

鉄骨ブレース補強された既存 RC 造骨組の耐震性能に関する検証実験 (その 4) RCW 試験体の実験結果

Verification Experiment on Seismic Capacity of Existing RC Frame Retrofitted with Steel Braces

Part4: Test results and discussion of RCW specimen

○二階堂裕也¹, 内野卓², 田嶋和樹³, 白井伸明³

* Yuya Nikaido¹, Suguru Uchino², Kazuki Tajima³, Nobuaki Shirai³

Abstract: In part 4, the test results of RCW were presented and discussed. The final failure mode was the shear failure of three columns. The observed maximum strength was almost identical to the design value. At the drift angle when shear cracks occurred, the main bars did not yield, but the strain in the hoop increased rapidly. As a result, the failure mode of columns was purely judged to be the shear failure.

1. はじめに

本報(その 4)では, RCW 試験体の実験結果について報告する。また, 前報(その 2)で示した予備解析結果との比較を通じて, RCW 試験体が崩壊に至るまでの種々の挙動について考察する。

2. 実験結果

Fig.1 に層せん断力 (Q) - 層間変形角 (R) 関係を示す。図中には, 設計時の計算耐力ならびに実験における最大耐力の値を示す。なお, 設計時の計算耐力は, 3本の柱の耐力を合計した値 (217kN) とした。また, 実験における最大耐力は, 正側加力時: 222kN, 負側加力時: 250kN であった。

試験体は, 層間変形角 $\pm 1/1000\text{rad}$ まで弾性的な挙動を示した。+2/1000rad の载荷において, 左側柱の雑壁フェイス位置近傍に曲げひび割れが確認され, その結果として剛性低下が生じた。+3/1000rad の载荷においては, 右側の柱と中央柱にも雑壁フェイス位置の近傍に曲げひび割れが生じた。さらに, 左側の柱にはせん断ひび割れが発生した。本試験体では, 柱のせん断補強筋比が $p_w = 0.095\%$ と低いため, せん断ひび割れの発生と同時に耐力低下が生じた。しかし, その低下両は僅かであった。続いて, +4/1000rad の载荷において, 中央柱にせん断ひび割れが生じ, 耐力低下を引き起こした。さらに, +5/1000rad の 2 回目の载荷において右側の柱にもせん断ひび割れが生じた。これにより, 試験体を構成する 3 本の柱全てにせん断ひび割れが発生したことになり, それと同時に顕著な耐力低下が確認された。その後, 加力を継続し, +10/1000rad の载荷において主筋の座屈が確認されたため, 鉛直荷重の支持能力の喪失に至ったと判断し, 実験を終了した。なお,

正側加力で確認された挙動を追従するように, 負側の载荷においても同様の挙動が確認された。

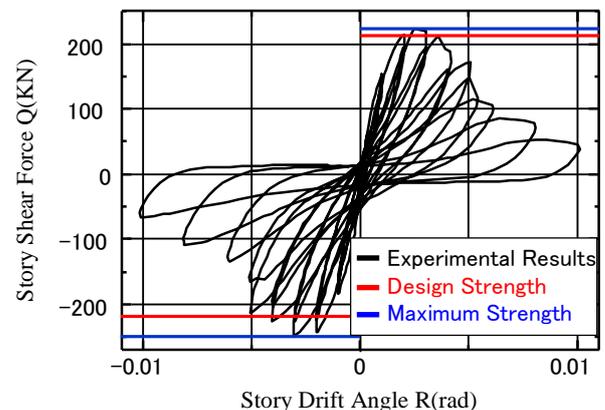


Figure.1 Observed Q-R Response of RCW

Fig.2 に実験結果の Q-R 関係の包絡線と予備解析結果との比較を示す。予備解析結果のうち, FEM 解析において丸鋼の付着すべり挙動を考慮したケースが実験結果と良好に対応する結果となった。したがって, 丸鋼の付着すべり挙動が骨組の変形挙動に多大な影響を及ぼしていると考えられる。

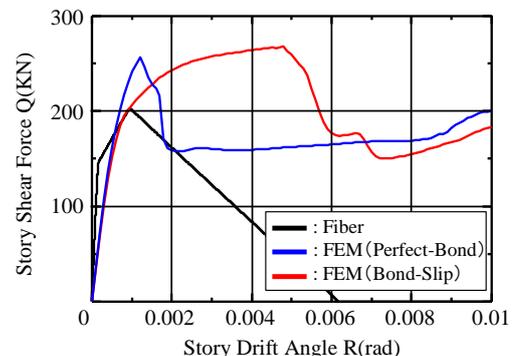


Figure.2 Q-R Responses by Preliminary Analysis

また、ポストピーク挙動に着目すると、予備解析結果においても段階的に耐力低下が生じる傾向を模擬している。これには、柱のせん断破壊に伴う軸力およびせん断力の再分配が関係していると考えられるため、今後、実験結果ならびに予備解析結果の分析を通じてこれらの挙動を解明していきたいと考えている。

Fig.3 に RCW 試験体の最終破壊状況を示す。図中には、比較のため、丸鋼の付着すべり挙動を考慮した予備解析結果から得られた主ひずみ分布も示す。実験において、柱は全てせん断破壊しており、正側加力に対するせん断ひび割れが顕著である。ここで、せん断ひび割れの角度に着目すると、せん断ひび割れが発生した順番（左側柱→中央柱→右側柱）に応じて、せん断ひび割れの角度が垂直寄りになる傾向が確認できる。また、せん断破壊面においては、主筋の座屈が生じている。これに対し、予備解析結果では、同様に柱全てがせん断破壊する傾向を示している。さらにせん断ひび割れの発生領域が、左側柱に比べて中央柱および右側柱で狭くなる傾向も示している。これらの傾向も、軸力およびせん断力の再配分の観点から説明できる可能性が高い。

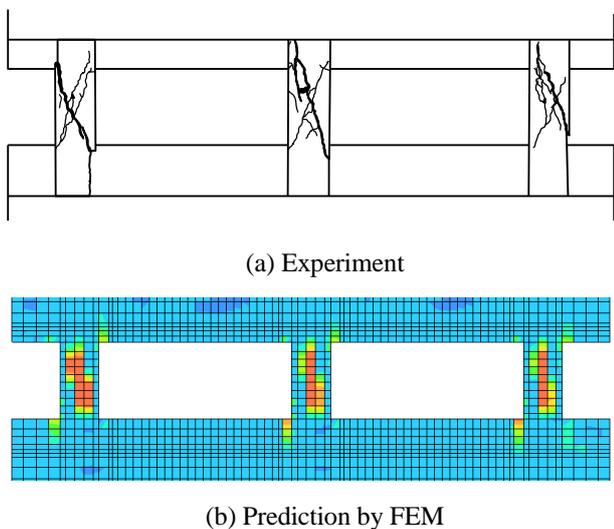


Figure.3 Final Failure Pattern

Fig.4 に各柱の主筋のひずみ分布を示す。各柱の主筋のひずみ値はほぼ全ての場合において 2000μ 以内に収まっており、柱は曲げ降伏していないことが確認できる。なお、中央柱において部分的に主筋ひずみが増大しているが、これは最終的に生じた主筋の座屈による影響であると考えられる。

Fig.5 に帯筋のひずみ分布を示す。各柱ともせん断ひび割れが確認された载荷サイクルにおいてひずみが急激に増大し、降伏ひずみ (2000μ) に達している。こ

のことから、柱が確実にせん断破壊していることが確認できる。今後、主筋ならびに帯筋のひずみのデータの分析を進め、軸力ならびにせん断力の再分配の存在を確認したい。

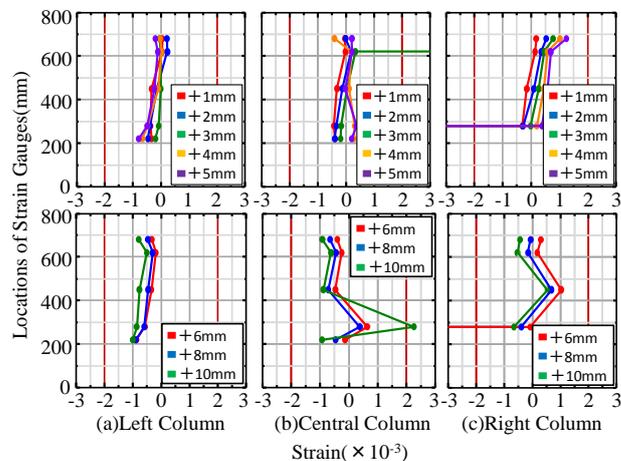


Figure.4 Strain Distribution of Main Reinforcement

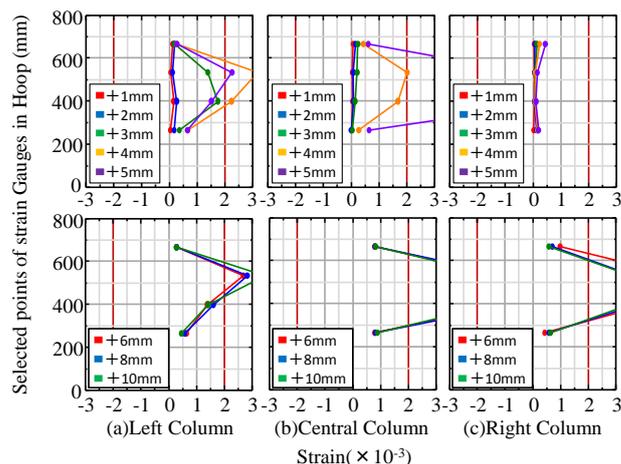


Figure.5 Strain Distribution of Hoops along Shear Cracks

3. まとめ

- (1) 実験の結果、全ての柱がせん断破壊した。その他、全体的な挙動は、丸鋼の付着すべり挙動を考慮した予備解析結果とほぼ同様であった。
- (2) 柱のせん断ひび割れの発生に伴う骨組の耐力低下挙動は、軸力およびせん断力の再分配の観点から説明できる可能性が高い。今後、実験データの分析を進めるとともに、数値解析に基づく分析を併用し、そのメカニズムを解明したい。

【謝辞】

本研究の一部は科学研究費補助金(基盤研究(C), 代表者: 白井伸明)の助成を受けて行われたものである。また、本研究の実施にあたり、海洋建築工学科の中西教授、北嶋准教授ならびに中西・北嶋研究室から多大な協力を得た。さらに、実験の実施にあたっては、大型構造物試験棟の菊地氏の協力を得た。ここに謝意を示します。