

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	ギャップブレースを有する鉄骨架構のブレース稼働に伴う影響 その2 実験結果および計測の妥当性
Title(English)	Impact of brace operation on steel frames with gap braces Part2 Experimental results and validity of measurements
著者(和文)	高橋周吾, 佐藤大樹, 矢野将斗志, Alex Shegay, 笠井和彦
Authors(English)	Shugo Takahashi, Daiki Sato, Masatoshi Yano, Aleksey Vadimovich Shegay, Kazuhiko Kasai
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, , , pp. 285-288
Citation(English)	, , , pp. 285-288
発行日 / Pub. date	2022, 3

# ギャップブレースを有する鉄骨架構のブレース稼働に伴う影響

## その2 実験結果および計測の妥当性

構造—振動

正会員 ○ 高橋周吾\*<sup>1</sup>

正会員 佐藤大樹\*<sup>2</sup>

// 矢野将斗志\*<sup>1</sup>

// Alex Shegay\*<sup>3</sup>

// 笠井和彦\*<sup>4</sup>

変形制御機構 ギャップブレース 応力のつり合い

静的載荷実験 M-N 相関

### 1. はじめに

本報その2では、前報で示した計測方法に基づき得られる実験結果をもとに、部材の節点における応力のつり合い検討を行い、計測の妥当性を示す。さらに、計測断面に生じる応力についても検討する。

### 2. 外力と内力のつり合いの検討

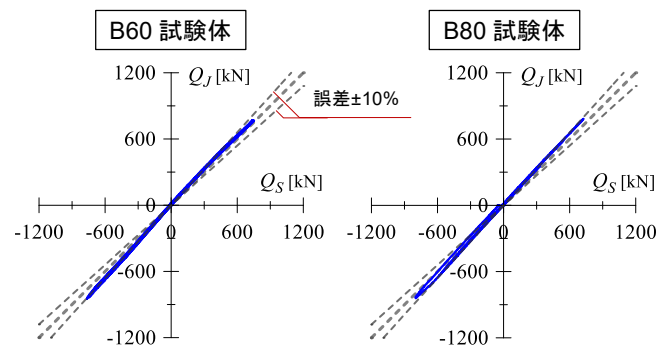
本章では、本実験における外力 (=ジャッキ荷重  $Q_J$ ) と内力 (=システムせん断力  $Q_S$  (本報その1式(15))) のつり合い検討を行う。Fig.1に外力と内力のつり合い結果を示す。Fig.1(a)より、B60 試験体および B80 試験体の外力と内力の誤差は  $Q_J=800$  kN サイクルまで 10%以内に収まっていることを確認でき、システムせん断力  $Q_S$  の計測としては妥当であると言える。また Fig.1(b)より、 $Q_J=1000$  kN サイクルでは、部分的に誤差が 10%を上回って  $Q_S$  の値が大きく算出されていることを確認できるが、これは、本実験における応力算出時に材料非線形性を考慮した応力算出を行っているものの、両試験体ともブレース材の塑性化が著しくなり、歪ゲージによる計測精度が低下したためであると考えられる。

### 3. 力のつり合いの検討

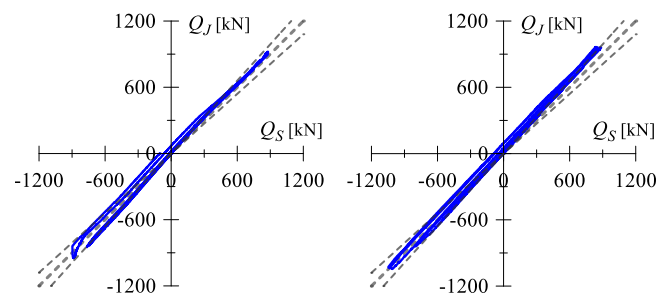
本章では、左ジャッキによる載荷 (正載荷) を行った時に試験体の接合部各所に生じる軸力およびせん断力のつり合い検討結果を示す。Fig.2に力のつり合いの検討を示す。なお、右ジャッキによる載荷 (負載荷) の結果については正載荷時と同様の傾向を示すことを確認しているため本報では省略する。

#### 3.1 左柱-上梁接合部 (正載荷時)

本節では、Fig.2における左ジャッキからの圧縮力  $Q_{Jl}$  と、左柱せん断力  $Q_{Cl}$  および上梁 L 断面における軸力  $N_{Gul}$  の和を比較し、結果を Fig.3 に示す。Fig.3 より B60 試験体においては、+800 kN サイクルまで概ね力のつり合いを



(a)  $Q_J=800$  kN まで



(b)  $Q_J=1000$  kN まで

Fig.1 外力と内力のつり合い

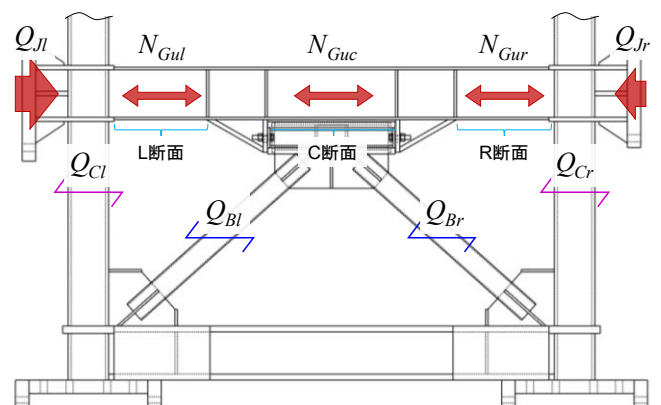


Fig.2 力のつり合いの検討

確認でき、+1000 kN サイクルで誤差が大きくなる傾向が見られる。B80 試験体においては、B60 試験体と比較する

と荷重増大とともに誤差が大きくなる傾向を確認できるが、+800 kN サイクル時においても誤差 10%程度と概ねつり合っていると云える。

### 3.2 左側ビームヘッジ周辺 (正載荷時)

本節では、Fig.2における上梁 L 断面における軸力  $N_{Gu}^l$  と、上梁 C 断面における軸力  $N_{Gu}^c$  およびブレースせん断力  $Q_B$  の差を比較し、結果を Fig.4 に示す。Fig.4 より、B60 試験体においては、+800 kN サイクルまで概ね力のつり合いを確認でき、+1000 kN サイクルで誤差が大きくなる傾向が見られる。B80 試験体においては、B60 試験体と比較すると荷重増大とともに誤差が大きくなる傾向を確認できるが、+800 kN サイクル時においても誤差 10%程度と概ねつり合っていると云える。

### 3.3 右柱-上梁接合部 (正載荷時)

本節では、Fig.2における上梁 C 断面における軸力  $N_{Gu}^c$  と、右ジャッキによる反力  $Q_{Jr}$  および右柱せん断力  $Q_{Cr}$  の差を比較し、結果を Fig.5 に示す。Fig.5 より、両試験体とも+1000 kN サイクルまでつり合いを確認できている。

## 4. 左柱-上梁接合部におけるモーメントつり合いの検討

本章では、左柱-上梁接合部におけるモーメントのつり合いについて検討を行う。上梁のモーメント分布は、正載荷時と負載荷時で算出方法が異なる(その1<sup>41</sup>)。Fig.6 に正載荷時と負載荷時におけるモーメントつり合い概要を示す。B60 試験体および B80 試験体の左柱上端のモーメント  $M_{Cl}^{ue}$  と上梁左端のモーメント  $M_{Gu}^{le}$  のつり合い検討結果を Fig.7, Fig.8 に示す。Fig.7 より、B60 試験体におけるモーメントのつり合い結果では、 $Q_J = \pm 600$  kN サイクルまでは誤差 10%以内でつり合いを確認できており、 $Q_J = \pm 800$  kN サイクル以降で誤差が大きくなる傾向を確認できる。これは、 $\pm 800$  kN サイクル以降では上梁の塑性化が著しくなったためであると考えられる。また、負載荷時より正載荷時における誤差が大きく示されているが、これは、負載荷時には上梁 6 断面のモーメント結果に最小二乗法を用いてのモーメント分布を算出しているのに対し、正載荷時は 3 断面のモーメント結果しか用いていない点などが原因として考えられる。続いて Fig.8 より、B80 試験体におけるモーメントのつり合い結果では、ブレース稼働前の  $Q_J = \pm 400$  kN サイクルの時点で誤差が非常に大きい結果となっており、この原因は現在検討中である。本報における上梁のモーメントに関する評価および考察では、B60 試験体の結果のみを対象として行うこととする。なお、本章では、左柱-上梁接合部における検討を行っているが、右柱-上梁接合部の結果においても同様の傾向であることを確認している。

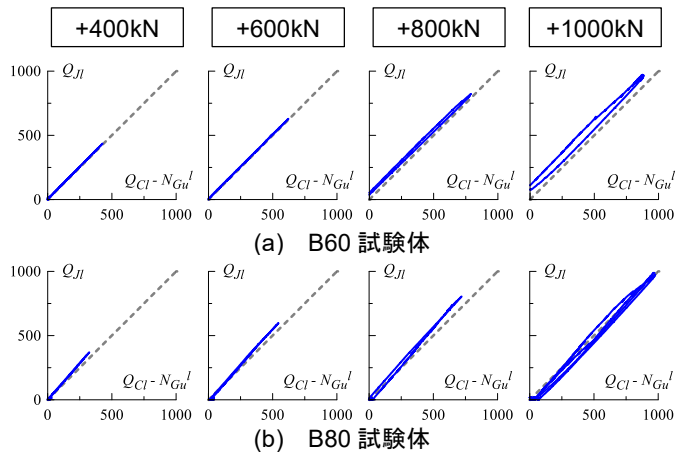


Fig.3 左柱-上梁接合部における力のつり合い [kN]

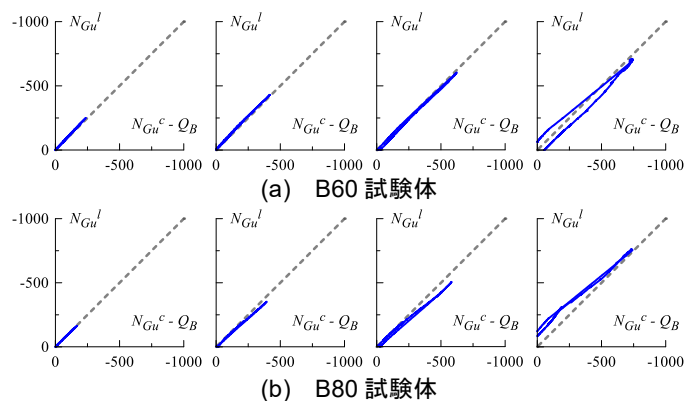


Fig.4 左側ビームヘッジ周辺における力のつり合い [kN]

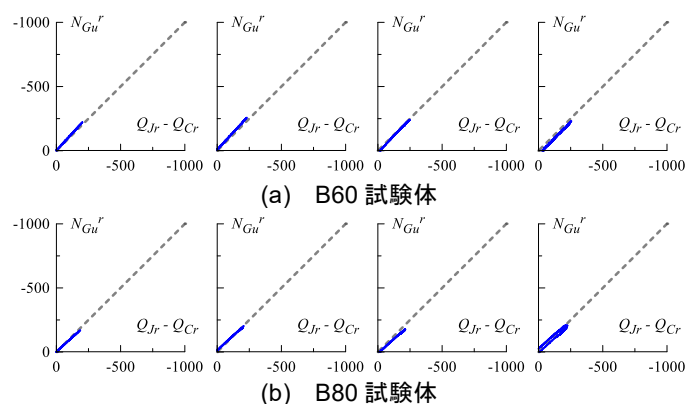


Fig.5 右柱-上梁接合部における力のつり合い [kN]

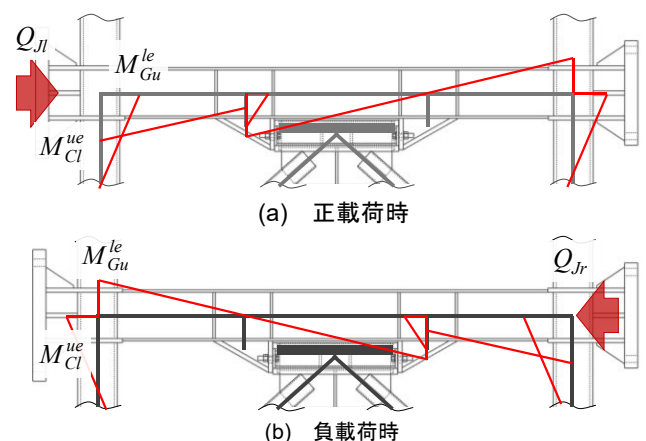


Fig.6 左柱-上梁におけるモーメントのつり合い概要

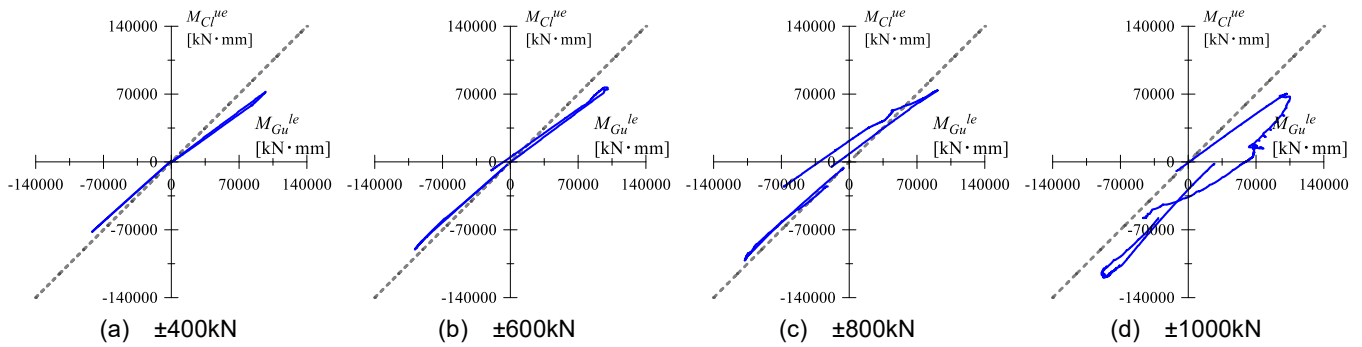


Fig.7 左柱-上梁におけるモーメントのつり合い (B60 試験体) [kN・mm]

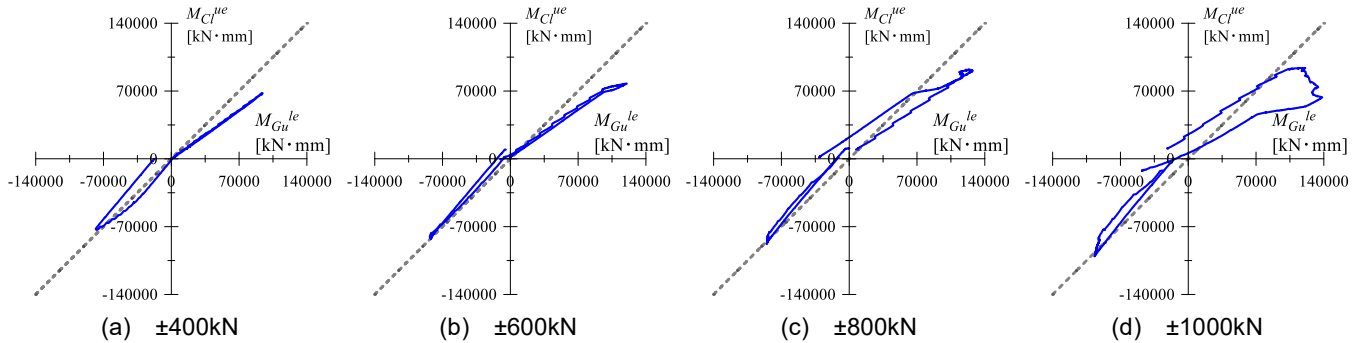


Fig.8 右柱-上梁におけるモーメントのつり合い(B80 試験体) [kN・mm]

### 5. 計測断面における M-N 相関

本章では、歪計測断面に生じる応力について考察を行う。Fig.9 に本章で検討を行う歪計測断面位置を Table1 に各部材における降伏軸力および降伏モーメントを示す。なお、ブレースにおいては、材料試験結果における比例限度の時の応力度より求まる値を上段に、0.2%オフセット耐力値より求まる値を下段( )内に示す。

#### 5.1 上梁における M-N 相関 (B60 試験体)

Fig.10 に正載荷時における上梁計測断面での M-N 相関を示す。なお、ここでは  $Q_j = +400 \text{ kN}$ ,  $+600 \text{ kN}$ ,  $+800 \text{ kN}$  サイクル時の LL 断面, CC 断面, RR 断面における結果を示している。上梁 LL に着目すると、 $+400 \text{ kN}$  サイクル時において計測断面は弾性であるが、 $+600 \text{ kN}$  サイクルのブレース稼働に伴い軸力が増大することで降伏曲線に達することを確認できる。また、 $+800 \text{ kN}$  サイクルでは降伏曲線上に沿って推移していく様子を確認できる。CC 断面に着目すると、 $+400 \text{ kN}$  サイクル時にはモーメントはほとんど生じず、軸力のみが断面に生じている。ブレース稼働後

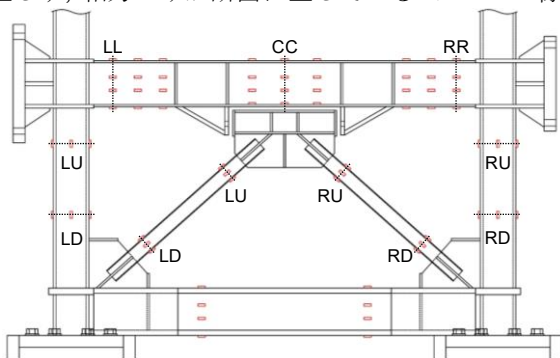


Fig.9 試験体歪計測断面

Table1 降伏軸力および降伏モーメント

	Ny [kN]	My [kN・mm]
上梁	1209.9	89023.5
柱	2407.4	98560
ブレース(B80)	392.1 ( 555.5 )	9120 ( 12920 )
ブレース(B60)	210.2 ( 297.8 )	3690 ( 5227.5 )

※ブレース：上段は比例限度時，下段( )は0.2%offset 耐力時を示す。

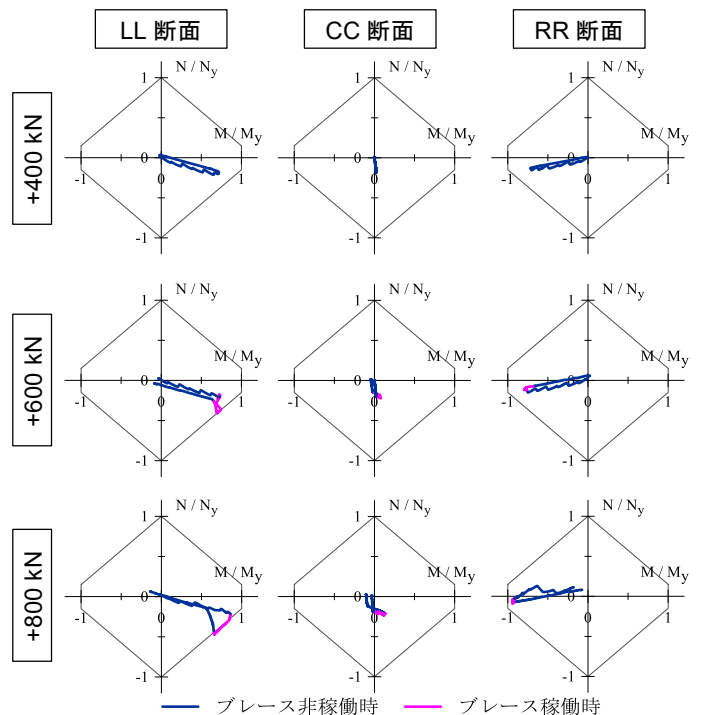


Fig.10 上梁計測断面における M-N 相関 (B60 試験体)

の+600 kN, +800 kN サイクル以降では, 上梁に曲げ戻しが生じることにより, 上梁モーメント分布が変化するため, CC 断面にもわずかにモーメントが生じる. RR 断面に着目すると, ブレース稼働の影響はほとんど生じず, いずれのサイクルでも同様の傾向を示す.

### 5.2 柱における M-N 相関

Fig.11 に柱の歪計測断面における M-N 相関を示す. ここでは,  $Q_f = \pm 600$  kN,  $\pm 800$  kN サイクルにおける両試験体の結果を示す. Fig.11 より, 柱においてはブレース稼働の影響はほとんど生じず,  $Q_f = \pm 800$  kN サイクルにおいても部材は弾性であることを確認できる.

### 5.3 ブレースにおける M-N 相関

Fig.12 に B80 試験体, Fig.13 に B60 試験体のブレース歪計測断面における M-N 相関を示す. ブレース稼働前には, 架構の変形に追従してブレース材にも曲げ変形が生じる. ブレース稼働後には, いずれの断面でも軸力が増大するが, 断面位置によりモーメントの変化の傾向が異なる結果となった. また,  $Q_f = \pm 600$  kN サイクル時に着目すると, 両試験体とも部材は弾性範囲に留まっているが,  $Q_f = \pm 800$  kN サイクル時には, B80 試験体では部材が弾性範囲に留まるが (Fig.12), B60 試験体では部材が塑性域に達することを確認できる (Fig.13).

## 6. まとめ

本報その 2 では, 計測の妥当性の検証および計測断面に生じる応力について検討した.

謝辞はその 3 にまとめて記す.

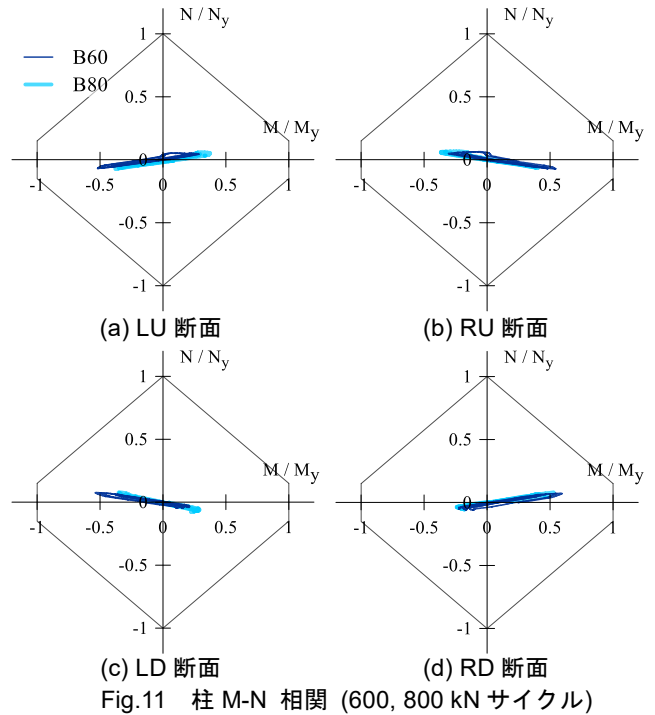


Fig.11 柱 M-N 相関 (600, 800 kN サイクル)

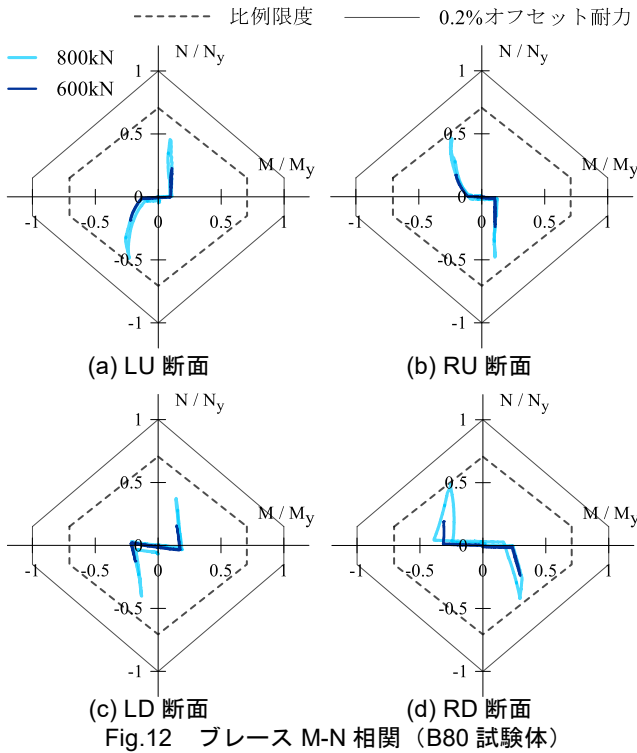


Fig.12 ブレース M-N 相関 (B80 試験体)

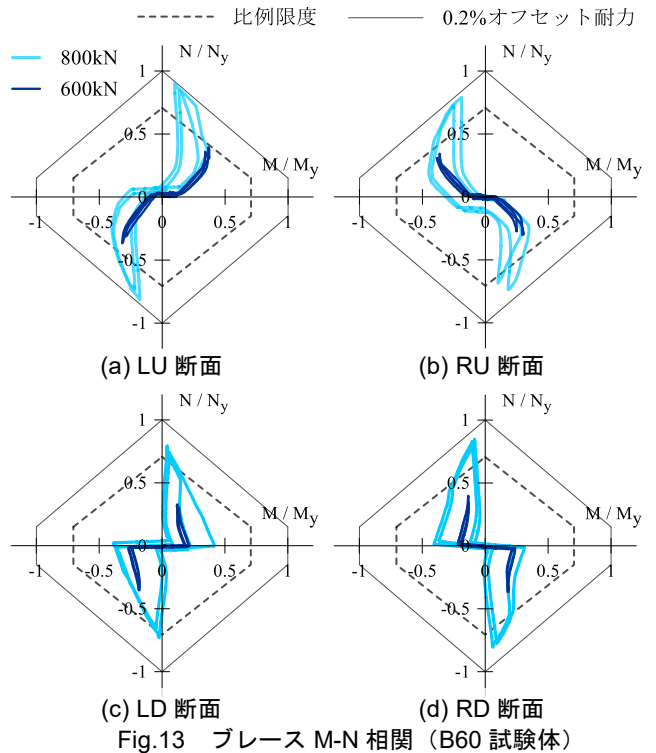


Fig.13 ブレース M-N 相関 (B60 試験体)

\*1 学生会員 東京工業大学 大学院生  
 \*2 東京工業大学 未来産業技術研究所 准教授・博士(工学)  
 \*3 東京工業大学 未来産業技術研究所 助教・Ph. D.  
 \*4 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授・Ph. D.

Graduate Student, Tokyo Institute of Technology \*1  
 Associate Prof, FIRST, Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng. \*2  
 Assistant Prof, FIRST, Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng. \*3  
 Specially Appointed Prof., IIR, Tokyo Institute of Technology, Ph.D. \*4