

上り勾配における R&C 工法の施工について

九鉄工業株式会社 正会員 佐藤 俊治

1. はじめに

本工事は福岡県の計画する国道264号線のバイパス工事に伴う、JR 鹿児島本線及び久大本線下の立体交差事業である。線路下に4径間のボックスカルバートを R&C 工法にて築造する。今回、本工法で過去に事例の無い“FC プレート及び上部地山がけん引方向と反対方向に移動する”という事象が発生し、鉄道の安全輸送及び仮土留の崩壊が懸念された為、この事象及び発生要因について調査した。

2. 工法説明

R&C 工法は、浅い土被りにおいても、上部の構造物に影響を与えることなく施工できる非開削のトンネル型施工法である。予め、ボックスカルバートの外郭に沿って箱形ルーフと共に FC プレートと呼ばれる鋼板を推進する。その後、ボックスカルバートと箱形ルーフを置き換えるように、箱形ルーフを押し出しながらボックスカルバートをけん引する。この際、前述した FC プレートが函体のけん引作業に追従して到達立坑側へ移動するが、自動制御装置により発進立坑側へ引張られるので、FC プレートは常に定位置を保つことが出来る。その為、上部地山とけん引体との縁切りの役割を果たし、地山がけん引作業に追従して到達立坑側へ移動することを防いでいる。

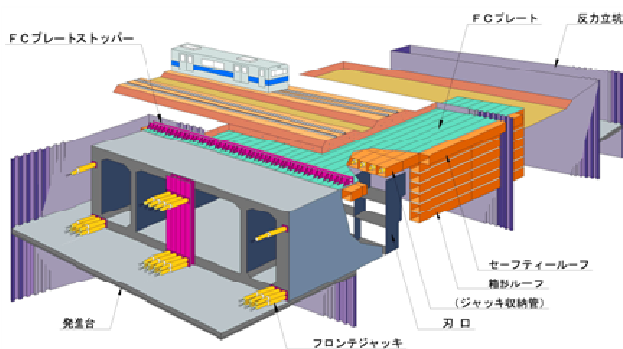


図-1 R&C 工法施工図

3. 現場の特徴

- 大断面（24.6m×7.3m）での施工。
- 急な上り勾配（2.651%）での施工。
- 平均土被り約1.2m。
- 地質：N値1～5の粘性土及び細礫層から形成。

4. 事象発生

- 箱形ルーフ推進時には、FC プレートが到達立坑側に移動したが、その後の函体けん引終了時には FC プレートが発進立坑側へ移動する現象が発生。
- 第1函体が地山に貫入した後も前記の現象が収まらず、発進立坑の山留材及び鋼矢板、FC プレート制御用桁材が発進立坑側へ変位。
- 到達立坑の山留材も発進立坑側へ変位し、到達立坑背面部の腹起しと鋼矢板の間に約5cmの隙間が発生。
- JR 鹿児島本線、久大本線の軌道の通りが発進立坑側へ変位。

5. 発生要因の調査

発生要因を特定する為、当初より行なっていた FC プレート自動制御装置による FC プレートの変位測定に加えて、函体変位計及び仮土留変位計を追加設置し、これら3つの計測結果をリンクさせて検討することとした。そして、「FC プレート」「函体」「仮土留」の3つのうちどれが最初に移動しているのかを把握することにより、この現象を最小限に抑え、安全に施工できる施工手順を検討することとした。

6. 計測結果

a) 函体変位計測結果

- ・箱形ルーフ推進時は、反力としている第1函体が0.5mm、第1函体推進時は、反力としている第2函体が3mm、第2函体推進時は、反力としている第3函体が7mm、それぞれ発進立坑側へ移動した。
- ・第1函体推進完了後、反力としている第2函体との推進ジャッキを解放した時2mm、第2函体推進完了後、反力としている第3函体との推進ジャッキを解放した時4mm、第3函体けん引完了後、けん引ジャッキを解放した時0.5mm、それぞれ発進立坑側へ移動した。

Keyword：R&C 工法、大断面ボックスカルバート、急な上り勾配

Address：〒812-0016 福岡市博多区博多駅南 6-3-1

Tel：092-441-4243

b) FC プレート変位計測結果

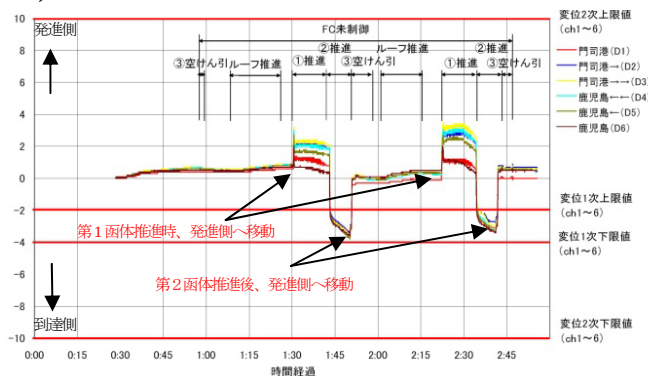


図-1 FCプレート変位グラフ

c) 仮土留変位計測結果

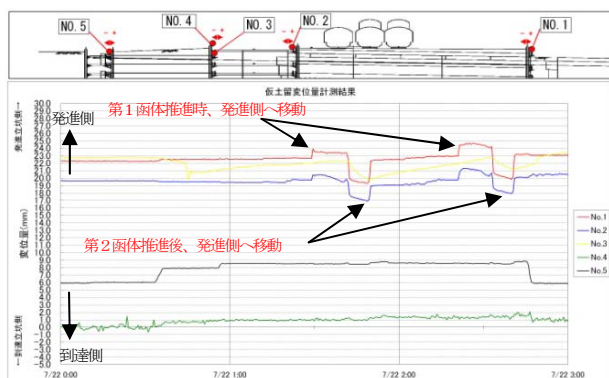


図-2 仮土留変位グラフ

7. 発生要因

計測結果から、函体が発進立坑側へ移動する為、追従してFCプレート及び上部地山も発進立坑側へ移動していることが分かった。この、函体を発進側へ移動させる原因として以下の3項目が挙げられる。

- (1) 箱形ルーフ及び函体推進時に、反力となる函体の反力不足により発進立坑側へ変位する。
- (2) 函体推進時に函体周りに発生した地盤とのせん断反力により、油圧ジャッキ圧力解放後、函体が発進立坑側へ変位する。
- (3) 当現場特有の大断面における2.651%の縦断勾配が上記の2要因を助長した。

8. 対策の検討

発生要因から、「函体の後退量を抑える」ことで、変位を抑えることが出来ると考え、推進けん引完了後もジャッキ圧力を保持することとした。また、施工サイクルの変更により、FCプレートが発進立坑側へ戻ってくる量よりも大きく到達側へ変位させることが出来ると考えた。

【当初施工サイクル】

箱形ルーフ推進→第一函体推進→第二函体推進→第三函体けん引

【新しい施工サイクル】

第三函体けん引（ジャッキ圧力保持）→箱形ルーフ推進→第一函体推進（ジャッキ圧力保持）→箱形ルーフ・第二函体同時推進→箱形ルーフ・第三函体同時推進

9. 結果

施工サイクルを変更した結果、推進けん引後もジャッキ圧力を保持することにより函体の後退を抑え、箱形ルーフと函体の同時推進により、FCプレートを大きく到達立坑側へ移動させ、発進立坑側への移動を防ぐことが出来た。

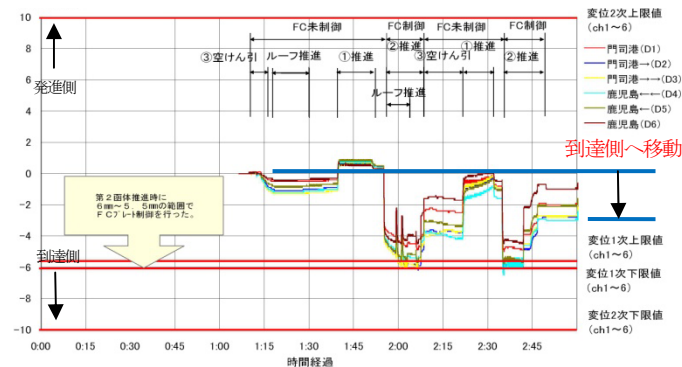


図-3 施工サイクル変更後のFCプレート変位グラフ

10. おわりに

R&C工法において、大断面で粘性の強い土質における急な上り勾配の施工では、本件のように函体がバックする現象が発生することが分かった。今後、このような条件の場合、事前に設計施工において対策を十分検討しておく必要がある。

参考文献

- 1) アンダーパス技術協会「R&C工法」。

URL: <http://www3.ocn.ne.jp/~randc/index.html>