

## 第 2 回 吉野川堤防強化検討委員会

日 時：平成 16 年 12 月 8 日（水）  
午後 1：30～5：00  
場 所：ホテル千秋閣 鳳の間（7F）

### 【司会】

それでは定刻になりましたので、ただいまより第 2 回の吉野川堤防強化検討委員会を開催させていただきます。

私、国土交通省徳島河川国道事務所で河川担当の副所長をしております でございます。よろしくお願いいいたします。

本会を始めるにあたりまして、傍聴の皆様をお願いを申し上げます。

受付でお配りしております傍聴規定に従いまして傍聴していただきたいと思っておりますのでよろしくお願いいいたします。

それでは、資料の確認をさせていただきます。A 4 の一枚で議事次第というのと、A 3 版の第 2 回委員会資料というのをお配りしておりますが、揃っていますでしょうか。

それでは揃っているようでございますので、本会を始めるにあたりまして、徳島河川国道事務所の所長、 よりご挨拶を申し上げます。

徳島河川国道事務所の でございます。

本日は大変お忙しい中を第 2 回の吉野川堤防強化検討委員会にお集まりいただきまして、本当に有難うございます。

8 月の下旬に初回の委員会を開催させていただきましたけども、予定ではもう少し早く第 2 回の委員会を開催する予定でございましたけども、とにかく度重なる台風によりまして、事務所の方も非常に災害の対応で忙しく、この第 2 回の委員会の開催が遅れましたことにつきまして深くお詫びを申し上げたいと思っております。

初回にですね、ご挨拶させていただいた時には、7 月に新潟と福井で大水害が起こったと、堤防も破堤をしたと。それから台風 10 号が四国地方を襲って、吉野川も結構な水が出たというお話をしたと思っておりますが、その後皆さんご承知のとおり、台風の 15 号、16 号、あるいは 21 号、23 号と立て続けに大きな台風が四国を直撃いたしまして、特に吉野川ではですね、10 月に襲来した台風 23 号で戦後最大の流量を記録する大出水になってございます。河川の堤防とか護岸とかもかなり壊れまして、被害額は 100 億円を超え

るような施設の被害が出ております。これらの災害復旧の事業をですね、これからやっていかないといけないというようなことになります。この委員会を立ち上げる当初はですね、このような台風が来るとは思ってもみませんでしたし、ましてやこの堤防の補強といった形の災害復旧事業が、そういったものを念頭においてこの委員会を立ち上げたわけではないんですが、結果的にですね、今年の一連の台風によってこの堤防補強の必要性も本当に身にしてみても、我々事務所の方も感じておりますし、それからその復旧のためにもですね、この委員会で早く対策の必要性、それから対策の方法について審議をしていただきたいと思っております。後程資料の中にも出ておりますけども、台風23号、一連の台風で堤防、あるいは基盤の漏水も多々発生しております。そういった被害の実態も踏まえながら、この委員会で検討を進めていただいて、早く災害復旧に向けた結論を出していただきたいと考えておりますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

【司会】

有難うございました。

これからの議事進行につきましては、委員にお願いしたいと思っておりますので、よろしくお願ひいたします。

【委員】

最初から着席のままで発言をさせていただきます。よろしくお願ひいたします。

ご指名いただきましたので、これから本日第2回の委員会の進行役を担当させていただきます。先程委員の方からお話がありましたように、前回第1回が8月23日に開催され、その終了の時点でですね、次回はできれば10月ぐらいにというお話があったように記憶しておりますが、先程のお話の事情でやや当初の予定よりは遅れて本日この第2回の委員会をもつようになりました。

ご承知のように今年は台風が10個ですかね、日本本土に上陸いたしました。従来最高でも確か6個であったというふうな記憶をしておりますが、まさに異常気象という言葉が飛び交っておりましたが、気象の専門家からですね、「さん、今年の気象は異常であるというのはその通りだけれど、これ、こういう状況は正常になりますよと。」こういうお話をいただいてですね、それが決して冗談とはうつらないというか、そういうやりとりをしたのはつい最近のことですけれど、そういう背景でですね、今年のような異常気象が定常になるということであれば、いっそう早くにこの堤防の検討委員会ですね、結論を早く出して、そのときの体制を是非国の方では知っていただくという思いをいっそう強

くしております。そういう意味でも、今日の委員会をはじめ、2回、3回、4回といったようないっそう実りのあるものに仕上がっていくことを祈念して冒頭の発言としておきます。

それでは早速ですが、お手元の議事次第にしたがって議事を展開させていただきます。

まずはじめに、(1)前回議事録確認と。この部分ですが、この議事録の確認と、それからいくつか指摘事項がございました。その点についてご説明いただいて、そのあと審議をしたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

#### 【事務局】

座って説明させていただきます。

まず、前回の議事の概要についてでございますけども、議事録の方は本文の方で細かく入れてありますので後で見たいと思いますが、その時に指摘事項が五点ほどございましたので、それについての回答を別途準備いたしました。

まず1番目として、吉野川流域に被害を及ぼした主な洪水被害というのを表にしておりますけども、ちょっとその内容について記載事項を統一することになりました。それについては本文の中で新しい表をつけておりますので、後で見たいと思います。

2番目といたしまして、浸透・侵食・地震による破壊のメカニズムはいろいろなパターンがあるので、それらを整理してまとめるということでございます。それについてご説明いたします。

まず、浸透についての破壊メカニズムの整理でございますが、これはいくつかございますが、まずここにお示したのは、一番代表的な河川水位上昇による裏のりの崩壊の説明でございます。 から右下の 番まで順次説明しております。左上にありますように、まず降雨によって降雨が堤体に浸透することによって堤体内の表裏の法尻の水位が上がってくるという現象がございます。それによって にありますように、一部裏のりがその時点で部分的に小さな崩壊をするということもあるかと思えます。そのあと 以降で河川の水位が上昇してまいりますので、河川の水位の浸透が裏のりに到達して大きなすべりを起こすと。これが最も代表的な裏のりの崩壊でございます。その次は河川水位が急低下することによって表のりの崩壊が起きるといった場合がまれな例といえますが、そんなにしばしばではありませんが起きております。これは表のりの方に残った堤体内の残留水圧によって

ですね、表のりが安定性を失ってつぶれるという現象でございます。

次に堤体あるいは基礎地盤の局所浸透破壊という、いわゆるパイピングという現象がございます。これは2種類ありまして、がパイピングの破壊のうち、基礎地盤が砂質土及び礫質土からなっているというものであります。それから は基礎地盤の表層に粘性土が分布してくるという例でございます。基礎地盤の表層が砂質土及び礫質土になっている場合には、浸透水の流入によって主に裏法尻にパイピングといいますが、水圧がかかってそこでボイリングが発生してパイピングに至るという現象がみられます。それからもう一つ、粘性土が被覆している場合には、その下の絵にありますように、粘性土の下端に作用する揚圧力が左右いたします。それと上載圧とのバランスが崩れた時にボイリングを起こしてパイピングに至るという現象でございます。

次は侵食による堤防の破壊機構でございます。これは大きく、のり面侵食型洗掘と、それから堤脚部洗掘という2種類ございます。のり面侵食型洗掘の場合には、で説明しておりますが、堤防の表法面、それから法尻表面が直接侵食されるという場合がございます。それからもう一つは河岸の方から側方侵食あるいは洗掘が発生するというのがございます。それからもう一つ堤脚部の洗掘というのがございます。これは護岸の下の基礎部の部分が洪水で深掘れして、その部分が抜け出して堤体に緩みを生じるというものでございます。

次の地震による堤防の破壊機構でございます。これもいくつかございますけれども、まず緩い砂質土地盤の液状化による被害というもので、これは最近の大きな地震による被害が殆どこういう現象で起きております。右側にありますように地盤の液状化が発生して、それに伴って堤体が陥没後崩壊するという現象でございます。それから左側のの方は、軟弱な粘性土地盤、たとえば非常に緩い粘性土であるとか、あるいは泥炭であるとか、そういうものにめり込んだ堤体土が液状化をして堤防が崩壊するという例であります。これは北海道の釧路沖地震の時の釧路川とか、十勝川で代表的な例が知られております。それから右側の方は液状化は起きないけれども、地震動そのものによって地震による慣性力によって崩壊するという現象も発動するわけです。

次に指摘事項の三番目でございます。

漏水実績と対策工についての対策工の絵をお示ししましたけども、その時に昭和40年～平成11年頃までの対策工の記載が少なかったということで、それを再調査しております。これもいくつか時代を追って整理いたしました。

まず昭和24年～30年前半、この頃は堤防の拡築と補強が主体でありました。腰石積

が行われたのがこの頃でございます。

それから昭和30年前半～40年前半にかけては、いわゆる w 護岸といって練石張とそれから2mのコンクリート遮水壁を施工しております。

昭和40年前半～50年前半にかけては漏水対策はあまり行われていない、あるいは内水対策が主体という時期でございます。

それから昭和50年後半～平成元年にかけては、高水護岸と矢板工が主体になっております。この絵にありますように、護岸あるいはコンクリートの護岸の下に矢板を10mぐらいの矢板を打つというふうな対策が行われております。

それから平成元年～平成10年頃にかけては、今度はブランケットが出てまいりまして、ブランケット、遮水シートの護岸、それから鋼矢板と。

それから平成11年以降はブランケットと鋼矢板、それから遮水シートの護岸というふうな対策がなされております。

次に指摘事項の四番目で、台風10号による堤体漏水のメカニズムについて解釈を加えることというのがございましたが、これは先程お話にありましたように、その後さらにもっと大きな台風23号などもきておりまして、それについての資料をまとめております。これは後の資料でご説明いたします。

それから といたしまして、旧河道位置の変遷を時系列的に整理できるかどうか検討することというのがございました。

これがその整理した結果であります、図形的に重ねられる情報といたしまして一番古いのが江戸時代の情報でございました。江戸時代、明治時代、昭和時代と大きく三区分いたしまして、その時のそれぞれの時のみお筋といいますか、河川の形を重ねたものでございます。従ってそれぞれの交差している部分については新しいものが上にくるというふうな表現をしております。

第2回委員会の討議内容については以上でございます。

【 委員】

はい、どうも。

ただいまご説明いただいた第1回の指摘事項なり、そういうことについて何か委員の皆さん方ご発言がありましたらご遠慮なく。

あの、今お話で出てきたこと、全てこの資料には書かれているわけですね。

【事務局】

はい、入っています。

【 委員】

何かございません？

ないようでしたら、それじゃあ話を前へ進めさせていただきます。

次がですね、議事事項の二番目ですが、第2回検討委員会の討議内容ということで、今日これから討議をしていただく内容について事務局の方から説明していただきます。よろしくをお願いします。

【事務局】

今度は第2回の検討委員会の討議内容でございます。先程は失礼いたしました。

今回の委員会では、そこに示しております少し大きく書きました第2回委員会の内容を討議していただきたいと思っております。

一つは平成16年出水に伴う被害状況でございます。これは代表的な被害状況を整理いたしました。それから一連区間の細分化ということで、浸透と侵食について整理しております。これは具体的には既往資料による検討区間の細分化という作業をまず行って、それからこれ以降も実際の計算に入っていくということでございますので、まずその前段として一連区間の細分化についてご説明いたします。

それから現況堤防の安全性に関する検討方法及び条件ということで、検討方法、それから堤防のモデル化、これは具体的には地層構成および土質定数のモデル化でございます。それから洪水外力を決めるというふうなことで、まず計算する前の諸々の条件についてこういうふうを決めるということをご説明いたします。

それから台風23号による吉野川の漏水現象と解析ということで、これは若干推測点を行っております、それによってその結果を用いて今回の被害の状況、それを検討いたしました。その結果についてご説明いたします。

それから出水時のモニタリング結果と解析というものについては、モニタリングを3断面ほど計器を入れて検討しております。そのうちの1断面につきまして実際に観測されたものと計算されたものを比較してモニタリング結果を見ていただくということにしております。

ただいまの内容が今回の委員会の討議内容でございます。

【 委員】

これですね、ちょっと一つだけ確認がありますが、三番目、ここの部分ですが、安全性

に関する検討方法及び条件云々ということで、検討方法、堤防のモデル化、外力ということですが、ここでは具体的な検討の結果について議論をするわけではないと。そういうことですね。

【事務局】

はい。検討の結果は次回でご説明いたします。

【 委員】

この検討のための決定条件。

【事務局】

そういうことです。

【 委員】

ただいまご説明いただいたように、本日はですね、検討内容はたぶん、順番はこの順番でいいんですね。上から順番に下に向かってと。こう理解していいんでしょうか。

【事務局】

そういうことです。

【 委員】

それでは、次はですね、議事の（３）平成１６年度出水に伴う被災状況及び河川堤防点検の経緯と概要ということですが、まずこの議事の前半の被災状況の説明にしたがって、それに引き続いて河川堤防点検の経緯と概要、この部分のご説明をいただきたいと思えます。その後で議論をいただきたいと思いますが、どうぞよろしくお願いします。

【事務局】

はい。

ここでご説明いたしますのは、平成１６年出水で起きました漏水現象について、被害の状況とそれから検証についてでございます。

まず、吉野川におきましてですね、今年度台風１０号、１６号、２１号、２３号と特に４つの大きな台風が大きな出水を見ております。右下にありますように、一番大きかったのは１０月の台風２３号でありまして、警戒水域を越えるような出水を見ております。

今の４つの台風によります漏水と侵食の被災実績を示したものでございます。これは吉野川０kmから３０kmの中に書いてありますが、右側が０km、左側が３０kmでございます。この中に記号で示したものが漏水箇所、あるいは侵食の箇所であります。詳しくは本文中にございますけども、代表的な箇所の写真を下に示しました。右下と真ん中の写真は

堤内地のいわゆるガマでございます。漏水です。それから右下の写真は、河岸の侵食です。洗掘の写真でございます。それからこれはもっと上流の42kだったと思います。その部分の、やはり堤内地の漏水の状況であります。

これはちょっと今回の吉野川ではありませんけども、たまたまこないだ台風23号で円山川が被災しております。その時の破堤の状況を一応参考に入れさせていただきました。円山川では左の上にありますように本川の右岸と出石川と2ヶ所で破堤しております。その時の本川の右岸の破堤の状況が右側にある3枚でございます。その時の破堤した箇所の200mほど下流にある立野という観測所での水位波形を示したものがこちらでございます。計画高水位あるいは堤防高をわずかに越えております。堤防が決壊した時間というのははっきりは分かりませんが、この水位の少し下がったあたりで住民が決壊を119番に伝えたと。あるいは正式に確認したことのようにございます。従っていったん越水したような状態になったものと思っております。これについては別途現地の方では委員会を設けて検討をしているようにございます。

以上が16年出水による被災の状況の概略をご説明いたしました。

【 委員】

ただいま台風による被災のいくつかの例を紹介していただきましたが、何か発言することございませんか。

【 委員】

ちょっと資料の間違いがありますから。

ちょうど左手の右の破堤ですけども、危険水位と警戒水位のラインが逆になっておりますので。

【 委員】

ああ本当だ。

【事務局】

失礼いたしました。資料の方は正しくなっていますが、ちょっとパワーポイントをつくる時点で間違えたようにございます。

危険水位が6.8m、警戒水位が5.3mと。

【 委員】

資料の方はそうなっていますね。

【事務局】

はい。

【 委員】

一部教えていただくだけで結構なんですが、資料の3 - 3の中で被災関係のとりまとめをしておられますけども、その中の侵食実績というもののうちです、侵食による被災というのは2種類あるというふうに認識を我々はしておりますよね。いわゆる高水敷の部分はずっとどんどん侵食されていくというパターンと、根入れの先、法尻が洗掘されて土砂の吸い出し、あるいは地盤学的な崩壊が起こるというようなパターンですけども、後者、前者はあれはもともとそういうふうに行っているわけなんですけども、後者の事例というのはございましたか、今回。法尻がですね、本堤防であろうと低水護岸の法尻であろうとどちらでもいいんですけども、その法尻の直接洗掘によって法止めが破壊あるいはそのあたりの土砂が円弧滑り的に崩壊したという事例というのが今回ございましたでしょうか。

【事務局】

はい、あります。

本川なんですけども、ちょうど第十堰の上流に六条大橋というのがありますが、そこです、六条大橋の下流の左岸、それに赤い丸が23号についておりまして、2つあるんですけども、範囲的にはまあ下流側になりますけども、その元々ありましたコンクリートでつんだ低水護岸がありました。前が大きく掘られまして、ずるっと持っていかれたことがあります。表面にのってた、僕らも現地に行った時には殆ど分からなかったんですけども、その護岸の上には竹林が乗ってるとかですね、そういうことでかなり覆われていたけども、ずるっと落ちることで一緒に竹林も川の中に落ちるとというような状況で、もう護岸が殆ど体をなしてないと。

それと旧吉野川の無堤防のあたりなんですけども、ちょうど旧吉野川側の赤丸が二つほどありますけども、どっちかというとなり側の方の旧吉野川、右岸側ですけど、新喜来といわれておりますが、北島町の部分ですけども、このところですね、23号の時に全面が洗掘をされたんだろうと思いますが、法肩からですね、要は道路があるんですけども、そのすぐ肩のところから下へ滑ってます。円弧滑りを起こしてます。同じく今切川の方もですね、百石須のあたりですけども、そのところも同じような状況で前がとられたんだろうと思いますが円弧滑りを起こしていると。結構堤防本体、護岸の高水敷の部分もそういった形で今回は出ております。

【 委員】

今ね、ご説明いただいた箇所というのは3 - 2ページ、これに今回の被災状況の一覧表がありますね。これでいえばどこの部分ですか。

【事務局】

えっとですね、それでいきますとですね。

【 委員】

たとえば3 - 2の右側の表の下の方に新喜来。

【事務局】

えっとですね、一番最初に私がお発言させてもらいました下六条地先というのはですね、12番の箇所の、台風23号の洗掘というところです。ここがそういう形で落ちております。それと旧吉野川ですので。

【 委員】

今のは13番。

【事務局】

12番です。

【 委員】

12番。

【事務局】

はい。

【 委員】

私も13番だと思ったんだけど、これは通常というか、すべりですね。それに対して12番というのは要するに洗掘を受けているということで、岡部先生の問いかけはどっちを。

【 委員】

私は法崩れという意味で。

【事務局】

ここでいう洗掘とはしていますけど、前がとられて一緒に落ちているんで、表現上はこういう形になってますけど、原因としては先が掘られたんで、一緒になって滑って落ちていると。

【 委員】

それをここに入れていっしょるわけ。

【事務局】

はい。

【 委員】

そしたら法崩れていうのはどのメカニズムのことをいうんですか。

【事務局】

まあ単純にそのまま、どっちかというとな下は残っているんだけど、上が。

【 委員】

要するに洗掘的に洗掘現象ではなくて、今回いうこういうことなんですか。

【事務局】

そうです。

だから裏法も含めてるわけですか。それとも表法だけの話を。

【事務局】

表だけです。

【 委員】

表だけですね。

【事務局】

それと旧吉野川につきましては59番、それと62番、表現がちょっと曖昧で申し訳ございません。

【 委員】

はい、有り難うございました。

【事務局】

今のパワーポイントでもう一度示しておりますけども、先程お見せした図で上の方にあるの形ですね。堤防の表のり面、それから法尻表面の直接侵食に対する崩壊、これを我々の方の一覧のまとめでは法崩れ、すべりという分けをしております。それからの主流路からの側方侵食を洗掘、風浪、これは洗掘あるいは水衝というふうな分け。それから下にあります堤脚部、これについては洗掘ということでもって整理していると。

【 委員】

だからこれがあって、その結果こう。もう一つは例えば何かこういうところは完全にすべりを起こすのと二つに分けて表現しているという。こういうことなんですね。

【 委員】

私もう一つ確認をさせていただきたいんですが、3 - 1 ページをちょっと開けていただ  
けません。3 - 1 ページのですね、表のすぐ上に\* 1 ), \* 2 ) というのがありますが、  
特に\* 2 ) を確認したいんですけど、\* 2 ) の説明によりますと、これは台風23号によ  
って岩津の観測所における吉野川の流量が観測史上最大の15,700 m<sup>3</sup>/sec ですね。  
こういうことで注意の2があるわけですが、その観測史上最大のというのはそれはいいん  
ですが、\* 2 ) の方が1961年の観測開始以来、最大であった1974年9月の台風1  
8号による14,466云々と、こういう表現があるんですけども、ここを素直に受け止  
めますと、観測は1961年に始まってそれ以降が観測のデータであると。こういうこと  
になるわけですね。よろしいですか。

【事務局】

はい。

【 委員】

そうしますとね、ページ1 - 3にはですね、これは前第1回の指摘事項に対する回答とし  
て討議をしていただいた表ですね。よろしいですか。

【事務局】

はい。

【 委員】

これのですね、歴史的な台風被害例がずっと載ってて、今出てきた昭和29年、197  
4年だからこれはどうなるのかな。49年ですね。49年の1961年というのはここで  
いうたらどのあたりになるんですか。

【事務局】

35年。

【 委員】

例えば昭和29年にですね、15,000というのがありますね。これなんかは観測の  
以前の年代に入るわけですが、これはどう受け止めたらいいいんですか。

【事務局】

実はですね、岩津では水位は昔、昭和20年ぐらいの時から測ってたものがあります。  
ただ流量の観測ですね、一時今のような形ではじめてのが35年からということ。

【 委員】

この15,000というのは、昭和49年の14,000より大きいんですけど、ただ

単純にこの表を見るとですね、今回までの災害というのは昭和29年ということになってしまふんで。

【事務局】

29年の時にはですね、あくまでもきっちり測られている資料が、流量観測のデータというわけではなく、あまり残ってないということで当時の資料から推定されて15,000程度ということになっております。

【委員】

ということは要するに、あまりこの表を見て、私なんとなく頭の中の記憶では昭和29年が最大というふうな、どっかの表を見て思うんですけど、そんな思いを持っているんですけど、これはよろしくない、ということですね。

【委員】

昭和20年とか29年のデータは推定値ですね。

【委員】

信頼性が薄いと、ということですかね。

【委員】

36年以降は高水の流量観測をしているんで精度の高い数字があると。観測史上最大という言い方をしているのは昭和36年以降だと。それで推定流量も含めると戦後最大というのは昭和29年の15,000トンになりますけども。この15,000トンを今回の台風23号は超えたと。15,700トンですから。戦後最大の流量だという言い方をしたのは昭和29年を含めても戦後最大だといえるのではないかと。観測史上の最大でもあるし、ちょっと分かりにくいから注釈をきっちり書いておかないといけません。この1-3の表のところには。

【委員】

はい、分かりました。

他に何かございませんか？

【委員】

前回の検討とそれから先程のご説明で、だいたい堤防に漏水等の被害が出るのが、流量で10,000m<sup>3</sup>以上だという捉え方をしているんですけど、さらに漏水とかパイピング以外に、例えば堤防の決壊とかですね、そういう大事故が起こるような流量の限界というのはどの程度とみたらよろしいのでしょうか。

今回幸いにも約16,000m<sup>3</sup>程度で大被害が起こらなかったわけですが、先程のような被害はあるんですが、非常に難しい質問かもしれないんですけども。

【事務局】

私どもが堤防をつくる時には、ハイウォーター、計画高水位という水位を基準に、それに余裕高、吉野川でいうと2mですけども、その高さで堤防をつくってありまして、その計画高水位までならば堤防は壊れないだろうという前提の下に堤防を設計しております。

じゃあハイウォーターを越えて堤防の天端まではどうなのかといわれると、このあたりがグレーなゾーンで、堤防を持つこともあるでしょうし、場合によっては破堤することもありうる。それから堤防の天端を越えて越水をするような状況になれば、これはもう堤防としては危機的な状況で、かなりの確率で越水した水の影響もあって破堤をしてしまうと。そういうような状況になります。

【 委員】

あの、どの堤防についても計画高水位というのが設定されますね。これは何が問題になるのかな。その基準というか、参考にして決められるんですかね。これまで。理論計算は入っていないだろうと思いますがね。破堤部分というようなというような検討については。

【事務局】

吉野川の場合には計画の流量というものを岩津地点で18,000m<sup>3</sup>/sec、それから下流の方では19,000m<sup>3</sup>/sec というふうに決めてありまして、その河道の形というのも設定をして、そして流量が流れるかどうかというのをチェックをして、そしてその流れる水位を基に計画高水位というものを設定しているんですね。だから計画流量というのを設定をして、そしてそのあと計画高水位をそのあと設定されて。

【 委員】

むしろ計画高水位まで現実に水が流れたら、堤防の安定性はどの程度だということについては程度的な定量的な評価というのはないんですね。

【事務局】

いや、その新しい堤防の場合にはですね、そういった時にも安定になるような設計を当然しているということですね。ところが過去の堤防はそういった設計をしておりませんから、内容も分からないし、堤体の。その形状も分からないですから、こういう検討会で検討をするということなんですね。

【 委員】

私は素人なりに、先生が先程された質問というか、それに対して、流量がどれだけ流れたら破堤ということは、基本的にはちょっと分からないんじゃないかと思うんですけどね。それで流量よりも堤防が破壊するか否かという観点だと。要するにどれだけの水位になれば堤防がどうなるのかということの定量的な検討をしないとちょっと答えられないんだろうと。吉野川の堤防についてはそういうことを検討するのはこの委員会の役割だろうと、こういうように受け止めているんですけどね。

【 委員】

よろしいですか。

逆の言い方をすると、安全性に関する検討方法とか条件の中で、高水の外力というあたりを議論していただきますけども、そういった時に外力として計画高水位レベルの水位を与えた時に大丈夫かどうかというのを調べていくという話があとで出てきますけども。

まあそういった意味でも、我々はその計画高水位というのを堤防の安定性を考える時の一つの基準と考えております。

【 委員】

今に関連してなんですが、ピーク水位が、例えば台風10号と21号ではピーク推移は殆ど同じぐらいなんですけども、曲線の尖り具合がですね、一方は尖っているけど一方はなだらかになっているわけですね。そうすると、危険水位の持続時間みたいなものが同じピーク水位だけで議論していたとしてもですね、継続時間みたいなものを考えると違うわけですね。こういったものは例えば台風の進行速度によって違いが出てくるとかですね、あるいは例えば流域全体で考えた時の雨の量の違いとかで出てくるとか、そういった定性的な原因で把握されていることがありましたら教えていただけますか。

【事務局】

あとでもまたご説明させていただきますけども、モデルの波形としてはですね、こういった実績のものをすべて考えまして、今回の23号も含めてですね、全体でどれぐらいのボリュームを持っているのかと。要は面積的にどれぐらいあるのかと。この図面上ですけどもそういったものは一番最大のものを考えましょうと。

【 委員】

いやそういうのじゃなくて、ハイドログラフの形状、書き方とか、比較的フラットな高さというのはね、どういう理由で、どういう気象条件とか外的な理由で起こっているの

かというのを説明を聞いてみたい。

【事務局】

それはもう完全に雨の降り方になるんですけども、吉野川の場合は非常に流域が広うございまして、上流域、中流域、下流域と降り方はいろいろあります。たくさんありますので、上流だけにまとめてしまわれると非常にシャープな形になりますし、全体に降られますとフラットになるのかなというようなイメージでしょうか。

【 委員】

さんはおそらく3 - 1ページを見ながら喋られたと思うんですけど、例えばこういうハイドログラフなんか、強い雨が降る度にですね、それをウオッチしているスタッフの方からすれば、例えば3 - 1のこのカーブというのはどのあたりまでの観測データがあれば以後どうなるというようなそういうような予測はかなり早い時期にたつんですか。私なんかこれはさっぱり分かりませんがね。仮にこれを一番左の端から観測していくんですけど、それがどのあたりまで観測データが揃えば、あとはどうなるというかなり先のことっていうのは分かるものなんですか。

【事務局】

水位の予測はなかなか難しいものがあります。雨が降ることはまあだいたい分かるんだろうと思うんですけど、何 mm 降るかまで分からないとですねなかなか難しいと思います。

【 委員】

そういうハイドログラフを雨の情報から解析したり、予測したりする技術、これ、河川水文学というふうになってますけども、そういったところで開発されているいろんな技術を使いますと、だいたい3, 4時間先ぐらいまでの雨の時系列データの的なものはおよそ推定できます。じゃあ雨が与えられると、流量に直すのは水の動きを解析するタンクモデルとかそういういろんなパターンのモデルがありまして、それももしリアルタイムにうまくプログラムソフトを組み込めばですね、数時間ぐらいのところを過去のデータを参照しながらずっと予測し続けるということは技術的には可能になってます。ただそれが非常に精度を持っているかというのはなかなか雨というのは強い雨は非常に狭い場所に集中して降る可能性がありまして、そのへんがなかなかデータとかアメダス情報なんかから把握しづらい。網でもれちゃうんですね。その情報が。ということで非常に精度を云々されると非常に困りますけども、まあでもエラーとして5%とか10%なんていう時はあまりないと思いますけども、数%ぐらいの精度ぐらいでは過去の情報はさらに発展させて数時間先

を予測するということはだいたい可能だと思います。

【 委員】

そうですか。

他にございませんか？

【 委員】

それとね、このピークの形が例えばフラットとシャープというのがありますけど、私、根拠のある感想ではないんですけども、例えば10号と23号ではずいぶん先ほど委員が違ふとおっしゃった。これは早明浦ダムコントロールがどのぐらいうまく効いたか。だいたいダムは一度施設をつくって、そこへため込んで流量をカットするというパターンでしょうけども、もう23号なんかという時になりましたら、もうペースをうまくつくるのが果たして過去のいっぱい雨の降っている状況だとか、あるいは非常に集中的に降ったということで間に合わなかったという可能性もある。ダムの影響も多少入っているかも分かりません。

【 委員】

ちょっとよろしいですか、補足させていただきます。早明浦ダムの影響というお話がありましたけども、早明浦ダムはどちらの洪水もきっちり規則通り洪水調節してます。この洪水波形の違いはですね、一言でいいますと、やはり雨の降り方が違ったと。台風10号の時はですね、木沢と上那賀で土砂災害が起こったから覚えておられると思いますが、台風が来る前にですね、どんどんどんどん湿った空気が南から上がって、その流域全体に雨がまず降ったということがあります。そしてそのあとその台風が襲来したということで、例えば早明浦ダム上流域の雨というのは二山で、しかも長い間雨が降ったという状況になってます。早明浦ダムの流入量も二山になってますし、洪水の調節も二山になってる。結果として下流の地点もなだらかですね、長い洪水がおこったということになります。

それから一方23号はですね、この全域の降雨は非常に短くて、あっという間に台風が通り過ぎて集中した雨が降った。従ってこの波形もですね、非常にピツと立ったような波形で高水が出てきたと。一言でいうとその影響が一番大きいということかと思えます。

【 委員】

雨の降り方。

ちょっとそれではこの点については以上にしてですね、この議題の後半の河川堤防点検の経緯と概要と。この部分のご説明をいただけますか。

## 【事務局】

それでは河川堤防点検の経緯と概要についてご説明いたします。

これは吉野川における浸透に対する堤防点検の流れを示しております。ちょっと字が小さくて申し訳ございません。

これは全国的な動きと当然ながら連動しておりますが、まず昭和51年にですね、長良川の堤防が決壊したという非常に大きな事件がございました。これを契機に河川堤防の安全性を総点検すると。そうしまして堤防管理の基礎資料としてしたいという目的で堤防台帳を作成するという目的で堤防総点検が行われております。これがしばらくの間行われましたけども、いろいろその間雨量がありましたが、平成9年度に堤防の浸透に対する概略点検というものが始まりました。これはそれまで行われた堤防総点検のデータも当然使いまして、堤防をもう一度浸透に対する堤防の強化を図っていくために、堤防と周辺の実態を把握して安全性を概略的に評価しようということでございます。この時に堤防の状況等も考慮して強化すべき区間の優先順位を設定していくと。そのための基礎資料を作成するという目的で実施いたしました。これはあとでもう少し詳しくご説明いたしますけども、概略点検の段階ではA、B、C、Dという4つのランクに区分いたしました。C、Dランクが危険度が高いというものでございます。それからその下にありますのは、概略点検で比較的危険度の高いというものを優先しまして、詳細調査というものを平成10年度以降に行いました。これは危険度が高い、まあ具体的にはC、Dランクと判断された区間から順次堤防強化に向けた詳細評価を行うという目的で実施しております。詳細評価というのは具体的に浸透入解析、あるいは安定検査、あとでご説明いたします。そういうふうな解析を行ってより詳しく対策を行うための解析をしたということでございます。

そういうものを踏まえまして、平成11年度以降に堤防強化工法の設計というものが順次進められております。これは詳細調査によって安全性の詳細基準を満足しない区間、これは別途安全性の詳細基準というものを設けましたが、満足しない区間について随時、強化工法の検討および設計を実施して現在に至っているということでございます。

まずここでは概略点検の流れ、それから結果としてどういうものが出るのかというものについて一例をご説明をいたします。

概略点検は左側にありますように、大きく要因にもとづく評価と、それから被災履歴にもとづく評価、この2つからなっております。要因にもとづく評価はまたいくつかに分かれますが、1つは堤体・基礎地盤の土質条件による評価、それからもう一つは外力条件に

よる評価がありまして、この2つでを組み合わせると要因にもとづく評価のランクをA, B, C, Dに分けるとということです。堤体・基礎地盤の土質条件による評価というものは、また一番上に戻りますけども、具体的には要注意地形、これは旧河道それから基礎地盤の土質、それから堤体の土質、こういうものの組み合わせで小文字のa, b, c, dのランクに分けると。この場合も危険度の大きいものがdであります。aが一番危険度が小さいと判断しております。そこにちょっと青で示しましたのは、例えばここでのランクがBであったと。基礎地盤の土質が砂質または礫質で要注意地形でなくて、粘土質であるというのがBということでございます。

それから外力条件による評価は、高水位の継続時間、これは具体的には堤体水位あるいは堤内地盤高、そのどちらか低い方ということでございますけども、その継続時間、それから平均動水勾配、その組み合わせによってa, b, c, dに分けていくということでございます。その結果、例えばcになったとしますと、その2つの組み合わせから三段目の箱にありますような大文字のCと判定できるということでございます。これにさらに被災履歴にもとづく評価、これは単純でありまして被災履歴がある場合はもう今までの上の評価に関わりなくDにすると。それから被災履歴はない場合には上の評価を使うということでもありますけども、被災履歴にもとづく評価をいたします。そうやってトータルとして安全性評価を決めていくということでございます。

そうしてつくった事例の一つが右側にありますような形で、このような帯チャートにいたしまして、要因にもとづく評価、それから被災履歴にもとづく評価、このトータルとしての安全性の概略評価としてA, B, C, Dにしますと。赤で示した例が一番危険なところと、こういうふうな評価をしております。

詳細点検の方法などはこのあとでまたご説明いたします。概略点検までのご説明は以上で終わります。

【 委員】

今ご説明いただいたのは、資料の4 - 1ページからですね、4 - 2ページにわたってのことだということですが、それでよろしいですね。

【事務局】

はい、そういうことです。

【 委員】

何か確認ございませんか？

【 委員】

ちょっとしたミスだけ指摘させていただきます。

この次のスライド。

多分これってB。

それはこう持ってきたんだという意味合いですか。

【事務局】

えっとですね、このパワーポイントで間違いございません。

実はですね、本文の方では説明してあるんですけども、この最初の堤体・基礎地盤の土質条件による評価でA, B, C, Dを行いますね。その評価の時にですね、その築堤の年次というのを考慮に入れておるんです。ちょっとこのパワーポイントのところで細くなるので書き加えておりませんが、それが昭和30年以前の堤防であった場合には、堤体の締め固め程度の把握は困難であるということがございまして、安全のため評価ランクを1ランクダウンさせるということを実はやります。

【 委員】

ここにそのブロックがあるわけですね。

【事務局】

そうです。

申し訳ありません。

【 委員】

えっとですね、私は後々、今日最初にどこかで確認いたしましたように、この今日の委員会の中では堤体の安定性とか、解析そのものは対象になってなくて、その前提条件だということを結局確認させていただきましたが、今日それは具体的な議論の対象になるわけではないんですけど、以前から次回以降だというわけですが、4 - 1ページですね、右の下に印で裏のりすべりの照査基準： $F_s$  1.2 という枠がございますね。その中に書いてあることがですね、これ、どっかの基準から採ってきたのかも分かりませんが、ここに書いてある標準が、この分野として最も専門としているこの委員会ということですね、発言するようになっていると思いますが、ここに書いておるところですね、文章の出発点は裏のりが最も危険な時点はここからですが、これを1行目と数えていただいたら1, 2, 3, 4行目、上から4行目のですね、ちょうど中程ぐらい、またというところの次に書いてある、国内の盛土構造物（土構造物）に規定しているすべり破壊に対する基準値は、いずれ

も  $F_s$  1.2 であると。こう書いてあるんですが、これは河川の堤防とですね、一般的な盛土構造物を同列に並べて議論するというのは私はちょっと問題であるという認識を持つんですね。つまり、道路盛土を想定していただいたらですね、道路盛土がどっかで安定解析をしていっぺんにやるから  $O.K$  だということと、完全に川の堤防の吉野川のような第一級河川堤防のですね安全比 1.2 以上であるから  $O.K$  と同列には私はいかないと思うんですね。つまり道路はですね、万一決壊してもその部分だけであると。影響は。決壊しても崩壊してもですね。ところが川の堤防は川のすべりが上がってない時に何かの原因ですべるとすれば、これはその場限りということにもなるんですけど、一般にはそんな状況を想定をしているわけではなくて、あくまでも高水時の水位が上昇して川の堤防に浸透が生じていると、この前提だと思いますが、その時の安全率が 1.2 であるという、同率で議論するというのはちょっと問題であるという思いを持つんです。ですから国内において構造物が 1.2 であるからここでもって言う表現はどうかという一つクエスチョンを提示させていただきます。

それとですね、今どうのこうのじゃなくて、また後々で議論していく点でですね、ただその次の次の行にですね、現在はこの値に割増係数を乗じた値を照査基準として設定している。というところが救いであって、1.2 ということで評価をするが、しかし吉野川の川の堤防が高水時の安定性を検討する上で何か割増係数がかわってきてですね、1.2 よりも大きいところを基準値として検討するのであれば、こういう話は全く別ですけど、ちょっとそういうことをここでちょっと私、提示させていただいておきます。

この件について他に何かございません？

どうぞどうぞ。

【 委員 】

4 - 1 ページの堤防強化工法の設計で、平成 11 年度以降に詳細調査により安全性の照査基準を満足しない区間については、随時、強化工法の検討および設計を実施しているということなんですが、現状はどの程度までやられておられて、それでそれが今回の委員会との関連性ですね、そのあたりをちょっと説明していただければ有り難いと思っております。

【事務局】

今の状況はですね、実際に浸透対策ということで漏水対策をやらせていただいているところがですね、現実の地名で言いますと鴨島箇所、阿波中央橋の上流側、それとかなり右

岸側になるんですけども、石井箇所というところ、ちょうど江川が合流しているところなんですけども、そのあたりの2ヶ所ぐらいでやらせていただいています。あとまだ今回かなり先ほど台風での被災状況の説明でもありましたが、20ヶ所以上の被害が出ておりますので、そういったところはこれからこの委員会の中でですね、ご審議をさせていただいて、今後どういうふうに決めていくのがいいのだろうか、またご審議していただけたらという状況にあります。まだ本格的なものについては今やっと始めたところという感じです。

【 委員】

何かございません？

はい、どうぞ。

【 委員】

分からないので教えていただきたいんですが、高水位継続時間ですね、これは雨が降ってみないと分からないと思うんですけども、これを一例では48時間と与えているんですが、これはどういう根拠でそういうふうにするものなのでしょうか。

【事務局】

高水位継続時間の定義をですね、実は今回資料の最後の方に用語集というのを付けておまして、赤い色紙ですね、その後ろにありまして、(力行)の一番下に高水位継続時間というのがございます。右上の方に絵ががございます。これは最寄りの観測所の既往の主要洪水における水位のうち、高水敷高もしくは堤内地盤高のどちらか低い方の高さを越える水位の継続時間ということで、私先ほど間違えましたが、高水敷高もしくは堤内地盤高のどちらか低い方の高さを越える水位の継続時間ということで右上にありますように高水敷高又は堤内地盤高の低い方の高さを重ねまして、そこでこの図から上から継続時間を求めていくというもの。

【 委員】

継続時間の長いものをとってきてここに使っていると。既往の主要構造における水位はですね。これこれの高さを越えるこの継続時間がですね。

先程ピークの出方が尖っている場合とですね、なだらかな場合があって、それによって継続時間の形も変わってくると思うんですが。

【事務局】

はい、今のご質問は概略点検の具体的な評価する時の高水位継続時間をどう決めるかというご質問ですか。

【 委員】

はい。

【事務局】

それは、こちらの一番長い時をとって決めております。

【 委員】

他にありませんかね。

それじゃあ次の議題に移りたいと思います。

休憩前に最後の議事ですけれど、(4)ですね、既往資料による一連区間の細分化というこの部分をご説明いただいて審議したいと思います。

【事務局】

まず一連区間という言葉の説明をいたします。

この箱の中に書いてございますが、「一連区間」といいますのは、河道特性や洪水氾濫区域が同一または類似する区間を示し、長大な防災構造物である河川堤防の安全性評価および必要な強化工法の設計（堤防構造の検討）を効率的に進める目的で設定するものであると。定義してしまうとそういうことになりますが、具体的にはもう少し説明いたします。

先程区分の概要についてはこのあとで説明しますけど、一連区間を決めていくにあたりまして、配分化という作業を行っております。

まず最初に一連区間の大区分というのを行います。具体的にはこのあとご説明いたしますが、まず非常に大きな枠で決めていくということです。それをさらにいろいろな河道の条件でありますとか、堤防の条件でありますとか、堤内地の条件でありますとかいろいろなものを要素にいたしまして細分化いたします。原則としてそれぞれについての代表断面を選んで、浸透・侵食に対する安全性を検討していきます。その結果にもとづいて一連区間ごとの堤防構造を決めていく。具体的には堤防の規模と堤防の強化工法をどうするかというのを仮に設定していきます。最後に堤防構造の見直しというのをいたしますが、これは上下流の連続性でありますとか、左右岸の整合性でありますとか、そういうふうなことを加味いたしまして堤防構造の調整というものを行うということでもあります。

【 委員】

ちょっとごめんなさい。後の話の前に、文言の確認をさせてほしいんですがね、二番目の一連区間の細分化、これを見て前後関係何もなくてこのまま付けておきますとね、一連区間というものが存在してて、それを細分化すると、こういう受け止め方をするんですけ

ど、それでいいんですか。

一連区間への配分化、あえて言うならば。

【事務局】

はい、正確に言うとそういうことでございます。

一連区間ありきではなくて、大区分していったまず大きく区間を分けるということ。

【委員】

一連区間というものがあってそれを大区分するのではなくて、大区分して一つ一つを一連区間と定義しましょうと、こういうことなんですね。

【事務局】

ちょっと説明の順序が分かりにくいかもしれませんが、一応最後まで説明すればご理解いただけるんでないかと思っております。ちょっと先に進むようではありますが、この細分化をする時の指標としてどういうふうな指標をとるかというのをここに書いております。浸透と侵食と二つの目的がございます。耐震については次回でございますので、今回は浸透と侵食について説明しております。

浸透の指標としては一つは洪水外力の境界と、洪水外力の境界、これは要するに支川が入ってきたりですね、それから堰があったり、そういうふうなことをもって河川の流入量が相当大きくかわるといふ箇所でございます。それから二番目は堤防の形状、特に裏のり勾配に着目しております。それから概略点検の結果、これは先程もご説明いたしました概略点検でA、B、C、Dに分けますけども、その結果、それからそれに至るまでのいろいろな資料、そういうものを指標としてみております。それから要注意地形（旧河道）または被災履歴の有無と。それから築堤履歴と。そういうふうなものを指標にいたしまして細分化していくということでございます。

それから侵食に関しましては、一つは河道のセグメント分類、これはセグメント分類についてはまた後で詳しくご説明いたしますけども、河道の形状、それから河床の勾配、それから河床の概要、そういうふうなものがある一つの、いくつかのですね、セグメントで分類すると非常によく説明できるということが分かっておりまして、そういうセグメント分類をいたします。それから河道の平面形状というのは、これは水床部とか、いわゆる湾曲、そういうふうな状況でございます。それから高水敷の有る無し、高水地の幅ということでございます。それから被災履歴の有無、それから既設護岸の有無および種類と。そういったものを指標にいたしまして侵食の細分化をするということでございます。

それで、もう一度ですね、理解を深めていただくために、もう一度一連の細分化の手順を示しております。まず浸透に関する一連区間の細分化であります。まずここでは一連区間の細分化の手順というのを示しました。これは吉野川の例であります、結果として区分した範囲は、一番下に幅を示して矢印で示しているということが一連区間の大区分の範囲であります。例えば下流の0 km から24.2 km が一つの一連区間、その代表地点として高瀬橋を用いている。それから24.2 km から33.0 km が一つの一連区間、そこは代表点は中央橋であるということで大きく支川の入ってくるところを目安にして分けているというものでございます。

次に、一連区間の中区分というのは、これは裏のりの平均勾配を使ってですね、堤防形状で一連区間を中区分するということをしております。

それから一連区間の細分化の方でありますけども、これは先程言いましたが、まず概略点検により得られたA～Dの評価ランクというものでありますけども、これについてはここにありますようにA、Bは危険度は低い、それからCはやや高い、Dは危険度は高いというふうに概略点検では分けました。その結果を用いて細分化に使っております。

それから要注意地形については、これは要注意地形または被災履歴、これはできるだけ最近の被災履歴を使わないといけませんので、平成16年11月現在というふうにしておりますが、これについて旧河道、被災履歴が有るか無いかということで区分しております。

それから築堤履歴の複雑さというのがございます。これはまず新設堤防であれば堤防の材料が把握されておりますので、堤防をモデル化する時に間違えることはありません。しかしながら既存の堤防については複雑であればそれを後で堤防をモデル化する時にどうしても不確定なところが出てくるということがありますので、リスクが高くなると考えております。それで築堤履歴が単純、目安として2回以下、それから築堤履歴が複雑、目安として3回以上ということで評価区分を分けて細分化指標に使っております。

そういうふうにして分けた一例を吉野川の右岸0 km から7 km の間で示したのがこの図であります。左側が0 km、右側が7 km でございます。すいません、表の下の図では左岸になっておりますのでちょっと間違えておりますが、その下の帯チャートにありますように、まず洪水外力境界、その間では全部一緒であります。それから堤防形状、裏のり勾配、これも全部3割、ほぼ3割です。それから概略点検結果がいくつかに分かれる。それから要注意地形があるところとないところ。若干あるところがあると。それから被災履歴、それから築堤の回数、これは入れておりませんが、築堤の回数はこれは単純の2回でござい

ます。それからそういうものを加味して一連区間として分けていくということであります。

ここで分けたのは、一連区間として細かく番号がふってありますけども、実際にこれから検討していく時にはさらに最近の被災履歴であるとか、そういうものでもってまたまとめまして、もう少しまとまった形の区間分けをして代表断面を決めて検討していくということで、ここに分けた細かな短い範囲を全て検討断面にするというわけではありません。

次に、侵食に関する一連区間。

【 委員】

ちょっとすいません、今の画面。今の表現についてもう少し聞きたいんですが、ちょっと私は一番最後のセリフがちょっと私の書き方と違っていたもんですから、つまり最終的に細分化されたものはここなんですね。7 kmのところ、全部で18個の一連区間に分けたと。こういうことですね。私、この区間ごとに代表的なある断面で、例えば検討解析もし、安定解析もすると。こういうことのために分けたのかなと思ったのですが、そうではないんですか。

【事務局】

はい、あの、ここではですね、特に平成16年度の今年度ですね、被災履歴なんかちょっと正確にまだ落ちておりませんので、その全部を入れましてそれも加味した上でもう一度一連区間を結局まとめるとい、もう少しまとまった形になるとそういう格好でもう一度決めたいと思っております。

【 委員】

まとめて加味すると。こういうことですね。

【事務局】

はい。

次は侵食に関する一連区間の細分化の方ですが、これはまず細分化の手順といたしましては、まず大区分、これはセグメント分類によって一連区間を大区分をする。それから中区分、これは河道の平面形状、直線部か湾曲部かということで中区分いたします。それからさらに高水敷諸元、それから被災履歴の有無、既設護岸の種別といったものから一連区間を小区分していくということでございます。

これは侵食の一連区間の一例で、吉野川の0 km から5 km までを示したものであります。

上の方にあります図は、これは澁筋を経年的に追跡したものでありまして、ちょっとここでは詳しく見れませんが、本文ではもう少し広い範囲で書いてありますから分かり

ますが、時期によってみお筋が大きく動いたところがどのあたりだろうか。それから堤防にですね、みお筋が近づいてきている。要するに水衝部であるというのがどのあたりだろうかということを判定する時にこの図を利用してあります。まとめ方は下に帯びチャートで示しておりますが、まず河道のセグメント分類、これはちょっと後でまた詳しく。先程言いましたように、大きな河床勾配とかそういうもので決めてあります。このセグメント分類。それから河道（堤防）の平面形状ですね。それから高水敷の諸元、ここでちょっとNと書いたのは、これは要するに高水敷の幅が十分かどうかというふうなことで判定しております。それから被災履歴、これは先程申しました洗掘、水衝的なものと法崩れ的なものを分けまして整理しております。それから既設護岸が高水護岸か堤防護岸か低水護岸かということ。そういうものを全部加味して一連区間をこのように区分したと。一連区間を細分化したということでございます。

以上が一連区間の説明でございます。

【 委員長】

以上ですか、説明はね。

それじゃあ何か今の話で。

ちょっと先程言葉の確認が足らなかったのですが、前半の最後の一連区間と読んで一つの例として1から18この区間が細分化されたわけですが、この中で例えば概略点検でC、Dという危険度の高いという評価の対象のものだけをピックアップして、そこで内容的なところで検討をするというふうに何となく推測したんですが、というのがさっき訊ねるべき言葉でした。ちょっとそのC、Dという部分だけ言葉が欠けたもんですから、改めて聞かせてもらいました。それに対して今年度最新の実績とかそんなものをさらに追加して、もう少し詳細な検討をした上で、こういうお答えをいただいたと思いますが、何かございません？

どうぞ。

【 委員】

これは個人的な見解なんですけど、この一連区間というのは先程も委員長がですね、ちょっとよく感覚的にピンとは聞き難いなというようなお話をされたのと同じように、私も同感なんですよね。なかなか一連区間、もっと直接的ないい表現、例えば類似区間だとか、一連というのはいくつかのものが繋がってますよという話なんですよね。事務局の方はいわゆる安全性の特性なりを持ってらるんです。これが繋がりがだから一連だというふうにおつ

しゃってるんですけども、実は連という言葉はね、いろんなブロックが繋がっているという意味なんです。だから我々はそういうイメージでパッと捉えるもんだから、これは動詞のホゴジニアスな、いわゆる安全性という観点からみてよく類似したシミラーなある範囲だという意味なんです。だからちょっと変えてもらった方が。私、前回からも何かものすごく引っかかってましてね。だから希望だけですけど。

【 委員】

要するに、横文字でいくとホゴジニアスというのがピッタリだと思うんです。だから私なんかホゴジニアスセグメントという言い方をしたと思うんです。だからセグメントというのはすでに侵食の方で習慣的に提示されて使われてるんです。セグメントというのはある区間で、その区間は要するにホゴジニアスなのと同じものであるということが一連区間というものの意味なんです。ここで言ってる。岡部委員から表現がしっかりしないという。私は一連区間というのを何のために設けるんですかと、単純に言えば。それが結局は長い長い堤防という構造物の全ての断面を対象にするなんてナンセンスなことですよ。だから必要最小限の効率的な検討をしようとするれば、ある区間ホゴジニアスだということが設定できたら、その区間で一断面だけ検討すれば基本的にはいいと。あるいは場合によっては連続ではちょっと問題があるかも分かりませんが、そういうことのために細分化するんだらうというふうに普通は受け止めるんです。だからもしそれ以外の目的があるのかなということになったらちょっとにわかには分からないような気がするんですが。そういう声があるということをご参考いただいて、これからいろいろ。

【事務局】

わかりました。

【 委員】

他にございません？ありませんかね。なければ検討すべき議題の以上がこの4番目ですね。議事のこれを終了したということで、予定だとこれが15時ですから、今、15時に6分くらい前ですかね。まあまあここでそれではですね、他に声が無ければいったん休憩をさせていただいて、もう予定通り15分までよろしいですかね。どうですか、構いませんか。

それじゃあ一度ここで休憩して、後半はですね、15時15分からということにしたいと思います。どうもお疲れ様でした。

( 休 憩 )

【 委員 】

15時にあと1分少々になりましたので、もう皆さんお揃いのようなので、休憩時間は以上にしてですね、午後の部に入っていきたいと思います。

前半と同様、同じようなスタイルですね、(8)その他まで入っておりますが、実施事業は3つだと思いますが、議事について審議を展開していきたいと思います。

それでは、よろしいですか事務局の方。

5番目ですね、現況堤防の安全性に関する検討方法および条件、このテーマについてご説明いただいて、その後審議したいと思います。よろしくをお願いします。

【事務局】

それではまた引き続きパワーポイントを使って説明させていただきます。

現況堤防の安全性に関する検討方法および条件ということで、浸透と侵食の順にご説明いたします。

まず最初に浸透問題に関する検討方法および条件でございます。

これは評価検討のてびきというのが別途あって、主にそれに沿った形で検討していくものでございますが、本年度行う行事がこのパワーポイントにある部分でございます。

まず堤防をモデル化いたします。具体的には断面形状のモデル化、これは堤体と基礎地盤でございます。そして土質構成をモデル化すると、そして土質定数を決めていくというもので全体の堤防をモデル化いたします。それから初期条件を決めまして、外力の設定、外力の設定は具体的には降雨波形の設定と河川水位波形の設定からなっております。この二つを組み合わせる河川水位・降雨の波形の組み合わせの設定というものがああります。これを外力として値して検討していくということでございます。

具体的な検討の簡単な説明をちょっと先にしております。外力を与えてまず浸透流解析を行います。これは堤防をモデル化し、河川水位による降雨が時間の経過とともにどのように堤体に浸透していくかを解析するという段階でございます。その次に安定解析、これは円弧すべり法でございます。浸透流解析で得られた堤防に対して、最も危険な浸潤線について堤防のすべり破壊に対する安全度を求めるというのがございます。それからもう一つは、パイピング破壊に対する検討ということです。それから浸透流解析で得られた堤防裏のり尻における圧力水頭を用いて、堤防のパイピング破壊に対する安全度を求める。検討はこの3種類行います。具体的に順番に説明してまいります。

まず堤防のモデル化です。これは堤防モデル化の概要図を示しています。こちら側の堤防は一般的に在来堤、それから一期堤、二期堤という形で築堤されております。築堤土の主体は一期堤からなっております。地盤の方はいろいろありますけども、例えば先ほど言ったように粘性土、砂質土、礫土などが分布していると。まず上の堤体をその他複雑な形をしているものをこの上は比較的単純な形をしておりますけども、実際もし複雑な形になっていればもう少し簡略化したモデル化をする。それから基礎地盤についてもモデル化する。そしてさらに堤防全体にわたって設定するというところでございます。

具体的に述べますと、まず堤体の土質定数から決めていくということであります。堤体の土質は粘性土、砂質土、礫質土に分かれております。ここに示しています F1c というのは粘性土、F1s というのは砂質土、F1g というのは礫質土でございます。それぞれの粒径曲線を示しています。このように F1s といいますけども、実際にはかなり粘性土、それからかなり礫質土の方ともダブった構造を示しております、それぞれ土質が入ってきても分かれるわけではなくて、中間的な性質を示しているということが分かります。それから右の欄には自然含水比を示しております。最大で30数%ぐらいになっております。

それから基礎地盤の土質では、主に粘性土、それから砂質土、これが問題になってまいりますので、それについての物理特性を示しております。左側の方は粒径曲線で、A1c というのが粘性土、A1s は砂質土であります。この場合には比較的分布の範囲がダブっている範囲がそれほど大きくありませんで、比較的くっきりと分かれるということが分かります。それから右の方に自然含水比がありまして、この青が粘性土、ピンクが砂質土であります。同程度の自然含水比がだいたい最高で30%程度でありますけど、これは40%内外でありますけど、一般の粘性土ということは成分的には小さいというふうに考えております。

次に、浸透流計算をしていく時に決められている土質定数というのが飽和透水係数、飽和浸透特性というのがございます。それについて説明しております。ちょっと色分けしておりますのが、赤字がですね、事務局の方でこういうふうにしたいということで委員会への提案ということでございます。それから黄色がここで出たデータをですね、財団法人国土技術研究センターの方からまとめられました「河川堤防の構造検討の手引き」というものが平成10年7月に出ていますが、その中で目安として設定されているものでございます。飽和透水係数につきましては、堤体（在来堤、一期堤、二期堤）このことについてですね、室内透水試験および粒度試験、D20 のことについてまとめております。その透水係

数の最大値を設定したいと考えております。これは本文の方にも載せておりますけども、このたびの台風のですね、実際に測られた水位を用いて透水係数を決めていく手法として最大値を用いてやったら再現性が良かったということが今回確かになりましたので、透水係数については今後調整していきたいというふうなことでございます。

それから基礎地盤については、砂質土および礫質土は、現場透水試験および粒度試験(D<sub>20</sub>を基に推定)から求めた透水係数の平均値(対数平均)を設定すると。通常の設定の仕方はこちらの平均値を求める数字が出ておりますから。そういうことで基礎地盤の砂質土および礫質土については透水係数の対数平均を設定するというふうにしたいと思っております。

それから粘性土についてはデータがほとんどございません。それで似たような値を設定すると。というのはこれは先ほどの構造検討の手引きの方で目安として与えられております。シルトについては $1 \times 10^{-5}$  (cm/sec) それから粘土については $1 \times 10^{-6}$  (cm/sec) という目安値をここで使わせていただいたと。

それから不飽和浸透特性についても、透水性の土質、それから難透水性の土質および一般中間的な透水性を有する土質に大別いたしまして、これの手引きの5で設定しております、ここは大きさでございませう。それを使うようにいたしております。

次の安定計算に必要な土質定数としていくつかあります。

まず単位体積重量であります、単位体積重量分につきましては、基本的には試験値の平均値(小数点以下四捨五入)を設定していきたいというふうに考えております。一般値については試験値が少ないために、下のように一般的な値を採用する。結果としてその下に書いてありますように、堤体土、それから基礎地盤の粘性土、基礎地盤の砂質土というところの19という値がありますが、これは別途資料がありますけども、ここには示してありませんが、試験値をセレクトしてみると非常にバラついてしましまして、ハッキリと差をつけるほどの関係もはっきりしないなということで、結果的に同じ値を採用したいということでございませう。

それから基礎地盤の礫質土についてはこういうことでデータが少ないので、これは道路土工の設定値であります、この20というのを採用したいと。

それから次の強度定数で、C、 というものであります。まず、砂質土および礫質土についてです。これはこの図をつくるのにいろいろ事務局で関係図をいたしまして、一度全体の時に図を作るのを苦労して作ってみました。そして各関係と断面ごとにですね、設定

していくのがやはりいいのではないかというふうに結論が出ました。河川全体で決めるとするのはちょっと無理があるということが分かりました。それで各検討断面ごとに設定するというところでございます。内部摩擦角については、これはN値と  $\phi$  の関係式がその下の図のですね、左、右にございます。この関係式の中で、普通の関係式に使われますが、この中で Dunham の式  $\phi = 25 + 12N$  というものが比較的使えそうだというふうに判断しました。それでそれを使いたいということでありませう。下の図にある左側の方が堤体土の砂質土、礫質土についての図と。横軸がN値で縦軸が内部摩擦角。その色分けしてあります一期堤、二期堤、三期堤のですね、実測値をプロットいたしますとそういうふうになりまして、Dunham の式の上に乗っかっているというふうになりました。それから右の方は、基礎地盤の砂質土でありまして、これについても Dunham の式に乗っているというふうに判断いたしました。それから粘着力については基本的に  $0 \text{ kN/m}^2$  というふうにしますと。しかしながら堤体土については、これは堤体の表層のすべりもあって、そういったものに式を設定すると。これは構造検討手引きの方でこういうふうな考え方が示されておりまして、今回もそれを使いたい。

それから粘性土についてであります。これは吉野川流域に分布する粘性土は、F1c 粘性土もそうであるし、基礎地盤の粘性土もそうありますが、基本的にシルトが主体をなしております。しかしながら砂分を最大50%程度混入しておりまして、いわゆる中間土的な性質を有しているということでもあります。従ってまずはこれにつれについても全体の状態からプロットしてみましたら、相関性ははっきりいたしませんので、各検討断面ごとに検討するというふうに考えております。

それから  $\phi$  につきましては、これはN値に関係なく  $\phi = 30^\circ$  とすると。これは下の図の右側の図であります。三軸 CU パー試験の結果をスロットしたものでありまして、横軸がN値、縦軸が  $\phi$  であります。この平均的というか、低めですね。下限の値、安全側を見て低い方の値を使って  $\phi$  を  $30^\circ$  にするというにしたいと思っております。ちなみにこの A1c と A1s のですね、粒径加積曲線の左側の方に示しておりまして、このような格好でやや中間的なものだろうというふうに判定しています。それから粘着力は c は基本的に「 $c = 0 \text{ kN/m}^2$ 」とするということにしたいと考えております。

今までの土質定数の設定でございます。

次に浸透の計算をする時に洪水の外力条件を設定いたします。これについては吉野川で独自に何か手法を変えるということはありません。手法は手引きの手法に準じてと。

まず事前降雨量ということがありますが、これは吉野川流域の降雨特性、具体的には梅雨の時であります。6月ですけども、この30年平均の降雨を調べまして、それが162mmでありました。これを降雨強度としては事前降雨量が全て堤体に浸透するのが1mmぐらいたらうというのが今までの研究成果で分かっておりますので、それを採用することいたします。

それから総降雨量としては、吉野川の総降雨量は2日の量で440mmが計画になっております。降雨強度としては、その手引きの方で10mmを目安にするということにしておりますので、ここでもそういうふうにして、総降雨量と降雨強度をもとに長方形の降雨波形を設定する。結果としてはその一番の図にありますように、事前降雨量として1mmが162時間。それから総降雨量が10mmが44時間、そういうふうな

それから今のは降雨であります、今度は河川水位波形の設定であります。これも手引きの方の手法に準じておりますが、基本水位波形というものが、これは、下の図の

一番になります、まず一番左側の絵でこの図がありますが、この複数の洪水波形を準備いたします。その複数の波形のそれぞれについて基準とする水位、これは設置する水位でありますけども、これの継続時間を求めてこのような横軸に継続時間、縦軸に河川水位、こういう高水位継続時間と水位の関係を書きます。これの継続時間を包絡するような接点を書いて、この包絡線で囲まれる部分の面積を求めるというふうにいたします。この作業は何をするかといいますと、いろいろなタイプの洪水が、ピークの鋭いのもあればピークはあまり上がらないけども継続時間の長いのもある。いろいろあります。この堤防ではいろんな洪水を経験しているわけありますから、全てを包絡したような外力を与えようという考えであります。それでこのような手順を踏まして、最終的に右側にあるような基本水位波形にする。この基本水位波形は、普通的水位波形の中で、まず大事なのは洪水がですね終わったと。洪水がピークになった後に、水位の低下勾配というものが、実は表のりの安全性にきいてくるということが分かっておりますので、水位の低下勾配の最大のを解析で使うということで、これを用いる。それから計画高水位まで破堤が到達していなければ、計画高水位まで引き延ばすというふうな、引き延ばした上で計画高水位の水位の継続時間を1時間に設定する。それからさらにその計画高水位の継続時間というのは観測結果から包絡線で決めまして、こういうものからこの楕円形の形を決めていく。こういう形に決める。

これは具体的にあつた例を示しています。これは検討モデル断面として吉野川左岸、0

k600の断面図で、ここにあるような、例えばこういったような格好でモデル断面をつくる。それから平均N値それからいろいろなファクターなどをここでも断面で得られるわけじゃないですね。分布として決めていくということでございます。

これは実際の水理・力学定数でありますけども、実際の計算も時にはですね、堤体と地盤の土質だけではなくて、この前には対策工をしてあります。したがって下の天端の舗装でありますとか、あるいはブロックというものについてこれは別途浸透流解析を行う際には、透水係数を与えましてモデル化に使うというふうにしようと思います。それから洪水外力については下のような形になっています。

【 委員】

ちょっと中身が非常に多いもんですから、ここでいったんちょっと。

この手前までですね。

今、浸透についての安全性に関する検討方法及び条件という説明をしていただいたわけですが、それ自身ずいぶん中身があって、全部で4つばかりトピックスがあったんですかね。6 - 1ページからですかね。6 - 1ページから今だと6 - 8ページまでですか。ちょっともう一つ一度元へ帰っていただいて、最初のトピック。ちょっと今のすいません。これは浸透に対する堤防の構造検討の手順でございますが、これについて何か確認したいこととなりませんか。

これは基本的にはこれでいいだろうというような思いもしますがね。

要するに最終的にここで河川水位と降雨の波形の組み合わせの、要するに地震は後々の問題として、洪水時の堤防の安定性を検討すると。浸透に関してですね。ということですから河の水位がぐっと上昇していることと、もう一つは雨がずっと降っているというこの二つを外力として河川堤防がどういう応答をするかと、こういうことですから、最終的に河川水位、降雨の波形の組み合わせの設定ということですから、これ自身は何も問題ないと思いたすがね。よろしいですかね。

非定常浸透流解析と。要するに今の洪水、川の水位の変化、あるいは雨の降りようというのはこれは時間的に全部状態が変わっていくわけですから、それにつれて堤体の内部の浸透の具合が一時一刻変化するという意味で、時間的にたえず変化しているということから、非定常解析が必要であるということ、堤体の中ですね、先程の外力のもとで堤体の中の浸透流がどういうふうなことをするかということ、これをここで解析にするというのはこの部分ですね。それでその堤体の内部の浸透の応答の有りようによって堤体自身が安定

性を例えば損なって壊れる可能性がある。こういうふうなこともあるわけで、要するに安定性をどのように変化するのかという変化まで考えているかどうかですが、この安定解析というのはこういう川の水位が上昇し、雨がどんどん堤体の中に浸透してき、その結果堤体の中の浸透流が大きく変化してくると。その過程で堤防が徐々に一般には不安定になっていく。こういうことですが、そういうことを検討するわけですけど、ここの最も危険な浸潤線を用いて堤防のすべり破壊に対する安全度を求めるということですが、これは実はですね、最も危険な浸潤線を知るためには安定解析をしないとだめだという、本当はそういうことなんですよね。事前に最も危険な浸潤線を知ることは実はできません。要するに、単に浸潤線が高いと、それだけでより安定性が低いということでもないですね。ですからここの危険な浸潤線を用いてですけど、この危険な浸潤線を特定するためには実は自然に対する破壊が先行する必要があるというので、ちょっとジレンマに陥る。要はここの部分ですね、私は先程来言っているように堤体内部の浸透状態が一時一刻変化する。それにつれて安全性は一時一刻変化するわけですから、浸透だけではなくて安定性も一時一刻変化する様相も追跡して、その中で一番危ないところに着目してそれ自身はちょっと前半で話題になった安全率や必要な水準に達しているかどうかと。こういう検討をすべきだと思いますが、そのあたりちょっとまた私の方からの一つですね、ここの文言だけから見れば、さてどういう手順を踏むのか定かではありませんが、本質は今私が申し上げたことだろうということ。ちょっと一言発言させていただいておきます。それからこのパイピング破壊に対する検討ということですが、ここの部分も圧力水道を用いて堤防のパイピング破壊に対する安全度を求めるところですが、私、この資料の方ですね、非常に抽出すべきというか、6 - 2 ページのですね、右下にある二つの図がありますね。これで右側の方は基本的に何の問題もないんですね。つまりこの絵はパワーポイントでないんですかね。

ないんですかね。ああそしたら。

要するにですね、皆さん方この図を皆持っておればいいんですけど。この6 - 2の右側の状況というのはどういうことかという、要するに堤体の直管に水を通しにくい不当水性の被覆土層となっておりますが、基本的に粘土層とみていいんですかね。あまり厚くもない粘土層があって、その下に水を通しやすい層があるという典型的な状況ですけど、この場合にちょうど今回の一連の台風のために被害が、漏水が起こったというこういう写真がございましたが、何ページかな？典型的には3 - 3 ページですね。3 - 3 ページと今の

6 - 2を両方見てほしいんですけど、3 - 3の一番上の真ん中にある図ですね。地域の住民はガマという言い方をよくされるんですかね。典型的なボーリング、パイピング、クイックサンド現象、浸透破壊、一連の表現でもいいわけですけど、これが起こるのは今の6 - 2ページの右側なんです。右側の状況でこれを検討する仕方というのは、要するに粘土層の直下の要圧力、上に押し上げようとする水圧の大きさと、その上に乗っかっている粘土層の重さ、この力のやりとりの問題だけなんです、基本的に。ですから水圧の方がうち勝てば、上の弱いというか粘土層の部分、局所的に突き破って上にその砂が吹き出してくる。その結果が今の3 - 3ページのこの写真に示しているようなこういう状況になりますね。だから6 - 2の右側の状況についてはですね、これを検討する仕方というのは何でもなくて、要するに水圧を求めて上に乗っている重さとの力の釣り合いを検討すればいい。その結果、実は限界動水勾配という概念が出てきて、限界動水勾配が基本的にはほぼいつぐらいでこういうことが起こるとということが分かってるんです。これはいいんですが、問題は左側、つまりそういう不当水層はなくてですね、上の堤防自体のすぐ下に水を通しやすい層、これでもいいんですかね、はい。これでですね、右側というのはこれなんです。つまり局所的にはこの部分でこの点の上向きに働く水圧と、上に乗ってる土の重さとの力のバランスの問題だけなんです。上に乗っている重さが水圧にうち勝っておれば、これ、どうってことないんですけど、逆にになると突き破って吹き出してくるということで、これは極めて教科書的な現象なんです。ところが問題はこちら側なんです。まさにここに書いておるように、浸透流が堤体の中にこういうふうに浸透していくと下は全部おそらく浸透していく状況ですけど、その時のこの部分のパイピングあるいはボーリング、クイックサンド、浸透破壊、そういうものがどのような状況で起こるのかということ、実はこれちょっと難しい問題なんです。それは今のような上下方向の力の釣り合いだけの問題でなくなってくるんです。横方向、真横あるいは斜め方向の力ということで、これはですね、実は本当にきっちり評価をしようとするれば、有限要素法の応力変形解析を持ってくる必要がある。浸透流だけではなくて有限要素法の応力変形解析の浸透流解析をやってこのあたりの、要するに土要素がですね、破壊するかしないかという検討をしないと、本当に分からないんです。それをですね、おそらく近似的にやはり限界増水勾配という概念で、動水勾配が1になればまずいと。ということでこのあたりの横方向の動水勾配が例えば1に比べてだいぶ小さい値というような、こんなことであると思うんですけど、それはですね、私は基本的には川の堤防というのは実はここに浸潤面ができてはだ

めなんだと。基本的に。こういうふうを考えるんですけどね。いかがでしょう。つまりここに、のり面にもろに水が出てくるということなんです。浸潤面が出てくるという。それでもし解析の結果ここに本当に浸潤面、浸潤面って分かりますかな。分かりますね皆さん。この面に出てくる一番上の水面の部分、水面よりも上に水がずっとあるんだけど、厳密に言うと圧力が0の面なんだけれど、ともかくここがこの斜面に出てくるところを浸出点というんです。専門ではね。浸出点がこの斜面上に顔を出すということは、それよりその部分から水が流れ出てくるというこういうこと。そうなるとこれはもう土が非常に弱い。だからもしそういうことの可能性があるならば、実はここの部分をですね、動水勾配どうのこの前に、ここの部分に何らかの手当をするというこういう方策をとるか、あるいはここに水平ドレーンを入れて浸潤面が浸出しなくてですね、この中でおさまってしまう。水平ドレーンの中に。こういう方策をしないと非常に危険であるというふうに言えると思いますかね。だから斜面に直接水が出て来るといようなことを許した上で動水勾配が小さいからパイピングのおそれはないといような検討はちょっと危険であるというふうな思いを私は強く持つんですが。そのあたりもう一つの私の発言として是非。おそらくはね、普通的设计ではここに浸出面が出てくるようなそういう設計は許すべきでないということなんです。もし何かの理由でどうしても出てくることを許さなければならないということであれば、ここののりの部分をかなり補強してやる。それでくどいけれどももう一つは教科書的なことになりますが、ここに水平ドレーンを少し入れて、そちら側へ水面を導いて浸出面をつくらないと。こういうことを考えないと駄目だろうというふうな思いもしますが。ご参考までに。

他に皆さん方いかがでしょうか。

【 委員】

ちょっといいですか。

【 委員】

はい、どうぞどうぞ。

【 委員】

今に対して、事務局の方の実際に作業をされる方のご予定なりというのを伺いたいんですけどね。

【事務局】

あの、おっしゃるご意見を踏まえまして検討していきたいと思っております。ちょっと

補足いたしますと、まず先程ですね、安定計画と浸透流の関係につきましては、実際に浸透流の計算は1時間ごとにやっておりますので、1時間ごとの計算結果の浸潤面を使って安全率を求めていると。それで一番低い安全率のところでもって最終的に決めると。そういうふうな手順をするつもりでございます。

それから先程のパイピングにつきましてはですね、堤防全体の安定性を判断するのはパイピングだけではなくて、すべりも含めてですね。従って仮にパイピングをとってですね安全であったとしても、今言われましたように堤体内裏のり付近に漏水になるよりも、水位が上がってきた場合にはですね、裏のりのすべりの方に合うということもありますので。そういう場合にはそこでもってやはり何らかの対策が必要ということが出てきます。もしそういうことがなくてもですね、例えば吉野川のように礫質の堤体なんかがよくあるんですけども、堤体は安定だけど漏水だけはあるというふうな場合には、この漏水の排水処理ですね、そういうものもまた対策の一環として考えていかなければいけないなというふうに思います。

【 委員】

具体的には状況が出てくれば議論の対象になってまいりますね。

他に何かありません？

【 委員】

質問ですが、6 - 2のですね、先程委員長がこちらが大事だとおっしゃった。そして今回は変形解析をすべきであるという指摘があったこの点なんですけども、今委員長がおっしゃった総合解析方法というそういう解析方法で安全性を評価する場合とですね、今ここで想定されている評価とこの手法の二つでですね、どちらがより安全なのか、これはいかがでしょう。

【 委員】

ちょっとただちには答えられないでしょうね、今の。変形解析というのは基本的には検討にならないから多分やってませんよ。それでおそらく水平方向のああいう形で浸出面が出現する場合には、水平方向の動水勾配の値を制限を設けるんですね、きっと。

【事務局】

一応動水勾配では0.5。

【 委員】

0.5ということね。それは要するに0.5を厳密に0.5であればということでもな

いんですけれど、かなり控えめにした評価ではあるわけ。だから安全側の評価ではあるわけですよ、0.5というのは。0.5は絶対的に根拠はあるということでもないんですよ。ただ本当はああいうふうな、要するに典型的に鉛直方向のボイリングなんていうふうなものは矢板のすぐ下流側で発生するところやね。真上に流れが画一しているからそれでいいんですが、要するに流れの成分が二次元的な成分になっている場合には、基本的には動水勾配で単純に評価できないんですよ。ですからぐっと控えめな動水勾配の制約を付けて、その中におさまればまあいいんでしょうというようなかなり定性的なこういうことだと思いますよね。

【 委員】

十分な安全、安全側であるということ。

【山上委員長】

具体的なことはこれから出てくるでしょうから。

次の画面に。

これはこれでモデル化できるということですから、このあたりもですね。

ここで何かありませんかね。

ここに書いてある事、まあまあこんなことかなというような思いがいたしますが。

【 委員】

すいません。言葉の定義についてなんですけども、在来堤、一期堤、二期堤という言葉とですね、一期堤、二期堤、三期堤という言葉とですね、あと F1, F2, F3 というのと、F0, F1, F2 と。混乱しているんですね。混乱しているんですけども、これはちょっと整理した方が。

【 委員】

具体的に例えば？

【 委員】

在来堤では一期堤のことということで。

【事務局】

在来堤には一期堤が F1、二期堤が F2 それから三期堤は薄いんですね、わずかのものにしがありませんけどもそれは F3 ということです。近年の築堤でございます。

【 委員】

ちょっとよろしいですかね。次の画面は、これもまあこんなもんですかね。

ここです、私自身はちょっと Dunham の式が適応したいというこういうのも非常に  
つらいところであるんですけど、ただです、少なくともこれだけの三軸試験のデータ  
があるとすれば、この背景のデータを是非我々にですね、見せていただきたいんですよ。  
単に三軸試験の結果、CD試験がこうなりましたということ、結局一番最後の結論だけに  
なっているわけですけど、そのプロセスを見ればなにがしかのことが分かる知識の方が  
ここにいるわけで、是非こういうものによって来るべき所以である三軸試験のプロセスを  
ですね、これ普通の三軸試験なんですね。当然のごとく。ですから応力と軸ひずみのカー  
ブがどうであるとか、あるいはモールクーロンの適用というのはどうなっているかとい  
うことぐらいが分かるような是非データを提示していただきたいんですけどね。

【事務局】

分かりました。

今日はちょっと準備しておりません。

【 委員】

どんなもんですかね。

何かありません？

【 委員】

前段の方の図です、一定の青丸の方なんですけども、N値が大きくなるほど、どち  
らかというところ右下がりの傾向にあってですね、提案式とはまるっきり逆の傾向を示すん  
ですけども、このことについて

【 委員】

非常に難しい質問ですよ。

この世界にいる者とすれば、非常に難しい。元々ここでは Dunham の式というのだけで  
はなく、大崎先生というのは有名な建築の大御所の方であったわけですけど、もう今ち  
よっとご存命ですかね。私そこまでちょっと。亡くなられましたかね。建築の分野の大御  
所で、亡くなったというのは知っておったんですけども、戦後建築を選考されて、大崎の  
式というのは日本の建築分野に大いに使われておりますが、要するに元々はですね、こ  
ういう摩擦角というのは基本的には供試体をサンプリングして、そして三軸試験に代表され  
るようなせん断試験をするというのはこれがもうスタンダードなんですよ。ところが  
して行うような形で、特に砂質系の一番粘着性がだんだんだんだん小さくなるにしたがっ  
てサンプリングをとるのが非常に難しいんですよ。あるいは試料がほとんど基本的にはと

れない。今でこそ例えば凍結工法とかいろんなやり方があるんだけど、これはもうべらぼうに高つくつとということで日常的じゃないわけですね。そういうことで、一方逆に標準貫入試験というのは、日本では使いすぎだという、国際的に見れば批判がでるぐらいに標準貫入試験がずいぶんひっかかっててということで、その標準貫入試験のN値と摩擦角の関係が対応できれば、標準貫入試験のN値というのは日常的にやられてるから、それから摩擦角を出すことができれば非常に便利であるということで、ずいぶん古い時代からたくさんの方、これだけじゃないですよ、たくさん関係式があるんですけど、いろんな方がいろんな提案をしておられるわけですね。その結果の例えば Dunham、この人はこの式だけではなくて、その相手の材料の形状とか、粒度分布とかそんなことによっていくつかの違った式を提案しておりますが、要するにこれが一つの提案式で、これと同じくN値になってるわけで、普通にはですね、何も試験結果がない場合にはこういうものを頼りに設定せざるを得ないというのが現状なんですね。今回要するに吉野川の堤防というそのおかれた立場からすれば、そう多いとは思いませんが、こういう三軸試験をしているわけで、その結果としてはこんなことはないということで、実は要するに堤防の断面でいろんなN値の分布とかいろんな状況があるもんだから、この結果で全てをカバーするのはちょっと無理だということから、これを手がかりにこれと既存の全てのN値に対してカバーできている関係式との対応がつけば、この実験でカバーできないようなところ、例えばこのようなところもこれでということが発想なんですよ。ということで、それ自身の行き方はよく分かりますが、まさに今のようなそういう疑問も単純にわくわけですよ。ただ私なんかこういうことでずいぶん苦労するということがよく分かっているもんだから、なかなか率直に今のような意見を出せませんが、皆さんこれぐらいで確かにそういうような疑問があってもおかしくないわけですね。だから私そんなようなことをきっちり評価するためにはやっぱり、これは別にもうしょうがない、これはもう規定のもんですから、こっち側がどういうプロセスで出てきているかというようなことをですね、是非見せていただきたいというようなところなんですよ。

【 委員 】

よろしいですか。

今の内容に関していじわるなことを申し上げますが、6 - 5 ページのところ Dunham の式というのをあてはめようとされてるんですね。ところがその6 - 6 を見ますとですね、この下の方の図ですね、結構ばらつきがある。 'というのが私よく分かりません。 と '

の例ではもう30年も前に習っていることしか私は忘れましたが、ここはDunhamの式を視覚的にちょっと難しいかなという印象を与えながらも採用されているわけですね。これはこの違いというのはどういう考え方からそういう取り扱いの違いが出てきているのでしょうか。

【事務局】

一つにはですね、N値の分布と範囲で堤体土の方はある程度N値が0から20ぐらいで分布しておりまして、N値ととの関係を既存の式に乗っけてもまあそんなに無理はないのかなというふうに考えております。一方6-6ページの方の、これは後の方で出てくるといたしましたが、中間土の方ですね。これは粘性土になりますが、N値の分布範囲が殆ど幅がないんですね。それに対して基本には元々先程のDunhamの式というのは砂質土にああいう式は使うのはおかしいような気がしますけども、ここの図を見て安全側を見てやや下限に近い採用値でいいなということです。こちらの方はN値の関係というもので決めるのではなくて、安全側のあたりを決めるということです。

【委員】

数値的なあてはめが的確かそうでないかということだと思いますが、式の適合性というものの裏付けとして、6-5のような場合だと幅が広いから、そういうふうに式を持ってくる、そういうことは基本としてよく分かるんですけども、同じこの絵を見た時にパツと思うのはですね、やっぱりこれはDunhamの式ってのは適合しない。だから6-6ページにあるのと同じようにですね、完全に35°にするというように、ちょっと割り切ってしまうというようなこういう考え方というのは乱暴なんでしょうか。

やはりそのN値に応じたですね、こういう強引にDunhamの式を入れてですね、そこで数値を変えてきて、それでここに非常に安全性が左右されるようなことになるのか。そういう考え方なんです。それだったとしたらね、このばらつきのある、先程委員が言ったような逆もあるじゃないかということになると、かえっておかしくなってきます。

【委員】

事務局の書いた、私の個人的な。今の委員が言われるようなやり方が仮にあったとしてもおかしくはないと思います。おかしくはない。35°でいくとね、例えば。あるいは安全側をとって30°でいくとかっていうようなこういう発想があっても。ただそういう結論を出す前、この中身を見ないと何とも判断できないという思いでね。ただそれによってはそういうような議論があってもおかしくはないと思いますがね。

【 委員】

よろしいですかね。

この Dunham の式の適用性についてのお話なんですけど、確かに試験結果だけから見るとですね、これで全てをひくということになればおかしいということになるわけですが、このそれぞれの大崎、あるいは道路橋示方書も基本的には同じような式になっているわけなんですけども、膨大な実験のデータを基にこういうような式がつけられたという背景の下に、吉野川のデータが加わったんだというようなことを考えると基本的にこういった式でいくべきだろうと私は思っているということと、それからですね、その時にじゃあ大崎でいくのか道路橋示方書でいくのか Dunham の式でいくのかというふうな見方をした時に、どれが一番合ってるかということ、Dunham の式が合っているのかなというふうに事務局は判断したんだろうと思います。

【 委員】

今の議論、要するに 委員の発言に対してどうのこうのやなくて、ここでちょっとよく分かりませんが、このデータで。そもそもN値の分布というか、堤体についてどこでN値をとるのやという、こういうようなことが大いに関係してくると思うんですね。堤体ですね、ちょうど中心線ぐらいの一番拘束圧の大きいところで貫入試験をして、そのN値の分布とですね、それから要するに非常にのり面に近いところあたりでの貫入試験によるN値とかがってということで、いろいろN値の分布も変わってくるやろうと。同じ深度であってもですね。というようなそういうようなこともあったりして、とにかくこの検討委員会の目的が、要するにこれからの大きい洪水に備えての吉野川の堤防の安全性を確保しよう、ということなんですよね。ですからそれにかかっているんなことを解決していくべきやというふうに私は思うんですね。ですからそういうことを踏まえて、それも第一義においてという。そういうことでこんなものも最終的にはみていくべきやと。つまり具体的ないろんな断面で今日も一連区分、多少疑義もありましたが、表現には。ともかくか区分がどうかともかく安定性を検討していく上で、むちゃくちゃに安全が安全がというのはこれはまた大問題、だからこそそこそこ判断力がある皆さん方が集まってこういうことだわっているという前提の下では、あくまでもこの吉野川の堤防の安全性を確保すると。この一点ですから、それを踏まえてね、こういうようなことについてもこれから解釈していくという。何せばらつきがもう非常に大きいということはどうしても避けられないことですから。どこかでなにがしか、どの側面から見るとによっていろんな疑問もわくと思

ます。ですからこれは避けられない。これだけばらつきの大きいものを相手にしようというわけですから。その意味でも目的が何であるかということ絶えず頭に置いて議論をしていくべきであろうと。そうするとおのずと皆さん方が納得するこういう堤防の一つについても表現が出てくるんでないのかなと思いますかね。いかがですかね。

#### 【事務局】

先程ちょっともう一点補足させていただきたいんですけども、今映っておりました堤体のN値と 関係についてですけども、この図は三軸試験の結果だけをとってしまっている。実際には堤体のN値はですね、たくさんの値がある。さらにですね、標準貫入試験結果からは比較的非常に小さなN値がある。そうしますとですね、例えば先程先生が言いましたように、この試験結果から、例えば35°をひくとかいうことを仮にした場合はですね、小さなN値のですね、値についてもそういう値を使わざるを得なくなってしまう。それはちょっとまずいんじゃないかと思いました。従って試験はしていないんですけども、現実には堤体の中には小さい粒子もありますので、その部分について をモデル化する時に決めなきゃいかんと。その時の関係式としては Dunham が示したような

#### 【 委員】

なるほど。今のお話でね、例えばN値が小さいというのは本筋的に拘束圧が十分大きいけれども地盤が非常に弱いというんでN値が小さいというのと、もう一つは拘束圧が非常に小さくてN値が0と出てくるというものがあるはずなんですね。そういうN値が小さいということと、それからその地点の三軸圧縮試験的なイメージをしていった時に、拘束圧がどういう関係にあるかということも非常に大事なことなんですよね。ですからその意味でも、例えば私が全部見せてほしいと申し上げたのは、一つ一つがどういう拘束圧のレベルで実験をやっているのかということ。これを確認したいんですね。だからその意味でも、今のようなことに対してもある種の思いがあって、拘束圧が本当に分かりませんがねここで。だからそれが非常に低拘束圧、難しいんですけど低拘束圧レベルをカバーした試験をやっているのか、あるいは高い拘束圧のところの試験もやっているのかというようなこういうようなことも評価する必要があるわけですし、厳密には。厳密というか本当はですね。そういうことですから、時間もあれですが、大いにここは議論する必要がある。というのは、極論すれば堤体の安定性がこれにかかっているといってもええわけですよ。ですからその意味でここは慎重に判断する必要があるわけですから、今日のこの議論を踏まえて是非また後々こういうことを検討する場を設けていただいとということ。

よろしいですかね、先生。

ちょっと時間も4時を過ぎておりますが、すいません、次の画面は。

ここの部分ですね、ここはちょっと新しいトピックであったわけですが、これは要するに雨をどれだけ降らすかと。こういうことですよ。これ、例えばこれまでのですね、一般的な意味で、堤体が最も不安定な状態になった洪水というのはどれかというようなお訊ねの仕方をして何か。私、かつての第十堰問題の時にいろんな方のお話を聞くことがあったんですが、例えば要するに堤体が震えるというかね、洪水で川の水がぐっと上がって、もう堤体がぶるぶる震えるというようなこんなことを心配しておられる方もおられたりしたわけですが。あるいは昭和29年の台風ですか。だからそんなような何か一般的な意味で堤防が洪水の外力で最も不安定な状態になったというような、こんなようなのは。例えばあんな台風だろうっていうこんなものは無いんですか。何で言うかということ、そういうような台風の時のハイドロをきっちり測っているわけですよ。それから雨の量、そんなもんで実際に浸透解析から安定解析をやってみてですね、その結果がどうなるのかということ、これは一つの逆解析的な意味を持つわけです。過去のそういうこういうことを設定したパラメーターを使って、現実の洪水の時の波形と、それから雨の量を入力して解析した時に、例えばとくに堤防が飛んでしまったことになるとか、あるいはぐっと大きいとかってというようなことは現実的じゃないわけですよ。だからそういうふうな形で設定されたパラメーターが適切であるかどうかというのは検討の仕方もあるわけです。それは実は非常に重要な意味を持つんですよ。かなり感覚的な定性的な判断ではありますが、なにがしかの非常に危ないと。皆さん方が認識をしたその堤防の外力を使って設定されたパラメーターを用いて解析をしてみた時に、その本当に危ないという感覚にマッチした結果が得られるかどうかという判断というのは非常に大事なことでありということも思うんですけれど。

【事務局】

今後具体的な検討をしていきますので、その中で考えたいと思います。

【委員】

よろしいですか。

その設定の仕方、マニュアルでということなんですが、ここの基本的な考え方はですね、繰り返しになりますけども、2日間で440mmの雨を設定している。これは私どもが吉野川の計画として、これは堤防の解析という意味ではなくて、計画流量を出すときにこのよ

うな雨を設定しているという意味であって、2日間で440mm 我々の計画的な降雨の規模をあてはめたということですね。河川の方の条件と同じような条件で堤防も与えたということですね。それから基本的な考え方として、河道の流出量が非常に雨がシャープに、三角形の中央集中型と呼んでいるような、例えばそういうような雨が降ると川の流量は非常に増えます。ただだらと降るとそのピーク流量は低くなる。一方堤防の方はどういう状況が危険かということ、ただだらと雨が降ってその雨がですね、堤防全体に浸透をして浸潤面も高くなって堤防自体がどぼどぼの状態になると。これが堤防の安全性を考える時に一番危険になるという前提の基に、これは吉野川の具体的な例でそういうふうな設定をされたわけではないんですが、全国の様々な例からそういう事例が分かっていますから、その440mm という雨を長くただだらと降らせた。24時間降らせるという設定をしたということですね。そして現実的に44時間、まるまる二日間ですね。まるまる二日間ずっと降り続けるという条件ですから、結局我々が経験している降雨の条件としてもですね、極限に近いような厳しい条件であるというようなことはできると思います。

【 委員】

どうぞどうぞ。

【 委員】

このいわゆる堤防に降る雨っていうのと、もう一つ洪水の水位でありますね。このへんの波形っていうのはどんなふうに時間のやりとりとか、時間軸にはどういうふうなあわせる方針でいくのですか。書いておられるかもしれませんが。

【事務局】

本文の方ですね、6 - 7ページの右側の方に河川水位の波形の作り方を先程ご説明いたしました。それとですね、先程の総降雨量とを重ねた例がですね、今パワーポイントに映っております。高水位外力の下の方です。青い線が降雨でありまして、最初低い事前降雨があってそれから河川水位は台形で近似している。ちょっとかなりなだらかですけれども、河川水位のピークとですね、降雨の計画の台形の落ち際、それを合わせる。そういう格好で高水外力を設定しています。

【 委員】

相当厳しい条件。

【事務局】

一応まあ一番厳しいんでないかと思います。

【 委員】

それと、他になければそれはこういう外力で。

次、お願いします。

これは何かございません？

【 委員】

よく分からないんでちょっとご質問させていただきたいんですが。

降雨のモデルと河川水位の関係なんですけど、河川水位については三つの A , B , C という洪水モデルがあるのに対して、降雨モデルは一つなんですけどこの関係はどうなっているんですか。

【事務局】

降雨の方は計画降雨をそのまま使うということで範囲内のものを使う。河川水位についてはこれは先程ちょっとお話がありましたけども、雨の降り方、降る場所によって波形の形が変わってまいります。従って降雨量がいくらだから河川水がいくつとは決めてないんで、いろいろな洪水の波形を集めて、それを包絡するような形で河川水位を決めたということでございます。

【 委員】

ちょっと少し 6 - 2 ページですが、その左下の図では降雨量と河川水位が 1 対 1 の対応をしているように見えるんですが、こういうことについて何か。

【事務局】

もちろん最終的には 1 対 1 に対応していますが、この 6 - 2 ページの左側の下の河川水位の体系というのは、いくつかの複数の洪水波形から作りあげたものです。

【 委員】

A , B , C というのはああいうパターンを 3 種類徹底するというのではなくて、一例としては 3 つの過去のハイドログラフがあったとしたら、その包絡線をつくるんですよというそういう意味だけなんですよね。

【 委員】

ハイドログラフは関係ない。

【 委員】

よろしいですか。それではだいぶん時間が。

それでは次、お願いします。

ここのですね、この内部摩擦角というのがどういうふうに決められたのかですかね。

【事務局】

これ、N値からきている内部摩擦角です。

【 委員】

先程 Dunham の式を使ったと。こういうことですか。

【事務局】

そういうことです。

【 委員】

そうすると、Dunham の式だとですね、N値がですね、失礼。

【事務局】

標高ですね

【 委員】

深さ。それからこれが内部摩擦角、これでいいのか、ちょっと私の勘違い。25 プラス  
ですか。

【 委員】

Dunham の式によると15°というのは出てこない

【 委員】

そうそうそうそう。

それは出てこない。

25°ルートNだから、Nが0だと摩擦角が25°、やっぱり私の、合ってるね。なら  
いいんだ。ここにね、縦に線を入れたらですね、これよりも右側に点がないといかんと思  
うんですが、それでよかったんやね。勘違いかと思ったけど。私、Dunham 式見てないも  
んだから。

【事務局】

ここで示しているNがですね、0k600 は、昔検討した断面を例としてあげたもんだから、  
これは大崎の式を使っている。

【 委員】

そうですか。

何かしらもう一つそれを使ってそのようにいかない雰囲気ですけれど。これを見ただけ

でちょっと疑問に思うんですね。

【 委員】

これはこのへんでよろしいですかね。さっきの話は。

まだようけ残ってます。

これ、私、冒頭で16時30分時間厳守と言われながらあと10分しかなくなって。少し構いませんか。ごめんなさい、17時までのプラスアルファの場合に備えての時間はとってもらっておるようであるんですが、何とか16時30分と思ったんですが、ちょっと議論がたくさん出たのことで、すいませんがご辛抱をお願いしたいと思います。

それじゃあここすいません。どうぞ。

【事務局】

はい、続きまして侵食問題に関する検討方法および条件ということでご説明させていただきます。検討スケジュールはまず大きくは護岸の方がある場合とない場合に分けてしております。侵食に対する検討スケジュール、そのことにつきましては、ほぼ準じております。護岸工がない場合については、これは直接侵食に対する安全性と。それから側方侵食に対する安全性の二つをもつての種類で決めると。それから護岸工がある場合には、護岸の安全性の照査というのは護岸の力学的な安全性を照査する手法が提案されておりますのでそれを用いて行います。まず護岸工がない場合であります。護岸工がないというのは植生があるということになります。これはまず直接侵食、植生に対する直接侵食の照査というものを行います。これは考え方としては直接侵食、植生の照査は侵食の外力ですね、それから流水による侵食の外力、それと植生の耐力の釣り合いで評価するというございます。具体的にはその下にありますように、植生の耐力が侵食外力よりも大きくなればやるということで、その時のパラメーターとしては植生外力に対しては許容侵食深、それから外力が作用する継続時間、平均根毛量といったものを使っていくこととなります。それから侵食外力の方は、代表流速、それからマニングの粗度係数、設計水深といったものを使います。側方侵食の照査に関しましては、これは高水敷幅を評価すると。具体的にはそういうこととなります。これは高水敷幅と低水河岸高の比、それをセグメント、パラメーターとして評価いたします。その下にある表はですね、ちょっと中の文章が違っておりまして、本文の方の文章が正しいんですが、セグメント位置については高水敷幅がですね、40m以上、それから2-1については低水河岸高の5倍以上、それから2-2および3については3倍以上というのを側方侵食に対する安全性の目安としておりま

す。

護岸工がある場合は、これは力学的な話になりまして、細かくなりますのでこれは外力しか出ておりません。法履工の照査については構造モデルを護岸工構造モデルにしまして、構造モデルごとに分類して流体流と護岸の抗力を比較して評価するというところでございます。抗力の方は一番下にありますように、護岸を滑動モデル、めくれモデル、相流モデルによって分けるわけですが、そういうもので抵抗力を計算します。それから流体力相流力は代表流速から計算いたします。そのようにして、侵食の外力条件といたしまして、代表流速を決めていくと。代表流速というのは、準二次元の不等流計算をして、平均流速をまず求めます。その平均流速に という定数をかけます。その定数というのは、河道の線形ですね。水衝部であるとか直線部、湾曲部そういうふうなものを定数をかけて代表流速を出していくと。この過程で最大洗掘深はその下にありますように過去のデータから最新の河床高縦断図を作成して、それからもとめていくというふうなものでございます。今のお話の中で、高水敷の冠水時間というのがありましたけども、これは具体的には上にありますように現況の高水敷高を超える時間、これを高水敷の冠水時間としてハイドロから求めるというふうにしております。

侵食に関しては以上でございます。

【 委員】

最初の画面に帰っていただいて、岡部先生、この侵食のところ、ここで一番専門は岡部先生ですから。

【 委員】

基本的にはあれでいいんだろうと思います。確認させていただきたいのは、最後の方のところなんですけども、さらさらと説明されたのでちょっとついていけなかったところ。このセグメントというのは、総研でつくっているセグメントですね。

【事務局】

そうです。

【 委員】

はい、結構です。次いきましょう。

それから外力条件、準2次元不等流計算で、断面平均流速ですね。代表流速を決めて、これが下に流れ込んでいきます。ここもちょっと。

【事務局】

このことはもう少しですね、本文では詳しく実は書いてあるんですけども、平均流速、断面平均流速を求めてそれに  $\alpha$  をかけます。そして代表流速を求めます。その  $\alpha$  は先程も言いましたように、洗掘による補正それから湾曲による補正、この場合も内と外で補正係数が違いますけども、そのものを用いて  $\alpha$  に入れまして代表流速をもとめる。その時にですね、この  $\alpha$  を求める式の中に、最大洗掘深  $z$  というのが実は入ってきているんです。パワーポイントの中では、

【 委員】

$\alpha$  を求める式というのはどこにあるんですか。

【事務局】

本文の6 - 12ページの左側の方に。字が小さくて申し訳ございません。

護岸の下にですね、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  というのがありますが、その中に  $z$  が入っているんで、それを求める考え方を下の図に示しました。その矢印は下を向くよりも上を向いた方がいいのかな。

【 委員】

そうですね。

【 委員】

これは技術基準にのっているような種類のものなんですか。

【事務局】

土木研究所が長いこと研究しておりまして、護岸の力学設計法という本も国土センターで出しておりますが、

【 委員】

その方の式ですね

【事務局】

はい。

【 委員】

ちょっとじゃあ次お願いします。

【 委員】

他に何か今の侵食のところ。どうも私は侵食については本当に素人なもんですから適切な評価はしがたいんですが。ございません？なければですね、次、6番目の議題ですけど、平成16年出水に伴う漏水現象の検証ということで、資料では7 - 1からですかね。

お願いいたします。

【事務局】

ここでは、今年度の一番大きな台風になりました台風23号による被災についての解析例を示しております。台風23号の被災箇所を見ますと、この絵にありますような漏水発生メカニズムが考えられると。これはいわゆるガマの例でございまして、右下にあるようなガマが発生したというのが実態でございます。その時の位置と写真でございまして。これは先程の同じ部分ののっていたと思いますが、右上にあるようなガマが堤内地で発生したという現象が見られております。これは我々のり断面をつくって計算いたします。これはのりの断面であります。場所は吉野川右岸の28k500の位置であります。その時の洪水外力でございまして。かなりピークのたった波形が得られているということでございまして。検討するためにですね、モデル化して分割して計算しました。この検討結果の検討図は上にあります。その浸透の検査の結果を用いて、先程来ずっと説明いたしましたように、堤内側ののり尻の揚圧力とそれから上載荷重の比較検討をするというのが下にあります。一番下に  $G/Wp$  と書いてありますがその結果なんですけども、 $G$  が上載圧力、それから  $Wp$  が揚圧力ですけども、これが1を下回ると噴出すると判断しますけども、それによって赤字で書いてある部分が0.8から0.9の幅で、この区間1を下回っている。元からガマが発生してもおかしくはなかったんではないかというような判断をしておるということでございます。

以上でございます。

【 委員】

今のはちょっと少し。

これは今回の台風23号による経験なんですね。これは概念図というか、この中の図で発生しますよと。別によろしいですね。これは現実の状況。

これ、このあたり砂、こっからできておる分ですか。そうでもない。

【事務局】

法尻からできた。

【 委員】

ああそうですか。ずいぶんたくさん。

はいどうぞ次。

【 委員】

ここでやられたのは、要するにああいう形で同じ表現を何度も繰り返しますが、ボーリングであるとかクイックサンド現象であるとか、浸透破壊とかパイピングというようなそれぞれ呼び方をしますが、あれが起こったということを理論的に説明できるかどうかという観点で解析をされたわけですね。要するにこれは実績としての外水位、外力としての河川水位は23号のものを使われたわけですね。雨はどうですか。

【事務局】

雨も実測です。

【 委員】

そうですか。

そうすると、私は先程安定解析の時に申し上げたのはですね、まさに安定解析についても安定解析でどんと崩壊した、決壊したことはないわけですけど、かなりそういう感覚的な範囲ではありますが、危ないとおぼしき状況が過去に経験されているはずなんですね。ですからそれに対して同じ事をやってみたらいかがですかということですから何でもありませんね。既にここでやっているわけですね。ただここではガマが説明できるかどうかということです。私は決壊ではないけれどおそらく決壊にかなり近い状況もあったでしょうから、それに近い状況は説明できるかどうかということですから、全く趣旨は一緒なんですよ。

まあこれはもう二つのタイプがあるわけです。ここに基本的な漏水的なものがあって、ここから上に突き破るといこういう現象が起こるか起こらないかということですけど、私、今日どこかでお話しましたように、この近辺の揚圧力、つまり上向きの水圧と上に乗っている土の部分の重さとの力の釣り合いの問題になってしまうんですね。こういう状況のところでは、その結果ここにある動水勾配といこう、これは  $G$  が上からの重さ、それから  $W_p$  が下から上に押し上げようとすることういう力ですが、その結果が例えば  $0.8$  になったということは、それだけ分母の方に押し上げようとする力がきてますから、分母の方が分子よりも大きくなっていると。この近辺あたりはですね、だいたいそとういうような数値として表れているといこう、この近辺に現実にああいう現象が起こってもおかしくないといこう、ことういうことの一つの裏付けであると。まあことういうことですけど、何かありません？これについて。

【 委員】

逆にですね、ガマっていうのは非常に局所的に生じて、それは大きくならなかつたりす

るのはどういうことなんでしょうかね。これは非常に素人的な質問で。

【 委員】

大きくならなかったというのは？

【 委員】

穴が大きいよと。穴ですよ。それが非常にそういうものができなかったということはなぜなのでしょうかね。

【 委員長】

それは非常に難しい問題ですけど、基本的には要するに上のここの部分が不均質なんです。均質では絶対ないと。均質であれば全部一緒に起こります。間違いない。だから非常にもう一番弱いところだけを突き破って、出てくるとそこに集中するんですね。集中していくと他のところの揚圧力はそのためにぐっと小さくなっていくから、いっそう他のところは起こりにくくなるんです。ちょっと事務局より私が説明してしまいましたが、よろしいですかね。

【事務局】

ガマの数は1個ではありません。何カ所も起きております。

【 委員】

ただ澤田先生、今のあそこのすぐそばでもこういうことだと思いたがね。

1ヶ所一番良いところをやられると、それに集中したら周りがぐぐっと水圧の低減などが間違いなく起こるんですが。

【 委員】

例えば1以下のところだと、奥行きにもそれからこちらの方にも全部起こるのかなという。

【 委員】

出てきてないやつはおるんだけど、現象としてはこれはあくまでもこの状態がどこまで続いているという前提ですから、基本的には問題が。そして1ヶ所起こればですね、例えば一番大きいこのあたり、ここで起これば後はこの穴がぐっと大きくなっているんですね。結果的に。

【 委員】

すいません、ちょっと関連としてですね、7 - 2ページの中で、写真が載っているんですけども、ガマ、いわゆる噴砂なんか、そういうものとはのり面近くで陥没箇所っていう

写真が載っていますね。これって大事ではないんですか。ちょっと。

【 委員】

これじゃなくて。現象でしょ。

【 委員】

7 - 2 ページのような写真は出ないんですか。

【 委員】

あります。これこれ、これでしょ。

【 委員】

こういった現象とこの浸透流計算とかというようなものは、無関係なんですか。この写真と今ここで検討されていることの関連性はちょっとよく分からない。

【事務局】

解釈としてはですね、ガマの方で圧が抜けたから堤体の法尻が陥没したというふうなことがあるんじゃないかと思っております。

ガマができて、水とともに堤防の下の地盤の砂分が吹き出たんですね、吹き出ると堤防の下に空洞ができて堤防が落ちてきたんですね。そして陥没したと解釈していただきたいんです。

【 委員】

今の写真にもういっぺん戻っていただけませんか？

【事務局】

下の左側の図の陥没しておるのは、その堤防ののり面の下の方の地盤の砂分がですね、この畑の方のクレーターのところから吹き出たんですね。吹き出て空洞になったから上からの重力で堤防ののり面の土が落ちたと。

【 委員】

うん、その現象は一つありうる。

【 委員】

先程安全率みたいな外力抵抗比みたいなものの絵がありましたね。断面図の感じのものが。ちょっと確認をさせて、あれを出していただけますか。

【事務局】

これですか。

【 委員】

これです。スケールが違うのかな。破壊というかパットと吹いたのはここですよ。このあたり。

【事務局】

そうです。

【 委員】

ここが、やっぱりここへ来るんですか。

ここが陥没しよるんですかね。

【事務局】

赤い1以下のところでクレーターができて、水は左の方から地下水っていうんですか、浸透水が左の方からずっと流れてきて、その赤いところから上に吹き上がる。

【 委員】

今、ちょっと私ポインターがあるから。

【事務局】

陸と一緒に手前の堤防の下の地盤の砂分を吹き上げるんですよ。畑の方に。畑の方にだいぶん流れてますよね。その流れたところが空洞になってくるんで、上から重力で堤防の土が陥没する方法もある。

【 委員】

要するに、ここは砂がドーンと流れてきている。そのためにこのあたりが空洞化されますね。それで上に乗っている部分は少し落ちたと。こういうのが今の説明ですね。

【 委員】

この抜けたものの地盤延長の影響が現れてますのは、こういう隅角部というんですか、角になっているところに集中してくるといのが。

【 委員】

ここが一番相対的にこれが小さくなる場所ですから。遠くへ行けば行くほど揚圧力が小さくなるから。

【 委員】

そうですね。

【 委員】

こっち側へ来たら、元々上に乗っている分が重たいから。だから要するにここの部分が一番相対が起こりやすいんです。近いところは。けどちょっと離れてないかなんていう

のはむなしあいで、不均質な状況があり得るからね。だけど一般にはずっと延長じゃなくてこの近辺で起こる。起こると砂がかなり抜けるもんだから、それでこうこう陥没したというのは説明。あそ直間あたりで抜けた形跡はないんですか。

写真すいません。申し訳ないけれど。

この直間近辺で抜けた形跡ありません？

【事務局】

砂が吹いたところ。

【 委員】

そうそうそう。

砂が吹いたということ。

【事務局】

これは擁壁のところ。

【 委員】

これですか。擁壁って。

このあたり何か分からんから。

だからそこは抜けてる可能性が。いわゆるパイピングが起こってという。文字通りパイピングが起こってというようなことは十分考えられますがね。

それで割とね。割とってというか、これは以外にね、吹いたところと陥没したところもものすごく離れてる、こんな現象も実はあるんですよ。私、吉野川で経験しているんですけどね。だからちょっと悩ましいところもあるけれど、まあだいたい今のようなことでしょうね。陥没しているというような。下が抜けないことには落ちないから。

【 委員】

よろしいですか。

【 委員】

どうぞ。

【 委員】

先生が言われたように、堤体がこういうふうに陥没したというのは極めて重大な問題だと思うんですね。原因が基盤の方の漏水にあるというようなことが現地の状況とかも聞いてきてるから分かっておりますけども、実際今回の解析で堤体の方のね、先程来委員長の方から浸潤線が堤体ののり尻に出ていないというようなお話もありましたけど、そ

っちの観点というか、どのような結果になっているんでしょうか。そのような現象が起きてないと解析結果の方もなっているんでしょうか。また、堤体そのもののパイピングはどんな具合になっているんでしょうか。

【事務局】

すべりの検討をしましたが、すべりではすべるといことはなりません。安全でありました。元々堤体ののり面勾配が緩いということもありまして、すべりはございません。

【 委員】

おそらくそこでできているのはほとんどこの場合ちょっと出てるぐらいだから、今、石川委員が訊ねられたのは、上の部分はどうなってますかということですけど、速度ベクトルの小ささから見てそこはそういうことにならないと。こういうことなんですかね。

他にございません？

最後に時間があまればということだね。

17時を越すのはちょっとまずいで。

それではですね、今の6番につきましてはですね、以上にさせていただいて、基本的に最後の議題になると思いますが、7番出水時のモニタリング結果と解析についてお願いいたします。

【事務局】

最後に出水時のモニタリング結果と解析ということで、具体的に3断面ほどのところで設定してモニタリングをやって計器を設置しております。その1断面で代表的な水位を観測しておりますので、それについてご説明いたします。

観測はそのところにある3点でありまして、右上にあるのが右岸の19k300で、これは既にブランケットと遮水性護岸を対策済みの箇所でございます。中に棒がですね、7本入っておりますが、それが水位観測孔でございます。それから右下にありますのが左岸の21k600であります。これは対策はしておりません。無対策の箇所でございます。それから右下にあるのが右岸の26k000であります。これは絵は対策になっておりますけれども、これから対策を予定しているという断面であります。

これは水位観測孔の詳細図で、このように一番下にフィルター部を設けて、水圧式でセンサーを入れているということでございます。

具体的に検討をしたのは、対策をしていない未対策の21k600の地点です。地質断面図は上にありますが、その中に棒で示した4箇所について先程のような水計を入れている

と。堤体内に3点、それから裏のりの地盤の中に1点というふうに入れております。

比較に使った外力としては、台風10号と16号と2種類使いました。特に16号の方がかなり大きなピークを示した水圧計でございます。これが水位観測位置における実測値と解析値の比較ということで、下に左側には台風10号、右側が16号であります。下の右側の方でちょっと見ていただきますと、凡例の方でありますようにマルが付いたのが計算水位であります。それから赤でちょっと離れて上の方に伸びているのが河川水位、それからただの線になっているのが実測水位ということでございます。これを見ているんなこの計算水位になるまでに実はいろいろと計算したんですけども、かなり計算と実測を合わすことができたということでもあります。

今回のモニタリングの目的はですね、対策をしていない断面でありますので、これから実際計算していく時の決定の手法、検討の手法、特に透水係数の決め方とか、そういうものが妥当であるかどうかというのをモニタリングで検証したいというふうな一つの目的がありました。このちょうど上に示しましたのが、透水係数の比較でありますけども、ちょうど右側の方にある透水係数、粒度試験でもとめた透水係数です。それから浸透流解析で実測した観測値ができるだけ合うようにするというで最終的に決めた透水係数と。この二つを比較しますと、少し違うところもありますけども、概ね合わすことができたというふうに解釈しております。

これからたくさん問題をやっていってもっと高めないとはいけませんけども、まあ今回の結果では粒度試験で出た透水係数でも何とかやれるんじゃないかというような一つの手がかりが得られたというふうことで。以上でございます。

#### 【 委員 】

最後のトピックですが、すいません、ちょっとまた元へ帰っていただいて、要するにここでやられたのは、何ヶ所かで観測する点を設けて、水に関する観測ですけど、その実際のふるまいに対して FEM 解析をすることによって実際の観測データをどこまで再現できるかと。理想的なことを言いますと、観測データと計算データがドンピシャリ合うというのが理想であって、その時に使われたパラメーターが最も信頼性が高いパラメーターですけど、なかなかドンピシャリは求められないということで、試行錯誤的にパラメーター、まあ透水係数ですけど、これを探ったと。こういうことですが、ちょっと映ってくれません？ 次の。これを見る限り、私、この点のポアプレッシャー間隙水圧を測ったと思ったんですけど、そうではないんですね。言っている意味わかるでしょうか。

この絵を見る限り、すいません、1枚かえっていただけますか。例えばここに観測孔がありますが、私はこの絵を見てこの点の間隙水圧を測るための観測孔だと思ったんですが、そうではなくて、上から下までこの中に入ってくる水面の水圧をこの点では測っていると。

【事務局】

そういう意味です。

【 委員】

それはちょっと何を意味するのでしょうか。

私、物理的にこれは何を意味するかというのはちょっと理解できないんですよ。正直申し上げて。測るとすればこの点のポアプレッシャーが出なければこの水面の位置であればこんな深いところへいかなかったって、浅くても水面の位置だけであれば測れるだろうけれど、こっからここまでいきますと周囲のいろんな等ポテンシャル線なり流線網を書いた時に、そんなものの平均化された水を測ってしまうから。これ、力学的に何を測っているんですかと。私はちょっと解釈できないんですがね。

【事務局】

フィルターをですね、設置した層の簡易水圧を測ると。そのためにその上にシールを設けて、上の層と遮断したということです。

【 委員】

遮断してられるんですね。ということは、この点のポアプレッシャーを測っていると。間隙水圧を測っていると。こう理解していいんですね。ああそうですか、それは一つ。すいません。もう一度元へ帰っていただけませんか？

そうすると、何かしら私、この測点がですね、堤体が非常に重要ではあるんだけど、重要な堤体の部分のふるまいが計測できてないというふうなことで、配置がちょっと少し変えるべきだろうと。これ、例えば流線からいったら一本の流線上に乗ってくるような感じになってしまうんですね。これはあんまり好ましくない。もっと広い範囲でどうせならこれだけ4点測るのであれば、少し堤体の中の、こっち側の表の方ですね。浸透流は当然こういう感じでいくわけですから、もう少し堤体の方の安定性にとって一番危険な部分の水圧がどうなるうが、堤体の安定性というのは実は関係ないんですね。極端な言い方をすると。要するにここらの部分のあれはこのあたりですかね、それも含めてですから。何となく要するに測点の分布がちょっと堤体じゃなくて基礎ばかり測ってるような感じもしたんですが。そうでもないんですかね。何となくということですね、偏っているよう

に思ったんですが。

【事務局】

ここの地点もそうなんですけど、考え方としてはですね、堤体の部分については何回かの築堤の履歴がありますので、その各履歴を層ごとにですね、各地層毎に観測孔を配置をしたと。

【 委員】

ちょっと今の意味分からなかったけどどうということ。

これは色ごとに堤体の時期が違うんですかね。

【事務局】

そうです。

【 委員】

ああそう。こんなに深くなってくるとね、私、少々このあたり変わったってあんまり変わらないというか。そんな結果になるんでないかなと思うんですよね。

【 委員】

ボーリングの位置については、天端に1本、それから前のりに1本、裏のりに1本、それから裏のりののり尻に1本と。そういう単純に設定したのが正直なところじゃないんですか。

【事務局】

そうです。

それとまあ築堤の履歴とか両方に見合うように。

【 委員】

堤体の同じ。もう少し同じ測るにしても上の方にあった方がいいんじゃないのかなというような。極端な言い方をしたらこのあたりが少々変わってもあまり変わらないんじゃないかなという思いもするんですよね。ですから、極端な言い方ですけど、パラメーターを使ってあまりこのあたりのデータは変わってこないんだろうという。むしろ大事なことは非常に敏感に外水位の変動に伴って敏感に変動するであろうそのあたりの計測データというのはあるべきじゃなかったのかなと思います。

もう時間もありませんし、一つの疑問として受け止めていただければと思いますが。

何か他にありませんか？

【 委員】

ちょっとよろしいですか。

時間とってすいませんが、8 - 4の計算結果からの実績との比較ですよ。実測水位が当初の段階からものすごい高いですよ。河川水位の例えば右側のところで7 4 4時間というので河川水位の方が6 m。それに対して実測水位が1 2 mというのは。これはどういうふうに解釈したらいいんですか。

【事務局】

出発水位のところの話なんですか。

【 委員】

7 4 4時間のところですね。河川水位が6 . 6 mぐらいから上がってますね。実測水位の範囲が1 1 mちょっとの。

【 委員】

これは堤内地の地盤が高いんで地下水位が元々高いと。河川水位は低いですからね。それを意味しているのではないですか。

【 委員】

これ、水位とか本当かというと、水位と間隙水圧は全然違いますから。それをきっちり印つけないと。それでもしも、いわゆる水位を測っているのであれば、間隙水圧ではここにある時にこの中の水面の水圧を測るんですよ。だけどそれは物理的に何を意味するかというと、この点の水圧とは違うんですよ。全く違います。本当は大事な。この点の簡易水圧とは全然違うわけですから。そこの部分をきっちりと認識をされて、もちろんやられると思いますが、釈迦に説法かも分かりませんが、とにかくそうじゃないと、ここからここまで完遂した穴にたまる水圧を測ったとすれば、それは物理的に何を測っているか分からなくなるんですよ。せいぜいそこで言えるのは一番上の水面の位置はどこにあると、これだけと言えるのは。あとその分布がどうであるかということは何も意味も持たなくなるんですよ。平均化されてしまいますから。という意味で、ちょっとそこ。

ただし、この点の水しかここに呼び込まないという構造になってたらまた話は別です。この点が水圧になってくる。

【事務局】

右下の絵でも先程お話ししたように。

【 委員】

そしたらそれから川の河川水位というか、水位という言い方はちょっとどういうことな

のか。それは水位じゃないですよ。水圧ですよ。ですから表現からしてあれだし。ちょっとそのあたり是非、要するに何かもういっぺん整理をし直すというか、表現を含めてですね。直すのであればそうして。時間がないので慌ててやってあまり実りのない議論をしてもしょうがないですが。

【事務局】

図の水位を間違っただんですけど、11mのあたりからずっと真横に伸びているのは、その区間は水の水位が上がってきていない区間でありまして、機械の設置のなかったところなんです。そしたらそこからですね、水位の動きが始まったのが実際にそこに水圧が来たという時点になりますので、まっすぐを見てる線はですね、実はあまり意味のないものになってしまっておりますので。

【 委員】

私はちょっとこの図は十分に理解できてないんですが、何か。

【 委員】

機械の設置高さ

【事務局】

水がそこに来るまでは数値は0を示してますんで、それを数値として横にずっと引っ張っているだけで。

【 委員】

あれ、底にあるんじゃないの。

【事務局】

ですから、そこまで水位はまだ来てないです、まだ。水位はもっと下の方からずっと上がってきますので。赤くマーキングしたところに水位がくるまで先生がお示しになっているところからずっと上がってきますんで、やっとそこに水位が来たというふうに見ただけであればいいと思います。

【 委員】

そこが12mのところですか。

【事務局】

11mから12m。

【事務局】

ですからその部分は切っておいてもよかったのかもしれませんが。データとしては何も

地下水よりも下のところに、地下水の上のところに測定器があるから、値としてはこのままということですよ。

【 委員】

これ、川の水位と平時にはどのあたりにあるんですか。もっともっと下ですか。

【 委員】

結構高水敷が高いですからね。設置高がその位置だけなんです。実際は水位がもっと低いところにあるということで、意味のないデータということですよ。

【 委員】

これは4ですが、これですか、これですね。

このふるまいはこのライン。違うのかな。

【事務局】

そうです。

【 委員】

これは6mがどこにあるんだろうか。ちょっとこれで分からないね。

6mという位置がどのあたり。

何となくこの部分は私がもう一つよく、十分理解ができてないんですが、またじっくり勉強させていただこうと思います。

よろしいですかね。

何とかそういう疑問があるということで。

それではまた次の宿題ということにさせていただきます。

すいません。前回同様、委員長の不手際で時間が少々。私は少なくとも守るべき時間はきっちり守らないかんとってそれで確認させていただいて16時30分ということでしたが、30分を過ぎてしまいました。申し訳ございません。

それではですね、以上で第2回の吉野川堤防強化検討委員会を私の役割としては終えさせていただきます。

これでマイクを事務局の方にお返しいたしますので、最後の結末をどうぞよろしくお願い致します。

【事務局】

長時間にわたりまして、熱心なご審議をいただきまして誠に有り難うございます。

本日ご指摘いただきました事項につきましては、次回以降の検討会資料に反映させてま

いりたいと考えております。

次回第3回の検討会は2月頃を予定しておりますので、後日また日程調整をさせていただきますのでよろしくお願いいたします。

それではこれにて第2回の委員会を閉会とさせていただきます。

本日は本当に有り難うございました。

- 了 -