

第3回 吉野川堤防強化検討委員会

日 時：平成17年3月10日（木）
13：30～17：00

場 所：ウェルシティ徳島
（徳島厚生年金会館）3階 エディ

【司会】

第3回吉野川堤防強化検討委員会を開催いたします。

私、本日の司会を務めます、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。よろしくお願いいたします。

開催にあたりまして、傍聴の皆さんにお願いいたします。

受付でお渡しいたしました傍聴規定に従って傍聴をお願いいたします。

それでは、まずはじめに資料の確認をさせていただきます。

A4で議事次第と書いてあるものと、第3回委員会資料、それから右上に資料1, 2ということで三部冊に資料がなっております。御確認して下さい。

揃っているようでございますので、本会を始めますにあたりまして、徳島河川国道事務所の所長、 より御挨拶を申し上げます。

【 委員】

徳島河川国道事務所長の でございます。

今日は年度末の大変お忙しい中を第3回吉野川堤防強化検討委員会にお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

前回第2回の委員会につきましては、昨年12月に開催させていただきました。その際、吉野川では台風10号、16号、それから21号、23号と記録的な豪雨が続いた。その結果、護岸が壊れたり、あるいは堤防が洗掘を受けたり、あるいはのり崩れした。それから漏水箇所も多く発生した。早急な対策が急がれるということをお話申し上げました。その後、先月になりますけども、2月の初旬に16年度の補正予算が国会の方で認められました。これは昨年度の度重なる災害、これは全国的な災害だったわけでございますけども、その災害復旧の予算の確保、これを主な目的として補正予算が成立しております。

ここ吉野川、それから旧吉野川につきましては、箇所数でいきますと40ヶ所、金額でいきますと96億円の災害復旧の予算を認めていただきました。これらの被災を受けた箇所の災害対策をいよいよこれから始めるというような状況になっておるわけでございます。

前回の委員会におきましては、堤防の浸透、それから侵食に対する安全性への評価方法、あるいはその照査の際の条件について議論をしていただきました。今日は、全てのその堤防の断面ではないですが、その結果が出ております。後ほど事務局の方から説明があると思いますが、必ずしも所要の安全性を満たしていないというようなところも出てきております。

皆さんご承知のとおり、昨年兵庫県の円山川では破堤をいたしまして、大被害、甚大な被害が出ております。堤防というのは治水対策上、最も基本的で、大事な施設だと思っております。今日はその検討結果も踏まえて、そのあたり十分御審議をお願いしたいと思っておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

【司会】

ありがとうございました。

ここからの議事進行につきましては、委員長をお願いしたいと思います。よろしくをお願いします。

【委員長】

みなさんこんにちは。

この委員会、一度目が昨年8月23日、2度目が12月8日でした。今回三度目の会を迎えることになりました。まだまだ議論することがたくさん残っておりますが、そう言っても三度目ということで、随分いろんな成果が出てきつつあります。

先程 委員の方からお話ありましたように、昨年は大変な水災害、台風による水害、あるいは地震による災害、こういうのが随分国の内外で経験してまいりました。それにおける下で、先般気象庁の長期予報だったでしょうか、今年度2005年度の気温が、観測史上最高になるというようなそういう予想が出てまいりました。私それを耳にした時に、ああまた今年の夏も台風が多く発生し、しかも温度が高いということで非常に勢力を保ったまま本土に向かって上陸してくるというようなことで、またまた土砂災害、水災害が予見されるなど、そういう気持ちになりました。そういうような状況のところを、この委員会、今日三度目を迎えましたが、一時も早くに実りのある成果が得られる

ことを期待したいと思います。どうぞ真摯な議論、ご協力、よろしくお願いいたします。

それでは、この議事次第に従って進行させていただきますが、まずはじめに、前回の議事録要旨の確認と、前回指摘事項がございましたが、その説明等について事務局よりよろしくお願いいたします。

【事務局】

応用地質の でございます。

座ってご説明させていただきます。

まず、前回第2回検討委員会についてです。

議事の概要はこの資料の方に入れてございます。ここではその時の指摘事項、それからその回答について3点ご説明いたしたいと思います。

まず一つは、テーマの方に書いてございますけども、一連区間についてということで、ご指摘として「一連区間」の意味が分かりにくい表現を再考することというご指摘がございました。これにつきましては、「一連区間」というものを「外力一定区間」という言葉に改めたいと思っております。この詳しい中身についてはまた浸透の方の外力の説明の方でご説明いたします。

それから2番目として、強度定数の設定方法について、強度設定の是非を評価するために、三軸圧縮試験の条件を提示することというご指摘がございました。これにつきましては、資料の の方に、吉野川堤防における三軸圧縮試験データということで、全ての土質試験のデータを収録いたしました。そちらの方で見ていただきたいと思います。

それから三つ目の方でありますけども、モニタリングについてということで、モニタリングの観測孔の配置理由と設置深度の根拠を提示することというご指摘がございました。これについてご説明いたします。

まず、モニタリングの設置を行ったのは、左岸の21k600でございます。この地点ではこの図にありますように、水位計を2-1から2-4まで4ヶ所設置いたしました。これにつきましては、まずモニタリングの設置位置に関しましては、堤体内の水位計のナンバー2-1, 2-2, 2-3というのは、天端、それから表のり、裏のりというふうに全体のバランスを考えて設置しております。それから水位計ナンバー2-4は、裏側に設置しております。水位計2-1, 2-2, 2-3の設置の考え方につきましては、この堤体ですね、土質構成を見ますと、F1sからF0gからF1、F2とございますけども、これらの透水係数がほぼ 10^{-1} ぐらいのオーダーで似通っているという

ことがございまして、特に土層の違いに応じて分けるというよりも、全体のバランスを重視して配置したということでございます。

それから裏側の地盤の水位計ナンバー 2 - 4 に関しましては、これは平常時の地下水がその下に青い線でありますように、地盤のやや下の方にあるということでありまして、観測当初からこの平常時の地下水位を抑えられるように、地下水より深いところに設置したということでもあります。

それから言い忘れましたけども、堤体内にはそういうことで常時水位はありませんので、堤体内の 2 - 1 から 2 - 3 はなるべく地盤に近いところ、地盤の境界から 50 cm 程上の位置に配置しております。

透水係数について先程堤体の透水係数、それから地盤も含めてなんですけど、似通っているというふうに申し上げました。ここにその実際の値、プロットを示しております。下のプロットにありますように、透水係数では 10^{-1} から 10^{-2} ぐらいのところにかたまっているという状況であります。採用した透水係数としては、上の表に書いてありますけども、堤体の透水係数は最大値を採用しております。それから基礎地盤の透水係数については、対数平均値を採用しております。そういうことで、みな同じような透水係数であるということが見ていただけるかと思えます。

それから観測孔の構造でありますけども、基本的に間隙水圧を測定するという構造であります。この図にありますように、ここが一番先端に 50 cm の深さ、50 cm の幅で有孔区間を設けてあります。その上はベントナイトペレットで遮水いたしまして、その上は全部グラウトであり、その区間全部無孔区間であります。従って先端の 50 cm の区間にかかる地盤の中の間隙水圧を水位の変化として捉えるという測定方法であります。従ってセンサーは水圧式水位計というもので行っております。

以上がご指摘事項に対する回答でございます。

【 委員長 】

今のは第 3 回委員会資料というこの中に加えられているんですかね。今ご説明いただいたことは。

【事務局】

はい。その中の 1 - 3 ページ。

【 委員長 】

分かりました。

以後、資料の中の説明の場合はですね、何ページのどこらへんに明記しているかという
ことを事前によくお願いします。

前回の概要について、委員の皆さん方、何か確認することございません？

よろしいですかね。

それでは話を1つ前に進めさせていただきます。

次の議題ですけれど、第3回の検討委員会、本日の検討委員会の討議内容についてや
はり事務局の方からご説明願いたいと思います。討議内容について。

【事務局】

はい。

資料の2の1ページでございます。

今回は第3回の委員会でございます、協議していただくことは浸透それから侵食に
ついての現況堤防の安全性、評価でございます。浸透についてはまた後でもう少し詳しく
説明いたしますが、全部で53断面が評価の対象になります。

そのうち今回は現在の状態でデータが揃っているということで11断面検討いたしま
して、その結果について御報告いたします。

侵食については吉野川40kまで、それから旧吉野川、今切川、この全て全川にわた
って侵食の検討結果をご説明いたします。それに基づいて検討した結果、あらかじめ決
めた照査基準を満たさないものについては、必要対策区間という位置づけになりますの
で、その目標値以下の必要対策区間を抽出したということでございます。

それで先程浸透について53断面のうち11断面今回御報告いたしますが、下の方に
ここにも予定でありますけども、第4回委員会において残り53断面の28断面、それ
から第5回委員会で最後の残り14断面についての検討結果を御報告するという予定で
ございます。以上でございます。

【 委員長】

ただいま本日の委員会での二つの大きい審議事項ですね。浸透と侵食についてと、こ
ういうことがございました。これについては格段に確認することはないと思いますので、
次のですね、3番目の議題、これから時間がかかるとは思いますが、浸透に関する安全性
照査ということで事務局からまずご説明いただきたいと思います。

【事務局】

資料の3-1ページから3-10まででございます。

本日は今回の検討断面についての御報告をするんですけども、それをするに先立ちまして、前回のやや復習ということもありますけども、検討手法、それからまあ今回の検討手順といいますか、そういうものについて一通りご説明した後で、最後に検討結果をご説明するというふうにさせていただきたいと思います。

まずこれは浸透に対する堤防の安全性照査の手順でございます。一番最初に、まずどの位置で安全性照査をするかということで、細分化区間というのを設定いたします。これは大きな大区分を更に細分化して、その細分化した区間について検討していくという考えでございます。具体的には個々の断面について、まず堤防をモデル化する。それから外力を設定する。それから浸透流計算を行いまして、その結果を用いてすべり破壊に対する検討、それからパイピング破壊に対する検討、これが計算の段階でございます。それから判断としては安全性照査ということで、別途決めました照査基準に照らし合わせまして、満たしていれば堤防の維持管理はO.Kであると、満たしていなければ強化工法の設計になるということでございます。

まず細分化区間の設定でございます。これは先程言いました外力一定区間というもの、これは外力というのは河川の流量でありますけども、それが支川が加わるとか、山つきであるとかそういう大きな地形によって、あるいはその流入によって変わります。そういう大きな区間を外力一定区間として分けます。それを堤防検討の構造を行う最初の単位である細分化区間に細かく区分していくという手順でございます。細分化区間に分けていく時の、ここで着目している指標がこの下に書いてある3つであります。1つは裏のりの平均勾配であります堤防形状というものです。それから2つ目は要注意地形、具体的には旧河道であります。それからまたは被災履歴があるかないかというものを2つ目の細分化区間の指標にしております。具体的には旧河道や被災履歴がある場合は危険度は高いというふうに考えております。それから築堤履歴の複雑さということで、これは新設堤防の場合は当然ながら堤体の状況が分かっておりますから、危険度は低いと考えますが、築堤履歴が例えば2回以下、ここでは2回以下としてますが、その場合は単純であるということで、危険度はやや高い。築堤履歴が複雑3回以上となると危険度は高いと。これは築堤履歴が複雑であるということは、その中に漏水の危険要素となるような透水性の地層が挟まれる危険性が高いというふうにも考えておりまして、そういう意味から築堤履歴が複雑である場合は危険度が高いというふうに判定しております。

これはちょっと見にくいので、本文の方の3 - 2ページの方でございますので、そち

らで見ていただいた方がいいかもしれません。

今回の浸透に対する安全性照査を行うにあたりまして、先程申しましたように、全ての断面を一度に検討するということはできません。それでここに書いてあるような手順で、当面必要な断面を選んで、そこを順次検討していくという方法をとらせていただいております。まずは、昨年の平成16年度被災箇所であります。これは昨年の漏水災箇所が合計で30ヶ所ございました。これを少し漏水状況とかそういうものでちょっと整理いたしますと、18の細分化区間、合計23の断面が検討が必要だと。まあ漏水箇所であるというふうになりました。この23断面のうち、実は既に地盤データがかなり揃っているという区間が11断面ございます。これについて今回検討した結果を御報告するというところでございます。

それから は、これは平成16年被災箇所のうち、さっきの23断面のうち地盤データが当面ないというものであります。これにつきましては残り12断面でありますけども、それについては地盤データがないため、早急に調査を実施して安全性照査を行います。この結果は次回の委員会で御報告したいと考えております。

それから3番目としましては、昨年度ではないんですが、その前の直近であります平成2年から平成11年の間に被災した区間があります。これは全部で16断面あります。これについては昨年度の台風による被災がない箇所ではありますけども、潜在的に危険性が高い区間と判断しておりまして、これについても早急に調査にかかりまして、安全性照査を行っていく。これは第4回の次回の委員会で結果を御報告したいと考えております。

それから最後に、それよりもっと古い、昭和被災箇所として、昭和20年から52年に被災した区間があって、そこに14断面ございます。これについても潜在的に危険性の高い区間と判断しておりまして、調査を行って、この結果は第5回で御報告したいと。このような手順で当面検討対象箇所として漏水実績のある区間について合計53断面を今回を入れた3回の委員会で御報告したいというふうな予定でございます。

ここから先は具体的な検討指標について少しおさらいのところもございしますが、ご説明したいと思います。

まず堤防のモデル化ということであります。浸透に対して堤防の安全性を検討していくというために、堤体と地盤を実際に計算せないかんわけですが、数値的に扱えるようにモデル化するという作業でございます。具体的には、まず断面形状と地層構成をモデ

ル化するという構成のモデル化と、それから(2)にありますように、その中に入れる計算に使う土質定数の設定と、この二つの作業でございます。

断面形状、地層構成のモデル化は、堤防の形状を決定するというのが、それからでは在来堤とか一期堤の形状を決めていく。それからで主にボーリングデータを使って堤体とか基礎地盤の地層を区分していくというものでございます。それから土質定数の設定は、これは浸透流計算と安定計算の時に使う土質定数を決定いたします。浸透流計算については透水係数、安定計算については単位体積重量、内部摩擦角、粘着力を決めていくということでございます。具体的なモデル化の例でございます。この絵にありますように、まず堤体を実際にはもっと複雑な形をしております部分もありますが、やや簡略しております。在来堤、一期堤、二期堤とこの場合には分けておる。それから基礎地盤を粘性土、砂質土、礫質土と分けて、それぞれに土質定数を設定するというものでございます。

その土質定数の設定であります。これは土が持つ工学的な特性を数値で表すということで、各地層ごとに設定をしております。透水係数はこれはまあ水の通しやすさを現しているわけで、安定計算に必要な定数の方は単位体積重量、それから内部摩擦角、粘着力というものであります。粘着力及び内部摩擦角というのは、土が破壊する時に対する土の強度ですね、破壊に対する強さを表しているというものでございます。

更にもう少し具体的に透水係数の設定方法でございます。これは浸透流計算の時の透水係数でありますけども、大きく左側の方の流れでボーリングによる資料を採取して室内透水試験、粒度試験を行って、その粒径加積曲線といいますか、粒度の分布を粒径加積曲線で表しまして、20%粒径のところの数値が出てまいりますが、その値を使いまして透水係数を推定するというクレーガーの方法というやり方でございます。それから一方では右の方では、現場透水試験、それから室内透水試験というのも出てまいりますので、そういうものを両方考慮いたしまして、地層ごとの透水係数を決めているということでございます。ちなみに一番下にありますように、堤体土については透水係数の最大値、それから基礎地盤、主に砂質土、礫質土であります。これは透水係数の対数平均値、それから粘性土、一部がありますが、これについてはシルトは 1×10^{-5} 、粘土が 1×10^{-6} という透水係数となっております。

【 委員長 】

一般の方今日ご参加いただいていますか。

皆さん専門の方ばかりですか。今日参加していただいているのは。

話が分かる方ばかりであればいいんですけど、解決しようと思ってお訊ねしてるんですけど。一般の方もおられるんでないですか。

おられます？

この透水係数というのはですね、要は土の中を水が浸透していく時のしみこんでいきやすさ、あるいはいきにくさとか、あるいは水の流れる時の流れやすさ、あるいは流れにくさを数値で表したものです。ダルシーという方が最初にこういうものが必要だということ。1850年代ぐらい、フランスの方が提案したものですけれど、これは数値が大きければ非常に水が浸透して入っていきやすい、小さければなかなか入っていきにくいということで、洪水時に堤防がこの水で満水した時の過程で、透水係数というものの役割が非常に大きい働きを持っているということで、詳細な数値の検討を今説明してもらってる。こういうことです。

【事務局】

先程の透水係数の設定の方法の中で、粒径でD20というものから透水係数を推定するという時に使うクレーガーの関係図というのがこういうものであると。横軸が粒径でD20で、縦軸が透水係数である。こういうふうな図が与えられておまして、こういうものから求めます。

それについて実際の吉野川右岸16k870での設定した例でございます。右上にありますような地層構成になっております。

一期堤、二期堤、ここでは三期堤まででございます。それから地盤の方は砂質、礫質土でございます。これについても透水係数を与えたと。だいたいここでは透水係数は 10^{-1} から 10^3 ぐらいの間ですが、そういうふうな格好で与えます。その時の実際の試験値のバラツキが左側にありますような色分けしておりますけども、そういうふうなバラツキでやって、これから代表値を決めていったということでございます。

次に、単位体積重量の設定方法ということで、ここから先は安定計算に使う土質定数でございます。単位体積重量の方は、堤体土については $19 \text{ kN} / \text{m}^3$ 、それから基礎地盤については粘性土、砂質土はいずれも19、礫質土が20という値でございます。

粘着力、内部摩擦角の設定方法というところがございます。これにつきましては、左側の方にありますように、基本的にボーリングを行って標準貫入試験からN値というものを求めます。このN値の深度分布図を作成して、地層ごとの平均N値を設定してやる

というふうにして、その平均N値から下にあるような式で内部摩擦角を求めていくというやり方でございます。これは一番下にありますが、砂質土及び礫質土の内部摩擦角については、 $\phi = 25 + 15 N$ というもので、いわゆるダナムの式といわれるものでございます。その実際のこの式を導いたプロット図が右側の方にある二つの絵の左側の絵でありまして、室内試験の結果から求めた内部摩擦角と、現場で求めたN値を相関図をまとめたものでございます。

【 委員長】

確か前回ですね、この件は 委員の方からでしたかね、ご指摘があったりしたようなことで、その後私の方からも内部摩擦角をまとめた実験データを是非拝見させていただきたいというふうなお願いをしております、それは届いております。そういうのを全て拝見させていただきましてですね、ここに示されているのは実験のデータをそのままプロットしたもので、多少のバラツキがあるのはこれは避けがたいところです。こういうバラツキを平均化した関係式を用いた式について、これは提案されておりますが、ここではダナムの式というこの曲線ですね。これでこのいろいろ設計に使いたいと、こういう話があったわけです。これが適切や否やということ私、私はこういうのは専門なものですから、少し拝見をさせて検討させてもらいました。その結論から先に申し上げて、この関係からいくということですね、大なり小なり安全側になっているということで、これは別の言い方をすると安心をしておれると。こういうようなことになっております。まあその点だけ御報告させていただきます。例えば、このですね、粘着力というこれは、土の基本的な粘りけに起因したこの土の強さみたいなものを表現するものですけれど、これ、大なり小なりこの値はあるんですけど、これは最初から0と見なしましょう。ただし堤体の方はほんのわずかですけれど、 1 c m^2 あたり 0.01 kg ですか。そういうような細かい土であるんですけど、考慮しましょうということ。それから粘性土の方もですね、粘着力0と見なしますと。こういうことで、このあたりを考慮すると、それから後で出てまいります、こういう粘着力、内部摩擦角というのは、要するに堤防としての強さ、洪水時に水の作用で押し流れて決壊するということに対する抵抗力、これを土が発揮する背景がこういう数値なんですけれど、それがですね、例えば大なり小なりある数値を持っているんですけど、それを0と見なしましょうということ。つまり実際よりもやや弱めの土だという前提で検討しましょうということですが、結果的にはそれでなおかつ安全なものをつくらうという背景があるわけですから、安全

側になって大変好ましいことだと思っております。そういうようなことで、トータルにこのやり方というのは結論として問題ないと。こういう見解を持っております。

【事務局】

具体的に右岸の16k870でこの粘着力と内部摩擦角がどういうふうを設定されたかという事例でございます。右上の図は先程と同じであります、左側にありますようなN値の分布、これは横軸がN値で縦軸が標高であります、見られました。それを使って平均N値を出して、先程のように内部摩擦角を求めていくということが右下の表でございます。内部摩擦角としては堤体土に関しては31度から35度ぐらい。それから既設基礎地盤に関しましてはもう少し大きな40度前後の内部摩擦角というふうなことになります。

次に、実際の計算をやっていく上で、まず外力を設定するということから始めます。外力の設定というのは、堤防の安全性を検討するために降雨と水位波形と両方考慮するということでございます。

まず降雨波形の設定に関しては、これは二つありまして、一つは事前降雨量いうもので、多雨時期、具体的には梅雨時期でありますけども、30年平均月降雨量というものを使いまして、これを事前降雨量として書いてあると。それからそのあと実際の洪水をもたらす短期間の雨量がありますので、それを総降雨量として与えてやる。それと同時に河川水位が上がってまいりますので、河川水位波形を与えてやる。これは洪水の時は波形とか、それからその川の持っている、まあ吉野川の持っている計画洪水とかいうものを考慮した基本水位波形というものにして直します。この二つから降雨波形と基本水位波形を組み合わせるとして外力とするというものでございます。

これは具体的な手法であります、まず事前降雨量の方は、ここでは30年平均月降雨量162ミリでありました。それを1時間に1ミリというふうな降雨強度といたしまして与えるということになります。それから総降雨量の方は、これは計画で2日雨量で440ミリというふうになっております。これについては降雨強度は時間10ミリというふうに設定いたしまして、そうしますと一番下にありますように、スタートからまず事前降雨量が162しとしと続くと。それから10ミリでの総降雨量が44時間続くと。こういうふうなもので降雨を与えるということでございます。

次に、河川水位の方でございます、これは複数の波形の継続時間、複数の洪水波形であります、その継続時間を求めて、その継続時間を包絡するような線をつくって、

その水位波形の中で水位低下勾配の最大のものを勾配を求める。ちょっとややこしいですけども、下の図にありますように、まず一番左側で複数の洪水波形がある。その洪水波形の包絡の形をつくるわけで、そのために各水位での洪水位の継続時間を一番最大のものを出してやる。それが の真ん中であります。それから右側の三番目で、そういうものを台形にしていくんですけども、その時のやり方として、まず計画洪水位がありますので、計画洪水位で1時間推移を維持させる。それから計画洪水位から水位が下がっていく時の最大水位低下勾配というのは、後でご説明いたしますが、きてまいりますので、それは実際の実洪水の最大水位低下勾配を使う。それから先程の洪水継続時間というのがまた一方でありますので、それが一番下にきて、そのような台形の形になるわけであります。

これは具体的な実際の高瀬橋観測所での洪水波形の例であります。ここでは青で太く書いてあるのは昭和51年9月、それから緑色が昭和49年9月であります。平均平水位が下に赤で示してます5.4mであります。昭和49年9月、この緑色の部分の時が一番水位の低下する時の勾配が急でありました。従ってこの時の最急勾配をあとのモデル化の時の最急勾配としたということであります。

先程の3つの絵の真ん中の絵に相当しますが、横軸が時間で、これは洪水位継続時間、横軸が河川水でありまして、昭和51年9月と49年9月、まあ他のもありますけども、それで包絡して、このような赤い線のような形ができあがるというわけです。

最終的に作りあげたのが右下の図であります。

先程申しました作り方の説明を左側の方に書いてありますけども、その作り方に沿って作ったのがこの右側の図でありまして、台形といいますか、四角形の形をしているというものです。

それと、先程の求めました降雨波形とを組み合わせるということであります。この組み合わせ方は、降雨波形の2日雨量ですか。大きな降雨が終了した時点と、それから河川水位がピークに達しておりかかる時点、その時点を一致させるということで、この図では300時間のところを一致させております。このようにしてその堤防に係る外力が降雨についても河川水位についてもトータルで最大になるような外力の与え方をするという考え方でございます。

次に、浸透流計算を行うわけでありますけども、ここでは非定常計算で行います。非定常計算というのは、外力が時間と共に変わるということであります。河川水位及び降

雨が時間の経過とともにどのように堤防に浸透していくかを解析し、堤防に対して最も危険な浸潤面を求めるといふものであります。具体的にはその下にありますように、この左側の河川のある方は水位が変動するという格好になりますし、一方上からは降雨が降ってまいりますので、この緑色が降雨による浸透の接点、それから一番右側の方の堤内地側は更にそこから水が出ていく、侵出接点にもなっていくというふうなこういう有限要素のモデルをつくって計算していくわけでございます。

吉野川の16k870での例であります。これは堤体を含めた地盤をまずモデル化するということで、これは先程も見たのと同じであります、モデル化します。この時に川側の方に短い矢板、2mの護岸の基礎の矢板があります。それから天端にはアスファルト、それから裏法にもアスファルトがございます。それから裏のり尻には腰石積があります。こういうものもモデル化しながら計算いたします。

これがメッシュ図でありまして、堆積モデル断面を細かく分割することにより、堤体内の浸潤面の位置を詳細に求めると。目安としましては、堤体の鉛直方向の分割幅は堤防高の10分の1以下を設定する。それから基礎地盤の表層部分、裏のり尻、この絵では右側でありますけれども、この分割幅は0.25mを設定するというので、要するに浸潤線、要するに地下水が動く範囲についてはできるだけ細かく分割していく。あまり動かない地下深いところは荒っぽくといいますか、荒くても構わないということでございます。

計算結果でございます。堤防に対して最も危険な浸潤面を求めていくということでありまして、河川水位のピーク時間をはさんで、前後5時間について30分間隔で浸潤面を求めました。その時の一例であります。これは川側の水位がハイウォーターで一番上がった時でありまして、この2の線、水色の線のような形で堤体内の浸潤面が得られております。従って川裏側ではのり尻で若干漏水するような格好になっているかと思いません。

【 委員長】

ちょっとごめんなさい。一つ手前の表を見せていただけませんか？これは何をされたかということ、洪水時の最も水位の高いところでいいんですかね。これ、川側の水位がここまである時に、堤体の中の一番上の水面がこういう形で水が流れておると。こういうことなんですが、これは1973年にイスラエルのノイマンという方がですね、こういう数学的な手法を使って解くということをアメリカの土木学会誌の水関係の部門で発表し

てこの世界で大変なインパクトを与えたんですね。それまではとてもこういう計算ができなかったんです。それが今から20何年か前ですかね、30年前ですか。可能になったということですが、要するに川に雨がどんどん降ってまいります。そうすると川の水位が上昇していく。雨が降ってこの中に水が入っていく、あるいは川の水位があがっていくというこういう背景で、この堤体の中に川の水がどんどんしみ込んでいってぐっと水面があがっていく。この水面があがるということは実は堤防をどうも非常に不安定にするんですね。この状況で場合によるとどこかこういうところが決壊が始まるということになるわけで、そういうことに対して予知を速報して安全な状況をつくりだそうと。こういうことを今やろうとしているわけです。

【事務局】

次に、先程の浸透流の計算結果を使って安定計算をしていくわけでありまして。浸透流解析で得られた堤防に対してもっとも危険な浸潤面を用いて安定計算により堤防のすべり破壊に対する安全率を求めるということで、具体的に計算をした範囲というのは、その下の図にございます。先程その横軸で300時間のところで降雨と水位を一致させて、要するに客観的に一番外力が最大になったということ設定いたしましたけども、計算の方は必ずしもその場所、その点で行うわけではなくて、その点だけではなくて、それをはさんで前後5時間についてですね、30分間隔で裏のりの安全率を求めるようにいたしました。それから表のりの安全率についても同様でありまして、これは河川水位の急低下時の最小安全率を求めるということで、こっちは1時間間隔であります。そういう計算をしております。

具体的に計算をした安定計算の円弧すべりの形であります。上の方が裏のりの安全率でありまして、右側の方が裏のりであります。そこにたくさん線が書いてあるのは、これは先程言いましたように、前後5時間を30分間隔で計算をしていきました。ここに書いてある線は、実は絵の上を書いてあります照査基準1.6です。この地点の照査基準は1.6であります。それを下回る円弧をそこに絵で書いております。その中では一番小さいのが F_s が1.262でありました。従ってここは裏のりについては照査基準は満足していないという結果でございます。この照査基準の値については前後しますがまたあとでご説明いたします。

【委員長】

ここにあります裏のり、それから表のりとうございますが、表というのは川の水が流

れる方を言うんですね。それから裏というのは我々の生活の場である方を裏という、こういう面白い言い方を致しますが、これは裏のりの安全率というのはですね、要するに堤防があって、どこかで局所的に破壊をするという時の破壊に対する安全性の度合いを数値で表現したものなんですね。この安全率というのは1の時にちょうど破壊するかしないかという限界状態で、もし計算上の状態が1よりも小さくなれば、それはもうたぶん駄目だと。そんなものつくろうとしても現実にはつくれませんというようなそんなものになるわけです。逆に1よりも大きければ大きいほど安全である。こういうような安全性を定量的に数値で表したものを安全率という。それでここにありますように、照査基準が増えるというのは安全率のことをいうんですけど、この1.6とかというのはですね、これは後で説明があるということですから後回しにするとしても、要するにこの断面では少なくとも一番小さい安全率が1.6以上なければ安全とは見なしませんということをこれから国交省としてやっていきますと。こういう意味の値なんですね。これ1.6というのはかなり大きい数値だと考えてもらって結構です。ところがここで実際に計算をしてみると、一番危ないところですね、安全率が1.26しかない。こういうことですね。1.6必要であるのに1.26しかないということで、ここは将来何らかの対策を講じて1.6を確保するような、こういうことをやりましょうと。こういうことでいいんですね。こういう意味の数値です。表の方もですね、表の方は実はまた後で説明があるかも分かりませんが、裏ほどにはあまり重要視しなくても構わないという力学的な背景がございます。そこで安全率が1.0よりも大きければ大丈夫であるという判断をしましょうということになっているんですが、その結果ここでは一番小さい安全が1以上であればいいところを1.36もある。これは小数以下わずか0.36ですけど、力学的には非常に大きい意味を持っているんです。1.36もある。十分に安全であるというような判断を下して構わない。こんなような意味を持っております。どうぞ。

【事務局】

そういうことで下の方は表のりの安全率で、1.0をきる安全率はありませんでしたので、それ以上のものの中の最小値を一つだけ書いたということがございます。

先程の安全率でありますけども、裏のり安全率を啓示的に求めるというのを具体的に図にしたものがございます。最小の安全率は1.26でありました。左側の図にありますように、洪水位継続時間が横軸で、縦軸が安全率でありました。縦軸の縮尺をもう少し

し拡大すればもっとよく見えますが、少しずつ変化しておりまして、この赤の丸で囲んで2点が299時間30分と300時間、この2点が1.26でございます。それ以外は前後とも少し上昇しているということで、この部分が最小値であるということでございます。この部分の水位の状態はどうであるかといいますと、右側にありますように、300時間のところでちょうど外力がピークであります。そのピークのところと30分前、その2ヶ所で最小値を示したということでございます。

それから表のりにつきましては、1.0をきるのではありませんでしたが、これについても左側にありますように、1時間ごとの計算値であります。305時間のところで1.36、これが最小値になりました。これは右側の外水位のところで見ますと、305時間ですから300時間のピークのところからちょっと過ぎたところということになります。

次に、安定計算の方は終わりました、もう一つパイピング破壊に対する検討というものも行います。これは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率を求めるというものでございます。大きくは下の絵にありますように、2種類ございます。左側がこれは堤防の堤体と書いてあるところの三角でありた一番のり尻の位置であります。その位置での鉛直方向の水圧の局所動水勾配と、それから水平方向の局所動水勾配を求めるというものであります。それから右側の方には、今度は堤体のすぐ下に被覆土層が、被覆土層というのは難透水層ということでありまして、その難透水層があるためにその難透水層の下に揚圧力といって上向きのアップリフトといいます。それがかかってくると、それがパイピングの原因になるという考えであります。その場合には、その式にありますように G/W と書いてありますが、被覆土層の重量と、それから被覆土層の底面に作用する揚圧力を比較して、安全かどうかを判断するというところでございます。

【 委員長 】

ちょっとよろしいですかね。

ここにパイピング破壊という言葉がございまして、これ、先程までの話は、こういう堤体がある大きい塊の部分でどっとすべりおりて破壊するというふうなことに對する検討の仕方で、これは安全率というもので表現をするわけですね。それに対してもう一つ川の水位が上昇するとしばしば、これ、裏側です。つまり生活の場の方ですけれど、これ、堤防のある部分を示しているわけですが、のり尻っていうんですけれど、この近

くにですね、しばしば水と土砂がどっと吹き出してくるという現象があって、今年の、
先生が写真を撮りに行ったのは。昨年でしたかね。堤防でこういうことが起こって
徳島新聞で大きく取り上げられるということがございましたが、そういうことをですね、
ボンと吹き出したらパイプ錠の穴が開くようなイメージで、パイピングとこういうふう
な言い方をしますし、それから側で見られた方はよく認識できたと思いますが、何かし
らお湯が沸騰するようにですね、ポコポコと下から水が噴き出してきて、その後水がわ
き出してくる。そんなもんだからそれはちょうどお湯が沸いてボイリングすると。こ
ういうイメージでボイリング現象ということもあります。それからちょっと難しいけどク
イックサンド現象という言い方もございますが、そういうようなことをここでは検討す
る方法について、堤防のすぐ下に非常に水を通しにくい粘土層の田んぼのようなもの
があったりして水を通しにくい部分がある場合と、そうではなくて水を通しにくい部分で
はなく、もうそのまま基礎の地盤の上に堤防がのってる場合で、少し検討の仕方が違
ってくる。その部分の説明をいただいたわけです。

【事務局】

実際の計算結果の図であります。堤防裏のりの基礎地盤がここの場合、吉野川右岸 1
6 k 8 7 0 の場合は被覆土が分布しておりました。従ってここでは先程の被覆土がある
場合の検討をしております。この下の 2 枚の図の上の方にありますように、右側ののり
尻のところ、矢印で示しておるのはこれは浸透流計算の結果の流速ベクトルでありま
す。ここのところに水圧がかかってくると。計算結果を模式的に示したのが一番下の図
にありまして、堤防ののり尻、腰石積があり、その先に段差がある。それから堤内地に
なっていくというところで、のり尻から 5 m の範囲で先程の計算をいたしました。その中
の最小値を示したのが、ここに最小値 γ_w というものでありまして、これがいずれも
1 を下回るということでございます。ちょっと計算結果が小さくて見にくいですが、一
番下の G / W のところが計算結果でありまして、その中の最小値が 0 . 4 3 であります。
今のこの図は資料の 3 - 8 ページの方にございますので、そちらの方で見ていただいた
方がいいかと思えます。

次に、安全性照査ということで、既に先程も計算結果をいくつかお示ししてしまいま
したけども、ちょっと戻りまして、安定計算で求めた表のり、裏のりの安全率及び浸透
流計算で求めた裏のりのパイピング破壊に対する安全率というものを各照査基準と比較
して安全か否かを判断していくというものでございます。その判定基準の一覧表でござ

います。下にありますように、項目としてはすべり破壊、浸潤破壊に対する安全性、それからパイピング破壊、浸透破壊に対する安全性という大きく2つがあります。それですべり破壊に関しましては裏のりと表のりがある。表のりの照査基準は右側にありますように、1.2を基準にいたしまして、それに1と2をかけたもの、それをすべり破壊に対する安全率としております。この1というのは、築堤履歴の複雑さに対する割増係数でありまして、築堤履歴が複雑な場合、具体的には先程いいましたように4、3回以上の築堤履歴がある。1.2を使います。それから単純な場合は1.1、新堤の場合は1.0というふうになります。2は基礎地盤の複雑さに対する割増係数でありまして、被災履歴あるいは要注意地形、具体的には旧河道になっておりますが、それがあある場合は1.1にいたします。いずれもない場合は1.0になります。これは被災履歴か要注意地形かどちらかがあれば1.1になるということでありまして、それから表のりに関しましては1.0ということで、これは表のりは裏のりよりも小さな安全値にしているというのは、仮にすべった後の二次災害ということから考えましても、裏のりの方がはるかに重要でありますので、裏のりの方を大きな安全率を持たすようにしているということで、表のりは土がすべるかすべらないかという判断で1.0を安全率の基準にしております。それからパイピング破壊に対する安全性では、先程いいましたように被覆土がない場合とある場合、被覆土がない場合は裏のり尻付近の基礎地盤の局所動水勾配の最大値が0.5を下回るとというのが条件でございます。それから被覆土がある場合には被覆土層の重量と、被覆土層規定面に作用する揚圧力の比が1.0を上回るということが条件になっているということでございます。

【 委員長 】

ここは実は堤防の安全性ということで非常に大事なところでして、まず最初に安全率というところでいろんなお話がございましたが、堤防がある塊の部分でどっとすべり落ちるといこういうことに対しての照査基準というのがここに載っているわけですね。ここにFsというのはこれが安全率でして、これが1.2×1×2よりも大きくなければならないといこういうようなことですけど、この意味はですね、普通に斜面というのはいつも不安定な状態ですから、どれだけ安定性があればいい、あるいはなければ危ないといこうんな議論をするんですが、その目安がですね、一般に水がないところでは1.2というのは目安になるんです。まあ常識的に1.2以上の安全率があれば大丈夫でしょうといこううのは我々の、国の内外を通じても一般的な認識です。ところが水が

ありますと、仮にそこで壊れてしまうと、その影響というのは非常に広い範囲を及ぼすという意味で、この1.2、水がないところのこれをねらったものをつくる、河川の堤防をつくるということは、これが基本的にはよろしくないんですね。そこでここに取り分け堤防が複雑で内部の情報が十分には分からないとか、あるいはそもそも内部で非常に不安定な現象が起こりうるというところについては、割増係数1.2というものをかける。あるいは2というのは基礎地盤の方の複雑さ、そのようなことに由来した割増係数みたいなものをかけるということで、やや1.2よりも大きくなる仕組みをつくっているんですね。ここにありますように、1が1.0で、これが1.0で2も1.0の場合には1.2のままなんですね。こういうところも実は出てまいります。それは具体的に吉野川では新堤はないんですかね。新しく堤防をつくる場合には、今の時代ですからきっちりと試験であれ、設計であれ、細やかな配慮をしてつくり上げるという意味で、十分に安全性が分かっているからその場合には1.2でもよかろうと、そういう発想になるんですけど、そうでないところはですね、危ない要素をとにかく排除しましょうという観点で割増係数をかけている。ですから先程例にあったように、場合によつたらあるところでは1.6というような、これ非常に大きい安全値と見るべきですけれど、そういう大きい安全値を確保するようにきっちりと堤防を補強しましょうと、こういう方針でいくことになってるわけですね。表側の方はですね、家から離れている方は、実は堤防はどっか局所的に、仮にすべっても、わりと全体に対する大きい影響というのは実はないんですね。そういうような意味で、こんな大きい値ではなくて、1.0を基準にしてこれよりも大きければよろしいという判断、これも妥当なものだと考えられます。この下の方はですね、塊がどっとすべり落ちるというふうなことではなくて、先程のパイピングとかクイックサンドとかボイリング、あるいは地域ではガマというような言い方もするんですかね。これに対する検討というのは、被覆土を出すという基礎地盤の上にそのまま堤防がのっているような場合ではですね、要するにのり尻一番端の部分の流速があんまり大きいと危ないんですね。そこで流速がある限度以上大きくならないような堤防にしましょう。ここにある動水勾配というのが0.5以下でなければ駄目だ。動水勾配というのは流速と関係がありまして、これが大きければそれだけ水が流れる速度が早い。早いとやっぱり危なくなるということで、その程度で抑えましょうという発想。こちら側は下から水が吹き上がってくるということに対してそういうことが起こらないような歯止めをかけましょうというこういう検討の部分です。

【事務局】

今の裏側の一番上にあります F s 1 . 2 × 1 × 2 が具体的にどんな組み合わせになるとどうなるかというのは資料のですね、3 - 2 ページの方で示しております。3 - 2 ページの左側の下の方に今の照査基準でやった時に、その組み合わせといたしまして、最大でいいますと 1 . 6 になる。最小は 1 . 2 であります。この最小というのは新設堤防でありまして、吉野川ではありません。従って吉野川が今 1 . 3 から 1 . 6 の間で安全率が必要となっています。

1 6 k 8 7 0 での安全性の照査結果を示しています。先程言いましたようにすべり破壊の裏法の安全性 ここは照査基準は 1 . 6 でございます。結果が 1 . 2 6 でありまして、これは満たしていない。それから表のりは 1 . 0 に対して 1 . 3 で満たしている。それからパイピングの破壊に対する安全性は被覆土ありで判定いたしますが、0 . 4 7 でありますので、これも満たしていない。従ってここの吉野川 1 6 k 8 7 0 に関しては、裏のりとそれからパイピングに関して満たしていないということであります。従って次回から強化工法の設計の検討に入るということでございます。それで、安全性照査結果によろやくいきます。

安全性照査結果につきましては、全体は本文の方で見ていただきたいと思います。3 - 5 ページに吉野川の下流から上流まで、検討区間全体の安全性照査結果を図で示しました。今、パワーポイントでお示ししているのは、そのうちの一部を拡大した 1 5 , 6 k 付近を拡大したものであります。ちょっとこのパワーポイントの絵で話しますと、そこに色分けで堤防のところに書いてありますのは、裏のりの目標安全率を書いております。赤が 1 . 6 を必要とするとか、黄色が 1 . 5、緑が 1 . 4、青が 1 . 3 であります。先程具体的に検討したのが 1 6 k 8 7 0 の右岸でありますから、右側が下流でありますから、下側の線の 1 7 のちょっと下に 1 6 k 8 7 と書いている区間ですね。ここの箱の中に示しているのが裏の F s が 1 . 2 6。これが赤くなっているのは照査基準に満たしていないという表現であります。それから表が 1 . 3 6 で、これは黒ですから照査基準を満たしています。それから G / W が 0 . 4 7。これも赤くなっているということあります。赤い三角のところは今回検討した箇所であります。従って右岸につきましては、1 6 k 8 7 0 の上に 1 8 k、ここも裏のりの安全率は満たしておりません。それからここは照査安全率が基準が 1 . 6 でありますね。裏のりが 1 . 0 9 でありまして満たしておりません。それから左岸側の方にいきますと、1 7 k 7 1。これは照査基準が 1 . 6

であります、裏のりの安全率が1.65でありますので、ここはO.Kと。表は1.11でこれも大丈夫。ただしパイピングが0.66でありますので、0.5を下回るからここは駄目と。それからその下の方で19k06というのがありまして、ここは基準安全率が1.5であります、裏が1.18でアウト。それから表が1.26ですからこれはO.K。G/Wは0.72で1を下回るからアウトということになります。それから黒い三角のところは今後検討していく断面箇所であります。計算結果が今の3-5ページと、それから次の3-6ページに表で示してございます。具体的な個々の箇所での検討結果は3-5, 3-6を見ていただくことになります。

【 委員長】

ちょっとよろしいですか。

委員の皆さん方、これまでもっと早くにお尋ねすべきでしたが、何かございませんか。確認したいとか疑問に思うこと。

ここはですね、局所的なところであるんですけど、例えばこの赤で塗られておるこの区間というのは、こちら側に目標安全率として1.6とこうなって、この意味はこの区間では少なくとも安全率が1.6以上なければ駄目だと。こういう区間です。それでその中で例えばこの部分で検討してみると、安全率が1.26しかない。だからこれは不足しているという意味で、いずれ近い将来ここでどういう対策を講じて安全率を少なくとも1.6を確保しましょうかというこういう議論が次回の委員会に出てくる議論ということになるんだろうとこういうふうに受け止めております。表の方は、つまり川のある方の斜面は1以上であればいいところが1.36あるからそれはそのまま結構ですと。こういうようなことを意味するわけです。ですから同様にいろいろなところでそういうふうな検討をしてですね、この目標も安全率も全て確保しましょうと。こういうことで、私はこの安全率をこれだけ確保することは大変結構だというふうに受け止めております。

何かございませんか？

どうぞ。

【 委員】

一般的な質問といいますか、解説していただけたらありがたいと思うんですが、こういう堤防の安全性の検討で、堤防をモデル化したしまして、それを計算機のプログラムなんかで数値計算をやりますね。そういう数値計算をやった結果が、非常に難しい計算

をやっていると思うんですが、その結果がどの程度信頼できているのかというようなことも含めて、一般の方もおいでになると思いますので、ちょっと難しいかも分かりませんが、そういう解説をしていただけたらまた納得していただけるんじゃないかなと。

【 委員長】

はい、分かりました。

これ、非常に難しい計算というお話がありましたが、実は川の水位がぐっと上昇してくる、あるいは急に降下するというその過程で堤防の中の水の流れが変わってきますね。これを解析するのが先程ちょっとふれました1973年に生まれたんですけど、イスラエルのノイマンという方、その後アリゾナ大学の方に移っているんですけど、彼の提案した方法で、これはですね、精度上は全く問題がないということが十分に確認をされております。問題はむしろ解析のテクニックじゃなくて、インプットすべき、この場合でもそうですけれど、例えば今日の出た情報でいくと、透水係数がどうであるとか、それからその他にほんの少し貯留係数というものもあるんですけど、基本的に透水係数ですね。これの一つは水力、それに対してはここでやられているのはこれも前回の宿題であって観測孔の配置ということで話がありましたが、いくつかのところ観測をしたデータがあって、それと対比しながら透水係数を客観的に決めようということをやっていますから、その面は問題ないであろうという意味で、解析としてはとしては一番信頼がおける分野じゃないでしょうかね。この浸透解析というものは。

今度そういうことで堤防の中の水がどういうふうな変化をするかということを受けて、安定解析をやっていますね。その安定解析はですね、私はもう少し精度の高い方でやればいいんじゃないかと思うんですけど、簡便法、簡便分割法、あるいはスウェーデン法、1935年前後にスウェーデンで生まれた方法を使っているんですね。これは精度があんまり高くないんですね。ただですね、我々住民にとって非常に安心しておれるのは、この精度がよくないんですが、精度の悪い、結局いつも一方向ばかり出てくる。つまりいつも実際よりも危ない情報を出すような形での、もう例外がありません。実際よりも安全であるとか危ないとか点でバラバラ出るのであればこれは問題ですが、そうではなくてこれはもう間違いなく、より精度の高い方法よりも危ないという結果が出るんです。それが繰り返してるんですね。そうしますと、危ないという結果が出てることに対して、最終的にはいろんな対策を講じて危なくない状態をつくり上げているわけですから、非常に安全側の設計に場合によったら少しそこまで強くしなくてもいいんじゃない

ないかなというぐらいのものができるかも分かりません。そこで検討しますから。そういう意味ですね、現在提案されるような意味の、結局精度というのは悪い方にいったら困ると、そういうことだと思いますけど、それは全くありません。ということです。

【 委員長】

他にございません？

どうぞ。

【 委員】

単純な質問なんですけども、委員長が今おっしゃられたようにですね、入力データが非常に大事だということですね。その入力データは安定計算で を得るためにN値が必要なんですけども、ボーリング孔はいくつか掘ってますね。ところがN値というのは非常にばらつく。これは仕方がないことなんですけども、ところがですね、今すべる。

【 委員長】

N値がばらつくということは、必ずしも。沖積層であればですね、これはそんなに問題でないですよ。むしろ地山で貫入試験をするんですよ。ここは非常にばらつくけれど、それから比べると、今の問題になっているところのN値というのは、そんなに。深さ方向に変化はありますよ。だけれどある点のN値が試験をする度に全然違った値になるというばらつきの意味ですね。

そうじゃないの？

【 委員】

何がしたいかという、すべるところのN値じゃないN値がですね、回帰曲線を引っ張るのに使っている、そいつがですね、大きくすべるところのN値、 ですね。大きく影響を与えているということはありませんかと。

【 委員長】

なるほど。私の見解はですね、ダナムの関係値、N値、とにかく関係式を使う限りはですね、今回の実験データ、そういうものを評価すると、ずれてもですね、危ない方向に行くというのは絶対はない。それともう一つは、私はより安心しているのはですね、安全率、例えば1.6とか1.5というところがある。簡易分割法で安全率1.6というのは非常に安全である。そういう意味で、仮にですよ、データの引き方が危ない方向に行く可能性を完全にカバーするほどの安全率だというふうに考えていいと思います。とにかく堤防を決壊しては困るといふことの観点からいくと、その方向にはまずいくこと

はないということです。

【 委員】

この絵を見てですね、裏のりFs 1.26とかいろいろ書いてあるんですけども、一つデータの整理の仕方としてですね、危ない場所は安全率を大きく、まあ1.6とか大きくとることになっているんで、1.6に対して1.26がどうかということですね。1に対してどうかだったらこの記述の仕方、評価の仕方でもいいと思うんですが、1.6に対して1.26がどうかということは今議論すべきなので、例えば1.6分の1.26とかですね、何かそういう別のデータの整理の仕方があるんじゃないかということが一つと。

【 委員長】

そうじゃなくて、1.6に満たないところは全て1.6を確保しましょうと。そういう方策をとるというそういうこと。

【 委員】

ちょっときってても大きくきってても関係ないということですね。

もう1点ですね、安全率が1.26とか出てくるのはおそらく最小値、時間変化しますね。この最小値だと思うんですが、洪水のパターンによって最小値の出方がですね、鋭く瞬間的な時間で出てくる場合と、あるいは継続的に低い値が出てきてしまうという場合でだいぶん意味合いが違おうと思うんですけども、つまり継続的に安全率が小さくなるような方が危険なんだと直感的に思うんですが、そのあたりは。

【 委員長】

あのね、それはカバーできてると思ってのんですが。つまり洪水波形をどう選ぶかという、こういうところでね、その部分は。しかも安全率がある特定の時間のところだけを評価しているのではなくて、どっかに出てきたように啓示的な安全率の違う変化をプロットして行って、ここで最小値をとると。こういうことまでやっているんで、その懸念は私は心配ないと思うんですがね。ある特定の波形がボンと与えられて、それだけについての結果であればそういう懸念ももちろんあります。けれどそうじゃなくて洪水時の波形、そういうものもトータルで評価した上での、例えば降下の一番きついものを取りましょうとかってのは一番危ないものを取りましょうということなんですね。そういうようなことをやってるんでその心配はないんじゃないかと思いますがね。

【 委員】

ちょっとだけあれなんですけども、これが例えば1.3をきる時間がこういう時間にわたって出てくる場合とですね、瞬間的にきる場合とちょっと意味合いが違うと思って今みたいな質問をしたんですけども。

【 委員長】

あのね、水の流れに大いに関係しているから、間隙水圧が瞬間的に変化するということはちょっと考えられない。徐々に変化をしていくから。

【 委員】

いや、それでもしあれだったら例えばあそこのですね、積分量とかですね、その方がむしろ意味があるのかなというふうに思ったんです。

【 委員長】

安全率を日常的に扱っている者からすれば、まず心配ないと思います。

他には何かありますか。

【 委員】

先生の最初の時間について若干私の考えを申し上げますと、委員長の方からご説明をいただいた通り、所要の安全率1.6なら1.6を満たす、満たさないという基準の中で今後対策をしていくかどうかという判断をするわけですが、その1.6を仮に満たさない時にも、計算した結果が1.2なのか、あるいは1.1なのか1.0なのかによって危険の度合いはやっぱり違うと思いますので。それは我々河川管理者がどこからいったい対策をやっていくべきかというあたりでそういったことも考える。先生がおっしゃったようなことも考えながら判断していくというようなことになろうかと思いません。

【 委員】

ついでに図の中でちょっと先程この勾配で一番きつい勾配で決めたと事務局の方から説明されたんですが、これはどういうことなんでしょうか。ちょっと分からないので。

【 委員長】

川の水位、降下が速い。

【 委員長】

速ければ、川の水位がゆっくり下がっていけば、それにつれて堤防の中の水圧も徐々に減っていく。ところが川の水位がぐっと下がると、堤防の中の水が残ってしまう。そうすると残れば残るほど不安定になるんですね。そういう意味で、一番危険側になるそ

ういうことになります。

他にございません？

事務局というか、何か今のやり取りについて何かしら補足なり、いやそうじゃないとかいうことはございませんか。よろしいですか。

【事務局】

ありません。

【 委員長】

それじゃ次。今のやり取り、全部記録は残っているんですね。

【事務局】

先程ご説明した本文の方で見ていただくということですが、一応ここに一覧表で整理したものがございますので、ちょっとご説明しておきます。

浸透に対するこれは吉野川の左岸、右岸のですね、必要対策区間の抽出ということになります。要するに、先程の照査基準を満たさないものが当面の必要対策区間ということになるわけです。これが具体的な今のところの数字を集計したものです。堤防延長で言うと、左岸、右岸54kからありますが、検討対象区間の延長は若干短くなる。これは支川が入っておりますので、その部分ちょっと堤防がきれますので短くなります。従って49kぐらいが左右岸で検討対象区間の総延長です。これに対して先程一番最初の時に言いましたように、当面の検討対象として漏水被災実績箇所からやっていくというお話をいたしました。漏水被災実績箇所は延長いたしますと、左岸では約15km、右岸では28kmぐらいになります。これは細区分した長さでありますので、ポイントではありませんので。長さ区間も若干ちょっと誤差があるかもしれませんが、そのぐらいです。それに対しまして今回検討済み区間の延長は左岸は2.66km、右岸が6.855kmとなります。照査基準を下回る区間の延長はどうなるかといいますと、左岸についてはすべり破壊は2.6、従って全部ですね、すべり破壊表か裏かどちらかのすべり破壊で引っ掛かってしまうという意味でございます。それからパイピング破壊についても被覆土がある場合、ない場合のどちらかで引っ掛かってしまったので、左岸については今回の検討済み区間2.66kmは全てどこかで照査基準を満たしていないということになりまして、何らかの必要対策区間が必要というふうになりました。右岸については6.855kmのうち、これはすべり破壊についてはその半分ぐらいがどっか満たしていますが、残りの半分ぐらいは0.kでありました。それからパイピング破壊につ

いても同様でありました。従って結果として6.9 km ぐらいのうちの半分少し超えた3.6 km ぐらいがですね、必要対策区間の延長としてカウントされたというのが今回の結果でございます。

【 委員長】

以上で浸透の説明は終わりですかね。

それでは、もう一度お尋ねいたしますが、いかがですか。

今回の検討は、昨年度の洪水時にいろんな問題を呈したところについて検討したわけですが、次回あるいは次々回の委員会でそれ以外の断面、3 - 2 ページにありましたが、3 - 2 ページの一番上の赤の部分が今回の検討結果の報告、それから下3 つについてはそれぞれの今後の予定だと、何かございませんか？

はい、どうぞ。

【 委員】

この浸透流解析はですね、有限要素法解析でされてる。メッシュも細かくきられている絵があったんですけども、ここはその透水係数は各層で同じものを使っているわけですね。一つの平均なり最大値なりですね。ということは、あんなに細かくメッシュをきっているけども、もっと粗くてもいいとか、他のところは細かく入っているわけですか。

【事務局】

透水係数とか力学定数は各層ごとに決めておりますけども、計算するのは水位の地下水位の水の流れなものですから、その流れは各層横断して細かく動くわけでありまして、その動きの大きいと思われるようなところはメッシュをできるだけ細かくきっておいた方が精度がよく出るという判断でございます。

【 委員】

分かりました。

お聞きしたかったのはですね、透水係数はあまりばらつきがない。だから平均値でいいんだというお話だったと思うんですけども、その対数軸でとってありましたよね。ということは実はやっぱり10倍、あるいは100倍ぐらいのオーダーで実はばらついてたりするわけですね。そういったものをボーリング孔は一定間隔しかないんで仕方ないのかもしれないんですけども、曲がりなりにもですね、もうちょっと透水係数の変化を与えて計算したような検討なんかがですね、比較検討の意味でされたりされたんでしょうか。

【事務局】

この透水係数の決め方をですね、堤体土については試験値の最大値と。それから基礎地盤については試験値の対数平均値というふうに決めたのは、前回の委員会でご報告をいたしましたモニタリングの結果を使ってですね、一応与えた透水係数と観測された水位を対比して、このぐらいをとっておけばいいんじゃないかということで決めたものがあります。従って今後モニタリングの結果がまた増えていったような段階でですね、この透水係数の決め方はまた検討の余地はあるかと思ってます。

【 委員】

浸透流解析って聞いたので、もちろんメッシュごとに全部違う値を入れることも可能なわけですね。やろうと思えばもちろん可能ですね。

【 委員長】

そうですね。今お話があったように、いずれにしてもクリーガーの方法というのは一つの透水係数を求めていく粒度分布から求める。そのあといろんな室内試験、結構ばらつきがあるんですよ。まさに透水係数。こういう広い領域、河川の堤防の特徴は延長が長いというそういうことですね。だからその意味で隅々まで全部確信が持てるこの順解析的な実験的に出せない。基本的にはみんな同じになる。だからそこで非常に大事なことは、ある透水係数の組で解析をしたものと、現実の洪水、洪水を対象に解析したものと観測データがどこまであるかと。要するに逆解析ですね。この逆解析の方法が何かの理論的な方法を使ってるということではないんですけども、試行錯誤的にいろいろと組み合わせを変えてということで。それで出してるということですから、もう少しエレガントな方法も実はあるんですが、ここまではそれをやっていないけれども、ともかくそういう意味での実測と解析を対比させて問題が起こらないような透水係数を使っていると、説得力あることですよ。

他にございませんか。

なければ、私心配したんですが、最初だいたいの予定時間があったわけですが、それよりも随分早くに事が進んでましたから、すぐに前半が終わるんじゃないかと思ってましたが、結果的にはドンピシャリというのですか、15時までが実はこの浸透に関する説明と討議ということでした。ちょうど15時までに2分ぐらい残ってますが、他に何も無いようでしたら、ここでいったん休憩をとってですね、次に後半の侵食に関する質問・討議等については、予定ですけれど、15時15分からということにしたいと思い

ますけれど、よろしいですかね。

それじゃあ前半のご協力ありがとうございました。

いったん休憩したいと思います。

(休 憩)

【 委員長 】

審議に入っていきたいと思います。

まず、事務局の方から侵食に関する審議事項についてですね、前半と同様ご説明いただきたいと思います。

【事務局】

資料の方では4 - 1から4章の方になっております。

パワーポイントの方でご説明いたします。

まず最初は安全性照査の手順ということで、浸透のやり方と同じように、侵食についてもこのような手順の表をつくっております。

まず一番最初に行うのは、その左側にありますように、細分化区間の設定ということで、これは考え方はまた後でご説明いたしますが、浸透と同じような考え方で侵食についても区間を細分化して、それぞれの細分化区間について代表的な断面を使って安全性を照査していくということでございます。安全性照査はそこにありますように大きく二つに分かれます。

一つは護岸工がない場合、もう一つは護岸工がある場合です。護岸工がない場合は、これは直接侵食に対する安全性照査と書いているのは、堤防の表側ののり面が直接流水によって侵食されるという現象でございます。それから側方侵食に対する安全性照査というのは、これは洪水敷、堤防の下段の部分です、その部分が流水によって1回の洪水でもっていかれると。側方的に侵食されるということでございます。

もう一つは護岸工がある場合でありまして、これは護岸工の構造をのり覆工、基礎工、根固工というふうに分けまして、それぞれについて力学的安全性を照査していくと。それらに対して総合的な評価を行って、浸透と同じようにどこか問題があればそこは対策が必要というふう考えております。

まず細分化区間の設定ということでございます。これはここでは細分化区間を設定する一番最初の大きな大区分、外力一定区間という言い方を浸透の方ではいたしましたが、それに相当するものがここにあります一番上にあるセグメント区分というものを使いま

す。セグメント区分は後でまた若干ご説明いたします。従ってその上の箱にありますように、河道特性及び護岸などの調査結果を基に細分化区間を設定するということでございます。具体的には下にありますように、一番大きな区分がセグメント区分、セグメント区分でそこに2 - 1、そこでは2 - 1 - ， ということとなっておりますが、セグメント区分が1から3まであります。それからその細区分の項目は後で詳しくご説明いたしますが、そこに全部示してあります。

一つは河道、堤防の平面形状ということで、これは河道が直線か湾曲かということになります。高水敷諸元というのは、高水敷が不足しているかどうかということになります。それから被災履歴があるかどうか、それから護岸のタイプが高水護岸か低水護岸か、あるいは堤防護岸かというふうなことで、一番下にありますように細分化区間を、そこでいいますと50から60という番号が付いてますが、そんなふうに分けて、その細分化の中で一断面ずつ選んで検討していくと。そういう手順でございます。

先程の河道のセグメント区分でございます。これは河道特性を評価する方法の一つでありまして、河川の縦断系でほぼ同一の勾配を持つ区間に区分しております。その下の表にあります一番上の欄がセグメントの名前でありまして、セグメントM、これは山間地でありまして、セグメントは1から3、これはほぼ山間地を出て扇状地、それから谷底平野、自然堤防帯、デルタと移動していく区間のセグメント区分になります。そのセグメント区分に応じて河床の材料の代表粒径がだいたいそこにあるような目安の数値であります。それから河岸の構成物質、それから一番分かりやすいのは勾配の目安というのがありまして、セグメント1であれば1 / 60から1 / 400ぐらい、セグメント3以上になりますと1 / 5000と。あくまでも目安でありまして、そういうふうに河床の勾配と河床材料の代表粒径、そういったものがある程度対応されるということでセグメントをしております。

先程の一連区間の細分をする時の指標のまず第1番にありました、中にありましたが、高水敷幅の話でありまして、高水敷幅が不足するということは、具体的にはどういうことかということなんです。具体的にはそこはまず堤防護岸であるか。堤防護岸の説明はちょっとまたこの後で説明するんですが、要するに高水敷がほとんどなくて、護岸が高水と低水が一体となった護岸であるということでありまして、そういうものであると。それからもう一つは側方侵食で危険と判断される箇所。これは側方侵食に対する安全性の照査基準というのを別途いろんな事例から得られております。その基準がその一番下に

ありますが、セグメントごとに異なります。セグメント1の場合には40m程度。というのはこれは1回の洪水で持っていかれる高水敷の高水幅Bにありますが、それが40m。それから2-1の場合には高水敷幅と低水河岸高の比が5倍以上。それから2-2及び3の場合にはそれが3倍以上。そのぐらいの広い高水敷幅を持っていれば何とか側方侵食に耐えるだろうという判断でございます。

先程の堤防護岸を含めた堤防の区分の絵でございます。その下にありますように、一般のよく見る堤防といえますか、右側の下の図にありますように、高水護岸があって、真ん中に高水敷があって、さらに低水護岸があるということで、高水護岸と低水護岸が広い高水敷をはさんで分かれているものでありますが、左側にありますように、堤防護岸というのは高水護岸と低水護岸が一体となって堤防を守っていると。そういうタイプであります。

侵食に対する安全性の照査をこれから行っていくわけですが、これは先程の流れの中に示したものと同じであります。護岸工がない場合、ある場合でこういう項目でやっているということになります。

具体的に侵食に対する検討をしていく時に、一番重要なのは流速であります。それで代表流速をどうやって求めていくかというところが一番重要ということになります。代表流速の設定フローがここに示されております。代表流速は更に細かくはこの後また続けて説明いたしますが、全体の流れで言いますと、まず準二次元の不等流計算を使って代表流速の中の平均流速であります、それを求めていきます。まず流速の基準は準二次元不等流計算から求めています。それに対していくつかの補正係数ををかけて代表流速にしていくと。代表流速が一番下にありますように、この V_0 とというのはちょっと説明がありませんが、代表流速。それから V_m というのは平均流速。先程言い間違えておりましたけども、平均流速が一番上にあります。その平均流速にかける で補正をしていくと。その結果が代表流速になります。

その の補正の内容が真ん中にありますが、堤防護岸と低水護岸の場合には洗掘による補正と湾曲による補正を行います。それから高水護岸の場合は湾曲による補正と、低水の流れの緩衝による補正を行います。最初に平均流速を求めるための準二次元不等流計算の方法をここで示しております。これは洪水量を対象にした水位計算の手法、不等流計算であります、川の流れを準二次元的に取り扱ったものであります。その意味は下にありますが、河道の断面内を横断形状とか、それから樹木が繁茂している状況とか

そういうものによっていくつかの断面に分割いたします。その分割した断面ごとに平均流速と断面の平均水位を求めていくと。そういうやり方でありませう。

例えば、今、細分化区間、具体的な位置はキロで28.8k付近にありますが、その場合の検討条件の例を示したものであります。ちょっとこの先に代表流速の計算例を示します。その場所でありませうが、ここではまず河道の平面形状は直線でありませう。堤防の区分としては堤防護岸でありませう。代表流速の設定フローでいませうと、先程のフローで言うところの赤い太字の方になります。堤防護岸でありませうして直線部でありませうので、結局ここで代表流速を求めるための補正を考慮する項目は洗掘による補正だけにとこの場合はなりませう。それに対して洗掘による補正はどうやって求めるかという式です。そこにありませうような式で洗掘による補正係数を出ませう。そのためにはZという洗掘深、それからH_dの設計水深、これが必要になってくると。それではここ洗掘深をどうやって求めるかと。洗掘深は下の絵にありませうように、河床の一番最深河床高の位置から洗掘深を求めるわけでありませうが、その諸方法が別途ありませう。洗掘深の求め方として二通りありませうして、まず洗掘の位置が移動しない場合、それからこのあとは移動する場合になりませうが、まず洗掘の位置が移動しない場合については経年的な河床変化の中で最も深い値を採用するというふうにしていませう。下の図にありませうように、横軸が時間で縦軸が標高とした場合に、経年的にある年に非常に深くなっていたという場合に、その一番深い時を使って最深河床高を求めると。それからそれを洗掘深にするということでごいませう。それから洗掘位置が移動する場合には、何回かの河床の縦断測定の結果を重ねませうして、セグメント河床勾配から区分した区間の最小河床高の包絡値を使う。その下の図にありませうように、この場合は3回のデータを使って、それを全部重ねてちょっと細かな説明は省きませうけども、いったん平均値をとって、更に包絡値をとるというようなことをしていませうが、まあとにかく何回かのデータから包絡線を作って、それを基にして決めるといふふうにしていませう。

従ってそういうことによつて洗掘深を求めませうと、先程の代表流速を求めるためのが求まるといふことで、この場合の補正係数はちょっと計算の詳細は本文の方に戻りませうが、1.09になっていませうしたので、平均流速は別途求めてありませうして、これは3.52mになります。従ってこれをかけませうと、3.84mであると。これが代表流速ということになりました。

次に、護岸工がない場合の照査方法ということでありませう。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と大きく二通りでございます。

【 委員長】

ちょっとすいません。

私自身がちょっと確認をしたいことがあるんですがね、先程の包絡線、ちょっと話題が変わるもんですから、護岸工がない場合に移る前にですね、ちょっと。この場合の包絡線というのは、どんな線なんでしょう。これ、分からないんですよ。この包絡線という意味が。

【事務局】

ここでの包絡線はですね、平成2年、平成5年、平成7年のですね、河床の縦断測量結果、それぞれ横軸が河床の距離なんですね。縦軸が標高になっておりまして、その3年間で河床の縦断測量結果が図のように変化していったということですね。ちゃんと洗掘位置も移動していたということになります。それに対して一番深い部分のですね、一番深い部分の包絡値を描いていって、その値を使ってあとで各断面の最大洗掘深を出してやるという考えなんです。

【 委員長】

あのですね、例えばこの部分がですね、この点と、あるいはここだこの点を通るという一番深いところをつないだ線ということではないんですか。この場合の包絡線という意味は。逆に言うと何でこんなにギャップがあるのかなということ単純に考えて分からないんですが。

【事務局】

ちょっとそこでやや平均化いたしました。生の値を使うとですね、非常に細かな線になってしまうということがあるので、ある程度少しスムージングしたというか、平均化したというか、そういう形の河床の動きをしてやった方が、より安全側でないかなというふうに思ったんです。平均値をして、平均値をとりましてですね、一番深い部分、そこでいきますとちょうどセグメント1と2のちょうど間のところですね。そのあたりが実は一番深いんですけども、そこに合わせるように全体を、平均値をですね、カーブを平行移動して。

【 委員長】

平行移動、ああそういうことですか。

【事務局】

そのためにですね、一番深いところはもちろんそこに合うし、それ以外のところも想定される最深河床高よりも深くなるはずだから、より安全という考えです。

【 委員】

断面データが200mの間隔しかないんですね。深掘なんかというそういう変動というのは、そのもっと短いスパンというんですか、波長で起こってます。だから実際はここに描いている200m間隔ごとの断面線上にダーッと載ってるんですね。それが捉えられてないだろうと。そういうことです。

【 委員長】

分かりました。

ついでに今切れ目ですから、何かありません？

いいですか。それじゃあ先お願いします。

【事務局】

一応手法の方を続けますが、護岸工がない場合の照査方法ということで、直接侵食と側方侵食の2種類があるということです。

直接侵食に対する安全性の照査というのは、これは侵食の外力と植生の耐力のつりあいでもって評価するということでありまして。これは先程言いましたように、堤防の表のり面に芝が生えております。その芝に対する外力と、それからその芝が生えてる状態でもって土の耐力とのつりあいで強化するということ、この両方を比較してもし耐力が外力を下回れば駄目ということになります。

このあと具体的な計算、手法をご説明しますが、下の方にありますように、植生体力に関しては主要なパラメータとしては、許容侵食深、それから外力が作用する継続時間、それから平均の根毛量というふうなものがございまして。それから侵食の外力の方は主要なパラメータとしては代表の流速、それから水深というものがございまして。

まず植生の耐力の方であります。平均根毛量というのは、これは地表面から深さ3cmまでの土中に含まれる根及び地下茎の総重量というものでございまして。これは要するに根毛量が密であればあるほど侵食に対してより強い耐力を持っている、大きな耐力を持っているだろうという考えです。地表面から深さ3cmまでというのは、これは土木研究所などの方ですね、長いこと実験を積み重ねた結果、このぐらいの深さが適当であろうというんですか、ならば期待できるだろうということで設定したものでございまして。測定は下の方にありますように、実際に土をとったり、あるいはこういう簡易測

定法で現場です、差し込んで、これをトルクをかけて、その時の強さで根毛量を求めると。そういうふうな2種類の方法がございます。

それから次に側方侵食に対する安全性の照査、この表は先程ちょっと出てまいりました。高水敷、1回の洪水で侵食される高水敷幅の目安ということで、実際にそこでの高水敷の幅を求めましてありますので、その高水敷幅がセグメント区分に応じたここでの基準の幅を満たしているかないかでもってO・KかNOかと決めるということがございます。

次が護岸工がある場合でありまして、護岸工がある場合には先程言いましたように、右上の図にありますように護岸の構造は大きくのり覆工と基礎工と根固工に分かれますので、それぞれについて力学的検討するということがございます。のり覆工については、一番左側にありますが、代表流速を計算して護岸の構造モデルを決めて求める。それから真ん中にある基礎工については、基礎の天端高さ、それと最深河床高、それとあとは根固工がある場合とない場合で分かれますが、それによって求める。それから根固工については一番右側にありますが、根固工の敷設幅、それからその重さ、そういったものと掃流力との関係から求めていくということがございます。

まずこれはのり覆工の安全性の照査ということで、これも今までの研究でいろいろな護岸のタイプについてのり覆工のタイプに対してこのくらいの流速まではもつというのがですね、実験的に示されておりまして、それとの比較で判断しているということが現状でございます。代表流速と護岸タイプの対応表から安全性を決めていくということがあります。この表にあるような形であります。

具体的な例として、例えばここにありますような接続ブロックの場合、環境保全型ブロック、右下にあります。その場合だと代表流速。一番右側にある箱の1が環境保全型ブロックになってますが、その上の接続ブロックが正しいんですが、代表流速が5mまで安全という実験結果が得られております。それに対して左側の方にちょっと書いてますが、代表流速は別途計算しますと4.5mになったということであれば、これは一応のり覆工については安全というふうに判断したということがございます。

それから基礎工については大きく3つあるということで、大きく2つといたしますが、基礎工の天端高が最深河床高より深いか浅いかということで判断しました。左側の方が基礎工の天端高が最深河床高より深いというふうな絵であります。それから右側の方は最深河床高より浅いという場合でありまして、右側の方は危険ということになります。

ただ右側の方の場合でも、根固工が別途あるという場合には、根固工の安全性が満たされていれば基礎工の安全性も。トータルとしては安全性は というふうになります。

その根固工の照査の考え方でありまして、これは護岸全体に河床低下が生じて、ブロック列もしくは2 m程度の平坦面が確保される幅ということで、その絵にありますような平坦部、それから下に垂れている部分ですね。その合計で根固工敷設幅が十分あるかどうかということで判定いたします。

具体的な計算例がこの図でありまして、例えば平坦部が2 m、それから垂れ下がり部、これは下にありますような計算をいたしますけれども、その合計がBというものでありますが、これが必要根固幅。これが5 mということです。この5 mという数値に対して、実際のその現場で、例えば洪水なんかで根固工が流されたとして5 mをきっているというふうな場合には危ないというふうな判定です。

総合評価といたしましては、細分化された区間の中で最も危険と考えられる断面について安全性を照査していくということでありまして、この時の外力としては、細分化された区間の中で最も大きい代表流速を用います。それから代表断面の選定については、護岸工がある場合はのり覆工の耐力が低い、あるいは基礎部の安定性が低い。それから護岸工がない場合には植生の耐力が弱いということで、とにかく一番耐力の弱い、危険だと思われる河床を選んで検討するというふうにしていきます。

これは総合評価の一例でございます。ここに下にありますように、評価の項目としては護岸のタイプがあって、護岸の有り無しの区分がある。護岸が有る場合にはのり覆工、基礎工、根固工、それからない場合には直接侵食か側方侵食というふうな項目に分かれますが、各護岸区分の評価の中で一つでも安全性を満足していないものがある区間は、総合評価を×とすると。要するに総合評価としては問題有りというふうにするということでありまして、一番下に総合評価の欄がありますが、ここで色の付いた部分が全部問題有りということになるということでございます。

これまでが今までのおさらいも含めて説明いたしました。安全性の照査の結果については、本文の4 - 13ページが吉野川、それから4 - 14ページが旧吉野川・今切川、これを図で示しております。それから具体的な数値に関しましては、4 - 15ページが吉野川。失礼いたしました。15ページからですね、17ページまでの間で吉野川についてもう少し細かな検討結果のデータを示しております。

そのうちのですね、一つの部分的な例を図の説明をこのパワーポイントでさせていた

だきますと、ここでは16k付近から24k付近でございます。吉野川本川です。この赤で示したのが高水護岸、または堤防護岸のところに問題がありという箇所であります。いきなり結果の方が入ってますけども、この区間では高水護岸または堤防護岸のところでは何らかの照査基準が満たされていないということでございます。それから23kのところはちょっと黄色がありますが、ここはこの部分の低水護岸が照査基準を満たしていないというふうなことでございます。これを昨年度の洪水の被災箇所と重ねたものでございます。洪水の被災の内容は侵食でありますから、水衝部または洗掘ということになりますけども、そういうふうな被災が緑で書いたところで起きていると。従ってこれに見られるように、去年の被災箇所はほとんど今回の安全性照査結果でも問題がある箇所と一致しているということのようでございます。

照査結果は先程の細かな表の方で示しております。全体を説明したのが一番最後に載せておりますが、それを一覧表として示したものでございます。吉野川と旧吉野川、それから今切川であります。堤防延長が例えば吉野川の場合でいいますと、左右岸各40km、検討対策区間延長が37kmぐらいであります。照査基準を下回る区間の延長でいいますと、吉野川の左岸は結局どれかが引っ掛かって必要対策区間となるというのが約30kmあるということであります。左岸が30km、それから右岸が25kmぐらいとなりました。旧吉野川と今切川につきましては、元々堤防がないという区間も多いものですから、検討対象区間そのものが非常に少ない状態であります。以上が全体の結果でございます。

【 委員長】

どうも。

私はこの侵食のところについては、前半のいろんな側面で解説を加えたそういう意識ではないものですから、一通りの説明を受けてまいりましたが、何かございませんか？

先生、何か解説を加えるようなこととか。

【 委員】

ちょっと2点だけ。一つは言葉の話なんですけど。

資料の4-9、そのもう一つ前のところなんですけど、植生耐力という言葉が使われておるんです。この言葉だけを日本語で聞きますと、植生、つまり草が流れによって引き抜かれてしまって流出するというような印象を与えるんですけども、ご説明もそんなふうにされたのではないかなと思うんですが、実は植生耐力っていうのは、これは非常

に長ったらしい言葉の間を抜かれております。つまり植生に覆われて、地面の中に根が残っているその地表面がどれくらい侵食に強いかということでございまして、ある時間内に何cmか掘られるためにはそのへんの流れの速度がいくら必要かということをもっと危なさを測っておるということでございます。ですからそれ以上の流速がそののり面にかかればある時間内に、2cmなら2cm以上掘られちゃいますよと。そういう話ですね。まあこれは案外小さな数値になっておりますので、これが堤防そのものの地盤力学的な強度というものと果たしてそれが結び付いているものなのかどうか。これは私もよく分かりません。ともかく表面がちょっと洗われますよという、そういう話でございます。解釈です。

それからこれは質問なんですけども、うしろから2,3番目のところに検査結果を示されて、赤い危ない箇所が16kから23kまでかな。もう一回クリックして下さい。黄緑のカバーをかけられたんですけども、これは平成16年の被災箇所であったわけなんですけども、その被災するかしないかということについてはいろんなチェックをやりましたよね。低水護岸がどうのこうの、あるいは高水敷が洗掘されるパターン。4つか5つぐらいのチェック項目についてどれかに引っ掛かったら赤ですよということなんですけども、黄緑のものをかぶせられましてよくあってるでしょというふうにおっしゃったんですけども、黄緑で重ねたところにもやはりそれは何らかの被災パターンがあったんですね。堤水護岸の洗掘なのか、崩壊なのか侵食なのか、あるいは表面ののり面のちょっとした洗い出しというか。そのへんいわゆる赤という判定をした時にアウトでしたよという項目と、現実に平成16年度に起こった何らかの被災というものの形態というんですかね、形が果たして合っていたのかどうか。そのへんチェックはなさっておるんでしょうか。

【事務局】

今お示ししている部分はですね、小さいものも含めて少し護岸が欠けたとかですね、のり面がとんでるやつも含めて入ってまして、大規模に飛んでる、基本的には川の中で何らかの変状が見られたところということにはなっております。その程度はいろいろあるので、ちょっとこれは表現しきれないんですけども。

【 委員】

程度以上に形態ですね。形態があったかかどうか。

【事務局】

基本的には低水部がほとんど傷んでると。高水部が傷んでいるというわけではないです。どっちかという低い方の護岸が少しポロポロっとのいてる。大規模にのいてるところについては今回災害復旧するんですけども、そういったところはがっさり今回の出水によって護岸全体がとんでるといふ。ちょっとごちゃ混ぜになってますけど、そういう状態です。

【 委員】

今 先生が言われた通りで、16年の被災の原因と形態、それから今回のチェックした護岸なのか根固なのか、あるいは植生なのかというようなところの安全性を満たしていない原因とよくつきあわせて分析しないといけませんね。

トータルとしてもつところが何 km、安全性を満たさないところが何 km という集計はそれはそれですればいいと思いますけど、その結果が重要なのではなくて、我々はそれぞれの原因が分かってきた中で、どういう対策をしていくべきなのかということの次のステップとして考えていくわけで、そういった意味で今回の結果とこの16年の被災箇所の原因というのをよく次回までに分析していかないといけないんでないでしょうか。

【事務局】

分かりました。次回お示しするようにいたします。

【 委員長】

他にございませんか？

はい、どうぞ。

【 委員】

この図で赤い箇所がですね、対策箇所が非常に長いんですけど、全て今後対策をする必要があると思うんですが、大雑把に言って全ての対策を完了する時間的な余裕というのはどう考えたらよろしいんですか。

【 委員】

私の方からお答えしたいと思いますが、4 - 15 ページをもう一回見ていただけますでしょうか。

こちらが吉野川右岸と左岸の評価項目別の × 表になっておるわけですね。これを見ていただくと、詳細に見ていただくと、護岸がなくて直接侵食をするという箇所がまず非常に多いのが目に付くと思います。これは基準通り計算をするとこういう結果になる

わけですが、その植生によってどの程度まで堤防がえぐられるのを許容するのか。一応2cmというような基準が示されているわけですが、そういったこともどうなのかという話があります。それから現実的にこの箇所全てを今すぐですね、コンクリートの護岸を張る必要があるかという、昨年度の度重なる出水の被災の実績も踏まえると、そんなに急ぐ必要がないのではないかというような考え方もできる。もちろん予算的な制約もある。それから工種別の優先順位の考え方もあります。例えば堤防がないところに堤防をつくるのが先であって、堤防があるところのこういった高水護岸を張るのは後でもいいのではないかというような考え方もできる。従いまして、現段階ではとりあえず計算結果で中長期的に見た時にこういった計算結果から見ると、被災する可能性があるので何らかの対策をしないとイケないのではないかというようなレベルまで分かってきたということで、これを具体的にどのぐらいの期間でどのぐらいのお金をかけてやっていくのかというのは今後の行政側の検討課題ということになるかと思います。ちょっとお答えになってませんが。

【 委員 】

私はですね、非常に楽観的に見てます。赤になってるけども、すぐさまあれに対して例えばのり覆工のようなものを処置する必要はない。と申しますのは、危ないですよと評価をしたその流速というのはですね、先程もちょっと申し上げました。洪水の時間内に何cmぐらい掘られる流速がこれくらいですよ。現実にある流量を与えた時の流速がそれを超えているから危ないということですね。2cm掘られるということが、果たして本当に堤防全体の土質力学的な安全率に効いてくるのかってというのは、私は素人ですけれども、おそらくほとんど効かないだろうと。

もう一つはですね、あるものすごい危険度のオーバーエスティメートになってるんですよ。と申しますのは、あの評価っていうのはですね、草を完全に刈ってしまって下に根しか残ってないんです。あとは裸のドハっていうんですかね。それが出てますよという時の掘れる深さなんです。普通は植生は、草刈りはまあ年に2回ぐらいされてるんですかね。やってるんですけども、すぐポツと生えますし、元々地面ぎりぎりまで草が刈れるわけじゃない。数cmから10cmぐらい、実は機械で刈ってますのでやっぱり残ります。そうすると、その残ったところがですね、地面を守るその守り具合っていうのは数十倍ぐらいの強さをもたらすぐらい守ってしまうという意味で、あれは私は非常に心配しすぎた評価じゃないかなと思ってまして、そういう割引をちょっと考えないとい

けんかなと思ってます。

【 委員】

いずれにしてもね、非常に危険な程度というのがやはり先程の浸透の場合と同じようにあると思うんですね。ですからその優先順位というのは非常にこれから重要になってくるんじゃないかなと思うんですね。それで冒頭に委員長が言われましたように、平成17年度もですね、台風、豪雨災害が発生するおそれがあるだろうというようなことでしたが、そういう優先順位を考えて、それで大事なところ、危険なところから順次やっていくということは非常に大事でないかと思います。

【 委員】

今お二人の先生からおっしゃられたこと、私もお話を聞いて尤もだと思いました。浸透によるすべり破壊、あるいはパイピング破壊が堤防の破堤につながる非常に危険な現象であるということに比べて、堤防の侵食、先程 先生の方から2cm程度侵食したところで堤防本体の破壊に直接的につながる可能性は少ないんでないかとおっしゃられましたけど、私ども河川管理者としてもそういう認識を持っておりまして、そういった意味においても緊急性、優先度というのは浸透に対する破壊に比べると低いのかなと。植生に関して言えばですね。そういうふうに我々も考えてます。

【 委員長】

非常に細かい些細なことだと思うんですが、この資料の4 - 8ページをちょっと見ていただけませんか？4 - 8ページに写真があるもんだから、それで開けていただいたんですけど、まずこの左側の中央にある枠組みのあるすぐ下に、D - B R Kとして許容侵食深さ2cmと、こうありますね。先程 委員の方からも2cm云々ということが言及されたところですけど、要するに2cmという侵食の深さというのは、右側にある写真のこういうところであてはまることだと思うんですけど、この写真のような状況で2cmの侵食の深さというのはいったいどこから測って、何を言うのやという。せめて10cmオーダーぐらいであれば何となく感覚的に素人としてもピンとくるんですけど、この凹凸の激しいこんなところで2cmという侵食の深さというのは何を意味する、どう測るのかっていうような。こんなことはどうなんでしょうね。

委員が先程植生を全部カットして流して云々ということもあったから、そういうことを思ってみたりするんだけど、何か私、オーダーが1オーダー小さすぎてピンとこない。コンクリートの表面なんかであればともかく、こういうところで2cm。例えば

これ、現実にある洪水の後で現地調査をして、侵食の大きさが1 cmでしたとかがという調査もあっておかしくないと思うんだけど、そういうのはどうやって測るのかなって思っただけ。非常に単純な疑問です。

実験の状況で。

【 委員】

何らかの基準値が欲しかったんだろうと。

【 委員長】

要するに計算上のある役割を演ずる量がこんなものだというような、こういうことなんですかね。

【事務局】

ちょっと詳細は私も把握しておりませんが、そういうことで、土木研究所ですね、こういう堤防の状況をつくって実験をした結果なんです。この2 cmというのは要するに、上に乗っている土の部分なんです。ですから、その土の部分がいつか壊れた後は、その後に残っている上の部分で頑張るという考えで、その土の厚さが2 cmぐらいあれば、これ、洪水の継続時間とも関係しておりますので、ある程度時間稼ぎができるということなんです。だからちょっと2 cmとなると非常に微細な数字という感覚は受けますけども。

【 委員長】

計算上出てくる量としてこういうもんだということであれば、それはそれで理解はできますが。

もう一つすいません。ついでに非常に大事なことですが、例えば4 - 15ページにですね、高潮区間のため照査対象外と。こういう表がございますね。これはどう受け止めたらいいんですかね。何もなくていい検討しなくていいということなのか、別途何か高潮のための対策が講じられるからということ。どういうことなんでしょう。

【事務局】

高潮につきましては波浪が卓越しますので、波浪について検証して、基本的には三面張りの最終的には堤防をつくるというのが今の。

【 委員長】

それへの対策が別途検討するかという意味で。

【事務局】

まあ流水に対しては今回は外してあるということです。

【 委員長】

それじゃあ、 さん何か。

【 委員】

もし護岸工をですね、検討結果として行うというかですね、つけるということになった場合には、浸透の方で浸潤面ですか、あれが変化してくると思うんですけども、そうすると区間によっては再計算やり直し、あるいは浸透の方の一連区間とか検討区間の細々分みたいなお話になるのかなと思ったんですが、そのへんはいかがですか。

【事務局】

それは次回以降のですね、対策工の検討で具体的にやっていくことなんですけども、対策をする時には、実はこのあとに地震の話もありますけども、浸透も侵食も地震も含めてですね、全体にお互いに悪さをしないような、一番兼ねられるものは兼ねるといいですか、そういう効率的な対策を施工していくということです。ですから具体的に言うと護岸の場合には、例えば浸透でも護岸を貼って遮水シートで川表からの水の進入を防ぎたいという要望もたぶん出てくると思いますし、それが同時に高水護岸の侵食に対する対策にもなるということもあるかと思ってます。

【 委員長】

まさに今説明があったところの悩ましい問題は、個別的に浸透に対する対策、あるいは侵食に対する対策、それからまだこれからの議論ですけど地震に対する対策というか、これがあるんですね。それぞれ個別に検討したものをですね、要するに実行することになれば、どっかで相反することがあるとか、競合するとか、無駄なことが起こるとかという、こんなことはもう当然あるわけですね。だから最終的にはトータルな評価をする必要がある。彼はもう近々アメリカへ1年間行くもんだから、早く帰ってきて特に地震に対する対策のところは彼は専門ですから、いろいろな意見もいただかないか。こういう思いがありますが。また改めて議論したいと思います。

【事務局】

すいません、もう一点補足させていただきますけど、15ページ、16ページ、17ページですね、全体の評価の表を示しておりますけども、評価基準、方法については先程来ご説明した通りでありますけども、代表流速というものを求める時に、準二次元不等流計算で基本的には求めております。ただし吉野川の第十堰の背水区間に関しまし

ては、斜め堰ということもあって、そこについては等流計算で求めているとなっておりますので、それをちょっと補足させていただきます。

【 委員】

本来レベルアップされた計算モデルでやらなければいけないんだけど、それは実際は後からやる、本来は計画だったんですね。ここではとりあえずは準二次元でもいいけども、それは手間がかかりすぎるので、一応等流というものの大雑把な評価で代用しましたというふうに言わないと、駄目ですよ。

【事務局】

分かりました。

【 委員】

今、先生の方からご指摘があった通りで、第十堰のところの水利現象を解析するのは非常に難しいわけですし、随分昔に模型実験もやったような経緯もありますが、そのことだけに集中してますと、それだけでもかなりの労力と時間がかかってしまうというような話もある。そういった中で、我々は今議論しているのは、あくまでも堤防の安全性の評価をしているんであって、そういったことであれば代表流速を求める時に一番最も簡略な、精度が悪い、精度はもちろん悪いわけですけども、簡略な等流計算で流量を与えて計算してもいいんじゃないかという判断をしたということでございます。

【 委員長】

他に何かございませんか？

委員の皆さん方何かありませんか？

あるいは事務局の方で補足の追加説明ございませんか。

よろしければ、この議題については以上で終えさせていただきたいと思えます。

その他の議題は議題書にあがっておりますが、何かございますか。

【事務局】

ありません。

【 委員長】

それじゃあですね、本日、審議ならびに討議すべきテーマは以上で全て終了いたしました。

このあとはですね、今日の議論も踏まえて、4回、5回、6回ということはきっと計画されていると思いますが、冒頭でも少し言及させてもらいましたように、地震という

こともあります。今回スマトラ沖地震というようなとんでもないものが起こったりというようにもあってですね、津波ということがいっそうクローズアップされてきておりますが、そういうこともありますし、それからもっと近々のところでは、やがてあと半年もすればくる今年の夏の台風、豪雨シーズンに向けて少しでも可能なところは検討していくというような意味で、どうぞ河川堤防を管理されておられる国交省としてはですね、可能な限りよろしくお願ひしたいと思います。

それでは、以上で私の役割は終わりですから、事務局の方にマイクをお返しします。どうも失礼しました。

【司会】

長時間にわたりまして、熱心な御審議をいただきまして誠にありがとうございました。

今日いろいろと指摘いただいた事項につきましては、次回以降の委員会にも反映させてまいりたいと考えております。

次回の委員会、第4回は6月頃を予定しておりまして、日程等については後日調整させていただきますので、よろしくお願ひいたします。

これにて終了いたします。

ありがとうございました。

- 了 -