

梁の変形拘束を考慮した無補強組積造壁を含む RC 造架構の耐震性能評価
(その3) 無補強組積造壁の最大せん断力の簡易評価手法の提案

同 ○ 晉 沂雄*¹ 同 崔 琥*²
同 高橋 典之*³ 同 中埜 良昭*⁴

RC 造架構 無補強組積造壁 対角圧縮ストラット
等価幅 最大せん断力

1. はじめに

前報¹⁾および文献2)では、全てのコンクリートブロック(以下、CB)ユニットに貼り付けた3軸歪データを用い、RCフレームに内蔵されたCB造壁の対角圧縮ストラットの形成メカニズムを検討するとともにCB材料試験結果による $\sigma-\epsilon$ 関係を利用しその負担せん断力を算定し、架構全体のせん断力が概ね再現できた。本報では、CB造壁の最大せん断力を壁体の幾何学的形状に基づきより簡便に算定する手法について検討する。

2. CB造壁の最大せん断力の算定手法

CB造壁の最大せん断力 $V_{w,max}$ は式(1)により算定する。

$$V_{w,max} = W_{eq} \cdot \sigma_m \cdot \cos \theta \cdot t \quad (1)$$

ここで、 W_{eq} はCB造壁の対角圧縮ストラットの等価幅、 σ_m はストラットの平均圧縮主歪 $\bar{\epsilon}_m$ に対応する圧縮主応力度、 θ は対角圧縮ストラットの形成角度(図1参照、本研究では対角圧縮ストラットが壁体の両隅を結ぶ線上に形成されると仮定し、 35° とした)、 t は壁体の厚さ(48mm)である。

文献2)では静的載荷実験より得られた各CBユニットの圧縮主歪データおよび別途実施した材料試験結果から W_{eq} および σ_m を算定したが、ここではCB造壁の幾何学的形状に基づく簡易評価手法を提案する。

(1) 各区間における対角圧縮ストラットの有効幅 $W_{e,i}$

本研究では文献2)と同様、壁体を θ の直交方向に等間隔になるよう15区間に分割し、各区間*i*における $W_{e,i}$ を算定する。図1にCB造壁の区間分割および各CBユニットの圧縮主歪分布の例を示す(剛梁型(IFRB(C))試験体の最大耐力発現時の部材角0.4%加力時)。文献2)では、各CBユニットの圧縮主歪の角度が 0° から 90° の間に分布するもののみを選定対象(図1の太線内領域)とし、区間ごとに選定対象の圧縮主歪が存在する両端のCBユニット間の距離を $W_{e,i}$ と定義したが、図1のようにほぼ全CBユニットに圧縮主歪が発生していることから、本研究では全CBユニットを選定対象とみなし、 $W_{e,i}$ の分布は壁体の形状に依存すると仮定した。その結果を剛梁型(IFRB(C))と柔梁型(IFFB(C))試験体について実験時の計測結果と比較して図2に示す。同図より、本研究で仮定した $W_{e,i}$ の分布は実験結果と概ね対応する結果となった。

(2) 各区間における対角圧縮ストラットの圧縮主歪 $\bar{\epsilon}_i$

図1の太線内領域における区間*i*の実験時の圧縮主歪の算術平均 $\bar{\epsilon}_i$ を図3に示す²⁾。同図より、 $\bar{\epsilon}_i$ の分布は図2の $W_{e,i}$ と凹凸が逆形状である。そこで、 $\bar{\epsilon}_i \cdot W_{e,i}$ の分布を検討したところ、図4に示すとおり、その値は区間位置*i*によらず概ね安定した。よ

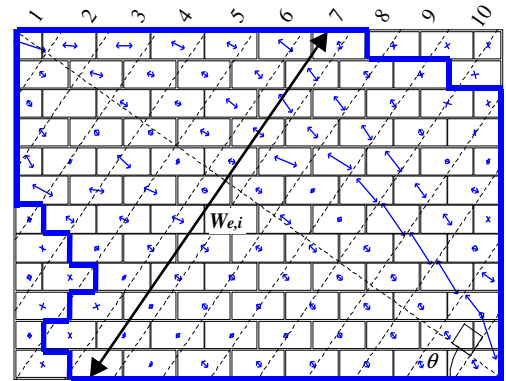


図1 CB造壁の区間分割および圧縮主歪の分布 (R=0.4%)

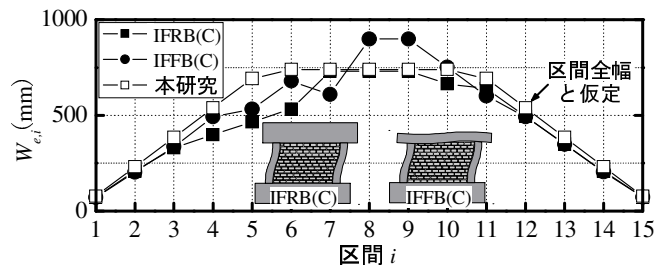


図2 本研究および実験での $W_{e,i}$ の分布 (R=0.4%)

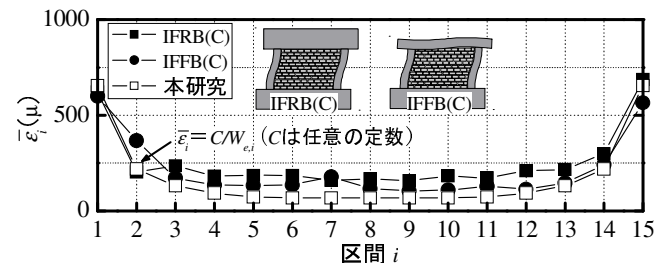


図3 本研究および実験での $\bar{\epsilon}_i$ の分布 (R=0.4%)

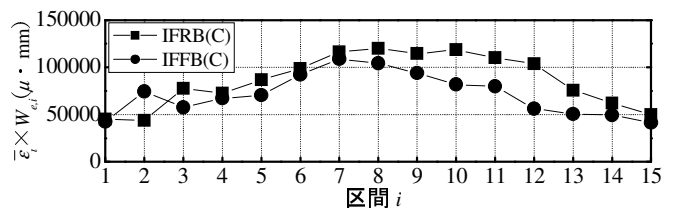


図4 実験での $\bar{\epsilon}_i \cdot W_{e,i}$ の分布 (R=0.4%)

って、本研究では $\bar{\epsilon}_i$ の分布は $W_{e,i}$ の分布と反比例、即ち $\bar{\epsilon}_i = C/W_{e,i}$ (C は任意の定数) と仮定することとした。本仮定による $\bar{\epsilon}_i$ の分布を図3に実験結果と比較して示す。なお、同図では $\bar{\epsilon}_i$ と $\bar{\epsilon}_{15}$ を平均的に実験値と等しくなるよう C を設定した。

(3) 対角圧縮ストラットの等価幅 W_{eq}

以上の $W_{e,i}$ および $\bar{\epsilon}_i$ の分布を用い、 W_{eq} を式(2)から算定す

る。同式は図 5 に示すように元のストラットおよび等価ストラットと同じ圧縮力 ($P_{(a)}=P_{(b)}$) が作用すると仮定し定式化したものである²⁾。式(2)に図 3 で仮定した $\bar{\varepsilon}_i$ を代入することで、式(3)に示すとおり W_{eq} が幾何学的に決定される。

$$W_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{\varepsilon}_i \times W_{e,i})}{\sum_{i=1}^n \bar{\varepsilon}_i} \quad (2)$$

$$W_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^n (C/W_{e,i} \times W_{e,i})}{\sum_{i=1}^n C/W_{e,i}} = n / \sum_{i=1}^n 1/W_{e,i} \quad (3)$$

この結果、 W_{eq} は約 270mm ($\approx 0.25l_d$, l_d : 壁体の対角長さ) となり、図 6 のとおり実験結果を小変形時に若干過少評価するが概ね整合を示した。また、この結果は文献 3) で提案されている等価幅 ($0.25l_d$) とも整合する。なお、異なる形状を有する壁体 (縦横比: 1.0, 2.0) で同様に評価したところ W_{eq} は約 $0.25l_d$ となり、壁体全面に圧縮力がかかると仮定すると壁体の形状に関係なく、 W_{eq} が $0.25l_d$ でほぼ一定となることがわかった。

(4) 等価な圧縮ストラットの圧縮主応力度 σ_m

本研究では、一般的な組積 3 段プリズム圧縮試験の σ - ε 関係から式(1)の σ_m を算定する。図 7 に 3 段プリズム圧縮試験結果および平均圧縮主歪 ε_m に対応する圧縮主応力度 σ_m の算定結果を示す。ここでは、同図に示すように $\bar{\varepsilon}_i$ の分布上、有効幅が最も狭い区間 1 と区間 15 で最大圧縮歪 ε_{max} に達し、その時に CB 造壁も最大せん断力 $V_{w,max}$ に達すると仮定した。また、壁体の全区間における $\bar{\varepsilon}_i$ の算術平均をストラットの平均圧縮主歪 ε_m と定義し、これに対応する σ_m を算定した。その結果、 σ_m は約 2.4MPa と算定された。一方、プリズム圧縮強度 σ_{max} のみで評価する場合には、文献 4) と同様に CB 造壁の $V_{w,max}$ を図 8 のように仮定し、 σ_m を $0.5\sigma_{max}$ ($\approx 2.8MPa$) と仮定することとした。

(5) CB 造壁の最大せん断力 $V_{w,max}$

以上の検討結果に基づき、式(1)により算定した $V_{w,max}$ を両試験体の実験結果²⁾と併せて図 9 に示す。3 段プリズム圧縮試験の σ - ε 関係を用いた場合は両試験体ともに $V_{w,max}$ が実験結果より安全側として評価され、本提案手法の適用性が確認された。一方、 σ_m を $0.5\sigma_{max}$ とした場合は IFFB (C) 試験体の $V_{w,max}$ が実験結果より若干大きく評価されたものの、壁体の最大せん断力が概ね評価できた。

3. まとめ

RC フレームに内蔵された無補強組積造壁における最大せん断力の簡易評価手法について検討した。その結果、本研究で提案した W_{eq} および σ_m の算定方法より壁体の最大せん断力が概ね評価できた。

[参考文献]

- 1) 菅沂雄他：梁の変形拘束を考慮した無補強組積造壁を含む RC 造架構の耐震性能評価 (その 1~2), 日本建築学会学術講演梗概集, 2012 年
- 2) Jin, K., Choi, H., Takahashi, N., Nakano, Y.: Seismic capacity evaluation of RC frame with URM wall focused on diagonal strut mechanism, Proceedings of 1st International symposium on Earthquake Engineering, Dec.2012
- 3) T. Paulay, M.J.N. Priestley: Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley & Sons, Inc., 1992
- 4) FEMA306: Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings, Applied Technology Council (ATC-43 Project), 1998

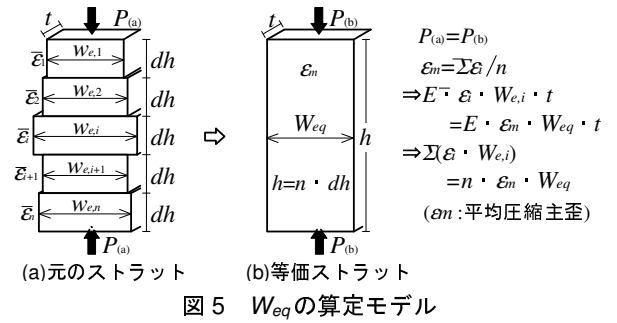


図 5 W_{eq} の算定モデル

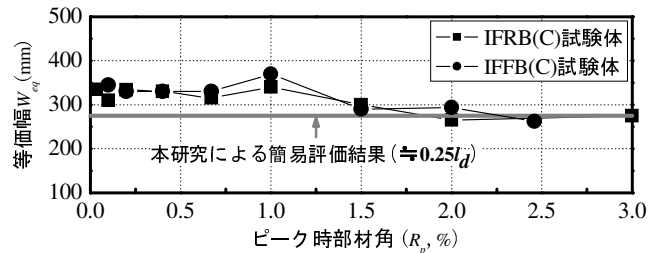


図 6 W_{eq} の簡易評価結果と実験結果の比較²⁾

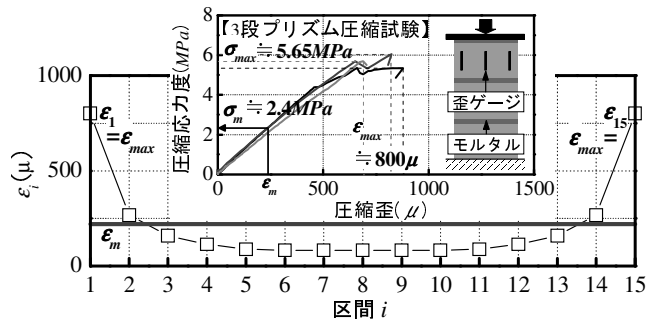


図 7 3 段プリズム圧縮試験結果および σ_m の算定方法

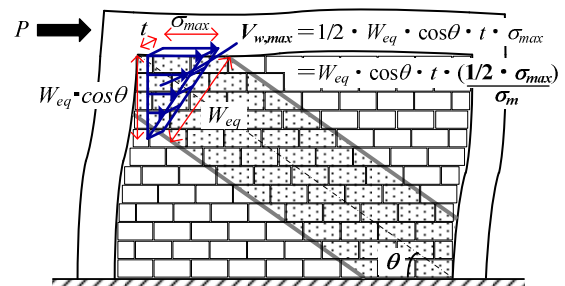


図 8 CB 造壁のせん断力分布に基づく σ_m の算定方法

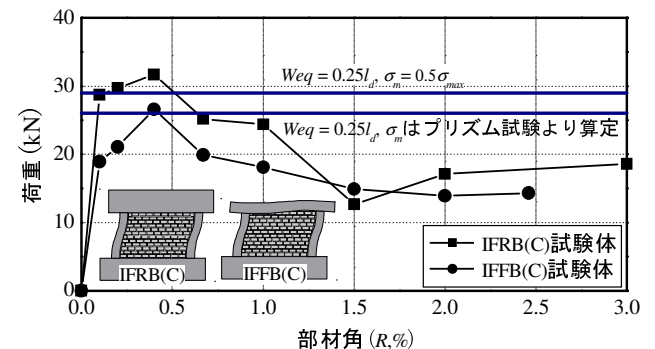


図 9 $V_{w,max}$ の算定結果

*1 東京大学 工学系研究科 大学院生
 *2 東京大学 生産技術研究所 助教・博士(工学)
 *3 東北大学 工学研究科 准教授・博士(工学)
 *4 東京大学 生産技術研究所 教授・工博

*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., The Univ. of Tokyo
 *2 Research Associate, IIS, The Univ. of Tokyo, Ph.D.
 *3 Associate Professor, Tohoku University, Ph.D.
 *4 Professor, IIS, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.