

### 第3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3月30日

#### 【事務局】

お時間でございますので、ただいまから第3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いたしたいと思っております。

それでは、冒頭に主催者を代表いたしまして、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】

第3回委員会の開催にあたりまして、一言ご挨拶を申し上げます。

本日は委員の皆様方にはお忙しいところをお集まりいただきまして、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る道路陥没事故におきまして、当該事故の原因究明や再発防止に向けまして、11月29日に第1回委員会を開催させていただきました。その後、本年に入りまして、1月21日に第2回委員会を開催しました。委員の皆様方におかれましては、この間、本委員会での討議をはじめといたしまして非常に多くの時間を費やしていただきました。どうもありがとうございました。

また、事故原因の究明に際しましては、福岡市及び施工業者、さらに設計会社から資料を提出していただきました。また、陥没事故発生後に、当委員会の依頼に基づきます追加ボーリング調査のほうも実施していただきました。

本日はこれらをもとにいたしまして、設計・施工の経緯、事故発生要因とメカニズム、工事再開に向けた留意点と今後の設計・施工に向けまして、そして委員会のとりまとめについてご議論をいただく予定になっておりますので、よろしく願いいたします。

崩落いたしましたトンネルの現場に立ち入ることができないという条件、さらには委員会設置から4カ月という非常に短い期間ということをございまして、関係者から提供いただきました資料に基づく議論とならざるを得ないところでしたが、本日の議論をもって一定のとりまとめを行えればと考えておりますので、本日は忌憚のないご意見をいただけますよう、どうぞ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。続きまして、委員長であります首都大学東京副学長の西村委員長よりご挨拶をよろしく願いいたします。

#### 【委員】 西村委員長

3回目になります。年度末ぎりぎりの状態でお集まりいただきまして、ありがとうございます。ただいま野口理事からお話がありましたように、時間は限られているといっても、早い情報発信というのは必要だろうと思っております。そういう意味では、今日は一定のとりまとめということですが、最終のつもりで、たたき台にお目通しいただきたいと思っております。

都市部でのこれだけの大きな事故ですから、我々にとっては、一般の方々の信頼を取り戻すということと、これからに向けた再発防止ということが非常に重要になります。今日、その内容が出てまいりますが、ぜひ活発なご意見をいただきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

**【事務局】**

ありがとうございました。委員会の頭撮りは以上ということになりますので、マスコミの皆様方のご退室をお願いしたいと思います。

なお、本日17時から9階の会議室におきまして記者会見を行いますので、よろしくお願いをいたします。

(マスコミ退室)

### 【事務局】

それでは、最初に資料の確認をさせていただきたいと思います。

お手元に議事次第が1枚、それと委員名簿が1枚、配付資料一覧と書いたものが1枚ございます。そのあとに規約がございます。A3判で資料1、資料2、A4判で資料3と資料4でございます。

以上が委員会の資料でございます、そのあとにクリップ留めがございますけれども、これは17時から予定をしております記者会見のときにマスコミに配付する資料ということでひとまとめにしたものでございます。

一番最後に、「福岡市交通局」と書いたものがございますが、地質調査の結果につきまして、後ほど福岡市さんから説明があるということで、その資料ということになっておりますので、よろしくお願ひいたします。

過不足等ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、以後の進行につきまして、委員長のほうによろしくお願ひをいたします。

### 【委員】

それでは、議事次第に従いまして進めてまいりたいと思います。

あくまでもこの資料は最終のつもりですけれども、当然直しがあっても構いません。確定版で審議は形式という意味合いのことではないので、いろいろな視点からご意見をいただきたいと思います。

### 【委員】

それでは、議事に従いまして、まず1つ目、設計・施工に関する経緯について、これは資料1でしょうか。ご説明をお願いいたします。

### 【事務局】

では、資料1につきましてご説明させていただきます。

資料1をおめくりいただきまして、第2回委員会でも説明したもののおさらいに近いものになりますが、1ページ目、全体経緯が示されてございます。平成22年から平成28年まで、設計あるいは施工、それから委員会の開催経緯などをまとめてございます。

1ページ目の右側には、「工法選定に関する経緯」ということで、平成22年度の設計のとき、それから2ページ目では地下鉄3号線の構造計画検討業務委託の中での検討、それから3ページ目では、第1回技術専門委員会ということで示してございます。

1ページ目に戻っていただきまして、当初はシールド切開きだったものが、2ページ目の中では工法としてNATMが選定されているということ。それから技術専門委員会の中でもNATMとしての審議があったということでございます。

4ページ目からは「補助工法に関する経緯」ということでまとめてございます。まず3.1のところ、業務委託、平成24年度のときには、検討結果として注入式長尺鋼管先受工及び地表からの薬液注入ということで決まっております。

それが、5ページ目を開いていただきますと、「大断面トンネルの止水工法の変更提案」の

中では、導坑を掘削し、導坑内からの止水注入を行う。それから、その下にあります3.3の中では、導坑内からの止水注入から鏡ボルトに変更するといった協議がなされております。

その右側ですが、第6回技術専門委員会の中では、扁平な断面、先進導坑を用いること、それから補助工法に関して、注入式長尺鋼管先受工、サイドパイルへの変更案に関して審議がされているというところでございます。

6ページ目には、大断面トンネル形状、支保工の補助工法の変更協議書の提出、これが2016年9月13日のことでございますが、この中では薬液注入工法からの変更する協議書が提出されていること。

それから、その下にありますのは、導坑内からのサイドパイルに加えて、注入式長尺鋼管先受工の二重化、それから高強度鏡吹付コンクリートへ変更する協議書の提出です。

この中では「二重化」という記載がございますが、同時に添付されていた図面の中には、一部、二重化になっていない箇所が存在するというようなところが見てとれます。

その次のページを開いていただきますと、平成28年度になりまして、10月6日の3者協議になります。右側の「検討結果」のところでございますが、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診断する必要性が示唆されているということ、その下には、支保工の形状の変更、それから最小拡幅方式で注入式長尺鋼管先受工ということで挙げてございます。

そういった経緯を踏まえまして、実際にどういう施工があったのかというのが8ページ目でございますが、施工の状況としましては、割付の計画図、それから施工図がございます。上のほうでは、このような最小拡幅方式での施工がございますが、実際にその施工上の都合から、左側にある四角いところですけども、20 cmといったものが、施工の中では30 cmに変えて施工がされているというようなところがございます。

次の9ページ目からは、「管理基準値に関する経緯」ということで挙げてございます。2016年9月15日、この時点では鋼製支保工の部材の管理基準値の3次の値としては、許容応力度から210 N/mm<sup>2</sup>となっておりました。

これが、10ページ目から、2016年9月30日の施工計画書のところがございますが、ざっと飛ばしていただいて14ページ目に結果が示されてございますが、管理基準値につきましては、FEM解析の結果から、計測地点で得られるものを用いるということになってございます。例えば、14ページの表の中にある「step5」と書いてある一番上のところ、天端応力度について見ますと、管理基準値（Ⅰ）（Ⅱ）（Ⅲ）がそれぞれ58、93、117という形で設定されてございます。

簡単ですが、説明は以上です。

#### 【委員】

ありがとうございました。今までの経緯についてですが、今までも出てきている資料で、部分的には少しずつ直ってきておりますが、何かご意見、ご質問ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

少し気になっているところが1つだけあって、6ページで「二重化」という言葉を使っていますが、二重化という解釈というか、受け取り方が明確ではないかなという気が少ししています。8ページの右下の図面を見ても、すりつけ以外でも、最小拡幅なので根っこを切るから、断面が一定のところでも完全な二重にならないです。もともと二重化という明確な定義が多分ないと思うのですが、その辺の言葉は留意しながら見ていかないといけないだろうとは思いますがね。

ほかに、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

では、このような設計・施工の経緯に基づいて以下を考えていくということになりますので、前提条件として、とりあえずこれは承認いただいたということにさせていただきます。

#### 【委員】

それでは、続きまして本題の部分に入っていきますが、議題の2番目として事故発生要因のメカニズムについて、資料2になります。ご説明をお願いいたします。

#### 【事務局】

では、資料2について説明させていただきます。

資料2をおめくりいただきまして、1ページ目でございます。第2回委員会の繰り返しになりますが、当委員会で考えております事故発生のメカニズムは以下の3つということでございまして、想定メカニズム1、2、3ということで示してございます。

それから2ページ目、「要因の抽出」ということで、10個の項目について抽出して検討したというところ。これは2回目の委員会までの結果でございます。

3ページ目をお開きいただきまして、要因の1から10まで、それぞれの可能性について検討しているという資料でございます。

まず要因1について、要因1では、D2層の強度についてのものですが、物性値のバラツキ、それから潜在的な弱部があったのではないかということに対しましては、亀裂の分布、それから透水性の不均質性が確認されたということ。

それから、D2層の内部自体も強度、N値などのバラツキが大きいといったこと。

こういったことから、D2層の物性値のバラツキ、潜在的な弱部が要因となった可能性があるということで書いてございます。

その後ろに資料をいろいろつけてございますが、4ページ目から地質調査の位置を示してございます。

5ページ目以降が、実際のボーリングのコア、あるいはボーリング調査結果でございます。5ページ目でいきますと、D2層の上部層には破碎されている部分が見られるといったこととか、右側の吹き出しにありますD2層の上部約1.5 mでは、N値は24から26ですけれども、その下層部になってきますと50以上になっているのであるとか、あるいは孔内水平載荷試験の結果としては、 $E = 68.49 \text{ MN/m}^2$ といった数字等が挙がっているということでございます。この黄色の吹き出しは委員会で追記したものでございまして、資料は全てこのようにつくりにしてございます。

6ページ目でも、同様な傾向が見えるかと思えます。

7ページ目では、破砕されている部分がある結果、それから基岩部分も破砕質であったといったことが見られるところです。

8ページ目からは追加地質調査結果でございます。ボーリング孔のNWについてのものですが、針貫入試験の結果です。上の写真で赤文字で0.2 MPaを下回るとかという数字がありますが、これが針貫入試験の結果でございます、下に表にまとめてございますが、D2層の上部では低強度である。それから一軸圧縮強度も0.2 MN/m<sup>2</sup>以下といったところです。

次の9ページ目では、ボーリング孔NE、その次のページではSW、次のページではSEということで示してございますが、同様な結果が示されているところです。

12ページ目は、室内の岩石試験の結果でございます。

13ページ目にも試験の結果を示してございます。

14ページ目になりますと、物性値のバラツキ、潜在的な弱部をどのように評価していたのかという変遷を示してございますが、まず、上にある「大断面トンネルの施工計画に関する前提条件」のところでは、原設計では、左上のところですが、D級部というところで、赤いところを引っ張ってございますが、これが今回のD2層といわれるところです。

破壊時変形係数は22,400 kN/m<sup>2</sup>といったような数字で示されている。それが②の2015年4月2日の資料、それから③では標準トンネルⅡ型での設計の結果ということです。この中で、Case3というところで87,000 kN/m<sup>2</sup>といった変形係数が示されている。

右上にいきまして④のところでは、ボーリング孔のNo.23E-4、この辺から見ますと、N値は5から26と推定される。下層部では同じく27から250と推定されるということで、変形係数Eに換算しますと、上のほうが14,000 kN/m<sup>2</sup>以上、下のほうが700,000 kN/m<sup>2</sup>以下というところで、14,000から700,000 kN/m<sup>2</sup>ぐらいのバラツキがあるといったところですが、この表の中では変形係数が87,000という数字が使われております。これは標準Ⅱ型の断面で得られたものからの逆解析といいますか、計測によって出された数字というところでございますが、このような数値でございます。

15ページ目からは、「要因2：D2層の厚さ」についての評価を示してございます。大断面トンネル施工時の地質モデル9本の図を示してございます。

ここでいきますと、青数字があるところ、設計変更後の天端からの岩被りということで、数字を見ていただきますと、2.79 mから3.67 mといったものになります。これに追加ボーリング調査を含め、それから得られるほかのボーリングデータも全て入れて試算してみますと、これが1.90 mから2.28 mという結果になってございます。

ただ、右上の図を見ていただきますと、ボーリングデータの位置を示してございますが、陥没事故以降のボーリングデータのうち8本につきましては、流動化処理土の投入後の効果を確認するといった目的から、陥没箇所でもボーリングされたものも含まれてございます。ですので、もしかしたら陥没による攪乱の影響を受けている可能性も否定できないところではございますが、こういった可能性もあるということで、23本のデータからこのような数字

が上がっているということで捉えていただければと思っております。

16ページ目には、NWの数字とボーリングコア、その上にコメントのところに上端位置ということで推定がなされてございます。

同様に17ページ、18ページ、19ページと、ボーリングコアとそのコメントということで見ていただいております。

こういったことを踏まえまして、20ページでは、「D2層の地質工学的考察」ということで1つの考察を述べさせていただいております。上の面は地表面ではなくて、D2層の上面で、その上には砂層があるということですが、D2層の中では、まず①不整合面につきましては10 cm程度のアンジュレーションが推定されるといったところ、それからコアには不整合面が60°程度の高傾斜のものも認められるということで、かなり凸凹があるような推定がされるのではないかとということです。トンネル天端の岩盤層が薄い場所があった可能性があるということでございます。

②「D2層」と書いておりますが、この中では、指圧でへこむ程度の軟質層があるといったところでございます。それから、便宜上、D2'層、D2''層ということで挙げてございますのは、すべてD2層の中ではありますが、D2'層というのは、それよりも強度が低いというようなところで、イメージとして書いてございます。こういったD2'層、D2''層がD2層内に偏在するといいますか、上の図のモデルのような形で入っているのではないかといたところでございます。

それから、⑤にあります、小断層が確認されるといったところ、それから⑥中高角度断層のようなもの、それから層理面（剥離面）、それから節理・亀裂、こういったものが入っているといったことで、トンネル天端の岩盤のイメージを書いてございます。

以上が、要因1と2に関するものでございました。

21ページ目からは、「要因3：高い地下水位による影響」ということで評価を書いてございます。ここでは、「D2層に作用する水圧の影響」ということで、D2層に水圧が作用したことが要因となった可能性があるのではないかと評価にしてございますが、まず、21ページの右側にあります図が薬液注入工、これが当初想定されていたものですが、当初は地下水対策として薬液注入が計画されていたということでございます。

22ページでは、標準トンネルI・II型の参考資料ということで書いてございますが、地下水位が高かったというところです。左下の図でいきますと、土砂部の水位、それから岩盤部の水頭、こういった2つの水面といったものが存在するという。それから岩盤部のほうは、先進導坑の掘削に伴って一時的に低下したこともありますけれども、その際も地表部の水位は下がらなかったということで、非常に高い水圧がずっとかかっているような状況も想定されるということです。

23ページには、「要因4：D2層の耐力不足の可能性」ということで書いてございます。現場に即した解析手法の検討、それから解析の限界を認識した上で安全側の設計となるような工学的判断が不足していたことが要因となった可能性があるのではないかといたところでございます。

24ページ、これはあくまでも試算でございますが、「D2層の水圧に対する安定性の試算」ということで書いてございます。D2層の押し抜きブロックを設定して、その押し抜きに関してどのような評価だったかということで、これは盤ぶくれの照査方法を参考にして計算したものでございます。あくまでも一次的な近似といえますか、仮定に基づく試算でございますので、これだから現場はどうかと評価できるものではありませんが、相対的なものといえますか、これによってどのような数字かというのを見ていただく、その程度と考えていただければと思います。

ケース1と書いておりますのが、当初のFEMで想定していた層圧と地盤定数によるもの。ケース2と書いておりますのが、事故後の追加地質調査により確認した層圧と健全部の地盤定数によるもの。ケース3は、強風化部の地盤定数によるものということです。

側方土圧を無視した場合、考慮した場合ということで書いてございますが、安全率 $F=3$ を下回るか、上回るかということで、OKかNGかの判定を書いてございます。

見ていただきますと、ケース3ですと、安全率1も下回っているような状況になってございます。

25ページ目では、「地盤改良等地下水対策の有無」に関するものでございますが、中比恵西・東工区、桜坂工区等々、福岡市地下鉄のNATMの施工実績一覧を示してございます。ほかの工区では、地下水の影響に対して地下水対策が何らかのものがとられていたということが示されてございます。

27ページ目は、六本松工区ということです。

28ページ目は、参考として、福岡市地下鉄以外のものですが、都市部山岳工法トンネルの設計標準・同解説といったものからの抜粋になりますが、一番下の対策工のところ、地下水対策としては何らかの対策がとられているものが多いということです。それに対しまして、今回の工事現場では薬液注入が取りやめられたというところを最初のところで示しておりました。

29ページ目に移りまして、「要因5：導坑施工による影響の有無」ということですが、導坑施工時の内空変位とか沈下量から見まして、特に問題となるデータはないであろうということで、導坑施工によって緩みが生じていたのではないかと、その要因となった可能性は低いという評価にしてございます。

次の30ページ目、「要因6：トンネル断面形状の影響の有無」ということですが、下の図の左側が当初、右側が実際に施工されたトンネルの断面です。内空の縦横比をとりますと、左側が0.625、右側が0.532ということで、そのように変わったということです。一般的には0.57以上が好ましいとされておりますので、その扁平率よりも小さいところから、要因となった可能性はあるのではないかとという評価でございます。

次の31ページ目が、「要因7：トンネル支保工の安定性」でございます。支保工の安定性に関して、図の右側に「再現解析に基づく支保工健全性の評価」ということで書いてございます。これは施工者からいただいたものですが、これを参考としましても、支保工が壊れるといったところまではいかなかったのではないかとこのところでございます。右側のほうに

文章で書いてございますが、計測Bの結果より、耐力が不足していたとは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いう評価でございます。

続きまして、32ページ目、「要因8：注入式長尺鋼管先受け工の横断方向の地山改良効果」でございます。下のほうに写真を載せてございますが、鋼管からの注入は亀裂注入ということで、亀裂に注入材が浸透しているという状況が写真から見てとれるかと思いますが、亀裂がない基岩部も強度が低く、掘削による変形で容易に亀裂が入る地質であったということです。亀裂注入ですので、砂礫への注入とは違った、亀裂に沿った形の注入になっていたというところでございます。

文章が上のほうに書いてございますが、「潜在的亀裂は初期地山状態でほとんど空隙がないため、十分な地山改良効果が発揮されず、掘削時に緩みが生じた可能性がある」ということでございます。

(2) では注入材がどうだったかというのを示してございますが、ウレタン系が選定されるということで、ウレタン系であれば、いずれの地山にも適用範囲が広い材料であるということで、この要因となった可能性は(2) に関してはないであろうと。

それから33ページ目、「(3) 注入圧および量の管理」ということです。ここで書いておりますのは、注入圧とか量の管理に関して、管理が、想定されていたとおりの注入が行われていなかった可能性というのが(3) でございますが、注入圧と注入量につきましては、適正な圧でやられている。亀裂注入ですので、高い圧をかけることはできないのですけれども、当初の予定どおりの注入圧、それから注入量で管理がされているということでございます。

34ページ目からは、「要因9：注入式長尺鋼管先受け工の縦断方向の地山改良効果」ということで書いてございます。右下の図は、先ほどの資料1にありました施工図でございます。丸印をつけているところが、影響があり得るのではないかという範囲でございますが、こういったところを見ていただきますと、二重ではない部分がありますし、それから鋼管の切断が行われていたという状況でございます。

35ページ目の上のほうでは、施工者資料と書いてございますが、最小拡幅方式で施工がされている中で、支保工を設置する中で、切断をする必要があった箇所があったということ。それから剥落の規模、想定ではございますが、このあたりの剥落があったのではないかという資料でございます。

(2) では、鋼管の施工ずれということで、施工時のずれによって影響があったのではないかとこのところでございますが、先ほど資料1で説明しましたように、10 cmから20 cmほど鋼管を下げたといった施工がされておりますが、それによって切断の範囲が広がったということで、これによって間隔が広がって、抜け落ちやすくなったのではないかとこのことで、要因の1つということで挙げてございます。

(3) では、鋼管によって水みちが形成された可能性ですが、こちらの可能性は低いということで評価を書いてございます。

36ページ目では、「要因10：計測管理や対策工の実施」についてです。36ページにありますのが、管理基準値（I）を超過したときの図を拡大したものでございます。B計測、吹付

けコンクリート応力と支保工応力を書いてございます。

支保工応力の管理レベルⅠを超過したのが、赤い線を書いてあるところです。この時点で105基の支保工応力の1点が管理基準値（Ⅰ）を超過した状況でございます。

ただ、このときにほかのところを見ていただきますと、管理基準値（Ⅰ）を超過したものはなかった。この1点だけだったというところでございます。

その後、施工者は19時半頃にB計測の値を知ったということでございますが、19時半頃のデータを見ていただきましても、同様な状況であったというところではあります。

ただ、この時点で発注者へ報告はなかったということでございます。発注者へ報告はなかったのですけれども、その他の計測地点で異常値が示されていなかったということから、今回のような大陥没につながったということまで、その時点で見通すことは困難だったのではないかとということで、上に書いてございます。

次のページを開いていただきますと、今度は管理基準値（Ⅱ）、あるいは（Ⅲ）を超えて陥没に至る部分までを並べてございます。上にはA計測、地表面沈下であるとか地下水位の状況、その下には吹付コンクリート応力、支保工応力を並べてございます。

この中で緑の線を引いておりますが、この時点では、支保工応力が極大値をとっております。B計測の一番下にある三角の緑のところ、先ほど管理基準値（Ⅰ）を超えた計測点でございますが、これが11月8日の0時から1時の間といいたいまいしょうか、管理レベルⅡを超えております。そのすぐあとに管理レベルⅢを超えたという状況でございます。

ただ、B計測についてはリアルタイムで把握できるものではありませんので、そういった計測体制を組まないと、リアルタイムに把握することはできないというものでございまして、先ほどの管理レベルⅠを超えた時点では、観測体制を強化するとか、そういったことにはなっていないことから、この時点で把握することはできなかったというものでございます。

ただ、ほかのデータを見ていただきますと、地表面沈下（A計測）、地下水位、このあたりは全然変化がないようなところ。

それから吹付コンクリート応力について見ますと、1時頃の段階で管理レベルⅠを超えたというところ。

ですので、例えば、先ほどの1時の段階で、1つの計測地点が管理基準値（Ⅱ）を超えたという段階のところ、他の点を見ましても超えているものはないようなところではあります。

管理レベルⅢを超えたときには、管理レベルⅠを超えている点もほかにあったり、それから吹付コンクリート応力も管理レベルⅠを上回っているような状況が見られるところがございます。

下に、どのような施工を行っていたかを書いてございますが、0時半から1時頃には脚部の掘削、それからどんどん上に上がっていきまして、3時から4時に至る頃に天端部の掘削、天端を掘る頃にAGFも切断したであろうというふうに推定してございます。

上のグラフにいろいろ書いております。4時頃には支保工応力が極大値をとる。それから4時25分頃には連続的に肌落ちをする。4時50分頃、異常出水をする。5時15分頃、道路陥没

が起こるということで、このような現象が加速度的に起こっている状況でございます。

ということから、36ページ目、上に書いてございます「その後」というところからですが、「その後、管理基準値（Ⅱ）、管理基準値（Ⅲ）を超えるが、リアルタイムで把握することができなかった。ただ、加速度的に生じる現象の中で陥没に至った」ということから、「陥没事故を防ぐ対策は想定しがたい」ということで、評価を書いております。

38ページ目には、参考として、SAA、T-REXの値を示しております。先進導坑掘削時の値ということです。議論のときの参考にしていただければということで示しております。

39ページ、40ページはSAA、それから41ページ目はT-REXということで、その他の値も含めていろいろ示しております。

42ページ目です。先ほどの要因分析を含めて、第2回委員会の中でいろいろ議論をいただきました。その後の評価等も踏まえまして、要因分析をこのようにまとめたらいいのではないかと案でございます。

本委員会において、事故原因について10の項目を抽出し、それらが原因となるか否かの可能性について評価を行ったということで、その結果をまとめたものでございます。

「要因」という言葉が紛らわしいので、ここでは10個のものを「項目」という言い方をしております。その結果まとめられるものを「要因」ということで書いてございます。

項目1、2、それから項目3、4につきましては、直接的な要因であると考えられるということで、「◎」を打ってございますが、これらをまとめまして、A-①の要因としては、難透水性風化岩層の強度や厚さに関するもの、それからA-②の要因としましては、地下水圧の影響に関するものということで、2つの主要な要因にまとめてはどうかということでございます。

項目5につきましては、要因の可能性が低いということで、外してございます。

43ページ目、項目6につきましては、トンネル断面形状の変更に関するものということで、B-①という副次的という、直接的な要因による影響を強めたものとして挙げてございます。

それから項目7につきましては、可能性が低いということで除外しております。

項目8と9は、まとめまして、すりつけ区間における補助工法の施工方法の変更が副次的な要因になったのではないかとこのまとめをしております。

それから項目10につきましては、先ほどの評価から、評価としては「△」、可能性が低いということで書いてございます。

44ページ目、「事故の発生メカニズム」についてでございますが、第2回委員会の時点では3つのメカニズムで議論をいただきました。その後、要因の分析なども踏まえて、①から⑤の順で起きたのではないかとこのメカニズム案を示しております。

まず、①初期の地山状態ですが、ここでは難透水性風化岩の上部が強風化、低強度となっている地盤状況であったということ。それから未固結帯水砂層からは水圧が作用しているという状況です。

それが進みまして、②で、トンネルを掘削した段階ですが、ここでは未固結帯水砂層の地下水に対して、薬液注入とか地下水低下工法がなされずに、上部の強風化、低強度部を薄く残して、トンネルが掘削されたということです。このときに併せて、扁平な断面で掘削され

たとか、長尺鋼管先受工法が亀裂注入となって十分な地山改良効果が発揮されない上に、根元も切断されたとか、そういった状況が起きた。

それによって、③ですが、残った薄い強風化、低強度部に水圧が作用して、その難透水性風化岩に緩みや亀裂が進展し始めた。あるいは、潜在的弱部に水みちが形成されたということ。

続きまして④ですが、それが進展していきまして、連続的な剥落、漏水を伴いながら、難透水性風化岩の破壊が進行したということで、⑤では、最終的に未固結帯水砂層が地下水とともにトンネルに流入して、道路陥没に至った。この①から⑤の順で起こったのではないかという推定を示してございます。

以上が資料2の説明でございます。

**【委員】**

ありがとうございました。資料2の1ページ、2ページは、これは最初に想定して設定した項目ですから、これは変えない。これに基づいて、3ページから41ページまでが各項目に対する既存の資料、もしくは新規の資料をもとに検討した内容です。42ページからが、その総まとめという位置づけになっております。

それでは、ご意見をいただきたいと思いますが、その前に、今気がついたので、これは前に既存の資料を議論しているときにもあったと思うのですが、14ページの左側の大きな1番の②2015年4月2日の中の変形係数のところのEbというのが $\text{mm}^2$ になっているんだけど、これは $\text{m}^2$ じゃなかったですか。

**【事務局】**

$\text{m}^2$ です。

**【委員】**

もともとの資料がそうなっているので、これはこのままとして、この脇に吹き出しが何かで書いておいたほうが良いと思います。これは私もいつも見ているのに、今気がつきました。前の資料ですよね。その点はそれでよろしいですか。

**【事務局】**

修正いたします。

**【委員】**

それでは、「事故発生要因とメカニズム」についてですが……。

**【事務局】**

これに関連して、福岡市さんから地質調査の結果が参考となるのではないかとということで提出いただいておりますので、この時間に説明をいただいてもよろしいでしょうか。

**【委員】**

それでは、ご説明をお願いいたします。

**【説明者】**

お時間をいただき、ありがとうございます。

資料につきまして、右上に「参考資料」と書いております。タイトルが「地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事《追加地質調査結果について》」、こちらのご説明をさせていただきます。時間の関係もございましたので、要点だけにさせていただきます。

資料の2ページをご覧ください。こちらに、この資料の中の結果のまとめを書いておまして、「既存調査データと追加調査結果の比較」、追加と申しますのは、土木研究所様、今回の検討委員会様から指示をいただきました陥没箇所、四隅、4カ所の調査結果を、追加調査結果との比較を記載しております。

左の項目欄、性状、トンネル上部の岩盤厚さ、変形係数、透水係数につきまして、既存と追加で対比をさせております。

まず性状でございますが、頁岩の強風化部は非常に脆弱である。例えば、22E-2の調査ボーリングのコア観察を見ますと、風化によって非常に脆弱化しているといった記載もございます。同じ既存の23E-4におきましては、D2層の上部におきまして、N値が5から6ということで、弱層が上部にあるということもわかっておりました。

追加調査におきまして、記載のとおり、数多くの割れ目等が確認されておりますが、新たにわかったという話ではなく、既存の把握と同じであるというふうになっております。

続きまして、上部の岩盤厚さでございますが、既存データから、今回の大断面、トンネルの構造変更後における岩被り、比較をそろえるために同じ断面形状での残りの岩被りを記載しておまして、既存では、具体的には27S-1というボーリングから岩被りを設定しております。こちらの想定厚が2.3mでございました。今回の追加調査結果は、追加の四隅のボーリングを踏まえた3次元モデルによる数値を出しますと、2.39 mから2.45 mと、先ほどの説明にもございましたが、陥没箇所直上のボーリングは含まずに計算をいたしますと、このような岩被りになります。

続きまして、変形係数でございますが、追加のほうは幅がございまして、同等以上の数値が確認されております。

最後に透水係数でございますが、こちら10<sup>-5</sup>オーダーが当初把握されておまして、今回の追加調査におきましては、10<sup>-5</sup>から10<sup>-8</sup>ということで、より通しにくいということが確認されております。

非常に簡単ではございますが、以上でございます。

#### 【委員】

ありがとうございました。何かご意見、ご質問はございますか。

#### 【事務局】

少し補足をいたしますと、先ほど事務局から説明をしたものと、今福岡市さんが説明したものと違いがどの部分かをはっきりしたほうが良いと思いますので、資料2の15ページをご覧くださいと思います。

右上のところにボーリングの位置図がございます。4つの種類に分けておまして、陥没事

故が発生する前に、まず9本のボーリングデータがございました。2つ目、3つ目の緑色、赤っぽい色が陥没したあとに、薬液注入とか流動化処理土とかいろいろやりましたので、その効果を確認するというで抜いたボーリングが8本ございます。さらに民間データが2本ございます。そしてこの委員会の指示に基づいて抜いたボーリングが4本ということで、資料2のほうではこれら全てのデータ、23本全部のデータを使って、厚さの評価とか強度の評価をしています。

それに対しまして、福岡市さんから話もございましたけれども、陥没したあとのボーリングデータ、色で言いますと緑色と赤っぽい色の計10本につきましては、陥没したことによってD2層が影響を受けている可能性があるだろうということで、この10本を抜いたデータ、右の吹き出しに13本とありますが、この13本のデータで考察をされたのが、先ほど福岡市さんがご説明をされたデータというふうに捉えていただければと思います。

【委員】

ありがとうございます。委員会資料と数字が違うというのが正しいかと思いますが、ちゃんと根拠条件を明記してありますので、資料としては特に齟齬が出るとは思っておりません。

もう一つは、この資料を委員会でどういうふうに扱うかということがございます。前にも提出していただいた資料を委員会資料として認めたものもございます。今回の資料については、いかがいたしましょうか。

【委員】

数値の精査をしていただきたいのですけれども、福岡市さんからの「追加地質調査結果について」という資料の2ページ目に透水係数があるのですけれども、追加調査結果ですと、 $1.28 \times 10^{-5} \sim 6.70 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ となっています。たしか現場のルジオン試験を行った結果ですと、1.何ルジオンから7.58ルジオンとかというふうな値が出ていたと思います。7.何ルジオンですと、 $1.28 \times 10^{-5}$ ルジオンよりも大きいはずではないかなと思います。そこを精査して、多分、 $8 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ぐらいかなと思うのですが、そこだけ確認していただけますでしょうか。

【委員】

これはルジオン試験から求めた透水係数ですか。

【説明者】

こちらは低圧ルジオン試験と三軸圧縮試験の両方の数字を記載しています。

【委員】

両方だとは思いますが、 $1.28 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ というのがルジオンテストから得られた値の換算透水係数だと思います。この値は多分、1.何ルジオンの値ですよ。たしかルジオンテストでは7.何ルジオンのものもあったと思うのです。

【説明者】

複数ございまして、ここの記載は一番通しやすいものから通しにくいところを記載して

おりますので、幅を示すということで、このようなものになると考えております。

【委員】

ですから、もう一回ちょっと精査していただきたい。幅は書いてあるのですけれども、透水係数の大きいほうはもっと大きいのではないかとということです。

【説明者】

はい。確認をいたします。

【委員】

そうしましたら、結果は事務局にご連絡いただきたいと思います。それで、委員会資料としては採用させていただきますけれども、修正がある場合には差しかえという処置をとらせていただきたいと思います。よろしいでしょうか。

【委員】

委員会資料の20ページの数値とここの数値が合っていないと、まずいと思います。20ページに書かれている数値、変形係数の値とかも若干違うような気がするのです。ここの整合性をきちんととれたものでないと、委員会の資料としては使えないのではないのでしょうか。

【委員】

どのデータをというか、もともと個数がいろいろあるし、バラツキはあるし、1つのデジタル数値にしてしまうときに、どういう処理の仕方をしたのかとか、本当は厳密に手続きを書かなければいけないのですが、多分少しずつ違うのでしょうか。いかがでしょうか。

採用するというのは、前のときもそうなのですが、出典が明記されているので、それぞれの資料作成の機関、組織が責任を持って、ある条件のもとで当然つくっているはずなので、委員会は委員会の立ち位置で、それでデータをそろえて、それぞれがさかのぼることができるようになっていいるはずなので、それはそれでいいかなというふうには思っているのですけれども、当然違いがあるということ的前提にということになりますけれども、いかがでしょうか。

【説明者】

先ほどの透水係数の件、精査を図ったようですので、お答えしてもよろしいですか。

【委員】

はい。

【説明者】

参考資料の5ページをご覧ください。併せて、根拠資料としましては、今回の資料2の3ページにも同じ数値が出てまいります。まず参考資料の5ページの右上、透水性の数値でございますが、低圧ルジオンによる数値は $7.54 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ というのが一番通しにくい部分でございますが、三軸圧縮のほうから $6.7 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ という数値がございましたので、先ほどの総括の表には一番小さい $1.28 \times 10^{-5} \sim 6.7 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ という記載をしております。

こちらの記載が正しいのかというところは、資料2の3ページ右に岩石試験の結果表がございまして、この岩石試験結果表の一番右側に透水係数の記載がございまして、SE孔のDc2

のところで $6.7 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ という記載がございますので……。

【委員】

先ほどの参考資料のご説明がありました5ページのものは、低圧ルジオン試験ですと1.28から $7.54 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ですので、 $7.54 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ のほうが透水性が高いわけですね。

【説明者】

すみません。理解いたしました。

【委員】

もしそういうことであれば、 $7.54 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ から室内試験のほうの一番低いまでのバーで書くべきと思います。

【説明者】

はい。

【委員】

ですから、透水性に関しましては、以前、既往調査と追加調査で同等以下ということではないということだと思います。

【委員】

そうすると、2ページの追加調査結果の赤い文字のところの透水係数の1.28というのは7.54、オーダーは変わらないということでしょうか。

【説明者】

私どもの資料のミスでございますので、これはまた修正させていただきます。

【委員】

それでは、修正資料を採用させていただくということにさせていただきます。よろしいでしょうか。

【委員】

参考資料の2ページに赤い四角が2つあると思うのですがけれども、「D2層の評価に相違はない」ですとか、あと、下の「大断面の施工にあたっては計測の徹底とかを改めて確認された」という、この部分の解釈は、作成者である福岡市交通局の解釈をそのまま載せてあるものという理解でよろしいでしょうか。

【委員】

いかがでしょうか。ここは私も一言申し上げようかなと思ったのですが、委員会としてこういうのを了承しているわけではないのですね。先ほども、それぞれの機関で判断されたことの結果がここに挙がっている。それを了承しているわけではなくて、資料として認めたということですが、外部に対してわかりにくくなりますかね。

委員会資料は公開資料になるので、基本は必ず、資料を見てもちゃんと理解できる状態にしておかなければいけないので、非常に紛らわしいとなれば、ここの表現というか、参考資料として事実の数字だけにしていただくか、それも1つの方法ではあります。2ページの下の2行は非常に強い書き方になっているので。

いかがでしょうか。これは市交通局さんは公開しているのですよね。

【説明者】

これは公開しております。

【委員】

それなら公開資料として参考資料にしたということではないかとは思いますが、関連のところは委員会資料のほうにまたきちっと書き込んであるので、大丈夫だろうというふうには思います。いかがでしょうか。

それでは、このままの形で参考資料として承認させていただきます。

資料についてご意見をいただきたいと思います。

1点、私のほうから施工者に、経緯というか、1つのポイントのところで明確に確認したいところが、先ほどの説明の中で、37ページの一番下のトンネルの掘削の時系列、3時から4時というところに「(AGF切断)」と括弧で書いてありますけど、これは推定で書き込んであるのですが、これでよろしいでしょうか。

【説明者】

はい。

【委員】

ありがとうございます。それでは、ご意見をいただきたいと思います。

【委員】

細かいところですけども、44ページの「事故の発生メカニズム」ですが、これだけを素直に読んでいくと、②ですが、「薬液注入や地下水低下工法がなされず」と書いてあるではないですか。これが主原因ではないかというふうにも読めてしまうのですね。これは恐らく、下の扁平な断面で掘削されたとか、あるいはその下に書いてあるようなのと同等の扱いをするのであれば、ここは事実だけを書くということで、「地下水に対して、上部の強風化を薄く残して、トンネルを掘削される」という事実だけを書いたほうがいいのではないかなと思うのですね。

先んじてプレス資料とかを見ると、そこは「薬注だとか地下水低下工法はなされず」ということが強調されていない表現になっていますので、そことの感じが違いますので、ここについては皆さんでご検討いただければと思います。

【委員】

いかがでしょうか。確かに、なくてもいいでしょうか。ここはメカニズムだから。

【委員】

まるで対策が薬注だとか地下水低下工法がなかったことでこれが発生したというのがあって強調されているような形に読めてしまうので、申し上げた次第です。

【委員】

前のほうの項目4の下に書いてあるのですね。「◎」で。

【委員】

下2行、「止水のための薬液注入を実施せず」と。

【委員】

だから、要因のほうに書いてあるから、メカニズムとしてはなくても大丈夫は大丈夫。確かにメカニズムを、作為というか、所作というか、対応だから、これはなくてもいいのかもしれませんね。いかがでしょうか。

【委員】

今の枠の下に括弧して「(扁平な断面で掘削された)」とか、「(長尺鋼管)」云々と書いていますが、そういうのと同じように、括弧書きで書く分にはよろしいのかなと思ったのですが、

【委員】

私もそう思います。

【委員】

そうすると、本文は「未固結帯水砂層の地下水に対して、上部の強風化、低強度部を薄く残し、トンネルが掘削される」、先ほど抜いた部分の「薬液注入や地下水低下工法がなされずに」というのは括弧で下に持って行って、「(薬液注入や地下水低下工法がなされなかった)」でしょうか。よろしいでしょうか。

【委員】

ありがとうございます。

【委員】

同じところで、その下のほうに「(長尺鋼管先受け工法は亀裂注入となり十分な地山改良効果が発揮されない上に根元も切断されラップ長が確保されなくなった)」と書いてあるのですが、根元を切断する行為は予定された行為で、むしろ設計のときに配置に問題があったので、ラップ長が確保できずに、さらに亀裂注入となったというような、そんなようなことかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

【委員】

これは10 cm下がったことも含んでいるのかな。今、ふっと思ったけど。結構、微妙なんですね。そこはAGFのいろんな変遷があって、最小拡幅は根っこを切るのがデフォルトですから、ただ、10cmを下げているところもちょっと微妙な状況かなとは思っているんですが、要因のところに書いてありますけど。

【事務局】

施工計画図と実際になされた図面の資料1の8ページで、20 cmの最小拡幅が30 cmの拡幅になったという、この絵で見ると限りにおいては、105基と104基の支保工のところは当初から切る予定という絵にはなっているのですが、103のところは、最初の20 cmの最小拡幅でやっているときは、微妙ですが、多分切らずにぎりぎりいけるのかなぐらいの感じになっていたのが、ガイドがひっかかるということで10 cm下げて、それが103基のところ支保工にひっかかりますのでという、その微妙なところが出てきているということなのです。

【委員】

そうですね。そこがね。いかがでしょうか。

【委員】

もともとラップ長に関しては、3.5 mとか、基準からいうとそういうものがあって、この場合は2.数 mぐらいしか取れていないという配置にはなっていたわけですね。鋼管を切断としたということがあまりにも大きくなり過ぎているのかなという感じがして、あまりクローズアップしないで、淡々と、「ラップ長が足りなかった」というようなことでどうかということなのですけど。

【委員】

もともとデフォルトで切ることになっているので、10 cm下げなければ、2間切っていたわけですね。最後の1間だけ残っている。多分ぎりぎり支保工が入るのだらうと思うのですが、だから、その10 cmがどうだったか。

本来だったら、重ねがラップ長、最初は「改良長」という名称になっていますけれども、それが足りない。どうしても図面上、配置図を一生懸命書いてもだめだとなると、それはしようがないのだけど、それに対する対策が本来あるべきなのだろうとは思いますが。

だから、これは配置図の別なパターンが書けないかなというので、考えていただいたのですが、やはり難しそうだということになっています。そうすると、不足する分に対する対策のほうが問題で、だから切断したということが大きき取り上げるのではないというご意見は確かで、それは理解できるのですが。

【事務局】

さらにもう1点加えさせていただきますと、計測管理のところ、資料2の37ページですが、先ほど言いました10 cm下げることによって切ることになった103基のAGFでございますが、切られているのは、先ほど委員長の確認にありましたように、最後、3時から4時の間に切られているということになっているのですが、そのときの支保工にかかっている応力、あるいは吹付けコンクリートにかかっている応力等の変化を見ると、さらにその前の1時から2時といった、脚部を切っていて、まだAGFを切っていない段階から崩落が始まってきているのかなというものがわかりますので、崩れ落ちた要因という点で考えると、AGF切断ということあまり強調する必要がないということにもなるのかもしれませんが。そのあたりご議論をいただければと思います。

【委員】

ここは前からいろいろ微妙なところで、議論になっているところではありますが。

そうすると、ご意見としては、44ページのところの括弧書きとか、ほかのところにも書いてあったと思うのですが、少しトーンを落とすということで。

【委員】

ここの切断のことは、44ページから、ここの記述は工夫するにしても、いずれにしても、その前の42とか43ページのところでは、切断という話はどうしても避けざるを得ない、何らかの記述は残さないとだめだと思います。

だから、1つの方法としては、ここのメカニズムのところ、そもそも要因的な、さっきの薬注とか地下水とか、あるいは扁平な断面とか、切断したことを括弧で残しておくというのも1つあるのかなと。一方で、それを取ってしまうと文章があっさりしたものになってしましますが、メカニズムということであれば、要因的なものはここから落としてしまって、それは前のページの42、43ページで触れているので、あまりにもここで強調しているようにとられるのであれば、それも1つあるのかなと思います。

【委員】

いかがでしょうか。

【委員】

これはあとでプレスに配るといふ報告書の概要の記述とだいぶ違うのですよね。なので、これは一緒に議論したほうが、それで的確な表現を使われたほうがいいかなと思うのですけど。

【委員】

そうしましたら、ここのところは一旦留保させてください。あとでまた戻りたいと思います。

ほかのところはいかがでしょう。

【委員】

細かいところですが、44ページの④の図のところ、剥落した部分が残らないような形に絵は変更できませんか。頂上部が少し落ちるような感じで。

それと、⑤のあたりもイメージが、スコーンと抜けるというより、下の上が壊れたというイメージではないような気がするのですけど。

【委員】

これは微妙なところがあって、上が落ちたというのは、これは落ちたという証言に基づいてのポンチ絵ですね。

【委員】

剥落することによって、上の岩盤層もまた薄くなって壊れてきたというイメージが伝わるというのかなと思った次第です。

【委員】

これは多分、プロセスのトリガーじゃなくて、途中なのですね。そういう意味ですか。

【委員】

そうです。

【委員】

④は「破壊が進行する」と書いてありますが、これでもちょっと……。

【委員】

絵をもっと、ボコッと落ちたように書いてほしいということですかね。薄くなったように書くということですね。

【委員】

個人的には、AGFが入っているから、あの写真を見ていると、多分抜け落ちはものすごく大きくはなっていないと思うのですよね。ああいうふうに水で砂が抜けてくるようなところは、先受けが入っていると、孔はほとんど大きくならなくて、ずっと同じぐらいで出続けるというのがほとんどなので。だから、私はこっちのほうが近いかなと思っているのですけど。

ただ、ポロッといったのがどのくらいかというのは少しよくわからないけど、落ちたあとの写真を見ていると、幅的にはAGFが数本分ぐらいですかね。

【委員】

空洞内にたまっているものを見ると、結構落ちているような気がします。上を見ると、そんなでもないようですが、下にたまっているのを見ると、結構ある。

【委員】

ただ、AGFの下が全部剥がれちゃっているんで、本来、あれは剥がれないはずのんだけど、薄くなると剥がれちゃうので、そういうのも全部入っているのだと思うのですよね。ただ、それはメカニズムとは関係ないだろうというふうには思っていますけど。いかがでしょうか。

【委員】

委員長の判断にお任せいたします。

【委員】

そうしたら、これが進行途中だということが何かわかるような形ならいいですかね。ちょっと書き方が難しいよね。③から④から⑤で連続ですものね。

このままでよろしいでしょうか。書き方を工夫して何かを加えようとする、またちょっとトーンというか、全体が、このところはあまり書き過ぎないほうがいいかなとは思っているのですけれども、いかがでしょうか。このまま、原案で進めさせてください。

【委員】

はい。

【委員】

ほかにいかがでしょうか。

【委員】

さっきの②に戻ってもよろしいですか。②のところ、①、②、③と続いていく中で、②だけは掘削という作用が入っていて、それがメカニズムになっているのですけれども、掘削という中に、いろんな括弧内の事柄が多分加味された掘削なのだろうなということを考えると、この括弧というのは残しておいてもいいのかなと思いました。

【委員】

少しご意見をいただきたいと思いますが、残すか、残さないか。ここは人為的な行為が入っている。案として、要因とメカニズムですが、メカニズムは単純にメカニズムだけにして

しまうという意味で、括弧を取ってしまう。というのは、プレスの方はシンプルで違和感がないのですけれども、プレスの方にも括弧書きで書いてあるので。だから、そちらもいじらなきゃいけなくなりますけど、ただ、要因の評価に「◎」「○」「△」が書いてある。だから、抜いたほうがいいかなという気はするのですが、いかがでしょうか。

そうすると、抜くとすると、「未固結帯水砂層の地下水に対して、上部の強風化、低強度部を薄く残し、トンネルが掘削される」だけになってしまいますけど。要因の「◎」「○」も同じような感じで記載されるのは避けたほうがいいだろうと思いますが、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

**【委員】**

さっき話があった報告書概要（案）を見ても、後の話ですけれども、2.2のメカニズムのところには要因的なものは記載がないので、メカニズムのところに関しては括弧を取っても報告書概要（案）とも整合性はそれなりにはとれているのかなという気がします。

**【委員】**

あとで概要を検討した上で、もう一度戻ってみたいと思います。  
ほかはいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

**【委員】**

それでは、議題の3番目になります。今後に向けてです。ご説明をお願いいたします。

**【事務局】**

資料は、その次の資料3になります。お手元にご用意ください。

資料3、A4縦の資料になってございます。ここでは、今後の工事再開、それから一般のトンネル工事に向けての提言的などとりまとめということで書いてございます。

1ページ目、1、「工事再開に関する主な留意点」ということで示してございます。冒頭に書いておりますが、「本委員会での事故原因の推定を踏まえ、福岡市が地下鉄工事を再開するにあたっては、主に以下の項目について留意し、必要な調査等を行う必要がある」ということで、大きくは①地質、地下水の状況把握について、②トンネル抗内の水抜き及び土砂撤去に関するもの、③再掘削工法の選定に関するものという、この3つの視点でまとめてございます。

中身はたくさんボツが書いてございますので、見ていただきながらご議論をいただければと考えてございます。「再掘削工法の選定に関するもの」の中では、開削工法、それから非開削工法によるものということで、今回、都市NATMで実施されておりましたが、それ以外の工法も含めて、さまざまなものを検討する必要があるといったトーンで書いてございます。

その次のページです。2、「類似する条件下での都市NATM及び地下空間での工事における留意点」ということでまとめてございます。

冒頭のところを読ませていただきますと、「今回の事故は、トンネルを施工する地盤の強度や厚さが局所的に不足する難透水性風化岩であることに加えて、高い地下水圧が作用す

る厳しい条件においてトンネル施工の安全性が実際より高く評価されたことが要因であると推定した。こうした厳しい条件下における設計変更が結果的にトンネル構造の安定性を低下させる副次的な要因となったものと推定した。これらのことから、都市NATMの工法選定そのものが誤っていたということではなく、都市NATMそのものの信頼性が損なわれるものではない。これまでの技術的な基準等の見直しに直接的に繋がる事項はない。ただ、今回の事故の教訓を活かし、二度とこのような事故を発生させないよう、類似した条件下において都市NATMによるトンネルを計画・施工する場合など地下空間での工事について、留意すべき点」ということでまとめてございます。

「計画・調査、設計について」ということで、まず①「計画・調査」について、次に②「設計」についてという区分けで書いてございます。

まず、①の「計画・調査」についての中では、一番下では「地質調査等を官民間問わず情報収集し、利活用」といった話であるとか、②「設計」の中では、「地山のモデル化」に関して、危険側とならないような物性値の採用とか、パラメトリックスタディの採用などといったことを書いておりましたり、「トンネル断面形状」、扁平な場合を避ける必要があるとか、「施工法の検討」等々ということを書いてございます。

次のページには、「注入式長尺鋼管先受け工の設計」についてということ、教訓を書いてございます。

2.2の中では、「施工について」ということで、①では「設計照査と追加調査、施工法変更の提案」ということで書いてございます。安全性を十分確保するといったことで、そのためのさまざまな方策を書いているといったところです。

②は「補助工法の施工と管理」ということです。適切な管理、それから2ポツ目ですが、注入式長尺鋼管先受工法のときには、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話です。

③では「モニタリング」ということで、「変状の発生を敏感に捉え、非常時を想定したモニタリング計画を」ということです。

最後に3、「設計・施工等以外の配慮すべき事項について」ということで、意思疎通が大事であるということを1つ目で挙げてございます。目的を踏まえてやること、それからリスク低減に努めるべきということで、設計変更なども含めて書いたもの。

その下のポツでは、3者協議の実施。調査から設計、設計から施工といった次の段階に情報や知見を引き継ぐということを書いてございます。

最後のページですが、②「技術的検討の場の活用」ということで、福岡市さんの中では技術専門委員会です。いろいろ検討がなされておりました。そういった技術的検討の場を活用することについても書いてございまして、「初期の段階から活用、検討する」とあるとか、技術的な示唆をフィードバックによって現場に生かしていくといった話とか、各者の技術レベル向上といったこと。

最後に、③としては「地下構造物の建設に対する信頼回復」といったことも触れてございます。

簡単で申しわけございません。ご議論いただければと思います。

#### 【委員】

ありがとうございました。内容が多岐にわたっているのと、文章ばかりで量が多いのですが、目で追いながらで結構ですので、ご意見ございましたら、お受けしたいと思います。いかがでしょうか。

内容は、原因を追究する中での議論をベースに、あと、一般的に留意しなければいけないようなこと、示方書とかいろんなものを書いてありますが、そういうものをベースに骨格をつくっております。

少し順番を追いましょうか。「工事再開」、これは福岡市さんに対するコメントになります。地質がD2層の上が凸凹しているとか、いろんな複雑な状況がある。それを踏まえてくださいということ、水抜きのときが非常に微妙な、慎重にやらなければいけないことだろうと思います。②ですね。特に支保工が内部にありますので、それで多分支えられていると思うのですが、一度天端に穴が開いているわけですから、慎重にということ。

それから、③が工法です。今、NATMで施工していたわけですが、都市NATM以外も選択肢の中に当然入ってくると考えております。開削の場合になると、今度、埋設管があるので、土留めとか止水が問題になります。

それから非開削の場合には、閉塞空間になっていますので、安全面ですね、ガスとか、安定性の問題。それから信号機とかが上のほうに入っていて、あと導坑の支保なんかもそのまま残った形になっていて、導坑でもAGFを使っていますから、そういうのが全部入ってしまっている状態なので、そういうものにも十分注意してくださいということが書いてあります。趣旨としてはよろしいでしょうか。

2番目は、一般的な類似の条件に対する留意点、注意事項として、社会に発信する内容になります。それぞれのフェーズに合わせて計画・調査、設計、施工という形にして、項目立てをしています。

事前にお目通しいただけていると思いますが、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

最後の3番目、配慮すべき事項、一般的に広い意味です。やはり意思の疎通をどうしても一番最初に出さなきゃいけないだろう、それと技術的な検討の場、この2つは骨格だろうと思います。いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、工事再開と今後の設計・施工に向けて、いわば提言になりますが、これは承認させていただきます。

#### 【委員】

それでは、最後になりますが、資料4、委員会のとりまとめ、これをご説明いただいたあとに、先ほどの44ページや43ページ、42ページとの表記の問題を確認させていただきたいと思います。それでは、資料4をお願いいたします。

#### 【事務局】

では、資料4を説明させていただきます。基本的にはこれまでの資料1、2、3を落とし込んだものになっておりますが、一部齟齬があるかもしれません。申しわけありません。

「報告書概要（案）」ということで示してございます。こちらは、このあと、福岡市さんに委員会のとりまとめを報告するときの骨子になるといいますか、こういった形で報告をする予定でございます。今回の議論をいただきまして、委員の方々の意見照会を経て決定をし、最終的に福岡市さんにお返りする、そういう流れになろうかと思っております。

構成からいきますと、1ページ目からは、まず検討委員会の目的から書いてございます。それから委員名簿、それから開催経緯ということで、現場視察をし、2ページ目に移りまして、第1回検討委員会、それから2回、3回という経緯を書いてございます。

3ページ目からは「事故原因の推定」ということで、まず2.1では、福岡市地下鉄七隈線延伸工事との因果関係を書いてございます。ここでは、この工事以外の原因によって陥没が起きたことが想定されるのかどうかということも書いてございまして、恐らくこの地下鉄の工事が原因となったと推定されるというふうにまとめてございます。

2.2が「陥没事故発生のメカニズム」ということで、先ほどご議論いただいております5つの丸で示したメカニズムを文章に書いております。3つに集約しておりますので、若干整合がとれていないように見えるかもしれませんが、このような順序で書いてあります。

「事故の原因」ということで、2.3で示しております。先ほどの資料2の説明にもございましたが、10の項目を抽出し、それが要因となるか否かの可能性についての評価を行った。複合的な要因によるものということで、その中でも以下の2つの要因について可能性が高いと推定したということで書いてございます。

A-①として難透水性風化岩層の強度や厚さにかかるものということで、具体的な数値を入れまして、4ページの上のあたりですが、当該地層の厚さを2.79 mから3.67 m確保できると見込んでいたが、その後の調査の結果、1.90 mから2.28 mということがわかったといった記載にしております。

それから強度に関しましては、変形係数を例にとりまして、14,000 kN/m<sup>2</sup>から700,000 kN/m<sup>2</sup>のバラツキがあるところを、最終的には87,000 kN/m<sup>2</sup>の値が用いられていたということで、バラツキの考慮が不十分だったというふうな評価としてございます。

A-②では、「地下水圧の影響」ということで、地下水位は地表からマイナス2.5 mの位置にあったということで、水頭で10 m程度の水圧が作用していたということを冒頭に書いてございます。

段落が変わって、「また」以下の文章ですけれども、「上記のような不規則で複雑な地質、高い地下水圧の条件下で施工する際には、施工時の地山の安定性を含めトンネル構造の安定性を極力損なわないような慎重な設計、施工を行う必要があったが、施工中における2つの設計変更が、通常の地質条件では要因となる可能性は低いものの、上記のA-①、A-②のような厳しい地質条件下においては、その影響度合いを強めることとなって、結果的に事故発生の副次的な要因となった可能性が高い、そういう書き方をさせていただきました。

B-①としては、「トンネル断面形状の変更」ということです。

B-②では、「すりつけ区間における補助工法の施工方法の変更」ということで、AGFの話を書いてございます。

この中では、一番下の部分、5ページの上のあたりですが、「その結果、鋼管の縦断的なラップ長が短く、あるいはラップしていない状態となり、期待する効果が十分発揮されなかった。それから亀裂注入であった」、こういった話を書いてございます。

3では「工事再開に関する主な留意点」ということで、先ほどの資料3でご議論いただきました内容について書いてございます。抜粋の形ですので、100%採用してはございませんが、その中で主なものということで抜き出しをしてございます。

説明は以上です。

【委員】

ありがとうございました。この資料4に対してのご意見、ご質問、それから資料2の42ページ以降との整合性、言葉は完全に一致しているわけではないのですが、資料4のほうはコンパクトにまとめていますので、趣旨という点で見ていただければと思います。いかがでしょうか。

【委員】

4ページの「地下水圧」のところなのですが、地表から約2.5 mの位置というのはすこし違う気がするのですが。岩盤層の地下水位と地表の地下水位と2つあるので、2.5mと書かれるよりも、「地表から比較的浅い位置にあり」とかの表現のほうがいいと思ったのですが、いかがでしょうか。

地表面のところは2.5 mと、もう一つ、岩盤層の中に5.5 mぐらいの位置に地下水位がもう一つ存在するのですよね。

【委員】

資料2の22ページですね。

【委員】

施工時はそれぐらいの位置まで少し地下水位が下がっていたか、その下の位置に地下水面がもう一つあったと考えていたのですけれども。

【委員】

書き方としては、A-②は「未固結帯水砂層の」になるのかな。

【委員】

そうですね。

【委員】

というのを本文の頭に入れたらいかがでしょうか。A-②の表題の下、はじめに「未固結帯水砂層の地下水位は……」ということでしょうか。確かに2つございますね。いかがでしょうか。

【委員】

同じA-②の「地下水圧の影響」の文章の中の1つ目のパラグラフの下から2行目ですが、

「事故前の予測を遥かに超えた弱層が局所的に存在し」と書いていますが、事故前の予測というのは、先ほど福岡市さんが、「最初から破砕があるということは考えていました」という話もありましたので、この「事故前の予測を遥かに超えた弱層が局所的に存在し」というのは、取ってもいいかな、文章的にはそれでも通じるのかなという気はいたしますけれども、いかがでしょうか。

委員会の中では、福岡市さんがどのくらい事故前の予測をこのようにされていたかというのはよくわからないので、これだと、決めつけているような感じになりますので。

【委員】

事故前のところを抜くとすると、前の文章とつないだほうがいいですね。前の文章とつながらなくなっちゃうから、「小断層や剥離面、多くの節理や亀裂及び弱層が局所的に存在し」、どっちも「存在」という文章が付いているので、まとめないといけないと思うんですけど。

【委員】

「亀裂などの弱部」ではないですか。

【委員】

弱層というのは層理面でしたか、意味は、図にしわしわと書いてあることですよ。だから亀裂とは違うのかな。どういうふうにしたらいいでしょうね。

【委員】

私が考えたのは、「事故前の」から「存在し」までをまるまる取っても文章的にはつながるかなと思ったんですけど。

【委員】

「弱層」という言葉も抜くということですね。いかがでしょうか。これでほかに波及があるかな。

【事務局】

この部分はないと思います。多分、「事故前の予測を超えた」とかいう表現は、この概要版にしか出てこない表現だと思いますので。

【委員】

それでは、A-②の第1段落の下から2行目、真ん中、「事故前の」から次の段落の頭「存在し、」までを削除ですね。よろしいでしょうか。

ほかにいかがでしょうか。

【委員】

3ページですが、2.3「事故の原因」の2つ目の段の3行目、「通常のNATM工事と比較して」というところですが、「通常のNATM」というと、山岳部の一般的なNATMということを通想してしまうのですが、これは都市部のNATMでの話ですよ。その都市NATMの中でも少ないとは言えないということだと思っております。そういうふうに言ったほうがいいのではないかなと思います。通常のNATMに比べると、圧倒的に調査頻度としては密にやっているとあるので。

【委員】

確かにそうですね。ここは都市NATMの話です。ですから、3ページ、2.3第2段落3行目、「通常のNATM工事」は「通常の都市NATM工事」でよろしいでしょうか。

ほかにいかがでしょうか。

【委員】

確認ですが、4ページのB-①の「トンネル断面形状の変更」の3行目ですけれども、「安全性は確保されるものとの解析結果を得ていたが」というのは、解析をしたのは福岡市さんですか。

【事務局】

施工者です。

【委員】

施工者が解析をして。

【事務局】

そうですね。解析そのものは施工者が実施されて、断面形状の変更と、それに伴って補助的に、例えばサイドパイルを使うとか何とか、色々なものを全部ひっくるめて、福岡市の技術検討委員会にもかけられた、そういったことになっています。

【委員】

最終的には福岡市の技術検討委員会でオーソライズされた、問題ないということを確認したということで、この検討委員会では、特段、この結果をまた見て、確かに妥当だよねという、そういうところまではやっていないのですね。

【事務局】

それをなぞったかどうかということですか。それはやっておりません。示されたFEM解析でオーケーとなっているという資料は確認はさせていただいていますけど、それを自分たちでまた計算したということはやっていません。

【委員】

あくまでも扁平率がさっきの0.57よりも小さいよねということで、実際の地盤条件を当てはめてみると、やっぱり持たなかったよねと、そこまでやっていないということですね。1.9なら1.9 mの場合だったらどうだったかということはやっていないということですよ。

【事務局】

はい。水圧の影響のところ、例えば試算みたいなことをやりましたが、あれと同じように、新しい物性値をはめてみてどうかという、それはやっておりません。

【委員】

あくまでも扁平率がちょっと小さい、ということですよ。

【事務局】

はい。

【委員】

ですから、それぞれの要因の検討の中では、数値解析だけでというのは、モデルの設定がありますから、こういう数値を入れて、こういうモデルで計算すればこういう結果になると

というのは、そのとおりなのです。それで安全という答えが出ているわけですね。ただ、提言の中にも書いてありますが、数値計算だけに頼らないとか、あと物性の設定を高い、低いに振ってみましょうとか、そういう部分での課題は書き込んであります。

【委員】

わかりました。

【委員】

ほかにいかがでしょうか。

先ほど、資料2のほうの「メカニズム」もありましたが、よろしいでしょうか。

メカニズムはシンプルになっているので、紛れはなくなったとは思いますが、よろしいでしょうか。

【委員】

言葉の問題なのかもしれませんが、先ほどのお話も聞いていて、4ページのところで、真ん中の「また、上記のような」の3行目のところに、「施工中における以下の2つの設計変更」とあって、B-①はトンネル断面を書いていますから「設計変更」という感じがするのですが、B-②というのは、これも「設計変更」というのですか。

【事務局】

「実施工時の変更」というのが正しいのかもしれませんがね。

【事務局】

タイトルとしては、B-①が「トンネル断面形状の変更」、B-②が「施工方法の変更」と書いておりまして、確かに「設計変更」というよりは、「変更」とさせていただくと、両方包含するかもしれません。

【委員】

このところは、過年度の資料を見ても結構変わっているのですね。AGFのパターンなどもそうですが、ああいうのは、設計の最終になっていない段階ですかね。実務のことはよくわかりませんが、だから、あの段階で変わっても「設計変更」とは言わないのですかね。

【委員】

そもそも「設計変更」自体が、どの時点を指すのかというのが、通常、いろんなことを「設計変更」と言って説明をするものですから、そういうことで「設計変更」自体の概念が紛らわしいのであれば、ただの「変更」にしたほうが……。

【委員】

表現はシンプルのほうがいいかもしれませんが、「変更」にしましょうか。それでしたら、全体を拾うことができると思いますが。

そうしたら、4ページの真ん中辺、「また」の段落の3行目の真ん中、「2つの設計変更」というのを「2つの変更」でよろしいでしょうか。

ほかにいかがでしょうか。

【委員】

テニヲハで申しわけないのですが、1ページ、「委員名簿」のところは副委員長の下に「委員」と入れておいたほうがいいかなと思っています。

それから、「開催経緯」では「現場視察」と書いていますけど、「視察」というと実況見分みたいなのがあって、あのときはたしか現場まで見られていませんので、これは「現場調査」にしておいたほうがいいかなと思います。

それから、2ページの説明者も、これまでも福岡市さんとか大成建設さんを初め施工会社の方も入っていただいているので、主な説明者のところは加えておいていただいたほうがいいかなと思います。議事録にも当然出てくる話ですから。

【委員】

よろしいでしょうか。それでは、1ページの下から6行目のかぎ括弧、それから2ページの上のかぎ括弧の「第1回検討委員会」のところの主な説明者。これは下もそうですね。

【委員】

2回目も3回目も加えるということですよ。

【委員】

そうです。事務局に加えてですね。そのほうがいいかなと思います。

【委員】

ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、この報告書概要を承認させていただきます。併せて、資料2のほうも確定させていただきます。

委員会がこれで最後だとすると、報告書の本編と委員会の関係はどういうふうになりますか。事前にお目通しいただく形ですか。

【事務局】

本編としては、この概要書が一番前に来て、本日の資料1、2、3というこの辺の考察が後ろにずっと続いてきて、さらには「データ集」みたいなものがくっついたものが最後の報告書かなというイメージで思っているのですけれども。

ですから、基本的に、大体全て見てはいただいているということで、最後はセットをするような形になって、また全委員に最後に確認をしてくれということであれば、それは全委員に対してメール等でやらせていただければと思いますけれども。

【委員】

そうすると、報告書概要となっているけど、普通、報告書概要というと、文章がまた別にあるみたいに受け取れないかな。形としては、このA4判がついて、A3判がA4判につくのかな。それともA3は折り込みか何かでついて、この並びで、3が「今後」なので、それが最後のところで、あとは「資料集」ですね。

【事務局】

はい。そのあとに地質の資料とか、いろいろバックデータがたくさんありますので。

【委員】

よろしいでしょうか。そうしましたら、今回、直しが入りますけれども、直しの部分だけは委員の方にお送りいただいて、あとは合算したものは最終報告書として委員の方には電子ファイルでお送りするという形でよろしいでしょうか。

【委員】

資料3の最後の3「設計・施工等以外の配慮すべき事項について」の①の3つ目のポツの一番下ですが、文章が体言止めで終わっているの、そこは修正されたほうがいいかと思いません。

【委員】

ほかとトーンが違うわけですね。

【委員】

はい。ここは概要のところの文章と同じ文章になっているので、そこをすこし気をつけてください。

あと、気になったのは、この文章をつくった人の癖だと思うのですが、「何とかを行うこと」というのを、例えば「計測を行うこと」とか、「計測することによって」位にまとめてもらったほうが読みやすいと思います。

例えば、1ページ目の②の1つ目のポツの3行目、「地下水位等の計測を行うことによって」は、とてもくどいと思って気になりました。例えば「地下水位等を計測することで力学的安定性について」とか、そんな感じに直せるところの文章が多々あるような気がします。あとで見ておいてください。

【委員】

今気がつきましたが、この資料の一番最後の裏側の4行目のおしりに句点がない。句点がないところはいっぱいある。表現は、末尾は本論ではないので、書式なので、それはチェックさせてください。

【委員】

先ほどの資料3の一番最後に、よく読んでみると「信頼回復」とあるのですが、今回の事故は信頼を失ったということになるのですかね。失ったのであれば「回復」だと。「失うことに繋がりがねない」というのであれば、「信頼向上」ですが、どちらがいいのかなと思っていましたのですが、なかなか答えは出ないと思うのですが。

【委員】

少し落ちたとは思っているけど。「信頼性の向上」なのか「維持」なのか、そういう意味合いでしょうかね。いかがいたしましょう。本文が「失うことに繋がりがねない」だから、まだ信頼を失っていないというトーンなのですよ。それは確かにそのとおりですよ。

【委員】

この文章は当たり前のようにも見えるのですが。

【委員】

当たり前です。私もそう思います。そうしたら、「信頼性向上」にしますか。「向上」か「維

持」かですよ。『向上』にしましょうか。よろしいでしょうか。『信頼性の向上』かな。ほかにいかがでしょうか。

【説明者】

福岡市のほうから1点だけよろしいですか。発生メカニズムの関係で、市から説明を1点だけさせていただきたいのです。

【委員】

それは資料は何になりますか。資料2ですか。

【説明者】

『○』とか『△』とかがついている資料の要因10のところでは。

【委員】

いかがでしょうか。ご意見を伺ってもよろしいでしょうか。

それでは、お願いします。

【説明者】

資料2、43ページの『要因となる可能性』の10番目に関係する件でございます。こちらの右側の『考察』の記載に関係してですが、全般的に、破壊のメカニズムにつきまして、1月21日の第2回検討委員会で仮説の1ケースが示されておりまして、こちらがベースになっているかと思われまして、こちらにつきまして、委員会後に私たちで見直す中で、例えば、同じく第1回検討委員会資料の中で、4-2の『参考』という中には、大断面部の層別沈下計の計測データですとか、あと、今日の資料にもございます大断面部の地表面の沈下データ等々ございまして、そのデータと見比べましても、第2回で示されたのが、全土圧が作用するような荷重がかかったという1つのケースでございますが、全土圧がかかるようなときには、例えば地表面にやや沈下が見られるのではないかとといったところで、整合していないのではないかとも思われます。

では、何なのかというところでございますが、例えばAGFを、切断のタイミングは今日の資料でいきますと4時前後かもしれないですが、切断前に、そもそもAGFの位置が10 cm程度下げられて打っておりますので、ということは掘削予定ラインの中に入ってきておりますAGF周りの土を取らないといけないということもありまして、要は、AGFの支える効果が切断の前から失われていたのではないかと。

仮にそうであるなら、鋼製支保工が持つ荷重と、AGFがもともと切羽に突き刺さって片持ち梁のように支えていた形も考えられます。そういう支えていたものが失われることで、荷重の分担が変わって、鋼製支保工の支える荷重増えてきた、そういったメカニズムも考えられると思っております。

そういった想定もある中で、計測のまとめとしまして、応力値が出てきたらもう間に合わないという論調について、1月21日に示されたメカニズムでしたら、そうかもしれないですが、違うメカニズムでいけば、今日の資料の、両サイドを掘った時点で仮に施工をやめていけば、それ以上破壊的に進行してはいない可能性もあるかと思っております。

つきましては、この「考察」の中で、例えば、「陥没事故自体を防げたとは言い難く、要因となった可能性が低い」という記載ですとか、計測で異常値は示していないが、「その時点で大規模な陥没事故まで予見することは困難だった」、ここではそうかもしれないのですが、その後ろの「Ⅱ、Ⅲを超えても陥没事故を防ぐことは難しい、対策も難しい」というのも、掘るのをやめるのも対策ですし、吹付けとかもありますし、例えば、押さえ盛り土ですね。今回の掘削ボリュームはさほどございませんので、スロープをつくっておりますが、そういうところの土砂を寄せることで進行をとめるといったこともあるかと思っておりますので、ここの「考察」そのものの記載は、1つのケースに基づいたものというふうに思っておりますが、つきましては、一番右の評価が「△」ではなくて、「○」という可能性もないでしょうかという意見でございます。

**【委員】**

よろしいでしょうか。いかがでしょうか。

私の個人的な意見として、B計測で管理値（Ⅰ）を超えたデータが1ヶ所だけで、それに対応を、例えば掘削をとめるということは現実にできますか。

**【説明者】**

現実的に、管理基準値（Ⅲ）を超えた場合は止めるということになっていきますので、それはできると考えております。

**【委員】**

管理値（Ⅰ）の段階ですよ、数値がわかったのは。

**【説明者】**

Ⅰではいきなり止めるというのはちょっと考えにくいです。

**【委員】**

この報告書の書き方は、例えばⅡを超えてⅢを超えた。それをモニタリングしていなかったわけですが、それで警報を鳴らすような、B計測の位置づけはそういうシステムとはもともと違うわけですよ。そういう意味では、ⅡとⅢというところが把握できていない。これはしようがないだろうと。

わかったとしても、1時間、2時間しかないので、普通だったら、危なくなったら切羽をまずふさぐと思うのですよ、開放空間だから。それができただろうかという立場に立っての記載になっているのですよ。そういう意味で、例えば押さえ盛り土とかとおっしゃいましたけれども、真ん中に導抗の穴が開いているし、そもそも脇の下場を掘り始めている状態ですので、わかったとしても対策はほとんど難しかったのではないかと。委員会としてはそういう書き方、考え方なのですよ。

いかがでしょうか。ほかの皆さん、何かご意見があれば。

**【説明者】**

少し言わせていただきたいと思いますのですが、その時点で防げたとは言い難くとか、それから「今回の大規模な陥没までは予見することは困難」、予測することは困難というのは、ここだけじゃなくて全てのところに出てくると思うのですよ。JVさんも私どももここまで

予見はできなかつたと思うので、お互いに予見まで難しいというのは、ここだけの話ではないと思うのですよ。

それと3点目が、先ほどの「加速度的に生じる現象の中で」という話もございますけれども、これもちゃんとモニタリングしてチェックしておけば見つかる話であって、この3点におきましては、かなり考えが偏っているのではないかなというふうに解釈をいたしますので、ぜひもう一度ご議論いただきたいなと思っております。

【委員】

確認しますが、43ページの項目10ですね。

【説明者】

そうでございます。

【委員】

項目10の「考察」のところで、1つ目のポチの2行目で「防げた」というところですか。具体的に場所を。

【説明者】

2行目の「その時点で陥没事故自体を防げたとは言い難く」というところでございます。

【委員】

それが1点。あともう2つは。

【説明者】

それから2つ目のポツの2行目の終わりの付近でございますが、「その時点で今回の大規模な陥没事故までを予見することは困難だったと考えられる」というところ。それから3点目が、最後から2行目ですが、「加速度的に生じる現象の中で陥没に至った状況を踏まえると、陥没事故を防ぐ対策は想定し難い」、この付近でございます。

【委員】

2行目のほうからいきますと、防げた可能性があるというお考えという、そういう意味ですね。

【説明者】

そういう意味でございます。

【委員】

それから2つ目のところの「予見はできただろう」と。

【説明者】

これは他の例えば1から9までの項目も、このような大規模な事故はなかなか想定しづらいといいたいまいしょうか、していないと思うのです。この文言がここだけに入っているのですよね。

【委員】

これは、他のところが想定するようなものではないから書いていないので。

【説明者】

しかし、補助工法の検討とか、地質を把握した上でいろいろな検討をしているわけござ

いますけれども、ここだけに「大規模な事故を予見することは困難」と入るのは少しおかしいのではないかなと思うのですけれども。

【委員】

最後のところを確認させていただきますが、これは対策ができたというお考えということですか。

【説明者】

そうでございます。対策は何か考えられると思います。先ほど幾つか案を申し上げたようにですね。

【委員】

それを考える上では、37ページを見ながらお考えいただくといいかなとは思いますが、いかがでしょうか。

【説明者】

せっかくですけど、時間が迫っているので、我々のほうから問題提起させていただいているのですが、今回お話を申し上げた趣旨としまして、我々福岡市交通局のほうにマスコミをひっくるめているような質問等が常時来る中で、ここら辺の「事故が防げたんじゃないか」というのをかなり執拗に質問されております。

そのときに、特に1つ目と3つ目のここら辺が、なぜこうなるのかとかいうのをもう少し丁寧に書いてもらったという趣旨で言っておりますが、少し時間が押してきているので、適当なところで委員長にお任せしたいと思います。問題提起はさせていただいたということで結構です。

【委員】

委員会組織で考えていることなので、委員長一任ということはこのような大事なことで、はよほどでないといけないことなのですが、いかがでしょうか。

【委員】

まず、対策はできたかどうかということですが、それに関しては、短時間で対策をすべき箇所が特定できたのかというところが1つ議論になると思うのです。何時間かで、ある程度の支保工の応力等を見て、例えば何の対策をしたらいいのかというところが瞬間的に判断できたのか。ある程度対策をすとなると、当然、メカニズムの推測。推測の域は出ないと思うのですけれども、その推測が現場等で判断できたのかが1つ議論になると思います。その辺も含めて考える必要があるのかなという感じがしています。

【委員】

ほかにいかがでしょうか。

【委員】

今回起きているのは、切羽を掘っているときに起こっている現象で、計測されているのは、手前の支保工のところの応力ですよね。ですから、支保工の応力が増えている段階で、通常であれば、まず発想としては、そこの支保工のところの構造がもつかどうかというところで、そこの手当てをしようという発想にいくと思うのです。けれども、その状態で、しかも切羽

のところは下を掘り始めた段階で、これから掘ろうとする切羽の上のところは崩れるかもしれないから、切羽のところに対して何か対策を打とうという発想が、あの状況の中で浮かぶのかなというのが、計っているものがB計測なので、そこが少し疑問には思います。

**【説明者】**

先生のご指摘もよくわかるのですが、ただ、103基で陥没が発生して、105基の計測でございますので、まさに真横の計測でございます。しかも大断面に入っただけでB計測をここに置いたというのは、大断面の性状、例えば応力状態を早く捉えたいからここに置いているわけです。すぐそばにあるB計測というのをぜひ慎重に捉えてほしかったというのが、私の個人的な思いかもしれませんが、申し上げたいと思います。

**【委員】**

今回の管理基準値は何をもとにしてやっているかというところ、許容値に何%とかけて、1次、2次、3次ということで、3次までいっても許容値以内なのですよ。全土圧という言葉が今出てきましたけれども、全土圧自体もある程度、変形解析しかやっていませんけれども、変形解析の中で求められる支保工の応力もかなり許容値に近いものが出ていますので、その結果が出てきたとしても、それをもって具体的な対策をすれば、そういうことにはならないのではないかと考えています。

**【委員】**

私もいろいろな委員会でこういう管理値とかいろいろとやりますが、このレベルで、この段階で、ほかのA計測の異常は全く出ていなくて、切羽の異常もない状態で、対策するか、切羽を止めますかというのは、まず一般的に認めないですね、基本的に。そこまでできない。

だから、本当におっしゃるような形で報告があって、こうですよというところ、本当に切羽を止めて対策をするか。対策をするにしたら、数時間の中での流れなので、資機材がまずそろっているかどうかははっきりしないような状況の中で。

報告書は委員会としての原案のとおりではないかなというふうに、私は個人的には思っていますけれども、いかがでしょうか。

**【説明者】**

私どもがしつこく聞いた趣旨を少しお話し申し上げたいと思います。11月8日に事故を起こしましたが、大成建設さんとうちの最重要な課題は工事の再開です。今日の原因究明委員会をもって、また工事再開に向けて、我々が大成さんと二人三脚で歩み出していく。その中で、我々も、明日また記者会見をしたり、それと継続して行われる議会とかで、こころを今までも非常にしつこく聞かれてきているので、どういう言い方をしようとか、そういったものがあつたので、少ししつこく聞かせていただいたのですが、他意はございませんので。

あくまでも工事再開に向けた準備の一環として、こころを委員会の中で議論していただいたというのが私はすごく重要だと思ってございますので、委員会の最終盤に変なお話をさせていただきましたが、申しわけありませんでした。

**【委員】**

委員会のメンバーの中での意見交換は当然ですが、オブザーバーとして入っておられる方々の意見も大事だとは思っています。意思疎通を図りながら進めていくことは、そもそもここにも書いてあるとおり、こういう工事は、本来、意思の疎通がすごく大事なので、それは構わないと思っています。ただ、委員会資料としては原案どおりにしたいなとは思っていますけれども、いかがでしょうか。

**【委員】**

今の点、かなり福岡市さんのほうでもこだわっておられるところで、これまでも委員の先生方にも同じような問題提起をして、ただ、この短い期間の中で、福岡市さんにも、それから施工会社さんにも資料をいただいて議論した結果で、委託機関ということもありますから、締めということで、この形にというような委員の皆さんのご意見であります。今のお話の中で大事なことは、モニタリングをもっとどうするかというところは、もしかしたら止まったかもしれないということなので、その気持ちは気持ちとして、報告書の中にも、「今後の再開にあたって」とか、「留意する事項」とかとまとめていますので、モニタリングについてはさらに検討していただいて、よりよい形で、本当に何かデータがあつて、とめられるのだったら、それにこしたことはないと思っていますので、そこは引き続きご検討いただきたいなと思っております。

**【委員】**

今回のような陥没というのは、非常に局所的な欠陥というか、そこが引き金になって出ていると思うのです。それを、通常の計測管理で事前に捉えて即座に対応するというのは、かなり難しいだろうなというところがあると思うのです。そういった意味で、10番に書かれているような事柄にもなっているのですけれども、それを防ぐにはどうすればいいかというと、やっぱり事前の対策を万全の形でやっていくということ、あるいは調査をしっかりやるということに尽きるのではないかなと思いますので、やはりこんな書きぶりになるのかなというふうに私は思いました。

**【委員】**

ありがとうございました。委員会資料としてはこのままとさせていただきます。ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

議題は以上になりますが、事務局にお返しいたします。

**【事務局】**

どうもありがとうございました。冒頭にも申し上げましたように、本日、17時から記者会見ということになります。記者会見資料としましては、クリップ止めとめてあるもので、資料4としてご議論をいただいた報告書の概要、これについては、ご指摘いただいた点について至急訂正の上、マスコミに配付をしたいと思います。

それと、「発生のメカニズム」のところも、括弧書きの人為的な、工事としてどんなことをやっていたかとか、そういうことは全部省くということで対応をさせていただければと思います。

あと、「○」「△」表を補足する意味でのデータを、地質の厚さに関するもの、それと性状に関するもの、地下水位に関するもの、断面の扁平形状に関するもの、AGFの施工ずれに関するもの、計測に関するものということで、マスコミが理解しやすいように図面をつけています。これはいずれも資料2の中で使っていた図面をそのまま抜粋をしてきているといった構成になっておりますので、これで対応をさせていただければと思います。

対応者といたしましては、西村委員長と、本日最後でございますので、真下副委員長、それと土研と国総研の委員には同席をしていただくつもりでおります。その他の委員の方は、記者発表のところは同席していただかなくても結構でございますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

**【事務局】**

それから、今回、3回目ですりまとめをしましたら、資料と議事録全て公開となります。議事録につきましては、既に確認いただひている1回目、2回目の発言者名を抜いた形でホームページに載せることを考えております。

それから、今回いただひた3回目のご議論につきましても、後ほど照会をさせていただきます。

**【委員】**

ちなみに公開日はいつですか。

**【事務局】**

公開日は、早ければ明日に公開したいと思っておりますが、ホームページアップ作業とかで若干ずれ込む可能性はありますので、予定通りいかないかもしれません。

**【委員】**

先ほど意思疎通が大事というお話がありましたが、施工者や設計者の言ひたいことはこれに反映されているのでしょうか。

**【事務局】**

もし特段何か、今にというのがあれば、言ひていただひてもいいのかもしれませんが、よろしいですかね。

**【説明者】**

特にございません。

**【事務局】**

それでは、以上でございます。短い期間でございましたけれども、委員の皆様方のおかげで何とかとりまとめることができました。改めて感謝を申し上げまして、本日、これで終了させていただきます。本当にありがとうございます。