

天然ダム応急対策ガイドライン案(中華人民共和国水利部)

2008. 5. 12の汶川大地震により35箇所の天然ダムが形成され、二次災害を防止するため中国政府により種々の対策が取り組まれた。このガイドラインは、その時にとりくんだ種々の事項をベースに、今後発生するであろう天然ダム災害に的確に対処するための指針として作成(2009. 4. 1施行予定)されたものである。
 インターネットから入手したこれらの資料は、成案になったものではないが、天然ダムに対する中国政府の取り組み方針を見る上で参考になる部分もあるものと考え翻訳したものである。実際は、まずガイドラインが記述され、その後ろに条文の説明が掲載されていたが、分かりやすくするため、右側に転記した。
 (「<http://www.giwp.org.cn/upload/file/2009/20090227161250269485.pdf>」がインターネット上のアドレスである)

(一財)砂防フロンティア整備推進機構

天然ダム応急対策ガイドライン		条文説明
総論		
1.0.1	天然ダム災害は、地震や豪雨等の自然災害に伴い発生する山体の地すべり、土石流堆積物による河道閉塞により形成される二次災害である。これにより上流では市街地や農地が浸水し、下流に脅威をもたらす。一度決壊すれば、突発的な洪水が発生し、甚大な災害に発展する。 天然ダムの応急対策業務の科学的、迅速、効果的な実施を確実なものとし、応急対策の効率と効果を高めるとともに、減災及び事後処理の速やかな実施を図るため、このガイドラインを制定する。	本条は、このガイドラインを制定する目的を示している。2008年5月12日、汶川県で巨大地震が発生し、35カ所の天然ダムが形成された。そのうち、唐家山天然ダムの危険度は超高危険レベル(レベル1)に達し、下流の綿陽市、遂寧市における一般大衆130万人余りの生命を危険に晒した。 ひとたびダムが決壊すれば、生命や財産に計り知れないほどの損害が発生する。従って、天然ダムの応急対策とは、喫緊かつ必須の取り組みなのである。このガイドラインの目的は、天然ダムの応急対策に指針を示し、天然ダムの応急対策業務の科学性、迅速性、有効性を確保するとともに、減災及び事後処理を速やかに実施することにある。
1.0.2	このガイドラインは、地震や豪雨等の自然災害に伴い発生する山体の地すべり、土石流堆積物の河道閉塞により、河川水が閉塞されて形成される天然ダムの応急対策に適用する。	本条は、このガイドラインの適用範囲を示している。
1.0.3	天然ダムの応急対策は、「人間本位」という重要な考え方を体現しつつ、「命令統一、等級別責任制」の原則を堅持し、応急対策指揮機関にその役割を存分に果たさせ、構造物的手段と非構造物的手段を有機的に組み合わせる方針を貫き、損失、特に人命の損失を可能な限り回避又は減少させ、科学的な意思決定を堅持し、全ての技術力を十分に発揮させるものとする。	本条は、天然ダムの応急対策に関する原則を示しており、応急対策指揮機関の役割について強調し、対策の過程では科学的な根拠に基づき、構造物的手段と非構造物的手段を有機的に組み合わせ、可能な限り損失を減少させるべきことを指摘している。
1.0.4	天然ダムの応急対策段階においては、このガイドラインの規定を遵守し、迅速かつ効率的に踏査・測量、設計及び施工を行い、かつ、施工作業員の安全を確保するものとする。応急対策業務が完了した後、引き続き天然ダムの具体的な状況に応じて評価を行い、恒久対策の段階に転じた場合の追加対策の必要性と実現可能性を確定しなければならない。	本条は、このガイドラインが、主に天然ダム発生後の非常に短い期間における応急対策に焦点を当てた指針的原則であることを強調するものであり、天然ダムに関するすべての対策工事を網羅することはできず、応急対策によって危険な状態を解消するという目的を達成することに主眼を置いている。応急対策の評価後に通常対策の段階へ移行する。
1.0.5	天然ダム危険度レベルの分類は、『天然ダム危険度レベルの分類基準』(別冊)を遵守して行うものとする。	本条は、天然ダムの応急対策過程において、このガイドラインは別冊の『天然ダム危険度レベルの分類基準』を参照して実施していくべきであることについて説明している。
1.0.6	このガイドラインの引用規格は、主に次に掲げる規格である。 『洪水調節基準』(GB50201) 『水利・水力発電工事のレベル分類及び洪水基準』(SL252) 『天然ダム危険度レベルの分類基準』(SL) 『水利・水力発電工事の地質実地調査規範』(GB50287) 『水利・水力発電工事の設計洪水計算規範』(SL44) 『水利構造物の耐震設計規範』(SL203) 『洪水吐の設計規範』(SL253) 『転圧式フィルダムの設計規範』(SL274) 『水利・水力発電工事の水文計算規範』(SL278) 『沈泥アースダムの技術規範』(SL302) 『水利・水力発電工事の施工体制設計規範』(SL303)	本条は、このガイドラインの主な引用規格を示している。現在の規格には、天然ダム対策に関する規格・基準、規程、規範は定められていないため、水文、地質、計画、水利工事、施工等に関する専門的な規格・基準、規程、規範を参照するものとする。

1.0.7	天然ダムの応急対策は、この基準に適合するほか、国の現行の関連規格の規定にも適合するものとする。	本条は、天然ダムの応急対策は、このガイドラインに適合するほか、国の現行の関連規格の規定にも適合すべきことを示している。
用語		
2.0.1	天然ダム dammed lake, checked-up lake 地震、降雨等に起因する大規模な地すべりや土石流が河道を閉塞した後、湛水によって形成された湖。	
2.0.2	堤体 dammed block 一定の遮水能力を有する、河道を閉塞している地すべり堆積物。	
2.0.3	ダム湛水容量 dammed lake storage capacity 一定の水位に対応する天然ダムの湛水量。	
2.0.4	危険度レベル risk degree 天然ダムの崩壊が起こる可能性及びその被害の重大性を反映させた危険性のレベル。	
2.0.5	放流路 flood-relief tunnel, discharge canal (放水路) 人工的に形成され、比較的規則的、かつ安定的な断面を有する放水・越流のための構築物。	
2.0.6	導流溝 diversion-flush trough 人工的に形成され、かつ、一定の放水・越流能力を有し、水位の上昇又は洗掘に伴い、断面を拡大させることにより、越流能力を急速に増大させる放水・越流のための構築物。	
2.0.7	応急対策期間 emergency disposal period 天然ダムに対して応急対策を行ったり、上・下流において非構造物的手段を講じることにより、天然ダム危険度レベルを許容可能な状態に引き下げるまでの期間。	
2.0.8	応急対策後 emergency disposing afterwards 天然ダムの応急対策が完了してから恒久対策までの所要期間。	
3 基礎資料		
3.1 水文気象資料		
3.1.1	天然ダム区域の気温、降水、風、霧及び結氷等の資料を収集する。	
3.1.2	流域の自然・地理の概況、流域及び河道の特性、堤体より上流の集水面積、流域内の水文観測所の分布（観測所がない流域の場合には、関連の流域資料を収集するものとする）及び豪雨・洪水の特性等の水文資料を収集する。	
3.1.3	天然ダムの水位-ダム湛水容量の関係曲線を分析、計算する。	
3.1.4	設計洪水計算成果表及び段階的設計洪水を提出する。ダム調節計算が必要な場合には、洪水ハイドログラフを提出する必要がある。	
3.2 地形資料		
3.2.1	既存の地形資料の精度及び国の測地制御システムの情報を収集する。	
3.2.2	関連団体から、航空写真、衛星写真等の地形資料を収集する。必要に応じて地形測量を実施する。	
3.2.3	堤体及び周辺の一定範囲内の地形測量を可能な限り速やかに実施し、堤体の高さ、長さ、体積及び形態等を含む、堤体形状を分析する。	
3.3 地質資料		

3.3.1	天然ダム所在区域の地体構造及び主要な断裂構造の活動性等、区域の地質概況の情報を収集する。『中国地震動パラメータゾーニングマップ』（GB18306）に基づき、地震動パラメータを把握する。	
3.3.2	地層の岩質、地質構造、水文地質学的条件、物理地質学的現象等を含む、堤体区域の基本的な地質条件の情報を収集する。	
3.3.3	上・下流の一定範囲内における地すべり、危険岩体の分布及び安定性を欠く恐れのある斜面の形状、地層の岩質、地質構造及び水文地質学的条件等を調査し、安定性を欠く恐れのある斜面の分布範囲、体積及び境界条件を確定する。	
3.3.4	調査及び経験に基づき、堤体及び関連の地すべり安定解析の計算に必要な岩石物理学的、土壌物理学的、岩石力学的、土質力学的パラメータの推奨値を提示する。条件が整っている場合には、必要な地質探査及び試験を実施することができる。	
3.3.5	堤体及び堤体基盤の構造、物質構成、物理的性質・力学的性質、水文地質学的特性を含む、堤体の土木地質条件を調査し、堤体の形成メカニズムを分析する。	
3.4 その他の資料		
3.4.1	天然ダム所在区域の社会的・経済的指標、人文的状況及び上・下流における都市・農村の分布及び重要施設の洪水調節基準等の社会的・経済的資料を収集する。	
3.4.2	天然ダム区域の水没予想区域及び下流影響域の範囲、人口及び重要施設等の資料を調査し、かつ収集する。	
3.4.3	天然ダム形成前の交通条件及び天然ダム形成後の交通状況の情報を調査し、かつ把握する。	
4 安全性評価		
4.1 天然ダム危険度レベルの予備的評価		
4.1.1	堤体が所在する河川の多年にわたる洪水資料に基づき、天然ダムの応急対策期間の洪水調節基準（年超過確率）を採用して、天然ダムの応急対策期間における最大可能流入量及び天然ダム水位高さを予測し、天然ダム危険度評価の基本的な根拠とする。	天然ダムの応急対策期間とは、堤体が形成された後、堤体の潜在的な危険性を低減させるか、又は解消するまでの最短の所要時間をいう。応急対策期間と天然ダムが形成された季節及び所在する河川の降雨及び洪水資料とは直接的な関係がある。現時点では、国内外で応急対策期間に関する決定や基準は統一されていないが、1～3か月を対策の一期間とすることについては、考えがほぼ一致している。 堤体の危険性は、流入量によって直接影響を受ける。従って、出水期後に形成された天然ダムは、降雨又は表面流出量が少ないため、次の出水期が到来するまでに、湛水が危険水位まで達する可能性はないと思われる。そのような天然ダムには応急対策期間が十分にあり、きめ細かく、全般的な緊急評価や対策業務を行うことができる。 出水期中に形成された堤体は、間もなく降雨や洪水が発生することから、応急対策期間が非常に短くなる。従って、応急対策期間は、堤体形成の具体的な状況に応じて定めるものとする。
4.1.2	『天然ダム危険度レベルの分類基準』に基づき、堤体の危険性について予備的な判別を行う。	天然ダムの堤体の危険性の判別方法は数多くある。よく見られる評価方法としては、複数指標総合評価体系である。指標の選択・使用の仕方に若干の違いがあるだけで、堤体材料の特性、堤体高さ及び天然ダムの規模等、いくつかの主な指標はどの方法においても採用されている。

<p>4.1.3</p>	<p>資料が不足している場合には、地形の無次元閉塞係数 (DBI) を採用すれば、堤体の安定性について迅速な予備的評価を行うことができる。</p> $DBI = \log\left(\frac{A_b \times H_d}{V_d}\right)$ <p>ここに、 V_d—堤体体積 (m³) A_b—流域面積 (km²) H_d—堤体の最大天端高さ (m)。 DBI<2.75の場合、堤体は安定している。 2.75<DBI<3.08の場合、堤体は安定と不安定の間の過渡区域にある。</p>	<p>地形の無次元閉塞係数 (DBI) は、2002年にフィレンツェ大学のL.ERMINI教授らが、世界中の天然ダム74ヵ所の現場調査を行った上で打ち出した堤体の安定性を推計する経験的方法である。この方法では、堤体体積、流域面積及び堤体高さという3つの要因が考慮され、堤体の自重、河川の流量、水力及び堤体を受ける越流及びパイピング破壊時の重要なパラメータを反映している。天然ダムの形成に関する初期資料が不足している場合には、堤体を迅速に評価するための評価方法の一つとなる。</p> <p>地形の無次元閉塞係数 (DBI) は、堤体の材料特性を反映することができないため、降雨、土石流又は地震等、異なる形式により形成され、かつ、堤体体積、流域面積及び堤体高さがすべて一致した堤体を評価する場合には、実情を反映した結果を得ることができない。このためDBI使用時には、その適用性に留意し、実情に基づいて検証を行うものとする。</p>
<p>4.1.4</p>	<p>堤体の危険性レベル予備的判別の結論及び予備的に把握した決壊に伴う損失の程度をもとに、『天然ダム危険度レベルの分類基準』に基づき、天然ダム危険度レベルを仮決定し、天然ダムの応急対策の根拠とする。</p>	<p>天然ダム影響域における人口、重要都市部、公共施設及び危険性の高い施設とは、ダム決壊洪水計算により決定した、天然ダムの決壊・洪水の影響範囲内における人口数、重要都市部、公共又は危険施設の分布状況をいう。</p> <p>天然ダム危険度レベルの分類は、主に堤体の決壊が起こる可能性と決壊による被害の重大性という両面から指標を選択する。具体的には、堤体の物質構成、堤体高さ、天然ダムの最大湛水容量、影響域の人口、重要都市部、公共又は危険施設数といった6つの項目の指標に基づいて判断を行う。</p> <p>天然ダムの応急対策には、特殊性と時間的制約があるため、堤体の安全性及び上下流に対する影響評価は、通常、超高危険度 (レベル1) 及び高危険度レベル (レベル2) の大型天然ダムについてのみ行うことが推奨されている。中型天然ダムについては、決壊時の損失の重大性及び社会的な関心度を考慮して定める。評価を行う場合、決壊による影響をコントロールできる状態に達するかどうかで判断する。</p>
<p>4.2 安全性評価</p>		
<p>4.2.1</p>	<p>高危険度レベル (レベルII) 以上であると予備的に判断された天然ダムについては、関連の専門要員を手配して堤体の岩石・土壌構造について詳細な調査、分析を行うよう手配し、堤体の岩石土壌材料のゾーニングを行い、堤体の幾何学的寸法について必要な測量作業を行う。</p>	<p>超高危険度及び高危険度の天然ダムであると予備的に判断した場合には、その危険性についてさらなる評価を行うため、直ちに関連調査及び測量作業を実施するものとする。</p>
<p>4.2.2</p>	<p>地質専門要員は、現場調査と分析を通じて、必要な物理探査及び試掘手段によって補い、堤体材料のゾーニング区分別のせん断強度のパラメータ及び透水係数の推奨値を提示する。</p>	<p>応急対策段階では堤体の実地調査を実施し、主に現場での調査・分析を行う。条件が整っている場合には、物理探査及び試掘等の手段を講じることができる。</p>
<p>4.2.3</p>	<p>一定の遮水能力を有する堤体に対し、必要に応じて浸透流計算及び斜面安定計算を行う必要がある。漏水防止性能の差及び短時間で満水になる恐れのある堤体について、堤体材料の構成、想定される最大洗掘力に基づき、堤体材料の許容流速を解析、かつ確定し、堤体の洗掘破壊に対する抵抗力を評価するものとする。</p>	<p>条件が整っている場合には、必要に応じて、その安定性についてさらなる評価を行うため、堤体の浸透流計算及び法面安定計算を行うことができる。</p>

<p>4.2.4</p>	<p>浸透流の計算・解析</p> <p>1) 浸透流計算では、天然ダムの異なる水位を組み合わせた条件下で、堤体内において安定した浸透流の浸潤線の位置及び下流斜面表面の出口動水勾配を想定するものとする。</p> <p>2) 浸透流計算に含まれるべき基本水位の組み合わせには、上流の想定最高水位、下流の実績水位の組み合わせも含まれる。堤体が不安定な場合には、緊急安全対策の最高水位の状況で検討するものとする。</p> <p>3) 浸透破壊の安定性の検討は、次に掲げる判断と計算を行うものとする。 堤体の浸透変形種類、堤体及び地盤土体の浸透安定性、堤体の下流斜面の浸透流の浸出区間の浸透安定性。</p> <p>4) 堤体の浸透変形種類の判定に当たっては、国の現行規格『水利・水力発電工事の地質実地調査規範』（GB50287）の関連規定に基づき実施するものとする。</p> <p>5) 応急対策期間においては各種の工学的水文・地質パラメータが不足しているため、計算時には現場調査に基づき類推法を採用し、各種の工学的水文特徴パラメータを仮決定してもよい。条件が整っている場合には、予備的地質探査をもとに、浸透流計算の結果をチェックすることができる。</p> <p>6) 公式を用いて計算を行う場合には、地盤に対して次のような簡略化を行うことができる。 支持層が比較的厚く、かつ、透水係数が堤体材料の透水係数の1/100を下回る場合には、支持層は相対的な不透水層とみなすことができる。逆の状況の場合には、相対的な透水層として取り扱う。</p>	<p>一般的には、天然ダムの応急対策期間中の浸透流とは、不安定な浸透流過程である。しかし、応急対策期間が時間的に切迫しているため、浸透流計算は、安定した浸透流を形成する状態のみについて行う。一般的には、天然ダムの形成初期における各項目の工学的水文・地質パラメータが不足しているため、浸透流計算では多くの場合、現場調査に基づき類推法を採用して、各項目の工学的水文特徴パラメータを仮決定している。条件が許す場合には、堤体及び基礎の地質探査を的確に行い、その結果をもとにして浸透流計算を行うことができる。計算手段が備わっていない、又は堤体の材料構成が比較的均一である場合には、公式法を採用して浸透流計算を行うことができる。</p>
<p>4.2.5</p>	<p>すべり抵抗安定計算</p> <p>1) すべり抵抗安定計算は、地形・地質条件に基づき、堤体高さや材料特性等の要因を勘案して、代表性のある断面を選択して行うものとする。</p> <p>2) すべり抵抗安定計算には、次に掲げる事項を含むものとする。 上流の最高水位で、安定浸透流を形成する時の下流斜面の安定性。安定浸透流の状況で地震が発生した場合の、上下流斜面の安定性。応急安全対策計画の場合には、下流斜面の安定性。</p> <p>3) 天端が比較的広い堤体においては、下流側の局所的な地すべりによって堤体全体が崩壊するとは限らない。従って、堤体下流側における連続する複数の漸進的な地すべりが安定化した後は、堤体天端の幅が要求事項を満たしているか検算するものとする。</p> <p>4) すべり抵抗安定計算には、簡易ビショップ法とスウェーデン法を採用することができる。すべり抵抗安定安全率は、『天然ダム危険度レベルの分類基準』（別冊）に定める数値を下回らないものとする。</p> <p>5) 土のせん断強度の指標は、類推又はインバージョン解析によって算出するものとする。条件が整っている場合には、地質探査試験の成果に応じて決定するものとする。試験に採用する機器や試験方法は、関連規範の要求事項を満たすものとする。</p> <p>6) 設計外力には基本外力と特殊外力という2種類があり、堤体の所在環境により選定するものとする。基本外力には、自重、静水圧及び風浪圧、土圧、氷圧及びその他発生する機会が比較的多い外力が含まれるものとする。特殊外力には、地震時慣性力及びその他発生する機会が比較的少ない外力が含まれる。</p>	<p>堤体形成の不確定性により、堤体の安定計算断面の選定は、最も危険な断面に基づいて決定するものとする。一般的には、堤体の規模が比較的大きく、堤体天端部も比較的広いため、堤体下流法面の局所的な地すべりによって、必ず堤体全体のスランプが引き起こされるというわけではない。従って、漸進性地すべりのシミュレーション解析を行い、単一の円弧状すべり面の計算結果と実情との不一致を防ぐものとする。 浸透流計算のときと同様に、応急対策期間の時間的切迫性により、土のせん断強度指標は、通常、類推又はインバージョン解析によって算出する。条件が整っている場合には、地質探査試験の成果に基づいて決定することができる。 外力計算には基本外力と特殊外力の2種類があるが、天然ダムは形成時の特殊性のため、外力の種類はこの2種類に限らず、実情に応じて適宜増減することができる。</p>

<p>4.2.6</p>	<p>洗掘力の評価 1) 天然ダムの湛水位が堤体の天端高さを超え越流が始まった場合には、洗掘力の評価を行うものとする。評価内容には、堤体材料の洗掘破壊抵抗力及び（緊急）放流路が安定的な放流条件を保持できる最大流量が含まれる。 2) 洗掘力の評価に当たっては、堤体の形成メカニズムを考慮するものとする。一般的に、降雨や土石流によって形成された堤体は、越流状況時に、より洗掘破壊が生じやすい。 3) 堤体材料の構成、想定される最大洗掘力に基づき、（堤体材料の）許容流速を仮決定する。 4) 堤体材料の許容流速に基づき、導流路又は放流路の規模及び洗掘防止対策を決定する。</p>	<p>堤体の材料構成、想定される最大洗掘力（限界層流力）は、堤体の洗掘破壊抵抗力を評価するための基本的要素であり、現場調査と計算によって速やかに取得することができる。堤体形成メカニズムが異なれば、堤体の構成や含水量も大きく異なる。一般的には、降雨及び土石流によって形成された堤体は、含水量が高く、越流により容易に決壊・破壊が発生しやすい。このため、洗掘抵抗力の評価では、その形成メカニズムと成因による影響を考慮しなければならない。 想定される最大洗掘力及び堤体の材料特性とは、堤体材料の洗掘開始流速を計算し、堤体の洗掘抵抗力及び決壊パターンを判断するための基本的な根拠である。堤体の材料構成の複雑性により、現時点で非常に多くの規範に定められている許容流速の基準のすべてが一致しているというわけではない。 従って、許容流速を選定する上では、現場調査をもとに、土木工事の技術者が自らの経験に基づき、『用水路漏水防止工事技術規範（SL18-2004）』、『農地排水工事技術規範（SL/T4-1999）』、『道路排水設計規範（JTJ018-97）』、『水土保持総合整備技術規範貯水・排水・導水の小規模工事（GB/T16453-1996）』等の規定を参考として、具体的に決定する必要がある。</p>
<p>4.3 上下流影響評価</p>		
<p>4.3.1</p>	<p>高危険度レベル（レベル2）以上の天然ダムについては、上・下流影響の予備的調査をもとに、上下流影響評価を行う。</p>	<p>超高危険度及び高危険度レベルと予備的に判断された天然ダムは、その危険度レベルを確定するため、上・下流への影響についてさらなる評価を行う必要がある。</p>
<p>4.3.2</p>	<p>上・下流影響評価に当たっては、主に天然ダムの水没範囲内における人口及び重要都市部、重要施設、並びに有毒、有害、放射能等の危険物の製造・保管施設等に対して与える可能性のある影響について評価を行う。</p>	<p>上下流影響評価とは、主に天然ダムの最大可能湛水高さである場合及び想定される決壊形式の場合に、上・下流の人口及び重要都市部、重要施設及び有毒、有害、放射能等の危険物を製造・保管する施設等に対して与える可能性のある影響について行う評価である。</p>
<p>4.3.3</p>	<p>上流の被災範囲は、天然ダムの水位に応じて、水平延伸法を採用して決定する。</p>	<p>天然ダムの形成は突発的な事象であり、通常は堤体によって河道が閉塞された後、非常に短時間で大面積が水没する。天然ダム区域の水没に対する影響評価は、資料及び時間が極めて限られた状況下で速やかに実施する必要がある。天然ダム上流の影響範囲の決定には、ダム上流水位の水平延伸法を採用する。</p>
<p>4.3.4</p>	<p>下流影響範囲の決定に当たっては、ダム決壊洪水計算をもとにして、ダム決壊洪水解析計算で得られたダム決壊洪水ピーク流量を用いて下流河道の各断面水位を求め、洪水水没区域を予測しなければならない。</p>	<p>下流の堤防工事又は河岸高さ等の資料について、天然ダムの決壊による災害が発生した後で調査を開始する場合には、所要時間が比較的長期間に及び、適時の災害援助を遅延させる恐れがある。そのため、ダム決壊洪水解析計算の成果に基づき、既存の地形資料をもとにして、その洪水氾濫予想区域を推算することができる。</p>
<p>4.3.5</p>	<p>ダム決壊洪水解析計算は、附属書Aに提供されている計算方法に基づき、合理的に選定して用いることができる。</p>	<p>天然ダムの応急対策におけるダム決壊洪水解析計算では、迅速に、かつ可能な限り正確に行うことが強調されており、それに関する基礎資料の入手が要となる。さまざまなルートを通じて、履歴資料、周辺のその他の建設工事に関する資料、現代的な科学技術を用いた手段による測量・製図資料等を収集するものとする。その上で、資料の信頼性の分析を行わなければならない。</p>
<p>4.3.6</p>	<p>堤体の岩石・土壌構造の状況に基づき、堤体の各種決壊形式を解析し、かつ推定する。越流未決壊、1/10決壊、1/5決壊、1/3決壊、1/2決壊、全壊といった決壊形式の中から、想定される数種類の決壊形式を定めることができる。</p>	<p>堤体の決壊形式及び決壊口の形状は、一定の不確定性を有しており、実際の作業中に、河谷の形状及び天然ダムの形状に基づいて大まかな判断を行うことができる。さらに既存の経験式に基づき、さらなる分析を行い、確定する。</p>
<p>4.3.7</p>	<p>決壊口の形状は、台形決壊口を採用することができる。決壊口の幅は、河谷の地形及び堤体の形状に基づいて総合的に判定する必要がある。</p>	
<p>4.4 危険性総合評価</p>		
<p>4.4.1</p>	<p>天然ダムの規模、堤体の天端高さ及び岩石・土壌構造及び上・下流影響度を把握した上で、『天然ダム危険度レベルの分類基準』に基づき、天然ダムの危険性の総合評価を行い、天然ダムの危険度レベルを決定する。</p>	<p>確定した天然ダムの湛水容量、堤体の天端高さ及び堤体の岩石・土壌構造に基づき、まずは堤体の危険性レベルを判断し、次に堤体の危険性レベル及び上下流影響の重大性に基づき、別冊の『天然ダム危険度レベルの分類基準』に従って、天然ダム危険度レベルを決定する。</p>
<p>4.4.2</p>	<p>高危険度レベル以上の天然ダムについては、応急対策指揮機関の要請に従い、天然ダム危険性評価報告を提出するものとする。</p>	<p>応急対策段階においては、天然ダムの危険性評価報告の内容及び形式について、具体的な要求事項を定めなくても良い。</p>

5 応急対策プラン		
5.1 プラン策定に関する一般規定		
5.1.1	応急対策プランは、その危険度レベルに応じて、対応する人民政府がその手配と実施を主導するものとする。	天然ダムの危険度レベルに応じて、レベルⅠの天然ダムのプランについては、省級又はそれ以上の人民政府が手配、実施する。レベルⅡ、Ⅲのプランについては、市級又はそれ以上の人民政府が手配、実施する。レベルⅣのプランについては、県級又はそれ以上の人民政府が手配、実施する。
5.1.2	応急対策時に関連する部署及び部門は比較的広範囲に及び、投入する必要がある資源が若干多いため、部門を越えた一元的な連動調整メカニズムを構築するものとする。	
5.1.3	応急対策プランの内容は、直ちに手配、実施の開始が可能なレベルに達している必要がある。	天然ダムの所在区域は、通常、地理的に辺鄙な場所にあり、基礎資料が不足し、対策期間は時間的に切迫しているため、対策プランの策定時には高い精度を求めず、実施に必要とされる初歩的なレベルに達すれば良いこととする。
5.1.4	応急対策プランの策定団体は、関連の技術的能力や資格を有し、プランを策定かつ処理し、現場の技術サービスを提供する能力を備え、かつ、技術プランに対して責任を負うものとする。	対策プランを速やかに提出するため、決壊の危険性に関連が高いとされる事項について優先的に選択し、基礎資料を速やかに入手し、かつ、乙級以上の踏査・測量・設計の能力・資格を有する団体が対策プランを策定するものとする。
5.1.5	意思決定部門へ上申する技術プラン報告には、概況、水文、地形・地質、天然ダムの危険度レベル評価、対策プラン（構造物的手段及び非構造物的手段を含む）、危険度解析、施工体制設計等の内容を含むものとする。	
5.1.6	緊急危険排除プランは、意思決定部門が承認した後、手配、実施されるものとする。技術プランは実施過程で変更可能であるが、重大な変更を行う場合には、意思決定部門に報告し、再度承認を得るものとする。	対策の技術プランは、気象・水文条件、施工能力、支援部門の確保レベル、人員の安全性等の各種要因から制約を受けるため、実施過程に変更することができる。技術プランに重大な変更をしなければならない場合には、影響範囲が広がる可能性があるため、変更プランを意思決定部門に報告し、再度承認を得る必要がある。一部の変更で影響範囲が比較的狭い場合には、現場で決定し、関連部門に届け出れば良いこととする。
5.2 プラン策定に関する原則		
5.2.1	天然ダムが非出水期に形成された場合には、応急対策は増水前に完了させ、増水時のニーズを満たすことが望ましい。	応急対策は、洪水時に天然ダムの水位が高くなり、ダム決壊の危険を拡大させないようにするものとする。そのため、難易度の低い手段により、プランがスムーズに進捗するようにすることができる。
5.2.2	工事プラン及び計画は、迅速な施工が行いやすいものとする。	
5.2.3	施工条件や工期の上で許容できることを前提として講じられる緊急危険回避のための構造物的手段は、天然ダムの湛水容量を可能な限り減少させるものであることが望ましい。	天然ダムの湛水容量は、主たる危険源である。応急対策の構造物的手段は、天然ダムの危険な状態を速やかに解消するという目標を果たすため、天然ダムの湛水容量を可能な限り減少させることが望ましい。
5.2.4	対策の実施中は、実情に応じて、構造物的危険排除プランに対し、速やかに臨機の調整を行うことが望ましい。	予測不可能な要因による影響に対応するため、実施プランを策定する際には、支障が出た場合には、速やかに予備的な危険排除プランに変更できるようにしておくものとする。
5.3 応急対策計画		
5.3.1	応急対策計画には、構造物的手段、非構造物的手段及び総合対策計画が含まれる。	危険排除と危険回避は、相互に補完するものである。応急対策工事には変化の要因が多数あるため、危険排除と危険回避は、いずれも必要な安全度を有するものとする。また、危険排除工事プラン及び人員の避難・危険回避プランを同時に定め、危険排除と危険回避を同様に重んじるものとする。構造物的手段は、完全な危険排除を目標とし、危険回避措置は、最も不利益をもたらす要因を考慮するものとする。
5.3.2	構造物的危険排除手段には、堤体、水没区域の地すべり地、下流河道内の構築物等への対策が含まれる。非構造物的危険排除手段には、上下流にいる人員の避難・危険回避等が含まれる。	

5.3.3	総合対策計画には、流況・降水状況の予測・予報システム、安全モニタリングシステム、通信保全システム及び想定される必要物質、輸送保護措置及び協議・意思決定メカニズム等が含まれる。	必要に応じ、構造物的手段と非構造物的手段について、プランの比較を行う。構造物的手段と非構造物的手段を有機的に組み合わせながら、構造物的手段には予備プランも検討しておくものとする。各プランの適用条件及びプランの比較に当たっては、考慮すべき要因を規定する。
6 モニタリング及び予報		
6.1 水文緊急モニタリング		
6.1.1	天然ダム上・下流の流況・降水の変化及び決壊口の洪水過程のモニタリングを行い、洪水予報を発令し、早期警戒情報を公表し、堤体の危険排除対策及び下流の危険回避を実施して安全を確保するため、水文緊急モニタリングを実施するものとする。	天候は複雑かつ頻繁に変化し、水文・流況条件は絶えず変化するため、堤体の決壊には非常に大きな不確定性がある。水位が絶えず上昇し、湛水量が増加していくにつれ、構造物的危険排除手段及び下流の人員の避難条件は徐々に悪化していく。堤体の構造物的危険排除手段の施工、下流の人員の避難・危険回避を実施するに当たっては、システムティックな体系を構築し、事前予測を行い、早期警戒を発令する。意思決定のために根拠を示すことは、大規模な災害事象に対応する上で大変重要である。従って、水文緊急モニタリングを実施し、降雨の動的变化を把握、管理し、早期警戒メカニズムを構築することは、非常に大切なことである。
6.1.2	水文緊急モニタリングの主な内容は、次に掲げる事項を含むものとする。 1) 天然ダム緊急水文踏査・測量。 2) 水文モニタリングステーションネットワークの敷設。 3) 水文緊急モニタリングプラン。 4) 水文情報の伝送。 5) 流況情報の解析・処理。 6) 水文モニタリング資料の再編集。	
6.1.3	天然ダムの応急対策の必要性に応じて、天然ダム緊急水文探査の主な内容は、次に掲げる事項を含むものとする。 1) 天然ダムの背水長さ、水面の平均幅、平均水深、ダム前方の水面から天端までの高さ等。 2) 天然ダム上・下流区域の代表的な断面の測定。 3) 天然ダムへの流入量及び測定時の水位、湛水量。	
6.1.4	水文モニタリングステーションネットワークは、既存の水文観測所を活用するものとし、既存の水文観測所又はその観測項目が水文予報、決壊口の洪水過程のモニタリング及び応急対策の要求事項を満たすことができない場合には、測定予報項目を追加するか、又は水文観測所の観測地点の数及び位置を増やすものとする。モニタリングステーションネットワークと観測項目は、応急対策の進展状況及びモニタリング設備の作動条件に基づき、リアルタイムに調整することができる。臨時モニタリングステーションのモニタリングポイントは、天然ダムにおいて危険な状態が排除された後、撤去することができる。	天然ダムの上下流の既設の流況予報システム及び既存の水文・増水警報所ネットワークを活用する。地震で破損している場合には、現場の条件に応じて、できる限り復旧させる。これは、水文資料の連続性の保持にも、既存の資料作成予報プランの応用にも資するものである。既存の雨量観測点では豪雨発生区域など雨量が多い区域や主要な流域からの流出を解析できず、雨量観測所の数が不足して、分布が不適切であり、要となる増水一斉警報所等がなく、流況予報に関する要求事項を満たすことができない場合には、必要とされる水文、水位、雨量観測所を増設する必要がある。これには、堤体上流の水位観測所、決壊口の水位流量モニタリングステーションが含まれる。 天然ダムの上下流における洪水の全過程をモニタリングし、下流にいる人民の生命と財産の安全を確保するため、また、ダム決壊洪水シミュレーション計算の根拠を示すため、ダム決壊洪水計算方法を改良していく。下流には、臨時モニタリング水文（水位）観測所を多数設置しても良い。臨時モニタリングステーションのモニタリングポイントは、天然ダムによる危険な状態が排除され、モニタリングのタスクを完了した後、破損の復旧を行った水文（水位）観測所を除き、通常は継続して保持する必要はない。引き続き観測する必要がある場合には、水文観測所の通常業務の手順に従い、観測所を設立することができる。

<p>6.1.5</p>	<p>水文緊急モニタリングプランは、応急対策の全体的な動きと相互に調整を図り、先進的な観測設備及び技術的手段を用いるものとする。モニタリング方法は、簡便、迅速、安全なものとする。モニタリング条件が許す場合には、降水量や水位の観測は、自動測定（予報）の形式を採用することが望ましい。テレメータ水位計は、天然ダムの上・下流で想定される最高水位及び河道区間の水流地形条件に基づいて選定するものとする。条件を備えていない場合は、手動での臨時観測を採用することもできる。流量の測定に当たっては、簡易測定法や浮子法又は先進的な機器・設備を採用して流量を測定することができる。また、河道区間で過去に発生した洪水の履歴又は調査資料に基づき、総合的な水位流量関係を定め、推定して求めることもできる。</p>	<p>緊急水文モニタリングは、特殊な環境条件下での水文観測であり、モニタリング条件は非常に劣悪で、身の安全が保障される度合いは低く、突然のダムの決壊又は人為的な大量放流時には素早く対応しなければならないといった特徴がある。先進的な観測設備及び技術的手段を採用して、降水、水位資料の自動モニタリングを行うことにより、モニタリング資料の適時性をしっかり確保し、人員の安全を保障することができる。</p> <p>常用されている機器・設備には、転倒ます型雨量計、圧力式水位計、気泡式水位計、ノンプリズム・トータルステーション、赤外線距離計、電波流速計、レーザー流速計、衛星電話、リモートビデオ監視装置等がある。</p> <p><u>電波流速計</u>：流速変化が大きく決壊口の進展が速いため、崩壊の危険が常に存在しているような場合、通常、機器は非常に限られた範囲でしか使用できなくなる。電波流速計によって表面流速を測定し、越流面の流速係数を換算することによって、流量を測定するという目的は果たされる。この機器は非接触流量測定を採用しており、砂含有量や浮遊物による影響を受けない。安全な操作を行うことができ、測定時間は短く、スピーディであるといった長所を持っており、決壊口の流速モニタリングの要求事項を満たすことができる。</p> <p><u>ノンプリズム・トータルステーション</u>：導流溝の洗掘が次第に進むにつれ、決壊口の開口部は拡大し続け、流速も増加し続けていく。モニタリング作業員は安全確保のため、決壊口から可能な限り遠ざからなければならない。このため、従来型の方法では、安全性と効率化という目標を果たすことは困難である。成熟した自立型定規測量技術を用いて、高精度なノンプリズム・トータルステーションを配備することにより、開口部の幅及び決壊口水位のモニタリングを安全に行うことができる。</p> <p><u>高精度のGPS</u>：地震の後は、高さや座標システムに比較的大きな変化が生じているので、測量区域において、相対的に統一された高度システム及び水準システムを構築し、高精度のGPSを配備しなければならない。</p> <p>要するに、緊急モニタリングの難易度は高く、安全性が厳しく求められている。測定精度に関する要求事項は、通常のモニタリング方法と比べて、適宜引き下げることができる。</p>
<p>6.1.6</p>	<p>情報を伝送する通信手段は、区域の地形、チャネルの条件等に基づき、通信方式の特徴を加味して分析し、決定するものとする。通信回路は、迅速かつ正確に信頼性の高い流況データを伝送することができるものとする。通信には主チャネルと予備チャネルを設け、互いにバックアップするものとする。</p>	<p>地震発生後の被災地の多くの場所では、通信が寸断されているため、衛星通信が優先的に利用される。衛星通信の特徴とは、伝送距離が遠く、カバーエリアが広く、通信品質が良好で、複雑な地形や広いカバーエリアへの利用に適していることである。現在、中国で利用可能な衛星通信方式には、主に北斗衛星通信、同期気象衛星（OmniTRACKS）通信、海事衛星C（インマルサットC）通信がある。北斗システムの衛星1基当たりの毎秒の通信能力は、地球局200基を上回る。1時間当たりの通信回数は72万回以上であり、システムの信頼性指標は99.993%に達しており、比較的常用されている。手動観測地点に衛星電話を配備することによって、降水情報の速やかな伝達を確保することができる。</p>
<p>6.1.7</p>	<p>緊急測定（予報）データの伝送ネットワークの構造は、ネットワークの規模、情報フロー、情報量、ノード間の情報交換の頻度及びノードの地理的位置等の要求事項に基づき、ネットワークチャネル及びデータ伝送プロトコルを選択し、予備チャネルを配置して、水文情報ネットワーク及び応急対策指揮機関との相互接続を実現するものとする。</p>	<p>天然ダムの決壊口からの越流水の表面流速は電波流速計で、断面水深は超音波探査機で測定することができる。ポータブルの赤外線距離計の測定起点までの距離と結びつけ、断面流量を解析、計算する。決壊口の流量が明らかに増加すると、流量が多く、流速が速く、水深が深くなるため、接近が不可能になるだけでなく、断面測定の実施・設備がないため越水断面の幅を測定することしかできず、水深の変化過程の測定は不可能となる。ダム上流水位と導流溝の断面水位の差及び流速の測定結果をに基づき、流量を測定する時間帯の非粘着性河床の最大洗掘深の公式を用いて越水断面の水深を推計し、流量を見積もることができる。</p>
<p>6.1.8</p>	<p>流況情報の解析・処理に当たっては、モニタリング資料の条件の変化状況、観測精度、過去の水文資料、河道・流況の特性等を加味して、総合的に解析、計算するものとする。必要な場合、流路区間の浸食・堆積又は決壊口・洗掘状況を推計して、水理シミュレーションにより計算することができる。</p>	

6.1.9	<p>水文モニタリング資料の再編集に当たっては、再編集項目の測定状況、観測所の特性に基づき、再編集方法を合理的に選定するものとする。緊急モニタリングの特徴に焦点を当て、必要時には適宜簡略化することができる。再編集の成果と、各水文的特徴間の関係及びその変化の法則、上下流過程の対比、水量バランス等の方法による検査の成果の合理性とを照らし合わせるものとする。</p>	
6.2 流況予報		
6.2.1	<p>流況予報プランは、工事の実施区域における豪雨や洪水の特性の分析をもとに、天然ダムの応急対策の流況予報に対する要求事項及び流況の測定・予報の条件に基づき、それらに応じた予報プランを策定するものとする。</p>	<p>流況予報プランの策定時に引用する水文資料は、十分な代表性を有するものとし、豊水年、平水年及び低水年を含んでなければならない。流域内で、水利整備や開発等が行われた場合、水文資料の信頼性に明らかな影響がある。流況予報プランを策定するに当たっては、適切に処理する必要がある。</p>
6.2.2	<p>天然ダム所在流域に関する水文資料が不足している場合には、近隣地域の豪雨・洪水の実測資料を用いて予報プランを策定し、総合的な分析、比較を行った上で修正し、流用することができる。また、天然ダム緊急モニタリングの水文資料、水位・湛水量の関係等を用いて予測を行うこともできる。</p>	<p>数値天気予報技術を応用して降水予報を行う。複数の数値天気予報モデルの成果を統合して、合理的に選定するものとする。国内外には、ヨーロッパ中期予報センター（ECMWF）、日本、ドイツ及び中国等の数値の公表・予報情報（降水、大気の高気場、風速場等）等、さまざまな権威的な数値天気予報モデルの予報情報があるので、説明を行う際に応用して、短中期的な降雨予報を行うことができる。例えば、長江水利委員会水文局は、2004年7月に長江流域のメソ数値予報モデルシステムを導入、構築した。これがすなわち、長江流域の気象モデルMM5であり、流域における1～3日間の定量的降水量予報の情報を直接提供することができる。 経験の有する予報員は、経常的な地面・高所探査・天候測定資料に基づき、衛星雲画像等のリモートセンシング・モニタリング情報を加味して、数値天気予報モデルの予報結果を総合的に検討し、降雨範囲及び傾向値の定量的な予報を行って、より良い効果を上げることができる。</p>
6.2.3	<p>降雨予報方法には、通常の地面・高所観測による天候資料、衛星雲画像等のリモートセンシング・モニタリング情報をもとに、数値天気予報技術を加味して総合的な比較を行い、合理的に選定することができる。</p>	
6.2.4	<p>流況予報プランの策定に当たって採用される水文学的方法、水力学的方法、系統的数理モデル又は経験式の相互関係は、流域の水文特性を考慮するものとする。洪水予報は複数種類のプランとルートを採用し、総合的な分析・判断をもとにして、洪水予報データを決定するものとする。流況予報プランは、評定又は検査を行うものとする。</p>	
6.2.5	<p>天然ダムの応急対策においては流況予報に基づき、早期警戒メカニズムを確立するものとする。流況予報情報及び堤体決壊口の洪水過程に基づき、警報発令レベルを定めて警報システムを構築する。明らかな前兆が認められる場合には、速やかに現地の増水防止指揮部に報告するものとする。</p>	
6.3 安全性チェックモニタリング		
6.3.1	<p>天然ダムの応急対策の安全性チェックモニタリングの主な手段としては、巡視検査及び機器によるモニタリングがあり、迅速な処理・分析・評価を行うことができるものとする。</p>	<p>本条文は、天然ダムの応急対策の各段階に応じた、天然ダムの安全モニタリングに対するそれぞれの具備要件を示している。応急対策期間の安全モニタリングは、「スピード」に重点が置かれている。項目の設定に当たっては、工事の必要性に応じて可能な限り簡略化することができる。天然ダムの特殊性を考慮し、応急対策後に『フィルダムの安全モニタリング技術規範』（SL60-94）を参照して、必要な安全モニタリング項目を設定することが望ましい。</p>

6.3.2	<p>巡視検査の主な内容には、亀裂、滑動、崩壊、溶食、隆起、陥没穴、発泡、渦流、湧水、漏水穴、流土、パイピング及びその他の異常な浸水等が含まれる。巡視検査は、毎日又は2日に1回の実施が望ましいが、週2回を下回らないこと。具体的な回数は、水位の上昇又は下降速度に応じて定める。高水位になった際には回数を増やし、毎日最低1回行うものとする。異常な状況が発生した場合には、速やかに原因を分析し、報告を行い、専任者を手配して、危険が発生する恐れのある部位に対し連続的監視を実施するものとする。</p>	<p>巡視検査の主な内容と頻度は、実情と必要性に応じて、応急対策指揮機関が決定することができる。</p>
6.3.3	<p>主なモニタリング対象には、堤体の変形、亀裂、地すべり、浸透流及び堤体両岸及びダム近隣区域の斜面の安定性、地下水等が含まれる。</p>	<p>天然ダムの主なモニタリング対象項目のうち、「変形」は必須項目だが、その他のモニタリング項目は具体的な状況に応じて設定することができる。天然ダムの主なモニタリング対象項目について、堤体のほか、堤体両岸（肩）斜面の安定は、天然ダムの安全性に影響を及ぼす重要な要因である。斜面安定モニタリングの主な内容は、表面変形、内部変形及び地下水等であり、応急対策の段階で条件が整っていない場合には、表面変形モニタリング項目のみを設定すれば良い。</p>
6.3.4	<p>モニタリング機器は、簡便、経済的、使用に適した、容易に設置や観測が可能なものを選択するものとする。地震、豪雨等の劣悪な環境に対して強い適応性を有するものとし、可能な限りテレメータ方式とする。</p>	<p>天然ダムの環境は、一般的には比較的劣悪である。モニタリング機器の環境への適応性及びモニタリング作業員の作業条件に関する具備要件は高く、モニタリング機器の選定に当たっては、地震や豪雨等の劣悪な環境に耐える高い適応性と、地震による機器の測定数値に対する影響を可能な限り減少させることを考慮するだけでなく、現場の人的作業の業務量を可能な限り減少させること、高い危険のある環境下での観測員の勤務時間を減少させること、テレメータ技術を可能な限り採用することを検討しなければならない。常用機器としては、測定ロボット、トータルステーション、GPS、傾斜計、浸透圧計、亀裂計、亀裂変位計、ロッド式変位計、ワイヤ式変位計、オーバーフロー式沈下計等がある。</p>
6.3.5	<p>超高危険レベル（レベルⅠ）の天然ダムについては、条件が整っている場合には、変形、浸出等の項目のリアルタイムモニタリングを実施する。リアルタイムモニタリングに当たっては、地震後の天然ダム周辺の具体的な環境を念頭に置いて、適切なモニタリング機器とモニタリング項目を選定するものとする。</p>	<p>リアルタイムモニタリングは、主に天然ダムの気候条件等の劣悪さ、機器の被災危険度の高さを考慮して行うものであり、天然ダムの安全性を速やかに判断して実施しなければならない。 地震後の天然ダムの周辺には、地すべり、電源不足、余震による破壊等が発生していることが多い。モニタリング機器を選定するに当たっては、リアルタイムモニタリングの目的を果たせるだけでなく、独自の電源を持つ機器、地震による機器の数値測定に対する影響と破壊を軽減することができる機器を検討するものとする。モニタリング項目は、操作性が良いものを選択しなければならない。</p>
<h2>7 構造物による危険排除手段</h2>		
<h3>7.1 一般規定</h3>		
7.1.1	<p>応急対策に採用する構造物的手段としては、主に水路の開削による放流、導流・洗掘、上流山間部からの放流、ポンプによる吸い上げ・排水、サイフォン管による吸い上げ・排水、トンネル洪水吐からの放流、補強又は取り壊し等がある。</p>	<p>応急対策プランに基づき、構造物的手段を採用するか否かを決定する。応急対策の構造物的手段は、天然ダムの危険な状態を速やかに解消するという目標を果たさなければならない。応急対策後にも依然として堤体が残存している場合には、当該年に想定される増水に対して安全であることが必要であり、天然ダムの水位及び湛水容量を、許容可能な程度にまで引き下げることが必要である。</p>
7.1.2	<p>施工条件や工期を考慮して実施される緊急危険回避のための構造物的手段は、天然ダムの湛水容量を可能な限り減少できるものとする。天然ダムの具体的な状況に基づき、事情に応じて適切な方法を講じ、1種類又は複数種類の構造物的手段を選定して組み合わせる。施工段階では、実情に応じて構造物的手段の当初計画を随時変更することができる。</p>	

<p>7.1.3</p>	<p>応急対策の構造物的手段を選択する際の原則は、次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ダム上流区域に放流可能な流域がある場合には、利用の可能性を検討するものとする。 2) ダム湛水容量と流量が比較的少ない天然ダムの応急対策では、ポンプによる吸い上げ・排水、サイフォン管による吸い上げ・排水等の措置を採用することができる。 3) 堤体体積が比較的大きく容易に取り壊せないが、その主たる構成物質が土と石の混合物であり、水力による急速な洗掘条件を備えている場合には、ダムに直接、導流溝を開削し、導流溝からの越水後の水流による洗掘を利用し、徐々に越流断面を拡大させ、放流能力を増大させて、天然ダムの水を安全な増水水位まで引き下げることが望ましい。 4) 堤体体積が比較的大きく容易に取り壊せないが、その主たる構成物質が大型粗石であり、越流水により洗掘されにくいと想定される場合には、堤体を越流する前に、機械又は発破によって放流路を開削することによって、可能な限り越流水位を低下させることを検討することができる。 5) 堤体体積が巨大であり、発破による取り壊し、機械による取り壊し又は導流・洗掘による取り壊しのいずれもが比較的困難な場合や、堤体の事後の利用価値が高く、堤体自体の安定性が良好であり、かつ、上流からの流入水を安全で信頼性の高い放流路で放流することを前提としている場合には、その長期的な安定性を確保するため、堤体に補強処理を行うことを検討することができる。 6) 堤体体積が比較的小さく、比較的短時間で取り壊せる可能性があり、取り壊し期間中に決壊した場合にも、下流に被害を与えないと考えられる場合には、機械又は発破により堤体を取り壊し、河道断面を可能な限り復元することを検討することができる。 7) 以上のような堰体に直接施工する工事プランの実施は困難だが、比較的短い経路のトンネル洪水吐を設置するという選択肢があり、さらに、施工期間に比較的余裕がある場合には、トンネル洪水吐を新設して放流することを検討することができる。トンネル洪水吐の流入・流出口は、堤体や土石流の影響範囲を避けて配置するものとする。 	<p>天然ダム上流域から他流域に放流することができる場合には、緊急危険回避期間において、施工条件を加味して発破又は開削等の手段を分析かつ採用することにより、臨時の溝開削・放流を行うことができる。河道が一時的に変化するため、放流後の堤体の処理についてはさらなる研究を行うものとし、原則的には導流溝方式を検討する。</p> <p>流入量が約5m³/sを下回る天然ダムの場合には、緊急危険回避期間中に、機械による吸い上げ・排水、サイフォン管等の危険排除措置を採用することを検討することができる。そのうち、サイフォン管による排水は、サイフンの高さは通常8.0m以下とし、サイフォン管の流量は、加圧力短管流量公式を採用して推計する。</p> <p>地すべり土塊によって形成された堤体の場合、堤体の上に導流溝を直接開削することが望ましい。導流溝から越水後の水流の洗掘作用を利用して、越流断面を徐々に拡大し、放流能力を増大させ、天然ダム水を安全な増水水位まで引き下げる。唐家山の天然ダムの緊急危険回避のときに応用される等、導流溝は比較的普及している。導流溝はダム湛水容量を効果的に減少させ、ダム決壊の危険を引き下げることができる。</p> <p>トンネル洪水吐を選定して放流を行う場合には、トンネル洪水吐の出入口は堤体部や土石流の到達範囲を避け、閉塞による危険な状態の再発を防止するものとする。</p> <p>堤体の規模が大きくなり、開削できる条件を備えており、その他の付帯プランがある場合には、堤体を開削して徹底的な整備を行うという目的を果たすことができる。</p> <p>応急対策において放流路の応用は普及しており、放流路の断面は一般的に、放流前後で変化は生じない。</p>
<p>7.1.4</p>	<p>導流・洗掘方式の場合、堤体の洗掘・決壊過程に対するモニタリングを強化するとともに、下流にいる人員の危険回避・避難行動を的確に行うものとする。</p>	
<p>7.1.5</p>	<p>天然ダムの放流を行うに当たっては、あらかじめ下流の影響域内の放流を妨げる恐れのある施設及び構築物に対し、安全性のチェック及び評価を行う必要がある。必要に応じ、それらに対する緊急補強対策又は取り壊しプランを提出する。</p>	
<p>7.2 導流溝及び放流路の設計</p>		
<p>7.2.1</p>	<p>導流溝及び放流路の経路選定・配置</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 堤体で最も適切、かつ迅速な施工が行える部位を選択し、配置する。 2) 経路は可能な限り短く、直線状にする。 3) 導流溝の出口は、洗掘が生じやすいような場所とする。 4) 土石流により形成された堤体については、ダム及び両岸の接触域に導流溝を開削(3箇所)して、堤体全体の急速な崩壊を防ぐことが望ましい。 5) 放流路は、堤体又は両岸の洗掘抵抗力が比較的強い部位に配置するものとし、両岸斜面の安定性を確保しなければならない。 	<p>堤体上で最適な、速やかに施工することのできる脆弱な地質部位を選択して、構造物的手段を実施する。導流溝を可能な限り、元々の地形が低く、粒子の構成が細かい場所に配置することによって、開削工事量を減少させ、開削の難易度を低減させ、流水の掃流力を十分に発揮させて、開削断面の拡大を速める。</p> <p>導流溝の湾曲箇所は、スムーズな流れを確保するため、60度を超えることは望ましくない。</p> <p>出口は、堆積が起こらず、導流溝の洗掘・拡大という目的を果たせるよう、洗掘が容易な場所に設置するものとする。</p>

<p>7.2.2</p>	<p>導流溝及び放流路の断面設計</p> <p>1) 導流溝の初期断面は、(施工可能と) 想定される強度に基づき決定するものとする。同じ決壊線、同じ傾斜率、異なる水路底高さの開削プランを複数立案し、実施段階でどの案にするのかを決める。その最低水路底高さは、緊急危険回避期間における設計洪水基準に求められている洪水の流下能力を満たさなければならない。</p> <p>2) 導流溝の断面設計と施工設備はつり合いが取れており、単純な構造であるものとする。</p> <p>3) 設計断面は、施工段階並びに越流が始まるまで安定性が確保されていなければならない。</p> <p>4) 放流路の断面は、可能な限り広く浅いタイプを採用し、単位幅当たりの流量を可能な限り減少させる。また、流入口の高さが変動しないようにすることが望ましい。</p> <p>5) 導流溝の設計断面は、狭く深い形状を呈することが望ましい。</p>	<p>導流溝からの放流は、制御可能な範囲で行うものとする。強い水力による急速な決壊を避けるだけでなく、流水の運搬能力を活用して、土石を掃流させなければならない。</p> <p>導流溝の初期断面は、現場の諸条件を考慮して施工可能な範囲で、応急対策の設計越流能力を可能な限り満たすものであること。緊急工事であるため、流況の不確実性が実際の施工工期に存在する不確実性を決定づける。水文、気象及び輸送手段の確保状況に基づき、所定の可能施工工期に従い、同様の開口部ライン、同様の傾斜率、異なる水路底高さの開削プランをいくつか定め、実施する際には流況及びその他の(危険な)状態に応じて、適時かつ動的に実施することが望ましい。</p> <p>断面設計と施工設備はつり合いが取れており、構造はシンプルで、速やかな施工に資するものであること。一般的な状況では、輸送能力に限られるため、自重が15t未満の施工用機械の採用を検討することが望ましい。</p> <p>導流溝の越水流入口の高さは慎重に(厳密に)決定するものとする。入口が高すぎると、天然ダム水位が過度に高くなり、工事の危険度が增大する。入口が低すぎると、導流溝の流速が過度に速くなり、洗掘が制御不能になる恐れがある。</p> <p>導流溝から可能な限り速やかに越流させて、ダム水位の上昇を制限するとともに、水流の洗掘力を利用して細かい粒子を掃流させ、深く削れた断面が広がるようにする。導流溝の設計断面は、狭く深い形状であることが望ましい。</p>
<p>7.2.3</p>	<p>導流溝及び放流路の水力及び構造設計</p> <p>1) 導流溝の縦断勾配は、地形を踏まえて制御するものとする。上流から下流までの縦断勾配は、水流を誘導して洗掘が進みやすいように、徐々に急峻になるようにする。</p> <p>2) 導流溝の比較的脆弱な斜面には、局所的な保護を行い、流量が少ない初期の越流時に斜面が崩壊して導流溝が閉塞されるのを防ぐものとする。</p> <p>3) 放流路の両岸斜面及び底部は、一定の洗掘抵抗力を有し、放流路の越流に起因して突然、堤体が決壊することがないようにする。</p>	<p>堤体天端部は、一般的にはルーズな状態の斜面堆積物である。水流の流速が速くなりすぎて、洗掘による堤体天端部を削る速度が過度に速まり、天端部が突然決壊しないようにする。堤体天端部の水路の傾斜度は、地形を加味して制御するものとする。流量が少量の条件下では、急勾配であることが望ましく、流量が多量の条件下では、緩傾斜水路であることが望ましい。</p> <p>導流溝斜面の安定性を評価するに当たっては、洗掘抵抗力が低い区間を保護することによって、越流の初期水流が洗掘する際に、突然崩壊が起こって導流溝が閉塞し、決壊が起こらないようにする。</p>
<p>7.3 堤体の補強及び取り壊しの設計</p>		
<p>7.3.1</p>	<p>堤体の補強に関する原則は、次の通りである。</p> <p>1) 堤体の補強には、堤体の補強及び基礎の漏水防止、堰体の上下流法面の安定性の向上及び堰体の嵩上げが含まれる。</p> <p>2) 堤体の緊急補強及び基礎の漏水防止には、比較的容易に実施できる上流での粘土投下、上流でのジオテキスタイルの敷設及びグラウチング工等を手段として採用することが望ましい。</p> <p>3) 堤体の上下流法面の安定性を向上させるに場合、斜面修復、押え盛土工及びダム下流法面の合成材料による排水対策等の手段を講じることができる。</p> <p>4) 堤体の緊急嵩上げについては、『水利・水力発電工事の囲い堰設計ガイドライン』(DL/T5087)及び『転圧式フィルダムの設計規範』(SL274)を参照して嵩上げ設計を行うものとする。</p>	<p>堤体への補強対策の実施を決定するに当たっては、必要性和実現可能性についてあらかじめ周到かつ慎重な分析と判断を行い、堤体が存在することによる(内在する)安全上の問題が生じないようにしなければならない。</p> <p>堤体に対する補強は、主に次に掲げる目的を果たすために行う。1) 信頼性のある漏水防止システムを形成する。2) ダム上下流法面の安定性を保証する。3) 所定のダム高さが、十分な洪水調節効果のあるダム湛水容量を確保できるようにする。</p> <p>堤体補強技術と通常のフィルダム補強技術とは同様であり、漏水防止システムの選択に当たっては、入手しやすい現地の材料を優先的に選定するものとする。上流での粘土投下、上流への合成材料の敷設も、便利な緊急漏水防止手段である。堤体及び基礎グラウチングには、通常のカーテングラウチング、フラクチャーグラウチング、高圧ジェットグラウチング等の手段を採用する。後期の整備過程(恒久対策)では、コンクリート漏水防止壁、鋼矢板による漏水防止等の手段を検討することができる。堤体の下流斜面の安定性に影響を与える下流面の漏水箇所に対して、斜面修復や押え盛土工を行う場合には、逆フィルタ材料を投入・充填して、漏水を閉塞させる必要がある。堤体の嵩上げを行うに当たっては、あらかじめ洪水調節計算によりダム高さを決定し、嵩上げ後のダム湛水容量が不足することによって新たな潜在的危険性が生じないようにするものとする。</p>

7.3.2	<p>堤体の取り壊しに関する原則は、次のとおりである。</p> <p>1) 堤体の取り壊しを決定するに当たっては、あらかじめ、上流からの流入量及び堤体物質の構成状況を分析して、取り壊し時期と取り壊し手段及び設備を選択するものとする。</p> <p>2) 堤体を取り壊す際には、上から下へ、層毎・区間毎に実施するものとする。</p>	<p>堤体の取り壊し（除却）方法の選択は、主に現場の施工・交通条件、堤体の構成物質及び堰体の形状によって決定する。</p> <p>現場の施工・交通条件により大型施工機械の搬入が不可能な場合には、発破による取り壊し方式を採用することを検討するものとする。</p> <p>堤体は、主に大型粗石と体積の大きい岩体によって構成されており、狭く痩せた形状の場合には、主に制御発破による取り壊しを検討することが望ましい。発破後の碎石は、水流に混入して流出させ、機械で除去作業を補っても良い。</p> <p>堤体が主に大型粗石と体積の大きい岩体で構成されており、幅が広く扁平な形状の場合には、発破及び機械による開削を組み合わせた方式による取り壊しを検討することが望ましい。</p> <p>堤体が主に粗石・碎石又は碎石土で構成されている場合には、主に機械による開削という手段での取り壊しを検討することが望ましい。</p>
7.4 上流域の地すべり地の調査及び安全性評価		
7.4.1	<p>天然ダム上流の地すべり地調査は資料の収集を主とし、リモートセンシング調査により、地すべり地の識別、基本情報の入手及び空間分析を行うことができる。地すべり土塊の安全性の評価は、主に地すべりの滑動に伴い発生する波による堤体そのものに対する影響と越流した場合の下流に対する影響について行う。</p>	<p>天然ダム災害は突然性という特徴を持っているため、その上流の地すべり調査は、通常の地上調査を主として行う方法では実施することができない。地すべりに関する既存資料の収集に重点を置き、航空観測やリモートセンシング調査といったハイテクノロジーによる手段を組み合わせ、地すべりの識別、基本情報の取得、空間分析を行うものとする。地すべりの分布範囲、規模、構造的特徴、影響及び誘発要因等を、予備的調査により明らかにする。</p> <p>被災地域は、一般的に地形が複雑であり、対策工事の施工や交通手段といった環境が整っていない。天然ダム上流域の地すべりによる災害に対する緊急減災対策としては、主にモニタリングを行い避難対応を行うものとする。環境が整っている場合には、応急対策工事の中で施工できるプランを選択して、その後の恒久的整備と可能な限り整合させるものとする。</p>
7.4.2	<p>地すべり地の基礎資料を入手した後、地すべり地の観測を強化して、警報がないまま突然地すべりが発生するような事態を避ける。</p>	
7.5 応急対策の施工体制設計		
7.5.1	<p>応急対策工事の施工体制設計の主な内容には、施工作業員、設備及び資材の搬入輸送経路及びプランの確定、主な施工プロジェクトの施工プラン及び方法の決定、施工設備の配置の決定、現場の施工レイアウトの確定、施工工期の決定、施工時の安全対策に関する要求事項の提示が含まれるものとする。</p>	
7.5.2	<p>応急対策工事は、所定の危険度のある条件下において、短期間内での完了が必要とされる特殊な工事作業であり、時間的切迫性、劣悪な条件、敷地の不足、危険性が大きいといった特徴を有する。応急対策工事の施工は、原則的に進捗を急ぎ、状況に応じて適切な方法を用い、施工体制設計を行い、かつ、実施過程では現場の条件に応じて臨機対応を行うものとする。</p>	
7.5.3	<p>水文、気象条件及び危険性に応じ、総合的な分析を行い、緊急危険排除工事に求められる竣工時期を定め、利用可能な有効施工工期を計算する。有効施工工期中に、適切な施工準備期間及び後片付け期間を設け、かつ、ある程度の余地を残して、施工過程に発生する恐れがある突発的な状況に対応できるようにしておく。</p>	<p>応急対策工事の有効施工工期（施工可能工期）の中で、緊急危険排除設計プラン及び工事の規模を決定する。有効施工工期が完全に確定されていない場合には、緊急危険排除設計プランは、複数目標、複数プランによる設計を行い、必達目標、努力目標等に分けるものとする。</p>
7.5.4	<p>施工方法は、シンプル、効果的、迅速及び実施が容易なものとなるように努めるものとする。</p>	<p>応急対策施工の方法としては、主に機械開削、発破・取り壊し等であり、主に工期、交通条件、現場の施工条件といった要因により決定する。</p>
7.5.5	<p>施工設備の配置は、交通輸送条件及び現場の配置条件を総合して選択し、決定するものとする。可能な限り、稼働状況が良好で、かつ信頼性が高く、効率的かつ先進的な大型設備を配置する。設備の数は、危険排除工事作業が期日通りに確実に完了するよう、十分かつ一定の余裕があるものとする。</p>	<p>応急対策工事の施工における特殊性が施工設備の配置を決定づける場合には、経済的な要求事項は副次的なものとなり、品質及び数量は施工上の必要性を確実に満たさなければならない。また、適切な予備も考慮しておかななければならない。</p> <p>応急対策工事の実施は、時間短縮のため、通常、作業員は休憩させても機械は停止しないようにする。施工設備は高負荷、連続稼働により消耗しやすいので、用意する緊急用施工設備の数は、通常の施工条件の場合より多くするものとする。</p>

7.5.6	<p>施工レイアウトの安全上のリスクが高い場合には、施工現場については施工に必要な臨時施設の配置のみを考慮するとともに、現場条件に基づいて臨機に対応することとし、開削して施工ヤードを設けても良い。</p>	
7.5.7	<p>特殊条件下の輸送及び後方支援にあたっては、原則として技術面における下記事項が満たされなければならない。</p> <p>1) 陸上、水上及び航空輸送の条件に応じて個別に検討し、大型設備、小型設備、物資や人員の配置を検討し、総合的に分析して輸送プランを決定する。必要な場合、緊急航空輸送経路を構築することができる。</p> <p>2) 現場で正常な施工作业が確実に行われるよう、スムーズな輸送経路及び情報伝達経路を確立、かつ確保し、設備、人員、材料及び支援部門からの補給輸送を確保し、さらに、地震、降雨、融雪等によって生じる交通上の問題を十分に考慮して、代替プランと応急対策を分析し、かつ決定するものとする。</p> <p>3) 応急対策の工事プラン、施工現場の条件、輸送条件、施工工期等に基づき、施工設備の種類及び数量を分析かつ決定し、十分な予備施設を設置するものとする。</p>	<p>応急対策工事の実施は、時間短縮のため、通常、作業員は休憩させても機械は停止しないようにする。施工設備は高負荷、連続稼働により消耗しやすいので、用意する緊急用施工設備の数は、通常の施工条件の場合より多くするものとする。</p> <p>交通アクセスに関する問題は、通常、天然ダムの応急対策における難題の一つとなる。地震、降雨及び融雪等により誘発された山体の地すべり、土石流及び氷河堆積物は、天然ダムを形成するとともに、道路を破損させ、通常は陸路の交通手段に支障を来す。天然ダムの応急対策工事における人員・設備及び物資の供給は、陸路を優先させ、可能な限り既設道路を利用するか、又は一部寸断した道路を復旧して利用することが望ましい。</p> <p>陸上輸送が明らかに困難である場合には、水路を選択しても良い。しかし、天然ダムの決壊自体が水路にとって脅威となっている場合には、死傷者を出さないよう、採用しないようにするものとする。決壊後の影響が比較的大きい大型天然ダムについては、応急対策過程において、陸上及び水上輸送の条件が整っていない場合には、航空輸送を採用することができる。航空輸送を採用する場合には、人員、設備及び物資を供給する際、特に火薬等の危険物を分けて個別輸送しなければならない。</p>
7.5.8	<p>応急対策を行う現場の安全対策において具備すべき要件は、次のとおりである。</p> <p>1) 安全対策計画を策定し、安全モニタリングを実施して、専門的な早期警戒制度を構築する。</p> <p>2) 現場での非安全要因発現後の緊急危険回避・避難経路及び安全危険回避の場所及び行動方針を定着させる。</p> <p>3) 導流・洗掘処理方式を採用し、導流溝の工事に従事している作業員は、安全な場所へ避難し、危険を回避するものとする。</p> <p>4) 堤体の上流水位を測定して安全性をチェックすると共に、堤体の下流側の巡視点検を行い、大量のパイピング等の危険な状態を発見した場合には、速やかに警報を発令する。</p> <p>5) 斜面の安全モニタリングを行い、崩壊・地すべりの可能性のある土塊の位置にセンサーを設置して、危険な状態が発生したら速やかに早期警戒を発令する。</p> <p>6) 余震の発生、豪雨の到来に当たっては、施工の一時停止を検討し、人員を安全地帯に避難させ、危険を回避させるものとする。</p> <p>7) 発破機材の輸送、保管、使用に当たっては、国の関連規定の基本的原則を遵守し、厳格な管理制度と特化的かつ専門的な措置を構築して、厳格に行うものとする。</p>	
8 非構造物的手段		
8.1 一般規定		
8.1.1	<p>非構造物的手段に関して考慮すべき原則とは、非構造物的手段と構造物的手段を組み合わせる科学的、迅速、効果的に行うことである。</p>	<p>比較的大規模な天然ダムの応急対策の場合には、しばしば非構造物的手段と組み合わせる同時進行させなければならない。特に緊急危険排除の過程では、上・下流の確定済みの危険回避範囲内において、具体的な状況に応じ、万全な危険回避措置を定めるものとする。四川大地震で形成された唐家山、肖家橋、罐灘等における大・中型天然ダムの応急対策過程では、危険回避範囲内の人員の退避・避難といった非構造物的手段が採用された。</p>
8.1.2	<p>非構造物的手段には、緊急危険回避範囲の決定、緊急危険回避対策の制定、緊急危険回避のための対応策がある。</p>	
8.1.3	<p>構造物的手段の実施が不可能な天然ダムについては、非構造物的手段のみで危険を回避する。</p>	<p>一部の天然ダムは形成された後の初期には、交通輸送の便が悪く、施工が困難であるといった客観的条件が制約となって、全ての構造物的危険排除手段が不可能となり、一定期間は非構造物的手段のみにより危険回避を行うことになる。</p>
8.1.4	<p>政府は、緊急危険回避に関して策定、手配、実施の責任を有し、一般大衆は危険を回避する義務を有する。</p>	
8.2 緊急危険回避範囲		

8.2.1	緊急危険回避範囲は、主に堤体が決壊した後、下流の洪水氾濫区域及び発生する可能性のある湖岸・溪岸の崩壊、地すべり等の二次災害の影響範囲である。	天然ダムの応急対策施工期間は、流入量の大きさや天然ダムの規模レベルを分析し、第4章の堤体の上下流影響評価の結果に基づき、上・下流の河道の地形的条件、兩岸の都市部、工場・鉱山企業、住宅地及びその他の生産・生活施設の分布を念頭に置いて、一元的に検討するものとする。 応急対策の段階においては、十分な資料が入手できないことが多いので、具体的な状況に応じて合理的な仮定を行っても良い。危険回避範囲を計算する場合には、可能な限り複数種類の方法を用いて、複数の断面を計算し、ダム決壊洪水位の包絡線の範囲を緊急危険回避範囲を決定する。
8.2.2	中型及びそれ以上の規模の天然ダムについては、応急対策施工期間に想定される、天然ダムへの洪水流入量を総合的に検討して、天然ダムの湛水（洪水調節）計算を行った上で、上流に形成される水没範囲も緊急危険回避範囲とするものとする。	
8.2.3	上下流への影響状況に基づき、緊急危険回避範囲及び影響を受ける人員を合理的に決定する。	
8.2.4	緊急危険回避範囲が決定された後、県級及びそれ以上の政府部門が発表する。各級の担当組織は、郷・鎮・村・組・世帯に対して逐一実施徹底を図る。	
8.3 緊急危険回避対策の制定		
8.3.1	レベル1（超高危険度）及びレベル2（高危険度）の天然ダムについては、緊急危険回避対策を制定するものとする。危険度レベルがレベル3以下の天然ダムについては、具体的な状況に応じて、緊急危険回避対策を制定するようにする。	決壊する潜在的危険性があり、かつ、上・下流の人民の生命や財産の安全に脅威となるレベルⅠ（超高危険）及びレベルⅡ（高危険）の天然ダムについては、緊急危険回避対策を制定するものとする。レベルⅢ（中危険）及びそれ以下の天然ダムについては、上・下流に極めて重要な施設、重要な機関・部門が分布している場合又はその他重大な二次災害を誘発する可能性がある等、具体的な状況に応じて、特例的な緊急危険回避対策を制定するものとする。
8.3.2	緊急危険回避指揮部の組織形態及びその構成部署を決定し、構築する。	緊急危険回避指揮部の編成は、原則的に地方の政府部門が実施を主導し、関連の職能部門や末端の郷・鎮の政府部門がこれに参加し、責任区分を明確化するものとする。例えば安県肖家橋の天然ダム指揮部は、一元的な管理及び調整を行いやすいよう、政府・増水防止指揮部・水務局・公安局・人民武装部・財政局・民政局・建設局・交通局・衛生局・電力・通信等の部門によって共同で構成されている。また、緊急危険回避突撃隊（ex. 緊急援助隊、災害救助隊等）も設立されている。
8.3.3	流況予報に基づく上流からの洪水ピーク流量の基準、湛水池の所定警戒値までの上昇、堤体の上下流法面の変形状況、堤体の下流浸（透）水量等の指標を基に緊急対応レベルの基準を決定する。緊急対応レベルは、黄色早期警戒、オレンジ色早期警戒、赤色早期警戒を採用することができる。 1) 黄色早期警戒の発令時には、緊急危険回避範囲内のすべての団体、部門、人員は、対応策の手順に従い防御態勢に入る。 2) オレンジ色早期警戒の発令時には、緊急危険回避範囲内のすべての団体、郷鎮、コミュニティ、学校は操業停止及び休校になるものとする。重要設備・施設を移動、保護し、人員は対応策の手順に従い、避難準備態勢に入る。 3) 赤色早期警戒の発令時には、緊急危険回避範囲内のすべての人員は、対応策の手順に従って緊急退避、避難する。	流況や降水予報及び緊急対応レベルは、いずれも緊急危険回避指揮部が公表する。関連の職能部門や組織・機関は、責任区分に応じて各自実施する。
8.3.4	危険回避のタイミングの選択は、早期警戒予報を加味して検討するものとする。	
8.3.5	早期警戒方式を決定し、適時かつ正確、有効かつ信頼性が高い発令を行う。	天然ダムの規模及び対応する洪水基準に基づき、洪水が発生する数時間前に早期警戒の発令を決定し、堤体の現状を踏まえて緊急対応レベル（黄色・オレンジ色・赤色）を決定する。洪水が発生する1～2時間前に洪水発生警報を発令し、堤体の現状を踏まえて緊急対応レベル（黄色・オレンジ色・赤色）を決定する。 指揮部は、有線及び無線通信を通じて、緊急危険回避範囲内における各事業所・学校・コミュニティ・郷鎮の住民に発令するとともに、110指揮センター（110番で救急通報ができる行政機関）・ラジオ・テレビ・電話・ラッパ・ドラ等を用いて警報を発令する。

8.3.6	避難経路を選択し、かつ、明瞭な表示を設置して、避難場所や避難生活支援方法を決定する。また、人員の危険回避に関する責任団体の職責と責任者を確定し、避難者に対する広報活動や定着支援を実施する。	避難経路の表示、道路標識は、識別しやすいよう明瞭でなければならない。道路の交通容量は、避難者らの交通量を満たし、迅速かつ安全に避難できるものとする。避難場所の選定は、地形・地質条件を十分に考慮して、新たな二次災害が発生しないようにしなければならない。可能な限り区画・地区に基づき、近隣で、かつアクセスしやすいことを原則として避難場所を設置する。十分な生活物資を確保するものとし、十分な医療衛生施設を設置して、関連の防疫作業を適切に行わなければならない。
8.3.7	緊急危険排除過程において発生する可能性のある二次的な危険については、的確かつ効果的な危険回避措置を制定するものとする。	応急対策の施工過程において発生する恐れのある地すべり、土石流、洪水、ダム決壊等の二次災害が、施工作業員や設備にとって重大な脅威となる場合には、対応する危険回避措置を制定する必要がある。これは主に、人員の安全を確保するための避難プランである。
8.3.8	危険な状態の排除又は洪水の減衰状況に応じて、緊急対応レベルを引き下げ、解除する。指揮部が緊急対応レベルの引き下げを決定し、危険回避範囲内の団体及び人員に対して公表する。	危険排除工事が進捗したり、又は堤体決壊後の洪水が徐々に消失している場合には、危険な状態の変化に応じて、緊急対応レベルの臨機な調整を行い、社会的資源を最大限に節約するものとする。赤色警報は、適時にオレンジ色、黄色に引き下げて、警報を解除する。オレンジ色は黄色に引き下げて、警報を解除することができる。具体的な状況に応じて、人員の帰還条件とタイミングを決定する。
8.4 緊急危険回避のための対応策		
8.4.1	緊急危険回避対策の制定に当たっては、関連の法律・法規を遵守又は参照し、緊急危険回避対策の制定のための法的根拠を明確にするものとする。	
8.4.2	危険回避期間における物質、交通・輸送、医療対策等の十分な措置を実施する。	
8.4.3	緊急危険回避対策の内容、効果、重要性につき、さまざまな方法を駆使して広報活動を行い、情報を収集し、一般大衆を先導するものとする。	
8.4.4	緊急危険回避対策を制定した天然ダムについては、避難演習を実施するものとする。危険回避範囲内の団体、コミュニティ、人員の構成に基づく特徴に応じて、演習の方法、規模、回数を決定し、実効性があり、方向性の明確な演習としなければならない。	
8.4.5	危険回避範囲内の人員の避難、退避後のチェック方法を決定する。原則的には、責任担当団体の実施責任者が指揮部の関連責任部門と共同でチェックを実施する。同時に、対応策に関する具備要件に基づき、危険回避期間中の人員の帰還を厳格に制御するものとする。関連責任部門及び人員との連絡方法を公表する。	
8.5 その他の安全対策		
8.5.1	天然ダムの湛水の水質モニタリングを実施し、堤体上流の水没区域及び越流後の下流河道に対する水質汚染防止措置を提示し、必要に応じ、予備水源の使用を速やかに開始する。	堤体が河川を遮断し、天然ダムの水位が絶えず上昇し続け、水没範囲が拡大するにつれて、ダム区域内に汚染が面的に拡散する恐れがある。汚染された天然ダム水は処理した上で流下させるようにする。天然ダム自体が自然に決壊してしまうと、汚染された水が下流に流下し、下流の水域汚染を引き起こす。天然ダムの応急対策を行うとともに、水域の水質モニタリングを強化して、水質汚染を防止し、必要時には消毒措置を講じるものとする。堤体の下流河道の流水を堰き止め、或は汚染されたダム水の流下区間において、その他のダム又は地下水等の予備水源の使用を速やかに開始して、一般大衆の飲料水の安全性を確保するものとする。
8.5.2	閉塞する可能性のある堤体の放流路、導流溝又は下流河道の水域浮遊物については、すくい上げ又は細分化処理を行うものとする。	天然ダムの形成後、河川が分断され、流入水が増加し続けるにつれて、ダム水位も絶えず上昇し、水没範囲は拡大し続けていく。すると、兩岸の陸地にあった物質が浸水して、水面浮遊物を形成する。又、持続的な降雨又は融雪等に起因して生じた持続的な土石流、地すべり及び地震・余震等により、兩岸の物質が天然ダムに流入して水面浮遊物を形成する。樹木の幹や木の板といった一部の大型浮遊物が、施工後に形成された放流路又は導流溝へ流入すると、閉塞が生じてダム水の流下に影響を来し、天然ダムの水位をさらに引き上げ、堤体の安定にとって重大な脅威となる。従って、天然ダムの水面に浮遊物が形成された場合には、すくい上げるか、又は砲弾を用いて細かくする等の措置を講じて処理し、浮遊物による放流路又は導流溝の閉塞を防ぐものとする。

8.5.3	天然ダムの湛水の放流過程において人命保全対策を徹底し、越流に伴い発生する洪水による不慮の死傷事故を防止するものとする。	応急対策過程では、構造物的手段を実施するほか、下流においてダム水の流下により影響を受ける可能性のある範囲の人員を、あらかじめ安全な場所へ避難させるものとする。また、ダム水が流下する際に、ダム水の流下過程で避難者が水中に没しないよう、臨時的な水上救助措置を手配、実施し、生命の安全を確保するものとする。
9 応急対策の事後評価業務		
9.1 事後評価業務の内容		
9.1.1	天然ダムの応急対策プランに基づき、応急対策が完了した後、プラン策定団体は、応急対策の予備的評価を迅速に行うものとする。	本条は、予備的評価の策定団体及び策定期間について規定している。天然ダムの応急対策が完了した後、そのプラン策定団体は、時を移さず可能な限り早急に予備的評価業務を実施するものとする。
9.1.2	予備的評価の結論は、応急対策指揮機関による審査・認定が行われた上で、危険な状態を解消する根拠とすることができる。	本条は、危険な状態を解消する根拠について示しているとともに、後続業務における予備的評価の切迫性と重要性について説明している。
9.1.3	天然ダムの危険な状態の解消は、応急対策指揮機関が宣言する。危険な状態が解消された後、講じられた構造物的手段及び非構造物的手段の評価を行い、次段階の業務について提案を行うものとする。	本条は、応急対策指揮機関が危険な状態の解消について宣言する旨を規定している。危険な状態が解消された後、応急対策指揮機関は関係機関とともに、応急対策で講じた構造物的手段及び非構造物的手段について評価を行い、かつ、次段階の業務について提案を行うものとする。
9.1.4	事後復旧を行うに当たっては、あらかじめ堤体の残留体及び新しい放流流路の安全性総合評価を行うものとする。総合評価は、相応の能力・資格を有する団体が担当するものとする。	本条は、総合評価の開始時期について規定している。総合評価は、恒久対策を行う前の重要な業務であるため、それに応じた能力・資格を有する団体が担当することを求めている。
9.1.5	応急対策業務が一段落した後、応急対策プランの策定団体及び関係者、応急対策工事の施工を担当した関係団体は、応急対策指揮機関、同級の水行政主管部門又は現地の政府に関連資料を速やかに移管するものとする。	本条は、応急対策業務の書類資料の移管について説明している。
9.2 予備的評価		
9.2.1	予備的評価では、主に堤体残留部分の安定性、新しい放流流路の安全性、新しい放流流路の洪水疎通能力等の事項について、速やかに予備的な評価を行う。	本条は、予備的評価の主な業務内容について説明している。
9.2.2	堤体残留部分の安定性の予備的評価には、すべり抵抗安定、浸透流の安定及び洗掘抵抗力等が含まれる。必要の応じ、残留体の応力、変形状況の分析を行う。	本条は、天然ダム残留体の予備的評価の主な内容について説明している。予備的評価であるため、さほど高い精度を求めする必要はなく、簡単な公式やモデルを採用している。同様に、必要に応じ経験上の判断によって、次段階の対策の方向性について定性分析を行うことができる。
9.2.3	新しい放流流路の安定性の予備的評価には、新しい放流流路の河床及び両岸斜面の安定性及び洗掘抵抗力が含まれ、その（進展と）変化について判断を行う。	本条は、新しい放流流路の安定性に対する予備的評価の主な内容について説明している。新しい放流流路の（進展・）変化について判断することを求めている。
9.2.4	新しい放流流路の洪水疎通能力の予備的評価には、異なる基準の洪水時の水位、流速、流況等が含まれる。	本条は、新しい放流流路の洪水疎通能力に対する予備的評価の主な内容について説明している。計算することで、実際の洪水過程と互いに裏付け合い、意思決定作業に根拠を示すことになる。
9.2.5	予備的評価業務が完了した後、専門報告を作成し、応急対策指揮機関がその審査と認定を行うものとする。	本条は、予備的評価の業務手順について規定している。担当団体が実施を完了した後は、指揮意思決定部門が審査、認定を行うものとする。
9.3 堤体残留部分の安全性総合評価		
9.3.1	応急対策工事が完了した後、堤体残留部分に対して持続的な変形モニタリングと浸透流モニタリングを実施するものとする。	天然ダムは、導流・洗掘・越流を経た後も、通常は一部の堤体が残留している。越流断面と元の河床形状には、依然として比較的大きな違いがあり、一部の堤体により水が遮られている場合さえある。下流両岸の人民の生命と財産の安全性を保証し、2度目のダム決壊によって生じる災害の影響を防ぐため、残留堤体に対しても、依然として持続的な変形モニタリング及び浸透流モニタリングを実施する必要がある。

9.3.2	<p>総合評価には、次に掲げる事項が含まれる。</p> <ol style="list-style-type: none">1) 変形モニタリング及び浸透流モニタリング資料の総合的な分析。2) 物質構成及び物理力学的特性。3) 堤体及び導流溝の両岸斜面の安定性の定性分析。4) 放流路の洗掘抵抗の安定性解析。5) 崩壊した斜面の背後地の変動・破壊特性と安定性解析。6) 堤体の下流河床変動解析には、決壊前後の堤体及び下流河道の地形変化解析、将来的な下流河道の変動解析及び新たな河道の洗掘抵抗・安定性解析が含まれる。7) 恒久対策に関する提案。	<p>天然ダムの越流決壊後、越流断面で明らかになった地質状況に基づき、事後の安全評価業務の指針とするため、物質構成及び物理・力学的特性の初期的な判断を修正する必要がある。</p> <p>地すべり（崩壊した斜面）の後方山体の変形・破壊の特徴及び土石流の発生源の崩壊の特徴を分析する目的は、地すべりや土石流の再発によって新たな堰き止めが形成される可能性を判断するためである。</p> <p>残留堤体の安定計算及び浸透流解析は、『転圧式フィルダムの設計規範』（DL/T5395-2007）の要求事項に基づいて行う。</p> <p>天然ダムの決壊後、大量の土砂やベッドマテリアルロードが下流河道へ流下し、河道断面に比較的大きな変化が発生する。また、天然ダム区域に新たに形成された河道は、短時間で比較的大きな洗掘による変化が発生する。河道沿岸の洪水調節能力の変化を分析するため、下流河床と新たな河道の変動解析を行う必要がある。</p>
-------	---	--