

目視等により仕様確認不能な木造一戸建住宅に対応した新しい性能向上インスペクションの評価方法の考案とその安定性及び作業効率性に関する研究（概要書）

阿南工業高等専門学校 講師 多田 豊

1. 研究の概要

2021年度から2023年年度までを計画期間とする新しい住生活基本計画（全国計画）にて「脱炭素社会に向けた住宅循環システムの構築と良質な住宅ストックの形成」として、既存住宅を耐震性能、省エネルギー性能、バリアフリー性能等の性能向上リフォーム等により安心・安全で良好な温熱環境を備えた良質な住宅ストックへ更新する目標が掲げられた。性能向上リフォームに先立ち、性能向上インスペクションを行う必要があるが、昨年度研究で示したように耐震性能と断熱等性能については建設年代が新しい住宅程、目視による検査可能範囲が狭まる傾向にある。加えて、各種法令に基づく図面等の保管義務期間を整理したところ、2030年には2010年以前の住宅は各種法令の保管義務期間等を過ぎており、転売時等に紛失すれば検査時に図面等がなく、住宅仕様が全く不明となるおそれがある。

この課題に対応するためには、非破壊検査の制度向上と破壊検査を踏まえた性能向上インスペクションの検査手法を確立していくことが必要であるが、破壊検査については学術的にも社会的にも十分な知見がない。そこで本研究（図1）では、目視による住宅仕様の確認が難しいと考えられる1992年（省エネ法改正）から2020年までに建築された木造（在来軸組工法）一戸建て住宅を対象として、破壊検査を含む新しい性能向上インスペクション（耐震性能、断熱等性能）の検査手法を考案する。破壊検査は高度な検査技術を前提とするため、検査者により検査結果に大きく差が生じないか安定性について検証を行う。

2. 対象住宅の住宅仕様（耐震性能、断熱等性能）の把握

1992～2020年に公表された住宅に関する12制度を整理し、耐震性能は1-1 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）等級2以上、断熱等性能は5-1 断熱等性能等級4（外皮平均熱貫流率（6地域）0.87～0.46 W/m²K程度）、省令準耐火構造に適合した住宅を研究対象とした。

断面仕様（具体的な耐震性能、断熱等性能を発揮させる外皮の構成）について、広く公表されたガイドライン3資料等より、屋根・天井7例、壁12例（表1に一部を示す）、床6例に整理した。これを天井点検口や床下等から目視による調査が出来るか検討し、目視による検査が全く行うことができない壁について研究対象とすることとした。

3. 破壊検査を含む検査手法の整理

破壊検査を含む検査手法を住宅性能表示制度、自立循環型住宅への設計ガイドライン、JIS、研究段階の検査方法、民間の性能向上インスペクション教育関連団体6団体への調査より整理した（表2）。

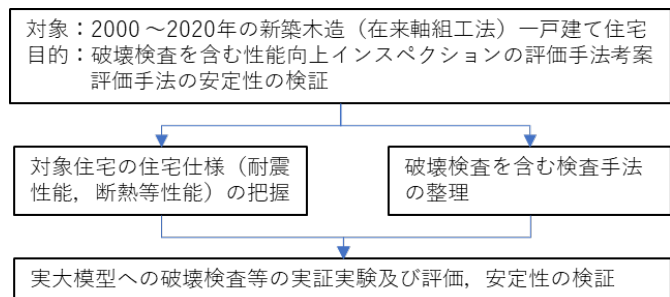


図1 研究フロー

表1 1992～2020年の住宅における壁の断面仕様の一例

	壁9	壁10	壁11	壁12
耐震性能に関わる仕様	面材	面材	面材	面材
断熱等性能に関わる仕様	充填断熱+付加断熱	充填断熱+付加断熱	充填断熱+付加断熱	充填断熱+付加断熱
熱貫流率 (W/m ² K)	0.21	0.18	0.17	0.14
図				
外装材	#イ'イ'イ'イ'	#イ'イ'イ'イ'	#イ'イ'イ'イ'	#イ'イ'イ'イ'
通気断熱	18 透湿防水シート	18 透湿防水シート	18 透湿防水シート	18 透湿防水シート
外張断熱材	HGW16K-50, 縦棧 45*50*45, HGW16K-50, 横棧 45*105*910	HGW16K-50, 縦棧 45*50*45, 押出法ポリスチレンフォーム断熱材 種b t=50, 横棧 45*105*910	HGW16K-50, 縦棧 45*50, HGW16K-100, 横棧 45*105*910	HGW16K-105*105, 横棧 38*105*910
面材	構造用合板 t=9 N50@150	構造用合板 t=9 N50@150	構造用合板 t=9 N50@150	構造用合板 t=9 N50@150
住間充填断熱材	GW16K-105 防湿フィルム	GW16K-105 防湿フィルム	GW16K-105 防湿フィルム	GW16K-105 防湿フィルム
内装下地材	PB t=12.5	PB t=12.5	PB t=12.5	PB t=12.5
内装仕上材	仕上材	仕上材	仕上材	仕上材

表2 整理した検査手法のうち壁に関する検査手法一覧

破壊・非破壊	番号	検査の位置	検査名称	検査対象部位・項目								検査道具	
				iii 軸組		iv 耐力壁		v 断熱材		ix 防水等			
				有無・寸法	金物等	有無・寸法	釘・金物等	有無・種類・寸法	措置状況	防水層の有無	通気層の有無		
非破壊	①	内外	内壁外壁間距離	○		○		○		△	△	リレー等	
	②	内外	内壁外壁温度差	○		○		○				テータリ	
	③	外	金属探査		○		○					金属探査器	
	④	内	金属探査		○		○					金属探査器	
	⑤	外	木材探査								○	木材探査器	
	⑥	内	木材探査	○							○	木材探査器	
	⑦	外	打診									○	打診棒
	⑧	内	打診										打診棒
破壊	⑨	内	開孔指針	○	○	○	○	○	○	△	△	針	
	⑩	内	開孔機械目視	○	○	○	○	○	○	△	△	カメラ・スコープ	
	⑪	内	内装下地撤去後検査		○	○	○	○	○	△	△	打診棒, テータリ, 金属探査器, 木材探査器	
	⑫	外	開孔指針	△	△	△	△	△	△	○	○	針	
	⑬	外	開孔機械目視	△		△		△		△	△	カメラ・スコープ	
則推	⑭	外	外装材撤去後検査		○	○	○	○	○	○	○	打診棒, テータリ, 金属探査器, 木材探査器	
	⑮	外	防水層撤去後検査		○	○	○	○	○	○	○	打診棒, テータリ, 金属探査器, 木材探査器	
	⑯	内	年代推測						○			年代で断熱材推定	
他	⑰		安全側推測						△	△		無耐力壁, 無断熱	
	⑱	全体	常時微動測定									常時微動測定機	
	⑲	内	気密測定 (JIS)							○		気密測定器	
	⑳	内	ヒート試験							○		ヒートパッド	

4. 実大模型への破壊調査等の実証実験及び評価, 安定性の検証

壁に焦点を当て実大模型 (図1, 図2) による試験を行う。壁の断面仕様 (iii軸組, iv耐力壁, vi断熱材, vii防露措置, ix防水等) に用いられる検査手法として非破壊検査①~⑧種類, 破壊検査 (内部) ⑨~⑪3種類, 破壊検査 (外部) ⑫~⑮4種類を3名の被験者に行わせ (表3), 各段階で断面仕様を推測させた。各段階の推測は次の3つの視点から評価を行った。B面は①外壁内壁間距離の測定を行わない。

(a) 構成…外部から内部への断面構成 (例: 構造用合板直張り)

(b) 寸法…構成する材料の厚み (例: 12mm)

(c) 仕様…部材の性能を変化させるもの (例: 釘径・ピッチ)

その結果, 非破壊検査では特に①外壁内壁間距離の測定が重要であり, (a)構成 (図3), (b)寸法は①を行う場合には正答率が60%程度であるが, 実施しない場合には正答率が10%以下となる。従い, ①外壁内壁間距離の測定は検査の安定性を高める重要な調査である可能性が高いことが明らかになった。

ただし, (c)仕様 (図4) については, 非破壊検査では正答率が高まらず, 内部及び外部の破壊検査を行う必要があった。即ち, 破壊検査は(c)仕様に関する安定性を高める可能性があることが分かった。

被験者毎の能力に起因する差 (図5) は, 非破壊検査から, 破壊検査 (内部), 破壊検査 (外部) に進むほど正答率は高まった。

以上より, 破壊検査は非破壊検査と比べて検査結果の安定性が高まることが明らかになった。

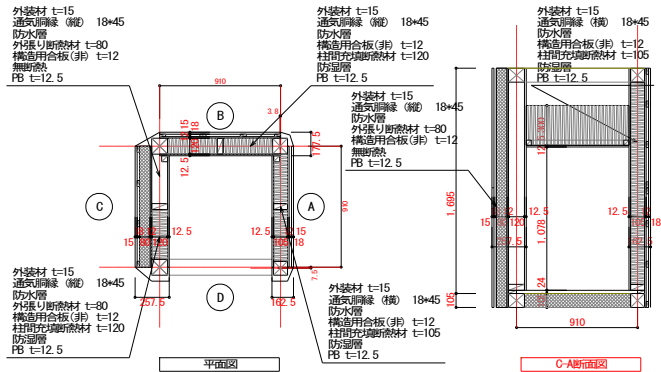


図1 実大模型図面



図2 実大模型写真

表3 壁の断面仕様検査⑨内部開孔・刺針 (C面)

⑨-C	被験者1	被験者2	被験者3
状況			
器具	針, 定規, 照明	針, 定規, 照明	針, 定規, 照明
C1結果	PB+柱幅 145mm, PB 厚み 12.5mm, 胴縁なし, 防湿層不明, 断熱材不明, 外周側に合板類あり, 金物不明	PB+柱幅 130mm, PB 厚み 12.5mm, バライタ 9mm, 防湿層なし, 断熱材なし, 外周側に合板類あり, 金物不明	PB+柱幅 140mm, PB 厚み 12.5mm, 防湿層不明, 柱幅 127.5mm, 断熱材あり, 外周側の構成不明, 金物不明
C1断面仕様の推測	<p>外壁材 15 通気胴縁 (縦) 不明 防水層 外張り断熱材 80 合板類 12 無断熱 PB 12.5</p> <p>外壁 15mm, 通気胴縁不明, 防水層, 外張り断熱材 80mm, 合板 12mm, 柱 127.5mm, 間柱あり 断熱材不明, 金物不明, 筋交い不明, 防湿層不明, 胴縁なし, PB12.5mm</p>	<p>外壁材 14 通気胴縁 (横) 18 外張り断熱材 100 合板類 12 柱 120 無断熱 バライタ 9 PB 12.5</p> <p>外壁 14mm, 通気胴縁 (縦) 18mm, 防水層, 外張り断熱材 100mm, 合板 12mm, 柱 120mm, 間柱不明 断熱材なし, 金物不明, 筋交い不明, 防湿層, バライタ 9mm, PB12.5mm</p>	<p>外壁材 17.5 外張り断熱材 100 通気胴縁 不明 面材類 12 柱 127.5 断熱材あり 127.5 PB 12.5 柱断面に金物等あり</p> <p>外壁 15mm, 外張り断熱材 100mm (外壁一体), 通気胴縁不明, 防水層, 面材類 12.5mm 柱 127.5, 間柱あり 断熱材あり, 筋交いあり, 筋交い不明, 防湿層, 横胴縁 厚不明, PB9.5mm</p>

※アンダーバーは正答の構成, 寸法, 仕様を示す

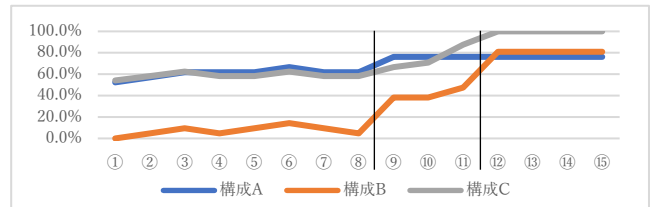


図3 調査段階別・面別の正答率 (構成)

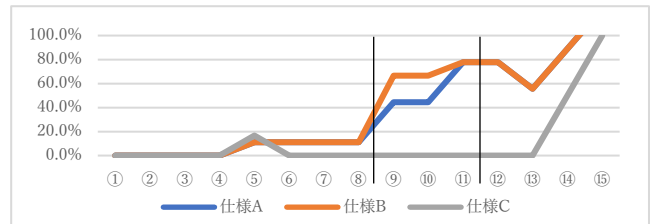


図4 調査段階別・面別の正答率 (仕様)

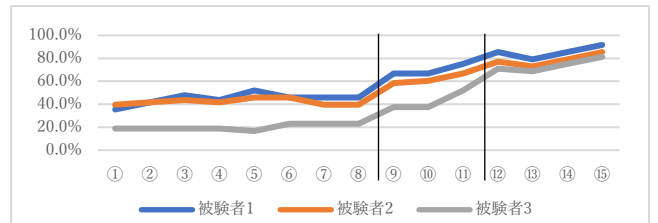


図4 調査段階別・面別の正答率 (被験者別)