

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

令和3年5月27日

(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

1. 調査の目的

東日本大震災より10年を経て、同被災地域において再び大規模地震が発生した。被災地域には、東日本大震災後に新築・改修された瓦屋根だけでなく、復旧工事を行った瓦屋根や、ガイドライン工法に依らない「旧工法」の瓦屋根が存在する。

今回の調査は、地震による瓦屋根の被害状況、傾向や被災における復旧工事の対応状況を確認する他、施工水準との相関関係を調べることを目的とする。

2. 地震概要及び被害状況

【地震概要】

発生日時 令和3年2月13日23時07分

震源地 福島県沖

規模 マグニチュード7.3

各地の震度 震度6強 宮城県蔵王町、福島県相馬市、国見町、新地町

震度6弱 宮城県石巻市、岩沼市、登米市、川崎町、亘理町、山元町
福島県福島市、郡山市、須賀川市、南相馬市、伊達市、本宮市、
桑折町、川俣町 天栄村、広野町、檜葉町、川内村、大熊町、
双葉町、浪江町

【被害状況】

人的被害：187人(死者1人 重症16人 軽傷170人)

建物被害：下表による

	全壊	半壊	一部損壊
岩手県	-棟	-棟	2棟
宮城県	3棟	92棟	9,337棟
山形県	-棟	-棟	15棟
福島県	66棟	636棟	10,394棟
埼玉県	-棟	1棟	-棟
千葉県	-棟	-棟	4棟
東京都	-棟	-棟	3棟
神奈川県	-棟	-棟	1棟
新潟県	-棟	-棟	2棟
合計	69棟	729棟	19,758棟

※令和3年3月29日時点 消防庁災害対策本部

3. 調査動向

【調査日程】

令和3年2月28日（日）、3月1日（月）

【調査団メンバー】

全日本瓦工事業連盟：神谷泰光、藤井禎夫、松枝康雄、
桂山武（福島県）、米山弘明（宮城県）

全国陶器瓦工業組合連合会：神谷彦二

愛知県陶器瓦工業組合：石原史也、片岡慶一郎、神谷昭範

なお、本調査には、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から4名の方々に同行頂いた。

【調査エリア】

福島県：福島市、伊達市、桑折町、相馬市、新地町、

宮城県：山元町、亶理町

【瓦屋根の状況】

棟部に被害が集中

地震の範囲は広いものの、大半の地区において瓦屋根の被害は一部に散見される程度であった。一方で、新地町・山元町など一部の地域に集中的に被害が見られた。

山元町坂元東地区において136件の悉皆調査を行っている。別紙「悉皆調査報告書」参照

瓦屋根の損傷部位は、圧倒的に棟部が多い。次いで無緊結の平部の瓦の脱落が見られたが、これらには地区ごとの被害傾向の違いは見られなかった。

また、被害があった瓦屋根の多くは、東日本大震災当時は被害を免れた「旧工法」の屋根で、2011年以降に新築・改修された瓦屋根に被害はほとんど見られない。古い瓦屋根は東日本大震災によって少なからずダメージを受けていたという部分もあるが、ガイドラインに準拠した施工の有無による耐震性の差が如実に表れている。また、瓦屋根の被害が見られる一方で、地震の規模に対し建物そのものの被害が少ないことも特徴である。



棟部の被害の例



1階の棟（旧工法）のみ損傷

【被害状況と施工方法の相関関係】

被害を受けたエリアは、台風などの強風にさらされにくく、東日本大震災以前は比較的地震の少ない地域であったため、既存の古い屋根においては、釘等による緊結水準の低いものが多い。この為、一口に瓦屋根と言っても、この10年間でガイドラインに準拠して新築・改修された強固な屋根、旧工法のままの脆弱な屋根、棟などの一部のみが改修された屋根の大きく3つに大別され、これらの耐震性能の差が、そのまま被害の差となっている。

屋根全体をガイドラインに準拠し、施工された屋根については瓦の形状を問わず被害は見受けられない。また、棟部など旧工法で特に被害を受けやすい部位が改修済みの場合は、平部の一部に被害を受けるに留まっている。これは過去の地震においても共通しており、棟部が強化された瓦屋根の被害は比較的軽微で済むという傾向が見て取れる。

各部位の被害の特徴

平部は引っ掛け棧工法で釘等による緊結が全くされていないか、3～4枚毎に1枚程度の緊結のみで、揺れによって一部または全体にずれ・脱落を起こしている。またほとんど場合、瓦は非防災瓦である。このため、既存の屋根のうち、2011年以降に棟部のみを改修した屋根も、同様の被害を受けている。



平部のずれ



棟部改修屋根の平部のずれ

軒部は棟側1～2本の緊結のみで、軒側の補強はされていない。ガイドラインにおいては、瓦1枚につき棟側、軒側併せて3箇所の緊結を求めている。

袖部は1～2本の緊結のみ。軒瓦と同様にガイドラインでは3箇所の緊結が求められるが、軒・袖部ともに、ずれてはいても脱落している例はほとんど見られなかった。ガイドラインに照らせば不十分ではあるものの、瓦が1枚毎に釘等で緊結されていることが、被害の防止に確実に貢献していることがわかる。



旧工法軒部



旧工法袖部

棟部は、のし瓦を割らずに積み上げたいわゆる「棒積み」が多く、青海波という飾り瓦を使用した化粧棟も見られた。葺き土はモルタルを併用したものが多いため、棟の瓦同士は一体化している一方で、いずれも棟芯材がなく、構造上は棟と建物は分離した状態であった。この為、揺れによって全体が脱落してしまっている。



モルタル棒積み棟の崩れ



化粧棟（青海波）の崩れ

また、棟芯材を施工したものであっても、棟際の半端瓦の無緊結が原因で崩れてしまっている事例も見られた。過去の震災でも、半端瓦の緊結が棟部の耐震性能に大幅に影響する事がわかっており、全数を確実に下地に留付けなければならない。



半端瓦無緊結



半端瓦無緊結

棟部は東日本大震災当時も被害の多かった部位のため、棟のみ改修済みの屋根はほとんどの地区で確認された。のし積の段数を減らし「減築」したものや、のし積棟を冠瓦伏せ棟に置き換えたものがあるが、いずれも被害を受けていない。

全般的に棟の被害が圧倒的ではあるが、そのなかには平部の緊結が無いために被害が出ている屋根もあった。風による瓦の飛散のリスクが比較的小さい地域であっても、耐震の面での平部の緊結の重要性を再認識させられることとなった。



のし段数減築



冠瓦伏せ棟

【復旧工事の進捗状況】

被災地域は広いが、被害が集中している地域は一部のみであった。調査範囲においてはブルーシートでの養生がほぼ完了し、順次復旧作業が進められていた。一部地域では短期的には工事業業者の対応能力を上回る依頼を受けており、修復工事は対応待ちの状況が当面の間続く可能性がある。

【瓦屋根業界の今後の取り組み】

現地で実際に調査すると、建物の年代を問わず、被害の主な原因が施工方法による耐震性不足であること、ガイドラインに準拠した工法を採用した屋根は被害を受けなかったことから、ガイドラインの指針が震度6強もの巨大地震に対しても有用であることを確認できた。



ガイドラインに準拠した耐震改修屋根



ガイドラインに準拠した新築屋根

一方で、ある施設の様子、平部は全数緊結、軒部、袖部は3点緊結、棟部は棟金具を使い冠瓦・のし瓦を緊結した、ガイドラインに例示される工法が採用されていたにもかかわらず、棟際の半端瓦を緊結しておらず、土台を失った事で棟が崩れてしまっていた事例もあった。半端瓦さえ緊結されていれば無傷で済んだと思われる事例で、瓦1枚1枚の緊結を徹底する事がいかに重要であることを示している。

ガイドラインには防災施工の原則が詰まっており、経験したことのないような災害が頻発する昨今において、私たちはこれまでの地域的な慣習や経験則によってこの原則を一部でも省くことが、大きな、無用な被害を招くということを再認識しなければならない。

建築基準法告示(昭46建告第109号)の改正告示が2020年12月7日に公布、2022年1月1日に施行され、施行日以降に着工するすべての建築物の瓦は緊結する事を求められることとなる。そのための具体的な施工方法や、それらの安全性の確認方法を定めた指針として、ガイドラインはより一層重要な位置づけとなり、我々はこれまで以上にその周知と施工現場での徹底に努める。

また、既存の屋根に関しても、耐震・耐風改修を進めてまいります。特に、広域災害の場合被害が同時多発的に発生するため、屋根施工業者は膨大な範囲の対応に追われ、居住者はその間復旧対応を待たなければならない。また、東日本大震災当時はそうした被災者につけ込むように「屋根工事店もどき」の業者が、不十分な知識・技術で復旧工事を行ってしまう事例が多く報告され、今回の地震でもそうした屋根が再び損傷するという二次被害も起きている。

震災が起きてからではなく、平時から旧工法の屋根をガイドラインに沿って改修することに努め、また改修工事の要否を判断するための指針についても整備する予定である。それらを通して1件でも多くの耐震・耐風性能を備えた瓦屋根を整備していくことで、瓦屋根全般での減災に繋げると共に、安心と安全を居住者に提供していく。

最後に、我々、瓦を製造、販売、施工に携わる業者は、1400年の歴史を持ち、日本の気候風土に合った屋根材としての魅力を、消費者の皆様に伝えると共に、近年私たちの生活を脅かす自然災害に対しても、安心安全な屋根としてお届けできるよう、これからも一丸となって取り組んでいく。

悉皆調査報告書

調査項目は、山元町坂元東地区 136 件において、築年数、規模、屋根形状、構造、屋根材、被害部位、屋根工法について調査した。その内 2 棟は陸屋根であり、屋根材の被害が地上からの調査では確認できず不明であったため、2 棟を除いた 134 件について、築年数、屋根材、屋根工法などを比較して調査結果を取りまとめた。

また、この地域は 10 年前に東日本大震災で被災した地域であり、10 年前の屋根被害補修方法と今回の地震被害状況との関連性についても考察を行った。特に、ガイドライン工法と推定した屋根の被害状況の観察には注力した。

1. 調査メンバー

国総研 (2 名)、建研 (2 名)、全瓦連 (5 名)、全陶連 (4 名) から 1 チーム 3 人程度で 4 チームを編成した。各チームには、令和元年房総半島台風で悉皆調査を行ったメンバーを配置した。

2. 調査方法

4 チームをエリア分けして、1 チーム約 35 棟程度で悉皆調査を行った。築年数、建物規模は外観から推測した。屋根材、被害部位、屋根工法は、全瓦連、全陶連が双眼鏡・カメラなどを用いて地上から確認した。帳票記入、物件撮影、屋根調査を分担して行った。屋根材の分類としては、瓦以外の屋根材は、セメント瓦 (コンクリート瓦、PC 瓦を含む)、スレート (化粧スレート、波形スレートを含む)、金属屋根 (横葺き、縦葺き、折板などすべての金属製を含む)、アスファルトシングル (以下、シングルと呼ぶ) の 4 種類に分類した。

3. 「ガイドライン工法と推定」する判断方法

「ガイドライン工法と推定 (以下、と推定は省略)」の判断方法は、以下の基準で行った。

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。

- 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. 調査エリア

調査エリアを図 1 に示す。A~D にエリア分けして実施した。図中の番号は各チームの調査物件番号となっている。(JA みやぎ亘理坂元から右側は津波被害を受け、復興住宅のエリア)

屋根材の割合としてはJ形瓦が43%（59棟）と最も多く、次に金属屋根が29%（39棟）、F形瓦が17%（23棟）となっていた。昔、セメント瓦工場があったエリアで、セメント瓦が使用されていたため、その分スレートが少なく、瓦屋根か金属屋根が多かった。被害屋根総数は48棟で全体の35%だった。そのほとんどがJ形瓦（43棟）とセメント瓦（4棟）屋根で占めていた。

表2.屋根材割合と被害数

屋根材	棟数	割合	被害数	被害率
J形瓦	59	43%	43	73%
F形瓦	23	17%	1	4%
S形瓦	1	1%	0	0%
金属屋根	39	29%	0	0%
セメント	6	4%	4	67%
スレート	5	4%	0	0%
シングル	1	1%	0	0%
合計	134	100%	48	35%



図3.屋根材割合

J形瓦の部位別被害箇所としては棟部が40棟と、ほとんどを占めていた。平部のみ被害が発生していたのは3棟だった。棟部の瓦が脱落することで、平部の瓦が破損した明らかなら被害は9棟だった。

表3.J形瓦部位別被害状況

	被害有	平部のみ	平部もらい	棟部
J形瓦	43	3	9	40

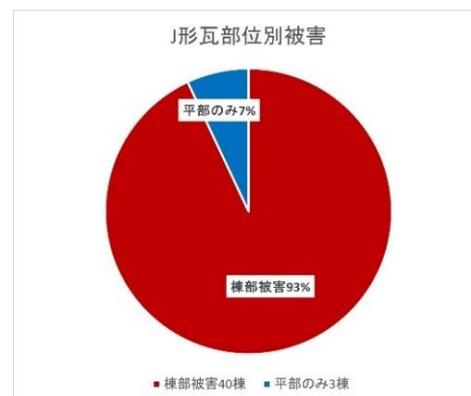


図4.J形瓦部位別被害

③ 瓦屋根の施工方法と被害

今回の調査は、ガイドライン工法における被害の有無を明らかにすることも目的の1つだった。

瓦屋根とセメント瓦屋根に関しては、ガイドライン工法の有無とその被害についても調査した。

（瓦+セメント瓦）の棟数は89棟あり、ガイドライン工法と判断したのが27棟、ガイドライン工法と判断されなかった（旧工法）のが62棟だった。その被害の内訳を表4に示す。ガイドライン工法の瓦屋根27棟は被害0棟と無被害だった。

ガイドライン工法で施工した屋根であれば、巨大地震でも被害無いことが確認できた。ガイドライン工法の屋根材内訳としては、J形5棟、F形22棟だった。

一方で、旧工法屋根62棟はその内48棟に被害があり、被害率は77%となっている。10年前は被害がなく旧工法のままで残っていたのか、被災後旧工法で補修してしまったのかどうかは不明である。

表 4.ガイドライン工法屋根棟数と被害状況

(瓦+セメント瓦)	棟数	被害数
ガイドライン工法屋根	27	0
旧工法屋根	62	48
合計	89	48

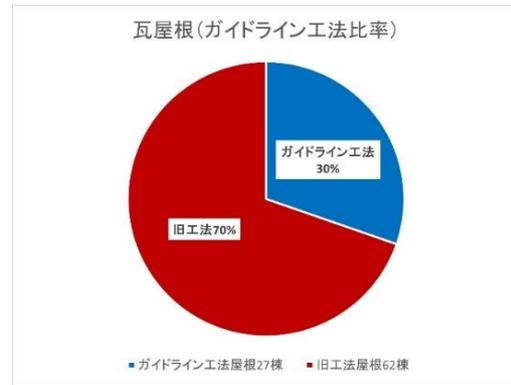


図 5.瓦屋根ガイドライン工法比率

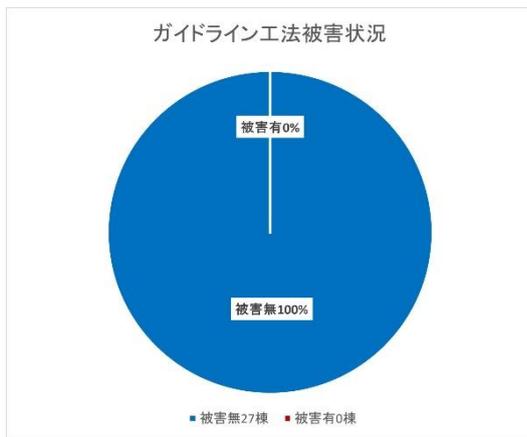


図 6.ガイドライン工法の被害状況

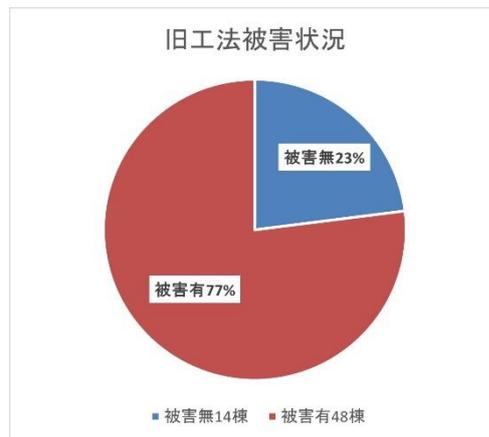


図 7.旧工法の被害状況

④築年数別・屋根材別の被害状況

震災前の屋根材は 11-40 年では半数以上が J 形瓦、約 2 割が金属屋根だったが、震災後の新築では J 形瓦はゼロとなり、それに代わって、F 形瓦と金属屋根が多くなった。

表 5.築年数別・屋根材別被害状況

築年数	屋根材	棟数	被害数	屋根材比率	被害発生比率
1-10	J 形瓦	0	0	0%	0%
	F 形瓦	15	0	44%	0%
	セメント	1	0	3%	0%
	スレート	1	0	3%	0%
	金属屋根	16	0	47%	0%
	シングル	1	0	3%	0%
	合計	34	0	100%	—
11-20	J 形瓦	8	5	38%	63%
	F 形瓦	5	0	24%	0%
	S 形瓦	1	0	5%	0%

	セメント	1	0	5%	0%
	スレート	2	0	9%	0%
	金属屋根	4	0	19%	0%
	シングル	0	0	0%	0%
	合計	21	5	100%	—
21-30	J形瓦	35	26	70%	74%
	F形瓦	1	0	2%	0%
	セメント	2	2	4%	100%
	スレート	0	0	0%	0%
	金属屋根	12	0	24%	0%
	陸屋根	0	0	0%	0%
	シングル	0	0	0%	0%
	合計	50	28	100%	—
31-40～	J形瓦	16	12	55%	75%
	F形瓦	1	1	3%	100%
	セメント	2	2	7%	100%
	スレート	2	0	7%	0%
	金属屋根	8	0	28%	0%
	シングル	0	0	0%	0%
		合計	29	15	100%
	総合計	134	48	—	36%

上記表5から傾向を示す。

- ・J形瓦において、11～20年の被害率は63%、21年～30年の被害率は74%、31～40年の被害率は75%と、東日本大震災で補修したと思われるが、いくつかの要因（詳細は⑤）で再び被害が発生した。
- ・セメント瓦も古い建物では同様に被害が発生している。
- ・F形瓦においては、全22棟中、築30年以上の葺き替え物件・1棟（詳細は⑤）以外の残り21棟では、屋根被害は発生していなかった。
- ・金属屋根、スレート、シングルの計45棟では、屋根材の被害は発生していなかった。

④ 東日本大震災後の改修と今回の被害の関連性について

この地域は、2011年の東日本大震災で瓦屋根に大きな被害が発生した。その後の改修方法の違いによる今回の被害発生との関連性を物件事例で示す。

表6.J形瓦の改修状況

工法 /棟数	旧工法 /43棟	ガイドライン 工法/5棟	工法不明 /11棟
被害数	43棟	0棟	0棟

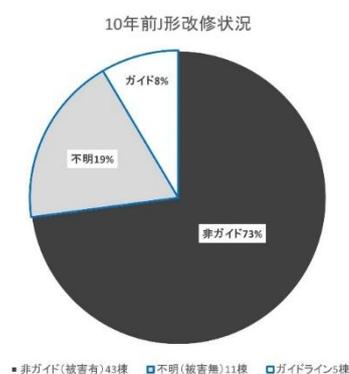


図8. J形瓦改修方法とその被害状況

1) 10年前の改修時ガイドライン工法で改修した物件例



図9. 引用：グーグルマップ（2013）

震災後に、大棟をガイドラインのし積み工法で改修した物件は、2棟とも被害なし。この2棟は改修時に、のし積みの段数を減じているが、改修時では、有効である。



図10. ガイドライン工法で改修（無被害）



図11.冠瓦1本伏せで改修（無被害）

大棟をガイドライン冠瓦1本伏せ工法で改修した物件。冠瓦1本伏せ工法は、工期がのし積み工法に比べて短くなるため、災害時に有効である。



（無被害）

2階大棟をガイドライン一体型冠瓦1本伏せ工法で改修した物件。一体型冠瓦1本伏せ工法は、工期がのし積み工法に比べて短くなるため、災害時に有効である。また、その他の入母屋形状の複雑な瓦屋根は、ガイドライン工法による施工で、無被害となっている。

2) 10年前の改修時、棟部を旧工法で改修した物件例



図 13. 引用：グーグルマップ（2013）



図 14. 大棟を旧工法で改修（被害有）

10年前の改修で、棟部のし瓦段数は低くしたが、棟補強金物・棟芯等の不足により今回も被害が発生と思われる。棟部の補修は確実にガイドライン工法で改修しなければならない。

また調査では、この事例のように、瓦工事業者のガイドライン工法徹底不足が要因のものばかりではない。以下、異なる要因の事例を紹介する。

3) 10年前の改修時、被害部分のみガイドライン工法で改修した物件例

10年前、被害を受けた部分のみを改修したため、その部分は無被害だが、改修していない別の棟部に被害が発生した事例も多かった。



図 15. 10年前未改修の1階隅棟（被害有）

図 15 は、1階の隅棟に被害が発生していた。よく見ると2階の大棟、隅棟はガイドライン冠瓦1本伏せで10年前に改修されている。10年前には1階の隅棟（旧工法）は被害がなかったため、改修されなかった可能性がある。10年前に2階屋根と併せて、改修しておけば、今回被害を防ぐことができた物件。



図 16. 引用：グーグルマップ（2013）



図 17. 10年前未改修の1階大棟（被害有）

図 17 は、10 年前に 2 階入母屋屋根は被害が発生したため、のし積み（旧工法）棟からガイドライン冠瓦 1 本伏せに補修してある。1 階大棟（旧工法）は被害がなかったために、しっくい工事だけを行っている。今回の地震で 1 階の大棟だけに被害が発生した。10 年前にしっくい工事ではなく、2 階屋根と同様にガイドライン工法で改修しておけば、被害を防ぐことができた物件である。

住まい手は被害部分のみの改修を希望されることが考えられるが、被害がない部分も今後、同様に被害が発生する可能性があることを伝え、併せての改修を検討してもらうことが必要である。自然災害による被害を少なくするためには、平時や災害時において、旧工法の瓦屋根をガイドライン工法レベルに改修することが必須である。とくに、震災地域では、棟部は被害部分以外の棟改修を併せて行った場合には、住まい手にメリットがあるような仕組みがあると棟全体の改修の普及が進むと考えられる。将来的には、被害が減少するので社会全体のコストが下がると思われる。

4) 10 年前の改修時、棟部ガイドライン工法で改修したが、被害発生した屋根

10 年前、被害を受けて棟部はガイドライン工法で改修したが、棟際の寸法調整で切断した瓦の留め付けが完全でなかったために被害発生した屋根も少しあった。ガイドライン工法の重要ポイントを周知徹底させることを今後も引き続き行うことが重要である。



図 18. 引用：グーグルマップ（2013）



図 19.隅棟下のカットした瓦がずれた被害

図 19 の写真を拡大してみると、棟部では外緊結線は見え、冠瓦を中から緊結線で固定しているのし積み工法、軒先瓦も棧山部を全数緊結してあり、ガイドライン工法で施工したつもりと推定できる。しかし、隅棟下の勝手瓦の留め付けを行っていないので、現在のガイドラインには適合しない。勝手瓦がずれてしっくい・葺き土が飛び出る被害が発生した。



図 20. 引用：グーグルマップ（2013）



図 21.鬼際の半端な寸法の瓦が脱落した被害

図 21 の写真は、棟部の冠瓦は中から緊結されているガイドライン工法なのですが、鬼際の半端な瓦のみ被害が発生した。

これらの物件は、グーグルマップから引用した画像のように地面から屋根を見ているだけだと、告示 109 号に適合しているか判断が難しい。屋根の上に登って行う 2 次診断が必要な建物である。

5) 10 年前の改修時、F 形瓦へ全面葺き替えした物件にも関わらず被害が発生した屋根

築 11 年以降の建物での F 形瓦屋根は 7 棟あり、その中で、被害発生した屋根は 1 棟だった。その 1 棟は築 31 年以上経過している建物なので、震災後の補修で F 形瓦に葺き替えている。

F 形瓦を要領書通りに施工すれば被害は発生しない。実際、21 棟の F 形瓦は被害が発生していない。この 1 棟は改正前の告示 109 号の基準にも適合しない瓦屋根であり、撲滅されなければならない手抜き工事の象徴と思われる。



図 22.F 形防災瓦で平部が全く緊結されていない被害屋根

2 階屋根の平部の瓦が 1 枚も留め付けていない。瓦棧木の緊結も少なく、瓦棧木ごと F 形瓦がずり落ちている。一方で、軒先・けらば・棟は留め付けしてあるため、脱落していない。また、1 階屋根は 2 階屋根からの落下物によるもらい被害だけだった。

災害による葺き替え改修工事では、ガイドライン工法を遵守しなければならない。全瓦連加盟店だけではなく、それ以外の瓦屋根工事店へも改正告示 109 号を認知させることが必要である。

6. 悉皆調査まとめ

- ・全 136 棟の悉皆調査から、屋根被害のほとんどは古い J 形瓦・セメント瓦に発生していた。
- ・被害数は 48 棟、全体の 35%となっていて J 形瓦 43 棟だった。
- ・震災後の新築は、全 35 棟被害がなく、F 形瓦 15 棟、金属屋根 16 棟が多く、J 形瓦は 0 棟だった。
- ・瓦・セメント屋根 89 棟中、ガイドライン工法は 27 棟あり、被害は 0 棟だった。
- ・F 形瓦は 23 棟あり、その内被害は 1 棟。震災で葺き替えした屋根で、平部が全く留め付けしていないために平部が脱落していた。
- ・J 形瓦屋根 59 棟は震災で改修されたと想定され、その内被害無は 16 棟あり、ガイドライン工法と判断されたのは 5 棟あった。
- ・被害のあった J 形瓦は 43 棟あり、40 棟は棟部の被害となっていた。
- ・被害のあった棟は、震災で被害がなかった棟、補修を旧工法で行い全体的に崩れた棟、半端瓦・勝手瓦・棟の端部・下り棟など一部留め付け不足がある棟などだった。
- ・J 形瓦の多くは棟の一部分に被害が発生しているが、その部分だけの棟を直しても再び被害が発生する恐れがある。少なくとも棟部全体をガイドライン工法で改修することが今後の被害をなくすことにつながるので、推進が必要である。