



Title	複数開口を有する鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断強度算定法に関する研究
Author(s)	櫻井, 真人
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59248
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	櫻 井 真 人
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 5 5 4 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学 位 論 文 名	複数開口を有する鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断強度算定法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 倉 本 洋 (副査) 教 授 多 田 元 英 教 授 宮 本 裕 司

論 文 内 容 の 要 旨

鉄筋コンクリート（RC）造建築物における耐震壁は地震時における主要な耐震要素であるが、建築計画等の制約から実際には壁板内に窓やドアを有する耐震壁（以下、有開口耐震壁と呼称）となる場合が多い。このような有開口耐震壁のせん断強度評価法には、日本建築学会の鉄筋コンクリート構造計算規準や日本建築防災協会の耐震診断基準に示される開口周比を用いた手法が慣用されてきた。しかしながらこれらの手法は、壁板に対する開口部の面積の比率に基づいてせん断強度が算定されることから、開口の個数、位置および形状が耐震壁の構造特性に及ぼす影響が反映されにくいという問題点が指摘されており、より定量的な性能評価手法の確立が求められている。

本研究は、複数開口を有する耐震壁の定量的なせん断強度算定法を開発することを目的とした実験的研究および解析的研究であり、全 5 章で構成されている。

第 1 章は序論で、本研究の背景と目的を示すとともに、有開口耐震壁に関する既往の研究および現在用いられている有開口耐震壁のせん断強度算定法について概説した。

第 2 章では、複数開口を有する RC 造耐震壁の構造性能を把握することを目的として、有開口耐震壁の静的載荷実験を実施した。試験体はせん断破壊型の連層耐震壁の下部 2 層を想定して、開口の位置および個数を実験変数としたものを 10 体設計し、開口位置の変化が耐震壁の最大耐力や破壊モードに及ぼす影響を検討した。その結果、有開口耐震壁では、開口数および開口位置の違いにより応力伝達経路が異なることが、耐震壁の破壊メカニズム、耐力および変形性能に影響を及ぼすことを示した。また、開口位置が偏在する耐震壁では載荷方向によって耐震壁の耐力および変形性能が異なることを確認した。さらに、それぞれの開口が中央に近接して配置された耐震壁では同一開口周比となる他の耐震壁と比べて最大耐力が低くなるものの、大変形時まで耐力低下は緩やかとなることを明らかにした。

第 3 章では、有開口耐震壁内部の応力伝達機構を解明することを目的として、有限要素解析（以下、FEM 解析と略記）を用いた有開口耐震壁の数値シミュレーション手法について検討した。第 2 章で実施した有開口耐震壁

実験の試験体のうち 6 体を対象として、2 次元 FEM 解析を実施した。本章で採用したモデル化手法に従った FEM 解析の結果は、有開口耐震壁の履歴特性や破壊モードなどの実験結果と良い対応を示した。また、FEM 解析結果から有開口耐震壁内部における応力伝達機構について検討し、開口位置によって耐震壁内部で形成される圧縮ストラットが異なり、せん断力の伝達経路が変化することを明らかにした。

第 4 章では、開口位置の変化が耐震壁の構造性能に及ぼす影響をさらに詳細に検討することを目的として、開口位置を変数とした有開口耐震壁のパラメトリック解析を実施した。パラメトリック解析では、第 2 章および第 3 章で用いた試験体に対して複数開口の配置を補間した追加モデルを 8 ケース設定し、FEM 解析を実施した。その結果、有開口耐震壁のせん断力を伝達する圧縮ストラットは、開口位置や載荷方向によらず個々の壁板で壁板長に応じて形成され、各部材における負担せん断力は形成される圧縮ストラットの傾向と同様に、壁板長に応じて変化する傾向があることを確認した。以上の解析結果に基づいて複数開口を有する耐震壁における壁板と側柱のせん断抵抗モデルを考案した。また、第 2 章で用いた耐震壁試験体を対象としてコンクリート圧縮強度、せん断スパン比、軸力比および壁筋比を解析変数としたパラメトリック解析を実施し、各影響要因の変化が耐震壁のせん断強度に及ぼす影響を検討した。さらに、これらの結果と上記のせん断抵抗モデルに基づいて、有開口耐震壁の簡便なせん断強度算定法を提案し、その耐力予測精度が良好であることを確認した。

第 5 章では本研究で得られた成果を総括し、今後の課題を示すとともに本論文の結論とした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

鉄筋コンクリート（RC）造建築物における耐震壁は地震時における主要な耐震要素であるが、建築計画等の制約から実際には壁板内に窓やドアを有する耐震壁（以下、有開口耐震壁と呼称）となる場合が多い。このような有開口耐震壁のせん断強度評価には、日本建築学会の鉄筋コンクリート構造計算規準や日本建築防災協会の耐震診断基準に示される開口周比を用いた計算手法が慣用されてきた。しかしながら、これらの手法は壁板に対する開口部の面積の比率に基づいてせん断強度が算定されることから、開口の個数、位置および形状が耐震壁の構造特性に及ぼす影響が反映されにくいという問題点が指摘されており、より定量的な構造性能評価手法の確立が求められている。

本論文は、上記を背景に実施した複数開口を有する耐震壁のせん断強度算定法の開発を目的とする実験的研究および解析的研究をとりまとめたものであり、全 5 章で構成されている。

第 1 章は序論で、本研究の背景と目的を示すとともに、有開口耐震壁に関する既往の研究および現在用いられている有開口耐震壁のせん断強度算定法について概説している。

第 2 章では、複数開口を有する RC 造耐震壁の構造性能を把握することを目的として実施した有開口耐震壁の静的載荷実験について述べている。試験体はせん断破壊型の連層耐震壁の下部 2 層を想定して、開口の位置および個数を実験変数としたものを 10 体製作し、開口位置の変化が耐震壁の最大耐力や破壊モードに及ぼす影響を検討している。実験結果より、有開口耐震壁では、開口数および開口位置の違いにより応力伝達経路が異なることが耐震壁の破壊メカニズム、耐力および変形性能に影響を及ぼすことを明らかにしている。また、開口位置が偏在する耐震壁では載荷方向によって耐震壁の耐力および変形性能が異なることを確認している。さらに、それぞれの開口が中央に近接して配置された耐震壁では同一開口周比となる他の耐震壁と比べて最大耐力が低くなるものの、大変形時まで耐力低下は緩やかとなることを明らかにしている。

第 3 章では、有開口耐震壁内部の応力伝達機構を解明することを目的として実施した有限要素解析（以下、FEM 解析と略記）による有開口耐震壁の数値シミュレーションについて述べている。第 2 章で実施した有開口耐震壁実験の試験体のうち 6 体を対象として 2 次元 FEM 解析を実施し、履歴特性や破壊モード等に関して解析結果と実験結果が良好な対応関係にあることを示し、本解析で採用したモデル化手法が妥当なものであることを検証している。また、FEM 解析結果から有開口耐震壁内部における応力伝達機構について検討し、開口位置によって耐震壁内部で形成される圧縮ストラットが異なり、せん断力の伝達経路が変化することを明らかにしている。

第 4 章では、開口位置の変化が耐震壁の構造性能に及ぼす影響をさらに詳細に検討することを目的として、開口位置を変数とした有開口耐震壁の FEM パラメトリック解析を実施している。パラメトリック解析では、第 2 章で用いた

試験体に対して複数開口の配置を補間した 10 ケースのモデルを追加し、計 20 ケースについて検討している。その結果、有開口耐震壁のせん断力を伝達する圧縮ストラットは、開口位置や載荷方向に関わらず開口に隣接する壁板それぞれに形成され、それら壁板の負担せん断力は圧縮ストラットの断面積と傾きに比例する傾向があることを確認している。以上の解析結果に基づいて複数開口を有する耐震壁における壁板と側柱のせん断抵抗モデルを考案している。また、第 2 章で用いた耐震壁試験体を対象としてコンクリート圧縮強度、せん断スパン比、軸力比および壁筋比をパラメータとした解析を実施し、各影響要因の変化が耐震壁のせん断強度に及ぼす影響を検討している。さらに、これらの結果と上記のせん断抵抗モデルに基づいて、有開口耐震壁の簡便なせん断強度算定法を提案し、その耐力予測精度が良好であることを確認している。

第 5 章では本研究で得られた結論および今後の課題についてまとめている。

以上のように、本論文は従来の構造設計基準における設計式では評価が困難であった有開口耐震壁のせん断強度に及ぼす開口の個数、配置および形状等の影響を構造実験結果と FEM 解析結果に基づいて定量的に把握し、簡便で実用的、かつ合理的なせん断強度算定法を提案したものである。これらは、既存、新築を問わず鉄筋コンクリート造建築物の耐震性能評価および構造設計に資する極めて貴重な研究成果である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。