

線路下横断工における函体内掘削時の工程短縮と計測管理

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○浅野翔也 正会員 齋藤力哉
ジェイアール東海建設株式会社 正会員 高橋幸宏

1. はじめに

平成 20 年 8 月、愛知県岡崎市において 146.5mm/h の観測史上最大の時雨量が観測され、矢作川水系鹿乗川流域では、床上 22 棟、床下 664 棟の浸水被害が生じた（図 1）。これを受けて、愛知県を事業主体とした河川改修事業が実施されており、鹿乗川と東海道本線との交差部については線路下に新たな河川函体を、HEP&JES 工法¹⁾によって構築する計画となった。本稿ではこのうち函体内掘削に着目し、掘削手順を見直すことによる工程の短縮と、施工過程における計測管理を実施したので、その内容を報告する。

2. 工程短縮の課題

本現場の地下水位は函体上端付近と高い位置にあることから、函体に作用する浮力が大きい。そのため中央径間と側径間の合計 3 径間の土砂をすべて掘削した場合、設計上函体に浮き上がりが生じると判定されていた。このため、当初は図 2 のように中央径間の土砂を残して①側径間を掘削し、②護岸を構築することで護岸の重量で浮力に抵抗させた後、③中央径間を掘削する手順としていた（以下、当初案）。また、函体内を掘削するための重機用足場（以下、土足場）が必要であるが、当初案は土足場の盛替えが必要であった。

これに対して 3 径間同時掘削を実現させ、工程の短縮を目指した（以下、変更案）。これにより、函体内掘削と土足場の盛替え時間が短縮され、両案を比較すると約 3 週間の工程の短縮が見込まれた（図 3）が、浮力、リバウンドに対する課題があった。

2.1 浮力に対する検討

函体に作用する浮力は、荷重係数（ $\gamma_f = 1.1$ ）を考慮すると 28,594kN である。一方で函体内の土砂を全て掘削した際の鉛直荷重（軌道重量、土被り重量、函体重量）は 28,208kN であり、浮力が鉛直荷重を 386kN 上回る。これは中央径間に土を 20cm 程度残す重量に相当する。このため、後の掘削作業の省力化と浮力対策のため、浮力超過分以上の重量を有する個数のトンパックを函体内に残置することとした（図 4）。この対策によって 3 径間同時掘削が可能となり、3 週間の工程の短縮が可能となった。

キーワード HEP&JES 工法、リバウンド、計測管理

連絡先 〒450-6101 愛知県名古屋市中村区名駅 1-1-4 東海旅客鉄道(株)建設工事事務土木工事課 TEL052-688-7126



図 1 浸水被害概要

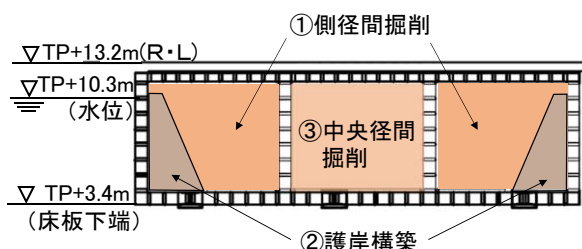


図 2 施工手順概要（当初案）

	工種	2月	3月	4月	5月	6月	7月
当初案	土足場	造成		盛替			撤去
	函体内掘削		側径間	作業規制		中央径間	
	護岸工				構築		
変更案	土足場	造成				撤去	
	函体内掘削		側径間・中央径間	作業規制			3週間
	護岸工				構築		

図 3 当初案と変更案の工程比較



図 4 浮力対策の状況

2.2 リバウンドに対する検討

掘削に伴い構造物が隆起する要因として、浮力の他に土荷重の除荷に伴う地盤のリバウンドがある。そこで、函体内掘削に伴うリバウンドの検討を行った。

作業の経過と隆起量の関係を図5に示す。当初案では(A)側径間の掘削で隆起し、(B)護岸構築中に一旦沈下、(C)中央径間の掘削で再隆起する。これに対して変更案では、(D)3径間同時掘削中に一気に隆起して最大値に達し、(E)護岸構築時に沈下する。最終的な隆起量は同等となるが、施工過程の除荷量が一時的に大きくなることから、施工中の隆起量は変更案の方が大きくなる。式(1)に示す排土荷重とリバウンドの理論式²⁾を用いると、リバウンドに伴う隆起量は函体中央部で12.5mm(以下、理論値)程度が見込まれた。

そこで、軌道や路盤の変位量を自動計測器で計測することで函体のリバウンド量を常時把握し、軌道整備目標値付近の軌道変位が発生した場合は軌道整備を実施することで列車走行の安全性を確保した。

3. 計測管理の結果とリバウンド量に関する考察

函体内掘削は、3月9日から4月20日までの43日間実施した。その際に測定した函体の隆起量の時刻歴を図6に示す。なお、計測位置は図7に示すとおりである。掘削開始から3月22日までは明らかな隆起傾向は確認できなかった(以下、相殺期間)。これは、上床版とそれを支持している函体内の土砂の縁が切れるまで、上床版のたわみに伴う沈下量と、リバウンドに伴う隆起量が相殺され、計測上は変位が生じなかったためと推察される。

4月20日の掘削完了後、4月24日に最大の隆起量である8.8mm(以下、実測値)が生じて以降は変位が収束し、理論値である12.5mmを下回る結果であった。この差は前述の推察から、相殺期間中に生じていた隆起量であると想定できる。そこで、掘削開始日から隆起が継続して生じていると仮定した場合の隆起量の試算を行った。3月22日以降の隆起量のグラフを平行移動すると、たわみ沈下による相殺量は約3.8mmと推定できる(図6)。実際のリバウンドに伴う隆起量はその値と実測値8.8mmの合計である12.6mmとなり、理論値と概ね一致する結果となった。

4. まとめ

函体内の掘削方法を3径間同時掘削とすることで、工程を3週間短縮できた(図7)。また、自動計測による軌道変位量を確認しながら施工管理を行うことで、確実に列車走行の安全性を確保することができた。これまで、掘削に伴うリバウンド量を実測し検証した事例が少なかったが、本現場からリバウンドの理論値と実測結果がほぼ同等となる結果が得られたことから、本稿が今後の同種掘削工事の参考となれば幸いである。

参考文献 1)鉄道 ACT 研究会：HEP&JES 工法技術資料,2013 2)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計標準・同解説 開削トンネル,2012

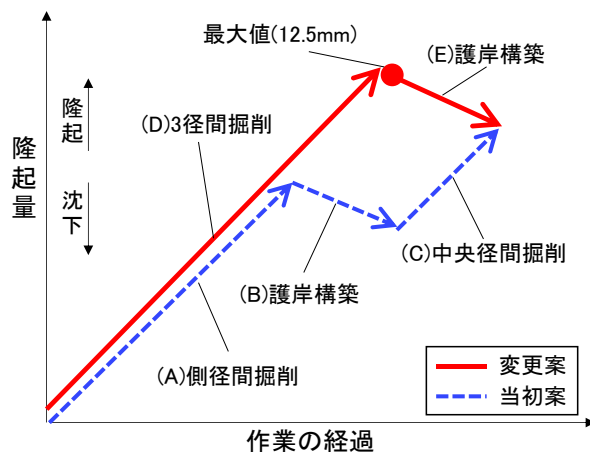


図5 作業の経過と隆起量の関係図

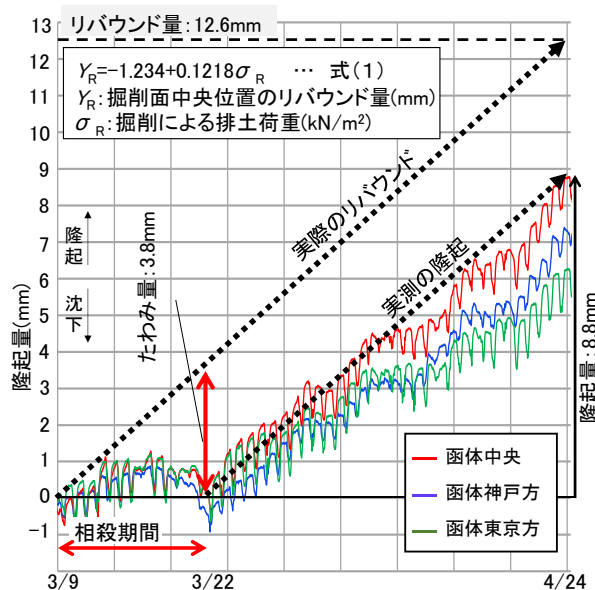


図6 隆起量の時刻歴



図7 3径間同時掘削の状況