

面外拘束した鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースの実験

正会員 ○ 村井 正敏*
同 田所 敦志**
同 岩田 衛***

座屈拘束ブレース 実大実験 面外拘束
性能評価

1. 序

座屈拘束ブレースの既往の研究では、芯材の弱軸(面内)方向に変形する試験体に着目し、性能の下限値を示す評価式を定めた。芯材強軸(面外)方向に変形が進む場合、耐力は低下しないが载荷アクチュエーターなど治具に悪影響を与えるために実験を終了していた。この場合でも、面内よりも面外に変形する試験体の方がエネルギー吸収量が高いので、性能評価式を安全側に外れていると考えてきた。

本研究では、既往の研究で面外方向へ変形が進んだ試験体をパンタグラフを用いて面外方向の拘束を行うとともに、面外にロードセルを設置して構面外力を確認し、拘束下での性能がどの程度向上するかを把握する。

実験は、パンタグラフとロードセルを用いた場合と、ロードセルのみを設置した場合の2種類について行う。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体一覧を表1、試験体形状を図1に、試験体の設置

方向の状態を図2に示す。S1試験体を基本試験体とし、パンタグラフによる拘束とロードセルを設置する。S2試験体とS5試験体は同じものであり、既往の研究で面外方向に変形した試験体である。S2試験体はパンタグラフの拘束とロードセルの設置、S5試験体はロードセルのみを設置する。S4試験体はクリアランスとして0.1mmのテフロンシートを貼った試験体で、既往の研究で面外方向へ変形したものである。S3試験体のみは面内へ変形する試験体を通常の試験体の方向から90度回転させた図2(b)の縦入れとし、構面外方向に変形させる。

参考のために、面外拘束していない既往の研究の試験体I-0¹⁾、C4¹⁾、P6M11²⁾についても表1に示す。

2.2 载荷方法

軸方向変位による正負交番漸増繰り返し载荷とする。芯材の降伏歪 ϵ_y の1/3、2/3を各1回、芯材の0.25%歪を1回、0.5%歪(層間変形角1/200相当)、0.75%歪を各2回、1.0%歪(層間変形角1/100相当)を5回、1.5%歪、2.0%歪、2.5%歪を各2回、3.0%歪を耐力低下まで行う。

表1 試験体一覧

試験体名	芯材					拘束材				クリアランス P _E /P _y	備考				
	厚さ (mm)	幅 (mm)	断面積 A(mm ²)	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)	降伏荷重 P _y (kN)	幅厚比	幅 (mm)	高さ (mm)	I ($\times 10^4$ mm ⁴)		P _E (kN)	パンタ グラフ	ロード セル	設置 方向	
S1	16	176	2816	279	786	11.0	203	50.0	631	2319	1.0	3.0	有	有	横
S2								70.0	1298	4753	1.0	6.1	有	有	横
S3								50.0	631	2319	1.0	3.0	無	有	縦
S4								50.0	610	2242	0.1	2.9	無	有	横
S5								70.0	1298	4753	1.0	6.1	無	有	横
I-0	16	176	2816	279	786	11.0	203	50.0	631	2319	1.0	3.0	無	無	横
C4								50.0	610	2242	0.1	2.9	無	無	横
P6M11								70.0	1298	4753	1.0	6.1	無	無	横

I:断面二次モーメント、P_E:オイラー座屈

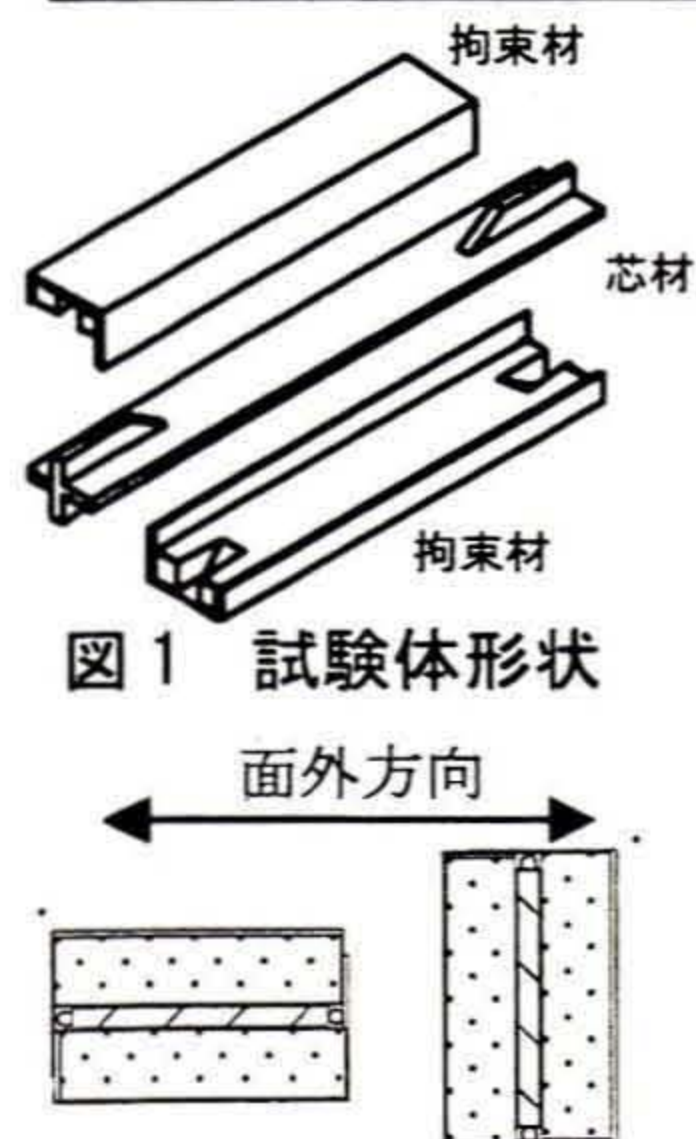


図1 試験体形状

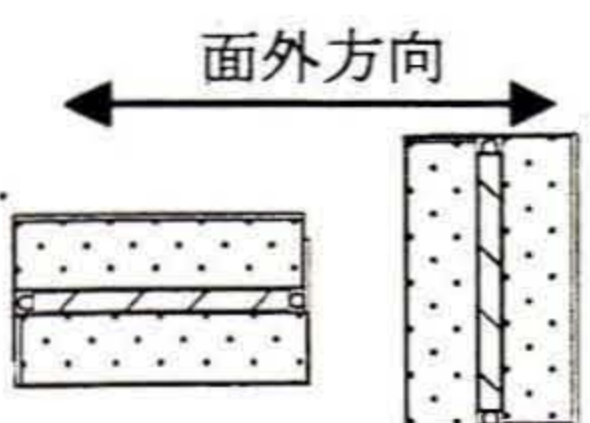


図2 試験体設置方向

表2 実験結果

	耐力低下時の歪	最終状態
S1	3.0%歪2回目圧縮	既往の研究と同様、芯材塑性化領域の端部で弱軸方向に局部変形
S2	3.0%歪9回目引張	3.0%歪1回目圧縮時から構面外(強軸)方向へ変形が目視で確認できたが構面外方向への変形が止まり、芯材塑性化領域の端部で引張破断
S3	2.5%歪1回目圧縮	芯材塑性化領域の端部で構面外(弱軸)方向に局部変形
S4	3.0%歪3回目圧縮	3.0%歪2回目圧縮時から構面外(強軸)方向への変形が目視で確認できたが構面外方向への変形は止まり芯材塑性領域の端部で弱軸方向へ局部変形
S5	3.0%歪3回目圧縮	3.0%歪2回目圧縮時から構面外(強軸)方向へ変形が目視で確認できたが構面外方向への変形は止まり芯材塑性領域の端部で弱軸方向へ局部変形

表3 座屈モード

	座屈モード数	既往研究の座屈モード数	既往研究との比較
S1	6次	12次 (I-0)	座屈モード数が既往研究の約半分 座屈モードの高さが低く、見えにくい
S2	18次	15次 (P6M11)	若干座屈モード数が多い 既往研究同様に座屈モードがはっきりと出た
S3	10次		
S4	8次	9次 (C4)	座屈モード数はほとんど変わらない 座屈モードの高さが低く、見えにくい
S5	12次	15次 (P6M11)	若干座屈モード数が少ない 座屈モードの高さが低く、見えにくい

表4 性能評価

	本研究			既往研究		本実験と既往研究の性能の比較
	η^+	Et (kN・m)	ω	Et (kN・m)	ω	
S1	302	1040	717	1246	724	パンタグラフとロードセルによる構面外拘束をしても性能に差異はない
S2	545	1964	1352	1159	722	パンタグラフとロードセルで構面外拘束すると ω が1.9倍になり、高い性能を示す
S3	191	610	420			
S4	336	1202	828	1146	671	ロードセルのみで構面外拘束すると ω が1.2倍になり若干性能が上がる
S5	335	1189	819	1159	722	ロードセルのみで構面外拘束すると ω が1.1倍になり若干性能が上がる

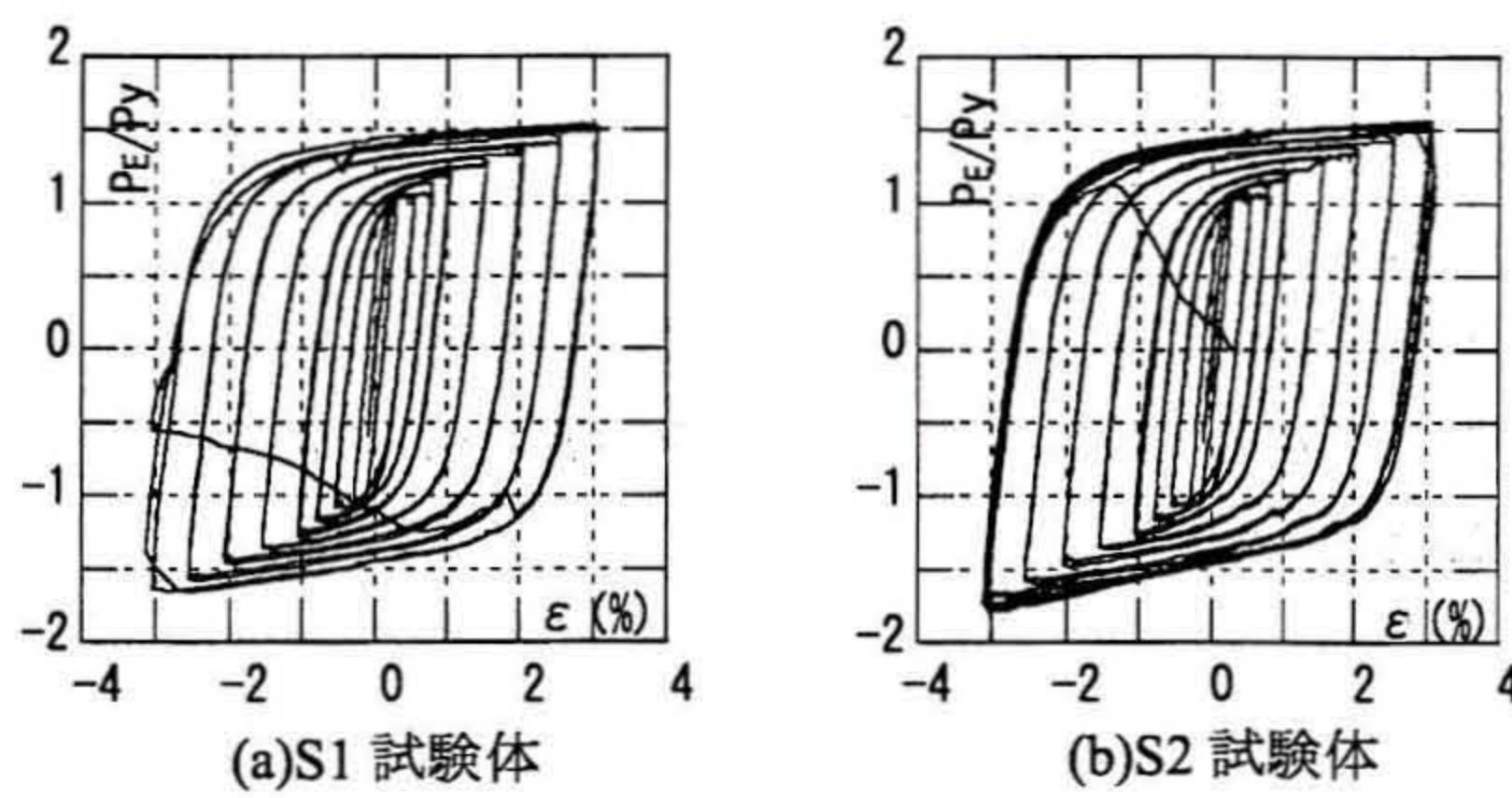


図3 P/P_y - 歪 ε (%) 関係

3. 実験結果

実験結果として耐力低下時の歪と最終状態を表2に示す。また、復元力特性の例として、S1試験体とS2試験体のP/P_y (P:軸方向荷重、P_y:降伏荷重)と歪ε(%)の関係を図3に示す。また、本実験と既往の研究の座屈モード数と、既往研究との比較を表3として示す。

4. 性能評価

各試験体の累積塑性変形倍率 η^+ と累積塑性歪エネルギーEt及び累積塑性歪エネルギー率 $\omega (=Et/P_y \sigma_y)$ を算出して表4に示す。 η は歪硬化の影響を考慮して、各繰り返し時の引張側の最大変形を累積して算出する。本実験と既往の研究の性能の比較も表中に示す。

図3に ω とP_E/P_yの関係および ω の性能評価式($\omega=150 \times P_E/P_y$)との関係を示す。比較のため既往の研究の試験体の ω についても図中に示す。

S2試験体は最終状態が引張破断のために ω は高い値を示した。縦入れのS3試験体の ω は、横入れのS1試験体の約60%となった。しかし、局部変形を起こすまでは安定した履歴ループを描いており、十分な性能を発揮している。ほぼ性能評価式に近い値となっている。

5. 結

パンタグラフで面外拘束し、面外にロードセルを設置した座屈拘束ブレースの軸方向繰り返し載荷実験を行い、以下のことが分かった。

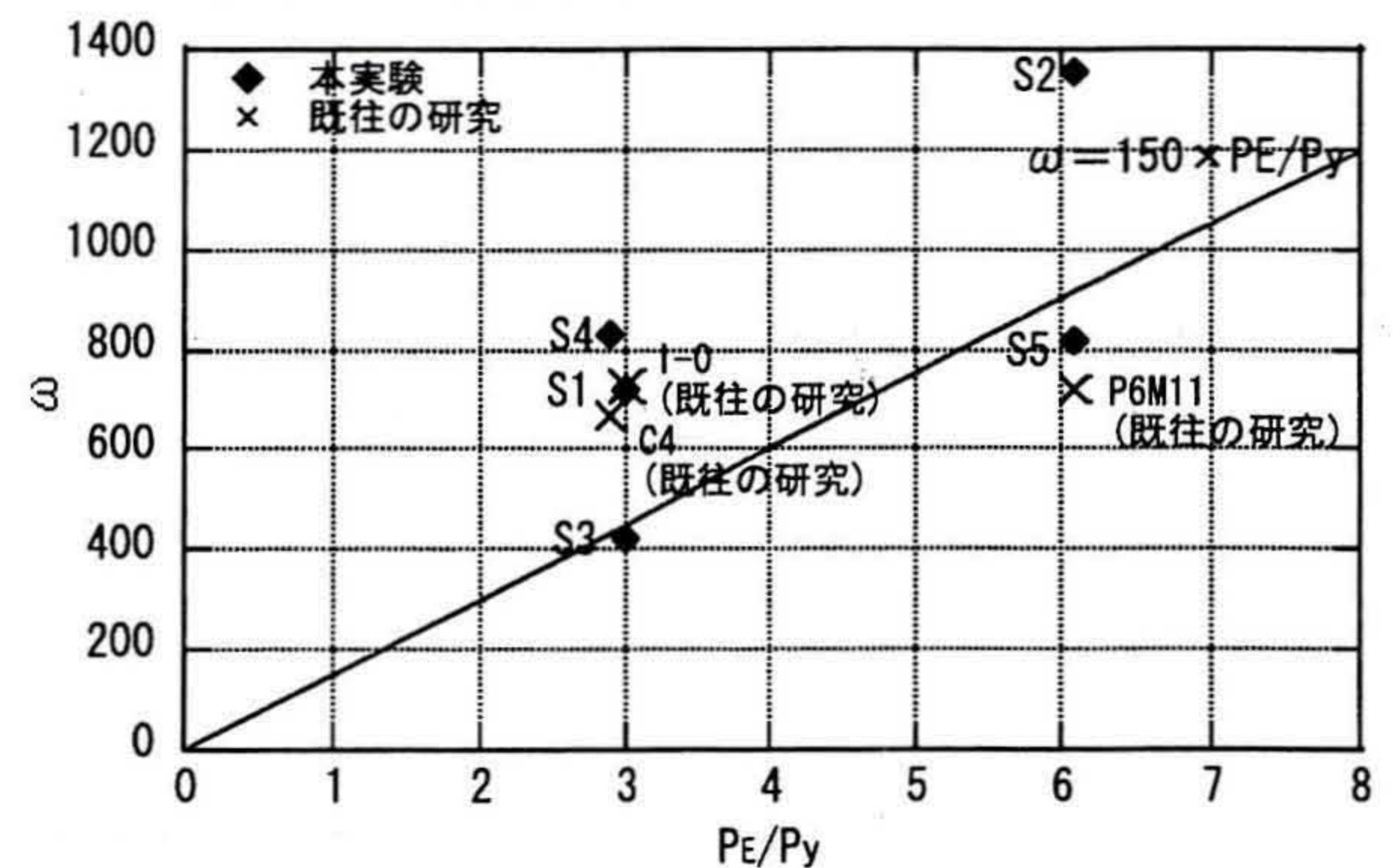


図4 $\omega - P_E / P_y$ 関係

- 1) 既往の研究で拘束しないと面外方向に変形する試験体を、パンタグラフで面外拘束すると性能が良くなる。座屈モード数も少し多くなる。
- 2) ロードセルを設置していると、設置していない時と比べて若干性能がよい結果となった。座屈モード数はほぼ同じである。
- 3) パンタグラフとロードセルがある試験体とロードセルのみを設置した試験体を比べると、パンタグラフとロードセルのある試験体の方が性能が上がり、座屈モード数も多くなる。
- 4) 既往の研究で面内方向に変形する試験体を面外拘束すると、拘束していない時と性能は変わらない。

[謝辞]

本研究にあたり、神奈川県大学学部生(当時)武山友里恵氏の協力を得ました。記して感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 今井千恵: 鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースの強軸方向変形に関する研究、神奈川県大学卒業研究・修士論文梗概集、2006.2
- 2) 村瀬亮, 村井正敏, 岩田衛: 鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースの実験的研究 - その4 芯材幅厚比と拘束力および断面ディテールの影響 - 日本建築学会構造系論文集, No. 620 (20071030) pp. 117-124

* 神奈川県大学工学部建築学科 主任技術員
 ** 神奈川県大学工学部建築学科 大学院生
 *** 神奈川県大学工学部建築学科 教授 工博

Technician, Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ.
 Graduate Student, Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ.
 Prof. Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ., Dr. Eng.