

第2回逢初川土石流の発生原因調査検証委員会 議事録

日 時：令和3年11月26日（金）午前10時から12時

場 所：県庁別館9階特別第1会議室

○事務局

定刻になりましたので、ただいまから第2回逢初川土石流の発生原因調査検証委員会を開催いたします。本日はお忙しい中、ご出席いただきまして、誠にありがとうございます。私は本日、司会進行を務めます、静岡県交通基盤部砂防課の西川と申します。よろしくお願いいたします。

今回は、委員会設立後、最初の対面式の委員会となりますので、改めてお引き受けいただきました委員をご紹介します。

次第をめぐっていただき、座席表をご覧ください。土木学会中部支部を代表いたしまして、沢田委員でございます。地盤工学会中部支部を代表いたしまして、小高委員でございます。砂防学会東海支部を代表いたしまして、今泉委員でございます。よろしくお願いいたします。

続きまして、発生原因究明チームを代表いたしまして、副知事の難波からご挨拶を申し上げます。

○難波副知事

大変お忙しいところお集まりいただきありがとうございます。今回初めて対面ということですが、今泉先生には発災直後の崩壊地の再崩落というか、2次崩落の危険について検討する委員会を直後に立ち上げて、委員長としてご指導いただきました。

それから、沢田先生には、7月3日の夕方から、三次元の点群データの関係で、いろいろな面でご助言いただいていますし、また小高先生におかれては、当初、県がいろいろな発生原因について推定しておりましたけれども、その時にも、いろんなご助言をいただいております、今日初めての対面ということですが、実際にはこれまでも様々な面でご指導、ご助言いただきましたことに感謝申し上げます。

この委員会ですけれども、当初4回やることにしておまして、資料2というのは後で説明させていただきますけど、第1回が9月7日、第2回を10月下旬にする予定でした。今、11月26日ですので、1ヶ月遅れているわけですが、その理由としましては解析をするよりも、現地の状況について詳細に調査をした方がいいのではないかということを委員の先生方からご指導いただいて、それに力を入れてきたという状況になっています。その結果非常によく分かってきたというところと、分からないところが明確になってきましたので、それらを踏まえてこれからどういう解析をして

いったらいいかということをご議論いただければと思っております。どうぞよろしく申し上げます。ありがとうございました。

○事務局

なお、発生原因究明チームの出席者につきましては、座席表のとおりとなります。それでは早速でありますけれども、議事に入ります。議事次第に従って進めさせていただきます。

次第番号2番、第1回検証委員会の委員意見に対する対応状況、続いて、次第3番の当初検討スケジュールと、現在の状況について説明の方をお願いしたいと思います。

○事務局

砂防課長の杉本と申します。よろしくお願いたします。お手元の資料の中の資料1をご覧ください。9月7日に行われました第1回検証委員会の意見に対する対応状況ということでまとめさせていただきました。この中で、主なものについてご説明いたします。

まず番号の1番、2番ですけれども、これにつきましては、土石流の現象、盛土崩壊過程についてのご意見をいただきました。これにつきましては、住民が撮影した動画等や現地調査から整理しております。

続きまして、ナンバーの5番、6番、7番、8番になりますが、これにつきましては、ボーリングの目的及び位置の決定についてのご意見をいただきました。これに対しましては、盛土内外の地層の連続性と、流域外から崩壊地までの地下水の流れを把握するための2本のボーリングと、土のN値を計測する1本のボーリング計3本を、盛土内で追加実施いたしました。

続きまして、ナンバー10番、12番、13番についてですが、これにつきましては固化材の使用を含めた盛土材料の特性の把握についてのご意見をいただきました。これにつきましては、ボーリングコアや落ち残り盛土を使用して、各種土質試験を実施しているところでございます。

続きまして11番、これにつきましては土地改変行為の経緯についてのご意見ですけれども、これにつきましては、行政手続きチームからの資料を基に、今整理をしております。なおこれらの項目については、この後の委員会の中で、詳細な説明をさせていただきます。

続きまして、お手元の資料の2番をご覧ください。検証委員会の当初のスケジュールと現在の状況ということで、ただいま副知事からもお話がありましたように、9月7日にこの委員会を立ち上げまして、災害の概要、あるいは今後の調査内容について、ご検証いただいたところです。

第2回は本日でありますけれども、これにつきましては、調査に時間を要したこともあり

まして、1ヶ月遅れの内容となっております。この後になります。第3回につきましては、今のところ1月下旬を予定しております。新たな課題等がなければ、解析結果の報告、並びに外部研究者等の解析情報の報告などを行う予定でございます。

第4回につきましては、現在のところ3月ですけれども、ここで調査報告書案の報告をさせていただく予定となっております。以上のスケジュールで今後進めていきたいと考えております。説明は以上です。

○事務局

ただいま説明がありました第1回検証委員会の委員意見に対する対応状況、当初検討スケジュールと現在の状況について、ご意見等はございますでしょうか。

○沢田委員

今のスケジュールの第3回のところ、外部研究者等の解析状況の報告という項目が挙げられているんですけど、これは何かもう、情報が得られるという予定があるのでしょうか。

○難波副知事

はい。いくつかいただいているんですけど、静岡大学の例えば、北村先生、地質の調査をされたりして、どっから土が運ばれてきたのかとか、土質の物性、そういったものについて検討いただいていますので、そういう外部で何人かの先生方が検討してくださっています。そういうものが出てくると思っています。

それから、学会です。ちょっと我々、学会のところにアクセスできていないんですけど、委員の先生方から、学会でこんな話が出てるといふのをご紹介いただければ、それを我々の方でまとめて、あるいは、解釈してここでお示しする、そんな形をとりたいたいと思っています。

○沢田委員

ありがとうございました。

○事務局

他にご意見ありますでしょうか。よろしいでしょうか。ありがとうございました。それでは次第番号4番。各種調査結果の報告に移りたいと思います。

○事務局

砂防課傾斜地保全班長の 大野 です。よろしくお願ひします。

資料3、3-1の調査平面図をご覧ください。ボーリング調査はNo.1からNo.5までの5

本とNo.3 別孔の1本の合計で6本のボーリングを掘削しており、現在No.5を掘削中で22mまで掘削しています。また、溪流内などに流量計を6箇所設置して常時流量を観測しています。崩壊斜面からの湧水についても7箇所以降の降雨の後などに流量を計測しています。

3-2の実施調査一覧表をご覧ください。調査内容はボーリング調査に加えて、ボーリングを利用した地下水の流向・流速や流動層の把握を行っています。また、室内の土質試験においては、ボーリングコアや落ち残りの盛土部で採取した試料から各種試験を行っています。

続きまして、ボーリング柱状図の説明をさせていただきます。資料4をご覧ください。No.1ボーリングは35mまで掘削しました。地表から約1.0mの盛土があり、盛土の中にはコンクリート片が確認されました。盛土からは玉石やレキ交じりシルト層が続き、約10m以降は風化や変質安山岩が確認されました。

4-4、No.2のボーリング柱状図をご覧ください。No.2ボーリングは50mまで掘削しました。地表から6mまではレキ交じりシルト層が続き、6m以降は風化安山岩や変質安山岩が確認されました。

続いて、資料4-7をご覧ください。No.3ボーリングは38mまで掘削しました。地表から12mまで盛土があり、盛土の中にはコンクリート片のほかに木片やプラスチックやレンガ片が混入していました。シルト質レキ層が14mまであり、それ以降は風化安山岩などが確認されました。

4-10、No.4のボーリング柱状図をご覧ください。No.4ボーリングは21mまで掘削しました。地表から15m程度まで盛土がありました。18mまでシルト交じり砂礫層が続き、それ以降は風化安山岩を確認しました。地盤の締り程度を表すN値は盛土内では2~8を記録しました。以上がボーリング結果になります。

○難波副知事

今、ボーリングのデータだけが出ていてですね、なぜその位置にしたのかという説明が、委員の先生方とはご相談してこういうことだということだったんですけど、それをやっぱり説明していかないといけないので、4-12ページはこの盛土があった逢初川の源頭部のところに、どういうふうに水が流れてきそうかということを想定して、A断面、B断面、C断面、D断面となっていますけど、こういった断面の地層がどうなっていて、その中の水の流れがどう流れているのかということが非常に重要になってきますので、そういった面でこの位置を選んだということになります。ちょっと先に行きますけど9-2というのを見ていただいて、真ん中あたりのページにありますけど、9-2で流向、流速観測結果から見る地下水流動があります。これでボーリング結果と、ここで見られた地下水流動を見て、このあたりの地下水の流れがこうなっているのかということをご想定しているわけですけど、こういうこと知るためにボーリング位置を決め、それから、どういう地形・地層になっているかを調べているという

ことです。以上補足でした。

○事務局

続きまして、資料4-12 ページ地質断面図の平面図をご覧ください。地質断面図は ABCD の4つの断面図を作成しています。

4-15 のC断面をご覧ください。この断面は、ボーリングを上から（左から）、1、5のボーリング、3のボーリング、4のボーリング、そして崩壊地を結んでおります。ピンク色が盛土ですが、ボーリング箇所の盛土厚と航空写真、現地状況などからある程度の想定で盛土の厚さや範囲を引いています。なお、崩壊地の湧水点は逢初川の旧河床であるレキ層から流出しています。

続きまして、これらのボーリングで行った調査結果についてご説明させていただきます。資料は、5-1ページになります。No.1ボーリングの調査結果になります。No.1においては、地下水位は地表から7m下にあり、透水性は5.5～6.0mのシルト質レキ層で高くなっています。右上の地下水の流動層を表す地下水検層は地表から10m程度まで反応があり、流速は1分間に0.021～0.040cm動いています。

続きまして、資料5-2をご覧ください。地下水位は地表から25m程度下にあり、25～50m程度まで地下水の流動層が見られ、流速を計測したところ、1分間に0.028cm動いていることがわかりました。

続きまして、5-3ページお願いいたします。地下水位は本孔では地表から14m下、別孔では地表面付近まであります。本孔におきましては、掘削中にボーリングの掘削水が全部抜けた地表から12m付近のシルト質レキ層で透水性は非常に高くなっています。地下水流動層は本孔では地表から30m程度と、別孔では全体的にゆっくりとした流れがあり、1分間に0.001cm動いています。

続きまして、資料6になります。熱赤外面像による湧水点調査と周辺溪流との流量比較になります。

6-3ページをお開きください。熱赤外面像における湧水点調査になります。崩壊地内には、雨による浸食などで目視では湧水箇所の判断が困難なため、熱画像カメラをドローンに搭載し、地表面の温度差から湧水点を調査することとし、降雨後の早朝と日中で4回計測しました。

6-5、熱画像例をご覧ください。右の図のように、崩壊地の途中から低温の着色が開始されている箇所を湧水点としています。

○事務局

6-6～6-8までは、熱解析の画像となります。

6-10に、それらを分析した分布図を載せております。崩壊地内には、常時湧水がある箇所や降雨時に湧水がある箇所など、約80点程度の湧水点があることがわかりました。

濃い青は常時湧水がある箇所、薄い緑が晴天時は湧水が無い箇所、それらが 80 点程度あることがわかりました。

続きまして、6-15 になります。周辺溪流との流量比較になります。逢初川と北側の鳴沢川と南側の寺山沢におきまして、同じ標高で流量を観測したところ、上流側の計測地点においては、逢初川のみの流量が観測されました。

続きまして、資料 7 になります。土石流災害発生時の雨量規模になります。7 月 1 日～3 日までの 3 日間雨量は、熱海観測所で 491 mm を記録しました。また網代観測所においては 3 日間雨量が 411 mm であり、過去 85 年間で 2 番目に大きな雨量となりました。

7-3 をご覧ください。国土交通省の解析雨量によりますと、土石流が発生した 2 時間前には時間 40 mm 程度の降雨があったことに加え、土石流発生の直前の 10 時台にも 30mm/h 程度の降雨があったことが分かっております。

続きまして、流量観測の結果の説明となります。資料は、8-2 をご覧ください。溪流内などに流量計を設置して、常時流量を計測している箇所が 6 箇所あります。

8-3 が位置図になります。

8-4 は流量観測結果になります。R1～R4 までは降雨がない時期でも地下水がある基底流量が観測されています。また、右の赤矢印の箇所ですが、11 月 9 日の累計 53 mm の降雨の 2 日後に流量が増加しています。これは左側の 10 月 22 日ころの赤矢印でも同様に降雨後に流量の増加が見られます。

8-5 をご覧ください。湧水の観測になります。降雨後などに直接流量を計測している湧水点が 7 箇所あります。

8-7 をご覧ください。湧水観測の観測結果となります。湧水量は No.1～3 の斜面下部からの流量が多くなっています。EC 電気伝導度は一般に、地下水の流動経路が長いと地下水中の電解質の影響で値が高くなりますが、ここに記載されている EC の値は盛土の前の逢初川の元の河床部からの湧水である No.1 で低く、岩盤内部からの湧水である No.4 で高い値となっています。

続きまして、これらの地下水に関する考察について、説明させていただきます。資料 9 になります。

9-2 をご覧ください。ボーリング箇所における、地下水の速さと流れの方向を平面図上に矢印で示しております。逢初川の北側の鳴沢川方面から崩壊地へ流入している地下水の流れがあることがわかります。

9-3 をご覧ください。上の A 断面はボーリング No.1 と No.3 と崩壊斜面を結んだ断面となります。No.1 は地表から 10m 程度までの浅い層の地下水があります。また No.3 は盛土内のゆっくりとした流動層に加えて、ボーリング掘削時に盛土層の底面からボーリングの掘削水が全部抜けたほど非常に透水性が高い層があることがわかりました。下の B 断面はボーリング No.2 と崩壊斜面を結んだ断面です。No.2 は地表から 25m 下の箇所に地下水層があります。地下水が流れている箇所を斜面方向に延長すると湧水点となります。

9-4をご覧ください。流量観測点ごとに、流域面積を算出しております。

続きまして9-5をご覧ください。R-1～R-3の流量観測点における考察となります。

○難波副知事

委員の先生方は分かっておられますけど、全員がこれで理解してるわけではないので、説明をいたしますけれども、ここが源頭部になりますので、ここに水がどうやって集まってくるのかということを知るためには、まず地表から、いわゆる流域と言われてるところがどこで、それから、地下水がどこから集まってくるのかというのが、非常に大事になります。当初から委員の先生方から、こちらの鳴沢川の流域の地下水が相当逢初川に入り込んでいるのではないかというご指摘がありました。

先ほどのボーリング調査はその点を非常に重視してやったわけですが、R-6は鳴沢川の流域になりますけれども、これが逢初川側の源頭部のところです。面積で言うとR-5というのは、26,255m²しかない。その下に、このR-1、R-2というのがありますけど、このR-1っていうのは、逢初川側の右岸側、下に向かって右側の斜面の下から出てくる水で、こちらのR-2というのは、逢初川側の左岸側の小さな沢から出てくる水で、それが集まってR-3になることを表したものです。

従って、先ほどからいろいろ説明をしておりますけれども、ここからの流れがこの逢初川の、流域に降った雨がどういうふうに入ってくるのかということと、もう一つは、こちらの、鳴沢川の流域の表流水は、逢初川に入ってきませんけれども、地下水は、逢初川の源頭部に入ってくる可能性があるということで、これを調べるための調査となります。

○事務局

9-5をご覧ください。R-1～R-3の流量の比較をしております。R-1～R-3の流量観測点における、雨量・流量の関係性を見ています。上の図の③ですが、大半の期間では逢初川のR-1（黒色）の流量が鳴沢川方面からの地下水であるR-2（緑色）を上回りますが、R-2は降雨後2日程度経過してから流量が増加し、11月12日以降はR-1を上回り続けています。このことから、R-2は遠くの流域から地下水が遅れたタイミングで流出していることが考えられます。

④ですが、それに比べて、R-1は降雨後緩やかに流量が低減していることから、R-2よりも近くの流域からの地下水が流出していると考えられます。下の図は降雨と流出の水量を比較しています。実線が流出量の総量で、破線が流域内の雨の総量となります。雨の総量は10月14日以降の累積雨量に集水面積をかけて算出しております。

⑤ですが、黄色線をはじめ、すべての実線は11月10日までの期間中一定の傾きであることから、11月10日までの弱い雨では、地下水の流出量は雨の影響を受けていないと考えられます。また10月28日くらいから実線である地下水の流出量が破線である雨の総量を上回っていることから、地下水が他の流域から供給されている可能性も考えら

れますが、観測期間が短いため、今後も継続監視していく予定です。

9-2をお願いします。熱赤外面像の湧水点調査から、崩壊斜面には多くの湧水点があることが判明いたしました。ボーリング孔内の地下水流動層特定や、流向流速観測の結果より、北側の鳴沢川流域から、逢初川方面崩壊斜面に向かう地下水の流れが確認できました。これに対応して、崩壊地内の流量観測 R2 では、基底流量と降雨終了後数日かけての流量増加が認められ、比較的遠い流域からの地下水の流入が示唆されております。

また、ボーリング No. 3 では、盛土と旧河床の境界付近に極めて透水性の高い地下水層が確認されました。その下流に位置する、流量観測 R-1 では基底流量が認められますが、R-2 とは異なり、降雨後緩やかに減少しており、R-2 よりも近い流域からの地下水の流出が示唆されております。

上記より、崩壊した盛土には大きく分けて2ルートの地下水供給があった可能性があります。鳴沢川流域から逢初川の斜面脚部へ基岩内を通り、降雨後やや遅れて流入する地下水。上流側の盛土底面の透水性の高い旧溪床堆積物を通り、降雨後比較的速やかに流入する逢初川の地下水。

このことは、電気伝導度の計測結果とも一致しております。逢初川の No. 1 が低く、鳴沢川流域からの No. 4 が高くなっています。

ただし、まだ観測期間が短いため、引き続き観測を行い、より長期の観測結果を踏まえて考察する必要があると考えております。以上が地下水に関する考察になります。

ただいまの調査結果の報告のうち、地下水に関する考察までの説明がありましたが、ここまでで何かご意見ありますでしょうか。

○難波副知事

ちょっと補足をさせていただきますと、これは10月の雨でしたので、7月の総雨量は449mmで、このときの雨量は100mm未満ですので、雨量規模としてはかなり違うことになります。

従って、この調査結果をもって、7月1日から3日の雨の時にどういうふうに地下水が出てたのかということ、決めつけることはできないわけですが、一つ補足というのは7月4日の朝にどういう状態だったかということですが、右岸側の No. 2 のところで、すぐ下側に盛土が壊れたところありますけど、そのすぐ下部からも相当の地下水と言いますか、湧水点から水が吹いてました。

その横に水道管があるんですけど、水道管ももちろんでなくて、高い点から湧水が出てましたので、おそらく7月のような累積で雨量が増えてくると、この辺りの地下水が上がって、湧水点がどんどん高いところからも出てくるという状態になるだろうと思います。

それは No. 3 の側も同じだと思いますけども、ただこちらはどちらかというと、先ほどの説明で、逢初川流域の水は比較的早く出てきますので、雨に反応早くして雨が降る

とすぐ水出てきますけども、雨が止むと出てこないという状況になります。

先ほどの No. 2 の下側のところは、7月4日はもう雨は止んでましたけれども、その時点でここからはかなりの量の水が出てましたので、そういう面で、この左岸側の上側のところは、長雨が續くと、上流部の上の方からも、鳴沢川流域からだろうと思われる地下水が入ってくるという状況だということをお補足させていただきます。

○事務局

ありがとうございます。何かご意見ご質問等ありますでしょうか。

では今泉先生よろしくお願ひします。

○今泉委員

ご説明ありがとうございました。ボーリングの説明のところ、シルト質礫層の透水性が極めて高いというご説明がありました。それで、資料 6-10 で湧水地点の分布図があるのですが、これもシルト質礫層との対応関係というのは、何か見られるのでしょうか。

○難波副知事

明確なところはわからないですけど、先ほどの考察でいうと、その部分が源頭部のところにつながっているんじゃないかという考察になっていますので、そこはしっかりと高さだとか調べていかないといけないと思います。

後ほど、水の流動の解析をしていきますので、それとの関係で、そこを通った水がどこに行くのかというのと、こういうところで調べた調査結果を対照すると、どこを水が通ったのかがある程度分かるのかなと思います。非常に重要な点だと思います。

○今泉委員

今おっしゃられたとおりだと思ひまして、今回の観測で深いところの流域外から水が流入しているというのは一つの大きな成果だと思います。それとともに、シルト質礫層というのも一つの鍵になるのではないかと思ひまして、盛土への水の供給や盛土からの水の排水を担う重要な層なのかなと、解析をするうえでもその点に注目して解析を行う必要があると感じました。ありがとうございました。

○事務局

その他ありますでしょうか。小高先生お願ひいたします。

○小高委員

非常に詳しいボーリングを計画的にされたことによりまして、かなり地下水の流れが

見えてきたのかなと思います。今泉先生のコメントにも関連するのですが、No. 1 の浅いところで、礫層がありまして、ボーリングの No. 3 でも盛土の下にシルト礫があるということで、突出して透水性が非常に高い。先程湧水点 No. 1 では雨の感度が非常に高いというご説明が難波副知事からあったのですが、今回の崩壊時の雨を考えますと7月1日から3日にかけて雨が降ったということで、やはりこちらの短期的な水の流れというのにも引き続き見ていかなければいけない点だと思います。

そこで、4-15の地層の図がございしますが、まだNo. 5の結果が提示していただいているのですが、地質断面の想定ですけどもNo. 3とNo. 4には非常に透水性の高い礫層が書いてありまして、やはりNo. 1のところにもあって透水性が非常に高く、透水性のオーダーが1桁、2桁高いようですが、No. 5のあたりも含めてこれらの層が上の方からつながっているのかどうかを明確にさせていただく必要があるのかなと思います。No. 1のところでも鳴沢川につながっているわけですので、こちらの方からの水の流入がどれだけNo. 1からNo. 5だとかNo. 3にあるのかというのを確認していただきたいと思います。先ほどの第一回目委員会の対応のところ、電気探査を実施して解析中と説明されていましたが、こちら辺ではどういう測線を選ばれたのか、例えばNo. 1、No. 5、No. 3で地下水の層が確認できるような測線を選んで実施されているのかどうかとか、そのへんの補足をしていただきたいと思います。

○事務局

電気探査は現在解析中ではありますが、解析のラインとしてはNo. 1 ボーリングとNo. 2 ボーリングを結ぶラインはやっております。それと、No. 2 から崩壊地方面に向かう側線も行っております。No. 1、No. 5、No. 3、No. 4 から崩壊地に向かう流れも確認しているところがございます。以上になります。

○小高委員

No. 5 と No. 3 を結ぶラインもやっていたらいいということでもよろしいですか。

○事務局

やっております。

○小高委員

わかりました。地層的には薄いものかもしれませんが、水分の多いものが出てくる可能性があると思います。

○事務局

他よろしいでしょうか。沢田先生お願いいたします。

○沢田委員

お二人の先生がおっしゃったことをきちんとまとめていただければと思うんですけど、資料5の地下水位が11月9日の雨の時に最高水位と書いてあるんですが、これのレスポンスと先ほど説明いただいた流水の量の時間差というか、ちょっと違いがある気がしていて、このあたり特に地下水観測のグラフが小さすぎて私はちょっと見えなくて難しいんですが、孔内の水位の割には流水の量がある程度、降雨に敏感に反応していると思います。このあたりについてどう解釈するかというのが、盛土内に入った水の量と盛土内に定常的に入っていた水の供給され方というのに大きく関係するかと思うので、そういう関係性を詳しく見ていただければ良いかなと思いました。以上です。

○事務局

ありがとうございました。他はよろしいでしょうか。そうしましたら、引き続きまして資料の10以降の調査結果について説明をいたします。

資料10「空中写真判読による盛土履歴調査」について説明いたします。ページは10-2ページをご覧ください。周辺も含め地形改変が行われる前の1967年の空中写真から2019年の航空レーザー計測と現地の地上写真から地形改変の変遷を整理しております。

10-6ページをご覧ください。左側の図面は1967年の空中写真を解析した図面に今回崩壊した部分を転写したものになります。こちらに薄く黄色線で示された範囲が崩壊した範囲になります。矢印のある部分のように、今回の崩壊範囲は元々の谷地形と類似していることが確認できます。

10-9ページをご覧ください。2002年の空中写真の状況になります。逢初川の北側に隣接する鳴沢川上流部において、開発が進んでいることが確認できます。この時点では、逢初川ではまだ開発が行われておりません。

10-11ページをご覧ください。2007年の現地状況写真になります。すでに現場としては、森林が広範囲にわたって伐採されています。10月に公表した公文書の中では、この年の3月に県土採取等規制条例に基づいて「土の採取等計画届出書」が市に提出され、4月に受理をしている状況で、それを受け、伐採を進めている状況です。

10-14ページをご覧ください。2009年の空中写真の状況です。崩壊箇所北側の造成はほぼ完了し、崩壊箇所付近でも盛土作業が行われていることが確認できます。

10-15ページをご覧ください。2009年の現地状況写真になります。逢初川河口の濁りを受けて現地確認を行っている状況です。雨水により、開発地の転圧不足の土砂が流れ出ている状況が確認できるかと思います。

10-17ページをご覧ください。2010年の現地状況写真になります。盛土の中腹あたりで白いものが見えるかと思いますが、固化剤を投入し修復をしている状況となっています。

10-18ページをご覧ください。2011年の現地状況写真になります。法面の排水状況が

悪く、小段の上に水が溜まり、左岸側に水みち、崩壊が確認できます。この時、8/28以降では熱海土木事務所の雨量計では降雨が観測されていません。2～3日前から雨が降っていない状況の中で水が貯まっています。

10-20 ページをご覧ください。2012年の空中写真の状況です。今回崩壊箇所の盛土はほぼ完了にしていることが確認できます。

10-24 ページをご覧ください。土石流発生直前の現地状況写真になります。見た目は安定しているように見えています。左岸側に水みちが見られます。

10-26 ページをご覧ください。崩壊地周辺の切り盛り分布を示したものです。逢初川、鳴沢川ともに上流部で谷を埋めて、盛土が行われていることが確認できます。

10-27 ページをご覧ください。地形データを基に各時期の盛土形状を推定したのになります。大きく2段に分けて、盛土が行われています。

10-30、31 ページをご覧ください。2017年、2019年の空中写真の状況です。先ほども報告させていただきましたが、盛土小段に湿りがあり、ところどころに小崩壊が見られます。

引き続きまして、資料11「現地調査結果」についてご説明させていただきます。

11-3 ページをご覧ください。8月2日の源頭部の全景写真になります。左岸側崩壊地の茶色の部分は地山であり、先ほど説明させて頂いたように元地形に近い状況となっています。水色の破線部分の近景は11-4、5ページに示しています。中央崩壊地では、林道面の上下で異なる時期の盛土が露出しており、左岸側崩壊地には、地山が露出していることが確認できます。

11-8 ページは、盛土の構造・性質や混入物の調査結果を示しています。盛土材料の特性を把握するために盛土の土壌硬度とpHを実施しています。その調査結果については11-8ページから11-10ページに示しています。崩壊地表面の状況を確認し、廃棄物の混入状況や盛土の埋め立て状況の確認を11-11ページから11-13ページにかけて示しております。盛土内には廃棄物が混入されており、地表物の撤去を行わずに盛土等を搬入していることが確認できます。

11-14 ページをご覧ください。盛土下部の排水暗渠の設置状況について、現地で1箇所、崩土と溪床堆積物の境界部にφ20cmのポリエチレン管を確認しています。

次に11-19ページをご覧ください。空中写真等から判読した流下痕跡から、河道の流下痕跡高を整理した結果となります。

11-20、21ページをご覧ください。現場での流下痕跡状況です。河積の狭さによる流下高さの上昇、屈曲部の慣性力による乗り上げにより、痕跡高にばらつきが出ています。

既設砂防堰堤については、右岸側で斜面を乗り上げるような形で痕跡が残っています。砂防堰堤下流側に一時的に土砂が堆積し、その後の土石流等によって二次侵食されたと考えています。

11-22 ページをご覧ください。流下痕跡の縦断図になります。左右交互に乗り上げて

いますが、各測点で低い方を赤丸で示しています。赤丸は明瞭な逆勾配や水平線はないことから、天然ダムが形成された可能性は低いと考えています。

続きまして、資料 12 に移らせていただきます。資料 12 住民撮影動画及び消防通報記録による土石流流下実態の把握ということになります。

12-2 ページをご覧ください。調査方法として、住民、NHKの動画や消防の通報記録等を収集し、12-4 ページから 6 ページにまず時系列で整理しています。

12-7 ページをご覧ください。第 1 波の状況です。NHK動画では、泥を主体とした流れであり、表面には流木を多く含んでいることを確認しております。10 時 54 分の住民動画では、丸越酒店より上流に堆積したままになっています。

12-8 ページをご覧ください。第 2 波の状況です。源頭部にある熱海市の水道管が 10 時 53 分に破断しており、10 時 55 分に丸越酒店付近で水煙をあげながら、きわめて大規模な土石流が流下し、複数の家屋を流出させている状況が確認できています。12-19 ページ以降に示したように、第 3 波以降も土石流が流下を続けて、12 時 10 分頃には、国道 135 号に高粘性の泥流が流下していることが確認できています。

12-15 ページ、こちらはこれまでの動画等を基に推定した、各土石流の流速と流量の算定結果を総括しています。第 1 波と第 2 波で流下の形態が異なり、流速や流量が異なっているということを推定しています。

12-16 ページ以降につきましては、崩壊・流下過程の程度の推定まとめを説明しています。

12-17 ページをご覧ください。崩壊発生前の源頭部の盛土内では、降雨に敏感に反応する逢初川の旧河床部分を流下する地下水と、降雨後に時間をおいて反応する鳴沢川流域から流入する地下水の存在があるということを確認しております。この 2 系統の地下水の流入量の合計が、崩壊に関係している可能性が考えられると思っております。

12-18 ページをご覧ください。土石流の第 1 波を引き起こした崩壊土砂は、地下水の増加によって盛土末端が崩壊し、その上流部が不安定化して、順次崩壊域が広がっていったといったことが考えられます。

○難波副知事

ちょっと補足をします。第 1 波と土石流の一次崩落の関係がわからないと思えます。第 1 波・第 2 波と言ってるのは下流部で観測された土石流を第一波・第二波と言っております。

例えば 12-18 ページの一次崩落というのは源頭部の崩落になります。源頭部の一次崩落と下流の第 1 波が時間的に一致してるかどうかというのはわかりません。ですので下流部での土石流の第 1 波・第 2 波という言い方と、源頭部での崩落が何回に分けて起きたのかは、別の現象として定義しておかないといけないので、下流部の土石流

は第1波、源頭部の崩落は一次崩落、二次崩落、三次崩落という表現にしています。

○事務局

12-19ページになります。土石流の第2波を引き起こした崩壊土砂というのは、盛土下部を失ったことによって、水道管が破断したB断面が不安定化して、崩壊した可能性があると考えております。

12-20ページをご覧ください。土石流の第3波以降を引き起こした土砂の崩落については、はっきりしたことが分かっていないという状況です。中央から右岸側の盛土の崩壊によるものなのか、河道内に貯留していた土砂の移動、またそれらが複合して起こったということが考えられます。

それでは引き続きまして、次第番号5番について、難波副知事の方から説明をお願いしたいと思います。

○難波副知事

その前に確認をしておかないといけない大事なポイントとして、11-20ページは源頭部の盛土の下端から少し下流の流下痕跡は非常に高い位置にあります。

右岸側の地表を見ていただくと、河床まで盛土らしきものが残ってないんです。それから粒度の高いもの（大きなサイズの土砂）が、ここをもし流れていれば、このあたりは何らかの形で残っているはずですが。

どちらかというと、左岸側には落ちてきた盛土の落ち残りみたいのがありますが、右岸側にはほとんどありません。ですから、ここは水分のすごく多いものが、この右岸を洗ったんだろうというふうに想像されます。

それから次の11-21ですけど、これも同じでこれは砂防堰堤のすぐ下側になりますけど、この右岸側も綺麗に洗われてます。後から落ちてきた盛土の粒度が高ければ（大きなサイズの土砂があれば）、このあたりには、盛土の黒っぽいのが残ってもいいはずですけど、残ってなくて、この時点では緑化してきてますけど、残ってなくて綺麗に洗われてます。ここのあたりも水分量の多いものがここを吹き飛ばしていったんだろうということが想定されます。そうすると、問題は、先ほどから下流部の第1波というのがありましたけども、下流部で観測された第1波、10時28分頃というのは、非常に粘性度が高くて、それで途中で止まっています。それが最初に起きていて、そのあと、10時55分に下で水しぶきを上げながら水を吹き込んでますけれども、それがおそらくこのあたりを洗ったんだろうと思います。そういったことを踏まえるとそれだけ水分量の多いものが、その水分がどこにあったんだろうかということが非常にポイントになります。

先ほど、天然ダムは形成されてないっていう説明ありましたが、それは大規模な天然ダムが形成されてないと、この流下痕跡のところまでいくような、天然ダムが形

成されていたわけではなくて、途中のどこかに天然ダムが形成されていて、それが谷の水を集めて、そこに1回水分の多い状態のちょっとした池ができてたのではないかなと。

それに対して、10時53分に源頭部の左岸側が崩落しましたので、それがその天然ダムを壊して水分を下流に吹き飛ばしたんじゃないかということが推定されるということです。

ただし天然ダムができていたかどうかということは、結果から確認できません。あくまで、こういった右岸側の洗われてる状況とか、そういうところを見ると、そんなことが起きたのではないかなと想像します。

13-1を見ていただいて、今のようなことを踏まえておそらくこんなことが起きたんではないかというような、これはかなり大胆な推定です。

7月13、14日には、最初はパイピング現象が出てきて、下で水が一気に吹いて、それが先ほどの水しぶきを上げたような、水煙を上げたような、土石流になったのではないかという説明をしましたが、それは多分誤りだろうと、間違っていたと思います。最初の第一波は非常に粘性度が高いものがドロドロでしたので、したがって、パイピングで水が吹き込んだのではないだろうと思います。

13-1を見ますと、まずこれは調査結果からわかったことの総括と言いながら、大胆な推定ですけども、降雨強度については、長めの降雨ですが、3日間で20年に1度ぐらいの雨だったということですから、例えば100年に1回とかいうような、天災的な雨ではなかったということだと思います。十分起こり得る雨ということですよ。

2番目、崩壊前の盛土の構造ですけども、ここからは、盛り土と言いますが、盛り土の様な形になってますが実際には、土が盛られているだけです。盛り土と言います。崩壊した盛り土は、標高350から405メートルの間に形成されていた、その上流にも盛り土が行われていましたが、落ち残っています。これは事実です。盛り土の下端は、林地開発許可違反の復旧工事で設置されていた、転石積の土留と丸太土留を何らかの方法で補強した土留が設置されていたんだらうと思います。配水管は直径20センチのコルゲート管が、土留から短い長さで設置されていたと思われます。これは確度の高い推定。それから盛り土の中には排水管は設置されていなかったということが推定されます。これは過去のずっと盛り土の履歴を見ても、どうもそういうのは見えてきませんし、今回調査をして現地を歩いても、そういった欠片もありませんので、おそらく、排水管は地中には設置されていなかったというふうに推定されます。

それから、盛り土の表面には排水溝は設置されていなかった。これは写真とかから見ると、わかりますが事実です。

盛り土の表面、とりわけ標高が下部の盛り土は固化剤の使用により固くなっていて、水が地中に浸透しにくい状況にあったと思われます。下部と言っていますが、先ほど小段の階段のところにも水が溜まった状況があって、それが、雨が降って数日後

も溜まってた状況を見ると、かなり上の方も、盛り土の表面からは、地中に水が、浸透しにくい状況だったのではないかと思います。

その盛り土のところその下に書いてます。盛り土については左岸側に傾斜していたために、盛り土の上に降った雨は左岸側に流れ、そこに自然に形成された水みちを通じて下部に流れていた、この下部にいったものがどういうふうに排水されてたかわかりませんが、これは事実です。盛り土の表面は、草地化していて、強雨があっても表層崩壊は起きにくい状況にあったと思われます。

それから逢初川源頭への水の流れですけど、2ルートあるということがありましたが、まず地表水の流域からの水の流れですけれども、逢初川の流域の面積は、46,684 m²で、これは盛り土のところも含めてになります。7月1日から3日までの期間雨量は、熱海の観測所で449mmになってますが、気象協会等の分析結果等を踏まえると、源頭部はもっと多かったんだろうと思いますので、ここで500mmと設定しています。そうすると、この流域に降った雨は、23,000強m³になります。

この雨は、その表流水でも入りますし、地下水でも入っていくことになります。源頭部に近いところにありますから、比較的雨が降ったら早い段階で、源頭部に到達していた雨と思われます。

次に、鳴沢流域からの地下水の流れですけども、地下水に関する考察に示されたように、源頭部の盛り土の下端付近には、無降雨時の基底流量があることが確認されていますし、上部にも常時湧水点を確認されています。

7月4日の早朝の観測においては崩壊地左岸最上部付近から湧水が確認されています。以上から下記のことを言えるということですけども、盛り土の下端付近は、基底流量により、雨があまりなくても、水が出てるという意味で、基底流量による土砂は、湿潤状態あるいは水で飽和状態にあったと思われます。7月1日から3日の長雨により逢初川源頭部の上部の流域の地中そして、鳴沢川流域の崩壊地に近い領域の地中の地下水位は上昇していたと思います。

これによって源頭部下から上部まで、多数存在する地下水の湧出点から盛り土内に大量の地下水が供給されていたと思われます。普段は下の方からだけ湧水がありますが、長雨になるとだんだん地下水位が上がって、上の湧水点からも直接盛り土の中に、地下水が供給される状態になっていたと思われます。①, ②の推定から見て、崩壊地上端の道路より下部にある6万m³の盛り土は、常時から下端付近は水の飽和度が高い状態にあり、そこに7月1日から3日の降雨により逢初川からの総雨量23,000m³のほとんどが流れ込み、かつ、鳴沢川流域からの地下水が流入していたと思われます。かつ長雨により地下水が上がっているために、盛り土の上部へも地下水が流入し、上部まで土砂の飽和度が高まっていたと思われます。

盛り土の崩壊ですけども、中下流域での土石流の第1波、第2波等の時間は特定できませんが、上流域でいつ崩壊が始まったのかは特定ができません。時間が特定できる

のが唯一あって、盛り土左岸側最上部の崩落が、10時53分であることは、これは確かだと思います。

これらから推定される崩壊現象ですけれども、確度としては、全体としては中程度ですけれども、まず一次崩落は、盛り土の下部で崩落が始まり、その時間と規模は不明です。

下流部で10時28分に、土石流の第1波が確認されてますけれども、上流部でいつ起きたかはわからないで、意外に早い段階で上流部は、崩落が起きていた可能性があります。それから第一次崩落、これは下端付近の崩落ですけど一次崩落が1回なのかの複数回に分かれて発生したのか不明です。

一次崩落土は極めて粘性が高く、流木を含んでゆっくり流下をした。砂防堰堤で7,000m³が捕捉されて、堰堤を超えて堰堤下にも堆積し、その後、住宅街に流れ込み、先端部はバス通り付近で停止した。これが10時28分頃になります。

この次はもう証拠がないんですけれども、途中で小さな土砂ダムが形成され、そこに、第二次崩落の土砂が流下してくるまでの間、洪水を貯留したと思われます。どの位置か程度かはわかりませんが、この可能性は高いのではないかと私は思っています。

次に二次崩落ですけれども、10時53分に左岸側の上部が崩落した。右岸、左岸で流下痕跡高が異なりますので、これは、早い速度かつ大量の水の流れが流路の曲がり角で乗り上げながら流下したものと考えられます。この粘性度が高ければゆっくり落ちますので、乗り上げないで、右岸側と左岸側で同じような高さで流下してるはずですが、右岸側と左岸側で流下痕跡高がかなり違いますので、ここは早い速度かつ大量の水の流れがあったんだろうと思われます。

○難波副知事

流下速度の速い流れは、下流では10時55分の第2波のみなので、この流下痕跡を残したのは第2波ではないかと考えられます。

それから、流下痕跡の標高が高い側では、盛り土が堆積していませんので、この痕跡を残した流れは水分の多いものだったと推定されます。

源頭部左岸、最上部付近は、仮に飽和度が100%になったとしても、飽和度というのは空気が全部水に置き換わった状態、地中の空気が水に全部置き換わった状態として、10時ごろ、そうなったとしても、10時55分のバス通り付近で見られた大量の水を含むことはできないということで、そういうことから一次崩落の後にできた小さな土砂ダムが、場所はともかく下部に形成されて、逢初川源頭部からの流出水と、一つ南側の沢からの流出水、もう一つ南側から結構な水が流れてきますので、その両方を貯留したのではないかなと思います。

そこに二次崩落の、源頭部左岸上部の土砂が落ち込んで、土砂ダムを崩壊させたとす

る大胆な推定です。

源頭部の左岸の土砂に、今落ちてきた左岸の土砂に先行する形で、土砂ダムの水が流下して、バス通り付近で水しぶきを上げる形となって落ちていく。その後は、土砂が来ていますので、こういうことではないかなと思います。

水分量の多い土砂は流下痕跡を残す形で、斜面の表面を洗いながら流下をしたということです。

三次崩落ですけども、その後は三次崩落として盛土右岸側の土砂の崩落などが起きたと思われま。

○難波副知事

その土石流は、河床に堆積、飽和、流動化、停止とかそういった過程を繰り返しながら、中下流域では段波となって流下したのではないかなと思われま。

今後の対応ですけれども、そういったことを踏まえて今後どういうふうに検討を進めていくかですけれども、まず盛土崩落解析の考え方ですけれども、前提として盛土は固化材の投入によって強度や物性が大きく異なり、異なるというかわかりますが、盛土の実際の施工者からの施工方法、聴収が困難であるというのは、すでに警察の捜査段階に入っていますので、こちらから問い合わせていますが、答えてもらえません。

会社の人が答えたとしても、実際にそこの現場でやってきた人は答えてくれないので、これはこれからもひとつこの聴収は困難だと思います。

したがって、実際に、盛り土のどの場所にどの程度の固化材が投入されたかは、わからない。現時点ではわかりません。

したがって、盛り土の強度分布、土質性状の形状が特定できないということになります。

この状態で、3次元解析など高度な解析手法を用いて解析しても、入力条件を適切に設定できないので、解析結果の精度が高いものにはならないと思われま。

こういうことですので、解析手法をどうするかということですけども、解析は簡易な手法ながら比較的精度が高い、2次元の円弧すべり解析を使って、ケース分類や複数のパラメーター設定を行って、どのような条件であればどういう現象が発生するのかの目安をつける。

これによって崩壊メカニズムの推定精度を上げ、何が起きたのか、なぜ崩落したのかを推定するというにすることはどうかということです。

それから、検証方法ですけれども、ここも、今回で大きく変更する点ですので、時間を掛けて説明をさせていただきますが、検証委員会の目的というのは、当初から、県が作成する土石流の発生原因調査報告書の妥当性について公平中立な形で検証を行うということですが、第1回検証委員会で示した検討方法では、現地調査に基づいて条件設定を行って、解析モデルによる解析により、盛土の崩壊メカニズムの特定をすると、で

きる限り特定をしたいというふうに我々考えていました。

ところが、その後の、第1回の委員会後の調査で判明したことですけれども、住民の動画等から土石流が複数回発生したことは判明していますけれども、下流部の数波の土石流と、源頭部の数次の崩落が一对一の対応関係にないということです。

それから、盛り土箇所の施工状況の情報が不足しているので、このことから、崩壊メカニズムの特定ということを含めて、複数の崩壊シナリオ、メカニズムを推定・設定して、その中から盛土がいつどこでどのような崩落をしたのかは特定できないということです。

したがって、検証方法の変更ですけれども、盛り土の崩壊による土石流の発生メカニズムの特定は困難であると判断して、崩壊メカニズムの特定はしないで、複数の崩壊メカニズムを推定・設定して、それらの崩壊メカニズムについて、どのメカニズムがより可能性が高いかを検討するとともに、適切な工法・工事が実施されていた場合に、被害が発生したか否か等を検討するということです。

○難波副知事

さらに付け加えますと、よく考えてみるとこの土石流の発生原因調査報告書で何を書くかということですが、これは崩壊メカニズムを特定することではなくて、工法が適切でなかったから、土石流が発生したのかどうかというところを明確にする必要があるのだと思います。

事業者がいかにか、行政がちゃんとやっていたかという問題は別にして、しっかりとした施工がされていれば、どういう状態になっていたのか、こういう部分が欠けていたから、こんな風な大災害があったのではないかっていうところが、それこそが発生原因なのではないかなという風に思います。

そういった点で、あまり崩壊メカニズムを特定するという事にこだわらず、むしろ現場でやられた工法が適切であったのかなかったのか、それによって、盛り土による被害がどうなったのかということ、明確にするべきではないだろうかということですが、

ここは、全然先生方に見ていただけていないので、ここについては、まずはご意見をいただきたいと思います。

あと、浸透流解析と、それから崩壊解析が出てきますけれども、まあその結果に影響するということになりますので、この点こういう方法でいかどうかを、ご意見をいただきたいと思います。以上です。

○事務局

ありがとうございました。

ただいま説明いたしました調査結果、及び、これまでの調査から分かったことの総括と今後の対応についてご意見をいただきたいと思います。よろしくお願いたします。

○沢田委員

まず、難波副知事から第1波、第2波と、崩落の第一次、第二次を、定義づけていただけただけことはよかったですと思います。

それがやはり、第1回の委員会ではきちんと定義されずに、このまま走ってきたので、おそらく資料を見られた方にとっては、すごく複雑なお話になっていたのだらうと思いましたが、ありがとうございました。

全体の話としては、現状の調査から分かっていることを非常に詳しく分析をされているので、良いかと思いました。

先ほど説明でありましたとおり、もう調べようとしても、崩落してしまって、しかも性状が変わってしまっている。しかも、もう手がつけられない状況になっているものに対して、推定に推定を重ねて、何を出していいか分からないようなことに労力を使うのは、やめたほうが良いと思います。

今、副知事が、ご説明されたように、これが今全国中の、都道府県で、うちの盛土はどうだという調べをするきっかけになってしまっていますので、どういうふうにしていけば、今後こういうことが起こらないのかっていうような、技術的な話、物理的な話に結びつくような、解析につなげていただければよいと思います。

○事務局

ありがとうございました。

他に、ご意見ありますでしょうか。小高先生お願いいたします。

○小高委員

正に沢田先生が今おっしゃったことなのですが、今回メカニズムの解明ということはせずというお話であったのですが、第1回目の委員会のときから、盛土がここにあった、盛り土と言葉を変えていらっしゃいましたが、その盛り土が崩壊するのはやはり水のせいだということは明らかだったのですが、当初は、その水が十分に壊れるまで供給されたのかどうかわからなかったという点で、今回報告していただいた調査で、かなりの水の量が来ているということが明らかになったという点では、これはもうメカニズムの大きな点は一つ解明されていると解釈してもいいのかなと考えております。

これから説明していただくのかもしれませんが、浸透流解析とか、円弧すべり解析で、盛土のどの部分に水が入るのかというところを考える上で、特にこれから、今、副知事の方からご説明がありましたように、適切な工法・工事で実施された場合を想定した場合には、その地下水の条件、流入の条件というものが、必要になってきますので、その点は、引き続き明らかにしていただきたいと思っております。

特に、土石流に関しましては、下流の特に街の中で、非常に大きな被害を起こした土石流の土の供給源がこの盛土にあって、特に水の供給、土砂ダムができたかもしれない

という推定はされていたのですけれども、この盛り土から、かなり細粒分を含んだ土が、土石流化して流れ下るといふところをしっかりと、その水の総量も含めてですね、検討していただきたいと考えております。

○事務局

ありがとうございます。今泉先生よろしくお願ひいたします。

○今泉委員

私も説明を聞きまして、土石流の現象と崩落について、整理をされて、今まで分からなかったことが、少し分かってきたのかなと感じました。

水の供給元の話が今出たのですが、私もどこか崩落に近い部分で、一時的に水が貯留されたという可能性も、あるのではないかと考えていますし、あとは、一つ目の段波が、水をかなり含んだゆるい状態で堆積しており、その上を流れが流下する過程で水を取り込んだという可能性もあるのではないかと考えています。

そのあたり、水の供給源を特定するのはなかなか難しい話だとは思いますが、今回の整理によって、第1波と第2波で、土石流の性質が違い、水の供給源についても、何らかの異なるプロセスがあったらうっていうのが分かったことは大きなことだと思います。

最後の部分の検証の方法の変更について、これはこの後の説明と関わることもかもしれないのですが、適切な工法・工事がされていた場合に被害が発生してきたか否か等を検証することなのですが、正直申しましてどの工法の工事が一番効いてきたかというところを示すのは困難と思います。

どうしてかというところ、それはいろんな工事が複合的に絡んで、こういった盛り土の崩壊に繋がったということだからです。

ただ、実際工法・工事が行われた場合に、実際にその崩れたかどうかというところの計算はできると思うので、そのあたりを通して、考察をしていくとそういった形になるかと思います。以上です。

○事務局

ありがとうございます。

○事務局

では、引き続きまして、次第番号6番、解析手法について説明をいたします。

それではお手元の資料14をご覧ください。浸透流解析について説明いたします。

目的ですけれども、14-2ページに書いてありますが、これにつきましては、斜面崩壊時における盛土地盤内及び盛土施工前の、旧地表面以深の地盤内、それぞれの地下水

の位置、或いは地下水の流れ・方向を予測することを目的といたします。

14-3 ページをご覧ください。実施フローになりますが、まず、解析モデルの作成を行います。解析範囲につきましては、左側の上の、モデル図に書いてありますように、青で囲まれた範囲として、今考えております。これにつきましては、今回は、水位情報が限られている中で、解析精度を高めるよう、境界条件を、不透水境界となる尾根部と、海水面として固定水位を与えることができる一体境界を、上下流の境界面として設定を考えていることから、尾根部から、海までの範囲としております。

次に、現況解析に移っていきますが、14-3、14-4 の方にも、記載等がありますのでこちらの方も併せてご覧ください。

まず初めに、現況解析についてですけれども、現況の地下水状況を再現するために、今まで行いました流量観測結果、孔内水位観測結果や、流向・流速測定結果など、現況地下水の状況と、モデルとの整合を図り、解析用のパラメーターを設定して参ります。

その後、(2) の過去の状況解析としまして、盛土施工が完了しました、2012 年 12 月以降の過去降雨データをもとに、地下水流入状況を予測していき、その後 (3) の崩壊発生時の再現解析としまして、崩壊発生 1 年前から崩壊発生時までの降雨データを入力し、崩壊発生時における、盛土地盤内及び盛土施工前、旧地表面以深の地盤内地下水流入状況の予測を行っていきます。このような形で盛土内水位の存在を予測していく作業となります。以上が浸透流解析の説明となります。

続きまして崩壊解析、資料の 15 番、「盛土崩壊解析の実施方針について」をご覧ください。15-2 ページの 1 番につきましては、先ほど副知事の方から説明させていただきましたので、割愛します。

今回のこの解析の目的、2 番ですけれども、盛土の施工条件、浸透流解析結果から、複数の崩壊メカニズムを候補とし、それらの中から、どの崩壊のメカニズムがより可能性が高いかどうか、推定するものです。

15-3 ページをご覧ください。実施フローになります。1 番から 4 番に向けて、作業を進めていきますが、この中で、ケース分類の案に書いてありますように、実現象をまず再現するという作業と、それと崩壊解析の作業、この 2 つの作業をこの中で、実施したいと考えております。

15-4 ページをご覧ください。実施フローの 1 番に当たります複数の盛土施工条件の設定についてです。これにつきましては、①番の固化材あるいは排水処理、盛土高、擁壁の施工の有無、これらの観点で、様々な条件を変えて実施して参りたいと考えてます。

次のページの 15-5 ページ、2 番の複数の土質、地下水パラメーターの設定についてです。これにつきましては、固化材混合部や盛土部の土質パラメーターの取得を、強度試験を行い、土質定数を、確認・設定して参ります。

その他、③番に書いてありますように、降雨条件により、地下水の間隙水圧に関する

るパラメーターの取得も行っていきます。これらの選定のもと3番に、15-6ページ、3番のトップで、様々な形態の斜面安定解析に崩壊により推定を行います。この中で、円弧すべり法の安全率から、どのような滑りがより起きやすいかを推定して参りたいと思います。

15-7ページに解析断面を示しています。左岸側崩壊地でありますX断面、中央側崩壊地でありますY断面、この2断面で今解析を考えております。

最後に4番になりますが、適切な工事を行った場合の被害状況ということで、適切な工事を行った場合と行われなかった場合の崩壊の有無、あるいは下流への土砂の流出の有無などを整理して参りたいと考えております。以上で説明を終了します。

○事務局

ただいま説明がありました解析手法について、ご意見等ありますでしょうか。

○小高委員

浸透流解析の話ですが、非常に広い流域の、14-3のところに図がありますが、こちらのかかなり広い領域を求められるということですが、特に崩壊箇所付近がポイントになりますので、その辺がどの程度の精度でできるのかというところを明らかにしてやっていただく必要があります。海水面で水位の固定をされたいということで、こういう境界条件だという話ですが、この谷地形のところの逢初川の流域にどれだけ水が流れ込んでいたのかということがポイントになります。それが再現できるかということです。

それともう一つは、次の円弧すべり解析の方にもリンクするわけですので、その辺の解像度の具合を見ていただく、例えば、まずこういう大きい境界でやって、それから狭めていく、解析結果から分かる部分で境界を狭めていくという手法もあるのかもしれませんが、特に、観測結果はボーリングの数が少なく、このローカルなところのみされているものですから、その境界条件をちゃんと精度よく設定できるような解析が必要かなと思います。

特に、ちょっと前に戻ってしまっていて大変恐縮なんですけど、9-5の辺りです。この水の感度、例えばR1は降った雨よりも多くの水が出てくる、浸み出してくる。逆にR5だと降った量と全然見合わない量しか出ていない。これは地下水が浸みこんで、それがまた、下流でだけたくさん出てくる。降った量よりたくさん出てくるってことですね。そういうところを押さえるっていうのが必要だと思います。

特に浸透流解析については、地下に浸み込んだ部分、また流出してくるという、こういうせつかく非常に精度の高い観測データが得られていることをちゃんと生かせるような境界条件、あるいは解像度を設定していただきたいと思います。

円弧すべり解析の方なんですけども、こちらに関しては、特にこういう流動化して

崩壊するという話になりますと、一発で大きな円弧で壊れるってことは多分ないと思います。そのところをしっかりと確認しながら、おそらく最初のつま先の辺りだけが崩壊するとか、かなり試行錯誤的な部分が出てくると思います。

河川堤防とかですと、水が染み込んで壊れるのですが、基本的には、法先の部分で崩壊が起きて、それをトリガーとして、発展的に進展して、上の方に進展してくる崩壊が一般的ですので、円弧すべり解析をやって、15-6の図のように、大きな円弧で安全率を求めることは難しいと思います。今回、1次崩落が何回起こって大きな土石流になったか分からないということが事実として分かっていますので、そこら辺のことを考えて、円弧すべり解析であってもいいんですが、その崩壊の進展の度合いとかも含めた計画をしながら、一発で安全率を出そうとか考えない方が多分いいと思います。

○今泉委員

解析の方法についてですけど、今の小高先生の話とちょっと関わるんですが、例えば15-7で言いますと、今回、X断面とY断面がありまして、Y断面の方が先に崩れた可能性が高いと思うのです。そうするとY断面というのは足元が削られた状態になると思うので、そういったのも、シナリオとして考えて計算された方がよろしいのかなと思いました。

解析結果の解釈なんですけど、今回いろいろな現地観測調査をやられておりまして、それで浸透流解析についても、今できる範囲で最大限の精度として、解析をやられるものだとは思いますが、それを行った場合であっても、不確実性というのはある程度残ると思います。

なので、この不確実性を考慮した上で言えることは何なのかっていう辺りに注意をしながら、結論を出される方がよろしいのかなという風に考えております。

○沢田委員

すでに、2人の先生がおっしゃったとおり、ものすごく限定された条件で、しかも仮定が多い解析をやろうとしていることなので、特に、例えば、15-4で複数の盛土の施工条件を推定する。これは、いろんなパターンをやってみて、こういうことも起こりうるかもしれないし、こういうことも起こりうるかもしれないということを世に示すためには、良いのかもしれないですけども、でもこれを組み立てるために、どれだけの不確定な仮定条件が入ってくるかが未知なわけです。それに対してこれだけの、この①、②、③、④っていう中に2つ3つずつあると一体何パターンのことをそれらしくしなきゃいけないのかっていうそのことに対しては、やる必要があるのかどうかというところまで、少し疑問に思っています。

どちらかというとはやはり、もう、皆さんもおそらく、盛り土の足元に水がものすご

く溜まって、そこをきっかけとして崩れていったんだろうという話であれば、そこにどれだけ水がたまっただろうっていうことを、まずきちんと説明できるようにするのが大事だと思います。そういったときにやはり浸透流解析っていうのはすごく重要だと思うんですけど、ただし、先ほど申し上げましたとおり、水の湧水ポイントの話と、それから孔内水位の話が、すごく限定的で、特に例えば9-4ページの左上、鳴沢川の流域が丸で囲ってあるが、ここでパッと見た感じ集まってくる水を拾っているだろう、すべて拾ってるわけじゃないですけど、その一部を拾っているだろうボーリングの穴が一つしかない。それを上手く推定しようっていう試みが果たして正しいのかどうか、疑問があって、このいくつかの谷筋の水が、もちろん元々の鳴沢川の下流域にいくものもあるだろうし、それから崩壊した谷に入ってくるものもある。もし、可能であればもう少しこの谷の集水の現状を詳しく調べられるのがいいんじゃないかと思いました。

いずれにしても、不確定なものは何だから、これが、例えば解析結果が出たとしても、こういう仮定が入っていて、その辺りに信憑性がないかもしれないってことをきちんと示さない限りは、次に、こういう現象にならないようにするための情報にはならないので、その辺りを注意して進めていっていただきたい。

○難波副知事

今の点で、まず浸透流解析については、私もかなり疑問を持っていて、浸透流解析をやる時に境界条件をしっかりと与えてやらないと計算できないので、境界条件を与えるためにあの範囲をとるっていうのは一つの合理性があるんですけども、逆にその評価条件を正しく与えてあげることに頑張る分だけ、解析範囲が広くなりすぎて、もうこの源頭部の赤いところの解析が、正確性が出るのかどうかというと、多分別なんじゃないかなと思います。

その広い範囲の値を与えていると、地中の状況は全然わかってないので、それが影響するはずで、境界条件を与えることの正しさと地中の状況をうまく表現できるのかとは別問題ですので、今、お話あったように、もうちょっと源頭部に絞ってやった方がいいんじゃないかと私は思うんですが、またこれはちょっと委員の先生方のご指導を得たいと思います。

例えばR6のところですけども、鳴沢川の下端で、ここに暗渠があって、ここから水が出てきてるんですけども、ここの流量観測を重視していれば雨に対する応答が出てくるはずなんです。そうすると、それだってその境界条件といいますか、解析の時の一つのポイントになってくるし、それから、湧水点の高さがどこになるのかっていうところも、例えば7月3日は上から出てきたけど、今は全然出ていない、下のところだけがでてきてるので、それは、どういう地下水流動が起きてるかっていうのを、それを再現できるような解析モデルも作り得るはずで、ちょっとそのあたりについて

は、しっかりと検討して、またご意見をいただきたいと思います。

それから盛り土の円弧すべりのところですけども、これもどういうやり方をするの
かっていうことが結構厳しいと思います。もともと円弧すべりは均一な斜面でこう滑
るようなことを想定してるので、各パイピングだとか、そういうような現象を表現で
きるわけではないので、この辺りの解析方法も、とりあえず今日申し上げたいのはあ
んまりその高度な解析はしないで、いろんな条件設定をして試行錯誤しながら、こ
ういうことをやれば、こんな結果が出るんじゃないかっていうことにしてはどうかと思
います。

沢田先生がおっしゃったことについては、すぐには答えが出ないので、よく考えて
みたいと思いますが、条件設定はこれだけの条件設定をするともものすごい数になるの
で、幾つか絞ってやれば、条件設定できるんじゃないかなと思います。極端な話、ち
ゃんとした施工がされていたらこれが起きなかったという、起きたのか起きなかった
のかということ、何かの部分で説明できればいいですので、ちょっと言い方が変で
すけど、例えば、排水がしっかりしてれば、多分これは起きなかったはずで、そうす
ると仮に排水工が設置されていたらどんな現象になって、盛り土はどうなったのかっ
ていうのを含めてやると、それで何かの答えが出てくると他の側溝があったらとか、
そういう話はあんまり考えなくて良くなると思いますので、そのあたりの条件設定
を、これ全部やるわけじゃなくて、限定的にやってみてその結果を見ながら、また、
ご指導いただきたいと思います。

○事務局

それでは、次第番号7番、今後のスケジュールについて説明をしたいと思います。

○事務局

お手元の資料の15-9ページをご覧ください。全体フローを示させてもらってます。
これから行っていきます解析業務につきましてはこの真ん中に書いてある項目であ
り、その現象の再現性の検証というところも併せて、これから進めて参ります。
その後、第3回の委員会につきましては、1月下旬、その解析結果と結果から判明し
た崩壊シナリオを報告し、第4回の委員会で、3月に予定します調査報告書の案を報
告する。このようなスケジュールで今後進めていきたいと考えております。
以上です。

○事務局

ただいまご説明がありました今後のスケジュールについて確かご意見ございますで
しょうか。よろしいでしょうか。ありがとうございます。全体を通じて、今回、何
かご意見等ございましたらお願いしたいと思います。

○小高委員

この委員会は特に盛土の崩壊がメインになりますが、今回、土石流の第何波とかいろいろな話があって、街の方までの流入の話もされていたのですが、この水の供給っていうのが、多分逢初川だけではなくて、特に下流側、時系列でいろいろ整理されていたのですが、小松製麺所のあたりとか、かなり下流の方ですと逢初川だけからの流入の話じゃないと思います。それは、結局、今泉先生がおっしゃったように、水が供給されることによって、水が流れるだけじゃなくて土石流自体がドロドロだったものが、また流動化するとかいう話になってきます。その辺は今回、検討している土石流の第1波とか、第2波という話と関連してくると思いますので、先ほど広い範囲で浸透流解析されるという中で、土石流への水の供給源についてもしっかりとみていただきたいと思います。

○事務局

それでは、各委員からいただいたご意見を整理した上で引き続き進めていきたいと思っております。以上をもちまして、本日の議事を終了し、閉会といたします。本日はありがとうございました。