

第9章 長期優良住宅における維持管理に関する検討

9.1 背景と目的

長期優良住宅の認定には少なくとも30年にわたる維持保全計画の提出とその履行が求められている。本来、木造住宅の維持保全は、構法、材料、施工や環境などによって個別に立案されるべきものであり、さらに住宅の住まい方による劣化程度のばらつきについても考慮が必要と思われる。しかし長期維持保全計画の立案、提案や実施の実態は公的な第三者機関が作成した維持保全計画書をコピーして認定書類としているものが少なくない。

そこで、本TGでは長期優良住宅における長期保全計画書の実態を明らかにするとともに、そのあるべき姿について以下の観点から検討することとした。

- ① 全国の都道府県を代表する地域ビルダーを抽出し、それらに対して維持保全計画の実態をアンケートを実施する。
- ② 併行して大手ハウスメーカーあるいは全国組織の木造建設業者団体を対象にヒアリングを実施する。
- ③ 維持保全の骨子となる、点検周期、点検項目、点検方法などについて、理論的、実証的な検討を加え、木造住宅にとって合理的な維持保全のあり方を整理する。

以上の基本方針を踏まえて、平成21年度から24年度までの事業では以下の項目を実施した（平成21年度は準備期間）。

- ① アンケート、ヒアリングや資料収集による維持保全計画書の実態調査
- ② 事業者の特性(規模、地域、技術開発能力など)などと維持保全計画との関係性の検討
- ③ 材料や薬剤処理の耐用年数と点検、取り替え・修繕の合理的な周期の検討
- ④ 材料や立地条件、構法による合理的な点検項目、点検周期の決め方の検討
- ⑤ 非破壊検査方法などに基づく劣化指標とその判断基準や対応措置の検討。

上記のうち、①から③については平成22、23年度に検討し、報告した。平成24年度は、改めて①から⑤まで項目を達成するために必要な項目として、維持管理計画の実施上の課題を明らかにするために、工務店や設計事務所に対するアンケートの実施と分析を行い、試みとして維持管理情報を蓄積するためのデータベースのモデルを構築した。

平成25年度は、平成24年度に実施したアンケートをさらに詳しく分析するとともに、再度アンケート回答企業に対して維持管理計画の立案や実施状況についてさらに詳しくアンケート調査を実施した。さらに住宅メカ2社（軸組工法およびツーバイフォー工法）から顧客管理情報を提供してもらい、維持管理や改修に関わる実態について分析し、維持管理に関わるコストの面からの維持管理のありように関する考察を加えた。また前年度に引き続き維持管理情報を集積および管理するデータベースについて、検討を加えた。最後に、各TGからの過去4年間の成果を集約および分析し、その知見を活用しながら長期の維持保全計画を立案および実施する上での課題や基本方針について検討した。

9.2 前年度調査の詳細分析

9.2.1 調査概要

長期優良住宅認定における維持保全計画やその実施状態について現状を把握するため、工務店や設計事務所に対するアンケート調査を実施した。対象は、一般社団法人 すまいづくりまちづくりセンター連合会に登録している「長期優良住宅を設計・施工する建築士事務所」(約 1800 社)、その他 200 社である。アンケート 2013 年 1 月に依頼状とともに郵送で配布し、ファックスや Web 入力で回収した(図 1)。

ファックスでの回答が約 340 社、Web からの回答が約 110 社で、合計約 450 社(回収率は約 23%程度)であった。重複や無効回答などを除いたその結果、348 社から有効回答を得た。アンケート実施の際の依頼状とアンケート質問事項の前文を後掲する。

このアンケートは(一社)すまいづくりまちづくりセンター連合会に登録されている建築士事務所向けに設置されています。非登録の事業者や団体の回答はご遠慮下さい。

住宅の維持保全計画についてのアンケート調査

以下の質問で、選択肢がある場合には該当部分にチェックをし、フォームや表には回答を記入してください。

Q1. 貴社について伺います。

組織名	<input type="text"/>	従業員数	<input type="text"/> 人
創業年(西暦)	<input type="text"/> 年	業務エリア	<input type="text"/>
所在地(住所)	<input type="text"/>		
電話番号	<input type="text"/>	FAX番号	<input type="text"/>
回答者お名前	<input type="text"/>	E-mail	<input type="text"/>

Q.2 貴社の住宅建設の実績について伺います。

Q.2-1 過去3年間の新築住宅について

全着工戸数 戸、そのうち分譲 戸、注文 戸
そのうち木造 戸、木造住宅の主な構法 軸組構法 2×4工法 木質プレハブ工法 その他

Q.2-2 過去3年間の増改築・リフォーム工事について

全着工戸数 戸、そのうち分譲 戸、注文 戸
そのうち木造 戸、木造住宅の主な構法 軸組構法 2×4工法 木質プレハブ工法 その他

Q.2-3 この1年の新築住宅について

図 1 Web からのアンケート回答ページの冒頭部

9.2.2 結果

(1) 回答工務店の概要

有効回答の得られた 348 社について、従業員数は 1 人～200 人であり、平均 10.7 人であった。営業年数は 0 年～141 年であり、平均 29.9 年であった。所在地域は、関東、北陸・甲信越、東海、中国・四国地方が若干多いが、全国から大きな偏りなく回答が得られた(表 1)。

工務店の所在地と従業員数について、北海道は従業員数の多い工務店が多く、小規模から中規模工務店において比較的均等に回答が得られた。他の地域は、従業員数 1 人または 2～5 人の小規模工務店が 6 割程度を占めている。工務店の所在地と営業年数について、北海道は営業 30 年以上が 6 割弱をしめており、他の地域に比べて営業年数の長い工務店が多い。北陸・甲信越は 10 年以下 24.5%、31～50 年以下 34.7%と営業年数の短い工務店と長い工務店に分かれた。中国・

四国は21年以上30年以下24.0%、31年以上の50年以下26.0%と営業20年以上が6割以上を占めていた。他の地域は営業年数20年以下の比較的新しい工務店が多かった。

表1 回答工務店概要

従業員数	%(n=348)	営業年数	%(n=348)	所在地*1	%(n=348)
1人	21.6	0～10年	20.7	北海道	10.6
2～5人	38.8	11～20年	19.5	東北	10.3
6～10人	14.1	21～30年	17.2	関東	15.2
11～20人	11.5	31～50年	25.0	北陸・甲信越	14.1
21人以上	10.6	51年以上	15.2	東海	14.1
不明	3.4	不明	2.3	近畿	11.2
				中国・四国	14.4
				九州・沖縄	9.8

*1所在地分類

北海道：北海道

東北：青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島県

関東：茨城、群馬、栃木、埼玉、千葉、神奈川県、東京都

北陸・甲信越：新潟、福井、富山、石川、山梨、長野県

東海：静岡、岐阜、愛知、三重県

近畿：滋賀、兵庫、奈良、和歌山県、大阪府、京都府

中国・四国：鳥取、島根、岡山、広島、山口、香川、愛媛、徳島、高知県

九州・沖縄：福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄県

(2) 回答工務店の実績

1) 着工件数

過去1年間の新築全着工戸数は0～250戸であり、平均7.6戸であった。新築分譲は0～250戸、平均1.9戸であり、新築注文は0～91戸、平均7.5戸であった。また、新築木造は0～250戸、平均7.9戸であり、軸組構法が76.2%を占めていた。所在地別にみると、関東では0戸が3割、1～5戸が約5割であり、新築全着工戸数は抑えられている傾向がみられる。近畿、東北では1～5戸が6割を占めており、北海道および九州・沖縄では1～5戸に次いで6～10戸の割合がやや高く、過去1年間の新築全着工戸数に地域差がみられる(表2)。

過去1年間の増改築・リフォーム全着工戸数は0戸から360戸であり、平均11.6戸であった。増改築・リフォームのうち、木造住宅は0戸から340戸、平均15.0戸であり、軸組構法が76.1%を占めていた。増改築・リフォームにおいても、軸組構法の注文木造住宅を手がけている工務店が多い。所在地別にみると、関東では0戸が47.2%、1～5戸が37.7%であり、新築全着工戸数と同様に増改築・リフォーム全着工戸数も抑えられている傾向がみられる。東北、近畿、中国・四国では1～5戸が5割を占めており、北海道および九州・沖縄、近畿では6～10戸、11～20戸の割合がやや高く、過去1年間の新築全着工戸数と同様に、過去1年間の増改築・リフォーム全着工戸数にも地域差がよみとれる(表2)。

表2 回答工務店の実績

過去1年間の	(%)	所在地別 (%)								
新築全着工戸数	(n=348)	北海道(n=37)	東北(n=36)	関東(n=53)	北陸・甲信越(n=49)	東海(n=49)	近畿(n=39)	中国・四国(n=50)	九州・沖縄(n=34)	
0戸	16.7	8.1	11.1	32.1	12.2	10.2	10.3	26.0	17.6	
1～5戸	51.7	35.1	61.1	49.1	57.1	55.1	61.5	52.0	41.2	
6～10戸	14.9	27.0	13.9	5.7	14.3	16.3	12.8	10.0	23.5	
11～20戸	7.2	10.8	5.6	5.7	6.1	12.2	7.7	4.0	5.9	
21戸以上	9.5	18.9	8.3	7.5	10.2	6.1	7.7	8.0	11.8	
過去1年間の増改築・	(%)	所在地別 (%)								
リフォーム全着工戸数	(n=348)	北海道(n=37)	東北(n=36)	関東(n=53)	北陸・甲信越(n=49)	東海(n=49)	近畿(n=39)	中国・四国(n=50)	九州・沖縄(n=34)	
0戸	29.3	32.4	22.2	47.2	24.5	26.5	12.8	30.0	35.3	
1～5戸	44.3	29.7	55.6	37.7	49.0	49.0	51.3	52.0	23.5	
6～10戸	10.3	16.2	11.1	5.7	12.2	8.2	10.3	6.0	17.6	
11～20戸	6.3	8.1	2.8	0.0	8.2	4.1	12.8	6.0	11.8	
21戸以上	9.8	13.5	8.3	9.4	6.1	12.2	12.8	6.0	11.8	
雨漏り発生の有無	(%)	所在地別 (%)								
	(n=348)	北海道(n=37)	東北(n=36)	関東(n=53)	北陸・甲信越(n=49)	東海(n=49)	近畿(n=39)	中国・四国(n=50)	九州・沖縄(n=34)	
あり	36.5	37.8	22.2	43.4	40.8	38.8	48.7	22.0	38.2	
なし	63.5	62.2	77.8	56.6	59.2	61.2	51.3	78.0	61.8	
蟻害発生の有無	(%)	所在地別 (%)								
	(n=348)	北海道(n=37)	東北(n=36)	関東(n=53)	北陸・甲信越(n=49)	東海(n=49)	近畿(n=39)	中国・四国(n=50)	九州・沖縄(n=34)	
あり	17.2	2.7	5.6	17.0	30.6	16.3	20.5	16.0	26.5	
なし	82.8	97.3	94.4	83.0	69.4	83.7	79.5	84.0	73.5	

2) 雨漏り発生の有無

雨漏りについて、表2に示すように、今までに施工した住宅で雨漏りが発生した工務店は36.5%であり、雨漏り経験工務店あたりの総数は平均11.9戸であった。雨漏りした住宅の築後年数は0～42年、平均7.5年であった。雨漏りが発生した経験をもつ工務店は、従業員数が多く、営業年数が長い傾向がみられる。所在地域でみると、近畿、関東、北陸・甲信越では4割を越えており、東北、中国・四国では2割程度と低い。長期優良住宅との関連をみると、長期優良住宅が雨漏りした工務店は7社であり、そのうち6社は1戸のみであったが、1社は40戸と発生数が多い。雨漏りした住宅の築後年数は1～2年で、平均1.3年であった。雨漏りが発生した箇所は、外壁、屋根、バルコニー・ベランダであり、ほぼ同数であった。長期優良住宅以外が雨漏りしたのは111社であり、雨漏り総数は1～120戸、平均7.8戸であった。雨漏りした住宅の築後年数は0～42年、平均8.0年であった。雨漏りが発生した箇所は、外壁34.2%、屋根33.3%、バルコニー・ベランダ9.9%、サッシ・開口部6.3%であった。雨漏りが発生した箇所別に、雨漏りした住宅の築後年数の平均を示すと、外壁は築後8.0年、屋根は築後5.4年、バルコニー・ベランダは12.9年、サッシ・開口部は13.1年であり、屋根からの雨漏りは施工後早い時期から雨漏りが発生しており、施工不良が影響していると予想される。

3) 蟻害発生の有無

蟻害について、表2に示すように、今までに施工した住宅で蟻害が発生した工務店は17.2%であり、蟻害経験工務店あたりの総数は1～120戸であり、平均8.8戸であった。蟻害が発生した住宅の築後年数は0～35年、平均13.0年であった。所在地域でみると、北陸・甲信越、九州・沖縄では3割程度、一方、北海道、東北では1割に満たず、わずかである。長期優良住宅との関連をみると、長期優良住宅で蟻害が発生した工務店は1社であり、被害例は40戸であった。最新の被害例において住宅の築後年数は2年であった。なお、蟻害発生箇所は不明である。長期優良住宅以外で蟻害が発生したのは45社であり、蟻害発生総数は1～120戸、平均7.9戸であった。

蟻害が発生した住宅の築後年数は0～35年、平均13.2年であった。蟻害が発生した箇所は、浴室などの水回り、バルコニー・ベランダであった。また、これら蟻害が発生した住宅の防蟻処理について、処理あり62.2%、処理なし33.3%であった。防蟻処理されていたにもかかわらず、蟻害が発生した住宅の築後年数は0年から35年であり、平均15.3年であった。これらのことから新築や入居時に処理したのち、再処理されてない例が多いと予想される。

(3) 長期優良認定住宅の実績

長期優良認定住宅の着工経験のある工務店は54.9%であった。認定年は2009年から2013年であり、2009年、2010年で6割以上を占めている。今までの着工戸数は0～400戸であり、平均10.6戸である。着工住宅のうち、分譲住宅は0～18戸、平均6.1戸、注文住宅は0～400戸、平均11.0戸であり、注文住宅で長期優良住宅の認定を受けていることが多い。また、木造住宅の着工戸数は0～400戸、平均10.0戸であった。住宅の構法は軸組構法85.3%、2×4工法7.3%であった。屋根仕上げは、瓦葺き37.7%、金属板葺き43.5%であり、外壁仕上げはサイディング61.8%、モルタル17.3%、金属板9.9%であった。このように、着工された長期優良認定住宅は木造軸組で、屋根は瓦葺きか金属板葺き、外壁はサイディングまたはモルタルが多数を占めている(表3)。

表3 長期優良認定住宅の概要

長期優良認定住宅 (%)	所在地別 (%)									
着工実績 (n=348)	北海道(n=37)	東北(n=36)	関東(n=53)	北陸・甲信越(n=49)	東海(n=49)	近畿(n=39)	中国・四国(n=50)	九州・沖縄(n=34)		
あり	54.9	75.7	47.2	49.1	51.0	59.2	56.4	52.0	50.0	
なし	45.1	24.3	52.8	50.9	49.0	40.8	43.6	48.0	50.0	
長期優良認定住宅着工実績ありのみ (n=191)										
長期優良住宅建設戸数 (%)	所在地別 (%)									
(n=191)	北海道(n=28)	東北(n=17)	関東(n=26)	北陸・甲信越(n=25)	東海(n=29)	近畿(n=22)	中国・四国(n=26)	九州・沖縄(n=17)		
0戸	3.7	0.0	11.8	0.0	4.0	0.0	9.1	3.8	5.9	
1戸	22.0	7.1	29.4	34.6	20.0	24.1	4.5	42.3	11.8	
2～5戸	33.5	39.3	29.4	38.5	32.0	24.1	45.5	23.1	35.3	
6～10戸	18.3	32.1	23.5	11.5	20.0	13.8	18.2	15.4	11.8	
11～20戸	13.1	14.3	5.9	11.5	12.0	17.2	18.2	7.7	17.6	
21戸以上	9.4	7.1	0.0	3.8	12.0	20.7	4.5	7.7	17.6	
認定木造住宅の主な構法 (%)	所在地別 (%)									
(n=191)	北海道(n=28)	東北(n=17)	関東(n=26)	北陸・甲信越(n=25)	東海(n=29)	近畿(n=22)	中国・四国(n=26)	九州・沖縄(n=17)		
軸組	85.3	67.9	76.5	92.3	92.0	96.6	77.3	92.3	82.4	
2×4工法	7.3	32.1	5.9	7.7	4.0	3.4	0.0	0.0	0.0	
その他	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	
不明	6.8	0.0	17.6	0.0	4.0	0.0	22.7	7.7	11.8	
認定住宅の主な屋根仕上げ (%)	所在地別 (%)									
(n=191)	北海道(n=28)	東北(n=17)	関東(n=26)	北陸・甲信越(n=25)	東海(n=29)	近畿(n=22)	中国・四国(n=26)	九州・沖縄(n=17)		
瓦葺き	37.7	3.6	23.5	23.1	56.0	44.8	40.9	61.5	52.9	
金属板葺き	43.5	92.9	58.8	42.3	36.0	37.9	27.3	19.2	23.5	
スレート葺き	5.2	0.0	0.0	11.5	4.0	3.4	9.1	7.7	5.9	
色石綿瓦葺き	3.1	0.0	0.0	7.7	0.0	3.4	0.0	7.7	5.9	
シングル葺き	3.1	3.6	0.0	11.5	0.0	3.4	4.5	0.0	0.0	
その他	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	5.9	
不明	5.8	0.0	17.6	3.8	4.0	0.0	18.2	3.8	5.9	
認定住宅の主な外壁仕上げ (%)	所在地別 (%)									
(n=191)	北海道(n=28)	東北(n=17)	関東(n=26)	北陸・甲信越(n=25)	東海(n=29)	近畿(n=22)	中国・四国(n=26)	九州・沖縄(n=17)		
サイディング	61.8	67.9	58.8	34.6	68.0	69.0	54.5	61.5	88.2	
モルタル	17.3	3.6	11.8	50.0	8.0	13.8	13.6	26.9	0.0	
金属板	9.9	14.3	5.9	3.8	16.0	17.2	9.1	3.8	5.9	
その他	5.2	14.3	0.0	7.7	4.0	0.0	9.1	3.8	0.0	
不明	5.8	0.0	23.5	3.8	4.0	0.0	13.6	3.8	5.9	

長期優良認定住宅の着工経験について、工務店の所在地域別にみると、経験ありは北海道

75.7%、東海 59.2%、近畿 56.4%であり、北海道で長期優良住宅認定に積極的な様子がうかがえる。また、工務店の所在地域別に主な構法、屋根仕上げ、外壁仕上げをみると、北海道では他の地域に比べて2×4工法が32.1%とやや多く、屋根仕上げは金属板葺きが92.9%と大半を占めている。一方、関東では外壁仕上げとしてモルタルが50%と半数を占め、他の地域に比べてモルタルの割合が高い(表3)。

(4) 維持保全計画書の実態

維持保全計画書は50%の工務店で作成しており、作成年は1988年から2012年であった。作成方法は、自社で作成49.1%、所属団体のフォーマットを使用40.5%であった。維持保全計画を作成する上で参考とした資料は、「住まいの管理手帳」29.5%、「よくわかる 長もちする住宅の設計手法マニュアル「設計・施工・維持管理」」(以降、よくわかる 設計手法マニュアルと記す)26.0%、その他22.0%、参考資料なし9.8%であった。その他として、今までの実績や経験、JBN(中小工務店の全国組織)の資料が挙げられた(表4)。

表4 維持保全計画書の実態

維持保全計画書の有無	% (n=347)		
あり	49.9		
なし	50.1		
維持保全計画書ありのみ (n=173)			
維持保全計画書の作成方法	% (n=173)	維持保全計画書で考慮している地域性	% (n=173)
自社で作成	49.1	最低温度や最高温度など温度	5.8
所属団体フォーマット使用	40.5	季節風や防風などの風	9.2
その他	4.0	シロアリの生育分布	13.3
無回答	6.4	日照時間	1.2
維持保全計画書作成時の参考資料	% (n=173)	降水量や降雪量	13.9
住まいの管理手帳	29.5	潮風・塩害	8.7
よくわかる 設計手法マニュアル	26.0	その他	4.6
その他	22.0	考慮していない	36.4
参考資料なし	9.8	無回答	6.9
無回答	12.7	維持保全計画書における独自の工夫	% (n=173)
点検周期の決定方法	% (n=173)	維持保全計画にかかる積立金計画について記述した	13.3
マニュアル・参考資料どおり	48.0	費用の無料・有料の区別を明確にした	12.7
部材や部品の耐用年数を考慮	22.0	地域の気象条件を考慮して計画をたてた	5.8
住まい方を考慮	12.7	使用している部材、部品に合わせて計画年数を変更した	5.8
気象条件を考慮	8.7	計画年数を長期優良住宅の認定基準よりも延長して記述した	2.3
シロアリの生育分布を考慮	2.3	点検結果に応じて交換や補修を推奨するような記述をした	12.7
無回答	6.4	交換時期、補修時期の目安を明確に記述した	4.0
		雨漏りなどに対する点検を強化した	3.5
		シロアリに対する点検を強化した	2.9
		点検回数を増やした	3.5
		点検時期を明確に記述した	2.9
		点検用紙を記述式からチェック式にした	6.4
		点検方法を簡易で分かりやすい方法にした	1.7
		その他	4.6
		無回答	17.9

1) 維持保全計画の有無

維持保全計画の有無について、工務店の所在地域別にみると（図 2）、維持保全計画ありは、北海道では 70.3%、九州・沖縄では 64.7%であり、計画書ありの割合が高い。一方、中国・四国地方では、維持保全計画ありは 30.0%であり、維持保全計画が積極的にたてられていない様子が伺える。

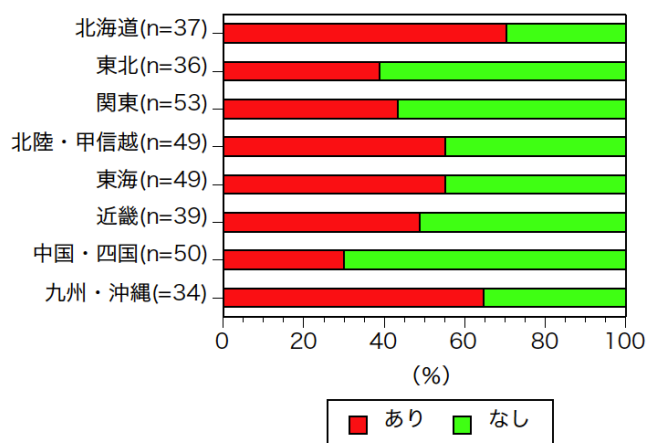


図2 維持保全計画書の有無（地域別）

2) 維持保全計画の作成方法

維持保全計画の作成方法は、図 3 に示すように、北海道では「自社で作成」61.5%、「所属団体のフォーマットを使用」30.8%であり、「自社で作成」の割合が高い。一方、九州・沖縄では、「自社で作成」、「所属団体のフォーマットを使用」はともに 36.4%であり、無回答が 27.3%を占める。東北では、「自社で作成」50.0%、「所属団体のフォーマットを使用」35.7%であり、その他の地域では、「自社で作成」、「所属団体のフォーマットを使用」はほぼ半々である。北海道では、維持保全計画の作成が自社で積極的に行われている傾向がよみとれる。

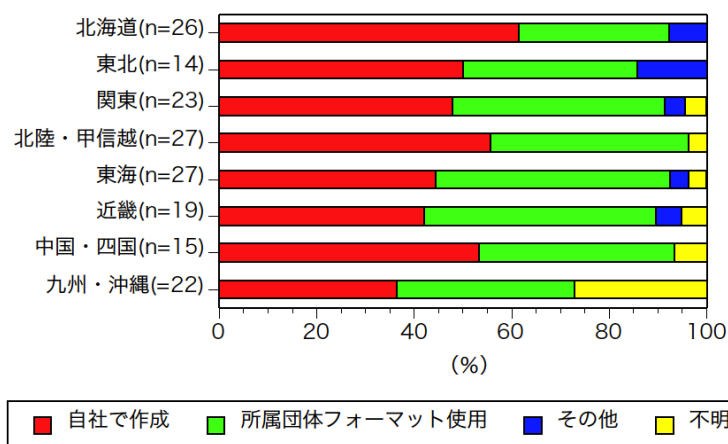


図3 維持保全計画の作成方法（地域別）

図4に示すように、維持保全計画書の作成を自社で作成している場合、参考資料は「よくわかる 長もちする住宅の設計手法マニュアル「設計・施工・維持管理」」29.4%、「住まいの管理手帳」28.2%、その他23.5%であり、所属団体のフォーマットを使用している場合は、参考資料は「住まいの管理手帳」35.2%、「よくわかる 長もちする住宅の設計手法マニュアル「設計・施工・維持管理」」26.8%、その他23.9%であり、所属団体のフォーマットとして、「住まいの管理手帳」が参照されることが多いことがわかる。「住まいの管理手帳」の維持保全計画に従った計画が多いと予想される。

また、維持保全計画書の作成を自社で作成している場合、点検周期の決定方法は、マニュアル・参考資料どおり37.6%、部材や部品の耐用年数を考慮37.6%、住まい方を考慮10.6%、気象条件を考慮9.4%であるが、所属団体のフォーマットを使用している場合は、マニュアル・参考資料どおり64.8%、住まい方を考慮16.9%である。自社で作成している場合、部材や部品の耐用年数が考慮されている(図5)。

さらに、維持保全計画書の作成を自社で作成している場合、維持保全計画における地域性の考慮について、地域性を考慮していない35.3%であるが、考慮されている地域性として降水量・降雪量16.5%、シロアリ生育分布12.9%である。所属団体のフォーマットを使用している場合は、地域性を考慮していない40.8%とさらに高いが、考慮されている地域性はシロアリ分布16.9%、降水量・降雪量14.1%である(図6)。地域性が考慮されることは少ないが、考慮される内容としては降水量・降雪量、シロアリ分布であり、自社作成、フォーマット使用ともに大きな違いはみられないが、自社で作成している場合は降水量・降雪量、フォーマットを使用している場合はシロアリ分布を考慮する傾向がみられる。

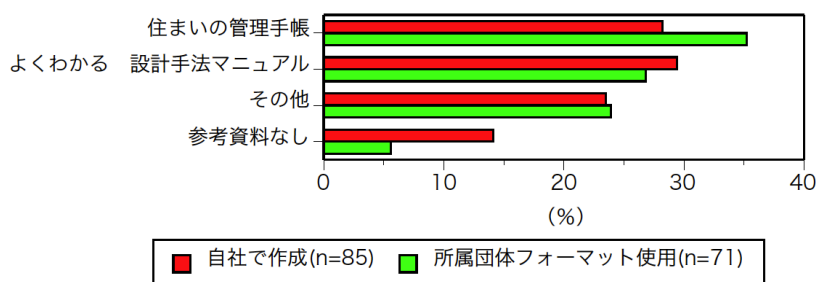


図4 維持保全計画作成における参考資料(作成方法別)

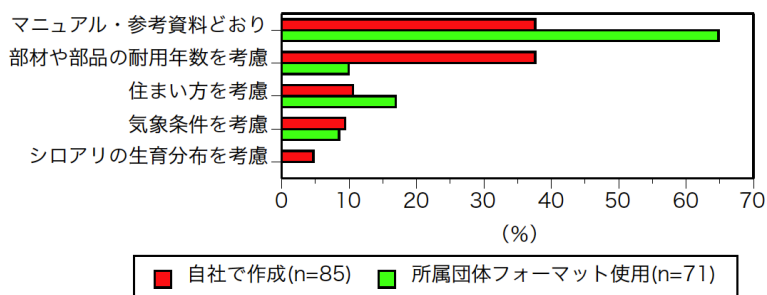


図5 維持保全計画における点検周期の決定方法(作成方法別)

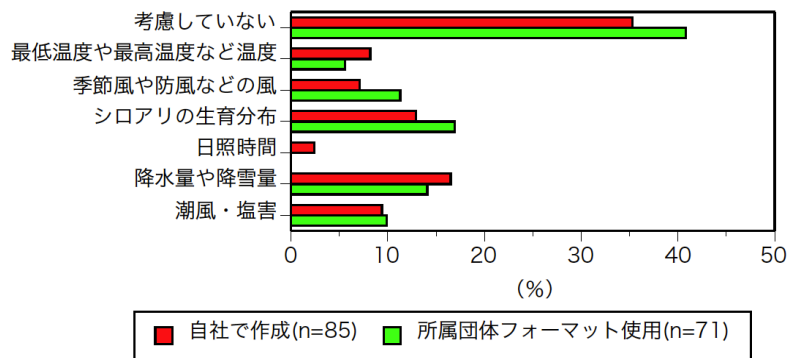


図6 維持保全計画における地域性を考慮した具体的内容（作成方法別）

3) 維持保全計画の参考資料

維持保全計画の参考資料として、北海道、東海、近畿では「住まいの管理手帳」が「よくわかる 設計手法マニュアル」より参考にされている割合が高い。一方、関東、九州・沖縄では、「よくわかる 設計手法マニュアル」の方が参考にされている割合が高い（図7）。

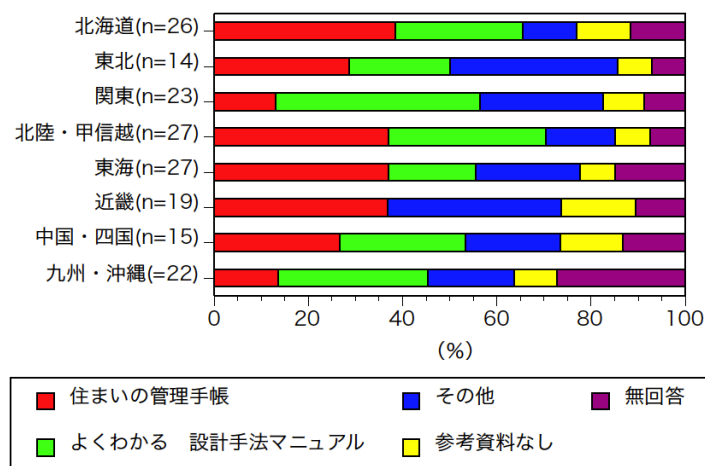


図7 維持保全計画作成における参考資料（地域別）

4) 維持保全計画における点検周期の決定方法

維持保全計画書における点検周期の決定方法は、マニュアル・参考資料どおり 48.0%、部材や部品の耐用年数を考慮 22.0%、住まい方を考慮 12.7%、気象条件を考慮 8.7%、シロアリの生息分布を考慮 2.3%であり、マニュアルや参考資料が重視されている傾向がみられる（表4）。

地域別にみると、北海道では「マニュアル・参考資料どおり」34.6%、「部材や部品の耐用年数を考慮」34.6%であり、中国・四国では「マニュアル・参考資料どおり」33.3%、「部材や部品の耐用年数を考慮」46.7%であるが、その他の地域では「マニュアル・参考資料どおり」が「部材や部品の耐用年数を考慮」より点検周期の決定方法に大きく影響している。また、「住まい方を考慮」は関東で、「気象条件を考慮」は東北、北陸・甲信越、中国・四国でやや高い傾向がみ

られる（図8）

また、維持保全計画を作成する上で参考とした資料による影響をみると、「住まいの管理手帳」を参考としている場合、点検周期の決定方法において、マニュアル・参考資料どおり 49.0%、気象条件を考慮 11.8%であり、「よくわかる 設計手法マニュアル」を参考としている場合、マニュアル・参考資料どおり 55.6%、気象条件を考慮 2.2%であり、気象条件が考慮される割合は低い。また、維持保全計画書で地域性を考慮している具体的な内容は、「住まいの管理手帳」を参考としている場合、考慮していない 35.3%、シロアリの生育分布 21.6%であり、「よくわかる 長もちする住宅の設計手法マニュアル「設計・施工・維持管理」」を参考としている場合、考慮していない 26.7%、シロアリの生育分布 13.3%、潮風・塩害 13.3%であり、潮風・塩害の割合がやや高い。

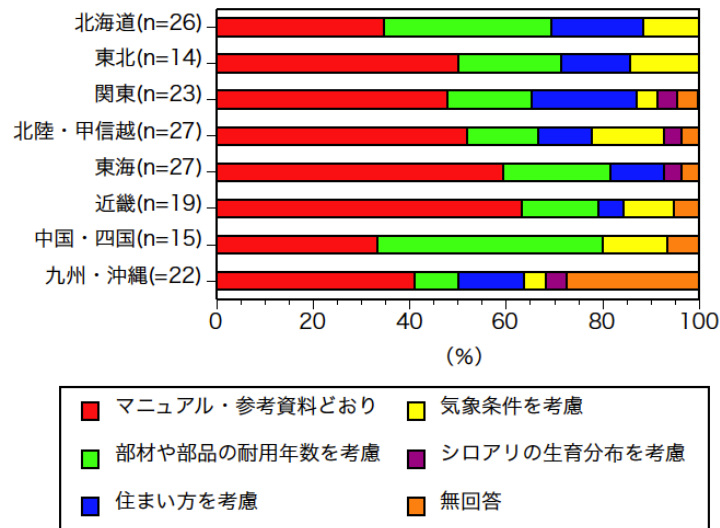


図8 維持保全計画における点検周期の決定方法（地域別）

5) 維持保全計画における地域性を考慮した具体的内容

維持保全計画書で地域性を考慮している具体的な内容として、降水量や降雪量 13.9%、シロアリの生育分布 13.3%、季節風や防風などの風 9.2%、潮風・塩害 8.7%、最低温度や最高温度などの温度 5.8%であった（表4）。

地域別にみると、図9に示すように、北海道および東北では降水量や降雪量、九州・沖縄ではシロアリの生育分布、中国・四国では季節風や防風などの風が他の地域に比べて考慮されている。一方、全体として「考慮していない」が 36.4%と3割以上を占めており、「考慮していない」割合がやや高い東海や近畿地方では気候が比較的温暖なことも影響していると予想される。

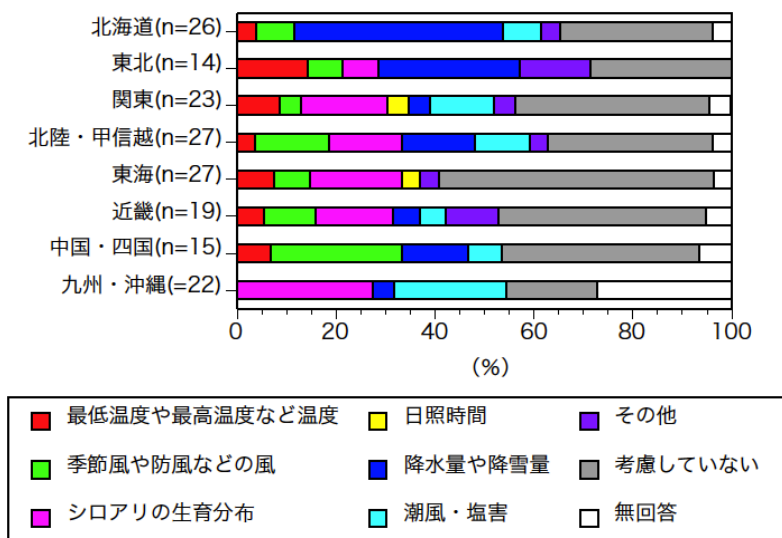


図9 維持保全計画における地域性を考慮した具体的内容 (地域別)

6) 維持保全計画書における独自の工夫点

維持保全計画書における独自の工夫点として、表4に示すように、維持保全計画にかかる積立金計画について記述した13.3%、費用の無料・優良の区別を明確にした12.7%、点検結果に応じて交換や補修を推奨するような記述をした12.7%であり、その他の工夫点は多岐にわたっている。全体として、維持保全にかかわる費用面を考慮している姿勢がみられる。維持保全計画書の作成方法による大きな違いはみられないが、自社で作成している場合は費用面(維持保全計画にかかる積立金計画について記述した、費用の無料・優良の区別を明確にした)、フォーマットを使用している場合は点検結果に応じて交換や補修を推奨するような記述をしたがやや高い傾向がみられる。

維持保全計画における独自の工夫について、図10に示すように、「点検結果に応じて交換や補修を推奨するような記述をした」は北海道(23.1%)、北陸・甲信越(14.8%)、東海(22.2%)、九州・沖縄(13.6%)で高い傾向がみられた。「維持保全計画にかかる積立金計画について記述した」、「費用の無料・優良も区別を明確にした」は九州・沖縄以外の地域で工夫されている割合が高かった。東北では「点検用紙を記述式からチェック式にした」14.3%、「交換時期、補修時期の目安を明確に記述した」14.3%であった。また、「地域の気象条件を考慮して計画をたてた」は北海道(11.5%)、近畿(10.5%)でやや高かった。このように、維持保全計画における独自の工夫について、費用面に関しては、九州・沖縄以外の地域で工夫されており、その他の内容については、個々の工務店により多岐にわたっている。自由記述された意見より、工務店の今までの住宅の維持保全に対する取り組み方、経営規模、施主とのかかわり方などにより、重点の置き方が異なっていることがわかった。

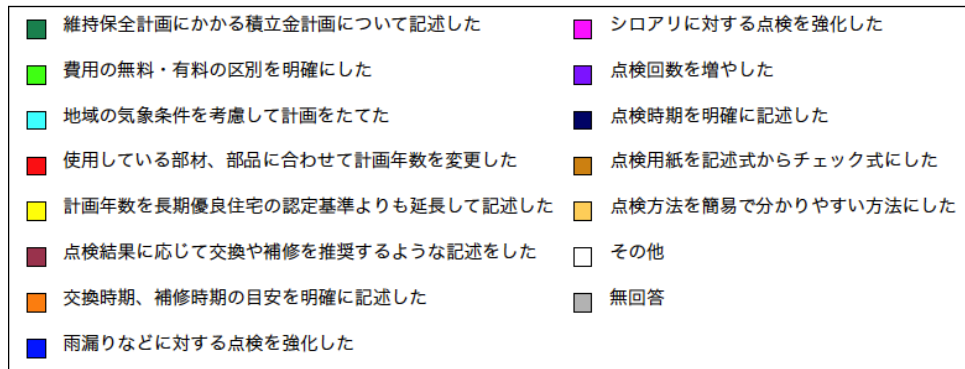
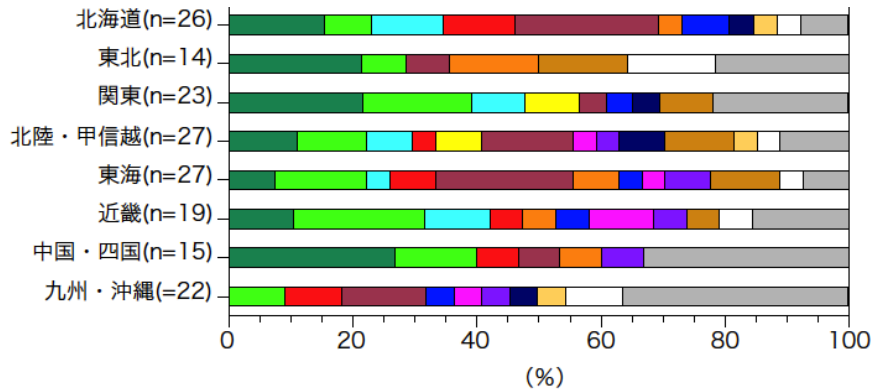


図10 維持保全計画書における独自の工夫（地域別）

(5) 長期優良住宅の今後の取組みについて

長期優良住宅の今後の取組みについて、顧客の希望があれば実施 59.5%、全棟で実施 27.2% であり、顧客の希望を重視する傾向がみられる（表 5）。一方、近畿、東海地方では、全棟で実施が 4 割程度を占めており、長期優良住宅を基本スタイルとして取組む工務店が増えてきている様子が伺える。なお、維持保全計画書の作成方法等による、今後の取組み姿勢に違いはみられなかった。

表 5 長期優良住宅の今後の取組み

長期優良住宅の 今後の取組み	(%) (n=173)	所在地別 (%)							
		北海道(n=26)	東北(n=14)	関東(n=23)	北陸・甲信越(n=27)	東海(n=27)	近畿(n=19)	中国・四国(n=15)	九州・沖縄(n=22)
基本的に全棟で実施	27.2	19.2	14.3	26.1	22.2	37.0	42.1	26.7	27.3
お客様の希望があれば実施	59.5	76.9	78.6	65.2	70.4	40.7	47.4	73.3	31.8
その他	5.8	0.0	7.1	8.7	3.7	11.1	5.3	0.0	9.1
実施予定なし	2.3	3.8	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	4.5
不明	5.2	0.0	0.0	0.0	3.7	3.7	5.3	0.0	27.3

(6) まとめ

長期優良住宅認定における維持保全計画やその実施状態について現状を把握するため、2013 年 1 月に工務店や設計事務所に対するアンケート調査を実施した。その結果、維持保全計画について、作成方法として自社で作成と所属団体のフォーマット使用に大きく分かれていた。自社で作成の場合、今までの経験や部材や部品の耐用年数を考慮して、所属団

体のフォーマットを使用の場合、マニュアルや参考資料どおりに点検周期等の計画が立てられていた。地域の気候条件などが維持保全計画や点検内容に影響すると予想したところ、北海道や東北では降雪に対する意識が高いこと、反対に九州や沖縄ではシロアリや潮風・塩害に対する意識が高いことがわかった。また、比較的温暖な地域では、地域性を考慮する積極的な姿勢はみられなかったが、長期優良認定を前提とした住宅建設が進められる方向にあることも明らかとなった。地域の捉え方として、降水量や降雪量、山側・海側、シロアリの生育分布、卓越風の影響などを勘案して検討していく必要があるといえる。

9.3 工務店に関するアンケートによる詳細調査（平成 25 年度実施分）

9.3.1 調査概要

長期優良住宅認定における維持保全計画やその実施状態について、現状を把握するために、2013 年 1 月に工務店や設計事務所に対するアンケート調査を実施した。対象は、一般社団法人 すまいづくりまちづくりセンター連合会に登録している「長期優良住宅を設計・施工する建築士事務所」（約 1800 社）、その他 200 社である。その結果、348 社から有効回答を得た。関東、北陸・甲信越、東海、中国・四国地方に所在する事務所・工務店が若干多かったが、全国から大きな偏りなく回答が得られた。そこで、維持保全計画の立案や実施における地域性や住まい方の考慮について、さらに検討を進めるため、有効回答を得た 348 社を対象として、追加アンケートを行った。維持保全計画の立案や点検の実施状況、今後の予定などをより具体的に尋ねた。アンケートは 2013 年 12 月に郵送で配布し、ファックスで回収した。41 社より有効回答を得た。

9.3.2 結果概要

(1) 回答工務店の概要

回答の得られた 41 社について、所在地は北陸・甲信越、東海地方がやや多かったが、全国に分布している。従業員数は 2～130 人、平均 20.2 人、営業年数は 3～112 年、平均 39.5 年であった。長期優良木造住宅の建設戸数は、総戸数 0～400 戸、平均 21.2 戸であり、2013 年の 1 年間では 0～98 戸、平均 6.6 戸であった。

(2) 前回アンケートとの相違

追加アンケートで有効回答を得た 41 社と、前回回答の得られた 348 社のうち今回の追加アンケートに回答しなかった 307 社（前回アンケートと記す）との回答を比較すると、従業員数は追加アンケートでは 11～20 人および 20 人以上がそれぞれ 2 割以上を占め、従業員数 1 人が 2 割以上を占めていた前回よりも、従業員数が多い傾向がみられた。工務店の営業年数や所在地において、追加アンケートと前回アンケートで大きな違いはみられなかった。雨漏りや蟻害の発生については、追加アンケートの方が発生ありの割合は若干高いが有意な差はみられなかった。維持保全計画の有無について、追加アンケートは「計画あり」が 66%を占め、前回アンケートの 48%よりも高かった。維持保全計画ありについて、計画の作成方法は、追加アンケートでは「所属団体のフォーマットを使用」が 59%と半数

以上を占めたが、前回アンケートでは「自社で作成」が 52%を占めていた。計画を作成する際に参考とした資料は、追加アンケートでは「住まいの管理手帳」が 37%と最も多く、前回アンケートでは「よくわかる長もちする住宅の設計手法マニュアル」28%、「住まいの管理手帳」28%であった。点検周期の決定方法について、前回アンケートでは「部材や部品の耐用年数を考慮」24%、「住まい方を考慮」14%と考慮した内容が多岐にわたっていたが、追加アンケートでは「マニュアル・参考資料どおり」が 67%と回答が集中していた。維持保全計画書で地域性を考慮した具体的内容として、前回アンケートでは「なし」は 34%、「降水量・降雪量」15%、「シロアリの生育分布」14%であったが、追加アンケートでは「なし」が 48%と約半数を占めていた。維持保全計画書における独自の工夫として、追加アンケートおよび前回アンケートともに「費用の無料・有料の区別を明確にした」12~15%であり、追加アンケートでは「点検結果に応じて交換や補修を推奨するような記述をした」22%、「維持保全計画にかかる積立金計画について記述した」22%と工夫点がある程度まとまっていた。なお、長期優良認定住宅の工法、屋根仕上げ、外壁仕上げについて、追加アンケートと前回アンケートで大きな違いはなく、工法は軸組構法が 8 割以上を占め、屋根仕上げは瓦葺きと金属板葺きがそれぞれ 4 割程度、外壁仕上げはサイディングが 6 割、モルタルが約 2 割であった。

(3) 追加アンケートの結果詳細

住宅の維持保全計画について、「あり」が 7 割であり、そのうち維持保全の計画年数は「30 年」が 4 割を占め、30 年より長い計画は 1 社のみで、他は 30 年より短かった。計画年数が 30 年より短い場合、無償点検期間や瑕疵保証期間と合わせて回答している事務所・工務店もあると予想される。維持保全に関する取組みとして、「当たり前のこととして取組んでいる」が 4 割以上を占めるが、「必要にせまられて取組んでいる」が 2 割を超えており、維持保全を意識し始めている様子も伺える。維持保全計画の今後の必要性について、「必要である」32%、「場合による」49%、「必要ない」17%であった。「場合による」理由として、計画通りに傷まない、経年劣化を一律に扱うことは難しいなどが挙げられた。

維持保全計画における点検について、点検箇所ごとに仕上げ、点検周期、点検周期の決定方法、点検実施者、点検内容、費用、点検で発見された不具合などについて詳細に尋ねた。屋根仕上げは「瓦」39%、「スレート」12%、「金属」29%であり、「瓦」は北陸・甲信越、東海、中国・四国、九州・沖縄で、「金属」は北海道で使用されている割合が高かった。外壁仕上げは「サイディング」59%、「モルタル」10%であり、「サイディング」は北陸・甲信越、東海、九州・沖縄で、「モルタル」は中国・四国で使用されている割合が高い傾向がみられた。点検周期は「住まいの管理手帳」や「よくわかる 長もちする住宅の設計手法マニュアル「設計・施工・維持管理」」などの参考資料どおりに決定されていることが多いが、床下周りや屋根、外壁では周囲の環境を考慮している例もみられた。周囲の環境として、沿岸地域、地下水位、積雪、敷地の広さなどが具体的に挙げられた。維持保全計画が 30 年の場合、築後 10 年までは点検箇所にかかわらず、1 年、2 年、5 年、10 年後のよう

に初期に少し頻繁に点検が行われ、築後 10 年を過ぎると、軸組や小屋組は 10 年周期で、外壁や内部建具および外部建具は 5 年より短い周期で、これら以外は 5 年周期で、築後 30 年まで点検が計画されている。築後 10 年を境にして、構造躯体と外装・建具と内装で点検周期が変化している。点検は工務店従業員による目視やハンマー等による打診により行われている。基礎、土台、軸組、床組の点検において、診断士が行う例がわずかにみられた。また、外壁、内部床、壁、建具、設備類においては居住者と一緒に点検する割合が少し増えている。点検で見つかった不具合は、建具に多く、次いで内壁、外壁であり、長期優良認定住宅で発見された不具合はわずかであった。なお、仕上げ材料や所在地域との関連について、特徴的な関連はみられなかった。

住宅の維持保全に対する考え方として、社会的要請や環境問題などから設計事務所や工務店側のあり方に重点がおかれている場合と、施主次第とする場合があった。点検の実施にあたり、計画時期とのズレが生じていることが多い。小規模工務店などでは人手不足が要因として挙げられたが、点検の計画上の時期よりも、新年の挨拶や台風シーズン前などに実施して、居住者との関係を深めるツールとして、点検が位置づけられていることが多い。点検の時期が部材や部品の耐用年数などと関連している場合もあるが、年間業務や行事の一環として、また、建物の耐久性に大きく影響する雨や雪への対応を考慮した点検が行われている。維持保全計画には示されないものの、地域の状況に応じた点検が実施されていることがわかった。また、住宅の維持保全および維持管理において、地域の特性や住まい方を考慮することについて、「是非考慮すべき」44%、「できれば考慮したい」44%、「考慮する必要なし」5%であり、考慮する意見が多かった。所在地域別にみると、北海道、近畿、中国・四国では「是非考慮すべき」の割合が高く、九州・沖縄、北陸・甲信越では「できれば考慮したい」の割合が高い傾向がみられた。なお、営業年数や従業員数とのかかわりはみられなかった。

維持保全計画のマニュアル化において、降水量や降雪量、冬期の積雪の程度など木造住宅の劣化要因の一つである「水」に関わる状況を把握し、所在地域の特性としてその対応策を示していくことは重要である。また、点検や補修にかかる費用を含めた維持管理計画の立案および維持保全計画が計画通りに実施されるよう、工務店および居住者の意識を高めていくことも必要である。

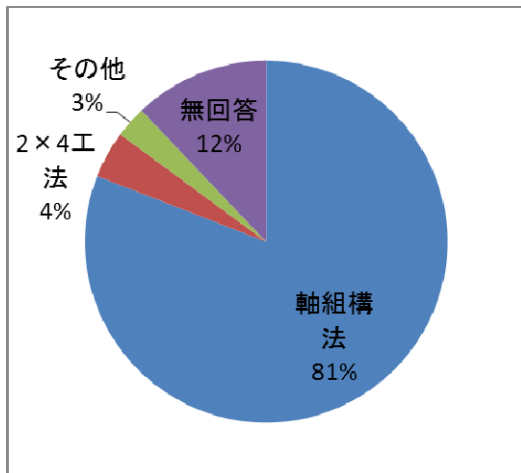


図 11 過去 3 年間の新築木造住宅の主な構法

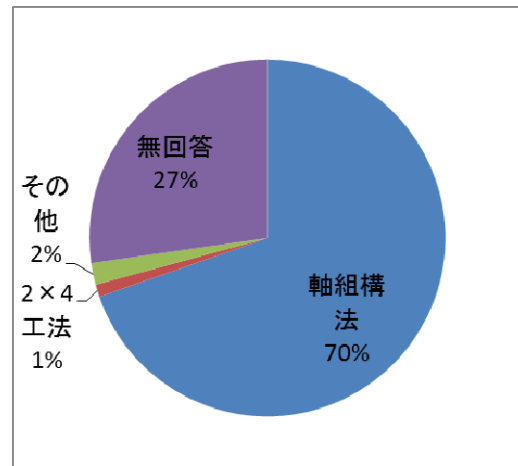


図 12 過去 3 年間の増改築・リフォーム木造住宅の主な構法

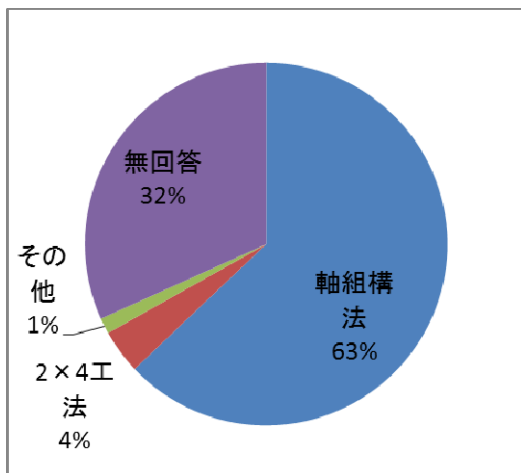


図 13 この 1 年間の新築木造住宅の主な構法

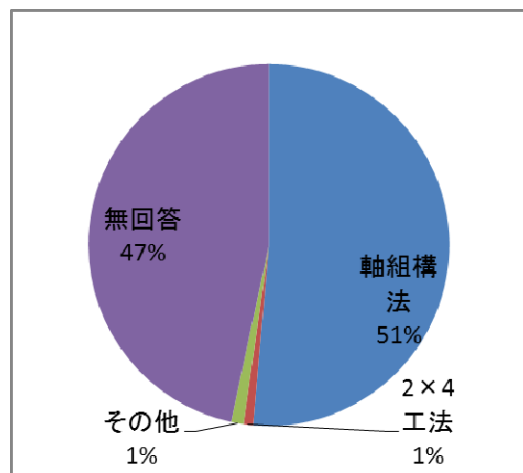


図 14 この 1 年間の増改築・リフォーム木造住宅の主な構法

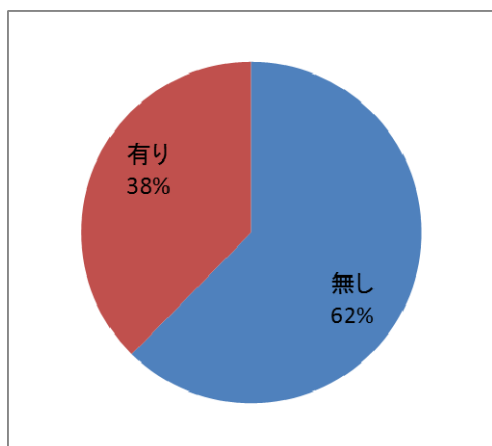


図 15 雨漏りの経験

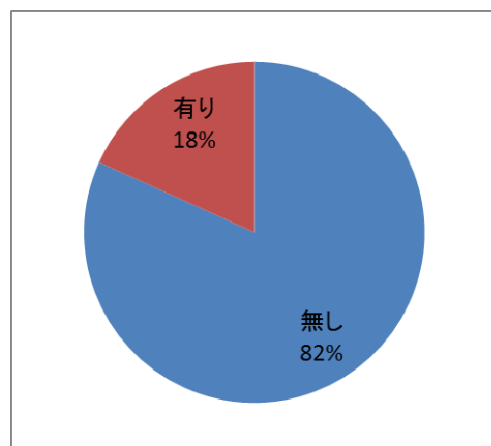


図 16 蟻害の経験

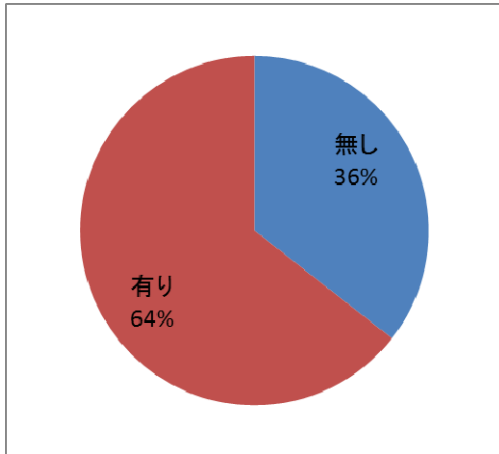


図 17 長期優良住宅以外の防蟻処理の有無

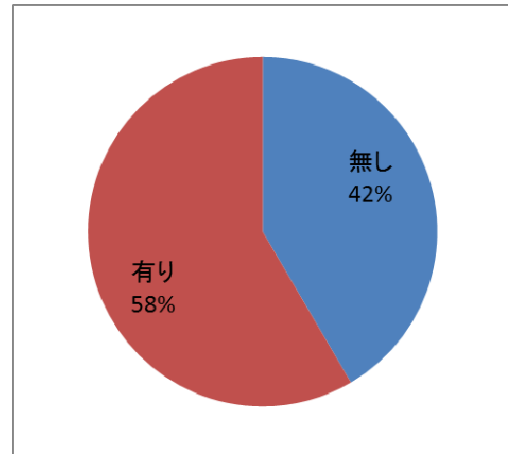


図 18 認定住宅の有無

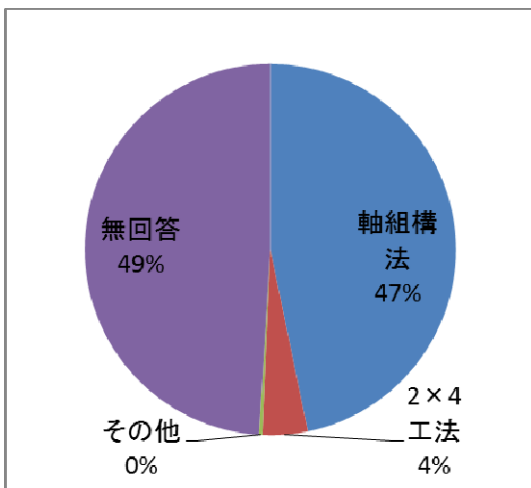


図 19 認定木造住宅の主な構法

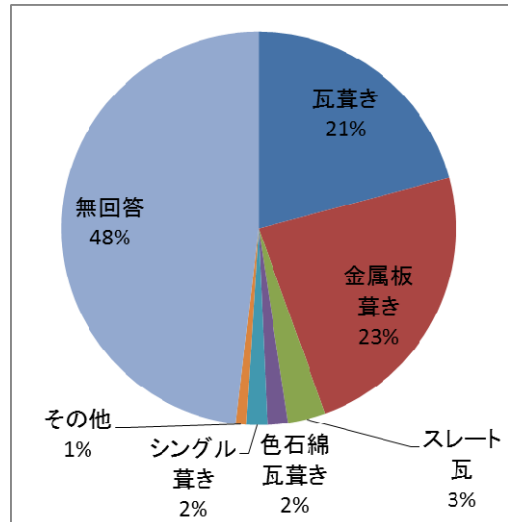


図 20 認定住宅の主な屋根仕上げ

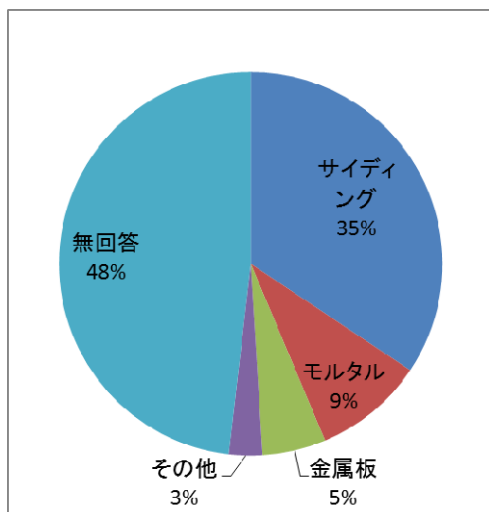


図 21 認定住宅の主な外壁仕上げ

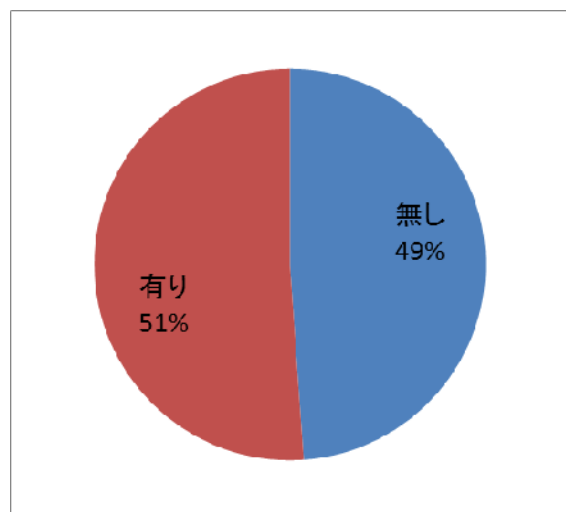


図 22 維持保全計画

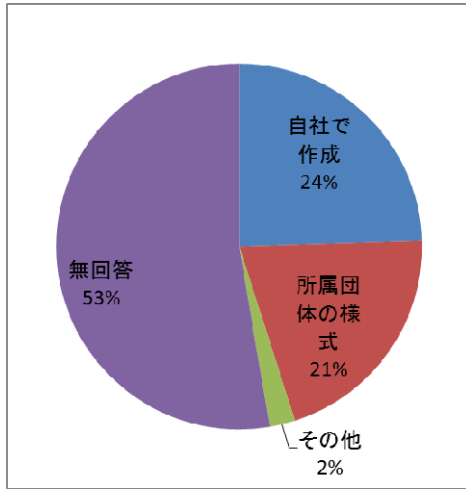


図 23 維持保全計画書の作成方法

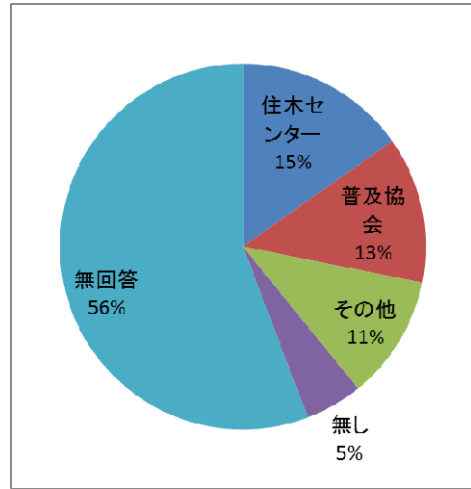


図 24 維持保全計画書の参考資料

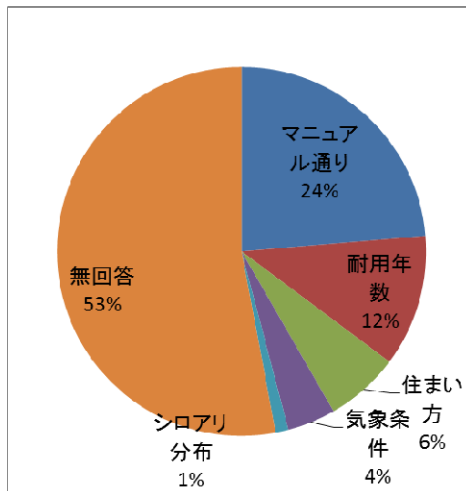


図 25 維持保全計画書の点検周期の決定方法

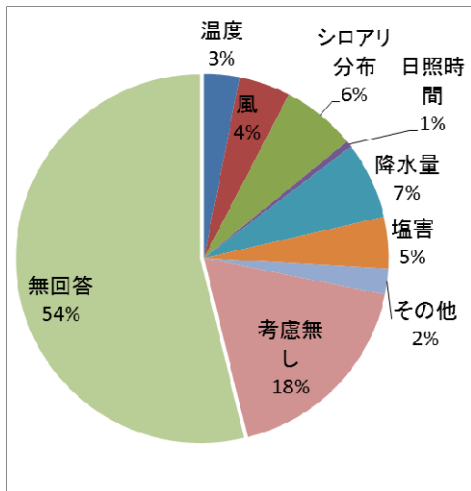


図 26 維持保全計画書における地域性の考慮

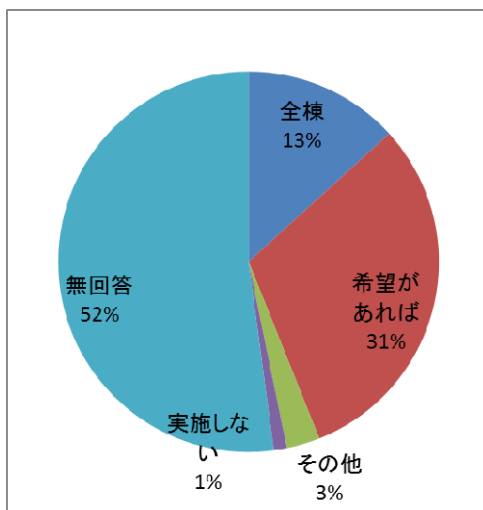


図 27 優良住宅の取り組み

9.4 ハウスメーカー 2 社に対する調査

9.4.1 はじめに

近年、住宅分野ではストック社会の実現を目指した様々な取り組みが行われているが、その中でも維持保全計画の作成が求められていることは、住宅の長寿命化を図る上で重要な要因である。特に、日本のように地域による気候差が大きい場合は、地域差を配慮した維持保全計画が必要である。しかし現状の維持保全計画の策定は、各企業や工務店に任されているため、地域の実情にあった維持保全計画であるかは定かではない。

そこで本研究では、木造住宅を対象に、長期優良住宅における適切な維持保全計画を作成したために、建設される地域の気候が住宅劣化に与える影響を踏まえた維持保全計画の作成手法を検討した。

9.4.2 研究方法

まず各地域の気候要因が住宅の各部位の劣化に影響を与える度合いを評価し、5つの地域区分を作成した。

次に、地域区別に 60 年間のメンテナンスや交換に必要なコスト（以下「維持保全コスト」）の算出を行う。本研究では、枠組壁構法を主としたハウスメーカー（以下「A 社」）と在来構法を主としたハウスメーカー（以下「B 社」）の 2 社の維持保全計画から、適切な維持保全に必要な維持保全コストを算出し比較を行う。

また、A 社の実データ（実際の不具合の補修工事内容とその費用）より概算した維持保全コストと維持保全計画から算出した維持保全コストを比較したことで現状の維持保全計画の問題点を明らかにした。

なお、既往の研究では地域区分と A 社の維持保全コストの算出分析まで行っている。

9.4.3 前年度までの成果概要

住宅の劣化に影響を及ぼすと考えられる気候要因を選定し、気候要因が住宅劣化に与える影響を評価（以下「気候要因評価」）したために、まず日本全国を気候条件により 5つの地域区分に分類した。次に住宅の部位ごとに、どの気候要因が劣化を促進させる可能性が高いか検討し、メンテナンスの重要性を評価した（以下「維持保全評価」）。最後に保全評価の結果をもとに地域区分に分類したため、全国の地上気候観測所 148 地点(以下「観測点」)における気象データから算出した保全評価を統合した係数(以下「地域係数」)を算出した。算出した 148 測定点の地域係数をもとに日本の全地域における地域区分の分布をマッピングした。地域係数が最も小さな区分を地域 1、最も大きな区分を地域 5 と設定した（図 28）。

次に地域区分ごとに維持保全コストを比較したにあたって、物件によってはプランや規模が異なるため、単価はそのままに、保全数量を東京都の物件サンプルの 1 つ（以下「物件 A」）に揃えることで、同プラン・規模の物件の場合の維持保全コストを算出し、地域区別に換算コスト（物件 A 換算コスト）を比較した。

次に、物件 A に対する各地域区分の平均換算コストの割合(以後「保全係数」)を地域 1 から地域 4 までの保全係数の分布を近似直線に用いて整理し、地域 5 の保全係数を推計した。

その結果、地域 5 は 125%、地域 1 は 101%、地域 2 は 107%、地域 3 は 113%、地域 4 は 119%となった (図 29)。

以上の結果から地域係数が高い地域に建設された住宅ほど維持保全コストを高く設定した必要があること、また気候条件が最も厳しい地域 5 では維持保全コストを東京(地域 1)に比べて 1/4 程度高めに設定したことが望ましいことが明らかになった。

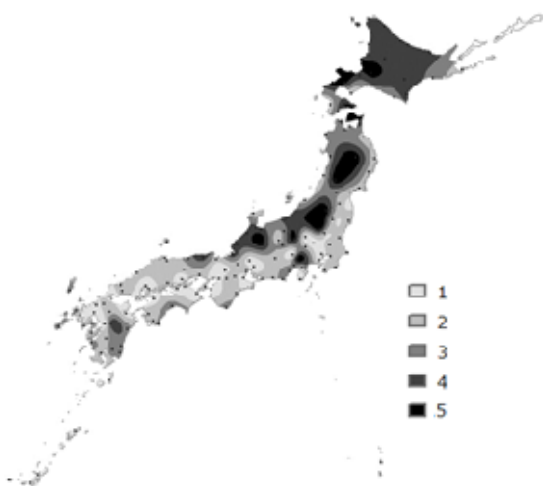


図 28 地域区分の分布

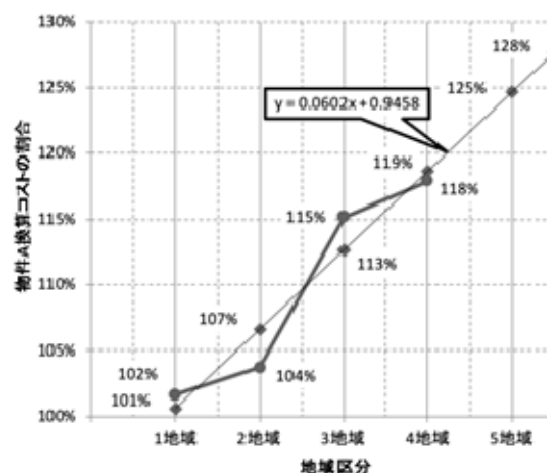


図 29 回帰式からみた換算コストの推計

9.4.4 構法の違いからみた中長期保全計画の検証

2社で維持保全コストの比較をしたにあたり、B社維持保全コストの算出を行う。算出したにあたり、B社における地域ごとに10棟、合計50棟の維持保全計画データを用いた。

その資料・データの各保全項目の面積、数量に、単価金額をかける。次に、1回の補修金額を算出した。この金額に必要な補修回数をかけることで、60年間維持保全するための金額を算出した (図 30, 図 31)。

図 3 は防蟻処理から外部足場までの保全項目の物件 A 換算コストを地域別に積上げのグラフで示したものである。これより地域 1 から地域 5 にかけて、気候条件が厳しくなっているわけだが、それぞれの地域の物件 A 換算コストが地域差を配慮している傾向はみられなかった。むしろ地域 1 から地域 4 にかけて費用が低くなっているようにもみえる。

一方、図 31 は防蟻処理から外部足場までの物件 A 換算コストの合計を 100%とした場合の、それぞれの保全項目の占めている割合である。これより外壁と外部足場の二つの項目で全体の約 60%を占めていることが分かる。また外壁に関しては全体の約 40%を占めている。

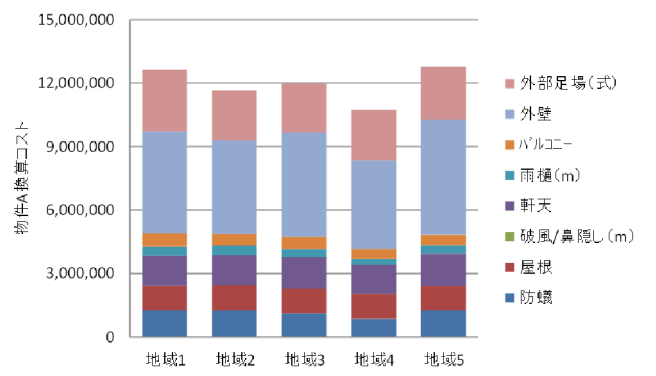


図 30 B社の維持管理コスト (60年)

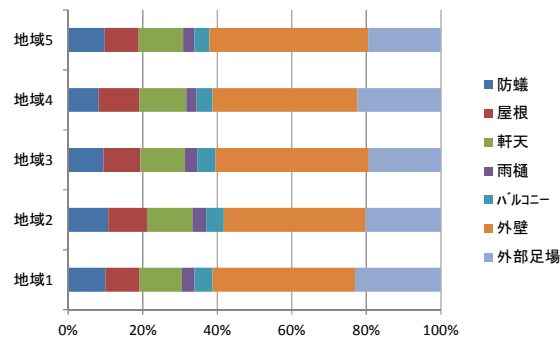


図 31 地域別に見た維持保全費用比率 (B社)

表 6 B社の物件A換算コスト算出方法 (一部)

B社 群馬県前橋市の物件サンプル				
メンテナンス項目		メンテナンス項目別 維持保全コスト(a)	物件Aの 維持保全数量(b)	物件A換算の 維持保全コスト(a × b)
外部 共通	防蟻	¥ 23,045	54.4 m ²	¥ 1,253,648
	屋根	¥ 18,898	60.1 m ²	¥ 1,135,770
	軒天	¥ 36,134	42.0 m ²	¥ 1,517,628
	雨樋	¥ 14,860	28.8 m ²	¥ 427,968
	バルコニー	¥ 77,088	9.9 m ²	¥ 763,171
	外壁	¥ 21,244	208.8 m ²	¥ 4,435,747
	外部足場	¥ 2,511,760	107.2 m ²	¥ 2,511,760
外部 A社	玄関ドア	¥ 832,465	1 本	¥ 832,465
	サッシ	¥ 3,204,605	1 本	¥ 3,204,605
	雨戸	¥ 184,941	3 箇所	¥ 554,823
内部 A社	給湯器	¥ 1,909,822	1 台	¥ 1,909,822
	廃棄物処理	¥ 1,526	107.2 m ²	¥ 163,587
	ユニットバス	¥ 941,995	1 箇所	¥ 941,995
	エアコン	¥ 1,750,000	1 式	¥ 1,750,000
	ガスコンロ	¥ 1,036,750	1 台	¥ 1,036,750
	排水管	¥ 316,071	1 式	¥ 316,071
合計				¥ 22,755,810

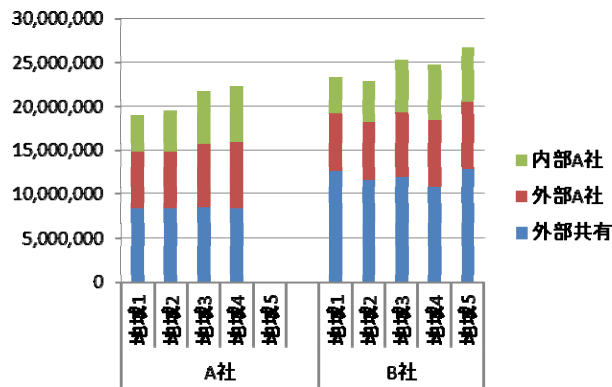


図 32 地域別にみた A 社 B 社の物件 A 換算コスト

また、B 社においても物件 A 換算コストを算出した (表 6)。なお、B 社の維持保全計画データに記載されていた外部部位 (以後「外部共通」) 記載されていない外部及び内部の部位については、A 社の物件 A 換算コストを適用している (以後「外部 A 社」「内部 A 社」)。その結果、主に外部 (外部共有+外部 A 社) の保全項目に関して A 社、B 社共に地域差を考慮しているとは言い難いが、内部 A 社の保全項目に関しては 1 地域から 4 地域にかけて増加傾向がみられ、地域差を配慮しているという結果がみられる。(図 32)。

9.4.5 実データからみた維持保全の実施状況

本研究では A 社における補修件数、引渡実績数、補修費用の分かる実データ 17 万件を使用した。

A 社の実データ (実際の不具合の補修工事内容とその費用) の補修項目に振り分けの段階が 3 段階あり、それを補修レベル 1、レベル 2、レベル 3 としたと、補修レベル 1 は 26 項目、補修レベル 2 は 94 項目、補修レベル 3 は 35 項目ある。それぞれのレベルの項目を A 社の維持保全計画書の保全項目に照らし合わせた結果、どのレベルの項目もほぼ対応しておらず、補修レベル間で照らし合わせてみても割り振りができないものが多くみられた。補修レベル 1 に維持保全計画書の保全項目を照らし合わせてみたものが図 33 である。維持保全計画書の保全項目において、重複の多いものほど色が濃くなっている。

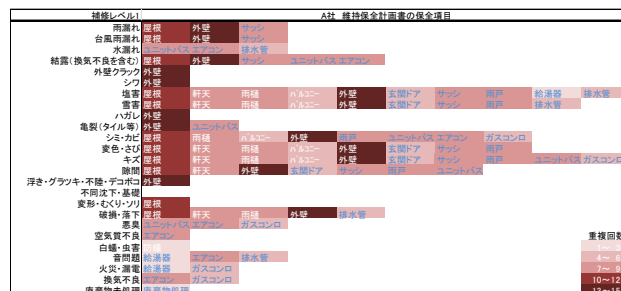


図 33 保全項目の調整

なお補修レベル 1 と維持保全計画書の保全項目で照らし合わせてみた結果、重複したものが多く、また割り振りの基準がはっきりしていないことより、現状の補修レベル 1 の項目では計画段階のデータと適応させることは難しい。そのため、実データを維持保全計画に活用したことも難しい。また、実データの補修レベル内の振り分けは同じ補修工事内容であっても、項目が違うものがあり、補修記録に記述した人の感覚で振り分けが異なったものと思われる。

以上の結果を踏まえ、実データから修繕率を算出した。修繕率を算出したためにまず、引渡実績表から 32 ある支店を 5 つの地域に振り分け、つぎに支店ごとに 2010 年までの引渡実績数を実データから抽出したことで、地域毎の引渡実績数を算出した。次に各地域で実データの項目別補修件数表から経年別に補修件数を抽出した。

なお今回の抽出は、補修レベル 1 の 26 の項目で行い、各地域の合計で補修発生率を算出した。算出方法として、引渡実績数を分母、1 年目の補修件数を分子として、補修発生率を算出した。その結果、引渡直後の補修発生率が最も高いが、年数が経過したにつれて補修発生率が減少したことが明らかになった (図 34)。

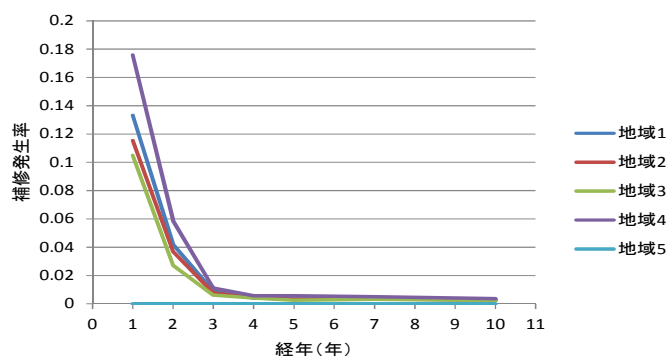


図 34 補修発生率 (補修項目：キズ)

実データでは 10 年間しか把握できないため、今後の継続的な調査が必要ではあるが、この結果を見る限り、補修発生率は信頼性理論で用いられるバスタブ曲線と同様に推移したと考えられる。

同様に補修レベル 1 の 26 項目で各項目の平均でこれを行った (表 7、表 8)。なお、経年 1 年目の補修を伴う不具合は各支店全てで発生しているわけではないので、引渡実績数は補修が発生している支店のみ算出の際に使用したものとした。

表 7 各補修項目補修発生件数

補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
外壁クラック	1366 件	859 件	155 件	94 件	94 件	71 件	82 件
シワ	4542 件	3057 件	283 件	107 件	61 件	59 件	29 件
雨漏れ	543 件	456 件	323 件	319 件	286 件	554 件	924 件
台風雨漏れ	170 件	135 件	96 件	97 件	88 件	134 件	170 件
水漏れ	1341 件	867 件	509 件	492 件	558 件	929 件	1401 件
結露	210 件	145 件	54 件	44 件	49 件	83 件	164 件
ハガレ	8672 件	5070 件	821 件	428 件	360 件	336 件	320 件
亀裂	17350 件	10312 件	1588 件	796 件	678 件	719 件	564 件
シミ・カビ	231 件	189 件	58 件	32 件	56 件	42 件	60 件
変色・サビ	633 件	532 件	130 件	81 件	122 件	92 件	120 件
キズ	5202 件	1632 件	344 件	175 件	145 件	147 件	112 件
隙	3417 件	3142 件	396 件	112 件	157 件	84 件	83 件
浮き・グラツキ・不陸	3850 件	2003 件	407 件	198 件	234 件	180 件	198 件
不同沈下・基礎	13 件	11 件	5 件	4 件	7 件	11 件	16 件
変形・むくり・ソリ	934 件	650 件	171 件	99 件	134 件	135 件	181 件
落下・破損	809 件	669 件	275 件	279 件	478 件	632 件	1082 件
不良	189215 件	81607 件	16738 件	12305 件	10851 件	15937 件	16124 件
悪臭	155 件	96 件	41 件	37 件	40 件	42 件	45 件
白蟻	44 件	34 件	16 件	14 件	39 件	31 件	38 件
音問題	6749 件	3849 件	931 件	508 件	435 件	403 件	333 件
火災・漏電	27 件	25 件	21 件	25 件	26 件	50 件	51 件
換気不良	35 件	22 件	8 件	10 件	9 件	6 件	13 件
営業上の問題	128 件	69 件	22 件	13 件	24 件	12 件	26 件
残り工事	9658 件	1636 件	299 件	158 件	245 件	167 件	254 件
有償工事	3665 件	3024 件	2104 件	2438 件	3489 件	5491 件	8118 件
その他	13361 件	6967 件	2365 件	1663 件	2271 件	2586 件	3613 件

表 8 各補修項目補修発生率

補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
外壁クラック	0.03900	0.02618	0.00444	0.00282	0.00295	0.00202	0.00352
シワ	0.15667	0.09847	0.00795	0.00442	0.00232	0.00222	0.00109
雨漏れ	0.01449	0.01144	0.00792	0.00751	0.00707	0.01397	0.02264
台風雨漏れ	0.00502	0.00315	0.00228	0.00216	0.00186	0.00284	0.00355
水漏れ	0.02412	0.01587	0.00972	0.00899	0.01030	0.01845	0.02872
結露	0.00665	0.00474	0.00175	0.00165	0.00209	0.00341	0.00669
リコール	0.02000	0.01087	0.00177	0.00293	0.00218	0.00284	0.00485
ハガレ	0.22570	0.12656	0.02066	0.01124	0.00998	0.00930	0.00969
亀裂	0.49643	0.27791	0.04007	0.02140	0.01801	0.01926	0.01593
シミ・カビ	0.00478	0.00380	0.00114	0.00059	0.00123	0.00086	0.00140
変色・サビ	0.01537	0.01271	0.00308	0.00175	0.00328	0.00220	0.00324
キズ	0.13228	0.04117	0.00850	0.00454	0.00380	0.00383	0.00284
隙	0.08986	0.07437	0.00924	0.00265	0.00435	0.00213	0.00229
浮き・グラツキ・不陸	0.09909	0.04930	0.00961	0.00516	0.00593	0.00479	0.00524
不同沈下・基礎	0.00034	0.00025	0.00014	0.00009	0.00019	0.00029	0.00052
変形・むくり・ソリ	0.02297	0.01485	0.00380	0.00243	0.00340	0.00348	0.00480
落下・破損	0.01855	0.01563	0.00658	0.00660	0.01162	0.01603	0.02835
不良	5.05265	2.12207	0.42499	0.31972	0.28353	0.41423	0.41492
悪臭	0.00371	0.00237	0.00098	0.00084	0.00108	0.00110	0.00120
白蟻	0.00092	0.00077	0.00049	0.00040	0.00174	0.00079	0.00122
音問題	0.18872	0.10538	0.02513	0.01410	0.01173	0.01176	0.00968
火災・漏電	0.00057	0.00061	0.00044	0.00054	0.00068	0.00119	0.00125
換気不良	0.00103	0.00059	0.00017	0.00022	0.00024	0.00018	0.00052
営業上の問題	0.00278	0.00141	0.00036	0.00021	0.00075	0.00028	0.00051
残り工事	0.21285	0.04353	0.00865	0.00558	0.00834	0.00547	0.00928
有償工事	0.08497	0.07328	0.05763	0.07059	0.10401	0.16907	0.26106
その他	0.31847	0.15463	0.05027	0.03703	0.04913	0.06113	0.08854

なお、各保全項目を地域別に経年のグラフにした結果、初期故障型、偶発故障型、摩耗故障型の3種類の型の傾向がみられた。初期故障型とは、補修発生率が時間とともに減少しているもの（図35）。偶発故障型とは補修発生率が時間に関わらず一定のもの（図36）、摩耗故障型とは補修発生率が時間と共に増加しているものである（図37）。すべての保全項目の合計金額を第2章の物件Aの維持保全コストで除したものをグラフに示した（図38）。

なお故障率の推移を探るために図11で金額を分析に使用したのは、各保全項目の故障率が全体に占める割合が異なるためであり、各保全項目の金額の割合にしたことで影響に及ぼす程度を比較したことが可能となるからである。

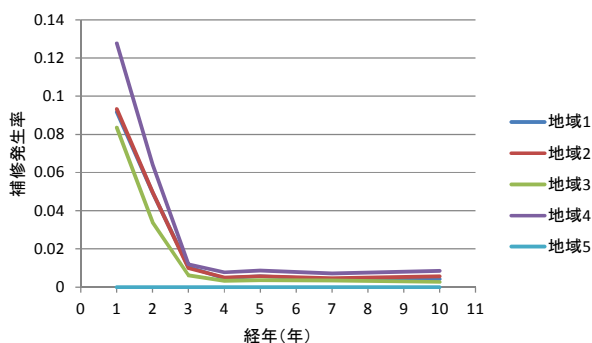
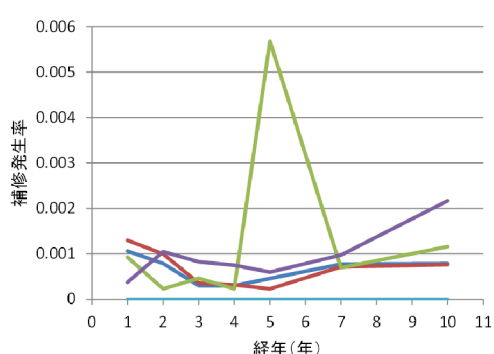


図35 初期故障型（例：浮き・グラツキ・不陸）

図36 偶発故障型（例：白蟻・虫害）

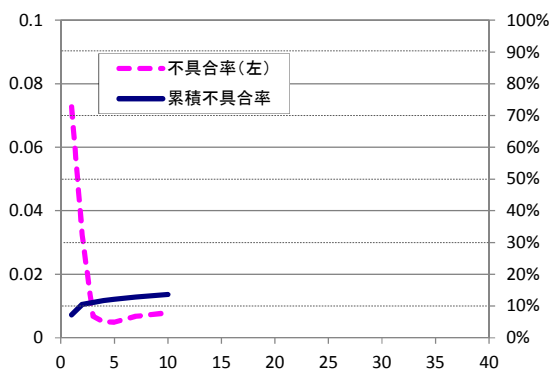
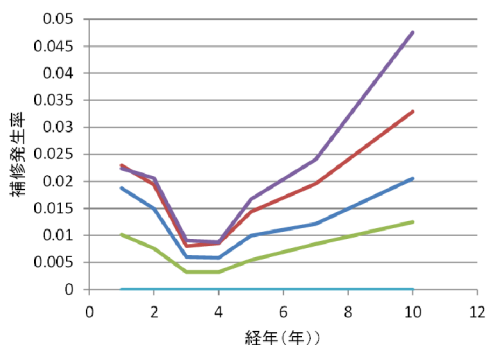


図37 摩耗故障型（例：火災・漏電）

図38 金額による補修発生率

なお図37を見る限り、全体の補修発生率もバスタブ曲線に当てはまると仮定できれば、実データの推移を見る限り初期故障段階は約3年で収束したと考えられる。なお地域別の平均補修費用を表9に示す。

表9 地域別に見た平均補修費用

地域1							
補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
キズ	20,711	27,224	28,619	29,258	29,810	30,359	30,775
シミ・カビ	1,628	2,936	3,398	3,636	4,061	4,411	4,802
シロ	282	488	509	515	520	523	525
その他	49,943	76,756	86,215	92,673	101,086	110,478	122,824
ハガレ	30,356	48,120	51,048	52,509	53,694	54,721	55,606
悪臭	29	47	56	62	70	77	85
雨漏れ	5,628	10,596	14,209	17,862	20,956	26,821	36,305
営業上の問題	1,017	1,556	1,740	1,845	1,992	2,077	2,264
音問題・床鳴り	27,024	42,131	45,781	47,706	49,356	50,879	52,057
火災・漏電	87	164	224	287	345	459	607
外壁クラック	9,488	14,858	15,975	16,654	17,346	17,884	18,225
換気不良	133	204	232	261	295	323	368
亀裂	77,061	124,248	131,605	135,099	138,407	141,448	143,756
隙	5,079	9,913	10,529	10,703	10,941	11,068	11,183
結露	3,603	5,621	6,498	7,164	7,755	8,738	10,767
残り工事・様子見	71,268	81,958	83,639	84,365	85,535	86,270	87,080
水漏れ	9,265	15,355	18,914	22,354	26,255	31,969	40,895
台風雨漏れ	207	418	581	744	890	1,112	1,397
落下・破損	4,014	7,219	8,506	9,761	11,896	14,494	18,890
白蟻・虫害	604	1,052	1,223	1,395	1,656	2,096	2,544
不同沈下・基礎	363	766	927	1,068	1,411	1,754	2,117
浮き・グラツキ・不陸	10,091	15,533	16,700	17,205	17,837	18,274	18,736
変形・むくり・そり	3,682	6,327	7,068	7,464	8,035	8,563	9,182
変色・さび	3,530	6,324	7,142	7,637	8,320	8,998	9,430
有償工事	2,996	5,446	7,060	8,835	11,332	15,130	20,345
不良	854,841	1,227,894	1,306,313	1,361,517	1,408,150	1,471,128	1,541,698
地域1合計	1,192,718	1,733,156	1,854,710	1,938,582	2,018,950	2,125,956	2,242,463

地域2							
補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
キズ	17,961	23,712	24,914	25,569	26,083	26,621	27,050
シミ・カビ	1,280	2,391	2,684	2,875	3,149	3,326	3,657
シロ	450	760	794	801	805	811	814
その他	39,222	60,795	67,952	72,990	80,736	88,828	100,808
ハガレ	32,413	52,705	55,885	57,546	58,927	60,341	61,690
悪臭	34	55	62	71	79	87	96
雨漏れ	4,533	8,533	11,334	14,183	16,831	21,919	31,145
営業上の問題	265	453	530	568	607	641	752
音問題・床鳴り	21,811	35,206	38,550	40,391	42,024	43,380	44,627
火災・漏電	71	132	200	293	378	567	706
外壁クラック	9,406	15,646	16,674	17,265	17,795	18,244	18,703
換気不良	86	174	204	255	284	292	314
亀裂	89,576	146,118	155,609	160,222	163,747	168,145	171,531
隙	4,688	9,536	10,151	10,317	10,516	10,637	10,755
結露	3,492	5,527	7,457	8,030	8,674	9,919	12,352
残り工事・様子見	46,767	53,871	55,285	55,864	56,857	57,736	59,086
水漏れ	8,966	14,645	18,327	21,965	26,216	33,900	45,072
台風雨漏れ	351	672	873	1,095	1,314	1,648	2,077
落下・破損	4,918	9,073	10,791	12,623	15,702	19,893	26,942
白蟻・虫害	738	1,304	1,506	1,688	1,819	2,223	2,658
不同沈下・基礎	655	1,065	1,174	1,365	1,502	2,048	2,731
浮き・グラツキ・不陸	10,268	15,733	16,820	17,373	18,000	18,512	19,123
変形・むくり・そり	4,068	7,112	7,873	8,305	8,820	9,398	10,279
変色・さび	3,781	7,328	8,002	8,478	9,104	9,572	10,399
有償工事	2,530	4,488	5,670	6,997	8,830	11,674	15,943
不良	799,099	1,142,880	1,214,543	1,268,968	1,315,323	1,394,236	1,478,421
地域2合計	1,100,392	1,620,984	1,739,862	1,816,095	1,897,118	2,014,638	2,157,731

地域3							
補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
キズ	16,314	20,546	21,502	22,152	22,567	23,072	23,415
シミ・カビ	989	1,467	1,582	1,631	1,780	1,895	2,043
シロ	294	511	520	524	527	532	534
その他	43,162	62,246	68,900	73,525	79,686	88,010	98,863
ハガレ	35,635	53,972	56,780	58,363	59,536	60,697	61,693
悪臭	17	26	31	34	39	45	52
雨漏れ	9,461	15,821	20,315	24,181	27,664	35,170	46,968
営業上の問題	840	1,166	1,178	1,216	1,504	1,567	1,617
音問題・床鳴り	27,307	41,313	44,349	45,976	47,342	48,690	49,595
火災・漏電	59	106	126	145	185	271	330
外壁クラック	14,468	22,320	23,629	24,274	24,900	25,361	25,822
換気不良	131	184	219	228	228	245	254
隙	117,221	179,053	186,750	191,492	194,489	196,838	201,641
結露	4,461	6,944	7,246	7,344	7,479	7,566	7,653
残り工事・様子見	3,552	5,048	5,982	6,637	7,385	8,553	10,890
水漏れ	48,525	63,023	66,520	69,434	73,229	75,304	79,952
台風雨漏れ	1,825	2,954	3,423	3,903	4,379	5,200	6,300
落下・破損	876	1,201	1,489	1,724	1,891	2,090	2,387
白蟻・虫害	2,174	3,802	4,498	5,194	6,362	8,163	10,835
不同沈下・基礎	528	660	928	1,056	1,290	1,686	2,346
浮き・グラツキ・不陸	178	357	624	624	981	981	1,516
変形・むくり・そり	9,194	12,927	13,603	13,967	14,369	14,745	15,039
変色・さび	4,304	6,163	6,633	7,004	7,405	7,875	8,374
有償工事	2,407	3,808	4,189	4,474	5,046	5,290	5,685
不良	3,625	6,732	9,645	13,448	19,098	28,287	43,186
地域3合計	995,151	1,392,797	1,474,720	1,536,385	1,588,545	1,665,258	1,742,016
地域3合計	1,342,699	1,905,144	2,025,376	2,114,955	2,201,224	2,318,390	2,452,006

地域4							
補修レベル1	経年1年目	経年2年目	経年3年目	経年4年目	経年5年目	経年7年目	経年10年目
キズ	27,343	36,473	38,209	39,094	39,979	40,771	41,353
シミ・カビ	1,531	2,956	3,382	3,573	4,126	4,466	5,189
シロ	1,419	2,221	2,281	2,332	2,357	2,378	2,389
その他	51,061	72,632	78,311	83,515	89,484	96,880	114,686
ハガレ	31,238	55,766	59,200	61,191	63,439	65,396	67,357
悪臭	23	42	49	53	64	73	83
雨漏れ	2,842	5,250	6,613	7,889	9,629	12,820	17,402
営業上の問題	285	456	494	494	665	722	817
音問題・床鳴り	37,096	57,822	62,874	65,939	68,331	71,160	73,641
火災・漏電	43	136	188	256	384	537	759
外壁クラック	16,223	30,044	32,232	33,897	35,800	36,918	40,129
換気不良	271	418	428	475	554	610	846
隙	144,649	218,977	229,023	234,643	240,039	245,190	250,438
結露	7,324	12,996	13,678	13,876	14,347	14,522	14,751
残り工事・様子見	10,797	19,544	22,439	25,877	30,643	38,243	53,022
水漏れ	42,119	52,502	54,391	55,639	57,858	59,528	61,821
台風雨漏れ	7,922	13,435	16,994	19,859	23,180	30,364	42,474
落下・破損	128	250	309	361	408	536	629
白蟻・虫害	4,795	9,205	11,145	13,021	16,597	21,745	31,928
不同沈下・基礎	213	809	1,278	1,703	2,044	2,598	3,833
浮き・グラツキ・不陸	921	1,496	1,641	2,072	2,417	3,338	4,348
変形・むくり・そり	14,057	21,114	22,415	23,263	24,210	24,992	25,931
変色・さび	3,447	5,921	6,515	6,957	7,765	8,535	9,772
有償工事	4,704	8,881	9,900	10,286	11,479	12,252	13,533
不良	1,649	3,429	5,037	7,095	10,324	15,962	24,730
地域4合計	1,349,053	1,903,409	2,007,160	2,088,401	2,163,199	2,269,743	2,372,001
地域4合計	1,761,153	2,536,185	2,686,385	2,801,761	2,919,320	3,082,277	3,275,066

9.4.6 実データと維持保全計画の比較

以上の結果を踏まえ、実データの維持保全コストと維持保全計画上の維持保全コストを比較した。なお、実データの維持保全コストは経年別に算出しているため、維持保全計画上の維持保全コストも経年別に算出した。また実データの維持保全コストの概算に使用した補修単価は、補修記録から抽出した1回の補修金額を平均したものを使用している。そして物件AはA社の物件サンプルの中でも面積、数量共に平均的なものを使用しているため、物件A換算コストの算出に使用したデータをA社、B社共に使用したものとした。

維持保全計画の中から各保全項目の補修単価、補修回数を抽出した。ここで抽出した補修単価は、物件A換算コストで使用した前の現状コストを算出した際に使用したものである。よって補修単価を物件A換算コストになるよう調整した。各保全項目において物件A保全面積を各地域の保全面積の平均で除したものを補修単価にかけることで、物件Aに換算した補修単価を算出した。

また抽出した補修回数に関しては、地域毎の平均をとっているため少数点が発生したが、回数であるため小数点以下を四捨五入し整数に変換している。変換したものを換算補修回数とした。整数の回数の値を少数の回数の値で除したものを物件Aに換算した補修単価にかけたものを換算補修単価とした。さらに維持保全計画では、維持保全期間を60年に設定しているため、60年を換算補修回数で除し補修のスパンとした。

以上の設定を行うことで、どの地域の住宅が引渡後どの程度の経年でどの程度の費用が必要になるかが明らかになった。なお各経年の維持保全コストの合計値を地域毎に算出し、A社では地域1～4、B社では地域1～5の平均値を算出した結果と、図38の補修記録を用いた維持保全コストと比較した結果を図39に示す。

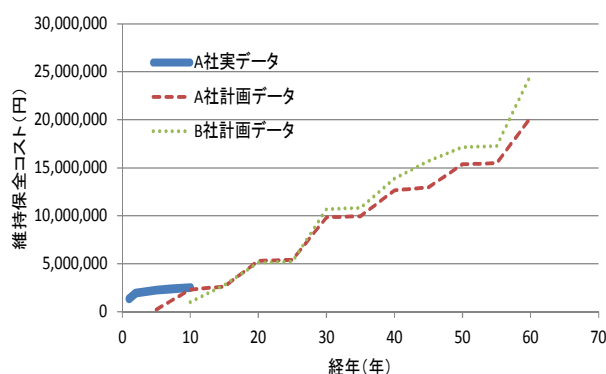


図39 60年間維持保全したための費用の推移

10年目の金額はA社計画データで¥2,317,215、A社実データで¥2,531,816とほぼ同金額になり、B社計画データは¥1,001,356になった。1年目から5年目に関してのA社実データは1年目から補修を伴う不具合が発生しているのに対して、A社計画データは5年目か

ら、B社計画データは10年目からの補修予定の設定になっている。この結果から、維持保全計画の全体的な金額はそれほど変わらないと考えられるが、従来の維持保全計画よりも早めに補修金額が発生する可能性が高いと考えられる。

9.4.7 まとめ

構法の違いからみた中長期計画の検証を行うことで、維持保全コストにおいて構法による違いはあまり見られなかった。しかし、外部、内部の保全項目に分けて分析を行った結果、外部の保全項目に関しては、地域差に影響を及ぼしているとは言い難い状況である一方、内部の保全項目に関しては地域差が発生している可能性が高いという結果に至った。またA社とB社、つまりツーバイフォー構法と在来軸組構法において維持保全金額の違いはあまり見られなかった。両社とも全国的な規模のハウスメーカーであることから、木造構法による維持保全金額の違いはあまり考慮する必要はないと考えられる。

また、補修費用の実データを用いた維持保全の実施状況の分析から、実際の補修費用と維持保全計画の保全項目の時期にずれがあること、特に維持保全計画書で計画しているよりも早い時期に補修を伴う不具合が発生していることが明らかになった。

以上、従来の維持保全計画に本研究の成果を反映させれば、より地域に適切な維持保全計画の策定が可能となるだけでなく、不具合に対してより迅速な対応が可能となることから、木造住宅の長寿命化や中古住宅の流通の拡大が実現するだろう。

9.5 維持管理情報データベース

本事業およびこれまでに研究を目的として実施した住宅の温湿度調査に関するデータや文献を収録・保存するためのインターネット対応型のデータベースを構築し、維持管理の指針を得るために必要となる住宅の環境などに関する情報源とすることとした。今後関係者に開示する予定である

9.6 長期維持保全計画の立案において考慮すべき因子

9.6.1 シロアリの分布

日本におけるシロアリ被害の実態を調査し、各シロアリ種の最新の分布マップおよび住宅被害を加味したシロアリ被害危険度マップを考慮した維持管理計画の立案が求められる。

本事業では、シロアリ・腐朽被害実態調査アンケートを実施するとともに、日本における主要木材加害シロアリ種であるイエシロアリ、ヤマトシロアリの野外分布調査を行い、各シロアリ種の分布を制御する気象要因を検討してきた。また地表～地中温度の計測、イエシロアリ巣温計測、土壌性ガスの採集・分析から、ハザードマップに資するヤマトシロアリの野外分布限界として積雪がある状態での土壌凍結深が10 cm以下であることなどを明らかにしてきた。これらの成果をまとめて、ヤマトシロアリ、イエシロアリの最新の野外生息分布マップを明らかにした。

さらに劣化対策や維持管理の手法を最適化するために、各シロアリ種のハザードマップ

(被害危険度マップ)の提案を提案した。提案では、イエシロアリのハザードマップとしては、過去のイエシロアリ発生情報を加味して福島(1972)の提唱した1月の平均気温0℃以上の地域を指定し、ヤマトシロアリのハザードマップとしては、ヤマトシロアリが越冬可能な環境を加味して、積雪がある状態での土壌凍結深が10 cm以下の地域、であることを指定している。

今後これらの調査を継続・深化させることで、より正確なハザードマップの構築が可能になると予測され維持管理計画の立案において、地域性を考慮するための資料が獲得できると考えられる。

その一方で、都市化や住宅の高断熱化が進むと、住宅内や周辺でシロアリが越冬しやすい環境が人為的に形成されるため、地域の気候や環境要因のみではシロアリ生息の可能性は十分には評価できない可能性がある。今後はこれらについての検討も必要になると思われる。また気候変動などによってシロアリの生息領域が変化することも考えられるので、劣化対策や維持管理計画の立案においては、修正可能で柔軟性のある手法も視野に入れる必要があると思われる。

9.6.2 腐朽リスク

住宅に生息する腐朽菌の種類、建物内での分布や国内での分布に関する知見も、維持管理計画を立案する上で重要である。本事業では、近年急速に発達した遺伝情報を利用した木材腐朽菌同定手法を建築害菌の同定に適用し、菌糸や子実体が明確ではない住宅等の腐朽部材からの木材腐朽菌の検出手法を検討し、実践的な手法を確立した。今回の事業で確認できた既往の方法に対する遺伝子を用いた同定の利点としては、子実体等がないサンプルから木材腐朽性担子菌を含む多数の菌を同定が可能である、同定に必要なサンプル量は僅かである、多数の菌種やその存在密度を解析可能である、およびこれらの情報に統計手法を組み合わせることで、より詳しい解析が可能である、を挙げることができる。

本事業では、検証した手法によって、菌類の分布に関する知見を蓄積することを目的として、住宅などの診断現場で採取した試料について腐朽菌の同定を実施した。その結果は、菌類の種類やその生息密度と採取地や採取部材との間には明瞭な関係が無いことを強く示唆していたが、まだサンプル数が少ないことや、東北・北海道のサンプルが入手できていないことなどから、信頼性の高い結論とするには時期尚早だと考えられる。今後、腐朽材の採取地を広げ、サンプリング数を増やすことにより、両者のより正確な関係を明らかにできると考えられる。また、腐朽が始まってから時間を経た腐朽材では、激しく腐朽しているにもかかわらず菌類の遺伝子が検出できない(同定できない)という、限界も課題として残っている。

その一方で、担子菌を中心とする木材腐朽性の菌類と、それ以外とを簡便に識別する手法の確立も重要で、これによって設計時の菌類に関する環境評価や維持管理上の診断や処置方法を策定する上で、信頼性の高い実務が確立できる。さらに菌類の全国的な分布に関

する検討に加えて、住宅については床下・室内・小屋裏や壁内、水周りなどの間での菌相や密度の違いも検討する必要があると考えられる。

9.6.3 保存処理材の耐久性

住宅部材に用いられる保存処理木材の耐用年数やそれに及ぼす環境因子に関する知見は維持管理技術の確立にとって重要である。特に既往の接地・暴露条件ではなく、非接地・非暴露条件にある木材の耐用年数は基礎的知見として重要である。

本事業では、保存処理木材を適切に管理された住宅の構造用部材として長期間使用した際の耐久性を予測することを目的に、木粉に添加された状態で高温条件下に暴露する促進劣化試験を実施した。

これまで加温した環境に暴露する促進劣化試験を実施し、銅や第四級アンモニウム化合物については、長期にわたって問題なく使用できることを確認し、微量で効力を発揮するシプロコナゾールの住宅部材中での耐久性について検討した結果、木材に注入した場合でも残存率が暴露温度により異なり、温度が高いほど消失速度が速いことが明らかになった。

その一方で、実験法上での課題も明らかになった。例えば表面積の広い木粉の形状で暴露するよりも、表面積の小さい試験体の形状で暴露した方が、薬剤の減少速度が遅くなることが示唆された。

また注入処理用木材保存剤で処理された試験体に含まれる有効成分量の経時変化は、表面処理用木材保存剤の有効成分量の経時変化と較べバラツキが大きく、有効成分残存量と暴露温度との関係を厳密に議論することができなかった。その原因として減圧下で木材保存剤を注入する方法をとったためと推定された。そのため初期の有効成分量の変動係数を1%以下に抑える方法で調製した試験体を用いての有効成分残存量と暴露温度との関係を検討した。その結果、木材に注入した場合でもシプロコナゾール残存率が暴露温度によって異なり、温度が高いほど消失速度が速いことが明らかになった。

この事業の成果は、木材保存剤の耐久性を短期間で予測できることを示唆するものである。これをベースにCUAZを注入した試験体を用いて耐久性を検証したが、その結果は促進劣化45日目までのものであり、今後も促進劣化試験を継続して実施する必要がある。

以上のように、本事業では木材保存剤の耐久性を評価および予測する手法を明らかにしたものの、実際に用いられる多数の薬剤について、様々環境下での薬剤自身の耐久性を示す幅広いデータを獲得するには至らなかった。また分析方法そのものの簡素化や改良も望まれる。

今後、本事業の知見をもとに、知見が蓄積されることが望まれる。またそれによって、点検の周期などがより明確になる。特に保存処理木材の耐久性について、非接地・非暴露の状態での基礎的知見を獲得することは、維持管理における点検周期を確定する上で重要であると考えられる。

9.6.4 各工法の劣化特性

工法別の劣化特性を把握することは維持管理計画を立案する上で重要である。本事業では、住宅性能表示制度の導入等により耐久性向上措置として採用されている新たな構（工）法（外断熱、高气密・高断熱、べた基礎、床下・小屋裏換気、壁体通気、金物等）に関する実態調査結果等を収集、整理し、これら構（工）法等の耐久性に関する健全度を検証した。

まず住宅建設会社、駆除会社、住宅保証団体・住宅検査会社等が所有する実態調査報告を基に、新たな構（工）法に関する事故例や改修例等をヒアリング等において収集・整理した。調査対象項目は、(1)基本事項、(2)事故・劣化事象・改修等の概要、(3)住い方の概要、(4)劣化対象部位・事象等とした。さらに住宅メーカー等5社と住宅保証・検査会社等3社、外装材メーカー、在来大手ハウスメーカー、しろあり駆除会社、住宅検査会社、建築団体、2x4大手ハウスメーカーなどそれぞれ1社毎の合計13社に対して、ヒアリング調査を実施した。調査結果に基づき、19項目の事故例を選択し、事故事例が発生した事象等を、劣化部位、劣化事例、所在地、竣工年数、構造仕様、劣化原因、設計基準、制御対策などの項目に分けてまとめを行った。さらに事故事例原因チェックシートを基に他TG等の成果を取り込み「耐久性確保のための設計・施工マニュアル（案）」を作成する際の基礎資料を作成した。

今後これらの知見がさらに蓄積、整理されることにより工法別の維持管理計画の立案が可能になると思われる。その一方で、調査の結果から、住宅竣工後の劣化の原因として、施工不良などの施工上の問題点（瑕疵を含む）が散見され、特に建築防水に関連する項目の多いことが看取された。これらについては、維持管理で行う検査の対象となるものの、検出後の対策や扱いが通常の維持管理のそれとは異なる。今後は、施工不良などに関する事象を維持管理の中でどのように扱うかも検討する必要がある。

さらに今後木造住宅に適用される新たな構（工）法（外断熱、高气密高断熱、べた基礎、床下・小屋裏換気、壁体通気、金物等）に関する実態調査等の資料等についても、耐久性の検証し、耐久性の向上措置以外に維持管理上の課題について検討する必要がある。さらに維持管理における点検方法を検討する上で、構造と劣化との関連性に関する知見は重要であるため、この観点からの分析も求められる。また維持管理のし易さ、補修や交換のし易さの観点からの耐久性確保も今後の課題であり、この観点からの新規工法の検討についての考察も求められる。

9.6.5 接合部の劣化による強度低下

劣化が生じたときに躯体の構造強度がどの程度低下しているのかを評価できることは維持管理を適切に進める上で重要である。本事業では、そのための基礎資料を得るため、まず、生物劣化による接合部強度低下への影響を実験的に検討した。

接合部強度試験では、接合金物を使用した接合部モデル試験体を強制的に生物劣化させ、

接合部耐力と劣化程度との関係を明らかにすることを目的とした。まず生物劣化を強制的に発生させる方法を新たに考案し、劣化状態を再現・調整した試験体について接合部強度試験を実施し、接合部の特性値を算出するとともに、劣化程度との関係を検討した。また、これまでに接合部強度試験が終了した部材による縦圧縮試験を実施し、縦圧縮強度と劣化程度との関係を検討した。その結果は限定的な条件に限られたものであるため、生物劣化と接合強度性能との関連を明確化するには至らなかった。

その一方で部材縦圧縮試験では、腐朽菌により劣化した材およびイエシロアリにより劣化した材は、コントロールと比べて縦圧縮強さが小さくなる傾向だった。また密度と縦圧縮強さとの関係には、正の相関が認められたことから、部材の縦圧縮強さを推定するパラメータとしては、密度が有効と考えられる。さらにピロディンによるピン打ち込み深さと密度との間に相関が認められていることから、ピロディンによるピン打ち込み深さが部材の縦圧縮強さを推定するのに有効であることが示唆された。

部材や接合部の強度に及ぼす生物劣化の影響、さらにそれらと診断時の劣化程度の評価基準との関係については、今後、実験や解析手法を含めた検討が必要となると思われる。とりわけ維持管理において実施される点検・診断で獲得される症状データと実際の劣化度や強度性能との関連を明らかにする方向での検討が今後望まれる。

9.6.6 湿度環境

湿度や結露環境と木材の含水率変化との関係などに関する知見は、木材の劣化（特に腐朽）促進条件を明らかにする上で重要で、これに基づく維持管理計画の立案が求められる。本事業では、有害な結露に関する判断根拠を得る観点から室内腐朽試験を行い、雰囲気湿度を指標として菌糸定着時間を整理した。また材料面までの透湿係数を測定したうえで、試料表面の含水率をシミュレーション計算で求め、菌糸定着時間と材表面相対湿度（含水率）の出現頻度との関係を整理した。

その結果、期間平均の相対湿度が同等でも一時的に繊維飽和点に達する場合は菌糸が定着する可能性が明らかになるとともに、菌糸定着の判断方法として、連続した湿潤や乾燥湿潤条件での暴露期間の目安を明らかにした。

またこれらの温度依存性を考慮して、春期から秋期に対して冬期については 2 倍程度の期間が許容できるであると推定できた。

まとめとして、8 ヶ月の暴露試験から得られた結果より、深刻な木造躯体の劣化を防止するために許容できる湿潤状態として、①連続した湿潤については、相対湿度 98% 以上が 1 ヶ月程度、②乾燥湿潤（周期的に繊維飽和点を越える場合）については、平均相対湿度 95%以上が 2～3 ヶ月程度、平均相対湿度 85%以下が 6～7 ヶ月程度が限界として推定された。これらの数値は雨水に直接暴露される環境や、屋外の土木構造物は想定していないため、数値の適用にあたっては注意が必要である。また温度 23℃の実験によって得られた値であるため、腐朽現象の温度依存性を考慮すると、冬期については若干長めの期間が許

容できると思われる。

菌糸定着の期間については、生物学的な木材腐朽菌の定着の有無を意味するものではなく、建築工学の観点から構造上有害な劣化を防止するための目安であり、適用しうる材料厚さなどを含め、今後更なる検証が不可欠である。これらの知見をもとに建物内の温湿度管理を行うことでより適切な維持管理が可能になるとと思われる。

生物劣化のうち腐朽については、結露や漏水などに起因する水分浸潤の監視を行い、早期でその異常を検出することが望まれる。これらの水分浸潤の発生リスクに関する知見は重要であり今後も多くの知見が蓄積されることが望ましい。

9.6.7 小屋裏換気と防露措置

小屋裏の換気状態と劣化との関連についての知見は、維持管理計画立案の上で重要である。本事業では、これまで全国一律であった小屋裏開口面積の要求性能を、気象条件、気密性、外壁通気層の有無等の各種条件を勘案し整備することを検討した。これにより、柔軟性が高く地域の実情に適応しうる評価指針作成の根拠を提示でき、維持管理の適切化も促進できる。

本検討では、小屋裏換気口の要求性能を明示するため、熱水分移動と換気回路網に関する計算プログラムを用いたシミュレーション計算を行い、屋根形状、換気方式、気密性能、地域等、様々な条件を勘案した換気量と小屋裏開口面積の関係を求めた。これと並行し、実験住宅において小屋裏温湿度の実測を行い、得られたデータより計算プログラムを検証した。実験では、換気方式や天井気密性等による影響が、シミュレーション計算と同じように再現することが確認できた。次に、小屋裏湿度に及ぼす影響が大きい天井面の気密性能の実態を把握するため、実際の戸建住宅において天井と小屋裏間の隙間量を測定した。近年の住宅では、天井面を石膏ボードとクロスで仕上げたうえ廻縁も施工されているため、一般部や取合からの漏気は僅かであることが示された。しかし、天井面に気流止めが設置されていない物件では、室内空気が情報コンセントや分電盤から間仕切壁を経由し、小屋裏内に到達する可能性のあることが分かった。通気経路が確保されていない片側開口に関する検討では、換気不備の程度の把握を目的とした実験を行った。トレーサーガスを用いた実験により、下屋や大屋根でも特殊な屋根形状で流出口が確保されないケースでは換気量が大幅に低下するため、評価の際には通気経路の確認が必要であることが分かった。

検討の結果、地域区分としては、寒冷地、準寒冷地、温暖地、積雪地、蒸暑地といった分類が必要になること、換気経路については妻換気方式において、現行基準からの大幅な開口面積の増加が示唆されること、妻換気以外でも換気経路を勘案し要求性能を変える必要があることなどが明らかになった。また天井面の気密性能を考慮することも重要であることが分かった。

今後は、気密性能と室内温湿度の影響、さらに初期水分や雨水浸入による影響、下屋、ルーフバルコニー等の考慮が検討課題となる。それらの知見をもとに小屋裏や野地部分の

維持管理の手法が最適化されるものと考えられる。とりわけ小屋裏部分については維持管理の手薄な領域であり、かつ野地部分の状態は直接的な確認が殆どできない領域である。バルコニーも漏水や施工不良などとの関連で、内部で劣化が進行しやすい領域である。今後はこれらの部位の点検手法や周期の確立にむけた知見の獲得が望まれる。

9.6.8 接合金物の耐久性

接合金物や接合金具の構造的な重要性が増しているにも拘わらず、長期耐用住宅に対する防錆基準等は全く未整備の状況である。またこれらの知見は維持管理計画や診断上重要な課題である。

本事業では、構造体接合部における金物、接合金具の劣化特性を明らかにし、そのあるべき使用法や防錆処理基準について検討した。事業では、保存処理木材との接触部位における接合金物類の腐食性に関する実験的検証として、屋外暴露実験、湿潤実験、高湿実験、屋内暴露実験を継続実施した。また画像解析による腐食量評価の改良を行った。さらに欧米における防錆基準データの収集と検討、保存処理木材と金物防錆処理との反応性について屋外曝露試験と耐湿試験による検討、金物、接合金具の新たな品質基準の検討を行った。

各種保存処理木材に各種表面処理鋼板を取り付け、屋外暴露および高湿空間暴露実験を行った結果、鋼板の腐食性の高い組み合わせとそうでない組み合わせが明らかとなった。

これらの評価は相対的なものであり、絶対評価の目安となる標準試験体の赤錆発生には現段階では至っていないため、今後引き続き観察を継続する必要がある。また屋外暴露実験と湿潤実験、高湿実験との比較により、屋外暴露実験における表面処理薬剤の溶脱の可能性が示唆された。今後、試験法の適否についても検討する可能性がある。

これらの知見を今後も蓄積、整理することでより維持管理上の重要な課題である、点検周期などが明らかになる。その際には他の TG の成果を元に、地域の環境、構造・工法、湿気などの劣化外力などの影響を加味することも原理的には可能になる。その一方で被覆部分の下地にある金物の点検方法が新たな課題となると思われる。