

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名 高島健史
学位の種類 博士（工学）
学位記番号 博乙第443号
学位授与年月日 2019年3月26日
学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第2項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項
学府・専攻名 都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目 補強材を有するALCブロックを用いた組積壁の面内せん断性状と剛性評価に関する研究

論文審査委員 主査 横浜国立大学 准教授 杉本訓祥
横浜国立大学 教授 田才晃
横浜国立大学 教授 松本由香
横浜国立大学 教授 細田暁
横浜国立大学 准教授 河端昌也

論文及び審査結果の要旨

第1章「序論」では、本研究の背景と位置づけについて述べている。すなわち、内部鉄筋を有するALCブロック（欧米表記はAAC Block）を用い、縦横配筋を有する補強組積壁は、耐震性が高く、耐火性・耐久性・高断熱性を有することから住宅用途に適する構法であることを背景として述べている。次に、建築基準法上の比較的簡易な構造計算ルートによる設計を可能とするため、本構法による架構の剛性評価法を確立することが本研究の主目的であることを述べている。また、本論文の構成は次の通りである。すなわち、構造性能評価のための基礎資料の少ないALCブロックを用いることから、本研究では、素材や要素の特性把握から始めて（第2章）、構造要素としての補強組織壁の構造性能把握のため、無開口および有開口部材を対象として静的載荷実験を行う（第3章、第4章）。第5章では、実験データを踏まえたFEM解析を行い、設計式の提案を行う。

第2章「材料特性および組積体の構造特性」では、材料試験と要素（組積体）の構造特性把握のための試験について述べている。本構法で用いるブロック1つの基本形状は厚さ250mm、長さ750mm、高さ150mmであり、主たる構造要素の組積壁は、長さ1～9m程度、高さ2.5～3.0m程度を適用範囲としている。また、縦横筋を配置しながらALCブロックを組積した後は、空隙にグラウトを充填して一体化する。そこで、本章では、材料特性とともに、5段程度を組積してグラウト充填した『組積体』の特性を把握するための圧縮・せん断試験を実施している。ここでは、国土交通省告示に示された設計基準強度および許容応力度の定め方（設計基準強度は、実況に応じた圧縮強度試験により求めた材齢28日の供試体の圧縮強度の平均値以下）を踏まえて、組積体による強度を確認している。各種試験の結果、組積体としてのせん断強度や、ALCとグラウト界面の強度など、部材の性能評価に必要な基本特性値を取得している。なお、本章では、本構法で最終的に採用することとしたALCブロックのほか、比重や内部鉄筋の有無などの仕様の異なる類似のALCブロックも対象として要素試験を行っている。

第3章「無開口組積壁の面内せん断実験と耐力および剛性の評価」では、無開口組積壁を対象とした静的載荷実験を実施している。なお、本章では、第2章同様、仕様の異なる類似のALCブロックも対象として部材実験を行っている。試験体は、高さ3m、厚さ250mmを共通とし、長さを1.0m、1.5m、4.5mの3種類、ALCブロック3種類を変動因子としている。実験では、正負繰返し載荷を行い、破壊に至るまで載荷している。壁長さの短い試験体の一部は曲げ破壊したが、その他は曲げ降伏後のせん断破壊に至った。既往のソーメンリー構造の計算式に、第2章で得られた組積体の特性値を用いることで適切に耐力評価できること、また、いずれの試験体でも層間変形角1/1500程度までは概ね弾性とみなすことができることを示している。

第4章「有開口組積壁の面内せん断実験と設計クライテリアの提案」では、有開口組積

壁の静的載荷実験と、前章までの結果も含めた分析により、設計クライテリアの提案を行っている。静的載荷実験は、高さ3.0m、長さ4.5m、厚さ250mmの組積壁に窓開口を設けた3体の試験体に対して第3章と同様の加力を行っている。窓開口は、住宅で一般的に使用される腰高さの窓、縦長の小さな窓（2つ）、掃き出し窓の3種としている。実験により、開口の形状に応じて詳細は異なるものの、最終的にはせん断破壊することが確認された。一方、初ひび割れの発生は層間変形角1/2000～1/1000程度で、1/1500程度までは、無開口の場合と同様に概ね弾性と見なせることも確認された。前章までの実験結果とともに、これらの結果を踏まえて、一次設計時の設計クライテリアとして1/1500以下とすることが提案されている。

第5章「有限要素法を用いた組積壁の弾性解析と設計用せん断剛性の提案」では、壁幅（壁長さ）、開口形状および階数をパラメータとした有限要素法による解析を行い、設計用せん断剛性の提案を行っている。まず、前章までに行った実験を対象とした解析を行い、解析モデル化手法の妥当性を確認した上で、上述のパラメータを変動した解析を行い、開口に応じた剛性低減係数の提案、および、2階建て住宅の2階に用いる場合の剛性評価の提案をしている。これらにより、本構法で適用対象とする2階建て住宅建物の構造計算に必要な剛性評価手法を取りまとめている。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果を取りまとめるとともに、今後の検討課題について述べている。今後の検討課題としては、面外方向の挙動や面外部材の考慮の方法、組積壁が複数で建物を構成する場合の接合部材の挙動に関する疑問点などを挙げている。

以上のように、本研究は、素材や構成要素の特性把握から始めて、主たる構造要素である有開口組積壁の設計用クライテリアと設計式の提案まで行っており、ALCブロックを用いた補強組積壁構法の実用化を目指した研究として高いレベルといえる。また、本論文の範囲外であるが、今後の課題と展望として述べている振動台実験も実施されており、本論文に述べられた提案内容の検証データも得ており、構法実用化に大きく貢献している。

なお、iThenticateを用いて博士論文全文の剽窃チェックを行ったところ、剽窃が行われていないと判断できる結果であった。合致指標は18%となったが、具体的には引用している設計式に関する表記や、慣用的な表現の一致が見られる程度であったこと、各ソースでの合致率はいずれも1%程度以下であったことから、剽窃に関わる問題は無いと判断した。

平成31年1月21日午後4時15分より、建築学棟1階大会議室にて審査委員出席のもとで、高島健史氏の博士論文公聴会を開催し、学位論文についての口頭発表および質疑応答が行われた。その後、同日午後6時より、同室にて審査委員会を開催し、厳正な審査の結果、審査委員全員一致で、本論文が博士（工学）の学位論文として十分な内容を有しており、合格と判定した。公聴会における質疑尾等の内容から、学位論文を中心としてこれに関連する分野の科目について、博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。

外国語の学力に関しては、審査付き公表論文のうち1編を英語で執筆し、国際会議のポスターセッションで発表していることから、十分な学力を有すると判定した。なお、公聴会質疑応答の後、国際会議での発表内容（ポスター）が提示され、発表内容を確認した。

学位取得に必要な対外発表論文は以下3編である。

- ・ Experimental Study on Masonry Walls Using AAC Blocks, K.Takashima・S.Nakata・R.Nakamura・H.Iida・T.Hanai・A.Tasai, 16th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.705, 2017年（査読有）
- ・ ALCブロックを用いた無開口組積壁の面内せん断性状に関する実験的研究, 高島健史・中村亮太・中田信治・花井勉・杉本訓祥・楠浩一・田才晃, 日本建築学会構造系論文集第83巻 第749号, pp1075-1085, 2018年（査読有）
- ・ ALCブロックを用いた有開口組積壁の面内せん断性状と剛性低減率に関する研究, 高島健史・中村亮太・飯田秀年・皆川隆・中田信治・花井勉・杉本訓祥・田才晃, 日本建築学会構造系論文集 第83巻 第752号, pp1499-1506, 2018年（査読有）

以上により、最終試験は合格であると判定した。