

東日本大震災における木造建築物の被害調査報告

(財)日本住宅・木材技術センター
試験研究所長 岡田 恒

1

調査目的

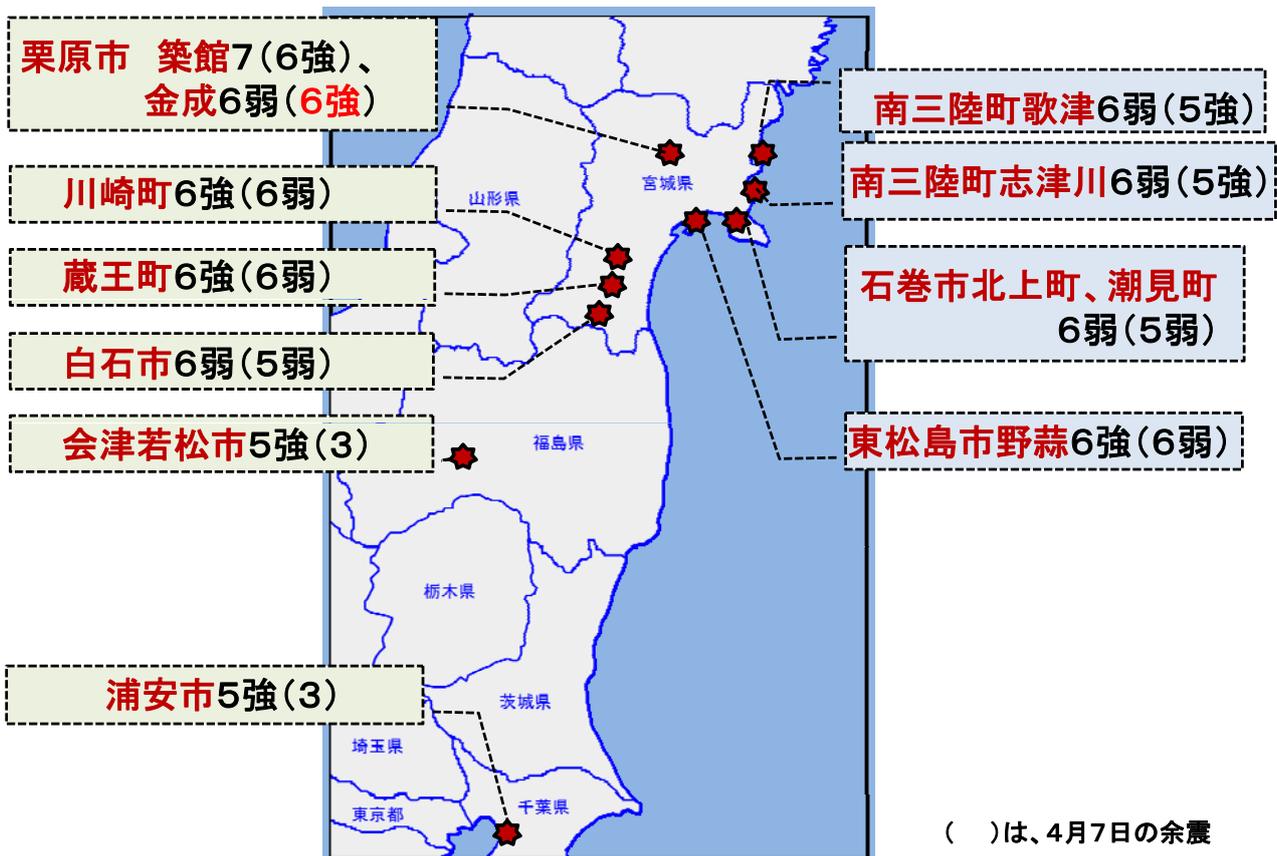
- 津波被害
 - 木造建築物の被害状況の把握
 - RC造、S造の被害状況との対比
 - 軽微な被害で留まったものの分析
 - 木造・公共建築物等への対応
- 震動被害
 - 木造建築物の被害状況の把握
- 液状化被害
 - 被害状況の把握

2

調査日程

- 4月 7日 浦安市 周辺
- 4月 24日 東京出発
- 25日 石巻市 北上町十三浜、北上総合支所及びその周辺
潮見町、製材工場及びその周辺
- 26日 南三陸町 歌津公民館その周辺
栗原市 旧金成小学校及びその周辺
旧有壁本陣
- 27日 川崎町 周辺
蔵王町 周辺
白石市 周辺
会津若松市 周辺

3



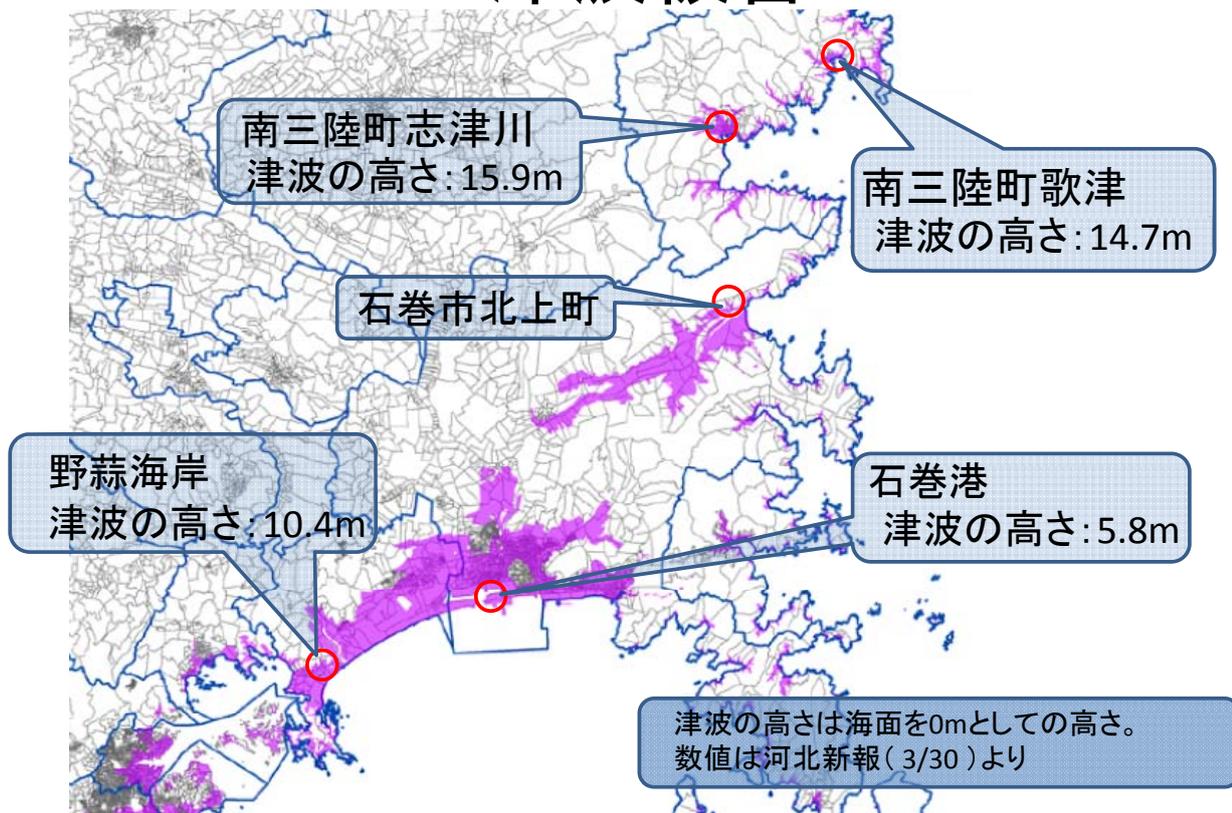
4

調査結果概要(津波被害)

- 津波被害について、
 - 木造住宅では、基礎、土台を残すのみという壊滅的な被害を受けていた。
 - RC造、S造でも、低層建築物では、倒壊は免れているものの、全壊と見做さざるをえない、手ひどい被害を外壁、開口部に受けていた。
 - 木造建築物でも、大断面集成材の建物では、手ひどい被害を受けながらも倒壊を免れているものがあった。
- 津波波力
 - 津波波圧到達高さ2.6m程度で、木造住宅の設計用風圧力と同程度、3m程度で2.2倍程度と推定された。
 - 大断面木造では、外壁を破られることで、津波波力を受け難い形状となり、倒壊を免れたと推定された。

5

津波被害



6

石巻市北上町総合支所周辺



土台、基礎の一部を残すのみ



ホールダウン金物

7

石巻市北上町総合支所周辺



ホールダウン金物



床組の一部を残す住宅

8

石巻市北上町総合支所周辺



基礎の一部が破壊

9

北上総合支所

右側:RC柱、集成材梁
左側:大断面集成材構造



大断面集成材構造、外壁は破壊

10

近隣のRC造



吉浜小学校; 躯体は残っているが、開口部は破られている
1、2階の手すりフェンスは脱落、3階も何か所かを除き、脱落。

11

石巻市潮見町



製材工場、製品倉庫; 1階の外壁が破壊されている

12

石巻市潮見町



S造：製材工場に隣接する製紙工場、外壁が破られている

13

石巻市潮見町



ちぎれたほぞ

製材工場本社社屋；土台から上が流されている

14

東松島市野蒜



なぎ倒された防風林、街路灯

15

南三陸町志津川



海側の外壁

3階建てRC造；開口部が破られ、室内は壊滅状態

16

南三陸町志津川



2階建てS造;骨組を残すのみ

17

南三陸町歌津公民館



大断面集成材;1階開口、外壁が破られている
1階天井、2階屋根も破られている

18

南三陸町歌津公民館



海側から、 背後は高台、伊里前小学校

19

高台の伊里前小学校校庭



高台の際のフェンス、照明塔のガードフェンスは海側に傾斜

20

南三陸町



南三陸町の全容;木造住宅は土台、基礎の一部を残してほとんどが流されている、鉄骨造の低層建物も骨組を残すのみ

21

津波波力の推定

• 津波波圧算定式

$$qz = \rho g(3h - z)$$

qz : 構造設計用の進行方向の津波波圧(kN/m²)

ρ : 水の単位体積質量(t/m³)=1.0

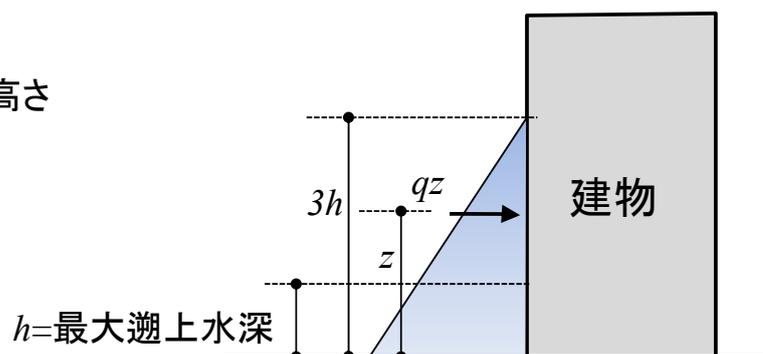
g : 重力加速度(m/s²)=9.8

h : 最大遡上水深(m)

z : 当該部分の地盤面からの高さ

$$(0 \leq z \leq 3h)$$

ここでは、
津波波圧到達高さ=3h
を、痕跡がある場合は
痕跡高さとして適用



22

検討建物

● 石巻市北上総合支所

建物概要:

- 地上2階建て大断面集成材の筋かい付きラーメン構造
- 接合部は金物接合
- 最高高さ約11m
- 梁間方向約13m
× 桁行方向約40m

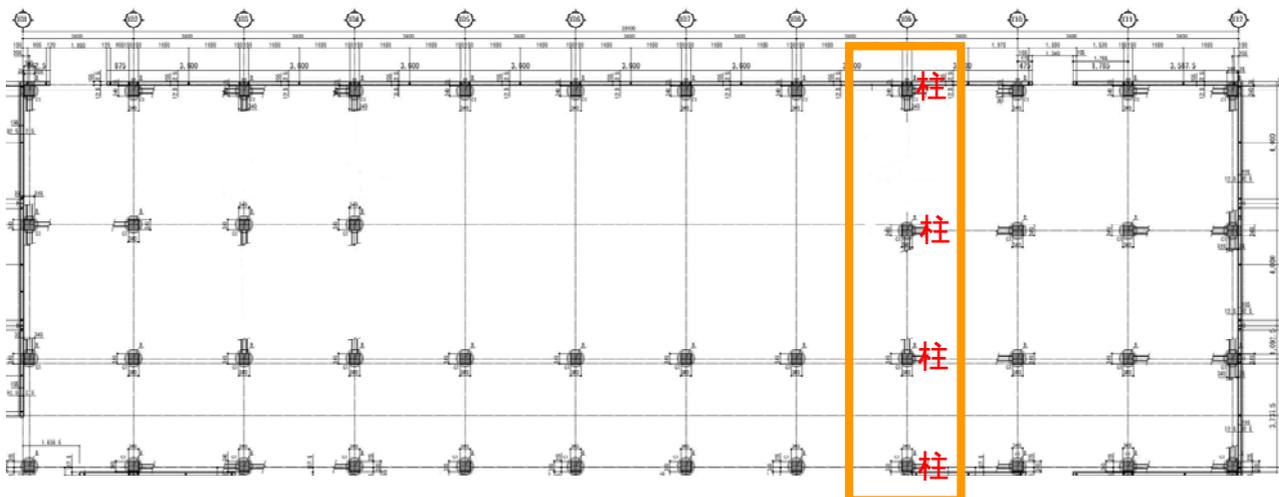


23

津波波力の算定

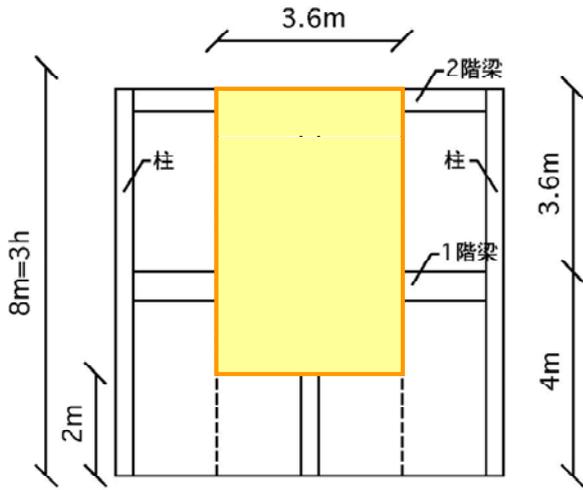
● 梁間方向1構面で検討

津波波力の方向

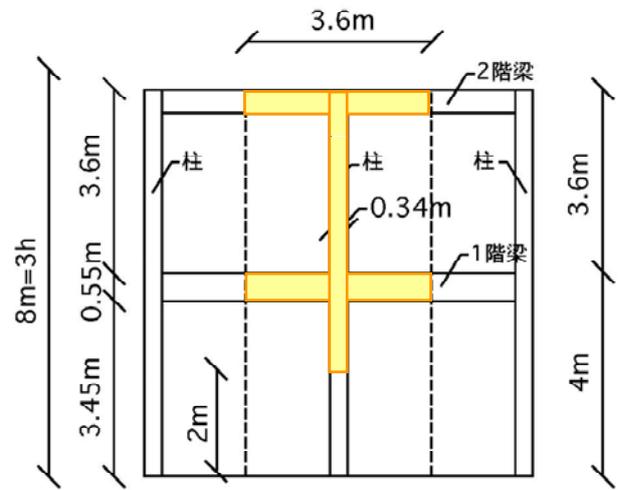


24

津波波圧の受圧面



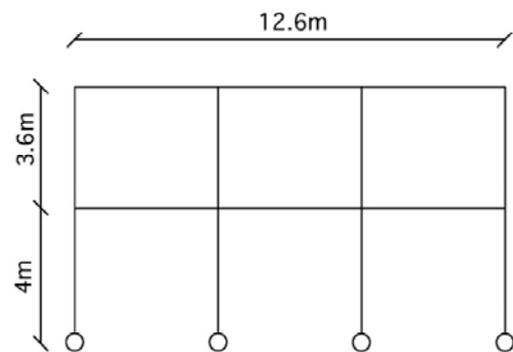
(1) 外壁が健全な場合



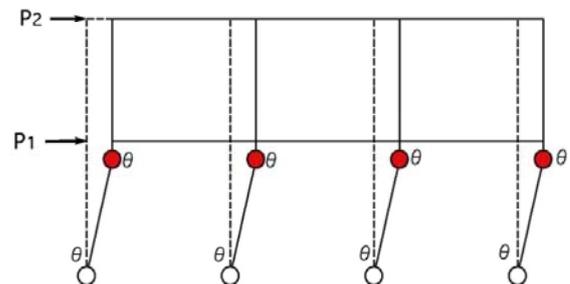
(2) 内外壁が流失し、柱梁だけになった場合

建物の耐力の推定

- 柱脚はピン支持
- 1階の柱の柱頭が塑性ヒンジに到達した時点で崩壊に至る崩壊機構を仮定
- 仮想仕事の原理より、耐力(=P=P1+P2)を推定

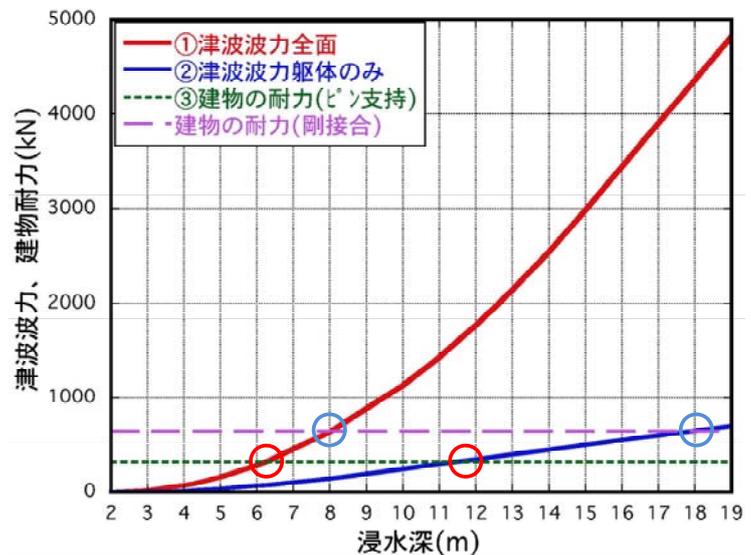


$$P \times 400\text{cm} \times \theta = 4 \times Mp \times \theta$$



津波波力と建物耐力の比較

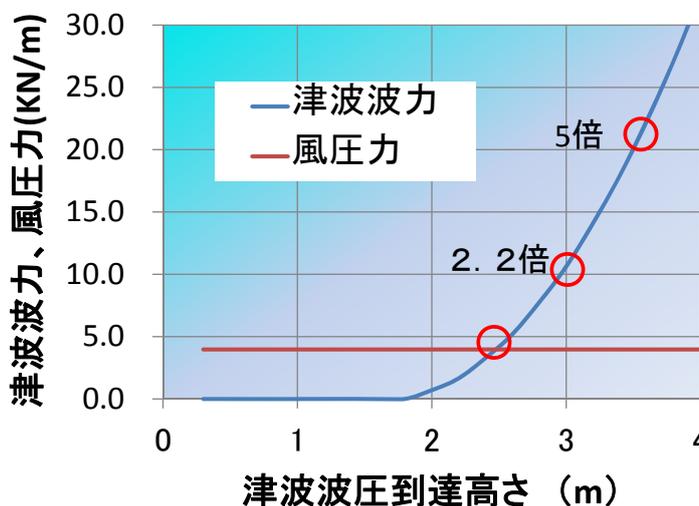
- 外壁が健全な場合
 - 痕跡高さ6.3mで波力は耐力に達する
- 柱、梁のみになった場合
 - 痕跡高さ(=津波波圧到達高さ)11.6mで耐力に達する
- 柱脚が剛の場合
 - それぞれ、8m、18m



27

津波荷重と風荷重の比較

- 設計用風圧力(壁量計算)と津波波力の比較
 - 2階建て木造住宅(高さ5.7m、階高2.7m)の1階



- 波圧到達高さ2.55mで、設計用風圧力 = 50年再現期待値
- 3mで設計用風圧の2.2倍 = 再現期間500年超
- 3.6mで5倍

参考

- 木造の設計用風圧力と設計用地震力はほぼ同値(壁量計算)

28

栗原市有壁地区



震動被害;土蔵の土壁の剥落

29

屋根瓦の被害



目立った棟瓦の損傷

30

まとめ(1)

- 津波波力は圧倒的、通常の木造住宅は抵抗できない
 - 波圧の到達高さ2.6m程度(浸水深85cm)で、木造住宅の設計用風圧力と同程度
 - 3m(浸水深1m)で、2.2倍を超すと推定
- 大断面集成材構造の木造では、全壊に近い被害を受けていたが、倒壊は免れていた
 - 外壁、内壁が破られ、津波波力を受け難い形になったのが倒壊を免れた要因と見做せる
 - 津波が襲う地域での木造建築の設計のヒントになるか？

31

まとめ(2)

- 低層RC、S造は倒壊を免れていた
 - ただし、外壁、開口部の破壊され、全壊に近い被害
 - 倒壊を免れたのは、大断面集成材構造の木造と同じ理由
- 木造震動被害
 - 震度の割には軽微
 - 土蔵の土塗り壁の剥落などの被害が目立った
 - 棟瓦被害が多く見られた
 - 耐震性に配慮した工法(ガイドライン工法)の普及が必要

32