

2. 被害調査結果について

2. 1 現地調査

2. 1. 1 調査概要

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震による枠組壁工法住宅（以下、ツーバイフォー住宅と呼ぶこともある）の被害に関する現地調査を以下の通り実施した。

現地調査に当たっては、建物の損傷状況を確認すると共に、可能な限り居住者に対するヒアリングを行って地震発生時及びその直後に建物に生じた現象を把握することに努めた。

調査日程：2011年4月28日（木）、29日（金）

調査地域：仙台市泉区・青葉区・若林区、名取市、東松島市、石巻市

調査方法：三菱地所ホーム(株)、(株)東急ホームズ、大成建設ハウジング(株)、住友不動産(株)北州ハウジング(株)の各社物件から調査物件を選定し、事前情報を得てから現地調査に臨んだ。

調査体制：A班－河合直人（工学院大学建築学部建築学科教授）（団長）

川本聖一（三菱地所ホーム(株)）

佐々木悟（三井ホーム(株)）

辻村行雄（協会事務局）

B班－城下忠（(株)東急ホームズ）

梅森浩（大成建設ハウジング(株)）

小野寺信晶（住友不動産(株)）

松本英樹（(独)建築研究所）

2. 1. 2 A班調査

(1) A班の調査地と行程



泉区紫山 → 泉区高森 → 泉区桂 → 泉区将監(しょうげん) → 泉区南光台 → 青葉区双葉ヶ丘



貞山(ていざん) → 中里 → 三ツ股 → 雲雀野(ひばりの) → 渡波字浜曾根(わたのはあざはまそね)

図 2.1.2 A班の調査地と行程

(2) A班調査の概要

表 2.1.2 A班が被害調査を行った枠組壁工法住宅事例の一覧 (B班との合同調査事例のうち石巻市黄金浜・長浜町・幸町のものはB班報告に収録)

調査事例 No.	建物データ (築年数は2011.3時点)	摘要 (建物形状や敷地)	事前情報／現地確認した主な被害／近隣の被害状況／お客様の声
1A-1	[所在地] 仙台市泉区紫山 [竣工年] 2001年(築12年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地の斜面地際	【事前情報】地盤段差、建物傾斜 【主な被害】建物の東側が東に傾斜しているようにみられる。 【近隣状況】造成地の斜面地際の宅地で陥没 【お客様の声】傾きが悪くなった。建具がきちっとしまらない。
1A-2	[所在地] 仙台市泉区紫山 [竣工年] 1999年(築14年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地	【事前情報】建物全体傾き、基礎と建物ズレ 【主な被害】外観からは特に被害を確認できなかった。 【近隣状況】近隣の道路段差 【お客様の声】建物の揺れがひどくなった(以前と全く違う)。
1A-3	[所在地] 仙台市泉区高森 [竣工年] 1992年(築19年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地	【事前情報】建付不良 【主な被害】擁壁にも損傷が見られる。 【近隣状況】前面道路に亀裂がある。 【お客様の声】テラスサッシ開けにくくなった。
1A-4	[所在地] 仙台市泉区高森 [竣工年] 1989年(築22年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地	【事前情報】基礎と土間亀裂 【主な被害】モルタル外壁にクラックが認められる。 【近隣状況】前面道路に亀裂がある 【お客様の声】(ヒアリング未実施)
1A-5	[所在地] 仙台市泉区桂 [竣工年] 1996年(築15年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地	【事前情報】建物全体傾き 【主な被害】玄関周りで基礎の仕上げモルタルの剥落を生じている。 【近隣状況】前面道路に亀裂や凹凸が生じている。 【お客様の声】全体的に地震被害の点検を希望する。

1A-6	[所在地] 仙台市泉区将監 [竣工年] 2001年(築12年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・古い造成地 ・一部2階建て	【事前情報】瓦落下(余震による進行有り) 【主な被害】瓦屋根の被害、コンクリートブロック塀の損傷 【近隣状況】塀の崩壊や路面の割れ 【お客様の声】(ヒアリング未実施)
1A-7	[所在地] 仙台市泉区南光台 [竣工年] 2001年(築10年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・古い造成地	【事前情報】外壁傷み。西側の地盤改良した所が建物被害 【主な被害】外観からは特に被害を確認できなかった。 【近隣状況】南側宅地地割れ、車庫に赤紙あり 【お客様の声】早めに全体的に点検を希望する。
1A-8	[所在地] 仙台市青葉区双葉ヶ丘 [竣工年] 2005年(築8年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地 ・全館空調	【事前情報】外壁、内壁傷み 【主な被害】外観からは特に被害を確認できなかった。 【近隣状況】東側宅地地割れ、多数の建物に赤紙あり 【お客様の声】全館空調のボイラーが移動しているので点検を希望する
1A-9	[所在地] 仙台市青葉区双葉ヶ丘 [竣工年] 2000年(築11年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・造成地	【事前情報】内壁クロス亀裂 【主な被害】擁壁内側の埋め戻しが緩んでいる可能性がある。 【近隣状況】擁壁沿いの隣接宅地も被害発生 【お客様の声】本棚が倒れ、納戸の入口が開かない。
2A-1	[所在地] 石巻市貞山 [竣工年] 2002年(築9年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	—	【事前情報】津波浸水1階床上 【主な被害】外観からは特に被害を確認できなかった。 【近隣状況】浸水廃棄物が街角に多数あり 【お客様の声】(ヒアリング未実施)
2A-2	[所在地] 石巻市中里 [竣工年] 2009年(築2年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認	・2階小屋裏タイプ ・2×6外壁	【事前情報】津波浸水1階床上 【主な被害】扉に浸水痕跡 【近隣状況】浸水廃棄物が片づけられる 【お客様の声】(ヒアリング未実施)

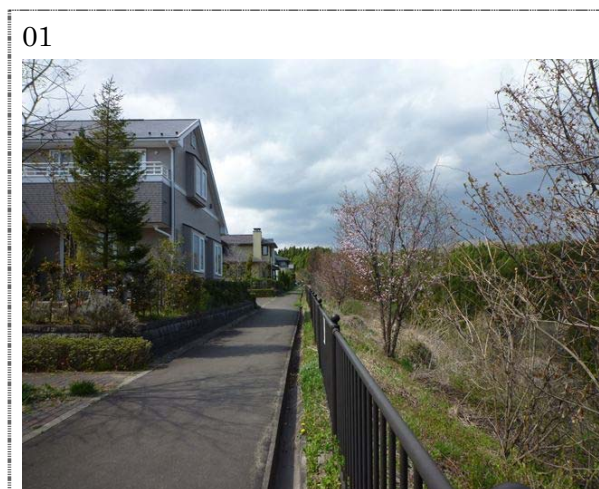
(3) A班が確認した被害状況

a) A班による4月28日の被害調査

〈調査事例 1A-1〉

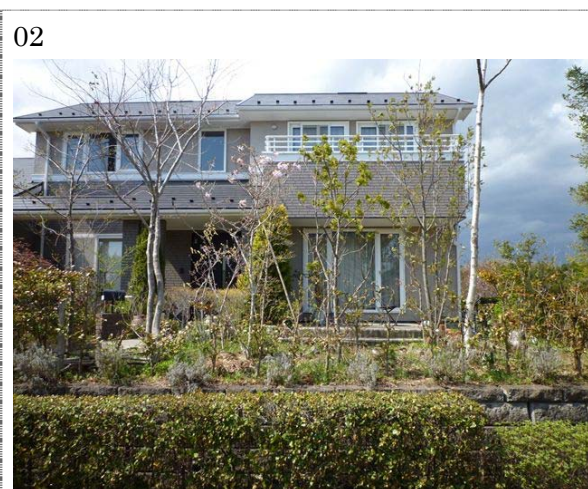
- ・仙台市泉区紫山は10年ほど前に宅地開発がなされた地域で、地盤変状に伴う被害が生じている。
- ・東側は、歩道を一本隔ててそこから高さ20m程度、池に向かって降る斜面となっており（写真01）、その斜面に向かって敷地地盤、特にその東側が東に向かって移動し、沈下した。地盤が移動したことにより、東面では基礎の脇に数cmの隙間が生じていた（写真03）。
- ・敷地の南面及び北面の擁壁（石積み）にクラックが認められる。南西側の道路上にも亀裂が認められた。
- ・外観上、南面の東寄りにとりつくバルコニー等を見ると、建物の東側が東に傾斜しているようにも見えるが、測定はしておらず、詳細は不明である（写真02）。
- ・その他は外観上特に損傷は認められなかった。
- ・周辺の住宅にも地盤変状によると思われる被害が生じていた（写真04）。

1A-1	写真01～03
調査地	仙台市泉区紫山
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	1998年(築13年)
延べ面積	未確認
備考	造成地擁壁きわ 近隣で大きく建物傾斜



01

外観。池に向かって降る斜面。



02

全景。石積みのクラック。

03



基礎の脇に生じた地盤の隙間。

04



調査事例 1A-1 の近隣での被害状況。

〈調査事例 1A-2〉

- ・付近の道路に亀裂や段差が生じている。敷地は緩やかに南東に降る傾斜地にある。
- ・外観上は特に損傷は確認できなかったが（写真 05）、基礎と建物のずれ、傾斜、基礎の一部のクラック、外壁タイルの剥離などがあったとの情報がある。

1A-2	写真05
調査地	仙台市泉区紫山
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	1999年(築12年)
延べ面積	未確認
備考	北東に傾斜(室内で物が転がる)

05



全景。外観上損傷は認められない。

06



調査事例 1A-2 に向かう道路の段差。

〈調査事例 1A-3〉

- ・ 仙台市泉区高森は緩やかな傾斜がある住宅地。調査対象の2棟の他にも地盤変状に伴うものと見られる擁壁、ブロック塀の損傷、振動的被害と思われる外壁の損傷、屋根瓦の被害が多数見られた。
- ・ 前面道路に亀裂があり、擁壁にも損傷が見られる(写真07・08)。
- ・ 敷地内に地割れが生じ、建具の建付け不良があるとの情報あり。

1A-3	写真07～08
調査地	仙台市泉区高森
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	1992年(築19年)
延べ面積	未確認
備考	テラスサッシが開けにくくなった

07



外観。道路に亀裂あり。

08



擁壁の損傷状況。

〈調査事例 1A-4〉

- ・調査事例 1A -3 から東に 2 軒目。
モルタル外壁にクラックが認められる（写真 10）。
- ・基礎及び土間に亀裂が発生したとの情報あり。

1A-4	写真09～10
調査地	仙台市泉区高森
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	1989年(築22年)
延べ面積	未確認
備考	

09



外観。

10



外壁の亀裂。

11



調査事例 1A-4 の近隣での擁壁の損傷。

12



調査事例 1A-4 近隣での瓦屋根の被害。

〈調査事例 1A-5〉

- ・仙台市泉区桂は平坦な住宅街である。道路の亀裂や凹凸が生じており、地盤変状に伴う被害が生じた可能性がある。
- ・前面道路を横断して亀裂が生じており、調査事例 1A-5 はその延長線上に位置する（写真 13）。
- ・玄関周りで基礎の仕上げモルタルの剥落を生じている（写真 14）。
- ・壁クロスの亀裂、玄関建具の建付け不良、建物全体の傾斜を生じているとの情報がある。

1A-5	写真13～14
調査地	仙台市泉区桂
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	1993年(築18年)
延べ面積	未確認
備考	余震(4/7)で建物全体の傾き

13



調査事例 1A-5 の前面道路に生じた亀裂。

14



玄関周りの基礎仕上げモルタルの損傷。

〈調査事例 1A-6〉

- ・仙台市泉区将監は緩やかな傾斜を持った住宅街で、傾斜した道路に亀裂が発生しているのが認められた。また、瓦屋根の被害、コンクリートブロック塀の損傷等が散見される（写真 18）。
- ・屋根瓦の落下が生じたものと思われる、足場を設置して葺き替え工事中であった（写真 15）。
- ・住宅の背面は 1m を超える高さの擁壁である（写真 16）。
- ・内壁のクラック、サッシの損傷等の被害があったとの情報あり。

1A-6	写真15～17
調査地	仙台市泉区将監
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2001年(築10年)
延べ面積	未確認
備考	

15



屋根瓦が落下した模様。足場を設置して工事中。

16



背面の状況。高さ 1m 程の擁壁となっている。

17



敷地隅の電柱の脚部周辺の損傷。

18



調査事例 1A-6 の近隣での屋根瓦の被害。

〈調査事例 1A-7〉

- ・仙台市泉区南光台は傾斜地の住宅地で、道路の亀裂が散見される。調査事例 1A-7 の 1 ブロック東側の通りでは、地盤変状に伴う車庫、集合住宅等の比較的大きな被害がある (写真 22・23)。
- ・前面道路に亀裂があり、擁壁にも一部損傷が認められる (写真 20)。
- ・建物の周囲で地盤の補修を行った形跡がある。
- ・上部構造には外観上大きな被害は認められない (写真 19)。

1A-7	写真19
調査地	仙台市泉区南光台
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2001年(築10年)
延べ面積	未確認
備考	

19



全景。外観上大きな被害は認められない

20



調査事例 1A-7 の前面道路の亀裂。

21



調査事例 1A-7 の前面の電柱脚部。

22



調査事例 1A-7 から東に 1 ブロックでの道路亀裂、及び車庫の被害。

23



写真 22 の向かいの集合住宅。地盤変状、障子の破れなどが見られる。

〈調査事例 1A-8〉

- ・仙台市青葉区双葉ヶ丘は傾斜地の住宅地で、一部では激しい地盤崩壊が生じ、それによる住宅の大破もある地域である。
- ・調査事例 1A-は東に向かって下がる傾斜地で、東側は 2m 近い擁壁と思われる (写真 25)。
- ・外観上、特段の損傷は確認されなかったが (写真 24)、内外壁の仕上げにクラックが発生しているとの情報あり。

1A-8	写真24
調査地	仙台市青葉区双葉ヶ丘
震度	6強
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2005年(築6年)
延べ面積	未確認
備考	敷地東側の宅地は地割れ発生

24



全景。外観上、特段の損傷は確認されなかった

25

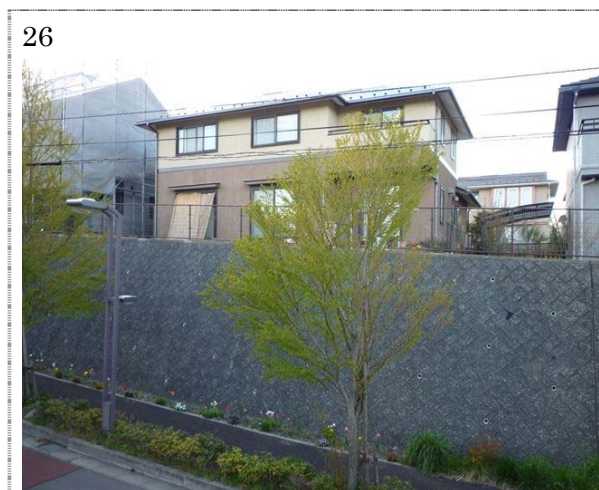


調査事例 1A-8 の南側の住宅。擁壁の高さがわかる。

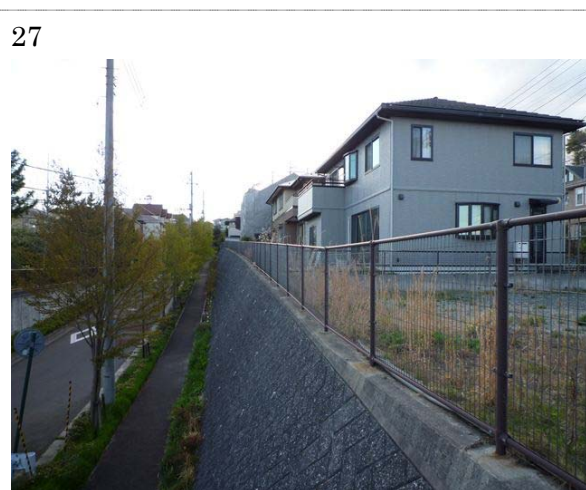
〈調査事例 1A-9〉

- ・南側に高さ 4m 程度の擁壁があり、擁壁内側の埋め戻しが緩んでいる可能性がある(写真 26)。
- ・建物全体の傾斜、内壁仕上げのクラック、建具の建付け不良が生じているとの情報あり。
- ・同じ擁壁を有する西側の住宅は、足場を掛けて修復工事中であった(写真 26)。

1A-9	写真26～27
調査地	仙台市青葉区双葉ヶ丘
震度	6強
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2000年(築10年)
延べ面積	未確認
備考	



調査事例 1A-9 の全景及び擁壁の状況。



同左。別の角度から。

〈調査事例 1A-8 の近隣の地盤変状と住宅等の被害〉

- ・ 調査事例 1A-8 から 50m ほど東で、地滑りを伴う激しい地盤変状があり、木造 2 階建て住宅、木造 2 階建て集合住宅の大破等の被害が確認された（写真 28～31）。

28



調査事例 1A-8 近くの集合住宅の被害。

29



同、詳細。

30



道路及び石塀の損傷状況。

31



地盤変状による木造住宅の大破。

b) A班による4月29日の被害調査

〈調査事例 2A-1〉

- ・石巻市貞山；調査事例 2A-1 の近隣で約 1m の高さに浸水痕跡があった。床上浸水程度の被害を生じている地域。道路に畳などの廃棄物が山積みになっている。
- ・調査事例 2A-1 には外観からは特に被害は見当たらない。
- ・床上浸水との情報あり。

2A-1	写真32
調査地	石巻市貞山
震度	6強
浸水深さ(推測)	1m(1階床上浸水)
建物竣工年	2002年(築9年)
延べ面積	未確認
備考	

32



外観。特に被害は見当たらない

33



調査事例 2A-1 の近隣での浸水痕跡。

34



調査事例 2A-1 の近隣。畳等の廃棄物の状況。

〈調査事例 2A-2〉

- ・石巻市中里；調査事例 2A-2 の近隣で歩道から 1 m ないし 1m20cm の高さに浸水痕跡があった。床上浸水程度の被害を生じている地域である。
- ・調査事例 2A-2 には外観からは特に被害は見当たらない。
- ・床上浸水との情報あり。扉に浸水痕跡が明瞭に残っている。

2A-2	写真35、37
調査地	石巻市中里
震度	6強
浸水深さ(推測)	1.2m(1階床上浸水)
建物竣工年	2007年(築4年)
延べ面積	未確認
備考	

35



外観からは特に被害は見当たらない

36



調査事例 2A-2 の近隣での浸水痕跡。

37



調査事例 2A-2 の玄関扉に残る浸水痕跡。

〈石巻市三ツ股〉

- ・石巻市三ツ股は、石巻港の海岸線から近く、津波による住宅の流失が激しい地域である。
- ・木造軸組構法住宅の流失と残存の双方がある（写真 38・39）。
- ・この地域では枠組壁工法は見当たらなかった。

38



三ツ股における被災状況。

39



同左

〈石巻市雲雀野〉

- ・海岸から道路を挟んで直近の位置で、集成材による工場建物の骨組がほぼ原型を残して残存していた（写真 40・41）。

40



集成材による工場建築物残存状況。

41



同

〈石巻市渡波字浜曾根〉

- ・ 海岸線から 300m 程度の国道沿いで、枠組壁工法による 2 階建て集合住宅の津波被害例があった。周囲には流失した建物が多数ある中で、外壁も含めて良く原型を保って残存している。
- ・ 浸水痕跡は 2 階床上 1.2m まであり、外壁の損傷は 2 階ベランダまで及んでいる。
- ・ 戸境壁の多い、従って水平力に対して構造体としての耐力の大きい、南北方向に津波外力が作用しており、有利であったということは考えられる。

42



枠組壁工法による集合住宅の津波被害。

43



妻面の外壁は漂流物の衝突のためか仕上げが損傷し、下地の構造用パネルが現れている。

44



漂流物が室内に入り込んでいる様子。

45



妻面の開口部の損傷状況。

(4) A班調査員の感想

a) 調査員A

地震での直接的な被害は、斜地での地盤変状に伴う被害が顕著であった。また、玄関ポーチなど構造壁が存在しない付属物で被害も多く見受けられた。

津波を受けた地域の調査において、木造住宅は、土台は残っている住宅、残っていない住宅それぞれ存在する。また、木部がちぎられている破壊が多くあった。残存した建物に室内においては、石膏ボードが圧迫されて破壊しているような被害が見受けられた木質パネル工法では、くぎ接合の破断によって建物が流されていた建物があった。津波の衝撃による被害以外に車などの激突によって建物が破壊されていた。建物以外では、津波によるブロック塀の倒壊が見受けられた。

津波の進入路にない住宅は一列残存しているような状況が散見され、逆に津波の経路のあった住宅は流されていたのがよくわかった。津波方向や動きと建物の被害は関係性があるようである。津波の方向によって残存しているブロック塀と、倒壊しているブロック塀が明確に解った。住宅のなかに津波が進入し、抜けていく過程で、物を動かし建物を破壊していく過程が見て取れた。津波が抜けていく経路を考慮すると被害が抑えられるかもしれない。また、海岸隣接する東屋のような柱のみの建物は残存していたり、大断面柱による構造の工場が、津波が通りぬけて残存している状況が散見された。津波は、海側からだけではなく、斜めの方角から来たとのヒアリング結果も入手した。住宅の浸水深さは、同じ住宅でも部屋により異なっており、浸水の状況は時間とともに大きく変化しているのが伺えた。

津波の被害があった住宅には、いまだに床下にまだ水がたまっている住宅もあり、石巻では、地盤の沈下が見受けられた。改修工事が一長一短ではいけないことを感じたが、浸水の被害にあった石巻のお客様からは、「2×4にしてよかった」とお褒めの言葉をいただいた。

b) 調査員B

地盤がゆるんで、擁壁や道路にひび割れが生じた被害が多く見られた。枠組壁工法の建物については、外観でわかる被害は少なかった。屋根瓦のずれ、外壁クラック、土間タイル割れなど仕上げ材の損傷が一部で見られる程度であった。

傾斜地では大規模な地すべりがあり道路や宅地が大きくうねっていた。建物も敷地にあわせて傾斜しているが、地盤が50cm程度下がっても基礎は折れずに耐えているものがあった(双葉ヶ丘)。

津波被災地域で全壊した建物の瓦礫が広がる風景は戦場の跡のようであった。津波の進路、流速や波高の違いによるものも大きかろうが、壊れ方や残存の程度には工法が影響しているように思われた。(アンカーボルト本数の不足、ホールダウン金物から抜け去った柱など) 周辺建物が流された中に残った枠組壁工法住宅もあった。

c) 調査員 C

当協会の過去の大震災における対応は、現地にいち早く調査団を送り会員が建設した住宅の被害程度の状況を確認することである。

地震当日から翌日にかけて過去の調査がどうであったかを調べ、兵庫県南部地震のときの一週間後の現地入りを目標に調査団長を人選し、調査計画を立案した。

しかし、住団連を通じての応急仮設住宅の建設が第一優先と言うことで、3月中の調査計画は凍結し、4月に入り会員各社に対して調査物件の提供を依頼した。

その矢先に4月7日の余震で現地はとても調査には協力できないとの返答が会員からあり、調査は仙台まで東北新幹線が開通する4月末に行うことで、調査団長（工学院大学 河合教授）と日程調整を行った。仙台は本震より余震による揺れが大きく当然の結果である。

調査は、事前に会員から提供を受けた物件を地図上にプロットして現地でレンタカーを借りて効率よくまわることとした。

参加者8人を2班に分け、団長をA班のリーダーに、仙台での仕事の経験者をB班のリーダーに人選し、調査結果の取りまとめまでお願いした。

初日の4月28日（木）はそれぞれ別行動で調査を行い、2日目の4月29日（金）は早朝、折立地区を、午後は石巻地区に2物件を合同で調査した。

今回、短期間で調査が無事に終えたことは、調査に協力していただいた会員各位、そこにお住まいのお客様のおかげでした。

石巻のお客様の奥様からは、生死を分ける避難行動をお聞きし、この場におられるこの価値を感じました。

なお、未だ避難生活を送られて方々が一日も早く、普通の生活に戻られことを心より願います。

(5) まとめ

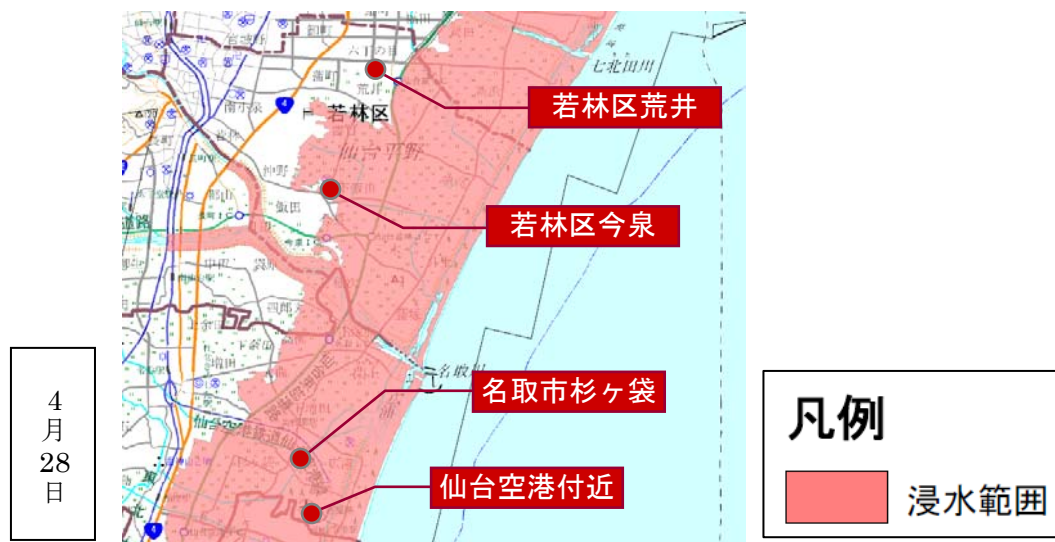
調査初日のまとめを以下に示す。

仙台市泉区紫山、高森、桂、将監、南光台及び青葉区双葉ヶ丘において、枠組壁工法住宅の被害調査を行った。

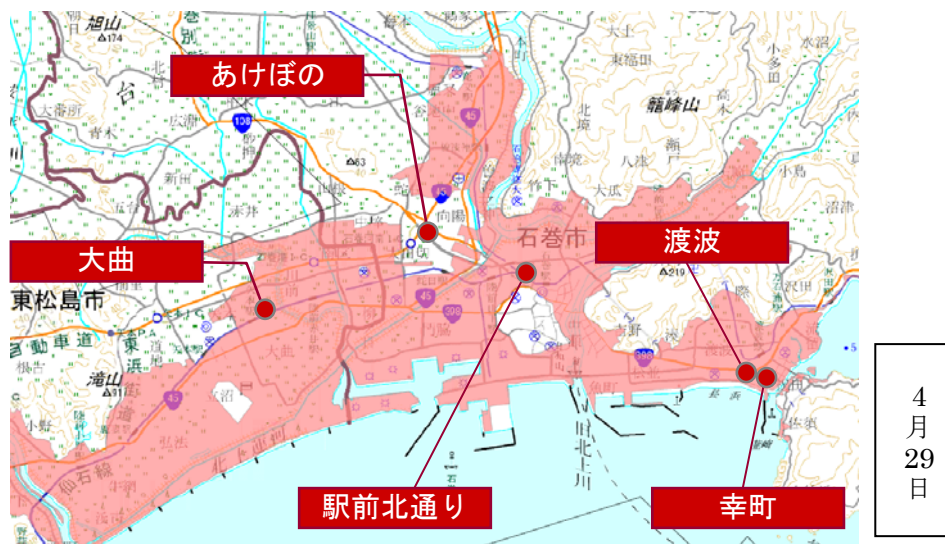
- ・ 泉区紫山、高森、将監、南光台及び青葉区双葉ヶ丘では、傾斜地にある宅地で地滑りを伴う地盤変状、擁壁の損傷、擁壁内の埋め戻し土の緩みが生じていた。こうした地盤変状によって、上部構造の被害が発生したケースが多いように思われる。
- ・ これらの地域の地盤が軟弱であることは周辺の道路に亀裂や凹凸が見られたことから推測される。
- ・ 一方、泉区桂は平坦な住宅地であるが、調査対象住宅では前面の道路に亀裂があり、軟弱な地盤における地盤被害の影響を受けた上部構造の被害と思われる。
- ・ また、傾斜地や軟弱地盤においては、擁壁の損傷等がない場合でも、地震動が増幅され、上部構造の損傷を生じたことも考えられる。

2. 1. 3 B班調査

(1) B班の調査地と行程



若林区荒井 → 若林区今泉 → 名取市杉ヶ袋 → 仙台空港付近



大曲 → あげぼの → 駅前北通り → 渡波 → 幸町

図 2.1.3 B班の調査地と行程

(2) B班調査の概要

表 2.1.3 B班が被害調査を行った枠組壁工法住宅事例の一覧

調査事例 No.	建物データ (築年数は 2011.3 時点)	摘要 (建物形状や敷地)	事前情報／現地確認した主な被害／近隣の被害状況／お客様の声
1B-1	[所在地] 仙台市若林区押口 [竣工年] 2000 年 (築 13 年) [階数] 2 階建て [延床面積] 約 230m ² [基礎] 未確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ L 字形平面の総 2 階 ・ 2 世帯住宅 ・ 1 階ハイフレーム 	<p>【事前情報】</p> <p>【主な被害】 1 階内壁の石膏ボードの剥がれ、外部タイルの剥がれ、(4/7 地震時に) 玄関脇の基礎の破損。</p> <p>【近隣状況】 屋根瓦の被害。前面道路に亀裂、マンホールの隆起。</p> <p>【お客様の声】 3/11 と 4/7 は地震の方向が違っていた。食器棚の耐震ラッチは効果があったがツッパリ棒や耐震留め金具は複数の地震では効果がなかった。</p>
1B-2	[所在地] 仙台市若林区今泉 [竣工年] 2002 年 (築 11 年) [階数] 2 階建て [延床面積] 139m ² [基礎] スラブオン基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総 2 階。 ・ 近くに水路あり。 	<p>【事前情報】 地盤沈下</p> <p>【主な被害】 1 階リビングダイニング床の傾き。</p> <p>【近隣状況】 外構の壁 (塀) に不陸が見られる。</p> <p>【お客様の声】 3/11 と 4/7 は地震の方向が違っていたように感じた。</p>
1B-3	[所在地] 名取市杉が袋 [竣工年] 2002 年 (築 11 年) [階数] 2 階建て [延床面積] 229 m ² [基礎] べた基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部分 2 階。 ・ 大屋根。 	<p>【事前情報】 津波による床上浸水 (床上 600~800mm)</p> <p>【主な被害】 外見上は問題なし。</p> <p>【近隣状況】 1 階浸水。</p> <p>【お客様の声】 (ヒアリング未実施) 建設会社に補修依頼</p>
2B-1	[所在地] 東松島市大曲 [竣工年] 1997 年 (築 14 年) [階数] 2 階建て [延床面積] 139 m ² [基礎] べた基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総 2 階。 ・ 敷地の北側は線路と田園。 	<p>【事前情報】 津波による浸水 (床下または床上)。</p> <p>【主な被害】 近隣のブロックが津波で倒れる</p> <p>【近隣状況】 北側の線路の砕石が流され一部が浮いた状況。</p> <p>【お客様の声】 (ヒアリング未実施) (ブロック塀等で囲われた敷地は津波の水位が他に比べ上昇した ; 近隣談)</p>

2B-2	<p>[所在地] 石巻市あけぼの町 [竣工年] 1996年(築15年) [階数] 2階建て [延床面積] 257 m² [基礎] べた基礎</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・18帖のリビングがある。 	<p>【事前情報】 浸水なし。 【主な被害】 外観からは特に被害を発見できず。 【近隣状況】 特に被害の発見なし。 【お客様の声】 (ヒアリング未実施)。</p>
2B-3	<p>[所在地] 石巻市駅前北通り [竣工年] 1996年(築15年) [階数] 2階建て [延床面積] 133 m² [基礎] べた基礎</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2階セットバックあり。 	<p>【事前情報】 津波による床上浸水。 【主な被害】 外観からは特に被害を発見できず。 【近隣状況】 ブロック塀破壊、外壁脱落など。線路も補修工事中。 【お客様の声】 既に建設会社に補修を依頼した。</p>
2B-4	<p>[所在地] 石巻市渡波 [竣工年] 1998年(築13年) [階数] 平屋建て [延床面積] 242m² [基礎] 布基礎(ネコ土台)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・平屋建て。 	<p>【事前情報】 津波による浸水(床上2m) 【主な被害】 南側窓2箇所を破壊して水が入り北側風呂場窓より抜けて行った。 【近隣状況】 場所によっては全壊している。 【お客様の声】 目の前に11tトラック、北に4tトラックが流されてきた。</p>
2B-5	<p>[所在地] 石巻市幸町 [竣工年] 2009年(築2年) [階数] 2階建て [延床面積] 未確認 [基礎] 未確認</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・1階小屋裏を2階にしたタイプ。 ・海岸より150m。 ・2階床根太 Iジョイスト 	<p>【事前情報】 津波により2階床上まで浸水。 【主な被害】 2階床上200~400mmほど浸水。部屋の入隅の石膏ボードの割れが目立った。 【近隣状況】 この建物と3階の建物のみ残存。 【お客様の声】 裏の工場は屋根ごと流され、裏の建物に衝突して止まった。</p>

(3) B班が確認した被害状況

a) B班による4月28日の被害調査

〈調査事例 1B-1〉

- ・ 築13年。昔は水田だった地域。
- ・ 1F石膏ボードの継目部分及び開口部周りにクラック発生。2Fはほぼ無し（写真01・02・07）。
- ・ 1Fリビングの出窓、窓ガラスが割れる（写真03）。
- ・ 置式家具の大半は倒れる、制震ラッチのついたキッチン吊戸棚だけ中身が無事（写真04）。
- ・ ガラス戸棚の上部つかえ棒が0311本震の際は効いたが、2回目0407の時は効かずに戸棚が倒れた（写真05）。
- ・ 階段手摺下にCDケースが挟まって抜けない、一度壁が浮いたか（写真06）。
- ・ 外壁タイルひび割れ、はく離（特に東面、南面1階隅角部及び開口部周り）、基礎一部損傷している（写真11&12）。
- ・ 前面道路に亀裂やマンホールの隆起現象あり（写真13&14）。
- ・ 近隣に在来建築の瓦屋根ずり落ち現象あり。

1B-1	写真01~12
調査地	仙台市若林区荒井
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2000年(築13年)
延べ面積	約70坪
備考	1階ハイフレーム / 外壁乾式タイル張り / 造成前 水田

01



1階石膏ボードのクラック

02



1階石膏ボード目地部のクロス割れ

03



1F リビング出窓の窓が割れる

04



制震ラッチが効いたため、食器は無事であった

05



ガラス戸棚の上部つかえ棒が 0311 本震の際は効いたが、2 回目の時は効かずに戸棚が倒れた。

06



階段手摺下に CD ケースが挟まって抜けない、一度壁が浮いたか。瞬間的に建物が浮いた？

07



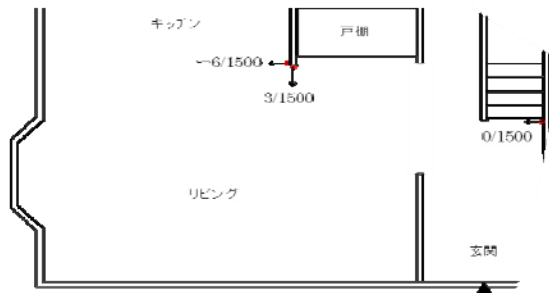
2F の内壁にクラック等はあまり見られない

08



2F ホール本棚上部の吊戸棚はビスで打ちつけていたが外れて落ちた

09



残留傾斜測定位置 (図面は略図)

10



建物外観

11



外壁タイルのひび割れ、剥落

12



耐力壁の沈み込みによるものと思われる基礎隅角部のコンクリートの圧壊。(南面より撮影)

〈調査事例 1B-1 の近隣〉

13



前面道路のマンホールの隆起現象。

14



前面道路の亀裂現象。

〈仙台市若林区荒井，七郷仙台市（小学校付近）〉

- ・電線が同方向に傾いている（写真 15）。

15



電線が西方向に倒れている(進行方向：南)

16



瓦屋根の被害例

17



転倒防止のためエコキュートを縛ってある

18



外壁の割れ

〈調査事例 1B-2〉

- ・築 8 年。近くに掘、昔の畑の用水路がある。40-50 年前は水田の地域。
- ・内壁石膏ボード 1 カ所クラックあり（写真 19）。
- ・スラブオンでリビング床（仕様：基礎、配管床暖、合板、フローリング）に傾斜を感じる（お客様談）（写真 20）。
- ・たぶん 1 件目のお宅よりココの地

1B-2	写真19～24
調査地	仙台市若林区今泉
震度	6弱
浸水深さ(推測)	無し
建物竣工年	2002年(築11年)
延べ面積	139m ² (42坪)
備考	スラブオンブランド/オール電化

域の方が地盤が悪い（お客様談）。

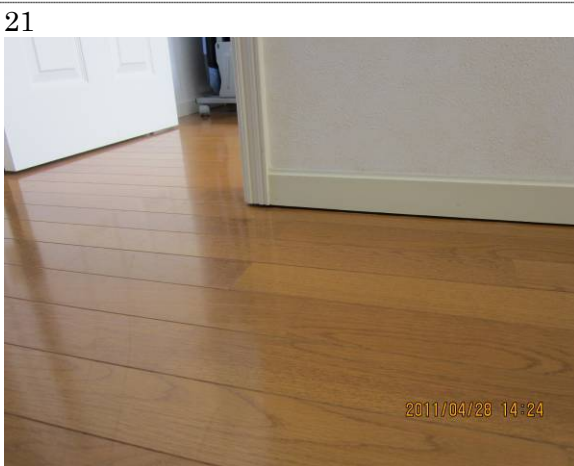
- ・ 1回目の本震と2回目（4月中旬の大きな余震）で揺れる方向が異なる（お客様談）。
- ・ 上部に置いている木材がストッパーの役割をして転倒を免れた食器棚（写真22）。



壁クロス割れ、石膏ボードは？



リビング床の傾斜



巾木と床の間に隙間が生じている



食器棚の上の木材 下部食器棚倒れ防止に役に立った（顧客談）

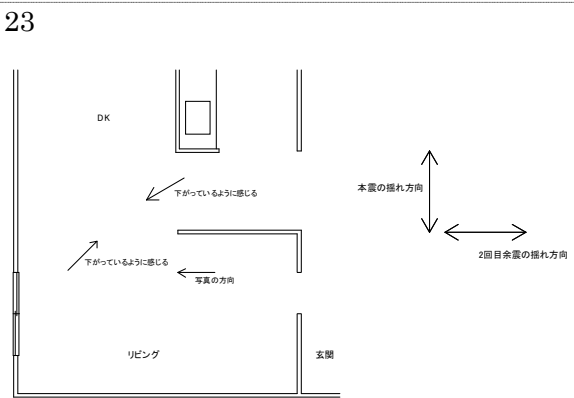
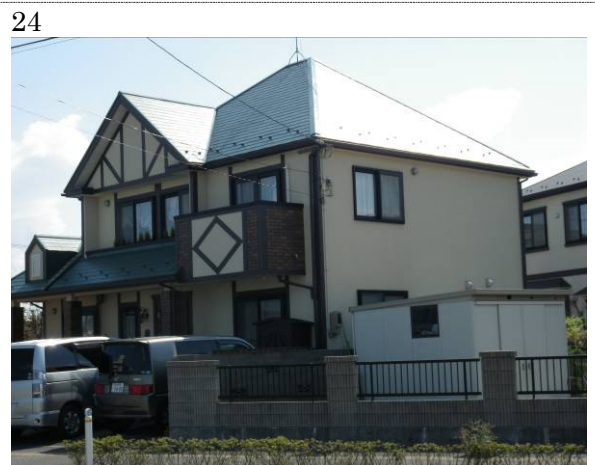


写真20の傾斜方向説明図（略図）



外観上は被害を把握できず

〈調査事例 1B-2 の近隣〉

- ・ 調査事例 1B-2 の隣家（写真 25）。
- ・ 付近の道路の割れ等もあり地盤が悪いという印象を受ける（写真 26）。

25



調査事例 1B-2 の隣家；地盤の隆起とひび割れ

26



調査事例 1B-2 の近隣；地盤の隆起。

〈仙台若林ジャンクション付近〉

- ・ 調査事例 1B-2 から 1km くらいの距離にある高速道路。津波による被害はこの辺りまで影響している（写真 27・28）。
- ・ 近くの墓地の墓石は倒れている様子がなかった（写真 29）。

27



津波により流されたと思われる車等

28



高速道路を越えると別世界

29



倒れていない墓石

30



写真 28 付近。なぜかビニールハウス無事

〈仙台空港付近〉

・ 木造軸組住宅と鉄骨系の住宅が残っている場所があった (写真 32~37、41~44)。

31



場所はナビ画面のスタート地点 (写真 27~31)

32



1 階が津波被害を受けた木造の例

33



1 階が津波被害を受けた木造の例

34



写真 32 建物；内部被害状況

35



1階が津波被害を受けた鉄骨系の住宅。住宅の中で津波の流れ方が見て分かる。

36



写真 35 建物；水の流れた跡

37



電柱までなぎ倒す津波の威力

38



津波で流され基礎しか残っていない建物跡も

39



付近のS造建物

40



流木等に依る被害？

41



仙台空港正面ゲート付近。かろうじて自立している木造建築物

42



2階床上（3m超？）まで浸水している

43



仙台空港正面付近。かろうじて自立しているS造建築物

44



壁パネル破壊

〈調査事例 1B-3〉

- ・ 築 11 年。延べ 69 坪。
- ・ 外観から確認するも特に問題なしと思われる（写真 45）。
- ・ 1 階は浸水している（床上 600 mm～800mm）。

1B-3	写真45～47
調査地	名取市杉ヶ袋
震度	6強
浸水深さ(推測)	床上600mm～800mm(GL+1000～1200)
建物竣工年	2002年(築11年)
延べ面積	229m ² (69坪)
備考	近隣外観上は被害が少ない 海岸線より2700M～2900M

45



外観上は問題なし（2×4 建物）

46



写真 45 の近隣建物

47



写真 45 付近の状況

b) B班による4月29日の被害調査

〈仙台市青葉区折立〉

- ・ 傾斜地の宅地造成（1973年から）。
- ・ 同じ地区内にあっても滑動による地盤変状の有無で建物被害に差が生じている（今回2500箇所以上）。
- ・ 地盤に問題がない敷地の建物においては外観上の被害は見られない（写真49）。

48



折立小学校の南西、このエリア一体に地盤被害

49



道路を挟んで被害がほとんど見られない地域

50



折立小学校への通路脇の間知の崩壊

51



間知擁壁の座屈

52



1F 店舗部分の倒壊

53



道路と高低差；宅地全体がすべっている？

54



建物ポーチと 70cm 程ずれている(2×4 建物)

55



写真 48～57 の場所（青矢印）、折立の被害はこの航空写真の地域に密集している

56



基礎が無筋かつ土台アンカーが見当たらない

57



玄関周りの損傷

〈調査事例 2B-1〉

- ・写真 58 の建物（2×4 工法・築14年・42坪・総2階）への地震及び津波による被害は外観上は確認できなかった。
- ・海岸から約3kmの地点で浸水跡（床下?）が見られた。

2B-1	写真58～61
調査地	宮城県東松島市大曲
震度	6強
浸水深さ(推測)	床下(床上ぎりぎり)
建物竣工年	1997年(築14年)
延べ面積	139m ² (約42坪)
備考	海岸より3km～3.2km 川より約250m ほぼ総2階 基礎ベタ基礎 北面線路

58



2×4 建物

59



陥没踏切奥が海側（住宅地）。道路端が用水路側に崩落している。

60



線路の枕木の被害状況

61



水田には津波による海水が滞留。

〈調査事例 2B-2〉

- ・外観上は地震及び津波による建物の被害は確認できなかった（写真62）。
- ・街全体は既に落ち着きを取り戻しており、普通の生活がなされている模様。
- ・近隣の店舗等も通常通り営業されていた。

2B-2	写真62～63
調査地	宮城県石巻市あけぼの
震度	6強
浸水深さ(推測)	浸水無し
建物竣工年	1996年(築15年)
延べ面積	257m ² (76坪)
備考	海岸より4.5km～5km 1階に18帖台リビング勾配天井 2台カーポート付き

62.



手前平屋部分 18帖の吹き抜けリビングだが被害は見当たらなかった。

63



公園の隅はゴミ置場となっていたが、津波による漂流物かどうかは不明。

〈調査事例 2B-3〉

- ・約 1m の浸水地域と推測される。
- ・写真 64 の 2×4 住宅はやや高いところに建築されているが床上浸水？
- ・周辺は浸水の影響から畳を乾かしている住家は多く、所々で瓦が落ちる、外壁が剥離する等の揺れの影響も確認された。

2B-3	写真64
調査地	宮城県石巻市駅前北通り
震度	6強
浸水深さ(推測)	床上200mm位(GL+1000~1200)
建物竣工年	1996年(築15年)
延べ面積	133m ² (40坪)
備考	海岸より2.5km~2.8km

64



築 15 年。40 坪の 2×4 建物

65



写真 64 近く。跡から約 1m の浸水と思われる

66



写真 64 近く。外壁の剥落が生じている住家

67



破風の落下

〈石巻市商店街〉

- ・海近の商店街及び幹線道路（398号線）沿いは津波被害が甚大。

68（商店街）



石巻市駅前北通りから渡波に向う途中の海沿いの商店街の様子。1階が店舗で2面に大きな開口部があった建物と思われる。

69（商店街）



写真68と同様2面が道路に面する建物。倒壊は免れているが大きく傾いている。

70（商店街）



同じく店舗。完全に倒壊している。

71（幹線道路沿い）



川の中州地帯の状況

〈調査事例 2B-4〉

- ・ 2m 超の浸水
- ・ 1階は浸水している？
- ・ 海岸近くの平野部であるため、一体で浸水の影響が大きい。

2B-4	写真72～79
調査地	宮城県石巻市渡波
震度	6強
浸水深さ(推測)	床上2m位(GL+2.5m)
建物竣工年	1998年(約築13年)
延べ面積	242m ² (73坪)
備考	海岸より600m～700m 平屋 ・布基礎

72



南側の掃き出し窓 2箇所より海水侵入

73



調査日 1 日前の状況；流れてきた 10 t トラック（調査時には撤去済み）

74



床下の様子。底盤は泥で見えない。以外に汚泥少ない（猫土台影響？）

75



裏側（海から遠い側）の塀は建物との間に回りこんだ水の圧力で傾くとともに、塀の外側の脚部が水により搦り取られるような現象により脚部から倒壊したものと推察される。

76



住宅奥のお風呂場近辺に荷物が流されていることから、住宅の中の水の流れが分かる。

77



建物隅角部の石膏ボードの陥没

78



水圧により凹んだ内部建具

79



進入した水は建物端の浴室窓から流出したものであると思われる（オーナー談）。

〈調査事例 2B-5〉

- ・ 付近調査中にご主人に話しかけられる。
- ・ 近所で 2×4 住宅が多数残っていることから 2×4 住宅強いことを認識しているご主人。
- ・ 2F 床上 30cm 程度浸水。
- ・ 津波到着時刻は 3:47 か？
- ・ 波は 3 方向から来たのご主人。

2B-5	写真80～85
調査地	宮城県石巻市幸町
震度	6強
浸水深さ(推測)	2階床上 300mm位(GL+3.5M)
建物竣工年	2009年(築2年)
延べ面積	未確認
備考	海岸より120m～150m 2階床根太 Iジョイスト使用

80



浸水はしたものの、躯体への被害が殆ど無かった 2×4 工法住宅

81



2F 床上 30cm まで浸水

82



ボード圧壊している (コーナー部)

83



クロスに亀裂

84



2階個室は床から30cm程度のところに水跡が残っている。

85



津波時間3時47分？

〈調査事例 2B-5 の近隣〉

86



隣の工場は7m程上物が流されている

87



当該建物の周りには漂流物がそのまま残っている。

88



隣の工場の倒壊の様子

89



工場の中の様子

90



写真 80 付近。残るツーバイフォー工法

91



倒壊している住家

92



奥：孤島状態の工場、もともとは撮影地点と道路でつながっていた。

93



基礎から破壊されている木質系住宅

94



木質系住宅

95



漁港近く

96



海近くの被害状況

97



基礎下現れる

(4) B班調査員の感想

a) 調査員 A

- ・地震動による住家の被害は、築年数が古い建物で、瓦の落下、外壁の剥離等が見られた。地盤の悪い地域で地すべり等による建物被害が局所的に見られた。
- ・沿岸地域では津波による被害がほとんどであるが、同程度の築年数で隣り合う住家でも被害に差が出ているように感じられた。津波で流された建物、漂流物？が更に他の建物にぶつかり損傷させていくことから、構造や立地などで津波の被害を分類することは困難だと思われる。
- ・石巻市幸町のお客様が「ツーバイフォー工法の住宅が近くでも残っている。ツーバイフォーは強いね。」と仰っていた。これは主観も多分にあると思われるが、実際に津波被害地域でも残っており、清掃、ボードの張り替え等で修復可能な住宅は多いと思われる。塩水に使った釘等の配慮は課題として残るが。

b) 調査員 B

①津波による被害を受けた木造建築物

今回の調査を通じてわかったことは、津波の通り道であったかそうでなかったかが被害の大小を分けた最大の理由であり、津波の経路が把握できなければ、今回の被害状況を正確に把握することはできないと思われる。しかし、津波の被害を受けた木造建築物は、④基礎・土台を残して上部建物が流されたもの、⑤津波により流された障害物等で損傷しているが、かろうじて自立しているもの、⑥開口部等に損傷はあるがほぼ健全な状態のもの、に大別されている。⑤の状況からからは、外壁の剥がれ方の状態から津波の通り道を推測することができる。また、④については、土台と上部建物の緊結が十分でないことが窺える。近年では軸組工法においても、土台と柱を金物により緊結しているが、「かすがい」等による接合では、津波による水圧に耐えうるものではない。なお、ツーバイフォー住宅に

については、耐震性・耐風性を高めるために耐力壁端部に帯金物を取り付けていることが、津波による被害を軽減したと考えられる。しかし、木質系の住宅においては、その帯金物が土台に取り付いたまま上部建物をさらわれていたものもあった。

②斜面の崩落や地滑りによる被害を受けた木造建築物

仙台市街地を望む高台にある折立地区（同市青葉区）。アスファルトの路面に走る何本もの深い亀裂、あちこちでブロック塀が倒れ、屋根や外壁が崩れた木造建築物も多い。傾斜地に造成された一戸建ての住宅団地のため、広範囲で地滑りが起き、多くの木造建築物が巻き込まれた。基礎形式等は不明であるが、大半は布基礎によるものと思われる。べた基礎形式によるものがどの程度の被害であったかが興味深い。

c) 調査員 C

- ・今回調査した建物では、地震動による直接的な被害は限定的だと思われる。建物の被害が多かった折立地区についても造成地盤の影響が大きいものと思われる。
- ・津波被害を受けた地域では、同程度の強度を有すると推察される建物でも被害の程度が異なる状況が見受けられた。建物の周辺状況等により、波の速さ（強さ？）に差があり、建物が受けた水平力に差があったことが原因の一つと考えられる。また、水流そのものの影響ではなく、漂流物の衝突が原因の場合も多数存在するものと思われる。
- ・津波被害を受けた地域でも躯体の損傷が殆ど無く、修復可能な木造住宅は多数存在するものと思われる。
- ・躯体の損傷がない2×4住宅は補修可能と考えられるが、木材や釘・金物が海水に晒された場合の耐久性等への影響をある程度定量的に把握すると共に、対策（事前・事後共）を確立する必要があると思われる。
- ・津波の外力に対する設計的な配慮が可能か（現実的か）どうかの検討が必要と思われる。

2. 2 会員アンケート調査

2. 2. 1 調査概要

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震によってツーバイフォー工法住宅（以下「2×4住宅」と呼ぶ）が受けた被害の程度を明らかにするため、表2.2.1に示す方法でアンケート調査を実施した。

被害調査の対象地域として、岩手県・宮城県・福島県・茨城県・千葉県の5県のうちから合計111市町村を選定した。これらの市町村は、調査開始時点で、①震度6弱以上が観測されていた、または②津波被害が報告されていた、かのどちらかである。

表 2.2.1 東北地方太平洋沖地震による2×4住宅被害に関するアンケート調査の概要

1. 調査票の配布対象	次の5県に供給実績がある本協会会員（100社）
2. 被害調査の対象地域 （巻末の資料1参照）	岩手県（11）、宮城県（33）、福島県（31）、茨城県（28）、千葉県（8）のうち次の市町村（合計：111）* ①調査開始時点で震度6弱以上が観測されていた市町村 ②調査開始時点で津波被害が報告されていた市町村
3. 調査期間	2011年4月27日～7月28日

*（）内は調査対象に選定した市町村数を示す。

2. 2. 2 会員による枠組壁工法住宅に関する被害調査の実施状況

アンケートの回答状況は次の通りである¹⁾。

本アンケート調査に回答した会員数：29社

当該会員が被害確認を行った2×4住宅総数：20, 772棟

アンケート調査の対象地域において、回答各社が東北地方太平洋沖地震に関する被害確認を行った市町村別内訳を表2.2.2に示す。回答各社に確認したところによれば、各社とも当該市町村に供給した2×4住宅の全数について被害状況を確認したとのことである²⁾。

1) 回答各社の本社所在地内訳：青森県1社、岩手県6社、宮城県4社、福島県1社、茨城県1社、千葉県4社、東京都11社。

2) 原発事故に関連して避難指示が出された地域では未確認の2×4住宅もある。なお被害確認は回答各社自身が直接点検を行うか建物居住者に直接電話等で問合わせることによって行われた。

表 2.2.2 アンケート回答各社が被害確認を行った2×4住宅数の市町村別内訳

岩手県 1208棟	洋野町	久慈市	田野畑村	宮古市	山田町	釜石市	大船渡市	陸前高田市
	8	63	0	64	8	150	53	32
	矢巾町	一関市	奥州市					
宮城県 8017棟	330	179	321					
	仙台市	石巻市	塩竈市	白石市	名取市	角田市	岩沼市	登米市
	4871	263	133	67	461	36	156	49
	栗原市	大崎市	東松島市	大河原町	村田町	柴田町	丸森町	亘理町
	80	310	118	53	12	139	7	88
	山元町	松島町	七ヶ浜町	利府町	大和町	大郷町	富谷町	加美町
	16	44	49	197	141	12	475	23
涌谷町	美里町	南三陸町	気仙沼市	宮城美里町	大衡村	宮城川崎町	蔵王町	
36	60	21	47	0	6	15	27	
女川町								
5								
福島県 2706棟	福島市	郡山市	いわき市	白河市	須賀川市	相馬市	田村市	伊達市
	666	846	386	140	183	34	72	103
	本宮市	桑折町	国見町	川俣町	鏡石町	天栄村	磐梯町	猪苗代町
	74	19	8	4	19	1	3	26
	会津坂下町	湯川村	会津美里町	西郷村	泉崎村	中島村	矢吹町	棚倉町
20	1	11	25	2	4	16	9	
鮫川村	石川町	小野町	新地町	浅川町	古殿町	中島村		
0	15	13	3	1	2	0		
茨城県 5171棟	水戸市	日立市	土浦市	石岡市	結城市	常総市	常陸太田市	高萩市
	688	469	583	124	44	80	67	34
	北茨城市	笠間市	つくば市	ひたちなか市	潮来市	常陸大宮市	那珂市	坂東市
	41	98	899	516	20	48	101	35
	稲敷市	桜川市	神栖市	行方市	鉾田市	小美玉市	茨城町	大洗町
33	19	452	33	39	93	61	31	
美浦市	阿見町	河内町	利根町					
27	264	9	263					
千葉県 3670棟	成田市	佐倉市	旭市	習志野市	印西市	香取市	栄町	東庄町
	729	1580	163	532	401	54	210	1

2. 2. 3 枠組壁工法住宅に関する被害棟数の集計結果

東北地方太平洋沖地震によって2×4住宅が受けた被害状況を表 2.2.3 に示す。

半壊以上の被害は、強震変形では 2 棟に止まった。しかし地盤崩壊や液状化による半壊以上の被害がそれぞれ 39 棟と 34 棟に発生した。

津波被害については 233 棟に半壊以上の被害が発生した。

表 2.2.3 東北地方太平洋沖地震によって2×4住宅が受けた被害状況^{注)}

被害程度	津波を除く被害					津波被害
	合計	強震変形	地盤崩壊	液状化	類焼ほか	
全壊	7	0	6	0	1	105
半壊	69	2	33	34	0	128
一部損壊	413	319	61	16	17	410
計	489	321	100	50	18	
多少の被害あり 及び被害なし	19,633					7
小計	20,122					650
合計	20,772					

注) 被害程度は住家被害認定(巻末資料2参照)を参考にして次のように分けて回答を求めた(本アンケート調査では「大規模半壊」の区分は用いなかった)。

全壊: 住宅が滅失したもの、具体的には、住宅の損壊または焼失部分の床面積がその延床面積の70%以上に達した程度のも、または主要構造部の被害額がその住家の時価の50%以上に達した程度のも。

半壊: 住宅の損壊が甚だしいが、補修すれば元どおり使用できる程度のも、具体的には、損壊部分が延床面積の20%以上70%未満、住家の時価にすると20%以上50%未満のも、また、ある程度住家が傾斜したも。

一部損壊: 上記の程度を下回る損壊を受けたも、多少の補修は必要な被害が発生した住家。

多少の被害あり: 壁紙に皺がよったり、少し裂け目が入ったり、家具の落下等により床材が一部傷ついたりした程度の被害が生じたも。当面、そのまま居住してもほとんど支障はないも。

被害なし: ほとんど被害が見られなかったも。もちろん、継続して居住することに支障のないも。

強震変形: 震度6弱以上の地震動による直接的な建物被害*。

地盤崩壊: 震度6弱以上の地震動により、敷地及び敷地に隣接する擁壁の傾きや割れにより地盤が崩壊することによる間接的な建物被害*。

液状化: 震度6弱以上の地震動により、敷地地盤が液状化することによる間接的な建物被害*。

津波被害: 津波による建物被害。津波波力(浸水も含む)による間接的な被害及び衝突物による間接的な被害。

*本アンケート調査は、原則として震度6弱以上が観測された地域を対象にしたことから、震度5強までの地域の地震被害は調査対象外である。

2. 3 会員並びにお客様の声

2. 3. 1 会員アンケート調査における自由記入回答

(1) ツーバイフォー住宅の被害事象に関する感想・意見

「2.2 会員アンケート調査」によって得られた自由記入回答（設問2、巻末資料1参照）を以下に記す。

- ・「2×4工法は、地震に強いと言う事で選らんだが、その通りの性能で安心できた。」との声が多くありました。(H社)
- ・枠組工法であるのでクロスの亀裂があるのは、被害者意識がある。(F社)
- ・在来木造も建築しておりますが、2×4は、クロスの亀裂、よじれなどなく改めて地震に対しての強さを実感しました。(E社)
- ・被害が無かった、少なかったお客様より「2×4（2×6）だから大丈夫でした。」と大変ありがたい声を頂くケースが多い。(S社)
- ・色々な話を聞いたり、実際見てみると在来でも近年に建築されたものは、被害が少ない様子。(S社)
- ・設計(プラン)・地域(地盤)によって被害の差が出ている。(S社)
- ・庭に液状化あり。建物の被害はなく感謝しています。(千葉県習志野市在住)(M社)
- ・近隣は、液状化の影響で被害が出ているが、全く問題がないと感謝の言葉を頂きました。(千葉県千葉市)(M社)
- ・揺れもなく戸もビクともしない。額も落ちない。ご主人がデータを取っていらっしやるので2×4の説明会等あれば発表したいとの事。親戚の方々も避難され感心されている。(茨城県神栖市在住)(M社)
- ・今回の地震でお皿一枚割れることなく、安全に過ごす事が、出来ましたことをご報告させていただきます。1月29日引渡し、2月20日入居でしたのでぎりぎり間に合いました。停電後、5時間位は、室温も保たれ水のタンクも充分でした。両親からは、機能的で住みやすそう、御近所の方々からはモダンでいい家ができましたねという言葉ももらいました。皆様の御尽力で快適な生活になりました。ありがとうございます。(神奈川県在住)(T社)
- ・1階天井裏までの浸水。流れてきた近隣屋根(2軒)が衝突。また、北側近隣の2階建倉庫が倒れ寄りかかる。1階窓建具は、南と西を中心にほとんど流出し瓦礫が室内に侵入堆積した状態であった。津波侵入方向にあった木造住宅の8割ほどが、流出又は全壊状態であったが、本宅は傾き等もなく、修繕することとした。1階の損壊は、ショックであるが、しっかり作ってもらったおかげで家が残ることができた。有難うございますとの言葉を頂いた。(岩手県宮古市2001年2月新築二世帯住宅在住) 施

主40代・70代) (D社)

- ・周りの住宅に比べ被害が少なかった。あらためてツーバイフォーで建築してよかったとの声が多かった。(T社)
- ・時間が経過してみて近所の家々と比べ被害が少なかった事を実感している。
- ・ツーバイフォー住宅は、地震に対して揺れない全く影響を受けないと誤解している意見あり(クロス等の被害を受けて)
- ・保険会社により査定基準が異なり不安に施主が思われるケースが有り(実際の被害は軽微であるが半壊判定等)(S社)
- ・玄関ポーチひび割れあり、建物の被害はなし。(T社)

(2) 今後の対応や修復工事などに対するご意見

「2.2 会員アンケート調査」によって得られた自由記入回答(設問3、巻末資料1参照)を以下に記す。

- ・4/28現在全て補修工事終了(S建築社)
- ・各種、震災後の保証体制の整備が必要。(S社)
- ・全棟写真データによる管理を実施している。(今後の定期点検の為)(S社)
- ・津波浸水による塩害対策(海水による木材、釘、金物等への影響)(T社)
- ・入居してから2ヶ月弱がたっていました。遅くなってしまいましたが、本当に美しく快適な住まいで、幸せな気持ちで過ごしております。MKにひかれて、あまたあるハウスメーカーの中から御社にお願いすることを決断しましたが、今では、すっかりMKが大好きになりました。典型的な日本のハウスメーカーさんには、出せない独特の明るさ、華やかさがありその明るさはいかにも幸せを運んでくれるような雰囲気につながっています。折りしも、入居後1ヶ月で遭遇した巨大地震でしたが、今まで経験したことがないほどの大きな揺れにも関わらず、食器棚も倒れず、花瓶等も落ちて割れてしまった物も何もなかったのも、改めて北米式2×4の耐震性を実感しました。今回の震災で改めて耐震性というものがどれだけ大切か、日本中が再認識したと思います。外観という目に見える部分、そして目に見えない部分共にこれからもクオリティの高い家を提供し続けていって欲しいです。また、空調室外機のこと近隣から匿名の苦情があり、困惑もしましたが、御社には大変ありがたい対応をしていただきました。心よりお礼申しあげます。御社のご繁栄を願っております。(神奈川県在住)(T社)
- ・設備機器は、浸水というだけで全てが利用できない。1階に集中させず2階へ分散設置も検討すべきかと。(岩手県宮古市)(D社)
- ・今回大震災は、液状化による被害が大半をしめている。調査費用は、全額負担とし、修復工事は、SM1社にて有償対応している。(S社)

- ・開口部（サッシ・ドア廻り）のクロス被害が有り、今後の対応等を検討している。
- ・今後の定期点検に向け写真・データ管理している。（S社）
- ・床上浸水で床合板をはがし、泥さらいをする作業が大変だった。一階は、ほぼ新築と同じ工程でした。（H社）

2. 3. 2 会員アンケート調査で得られた枠組壁工法住宅の被害事例

アンケート調査を依頼するに当たり、被害事例の情報収集も行った。寄せられた情報の中で建物所有者から公開を許可された2×4住宅（以下A邸と呼ぶ）の津波被害事例があったので以下に掲載する。

建物概要 所在地：岩手県大槌町 延床面積：115.m²

階数：2階建て（省令準耐火構造）

被害状況：基礎と1階床が残存。最初に来た波で1階壁が破壊され、引き波で2階が防波堤（敷地から500～500m）まで流されたと考えられる。

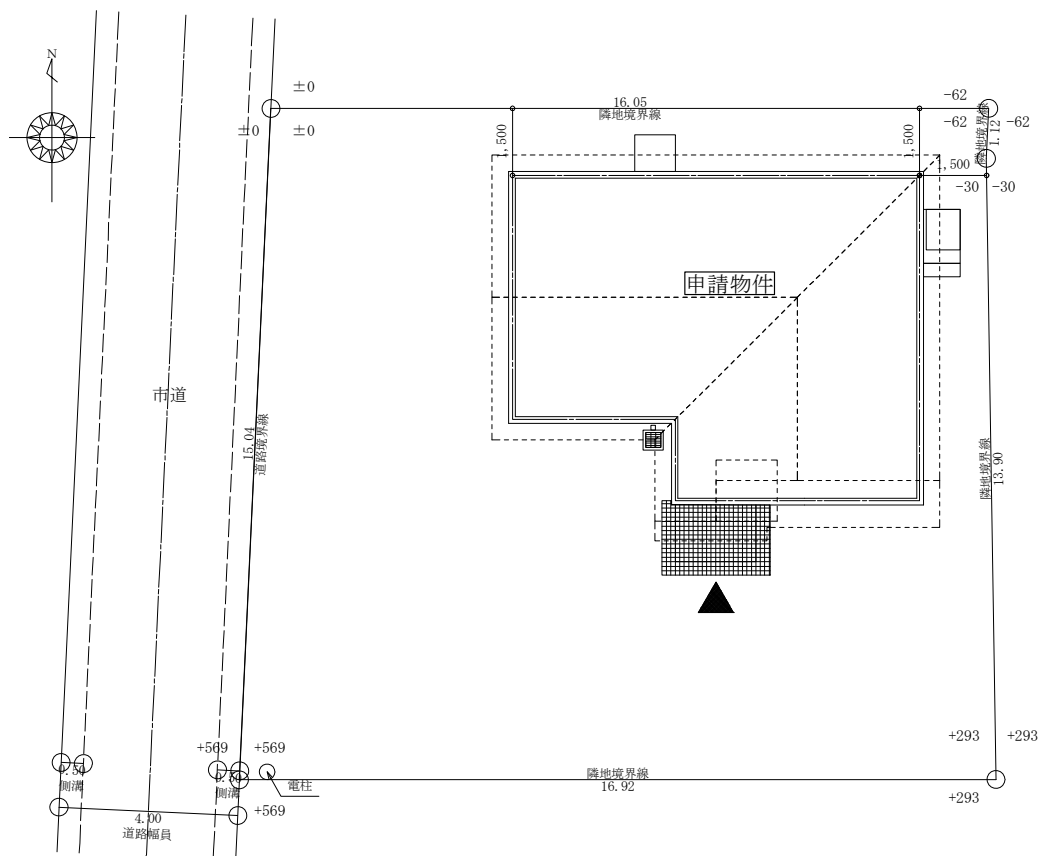


図 2.3.2(1) A邸配置図

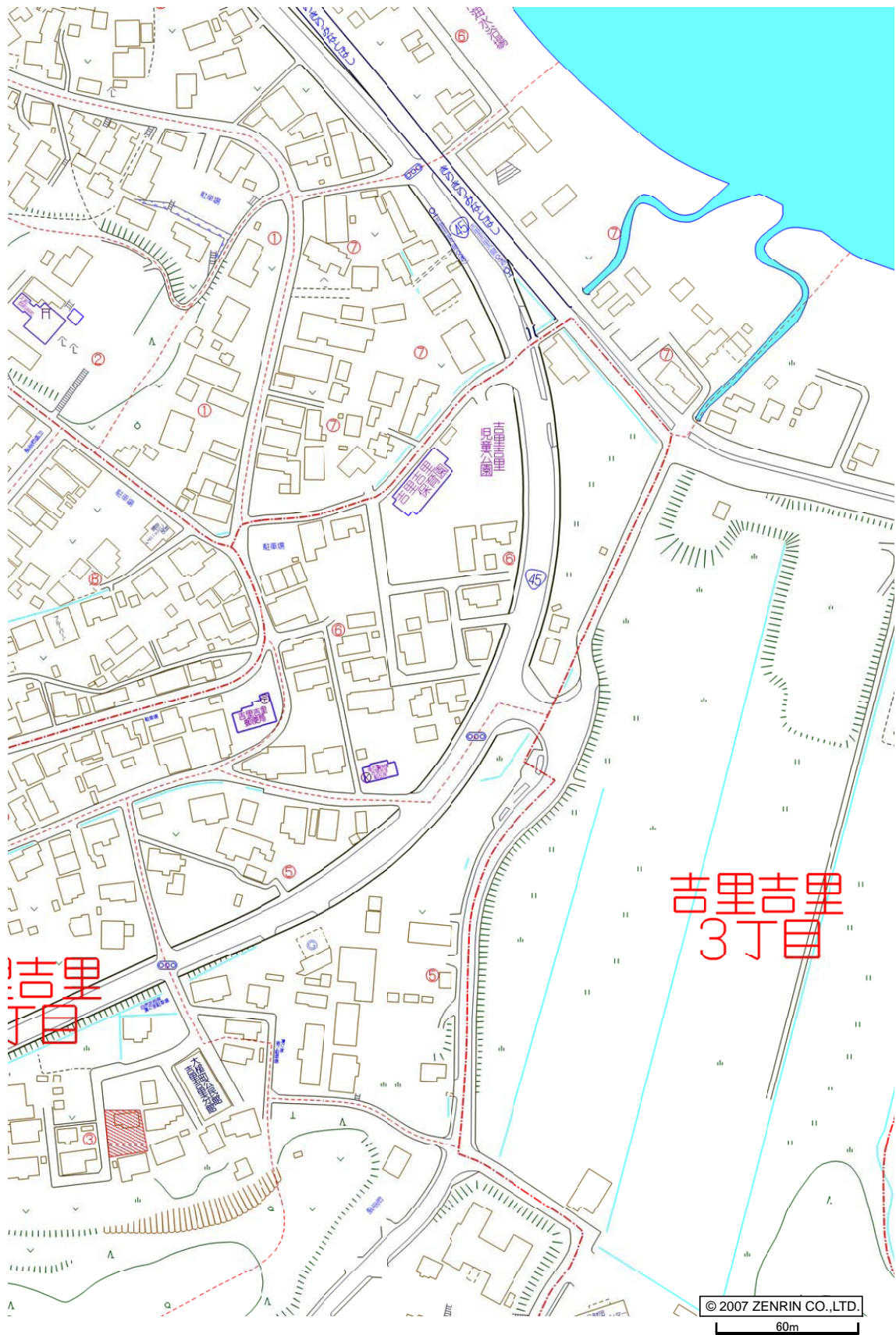


図 2.3.2(2) A 邸の付近見取図

基準法上面積

階	面積	
1	59.62 m ²	18.03 坪
2	56.31 m ²	17.03 坪
延床面積	115.93 m ²	35.06 坪
建築面積	59.62 m ²	18.03 坪

建物施工面積

階	面積	
1	65.83 m ²	19.91 坪
2	56.31 m ²	17.03 坪
延施工面積	122.14 m ²	36.94 坪

階段：R=210.6, T=210
 イ. 210.6/210<22/21
 ロ. 210>195
 ハ. 210<2*210.6<650

省令準耐火構造
 気密工法該当

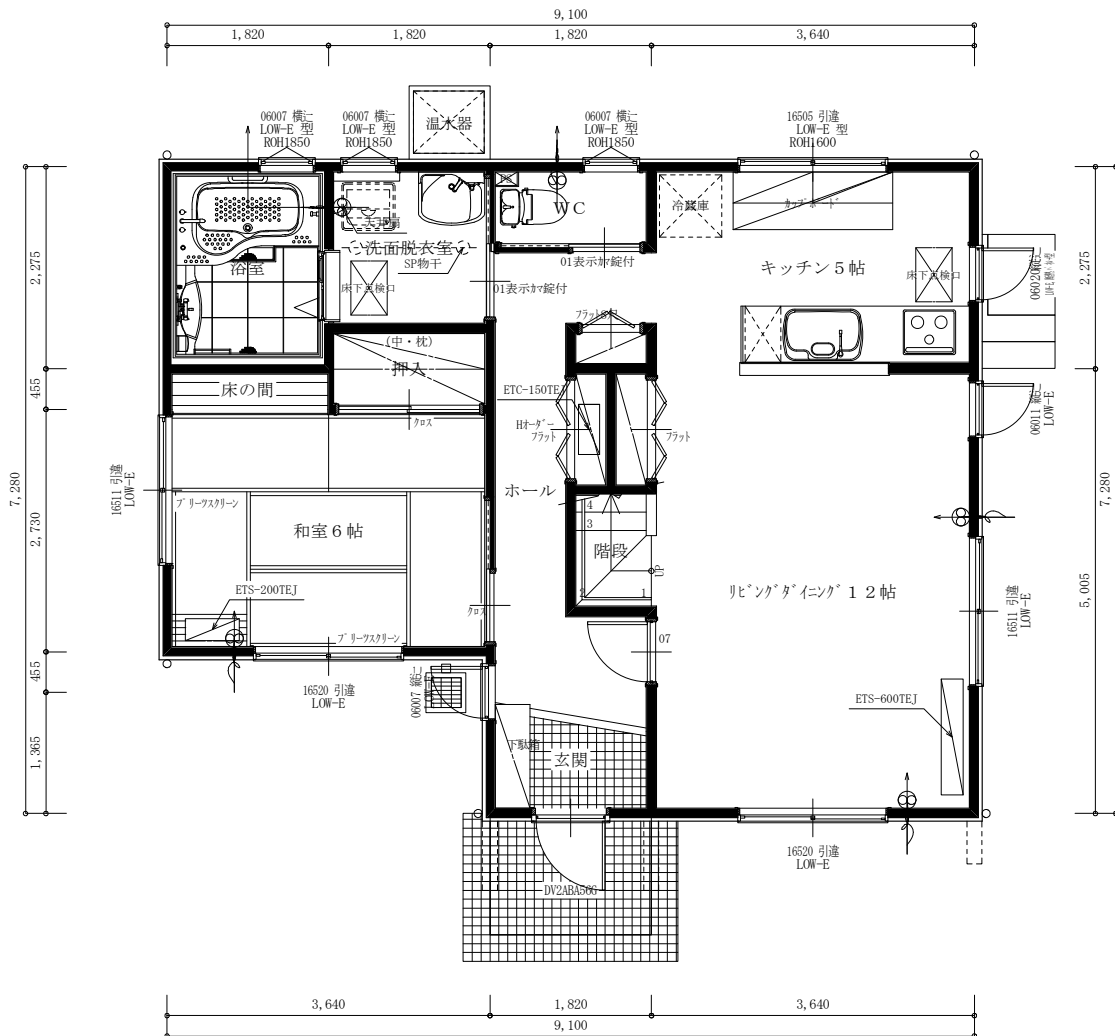


図 2.3.2(3) A 邸 1 階平面図

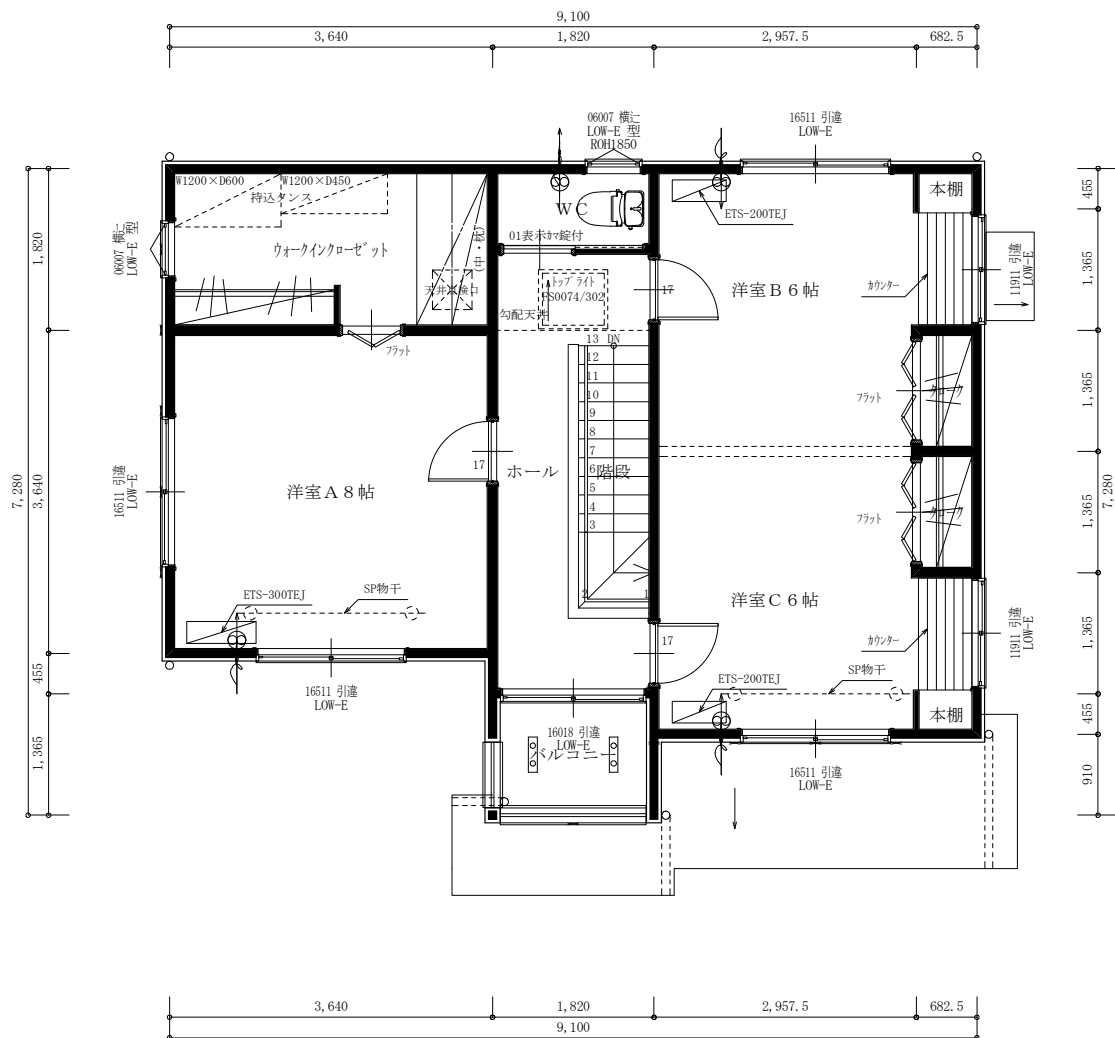
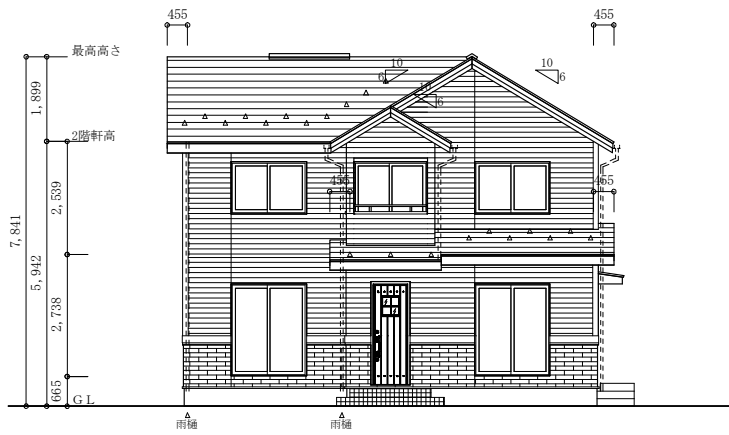
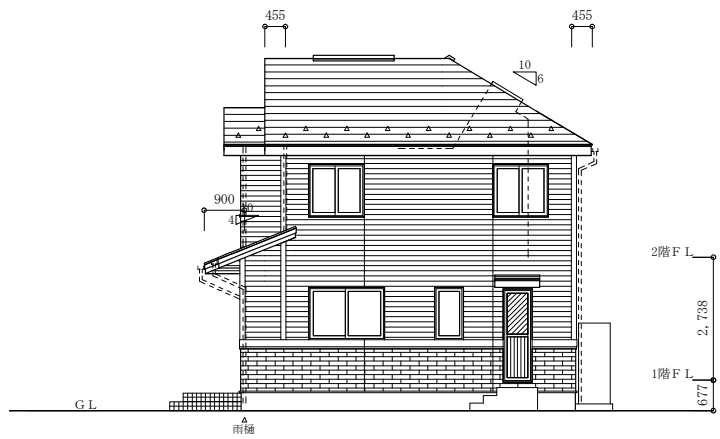


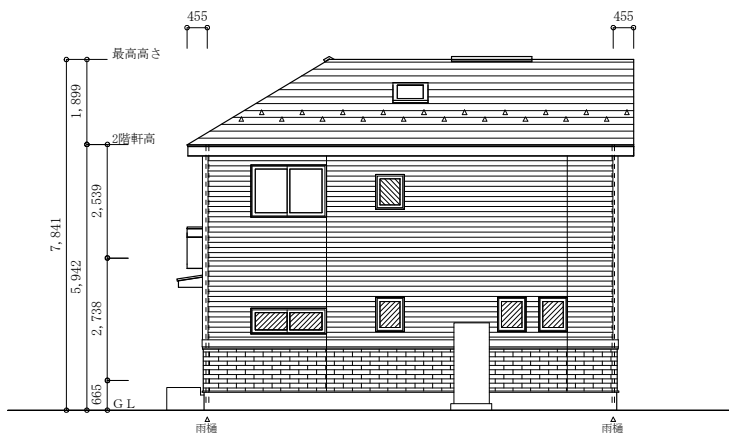
図 2.3.2(4) A 邸 2 階平面図



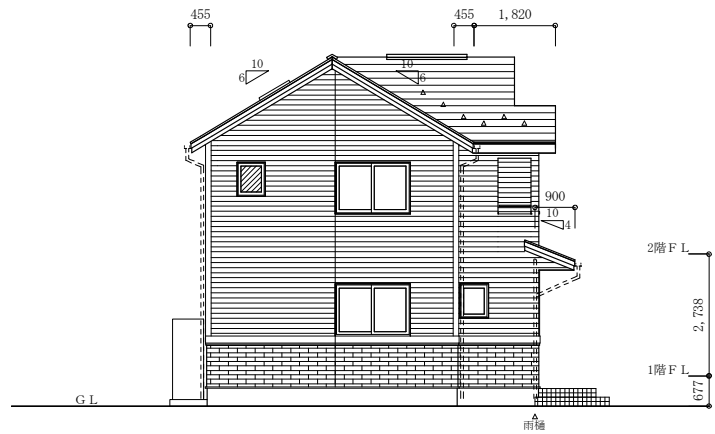
南侧立面图 S:1/100



东侧立面图 S:1/100



北侧立面图 S:1/100



西侧立面图 S:1/100

图 2.3.2(5) A 邸立面图



敷地の状況。基礎と1階床が残存



敷地から500~600mほど離れた防波堤まで流出した2階部分



流出した2階部分



流出した2階部分



流出した2階部分の損傷状況

図 2.3.2(6) A邸被害写真

2. 4 建築関連団体による建物被害調査の報告等

2. 4. 1 建物被害に関する主な報告

報告書 No.1：木造に関する記述は津波被害に関するものが多いが、3月22日号には大崎市における店舗併用住宅等の地震動被害が報告されている。

報告書 No.2：地震発生後の2週間ほどの初動調査の報告。3月12日の長野県北部を震源とする地震や3月15日の静岡県東部を震源とする地震の報告を含む。

報告書 No.3：2011年6月30日時点では最も詳細な報告。

表 2.4.1 建築関連団体による主な建物被害調査の報告（2011年6月30日時点）

(1) 主な報告会

No.	月日(2011年)	名称	主催
1	4月6日 4月23日	平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震および一連の地震緊急調査報告会(4/6:東京会場、4/23:大阪会場)	日本建築学会
2	5月16日	建築関連団体東日本大震災報告会—建築関連団体の連携した活動に向けて—	建築関連団体災害対策連絡会
3	6月6日	第24回木質構造研究会講演	木質構造研究会
4	6月10日	東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)調査発表会	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
5	6月20日	東日本大震災における木造建築物の被害調査発表会	日本住宅木材技術センター
<p>【備考】録画映像の公開</p> <ul style="list-style-type: none"> ・No.1(4/6)：2011年5月27日より(http://www.ustream.tv/channel/tohokueq) ・No.2：2011年5月25日より(http://www.ustream.tv/channel/tohokueq2) 			

(2) 主な報告書

No.	名称(URL)	発行年月日(Web公開)	発行者(備考)
1	東北地方太平洋沖地震災害調査速報 2011年3月20日号～5月25日号 (http://news-sv.aij.or.jp/tohoku/tohokusaigai-mokuji.html)	2011年 3月20日 ～5月25日	日本建築学会 東北支部
2	東北地方太平洋沖地震および一連の地震緊急調査報告 (http://www.aij.or.jp/jpn/databox/2011/20110502-1.pdf)	2011年4月 (同年5月2日)	日本建築学会 (報告会No.1の資料)
3	平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報) (http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/0311quickreport.html)	2011年5月 (同年6月1日)	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 (報告会No.4は本書に基づく)

2. 4. 2 「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報）」の抄録

（1）木造住宅に関連する被害の記述

表 2.4.2 国総研・建研による地震調査（速報）における木造関連の記述箇所

内容	章・節・項タイトル	該当ページ
地震動による被害	5.2 木造建築物の被害	5.2-1～50（50 頁）
地盤被害 （液状化・造成宅地の変状）	5.5 宅地地盤・基礎の被害	5.5-1～41（41 頁）
津波による被害	6.4.3 木造 （第 6 章 津波による建築物の被害）	6-127～131（5 頁）

（2）地震動による被害に関する記述の抜粋

5.2 木造建築物の被害

5.2.1 調査の目的と概要

2011 年東北地方太平洋沖地震発生に伴い、木造建築物にも多数の被害が発生した。国土交通省国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所は、地震発生の 3 日後にあたる 3 月 14 日から木造建築物の被害概況を把握する目的で、第一次調査を行った。今回の地震による震災は広範囲にわたったため、この第一次調査は複数回にわたって実施したが、被害の全容を把握し切れていない。

本節では、これらの調査によって得られた調査結果について、被害原因に関する考察を与えるための以後の調査計画を策定するための基礎資料としてとりまとめたものである。

5.2.3 まとめ

木造建築物の地震動による被害を、宮城県栗原市、大崎市、遠田郡美里町、石巻市、仙台市、福島県須賀川市、栃木県那須郡那須町、矢板市、茨城県常陸太田市、那珂市、水戸市、常総市、龍ヶ崎市などで調査した結果、以下のことが得られた。

- 1) 木造建築物の地震動による被害は宮城県大崎市、福島県須賀川市、栃木県那須郡那須町、茨城県常陸太田市、那珂市などで多く確認された。
- 2) 宮城県栗原市では、震度 7 を記録したにもかかわらず、被害はさほど大きくないという印象がある。
- 3) 造成宅地の地盤変状による被害は、宮城県仙台市、栃木県矢板市などで大きく、被害棟数もそれなりに多い。
- 4) 屋根瓦の被害などは、地震が頻繁に発生する宮城県よりも、むしろ福島県、茨城県の方が多という印象がある。
- 5) 低湿地や水田を埋め立てたなどの宅地では、地盤変状が発生しなくても地震動が増幅した可能性があることが、宮城県栗原市、大崎市、栃木県那須町、茨城県常陸太田市、那珂市、常総市、龍ヶ崎市などで看取された。
- 6) 宮城県大崎市では、2 階の残留変形が 1 階よりも大きい希有な被害例が複数確認された。

出典：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報），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，p.5.2-1&50，2011.6.

(3) 地盤被害（液状化・造成宅地の変状）に関する記述の抜粋

5.5 宅地地盤・基礎の被害

5.5.1 調査概要

東北地方太平洋沖地震における宅地地盤及び基礎の被害としては、地震直後より関東地方の湾岸地域を中心とした液状化被害が大きく報道されてきたが、本章の各種構造（上部構造）の研究者による一次調査の結果等から、宮城県、福島県、栃木県などの造成宅地についても、大きな変状に伴う建築物被害が認められ、調査を実施したところである。

本節では、第一次調査の結果を以下の通り取りまとめて報告する。

- ・ 利根川流域（茨城・千葉県境）の液状化被害
- ・ 東京湾岸区域（千葉県浦安市）の液状化被害
- ・ 宮城・福島・栃木における造成宅地等の被害

5.5.3 まとめ

東北地方太平洋沖地震における宅地地盤及び基礎の被害に関して、液状化の被害（利根川流域及び東京湾岸区域）、造成宅地等の被害（宮城、福島、栃木）について、外観目視を中心とした調査を実施した。調査範囲の被害状況の概要は以下のとおりであった。

- ・ 液状化被害について：

利根川流域及び東京湾岸区域においては、液状化に伴う噴砂や地盤変状などの広域的な被害の発生を確認した。傾斜の大きな建築物も見られたが、その場合でも基礎部分に関しては、調査した範囲では外観上は基礎のひび割れ、亀裂等は見られなかった。

今回の地震において発生した広域的な被害（建築物（構造体）以外の道路や下水道などインフラ関連の被害も含む）に関しては、液状化メカニズムの検討（特に地震動の継続時間や液状化層の判定）が必要であると考えられる。また、液状化発生地域であっても極端に周囲と比べて被害の大小に差が生じた場合もあることから、個々の宅地における液状化判定や対策の選定手法についても、検討が必要である。

- ・ 宅地地盤被害について：

高台となる造成宅地（とくに辺縁部）を中心に、地盤の滑り出し等の変状を伴う大きな被害が見られた。また、過去に被害を生じた造成地で、再び変状が発生した地域も見られた。

大規模な被害を受けた宅地で、基礎下の地盤が崩落していた状態でも、基礎の一体性が確保されていたものがあり、地盤変状のメカニズムの検討以外に、被災地域における基礎仕様の実態についての調査が必要であると思われる。

参考文献

- 5.5-1 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（竜ヶ崎）、昭和34年1月30日
- 5.5-2 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（小林）、昭和34年1月30日
- 5.5-3 若松加寿江、日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会
- 5.5-4 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（潮来）、昭和46年6月30日
- 5.5-5 国土地理院、数値地図25000（土地条件）東日本（図名：潮来）、平成18年3月1日
- 5.5-6 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（佐原東部）、昭和48年11月30日
- 5.5-7 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（常陸鹿島）、昭和52年10月30日
- 5.5-8 浦安市史
- 5.5-9 神保廣光、木村孝範、宅地造成（臨海部）における地盤改良工法-浦安東地区、みなとみらい21地区-、土木技術、pp.56、1994年4月

出典：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報），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，p.5.5-1&41，2011.6.

(4) 津波による被害に関する記述の抜粋

6.2 調査内容

6.2.1 現地調査

6.2.1.1 調査地域の概要

調査地域は図6.2.1-1及び表6.2.1-1に示す岩手県から宮城県の沿岸部の14市町である。表6.2.1-1の市町村の人口は各市町村関連のWebsiteから収集し、被害の状況は消防庁Website(平成23年4月20日)から入手したものである。津波被害の甚大さや福島第1原子力発電所の事故のために、被災後1ヶ月以上経過した時点でも調査中や不明となっている項目が多く、正確な数字ではない項目も含まれている。



図 6.2.1-1 調査地域地図

6.4.3 木造

被害調査結果から、木造建物の津波による被害形態は最大浸水深と大きく関係していると考えられる。そこで、調査範囲で確認された最大浸水深と木造建物との被害形態の関係について以下にまとめる。

最大浸水深が4m以上の場合(=2階建木造建物では2階床高さ以上の最大浸水深となる場合)、平屋もしくは2階建木造建物で残存している例は極めて少なかった。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、あるいは土台も流失し基礎のみ残る例などが多数確認された(写真6.4.3-1~6.4.3-2)。

一方、最大浸水深が1~2m程度の場合は、ほとんどの木造建物が残存していた(写真6.4.3-3)。構造躯体に被害が生じているものは、津波波力によるものではなく漂流物の衝突によるものと考えられる。

出典：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)，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，p.5.2-3,4,127,128，2011.6。



写真 6.4.3-3 最大浸水深が低いため、残存している事例
(仙台市若林区荒浜地区)

最大浸水深が2~4m程度の場合、一部の木造建物で残存している事例が確認された。残存している木造建物では以下の(1)又は(2)に掲げる特徴が見られた。

(1) 津波の作用面の前方に建つ建築物が流失を免れた場合、その残存した建築物の後方に建つ木造建物は、構造仕様に関係なく残存する事例が複数見られた。流失を免れた建築物により、その後方に建つ木造建物に作用する津波波力が大きく軽減されたためと考えられる(写真6.4.3-4)。

(2) 津波の作用面の前方に津波波力を軽減する建築物がない場合でも、流失を免れ残存した木造建物が複数確認された。残存した木造建物の特徴を以下にまとめる。

1) 津波の作用方向に対して開口が多い、又は平面全体を通して開口が多いため津波波力が軽減されたものと考えられる(写真6.4.3-5)。

2) 津波の作用方向に面する建物隅部の柱および外壁面を流失しつつも、残存する事例が複数確認された。但し、津波波力により流失したか、漂流物の衝突によるものかは定かではない(写真6.4.3-6)。

3) 1階をピロティ形式または津波の作用方向に対し開口を有するRC造等とした立面混構造では、残存している事例が複数みられた(写真6.4.3-7~6.4.3-8)。

その他の例として、べた基礎ごと建設地から移動して残存した木造建物も見られた(写真6.4.3-9)。

出典：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)，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，p.5.2-128,129，2011.6.



写真 6.4.3-4 津波の作用方向の前面に建つ建築物により津波波力が軽減し、残存したと考えられる例（名取市関上地区）

出典：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報），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，p.5.2-129，2011.6.