

FCB および EPS を盛土材としたプレトンネルカルバートの施工

(株)高速道路総合技術研究所 交通環境研究部 環境・緑化研究室
 中日本高速道路(株) 横浜支社 沼津工事事務所
 大成建設(株)・不動テトラ(株)・安藤建設(株) 建設共同企業体
 大成建設(株) 土木設計部

正会員 山本 稔
 唐澤 剛
 正会員 安藤 肇 今中 晶紹
 正会員 箱石 安彦 ○柿原 孝一郎

1. プレトンネルカルバート工法 における変状

第二東名高速道路富沢トンネル工事では、明かり部のカルバート工が高盛土となることから、プレトンネルカルバート工法¹⁾で計画された(図.1)。当工法は、盛土前に一次支保(鋼アーチ支保工、吹付けコンクリート)を型枠として構築し、その一次支保の外周にアーチ状に軽量盛土材としてFCB(気泡混合軽量土)(表.1)を打設し、盛土時には主にFCBのグラウンドアーチ作用によって内空を保持して、盛土完了後にその保持された内空にカルバート躯体を構築する工法である。本工事ではFCBを施工完了した時点で、支保工の天端がたわみ、吹付けコンクリート天端部ではトンネル軸方向に1条のクラックが発生し、さらにはFCB自体にクラックが発生した。そこで、逐次盛土解析(二次元FEM)を行った結果、FCB内の主応力(最大圧縮主応力)の流れがトンネル周方向に流れていない結果であった(図.2)。これらのことから、FCBにグラウンドアーチは期待できないと判断し、FCBが盛土荷重に抵抗する考え方を断念し、FCBは盛土材と同様に支保工や覆工に荷重として作用する考え方に変更した。

2. EPS 盛土

FCBも盛土材と同様に荷重として考えることから、支保工および覆工に作用する盛土荷重の低減を目的とし、トンネル直上ではEPS(発泡スチロール材)ブロックを盛土材として用いた(図.3)。なお、一般に高盛土下のカルバート躯体に作用する鉛直土圧はトンネル直上の盛土とトンネル直上外の盛土の相対変位に起因して土被り圧より大きい土圧が作用する考え方がとられるが³⁾、本工事ではトンネル直上に設置したEPSとトンネル直上外の盛土とは縁が切られると考え、先のような鉛直土圧の増加は考慮しないものとした。

3. 盛土時の計測管理

(1) 計測管理

各盛土段階において、支保工の応力を測定し、その応力が短期許容応力度以下であれば盛土続行可とする計測管理とした。支保工応力については、変状の確認されたFCB完了時より計測を開始したため、応力増分値の計測とならざるを得ず、支保工応力の増分値に管理基準値を設けた。なお、FCB完了時において既に発生

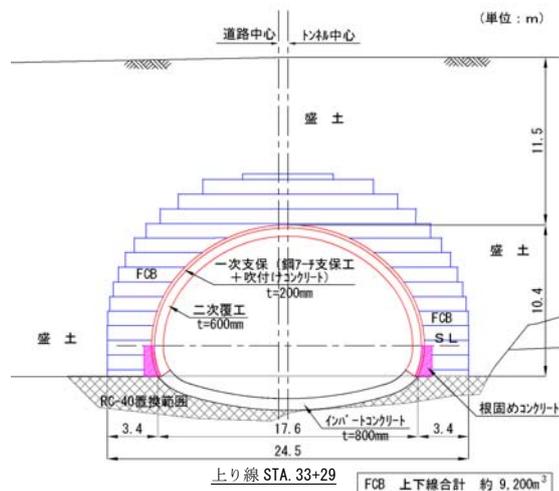
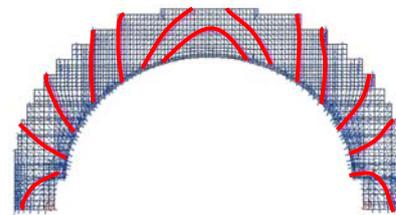


図.1 当初計画図

表.1 FCBの配合

1m ³ 当り使用材料					比重 (g/cm ³)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
セメント (kg)	骨材 (kg)	混練水 (kg)	気泡剤 (kg)	希釈水 (kg)			
278	278	221	1.94	27.2	0.81	55	1.0



FCB完了時

※—は主応力方向を連ねた線を示す。
 図.2 FCB内の主応力図(FEM結果)

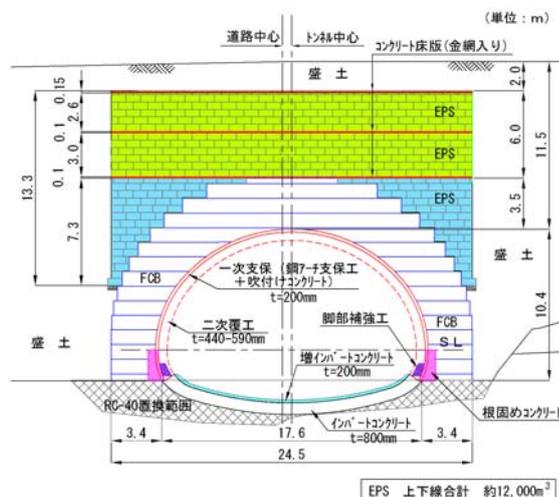


図.3 EPS盛土を併用した対策概要図

キーワード トンネル、カルバート、高盛土、FCB(気泡混合軽量土)、EPS

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株) TEL03-5381-5296

している支保工応力は、フレーム解析(図.4)で求めた値を仮定した。(2)支保工応力の計測結果および考察

盛土完了時における支保工の軸力分布(図.5)および曲げモーメントの分布(図.6)を見ると、軸力の計測値は解析値と概ね一致したが、曲げモーメントの計測値は解析値より小さい結果であった。曲げモーメント計測値が解析値より小さい原因として、当初設定したフレーム解析モデル

(図.4)ではアーチ部に地盤反力ばねを考慮していないのに対して、実際はFCBが支保工の反力となったことや、側圧が設計荷重より大きいことなどが推測される。FCBの反力による地盤反力ばね値や側

圧係数をパラメータとして解析を行った結果、FCBに反力を期待し、FCBの変形係数の10%相当の地盤ばね反力を仮定した場合(図.7)に解析値が計測値と概ね一致した(図.8、図.9)。この結果から、FCB(特に側方部)に反力を期待できる可能性があると考えられる。なお、支保工応力は管理基準値(短期許容応力度)以下であった。

4. 終わりに

FCBに変状が発生した以降は、プレトンネルカルバートの設計の考え方であるFCBを構造体とする考え方を変更し、FCBを構造体ではなく荷重として考え、支保工や覆工でそれらの荷重を支持する考え方とした。しかし、盛土完了時の支保工応力などの計測値は解析値よりも小さい値であったことから、鉛直荷重として考えていたFCBでも何らかの構造体として支保工や覆工に作用する荷重を低減させる効果に寄与したと考えられる。本事例より、高盛土となるカルバートにおいては、FCBとEPSの併用も有効な一工法であることが示唆されたと考えられる。ただし、FCBの盛土荷重に抵抗するメカニズムについては現段階では明確ではなく、今後は例えばFCBの内部応力を計測してみる等の検討を重ねていく必要がある。本工事にあたって技術的指導をご教示いただいた技術検討会の各委員および工事関係者各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) プレトンネルカルバート工法施工報告書 H16.3 日本道路公団静岡建設局沼津工事事務所
- 2) EPS工法設計・施工基準書(案) H14.5 発泡スチロール土木工法開発機構
- 3) 設計要領 第二集 橋梁・擁壁・カルバート H11.7 日本道路公団

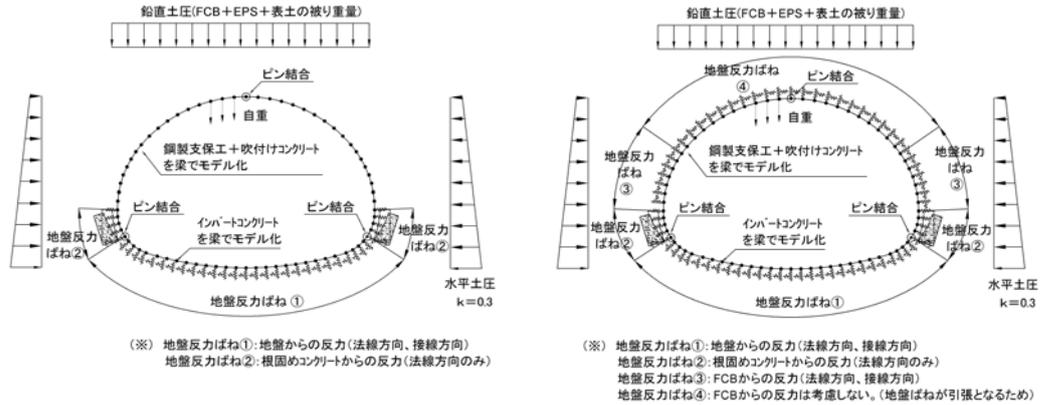


図.4 フレーム解析モデル図

図.7 フレーム解析モデル図 (FCBによる反力を考慮した場合)

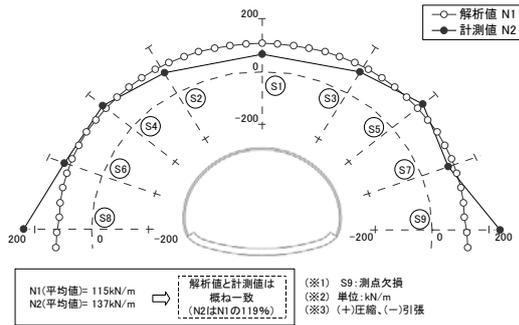


図.5 支保工の軸力分布図(上り線 STA. 33+29)

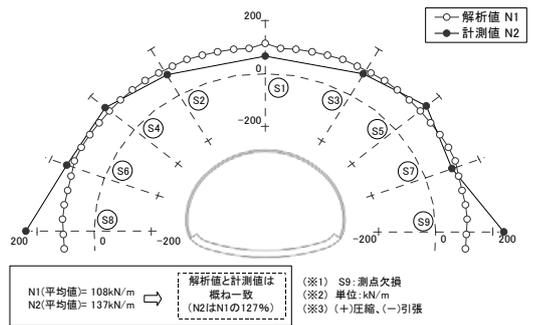


図.8 支保工の軸力分布図(上り線 STA. 33+29) (FCBの反力を期待した場合)

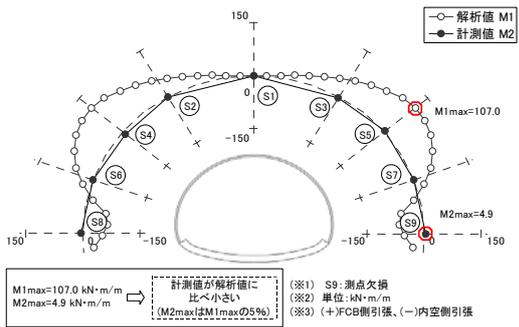


図.6 支保工の曲げモーメント分布図(上り線 STA. 33+29)

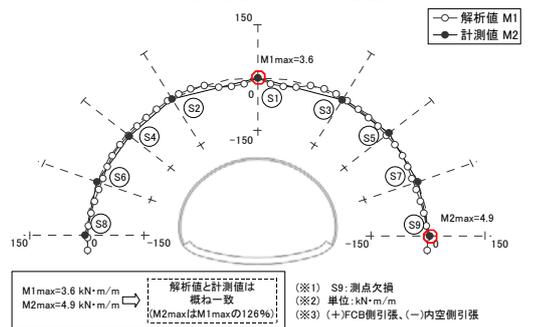


図.9 支保工の曲げモーメント分布図(上り線 STA. 33+29) (FCBの反力を期待した場合)