



屋根および外壁の設計・施工に起因するリスク・ 不具合と耐久性評価

梅田 泰成（日本木造住宅産業協会 技術委員会委員）

屋根および外壁の設計・施工に起因する リスク・不具合と耐久性評価

第3編 【造り手向け】リスク分析・評価ガイドライン

第Ⅶ章

外皮構造の異業種施工取り扱い部のリスク分析

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

第Ⅸ章

木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

一般社団法人 日本木造住宅産業協会
梅田泰成

共同研究成果報告会「木造住宅の雨漏り、結露、劣化リスクを考える」

1

第Ⅶ章

外皮構造の異業種施工取り扱い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工取り扱い部と発生している問題点
2. 職能・職域の変化(多能工化)に伴う施工リスクと雨水浸入の原因の検証
3. 実態調査の結果と検証
4. 職能・職域に関するアンケート結果と分析
5. 不適切施工による雨漏り事故と多能工化の関係について
6. 不適切施工の防止のための適正な多能工化
7. 本TGの成果と今後の課題

第Ⅶ章実施の背景

雨漏りに関する既往研究は多岐に渡り、技術指針や基準は、概ね完成しているとの見方がある
しかし現状、木造住宅の雨漏りは、多発している
(公財)住宅リフォーム・紛争処理支援センターの年次報告でも雨漏りの相談事例は上位にある

雨漏りの原因となる、屋根や外壁など外皮部位の不適切な施工に着目

木造住宅の構工法の変遷に伴う職能・職域の変化が関わっていると仮説、その施工リスクの実態を明らかにするため調査した

3

第Ⅶ章 外皮構造の異業種施工取り扱い部のリスク分析

本文(全27ページ)

1. 外皮構造における異業種施工取り扱い部と発生している問題点
2. 職能・職域の変化(多能工化)に伴う施工リスクと雨水浸入の原因の検証
3. 実態調査の結果と検証
4. 職能・職域に関するアンケート結果と分析
5. 不適切施工による雨漏り事故と多能工化の関係について
6. 不適切施工の防止のための適正な多能工化
7. 本TGの成果と今後の課題

関連報告(全21ページ)

1. 職能・職域・工程に関するアンケート
2. アンケート結果集計表(地域から全国集計)

2

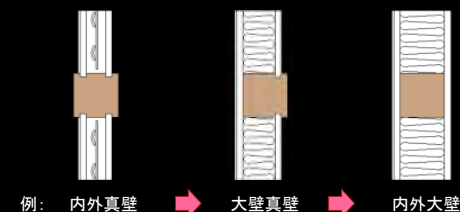
第Ⅶ章

外皮構造の異業種施工取り扱い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工取り扱い部と発生している問題点
2. 職能・職域の変化(多能工化)に伴う施工リスクと雨水浸入の原因の検証
3. 実態調査の結果と検証
4. 職能・職域に関するアンケート結果と分析
5. 不適切施工による雨漏り事故と多能工化の関係について
6. 不適切施工の防止のための適正な多能工化
7. 本TGの成果と今後の課題

1.1 (異業種施工取り扱いの)背景と要因

- 材料、構法共に変化し、外皮の構成は多様化
- 従来と異なる専門職が必要、工程も特殊化
- 新たな連絡系統になり職域や組織が変化



4

第Ⅶ章
外皮構造の異業種施工
取り合い部のリスク分析

1. 外皮構造における
異業種施工取り合い
部と発生している問
題点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

1.1.3 部位および取り合い部の工程順序と 施工職種の関連に関する分析例

- 複数の職種連繋(異業種連携)がスムーズに
行われないと工事が遅滞することも

工程No.	部材	施工職種					
		大工	断熱工	サッシ工	防水工	左官	塗装工
1	躯体	●					
2	充填断熱	△	●				
3	面材	●					
4	サッシ	△		●			
5	防水テープ	△			●		
6	防水紙	△			●		
7	通気断熱	●					
8	ラス下地	●					
9	フェルト	△			●	△	
10	ラス					●	
11	モルタル					●	
12	仕上げ塗材						●

表1.1.6 外壁工程順序と施工職種(湿式二層下地通気構法)

専門職以外が施工する場合も多々起こり得る

5

第Ⅶ章
外皮構造の異業種施工
取り合い部のリスク分析

1. 外皮構造における
異業種施工取り合い
部と発生している問
題点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

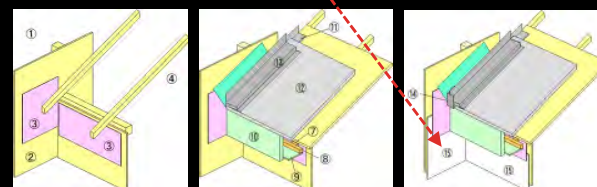
5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

1.3 問題を生じやすい異業種施工取り合い部の具体例 1.3.1 壁止まり軒部

際垂木取り付け前に先張り防水シート③を張り、
その下に外壁の防水紙⑮を差し込む



責任分担が不明確なため? 知らない? 見落とし?
先張り防水シート未施工の事例あり

7

第Ⅶ章
外皮構造の異業種施工
取り合い部のリスク分析

1. 外皮構造における
異業種施工取り合い
部と発生している問
題点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

1.2 異業種施工取り合い部で発生する問題の種類

異業種連繋がよくないことで生じるリスク

- (1) 中途工程の欠落
例: 下屋の先張り防水シートの未施工
- (2) 不完全状態による劣化環境形成
例: 土台水切り板金の後施工
- (3) 不完全施工
例: 片流れ屋根の棟包み板金の留め付け無し

6

第Ⅶ章
外皮構造の異業種施工
取り合い部のリスク分析

1. 外皮構造における
異業種施工取り合い
部と発生している問
題点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

1.3 問題を生じやすい異業種施工取り合い部の具体例 1.3.2 外壁土台まわり

土台水切りを取り付けた後、防水紙を張り被せる

工程No.	部材	施工職種	
		大工	サイディ ング工
1	躯体	○	
2	外壁面材	○	
3	水切り		○
4	外壁防水紙	○	
5	外壁防水紙端部処理	○	
6	外壁断熱	○	
7	サイディング		○

表右の職種区分では、作業の連続性を優先して?
水切り後施工の事例あり
工事期間中に、床下への雨水浸入、土台の濡れ

8

第VII章
外皮構造の異業種施工
取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における
異業種施工取合い部
と発生している問題点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入
の原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

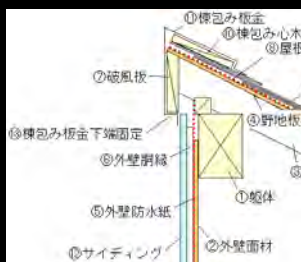
5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

1.3 問題を生じやすい異業種施工取合い部の具体例 1.3.3 軒の出が無い片流れ屋根と外壁の取合い部

棟包み板金材⑬とサイディング⑫の取合い、
棟包み板金下端の固定はサイディング施工後



責任範囲が不明確か？
留め付けられていない
事例

軒の出がある屋根では
外壁は軒天井と取り合
うため、この様な状況は
起きない

軒ゼロ特有の納まり

9

第VII章
外皮構造の異業種施工
取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工
取合い部と発生している問題
点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と
検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

3.2 再発する雨漏り事故事例の検査結果と分析

雨漏り事例113件から、さらに53件を抽出して検
査結果の詳細を分析 →基本的なミスが多い

具体例として、通常は1次防水ラインから雨水が
浸入しても、防水紙等の2次防水ラインが健全で
あれば、雨漏りは発生しない。しかし、53件の多く
は2次防水ラインに不具合がある

- 1) 不適切な材料の使用事例
 - ・設計施工指針や基準に適合しない防水紙を使用
 - ・不適正なプライマーおよびシーリング材を使用
- 2) 不適切な施工事例
 - ・防水紙を上下逆に重ね合わせた初歩的なミス
 - ・防水テープの代わりに養生用テープ使用

11

第VII章
外皮構造の異業種施工
取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工
取合い部と発生している問題
点

2. 職能・職域の変化
(多能工化)に伴う施
工リスクと雨水浸入
の原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

2.1 分析方法

民間検査機関の過去11年間の木造住宅検査事
例約6000件から639件を無作為抽出

内、竣工後10年以内に雨漏りが発生し、補修して
も再発する113件の検査結果を検証

専門の職能では考えにくい、基本的なミスによる
ものが多い



専門ではない職能が工事を行っている可能性、
多能工化が関係している疑いが仮説に挙がる
仮説検証のため、関係団体を通じて木造住宅の
元請け工務店などを対象にアンケートを実施

10

第VII章
外皮構造の異業種施工
取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工
取合い部と発生している問題
点

2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証

3. 実態調査の結果と検証

4. 職能・職域に関す
るアンケート結果と分
析

5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について

6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化

7. 本TGの成果と今後の課題

4. 職能・職域に関するアンケート結果と分析

4.1 屋根のアンケート結果

- ・屋根については、比較的シンプルな職能構成とな
っている
- ・瓦など葺き方に専門性が強く、経験と技術が必要
である事から専門職能でなければ施工できない

4.2 外壁のアンケート結果

- ・モルタル外壁の防水シートや板金は、地域により
多能工化している
- ・サイディングの防水シート、シーリング、板金など
は専門職として分化してなく多能工化している

12

第Ⅶ章

外皮構造の異業種施工 取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工
取合い部と発生している問題
点
2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証
3. 実態調査の結果と検証
4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析
5. 不適切施工による
雨漏り事故と多能工
化の関係について
6. 不適切施工の防止のための
適正な多能工化
7. 本TGの成果と今後の課題

5. 不適切施工による雨漏り事故と多能工化の関係について

- 雨漏り事例の検査結果分析では、専門ではない職能による不適切な施工が明らかとなった
- アンケート結果では、外壁施工において多能工化が明らかとなった



- 多能工化は、職能の確保、時間的ロスの排除、収益確保のためなど、自発的あるいは元請けの指示により生じたとみられる
- 現状、職能や職域の変化に加え、工業化や作業の効率化など、旧来の職能区分のみでは対応できない状況にあり、多能工化は必然的である

13

第Ⅷ章 ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす 接合部の耐久性評価方法(案)

本文(全24ページ)

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

関連報告(全12ページ)

1. 腐食したステープルの一面せん断性状
2. 実大モルタル外壁試験体のせん断加力実験
3. 木造モルタル外壁の維持保全に関する資料調査

15

第Ⅶ章

外皮構造の異業種施工 取合い部のリスク分析

1. 外皮構造における異業種施工
取合い部と発生している問題
点
2. 職能・職域の変化(多能工化)
に伴う施工リスクと雨水浸入の
原因の検証
3. 実態調査の結果と検証
4. 職能・職域に関するアンケート
結果と分析
5. 不適切施工による雨漏り事故
と多能工化の関係について
6. 不適切施工の防止
のための適正な多能
工化
7. 本TGの成果と今後の課題

6. 不適切施工の防止のための適正な多能工化

- 多能工化は、知見や技術経験の少ない分野を施工する事となり、不適切な施工につながっている
- 職能職域の区分がまたがることで、専門の適正な知見や情報伝達の間が持ちにくい状況にある



- 旧来の職能区分ではなく、多能工を前提とした技術書や作業マニュアルなどの要領化を整える事が、現状の即応的な対応策である
- また大工職の教育や育成システムは業界内に構築されているものの、大工職の「多能工化」については、今後の取り組みが望まれる

14

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力 に及ぼす接合部の耐久性評 価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮した
ラス下地材等の強度性能評価
試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮
した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理
技術への展開

木造住宅等のモルタル外壁

- 関東大震災後や戦中戦後、都市の防火、住宅の不燃化のために、防火外壁として推進された
- モルタル外壁は、その剛性により、躯体の変形を抑制する効果が知られている
- 雨水が浸入する程のひび割れを生じると、木材や金属の劣化、耐久性の低下が懸念される
- 1999年の調査報告では、下見板張りよりも劣化発生率が高い。通気がある下見板張り比べて、通気層のない直張り構法は、壁の内部に水分が存在すると乾燥しにくいことが要因のひとつ。

16

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

モルタル外壁の特性を確保するには

- 仕様は、JASS 15 左官工事、国交省の公共建築木造工事標準仕様書、住宅金融支援機構の木造住宅工事仕様書などに標準化されている
- 通気構法にするなど、雨水浸入、結露に配慮した総合的な設計・施工が長期使用において肝要
- モルタル外壁の構成材料のひとつ「ステープル」
- ステープルは、ラスを下地板などに留め付ける、極めて重要な構成部材
- 例として、ステープルの足の長さが短い、線径が細い、留め付け本数が少ない場合、地震時にモルタルが脱落して、防火性能は有効に機能しない

17

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

2.1 目的および背景

- 釘やビスの保持力は、木材の乾燥や吸湿により変化することが既往研究で知られている
 - しかしステープルについては同様の研究事例が少なく、構造計算等に用いる値を得難い
- ↓
- ラスモルタル外壁の構成を条件としてステープル留め付け強度を評価する方法を提案
 - 木材の乾湿特性を考慮した、実用的な留め付け強度を本試験の結果より推定することが可能

19

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

しかし、建物の長期使用を考慮した、ステープルの評価方法などは、未だ標準化されていない



- 含水率の変化によりステープルの面外引抜強度、面内剪断強度はどの様に変化するか
- ラスおよびステープルが腐食した場合、接合部の一面剪断強度、面内引張強度はどの様になるかまた、その試験値を用いて構造性能を解析するとどの様になるか
- モルタル外壁の経年時点検、調査、診断、改修など、維持保全手法の実状を調査し、課題を抽出

18

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

2.4.3 (試験体の)養生方法

- 「気乾」試験体
ステープルを木片に打ち込み後
そのままの状態
含水率ave. 13.95%
- 「乾燥」試験体
ステープルを木片に打ち込み後
60℃で15時間乾燥養生
含水率ave. 8.92%
- 「吸湿」試験体
ステープルを木片に打ち込み後
80℃・90%RH恒湿恒温室にて1週間吸湿養生
含水率ave. 20.48%

20

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)

3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)

4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

2.7.2 本評価試験方法の実施例

1) 面外引抜強度試験結果

・「吸湿」は「気乾」の値に対して、鉄製82.5～89.9%、ステンレス製34.3～65.9%

・「乾燥」は「気乾」の値に対して、鉄製43.1～52.0%、ステンレス製52.0～121.0%

試験体記号	ステープル仕様			面外引抜強度(N)					
	材質	形状、熱可塑性樹脂塗料		気乾	乾燥	気乾比	吸湿	気乾比	
A社1	ステンレス	ダイバージェント	無	264	185	70.1%	112	42.4%	
B社1	ステンレス	ダイバージェント	有	395	421	106.6%	171	43.3%	
B社2	ステンレス	ダイバージェント	無	205	248	121.0%	135	65.9%	
C社1	ステンレス	チゼルカット	無	275	143	52.0%	169	61.5%	
D社1	ステンレス	チゼルカット	無	335	238	71.0%	115	34.3%	
C社2	鉄	チゼルカット	無	188	81	43.1%	169	89.9%	
E社1	鉄	ダイバージェント	無	200	104	52.0%	165	82.5%	



21

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)

3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)

4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.8 試験実施例

3.8.1 試験体の製作方法

- ・実際に施工されるモルタル外壁と同じ材料、仕様、工法で製作し、160mm角の大きさに切り出した



3.8.2 促進腐食方法

- ・ステンレス製容器の底面に水を張り、60℃に設定した定温機器内に試験体を静置
- ・静置期間は1週間単位、最長3週間とした
- ・促進後、最初の含水率まで試験体を乾燥させて試験を行った

23

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)

3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)

4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.1 目的および背景

- ・ステープルはモルタル外壁の中に組み込まれた状態で劣化がどのように進行するか
- ・ステープルに劣化が生じた場合、どの程度構造性能が低下するか、構造耐力にどのような影響をおよぼすか
- ・本評価結果をモルタル外壁のFEM解析モデルに適用し解析を行うことで、ステープル等に腐食が生じたときのモルタル外壁の構造性能を評価することも可能になる
- ・なお、この試験および評価は、一例である

22

第Ⅷ章

ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)

3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)

4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.8 試験実施例

3.8.3 ステープルの一面せん断試験



モルタル部分を固定し、ステープルに剪断力が加わるよう、ラス下地板に正負繰り返し載荷

3.8.4 面内引張試験

試験体に切欠きを設け、切欠きにツメが掛かる治具を付け、上下方向の面内引張力を載荷



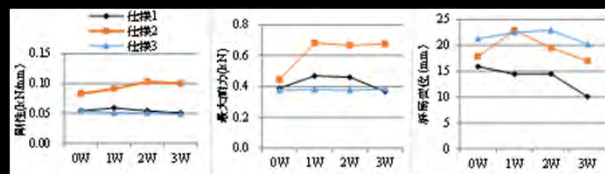
24

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.8 試験実施例

3.8.5 試験結果の評価例

- ・腐食期間により、剛性、最大耐力、終局変位のいずれにも違いがみられる



ステープルの一面せん断試験

25

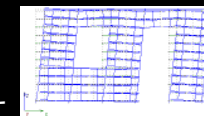
1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.8 試験実施例

3.8.6 試験結果を用いた解析例

2) 解析結果

- ・解析モデルの変形性状を示す
- ・開口部の角を起点としてモルタルにひび割れが発生、ひび割れによって区切られた部分毎に回転が生じている
- ・促進腐食させたステープルの一面せん断試験結果を適用した解析と、腐食させていない場合の解析結果に顕著な違いはみられなかった
- ・モルタル外壁の変形性状に影響を及ぼす因子が、ステープルの他にも存在するためと考えられる



27

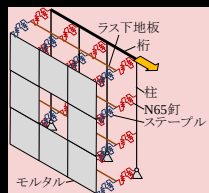
1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

3.8 試験実施例

3.8.6 試験結果を用いた解析例

1) 解析モデル

- ・軸組、ラス下地板、モルタルの3層で構成
- ・軸組とラス下地板は釘を表すスプリング要素、ラス下地板とモルタルはステープルを表すスプリング要素で繋いだ
- ・実大実験においてモルタル外壁の破壊は開口部角から生じているため、解析モデルの開口部角には破壊を表現するスプリング要素を設定した



26

1. はじめに
2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)
3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)
4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

4.1 概要

- ・住宅の耐久性を維持するためには、部材や材料の耐久性評価や耐用年数予測手法の研究に併せて、経年時の点検、調査、診断、改修などの維持保全技術の標準化と体系化が重要である
- ・モルタル外壁の維持保全に関する技術の現状について、文献を調査し考察した



28

第Ⅷ章
ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)

1. はじめに

2. 木材の含水率変化を考慮したラス下地材等の強度性能評価試験方法(案)

3. ラス・ステープルの劣化を考慮した耐久性評価方法(案)

4. ラスモルタル外壁の維持管理技術への展開

4.3 調査結果

- ・モルタル外壁の維持保全技術に関する資料は、コンクリート造を対象とするものが多くを占めた
- ・木造住宅のモルタル外壁の維持保全に関連する8種類の資料について概要を表にまとめた

4.4 考察

- ・現状、維持保全の参考になる資料はあった
- ・しかし、ラスやステープルの劣化現象、防水性能と木材腐朽の関係などは明確になっていない
- ・今後、総合的な研究を進め、学術的な根拠を整え、維持保全技術の構築と体系化が望まれる

29

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け

2. 不具合の定義

3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類

4. 不具合事例の調査方法

5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

目的および位置付け

- ・例示することによって、不具合発生リスクの所在に注意を喚起し、これを通じて木造住宅の劣化抑制と耐久性向上に資する
- ・木造住宅の設計・施工における劣化リスクの所在を確認し、劣化発生状況を理解する上で貴重な情報源となる
- ・個々の事例について原因分析を行っているが、その内容は、現時点で得られた知見に基づく仮説を含んでおり、定説として示すものではない

31

第Ⅸ章 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

本文(全168ページ)

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け
2. 不具合の定義
3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類
4. 不具合事例の調査方法
5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

30

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け

2. 不具合の定義

3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類

4. 不具合事例の調査方法

5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

本事例集における「不具合」とは

- ・外皮に期待される所定の性能を発揮できない状態、日常生活に支障をきたす状態、およびこれにつながる部材の変形、損傷、外観上の著しい変化、計画耐用年数の前に生じる早期劣化を言う
- ・材料の経年劣化、または想定外の外力、たとえば竜巻、火災、洪水、戦争などで生じた破損、損傷、欠損、破断などは除く
- ・「不具合」とは、方言が語源であり、昨今は汎用的に用いられるものの、建築用語辞典等への掲載例が未だ無いため定義した

32

第Ⅸ章

木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け

2. 不具合の定義

3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類

4. 不具合事例の調査方法

5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

事例集の紹介

	不具合現象	小屋裏換気の不足	発生部位	屋根下地材、小屋裏
	構法	枠組壁工法	屋根	化粧スレート
	用途	戸建住宅	基礎	その他
	竣工経年	約23年	所在地・条件	愛知県小牧市・住宅地
	不具合記録（説明文・写真・図） ・北面の中央部分が全体的に野地板腐朽（調査時に湿潤していた）。 小屋裏を見ると、腐朽箇所の釘孔まわり始め、全体的に濡れた後を確認した。			
	  			
原因分析	☒設計 ☐材料 ☐施工 ☐維持管理 ☐技術規基準 ・軒裏吸気（有孔板）一棟換気（換気棟）であったが、小屋裏換気が不十分であった。そのため、湿気が逃げず、野地板が腐朽した。			
不具合の対応	・野地板の交換（腐朽がある場合）、下葦き材、屋根材の施工 ・給換気口の適切な設置。 ・寸法変化の少ない下葦き材の選定。			
制御方法の提案	・現在の金融支援機構「木造住宅工事仕様書」に従う。 ・換気通気の基準を定める。			

33

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に
起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け

2. 不具合の定義

3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類

4. 不具合事例の調査方法

5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

事例集の紹介

不具合現象	通気層の不具合	発生部位	外壁下地材
構法	軸組構法	屋根	化粧スレート
用途	戸建住宅	基礎	ベタ基礎
竣工経年	約12年	所在地・条件	兵庫県・造成地

不具合記録（説明文・写真・図）

- ・片持ち出し式バルコニーの**笠木の取合い部からの漏水**と、**通気層不具合で湿潤状態**が常態化し、経年による構造木部および外壁耐力合板が腐朽劣化した。
- ・通気胴縁は9mm厚の普通合板と杉材の端材の2種類が併用されていた。

劣化部分：通し柱、外壁耐力壁合板、2階胴差桁・バルコニー取付下地端柄材等
：通気構法用透湿防風シートの押え防水テープの劣化剥離(熱劣化)

原因分析	☒ 設計 ☒ 材料 ☒ 施工 ☐ 維持管理 ☐ 技術規基準
	・外壁は構造用合板直張りによる耐力壁と通気層を構成していたが、軒天井からの気流抜けが不全状態で通気が機能していなかった。 ・外壁の通気層から小屋裏への通気路も軒先先端垂木の転び止で通気遮断されていた為壁体通気が機能していなかった。 ・水蒸気飽和状態による小屋裏空間および外壁下地全面が水蒸気飽和状態が継続していた。 ・本物件の外壁通気構法は“直張り構法”に近い状態であり、下地の透湿防風層は防水フェルトを使用すべき条件におかれていた。

35

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集
1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け 2. 不具合の定義 3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類 4. 不具合事例の調査方法 5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

事例集の紹介

不具合現象	屋根断熱部の通気流の不足	発生部位	屋根下地材、小屋裏
構法	枠組壁工法	屋根	化粧スレート
用途	戸建住宅	基礎	不明
竣工経年	約5年	所在地・条件	神奈川県・住宅地
不具合記録	(説明文・写真・図) 化粧スレート屋根、屋根断熱の現場棟頂部が結露によりカビの発生、腐朽している状態		
			
原因分析	☒ 設計 ☐ 材料 ☒ 施工 ☐ 維持管理 技術規基準 - 屋根断熱において、<u>通気経路の排気口が設置されていない</u> - 屋根断熱において、断熱材を垂木間に押し込んでいるだけで、<u>防湿層をしっかりと施工していない。</u>		
不具合の対応	断熱材を施工しなおす。屋根面に通気経路の排気口を設ける。		
制御方法の提案	- 屋根断熱において、通気経路の排気口を設置する設計とする。 - 断熱材の施工者に施工不良の不具合事例を見せ、正しい施工方法を理解させる。		

34

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に
起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け
2. 不具合の定義
3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類
4. 不具合事例の調査方法

5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不
具合事例集

事例集の紹介

不具合現象		防水紙の巻れ・劣化による腐食・腐朽		発生部位	外壁通気層
構法	軸組構法	屋根	化粧スレート	外壁	窯業系サイディング・通気構法
用途	戸建住宅	基礎	べた基礎	階数	2階建
竣工経年	約4年	所在地・条件		山梨県甲府市	

不具合記録（説明文・写真・図）

- ・外壁通気層の**出隅角の通気不順**により構造角柱および通気胴縁が腐朽。
- ・出隅角の透湿シートが劣化破損していた。
- ・外壁四隅の角部のうち北側に面した2箇所に特に激しく腐朽していた
- ・樹脂製の目地ジョイナーと目地シーリングが剥離し雨水が浸入していた。

原因分析	☒ 設計 ☒ 材料 ☒ 施工 ☐ 維持管理 ☐ 技術規基準
	・外壁通気構法の角部分の上部排湿口の開口確保が示されていないかった。 ・軒天井と外壁の取合い部に設けた軒天井見切り換気材のコーナー役物に通気開口が付いていない役物を取付けた為通気が閉塞状態になっていた。 ・通気胴縁の上端部が換気見切りの役物に突付け状態として納められていた ・通気層の角部が気流だまりで、結露を繰り返していた。 ・透湿シートの端部が重ね合わされておらず、ステープル止のみだった。 ・空気層に発生した結露が通し柱や通気胴縁を直接湿潤させていた。 ・サイディング役物の両端目地シーリングが一部剥離し雨水の浸入が起きていた。 ・異業種の取合い施工部分であったが、施工管理責任者が明確な工程や業種が連携する施工の手順について職人任せにしていたため、防水と通気構法の機能についての納まりの重要性について認識が欠如していた。 ・シーリングの状態についての点検が不十分で剥離状態の発見が遅れた。

36

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に
起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け
2. 不具合の定義
3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類
4. 不具合事例の調査方法
5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

事例集の紹介



不具合現象	漏水と結露による腐食・腐朽と汚れ		発生部位	屋根・壁・バルコニー	
構法	枠組壁工法	屋根	化粧スレート、FRP防水	外壁	湿式直張りタイル接着
用途	戸建住宅	基礎	不明	階数	3階建
竣工経年	約6年	所在地・条件	埼玉県川口市・住宅地		

不具合記録（説明文・写真・図）

- ・陸屋根区域の最上階天井、および1～3階の内壁面に染みが現れ、解体すると広範囲の野地板、構造用合板の面材、枠組み材に著しい変色、湿潤、腐朽が発生していた。
- ・腐朽により面材は部分的に全断面が欠損。枠組み材にも断面欠損が生じている。
- ・陸屋根パラペット上部の腐朽が著しく進行し、完全に分解している。劣化は局部的にとどまらず軸組全体に進行しており、**著しい壁内結露が発生していたと考えられる。**
- ・ラスモルタル直張り構法の外面にタイルを接着材張りしている。目地埋めは無く、充填が不完全な箇所から裏面に浸水した可能性がある

原因分析

☒設計 ☒材料 ☒施工 ☐維持管理 ☐技術規基準

- ・木部劣化の原因は屋上防水層のドレン納まり部、壁面のタイル目地部、サッシ周辺からの**雨水浸入と、これを発生源とする小屋裏、壁内結露**と考えられる
- ・この住宅では、天井面、外壁の内面と外面に防湿フィルムが施工されており、ステープルの貫通孔、防水シートの納まり不良箇所等から浸入した雨水が長期間乾燥せずに滞留する条件となったことが著しい早期の劣化を招いたと考えられる。同時にこのフィルムが張られていたために内壁面に染みが表れるのが遅れ、構造体の劣化が進行するまで、不具合に気付かなかったことが被害を大きくしている。
- ・この住宅の上部が勾配屋根で外壁面から**軒が出ている区域には、壁体の構造が同一でも調査時点で不具合の発生が見られていない。**このことから、**雨がかりの程度が躯体の劣化進行度合いを大きく左右している**と言い得る。

47

第3編 【造り手向け】リスク分析・評価ガイドライン まとめ

第Ⅶ章 外皮構造の異業種施工取り合い部のリスク分析
業種間に生じるリスクの改善は、実際の職域に合う要領書等の整備が望まれる

第Ⅷ章 ラスモルタル外壁の構造耐力に及ぼす接合部の耐久性評価方法(案)
長期使用を考慮した評価試験や要領書は充分に無く、研究整備の余地がある

第Ⅸ章 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集
木造住宅の外皮構造には、幾つものリスク要因がある。
それを理解把握して適切に設計施工できれば、リスクを回避できるだけでなく、元来有している仕様や工法の利点を活かすことができる。
それにより住まい手は満足が得られ、造り手は対価と評価が得られる。

聴講ありがとうございました。

39

第Ⅸ章
木造住宅外皮の設計施工に
起因する不具合事例集

1. 不具合事例集の意義と目的および位置付け
2. 不具合の定義
3. 木造住宅外皮に発生する不具合の種類
4. 不具合事例の調査方法
5. 木造住宅外皮の設計施工に起因する不具合事例集

事例集の紹介



不具合現象	バルコニー端根太と下枠の腐朽		発生部位	外壁・バルコニー	
構法	軸組構法	屋根	粘土系瓦	外壁	窯業系サイディング張り・通気構法
用途	戸建住宅	基礎		階数	2階建
竣工経年	約7年	所在地・条件	静岡県磐田市・畑地跡の造成地		

不具合記録（説明文・写真・図）

- ・外壁サイディングのひび割れと変色。
- ・下地および耐力壁構造パネル(OSB合板)の腐朽
- ・午前中の直射日光による急激な温度上昇による水蒸気飽和現象でOSB合板が腐朽劣化
- ・東面外壁が全面腐朽・西・南面および南面バルコニー腰壁も腐朽
- ・外装材裏面の空気層の通気排湿不全による常習化した結露現象が湿潤をもたらし腐朽劣化に至った

原因分析

☒設計 ☒材料 ☒施工 ☐維持管理 ☒技術規基準

- ・公的な技術規基準に設計施工要領や注意解説並びに留意事項等はない、設計者や施工者が新構法に対する劣化対応の知見が不足していた。
- ・外装構成の温度差と下地空隙部の湿潤結露による経年腐朽。
- ・東面および南、西面外壁の腐朽状態に比して、北面には殆んど湿潤や劣化が認められず、北面に雨水ではなく外気温の変化による外装下地の断熱材の劣化が原因と推察される。
- ・水層に防水フェルトではなく透湿防風シートをOSBパネルへの結露湿潤を防ぐ事ができなかったため、防水処理が未了、透湿シートから滲潤した水がサイディング材にひび割れが生じた。からの浸水も下地空気層の結露を助長した。

48