

新設ポンプ場の津波対策

(株)東京設計事務所 東北支社 馬場康平

東日本大震災では、120 処理場と 112 ポンプ場が被災し、うち半数以上が津波による被害を受けた。津波による被害を受けた施設は、津波被害のなかった施設に比べて復旧が遅かった。このことから、下水道施設の津波対策が早急に望まれる。

F 県 I 市でも下水処理施設の耐津波化の整備が進められており、本報告は、処理場の統廃合に伴い新設するポンプ場における耐津波設計の事例を紹介するものである。

Key Words : 耐津波設計、耐津波診断、津波高、浸水対策

1. 施設の状況

I 市の T 浄化センター（以下、「本処理場」という。）は、太平洋に注ぐ二級河川 F 川に面している（**図-1**）。敷地内には合流式の処理施設と分流式の処理施設が稼働しているが、合流式施設は、建設から 50 年近くが経過して劣化が進行していること、下水処理人口が減少傾向にあること、近隣に本処理場より規模の大きい C 浄化センターがあることなどから、本処理場を廃止する計画となっている。合流式施設の廃止後は、T ポンプ場（以下、「本施設」という。）を新設して、統合先の C 浄化センターに送水する予定となっている（**図-2**）。

本施設の設計は既に完了済であったが、今回、津波浸水想定公表に伴い、耐津波設計を実施した。



図-1 T 浄化センター及び T ポンプ場



図-2 T 浄化センター及び C 浄化センター

2. 津波高さの設定

2.1 設定方針

(1) 使用するデータ

耐津波診断の設計条件となる津波浸水深は、F 県の津波シミュレーション（以下、「SIM」という。）を利用して設定した。データは 10m メッシュで地盤高と津波浸水深の数値から成るが、その精度には限界があり、誤差が含まれることもあるため、地盤高の現状との整合性について確認した。

(2) 処理場一律で設定

SIM 結果の津波高に大きなバラつきがないこと、敷地は比較的狭いことから、津波高さは処理場一律で設定した。

(3) 計画地盤高

本処理場の地盤は、東日本大震災により沈下しているため、SIM 結果の地盤高を沈下量 0.25m で補正した。沈下量は測量により確認した。

2.2 地盤高データの整合性の確認

SIM の地盤高データと現状に相違がないか、3D モデル化することで異常値の有無を確認した。3D モデル化及び整合性の確認は、次の手順で行った。

(1) SIM データの入力・3D モデル化

SIM の数値データのうち、地盤高データを Excel に入力する。Excel のグラフ機能を利用し、地盤高データを 3D モデル化する（**図-3**）。

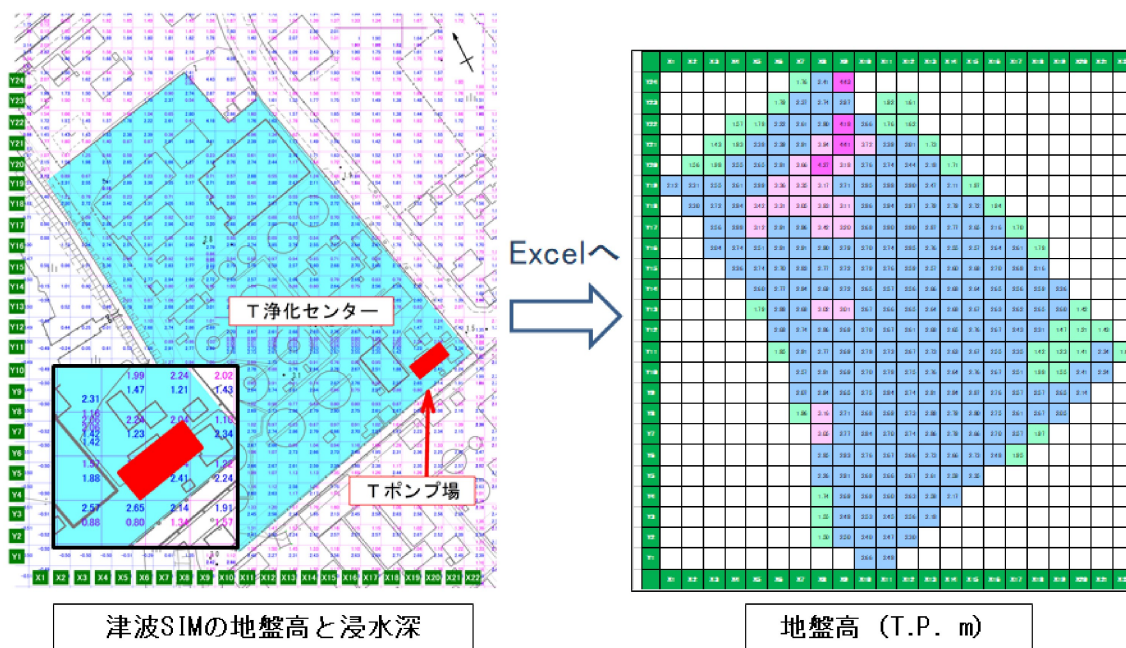


図-3 SIM データの入力

(2) 3D モデルと現状との比較

3D モデル化した SIM の地盤と本処理場の航空写真を照合し、モデル上の形状が現況地盤と相違ないかを確認する (図-4)。

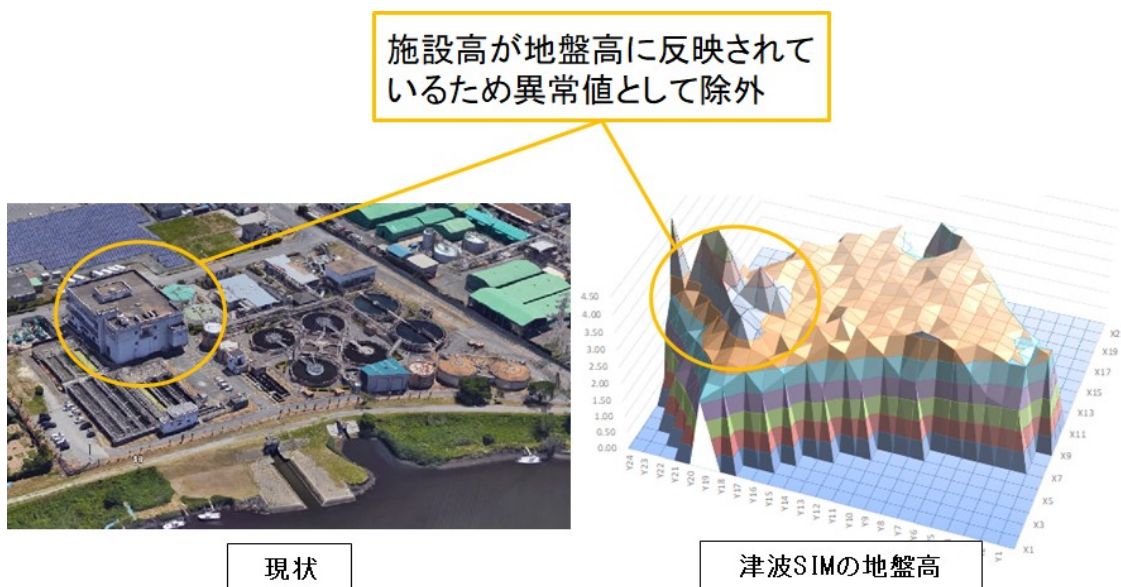


図-4 3D モデルと現状の比較

今回使用した地盤高データには、施設高が反映されていることが確認できた。しかし、3D モデル化した形状が実際の施設形状とは異なっていたため、当該箇所を津波高さ設定の検討範囲から除外した。

2.3 基準水位の決定

津波高さは、図-5 に示すように処理場内ではほぼ同じであるため、少数の最大値ではなく、多数を占める数値 T.P. +3.8m を採用した。これに地盤沈下 +0.25m を補正し、津波高さを T.P. +4.05 m と設定した。

津波浸水の検討では、津波が構造物に衝突した際にせりあがる「せき上げ」を考慮する必要がある。せき上げ高は式-1 により算出する。せき上げを考慮した基準水位は、T.P. +4.7m となった (図-6)。

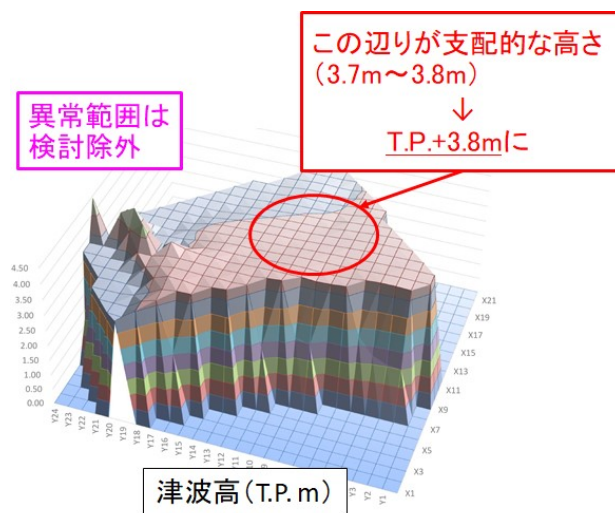


図-5 津波高さの 3D モデル

本施設と設定した津波との高さ関係は、**図-7**のようになり、スラブ上の設備機器が浸水する結果となった。設備浸水により、ポンプ場の運転が停止し、揚水機能を損失することになる。津波被災後も、ポンプ場として揚水機能を確保するため、設備浸水の対策について検討を行った。

せき上げ高 $hc = 0.405 \times$ 浸水深 hb … 式-1

- 対策前の浸水深 $hb : 1.5m$
- $hc = 0.405 \times 1.5m = 0.608m$
- 基準水位 = T.P. +4.05m + 0.608m
 \approx T.P. +4.7m

図-6 基準水位の算出（対策前）

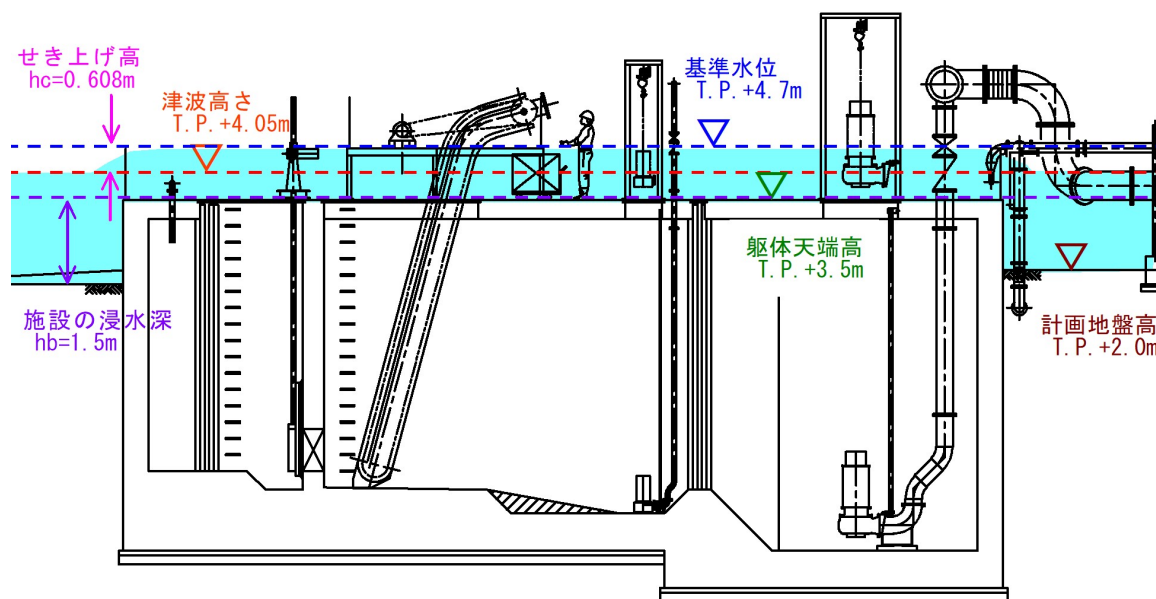


図-7 既設計施設と津波高さの関係

3. 津波対策案の検討

3.1 対策案

設備機器の浸水対策として、①躯体嵩上げ、②設備立上げ、③止水壁設置の3案を検討した。

①躯体嵩上げ

躯体の嵩上げ案は、スラブをせき上げ高以上に嵩上げする案である（**図-8**）。本施設が新設であるため、実施可能な案となる。

既設計と比較して、維持管理性に大きな変化がなく（階段数が増える程度）、施工性も同程度である。対策費は20百万円である。

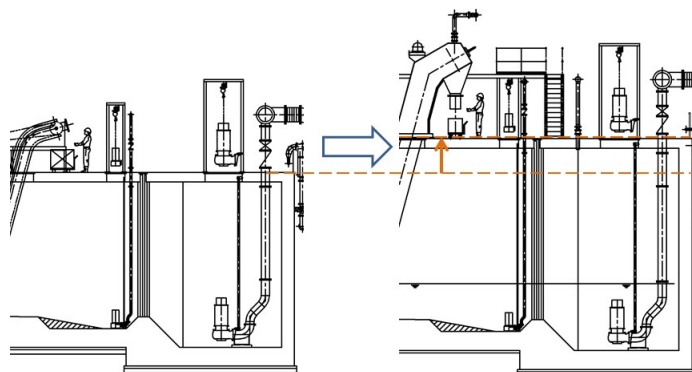


図-8 躯体嵩上げ

②設備立上げ

設備の立上げ案は、設備の基礎や架台などを設備浸水しない高さまで立上げる案である（図-9）。

本案は、設備個々に対して立上げの対応が必要で、施工において手間が増える。また、点検用に段差を設けることになり、維持管理が不便となる。対策費は 21 百万円である。

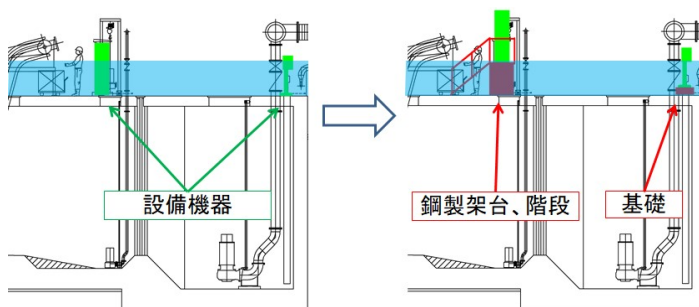


図-9 設備立上げ

③止水壁設置

止水壁の設置案は、本施設と進入路の外周をL型擁壁で囲み、門扉を防水扉にする案である（図-10）。

本案の場合、施設の被災は免れ、し渣の搬出入路も確保できる。一方で、本施設の建設予定地は、工業用水管が近接しており、擁壁の設置は極めて難しい。また、防水扉は高額で、対策費が 54 百万円に上る。

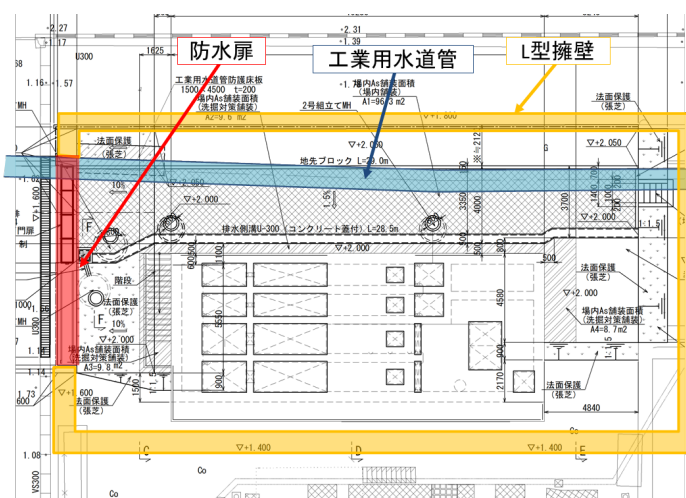


図-10 止水壁設置

3.2 比較検討

対策案①、②、③について、維持管理性、施工性、経済性の観点から比較検討した。結果は表-1のとおり。案①の躯体嵩上げが最も優位となり、採用した。

表-1 浸水対策案の比較

検討項目	①躯体嵩上げ	②設備立上げ	③止水壁設置
維持管理性	特殊な対応は不要 ◎	踏み台を要する △	動線が閉ざされる △
施工性	既設計と同等 ◎	個々に対応が必要 △	擁壁の設置は困難 ×
経済性 (対策費)	20 百万円 ◎	21 百万円 ○	54 百万円 ×
総合評価	◎	△	×

3.3 対策後の施設

躯体の嵩上げにより浸水深 hb が大きくなるため、対策後の基準水位を算出し（**図-11**）、躯体天端高は基準水位以上となる T.P. +4.9m とした。嵩上げ高さは T.P. +4.9 - 3.5 = 1.4m となり、嵩上げ後の施設と津波との高さ関係は **図-12**

$$\text{せき上げ高 } hc = 0.405 \times \text{浸水深 } hb \quad \dots \text{ 式-1}$$

- 対策後の浸水深 hb : 2.05m
- $hc = 0.405 \times 2.05\text{m} = 0.830\text{m}$
- 基準水位 = T.P. +4.05m + 0.830m
= T.P. +4.9m

図-11 基準水位の算出（対策後）

のようになった。嵩上げにより、スラブから底版までの深さが変わるため、自動除塵機の形状を見直し、スクリーン水路長を 0.4m 延長した。

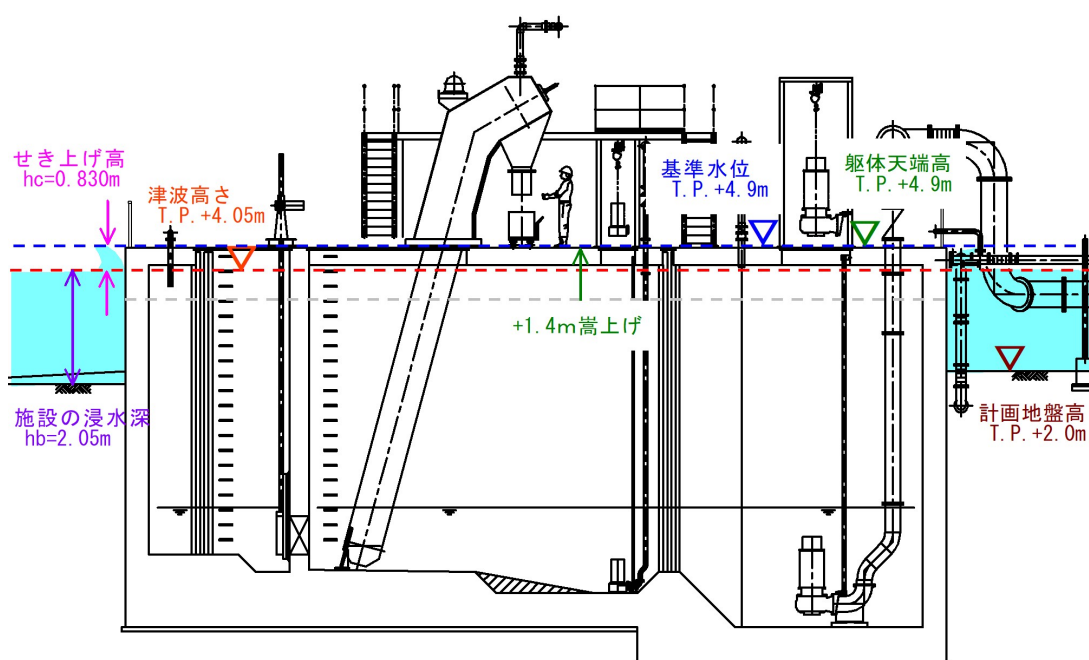


図-12 浸水対策後の施設と津波高さの関係図

4. おわりに

今回の施設は新設ということもあり、本施設の規模、津波高さでは、津波対策として施設の嵩上げが最適となった。

津波対策における津波高さは、対策の要否や対策内容等に影響する重要条件であり、「下水道施設の耐震対策指針と解説 -2014年版- 公益社団法人日本下水道協会」では、県知事の定めた想定津波浸水深を用いることとしているが、一様に決めた数値が検討対象施設に適切かどうか判断するのは難しい。また、津波シミュレーションを用いる場合も、検討する施設の規模、位置、周辺環境等を踏まえた十分な検討を重ね、適切な津波高さを設定することが重要と考える。

近年頻発する豪雨や台風による内水・外水問題でも、対策が急がれている。今回の耐津波設計の事例が、内水・外水の浸水対策の一事例として参考になれば幸いである。