

第3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3月29日（火）午後1時30分から3時30分

場 所：県庁別館9階特別第1会議室

○事務局

定刻となりましたので、ただいまから第3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、年度末の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、本日司会を務めます静岡県交通基盤部砂防課の西川と申します。どうぞ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、席次表をご覧ください。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

よろしく願いいたします。

○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

よろしく願いいたします。

○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

よろしく願いいたします。

○事務局

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

委員の先生方には年度末の大変お忙しい中ご出席をいただきましてありがとうございます。今日は原因調査の中間報告ということで、検証いただきたいと思います。

最初にちょっと振り返りますと、第1回の委員会が9月7日でした。その時に、半年くらい年度内を目途に何らかの成果を出したいということで、我々としても努力していきたい、先生方にもご指導いただきたいということでお願いしました。年度末になりましたので、中間報告という形で今日は取り入れたいと思っています。まだ、中間ということですので、後ほど出てまいりますけども、まだまだ解析しないといけないところは残っていますが、かなりの内容が分かってきたということで、今回は中間報告として取り入れたいというものです。

もう一つですね、中間報告と委員会の関係について、もう一度整理をしておきたいのですが、昨日、行政対応の検証委員会というのが開かれました。小高先生にはそちらの委員になっていただいています。この行政対応の検証委員会は、完全に第3者方式ですので、委員の先生方が検証するというので、昨日中間報告が出されましたけど、それは行政対応の検証委員会としての中間報告という形になります。今日も名前は同じ中間報告になりますが、この作成者は内部検証チーム、あくまで静岡県ということになります。委員の先生方には、その内容について検証あるいは指導していただくというものになります。ここまで取りまとめるにあたって、第1回、第2回の委員会のみならず、個別指導していただきまして、本当に感謝申し上げます。なんとかここまでまとまりましたので、今日またご助言またご指導いただきたいと思います。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。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ございます。

それでは、議事の方に入ります。議事次第にしたがって進めさせていただきます。

次第番号2番第2回検証委員会の委員意見に対する対応状況について説明をお願いいたします。

○杉本砂防課長

砂防課長の杉本です。本日はよろしく申し上げます。

「第2回検証委員会の委員意見に対する対応状況」について、説明いたします。A3の資料がありますが、これをご覧ください。

まず番号の1番、2番につきましては、地質調査結果から溪流堆積物に関するご意見をいただきました。今後の解析のポイントとして、溪流堆積物の分布を明確にする必要がある、このようなご意見をいただきました。これを踏まえての対応状況は、地質調査結果に加え、流向、流速計の結果から、溪流堆積物の連続性が伺えることが分かってきました。今後はこの高透水層であります溪流堆積物の連続性を考慮して解析を進めていきたいと考えています。

続きまして番号の3番から7番に関しましては、浸透流解析に関するご意見をいただきました。主な代表的なご意見といたしましては、盛り土内に入った水の量は、盛り土内に定量的に入っていた水の供給のされ方に大きく関係するので、関係性について詳しく見た方が良く、あるいは別のご意見として、浸透流解析は特に崩壊箇所付近がポイントになるので、どの程度の精度でできるかを明らかにしていく必要がある、このようなご意見をいただきました。これにつきましては、各種調査によりまして、現地の複雑な地下水の流動形態や、すでに流失した盛り土の性状が不明であることから、今回精度の高い解析結果が得られないことが判明いたしました。詳細につきましては、この後説明させていただきます。

続きまして、8番から10番につきましては、崩壊解析についてのご意見をいただいております。主な意見としましては、不確実性はある程度残ると思う。不確実性を考慮した上で言えることは何かを注意しながら結論を出す方が良く、という意見のほかにも、崩壊解析については、仮に盛り土の足元に水が貯まって、そこをきっかけに崩れていったという話であれば、そこをきちんと説明できるようにすることが大事である、このようなご意見をいただきました。これに対しましては、施工事業者の協力が得られなかったことから、固化材の混入量・混入箇所等について情報が得られないため、盛り土の強度・土質定数の推定が困難となりました。また、この盛り土の場所と施工方法の特殊性、ならびに今回の崩壊を引き起こした特殊な外力から、一般的な解析方法では現象の再現性についての精度が低いことがわかってきました。更に、この盛り土については、締固めが緩い状態で造成されているため、水の吸水により土の強度が変化する。この現象を評価できる崩壊解析が必要であると判断されました。以上のことから今後は、既に現地調査方法等で意見をいただいております、地盤工学会に適切な解析方法の選定を依頼し、それに基づき解析を進めてまいります。これにつきましても後ほど詳細を説明させていただきます。

最後に、11番から13番は今後の課題としてのご意見です。適切な工法・工事等、どうすれば今後こういうことが起こらないようにするような技術的、物理的な話に結び付く解析にしてほしい。このようなご意見をいただきました。この件につきましては、今回の検証委員会の直接の目的でないことですので、これについては今後の検討課題として取り組みたいと考えています。

私からの説明は以上となります。

○事務局

ただいま説明がありました「第2回検証委員会の委員意見に対する対応状況」について、ご意見等はございますでしょうか。

小高先生お願いいたします。

○小高委員

ありがとうございます。番号4番のところで私が発言した内容でございますが、非常に精度の高い観測データが得られているということを申し上げました。後ほどご説明いただく浸透流解析で精度の高い結果が得られなかったということですが、逆に言えば、非常に精度が高いという発言の趣旨は、非常に複雑な現象をうまく表している観測結果が得られたということですので、それを解析で表すのは元々非常に難しい問題だったということです。そのあたりを汲んでいただきまして、浸透流解析でその複雑な現象を表すというのは、それなりの精度の解析をしなければならぬことが予想されましたので、そういう意図の発言をしたということです。以上です。

○事務局

ありがとうございます。他にご意見、ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、次第番号3番「中間報告書(案)」に移りたいと思います。7ページの目次をお開きください。

これまでに報告させて頂きました内容につきましては、今回、概要のみの説明とさせていただきます、新たに報告させて頂く内容を中心に説明させていただきます。まず第1章から第4章までの説明をいたします。それでは、私の方から説明させていただきます。

今回の目次を見ていただきますと、第1章から5章までは主に調査についての内容、6章及び7章が解析に関わる部分の構成になってございます。調査結果につきましては第2回検証委員会で報告している内容に加えて、その後の調査により今回結果を報告するものというようになってございます。時間も限られてございますので、新たな調査結果の報告を中心に進めさせていただきます。

まず、第1章、こちらにつきましては、土石流災害の概要ということで、災害の概要、地形及び地質、発災前の気象及び降雨、災害発生時の状況をまとめております。1-1ページで被害の概要について時点修正を行っています。

第2章につきましては、現地の概要ということで、崩落地内の踏査結果、土石流流域の踏査結果、ドローンによる湧水点調査、それから源頭部の水道管に関する調査についてまとめております。

2-11 ページをお開き下さい。ドローンによる湧水点調査についてでございます。ドローンに搭載した熱画像カメラを活用し、晴天時と降雨後の崩落地の地表面の温度を計測して、さらに比較して、湧水点の特定を行ってございます。2-12 ページのところに、抽出した湧水点 82 箇所の内、約 70%が逢初川の左岸側に分布していることが確認できています。北側の鳴沢川流域からの地下水が、相対的に標高の低い逢初川流域に流動・湧出していることを示唆していると考えています。

2-17 ページをご覧ください。源頭部の水道管について調査を行ってございます。前回までに 10 時 53 分に水道管が破断したのではないかという報告をしてございますけど、さらに破断する前に流水があったかどうかということについても今回調査してござ

います。2-18 ページに水道施設位置図を示してございます。源頭部の水道管破断箇所の脇のところに、七尾調圧槽というのがございます。さらに、そこから北に行ったところに、七尾第2配水池というのがございます。七尾調圧槽から七尾第2配水池に向けて、水が流れていくというのが水道管の系統になってございます。2-20 ページに熱海市水系経路全図ということで、熱海市の水道がどういう風に流れているかということを示してございます。今回、水道管の漏水についての調査というのは、そもそも土砂の崩落前に水道管の漏水があった場合、漏水が崩落の一因になることもあり得ることから、崩落前の水道管の漏水の可能性を確認するため、水道管理者へのヒアリングや水道施設の水位記録等の調査を行っています。

七尾地区につきましては、七尾調圧槽ー七尾第2配水池（柿田川水系）から配水する系統に加え、泉浄水場ー七尾第2配水池（泉水系）から配水する系統の2系統で水道水が供給できるようになってございます。泉水系の水質の状況を見ながら配水系統の切り替えを行っている、そういう運用を水道管理者はしてございます。

2-19 ページをお開き下さい。発災前の7月1日～2日にかけて、柿田川水系を送水停止にして泉水系の水を使っているということですが、停止している期間、七尾調圧槽の水位変化はごくわずかということになってございます。送水流量にも変化がないことから、漏水はなかったと考えてございます。

7月3日の10時53分に七尾調圧槽の水位が急低下しているということです。この時に源頭部の崩落に伴い、水道管が切断したのではないかと考えております。

続きまして、第3章に移っていきます。第3章につきましては、地形・地質詳細と盛土履歴ということで、地形改変前の空中写真、既存資料、現地調査の結果から逢初川源頭部及び鳴沢川流域の地形・地質の特徴を整理し、また、地形改変の履歴を追うため、過去の空中写真と公文書に出てくる盛り土の写真を活用し整理を行ってございます。

さらに今回崩落した盛り土がどのように施工されたかを把握するため、盛土施工に関わる関係者へのヒアリングを実施してございます。そちらにつきましては、盛土施工に関する証言としてとりまとめをさせていただきました。

3-33 ページをお開き下さい。ヒアリングは、2021年10月18日に県が公表した公文書を基に、連絡が取れた新旧土地所有者や盛土施工に関わった施工業者等の6社（者）に対し実施してございます。2021年12月から2022年3月にかけて実施してございます。ただし、連絡が取れずにヒアリングができなかった関係者がいることや内容の信頼度には疑問が残ることがございます。流出した盛り土の施工状況を正確に把握することは困難というところがございます。その前提で証言や公文書を基に、崩落前の盛り土の施工状況等を整理させてもらってございます。

図3-18をご覧ください。こちらE社の証言によりますと施工時期と計画届出書上の施工時期が異なっていることが証言から出てきました。E社施工後にD社が盛り土を実施していたとの証言でもありました。

3-34 ページをお開き下さい。関係者の主な証言と公文書から見た現場状況について、記載してございます。盛り土の状況について、E社の証言によると2009年3月以降、既にそこにおいてあった土砂も含め、盛り土をする際に転圧や地盤改良をしながら施工して、盛り土の法面の植生を残したかたちで2010年6月までに盛り土については完了したとっております。2010年7月から施工業者がD社に変わり、盛り土の斜面形状を変えるといた届出とは異なる盛り土が施工されていたということでございます。

3-36 ページをお開きください。盛土材についてでございます。E社は持ち込まれた土砂に対し、受け入れを拒否したことはないということでございました。現場の感覚で固化材を入れていたというような証言でございます。多様な土砂で盛り土が形成され、盛土材の性状はばらつきがあると考えてございます。

E社が行った地盤改良では、セメント系の「タフロック3E」というものを使用していたとの証言でございます。

排水につきましては、旧溪床部分に暗渠排水管（φ30cm程度）を2～3本設置し、沈砂池まで導いていたと、さらに、盛り土上部の方には入れていなかったとの証言がございました。公文書によると表面排水は、2011年8月、D社が木製縦排水路を設置して沈砂池も復旧しているというようなことが確認できています。K社が2012年10月以降に現場に入った時には、沈砂池はなく、木製の縦排水路も壊れていたとの証言がございました。この時、すでに流出した土砂で沈砂池が埋塞していた可能性があるかと推測されます。また、K社からは、斜面の小段の法尻側には365日水が染み出しているということで、場所によっては水たまりもあり、全体がぐしゃぐしゃだったとの証言であり、排水不良であったということが伺えます。

第4章につきましては、土石流流下状況ということで、流下痕跡の判読、現地撮影映像等からの流下実態把握について、取りまとめを行ってございます。

流下実態把握に関しましては、4-5、6 ページに記されています。これまでの報告に加え、目撃情報や新たな動画で得られた情報を追記してございます。この中で、土石流の初期段階で既に破壊力を持った土石流が段波になって流下していたという証言もございます。

1章から4章につきましては、以上となります。ここまでご意見等ございますでしょうか。小高先生お願いいたします。

○小高委員

今回、盛り土の施工履歴についてヒアリング等を用いて非常に詳しくまとめていただいたわけですが、この中でE社さんが入った2009年3月の時に、やりっぱなしの土砂も含めて地盤改良をしたという話がありました。その地盤改良をどの程度したかについて、あまり詳しい情報が得られなかったということだと思いますが、盛り土のどのあたりにどの程度、地盤改良したのか、そういう情報が得られているのかというのが一つ、

もう一つは 2010 年 7 月にまた業者が変わったというお話でしたが、盛り土の斜面形状を変えるという言葉がありましたが、それはどのような形状に変えたのかということ詳しく説明していただけますでしょうか。

○事務局

まず一点目のヒアリングに対してどのような形で固化材を入れたのかという話でございますけれど、口頭で話を伺ったものですから、最終的にそれが正しいかということもございますが、いただいているお話としましては、表現といたしましては大体 20m²あたりに 1t くらいの改良剤を使ったと言ってございます。トータル 100t くらいを使ったのではないかというような証言でございました。それが 1 点目でございます。

2 点目につきましては、こちらの写真でお示ししているように、3-35 ページの一番上の写真をご覧ください。こちらを見ていただくと左側の写真につきましては、小段が直線状になっているかと思えます。右側の写真につきましては、小段が弧を描いている形で、奥側を見ると新たに土を入れていると、すぐ下の写真でもわかるとおり、8 月 31 日の写真を見ていただいても新たに土砂を入れているように見えます。そういった意味で形状を変えているという話の一つ。E 社が 2010 年 6 月いっぱい盛りの工事を終えているという話を言っています。それが 3-34 ページの下段になってくるのですが、それからさらに、その上の段に盛られていて、7 月 26 日の写真でも上のところに盛り土がされているといったようなことで、形状も高さも変えているということが証言と公文書から確認できるというように思っています。以上です。

○小高委員

ありがとうございます。要は 3-32 というのが届出の図面で、そののところでは高さ 15m という届出であったのに、その業者が上部にさらに盛ったということが分かったということよろしいでしょうか。

○事務局

実際の証言の時に言っていたのは、現場に入る時に 3-32 の図面は知らなかったそうです。それなので、これ通りに盛られているかもはっきりわからないというのが実態でございます。

○小高委員

わかりました。3-34 の下の写真では、上まで盛っていないというところまで分からなかったので聞きました。この写真の 7 月の時点でも届出の図面とは違うような盛り土がされていて、その後にさらにそれに輪をかけているような盛り土がされたようなイメージなのかなというのを写真から拝見していたのですが、おそらくそういうことだと思います。

います。ありがとうございます。

○事務局

他にいかがでしょうか。沢田先生お願いいたします。

○沢田委員

今の小高先生の話というのは、K社という登場人物があるのですが、このK社っていうのは何のためにこれを引き継いだのですか。

○事務局

K社というのが、今実質的にここの現場を管理している会社になっています。

○難波副知事

現所有者です。2011年の2月26日に所有権が変わっていますので、K社というのはその所有権の変った後の現土地所有者の関係の会社になります。

○事務局

ヒアリングした方につきましては、初めて現場に入ったというのが先ほどお話をさせていただきまして2012年10月が初めてという話で、その後、現場を行った時に先ほどお話させてもらったような状況だったというようなお話をいただいております。

ちょっと具体的にそれがいつかっていうところまで特定できなかったのですが、現場でそういう状況だというお話をいただいております。

○沢田委員

はい。ありがとうございます。

○今泉委員

質問じゃなくて単なるコメントなのですが、水道管の破断のタイミングも調べていただいて、破断のタイミングが土石流の第1波の後ということで、いくつか土砂が移動したということがこういった調査から分かっています。ただ、分かったこともある一方で、土砂の移動過程が複雑だったということが分かってきたのかなというふうに思います。

盛り土の施工の過程もいろいろな業者が関わっていて複雑だったっていうことだと思うのですが、現在、この場所の盛り土が失われていて、かついろいろ調べていただいて、当時の状況も情報は得られているものの、なかなか地盤の状態について断定するのは難しいのかなという印象を受けました。

それなので、調べていただいて明らかになったのはいいことだと思うのですが、実際に解析をしていく上での何というのか、分からないことと、不確実なことというのが、どうしても決めきれない部分があるのではないかっていうのを、説明を聞いていて感じました。以上です。

○難波副知事

今の点でいうと、この源頭部のところでいつ何が起きたかということが分かるのは、10時53分に水道管が破断しているので、この水道管が源頭部の左岸側の標高395m付近にありますので、そのあたりが10時55分に壊れたというのは分かります。

それから、今度夕方に16時頃ドローンを飛ばした写真がありますので、その状態が分かります。当日の源頭部で何があったかということはこの二つの事実しか分かりません。

下流側で、ここでいろいろ調べていますけれど、段波が7波なのか10波なのか分かりませんが起きています。その時間はほとんど把握しています。その下の動きと上の動きをどう結びつけるかというのは、今泉先生がおっしゃったようになかなか分からないということだと思います。

繰り返しになりますけれど、源頭部の盛り土は何回かに分かれて壊れたのだと思いますけど、唯一時間がわかっているのは10時53分の源頭部左岸上部ということだけだと思います。ありがとうございました。

○小高委員

もう1回、ちょうど今ここに出ている3-36の資料のところの排水についてなんですけれど、ポツの一つ目と二つ目はどなたがいつやられた施工についてのお話なのか全く分かりません。盛り土のどの部分なのか、あるいはどの時期にやられたのか。暗渠排水管を2、3本設置したというのはどなたが発言をされているのでしょうか。

○事務局

まず一つ目ポツの2、3本の設置というところでございますけれど、こちらはE社の方が発言の方をさせていただきます。今こちらに写真が入ってございますけど、ちょうど2009年6月というのは、E社が施工していた時期と一致しているというところになりますけど、ただこれ写真の方は盛り土の側部になっています。

今ここで一つ目のポツについては真ん中の溪床部ということで、溪床部分の写真の確認ができてないということが一つございます。写真の二つ下の部分につきましては、二つ目のポツにつきましてはこれもE社になります。以上でございます。

○小高委員

はい。わかりました。ありがとうございます。

○事務局

その他よろしいでしょうか。

引き続きまして、5章について説明をいたします。よろしくお願いいたします。

○事務局

第5章の地質・水文調査について説明させていただきます。資料5-1ページをお開きください。図5-1に示しております6か所について流量計を設置して常時流量を計測しました。図5-2に観測箇所の上下流の関係を示しました。

5-3ページをお開きください。崩落地内の湧水点7か所で湧水量と電気伝導度ECを観測しました。観測の結果、崩土と地山の境界付近からのNo.1、2、3において湧水量が多く、比較的安定して観測されました。また、電気伝導度の結果からは、崩落地右岸側のNo.1で値が低く、逢初川からの湧水と考えられます。一方、崩落地左岸側のNo.4では高い観測値が確認されました。岩盤内部からの湧水であり、流動経路が長く、鳴沢川からの地下水が流入していることが考えられます。

5-6ページをお開きください。図5-6にボーリング位置図を示しております。

地質調査はNo.1からNo.5までの5か所で実施しています。盛り土層はNo.3で地表から11.95m、No.4で14.40m、No.5で9.35m下まで確認されました。また、ボーリング孔を用いて現場透水試験、地下水観測、地下水検層、流向流速測定を行いました。なお、地質調査の結果につきましては、資料最後の参考資料に添付させていただいております。5-7ページから各断面の実質断面図となります。

5-9ページのC断面を御覧ください。断面は左からボーリングNo.1、5、3、4と崩壊地を結んでいます。ピンクの着色が盛り土の層となります。また、No.3とNo.5においては透水性の高い溪流堆積物、RD層が確認されております。

5-11ページをお開きください。崩壊地周辺の地下水の分布状況を確認するために電気探査を行いました。電気探査は地表面に打ち込んだ電極から地下に電気を流して電気的な性質の比抵抗値により地下水の分布を調査いたします。地下水により水分量が多くなると比抵抗値は低い値を示します。現地では図5-11のとおり4本の測線で電気探査を実施しました。また電気探査は11月12日から14日の1次調査と、12月14日から16日の2次調査の計2回行いました。

5-12ページをお開きください。1次調査の直前には日雨量53mmの降雨があったため、2次調査よりも1次調査の方が降雨の影響はあると考えられております。このため、2回の調査の差をとる差分解析も行いました。差分解析の結果、比抵抗値の変化率がマイナスになる場合は1次調査の事前の降雨の影響が大きいと考えられます。

5-13ページをお開きください。測線ごとの調査結果と考察を記載しております。5-

14 ページから電気探査結果図で御覧いただきながら考察を説明いたします。

5-14 ページをお開きください。図 5-13 は逢初川と鳴沢川の尾根部を結んだ測線 1 の調査結果になります。上から 1 次調査、2 次調査となり、最後は差分解析になります。ボーリング No. 1 では深度 10 から 40m、No. 2 では 20m より深い位置で青色の低比抵抗部があります。また、ボーリング位置の右側にカラフルな線がありますけれど、これは地下水検層の結果を記載しております。地下水検層は、ボーリング内に投入した食塩濃度の経過時間による希釈状況から地下水の流動等を把握するものです。少し見にくいですが、時間ごとの線の間隔や変形の状況などで流動状況を推定いたします。ボーリング No. 2 を御覧いただきますと、地下水検層で把握した地下水流動層と青色の低比抵抗部が概ね一致している状況がわかると思います。また、下段の差分解析におきましては、No. 1 と No. 2 のボーリングの間に比抵抗部が低下した箇所があり、1 次調査の直前の降雨が影響していると考えられます。

続きまして 5-15 ページをお開きください。No. 1 ボーリングをとおり逢初川と直交する測線 2 の結果となります。ボーリング No. 1 では深度が 10m より深い位置で低比抵抗部があります。また、逢初川の左側にある鳴沢川は 15m より深い位置に低比抵抗部があります。差分解析の変化率は小さいので、1 次、2 次調査の低比抵抗部は恒常的な地下水の分布だということが伺えます。

続いて 5-16 ページを御覧ください。No. 2 ボーリング、No. 3 ボーリングをとおり逢初川と平行する測線 3 の結果となります。ボーリング No. 2 では深度が 10m より深い位置に低比抵抗部があります。ボーリング No. 3 では深度 8 m くらいまでの位置に低比抵抗部があります。また、No. 3 の右側にも浅い位置から低比抵抗部があります。下の段の差分解析の変化率は小さいので低比抵抗部は恒常的な地下水の分布であると考えられております。

続いて 5-17 ページになります。この測線は No. 1、No. 5、盛り土内の No. 3、崩壊地上部の No. 4 のボーリングを結んだ測線 4 の結果となります。この測線は元の逢初川の谷筋を結んでおります。ボーリング No. 1 から No. 5 まで全体的に低比抵抗部が確認されます。また、No. 3 の盛り土内においては浅い位置に低比抵抗部があります。

続きまして 5-18 ページを御覧ください。図 5-17 に電気探査の結果の総括をいたしております。差分解析で変化が少なく、恒常的な地下水分布であることがわかる位置を青い線で結んでおります。また、差分解析で変化が見られ、1 次調査前の降雨の影響が見られる箇所を紫色に明示しております。各測線において、低比抵抗箇所が確認されております。測線 1 から 4 の調査結果から崩壊地周辺には多くの地下水の分布が確認されており、またそれは各ボーリングで実施した地下性検層で把握した地下水流動層とも概ね一致した結果であることがわかりました。

続きまして 5-19 ページになります。5-19 ページは室内の土質試験で実施した数量を記載しております。盛り土内 No. 3 のボーリングの 4 試料などで各種の土質試験を実施

しました。5-20 ページは資料の採取位置を示しております。

続きまして 5-21 ページ以降は、災害発生時の降雨規模の評価をしております。

5-25 ページをお開きください。土壌雨量指数による災害発生時の降雨を評価しております。土壌雨量指数とは土砂災害の危険度を把握する指標の一つであり、図 5-26 の図ですけれども、このとおり地表流から地下水の水の流れまでをタンクモデルと呼ばれる三つのタンクの水位の総和として表します。

5-26 ページを御覧ください。上の図 5-27 でございますけれども、7月3日の降雨が一番右端にありますけれども、過去 10 年程度で一番大きな土壌雨量指数であったことを示しております。続いて図 5-28 でございますが、タンクモデルのタンクごとの土壌雨量指数を表しております。流出の遅い地下水を表す3段目のタンク、紫色でございますが、これが最も高くなっておりまして、このことは6月28日からの断続的な降雨に加えて、7月1日以降、時間 10mm を超える降雨が継続したことで災害発生時には地下水量が非常に高まっている状態を示しております。

続きまして 5-27 ページをお開きください。今回の災害における降雨の特異性について説明します。降雨解析の結果、災害発生時の3日間雨量は盛り土完成後で最大の雨量でした。また、崩壊時の7月3日10時は崩壊発生時の3段タンクで発生する3種類の異なる流出時間を持つ地下水の指標値がいずれも上昇傾向を示す状態でした。これらから、崩壊した盛り土には非常に大量の地下水が供給されたと考えることができます。

続きまして 5-28 ページをお開きください。表流水に関する論文を記載しております。徳島大学の中野教授が発表した論文によりますと、崩壊前に逢初川の左岸側の源頭部から崩壊地へ大量の地下水が流入されたとの計算結果が報告されております。崩壊発生後の県の現地調査では、崩壊地左岸側尾根部には明確な流水の痕跡が確認されておりましたが、崩壊時にはかなりの水が法尻に集中した可能性も否定できません。以上となります。

続きまして、5-29 ページ地質・水文調査の総括について御説明いたします。

初めにボーリング孔で得られた流向、流速について御説明いたします。図 5-32 を合わせて御覧いただきたいと思っております。逢初川左岸側尾根上に位置する No. 1、No. 2 のボーリングでは、隣接する鳴沢川流域から逢初川に向かう地下水の流れが認められました。一方、盛り土内の No. 3 では盛り土内に顕著な流れは認められなかったものの、盛り土底面付近では孔内掘削中に掘削水が全て溢水するほどの極めて透水性の高い層が存在しました。ボーリング調査により、崩落した盛り土へは少なくとも下を書いてあります二つの地下水供給ルートがあったと考えられます。

一つ目のルートとしては、逢初川流域の上部に降った雨が地下浸透し、盛り土前の逢初川流域上部の溪床部や地中のパイピングホール等を通り流下し湧水するルート。これにつきましては降雨に対する応答が早いことが特徴となります。もう一つのルートとしましては、隣接する鳴沢川流域から尾根の地中を通り逢初川流域に流入し、地中のパイ

ピングホール等を通して流下し湧水するルートとなります。これにつきましては、降雨に対する応答が①ルートよりも遅い状況となっております。

続きまして 5-31 ページを御覧ください。三角堰による流量観測になります。崩落地内における流量観測の位置図を図 5-34 に示しております。各観測点における流量時系列については図 5-37 に示しておりますが、次のことがわかってまいりました。ただ 11 月 29 日から 12 月 8 日の期間につきましては土砂の堆積も見られまして正常に観測できていないため、グレーで異常値として網かけ表示をしております。

まず今回わかったことにつきましては、一つ目としまして R-1、R-2、R-3、R-4 は無降雨時にも大きく変動しない連続した流量が確認できる。これは逢初川には常に地下水が供給されていることを示唆します。そのちょっと下になりますが、R-6 についてですけれども、これは鳴沢川流域の流量観測となりますが、広い集水面積に対して観測流量は極めて少ない結果となりました。R-6 は元の鳴沢川の埋め立てにより暗渠となった部分の出口にあたります。周辺の埋め立てにより元の鳴沢川に設置された暗渠への降雨流入量が減少し、主に道路の側溝などの排水が流量となっていると考えられます。続きまして 5-35 ページをお開きください。次に崩落地下端付近に位置します R-1、R-2、R-3 に注目してまいります。

5-36 ページを御覧ください。この図から流量の観測期間は短いですが、下記の傾向が伺えます。まず一つ目としまして、R-1 と R-2 の合計、赤線になりますけれども、合計よりも R-3、黄色線になりますが、この R-3 の流量が大きいことから R-2～R-3 間で新たに地下水が浸み出していることに加え、R-3 から R-1+R-2 を引いたものが R-1 の流量変動と近似しているという傾向が見られます。R-1 と R-2 を比較すると、R-1 は降雨後、なだらかに流量が低減することが多いです。これに対して R-2 は降雨後、数日して流量が増加する変化を見せます。このことから、逢初川の源頭部左岸側から流入する地下水は流動距離の長い地下水の可能性が伺えます。流量の総量と降雨の総量、流量の総量につきましては降雨強度×集水面積×期間になりますけれども、それを比較すると何れの観測点においても実線で示した流出が破線で示した降雨量を上回っております。これは流域外からの地下水流入の可能性を示唆しております。最後のポツになりますけれども、降雨後の No. 2 ボーリングの水位低下に合わせて R-2 の流量が増加しております。降雨後の地下水流動の活性化により、鳴沢川からの地下水の流入が示唆されます。

続きまして 5-37 ページを御覧ください。R-4、R-5、R-6 についてですけれども、これにつきましては R-1、R-2、R-3 とは逆に、何れの観測点でも破線で示します降雨量が実線で示します流出量を上回っており、これは集水域内に降った雨の大部分が集水面積内で表流水にならず、地中に浸透したり、蒸発散で失われていることを意味します。このような傾向が R-4、R-5、R-6 について伺えました。

続きまして 5-39 ページを御覧ください。盛り土への地下水流入状況のとりまとめと

なります。これまで説明しました各種調査結果より、盛り土への地下水流入状況についてまとめました。盛り土前の地形を図 5-40 に示します。これにより逢初川源頭部の溪床は鳴沢川より 20m から 30m 程度低い位置にあることがわかります。2 番目として、ボーリング No. 1 と No. 2 では、地中を通して鳴沢川流域から逢初川流域へ向かう地下水の流れが確認されております。また、電気探査においても先ほど説明したように下部の地中に水分が多い領域が確認されました。これらのことから、もともと逢初川は鳴沢川から地下水が流入しやすい環境にあったと考えられます。これが盛り土前の地形の状況となります。

続きまして 5-40 ページをお開きください。図 5-41 に盛り土の地形を示しました。鳴沢川は黄色に着色したように、周辺の盛り立てにより地下水の流れが変わり、より標高の低い逢初川に流れやすくなり、鳴沢川流域から逢初川流域への地下水の流入が増した可能性が考えられます。緑色で着色しました崩落面の上部にも谷埋め盛り土の形成がされており、これにより逢初川上部の溪流が埋没し、以前は沢水となって流下していた水が標高 400m 付近の私道上部においても盛り土内を流れるようになったと考えられます。

5-41 ページをお開きください。図 5-42 に崩落後の地形とボーリング孔で観測された地下水流向を及び湧水点の位置を示しております。ボーリング No. 1 で観測された地下水の流れは盛り土前には逢初川源頭部の谷頭部付近で流出していると思われませんが、私道下の谷埋め盛土の後は盛り土底部や盛り土内に流入するようになったと考えられます。注のところを説明させてもらいますが、盛り土底面には極めて高透水の層があることがわかっています。No. 2 で観測された地下水の流れは左岸側崩落地に向かっております。これらの地下水の流れが崩落面に見られる湧水点の高さと対応しており、図の赤枠部が盛り土の崩落部にあたりますが、赤枠内の湧水点すなわち地下水の出口を盛り土が覆っていた形となっていたことから、盛り土内に地下水が流入しやすい状態であったと推定されます。

このような形が今回の調査結果からわかってきたこととなります。以上、地質・水文調査の総括について説明を終わります。

○事務局

ただいま第 5 章について説明がありましたけれど、何か御意見等がありますでしょうか。

○今泉委員

水文観測や電気探査等によって現地の地下水の流動の状況がわかってきたというのは大きな成果なのかなと思います。特に鳴沢川方面からの定常的な地下水の流入がわかったというのは成果だと思います。

その一方で、いろいろなデータを取っていただいたのですけれど、例えば水文特性と

地盤の構造との対応関係を見るとか、そういったところはまだ検討の余地があるのかなというふうに思いました。

一つ質問があるのですけれど、5-36 から 37 ページあたりの説明で R-1、R-2、R-3 は雨による水の供給量よりも流出量が高かったと。R-4、R-5、R-6 は逆に少なかったといった説明がありまして、実際、データもそうなっているのですが、R-4 というのは R-1、R-2、R-3 を含む流域だと思います。それで R-4 と R-1 から R-3 の対応関係がどうなっているのかというのが少し気になりました。R-1 から R-3 で他所から来た水が流出しやすい、でも R-4 では流量が極めて少ない。その間で水が抜けているとか、そのあたりの水文過程というのがどうなのかなというのがちょっと気になりました。以上です。

○事務局

質問ありがとうございます。5-33ページの図の5-35に集水面積一覧というのを書かせていただいております。R-1、R-2、R-3、R-4ということで、4つの流域を見ていただきますと、R-4につきましては、5-36ページを見ていただきますように、流域面積のとらえ方が、R-3と違って、他の流域の分も含んでいる状況が確認できると思います。

面積的にもR-3に対して、3倍ぐらいの面積もあるということもありますので、その辺の流域面積の大小ということも影響してきていると考えております。

その辺はまた、今後、先生のご意見に対しては、もう少し精査して参りたいと思います。

○事務局

その他ございますでしょうか。

○小高委員

今回、この水文調査等におかれましては、冒頭に申し上げましたように、いろいろな調査が非常に精度よくされているということで、非常に大きな成果かなと思います。特に、第2回目の委員会からいろいろなデータが追加されていると思いました。電気探査のところ、5-15ページ、No. 1の下、15ページの一番上のところ、No. 1のボーリングのところ、非常に比抵抗値が低いところで地下水があるということで、先ほど鳴沢川の水が逢初川に入るのは、盛り土が影響しているのではないかという話はあったのですが、そもそもこのあたりでこの地下水は相当近づいてるということかというふうに思います。資料の最後で地下水供給のルートがいくつかあるという中で、上側のルートというのは、やはりかなり信憑性が高いルートかなと思います。

5-39ページで、地下水流入状況のまとめをしていただきましたが、こちら側の上の方から地下水が流入してきた。要は流域外から、かなり水が入っているということだと思います。5-29ページのところで、地下水供給のルートがいくつかあるという話を

していただいたのですが、ちょっとコメントです。

①のところで、これはある程度は流域の上部に降った雨が地下水、地下浸透して出てくるということではありますが、今のお話、まとめの部分も含めて考えますと、この付近の上部に降った雨だけではなく、もっと上部の地下水も入ってきているのかなと思います。電気伝導度だけで、流路が短いところと長いところという考察だったのですが、これは長い短いだけじゃなくて、流れが速い遅いっていうのもあると思いますので、上側のルートで入ってきて、盛り土の下の高透水層が存在するという事は今回調査でさらに明らかになったということですので、水がそこを速く浸透して抜けてくる。そうすると当然、電気伝導度が影響を受けるということです。

近い遠い、もちろん時間的な差はそこででますけど、上の方から供給されている同じ地下水でも①のルートは早く出てくるということで、②は若干の差があって遅れて出てくるということがはっきりしたということは非常に良かったのかなと思います。

もう一つは、5-35の最後のところですが、降雨後のNo. 2ボーリングの水位低下に合わせて、R-2の流量が増加しているというのは、おそらく11月の中頃のまとまった雨が降った時だと思います。雨が降ったらボーリングの水位が上がるのが普通かと思うんですが、そのようにボーリングの水位の低下と流量の増加がかなりリンクして観測されたというのは、要は、かなりまとまった雨が降ると、先ほどR-2ではかなり遅れて出てくるという話があったのですが、No. 2のボーリングの水位が下がってしまうくらいR-2の流量がかなり増加するという事かと思います。崩壊の源頭部ではNo. 2のボーリングのあたりから水が浸み出してくるというお話があったのですが、7月の時の場合は、まとまった雨が降るとボーリングの水位が下がってしまうぐらい一気に水が流れ出てくるということが言えると思います。ボーリングの水位が仮に正しかったらという話だと思うのですが、急激に大きな雨が降ったときに、流量が増えるってというのが非常に貴重なデータだと思いました。こういうのも含めて、今後メカニズムの解明が進むかと思います。

○事務局

ありがとうございました。その他、ご意見ご質問いかがでしょうか。

○沢田委員

お二人の委員のおっしゃることに全面的に同意いたします。

少し気になったのは、いくつかの図面で例えば図5-34とか図5-36で集水域を作っているのですが、特にR-5とかR-1、2のあたり、R-1とか2が集まっている尾根で、ここの尾根線がどこにあったのかというのが結構重要な位置を占めるとお思いますので、この尾根線の引き方はもともとの地形で引かれてるのかというのが、少し疑問になったというのが一点あります。それから、鳴沢川側からの浸透の水が左岸側にしみ出てきて

いることが非常に優位にというか盛り土内に水を入れることにはかなり強く働いたのではないかということで、この水の収支を集水面積とそれから出てきてる水で考えていらっしゃるんですけど、それ以外にやはり、降雨量だけではなくて、もっと、例えば鳴沢川側の上流側の尾根の辺りでももしかしたら被圧水があるかもしれないということも含めて考えてもいいんじゃないかと思います。

ただ、現状、この水の収支大体まとまりのとれる内容なので、そこまでこだわらなくてもいいかもしれませんが、物を考えるときに、降った雨が集水で集まって動いてるだけじゃないんだっていうことは、大事なことなのでどこかに示しておくのがいいのかなと思いました。

○難波副知事

今の点で、典型的な例を申し上げますと、5-32ページの上の図、これがR-1とかR-2とか言っているものの集水面積なのですが、一番ここで、分かりやすいのはR-6ですが、R-6は広い鳴沢川の流域で、この山の崩壊斜面のところ全体が集水面積なので、雨が降るとR-6からは相当の水が出てきていいはずなのですが、これは5-37ページ下の図の緑の点線と、これは実際雨が降ったとすれば、それが全部表流水になるとすれば、これだけの水が出てくるはずですが、ただ、先ほどのR-6が実際にどう観測されるかというところ、この一番下で見えない状態といいますかもうゼロなのです。

この鳴沢川の埋め立て後は、このR-6のところそれを埋め立て地の背後にある暗渠の先にあるのですが、ここからはほとんど水が出てこないです。

従って、鳴沢川が埋められたことによって、これだけ広い集水面積だったところの雨が、鳴沢川に流れなくなって、かつ暗渠にも回らなくなってどこかに行っているはずだと思います。

それで、先ほどの電気探査がありましたけど、5-16を見ていただいて、5-16は測線3で、さきほど鳴沢川のところで、暗渠あたりの水がどうかというところですけど、図で言うと左側に赤いところがいっぱいありますから、ここはあんまり水が流れていないということですので、ここに水が回ってなくて、鳴沢川の下に水分量が多いところがありますので、みんな鳴沢川の下に潜っているような形になっています。

従って、鳴沢川を埋め立てたことよって、沢水が流れなくなってみんな地下の深いところに潜って、深いかどうかわかりませんが、地下を潜って流れるようになっていて、それがこの図で言うと右側の逢初川のところが高さが鳴沢川より20~30m低いので、多分ここで流れていっているんだろうなということが想定されます。先ほど沢田先生がおっしゃったように、この集水面積とそれから実際の地下水の流れ、観測された流量のところをしっかりと精査をして、今、精査というか因果関係をしっかりと見て何が起きているのか、もう少し細かく、記述した方がいいのかもしれない。

○事務局

最初の質問の流域の関係ですけれど、図5-34の下の図を見ていただきますと、R-1の流域界、逢初川の流域界のことの質問だと思いますけど、R-1の上流側の流域界の引き方というのは、ちょうど青線のところに、7月3日の災害を受けて、応急工事として地表流を除去するための排水工を設置させてもらってます。

ですから、この側溝の位置が流域界にあたることになります。そういうような形で、流域界を引かせていただきました。

ちなみに、R-5につきましては、この逢初川の右岸側の斜面と、今残っています盛り土の境のところにモルタルで吹き付けました仮の側溝を設置しています。その側溝を流れてきた水がR-5のところに流れ込んでくるというような形になります。

○難波副知事

補足しますと、この地形図の例えば三次元データでとった高さを使ってるわけではなくて、この流域界の引き方ですけど、現地踏査をしてどちらに水が流れてるかをしっかり見た上でこの点を引いています。このあたりですけど、この非常に微妙なところについては、現地調査をして右左の流れを見ているということになります。

○沢田委員

わかりました。あと、先ほど、副知事から説明のあった鳴沢川の団地というか、この施工については、やはり報告書の中にはどういうふうに盛り土されているかというのが、もしわかるのであれば入れておいた方が、もともとの地形に対してどういう加工がされたかということが、水が沢から逃げていくのか増えてしまうのかという影響になるとと思いますので、内容が分かれば入れた方がいいと思いました。

○難波副知事

はい、ありがとうございます。時期もしっかり書いた方がいいと思います。

この、源頭部のところ、このあたりの開発行為が始まったのが2007年ですので、こちらの鳴沢川側が埋められたのは、2006年以前ですので、もう2006年以前に埋められたためにもう水の流れが変わっていて、2007年以降はここにかなり水が来ていたという状況だと思われま。

元々の地形のところと言いますと、元々ここがこれだけ最初の地質調査のところがありましたけど、もともところこの場所、この図見ていただいてもわかりますけど、もともところこの谷になってるところということですが、水が集まりやすいところだったはずで、それに対して、鳴沢川側が埋められたので余計そこに水が集まるようになってきたというふうに思います。

従って、常にここには水が流れず流水が出る状態で、先ほどK社、現所有者が2012年ぐらい初めて入った時にこの小段、盛り土の小段の下は、いつもぐしゃぐしゃだ

ったというのがありましたけど、ここは常に水が入ってきて、盛り土自身が常に湿潤状態に、かなり湿潤状態が高いというふうに推定されます。ご指摘の所もしっかり書き込んでいきたいと思います。

○事務局

その他、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。

○事務局

続きまして、第6章、7章について説明をお願いします。

○難波副知事

第6章ですけど、浸透流解析による崩壊地への水の流動解析です。

第5章まで大体どんな流れがあったのだろうかというのはわかるわけですけど、量がわからないということになります。7月1日から3日、あるいは6月28日から7月3日のあたりの雨でこの盛り土の中にどのくらいの水が流れて入り込んでいたんだろうかということ。やはり再現することが、原因の究明のためには必要だと、できたらその方がいいと思います。

第6章では、その水の量を再現するための、数値解析モデルの実施を試みました。いわゆるシミュレーションになります。

もう一つはそれで出てきた水の流量解析の結果を用いて、盛り土の崩壊解析を行う。これによって、数値で解析しますので、より客観性があるいは説明ができるのではないかと思って6章と7章で数値解析をやろうと試みているところです。

まず6章では流量解析について説明をいたしますが、表流水については、第5章で示された中野氏の解析結果というのが非常に参考になりますので、それはそれを参考することにして、この章では地下水の流量解析について述べます。

まず、解析方法ですけど、解析モデルはいろんなものがあるわけですが、やはり一般的に使われてるオープンソースプログラムというのを使い解析を試みました。ここで使ってるのはこのモデルです。国内でもう40年ぐらい使われているようで、一般的なモデルということになります。

次のページの解析の流れですけど、このモデルを使つてまずは、初期モデル三次元の地質構造モデルを作り、それでもって盛り土崩落後の水の流れを再現してみようと試みます。これによってモデルをパラメーター、透水係数だとかそういったものを決めてモデルを作ります。3番目は、それに基づいて、今度は崩落後の再現計算をしています。

そうすると、再現計算というのは、観測結果が2011年の10月14日から12月20日のものがありますから、この観測データをこのシミュレーションモデルがちゃんと再現で

きるかということを確認しました。

しかしながら、後で述べますけど、再現が不十分だということになります。

次のページ、6-8ですけど、どういう計算をやったかということですが、通常こういう計算する時は、陸域を分水嶺6-8ページです、陸域の場合は尾根の部分排水境界として、そこでは地下水の水の流れはゼロとして計算をし、それから海側のところは、その海のところを境界として、この範囲で計算することになります。この流量解析モデルにおいてはということで、どの流量解析モデルもこんなやり方をするわけじゃないですけど、先ほど申しました解析モデルは、このようなやり方にするのが一般的になります。

それで、解析した結果どうなるかということですけど、6-5ページになりますが、崩落後の水の流量の再現解析の実施ということですが、これはほとんど十分な再現結果が得られませんでした。

なぜこういう結果になるのかということですけど、今回の三次元の6-4の考察のところですが、今回の三次元浸透流解析では、広い範囲で解析を行っています。この方法では、逢初川源頭部という狭い範囲に比べて、広い範囲を解析範囲として計算するので、逢初川流域、鳴沢川流域全体の概略の水の流れはある程度推定できると思いますけれど、源頭部という限られた狭い範囲への地下水の流入に関しては十分な精度が得られない懸念があり、結果として次のような解析結果となったということです。

それで、そのような解析結果になったということについては、委員の先生方からも、多分こうなるんじゃないかということが指摘されていましたが、とにかく、一度この流量解析をやってみたいということで、やってみました。

しかし、やはり再現できなかったということになります。

この理由ということで6-4の②ですけど、この解析方法は、同じ地質のところは同質であるとして、一つの透水係数で計算する。すなわち平均化した水の流れを推定する解析になるのですが、この地域においては、岩質が多く、それから透水係数も小さい状況にあります。

第2章の現地調査結果からわかりましたように、この辺りはパイピングホールという言い方が適切かどうかわかりませんが、水の流れやすい、いわゆる水みちがあつて、それが源頭部の中で多数の場所で流出してくるという状況です。

こういった水の流れを、こういった平均化したモデルで解析するっていうのは、なかなか無理があるということです。

それから、その②の下の方になりますけれど、ボーリング結果で得られた透水係数が、10のマイナス3乗から10のマイナス9乗という非常に大きな変化があります。それで、これをやるとワンオーダー違うと、10分の1とか、2オーダーだと100分の1ということで大きな解析差が出ますので、これだけ現地の透水係数がバラついてるものを一つの透水係数で平均化して計算するという解析モデルではなかなか現象を再現で

きないだろうということになります。

そういったことで、一応試みてみたのですが、これはもう、どの解析モデルを使ってもなかなかこの信頼のある流量解析結果は無理だろうというふうに思います。

第5章の水文調査のところ、傾向については大体わかりましたので、量の特定はできないのですが、水の流れについて、流向については大体わかりましたので、もうこの三次元の浸透流解析はやらないでいいのではないかというふうにここでは書いております。またご指導いただきたいと思います。

それから、第7章ですけど、崩壊の再現解析です。

解析の目的ですけど、昨年7月に静岡県が原因推定をしましたが、これはその現地を目視結果に基づき、現象の単純化や大胆な仮定を設定し、盛り土に概ねどういふ現象が発生したのだろうかという推定でした。

より客観性のある原因推定、究明まで行きたいのですが、そのためには、現地の水文、地質、土質調査から得られた数値データを用いて、発生した現象を数値解析によりシミュレートすることが必要だと思います。

7-2ですけども、第2回の委員会、それからその後の委員からの個別指導で、暫定的に了解された解析手法ということですけど、①のところは浸透流解析を何かやってみましょうということですよ。

その浸透流解析で得られた盛り土内への水の流動の時間、何時にどの程度、どの場所にどの程度水が入ってくるというデータと、それから土の土質定数を入力条件として、盛り土の二次元、または三次元の崩壊解析、崩壊の再現解析を行って、盛り土内のひずみ分布等の時間的変化を推定して、盛り土の崩壊に至るまでのメカニズムを推定するというものになります。

先ほど申しましたように、ここはずっと水が浸透しやすい場所で、盛り土の中には水が日頃から相当入っていて、それに対して7月1日から7月3日の雨がどのように盛り土の中に入っていて、それによっても盛り土の強度がどういふふうに変化をして壊れていったのかという再現をしたいということになります。

2番目ですけども、そうは言いながら、斜面の崩壊の再現解析ではまず浸透流解析の盛り土の水の流動というものと、土の土質定数の設定が重要になりますけど、浸透流解析はうまく精度が出なかったということです。

それから、盛り土については、不均質で締固めが弱くて、固化材も使われている。実際にどのくらい、どの場所にどんなものが入っているということ、実際の施工業者から聞く必要があるのですが、十分に得られていません。

従って、やはりそうは言いながら、崩壊解析はやはりやりたいと思いますので、崩壊の再現解析は解析目的と解析条件に適合した解析モデルを選択して行う必要があります。

まずはその浸透流解析の精度に懸念があるんですけども、浸透流解析をやってみ

て、そして盛り土の崩壊の再現解析の方法を検討していくことになる、これが暫定的に合意されたということになります。

7-3ですけど、浸透流解析でうまくいかなかったというのが、実際、結果となり、対応方針ですけど、もう浸透流解析はこれ以上追加的なものは行いません。

崩壊の再現解析においては、盛り土内の土中の水の流動や土の水による飽和不飽和の状態は、水文調査の結果などを参照して、適宜仮定して行わざるを得ません。

盛り土は締固め度が弱く、間隙が大きい状態であったと推定されます。それから地下水が流入しやすい場所であったことから、土の中の間隙には常時水が多く入り込んでいて、さらに直前の降雨で盛り土内への水の流入が増えて飽和度が高いものと推定されます。

このような状態の場所の崩壊の再現解析を行う場合には、飽和度これは土の湿潤状態になりますが、その違いによる、土の強度変化を考慮できる解析モデルを用いることが望ましいと思います。

この解析モデルの選定には、高度な工学的知見を要するので、地盤工学会中部支部に、数値解析モデルの選定について、助言を依頼いたしました。

今後、中部支部からの助言を待って、数値解析モデルを選択して解析を行いたいと思います。ただこれまでの数値解析で、地質地盤構造をモデル化していますので、そのモデルを公表して、それで社会の知による解析を可能としたいと思っております。

以上数値解析について第6章、7章について、説明をいたしました。

○小高委員

第5章の調査からかなり複雑な条件で、そもそも、この谷の集水面積からするとこれだけの水が入ってくるということが分からなかったわけでありますので、それが理想化した解析で、第5章で得られたような現場の調査の結果が得られるところまで期待するのはなかなか難しいのかなというのが第一の印象としてありますので、それを忠実に再現しようというのは、今回はとりあえず中止するというお考えには賛同します。というのは、第5章の調査でかなりの精度が得られているので、解析をしたところで、これだけ複雑なことを説明できるかどうかというのを、解析で再現するのに過ぎませんので。ただ、7月の崩壊時にどれだけの地下水が入ってきたかというのはわからないので、その点は、7月には到底及びませんが、10月、11月、12月でかなりまとまった雨が降っている時の流量から推測するしかないかと考えています。

特に流量、降雨量が増えた時にボーリングの水位が下がるとか、そういう複雑な現象というのは、とてもじゃないが数値解析で追えるものじゃないというのは思っています。

崩壊の解析につきましても、このように考えられてということで、なかなか難しいだろうということは理解しました。特に飽和度の違いによって強度が落ちるという話

と、盛り土というのは、これだけ不適切に作られたものでも10年間はそのように留まっていたということは、それなりの強度は持っているわけでありますので、それが崩壊を始めると、どのように進行的な破壊をしていくのか。そういうことを追うには、やっぱりそれなりの解析をしなければ、説明に耐えられるような結果は得られないと思います。その辺を目指して崩壊の再現解析をこれからされるということですので、やっていただきたいと考えてます。

○今泉委員

私も小高先生と同じ意見でして、現地観測や調査で得られた複雑な水文過程を計算で説明するというのは、かなり難しいと思います。それで、この第6章の方針については、やむを得ないなと思います。

第7章についても、もうこれでいいと思うのですが、ちょっと気になったのが、水文調査の結果を踏まえて、地下水の状況を仮定するというところなのですが、そのあたりを実際にどう仮定していくかというのがポイントになるのかなと思います。

具体的な検討は今後行われていくことだと思うのですが、やはりその過程というのが、きちんと1つの値として与えるのは難しいのかなと思うので、ある程度、幅を持たせて何パターンか計算せざるを得ないのかなというのが私の印象です。

○沢田委員

数値解析に対して崩壊の再現解析に対してですけど、先ほど2人の委員の先生がおっしゃったとおり、とても複雑だと思います。

それで、これまで何度もこの会議で意見が出されたと思うのですが、境界条件が分からない、それから、土質の性状も分からない中で再現しようとするのは、かなり厳しいところに飛び込んでいくことをする状態なので、やはりどこを着地点にして、どんなふうになったら大方は再現ができたんだ、できるんだというか、勝手に決めていいのかどうか分からないですけど、決めてかからないといつまでたっても終わらないことをずっとやり続けることになりますので、少なくとも現状わかっていることは、ここまで、これも今まで申し上げたと思いますけど、現状わかったことはここまで、あと、これは仮定だから、この仮定を使ったらこうなってしまうかもしれない成果を含んでいるかもしれないというのを、きちんと懐に入れるようなところで落としどころを作っておかないといけないとは思います。

ただ、できる限りの、再現性と、それからできる限りの情報を使ってやっていただければいいと思いますので、それではよろしくお願いいたします。

○難波副知事

再現解析を試みるということは、それでいいのではないかということですのでありますが、今泉先生からのお話ありましたが、パターン化ということですが、この崩壊解析に影響するのは、流動解析のところ水がどう入ってくるのかというところが、現況の先ほどの水文調査をすればわかるわけですが、盛り土のところについてはもう残ってないので、それがどんな状態だったのかっていうのは、推定が困難なので、やはりその再現計算はやっぱりやらないといけないのではないかなと思います。

その時のやり方ですけど、盛り土の崩壊に大きく影響するのは、もともと水がどのくらい入っていたのか、その50パーセントぐらいのところの水がいつもびしょびしょの状態になっていたのか、あるいはもっと水位が低かったという、そのもともと水のうみ具合、それから2番目は雨でどのくらい7月1日から3日の雨で、どのくらい水が入ってきたのかということです。

3番目はその土の強度がどういうものがあつたのかということです。この三つがあると思います。

例えばなのですが、パターン化ということになると、元々の水の状態は、例えば、飽和度が50パーセントだったのか、80パーセントだったのかと入れてみたり、2パターンでやってみて、それから、水が入ってくる量については、多い、中ぐらい、少ないぐらいで3パターンぐらいやってみて、それから土の強度についても、はっきりわからないのですが、大きめの値と小さめの値ぐらいを入れてやると、 $2 \times 3 \times 2$ で12パターンになるんですけど、それだけやるのか、それとも、もう少し少ない数でやるのかということになると思いますので、そういった面で今泉先生がおっしゃったようなパターン化をして、やってみるっていうのが一つの方法ではないかなと思います。

○今泉委員

いくつかパターンをやるというのに賛成ですけど、その一方で、やみくもにパターンを増やしても、どれが最もらしいかと、特定することは困難だと思うので、いくつかパターンをやった上で、ある程度共通的に、例えば斜面脚部が、まず不安定化しやすいとか、そういった傾向について検討していくというのも一つの方法なのかなというふうに思います。

○小高委員

崩壊の解析でやはり一番ポイントになるのは、最終的にこれだけ大きな崩壊が起きたということを再現できるかどうかと私は考えています。崩落の危険性っていうのは皆さん分かってらっしゃったようですが、それが言ってみれば下の方が少し滑る程

度、表層が滑る程度の崩壊なのか、あるいはこのような大きな崩壊が起こるといふことなのかは、わかりません。結局のところは、これだけの水が複雑に入ってきたといふことも調査をしないと全くわからなかったわけです。

そういう調査結果を使って、このような大崩壊が起きたという事実をまずは確実に確認する。それがなかなか2回目の委員会までで説明されていた解析では、そういうことを再現するのは難しいんじゃないかというようなコメントを申し上げていました。今後そういうことができるような解析で、水文のことなどを仮定してパターン化はするのかもしれませんが、最終的には大きな崩壊が起こるといふこと、起こった事実をしっかりと再現しなければいけないのかなと思います。

○事務局

その他、ご意見、ご質問いかがでしょうか。

よろしいでしょうか。ありがとうございます。

中間報告書案の説明につきましては以上となりますけど、全体を通じて何かご意見、ご質問等ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、今回いただきましたご意見を参考にさせていただきながら、最終目標に向けて進めていきたいと思っております。

本日出させていただきます中間報告書案につきましては、基本的には、案を取った形でホームページに公表していくという形をとりたいというふうに考えてございます。

○事務局

次に、今後のスケジュールについてご説明をさせていただきます。

○事務局

最後に今後のスケジュールについて説明いたします。最後のページに全体のフローということで示しております。これまで、第1回、第2回と進めてきて、その調査結果をもとに今回、中間報告書ということで示させていただきました。

今後の進め方につきましては、先ほどのとおり数値解析によります盛り土崩落の再現性の検証作業に入っていきたいと思っております。再現性の検証の数値解析につきましては、今後どういう方向で進めていくのか、あるいはそれにどのぐらい時間かかるというのは、これまでの協議の中で決まってくるので、第4回の委員会につきましては、この解析業務ができ次第、最終の調査報告書をまとめまして行いたいというふうに思っております。以上でございます。

○事務局

ただいま説明させていただきましたように今後のスケジュールについて、何かご意見等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ご意見を整理した上で、引き続き進めていきたいというふうに考えております。以上をもちまして、本日の議事を終了、閉会したいというふうに思います。