

構造用合板の一般化に伴う木造軸組構法と空間表現の変化

構法計画研究室 福田宇啓

第1章. 序論

1.1. 研究背景

今日の戸建て住宅の構造に関して見ると、全体の約80%は木造で建てられており、これは約30年前からはほとんど変化のない割合である¹⁾。

現在の主要な木造構法は、軸組構法、アメリカ発祥の2x4材による枠組壁構法、プレハブ住宅におけるパネル構法の3つに分けられるが、それらの木造構法は、住宅の大量生産が課題となった1970年代に合理化や工業化が大きく進んだとされている。特に、1970年代の住宅のうち約9割は軸組構法で建てられており、軸組構法は大きく変化したと言われている²⁾。現在の軸組構法は、壁で水平力に耐える構造の考え方が主流であり、構造用合板を柱間に張ることで耐震壁とする設計が一般的となっている。これは、貫や筋交いで水平力に抵抗する従来の軸組構法の考え方からは大きく異なっている³⁾。構造用合板は現在一般的な材料であり、木造住宅の壁や床や屋根において主に下地材として使われているが、この建材がどのように軸組構法に導入されたかは十分に明らかになっていない。

1.2. 既往研究と本研究の位置づけ

木造軸組構法の変遷をまとめた研究は少ない。真鍋ら⁴⁾の一連の研究は、住宅の部品に着目し、それにまつわる構法の変化を追っている。権藤ら⁵⁾の研究では、工務店の実施図面の収集とインタビューによって各部位の構法の変遷を追い、現在の構法が一般化した経緯を明らかにしている。また、合板などの面材に着目した構法の研究は大井ら⁶⁾によってなされており、石膏ボードと合板を主な対象として取り上げ、それぞれの変遷を主要な企業に対してアンケート・ヒアリングを行う事で把握することを試みている。ただし、ここで示されているのは木造に限らず建築構法一般においての下地材の変遷であり、また、それに伴う主体構造や空間の変化は言及されていない。また、これらの既往研究に共通しているのは、工務店の扱う住宅等の匿名的な住宅のみを対象としていることである。

1.3. 研究目的

以上の背景を踏まえて本研究では、匿名的な住宅だけでなく、建築家による住宅も対象とし、次の二点を目的とする。

1) 軸組構法における構造用合板の一般化に伴う変化を包括的に把握する。

2) 構造用合板の一般化によって住宅の意匠においてどのような変化が起きたのかを記述する。

第2章. 合板の変遷

2.1. 合板の登場から建材としての普及過程

合板は当初、特殊な木工品の素材として市場に登場し、1923年の関東大震災では倒壊した家屋の修理等で使用された。これを機に多くの間屋が企業化し、これによって形成された合板業界は、建築資材として使い勝手の良かったラワン合板の大量生産を1926年に成し遂げ、1930年代には合板は建築資材として一般化し、杉板が主に使用されていた家屋の天井や腰羽目等に仕上げ材として使われ始めた⁷⁾。

2.2. 接着剤の発展

合板の製造が開始された1907年以降、突板の接着剤は、膠から、カゼイングルーを経て、大豆グルーが1929年に登場した。この後しばらく大豆グルーが使用され、合板を安定して供給することが可能になった。

しかし敗戦後、耐水性や耐久性を求めて新たな原料を使用した接着剤の開発が進められた。太平洋戦争や朝鮮戦争などで試験的に使用された、フェノール樹脂やユリア樹脂などの合成樹脂を用いた合板の耐水性が認められ、合成樹脂を使用した合板の生産が一般化した⁸⁾。

以上より、1907年から1950年頃までを「有機系接着剤期」、1950年代からを「合成樹脂接着剤期」と分けることが出来る。

2.3. 合板製品の開発

1959年に永大産業がプリント合板の生産を開始した。プリント合板は、合板の様々な製品化の第一歩となり、喫茶店等の内装に広く用いられた。また、合板を船体に用いたヨットの太平洋横断成功によって合板の耐水性が世に広まった⁹⁾。しかし、プリントの精度が充分でなかった事や、大工たちの反感を買った事、製造技術に関する特許問題によって¹⁰⁾普及は一時的なものにとどまった。1967年に型枠用合板の登場によって、下地材として使用されていくこととなった。

2.4. 新建材としての型枠用合板と構造用合板の普及

コンクリート型枠用合板（以後、型枠合板）は、先述したヨットの成功を後押ししたメラミン樹脂による合板であった。

型枠合板は、高い耐水性を有した合板であった事、コンクリートによる高層ビルの建設ラッシュと相まって、生産数を順調に伸ばした。木造住宅においては床組の下地材に「耐水ベニヤ」として使用されることがあった¹¹⁾。構造用合板は型枠合板に2年ほど遅れてJAS規格が制定されたが、厳しい接着剤の規格によってメーカーは生産を敬遠し、生産数は1998年以降まで伸びなかった¹²⁾。構造用合板の使用が一般化した近年では、2014年に化粧張り構造用合板が誕生したことに見られるように、構造用合板を仕上げ材として使用する事も一般化しつつある。

2.5. 小結

合板は、生産が始まった1907年から1950年代までには震災や戦争などに大きく影響を受けた材であった。震災では復興材料として建築に使用されるようになり、戦時中には飛行機や船に使用されることで様々な使用方法の可能性を見出した。1960年代には、プリント合板の成功¹³⁾を経て、耐水性や耐久性を高め、下地材として用いることのできる製品の生産が始まった。2000年までは床や天井の下地材に使用されたのは型枠合板（耐水合板であったがその後は構造用合板が下地材として使用されるようになった。近年では、化粧張り構造用合板が出現し、仕上げ材としての使用も増えていく事が想定される。

第3章. 軸組構法の近代化

3.1. 伝統軸組構法と在来軸組構法

伝統軸組構法は全ての外力に対して貫で緊結された軸組によって耐える構造であるが、在来構法は水平力に対しては筋交いや合板を張った耐力壁などによって耐える。このような変化をもたらした部材である、筋交いや火打ち梁、布基礎などは明治期前半の洋風建築に確認されており、それらが濃尾地震（1891）年や庄野地震（1894）年を受けて、復興家屋の建設の際に軸組構法に組み込まれていった結果、現在の在来構法へと再編された¹⁴⁾。

3.2. 軸組構法の構造的制約の変化

軸組構法の耐震化は、災害復興の際の法規の変化によって大きく進んだが、1919年の市街地建築物法制定以降、地震災害の度に制度が見直され、耐震規定も変化していった。関東大震災の際に斜材である筋交いや火打ちが地震に対して有効であったことが分かった為、1924年の市街地建築物法において木造家屋に筋交いの設置が義務付けられ、1950年に制定された建築基準法において、すべての木造住宅への筋交いの設置が定められた。1981年の基準法大改正では、新耐震制度が導

入され、1995年の基準法改正により、耐力壁の配置に関する規定が定められ、現行に近い規制となった。

3.3. 住宅金融公庫による軸組構法指針

住宅金融公庫が1951年から1979年まで刊行した『木造住宅平面図集』¹⁵⁾を見ると、1966年には合板は天井部分に用いられ、1975年には軒裏に「耐水ベニヤ」として使用されていた。ここでは、軒の裏面に使用する場合の通気口の指示が部分的に見られる。1970年代後半は合板が住宅の外周部にも利用され始めた時期であり、合板が様々な部位へと普及し始めた時期と見る事が出来る。

住宅金融公庫が発行した『木造住宅工事仕様書』¹⁶⁾では、1975年に合板耐力壁と床張りの合板下地が記載され、1982年には壁倍率の制定に伴い仕様が変化し、2003年には、24mm以上の構造用合板を使用する事によって床根太を省略する構法¹⁷⁾が記載された。

3.4. 小結

軸組構法は、明治期に見られた洋風住宅に用いられた斜材が、地震災害を通して耐震化に有効であることが分かると、1924年の市街地建築物法改正から、土台に建物を固め、筋交いや火打ちによって面を構成し、部材間を金物によって緊結するなど、剛な構造へと変化していった。また、こういった変化が洋風住宅の普及に貢献し、石膏ボードや、プリント合板の登場もあり、壁の大壁化が進んでいった。1960年頃には天井等のかつて杉材が用いられた仕上げ面に合板は貼られるようになったが、主に仕上げ材としての利用にとどまった。75年に木造住宅工事仕様書に記載される事となり、下地材としての使用が広まった。

第4章. 各構法の構造用合板受容

4.1. 木質パネル構法の住宅

パネル構法は1940年代に開発が始まり、1942年には市浦健らによる「組立住宅」の試作品が完成した。しかしこの時点では、パネル製作が現場から工場に移っただけであり、プレハブ化が充分ではなかった。プレハブ住宅に参画する企業が現れるのは1960年代であり、合板メーカーでもある永大産業を中心に参画が進み、プレハブ業界を大きくけん引したが、1978年に経営悪化により、技術者の多くが三井ハウスへと移った。ミサワホームは、当初から木質系のパネル構法を開発し続けているが、ホームコアシリーズは、軸組構法を基本にしたプレハブ構法であり、現在の軸組構法に用いられる構法に近いものを見ることが出来る。

4.2. 枠組壁構法の導入

1970年頃、永大産業などの住宅メーカーは、アメリカのツーバイフォー構法を独自に輸入し、個別に大臣認定を取得し構法の開発を行っていた。永大産業は軸組構法を応用したツーバイフォー構法である「ED構法」を開発し、大臣認定を取得する等¹⁸⁾、枠組壁構法をいち早く取り入れた企業であった。1974年に枠組壁構法は建設省により、技術基準が告示¹⁹⁾され、一般化を果たした。床を先に組み上げて、そこを作業場にする「プラットフォーム構法」という考え方は、工期の短縮を可能にすることが期待されたが、釘を用いた構法は、日本になじみのないものであったので、導入から普及に時間がかかり、大量生産が求められていた70年代には生産量が伸びなかった。その構造指針はパネル構法の耐震制度が参考とされた²⁰⁾。枠組壁構法は、洋風住宅の要望が高まっていくにつれて、1990年代から順調に伸び始め、構造用合板も枠組壁構法の住宅の普及とともに生産量を上げていった。98年から2002年の上昇率が顕著に高いので、2000年前後は軸組構法への影響も大きくなったと推察出来る。

4.3. 軸組構法における構造用合板の初期導入

軸組構法の大壁化は70年代頃から徐々に進んでいったが、構造用合板が使用され始めたのは阪神淡路大震災後であった²¹⁾。震災の被害状況から、壁の耐震性を高めるのと同様に床の剛性を高めることが地震に対して有効であることが分かり、構造用合板はまず床の下地材として普及するのが先であった。24mm厚の構造用合板を用いて根太を省略する「根太レス構法」は2003年の標準工事仕様書に記載され、施工性と床の剛性を上げることに貢献した。

4.4. 小結

70年代は、住宅需要の拡大によって、各企業がプレハブ住宅や枠組壁構法の開発を進める事によって効率の良い構法を開発していき、様々な住宅商品を販売した。80年代は、企業は三井ホームの「コロニアル80」に代表されるような洋風住宅を積極的に販売していき、住宅の洋風化が進んだ。

第5章. 住宅作品に見る空間表現の変化

5.1. 調査概要

新建築社から発行されている住宅特集²²⁾を対象として、1960年から5年おきに1年分の掲載作品²³⁾を2015年まで調査した。総数は1317件であり、うち木造住宅は527件であった²⁴⁾。そのうち本研究では以下の条件を満たしたものを対象とする。

- 1) 戸建て住宅であること
- 2) 木造軸組構法であること（混構造は除く）
- 3) 下地材から仕上げ材まで確認できる矩計図の記載がある

以上の条件から99件の住宅作品を選定し、調査には矩計図を用いて主室²⁵⁾周辺の軸組表現の有無、外装材や仕上げ材、下地材の種類を調査した。また、各部位の寸法等（表2）を測定し、これらがどのように変化していったかを検証し分析した。

5.2. 下地材の変化

収集した住宅作品において、構造用合板は1985年に初めて登場し、屋根、外壁、床の下地に用いられた。1990年には使用が見られなかったが、再び1995年に使用が見られ、その後年々上昇し、また構造用合板が下地材として使用され始めた。1985年までの下地材には杉材が多かったが、これらが2000年には構造用合板に置換されている。

5.3. 構造用合板使用による変化

各部位の値を構造用合板の使用の有無に層別した結果を図1から図5にヒストグラムと散布図として示した。構造用合板を使用した事例では、そうではない事例に比して、多くの項目において値のばらつかない結果となった。図1、図2のイ群、ロ群にみられるように、構造用合板を使用した事例では、構造用合板を使用していない事例に比べて、屋根の小屋組みが省略されたことでの小屋空間が無くなった事や、壁厚が150mmから200mmに集中しており、また、天井高さが±200mmの範囲にまとまっており、天井懐を大きく設けない傾向がある。建物の外形に関しては、図4の二群に現れているように陸屋根となっている事例がより多い。これらの事から、構造用合板の使用により各部位の寸法の選択の幅が狭まっていると考えられる。同時に陸屋根や、板状の屋根などの表現が増加し小屋組みの省略が起きていることが写真などからも読み取れる。これらは構造用合板の使用によって実現しやすくなった表現であると言える。

5.4. 空間表現の変化

先述のとおり、構造用合板を使用した事例では、2階建て以上の住宅において、一階主室天井に梁を現しとする表現が多くみられるが、このような表現が増加したことは、厚物構造用合板を使用する事で根太を省略できるようになったことが要因であると考えられる。1995年以降、構造はなるべく隠し、プラスターボードによって空間を抽象的に表現するとともに、壁や屋根、床等を薄く、白く見せるといった住宅作品が増加しているが、こうした潮流も構造用合板の普及と関連している可能性がある。

5.5. 小結

構造用合板を用いることで、小屋組みが省略され、板状の屋根の増加や、根太の省略によって梁の現しが見られるようになるなど、新しい表現が試みられるようになったのと同時に、

各部位の寸法の選択の幅は狭くなった。構造用合板の普及によって多くの部位に影響があったと見ることが出来る。

第6章 結論

本研究で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 構造用合板は、当初パネル構法や、枠組壁構法に用いられ、それらに用いられた構法はその後、阪神淡路大震災を契機に、施工性や耐震性が評価された結果、1995年以降に軸組構法において導入され、一般化が進んだ。
- 2) 住宅金融公庫の標準仕様書においては1975年に合板の下地での使用が始まり、合板は仕上げ材から、下地材へと移行した。根太レス工法や、仕上げを兼ねた化粧用構造用合板などにより、構法の省略が進んだことで、構造用合板は仕上げ材としても使用される事となった。
- 3) 住宅作品において、構造用合板の使用が要因の一つとなって、各寸法の選択の幅が狭くなっているのと同時に、梁を現しとする表現や、屋根表現の変化が起きている。

¹⁾ 住宅着工統計より

²⁾ 内田祥哉, “1970年代の工業住宅,” 建築文化, 第 巻414, 第 36, pp. 46-47, 1981年4月より

³⁾ 内田祥哉, 建築構法 第五版, 市ヶ谷出版社, 2007より

⁴⁾ 真鍋恒博に“現代の建築部品・構法の変遷に関する調査研究”の一連の研究より

⁵⁾ 権藤 智之, “標準仕様との一致度に着目した木造軸組構法の変遷過程分析,” 日本建築学会関東支部研究報告集 80(II), 477-480, 2010. など

⁶⁾ 大井翔太, 折口皓祐, 真鍋恒博, 池尻隆史, “我が国における石膏ボード・合板の変遷 -我が国における内装下地材料・構法の変遷・その2-,” 学術講演梗概集, E-1, 建築計画I, 各種建物・地域施設, 設計方法, 構法計画, 人間工学, 計画基礎 2010, 1149-1150, , 2010.

⁷⁾ 合板百年史編集委員会, 合板百年史, 日本合板工業組合連合会, 2008.

⁸⁾ 同上

⁹⁾ 永大産業株式会社, 躍進 永大産業株式会社二十五周年史, 大阪市: 永大産業株式会社, 1971年11月より

¹⁰⁾ 永大産業が合板メーカー9社に対してプリント合板の生産技術の特許侵害を訴えた問題。財界展望新社, “特許騒動で大揺れのプリント合板業界,” 財界展望, 第 巻9, 第 105, pp. 35-39, 1965年9月より

¹¹⁾ 古田直之, 戸田正彦, 植松武是, “住宅の床下地材として長期間しよされた合板の釘接合性能,” 2012年.

¹²⁾ 農林水産省, 合板統計より

¹³⁾ プリント合板の成功のために、大工に品質を認められるために、工場の見学等の企画を、企業が積極的に行った事が挙げられる。

¹⁴⁾ 源愛日見, 木造軸組構法の近代化, 中央公論美術出版, 2009.より

¹⁵⁾ 住宅金融普及協会編, メートル法による住宅平面図集, 新建築社, 1966年4月, 住宅金融普及協会編, 住宅平面図集改訂版, 新建築社, 1975年4月.

¹⁶⁾ 住宅金融支援機構, 木造住宅工事仕様書, 井上書院,

¹⁷⁾ 「根太レス構法」「剛床構法」などと呼ばれ、特定の仕様によって火打ち梁の省略をすることもできる。

¹⁸⁾ 前掲書 永大産業株式会社二十五周年史,より

¹⁹⁾ 国土交通省告示第1019号制定(1974年より)

²⁰⁾ 杉山英男, “木造枠組壁構法の導入に当って,” 木材工業, 第 巻Vol28, 第 1, pp. 6-9, 1973年1月より

²¹⁾ 前掲書, 合板統計より

²²⁾ 新建築社から発行している『住宅特集』は1985年に季刊誌, 1986年より月刊誌となった為、1985年以前は新建築社の新建築から作品選定を行った。

²³⁾ 本研究で扱う住宅作品は、二世帯住宅や、集合住宅と表記されたものは除いた。

²⁴⁾ 本研究では、混構造を除いて分類した。

²⁵⁾ 本研究で扱う「主室」は、住居の居室のうち、図面上で「居間」、「食事室」、「台所」もしくはそれに準ずる表記が図面上で記載され、居住者が共同で使用されることが想定される室と定義する。

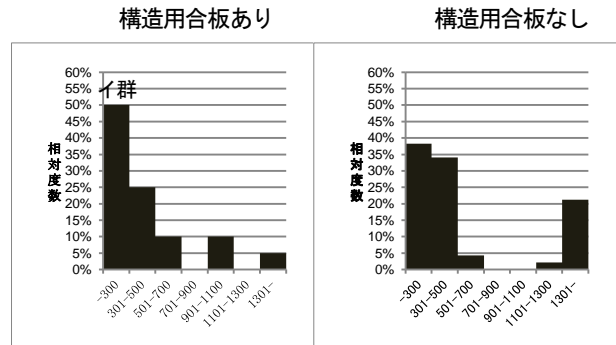


図4 屋根厚みに関するヒストグラム

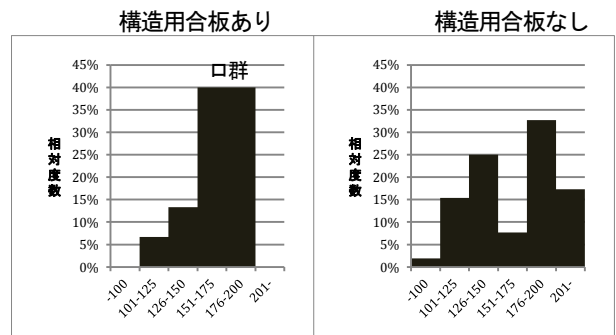


図4 外壁厚みに関するヒストグラム

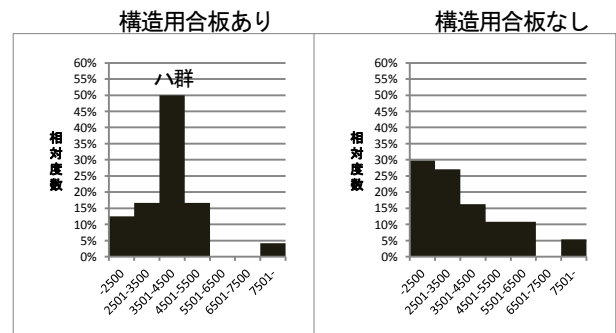


図4 天井高さに関するヒストグラム

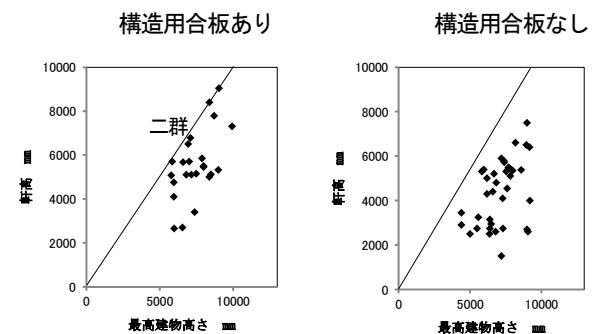


図4 建物高さに関する散布図