

## 第2回 福岡市地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会

平成29年1月21日

### 【事務局】

それでは定刻になりましたので、ただいまから第2回福岡市地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会を開催したいと思います。どうぞよろしくお願いを致します。

まず最初に、主催者を代表致しまして、国立研究開発法人土木研究所理事の野口よりご挨拶を申し上げます。

### 【事務局】

皆さん、こんにちは。ただいまご紹介頂きました国立研究開発法人土木研究所で理事を務めております野口でございます。第2回目の委員会の開催に当たりまして一言ご挨拶を申し上げます。

本日はお忙しい所、また土曜日にもかかわらずお集まり頂きまして誠にありがとうございます。昨年11月8日に発生しました福岡市地下鉄七隈線の延伸工事現場におけます道路陥没事故につきまして、当該事故の原因究明、さらに再発防止に向けまして、11月29日でございますけれども、本委員会を設置致しまして、第1回の委員会を開催した所でございます。

第1回の委員会では、福岡市等から事故の経緯等の説明を受けました。それに基づきまして委員の皆様からは貴重な意見を頂戴致しました。また、追加ボーリング調査の必要性等のご指摘もございまして、その結果につきましては、まだ途中の段階ではございますけれども、本日、一部を示させて頂くという予定にしております。

さらに、本日は、事故原因の推定や、設計及び施工に関します問題点等につきまして、皆様方に御議論を頂きたいと思っておりますので、どうかよろしくお願い致します。

国土の狭い我が国では、特に都市部におきまして、地下空間の高度な利活用というものが不可欠でございます。一旦、道路陥没等におきまして被害が発生しますと、都市の経済社会活動への影響が甚大となります。このことから、今回の道路陥没の発生原因を分析致しまして、再発防止策を講じていくということは、今後の地下利用や、地下埋設物の健全な維持管理に向けましても喫緊の課題となっている所でございます。

土木研究所と致しましては、本日のご議論を踏まえつつ、あらゆる可能性を排除せず検討を行いまして、年度内に一定の取りまとめを行えればと考えておりますので、委員の皆様方のご指導、ご協力のほどよろしくお願い致します。

本日はどうか忌憚のないご意見を頂きたいと思っております。改めましてどうかよろしくお願い致します。

**【事務局】**

どうもありがとうございました。それでは、続きまして、当委員会の委員長であります首都大学東京副学長の西村先生よりご挨拶をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

**【委員】**

委員長の西村でございます。第1回目に引き続きまして第2回目の委員会、第3回ぐらいで終わればいいなというふうには考えております。そういう意味では第1回は意思の疎通、もしくはいろいろな知見についての共有を図りましたが、今回の第2回目、理事からもお話がありましたように、原因、その推定、いろいろな課題があったと思うのですが、それらをきちっと整理して、それで、たたき台をつくるということだろうと思っています。第3回に向けて、また最終報告に向けての準備作業が今回だろうと考えております。その意味では、忌憚のない意見交換が極めて大事だと思っています。ぜひ活発な意見交換をして頂きたいと思っています。よろしくお願いいたします。

**【事務局】**

どうもありがとうございます。

頭撮りは以上でございます。この後、議事が終了次第、17時から、当館の4階、4Cにて記者会見を行いますので、マスコミの方は一旦ここでご退席を頂ければと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

(マスコミ退席)

### 【事務局】

それでは、ただいまから議事に移っていきたいと思います。以後の進行は委員長、よろしくお願い致します。

### 【委員】

それでは、まず、資料の確認をしたいと思います。一番上に議事次第、名簿、続きまして配席表、それから配付資料一覧がございます。

配付資料一覧の下が、A3横、資料1、同じく A3横、資料2-1、2-2、資料3、これは1枚です。資料4、A4、1枚、縦、それから参考資料 A4、1枚、縦、これは規約ですね。それから同じく参考資料ですが、A3横、「道路陥没発生メカニズムの推定」。

以上、よろしいでしょうか。

それでは、議事次第に従いまして進めてまいります。

まず追加調査結果の報告について、よろしくお願い致します。

### 【説明者】

お手元の資料1に沿って説明させていただきます。

まず、1枚めくって頂きまして、調査位置図をご覧ください。これのほぼ真ん中の四角で囲っている部分が、陥没が発生した箇所でございます。それを取り囲むような形で、まず左上の NW という位置、北西側になります。それから反時計回りに、SW 孔という南西側の孔、それから右の方に行きまして SE という南東側、続いて北東側という、こういう4カ所で調査を実施しております。

調査に当たりましては、まず孔径86mm のオールコアボーリングでコアの確認を行っております。それと、別孔を用いまして、孔径66mm の孔で孔内水平載荷をする、こういう手順で実施してまいりました。

続きまして、4ページの方をご覧くださいなのですが、先ほど申しましたように、まず孔径86mm のオールコアボーリングを実施しまして、コアを確認しております。その孔を用いまして、泥水の洗浄を行った後、ボアホールテレビによる亀裂の観察及び層理面等の確認を行っております。

その後、引き続きまして、その孔を用いまして低圧ルジオン試験を実施しています。

次に、別孔に乗り替えまして、孔径66mm の孔の方で孔内水平載荷をする、こういう流れで試験を実施しております。

では、ボーリングの状況についてご説明したいと思います。

次は8ページをご覧くださいなのですが、まず今回、上がってきたコアに対する岩級区分の記載に関しましては、福岡市交通局基準の岩級区分を用いております。Dc2層の出現位置に関しましては、すべての孔において高浸透の博多粘土層上部層と、古第三系の境界という物質境界として認定できました。

一方、Dc2層の下端面に関しましては、今回のボーリングにおきましては詳細な岩層の観

察を主眼としたため、標準貫入試験を実施していません。福岡市交通局基準では N 値による判断をしておりますので、それは正確な所、同一の判断基準ではございません。しかし、事前に行われておりますボーリングの調査結果、写真、コアの状況の記載等、今回はコアにおきまして針貫入試験を実施して、岩級判断を行いました。

では、まず、8ページの NW 孔についてご説明致します。

NW 孔におきましては、Dc2層の出現位置は、GL.-16.9m でございました。その状況を右上の写真に示しております。この右上の写真のコアのちょうど真ん中ぐらいが境界になりますが、その左側は博多粘土上部層の粗い砂と粘土が混じった層になっております。

一方、右側は、古第三系の強風化を受けた頁岩層になっております。そういう物質境界として、不整合面として認定できました。

この孔におきましては、層の境界は約20度ぐらいの傾斜をしております。

Dc2層の下端面に関しては、コア写真を見て頂くとわかると思いますが、18.5m 下位のボーリングコアは、風化状況は非常に弱く、未風化の状況でございます。そういうことから、18.5m よりは上位に境界があるのではないかということで、針貫入試験によって確認していた所、柱状図の右側に針貫入の結果を示しておりますが、18.35m ぐらいの所まで針貫入試験の結果でほとんど0MPa、それから下は強度が大分上がっていくという状況でございますので、Dc2層の下端面に関しましては、18.35m というふうな判断をしております。

この Dc2層の性状と致しましては、非常に軟質な粘土状の岩盤といえますか、粘土になっております。

写真でも分かるように、特徴的なのは、縞々の茶褐色の模様が見えるのですが、これは鉄鉱物であるリモナイト脈が発達しております。大半のリモナイト脈は、層理に対して平行に入っているという状況でございました。著しい粘土化を生じているという状況でございます。

続きまして、次のページ、SW 孔についてご覧ください。SW 孔につきましては、Dc2層の出現位置は16.65m ということが確認されました。ここの孔では、これも同じように、右上に写真を載せておりますが、先ほどの NW 孔に比べて、やや傾斜は高角度になっております。そういうイレギュラーな孔面を形成しているということが推定されます。

しかし、物質的には、同様に左側に博多粘土上部層の粗い砂が来ており、右側に古第三系の風化した頁岩が出現しているという状況でございます。

Dc2層の出現位置と致しましては、16.65m から17.90m 間の1.30m というふうに判断しております。ただ、NW 孔と比べまして、SW 孔の方に関しましては、Dc2層の出現位置の上端面から、さらに奥の方までリモナイト脈が多数発達しているという状況でございました。17.9m から20m ぐらいまでの所は、いわゆる Dc2層と Dc1層が互層状になっているという状況でございます。

これは左側の針貫入の試験結果からも見受けられまして、そういう互層状の区間が大体22m 少し上ぐらいまで確認されるという状況でございました。

続きまして、SE 孔の方をご覧ください。SE 孔に関しましては、Dc2層の出現位置と致しましては16.35m で、博多粘土層の上部層の砂と接しているという状況が確認できました。Dc2層の厚さと致しましては、16.35m から17.35m までの約1m というふうに判断しております。

下端面に関しまして、詳細に真ん中の写真で示しておりますが、明らかに未風化な部分と致しましては、17.7m ぐらいの所から下は未風化な状況でございますが、その上にリモナイト脈が発達した部分があります。この中のどの辺に Dc2層が下端面の境界があるかということを追っていきますと、ちょうどこの図でいきますと、17.35m の所までが非常に軟質な粘土化した部分になるということで、16.35から17.35m の間が Dc2層に相当するだろうという判断をしております。

以上がボーリングの状況でございます。

NE 孔に関しましては、今はまだ掘削中でございますが、写真は一応載せておりますが、これはコアパッキングチューブがかかった状況ですので、説明は割愛させて頂きたいと思いません。

続きまして、12ページでございます。12ページが、コア観察と並行的に、コア採集の後にボアホールテレビを入れて、地山の亀裂状況を観察した結果でございます。先ほど申しましたように、Dc2層の出現位置は16.9m で、一番左上の所に少し残っておりますけれども、ここが境界でございます。また、深い所はだんだん未風化な部分になってくるという状況でございます。

ここの孔の特徴と致しましては、比較的浅い部分、深度でいきますと24m よりも上ぐらいの所は、比較的緩い角度の亀裂が多く見られます。それはほぼ大多数のものが層理面として認定できるようなものです。傾斜角度としては20度ぐらいの傾斜角度の、非常に緩い構造が見受けられます。

一方、この孔におきましては、25.7m から27.1m の間に関しまして、破碎帯が確認されております。それは、先ほどのコア写真の方でも、破碎されたコアの状況が確認できると思えますが、ボアホールカメラにおきまして、コアの破碎が確認されます。ここの特徴と致しましては、走向が南北方向、角度が60度ぐらいの西傾斜の亀裂が多数見つかっております。一部は開口したような状況でございました。そういう亀裂が密集した破碎帯として、こういう深度の所に破碎帯が出現するということが確認されました。

それ以降のボーリング孔についてです。SW 孔、それと SE 孔に関しまして、今、ボアホールカメラを入れておりますが、まだ解析が終わっておりませんので、説明は割愛させて頂きたいと思いません。

引き続きまして15ページをご覧ください。15ページは、先ほど柱状図で説明しました針貫入試験を実施したポイントと、その実施状況でございます。

まず最初、15ページは、NW 孔の状況でございます。NW 孔では、Dc2層と、今推定されている部分に関しましては、換算一軸圧縮強度で、ほぼ1MPa 以下。大多数が、針を入れた

瞬間、もう割れてしまうという状況でございます。

一方、下から2つ目の18.45mの深度の所ですが、その所まで行くと、1MPa以上の値が出てきます。さらに、その下ですと、3MPa以上の値が出てきます。こういう力学的に明瞭な境界が生じているということで、この位置でDc2層とDc1層の境界を認定致しました。

同様に、16ページは、16.65mから下で針貫入を実施しております。やはり同じくDc2層とDc1層の境界のあたりということで、17.9mぐらいの所でちょうど力学的な境界が出てきます。ほぼ1MPa以下の所と、1MPaより上が出てきやすくなってくるという層の境界として、この力学的な境界としてもあるのではないかという判断を致しました。

引き続きまして17ページです。これはSE孔、先ほどかなりDc2層が薄かった部分なのですが、これに関しましては、今、コア試験を優先していますので、まずコアを採取した後でDc2層に関しましては、残石でコアの針貫入をしたいと思っております。ただ、下の方の層に関しましては、非常に硬質であるということを、今確認している、こういう状況でございます。

後の室内試験等に関しまして説明させていただきます。

#### 【説明者】

18ページから、室内試験結果について説明させていただきます。

NW孔、NE孔、SE孔の3つのボーリング孔のコアについて、室内土質試験及び室内岩石試験を実施しております。SW孔については、サンプリング用のコアを取らずに、ボーリングコアを全長残した状態で保管しております。

時間の関係上、説明は割愛させていただきますが、5ページから7ページに試験方法の概略を示させていただきます。

さて、18ページの室内試験の結果であります。これは土質試験の結果であります。土質試験と致しましては、密度、含水比、粒度試験を実施致しました。中段右側の粒度試験の結果をご覧ください。これは、丸印のプロットが荒江層の砂礫、dAg層ですね。それから、三角印のプロットが博多粘土上部層、dHs2層でございます。

博多粘土層は粗粒分も多いものの、細粒分も多く、75ミクロン以下、いわゆる細粒分含有率という数字で言いますと、25.2%でございました。

引き続きまして、次のページの19ページをご覧ください。こちらは、室内岩石試験の結果でありまして、三軸圧縮試験を実施しております。

D1層については、軟岩の圧密非排水三軸試験法、いわゆるCUバー試験を実施しております。試験結果と致しましては、全応力で整理致しますと、Cが64kN/m<sup>2</sup>、φが15.8度となりました。

D2層は非常に区間長が短かったために、十分なサンプルが採取できず、実施しておりません。

C2層は、硬質のため、岩石の非圧密非排水三軸試験法、いわゆるUU試験を実施しており

ます。試験結果は、Cが345kN/m<sup>2</sup>、φが54.9度となりました。

次のページ、20ページをお願い致します。これは室内透水試験の結果であります。透水係数と致しましては、一番下に赤く囲っておりますように、 $1.95 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  という値が得られました。

以上、現状ではNW孔のみの試験が完了している状態でございます。他の孔の試験はこれからということになります。

次のページ、21ページには、今後の試験計画について示させていただきました。

説明は以上でございます。

#### 【委員】

それでは、ご意見、ご質問を頂きたいと思えます。どこからでも結構です。

私から1点。9ページのDc2層の下の所は、Dc1層とDc2層の互層になっているというお話しでした。このDc2というのとDc1というのは、強さとか強度で分けられているのではないかと思っておりましたが、互層となると、堆積構造でなっているのですよね。風化がそういうふうになるという意味なのでしょうか。それとも、そうすると元々Dc1というのとDc2というのは別々の堆積層ということになってしまわないかなと思ったのですが。

#### 【説明者】

これはちょうど見開きになっておりますので、NW孔の方とSW孔と、写真で見比べて頂きたいのですが、NW孔の方に関しましては、非常に亀裂の少ない状況でございます。一方、SW孔の方は、コアから上がってきた状態のバージンというのでしょうか、そのときから非常に亀裂に富んでいるという状況でございます。

細かく見ていった所、先ほど申しましたように、力学的に少し互層状になっていて、軟らかい部分と硬い部分が繰り返しています。軟らかい部分、互層状のDc2層と私が今思っている部分に関しましては、厚さでいきますと、5cmだとか数cmというオーダーで、Dc1相当の硬さの中にそういうものが挟まれてきています。その部分は亀裂が密集していて、赤褐色化の状況も起こっています。そういう状況のものが、ここの部分では約3mぐらい続いているという状況でございました。

それに対しまして、その次のページです。この孔もSE孔なのですが、SE孔に関しましては、先ほどのNW孔と同様な状況で、非常に亀裂が少ない状況で、スパッと変わってしまうという状況でございました。

#### 【委員】

岩級区分は強度で決めているからそうなるのかもしれませんが、1つの層、何というか、どういうふうに解釈したらよいのですか。

**【説明者】**

元々交通局さんの判断基準によりますと、Dc2層とDc1層というのは、岩層としての記載は全く同じでございます。それで、判定基準のどこで分けているかといいますと、標準貫入試験を実施して、N値が50以上出るか出ないかという所で分かれています。今回、標準貫入試験を実施しておりませんので、我々としては、途中で軟らかい層があると、上のDc2層と同じぐらいの軟らかい層があると、互層状ではあるし、ただ、その間の部分がしっかりしているので、全部をDc2層とこの孔だけ見るのも少し不適切かなというふうに思っております。それは逆にどういうふうに判断していったらいいのかということをお教え頂ければ、我々としてもありがたいという状況です。非常に困っている部分ではあります。

**【委員】**

いかがでしょうか。

**【委員】**

N値から換算一軸強度というか、そういうものを導く方法もありますが、それで言うと、N値50と書いていましたが、50というのは結構高い値です。0.2MPaだと、針貫入試験だと非常に弱い部分を、今、Dc2と言っているのですが、もう少し下の方まで、Dc2の方に食い込んでくるのかなというふうに思ったのですが、そういうN値換算の一軸強度との比較みたいな形で考えられてはいないのでしょうか。

**【説明者】**

まだコアが上がってきたばかりなので、今、これからそういうことをどういうふうにしていったらいいかということは検討していきたいと思っております。

**【委員】**

1つ教えて頂きたいことがあります。8ページのNW孔なのですが、破碎帯の説明をして頂いたのですが、破碎帯がこの柱状図上で見えていて、その走向傾斜がNSに対して60度ぐらい西側に傾いているという状況ですね。その構造というのは、他のボーリング孔ではどのようなことになっているのでしょうか。

**【説明者】**

いわゆるこういう破碎帯というのが、今の所、NW孔、SW孔、SE孔という、コア観察をした中では、NW孔にしか出てきておりません。ただ、SW孔のすぐ近傍、3mぐらい横で、以前掘っているNo.27S-1というボーリング孔で、深度的には同じぐらいの27m付近で、約1mぐらいの破碎帯が出てきております。それが走向方向からちょうど当たるかなというふうには今思っております。

**【委員】**

そうすると、このNW孔と、例えばNE孔の間ではどういうふうになっているのですか。西の方へ60度傾いているということは、NE孔ではずっと上の方に出てこないということですね。



**【説明者】**

出てこないです。洪積の所には行っていません。

**【委員】**

そういうことなのですね。そうすると、この2本のボーリング孔の間に D2層の部分と破碎帯が当たってくるという構造になっているのでしょうか。

**【説明者】**

その可能性はあると思います。ただ、今の所、いわゆる Dc2層の中の破碎帯という形では、こういう高角度のものは見ておりません。

**【委員】**

Dc1層の所の、例えば SW のボーリングコアを見ているのですが、Dc1と見られている所の亀裂というのは、割と開口性が高いのでしょうか。それとも密着していると考えてよいのでしょうか。逆に Dc2のリモナイトの節理というのは、割と密着していると考えてよいのでしょうか。

**【説明者】**

コアの状況で見ていると、SW の所は、少し開口気味かなという感じはします。SW 孔だけこういう形ですので、他の孔と少し異なります。そこで、ボアホールカメラでもう少し検討しようと思っているのですが、その解析がまだ追いついていないため、何とも言えないません。コアから見ると、少し開き気味は事実です。水も通っているだろうというふうに見えます。

**【委員】**

もう1つよろしいですか。NW のボアホールカメラの中、18m の少し上の Dc2層の中に、40度ぐらいの脈が1つぐらい、たまに所々に入っているのが見えるのですが、これの頻度はどの程度ありますか。

**【説明者】**

かなり低いですね。コアで見えていても低いです。

**【委員】**

SW の所はまだ分析していないが、そこもあまり多くはない。

**【説明者】**

多くはないですね。ときどき、Dc2の中に、いわゆる通常の低角のリモナイトを切っているような形のものがありますが、非常に頻度は少ないです。

**【委員】**

分かりました。ありがとうございます。

**【委員】**

今回、針貫入試験の結果が、ずっと連続的に出ていて、こういう区分になっていますが、これと、当初施工しているときに、D2と分類していた地層との関係はどういうふうになっているのでしょうか。ゾーニングは。

**【委員】**

質問なのですが、孔内載荷試験はまだ今からやられるということでしょうか。それは全部の孔で実施するのでしょうか。

**【説明者】**

そうです。孔内載荷試験は4つの孔で実施します。孔径86mm の孔ではなく、別孔として孔径66mm の穴をあけて、そちらで実施致します。

**【委員】**

そうすると、それと今回の針貫入試験との相関が出てくるという感じですかね。

**【説明者】**

はい。区間としては、D2層を主に、下の D1層まで、3カ所実施する予定です。

**【委員】**

先日、コアを観察したときにもお願いはしてあるのですが、今、D2と D1が互層状というふうに言われた区間というのも、結局、D1の中に弱層みたいなものがあるということですよ。破碎したり、あるいは凝灰岩の非常に粘土化したような層があったり。要するに、亀裂だけではなくて、何か脆弱な弱層的な部分もあるため、そういう所に関しては、どの部分が弱層部分になっているかというのを、もう少し詳しくスケッチというか、位置を図示して頂いて、そういう所では、例えば山中式の土壤硬度計をやってみるとか、そういう強度も測っておいて頂けるとありがたいです。

**【説明者】**

今、そういうふうを実施しております。

**【委員】**

他にいかがでしょうか。時間の都合もありますので、先に進みますが、後でまた全体でご意見を頂く機会をつくりたいと思います。お気づきの点はそのときにお問い合わせ致します。

それでは、議事2番目に進みます。事故原因の推定に向けた議論になります。

**【事務局】**

では、事務局から説明させていただきます。資料2-1の A3のペーパーをまずご覧ください。ここでは設計・施工の経緯をまとめてございます。

1ページ目でございますが、全体の経緯としては、平成22年から八千代エンジニアリングによる設計が始まっております。その後、平成23年に日本シビックによる設計、それから平成24年に八千代エンジニアリングによる設計の業務委託。それと並行して検討委員会の方が、平成24年、第1回から平成28年の第6回に向けて議論が進められているといった所です。

施工については、平成25年に工事着手されて、その後、27年、28年と進んでいきますが、その28年の中では、設計の所でまた八千代エンジニアリングによる変更設計が行われている、そういった経緯になってございます。

1ページの右側です。まず、工法選定、結果的に都市 NATM でやられているわけですが、そこに至る経緯を簡単にまとめてございます。1ページ目が、八千代エンジニアリン

グによる設計でございまして、青字で書いておりますが、工法としてはシールド切り開きを選定しているというのが、この平成22年のときでございました。

1ページめくって頂きまして、平成23年に日本シビックの方で修正がなされておりますが、この中では工法として NATM が選定されてございます。

それから、支保工、補助工法、AGF-P、ウレタン系注入材を選定しているというのがこの平成24年のときでございました。

その後、次のページ、3ページ目では、第1回の技術専門委員会でございますが、ここでは NATM 工法として審議がされているという所です。

以上が工法選定でございます。

続いて4ページ目からでございますが、この中で薬液注入に関する経緯を時系列でまとめたものでございます。

4ページ目、平成24年の八千代エンジニアリングの設計の中では、補助工法の選定の中で AGF 及び地表からの薬液注入が採用されてございます。

その次の隣のページ、5ページ目ですが、平成28年度になりますと、変更設計の業務委託がなされておりますが、この中では、補助工法は対象外ということでございます。

5ページ目の右側でございますが、「検討結果」の所、薬液注入の有無、掘削工法の選定、これまでの掘削で得られている地盤定数・地下水状況等を十分配慮して、地下水対策について慎重に判断する必要性が、この中では示されているといった所です。

それから、その下でございますが、支保工の形状を、ここでは変更がされておまして、補助工法としては、最小拡幅の AGF ということでございます。

6ページ目にまいりまして、第6回の技術専門委員会の中ではどうだったかということですが、変更に関して全般的な審議がなされているということですが、ここでは薬液注入に関して詳細な内容は無いという所です。

その下に施工者協議を書いてございます。福岡市さんから頂いた資料6ページの右側に示してございますが、①の2014年から、一番下、⑯の2016年まで、時系列で書いてございます。

7ページ目でございますが、薬液注入を行う旨、提案協議がこの①に書いております2014年2月の中で、止水方法の変更ということで協議ができております。この中では、薬液注入を行う旨の提案協議がなされていて、同時に、AGF の配置、ラップ状況について審議がされているということです。

①それから⑥にあります2016年の変更協議、それから⑩にあります協議書、2016年の協議書提出、こういった所で、そういった内容でございます。

それから、7ページの右側でございますが、AGF の配置、ラップ状況について、この⑩にあります2016年のときに協議がされているということです。

最後、8ページ目ですが、施工計画書には、道路陥没までのリスクが提起され、協議されているということで、⑫で挙げておりました、⑫が2016年9月に施工計画書が出されておりますが、その中では、道路陥没までのリスクが提起されて、協議はされているというような

状況でございました。

続きまして、資料2-2の方に移らせて頂きます。

資料2-2では、メカニズムと要因分析に関してまとめてございます。

2-2の1ページ目をお開きください。まず、崩壊に至るメカニズムを3つ想定してございます。想定メカニズム1、2、3でございしますが、まず、想定メカニズム1と致しましては、トンネル天端の難透水性風化岩が、その上部に存在する未固結帯水砂層からの水圧や土圧に耐え切れず、トンネル天端に緩みや亀裂が発生し、そこから地下水が噴出するとともに、上部の未固結帯水砂層が流失し、地表面陥没に至ったというメカニズムでございます。

その隣、想定メカニズム2でございしますが、トンネル天端の難透水性風化岩がブロック状に抜け落ち、局所的に薄くなって、その上部に存在する未固結帯水砂層からの水圧や土圧に耐え切れず、緩みや亀裂が発生し、そこから地下水が噴出するとともに、上部未固結帯水砂層が流失し、地表面陥没に至ったというメカニズムでございます。

メカニズムの3と致しましては、トンネル天端の難透水性風化岩に潜在的な弱部あり、そこに局所的な水圧が作用し、それが水みちとなることで地下水が噴出するとともに、上部未固結帯水砂層が流出し、地表面陥没に至ったというものでございます。

メカニズムの1については、水圧や土圧に耐え切れなかったという所がポイント、それから2については、ブロック状に抜け落ちた結果、陥没が起きたという所がポイントです。3では、潜在的な弱部が存在していたという所がポイントです。こういう3つのメカニズムを想定してございます。

それぞれのメカニズムに関しまして、陥没に至る要因を下に書いてございますが、こういった要因から、その次のページに10個まとめてございます。2ページ目をお開きください。

陥没に至る要因としては、10点示してございます。まず、地質、地下水に関する要因ということで、3つ挙げてございます。

要因の1としましては、難透水性風化岩の強度に関するものということです。物性値のばらつきの評価、それから潜在的な弱部の把握、そういった所で不足があったといったことが要因になったのではないかとということ。

それから、要因の2でございしますが、難透水性風化岩の厚さです。難透水性風化岩の上面位置、厚さ、不陸の把握で、不足する所があったのではないかと。

要因の3では、地下水位が高かった。高い地下水位による影響の有無が考えられるということです。難透水性風化岩層に水圧が作用する。あるいは難透水性風化岩層の不陸によって作用面が変動し、局所的な荷重が生じる。あるいは水みちによる局所的な荷重が生じるといった所です。

以降は、設計・施工に関する要因ということでまとめてございます。

要因の4では、難透水性風化岩の耐力不足の可能性の有無ということで挙げてございます。上部の帯水未固結砂層からの水圧に対する耐力不足の可能性の有無、あるいは地盤改良等地下水対策の有無といった所です。

要因の5ですが、導坑施工による影響の有無を挙げてございます。先進導坑施工によって緩みや亀裂が発生した可能性の有無ということです。

それから、要因の6でございます。トンネル断面形状の影響の有無ということで、扁平断面によって施工がなされておりますが、その扁平さによる影響といった所の有無が考えられます。

要因の7では、トンネル支保工の安定性がどうだったかということです。吹付けや鋼製支保工の耐力、あるいは支保工脚部の支持力です。

要因の8でございますが、AGFの横断方向地山改良効果についてです。注入改良体の連続性がどうだったか、あるいは注入材の地山への適合性がどうか。それから鋼管の間隔や施工ずれの可能性、それから注入圧及び量の管理がどうだったかといった所です。

それから、要因の9ですが、今度は縦断方向の地山改良効果です。改良体のラップ長、あるいはAGFの拡幅方式の適合性、鋼管の施工ずれの可能性の有無、AGFによる水みち形成の可能性の有無です。

最後の要因10ですが、これは実際の施工に当たって、計測の管理であるとか、その対策工の実施についてでございますが、リスクの想定と、対応の準備がどうだったか、計測結果の把握と、活用の方法はどうか。応急対策の選定と実施についてどうかということです。

以上、10個の要因を挙げてございます。可能性の高いもの、低いものを含めて挙げてございまして、その次のページから、実際にその可能性が高いのか低いのかといった評価をしてございます。

3ページ目です。要因の1、D2層の強度に関してでございますが、ばらつきの評価、潜在的な弱部の把握がどうだったかということです。なかなか時間が限られておりますので、文章をざっと見て頂ければと思いますが、不均質性が確認されたこと、それから2ポツ目では、その代表値によって安定性を評価したこと。それから物性値の同定には限界があったといった所。複雑なD2層の物性値のばらつき、潜在的な弱部といったものから、これが要因となった可能性があるのではないかとということでございます。

次のページです。4ページ目、D2層の厚さについてです。ボーリング調査結果に基づく3次元地質モデルによる想定地盤、地質では、トンネル天端からD2上面までの離隔が一部を除いて2mを下回ることが想定されるということ。D2層の厚さが想定より薄かったことが要因となった可能性があるということです。

5ページ目にボーリングの地質モデルを施工業者から頂いたものを載せてございます。Case1：発注段階、それからCase2：追加地質ボーリングを考慮したもの、それから陥没後のボーリングを考慮したものということで3段載せてございます。

一番下を見て頂きますと、当初ではなかなか想定が不十分だとか、ボーリングが足りなくてわからない所もあるかと思いますが、一番最後の詳しいデータが入った所で見ますと、2mを下回るような所が出てきているという所でございます。

ということで、このD2層の厚さが可能性となった要因であるというまとめをしてござい

ます。

次、6ページ目です。要因の3、地下水位が高かったことについてです。当該区間の地下水位は地表面付近にあったということ、それから沖積・洪積の砂礫層内に帯水しているという状況です。D2層に水圧が作用したということが要因となった可能性があるということでもまとめてございます。

7ページ目、要因の4です。D2層の耐力不足の可能性の有無ということですが、D2層の上部砂層水圧に対する耐力検討ということで、FEM 解析（全応力解析）によって、地盤変位や部材の発生応力に着目した検討がなされていまして、その FEM 解析によって、トンネルの安定性が確認されてございました。

難透水層に作用する水圧を考慮した解析手法が確立していないというのが現状ですが、そういった所から、水圧に対する安定性評価が困難であったということが要因となった可能性があるのではないかと考えてございます。

その次のページには、薬液注入工等、中比恵西、桜坂、中比恵東工区等、薬液注入工の資料を書いておりますが、右下の(3)という所を書いております。AGF 工法での注入は、地質によって必ずしも十分な改良が進まない場合があります。それから、力学性は改良できても、遮水性については局所的に改良できない場所が少しでもあれば、そこから破壊に至る場合があるということについて、十分配慮されていないのではないかと考えられます。

注入が検討されていたこと、注入が不可能だったとしても、それに変わる具体的な代替案が検討されていたとは言いがたい、といったことから、変形に対する認識は強いけれども、抜け落ちに対する認識には乏しかったのではないかと考えたこと。これらが要因となった可能性があるということも挙げてございます。

要因の5です。導坑施工による影響の有無ですが、先進導坑の計測データ、あるいは先進導坑の計画、それから先進導坑からの地山補強等々、こういった所を鑑みましても、要因となった可能性は低いのではないかと考えた所です。

要因の6です。トンネル断面形状です。扁平率を挙げてございますが、内空断面の扁平率が0.625から0.532に小さくなっているということで、それは大断面では概ね0.57以上とされているといった所と比較しましても、0.57を下回っているということから、要因となった可能性があるのではないかと考えられます。

その隣、要因7を書いております。トンネル支保工についてですが、104基を含めまして、支保工は健全であったこと、耐力が不足したとは認められないといったことから、要因となった可能性は低いとしてございます。

その下に、支保工の支持力、脚部沈下について書いてございますが、これも認められないということから、要因となった可能性は低いのではないかと考えられます。

次のページ、要因8でございます。AGF の横断方向の地山改良効果です。D2層の地山に対しての注入ですが、改良体が連続とはなっていない状況が確認されるため、要因となった可能性があるということですが、

それから、AGF 注入材の地山への適合性ということですが、ここではウレタン系の選定ということで、それ自体は要因となった可能性は低いとしてございます。

(3) 間隔、施工ずれについてですけれども、ガイドセルの干渉によって AGF の打設位置を下げて施工がされてございますが、大きなずれや、鋼管の間隔の広がりは認められません。そういうことから、要因となった可能性は低いのではないかとということです。

その次、隣のページ、(4) AGF の注入圧及び量の管理ですが、これも管理がなされている所、状況を見まして、要因となった可能性は低いのではないかとございます。

その右側、要因9です。今度は縦断方向でございますが、まず、ラップ長についてですが、AGF は根元を切断して改良長がラップすると考えられる最小拡幅方式が採用されています。D2層の地山に対して、注入、ラップ部の改良が連続とはなっていないということが想定されますので、要因となった可能性があるとございます。

(2) AGF 拡幅方式の適合性ですが、これは拡幅部のラップ形状のすりつけ区間となっていて、他の部分と比べてラップ長が短いという所です。さらに根元が切断されるということ。そういったことから、ラップ部の改良が連続とはなっていないことも想定されるということで、要因となった可能性があるとございます。

次のページ、12ページ目です。(3) で AGF 鋼管の施工ずれの可能性ですが、大きなずれや間隔の広がり認められないことから、要因となった可能性は低いとしてございます。

AGF の注入圧及び量の管理ですが、先ほどと一緒です。要因となった可能性は低い。

それから (5) AGF による水みち形成ですが、これは仰角6度で打設するというので、D2層下端から1mまで AGF 先端が位置すること。施工時において削孔水の状況等によって、D2層を貫通していないと考えられますので、要因となった可能性は低いとしてございます。

その次のページ、13ページの要因10ですが、計測管理や対策工の実施についてですが、105基の支保工応力は、事故直前には増大していました。その把握が十分になされていなかったことで、対策に遅れが生じた可能性があるということで、事故の直接的な原因、要因となる可能性は低いですが、陥没するまでに何らかの対応がとれた可能性があるということで書いてございます。

(2) です。AGF 注入量・圧・範囲の確認について、AGF 注入圧及び注入量での管理は行っていました。試験施工を行っていないことと、注入効果が十分に発揮される状況にあったかは疑問があるということで、これも要因となる可能性は低いけれども、何らかの対応がとれた可能性があるとしてございます。

その次のページですが、ここで参考資料を挟んでおりますのが、先ほどの要因3に関することです。要因3では、地下水位が高かったことによる影響の有無ということで挙げてございまして、解析手法が確立していないということが説明させて頂いておりましたが、ここでは試算的に計算を行っているというものでございます。

目的の所に書いてございますが、ここでは難透水層である D2層が、施工時の遮水層となった場合に、切羽到達時、天端の D2層発生応力を FEM 解析により求めることにより、D2

層の上部に存在する未固結帯水砂層の地下水位低下を行わず、また未固結帯水砂層に止水目的の薬液注入をしない条件下で、NATMの掘削が地山安定性にどう影響したかを確認するという事です。

通常、トンネル掘削については、土水一体解析が多いということですが、その際に、土圧と水圧は一体として、変位と関係する地中全応力として評価されます。一方でD2の遮水層には、上部の未固結帯水砂層からの水圧が作用し、その水圧はD2層を含め、地盤の変位に独立であります。

そこで、3としまして、土圧の有効応力、水圧を荷重として考慮することで、土水分離を模擬したFEM解析を実施してございます。

ここでは4つのケースを考えてございます。Case1は2つありますので、実際には5つのケースでございまして、Case1としましては、D2層の厚さを見直し後の地質構成2.6mとして、D2層の上面に静水圧が作用する有効応力解析を行っているということなんです。

その派生ケースとしまして、D2層の上部層の剛性が、D2層より上部層の水圧に対して抵抗しないようにするために、水圧作用時に剛性をゼロとするケースも行っております。Case1そのままですと、D2層の上部層の影響で結果が安全側に出てしまうといいますが、より危険側の解析になるというか、少し表現が難しいですが、剛性をゼロとするケースも行っております。

Case2、これが通常行われている土水一体解析でございまして。

Case3では、トンネル形状はCase1と同じとして、D2層上部に位置する洪積砂層に作用させる有効応力解析を実施してございます。これは何かといいますと、洪積砂層に止水注入を実施した場合を想定したものでございます。

最後にCase4ですが、ここではトンネル形状当初の断面、つまり、扁平率が低くなっている今の断面ではなく、当初の断面で計算をしたというものでございます。

下の方は飛ばして頂いて、次のページに解析モデルと物性値を示してございます。解析ステップの所を見て頂きますと、まずステップ1では初期応力を計算する。ステージ2の中では、上半掘削をするということ。ここで掘削応力解放率で20%で設定してございます。その後、ステージ3の中で、静水圧を作用させるというのが、上部地盤を考慮したモデルです。

Case1の中で、上部地盤を未考慮のものも検討してございますが、ここではステージ1、ステージ2は一緒ですが、ステージ3で上部の地山剛性をゼロにしてございます。その後、ステージ4で水圧を作用させるという計算でございまして。

次のページから計算結果を示してございますが、Case1です。上部地盤を考慮する場合と、考慮しない場合を示してございます。トンネルの天端の所で応力ベクトル、上の方を見て頂きますと、-99.14kN/m<sup>2</sup>という数字が出て参りますが、マイナスになると圧縮側、プラスになると引張側になります。アーチ効果といいますか、上部は圧縮が出て安定するといった所から、これがプラスになると崩れるようなふうに理解して頂ければと思います。上部地盤を考慮すると、-99kN/m<sup>2</sup>だったものが、未考慮になると、-1.4kN/m<sup>2</sup>、辛うじて圧縮側ですが、非



常に危ない状況といえますか、そういった数字になってございます。

実際の現場のことを考えますと、恐らく、この $-1.4\text{kN/m}^2$ が、上部地盤を未考慮の方が、より現場に近いのではないかという想定で、以降、このCase1の上部地盤未考慮と、その他のケースを比較してございます。

その次のページがCase2との比較です。通常の土水一体解析をしますと、 $-134\text{kN/m}^2$ の圧縮側に数字が出てまいりまして、それと $-1.4\text{kN/m}^2$ を比較して、そういった所ですね。

その次のページ、Case3との比較です。Case3では、地盤改良、止水注入をして遮水層を形成したのですが、 $-1.4\text{kN/m}^2$ に対して、 $-60\text{kN/m}^2$ まで回復しているといった所でございます。

その次のページは、トンネル断面が扁平ではなくて、もう少し丸いといえますか、扁平率の高い形状だった場合ですが、 $-1.4\text{kN/m}^2$ に対して、 $-11.3\text{kN/m}^2$ ということで、若干安全側の結果が出てございます。

以上、少し戻って頂きまして、参考資料1の1枚目の所、解析ケースの概要が書いてある下に、解析結果と考察とまとめの項目を文字で書いてございますが、まとめの所を見て頂きまして、トンネルの安定性、形状効果によって、トンネル周辺地山の接線方向応力を圧縮状態に保つことが重要ですが、透水性の高い地盤と、遮水層が存在し、地下水圧の影響が大きい条件下においては、トンネル掘削解析を行う場合の手法は十分確立されていない。今回は簡易なモデル、ある限定した仮定条件下で解析を行ってございます。それによると、変位独立の水圧の作用を考慮するという解析では、トンネル安定性に大きな影響を及ぼすトンネル天端の直上の水平応力度の圧縮状態は、通常の解析よりかなり低下する結果となることが分かりました。

以上から、今後、同様な条件でトンネル安定性を評価する場合には、水圧の影響を考慮した検討が必要であると考えられます。まだ手法が確立していない中で、今後、こういったことも必要ではないかといったまとめにしてございます。

参考資料の先ほどの解析結果の次の所を見て頂きますと、要因5、ページ数が打ってなくて恐縮です。後ろから2枚目の所の裏面、要因5、「扁平率について」というペーパーがございまして。ここでは、先ほどの評価の所を少し詳しく書いてございます。道路トンネル技術基準の中では、大断面の内空、縦横比は概ね0.57以上となっているといった所を、先ほどの根拠としてございます。0.53には0.57を下回っている、以下となっているといった所です。

それから、最後のページに、要因8の参考として、AGF打設方法に関する参考の検討を示してございます。実際にピッチを上げることが可能だったのかどうかといった所を、検討したという参考資料でございまして、標準断面から大断面のすりつけ区間において、ドリフターと一次支保工との干渉を避けるために、AGFの標準打設長 $12.5\text{m}$ を $6.5\text{m}$ とした場合に、AGFの先端が岩盤境界線との離隔 $2\text{m}$ を確保できないだけでなく、打設鋼管が鋼製支保工と干渉してしまうことが想定されるというような結果になってございまして、これを改善する方策はなかなか難しいのかなというのを参考として示してございます。

事務局からの資料説明は以上ですが、関連して、大成さんから資料を頂いておまして、一緒に説明して頂いてもよろしいでしょうか。

**【委員】**

よろしいでしょうか。それではご説明をお願い致します。

**【説明者】**

資料は、A3横の「参考資料」と右肩に書かれているもので、表題と致しましては、「道路陥没発生メカニズムの推定」と題されたものでございます。

では説明させていただきます。

先日の個別ヒアリングの内容について、追加の説明の要請がございましたので、計測結果や、現在実施している地質追加調査結果を反映して作成した3次元地質モデル、これはまだ暫定ですけれども、これをもとに、当社技術部門で推定した道路陥没発生メカニズムについてご説明をさせていただきます。

まず、資料2ページですが、まず初めに、大断面付近で実施していた計測の状況について改めてご説明致します。

左、表1は、施工の安全管理や地山の安定性確認を目的として実施したA計測の項目や目的などを示しています。

下に、表2は、設計の安全性や妥当性などを検討することを目的として実施したB計測の項目や目的などを示しています。

A計測についてですけれども、右上段に、天端沈下計測結果と、内空変位計測の結果、並びに中段に地表面沈下計測結果を示していますが、道路陥没発生前には異常な挙動は見られません。

ただし、11月8日、4時時点での切羽監視において、天端からの肌落ちを確認したために、掘削を中断して、吹付けコンクリート準備を始めております。

B計測については、鋼製支保工応力は、103基掘削開始直後の1時から2時の間に顕著な増加が見られます。そこで、この鋼製支保工応力の測定結果を詳細に分析し、道路陥没発生メカニズムの推定を行いました。

なお、図中に示した管理レベルと申しますものは、施工管理のために実施した予測FEM解析の結果をもとに、鋼製支保工に発生する応力の最大値が管理基準に達した時点において、計測箇所で発生する応力を予測した値でございます。

3ページから5ページについては、前回、個別ヒアリングで説明させて頂いた内容でございます。資料もそのままでございます。

ここではポイントだけご説明させていただきます。まず1つ目として、3ページ、右中段に示しました鋼製支保工軸力の増分についてです。これは左に示します104基掘削による増分と、右に示します103基掘削による増分を比較した結果、切羽が進行して計測位置、これは105基ですけれども、計測位置と掘削位置が遠ざかったにもかかわらず、発生断面力は増加をして

います。具体的に言うと、天端あたりで、例えば軸力が255.1kNが、330kNに増加していることを示しています。この傾向は、曲げモーメントにおいてさらに顕著で、資料の5ページ、天端の曲げモーメント増分についてですが、左に示します104基掘削時に比べて、右に示します103基掘削時において、天端で3.4kN・mから22.3kN・mと、6.6倍に増加をしているということが分かります。

2点目ですが、もう一度3ページに戻って頂きまして、右下に示しますのは、103基掘削開始直後、11月8日の1時から2時、トンネル天端に下に凸の曲げモーメント、及び切羽前方1.5mの位置で、長尺鋼管に上側に凸となる曲げモーメントが発生しています。

3点目ですが、4ページ。4ページ左側は、105基鋼製支保工に発生した断面力をフレーム解析により再現し、道路陥没直前のトンネルに作用した荷重状態を推定した所、4ページ左、最下段に示しますように、ほぼ全土被りに相当する17.6mの鉛直土圧が作用していたと推察され、特にトンネル天端中央部には局所的に高さ2m分の荷重が作用していたということが推察されます。

また、4ページ右側ですけれども、103基切り広げ掘削時には想定していなかった全土被り相当の荷重がトンネルに作用致しましたが、この経時変化で見ると、最大圧縮力が4時頃にピークを迎えた後、5時頃には崩落に伴う荷重の減少により、応力が減少していることが計測できていることや、発生応力が降伏強度以下であることから、支保部材の健全性は保たれていたということを推定しています。

次に、このような荷重がどの時点で発生したかを検証すべく、6ページ以降に、1時間ごとの推定増分荷重を示しています。

6ページ下段に示しましたものは、1時から2時の間、これは12時40分に掘削が始まっておりますので、開始直後、1時から2時の間は、トンネル脚部からスプリングラインにかけた掘削を行っていたと思われませんが、この間にトンネルに作用する荷重が大きく増加しています。

一方、7ページに示しましたように、それ以降、天端付近の掘削の際には、作用荷重の増分は少ないということが分かりました。

これらの結果をもとに、9ページには、現時点における道路発生陥没メカニズムの推定を行っております。

9ページの要点だけ申しますと、まず第一に、103基掘削開始直後の11月8日の1時から2時の間において、脚部付近のC2からD1層部の掘削時に、D2層の変形が増加した。

次にD2層の局所的な破壊が生じ、D2層の支保機能が棄損した。

これにより、D2層が負担していた荷重が、直接トンネルに作用し、最終的には上部土砂層、全土被り相当の荷重がトンネルに作用した。

そして、D2層の局所的な破壊が進行し、遮水機能を失い、孔内に土砂と地下水が流れ込んだ。以上のようなメカニズムが考えられます。これについては、先ほど事務局の方がご説明して頂いた想定メカニズム1とほぼ同じであると考えられます。

また、104基掘削までは崩壊が発生せず、103基掘削時にこのようなメカニズムが発生した要因については、103基付近のD2層が局所的に薄かったことや、部分的に強度が小さいなど、不均質な箇所が存在していたことにより、上部土砂層の土水圧に耐えられず、トンネル掘削に伴う変形により、局所的に破壊したと推定されます。

ここで、D2層の3次元的な分布について、現在実施中の追加調査ボーリングで得られた結果までを反映した3次元地質モデル、まだ暫定ではございますが、3次元モデルを示します。

11ページをご覧ください。これは、左に大断面トンネル施工時における地質モデル、右側に、現在得られた結果を反映した地質モデルを示しています。

左に示した大断面トンネル施工時のモデルでは、最小岩被りとなる妻部では、岩被りが2.7mというふうに想定して施工しておりましたが、現在の調査の結果を反映したモデルにおいては、大断面トンネル区間の中央付近に岩被りの最小点があり、1.74m程度であったというふうに想定がされます。

最後に13ページですけれども、左上にD2層の上端面の標高コンターを示しております。これを見ますと、D2層は大断面トンネル中央部付近で窪地になるように、一部分布していた可能性があるということが推察されます。

なお、この地質モデルについては、すべての調査が終了した時点で、もう一度見直したいというふうに考えております。

説明は以上です。

#### 【委員】

ありがとうございました。

それでは、この資料と参考資料に関するご質問の両方合わせてご意見を頂きたいと思えます。

まず、区分したいのですが、資料2-1と資料2-2について、まずご意見を頂きたいと思えます。いかがでしょうか。

#### 【委員】

恐らく記載の間違いではないかと思えます。資料2-2の1ページの一番下の要因で、「赤字の所が特に関連性が高い要因」となっていて、想定メカニズム1の「要因」の下から4つ目で、「トンネル支保工の安定性」が赤字になっているのですが、ここだけ赤ということではなく、これは黒字ではないかと思えます。また、想定メカニズム2の「要因」の一番下、「計測管理や対策工の実施」、これも1と3の違いでここだけ赤になるということはないと思えます。黒なら黒で統一すべきですし、赤にするのであれば、赤に統一すべきではないでしょうか。恐らくこれは事務方の作成のときのミスじゃないかと思えます。

#### 【事務局】

編集上のミスでして、黒が正しいです。修正させていただきます。

#### 【委員】

確認します。想定メカニズムの表の一番下の「要因」の下から4つ目、「トンネル支保工の安定性」が赤字になっていますが、これは黒字です。

想定メカニズムの一番下の、さらに一番下の「要因」の所、「計測管理や対策工の実施」の赤字、これは黒字です。よろしいでしょうか。

他はいかがでしょうか。

確認ですが、今、資料2-2の9ページで、「要因6」の左下の所、「扁平率を0.625から」と書いてありますが、たしか0.625は中間値で、当初は0.76、正式には0.76と0.532でしたか。福岡市さん、この前は何かそんなことをおっしゃっていたような気がするのですが、幾つか数字が資料によく出てくるのですが、後で教えてください。今でなくても結構ですので。確か、当初が0.76で、その後、0.68とか出てきて、0.625が出てきて、最後は0.532でしたでしょうか。だから、中間値は検討の経緯の途中というふうにおっしゃっていたと思います。後で教えてください。

**【説明者】**

後ほどでよろしいですか。資料はここに用意しているのですが。

**【委員】**

今でも分かりますか。

**【事務局】**

では、お願いします。

**【説明者】**

数値は3つございまして、まず当初設計の段階です。その前に扁平率の取り方の定義の確認からさせていただきます。扁平率は、道路トンネルの技術基準の中では、二次覆工を行った内空の横幅、それから内空のインバート部分を除くまでの高さ、この2つの数字で扁平率を出すとなっておりますので、この定義に従いまして、当初と、それから途中段階と最終と、3つの扁平率が出てまいりますので、これにつきましてご説明をさせていただきます。

まず、当初でございますが、当初の扁平率は0.62となります。これは技術専門委員会の3回、4回、5回の中ではこういう数字になるのですが、実施設計が終わった後におきましては、この0.62という数字になります。

ちなみに、実施設計をする前の数値も一部ございますが、そちらにつきましては、実施設計後からのスタートで、0.62がスタートの数値でございます。

次の中間の数値でございますが、こちらは0.68という数値が出てまいります。これは平成28年1月28日に、大成JVが一旦、大断面覆工コンクリートの構造概略検討というのをしておきまして、そのときの内空の縦横で0.68という数字が出てまいります。

最後でございますが、これは扁平にした後のものがございます。こちらの扁平率につきましては、0.53という数字になります。

説明は以上でございます。

**【委員】**

今お話がありましたけれども、扁平の取り方がいろいろあるのですが、先程同じ資料の一番後ろから2枚目の裏側の参考資料2の扁平率、これは内空の縦横比ですね。掘削は特に決めがないですか。新東名の0.55というのは内空でしたか。あれは掘削だったような気がします。

一応、どこかに内空として書いておいてください。ただし、今ここで問題なのは、掘削断面の扁平率ですよ。今、完成時も覆工厚が1mと1.2mでしたか。覆工厚は大体全周が1mぐらいですので、扁平率は大きく変わらないとは思いますが、一応チェックだけはしておいてください。これは事務局の方へのお願いです。

他はいかがでしょうか。

**【委員】**

あまり本質的な話ではないのかもしれませんが、資料2-1の3番に「薬液注入に関する経緯」という表現があるのですが、これだけ見ていると、まるで薬液注入がなくなったのが事故の主原因みたいな印象を受けてしまうので、恐らくここはNATM工法を採用するに当たって補助工法をどうするかという、「補助工法選定の経緯」というような表現にして頂いた方が、よろしいのではないかなと思っていますので、ご検討頂ければと思います。

**【委員】**

いかがでしょうか。「補助工法」とすると、様々な工法が全部包含されてしまいます、AGFも含まれますので。これは「薬液注入」にターゲットを絞ったのですが、どうでしょうか。薬液も単独でも大きな要因だろうなというふうにも思えるのですが、これは委員会の議論の中で決めたいと思いますが、いかがでしょうか。

**【委員】**

4ページが一番大きな3の所で言うと、中身を見ると、3.1とか3.2、さらに分かれてきて、その中ではAGFの話も出てきますので、このタイトルは「補助工法」でも読めないことはないというか、そのような感じもします。

**【委員】**

ラップも入っていますからね。そういう意味ではそうなのですが、いかがでしょうか。広いタイトルにしておきましょうか。

はい。それでは、「補助工法に関する経緯」でしょうか。後で全体的なチェックは事務局の方でして頂いて、とりあえず「補助工法に関する経緯」というふうに修正をさせていただきます。

**【委員】**

ありがとうございます。

**【委員】**

他にいかがでしょうか。

**【委員】**

資料2-2の解析の部分です。「まとめ」の所に、天端の部分の接線方向の応力のことを最

初は書いているのですが、その下に局所安全率のコンター図を出しています。この部分の評価は、どういうふうに見ればいいのかというのを確認しておきたいのですが、例えば、Case1の上部地盤考慮と上部地盤未考慮の場合、1から1.2の黄色の範囲というのは、上部地盤考慮の方がかなり広く範囲が広がっていますよね。ということは、局所安全率的にはこっちの方が全体的に緩んだというふうな解釈でよろしいのでしょうか。

**【委員】**

これは、やはり破壊のリスクが高いという評価なのですが、上が砂層で、下が言葉を端折って言えば不透水層のようなものです。そのため、非常に極端な言い方をすると、砂層と不透水層の間にビニールシートがあると言えます。そうすると、上は土圧に加え、水圧も作用している、そういう計算をするためにこれがあります。

そうすると、薄い板の上に水圧がかかっている、水圧は変形に依存しない荷重ですので、土圧は変形すると減少するのですが、水圧は変形しても減少しません。このため、解析結果が非常に厳しく出ています。この1.2と1の間の評価というのは、その1から1.2の間のどこかにあるわけですが、物性が少し変われば、すぐアウトになります。

あくまでもこれは1つの仮定でのモデルであり、仮定での、信頼性の高い物性を入れてののですが、標準的な解析です。ここから上、安全側に行くかもしれませんし、危険側に行くかもしれないという解釈をする資料だというふうに理解しています。

ですから、相対的な比較をするのがよいと思います。前のようなモデルだと、このくらいの安全性に見えていますが、別の違うモデルにすると、このくらいの危険性のモデルと言いますか、答えが出てくる。それを1つのリスク管理の考え方の資料として比較する。個々の結果の値、個々の数値はあまり意味がありません。ある意味では仮定しているモデルですから、物性値もそうですが、だから、相対的に見て頂くのがいいかなというふうには思っています。

**【委員】**

相対的に見ると、安全率の低い部分は逆に狭まったというふうに考えてよいのですか。

**【委員】**

上の所はあまり関係ありません。もともと未固結の地盤ですので。ターゲットはD2層の所だけに私は絞って見えています。

**【委員】**

分かりました。この図を見ると、黄色は左の方が大きくて、イメージとして危険側ではないような感じになりますので、これは解釈を入れておかないと……。

**【委員】**

そうですね。こんな書き方をしないと難しいかな。水圧を D2層と dHs2層の間の節点にかけていますので、上の地盤の剛性を考慮すると、解析上は上の地盤が水圧を引張ることになります。しかし、通常水圧は上の地盤を引張ってくれませんから。

**【委員】**

理由は分かります。

**【委員】**

ここは剛性を落としているからこういうふうになっています。本当は左の dHs2層と dAg層がここへ入ります。

**【委員】**

空洞周辺の D2層あたりで切るような表現にしておかないと、少し誤解を生む可能性もあるのかなと思います。そういう意図です。

**【委員】**

それはそうかもしれません。私はたまにこういうことをやりますので、あまり意識しなかったのですが、ご指摘を受けるとまさしくその通りですね。どうでしょうか。

やり方としては、D2層の上で切るという方法もあります。また、本当にこれは正しいかどうか分かりませんが、左側の「上部地盤考慮」というモデル図をそのまま右側に持っていく。ただ、そうすると、未考慮の D2層と、考慮の dHs2層のコンターが整合しなくなってしまうのですが。切るのが適切でしょうか。

だから、「D2層の安定性に限った評価である」と、どこかにきちっと書いておいて、どのように表現しましょうか。いかがでしょうか。これはご指摘の通りだと思いますので。

それでは、ここの資料は D2層までの表示として、D2層の安定に関する評価をするモデルであることを、正しく分かるように記載しましょうか。

**【委員】**

「目的」の所に少し書かれた方がいいかと思います。

**【委員】**

はい。ありがとうございます。

他にいかがでしょうか。

そうしましたら、参考資料も含めてご意見を頂きたいと思います。

**【委員】**

施工会社さんに確認してもよろしいでしょうか。資料2-2、7ページの(2)の「地盤改良等地下水対策」で、「本トンネルにおいては止水のための薬液注入を実施しなかったことが、要因となった可能性がある」とあります。ここで、確認ですが、実際に今回の現場で、例え



ば D2層なり、また上の砂層の部分に薬液注入が本当にできるのでしょうか。例えば、大きな比恵10号という下水管がございますよね。そのようなものがある中で、果たして薬液注入は正しくとできるとお考えだったのかどうか、そこを確認させて頂きたいと思います。

**【説明者】**

お答えを致します。まず、当初設計で設定されていた薬液注入工についてです。今見て頂いた7ページと6ページに図面が載っております。この図を見て頂いた通り、薬液注入工が計画されていたのは、先ほどコアの説明でありました D2層、粘土化の激しい D2層に設定をしていたということで、これは個別ヒアリングの際にもご説明をさせて頂きました。そもそもこの遮水層に対して注入するという行為は難しいということと、上部から遮水層を破ってトンネル天端に穴をあけて薬液を入れるということがリスクは非常に高いということがありました。加えて、比恵10号の下あたりは、なかなか埋設等も多くて、改良工は難しいという、このような懸念があったというのが事実でございます。

ご質問の2つ目の砂層への薬液注入については、我々が答えるべきかどうか、少しあれですけれども、当初、ここの大断面だけではなくて、今回は全区間において砂層に対する、例えばディープウェルであるとか、薬液注入というのは計画されていないということで、これは資料等はございませんが、口頭の中で確認を行った事例において、影響が大きかったため、なかったものというふうに伺っています。

**【委員】**

実際にやろうと思えばできたということですか。

**【説明者】**

比恵10号の下あたりは少し難しかったかなと思います。特に D2層については、やっても、かえってリスクを高めた可能性を我々は考えていました。

**【委員】**

注入に関しては、2つに分けた方がいいと思います。D2層と D2層より上の砂層という、その2つの考え方があると思います。そのため、後者の質問は、砂層の方はリスクを高める可能性は低いと考えられます。そのため、上にあるトンネルの下は難しいかもしれませんが、できたかもしれないというふうに解釈していいのでしょうか。

**【説明者】**

繰り返しになりますけれども、D2層に薬液注入をしても、せつかくの遮水機能を……。

**【委員】**

D2層はいいとして。砂層は。

**【説明者】**

上ですか。均質な改良を全面にわたってというのは、埋設が多い中で、難しいのかなというふうには感じます。

**【委員】**

それでは、参考資料の方も含めてですが、私の方から1点。あ、はい、どうぞ。

**【説明者】**

今、施工業者からの説明がございましたが、薬液注入に関しまして、当初設計の考え方を少しばかりご説明させていただきます。今回の大断面の箇所の薬液注入につきましては、埋設物等は輻輳は致しておりますが、斜めの削孔等を行いまして、設計図面に書いております注入はできますということでの当初設計で、コンサルも入れました協議を行っておりますことをご説明させていただきたいと思います。

**【委員】**

少し意味が.....。

**【説明者】**

設計上、こういう薬注が施工できるかというお尋ねだったと思いますので、設計側として、一応これはできるというふうに考えていたということをご説明致しました。すみません。舌足らずで、申し訳ありません。

**【委員】**

分かりました。

よろしいでしょうか。

では、参考資料も含めてですが、私の方からお聞きしたいのですが、フレーム解析がありましたね。4ページの左側の所に、計測と水色の解析があって、水色の解析は、真ん中がかなり下引張りの正曲げになって、脇が大きく負曲げになっています。このため、真ん中に集中的に力が作用していると思ったのですが、それが104基の真ん中の列の図、その左側に茶色い緩みとか何かも書いてあって、その上にポコッと頭が出ていますので、何か載せたのかなと思ったのですが、これは均一な荷重で計算されているということなのでしょうか。

**【説明者】**

この解析では、103基を掘ったときの荷重として、上に赤で示した、局所的な荷重ということで、実際、この形の分布荷重で別に載せています。真ん中だけ載せないと、この天端の曲げは再現できません。

**【委員】**

そうすると、例えば、一番端にある絵についてです。そこの下の所に均一な上載荷重が145.08kN/m<sup>2</sup>と書いてありますが、これは載荷されているのですか、それとも載荷されていないのですか。

**【説明者】**

103基のときには、この均一な145.08kN/m<sup>2</sup>の鉛直荷重と、側方荷重は鉛直荷重に側圧係数1を掛けたものを載荷しています。さらにプラスアルファで鉛直荷重を上に乗荷しています。

**【委員】**

ああ、だからこんなにとんがっているんですね。分かりました。

**【委員】**

施工者さんに少しお尋ねしたいのですが、参考資料の5ページの一番下の図で、鋼製支保工の曲げモーメントの経時変化図、これは B 計測の実際の計測図だと思います。それで、この作業の内容と、鋼製支保工の曲げモーメントの変化を見ていると、11月8日の0時、このときは103基の掘削準備となっていて、7日の9時以降、若干104基の二次吹付けをやって、それが終わって、恐らく作業として、これはケレンをやっておられるのですか。

要は、二次吹付けを終わった後も、ただだと少し曲げが増えています。普通、切羽を触っていなければ、この応力というのは大体落ち着くのではないかと思います。応力がずっとただだと増加していますが、この原因として何か思い当たるものはあるのでしょうか。地山のそういう特性で少し時間依存性を持っているものなのか、それとも何か作業があっただけで増えているのでしょうか。その辺、そちらで何か解釈できることがあれば、教えて頂けないでしょうか。

**【委員】**

今の委員の質問と同じような内容なのですが、事務局から出されている資料2-2の13ページ目の鋼製支保工応力の図の解釈と、今、参考資料の4ページ目に出されている「計測 B の結果」の支保工応力の結果についてです。事務局から出されている資料を見ると、上下半の進行がないという結果になっているのですが、こちらの方では104基を掘削しているという結果になっています。どちらを見ればいいのかという所も含めて教えて頂ければと思うのですが。

**【委員】**

委員、今の指摘は資料のどこでしょうか。

**【委員】**

2-2の13ページ目の「鋼製支保工応力」ということで、11月6日の前ぐらいから載っている図です。その図で、上下半の進行が6日ぐらいから、ずっとないように見えます。それと、施工者さんにお出し頂いた4ページ目の挙動分析の所で、右側の図にあります鋼製支保工の応力の変化図だと思うのですが、それだと、11月7日に掘削作業をしていることになっています。どちらが正しいのかという所も含めて、説明をお願いできないかと思います。

**【委員】**

では、併せてお願い致します。

**【説明者】**

お答え致します。作業の経時については、この参考資料の5ページが、細かく書いている正しい状況でございます。11月7日は実際は昼勤で104基の掘削を行いまして、夜勤、つまり11月8日の未明に103基の掘削を開始しています。

2点目のご質問で、ケレン、103基掘削準備中に、鋼製支保工の応力は多少増加している件

ですけれども、作業員等へのヒアリングをした結果をもとにご説明しますと、この時期は、まず吹付けが終わった後のケレン、そして、足元のずりの撤去、次の掘削のための準備、重機の移動等をしていたというふうに聞いています。

**【説明者】**

このアウトプットなのですが、計測の直接のアウトプットは、この資料の4ページの上の方にある、この応力値でないとは出てきません。歪みゲージで測った歪みに係数を掛けた、この各点のイン・アウトの応力値がアウトプットです。断面力等々、それとモード、この辺は今回の検討を加える段階で計算をして出した値です。アウトプットとしては、この応力値がアウトプットということですか。

**【委員】**

いずれにしても、4ページがその応力の生の値なので、これを見ても、104基の掘削ずり出しが終わって、一次吹付けのときに、少し落ち着いて、104基の支保工を建て込むときも落ち着いて、厳密に言うと、さらに二次吹付けを施工したときから、少しまた増えだしているんですね。それが、先程のケレンの所にも続いているということで、一遍落ち着いた応力が、また二次吹付けを施工する頃から増えだしているというのが、なんでかなというのが、今までの経験から言うと、理解しがたいので、何か思い当たるものあれば、教えてくださいということですか。なかなか分からないということですかね。

**【説明者】**

はい。直接の理由は分かりません。ただ、先ほど、説明致しましたけれども、この104基の掘削完了時点での数字そのものは、管理基準値と比較しても、問題になるような数字ではなかったというふうに考えています。

**【委員】**

今に関連して、4ページの所の応力が出ていて、管理レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲというのがあって、管理レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲで、それぞれの対応が決まっていると思います。管理レベルⅡを超えたときというのは、前に何か資料がありましたでしょうか。これは恐らく応力値での管理レベルですよ。だから、これでいくと掘削開始時点で、そのラインにグリーンの値は到達しているわけですが、これはどういうふうに処理されていたのですか。

**【説明者】**

説明が少しまた重複しますが、まず、鋼製支保工の管理基準値（管理レベルⅢ）というのが210N/mm<sup>2</sup>になります。その8割、5割というのが管理値になりまして、この管理レベルの線というのは、我々が実施した予測のFEM解析によって、当該断面において、いずれかの地点で管理値に達するときに、計測点での計測値がそれぞれどのような値をとるかというふうに予測した線でございます。

次に対応についてです。当該103基掘削開始前は、管理レベルⅠからⅡの間にありまして、ほとんどは管理レベルⅡ以下でした。管理値から比べますと、ほとんど管理レベルⅠ以下でした。その後、1時から2時、これは掘削直後なのですが、増加しています。この挙動については、

予測の FEM 解析によると、予測値そのものが、ほぼ210N/mm<sup>2</sup>程度、150N/mm<sup>2</sup>程度まで鋼製支保工の応力が出るだろうという予測をしておりましたので、特に異常な挙動があったというふうには認識をしていませんでした。

**【委員】**

少し話がずれてしまって申し訳ないのですが、管理値を設定するということは、その管理値に対しての行動計画をつくって、対応計画を作成していると思うのです。そうでないと、管理値のレベルを分ける意味がありません。それは、通常施工の委員会があると、施工の委員会でも了承してもらうぐらいの、結構重みのあるものだと思います。その対応は、計算値に近いという意味だったら、計算値と書いておけばいいだけの話ですので、その辺はどういうふうになっていたのでしょうか。

**【説明者】**

施工計画書で、その管理基準についてはうたわれておまして、管理基準Ⅰを超えると、測定の継続の強化というふうになっております。これは、計測数、ピッチとか頻度とかいうのを強化するという意味合いのことです。管理基準Ⅱを超えますと、基本的には対策を考えるということで、交通局と協議を行うというふうになっております。そして、管理基準Ⅲを超えますと、施工は中止というふうになっておまして、そして対策をとるというふうなことで設定されております。

**【委員】**

分かりました。ただ、これは自動計測ですよ。これのチェックするタイミングというのは、恐らくそれぞれあると思いますが、これはどういうふうになっていたのでしょうか。

**【説明者】**

B 計測に関しましては、この資料2ページの左側に目的等が書いてありますが、あくまでも設計というか、支保パターンとか、そこの妥当性、適切性判断のために実施していました。これは大前提です。ですから、基本的に、委員おっしゃられるような、例えば1時間に1回ずつ、出てきた数字を、その都度、その都度確認をしてという管理は行っておりませんでした。

もう1つは、先ほど、管理レベルと管理値の基準値のお話がありましたが、2ページの右の下の方にあります表に書いてある数字が、あくまでも管理基準値です。ですから、一次管理基準値は、支保工の応力値でいきますと、105N/mm<sup>2</sup>、これが一次管理基準値です。ここに書いてある管理レベルというのは、先ほど、計算上の注意を促すようなレベルで、これも実際、計測画面、アウトプットには管理レベルという表示は出てまいりません。

**【委員】**

分かりました。ですから、そうすると、103基の掘削前は、条件を満たしていたということになるわけですね。これは、同じ所ばかり突っ込んで申し訳ないですが、都市部の非常に難しい所の場合は、自動でアラームをかけている場合も非常に多いのですが、だから、少し厳し目の設定をしています。例えば、今、私も関係している所は、現場、そして企業者さんというか、事業者の方にも、しょっちゅう携帯が鳴るという、そういう現場もあるのですが、

そういうシステムは導入していなかったのでしょうか。

**【説明者】**

それについては、具体的には、A計測において、例えば切羽観察という項目があるのですが、これは常時、切羽の後ろにカメラをつけていて、職員のスマートフォンでいつでも切羽が見られるような状況にありました。その意味では常時監視をしておりました。

2点目は、地表面沈下測定についても、同様のスマートフォンで数字が見られるようになっておりました。

B計測については、そのようなアラーム機能はついていませんでした。

**【委員】**

はい。他にいかがでしょうか。

**【説明者】**

設計のB計測の設定の考え方というのを少し補足させて頂きたいと思います。

まず、鉄道構造物設計標準の都市部山岳工法トンネルでは、B計測の位置付けで設計の修正が必要か否かの検討、妥当かというようなこと以外に、自立性が悪い地盤等に遭遇することによる切羽崩壊や、種々のトラブルの発生を未然に防ぎ、万一の場合にも適切な対応が可能となるよう、B計測の項目を選定するというような考え方で、B計測を設定しておりますし、また、その頻度は、1時間に一度というふうに考えておまして、これは、変位速度とかも注意すべきだというふうな思いがありまして、これは技術専門委員会でも変位速度には注意すべきだというお言葉も頂いております。

そういう意味では、管理基準値は施工計画書にも書いていますが、その都度、各管理基準値を超えたら、監督員に連絡するというふうに施工計画書に書いていますけれども、そういうふうな取り扱いをすべきであるものというふうな認識でございます。そこを補足させて頂きました。以上でございます。

**【委員】**

はい。ありがとうございました。

それでは、他はいかがでしょうか。

**【委員】**

参考資料の9ページに、「推定される事象」というのが肌色の囲いの真ん中の所にあります。その下の方の枠で囲った3番目、さらに点が4つあります。点の3番目の「上記により」という所のくだりなのですが、「上記により、103基切掘削開始後、早い段階で変位量が増加してD2層が局所的に破壊し、上部土砂層の全土被り相当の荷重がトンネルに作用した」ということになっています。全土被り荷重になったということについては、その鋼製支保工の応力を見ていると、そういう推測ができるということですが、これを見ると、D2層が局所的に破壊したから全土被り相当の荷重がトンネルに作用したというふうに見えます。しかし、そうでない場合もあり得ると思います。変位が大きくなって、その変位の領域が拡大していくと、上の緩みが大きくなって、それが全土被り圧に相当するという事なので、ここ

で「D2層が局所的に破壊し」というのを削除しても通じるのかなというふうに思いますが、いかがでしょうか。

#### 【委員】

どうでしょうか。特にご意見がないなら、言っぱなしになりますが、この委員会の我々が作成した資料ではありませんので。それは、そういうご意見がありましたということだろうと思います。

他にいかがでしょうか。

時間の都合もありますので、先に進みます。ただ、ここで確認させて頂きたいことがあります。今も少し申し上げたのですが、この参考資料はJV側が作成した資料であり、委員会に提出して頂いたものです。これは、委員会での検討資料として使っておりますので、委員会の資料の中に加えて、ただし、きちんと出典というか、作成者がわかるようにつくられておりますので、これを委員会資料の中での最終的には公開するということの範疇に入ることになるのですが、まず、それについてのご意見を頂きたいと思いますが、よろしいでしょうか。

一応、制作者が明記されていますので、では、これは委員会資料として採用させて頂きませう。

それでは、続きまして議題3、設計および施工に関する問題点等の検討についてです。ご説明をお願い致します。

#### 【事務局】

資料3で、A3の1枚紙をお配りしてございます。そちらをお開き頂ければと思いますが、「設計および施工に関する問題点(案)」というペーパーです。左側の「要因の推定」の所は、先ほど示させて頂いた10個の要因について、「考察」の所に、先ほどもありました、可能性があるのか、それとも可能性が低いのか、そういった所で書いてございます。

ここで見て頂きたいのは「対策」の所でございまして、上から説明させて頂きます。まず要因の1と2について、こちらがD2層の強度、あるいは厚さに関するものなのですが、その要因については、「対策」の所です。設計・施工に必要な調査項目、頻度を計画するという事。

それから、設計に使用する地盤の物性値は、不均質さに配慮し、十分に安全性を確保できるように設定するという事。

それから、地層の厚さが重要な設計条件となる場合には、地層の成り立ちや地質構造を十分に検討し、必要に応じた地質調査を実施するとともに、地層厚の不均質さに配慮して設計のための地盤モデルを検討するという事。

それから、地質調査技術者と設計技術者の意思疎通を図るといったことが挙げられるということです。

それから、その下、3番の地下水位が高かったことということ。それから、併せてD2層

の水圧に対する安定性の中で、土水一体の FEM 解析をやっていたという部分に関してですが、**「対策」**の所です。NATM の採用では、地下水位の低下を基本とする。

それから、やむを得ず、地下水位の低下が困難な場合には、水圧や土圧に耐える遮水層の厚さや遮水のための薬液注入範囲を検討し、遮水層の安定性を確保するといったこと。

それから、遮水層の安定性を評価する際には、支保工建て込み前を含め各施工ステップで行う必要があり、地盤内の亀裂、弱層の分布、強度について詳細に調査し、十分に安全性を確保した計画とするということでございます。

それから、要因 4 の下 2 つのポツです。D2 層の水圧に対する安定性の中で、福岡市地下鉄の他工区における NATM の施工実績では、主に砂層の地下水位低下、遮水や地山補強を目的として薬液注入工が実施されていること。

それから、このトンネルでは導抗施工時の計測結果をもとに同定した地山物性値をもとに、大断面拡幅の予測解析を実施し、AGF による天端補強を採用しているといったことから、**「対策」**の所ですが、AGF 工法は、トンネル施工時における天端の安定性を確保するための補助工法であるということ。遮水性については別途対策を検討する必要があるといったことです。

それから要因の 5 です。導抗施工による影響については、主要因ではないというふうな所で、バーにしております。

要因の 6、トンネルの断面形状ですが、**「対策」**の所です。トンネルの断面形状の検討においては周辺地山や支保の安定性に配慮し、極端に扁平な断面は避けるといった所です。

それから、要因の 7 です。支保工の安定性については可能性は低いということで、バーです。

要因の 8、AGF の地山改良効果のうち、D2 層の地山に対して亀裂の注入となっていたといった所です。**「対策」**ですが、注入材が浸透しないような粘土質地盤では均質な改良効果は期待できないことを念頭に、地山の安定性評価を実施するということ。

それから、AGF の下、要因 9 ですが、陥没箇所は拡幅部のラップ形状のすりつけ区間であり、他の部分と比べてラップ長が短かったことに対しては、AGF 工法のラップ長の設定においては、切羽の安定性を十分に確保できるように設定するといったこと。

それから、最後 10、施工管理に関することですが、**「対策」**の所です。緊急の対応が可能な管理体制を構築すること。

それから、想定される変状の速度に配慮した計測方法や管理基準、対策方針について十分に検討することといった所が挙げられます。

こういった対策を挙げてございますが、今回の設計・施工に関して、こういった**「対策」**に挙げられているような所で、不足があったのか、なかったのか。そういった所で**「問題点(案)」**ということでもとめてございます。

説明は以上です。



**【委員】**

ありがとうございました。先ほどありましたシナリオ、そして、メカニズム、要因をベースに、左側がそれに対応していて、「対策」というものが新たに出てきています。対策といえますか、代案がないものを「いけない」と言うことはできませんので、それに対する担保としてどうすべきだったかという書き方になっております。

これについてご意見、ご質問を頂きたいと思います。

**【委員】**

基本的には同意するのですが、文言で、4の所の考察、「AGF工法での……」という所の文章です。「力学性は改良できても」と、何か少し表現がおかしいような気がします。例えば、「安定性は改良できても」、もしくは「力学的には改良できても」というふうな表現の方が適切ではないかと思ったのですが。文言だけの問題です。

それともう1点なのですが、対策の3ポツの所ですね。「NATM採用では地下水位の低下を基本する」と、「採用」という言葉は適切ではないでしょうか。「NATMによる施工では」というふうな文言の方が妥当かなと思いました。

**【委員】**

NATMの所はそうですね。「NATMによる施工では」という、その方が確かですね。AGFはどうでしょうか。「力学性」、趣旨は分かりますが、表現が。

**【委員】**

「地山の力学的物性」ですね。「力学性」というのは少し言葉が……。

**【委員】**

正確に書けばそういう意味ですね。丁寧に「力学的物性」にしましょうか。スペースがありますので。

ありがとうございました。他にいかがでしょうか。

**【委員】**

もう少し考えた方がよいと思うのが、やはり4番のAGFの所で、「対策」の所です。これですと、「AGF工法は、トンネル施工時における天端の安定性を確保するための補助工法であり、遮水性については別途対策を検討する」となっています。この文言だけでしたら、要するに、D2層に対してAGFを施工していますので、D2層の遮水性をAGF以外のもので何か検討しろとなっているわけです。恐らく、D2層の遮水性ということになりますと、メカニズム3に対しては有効かもしれませんが、それ以外については、先ほどあったように、上の砂層自体そのものを遮水しないと駄目ではないかという話も別途ありまして、今日の段階ですぐにどう書き分ければいいのかというのは分かりませんが、遮水性という言葉を使った場合に、D2層を対象にしているのか、その上の砂層を対象にしているのか。最終的にはそこをもう少し正しく分類しないと、人によって捉え方も違ってくるといった感じがします。そのため、そこはもう少し練った方がいいのかなと思います。

恐らくこの「対策」も、メカニズムの1、2、3それぞれどれかに対して対応するような形

になっており、先程の例えば AGF の遮水効果というのはメカニズム 3 でしょうし、AGF の例えば 9 番のラップ長なんかはメカニズム 2 に対応するでしょうし、1 番なんかは「対策」番号の 4 というふうな感じで、そこまでは少し書き分けが難しいかもしれません。しかし、いずれにしても、遮水ということに対しては、もう少し明確に意識をして書き分けた方がいいのかなという気がします。これだと D2 層の遮水だけというのでしょうか。この書き方だとそういうふうにとられるので、何かそんな感じがしますが。

**【委員】**

いかがでしょうか。それはそうですね。先ほどもやりとりの中で、D2 と D2 より上の砂層とを分けて考えないといけないというお話しをしました。言葉を補って少し明確に書きますか。これはまだ案ですので、第 3 回できちっと修文するというか、確定させる形になりますので、今までのいろんな議論を踏まえて、D2 層の改良というのは難しいというのは皆さんお持ちなわけですね。だから、切り離すとすると、じゃあ、他の対策は何かとなると、上の砂層に対する改良になってきます。その辺はわかるように少し補いましょうか、原案として。少し考えさせてください。よろしいでしょうか。とりあえず、第 2 回の資料としては、案としてこの形で確定させて頂いてよろしいでしょうか。

**【説明者】**

交通局の方から少しよろしいでしょうか。一番上のボーリングに関する記載の所でございます。「調査頻度が少なかったため」という記載の 1 ポツ目なのですが、今日頂いた資料ですので、事務局のご説明の中で私が聞き漏らしたかもしれませんが、要因の中で、調査頻度が少なかったという記載、これにつながるものがなかったような気がしますので、その因果関係が、ここが唐突感があるなという気がしましたので、また次回以降の案の中でのご配慮をお願いしたいと思います。

**【委員】**

これは恐らく物性のばらつきとか、層厚が薄いとか、D2 層の上の層の話は専門委員会でも出ていて、不陸がありますよとか、そういう話は出ていることなので、そういうことを前提とするというふうに私は理解していますが、事務局としてはそういう意味でしょうか。

**【事務局】**

一般的に基準書等で書かれているボーリングの密度というのは多分満たしているはずだという説明が、市の方からもありました。しかし、大断面の所が岩被り厚にしても、D2 層の性状そのものにしても、非常に微妙な所に当たっているということも含めて考えると、基準どおりだけではなく、もう少し慎重な地下の状態の調査というのもあり得たのかなという、そういう意味です。

**【委員】**

ここは枕言葉をつけたらどうでしょう。普遍的に足りないという意味ではないため、こういう現場の状況を考えると足りないということですので。

**【事務局】**

分かりました。前に少し文章をつけるということですね。

**【委員】**

はい。他はいかがでしょうか。

**【委員】**

全般的に、なぜ起きたかという原因で整理をしてきたわけでありまして、こういう整理かなと思います。10番（施工管理）に関わるかもしれませんが、もっと陥没規模を小さくできなかったのかみたいな所が、無理だったのか、あるいは後から考えたら何か対策があったのかみたいな、そこの所を次回までに、もし書けるのであれば、書いておいた方がいいかなという気はしています。いかがでしょうか。

**【委員】**

「対策」と同じだと思うのですが、簡単に、例えば地上から注入していたら、完全な注入ゾーンをつくるのは難しいと思います。埋設がありますので。比恵の幹線の真下はまず無理ですよね。斜めに施工しても。でも、そういう所があっても、それに対して、また何かを手当てをして、それでトライするというのはあるかもしれませんね。

都市部では、パッチワークのようにこういうことをやっていますから。それはだから、Aのやり方で駄目だったらBのやり方、Bのやり方で穴があるならCのやり方ということを組み合わせながらやっているわけですね。

いろんな組み合わせをするのはあまりよいとは思わないのですが、特性が全く変わってしまうので。それでトラブルを起こした所もありますけれども、ただ、やり方はあったと思いますよね。それを明示するかどうかは、また少し検討させて頂きたいと思いますが、書き方が難しいですね。

他にいかがでしょうか。

**【委員】**

6番目のトンネル断面の形状の扁平の所の記述なのですが、やむを得ず今回扁平な所を採用してしまったという所で、その対策が「扁平な断面は避ける」だと、あまり丁寧ではないのかなと思いました。そのため、「扁平になったことによる効果を防ぐための対策」というか、何かそういう、もう少し次善の、「土圧なり水圧なりのかけ方なんかの工夫」といった所が必要ではなかったのかといったことを書いてはいかがでしょうか。

**【委員】**

避ける他に、対策ですね。避けられない場合があるだろうということですね。だから、それに対する対策。力学的な対策になるのだろうと思いますが、分かりました。

**【説明者】**

扁平率について他のトンネルの事例もございます。例えば 0.5 の扁平率のトンネルとか、そういうのもございます中で、私たちのトンネルももちろん解析的手法で構造の安定等も検討しておりますので、記載の仕方の提案というわけではございませんが、扁平になる場合には、よりそういった構造計算を密にするというようなまとめ方というものも 1 つあるのではないのでしょうか。解析手法の中で、FEM による扁平の検討をしておりますので、そういった所の記載も入れて頂ければよろしいのかなと考えております。

**【委員】**

それは確かにそうなのですが、これにも枕言葉があります。この現場の施工、地質条件だったら、かなり慎重に考えるべきで、マッシブな地山が連続して存在して、そこで扁平ならば、別にあまり気になりません。しかし、今回の条件ですと、特に D2 層に対して非常に厳しくなっていきます。どんどん薄く、板になってしまうため、アーチ構造にならないため。そのため、枕言葉を入れて残したいとは思いますが、いかがでしょうか。

そうしたら、この現場においては絶対的ではありませんので、扁平度が低いのが原因だというわけではなく、上の地層とのリンクの上でこれが非常に効いているというふうな解釈をしていますので、何かそういう枕言葉を入れたいと思います。

いかがでしょうか。

**【委員】**

10 番の施工管理の所で、先ほども若干議論があった B 計測の件ですが、B 計測というのは一般的には設計の妥当性評価ということで、相当、ピンポイント的に計測するものですよ。だから、一般的な計測管理に使うというのはなかなか無理があるだろうと思うのですが、今回の場合はたまたま B 計測の断面が近くにあったということで、これを施工管理に活用できたのではないかという観点も当然あると思います。

この B 計測の位置付けについては、基準をつくる側にも少し教訓があったのかなと感じた所です。そういうものを基準にどのように反映させるかについても第 3 回委員会で議論できればよいのではないかと思います。

**【委員】**

ありがとうございます。何かたたき台をつくりましょうか。

他にいかがでしょうか。

**【委員】**

この資料の位置付けを教えてくださいなのですが、外部の方が見ると、この「要因の推定」に書いてあるような複合的な要因で、一番右の「対策」の欄に書いてある、対策を事前に講じていれば、今回のような事故が起こらなかったというような表現で、この委員会として公表するということなのではないのでしょうか。少しそのあたりを教えてください。

**【委員】**

起こらなかったとは言えないと思います。複合的な要因ですから。例えば、今度要因の方

だけを考えて、何かその中の1つがなかったら起こらなかったかとか、それは分からないですよ。ただ、要因として示して、それが原因、トリガーになっているとするなら、避けられない原因もあるわけですよ。どうしてもできない。そのときには、それは原因ではなくて、それをカバーする何かが必要だったということなのだろうと思います。これは今、すり合わせしていませんので、私の発言に対してはご意見を頂いて結構だと思います。

少なくとも「これが問題だったでしょう」と指摘するとするなら、どうすればよかったというのが必ず、やはり答えがないといけないだろうというので、この「対策」があります。ただ、この「対策」をすればよかったんだ、大丈夫だったというものではありません。大丈夫だったかもしれない、ということではないかと思います。

ただ、ここで「対策」を挙げているのは、これから例えば類似の様々な施工を考えるときに、工事を考えるときに、ここが駄目だったでしょうというだけではなく、こういうやり方、考え方もあったのじゃないかという案を示してあげることが大事だなというふうに思っていて、こういう形になっているのだと思いますが、いかがでしょうか。

だから、これをやれば大丈夫だというふうに受け取られるのは少し心外ですので、書き方には注意しなければならぬと思います。頭に何か文言が必要なのかもしれませんね。

一応まだこれは途中の資料なので、表に出ていくときには、これは委員会資料として公開されますが、まだ中間の委員会ですので。最後のときの報告書の書き方は注意しないといけないと思います。おっしゃる通りだと思います。

**【委員】**

ありがとうございました。

**【委員】**

他にいかがでしょうか。

**【委員】**

先ほどの調査頻度に関して、一番右上の「対策」の所についてです。「設計・施工に必要な調査項目、頻度を計画する」となっていますが、これは文章的にも何かよくわからないので、「調査項目、頻度をリスクに応じて適切に計画する」とか、何かそんな言葉を少し足した方がいいのかなと思いました。

**【委員】**

先ほどもありましたが、この状況だと足りないということでしたから、そういうことになると思います。

他にいかがでしょうか。

それでは、とりあえず第2回の委員会の案として、これは少し手直しをして、第3回でまた議論して頂きます。ありがとうございました。

では、最後の議題になります。4番目、今後の設計・施工に対する留意点、再発防止に向けた検討。

それでは、ご説明をお願い致します。

### 【事務局】

資料4のA4縦でございます。今後取りまとめに向けてでございますが、提言のような形にまとめていくという前提で、その骨子案のようなものということで示してございます。頭書きを若干簡単に書いてございます。今回の事故を踏まえ、陥没事故の再発防止のため、都市 NATM によるトンネルの設計・施工等に関する留意点等について、以下の観点から取りまとめはどうかという提案でございます。

まずは、都市 NATM の計画、調査および設計についてという項目が1つあるのではないかと。その中身としては、地上利用の制約について、あるいは地質の想定と把握について、それから地下水への対応について、不均質な地盤に対する安全性の確保について、トンネルの安定性の評価について、補助工法の選定について、設計の各段階における関係者の意思疎通についてといった所でございます。

2つ目の大きな項目としては、都市 NATM の施工についてということではないかということです。都市部での施工について、それから地山および地下水の状況把握について、補助工法の施工について、施工管理について、計測について、それから施工の各段階における関係者の意思疎通についてということでございます。

それから最後に、設計・施工以外で配慮すべき事項についてをまとめてはどうかということです。設計・施工における意思疎通について、それから技術的検討の場の活用について、それから地下構造物の建設に対して信頼を回復していくといった内容があるのではないかとといった所でございます。

説明は以上です。

### 【委員】

ありがとうございました。これは第3回で成文にしていきますが、今、項目だけ挙がっています。ただ、この項目も足りない所があるかもしれませんし、1つの項目は他と合わせて、まとまった形で減るかもしれません。一応たたき台として提示をさせて頂いているというふうな資料だと思います。

過不足とか、もしくは視点、見方というのでしょうか、そういう所でいろいろご意見がございましたら頂きたいと思います。いかがでしょうか。

### 【委員】

1番の計画の所で、断面形状の検討についてということが必要なのではないかと思います。扁平の話もありますし、それから掘削における掘削断面の分割とか、そういうことも一般的にはあると思います。

**【委員】**

前の方にあったメカニズム、要因とかにあった断面の比率、縦横は実際と寸法が合っている比率になっているのでしょうか。あれを見ると、すごい扁平ですよ。普通、加背割りで、ああいう扁平で掘る場合には、よほど注意するか、何かをするかなとは思いますが、だから、項目としては、私自身は先程も扁平率の所で申し上げたのですが、やはり大きいかなとは思ってはいるのですが、いかがでしょうか。項目として入れましょうか。

**【委員】**

恐らく、少なくとも先程の資料 3 で出てきている項目は何らかの形で入らないとまずいでしょうね。それプラスアルファがどこまで入るか分かりませんが。だから、当然先程の形状の話も入ってくることにはなると思います。おっしゃるように、少し抜けているかなという気はします。

**【委員】**

他はいかがでしょう。

これは項目出しでいいですので、いろいろなご意見を頂きたいと思います。

**【委員】**

3番の1つ目の「設計・施工における意思疎通」というのは、意味がよく分からないのではないかと思います。1番と2番でそれぞれ設計と施工というのがありますが、3の1番というのはどういうものですか。これは設計段階と施工段階、この相互のという、そういう意味でしょうか。

**【事務局】**

言葉足らずで申しわけありません。書いた意図としましては、第三者協議といいますが、発注者と設計者と施工者の協議の場みたいなイメージをしてございました。

**【委員】**

少し明確に書いて頂いた方が分かりやすいですね。

**【委員】**

これについては、第3回でバージョンアップしたものをまたご検討頂きたいと思っております。

他にいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

**【委員】**

この「再発防止に向けては」というのは、当該現場も含めて普遍的にということですよ。だとすると、入れなくてもよいのかもしれないのですが、1行目の所に「道路陥没事故を踏まえ、当該現場を含め同様の陥没事故の再発防止のためには」と、要するにここの現場だけではないということがわかるようなことを少し入れた方がいいのかなと思います。

**【委員】**

これは私がよく言っている類似の現場という、そういうことですので、何か枕言葉を入れましょうか。少し修文させてください。

他にいかがでしょうか。

そうすると、他の議題、議事等は、これで議題、議事は一応終了ですが……。

**【説明者】**

今、委員からお話があった点ですが、この資料4の内容というのは、設計・施工等の留意点及び再発防止ということで、かなり一般論的に書いてあるようには見受けられますが、本件工事の、私どもの事故を起こした工事の今後の工事の設計・施工における留意点も含めて、一般的なものも含めて、それが個別に分けて、本件事故の今後の設計・施工の問題と、一般的な設計・施工の問題が、包含する形で全体としてまとめられるというふうに理解すればよいのでしょうか。それとも、きっちり分けて、当該工事の分と一般かというのを分けるのではなく、まとめた形で書かれるというふうに理解したらよろしいですか。

**【委員】**

これは元々のスタートラインは、類似の工事ということ、全体を見ているわけです。当然、今の現場がどうかということになると、現場の条件、被りとかいろんな諸々を含めた上での話になると思うのですが、我々がもし今の現場に対してのコメントをすれば、復旧に向けた留意点だけです。ですからこれとは、一般的に書いていることには包含されますけど、具体的にそこに突っ込んでお話しするか、例えばどういう工法で、本トンネルは復旧はどういうふうにしていくかという所までは、この委員会の所掌ではないと思っているわけです。

**【説明者】**

それは承知しておりますので、具体的にこのようなやり方という所を、この委員会でご議論頂いたりとか意見を頂くというふうには思っておりませんが、今後我々が継続するに当たって、こういう注意をとすることはこの中に包含されるというふうに理解してよろしいでしょうかという意味でございます。

**【委員】**

広い意味では包含されていると思います。

**【説明者】**

ありがとうございました。

**【委員】**

こういう考え方でよろしいでしょうか。

**【委員】**

頭の整理としては、今回の陥没事故を踏まえた対策は資料3にまとめたわけですが、まとめた中で、その他の議論も含めて、一般論が資料4と、こう思えばいいかなと思っていたのですが、そのような感じですかね。

**【委員】**

そうですね。資料3というのは、メカニズムと要因を受けてのことを書いてありますから、これがこの現場の、こういうことをやればよかったのじゃないかということではありますね。ただ、こういうことができないというのもたくさんありますから、そういう意味では、



これ以外には、文書で出すのかどうか少し微妙です。検討させて頂きたいと思いますが、やはり水を抜くときとか、土砂を抜くときぐらい、その注意点しかないと思いますよ。そこから先は、新たな工法を考える、もしくは支保設計をすとかという段階に入ってしまうので、我々が言えることは、水を抜くとき、土砂を排除するときに十分留意しなさいということに尽きるかなというふうには思っていますが、他にいかがでしょうか。

**【説明者】**

今、委員に言って頂きました水抜き、それと土砂の搬出ですけど、我々は、原因究明がなされましたら、大成さんとすぐ現場の方に入っていきたい。そういう状況にありますので、まず、ハードルになります水抜きの部分、それと土砂の搬出ですね。これについて、こういうことに配慮しながらやってくださいという、ある意味ヒントを頂ければ、今度は私どもの技術専門委員会がございますので、そちらの方で、その条件をクリアしているかという形で、速やかな再開に持っていきたいと思いますので、ぜひ、委員がおっしゃったような留意点を頂戴できればと思います。よろしくお願い致します。

**【委員】**

それは今、口頭で申し上げましたが、記録に残る形でという意味ですか。

**【説明者】**

できれば記録に残して、原因究明の部分と切り離してでもよいのですが、何がしかのドキュメントが欲しいなと思います。我々は次のスタートに向けて、なるべくなら、「ここをクリアすれば」というヒントを見える形で欲しいなと思っておりますので、可能であれば、よろしくお願い致します。

**【委員】**

繰り返すようですが、今申し上げたこと以上のことは多分書けないと思います。我々、復旧に向けた検討事項を対象としていませんし、そういう材料もそろえていないわけなので。だから、水抜きと土砂搬出には十分注意しなさいということになると思いますが、議事録には残ると思いますけれども、文書化する、それは少し検討させてください。

他にいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

他の議事関連、その他はいかがでしょうか。特にありませんか。

**【説明者】**

資料関連でお願いが2つございます。今回、特に福岡市においては、陥没事故の規模が大きかったので、非常に皆様の注目が集まっている所ですので、今後、資料を公開していく中で、我々が少し考えておりますのが、1つが岩被りのことです。例えば、今日大成さんの方から出てきました発生メカニズムの所で、掘削の余掘りの部分を考慮した数字と、資料全体としては、余掘りを考慮していない数字が混在しているので、その混在を、もし混在したまま書いていくとしたら、混乱しないような記載の工夫がなされたら助かるなと思っております。

それともう一つなのですが、技術提案の中の T-REX ですね。議会の中でも技術提案につ

いて非常に質問を受けておりますので、T-REX の計測値についても、第 3 回で少し触れて頂ければ助かるなと思っております。

以上、2 点です。

**【委員】**

後者は検討させてください。前者は、どこに相当するのですか。この参考資料の余掘り。余掘りは書いてなかったような気もするのですが。

**【説明者】**

例えば、大成さんがつくられた資料のページで言えば 11 ページですね。

**【委員】**

アスタリスクですね。

**【説明者】**

そうです。我々の方が提出しております資料は、余掘りとかを考慮していない。無拡幅とかでやったりとか、あと、こういう余掘りとかを考慮していない数値になっておりますので、記載上の工夫が相当要るかなと思ひまして、先ほどお願い致しました。

以上です。

**【委員】**

これは「余掘りを含む支払線」と書いてありますが、余掘りはどのぐらいですか。

**【説明者】**

13 cm です。

**【委員】**

13cm。資料としては一応コメントが書いてあるので、資料としての問題はないと思うのですが、数字を出すときのことをおっしゃっているわけですね。

**【説明者】**

そうです。資料を頂いたばかりでよく分からないのですが、FEM 解析をやっていたときの被りの条件との矛盾がないとか、そこら辺が、私は専門じゃないのでよく分からない部分があるのですが、混乱をしないように少し留意して頂けたらと思って発言させて頂きました。

**【委員】**

現場のトンネルなんかの解析をするときも非常に難しいのですが、先ほども少し扁平率の話がありましたよね。掘削で見るのか、内空で見るのかとかいろいろあるのですが、完璧にそろえるというのは、恐らく至難のわざかもしれませんね。

**【委員】**

そちらでよく調整してくれませんか。それは、我々としては福岡市からの委託に応じて委員会をやっておりますので、ご提出して頂く資料は、我々委員にも誤解もなく、一般にも誤解もなくということですので、発注者と施工者ですから、調整して頂いて、括弧書きで書くとか、何かあると思ひますので、まずはそうして頂いた方が一番いいかなと思ひます。

### 【委員】

いかがでしょう。やはり元の資料が何種類もあると非常に我々も困ることは確かです。ただ、基本的には、数十 cm だったら、確かに 1.86m が例えば 1.73m とかといったらイメージは違うかもしれません。しかし、何遍も申し上げているのですが、相手が地盤ですから、それ以上のばらつきが存在しているので、我々は有限要素解析しても何しても、モデルがあったとしても、それはそういうモデル設定での答えですねという見方を私はしていますから、一般の方がどう考えるかは別ですけれども。だから、あまり細かい所はこだわってはいないのですね。ただ、数字については、確かにおっしゃる通り、独立して出ていった場合に、みんなばらばらな数字ですと、非常に不信感が出ると思いますから、それは少し、こういう数字を使いましょうというのを出して頂いた方がありがたいですね。どういうふうに調整するか、考えるか。いかがでしょうか。

他に何かございますでしょうか。

それでは、議事は一応終了しました。

事務局の方をお願い致します。

### 【事務局】

ありがとうございました。最後の方、数字の話なんかも出ていましたけど、いろいろ、本日の資料で、過去の経緯でありますとかも含めて、資料をそれぞれ各コンサルタントさん、また JV さん、福岡市さんからお聞きをしたものをベースに掲載をしております。もし、事実関係が違いますよみたいな話があれば、事務局の方に早急に連絡を頂ければと思いますので、よろしくお願いをしたいと思います。

以上で本委員会を終了したいと思います。

記者会見は 17 時から、委員長と事務局の方で対応を致します。

それでは、以上で第 2 回委員会を終了させて頂きたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

— 了 —