

メタルラス及び ラスシート下地の 設計技術資料 (鉄骨造編)



ラスシート工業会

近畿メタルラス工業組合

監修：一般社団法人日本建築材料協会

監修：公益社団法人 大阪府建築士会

発刊にあたって

鉄骨造におけるラスモルタルは、主に防火・耐火を要する建物に使用されてきた。

ほとんどの鉄骨建物の外壁や間仕切壁に使用されていたが、その施工方法については明確な仕様書が無く、ラスに関する設計指針としては、宮城県沖地震の後に「帳壁耐震マニュアル1979年度版」（日本建築センター）、兵庫県南部地震の後には「外装構法耐震マニュアル-中層ビル用-」が改定版として平成10年に出版され、日本建築学会の建築工事標準仕様書JASS15「左官工事」では2000年度版までは木質構造下地の記載しか無く、2007年度版の改定で、「鋼製金網下地」（以下「ラス下地」）と「ラスシート下地」を合わせて「ラス系下地」とし、木質構造と鉄骨造の構造種別により分けた。しかし、2019年度版では鉄骨造は使用数の減少と、明確な技術資料が無いと判断され鉄骨造下地に関しては特記仕様とされた。

ラスシート工業会と近畿メタルラス工業組合は共同でマニュアル作成委員会を設立し、日本建築学会建築工事標準仕様書JASS15「左官工事」2019年度版の特記資料とした仕様書を、2019年6月に「ラスシート施工マニュアル」・「メタルラス標準施工マニュアル-鉄骨造編-」として横浜国立大学中尾方人先生の監修のもと作成発刊を行った。

両施工マニュアルに関しては、現場施工者を中心とした内容とし、本書は設計指針を中心としてメタルラス・ラスシートの下地の違い、保持力のあり方、ラスの違いによる強度特性など実験結果を基に、安心・安全なラスモルタル外壁を使用して頂くためにマニュアルを作成したものである。

委員会設立から約3年間、実験、監修に多大な御尽力を頂いた、横浜国立大学の中尾方人先生には深く感謝申し上げます。また、設計技術資料編の、軽量鉄骨下地材・ファスニング材等の材料面の監修に協力頂いた、一般社団法人日本建築材料協会様、設計強度・法律・デザイン・全般の監修協力を頂いた、公益社団法人大阪府建築士会様には、深く感謝申し上げます。

ラスシート工業会
近畿メタルラス工業組合
マニュアル作成委員会

発起人代表 山 中 豊 茂

設計技術資料（鉄骨造編）作成にあたって

建築物の壁には、大きく分けて湿式工法と乾式工法がありますが、現在の鉄骨造ではカーテンウォールやALCなどの乾式工法が多く採用されています。モルタルを塗る湿式工法はあまり見かけなくなりましたが、湿式工法によると、仕上げによって様々な表情を演出でき、タイル張りや石張りも可能ですので、意匠性の高い建築物に仕上げることができます。

一方で、湿式壁といえば、各地で発生している地震で脱落が報告されており、湿式壁の耐震性に不安を抱いておられる方もいらっしゃるのではないかと思います。これは、適切な設計、施工がなされていないことが原因です。

この設計技術資料には、「ラスシート施工マニュアル」や「メタルラス標準施工マニュアル - 鉄骨造編 -」の標準的な仕様を超えた湿式壁を、適切に設計していただくための技術資料がまとめられています。設計における留意点を把握し、実験結果や設計例を参照しながら、安心・安全な湿式壁の設計に取り組んでいただきたいと思います。

なお、判断に悩まれる場合は、是非、経験豊富なラスシート工業会や近畿メタルラス工業組合の会員各社様にお問い合わせいただきたいと思います。個性があつて、豊かな表情の湿式壁が街にあふれることを期待しております。

マニュアル作成委員会

委員長 中尾方人

設計技術資料（鉄骨造編）監修にあたって

監修にあたって

この度のラスシート工業会様、近畿メタルラス工業組合様からの依頼による「ラスシート施工マニュアル」、「メタルラス標準施工マニュアル - 鉄骨造編 -」の作成を始め、今回の設計技術資料編の作成に、日本建築材料協会の立場から専門的な技術委員をメンバーとして参加させて頂き、設計技術資料を作成する助力となる事が出来たことはとても喜ばしい事であります。本マニュアルに記されている事項は、もちろん法的な規制力を持つわけではありませんが、建築設計、施工にたずさわる方々に普及し、設計技術資料に書かれたようなラスシートモルタル壁やリブラスモルタル壁が採用され、安全・安心な街づくりに貢献されますことを期待しております。

一般社団法人 日本建築材料協会

常務理事 佐藤 栄一

設計技術資料（鉄骨造編）監修にあたって

メタルラス及びラスシートモルタル施工は伝統工法として様々な場面で採用され安心安全な普遍性を有する。

メタルラスは1950年（70年前）にJIS A5505メタルラスとして一般化され、ラスシートは1955年（65年前）に研究開発後、実用新案の登録後、1977年（43年前）JIS A5524ラスシートとして一般化、特に耐震性については大規模地震ごとに下地の研究や接合部の開発を実施し、より安全な施工方法の検討が進められてきた。1971年（49年前）建設省告示第109号で帳壁に関する構造として記載、その後、宮城県沖地震後の1979年（41年前）帳壁耐震マニュアル「日本建築センター」が出されたが鉄骨造についてラスシートの記載しかなかった。1995年の阪神淡路大震災を受けて1998年外装構法耐震マニュアル—中層ビル用」が出版されリブ付きラス工法としてメタルラスが記載された。2000年の日本建築学会 建築工事標準仕様書 JASS15（左官工事）では、鋼製金網下地の仕様書改定では木質構造下地を原則とし、ラスシートと分けて表記されていた。同仕様書2007年改定版（13年前）では組立下地として「鋼製金網下地」（以下、「ラス下地」とラスシート下地）を合わせて「ラス下地」とされ、ラス下地を鉄骨と内装間仕切りの詳細を仕様書に改定し明確にしてきた。

今回の改定はメタルラス及びラスシートモルタルの技術の進歩や法制度の変革、さらには施工未熟、品質未達、技術・技能の伝承等々から改定の必要が増してきたため一般社団法人 日本建築材料協会 ラスシート工業会及び近畿メタルラス工業組合からの要請により、論点整理し課題・問題の検討・分析の上、今までに無い、①法律・基準の建築基準法に携わる行政、②意匠設計・設備設計・構造設計・施工監理・施工者、③維持メンテナンスにたけた人材・多様な視点を有する専門家を有する公益社団法人大阪府建築士会が参画して監修した。

特に地震被害を踏まえた構造強度・変形性能、耐火・防火等の法制度、設計の詳細ディテール、構造計算事例等を例示し現場の多種多様な場面に応用が可能な自由度を高め、実用性を一層向上している。

ラスシート及びメタルラス工法は様々なシーンで活用される①安心・安全な工法、②多様な有用性や機能性、③コストの低廉さ・④設計の自由度等の優れた利点を伝統工法たる長年の技術・技能の蓄積に加え、設計技術資料（鉄骨造編）を用いて社会に合理的・有効に反映できれば幸いである。

特に誤った理解・判断による設計・施工・監理の払拭、外国人材を含めた若手技能者の教育・育成、品質の向上に寄与する改定が現場に推進展開されればこれに優れる喜びはない。今後は多言語化やグローバル化の進展に併せて世界に啓発展開する新たな展望も期待する。

公益社団法人 大阪府建築士会

会長 岡本 森 廣

設計技術資料 作成委員会名簿

委員長 中 尾 方 人 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院
委員 山 中 豊 茂 ラスシート工業会 会長・近畿メタルラス工業組合 副理事長
近 藤 敏 ラスシート工業会 技術委員長
中 山 眞 徳 ラスシート工業会 関西支部長
小 河 範 恭 近畿メタルラス工業組合 理事長
田 中 宏 近畿メタルラス工業組合 理 事
山 下 泰 弘 近畿メタルラス工業組合
三 輪 将 之 近畿メタルラス工業組合 事務局

メタルラス標準施工マニュアル 鉄骨造編 監修委員名簿

材料監修

(一社) 日本建築材料協会

佐 藤 榮 一 日本建築材料協会 常務理事
澤 田 匡 志 日本パワーファスニング (株) / 日本建築材料協会
高 岡 昌 史 (株) オクジャー / 日本建築材料協会
山 中 豊 茂 (株) 山中製作所 / 日本建築材料協会 専務理事

統括・法務・構造・意匠監修

(公社) 大阪府建築士会

岡 本 森 廣 全日本コンサルタント (株) / 大阪府建築士会 会 長
横 内 信 幸 大手町建築基準法事務所 (株) / 大阪府建築士会
樋 笠 康 男 (株) 長田建築事務所 / 大阪府建築士会
田 中 則 明 田中建築事務所 / 大阪府建築士会

目 次

発刊にあたって

マニュアル作成にあたって

マニュアル監修にあたって

メタルラス標準施工マニュアル-鉄骨造編-作成委員会・監修委員名簿

1. 適用範囲

1.1 適用範囲

1.2 施工業者について

1.3 地震被害と耐震上の留意点

1.4 設計の留意点

2. ラスモルタル・ラスシートモルタルの耐震設計

2.1 耐震設計の考え方

2.2 ラスモルタル・ラスシートモルタルの地震時の挙動

3. 接合部の試験結果

3.1 胴縁に留め付けたビスのせん断および引抜き試験

3.2 建築用鋼製下地材に留め付けたビスの引抜き試験

3.3 日本パワーファスニング株式会社による、MBテックス試験成績

3.4 日本パワーファスニング株式会社による、MBシートテックスの実体引抜き試験

4. 外装下地の耐震設計例（メタルラス）

5. 内装間仕切下地の耐震設計例

6. 設計・施工時に参考となる資料

7. ラスとビスの組合せ毎の許容引抜き耐力一覧

1. 適用範囲

1.1 適用範囲

メタルラスは、鉄骨造の低中層建築建物の外装および内装間仕切り壁の平坦な下地に、現場調合および既調合セメントモルタルを塗りつける下地について、耐震性にかかわる設計・施工に適用する。

ラスシートは、木造の外壁や、鉄骨造の低中層建築建物の外装および内装間仕切り壁の平坦な下地に現場調合および既調合セメントモルタルを塗りつける下地について、特に耐震性にかかわる設計・施工に適用する。

1.2 施工業者について

一般的に、ラス施工からモルタル塗りは、左官工事として左官工事業に発注されているが、地域によっては、金属工事と左官工事に分離発注される場合もある。また、ラス下地としての鋼材や軽量間仕切下地を施工する鍛冶・溶接工事業・板金工事業・内装工事業などに追加工事として発注されている場合もある。このように、ラス施工は専門業種としての施工者が少なく、また、専門業者であっても、木造住宅専門の施工者では、鉄骨造などの大型建築を施工できる施工者は限られている。施工者の選択は大事であり、施工者の経験が浅い場合は、管理者が適切な指示をする必要がある。また、重要性や規模から、技能検定者や専門工事実績、或いは試験施工で確認する事が望ましい。

1.3 地震被害と耐震上の留意点

ラスモルタル外壁は、建物の変形に追従する機構を持っておらず、大地震時に構造体の変形が大きければ、ひび割れや脱落が発生する。また、古いものは劣化により性能が低下することもある。ここでは不適切な組み合わせによる被害事例を紹介する。

右の写真は鉄骨造3階建て店舗である。木下地板を張り、平ラスをステーブルで留めてモルタル塗りをし、一部角面にはタイル張りがなされている。2階・3階床部には下地も無い。鉄骨構造躯体に木下地を使用したことの問題が大きいと考えるが、ラス施工に関しても、平ラスの使用は補強以外では禁止されており、外壁仕上から判断するとステーブルでは保持力が不足と考えられる。



右下の写真は、倉庫の外壁である。リブラスを使用し、内外両面にモルタルが施工されていた。しかし、ラス下地としては丸棒鉄筋が使用され、ラスの留め付けになまし結束線が使用されており、全て防錆処理がされていないため、劣化による結束線、



リブラスの腐食によるラスモルタルの脱落となった事例である。

右上の写真は、駐車場の鉄骨柱で中越沖地震時にはく落した事例である。鉄骨柱にはラス留め付けの下地が無く、ラスもリブラスを使用されておらず、補強用の線径の細い平ラスが使用され、ラスの固定はなまし番線を用いて樽巻きされていた上にモルタルが50mm近く塗られていた。まったく、知識のない職人が施工し、知識のない管理者が容認したとしか考えられない事例である。

右中の写真は、中越地震による外壁が脱落した鉄骨造建築物である。下の3枚の写真は、左から別の現場で採取したラスシートにモルタルが45mm塗られていたもの、中央の写真は脱落したラスシートの裏面、右は、ラスシートのメッシュ部から脱落し、躯体に残ったシート部の状況例である。いずれも、間違った設計・施工によるのが原因である。中越地震では、基準以上のモルタル塗り厚と固定方法に問題があった外壁が余震時に脱落し、通行人を直撃して死亡事故となった2次災害も発生した。

外壁の自重および地震力に対して、防錆処理された適切なメタルラス・ラスシート材などの材料の選定、構造躯体とラス下地の固定方法、の設計が重要である。ラスモルタル外壁は、地震時に生じる層間変位を吸収することが出来ないため、剛性の高い躯体設計をすることが必要である。



1.4 設計の留意点

建築設計において、当然ながら建築基準法、瑕疵担保履行法などの法律に準拠して設計するのが当たり前であるが、構造や使用部位によっては制限されたり、認定が無い場合も多く、十分に確認する必要がある。

防火・耐震・瑕疵担保保険は共通する事柄は同じでも内容は大きく違う。特に木造と鉄骨造では、構造においては燃焼する木質と不燃下地の鉄骨、建物の変形性能においては1/60radと1/120rad、防水層と通気層の違いなどのように全く異なる。防火の場合、不燃材料の使用や防火構造にするが、メタルラス・ラスシートによるモルタル塗りの防耐火は、鉄骨造ではモルタル塗り厚30mmで最低1時間の防火が標準的であるが、木造では一般的に30分の防火構造が主流であり、モルタル塗り厚も当然違いが出てくる。現場調合モルタルでは20mmであるが、木造で主に使用される既調合軽量モルタルでは15mmまたは16mm以上と塗り厚が薄くなる。しかし、在来軸組構法・枠組

壁構法それぞれの壁構造として 30 分・45 分それぞれに個別大臣認定を必要とし、4 種類の認定書に分かれるので確認が必要である。

認定構造を使用する場合、注意すべきは塗厚規定だけではなく、壁構造認定の内容を確認することである。室内側の内装材・断熱材の種類・構造・ラスの下地材・防水層の種類・ラスの質量・留め方・通気層の有無・既調合軽量モルタルまでの内容が認定条件である。断熱材の材質が変更されただけでも認定から外れ、基準不適合の建物となる。

また、雨水浸入に関しても瑕疵担保保険の施工基準をクリアする必要がある。昨今、住宅性能の温熱環境対策、劣化対策基準など、長期にわたり構造躯体の性能確保や維持管理計画として施工後のメンテナンスも重要となる。設計者はこれらの条件を十分に把握しておく必要がある。

ラスシートを構造用面材として使用する場合は、告示 1100 号による仕様に準拠する必要がある。構造柱間隔に注意する必要がある。一般的にラスシートは横胴縁に対して角波亜鉛鉄板を縦方向に張るのが基本で、高さ（製品長さ）方向は尺モジュールであるが、幅方向は LS4 で 900mm ・一般流通品では約 640mm の幅しか無いいため、専用の下地が必要となる。

鉄骨造においては、柱間隔は最小 600mm であり、ラス下地に対しては間隔が広過ぎて、ラスモルタルの自重に対して保持力が十分に得られない。ラスモルタル外壁を採用するうえでは、ラスシートの場合、下地の横胴縁の間隔は 450mm 以下で、ラスシートは縦張りが基本であり、メタルラスの場合、縦胴縁の間隔は 350mm 以下として基本的にメタルラスは横張りとなるため、それぞれに合わせたラス用下地を組む必要がある。

耐火構造とする場合など、モルタルの塗り厚が 20mm 以上ある壁は、メタルラスの場合はリブ間隔や下地の軽量鉄骨の間隔を狭く調整する必要があるため、「鋼構造計算基準・同解説」および「非構造部材（屋根・外壁・天井）の地震・風による被害軽減の研究」ならびに建築基準法施行令 39 条・同 82 条の 5 および平成 12 年建設省告示第 1458 号「屋根葺き材及び外壁に面する帳壁の風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件」などを参考の上、個々の建物の耐震・耐風圧設計を行うとよい。

ラスシート・メタルラスによる防火は、建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 2 条第 7 号、第 7 号の 2、第 8 号および建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 129 条の 2 の 3 第 1 項第 1 号口の規定により、それぞれ耐火構造、準耐火構造、防火構造および一時間準耐火基準に適合する準耐火構造（以下「耐火構造等」という。）の構造方法については、一般的な基準として告示に定める仕様か、国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならないこととされている。ラスシートの個別認定としては PC030BE-9214（木造軸組造下地）と PC030NE-9116（軽量鉄骨下地外壁）がある。リブラスの個別認定としては PC030BE-9215（木造軸組造下地）と PC030NE-9117（軽量鉄骨下地外壁）がある。

また、耐火構造の構造方法を定める件（平成 12 年建設省告示第 1399 号）、主要構造部を木造とすることができる大規模の建築物の主要構造部の構造方法を定める件（平成 27 年国土交通省告示第 253 号）、準耐火構造の構造方法を定める件（平成 12 年建設省告示第 1358 号）および防火構造の構造方法を定める件（平成 12 年建設省告示第 1359 号）の一部を改正する件は、平成 28 年 3 月 30 日に公布、同日に施行されており、鉄網軽量モルタルが新たに加わった。鉄網軽量モルタルについては、既調合軽量セメントモルタルのうち、モルタル部分に含まれる有機物の量が当該部分の重量の 8%以下のものに限っており、当該仕様への適合性は調合表等により確認できる。

2. ラスモルタル・ラスシートモルタルの耐震設計

2.1 耐震設計の考え方

地震時については、ラスモルタル・ラスシートモルタルに作用する慣性力、および、構造体との変位差を考慮して、損傷や脱落が生じないことを確認する必要がある。

内外装材に作用する慣性力はその質量に比例する。ラスモルタル・ラスシートモルタルのモルタルを厚く（20mm 超）施工する場合、タイルや石を張る場合など、質量が大きくなる場合は、リブラスはリブの間隔や胴縁の間隔を小さくする、ラスシートは LS2 を基準に下地間隔を狭くするなど配慮が必要である。また、地震で構造体に変位が生じた場合、乾式工法では、個々のパネルが回転するなどして構造体の変位に追従するが、湿式工法では、一体のラスモルタルが大型になるため、端部では構造体との変位差が大きくなることに注意する必要がある。

2.2 ラスモルタル・ラスシートモルタルの地震時の挙動

ラスモルタルとラスシートモルタルは、一続きの大きな面であり、面内の多数の点で胴縁に緊結されているため、強制変形角に対する検討における考え方が ALC などの乾式のパネルとは大きく異なる。乾式のパネルは 1 枚の大きさの上限が決まっており、また、それぞれのパネルは構造的に独立しているため、建物に層間変位が生じた場合は、図 1 のように、パネル毎にスウェイやロッキングなどの挙動を考えればよく、パネルと躯体との相対変位は、ルーズな接合部で吸収される。許容される相対変位は、メーカーなどの技術資料に示されている。一方、ラスモルタルやラスシートモルタルは、建物の壁面全体をカバーする一続きの大きな面材として考える必要がある。建物に層間変位が生じると、ラスモルタルやラスシートモルタルの上端部や下端部では大きな相対変位となる。ラスモルタルやラスシートモルタルは、ドリルねじなどで胴縁に緊結されるため、その接合部に相対変位が生じると、接合部では損傷が生じ、ある程度以上の変位では、ラスモルタルやラスシートモルタルを支持するためのせん断耐力が失われる。

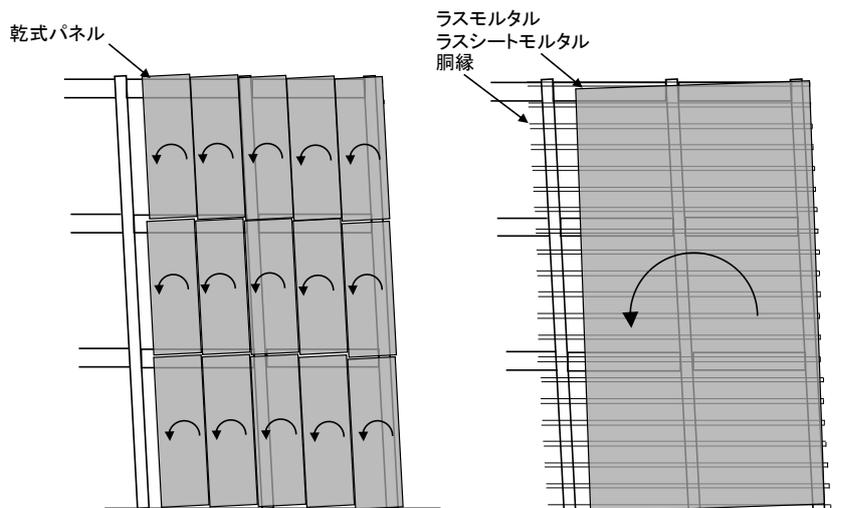


図 1 層間変位が生じた際の帳壁の挙動

層間変位が生じる躯体に面材が緊結されている場合、面材の縦横比によって挙動が異なる。横に比べて縦が長い面材の場合には、図 2(a)のように面材がロッキングし、接合部には主に縦方向の相対変位が生じる¹⁾。また、横方向が長い場合には、図 2(b)のように、面材は回転せずに横ずれ（スウェイ）し、各接合部には水平方向の相対変位が生じる²⁾。横方向が長い面材であっても、大きな開口を有するラスモルタルのような場合には、図 2(c)のように、開口の隅角部から生じるひび割れによって、いくつかの面材に分割され、それぞれが独立した挙動に近くなる²⁾。

以上は、水平力の方向と平行な構面だけを考えた場合であるが、建物の場合には、立体的に、当該の面材の周囲の拘束条件に注意する必要がある。特に直交壁は、面材の挙動に大きな影響を及ぼす。直交壁があることで、縦が長い面材であっても回転が拘束され、接合部には水平方向の相対変位が生じることになる¹⁾。

したがって、建物の場合には直交壁の効果を考慮し、ラスモルタルやラスシートモルタルはロッキングしないものと仮定して各接合部の相対変位を求めると安全側（相対変位としては大きめ）の評価となる。また、ひび割れによって分割された各部が個別に回転すると、接合部の相対変位は、ひび割れが生じない場合より小さくなるため、ひび割れは生じず、壁面が一体の剛体と考えたほうが、接合部の相対変位を評価する場合には安全側となる。

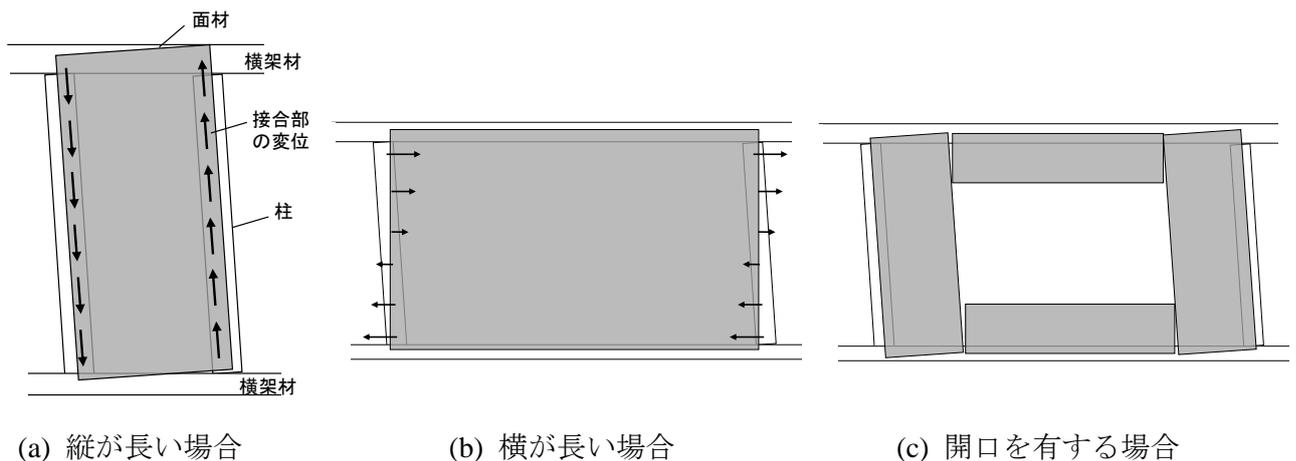


図 2 地震時の面材の挙動の違い

参考文献

- 1) 中尾 方人、井上 照郷、稲垣 和宏、梅田 泰成、山中 豊茂、近藤 敏、宮村 雅史：単位壁長の通気構法モルタル外壁のせん断耐力および変形性能、日本建築学会技術報告集、Vol.24 No.56、pp.165-170、2018.2
- 2) 中尾 方人、小野 泰、田原 賢、宮村 雅史、井上 照郷、古賀 一八：開口を有する軽量モルタル塗り通気構法外壁のせん断耐力評価、日本建築学会構造系論文集、Vol. 82 No. 733、pp.451-461、2017.3

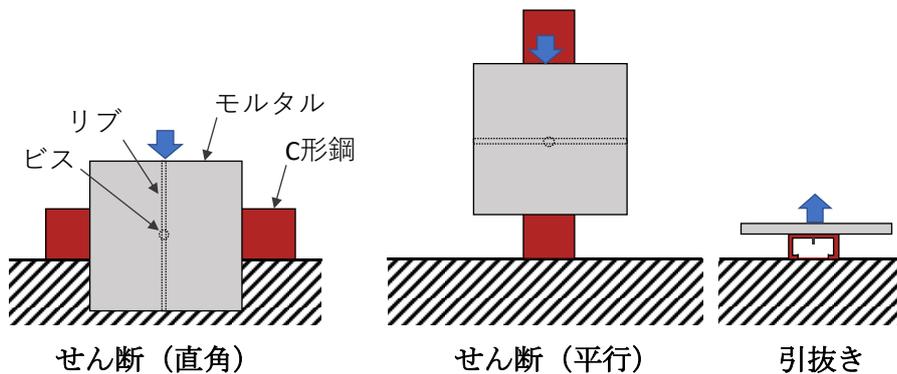
3. 接合部の試験結果

3.1 胴縁に留め付けたビスのせん断および引抜き試験

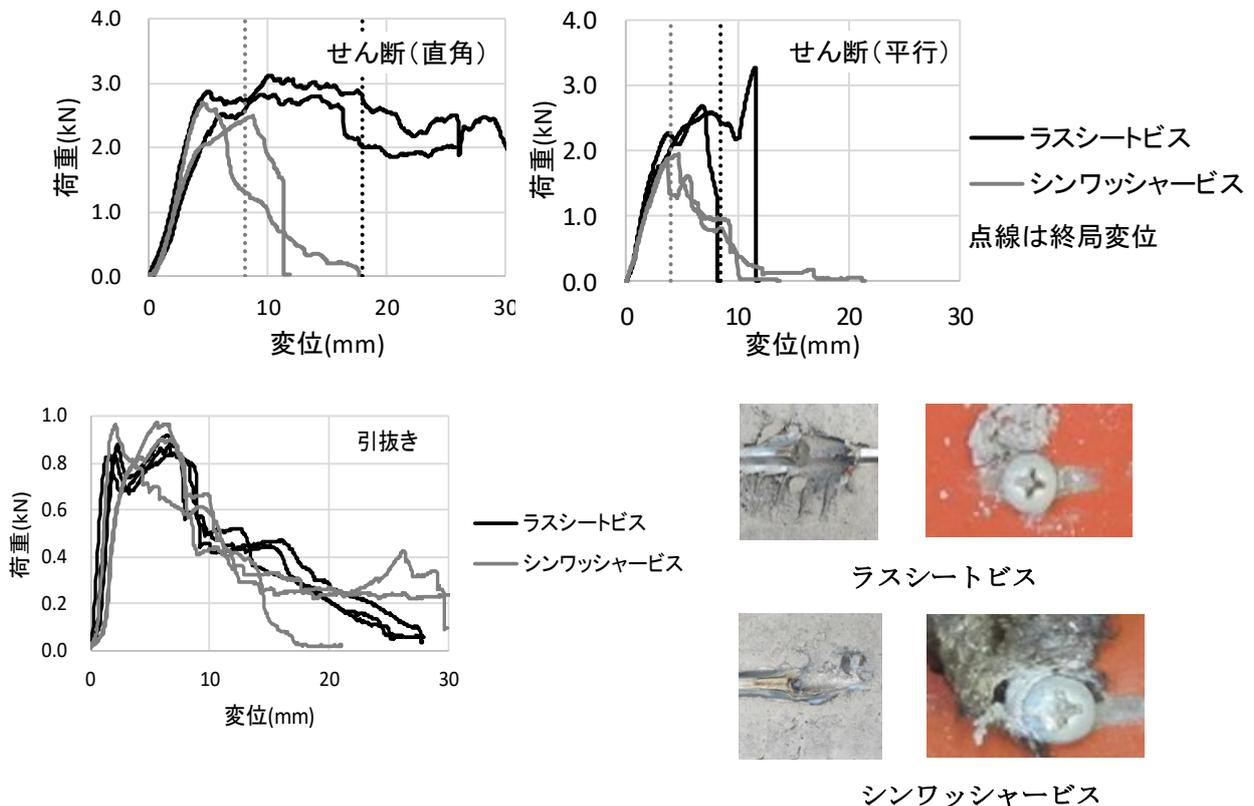
(鉄骨造ラスモルタル外壁のはく落安全性に関する研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp.9-12、2015.6)

設計用参考データとして、板厚 0.3mm のリブラス C を C 形鋼 (100×50×2.3mm) にビスで留め付け、普通モルタルを 20mm の厚さに施工した試験体にせん断力および引抜き力を載荷した結果、および、角波鉄板の板厚 0.19mm と 0.4mm のラスシートを同様に C 形鋼 (100×50×2.3mm) にラスシートビスで留め付け、普通モルタルを 20mm の厚さに施工した試験体にせん断力および引抜き力を載荷した結果を示す。

(1) リブラス C 試験方法



リブラス C 試験結果



(2) ラスシート試験方法

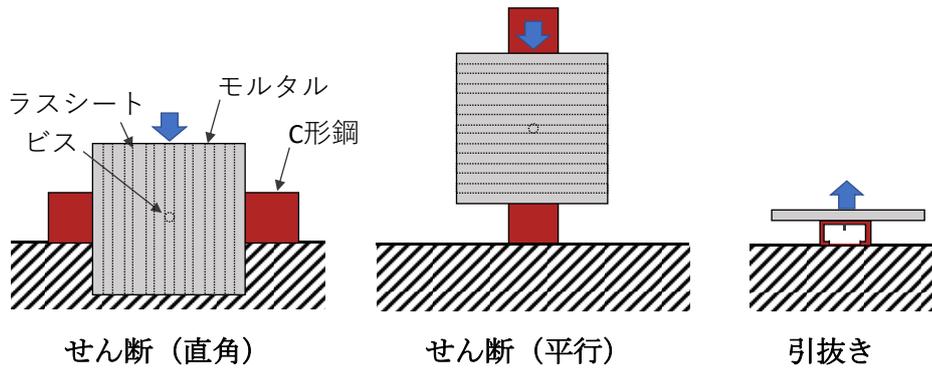


写真1 せん断試験

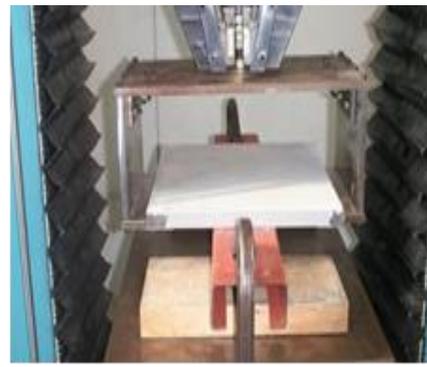
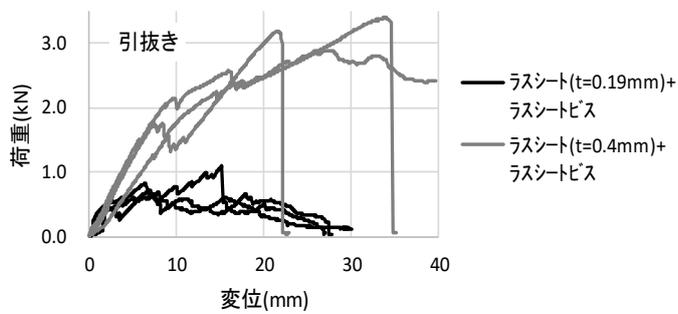
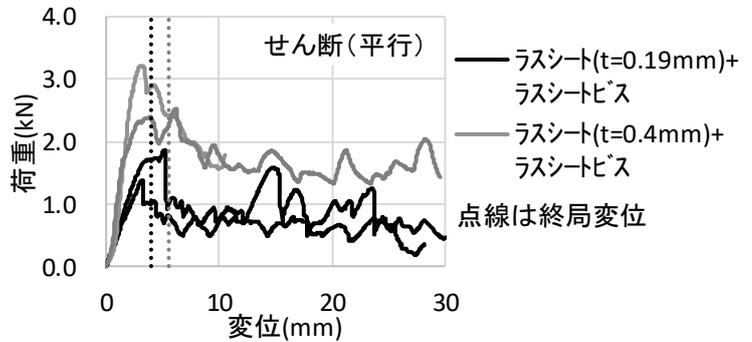
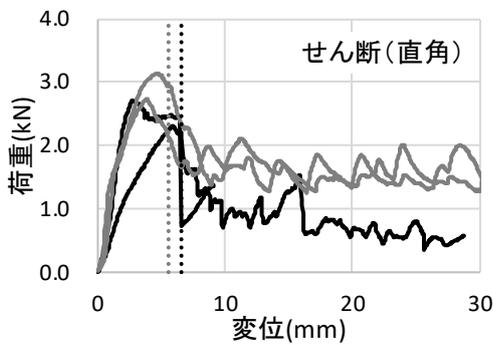


写真2 引抜き試験

ラスシート試験結果



ラスシート 0.19mm



ラスシート 0.4mm

試験結果

せん断の許容耐力と終局変位

	せん断（直角）			せん断（平行）		
	最大荷重 (kN)	許容耐力 (kN)	終局変位 (mm)	最大荷重 (kN)	許容耐力 (kN)	終局変位 (mm)
リブラス C 0.3mm ラスシートビス	2.97	1.7	18.0	2.63	1.7	8.5
リブラス C 0.3mm シンワッシャービス	2.59	1.7	8.0	1.90	1.2	4.0
LS1 0.19mm ラスシートビス	2.51	1.5	6.5	1.62	1.0	4.0
LS2 0.4mm ラスシートビス	2.93	1.9	5.5	2.87	1.9	5.5

最大荷重：実験結果の平均値

許容耐力：最大荷重の 2/3 を基準に設定した短期許容せん断耐力長期許容せん断耐力は短期許容せん断耐力の 1/2 とする

終局変位：最大荷重の 80%に低下したときの変位

引抜きの許容耐力

	引抜き	
	最大荷重 (kN)	許容耐力 (kN)
リブラス C 0.3mm ラスシートビス	0.89	0.6
リブラス C 0.3mm シンワッシャービス	0.95	0.6
リブラス C 0.4mm ラスシートビス	1.16	0.7
リブラス C 0.4mm シンワッシャービス	1.01	0.7
リブラス C 0.5mm ラスシートビス	1.51	0.8
リブラス C 0.5mm シンワッシャービス	1.45	0.8
LS1 0.19mm ラスシートビス	0.85	0.5
LS2 0.4mm ラスシートビス	3.16	2.0

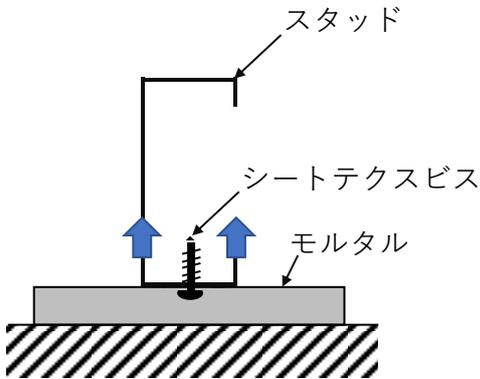
最大荷重：実験結果の平均値

許容耐力：最大荷重の 2/3 を基準に設定した短期許容引抜き耐力長期許容引抜き耐力は短期許容引抜き耐力の 1/2 とする

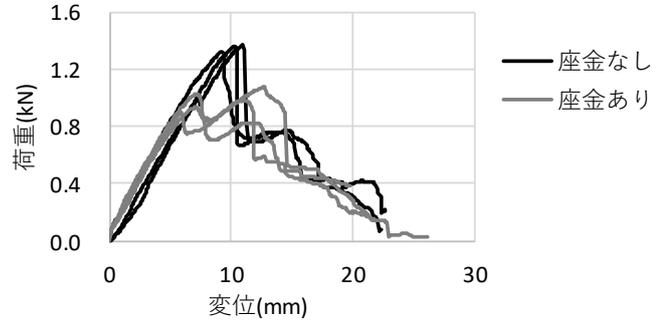
3.2 建築用鋼製下地材に留め付けたビスの引抜き試験

設計用参考データとして、板厚 0.3mm のリブラス C をスタッド（WS-100、100×45×0.8mm、JIS A6517:2010 建築用鋼製下地材）にシートテクスビスで留め付け、普通モルタルを 20mm の厚さに施工した試験体に引抜き力を載荷した結果を示す。

試験方法



試験結果



引抜きの許容耐力

	引抜き	
	最大荷重 (kN)	許容耐力 (kN)
シートテックス	1.36	0.6
シートテックス+ 座金(0.4mm厚, φ24mm)	1.03	0.6

最大荷重：実験結果の平均値

許容耐力：最大荷重の 2/3 を基準に設定した短期許容引抜き耐力長期許容引抜き耐力は短期許容引抜き耐力の 1/2 とする

- ※1 「シートテックス+座金」は、シートテックスのドーム型座金とパッキンを外し、0.4mm厚、φ24mmの座金を取り付けたもの。
- ※2 「シートテックス」の許容耐力は、実験値を考慮すると0.6kNより大きくなるが、「シートテックス+座金」より大きくなるメカニズムが不明であるため、両者は同じ許容耐力とした。

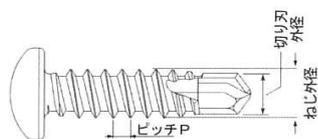
3.3 日本パワーファスニング株式会社による、MBテックス試験成績

(1) 試験項目と試験概要

	試験項目	試験概要
1	単体引張試験	試料自体に引張力を載荷して破断させる
2	実体引張試験	試料を下地鋼材から引き抜く
3	単体二面せん断試験	試料自体にせん断力を載荷して切断する
4	実体一面せん断試験	せん断プレート（先穴あり）と下地プレート（先穴無し）を試料で接合し、せん断プレートをスライドさせて試料を切断する

(2) 試料

機械的特性は主にねじ外径、ねじ形状（並目・細目）および切り刃径が支配的要因になると考え、下記ドリルねじを試料とした。



	呼び（径×長さ）	本書での呼称	ねじ径	ねじピッチ	切り刃外径
(1)	なべ PAN4×25（並目）	4 ヴィ並目	4.2	1.4	3.4
(2)	シワツッシャー TWS5×35（細目）	5 ヴィ細目	4.8	1.0	4.2
(3)	六角 HEX5×35（並目）	5 ヴィ並目	5.0	1.6	4.2
(4)	六角 HEX6×105（細目）	6 ヴィ細目	6.0	1.0	5.0
(5)	六角 HEX6×35（並目）	6 ヴィ並目	6.0	1.8	5.0

(3) 実体試験体用部材

試験項目		板厚	形状・材質等
引張試験	下地鋼材	1.6t	リップ溝形鋼
		2.3t	リップ溝形鋼
		3.2t	リップ溝形鋼
せん断試験	せん断プレート	3.2t	先穴あり SPCC
	下地プレート	1.6t	先穴無し SPCC
		2.3t	先穴無し SPCC
		3.2t	先穴無し SPCC
ねじり試験	下地鋼材	1.6t	リップ溝形鋼
		2.3t	リップ溝形鋼
		3.2t	リップ溝形鋼

(4) 試験機器および試験方法

① 単体引張試験

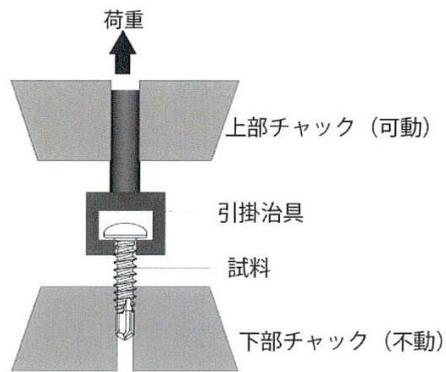
試料の切り刃側を下部チャックで固定し、頭部を引掛治具に介して軸方向に引き上げ、試料が破断するまでの最大荷重を測定する。

試験機器：100kN ねじ式万能試験機 SC-10-CS（JT トーシ製）

引張速度：4mm/分

試験本数：5本

以降の試験においても試験機器・引張速度・試験本数は同じとする。

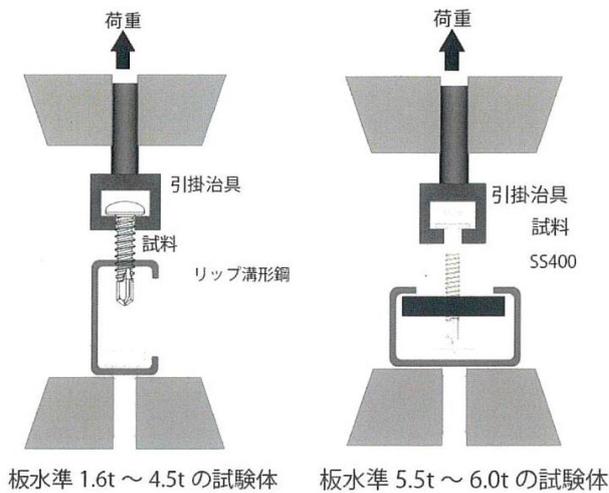


単体引張試験結果

試料	4 ヲ並目	5 ヲ細目	5 ヲ並目	6 ヲ細目	6 ヲ並目
平均値	8.03kN	11.10 kN	11.27 kN	19.64 kN	19.83 kN

② 実体引抜試験

試料を下地鋼材にねじ込み、引掛治具を介して頭部を引く方向に引き上げ、試料が破断するまでの最大荷重を測定する。

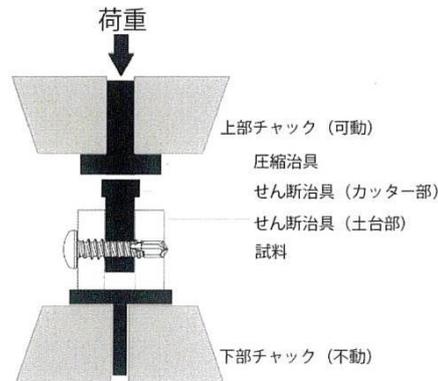


実体引抜試験結果

	4 ヲ並目			5 ヲ細目			5 ヲ並目		
板厚	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t
平均値	2.59kN	4.46kN	6.48kN	2.77kN	4.62kN	6.84kN	2.79kN	4.78kN	7.09kN
	6 ヲ細目			6 ヲ並目					
板厚	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t			
平均値	2.71kN	5.01kN	7.76kN	2.77kN	4.70kN	7.89kN			

③ 単体二面せん断試験

試料をせん断治具にセットし、試料の軸に対して垂直方向の力を負荷。せん断カッター部に厚みがあるため、試料の2カ所（2面）が切断される。



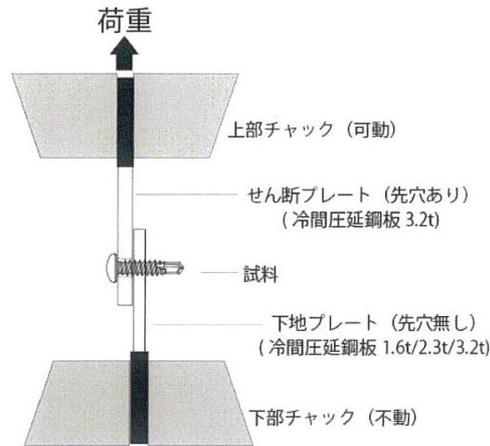
単体二面せん断試験結果

試料	4 ヲ並目	5 ヲ細目	5 ヲ並目	6 ヲ細目	6 ヲ並目
平均値	5.63 kN	6.94 kN	7.78 kN	11.67 kN	14.11 kN

※測定値（二面分の荷重）を2で除した計算値

④ 実体一面せん断試験

試料をせん断プレート場和から下地プレートにねじ込み、せん断プレートに試料軸垂直方向の力を負荷する。



実体一面せん断試験結果

	4 ヲ並目			5 ヲ細目			5 ヲ並目		
板厚	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t
平均値	5.14kN	5.98kN	6.28kN	7.45kN	8.32kN	8.51kN	7.41kN	7.95kN	8.00kN
	6 ヲ細目			6 ヲ並目					
板厚	1.6t	2.3t	3.2t	1.6t	2.3t	3.2t			
平均値	7.63kN	10.40kN	10.77kN	9.34kN	11.47kN	11.69kN			

【破断形態】 6 ヲ細目：全て下地変形に伴う、試料のねじ抜け。それ以外は全てねじの破断。

3.4 日本パワーファスニング株式会社による、MBシートテクスの実体引抜試験

(1) 試験項目と試験方法

試験項目：引抜試験

試験方法：試料を下地鋼材にねじ込み、引掛治具を介して軸方向に引抜力を負荷し、荷重と変位を測定する。

試験機器：100N ねじ式万能試験機 AG-Xpius（島津製作所製）

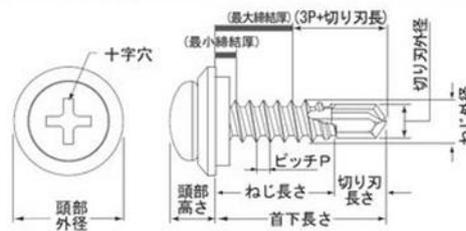
引張速度：5mm/分

試験本数：5本

(2) 試料ねじ

薄板専用 **MB** シーリング シートテクス 4.5×19

のドリルビスを試料とした。



呼称	ねじ径	ピッチ	切り刃外径
4.5 mm	4.6 mm	1.4 mm	3.4

(3) 引抜試験結果

下地鋼板	冷間圧延鋼板 S P C C				
	0.4 t	0.6 t	0.8 t	1.0 t	1.2 t
平均値	0.5 kN	0.7 kN	1.0 kN	1.5 kN	1.8 kN

※試験本数 5 本、最大荷重平均値

4. 外装下地の耐震設計例（メタルラス）

「非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領（日本建築学会）」を参考に、ラスモルタルの耐震設計の例を示す。

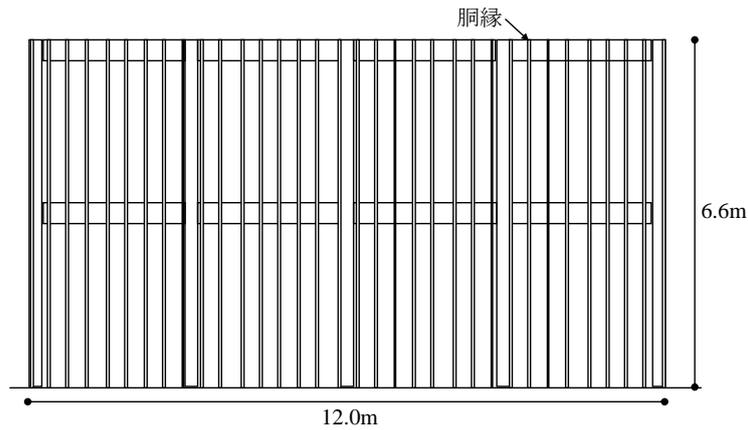
ここでは、以下の手順で、1/200rad 時に終局変位に達する接合材がないこと、また、1/75rad 時に全接合材の 1/3 以上が有効であり、かつ、自重や地震による慣性力でラスモルタルが脱落しないことを確認する。なお、対象とするのは、一続きのラスモルタルとする。（階毎の検討ではない。）

- ① ラスモルタルの重量の算定、地震による慣性力の算定
- ② 接合材の位置、本数の確認
- ③ 1/200rad 時における接合材の変位の検証
- ④ 有効な接合材（1/75rad 時に終局変位以下である接合材）の位置、本数の確認
- ⑤ 有効な接合材について、重力、地震による慣性力に対する検証

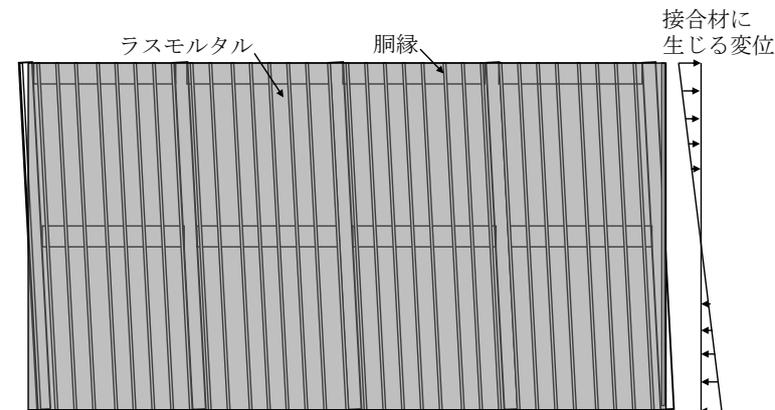
(a) 対象とするラスモルタル

長さ 12.0m、高さ 6.6m の 1 階～2 階で一体となったラスモルタルで、ラスのリブの間隔は 150mm、縦胴縁の間隔は 350mm で、ラスシートビスを使用。モルタルの厚さは 30mm で密度は 20kN/m³。ラスの重量は 800g/m² (7.84N/m²)。

層間変位が生じたとき、ラスモルタルはロッキングせず、各接合材には水平方向にせん断変位が生じるものとする。このとき、反曲点はラスモルタルの高さの 1/2 の位置とする。



検討対象のラスモルタル



地震によって層間変位が生じた状態

ラスシートビスの許容せん断耐力と終局変位

せん断 (水平方向)		せん断 (鉛直方向)		引抜き
短期許容せん断耐力 (kN)	終局変位 (mm)	短期許容せん断耐力 (kN)	終局変位 (mm)	短期許容引抜き耐力 (kN)
1.7	18.0	1.7	8.5	0.6

(b) 耐震性の検討

① ラスモルタルの重量の算定、地震による慣性力の算定

モルタルの重量 W_m とラスの重量 W_l は、

$$W_m = 12.0\text{m} \times 6.6\text{m} \times 0.03\text{m} \times 20\text{kN/m}^3 = 47.52\text{kN}$$

$$W_l = 12.0\text{m} \times 6.6\text{m} \times 0.00784\text{kN/m}^2 = 0.62\text{kN}$$

ラスモルタルの重量 W は、

$$W = W_m + W_l = 47.52 + 0.62 = 48.14\text{kN}$$

ラスモルタルの応答倍率により定まる係数 β_H は 2.0 (板状で一端のみ線的に固定された場合) として、主体構造の床応答倍率より定まる係数 k_H は、

$$k_H = R_t \times (A_1(W_1 + W_2) - A_2 W_2) / W_1 \times C_0 = 1.0 \times 0.8 \times 0.7 = 0.56$$

ここで、 R_t は振動特性係数、 A_i は建築物の振動特性に応じて地震層せん断力係数の高さ方向の分布を表す数値で $A_1 = 1.0$ 、 $A_2 = 1.2$ とした。 W_1 と W_2 は 1 階と 2 階の重量で、 $W_2 / W_1 = 1.0$ とした。

C_0 は基準せん断力係数で、固有周期 $T \leq 0.64$ より、0.7 とした。

ラスモルタルに作用する水平方向の慣性力 F_H は、

$$F_H = Z \times \beta_H \times k_H \times W = 1.0 \times 2.0 \times 0.56 \times 48.14 = 53.92\text{kN}$$

ここで、 Z は地域係数で 1.0 とする。

② 接合材の位置、本数の確認

全接合材の数は、リブの段数×胴縁の本数であり、

$$45 \text{ 段} \times 36 \text{ 本} = 1620 \text{ 本}$$

③ 1/200rad 時における接合材の変位の検証

1/200rad 時における上下端のリブの位置での、ラスモルタルと胴縁との相対変位は、

$$6600\text{mm} / 2 / 200 = 16.5\text{mm}$$

であるので、終局変位に対して、

$$16.5\text{mm} < 18.0\text{mm} \rightarrow \text{OK}$$

(1/200rad 時には、全ての接合材が終局変位以下である。)

④ 有効な接合材 (1/75rad 時に終局変位以下となる接合材) の位置、本数の確認

1/75rad 時における上下端のリブの位置での、ラスモルタルと胴縁との相対変位

$$6600\text{mm} / 2 / 75 = 44.0\text{mm}$$

リブ 1 段あたりの相対変位の増分

$$150\text{mm} / 75 = 2\text{mm}$$

ラスシートビスの水平方向の終局変位 18.0mm であるので、接合材が終局変位以上となるリブの段数は、

$$(44.0\text{mm} - 18.0\text{mm}) / 2\text{mm} + 1 = 14 \text{ 段}$$

すなわち、上下端からそれぞれ 14 段目までのリブの接合材は終局変位以上となるため、算入しない。

したがって、有効な接合材の数は、

$$(45 - 14 \times 2) \text{ 段} \times 36 \text{ 本} = 612 \text{ 本}$$

全接合材に対する有効な接合材数の割合は、

$$612 \text{ 本} / 1620 \text{ 本} = 38\% > 33.3\% \rightarrow \text{OK}$$

⑤ 重力、地震による慣性力に対する検証

接合材 1 本が負担する自重は、

$$48.14\text{kN} / 612 \text{ 本} = 0.079\text{kN}$$

であるので、長期許容せん断耐力（短期許容せん断耐力の 1/2）に対して、

$$0.079\text{kN} < 1.7\text{kN} / 2 \rightarrow \text{OK}$$

接合材 1 本が負担する慣性力は、

$$53.92\text{kN} / 612 \text{ 本} = 0.088\text{kN}$$

であり、短期許容せん断耐力 1.7kN と短期許容引抜き耐力 0.6kN に対して、

$$0.088\text{kN} < 1.7\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$0.088\text{kN} < 0.6\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

5. 内装間仕切下地の耐震設計例

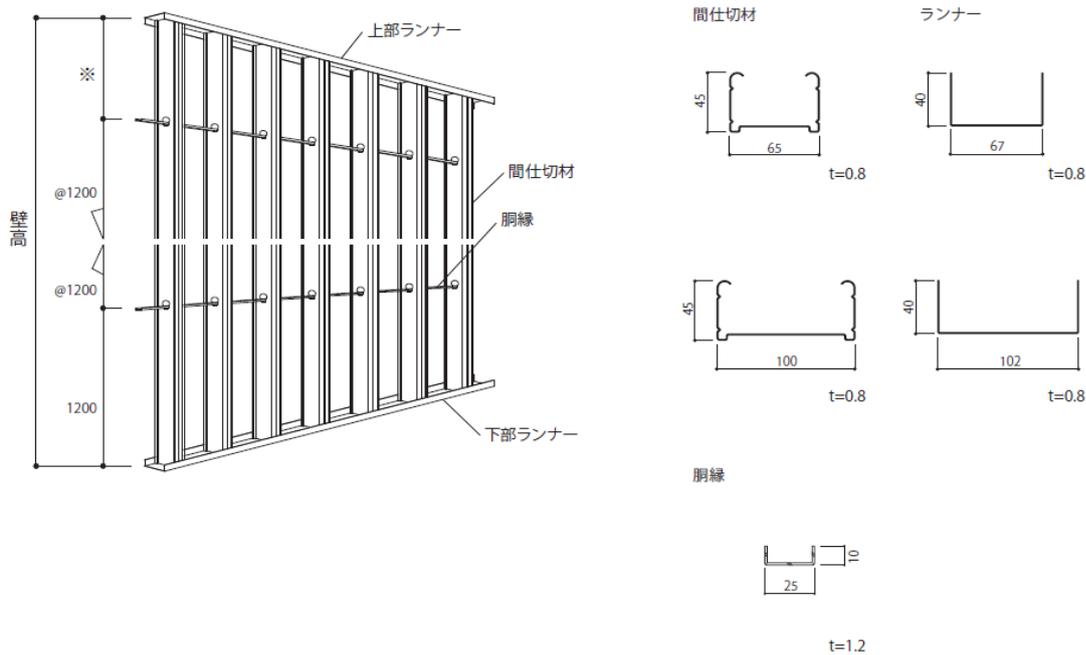
内装下地では以下の軽量間仕切材を使用し、ラスモルタルまたはラスシートモルタルを施工される場合が多い。基本は外装仕上げと同じ仕様が望ましいが、ここでは軽量間仕切下地を使用した高さ 6m の場合の耐震設計例を紹介する。

ここでは、面外方向に地震による慣性力が作用した場合の検証を以下の手順で行う。

- ① ラスモルタルの重量の算定、地震による慣性力の算定
- ② 接合材の本数の確認
- ③ ラスモルタルをスタッドに留める接合材について、地震による慣性力に対する検証
- ④ スタッドの曲げ強度に関する検証
- ⑤ スタッドとランナーの取り合い部に関する検証
- ⑥ ランナーをコンクリートスラブに留めるピンの数の算定

(a) 対象とするラスモルタル

高さ 6.0m の内装間仕切り壁であり、ラスのリブの間隔は 150mm、スタッドの間隔は 227.5mm で、接合材としてシートテクスビスに座金（0.4mm 厚、Φ24mm）を付けたものを使用。モルタルの厚さは 30mm で密度は 20kN/m²。ラスの重量は 800g/m²（7.84N/m²）。スタッドおよびランナーは P-100（（株）オクジュ）を使用する。短期許容引抜き耐力は 0.6kN とする。



(b) 耐震性の検討

① ラスモルタルの重量の算定、地震による慣性力の算定

スタッドの間隔 (227.5mm) をラスモルタルの幅とすると、モルタルの重量 W_m とラスの重量 W_l は、

$$W_m = 0.2275\text{m} \times 6.0\text{m} \times 0.03\text{m} \times 20\text{kN/m}^3 = 0.819\text{kN}$$

$$W_l = 0.2275\text{m} \times 6.0\text{m} \times 0.00784\text{kN/m}^2 = 0.011\text{kN}$$

ラスモルタルの重量 W は、

$$W = W_m + W_l = 0.819 + 0.011 = 0.830\text{kN}$$

ラスモルタルの面外に作用する慣性力 F_H は、

$$F_H = Z \times \beta_H \times k_H \times W = 1.0 \times 2.0 \times 0.56 \times 0.830 = 0.930\text{kN}$$

ここで、外装の検討と同様に、 Z は地域係数で 1.0、 β_H は 2.0、 k_H とは 0.56 とした。

② 接合材の本数の確認

スタッド 1 本あたりの接合材の数は、リブの段数と同じであり、

$$41 \text{ 段} \rightarrow 41 \text{ 本}$$

③ ラスモルタルをスタッドに留める接合材について、地震による慣性力 (面外方向) に対する検証

接合材 1 本が負担する慣性力は、

$$0.930\text{kN} / 41 \text{ 本} = 0.023\text{kN}$$

であり、短期許容引抜き耐力 0.6 kN に対して、

$$0.023\text{kN} < 0.6 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

④ スタッドの曲げ強度に関する検証

ラスモルタルの面外方向に地震による慣性力が作用した場合のスタッドの曲げ強度を検証する。
 高さ 1m あたりの慣性力 w は、スタッドの重量を 0.061kN/m^2 として、ラスモルタルによる慣性力に加えると、

$$w = 0.930\text{kN} / 6.0\text{m} + 0.061\text{kN/m}^2 \times 0.2275\text{m} \times Z \times \beta_H \times k_H = 0.171\text{kN/m}$$

ここで、 Z は地域係数で 1.0、 β_H は 2.0、 k_H とは 0.56 とした。

分布荷重として、スタッドの曲げ応力度を計算すると、

$$\sigma_b = M / Z = w \cdot L^2 / 8 / Z = 0.171\text{kN/m}^2 \times 6.0\text{m}^2 / 8 / 5458.7\text{mm}^3 = 141.0\text{N/mm}^2$$

であり、スタッドの短期許容曲げ応力度 205.9N/mm^2 に対して、

$$141.0\text{N/mm}^2 < 205.9\text{N/mm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

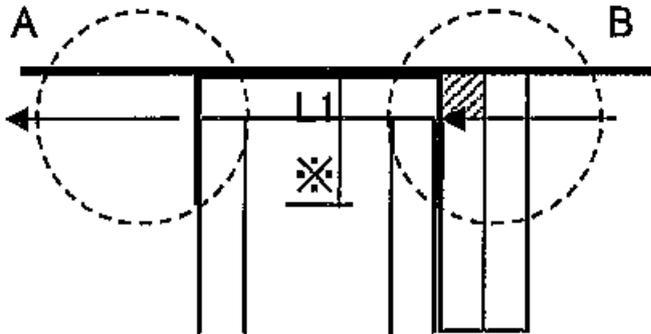
⑤ スタッドとランナーの取り合い部に関する検証

スタッドからランナーに作用するせん断力は、

$$0.171\text{kN/m} \times 6\text{m} / 2 = 0.513\text{kN}$$

スタッドの上部のクリアランス (10mm) を考慮した短期許容せん断力は 0.533kN であり、

$$0.513\text{kN} < 0.533\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$



※ L 1 = 上部のクリアランス (10mm)

⑥ ランナーをコンクリートスラブに留めるピンの数の算定

ピン 1 本の短期許容せん断耐力は 0.866kN 。

スタッド 1 本から受けるせん断力は 0.513kN であり、

$$0.513\text{kN} / 0.866\text{kN} = 0.59$$

したがって、スタッドの本数の 0.59 倍以上ピンが必要である。

6. 設計・施工時に参考となる資料

① モルタルの施工の参考となる資料

- ・ 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 15 「左官工事」 (日本建築学会)

② 耐震設計の参考となる資料

- ・ 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 「鉄骨工事」 (日本建築学会)
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法— (日本建築学会)
- ・ 非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領 (日本建築学会)
- ・ 非構造部材 (屋根、外壁、天井) の地震・風による被害の軽減化の研究 (日本建築学会)

③ 近年の実験研究

- ・ 鉄骨造ラスモルタル外壁のはく落安全性に関する研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp.9-12、2015.6)
- ・ ラスモルタル外壁におけるラスシートを使用した水平加力試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、pp.1075-1076、2015.9
- ・ 開口を有する軽量モルタル塗り通気構法外壁のせん断耐力評価、日本建築学会構造系論文集、Vol. 82 No. 733、pp.451-461、2017.3
- ・ 単位壁長の通気構法モルタル外壁のせん断耐力および変形性能、日本建築学会技術報告集、Vol.24 No.56、pp.165-170、2018.2

7. ラスとビスの組合せ毎の短期許容引抜き耐力一覧

以下に、下地とラス留め付けビスのそれぞれの組合せと設計許容耐力を示す。

ラスの種類	ラスシート LS 1	ラスシート LS 2	リブラスC (0.3 mm)	リブラスC (0.4 mm)	リブラスC (0.5 mm)
外壁	ラスシートビス		ラスシートビス		
			0.6 kN	0.7 kN	0.8 kN
	0.5 kN	2.0 kN	シンワッシャービス		
			0.6 kN	0.7 kN	0.8 kN
内部間 仕切	シートテクス +0.4×24φ座金		シートテクス (座金付き)		
			0.6 kN		
	0.5 kN	0.6 kN	シートテクス+0.4×24φ座金		
			0.6 kN		

外部：C形鋼 1.2 mm下地

内部間仕切：軽量間仕切材 0.8 mm下地

表内数値は、頭部引抜き試験の結果を参考に設定した短期許容引抜き耐力

メタルラス及びラスシート下地の設計技術資料

初版 令和2年 10月

著 作 者 ラスシート工業会 技術委員会
近畿メタルラス工業組合

編集責任者 山中 豊茂 (株)山中製作所
近藤 敏 東邦シートフレーム(株)

監 修
委員長 中尾 方人 横浜国立大学大学院
一般社団法人 日本建築材料協会
公益社団法人 大阪府建築士会

