

第4回逢初川土石流の発生原因調査検証委員会 記録簿

日 時：令和4年6月29日（水）午後2時から3時30分

場 所：県庁別館9階特別第1会議室

出席者：別紙のとおり

○事務局

それでは、定刻となりましたのでただいまから、第4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。本日はお忙しいところご出席いただきまして誠にありがとうございます。私、本日の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。

今回出席をいただきます委員をご紹介します。次第をめぐっていただきまして、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。

○沢田委員

沢田です。よろしくお願いいたします。

○事務局

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。

○小高委員

小高です。よろしくお願いいたします。

○事務局

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。

○今泉委員

今泉です。よろしくお願いいたします。

○事務局

よろしくお願いいたします。続きまして、資料1の逢初川土石流災害原因究明体制図をご覧ください。発生原因究明チームについて一部変更がございます。難波知事は任期満了により副知事を退任したことから県理事として引き続き参加してまいります。

また、新たに交通基盤部長が参加をすることとなりました。よろしくお願いいたします。それでは、チームを代表いたしまして、県理事の難波から挨拶を申し上げます。

○難波理事

はい、難波でございます。

本日は大変お忙しい中、そして大変暑い中、ご出席いただきまして本当にありがとうございます。今紹介がありましたとおり、私も役職が変わりましたし、4月になってメンバーも変わりました。

この委員会については、資料の3にありますけれども、昨年9月7日に第1回を開いてずっと検討いただいてました。そして、第3回委員会として、3月29日中間報告書をまとめております。そこで、解析が課題ということで、その解析結果をまとめて、第4回を開いて、数値解析結果を盛り込んだ形で最終報告書を作るという予定でおりますけれども、その数値解析が、なかなか困難性が高くて、時間がかかってしまい、今日何とか結果を出せるという状況になりました。それから3月29日に中間報告書を出した後に、いろんな方々が、調査をされ、また独自に解析をされて、その情報をいただきました。この報告書の中にその情報を記載させていただいております。

ご協力をいただきまして、本当に感謝申し上げます。

この委員会については最初の時から申し上げてますように、委員会の情報をなるべく公開して、外部の知をなるべくお借りするということを表明しておりましたので、そのような形で進められているということについて、感謝申し上げます。

それから委員の先生方には今回非常に難解な解析についていろんなご指導いただきまして、本当にありがとうございます。

最終報告書ですけれども資料3にありますように、以上の解析結果を踏まえて、その後細々としたところをしっかりと精査をして、8月に最終報告書(案)を作成していきたいと思っております。それで、第5回の委員会を開いて、(案)の検証をいただいて、その上でその日のうちに公表したいと思っております。そうしますとほぼ1年ということになりますが、本当に委員の先生方にはご指導いただきましてありがとうございます。

それでは、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。

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です。

続きまして、第3回検証委員会の意見に対する対応状況について資料2をご覧ください。

各委員からいただいた意見のうち、水文特性と地盤構造の対応関係について実施の項目に追記いたしました。また、崩壊の再現解析については、第7章に記載いたしました。いずれも後ほど説明させていただきます。

それでは議事の方に入ります。議事次第に従って進めさせていただきます。議事次第の2番、最終報告書(案)について説明させていただきます。最終報告書(案)につき

まして目次をご覧ください。第1章から第8章までの章立てを考えております。このうち1章、4章につきましては、第3回の検証委員会でお示した中間報告書からの変更は今回ございません。今回説明は割愛させていただきます。2章、3章、5章、6章につきましては、追記事項について説明いたしまして、第7章につきましては具体的な解析内容について説明させていただきます。それでは第2章、第3章、第5章について、続けて説明をお願いします。

○事務局

第2章、第3章について説明させていただきます。資料の2-1ページをお開きください。

第2章の現地概要の崩落地内の踏査結果でございますが、5月2日と5月18日にも、現地調査を行いましたので、追加で記入しております。主な追加箇所について説明させていただきます。

2-4ページをお開きください。現地調査の結果から地質平面図を作成いたしました。盛り土や堆積物の位置関係を示しています。今まで地山とした箇所のうち、逢初川の北にあるにある岩戸山からの崩壊土砂としたと考えられる箇所を、斜面堆積物と整理しております。

続きまして、2-8ページをお開きください。写真⑩でございます。写真⑩は、崩壊地の湧水の写真であります。崩壊地内の湧水No.1の箇所におきまして、5月18日には多くの湧水が見られました。目測でございますが、今回100L弱程度の湧水が観測されました。湧水No.1の箇所でございますが、5-3ページの図の5-3に位置図として示しております。下の方に書いてあるNo.1のところでございます。このように、この箇所は逢初川の上流域からの地下水を計測した箇所になります。

次のページの5-4の図5-5に示してございますが、この箇所では昨年10月や11月にも湧水量を計測しております。そのときの計測量は、上の真ん中にある湧水量のところでございますが、1分間にNo.1ですので、赤ラインですね。4L程度の湧水が観測されました。なお、5月18日の4日前と5日前には、それぞれ44mmの日雨量がありました。

続きまして、第3章の追加箇所になります。資料戻りまして3-7ページをお開きください。第3章地質の説明の中に外部研究者の地質に関する論文を掲載いたしております。深田地質研究所の木村研究員の論文によりますと、崩落地周辺の基盤の地質構造は南から南東方向に16度から25度の角度で傾斜するとしており、この地質構造は逢初川に比べて6倍の流域面積を持つ鳴沢川の流域に加えまして、さらに岩戸山北側の標高580m以上の流域からの深層地下水が逢初川に流入する可能性を指摘しております。次のページの3-8ページの図の3-7に断面図を示しております。

また、戻りまして3-7ページですけれども、同じく深田地質研究所の千木良理事長の

論文では、第2章で示した溪流堆積物と斜面堆積物等は、かつて岩戸山の東側斜面から流出した土石流などで、形成された乱雑堆積物であるとして、県で実施したボーリングデータ等で、この層は鳴沢川から逢初川に向かって傾斜しており、またこの層の砂礫部分やこの層の下の部分である熱水変質粘土との境界部からも、水の流出が現地で見られることから、この乱雑堆積物を通して、逢初川には鳴沢川からの流域からも地下水が流入していると推定しております。

以上のように地質学者による現地調査によりまして、逢初川源頭部への地下水流入路となり得る地層の存在が改めて確認されております。以上となります。

続きまして、第5章について説明させていただきます。

お手元の5-28ページをご覧ください。5-8表流水関係の論文についてでございます。ここに地形改変前地形と地形改変後における地表水の流出特性についてですが、前回3月29日の委員会でも紹介させていただきましたが、徳島大学の特命教授中野晋氏らによる論文を説明してもらいましたが、今回新たに中野氏らが逢初川上流部での地形改変と土石流発生との関連性と題した論文を出されたことから、追記させていただいております。

5-29ページをご覧ください。これらに対する県の見解についてです。図5-33累積通過水量の計算結果をご覧ください。中野氏らによる表流水の通過数量は、図で示していますC-C'断面は0.08 m³/sec、D-D'断面は0.05 m³/secであり、そうであれば、現地にて流水痕が確認できるはずですが、崩壊後の県の現地調査においては、崩壊地左岸側尾根部に明確な流水痕は視認されてなく、中野氏の見解のような表流水が集中して流入した可能性は低いと考えております。しかし、中野氏による分水嶺付近における地形改変の指摘については、今後の開発計画において大変重要な視点であると考えております。5章については以上となります。

○事務局

ありがとうございました。ただいま第2章、第3章、第5章について説明がございましたが、ご意見、ご質問等いかがでしょうか。

○小高委員

今までの委員会で、地質に関する知見が若干弱いと感じていたのですが、今回地質学を専門とする先生方によって、こういう知見が得られて、中間報告書で書かれた内容が、ほぼ正しかったということが言えるのでないかということで、その点についてはよかったですと感じております。以上です。

○事務局

ありがとうございました。その他、ご意見はよろしいでしょうか。

○沢田委員

途中で説明いただきました2-8の写真⑩で、一見した感じでは100L/分弱とそれに対してNo.1で測っている水量の話と整合性はどうかでしょうか。

○事務局

10月と11月に計測したのは、計測器で計測しているんですけど、5月は目測という形で実測しておりませんので、こちらの方は現場で正確な流量を計測して正確な比較ができたらと思っておりますので、そのように対応したいと思います。

○沢田委員

ありがとうございます。

○小高委員

もう一点よろしいでしょうか。今の沢田先生の質問に関連するんですけども、11月から12月にかなり流量を正確に計測していたものに比べて、4月5月に実際に観察された流量はかなり多かったということです。後で解析の話として出てくるかもしれませんが、そこに入ってくる流量は今年の7月であればかなり多いと考えられますが、そういう理解でよろしいでしょうか。

○事務局

7月の発災以降、何回か現場の方に確認に行ったところ、5月のNo.1の地点の流量は今まで一番多い観測でございました。今年の10月に計測したときは、10月から1ヶ月ぐらい前まで、日雨量50mm以上の雨がなかった状況です。5月の1ヶ月前は、3回の日雨量50mm以上の雨がございましたので、かなり水が豊富な状況になっていることが分かりましたので、この状況から雨が多くなるとそれだけ水が直に出てきていると感じました。以上です。

○小高委員

今年の冬の計測の時点でも、雨が固まって降ると浸出する流量が急に増えるということがありましたので、そういう点で地山の飽和の状態が上がってくると流量が増えるという現象があるのではないかと思いますので、そういう視点で検討すべきかと改めて感じました。以上です。

○事務局

ありがとうございます。それでは、続きまして第6章に移ります。中間報告書では、浸透流解析について十分な精度が得られないという報告をさせていただきました。6-6

ページに 6-4 考察がございます。こちらで、第 5 章の水文調査で示されたように、逢初川源頭部への地下水の流向について定性的に確認できたことから、これ以上の解析は行わないということを追記させていただきました。

続きまして、次第番号 3 番に移ります。「数値解析の実施状況」について、説明いたします。

7-2 ページをお開きください。中間報告書でもお示しさせていただきましたが、④地盤工学会中部支部に数値解析モデルの選定について助言を依頼しました。今回、助言を依頼した地盤工学会中部支部からは、盛り土のほとんどが災害時に流出し、これまでの取組では予測できない現象もあることから、既存資料や調査結果を基に崩壊に関する数値解析を実施できる専門家の推薦がございました。その専門家と解析手法の選定について協議した結果、様々な土材料から成る地盤と盛り土に降雨が浸透及び地下水が流入したときに、盛り土がどのように変形・破壊するかという解析可能な手法として、「GEOASIA（以下、ジオアジアという）」の紹介がございました。委員とも協議した結果、崩壊の再現解析には本解析コードを用いることとさせていただきました。ここで、ジオアジアについて、解析を行って頂いた専門家を御紹介いたします。名古屋大学の吉川さんでございます。本日、web にてジオアジアにおける解析の説明をして頂きます。よろしくお願いいたします。

○名古屋大学吉川氏

7 章崩壊の再現解析を説明させていただきます。まずジオアジアの概要です。支配方程式として、運動方程式、土骨格と水の質量保存式、土骨格と空気の質量保存式があります。こちらは土の間隙に水だけではなく、空気も含む「不飽和土」に対応した慣性力考慮の有限変形解析手法です。これにより、降雨浸透や地下水の流入による土の間隙が水で飽和化され、それにより土が変形から破壊に至る過程を表現可能な手法になります。また、重要な特徴として、弾塑性構成式 SYS カムクレイモデルがあります。こちらは粘土から砂までの広範な土の力学挙動を統一的な枠組みで記述できるモデルであります。特に、降雨浸透、地下水流入により間隙水位が上昇すると土の変形に有効な応力、有効応力が低下するために、強度や剛性が低下して、軟化に至る挙動が表現可能なモデルです。こういった特徴、概要です。

今回実施した解析の流れを説明します。まず、解析条件の設定として、土質パラメータと初期条件・境界条件を設定します。その後、上部盛り土、下部盛り土という順番に履歴を考慮しながら、断面を構築していきました。この時、年平均降水量として、2,000mm を与えながら、土要素を追加していくことでこの 3 つを構築しました。そして最後に 7/1 ~ 7/3 の降雨による崩壊シミュレーションを行いました。災害時の降雨や地下水も供給することによって盛り土の崩壊をシミュレーションしたものです。

では、順番に説明していきます。

まず、解析断面ですがこちらの平面図になります。ボーリングNo.1、No.5、No.3、No.4 と逢初川谷部を結ぶC断面を用いて、2次元平面ひずみ条件で解析を行っています。具体的にC断面を切り取るとこの断面になります。青破線の部分を解析領域にしています。まず、C断面の地質をもとに安山岩、斜面堆積物、溪流堆積物、上部盛り土、下部盛り土から構成しています。左端はボーリングNo.1にしています。続いて、水理境界条件、水の境界条件について説明します。先ほどお伝えしたとおり、ここの部分に上部盛り土と下部盛り土の境界があります。左下には全水頭一定条件を与えていますが、地表面の青い色の部分が降雨境界条件を与えています。今回赤い色の部分がポイントになるかと思いますが、こちらに地下水の湧き出しを考えて流量を与えています。こちらは、逢初川流域上部に降った雨が溪床部を通して流下するルートなどが調査で分かっている、降雨時に周辺から地下水供給が多いということで、7/1～7/3の降雨によるシミュレーションにおいては、透水性の高い溪流堆積物から所定の流量を供給する条件を設定しました。

続いて解析パラメータについて、先ほど説明した弾塑性構成式SYSカムクレイモデルに関するパラメータを説明します。こちらでは現地に残っている盛り土から採取した土の三軸圧縮試験における供試体の変形挙動を再現するパラメータを設定しました。今回は変形して破壊に至るようなプロセスをシミュレーションしたいので、このような過程を再現できるようにパラメータを設定しました。具体的にはこの凡例に示すとおり、実験結果が太線、再現結果が細線になっていますが、再現するような形でこのスライドに示すようなパラメータを設定しました。実験結果に上部盛り土・下部盛り土というのが分かっているものではないので、上部盛り土・下部盛り土に同じパラメータを用いています。続いて、浸透特性についてですが、不飽和の浸透特性が解析するうえで、必要ですので、飽和透水係数について説明します。こちらは現場透水試験が実施されていますので、その値をそのまま用いました。特に注目すべきは、溪流堆積物の透水性が高い結果であることです。不飽和浸透特性について説明しますが、下部盛り土に対応するような位置で保水性試験が実施されていますので、実験に合うように○とか△のプロットがついていて、こちらに合うように解析条件を設定しております。一方で他の浸透特性ですが、安山岩は常時飽和と考えているので、その他の浸透特性は、上部盛り土、斜面堆積物、溪流堆積物ですが、そちらについてはこのように設定しました。具体的には、溪流堆積物、斜面堆積物、上部盛り土の順に保水性が高くなるようなパラメータを設定しました。上部盛り土と下部盛り土で変えた理由としては、透水性がこれだけ違っていたので、つまり透水性が上部の方が高かったので、保水性は低いだらうと考えてこのような形で設定しました。

続いて崩壊シミュレーションの条件について説明します。先ほど説明したとおり底面からは地下水を供給しますが、まず降雨について発災時の72時間雨量である461mmを単位時間あたりに換算して平均的に与えています。地下水は鉛直上向きに単位奥行き辺

り 225m²/日の流量を与えました。こちらの流量は、特に妥当性があるとかではないですけれども、今回地下水を与えることでどのように盛り土が変形するのかというのを把握するうえで、試しにこれを与えたという試験的なものになります。ここの断面が谷ということで、3次元的に集水してくるので、下流に行けば行くほど流量が大きくなるような条件を設定しています。

それでは、早速シミュレーション結果を見ていきます。こちら動画になっておりまして、上の図がせん断ひずみ、下が飽和度、今から流していきます。まず、せん断ひずみに注目して説明していきます。まず、盛り土と溪流堆積物の層境でせん断面が入って、層境をきっかけにすべり面が入っていきます。今回の解析条件では3日くらいで壊れているところに近いせん断面が出ている様子が見えます。続いて飽和度分布をみていきますが、溪流堆積物が赤いところですが、こちらから水が供給されていって、このとき盛り土の最下部、溪流堆積物との層境あたりに水が供給されます。それで最初にここにせん断面が入ってきますが、一方で雨を降らしていますが、ほとんど入っていない状況が見えると思います。透水性が高い上部盛り土でも三日程度ならこの程度しか入っていかなくて、今回の解析からは雨というより地下水の供給によりこのような変形が出ている理由になっています。静止画で改めて見ていきます。こちら左側がせん断ひずみ、右側が飽和度、スケールは一緒です。まず、せん断ひずみを見ると下部盛り土の法尻付近から層が入って行って、上方へとすべり面が形成されていき、3日経過時には実際に崩壊したこのあたりまですべり面が生じているかと思っています。飽和度については、地表面から降雨による飽和度の変化はほぼ生じていない。地表面がちょっと濡れているくらいでほとんど変化はない。一方で溪流堆積物から供給された地下水により、飽和度が上昇して盛り土の下部、溪流堆積物との層境に供給されています。もう少しせん断ひずみを拡大した図をこちらに載せておりまして、これを見ると層境、赤い線が入っているのが見えます。一番上のすべり部分の層境を出力したのがこちらの図です。まず、丸が降雨前です。その後実線になっているのが3日間の降雨ですが、最初に見ていただきたいのはこちらの図。平均有効応力と偏差応力と呼ばれるものですが、こちらは降雨前つまり盛り土施工過程でこのような応力が既に生じています。この意味は、滑ろうとする力が既に働いているようになっています。その後、雨、主に地下水ですが流入して次に何が起こるかという、間隙水圧が上昇して、サクシヨンの低下や飽和度が上昇してここで飽和度が100%になっています。この時、100%になった程度ですとひずみも出ていません。さらに、飽和度100%になってからは、更なる吸水が起きると、また間隙水圧が上昇していくんですけども、それによって平均有効応力の低下や偏差応力の低下が生じて、要はせん断強度だと思っただけであればいいですけども、それが低下、柔らかくなっていったるということは言えると思います。こちら体積なんですけども、最初の飽和度100%になっていくこの辺りは全然膨張してないんですけども、今言った赤線のところの体積が膨張して行って柔らかくなっていくといったものが出ています。ここからは専

門的な話になってしまいますが、つまりどういったメカニズムだったか、今回の解析をどういうメカニズムだったかっていいますと、まず、地下水が溪流堆積物に流入して、その結果、溪流堆積物の水圧は上がるんですけど、そうすると盛り土にも水が入る。特に盛り土透水性低いので最下部にだけ、この層境付近だけ水が入ってきて、このような力学挙動がでた。力学挙動の特徴としては、特に最初からですね、かなり盛り土施工で、盛り土高さが高いと思うので、そういったせん断されてる、滑ろうとする力が既にかかっているような所に多量の水が送り込まれますと、簡単に柔らかくなるような性質が土にありますので、そういった挙動がここにでていくということで、今回の解析でこのようなすべりが生じたということになります。

説明以上で終わります。ありがとうございます。

○事務局

ありがとうございました。ただいま第7章の解析についての説明がございました。難波理事から何か補足等あればお願いします。

○難波理事

7章の7-11を見ていただきたいんですけども、有効応力とか軟化現象は専門用語でわかりにくいと思いますので、普通の用語でこんなことかなと書きました。正確性は欠くかもしれませんが、このあたりについてもご指導いただければと思います。

今のご説明いただいたことで、どういう現象が起きてたのかというのは、7-11 ページの真ん中黒ぼつの解析のところ、透水性が高い溪流堆積物に大量の地下水が流入し、溪流堆積物内の水圧が上昇すると、その上にある、上というのは溪流堆積物の上に積まれた盛り土ですけど、そこへ地下水が流入して、特に溪流堆積物との層境に位置する盛り土内で水圧が上昇します。水圧が高くなると、土粒子間を結びつける力が弱まって、特に大きなせん断力、このせん断力っていうのは正方形をひしゃげようとするような力です。斜めにひしゃげるような力ですけど、すべろうとする力と言い換えると、特にすべろうとする力が大きく働いている土は、吸水をして水圧が上昇すると、容易にドロドロになる軟化現象はドロドロになる現象とここでは書いています。ドロドロになって柔らかくなる性質があります。

先ほど解析した断面では、高い盛り土が施工されたために、盛り土下部は、水圧は高まりやすい、それから集水しやすい盛り土下部付近から順に、上方に注水して水圧が上昇し、柔らかくなって、盛り土の荷重に抵抗することができなくなるために土塊の滑りが生じて、その結果、盛り土全体が崩壊した現象だと思えます。

この注のところですが、解析から直接それが示されるわけではないが、解析結果からこういうことが想像できるんじゃないか。この解析モデルは崩壊がどこで始まったか等の崩壊の初期現象を直接示すものではない。ひずみが出てますので、ひずみイコール滑

りではないので、そういった面で初期崩壊を直接示すものではないと言ったほうがいいかもしれません。しかし盛り土の下端の溪流堆積物および、それと、その中に位置する盛り土内における水圧の上昇と、盛り土の軟化ドロドロ化は、他の場所に比べて早期に始まって、かつその程度は高いと思われます。それにもかかわらず、盛り土の下部にはこれを支える擁壁がありませんでした。よって、崩壊は盛り土の下端部から始まって、その後、上部が崩壊したものと推定されるのではないかということです。

それから、この解析結果では、盛り土の表層の崩壊滑りや、盛り土の浅い層での崩壊・滑りは生じていません。先ほどの滑り点を見ていただくと、表層では赤色のひずみが非常に大きいところが入っていません。したがって、これはなぜかということですが、これはその盛り土が、もともと飽和度が高く、かつ透水性が低いために表層からは降雨が流入しにくい状況であったという条件で、計算されているからだと思われます。

実現象として、崩壊前の盛り土は常時水分量が高い状態であったというのは、現地で作業した人の話をして確認をされています。なぜこれを申し上げたかということ、今年の7月の14日、15日ぐらいのときに、こういう現象が起きたのではないかという説明をしましたが、その際には、どちらかということ地下水から水が入ってくるのではなくて、表層から水が入っていて、それが盛り土の下部というか低いところに集まってきて、地下水が上昇して行って、それで、全体として水圧が上がって、下部でパイピング、水が噴くような現象が起きると、こういう説明をしましたが、今回は、その下部が先に噴いたろうと言いますか、崩壊したんだろうということは同じですが、水の入り方が、表層から、盛り土の表面から入ってきたんじゃないかと、地下から、底面から入ってきて、底面からどんどん過剰に水が入ってくるので、水位、水圧が上がっていて、それで今度は盛り土がこの軟化現象、ドロドロになる現象が起きて崩壊したのではないかと思われます。したがって今年の7月に説明したのとちょっと違う現象ということですが、あえてここで説明をさせていただきました。

それからこの資料の中に、あの現地でどんな状況が起きたかなっていうのは、最初に粘土の高いドロドロとしたものが流下してきて、それが第1波で、その後に赤い家のところに水しぶきを立てて落ちていっているような大きな崩壊現象起きてましたけども、その現象を今回の解析ではある程度再現しているのかな、この現象を再現してるんじゃないかと、盛り土がそういう形で崩壊すると、おそらくあのときに、実際に、下流部の住宅街で起きたような現象は起こりそうだなという印象を持ちました。

そのあたりについてちょっと追加での説明をさせていただきました。以上です。

○事務局

ありがとうございました。ただいまの第7章について、何かご意見等、ございますでしょうか。

○今泉委員

今回崩壊の再現解析を示していただきまして、これは崩壊のメカニズムを考える上で大きな前進ではないかなと思います。こういった再現解析の結果は入力条件に依存していると思うんですが、今日の委員会の前半で示していただいたような、地質調査とか、あるいは水文の調査の結果に基づいて、最もらしい条件を入力して解析をしたと思います。

今後こういった解析をどこまでやっていくかっていうところなんですけど、入力条件について、より良いものを探っていければいいんですけど、ただもう既に盛り土がなくなっているっていうのと、あと当時の降雨と全く同じような降雨が今後あるとも限らないというか、あっても同じような現象が起こるかどうかもわからない、そういったこともあるので、入力条件をきっちり定めるというのは、ほぼ不可能に近いのではないかなと思います。なので、やはりどこかで区切りをつけて、その状態でわかるところから結論をまとめていくと、そういう流れが良いのではないかなと。あまり入力条件をいじっていってしまうと、本当に現象、メカニズムを説明しようとしているのか、それとも結果を合わそうとしているのかわからなくなってしまうので、ある程度現場の条件から最もらしい入力条件を入れたら、それに基づいて、解釈をしていくという、そういった流れが良いのではないかと思います。以上です。

○事務局

ありがとうございました。その他何かご意見、ご質問等ございますでしょうか。お願いいたします。

○沢田委員

まず最初に、難波さんが補足で説明していただいたことの、最後のあたりのことについてなんですけれども、ドロドロの流下した土砂が、下の方で見られたことの現象を説明できるような内容の印象だったような、そんなお話をされたと思うんですけど、この数値解析が少なくともそんなところまでの話は全く考えていなくて、そこに盛られている盛り土が先ほど今泉委員がおっしゃったように、ものすごく限られた条件で勝手に作った断面、しかもピンポイントでとったボーリングのデータを、あたかも全部層がそれであるように作った、そういう数値解析をしています。そこから、映像で得られている現象までの距離がとんでもなく長いわけです。そこで同じような印象を得られたというのは少し大きな間違いを抱かせるようなお話ではないかと思うので、そこは訂正された方がよいのではないかと思いますそれがまず1つ。

もう1つは、7-11 ページで考察の解説のところで説明をしていただいた、私達少しこういう数値解析をかじると説明が分かりますが、少なくとも断面的にどう言ったらいいですか、流下方向の平面的な位置と、それから盛土高さ方向の位置と空間的な位置が

全くここには表現されていないので、そこを上手に書かないと、一体何がどこでどう起きているのかを、なかなか表現しづらい説明だと思いましたので、やはり一部の現象、1か所の現象を捉えるのであればこれは非常に良い表現をしているなどと思いますけれども、断面位置的に一体どこでどういうことが最初に起きているのかを説明できるような解析にすることが、ちょっとこれから修正として必要なのではないかと思います。以上です。

○事務局

ありがとうございました。よろしく申し上げます。

○小高委員

私からも2点ほどございます。1点目ですが、難波理事からお話があった水の供給源って話がありますが、昨年7月の当初は確かに表流水とお話があったんですが、11月の2回目の委員会以降は、この検証チームの調査によってかなりの確度で地下水からの供給が崩壊の誘因という話がありましたので、その点については今回の解析がそれをフォローして、地下水の供給という条件を与えて実施しているということかと思えます。また、なおかつ当初心配した盛土の下端だけが崩壊して解析が終わるんじゃないかという、通常のありきたりの解析であると、そういうモードが出るんじゃないかという懸念があったんですが、今回の解析では、盛土のかなり上部、しかも、仮定した断面とはいえ、落ち残りの部分を残したあたりで滑るということが表現されたということはかなり前進かなという風には感じております。

もう1点ですが、同じく難波理事の方から考察の解説ということで、一般の方に分かりやすいようにという配慮でこのような解説をつけられたのかなと考えていますが、特にドロドロという表現の現象をどれだけ科学的に示すことができるかというところがポイントになるか思います。

あの盛土の土自体は流れてしまって、もはや無いですが、落ち残りの盛土から採取した限られた土ではありますが、それを使って実験をして今回の数値解析のパラメータを設定しています。報告書の中には土質試験の結果があまりないんですけども、私もその試験結果を見せていただきましたが、細粒分がかなり高い土で、実際に流れ下った土石流もかなり粘性が高いものでした。その一方で礫分もある程度含んでる土であり、細粒分だけを見ると粘性土に近い土でありながら、これも専門的な話になるんですけども、物理特性としては、ほぼ非塑性の細粒分ということがわかってます。そこで、このドロドロという表現ですが、実際にもうちょっと土質試験の専門的な知見を加えることで、それが簡単に起こりうる土なんだということを報告書の中で示された方が、お話だけではなくて科学的に示すことができるのではないかなと考えております。

河川堤防の実験ですと、私が専門でやってるといふところもあるんですけども、非常

に細粒分が高い土であっても、今回と同じように間隙水圧を徐々に上げていった場合に、急激に崩壊が起こることが観察できます。ある時点まではほとんど変化はないんですけども、閾値を超えたとたんに体積が膨張して一気にひずみが発生するようなことが、かなり細粒分が多い土であっても、そういう吸水軟化現象が確認されております。おそらくこの盛土の土も、限られた落ち残った部分だけではあるんですけども、そういうことが言えるんじゃないかと考えられますので、そういう知見も含めて報告書の中に今後入れたりすれば、今回の解析で特にキーポイントとなる吸水軟化現象がより明確に伝わるのかなと思います。以上でございます。

○事務局

ありがとうございます。その他いかがでしょうか。

○難波理事

今の点で、3名の委員から御意見をいただきましたので、まず今泉委員の件ですけれども、パラメータをいろいろ変えられる可能性があるわけですけども、あんまり変えても、意味がないので。だいたいこれでこんなことが起きたんだろうというところを確認できればいいと思うのですが、透水係数のところが、それによってかなり現象が変わってくるんじゃないかなと。盛り土のところの透水係数です。透水係数を変えたときに、どういうふうに解析結果が変わるのかっていうのは、ちょっとやっておいた方がいいかなと。感度分析のような形になるかもしれませんが、少しやった方がいいんじゃないかなと思っております。

それから沢田委員からいただいた実現象の再現のところ、実際の下流部でドロドロとして流れたところがこの報告書には書いてないんですけども、何となくそういうイメージが出てくるんじゃないかなということでお話をしましたけども、それは推測が多すぎるので、報告書の中ではそういうことは書かない方がいいとは思いますが、何となくイメージしやすいかなということでも申し上げたところなので、誤解を招く可能性があるので、報告書には書かないようにしたいと思います。

それから全体として、まだ確かにわかりにくいので、逆に私が、多少知識があるので、中途半端に書くところという風になってしまっています。さらに、全くこういうものについての知識がない方でもイメージがサーッと頭の中に入るような形で表現する必要があるかなというふうに思っています。やはり一番関心があるのはですね、あの場所がどういう状態になっていたのか、最終的にどういう現象が起きたんだろうかっていうのが、頭の中でサーッと流れるようにわかるっていうのが一番大事なことだと思いますので、それがわかるような表現に変えていきたいと思っております。

それから軟化現象ですけれども、ちょっとイメージが湧きにくいような感じがしますので、それは小高先生にも御指導いただいて、何かこの中で少し解説のようなものを軟

化現象というのはどんなものかというのを解説するような形で入れたらいいのかなと思います。液状化現象についても、何となく視覚的に皆さんが理解しやすいのがあるので、これも典型的ではありますが、一般的には理解しにくい現象ですので、それがわかるように書けたらと思います。

それから御質問に答えるわけではないですけど、ポイントはここで溪流堆積物があって、そこがものすごい水を通しやすいところでそこにどンドン水が供給されてきて水圧が上がるといところと、それから地盤そのものの締固めが悪くて、そこに地下水が常時供給されているので、常にほぼ飽和したような湿潤状態だったといところもあって、その二つが重なって、多分崩壊したんだろうと。これはこういうこと言っているかどうかを確認したいんですけど、逆にここに溪流堆積物がなくて、ないということはあるだけ水はそこに入ってこなくて、水圧が上がる、もともと盛り土は透水係数が極めて低いので、あんなふうな水圧の上がり方をしないんじゃないかなと思いますので、そこに溪流堆積物という非常に透水性が高いものがあるってその上にもものすごく透水性の低い盛り土を置いたので、ああいう現象が起きたということかなという風に思いますが、その辺りがそういう考え方でいいかどうかを教えてください。

○事務局

委員の方から御意見をいただけるとありがたいと思いますが、いかがでしょうか。

○沢田委員

今回溪流堆積物が確認されていて、そこを通過して水が供給されているということについては流量調査でもわかっていることなので、そこは構わないと思います。

ただ、それが他のところにも全て当てはまる条件かという話だと、違うとは思いますが。水がずっと供給されているっていうことは間違いなく確認されていて、そこに例えば溪流堆積物のような透水係数の高い層がなくても、水は多分どこかに出口を探して動きますので、それがどういうふうに振る舞うかっていうのは、ちょっと想像はできないんですけども。そのあたりはどういうふうに捉えられるかをちょっと注意しながら考えてまとめた方がよろしいんじゃないかとは思いますが。表現的には構わないのではないかと私は思いました。

○事務局

ありがとうございます。

○小高委員

今のお話ですけども、溪流堆積物が崩壊した盛土の下にあったかどうかという議論よりは、古い盛土かもしれませんが、崩れたところよりも上流の盛土の下にも溪流

堆積物が上流からかなりの距離で続いているというのが一番のポイントだと 11 月の頃からこの委員会で議論されてきたことだと思います。上流から続く溪流堆積物の存在を消すわけにもいかないので、基本的にはあの溪流堆積物がキーポイントになって地下水がかなり供給されているという話だと感じております。

ただ、あの非常に不適切な工法で作られて最終的に壊れた盛土については、谷を埋めたときに溪流堆積物に何らかの処理をしていれば、もしかしたら結果は違ったという意味では、(溪流堆積物が) あるなしという議論はあるのかもしれませんが。しかし、基本的には鳴沢川から供給されるかなり広い範囲の水が古い盛土の下にある溪流堆積物を通して崩壊した盛土付近に供給されてきているということが一つの大きなポイントですので、その点については解析の前提条件に必要ではないかというふうに考えています。

○今泉委員

私も少しコメントですけど、溪流堆積物等を通して水の供給があったっていうのはいいと思います。供給された水がそのまま盛土の外に出ていく条件にしたら、おそらく飽和度が上がって水圧が上昇するっていうことは起きなかったと思うんですが、水収支の観点から追加排水が、排水というか水が入ってくる量と出ていく量を比べた場合に入ってくる量の方が多くて水が留まっていたというところが今回の崩壊に繋がった可能性はあるのかなと思います。

○事務局

ありがとうございますその他、御意見御質問等ございますでしょうか。

○沢田委員

今のお話で水がずっと供給されていた、それが鳴沢川からのもので確認されていた上で5月のときに水の出具合を調査されているということについて、やはりそのとこできちっと定量的な数字が得られてないので、少し残念だったなと思います。もしそういう機会があれば、いろいろなところで情報が定量的に得られるようなものにしていただければと思います。

もう一つついでに申し上げるなら、先ほど小高委員がおっしゃいましたけれども、やはり科学的な根拠はどうだっていう話が必ずついて回ると思いますので、難波理事が非常にわかりやすくまとめる、物語を作ってまとめるっていうことを認識されていることはとても大切なことだと思いますけど、そこにやはり科学的な根拠がどう結びついていっているのかをきちんと紐づけして振り上げていただければと思います。以上です。

○難波理事

はい。8章は総括になるんですけども、これはまだ書いてないんですね。8章のとこ

ろはそれまでの7章のかなり学術的と言いますか専門用語が入っているものとは違う書き方をしていきたいなという風に思っています。そこである種の科学コミュニケーションみたいな形になりますけれども、しっかりとした科学根拠に基づいてかつわかりやすくというような表現をこれから工夫していきたいと思えます。

それから今日いろいろ御意見をいただいていますけれども、最終報告書の案になってますけど、これで終わりというわけではなくて、これからさらに追加解析をしていくこととなりますし、先ほど今泉先生からあったようなパラメータをちょっと改善するとどんな結果が出るのかちょっと見ておかないといけないかもしれませんし、それからもうちょっと精査する必要があるところは精査をしていきたいと思えます。

さらにこれまで多くの方に、調査とか解析結果ですとかやっただきましたので、今回これを今日公表しますので、それについてまたいろいろ御意見が出てくると思えますので、それを踏まえた形で全体を修正したり書き加えたりして、その上で8章にわかりやすい総括という形で発生原因の総括をまとめたいという風に思えます。

○事務局

よろしいでしょうか。ありがとうございました。

続きまして次第の4番、今後のスケジュールについて説明をお願いします。

○事務局

お手元の資料3番に示してありますように、第5回の委員会を8月に予定しております。先ほど難波理事の方からも説明をさせていただいていますが、今後、第7章の崩壊の再現解析の追加解析業務、並びに今までの第1章から第7章を含めての総括を今後整理していきたいと思えますので、最終報告書を取りまとめた時点で開催をしていきたいと考えております。その期日が現在のところ8月ということを考えております。以上となります。

○事務局

ただいま説明のありました今後のスケジュールについての御意見ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは本日予定しておりました議事について説明をさせていただきました。

各委員からいただきました御意見を整理した上でですね、最終報告書の取りまとめを進めてまいります。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。ありがとうございました。