

# 第135号

NPO法人建築Gメンの会  
〒142-0052  
東京都品川区東中延1-4-17-202  
発行責任者：理事長大川照夫  
TEL 03-6426-1350  
FAX 03-6426-1351  
E-Mail jimukyoku@kenchiku-gmen.or.jp  
Homepage URL  
<http://www.kenchiku-gmen.or.jp/>



- 構造コラム
- 「建築物の津波被害に関する実態と検証」……1
- 建築Gメン活動報告
- 「横濱タウン新聞の記事」……4

## ◆構造コラム◆

「建築物の津波被害に関する実態と検証」

文責 常任理事 原田 久義  
(構造設計一級建築士 建築Gメン)

2011年東日本大震災による

津波被害は未曾有のものであり、多くの尊い人命が失われ、いくつもの街が破壊された。現在、被災地の一刻も早い復興に向け、さまざまな観点からの検討が行われている。

従来、津波来襲時には高台への避難が大原則であるが、避難できる高台が近くに無い場合には、津波避難ビルが高台避難の代替として人命を守る。このように、津波避難ビルには高台に匹敵する十分な構造および避難に関する安全性が求められる。

ここで紹介する内容は2011年度建築基準整備促進事業40番「津波危険地域における建築基準等の設備に資する検討」において、内閣府から2005年に示された「津波避難ビル等に係るガイドライン」の構造設計法等について、東

日本大震災の津波被害を踏まえ妥当性の検証および見直しの必要な項目・内容の検討を行ったもので、東京大学生産技術研究所と建築研究所の共同研究として実施されたものである。今回はこの中の、建築物の津波被害を紹介する。

◎東日本大震災における建築物の津波被害

建築研究所および国土技術政策総合研究所では、津波による建築物の被災状況に関する現地調査を実施した。RC造およびS造に共通してみられた被害形態としては、倒壊、転倒、移動、漂流物の衝突、洗掘が挙げられる。

### 1. 鉄筋コンクリート造建築物

津波によるRC造建築物の被害形態は以下のように分類される。

#### ① 倒壊

津波荷重によりRC造建築物が倒壊した事例。2階建てで柱梁フレーム構造の建築物が、梁間方向に津波被害を受けて完全に倒壊した。1階柱脚が曲げ破壊していることから、津波により1階に作用したせん断力が1階の保有水平耐力を大きく上回ったものと考えられる。なお、本建築物の柱の主筋は丸鋼であり、新耐震基準以前の旧基準により設計されたものと推測される。

断力が1階の保有水平耐力を大きく上回ったものと考えられる。なお、本建築物の柱の主筋は丸鋼であり、新耐震基準以前の旧基準により設計されたものと推測される。

#### ② 1階の層崩壊

建築物の1階の柱が柱頭・柱脚で曲げ破壊し、層崩壊した事例。2階建てで柱梁フレーム構造の建築物で、1階は比較的壁が少なく2階はコンクリートブロックの壁が多く設けられている所謂ピロティ架構で、構造的には1階の強度や剛性が低く、2階の開口が小さいため、2階部分で大きな津波波圧を受け、1階に作用するせん断力が1階の保有水平耐力を上回り倒壊したものと考えられる。



2階建て建築物の層崩壊



建物内部の水の汚れの痕跡

### ③ 転倒・移動・流失

建築物が転倒した事例。転倒した建築物においては、何れも最大浸水深が建築物の高さを上回っている。転倒した建築物は直接基礎のもののみならず、杭基礎のもので杭が引き抜かれている建物もあった。転倒した建築物は比較的開口が少ないものが多く、同程度の規模の建築物でも開口が大きい場合は転倒が生じていないことから、外壁面に大きな外力を受けたと考えられる。なお、最大浸水深が建築物の高さよりも高い2階建て建築物の内部において、2階の開口上端の高さまで津波の水の汚れの痕跡があり、それにより上の天井までの部分は空気が溜まっていたと見られる事例があった。

た。従って、各階の開口の上端から天井までの長さが長い建築物ほど大きな浮力が働き、転倒が生じやすくなると思われる。転倒は、建築物の自重に浮力を考慮した転倒耐力よりも津波の波圧による転倒モーメントの方が大きい場合に生じると考えられるが、浮力が自重よりも大きくなるような場合には、わずかな水平力でも転倒の可能性がある。転倒した建築物ではほとんどの建築物で原位置からの移動を伴っており、大きな浮力が働いていたと推測される。また、開口の少ない冷凍倉庫では、2 m程度のコンクリートブロック塀を壊さずに乗り越えて転倒しており、大きな浮力が作用したことが分かる。一方で、建築物が流失してしまい移動先が分からなくなった事例があった。この場合は、防潮堤のそばであり、浮力に加えて防潮堤を乗り越えた津波による非常に大きな水平力が作用したものである。

#### ④ 洗掘による傾斜

津波が作用した際に、建築物の隅角部に強い水流が作用し、洗掘による大きな穴が開けられた事例。直接

基礎を有する低層建築物では、洗掘による穴に建築物が倒れ込み傾斜したものや、洗掘に加えて浮力と大きな津波波圧を受け数十メートル流されたものも確認された。

#### ⑤ 壁の面外破壊(開口部の破壊)

建築物の津波の作用面の開口よりも、反対側の水流が抜ける側の開口が小さい場合、小さい開口に水流が一気に集中し、その周辺のRC造非構造壁に大きな圧力を作用させ、コンクリートにひび割れが生じて壁が外側に大きくはらみ、壁端部のシングル配筋の壁筋の破断が見られた。

建築物に作用する津波波力は、津波の作用面となる建築物の面の開口が大きい程低減されると考えられるが、作用面だけでなく水流の出る口となる側の開口の大きさも影響を及ぼすと思われる。

#### ⑥ 漂流物の衝突

流木、自動車、コンテナ、船舶、倒壊した建築物の一部など、さまざまな漂流物が建築物に衝突し、天井、窓ガラス、ベランダの手すりなどの脱落を引き起こした建築物が多数見られた。

## 2. 鉄骨造建築物

津波波圧を受けたS造建築物は、早期に外装材が流され津波の大きな波圧を受けなかったために残存したと考えられる一方で、崩壊、転倒、移動、流出したものは、外装材が流される以前に大きな波圧を受けたものと推測される。

津波による鉄骨造建築物の被害の形態は、以下7項目に分類される。

#### ① 露出型柱脚の破壊による移動・流失

S造の露出型柱脚部においてアンカーボルト、ベースプレート、もしくは柱とベースプレートとの溶接部の破断により、建築物が移動・流失する被害が見られた。敷地には基礎と柱脚部の一部が残されているが、建築物自体は敷地外へ移動して行方が分からないような状態のものが多い。

#### ② 柱頭接合部の破壊による移動・流失

1階(または2階)の柱頭接合部での破壊により建築物が移動・流失したものが見られた。根巻き式や埋め込み式柱脚などで柱脚部の耐力が大きい場合にはこのタイプの破

壊になると考えられる。敷地には基礎と1階(または2階まで)の複数の柱が残されており、建築物の行方を示すかのように同じ方向へとなびいている。下フランジが取り付くダイアフラムと1階柱との溶接部で破壊することで柱の断面が露わになっていたものが多いが、2階床レベルの梁であるH形鋼のフランジが引き裂かれていたものもあった。

③ 転倒

S造建築物の転倒被害には、(a)基礎が一体のまま生じた建築物全体の転倒と、(b)1階の部分的な崩壊を伴う転倒が見られた。

(a)は一例のみであったが、杭基礎が引き抜け転倒した事例が見られたが当該建築物では、外装材のALC板はほとんどが残存している。上階の床スラブと開口部の上端との距離は80cm程度であった。建築物全体が津波に飲み込まれて浸水した状態を想定し、床スラブ下の空間に空気が溜まっていたとすれば、当たりの重量が0.8tf程度の鉄骨造では浮力によって上部構造の重量がほぼキャンセルされるこ

とになるため、基礎の重量と杭の抵抗は残るものの、転倒しやすい状態になっていたものと想像される。

(b)としては、1階柱脚部の引き抜け及び1階柱の座屈によって大きく傾斜し転倒したと考えられる。



3階建てS造の1階柱脚部の引き抜けおよび1階柱の座屈による転倒

④ 崩壊

構造躯体が崩壊した被害例としては、(a)1階の層崩壊、(b)部分的な崩壊があった。(a)としては2階建て鉄骨造の1階部分が層崩壊したと考えられるものが、(b)としては沿岸にある倉庫で、部分的に崩壊しているものが見られた。

⑤ 大きな残留変形

構造躯体のみが残存するS造建築物では、若干の傾斜が確認されるものも多い。特に山形ラーメン架構

では大きな残留変形を生じながらも倒壊には至らなかった例が比較的多く見られた。

⑥ 全面的な内外装材の破壊・流失 ALC板等の外装材がほぼ全面的に破壊され流失しているが、構造躯体としてのS造骨組は残存している例が多く見られた。津波来襲時に早期に外装材が流失することで、構造躯体に作用する外力が小さくなったことが残存の要因としてあげられる。残存している構造躯体には若干の傾斜や津波作用面での部材の変形、漂流物の衝突によると思われる局所的な損傷等も見られた。



残存するS造建築物

⑦ 開口部回りの損傷・破壊

建築物の内部に津波が侵入し、作面側と反対側の開口部や妻面が水流の流出口となったために大き

く損傷・破壊したと考えられる被害例が見られた。

⑧ 波圧や漂流物の衝突による構造躯体および非構造部材の局所的な変形

津波の波圧や漂流物の衝突によって考えられる柱等の構造躯体および非構造部材の大きな変形が見られた。

※引用BRI H23講習会テキスト

このように、津波の建築物への被害は建築物の構造種別は元より配置、平面計画、立面計画、構成材料等と様々な要因があることがわかってきました。したがって、津波被害対象地域では、構造設計者だけでなく、意匠設計者もこれらの要因を踏まえた上で建築計画を行うことが必要になってきていると考えさせられます。また、この検証や分析を元に、行政や自治体も津波非難ビルを指定し、ハザードマップやビルに表示シールを貼る等対策も行われています。津波の危険のある地域では地区計画や条例などでも検証結果等を反映させ、町づくりをしていくことが大切ではないでしょうか。

◆建築Gメン活動報告◆

～田岡照良副理事長への

取材記事を紹介～

横濱タウン新聞の記事

ここでは、建築Gメン、田岡照良副理事長が横濱タウン新聞から取材を受けた記事を紹介いたします。

■家は「買う」ものでなく「造る」もの

家はその家族の生活を守り、どこよりも安心して過ごせる場所であればなりません。新築の家を建てる時はもちろん、マンションの購入、リフォームや塗装、家具にいたるまで信頼おけるものに囲まれて暮らしたいものです。

「欠陥建築」を無くし、「欠陥建築」で悩む人を救い、「欠陥建築」を造らせない活動している「NPO建築Gメンの会」で活動する田岡照良さんにお話を伺いました。「欠陥住宅や欠陥物件に関する相談は、2005年のマンションの耐震性構造計算書を偽造した耐震偽装問題事件が起きた時に急増しました。行政の建築監査の機能や権限を強化するこ

とが大切だと思いますが、建築士を含めた業界が「国民の生命、健康及び財産の保護」を図るといふ大原則を忘れてはいけないと思います。

そして、欠陥建築をつかまないようにするポイントは戸建てでもマンション購入でも、リフォームでも、現場をトータルに監理でき、信頼のおける建築士を選ぶことをお勧めします。見た目や価格のみで提案してくる人ではなく、「どんな家に住みたいか、どんな生活をしたいか」を

きちんと聞いてくれる人、そして、素人でもわかりやすく説明をしてくれる建築士が理想です。リフォームや塗装などでも同じように、見た目と価格だけで提案してくる業者が

いますが、その家の軸組や下地、壁の中身がどうなっているのか知らずにはリフォームできません。実際には床が水漏れしていて、腐食していたのに気がつかず、リフォームを始めてから発覚した件もありました。値段が安いから、というだけで決めるのはとても危険です。

建築士を選ぶ際はじっくりと話し、フィーリングのあった建築士を選ぶこと。そして、何案か提案を出

してみる事です。その場ですぐに判断して対応ができれば、技術的にも信用できるのではないのでしょうか。家に関わることは、家族の安全を守ることに、そして大きな金額が動きま

す。何人かの建築士と会って考え、手間を惜しまないようにして下さい。家は、営業マンからだただ「買う」ものではなく、「造る」ものなので

～編集後記～

今年上半期に一度、建築Gメンとして第3者検査の依頼を受け、先月業務が終了しました。Gメンの認証を受け、何度か第3者検査を行なってきました。今回もそうでしたが、

第3者検査依頼を受けたタイミングが地盤改良工事終了後や基礎工事途中の時期であるケースが多く、地盤改良工事や基礎工事が施工結果報告書や工事写真での検査にな

ってしまいます。何故か、販売業者や請負業者は契約以前には施主の希望を多く受け入れ、対応も良かったはずなのに、契約が完了した後、実施設計や工事着手時期になると施工会社の営業・設計担

当者・現場担当者などの対応等に不信感を抱き始め、建築主も自分の側に立って工事を見てくれる専門家が必要だと考えるようになると思われま。計画当初から第3者検査の依頼を前提に建築計画をする方は殆んどいないように思います。

本来、建築行為は設計・施工・工事監理に分類され、それぞれの担当者が責任をもって業務を遂行して建物が完成していくことが望ましいと考えます。確認申請書の記入欄もそれぞれ個別に独立して記載するようになっています。この設計者・工事監理者・施工者の3者が

金銭面において利益を共有する関係にあることが欠陥建築を生み出す一つの要因になっているように思えてなりません。第3者検査で幾度も工事現場に行き、現場担当者

と話をしますが、その中に確認申請書に記載されている設計者や工事監理者という言葉が全くでてきません。現場で姿を見たことも一度もありません。この人達の姿が工事現場

で幾度も見られるようになるまでは、第3者検査が必要なのかもしれません。(H・K)