

地震により損傷を受けた鉄筋コンクリート造耐震壁の残存耐震性能に関する研究

その13 圧縮ストラット幅の検討

正会員 ○孫 憬玥 1* 同 半沢 守 2* 同 前田 匡樹 3*
同 Hamood ALWASHALI 4* 同 相澤 直之 5* 同 佐藤 真俊 5*

残存耐震性能 端部拘束条件 直交壁
耐震壁 せん断破壊 損傷度

1. はじめに

その12では端部拘束条件がせん断破壊先行型耐震壁の構造性能に与える影響について検討を述べた。本報では、各シリーズ試験体のせん断力の伝達機構を検討するため、壁板の応力度分布に基づいて、圧縮ストラット幅の算出を試みた。さらに、試験体の実層間変形角一層せん断力を用い、上述の計算方法の精度を検証する。

2. 圧縮ストラット幅

2.1 圧縮ストラット幅の算出

壁板の圧縮ストラットの有効幅(図-1)を計算するため、まず図-2に示す壁板の対角方向に取り付けた変位計から対角方向のひずみ度を計算する。壁板内の圧縮ひずみ分布をできるだけ正確に計測するため壁板の対角方向の6区域に分けて計測をした(図-2)。SFシリーズ無損傷試験体の0.4%サイクルの時、区域②を例として、応力度の計算を説明する(図-2)。変位計で計測した各区間の変形を測定区間長さで除して平均ひずみ度を求める。箇所Cは変位計を設置するボルトが埋め込んである箇所なので、この箇所には両側の変位計で測ったひずみ度の平均値を使用した。ほかの箇所のひずみは変位計1個で測ったデータより算出する。このようにして求めた各位置のひずみ度を、コンクリート圧縮試験で得た応力度-ひずみ関係と対応させ、各サイクルの各箇所の応力度を求めた。そして、上述のとおり求めた各区域の応力度分布を、その区域内の最大応力度 σ_{max} で一定と仮定して矩形分布にした場合の圧縮ストラット等価な幅を、圧縮ストラット幅 W として式(1)により算出した。詳細な計算の手順を図-3に示す。

$$\int \sigma dx \times t = \sigma_{max} \times t \times W \quad (1)$$

ここで、 σ :各箇所の応力度(N), t :壁板の厚さ, σ_{max} :各区域の最大応力度(N/mm²), W :圧縮ストラット幅(mm)。

2.2 圧縮ストラット幅の算出値

図-4の結果をみると(各サイクルごとのストラット幅分布と応力度分布はほぼ同様のので、SF-13-D0の0.4%・0.6%サイクルの結果のみ説明する), 区域①・⑥は壁板の隅に設置するので、変位計で測った範囲は少ない。また、区域②~⑤のストラット幅の大きさと最大応力度はほぼ一定なので、各サイクルのストラット幅とストラット幅応力度を区域②~⑤の平均値とする。各年度の結果を図

—5に示す。両シリーズのストラット幅の算定結果(本加力のみ)を図-5に示す。図-5より、事前に受けた損傷の大きさ関わらず、両シリーズのストラット幅に大差はなく0.1%~0.6%サイクルの範囲で、650mm~800mm程度である。

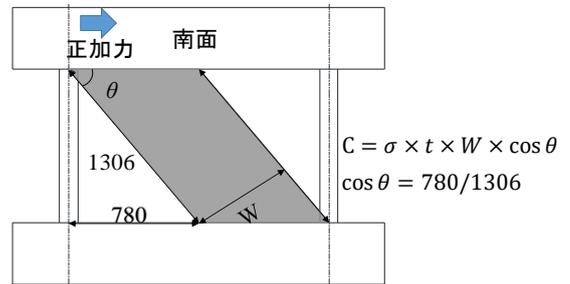


図-1 圧縮ストラット幅図

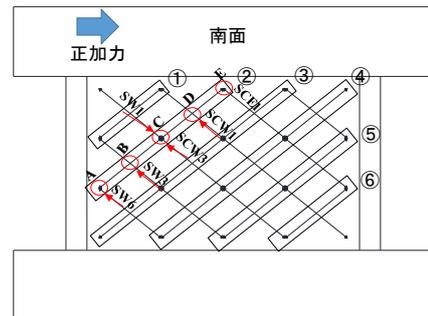


図-2 変位計位置図

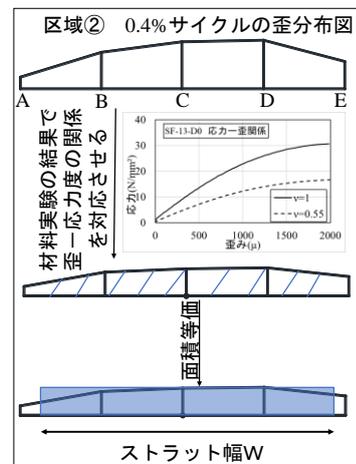
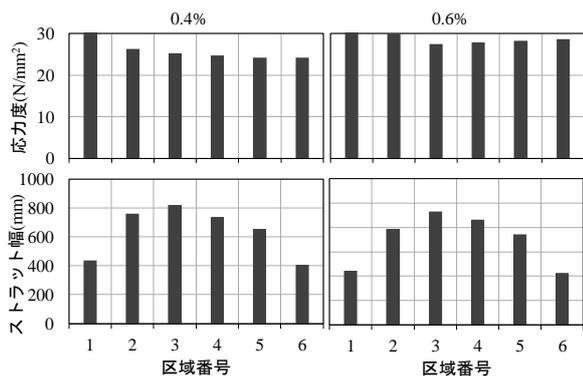
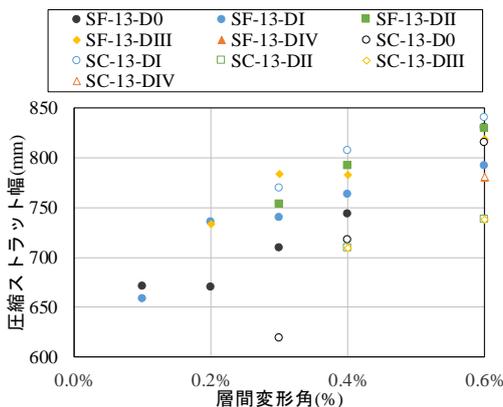


図-3 計算手順図



0.04%サイクル 0.06%サイクル
 図—4 応力度・ストラット幅分布



図—5 圧縮ストラット幅の算定結果

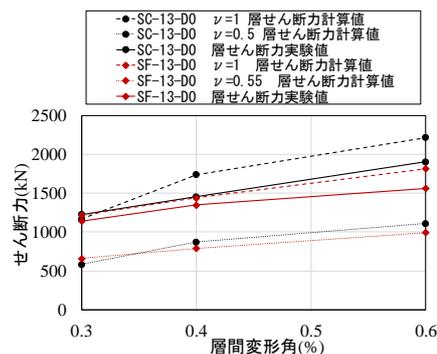
2.3 圧縮ストラット幅算出法の精度の検証

本項で説明したストラット幅の計算結果の精度を検証するため、算出したストラット幅から、式(2)で両シリーズの層せん断力と層せん断力の実験値を比較する。一般に、試験体が大きな損傷を受けてコンクリートのせん断ひび割れなどが発生した場合、コンクリートの圧縮強度が低下することが知られている。この低下した応力度を正確に測定することはできないが、圧縮強度有効係数³⁾ ν を乗じ低減させて計算したせん断応力と低減係数 $\nu=1$ とした場合の2通りの層せん断力を計算し図—6 に示した。

$$C = \nu \times \sigma_{ave} \times t \times W_{ave} \times \cos \theta \quad (2)$$

ここで、 C ：層せん断力の計算値、 ν ：圧縮強度有効係数、 $\nu=0.70 - \sigma_B/200$ 、 σ_B ：コンクリート圧縮強度 (N/mm^2)、 t ：板の厚さ、 σ_{ave} ：区域②～⑤の圧縮ストラット応力度の平均値 (N/mm^2)、 W_{ave} ：区域②～⑤の圧縮ストラットの平均値 (mm)、 θ ：圧縮ストラット幅の角度(図—1)、 Q ：層せん断力 (N)。

図—6 より、両シリーズともに、実験値は低減係数を使用した値と使用しない値の間を推移しており、このストラット幅の計算方法は概ね傾向をとらえる。



図—6 層間変形角—層せん断力

3 まとめ

- (1) 最大耐力と最終破壊状況について、両拘束条件の試験体とも事前損傷による大影響は見られなかった。
- (2) 事前損傷が層せん断力比とエネルギー吸収能力へ与える影響について、両シリーズともに、事前加力で経験した変形領域では、エネルギー吸収能力と層せん断力が低下し、未経験変形に近づくにつれて、各事前損傷レベルの試験体は無損傷試験体に近づく。また、拘束条件が直交壁付きの場合、各事前損傷レベル試験体のエネルギー吸収能力とは側柱付きの場合より全体的に低下することが認められた。
- (3) ストラット幅について、事前に受けた損傷の大きさに関わらず、両シリーズの差異はほとんど見られない。また、ストラット幅の大きさは 0.1%~0.6%サイクルの場合、650~800mm 程度になることが確認できた。

謝辞

本研究で使用した鉄筋の一部は、朝日工業株式会社、アシス株式会社より提供して頂きました。関係各位に、謝意を表す。

参考文献

- 1) 細谷典弘, 小池拓矢 ほか：地震により損傷を受けた鉄筋コンクリート造耐震壁の残存耐震性能に関する研究その1, 日本建築学会学術大会梗概集, 構造IV, pp.157-158, 2016.8
- 2) 小池拓矢, 細谷典弘 ほか：地震により損傷を受けた鉄筋コンクリート造耐震壁の残存耐震性能に関する研究その2, 日本建築学会学術大会梗概集, 構造IV, pp.159-160, 2016.8
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 2010
- 4) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針, 2016.3
- 5) 細谷典弘, 半沢守 ほか：壁筋比が損傷を受けたせん断破壊先行型耐震壁の構造性能に及ぼす影響の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.259-264, 2017

*1 東北大学大学院工学研究科 博士前期課程

*2 清水建設株式会社 修士 (工学)

*3 東北大学大学院工学研究科 教授・博士 (工学)

*4 東北大学大学院工学研究科 助教・博士 (工学)

*5 東北電力 (株)

*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku University

*2 SHIMIZU CORPORATION, Master. Eng

*3 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr.Eng

*4 Assistant. Professor, Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr.Eng

*5 Tohoku Electric Power Co., Inc.