

第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会 議事要旨

1 名称

広島市下水道工事事故調査検討委員会

2 開催日時

令和 6 年 1 1 月 3 0 日（土） 1 5 時 0 0 分～ 1 7 時 0 0 分

3 開催場所

広島市下水道局千田庁舎 3 階会議室

4 出席委員氏名

(1) 委員（8 名）

砂金伸治委員、奥田晃久委員、金子治委員、小泉淳委員（座長）、杉本光隆委員、
畠俊郎委員、真下英人委員、藪雅行委員

5 議事

- (1) 座長の選任について
- (2) 事業の概要について
- (3) 事故の概要について

6 公開・非公開の別

公開

7 傍聴人の人数

- (1) 一般傍聴者 2 0 名
- (2) 報道機関 2 5 名（1 2 社）

8 検討委員会資料名

- ・ 第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会 次第
- ・ 第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会 配席図
- ・ 広島市下水道工事事故調査検討委員会開催要綱
- ・ 委員名簿
- ・ 第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会 説明資料

9 出席者の発言の要旨

【開会挨拶】

（広島市長）

- ・広島市長の松井一實でございます。

第1回の広島市下水道工事事務事故調査検討委員会の開催に当たりまして、一言ご挨拶をさせていただきます。

本検討委員会の委員にご就任いただきました皆様方には大変ご多忙の中、お集まりいただきまして、厚く御礼を申し上げます。

- ・9月26日に発生いたしました、下水道工事に伴う道路陥没事故におきましては、地域の住民の方々、企業、関係各所の皆様に多大なご迷惑、そしてご心配をおかけしております。
 - ・事故から2カ月を経た現在の状況を申し上げますと、下水道、水道、電気といったライフラインにつきましては、損傷した施設の代替えとなります施設を設置するなどいたしまして、仮復旧を完了しております。一方で、陥没によりまして損傷した建物については、危険度判定調査の結果、「危険9棟」そして「要注意3棟」となっております、これらの12棟の建物などの居住者の方々が、今なお避難をされている、こういう状況が続いております。
 - ・私としては、こうした中、避難せざるを得ない方々、あるいは地域の住民、企業の皆様が一刻でも早く元の生活に戻れるようにすること、そして、これから残されました工事をやり抜いていくということが使命であるというふうに受け止めているところであります。そのため、今回、委員にご就任いただいた皆様方には、それぞれの専門的見地から十分に討議を行っていただくとともに、出来るだけ早く事故の原因を究明して、今後の工事に備えた万全の安全対策を提案していただくようお願い申し上げたいと思います。
 - ・本日は、そのための第1回目の検討委員会でございます、事故の概要や経緯などを説明させていただきます。委員の皆様には、共通の現状認識のもとで、今後の原因究明に関する調査・検討の方法についてのご意見を賜りたいというふうに考えております。
 - ・最後に、委員の皆様におかれましては、大変お忙しいとは思いますが、何卒この検討委員会優先で日程を確保していただいて、できる限り早く成果を出していただくよう重ねてお願い申し上げます、ご挨拶とさせていただきます。
- 本日はどうかよろしくお願いいたします。

【議事(1) 座長の選任について】

(事務局)

- ・本検討委員会は、委員の互選により座長 1 人を置くこととしている。自薦・他薦は問わないので、推薦をお願いしたい。

(委員)

- ・ベテランである小泉委員を推薦する。

(事務局)

- ・小泉委員の推薦をいただいたが、どうか。
――同異議なし――

(事務局)

- ・それでは、小泉委員に座長をお願いしたい。

(座長)

- ・早く事業を進めることも大事だが、再発がないように防止策を立てることも必要である。
なるべく早く原因究明ができるよう委員の皆様の意見をお伺いしたい。

(事務局)

- ・ここからの進行は、小泉座長にお願いする。

【議事(2) 事業の概要について】

- ―事務局から第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会説明資料のうち、「事業の概要について」を説明―

(事務局)

- ・お手元の A3 の資料、第 1 回広島市下水道工事事故調査検討委員会説明資料のうち、事業の概要についてご説明いたします。1 ページ目をご覧ください。
- ・「1 事業の目的」についてです。本市の中心市街地では、太田川デルタという地形的な要因、合流式下水道による整備や都市化の進展のため、1 時間雨量 20 mm 以上の降雨でたびたび浸水が発生しております。
- ・整備概要図をご覧ください。今回整備をしております、三篠・観音・福島地区でございますが、赤い実線の観音 2 号幹線は、北は三篠地区から南は福島地区に至る約 320ha を対象とした、シールド工法による内径 5m、総延長約 3.5 km の雨水管でございます。
- ・整備完了後は、雨水を約 67,000 m³貯留できる管として運用し、浸水被害の軽減を図ることとしております。
- ・「2 浸水の状況」についてです。写真に示しておりますとおり、令和 4 年 7 月の豪雨により浸水が発生しております。
- ・右上の「3 整備効果」をご覧ください。大雨時の浸水対策の仕組みについてですが、これまでは、施工前と書いてございますように、既設下水管が満水状態とな

り、道路上に雨水が溜まった状態になります。

- ・今回、雨水管を築造することで、時間 20 mm以上の降雨が降った場合、右の完成後の図にありますように、分水マンホール内の堰を越え、今回整備する雨水幹線に雨水を流入させ、一時的に貯留します。貯留した雨水は、降雨終了後にポンプにより排水することで、浸水被害を大幅に減らすことが可能となります。
- ・続いて「4 工事の状況」についてです。(1)の発進立坑の築造工事は令和 5 年 7 月に完了しております。(2)の観音地区下水道築造 3－1 号工事は、シールド工法により雨水管を築造する工事です。工事受注者は清水・日本国土開発・広成建設工事共同企業体で、工事期間は令和 4 年 3 月 22 日から令和 10 年 3 月 20 日までとなっています。
- ・続いて「5 整備スケジュール」についてです。表にございますとおり、本事業の計画期間は令和 2 年度から令和 9 年度までとなっており、本年 2 月末からシールド工による掘進を開始しております。
- ・2 ページ目をご覧ください。「6 工法選定に係る経緯」についてです。(1)の設計条件について、「ア 計画条件」として雨水管の必要内径は 5,000mm、延長は約 3.5km、土被りは約 30m となっています。
- ・次に「イ 地盤条件」について説明します。土質想定縦断図のとおり、掘削する土層は図中のオレンジ色の洪積砂礫層であり、最大粒径 450mm を見込んでいます。また、地盤調査の結果、掘削土層の細粒分含有率は 20%以下となっていることを確認しています。
- ・右上の(2)工法選定の考え方をご覧ください。先述した計画条件を踏まえ、管きょ布設工法はシールド工法を採用することとしました。そして、表 1 に示すとおり、トンネル標準示方書に基づき、土質条件からシールド形式を泥土圧式と泥水式に絞り込みを行いました。
- ・3 ページ目をご覧ください。表 2 に泥水式シールドと泥土圧式シールドについて、本工事への適用性や経済性等の比較を行った結果を示しております。
- ・本工事におきましては、掘削土層の細粒分含有率が低く、掘削土の分級施設を設けた方が経済性で有利であり、その前提で比較検討を行っております。
- ・検討の結果、総合的な評価として、本工事においては、砂礫・玉石への対応について、そして、経済性等に優れるといった点で泥土圧シールド工法を採用することとしております。
- ・私からの説明は以上となります。

(座長)

- ・まずは工事の概要について、地盤の調査結果や、シールドマシンの選択がどうだったか、この辺りについて、またそれ以外にも質問があればお願いしたい。
- ・この工事が何を目指しているかというところはいいと思う。
- ・工事に係る経緯、工法の選定に係る経緯の部分では、計画条件、地盤条件、地盤

の調査および工法の選定について、特に何か質問などがあるか。私としては、これらの点は順当な選択をされているという気がしている。

－委員意見なし－

(座長)

- ・意見がないようなので、事故の概要にうつる。説明をお願いしたい。

【議事(3) 事故の概要について】

－工事受注者から第1回広島市下水道工事事務事故調査検討委員会説明資料のうち、「事故の概要について」を説明－

(工事受注者)

- ・工事概要につきましては先ほど説明がありましたので割愛させていただきます。
- ・続きまして2ページ目です。本工事の設計計画についてですが、先ほど広島市様より工法の選定のご説明がございました。我々、工事受注者といたしましても、設計照査を実施し、設計図書記載の泥土圧工法が妥当であると判断し、決定いたしております。
- ・続きまして、8ページ、事故の概要から説明してまいりたいと思います。
- ・事故は、平面図に示しましたとおり、路線延長3,541.5mのうち、発進立坑から急曲線R25mを経まして、260.5m地点の交差点で発生いたしました。
- ・9月26日、事故発生前の状況でございますが、8時26分に293リング目を掘進開始しております。
- ・掘進開始時の掘進管理の計測値、排土性状、状況ともに異状なく、セグメント幅1,200mmのうち480mmまで順調に掘進しておりました。
- ・その後事故発生、8時45分35秒に、シールド前面の切羽土圧が急激に低下、ほどなく5秒後の40秒頃には、坑内の監視カメラの画像から異常出水を確認しております。
- ・その後、緊急対応として、9時36分に立坑から注水。夕方の18時15分に平衡水位まで立坑注水を完了しました。
- ・地上の状況でございますが、8時50分、異常出水から5分後、舗装の亀裂などをJV職員が確認しております。8時59分には地上の陥没を確認しております。
- ・周辺建屋の状況ですが、交差点付近の4階建て鉄筋コンクリート造の運送会社の事務所、また市営アパート、さらに複数のお宅が傾斜し、損傷してしまいました。
- ・ライフラインも交差点にございましたが、地表面沈下、陥没に伴い損傷しております。下水道は、マンホールが2.15m沈下し、管路も沈下・漏水が発生しました。水道管は、2か所が損傷・出水し、交差点が一時、水没しました。
- ・9ページをお願いします。事故発生の時系列の経緯でございます。
- ・シールド内への異状出水は8時45分と考えられます。その後、立坑に注水を開始し、12時にはトンネルの天端まで達し、トンネルが水没しております。最終的

に、18 時 15 分に、立坑の平衡水位になるまで約 10,550 m³の浸水量がございました。

- ・ 周辺の状況でございます。8 時 48 分頃、出水からわずか 3 分足らずで運送会社の事務所が動き始めております。8 時 52 分頃にはその事務所の壁に亀裂が発生し、8 時 59 分には道路の陥没を確認しており、シールド内出水から、非常に短時間で、地上にも影響が出たことが確認されております。
- ・ 直上の下水道ですが、8 時 58 分には（福島ポンプ場への）流量が微減しており、9 時 9 分には大幅に減っております。これは陥没の影響で下水管が損傷し、漏水したものと考えております。
- ・ 水道管の 2 か所が破裂した時間は特定できておりませんが、9 時 5 分また、9 時 9 分には損傷した水道管からの出水を確認しております。10 時 7 分頃には水道各所閉栓し、交差点部の水没は解消に向かっております。
- ・ 続きまして 10 ページをお願いします。浸水状況の時系列より想定したシールド内への流入量の経時変化グラフです。
- ・ 示しました、茶色のラインがシールド内に流入した量になります。総量で 9,700 m³になります。また、流入速度は非常に速く、最大で 1 分間に 48.6 m³と算出されております。
- ・ この量が流入するときに想定される開口寸法を仮に算出しますと開口断面積 1,154 cm²、開口換算直径 38.3 cmに該当します。
- ・ 続きまして 11 ページ、事故発生後の対応についてご説明いたします。
- ・ 事故発生後の午後、ボーリングによりまして陥没箇所周辺の空洞調査、また、レーダーによる周辺道路の空洞調査を緊急に実施しております。空洞が発生していないことを確認しております。その後、翌日の午後から翌々日の午前中にかけて陥没箇所の埋戻し、また、建屋の下を中心に流動化処理土による埋戻しを実施しております。
- ・ インフラの応急復旧につきましては、9 月 28 日から開始し、上下水道、ガス、電気、通信設備の緊急復旧工事を 10 月 22 日に完了しております。
- ・ 続きまして次ページ（12 ページ）お願いいたします。写真に示しました事故直後の道路面の陥没状況でございます。交差点全面にかけて陥没。2 か所の水道管破損箇所はいずれも交差点からは離れております。これは陥没に誘引されて引っ張られた形で破断したものと考えております。
- ・ また、下水道のマンホール部分も大きく陥没しております。運送会社の前面につきましては 1.3m程度沈下し、直接基礎構造の下がすいた状態になっておりました。
- ・ 続きまして 13 ページになります。道路の陥没量を算出しております。
- ・ 現地の点群データを翌日朝 7 時に計測しております。陥没の範囲につきましては、半径約 50m、深さにつきましてはシールド直上付近で最大約 2m陥没しております。

す。道路部の陥没量は約 1,500 m³、建物下を含めた全体の想定陥没量は約 2,000 m³と算出しております。

- ・続きまして次ページ（14 ページ）、5 章、地盤状況の説明をいたします。
- ・事故位置における地盤条件ですが、シールドの位置は、土被り約 30m でございまして、掘削しておりました地盤は洪積砂礫土層になります。
- ・この層は、径が 50 mm までの礫および細砂が主体の砂礫の中に、長さ 120 mm までの超硬質な玉石が多数混在する層となっています。
- ・地層は、地表面から盛土層、その下約 10m が沖積砂質土層、その下約 10m が沖積粘性土層になります。この粘性土層は、当該部分におきましては、上部と下部に分かれており、ちょうどその中央付近に約 7,300 年前の火山灰層を挟んでおります。その下部約 5m が沖積基底層となっております。地下水位につきましては、GL-3.0m 程度でございました。
- ・続きまして 15 ページをお願いいたします。土地の改変状況についてでございます。写真に示しました国土地理院にて公開されている履歴でございます。
- ・1947 年から 1952 年時点では、ちょうどシールド計画路線から北西側は旧福島川、また、陥没箇所には西大橋という橋梁がかけられておりました。
- ・また、旧護岸につきましては、シールド計画路線とほぼ合致していると考えられます。陥没箇所に近い部分が西大橋の東詰めにあたります。
- ・1966 年には旧福島川の埋め立てが完了しており、運送会社のターミナルも建設されております。
- ・16 ページには現在のシールドマシンの位置と旧西大橋の想定位置の重ね合わせを示しております。
- ・続きまして 17 ページをお願いします。事故後に実施いたしました地質調査の内容について説明いたします。
- ・ボーリング調査を合計 21 本実施しております。シールド機直近で密に 5 本、その他半径 50m 範囲で放射状に実施しており、影響範囲と考えられる部分の地層状況や地盤の性状の把握を調査しております。
- ・また、各種物理探査を実施しております。地中のシールド機の位置を確認するための磁気探査、地盤のゆるみ範囲を 3 次元的にとらえるための各種探査を実施しております。物理探査結果については、現在解析中であります。
- ・また、緑で囲われた部分は、先ほどご説明しました西大橋や護岸等の残置構造物を、調査した地点であります。結果、旧西大橋橋台の残置や明確な護岸構造物は確認できておりません。
- ・次ページ（18 ページ）をお願いいたします。現在実施しておりますボーリング調査結果の速報でございます。
- ・断面図に示しましたとおり、すべての断面で赤のラインの火山灰層がシールド機近傍で落ち込んでおり、地層全体も落ち込んでいることがわかります。

- ・また、シールド機直前 1mのボーリングNo.4 では、洪積砂礫土層がシールド下端付近まで出現しておりせん。
- ・19 ページには代表的なコアの写真を載せております。
- ・交差点の前方約 50mのNo.3 ボーリングとシールド機の直前のNo.4 ボーリングの比較でございます。
- ・まず、上の 2 つの比較です。赤で囲われた部分が、火山灰層になります。No.3 では深さ 18.6m付近で出現。一方、No.4 では 23.6m付近と 5m下で出現しています。
- ・その下の写真につきましては、砂礫土層の出現深度の比較です。No.3 につきましては、深さ 32mで玉石混じり層が出現しているのに対して、No.4 は深さ 36.8mと、これも 5m程度下での出現となっております。
- ・続きまして 20 ページです。シールド計画路線の縦断図を示しております。
- ・地層全体がシールド機近傍で落ち込んでいることがわかります。また、沖積粘性土層の層厚はシールド機前面で 5m程度厚くなっており、N 値は 0 と非常に軟弱な状態が確認されております。
- ・続きまして次ページ（21 ページ）からはシールド掘進についてでございます。
- ・まずシールド機についてご説明いたします。泥土圧シールド機で、シールド外径 6,150 mm、長さは 6,780 mmで、急曲線対応で中折れジャッキを装備しております。シールド機の下部から土砂を取り込む構造になっており、1 次スクリュウは径 800 mmで、想定される最大玉石径 450 mmに対して 560 mmまで取り込める構造になっております。その後ろにもう 1 本、2 次スクリュウを装備しています。
- ・この 2 段構造は、シールド機内への土砂の噴発防止のため採用したものです。
- ・22 ページお願いいたします。シールド機設計計算になります。
- ・所定の計算条件を満足し、余裕率を見込んだ仕様を設定しております。
- ・23 ページ、組立検査の状況です。
- ・シールド組立検査につきましては、工場の仮組立検査、また、3 回の現地組立検査を実施し、全ての項目において所定の規格を満たしていることを確認いたしております。
- ・続きまして 24 ページからシールド掘進管理についてご説明いたします。
- ・まず、管理値についてですが、切羽の安定管理、排土量、排土率につきましては、国土交通省、シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドラインに則り、一次管理値が管理土量の $\pm 7.5\%$ 、二次管理値が $\pm 10\%$ で管理しております。
- ・また、切羽土圧につきましては、管理値を主働土圧 0.42MPa で管理しております。
- ・その他の項目につきましては、資料に記載のとおりでございます。
- ・続きまして 25 ページからは、排土量管理についてでございます。
- ・排土量につきましては、荷重計を用いました測定手法に加えまして、超音波センサーによる体積管理でダブルチェックをしております。

- ・ 26 ページからはその結果を示しております。
- ・ まず重量ですが、全区間で管理値内であり、排土量管理に問題なく適正に管理されている状況を確認しております。また、27 ページの体積についても同様でございます。
- ・ 28 ページの排土率です。計画に対する計測の比率になります。これらを含めまして管理値内ということで、土砂の取り込み過多、不足等ないことを確認いたしております。
- ・ 続きまして 29 ページの切羽土圧でございます。
- ・ 計 10 箇所土圧計をつけております。スプリング付近にある 4 箇所の平均値で管理しております。下のグラフにございますとおり、全て管理土圧 0.42MPa 以下でございました。
- ・ 30 ページからは裏込め注入管理についてでございます。
- ・ グラフに示しましたとおり、注入圧、注入率ともに全区間で適切に管理しております。
- ・ 31 ページ、ビットです。今回、摩耗検知システムで常時監視しております。
- ・ 1 か所 70 リングで玉石砂礫層掘削による欠けと思われる異常値を示しております。それ以外のビットについては異常値を示しておりません。
- ・ 32 ページからは、主なその他の掘進の施工データでございます。
- ・ 掘進速度、掘進推力、カッタートルクいずれも装備能力の 80%で管理しております。そのうち、推力に関しましては、急曲線の影響で超過している部分がございますが、それ以外は特に問題なく管理値内でございました。
- ・ 続きまして 33 ページでございます。ピッチング、ローリング、中折れ角度、真円度を示しております。
- ・ 特に異常な値は無く、真円度につきましても管理値内であることを確認しております。
- ・ 続きまして 34 ページ、線形の蛇行量とテールクリアでございます。こちらに関しましても、管理値内でございます。
- ・ 35 ページからは地盤沈下についてでございます。
- ・ 縦断方向 25m ピッチで切羽到達 25m 前から通過後 1 週間まで 1 日 1 回計測しております。その全てのデータで管理基準値の管理レベル $I \pm 10$ mm 以内に収まっています。
- ・ 次ページ (36 ページ) はその代表位置におけるグラフになります。
- ・ 37 ページからは事故発生時の直前、9 月 24 日以降の 1 秒ごとの掘進データについて示しております。結果、特に異常値は確認できておりません。
- ・ 1 か所、38 ページ下側に示しました礫取り箱土圧ですが、計測値が 1MPa でしばらく継続しております。土砂が一部固着した可能性があります。スクリーからの排土に問題はなく、掘進管理に問題はなかったということで確認しております。

す。

- ・ 40 ページをお願いいたします。当日のシールドの出水状況でございます。
- ・ まず、写真に示しましたのが 8 時 47 分、JV 職員が避難する際に撮影したものです。切羽部から異常出水している状況でございます。
- ・ 二次スクリーコンベアが手前に見えて、その下部から泥水、水が異常出水している状況であります。
- ・ 右の写真はその 9 分後になります。後続台車、切羽から約 50m 後方になります。そちらまで出水が到達した状況でございます。
- ・ 現場での事象ですが、異常出水量が非常に多く、どこから出水したのかという現認は残念ながらできておりません。また、切羽作業員いわく「シールド機の下から盛り上がり出水した」ということでございます。
- ・ さらに音についてですが、ボルトが破断したとか、溶接が切れたというような異常な音については聞こえなかったということでございます。
- ・ 切羽監視カメラの映像より、エレクトー、下の図の赤色の部分よりも前側からの出水であったということを確認しております。
- ・ これらから、出水箇所につきましては図の赤点線で囲われた部分、シールド機前胴付近であるというふうに考えております。
- ・ また、このような過去の施工実績におきましては、掘進中におけるシールド機内から今回ほど異常出水した事例はございません。特異な事例だと考えております。
- ・ 続きまして、41 ページをお願いいたします。事故発生時その瞬間の（掘進）データでございます。
- ・ 事故発生から約 2 分間、電源が消失するまでの掘進データは異常値を示しております。
- ・ これらから、急激に数秒間の間に、切羽土圧等の減少やシールド機の挙動変化が発生したということが読み取れます。
- ・ まず(1)のグラフ、これが瞬間データになります。グラフの真ん中、8 時 45 分 34 秒に青のライン、礫取り箱土圧、それからオレンジのラインが切羽土圧になります。切羽土圧につきましては、0.45MPa からわずか 1 秒で 0.1MPa まで急激に低下しております。
- ・ また、ほぼ同時に、A と囲ってあります、これはピッチングのデータになります。これが 0.2%から 0.3%までということで前胴が少し持ち上がるような挙動を示しております。
- ・ また、緑の点線、これが水盛レベル計ということで一番下のイメージ図に示したとおり、スクリーの下側につけております。これも約 20 秒間で 365 mm 上昇しております。
- ・ その後のデータが(2)になります。B、C で囲われたところになりますが、B はさらにピッチングデータが 3.5%まで、C は 5%以上まで上がっております。

- ・同時に黄色のライン、これはローリング（回転）です。これも上がっておりますので、シールド機前胴が回転しながら持ち上がった、こういった現象のデータが残されております。その後電源消失しております。
- ・続きまして 42 ページをご覧ください。
- ・当時現場には定点カメラが 4 箇所設置されておりました。1 つ目はトンネル最先端の切羽の部分に①、それから②として二次スクリーコンベアからベルトコンベアに掘削土を載せ替えるところに設置しておりました。それから③が後続台車の最後方でベルトコンベアからズリ鋼車に積み替えをするところにも設置しております。最後ですが④として立坑下に全体を俯瞰するカメラをつけておりました。
- ・それでは動画を再生いたします。①が切羽インバート、この赤い部分が先述のとおりに説明がありました、セグメントを組み立てるエレクトーというものです。②が 2 次スクリーコンベアからベルトコンベアに積み替える部分、③としてベルトコンベアからズリ鋼車、今立坑下に停まっておりますおりますけども、これを現地まで持って行ってこのズリ鋼車に積み替えるということになります。立坑にあるズリ鋼車が全部で 3 缶の 2 編成ありますが、この 2 編成で 1 リングの掘削土を出すということを行っておりました。
- ・当日は 4 時間ほど前に夜勤の掘進が終わりまして、4 時間後 8 時に朝礼を行って作業を開始しております。
- ・8 時 10 分頃から JV 職員、作業員が入坑しておりまして、掘進の準備を進めておりました。人影が見えるかと思います。
- ・その後 8 時 26 分頃、ゲートが開いて掘削土が出てきております。時間が空いておりますので、若干水が分離したもの、柔らかいものが最初は出てきております。
- ・その後加泥材の効果が発揮されたプラグ効果のある上質な掘削土が出ていることがこのカメラで確認できるかと思います。
- ・後ろではズリ鋼車が現地につきまして、積込みを行っております。
- ・よく見ていただくと、こぶし大の礫やそれより大きな礫がたくさん映っていることが分かるかと思います。
- ・この掘進が 1 分間で 20 mm ほど前方に前進しております。
- ・掘進中に出水が確認されたのが 8 時 45 分 40 秒頃、それから先ほど説明がありましたけども、8 時 45 分 35 秒に切羽の土圧が一気に低下しました。
- ・その 1 秒後にシールド機は、土圧が低下したので自動的に停止するシステムが作動し、8 時 45 分 36 秒には掘進も止まっております。
- ・切羽の作業員が現認者ということで、前方から水が出てきていることを確認しております。
- ・切羽土圧が低下してシールドが止まっております。この数秒後にこの辺りから徐々に水が出てきております。エレクトーを乗り越えて水が出てきています。そ

の量が徐々に増えているというのが確認できると思います。

- ・ 停電となった時点でデータが出力できないというような状況となっております。
- ・ その後、8 時 47 分頃から立坑内非常事態ということで作業員全員が坑外へ避難しております。
- ・ その後出水が止まらず、9 時 15 分頃には立坑作業床まで浸水していることが確認できます。
- ・ その後、18 時 15 分頃まで出水は継続しておりました。動画の説明は以上です。
- ・ 手元の資料に戻っていただきまして、43 ページは掘進データのとりまとめになります。先ほど説明させていただきましたとおり、日常管理、また事故発生直前までは特筆すべき異常値は検出されておられません。
- ・ 事故発生時において急激に切羽土圧等の減少やシールド機の挙動変化が発生したと認識しております。
- ・ 続きまして最後になりますが、今後のシールド機の調査でございます。
- ・ まずシールド機の位置調査、姿勢調査でございます。現在ご説明しましたのは掘進管理システムにより想定される姿勢でございます。53.9%の上昇、前胴が持ち上がっているということがデータでございます。
- ・ 実際に現地で磁気探査ボーリングを実施しております。この結果につきましては、44.9%の上昇です。シールド機の直接探査ボーリングは現在実施中であります。3 地点の状況でございますが、22.7%の上昇という傾向でございます。
- ・ 最後のページ、45 ページになります。シールド機内の調査についてでございます。
- ・ まず、現在水中ドローンを立坑からトンネル内に潜水させて内部を確認する調査を実施しております。結果については今後でございます。
- ・ 更に、これらの最終的な調査方法として、坑内排水しての調査が考えられます。シールド機周囲の地盤を止水しまして、シールドトンネル内の水を排水、中にあるであろう土砂を撤去して、シールド内部を直接目視・調査する方法でございます。
- ・ ただし、実施に際しては、シールド機が地下 40m の大深度・高水压下にあること、また、止水の対象となる地盤が周辺と比較して非常に複雑な構成になっていることから、確実性および信頼性の高い止水工法を選定するなど、検討課題が多いものと考えております。
- ・ 以上で説明を終わります。ありがとうございました。

(座長)

- ・ 明確にわかっていることは切羽の前方から土砂が流入しているということ。それから、土砂の量は一時期増加しているという傾向があつて、それから注水を始めて頭打ちというような状況になっている。いかがだろうか。

(委員)

- ・説明資料の 18 ページでシールド機がある箇所が洪積砂礫層のところという説明があったが、この部分で、沖積基底層が急に角度を持って下がっているように読み取れる。この箇所で掘削の時に、例えばズリなどそういったものを見て変調があったか、そういった工事の状況がもしわかれば教えていただきたい。

(工事受注者)

- ・排土の性状について、直前に変化は見られなかった。

(座長)

- ・18 ページの図を見ると、シールドマシン内に土砂を取り込んでいることが顕著に表れているような気がする。

(委員)

- ・41 ページの上の図に事故発生時の瞬間掘進データとして切羽土圧と礫取り込み土圧が記載されていて、出水後に切羽土圧が下がったという現象が起きている。
- ・その下の事故発生時の図を見ると、礫取り込み土圧の値が④の部分で少し上がっていて、一次スクリー内的土砂の流れが変化したと記載されている。先ほど、掘進は切羽土圧が下がった段階で止まったという話だったが、一次スクリーは掘進が止まっても稼働していたのか。
- ・スクリーコンベア自体は損傷などの不具合がない状態で、切羽土圧が下がった後も稼働していたと見ればいいのか。

(工事受注者)

- ・掘進は自動的に止まるシステムになっていた。スクリーコンベアに関しては手動で操作できる。二次スクリーコンベアのゲートを閉めて停止させたのが 8 時 45 分 57 秒、一次スクリーはそれより少し遅れて 8 時 46 分 43 秒にオペレーターが手動でゲートを閉めている。ここまでは制御が可能な状況であったと判断している。

(委員)

- ・そうすると動いていたという理解でよいのか。

(座長)

- ・先ほどの動画を見ると水が出てからもスクリーコンベアは動いていたようだ。

(委員)

- ・ただ、この図において、出水直前に礫取り箱の土圧が急上昇したとある。掘削時は当然高くなるのはわかるが、こんな風に上がるだろうか。上がる要素としては土圧計近辺に大きな礫がきたということが考えられるが。

(工事受注者)

- ・直前に 0.7MPa まで上がっているのは、何らかの礫がぶつかった可能性があることを認識している。

(委員)

- ・ 35、36 ページに地盤沈下管理についてのデータがあるが、事故現場に至るまでの区間において、地盤の変化だとか、あるいはここに表れていない路面の変状だとか、そういったものは事故前、事故後も含めて確認されていないという理解でよいのか。

(工事受注者)

- ・ 確認されていない。

(委員)

- ・ ここまでいろいろな管理データが示されているが、それを見る限りは、掘進でおかしなところはなかったような気がする。少し気になったのは 30 ページの裏込注入管理のところ、注入率は一定だが、注入圧にかなりバラつきがある。砂礫で細粒分が 20% くらいだとすると圧が逃げるのか。

(工事受注者)

- ・ 現場としては圧管理がメインで、セグメントの破断等も考えられるため、圧を上限いっぱい設定し、その後は注入量(率)管理としていた。過去の実績からも、こういった洪積砂礫層では乱れが多いと思う。

(委員)

- ・ 最後は率で管理していた。だから率は一定で、入るところと入らないところは圧が変動しているということか。理解した。

(委員)

- ・ 10 ページのところに横軸に時間、縦軸に浸水量・流入量・注入量をとったグラフが出ているが、これを見ると最初の方、12 時くらいまでは、浸水量と流入量がほぼ一緒なので注入量がそんなに多くない状態で伸びてきている。それでどの辺りまで水が入っているかということ、トンネルの天端の部分に水位が到達したのが 12 時くらいと書いてあるので、12 時くらいまではそんなに水圧は上がらず、12 時を過ぎて、立坑の方に水が入ってくると、水圧が上がり、流入量が減ってきたと考えられる。
- ・ このグラフの最初の方、12 時までの立ち上がりの部分で流入速度最大 $48.6 \text{ m}^3/\text{min}$ とグラフに書いてあるが、結構大きな値なので、どのくらいの範囲から水を引いたら毎分これだけ入る状態になるかというのを計算していただきたい。
- ・ 透水係数で考えてこれはあり得る数字なのか、そのところを教えてください。非常に浅いところで地下水が来ていて、全部繋がったとすると、30 メートル近い水圧がかかっている状態でどのくらい周りに水がないといけないのか。

(座長)

- ・ $1,150 \text{ cm}^2$ でこれを円に直すと 38.3 cm になると上に書いてあるが。

(委員)

- ・ これは全量水があつてという話だと思うが、地盤が砂礫層で透水係数が生きてい

るとすると、どのくらいの面積から水を引かないとこのボリュームにならないという想定をしていただいた方が良いと思う。

- ・12 時くらいまで同じように水が流入しているということは、それだけ水の供給というか土砂の供給があったということなので、それが有り得るのか、すごく特殊な状態なのかもしれないが、検討していただきたい。

(工事受注者)

- ・検討課題として認識する。

(委員)

- ・この注水は水道水を使ったのか、河川水を使ったのか。

(工事受注者)

- ・生コンのプラントのミキサー車で持ってきた。水道水ではない。

(委員)

- ・地下水に特徴はあるか。

(工事受注者)

- ・特徴としては塩分濃度が約 2%ということがある。

(委員)

- ・感潮河川か。

(工事受注者)

- ・はい。干満の影響を受けている。

(委員)

- ・水質は検査しているか。注水した水質と、地下水の水質と、水道水と、特徴がわかればどういった水が入ってきたのかわかる。
- ・立坑の先端でも塩分は取れているのか。

(工事受注者)

- ・注水した水の量は、全体の浸水量 10,550 m³のうちわずかで 850 m³くらいなので、ほとんどがシールド機の前面から流入した水と思われる。

(委員)

- ・掘削時に塩分が出ていたのか、今立坑の上から水質を測って、塩分がきているのかどうか、注水した水だけなら塩分はないはずなので、その辺りを調べられるか。

(工事受注者)

- ・可能だと思う。承知した。

(委員)

- ・20 ページの地質調査のまとめを見ると、No. 4 のボーリングのところで粘性土層がボコッとおちている図になっており、そこのコメントを見ると沖積粘性土層の N 値が 0 になっていると書いてある。
- ・粘性土層というと普通不透水層のイメージがあるが、N 値が 0 だとするとズボズボで標準貫入試験をしても 30 cm 以上ずぼっと入ってしまつて N 値が 1 にならな

いという状態。

- ・No. 4 のボーリングのカッターフェースの前くらいから上の方の砂質土層まで、全部層が厚くなっていて、その部分の N 値が 0 だとすると、ここでシールドマシンの方に引き込むようなことがあるかもしれない。
- ・シールドマシンの方は大気圧で、地盤の方は圧がかかっているため、N 値 0 のところでドロドロとしたものが入ってくるとすると、ひょっとしたらすごい量が出てくるのかもしれない。

(委員)

- ・私の印象としては、ボーリングデータのコアのサンプルを見るとそこまで乱されてる感じがしないので、ちょっと不思議だなと思っている。
- ・実際に今回取られた No. 4 のボーリングの N 値 0 の粘性土は乱されているような感じがあったのか。

(工事受注者)

- ・特にその中を砂礫土が流れたというような、乱された状態ではない。

(委員)

- ・シールドマシン切羽前面において、上の地盤が土砂の取り込みによって落ちてきたという感じで、その前面の部分が周りからの地下水の流入で乱されたような感じはないという理解でよいか。

(工事受注者)

- ・シールドマシンの前面はシルト層ではなく、かなり乱されたような状態。ちょうど、20 ページに示している、沖積粘性土と沖積基底層が互層になっている状態で、他の沖積基底層に見られる性状ではない。上の粘性土層については N 値が 0 で柔らかくなっているが、このコアの写真を見ていただくと、物が流れたというような状況ではない。

(委員)

- ・この沖積基底層の N 値はどのくらいか。沖積の粘土層は N 値 0~2 くらい、下部の方は 10 未満だと思うが。

(工事受注者)

- ・沖積基底層は砂質土層で N 値 5~10 くらい。

(委員)

- ・砂質土層ならここはもろに水を持っているということか。

(工事受注者)

- ・はい、ここは水を持っている。

(委員)

- ・上の水道が壊れたことで被害が拡大したと思われるが、水道水ではなく、土砂と一緒に地下水が入ってきていると思われる。ただ土砂は空洞ができると連続しては入ってこない。要は、砂礫層なので。水たまりが前面にできているようなところ

ろは、ボーリングでは見つからなかったのか。

(工事受注者)

- ・現状水たまりや空洞は見つかっていない。

(委員)

- ・どこまでボーリングを入れたのか。GL-30mまで入れたのか。

(工事受注者)

- ・シールドマシンの下側まで入れている。

(委員)

- ・No. 4 ボーリングではどこかでストンと落ちることはなかったということか。

(工事受注者)

- ・落ちるという意味で言うと先ほどのN値が0のところ、GL-22mのところで75 cm 自沈するという意味でストンと落ちるということはあった。しかし空洞のようなところは確認していない。

(委員)

- ・この上の方のN値はあって、下の方が少し低いというのはわからないか、粘土層が下から引き延ばされたような。下から引っ張られるのは負圧になるので、引っ張られて上の方に行くほど硬さが残っているということはないだろうか。

(工事受注者)

- ・そのあたりは、我々の知見では経験にない。

(委員)

- ・試験上調べてみることはできると思う。N値で測ると自沈してしまうが、きちんとコアが採取できているのであれば、例えば圧密試験をやってみるとか、それで本当にその性状そのまま落ちたのか、引き延ばされているのかという評価はできと思うので、試していただきたい。

(委員)

- ・コアが取れてるのであれば是非お願いしたい。

(委員)

- ・上の柱状図は標高で書いてあって、コアの深さはGLからの深さだと思うが、24 m～33mの間は、写真が省略されているのか。

(工事受注者)

- ・はい。

(委員)

- ・それは特に他と違いがないというか、同じだから省略されているのか。

(工事受注者)

- ・そのとおり、代表値として示している。

(委員)

- ・できたら全部見せてもらいたい。

ここで見る限りはとても綺麗に取れているように見えるので非常に不思議といえ
ば不思議だと感じる。

ーデータを提示ー

(委員)

- ・白く見えるのは何か。

(工事受注者)

- ・緊急で注入をしたセメントが固まってしまったものである。
この 16m 以深が一様に N 値が 0 の区間である。

(委員)

- ・先ほどから言っているように、空洞はなくて、うまく取れてないところもあるが、
連続して取れていると見ればよいのか。

(工事受注者)

- ・はい。

(委員)

- ・このコアは乾燥してしまっているか。

(工事受注者)

- ・乾燥してしまっているが、確認いただくことは可能である。

(委員)

- ・地盤については 14 ページに詳しく書いてあり、各層のコメントが①～⑧まである。
- ・No. 4 ボーリングが事故後、直近のボーリング柱状図だとすると、今仰っていたような⑦番の沖積基底層はシルトからなっているが、粘性土と書いてあるのは④と⑥だけで、その間の⑤が火山灰土となっている。
- ・④のコメントには、砂質シルトからシルトを主体とするが、シルト質砂を含み、非常に軟弱であると書いてあり、⑥のコメントも同じように非常に軟弱な海成シルトと書いてある。
- ・普通は地質を考えたときに粘性土層があれば C (粘着力) が期待できるのではないかと考えるが、今の説明と 20 ページの N 値が 0 になっていることを踏まえると、粘性土という先入観で見ないで、もっとすごく柔らかい土だったと考える必要があるのではないかと思う。そうすると、トンネル部分が大気圧なので、30m の水圧がかかるところで、もの凄い量の水が出てくる可能性もあると感じた。

(委員)

- ・確かにおっしゃるとおりで、粘性土と記載されているため、当然粘着力があると考えていたが、C が全く期待できないということもあるかもしれない。

(委員)

- ・細粒分が多いという意味では粘性土である。普通は粘性土と書いてあると C があると考えるが、実はそうではないのではないかと感じた。

(委員)

- ・地下水の流速はわかっているか。

(工事受注者)

- ・まだ測っていない。

(委員)

- ・それによって今後どうするか、原因究明には止水が必要となるが、薬液注入で固められるのか、凍結を使わないといけないのか、凍結を使うとなると塩分濃度の問題と流速の問題と、難しい問題が出てくる。
- ・その辺りも踏まえてどうだろうか、困難はあると思うが、切羽まで行ってみないことには何が起こったかわからない。
- ・原因がわかり、その原因を取り除くことができれば、再び同じことが発生するリスクをものすごく減らせる。
- ・そうでなく推測だけでいくとどうなるかという問題と、ある市の場合はルートを変えてもう一本掘る、ということになったが、今回の場合はこのシールドマシンが再度使えるかどうか、使うとしたら切羽まで行くことになり、使わないとしても、今後の工事の安全を考えると、やはり切羽まで行ってみないとわからない。
- ・このシールドマシンで今後も掘るという話になれば、マシンを回収して再整備させるか、切羽の前方に大きな空間を設けて、地中で補修するか。
- ・地中で抜本的な改修ができるかどうか、どういう状態になっているのか、何が壊れているのか、シールドマシン自体が壊れてるのか、シールドマシンは健全なのか、その辺りも確認しないことには、原因究明が進まない。今ここにおられる委員の皆さんも切羽まで行けばすべてわかると、どなたも感じておられると思う。
- ・そういう観点から、どういう方法で切羽まで行くか、ご意見等あればお聞かせいただきたいのだが、いかがだろうか。
- ・方法を考える前に、流速と塩分濃度を把握しておかないと、どうにもならなくなるかもしれない。
- ・先ほどの市の場合は地下水の流速が300mもあって、川じゃないかというくらいだったので、結局全部地盤を固めて、それから固めた地盤を凍結した。
- ・塩分濃度が高い場合、改良した土の中に塩分が残っていてもきちんと凍るのか、時間をかければ凍るような気はするが、その辺りも検討していかなければいけないと思うがいかがだろうか。

(委員)

- ・まず原因がわからないと対策がしっかりと打てないと思う。前の方から最初に水が漏れだしたということはわかるが、何故そこから水が漏れだしたかということは、よくわからないので、それをハッキリさせようと思うと切羽まで行ってみないとわからない。
- ・切羽まで行くにはまずシールドマシンの周りの水を止めなければならないし、周

りの水を止めないと、坑内に水が入ってきてまた陥没してしまうという流れになる。

- ・どうやって周りの水を止めるかという、いくつか方法があると思うが、前提条件があるので、その前提条件をクリアできるかどうかということをも確認するところからではないかと思う。

(委員)

- ・旧河川の場所であることは間違いないし、感潮河川なので、地下水も含めて塩分濃度の影響を受けていると思う。一方で広島市も市内の地下水の性状などを測っていると思うので、ある程度参考になるようなデータがあるのではないかな。今もおそらく水質とかを測るように依頼をされていると思うので、そういったデータをうまく活用しながら、マシン周辺を止水するといっても、人が中に入るのはかなり危険なので、慎重に検討する必要があると思う。

(委員)

- ・新たにやったボーリング 3、4、5・・・6 があるが、これはもう埋めてしまったか。

(工事受注者)

- ・一部観測井は残している。

(委員)

- ・では流速、塩分濃度を早急に測ってもらいたい。

(委員)

- ・注入材との相性などのように、固まりやすい固まりにくい、ということもあると思う。ある程度、早く固めた方がいいのではないかなと思うので、自然の条件と注入材の相性といった化学的な部分に関しても早く検討した方がいいのではないかなと思う。

(委員)

- ・このような条件の場合はどういう薬材を使うことになるか、その薬材が塩分に対して問題がないのかなど。
- ・裏込材もそうで、今 2 液のものを使っていると思うが、東京湾横断道路の時には塩分の中で 2 液が分離しないか、固化するか、強度が出るかなど、ずいぶん実験を行った。
- ・長期の耐久性については、10 年くらいまではあるが、それ以外はどうなってるか、よくわからない。それがみずみちの問題になるので。
- ・45 ページのシールド機の機内調査について、今水中カメラが潜っていると思うが、水中カメラは、切羽まではいけないのではないかな。
- ・水中カメラがどこまで行けるかにもよるが、土砂としてどのくらいの量が入っているのか、泥水の比重は 1.0 いくつくらいだと思うが、その泥水を除くと土砂はどのくらい入ったのか、逆に水がどのくらい入っているのか、ある程度両者を分

離できると思うので、それを算出してもらいたい。

- ・領域 1、領域 2 について、領域 1 は切羽に何かが起こったという想定、領域 2 は切羽に何かが起こった結果として、中折れに問題が新たに発生したと考えた場合、またはテールシールに問題が発生したことを想定した場合、それぞれ、止水範囲が異なる。この図は領域 2 まで止水しないといけないという想定だと思うが、今のところ領域 2、領域 1 についてどういう工法を使うか、目安を立てているか。まだ検討中か。

(工事受注者)

- ・それを含めて市と検討しているところ。

(委員)

- ・市としてはどうなのか。相当お金がかかる話になるが。

(事務局)

- ・全体を止水して掘り起こしていくというのは、非常に、お金の問題と、時間の問題というところがある。ただし、原因究明に至るところを、非常に深く重く受け止めているので、必要なことであれば、やっていかないとはいえないと考えている。

(委員)

- ・例えば、領域 1 をまず固めてみて、それで水位を下げて復水しないとなればいいが、復水があるとなると、切羽だけの問題じゃなくて他のどこかに原因があるという話になる。その辺りを踏まえて、二期に分けてやるか、それとも一気にやってしまうか、何か考えていることはあるか。復旧となると市との兼ね合いがあるので難しいかもしれないが。

(事務局)

- ・まだ検討に至っていない。

(座長)

- ・今日は工事の概要と事故の概要を伺ったわけだが、工事の概要については特に何かおかしいことはなさそう、ということになる。また、事故の概要も施工データを見る限りではそこに問題はなさそうである。
- ・地盤とか、そういうものが影響して、480mm 掘ったところで急になにか起こるといような話ではなさそうだし、皆さんがご覧になったとおり、切羽の前から土砂が流入している。
- ・切羽の前方というよりか、チャンバーの位置か。一番目のスクリュウは暗くて見えないが、一番目のスクリュウの先端、そのくらいのイメージだ。スプリングラインより上でクラウンの辺りから噴き出たとすればまた違う出方をしたと思われる。したがって、下の方から出水したことになり、下の方でチャンバーと繋がっているのはスクリュウだけ。スクリュウが抜けたり横に動いたということは監視カメラの映像を見る限りない。スクリュウ部だとすれば、スクリュウがすっぽ

抜ける、または溶接が切れて動く、止水部が壊れるということだが、それはない。また、止水が壊れても面積を考えるとそんなに大きな面積にはならないし、スクリーがすっぽ抜けたら、スクリーの大きさは 800 mm だから、そんな土量では済まない。(流入速度が) $48 \text{ m}^3/\text{min}$ として、破壊部を円にすると 38cm くらい、スクリーが動いていないで、あとチャンバーと外が繋がっているところは、上の方のマンロック以外にはなく、下の方にはスクリーコンベアしかない。

(工事受注者)

- ・上部にマンロックがあるが、それは今回リスクにならないと考えている。

(座長)

- ・出水位置は円の水平直径から下、スプリングラインから下ではないかと思われるが、スクリーコンベアが移動していないとすれば、考えられるのは隔壁ということになるが。

隔壁自体が破れるということはずない。とすれば隔壁とシールドマシンとの溶接くらいしか可能性はないと思うが。これは掘ってみないとわからない。

(委員)

- ・掘ってみなければわからないというのは仰るとおりだと思うが、10 ページの直径 38.3cm は、最初に出水が発生したときではなくて、もっと後になってからではないか。メカニズム的にはもっと小さいところで穴が開いて、中に水が入った後、中折れやテールの部分でさらに漏水が増え、合計で $48.6 \text{ m}^3/\text{min}$ になったのではないかと。そう考えると、あまり 38.3cm にこだわらないで、最初のスタートがどうであったのかをきちんと押さえることが大事ではないかと思うが、いかがだろうか。

(座長)

- ・そのとおりだと思う。
- ・これは、雨水貯留管なので、出来上がって初めて役に立つものになる。途中までで仕切りつけて、雨水を入れるというわけにはいかないだろうから、そういうことになるややはり、工事全体のスピード感も必要になる。
- ・一方で、原因がわからないのに事業を進めることは現実的にできない。シールドマシンが埋まってしまっているの。
- ・すると何がなんでもやはり、シールドマシンの切羽まで行ってみないことには何ともならない。そこで先ほど話題にした市はスピード第一ということで、事故を起こしたシールドマシンは埋め殺して、新しいシールドマシンを作って再掘進を始めた。
- ・その辺りも含めて、JV はあれだけ埋まったらシールドマシンがどういう状態になっているか、電気関係だけの補修でいけるのか、油圧装置なども全部ダメなのか、その辺も調べて欲しい。今までシールドマシンが埋まった例は結構あるので。
- ・シールドマシンが現状で復旧できるものかどうか、というような検討もしていた

だければと思う。

- ・もちろんそれは市との兼ね合い、両方で話し合いでやっていただきたい。

(委員)

- ・この委員会は、シールドマシンのところが最も重要だというのはよくわかっているが、建築の方の話でいうと、まずこの原因なり土砂の流入量だったり、シールドマシンの方の原因がわかったとして、それがどうして地表の方で 1500 m³の陥没に繋がったかとか、その陥没によってどうして今のような建物の傾斜とか、あるいはひび割れとか、そういうものが起こったとか、その辺はどこまで原因を追究される計画になっているのか。

(委員)

- ・この地盤であの建物がベタ基礎だと聞いて驚いたが、市営の住宅の基礎はどうなっているのか。

(事務局)

- ・市営住宅については、今手元に資料がないが、支持地盤まで深い基礎が入っているのではなく、約 7m 程度の摩擦杭だと聞いている。

(委員)

- ・市営住宅も被害を受けているので、摩擦杭がある 7m 以下のところで土が動いているということだろう。
- ・今のところ一時緊急的に避難していただいているが、あの建物をジャッキアップするのは難しいのではないか、結局壊して再建築になるのか。その辺りはどのように考えているか。

(事務局)

- ・本日、市営住宅を管理する者は出席していないが、改修する場合の手段については、単純にジャッキアップということではなく、基礎のやりかえも含めて考えていかなければならないということは、一般的に考えられることだと思う。その辺りについては、検討が必要だと思っている。

(委員)

- ・検討の対象にはなっているということか。

(事務局)

- ・仮にそういった選択をしなければならないということになれば、地盤を考慮した検討が必要だと思う。通常ではないといわれている速さで陥没が発生し、傾斜が起きていることをどのように評価すればよいのか、どこで止まるのかというところも現状わからない中で、そういった推定・予測を教えていただけるようなご意見があれば、お聞きしたい。

(委員)

- ・了解した。非常に難しい問題だが、そこまで含めた検討委員会だということは理解した。

(委員)

- ・あの建物は四階建てか、五階建てか。

(事務局)

- ・四階建てである。

(委員)

- ・四階でベタ基礎で、建築許可が下りるのか。

(事務局)

- ・昭和 40 年代の建築なので。

(委員)

- ・そういうことか、結構新しく見えたから。外壁を直したのか。

(委員)

- ・砂地盤であれば、ある程度の基礎の幅があれば、計算上の支持力はおそらく足りると思うのでそれで確認は通せると思うが、現在は液状化とか、杭の問題でひょっとしたら通らないかもしれない。

(座長)

- ・あと 10 分くらいあるが、全体を通していかがか。

(委員)

- ・大量の水があつという間に入ってきて、地表の方もすぐに陥没し、建物にクラックが入ったと聞いたとき、私もすごく速と感じた。新横浜にしても外環道にしても、土砂を取り込みすぎてしまってできた空洞が、砂質土層の上の方に伸びていって地表が陥没したということで時間がかかっているが、今回の場合は、トンネルの中に水が入ってきて、要するに吸い込んでるような状態となっている。
- ・それが今までの外環道とか新横浜とはまったく違ったところで、しかも 30m の水圧で吸い込んでいるので、変位が早く出たということではないかと思う。それが今までとの違いで、最初に話を聞いたときに違和感を覚えたところだ。

(座長)

- ・おそらくバキュームのような感じだと。

(委員)

- ・博多駅前の陥没では、現場で異常出水が発生してから、道路表面の舗装のクラックが出るまで、25 分から 30 分くらいだったと記憶している。
- ・博多駅前の陥没は 3 段階に分かれて進行したと記憶している。舗装のクラックが起きてから、陥没までは 5 分くらいだったと記憶しているので、そういう意味では今回の出水からクラックが発生するまでの時間は少し早いという印象を受けた。ただ、博多の地下鉄延伸工事は山岳工法で施工していたため、力学的なメカニズムが違うかもしれないが、その時間の差というのが今回と異なっていた点ではないかと思う。

(座長)

- ・切羽やチャンバーなど、土水圧を押さえているものが突然なくなったという状況が発生したように感じる。
- ・いずれにせよ掘って確認しなければわからないということであろう。
- ・第1回目にもかかわらず、なんとなく煮詰まってきたようにも思うが。次回は、原因を究明するということに加えて、この先工事をどう進めていくかという観点からご議論いただければと思う。そういう観点で是非、よろしくお願いします。