

建築防災

2025.10

〈目次〉

- ◆防災随想
◇従業員エンゲージメント向上と防災への取り組み
窪田豊信 1
- ◆特集 地震被害による防耐火性能への影響
◇人の暮らしを守るモルタル外壁
梅田泰成 2
- ◇能登半島地震により損傷を受けたモルタル外壁の防耐火性能への影響
水上点晴 7
- ◇大地震後の木造外壁の防火性能
—研究と対策の経過と課題—
長谷見雄二 15
- ◆災害報告
◇大規模地震の住宅被害状況～調査の取組～
—令和6年能登半島地震における枠組壁工法住宅の被害調査報告—
近藤浩一 24
- ◆連載 歴史的な建物のまもり方・いかし方②⑦
◇歴史的な建物の修理の実務
得体の知らない非木造(RC造・S造)の修理—文化財修理で試行錯誤—
小林裕幸 27
- ◇歴史的な建物の構造安全性を確保する改修(補強)の実務
歴史的煉瓦造建造物の修理・補強—価値の保全のために検討したこと—
長谷川直司 33
- ◆連載 建築基準法の木造に関する防火法令の変遷と建築事例
◇第3回 実践1～準耐火建築物・準延焼防止建築物でつくる～
安井 昇 41
- ◆不定期連載 歴史と防災 その7
◇歴史地震と火災 1847年善光寺地震
加納靖之 46
- ◆協会ニュース
◇建築物定期調査・点検技術の技術評価制度に基づく評価技術の紹介
ウォールサーベイロボ及びウォールサーベイロッドによる外壁タイル調査・点検技術—外壁打診デバイス群を活用した外壁調査技術 ウォールサーベイシステム—
野中 潔 48
- ◆行政ニュース
◇避雷設備の構造基準の改正について—平成12年建設省告示第1425号の改正—
国土交通省 住宅局 参事官(建築企画担当)付 52

特集 地震被害による防耐火性能への影響



一般財団法人 **日本建築防災協会**
The Japan Building Disaster Prevention Association

人の暮らしを守るモルタル外壁

うめ だ やす なり
梅 田 泰 成

日本住宅モルタル外壁協議会 理事 企画委員会委員長

1. 外壁

住居の外壁は、外的要因から人の暮らしを守ってきた。外的要因が加わり変化することで、人の暮らしを守るための機能や性能も変化を遂げた。勿論それだけで幾多の構造的変遷を経てきた訳ではないだろう。その変遷について歴史についてさして詳しくもない私が語るのは、知的に優る読者の皆様に申し訳ないので遠慮したいが、共感を得たいので少しだけ記述する。

日本を振り返り見ると、明らかに住居として建築物を成しているのは縄文時代の竪穴式住居だろう。大地の熱を暮らしに活かし、火を食にも暖にも換気にも活かし、屋根壁一体の外郭が人の暮らしを外部環境から守っている。縄文文化（縄文文明）は武器を持たない時代であり、人々は相互互助の暮らしをしていたこと、高度な加工技術があったことなどが知られている。しかも茅の屋根外壁で外敵から暮らしを守ることができたという事実。そのような時代を少しうらやましくも思う。今から1万6千5百年前～2千4百年ぐらい前のことである。外壁に焦点を当てると、茅製で足りた竪穴式は、板壁の高床式や土壁の平地式など、様々な背景や効果を満たすよう弥生時代を経て現在に至るまで変化してきた。その中にあって外壁に古から変わらず求められている最たる機能は、雨風を凌ぐことだろう。

2. 暑い

今年の夏は暑い。昨年暑かったが今年はそれ以上に暑い。そう感じる方は少なくないだろう。ビルの陰に居ても暑い、蟬は鳴かず蚊は刺さず、木々は赤枯れ、蛇口を開けると温かい水が出る。異常な暑さだ。本巻が出版される頃はその暑さを忘れる頃かもしれないが、大切なことだから思い出して欲しい。そもそも「暑い」とは何か。私たちが暑いと感じるのは、身体からの放熱が足りて

いないということだ。通常であれば人は産熱を対流と放射と蒸発によって放熱している。その収支バランスがとれていれば快適である。暑いということは、放熱を妨げるものがあるか、産熱以外の供給される熱がある、と考えるのが素直だ。蛇口の水が温かいのは何故かと考えてみたことはあるだろうか。気体が持てる熱量と、液体が持てる熱量、どちらが大きいかは言うまでも無い。体温より気温が高いことも起きるようになったが、四六時中では無い。スチームサウナの温度が 38℃ だったらみなさんどうだろうか。暑く感じるか、寒く感じるか。昨今は 27℃ の気温予想でも暑くなりますと報じられる。エアコンの経済的な設定温度 27℃ で私は十分に涼しく感じるのだが。私らが若い頃は扇風機や団扇で暑さをしのぎ、夕暮れは打ち水して夕涼みしてスイカでも食べれば涼を得た。昼間に日射病になるリスクはあったから、帽子をかぶったり時々日陰に移動したりもした。熱中症は無かった。熱中症は日陰でも建物の中でも起きる。何がその頃と大きく変わったか。熱源は何か。そうしたことに興味を持ち調べ考えることが、人の暮らしを守ることにつながる、と私は日頃そう考えている。

3. モルタル外壁の変遷

外壁は安全な居住空間を確保するもの。繰り返

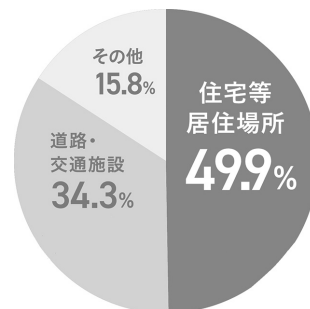


図1 65歳以上の熱中症による救急搬送時の居場所
東京消防庁「発生場所別の熱中症による救急搬
送人員 65歳以上」(2021年6月～9月)より

しになるが、縄文時代が茅で足りたのは外的要因が茅で防げるものだったからだろう。やがて異民族や外来者が訪れ、戦乱が起きるようになれば堅牢な壁が必要になった。また生活の場で火を容易に扱えるようになると火事リスクが生まれ土など燃えない素材が着目されることになっただろう。そうした意図を繰り返し練り込みながら外壁の仕様は変化を遂げ、現在に至ってきた。モルタル外壁は、明治の頃にポルトランドセメントを使用したモルタルが燃えない建築材料として注目されるようになり、また海外製材料によるリシンという意匠が流行った影響もあり、大正から昭和初期にかけて都市の不燃化奨励と共に、徐々に住居の外壁材料として普及を遂げた。つまり防災面では防火機能が際立っていた。現代の住居に対しては現代らしい外的要因がある。これからのモルタル外壁は現代の厳しい外的要因から住居内に暮らす人を守るように設計すべきだろう。なお余談だが、モルタル外壁とは、ラスをモルタル塗り付けの下地とするラスモルタル外壁の略称と言ってよいほど、ほとんどがラスモルタル外壁のことを指している。

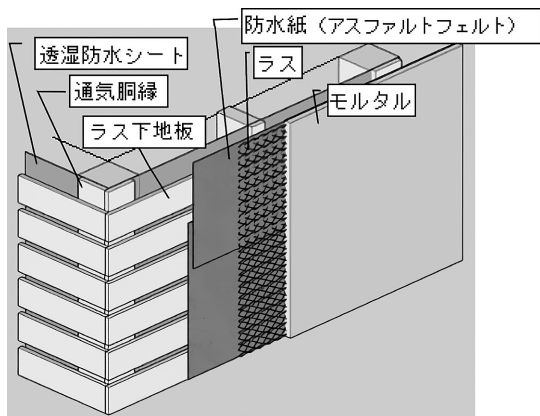


図2 木造ラスモルタル外壁 標準仕様の例
「木質系下地通気構法（二層通気構法）」

4. 熱

そもそも熱はどのように伝わるのか。理系であろう読者の方には釈迦に説法だが、大別すると対流（伝達）、伝導、放射に因る。モルタル外壁は不燃材料であり自身が燃えることは無いが、火災の影響は受ける。隣棟と余程近くなければ最たる影響は放射である。放射とは何か。例えば太陽が放つ熱は、遠く離れたところから真空中も大気中も通過して私たちに届く。放射による熱とは電磁波

のことである。分子は熱せられると動きやすくなり、高温になると熱運動により振動を生じる。分子の中には原子核や電子があり、電子の振動は磁界を生じ、磁界は電界を生じ、エネルギーは電磁波として放出される。電磁波は磁界と電界を交互に発生しながら広がり進み私たちに届く。熱を電磁波というと急にイメージしにくくなる方も少なからず居ると思うが、光も電波も波長（周波数）が異なり呼び名が変わるだけで、すべて電磁波であることをあらためて知見としていただきたい。電磁波を呼称で呼べばみなさん馴染みがあると思う。波長が短い順から大雑把に列記すると、ガンマ線、エックス線、紫外線、可視光線、赤外線、電波、である。この中の赤外線が一般的に言うところの熱、暖かさである。なお非常に詳しい方は、光は波と粒子の二重性を有すると突っ込みたくなるかもしれないが、光量子説はモデルであってそのものでは無いので本稿は平易に電磁波と言う。

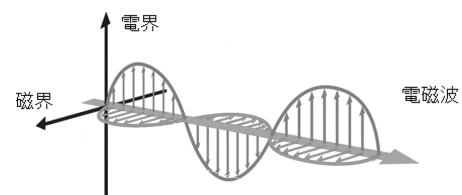


図3 放射

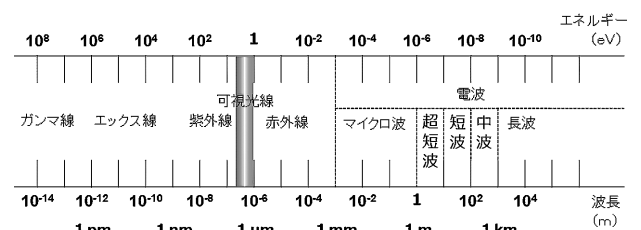


図4 波長による呼称

5. 防火

火災とは、可燃物が燃えることで起きる災害。可燃物が「燃える」というのはどういうことか。単純に言えば加熱により結合が切れた元素が気中などの酸素と結合する際に熱エネルギーを放出する現象である。冷却により加熱を止めたり、何らかで酸素との結合を阻害したりすれば燃えなくなる。ラスモルタル外壁は、表面の仕上げ材などに可燃物を含むこともあるが、主たる構成材料は金属製のラスと、普通モルタルはもちろんのこと日本建築仕上材工業会が定める既調合軽量モルタルも不燃材料である。またモルタルはラスに絡む

よう塗りつけるためラスが貫通ひび割れを抑制し火の侵入を阻害。ラスを固定しているステープルはモルタルに覆われ且つ一定以上の長さを有することでモルタルの剥落を抑止し火を遮る。そのようにしてモルタル外壁は防火性能を担保する。また防耐火性能に関する告示仕様はモルタルの塗り厚を 20 ミリとしているが、個別に取得された認定書を見ると塗り厚 15 ミリや 12 ミリで防火構造や準耐火構造の性能を取得しているものが多い。そもそもモルタル外壁の普及は、石張りを模倣した意匠性もあったが、先述の通り都市の不燃化として普及を遂げた。「火事と喧嘩は江戸の華」と揶揄されるほど火災に見舞われる時代もあったようだが、土蔵のような手間暇のかかる工法ではなく、簡便な工程で防火性能を確保するモルタル外壁は材料費が高価だったとはいえ当時は躍進的な防火構造だったに違いない。

6. 体感温度

気温だけが人の体感温度を決めているわけではない。そのことはみなさん周知のことと思う。もちろん湿度も影響するが、放射の影響は非常に大きい。2.暑い で記述した通り、人の放熱を妨げることになるからだ。交通量の少ないトンネルに入ればひんやりするし、バーベキューコンロの前に居ると暑い。気温は変わらなくても受ける放射熱が異なるから体は違いを感じる。放射を受けることは、体からの放射を相殺するだけでなく、体に熱を発生させることもある。この現象は細胞レベルよりもさらに小さな話であるが、とても重要な話だ。細胞分子内の電子が放射＝電磁波を受けて振動することで熱を発生する現象。いわゆる電子レンジと同じような原理である。人は生理反応により体温を維持しているが、恒温適応域を超えると生命維持が危うい状況になる。熱中症を甘く見てはいけない理由がそこにある。

7. 強風による飛来物

住居に離れたところから飛んでくるものは熱だけではない。強風によって飛ばされたものが住居の外壁や屋根を貫く事故はニュースでもしばしば取り上げられる。強風災害は主に台風や竜巻に伴うが、決して希な事象ではなく例年各地で生じている。むしろ地震や火災よりも遭遇リスクは高いだろう。そしてその被害は、飛来物によるものが多いとされる。その飛来物への対策として、

日本では 2014 年に文部科学省が校舎の窓ガラスに飛散防止対策を施すための支援制度を行った。また 2018 年には経済産業省が ASTM や ISO を参考に JIS R 3109「建築用ガラスの暴風時における飛来物衝突試験方法」を制定した。海外では数 10 年前から飛来物に対する外壁防護レベルの基準があり、米国の場合はハリケーン襲来エリアをリスクに応じて区分して、外装材の飛来物耐衝撃性能は、ASCE 7-05「外装材の性能評価基準」により、試験方法は ASTM E1886-04、標準仕様は ASTM E1996-04 を満たすよう定めている。例えば、特定エリアの住宅外装材は C ランク以上、避難施設の外装材は D ランク以上、といった具合である。日本にはこのような基準や指針がまだ無い。外装材に関する試験方法さえ十分とは言えない。日本では庭木や建物形状を工夫して強風対策を行ってきた歴史的背景があるからかもしれないが、昨今の庭も無く軒も無く、高さがある住居は、外装材の性能を定めるべきではないだろうか。ラスモルタル外壁は、仕様により異なるものの、建築学会指針に準拠した仕様であれば、海外の評価方法を準用しても台風襲来エリアに建築可能な耐衝撃性能があることを大学や民間企業が自主的に確認している。

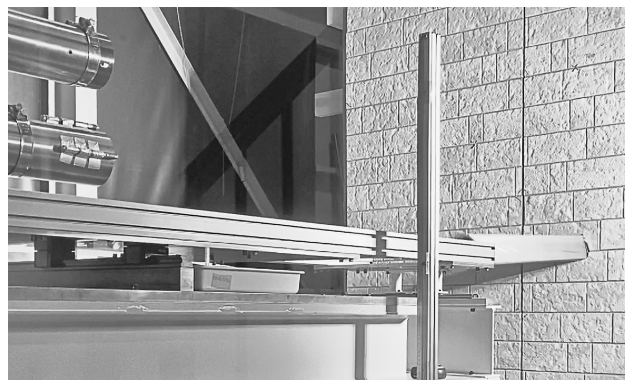


図 5 海外の評価方法を準用した衝突試験実施例

8. 電磁波

電磁波は電子の振動で発生するが、体感温度の項でその逆の作用、電子が電磁波を受けて振動することで熱を発生する現象に触れた。電磁波は、電界がプラスマイナスに、磁界が SN に変化を繰り返すものであり、その繰り返し回数は周波数に比例する。電磁波が分子内の電子を揺り動かす回数が多いほど、力が激しい程、発生する熱は概ね大きくなる。概ねとするのは、周波数（波長）によっ

て被射体との相性があるからで、これは国際的な研究内容に属するため深くは触れない。本稿で肝心なことは、電磁波が人の体感温度を上げることもできる、ということである。電子レンジは2.4GHzの電磁波を出す装置であるが、2.4GHzとは1秒間に2400000000回、電子を揺り動かすことで摩擦熱の発生を促すことになる。周波数が高いほど＝波長が短いほど、電子を揺り動かす回数は増える。もちろん揺り動かす力＝電磁波の強さは大きく影響するが、揺り動かす力が小さいからと言って見過ごすことはできない。現代社会は非常に多くの電磁波が飛び交っているからだ。機器1台あたりの電磁波は規制されているが、複数台や他の異なる用途のものが合わさることは全く無視している。これら機器や天空から放たれる電磁波は、周波数によって体のどこに影響するか異なるが、一例として赤外線近傍は皮膚など体表を熱し、数GHz～数10GHzは体内に達する。条件によっては衣服が熱くなることもあるだろう。身体で熱に＝電磁波に最も鋭敏なところは体温調整機能を司る脳下垂体の部分だろう。これら電磁波を遮蔽する技術は限定的だがある。例えば電子レンジ内の電磁波が外部に漏れ出ないのもその技術の一つだ。ただし住居に適用するにはややハードルが高く、特にどの帯域の電磁波を遮蔽すると効果的か知る必要もある。まずは実態計測を多くの方が取り組むようになれば、夏の暑さ減少や冬の極寒減少に働くかもしれない。

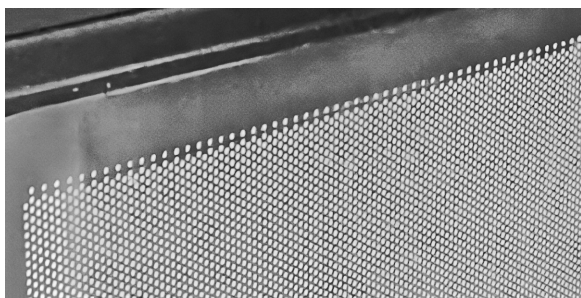


図6 電子レンジの扉をよく見ると

9. 耐震

震災が起きる度に研究機関や大学等により現地調査が行われ、健全なラスモルタル外壁は耐震性に寄与していることが報じられている。一方で剥落したラスモルタル外壁は、日本建築学会指針の標準仕様に満たない耐久性の低い材料や木部の腐朽などが原因として見えている。適切に造られ

たラスモルタル外壁が面内剪断耐力を有していることは各所の実験等で明らかになっている。日本建築防災協会のマニュアルで耐震診断時の耐力要素として扱われているので馴染みのある方も居られるだろう。ラスモルタル外壁はその堅さも効くが、建物を一体とする効果も効いている。段ボール箱を組み立ててフタを閉めた後に、不連続の4辺をガムテープで貼り塞ぐと、剛性が増し箱は丈夫になる。建物を一体とするという表現はこのような効果をイメージする。実際にはラスに絡み固まったモルタルが建物を包み込みながらステープルで下地に固定される。ステープル1本あたりの剪断力は0.3kN程度である*が1㎡あたり100本留め付けることで躯体に留めた下地は繋がりを持つ。たとえ計算上の偏心率が不利側になってもモルタルで一体に塗り繋がることは変形を抑え、結果として耐震性に寄与する。モルタル外壁の耐震効果については、既往の研究事例が産官学から数多く発表されているので、この後に執筆される方々にお任せして事例紹介は省略したい。

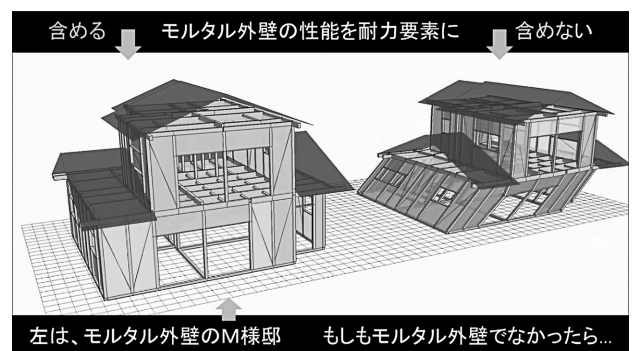


図7 木造住宅倒壊解析 wallstat によるシミュレーション例

10. 地震被災後の使用継続

モルタル外壁はひび割れを生じるので被害を受けた箇所が分かりやすく、補修が必要な箇所を予測しやすい。またモルタル外壁を割るために力を消費することで、構造体への応力を減らし損傷を減らす効果があると推察される。被災による損傷箇所が外観目視ではわかりにくい外壁構造であれば、住居を使用継続するには構造体が見えるまで外装材等を剥がし、その後に修復方法を検討しなければならない。その間その住居に住めないとすれば費用負担は大きくなるし、外装材を剥がして見て修復困難と判れば徒労にもなり得る。モル

タル外壁の修復方法は後に他の方が記述するだろうから踏み込まないが、簡便な方法で剛性を初期相当に戻せることが確認されている。

11. 水害

この原稿を書いている最中、自宅がある福岡に未曾有の大雨が降った。あっという間に前面道路は冠水している。避難指示を出されても車を出すことさえ難しく、無理に行けば危険が増すだけである。つまり自宅が避難所にならざるを得ない。雨雲レーダーは連続して発生する雨雲を示す。雨はまだしばらく続くようだ。レーダーが示す雨雲の発生位置は昨今よく見られる辺り。北京オリンピックで雨雲を制御した話は記憶に新しい。AIの発達により、高度なシミュレーションと複数同時の局所的な大気温度や気圧の変化、大気の窓の部分的な可変ができれば、気象災害は防げるようになるかもしれない。そうすると住居に水害対策は必要なくなるかもしれない。勿論そうならないかもしれない。切れない電球を作る技術はあっても作れないというのが現代社会の理論にはある。

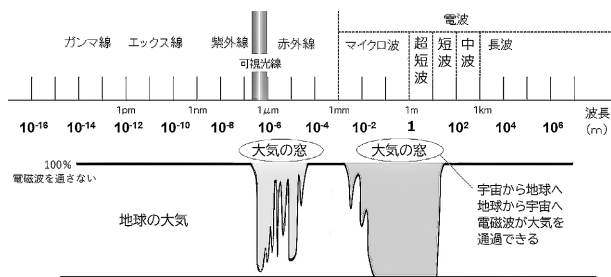


図8 波長と大気の窓

便利を優先するあまり、利益や支配を求めるあまり、人が住めない社会になるのは正しくないように思う。楽（らく）を求めることも度が過ぎている。合理化という言葉も楽（らく）を指すことが多い。楽を追求すると何もしなければいい。何も造らなければいい。死こそ究極の楽（らく）かもしれない。人は楽するためでなく、今を楽（たの）しむために生まれ、生きている、と思っている。

12. おわりに

編集者に甘えて勝手気ままに書かせていただいたが、人の暮らしは様々な外的要因に脅かされる可能性がある。建築は人が人のためにつくるもの。ゆえに建築物は、人の暮らしを守るもの、人の暮らしを豊かにするもの、人を仕合わせにする

ものであって欲しい。そうした価値が無いなら造らない方がいい。これは 50 年来変わらない私の建築への思いだ。すべてが理想通りには到底ならないが、その思いは大きくなることはあっても小さくなることは無いと感じている。

今回テーマにしたモルタル外壁は、職人の労働と自然の力で造るという、数千年も前から世界中に存在するスタンダードな方法で造られている。人が働くことの価値があり、セメントと水が反応し、日射と風が乾かし、堅牢な壁になる。セメントと砂と水は、節度ある使い方であればすべて国内自給可能で、リフォームに必要な将来にも入手可能だろう。セメントも砂も形を変えて居所を変えて日本に街に存在し続ける。

また機能や性能のことばかり書いてきたが、忘れてならないことは、建築は街をデザインしているということ。住居の外観は、風雪に晒されながら長く存在し続け、街並みを構成していく。完成した直後は見栄えよいが、年月で廃れていくデザインでは困る。奇抜過ぎず、時を経て飽きず、でも個性があり愛着を感じられるものであって欲しい。人が老いてしわや白髪は増えていくけれど深みや優しさが培われていくように、モルタル外壁も時の移り変わりとともに変わっていくけど、数十年経っても違和感なくそこに在るべきタイムレスなデザイン。人も建物も手入れは必要。それを織り込み済みのタイムレスなデザイン。上述したすべての外的要因から人の暮らしを守るため長く在り続ける、それがモルタル外壁だと思う。



図9 モルタル外壁 リシン調かき落とし仕上げ

※参考 木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造、仕様とその評価に関する研究 ラスモルタル外壁に用いるステープルの耐力に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集 2016 年 山中豊茂、宮村雅史、古賀一八、本田悟、梅田泰成、伏木剛志