

福島県沖を震源とする地震による建築物の瓦屋根等の被害 現地調査報告

国土交通省国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人建築研究所

目次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 瓦屋根の被害状況 | 7 |
| 3. 瓦屋根以外の被害状況 | 21 |
| 4. 宮城県山元町における屋根の悉皆調査 | 24 |
| 5. まとめ | 30 |
| 参考文献・謝辞 | 31 |
| 参考1 屋根各部と瓦の名称等、「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」の概要 | 32 |
| 参考2 瓦屋根耐風診断調査票（案） | 34 |

1. はじめに

令和3年2月13日23時08分頃の福島県沖の地震により福島県及び宮城県内で建築物の瓦屋根等の被害が生じた。この地震によって、宮城県蔵王町、福島県相馬市・国見町・新地町で震度6強、宮城県石巻市・岩沼市・登米市等、福島県福島市・郡山市・須賀川市等で震度6弱の震度を記録した。

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、被害が発生した建築物の瓦屋根等を対象に現地調査を実施した。この現地調査は国土交通省住宅局の要請を受けて行ったものであり、本報告は調査結果を取りまとめたものである。

1.1 調査の概要

(1) 調査行程

調査行程は以下のとおりである。屋根上で調査を実施した建築物（住宅①～⑦、商業施設）の位置及びその他の調査範囲を図1.1.1に示す。

- ・ 2月28日(日) 福島県福島市、伊達市、伊達郡桑折町
 - 09:00 福島駅西口集合・打合せ
 - 09:30～ 屋根被害調査 住宅①・住宅②（桑折町）
 - 12:00～ 住宅被害調査（桑折町中心部）
 - 12:45～ 昼休み（伊達市）
 - 13:40～ 屋根被害調査 住宅④・住宅⑤・住宅③・住宅⑥（伊達市）
 - 16:40～ 調査終了、宿泊地（白石蔵王）移動

- ・ 3月1日(月) 福島県相馬市、相馬郡新地町、宮城県亶理郡山元町、亶理町
- 08:00 集合・打合せ
- 09:20～ 屋根被害調査 商業施設(相馬市)
- 11:00～ 住宅被害調査(新地町)
- 11:45～ 悉皆被害調査(山元町)
- 13:30～ 昼休み(亶理町)
- 14:20～ 屋根被害調査 住宅⑦(亶理町)
- 15:00 調査終了・現地解散

(2) 調査者

本調査の調査者は以下のとおりである。なお、(一社)全日本瓦工事業連盟、全国陶器瓦工業組合連合会の関係各位等も本調査に同行した。

- ・ 国土交通省国土技術政策総合研究所
建築研究部 構造基準研究室長 喜々津 仁密
建築研究部 構造基準研究室 研究官 宮村 雅史
- ・ 国立研究開発法人建築研究所
材料研究グループ 上席研究員 槌本 敬大
材料研究グループ 主任研究員 山崎 義弘

(3) 調査の目的と方法

本調査では、福島県沖の地震によって脱落等の被害が生じた瓦屋根を対象に、工学的見地から被害状況を把握し、「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン(平成13年発行・平成18年に一部改訂・平成24年に一部追加)」¹⁾に従った工法(以下、「ガイドライン工法」)の地震後の状況等を確認する。

屋根上にて瓦の被害状況や緊結状況等を確認した住宅と商業施設については、(一社)全日本瓦工事業連盟傘下の福島県瓦工事業組合連合会と宮城県瓦工事業組合が事前に居住者や管理者に調整のうえ、調査実施の了解を頂いている。なお、本調査では瓦屋根以外の建築物等の被害状況についても可能な範囲で把握する。本調査報告の参考として、屋根各部と瓦の名称、「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」の概要を後掲の(参考1)に示す。

屋根上の調査に際しては、国土交通省住宅局建築指導課から共有された「瓦屋根耐風診断調査票(案)」を今般の地震被害の調査にも準用し、調査結果の詳細を記載した。本調査票(案)を(参考2)に示す。

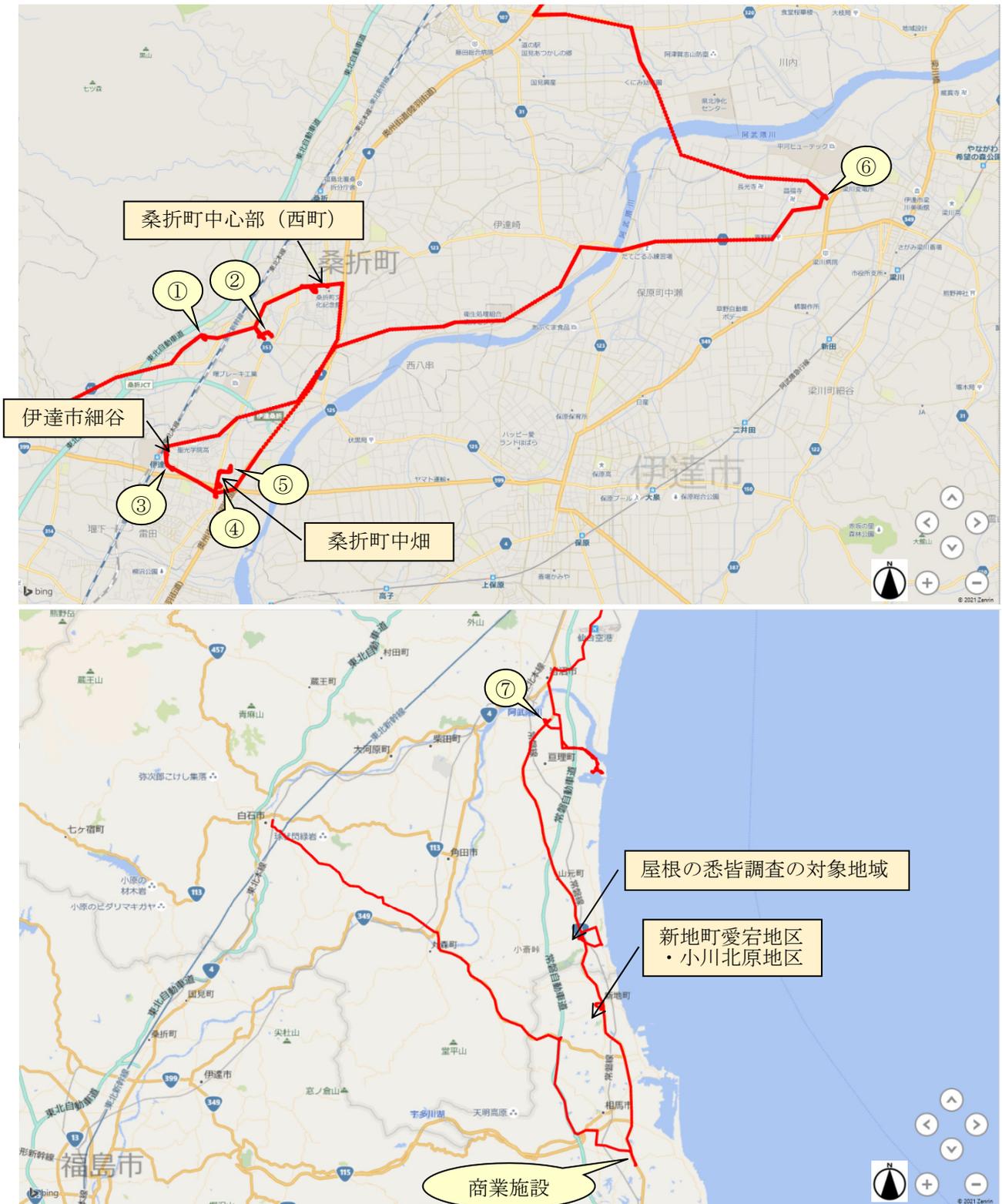


図 1.1.1 調査範囲

(上段：2月28日、下段：3月1日、Microsoft Excel の3Dマップで作図して加筆)

1.2 福島県沖の地震の概要等

(1) 福島県沖の地震の概要²⁾

令和3年2月13日23時08分頃の福島県沖の地震については、マグニチュードが7.3（暫定値）、場所及び深さが福島県沖 深さ55km（暫定値）、発震機構が西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型（暫定値）で

ある。宮城県蔵王町、福島県国見町、相馬市、新地町で最大震度6強を観測した他、北海道から中国地方にかけて震度6弱～1を観測した。

図1.2.1に震央の位置及び各観測点での震度³⁾を示す。

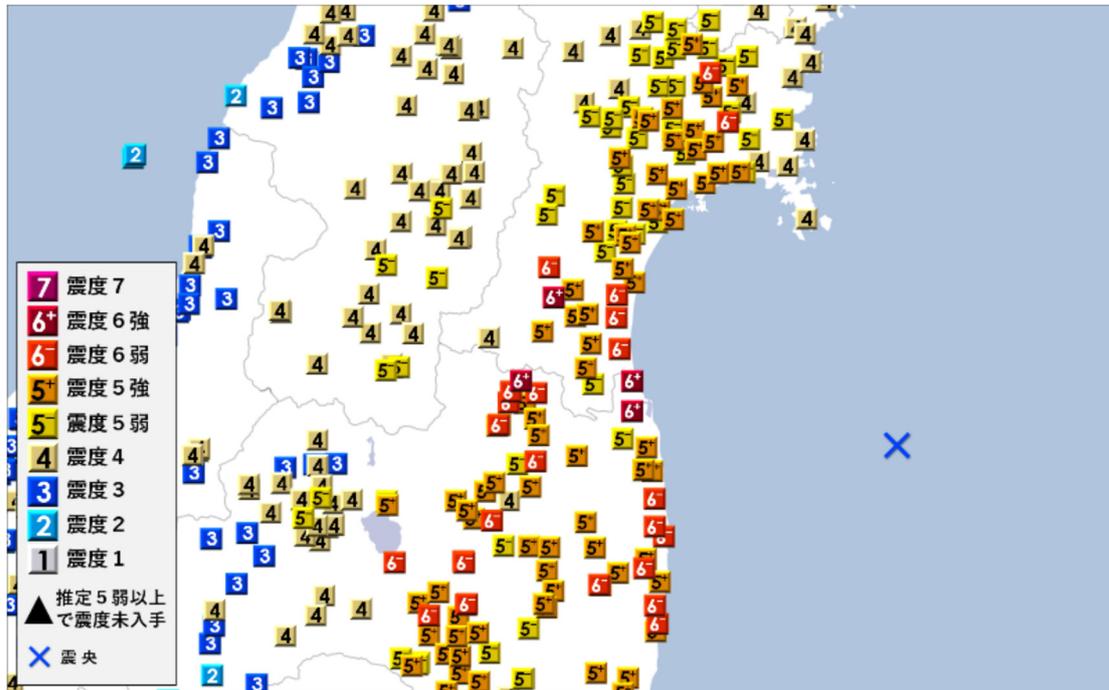


図 1.2.1 震央の位置と各観測点の震度³⁾

(2) 本調査の範囲での推計震度及び地震動特性

図1.2.1に示す範囲のうち、本調査の範囲での推計震度分布⁴⁾を図1.2.2に示す。

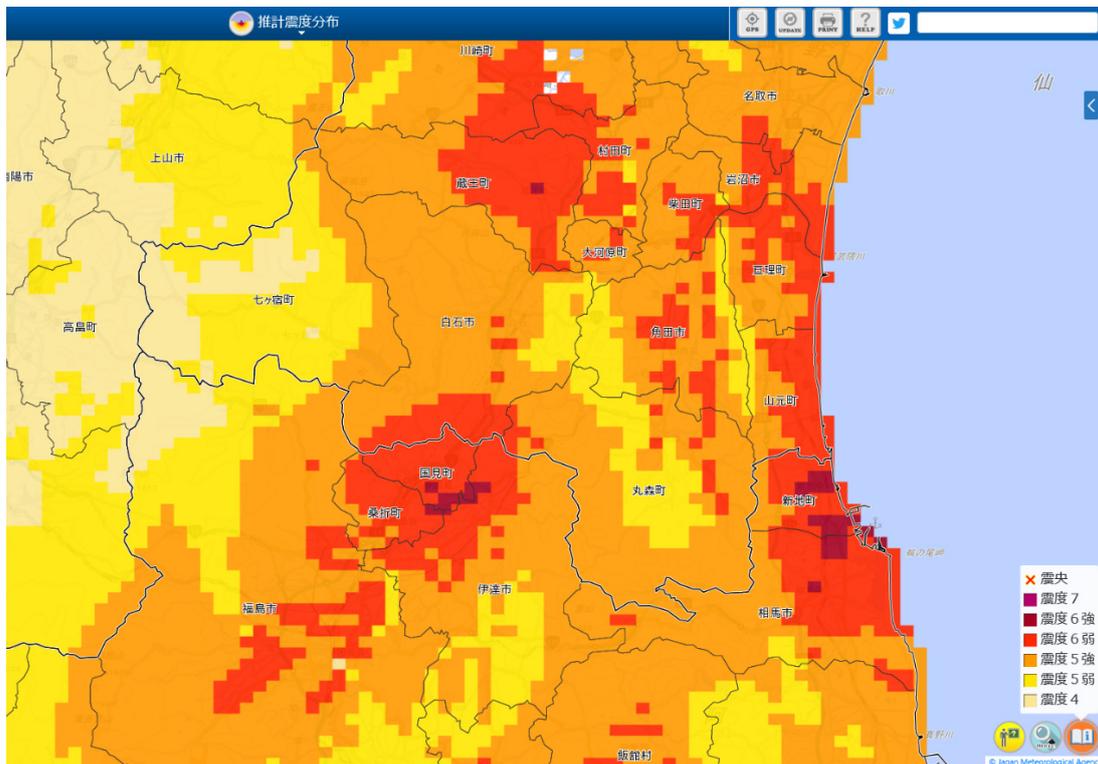


図 1.2.2 本調査の範囲での推計震度分布⁴⁾

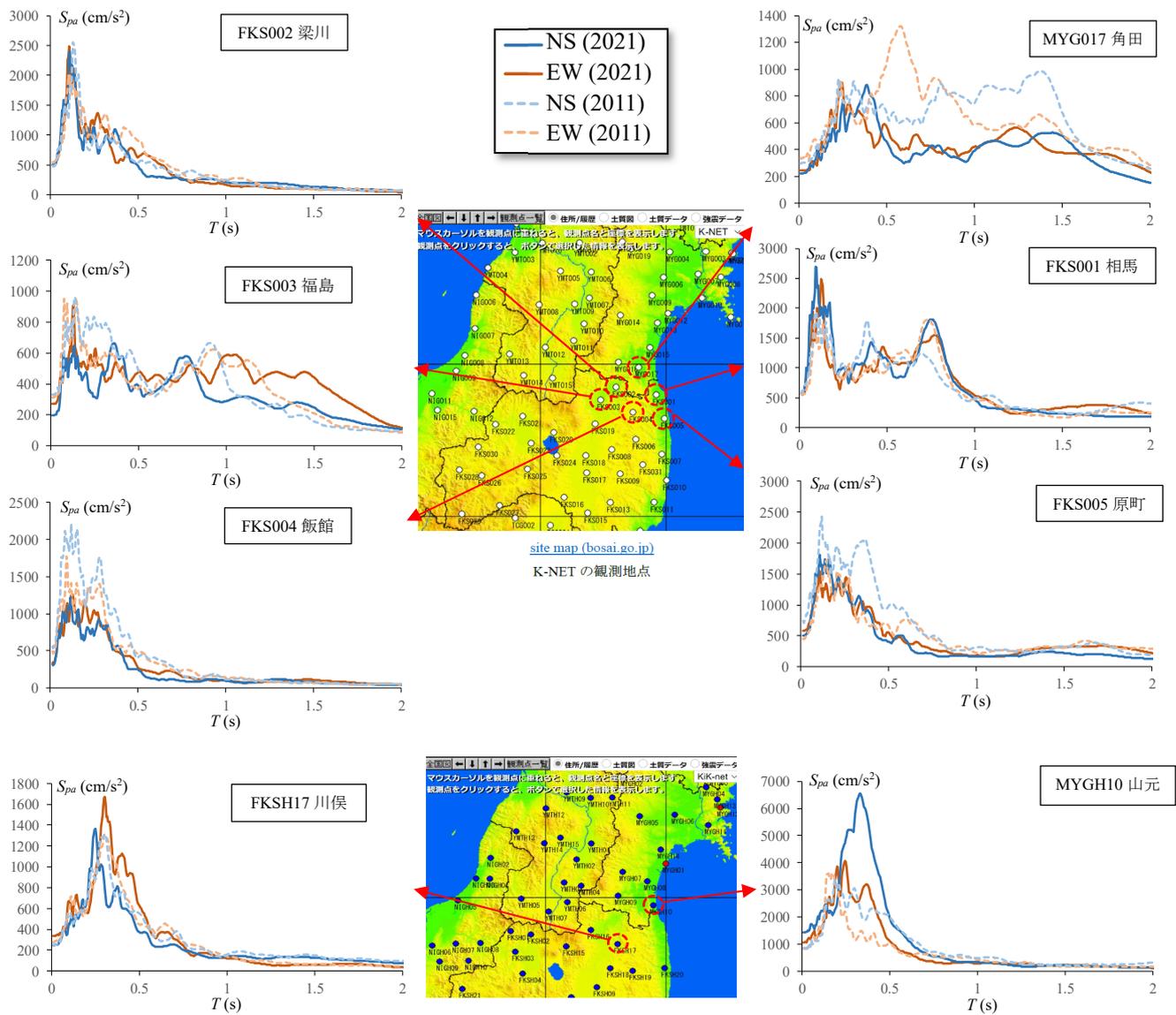
次に、各観測点における擬似加速度応答スペクトルを図 1.2.3 に示す。対象とした K-NET および KiK-net の観測点は表 1.2.1 に示す 8 点である。比較のため、2011 年東北地方太平洋沖地震での同観測点における地震動のスペクトルを破線で示した。

まず、今回（2021 年）の地震動について、短周期（ $T < 0.5$ 秒）領域の NS 成分（青実線）と EW 成分（橙実線）の違いに着目すると、MYGH10 山元では NS 成分の方が大きく、FKSH17 川俣では EW 成分の方が大きいと言える。その他の観測点では、NS 成分と EW 成分に顕著な差が認められない。

次に、2011 年 3 月 11 日 14:46 頃に発生した東北地方太平洋沖地震（破線）と比較すると、MYGH10 山元では福島県沖の地震の方が顕著に大きいが、その他の観測点では同程度か 2011 年東北地方太平洋沖地震の方がやや大きかった。なお、東北地方に停電を引き起こした同年 4 月 7 日 23:32 頃の余震や、同年 4 月 11 日 17:16 頃の余震と比較すると、擬似加速度応答スペクトルにおいて 3 月 11 日の本震よりやや大きな応答を示す周期帯も見られたが、多くの観測点では 3 月 11 日の本震の方が大きく、MYGH10 山元においては地表面最大加速度・擬似加速度応答スペクトルのいずれにおいても NS 成分・EW 成分とも福島県沖の地震の方が大きかった。

表 1.2.1 各観測点での地表面最大加速度

| 観測点 | | 地表面最大加速度(cm/s^2) | | | |
|--------|----|-----------------------------|--------|-------------------------------|-------|
| | | 2021年福島県沖の地震 (本調査対象) | | 2011年東北地方太平洋沖 地震 (3月11日本震) | |
| | | NS | EW | NS | EW |
| MYG017 | 角田 | 215.2 | 239.5 | 317.4 | 349.3 |
| MYGH10 | 山元 | 1426.0 | 1075.8 | 870.8 | 852.7 |
| FKS001 | 相馬 | 586.1 | 554.7 | 619.1 | 552.3 |
| FKS002 | 梁川 | 512.6 | 493.6 | 477.8 | 556.9 |
| FKS003 | 福島 | 208.9 | 270.8 | 327.5 | 298.5 |
| FKS004 | 飯舘 | 312.3 | 343.2 | 568.4 | 504.2 |
| FKS005 | 原町 | 506.1 | 579.4 | 734.6 | 445.2 |
| FKSH17 | 川俣 | 259.7 | 329.1 | 270.6 | 288.7 |



KiK-net の観測地点

図 1.2.3 各観測点における擬似加速度応答スペクトル (5%減衰時)

*各スペクトルの縦軸が揃っていないことに注意されたい

1.3 被害の状況

消防庁災害対策本部がとりまとめた住家被害の状況（3月29日（月）17時現在）⁵⁾のうち、今回の調査範囲の市町での状況を表1.3.1に示す。

表 1.3.1 住家被害の状況⁵⁾

| 都道府県 | 市町村 | 住家被害（棟） | | | |
|------|-----|---------|-----|-------|-------|
| | | 全壊 | 半壊 | 一部破損 | 合計 |
| 宮城県 | 亙理町 | | | 218 | 218 |
| | 山元町 | | 35 | 1,304 | 1,339 |
| 福島県 | 福島市 | 26 | 269 | 1,124 | 1,419 |
| | 相馬市 | 2 | 7 | 1,436 | 1,445 |
| | 伊達市 | | 20 | 773 | 793 |
| | 桑折町 | 6 | 25 | 796 | 827 |
| | 新地町 | 16 | 114 | 1,244 | 1,374 |

2. 瓦屋根の被害状況

本章では瓦屋根の被害状況等の調査結果を示す。屋根上で調査した際には国土交通省住宅局建築指導課から共有された「瓦屋根耐風診断調査票（案）」を準用し、各調査者が同調査票（案）に確認結果を記入した。なお、「基準風速」、「海岸線、湖岸線からの距離」及び「延べ面積」は調査後に記入した。確認結果をとりまとめた一覧を表2.1に示す。屋根上で確認できなかった箇所は（不明）とし、また同調査票（案）では外観、劣化状況、緊結方法から「強風等による脱落のおそれがある」又は「強風等による脱落のおそれが低い」の診断結果を示すこととされており、その結果も表中に記載している。

表2.1に示す各建築物について調査の詳細を2.1～2.8節にそれぞれ示す。また、上記以外に地上から調査した瓦屋根の被害状況を2.9節に示す。

表 2.1 調査した建築物の概要及び瓦屋根の被害状況等の一覧（1）

| 建築物の名称 | | 住宅① (居宅) | 住宅① (物置) | 住宅② (2階部分(南)) | 住宅② (平屋部分) | 住宅② (2階部分(北)) | |
|-----------------|----------------------|-----------------------------|---|--|--------------------|---|--|
| (1) 基本 情報 | 所在地 | 福島県桑折町 | | 福島県桑折町 | | | |
| | 基準風速 | 30 m/s | | 30 m/s | | | |
| | 海岸線、湖岸線 からの距離 | 500 m超 | | 500 m超 | | | |
| | 建築物 の規模 | 階数 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| | | 延べ面積 | 約165 m ² | 約205 m ² | 約90 m ² | 約100 m ² | 約50 m ² |
| | | 構造種別 | 木造 | 木造 | 木造 | 木造 | 木造 |
| | 改修履歴 (改修年、改修部位) | 東日本大震災後に耐震工法（棟に鉄筋を挿入）で改修済み。 | 東日本大震災後に耐震工法で修理済み。 | — | ガイドライン工法で葺き替え工事済み。 | 震災前のガイドライン工法なし | |
| | 瓦の種類 | 粘土瓦 (J形) | 粘土瓦 (J形) | セメント瓦 | 粘土瓦 (J形・防災) | 粘土瓦 (J形) | |
| 下地の仕様 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | (不明) | 引っ掛け棧工法 | (不明) | | |
| (2) 外観 | 瓦の破損 | 平部 | 平部 | なし | なし | なし | |
| | 瓦のずれ、脱落 又は落下 | なし | 隅棟の脱落 平部に波打ち | なし | なし | なし | |
| (3) 劣化 状況 | 下地の劣化 | (不明) | 健全 | (不明) | (不明) | (不明) | |
| | 釘やねじ等の 接合具の劣化 | (不明) | 健全 | (不明) | (不明) | (不明) | |
| (4) 緊結 状況 | 平部（けらば部・ 棟部以外）の緊結 | 箇所 | なし | 4枚おきに緊結 | (不明) | 全数を緊結 | なし |
| | | 接合具 | — | 釘 | (不明) | 釘 | — |
| | 棟部 の緊結 | 箇所 | 改修時に、冠瓦を 下地から全数緊結 | 隅棟で一枚おき (奇数段)の冠瓦 に緊結線を確認。 ただし、下地には 緊結されていない。 | (不明) | 冠瓦を下地から全 数緊結 | 全ての冠瓦に緊結 線を確認。ただ し、下地に緊結は されていない。 |
| | | 接合具 | 緊結線 | 緊結線 | (不明) | ねじ | 緊結線 |
| | けらば部 の緊結 | 箇所 | (不明) | 全数(尻部) を緊結 | (不明) | (不明) | 全数(隅のみ) を緊結 |
| | | 接合具 | (不明) | 釘2本 | (不明) | (不明) | 釘1本 |
| | 軒部 の緊結 | 箇所 | (不明) | 全数(尻部) を緊結 | (不明) | (不明) | 全数を緊結 |
| | | 接合具 | (不明) | 釘2本 | (不明) | (不明) | 釘2本 |
| 診断結果 | | 脱落のおそれがある | 脱落のおそれがある | (不明) | 脱落のおそれが低い | 脱落のおそれがある | |
| 所見 | | 築約20年。外壁に ひび割れあり。 | 平成12年に建築。 桁方向西側外壁 に壁がほとんど無 いため、西側が大 きく振られている 可能性がある。 | 昭和46年に建築。 外観上被害は確認 されない。 | 昭和40年に建築。 | 昭和46年に建築。 平部の瓦は緊結し ていない。棟部も 損傷・変形は無い が葺土が少々流れ ている。棟の面戸 漆喰がはがれてい た。 | |

表 2.1 調査した建築物の概要及び瓦屋根の被害状況等の一覧（2）

| 建築物の名称 | | 住宅③ | 住宅④ (主屋) | 住宅④ (付属の平屋) | 住宅⑤ | |
|-----------------|--|--|--|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| (1) 基本 情報 | 所在地 | 福島県伊達市 | 福島県伊達市 | | 福島県伊達市 | |
| | 基準風速 | 30 m/s | 30 m/s | | 30 m/s | |
| | 海岸線、湖岸線 からの距離 | 500 m超 | 500 m超 | | 500 m超 | |
| | 建築物 の規模 | 階数 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| | | 延べ面積 | 約135 m ² | 約515 m ² | 約50 m ² | 約250 m ² |
| | | 構造種別 | 木造 | 木造 | 木造 | 木造 |
| | 改修履歴 (改修年、改修部位) | 東日本大震災後に南東の隅棟を耐震工法により部分補修済み。 | 10年前に板金による棟に改修。その後、4～5年前にいぶし瓦葺きから粘土瓦葺きに改修済み。下地も必要な箇所を改修時に更新。 | — | 東日本大震災時に大棟がずれたが、修理未実施。 | |
| | 瓦の種類 | 粘土瓦 (J形) | 粘土瓦 (J形・防災) | 粘土瓦 (J形) | 粘土瓦 (J形) | |
| 下地の仕様 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | | |
| (2) 外観 | 瓦の破損 | 隅棟2か所にずれ | なし | 棟部 | 棟部 | |
| | 瓦のずれ、脱落 又は落下 | 大棟の崩落 | なし | 棟土の劣化 | 大棟の崩落 | |
| (3) 劣化 状況 | 下地の劣化 | (不明) | (不明) | (不明) | (不明) | |
| | 釘やねじ等の 接合具の劣化 | 軒瓦の尻部の釘 に錆びを確認 | (不明) | 軒瓦の尻部の釘 に錆びを確認 | (不明) | |
| (4) 緊結 状況 | 平部（けらば部・ 棟部以外）の緊結 | 箇所 | なし | 全数を緊結 | なし | なし |
| | | 接合具 | — | スクリング釘 | — | — |
| | 棟部の緊結 | 箇所 | 一部の冠瓦に緊結線を確認。ただし、下地に緊結はされていない。 | 冠瓦を下地から全数緊結 | 一部の冠瓦に緊結線を確認（輪違い棟）。ただし、下地に緊結はされていない。 | 一部の冠瓦に緊結線を確認。ただし、下地に緊結はされていない。 |
| | | 接合具 | 緊結線 | 緊結線 | 緊結線（葺き土） | 緊結線 |
| | けらば部の緊結 | 箇所 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 |
| | | 接合具 | 釘2本 | 釘2本 | 釘2本 | 釘2本 |
| | 軒部の緊結 | 箇所 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 |
| | | 接合具 | 釘2本 | 釘2本 | 釘2本 | 釘2本 |
| 診断結果 | 脱落のおそれがある | 脱落のおそれが低い | 脱落のおそれがある | 脱落のおそれがある | | |
| 所見 | 東日本大震災後に補修された隅棟部は、今回の地震によってずれ等は生じていない。 | 大正時代の建築。東日本大震災では棟瓦が落ちて板金（トタン）で改修してあった。4～5年前に棟部を瓦に改修。今回の地震動では無被害。 | 約40年前に建設されており、屋根の改修はしていない。 | | | |

表 2.1 調査した建築物の概要及び瓦屋根の被害状況等の一覧 (3)

| 建築物の名称 | | 住宅⑥ | 住宅⑦ | 商業施設 (西) | 商業施設 (東) | |
|-----------------|--------------------|--|---|---|-----------------------------|---------------------|
| (1) 基本 情報 | 所在地 | 福島県伊達市 | 宮城県亶理町 | 福島県相馬市 | | |
| | 基準風速 | 30 m/s | 30 m/s | 30 m/s | | |
| | 海岸線、湖岸線 からの距離 | 500 m超 | 500 m超 | 500 m超 | | |
| | 建築物 の規模 | 階数 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | | 延べ面積 | 約175 m ² | 約160 m ² | 約380 m ² | 約380 m ² |
| | | 構造種別 | 木造 | 木造 | 木造 | 木造 |
| | 改修履歴 (改修年、改修部位) | — | 東日本大震災時に棟に大きな被害はなかったが、コーキングにて接着処置を実施済み。棟自体は建築時のまま。 | — | — | |
| | 瓦の種類 | 粘土瓦 (J形・防災) | 粘土瓦 (J形) | 粘土瓦 (J形・防災) | 粘土瓦 (J形・防災) | |
| 下地の仕様 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | 引っ掛け棧工法 | | |
| (2) 外観 | 瓦の破損 | なし | 棟部 | 平部(脱落した棟瓦による破損) | 半端瓦 | |
| | 瓦のずれ、脱落 又は落下 | なし | 棟部 | 棟部 | 半端瓦のずれ・脱落、葺き土の漏出 | |
| (3) 劣化 状況 | 下地の劣化 | 健全 | なし | (不明) | (不明) | |
| | 釘やねじ等の 接合具の劣化 | 健全 | 鉄釘に劣化を確認 | (不明) | (不明) | |
| (4) 緊結 状況 | 平部(けらば部・棟部以外)の緊結 | 箇所 | 全数を緊結 | なし | (不明) | 半端瓦を除く全数を緊結 |
| | | 接合具 | スクリング釘 | — | (不明) | 釘 |
| | 棟部の緊結 | 箇所 | 冠瓦を下地から全数緊結 | 1枚おきの冠瓦に緊結を確認。ただし、下地に緊結はされていない。 | 冠瓦に緊結線を確認。ただし、下地に緊結はされていない。 | 冠瓦を下地から全数緊結 |
| | | 接合具 | 緊結線 | 緊結線 | 緊結線 | スクリュー釘 |
| | けらば部の緊結 | 箇所 | 全数を緊結 | — | 全数を緊結 | 全数を緊結 |
| | | 接合具 | 釘2本 | — | 釘2本・ねじ | 釘2本・ねじ |
| | 軒部の緊結 | 箇所 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 | 全数を緊結 |
| | | 接合具 | 釘2本 | 銅線1本づり | 釘2本・ねじ | 釘2本・ねじ |
| 診断結果 | 脱落のおそれ が低い | 脱落のおそれ がある | 脱落のおそれ がある | 脱落のおそれ がある | 脱落のおそれ がある | |
| 所見 | 平部及び棟部の被害はなかった。 | 瓦棧を留める鉄釘が錆びている。非ガイドライン工法による。棟の土台が粘土で脇をモルタル仕上げ。のし積み部がモルタル接着施工のため、一体化して脱落損傷。 | 半端瓦は脱落しなかったが、セメントで固められていた棟瓦と隅瓦が脱落。平部やけらば、軒の瓦は脱落しなかったが、棟瓦の落下に伴って破損したと思われる箇所あり。 | ガイドライン制定時の工法で、半端瓦の緊結が不十分(釘孔は見られない)。屋根下地寸法の確認・打合せが事前にされていれば、半端瓦を設けなくてよかった可能性がある。 | | |

2.1 住宅①

- ・ 2階建ての物置（平成12年建築）について、下屋の屋根上を確認した（写真2.1.1）。椽瓦はJ形（非防災）で、4段ごとに緊結されている（写真2.1.2）。緊結されていない椽瓦は全体的に、写真2.1.1の桁行方向にずれが生じていた。隅棟の冠瓦は緊結線で固定されており、その一部に脱落と思われる被害が生じている（写真2.1.3の養生範囲）。
- ・ 下屋の桁行方向西側外壁の壁量が少なく耐力壁の配置が不均衡であるため、下屋の屋根西側が大きく振られることで桁行方向加速度が大きくなったと推測され、これにより下屋の屋根瓦が被害を受けた可能性がある。
- ・ 野地裏に椽瓦の緊結釘の先端は貫通していないことから、緊結釘の長さは50～55mm程度と推定された（写真2.1.4）。
- ・ 2階屋根の棟部は2011年東北地方太平洋沖地震後にガイドライン工法によって改修済みであり、外観上被害は確認されなかった。
- ・ 西面開口（シャッター）の隅角部、基礎の隅角部でひび割れ等の被害がみられた（写真2.1.5～2.1.6）。
- ・ 同敷地内にある2階建ての居宅は築約20年であり、外壁にひび割れがみられた（写真2.1.7）。



写真 2.1.1 物置の屋根の外観（西側から見る）



写真 2.1.2 椽瓦を一部撤去した状況



写真 2.1.3 隅棟部の状況



写真 2.1.4 野地裏の状況



写真 2.1.5 開口の隅角部のひび割れ



写真 2.1.6 基礎の隅角部の被害



写真 2.1.7 物置と同敷地内にある居宅の外壁のひび割れ

2.2 住宅②

- 住宅②のうち、中央の平屋部分は昭和 40 年、両側の 2 階部分は昭和 46 年に建築されている（写真 2.2.1）。
- 平屋部分の屋根は 4～5 年前に、住宅屋根用化粧スレートから J 形の粘土瓦に改修済みである。平部には緩勾配用の瓦を使用し、棟部は丸瓦一本伏せ、2 箇所ビス留めによる（写真 2.2.2）。
- 写真 2.2.1 の右側に見える 2 階部分（北）では、2 段ののし瓦の上に丸冠瓦を乗せ、緊結線によって緊結されている。棟の面戸漆喰が剥がれていた（写真 2.2.3）。
- 写真 2.2.1 の左側に見える 2 階部分（南）にはセメント瓦を使用しており、外観上被害は確認されなかった（写真 2.2.4）。



写真 2.2.1 住宅②の屋根の外観



写真 2.2.2 平屋部分の緩勾配の棟まわり



写真 2. 2. 3 棟の面戸漆喰の剥がれ



写真 2. 2. 4 セメント瓦による 2 階部分の状況

2.3 住宅③

- ・ 2 階建ての住宅③では、2 階屋根の棟部でのし瓦と冠瓦の脱落が生じた（写真 2. 3. 2）。一部ののし瓦に緊結線が確認できる。
- ・ 隅棟部ののし瓦（下地への緊結の有無は不明）に数ミリ程度のずれが認められるが、今回の地震によるものかは不明である（写真 2. 3. 3 の丸印の箇所）。冠瓦の外周には緊結線が確認できる。
- ・ 2011 年東北地方太平洋沖地震の後に、南東側の隅棟部はガイドライン工法によって補修されていた（緊結線による緊結）。今回の地震によってこの箇所にずれ等は生じていない（写真 2. 3. 4）。
- ・ 棧瓦は J 形（非防災）で、確認した範囲では緊結はされていなかったが、外観上被害は見られなかった。



写真 2. 3. 1 住宅③の屋根の外観



写真 2. 3. 2 棟部ののし瓦の脱落部分



写真 2. 3. 3 隅棟部の状況

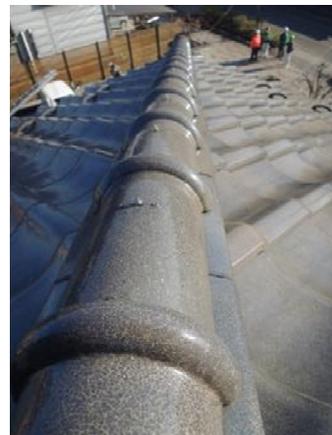


写真 2. 3. 4 2011 年東北地方太平洋沖地震後に補修された隅棟部の状況

2.4 住宅④

主屋

- ・ 2階建ての主屋は築約100年であり、屋根は4～5年前に全数緊結による粘土瓦葺きに改修され、今回の地震動では無被害であった（写真2.4.1）。
- ・ 棟部は、のし瓦積み棟であり、13段であった（写真2.4.2）。冠瓦となる丸瓦はステンレス鋼製の緊結線により緊結されていた。

付属の平屋の建築物

- ・ 付属の平屋部分は築約40年であり、屋根の改修はしていない（写真2.4.3）。
- ・ 平部の瓦は無緊結であり、ガイドライン工法ではなかったが被害はなかった。
- ・ 8kg/巻のアスファルトフェルトによる下葺材は脆くなっていた。また、瓦棧が細く（18×18mm）、接合耐力にも影響するものと思われる（写真2.4.4）が、瓦の脱落はなかった。
- ・ 棟は、組棟（飾り棟、青海波）であり（写真2.4.5）、一部、青海波周辺に施されていた粘土、砂、セメントにより配合されていたものが剥がれていた。
- ・ 軒瓦および袖瓦は、釘2本で留め付けられていた。



写真 2.4.1 母屋の屋根の外観



写真 2.4.2 母屋の棟部



写真 2.4.3 付属の平屋の外観



写真 2.4.4 付属の平屋での下葺材と瓦棧の状況
(棧瓦を一部撤去している)



写真 2.4.5 付属の平屋の棟部

2.5 住宅⑤

- ・ 2階建ての住宅⑤では、2011年東北地方太平洋沖地震の際に2階の大棟部の瓦にずれが生じたが、修理はされていなかった。同行した（一社）全日本瓦工事業連盟の調査者によれば、ずれが生じたとしても雨漏り等の不具合がないために修理を見送った可能性があるとのことである。今回の地震によって、大棟部の半分以上の範囲に脱落が生じた（写真 2.5.1）。4段ののし瓦の上に冠瓦が積まれている。緊結線が取り付くのし瓦も一部確認されたが、全てののし瓦には取り付いていない。また、下地にはねじ等で固定されていない（写真 2.5.2～2.5.3）。
- ・ 棧瓦はJ形瓦（非防災）で、全数緊結はされていない。



写真 2.5.1 住宅⑤の屋根の外観



写真 2.5.2 棟部ののし瓦と冠瓦の状況



写真 2.5.3 のし瓦等が脱落した範囲の状況

2.6 住宅⑥

- ・ 平屋建ての住宅⑥の瓦屋根は全数緊結による施工であり、福島県沖の地震において被害は無く、瓦のずれも確認されなかった。屋根は4寸勾配である（写真2.6.1～2.6.2）。
- ・ 平部および棟部の被害は無かった。棟部には6段ののし瓦の上に冠瓦が積まれている（写真2.6.3～2.6.4）。
- ・ 瓦の緊結にはステンレスリング釘を使用し、下葺材はアスファルトルーフィング940、栈木は18×24mmにて施工されていた。
- ・ 軒瓦および袖瓦は、1枚あたり2個所の緊結がされていた。



写真 2.6.1 住宅⑥の屋根の外観 1



写真 2.6.2 住宅⑥の屋根の外観 2



写真 2.6.3 損傷が無い平部



写真 2.6.4 損傷が無い棟部

2.7 住宅⑦

- ・ 木造2階建ての住宅⑦について、瓦屋根は非ガイドライン工法であった（写真2.7.1）。
- ・ 平部の瓦は釘留めされていない。外して確認したところ、JIS化される前の製品であった。平部の瓦に脱落等の被害は見られず、下地の劣化も見られなかった（写真2.7.1, 写真2.7.2）。
- ・ 棟瓦は緊結線で固定されていたが、のし瓦（6段）ごと大棟が脱落した（写真2.7.3, 写真2.7.4）。



写真 2.7.1 住宅⑦の屋根の外観



写真 2.7.2 釘留めされていない平部の瓦



写真 2.7.3 脱落した大棟部



写真 2.7.4 棟瓦の緊結線

2.8 商業施設

- ・ 東側（写真 2.8.1）と西側（写真 2.8.2）の 2 棟あり、ともに平屋建てである。2011 年東北地方太平洋沖地震では瓦の被害はなかったとのことである。
- ・ 東側棟では棟際の切断した棧瓦（半端瓦）が脱落し、葺き土が露出していた（写真 2.8.3, 写真 2.8.4）。平成 14 年製造の瓦であり、ガイドライン制定時の内容に則って施工されたと思われる。脱落等が生じた半端瓦には釘孔のある範囲を切断したままで、新たな釘孔が設けられていなかった。なお、ガイドライン制定時には半端瓦の釘留めは必須とされておらず、半端瓦の固定を確実にするため、施工に当たっての注意点が平成 24 年に追加されている（参考 1 参照）。
- ・ 東側棟の棟瓦は全数が長さ約 130 mm のスクリュー釘で留め付けられていたが、抜けているものもあった（写真 2.8.5）。
- ・ 西側棟の半端瓦は脱落しなかったが、セメントで固定されていた棟瓦と隅瓦が脱落した（写真 2.8.6）。緊結線は定着部に残っていた（写真 2.8.7）。平部やければ、軒の瓦は脱落しなかった（写真 2.8.8）が、棟瓦の落下に伴って破損したと思われる箇所が既に修復済みであった。
- ・ 東側棟・西側棟とは別に駐車場を挟んで南側に別の施設建築物（写真 2.8.9）があり、管理者が異なるため調査対象としなかったが、これも棟瓦が落下していた。



写真 2.8.1 東側棟の外観



写真 2.8.2 西側棟の外観



写真 2.8.3 東側棟の半端瓦の脱落



写真 2.8.4 東側棟の半端瓦の脱落



写真 2.8.5 東側棟の棟瓦を緊結するスクリュー釘



写真 2.8.6 西側棟の棟瓦と隅瓦の脱落



写真 2.8.7 西側棟の棟部に残った緊結線



写真 2.8.8 西側棟の平部とけらば



写真 2.8.9 南側の施設建築物の棟瓦の脱落

2.9 その他の建築物の瓦屋根

2.1～2.8 節に示す建築物以外に、地上から確認した瓦屋根の被害状況等を以下にまとめる。

(福島県桑折町内の住宅②の周辺)

- 棟部と隅棟部に脱落被害が生じた住宅を確認した。脱落した冠瓦には釘・ねじや緊結線による緊結は確認されなかった(写真 2.9.1～2.9.2)。その一方、袖瓦の側面が2か所緊結され、ガイドライン工法によるものと見受けられる屋根には、外観上被害は確認されなかった(写真 2.9.3)。



写真 2.9.1 住宅②の周辺で確認した棟部の被害



写真 2.9.2 写真 2.9.1 に示す棟部の冠瓦



写真 2.9.3 住宅②の周辺で確認したガイドライン工法によるものと思われる瓦屋根

(福島県新地町愛宕地区及び小川北原地区)

- 2011年東北地方太平洋沖地震前に建てられた町営住宅群では、同時期・同仕様で建てられたと思われる住宅が並んでおり、その多くで棟瓦とのし瓦が脱落した(写真 2.9.4)。棟瓦には緊結線が見られるが、のし瓦はセメントで接着されており、接着部の剥離で脱落したものである(写真 2.9.5)。
- 被害を受けた町営住宅は大棟が東西方向のものであり、南北方向のものは棟瓦の被害がないように見

受けられた（写真 2.9.6）。図 1.2.3 に示す応答スペクトルより、調査地近くの山元町では地震動の東西成分より南北成分の方が明らかに強かったため、このことが東西方向の大棟が南北方向に倒れた被害が多かった要因の一つである可能性がある。

- 平部の一部がシートで覆われた住宅もあった（写真 2.9.7）。平部に被害が生じている可能性があるが、平部の瓦の脱落によるものか、棟瓦の脱落により平部の瓦が破損したのかは不明である。
- 以上のほかにも、屋根瓦に被害を受けた住宅等が多く散見され（写真 2.9.8）、一部は既に修復工事が始まっていた（写真 2.9.9）。
- 棟の両端に鬼瓦がある一方で、のし瓦がない屋根で被害が生じていない事例がみられた（写真 2.9.10）。これはもともとのし瓦積み棟であったが、過去の震災によって棟部に被害が生じ、両端の鬼瓦を残したままのし瓦を設けない改修がされた可能性が考えられる。



写真 2.9.4 町営住宅の外観と東西方向棟の被害



写真 2.9.5 脱落した棟部



写真 2.9.6 南北方向棟が無被害の町営住宅



写真 2.9.7 平部に被害を受けた可能性がある住宅



写真 2.9.8 散見された屋根瓦の被害



写真 2.9.9 一部始まっていた屋根瓦の修復工事



写真 2.9.10 過去の震災後に棟部の改修がされた可能性がある屋根

3. 瓦屋根以外の被害状況

以下では瓦屋根以外の被害状況として、木造建築物の上部構造等、ブロック塀等及び敷地地盤での被害状況を示す。

3.1 木造建築物の上部構造等

福島県桑折町中心部（西町）で見られた木造建築物の上部構造等の被害状況を以下にまとめる。

- ・ 写真 3.1.1 の住宅の木造の門が倒壊していた（写真 3.1.2）。柱脚は礎石立ちで、緊結されていなかった。なお、写真 3.1.1 の住宅と倒壊した門の被災前の状況は Google ストリートビュー（2018 年 8 月撮影）によれば、写真 3.1.3 のとおりであった。
- ・ 古い建築物で道路側の前面に開口が多いものは残留変形（写真 3.1.1, 写真 3.1.4）や外壁の漆喰が割れたり脱落したりした土蔵（写真 3.1.5）や外壁タイルが脱落した店舗併用住宅（写真 3.1.6）などの被害が生じたものもあった。周辺の比較的新しい専用住宅は無被害（写真 3.1.7）と見受けられ、前面に間口の多い店舗併用住宅も無被害又は外壁のひび割れ等の軽微な被害に留まったもの（写真 3.1.8）が多く見られた。
- ・ 写真 3.1.9 に示す 1883 年(明治 16 年)建築の旧伊達郡役所は、1974 年まで実際に供用され、1977 年に国の重要文化財に指定された木造 2 階建て施設建築物である。外観上は大きな被害は見受けられなかったが、桑折町ホームページ⁶⁾によれば「被害を受け、当面の間臨時休館」していた。



写真 3. 1. 1 大きな残留変形のある木造住宅



写真 3. 1. 2 倒壊した門（写真 3. 1. 1 の左側）



写真 3. 1. 3 写真 3. 1. 1～3. 1. 2 の被災前
(Google ストリートビュー(2019年8月撮影)より)



写真 3. 1. 4 倒壊防止の応急補強を施された木造住宅



写真 3. 1. 5 外壁の漆喰壁に割れが生じた土蔵



写真 3. 1. 6 外壁タイルが脱落した木造建築物



写真 3.1.7 無被害と見られる比較的新しい住宅



写真 3.1.8 無被害又は被害軽微と見られる店舗併用住宅



写真 3.1.9 外観上無被害に見えたが、被害を受け臨時休館していた国指定重要文化財の旧伊達郡役所

3.2 ブロック塀等

- ・ 福島県桑折町中畑では煉瓦による組積造の塀が崩壊（写真 3.2.1）していた。Google ストリートビュー（2013 年 4 月撮影）によれば、被害前は写真 3.2.2 に示すような状況であった。
- ・ 福島県伊達市細谷付近では、住宅のブロック塀が大きく傾斜している事例（写真 3.2.3）が見られた。Google ストリートビュー（2013 年 4 月撮影）によれば、被害前は写真 3.2.4 に示すような状況であった。



写真 3.2.1 崩壊した煉瓦による組積造の塀



写真 3.2.2 Google ストリートビュー（2013 年 4 月撮影）による被害前の状況



写真 3.2.3 大きく傾いたブロック塀



写真 3.2.4 Google ストリートビュー (2013 年 4 月撮影) による被害前の状況

3.3 敷地地盤

- 写真 3.3.1 に示す宮城県山元町における公共施設は 2017 年 5 月に完成した鉄筋コンクリート造 2 階建ての建築物であるが、上部構造はほぼ無被害に見受けられた。一方、敷地地盤の変状が見られ（写真 3.3.2）、一部に噴砂の可能性を示唆する痕跡（写真 3.3.3）が確認された。



写真 3.3.1 公共施設の外観



写真 3.3.2 公共施設での敷地地盤の変状



写真 3.3.3 噴砂の可能性を示唆する痕跡

4. 宮城県山元町における屋根の悉皆調査

4.1 悉皆調査の概要

3 月 1 日に宮城県山元町内にて、住宅等の屋根の状況把握を目的とした悉皆調査を実施した。国土技術

政策総合研究所、(国研) 建築研究所、(一社) 全日本瓦工事業連盟、全日本陶器瓦工業組合連合会の調査者が4班体制(各班3~4名)に分かれて、写真3.3.1に示す公共施設を拠点としてその周辺のエリアを調査対象にした。令和元年房総半島台風による屋根被害を調査した際と同様の方法で、外観からの目視により、推定される築年数・構造形式・延べ面積、屋根ふき材の種類、屋根各部の被害状況を記録したほか、外観からガイドライン工法に該当するか否かの判定を行った。調査した計136棟のうち、屋根ふき材の状況が地上から確認できなかった陸屋根を有する建築物2棟を除く134棟の屋根を分析の対象とした。

屋根ふき材の分類としては、粘土瓦、セメント瓦(プレスセメント瓦又はコンクリート瓦)、スレート(住宅屋根用化粧スレート又は波板スレート)、金属板、アスファルトシングルの5種類である。

以下では(一社)全日本瓦工事業連盟と全日本陶器瓦工業組合連合会がとりまとめた調査結果⁷⁾を再構成し、概要をまとめる。以下に示す概要以外の詳細は同文献を参照されたい。

4.2 ガイドライン工法の判断方法

外観目視によって調査対象の瓦屋根がガイドライン工法か否かを判断する手順を以下に示す。

Step 1 (推定される築年数からの判断)

外観から推定される築年数が概ね20年未満(ガイドラインの制定後)の場合には、以下のStep 2に進む。

外観から推定される築年数が概ね20年以上(ガイドラインの制定前)の場合には、ガイドライン工法に該当しない工法(以下「旧工法」と判断する。ただし、瓦の葺き替え履歴が確認できる場合又はその可能性がある場合には、以下のStep 2に進む。

Step 2 (瓦の緊結方法からの判断)

無被害の棧瓦からは、ガイドライン工法であるかの判断ができないので、袖瓦、軒瓦及び棟瓦の下記の状況から総合的に判断する。

- ① 袖瓦の側面がパッキン付きステンレスねじ又は緊結線で全数緊結されている場合には、ガイドライン工法の可能性が高い。
- ② 軒瓦がパッキン付きステンレスねじ又は緊結線で全数緊結されている場合には、ガイドライン工法の可能性が高い。
- ③ 棟瓦が緊結線で緊結(大回し・千鳥)されている場合には、旧工法と判断する。緊結線が確認されない場合には、ガイドライン工法と旧工法の場合がある。

4.3 調査結果

(1) 外観から推定される建築物の築年数

外観から推定される建築物の築年数(以下、単に「築年数」)を図4.3.1に示す。調査地の一部は東日本大震災での津波被災地であり、約25%の建築物が震災後に新築された住宅(築10年未満)であった。津波被害のなかった建築物については、築21年以上の建築物が約60%である。

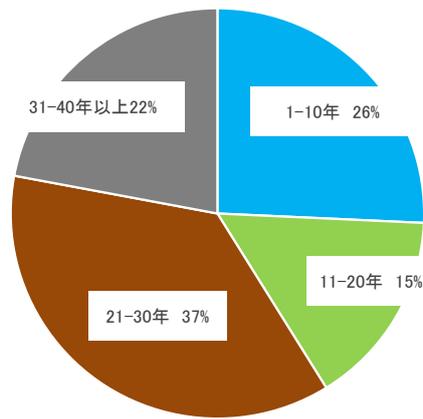


図 4.3.1 外観から推定される建築物の築年数

(2) 屋根ふき材の使用割合と被害の状況

屋根ふき材の使用割合を図 4.3.2 に示す。屋根ふき材として J 形の粘土瓦を使用している建築物の割合が 44% と最も多く、次に金属板が 29%、F 形の粘土瓦が 17% となっている。また、各屋根ふき材の被害の状況を表 4.3.1 に示す。被害が確認された屋根の割合は全体の 35% (48 件) であり、そのほとんどが J 形の粘土瓦 (43 件) とセメント瓦 (4 件) の屋根で占められている。

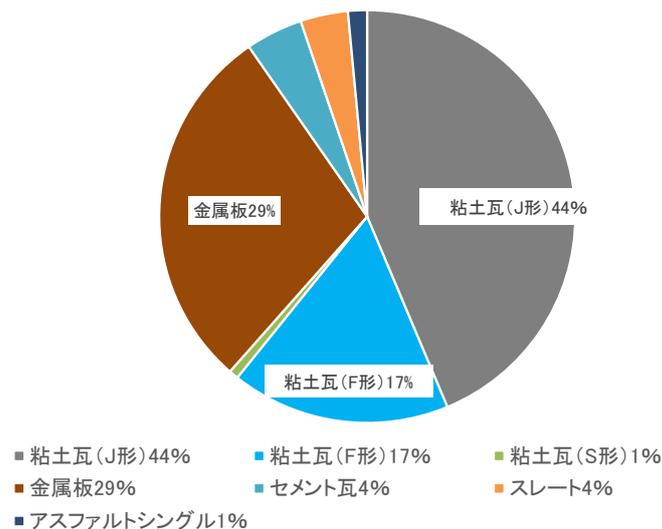


図 4.3.2 屋根ふき材の使用割合

表 4.3.1 屋根ふき材の被害の状況

| 屋根ふき材の種類 | 件数 | 被害有りの件数 | 被害率 |
|------------|-----|---------|-----|
| 粘土瓦 (J形) | 59 | 43 | 73% |
| 粘土瓦 (F形) | 23 | 1 | 4% |
| 粘土瓦 (S形) | 1 | 0 | 0% |
| 金属板 | 39 | 0 | 0% |
| セメント瓦 | 6 | 4 | 67% |
| スレート | 5 | 0 | 0% |
| アスファルトシングル | 1 | 0 | 0% |
| 合計 | 134 | 48 | 35% |

次に、被害が確認された J 形の粘土瓦の屋根 43 件について、部位別の被害箇所の割合を図 4.3.3 に示す。93% (40 件) の屋根に棟部の被害が確認され、平部のみ被害が確認されたのは 7% (3 件) であった。なお、上記の 40 件のうち、棟部の瓦が脱落することによって平部の瓦も破損したと推定した「もらい被害」は 9 件であった。

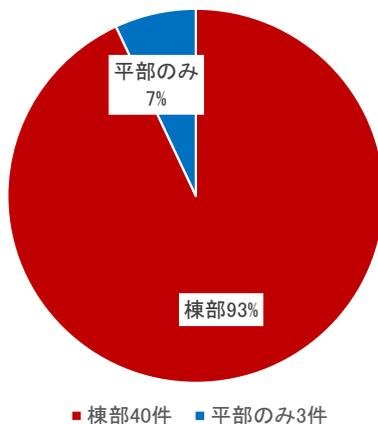


図 4.3.3 J 形の粘土瓦による屋根の部位別の被害割合

(3) 瓦屋根の施工方法と被害状況

表 4.3.1 に示す通り、粘土瓦又はセメント瓦による屋根の件数は 89 件であり、それらの工法の判断結果を図 4.3.4、各工法別の被害割合を図 4.3.5 に示す。ガイドライン工法と判断したのが 27 件、旧工法と判断したのが 62 件であった。また、ガイドライン工法と判断した屋根のうち、屋根ふき材の内訳としては、J 形瓦が 5 件、F 形瓦が 22 件、S 形瓦が 0 件であった。

ガイドライン工法の瓦屋根 27 件に外観上の被害が確認されなかった一方、旧工法の瓦屋根 62 件のうち 48 件に被害が確認され、被害率は 77%である。

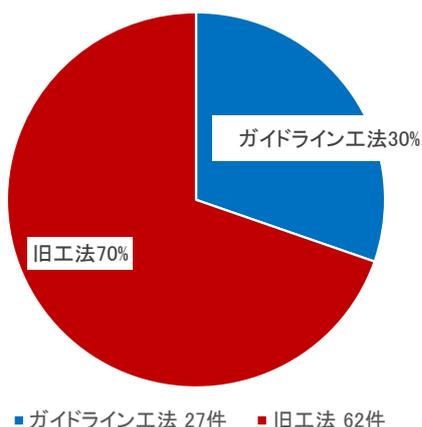


図 4.3.4 外観からの瓦屋根工法の判断結果

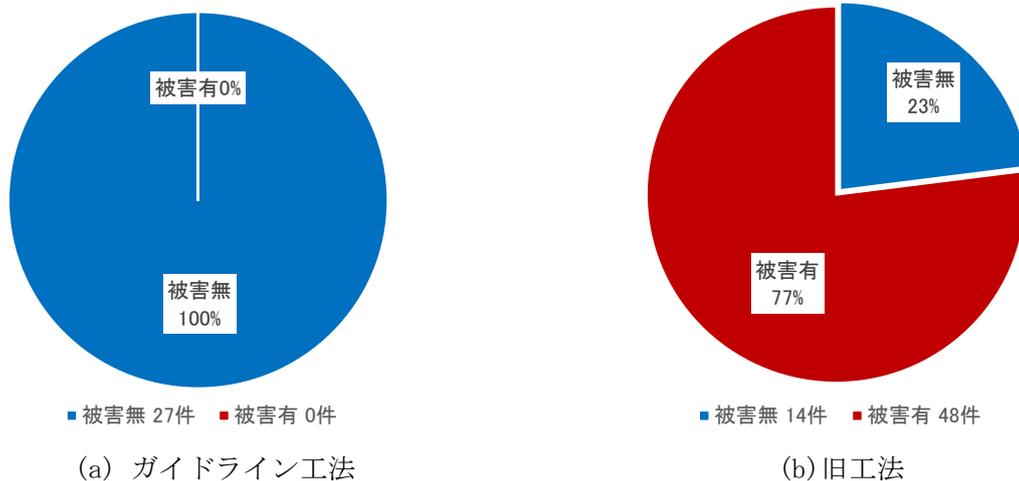


図 4.3.5 各工法の被害割合

(4) 築年数と屋根ふき材別の被害状況

築年数と屋根ふき材別の被害状況を次頁の表 4.3.2 に示す。東日本大震災前（築年数 11 年以上）の屋根ふき材の使用割合については、5 割以上が J 形の粘土瓦、約 2 割が金属板であったが、震災後に新築された建築物（築年数 1～10 年）では J 形の粘土瓦の使用実績がなく、それに代わって F 形の粘土瓦と金属板の使用割合が多くなっている。

J 形の粘土瓦の被害率については、築年数 11～20 年で 63%、21 年～30 年で 74%、31～40 年で 75% となっており、築年数が経った屋根ほど被害率が大きくなる傾向である。また、セメント瓦についても築年数が経った建築物で同様に被害が発生している。F 形の粘土瓦については、全 22 件のうち、築年数が 30 年以上の葺き替え物件の 1 件を除く 21 件で被害は確認されなかった。金属板、スレート、アスファルトシングルの計 45 件では、被害は確認されなかった。

(5) J 形の粘土瓦の工法と被害との関係

全 59 件の J 形の粘土瓦について、工法と被害との関係を表 4.3.3 に示す。上述のとおり、調査した J 形の粘土瓦は全て、築年数が 11 年以上の建築物に使用されている。表中の被害無しの場合のうち、「ガイドライン工法」に該当する 5 件については、2011 年東北地方太平洋沖地震後にガイドラインに従って改修された可能性がある。一方、「旧工法」の 11 件については現地で撮影した画像も確認した結果、過去に改修された状況が認められたが、改修時の工法の詳細は不明である。

表 4.3.3 J 形の粘土瓦の工法と被害との関係

| 被害の有無 \ 工法 | 旧工法 | ガイドライン工法 |
|------------|------|----------|
| 被害有り | 43 件 | 0 件 |
| 被害無し | 11 件 | 5 件 |

表 4.3.2 築年数と屋根ふき材別の被害状況

| 築年数 | 屋根ふき材の種類 | 件数 | 被害有りの件数 | 屋根ふき材の使用割合 | 被害率 |
|-------|------------|-----|---------|------------|------|
| 1～10 | 粘土瓦 (J 形) | 0 | — | 0% | — |
| | 粘土瓦 (F 形) | 15 | 0 | 44% | 0% |
| | 粘土瓦 (S 形) | 0 | — | 0% | — |
| | セメント瓦 | 1 | 0 | 3% | 0% |
| | スレート | 1 | 0 | 3% | 0% |
| | 金属板 | 16 | 0 | 47% | 0% |
| | アスファルトシングル | 1 | 0 | 3% | 0% |
| | 小計 | 34 | 0 | 100% | — |
| 11～20 | 粘土瓦 (J 形) | 8 | 5 | 38% | 63% |
| | 粘土瓦 (F 形) | 5 | 0 | 24% | 0% |
| | 粘土瓦 (S 形) | 1 | 0 | 5% | 0% |
| | セメント瓦 | 1 | 0 | 5% | 0% |
| | スレート | 2 | 0 | 9% | 0% |
| | 金属板 | 4 | 0 | 19% | 0% |
| | アスファルトシングル | 0 | 0 | 0% | 0% |
| | 小計 | 21 | 5 | 100% | — |
| 21～30 | 粘土瓦 (J 形) | 35 | 26 | 70% | 74% |
| | 粘土瓦 (F 形) | 1 | 0 | 2% | 0% |
| | 粘土瓦 (S 形) | 0 | — | 0% | — |
| | セメント瓦 | 2 | 2 | 4% | 100% |
| | スレート | 0 | — | 0% | — |
| | 金属板 | 12 | 0 | 24% | 0% |
| | アスファルトシングル | 0 | — | 0% | — |
| | 小計 | 50 | 28 | 100% | — |
| 31～ | 粘土瓦 (J 形) | 16 | 12 | 55% | 75% |
| | 粘土瓦 (F 形) | 1 | 1 | 3% | 100% |
| | 粘土瓦 (S 形) | 0 | — | 0% | — |
| | セメント瓦 | 2 | 2 | 7% | 100% |
| | スレート | 2 | 0 | 7% | 0% |
| | 金属板 | 8 | 0 | 28% | 0% |
| | アスファルトシングル | 0 | — | 0% | — |
| | 小計 | 29 | 15 | 100% | — |
| | 合計 | 134 | 48 | — | 36% |

5. まとめ

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所では、福島県沖の地震によって脱落等の被害が生じた建築物の瓦屋根等を対象に、工学的見地からの現地調査を実施した。調査から得られた被害状況等を以下にまとめる。

(1) 瓦屋根の被害状況

- 調査を実施した複数の屋根上では、棟部ののし瓦、冠瓦の脱落被害を確認した。いずれものし瓦、冠瓦が芯木又は下地にねじ等で適切に留め付けられておらず、緊結が不十分な状況であった。また、平部については、瓦棧木に留め付けられていないJ形の粘土瓦にずれの被害を確認した。これらはいずれも、ガイドライン工法の緊結方法に該当しない仕様である。
- 商業施設の屋根上では、棟際の半端瓦の脱落やずれを確認した。脱落等が生じた半端瓦には釘孔のある範囲を切断したままで、新たな釘孔が設けられていなかった。なお、当該施設の瓦施工時点のガイドラインでは、半端瓦の釘留めは必須とされていなかった。
- ガイドラインに従って設計・施工されていない瓦屋根に冠瓦の脱落被害がみられたエリアで、ガイドラインに従って設計・施工されたと思われる瓦屋根に外観上被害は確認されなかった。
- 耐力壁の配置が不均衡であるために、地震動によって壁量が少ない部分が大きく振られることで屋根面の加速度が大きくなったと推測され、その部分の瓦が被害を受けたと見受けられる事例があった。
- 周辺の K-NET、KiK-net の強震記録から東西方向に比して南北方向の地震動が卓越していたと考えられる新地町の町営住宅群では、ほぼ同一仕様で施工されたとみられる大棟のうち、南北方向の大棟が無被害に見え、東西方向の大棟が南北方向に倒れる被害が多かった。
- 過去の震災で被害が生じたと思われるのし瓦積み棟のうち、のし瓦を設けない改修がされた屋根で被害が生じていない事例を確認した。
- (一社)全日本瓦工事業連盟の福島県の調査参加者によると、2011年よりも前の建築物について、今回の瓦屋根被害は、2011年東北地方太平洋沖地震の際にかろうじて被害を免れたものや、その後不適切な改修がされたものに被害が多いとの見解であった。

(2) 瓦屋根以外の被害状況

- 桑折町中心部（西町）では、残留変形や外壁の割れ・脱落などの被害が生じた木造建築物も見られたが、被害が生じた建築物はいずれも古く、道路側の前面に開口が多い店舗併用住宅が中心であった。周辺の比較的新しい建築物は無被害又は外壁のひび割れ等の軽微な被害であった。
- 桑折町中畑で煉瓦による組積造の塀の崩壊、伊達市細谷付近でブロック塀の大きな傾斜の事例をそれぞれ確認した。
- 山元町坂元の RC 造 2 階建ての公共施設では上部構造が無被害であると見受けられるものの、敷地地盤に変状が見られ、噴砂の可能性を示唆する痕跡が確認された。

(3) 宮城県山元町における屋根の悉皆調査

- 全 136 棟の建築物での屋根ふき材のうち、被害を確認した屋根ふき材は 48 件（全体の 35%）であった。その多くは築年数の経過した建築物に使用された J 形の粘土瓦とセメント瓦に発生していた。
- 築年数が 10 年以下の建築物（全 34 棟）の屋根ふき材については、F 形の粘土瓦が 15 件、金属板が 16 件、セメント瓦、スレート及びアスファルトシングルが各 1 件であり、J 形の粘土瓦の使用実績はなかった。いずれの屋根にも外観上の被害は確認されなかった。

- ・ 粘土瓦又はセメント瓦による屋根 89 件のうち、ガイドラインに従って設計・施工されたものと判断した屋根は 27 件あり、いずれの屋根にも外観上の被害は確認されなかった。
- ・ J 形の粘土瓦による屋根計 59 件のうち、被害が確認されたのは 43 件であり、そのうちの 40 件は棟部に被害が発生していた。また、東日本大震災後にガイドラインに従って改修されたものと考えられる屋根は 5 件あり、いずれも外観上の被害は確認されなかった。

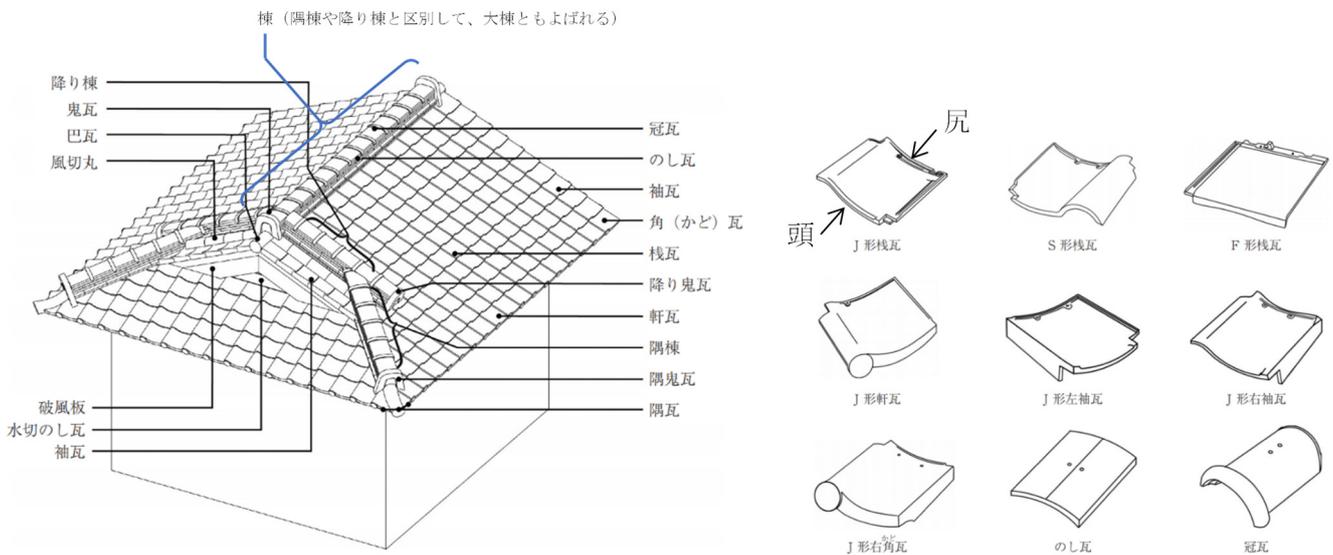
参考文献

- 1) (社)全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合連合会・全国厚形スレート組合連合会 (監修:(独)建築研究所) : 瓦屋根標準設計・施工ガイドライン, 2001. 8. 13.
<http://www.yane.or.jp/manual/guideline.pdf> (2021. 5. 22閲覧)
- 2) 気象庁 : 令和 3 年 2 月 13 日 23 時 08 分頃の福島県沖の地震について (第 2 報) - 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」について (第 90 報) -, 2021. 2. 22.
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2102/22a/kaisetsu202102221100.pdf> (2021. 5. 10 閲覧)
- 3) 気象庁 : 令和 3 年 2 月 13 日 23 時 08 分頃の福島県沖の地震について - 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」について (第 89 報) -, 2021. 2. 14.
<http://www.jma.go.jp/jma/press/2102/14a/kaisetsu202102140110.pdf> (2021. 5. 10 閲覧)
- 4) 気象庁 : 推計震度分布図
https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#11/37.937/140.532/&contents=estimated_intensity_map
(2021. 5. 10 閲覧)
- 5) 消防庁災害対策本部 : 福島県沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況 (第 17 報), 2021. 3. 29.
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20210218fukushimakennoki17.pdf> (2021. 5. 10 閲覧)
- 6) 桑折町 : 桑折町観光情報 旧伊達郡役所
<https://www.town.koori.fukushima.jp/kankou/sightseeing/4/4782.html> (2021. 5. 22 閲覧)
- 7) (一社)全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合連合会 合同調査団 : 福島県沖を震源とする地震による瓦屋根被害調査報告書, 2021. 5. 27.
http://www.yane.or.jp/news/newsimg/File_50.pdf (2021. 6. 1 閲覧)
http://www.zentouren.or.jp/news/newsimg/File_37.pdf (2021. 6. 1 閲覧)

謝辞

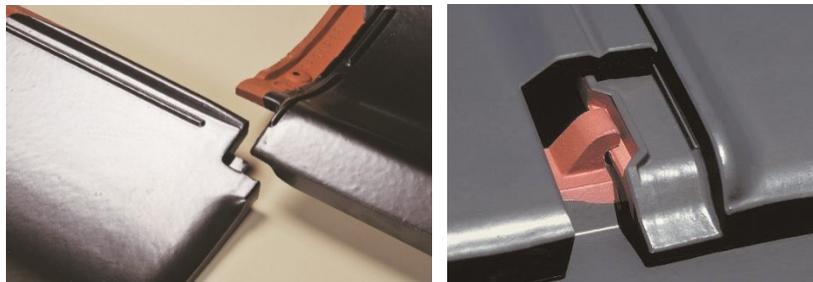
本調査を実施するにあたり、被災された建築物の関係者の皆様には、被害状況等のヒアリングにご協力を頂きました。福島県瓦工事業組合連合会と宮城県瓦工事業組合の関係各位には事前に屋根上の調査対象の建築物の抽出、(一社)全日本瓦工事業連盟と全国陶器瓦工業組合連合会の関係各位には調査の同行にそれぞれご協力を頂きました。また、擬似加速度応答スペクトルの解析に当たっては、国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用しているK-NET、KiK-netを活用させて頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

屋根各部と瓦の名称等



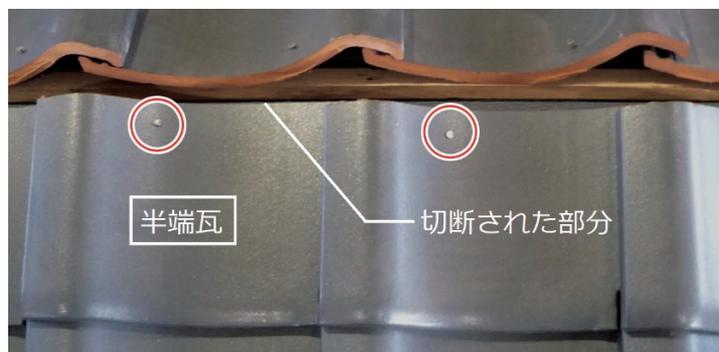
参考図1 屋根各部と瓦の名称

((一社)全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合連合会提供の画像に加筆)



参考図2 防災瓦の例 (左: J形、右: F形)

(提供: 愛知県陶器瓦工業組合)



参考図3 半端瓦の例

((一社)全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合 監修「瓦屋根標準施工要領書JKY-2014」に加筆)

「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」の概要

監修：独立行政法人（現 国立研究開発法人）建築研究所

発行：社団法人（現 一般社団法人）全日本瓦工事業連盟

全国陶器瓦工業組合連合会

全国厚形スレート組合連合会

1. 本ガイドラインの目的

本ガイドラインの目的を以下に示す（「1-1 目的」の本文を引用）。

- (1) 粘土瓦及び厚形スレート（プレスセメント瓦）施工工事の設計及び施工を行う人を対象とする。
- (2) 法令に準拠して、風圧力や地震力に対し屋根ふき材の緊結等に必要な構造性能を明らかにする。
- (3) 屋根ふき材の緊結等に必要な構造性能を確認するための標準試験方法を示す。
- (4) 法令の仕様規定に対応した標準施工方法（法令の仕様規定より優れた構造性能を有する方法）を例示するとともに、標準試験方法で確認された構造性能を示す。
- (5) 法令の構造計算規定への対応方法を示す。
- (6) その他、耐久性能・防水性能等についての設計・施工法のキーポイントを設計者・施工者に理解、知らしめる。

2. 本ガイドラインの制定等の経緯

平成 13 年 制定

平成 18 年 一部改訂（追補）

- ・ ちどり緊結で組み合わせ葺き（防災瓦使用）された J 形棧瓦の試験方法を追加。

平成 24 年 一部追加

- ・ 初版の第Ⅱ編第 2 章 標準試験により、耐力が確認された工法を追加。
- ・ 棟際の切断した棧瓦（半端瓦及び勝手瓦）の固定を確実にするため、施工に当たっての注意点を追加。

※令和 3 年 5 月現在、同ガイドラインの改訂版の編集作業中。

瓦屋根耐風診断調査票(案)

| | | |
|---|---|--|
| ① 基本 情報 | 建築物の所有者等氏名 | |
| | 調査者氏名 | |
| | 住所 | 〒 |
| | 基準風速 | <input type="checkbox"/> 30m/s、 <input type="checkbox"/> 32～36m/s、 <input type="checkbox"/> 38m/s 以上 |
| | 海岸線、湖岸線からの距離 | <input type="checkbox"/> 200m 以内、 <input type="checkbox"/> 200m 超 500m 以内、 <input type="checkbox"/> 500m 超 |
| | 建築物の規模 | 階数 _____ 高さ _____ 延べ面積 _____ 構造種別 _____ |
| | 改修履歴(改修年、改修部位) | |
| | 瓦の種類 | <input type="checkbox"/> J 形、 <input type="checkbox"/> F 形、 <input type="checkbox"/> J 形(防災瓦)、 <input type="checkbox"/> F 形(防災瓦)、 <input type="checkbox"/> S 形(防災瓦)、 <input type="checkbox"/> その他 |
| 下地の仕様 | <input type="checkbox"/> 引掛棧工法、 <input type="checkbox"/> 土ふき、 <input type="checkbox"/> 直ふき、 <input type="checkbox"/> 流し棧工法、 <input type="checkbox"/> その他 | |
| ② 外観 | <input type="checkbox"/> 瓦が破損している | <input type="checkbox"/> 平部、 <input type="checkbox"/> 棟部、 <input type="checkbox"/> けらば、 <input type="checkbox"/> 軒、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> 瓦がずれ、脱落、落下している | <input type="checkbox"/> 平部、 <input type="checkbox"/> 棟部、 <input type="checkbox"/> けらば、 <input type="checkbox"/> 軒、 <input type="checkbox"/> その他 |
| ③ 劣化 状況 | <input type="checkbox"/> 下地が劣化している | <input type="checkbox"/> 平部、 <input type="checkbox"/> 棟部、 <input type="checkbox"/> けらば、 <input type="checkbox"/> 軒、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> くぎ、ねじ等の接合具が劣化している | <input type="checkbox"/> 平部、 <input type="checkbox"/> 棟部、 <input type="checkbox"/> けらば、 <input type="checkbox"/> 軒、 <input type="checkbox"/> その他 |
| ④ 緊結 方法 | <input type="checkbox"/> 平部の緊結が不十分 | ・箇所： <input type="checkbox"/> 全数、 <input type="checkbox"/> __枚おき、 <input type="checkbox"/> その他 ・接合具： <input type="checkbox"/> ねじ__本、 <input type="checkbox"/> くぎ__本、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> 棟部の緊結が不十分 | ・箇所： <input type="checkbox"/> 全数、 <input type="checkbox"/> __枚おき、 <input type="checkbox"/> その他 ・接合具： <input type="checkbox"/> ねじ__本、 <input type="checkbox"/> くぎ__本、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> けらばの緊結が不十分 | ・箇所： <input type="checkbox"/> 全数、 <input type="checkbox"/> __枚おき、 <input type="checkbox"/> その他 ・接合具： <input type="checkbox"/> ねじ__本、 <input type="checkbox"/> くぎ__本、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> 軒の緊結が不十分 | ・箇所： <input type="checkbox"/> 全数、 <input type="checkbox"/> __枚おき、 <input type="checkbox"/> その他 ・接合具： <input type="checkbox"/> ねじ__本、 <input type="checkbox"/> くぎ__本、 <input type="checkbox"/> その他 |
| | <input type="checkbox"/> その他の部位の緊結が不十分 | ・箇所： <input type="checkbox"/> 全数、 <input type="checkbox"/> __枚おき、 <input type="checkbox"/> その他 ・接合具： <input type="checkbox"/> ねじ__本、 <input type="checkbox"/> くぎ__本、 <input type="checkbox"/> その他 |
| 診断 結果 | <input type="checkbox"/> 強風等による脱落のおそれがある <input type="checkbox"/> 強風等による脱落のおそれが低い | |
| 所見 | | |
| 備考：②～④で1つでも該当する項目がある場合は、「強風等による脱落のおそれがある」と判定する。 | | |