

1) 構造研究グループ

1) - 1 津波避難ビルの構造安全性及び避難安全性に関する基礎的

検討【基盤】

Basic research on structural safety and refuge safety of tsunami evacuation buildings

(研究期間 平成 23 年度)

構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	奥田泰雄 Yasuo Okuda 長谷川隆 Takashi Hasegawa 壁谷澤寿一 Takashi Hasegawa	福山 洋 Hiroshi Fukuyama 加藤博人 Hiroto Kato 谷 昌典 Masanori Tani	平出 務 Tsutomu Hirade 荒木康弘 Yasuhiro Araki
材料研究グループ Dept. of Building Materials and Components	中川貴文 Takafumi Nakagawa		
住宅・都市研究グループ Dept. of Environmental Engineering	石井儀光 Yoshimitsu Ishii		
防火研究グループ Dept. of Fire Engineering	萩原一郎 Ichiro Hagiwara		
国際地震工学センター International Institute of Seismology and Earthquake Engineering	斉藤大樹 Taiki Saito	石原 直 Tadashi Ishihara	

In this study, technical information on tsunami load on buildings in Japan and the other countries was gathered and tsunami load calculated by this information was compared with the situation of buildings damaged by tsunami in the East Japan great earthquake disaster. Based on these examination results, the considerable examination items to calculate tsunami load to act on buildings were arranged. In addition, the conventional guidelines were reviewed on target area, refuge safety floor, arrangement of tsunami evacuation buildings.

本研究では、国内外の津波荷重に関する技術基準の情報収集を行い、これらの文献から算定される津波荷重が東日本大震災における津波被災建築物の被害状況と整合しているか検討を行った。本検討結果を踏まえて、建築物に作用する津波荷重を算定するために考慮すべき検討項目の整理を行った。また、津波避難ビルの基本要件（対象地域、避難安全階の設定、津波避難ビル配置等）の考え方について、従来のガイドラインの見直しを行った。これらの検討成果を踏まえ、地域別に津波避難ビルの計画について整理した。

【研究目的】

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震では、最大浸水深が 10m を超えるような大津波が東北地方沿岸部の地域を襲い、死者・行方不明者 18,916 人、負傷者 6,027 人、住家の全壊 129,472 棟、半壊 255,977 棟（内閣府平成 24 年 4 月 17 日調べ、地震被害も含む）の甚大な被害をもたらした。この地域の一刻も早い復興や、その他の地域の津波対策のためには、構造安全性や避難安全性の観点から津波避難ビルに求められる要件を早急に整

理し、確立する必要がある。

一方、内閣府が津波避難ビル指定のために取り纏めた「津波避難ビル等に係るガイドライン」（平成 17 年 6 月）では、日本建築センターの「津波避難ビルの技術的検討調査 報告書」（平成 18 年 3 月）を参照することで津波に対する構造安全性の確認方法が規定されている。同報告書に示された津波避難ビルの構造設計法においては、設計用の津波荷重の算定式（設計用浸水深の 3 倍の高さ相当の静水圧を最大圧とする三角形分布の波圧を想定した津波波圧算定式等（図 1 参照））、受圧面の設計、構造骨組の設計、転倒及び滑動の検討等が規定されている。このうち設計用の津波荷重の算定式は、平成 16 年 12 月スマトラ島沖地震によるスリランカとタイの津波被害によって検証され、最大浸水深が約 5m 以下の場合にはその妥当性が確認されているが、5m を超えるような大きな浸水深の場合についての適用性については未検討である。また、内閣府ガイドラインには、津波避難ビル等の「位置的要件」や「利用・運営に係る留意点」などが規定されており、かつ、上記報告書においては、津

波避難ビルの建築計画及び避難計画についての考え方、要件、計画・設計手法等に関する技術的検討の結果が取りまとめられている。

そこで、本課題では、津波被害調査および津波避難ビル等への避難状況の調査を踏まえて、構造安全性に関する規定や、津波避難ビルの位置・避難スペースの高さ等の要件・避難活用の際の留意点等に関する規定について、妥当性の検証及び必要な見直しの項目・内容の検討を行うことを目的とした。

【研究内容と研究結果】

(1) 国内外の津波荷重や耐津波設計に関する技術基準等の情報収集

国内外の様々な技術基準(内閣府, ASCE, FEMA 等)において津波荷重の算定手法や考え方が示されている。これらについて情報収集し、各評価方法の違いについて比較検討を行った。

(2) 構造安全性に関する設計方法の検討

調査結果に基づき、調査建築物等について浸水深 η と水深係数 a との関係を纏めた(図 2)。水深係数の 0.7 ~ 1.0 に境界があり、浸水深が増大すると減少する傾向にあることが分かった。

日本建築センターの「津波避難ビルの技術的検討調査報告書」に基づく耐津波設計方法が、東日本大震災において各地で観測された 10m を超えるような大津波に対しても適用しうるか総合的な検討を行い、浸水深・流速・浮力・建築物の開口などが津波荷重に与える影響等について整理し、建築物の耐津波設計ガイドラインのための技術資料を取りまとめた。

日本建築センターの「津波避難ビルの技術的検討調査報告書」では、図 1 に示す水深係数 a を 3 とし、津波の波圧を設計用浸水深の 3 倍の静水圧が建築物の片側から掛かるものとする。津波波圧算定式を(1)式に示し、水深係数 a の模式図を図 3 に示す。

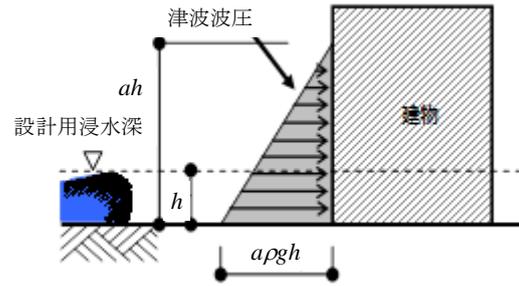
$$q_z = \rho g (ah - z) \quad (1)$$

ここに、 a : 水深係数、 h : 設計用浸水深(m)、 ρ : 水の単位体積質量(t/m^3)、 g : 重力加速度(m/s^2)である。

なお、構造計算を行うにあたり、構造躯体に被害がない建築物など、不足している建築物のデータを補完するための追加現地調査も実施した。

(3) 避難安全性に関する設計方法の検討

日本建築センターの「津波避難ビルの技術的検討調査報告書」に示されている津波避難ビルの建築計画及び避難計画についての考え方、要件、計画・設計手法等の適用可能性について総合的に検討し、避難安全性に関する設計方法のための技術資料を取りまとめた。



a : 水深係数、 h : 設計用浸水深(m)、 ρ : 水の単位体積質量(t/m^3)、 g : 重力加速度(m/s^2)

図 1 津波波圧の算定法

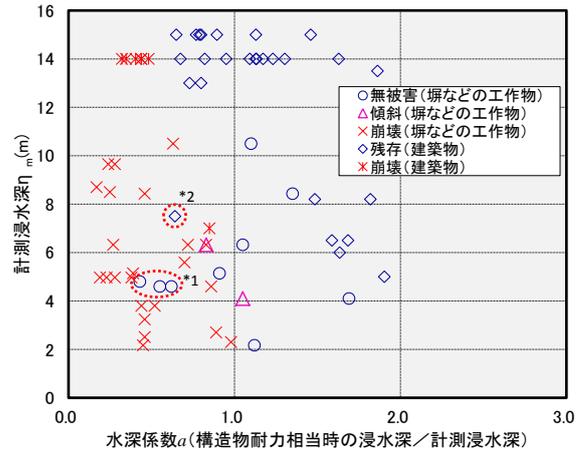
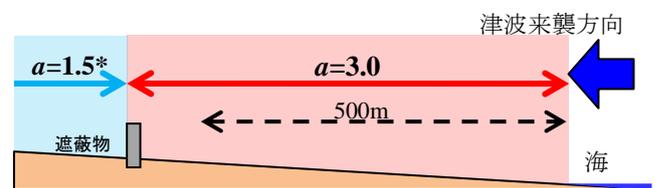
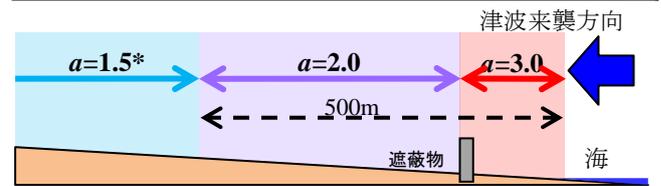
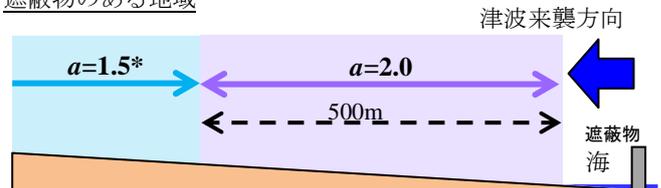
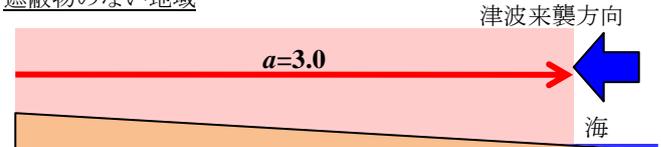


図 2 計測浸水深と被害程度の関係(遮蔽物による波力低減効果が期待できる場合)

遮蔽物のある地域



遮蔽物のない地域



* $a=1.5$ への低減は津波の流速増加がない地域を対象とする。

図 3 遮蔽物の有無、海岸等からの距離と水深係数 a