

B-61

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 5) RCWB 試験体の実験結果

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

Part 5: Test results and discussion of RCWB specimen

○齋藤健太¹, 内野卓², 田嶋和樹³, 白井伸明³* Kenta Saito¹, Suguru Uchino¹, Kazuki Tajima², Nobuaki Shirai²

Abstract: In Part 5, the test results of RCWB were presented and discussed. The final failure mode was the shear failure of three columns accompanying in the yielding of tensile and compressive braces and the destruction of the upper part of retrofitting joint. The observed maximum strength was significantly larger than the design value. Thus, it seems that the retrofit according to the guideline of seismic retrofit may lead to an overstrength.

1. はじめに

本報(その 5)では、鉄骨ブレースによる補強効果に着目し、鉄骨ブレースおよびアンカー筋ならびにスタッド筋のひずみデータを中心として、RCWB 試験体の実験結果を報告する。

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。実験における最大耐力は、正側加力時: 500kN, 負側加力時: 530kN であった。これは、鉄骨ブレース補強架構の耐力に雑壁柱の耐力を累加した設計時の計算耐力(375.3kN)よりも 120kN 程度上回る結果となった。これは、計算耐力を基準とした場合、実験結果が 30% 以上上回ったことになる。

試験体は、層間変形角 $\pm 2/1000\text{rad}$ まで弾性的な挙動を示した。 $+3/1000\text{rad}$ の载荷において、中央柱と右柱に曲げひび割れが生じ、剛性が低下した。その後、RCWB 試験体で柱にせん断ひび割れが確認された $+3/1000\text{rad}$ ~ $+5/1000\text{rad}$ の载荷では柱にせん断ひび割れが発生せず、荷重が増加し続けた。 $+8/1000\text{rad}$ の载荷において、右側柱にせん断ひび割れが発生したことによって耐力低下が生じた。さらに、 $+10/1000\text{rad}$ の载荷において中央柱にもせん断ひび割れが発生したが、耐力低下は僅かであった。また、この頃から補強接合部のひび割れが顕著に現れた。その後、補強接合部の破壊が進行し、 $+16/1000\text{rad}$ の载荷において、鉄骨ブレース上部の補強接合部におけるセメントモルタルの剥落が生じた際に急激な耐力低下が生じた。最終的には、 $-20/1000\text{rad}$ の载荷において、左側柱にもせん断ひび割れが発生したが、他の 2 本に比べると軽微であった。

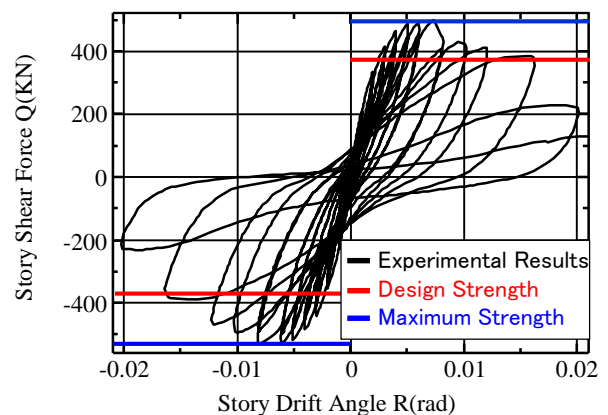


Fig.1 Observed Q-R Response of RCWB

Fig.2 に RCWB 試験体の最終破壊状況を示す。最終的には各柱ともせん断ひび割れが発生したが、明確なせん断破壊を示したのは右側柱と中央柱の 2 本である。また、中央柱においては、鉄骨ブレースと補強接合部を介して接続しているため、単独柱のせん断破壊とは様子が異なった。また、補強接合部に充填されたセメントモルタルの剥落が顕著であり、特にブレース交差部付近が大きく破壊しており、アンカー筋やスタッド筋の顕著な変形も確認された。一方、鉄骨ブレースに関しては、座屈が生じることもなく、目視で確認できる変化はみられなかった。

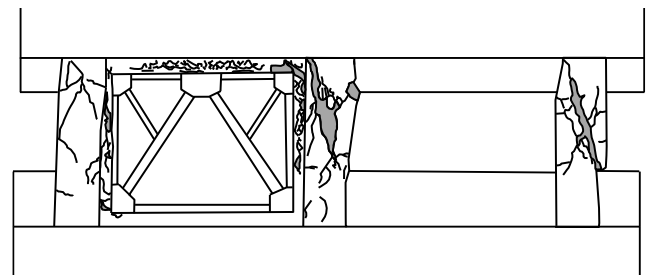


Fig.2 Final Failure State

Fig.4 に帯筋のひずみ分布を示す。右側柱→中央柱の順にせん断破壊が生じたことが確認できるとともに、左側柱が 20/1000rad 段階ではせん断破壊していないことも確認できる。なお、40/1000rad まで载荷して試験体を崩壊させた際には、左側柱もせん断破壊に至った。

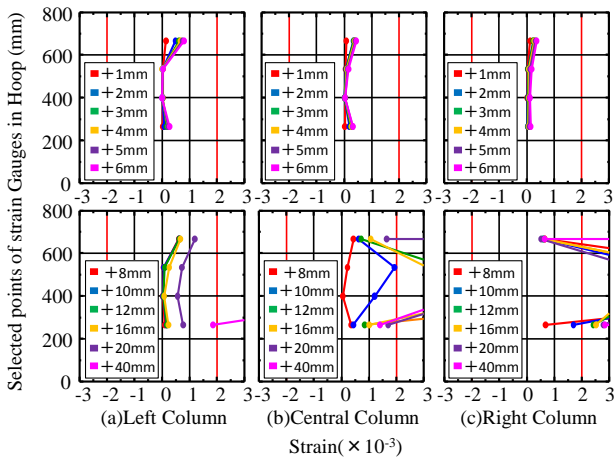


Fig.3 Strain Distribution of Hoops along Shear Cracks

Fig.4 に鉄骨ブレス斜材のウェブ側面で計測したひずみ度(ϵ)—層間変形角(R)関係を示す。正側加力時には、圧縮を受ける右側斜材の上部で明確なひずみ差が確認できる。同様のひずみ差の存在は、負側加力時において左側斜材の下部でも確認できる。このひずみ差は、鉄骨ブレスに曲げ変形が生じていることを示すものであり、 $\pm 5/1000\text{rad}$ の载荷において発生し始め、 $+16/1000\text{rad}$ あるいは $-12/1000\text{rad}$ の载荷において最大となり、その後減少している。この現象は、柱のせん断破壊に伴う鉄骨ブレスの負担せん断力の増加と補強接合部の破壊に伴う鉄骨ブレスの負担せん断力の減少が関係していると考えられる。

Fig.5 にアンカー筋およびスタッド筋のひずみ分布を示す。両鉄筋ともに、 $+16/1000\text{rad}$ までは軸方向のひずみは僅かであるが、 $+20/1000\text{rad}$ の载荷においては計測ができなくなった。このことは、補強接合部が大きく破壊したことに裏付けていると考えられる。

3. まとめ

実験では、耐力は設計耐力よりも 30%以上高くなった。この要因の 1 つとして、計算に用いる鉄骨の材料強度値が考えられるため、材料試験結果の分析を行う必要がある。また、今回は結果的に鉄骨ブレスに座屈は生じなかったが、鉄骨ブレスに座屈を引き起こす可能性を示す斜材の曲げ挙動を確認できた。

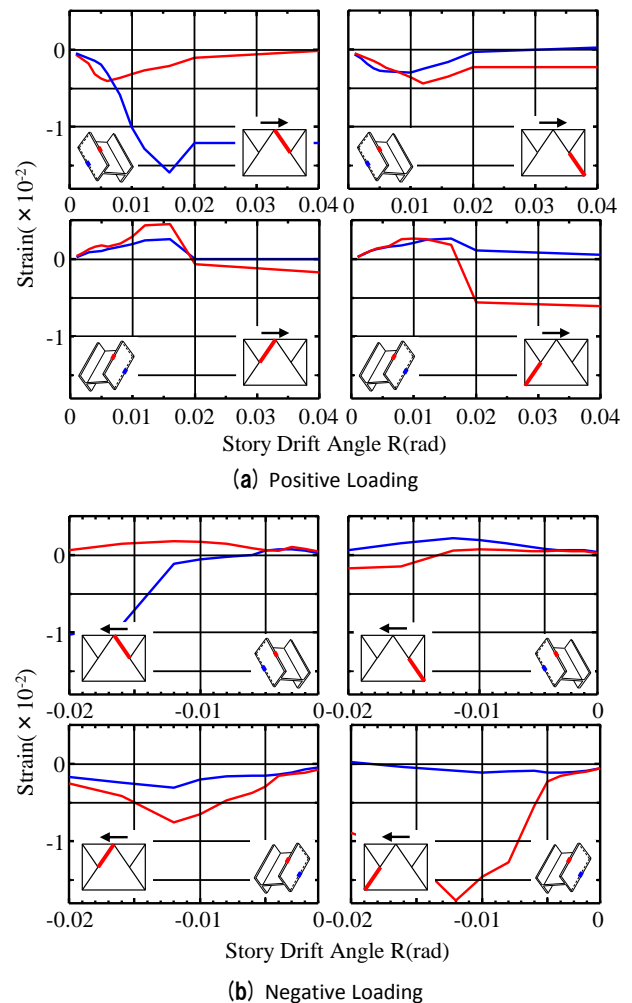


Fig.4 Strain development in Braces with Story Drift Angle

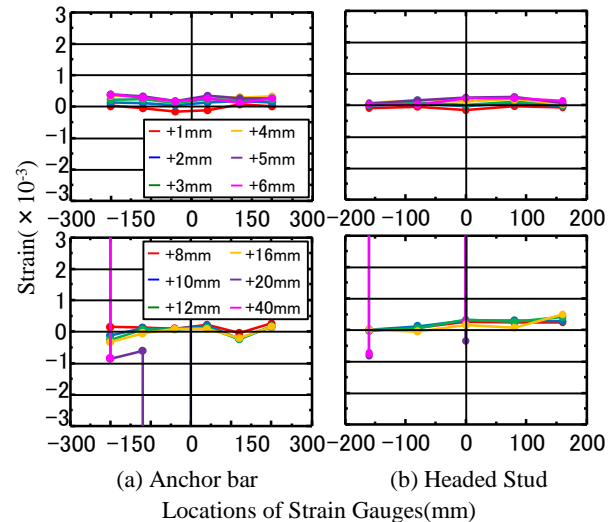


Fig.5 Strain Distributions of Anchor and Stud Nearby crossing region of Braces

【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。