T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ギャップブレースを取り付けた鉄骨架構の力学的挙動の検討 その 3 解析的検討
Title(English)	Study on mechanical behavior of steel frame with gap brace system，Part 3 : Analytical study
著者(和文)	美濃地正樹, 佐藤大樹, 高橋周吾, 矢野将斗志, 笠井和彦, 佐分利和宏, 前田達彦, 増田寛之
Authors(English)	Masaki Minoji, Daiki Sato, Shugo Takahashi, Masatoshi Yano, Kazuhiko Kasai, Kazuhiro Saburi, Tatsuhiko Maeda, Hiroyuki Masuda
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 797-798
Citation(English)	, , , pp. 797-798
発行日 / Pub. date	2021, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

ギャップブレースを取り付けた鉄骨架構の力学的挙動の検討
その 3 解析的検討

正会員 ○美濃地 正樹[*1] 同 佐藤 大樹[*1] 同 高橋 周吾[*1]
同 矢野 将斗志[*1] 同 笠井 和彦[*1] 同 佐分利 和宏[*2]
同 前田 達彦[*2] 同 増田 寛之[*2]

鉄骨架構　大振幅地震動　静的載荷実験
変形制御機構　ギャップブレース

1. はじめに

本報その 3 では，その 2 での B80 および B60 試験体の静的載荷実験結果を踏まえて，解析的検討を行うものとする．

2. 解析モデル概要

図 1 に試験体の解析モデル，表 1 に解析モデル諸元を示す．解析モデルにおいて，節点を黒丸で，剛域を黒太線で示す．上梁と柱の接合部における剛域長さを，パネルゾーン中心部からフェイスまでの 1/2 の長さとする．下梁と柱の接合部における下梁の剛域長さを，パネルゾーン中心部からガセットプレート端部より 150 mm 柱側の点まで，柱の剛域長さを，パネルゾーン中心部から柱側ガセットプレート長さの 1/4 までとする．ブレース端部における剛域長さを，ブレース端部の接点からガセットプレート端部までの 1/2 の長さとする [5]．架構の支持条件をピン支持とし，すべての節点を面外方向に拘束する．加力点を上梁端部の節点とし，静的載荷実験時を再現した荷重制御で試験体に変形を与える．梁，柱，およびブレース材を，非線形梁柱要素（以降，梁要素）でモデル化する．ビームヘッジの端部とブレースヘッドの中心の節点間に，圧縮力のみを負担する両端ピンのギャップ要素をモデル化することで，ビームヘッジとブレースヘッドの離間を再現し，ギャップ間隔を実験での B80 および B60 試験体のブレースが稼働し始めた層間変形 $\Delta x'$の値に設定する．梁要素は，鋼材の引張試験結果を反映させた材料特性を用いて [3]，バイリニアでモデル化する．

3. 荷重 Q_J - 層間変形$\Delta x'$関係

B80 試験体および B60 試験体の Q_J - $\Delta x'$関係の実験と解析結果の比較を図 2 に示す．B80 および B60 両試験体ともブレース稼働前である Q_J = ±400 kN 載荷時では，解析結果は実験結果と概ね同等の主架構の剛性値を示している（図 2 (a)）．ブレース稼働後である Q_J = ±600 kN, ±800 kN 載荷時においても，解析結果と実験結果でほぼ同様の履歴挙動を示すことを確認できる（図 2 (b)，(c)）．

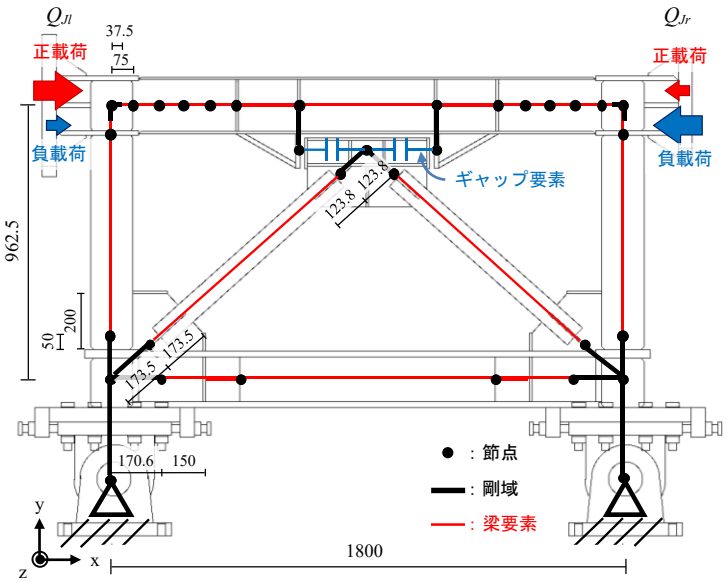

図 1　解析モデル（単位：mm）

表 1　解析モデル諸元

部材名	B80 試験体			B60 試験体		
	E (kN/mm^2)	E_s / E	σ_y (kN/mm^2)	E (kN/mm^2)	E_s / E	σ_y (kN/mm^2)
上梁	201.3	0	298.1	201.3	0	298.1
下梁	205.9	0	414.4	205.9	0	414.4
柱部材	202.1	0.03	391.8	202.1	0.03	391.8
ブレース材	204.3	0.02	415.2	203.8	0.02	409.4

E：ヤング係数　E_s / E：二次剛性比　σ_y：降伏応力度

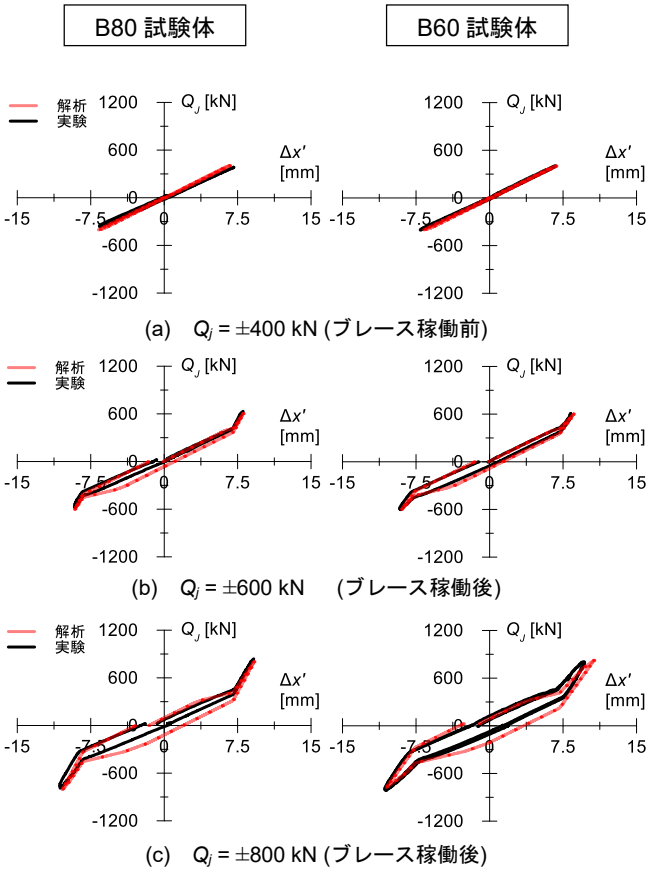

図 2　$Q_j - \Delta x'$ 関係

Study on mechanical behavior of steel frame with gap brace system, Part 3 : Analytical study

MINOJI Masaki, SATO Daiki, TAKAHASHI Shugo
YANO Masatoshi, KASAI Kazuhiko, SABURI kazuhiro
MAEDA Tatsuhiko, MASUDA Hiroyuki

4. 応力分布

B80 試験体および B60 試験体の正載荷時における応力分布の実験と解析結果の比較を図 3 に示す．応力分布において，解析結果は実験結果同様に Q_J = +400 kN ではブレース稼働前の挙動を（図 3 (a)），Q_J = +600 kN, +800 kN ではブレース稼働後の挙動を示しており（図 3 (b), (c)），いずれの結果も解析結果のモーメント分布の概形が実験結果と一致している．ブレース稼働後に生じる偏心曲げモーメントにおいてもジャッキ荷重増大とともに上昇していることを確認できる．解析結果のブレースの軸力の値は，実験結果と比較すると誤差がある．これはブレースヘッドの回転挙動によるビームヘッジとブレースヘッドの接触面位置の変化を解析でモデル化できていないことが要因として考えられる．さらに，実験結果におけるブレース材の軸力が左右で異なるのに対し，解析結果では概ね等しい値となっていることも確認できるが，これは本解析モデルでは実験時のビームヘッジとブレースヘッドの接触面に鉛直方向の力などが作用した影響が反映されていないことに起因していると考えられ，今後の検討課題である．

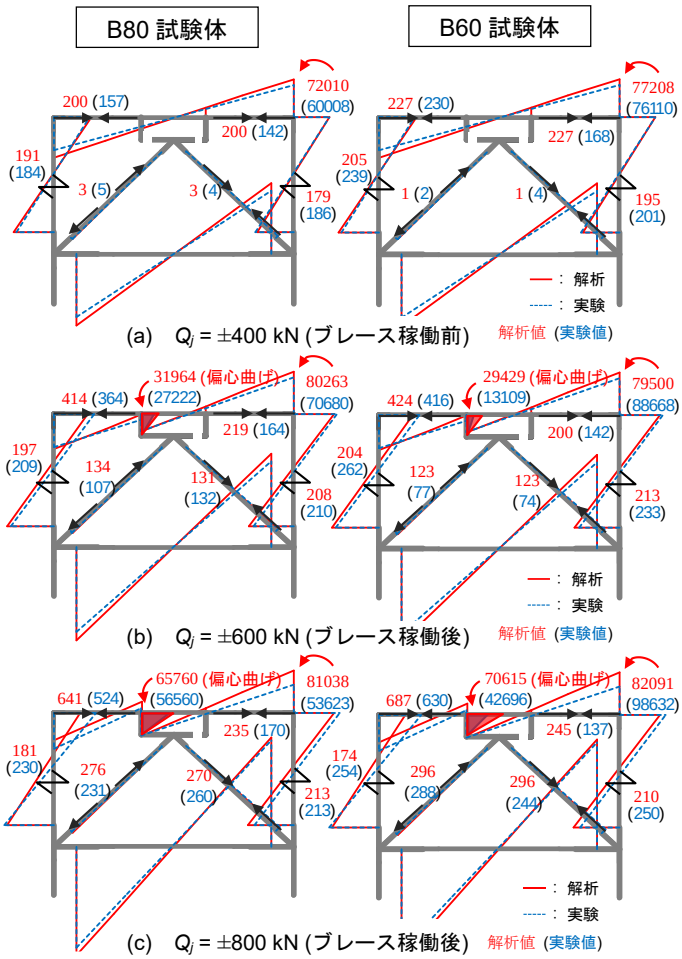

図 3　応力分布図 (単位：kN, kN·mm)

5. 上梁に生じる応力

図 4 に上梁に生じる応力の解析結果を赤線で示す．ここではブレースが稼働し始めた Q_J = +600 kN 載荷時に着目し，実験結果と解析結果を比較する．図 4 より解析結果では，実験結果と同様に上梁③断面におけるモーメント M_{Gulr} の変化の傾向において，上梁の塑性化による違いを再現できている（図 4(a)）．上梁左側の軸力 N_{Gul} および上梁右側のせん断力 Q_{Gur} の解析結果においても，実験結果を定性的に評価出来ていることを確認できる．

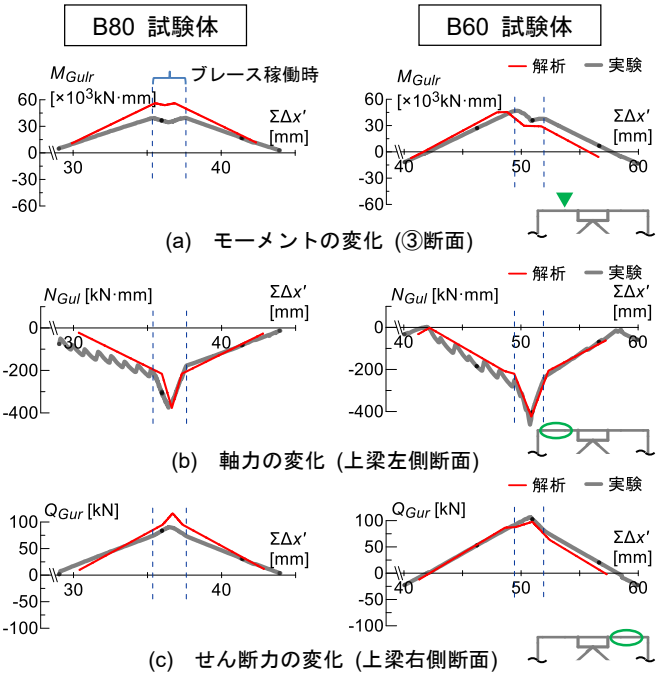

図 4　上梁に生じる応力 (Q_j = +600 kN)

6. まとめ

本報その 3 では，その 2 の B80 および B60 試験体における静的載荷実験結果である，Q_J - $\Delta x'$関係や応力分布などと解析結果を比較することで解析的に実験結果の評価を行った．

謝辞

本研究は東京工業大学と(株)竹中工務店との共同研究であり，一部は，JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（JPMJOP1723）によるものです。ここに記して感謝の意を表します．

参考文献

1) 上野史也，渡井一樹，佐藤大樹，笠井和彦，佐分利和宏，前田達彦，増田寛之：オイルダンパーと変形制御機構を併用した大振幅地震動に対する既存超高層建物の制振改修設計法，構造工学論文集，pp.55-56，2020.3
2) 高橋昇吾，田村和夫，瓜生貴大，山田丈富：ギャップ付剛性増大機構を備えたパネルダンパー制震架構の構造実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.747-748，2015.09
3) 美濃地正樹，佐藤大樹，笠井和彦，渡井一樹，上野史也，佐分利和宏，前田達彦，増田寛之：ギャップブレースを取り付けた架構の静的載荷実験における事前解析，日本建築学会大会関東支部研究報告集，pp.477-480，2020.3
4) 蒲 武川，笠井 和彦，大木 洋司，米谷 壮央：梁・柱のモーメントの予測:速報 8（E ディフェンス鋼構造建物実験結果 その 50），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.753-754，2009.7
5) 空處 慎史，笠井 和彦，元結 正次郎，金子 健作，朝日 智生，東 優，石井正人：制振建物の簡易解析に用いる線材要素モデル化の検討（E ディフェンス鋼構造建物実験研究 その 20），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1093-1094，2007.8

*1 東京工業大学
*2 株式会社 竹中工務店

*1 Tokyo Institute of Technology
*2 Takenaka Corporation