

「第1回 立野ダム建設に係る技術委員会」議事録

開催日：平成28年7月27日（水）10：30～12：30

場 所：KKRホテル熊本 3階

出席者：

委 員：足立紀尚委員、岡田篤正委員、佐々木隆委員、佐々木靖人委員、
角哲也委員、千木良雅弘委員、山口嘉一委員

事務局：九州地方整備局 河川部長、河川調査官、河川計画課長、
立野ダム工事事務所長

【司会】

皆様、本日はお忙しい中、ご出席賜りましてありがとうございます。本日司会を務めさせていただく、九州地方整備局河川計画課長の坂井でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

報道関係者の皆様には記者発表の際にお知らせしておりますとおり、カメラによる撮影については冒頭の挨拶までとさせていただいておりますので、よろしくお願いいたします。

また、取材及び一般傍聴の皆様へは、事前にお配りしております「傍聴に当たってのお願い」等に沿って、取材や傍聴いただきますようお願いいたします。

それでは最初に、委員の方々を名簿順にご紹介させていただきます。

一般社団法人地域地盤環境研究所理事長、元地盤工学会会長の足立紀尚様でございます。足立様は、規約に基づき互選の上、委員長に選出されております。

続きまして、京都大学名誉教授、元日本活断層学会会長、岡田篤正様でございます。国土技術政策総合研究所河川研究部、河川構造物管理研究官、佐々木隆様でございます。土木研究所地質・地盤グループ上席研究員、佐々木靖人様でございます。京都大学防災研究所教授、角哲也様でございます。京都大学防災研究所教授、元日本応用地質学会会長、千木良雅弘様でございます。土木研究所地質研究監、山口嘉一様でございます。

皆様、本日はどうぞよろしくお願いいたします。

これまでの審議内容について報告させていただきます。立野ダム建設に係る技術委員会の開催に当たり、各委員へ規約及び運営要領についてご審議いただき、委員会として了承いただいたところです。本日はこの運営要領に基づき、報道関係者へ公開するとともに、別室への中継映像の配信を行っております。

まず、ご了解いただきました当委員会規約と運営要領について説明させていただきます。

【事務局】

河川調査官の永松でございます。よろしくお願いいたします。

資料1-1と1-2につきまして、規約、運営要領について事前にご説明させていただきました。内容につきましては、それぞれこのままでご了解という形でございますの

で、まず規約につきましては、規約第9条のところが「28年7月〇日」となっておりますが、27日から適用という形でございます。

それから、第4条第2項で「委員会には委員長を置く」ということになっておりまして、互選の結果、足立委員が委員長に選出されました。

それから、同じく第4条第5項で、「事故のある場合、指名する委員がその職務を代理する」と。これにつきましては、角委員にご了解をいただいたところでございます。

それから、資料1-2、運営要領でございますが、これにつきましてもお配りしているとおりのでご了解をいただきましたので、第1条の日付が「〇」になっておりますところが7月27日、それから第6条の附則のところも同じく日付のところが「〇」になっておりますが、ここも7月27日という形で、本日から適用させていただきます。

私からの報告は以上でございます。

【司会】

それでは、お手元にあります議事次第に沿って進めさせていただきます。

議事3の挨拶を、九州地方整備局河川部長の佐藤より一言ご挨拶申し上げます。

【事務局】

九州地方整備局河川部長の佐藤でございます。

本日は、第1回の立野ダム建設に係る技術委員会に、お忙しい中ご出席いただきましてまことにありがとうございます。改めて御礼申し上げます。

さて、最初に、今年の4月の熊本地震におきまして多くの方々が犠牲になられております。心よりご冥福をお祈りするとともに、現在も避難等を余儀なくされている被災された皆様方に対しまして、心からお見舞いを申し上げたいと思います。

この熊本地震に関しましては、熊本県、市町村をはじめとする関係機関、私ども国土交通省も含め国の機関など、総力を挙げて今復旧に取り組んでいるところでございます。引き続き早期の復興が図られるよう、関係機関と連携して努力してまいりますので、よろしくご協力をお願いいたします。

さて一方、まだ記憶に新しいところですが、平成24年7月には、九州北部豪雨でこの白川流域は大きな被害をこうむりました。白川の直轄区間では、熊本市街地での越水氾濫、それから県の管理する白川の区間、黒川の区間などでは、破堤や氾濫などで甚大な被害を受けまして、沿川全体では死者・行方不明者25名、全壊家屋が1,400以上、浸水家屋も5,000を超えるような大水害となりました。1時間雨量・3時間雨量でも観測史上1位を記録しておりますし、白川の基準点、代継橋におきまして最高水位を記録するなど、未曾有の水害となったところでございます。

現在、この九州北部豪雨からの復興にも当たっているさなかに熊本地震が起きたわけですが、この九州北部豪雨からの復旧対策として、白川におきましては国と県でそれぞれ激特事業ということで、集中投資をした河川の改修並びに、貯める対策として立野ダムの推進に取り組んでいるところでございます。引き続き、熊本県の中心地である白川流域を守る治水対策の重要性は変わりませんので、関係機関連携して推進して

まいりたいと思っております。

さて、今回の熊本地震で、この立野ダム周辺の周辺でも大きな揺れを観測してございます。私どもの調査では、ダムを建設する上で支障となる情報は得られてはおりませんが、地震の規模が特に大きかったことを踏まえまして、地震後のダムサイト予定地の基礎岩盤の状況などを調査・検討し、立野ダムに係る技術的な確認・評価を行うことを目的に、本委員会を開催することといたしました。本日は主に第四紀断層及び基礎岩盤の状況調査・検討についてご報告をさせていただき、ご審議をいただきたいと思いますと思っております。どうぞ忌憚のないご意見を賜りますようお願い申し上げまして、開会の挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【司会】

ありがとうございました。

まことに申しわけありませんが、カメラによる撮影につきましてはここまでとさせていただきますので、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

【司会】

それでは、これからの進行につきましては足立委員長にお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

【委員長】

足立でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、今日お配りいただいております議事次第に従いまして、議事を進めてまいりたいと思います。

3の挨拶まで済んでおりますので、4番目の議題、熊本地震後の白川流域の状況についてご説明をお願いいたします。

【事務局】

事務局からご説明させていただきます。資料2をご覧ください。

まず1ページ目をおめくりください。前のほうにもプロジェクターで映しておりますけれども、お手元の資料のどちらでも結構ですので、ご覧いただければと思います。

熊本地震の概要としまして、まず前震が4月14日の21時26分に起こっております。マグニチュード6.5ということで、震度7が益城町でございます。その後、約2日置きまして本震が起こっております。4月16日の午前1時25分、マグニチュード7.3の本震が起きました。震度7が西原村、益城町、それから震度6強が書いてある市町村で観測がされました。

2ページ目をご覧ください。

地震の活動状況としましては、熊本県から大分県にかけての広い範囲で熊本地震関連の震央が確認されています。下の左側の絵に震央分布図を示しておりますけれども、布田川断層、日奈久断層、それから大分県のほうにも別府―万年山断層帯とございますが、

こういったところでも震央が確認されています。具体的には、7月14日までで震度1以上の余震を観測した回数は1,888回となっております。

それから、右側のグラフはマグニチュード3.5以上の地震の回数をカウントしたもので、赤い色が今回の熊本地震になっております。7月12日時点で264回という過去最多の回数になっています。

次のページをおめくりください。3ページ目です。

この地震によって、堤防に被害が生じております。緑川水系、白川水系、菊池川水系というのが熊本県にあります。菊池川水系が一番北側の1級河川で、それから南に下るごとに白川、緑川となります。今回は緑川の中流部のあたりも余震の震央になっております。菊池川では1カ所の被災を確認、それ以外の171カ所につきましては白川と緑川となっております、左の表にありますように全体で172カ所で、堤防天端のひび割れですとか堤体の沈下といった変状を確認しております。

4ページ目をご覧ください。

この地図は緑川と白川のところを拡大したものでございます。赤いポツで示しているところが変状の箇所、こういったところで被災が起こっています。上が白川、下が緑川で、そのうち青い箇所が11カ所ございます。これにつきましては特に変状が大きかったところで、地震直後から緊急的な復旧工事を行っております。5月9日までに11カ所全てで緊急復旧工事を終わらせました。

次のページをご覧ください。5ページ目です。

それぞれの被災の状況でございます。代表的なものを載せておりますけれども、被災状況としましては、白川はパラペットの特殊堤が多い河川でございますけれども、こういったパラペット部の沈下が起こっていたり、石積みブロックの崩壊等が起こっております。緑川につきましては、土堤区間で堤体のひび割れ等の変状、それから上を兼用道路として使っているところがございますけれども、そういったところでも路面の大きな亀裂などの変状が見られます。

6ページ目をごらんください。

地震後の堤防の沈下状況ということで、6月10日に開いた2回目の白川・緑川堤防調査委員会でお示した資料でございます。白川の右岸側を示しておりますけれども、右岸側におきまして、堤防自体も広域的な地盤沈下に伴って沈下をしたり、それから堤防自身が若干沈下しております。具体的に言いますと、一番下に特殊堤・土堤・特殊堤と書いておりますけれども、土堤では、広域沈下も含めて最大で30センチぐらいの沈下が見られています。

上に照査外水位というのを描いておりますけれども、これは地震が起こった際に2週間で復旧することを基本としておりますので、14日間に発生するであろう10年に1回ぐらいの洪水だとこのぐらいの水位になりますという線でございます、堤防の沈下がこの照査外水位を下回るようなところはありませんでしたが、下流区間は全体的に堤防の沈下が見られています。

7ページをご覧ください。同じく、これは白川の左岸側の状況でございます。ここにつきましても、一番河口のところでは50センチ程度の沈下が見られるような土堤区間

もございました。

8 ページ目をご覧ください。こういった堤防の被災を受けまして、堤防調査委員会を開いております。変状に応じた本格的な復旧工法を検討するため、これまで2回会議を開いて、復旧方法についての工法が決まってきたところでございます。現在、それに基づいて復旧を始めています。

下の絵を見ていただきますと、軽微なクラックのような場合には、堤体の部分的な切り返しで対応するということですか、右側にありますように、堤体の緩みが大きい場合には、堤防全体を一回掘削しまして、切り返して盛り立て直す。それから、下に粘土層がある場合には、その浅層改良ということで、トラフィカビリティーの確保をするような改良をやった上で堤防をつくり直すということを、復旧工法として決めていただきました。これに基づいて今、各被災箇所では復旧を始めています。

9 ページ目をご覧ください。

これだけ堤防が地震によって被害を受けたということもあり、ちょうど出水期にかかるということもございましたので、並行してソフト対策として、水防警報や洪水予報の基準水位を暫定的に引き下げています。右側の表をごらんいただきますと、白川のところが赤い枠で囲ってあります。水位が上がるごとにレベル1からレベル5まで、危険度のレベル判定を上げていくわけですが、通常であれば、例えば、白川の代継橋という基準点で氾濫危険水位が5メートルになれば、レベル4の氾濫危険水位に達したことになるのですが、これを1つ低い避難判断水位の4.7メートルで運用しておりまして、今の時点で4.7メートルを超えますと氾濫危険水位という形で、ワンランクずつ基準水位を暫定的に引き下げて運用しています。

それから、下の写真などがございまして、これ以外にも、出水時の河川の巡視を通常よりも早い段階で開始するなどしています。監視体制の強化を図っています。

10 ページ目をご覧ください。熊本地震後の白川の出水の状況でございます。地震発生後に、白川では比較的大きな出水が2回起こっています。6月21日がおおむね1,500 m³/s程度、それから6月29日に約800 m³/s程度の出水が起こっています。下のほうにグラフを示していますが、6月21日の約1,500 m³/sという数字につきましては、過去の青いグラフはそれぞれ毎年の最大流量になるわけですが、この流量と比較していただいても、比較的大きな流量が6月21日に発生しています。

11 ページ目をご覧ください。こういった出水もありましたので、白川水系における管理体制の強化ということで、これも6月10日に記者発表しているものでございますが、出水に備えまして、土のうの配備、それから排水ポンプ車を熊本河川国道の緑川出張所に事前配備するというようなこと、それから土砂も白川においていくつかの箇所で撤去していますし、継続して今もやっています。

12 ページをご覧ください。先ほどの21日と29日の出水後の土砂の堆積状況でございます。上が国管理区間、下が熊本県の管理区間になっています。左側が洪水の前、右側が洪水後ということで、上の写真を見ていただきますとわかりますように、高水敷のところに土砂がたまっています。それから県管理区間につきましても丸で示していますが、護岸のところが階段がかなり埋まった状況になってございまして、土砂が

かなりたまっていることがわかるかと思います。

次に、13ページ目をご覧ください。同じく堆積状況②ということで、これも熊本県の管理区間で34キロ600のところでございますが、断面を測量した結果、左下にありますように最大約4メートル程度の土砂の堆積が見られまして、こういったものに対する緊急の掘削などの対策を講じていく必要があると考えています。

14ページをご覧ください。堆積した土砂の撤去ということを今申し上げましたけれども、たまりますとそれだけ洪水時の水位が上がりますので、こういったものをしっかりとっていくということも河川管理上、大事なことでございまして、堆積土砂の監視を強化して土砂の撤去を順次やっています。上の写真が国管理区間の土砂撤去の状況、それから下が県管理区間の土砂撤去の状況の写真でございます。

15ページをご覧ください。流木の状況です。今回6月の出水で、地震で阿蘇のカルデラ内の斜面の崩壊などが起こった関係で流木が出てきています。下流まで下ってきて橋脚にひっかかるというような形で堆積していますので、こういったものがその後の洪水時に流下能力を阻害してはいけないということから、国の区間、それから県区間でも順次、撤去しています。

15ページにつきましては国の区間の明午橋です。ここは今、橋梁のかけかえをやっておりまして、上流側に仮栈橋を設置しています。この仮栈橋の橋脚に木がひっかかったということでございまして、6月22日から緊急的な撤去作業をいたしまして、24時間施工で翌日までに撤去を完了するという工事をやっています。それ以外のところでも順次、橋梁等に堆積している流木を撤去しようと考えています。

16ページも同じお話でございまして、県の管理区間におきましてもこのように流木がたまっているということで、6月21日から25日にかけて県のほうでしっかり撤去してもらっています。

17ページをご覧ください。流れてくる前の立野ダムのところでも、復旧する中で可能な限り河川内の流木等の撤去を実施しておりまして、大型重機を使いながら、河川内の流木を除却しています。

下のところにグラフを載せていますが、管理区間ごとの流木の撤去量ということで、立野区間、県の管理区間、それから国の直轄の下流区間とを色分けしたグラフを載せています。6月20日までは上流側の立野のところで主に取っていたわけですが、出水が6月21日にございましたので、その後は下流のところでかなり多くの流木を撤去しています。7月10日までに約3,200空 m^3 、空 m^3 というのは、 m^3 としては変わりませんが、中が木なものですから、密に詰まった状態ではないということで「空 m^3 」と書いていますが、3,200空 m^3 の撤去を実施しています。

今後も河道の状況をしっかりとモニタリング、把握をしながら、必要に応じて掘削や流木を撤去して、適切な河川管理をやっていかなければならないと感じています。

事務局からの説明は以上でございます。

【委員長】

ありがとうございました。

ただいま熊本地震後の白川流域の状況についてご説明をいただきましたが、委員の皆様方、ご質問、ご意見ございましたらお受けいたします。どうぞ遠慮なく。

【委員】

13ページに土砂の図がございまして、白川の下流域のかなり特徴的なところをご紹介いただいたと思いますが、全川でのデータというものも整理されておられると思います。そのあたりはいかがでしょうか。

【事務局】

6月21日と29日と、今回、梅雨のときに雨が多く降りましたので、白川の水位がなかなか下がらないという状況がございました。やっと梅雨が明けまして下がってきましたので、国と県で各断面の測量をやりながら、土砂の全川にわたっての状況を確認しています。

【委員長】

ほかはいかがでございますか。

【委員】

堤防の沈下ですけれども、堤防の下の方で緩みが起こっているのが原因ですか。例えば液状化とか、そういうものはないんですか。

【事務局】

委員会の中でご報告させていただきましたが、大体50センチぐらい堤防が沈下していますと緩みが大きいのではないかとということで、そこについては全面的な堤防の切り返しをして、盛り直しをするという形で整備をしています。現在、ボーリングなども並行してやっていますので、実際にどのぐらい中が緩んでいるのかということの確認しながら、最終的に復旧していくことを考えています。

【委員】

原因は下部の緩みと判断されておられるわけですね。

【事務局】

はい、そうです。下部と、あと堤体自体も若干緩んでいるところがあると思います。

【委員長】

ほかにご質問、ご意見ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、この議題はこれで終わらせていただきます。

次に議題５、第四紀断層及び基礎岩盤の状況の調査・検討ということでございますが、まず第四紀断層についてご説明をお願いいたします。

【事務局】

資料３に基づきまして、第四紀断層のご説明をさせていただきます。

１枚めくって目次をご覧ください。目次でいきますと、１番、２番で立野ダム of 事業概要ですとか地形・地質の状況を述べさせていただきます、３番で第四紀断層の地震前・地震後の調査の結果をご報告させていただきます。

１ページ目をご覧ください。まず立野ダム of 事業の概要でございます。流域の概要といたしまして、まず白川流域について、ご存じのところもあるかと思いますが、簡単にご説明させていただきます。白川につきましては、熊本県の中央部に位置する河川でございます、その源は阿蘇郡の高森町の根子岳に発しています。阿蘇カルデラ内に黒川と白川が流れておりまして、それが立野付近で合流した後、熊本の街中を貫流して有明海に注ぐ河川でございます。幹川流路延長が 7.4 km、流域面積は 480 km² の 1 級河川でございます。

２ページ目をご覧ください。過去の洪水被害の状況です。白川流域では戦後、熊本市街部を中心に大災害をもたらした水害が幾つかございます。昭和 28 年 6 月、昭和 55 年 8 月、平成 2 年 7 月の洪水、それから記憶に新しいところでいきますと、平成 24 年 7 月の九州北部豪雨というような洪水がたびたび発生しています。先ほど部長のほうからもありましたけれども、平成 24 年 7 月の九州北部豪雨では、代継橋地点におきまして観測史上第 1 位の水位を観測して、甚大な被害が発生しています。

右側をご覧ください。洪水の概要をそれぞれ簡単にご説明いたします。

昭和 28 年の洪水は 6 月末に起こっています。豪雨により阿蘇地方で山崩れが頻発いたしまして、「ヨナ」と呼ばれる火山灰まじりの砂が洪水で流されてきてまして、下流のほうで氾濫堆積しています。そのため熊本市街は泥に埋もれました。このときの被害状況は、浸水家屋 3 万 1,000 余、罹災された方が 3 万 8,000 余です。

下に写真がございますけれども、先ほど木がひっかかったと申しました明午橋の流失直前の状況の写真、洪水後の上通の街中のヨナの堆積状況、それから一番下の写真は子飼橋という橋で、もともとの川は右側の「子飼橋」と書いているところを流れていたんですけれども、流木による阻害で川が左岸側のほうに流れを変えてしまったということで、そこに被災後に保安隊によって仮設の橋がかけられたという写真です。

次のページをご覧ください。３ページ目です。

昭和 55 年 8 月洪水につきましては、阿蘇の黒川の観測所で最大 66.6 mm の連続雨量を観測しています。この大雨によりまして白川が熊本市街部で越水する洪水となりました、多数の家屋の浸水を発生させています。このときの被害としまして、死者・行方不明者は 1 名、床上・床下合わせまして 6,000 余という戸数でございました。

３番目は平成 2 年 7 月の洪水です。このときも阿蘇山観測所で 1 日 24 時間雨量とし

まして、累加して341mmの雨が降っています。同じく白川が熊本市街で越水をしまして、また黒川のほうでも広範囲に氾濫をするような洪水となっています。熊本市、阿蘇市で多数の家屋浸水が起きています。このときの死者・行方不明者は14名、床上・床下が約4,000という数字になっています。

それから右側ですが、24年7月の九州北部豪雨です。白川流域でいきますと、坊中という雨量観測所で観測史上1位の時間雨量124mmを記録するとともに、流域の5つの雨量観測所、阿蘇のカルデラの中ですが、こういった場所において3時間雨量が観測史上第1位を記録しています。それから、先ほどから申していますように、基準地点であります代継橋というのが熊本市の市街地にありますけれども、そこにおいて昭和31年の観測開始以来、観測史上第1位の水位を記録しています。このときの死者・行方不明者は25名、床上・床下の戸数が大体5,500でした。

このときのヨナの堆積状況などが下のほうの写真で示されていますけれども、このような形で堆積したり、龍田陣内地区については越水をして住家が流されたりした被害が起こっています。

4ページ目をご覧ください。立野ダムの目的と機能です。白川の河川整備につきましては、河川法に基づきます「白川水系河川整備基本方針」「白川水系河川整備計画」がつくられておりまして、それに基づいて実施をしています。流域内の洪水調節施設として立野ダムが位置づけられています。立野ダムにつきましては、白川沿川の洪水被害の防止または軽減を図ることを目的とした洪水調節専用ダム、流水型ダムです。

河川整備基本方針につきましては、昭和28年6月の洪水と同程度の洪水を安全に流すことを目的としまして、基準地点代継橋において基本高水のピーク流量3,400m³/sを、立野ダムにより400m³/s調節をしまして、河道としては計画高水流量として3,000m³/sを流す計画になっています。

下の図ー1.3.1に模式図を示していますけれども、流す対策としまして、基本方針上は、3,000m³/sを河道へ配分、それから貯める対策として洪水調節施設で400m³/sという計画に、代継橋地点ではなっています。

同じく、今後20年から30年間で目標を定めています河川整備計画については、同じ代継橋地点における整備計画目標流量は2,300m³/s、立野ダム、それから上流側の黒川遊水地群で300m³/sの洪水調節を行いまして、河道で2,000m³/sを流すという計画になっています。図ー1.3.1のイメージ図の一番下に書いていますけれども、整備計画の流量は、河道に2,000m³/s、立野と黒川遊水地群で300m³/sという形になっています。現況の流下能力は1,500m³/sですので、激特事業などによって残りの流下能力の向上を図っています。

それから、上の文章の最後2行のように、白川の治水対策は、河道の整備、流す対策と、立野ダムの建設等で貯める対策の両方の整備が不可欠で、その両方で治水安全度の達成を図ることにしています。

右側をご覧ください。表ー1.4.1は立野ダムの計画の諸元です。形式としましては曲線重力式のコンクリートダムです。高さが約90m、貯留容量が約1,000万m³/s、それから天端の一番高いところが標高282m、計画堆砂量が約60万m³のダムとして計画

されています。

事業の経緯といたしましては、昭和５８年に建設事業に着手いたしまして、その後、補償基準の妥結をしまして、平成１２年に河川整備基本方針を策定し、１４年に河川整備計画を策定したところです。その後、全国のダム事業が検証されまして、平成２２年にダム事業の検証について国土交通大臣から九州地方整備局へ指示がございまして、検証対象のダムになっています。その後、検証作業を進めまして、平成２４年、白川の治水対策として立野ダム建設事業は継続する方針が決定されています。この継続の決定を受けまして、上流仮締切等の工事契約と仮排水トンネルの工事等を進めてきたところです。

５ページ目をご覧ください。

立野ダムの平面図、標準断面図、上流面図、下流面図をお示ししています。立野ダムは流水型ダムとして計画していますので、下段、それから若干上の中段のところに２門という形で、放流孔を合計３門設けます。放流口の大きさとしましては、５メートル掛ける５メートルを予定しています。

６ページ目をご覧ください。

地形・地質です。白川全体の地形・地質を先にご説明いたします。白川流域については、カルデラのほうが頭で、熊本市のほうに向かって尻尾という、オタマジャクシに似た形をしています。外輪山に囲まれた上流部については、南北２４km・東西１９kmのカルデラです。このカルデラ内に集まった雨が、唯一の出口であります立野火口瀬を通じて、カルデラ外に流出しています。立野ダムについては、この立野火口瀬付近に計画されているダムです。

地質の概要としましては、白川の上流域から中流域にかけては、第四紀の更新世以降の火山岩類が広く分布しています。火山岩類としましては、古いものから先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が累重した地質が構成されています。

次のページをご覧ください。７ページです。ダムサイト周辺の地形と地質です。ダムサイトについては、白川と黒川の合流点から約１．３km下流の立野火口瀬付近に計画しています。先ほどから申していますが、カルデラ外への唯一の出口となっておりまして、河川自体が大地を大きく浸食した形状になっています。ダムサイトの右岸側については、８０m前後の直立した急崖が連続しておりまして、左岸側については、外輪山に続く４０度から６０度ぐらいの傾斜の斜面です。図－２．２．１に断面図を示しています。白川の右岸側については立野台地がございまして、左岸側については外輪山にそのままつながるような斜面になっています。

８ページ目をご覧ください。地質の概要です。立野火口瀬付近には火山岩類としまして、先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が分布しています。先阿蘇火山岩類については、阿蘇の外輪山を構成する４０万年から８０万年前の岩石、地質です。そのカルデラが形成された後にカルデラ内で活発な火山活動が始まりまして、今の中央火口丘が形成されまして、その火山活動によって、鮎返ノ滝溶岩、栃ノ木溶岩、立野溶岩、赤瀬溶岩、火山研究所溶岩というのが火口瀬に順次流れてきて堆積するという形で、先阿蘇火山岩類の上にそういった溶岩系のものが乗っているという地質の概要です。

次のページをご覧ください。9 ページ目です。立野火口瀬周辺の地質図をお示ししています。立野ダムのところを赤いポツで示していますけれども、左岸側が先阿蘇火山岩類、それから右岸側が立野溶岩という形で構成されているのがわかるかと思います。

ここまでが地質の概要です。

次に、第四紀断層のご説明に入らせていただきます。

10 ページ目です。立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層ということで、まず、熊本地震前の調査の中身をご説明させていただきます。調査方法を3.1.1にお示ししています。ダム建設に係る第四紀断層の調査の内容と方法については、第四紀断層の調査（河川砂防技術基準調査編）等の技術資料と文献によって示されていますので、立野ダムにおいてもこれらの技術資料等に基づきまして、第四紀断層の調査を実施しています。

左側にフローをお示ししていますけれども、このように1次調査、2次調査に分けた形でやっています。まず上から文献調査ということで、半径50km圏の文献断層を抽出いたしています。その次に地形学的な調査ということで、半径10km圏の空中写真判読を実施して、線状模様等の抽出を行っています。この文献調査と地形学的調査の対比をいたしまして、それを比較した上で、現地調査の対象とすべき文献断層及び線状模様があるのかどうかという1次判定を行っています。それに基づきまして、調査対象として、地震前は8条の文献断層として抽出されています。

これらの概略の地質調査と文献・地形学的な調査を比較しまして、ダム近傍に第四紀断層があるのかどうかという2次判定を行いまして、地震前の状況ではダム近傍に2次調査の対象となる第四紀断層はないという全体の評価に至っています。

10 ページ目の右側です。地震前の文献調査の結果ということで、①から⑨までの文献について調査しています。その結果、ダム敷から50km圏に分布するものが177条、ダム敷から10km圏に分布するものが20条、そのうち長さ10km以上のものが1条、ダム敷から3km圏内に分布するものが7条でした。活断層を明記しているか否かにかかわらず、記載されているものをここでは文献断層と呼ばせていただいています。

11 ページ目をご覧ください。50km圏の地勢図に文献断層の位置をお示ししています。

12 ページに参ります。文献断層の調査の次に、地形学的な調査をやっています。空中写真及び地形図を判読しまして、断層変位の地形を伴った線状模様があるのかどうか、10km圏で調べました。その結果、10km圏には18条の線状模様が抽出されまして、調べている文献断層の分布傾向と調和的でした。

抽出された線状模様については、線状模様の確からしさによってL1からL3に分類しています。L1が7条、L2が9条、L3は2条、ダム敷から3km圏に分布するものが1条でございます。L1については、ごく最近に変位を示す地形である確からしさの最も高いもので、L2、L3に行くに従って確からしさが不明瞭になってきます。

13 ページは線状模様の判読結果です。3km圏内では⑩の線状模様が判読されています。⑩は北向山断層です。それから⑪が10km以上ということで、これは布田川断層になりますけれども、こういったものが線状模様の空中写真判読から抽出されています。

14 ページをご覧ください。

文献調査の結果と地形学的調査の結果を対比しています。ダム敷から10km圏の文献断層と、判読した線状模様を対比した結果、現地における地表地質踏査が必要とされるものとして、8条が抽出されています。赤いハッチがかかっているところがその8条になりますけれども、現地調査の必要性の評価の基準としましては、①から③まで書いてあるような基準で評価をして、現地調査の必要性を判断しています。内容としましては、①ダム敷から3km圏で指摘されている文献断層または確認されているL1からL3の線状模様があるか、②として、ダム敷から10km圏内で延長が10km以上のものがあるか、③として、ダム敷から3km圏外であってもダムサイトに向かう可能性がある線状模様があるかという形で対象を絞り込んでいます。

表の右側のほうに○×がついていますが、この中でダムとの関係に○がついているところが対象として抽出されたもので、全部で8条です。

15ページ目をご覧ください。その結果出てきた8条がここに示されていまして、ダム3km圏から一部10km圏まで拡大した形で載せています。立野ダムの位置、それから立野ダムの500m離れたところに北向山断層等が抽出されています。

16ページ目です。これらの現地地表地質踏査などを総合的に勘案して、地震前の状況を表のように評価しています。

まず北向山断層、28番ということで、番号では⑩と書いています。それから布田川断層、⑪と。これについては第四紀の地層を変位させていますので、第四紀断層であるという評価になっています。北向山断層については、ダム敷上流側500m付近の断層露頭を通過しておりまして、その延長はダム敷近傍には向かわないこと、それから布田川断層については、第四紀断層であることは明らかなものの、ダム敷及びその近傍までは連続していないと評価しています。

それから、19番の瀬田断層、⑨については断層露頭は認められない。延長部はダム敷に向かう方向を示しているけれども、連続露頭、その先のダムに近いところでの露頭には断層が認められないということで、ダム敷及びその近傍までは連続していません。

それから、下の21番から33番については、線状模様として判読されていません。第四紀断層の可能性については、断層による変位地形は認められず、断層露頭も認められない。それから、ダム敷に向かう方向性がない、連続露頭の部分に断層が認められないと評価しています。

これらを踏まえまして、一番上書いてありますとおり、地震前の状況としましては、ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと判断しています。

17ページをご覧ください。地震後の状況です。

熊本地震を受けまして、ダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層が存在するかの確認を行うことを目的としています。

追加調査の方法でフローを示しています。フローの左側の赤いところは、これまで地震前にやってきた流れでございまして、これに地震後の追加調査として青のところを加えたという形になっています。

まず1つ目、青のところの①ですが、大学・研究機関等の発表文献調査ということで、半径50km圏の地震後の発表文献を調査しています。それから次に、空中写真判読・航

空レーザー測量図の判読ということで、半径3km圏内の判読を行っています。それから③としまして、概略の地質調査のため、現地踏査で地震直後からクラック調査をやっていきます。それから現地踏査としまして、ダム敷近傍の文献断層として、19、21、25について調査をして、それらを踏まえて、第四紀断層として特に考慮する必要があるか、確認をしています。

18ページをご覧ください。

まず、大学・研究機関等の発表文献調査です。平成28年7月22日現在で46件の文献を収集・整理しています。このうち地表地震断層、可能性があるものも含みますが、その位置が記載されている文献が27件、それから推定地表地震断層の位置が記載されている文献が1件ございます。収集文献のところにハッチがかかっている○がついているものが、その28件になります。

これらを調査した結果、結論としては、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと見られる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されておりません。また、今回の熊本地震については、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられるということが各種文献の中で見られまして、文献番号として地震調査研究推進本部の地震調査委員会の文言を書かせていただいています。

19ページをご覧ください。具体的に地表地震断層等の位置を落としました。全体で28件の文献があり、その箇所を落としたものが19ページから21ページです。それぞれ50km圏、10km圏、3km圏という形で落としています。

21ページをご覧ください。3km圏で見た場合です。立野ダムの上流500mのところに北向山断層で、亀裂等の地表地震断層の疑いのある変状が確認されています。あと、「東海大学周辺」と書いていますけれども、阿蘇のカルデラ内まで亀裂が確認されています。

あと、29番、30番というのが21ページの左側の図の中に書いています。「濁川周辺」と書いていますけれども、ここはグラーベン状の正断層群で地滑りを含む可能性もあるという形で、文献番号29番の文献で報告されています。

机の上にファイルが置いてあるかと思いますが、こちらはそれぞれの発表されている文献を全部まとめたものでございまして、これをベースにこの位置を落としています。

21ページの上を読ませていただきますけれども、地震後の大学・研究機関等の発表文献におきましては、布田川断層帯の地表変位は、東側の端が、従来認定されていた活断層の端点よりも約4km東側で、阿蘇カルデラ内まで28kmにわたって認められたという報告が産業技術総合研究所からされています。それから、国土地理院が阿蘇カルデラ内にも地表の亀裂が多数確認されたと報告されていますけれども、地表地震断層及びその疑いのある変状がダム敷及びその近傍に延びているという報告はございませんでした。

22ページが、3km圏内の収集文献のそれぞれの記載内容です。

下線を引いているところが主要なところとございまして、先ほどから申し上げている地震調査研究推進本部は30番で、この地震は主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられるということなどが報告されています。こういったものをベースに調査文献をまとめたところです。

次に、23ページ目です。空中写真判読と航空レーザー測量です。それぞれ空中写真

とレーザー測量の判読を実施した結果ですが、下の地図にありますように、基本的に、判読された線状模様の位置は地震前の判読結果とほぼ同等です。北向山断層で東端が少しカルデラの方向に向かって延びているところが見受けられますが、それ以外については同様ということです。また、既往の文献断層や地震後の発表文献とも調和的ということで、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されておりません。

24ページが航空レーザー測量による線状模様の判読結果でございまして、これについても同様です。

次に、25ページ、現地踏査です。クラック調査をやっています。黒川合流点下流の白川右岸台地と、それから左右岸のダム敷周辺を中心にクラック調査を実施しています。その結果、以下のことがわかったということで整理しています。

まず①としまして、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認をされておりません。26ページを見ていただければと思います。ダムサイト付近のクラックを表示していますが、まず①としまして、南阿蘇鉄道側のレールに変状等はございません。それから②③はダムサイト左岸側になりますが、ここも地表面の亀裂は確認されておらず、岩盤露頭にも亀裂はありません。それから④⑤ですけれども、⑤のところで台地肩の表層崩壊が起こっておりまして、こういったものに伴って表面が引っ張られて、④にありますように台地の上部のところで重力性の亀裂のようなものが確認されています。

25ページに戻っていただきまして、①としまして、そういったことからダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかったとしています。②としまして、ダム敷及びその近傍の亀裂は斜面に平行ということですので、地震動による表層の滑りに伴う引っ張りによって生じた重力性亀裂と考えられる。③としまして、熊本地震前の第四紀断層調査の結果のとおり、ダム敷から500m離れた既知の北向山断層に沿って、地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認をされています。

25ページの下地図を見ていただきますと、クラックの評価としまして、赤い線が右横ずれ、それから青い線が左横ずれになっています。この青い太い線が、L2の線状模様判読での北向山断層の線と我々が考えているものでございまして、ここに沿って横ずれの地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認されています。

それから④としまして、北向山断層のあたりからダム敷方向に延びる地表地震断層の可能性のある亀裂は確認をされておりません。

27ページ目をごらんください。それぞれ北向山断層付近のクラックの拡大写真、拡大図です。

28ページも同じように、犀角山周辺のクラック、横ずれの状況をあらわした拡大図です。

ここまでの現地踏査になります。

それからクラックマップの次に、現地踏査としまして、ダム近傍の文献断層19、21、25の現地踏査もやっています。

まず文献断層25ですが、ダム下流部の左岸側に文献断層25の北端という形で示されているということでございまして、ここの左岸側の岩盤露頭、周辺の連続露頭を調査

しています。その結果、30ページを見ていただきますと、まず25番の文献断層の延長部と思われるところの連続露頭の写真を載せていますが、特に断層の亀裂等は確認されていません。

それから、31ページにスケッチを載せていますが、同じく文献断層25の延長部の岩盤露頭スケッチということで、ここを確認したところ、上が先阿蘇の自破碎部、下が先阿蘇の塊状部という形になりますけれども、節理面はありますが、地表地震断層の断層面みたいなものは見られないことを確認しています。

32ページです。文献断層25番の対岸のところに九州電力の構造物がございまして、この調査もしていますが、大きな変状は確認されておりません。こういったことから、25番についてはダム敷及びその近傍まで連続しないことを確認したところです。

次に、33ページです。文献断層19番ということで、3kmより外ですが、その方向がダム敷に向かうということで、ここも調査をしています。19番の断層の一番東側の端のところ、34ページの6番の写真ですが、断層の先のところの露頭の調査をしています。文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭にも断層は確認されていません。それから路面等の変状もないということでございました。

次に、35ページです。文献断層21ということで、これは立野ダムの北側にある文献断層と言われているものですが、もともとダム敷に向かう方向性はないということで、ここについても道路等の変状の状況を確認しましたがけれども、特に変状は確認されませんでした。

これを踏まえまして、36ページです。現時点の調査結果のまとめということでポツを幾つか書いていますが、上から読ませていただきます。

まず、熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献を収集・整理した結果では、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと見られる地表地震断層及びその疑いのある変状は確認されていません。

それから、地震後の空中写真判読や航空レーザー測量図判読を3km圏で実施した結果でも、判読された線状模様の位置は既往の文献断層や地震後の発表文献と調和的であった、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかったということです。

3つ目のポツとしまして、地震後の現地踏査により確認した亀裂（クラック）の結果をもとに、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。また、地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダムから500m離れた既知の北向山断層に沿って線状に地表地震断層の可能性のある亀裂が確認され、北向山断層付近からダム敷及びその近傍に延びる地表地震断層は確認されておりません。25、19、21についても、それぞれ断層による変位地形や断層露頭は確認されなかったことと、連続の露頭に断層は確認されていません。

それで、今日時点のまとめとしましては、これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと考えられる。なお、今後の調査等を踏まえて最終的な評価を行う事にしています。

下の表ですが、評価案をお示しさせていただいておりまして、地震前の状況から変更

があったところに下線を入れています。第四紀断層の可能性として、28番、30番のところに下線を入れて、北向山と布田川のところを、熊本地震の震源となった第四紀断層であるという評価案としています。

第四紀断層については以上です。

【委員長】

ありがとうございました。

第四紀断層ついて報告をいただきましたが、まず、その調査手法、それから特に36ページにございますまとめについてご意見、ご質問ございましたらお受けしたいと思います。よろしくお願いします。

【委員】

この地域の活断層図、「九州の活構造図」という書籍を責任者というか委員長を務めておりまして、都市圏活断層図についても委員長のような形でまとめてきました。また、私が筆頭者ではなかったんですけれども、地震前にこの地域の現場に来て調査したことがあることを記憶しています。それで、このサイトそのものについて私自身もまだ写真を持っていたので、地震後に自分で判読をやってみましたが、やはり地震前に刊行している活断層図だとか本だとかを超えるものは見つかりませんでした。

それで、地方整備局のほうで撮影された、詳しい地震後の写真をお借りして、もう一度、この付近だけを判読してみましたところ、北向山断層とか布田川断層については判読でき、我々が言う活断層の範疇に入るが、それ以外はやはり判読しにくいんですね。それで、地表で東海大学のキャンパスに近いところ、あるいは南側に出て、変位量がわずかに数十センチとか1メートルを超えないようなものについては非常に判読しにくいということで、北向山断層の北東部については地震後、変位している断層は写真では解読できませんでした。先ほどのご説明は、私が単独でやった結果ともおおむね整合しています。

【委員長】

ありがとうございました。

他はいかがですか。どうぞ。

【委員】

24ページに航空レーザー測量図による線状模様の判読結果がございまして、詳しい測量図で見ても、おおむねこの辺を線状模様が通るというのはよろしいかと思うんですけれども、おそらくこの地域は地震前の航空レーザー測量のデータもございまして、地震前後で地形的にどういった細かい変化があったかを探るといえるのか、そういう結果も参照されて、具体的にどの辺に変位が出たのかということをもう少し詳細に見ることも可能だと思います。そういうものも参照されて、実際にダムサイトよりも上流側の変位しかないことを確認されるとよろしいかと思います。

【委員長】

これは地震前の調査もあるんですね。

【事務局】

ございます。

【委員長】

地震後のものもあるので、それを比較してみなさいということです。それはできますよね。

【事務局】

はい。

【委員長】

それはまだなさっておられない。

【事務局】

今回、地震後のものについてLPでやりましたので、地震前のものとの比較はまだやっていません。

【委員長】

前と比較してみて、はっきりさせたほうがいいだろうというご意見だと思いますので、ぜひそれを進めていただきたいと思います。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

〇〇委員、そういうことでよろしいですね。

【委員】

はい、結構です。

【委員長】

他はいかがでございましょう。どうぞ。

【委員】

24ページのところの図で一つ質問なんですが、凡例で「⑤熊本地震による右横ズレ」ということが、赤い文字で地震前に追加して描かれているんですけども、これは赤い

矢印のところがそういうふうに明確に読める場所であることを意味しているんですか。

【委員】

赤で描いてあるところは現地でずれが確認できる場所です。我々が行ったところも、道路とか田畑の畝が右横ずれしたり、上下にずれていたりしました。

【委員】

そうしますと、これは写真判読というよりも、現地の情報を追記しているんですか。

【委員】

両方でしょうね。

【委員】

わかりました。

続けてなんですけれども、次の25ページの線状模様判読というのは、既往調査結果として描かれていますので、これは地震前のものを描いているということですか。24ページのものと、L2と書いている青い線の長さが違うように見えたので、ひとつ確認です。

【事務局】

これについては、地震前の調査結果を線として示しています。

【委員】

了解いたしました。

【委員長】

どうぞ。

【委員】

例えば33ページの左上の図ー3.2.15ですね。先ほどこの図の一番右上の北東のほうの29、30のところをはかられていますけれども、そのあたりのところとかは、(空中)写真で見てもよくわからないところに地震断層が出てしまったというお話でした。それは裏を返すと、(空中)写真でよくわからないところにもそういう断層があるかもしれないというふうにとれてしまうので、そういう地形的なことと、それからもう一つ、地質の実際の露頭ですね、先ほど29ページのあたりのところで、文献断層25の北東延長のところに、こういう連続的な岩盤露頭があるとか、構造物がずっと出ているとか、そういうところには断層はないというお話がありました。そんな格好で、多分この図ー3.2.13より東側のダムサイト近傍のところにも、ずっと連続露頭があるんだと思いますけれども、そういうところには断層はない、あるいは地震時のずれはないという

ことも示されたいいのではないかと思います、いかがでしょうか。

【委員】

今指摘された、東海大学の南側のところ、あるいは阿蘇ファームランドですかね、あそこのずれの量は50cmとか1mを超えないぐらいです。上下変位量もそう大きくはないですね。数十cmだったと思いますが、いずれの地域も人工改変されているということで、累積変位量がもうちょっとあれば人工改変されてもそれを凌駕するような地形があると思いますが、田畑、道路、それからいろいろな人工構造物で改変されているところなので、事前にはわからない程度の地形ではないかと私は現地で思いました。そこら辺も確認のために、今後調査で、ほかの機関でもちゃんとしたトレンチとか何かやれば、どの程度の破砕帯を持つようなもの、どの程度の規模の断層というのはわかると思います。

【委員長】

よろしいでしょうか。ただいまの第四紀断層については、まず〇〇委員のほうから、以前行った「九州の活断層構造」ですか。活構造で調査した結果で、布田川等々の活断層を同定されておられると思いますけれども、今回の地震では、それを超えるようなものは見られないだろうと。

それから宿題として、24ページにある航空レーザー測量の地震前と地震後の比較をして、その動きについて確認をする。さらに地形のみならず、調査できる場所においては地質の面からも、断層かどうかという調査をさらに深度化させたらどうかというご意見がございました。大体そんなご意見でございましたね。

【事務局】

確認ですけれども、最後のところの〇〇委員と〇〇委員のお話は、阿蘇のカルデラ内の状況についてのお話だと思っていたんですけれども、カルデラ内の断層が今、実際に文献で言われているということでございまして、そこについては今後も引き続きいろいろな機関で調査していくというお話だったと認識しています。それでよろしいでしょうか。

【委員長】

それでいいですか。

【委員】

私のお話は、人工改変があつたりして地形的に明瞭に認められないところもあるので、少なくともダムの近傍のところは多分、今お持ちのデータで、ずっと連続露頭あるいは連続構造物があつて、それがずれていないということが言えると思うので、それも示されたいいんじゃないかということです。

【委員長】

今の話は、先ほど説明なされた話じゃないのかな。

【事務局】

34ページや35ページで、それぞれ文献断層と言われる地形判読できないようなものなんですけれども、そういったところも道路等に変状がないことは確認しています。地形的に露頭がないところもございますので、可能な範囲で露頭が出ているところは延長線上を調べた結果、道路等の変状もないという形で報告させていただいています。

【委員】

今の〇〇委員のお話は、ダムサイトそのものに連続露頭があるでしょうから、そこでそういう疑いのあるものがないことを確認できるのではないかというご意見だと思います。

【委員長】

それは、先ほど説明したものをもう一度はっきりさせるということですね。

【事務局】

そうですね。基礎岩盤のところでも少し触れさせていただきますので、そちらのほうでもう一回ご説明させていただきたいと思います。

【委員長】

では、その件についてはもう一度説明を聞いていただくということで。だから、阿蘇の話ではないと。ダム敷の近傍の話ですね。

【委員】

検討の方向性が、文献断層と地形の判読から始まって、それで断層を絞っていくという方向なんですけれども、もっと非常に露頭状況のいいところでは、露頭そのものから断層自体を否定できるというか、あるかないかが判断できるだろうというお話です。

【委員長】

露頭をはっきり見なさいということです、ひとつよろしく。やっていたいているんですけども、再確認でお願いしたいと思います。

では、今まとめたような内容で、本日はこの議論を終わらせていただきたいと思います。

それでは次の議題で、基礎岩盤の状況の調査です。ご説明をお願いいたします。

【事務局】

次に、37ページからの基礎岩盤の調査です。

まず、地形・地質については、先ほどお話ししたとおりでございまして、ダム敷及びその周辺において、これまで12坑、880mの横坑調査・堅坑調査をやっています。それから306本、2万5,000mのボーリング調査を行っておりまして、地質や基礎岩盤の状況を立体的かつ詳細に把握しています。これらの調査結果から明らかになった地質概要については、図-4.1.1に示していますような形になっています。左岸側が先阿蘇火山岩という茶色系のものになっておりまして、右岸側が青色系の立野溶岩です。立野溶岩の下には立野層という地質構造になっています。

それから、「また」ということで書いていますけれども、地震前も当然、横坑調査・堅坑調査、それからボーリング調査を行っておりまして、そこで岩盤の状況を確認していますけれども、その岩盤内に第四紀断層の疑いのある岩盤変状ですとか断層露頭は確認されてございません。

38ページがダムサイト周辺の地質の平面図になっています。

39ページが断面をさらに拡大したものでございまして、このうち茶色の薄手のP a mが先阿蘇火山岩類の塊状部です。それから、ちょっと濃い目のP a aが同じく先阿蘇火山岩類の自破碎部です。これらが左岸側から河床の主要な岩を占めています。それから右岸側については、青色で示した立野溶岩の塊状部が主体を占めておりまして、塊状部の下、それから上のところに自破碎部があります。

40ページです。

地震前の基礎岩盤の岩級区分は、硬岩といたしまして、岩級区分については硬い岩について、塊状部については、岩片のかたさ、割れ目の間隔、割れ目の状態の3要素で評価をしています。一般的なダムについては大体この形でやっているものです。先阿蘇火山岩類の塊状部の岩級区分、それから立野溶岩の塊状部の岩級区分を、それぞれ表としてお示しさせていただいています。

41ページ目をご覧ください。

それぞれの代表的な硬岩の岩級区分の基準ということで、立野溶岩の塊状部のボーリングデータ、先阿蘇火山岩類の塊状部のボーリングデータ、それから岩級区分を示しています。これに基づきまして、このような形の性状に対して岩級区分を指定しています。

42ページです。自破碎部については軟岩という表現で整理をしています。これについては、挟まれている岩というよりも、その周りを覆っている基質のかたさで評価をしておりまして、岩級区分としてはC LからDという評価になっています。

43ページ目をご覧ください。これをもとに岩級区分を示したものが43ページになっています。左岸側についてはC H級が出ておりまして、塊状部についてはC H級、それから河床付近の先阿蘇火山岩の自破碎部についてはC L級になっています。右岸側については、立野溶岩の塊状部ですけれども、中位から下位標高についてはC H級、それから高い標高についてはC M級という形の岩級区分になっています。

44ページ目をご覧ください。

ダムを建設するに当たりまして、ダム堤体と基礎岩盤との接合、それから基礎岩盤の内部におけるせん断に対する滑動に対しまして十分なせん断摩擦抵抗力を有していることとすとか、ダムの基礎岩盤として堅硬である、十分な強度を有していることが必要に

なっておりまゐります。それに対しまして、岩盤の力学的特性を把握するための原位置でのせん断試験をやっています。原位置せん断試験については、岩種に応じまして、CH級、CL級等々でそれぞれの原位置せん断試験をやりまして、せん断強度を評価しています。そのグラフをそれぞれせん断試験結果として示しています。この図で見ていただくとわかりますように、岩盤はダム建設上の問題はないと考えています。

それから、(2) 原位置変形試験ですが、これも基礎岩盤の載荷・除荷を繰り返しながら、岩盤の変形特性を把握する目的でやっています。弾性係数といたしまして、立野溶岩塊状部・自破碎部、先阿蘇の塊状部・自破碎部について、それぞれこのような数値を得ています。

これらを踏まえまして、45ページです。ダム設計の考え方ということで、河川管理施設等構造令に、ダムをつくる場合の技術的な基準が定められています。ダムの堤体及び基礎岩盤としては、予想される荷重に対して必要な強度を有していること、それから堤体については、滑動したり転倒したりしない構造であること、基礎岩盤については、予想される荷重に対して転倒または滑り破壊、浸透破壊が生じないものであることという形で、しっかりと基準が決められておりまして、これに基づいて先ほどの原位置試験等の結果を踏まえた数値をもとに、ダムを設計しています。それに基づいてやった結果で安全性を確認した上で、ダムを設計しています。

あと、下のほうの荷重条件等を示していますけれども、設計洪水位、あとサーチャージ水位、それから立野ダムについては基本的に平常時は空虚時、空ということですので、空のときの地震慣性力も含めました安定計算をやっておりまして、それぞれできちんと安全性を確認しています。

それからダム本体工事の際には、右側に示していますように、表層の岩盤、かなり硬いものですが、そこについても取り除いた上で、さらに硬い岩盤を出して、直接ダム本体を築くということで、これもどこのダムでもやっていることですが、同じように立野ダムでもやっています。

46ページ目をご覧ください。地震後の状況です。追加調査を実施しています。

まず、表にありますように地表の露頭調査をやっています。ダム敷周辺の岩盤性状等を確認するというので、両岸でやっています。

それから横坑調査といたしまして、L-1、L-3、L-4、それからR-1、R-2、R-3について、それぞれの岩盤の性状、それから岩盤節理の開口状況等を面的に確認しています。

それから頭部排土調査、まだ今日は報告できませんけれども、これもやっております。右岸側の高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状についての状況を確認しています。

それから右岸のボーリング調査ということで、右岸の高位から低位までの立野溶岩塊状部の岩盤性状の確認をやっています。

それからボアホール調査といたしまして、ボーリングの中の写真を取りまして、岩盤の開口状況を累積開口量で確認しています。

46ページの下にその場所を示しております。左右岸の横坑調査、それから右岸側は横坑が下のほうしかないものですから、高いところでの岩盤の状況を確認するために、

ボーリング等でそこを補足するという形にしています。

47ページをご覧ください。まず露頭調査ということで、ダムサイトの左右岸の露頭の状況を調査しています。その結果、地震前後の写真を載せて一部○をつけていますけれども、表層部の剥がれ落ち等は見られるものの、基礎岩盤として問題になるような変状や、地震後の断層変位のようなものも確認されておりません。

48ページです。立野ダムのちょっと広範囲の、上流側の岩盤の斜面の状況をお示しています。三角形が立野ダムの基本的な位置になっておりまして、ここに堤体ができるとお考えください。それぞれR-1、R-2、R-3は横坑の入り口の状況です。R-1やR-3は、上から土が落ちてきた関係で入り口が塞がっていますが、横坑の中については全く問題なく調査ができています。L-1、L-3、L-4についても同様でございまして、L-2については擁壁をつくった関係で入り口を塞いでおりますので、調査はしていません。

次の49ページからがそれぞれの横坑の調査でございまして、左側が地震前の状況、右側が地震後の状況です。当然、中で岩検ハンマーとかでたたきながら岩の硬さ等も調査をしております、今までの調査では、岩の硬さ等に変化は見られません。

R-1の横坑について、右側の50ページが地震後の状況ですが、地震の影響というか、地震の前から落ちていたのかもしれませんが、地震後に調べたところでは幾つかの抜け落ちという形で、一番表面側の岩盤の節理になっているところから抜け落ちる形で、ごく一部で幾つか小規模な岩片の抜け落ちが確認されています。ただ、岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されておりません。岩盤性状についても変化は確認されていません。

例えば、51ページの7番の写真では、入り口より17mの上流壁面のところで抜け落ちということで、赤の点線で囲っています。こういうところがぽろっと落ちている状況が確認できていますが、それぞれ地震前後の写真を載せていますけれども、岩盤の状況に変化はないことを確認しています。

それから次に52ページ、同じようにR-2の状況です。これも地震後の状況を53ページに載せていますけれども、入り口から30mぐらい調査しています。まだ奥のほうは写真とか撮っているんですけども、入り口の状況をずっと見ている中で、掘削線はこの10mのところから左側になりますけれども、その前後についても全く変化はなくて、ここもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された程度です。54ページを見ていただきますと、6番目の写真のように、入り口より13mの上流壁面でこういう抜け落ち等が発生している程度です。

それから55ページからはR-3の横坑です。R-3については、地震後は56ページになります。ここについてもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されている程度でございまして、開口状況に変化はなくて、新たに確認できるような開口も確認されておりません。基礎岩盤の性状の変化等は確認されませんでした。ここは掘削線が大体20mぐらいのところに来るということで、その前後でわずかながら抜け落ちがあると。例えば57ページの7番を見ていただきますと、入り口より22mのところ、こういう形で抜け落ち等が一部で見られます。ただ、岩盤の状況に変化はないと考えています。

ここまでがRでございまして、次が左岸側のLです。Lについては先阿蘇火山岩類の横坑の中の状況です。

59ページをご覧ください。L-1の地震後の状況です。これも10mぐらいまで抜け落ちがないことを確認していますし、そこから奥についても20センチ程度の抜け落ちがところどころ見られて、この緑のところは抜け落ちとして確認されています。これについてもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されたけれども、開口状況等に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されておりません。

次の60ページを見ていただきまして6番目の抜け落ちの写真ですが、支保工の一番下のところがちょっと剥がれていることが確認された程度です。

61ページをごらんください。L-3の横坑です。こちらについても、62ページがL-3の地震後の状況でございまして、これも4mぐらいまでは抜け落ちがないことを確認しています。それから支保工周辺についても開口節理は認められない。奥のほう、10mのところに掘削線が出てきますけれども、その奥の7番とか6番のところで、ごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されている程度です。

63ページにその状況の写真を示していますが、ここも地震前後で非常にきれいな岩の状況を示しています。

64ページからがL-4の横坑、地震前後です。

65ページが地震後のL-4の横坑の状況です。ここは、ほかに比べると若干緑色が多くなっておりまして、中位標高で、左岸側のちょっと高目のところ、先阿蘇火山岩の塊状部の中ですが、ここは抜け落ちではなくて、ちょっと範囲が広いので、「剥がれ落ち」と書かせていただいています。15mのところにちょっと広目の緑色の斜線が入っているかと思います。ただ、これも表層部が落ちているだけでございまして、一部で剥がれ落ちが見られるものの、岩盤節理の開口状況には変化がないことを確認しておりまして、岩盤性状の変化は認められません。

次の66ページに写真を載せていますが、⑤、入り口より16mのところで、下のところに地震後に剥がれ落ちということで、こういう岩盤の一枚表層の部分が落ちているような感じになっていますが、剥がれ落ちた後の岩盤については特段の性状の変化は見られません。

ここまでが横坑調査の結果です。

次に67ページが、新しく右岸側で行ったボーリング調査の結果です。新規に立野溶岩の高位部、中位部のあたりの岩盤の状況を確認するためにボーリングをやっています。川側のボーリングをナンバー1と書いていますが、40mぐらいのところまでが掘削でなくなるとございまして、40mから下ぐらいのところは岩盤として、ダムとして残るという形になっています。

写真の見方ですが、上がそれぞれボーリングの写真、下にボアホールカメラの展開図ということで、ボーリングを掘った後の孔壁の写真を載せています。孔壁の写真を見ていただきますとわかりますように、非常に割れ目、亀裂が密着しておりまして、基礎岩盤についても変状は確認されていません。

68ページを見ていただきますと、40mから下ぐらいがダムの堤体が乗る岩盤ですけ

れども、ここについても立野溶岩の岩盤性状に全く問題はなく、密着していると考えています。

山側のボーリングが次の69ページからになりまして、ここは全部、岩盤として残ります。ここについても、先ほどの川側と同じようにボアホールカメラ等で写真を撮影した結果、非常に割れ目が密着しているということで、岩盤として健康な状況と考えています。

それから71ページですが、ボアホールの調査結果ということで、地震前後で開口量の比較をしています。調査場所は46ページのボアホール調査、B-250というので描いています。ここは既存で地震前から調査用のボーリングとして掘っていたところでございまして、地震前にボアホールカメラで調査しておりました。そこを地震後にもう一回調査を行い比較をしています。

地震前後の累積開口量を比較したものが左のグラフでございまして、深度100mからずっと開口量の累積を入れています。地震前が青、地震後が赤という形になっていますけれども、グラフで見てもわかりますように、変化がないに等しく、差は確認されません。

写真のほうも、深度ごとに30メートルと75メートルを載せていますけれども、ここについても地震前・地震後の状況を見ていただいてもわかりますように、割れ目が密着してまして、基礎岩盤の変状は確認されていません。

最後、72ページです。現時点の調査結果のまとめとしまして、これまでの基礎岩盤調査で以下のことが確認されました。

ダム敷周辺にて地表露頭調査を実施した結果、表層の剥がれ落ちはあるものの、基礎岩盤として問題となるような変状は確認されなかった。

地質調査横坑にて、先阿蘇火山岩類、立野溶岩等のダム基礎岩盤を調査した結果、横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ち等が確認されたものの、地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。基礎岩盤の性状の変化も確認されなかった。

新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部、低位～高位標高までの亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、差は確認されず、亀裂（割れ目）も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

結論としまして、現時点のまとめとしまして、これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム基礎岩盤の性状に変化は認められず、ダム建設のための基礎岩盤としての健全性に問題はないと考えられる。なお、今後の調査等により最終的な評価を行うとしています。

最後に括弧書きで、第四紀断層関係ということで、上記の調査の中では、ダム敷の横坑の中等に入っていますので、そういった調査の中で、ダム敷周辺の基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されなかったということです。

私からは以上です。

【委員長】

ありがとうございました。基礎岩盤についてご説明をいただきました。ご質問、ご意見がございましたらお受けしたいと思います。どうぞ。

【委員】

確認とお願いがございます。

やり方としては、資料にもありますように、大変多くの横坑やボーリングで調査をされて、ともともとしっかり調査されています。それに基づいて設計をされて、地震後もそういったところを再確認されて、変化がないという方法で整理をされているということで、整理の方針としては非常にわかりやすいんですけども、せっかくなので、既にされているかもしれないんですけども、新規のボーリングを今回掘られておられまして、これは非常に貴重な情報です。この中で、岩盤の状態を見て特に良好という話があるんですけども、おそらくこれについても岩級区分とかをされると思います。そういったものも、設計時に描かれていた岩級区分図と差がないことをしっかりと明記しておいていただけないか、あるいは確認をしていただけないかというのが一つお願いです。

それともう一つ、既存のボーリング孔についてもボアホールカメラを入れ直されてるということがあるんですけども、こちらの位置関係を見させていただきますと、R-2の横坑と一部、若干離れていますけれどもクロスしているような部分もございますので、こういったボーリング孔と横坑をクロスした形で変化がないということを説明されているところがありますので、こういったクロスされている近くのところをもう少し特出ししたりして確認をして、変化がないということの補強をしていただきたいと考えています。

以上です。

【委員長】

ありがとうございました。

43ページにダム軸の断面図がありますよね。今の委員のご意見は、どの部分に新しいボーリングをやって、新しく右岸側でやったという話もありますし、もちろん既設のボーリングの位置もあるだろうし、それから横坑ですよ。それによって判定をされて、こういう絵を描いたはずなので、できればその場所を明確に示していただいて、岩級区分の確度を上げてほしいという、具体的にですよ、ぜひそういう絵をつくっていただきたい。

特に、河床の横坑なども非常に興味がある貴重なデータで、この断面のどの位置に横坑が入っているのかと。ですから、この地震の岩級区分の確度を上げていただきたい。それには具体的にどの位置にボーリングを入れてどうだということを明らかに示してほしいということだと思いますので、その辺はよろしく願います。これはすぐできますよね。

【事務局】

ボーリング結果は今回２本とりましたので、それに基づき岩級区分を整理してお示したいと思います。

【委員長】

よろしくお願いします。

ほかはいかがですか。どうぞ。

【委員】

４５ページに「ダム設計の考え方」というタイトルのところがあって、左側に表－４．２．６、荷重条件の一覧、下に図－４．２．３、荷重条件の模式図があります。立野ダムはいわゆる流水型ダムということで、平常時は空虚状態、それから洪水のときに一時的に貯留をして、速やかに水が下がっていくという特徴を持っているダムなわけで、この上の表には条件として、横に設計洪水位、サーチャージ水位、空虚時というのがあって、縦軸に荷重の、自重から静水圧からいろいろ書かれています。当然これはわかって書かれていると思うんですけども、大事なところだと思いますので、少し正確を期していただきたいと思います。

というのは、空虚時と言っているところにも静水圧に○がついていますし、それから動水圧もありますね。これは通常のダムであれば、当然たまっていることを想定したような絵になっていますので、この表自体は正しいわけですが、流水型ダムに関して誤解がないようにきっちり書いていただく必要があると思います。下の図は貯水している状態を示していますので、もしできるのであれば、空虚時にどれぐらい水が下がって、これぐらい平常時と貯水状態は違うということを示して、その上で、上の表との対比がなされると。そこに誤解がないようにしないといけないと思いますので、よろしくお願いします。

【委員長】

ちょっと確認したいんだけど、これは流水していて水がたまっていない状態もきちんと示せという意味ですね。

【委員】

ええ、上の表では書かれていますが、下の図には対照するものがないので。

【委員長】

これはサーチャージのときの絵を描いておられるんですね。

【委員】

そうです。

【委員長】

だから揚水圧もぐっと上がっているということになるんでしょう。

【委員】

貯まっている状態はですね。

【委員長】

この場合はね。

【委員】

そうです。

【委員長】

だけど、実際に流れている場合には揚水圧がほとんどないわけね。だから、上の絵の揚水圧等々のいわゆる外力、通常、川として流れているときにどういう外力があるのかを絵で示してほしいと。じゃないと、いつもこうなっているんじゃないかと思われる。設計上はこれが一番危ないときなんだろうけど、そういうことを明示していただきたいということによろしいんですね。

【委員】

結構です。

【委員長】

ほかにございませんでしょうか。どうぞ。

【委員】

先ほどの私の第四紀断層関係のところのコメントの補足です。今のご説明を伺うと、非常によく調査をされていて、例えば38ページを見ると、こんなにたくさん連続露頭があって、そこには断層変位を示唆するようなものは認められなかったということをどこかに書いておいていただけるといいのではないかと思います。この場合はちょっと特殊で、建設調査中に大変大きな地震に見舞われて、わりあい近くにも地震断層が出現したと。従来、活断層として認識されていなかったようなところにも、わずかですけれどもずれが見つかっていて、そんなのは当然だと思われるかもしれませんが、多くの人は、今まで調べていなかったところに何かあったんじゃないかと不安に思う人がかなりいると思うので、そうされたらいいのではないかと思います。

【委員長】

例えば38ページは、委員ならどういうふうな表現をされますか。

【委員】

この図はもうこの図で結構だと思うんですけども、私が今言いましたような形で、断層変位を示唆するようなものはなかったということ。

【委員長】

ああ、ここにね。

【委員】

ここか前のところに書くのか、ちょっとわからないですが、それを入れられるといいのではないかと思います。特に追加の調査とか図が必要というわけではないです。

【事務局】

地震後の状況でいけば、例えば47ページには追加調査の結果ということでダムサイトの露頭の状況を確認していますので、こういったところに断層変位を示すようなものはなかったという形で入れることも可能かと思います。

【委員長】

だから、例えば、47、48のようなものの位置をこの平面図に落としてもらうということだと思います。どの位置ですかというのを平面でもあらわしていただければという。

【事務局】

例えば47ページでいきますと、ダムサイトから上流側のところも、ずっと露頭が出ていて、そういうところも確認をしています。

【委員長】

だから、どこからどの範囲というのをね。

【事務局】

この範囲でということですね。

【委員長】

写真の箇所を平面図でも明確にしてもらって、どこを見ても大体わかるようにしていただくということだと思いますので、お願いしたいと思います。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

はい、どうぞ。

【委員】

それに関連して。48ページに大々的に露頭の写真が出ていますので、この露頭のスケッチをとっていただいて、先ほど〇〇委員が言われた、断層がないこととか、岩盤状態についても緩んだ部分が少ないことを、概略で結構ですので、それにきちんと示していただいたほうがいいかと思います。

【委員長】

それは大丈夫なの。

【事務局】

はい。そういうスケッチも入れさせていただきます。

【委員長】

他はいかがですか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

そうしますと、基礎岩盤については、岩級区分の断面に調査ボーリングあるいは横坑の絵を入れていただいて、この岩級区分は確かなものだということをわかりやすく表現していただきたいということと、それからダム設計について、45ページの絵はサーチャージの場合の一番きつときの外力ですけれども、通常、穴あきダムで水が流れているときには外力はほとんど作用しないという絵もあわせて示していただきたいという点。

それから、ダム敷、ダムサイトの写真をいろいろ撮っていただいていますけれども、例えば38ページの平面図のどの部分にどの写真が対応しているという点と、露頭についてのスケッチ図を作成していただきたいということです。

そして、結論から言いますと、現在の状態では、地震前と地震後でダム敷、ダムサイトの岩盤に変状は見られないということが言えるということです。それでよろしいでしょうか。ほかに何か忘れていることはございませんか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、第四紀断層については先ほどまとめた点、それから基礎岩盤についてはただいままとめた点、これを本日の一応のまとめとさせていただきたいと思います。記録

をとっていただいていますね。

それでは、次はその他について、ご説明をお願いいたします。

【事務局】

それでは、最後にその他ということで、資料4をごらんください。今後の進め方ということです。

今日は7月27日で、第1回目の立野ダム建設に係る技術委員会ということです。次に第2回といたしまして、現地調査を予定しています。それから第3回目といたしまして、技術委員会を今度はダム機能の維持ということで、湛水予定地周辺斜面の状況等の調査・検討、それから技術的な確認・評価という形で、今日の宿題も含めまして、2回目、3回目という形で進めていきたいと考えています。説明は以上です。

【委員長】

この件について何かご意見ございますでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それから、委員長としてお願いしておきたいのは、この委員会に限らず、各委員のいろいろなご質問等がございましたら、持ち回りでどんどん調査、検討を深化させていただきたいと思いますので、その点は先生方のほうへ参って、あるいは先生方のほうから事務局のほうへご質問等ございましたら遠慮なく言っていただいて、時間を有効に使いたいと思っていますので、よろしくご了承をお願いしたいと思います。

ほかに何かご意見ございますでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、時間も予定より10分経過しておりまして、一応、私の司会はここで終わらせていただきます。事務局のほうへお返しいたしますので、よろしくお願いいたします。

【司会】

はい、ありがとうございます。

本日は多岐にわたるご意見をいただき、まことにありがとうございました。次回は現地調査を予定しています。日程については後日お知らせさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

それでは本回の最後に、九州地方整備局河川部長の佐藤より一言ご挨拶申し上げたいと思います。

【事務局】

委員の皆様、本日は貴重なご意見を賜りましてまことにありがとうございました。本日ご指摘いただいた点については、早急に整理をいたしまして、できるだけきちんにご報告できるようにしたいと思います。

また、先ほど委員長からご指摘がありましたように、時間を無駄にせず、持ち回りでどんどん調査、検討が進められるように、各委員と連絡をとらせていただきたいと思います。今後ともご指導を賜りたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。次回以降のご審議もどうぞよろしくお願いいたします。本日は誠にありがとうございました。

【司会】

これをもちまして、第1回立野ダム建設に係る技術委員会を終了させていただきます。本日は誠にありがとうございました。