

鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレースにおけるクリアランスの影響

岩田研究室 200203941 佐藤 拓海

1. 序

昨年度の研究¹⁾で、座屈拘束ブレースにおいて芯材と拘束材との間のクリアランスを小さくするほど高い性能を得ることがわかった。しかし芯材厚さが変化した場合、それに応じてクリアランスを変化させることが有用であるのか疑問であり、またクリアランスを小さくしすぎると圧縮側で荷重が大きくなり安定した復元力特性が得られなくなるのではないかと懸念されている。

本研究ではこれらのことを確認するため、基本試験体の芯材厚さとクリアランスを基準とし、その比率を一定にしたまま芯材厚さとクリアランスを変化させた試験体およびクリアランスが極めて小さい試験体を製作し、軸方向載荷実験を行う。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体一覧を表 1 に、試験体形状を図 1 に示す。基本である C0 試験体は芯材厚さ 16mm、クリアランス 1mm である。これに対し C1 試験体は、この比率を基準として芯材厚さとクリアランスを約半分に変化させた試験体である。C2 試験体および C3 試験体は、芯材厚さとクリアランスにおける関係はそれぞれ C0 試験体、C1 試験体と同じであるが、芯材幅厚比や P_E/P_y が異なる。C4 試験体はクリアランスを 0.1mm にした試験体である。

図 1 の斜線部両面に、クリアランス 1mm の試験体にはアンボンド材を、その他の試験体にはテフロンを貼付する。

芯材の降伏荷重 P_y を素材試験より算出する。拘束材の座屈拘束荷重 P_E は、試験体長さ ($\lambda=2351\text{mm}$) を座屈長さとしてオイラー座屈荷重式より算出する。

2.2 試験体パラメータ

1) C0 試験体と C1 試験体との比較

実験結果や算出される性能を比較し、芯材厚さに応じて

クリアランスを変化させることが有用なことであるのかを確認する。

2) C2 試験体と C3 試験体との比較

芯材幅厚比や P_E/P_y といった他の条件が変わっても 1) と同じことがいえるのかを確認する。

3) C4 試験体

クリアランスが極めて小さい場合、引張側と圧縮側で同等のエネルギー吸収量が得られるのかを確認する。

2.3 載荷方法

載荷は正負交番漸増繰返し載荷とし、軸方向変位で制御する。載荷には 1000kN アクチュエータを使用し、弱軸が載荷軸面内になるように 45 度の角度で試験体を設置する。

3. 実験結果

3.1 履歴特性

各試験体の耐力低下時の歪、最終状態について表 2 に示す。C4 試験体における耐力低下時の歪は、耐力低下が認められないまま実験を終了したため実験終了時の歪を示す。

3.2 最終状態

全ての試験体において芯材塑性化領域に高次の座屈モードを確認できた。クリアランス 1mm の試験体とそれに対応するクリアランス 0.5mm の試験体は、座屈モードの波の状態がそれぞれ同様であった。

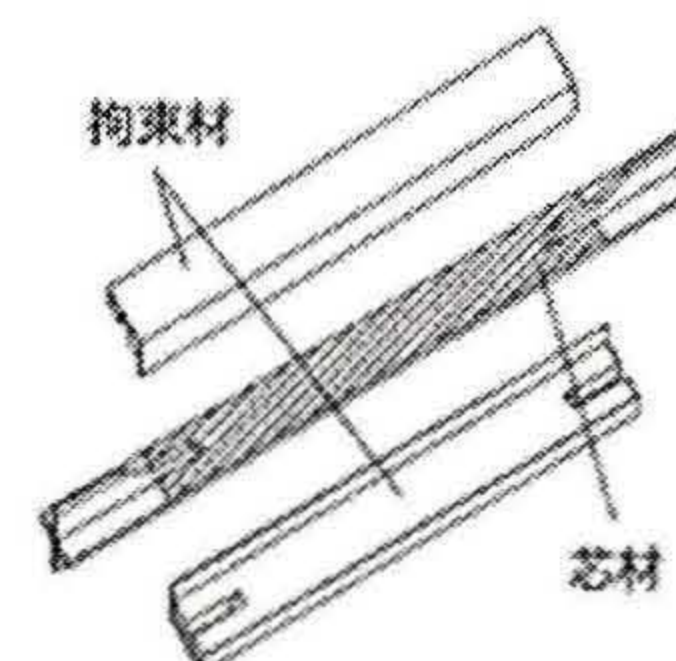


図 1 試験体形状

表 2 実験結果

試験体名	耐力低下時の歪	芯材の最終状態
C0	3.0%至4回目	弱軸の局部変形
C1	3.0%至2回目	弱軸の局部変形
C2	3.0%至9回目	強軸方向の変形
C3	3.0%至6回目	引張破断
C4	3.0%至3回目	強軸方向の変形

表 1 試験体一覧

試験体名	芯材						拘束材				クリアランス (mm)	P_E/P_y
	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)	断面2次モーメント I ($\times 10^4 \text{mm}^4$)	座屈拘束荷重 P_E (kN)		
C0	16	176	2816	279	786	11.0	203.2	50.0	631	2319	1.0	3.0
C1	9	99	891	296	264	11.0	122.2	38.0	193	709	0.5	2.7
C2	16	138	2208	279	616	8.6	165.2	60.0	781	2870	1.0	4.7
C3	9	77	693	296	205	8.6	100.2	45.5	246	904	0.5	4.4
C4	16	176	2816	279	786	11.0	203.2	50.0	610	2242	0.1	2.9

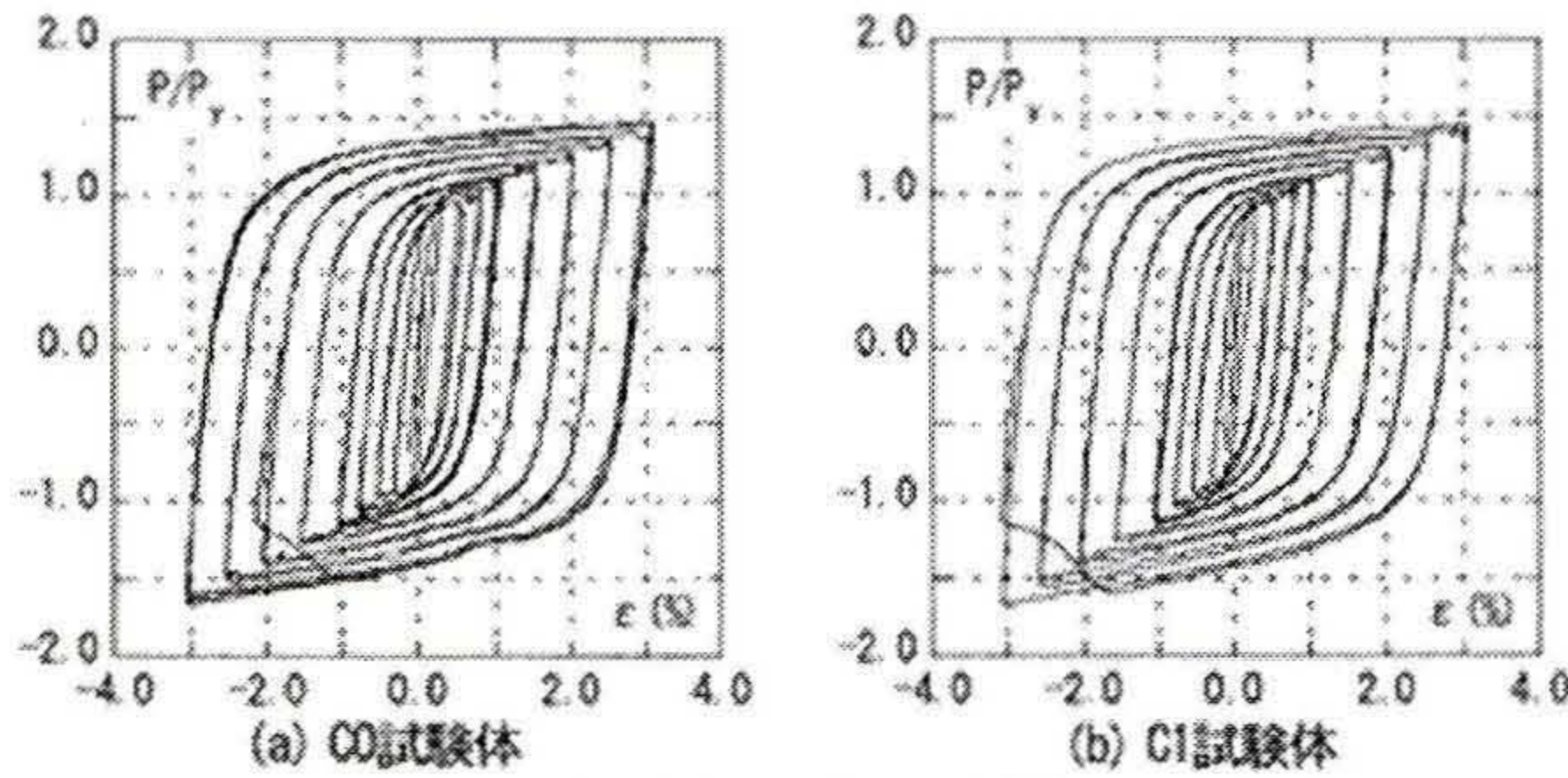


図2 P/P_y - 歪ε (%)関係

4. 考察

4.1 復元力特性

P/P_y (P : 軸方向荷重、P_y : 降伏荷重)と歪ε (%)の関係を図2に示す。

1) C0 試験体と C1 試験体

C0 試験体(図2(a))と C1 試験体(図2(b))は、3.0%歪をそれぞれ4回、2回と繰り返した。どちらの試験体も引張側と圧縮側で同様の履歴ループを描き、安定した復元力特性を示した。

2) C2 試験体と C3 試験体

C2 試験体と C3 試験体も 3.0%歪をそれぞれ9回、6回と繰り返した。

3) C4 試験体

文献1において実験を行ったクリアランス 0mm の試験体は、3.0%歪圧縮側において荷重が大きくなりエネルギー吸収量が引張側と同等ではなかったが、クリアランス 0.1mm の C4 試験体は、最後まで引張側と圧縮側で同等のエネルギー吸収量が得られた。

4.2 性能評価

性能評価にあたって各試験体の累積塑性変形倍率 η 、累積塑性歪エネルギー E_t 、累積塑性歪エネルギー率 ω を算出して表3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した。表中には η^+ として表記する。 ω は E_t を降伏荷重と弾性限界変形量を乗じた値で除して無次元化したパラメータである。

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。比較のため文献1よりクリアランス 0mm の試験体についても図中にプロットする。

4.3 性能評価の検討

1) C0 試験体と C1 試験体

C0 試験体と C1 試験体は、どちらも性能評価式を上回る結果となり、芯材厚さを約半分にするに応じたクリアランスを変化させても性能に差はないということを確認できた。

表3 性能評価指標

試験体名	η^+	E_t (kN・m)	ω
C0	316	1246	729
C1	239	325	541
C2	494	1569	1220
C3	378	398	889
C4	285	1146	671

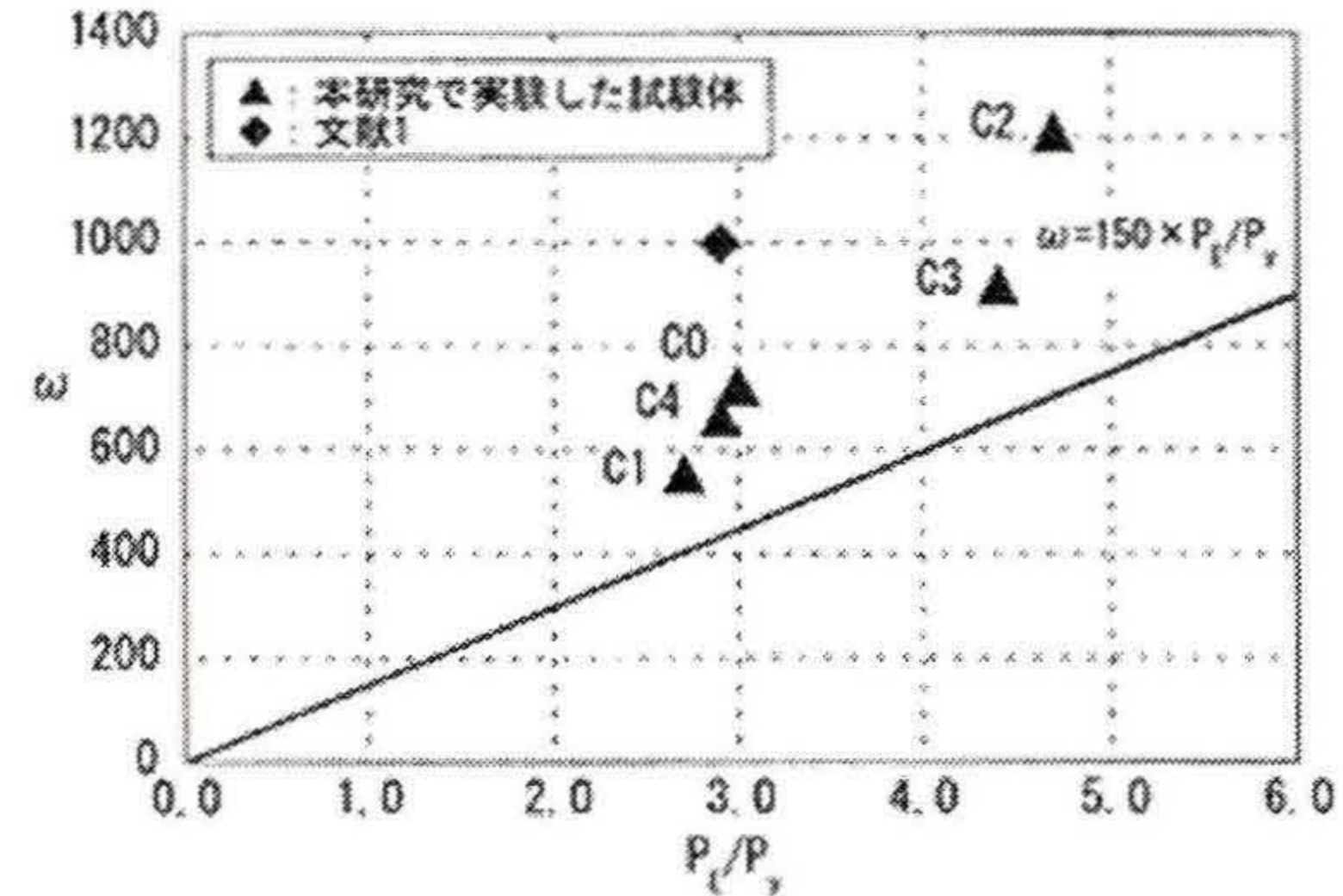


図3 $\omega - P_E/P_y$ 関係

2) C2 試験体と C3 試験体

C2 試験体と C3 試験体も共に性能評価式を上回る結果となった。これより、1)で確認されたことは芯材幅厚比や P_E/P_y に関係なく同じことがいえる。

3) C4 試験体

C0 試験体に近似した ω が得られたが、クリアランス 0mm の試験体と比較した場合は ω に差が見られた。これは、クリアランス 0mm の試験体は圧縮軸力によって芯材と拘束材との間に摩擦力が生じ、拘束材も荷重を負担してしまったのに対し、C4 試験体はクリアランスが 0.1mm 設けられていることにより、荷重が拘束材に負担されることなく芯材に伝わったことによるものと考えられる。

5. 結

芯材厚さに応じてクリアランスを変化させた試験体およびクリアランスが極めて小さい試験体を製作し、軸方向載荷実験を行い、以下に示すことがわかった。

1) 芯材幅厚比や P_E/P_y といった他の条件に関係なく、芯材厚さが小さくなることに応じてクリアランスを小さくすることは、高歪状態でも安定した性能を有する座屈拘束プレースを製作する上で有用である。

2) 極めて小さくともクリアランスを設けることで、引張側と圧縮側で同等のエネルギー吸収量の安定した復元力特性が得られる。しかしこの場合、最終的に強軸方向に変形するので注意が必要である。

[参考文献]

D) 村瀬亮：鋼モルタル板を用いた座屈拘束プレースにおける芯材幅厚比とクリアランスの影響、神奈川大学卒業研究・修士論文梗概集、2005.2