

# 東日本大震災による津波浸水域における建築物の被害

加藤 博人 石原 直 田尻 清太郎 荒木 康弘 壁谷澤 寿一

## I はじめに

独立行政法人建築研究所と国土交通省 国土技術政策総合研究所は地震発生後約3週間が経過した3月30日から津波による建築物の被害調査を開始した<sup>1)</sup>。本調査は総勢27名の津波被害調査班を構成し、津波による建築物被害の全体像を把握することを目的として、3回に及ぶ現地初動調査を行い、合計で約80棟の建築物や工作物等の調査を実施した。本稿では収集した津波による建築物の被害事例に基づき、構造種別毎の被害形態を分類した結果について示す。

## II 鉄筋コンクリート造建築物の被害 被害形態は図1参照

### (1) 層崩壊

1階の柱が柱頭・柱脚で曲げ破壊し、層崩壊した事例が平屋および2階建ての建築物で確認された。これらの建築物はラーメン構造であるが、柱間にはコンクリートブロックの壁が多く設けられている。なお、津波の作用方向に耐力壁を有する建築物および3階建て以上の建築物では1階の層崩壊は確認されていない。

### (2) 部分的な崩壊

柱および外壁を鉄筋コンクリート(RC)造、屋根を鉄骨(S)造とする議会場などの大空間構造物において、S造の屋根が脱落し、片持ち形式となった最上階のRC造の柱や壁などが外側に崩落する被害が見られた。

### (3) 転倒

建築物の転倒の被害が、4階建て以下の建築物において見られた。転倒した建築物においては、いずれも最大浸水深が建築物の高さを上回っている。転倒建築物は直接基礎のものが多いが、中には杭基礎のもので杭が引き抜かれているものも見られた。また、同程度の規模の建築物でも、比較的開口が少ないものに転倒例が多く見られたことから、外壁の開口の大きさが転倒に大きく影響したと考えられる。

### (4) 壁の面外破壊

津波作用方向に直交する壁面に大きな波圧が作用し、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む被害が見られた。中には壁筋が破断する事例も見られた。被害事例の多くはシングル配筋の非構造壁であった。

### (5) 洗掘による傾斜

津波が作用した際に、建築物の隅角部に下向きの水流が作用し、周辺地盤に大きな穴が開けられた跡が多く見られた(洗掘)。直接基礎の低層建築物では、洗掘による穴に建築物が倒れ込み傾斜したのが見られたが、杭基礎の建築物では杭頭が露出するものの建築物の傾斜は確認されなかった。

### (6) 漂流物の衝突

漂流物の衝突による被害は、窓や天井材など非構造部材の脱落を引き起こしたものがほとんどだった。躯体への明確な被害は多くはなかったが、集合住宅の連層耐震壁において衝突により生じたと思われる開口が確認されている。



(図1) 鉄筋コンクリート造建築物の被害

## III 鉄骨造建築物の被害 被害形態は図2参照

### (1) 移動・流失

露出型柱脚や1階(又は2階)の柱頭接合部の破壊により、建築物が移動・流失した被害例が見られた。

### (2) 転倒・崩壊

基礎が一体のまま建築物全体の転倒を生じた被害例や、2階建ての1階部分が層崩壊した被害例などが見られた。

### (3) 内外装材の流失等と骨組の残存

内外装材は破壊され流失し、2次部材にも損傷が見られるが、構造躯体である柱梁等の骨組は残存している例が比較的多く見られた。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挙げられる。残存骨組の中には、大きな残留変形が見られるもの、水流の出口となったために開口部回りが大きく損傷・破壊されたもの、漂流物の衝突によって柱等に大きな変形が生じたもの、などがあった。



(図2) 鉄骨造建築物の被害

#### IV 木造建築物の被害 被害形態は図3参照

##### (1) 浸水深が約4mを超える場合

浸水深が4mを超える地域でほとんどの木造住宅が流失していた。被害形態としては、基礎と土台のみを残し上部構造が流失する例や、土台も流失し基礎のみ残る例等が多数確認された。さらに、基礎ごと流失した例も確認された。

##### (2) 浸水深が約2m～4m程度である場合

浸水深が約2m～4mの範囲の地域では多くの木造住宅が流失していたが、一部の木造建築物で残存する事例が確認された。以下にその特徴をまとめる。

##### 1) 波力を軽減しうる建築物が津波作用方向上流にある場合

津波波力を軽減する残存建築物が大規模な建築物である場合、その後方に建つ木造建築物では構造仕様に関係なく残存する事例が確認された。一方、小規模な建築物が残存した場合、その下流に建つ木造建築物では構造仕様が優れたものが残存する傾向が見られた。

##### 2) 波力を軽減しうる建築物が津波作用方向上流にない場合

津波波力を軽減する建築物がない場合、構造用仕様が優れていて、かつ津波の作用方向に対し平面全体を通して開口が多い場合、または津波の作用方向に面する建築物の隅部の柱および外壁面を流失して残存する事例が確認された。

また、1階をRC造等とした立面混構造建築物では、残存している事例が複数確認された。この場合の1階のRC造は、ラーメン構造によるピロティ形式や津波の作用方向に対し開口を有する壁式構造などが確認された。

##### (3) 浸水深が約2m程度以下の場合

浸水深が約2m程度までの地域では、ほとんどの木造住宅が残存していた。



(図3) 木造建築物の被害

#### V おわりに

本稿では、調査を行った建築物について、構造種別ごとに被害形態を分類し、被害発生の要因について考察した。今後、本調査結果を踏まえた上で、津波に対する建築物の抵抗機構について模型実験や数値シミュレーションによる検討を行い、被害発生のメカニズムの解明を進めることとしている。

#### 参考文献

- 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(2011年) 東北地方太平洋沖地震 調査研究(速報)，国土技術政策総合研究所資料 No. 636/建築研究資料 No. 132，2011.5