

静岡県のある地域を例として選定津波避難施設の避難計画上および構造耐力上における安全性検討

正会員 〇田中 棕* 同 宇野 瑞穂**
同 大石 健介** 同 崔 琥***

津波避難ビル 津波避難タワー 転倒抵抗力
避難計画 構造耐力 対津波安全性

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震では津波により建築物に甚大な被害をもたらした。一方、建築物の耐津波性能に関する研究成果は鮮少なため、その後から津波避難ビルに関する構造設計ガイドライン¹⁾が整備されるとともに、各自治体では今後の津波被害に備えて、そのガイドラインに基づき既存建築物を津波避難施設に選定あるいは、新しい津波避難施設を建設が進められた。既存建築物を津波避難施設に選定する場合は、上記のガイドラインに沿って、該当建築物が想定する津波に避難計画上および構造耐力上での安全性を詳細に確認する必要がある。

そこで本研究では、選定された津波避難施設が上記ガイドラインにおける避難計画上および構造耐力上の安全性の確保、および災害時に対象施設が役割を果たせるかについて、静岡県内のある地域を対象に、現地調査および資料収集などを行い詳細に検討する。

2. 現行の津波ガイドライン¹⁾

現行の津波ガイドラインは、避難計画上および構造耐力上において安全性を確認することとなっている。津波は一定の速度を持つため、津波が建築物にあたると一定高さまで跳ね上がる現象が生じる。よって、現行のガイドラインでは式(1)および式(2)で避難計画上の要件を確認している。

津波安全階高さ $> \eta + ha$ (m) (1)

津波安全階 $\geq$ 整数切上 $((\eta + ha)/\text{階高}) + 1$ 階 (2)

ここで、 η は設計用浸水深 (m)、 ha は建築物への衝突による津波の水位上昇高さ (m)で、本研究では4mとした。

一方、構造耐力上の要件は想定地域の水深係数 a を考慮し、津波波圧・波力・せん断力を算定し、耐圧部材を設

計する。また、漂流物・洗堀・倒壊などを検討し、当該施設の構造耐力上の要件を総合的に評価する。しかし、本研究では、対象建築物の基礎形状等を把握することが難しいため、転倒抵抗力のみの検討を行った。

3. 選定津波施設の詳細調査

調査対象地域の選定津波避難施設数および公共・民間割合を図1に示す。調査対象地域では選定津波避難施設71施設ある。図1より公共施設・民間施設の割合はそれぞれ39.4%と60.6%であった。

4. 選定津波避難施設の階数

図2に選定津波避難施設の階数分布を示す。後述の図4より津波避難施設の想定津波深水深は最大で5mであり、式(2)より津波安全階は階高によっては4階以上となる。しかし、図2より対象地域は3階建てが多く占めているため、避難計画上安全ではない可能性がある。建築物の全高および階高の調査し、避難計画上の安全性を確認する必要がある。

5. 選定津波避難施設の避難面積

図3に選定津波避難施設の避難面積分布を示す。同図より、避難面積が1000㎡以下の建築物が80.3%と大半を占めており、収容人数が少ない避難施設が多いことがわかる。この結果から、津波発生時に避難人数が収容人数を上回る可能性があるため、人口分布から推察される津波発生時の施設への避難人数と収容人数を比較した結果を図4に示す。調査対象地域の規定では、津波到達時間を20分、避難開始時間を津波発生から5分後、避難時間を15分としている。また、歩行困難者の15分間の避難可能距離を500mと定めているため、避難人数を「施設を中心とした半径500mの人口」と定義した。人口は国土交通省の国土数値情報より引用した500mメッシュごとの人口が均等に

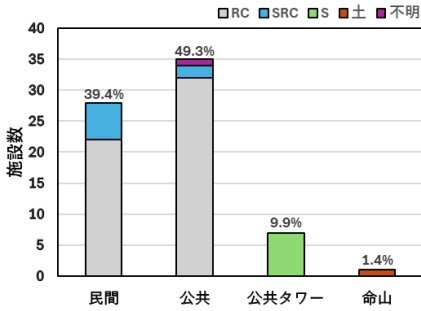


図1 避難施設および割合

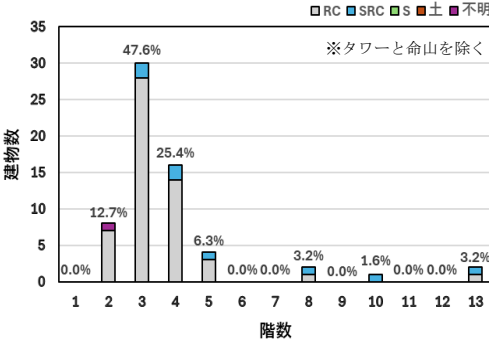


図2 避難施設の階数分布

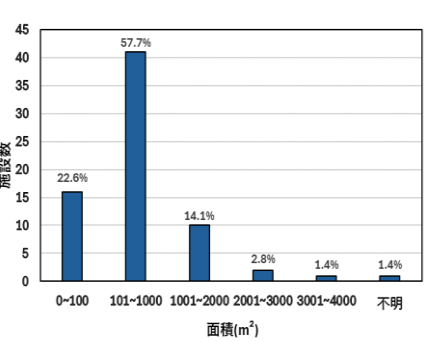


図3 避難施設の面積分布

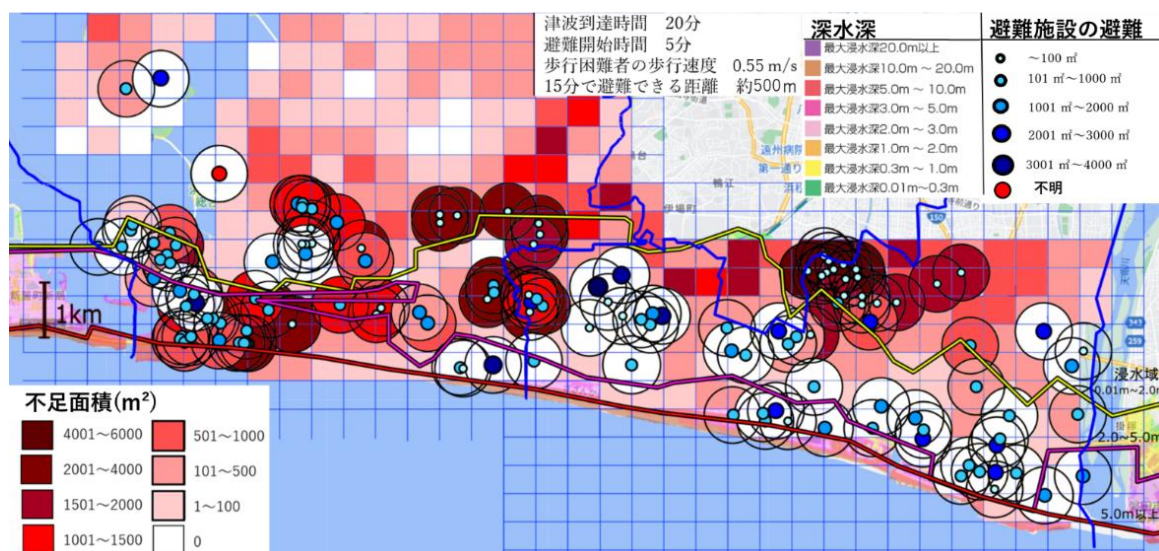


図4 ある地域の選定津波避難施設の不足面積分布

分布すると仮定し算出した。図4では各施設の避難人数に対して必要な面積と実際の避難面積を比較し、不足している面積を示した。浸水深が高い西側に津波避難施設が不足していることがわかった。

6. 選定津波避難施設の転倒抵抗力の検討²⁾

選定津波避難施設の転倒有無を検討した。建築物に作用する転倒モーメント tM と転倒抵抗力 oM_u の関係を図5に示す。転倒モーメント tM は、上部構造の開口率による低減した各層の波圧力による基礎位置でのモーメントで求めた。転倒抵抗力 oM_u は、建築物全体を一体とみなし、建築物重量と浸水深に応じた波圧方向の圧縮側基礎芯から重心までの距離に乗じて求める。対津波性能は、転倒モーメントに対する転倒抵抗力 oM_u/tM であり、1.0を下回る場合は転倒する危険性が高いとされる。転倒抵抗力は浮力を考慮した場合と考慮しない場合の両者について検討する。

$$\text{転倒モーメント} \quad tM = qz \cdot A_{c0} \cdot Z \cdot \gamma \quad (1)$$

$$\text{転倒抵抗力(浮力無)} \quad oM_u = W \cdot L/2 \quad (2)$$

$$\text{転倒抵抗力(浮力有)} \quad oM_u = (W - Q_z) \cdot L/2 \quad (3)$$

ここで、 qz : 検討用の津波進行方向の津波波圧、 A_{c0} : 受圧面積、 Q_z : 浮力、 Z : 当該部分の地盤面からの高さ、 γ : 開口

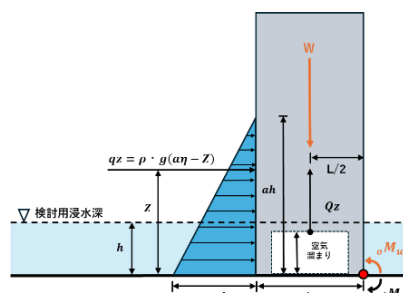


図5 津波波力と転倒の想定

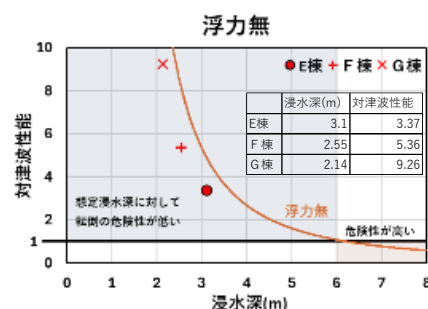
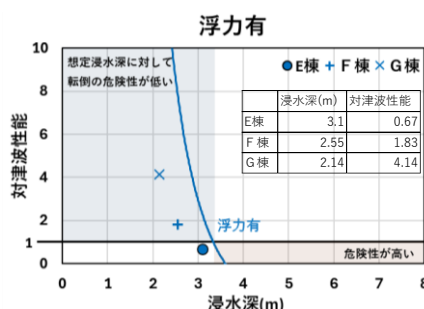


図6 3階建RC造建築物の転倒に対する対津波性能

* 静岡理科大学 学部生
** 静岡理科大学大学院 大学院生
*** 静岡理科大学 教授・博士(工学)

* Undergraduate Student, Shizuoka Institute of Science and Technology
** Graduate Student, Shizuoka Institute of Science and Technology
*** Professor, Shizuoka Institute of Science and Technology, Ph.D.