

B-62

主筋に丸鋼を用いた RC 造骨組の鉄骨ブレース補強効果に関する非線形 FEM 解析
 (その 2) 補強試験体の解析結果と考察

Nonlinear FE Analysis on Retrofitting Effect of Steel Brace on Capacity of RC Frame Using Round Bars
 (Part2) Analytical Results and Discussion for Specimen RCB

○大貫淳史¹, 佐藤亮介², 田嶋和樹³, 長沼一洋³, 白井伸明³

*Atsushi Onuki¹, Ryosuke Sato², Kazuki Tajima³, Kazuhiro Naganuma³, Nobuaki Shirai³

Abstract: In Part-2, the analytical model was established for retrofitted specimen, RCB. Two different of models were adopted: one is a continuum model and the other is the discrete model with the joint element for simulating fracture process along retrofitted joints. Properties of the bi-directional springs in the joint element were derived with reference to the previous studies. As a results, the discrete model gave better predictions than the continuum model. The discrete model was roughly able to represent degradation in the shear transfer capacity of the steel bracing system with the fracture development along the retrofitted joints.

1. はじめに

本報(その2)では,筆者ら¹⁾が実施した耐震補強効果の検証実験における 1/3 縮小試験体 3 体のうち補強試験体(以下,RCB 試験体)を対象に解析モデルの適用性を検証する。

2. 解析対象試験体

Fig.1 に試験体概要を示す。前報(その1)で対象とした RCW 試験体の 1 スパンに対して,鉄骨ブレース補強を施し,10mm 程度のスリットを設けた場合を想定し,雑壁自体を取り除いた骨組である。Fig.2 に層せん断力(Q)-層間変形角(R)関係を示す。また, Fig.3 に実験の最終破壊状況を示す。実験では,10/1000rad において耐力低下に至った。この時,柱にせん断ひび割れは発生しておらず,柱際の補強接合部の破壊が顕著であった。その後は,20/1000rad において中央柱にせん断ひび割れが発生し,補強接合部と RC 躯体が完全に分離した。

3. RCB 試験体の FEM 解析

3.1. 基本モデル

Fig.4 に試験体の要素分割図を示す。モデル化方法および使用する材料構成則は,前報(その1)と同様である。補強接合部のモデル化として,モルタルは 4 節点平面応力要素,スタッドおよび施工アンカーは分散型の埋め込み鉄筋としてモデル化した。また,鉄骨柱および鉄骨ブレースは梁要素によってモデル化した。

Fig.5(a)に層せん断力(Q)-層間変形角(R)関係を示す。なお,解析では 10/1000rad 以降に解が不安定となったため,この範囲までの解析結果を示す。解析結果は,実験の剛性と最大耐力を過大評価し,最大耐力時変形を過小評価した。この原因として,補強接合部の破壊

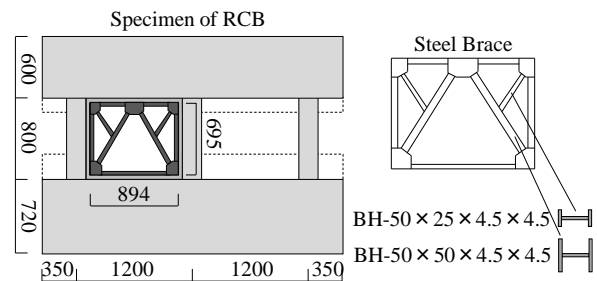


Fig.1 Geometry and Detail of Specimen RCB

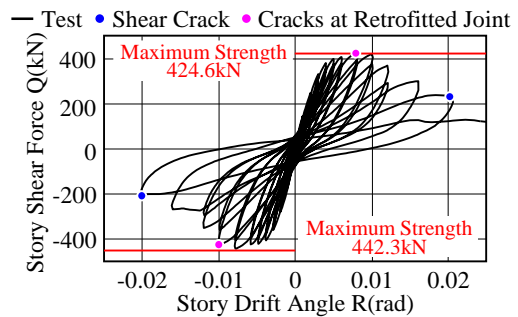


Fig.2 Observed Q-R Response of Specimen RCB

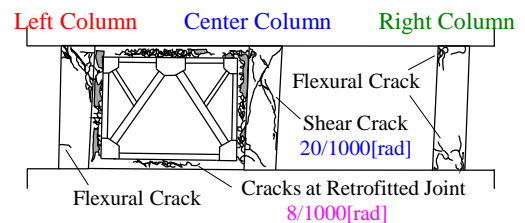


Fig.3 Final Failure Pattern of Specimen RCB

に伴う,鉄骨ブレースに対するせん断伝達機構の劣化が考えられる。実験では,補強接合部に早期にひび割れが発生して破壊が進行するため,鉄骨ブレースに対するせん断力の伝達機構が劣化する。一方,現状の解析モデルでは,鉄骨ブレースと RC 躯体が完全に一体となっているため,鉄骨ブレースに対するせん断伝達

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築 3 : 日大理工・教員・建築

機構は劣化しない。ここで、Fig.5(b)に正側加力時における鉄骨ブレースの負担せん断力を示す。前述の通り、解析結果は実験結果に対して、鉄骨ブレースの負担が大きく、これが骨組全体の剛性を高めた要因であるといえる。そこで、鉄骨ブレースと RC 躯体の分離挙動を再現すべく、次節において鉄骨枠-モルタル間を離散化した改良モデルの解析を実施する。

3.2. 改良モデル

Fig.6 に鉄骨枠-モルタル間のモデル化詳細を示す。鉄骨枠とモルタルを離散化し、その間を4節点接合要素でモデル化した。垂直方向の復元力特性として、圧縮側は十分に剛な接合とし、引張側はひび割れ強度に達した後、スタッドの抜け出しを考慮するモデル²⁾を採用した。せん断方向の復元力特性は、城^らによる鋼材の引抜き試験を参考に tri-linear 型とした。なお、ひび割れ方向のせん断伝達特性は未ひび割れ時のみ考慮するものとし、ひび割れ後はせん断抵抗を失うものと仮定した。

Fig.7(a)に層せん断力(Q)-層間変形角(R)関係を示す。また、Fig.7(b)に正側加力時における鉄骨ブレースの負担せん断力を示す。解析結果は、鉄骨枠とモルタルを離散化したことにより、剛性および最大耐力の過大評価が改善され、実験結果の履歴形状を概ね良好に模擬した。また、鉄骨ブレースの負担せん断力の推移は、実験結果と同様な傾向であり、鉄骨ブレースと RC 躯体の一体化が弱まる現象を概ね再現できたといえる。ここで、Fig.8 に最大耐力時のひび割れパターンを示す。解析において、左柱と中央柱にせん断ひび割れ、右柱に曲げひび割れを確認した。また、補強接合部のひび割れが顕著であり、実験の最終破壊状況と良好な対応を示した。

4. まとめ

前報(その1)で構築した解析モデルを基に RCB 試験体の2次元 FEM 解析を行った結果、鉄骨枠とモルタルを離散化した改良モデルにより、実験の履歴形状ならびに破壊形式を概ね良好に模擬した。

5. 参考文献

- [1] 内野卓, 佐藤亮介, 田嶋和樹, 白井伸明:「主筋に丸鋼を用いた腰壁・垂壁付き連スパン RC 造骨組に対する鉄骨ブレース補強効果」, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.2, pp.841-846, 2015
- [2] 三島徹也, 山田一字, 前川宏一: 正負交番載荷下における鉄筋コンクリートひび割れ面の局所的挙動, 土木学会, No.442, Vol.16, pp.161-170, 1992.2
- [3] 松浦睦, 北野敦則, 後藤康明, 城攻: 鋼材とコンク

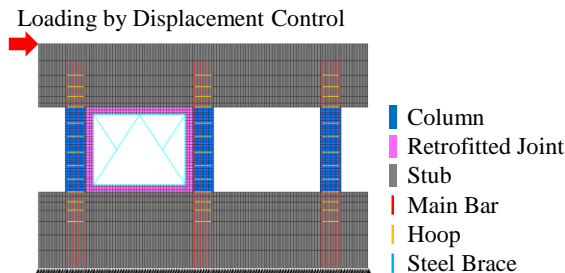
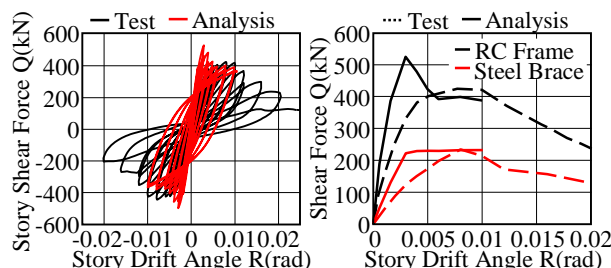


Fig.4 FE Mesh Division of Specimen RCB



(a)Cyclic Q-R Curves (b)Lateral component of brace system

Fig.5 Result of Analysis (Base Model)

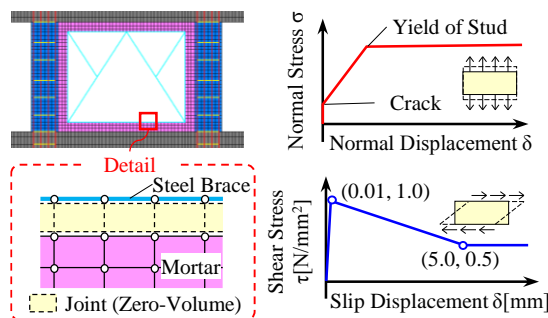
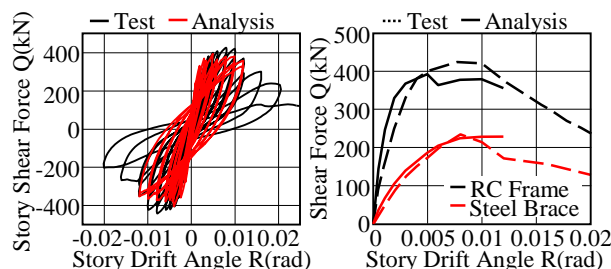


Fig.6 Modeling of Retrofitted Joint



(a)Cyclic Q-R Curves (b)Lateral component of brace system

Fig.7 Result of Analysis (Improved Model)

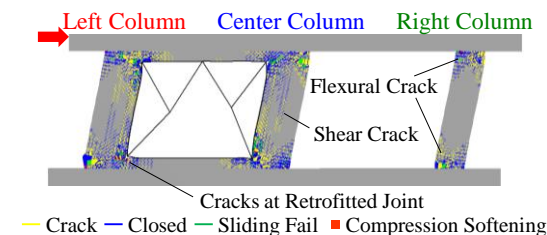


Fig.8 Calculated Crack Pattern at Maximum Load
 リートの付着性状に関する基礎的検討-鋼材断面形状による影響-, 日本建築学会大会梗概集(近畿), pp.1037-1038, 2005.9