

平成12年度 吉野川第十堰技術評価特別小委員会中間報告書

平成13年 10 月 1 日

【 組 織 】

委員長： 池田駿介

幹事長： 岡部健士

堰安全性評価班： (班長) 清水康行, 池田駿介, 河原能久

堤体安全性評価班： (班長) 日下部治, 西垣 誠, 成田国朝

環境評価班： (班長) 藤田裕一郎, 辻本哲郎, 中野 晋

流域流出班： (班長) 小葉竹重機, 陸 旻皎, 吉田 弘

流域土砂収支班： (班長) 岡部健士, 江頭進治, 竹林洋史

【 目 次 】

	page
平成12年度委員会審議経過の概要	1
I. 堰安全性評価班報告	4
II. 堤体安全性評価班報告	7
III. 環境評価班報告	13
IV. 流域流出班報告	17
V. 流域土砂収支班報告	20

平成12年度委員会審議経過の概要

I. 目的（設置趣意書より）

現堰および対策案の評価に係わる技術的手法について，土木工学の専門的および総合的立場から検討し，その合理化に向けて学会としての中立的な指針を提示する。

II. 委員の構成

委員長：池田駿介（水理委員長，東工大）

幹事長：岡部健士（水理委員会専門委員，徳島大）

堰安全性評価班：清水康行（班長，北大），河原能久（香川大），池田駿介（東工大）

堤体安全性評価班：日下部治（班長，東工大），西垣誠（岡山大），成田国朝（愛知工大）

環境評価班：藤田裕一郎（班長，岐阜大），辻本哲郎（名古屋大），中野晋（徳島大）

流域流出班：小葉竹重機（班長，群馬大），陸旻皎（長岡技科大），吉田弘（徳島大）

流域土砂収支班：岡部健士（班長，徳島大），江頭進治（立命館大），竹林洋史（徳島大）

III. 委員会の経過

1. 第1回委員会

日 時： 平成12年8月22日（火）13:00～17:00

場 所： 土木学会図書館2階5号室

出席者： 池田，岡部，清水，河原，日下部，西垣，成田，辻本，中野，江頭，竹林

<議事録摘要>

(1) 設置の目的

池田委員長より，本小委員会設置の主旨と設置に至る経緯の報告がなされた。また，本委員会の活動方針は，第十堰の技術問題を学術的な観点から整理して，検討すべき課題を抽出するとともに，その検討作業の合理化に向けた提言を行うことにしたいとの説明がなされた。

(2) 第十堰問題の経過と現状

岡部幹事長より，第十堰問題の経過と現状の紹介，関連資料リストの提示がなされた。

(3) 全体の活動方針

本委員会の活動方針を，次のように決定した。まず，第十堰に係わる技術的諸問題を整理し，それらの本質と関連構造を明らかにしたのち，問題解決のために必要な検討課題を抽出する。ついで，問題評価や課題検討の技術的手法に対して合理的かつ妥当な水準を示す。

(4) 各班の活動方針

班別に今後の活動方針を議論し，各班長より，本日の段階で整理された検討課題の概略とキーワードの紹介がなされた。

(5) ホームページの開設

西垣委員より、本小委員会のホームページを開設してはどうかとの提案があり、検討の結果、土木学会水理委員会のホームページにリンクさせる形式での開設を承認した。

2. 第2回委員会

開催日時：平成12年10月19日（木）13:00～17:00

開催場所：土木学会本館2階A会議室

出席者：池田、岡部、清水、河原、成田、藤田、辻本、中野、小葉竹、江頭、竹林

<議事録摘要>

(1) 各班の活動報告と討議

各班から担当領域に係わる技術的な問題・課題を整理した結果の中間報告がなされたのち、それぞれの成果について意見交換を行った。この結果、班により検討目標のおきかたが不統一であることが認められたので、改めて、本委員会の目的は「第十堰問題の評価に係わる技術的手法」の検討にあることを確認した。

(2) ホームページの開設

岡部幹事長より、本小委員会ホームページの記載内容に関する説明があり、これを了承した。

(3) 今後の検討方針

技術的課題の事例を示す計算などで使用する各種データについて議論した結果、吉野川の詳細な実測データは極力用いず、問題の本質を理解させるためのモデル計算までにとどめることで合意した。また、次回の委員会までに各班での検討経過や成果を文書化し、岡部幹事長まで送付することに合意した。

3. 第3回委員会

開催日時：平成12年12月13日（木）15:00～18:00

開催場所：土木学会図書館2階5号室

出席者：池田、岡部、清水、河原、成田、中野、小葉竹、陸、吉田、江頭、竹林

<議事録摘要>

(1) 本年度の活動目標

本年度の活動範囲について議論した結果、評価技法の検討は来年度の活動目標とし、本年度は課題の整理と技術評価を行う際の留意点の指摘までに止めることを了承した。

(2) 各班からの成果報告と討議

各班より、提出した文書に基づき活動の経過報告がなされた。個々について意見交換を行った結果、各班内でのこれまでの検討や議論は必ずしも十分でなく、さらに時間をかけてゆく必要があると認識された。

(3) 平成12年度成果のとりまとめ

池田委員長より，平成12年度の成果報告書を作成してほしいとの要請があり，これを了承した．報告書の書式については，岡部幹事長に一任し，各班の原稿を年度内に岡部幹事長まで提出することを了承した．

(4) 平成13年度の予定

池田委員長より，平成13年度も本委員会活動を継続するが，その予算を水理委員会経由で学会本部に要求する予定であるとの報告があり，これを了承した．

I. 堰安全性評価班報告

1. 担当領域

現堰が計画規模の洪水を安全に流下させることができるかどうかは極めて大きな問題である。

本班では、堰の安全性の検討に関して、検討課題を整理するとともに最新技術による予測可能性を判断する。ここでは予測に関する課題の整理結果を報告する。

2. 注目すべき現象や問題点

堰の安全性を検討するためには、出水時の流況や土砂輸送、およびこれらが堰本体および堤防、河床、河岸に与える影響を予測する必要がある。予測は一般的に模型実験や数値シミュレーションにより行うが、技術革新の著しい数値シミュレーションが洪水時の流れや土砂輸送の有力な予測手法となっている。具体的に注目すべき点を以下に挙げる。

(1) 堰上げ

斜め固定堰による水位への影響(水位上昇の大きさと範囲)を把握することが必要である。

(2) 局所流

斜め堰の存在によって発生する迂回流、流れの集中・偏倚、跳水や段落ち流の状況などの局所的な流れに注目する必要がある。さらに、これらの局所流による堰体やコンクリートブロックの「めくれ」、「吸出し」にも着目する必要がある。これらの検討には鉛直2次元による圧力(変動)の解析が必要である。

(3) 透過流

透過流が存在する場合の流体力(揚力・抗力)と覆工のめくれ上がりや砂礫の吸出しの影響を検討する必要がある。

(4) 土砂輸送

上記の局所流による局所洗掘・側岸侵食・河床変動を把握する必要がある。この場合、堰を通過する土砂量の把握が重要である。

(5) 深掘れが堰の安全性に与える影響

堰の下流の深掘れは堰の局所的な破壊につながるため、その影響を検討する必要がある。

3. 検討すべき技術課題

3.1 数値シミュレーションでの検討課題

3.1.1 適切な計算条件の設定

計算条件は計算結果を大きく左右する最も重要な要素であるにもかかわらず、不確定な要

素も多く含まれるため、十分な配慮が必要である。

(1) 流量

数値シミュレーションは対象とする河川の計画高水流量に対して行われることが多いが、これは、水位に関しては大流量ほど危険となるためである。しかし、洗掘や侵食に対しては必ずしも大流量ほど危険とは限らない。本件のように堰（段落ち）を有する流れにおいては、流量規模や下流の水位条件によって、「段落ち」や「もぐり」など局所的に異なる流れの状況が現れることも想定される。このため、幅広い流量規模での検討が必要である。

(2) 粗度

河床や河岸の粗度の与え方によって計算結果は大きく異なる。このため、明確な根拠に基づいて与えることが必要である。本件の場合、堰本体、下流のコンクリートブロック敷設範囲、その他の河床部分などについて個々に粗度の検討が必要である。また堰上流右岸部分には樹木帯が存在するため、樹木の抵抗を考慮する必要もある。

(3) 境界条件

下流端水位の条件は潮位（干満）や台風による高潮の影響も考慮して決定すべきである。また、土砂輸送を伴う流れの計算を行う場合には上流端からの供給土砂量も適切に決定する必要がある。また、堰を越える掃流砂量の有無あるいはその量の把握が重要である。

(4) 地形・河床材料

地形データの与え方（地形測定の密度）や流砂を伴う計算における河床材料の与え方も計算結果を大きく左右する。出来るだけ堰の形状の影響を抽出出来るよう密な測量に基づいて与えることが必要である。

(5) 対象区間

人為的に与えた境界条件が流れに与える影響が十分に小さくなるように計算区間を設定することが必要である。

(6) 計算メッシュ

計算に使用するメッシュの配置や密度は計算結果に大きな影響を及ぼす。堰周辺で発生する複雑な現象を解析するためには十分な空間解像度を有するメッシュを使用することが必要である。

(7) 自由水面の計算法

内部（水面下）の流れの計算と自由水面の位置の計算法の整合が取れた計算法を採用する必要がある。

3.1.2 数値シミュレーション手法（モデル）の選択

現在、様々な計算手法が提案されているが、それぞれの長短所・適用限界を整理した上で計算手法を選択することが必要である。

(1) 基礎式

流れの計算の次元数（1次元、2次元、3次元）、流砂の考慮の有無（掃流砂、浮遊砂）、

現象の非定常性（流量の非定常性，局所的な流れの非定常性）など，着目する現象に応じた基礎式の実験が必要である．特に自由水面の計算法（取り扱い方）に注意を要する．

(2) 計算スキーム(離散化手法)

数値シミュレーションにおいて基礎式を忠実に解くためには，計算スキームの実験が計算精度に大きな影響を与える．本件のように局所的に急変部を含む計算においては従来の風上差分ではなく，近年提案されている高精度スキームの使用が不可欠である．具体的に各種のスキームの長短所を明確にした上で計算スキームを採用すべきである．

3.2 模型実験での検討課題

水理現象を予測するためのもうひとつの有力な手段として，模型実験が挙げられる．ただし，実験の方法や条件，計測方法，さらには，実験そのものの妥当性などに関する十分な配慮が必要である．特に，移動床（河床材料の移動を伴う実験）においては，実際の河川と模型の間での河床変動量の対比をつけるのは必ずしも容易ではないので注意が必要である．具体的には現地と模型での河床形態（小規模，中規模）や流送土砂の形態が相似となるように配慮して実験の水理条件や河床材料を選択する必要がある．

なお，模型実験で配慮すべき事項は，上記の数値シミュレーションにおける適切な条件の設定(3.1.1)に関するもの[(1)～(5)]と同様である．

Ⅱ. 堤体安全性評価班報告

1. 担当領域

堤体安定性評価に関しては、まず現行の河川堤防盛土の安全性評価思想の整理が必要である。河川堤防盛土は通常自然発達の整備されることから、高規格堤防以外の河川堤防は、既往洪水履歴による安全性の担保との視点が強く、人工的盛土構造物である道路・鉄道盛土の構造令・技術基準にも差異が見られ力学的位置付けも異なる。それを踏まえてから、第十堰および堤防盛土の安定性を地盤工学的視点から検討する。主要検討項目は浸透破壊、すべり破壊、沈下による変形に対しての3点であるが、地震時液状化に対する安定解析も追加される必要がある。これは第十堰の安定性を考える上にも、また代替構造物を考える上にも設計上の支配要因であると考えられる。上記の検討に際して地盤諸係数の適切な評価が最重要である。以上のような視点から、堤体安定班の担当領域は以下の5点とする。

- (a)河川堤防盛土の安全性についての地盤工学的認識の整理,
- (b)第十堰の現状の地盤工学的視点からの安定性の評価,
- (c)第十堰補修・改修時に予想される地盤工学的問題点の抽出,
- (d)堤防盛土の地盤工学的安定性の検討,
- (e)第十堰および堤防盛土の地震時安定性の検討.

2. 注目すべき現象や問題点

吉野川第十堰および河川堤防盛土の安定に関して地盤工学的な視点からは現象の特異性は見られないが、上記検討課題の定量的検討に対して重要かつ必須な地盤調査の密度、調査項目および土質試験資料は極めて限られており十分ではない。しかし、こうした地盤情報の不十分さは一般河川堤防に関しては共通した問題点であり、土構造物の設計・管理部門の地盤情報の重要性の認識の低さとともに国の河川堤防盛土に関する防災思想の直接的反映ともいえる。

3. 検討すべき技術課題

3.1 河川堤防の安全性評価

河川堤防は、台形状の土構造物であって外見上、道路・鉄道盛土と類似しているが、要求される構造物機能と安全性レベルは異なる。一般に高規格堤防以外の河川堤防は、「そのほとんどが長い歴史の中で、過去の被災の状況に応じて嵩上げ、腹付け等の補修・修繕工事を重ねてきた結果の姿であるので、通常起こり得る現象に対しては経験上安全な断面形状及び構造となっていると考えられる。一方で、堤防についての補強・修繕工事の歴史的な記録は

残されておらず、また長大な延長にわたって設置されている堤防の基礎地盤の性状把握には限界があるため、断面形状及び構造について理論的な手法により照査しても、既設の堤防すべての安全性が把握できるものではない。このようなことから、普通の堤防において、嵩上げ、腹付け等の補強・修繕工事を実施する場合には、過去の経験を優先して、過去の経験に基づいた既設の堤防の断面形状および構造を踏まえて設計することを基本としている。（改定解説・河川管理施設等構造令，p.108）」のに対して、道路、鉄道盛土は、規定された要求性能に応じた調査・設計・施工管理が実施されており、出来上がった盛土の品質は、河川堤防のそれと大きな差異があるとの認識が必要である。道路・鉄道盛土の安定性は、原則的には各設計規準に沿って土質力学に立脚した定量的評価がされている。（たとえば日本道路公団設計要領第1集（土工）、鉄道構造物設計標準・同解説（土構造物）、道路土工要領）。なお、吉野川左岸に並行して建設されている高速道路における地盤調査の密度・品質、土質試験の密度・品質、設計解析の精度、施工管理の程度などを、当該河川堤防のそれと比較してみれば上記事項はより明らかになるものと思われる。

その意味で、高規格堤防の設計思想は、鉄道・道路盛土のそれと近いが、それ以外の一般河川堤防は、当該堤防断面での土性、堤防下の土層の判定・試料採取および土質試験を行い、安定解析を実施しない限り土質力学的な定量的安定性が確保されている保障はなく、道路、鉄道盛土に比して、より大きな不確実性を考慮して十分なる安全性を確保すべき土構造物であると認識すべきである。従って目標安全率をフィルダム、道路盛土等と同等程度と設定することには十分な注意が必要である。

このような視点に立つと、「第十堰改修代替案について、平成8年12月、建設省四国地方建設局」で報告されている吉野川堤防（第十堰上流区間）の標準的築堤断面の変遷、堤防開削断面調査結果は、定性的な情報としては貴重なものと評価されるが、これだけで現状の堤防の定量的安定性を評価しうるものではない。地盤情報として透水係数についてはいくつかの実測値が得られているものの、安定計算に必要とされる土の強度係数は精度の粗い方法でしか検討されていない。さらに同文献に示されている堤防の計画高水位の場合の法面安全率が1.20以上であるとの安定計算結果の意味を過大視すべきではない。

3.2 第十堰の安定性評価

現在の第十堰の安定性の評価を行う上で必要となるのが、まず地盤調査資料である。地層区分については「第十堰本体ボーリング調査結果、平成7年度11月、建設省四国地方建設局」に示された平成5年度（5本）、平成6年度（4本）に実施された合計10本の試料採取のみのボーリングデータによることができる。ボーリング調査平成5年 No.5地点が、現地調査時に観察された常時越流がある部分とほぼ対応していると考えられ、10本のボーリングデータから推定される第十堰縦断方向の地盤図と、平成5年 No.5点での堰横断方向の地盤面を概略描くことが可能である。

この地盤図に基づき、堰の安定性を論ずるとき以下の3点の検討が必要であろう。

- (a) 上部砂れき層の液状化判定,
- (b) - 7 m以深に 7 ~ 10 数mの厚さで堆積しているシルト混じりの粘性土層を通過するすべり破壊の検討,
- (c) 同じくシルト混じりの粘性土層の圧密沈下に起因する不等沈下による上部コンクリートの破壊

上記の検討のためには, 下記の追加的な情報の入手が必須である.

- (a) 上部砂れき層の標準貫入抵抗値 (N 値) と細粒分 (F c 値),
- (b) 下部粘性土層の強度特性 (たとえば一軸圧縮強度),
- (c) 下部粘性土層の圧密特性 (たとえば e-log p 曲線),
- (d) 堰上流側における河床部の粘土層の有無とその層厚 (ボーリングデータ),
- (e) 深掘れ位置の同定とその形状

さらに (e) の深掘れ位置, 形状によっては右岸堤防の安定問題も生じる可能性を残しており, その検討も必要である.

堰の安定性の解析における視点としては, 以下の項目が挙げられる. 検討すべき破壊のメカニズムとしては2つ挙げられる.

- (a) 進行的な表面部からの破壊メカニズム

これには堰越流による吸い出しによる砂礫の流亡と堰傾斜面に平行な浸透流による砂礫の移動による破壊の進行の2つの要素が存在している. 前者は, 水理的検討を行う班に検討をゆだねるが, 後者は並行流の存在する斜面の安定問題であり, 傾斜面に平行な流れによって砂の内部摩擦角の半分 ($\phi / 2$) の勾配まで侵食が進行して安定すると考えられるので, 河川縦断方向に平均的に 15 度以下の斜面であれば後者による不安定性の進行は考えにくい.

- (b) 全体系すべり破壊のメカニズム

これには下部シルト混じり層・粘土層を通過するすべりと深掘れ部の含む全体すべりを検討しておくことが要求されよう. 両者ともに浸透流を無視した地盤全体の非排水条件下の安定は, - 7. 0 m以下を正規飽和粘性土と仮定して非排水強度を推定してすべり解析を実施すれば安定性の評価が可能であるが, 数m厚の砂れき層の存在を考えるとこのような大きなすべり破壊の発生はやや考えにくい. また浸透流がある場合は, flow net 作図から土中の水圧を推定し安定解析を実施することになるが, そのためにも水理境界条件として堰上流部の河床堆積状態を知る必要がある.

堰の改修・補修の可能性を検討する上では以下の点に注意が必要である.

- (a) 改修・補修による想定される破壊メカニズムは, 上記破壊メカニズム以外はないか?
- (b) 堰下部の浸透流水を許して, $\phi / 2$ 以上の勾配を保持する場合, もたれ擁壁の設計法が援用されるか?
- (c) 補修による付加的荷重で粘性土層の沈下を惹起しないか?
- (d) 付加的荷重により粘土層厚の違いによる不等沈下は発生しないか?

3.3 堤防盛土の安定性評価に関する検討課題

堤防盛土の安定性評価に関わる検討事項は、洪水時における堤体内の浸透流の挙動と浸潤に伴う堤体斜面の安定性評価の問題に大別される。(旧)建設省四国地方建設局発行の資料「第十堰改築事業代替案について」(平成8年12月)では、堤防補強の提案に際して、FEM浸透解析及び斜面安定解析による詳細な検討結果が報告されているが、なお不明な点や疑義を含む点が少なくない。以下では、この資料の検討内容の不備・不足部分を指摘し、かつ検討対象外とされた事項を補足する形で課題を整理する。

(1) 堤体内の浸透流解析に関する検討課題

1) 浸透流解析

堤体内の浸透流解析を任意の代表断面での2次元の飽和・不飽和浸透流解析を非定常の数値解析で行っている。手法としては高度な方法を用いている。しかし、非定常で安定を検討する際に最も問題となる初期条件をどのように決定したかが明確でない。浸透に関わる物性に関しても、何回か堤防掘削した時に物性値を求めておくべきであった。特に自由水面を有する問題では、堤防構成材料の間隙率の値と飽和度が浸透速度に大きく関係する。これらについても、洪水時に危険となり得る堤防に対して計測すべきである。

以上の点を整理すると、

- (a) 危険な堤防の地層構成を明確にする。
- (b) 堤体材料の浸透特性(透水係数、間隙率)をもっと正確に計測すべきである。
- (c) 堤体内の現状の含水率分布やその変化を計測する。
- (d) 堤体の不飽和浸透に関する物性値も試料を採取して試験をすべきである。

(2) 堤体斜面の安定性評価に関する検討課題

1) 解析断面

建設省資料で採用している解析断面が、浸透流解析と安定解析で異なっていたり、堤防基礎の土質縦断図から判断して吉野川堤防の代表断面と見なせるか否かに疑義があり、更に検討を要する事項と考えられる。なお、堤防は時代を経て嵩上げ構築されているから、近年に嵩上げされた部分は強度的に優れていると考えてよいとか、開削した断面が切り立って粘着力の存在が認められるから、安定計算に際しては鉛直亀裂を考慮する方が妥当なのかなどの考察は重要な手続きであり、現場の状況を可能な範囲で取り入れる努力が必要と考えられる。

2) 斜面の安定解析方法

斜面の安定性評価に際し、現行設計で採用されている計算手法(建設省では通常、簡便分割法=フェレニウス法)を使用することは、計算した安全率と設計基準で定めた安全率を比較しながら現象を考察する意味で、一定の合理性を有していると考えられる。しかし、より真に近い解を与えている手法(例えば簡易ビショップ法)を用いて、真の安全率あるいは臨界円位置が設計計算の値とどの程度異なるかという視点で検討を進めていくこ

とも、この種の危険予知の問題では重要な手続きになると考えられる。なお、建設省資料では安定計算に際し（設計計算では通常使用しない）USBR法を用いているが、この計算法ではフェレニウス法に比べて間隙水圧の効果を小さく評価する（したがって大きな安全率 F_s を与える）傾向にある。この報告書でなぜ通常と異なる計算手法を使用したのか不明であるが、いずれにしても計算手法による安全率や臨界すべり位置の相違を十分把握した上で議論をする必要がある。

3) 堤体及び地盤材料の強度定数の評価

斜面の安定性評価においては、計算手法の選択よりも、使用する物性値の吟味が最も重要な手続きであると考えられる。この点、建設省資料では堤体材料の強度定数の設定が不明確であり、対応する裏づけ資料も不足しているため、その根拠及び信頼性に疑義がもたれる。これについては堤防縦断方向に更なるボーリング調査を実施する（既存の資料があるなら公表する）必要があると思われるが、その他に堤防を開削したときの調査資料を活用することも有効と思われる。すなわち、開削断面の安定勾配から摩擦角 ϕ を推定したり、逆解析で粘着力 c を割り出したりするのは、物性値の決め方としてやや煩雑な方法かもしれないが、現場の数値そのものを評価する意味で一定の合理性を有していると考えられる。

4) 臨界すべりの判定

堤防の嵩上げ改修の根拠となる建設省資料の堤内側の安定計算では、小段を含む小規模なすべりが臨界であるとしている。確かにこの小さなすべりが引き金になって堤頂部を含む大きなすべりに至る可能性は秘められているが、逆に言えば小さなすべりに留まって大きなすべりに至らないという判断もあり得るであって、この種の考察ではすべりの可能性を広範囲に吟味する必要がある。また、この小さな臨界すべり面は堤体基礎の難透水層（A1c粘土層）を大きく通過していることから、この層の存在や物性値の妥当性（上の解析断面と物性値）と絡めて妥当性を議論する必要がある。

5) 深掘れ部を含む断面の安定性

第十堰の過去の改修の際に示された資料では、右岸に沿って約800mの範囲に水面下深さ20m程度の深掘れ部が発見されたと報告されている。この深掘れが第十堰本体の安定を損なうものとして重要な論点の一つになっているが、堤防においても、深掘れにより堤高の倍以上の急勾配の斜面が形成されることになるので、その安定問題は重要な検討事項になると考えられる。ただし、検討に際しては、既存の資料を利用したり、再調査を実施するなどして、可能な限り正確な解析断面を予測することが求められる。

3.4 パイピング

吉野川の現在の堤防は洪水時に漏水がきわめて多いことは過去の漏水履歴からよくわかる。これは、「航空写真から見た河道の変遷」（P.30）からもよくわかるように、本線の外に旧河道があり、それが洪水時のパイピング孔となっていることが多いと考えられる。したがって、堤防の平均動水勾配（P.39）を議論するのではなく、旧河道沿いの断面に対して浸透等を議

論すべきである。

また、現状で最も危険と考えられる漏水調査点を対象としてパイピング現象を検討すべきである。特に第十堰より上流左右岸での漏水に関しては、常に旧河道の存在を考えてパイピング、ボイリングを論ずべきである。

パイピングやボイリングで最も危険な状態は、その浸出水流によって土粒子の流亡が生じる時である。したがって、どの程度の流速が生じて構成土粒子の粒度分布がどのようなものであるか等について、もっと調査すべきである。

旧河道を浸透してくる水によるボイリングやパイピングを議論するには、本来3次元の浸透流解析を行うべきである。また、旧河道の調査に対しては、比抵抗トモグラフィーや地下水温度調査が有効である。現状では、基準の設定が甘すぎる。

3.5 地震時の安定性評価

第十堰に関する関連資料（たとえば、「第十堰改築事業に関する質問へのお答え」、平成9年10月、建設省徳島工事事務所、第十堰改築事業代替案について、平成8年12月6日建設省四国地方建設局）では堤防下の地盤の液状化の危険性について何ら指摘はない。しかし、第十堰改築事業代替案について示された柱状図土質調査資料からは、吉野川堤防下にはN値が10以下と判断される緩いAs層が存在し、当該層の液状化の可能性が懸念される。1995年の兵庫県南部地震ではN値が10以下の沖積砂層が液状化し、1.4kmにわたって堤体が2m以上沈下したことが観測されている（松尾、1996）。

日本道路公団高松建設局による「昭和61年度四国縦貫自動車道徳島市土質調査報告書」では昭和1946年12月21日の南海地震では徳島平野部の液状化履歴にふれ、吉野川左岸吉野川橋、吉野川大橋北部の地盤調査から「Ac層上位のAs層についても比較的粒径の均一な砂が主体で、しかもN値がN=5~10であるため、地震時の液状化が懸念される。」と報告され、同地区地盤を対象に動的土質試験、および応答解析が実施されている「徳島市川内町第1次土質調査報告書、昭和59年3月」。同じく「藍住町徳名第一次土質調査報告書、昭和61年」では名田橋北部の地盤を対象に液状化判定が実施され液状化危険度の高いことが指摘されている。すなわち道路建設に際しては当該地盤の液状化判定は必須の事項として扱われている。

従って、第十堰と堤防の安定性および代替案の検討には、As層を主対象とした飽和砂質層の地震時液状化判定は重要であり、そのために堤防下地盤のN値、FC値のデータの収集と不攪乱試料採取による土質試験等は吉野川堤防全体の安定性の評価には不可欠であると考えられる。なお、この河川堤防の地震時安定性の検討の重要性については既に「第十堰に関する技術資料の専門学者による評価報告書、平成9年5月、吉野川第十堰建設事業審議委員会」に含まれる徳島大学山上拓男教授の「現第十堰の老朽化についての所見」の補足としても指摘されているところである。

Ⅲ. 環境評価班報告

1. 担当領域

本班の役割は、第十堰が保持している環境を評価するための技術的課題を明確にすることであるが、このためには、まず「(堰の) 環境」の内容を明確にしておかなければならない。一般に、「環境」とは、生物・無生物を問わず、ある主体の周辺を取り巻くものの全体という極めて曖昧な意味しか持ち得ていない言葉である。したがって、第十堰とその存在が河川の状態に影響している区間の環境評価を行う場合、初めに何にとつての環境かということを確認しておく必要があり、それがなされて初めてそのために検討すべき技術的課題が明らかとなる。

通常、河川は水辺を含んだ広い空間を有しているので、多くの動植物の生息・生育に重要な場を与えていて、これが「河川の生物生息環境」となっている。多くの生物が生息する以上、それらの間にも例えば食物連鎖のような相互関係があつて、それを考慮すれば、生態系を持続的に支える場や機能として「河川環境」を捉えることができる。一方、河川を身近にしていたり、訪れることに楽しみや歴史を感じる人々にとっては、河川は生活環境の一部として重要な位置を占めている空間あるいは景観であつて、これが「河川環境」と考えられているであろう。

したがって、良好な環境かそうでないかは、主体が何であるかによって全く異なってくるが、人々が普通に「良い河川環境」と感じるのは、清らかな水が豊かに流れ、石礫に覆われた川原の低位部に木々や草花の繁茂した高位部が連続していて、そこに多種多様の（清流を好む）昆虫類、魚類、鳥類、哺乳類などが多数棲んでいるような河川の状態と思われる。そのような状態であるか否かは、河川の水域と陸域について、生物相調査や生息場の物理・化学指標測定を実施すれば相当な程度で把握することができる。実際、第十堰の上下流では「自然環境調査」および「水環境調査」としてこれらの調査が実施されており、さらに、水環境に関しては、水質形成の数値シミュレーションも行われていて、河川の状態はかなり明らかにされてきている。

このように、第十堰がこの河川区間の環境形成に果たしている役割を考察するための資料は多量に蓄積されつつあつて、各生物の生息場の環境条件、すなわち、場の物理的・化学的条件を特定することが可能となりつつある。そこで、環境評価班では、(財)自然保護協会等の見解も参考にして上述の資料を精査し、いくつかの生物について、それらの生息場の物理的・化学的条件の形成にどのような水理現象が関わっており、その機構を明らかにするためには技術的にどのような課題があるかを検討する。これらの検討とともに、第十堰が周辺の河川環境の形成に果たしている役割と形成された河川環境を評価できる技術的課題についても考察する。

2. 注目すべき現象や問題点

現堰とその周辺の環境にとっては、それが平水時には上下流間に約4 mに及ぶ水位差を与えるような横断構造物であるということが最大の影響要因になっているといえよう。そのような構造物であるがゆえに、現堰は、上流区間に関しては、平水時には湛水域の形成要因として、また、洪水時には流れの堰上げ要因として、と同時に、局所流の発生要因として河床変動に影響する床止め効果を持ち、下流区間に対しては入退潮の影響を遮断する完全な潮止め効果を有している。

一方、河川内の個々の位置における環境を第一に支配する基本的要因は、水際から陸上方向あるいは水中方向にどの程度離れているかという「距離」と「高低差」であって、後者は水中では勿論水深であり、陸上では「冠水頻度」という事項と密接に関連している。そして、水際の位置が流量によって大きく変化し、その流量の変動特性が地域によって異なるところに、また、上下流からの各種フラックスの流入境界条件に強く影響されるところに、河川環境が湖沼や海岸の環境と大きく相違する点が存在している。さらに、水中はいうまでもなく、陸上でも水際に近い位置ほどこれらの場所での環境は水質の影響を強く受ける。

以上から、ここでは、河川環境の基本的視点を、各々の地点における物理的条件と、その物理的条件と境界条件によってほとんど決定される水域や土壌の化学的条件が類似していて、そこに生物のシーズさえ来れば、ほぼ同じ生物生息場が形成されると見なすことにしたい。

これまでに述べてきたことや上記の視点によれば、

- (1) 堰の現況が形成された過程
- (2) 第十堰の位置はどのような河道特性を持った吉野川下流区間に相当しているか。
- (3) 適度に彎曲した曲線形状を持った堰と周辺の景観
- (4) 河床から突出している堰による不連続性の評価
- (5) 堰上下流での水流の収支
- (6) 堰越流による曝気効果、落差による濾過効果等、堰の水質改善効果
- (7) 注目すべき動植物の特定とそれらの生息場所の水理条件把握
- (8) 堰上流の湛水域と下流の感潮域の流動特性と水質・底質
- (9) 流れと水質形成の解析モデル

が現堰の環境評価に関連して注目すべき点となろう。以上の9点は、相互に関連しているが、堰と周辺の景観形成の物理的側面に関する課題、落差を持った横断構造物としての堰の機能に関する課題、生物生息場としての条件形成に係わる課題の3点に大別することができ、次項でこれらの3点に関する技術的課題について述べる。

3. 討すべき技術課題

3.1 堰と周辺の景観形成の物理的側面に関する課題

河川景観にとって、その地点が水系や流域の中のどのような位置にあるかは、周辺の地域との修景的な観点でも植生や到来する動物などの生物面でも重要な要素である。この点については、自然地理学的な分類やセグメントの議論があるが、縦断形状や河床材料といった河道の条件のみではなく、沿川の地形や土地利用も加味した検討が必要である。

さて、適度に彎曲した曲線形状と均質ではない堤体構成をした第十堰は、周辺の田園や背後の山々ともよくマッチした景観とある面では感じられるような状況を醸し出している。

この水に恵まれた景観は、昭和40年代を中心とした砂利採取による人為的改変に洪水による自然の修復作用が加わって形成されたものである。元来砂利採取は計画河床形状に基づいて許可されるが、これによって下流区間の洪水処理能力は格段に向上し、同時に、汽水域が拡大している。その結果、砂利の河原が大半を占めていたそれまでの河道に以前とはかなり異なった生息環境がもたらされたと判断され、こうした環境の変化についての客観的な評価を加えることが必要とされている。したがって、現在の環境を考えるに当たっては、砂利採取の実態と出水や土砂供給の履歴を再確認し、その後の堰と周辺の変化過程を把握しなければ現況の環境の正しい理解はできないであろう。

3.2 落差を持った横断構造物としての堰の機能に関する課題

斜め堰の環境水理的機能と生物生息場に与えている不連続性の解明が技術的課題である。

前者では、河道に5割程度の勾配で4mに及ぶ水位差が500m以上の延長で常時存在していることの意味を明らかにすることが課題であって、透過構造といわれている堰本体の通過量、堰下部からの浸透量、堰内地への浸出量の実測あるいは浸透解析による堰上下流間の水収支の把握、さらに、堰による曝気や濾過等の水質改善効果についての実測による検討が望まれる。

後者に関しては、左岸寄りの土砂堆積とともに、堰を流下する流れが大小の局所洗掘を引き起こし、干潮時では魚道が機能停止に陥っていることが問題となる。現堰は一見全面魚道のように見え、また実際魚道も設置されているが、堰直下では河道中央から右岸に行くに従って河床洗掘が著しくなっており、堰先端は水面上にオーバーハング状となり、魚道の先端が水面から浮いてしまう場合もある。これには、斜め堰であるために堰延長が長く、かつ、右岸方向への流量集中とその補償流れという複雑な流れのため、水叩きや護床工の造成が困難となっていることの影響も考えられ、これらの面について水理学的に検討することが必要である。ついで、流量によって変動する堰上の越流速と遡上魚・降河魚などの対応能力を検討しなければならない。

3.3 生物生息場としての条件形成とその評価に係わる課題

先に述べたように、これまでの環境調査によって堰上下流部の生物生息状況や水質・底質の変化の現況については資料が蓄積されてきている。しかしながら、水域の流動現象の資料は測定の大難さもあって必ずしも十分ではなく、流量段階毎の堰上流側湛水域の流れ場や、堰を流下した水流の混合拡散現象も加味した、入退潮に伴う感潮域の流動特性については明確にはされていない。これらの測定を通じて、石礫・砂礫・シルト分布と湛水部の河床形状や流れとの対応関係などを検討して底質やその変遷の調査結果をまとめていくことが望まれる。また、生物調査結果については、生息域の条件を河道の物理的（水理学的）指標や化学的指標との関連で考察していかなければならないが、調査時の物理条件の特定などは十分とはいえない。

これらを満足させる作業は、それによって、生物生息の現況に堰が果たしている役割が明らかにされ、環境へ与える影響の予測評価も説得力を持つことになるので重要な技術的課題である。

環境の予測や評価にとっては、水質および底質の形成を規定している物理的・化学的機構を適切に表現できるモデルの構築が避けられない。例えば、水質物質の移流拡散機構に立脚した、生物の作用も組み込めるようなモデルを構築していくことは不可欠であり、そこから生物調査の代表性も的確に検討できるようになるであろう。また、このようなモデルの適用に当たっては、諸量の流入フラックス条件について、それらの時空間的特性を十分吟味しておくことを忘れてはならない。

IV. 流域流出評価班報告

1. 担当領域

流域流出班は、洪水防御計画の基本となる流量を算出するに当たり、基本的考え方、考慮すべき事象、これらに基づいて採用されるべき流出計算法などについて技術的指針を示す。具体的には、計算の基礎となる降雨の考え方、森林の状態の変化などを含む近年の流域特性の変化の取り扱い方、このような流域特性の変化を的確に取り込むことのできる流出計算法の備えるべき特性などを示す。ただし、ここでは技術的課題のみを対象とし、社会的・経済的な検討課題については、その重要性について述べるに止め、具体的な評価方針については触れないこととする。

2. 注目すべき現象や問題点

平成12年3月に建設省が外部説明のために作成した資料「吉野川・第十堰について」によれば、第十堰に対する反対理由は、(1)莫大な事業費をかけなくても現堰補修と堤防嵩上げで充分、(2)吉野川の原因風景を壊す、(3)環境を破壊する、というものである。また、この背景には、(4)88年間大洪水がなく、治水対策が差し迫った身近な問題でない、という認識と、(5)行政不信、がある。このうち、とくに(1)の根拠として、①費用対効果の面で、無駄な公共事業である、②現堰の簡単な補修で充分、③堰上げには堤防嵩上げで充分、④過去(250年間)、現堰が原因で、水害は発生していない、ということが挙げられている。同様に(4)についても、⑤現計画と同規模の洪水発生は、大正元年(1912)まで遡る、⑥下流部が連続堤となった昭和2年以降の最大洪水である昭和29年洪水でも、計画規模の3/5のピーク流量であった、ということが挙げられている。

さらに、吉野川シンポジウム実行委員会作成の「パンフに載らないこんな事実」には、以下のような記述がある。「150年に一度の洪水計画について：この長期計画は上流にダムを4つも建設しなければならず、財政面からも環境面からも実現不可能です。不可能な計画に貴重な税金を投入し続けていいのでしょうか。机上の確率計算に安全を託すのではなく、山を守り、洪水を遊ばせ、堤防を固める総合的な流域河川計画を作ることこそ急務のはずです。」

これらの問題提起うち、とくに流出班に関係する部分について注目すると、大きくは、(a)確率年の妥当性、(b)確率年で計算された流量の妥当性、が問題とされていることがわかる。さらに(b)については、確率年で計算された雨量の妥当性と、その雨量を用いて計算された流量の妥当性、という問題に分解される。

さて、(a)確率年の妥当性、(b)確率降雨の妥当性、(c)流量の妥当性、について、その評価技法を考えるに当たって、(b)と(c)は純粋に技術論の立場から議論できるが、(a)については技術論だけで議論することはできない。(a)は高度に社会・経済的側面を有する問題であるために、

ここでは技術評価の対象から除外するが、本来、計画の基幹に関わる最も大事な部分であるために、別途慎重な議論を行い、国全体としての基準を示すべきである。また、この議論の過程は、近年の情報公開の原則に鑑み、国民に対して明示すべきであり、さらに、十分な理論的背景をもっている必要がある。

3. 検討すべき技術課題

3.1 確率降雨の妥当性の評価

現在の建設省河川砂防技術基準（案）に従って、計画降雨を策定していく際には、以下の点に留意する必要がある。

- (1)計画降雨の3要素である、降雨量、時間分布、地域分布について、できうるかぎり地域の特性を考慮する必要がある。すなわち、安易に従前の方法を踏襲するのではなく、各要素について従前の方法を用いざるをえないかどうかを充分検討する必要がある。また、これらの決定過程と結果は公開する必要がある。
- (2)2日間の継続時間をもつ計画降雨を用いて計算されたピーク流量と、同じ確率年の洪水到達時間内降雨強度から求めた流量との整合性をチェックしておく必要がある。正当な確率年の判定根拠という観点からは、ピーク流量に対する様々な角度からの検討と、その情報公開は必要である。
- (3)従来、水位の継続時間は計画の対象としては扱われてこなかったが、堤体の安定の評価などには特定水位以上の継続時間が必要である。したがって、特定水位以上の継続時間の確率分布についても検討を行っておく必要がある。
- (4)既往最大2日雨量の580mm（昭和51年）は現計画の中では棄却されているが、近年降雨特性が変化してきている可能性もあり、将来の計画のためには580mmを考慮した統計解析を行うことも必要である。この場合も情報の公開として重要な意味があると考えられる。

3.2 流量の妥当性の評価

計算に用いる流出モデルは正しく流域特性を表現できるものでなくてはならない。このためには、以下の各点に十分に留意しつつモデルの構成を進めていく必要がある。

- (1)まず、流域特性の経年変化を把握すること、つぎにこの変化が流出特性の変化となって現れているかどうかを把握すること。
- (2)その上で、これを流出モデルで再現すること。すなわち、流域特性の変化に対応してモデルパラメータを変化させることで、流出の変化が再現できなければならない。特に有効降雨に関するパラメータが重要である。
- (3)流域のモデル化、流出モデル、用いるパラメータは住民に対して説得力のあるものでなければならない。
- (4)得られたハイドログラフ群から基本高水を選定する方法は、住民が充分納得する方法でな

ければならない。

- (5)また、これとは別に流域特性を人工的に改変した場合の検討も別途行っておく必要があると考える。すなわち、ピーク流量を下げる対策として、流域内の樹種や林相を変え洪水流出を抑制することも選択枝の一つとして考えられ、これに対応できるように樹種・林相の異なる流域からの流出資料の収集・蓄積・検討を行う必要がある。ただしこの場合、現状ではこうした資料に限られることから、通常の洪水時と治水計画に用いられるような豪雨時における有効降雨の生起機構の変化が明確に推定できるだけの資料が備わっているかどうかには注意する必要がある。

以上の検討過程で注意すべき点は、用いる流出モデルは河川砂防技術基準（案）に記載されている、単位図法、貯留関数法、特性曲線法にこだわらず、近年の新しい研究成果を取り入れて柔軟に対応する必要がある。かりに河川砂防技術基準（案）に記載の方法を用いる場合にでも、有効降雨については流出モデル固有の方法にたよることなく、柔軟に対応する必要がある。例えば、損失曲線の経年変化を考慮した方法、降雨遮断モデルを用いる方法、Xinanjiang Model を用いる方法などが考えられる。

V. 流域土砂収支班報告

1. 担当領域

現堰による洪水流の堰上げ作用は、その床止め効果により助長されている。一方、その下流側では、昭和30～40年代に行われた大量砂利採取による影響と斜め堰である現堰の流れに対する影響が相俟って、局所洗掘を伴う著しい河床低下が生じ、堰本体と本川堤体の構造的安定性を脅かしている。したがって、現堰が吉野川の治水安全度に及ぼす影響の検討には、その上下流における河床形状の変化特性すなわち河床変動に関する情報が不可欠である。

現堰の近傍(上下流側それぞれ数キロメートル程度)における詳細な河床変動については、堰安全性評価班がその予測技術について検討を進めている。これに対して、流域土砂収支班は直轄区間全域を対象にした河床変動の予測技術について検討する。このような河床変動の予測は、吉野川で現在進められている新河道計画の基本事項であるとともに、堰安全性評価班が検討している詳細な河床変動予測に必要な河床位と流砂量の境界条件を提供するものである。

2. 注目すべき現象や問題点

河床変動は、洪水流が輸送する土砂量(流砂量)の空間的な非一様性すなわち河道内の各場所についてみた土砂収支の不均衡によって生じる。このような土砂は一般に源流域で生産され、水系内で移動と停止(堆積)を繰り返しながら逐次河口まで輸送される。したがって、河床変動を予測する際には、常に水系全域の土砂収支を視野に入れておく必要がある。ただし、以下で述べることから明らかなように、水系全域の土砂収支状況を全ての場において精緻かつ定量的に捉えることは、かなり困難である。

土砂生産は主として豪雨時の山腹崩壊によるが、その時・空間的な生起状況には強い突発性とランダム性があるし、生産される土砂の量的、質的特性もきわめて複雑かつ難解である。また、溪流区間における土砂の移動は一般に間欠性が強く、かつ、その運動形態も土石流から掃流・浮流まで多岐にわたる。さらに、ダムや砂防施設の存在が土砂の移動過程に支配的な影響を及ぼす。ただし、幸いなことに以上のような土砂移動の複雑さは、下流に至るにつれて緩和される傾向がある。このため、吉野川直轄区間の上流端や流入する各支川の最下流部などでは、計画規模の出水時とその後の数年間を除いて、土砂収支がほぼ平衡した状態で推移する可能性が高い。そして、このような状況下では、ある地点を通過する土砂の量と粒度分布が、その近傍における河道の幾何条件、河床材料の粒度分布および洪水流量に対してほぼ一義的な特性を示すと考えられ、たとえば適当な流砂量式を適用して流量対応の流砂量特性を予測することも、ある程度は可能となる。これに対して、計画規模の出水で異常な土砂の生産と流出があった場合には、とくに源流に近い水系の河道形状や河床材料の粒度特性

が一変する。さらに、上述した支川下流部などで見られる土砂収支の平衡性も一旦解消され、新たな平衡状態への移行が始まる。このような期間の土砂流出状況を的確に予測することが容易でないことは言を待たない。一方、直轄区間のような沖積部では、上流域や支川からの流出（供給）土砂が掃流・浮流形式で移流・分散してゆくなかで、比較的緩慢な河床変動が生じる。異常土砂流出のインパクトを含め、直轄区間における河床変動の定量的な予測に対しては、土砂水理学の研究分野において蓄積された数多くの知見が有用である。

流域土砂収支班としては、まず、本川直轄区間を第十堰に直接的な影響を及ぼす場と位置付け、ここでの土砂収支に関しては、流砂と河床変動に関する土砂水理学的理論に基づき、少なくとも1次元の数値計算を行って、河床縦断形状ならびに各断面を通過する土砂の量と粒度分布の時系列的変化を予測しておく必要があると考えている。以下、この課題を「河床変動問題」と呼ぶ。一方、残りの水系については、直轄区間への土砂供給源と位置付け、前者を対象にした河床変動計算に必要な上流端と各支川からの土砂供給条件を予測する必要があると考えている。ただし、この場合には、関連水系内の土砂収支を、ある程度は巨視的かつ簡略的に取り扱わざるを得ないものと予想している。以下、この課題を「流出土砂問題」と呼ぶ。

3. 検討すべき技術課題

3.1 流出土砂問題について

前節で述べたように、計画規模の出水のインパクトが顕著ではない期間における流出土砂の量や粒度分布については、本川や支川でその支配区間を適切に選定し、流砂量式を用いて洪水流量との関係を予測することが可能であろう。選定区間や流砂量式の同定は、直轄区間における河床変動実績の再現計算を通して行える。

一方、計画規模の出水による影響が顕著に現れる期間内を対象にした土砂流出の予測については、以下のような課題がある。

(1) 降雨と流量

洪水防御計画で検討される計画高水流量とは別の観点より、大量の土砂流出を引き起こす降雨と流量の発生頻度やその規模を把握しておくことが重要である。

(2) 土砂の生産量

土砂の生産量は、生産場の地形、地質、地被状態などによって大きく異なるため、まず、これらの実態を把握することが重要である。ついで、過去の実績などから降雨と生産量との関係を把握する必要がある。

(3) 土砂輸送過程の追跡モデル

生産された土砂は土石流、掃流・浮遊、wash load の形態で流出する。流出土砂の量的ならびに質的特性を的確に予測するには、流砂形態別の評価が可能なモデルとしておく必要がある。また、輸送過程を追跡する際の初期条件とするために、河道の形状ならびに河道内堆積

土砂の分布と粒度構成の実態把握をしておくことも必要である。なお、具体的なモデル構築においては、現地の複雑な水系をいかに単純化するかが重要な問題となろう。

(4) 河道横断構造物の影響

ダムや落差工等の河道横断構造物は、土砂の貯留効果を介して流出土砂の量および粒度特性に顕著な影響を及ぼす。(3)で述べた土砂輸送過程の追跡モデルは、各種の河道横断構造物の効果を適切に評価できるものでなければならない。

3.2 河床変動問題について

上流域あるいは支川からの土砂流出と異なり、直轄区間における河床変動の予測法については、計画規模の出水のインパクトが顕著な期間とそれ以外の期間での違いはほとんどない。上流域あるいは支川からの流出土砂を入力条件として、沖積区間の河床変動を1次元的に計算する手法に関しては、その基本がほぼ確立されている。ただし、これに基づいて吉野川直轄区間向けの計算モデルを構築し、予測を行う際には、以下の課題に注目する必要がある。

(1) 1次元モデルの信頼度

実際の河道では、湾曲や河幅の変化のために河床位、河床材料の粒度分布、掃流力などが断面内で大きく変化する場合が多いが、1次元河床変動計算では、それらが断面ごとに平均化して取り扱われる。このような平均化操作がどのような誤差をもたらすか、あるいは、これを可能な限り軽減する方策があるか否か、について十分に検討しておくことが重要である。

(2) 植生

吉野川の直轄区間では、最近の20年間、砂州上での植生繁茂が顕著である。とくに樹木群落は、(1)で指摘した問題に強く関与するので、その存在を計算にある程度反映させる必要があるように思われる。また、植生の状態は河道内の物理環境（河状）に対して敏感に反応しながら遷移し、これに伴って流れや流砂への影響も変化するので、その特性をよく把握しておくことが望ましい。

(3) 砂利採取

砂利採取は、現在も流出土砂量に匹敵する規模で行われているようである。したがって、砂利採取量の実態を把握するとともに、その影響のモデル化についても検討する必要がある。

これらの計算モデル構築上の課題とは別に、計算を行う上で、以下の課題に注目する必要がある。

(4) 流量

計画規模の出水時と過去における長期的な河床変動の経過を説明し、さらに将来におけるその動向を予測するためには、流量の時系列的特性を明らかにしておく必要がある。とくに、計画規模に匹敵する異常出水時には、流出土砂の急増も相俟って本川河道に想定外の河床変動が生じ、また、この履歴はかなり長期にわたってその後の河床変動過程に残留するので、異常出水の頻度や規模を明らかにしておく必要がある。

(5) 河口（下流端）水位

河口の水位条件と波浪特性は，河口砂州の変動をはじめとして，汽水域全体の河床変動特性に支配的な影響を及ぼす．とくに吉野川では，台風の通過時に洪水流量と高潮のピークが同時生起する可能性が高いとされている．予測計算では，このような特性を十分に考慮する必要がある．