

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	金属パネルを用いた非構造外壁の面内変形追従機構と各種損傷状態に基づく変形限界
Title(English)	
著者(和文)	黒澤未来
Author(English)	Miku Kurosawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12464号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉敷 祥一,元結 正次郎,石原 直,西村 康志郎,佐藤 大樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12464号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	黒澤 未来		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	吉敷 祥一	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文「金属パネルを用いた非構造外壁の面内変形追従機構と各種損傷状態に基づく変形限界」は、外壁パネルと支持鋼材等により構成する非構造外壁のうち、中低層建築物に採用される金属パネルを用いた非構造外壁(以下、金属外壁)を研究対象とし、地震時に生ずる外壁面内方向の変形追従機構とその限界について検討したものである。本研究の特徴は、接合部要素から 1 層 1 スパンの実大鉄骨架構に取り付く外壁システムにまで展開した一連の構造実験により、各部材および各接合部の損傷とそれらによる外壁の変形限界への影響を論じた点にある。本論文は、以下に示す全 5 章からなる。

第 1 章「序論」では、金属外壁の構成を表し、外壁面外方向に作用する風荷重に対する要求性能と、外壁面内方向に作用する地震時の層間変形に対する要求性能について示している。また、各種の乾式非構造外壁を対象とした面内載荷実験やボルトおよびねじによる機械的接合部に関する既往の研究論文の調査を行い、地震時における金属外壁の面内変形追従機構が不明確であること、外壁が脱落しない変形限界に関する実験的な検討が不十分であることを指摘している。以上の背景から、地震時の面内方向の強制変形に対する各部材および各接合部の挙動に着目し、脱落に至るまでの変形追従機構と各種損傷状態に基づく変形限界の評価を本論文の目的とすることを述べている。第 2 章「金属外壁における接合部の力学挙動」では、各接合部の寸法等の違いに着目したボルト接合部、およびねじ接合部の実験を行っている。ボルト接合部の実験では、接合部の表面処理とボルト孔の形状、ボルトの初期導入張力をパラメータとしている。実験結果より、金属外壁のボルト接合部に採用される表面処理によって確保される表面粗さとすべり係数は、構造部材に用いられる高力ボルト摩擦接合に比して極めて小さい範囲にあることを示している。また、表面粗さが非常に小さい範囲においても、表面粗さとすべり係数には、既往の実験結果と同様の相関があり、表面粗さからすべり係数を推定できることを確認している。一方、ねじ接合部の実験では、金属パネルの材質と板厚、ねじ孔の長径と角度、およびはしあき距離をパラメータとしている。実験結果より、スロット孔と直交方向に作用する応力に対して、金属外壁のねじ接合部ははし抜け破断あるいはねじの引き抜けによって破壊に至ることを明らかにし、力学モデルに基づき破壊モードと最大耐力を評価できる手法を構築している。第 3 章「1 ユニットの金属外壁要素の変形追従性能」では、支持鋼材であるファスナと胴縁、および金属パネル 1 枚からなる 1 ユニットの金属外壁要素を用いた面内載荷実験を行っている。実験では、金属パネルの材質と板厚をパラメータとし、試験体全体の変形をボルト接合部、ねじ接合部、胴縁、およびその他の計測できない残余分の 4 つの変形成分に分離して変形追従機構を分析している。大地震時に相当する層間変形角 1/100rad までは、ほぼ弾性挙動を示し、試験体全体の変形においては胴縁と残余分が支配的であること、また層間変形角 1/100rad より大きな変形では各部の損傷に伴う非線形化が進展し、全体変形においてボルト接合部あるいはねじ接合部の変形が占める割合が増加し、残留変形を引き起こすことを明らかにしている。さらに、面内載荷実験における観察から各種損傷状態と残留変形を整理し、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』の考え方に基づき、層間変形角ごとの損傷程度の区分を評価している。すなわち、出隅・入隅部、および開口を含まない金属外壁の一般部に対して、補修の必要なしに継続使用が可能である変形限界と、脱落しない変形限界を実験的に提示している。第 4 章「1 層 1 スパンの金属外壁システムの変形追従性能」では、第 3 章で確認した 1 ユニットの金属外壁における損傷状態を踏まえて、パネル間に充填するシーリング、出隅・入隅部、および開口を含む金属外壁の各種損傷状態に基づく変形限界を、1 層 1 スパンの実大鉄骨架構において検討している。ここでは、無開口ですべてのパネルを横張り工法とした試験体と、開口を有し、開口上下のパネルを横張り工法、開口左右のパネルを縦張り工法とした試験体を用意している。第 3 章と同様の手法に基づいて損傷程度の区分を評価し、シーリング、出隅・入隅部、開口を有する金属外壁に対して、補修の必要なしに継続使用が可能である変形限界と、脱落しない変形限界を実験的に提示している。第 5 章「結論」では、各章で得られた知見を総括し、本研究における結論とするとともに、今後の課題を記している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 建築学 系
Department of Graduate major in 都市・環境学 コース
学生氏名： 黒澤 未来
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 吉敷 祥一
Academic Supervisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper focuses on non-structural exterior walls with metal panels (hereinafter, metal exterior walls), formed by bending aluminum or other metal plates into a box shape and widely used for medium- and low-rise buildings. It is important to check the deformation limits where the exterior walls will not fall out or lose important functions. This is to ensure that buildings do not become unusable due to damage or collapse of the exterior walls, even if the structural frame is undamaged. In this study, a series of structural experiments, ranging from joint elements to exterior wall systems attached to a full-scale one-story, one-bay steel frame, discusses the damage to individual members and joints, and their effect on the deformation limits of the exterior wall.

First, fundamental tests on bolted joints confirmed the slip proof strength, using the surface treatment, the shape of bolt holes, and the initial tension introduced in the bolt as parameters. The expected slip proof strength of the bolted joints was sufficient for wind loads acting in the outward direction of the exterior wall. In addition, fundamental tests on screw joints evaluated the effect of joint details on failure modes and maximum strength.

Second, in-plane cyclic loading tests were conducted on two types of metal exterior walls. One is a single unit of the wall, and the other is the wall system attached to a one-story, one-bay steel frame structure. The test results showed that the deformation limits that allow continuous use with little or no repair are determined by cracks in the sealing and slip in the joints. Furthermore, the deformation limit for no fall out of the metal exterior wall, which is governed by screw joint failure and opening damage, has a story drift angle of 1/50 or greater.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).