

開口部が鉄筋コンクリート造壁の耐力及び剛性に及ぼす影響の検討
その5 シリーズ3の実験概要及びその結果

キーワード:

RC造耐震壁 開口 耐力
剛性 補強

正会員 〇鶴飼 和也*1 正会員 Lai Thi Hoa*2
同 Jonathan Monical*3 同 前田 匡樹*4
同 関 松太郎*5 同 佐藤 真俊*1
同 相澤 直之*1 同 尾形 芳博*1

1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 造の建築物の耐震壁はドア、窓、機器配管などのため、開口を設けることが多い。開口の存在により、地震時の壁の挙動が変化する。特に、開口の大きさ、形状、位置などの各要素が複雑に影響するため、壁の終局耐力を評価することが難しい。そこで、本研究では、開口のこれらの要素をパラメータとした試験体の加力実験を行い、剛性・耐力の変化など有開口RC造耐震壁の構造性能について検討することとする。

本論文では、その 1, 2 (2021 年度) 及びその 3, 4 (2022 年度) の実験に引き続き、開口の形状、位置及び開口補強の3つのパラメータとした試験体の実験概要とその結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本実験は既往の実験結果と比較するため、試験体の形状・寸法、壁筋比を既往の試験体と同様とし、合計4体の試験体を設計した。試験体概要及び一覧を表1及び図1に示す。表2には使用した材料の機械的性質を示す。

開口の大きさは2種類あり、開口周比 ($=\sqrt{h_0 l_0}/hl$, 以下 OAR と略記) は 0.13 と 0.27 の2通りである。OAR=0.13 の3体の試験体は、開口の形状とその位置によるせん断強度の違いについて検討することを目的として計画した。OAR=0.27 の1体の試験体は既往の試験体 S100×250C に開口補強筋を追加し、開口部周辺の補強性能を比較することを目的に計画した。

壁筋は試験体4辺に設置される加力用の鋼板に溶接されている。S100×250A_NW は開口補強筋が追加される試験体であり、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (以下 AIJ 規準と略記) の規定に基づいて、開口上下部に 1-D10 が、開口左右部に 2-D6 が補強筋として配置されている。ただし、補強筋は加力用鋼板に溶接されていない。S100×250A_NW の詳細配筋を図2に示す。

2.2 加力方法及び測定計画

本実験はこれまでの実験と同様の加力装置、加力方法及び加力スケジュールを使用した。

せん断変形の測定については、試験体の全体せん断変形と、部分せん断変形の計測を行った。全体せん断変形は加力制御に用いる。部分せん断変形はせん断破壊機構におけるストラットの幅の計測を試みるため、試験体を

9 領域に分け、加力時の各区域の水平方向と鉛直方向の変形を測定することを計画した。部分せん断変位計位置を図3に示す。

鉄筋の歪測定については、開口位置を考慮し試験体を8 領域に分け、壁板の鉄筋を図4に示すように歪ゲージを取り付け、各領域の鉄筋の降伏状況を把握する。

表 1 試験体概要

試験体名	S80×80EC	S80×80DEC	S50×128DEC	S100×250A_NW
壁板の寸法(mm) H×J×t	600×600×60			
開口寸法(mm) h ₀ ×l ₀	80×80		50×128	100×250
開口周比 OAR	0.13			0.27
開口水平偏在率(%) e _x /l	20	20	20	0
開口鉛直偏在率(%) e _y /l	0	20	20	0
壁筋	D6@40(SD295) ρ _w =1.33%			
開口補強筋	—	—	—	縦筋 4-D6 横筋 2-D10

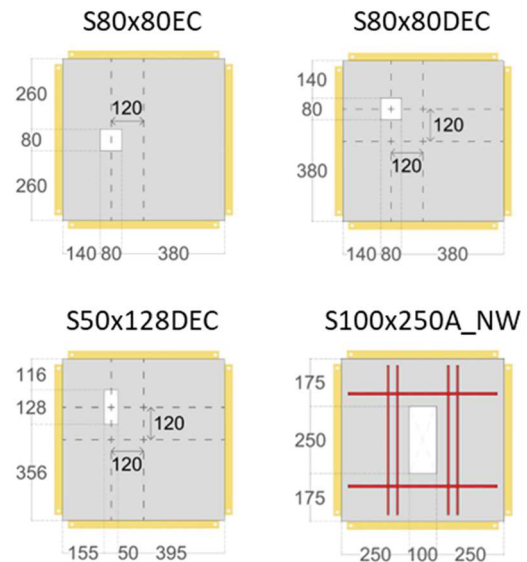


図 1 試験体一覧 (単位, mm)

表 2 材料特性 (単位, N/mm²)

コンクリート		鉄筋		
圧縮強度	引張強度		降伏強度	引張強度
σ _B	σ _t		σ _y	σ _u
31.2	2.5	D6	437	543
		D10	372	529

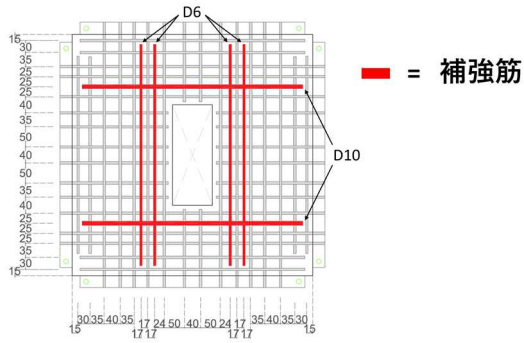


図2 試験体 S100×250A_NW の詳細配筋 (単位, mm)

■ = 変位計 ■ = 歪ゲージ

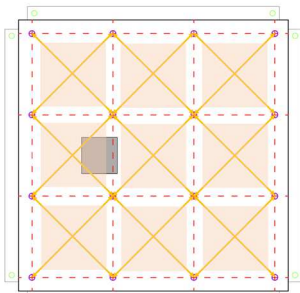


図3 変位計の位置

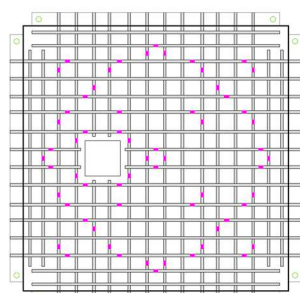


図4 歪ゲージの位置

3. 実験結果

3.1 実験経過

各試験体の荷重-変形関係を図5に示す。

各試験体において層間変形角 $R=0.0125\%$ 付近で斜めひび割れが開口隅角部に生じ、荷重の増大に伴い、ひび割れは伸び、本数も増加した。ひび割れ幅は開口が偏在する試験体ほど大きい傾向がある。いずれの試験体も開口から発生した斜めひび割れ付近で圧縮破壊により最終破壊に至った。

S80×80EC では、正側の最大せん断力 (以下は Q_{max} を略記) に比べ、負側の Q_{max} が15%減少した。一方、S80×80DEC と S50×128DEC では、正側の Q_{max} に比べ、負側の Q_{max} が5~10%減少した。

3.2 荷重-変形関係

各試験体の荷重-変形関係の正側と負側の包絡線をそれぞれ図6、図7で比較する。

正側の包絡線 (図6) において、 $OAR=0.13$ の3つの試験体では斜め偏在試験体 (S80×80DEC, S50×128DEC) は、水平偏在試験体 (S80×80EC) に比べて、 Q_{max} が7~16%減少した。せん断ひずみが小さい範囲では、開口が大きい試験体 S100×250A_NW のせん断力が最も低かったが、 $R=0.2\%$ 以降は、開口が小さい他の3つの試験体と同等かそれ以上のせん断力を示した。

負側の包絡線 (図7) において、斜め偏在試験体 (S80×80DEC, S50×128DEC) は水平偏在試験体 (S80×80EC) より大きな Q_{max} に達した。

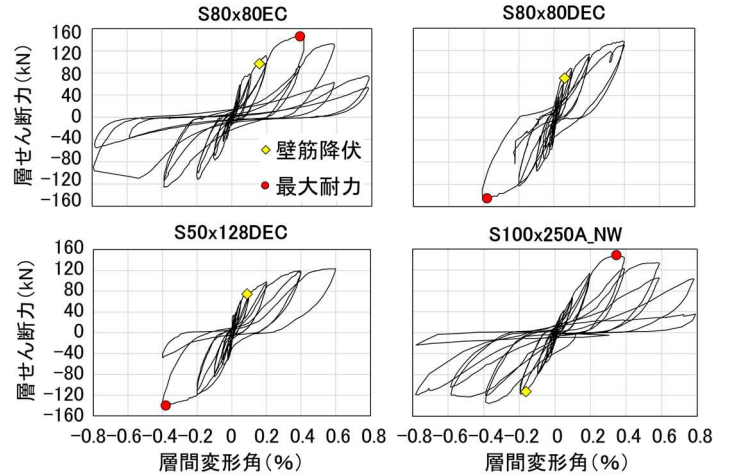


図5 各試験体の荷重-変形関係

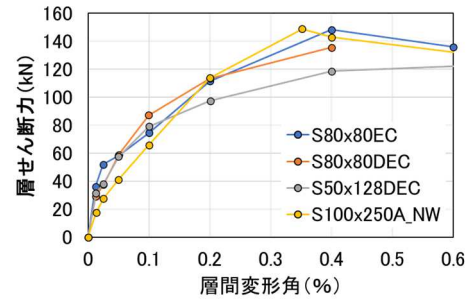


図6 各試験体の包絡線 (正側)

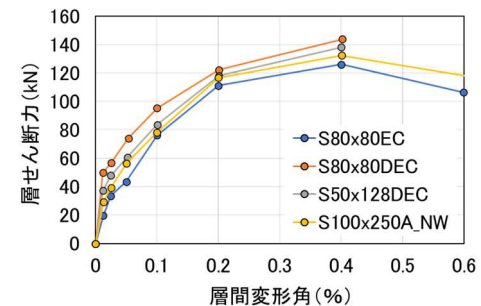


図7 各試験体の包絡線 (負側)

4. まとめ

- (1) 開口形状が同一で位置が異なる S80×80EC と S80×80DEC はほぼ同じ強度を有する。
- (2) 斜め偏在試験体では加力方向の違いにより Q_{max} が変化し、開口がない加力方向の Q_{max} が相対的に大きくなる。
- (3) S100×250A_NW は、開口が大きい ($OAR=0.27$) もの、AIJ 規準による補強筋を施すことで、開口が小さい他の試験体 ($OAR=0.13$) と同等の Q_{max} を発揮した。

*1 東北電力株式会社

*2 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期

*3 東北大学大学院工学研究科 研究員

*4 東北大学大学院工学研究科 教授・博士 (工学)

*5 建築研究所 工学博士

*1 Tohoku Electric Power Co., Inc.

*2 Graduate student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.

*3 Researcher, Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.

*4 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.

*5 Building Research Institute, Dr. Eng