

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560741

研究課題名(和文) 建築内外装下地材料・構法に関する研究

研究課題名(英文) A study on interior and exterior backing construction systems

研究代表者

真鍋 恒博 (MANABE, Tsunehiro)

東京理科大学・工学部・教授

研究者番号：10084378

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、建築の内外装下地材料および構法を対象とし、主としてわが国の近代から現代に至るまでの変遷を明らかにした。各種出版物、社史、カタログ等の文献調査、および関係者へのヒアリング調査により、各時代に発売された主な建築内外装下地材料・製品に関する情報を収集した。これらの資料を様々な視点、例えば製品の特徴、発売時期、各時代に製品に求められる性能、社会的背景、および各項目の時代的变化、などから分析し、変遷の全体像を把握した。また、これまでに蓄積された多量の関連資料を再整理したが、これは構法変遷史に関する後継研究に有用なものとなるであろう。

研究成果の概要(英文)：In this research we investigated about the interior and exterior backing construction systems in buildings, and mainly clarified the history of them in modern and present eras in Japan. According to the investigation about documents such as publications, catalogues, corporation histories and interviews with concerning persons, we collected various information about various products and materials. We classified and analyzed these data from many points of view such as characteristics of them, periods of sales, required performances, social backgrounds and transition of these items, and we summarized about these items. We also rearranged many information and knowledge accumulated in past researches. That will be valid and effective for the following researches about the history of building constructions.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 都市計画・建築計画

キーワード：変遷史 開発 構法 下地材料 内外装 防音

1. 研究開始当初の背景

建築に用いられる材料・部品、及び構法は、開発当初から様々な理由で変化しており、それに伴い、材料・部品を受け入れる側の構法も変化してきている。

しかし特殊な開発例や著名な建物に採用された例は別として、一般に普及した材料・部品や構法については、それぞれの時代の主流であったにもかかわらず、その変化の過程や特徴はほとんど記録されていない。

一方、変遷の手がかりとなる資料は、時を経て、散逸・消失する恐れがあり、各時代で開発に携わってきた開発者も、高齢のため業界から次々に引退しつつある。変遷を記録に留めておくためには、今の内に調査を行っておくことが急務である。

2. 研究の目的

内装下地材料は、構造種により下地の組み合わせは様々である。また、天井・壁・床の全ての部位において、施工性・コスト・性能等の観点から、製品化されていることが多い。ここでは、本研究の対象である内装下地材料の層構成を躯体層・下地層・仕上げ層3種類に分類し、下地層は、さらに下地材・接合材・機能付加材に分類した。

本研究では対象を「内装下地材料・構法」とし、近代以降、現代に至るまでの我が国における「内装下地材料・構法」の変遷を明らかにする。各時代に発売された主な建築内装下地材の発売時期と製品の把握し、各時代に求められる性能や、発売にいたる社会的背景等を把握する。

また、関連してこれまでに蓄積された関連資料を、今後とも研究に役立て得る形に再整理し、後継研究に有用な形に整理しておくことも目的とする。

3. 研究の方法

内装下地材料・構法に関する社史・業界史、

過去のカタログ、社内資料、各種雑誌、書籍等の文献調査と、関連企業や団体へのヒアリング調査によって、各種内装下地材料の変遷に関する記述を収集する。

また、企業等で製品開発に携わった人や、施工に従事してきた人など、各材料・構法の変遷に携わった人を対象に、アンケートやヒアリングによって、変遷に関する情報を収集する。

4. 研究成果

主として床・壁に関して、近代から現代に至る構法・材料の変遷を調査・把握した。

(1) 鋼製下地の変遷

天井・壁用鋼製下地

1926(大正15)年に国内初の湿式天井用の軽量鉄骨下地である『日進式天井下地』が開発された。湿式仕上げであったため、下地の軽量鉄骨は現在のものより厚かった。その後天井には湿式仕上げの時代が続いたが、1955(昭和30)年にボードを軽量鉄骨下地にリング釘(らせん釘)で取り付ける乾式天井用の軽量鉄骨下地『NSS型天井下地』が発売された。この時期の間仕切壁の軽量鉄骨下地は天井ほどの採用には至らず、各現場で個別の構法が用いられていたため、開発は天井よりかなり遅れた。これには、当時、ランナーにスタッドを建て込むだけの工法への不安が背景にあった模様である。1961(昭和36)年頃には建物の高層化に伴う不燃化・軽量化の要求により、湿式の天井は姿を消し、乾式が主流となった。昭和40年代の高度成長時代には、軽量鉄骨下地も大量に採用された。1979(昭和54)年にJIS A 6517「建築用鋼製下地材(壁・天井)」が制定されると、鋼製下地はJIS品と規格外品の二本立てとなった。近年、集合住宅では戸境壁にも乾式構法が使われるようになり、スタッドと石膏ボードの接合面の片側に隙間を設ける構法など、遮音

性能を改善した構法が多く用いられている。

床用鋼製下地

鋼製床下地材は 1970 (昭和 45) 年頃に開発され、体育館等の床下地材として工業製品化された。全国で建設される体育館の 85～90%を占めるに至った。メーカーは形状・品質・性能等は一定ではなかったため、1985(昭和 60)年に JIS A 6519「体育館用鋼製床下地材」が制定された。

(2) RC 造集合住宅の内装用下地材の変遷

天井下地の変遷

我が国における集合住宅の建設は 1955(昭和 30)年の日本住宅公団の設立により本格化した。当初は公団も民間企業も、内装下地には天井・壁・床全てに木製下地を使っていた。

天井には 1972 (昭和 47) 年頃までは、おおむね木製下地が使われていたが、1973 (昭和 48) 年頃からは鋼製下地へと移行している。現在、基本的には鋼製下地が使われているが、天井の懐が狭い場合などには木製下地が使われている。また、公共住宅においては、現在でも木製下地や直天井仕上げが使われている。

壁下地の変遷

民間企業による集合住宅においては、住戸内間仕切には、天井と同じ頃から鋼製下地が使われ始めたが、コンクリート壁の仕上げ部分には木製下地が使われていた。外周壁には、1969 (昭和 44) 年に登場した GL 構法も使われるようになったが、ボード表面のカビ発生や遮音性の問題により、現在はあまり使われない傾向にある。また 1978 (昭和 53) 年に開発された角スタッド使ったふかし壁構法などが登場し、民間企業では戸境壁の躯体際にも鋼製下地が使われるようになった。

近年、民間企業の集合住宅では戸境壁にも乾式構法が用いられる傾向にあり、鋼製下地

は間仕切壁全般で広く採用されている。しかし、窓の額縁周りなど納まりの調整が難しい部分には、現在でも木製下地が使われている

一方、公共住宅は民間企業とは違って、住戸内間仕切には現在でも木製下地が使われている。戸境壁については、初期はプラスター仕上げだったが、1975 (昭和 50) 年頃から壁装材直仕上げとなっている。外周壁についても初期にはプラスター仕上げであったが、結露の問題などの理由から、木製下地の間に断熱材を組み込んだ構法や、石膏ボード等に押出発泡ポリスチレンフォームを裏打ちした構法が登場した。

床下地の変遷

床においても初期には在来木軸構法の木製下地が使われていたが、遮音性の問題があった。昭和 50 年代初めに遮音性が優れた乾式遮音二重床が公団住宅で採用され、その後は民間企業でも使われるようになった。現在では、民間企業では基本的に乾式遮音二重床が使われているが、人が乗らず遮音性が要求されない部分や、狭くて二重床が設置できない部分には、在来木軸工法が用いられる場合もある。また、1966 (昭和 41) 年頃に登場した発泡プラスチック床下地は、現在も公共住宅では使われているが、民間企業では殆ど使われていない。

(3) 下地材としての石膏ボードの変遷

我が国初の石膏ボード

1895 (明治 28) 年に米国で初めて開発された石膏ボードは、明治時代に輸入されていたが、我が国で初めて製造・販売が開始されたのは 1921 (大正 10) 年である。当初は、旧帝国ホテル、東京丸ビル、旧東京都庁舎等の著名な建築を中心に、壁や天井の下地材として使われていた。

耐火性能への着目

1949(昭和24)年の戸山ハイツの火災事故で、石膏ボードを戸境壁に用いた2戸建て住宅が類焼を免れたことを契機に、石膏ボードの耐火性能が認識されるようになった。1959(昭和34)年には、建築基準法の改正により、建築物の内装制限が規定され、石膏ボードが法定準不燃材料に指定された。1981(昭和56)年には、石膏ボード関連製品のJIS規格に、「無機繊維強化石膏ボード(JISA6913)」が追加された。

石膏ラスボード

1950(昭和35)年頃、石膏ボードに孔(貫通型)を明けて左官材との接着強度を高めた石膏ラスボードが開発された。孔をあける技術が手動式から機械式へと変わったことに伴い、1955(昭和30)年以降、石膏ラスボードは全盛期を迎え、1960(昭和35)年には「石膏ラスボード(JISA6906)」が制定された。しかし、1976(昭和56)年頃からは、ラスボードの使用は減少傾向を辿った。

石膏ボード張り構法の変遷

1969(昭和44)年に、施工性の向上を目的としたGL構法が、吉野石膏によって開発された。ただし現在では、乾燥期間が不十分な場合にボード表面にカビが発生する問題や、遮音性の問題があるため、GL構法の採用は減少傾向にある。

昭和60年代には耐火間仕切り壁の構法の開発が積極的に行われるようになった。石膏にガラス繊維などを加えた強化石膏ボードを用いた構法の耐火構造について、大臣認定を取得したことを契機に、強化石膏ボードの出荷量が上昇した。平成初期には超高層集合住宅が増え始め、石膏ボードを用いた乾式耐火遮音構法が軽量化に最適と考えられていた。乾式耐火遮音構法は、1995(平成7)年に消防法で戸境壁として認められた結果、施工量が飛躍的に拡大した。現在では、遮音性

能の向上を目的として、スタッドと石膏ボードの接合面の隙間や、複数層のボードの場合に材質や厚みを変えて共振を防ぐ構法が採用されている。

(4) 下地材としての合板の変遷

我が国初の合板

1894(明治27)年、米国から日本に合板が初めて紹介されたが、我が国で合板の生産が始まったのは、1907(明治40)年に合板製造機が開発されてからである。当初は家具としての利用が多かったが、1920(大正9)年頃には建築用にも使われるようになった。

針葉樹合板への転換

昭和60年代には熱帯雨林の減少が世界的な問題となり、我が国でも1991~1992(平成3~4)年に、東京都・大阪市等で熱帯材合板利用削減の方針が打ち出された。これに対応して、合板工業組合連合会は、再生可能な針葉樹への転換を決定した。2002(平成14)年には、合板用原木の多くを針葉樹が占めるようになった。

構造用合板

昭和40年代には厚手の合板の使用が進んだが、1972(昭和47)年、木造住宅の軸組合板張り構造が住宅金融公庫の融資対象となった事や、1974(昭和49)年、建設省によって枠組壁構法の技術基準が定められた事から、構造用合板の用途が確立し、2×4住宅や一部の在来軸組構法住宅で用いられるようになったが、本格的な普及には至らなかった。しかし、阪神・淡路大震災を契機に、木造軸組構法の壁耐力が重視され、近年の構造用合板の普及の要因である。

(5) 吸音・遮音構法・材料について

多孔質吸音材料の変遷

吸音材料という概念が確立されたのは

1900(明治33)年頃だが、その頃は獣毛フェルトなどの有機多孔質吸音材料が主流であった。1900～40年代にかけては、この有機多孔質吸音材料が吸音材料の主流であったが、二次加工が必要であり、耐腐食性・防火性などに難点があった。そのため、1940～50年代にかけて、主流はロックウール等の無機質繊維に移行した。我が国において、ロックウールはもともと逓信省が石綿の代用品として電気絶縁用に独自の研究を進め、1946(昭和21)年頃からは、進駐軍のカマボコ兵舎の保温・断熱材料用など、建築用断熱材料として用いられるようになった。東宝砧撮影所第一スタジオでは、畳やテックスが使われていたが、1948(昭和23)年の火災を契機に、燃えない吸音材料としてロックウールが吸音材料として定着した。

多孔質板状吸音材料の変遷

1929(昭和4)年、米国のインシュレーションボードの製法を参考に、最初の「吸音テックス」が作られた。これは当初から吸音材料として開発された最初の製品である。しかし、我が国で生産されていた「吸音テックス」には吸音性能の低いものが多く、吸音性能を改善した「インシュレーション吸音板」が1950年代終わり頃に登場した。また1960年代、内装の防火規定強化に伴い、ロックウール吸音板の需要が急速に増加した。

乾式遮音壁の変遷

1970(昭和45)年当時は、建物の高層化に伴う軽量化が重視されており、この年の6月に建築基準法で戸境壁の遮音構造が規定された。建築基準法施行令第22条の2による技術基準(同年、政令333号)では、界壁の持つべき遮音性能を満たす壁の構造が11種例示された。この例示断面以外にも、要求値を満たすものであれば「個別指定断面」として使用可能であり、さまざまな構法が開発さ

れたが、石膏ボード等の間に多孔質吸音材料をはさみ込んだ中空二重壁構法のものが殆どであった。しかし石膏ボードを用いた間仕切壁は耐衝撃性が低く、また人為的な穴あけが可能など、防犯性に問題があった。1997(平成8)年1月時点には、個別指定断面は280種を超え、2000(平成11)年では349件に達した。耐衝撃・防犯性のためには、繊維混入硬質石膏板や強化石膏ボードなど、表面硬度に優れたボードが用いられた。

(6)まとめ

建築下地構法で顕著に見られる変化は、構法の乾式化と、これに伴う左官下地の使用割合の減少である。乾式構法では、施工性・耐火性・遮音性等の要求が高まり、様々な構法が開発されてきた。1959(S34)年に建築基準法改正によって内装制限が規定された後、石膏ボードは厚手の製品が用いられ、耐火・防火構造用として強化石膏ボードが開発された。一方、合板製品には難燃合板のJASが制定された。しかし同時期における合板・石膏ボードの生産量は共に増加傾向にある。これは、合板・石膏ボードともに法改正に対応した新製品が発売された事が要因であると推測される。

RC造集合住宅の内装には、公共住宅では慣習的に木製下地が使われ続けているが、民間企業の集合住宅では製品化された鋼製下地や二重床へと移行している。しかし小規模工事の場合は、コスト削減・作業効率向上を図るために木製下地が使われるほか、既製品では納まらない部分にも現場加工の自由度が高い木製下地が使われる。

RC造集合住宅の登場や建築の高層化など、建築の構法が大きく変わる際には、その構法に適した防音材料・構法が求められてきた。また防音材料構法は、単に防音機能だけではなく、不燃性・施工性など、他の機能をも満たさなければならず、それが防音材料・構法

の課題となって開発が続けられてきた。こうした変遷の過程の全容を明らかにすることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計1件）

金子ちほり・真鍋恒博、主として空気伝搬音の反射の抑制に用いられる材料・構法の我が国における変遷-我が国における建築用防音構法の変遷 その1-、日本建築学会計画系論文集、査読有、692号、2011、PP.2101~2108

〔学会発表〕（計3件）

真鍋恒博・金子ちほり、制御原理から見た空気伝播音の透過の抑制に用いられる材料・構法の我が国における変遷-我が国における建築用防音構法の変遷-、2014年度日本建築学会大会（近畿）学術講演会、2014.9（発表予定）、神戸大学

真鍋恒博・金子ちほり、我が国における建築用防音構法の変遷-1- 固体伝播音に対応する構法-、2012年度日本建築学会大会（東海）学術講演会、2012.9、名古屋大学

金子ちほり・真鍋恒博、我が国における建築用防音構法の変遷-2- 空気伝播音に対応する構法-、2012年度日本建築学会大会（東海）学術講演会、2012.9、名古屋大学

〔図書〕（計1件）

真鍋恒博、彰国社、「建築ディテール 基本のき」、2012、259

6. 研究組織

(1)研究代表者

真鍋 恒博 (MANABE, Tsunehiro)
東京理科大学・工学部・教授
研究者番号：10084378

(2)研究分担者

熊谷 亮平 (KUMAGAI, Ryohei)
東京理科大学・工学部・講師
研究者番号：20548391

濱 定史 (HAMA, Sadashi)
東京理科大学・工学部・助教
研究者番号：40632477