

第3章 枠組み計画

3.1 ピャンジ河統合管理計画の枠組み計画

前章まで検討してきたように、ピャンジ河の流水はその流域内の自然条件、社会条件、国際条件の関与を受けている。このため、本調査の主目的であるハマドニ地区の洪水対策計画の検討にあたっては、ピャンジ河流域全体に亘る様々は分野やステークホルダーを考慮に入れなければならない。このような計画を立案する手法としては、統合的水資源管理があり、広く世界中で採用されている。このような手法を用いて、流域全体に関与する計画を示した上で、その枠組みの中で、ハマドニ地区の洪水対策計画を検討していく必要がある。

このため、本調査において、ハマドニ地区の洪水対策計画の立案を次に示す手順によって行う。

1. 始めに、ピャンジ河流域全体に亘るピャンジ河統合管理計画を、統合的水資源管理の考え方に基づいて検討し、立案する。この管理計画は、広範囲に亘ることと、流域全体に亘って詳細に検討するための十分な資料がないことから、枠組み計画として立案する。
2. 次に、その枠組み計画の中から、ピャンジ河の洪水に直接的に関係する要素を選定して、ハマドニ地区洪水対策計画のより詳細な枠組みを設定し、さらに、その枠組みの範囲での解決すべき問題点を検討する。
3. 最後に、上記問題の解決のために、ハマドニ地区洪水対策基本計画を検討する。

なお、本章、第3章においては、上記項目1及び2の検討及び提案を行い、第3の項目は次章の第4章において実施するものとする。

上記に掲げた対策の課題に対する枠組み計画を図R 3.1.1に示す。

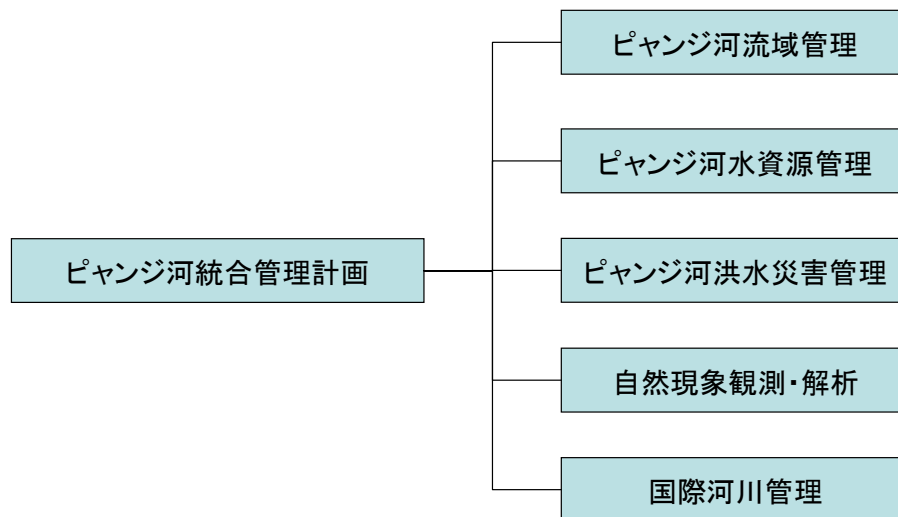


図 R 3.1.1 ピャンジ河統合管理計画の枠組みの骨格

次に各骨格項目ごとにその内容を示す。

3.1.1 ピャンジ河流域管理

2.1.5章に記述したように、本流域は乾燥地帯・半乾燥地帯に分類されると共に、乾燥地帯の範囲は寒帯に分類される。このため、流域内の植生は乏しい。また、このような気候の厳しさのゆえに、作物の生産が困難な地域が多く、人々は放牧に頼らざるを得な

い。一般的に無計画な放牧は植生の成長を妨げる場合が多い。このような状況下では、土地の保水性が乏しく、また、土砂の流出が盛んであることは容易に想定される。実際のところ、融雪時期においては鉄砲水、土石流、地すべりなどの水土砂災害が多く発生している。

このような現状を踏まえて、本流域に必要な流域管理の枠組みを次のように提案する。

1. 森林管理
2. 放牧地管理
3. 防災管理

1) 森林管理

森林管理は現在森林狩猟管理庁が管轄している。2.1.5項に述べたような厳しい環境下において、どのような森林植生が可能か、また、どのような森林管理が必要かなどの基礎的な調査を実施する必要がある。同庁は、ソヴィエト時代に培われた基本的な知識を有しており、その知識はこのような調査に生かされるべきである。また、毎年雨季に、国家予算による全国的な植林活動が実施されているものの、その実施は各市町村レベルに委ねられていて、全国的に統一された計画に基づいて実施されているわけではない。

このような実態に鑑み、森林管理は、次に示すような方向性をもって、実施されることを提案する。

1. 森林特性に関して、ピャンジ河流域を含む全国的な範囲における気象・地質・土質の調査を実施する。その上で地域適性に応じた植林適性マップを作成する。
2. 水土砂災害に関連する関係機関と調整の上、植林適性マップに基づいて、財政措置と緊急度に応じて植林を実施するための基本計画を作成する。
3. 基本計画に基づいて、現在実施されている全国的な植林活動も含む植林活動を実施する。

2) 放牧管理

乾燥地帯における植生の育成には、その地帯における数少ない生計手段である放牧と森林管理などの自然環境保全との調整を図ることが必要である。このためには、上述の森林管理と同様の手法によって放牧適性地の区分のほか、現在の土地利用形態の把握、住民の生計手段や行動様式などを検討する必要がある。このため、放牧管理は次に示す方向性をもって計画されることが提案される。

1. 放牧活動を管理する機関を確立する。
2. 放牧の適性について、ピャンジ河流域を含む全国的な範囲における気象・地質・土質・地形・生活様式の検討および植林計画との整合性の検討を実施する。
3. 放牧活動の現状を維持すると共に植林計画や他の国土保全計画と整合性の取れた、全国的な放牧管理運営基本計画を作成する。

3) 防災管理

ピャンジ河流域では、毎年融雪時に、洪水、鉄砲水、土石流、地すべりなど、水に起因する災害が多発している。このような災害は、雪解け水のみならず、融雪期に重なって起きる雨季の影響も大きい。このような災害対策の管轄は非常事態委員会であるが、現象の観測や原因究明は地質調査所などの研究機関が実施している。こ

のため、非常事態委員会が中心となって、各種関連研究機関が協力する仕組みの構築が必要である。

このような状況に鑑みて、ピャンジ河流域管理の一環としての防災管理は、次に示す方向性をもって実施されることが提案される。

1. それぞれの専門分野における基礎資料の整理・解析、災害時あるいは災害が予想される地域での現地調査の促進。
2. 災害発生地及び災害の予想される地域について、衛星画像や地形測量などによる基礎資料の新たな収集とその解析の促進。
3. 非常事態委員会が中心となって、自然災害に関する諮問委員会を設置する。
4. 上記の検討や諮問委員会の協力に基づいて、リスクマップやハザードマップを作成すると共に、防災管理計画を作成する。
5. 上記の活動を実施するための防災管理実施能力の向上。

3.1.2 ピャンジ河水資源管理

現在ピャンジ河の水資源は、ハマドニ地区やファルカル地区での灌漑用水の利用や、その下流にあるピャンジ地区での灌漑用水の利用が大部分である。現在のところ、その利用に関して、量的あるいは質的な問題は発生していない。国際的には、アフガニスタン、ウズベキスタンやトルクメニスタンがピャンジ河から灌漑用水の取水を行っている。このようなピャンジ河（国際河川名はアムダリア河）の国際河川としての役割に対して、1.3.5項に示したように、現在、アラル海保全国際基金（IFAS）が設立されている。このような国際的な関わりあいの中で、タジキスタンは、最上流部に位置する水源国として、資源保全の上で国際的な役割を担っている。

このような現状に鑑みて、ピャンジ河の水資源管理の枠組みを次のように提案する。

1. 水質管理
2. 水利用管理

1) 水質管理

ピャンジ河流域のパミール高原においては、現状では水質を著しく汚染する具体的な汚染源の存在は確認されていない。しかしながら、綿花栽培が盛んな地方においては使用している肥料や農薬が水質の汚染源になることが懸念されている。

現在、河川などの水質管理は農業自然環境保護省が管轄している。他の機関と同様、1991年の独立以降、水質検査の設備・施設の運営が停滞している。このため、水質管理については、次のような枠組みが提案される。

1. 河川や湖に関する水質データの整理、解析
2. 水質検査設備や施設の改修と内容の更新
3. 河川や湖に関する水質調査に基づく現状把握
4. 水質基準の見直しと必要な改訂

2) 水利用管理

現在、農業自然環境保護省が河川水や河川敷の利用を管轄している。ピャンジ河流域においては、現在の河川水や地下水の利用について新たな開発が進むような状況にはない。しかしながら、少なくとも、現状の水利権の把握が必要である。また、地下水利用状況や現況の河川敷の利用状況についても同様に把握しておく必要がある。

3.1.3 ピャンジ河洪水災害管理

ピャンジ河の管理は河川の利用促進と防災とが表裏一体となって取り組まれてきたところである。利用の促進面では、取水設備や導水路、そして、それらの施設を洪水から守るための堤防などの建設である。堤防の建設はハマドニ地区の住民を洪水から守る役割も併せ持つものである。また、堤防建設のあり方によっては流路の変化など対岸のアフガニスタンに影響することがある。このため、河川計画に当たって慎重な検討が望まれる。また、防災面では、前述の堤防建設のほか、洪水災害地域に対する非常事態管理の面からの防災管理が行われている。

このような現状に鑑みて、ピャンジ河洪水災害管理に関しては次のような枠組みを提案する。

1. 河川防災管理
2. 地域防災管理

1) 河川防災管理

河川改修管理の管轄は水資源省にあり、構造物対策の計画・設計・建設・維持管理はソヴィエト時代に培われた技術に基づいて実施されている。また、ピャンジ河については、2.2.2項に述べたように、河川形態の変化やアフガニスタン側への影響など、計画や設計に関して新たな課題が出現している。

一方、1.4.2項に述べた2005年洪水時のように、一度堤防が破壊すると甚大な被害が発生することが判った。このため、堤防の改修と補強に加えて、地域防災を管理運営する地方行政機関や非常事態委員会とが連携して、地域防災活動を推進することが求められている。

このような状況にあって、河川計画管理の枠組みを次のように提案する。

1. 河川計画管理技術の向上
2. 河川堤防施設の改修と強化
3. アフガニスタンとの調整
4. 地域防災との協調

2) 地域防災管理

非常事態委員会が中心となって、災害が予想される地域と連携して、地域防災を促進する必要がある。このため、次の枠組みが提案される。

1. 防災技術・管理の向上
2. 地域防災計画の立案
3. 地域防災計画に基づく防災活動の実施促進

3.1.4 自然現象観測・解析

ピャンジ河流域内における上述の取り組みは、そこに起こる自然現象を観測し解析する科学的な観測研究機関によって支えられる。タジキスタンにおけるそのような機関には次のものがあり、ソヴィエト連邦時代に確立されている。

- ・ 水文気象庁
- ・ 地質研究所
- ・ 地震研究所

これらの機関の活動は、1991年の独立の後、施設・観測機器の老朽化、研究者養成の遅れなどが重なり、衰退している。ソヴィエト時代に蓄積された観測資料や研究資料が整理されないままになっている状況もある。

このような状況に鑑みて、自然現象観測解析に関する対策の枠組みとして、次の事項を提案する。

1. 既設観測施設の改修と補足施設の建設
2. 既存資料の整理・解析
3. 研究者・観測員の養成
4. 予測能力の向上

1) 既設観測システムの改修と補足施設の建設

水文気象庁においては、すでに、長期的な展望に立った既設観測施設の改修計画を有している。これは全国の38箇所の水文観測所、30箇所の水文気象観測所の改修を計画しているものである。また、気象や洪水予報の精度を向上するために新たな観測所の追加も必要である。

地質研究所はソ連時代に実施された調査資料が多く保管されているものの、その整理がなされていない。このため、同研究所ではその資料の整理の実施を望んでいるところである。さらには、全国に広がる地滑り地に観測施設を設置すると共に、その観測体制を整備することを望んでいるところである。

また、地震研究所は、全国に5箇所の地震観測所があるが、いずれも、老朽化が進み、既設の観測設備・機器の更新が必要な状況にある。

2) 既存資料の整理・解析

本調査に直接関係する水文気象庁の場合、本調査の活動の中で、調査団と同庁が協力して、過去30年余の資料の整理を行うことが出来た。そして、その結果を本調査に反映することが出来た。このようなケースは、今後の他の研究機関のデータ生理についての見本となる。また、このような作業は、リスクマップやハザードマップの作成には不可欠な要素であり、3.1.1項に述べた流域の防災管理に大きく貢献するものである。

3) 研究者・観測員の養成

ソヴィエトからの独立に際して、すべての研究機関からロシア人研究者・観測者が引き上げて以来、研究者・観測者の養成が十分な形では行われていない。このため、上述の施設・機器の改修・更新や既存資料の整理・解析に併行して研究者や観測者の養成が実施される必要がある。

4) 予測能力の向上

上記の3項目の実施とその成果の結集として、各分野での予報・予測能力の向上が図られる。

3.1.5 国際河川管理

1.3.5項に述べたように、ピャンジ河は国際河川アムダリアとして、タジキスタンの他、3つの国に関与している。特に、タジキスタンの対岸国アフガニスタンは2.6で述べたような洪水対策などで共通の問題を抱えるなど、次の点で密接に関係している。

- ・ 堤防建設に際して、仮排水路の設置などアフガニスタンの協力が必要な場合があること。
- ・ 河川施設建設にあたっては、両国の共通の利益に供するように計画しなければならないこと。

このため、国際河川管理として、関係国の共同開発や管理及び、それを調整するための枠組みとして、次の事項を提案する。

1. 国際河川調整機構の創設
2. 技術者・研究者の交流

1) 国際河川調整機構

2国間或いは多国間に跨って、ピャンジ河に関する共同開発管理あるいは調整を実施するためには、その基盤となるべき仕組みが必要である。そのような仕組みは相手側国の意向を抜きにして論ずることはできないため、ここでは、タジキスタン側の準備として、ピャンジ河調整委員会の設立を提案するものである。

2) 技術者・研究者交流

国際的な調整機構を発進させ、さらに、軌道に乗せるためには、相互の研究者レベルの交流が不可欠である。1.3.5項に述べた日本が中心となっている中央アジアでの地域交流のような交流場の活用・創設が必要である。

3.1.6 ピャンジ河統合管理計画

以上の検討からピャンジ河統合管理の枠組み計画を図化して、図3.1.2に示す。

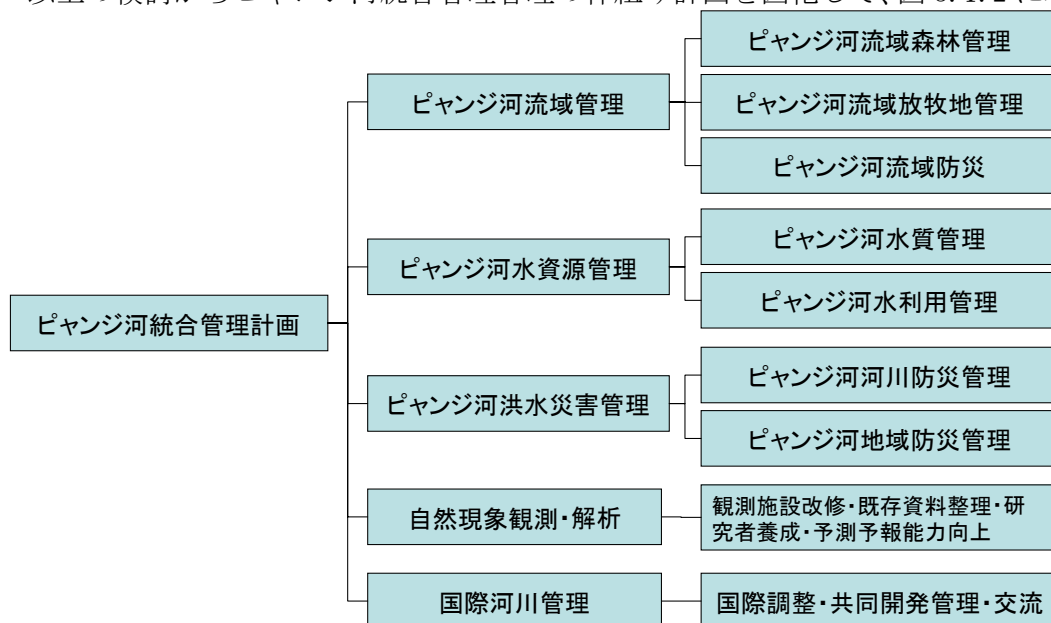


図 R 3.1.2 ピャンジ河統合管理計画の詳細枠組み計画

3.2 対策の枠組み

本節では、上述のピャンジ河統合管理計画の内、ピャンジ河洪水災害管理について、ハマドニ地区の洪水の原因と、それがもたらすインパクトや影響に直接的に関与する対策について、さらに細分化した枠組みを設定する。

3.2.1 原因・影響とその緩和対策

この地区の洪水とその被害は次に示すようにして発生する。

1. 洪水はまず融雪によって発生する。
2. 次に、洪水は流路変遷によって、その強度が増加する。また、流路変遷は流出土砂によってもたらされる。
3. 構造物対策に関する技術的な問題が洪水被害を増大させる。
4. 非構造物対策の遅れが地域社会の洪水に対する脆弱性を高めている。

上記の事項が相乗的に働いて、洪水規模が増大し、地域社会への洪水のインパクトを強める結果となっている。したがって、洪水対策は、この相乗効果を引き起こしている連続的な各段階に対して行われなければならない。このような原因と効果の連続性を下図に示す。

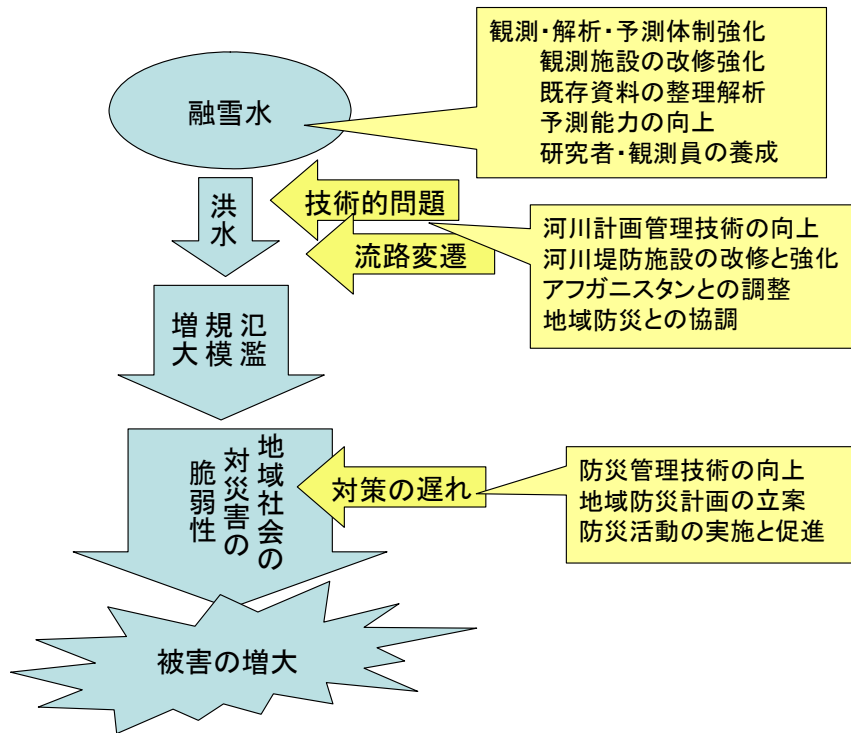


図 R 3.2.1 洪水の被害増大の連続性

洪水の被害を減少させるためには、上記の連続した被害増大過程の各々の段階に応じた対策を講じなければならない。その対策についての枠組みを次に示す。

表 R 3.2.1 ピャンジ河洪水災害管理の枠組みと対策の骨子

原因あるいは問題は問題	対策の枠組み	対策の骨子
融雪出水	水文気象観測・解析・予測の向上	-既設観測システムの改修・改良 -予測精度の向上
流路変遷	河川防災管理の強化	-河川堤防施設の改修と強化 -アフガニスタンとの協調

	流域管理能力強化	-地域防災との協調 -森林・放牧地・防災管理能力の向上
技術的問題	河川防災管理能力の強化	-河川防災管理技術の強化
防災対策の遅れ	地域防災管理能力の強化	-防災技術・管理能力の強化 -地域防災計画の立案 -地域防災活動の促進

これまでに示した洪水災害管理の枠組みと対策の骨子に基づいて、対策の基本的な考え方を、構造物対策・非構造物対策に分類して、その内容を次に示す。

3.2.2 構造物対策の基本な考え方

ピャンジ河河川防災管理のための構造物による対策は、表 R3.2.1 によると、河川堤防施設の改修と強化である(既設堤防の現況は2.4.1項に示したとおりである)。経済的な見地に立てば、当然、既設堤防の改修・強化が最も有効な対策である。一方、現在、堤防に沿って流れているピャンジ川流路を、堤防から遠く離れた位置に移動させられれば、堤防の改修や強化の必要性がなくなる可能性があり、より経済的な対策となる可能性がある。このため、予備的検討として、ピャンジ河流路を堤防から遠避ける検討を、衛星地形データを用いた水理解析により実施した。その結果から、現在の堤防の線形に対して、流路を遠ざけるために水制工や流路掘削を実施すると、流路の方向が大きく変わり、アフガニスタン側に対する洪水流量や河岸侵食量が増加することがわかった。このような案を推進するためには、アフガニスタンとの間の交渉機構の設立から始めなければならない。また、相当程度長期の交渉期間が必要と推量される。このため、本調査においての対策案として提案することはできないものと判断して、本調査における構造物対策は既存堤防の線形を維持して、その改修と強化を基本とすることとした。

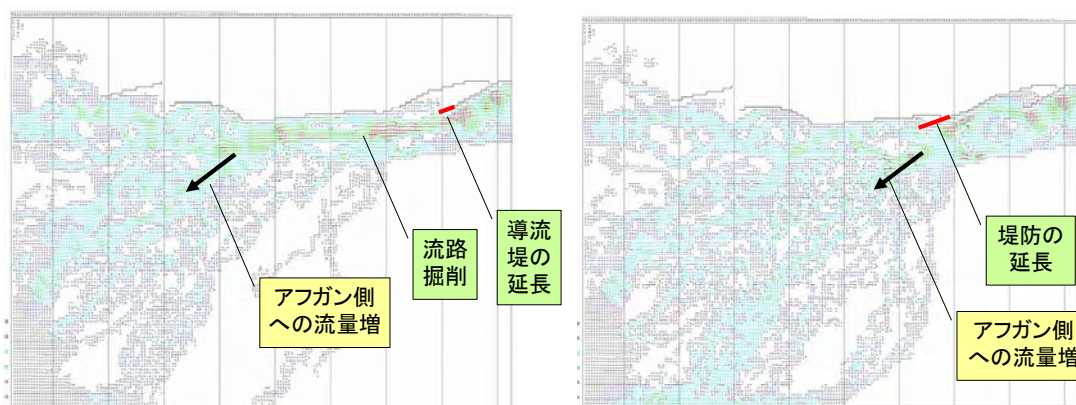


図 R 3.2.2 堤防形状の変化がアフガニスタン側に及ぼす影響

既存堤防の改修・強化の基本は次のとおりである。

1. 堤防全体：維持管理が容易で、かつ、経済的な工法によって、水制工を設置し、堤防構造を強化して流水に対する侵食抵抗を高める。
2. 取水導流堤：安定した取水を確保することを目的として、既設堤防の線形を利用して効果的な水制工を加える。

3. 余水吐き導流堤：余水吐き導流堤の本来の目的は、必要な取水量を確保するために、余分な水量だけ取水の邪魔にならないように、下流に流すことである。一方、同導流堤は洪水流を内陸部から遠ざける洪水対策の目的も併せ持っている。このため、洪水堤防と同様の構造設計とする必要がある。また、既設堤防の線形を利用し、延長をするとアフガニスタンへの影響が現れるため、設置長についても既設堤防に合わせるものとする。
4. 洪水堤防：線形を変えるとアフガニスタンへの影響が現れるので、既設堤防の線形を維持し、水制工を効果的に配置して、侵食抵抗を増加させて、堤防構造の強化を図る。

3.2.3 非構造物対策の基本的な考え方

ピャンジ河河川防災管理のための非構造物対策の基本的考え方を、表 R.3.2.1 に示す枠組みに沿って、以下に整理する。

1) 水文気象観測・解析・予測能力の向上

水文気象観測・解析・予測は水文気象庁の管轄である。2.1.5 項に述べたように、ピャンジ河流域の水文気象観測所においては、1991 年以降、その観測設備が十分な機能を果たしていない。このため、この分野で最も重要視しなければならないのは観測設備の補修・改修である。また、過去の観測資料が整理されないままになっているものも多く、その資料の整理と解析も重要な事項である。観測施設の改修と資料の整理解析がなされれば、予測精度を向上させる条件は整うことになる。このように、観測施設から予測精度の向上までの一連の対策が基本である。

2) 流域管理

流域の大部分が乾燥地・半乾燥地で占められている条件下における流域管理はどうあるべきかという観点から取り組みを始めなくてはならない。そのため、本調査では、流域管理は河川管理上の観点から 3.1.1 項にその枠組みを示した。ただし、本調査においては、その流域の気候の特殊性、広大な流域面積、検討資料の少なさを考慮して、枠組み計画の提示に留めることとした。

3) 河川防災管理

河川防災管理において、河川構造物の設置や既存構造物の改修強化が必要であることは 2.5 節に示したとおりである。構造物対策を一層強化するためには、計画から、設計・施工・維持管理に至るまでの河川防災管理技術の強化は重要な課題である。現在、河川防災管理は水資源省の管轄であり、その管轄下で、設計センターがソ連時代から培われてきた技術力をもって、河川計画管理を実施している。このため、本調査においては、3.1.3 項において、河川防災管理のための枠組み計画を提示するに留めることとする。ただし、計画・設計・施工・維持管理の基本的な手法については、本調査の過程や基本計画策定の過程で技術移転した。

4) 地域防災管理

地域防災管理においては、防災活動の実施を指導・統括する機関の確立や職員の防災管理技術の向上、実際の防災活動を実施するための地域防災計画の立案、そして、実際の地域防災活動を促進するための実務的な防災準備を整えることが重要である。そのために、上記の事項を達成するために必要な事業が提案されなければなら

ない。このような非構造物対策に属する事業は非常事態委員会の管轄となっているが、河川防災管理は構造物対策と密接に関係していることから、この方面の事業には水資源省の積極的な参画が必要である。

3.3 ピャンジ河洪水災害管理計画の課題

この節においては、前節において議論したピャンジ河洪水災害管理計画の枠組みの中で、ハマドニ地区の洪水対策についての具体的な課題を検討する。検討課題は構造物対策と非構造物対策に分けて提示する。

3.3.1 構造物対策の課題

構造物対策は、2.5節において議論してきた既設構造物の問題点を解消する方向性を持つものでなければならない。既設構造物の問題点を解決するための課題は次のように分類される。

1. 計画上の課題：堤防の設置範囲、設計確率洪水、設計洪水流量などの堤防設計に必要な計画値を合理的に決定する方法。
2. 設計上の課題：洪水流による侵食に抵抗できるような堤防の法面保護工・基礎工・根固め工などの構造基本設計。
3. 施工上の課題：堤防建設工事の設計が実際の施工に正確に反映されるような施工方法及び施工管理方法。
4. 維持管理の課題：堤防建設工事完了後において、構造物が持続可能となるような維持管理方法。

3.3.2 非構造物対策の課題

前項 3.2.3 項において検討した洪水対策のための非構造物対策の課題項目を次に箇条書きにして示す。

1. 地域防災計画改善
2. 水防活動および救助能力向上
3. 水文気象観測連絡施設整備
4. 防災対策組織改善
5. 防災工学の整備とその普及
6. 災害対策調整機能設立
7. 国際河川調整機構設立

1) 地域防災計画改善

住民を洪水災害から守るためには、洪水に関する情報の管理・解析・判断を経て、避難を含む必要な措置の決定と住民への伝達、そして、その措置の徹底のための指導・監視の仕組みが必要となる。それが地域防災計画である。災害対策法によれば、災害に対する現地での対処の責任は地方政府にある。すなわち、本調査対象地区においては、その責任はハマドニ地区にある。

一方、洪水に関する情報管理は水文気象庁の管轄であり、災害対策全般の指導・監督は非常事態委員会の管轄にある。また、洪水対策のための堤防の管理は水資源省

にある。このため、これらの中央政府機関の協力なしには、この地域の住民を災害から守ることはできない。

したがって、ハマドニ地区においては、地方事務所を中心として、中央関係機関を含む地域防災計画の立案が必要となる。

現在のハマドニ地区における地域防災の現状は1.3.3項及び2.5.2項に述べたとおりであり、改善しなければならない課題とその内容を以下に示す。

1. 情報管理
2. 防災準備
3. 避難誘導

a) 情報管理

現在、ハマドニ地区の洪水情報に関しては、水文気象庁が観測しているヘルマンジョ観測所の水文情報がある。この情報は非常事態委員会に伝達され、そこから、ハマドニ地区にも伝達されることになっている。一方、現状におけるハマドニ地区の河川地点の洪水の状況監視については明確な任務分担の規定はない。最も適切な担当機関は、堤防の建設・管理を行っている水資源省である。このような現状に鑑みて、次の事項が地域防災計画の情報伝達に関わる課題である。

- ヘルマンジョ観測所の洪水情報が確実に非常事態委員会やハマドニ地区に伝達される仕組みと設備の確立。
- ハマドニ地区での洪水の現状を知るために、チュベック地点での水位観測施設とその情報伝達の仕組みの確立。
- 洪水時におけるハマドニ地区の堤防状態に関する監視とその状況を伝達する仕組みの確立。

b) 防災準備

実際に洪水が発生して住民に危害が及ぶ以前に、避難などの措置に備える準備が必要である。準備の現況については、2.5.2項に述べたとおりであり、改善しなければならない課題とその内容を次に示す。

- 現在、ハマドニ地区関係政府機関と非常事態委員会で構成されているハマドニ地区防災本部に、堤防管理者である水資源省も参画して、より効果的な対策措置が取れる組織とする。
- 洪水に関するハザードマップの作成や避難経路・避難所の確定を実施して、政府関係者や住民が予め洪水時に、どのように行動すべきかを知るための準備を整える。

c) 避難誘導

2007年5月に実施した避難演習の結果、避難命令の伝達経路が曖昧であることが判明した。実際に洪水が発生し、住民が避難しなければならない事態になった際には、その避難を遅滞なく実施するために適切に住民を避難所に誘導する仕組みが必要である。具体的な提案事項は以下の通りである。

- ハマドニ地区のジャモアットごとに水防情報連絡網を作成する必要がある。その連絡網は、地区事務所からマハラに至るまでの連絡体制を定めるもので、連絡者の氏名・連絡方法を記入する。この連絡網は必要に応じて、更新・改良されるべきものである。
- 避難にあたっては、歩行などに援助を必要とする人たちが存在する。そのような人たちを支援する仕組みもまた必要である。誰が誰を支援するかを明記した支援名簿をジャモアットごとに作成する必要がある。この名簿についても、逐次、必要に応じて、更新・改善することが必要である。

2) 水防活動能力の強化

水防活動の基本的活動は、堤防の監視と緊急時の適切な応急措置である。前者については、地域防災計画の実践において不可欠な要素であるため、上記1)に提起したところである。後者については、次に述べる。

タジキスタンにおいては、現在は、水防活動の概念は曖昧である。構造物の維持管理という観点からは、水資源省が構造物対策を管轄している。堤防決壊などの緊急時の対応は、水資源省は建設業者に契約ベースで実施させ、また、非常事態委員会はハマドニ駐留部隊や重機局からの建設機械を派遣することで、緊急事態への対応を実施している。建設工事中や建設工事後の保障期間は契約範囲内であれば建設業者の責任において、また、契約範囲外についても政府の要請に基づいて、建設業者が緊急時の対応を実施している。堤防は国境地帯にあるので通常時は特別に許可を得たもの以外は堤防地帯には入ることができないことや、堤防が居住地より数キロメートル離れて位置していること等のため、住民が水防活動に参加することは困難な状況にある。

このため、堤防補修などは水資源省の管轄であるが、実際の作業は、建設業者や非常事態委員会の協力で実施していく現在の仕組みは今後とも有効な仕組みである。しかし、建設業者は必ずしも緊急時の対応が可能な位置にあるとは限らない。一方非常事態委員会の防災部隊は堤防近傍に常駐している。このため、堤防が破壊しそうなような緊急時の対応を考慮すると、非常事態委員会ハマドニ駐留部隊が緊急的な堤防補修のための建設機械を保有して、水資源省の技術的コントロールの下で、緊急対策を実施する仕組みが現実的である。

3) 救助活動能力の強化

救助活動は非常事態委員会の救助センターの管轄であり、その活動は1.3.2項に述べたとおりである。同センターの活動実績はソ連時代に遡り、その救助技能レベルは高い。しかしながら、ソ連からの独立後、資機材不足や指導員教育に問題を抱えている。今後の活動の課題は次のとおりである。

- 救助活動に必要な器具・資材の整備
- 後継者・指導員育成

4) 水文気象観測連絡施設整備計画

水文気象観測情報の連絡について、ハマドニ地区の洪水対策の観点からの整備計画はハマドニ地区地域防災計画に含めることとして、1)に述べたとおりである。

水文気象庁は、全国の観測所の改修のための10年計画を提案している。本調査に

においては、ピャンジ河流域に関する流量観測データの取りまとめと、それに基づく水理解析を実施したところである。しかしながら、流域の広さや観測所地点のアクセスの困難さなどあって、本調査においては、具体的な整備計画に踏み込むための基本的資料が不足している状況である。洪水観測予測や、パミール高原地域内で発生する土砂災害の予測の精度を向上させるためには、観測所とその連絡設備の必要性を確認するものの、その施設計画については枠組み計画を示すに留めることとする。

5) 防災対策組織改善

タジキスタンの防災対策は、非常事態委員会が中心となって実施してきていることは、1.3節において示したとおりである。また、その活動における問題点は2.5.2項に示したところであり、その解決に向けては、非常事態委員会の組織の強化が不可欠である。その組織強化の課題は次のとおりである。

- 非常事態委員会が全国的に防災対策を促進するための基本的な計画を立案する組織の強化。
- 地方政府が防災対策を進めるにあたって、その指導・支援を行うための組織強化。
- 国民や地域住民が防災対策やその活動を理解し、また、積極的に参加を勧めるための広報活動の強化。

6) 防災技術・管理能力の向上とその普及

防災対策の推進にあたっては、組織強化に加えて、組織を構成している職員の防災に関する技術及びその運営に関わる能力の向上が求められる。必要とされる技術とは、前項2.5.2に示した防災工学であり、また、運営能力とは3.3.2 1)に示した地域防災計画の改善や実施を促進する能力である。さらに、防災技術運営能力の向上は、中央レベルばかりでなく、地方レベルにおいても必要である。防災技術・運営に関する知識の中央から地方への移転については1.3.2に示した非常事態委員会のもつ訓練センターの機構が有効な機能を果たす。このため、非常事態委員会の防災技術・運営能力の向上と普及には、中央レベルでの防災知識の習得ばかりでなく、その知識を既存の訓練機構を通じて、全国へ普及する能力の育成とその仕組みの強化も必要である。

7) 災害対策調整機能向上

非常事態委員会の主要な任務の一つは、全国的な防災事業を促進するための関係各機関の調整にあることは、2.5.2に述べたとおりである。関係機関には、自然現象を科学的に観察・解析する研究機関、自然災害に対する物理的な対策を実施する機関、自然災害の被害からの復旧を重要な任務としている機関など様々である。このような状況下にあって、災害対策調整機能を向上させるためには、その調整機構の確立が重要な課題である。また、その調整機構は、非常事態委員会に対して提言できる立場にあることが必要である。

8) 国際河川調整機構設立

ピャンジ河の国際河川としての問題点は2.6節に示したとおりである。特に、アフガニスタンとの関係は、ハマドニ地区の堤防工事に実施に当たっては、早急に解決しなければならない課題である。この解決のためには、中央政府レベルで、アフガ

ニスタンを始めとする周辺関係国との調整を進めるにあたっての問題点を検討協議する場、すなわち、パンジ河国際調整機構を創設することが必要である。しかしながら、現在、このような国際調整機構の設立が未成熟な段階にあることを考慮して、将来このような国際調整機構が設立される準備として、パンジ河調整委員会の設立が必要である。

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画（マスタープラン）

本調査において提案する基本計画をハマドニ地区洪水対策基本計画（以下マスタープランと言う）とする。その提案内容を以下に示す。

4.1 マスタープランの基本条件と構成

本調査において提案するマスタープランの基本的条件は次のとおりである。

- ・ 目標年は本調査の開始から約10年後とし、2018年とする。
- ・ ハマドニ地区の人口は年平均2%程度の増加が見込まれるものの、経済が綿花栽培に大きく依存し、その生産高は過去の経緯から見て将来的に大きく変化する傾向にはない。このため、マスタープランの経済的評価の条件は目標年までは大きく変化しないものとする。
- ・ 構造物対策の設計に用いる洪水発生確率年は、タジキスタン国の貴重な平野部の資産の保護、また、ハマドニ地区の綿花栽培が国の経済に大きく貢献していることを考慮して、1/100年とする。

これまで課題は構造物対策の面と非構造物対策の面から検討されてきたが、その中でも構造物対策は、直接的にハマドニ地区の洪水対策に関与するものである。一方、非構造物対策については、直接ハマドニ地区の洪水対策に関与するものと自然災害全般への関わりの中で、間接的にハマドニ地区の洪水対策に関与するものがある。このため、直接的にハマドニ地区の洪水対策に貢献するものをハマドニ地区洪水対策基本計画（マスタープラン）とし、一方の間接的に貢献するグループを自然災害対策計画（以下支援計画と言う）とする。

マスタープランの課題は次に示す2種類、すなわち、構造物対策と非構造物対策であり、以下に対策内容を示す。

1. ハマドニ地区を洪水から守るため河川改修を含む構造物による洪水対策。
2. 地域防災計画など、ハマドニ地区の洪水被害を緩和するため実施する非構造物による対策。

基本計画の実施期間は、対策に要する時間的な要素を考慮して、中長期計画と短期計画に区分される。中長期計画は10年間を目処とし、短期計画は5年間を目処とする。

マスタープラン及び支援計画を次表に示す。

表 R 4.1.1 ハマドニ地区洪水対策基本計画と自然災害対策計画一覧表

計画	種類	区分	内容
ハマドニ地区 洪水対策基本 計画(マスター プラン)	構造物対策	中長期（10年）計画	ハマドニ地区堤防改修工事(対策規模 100年確率洪水)
		短期（5年）計画	ハマドニ地区堤防緊急改修工事(対策規模 30年確率洪水)
	非構造物対策	中長期（10年）計画	ハマドニ地区水防活動強化計画
		短期（5年）計画	ハマドニ地区地域防災強化計画

自然災害対策計画（支援計画）	災害救援復旧活動能力向上	非常事態委員会災害救助活動強化計画
	自然現象観測解析能力向上	水文気象観測通信設備整備計画
	防災能力向上	非常事態委員会防災管理能力向上計画（次のコンポーネントを含む） - 防災組織強化 - 防災技術・管理能力向上 - 自然災害調整諮問委員会設立
	国際調整能力向上	ピヤンジ河調整委員会設立

4.2 構造物対策に対するマスタープランの提案

4.2.1 構造物対策の概要

本章では、堤防沿いの位置関係を示す際、チュベック堰の管理橋に設置された基準点から、1km毎に設けた測点を用いることとする。各測点は基準点（0.0K）からの距離の数値に“K”をつけて示す。例えば、基準点（0.0K）から5km離れた測点は“5.0K”とする。

また、2つの測点の間を説明する場合は、便宜上、その測点の整数に0.5を加えた数値で示す。例えば、5.0Kと6.0Kの間は“5.5K”とする。

測点位置について、図R4.2.1に示す。

1) 調査範囲における現況構造物の評価

a) 既設堤防の目的

既存堤防は、取水導流堤防（IGD）、余水吐き導流堤防（SGD）、洪水防御堤防（FPD）の3種類の堤防から構成される。

IGDは一定量の河川水を取水し、チュベック堰を堆砂から保護し、さらに、洪水流が堰等の構造物に直接当たらないよう保護することを目的として、灌漑及び河川改修施設として設計されている。

SGDは灌漑用水路の流下能力以上の余水を流下させることを目的とするほか、洪水流を河岸から遠ざけることを目的として、灌漑及び河川改修施設として設計されている。

またFPDは築堤により灌漑用水、周辺住民、領土を洪水から防御することを目的として、河川改修施設として設計されている。（図R4.2.1参照）

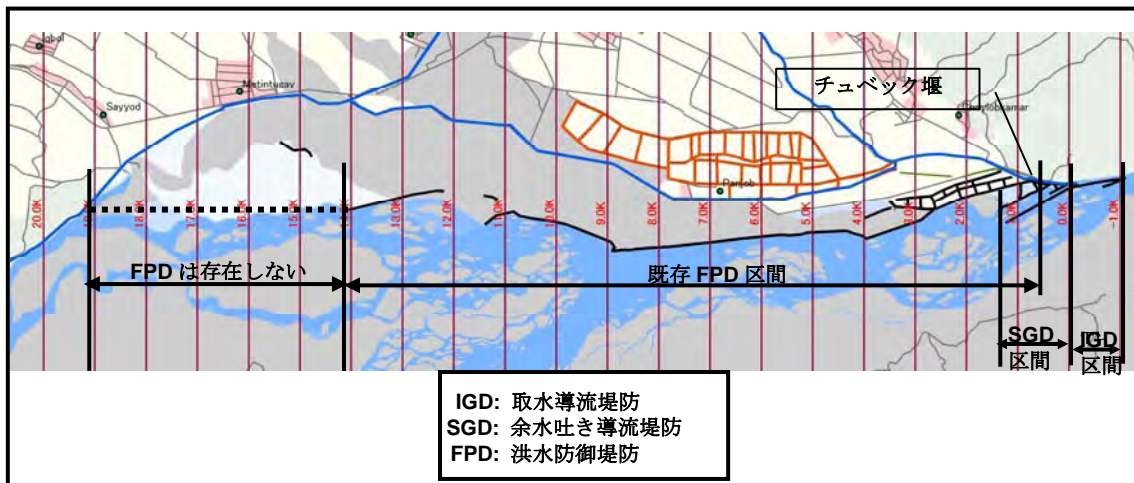


図 R 4.2.1 堤防の区分

b) 堤防破堤の影響

当該地区においては、上記3種類の堤防が一体となって治水機能を有している。氾濫解析から、チュベック堰付近の堤防が決壊すると、ハマドニ地区のほぼ全体が浸水するという結果が得られており、IGD と SGD が効果的に機能している限りは、それらにより FPD の 2.0K から上流は洪水から守られるという河道特性を持っている。氾濫解析結果によると、0.0K から 2.5K 間の堤防が決壊した場合、洪水はモスコフスキーやチュベック地域へ向かい大損害をもたらす。また、2.5K から 12.0K 間の堤防が決壊した場合、洪水流はデコノボット灌漑水路へ向かい堤内地へ浸入するが、12.0K より下流の堤防が決壊した場合については、洪水流は再び河道内に戻ってきて、堤内地には浸入しないという結果が得られる。(図 R 4.2.2 参照)

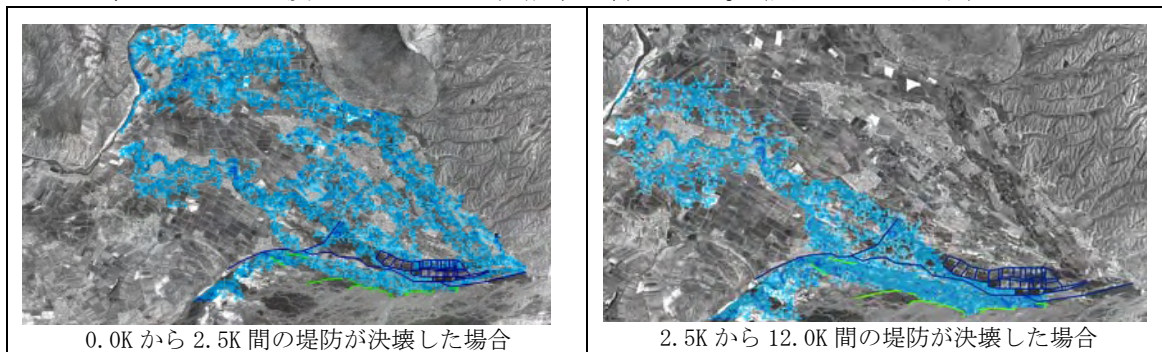


図 R 4.2.2 1/100 洪水確率における氾濫原

c) 既存堤防の状況

既に前述の「2.4 構造物対策」で示した通り、侵食作用については FPD の各箇所でも異なる条件にある。したがって洪水対策は、取水導流堤防 (IGD)、余水吐き導流堤防 (SGD)、洪水防御堤防 (FPD) のそれぞれの区間に適した設計を行うべきである。また、FPD 区間の中でも各箇所でも堤防法線付近の河道状況は異なるため、それぞれの区間に適した設計を行うべきである。

図 R 4.2.3 に既存堤防法線付近の河道状況を示す。

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

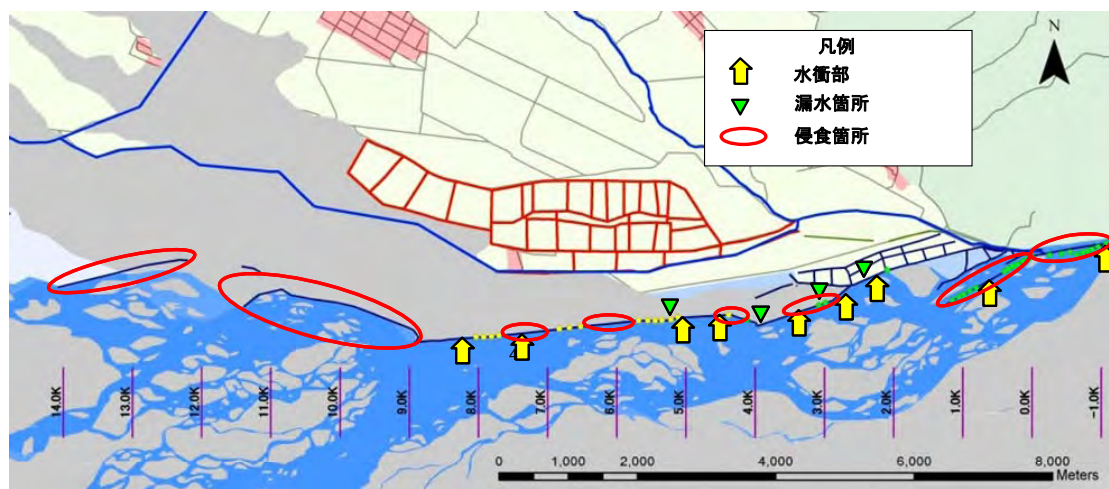


図 R 4.2.3 既存堤防法線付近の河道状況

2) 採用された構造物対策の区分

現地地形、水理解析、堤防配置、構造物の機能を検討した結果より、現場に適応した対策工は幾つかの種類に分類される。(表 R 4.2.1、図 R 4.2.4 参照)

表 R 4.2.1 採用された構造物対策工

区間	区分	測点	採用された対策工	備考
I	取水用導流堤防	- 1.0k to 0.0k	護岸工、水制工を伴った堤防嵩上げ(既存堤防の改築)	堤防天端高は既存堤防高に基づいて決定した。なおこの高さは既存堤防の特性を勘案し、1/30 確率洪水規模を設計流量と設定した。(注釈 1)
II	余水吐き導流堤防	0.0k to 1.2k	護岸工、水制工を伴った堤防嵩上げ(既存堤防の改築)	堤防天端高は 1/100 確率洪水規模対応とした。(注釈 2)
III	洪水防御堤防	2.0k to 14.0k	護岸工、水制工を伴った堤防嵩上げ(既存堤防の改築)	同上
IV	同上	2.0k to 8.9k	護岸工、水制工を伴った堤防嵩上げ(既存堤防の改築)	同上
V	同上	8.9k to 10.9k	護岸工、水制工を伴った堤防嵩上げ(既存堤防の改築)	同上
VI	同上	10.9k to 12.1k	護岸工を伴った築堤(新規盛土)	同上
VII	同上	12.1k to 14.0k	捨石護岸(既存堤防の改築)	同上(水理解析によれば、この区間では、設計流量時の流れは既存堤防を越流しない)
VIII	堤防保護	14.0k to 17.0k	捨石護岸を伴った築堤(新規盛土)	同上(水理解析によれば、この区間では、設計流量時の流れは新設堤防を越流しない)

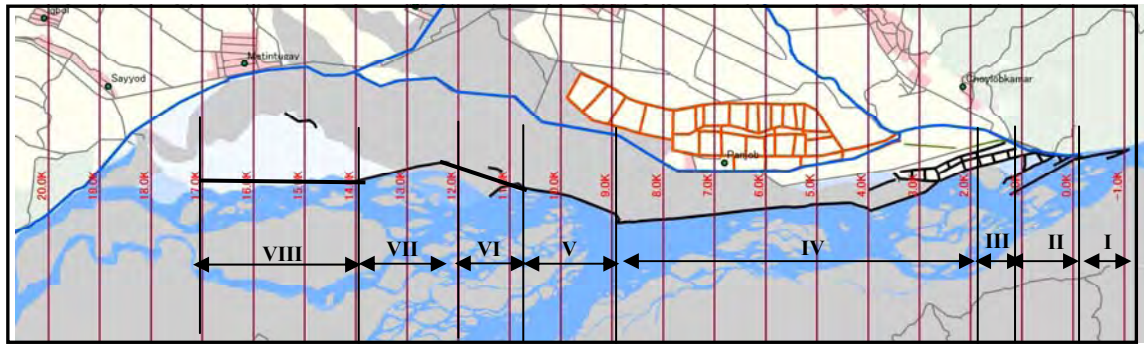


図 R 4.2.4 堤防の区分

注釈 1

取水導流堤防（IGD）は洪水防御堤防として区分されておらず、IGD の機能としては、一定量の河川水の取水、チュベック堰における堆砂からの保護が挙げられる。したがって IGD は FPD 相当の治水能力は必要としないため、現況と同程度の 1/30 確率洪水に耐えうる設計を行う。

本調査では、地形および既設構造物に関する詳細なデータは入手できなかったが、入手可能な簡易データから算定すると、取水堰天端高は設計水位（1/100 確率洪水）より 0.5m 高く、余裕高 0.7m に対し 0.2m 不足しているが、1/100 確率洪水に対して十分な高さを有していると考えられる。

取水路内の水位は、取水堰付近での堰上げ等で本川水位よりも高くなる可能性があるが、ここでは、地形および既設構造物に関する詳細なデータが不足しているため、洪水時の取水路水位の算出等の詳細な設計は行わない。

上記を考慮し本調査では、洪水時に取水路水位が本川水位（設計水位）を上回らないようにするため、洪水時に取水路と本川で水の移動が自由にできることが必要と考え、IGD の天端高を設計水位以下（1/30 確率洪水程度）に設定する。

本調査後の実施段階において、詳細なデータの収集とそれを用いた IGD の詳細設計を検討することを提言する。

注釈 2

余水吐き導流堤防（SGD）は、取水堰で発生した余剰流量を安全に本川に戻すという機能を有し、基本的には洪水防御堤防として見なさない。ただし当該地区においては、SDG は 0.0K～2.0K 区間の堤防を保護し、洪水防御堤防としても十分に機能している。

SGD が存在しなければ、0.0K～2.0K 区間は洪水防御堤防として、洪水に耐えうるように既存堤防の改築を必要とする。対策工費の重複を避けるため、SGD は洪水防御堤防として設計を実施し、本堤防の 0.0K～2.0K 区間については計画堤防高まで嵩上げを行うが、洪水流に耐えうるような護岸は施さないものとする。

4.2.2 構造物対策における基本設計

構造物対策における基本設計条件を以下に示す。

- ・ 計画高水流量は 1/100 確率洪水に対応するように設定する。
- ・ 平面二次元解析結果より、8.9K より上流の設計流速は 5.0m/sec、下流の設計流量は 3.0m/sec とする

1) 計画高水流量

a) ピヤンジ河における洪水確率流量

i) H-Q 曲線と年最大洪水

水文気象庁は、タジキスタン国内にある水文気象観測所において、水位データを記録し続けている。これは 1967 年以来観測し続けている、ヘルマンジョ水位観測所も含んでおり、この観測所は調査地点から 117km 上流に位置している。流量は、流速や河道断面の測量により求められる水位流量曲線、いわゆる H-Q 曲線から算定される。水文気象庁は 1991 年までは、測量の実施や H-Q 曲線の算定を行ってきた。このために、本調査団は、1991 年までは水文気象庁の流量データを採用した。1992 年以降については、H-Q 曲線を推定して流量データを推定することとした。推定 H-Q 曲線は、幾つかある既存の H-Q 曲線のうち、最新で、かつ、図 R 4.2.5 のグラフの中間的な位置ある 1991 年の H-Q 曲線と、大規模洪水時の水位流量の情報を含む 1978 年の H-Q 曲線を合成して作成した。その合成した H-Q 曲線を図 R4.2.5 に示す。

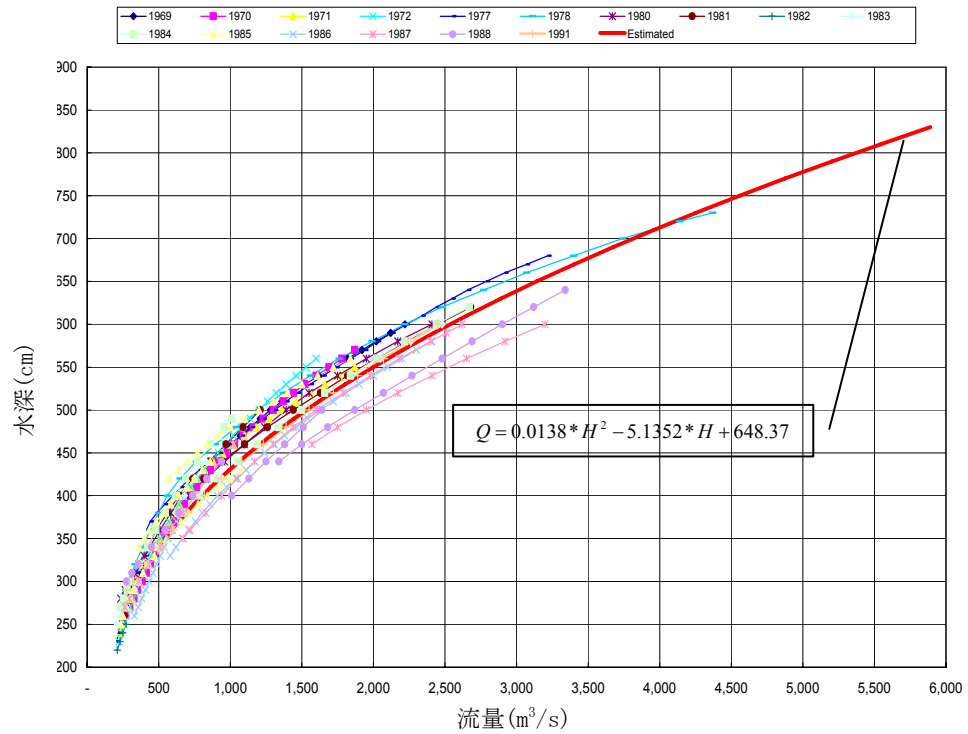


図 R 4.2.5 既存の H-Q 曲線と合成 H-Q 曲線

採用した流量データのうち、年最大流量とその流量を抽出し、その日付と共にグラフに表示して、下図に示す。

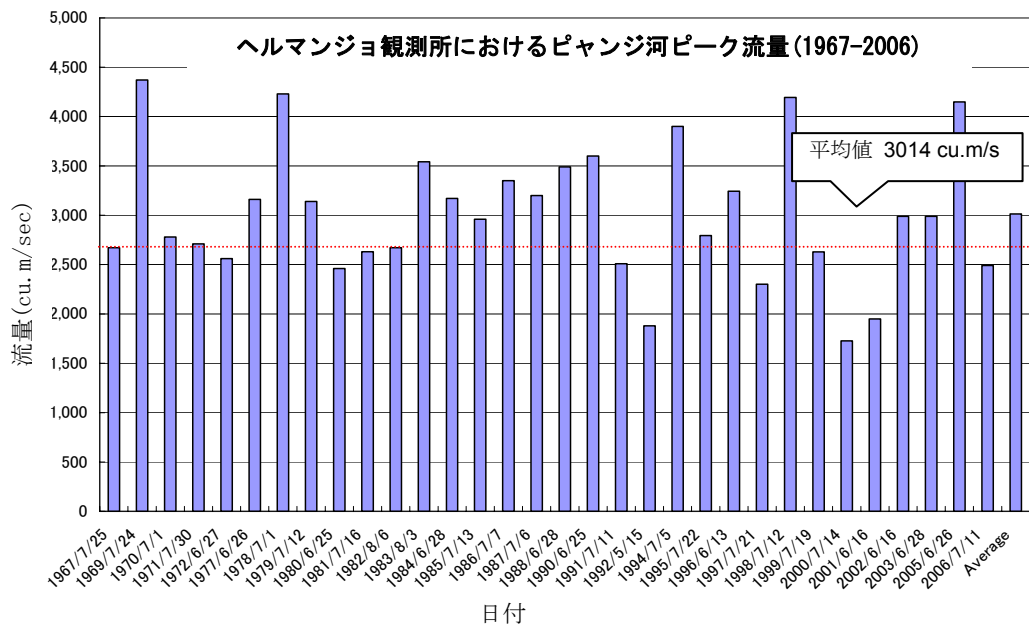


図 R 4.2.6 ヘルマンジョ観測所における年最大流量(1967年～2006年)

ii) 洪水確率の算定

ヘルマンジョ観測所での年最大流量のデータを、下図の通りガンベル法を用いた洪水確率表にプロットする。

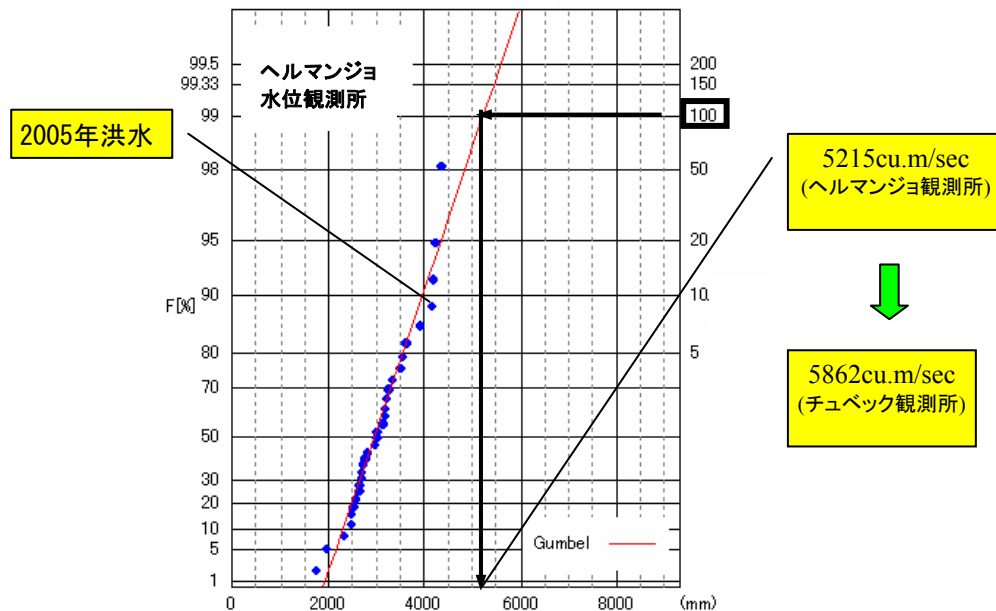


図 R 4.2.7 ヘルマンジョ観測所における洪水確率

b) 計画高水流量

計画高水流量の設定は、下記の理由により 1/100 確率洪水を提案する。

- ・ タジキスタンにおいて平地は、全国土のわずか7%を占めてるに過ぎず、大変貴重である。
- ・ ハマドニとファルカールは、タジキスタンの主要輸出品目である綿花を、大量に産出している地区である。
- ・ 短期計画時の暫定対策工には、1/100 確率の代わりに 1/30 確率洪水を提案する。

したがってヘルマンジョ観測所での計画高水流量としては、1/100 確率洪水時の 5,215³/sec を提案する。

c) チュベックにおける計画高水流量

河川構造物設計には、ヘルマンジョ地区での流量を、構造物が位置するチュベック地区の流量に変換して用いる。

チュベック地区の流量変換は、融雪流出モデル (DSRM) を用いた流出解析で算出した。この解析はデンマーク水理・環境研究所で開発された「Mike-11」の

中にある、デジタルシミュレーションプログラム NAM の特性関数を用いたものである。

融雪流出モデルの概念図を以下に示す。

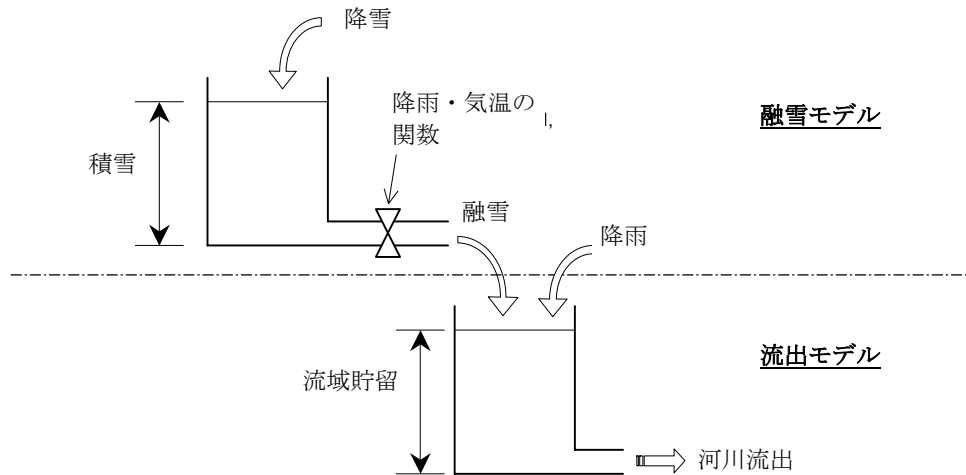


図 R 4.2.8 融雪流出モデルの概念図

ピーク流量における実測値と計算値を比較した計算結果を、下表に示す。

表 R 4.2.2 ピーク流量の計算値と実測値の比較(m³/s)

年	ヘルマンジョ		チュベック	ピーク流量比
	観測値	計算値	計算値	
1969	4,370	4,390	5,027	1.145
1978	4,230	4,291	4,945	1.152
2005	4,149	4,118	4,419	1.073
1990	3,600	3,632	3,989	1.098
1983	3,540	3,533	4,065	1.151
平均値				1.124

上表から得られたピーク流量比を用いて、前項の「a)ピャンジ河における洪水確率流量」で算定されたヘルマンジョでの流量をチュベックでの流量に変換し、その結果を洪水確率年ごとに下表に示す。

表 R 4.2.3 ピーク流量の計算値(m³/s)

確率年	ヘルマンジョ	チュベック
1/100	5,215	5,862
1/50	4,839	5,439
1/30	4,561	5,126
1/20	4,338	4,875
1/10	3,951	4,440
1/5	3,547	3,987
1/2	2,937	3,301

上記より、チュベックにおける 1/100 確率洪水の計画高水流量は 5,862m³/sec を提案する。

2) 設計水位

設計水位は、標準逐次法のエネルギー保存則に基づいた不等流解析で算定する。流量は前項で述べたチュベックにおける計画高水流量を用い、計算に必要な地形データは、衛星画像より得られる数値標高モデル (DEM) を用いた。計算結果から作成した河川縦断図を図 R 4.2.9 に示す。

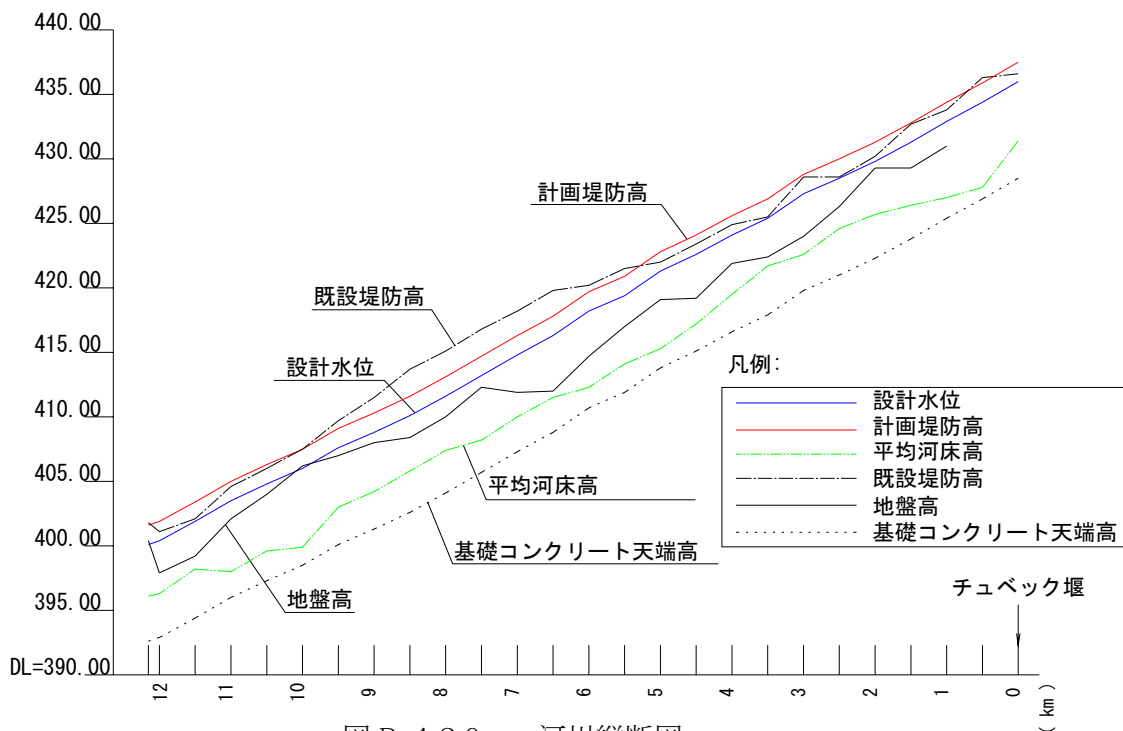


図 R 4.2.9 河川縦断図

3) 余裕高

計画堤防高は、設計水位高に余裕高を加えた値で決定される。余裕高は波高等の不特定要素から構成されており、SNIP によれば通常 0.7m とされている。

調査範囲の堤防沿いには多数の水制工が既に設置されており、本調査においても幾つか新たに水制工を設置することを提案している。水制工は河川の流れを遮り流速を減ずる機能を有し、そのため水制工の上流側においては、ある水位まで堰上げが発生する。堰上げ高は $V^2/2g$ という式で算定され、 V は流速を g は重力加速度 (9.8m/s^2) を表す。この流速 V については、平面二次元解析から算定された最大流速の 80% (4m/s) を、水制前面での平均流速として用い、この平均流速を前述の式に代入して求められた堰上げ高さは 0.8m となり、この値を SNIP で定められている余裕高に加算する。

したがって、余裕高の総計は $1.5\text{m} (=0.7+0.8)$ となり、この値を余裕高として本調査内の全堤防で採用する。

4) 法面勾配

現地調査によれば既設堤防の法面勾配は、 $1:1.5\sim 1:1.8$ の範囲にあり、一般的な砂質土や砂礫における安定盛土勾配とほぼ同等である。ただし本調査では、河岸侵食や浸透水による盛土材の緩みを考慮して、堤防や水制工の盛土勾配を $1:2.0$ とする。

また以下の理由により、堤防法面には幅 3m の小段を設置する。

- ・ 護岸工や根固め工の復旧工事を行う際、工事に必要な重機スペースを確保するため。
- ・ 堤防幅を広くすることで、侵食や浸透破壊に対する耐久性を高めるため。

5) 法覆工

従来より河川工学においては、蛇カゴ、練石積み、コンクリートブロック、捨石など幾つかの法面保護方法があり、ピャンジ河においては、蛇カゴ、コンクリートブロック、捨石が法覆工として利用されてきた。

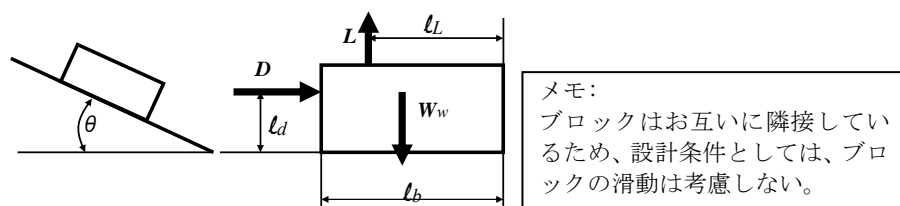
コストを比較すると、一般的に捨石工が最も安価であり、その後に蛇カゴ、練石積み、コンクリートブロックと続く。

侵食箇所の復旧工事の利便性、ピャンジ河河川工事での実績を考慮して、本調査では捨石工、蛇カゴ、コンクリートブロックを採用することとし、各工法の形状・規模については以下に示す。

a) コンクリートブロック工

流体力の作用によりコンクリートブロックが捲り上がらないような、ブロックの寸法は下記の計算手法に基づいて決定される。

$$W_w \times \cos\theta \times l_b / 2 \geq L \times l_L + D \times l_d$$



W_w : コンクリートブロックの水中重量

l_b : ブロックの流下方向長さ

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

L : ブロックにかかる揚力
 ℓ_L : ブロックの揚力に対する回転半径
 D : 抗力
 ℓ_d : ブロックの抗力に対する回転半径
 θ : 法面の傾き

$$L = \frac{\rho_w}{2} C_L A_L V_d^2 \quad D = \frac{\rho_w}{2} C_D A_D V_d^2$$

ρ_w : 水の密度
 $C_{L,D}$: ブロックの揚力・抗力係数
 $A_{L,D}$: 揚力・抗力に関する投影面積
 V_d : 流速

ピャンジ河河川工事において、現在水資源省が実際に採用しているブロックの寸法は、1m×2m×1mまたは1m×2m×0.5mである。ここでは平面的な寸法（1m×2m）を固定し、最適なブロック厚を算定した。計算結果は以下の通りである。

コンクリート厚	0.5 m	0.3 m	0.2 m
判定結果	OK	OK	NG

したがって、法覆工として設置するコンクリートブロックの寸法は、1m×2m×0.3mを提案する。

また、ブロックの隙間から盛土材が流出するのを防ぐため、吸出し防止材をブロック底面に設置する必要がある。

b) 蛇カゴ工

蛇カゴは鉄線の網と玉石で構成されており、ここでは鉄線径と玉石の径を決定する。鉄線径は3mmを提案し、玉石の径は下記事項を条件として決定する。

- ・ 背面からの土圧・水圧を受けない。
- ・ 鉄線の枠に変形を与えるような、カゴ詰め材料（玉石）の移動を許さないものとする。

上記の条件のもと経験式を用いて蛇カゴ内の玉石の必要径を求めると、平均粒径0.19m以上と算定される。

また、玉石の隙間から盛土材が流出するのを防ぐため、吸出し防止材を蛇カゴ底面に設置する必要がある。

c) 捨石工

捨石工は一般的に、砕石または玉石から構成され、その粒径は下記事項を条件として設計する。

- ・ 背面からの土圧・水圧を受けない。
- ・ 捨石材料に作用する掃流力が、移動限界を越えないように粒径を設定する。

上記の条件のもと経験式を用いて捨石材料の必要径を求めると、平均粒径0.45m以上と算定される。

また、捨石材料の隙間から盛土材が流出するのを防ぐため、吸出し防止材を捨石工背面に設置する必要がある。

6) 根固め工

根固め工は、護岸基礎部を洗掘から保護するために設置し、基礎付近の河床洗掘によって生じる最大の深さ（最深河床高）まで対応できるように、根固め工幅を設定する。

パンジ河の状況、水理解析から得られた流速、ソビエト時代より現地で活用されてきた実績等を考慮して、長方形のコンクリートブロックを根固め工部材として提案する。

a) 設計水深

根固め工の設計深は、平均河床高から最深河床高の深さ（以下 ΔZ と表す）で決定する。通常 ΔZ は未知数であるが、平均河床高と、最深河床高と砂州高の差が分かれば、日本の河川工学における経験式を用いて設計深 ΔZ 値を求めることができる。

$$\Delta Z = 0.8 \times H_s \quad (\text{図 R 4.2.10 参照})$$

ΔZ : 最深河床高と平均河床高の差

H_s : 最深河床高と砂州高の差

本調査においては、平均河床高の値は衛星データであるDEMから情報を得ており、 H_s 値は現地で計測した。したがって、上述の経験式より平均河床高からの距離である ΔZ を求めると6.0mとなり、この値を水制工を設置しない場合の、堤防の根固め工設計深と設定する。この設計深に対応する根固め工の長さは11.0mとなる（考え方については図R 4.2.14参照）。

また水制工を設置する場合の、水制間の堤防の根固め工設計深 ΔZ は1.5mとする。この場合の根固め工の長さは2.0mとなる。

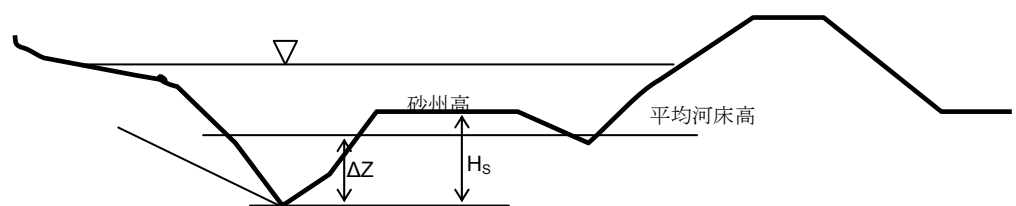
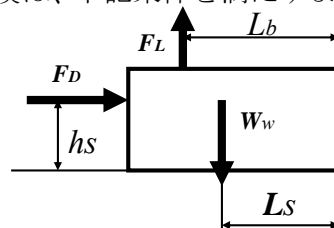


図 R 4.2.10 ΔZ と H_s の定義

b) コンクリートブロック規模の算定

必要とされるコンクリートブロックの規模は、下記条件を満たすように設定する。

$$F_D < \mu(W_w - F_L), F_D \cdot h_s < W_w \cdot L_s - F_L \cdot L_b$$



第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画 (マスタープラン)

F_D : ブロックに作用する抗力

μ : 摩擦係数; 0.65

W_w : ブロックの水中重量

F_L : ブロックに作用する揚力

h_s : 抗力の作用重心位置と河床面の垂直距離

L_s : コンクリートの重心位置と部材の転動点との水平距離

L_b : 揚力の作用重心位置と部材の転動点との水平距離

本調査における平面二次元解析から算定された設計流速 5m/s を用いて計算した結果、寸法 1m×2m×1m のコンクリートブロックが安定したブロック配置のために必要であり、この規模のコンクリートブロックは既に現地で利用されているものと一致する。ここで、コンクリートブロック配置については、長辺 (2m) が河川流と平行になるように設置する。

7) 水制工

調査団は、本調査範囲における水制規模の決定のため、水制周りの水理的数値モデル解析を実施した。この数値解析は平面二次元解析に基づいているが、その精度や実現象との類似性には限界があり、水制規模の決定においては、数値解析結果と実測値の両方を考慮すべきであると考ええる。

一方で、調査区間の水資源省が実施した施工済みの水制工には多くの有用な情報があり、現地調査を実施することで、既設水制から水制規模決定のための検討材料を得た。

現地調査の項目は以下の通りである。

- ・ 水制間隔
- ・ 水制長
- ・ 水制種類
- ・ 水制の角度

2005 年洪水以降に建設された既設堤防は、これまでの経験に基づき施工されている。したがって、水制工規模の最終決定は、数値解析と現地調査結果の両方を精査して実施することとし、その結果は下述の通りである。

a) 水制工の間隔

既設水制工の現地踏査を行うことで、水制工の効果が観測され、効果を確保するための要因の一つとしては、水制長の水制間隔に対する比が挙げられる。既設堤防のいくつかの区間では激しい侵食箇所があり、その一方で水制工が河岸防御構造物として良好に機能している箇所もある。現地調査結果は下図（図 R. 4. 2. 11）の通りであり、ダメージが有る区間と無い区間がある。この図中の赤丸はダメージを受けた区間を示し、黒三角はダメージがなかった箇所を示す。

縦軸について、赤丸部分は水制から被害箇所までの距離を表し、黒三角箇所は水制間の距離を表す。

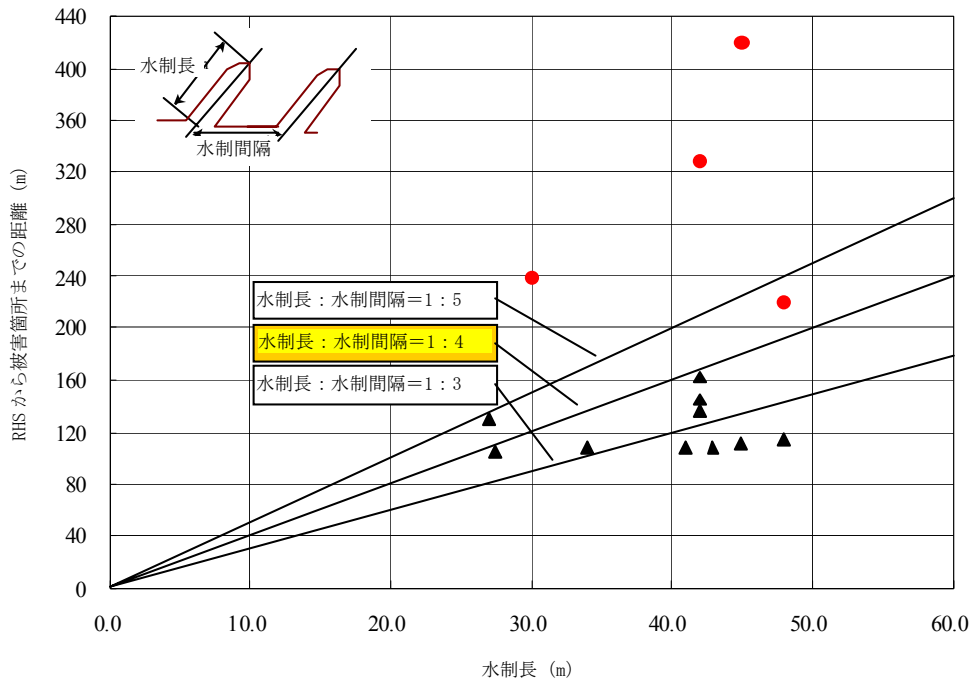


図 R 4.2.11 水制工効果における現地調査結果

上図より、水制間距離が水制長の約4倍以上の場合、既設堤防は被害を受けており、また水制間隔が水制長の4倍未満の場合は堤防に被害がなく、河岸防御構造物として良好に機能していることが分かり、数値解析でもこの事象は同様である。

またコスト分析からは水制間隔がより狭い程、より高価であるという結果になっている。

上述の検討結果や調査結果をまとめると、水制長と水制間隔の最適比としては1:4を提案する。

b) 水制工の長さ

水制工の一つの目的は、河岸侵食や堤防に向かって流れ込む偏流から堤防を保護することにある。パンジ河の主流は近年、タジキスタン側の既設堤防法線に沿って流れており、幾つかの区間では河岸侵食が生じている。したがって、より大きな水制は河川流を既設堤防から、より遠ざけることができ、大規模の水制工を設置する方が小規模のものよりも望ましいと考えられる。

その一方で、水制工の規模があまり大きすぎると、水制先端部は急流の河道中心部に近づくことになり、洗掘に対してより深刻な状況にさらすことになる。したがって、大きな水制工は侵食に対してより強固な保護工が必要となり、小規模な水制に比べて工事費が掛かることとなる。

水制長の検討については、数値解析は特に有用というわけではないので、パンジ河での実績により水制長を決定する。以下に、水制長ごとに整理した現地踏査結果を示す。

表 R 4.2.4 2006年に建設された既設水制工に関する調査結果

水制長	水制先端部での被害	堤防での被害	水制間での砂州形成	水制先端部の洗掘深
全水制	14基のうち8基の水制で被害を受けている(被害率60%)	被害なし	14基のうち12基の水制の背後(洪水防御堤防前面)に砂州を形成している。残りの2基については、調査時期には既に水面下にあったため未確認。	2.0m-2.6m (水制2基からの実測値)
水制長: 40m ~50m	10基のうち6基の水制で被害を受けている(被害率60%)	被害なし	堆砂延長は45~100m程度であり、幅は12~34m程度である。	水面下にあり観測不可
水制長: 30m ~40m	2基のうちいずれの水制も被害を受けていない(被害率0%)	被害なし	堆砂延長は50~65m程度であり、幅は12~25m程度である。	2.6m
水制長: 30m 以下	2基のうちいずれの水制も被害を受けている(被害率100%)、この箇所は、水衝部になっている	被害なし	堆砂延長は24~40m程度であり、幅は10m程度である。	2.0m

水制工の効果は、水制工の下流側にどの程度砂州が形成されるかによって、判定できる。すなわち、形成された砂州の幅が広いほど、また、その長さが長いほど、水制工の効果が高いということである。

上記の調査結果より、最も効果的に堤防保護がなされているのは、30~50mの水制長のケースである。また、これら14基の水制工の平均長は約40mである。

コスト分析結果より水制長と水制間隔の割合を1:4に固定した場合、水制長が長いほど工事費が掛かることがわかった。

この結果、経済性と既存水制工の効果を考慮し、水制長は既設水制工の平均的な長さである40mを提案する。

c) 水制工の種類

現場で採用されている水制工は2種類あり、一つは築堤によるもので、もう一つはコンクリートブロックの層積みによるものである。前者は2006年の河川工事以降にパンジ河では導入されたものであり、後者はそれ以前から建設されていたものである。以下に水制工の種類ごとの現地踏査結果を示す。

表 R 4.2.5 既設水制の現地踏査結果

種別	区分	被害	水制の効果	水制先端部の洗掘深
コンクリートブロック層積型	洪水防御堤防(水制4基)	全ての水制先端部のコンクリートブロックはすべり落ちている	全水制工の下流部では、砂州は発達していない。	2.4m-3.0m (水制2基からの実測値)
	取水導流堤防(水制8基)	特に被害はない	8基のうち4基で水制下流部に砂州が観測されたが、その規模は小さい。	2.0m-5.2m (水制8基からの実測値)

	余水吐き導流堤 (水制 12 基)	C20 から下流については、偏流の影響で水衝部となっており、この箇所の水制工先端部で被害を受けている。	水制長が短いもの (20m 以下)、水制角度が小さいもの (30 度以下) は、ほとんど砂州が発達していない。 この区間では 40m 程度の水制が存在しているが、砂州の規模は小さい。	1.4m-4.0m (水制 7 基からの実測値)
築堤型	洪水防御堤防 (水制 14 基)	14 基のうち 8 基の水制先端部で被害を受けている	ほとんど全ての水制背面には砂州が形成されており、河岸侵食から十分に堤防を保護している。	2.0m-2.6m

上表より、コンクリートブロック層積型と築堤型を比較すると、築堤型の水制工は、水制間に砂州を形成しており、洪水からの堤防保護に関して、効果的に機能していることが分かる。

しかしながら、築堤型は水制先端部が被災しやすいという問題があるが、その解決のために、本節(e)項に設計方法を提示した。

d) 水制工の角度

水理解析により、水制工の最適な角度を決定し、その解析結果の一部を図 R 4.2.12 に示す。

図 R 4.2.12 内の青色箇所は洗掘もしくは河床の低下を示し、青色の濃いほどに深くなっている。赤色箇所は堆砂もしくは河床の上昇を示し、赤色の濃いほどに堆砂厚は大きくなっている。縦軸から水制工の法線までの角度を、水制工の角度として表す。(角度: a)

以下の左図と右図を比較すると、右図に比べ左図の方が水制先端部において青色が濃く、より深い洗掘が生じている。

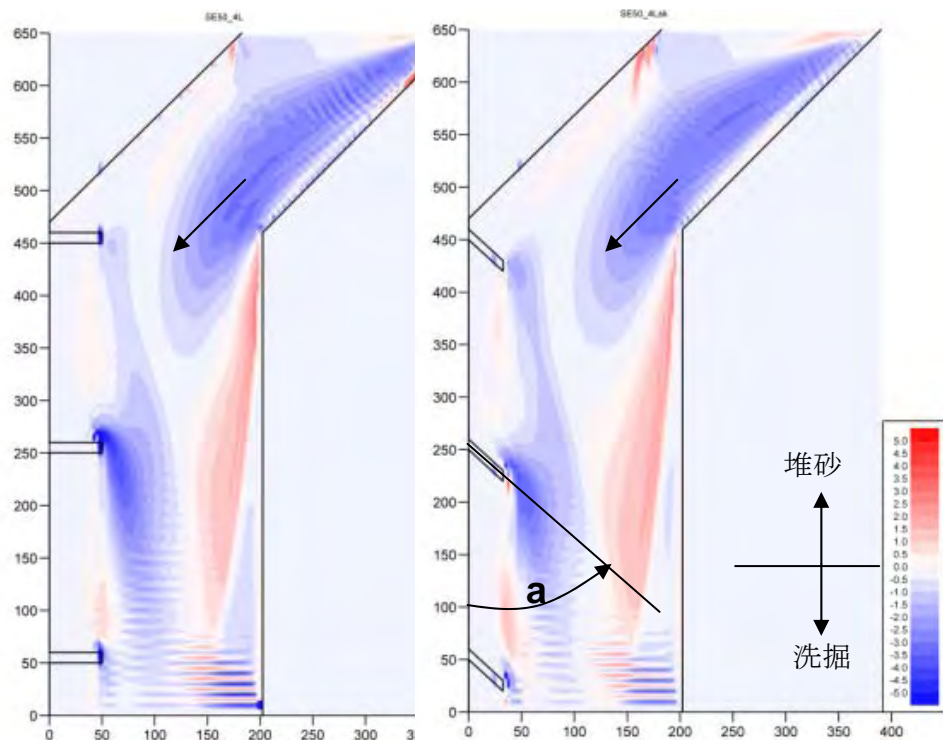


図 R 4.2.12 偏流時の水制の解析結果(a=90° と 50°)

幾つかの水制角度で水理解析を行った結果、角度が小さいほど、直角時に比べ水制先端部の洗掘深が浅くなった。水理解析結果から得られた洗掘深に基づいて、水制長 40m の場合の根固め工の必要幅を、以下の通り算定した。

表 R 4.2.6 水制工の角度ごとの必要根固め工幅

角度: a (°)	平均河床高からの洗掘深 (m)	根固め工幅 (m)	水制の垂直長さ (m)
90	8.1	14	40.0
60	6.9	12	34.6
50	6.5	11	30.6
45	6.3	11	28.3

上表では水制工角度が 50° と 45° のときが最小の根固め幅となっている。水制工角度が 90° の場合が水制の垂直長さが最も長くなり、角度が小さくなるにつれ水制の垂直長さは短くなる。これは、角度が小さくなるほど、河道の急速な流れが、堤防に近づくことを意味する。既設水制（築堤型）の現地踏査結果を下表に示す。

表 R 4.2.7 水制工角度に関する現地踏査結果

No.	水制の角度 (°)	先端部のダメージの有無
R1	59.8	無
R2	50.1	ダメージ有
R3	49.4	ダメージ有
R4	50.1	ダメージ有
R5	40.7	ダメージ有
R6	55.0	ダメージ有
R7	75.0	無
R8	50.0	ダメージ有
R9	50.0	無
R10	50.2	無
R11	40.5	ダメージ有
R12	40.4	無
R13	40.5	無
R14	60.5	ダメージ有
平均値	50.9	

上表より、幾つかの水制先端箇所被害が生じていることが分かるが、そのダメージが水制角度とどのような関係があるかは、明確ではない。一方では表 R 4.2.5 で示したとおり、ほとんどの築堤型の水制工は、河岸侵食から十分に堤防を保護している。

これらの調査結果や解析結果を考慮すると、水制の角度に関しては、既設水制を改良する理由がなく、水制工の角度は既設水制工の平均角度である 50° を提案する。

e) 水制工の先端部の保護

水制工は通常、先端部に河川流が激しくぶつかり、最も河床洗掘が激しい先端部では、現場においても最大洗掘深は 3~6m 程度である。

本調査では平面二次元解析を用いて水制先端部の保護工の設計深を算定する。この解析では砂州による偏流を再現するため、モデル作成時に、堤防法線を便宜上斜めにした。この解析において洗掘深は、河川流速と土砂掃流速による河床洗掘によって与えられ、本解析結果を以下に示す。

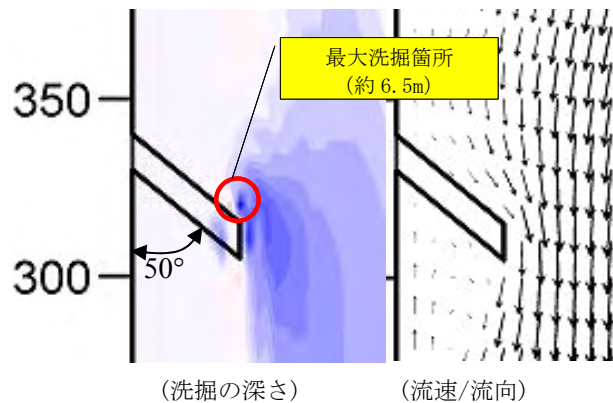


図 R 4.2.13 最大洗掘深における水理解析結果(この図は図 R.4.2.12 で示された図の一部の拡大図である)

水制先端部の保護工には、2種類の対策工がある。ひとつは、護岸基礎工を最大洗掘深に設置する方法であり、もう一つは、最大洗掘深まで被覆できるような長さまで連節したコンクリートブロックを水平方向に設置する方法である。前者は掘削深が深く甚大な掘削量となるため、ここでは後者を水制先端部の保護工として提案し、概要図は以下の通りである。

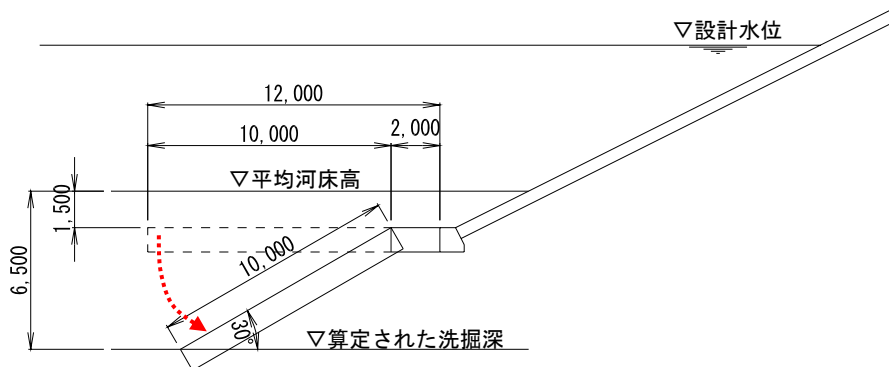


図 R 4.2.14 提案された連節コンクリートブロック方法

最深河床部は平均河床より 6.5m 以深であり、上図の通りその深さまでを連節コンクリートブロックでカバーすると、必要な根固め工幅は 12m となる。

4.2.3 代替案の検討

代替案は、幾つかの案から比較検討する。まず水制工の有無で区分され、次に水制工のない場合でさらに3案に区分される。水制工を設置しない場合の1つめの案は、河道掘

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画 (マスタープラン)

削により流れを堤防から離す案で、2つめの案は水制工を設置する代わりに強固な根固め工を設置する案であり、さらに3つめの案は本堤の堤防法線をセットバックして床止め工を設置する案である。比較検討は本堤について行い、代替案の概要説明図を以下に示す。

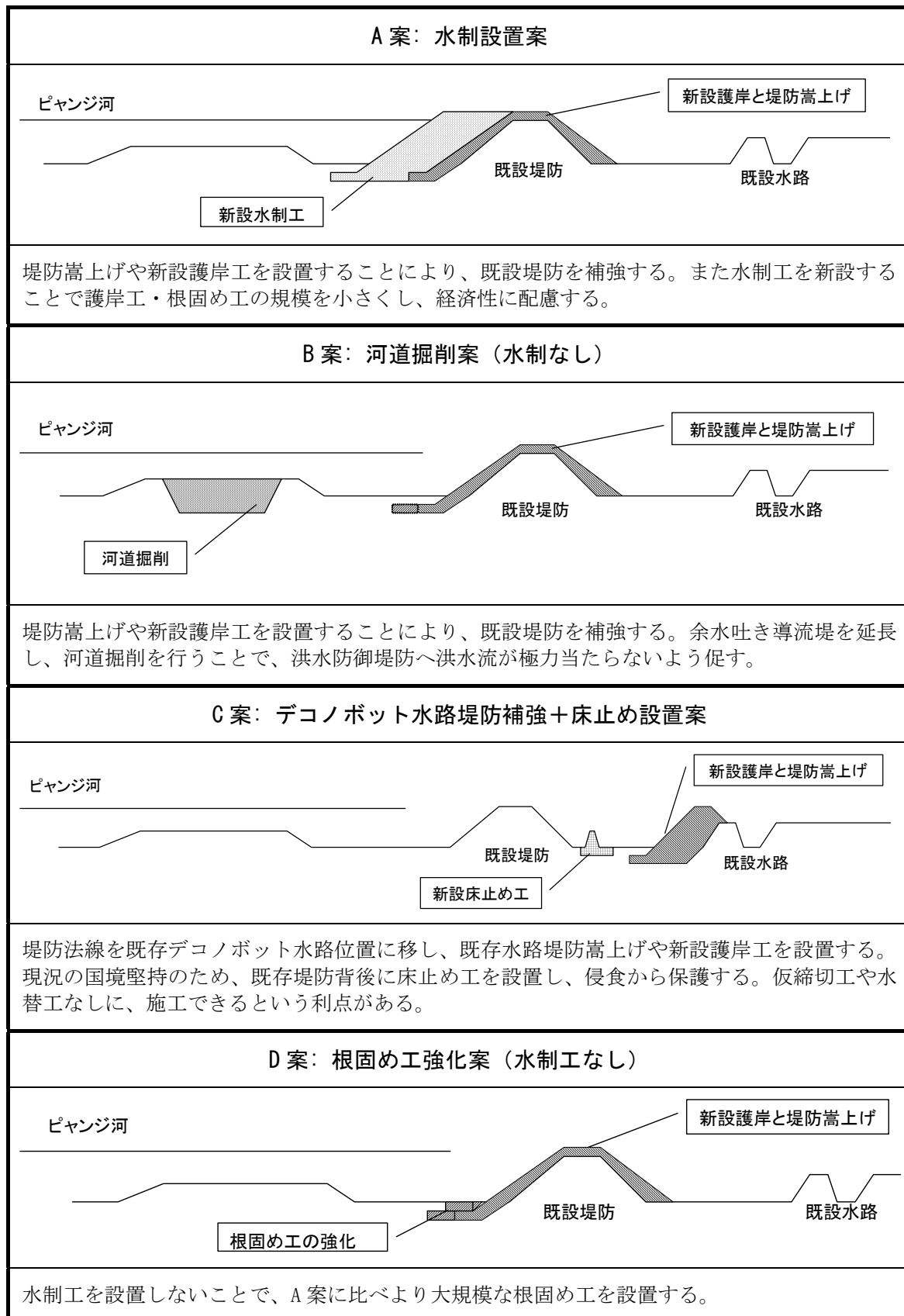


図 R 4.2.15 代替案の概要図式

各代替案の比較検討結果を下表に示す。

表 R 4.2.8 代替案比較表

項目		A 案	B 案	C 案	D 案
概要		<ul style="list-style-type: none"> 堤防の嵩上げ、護岸工、根固め工を設置する。 8.9K より上流については、全区間水制工を設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 堤防の嵩上げ、護岸工、根固め工を設置する。 余水吐き導流堤を延長し、河道掘削を行うことで、洪水防御堤防へ洪水流が極力当たらないよう促す。 水制工は新たに設置しない。 	<ul style="list-style-type: none"> デコノボット水路堤防の嵩上げと拡幅、護岸工、根固め工を設置する。 現況の国境堅持のため、既存堤防背後に床止め工を設置し、侵食から保護する。 	<ul style="list-style-type: none"> 堤防の嵩上げ、護岸工、根固め工を設置する。 水制工を設置しないため、A 案よりも堅固な根固め工を設置する。
洪水防御堤防	水制(基数)	39	0	0	0
	護岸工	CB 護岸: 10.8km 捨石護岸: 5.6km	A 案と同様	A 案と同様	A 案と同様
	根固め工(CB)	10.8km (B=2m)	7.1km (B=11m) 3.7km (B=2m)	10.8km (B=11m)	7.1km (B=11m)、 8.92 層) 3.7km (B=2m)
取水導流堤	水制(基数)	7 基	A 案と同様	A 案と同様	A 案と同様
	護岸工	CB 護岸: 1.0km			
	根固め工(CB)	1.0km (B=2m)			
余水吐き導流堤	水制(基数)	10 基	14 基	A 案と同様	A 案と同様
	護岸工	CB 護岸: 1.6km	CB 護岸: 2.1km		
	根固め工(CB)	1.6km (B=2m)	2.1km (B=2m)		
その他	河床掘削	—	延長: 4.0km 幅: 0.3km 深さ: 3.0m	—	—
	床止め工	—	—	延長: 10.0km 幅: 41.2m	—
工事費		131.7 百万 TJS	164.2 百万 TJS	235.5 百万 TJS	137.5 百万 TJS
評価		本案は基本的には現在ピャンジ河で実施されている工事内容と同様であり、他案に比べ最も経済的である。	河道掘削した箇所には近い将来土砂が堆積する可能性があり、定期的なメンテナンス(河道掘削)が別途必要である。	経済性において、他案に比べ最も劣る。	本案は 2 番目に経済的ではあるが、水制工を設置しないという点では、現在ピャンジ河で実施されている工事内容とは一致しない。
優先順位		1	3	4	2

※ CB:コンクリートブロック、B:根固め工幅

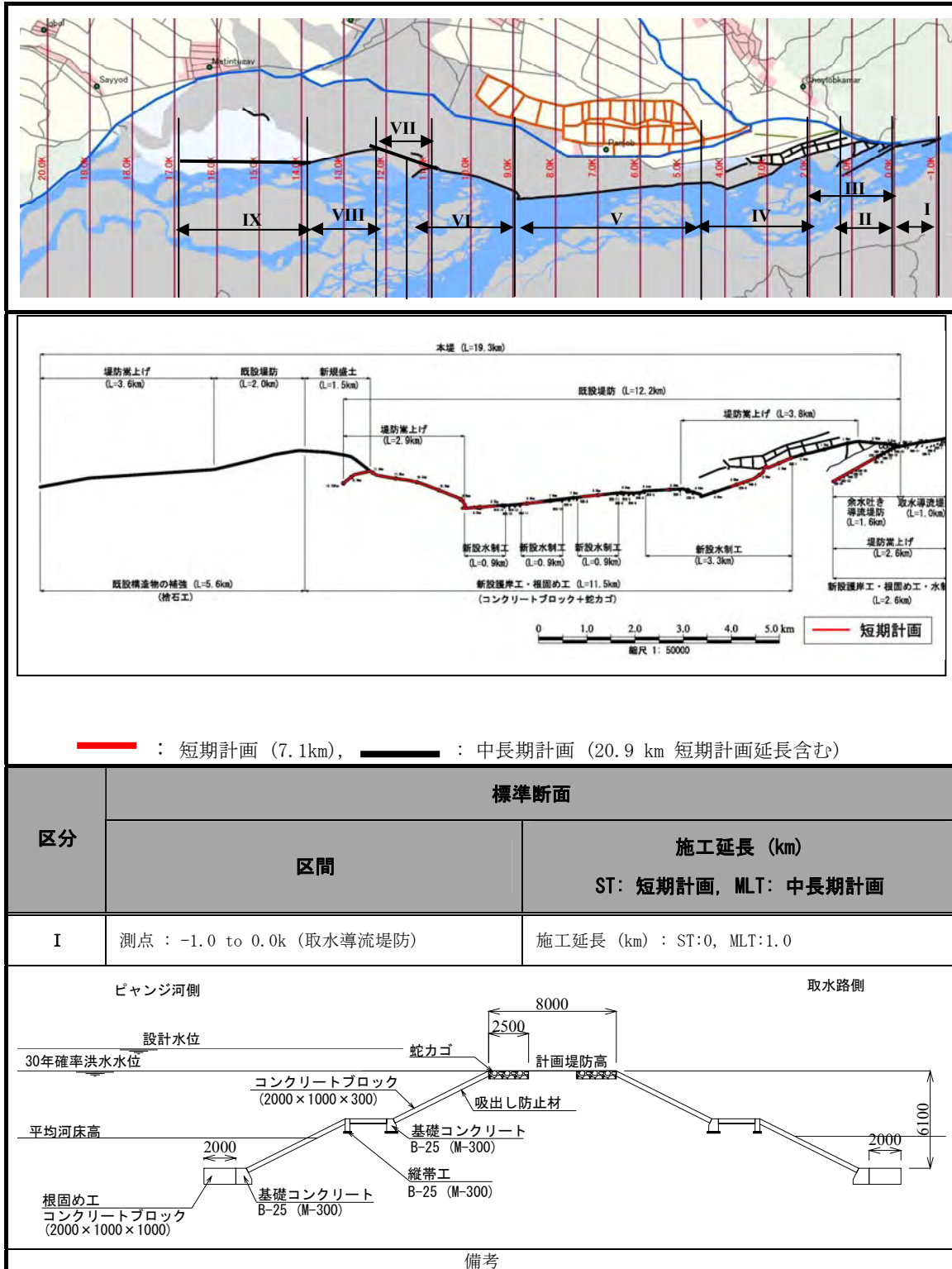
(マスタープラン)

上記の代替案比較検討結果より、本マスタープランの構造物対策工としては、最も経済的かつ実用的なA案（既存堤防を基本とした改築・水制工の設置）を提案する。

4.2.4 マスタープランで提案された構造物対策の概要

マスタープランで提案された構造物対策の概要を、対象区間毎に標準断面図と工種内容を整理して以下に示す。

図 R 4.2.16 短期・中長期計画区間の工種区分



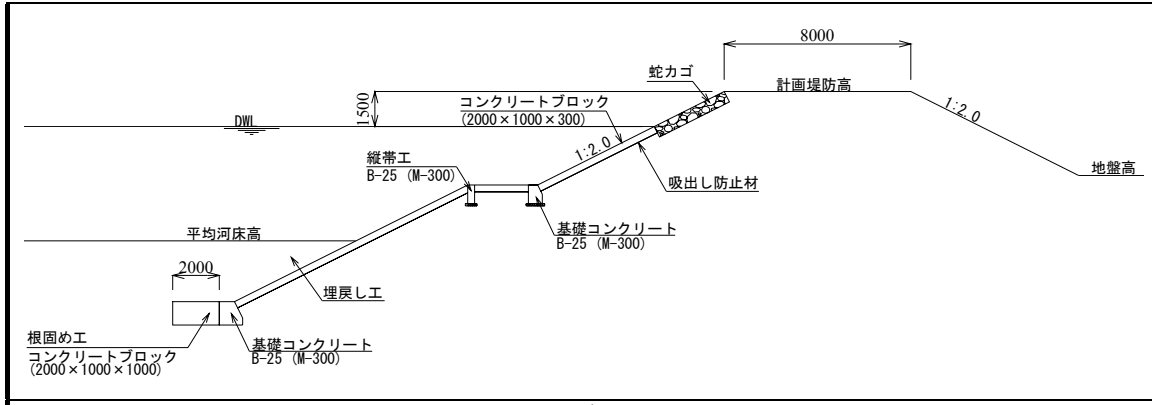
— : 短期計画 (7.1km), — : 中長期計画 (20.9 km 短期計画延長含む)

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

護岸工(コンクリートブロック、蛇カゴ)、根固め工、水制工を施す	
II	測点 : 0.0 to 1.2k (余水吐き導流堤防) 施工延長 (km) : ST: 1.0, MLT:1.6
備考	
堤防の嵩上げ、護岸工(コンクリートブロック、蛇カゴ)、根固め工、水制工を施す	
III	測点 : 0.0 to 2.0k (洪水防御堤防) 施工延長 (km) : ST: 0, MLT:1.2
備考	
本区間は余水吐き導流堤防の影響により保護されているため、堤防の嵩上げのみを行い、その他の堤防補強工は施さない	
IV	測点 : 2.0 to 4.5k (洪水防御堤防) 施工延長 (km) : ST: 1.4, MLT: 2.6
備考	
堤防の嵩上げ、護岸工(コンクリートブロック、蛇カゴ)、根固め工、水制工を施す	
V	測点 : 4.5 to 8.9k (洪水防御堤防) 施工延長 (km) : ST: 1.8, MLT: 4.5

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画

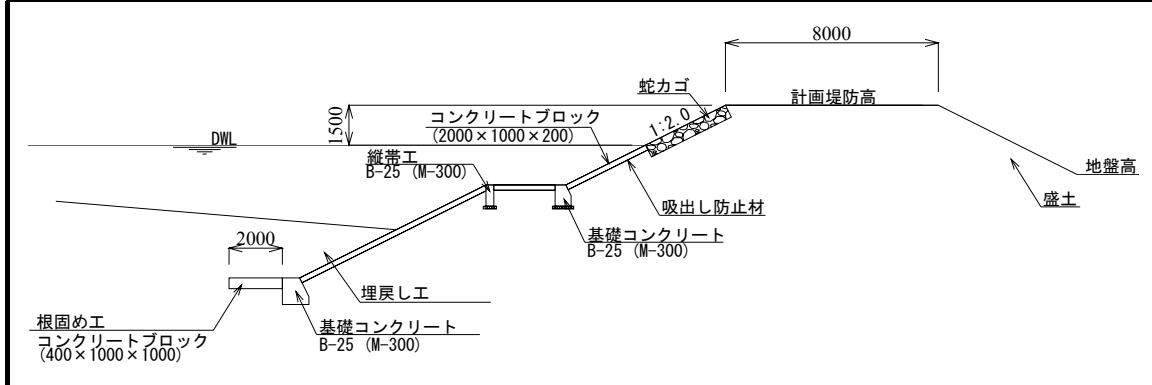
(マスタープラン)



備考

護岸工（コンクリートブロック、蛇カゴ）、根固め工、水制工を施す

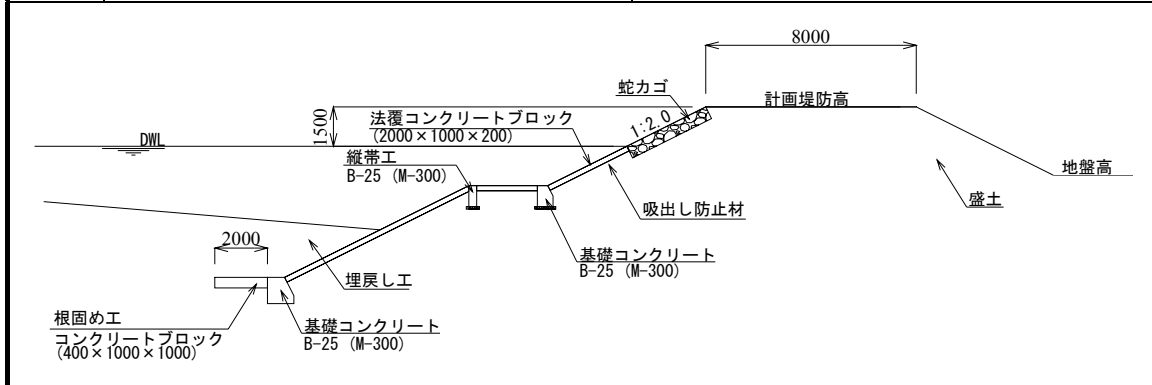
VI	測点：8.9 to 11.4k（洪水防御堤防）	施工延長（km）：ST：2.9，MLT：2.9
-----------	-------------------------	-------------------------



備考

堤防の嵩上げ、護岸工（コンクリートブロック、蛇カゴ）、根固め工を施す

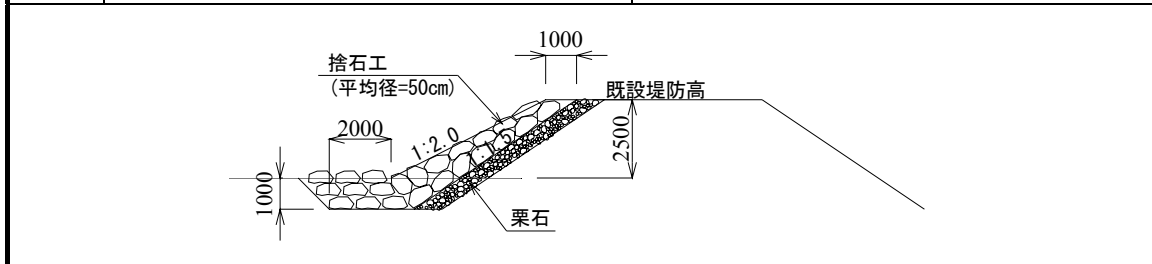
VII	測点：10.9 to 12.1k（洪水防御堤防）	施工延長（km）：ST：0，MLT：1.5
------------	--------------------------	-----------------------



備考

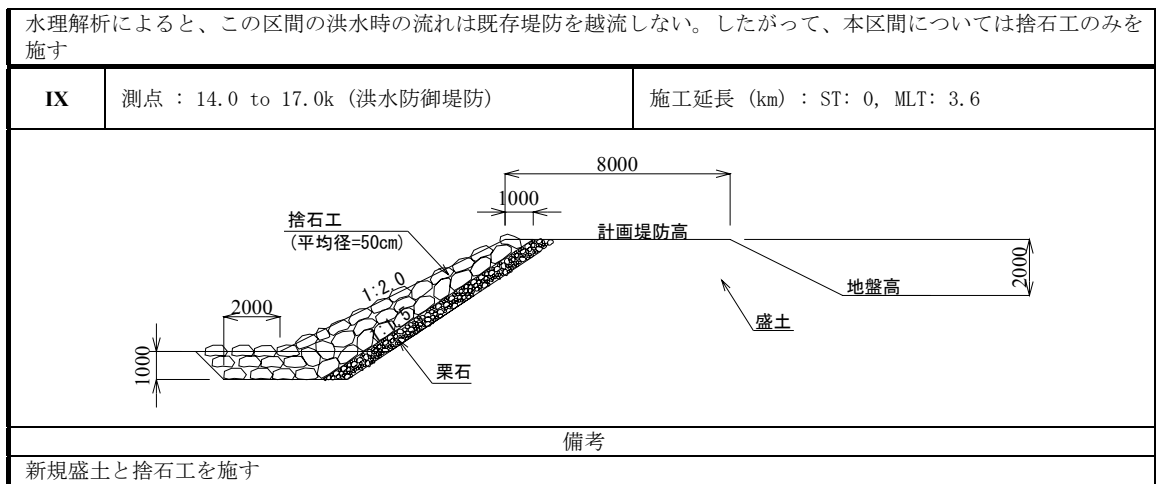
新規盛土、護岸工（コンクリートブロック、蛇カゴ）、根固め工を施す

VIII	測点：12.1 to 14.0k（洪水防御堤防）	施工延長（km）：ST：0，MLT：2.0
-------------	--------------------------	-----------------------



備考

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)



水制工の平面配置及び標準断面図は次の通りである。

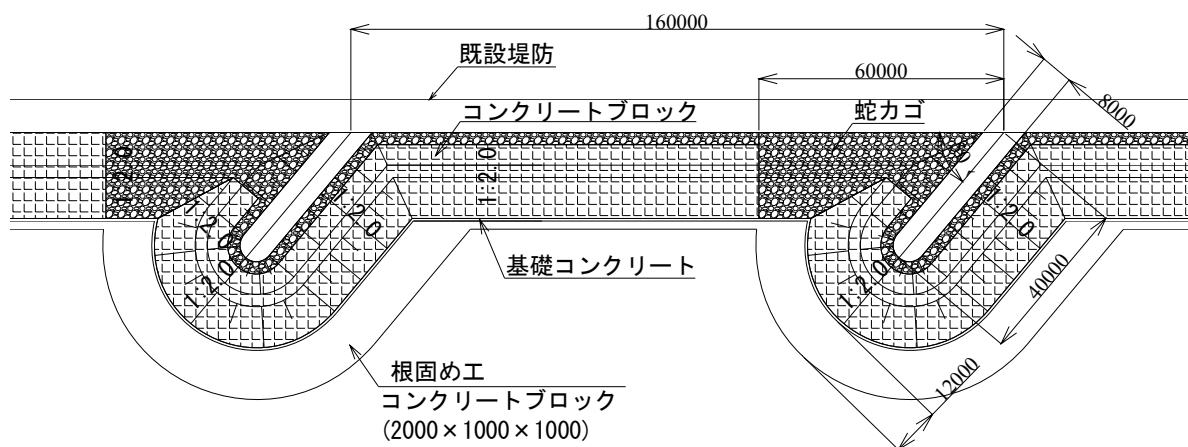


図 R 4.2.17 水制工平面配置図

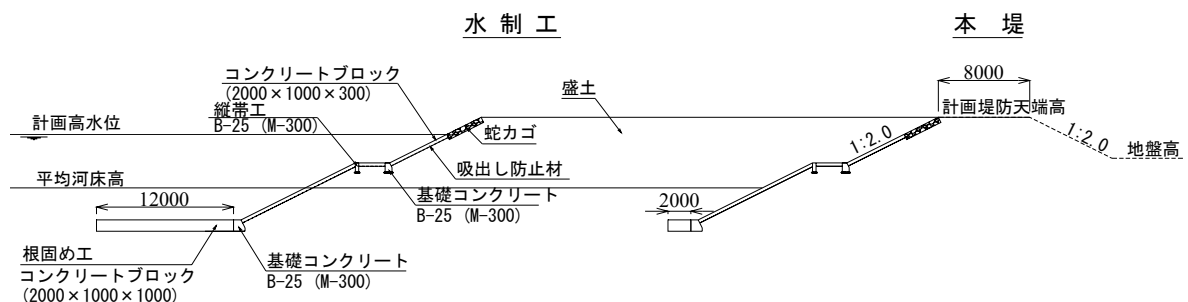


図 R 4.2.18 水制工平標準断面図

4.3 非構造物対策に対するマスタープランの提案

この節においては、マスタープランにおける非構造物対策の内容を述べる。提案する非構造物対策は次に示すとおりである。

1. ハマドニ地区地域防災強化計画
2. ハマドニ地区水防活動強化計画

4.3.1 ハマドニ地区地域防災強化計画

地域防災計画の課題は、1) 情報管理・伝達、2) 防災準備、3) 避難誘導にあることは3.3.2項に述べたとおりである。この項では、それぞれの課題についての基本計画を述べる。

1) 情報管理・伝達

ハマドニ地区の情報管理・伝達はハマドニ地区防災本部が統括している。その課題は、前節3.3.2に述べたように、同コミッションが確実にヒルマンジョ観測所やハマドニ地区の河川現場の洪水情報を把握することである。この課題の実現のために、調査団は次に示す情報管理の仕組みと施設計画を提案する。

a) 情報管理・伝達の仕組み

現在、水文気象庁からの洪水情報は、非常事態委員会を經由して、無線設備を通して、ハマドニ地区事務所に伝達される。この仕組みは堅持されるべきあると共に、緊急時のための伝達ルートとして、ヒルマンジョ観測所及びハマドニ地区河川現場の水位情報は、観測地点から直接ハマドニ地区にも伝達されるべきである。また、堤防を管理している水資源省からハマドニ地区に、洪水時の堤防の状況が報告されるべきである。このような仕組みの概念図を図R.4.3.1に示す。

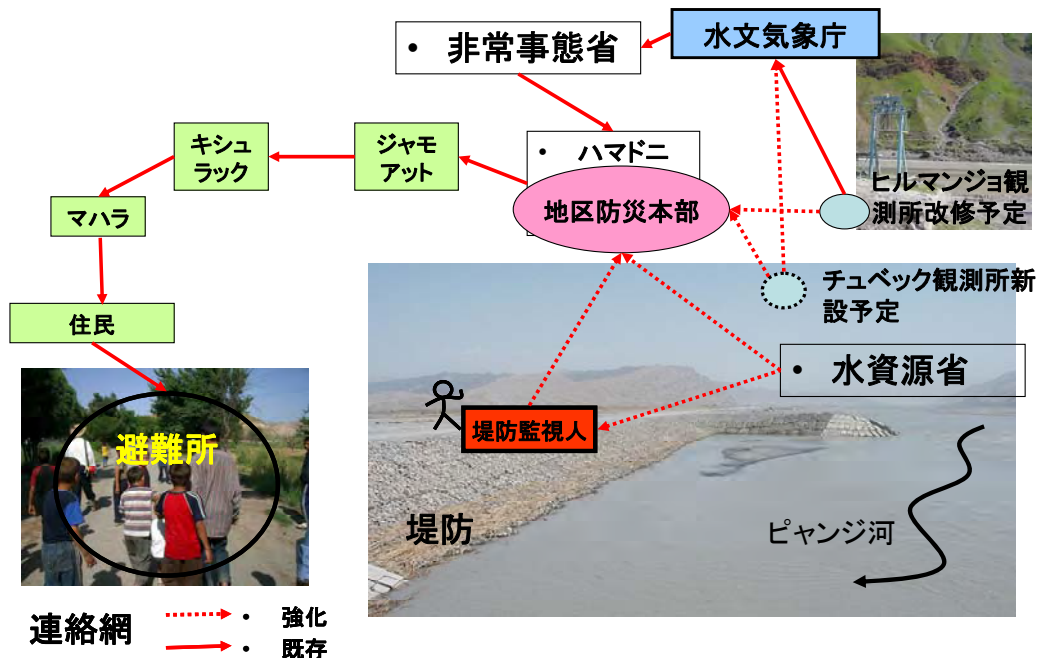


図 R 4.3.1 ハマドニ地区情報伝達系統図

次に情報収集の仕組みを示す。

表 R 4.3.1 ハマドニ地区洪水情報収集・伝達の仕組み

情報項目	任務分担	任務内容	備考
水位観測	水文気象庁	ヘルマンジョ観測所の水位観測と情報伝達	観測所の改修が必要
	水文気象庁及び水資源省(堤防監視の一環として実施)	チュベックにて水位観測して、水文気象庁及びハマドニ地区防災本部へ連絡	量水標の設置が必要
堤防監視	水資源省	ハマドニ地区の堤防及び洪水状況を監視して、水資源省及びハマドニ地区防災本部に連絡	
情報集約・分析・判断	ハマドニ地区防災本部	ハマドニ地区防災本部が非常事態委員会及び水資源省の協力を得て実施。	
情報伝達	ハマドニ地区防災本部	ハマドニ地区防災本部から住民へ、災害情報を伝達する。	

b) 情報収集施設計画

2005年洪水において明らかなように、洪水が、堤防破壊から内陸部まで到達するのに丸1日以上を要している。調査団が実施した避難訓練においても避難勧告発令から非難終了までに要する時間は数時間であることがわかっている。このため、洪水発生中に堤防の監視を常時実施して、堤防破壊を予測あるいは発見すれば、住民の避難誘導には十分な時間が確保できることになる。このため、洪水情報の収集は、河川の水位観測と堤防の監視で十分に対応できることになる。

したがって、基本計画においては、水位観測は、ヘルマンジョ水文観測所の水位情報が既存の仕組みで、水文気象庁及び非常事態委員会に伝達される方式を確保すると共に、ハマドニ地区事務所への伝達も可能な仕組みを整えるものとする。また、ハマドニ地区については、量水標を設置して、パトロール隊が水位を読み取り、堤防管理者である水資源省が堤防破壊の危険性を判断すると共にハマドニ地区防災本部にその情報を連絡する仕組みとする。

次表にハマドニ地区地域防災に必要な水位情報設備を提示する。

表 R 4.3.2 ハマドニ地区水位情報設備

設置位置	設備	備考
ヘルマンジョ観測所	音波式水位感知装置 データ記録装置 データ伝達装置(短波ラジオ方式) 太陽電池	自動/応答式
ハマドニ地区チュベック	量水標	

i) ヒルマンジョ観測所

ヒルマンジョ観測所においては、音波式水位感知装置によって、一定時間間隔で水位を観測し、データ記録装置に記録する。その記録は定時刻に自動的に水文気象庁に短波無線装置によって送信される。また、同庁の担当者は必要に応じて、同無線装置を用いて応答式にて、データを収集する。同庁は、水位データを分析して、非常事態委員会に、洪水の状況を伝達する。

ii) ハマドニ地区チュベック量水標

ハマドニ地区の堤防監視員は、定時に、あるいは、適時に、量水標の水位を読み取り、それを堤防や洪水の状況と共に、無線装置を用いて、ハマドニ地区防災本部及び水資源省担当部へ伝える。

2) 防災準備

防災準備についての課題は、前項 3.3.2 に示したように、ハマドニ地区防災本部に堤防管理者である水資源省も含めた効果的な組織作りと、ハザードマップや連絡網整備である。

a) 組織改善

組織改善については上記 1) にも述べたとおり、水資源省がハマドニ地区防災本部に参画することで、河川現場での洪水の状況や堤防破壊に関する情報の精度が向上して、同本部がよりの確に避難勧告の判断ができるようになる。水資源省も含めたハマドニ地区防災本部の組織図を図 R. 4.3.2 に示す。

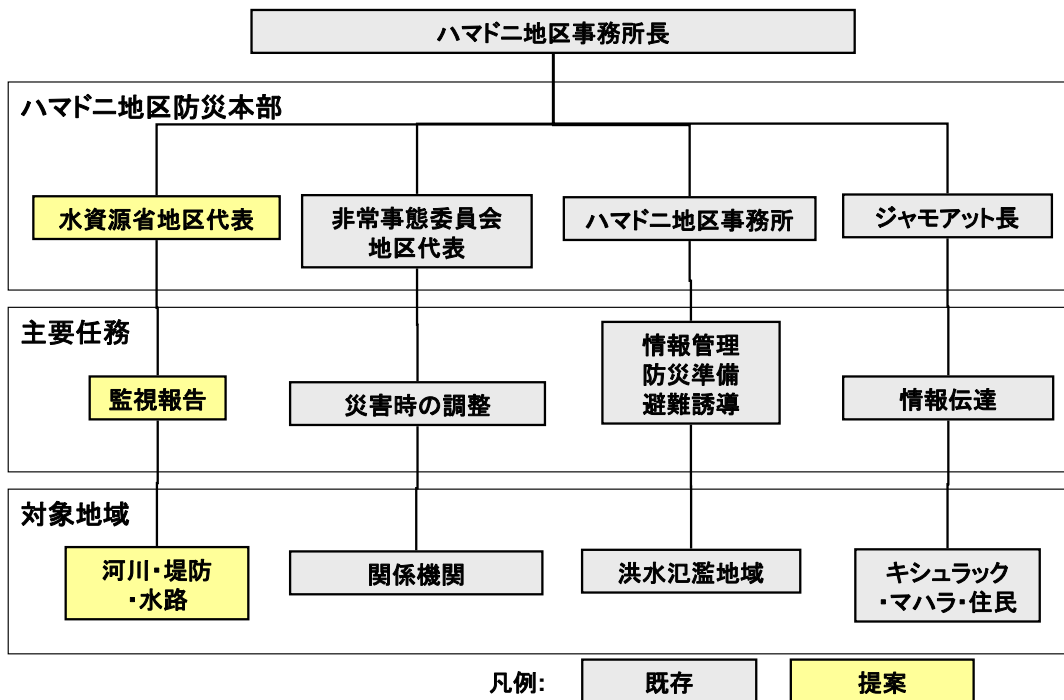


図 R 4.3.2 ハマドニ地区防災本部組織図

b) 災害予測地図

本調査において作成した災害予測地図は4種類のリスクマップとハザードマップである。その概要を表 R. 4. 3. 3 及びそれぞれのマップを図 R. 4. 3. 3 に示す。

表 R 4.3.3 災害予測地図の分類

種別	表示内容	用途
洪水ハザードマップ	浸水域、避難所、避難経路	どの地域の住民が、どの経路を通して、どの避難所に行くかがわかる。
洪水到達時間図	破堤後の洪水到達時間	住民が避難までにどの程度の時間の余裕があるかがわかる。
洪水流速図	洪水の流速	住民は、流速と付属の説明および水深図とから、洪水がどの程度危険であるかがわかる。
浸水深図	洪水の水深	住民は流速図と合わせて、洪水がどの程度危険であるかがわかる。
洪水危険度図	流速・水深から求めた洪水の危険度	住民は歩いて避難する場合にどの程度の危険があるかがわかる。
浸水実績図	2005年洪水の実績浸水図	上記の地図は水理解析に基づく予想図であるのに対し、本地図は2005年の実際の浸水に基づいて作成されているので、実際の浸水の経験を避難活動に生かすことができる。

次に作成した災害予測地図を示す。これらの地図はジャモアットやキシュラックが保管し、キシュラックごとに洪水期前に実施する避難訓練に利用されなければならない。また、住民の意見を反映させて、随時必要な情報を付加して、改良されなければならない。

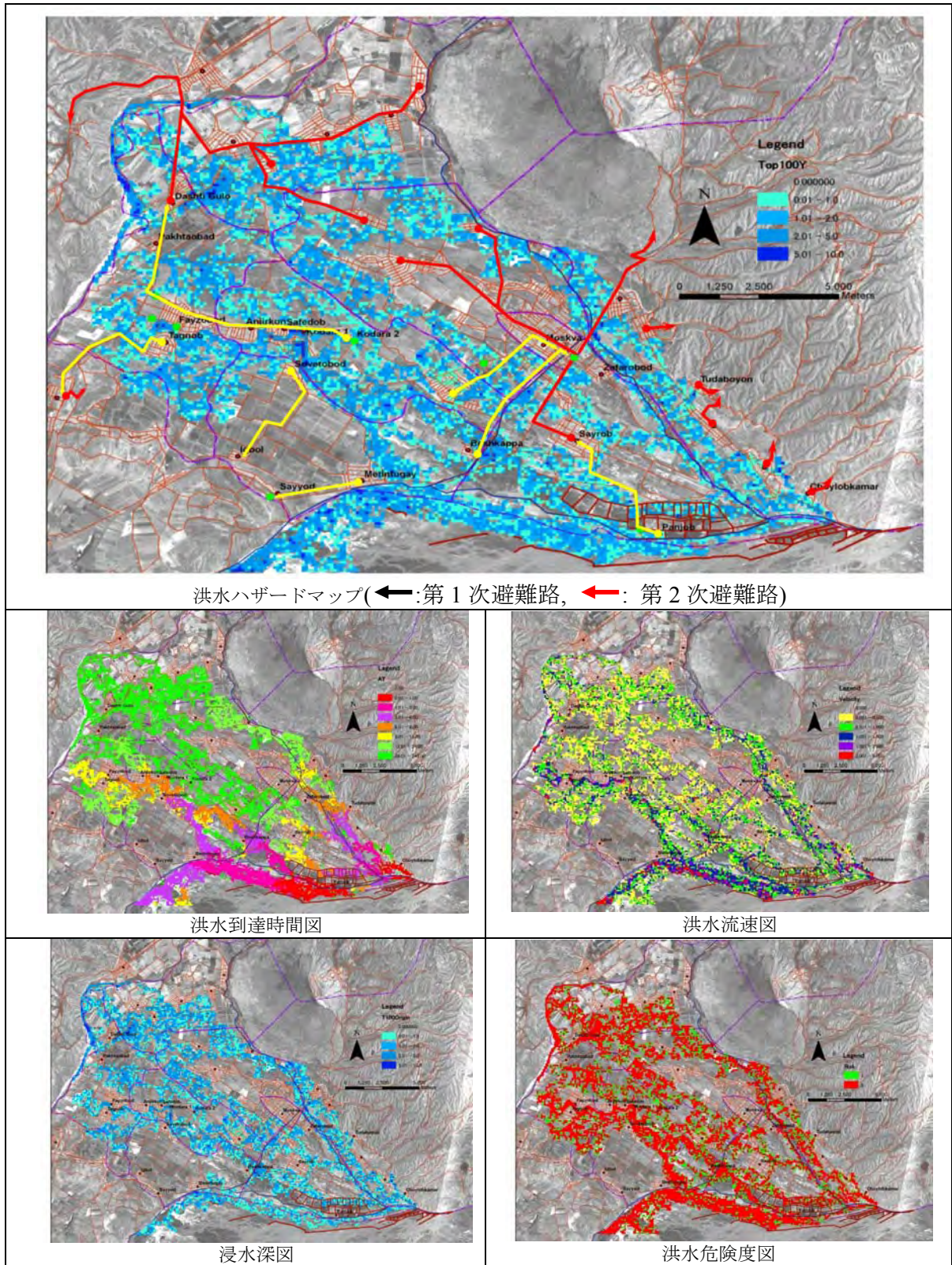


図 R 4.3.3 ハマドニ地区洪水災害予測地図(洪水確率 100 年)

3) 避難誘導

洪水発生に対して、最終的に住民の生命を守る手段が避難である。この避難という

手段を決断し、その旨住民に伝え、そして、遅滞なく避難を実施するためには、幾つかのプロセスが必要である。それは、情報の収集、判断、避難勧告伝達、避難の実施である。情報の収集については前項1)において提案済みであるので、ここでは、それ以降のプロセスについて提案する。

a) 警報判断基準

水文気象庁が1967年以降に観測した流量記録をグラフ化したものを下図(図R.4.3.4)に示す。

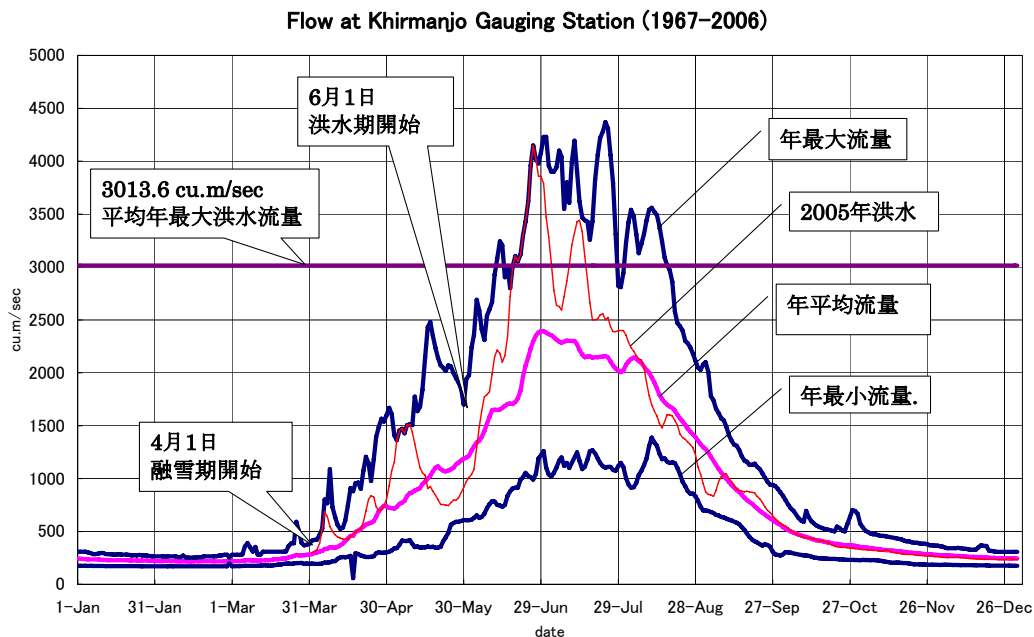


図 R 4.3.4 ヘルマンジョ観測所の洪水記録(1967年-2006年)

図R.4.3.4から、4月1日以降に流量が大きく上昇を始めていることがわかる。また、その後、流量は幾つかのピーク値を見せながら上下しており、これらは降雨の影響であることがわかっている。さらに、6月1日から6月末までの間、年最大流量は平均年最大洪水流量を上回り、出水期を迎える。

これらの30数年間に及ぶ観測データをもとに、調査団は4月1日を融雪期の開始日とし、また、6月1日を洪水期の開始日とすることを提案する。これらの洪水現象の傾向をもとに、ハマドニ地区の洪水警報の基準を、以下の通り提案する。

表 R 4.3.4 ハマドニ地区洪水警報発令基準

警報レベル	基準日	行動内容
融雪時期の開始	4月1日	住民や関係機関はビヤンジ河の水位上昇が始まることを認識する。
洪水期の開始	6月1日	防災本部は、堤防監視を強化し、水防活動の出動準備を整える。防災本部会合は週1回開催する。
警報レベル I	ヘルマンジョ観測所において流量が3000 m ³ /sec * を越える。	防災本部は避難準備を開始する。防災本部会合は毎日開催する。

警報レベル II	堤防の破壊が始まる (CSR 情報による)	水防活動の開始、避難の準備
警報レベル III	堤防破壊が進み、かつ、チュベック地点水位が基準値を超えた時 (CSR**情報による)	避難勧告の発令

* 3000 m³/sec は洪水確率 1/4 に相当する

** CSR: Current Situation Report (洪水現場報告)

ハマドニ地区防災本部は、洪水災害予測図と現地パトロール隊からの洪水現場報告により、警報レベルを決定して、これを住民に伝える。

b) 警報の伝達手段

警報の伝達は、警報レベル II までは、毎日開催される防災本部会合にて、各ジャモアット長に伝達される。ジャモアット長は、それぞれのジャモアットに持ち帰って、キシュラック・マハラ長の長にその情報を伝える。

警報レベル III の発令の場合、緊急連絡網を用いて、避難勧告を住民まで伝達する必要がある。本調査においては、非常事態委員会と地区事務所と共同で緊急連絡網の整備を実施した。連絡網の整備に際して、ハマドニ地区からマハラに至るまでの連絡員の名前(実名)を記入し、また避難の際に歩行困難などのために支援が必要な人、それを援助する人の互助体制についても、実名入りで作成した。その連絡経路と作成実績を下図に示す。

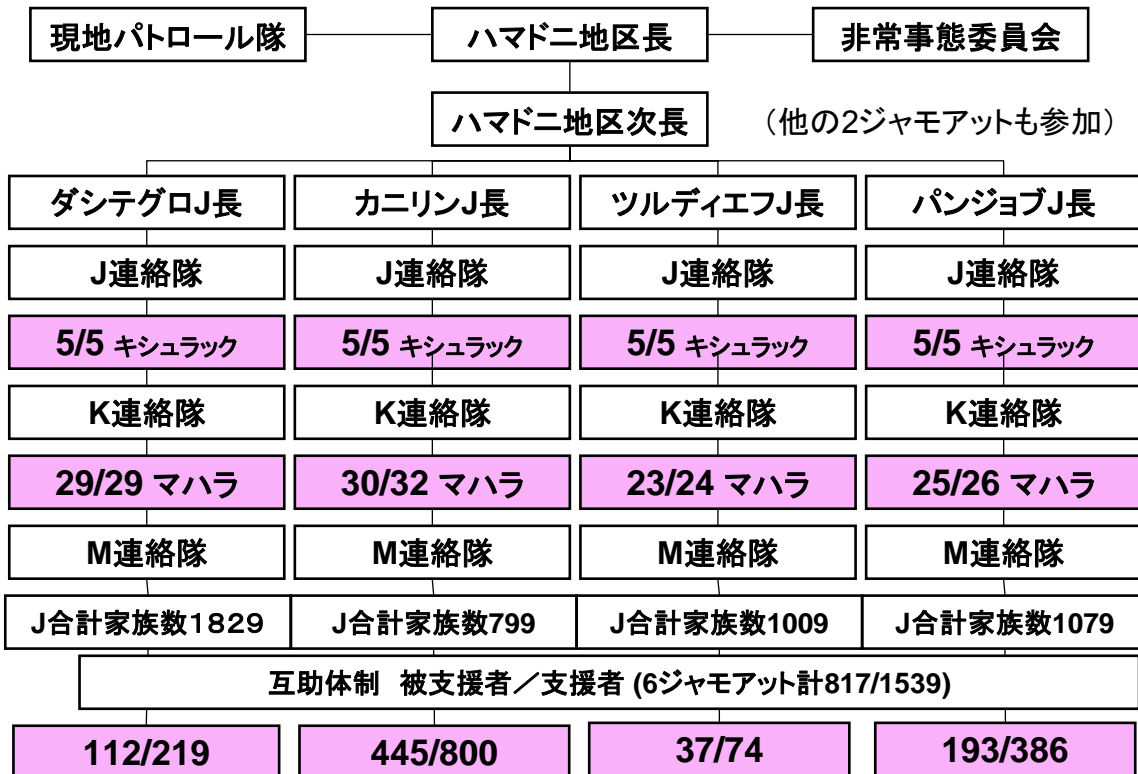


図 R 4.3.5 ハマドニ地区避難勧告伝達連絡網

凡例

J連絡隊：ジャモアットーキシュラック間連絡係 (分子は連絡係登録済み数/分母はキシュラック数)

K連絡隊：キシュラックーマハラ間連絡係 (分子は連絡係登録済み数/分母はマハラ数)

M連絡隊：マハラー住民間連絡係

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

この連絡網と互助体制は、まだ未完成的な地域もあり、ハマドニ地区事務所は非常事態委員会と協力して、引き続き完成に向けて作業を進める必要がある。また、これらの成果は必要に応じて随時更新して、常に最新の状態を保つ必要がある。

この連絡網及び互助体制表は電子ファイルにて、非常事態委員会とハマドニ地区事務所が保管している。

また、情報や警報の迅速な伝達のためには、連絡手段を確保する必要があり、次表に各地域間を結ぶ連絡手段を提案する。

表 R 4.3.5 ハマドニ地区警報伝達手段

地域		数	連絡手段		備考
			現状	提案	
地区		1			
	地区－非常事態委員会本部間		VH 無線機	VH 無線機	
	地区－ジャモアット間		定例会合	定例会合 文書 緊急時：VHF無線機	FOCUSによるサレズ湖連絡体制に基づいてVH無線機を提案する
	地区－パトロール間		—	VHF 無線機	
ジャモアット		8			8のうち4ジャモアットが洪水被害を受けやすい地域
	ジャモアット－キシュラック間		定例会合	定例会合 文書 緊急時：VHF無線機	
キシュラック		58			58のうち20キシュラックが洪水被災地
	キシュラック－マハラ－住民間		定例会合	定例会合 口頭 サイレン	

表 R 4.3.6 ハマドニ地区警報伝達機

機器	種別	数量	備考
VHF 無線機	携帯/固定/車搭載	31	非常事態委員会登録周波数使用
サイレン	携行型	111	同上

c) 避難の実施

避難の実施は、住民が実際に前述の避難勧告の伝達によって、洪水災害予測図に示した避難経路を辿って、同図に示した避難所に集合することである。また、避難にあたっては、互助体制に従って、住民がお互いに助け合うことも重要なことである。したがって、この一連の行動を、事前の避難訓練によって、ハマ

ドニ地区防災本部や住民がしっかりと理解し、習得することが重要である。このような一連の行動をまとめると次のようになる。

表 R 4.3.7 ハマドニ地区避難行動のまとめ

ハマドニ地区行政機関		
項目	実施内容	備考
防災本部 本部/ ジャモアット/ キシュラック	担当者は実名で登録する。 防災本部は毎年5月に避難訓練を実施する。 防災本部は、現状報告書とハザード・リスクマップに基づいて、どのジャモアット/キシュラックが避難するかを決定する。	
伝達経路	防災本部は指令伝達手段を確保する。 防災本部の指令は伝達経路を使って下部組織に伝える。 防災本部は伝達経路を、すべての住民-キシュラック-ジャモアット-ライオンについて結び、担当者は実名で登録する。	伝達経路は実名入りのリストとして、防災本部に保管する。
パトロール	水資源省が組織する。	
ハザードマップ	ハザードマップは避難所や避難経路を含み、ライオン、ジャモアット、キシュラックごとに保管する。	
住民		
事項	住民 (潜在的避難者)	地方公務員
食料、水、食料油	毎年6月には最低3日分の携行食品、水、食料油を用意する。	保存食品、水、食料油を用意する。
避難所	ハザードマップで位置を確認する。	洪水期前に、ハザードマップを住民に配布する。
避難経路	ハザードマップに従う。	避難所と避難経路を示す表示板を用意する。
輸送機関	必要に応じて事前に近所・友人の相乗り計画を立てておく。 避難が予想されるときには自動車のガソリンを満タンにしておく。 浸水した地域、道路、橋は危険なので通行しない。	輸送計画は5月に立てる。 輸送用ガソリンを5月に準備する。 緊急用車のガソリンを用意しておく。 避難経路の安全性を確認して、住民に知らせる。
情報	電池式無線から情報を得て、避難指示に従う。	洪水期前に無線機などの点検を行う。
家族	家族が集まって避難する。	
隣人	事前に、補助を必要とする者と補助者を確認する。	洪水期前に、会合で、左記措置を推奨する。
危険な状態	垂れ下がった電線などには近づかない。	危険箇所を監視し、それを住民や管轄機関に連絡する。
情報の共有	定期的な行政府会合に参加する。	定期的な会合をもって、災害に関する情報の収集と通知を行う。
避難訓練	毎年、洪水期前に、避難訓練を実施する。	ライオン、ジャモアット、キシュラックごとに避難訓練を実施する。

4.3.2 ハマドニ地区水防活動強化計画

水防活動は次に示す2つの基本的活動から成り立っている。

1. 洪水や堤防などの対策工の状況を監視し、その状況を対策本部に連絡すること。

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

2. 上記連絡を受け取った対策本部が緊急な対策が必要と判断した場合には、現場に緊急対策を指示し、その対策工を実施する。

ハマドニ地区の水防活動において、前者すなわち、堤防監視に関わる部分については3.3.2及び4.3.1において述べたように、ハマドニ地区地域防災計画に基づいて実施する。

提案されるハマドニ地区水防活動強化計画は、3.3.2に示した堤防や洪水状況の監視の強化と、非常事態委員会の支配下にあるハマドニ駐屯部隊が堤防の緊急対策を実施する仕組みの確立、同部隊がもつ河川工事能力の向上からなる。提案されるその仕組みを下図に示す。

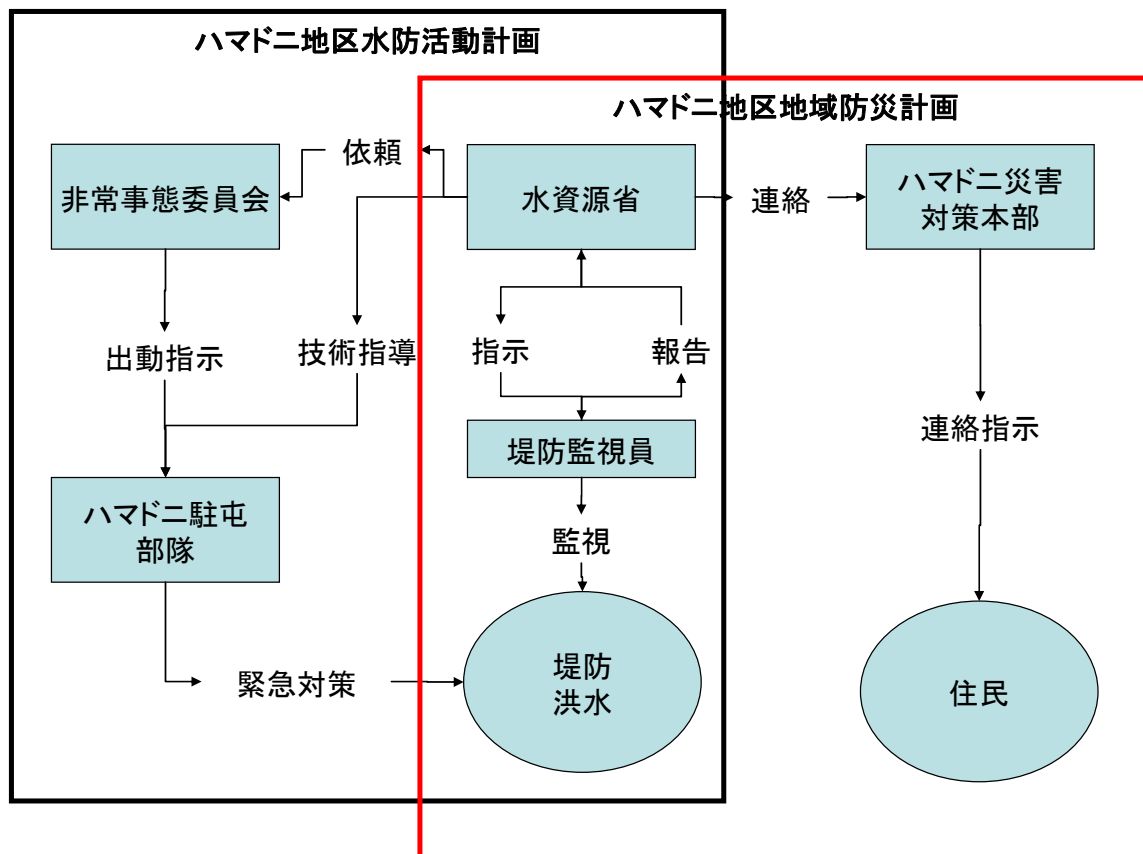


図 R 4.3.6 ハマドニ地区水防活動と地域防災

また、緊急対策工事に必要な資機材は下表に示すとおりである。

表 R 4.3.8 水防活動緊急対策工事に必要な機材

品目番号	機械名	必要台数	用途
1	バックホウ： 油圧式クローラ型 1.0m ³ (法面整形用バケット含む)	1	根固め工設置のための掘削、破損部の撤去
2	トラッククレーン： 油圧式伸縮ブーム 5t	1	部材や機械の積込み
3	クローラ式トラクター（ブルドーザ）： 15t または 16t	1	築堤（掘削・締固め）
4	クローラクレーン： 35t	1	コンクリートブロックやその他対策工の設置
5	ダンプトラック： 10t	2	運搬

6	ポータブルコンクリートミキサー： 0.8 m ³	2	法覆工のためのコンクリート混練
7	水中ポンプ： 8"	1	水替え工
8	発電機： 150kW	1	コンクリートミキサーの電源
9	発電機： 50kW	1	水中ポンプや照明の電源
10	蛇カゴ編み機： (鉄線径 3.90 mm まで対応、網目のねじりは 4~8 回巻きまで可能)	1	蛇カゴの作製
11	パトロールカー： サイレン、巻き揚げ機、サーチライト、無線機付 4 輪駆動	2	現場巡視用

4.4 自然災害対策計画

以下に、間接的にハマドニ地区の洪水対策に貢献する自然災害対策計画（非構造物対策による支援計画）について記述する。

4.4.1 非常事態委員会災害救助活動強化計画

災害救助活動についての課題は 3.3.2 3) に示したとおりである。最も緊急な課題は非常事態委員会の支配下にある救助センターが、救助活動に必要としている資機材を補充することである。その必要資機材を下表に示す。

表 R 4.4.1 災害救助活動強化に必要な機材

No.	名称	単位.	数量
1	巻き上げ機, ワイヤー 10 t.	式	1
2	照明施設	式	4
3	巻き上げ機械、ジャッキ 10-15m	式	2
4	高度測定器	式	1
5	潜水服	式	6
6	乾式潜水服	式	4
7	防水着	式	30
8	水位標	式	6
9	ゴムボート	式	4
10	潜水用呼吸装置	式	2
11	登山用ロープ 径 9-11 mm	m	500
12	登山用補助ロープ 径 6 mm	m	600
13	解除装置	式	20
14	吊上げ装置	式	20
15	救命胴衣	式	20
16	手袋、脚絆	組	100
17	防寒手袋	組	100
18	筐体	式	5
19	救護用具	式	50
20	テント	式	4
21	登山用リュックサック	式	40
22	ガスマスク	式	40
23	酸素マスク	式	10
24	水難事故救助装置	式	1
その他	特殊ベンチ、剪刀、鉋、手動ポンプ、糸、作動シリンダ、ポンプ場、必要な予備部品一式		

4.4.2 水文気象観測通信設備整備計画

水文気象観測通信設備整備のうち、ハマドニ地区地域防災計画、緊急に必要としている施設については、4.3.1に示した。ここでは、3.3.2 4)に示した理由により、水文気象観測施設整備の枠組み計画を示すに留める。その内容は次のとおりである。

1. 水文観測施設整備計画は図4.4.1に示す内容を基本として提案する。
2. 気象観測施設整備計画は図4.4.2に示す内容を基本として提案する。

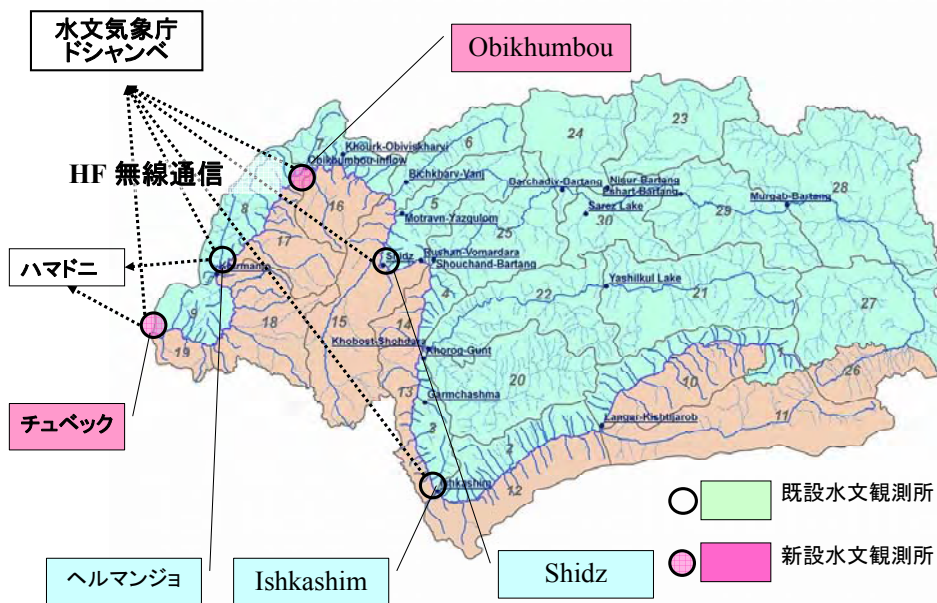


図 R 4.4.1 水文観測所整備計画

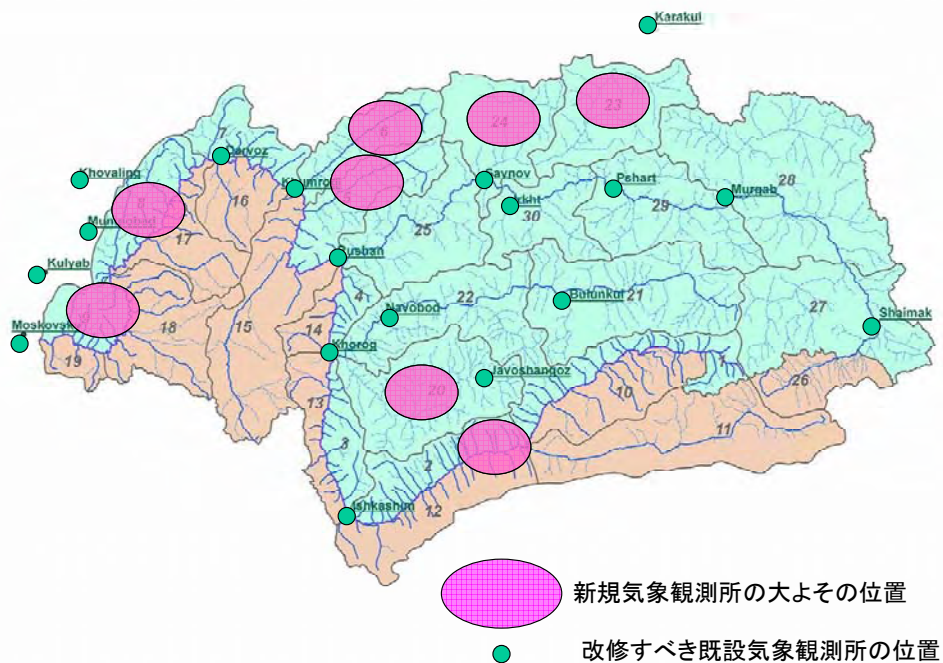


図 R 4.4.2 気象観測所整備計画

4.4.3 非常事態委員会防災組織強化

3.3.2 の5) に示した防災組織改善の課題に対する計画と、防災対策の中心である非常事態委員会の組織についての提案内容は次のとおりである。

- ・ 防災準備機能の強化： 地方政府の実施する防災活動のためのガイドラインを作成すると共に、地方政府が実施する防災活動を支援しモニターする。
- ・ 防災計画機能の強化： 災害発生時における初期調査・評価の実施、全国防災計画を策定して防災事業の実施を促進、及び、実施事業の評価を行う。
- ・ 広報活動の強化： 国民の非常事態委員会の防災活動に対する理解を深め、全国的に防災準備を広めると共に、国民に災害情報を伝えて防災活動への参加を促す。
- ・ 強化する機能は、既存の部門を活用して、その目的を付加あるいは再認識する。

以上の機能強化案を強化する部分について図化して、以下に示す。

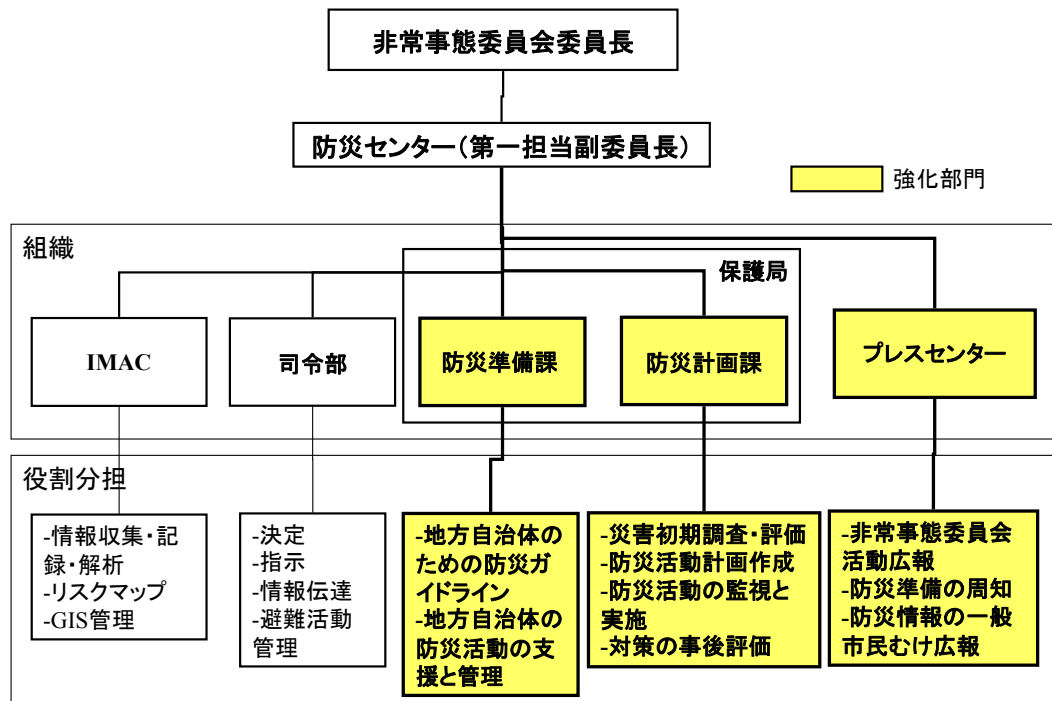


図 R 4.4.3 非常事態委員会の組織強化

4.4.4 非常事態委員会防災技術・管理能力向上

防災技術・管理能力の向上についての課題は3.3.2の6)に示した。その課題の達成のために、非常事態委員会の職員と地方政府職員に対する防災技術向上のためのプログラムを次表に示す。

表 R 4.4.2 防災技術・管理向上とその普及計画プログラム

事項	内容
A. 期間	5年程度
B. プログラムの構成	
1. 準備段階（講師による現地状況把握・非常事態委員会の防災能力向上・講義用教科書の準備）	<ul style="list-style-type: none"> - 2年程度 - 必要な講師の分野： 防災工学、地質、水文、地震 - 活動内容：現況把握のための現地調査及び情報収集／教科書の準備／セミナー開催（現地調査結果とその評価）
2. 講義段階（受講者への講義と講師育成）	<ul style="list-style-type: none"> - 2年程度 - 必要な講師の分野： 防災工学、地質、水文 - 対象：受講者（非常事態委員会および関係機関）15人程度 - 活動内容：現地調査とその評価を通しての受講者のOJT／講義（教科書や現地調査結果・評価・対策検討）／セミナー／講師育成訓練開催
3. 評価段階（講義段階における受講者による地方への普及活動）	<ul style="list-style-type: none"> - 1年程度 - 必要な講師（講義段階における受講者）の分野： 防災工学 - 対象：地方事務所職員 - 活動内容：育成講師による地方職員へのセミナー・訓練
C. 成果品	<ul style="list-style-type: none"> - リスクマップ（洪水、地すべり、土石流、泥流、地震） - 防災工学教科書 - 地域防災教科書
D. 支援機関からの投入	<ul style="list-style-type: none"> - 専門家 - コンピューター及び周辺機器・必要なソフトウェア - 事務所機器・資材／測量・観測機器／通訳／輸送車 - 費用計 4百万ドル
E. タジキスタン側投入	<ul style="list-style-type: none"> - カウンターパート、訓練生 - 事務所・講義スペース

4.4.5 自然災害調整諮問委員会設立

災害対策に関する課題は3.3.2の7)において記述したとおりである。その課題の達成のために、調査団は、非常事態委員会の諮問機関として、自然災害調整諮問委員会の設立を提案する。諮問機関の設立の目的は次のとおりである。

- ・ 諮問委員会は、これを構成する各機関の有する専門的な立場から、非常事態委員会に対して、次の点について助言するものとする。
 - ◇ 全国防災計画の策定や地方政府や関係機関に対する防災ガイドラインの策定
 - ◇ 非常事態委員会の、中央レベルまたは地方レベルでの活動
 - ◇ 自然災害現象やその対策についての監視・解析・評価

・ 非常事態委員会に対する自然災害現象に関する情報データの提供
同諮問委員会の構成は次表に示す関係機関を基本とする。

表 R 4.4.3 非常事態委員会自然災害調整諮問委員会の構成

機関の種類	任務	機関名
調査研究機関	水文気象観測解析	水文気象庁
	地質調査解析	地質調査院
	地震観測解析	地震調査院
	土地利用管理・地形測量	地理院
行政機関	ハマドニ地区洪水対策	水資源省／設計センター
	農業・自然環境災害復旧及び水利権管理	農業環境保護省
	交通・通信災害復旧	交通通信省
	産業災害復旧	産業貿易省
	災害時健康管理	厚生省
	災害教育	教育省
	水力発電災害復旧	エネルギー省

4.4.6 ピャンジ河調整委員会設立

ピャンジ河における国際調整の課題を達成するために、調査団はピャンジ河に関する調整を検討する場として、ピャンジ河調整委員会の設立を提案する。国際調整の必要性の一つはタジキスタンとアフガニスタンとの国境問題であるが、ここでは、技術的な課題を検討する場として提案する。技術的な課題とは、水文気象観測解析、環境・流域管理、水量水質管理、河川改修・防災に関する河川管理である。それぞれの技術部門については、関係する機関が参加することとする。

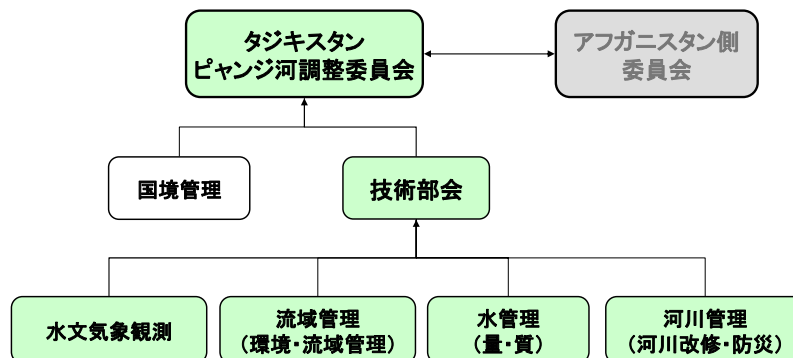


図 R 4.4.4 ピャンジ河調整委員会組織図案

第4章 ハマドニ地区洪水対策基本計画
(マスタープラン)

4.5 ハマドニ地区洪水対策基本計画(マスタープラン)の評価

4.5.1 数量

本項ではマスタープランの必要数量を下表に示す。

表 R 4.5.1 ハマドニ地区洪水対策数量表

構造物対策				
実施項目		数量		
		中長期(短期も含む)計画分	短期計画分	
本堤防	総延長	18.3km	6.1km	
	施工区分	新設区間	1.5km	-
		嵩上げ区間	10.3km	4.3km
	水制工(長さ=40m)	6.0km(39箇所)	3.1km(21箇所)	
	法面保護工	コンクリートブロック	11.5km	6.1km
		リップラップ	5.6km	-
根固め工	コンクリートブロック	11.5km	6.1km	
導水路堤	総延長	1.0km	-	
	嵩上げ	1.0km	-	
	水制工(長さ=40m)	1.0km(7箇所)	-	
	法面保護	コンクリートブロック	1.0km	
	根固め工	同上	1.0km	
余水吐き堤	総延長	1.6km	1.0km	
	嵩上げ	1.6km	1.0km	
	水制工(L=40m)	1.6km(10 locations)	1.0km(7 locations)	
	法面保護	コンクリートブロック	1.6km	
	根固め工	同上	1.6km	
非構造物対策				
Items	Specification	Units	Remarks	
地域防災用通信機	無線機・携行サイレン	1式	無線機の周波数は非常事態委員会許可済みのもの使用	
地域防災用水位観測・通信機器	水位計・短波無線機	1式	周波数は水文気象庁許可済みのものを使用	
	量水標	1式		
水防活動資機材	建設機械	1式		

4.5.2 経済評価

この項では、マスタープランに関する経済評価の手順、算定過程、及びその結果を紹介する。

1) 経済評価の点潤

経済評価は次に示す手順に従って進めるものとする。

1. 被害項目ごとの被害額の算定
2. 単位面積当たり(額/ha)の被害額の算定
3. 対象洪水に対する予想される被害の算定
4. 確率解析による年平均洪水被害の算定
5. 事業のある、なしの比較による便益の算定

6. 事業コストと便益との比較
7. 経済内部収益率 (EIRR)、総現在価値 (NPV)、便益事業費比 (B/C 比) を用いて、事業の実行可能性を検討する。

2) 洪水被害の算定

調査団はハマドニ地区における 2005 年洪水被害の調査を実施した。その結果、被害は次に示す 4 つの項目に分類できる。

1. 家屋や家財道具の被害
2. 住民の農業生産物の被害 (各家庭平均 0.15ha の菜園を保有)
3. 農場の農業生産物の被害 (農場は、タジキスタンがソ連邦から独立した後に、集団・国営農場が民営農場に再編されたものである。) この農場の被害は、主として綿花栽培と綿花以外の葡萄栽培などである。また、綿花栽培の被害は、洪水浸水による直接被害と灌漑用水の供給中断による間接被害がある。
4. 公共施設の被害や避難行為や応急手当に要した出費

このような被害に関する調査の結果を単位面積あたりの被害額として集計して、下表に示す。

表 R 4.5.2 2005 年洪水被害額一覧表

項目	家屋・家財の被害			住民農作物の被害	農場の被害			綿花・葡萄以外の農産物被害	社会基盤・応急手当等	
	全倒壊	部分倒壊	家屋浸水		綿花の直接被害	綿花の間接被害				葡萄被害
						ハマドニ地区	ファルコル地区			
単位面積あたり被害額	802,147	490,443	303,420	1,171	4,070	2,042	662	2,400	1,171	*注 64.35% (採用10%)

単位：TJS (タジキスタン・ソモニ/ha)。ただし、社会基盤応急手当等は総被害額に対する比率 (%)

*注：調査の結果、2005 年洪水の公共施設の被害や避難行為や応急手当に要した出費が全体被害額の 64.35% を占める。この値は一般的な洪水被害と比べて過大であるので、調査団が他の発展途上国の洪水対策計画立案に採用している値である 10% を採用することとする。

3) 経済便益の算定

洪水対策の便益は、事業実施による洪水による被害の減少額として算定する。洪水被害額を明らかにするために、設計洪水規模に対する年平均被害額を確率計算によって算定する。その結果を下表に示す。

表 R 4.5.3 洪水の確率規模毎の浸水面積

(ha)

Return Period	Irrigated Agricultural Area									Built-Up Area		
	Total	Cotton Field			Influenced Cotton Field for Irrigation Water	Vineyard	Field for Other Vegetables			Total	Inundated Area	
		Sub-Total	Washed Out Area	Inundated Area			Sub-Total	Washed Out Area	Inundated Area		Floor Area of Houses in Total	Household Kitchen Garden (HH Plot)
5-year	2,559.22	1,589.11	158.70	1,430.41	1,458.33	48.39	921.72	123.46	798.26	52.60	3.00	49.60
10-year	2,733.25	1,703.16	171.95	1,531.21	1,364.76	50.37	979.73	132.90	846.83	54.57	3.11	51.46
20-year	7,639.00	4,595.23	246.90	4,348.33	1,479.99	135.88	2,907.89	233.80	2,674.09	118.18	6.74	111.44
30-year	7,702.47	4,635.13	249.11	4,386.02	1,665.06	136.35	2,930.99	235.35	2,695.64	120.15	6.85	113.30
50-year	7,863.99	4,736.60	252.77	4,483.83	2,060.30	137.47	2,989.92	238.15	2,751.77	121.50	6.93	114.57
100-year	8,093.18	4,873.83	255.64	4,618.19	1,973.94	148.87	3,070.48	241.79	2,828.69	123.01	7.02	115.99

前述の単位面積当たりの被害額(表 R 4.5.2)と洪水確率毎の浸水面積(表 R4.5.3)から、洪水確率毎の被害額が算出される。その結果を表 4.5.4 に示す。

表 R 4.5.4 洪水の確率規模毎の被害額

(1,000 TJS)

Description	Damages to Houses and Household Movables incl. Agricultural Tools			Damages to Crops in Household Plot	Damages to Cotton			Damages to Vineyard	Damages to Agricultural Products Other Than Cotton and Grape in Vineyard	Damages to Social Infrastructure	Grand Total
	Totally Destroyed Houses	Partially Destroyed Houses	Inundated Houses		Damages to Cotton Due to Direct Hit by Flood in Hamadoni	Damages to Cotton in Hamadoni Caused by Lack of Irrigation Water	Damages to Cotton in Farkhor Caused by Lack of Irrigation Water				
5-Year Flood	578	338	483		6,467	2,978	13,737				
Amount of Counted Damages:			483	58			23,183	116	1,079	2,492	27,411
10-Year Flood	600	351	501		6,932	2,787	13,737				
Amount of Counted Damages:			501	60			23,456	121	1,147	2,528	27,813
20-Year Flood	1,299	759	1,084		18,702	3,023	13,737				
Amount of Counted Damages:			2,168	130			35,461	326	3,405	4,149	45,640
30-Year Flood	1,321	772	1,102		18,864	3,400	13,737				
Amount of Counted Damages:			2,221	133			36,002	327	3,432	4,211	46,326
50-Year Flood	1,336	781	1,115		19,277	4,208	13,737				
Amount of Counted Damages:			2,257	134			37,222	330	3,501	4,344	47,788
100-Year Flood	1,352	790	1,128		19,836	4,031	13,737				
Amount of Counted Damages:			2,297	136			37,604	357	3,595	4,399	48,388

4) 経済価格の算定

次に、財政価格から経済価格を算定するプロセスを示す。事業費は国際機関からの借り入れにて賄うこととする。事業費から財政価格、経済価格を算定する過程を表 R 4.5.5 に示す。また、表 R4.5.6 及び表 R4.5.7 はそれぞれ、短期基本計画、中長期基本計画の事業費の年投資予定を示す。

表 R 4.5.5 事業費、財政価格及び経済価格

Description	(1,000 TJS)								
	Total Cost in Short Term			Total Cost in Medium/Long Term			Grand Total of All the Terms		
	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total
Cost for Civil Works	54,373	8,959	63,332	66,059	12,652	78,711	120,433	21,611	142,043
Engineering Fee (Cost for Consulting Services)	1,183	5,916	7,099	1,462	6,364	7,827	2,645	12,281	14,926
Administration Cost	580	0	580	525	0	525	1,106	0	1,106
Physical Contingency	1,061	237	1,298	1,402	350	1,752	2,463	587	3,050
Value Added Tax (VAT)	13,282	0	13,282	17,888	0	17,888	31,170	0	31,170
Sub-Total (Net Financial Project Cost)	70,479	15,112	85,591	87,337	19,366	106,703	157,816	34,478	192,294
Price Contingency	9,362	157	9,519	18,173	211	18,384	27,535	368	27,903
Financial Cost in Total (Incl. Price Contingency)	79,841	15,269	95,110	105,510	19,578	125,087	185,351	34,846	220,197
Economic Cost in Total	89,203	15,425	104,628	84,432	19,046	103,478	173,635	34,471	208,106

LC: 現地通貨負担分, FC: 外貨負担分

表 R 4.5.6 短期基本計画年投資予定表

Description	Grand Total	Short Term Works					Total
		2009	2010	2011	2012	2013	
Financial Cost							
Excluding Price Contingency	192,294	3,294	2,826	23,843	23,843	31,785	85,591
Including Price Contingency	220,197	3,490	2,987	26,332	26,560	35,741	95,110
Economic Cost (excl. Price Contingency)	172,834	3,088	2,637	19,091	19,091	25,449	69,356

表 R 4.5.7 中長期基本計画年投資予定表(短期計画分は除く)

Description	Medium/Long Term Works						Total
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Financial Cost							
Excluding Price Contingency	1,903	20,960	20,960	20,960	20,960	20,960	106,703
Including Price Contingency	1,977	24,008	24,288	24,594	24,928	25,293	125,087
Economic Cost (excl. Price Contingency)	1,755	19,374	19,816	20,300	20,828	21,406	103,478

5) 経済評価

経済評価は、投資予定から借入金返済予定を考慮して、キャッシュフローを使って算定する。その結果を下表に示す。(表 R4.5.8)

表 R 4.5.8 基本計画経済評価結果

項目	短期基本計画	中長期基本計画
総事業費	85,591 ソモニ	106,703 ソモニ
総現在価値	40,199 ソモニ	11,072 ソモニ
経済的内部収益率	18.41%	11.59%
便益事業費比	2.01	1.14

経済的内部収益率に関する事業実施可能性の条件としては、一般的には、設定した割引率(10%)を超えていること、8~10%以上であることとされている。また、便益事業費比に関しては、1を超えていることが必要である。経済評価の結果は、経済的内部収益率、便益事業費比共に、必要条件を満足しているため、本基本計画は短期・中長期計画とも事業実施可能である。特に、短期基本計画は高い経済効果を示している。これは、短期基本計画の実施によって、事業全体から得られる便益

の多くの部分を実現することを示している。

4.5.3 環境影響評価

1) 環境影響評価の要件

タジキスタン国における環境影響評価制度は1.4節に記述したように、いくつかの環境関係法によって制定されている。これらの法律によれば、本調査のマスタープランのような戦略的計画のための環境影響評価制度の適用は制定されていない。また、マスタープランのコンポーネントの一つである構造物対策については、19項目の事業を対象として環境影響評価制度を適用するとしている。しかしながら、マスタープランが提案する堤防工事はこれら19項目には含まれていない。もう一つのコンポーネントである非構造物対策については法律の規定はない。

このため、タジキスタン国の環境関係法制度上、マスタープランの提案事業については、環境影響評価を実施する必要はない。

一方、JICA 環境社会配慮ガイドラインによれば、調査団は関連する情報の収集、現地踏査を行い、相手国政府と協議を行って、スコーピング案を作成し、また、ステークホルダー協議を行うこととなっている。

従って、調査団は、タジキスタンの環境関係の法律が規定している構造物対策について、JICA スコーピング案作成を含む、簡易な環境影響調査を行うこととした。

調査の詳しい内容と結果及びステークホルダー協議の結果はサポーティングレポート(英文・露文)の第7章を参照のこと。

2) 簡易環境影響評価の結果

a) 概要

マスタープランの構造物対策はハマドニ地区の既設堤防の補修と改良である。このため、環境への新たなインパクトを創出するものではない。本調査における水理解析の結果、堤防の配置を既設位置から変化させない限り、ピャンジ河の流況への変化をもたらさないことを確認している。また、堤防や堤防建設工事施設のための敷地、及びその周辺域には住宅や公共施設はなく、工事による移転などの社会環境への影響は全くない。

このため、マスタープランの構造物対策は、ハマドニ地区やその周辺地域の環境や社会に望ましくない影響を与えることはほとんどないものと判断される。

ただし、既設堤防の法線を変更しないため、流況に大きな変化は起こらず、アフガニスタン側の氾濫リスクに影響を及ぼす危険性は少ないと考えられるものの、本調査ではその影響に関する詳しい調査は実施していないため、マスタープランに提案する構造物対策を実施するには詳細な調査を行うべきである。

b) 代替案

4.2.3項において述べた代替案検討について、比較した4案共に、堤防の補修・改修を基本にしていることから、環境への望ましくない影響はほとんどない。このため、環境への影響や社会配慮が代替案の選定に影響することはない。

c) ステークホルダー会合

調査団は、調査の期間中、2度、非常事態委員会が開催したステークホルダー会合を支援した。第1回目の会合は本調査の進め方について、第2回目の会合はマスタープランについて、情報開示と住民の意志の反映を目的に、実施された。

その結果、本調査およびマスタープランが政府関係機関や地域住民に受け入れられたことが確認された。

第5章 優先事業と提言

5.1 優先事業

ハマドニ地区の住民や綿花栽培は、1950年代から、堤防を建設することで、ピャンジ河からの洪水氾濫から護られてきた。すなわち、半世紀にわたって、住民の生活と綿花栽培経営は堤防なしには成り立たない状態が続いてきた。さらに、近年、ピャンジ河の流路位置が変化してきて、ハマドニ地区に近い位置を流れるようになってきてため、ますます、堤防の重要性が高まってきている。

一方、2005年の洪水氾濫によって証明されたように、堤防はピャンジ河の洗掘作用によって破壊することがある。洪水時の堤防破壊を防ぐためには、破壊の初期の段階でそれを止める必要がある。さらに、堤防が破壊した場合に備えて、地域社会は洪水災害に対する準備を整えておかなければならない。

また、地域社会の洪水災害に対する準備を効果的に行うためには、行政関係機関や関係者の災害対策に関する技術と管理能力の向上と開発が必要である。このような技術と能力の向上・開発は洪水災害ばかりでなく、あらゆる種類の災害に対して、有効なものでなければならない。

さらに、一度、洪水災害が発生した場合、人命救助が最優先の課題となる。この課題もまた、洪水災害ばかりでなく、あらゆる種類の災害に有効なものでなければならない。

上記のような観点に基づいて、調査団は、ハマドニ地区洪水対策基本計画と自然災害対策計画の中から、下記に示す事業を優先事業として提案する。

1. 構造物対策
 - ・ハマドニ地区堤防緊急改修工事
2. 非構造物対策
 - ・ハマドニ地区水防活動強化計画
 - ・ハマドニ地区地域防災強化計画
3. 自然災害全般に関わる対策
 - ・非常事態委員会防災管理能力向上計画
 - ・非常事態委員会災害救助活動強化計画

また、次にその内容について説明する。

5.1.1 構造物対策

1) ハマドニ地区堤防緊急改修工事

ハマドニ地区堤防緊急改修工事については、2007年の出水期においても堤防の侵食が進展しているため、ハマドニ地区の洪水対策として、同地区の堤防の改修は緊急の課題である。さらに、経済効果が大きく、国際機関からの借入れ資金によっても十分な事業効果を発揮することが可能である。

また、引き続きハマドニ地区の堤防改修工事を実施して、ハマドニ地区の洪水安全度を高めることが必要である。

5.1.2 非構造物対策

1) ハマドニ地区地域防災強化計画

ハマドニ地区地域防災強化計画は、次に示す3つのコンポーネントからなる。

コンポーネント	事業または活動項目	実施内容
1. 情報管理・伝達	情報管理の仕組みの構築	防災本部の活性化 水資源省の洪水・堤防状況の監視・連絡体制の整備
	情報収集施設計画	ヘルマンジョ観測所の改修 チュベック量水標の設置
2. 防災準備	組織強化	水資源省の防災本部への参画
	災害予測地図の利用と管理	本調査で作成した洪水災害予測地図の活用と改良
3. 避難誘導	警報判断基準の設定	本調査で作成した警報発令基準の活用と水資源省による改良
	警報伝達手段の強化	本調査で作成した連絡網・互助体制の活用と防災本部・非常事態委員会によるその管理改良
	避難実施方法の改良	防災本部と非常事態委員会は、本調査で実施した避難訓練の持続、避難互助体制、避難指針にそって、避難の準備・実施を行う。

2) ハマドニ地区水防活動強化計画

ハマドニ地区水防活動強化計画については、その活動の仕組みを図 R.4.3.6 に示し、また、その活動に必要な機材については表 R.4.3.8 に示した。

5.1.3 自然災害全般に関わる対策

1) 非常事態委員会防災管理能力向上計画

防災能力向上計画は非常事態委員会の組織・職員の防災活動能力の向上を目的とし、次に示す3つのコンポーネントから構成される。

コンポーネント	事業または活動項目	実施内容
防災組織強化	防災準備力の向上	地方政府の防災指導力の強化
	防災計画力の向上	自然災害の調査・評価力の強化
	防災広報の強化	防災に関する国民の理解向上
防災技術・管理能力向上	防災能力強化に必要な技術力・管理能力向上	防災技術・管理能力向上とその普及5年計画
自然災害調整諮問委員会設立	自然災害調整能力向上計画	研究機関の助言 行政機関の意見交換

2) 非常事態委員会災害救助活動強化計画

救助センターの災害救助活動に必要な資機材を調達して、同センターの活動を強化する計画である。必要資機材は4.3.3に示した。

5.2 提言

調査団は、本調査における調査結果と調査団の知見に基づいて、次のように提言する。

5.2.1 ハマドニ地区洪水対策－構造物対策に関する提言

1) ハマドニ地区堤防緊急改修工事の実施

調査団は、ハマドニ地区堤防緊急改修工事を優先事業として提言した。本調査においては、同事業の堤防の設計は、基本設計として、また、衛星データに基づいて実施されたものである。また、国際機関からの借り入れ資金の使用に当たっては工事契約手続きの透明性を向上させることが必要となる。このために、同工事計画の実施に当たっては、次に示す事項が実施されるよう、提言するものである。

1. 地形測量（縮尺 1/2000）の実施。
2. 地形測量及び本調査において示した設計原則に基づく詳細設計の実施。
3. アフガニスタンとの協議を推進して、仮締切工の設置など、工事実施にあたっての準備工について合意する。この合意を工事開始時期前まで締結して、十分な工事実施期間を確保する。
4. 契約に当たっては、公募などによって、透明性を確保する。
5. 工事実施にあたっては、実施建設業者の工事実施計画書や工事記録を提出させると共に、品質管理のための工事監督を強化する。

2) モニタリング・維持管理

調査団は、ハマドニ地区洪水対策の施設に関する監視・維持管理について、次のように提言する。

1. 施設管理者の水資源省は、堤防監視員に施設及び洪水の状況を監視させ、必要な措置が取られるように、次の機関にその情報を知らせる。
 - ・ ハマドニ地区防災本部：堤防監視員は、洪水の状況・堤防の損傷の状況および損傷の程度と破壊への見通しを対策本部に連絡する。対策本部は、非常事態委員会・水資源省の助言を受けて、避難など適切な措置を決定し、必要な措置をとる。
 - ・ 水資源省：堤防監視員は、上記情報を水資源省に連絡する。水資源省は措置の必要性の判断と、必要であれば適切な措置をとる。
2. 施設管理者と水資源省は、施設の維持管理を適切に実施する。実施にあたっては、本調査にて作成した維持管理マニュアル（サポーティングレポート参照）を参考とする。

5.2.2 ハマドニ地区洪水対策－非構造物対策

1) ハマドニ地区地域防災計画の実施

調査団は地域防災計画の実施にあたって、次のように提言する。

1. ハマドニ地区の防災体制にとって最も重要な課題のひとつは、ピヤンジ河の洪水や堤防に関する現況情報である。このためには、前項 6.2.1

に述べたように、水資源省による洪水及び堤防監視とその報告があると共に、同省がハマドニ地区防災本部に参画することが必要である。

2. ハマドニ地区の防災活動にとって最も重要な課題の一つは、調査団が作成したハザードマップ・リスクマップおよび洪水氾濫実績マップの活用とそれらの改良である。防災本部は、現地情報や上記マップ及び非常事態委員会の助言に基づいて、避難の必要性、必要な避難経路・場所を住民に指示しなければならない。また、防災本部は非常事態委員会の助言を得て、より詳細な情報を加えて、それらのマップの改良に努めなければならない。
3. もう一つの、ハマドニ地区防災体制にとっての重要な課題は、連絡体制の確立である。4.3.1に述べたように、同防災本部は、災害時には、調査団が作成した連絡網と互助体制を活用すると共に、必要に応じて、その連絡網と互助体制を更新・改良することが必要である。

2) ハマドニ地区水防活動の実施

調査団は水防活動について、次のように提言する。

堤防管理者の水資源省は、堤防の監視・維持管理を実施すると共に、非常事態委員会のハマドニ地区における堤防改修能力に応じて、同委員会と協力して、洪水時やその直後の緊急改修工事を実施しなければならない。

5.2.3 ピャンジ河流域管理計画の必要性

調査団は第3章において、ピャンジ河河川管理に関する枠組み計画を示した。調査団は、ハマドニ地区の洪水対策については、過去に対策が実施されてきたところなので、継続的な情報の蓄積によって、基本計画としての対策を提示することができた。一方、調査団は、ピャンジ河流域管理の必要性を認めたものの、流域に関する情報は希少であって十分な調査ができていないため、本調査の調査範囲には含めていない。

このため、調査団は、ピャンジ河流域管理に関して、3.1.1に記述したように、森林・植生・土砂の特性と適性に関する基礎的な研究を積み重ねることを提言する。

5.2.4 自然災害全般に関する対策

1) 自然災害対策諮問委員会

タジキスタンの防災活動にとって非常事態委員会は重要な役割を担っている。防災活動はいろいろな種類の自然現象や損害にかかわり、また、それに応じたいろいろな機関がかかわっている。このため、同委員会は、幅広い情報や知識・知見あるいは対策にかかわって、必要な措置を講じてゆかなくてはならない。このためには、4.4.5に提示した自然災害対策に関する諮問委員会を設立して、非常事態委員会の防災能力を強化する必要がある。

2) 自然現象観測・解析・予測能力の強化

調査団は、ピャンジ河河川管理の枠組み計画のために、幾つかの分野の強化案を第3章に提案した。調査団は、その中で、最も基礎的な分野であり、自然現象を把握するために必要な分野の機能の充実が緊急の課題として、この枠組み計画を推進することを提言する。

この分野に含まれるのは次の機関である。

1. 水文気象庁
2. 地質研究所
3. 地震研究所

これらの機関について、次に挙げる機能・事項について、政府・国際機関の支援を結集して、強化することを提言する。

1. 既設観測施設の改修と補足
2. 既存資料の整理と解析の促進
3. 予測能力の向上
4. 研究者・観測者の養成