

半円形鋼モルタル板を用いた座屈拘束ブレース

岩田研究室 200302530 田所 敦志

1. 序

通信等の目的で建物の屋上に設置される鉄塔は、設計用風荷重が設計用地震荷重を上回るため、風荷重に対する弾性範囲内で設計が行われてきた。しかし、近年想定される地震動入力に対しては過大な加速度応答値が生じ、部材の一部が座屈する危険性が明らかになっている。そのため、鉄塔にも制振部材を組込む必要がある。

鉄塔に使用する目的とした既往の座屈拘束ブレースの研究¹⁾において、拘束材に円形鋼管を用い、内部をモルタルで充填したタイプの座屈拘束ブレースが安定した性能を示した。本研究室で開発した座屈拘束ブレースにおいては、角形の拘束材を用いた座屈拘束ブレースの実験²⁾は行われているが、円形の拘束材を用いた実験は行われていない。そこで、本研究では、拘束材に半円形の鋼モルタル板を用いた円形の座屈拘束ブレースの製作方法と性能を検証する。

2. 実験計画

2.1 製作方法

表1に拘束材径、表2に試験体一覧を示す。試験体は拘束材径の異なる2体とする。拘束材に使用する鋼モルタル板は、円形の鋼管を半分に割ったものを用いる。鋼種は芯材に低降伏点鋼(LY225)、拘束材に一般構造用鋼管(STK400)を用いる。芯材塑性化部長さは両試験体共に1285mmとする。芯材には剛性の調節のため、芯材塑性部に絞りを入れる。拘束材径は、製作の際に拘束材同士に重ね幅を設けるため、長径/短径比は1.10前後となる。公称値と実測値では、わずかに実測値の方が高くなる。

表1 拘束材径

		長径(mm)	短径(mm)	長径/短径
B-C216 (φ-216.3)	公称値	219.6	205.7	1.07
	実測値	224.8	204.1	1.1
B-C165 (φ-165.2)	公称値	168.1	154.4	1.09
	実測値	169.7	152.5	1.11

表2 試験体一覧

試験体名	芯材				拘束材						P _E /P _y
	寸法	A (mm ²)	幅厚比	P _y (kN)	試験体長 (mm)	板厚 (mm)	重ね幅 (mm)	スペーサー幅 (mm)	I × 10 ⁴ (mm ⁴)	P _E (kN)	
B-C216	PL-16 × 92	1472	5.75	313	2570	4.5	10	51.7	1681	5150.2	16.45
B-C165	PL-16 × 92	1472	5.75	303	2570	4.5	10	26.2	639	1957.8	6.45

A:断面積(mm²) P_y:降伏荷重(kN) I:断面2次モーメント(mm⁴) P_E:座屈荷重(kN)

次に製作手順を示す。

- 1) 円形鋼管を半割りにしたものにモルタルを充填する(図1(a))。モルタルを充填する際、補強リブがモルタルに当たるとモルタルの耐力が寄与されてしまい、設計値よりも高い耐力が出てしまう。そこで、芯材補強リブがモルタルに直接当たらないように、端部にクッション材を挿入し、隙間を作る(図(b))。
- 2) 芯材と拘束材との間の摩擦による耐力上昇を防ぐため、芯材と拘束材との間にクリアランスを設ける。クリアランスは、芯材厚さに対して大きく取り過ぎると、局部変形の進行を早めることが知見として得られており、本研究では1mm厚のアンボンド材を塗布する。
- 3) 芯材の強軸方向には、強軸方向への変形を拘束し、芯材軸方向のずれを防ぐために、スペーサーを入れる(図1(c))。スペーサーは(図1(d))に示すような形状とする。
- 4) 芯材を半円形の鋼モルタル板で挟み、拘束材側部を隅肉溶接により合体する。溶接する際に拘束材に溶接部として10mmの重ね幅を設ける。

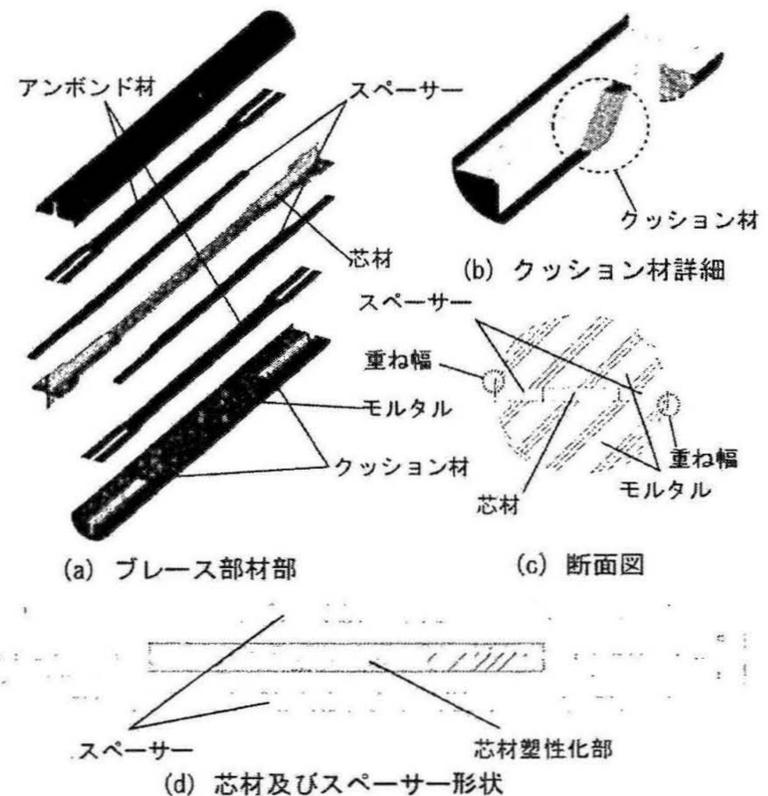


図1 試験体形状

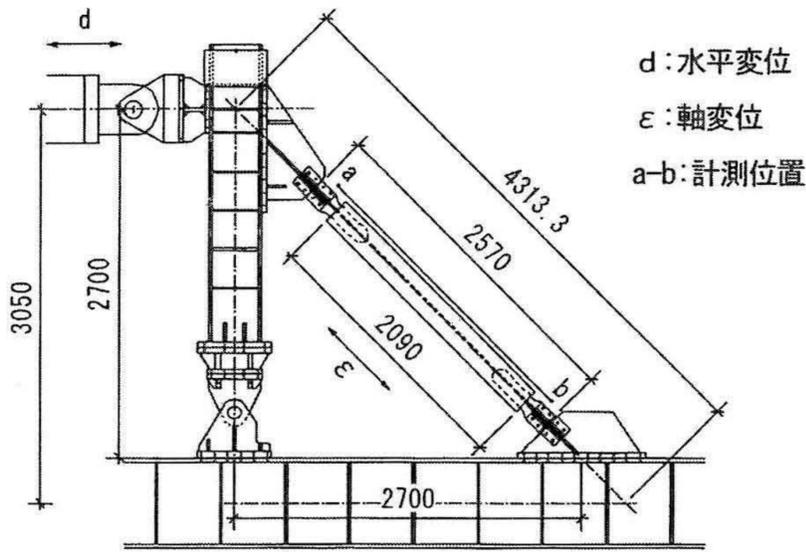


図2 荷装置

2.2 荷計画

試験体の機械的性質を表3に示し、荷装置を図2に示す。荷は1000kNアクチュエータを使用し、漸増荷とする。荷柱下部をピン支持とし、荷柱頭部はローラー支持とする。試験体は荷方向から45°傾けて設置し、芯材弱軸が荷軸芯の線上となるように取り付ける。荷パターンは、歪量で0.5%、1.0%、2.0%、3.0%歪を各2回ずつ、4.0%歪を耐力低下まで行う。これらを表4に示す。

3. 荷結果

3.1 履歴特性

両試験体のP-ε関係を図3に示す。

B-C216：3.0%歪まで安定した復元力特性を示した。4.0%歪3回目引張側において破断し実験を終了した。
B-C165：3.0%歪まで安定した復元力特性を示した。4.0%歪4回目引張側において破断し実験を終了した。

3.2 芯材最終状態

両試験体共に高次の座屈モードが確認できた。B-C216は芯材塑性化部上部から1097.5mmの場所で破断していた。B-C165は芯材塑性化部上部から857.5mmの場所で破断していた。

4. 考察

4.1 エネルギー吸収効率

両試験体とも3.0%歪荷時まで安定した紡錘形の復元力特性を示している。3.0%歪時までは圧縮と引張の最大耐力は同様であるが、4.0%において、両試験体共に圧縮側の荷重が1割程度高い値を示している。これは芯材弱軸方向に局部変形が現れていることから拘束材のモルタル部に芯材が当たり耐力が上昇したと考える。また、両試験体の芯材塑性化部全体に高次の座屈モードが見られていることから、エネルギーの吸収効率が高いことが分かる。

4.2 拘束材径による軽量化

両試験体とも拘束材に損傷はなく、モルタルにも目立

表3 機械的性質

試験体名	降伏応力度 N/mm ²	引張強さ kN	降伏比 %	伸び率 %
B-C216	221.4	313.0	71	43
B-C165	222.8	303.3	73	40

表4 荷計画

荷順序	芯材の歪 ε (%)	層間変形角	荷回数
1	0.5	1/200	2
2	1	1/100	2
3	2	1/50	2
4	3	1/33	2
5	4	1/25	-

って大きな損傷はなかったことから、芯材の拘束は十分にできていることが分かる。その性能は、3.0%歪においても十分な耐力を示し、4.0%歪に対してB-C216、B-C165はそれぞれ2回目、3回目まで安定した性能を示している。この拘束材径をより縮小することが可能であり、更なる軽量化を望むことができる。

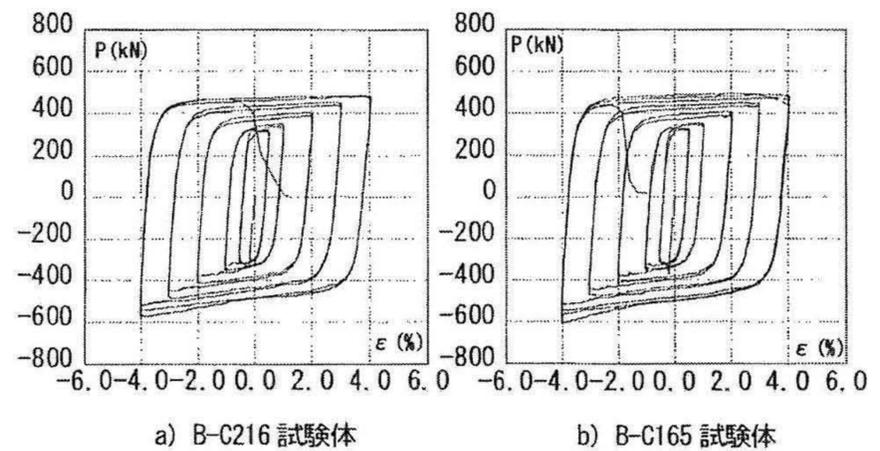


図3 P-ε関係

5. 結

半円形の鋼モルタル板を使用した円形座屈拘束ブレースを製作し、荷実験を行い以下の知見を得た。

- (1)半円形の鋼モルタル板を用いた円形の座屈拘束ブレースについて、角型の拘束材を用いた場合の製作法と同様に製作を行うことが可能である。
- (2)既往の研究と同じサイズで製作した試験体に対し荷を行い、その性能は芯材の4.0%歪にも耐える安定した性能評価を得た。
- (3)拘束材径を縮小させ、軽量化した試験体についても性能に大きな変化はなく安定した復元力特性をみせた。

[参考文献]

- 1)竹内徹、内山智晴、鈴木一弁、大河内靖雄、小河利行、加藤史郎：座屈拘束ブレースによるトラス鉄塔の耐震補強—実大架構繰返し実験—日本建築学会構造系論文集、第589号 P129-136、2005年3月
- 2)小林史興、村井正敏、和泉田洋次、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2制作簡易化と芯材幅厚比の変化—日本建築学会構造系論文集、第586号 P187-193、2004年12月