

トンネル緩衝工の回転架設施工の検討

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○杵屋 溪造
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 大塚 隆人
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 丸子 文之
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 若狭 周汰

1. はじめに

新幹線の速度向上に向けてトンネル緩衝工（以下、緩衝工という。）の延伸工事を計画している¹⁾。緩衝工とは、トンネル微気圧波対策の一環として設置する図-1のフード状の構造物である²⁾。緩衝工の延伸工事は作業条件により緩衝工を分割してクレーンを用いて線路上空で架設するため、夜間での短時間作業が多くなり工期が長くなる。また、延伸箇所の特トンネル坑口と作業ヤードに高低差や離隔がある場合では、大型のクレーンが必要となる。

本稿では使用クレーンの小型化や線路上空での作業削減を目的に開発回転架設工法の導入に向けて、実施した実物大試験について報告する。

2. 回転架設工法の概要

回転架設工法は、図-2のように線路外で上下反転した状態で緩衝工を組み立て、クレーンやウィンチを用いて仮設の反転装置を反転させ、軌道側の受桁上に載せる工法である。ここで、図-2のaの角度を0°、bの角度を90°、緩衝工が受桁上に載ったcの角度を180°とする。図-3に角度ごとの緩衝工の反転状況を示す。緩衝工を起す際は緩衝工本体をクレーンで吊り上げる。緩衝工の重心が軌道側に移行した後は、緩衝工本体とワイヤーでつながれた反転装置の一部である主塔をウィンチによる引き留めで架設を行う。なお、主塔は全長9mの折り曲げ可能な構造としており、クレーンで吊り上げ後空間のできる70°付近で伸びきる計画である。

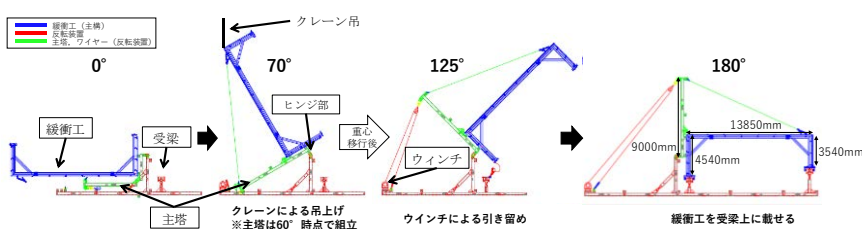


図-3 角度ごとの緩衝工の反転状況

3. 試験での検討内容

図-4に重心移行時の角度とクレーン吊りについての検討内容を示す。回転架設工法で重要となる重心移行について検討を行うと、クレーンの鉛直方向への吊り上げのみでは87°まで回転可能であるが、重心移行角度と考えられる116°まで回転させるためには、軌道側へ回転させるための力が必要になる。その際の重心移行に着目して実物大の試験を行った。

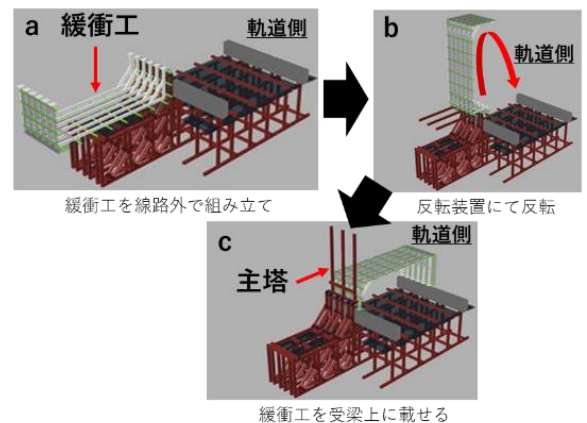
図-1 トンネル緩衝工¹⁾

図-2 回転架設工法の概要

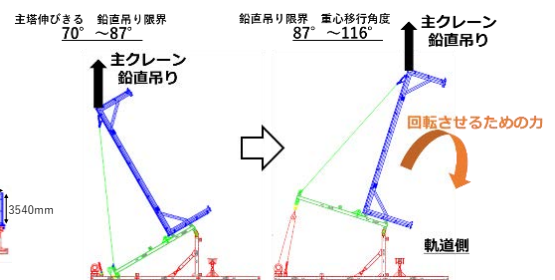


図-4 重心移行時の検討

キーワード トンネル緩衝工, 回転架設, tunnel hood, rotation erecting

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目1番1号

4. 試験計画

図-5に緩衝工と反転装置の試験計画平面図を示す。試験では、新幹線複線断面を想定し、緩衝工はH250の主構4本と屋根材等で約110kN、反転装置はH300の主塔3本等で約60kN、緩衝工と反転装置を合わせて約170kNを回転架設させる。使用するクレーンは、250tクレーン（以下、主クレーンという。）とする。

試験内容としては、主クレーンの旋回だけでは回転させるための荷重が期待できないため、主塔を吊り上げることで、緩衝工の重心を軌道側へ移行しやすくすることを考えた。クレーン吊荷重が180kNとなる87°から、別途配置した50tクレーン（以下、相伴クレーンという。）によって主塔の先端部を鉛直方向へ吊る計画とした。図-6に相伴クレーン導入後の試験計画を示す。主クレーンの吊位置がヒンジ部の直上となる97°まで主クレーンの吊荷重は180kNとし、相伴クレーンの荷重を徐々に増加させる計画である。97°以降は、主クレーンの鉛直方向への吊り上げは緩衝工の重心を組立側に戻すこととなるため、徐々に主クレーンの吊荷重を減少させる。重心移行角度116°時点で、主クレーンの吊荷重を120kN、相伴クレーン吊荷重を約73kNとする計画である。

5. 試験結果

表-1に角度ごとの作業内容、主クレーンの吊荷重の計画と結果を比較した表を示す。試験では、主クレーンの吊荷重をもとに各作業を実施した。相伴クレーンは吊荷重が180kNに達した後に導入したため、計画値より大きな値となっている。図-7に相伴クレーン導入以降の試験状況を示す。相伴クレーン導入後は、主クレーンの吊位置がヒンジ部の直上となる97°まで、相伴クレーンの吊り上げとそれに伴い吊荷重が減少する主クレーンでの旋回を繰り返し行った。吊位置がヒンジ部の直上となる97°では、減少した主クレーンの吊荷重を計画値付近まで戻し、主クレーンの吊荷重は約185kNとなった。直上以降はウィンチによる引き留め作業の開始まで相伴クレーンの吊り上げと主クレーンによる旋回を繰り返し行い、重心移行、最終的には架設まで完了した。なお、直上以降は主クレーンの吊荷重は最大でも約80kNであり、重心移行時は約47kNであった。試験では計画時に比べ、重心移行時の主クレーンの吊荷重が低くなったことと吊荷重が計画時と誤差があったことが挙げら

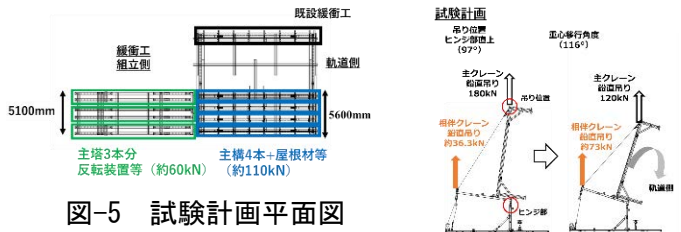


図-5 試験計画平面図

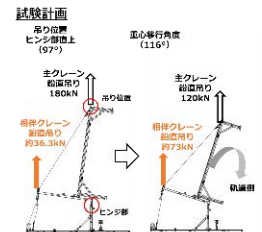


図-6 試験計画

表-1 試験結果

角度 (°)	作業内容	主クレーン吊荷重 (kN)	
		計画	結果
0	主クレーンによる吊り上げ	0	0
70	主塔が伸びきる	108.9	97.7
87	相伴クレーン導入	180	184.9
97	吊り点がヒンジ部直上	180	185.4
116	緩衝工の重心が軌道側へ移行	120	46.6

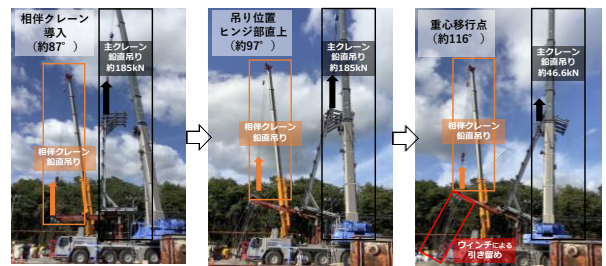


図-7 試験状況

れる。試験では主クレーンと相伴クレーンの荷重の受け渡しを計画のように細かく実施できなかったことや、旋回を行うと主クレーンの吊荷重を一定に維持することが難しかったためであると考えられる。

6. まとめ

本稿では、回転架設工法の緩衝工の重心移行までの吊り上げ方について、実物大試験を行うことで施工方法を検討した。緩衝工の重心を軌道側へ移行させる際、緩衝工本体をクレーンで吊り、クレーン1台では、回転させるための荷重を期待できないため、重心を移行させるためには、主クレーンで緩衝工を鉛直方向に吊り上げた後に、相伴クレーンにて主塔部を鉛直に吊るという2台のクレーンを使用することで施工が可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道（株）：新幹線の速度向上に向けた取り組みについて，2020.10.
https://www.jreast.co.jp/press/2020/20201006_ho01.pdf
- 2) 清野幹夫，小泉一人：新幹線速度向上に伴う微気圧波対策の設計・施工，平成22年度土木学会東北支部技術研究発表会，2011.3.
- 3) 空屋溪造，大塚隆人：トンネル緩衝工における回転架設時の解析検討，令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会，2022.3.