

4 章 関連構造物等の耐震性能の照査

4. 1 耐震性能の照査の対象とする関連構造物等

関連構造物等の耐震性能の照査は、それが損傷した場合にダムの貯水機能が維持されないおそれがあるものについて行う。

【解説】

ダム全体として所要の耐震性能が確保されるかどうかを照査するためには、3章に示したダム本体についての照査だけでなく、放流設備や各種の管理設備等の関連構造物等のうち、ダム全体の耐震性能に係わるようなものについても、重大な損傷が生じないことを確認する必要がある。

ただし、関連構造物等の場合、ダム本体とは異なり、損傷した構造物等の全体の取替または再設置等を行えば、ダム全体として十分に継続使用が可能となると想定される。このため、関連構造物等の耐震性能の照査では、耐震性能のうち貯水機能が維持されることを確認することが基本となる。

なお、以下のいずれかに該当するものは、それが損傷した場合にダムの貯水機能が維持されないおそれがあると考えられるため、照査対象とすべきである。

- ① 当該関連構造物等が損傷した場合、制御できない貯水の流出を生じるおそれがあるもの
- ② ダム本体が損傷した場合、ダムの安全性を確保するために、緊急に水位を低下させたり、また低下させた水位の上昇を規制するために必要となるもの。

これらに該当する関連構造物等としては、非常用洪水吐きおよび常用洪水吐きの放流設備等、主要な放流設備の主ゲートや緊急水位低下に必要な放流設備の主ゲート、またこれらを操作・制御する上で必要な設備等が想定される。

1) 主要な放流設備の主ゲートおよび緊急水位低下に必要な放流設備の主ゲート

非常用洪水吐きおよび常用洪水吐きの放流設備等の主要な放流設備の主ゲートは、洪水処理に利用されるため一般にその放流能力が大きいこと、また常時は閉じた状態にあって貯水位を保持していることから、地震により重大な損傷を生じた場合には、制御できない貯水の流出を生じるおそれがある。このため照査の対象とする必要がある。

また、ダム本体が損傷を受けた場合、ダムの安全性を確保するために緊急に貯水位を低下させるとともに、出水等による貯水位の上昇を規制しなければならない場合がある。このため、水位低下用放流設備もしくはこれと同等の機能を有する放流設備の主ゲートについては照査の対象とする必要がある。

なお、上記以外の放流設備であっても、地震により重大な損傷を生じた場合に制御できない貯水の流出により下流域に甚大な被害を発生させる可能性があるものや、フィルダム堤体に隣接して設置される洪水吐きの堤体との接合部等、地震時に損傷を生

じた場合にダム本体の耐震性能に影響を及ぼすおそれのあるものについては照査の対象とする必要がある。

2) 上記 1) を操作・制御する上で必要な設備等

上記 1) に示した放流設備は直接流水を制御する構造物であるが、それを操作・制御可能な状態に維持するために、開閉装置や機側操作盤等についても照査の対象とする必要がある。

また、放流設備の機側操作盤にアクセスするために必要となる施設や、停電等により常用電源が使用できない状態となった場合に放流設備のゲートを駆動させるために必要となる予備電源設備等についても、照査の対象とする必要がある。

4. 2 関連構造物等の耐震性能の照査

関連構造物等の耐震性能の照査は、当該関連構造物等に損傷が生じたとしても、ダムの貯水機能が維持されることを、その機能や構造特性に応じた地震応答解析その他の適切な手法により確認する。

【解説】

関連構造物等の耐震性能の照査において、貯水機能が維持されるかどうかは、地震応答解析等の結果から評価する。

なお、地震応答解析等の結果、関連構造物等に何らかの損傷が予想される場合には、予想される損傷の形態や程度を勘案し、必要に応じその修復方法や取替等の対応方法について検討しておく必要がある。

以下、各種の関連構造物等の耐震性能の照査の考え方を示す。

1) 放流設備のゲート等

放流設備のゲート等の耐震性能の照査は、2章の方法で設定したレベル2地震動による当該ゲートの設置位置における加速度応答を考慮して行う。ダム本体の堤体上に設置されているゲートの場合は、3章の方法によって行ったダム本体の地震応答解析の結果から得られるゲート等の設置位置での応答加速度の時刻歴波形を用いることができる。なお、ゲート等の設置位置付近において強震記録が得られている場合には、照査に用いる入力加速度を設定するにあたり、その記録から得られる振動特性を考慮する。

ア. 非常用洪水吐きの主ゲート

非常用洪水吐きの主ゲートは、常時満水位がゲート敷高より高い場合、地震によって扉体の架構部または支承部に大変形が生じたり、戸当りおよび固定部や門柱部が損傷して扉体の脱落等が生じたりすれば、制御できない貯水の流出が生じるおそれがある。このため、そのような損傷が生じないことを地震応答解析により確認する必要がある。

なお、照査にあたって考慮する開閉状態としては、全閉の状態を基本とする。

また、上記のような重大な損傷が生じなくとも、扉体の架構部、支承部または受圧部の変形、戸当り・固定部や門柱の損傷、開閉装置やその架台、機側操作盤等の損傷により、地震後の洪水処理に支障を生じるおそれがある場合には、すみやかに必要な補修や取替等の対応が可能かどうか、また水位低下等により出水時の対応が可能であるかどうかを確認しておく必要がある。

・扉体、戸当りおよび固定部

非常用洪水吐き主ゲートの扉体、戸当りおよび固定部の照査の流れを解説図—5に示す。

まず、ゲートの各構成部材に発生する応力を線形動的解析によって求め、その結果、ゲート全体構造の安定性を確保する上で必要な主要部材(以下、「主要構造部材」という。)の座屈を生じるおそれがなく、かつ各部材の力学的状態がほぼ弾性域内にあることが確認できれば、耐震性能上問題となるような損傷は生じないと考えてよい。

なお、主要構造部材以外の構造部材(補助構造部材)の一部において座屈を生じるおそれがある場合には、当該補助構造部材の座屈の影響を考慮した動的解析を行って、ゲート全体構造の安定性が確保されることを確認することが必要となる。

次に、主要構造部材の座屈が生じるおそれはないものの、一部部材の力学的状態がほぼ弾性域にとどまることが確認できない場合には、当該部材の降伏による塑性化の影響を再現できる非線形動的解析を行う必要がある。

その結果、主要構造部材の塑性化が限定的なものにとどまるとともに、塑性変形量がゲート操作に支障をきたすものとならない場合には、耐震性能上問題となるような損傷は生じないと考えてよい。

また、以上の動的解析において考慮していない部材については、動的解析の結果を踏まえた構造計算等により、耐震性能の確保上問題となる損傷が生じないことを確認する必要がある。

・開閉装置等

主ゲートを操作・制御するための開閉装置本体については一般に剛性が高いため、装置の移動もしくは転倒による破損が生じないことを基礎ボルトの応力照査等により確認することとしてよい。また、機側操作盤についても同様である。

開閉装置架台については、通常十分剛性が高い構造となるよう設計されているが、たとえば、門構形式など比較的地震動の影響を受けやすい構造の場合には、大きな変形等の損傷が生じないことを確認する必要がある。

開閉装置室(ゲート室建屋)については、特に張出し構造の場合には地震動の影響を大きく受けるため、開閉装置の支持機能が失われるような損傷を生じないことを確認する必要がある。

・ 門柱部

主ゲートを支持する門柱（天端橋梁の橋脚と一体構造のものを含む）は、構造的にはダム本体の一部であるが、重大な損傷により主ゲートの脱落等が生じないことを確認する必要がある。なお、ダム本体の場合と異なり、ダム軸方向の地震動の影響が大きくなる可能性があることに留意する必要がある。

イ. 常用洪水吐きの主ゲート

常用洪水吐きの主ゲートは、地震によって扉体の架構部または支承部に変形が生じたり、戸当りおよび固定部が損傷して扉体の脱落等が生じれば、制御できない貯水の流出が生じるおそれがある。このため、そのような損傷が生じないことを地震応答解析により確認する必要がある。

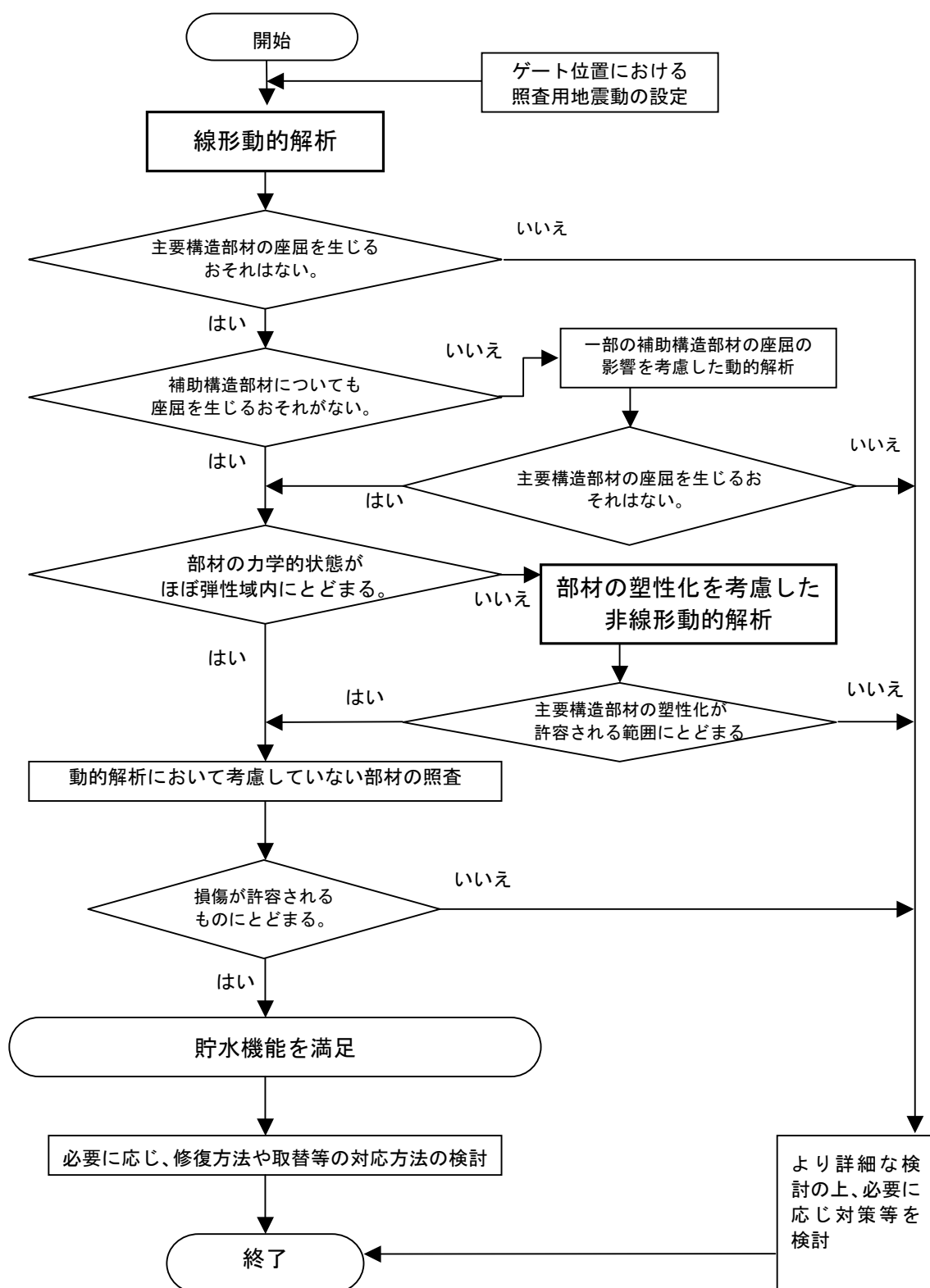
なお、耐震性能の照査の手法および解析結果の評価の考え方については、基本的に非常用洪水吐きの主ゲートの扉体、戸当たりおよび固定部、開閉装置等の場合と同様である。

ウ. その他のゲート

低水放流設備、水位維持放流設備、水位低下用放流設備等の主ゲート等のうち、損傷した場合に制御できない貯水の放流が生じるおそれがあるものについては、非常用洪水吐きの主ゲートや常用洪水吐きの主ゲートと同様の考え方により照査を行うものとする。

予備ゲート等については、常時は水圧を受ける状態にないために荷重条件が厳しくないこと、および主ゲートの安全性が確認されておれば地震時においてもダムの貯水機能は保持されることから、必ずしも照査を行う必要性はない。一般に修理用ゲートや副ゲートについても同様に地震動の影響は小さいと考えられるため、同様である。

ただし、予備ゲートの開閉装置室（予備ゲート室建屋）については、床版が上下方向の地震動の影響を受けやすい張出し構造であり、床版の損傷等により開閉装置の落下が生じた場合、洪水吐きを閉塞して主ゲートの機能を阻害するおそれがあるので、非常用洪水吐きの主ゲートの開閉装置室と同様に照査しておく必要がある。



解説図—5 放流設備のゲート（扉体、戸当りおよび固定部）の耐震性能の照査の流れ

2) その他の関連構造物等

ア. 取水塔

選択取水ゲート等およびその支持構造物である取水塔については、配置上、塔体が倒壊した場合に堤体や主要な放流設備に重大な損傷を与えるおそれがある場合や、緊急時の水位低下時に放流設備として用いる必要がある場合には、その構造等を考慮した適切な地震応答解析により地震時の安全性を確認しておく必要がある。

イ. フィルダムの洪水吐き

一般にコンクリート構造物として設置されるフィルダムの洪水吐きは、地震時の挙動が堤体とは異なるものとなる。このため、堤体に隣接して設置されているフィルダムの洪水吐きについては、堤体との接合部等の損傷により、ダム本体の貯水機能を維持する上で問題となる損傷を生じるおそれがないことを確認する必要がある。

ウ. 天端橋梁

天端橋梁が地震により落下した場合、放流設備のゲート等に被害を与え、その操作の支障となったり、添架電線の破断により開閉用電力の供給に支障を及ぼしたりするおそれがある。このような場合には、橋脚部に相当する門柱部の照査結果等に基づき、橋梁の上部構造が落橋しないことを確認しておく必要がある。

エ. 重要な電気設備等

主要な放流設備については、緊急時においてもその開閉用電力の供給が確保され、必要な操作が可能である必要がある。このため、重要な電気設備や機側操作盤等については、地震時の安全性を確認する必要がある。

なお、これらの設備は、その構造上、装置本体については一般に剛性が高いと考えられるため、移動もしくは転倒により損傷しないことを基礎ボルトの応力照査等により確認すればよい。

オ. その他

管理棟については、人的被害の発生を防ぐとともに、貯水機能を維持するために行うゲート操作等、緊急時の管理機能に支障をきたす被害を生じないことを確認するため、その構造上の安全性を関連する基準等により確認しておく必要がある。

また、管理棟から主要な放流設備の機側操作盤にアクセスするための通路となる天端橋梁、操作橋、監査廊、昇降設備等については、地震時においても通行不能となることがないか、また通行不能となった場合に代替のアクセス手段を確保できるか等の観点から、その安全対策を検討しておく必要がある。