

# 免震建物の津波に対する影響に関する研究

D1-08154 田中 俊

## 第1章 はじめに

今回の東北地方太平洋沖地震の際、東北地方および関東地方の免震建物は地震動で起こる内外部の被害において、非免震建物より被害の内容はやはり軽微なものであったと考えられる。しかし、東北地方においては予想を上回る巨大な津波が襲い、広い範囲で影響が出てしまった。その津波の浸水域内に免震建物があったのではないかと思ひ、研究内容とした。

## 第2章 東北地方太平洋沖地震による免震建物の津波被害の概要

まず、日本地理学会の津波被害マップを基に浸水域を特定し、日本建築センターが発行しているビルディングレターの性能評価シートを参考に、その浸水域にあったとされる免震建物の特定をした。

それが下記の2件である。

### 2.1 A建築物、宮崎県仙台市宮城野区

上部構造と基礎の間に免震装置（積層ゴム）を設置した冷蔵庫

1996年竣工

高減衰積層ゴム ゴム径 850φ×20 基 800φ×4 基  
建築面積 5,527.45 m<sup>2</sup>内 1,581.54 m<sup>2</sup>が免震構造部分  
延べ面積 11,966.66 m<sup>2</sup>内 1,719.46 m<sup>2</sup>が免震構造部分  
基準階面積 1,443.61 m<sup>2</sup>（免震構造部分）  
最高部 29.90m

高減衰積層ゴム ゴム径 850φ×20 基 800φ×4 基  
東西方向を長辺とする 51.6m×31.7mの矩形である。

### 2.2 B建築物、宮崎県岩沼市下野郷字

一階と基礎の間に免震装置（鉛プラグ入り積層ゴム×すべり積層ゴム複合型免震装置）を設置した共同住宅

1996年頃竣工

鉛プラグ入り積層ゴム

ゴム径 1100φ×10 基 900φ×4 基

すべり積層ゴム複合型免震装置 ゴム径 400φ×4 基

建築面積 578.55 m<sup>2</sup> 延べ面積 7,218.74 m<sup>2</sup>

基準階面積 514.65 m<sup>2</sup> 最高部 45.650m

鉛プラグ入り積層ゴム ゴム径 1100φ×10 基 900φ×4 基

すべり積層ゴム複合型免震装置 ゴム径 400φ×4 基  
長辺が 39.6m、短辺が 12.5m

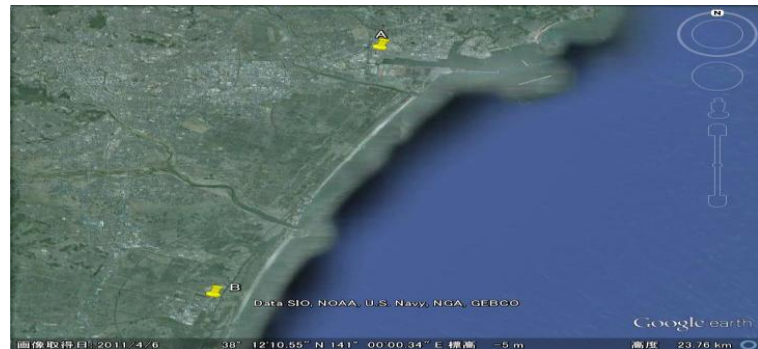


図1 津波被害にあった免震建物

次に現在調べられているAの建物についての被害の内容である。1)

A建築物については仙台塩釜港の沿岸部に建設されており、免震層が冠水する被害や、漂流物による外装材の脱落・破損などの被害を受けた。免震層内の目視調査の結果、積層ゴム支承に有害な傷や異常な局部的膨らみは見られなかったが、積層ゴム支承のフランジや取り付けボルトに錆がかなり発生していたようである。

浸水高さは周りの建物などの状況より地上約4mと考えられており、津波の方向性や、それによる衝撃力等の詳しい影響については、わからないようである。

この建物に設置されている野書き式変位計において、本震時の記録と思われる軌跡から、積層ゴムが東南方向に最大約21cm変形したことが確認できたようだ。

B建築物については、岩沼市周辺で10mのほどの津波が観測されており周辺地域の建物はかなりの被害を受けている場所である。

## 第3章 免震建物と波力

津波の波力は建物に下記の図のように三角形分布で荷重がかかる。

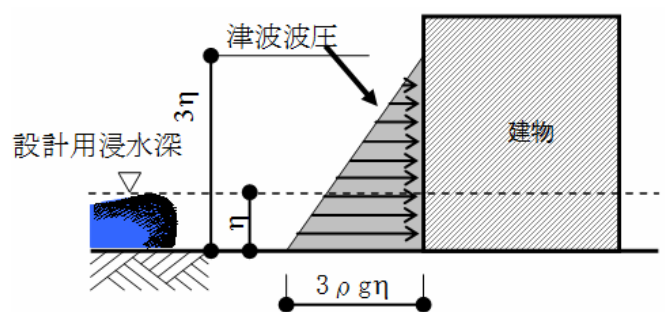


図2 津波荷重の概要

それに伴い以下の波力の式が用いられる。

$$Q = \frac{1}{2} \rho g B \{ (6hz_2 - z_2^2) - (6hz_1 - z_1^2) \} \quad 2)$$

$\rho$  : 水の単位体積質量

$Q$  : 構造設計用の進行方向の津波の波力

$h$  : 設計用浸水深

$z_1$  : 受圧面の最小高さ ( $0 \leq z_1 \leq z_2$ )

$z_2$  : 受圧面の最高高さ ( $z_1 \leq z_2 \leq 3h$ )

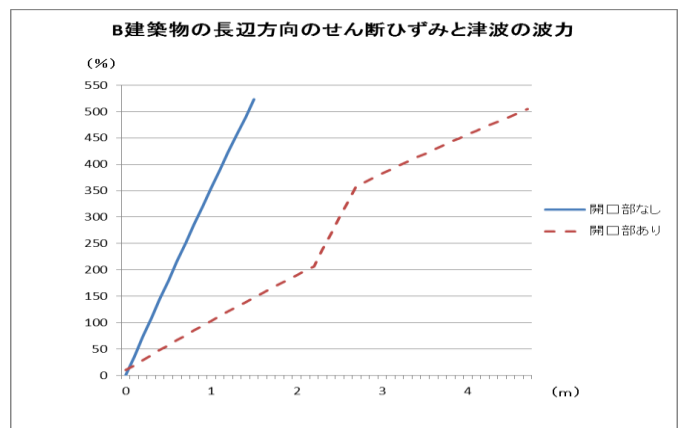
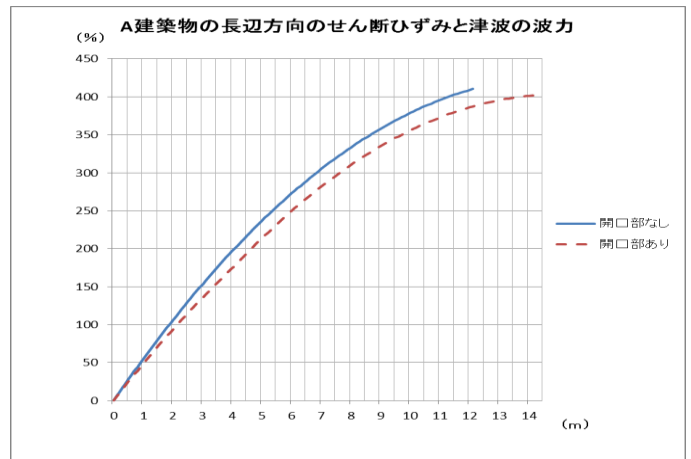
今回、設計用浸水深を 5m と仮定し、長辺方向に津波が到来した場合を想定して計算する。

A 建築物は高減衰ゴムをしようしており、高減衰積層ゴムの引張限界性能はせん断ひずみ 400% 程度 3) となっており、それを超えると破断する可能性がある。

これらを基にまず開口部がないものとして考えた場合、せん断ひずみが 400% を超える津波は 11.3m となり、今回の津波が約 4m 程度であるため問題のないものであると考えられる。実際には横 6m 縦 4m ほどの漂流物などによる穴が外装にあるためそれを考慮して計算すると 13.8m でせん断ひずみが 400% を超える値となる。津波で開いた穴によって 2.5m 程度高い津波でも持ちこたえることが可能になる。

B 建築物は鉛プラグ入り積層ゴムを使用しており、鉛積層ゴムの引張限界性能はせん断ひずみ 300~500% 程度 3) となっている。これらを基にまず開口部がないものとして考えた場合、せん断ひずみが 500% を超える津波は約 1.5m となっている。窓とうの開口部が完全に開いているという状態に設定すると約 4.8m の津波で破断する可能性が高くなる結果となった。B 建築物は集合住宅で開口部が A 建築物より当然のように大きく、そのため開口部が開くとなるとグラフに大きな変化がみられる。A 建築物と B 建築物がここまで違いが出たのは積層ゴムの数が大きく影響していると思われる。引張限界性能からみれば数が多ければ高くなるということが分かる。また、B 建築物においては、岩沼市周辺で 10m ほどの津波が観測されている地域もあるためこの建物にかかる津波の波力は積層ゴムの引張限界性能を超えるものとなっている可能性が高い。

今回計算するにあたって水の単位体積質量を 1 としているが、気温や水温によって変化があり、ましてや津波で汚泥や漂流物などを含んでいるために実際の数値は若干上昇するのではないかとと思われる。



#### 第 4 章 まとめ

東北地方太平洋地震で大きく分ったことは、今まで津波で倒壊することのないと思われてきた RC 造の建物が基礎から浮力によってひっくり返されるということが起きた。これは地盤が液状化の影響を受けた場合、もしくは基礎の部分が弱かったのではないかとみられる。

これは免震建物も例外ではなく、今回被害にあった建物は倉庫や集合住宅などある程度の高さを持った建物であった津波の浮力に耐えられたのかもしれないが、実際には戸建て住宅にも用いられているため、免震装置を持った戸建て住宅が津波の被害を受けた際に集合住宅などの建物より確実に倒壊すると思われる。

今回、課題として残ったのが浮力と津波の波力がかかった場合のモーメントについて免震建物がどのような挙動を示すのか。その場合は建物内部に浸水がないものとして考えることになると思われる。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所 平成 23 年東北地方太平洋沖地震による建築物被害第 1 次調査 宮城県・山形県における免震建物の状況より
- 2) 内閣府 避難ビルガイドラインより
- 3) 日本免震構造協会編：免震構造入門、オーム社