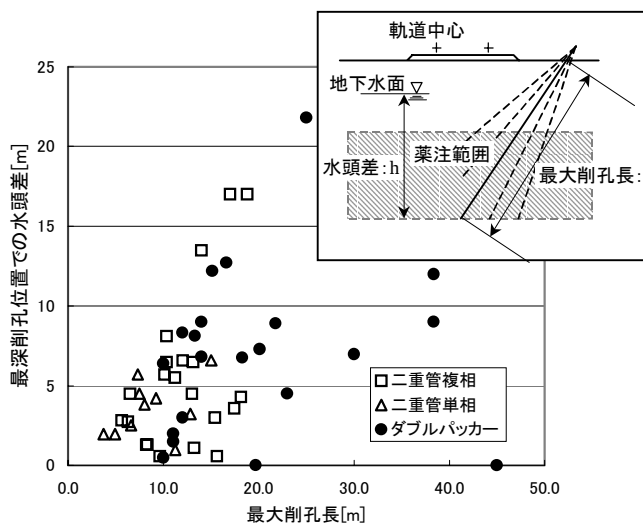


図-3 削孔方式別 最大削孔長と水頭差との関係

4. 薬液注入削孔模擬実験

4.1 実験概要

礫の有無が削孔精度に及ぼす影響を検証するために、模擬地盤に鋼板を貫入する二次元平面ひずみ模型実験を行った。模擬地盤は珪砂4号で作成し、礫は鋼板の直下に3種類の大きさの丸鋼を設置することにより模擬した。また、二重管複相および二重管ダブルパッカーを模擬した2種類の板厚の鋼板を用いた。根入れ(図-4 参照)は3種類設定した。本

キーワード：線路下横断構造物、薬液注入、模型実験、アンケート、選定フロー

連絡先 (185-8540 国分寺市光町 2-8-38・TEL 042-573-7266・FAX 042-573-7248)

実験装置は側面をアクリル板にしており、板の曲がりや礫の移動を目視にて観察することができる。鋼板の物性を表-1 に、実験装置を図-4 に示す。

表-1 削孔管および鋼板の物性

	削孔管名	外径 D [cm]	肉厚 t [cm]	I [cm ⁴]
実物	二重管複相式	4.05	0.48	8.67
	二重管ダブルパッカー	9.60	0.85	225.73
模型	鋼板 A (板厚 3 mm)	0.41	0.30	0.0009
	二重管複相式を模擬	奥行き		2
	鋼板 B (板厚 6 mm)	0.96	0.60	0.0178
	二重管ダブルパッカーを模擬	奥行き		2

4.2 実験結果

写真観察より得られた結果を表-2 に示す。鋼板 A に関しては、根入れが深く礫が大きい条件下で板の曲がり確認できた。つぎに、礫があるため板が曲がったケースと礫がない場合の荷重曲線を図-5 に示す。ほとんどのケースでは実線部と同じような傾向を示すが、表-2 で網掛けで示した 3 つのケースに関しては、点線のような一旦荷重が低下する傾向がみられた。荷重が低下するケースは、写真観察結果と一致する。また、写真を画像処理することで得た鋼板先端部の移動量を図-6 に示すが、荷重が低下すると同時に鋼板が急激に曲がったことがわかる。

表-2 削孔管模擬実験 写真観察結果

	鋼板 A (板厚 3 mm)			鋼板 B (板厚 6 mm)		
根入れ L[mm]	100	350	600	100	350	600
礫なし	×	×	×	×		×
礫 3 mm		×				
礫 6 mm			○			
礫 10 mm	×	○	○	×	×	×

○：曲がった ：ほとんど曲がらなかった ×：曲がらなかった

4.3 考察

二重管複相式を模擬した鋼板 A の場合、根入れが深く礫径が削孔管の 2 倍以上あるケースで鋼板が曲がることを確認できた。また、二重管ダブルパッカーを模擬した鋼板 B の方が削孔精度が良かった。以上より、礫混じり地盤に薬液注入を行う場合や削孔精度が必要な場合は、二重管ダブルパッカーの採用が望ましいという結論が得られた。

5. 補助工法選定フロー

本研究では、事例調査および薬液注入削孔管模擬実験の結果等を基に、補助工法選定フローを提案した。本報では、薬液注入の削孔方式の選定に関する部分のみ、図-7 に示す。

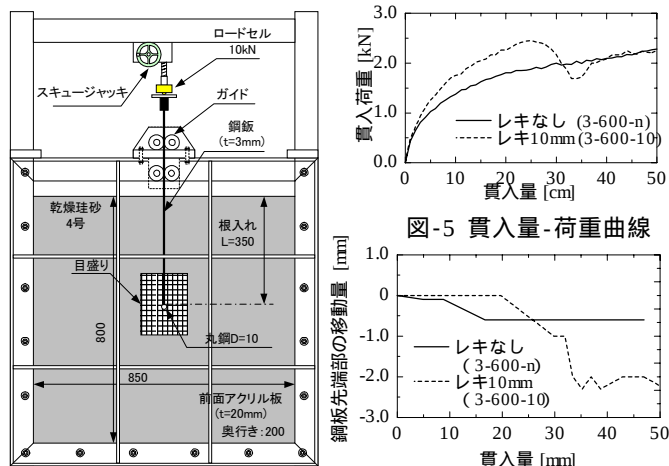


図-4 実験装置

図-6 鋼板先端部の移動量

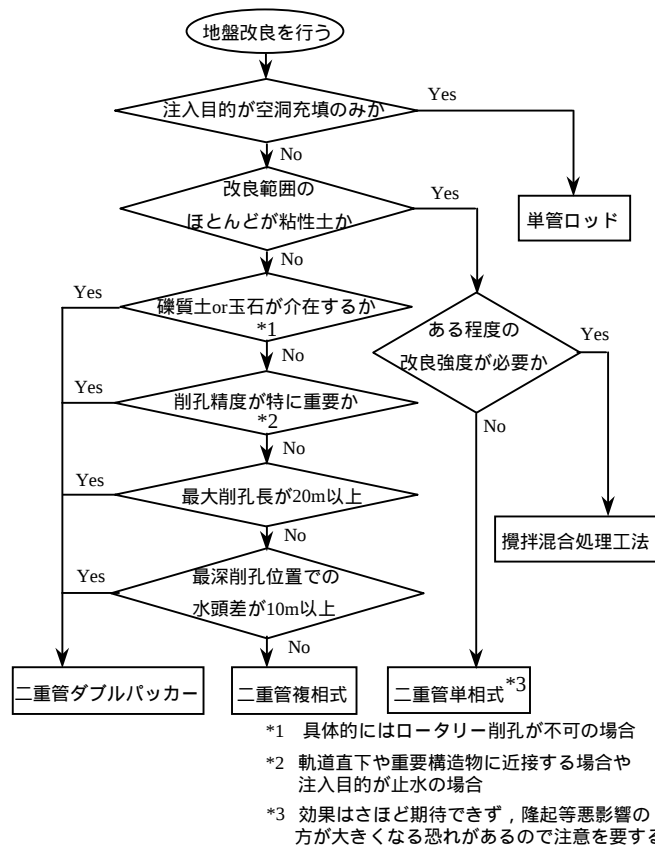


図-7 薬液注入削孔方式の選定に関するフローチャート

6. まとめ

本研究より得られた知見を、以下に示す。

- ・最大削孔長あるいは水頭差が大きい場合は、二重管ダブルパッカー方式の採用が望ましい。
- ・薬液注入削孔模擬実験により、地盤中に礫がある場合や削孔精度が必要な場合は、剛性の高い二重管ダブルパッカー方式を用いた方が良かった。
- ・研究結果を基に、補助工法選定フローを提案した。