

氏 名	やま かし たち よし 山 梶 隆 吉
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2743 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 環 境 地 球 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	鋼板壁付鉄骨架構の弾塑性履歴挙動と耐震設計

論文調査委員	(主 査) 教 授 竹 脇 出 教 授 井 上 一 朗 助教授 西 山 峰 広
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鉄骨建物の耐震要素の一つである鋼板耐震壁について、座屈補剛を伴わない新しい使用方法とそれに基づく設計法を提案したものであり、以下の6章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、目的、および課題となる点を明示するとともに、論文各章の概要について述べている。主たる課題は鋼板壁に座屈補剛が存在しないことに起因する。鋼板壁は斜め方向の張力（以下単に斜張力という）により抵抗すると考えられるが、斜張力により鋼板壁周辺の柱・梁部材が撓むと斜張力分布が不均一となると同時に、梁中間に塑性ヒンジが生じることにより構造体の水平耐力が期待通りの大きさに達しないこと（鋼板壁と鉄骨架構の相互作用）が問題であることを明らかにしている。

第2章では、鋼板壁およびそれを有する構造体の実性状について検討を行っている。特徴的な性質として、鋼板壁がせん断力を受けると初期の段階で座屈が生じ、座屈後には水平方向を基準としておよそ $\pm 45^\circ$ 方向に座屈波が生じること、荷重—変形角関係がスリップ型を示すことを確認している。また座屈波発生状況として、薄い鋼板壁は数が多く一様であるのに対し、厚い鋼板壁は数が少なく不均一であることから、鋼板壁と鉄骨架構の間に相互作用が生じていることを明らかにしている。

第3章では、第2章での検討事項を踏まえて、鋼板壁付鉄骨架構に対する解析モデルの提案を行っている。柱及び梁は統一的に扱っており、軸方向変形、せん断変形及び曲げ変形が生じる有限要素を材軸方向に数個設定することによりモデル化を行っている。鋼板壁に対しては、その抵抗は斜張力によるものとして捉えており、斜張力の不均一な分布が表現できるように、単一ブレースではなく複数ブレースとしてモデル化を行っている。但し、正負交番繰返し荷重を受ける場合には2方向の複数ブレースが必要であるため、2方向の複数ブレースの各交差点には2軸平面応力状態となる要素（交差点要素）を考慮している。従って、隣接する交差点要素を剛棒で連結したものをブレースとしてモデル化している。

第4章では、第3章で提案した解析モデルを用いて種々の数値解析を行い、崩壊機構に大きな影響を与える要因と設計上配慮すべき特徴的挙動を明示している。単調荷重を受ける場合について、鉄骨架構を同一とし鋼板厚を大きくした場合や、鋼板厚を同一とし鋼板幅を長くした場合には、ある程度までは構造体の水平耐力は上がるものの、梁の一端と中間に曲げによる塑性変形が生じると柱の負担せん断力が低下するため構造体の水平耐力は上昇しなくなることを示している。また、梁のフランジ及びウェブ断面積を変化させた場合の解析では、ウェブ断面積を十分に確保することで梁両端に塑性ヒンジが生じる鉄骨架構の崩壊機構が確保され、フランジ断面積の増減により鉄骨架構の水平耐力に増減が生じることを示している。正負交番繰返し荷重を受ける場合にブレースが利かなくなる理由は、ブレースが徐々に伸びることと、梁端部ウェブのせん断降伏により梁が大きく撓むことであることを明らかにしている。

第5章では、第4章で得られた知見に基づき、鋼板壁付鉄骨架構の終局状態に対する設計法を提案している。架構の終局状態として、①柱には塑性ヒンジが生じないこと、②梁は両端においてフランジの降伏は認めるがウェブの降伏は認めない

こと、③鋼板壁は全面塑性化すること、という三つの条件を満たした崩壊機構を考えている。このような崩壊機構は換言すれば鋼板壁と鉄骨架構の相互作用の影響が小さいことを意味している。この崩壊機構を実現するための柱及び梁断面ウェブの大きさを算定する具体的な設計手順を提示している。最後にこの手順に従って試設計を行い、第3章で提案した解析モデルにより、試設計構造体が設計条件を満足していることを確認している。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、座屈補剛のない鋼板壁を中小規模建築に用いることを目的として、座屈補剛のない鋼板壁特有の性状を考慮した鋼板壁付鉄骨架構の終局状態に対する設計法を提示したものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 鋼板壁またはそれを有する鉄骨骨組の既往の関連研究を調査し、その結果に基づいて基礎的実験を行い、座屈補剛のある場合と無い場合の鋼板壁付架構の弾塑性履歴挙動を明らかにした。鋼板壁は斜張力により抵抗すると考えられるが、斜張力により部材が撓むと斜張力分布が不均一となると同時に、梁中間に塑性ヒンジが生じることにより構造体の水平耐力が期待通りの大きさに達しないことが本鋼板壁付架構の特徴であることを明らかにした。これを鋼板壁と鉄骨架構の相互作用と呼んでいる。
2. 第2章で得られた知見に基づき、鋼板壁と鉄骨架構の相互作用を考慮した解析モデルを提示している。鋼板壁の実挙動は、面内及び面外の連成挙動であるのに対して、解析モデルの鋼板壁は、複数のブレースに置換することによって仮想的な面内挙動のみを扱うものとなっている。しかしながら、構造設計上妥当な精度で挙動を追跡できることを確認している。
3. 第3章で提示された解析モデルを用いて、鋼板厚、鋼板幅および梁断面積を解析パラメータとする種々の数値解析を行い、鋼板壁から柱や梁に作用する材軸直交方向の付加応力、すなわち相互作用が、鋼板壁付架構の弾塑性履歴挙動に大きく影響することを明らかにしている。
4. 第4章で得られた知見に基づき、鋼板壁と鉄骨架構の相互作用を考慮した鋼板壁付鉄骨架構の終局状態に対する設計法を提示した。架構の終局状態として、①柱には塑性ヒンジが生じないこと、②梁は両端においてフランジの降伏は認めるがウェブの降伏は認めないこと、③鋼板壁は全面塑性化すること、という三つの条件を満たした崩壊機構を想定し、この崩壊機構を実現するための柱及び梁断面の大きさを算定する具体的な設計手順を提示してこれを検証している。

以上要するに本論文は、座屈補剛のない鋼板壁特有の性状を考慮した解析モデルを提案し、これを用いて鋼板壁付鉄骨架構の弾塑性履歴挙動およびそれに基づく設計法を詳細に検討したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年9月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。