

第 11 回 福岡市地下鉄七隈線建設技術専門委員会 議事録

日時 平成 30 年 7 月 4 日（水） 13 時 30 分から

場所 福岡市交通局 4 F 大会議室

議事等

- 七隈線延伸事業の進捗状況について（報告）
- 道路陥没部やトンネル坑内の状況について（報告）
- 坑内水抜き計画について（討議）
- 土砂撤去計画について（討議）
- 掘削計画について（討議）

（事務局）

それでは定刻となりましたので、ただ今より第 11 回福岡市地下鉄七隈線建設技術専門委員会を開催いたします。

はじめに福岡市交通局理事よりご挨拶を申し上げます。理事、よろしく申し上げます。

（交通局理事）

それでは一言ご挨拶申し上げます。

委員長をはじめ、委員の皆様におかれましては、大変お忙しい中、お集まりいただきまして誠にありがとうございます。

七隈線延伸事業についてでございますが、後ほど工事の進捗等をご報告させていただきますけれども、各工区とも安全を第一に工事に取り組んでいるところでございます。

本日は、工事の進捗状況やナトム区間の現状、そして地盤改良完了後に行います水抜き、土砂撤去、そして掘削の方法などにつきまして、ご討議をいただければと思っております。

交通局といたしましては、委員の皆様方からの忌憚のないご意見ご助言をいただき、今後の施工計画に反映させていただきますとともに、そして何よりも安全を最優先に着実に事業を進めてまいりますので、よろしく願いいたします。

（事務局）

ありがとうございました。本日ご出席いただいております委員の皆様につきましては、お配りさせていただいております座席表の通りでございます。時間の都合上、これも

ちましてご紹介に代えさせていただきたいと思いますが、人事異動等により、今回より新しく委員に就任していただきました大阪市高速電気軌道株式会社の植林様、同じく新しく委員に就任して頂いております九州旅客鉄道株式会社の吉野様におかれましては、ご都合により本日はご欠席となっております。

それでは議事の都合上、頭撮りは以上とさせていただきます。報道機関の皆様にはご退出をお願いいたします。なお、本日の議事につきましては、本日 19 時から福岡市役所本庁舎 10 階の記者会見室で記者会見を行いますので、どうぞよろしくをお願いいたします。

それでは次に、資料のご確認をさせていただきます。まず A4 縦の「議事次第」「本委員会の資料の取り扱いについて」「座席表」「委員名簿」「予定スケジュール表」の 5 種類がございます。本日の報告資料といたしまして、A3 横綴りの「1. 七隈線延伸事業の進捗状況について」「2. 道路陥没部やトンネル坑内の状況について」の 2 種類。討議資料としまして、「3. 坑内水抜き計画について」「4. 土砂撤去計画について」「5. 掘削計画について」の 3 種類でございます。最後に討議に関する参考資料といたしまして、A3 横綴りの「参考資料」。以上でございます。

資料に不足等がございましたら、恐れ入りますが、お知らせください。よろしいでしょうか。

本日のスケジュールでございますが、予定スケジュールのとおり議事の途中で一度休憩を挟み、最後に本日のとりまとめをお願いしたいと考えております。それでは、これより進行を委員長をお願いしたいと思います。委員長、よろしくをお願いいたします。

(委員長)

本日はこうして集まっただき、本当にありがとうございます。後でご報告ございますけれども、地盤改良工事ですが、かなり進行してまいりました。この先のスケジュールでは、その完成を待って、水抜き、それから土砂撤去などの段階に進むわけで、これはもう数か月先にそういう状態になるわけでございますから、ちょうどこのタイミングで、その辺のやり方について皆様に知恵を今日は頂くというのが主旨でございますので、よろしくお願い申し上げたいと思います。ただ、お手元の資料を見てもわかりますように、かなり大量な資料がありまして、これを 3 時間でやれというのが交通局の意向のようなのですが、そのとおりにやれるのかどうかはわかりませんが、大体そのような大まかな目途のもとで進行させていただこうかなと思います。しかし次の作業に進めない状態で、今日を終わるといことはできませんので、その辺で多少延びたりするということはあると思いますが、その節はよろしく申し上げます。

お聞きすると、途中退席しなければならないという委員の方もいらっしゃるようで、それは仕方ないことだと思いますが、積極的にご発言いただきながら進行させていただきますので、よろしくをお願いいたします。

それでは、順を追って議題をかけていきますが、最初に、お手元の議事次第にございますけれども、報告事項が2つほど挙がっております。時間の節約を少しでも図りたいので、この報告事項1と2は一緒にお願ひしましょうか。あとの討議事項はそれぞれ個別に説明していただくようにします。では最初の説明をお願ひいたします。

(交通局)

七隈線延伸事業の進捗状況の、まず一番上の全体スケジュールのところを簡単にご説明させていただきます。

まず1頁目をお願ひいたします。

全体スケジュールでございますが、七隈線延伸事業、こちらにつきましては、2011年度(平成23年度)から事業化に向けた取り組みを開始してございまして2013年度より工事に着工しているところでございます。これまで2020年度(平成32年度)の開業を目指して事業を進めておりましたけれども、一昨年の11月8日に道路陥没事故を発生させておりました、これを受けまして、開業時期につきましては2022年度の見込みとなってしまったというものでございます。また、全体事業費につきましても、陥没事故の影響と、更に、物価上昇などの社会情勢の変化による影響などで、当初想定しておりました450億円から、約587億円に増加する見込みとなったという事でございまして、こちらにつきまして本日この場でご報告をさせて頂きたいと思ひます。続きまして、2番目の工事の進捗状況につきまして、ご説明をさせていただきます。

1頁の工事の進捗状況の概要図につきましては、以前と同じものでございますので、2頁をお開きください。ここからナトム部を除きます工事の進捗状況についてご説明させていただきますと思ひます。

まず、2頁は中間駅西・東工区の進捗状況を平面図・縦断図・横断図で表しているものでございます。工事の進捗状況としましては、本年5月に出入口以外の駅部の掘削が全て完了しまして、現在、躯体の底盤部分の構築工事を行っているところでございます。なお、今後はシールド工事の発進立坑として利用します部分の駅舎構造物を完成させまして、来年の春頃には、まず西工区のシールドを天神南の方向に発進させるよう予定としておるところでございます。

3頁をお願ひいたします。

先程ご説明しました中間駅西・東工区の占用状況の写真等を表しておりますけれども、上段が占用状況を表しておりますけれども、現在、西工区につきましては、はかた駅前通り線の道路中央側を占用しております。また東工区につきましては、出入口の関係等

によりまして、道路の北側を占用して工事を進めているところでございます。写真の下段の方に底盤コンクリートを打設した状況の写真を表しておりますけれども、下段の左側の方が、コンコース階の底盤コンクリートを打設した時の状況。下段右側が、軌道階の底盤コンクリートを打設した状況となっております。

4頁をお願いいたします。

こちらが、博多駅工区の開削部の進捗状況を平面図と横断図で表しているものでございます。こちらにつきましては、工事の進捗としまして、地上より約21m部分まで掘削した位置をアンダーピニングの施工基面としまして、地下構造物の仮受工事を行っているという状況でございますけれども、JR地下街部といわれる部分の仮受は全て完了しまして、現在は、空港線の連絡通路部、それとパイプルーフ部の仮受工事を行っているところでございます。仮受した本数としましては、今現在として181本の仮受が終わりまして、全体292本ございますので、約62%、6割程度が、仮受完了しているというところでございます。なお、パイプルーフ部を今ブロック2というところを進めておりますが、ブロック3の部分につきましては、ナトムと接続する箇所となっておりますので、この部分の施工につきましては、ナトムの水抜き完了後に施工する予定となっております。

5頁目をお願いいたします。

博多駅工区の状況の写真でございますけれども、占用状況を上段の左の方に表しております。住吉通りの道路地上部を占用して工事を進めているところでございます。上段右の写真が、JR地下街部を仮受したところの写真でございます。下段の左が、空港線の連絡通路部。そして、最後に下段右側がパイプルーフ部の仮受状況の写真となっております。簡単でございますが、工事の進捗状況について、ご説明を終わりたいと思います。

続きまして報告資料2という事で、道路陥没部やトンネル坑内の状況について説明いたします。内容につきましては、2つございまして、1番目に工事の状況、2番目に計測状況という事で説明してまいりますので、よろしくをお願いいたします。

2頁をご覧ください。

2頁では、これまでの陥没事故後からのもので、時系列にまとめたものでございますが、各委員会や、追加の地質調査などのイベントを左側に記載しております。それから真ん中の右側にあります黄色いハッチ部分には、トンネル坑内の状況や、地下水位、地表面沈下の状況を記載しております。総じて特にこれまで大きな変化は無かったことを示しております。

3頁をご覧ください。

道路陥没部の現在の工事状況でございますが、地盤改良工事として高圧噴射攪拌工の施工中でございます。真ん中に緑色の地盤改良概要図というものがございます。平面図上の緑色のハッチ部分が、現在、高圧噴射攪拌工を実施している部分でございます。紫色の細長い上下にある横に長い部分は薬液注入工のエリアでございます。その下に縦断図がございまして、高圧噴射攪拌工でトンネルの上に人工岩盤を造るよう、流動化処理土を囲むような形で改良体を造成しているところでございます。最後に、横断図がございまして、ここでは、民地側が狭いので、薬液注入工でピンクの縦長の壁を作りまして、これで止水機能を付与します。地盤改良の機能としましては、止水機能の付与と岩盤の強化ということでございますので、このような内容になっております。地盤改良の概要につきましては、左下に記載のとおりでございます。

それでは、4頁をご覧ください。

水色のハッチがかかった分が、既に高圧噴射攪拌工の改良体が造成済みの箇所でございます。現在、全107箇所のうち、67箇所が完了しておりまして、概ね63%の進捗でございます。図面の上から下に進めてまいりまして、次は真ん中の白抜き部分の両側ということで、最終的には崩落孔の一番不安定な部分は最後に回して工事をやっていくというような事進んでおります。

5頁をご覧ください。

ここでは地盤改良体の機能確認調査についてご説明いたします。左上の平面図をご覧ください。緑色と赤色のハッチの4箇所は、改良体の円周上に透明な管を設置しまして、その中にカメラを挿入して、高圧噴射攪拌工の噴射が届いているかどうかを確認した箇所でございます。既に概ね良好であった事を確認しております。一方、星印が赤と黄色、青とございますが、この位置では、ボーリングを行いまして、コアを採取して、改良の連続性を確認するとともに、期待する強度や透水係数を確認します。また、特に崩落孔付近はピンク色の楕円形で中心部分を示しておりますけれども、ここは落下した異物もありまして、より確実な改良が求められるわけですが、まず赤い星印の箇所で採取したコアについて、一軸圧縮強度と弾性波速度を測定しまして、その相関をあらかじめ把握しておきます。次に、黄色の星の部分で、原位置における速度検層を行いまして、赤い星印の相関を用いて、この黄色のボーリング孔周辺50センチ程度の改良強度を求めまして、崩落孔部分については、密に盤としての機能を確認するように、少し工夫をして確認していきたいと考えております。それから青色の星印でございますが、真ん中に3つ並んでおりますけれども、層別沈下計をD2層の上部まで設置して、水抜き時の挙動を監視するほか、同じ青色のD-2番では、トンネル坑内改良後に、改良体に傾斜計を

設置しまして、坑内からの土砂撤去時における改良体の挙動を監視出来るようにしておきます。星印の箇所では、改良不足が確認された場合は、薬液注入工による補足注入を行ってまいります。平面図の左側の上下に赤字でコア採取済みとある箇所は、コア写真等の資料を次頁以降に示しております。

6頁と7頁はコアの確認時に見ていただいた資料と同一のものですが、両方とも概ねセメント系の改良が出来ておるといふようなところが見て取れます。一部割れた形のとこがありますが、コアの採取中に砕けてしまったため、概ねD2層には改良体が岩着しているといふようなことが確認されております。強度につきましては、6頁の1本目の強度は既に得られておまして、設計強度の $1\text{MN}/\text{m}^2$ に対して、 $5\text{MN}/\text{m}^2\sim 9\text{MN}/\text{m}^2$ といふかなり大きめの強度が得られた状況でございます。

それでは、9頁をご覧ください。

9頁は、これまでの委員会でも、ご報告してきました、トンネル坑内の掘削状況でございますが、グレーの部分は掘削済みで、白い部分はまだ掘削してないといふところでございます。今までどおり変化はございません。

10頁をお願いします。

10頁では、現在の計測状況につきまして、配置平面図を示しております。ここからが2番目の計測状況になります。丸印、線で結ばれた丸印は、地表面沈下でございます。トンネルを横断するように、概ね3点ずつほど、地表面沈下を測っております。それ以外には、各種沈下計や土砂部や岩盤部、立坑の水位、水頭などを、トンネルを包含するような形で測っているところでございます。

続きまして11頁をお願いいたします。

11頁では、地下水位の計測状況を示しています。上のグラフは土砂部水位を表しています。特に土砂部につきましては、大きい変化はないことが見て取れるかと思えます。次に下のグラフは、岩盤水頭を表しています。所々、④番で黄色いハッチを示しているところにつきましては、博多駅側の開削部でアンダーピニングの杭を施工するため、削孔すると水が出ますが、その時に岩盤水頭は一度低下しますが、杭の施工が終わりますと、回復をするといふことを繰り返しては来てはおりますけども、特に大きな変化はそれ以外には認められていないといふ状況になっております。それから、最下段には、トンネル縦断を示しておまして、地下水の状況と、トンネル上部に遮水層であるD2層の分布が黄色いハッチで示しているものでございます。

最後に12頁をお願いいたします。

12 頁は、地表面沈下の状況を示しております。地表面沈下は、下のグラフで表現しておりますが、一番上が 0 で原地盤ということになります。下に凸になるほど、地表面沈下が大きいと見ていただければ結構と思います。右下の凡例が示しますように、青色の線が陥没前でございますが、それ以降の 2017 年 10 月末や 2018 年 5 月末について、緑やオレンジの線は 1～4 mm 程隆起したような傾向が見られる状況です。

以上で報告資料 2 の説明を終わらせていただきます。

(委員長)

補足ですが、11 頁の図で、最近になって地表面の水位が上がってきている点については、雨水の影響と言うより、地盤改良工事による影響なので、気にしなくていいということですね。

今の説明で何か不明な点等ありましたでしょうか。半年ぐらい前から、地中の水位、地表面沈下については、似たような図がずっと続いているという現状ですね。それに改良体加わってきたということですが、何か質問はございませんか。

(委員)

6 頁を見ると 5 倍から 10 倍の強度が出たということですが、例えば他の現場で同じ工法を採用した際に、大体これぐらいの強度が出る工法なのか、今回の現場は固化剤を多く入れているとか、通常の高圧噴射攪拌工と比較してどうかなど、コメントがあればお願いします。

(大成 JV)

今回の工法は、本工事の博多駅開削部の窓開きの欠損部も同じ工法でやっていますが、そこで 5MN/m^2 から 10MN/m^2 という数値が出ています。設定強度としては 3MN/m^2 で、地質によって下回ることもありますけど、私の経験的には、だいたいこれぐらいの幅に入ってくると考えています。

(委員長)

今、 5MN/m^2 ですよ。流動化処理土のところも似たような強度ですか。

(大成 JV)

そうです。

(委員長)

そうすると大体一体化したような盤が上から下まで出来ている。問題はその下の D2 層の強度がどれくらいあるのかということになります。

(委員)

〇〇委員の質問とも関係しますが、一応、目標の強度よりもかなり強くなっているということなので、強度的には安心の要素ですが、それぞれの層の強度が砂層と砂礫層と粘土層で3倍ぐらい違いますよね。これは意図的にそのようにされたのでしょうか。結果としてこのようになったのですか。

(大成 JV)

この工法は、完全置換ではなく、高圧水で切った現地発生の土砂と、注入したセメント水を攪拌しながら、造成体を形成するのですが、地質によっては、粘土層の部分、砂質層の部分、それに混入する割合、こういったもので多少強度がバラついてくるといいう工法になります。ただ今回の地質では、博多駅前でも同じぐらいのバラつきが発生していますので、地質に起因するバラつきだと考えています。

(委員)

分かりました。これをバラつきというのかというのはありますね。礫層は結構バラついているように見えますけど。

(大成 JV)

まだ2本ですが、これからコア数を増やして、その辺の深さとコアの位置を鑑みて、ある程度整理できるものと考えています。

(委員)

もうひとつは、強度を発揮させるということと、水を通しにくくするという目的があるわけですね。その中で、地盤改良をしている時の水の流れですね。地下水位はそんなに影響していないという話がありましたが、地盤改良した部分には基本的に水が行かないようになり、その水はどこかに流れてまわっていくわけですね。そういった地下水位の流れに関する観測はイメージされていますか。

(大成 JV)

現状ではまだ細かく計画しているわけではないですが、改良体のそばに観測井は今も生きていますので、その辺の流向、流速について、造成体がしっかりできて、水の流れを完全に遮断するような形状になった時には、ご指摘のあったような計測、観察を実施していきたいと思います。

(委員長)

では、そのようにお願いいたします。

(委員)

資料の2の5頁，地盤改良体機能確認調査ということで，その赤い星のところの結果を活かして黄色の星のところに反映しようということですかね。盤構造がきちんとできているのかということの確認ということなので，この辺の結果をきっちりとまとめていただければと思います。

(委員長)

出てきた結果をよく観察して，まとめていただきたい。よろしく申し上げます。

それでは，報告事項はご理解いただいたということで，討議事項の方に移らせていただきたいと思います。最初の議題，水抜き計画について説明をお願いします。

(大成JV)

説明をさせていただきます。

資料については，「3. 坑内水抜き計画について」と書かれているものを中心に一部，参考資料を用いながら説明をさせていただきます。

まず，水抜きですけれども，現在トンネル坑内は地下水で満たされている状態にあります。これは資料2の11頁でも書かれていました。立坑は水深がT.P.90.9mというところにごさいまして，最終的に水を抜くという行為は，立坑の底盤T.P.75.236mまで下げますので，16mぐらい下げることになります。この資料では各種，昨年秋に委員会でご討議いただいた検討事項に加えて，様々な検討を加えた後にリスク評価をしたり，計測計画をたてたり，水抜きのスピードを決めたりするものになっております。

では，まず資料2頁をお願いします。

2頁では，これまでに検討してきたこと，また，これから検討することのフローを示しております。左側に大断面トンネル部，右側に標準から3連トンネル部，上から緑の破線で囲ったところが前回の委員会で討議いただいた範囲，これは代表物性値による様々な検討によるものです。中段の赤色の実線，黄色の破線で囲った範囲が，今回討議の範囲ですが，これは代表物性値に加えて物性値を少し振ってパラメータスタディをした結果や，具体的にリスクケースを3ケース加えた結果での検討によるものです。これらの検討結果を，後の水抜き，土砂撤去時の計画に反映させております。

3頁をお願いします。

水抜きに関する検討フローを少し具体的にご説明します。まず，上段の方の前回の技

術専門委員会と書かれているグレーの範囲ですけれども、まず各種、地質調査に引き続いて施工時のデータの整理を行った後、水を抜くという行為に対してどのようなリスクがあるだろうかということで、主にA、B、Cの3つのリスクを想定して様々な検討を行いました。

まず、「A. 水頭差に対する安定性」について、土砂部の水位が維持されたまま岩盤の水頭だけが落ちてきますので、この水頭差に関して地山が安定しているかどうかということを検討しました。次に、「B. D2層の浸透破壊抵抗性」について、トンネル天端部の止水性を担っているD2層が、浸透破壊に対する抵抗性を持っているかどうかについて検討しました。最後に「C. 坑内負圧に対する安定性」につて、水抜きにあたって坑内、様々な断面のトンネルがございしますので負圧が発生することに対する安定性を持っているかどうか、これらの3つのリスクに対して検討を行いました。

前回の委員会では、代表物性値に基づいて各断面6断面でのFEM解析による検討や、手計算による曲げ、せん断、浸透破壊等の検討を行いました。今回は、それらに引き続いて、感度解析と書いてありますが、FEM解析による物性値を各種、単独で変化させたケース、計36ケースを実施しております。また、それに引き続きリスク解析と書いていますが、具体的な現象を3つほど想定して計算を行いました。

これら検討結果に基づき、最終的に水を抜くという行為に対してのリスク評価をするとともに、対策工の必要の有無等の検討を行っております。その後、フロー左に進んで、実際にどのようなスピードで水を抜いていこうかということや、フロー右に進んで、その時にどのような計測をしていこうかという点をご説明いたします。

資料5頁をお願いします。

まず、各種の検討に進む前に現状の整理をいたします。ここに記載されているものは、これまでの計測結果並びに掘削時の状況です。上段には地質の縦断が書かれており、トンネル上部に黄緑色で示しておりますD2層、標準II型トンネルから3連トンネルに向かってグレーで示しております炭質頁岩層、地質的にはこの2つの層が目すべき地質となります。中段には、先程も説明のありました変形、地表面沈下の変形状態を示しております。ここでは、標準II型トンネルのあたりで最大47mm沈下があるという情報に加えて、赤の破線は掘削時に計測していたトンネルの天端沈下量、標準II型トンネルで最大35.1mmの沈下があるという計測結果がございました。さらに下段には、トンネルの縦断図を示しております。断面積であれば大断面トンネル部並びに標準II型トンネルといわれる所が140m²~150m²の非常に大きなトンネルであり、インバートまで掘削しますとそこにコンクリートを施工しますので断面閉合がなされるわけですが、大断面部から標準II型トンネルの3断面については、まだインバートは掘削していませんので断面閉合がなされていないという状況です。逆に3連I型、II型は断面閉合がなされているという状況にあります。

岩被り並びに炭質頁岩層の厚さについては、記載のとおりでございます。また、トンネル掘削時には標準Ⅱ型から3連Ⅰ型のあたり、ここに切羽の安定対策工を実施しております。

6頁をお願いします。

6頁は、今回行った検討をまとめたものです。上段から基本検討、これは前回委員会でご説明した内容でございます。中段の感度解析並びに下段のリスク解析が、今回検討した結果でございます。検討結果は数が非常に多いので参考資料の方で代表ケースについてご説明させていただきます。

参考資料の4頁をお願いします。

頁に記載しておりますのは、基本検討ケース、すなわち、去年の秋の検討委員会でご説明したケースとなります。標準Ⅱ型を対象に代表物性値で行ったFEM解析の結果を示しております。

表上段の地山の項目における図は、地山の応力状態を示す局所安全率分布を表しており、中段の支保の項目には、支保工に発生する応力を、下段にはコメントを示しています。表左側から掘削完了時、中央が水抜き前、つまり現在の状況。右側は水抜き後の状況を示しています。

まず、上段に示す地山の項目における図ですけれども、水抜き前と水抜き後を比較していただくと、水抜き後にはトンネル上部に局所安全率の回復が見られます。これは、元々、標準Ⅱ型の天端や肩部に水色の局所安全率1.0を少し下回るような水色の分布があるのですが、水抜き後には概ね紺色、つまり局所安全率1.0以上の安全率に回復しているという応力状態であることが分かります。更に、支保の項目を見ていただくと、発生応力は水を抜くことによって若干は増加するものの、いずれも設計基準強度並びに降伏強度には達しないということが予想されます。このような結果を鑑みて、去年、委員会では水を抜くという行為が、直ちにトンネル坑内及びトンネル周辺の地山を不安定化させるようなリスクが顕在化することは考えにくいというご意見をいただきました。

参考資料の5頁をご覧ください。

代表物性値について、様々な物性値を変化させたパラメータスタディケースの一例をここに示しております。解析断面は先ほど同様、標準Ⅱ型のトンネルでございます。パラメータは、トンネル天端部に位置するD2層といわれる強風化頁岩層の変形係数を調査で得られている最低の物性値まで落とした結果になります。地山の項目における上段の図は、先ほどご説明した代表物性値による基本検討のもの。下段の図はリスク解析、すなわち、D2層の変形係数を最低にしたものを示しています。掘削完了時と水抜き前、水抜き後の各々上段下段の図を比較しますと、下段の図のほうでは、トンネル周辺の地

山に赤色で示されている局所安全率の低いところが分布するということが見て取れます。ただし、下段のリスク解析項目における図に着目し、水抜き前と水抜き後を比較すると、やはりトンネル上部の応力状態は回復して局所安全率は紺色に変化しています。また、支保の項目でも、水を抜くことによって、発生応力は確かに上昇するのですが、設計基準強度には達していないということが見て取れます。

更に、右上の方に示していますグラフは、縦軸に天端部地山の主応力差を、横軸に平均主応力を、つまりモールの応力円の半径と中心をとったようなグラフですけれども、黒線の基本ケースにおける破壊崩落線に対して、青・赤・黄色のそれぞれの解析ケースで、いずれも水抜き前から水抜き後に向かって応力状態は一様に回復していていることが確認できます。

参考資料の6頁をお願いいたします。

これは、リスクケースといたしまして、同じ標準Ⅱ型の断面で弾塑性地山だったと仮定して弾塑性解析を実施した結果になります。物性値は代表物性値を用いています。上段の図は局所安全率を表していますが、紺色が弾性域、赤色が塑性域を表しています。やはり、水抜き前と水抜き後を比較すると、水を抜くことによって弾性域が広がる、つまり地山の応力状態は回復していることが確認できます。さらに支保の項目を見てみますと、水を抜くことによって吹付け、鋼製支保のいずれも発生応力が増加しますが、降伏強度に達しないということで先ほどまでのケースと同様の結果であるということが確認できます。さらに、上段の地山の項目における表は、トンネル天端部での沈下量を示しています。左側の下半掘削時におきまして、2つの仮定を導入して標準Ⅱ型トンネルの天端の沈下量を72.7mmと推定できる一方で、解析値は96.3mmの天端沈下ということで実際計測された値と弾塑性解析の値では若干の乖離があるということが確認できます。これは、弾塑性解析で設定している地山が多少現実よりもネガティブにモデル化されていることを示すものと考えます。さらに、中央に示す水抜き前、そして右側に示す水抜き後の天端沈下量を見てみると、水抜き前は91.4mmだった値が、水抜き後には95.9mmという値となっておりますので、弾塑性地山を仮定した場合、天端沈下量の増加分は4.5mm程度であろうということが見てとれます。

先ほど申しました下半掘削時の天端沈下量ですが、実際に計測された値は、切羽到達前から先進導坑掘削完了にいたる18mm。これが実際にSAAという機械を使って測った現場沈下量になります。そしてもうひとつ実際に計測したのが、上半切羽到達から下半切羽到達まで、後方から光波測距儀で視準して計測した32.2mm。これらが実際に計測した値です。当然この先進導坑及び上半掘削というのは同じ場所をトンネル断面として掘削していますのでこれらを重ね合わせて実際の地山の変形量を考え出しております。上半拡幅掘削から上半切羽到達までの先行変位は計測できないのでここで1つ仮定を設けます。上半切羽到達から上半掘削完了まで19.6mm沈下していますが、仮に切

羽到達前に同じだけ変形していたと仮定し、18mm という計測値に 19.6mm の仮定値を加えて、上半切羽到達時を 37.6mm の沈下と推定しました。

その後、上半切羽到達から下半切羽到達まで、後方から光波測距儀で視準して計測した 32.2mm を加えることで、下半掘削完了時における標準Ⅱ型トンネルの沈下量は 72.7mm と推定することも可能であると考えます。

討議資料 3 の 6 頁にお戻りください。

標準Ⅱ型トンネルを例にとった代表的なご説明だけさせていただきましたが、基本検討、感度解析、リスク解析等を行った結果、基本検討で実施してきた内容および結論に対して、それから大幅に変わることは、解析的には、概ねないであろうと考えられます。

7 頁をお願いいたします。

坑内水抜きの際のリスク評価ならびに対策の方針についてですけれども、下段に示しております大断面トンネル部における D2 層の浸透破壊リスク、これは、土砂水位と岩盤水頭には水頭差がありますので、それによって D2 層が壊れないかというリスクですが、これが最終的に残るのであると考えます。

標準Ⅱ型トンネルについては、解析上は不安定化するリスクは低いと評価することも可能であろうと考えますが、先ほどのような計測データの分析に基づき、何らかを検討するという視点もあってよいのではないかと考え、ここでは、カッコ書きで記しています。

そこで、これら大断面トンネルを中心に、カッコ書きで書いた標準Ⅱ型トンネルも含めて、ハード並びにソフト面の対策を検討しました。

8 頁をご覧ください。

ここでは現在、安全対策として実施しております計測状況を示しております。まず、ソフト面の対策について検討する上での現状を整理していますが、先ほど示しましたとおり、大断面トンネル付近を見ますと、地表面沈下の点や、紺色で示した岩盤水頭の計測、水色で示した土砂部の地下水の計測、これらを実施しています。ところが、実際の地山の動きを計測するような層別沈下計がないということが、ここでは見て取れます。

一方、標準Ⅱ型トンネルのあたりに着目しますと、赤色の丸と赤色の線で結んだ地表面沈下の計測線は 3 測線ございます。南側の端部では、土砂水位、岩盤水頭を計測しています。これは、S-2 と書かれているところです。ただ、ピンク色の丸で示した層別沈下計というのは、標準Ⅰ型トンネルで N-1、S-1、3 連Ⅰ型トンネルで N-2、S-3 とありますが、標準Ⅱ型トンネルには、現在、設置されていないという状況が確認できます。9 頁、10 頁は、それらの断面を示しています。

まとめは、11 頁をお願いいたします。

先ほどの表を図にしたものですが、この水を抜くという行為に対するリスクの評価としては、主に、大断面付近の赤字で書いていますが、D2層の浸透破壊というリスクを考える必要があるであろうと考えられます。リスク対策としては、その下に書いていますが、ソフト面では計測の追加、ハード面では坑内の地盤改良を書いています。これは、後程ご説明いたします。一方、標準Ⅱ型トンネルについては、計算上、リスクが低いと評価することも可能であろうと考えますが、計測データ等の分析等に基づき、また、これら付近に層別沈下計がないということも合わせて鑑みると、層別沈下計の追加設置というソフト的な対応を中心に行っていくべきであろうと考えております。

12 頁に大断面トンネル部のリスク対策について示しています。

左には横断面、右は縦断図を示しています。水を抜くことで、土砂水位と岩盤水頭との間に大きな水頭差が生じ、トンネル上部の黄緑色で示している D2 層が浸透破壊するというリスクに対して、トンネル坑内、主に陥没影響範囲の下になりますが、ここに坑内充填することで、浸透破壊するというリスクを低減させようというハード面の対策を考えています。合わせて、ピンク色の丸で示していますのは、この D2 層の上端に対して、鉛直方向の動きを測る層別沈下計を設置することで、それらリスクのモニタリングをしようということと、先ほど申しました坑内地盤改良体に対して、傾斜計を設置して、水平方向の変位を取ろうというような、ハード並びにソフト面の対策を考えています。これらの計測のうち、特に層別沈下計については、水抜きや土砂撤去、その後の再掘削においても、計測を継続していく予定にしております。

13 頁には、具体的な坑内地盤改良の手順を示しています。

それと、14 頁になるのですが、ここでは標準Ⅱ型トンネルに対する対策案を示しています。先ほどもご説明しましたように、標準Ⅱ型トンネル周辺には、層別沈下計が設置されていませんので、左側に記載しておりますように、層別沈下計の設置というソフト面の対策を実施していこうと考えています。

16 頁をお願いいたします。

これまでは、リスクを評価しそれに対する対策案を検討してまいりましたが、ここからは、実際に水を抜く時に、どういうモニタリングをしようかということになるわけですが、実際にできる計測といいますと、「A. 変位計測・観察」に記しているように、地表面の沈下や層別沈下計に代表されるものや、「B. 地下水計測」に記しているように、土砂水位や岩盤水頭に代表されるものがあります。これら変形の計測や水の計測データに基づいて、水抜き時の地盤の安定性を確認しようということを基本に考えています。

17 頁をお願いいたします。

計測機器の配置案についてですが、冒頭、現状の整理でご説明させていただいた図と変更となっている点は、大断面トンネル付近に層別沈下計が追加されたことや標準Ⅱ型トンネルにも同様に追加されている点です。また、監視カメラのエア供給管や、大断面トンネル付近には黒い丸で傾斜計を示しています。このような追加計測を実施していこうと考えております。これらの計測管理基準の設定方法ですけれども、今回のご説明では具体的な数値というよりも考え方をご説明するに留めますが、19 頁および 20 頁に示しております。

19 頁の方には、「A. 変位計測・観察」について、左側には地表面沈下、右側には層別沈下計の計測管理の考え方を示しています。左側の地表面沈下について、この表では、横軸に大断面トンネル、標準Ⅰ型トンネルといった場所、縦軸に水抜き後の地表面沈下の増分を表していますが、まず、坑内が地下水で満たされたことによって、地表面が若干隆起をしているということが考えられています。これにつきましては一昨年、トンネル掘削時に地下水低下に伴って、炭質頁岩が圧縮したのであろうというような委員会のご意見もございましたが、逆にここでは、水位回復によって、それら炭質頁岩が変形したことによる地表面の隆起であろうと推察されます。すなわち、岩盤水頭が再び下がり、炭質頁岩がこのような水位変動による変化を受ければ、ある程度、地表面は沈下するものと考えられます。今後の指標として、現在の水位回復による上昇量、ここでは、標準Ⅰ型トンネルが 4mm、3 連Ⅱ型トンネルでは 3mm と書いてありますが、これらの値というのが一つの指標になろうかと考えます。さらには、道路維持補修の観点から 30mm という値や、トンネル天端部の D2 層の破壊というものを念頭に、現在発生している地表面沈下量を鑑みて、標準Ⅱ型トンネルであれば 40mm というのが指標になってくるかと考えています。

その他考えられる指標というのはいくつかあると思いますので、ここで挙げたような指標等に安全率を乗じたものを実際の管理の値としたいと考えています。

右の層別沈下計については、地表面沈下の変形量を FEM 解析で再現し、各々の地層が、どれくらい縮むかということ割り当ててやろうということ管理しようと思っています。

一方、20 頁は「B. 地下水計測」の管理に関することですが、大きくは左から土砂水位、中段に岩盤水頭があります。土砂水位のデータを分析しますと、降雨と連動していることが確認されています。日常管理の考え方として、現在の水位は、前の日の雨と水位が分かれば、今日の水位が予測できるため、予測値と計測値との乖離を評価しようと考えております。

一方、岩盤水頭は立坑水位と連動していることが確認できています。これについても、岩盤水頭は、立坑水位が分かれば、予測が可能であると考えておりますので、ここでも予測と計測の乖離を評価しようと考えております。更に、水位低下中に、水位保持期間を一週間程度設ける予定にしておりますが、ここでは、それぞれの観測井戸同士の応答を評価するネットワーク評価も考えています。水位保持期間につきましては、あとで詳しくご説明いたします。

排水量につきましても、ある程度、予測が可能であろうと考えておりますが、これについては、予測精度がそこまで高くないと考えておりますので、土砂水位や岩盤水頭に比べてランクを下げた評価にならざるを得ないと考えております。

最後に 22 頁になります。

ここまで行ってきた検討や分析を鑑みて、実際どのようなスピードで水抜きを行うかということですが、図面は、縦軸には標高、横軸には水抜き開始からの経過日数を表しています。概ね 16m の水位を下げるために、71 日で水を抜いていくように計画しています。この期間の考え方は、これまでに経験した変化速度範囲内、具体的には、トンネル掘削時に 17.5m 程度を 50 日程度で計測しておりますので、この期間を指標としながら設定していこうと考えています。

また、水抜きに際して、水位保持期間を 3 回設け、それぞれ一週間程度作業を止めて、トータルのチェックをしようと考えています。それぞれ、①最も地質的に悪い Dh 層の手前 D2 層の位置、②自由水面が現れ、負圧が発生するであろう 3 連 II 型トンネルや標準 II 型トンネルの少し下あたりの位置、③標準 I 型トンネルの少し下あたりの位置、この 3 つの位置に水位があるときに、水位保持期間を設けるように考えています。

簡単ではございますが、水抜き計画についての説明は以上でございます。

(委員長)

今の説明でどうですか。最終形としては計測体制とかいろいろありますけども、問題の箇所のところをどうやって様子見しながら徐々に水位を下げていくか、そうすると様子見する水位や期間をどこでやればいいのかで、全体の工程が決まるというストーリーになるのではないですか。そういうことをこれで理解しながら、先ほどの説明と突き合わせてやっていただいて、今から 20 分か 30 分くらい時間をとって、今日は大方のところまで決めたいと思っておりますので、皆様方の経験や知識、それを入れて頂きながらお話を頂きたい。

(委員)

資料 3 の 7 頁ですが、基本検討の段階で D2 層の浸透破壊に対するリスクは全てのト

ンネルであります。大断面については安全率が1番低いです、というような結果になっています。その後、感度解析だったりリスク解析だったりやったにも関わらず、大断面トンネル部だけD2層の浸透破壊リスクに対して対策を講じるということのロジックというのが分からないので、教えてください。

(委員長)

その点は説明が抜けていると思います。もともと穴が開いているわけですね。そこをどういう計算で処理していたかというのがはっきりしない。絵からは分からない。

(委員)

この安全率が地盤改良体を前提にしているのかどうかも含めて教えていただきたい。説明が標準Ⅱ型トンネルの議論になったり、大断面部の話に戻ったりしていますが、ここで一番議論すべきなのは大断面トンネル部だと思いますのでしっかりと教えていただければと思います。

(大成JV)

まずひとつめのご質問で大断面トンネルの穴が開いたところの地盤改良をどう取り扱うかということなのですが、解析上、トンネル坑内を除いて上部は地盤改良体として評価していますが、坑内は空洞である、つまり堆積土砂に対して何も期待していないということになっています。

また、浸透破壊をなぜ大断面だけに検討しているのかという問いについてですが、穴が開いている大断面トンネル以外のトンネルは吹付コンクリート等で支保が巻かれている状態になっています。浸透破壊を簡易的に検討するにあたっては、一軸強度が10kgf/cm²以下の地山を対象にしていますが、支保が巻かれているという状態では対象にはなりません。ある論文にそれが載っていてそれを踏襲しているのですが、つまり大断面トンネル部の穴が開いてしまった近傍のD2層、ここが一部トンネルに対して露出している可能性があるということですので、その浸透破壊を計算してみますと、検討結果として横断方向で安全率が1.6という低い値になっています。これをもって、FEMの解析では、なかなか結果が出てこないのですが、手計算レベルで検討した結果、大断面トンネルのところのD2層の浸透破壊、これに対してはリスクを検討していこうという評価としております。

(委員長)

それはリスクがあるということですか。

(大成JV)

この段階ではリスクはあると評価しています。

(委員長)

資料3の12頁から13頁にかけて、D2層の中を貫通させて、坑内を柱のように固めるというような絵があるのですが、これは解析時に考慮しているのですか。

(大成JV)

解析時にはこの充填は考慮していません。

(委員長)

このリスクは別枠になるということですか。

(大成JV)

検討するにあたっては坑内充填を考慮していなくて、そのためにD2を破壊するリスクがあることから、破壊してもトンネルの中に落ちていかないように坑内を充填していかうというような対策案を12頁、13頁で示しています。

(委員長)

解析においては、トンネルの中は何もしていないということですか。

(大成JV)

解析においては、トンネル内は何も考慮していません。

(委員)

一番危険な浸透破壊の条件を仮定して手計算するとこういう結果になりますよという話です。トンネルの上の一部にD2層が残っており、全部壊れていませんが真ん中だけ土砂が壊れていますという状態をモデル化してD2層が完全に浸透破壊するかどうかを評価した結果が、資料3の7頁の表だということですね。安全率は収まっていますが、D2層がどこまで残っているか定かではないのでリスクが残るというように理解しています。

(委員)

この結果では、危険な状況ではないということなのですね。

(委員長)

では次に行きましょう。他にはないですか。

(委員)

1 ついいですか。資料 3 の 6 頁のところでもちょっと気になるところがあります。「局所安全率が回復する」という言葉をあちこちで使わない方がいいと思います。弾性解析をしているからこういう現象が生じるだけであって、「せん断応力的に安全度が増す」とか、「応力値が増す」とかそういう言い方がいいのかもしれないですね。

実際には局所安全率が増すと言う状況はありえない訳です。一旦、破壊状態になったものについて、局所安全率が必ずしも回復する訳ではなく、弾性状態のところであれば回復するかもしれないが、今ここで言っている局所安全率は、1 以下のものが回復しますと説明しているので、やはりここは表現を変えて、「応力的には回復する」とか、そのような言い方が良いと思います。

それから、その次の 7 頁なのですけれども、今までそういう解析をしてきて、なぜ標準Ⅱ型トンネルのところだけ、リスク評価をしなくてはいけないのかがよく分からないです。「比較的大きな地表面沈下や天端沈下が下半掘削時まで生じていること、炭質頁岩が厚く分布していることを鑑み、対策を要する」というのは、これまで水抜きに対するリスク評価はこういう検討しても、どれも影響が小さいという結果を示しているのに、ここに水抜きの評価の中にリスクがあるというのはおかしいと思います。これは、やっぱり外すべき観点だと思いますがいかがでしょうか。標準Ⅱ型トンネルについて、水抜きという観点で考えると、表の一番下のかっこ書きはいらんのではないかなと思います。

また、14 頁の対策工ですが、これもよく分かりません。土砂掘削とか、今後の拡幅工事のためにとかいうことであれば、これは考えなくてはいけないのかもしれませんが、14 頁の右半分のところは不要のような気がします。これはいかがでしょうか。

(委員長)

あわせて、注意喚起したいということだと思いますが、7 頁の表における大断面トンネル部の「D2 層の浸透破壊リスク」というオレンジで囲った赤文字、これは要らないのではないかなと思います。下の文章はそのままでもいいと思いますがいかがでしょうか。

(委員)

私も若干気にはなります。基本解析では悪かったけど、他のところは所々ギリギリだった。赤文字にしなくていいと思うのですが、いかがでしょうか。

(委員長)

7 頁については、見せ方をどうするかということで、強い影響を与えるわけですけれども、ここでは元々の解析の持つ意味がなくなっているように思います。確認のためと

か、その程度のものかもしれないと思うので、その辺の見せ方は注意してください。

また、問題は14頁のほうの措置で、例えばこの検討までしたというのかどうかというのがちょっと問題になってくる。皆さんあまり積極的な意見はないですね。

(交通局)

今、ご指摘いただきました件につきまして、こういう背景で書いておりますという説明をさせていただきます。

まず、7頁の標準Ⅱ型トンネルの一番下のところで、かっこ書き内の表記が不要ではないかという件についてですが、標準Ⅱ型の沈下量について、掘削時に大きめに出ていたことから、何か用心がいるのではという注意喚起的なものとして、〇〇委員のおっしゃる通り、水抜きの前後での影響は小さいということを踏まえたうえで、何らかの検討を行う旨を記載させていただいているものです。また、委員長からご指摘をいただきました左の大断面トンネル部の表示につきましては修正をしたいと考えています。

14頁につきましても、沈下量が大きかったということで何か対策を講じておきたいという思いから、検討をしてきたところがありますので、このような資料のまとめ方とさせていただきます。

(委員)

この薬注はどれくらいの薬注をしようとしているのですか。先ほどの高圧噴射攪拌工ぐらいのことをやるのであれば破れないと思うのですが、7頁に「D2層が浸透破壊することによって沈下が生じる」と書いてありますよね。浸透破壊に耐えられるような改良なのですか。そんなに強度があるとは思えませんが。

(交通局)

14頁の薬液注入工につきまして、まず範囲についてご説明させていただきます。D2層の浸透破壊に対しましては、D2層まできっちりとタッチしていないといけないのですが、dHs2層(博多粘土上部層)のところに薬液注入の範囲がタッチしておりません。となりますと、この薬液注入工をやっても、D2層にかかる浸透水の圧力を抑えるまでの効果は見込めません。では、なぜ14頁の図を描いているのかと申しますと、dHs2層程度の水の通しにくさと比較して、dAg層は透水係数が 10^{-2}cm/s 程度となっており、100倍ほど水を通しやすいため、それをdHs2層並の透水係数である 10^{-4}cm/s 程度まで向上させることで、何らかのプラス効果が得られないものかという考えから描いているものです。〇〇委員がおっしゃるとおり、この形で浸透水による圧力に耐えられるかというところは、疑問が残ると認識しております。

(委員)

dAg 層の透水効果を変えたいという目的があるならば、トンネルの上部の層全面にわたって薬液注入を行うと言うのであれば分かりますが、この、トンネルの上だけで行うというのであれば、今、説明されたとおりの意味がないと思います。

(交通局)

ご指摘のとおりだと認識しております。なお、薬液注入工ですと dHs2 層には浸透しにくいところもございますので、この現場でできることを描きますと、14 頁の図のようになってしまうということがございます。

(委員長)

そうすると、結論はどうなりますか。

まず、13 頁の大断面トンネルの方から整理したいと思いますが、何のためにこのようなことをするかという理由付けははっきりしないといけません。1 つはここが陥没したままであることです。D2 層はそう期待はできませんが、注入はできないから下から支えるしかないのではないかと。当然、トンネル坑内も固めてしまうということの下までおろしましょうというのがこの図であると思います。では、どういう幅になるかということにつきましては、例えば支保工が曲がっているのか、倒れているのかどうかも把握できないわけですね。把握できているのは、影響範囲は 6m および 11m ぐらいの楕円形で、ここは D2 層の中で折れたりしている可能性もありますし、その下を支える部分もどうなっているかわからない。せめて、そこだけはきっちり固めておきましょうというものであるというのがこの概念でございまして、下から壁柱を造って支えるようなもので、水圧が抜けても抜けなくても、どちらでも支えているというものであります。これで水圧を抜くときも安心感を持つことができるということで、これについてはどなたも異論はないでしょう。そこははっきり整理して文章化して下さい。

問題は次の 14 頁の方です。Dh 層をどうするかということで、前から言っているように圧密による地表面沈下が起こったわけですね。それを 30mm で管理値を決めていたところ、地表面沈下量が約 50mm 出たということで、今回検討するとき、そのまま良いというわけにはいかないと思います。そのためには、圧密がどの程度あるか、リバウンドがどのくらいあるのか、しっかり理解しなければいけません。そして、それが計算に乗るなら乗った方が良いと思いますが、それが一番分かりやすいのが 5 頁になります。ここにグラフがありますが、これは掘削時の天端沈下ですから、圧密が多少入ってはいますが、右側の高い箇所の破線は圧密が無い時と思ってよいのではないかと思います。と言いますが、3 連トンネル側はほとんど天端の近くに Dh 層があつてほとんどぼろぼろ落ちて圧密沈下の影響がない状況になっているのではないかと思います。標準 I 型トンネルは Dh 層がないから 10mm 前後ぐらいで横に推移していますよね。この標準 II 型トンネルがおそらく圧密のせいで、20mm ぐらいの差があり、地表面沈下

もだいたい 20mm と見てよいのではないかと思います。次に地表面沈下で青色の線とオレンジ色の線との差になりますが、リバウンドが 3mm～4mm です。これは今回考慮する意味はあまりないと思います。そう考えると、今まで標準Ⅱ型トンネルの沈下が大きいので心配してきましたが、でもそれは心配しすぎではないかと思わなくもありません。

(委員)

もし圧密しているのであれば、その層は強くなっているわけですね。

(委員)

あとはトンネルの損傷がなく、同じ形のものが残っているのであれば何もないということになります。

(委員長)

ただ、それで理由をつけられるかというところです。あと、もう 1 つあります。

Dh 層はトンネル断面のちょうど真ん中にあります。その箇所、水を抜いたりしたとしても信頼性に関わる問題にはならないのではないかと思います。

その 2 つで理由になりませんか。そうなれば、14 頁にある薬液注入の検討は、意味を持つようなものにならないのかと思います。そうなれば、14 頁にある図がなくなってしまいますね。

(委員)

理論的なところもわからないところもあるのですが、基本的に水抜きについては、不明なところがある大断面トンネルについては処置をしますし、他の箇所については、地山を大きく扱うということはないということで、単に水を抜くという行為で、土砂層と岩盤層の地下水がつながっていないという前提になれば、大きく心配する事象はないと思っています。

(委員長)

計算上は、水を抜くと回復する方向ということになりますね。

(委員)

掘削時の状況がわからない中でお話しさせていただきますが、標準Ⅱ型トンネルの断面積は、標準Ⅰ型トンネルに比べて約 2 倍なので、標準Ⅰ型トンネルから標準Ⅱ型トンネルに掘削が進んだ時点で、天端沈下も増加しているということは、特に問題ではなく、また、3 連Ⅰ型トンネルに入り断面が小さくなると、天端沈下が小さくなっていますの

で、標準Ⅱ型トンネルの天端沈下が大きかったことは、必ずしも危ないというわけではないと思います。

むしろ心配なのは、19頁の左下にあります「限界ひずみ中央値相当の地表面沈下量」と記載されていますが、ここでの限界ひずみはどのように求めた値なのか、あるいは概略値として設定したのか、その点について教えていただければと思います。

(交通局)

今のご質問にお答えさせていただきます。この断面のトンネル幅ですとか、天端付近の弾性係数から、それぞれの断面において、限界ひずみが何ミリ程度であるかというのを計算で出しております。

(委員)

ある程度目安として考えているという話かと思いますが、これからインバートを掘削すれば沈下が必ず出るとおっしゃるので、そのとき大丈夫かというところが少し心配で、注意しないとイケないと思います。

(大成JV)

限界ひずみについては、D2層が不安定化して切羽の掘削時に天端が不安定かどうかという目安の数字でして、今回のインバート掘削のときは支保が巻かれているので、それほど心配する値ではないかもしれないのですが、おっしゃる通りあくまで目安として、地山が不安定となるような数字ではあるというように認識しています。

(委員)

実際、ここまで沈下が進んでいるのかは仮定のうえで算出しており、危ない状況なのかは分からないと思いますが、慎重に掘らないとイケないことは確かだとは思いますが。

ただ、標準Ⅱ型の上に薬液注入工が必要かという話では、この場合は不要かと思いません。

(委員)

7頁の表現が気になっていて、基本検討で浸透破壊の安全率が1.6となっており、その後、感度解析やリスク解析をしたときには地山やトンネルが不安定化する可能性は低いと言いきっているのに、その下ではリスクの対応をするという、このロジックが納得できないので、基本検討の段階でここについてはリスクがあるので、そこはしっかりとリスクについて対応しないとイケないということだと思ってしまうので、この辺の表現については考えた方がいいのかなと思います。

(委員)

〇〇委員の質問と重複しているかもしれませんが、私の理解が十分でないところがあるので質問をさせていただきたいのですが、参考資料4頁について、基本検討というのは代表物性値を使って検討したということによろしいのですか。

(大成 JV)

はい。

(委員)

次の参考資料5頁で、リスク解析についてはD2層のみ変形係数を下げて検討したという理解でよろしいのですか。

(大成 JV)

はい。

(委員)

その下げ方というのは調査で得られた最低値を使って計算をされたということですか。その結果が、参考資料6頁の地山計算と解析の結果に出てきているということですか。

(大成 JV)

参考資料5頁の結果が単独で、6頁の結果は弾塑性解析となっております。

(委員)

では、両方あわせて見るということとはできない、意味がないということですよ。それで参考資料5頁の結果を見ると、対象としている標準Ⅱ型トンネルそのものは問題ないのですが、この結果だけ見ると、上にある比恵10号のまわりは赤色や黄色になったりしています。ということは、比恵10号は、結構リスクがあると言っているということですので、例えば比恵10号の管理者がこの結果を見ると、これってどうなのということにはならないのか、と思ったのですが、そのへんのお考えはお持ちですか。

(大成 JV)

こういうモデルを仮定すれば、D2層の上の土砂層との境界あたりに応力状態の極端に低い部分が出るというのはそういうことなのですが、仮に弾塑性解析した場合と比べると、比恵10号のまわりが弾性領域にあるということもあわせて考えれば、一概に比恵10号あたりにリスクがあるとは言いきれないかなとは思っています。

(委員)

だけど、こういう結果が出ているということは、我々が対象としているトンネルと同様にこの比恵 10 号のことも少し念頭に置きつつ、色々やっていかないといけないということを言っているのではないかと思うので、その辺は少し頭において、具体的なアクションを注意深くとっていただきたいと思います。

(委員長)

他にいいですか。

(委員)

私は全く違う意見です。反対意見が出ていませんけど、ひとつ分からないことは感度解析とリスク解析の意味合いをどう考えればいいのかということですね。結局、7 頁の結果で感度解析の結果でも不安定化する可能性が低いという言い方になっていますが、それが目的ではなかった気がするのですが、最終的には全部そうなっていますので、本当を言うとリスク解析のところを感度解析の結果をいかしてこれを可能性が低いという言い方にもっていかないと、おかしな話なような気がするので、ちょっとこの辺もロジックがおかしいと私は思います。解析はあくまで今想定される定数でそれを統一してやっていくという、ある仮定をもってやるので、それにちゃんと従って解析結果は当然でてきますね。では、現場は果たしてそうかというそれは違うので、その辺はものすごく大事なところで、想定される最悪の状況ということを考えると、地質的なところも全部把握しているわけではないので、どこか本当に弱いところもあると考えられますから。そういうこともあって、例えば水を抜いたときに、水が全然抜けない所がどこかでてくるようなこともありえるし、それでさらにトンネルの中の部分が空洞になっても水が抜けないような状況が一番危ない状況だろうと思います。その状況になってくると、例えば参考資料の 5 頁の上に主応力差と平均主応力差の関係で図を書いていますけど、この図の中で段々線が左側に寄ってくるのがもしあったら危ないという意味合いですが、それが起こらないことは今回の解析で大丈夫といえるのですか。

(大成 JV)

確かに解析ですからある仮定した条件での結果で、感度解析の表現はひよっとしたらその物性値の影響が低いという表現の方が良かったかもしれませんが、そういう検討した結果、例えば解析で見えない所もあるという議論も当然ありました。そういうことを鑑みれば、じゃあどういふスピードで水を抜いていこうかという時に、トンネルを掘った時には、50 日くらい掛ければ周りの岩盤の水頭が付いてくるというのが計測結果で、それも計測されている点しかないのですが、そういう情報に基づいて、見えないと

ころもゆっくり抜けば、付いてくるのではないかということ念頭に水抜き期間を設けようというような結論になっています。

(委員長)

ほかにはないですか。

(委員)

資料3の18頁に層別沈下計の位置が書いてあるのですが、他の層のところや、層境みたいなどころには層別沈下計は置かないのですか。このD2層の天端だけに管理を置こうとしているのですか。

(大成JV)

ここの図が地盤改良前になっているのですが、実際は、ほとんどが改良体になってしまっているんで、層境というのがないような状況になっています。

(委員)

それは理解しています。先ほど、〇〇委員が言われているように、ここの中の水位はほとんど移動しないと仮定すればいいのですが、仮に、水が少し下の方に漏れるようなことがあると、水の移動によって小さな空洞が生じ、よく路面下空洞が起きるときもそうなのですが、小さな穴によって空洞が起きると、そういうことが起きるかなとちょっと思いました。言われるようにしっかり固まっていれば、これしかないのかなと思いますが、それを管理することができないのかなと思いました。これは、あくまでも私の個人的な意見です。

もう1つは、水位がD2層とDh層を跨ぐとき、つまり既設のトンネルの中に入ってくるときに、多分、一番水位差が生じるので、水位保持期間はあるのですが、そこで考えられるリスクをピックアップしていったって、一つずつ潰していけるようなチェックリストみたいなものを作っておくと、その水位保持期間にみなさんがチェックしやすいように、リスクをピックアップされておくといいかなと思いました。以上です。

(委員)

今、〇〇委員が言われたことと関連するのですが、水位を下げていくときに様子を見ましょうということですが、その様子を見方を十分に検討しておかないと、見誤った場合に、後では修復できないようなことにもつながるかもしれない。ということで、何が起るかということは、予想はなかなか難しいのですが、想定される範囲について想定外と言わずに、想定される範囲を広げてもらう、どの部分の挙動をどう見ていくかということですね、これが重要じゃないかと思えます。

(委員長)

細かい修正はこれからいろいろとあると思うのですが、基本的な流れとして、要するにアウトプットとしては、この資料3の22頁の図が、ある意味ではアウトプットになるわけですね。この図を見て、これではまずいと思うのか、これを土台にし、細かい詰めは施工者側でお願いするということになるのか、それをまず、皆さん方で整理していただきたいと思います。

結論は、このトンネルの断面に入るところを注意しようといることですね。要するに、岩盤水頭が土砂層の上まで来るようなところ、この図であれば91mの地点から水を抜くのは試験施工だから異論はない。そして数日様子を見て、どこか下がったところがないかチェックをするということですか。その後、トンネルで一番高い3連トンネルの中央坑のところの高さだと思いますが、それから標準Ⅱ型トンネルまでは接近しているのでこの下まで一気に抜いて、少し天井に空間ができたところで様子を見ようということですね。この2段構えについて、一気に下まで行くという手もあるけど、少し手前で止めておく。そして、トンネルの天井から少し下げたところでもう一度見ましょと、その次は大断面や標準Ⅰ型トンネルあたりのところでもう一度ステップを踏むと、この基本的な考え方に異論があるかどうかだけ最後に確認したいのですけど。

今までいろんな注意をいただきました、計測のあり方も、解釈の仕方も、感度解析やリスク解析の結果を踏まえても、議論ということになるのですけど、この点はどうでしょうか。

というのも私は心配があって、トンネルの水を50日から60日かけて下げるという根拠の一つは、陥没したあと水が回復するときのスピードをベースにしているのです。今度は抜く方なので、下から上に水が溜まっていくときと同じ状態なのかという点が気になります。

それと、今までの流れの方向はほとんど水平で、ゆっくりと掘削している博多駅側に向けてとか、あるいは上の水は若干ですけど差が出た方向に動いているかなというところはありました。今度はトンネルの水位を下げるわけですから、奥の方から手前に入ってくる方向になるわけですね。岩盤の流れの方向は今までと逆で、透水係数はほぼ同じなのですから。

(委員)

飽和していたら一緒だと思います。

(委員長)

その点を踏まえて、これは決めていますので、それを知ったうえでこれはOKでしょうかということですか。どうですか。

(委員)

水抜きベースはトンネル掘削時のデータを使うのではないですか。22頁の①水抜き期間に、トンネル掘削時の岩盤水頭低下期間と同程度と書いてありますので、条件は同じですね。

(委員長)

私の勘違いでした。では1つ目の心配ごとはOKですね。
もう一つの流れの方も大丈夫ですか。

(委員)

流れが逆になっても飽和していれば関係ないです。

(委員)

大きな影響はないです。

(委員長)

よっぽど方向性を持った地盤なら別だけど、今回の層は大体不規則な土砂堆積の結果の地盤で、岩盤も熱変成はあんまり受けていないですよ。

(委員)

受けていないです。古第三紀層は。

(委員長)

圧力変成も受けていない。だから大体均質になる。透水係数に関してはどっちを向いてもいい。そう理解をしたら、この図でいけるのではないかと思います。よろしいでしょうか。

もうひとつは、計測体制が気になるのですが、これに関しては事業者側でしっかりやらないといけないところです。大事なところの観測が抜けていないかなどいかがでしょうか。

(委員)

D2層と改良したところの境に剥離が生じたりしないか、というところは気になることです。層別沈下の固定のところを間違えると、ぜんぜん動いていない思いながら、D2層がぐっと下がっていることが起こる可能性もあるかなと思います。

(委員長)

下に壁型の柱を立てて密閉するという時に、これがうまくいきすぎると、トンネル断面が半円型をしています。丁寧にやったら、全部に行き渡っているという可能性が高いと思います。その場合、奥の方の大断面トンネル部の中の水は出てこなくなり、そのまま残る可能性があるということに注意して、必ず探りを入れながら掘削と兼ねて撤去していくべきだと思います。それを手順の中にちゃんと入れてください。

(交通局)

この項目は土砂撤去の作業の資料中にも出てきます。水抜き資料にも入れるということでもよろしいでしょうか。

(委員長)

それさえ注意したら、さっきの心配ごとはこれをベースにしていいのではないのでしょうかという結論になったということで、この件はこれで終わります。

では、休憩を入れます。

(事務局)

それでは予定より大分押しておりますけれども、ここで一旦休憩を入れたいと思います。16時05分から再開したいと思いますので、皆様よろしく願いいたします。

<休憩時間（15時55分～16時05分）>

(事務局)

それでは時間となりましたので、委員会を再開させていただきます。委員長、よろしく願いいたします。

(委員長)

それでは次の議題に入らせていただきます。次は、水を抜いた後の土砂撤去になります。討議資料2に基づいて説明を受けて議論をしたいと思いますが、考え方についてはこれまでより少し早く進む可能性があるのではないかと考えております。前の方に時間かかっておりますので申し訳ない。計画の内容について説明をお願いしたいと思います。

(大成JV)

それでは土砂撤去計画について説明をいたします。資料についてですけども、まず陥

没事故後トンネルの中に入れておりませんので、土砂がどういう状態かというのを現在分かっている情報で推定いたします。

まず、2頁ですけれども、現在分かっていることが2点ありまして、1つは陥没時の埋戻しの体積 $6,200\text{m}^3$ というのがありますので、この分ぐらいの土砂がトンネル坑内に土砂が堆積しているだろうというのが分かっています。もう1点分かっていることが、水没後に立坑からカメラを投入しましてどの辺まで土砂が来ているのかを確認いたしております、連絡坑の縦断図にあるように立坑から 70m ぐらいから土砂が溜まっているだろうと、この2点が分かっております。

この情報から、次の3頁になりますが、あくまで推定なのですが、どの範囲に土砂があるかを推定いたしました。平面的には、陥没部側の交点のところから連絡坑を 50m ぐらい進んだところまで、一方、本坑の方は水平方向に 140m ぐらい、標準Ⅱ型トンネルを超えて3連トンネルの途中まで土砂が到達していると推定しています。縦断方向的にも天端が空いているのかどうかといった情報は分かりませんので、あくまでこういう勾配で溜まっていると仮定するとこのあたりという情報です。また、事前に調査した結果で、今回落ちたであろう土砂の成分的には 65% ぐらいが砂だという情報が分かっております。

次の4頁になりますが、埋まっているのは土砂だけでなく重機も埋まっておりますので、避難したときの情報から判断すると、元々このあたりにあったらというのが分かっております。立坑側から順番にいきますと、立坑から入って連絡坑のS字を抜けたすぐのところに青い四角がありますが、そのあたりに集塵機や小さな機械関係が左に置いてある状況です。写真でいきますと左の下にあるような集塵機で、断面の半分ぐらいを占有している状態なのですが、運搬用のソリに乗っておりますので、ここまで重機が入ることができれば、引っ張り出せるようになっております。

次にそこを抜けたとして、交点部にいって右側をみると赤い四角がたくさん描いてあると思いますけど、ここにドリルジャンボなどのトンネルの施工機械を置いています。ここの写真が左上のものになりまして、非常に大きい機械ですので、断面を多く占有している状態になっています。これらについては引っ張り出すことができないので、この場で解体して、小分けにしてから立坑まで搬出して、外に出すといった行為が必要になっていきます。以上が、あくまでも推定ですが現況となります。

これを踏まえてどういった手順で撤去していこうかというのを考えたのが、6頁になります。左側が簡略化した平面図で、右側が着手の順序になります。搬出先としては立坑からしか土砂を出せないの、そちらからアクセスすることになります。立坑から順

番に連絡坑を通して、交点部に向かいます。この時に土砂に埋まっている設備がありますので、設備を通りながら、一回奥まで入って、土砂の安定を図りながら、手前の設備を重機で取るというプロセスになるかと思われます。連絡坑との交点部で断面が大きくなるので、一旦ここで安定の勾配を確保して、本坑の両脇、左側の大断面部と右側の標準トンネル部を一度固めた形にして、それから標準トンネルの方を優先して、掘削・土砂撤去を図ろうと考えています。こちらの方に重機がありますので、重機を出しつつ標準Ⅱ型トンネルのところまで向かい、支保が壊れていないか等の確認をする。そういった計画をいたしております。土砂の搬出能力等を考えると、概ね4カ月くらいを見込んでいます。もう少し具体的に、土砂撤去の時のリスクと交点部の話をします。

次に8頁になります。この下の図は、連絡坑から本坑に入り、両脇を安定勾配で確保したという図になっています。安定勾配につきましては、30度程度で持つだろうと想定しています。左側の大断面部の方は30度くらいで法を切った後、更に安定を図る意味で大型土嚢を用いて補強しまして、そこでひとつ問題になるのが坑内を充填・改良していますので、それがちゃんとあるかどうかということを確認するために探りのボーリングをいれる計画としています。この高さだと充填・改良があるかどうかだけの確認になります。先ほど委員長がおっしゃったように、奥の先進導坑部の水を確認するとありますと、もう少し下の位置に探りのボーリングを入れれば水は抜けるかと考えています。ここで改良体がしっかりあれば、この後大断面の方は普通に掘削を行い、吹き付けで切羽を固めてやれば大丈夫かなと考えています。

続いて10頁になりますが、土砂撤去時の計測の話です。トンネル坑内に土砂が溜まっているだけならば、よほどのことが無い限り、支保の方の変形は無いものと想定されますけども、念には念を入れまして、掘削時と同等の変位計測を行います。頻度とか断面、測定間隔というものも、あくまでも掘削の時に準じて行います。ひとつ違う点として切羽がないので、掘削した土砂の法尻から5m程度、これは安全上の話ですが、そこから計測を開始することを考えています。以上、説明になります。

(委員長)

今の土砂の撤去計画についてですが、土砂がどのラインにあるのかということ、それから資機材がどこにあるか、これは細かい配置図がありますね。この2つの元での計測はこういう内容でいいのかどうか、どこかに不具合がないかどうか見積もっていただければということを進めたいと思いますが、いかがでございましょうか。土砂の範囲はこんなものかなと思うのですが、斜面の安定性をどう確保しながらやるかということがありますね。やっぱり気になるのは、連絡坑から本坑に入った時の本坑の土砂の安定性というか、その辺が注意事項かなと思いますが、いかがですか。

(委員)

多分、色々考えていると思いますが、3頁に大断面トンネル部の地質調査結果について、6,200m³の土砂のうち、砂が7割ぐらいを占めているということで、あんまり問題ないのかもしれませんが、水を抜くときに、なかなかこの土砂の中の水が綺麗に抜けるとは思えないので、地盤改良材やあるいは石灰とか混ぜながら搬出するのか、そういう計画は既に考えているのかどうかをお聞きしたいなと思います。また、土砂だけではなくて、色んな物が入っていると思いますので、分別するのが結構大変なのかなとか、ちょっとと思いますが、何かお考えがあれば教えてください。

(大成JV)

今、〇〇委員のおっしゃったとおり、水を下げた時点で、この土が性状上、普通に掘れて、いわゆる安息角みたいなのを確保出来るのかというのは当然ありますので、これは実際に水を下げて入っていく段階で、もしその性状を保てないようであれば、今、話されたとおり、改良材を用いて、重機の足元等を少しずつ固めながら入っていくというような方法になるかと思います。ただしこれは、水を下げて中に入ってみてからの話かなと思います。また、色んな物が混ざっている可能性がありますので、これは各エリアで適時、土の成分分析や水質等を点検・試験をしながら、先に進んでいこうと考えています。

(委員長)

上から落ちてきた土砂の大半は、荒江砂層と砂礫層、これが大半ですよ。それと、わずかに博多粘土層が一部、それから一番上の覆土というか土砂というか、その他に異物も多少、異物についてまず考えられるのが大断面の外まで飛び出して、移動したかどうかという可能性ですけど、それはまずないと言ってよいのではないのでしょうか。標準断面から連絡坑は少し距離がありますね。だからその前で止まっている。大断面のところの下くらいにあるとすれば、照明用の鉄柱やコンクリートのポール、信号機、アスファルト、下水道管のかけらなど。それが、今回の水の流れからするとどうなのでしょう。河川の土石流のように移動するようなことはないでしょうね。

(委員長)

そうすると、土留といいますか、隔壁が本当に必要なのかどうかという事を良く見てみるためには、たまたま今回、連絡坑のところに48mの斜面があるわけで、この斜面の土砂成分が先ほどの荒江層を中心とした土砂層で、これが水の中の流れとして見てみて約10度の安息角ではないですけれども、水中安息角とでもいいですか、上の方は。この斜面のところは多少小さい粘土分だとかそういうのが流れてきていると思うのです

が、そう見ると、その途中で先ほどのように機械で、いろいろ箱ものとか機械とか、それが多少、土砂止めになったような格好でもっているわけでしょう。その間の土砂をどけながら、クリーンルーム等を撤去してまた掘って撤去してやっていくわけでしょう。だから連絡坑のところでは壁が厚くてやらないきゃいかんというのは基本的にあんまり考えられないのではないかと思います。

問題は連絡坑から本坑に入るところ、本坑に入るときはひょっとすればわかりませんが、上の方まで詰まっている可能性もある、あるいはちょっと自由空間があるかもしれない、その土圧やそこに水があったら、大断面トンネル部の先進導坑から飛び出してくるかもしれない。手前の土砂を取りながらそこに行き着くのにどれぐらいかかりますか。2～3週間かかりますかね。

(大成JV)

実際には、これから詳細な土砂撤去計画を立案していくのですが、連絡坑から全土砂を撤去しながら、いきなり本坑を迎えるっていうのではなくて、天端に対して本当にぎりぎりのスペースで、下にはある程度土をウエイトとして残しながら進んで、本坑に近づいていくという方法になろうかなと思います。そういった意味では、連絡坑から本坑で一気に危険な状況になるというのではなく、少しずつ連絡坑にもまだ土を残しながら、本坑の上半付近に入り込むというような方法になろうかなと今は想定しております。今後、詳細に詰めたと思います。

(委員長)

その時に、3連トンネル側は埋まっている機械が多少壊れてもいいわけですね。上の支保工が壊れる心配もないし、機械は顔を出したとしても困らないわけでしょう。問題は、大断面トンネル側の壊れ方で、さっき言ったようにガラもないということであれば、少しずつ掘っていけば少しずつ斜面ができて、ある時に天井まで斜面ができるとういう形になるのではないですか。その間に、水を抜く必要があれば水を抜けばいい。そのように考えれば、8頁の図のように、土嚢を積んで、ある程度抑えながら掘っていくということは、1つのストーリーになりはしないかと思えそうな気もするのですがいかがですか。このあたりは、油断をし過ぎないようにしなければいけないですけども、そのような理解ですね。

(委員)

委員長がおっしゃったような感じで、特に違和感はないです。普通、安息角は30度くらいですね。安息角程度を確保しておけば安定なわけですよ。その上に土嚢をおいて注意深くやっていくということであれば、私は施工のことはわかりませんが、大丈夫かなと思います。

(委員)

あと問題は、〇〇委員がおっしゃっていたように、やっぱり水を抜いて、本当に水がちゃんと抜けるのかという問題ですよね。もしかしたら内部に水圧が溜まっているとか、そういった問題があったときには別の問題が出てくるので、注意深く時間をかけて、あるいは少しずつ改良をやってというようなことを考えておけば、問題はないかなという気はします。

(委員長)

3頁に、土砂の粒度分布じゃないですけども、パーセンテージがありましたね。この粒度であれば、30度くらいの安息角で十分可能ではないかと思いますが、どうですか。

(委員)

水中カメラで確認したこの角度は、おそらく遠いところの堆積なので、細かいものが多い遠くに流れたため、こうなっているのではないかと思っています。基本的に、これくらいの粒度だと30度くらいで十分大丈夫じゃないでしょうか。

(委員長)

若干、心配していることはですね、安息角が30度でよいとして、連絡坑のところは10度くらいの形で溜まっていますね。測定結果として、こういうものが出ているでしょう。細かい小さいやつは粘土層かもしれない。それがさっきの水抜きの際に吸い込まないか、その懸念は大丈夫でしょうか。水抜きの際の管理は、排水量で管理をするから、異常な排水量になったときは分かるのですが、そこに流速計を念のために置いておくかと。20～30cmの高さの所に。最後に抜く時がどれくらいの速度で抜けばいいかということでしょうね。そういう意味では、簡単な流速計で測りながら、排水量との二重管理というのも考えられます。

(大成JV)

排水については、必ず一度ノッチタンクで受けて、どれくらいの土砂を含んだ水が流れ出ているかというのを常に確認ながら進めます。ご指摘いただいたように、水に多くの土砂が混ざり始めると、溜まっている土を崩している行為になりますので、そこは十分留意していきます。

(委員長)

詰めのところだけですね。注意しながら、濁り水を出さないようにしていけばいいわ

けですね。

(委員)

リスクという観点で、すでに配慮しているかもしれませんが、3連トンネル部の水が下まで抜けているかどうかというのは、観測孔で確認するのですか。土砂がダムみたいに水を堰き止めている状態だとしたら、立坑から水を抜け切れないかもしれない。よくある水害とかで土砂が水を堰き止めてしまうので、そこはしっかり確認された方がいいかもしれないと思います。

(大成JV)

そこにつきましては、排水初期段階で開削からカメラを入れますので、監視をしながらダムになっていないかというのをしっかり確認していくようにいたします。

(委員)

仮にダムになっていたとしたら、水が堰き止められていて抜けなくなっていたとしたら、どうやって抜くかということは考えておかなければならないかなと思います。

(大成JV)

そうですね。場合によっては開削側からボーリングのロッド等を入れて、そのダムに穴を開けるとか、何かそういったものも検討していきたいと思います。

(委員)

想定してもいないところから水が出てきて怪我とか、災害にならないように気を付けた方がいいと思います。

(大成JV)

はい、十分留意いたします。

(委員長)

そうしましたら、ほかにありませんか。

(委員)

3頁のピンク色のハッチのところですが、毎分400リットルの湧水があって、抜いているということになるのですか。毎分400リットルの湧水という表現の意味ですけれども、まだ崩落部から供給があるから抜けていないということですか。

(大成 JV)

この表現は、掘削しているときにトンネル内にこれくらいの湧水があったということになりますので、水抜きの際にトンネルからどンドン水がなくなって、空になるとときには、これと同じくらいの湧水がまた生じると考えています。

(委員)

今抜いているというわけじゃないということですか。わかりました。

ただ、それについては供給源が絶たれているのかどうか、というのが確認できないので、トンネル内の地盤改良でどうなるか、ということはやってみないとわからないので、そこは、抜くときに抜く量は分かりますが、それが供給されてその量になっているのかどうか、その判定が非常に難しいと思いますので、そこをちゃんとリスク管理するようにしないとまずいと思います。毎分 400 リットルって大変な量なので、もし、これが続くような状況があるとすれば相当危険なことも想定されるので、そこはちょっと気になりました。

(大成 JV)

ちょっと状況が違うのは、開削側の掘削がだいぶ進んでおり、実際に掘った時と状況も異なっていますので、いろんなところの観測井の水位の高さだとか、その辺と連動させて判断していきたいと思っています。

(委員長)

そのときに、参考資料 11 頁のネットワーク解析が有効に使えるかどうかというのはありますけど、そういう工夫をしようとしていますよね。本当に言えるのかどうかはわからないけれど。注意をしながらこの計画を基本に進めることで、我々としてもこういうことかなと認識しているということで、ご理解をいただいたとしてよろしいでしょうか。何かありますか、〇〇委員。

(委員)

ちょっと 1 点だけ教えていただきたいのですが、水抜きのために、地上から坑内に地盤改良をしますよね。実際、今度土砂を撤去するときには、その改良体の確認をしたうえで、十分でなかったら必要に応じて対策を講じるということですが、具体的にどんなことを想定されていらっしゃるでしょうか。

(大成 JV)

今のお話は、排水前に地上からトンネル坑内に壁を作ったけれど、実はちゃんとできていなくて、という場合の話になるわけですが、これは先ほど出ていました、水を下げ

ながら、改良ができていないという話と、地下水の動きがきっちり連動するかというのは、また、ちょっと違う話かなと思います。逆に言いますと、それができていなくても、上がしっかりできていれば、これはさほど問題ではないということでもあります。この隔壁には、土を取っていく中で、上の地盤改良体に何らかのエラーがあって、土が流動しだすといったものを防ぐような意味もございしますので、坑内から土を取りながら、土の流動があるのかないのか、こういったものもしっかり見ながら、それが仮にできていない場合、再構築する必要があるのかないのか、というのを掘りながらジャッジしていくしかないのかなと思っております。

(委員)

そうすると具体的に必要に応じた対策というのは水平方向からの地盤改良を加えるとか、あるいは鋼材で少し支えてやるとか、そういうイメージですか。

(大成 JV)

具体的にはそういうことになります。例えば、水を引っ張ってくるようなケースの対策であれば、水平に打って高圧噴射等でもう一度造るようなことになろうかなと思います。ただ、水を持ってこない、層別沈下計の変状も起こさないということになれば、再構築の必要がそもそもないということにもなるのかなと思います。

(委員)

その判断をしっかりといただければと思います。

(大成 JV)

はい。ご指摘いただいた通りしっかりやっていきたいと思います。

(委員長)

ほかに何かございますか。もしよろしければ、掘削計画のたたき台がこれで出て、これをつめていければ、まあやっていけるのではないかと考えられるということでもよろしいでしょうか。それでは、先ほどまで出ている意見を踏まえながら、詳細を詰めていただければと思います。

よろしければ、もう1つ討議事項がございますので、もう1つのほうに移っていきたいと思います。これは土砂撤去と多少関係するところがあるのですけれども、あえて別項目で「5. 掘削計画について」としてあります。

掘削計画ですが、問題箇所が2つあります。大断面のところと3連のところ。ここについての計画、立案をするということですが、今日はですね、これをどのようにやって

いくつか、その基本的な考えをいただいていたということで、この件に関する本当の検討は次の委員会かなと、そのように考えております。そういう意味では今日は、こういう考え方で詰めていっていいかというのを皆さま方とお聞きするのが本題になりますが、そういう意味での説明を聞きながら、意見をいただきたいと思います。じゃあ掘削計画について説明をお願いしたいと思います。

(交通局)

「5. 掘削計画について」をご説明いたします。今ご説明がありましたように、大断面トンネルの再掘削計画、それから3連トンネルの左右坑掘削計画につきまして、ご説明いたします。

2頁をご覧ください。

大断面トンネルの検討フローについてご説明いたします。再掘削の検討にあたっては、「福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する委員会、報告書」に記載の工事再開に関する主な留意点を踏まえ、再掘削の加背割、支保工、補助工法等について、安全面を考慮した対策を講じていくこととしております。

再掘削時のリスク対策として、①地下水対策、②切羽安定対策、③地表面沈下・近接構造物対策が挙げられます。これらの対策として掘削断面形状や掘削方法等について検討していくことを予定しておりますが、今回は大断面トンネルの掘削断面形状の検討についてご説明いたします。加背割など掘削方法や天端補強方法など緑色の破線より下に記載している検討につきましては、次回の委員会でご説明いたします。

3頁をご覧ください。

大断面トンネルの再掘削については、トンネル上部の地盤改良を確実に実施することで、現状の扁平断面であっても掘削が可能ですが、先ほど説明の委員会報告書記載の副次的要因を踏まえ、扁平率の改善を目的とした断面形状の検討を行っております。

最初に、扁平率を改善するため、トンネル幅を縮めることができないか検討いたしました。この大断面トンネル区間ではシールドマシンをUターンさせる幅を確保する必要があることや、線形および構造の制約上、西行き線路と東行きの線路の間を広げておく必要があり、完成後の必要内空も広くしておく必要があるため、現計画の幅を縮めることは困難となっております。

次に、トンネルを高さ方向に伸ばして、扁平率を改善する案についてですが、既に博多駅側の3連トンネルの中央坑につきましては、トンネルの下部が完成しており、トンネル全体の高さを下げることが線形の制約上できないことから、①の天端を上げる案を記載しております。更に、これら以外に、②のとおり、断面形状と施工サイクルを工夫しまして、掘削時の扁平率を改善する方法として、掘削イメージの欄に記載のように、

中柱を設置し、安定させた上で、左右坑を掘削する案を検討しております。

3頁の下段に載せております現状案とのリスク比較の表をご覧ください。この表では、①天端を上げる案と②天端を下げる案について、左側に記載しているリスク要因に着目し整理しております。リスクが低減する項目を青文字で記載しており、②の天端を下げる案がリスク対策の面から優れていることが確認できます。このため、次回の委員会までに、②の案を基本に各種検討を進めてまいりたいと考えております。

4頁をお願いいたします。

ここからは、3連トンネル左右坑掘削計画についてご説明します。

5頁をご覧ください。

検討のフローについて説明いたします。3連トンネルにつきましても、掘削時のリスク対策として、①地下水対策、②切羽安定対策、③地表面沈下・近接構造物対策が挙げられます。これらの対策として掘削断面形状や掘削方法等について検討する手順を予定しており、今回は左右坑トンネルの掘削断面形状の検討を行っております。覆工の構造検討や天端補強方法など緑色の破線より下に記載している検討につきましては、次回の委員会でご説明いたします。

6頁をご覧ください。

道路陥没に関する委員会から示された大断面トンネル部の再掘削時のリスクを参考とし、3連トンネル左右坑掘削時のリスクとして考えられるものを記載しております。右上の枠線内に凡例を記載しており、二重線の枠囲みはD2層やDh層の薄肉化や抜け落ち、潜在的弱部による水みちに起因するリスクを示しております。

7頁をご覧ください。

(3)の掘削時のリスクと対策につきましては、前のページの①から⑥のリスクを表形式でまとめており、左側には原因を縦列に記載し、その右側のリスクの欄には、対策前の評価を色分けで、リスクが大の項目をピンク色、中程度の項目を茶色で着色した上で、それぞれ想定されるリスクを記載しております。さらにその右側には、対策の案を記載するとともに、対策を実施した場合にリスクが小となることから緑色の着色をしております。一番右側の対策方針の欄につきましては、具体的な対策の案を記載しております。

今回の資料は、検討の方向性を示したものとなっておりますので、今後、検討していく中で、具体的に必要な対策について整理していくことを予定しております。下段(4)の3連トンネル左右坑の断面形状につきましては、上段の表の①から③のリスク原因に関する対策方針欄に記載の3連トンネル左右坑断面形状の検討とリンクしたものとな

っています。また、炭質頁岩に起因する④や⑥のリスク原因につきましても、断面形状を変更することでリスク軽減につながることから、より安全な施工に繋がるものと考えております。

変更後の掘削イメージを下段の表の右側に示しており、必要となる内空や中央坑の桁高さやバランス等を考慮し、400mm程度は掘削高さを下げることが可能になると見込んでいます。大断面トンネルと3連トンネル左右坑の掘削断面の形状を変更することに関するご説明は以上となります。

(委員長)

それでは、以上の説明についてご討議いただきたいと思います。

大断面の所の再掘削については、考え方を3頁の一覧表で示されており、3案検討されているようですが、この中で一番右側が良さそうだというような資料になっていますが、これについて、考えることや注意することがありましたら意見をお願いします。

3頁のリスク整理について、現在の計画案と比較してということですか。

(交通局)

その通りです。

(委員長)

では、一番左側が基本形で、一番右側の案では、リスクが低減するということですね。最初からこうすれば良かったのにと感じてしまいます。何かご意見ございませんか。

(委員)

3頁で、②の天端を下げて中柱を設置する案について、大断面ですでに掘削した箇所を含めて、全てこの形で最終的に造るということですか。

今まで掘削したところは当初通りで、途中から奥はまた違う断面で作るとなると、連続性がなくなるため、設計上の弱点となる可能性があります。どのように考えていますか。

(交通局)

大断面トンネルの延長が約15mございますが、同一の形状にしたいと思っていて、柱がある区間とない区間を作るのではなく、基本的には同じ断面形状で進めていきたいと考えております。

(委員)

そうしますと、今ある断面については、この形に新たな形に作るということで、覆工の裏側の隙間はコンクリートで埋めてしまうということですか。

(交通局)

最終断面は、3頁の右側の図のような中柱構築の形を目指していきたいと思っております。既に広げている所につきましても、安全の考え方からは中柱を設けたほうがより安全に繋がると認識していますが、詳細な施工ステップは今後検討していきたいと思っております。

(委員)

ありがとうございました。

7頁ですが、天端を下げる案につきまして、天端を40cm位下げると既に掘削している部分についてどのように取り付けていくのか。現在の中柱の構造は変えないで、その上の構造を変えて、青い部分の新たに掘削する部分の左右の覆工コンクリートを原案より下に取り付けるという形で全面的に設計を見直すことになると思いますが、その場合、不経済な構造になることもあるかと思えます。かなり鉄筋量が増え、アーチ型というよりもどちらかという矩形に近いような断面になると思いますが、すでに検討しているのであれば教えてください。

(交通局)

3連の左右坑につきまして、まず柱の話がありまして、現在施工が終わっている部分を赤で示しております鋼管柱を建てた所です。この上に桁を通しますが、そこにつきまして、概略で計算すると40cm程度下げても鉄筋量は満足出来る形状になっております。

もう1点が、左右坑の形状を平らに下げると、応力的に良くないところがありますので、下げ方については、左右坑の構築に無理がない形で可能な範囲で下げたいと考えております。

(委員)

トンネルの天端を低くしても、列車は走行できる覆工を考えていくということですか。

(交通局)

必要な内空は確保したうえで、では何故この高さだったのかということを感じられていると思いますが、中央坑部分の桁高がどちらかという縦長の方が経済的ではありますが、やや正方形に近い形にすることで炭質頁岩が左右坑の切羽天端上部を出来るだけ出ないようにしたいということから、可能な範囲で鋼管柱上部の桁高を下げたいこ

うということから今回検討を進めているものでございます。

(委員)

会計検査の対応も留意してもらわないといけない。委員長も最初からそうしておけばよかったとおっしゃっていましたが、その形に変えることが現状の形で造るよりも経済的だということをしっかり証明できるようにしたほうがよいと思います。

(委員長)

当然ですね。

(交通局)

もちろん経済面も大切なのですが、炭質頁岩がこのあたりに出てくるということについて、既に中央坑を掘った中での可能な範囲での対応をとっていきたいと考えておりますので、その説明がきちりできるよう備えておきたいと思っております。

(委員)

私はトンネルの形状のこととかはよくわからないのですが、3頁の大断面部について、委員長がおっしゃられていたように、こういう構造がよいのであれば、最初からこういう構造を考えておけばよかったですのではないかと思います。

また、例えば今後、天端を下げる案で進めていくとして、この資料だけを見ると、圧倒的に現状案よりも良い案という書き方をされている。おそらく技術的に難しいところなど、そういった理由があるから、最初は現状案を選択したのではないのですか。

資料には、それらの技術的な課題を示しておいて頂かないと、なかなか議論しづらいと思います。そのあたりはいかがですか。

(交通局)

ご指摘ありがとうございます。

天端を下げる案について、まったく技術的な課題がないわけではございません。どのあたりが難しいかと申しますと、まず、中央導坑に仮設の中柱を立てておいて、頂版を構築し、支えを造った後に左右坑の掘削にかかりますが、左右坑の構築と鉄筋をうまくつなぐという部分が施工として工夫が必要となる箇所となります。

もうひとつが、左右坑の構築後に中央に設置していた仮設の中柱を撤去しますが、このとき、構築が上部の荷重を支えることとなります。その後に中柱を構築する際の残留応力といいますか、残っている力が問題ない範囲のものなのか、一度ジャッキアップ等してあげないといけないものなのかといった点が技術的には難しい箇所となります。

あくまでの今回は、これで実施しますというようなものではなく、この案を採用する

ことで断面形状の扁平やD2層等の強度の不確実性に伴うリスクを低減できることから、検討を開始していきたいということで意見を伺いたいと考えております。

(委員)

それならば、次回の委員会では、各案が対比できるような資料を作っていただければと思います。

(交通局)

次回の委員会では、そのあたりの課題など、構造的に問題ないことが確認できましたといったことも含めて、ご説明できるよう検討を進めてまいりたいと思っております。

(委員)

大断面部の形状変更については、一度事故を起こしているのです、それを踏まえた横に広げるときのリスク回避というのはわかるけれども、リスクが減るとか増えるとかいうのは、定量的に評価してほしいですね。3連区間のところは、40cm減らすことが本当にリスクの軽減につながるのかどうか、補助工法の確実性を上げることと構築の天端を40cm下げるのを比較し、定量的に示してもらわないと判断できないと思います。以上です。

(交通局)

大断面トンネルの資料が非常に漠然とした表現となっておりまして、おっしゃるとおり、そこまで言えるのかというところがございます。繰り返しになってしまいますが、例えばD2層の厚さにつきましても、浸透破壊の距離も稼げることからも出来るだけ距離をとりたいということもあるのですが、資料としては、ご指摘のとおりだと思っております。

また、3連トンネルにつきましても、同じく、水の浸透距離をとりたいというところがありまして、計算上だけで言いますと、僅かでも距離が稼げれば、安全性も僅かなり向上するということがありますが、〇〇委員のご指摘のとおり、確実な補助工法は何なのかというところのほうが、むしろ大事じゃないかということも併せて検討を進めてまいりたいと思っております。

(委員長)

よろしいでしょうか。

まず、大断面部の方ですけども、これまでのご意見をまとめると、現在の案に問題があるから設計変更しようとしているのですよね。今回の事故が起こって、新たに発生した課題もあるだろうし、もともとの設計における課題もあるだろうし、現在もってい

る課題をしっかりと出さないと変更する意味がないですよ。それを、これからのリスクが上がる・下がるといような議論ばかりしていて、道筋としてはあまりよろしくないなという感じがいたしますので、技術面や経済面、また、こういう事故が起こったということ踏まえた現状の課題がどういうところで、それを改善するために、断面の変形を改善しないとイケないな、あるいは想定内の部分かもしれません。

それと、中柱を立てて、3つに分けて掘り、更に将来的にはシールドトンネルが通過した後、恒久的な工事をしないとイケない。そういったのがあつての案になるのですが、それをしっかりとやるだけの理由を詰めてこないといけませんね。そういったものが大断面の今の提案の仕方を見ると見えてこないから、今のような議論が出てくるのではないかと私は思います。

(交通局)

すみません、ちょっと前段のご説明がなかったので混乱されているかと思うのですが、現状案というのが、事故が起こったときにもいろいろご説明する機会があつた話になりますが、もともと岩被りを多めに確保したいといような事情がありまして、天端を下げるといような設計変更を行っているのがこの現状案でございまして、この扁平率が条件的にあまり良くないといのが、結果的に原因究明の検討委員会のほうから、副次的な要因としてご指摘されているといような事情があります。

もともとは、他所の工事とかでもこういう扁平率でやっているとい事例があつたので、まあ大丈夫だろうとい判断でやった結果、事故が起こって副次的な要因といようなご指摘をされましたので、そういう原因究明の検討委員会でのご指摘を踏まえて極力扁平率を改善するようなかたちで検討したいといのがもともとの発端であります。ですから、そういうのを解消するためにはこういう中柱立てるとかですね、このようなやり方をすると、扁平率とい観点においては改善できるのかなといので、こういうことも検討したいといことから、今回、このようなかたちでご説明させて頂いたとい状況でございまして。

(委員長)

そこはわかります。ですが、扁平率の云々といわれると、地盤改良はしていますよね。上は人工岩盤なので、D2層はこれで改善されているわけですよね、基本的には。もちろん、今までの大断面トンネルを掘ってきたところのもっと先のほうは、もっと薄いかもしれないし、同じように亀裂があるかも知れないからといことで、よっぽど用心しないとイケないといような、そういったことも少し説明の中に加えてください。そうしないと今のままでしたら、他力本願みたいな説明になってしまいますね。そこをしっかりとしてほしいと思つて、色々な意見が出たのだと私は思っています。今、交通局がおっしゃつたとおり、経緯はそのとおりで、それはよくわかる。けれど、じゃあ何のため

に人工岩盤を造ったのですかということになる。だから、その説明があることが前提条件。

そして、現状のこの案で行くことの課題をもう少しはっきりさせておくことと、こちらの中柱を立てる方の案だと、多少手間暇かかるけれど安全な施工になるというような、どのように寄与するのかということ、もうちょっと岩被りが大きくなるとかいう理由以外の、大前提をしっかりとさせたほうがいいのではないか、ということ、私はその通りだと思えますし、委員の皆様のご意見もそういうところにあつたのではないかと思います。思うわけです。

それから3連のほうはですね、一番の問題はD2層とその上のDh層が意外と弱かったということ、これは中央坑を掘っているときにそういうことがはっきりしたわけですよ。そこで苦勞したわけです。今度はその横を広げるから、最大限の安全な施工ができるような変更を是非したいということ、私はこれでいいのではないかなと思います。

もしこの断面で40cm天端を下げることが可能ならば、ただ単に下げるのではなく、形は維持しつつも下げられるというような方法があるならば、そういうような話で進むのではないかと思います。ここでは、別にお金が非常に変化するというような考え方はなさそうな気がします。

ただ心配なのは、今日は説明がありませんでしたけれども、どうやって補助工法を考えるかということですね。ここの補助工法との連携をしっかりと考えたうえで、再度検討しないといけないのではないかと思います。こういうのは避けよう避けようではなくて、本論はなんなのかということ、常にフィードバックさせて整理をしていくようにして頂かないと、議論がこの中で通ればいいというものでもないですからね。もっと他にも影響しますので。そういうことを認識して、しっかりと、そしていかに安全にやるかということ、そういうことで、十分検討してください。

(委員長)

40cm下げること自体はね、そう大それたものではないと私は思っていますけれども、これちょっとした応力計算をして十分やれると思います。要するに問題となるDh層が出てきて、それも厚くなって出てきたものだから、中央坑の場合はたまたま上のほうだけで削り取れるような状況だったけれども、今度は左右坑では真上にあるわけですよ。そうすると、その期待する土被りや岩盤厚が十分に得られるか、このままでは不安だから、そここの改善をいかにするかという最大限の努力をしますということを説明していかざるを得ないかなと思います。

検討の方向はだいたい今までのお話からすると見えてきつつあるのですけれども、その結論に行きつく説明がやっぱり弱かった、ということが言えるのではないかと思います。とで、まとめさせて頂きたいと思っております。

それで今日、だいたい予定していた議題がここまでということになりますが、全体についてなにか一言ありましたら承っておきたいと思います。逆に交通局からは何か聞きたいこと無いですか、遠慮なくどうぞ。

(交通局)

教えていただきたいと思います。坑内水抜きについてなのですが、資料3の19頁ですね。右上のほうに、そのときの管理体制といいましょうか、管理レベル1, 2, 3と書いていますけれども、それぞれの数字でどのような対策を取っていくかというのが今後の議論になっていくかと思えます。それでももう少し進んでいただいて、22頁をお願いしたいのですが、右下の緊急時の対策というところで、今、案として考えているのですが、坑内の復水や立坑注水、追加補強工など、こういった項目だけは今挙げているのですが、先ほどの管理レベルに応じた緊急時の対策というのが今から重要じゃないかと思っております、ここに書いているもの以外で、何か緊急時の対策として、こういう項目を追加してやるべきじゃないかとか、〇〇委員からは、先ほどの討議において、水位保持期間の管理項目を抽出しておいて、もれなく管理するというようなお話がありましたけれども、それ以外にもアドバイスがありましたら、追加でお願いしたいと思っております。

(委員長)

〇〇委員いかがですか。いきなり言われてなかなか答えづらいかと思いますが。

(委員)

先ほど私が言ったのは、考えられるリスクはとりあえず皆さんで検討されて、チェックリストを作って、この項目は大丈夫とやっていけたらいいかなと思ったからなのですが、対策はやっぱり水を戻すということが一番先決なのかなと思います。さっき休憩時間中に〇〇委員と話をしたのは、今、大断面のところの地盤改良体がつくられて、チェックボーリングしたコアを確認すると、しっかり固まっているようなのですが、そのボーリングのコアではOKだということがあったとしても、もしかしたら弱部が無きにしもあらずといったときに、全体が土の中なのでなかなか管理はしづらい、見つけるのは難しいのかもしれないですが、何かできないかなと思います。具体的に何をすればいいかはわからないですが、仮に水を抜き始めた時に水の流れを、流速等々でしっかり見ると、内側に急に流れ始めているな、とかいうようなところから、危険をあらかじめ察知するとかですね。水を抜き始めたときに起こる現象をしっかり見しておくということですね。さっき、ネットワークでしっかり見ると言っていたので、そこで出てくると思いますが、あくまでも地盤改良は一生懸命やったけれど、それがしっ

かりできているという保証がなかなか確認できない。

いくらボーリングでチェックをすればいいにしても、全部を見ることができないので、水がどこから湧いてくるかわからないところがあって、もしかしたらしっかりしたつもりだったのに、が後々怖いところもあるので、そこは慎重にやられたほうがいいのかなという気がします。

(交通局)

水位を測定していた水圧の違いから流れの方法が変わるとか、そんなことも着目しなさいというご指導かなと思いました。

(委員)

七隈線を掘ったときに、確か梅林から次郎丸に向けて壁ができてしまって、油山から流れてきた水が堰き止められてといった事例があったと思うのですが、さっき委員長がおっしゃられていたように、遮水壁みたいなのができますよね。遮水壁ができるということは、水からしてみると邪魔だなと思ってどこかに逃げていくところがでてくるとすると、そんなに急な流れが来ているところではないかもしれませんが、水はやっぱりいろんな意味で怖いので、しっかり管理されたほうがいいと思います。十分分かっているとは思いますが、地盤改良をやって、硬くなっていることが確認できて安全だなといった安心感のなかに、ちょっとした隙が生まれるような気がします。

(交通局)

ありがとうございました。

(委員)

計測をかなりやられると思いますけれども、計測値がはたしてどこまでになったらどうするかというのは考えておかなきゃいけないですよ。何ミリ範囲だったらどうだけど、これ以上になったらこうなるよというものです。なにか中で異変が起きているときにどのくらい表面にでてくるかっていうところですね。それが重要じゃないかなと思います。

(委員長)

そういうものに関連して、水を抜くときの管理の考え方というのは、トンネルを掘る時とは全く違う状況だろうと思います。特に今回のケースだと、土中の不連続な部分についての情報がはっきりしなかったというのが、こういう事故につながったという反省を踏まえることが大事だと思います。それから、それを受けて、地盤改良を行って水抜きをすると、先ほどおっしゃっていたように、流れる方向だとか水位の水圧の概念とか

というのは、自然にできたのとはちょっと違う、異常な動きとか異常な圧力とかという部分が必ず出てくるだろうと思っておいたほうがいいだろうと思います。そうすると、ネットワーク解析、本当に期待したいのですが、お互いの関係がないというところは関係ないとかいうのを、そのままつかめるようにしたいし、それから関係があるところはしっかり関係があるとかつかみたい。それが、信頼できるかどうかという問題がもう1つあるので、そこを考えないといけなだけでですね。

ただし、さっき水抜きを決める時に、最後にまとめる時に言いましたように、流れる方向が少し変わっているわけですよ。確かにトンネルから吸い上げるという行為で流れ方向が変わっていくわけですから。データが過去のデータをそのまま使っているかどうかというのは、やや疑問もでてくるわけですね。たとえば水位とかでも岩圧でもそうでしょうけど、反対の方向に流れ出した時に、ランダム性が強いから、ある程度良いだろうということ結論にしたけれど、使えるデータは新しいデータかもしれない。今までの1年間分のデータがそのまま使えるという雰囲気じゃないかもしれない。そうすると最新のデータからスタートしていく位の気持ち、それがどう変わっていくのかということも考えながらこういう管理の組み立てをしていかなければならない。

そういう意味では水抜きの管理というのは1つの大きな柱だと、これは岩盤掘削の時の管理と別系統だという位の思いで一所懸命に管理の仕方を考えなければなりません。問題箇所は2か所か3か所と決まっているわけですから、そういう意味ではやりやすいと思いますが、やった方がいいのではないかと私は思います。いいですね。付け加えておきます。

以上でよろしいですかね。それでは、本当に長時間にわたって議論いただきました。水抜き計画については大筋において最後の確認が出来たということ。土砂撤去については計画案でもやれそうだとということ。

ただし、今度は再度掘削をしていく時の大断面と3連トンネルの詰めについて設計の在り方、あるいは補助工法の在り方については、これの考え方だけは皆さんで議論があった訳ですから、それを十分お持ち帰りいただいて筋道立てた計画になるように立案して次回に持って来て頂ければ、我々も一所懸命考えさせていただくということで、これが全体の結論でないかと思えます。そういうことでよろしいですかね。

この後、記者発表があるわけですが、議事要旨は公表すると事務局は言っておりますので、議事要旨を作るとどうなるのかと思いますが、今日の議論のことを見越したうえで、このようにしたらどうかという、たたき台は、一応作っていただいたほか、自分なりにも少し作ってみました。先ほど大まかに言った内容に沿って、事務局と私の方でまとめさせていただいて、それを記者発表の時に公表させていただくということで、詳細な議事録はちゃんと残りますので、議事要旨は、今日の場合はこれでよろしいです。

かね。

(全委員)

はい。

(委員長)

それでは、責任を持って整理したうえで、事務局に記者発表してもらおうということにしたいと思います。それでは、司会はここで終わらせていただいて事務局にマイクを返しますので宜しくお願いします。

(事務局)

委員長、委員の皆様ありがとうございました。

閉会にあたりまして、交通局建設部長よりご挨拶をさせていただきます。建設部長、宜しくお願いします。

(交通局建設部長)

皆さんお疲れ様でした。

委員長におかれましては、議事の進行並びに意見の取りまとめにご尽力いただきまして心よりお礼申し上げます。また、委員の皆様におかれましては、長時間に渡り熱心に議論を賜りまして誠にありがとうございます。

本日は、ナトム区間におけるトンネル坑内での水抜き、土砂撤去並びに再掘削にあたっての大断面トンネル部と3連トンネル部の断面形状について、貴重なご意見ご助言を賜りまして深く感謝を申し上げます。今後ですけれども、皆様から頂きましたご意見等をしっかり踏まえながら、安全を最優先に一步一步着実に事業を進めてまいりたいと思っておりますので、引き続き、皆様方のご指導をお願いしたいと思います。

本日は誠にありがとうございました。

(事務局)

ありがとうございました。

以上をもちまして、本日の技術専門委員会を終了させていただきます。本日は長時間に渡り、ありがとうございました。