



## 非補強レンガ積みの曲げ、せん断およびねじり挙動 に対するポリプロピレンバンドの補強効果

メタデータ	言語: en 出版者: 公開日: 2024-05-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: タ クイ フン メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.15118/0002000218">https://doi.org/10.15118/0002000218</a>

氏名	TA QUY HUNG (タクイフン)
学位論文題目	STRENGTHENING EFFECT OF POLYPROPYLENE BANDS ON BENDING, SHEAR, AND TORSIONAL BEHAVIORS (無補強レンガ積みの曲げ、せん断およびねじり挙動に対するポリプロピレンバンドの補強効果)
論文審査委員	主査 教授 溝口 光男 教授 濱 幸雄 准教授 高瀬 裕也

### 論文内容の要旨

毎年、ベトナムはいくつかの台風に見舞われる。既往の研究によれば、2000年から2017年までの間の国内災害関連被害の80%は台風に伴う強風によるものであり、その被害の7割は破壊する構造を有するセミパーマネント住宅である。

本研究は、ベトナムでのセミパーマネント住宅の強風被害を軽減することを目的とした。強風被害を受けやすい無補強レンガ積み壁を対象に、提案したポリプロピレン (PP) バンドを利用する補強方法の有効性について実験的に検討した。さらに、PP バンドによって補強されたレンガ積み壁の挙動についてさらなる示唆を得るために、実験結果から重要なパラメータを設定した有限要素モデルを用いて数値解析を行った。

実験的検討では、曲げ試験用9体、せん断試験用30体、ねじり試験用10体の合計49体の試験体を製作した。得られた知見は次のとおりである。曲げ試験では、PP バンド試験体の初期ひび割れ時および破壊時の荷重は、無PPバンド試験体に比べて大きかった。せん断試験では、圧縮応力度の大小にかかわらず、PP バンド試験体の最大荷重および初期剛性は無PPバンド試験体と顕著な差がなかった。ねじり試験では、PP バンド試験体の初期ひび割れ時の荷重と変形は無PPバンド試験体に比べて大きかった。これら3種の試験ともに、PP バンド試験体では初期に最大荷重を示した後に一度大きく荷重が低下し、その後は荷重が徐々に上昇し最終時まで変形能力が確保された。PP バンドを2枚の平鋼ワッシャーの間に挟み、レンガの側面に埋め込んだプラスチックプラグに鋼ネジで固定する、提案された固定方法によるPPバンド補強は、レンガとモルタルの界面での剥離を制限し、レンガ積みの耐風性能を向上させる。特に、PPバンド補強は曲げ挙動に有効である。

数値解析では、レンガと目地モルタルはインターフェース要素を介して接続されているとした有限要素解析を行った。PP バンドなしの解析モデルの結果は、実験でみられたレンガとモルタルの界面におけるひび割れの発生位置や進展状況を適切に評価した。また、PP バンドの補強効果を、提案された固定方法の力学的性状を基にモデル化することを試みた。このモデル化によるPPバンドありの解析モデルの結果は、実験結果にみられた一度大きく荷重低下した後の評価ができていないものの、初期の実験結果は比較的良く評価できた。

## ABSTRACT

Vietnam faces several typhoons every year. According to past research, 80% of domestic disaster-related damage from 2000 to 2017 was caused by strong winds associated with typhoons, and 70% of this damage was to semi-permanent houses with structures that could be destroyed.

This research aimed to reduce strong wind damage to semi-permanent houses in Vietnam. I experimentally investigated the effectiveness of a proposed reinforcement method using polypropylene (PP) bands for unreinforced brick masonry walls that were subject to damage from strong winds. In addition, to obtain further insights about the behavior of brick masonry walls reinforced by PP bands, numerical analysis was performed using finite element models with key parameters set from the experimental result.

In the experimental study, a total of 49 specimens were manufactured: 9 specimens for bending tests, 30 specimens for shear tests, and 10 specimens for torsional tests. The findings obtained are as follows: In the bending test, the initial cracking and fracture loads of the PP band specimen were larger than those of the non-PP band one. In the shear test, there was no significant difference in the maximum load and initial stiffness of the PP band specimen compared to the non-PP band one, regardless of the magnitude of compressive stress. In the torsional test, the load and deformation at the initial cracking of the PP band specimen were larger than those of the non-PP band one. In these three test types, the PP band specimen showed the maximum load at the beginning, then the load decreased significantly, and then the load gradually increased and the deformation capacity was maintained until the final stage. The PP band reinforcement using the proposed fixing method, in which the PP band is sandwiched between two flat steel washers and fixed with steel screws to a plastic plug embedded in the sides of the bricks, limits the delamination at the brick-mortar interface. This improves the wind resistance performance of the brickwork. In particular, PP band reinforcement is effective for bending behavior.

In the numerical analysis, a finite element analysis was performed assuming that the bricks and joint mortar were connected through the interface element. The results of the analytical model without the PP band approximately evaluated the location and progress of cracks at the brick-mortar interface observed in the experiment. I also attempted to model the reinforcing effect of the PP band based on the mechanical properties of the proposed fixing method. Although the results of the analytical model with the PP band based on this modeling cannot evaluate the experimental behavior after the load decreased significantly, the initial experimental results could be evaluated relatively well.

## 論文審査結果の要旨

本論文は、ベトナムで多くみられるセミパーマネント住宅の台風による強風被害を軽減するために、無補強レンガ積み壁を対象に、提案したポリプロピレン（PP）バンドを利用する補強方法を提案し、その有効性について実験結果を基に論ずるとともに、PPバンドによって補強されたレンガ積み壁の挙動を把握する有限要素モデルについて論じたものである。

はじめに、PPバンドを2枚の平鋼ワッシャーの間に挟み、レンガの側面に埋め込んだプラスチックプラグに鋼ネジで固定する新たな固定方法を提案し、その力学的性状を明らかにしている。

次に、曲げ試験用9体、せん断試験用30体、ねじり試験用10体の合計49体の試験体の加力実験を行い、曲げ試験では、PPバンド試験体の初期ひび割れ時および破壊時の荷重は無PPバンド試験体に比べて大きいこと、せん断試験では、圧縮応力度の大小にかかわらず、PPバンド試験体の最大荷重および初期剛性は無PPバンド試験体と顕著な差がないこと、ねじり試験では、PPバンド試験体の初期ひび割れ時の荷重と変形は無PPバンド試験体に比べて大きいことなどを確認している。これら3種の試験ともに、PPバンド試験体では初期に最大荷重を示した後に一度大きく荷重が低下し、その後は荷重が徐々に上昇し最終時まで変形能力が確保されることや、提案された固定方法によるPPバンド補強は、レンガとモルタルの界面での剥離を制限し、レンガ積みの耐風性能を向上させ、特にPPバンド補強は曲げ挙動に有効であることを明らかにしている。

最後に、レンガと目地モルタルはインターフェース要素を介して接続されるとした有限要素解析により、PPバンドなしの解析モデルでは、実験でみられたレンガとモルタルの界面におけるひび割れの発生位置や進展状況を適切に評価できることを確認している。また、PPバンドの補強効果を、提案された固定方法の力学的性状を基にモデル化することを試み、このモデル化によるPPバンドありの解析モデルでは、実験結果にみられた一度大きく荷重低下した後の評価ができていないものの、初期の実験結果は比較的良く評価できることを示している。

以上、本論文はベトナムでのレンガ造建物の台風被害を減らすために、無補強レンガ積み壁にポリプロピレンバンドを利用して補強した効果とその解析法を論じたものであり、工学的価値が高い。よって、本学及び専攻が定める審査基準を満たしており、著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。