

東北地方太平洋沖地震を踏まえた河口堰・水門等技術検討委員会

第1回委員会資料

基準及び施設の津波外力の考え方の現状

水門・堰に関する基準

河川管理施設等構造令		港湾の施設の技術上の基準・同解説
水門	可動堰	水門
第四十六条 水門及び樋門は、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位）以下の水位の流水の作用に対して安全な構造とするものとする。	第四十条 省令第二十条 「可動堰の可動部のゲートに作用する荷重」 可動堰の可動部のゲートについては、第一項に規定するもののほか、必要に応じ、洪水時または高潮時における動水圧その他のゲートに作用する荷重を計算するものとする。	省令（水門の要求性能） 第十八条 2項 津波又は偶発波浪から当該水門の背後地を防護する必要がある水門の要求性能にあつては、津波又は偶発波浪による越流を制御できるよう、国土交通大臣が定める要件を満たしていること。 告示（水門の性能規定） 第四十一条 水門の性能規定は、次の各号に定めるものとする。 高潮、波浪及び津波を考慮した所要の諸元を有すること。 [解説] 偶発対応施設の水門 主たる作用が津波の偶発状態 津波に関する性能照査に当たっては、想定する津波が対象施設の近傍を震源とする地震により発生する場合において、当該施設が、津波の作用を受ける前に、当該地震による地震動の作用を受けることを適切に考慮する必要がある。すなわち、津波に先行する地震動の作用による影響を考慮した上で、津波に関する性能照査を行う必要がある。なお、このような場合に想定される津波に先行する地震動は、必ずしもレベル2地震動と同一ではないことに注意が必要である。

津波外力の考え方

設計外力	河川(建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編)		ダム・堰施設技術基準(案)	港湾(港湾技研資料No310防潮水門の計画・設計について)
	水門	堰	水門扉	防潮水門
波力	水門の設計に用いる荷重のおもなものは、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、温度荷重、残留水圧、土圧、風荷重、雪荷重および自動車荷重とする。 構造物に作用する波力は、構造物の形態、海底地形、陸上地形、水深及び波の諸元等を考慮して適切な算定式、または模型実験により算定するものとする。この場合、波の不規則性、特に波高の不規則性についても考慮するものとする。 直立壁に作用する波力は、適切な算定式により算定するものとする。 ・重複波領域($h > 2H/3$): サンプルの簡略式及び黒田・石綿の部分碎波の波圧式、合田式 ・碎波領域($h < 2H/3$): 碎波帯内: 広井式、合田式 ・碎波領域($h < 2H/3$): 汀線付近一汀線の海側: 広井式、本間・堀川・長谷の式、富永・九津見の式、合田式 ・碎波領域($h < 2H/3$): 汀線付近一汀線の陸側: 富永・九津見の式	堰の設計に用いる荷重のおもなものは、自重、静水圧、泥圧、揚圧力、地震時慣性力、温度荷重、波圧、残留水圧、土圧、風荷重、雪荷重および自動車荷重とする。 波圧は、風と地震による波浪高を考慮して求めるものとする。 風による場合と地震による場合の波浪高については、次の方法により求める。 ・風による波浪高 一般のゲートには考慮しないが、防潮堰等では考慮するものとする。 ・地震による波高は、次式により求めるものとする。 $h_w = ((K_h \cdot \tau) / \pi) \sqrt{g \cdot H}$ h_w: 全波高(m) K_h: 設計震度 τ: 地震周期(s) H: 設計水位から床版数高さまでの深さ(m)	波圧としては、一般に風の波浪による波圧があり、必要に応じて考慮する。 この波圧については、計画水域における沖波を基に、浅海域での波の変形計算により扉体に作用する波の諸元を推定して、合田の式によって求める。 なお、防潮水門等では津波や高潮による波圧を別途考慮する場合がある。	防潮水門は、静穏な場所に建設されるのがのぞましいが、波が作用する所に建設される場合には、計画外水位上に波を考慮しなければならない。 ①波力の算定式は、合田式、サンプル式、広井式などがある。 ②津波の来襲が予想される場合には、津波を考慮する。津波の波圧については、確立した算定式がないが、実験などから静水圧をとればよいであろう。
地震力(参考)	海岸保全施設は、適切な耐震性を有するように必要に応じて地震の影響を考慮するものとする。この場合、地震力は原則として適切な設計震度を用いた震度法により算定するものとする。 地震の影響を考慮した対象施設の耐震性の検討項目としては、次のものがある。 1. 構造物全体の安定性 2. 基礎地盤のすべりに対する安定性 3. 砂質土の基礎地盤の液状化現象に対する安定性、および上部構造物に及ぼす影響 4. 構造物の部材応力 5. 機能上からみた構造物各部、あるいは隣接する構造物や地盤との相対変位	地震時慣性力は、水平方向についてのみ考慮するものとする。本章に規定する構造物の設置場所を考慮し、水平方向の地震時慣性力は、次式の設計震度から求めるものとする。 $K_h = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot K_0$ K_h: 設計震度、K_0: 標準設計震度で0.2とする、γ_1: 地域別補正係数、γ_2: 地盤別補正係数、γ_3: 重要度別補正係数で1.0とする。 ただし、特に大規模でかつ影響の著しいもの及びその他特別な理由のある場合は1.25とすることができる。 地震時動水圧は、ウエスターガードの近似式により計算することとする。 $pd = 0.875 W_0 \cdot k \cdot (H \cdot h)^{0.5}$ pd: 動水圧(kN/m^2)、W_0: 水の単位体積重量(kN/m^3)、k: 設計震度、H: 貯水池水面から基礎地盤までの水深(m)、h: 貯水池水面から動水圧の作用する点までの水深(m)	地震による波浪高さは、佐藤清一の式によって計算する。地震時に扉体に働く動水圧は、扉体との接触面に対して垂直に作用するものとし、一般にツァンガの実験式によって求める。 扉体に働く地震時慣性力は、水平方向に作用するものとし、次式によって計算する。 $I = WK, I: \text{地震時における扉体の慣性力(N)}, W: \text{扉体の重量(N)}, K: \text{設計震度}$	防潮水門に作用する地震力は、一般に震度法により算定するものとし、用いる設計震度は技術基準(局長通達)による。 防潮水門は、一般に固有振動周期が比較的短く、減衰性の大きい構造物であるから、地震力は震度法によって算定するものとした。

河川下流部の堰・水門の津波に対応した設計荷重条件の分類

No.	参照した基準	水圧の設定条件			設計荷重許容応力度の考え方	採用堰・水門名
		上流側静水圧	津波による静水圧加算(下流側)	津波による波圧(下流側)		
①	アルミニウム合金製水門設計製作指針案	$P_1 = 1/2 \cdot W_0 \cdot H_1^2$	$P_2 = 1/2 \cdot W_0 \cdot H_2^2$	$P_3 = W_0 \cdot H_2^2$	津波荷重を短期荷重と考え、1.5倍に割り増し	阿武隈大堰、 新浜水門、押分水門、 関上水門
②	ダム・堰施設技術基準(案)	$P_1 = \frac{1}{2} W_0 \cdot B \cdot H_1^2$	$P_2 = \frac{1}{2} W_0 \cdot B \cdot (H_2^2 - \Delta h^2)$	$P_3 = 0.707 \cdot W_0 \cdot H_2$ $P = -P_1 + P_2 + P_3$	津波荷重を短期荷重と考え、1.5倍に割り増し	市柳川水門、 富岡水門
③	港湾の施設の技術上の基準・同解説	$P_1 = \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot B \cdot r$	$P_2 = \{P_s \cdot h_1 + \frac{1}{2} (P_s' + P_s) \cdot z\} \cdot B$	$P_3 = \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot B \cdot r_w$	基準許容応力の1.8倍(降伏点の90%)	紀の川大堰、 市田川水門、 磐田水門
④	水門鉄管技術基準	$B/2 \cdot (H_1 + h_e)^2 \cdot \gamma_1$	$B/2 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_0$	$7/12 \cdot \gamma_1 \cdot K \cdot B \cdot H_1^2$ ウェスターガードの式による	津波荷重を短期荷重と考え、1.5倍に割り増し	浦幌十勝渾水路水門、 新川水門、 遠賀川河口堰
⑤	河川砂防技術基準、樋門樋管標準設計	—	静水圧 $P_{s1} = \gamma_w \cdot H_0$ $P_{s2} = \gamma_w \cdot h$ $P_1 = 1/2(P_{s1} + P_{s2})$	富樫の実験式より $P_2 = \gamma_w \cdot h \cdot H \cdot B$ 全水圧 $\Sigma P = P_1 + P_2$	津波時には1.5倍に割り増し	丸子川水門
⑥	波圧算定式: 海岸保全施設の技術上の基準・同解説 平成16年6月版	$P_1 = 1/2 \cdot W_s \cdot H_s^2$	$P_2 = 1/2 \cdot W_s \cdot H_s^2$	$\eta = 3.0a$, $P_1 = 2.2 \cdot \rho_0 \cdot g \cdot a^3$ $p_u = p_l$		長良川河口堰、 津蔵瀬水門、
⑦	河川橋造物の耐震性能調査指針(案)・同解説	—	—	—	ダム堰基準で用いられる許容応力度の最大値を参考に補正係数は降伏応力度の90%を上限とし、1.8倍に割増	西島水門、伝法水門

注)記述した式は、基準を参照して各堰・水門で独自に検討を加えているため、基準に記載されている式とは異なる場合がある。

資料)国土交通省調べ