

浸水防止設備における荷重の組合せの適正化について

1. 浸水防止設備における荷重の組合せの適正化について

- (1) 取水路、放水路等の経路からの津波により、鉛直上向きの突き上げ荷重が作用する浸水防止設備については、鉛直下向きに作用する「①津波浸水荷重」、「②自重」、「③積雪荷重」、「④余震荷重」が、突き上げ荷重を打ち消すため考慮しないこととしている。
この考え方は、各設備に適用されているが、表1に示す2.~8.の設備は「②自重」を、2.に示す設備については「③積雪荷重」を下向きから上向きに変換して組み合わせており、基本的な考え方と相違するため、荷重の組合せを適正化する。
- (2) 余震荷重のうち上向きに作用する荷重については、震度が1G以下となる場合、余震荷重よりも自重の方が大きく、余震による上向きの荷重が生じないため、考慮しないこととしている。
しかし、表1に示す2.~8.の設備は、震度が1G以下にも拘わらず鉛直上向き荷重を考慮しており、基本的な考え方と相違するため、荷重の組合せを適正化する。
- (3) (2)に示した事項については、表1に示した設備以外に「緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋」及び「緊急用海水ポンプ人員用開口部浸水防止蓋」においても適用しているため、合せて荷重の組合せを適正化する。

表1 水路からの突き上げ荷重を考慮する設備における鉛直荷重の組合せ状況

| | | 水路からの突き上げ荷重を考慮する設備 ◇：対象 | 鉛直荷重 | | | | 鉛直上向き(↑) | |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|------------------|----------|
| | | | ①津波浸水荷重 〔設備上部に浸水する津波荷重〕 | ②自重 〔固定荷重〕 | ③積雪荷重 〔30cmの積雪を考慮した荷重〕 | ④余震荷重 〔鉛直荷重〕 | | |
| | | | 鉛直下向き(↓) | 鉛直下向き(↓) | 鉛直下向き(↓) | 鉛直下向き(↓) | | 鉛直上向き(↑) |
| 水路からの突き上げ荷重を考慮する設備における鉛直荷重の組合せの考え方 | | | 突き上げ荷重を打ち消すため考慮しない | 突き上げ荷重を打ち消すため考慮しない | 突き上げ荷重を打ち消すため考慮しない | 突き上げ荷重を打ち消すため考慮しない | 1G以下の場合には考慮しない | |
| 対象設備 | 1. 取水路点検用開口部浸水防止蓋 | ◇ | ○：考慮していない | ○：考慮していない | ○：考慮していない | ○：考慮していない | ○：1G以下のため考慮していない | |
| | 2. 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋 | ◇ | ○：考慮していない | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 3. SA用海水ピット開口部浸水防止蓋 | ◇ | ○：考慮していない | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 4. 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋 | ◇ | ○：考慮していない | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 5. 海水ポンプグランド dren 排水出口逆止弁 | ◇ | ○：考慮していない | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 6. 取水ピット空気抜き配管逆止弁 | ◇ | ○：考慮していない | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 7. 緊急用海水ポンプグランド dren 排水出口逆止弁 | ◇ | — | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |
| | 8. 緊急用海水ポンプ室床 dren 排水出口逆止弁 | ◇ | — | ×：鉛直上向き(↑)として考慮している | — | ○：考慮していない | ×：1G以下であるが考慮している | |

2. 浸水防止設備における突き上げ荷重の算定式の適正化について

(1) 取水路、放水路等の経路からの津波により、鉛直上向きの突き上げ荷重が作用する浸水防止設備の津波荷重の算出に当たって、①「管路解析結果に基づく静水圧＋抗力」を用いているケースと、②「管路解析結果に基づく静水圧」を用いているケースが混在している。具体的には、表1に示す1.及び5.～8.の設備が①を適用、2.～4.の設備が②を適用している。

2.～4.に示す設備は、ダム・堰施設技術基準（案）を適用している設備であり、同技術基準（案）では①を規定しているためこれを使用していたが、設備間で津波荷重の算出方法が相違するため、保守的な①による算定方法に統一する。

なお、先行プラントにおける類似設備の津波荷重の算出方法を確認した結果、①の算出方法を適用していることを確認した。

※：抗力は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に規定する以下の式を用いている。

① 抗力

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_0 A U^2$$

ここに、

F_D ：物体に作用する流れの方向の抗力（kN）

C_D ：抗力係数

ρ_0 ：水の密度（t/m³）

A ：流れの方向の物体の投影面積（m²）

U ：流速（m/s）

6.9.3 強度評価における津波荷重等の鉛直方向荷重の考え方について

浸水防止蓋，逆止弁及び水密ハッチのうち，構築物の床面又は上版に水平に設置する設備について，津波荷重等の鉛直方向に作用する荷重の考え方について，以下に示す。

(1) 設備の設置高さとしき上げ津波荷重の考え方について

津波が経路を經由して設備に波圧が作用する場合の津波荷重については，管路の形状，損失等をモデル化して解析を実施し，津波高さとして求める。

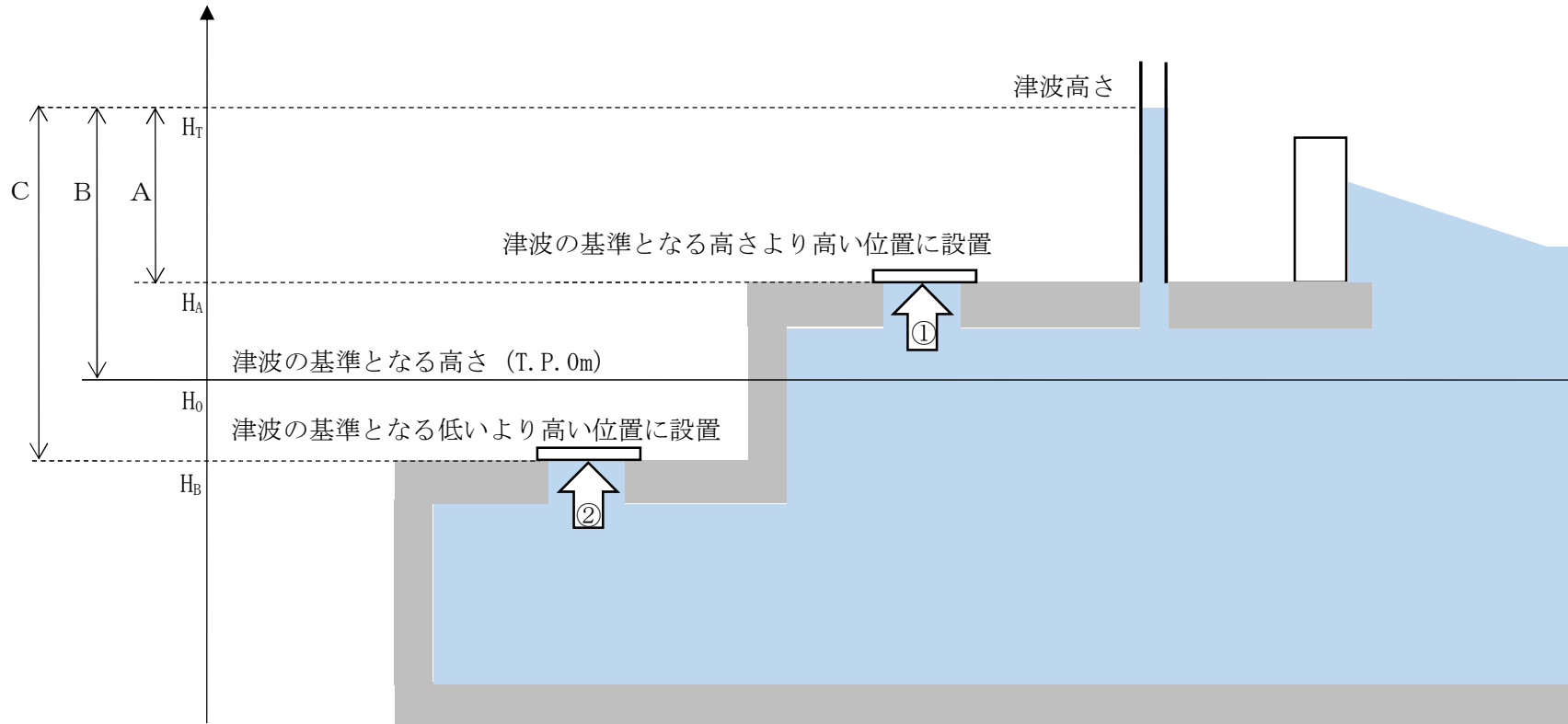
津波の荷重としては，津波高さとして基準となる高さ(T.P.0m)からの水頭圧となるため，設備の設置高さにより作用する荷重が変化する。このため，安全側の評価となるように，以下に示すように突き上げ津波荷重を考慮する。

東海第二発電所の突き上げ津波荷重が作用する浸水防止設備は，表 6.9.3-1 に示されるように，津波の基準となる高さより高い位置に設置される。このため，設備に作用する津波荷重(水頭圧)は，図 6.9.3-1 に示されるように津波高さと設備の設置高さの差となる。しかし，強度評価においては，安全側の評価となるように，基準高さからの津波高さを津波荷重として評価を実施する。

なお，設備を津波の基準となる高さより低い位置に設置する場合には，津波高さによる水頭圧に加えて，設備の設置高さとし津波の基準となる高さの差の水頭圧を考慮する必要がある。このため，強度評価においては，津波高さに設備の設置高さとし津波の基準となる高さの差分を加えて評価する。

表 6.9.3-1 突き上げ津波荷重が作用する浸水防止設備の設置高さ

| 経路 | 突き上げ津波荷重が作用する浸水防止設備 | | 設置高さ |
|-----------------------------------|------------------------|--|-----------|
| | 取水路点検用開口部浸水防止蓋 | | |
| 取水路 | 海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁 | | T.P.+0.8m |
| | 取水ピット空気抜き配管逆止弁 | | T.P.+0.8m |
| | SA用海水ピット開口部浸水防止蓋 | | T.P.+7.3m |
| SA用海水ピット取水塔 海水引込み管 SA用海水ピット | 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋 | | T.P.+0.8m |
| | 緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁 | | T.P.+0.8m |
| | 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁 | | T.P.+0.8m |
| 緊急用海水ポンプピット | 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋 | | T.P.+3.5m |



- A : ①に作用する水頭圧 ($H_T - H_A$)
- B : 津波の基準となる高さより高い位置に設置する設備の評価で使用する水頭圧 ($H_T - H_0$)
- C : ②に作用する水頭圧 ($H_T - H_B$)

図 6.9.3-1 津波高さと設備の設置位置の関係

(2) 津波荷重が設備の下側から作用する場合の鉛直方向荷重の考え方について
 構造物の床面又は上版に水平に設置する設備の鉛直方向に作用する荷重については、自重、積雪荷重、余震荷重及び津波荷重を組み合わせて評価を行う。荷重の組合せについては、荷重が作用する向きを考慮し、安全側の評価となるように適切に組み合わせる。それぞれの荷重が作用する向きは表 6.9.3-2 及び図 6.9.3-2 に示される向きとなることから、津波荷重及び鉛直上向きの余震荷重を考慮し、自重、積雪荷重及び鉛直下向きの余震荷重は考慮しないこととする。ただし、余震の震度が1G以下となる場合は、余震荷重より自重の方が大きくなることから、余震による上向きの荷重が生じないため、鉛直上向きの余震荷重についても考慮しないこととする。

表 6.9.3-2 に設備に作用する鉛直方向荷重一覧、図 6.9.3-2 に設備に作用する鉛直方向荷重の概念図を示す。

表 6.9.3-2 設備に作用する鉛直方向荷重一覧 (津波荷重が設備の下側から作用する場合)

| | 荷重の種類 | 荷重の向き | 評価上の扱い | 備考 |
|---|-------|-----------|--------|------------------------|
| ① | 自重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ② | 積雪荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ③ | 余震荷重 | 鉛直上向き (↑) | 考慮する | 余震の震度が1G以下の場合には、考慮しない。 |
| ④ | | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ⑤ | 津波荷重 | 鉛直上向き (↑) | 考慮する | |

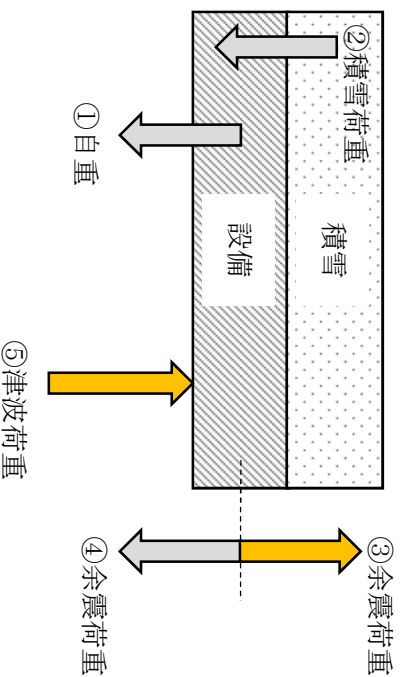


図 6.9.3-2 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図
 (津波荷重が設備の下側から作用する場合)

- (3) 津波荷重が設備の上側から作用する場合の鉛直方向荷重の考え方について
 構造物の床面又は上版に水平に設置する設備の鉛直方向に作用する荷重については、自重、積雪荷重、余震荷重及び津波荷重を組み合わせて評価を行う。荷重の組合せについては、荷重が作用する向きを考慮し、安全側の評価となるように適切に組み合わせることから、それぞれの荷重が作用する向きは表 6.9.3-3 及び図 6.9.3-3 に示される向きとなることから、自重、積雪荷重、津波荷重及び鉛直下向きの余震荷重を考慮し、鉛直上向きの余震荷重は考慮しないこととする。

表 6.9.3-3 設備に作用する鉛直方向荷重一覧

| (津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト以外)) | | | 備考 |
|---------------------------------------|-----------|--------|----|
| 荷重の種類 | 荷重の向き | 評価上の扱い | |
| ① 自重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮する | |
| ② 積雪荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮する | |
| ③ | 鉛直上向き (↑) | 考慮しない | |
| ④ 余震荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮する | |
| ⑤ 津波荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮する | |

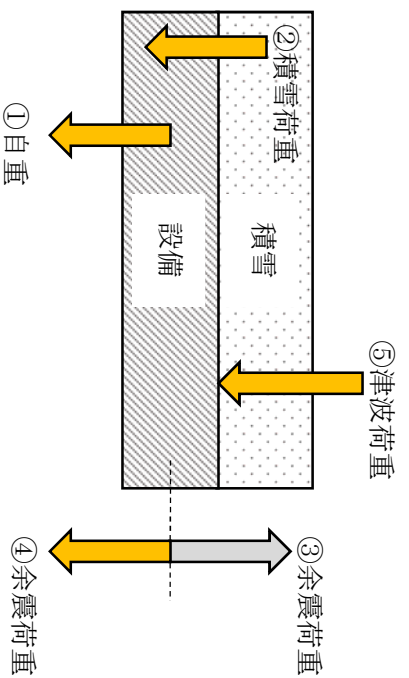


図 6.9.3-3 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図
 (津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト以外))

また、基礎ボルト及び固定ボルトの鉛直方向の荷重については、圧縮荷重となる方向には作用せず、引張荷重となる方向のみに作用する。このため、浸水防止蓋等の設備本体に鉛直上向きの荷重が作用し、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用する場合について評価する。このときに、それぞれの荷重が作用する向きは表 6.9.3-4 及び図 6.9.3-4 に示される向きとなることを考慮して評価する。積雪荷重及び津波荷重については、基礎ボルト及び固定ボルトに引張力が作用する方向と反対となり、作用する条件により荷重が変化することから、安全側に評価するために考慮しないこととする。

したがって、**自重と余震荷重を考慮して評価を実施する。余震の震度が 1G 以下となる場合には、設備に上向きの荷重が作用しないため、基礎ボルト及び固定ボルトには引張荷重が作用しないことから評価を行わない。**このため、余震の震度が 1G を超える場合にはのみ、自重と余震荷重を考慮して評価することとする。なお、余震として S_d-D1 を考慮しているため、 S_s の $1/2$ となることから、耐震評価にて包絡できる条件となっている。

表 6.9.3-4 設備に作用する鉛直方向荷重一覧

(津波荷重が設備の上側から作用する場合(基礎ボルト、固定ボルト))

| 荷重の種類 | 荷重の向き | 評価上の扱い | 備考 |
|--------|-----------|--------|---|
| ① 自重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮する | 余震の震度が 1G 以下の場合には、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用しないため、評価を実施しない。 |
| ② 積雪荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ③ 余震荷重 | 鉛直上向き (↑) | 考慮する | 余震の震度が 1G 以下の場合には、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用しないため、評価を実施しない。 |
| | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ④ | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |
| ⑤ 津波荷重 | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない | |

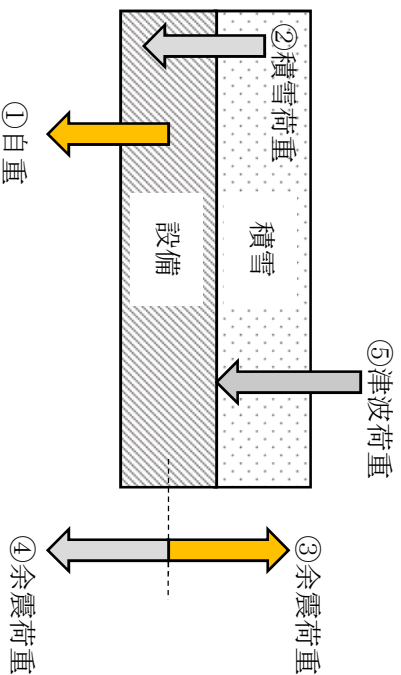


図 6.9.3-4 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図

(津波荷重が設備の上側から作用する場合(基礎ボルト、固定ボルト))