

盛土式津波避難施設『命山』の設計手法の検討

静岡大学防災フェロー 正会員 ○瀬尾 直樹
静岡大学防災フェロー 正会員 金原 剛
静岡大学防災総合センター 正会員 原田 賢治

1. 目的

津波避難施設には、盛土式構造のものと鉄骨もしくはコンクリートによるタワー式構造のものが存在する。このうち、盛土式構造である『命山』についての袋井市における設計手法、特に盛土の設計手法および天端高設定方法について報告することを本検討の目的とする。

2. 袋井市『命山』の概要

袋井市は、静岡県西部の中東遠地域に位置し、東は掛川市、西は磐田市、北は森町に接し、南は太平洋に面している（図-1）。市域は、東西約 15km、南北約 17km にわたり、総面積約 109km²のうち可住地面積は約 85km²（総面積の 78%）を占め、沿岸部を中心に沖積平野が広がっている。人口は、平成 17 年 4 月の旧袋井市と磐田郡浅羽町との合併後増加し、平成 24 年 4 月現在約 87,000 人である（住民台帳による）。

袋井市湊地区の津波避難施設（命山）の建設地点は、遠州灘の海岸線より陸域側に約 1.3 km 離れた国道 150 号に隣接し、地盤標高は T.P.+2.8m、天端高 T.P.+10.0m となっている（図-2）。

津波発生時には近隣からの避難対象人数約 1,300 人を収容可能な盛土構造の津波避難施設とする計画である。

3. 盛土の設計手法

盛土の設計においては、道路土工指針や河川砂防技術基準に記載されている。これら基準における解釈は、材料入手や復旧の容易な土材料を用いることにより、万一、構造物が損壊した場合でも、それを修繕すればよいという考え方である。盛土構造の強度をそれほど上げずに修繕する方が、ライフサイクルタイム等を考慮した場合には経済性に優れているためと考えられる。

しかしながら、盛土構造の津波避難施設『命山』では、降雨や地震動による損壊が津波来襲前に発生した場合、市民の避難施設のために建設したものが、市民が避難できない施設になってしまう可能性があるため、施設の重要度をあげること、つまり構造物の強度を確保することが重要になる。

そこで、道路土工指針と河川砂防技術基準を対比させ、命山としての機能を確保するための設計条件を設定した（表-1）。

表-1 斜面の安定計算の設計手法の比較

		道路土工	河川砂防技術基準	津波避難施設
出典		(公社)日本道路協会	(社)日本河川協会	—
斜面の安定解析手法		円弧すべり	経験的手法を基本 (必要に応じて理論的設計手法により照査)	円弧すべり
円弧すべりの方法		修正Fellenius法	—	修正Fellenius法
解析条件	水位	①ボーリング・地盤の水位条件による最高水位	—	①ボーリング・地盤の水利条件による最高水位 ②盛土内が飽和状態 (豪雨時・津波による水位急低下時)
	地震時	—	一般的に考慮しない	設計震度を考慮
	安全率	常時 1.2	—	完成時 水位①、② 1.5 地震時 水位①、② 1.0 津波来襲時 水位①、② 1.0



図-1 津波避難施設位置

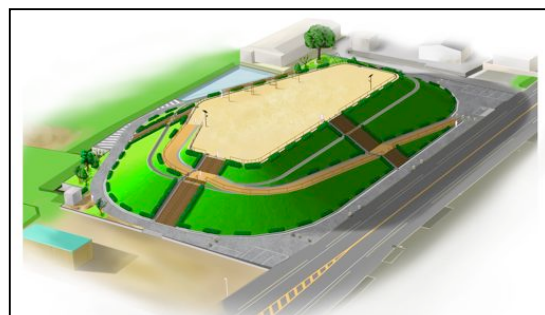


図-2 津波避難施設のイメージ

4. 盛土の天端高の設定

津波避難施設の天端高算定の考え方は、基準水位をもとに天端高を算定する方法が一般的であるが、基準水位のみで天端高を設定した場合には、東北地方太平洋沖地震における津波被害で見られたような家屋等の漂流物については考慮されないこととなる。

当該地点のように津波避難施設の海側に住宅地域が存在する場合には、家屋等が漂流物となって津波避難施設に來襲する可能性があるため、津波避難施設は、避難した住民等が漂流物に対する恐怖感を抱かずに安心・安全を認識できる高さを確保する必要がある。

そこで、家屋等の漂流物を考慮した津波避難施設の天端高算定フローを作成した（図-3）。

フローでは、基準水位のみならず、家屋等漂流物を考慮したものとした。なお、ここで、漂流物としては一般的な木造2階建て住宅（軒高6.0m＋屋根部2.0m＝全高8.0m）を想定した。また、漂流物に対する安全を確保するための天端高の必要条件は、

『瓦解して漂流物となった家屋等が津波避難施設に來襲した場合にもその影響の及ばない高さ』とした。

その結果、当該地点の津波避難施設（命山）の天端高は津波避難施設周囲の浸水深 1.0m（基準水位 T.P.+3.8m）とした場合、漂流物の倒壊による影響を与えない高さを確保し、避難者が安心・安全を認識できるように T.P.+10.0m とした（図-4）。

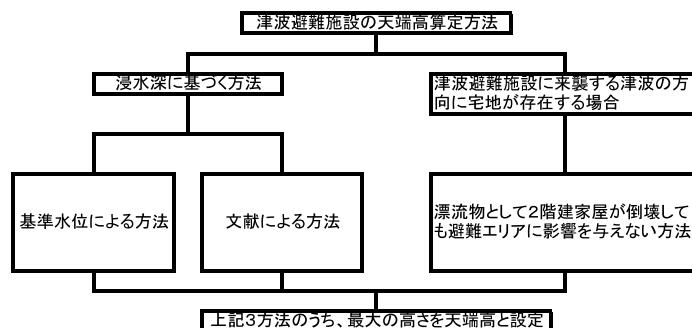


図-3 津波避難施設の天端高算定フロー

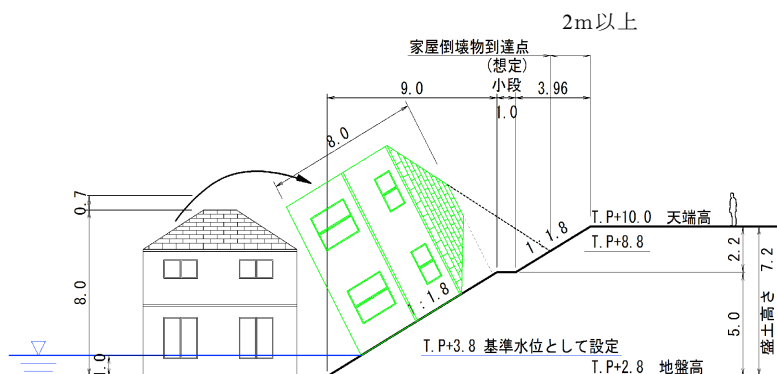


図-4 津波避難施設（命山）の天端高の検討断面

5. 考察

盛土構造の津波避難施設については、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震における甚大な津波被害の中でも盛土施設に避難した人々が一命をとりとめたことにより注目を集めたことによる。しかしながら、盛土構造の構造物についての設計手法は存在するが、津波避難施設の盛土構造の設計手法については存在しない。そこで、袋井市の盛土構造の津波避難施設の設計手法の検討結果を報告した。

盛土の斜面安定計算においては、一般的に用いられている円弧すべりの手法である、修正 Fellenius 法を用いた。2011 年 12 月 24 日に施行された「津波防災地域づくりに関する法律」における基本的事項の『何としても人命を守る』という考えを踏まえ、最大級の津波が来襲するまでの期間に、地震や降雨による盛土損壊しないよう、表-1 の様に水位条件および安全率を設定し、通常の盛土よりも十分な安全性を確保した。これにより、盛土施設が津波避難施設として一定の安全性を有していると言えることができる。

さらに、天端高の設定方法については、東北地方太平洋沖地震による津波災害で家屋が漂流物となっていたことを踏まえ、基準水位および漂流物を考慮した設定条件として、一般的な2階建木造家屋が漂流してきた場合でも十分に安全となる高さを設定した。既存の津波避難ビルを対象とした資料では、基準水位のみにより安全な高さを設定するが、本検討では盛土斜面への家屋等の漂着に対する安全性を考慮することで、周囲の家屋よりも天端高が高くなる設定とした。天端高の点からも、津波避難施設として一定の安全性が確保されることに配慮をしている。

今後の盛土構造の津波避難施設の設計の一助になれば幸甚である。

謝辞：本検討において、袋井市防災課から資料の提供を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表します。