

第 12 章 頭首工設計の基本

12.1 頭首工設計の基本

12.1.1 本技術書適用に当たっての留意事項

本技術書では、頭首工として備えるべき標準的な機能についての設計方法を記述している。

そのため、既存の施設が本技術書に示されている標準的な機能を満足していない施設である場合で、新たにその機能を追加する場合は、本技術書、関連する技術書等を参考にして適切に設計されたい。

ただし、本技術書で新たな機能を追加する施設として想定しているのは、ゲート、エプロン、魚道、沈砂池であり、本体に係る堰柱、基礎については想定していないので、その場合は、関連する技術書等を参考にして適切に設計されたい。

また、現時点で本技術書に記述される標準的な機能を備え、それ以上の新たな機能を追加する場合は、関連する技術書等を参考にして適切に設計されたい。

図-12.1-1 に本設計基準適用の考え方について示す。

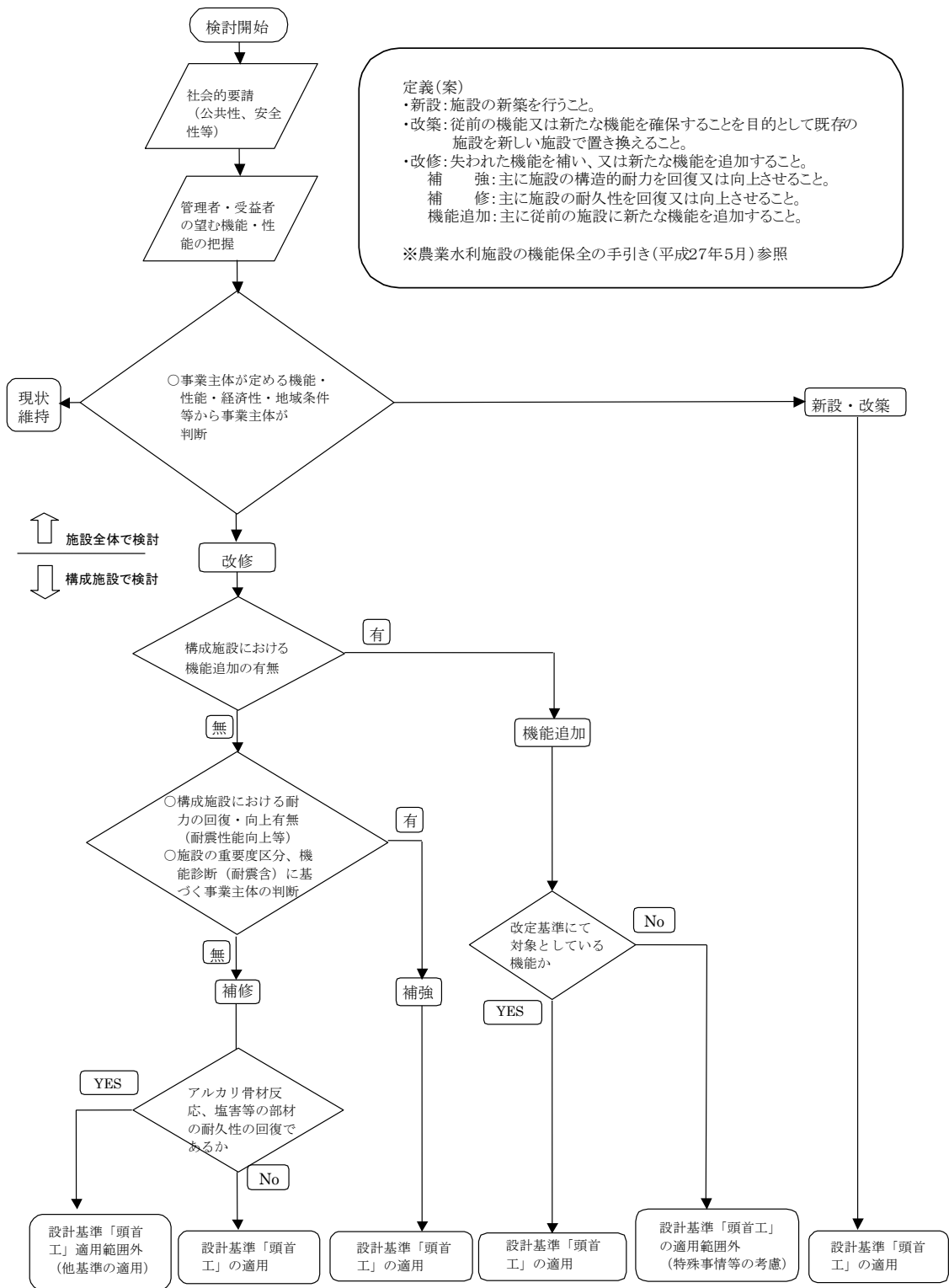


図-12.1-1 施設の新設、改築、改修（補強、補修、機能の追加）と設計基準適用の考え方（頭首工）

12.1.2 頭首工耐震設計の基本方針

頭首工の設計に当たっては、社会的な要請を背景として、近年の技術的進展に基づく耐震設計手法等を導入して頭首工に必要な機能と安全性能を確保することが求められている。

耐震設計の導入に当たっては、頭首工の重要度を区分し、必要な安全性と地震被害の影響度などを勘案して、重要度に応じた耐震設計を行うものとする。

したがって、耐震設計の基本的な考え方は、頭首工の重要度に応じて、地震動の大きさによる施設の機能維持、構造物の崩壊及び人命への二次災害の防止、さらに経済的損失を極力抑えることにある。

兵庫県南部地震（平成 7 年 1 月 17 日）は、多種多様な構造物に甚大な被害をもたらした。主な原因は、地震の強さがこれまでの設計で想定していた範囲をはるかに超えたことと考えられている。

このことを踏まえ、旧基準（平成 20 年 3 月）では、①レベル 1 地震動とレベル 2 地震動という二つの異なる設計地震動を用いること、②土地改良施設の耐震性能は、構造物の重要度及び損傷を受けた場合の危険度などにより、目標とする耐震性能を設定することを基本とした。また、従来想定しているよりも大きな地震動（レベル 2 地震動）に対しては、道路橋示方書の平成 14 年版等においても構造物にひび割れが発生した後の塑性域の変形性能（エネルギー吸収性能）について考慮する考え方が導入されるようになり、頭首工における耐震設計においても同様に考えて設計するものとした。

また、土地改理事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月）では、東北地方太平洋沖地震（平成 23 年 3 月 11 日）において東北地方から関東地方の広範囲にわたって、河川堤防のほか、多種多様な構造物に甚大な被災が生じたものの、土地改良施設の構造物に地震動そのものによる致命的な被害が少なかったこと、また、河川構造物等の他分野の動向を踏まえ道路橋示方書の平成 14 年版を適用することとした。

それ以降、河川堤防、水門・樋門などの河川構造物については、東北地方太平洋沖地震による課題を踏まえた耐震性能照査指針の改定がなされている状況にある。土地改良施設である頭首工も河川構造物の類似構造物であることから、関連基準・指針として、河川構造物の耐震性能照査指針・解説の令和 2 年版を適用するものとした。

なお、同指針において耐震設計手法が改定された場合には、本基準の次回改定の際に、その適用について検討を行うこととする。

本章は、頭首工の耐震設計上の構成要素を次の 10 工種に区分し、頭首工の重要度に対する考え方や構造特性に基づいて適用する地震動、タイプを定め、さらに、耐震設計法やその照査法、照査項目等を定めたものである。

なお、既設頭首工の耐震性能照査を実施する際の留意事項は、「第 27 章 既設頭首工の耐震性能照査」において解説する。

頭首工の耐震設計上の構成要素

- ①取入口 ②固定堰 ③堰柱 ④ゲート ⑤エプロン ⑥魚道 ⑦沈砂池 ⑧護岸 ⑨基礎工
⑩水管理施設

12.2 重要度区分の設定

12.2.1 耐震設計に用いる地震動

耐震設計では、施設の供用期間中に発生する確率が高いレベル 1 地震動、及び発生確率は低い、大きな強度をもつレベル 2 地震動を考慮する。なお、重要度区分が AA 又は A 種の施設においてレベル 2 地震動を考慮する場合は必ず、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動の 2 段階について検討を行う。ただし、**12.2.2 施設の重要度区分**に示す重要度区分が AA 又は A 種の頭首工であっても、その構成要素のうち取入口、固定堰、沈砂池、魚道、護岸については、一般に損傷による影響は低いいためレベル 1 地震動のみを検討する。

(1) レベル 1 地震動

レベル 1 地震動の検討においては、耐震設計上の構成要素の構造物特性に応じて、地震動に対する固有周期を考慮しない場合と固有周期を考慮する場合に分けて検討する。

なお、レベル 1 地震動は、多くの土木構造物に対して従来から設定されていた地震動に相当する。

ア 固有周期を考慮しない場合

固有周期を考慮しないレベル 1 地震動は、取入口、固定堰、沈砂池、魚道、護岸及び堰柱以外の基礎に適用するものであり、従来の設計水平震度に相当する水平震度を採用する。

イ 固有周期を考慮する場合

固有周期を考慮するレベル 1 地震動は、堰柱及び堰柱の基礎に適用するものであり、固有周期に応じた速度応答スペクトルから求めた設計水平震度を採用する。

(2) レベル 2 地震動

レベル 2 地震動は、東北地方太平洋沖地震のような陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型地震（タイプⅠ）や、兵庫県南部地震のような内陸直下型地震（タイプⅡ）による断層近傍の地震動は、土地改良施設に与える影響は極めて大きいと考えられる。

レベル 2 地震動を用いる頭首工の堰柱及び堰柱基礎は、タイプⅠ及びタイプⅡの 2 種類の地震動を考慮する。また、近年では、中央防災会議、地震調査研究推進本部、地方自治体等による各地域の想定地震動の公開、強震観測網の整備等、地震動に関する情報の公開、提供が広く行われている。そのため、耐震設計に用いる地震動が、これらの地震動を用いて適切に推定できる場合において、その結果に基づいてレベル 2 地震動を設定してもよい。なお、これらの想定地震動が、**12.7.2 設計水平震度**で算出される地震動を下回る場合においては、日本国内には存在が明らかになっていない活断層が存在することを考慮し、**12.7.2 設計水平震度**で算出された地震動による耐震設計を行うものとする。

(3) 入力地震動

耐震設計に用いる入力地震動は、構造物の種別、耐震性能、地域特性、振動特性、地盤特性等を考慮し、適切に設定しなければならない。

(4) 設計水平震度の標準値の適用と照査方法

レベル 1 地震動に対する固有周期を考慮しない場合の設計水平震度の標準値を表-12.2-1 に示す。

また、レベル 1、レベル 2 地震動で固有周期を考慮する場合の地震動のレベル別、タイプ別及び耐震設計法別に、過去の地震測定記録からパターン化された 3 種類の設計水平震度の標準値のグラフを表-12.2-2 に示す。

レベル1地震動の耐震設計は、構造物の応力状態が弾性域内であることを原則とし、照査方法は、許容応力度法による。

一方、レベル2地震動の耐震設計は、構造物が塑性域となることを許容するものであり、照査方法には、地震時保有水平耐力法、応答変位法等がある。

ただし、本基準においては、応答変位法に関する解説は示さない。

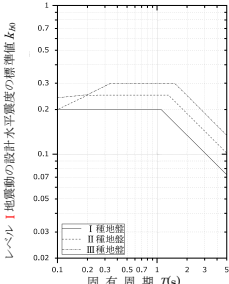
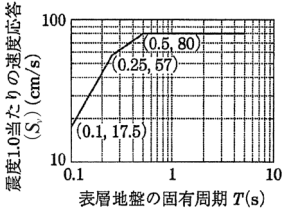
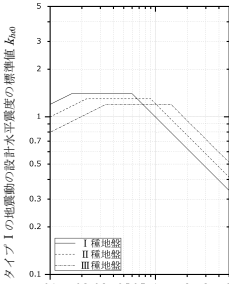
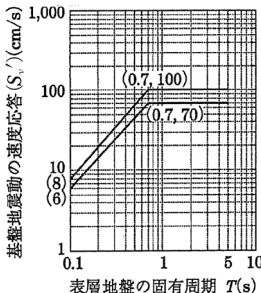
上述した各種の耐震設計手法の比較を表-12.2-3に示す。

表-12.2-1 設計水平震度の標準値 (k_{hg0}) (固有周期を考慮しないもの)

地震動 レベル	地盤種別			備考
	I 種	II 種	III 種	
レベル1	0.12	0.15	0.18	固定堰
	0.16	0.20	0.24	固定堰以外

注) 地盤種別については、12.6.2を参照のこと

表-12.2-2 設計水平震度の算定に適用する設計水平震度の固有振動数による変化の標準値

標準値及び速度応答スペクトル		設計水平震度の算定に適用する設計水平震度の固有振動数の変化の標準値	水平変位振幅の算定に用いる速度応答スペクトル
地震時レベル及びタイプ		地上構造物 (震度法（固有周期を考慮する、固有周期と構造物特性係数を考慮する）、地震時保有水平耐力法）	地中構造物 (応答変位法)
レベル 1 地震動	① ・ 震度法 (固有周期を考慮する設計水平震度を用いる)		④ ・ 応答変位法 
	タイプ I (プレート境界型)	② ・ 地震時保有水平耐力法 ・ 震度法 (固有周期と構造物特性係数を考慮する設計水平震度を用いる)	
レベル 2 地震動	タイプ II (内陸直下型)	③ ・ 地震時保有水平耐力法 	⑤ ・ 応答変位法 

注 1) 固有周期を考慮しない震度法では、あらかじめ構造物の区分、地盤種別、地震動レベルにより設計水平震度が定められており、固有周期を用いないため、表-12.2-2 には示していない。

2) ①のグラフは、レベル 1 地震動の頭首工堰柱、杭基礎 (杭使用の決定) に適用する。

3) ②及び③のグラフは、レベル 2 地震動 (タイプ I、II) の頭首工堰柱、杭基礎等に適用し、地震時保有水平耐力法において用いる。

表-12.2-3 耐震設計手法の比較

耐震設計法	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮する)	地震時保有水平耐力法
基本的な考え方	- 地震力を静的な力(慣性力)に置き換え、それを構造物に作用させて計算する方法。 (慣性力) = (震度) × (重量) - 固有周期の比較的短い剛な地上構造物に使用。 - 部材の照査は許容応力度法により行う。	- 構造物の固有周期を考慮した震度を考えて計算する方法。 - 設計震度の設定以外の計算過程は震度法と同じ。 - 固有周期の比較的長い柔な地上構造物に使用。 - 部材の照査は許容応力度法により行う。	- 基本的な考え方は震度法(固有周期と構造物特性係数を考慮する)と同様で、構造物の非線形域の特性を考慮した固有周期により震度を考えて計算する方法。 - 部材の照査は地震時保有水平耐力法による。 - レベル2地震動に用いられ、レベル1地震動には用いられない。
耐震設計に用いる設計水平震度の算定式	$k_{hg} = C_Z \cdot k_{hg0}$ ここに、 k_{hg} : 設計水平震度 C_Z : 地域別補正係数 k_{hg0} : 設計水平震度の標準値 k_{hg0} は固定堰の場合、地盤種別がⅠ、Ⅱ、Ⅲ種に対し、レベル1地震動では0.12、0.15、0.18を標準とする。固定堰以外では同様に、0.16、0.20、0.24を標準とする。	$k_h = C_Z \cdot k_{h0}$ ここに、 k_h : 設計水平震度 C_Z : 地域別補正係数 k_{h0} : 設計水平震度の標準値 k_{h0} は、地盤種別と固有周期により求める。	$k_{hc} = C_Z \cdot C_s \cdot k_{hc0}$ $C_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu_s - 1}}$ ここに、 k_{hc} : 設計水平震度 C_Z : 地域別補正係数 C_s : 構造物特性補正係数 k_{hc0} : 設計水平震度の標準値 μ_s : 許容塑性率 $k_{hg} = C_Z \cdot k_{hg0}$ レベル2地震動の杭基礎の安定性の判定でフーチングに作用させる場合に用いる。
備 考	k_{hg} は、取入口、沈砂池、魚道、護岸、固定堰に適用する。	レベル1地震動の頭首工堰柱及び堰柱基礎に適用する。	- 耐力算定で横拘束筋を考慮し、終局耐力は最大耐荷力より小さい値とする。 - レベル2地震時の頭首工堰柱、杭基礎に適用する。

12.2.2 施設の重要度区分

頭首工の耐震設計を行うに当たっては、表-12.2-4に示す重要度に応じてAA種、A種、B種の3種類に区分する。

重要度区分は、土地改良事業の実態を踏まえ、以下に挙げる二つの事項により被災による影響を総合的に判断して決定する。

(1) 被災による二次災害

被災による二次災害は、頭首工施設が崩壊することによる第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインへの影響を判断する。

(2) 被災による本来的機能に与える影響

被災による本来的機能に与える影響は、次のア～ウの事項をもとに、地域の生産活動の影響を判断する。

ア 代替施設の有無

イ 基幹施設としての重要度

ウ 復旧の難易度

代替施設の有無は、バイパス水路の有無や他の関連施設からの供給が可能かどうか、基幹施設としての重要度は、水路システムのなかで上流に位置するかどうかなどの判断を行う。また、復旧の難易度は、復旧工事の施工性の難易度を示す。

頭首工の重要度区分は、表-12.2-4 に示す各区分の内容を評価して設定するものとする。

表-12.2-4 頭首工の重要度区分

区 分	内 容	判断する上での参考指標
重要度 AA 種 (原則すべての頭首工においてレベル2地震動を考慮する)	次の①～③の何れかに該当する施設 ①被災により治水上重大な影響を及ぼす施設。	・洪水ハザードマップによる被害想定区域等を勘案する。 ・河川整備計画等に基づく堤防の改修状況を勘案する。
	②被災により利用上重大な影響を及ぼす施設。	・生活用水や工業用水の利水状況を勘案する。 ・上部工を一般道路 ¹⁾ として供用している。 ・大規模な頭首工であり農業水利上重要な施設である。 (例えば、支配面積がおおむね 5,000 (畑 2,000) ha 以上 ²⁾ の施設。) ・被災により施設の機能復旧まで多大に時間を要する施設。(砂防指定地域等)
	③被災により災害リスク管理上重大な影響を及ぼす施設。	・上部工が地域防災計画に位置付けられている。
重要度 A 種 (原則すべての頭首工においてレベル2地震動を考慮する)	AA 種、B 種以外の施設	
重要度 B 種 (原則レベル1地震動を考慮する)	地震による被災の可能性が小さく、また被災した場合でも治水上の影響が極めて小さいと考えられるもの。	・固定堰や床止工等 ³⁾ 。 ・山間狭窄部や平野部において背後地盤が高い箇所 ⁴⁾ に設置された取水堰を設けない自然取入れ方式の取入口。 ・溪流取水工等。

備 考)

- 1) 一般道路とは、道路法第三条の適用(高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道)をうける道路をいう。
- 2) 支配面積5,000 (畑2,000) ha 以上は、一つの例示として示しているものであることから、地区の状況に応じて勘案する。
- 3) 「河川構造物の耐震性能照査指針(案)」(国土交通省河川局治水課)では、固定堰及び床止工等については適用外と考えられている。
- 4) 「山間狭窄部」は、当該地点に堤防を設ける必要のない所であり、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさない所という概念である。また、「平野部において背後地盤が高い箇所」は、一連区間において堤防を設ける必要がなく、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさないことから山間狭窄部と同じ取扱いとしたものである。

12.2.3 保持すべき耐震性能

(1) 耐震性能の定義

耐震性能とは地震の影響を受けた頭首工構造物の性能であり、その定義は表-12.2-5 のとおりである。

ここで、耐震性能の定義(損傷度)とは、目標とする耐震性能を満足させるためには構造物をどの程度の損傷に留めておくべきか、またそれを判断する照査項目とその具体値としての照査基準を決めることである。

表-12.2-5 耐震性能の定義

性能	定義（損傷度）
1. 健全性を損なわない	降伏状態を超えるような損傷を生じないこと。（補修不要）
2. 限定された損傷に留める。 （機能維持）	施設の機能の回復をより速やかに行うために、3. の状態より余裕を持った状態にあること。（頭首工堰柱等の場合）。 （場合により、補修必要）
3. 致命的な損傷を防止する。 （修復容易）	塑性化を考慮する部材にのみ塑性変形が生じ、その塑性変形が当該部材の修復を容易に行い得る状態にあること。（補修必要）

注）「限定された損傷に留める。（機能維持）」及び「致命的な損傷を防止する。（修復容易）」は、河川構造物である頭首工に適用するものであり、他の構造物については、構造物の特性を踏まえ別途規定するものとする。

(2) 重要度区分と耐震性能の関係

重要度区分と耐震性能の一般的な関係は、原則として表-12.2-6 に示す耐震性能を確保する。頭首工の各構成要素ごとの関係を、表-12.2-7～表-12.2-9 に示す。

表-12.2-6 重要度区分と耐震性能の関係

重要度区分	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
重要度 AA 種	健全性を損なわない。	限定された損傷に留める。（機能維持）
重要度 A 種	健全性を損なわない。	致命的な損傷を防止する。（修復容易）
重要度 B 種	健全性を損なわない。	（対象としない）

(3) 頭首工の構成要素と保持すべき耐震性能

頭首工が保持すべき耐震性能は、頭首工の重要度区分と各構成要素ごとにレベル 1 地震動、レベル 2 地震動に対して、表-12.2-7～表-12.2-9 のいずれかの耐震性能を保持することを基本とする。

なお、構成要素ごとの耐震性能の考え方は次のとおりである。頭首工の構成要素の定義については、12.1.2 を参照のこと。

ア 頭首工の堰柱及び堰柱基礎は、二次災害の度合いや経済性などを考慮して、原則として重要度区分 B 種の場合は、レベル 2 地震動に対して耐震設計を行わなくてもよい。

イ 堰柱、ゲート及び堰柱基礎以外の各構成要素においては、重要度区分が AA 種又は A 種であっても構造特性や経済性などを考慮して、原則としてレベル 2 地震時の耐震設計を行わなくてもよい。ただし、ゲート操作室、建屋等の管理施設においては、重要度区分に応じてレベル 2 地震動の耐震設計を行うものとする。

ウ エプロンは、通常平板状の構造となるので、地震時慣性力が問題になることはない。このため、揚圧力に対する安定性の照査のみを行い、耐震設計は行わなくてもよい。

エ 水管理施設（機側操作室の巻上機、機側操作盤等）の耐震設計における地震動は、機器・装置を支持する構造物に作用する地震動を想定するものとし、その地震動に応じた耐震性能を確保する。

表-12.2-7 重要度 AA 種の頭首工における構成要素ごとの耐震性能

構成要素	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
1 取入口	健全性を損なわない	—
2 固定堰	健全性を損なわない	—
3 堰柱	健全性を損なわない	限定された損傷に留める
4 ゲート	健全性を損なわない	限定された損傷に留める ¹⁾
5 エプロン	—	—
6 魚道	健全性を損なわない	—
7 沈砂池	健全性を損なわない	—
8 護岸	健全性を損なわない	—
9 堰柱基礎工	健全性を損なわない	限定された損傷に留める

注 1) ゲートでいう「限定された損傷に留める」とは、ゲートの開閉機能に支障をきたさない程度の損傷に留めることをいう。

表-12.2-8 重要度 A 種の頭首工における構成要素ごとの耐震性能

構成要素	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
1 取入口	健全性を損なわない	—
2 固定堰	健全性を損なわない	—
3 堰柱	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
4 ゲート	健全性を損なわない	限定された損傷に留める ¹⁾
5 エプロン	—	—
6 魚道	健全性を損なわない	—
7 沈砂池	健全性を損なわない	—
8 護岸	健全性を損なわない	—
9 堰柱基礎工	健全性を損なわない	限定された損傷に留める

注 1) ゲートでいう「限定された損傷に留める」とは、ゲートの開閉機能に支障をきたさない程度の損傷に留めることをいう。

表-12.2-9 重要度 B 種の頭首工における構成要素ごとの耐震性能

構成要素	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動
1 取入口	—	—
2 固定堰	健全性を損なわない	—
3 堰柱	健全性を損なわない	—
4 ゲート	健全性を損なわない	—
5 エプロン	—	—
6 魚道	—	—
7 沈砂池	—	—
8 護岸	—	—
9 堰柱基礎工	健全性を損なわない	—

(4) 管理施設の耐震性能

大規模地震が発生した場合においても、土地改良事業で整備する施設等の機能を確実に確保するためには、頭首工と頭首工の管理に係る建築物及び重要設備等（操作・監視設備及び水管理制御システム）の耐震性能の整合性を図る必要がある。原則として、表-12.2-10 によるものとするが、重要度区分が AA 及び A に係る施設であっても、建築物構造体の耐震安全性の分類がⅢ類となる建築物があるため、表-12.2-11 も併せて参照されたい。

表-12.2-10 耐震性能の整合に関する組合せ

頭首工の 重要度区分	建築物構造体の 耐震安全性の分類 (建築物の耐震クラス)	重要設備等の 用途別分類	重要設備等の 耐震クラス
AA	Ⅱ類 (特定)	重要	S
A			
B	Ⅲ類 (一般)	重要	A

(注)表-12.2-10 の適用に当たって、留意すべき点は次のとおり。

ア 建築物の耐震安全性

建築物の耐震安全性の分類については、国家機関の建築物及び附帯施設の営繕等を行うに当たり、地震等による災害時に官庁施設として必要な機能の確保を図ることを目的に定められた「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」に基づき設定する。なお、耐震安全性の分類に係る目標は、表-12.2-12 に示すとおりである。

頭首工の管理に係る建築物において、施設の機能不全による重大な水害(二次災害)の防止及び災害応急対策活動等に係る建築物は、「構造体：『Ⅱ類』、建築非構造部材：『A類』、建築設備：『甲類』」とする。

頭首工を管理するための施設にあつて、雨量や水位等を観測する施設の建築物については、「構造体：『Ⅱ類』、建築非構造部材：『B類』、建築設備：『乙類』」とする。

また、遠方から頭首工及び地区内施設を操作・監視するための中央管理所に係る建築物の耐震安全性の分類については、対象となる土地改良施設の重要度区分に基づき設定する。

それ以外の施設は、「構造体：『Ⅲ類』、建築非構造部材：『B類』、建築設備：『乙類』」とする。

イ 重要設備等の用途別分類及び耐震クラス

重要設備等の用途別分類については、「電気設備計画設計技術指針(高低圧編)」、「水管理制御方式技術設計指針(計画設計編)」に基づき、「配電盤・制御盤の耐震設計指針」(日本電機工業会(JEMA)技術資料 JEM-TR144)によるものとし、用途別分類(重要又は一般)は表-12.2-13 に示す。

耐震クラスの決定に当たっては、用途別分類及び表-12.2-14 に示す建築物の耐震クラス(特定又は一般)の組合せによりに分類する。また、表-12.2-10 に示す土地改良施設の重要度区分、建築物の耐震安全性の分類を基に「S」または「A」クラスに区分する。耐震クラス毎の設計用震度は、表-12.2-15 によるものとし、上記の関連する指針等に基づき照査する。

表-12.2-11 土地改良事業で整備する建築物の耐震安全性の分類

施設分類		建築物の耐震安全性の分類			主な活用内容 ・用途	備考
		構造体	建築非構造部材	建築設備		
頭首工	管理所	Ⅱ類	A類	甲類	二次災害に対する機能確保	
	ゲート操作室	Ⅱ類	A類	甲類	〃	
	取水設備建屋	Ⅲ類	B類	乙類	農業水利施設	※1
中央管理所	頭首工	Ⅱ類	A類	甲類	農業水利施設	土地改良施設の重要度区分がAA種及びA種の管理を行う場合
	その他施設	Ⅲ類	B類	乙類	農業水利施設	上記以外の場合

※1：取水設備建屋は、放流設備機能との一体性を考慮して耐震安全性の分類を設定するものとし、単独施設の場合は上表のとおり、一体性を有する場合は「構造体：『Ⅱ類』、建築非構造部材：『A類』、建築設備：『甲類』」とする。

表-12.2-12 耐震安全性の分類に係る目標

部位	分類	耐震安全性の目標
構造体	I類※1	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られるものとする。
	Ⅱ類	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られるものとする。
	Ⅲ類	大地震動により構造体の部分的な損傷は生じるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られるものとする。
建築非構造部材	A類	大地震動後、災害応急対策活動等を円滑に行ううえ、又は危険物の管理の上で支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られるものとする。
	B類	大地震動により建築非構造部材の損傷、移動等が発生する場合でも、人命の安全確保と二次災害の防止が図られていることを目標とする。
建築設備	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られているとともに、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できることを目標とする。
	乙類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られていることを目標とする。

※1：本技術書でI類に分類している施設はない。

※官庁施設の総合耐震・対津波計画基準を一部引用

表-12.2-13 重要設備等の用途別分類

用途別分類	施設名	理由
重要	頭首工設備	河川本川に堰止める形で設置する土砂吐き及び洪水吐きゲートは、電気盤を介した電動機での巻き上げ操作でなければ、実用的な巻き上げ速度での操作が行えず、河川の流下断面を阻害し、重大な水害(二次災害)を引き起こすおそれがある。
一般	用水路付帯設備等	水害や干ばつなどの二次災害の可能性が小さく、当該設備が水管理設備でのコントロールの対象外の場合は「一般」とする。

表-12.2-14 建築物の耐震クラス

建築物の耐震クラス (重要設備等の耐震クラス)	内容
特定 (S)	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られている建築物。
一般 (A)	大地震動によって構造体の部分的な損傷は生じるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の確保が図られている建築物。

表-12.2-15 設備機器の設計用標準水平震度

設備機器の設置場所	設備機器の耐震クラス	
	耐震クラス S	耐震クラス A
上層階、屋上	2.0	1.5
中間階	1.5	1.0
1 階及び地階	1.0	0.6

12.2.4 構成要素ごとの耐震設計法

構成要素ごとの耐震設計法は、以下の各項による。また、頭首工の構成要素ごとの重要度別の耐震性能、設計地震動、設計水平震度、耐震設計法及び照査法は、表-12.2-16～表-12.2-18 に示すとおりである。

なお、各構成要素の設計に当たっては、「12.3 荷重」、「12.4 荷重の組合せ」、「12.5 許容応力度」、「12.6 耐震設計に用いる諸係数及び設定事項」、「12.7 耐震設計手法」、「13.3 固定堰の構造設計」、「14.2 可動堰の構造設計」、「18.5 直接基礎の設計」、「18.7 杭基礎の設計」などによる。

(1) 取入口、沈砂池、魚道、護岸の耐震設計法

取入口、沈砂池、魚道、護岸は、原則としてレベル 1 地震時における耐震設計を許容応力度法で行うものとし、固有周期を考慮しない震度法を適用して部材の応力度及び安定性（滑動、転倒、基礎地盤支持力）等を照査するものとする。なお、河川堤防を横断するような取入口については、河川協議などを踏まえ、必要に応じて関連する技術書等を参考にレベル 2 地震動に対する耐震設計を行う。

(2) 固定堰の耐震設計法

固定堰の耐震設計は固有周期を考慮しない震度法により、安定性（滑動、転倒、基礎地盤支持

力)等を照査するものとし、地震動はレベル 1 地震動のみとする。

設計に当たっては、「13.3 固定堰の構造設計」を参照する。

なお、固定堰の耐震設計の留意点は以下のとおりである。

ア 液状化の影響がある場合には土質定数を低減してレベル 1 地震時における検討を行うが、詳細については「12.7.5 液状化の判定」、「18.4 液状化対策」、その他を参照するものとする。

イ 堰柱との接合については、レベル 2 地震時における堰柱及び堰柱基礎の位相の変化や塑性残留変位等を考慮して、その接合方法を十分に検討する必要がある。

(3) 堰柱の耐震設計法

頭首工堰柱の耐震設計の基本は以下のとおりとするが、詳細については「12.7 耐震設計手法」、及び「14.2 可動堰の構造設計」その他を参照するものとする。

ア レベル 1 地震動の場合には、固有周期を考慮した震度法により、設計地震動を与え、許容応力度法により応力度を照査する。

イ レベル 2 地震動の場合には、固有周期、地盤種別、許容塑性率を考慮したタイプ I、タイプ II の設計地震動に対し静的解析法による地震時保有水平耐力法により、破壊形態の判定、耐力（水平、せん断）の照査や残留変位量等を照査する。

(4) 堰柱の基礎の耐震設計法

ア 直接基礎の場合

堰柱の直接基礎の耐震設計の基本は以下のとおりであるが、詳細については「18.5 直接基礎の設計」その他によるものとする。

(7) レベル 1 地震動における耐震設計は土地改良事業設計指針「耐震設計」に準じて、固有周期を考慮する震度法により設計地震動を与え、滑動、転倒、基礎地盤支持力、沈下量等の安定性並びにフーチングの許容応力度を照査する。

(4) レベル 2 地震動における耐震設計は、レベル 1 地震時の照査を(7)の規定により行った場合、レベル 2 地震時に対する照査は行わなくてよい。

ただし、レベル 2 地震時においては、基礎の浮き上がりによりレベル 1 地震時よりも大きな断面力がフーチングに作用するので、フーチングを塑性化させないように部材の安全性のみについて照査する。

イ 杭基礎の場合

堰柱における杭基礎の耐震設計の基本は、以下のとおりであるが、詳細については「18.7 杭基礎の設計」、及び土地改良事業設計指針「耐震設計」その他によるものとする。

(7) レベル 1 地震動における耐震設計は、固有周期を考慮する震度法により設計地震動を与え、杭の押込み力、引抜き力、水平力を許容値以下とし、杭基礎各部に生じる応力度を許容応力度以下になることを照査する。

(4) レベル 2 地震動における耐震設計は、地震時保有水平耐力法による設計水平震度に対し、基礎が降伏に達しないことを照査する。

ただし、堰柱が設計水平地震動に対して十分大きな地震時保有水平耐力を有している場合、又は、液状化の影響がある場合等やむを得ない場合には、堰柱基礎に塑性化が生じることを考慮してもよいが、この場合には、「18.3.8 基礎工の地震時保有水平耐力法」に規定する許容塑性率、許容残留変位以下となることを照査する。

(5) ゲートの耐震設計

可動堰のゲートの構造計算に用いる設計震度は、本体（堰柱）の耐震設計で用いられる地震動を適用するものとする。

また、ゲートの耐震設計は、耐震性能に応じた照査を行う必要があるが、関連する技術書等を参考に照査の検討を行ってもよい。

なお、大規模かつ重要な頭首工においてレベル 2 地震動に対する照査が必要と判断される場合には「大規模地震に対するダムの耐震性能照査に関する資料」（国土技術政策総合研究所資料 2005. 3）の文献等も参考に照査の検討を行ってもよい。

(6) 照査方法と照査項目（レベル 1 地震動）

構成要素ごとのレベル 1 地震動の耐震照査法と照査項目を表-12.2-16 に総括する。

表-12.2-16 レベル 1 地震動における耐震照査法と照査項目

構成要素	耐震性能	耐震設計法	照査法	照査項目			備考
				応力	変形	安定性	
1 取入口	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度		滑動、転倒、基礎地盤支持力	
2 固定堰	健全性を損なわない	震度法	—	—		滑動、転倒、基礎地盤支持力	
3 堰柱	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度		滑動、転倒、基礎地盤支持力	基礎は 9 参照
4 ゲート	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度	許容変位量 ¹⁾	—	
5 エプロン	—	—	—	—		—	
6 魚道	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度		滑動、転倒、基礎地盤支持力	
7 沈砂池	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度		滑動、転倒、基礎地盤支持力	
8 護岸	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度		滑動、転倒、基礎地盤支持力	
9 堰柱基礎工	健全性を損なわない	震度法	許容応力度法	応力度	許容変位量 ¹⁾	滑動、転倒、基礎地盤支持力、杭の押込力、引拔力	

注 1) 許容変位量は、18.3.5 許容変位量と残留変位量を参照する。

(7) 照査方法と照査項目（レベル 2 地震動）

ア 重要度区分 AA 種

重要度区分 AA 種における、構成要素ごとのレベル 2 地震動の耐震照査法と照査項目を表-12.2-17 に総括する。

表-12.2-17 レベル2地震動における耐震照査法と照査項目

構成要素	耐震性能	耐震設計法	照査法	照査項目			備考
				応力	残留変形	安定性	
1 取入口 ⁴⁾	—	—	—	—	—	—	
2 固定堰	—	—	—	—	—	—	
3 堰柱	限定された損傷に留める	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	耐力	許容残留変位量 ¹⁾	—	
4 ゲート	限定された損傷に留める ³⁾	2)	2)	2)	2)	—	
5 エプロン	—	—	—	—	—	—	
6 魚道	—	—	—	—	—	—	
7 沈砂池	—	—	—	—	—	—	
8 護岸	—	—	—	—	—	—	
9 堰柱基礎工	限定された損傷に留める	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	耐力 応力度	許容残留変位量 ¹⁾	基礎の降伏 応答塑性率	

注 1) 堰柱の許容残留変位量は、14.2.2(11)を参照し、堰柱基礎工の許容残留変位量は、18.3.5 許容変位量と残留変位量を参照する。なお、3.堰柱と 9.堰柱基礎工の塑性化は、どちらか一方としなければならない。

注 2) ゲートにおいては、12.2.4(5)を参照

注 3) ゲートでいう「限定された損傷に留める」とは、ゲートの開閉機能に支障をきたさない程度の損傷に留めることをいう。

注 4) 取入口は、河川協議等によりレベル2地震動の耐震設計の必要が生じる場合がある。

イ 重要度区分 A 種

重要度区分 A 種における、構成要素ごとのレベル 2 地震動の耐震照査法と照査項目を表-12.2-18 に総括する。

表-12.2-18 レベル2地震動における耐震照査法と照査項目

構成要素	耐震性能	耐震設計法	照査法	照査項目			備考
				応力	残留変形	安定性	
1 取入口 ⁴⁾	—	—	—	—	—	—	
2 固定堰	—	—	—	—	—	—	
3 堰柱	致命的な損傷を防止する	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	耐力	許容残留変位量 ¹⁾	—	
4 ゲート	限定された損傷に留める ³⁾	2)	2)	2)	2)	—	
5 エプロン	—	—	—	—	—	—	
6 魚道	—	—	—	—	—	—	
7 沈砂池	—	—	—	—	—	—	
8 護岸	—	—	—	—	—	—	
9 堰柱基礎工	限定された損傷に留める	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	耐力 応力度	許容残留変位量 ¹⁾	基礎の降伏 応答塑性率	

注 1) 堰柱の許容残留変位量は、14.2.2(11)を参照し、堰柱基礎工の許容残留変位量は、18.3.5 許容変位量と残留変位量を参照する。なお、3.堰柱と 9.堰柱基礎工の塑性化は、どちらか一方としなければならない。

注 2) ゲートにおいては、12.2.4(5)を参照

注 3) ゲートでいう「限定された損傷に留める」とは、ゲートの開閉機能に支障をきたさない程度の損傷に留めることをいう。

注 4) 取入口は、河川協議等によりレベル2地震動の耐震設計の必要が生じる場合がある。