

アルミブレースを用いたRC架構補強構面の正負繰返し载荷実験  
(その2 実験結果)

アルミブレース 耐震補強 外付け工法  
 枠付き補強 圧着補強

正会員 ○ 大久保 昌治\*2 同 南 伊三男\*4  
 同 古川 宏典\*1 同 中野 克彦\*5  
 同 小澤 潤治\*3 同 藤本 効\*6  
 同 渡邊 高朗\*3

1. はじめに

その2では、各供試体の実験結果について報告する。

2. 実験結果

表1に実験結果の一覧を示す。せん断型の供試体は、柱帯筋とブレースの降伏時、最大荷重時の水平荷重及び層間変形角を示した。曲げ型の供試体は、柱主筋とブレースの降伏時、最大荷重時の水平荷重及び層間変形角を示した。図1に無補強供試体の、図2に補強供試体の荷重-変形関係を示す。図中に、表1で示した各時点のプロットし、下部にひずみ-変形関係を記載してある。降伏ひずみは、降伏強度及び0.2%耐力の素材試験結果(その1-表2, 表4)をヤング係数で除した値である。A7003-T5は、ブレース母材とフォークエンドの溶接接合部で軟化域を生じ耐力低下するため、降伏ひずみが異なる。

S-Nは、層間変形角 R=0.20 で柱に曲げひび割れが発生し、R=0.4 付近でせん断ひび割れが発生した。その後、正加力側は R=0.89、負加力側は R=-1.02 で柱帯筋が降伏している。正加力側は R=0.99 で最大荷重に達し、R=1.01 で付着割裂が発生し耐力低下した。最大荷重は、正加力側が 414kN、負加力側が-376kN である。最終変形角は R=2.00 である。

B-Nは、R=0.10 で柱に曲げひび割れが発生した。その後、曲げひび割れが進展し、正加力側は R=0.59、負加力側は R=-0.56 で柱主筋が降伏している。正加力側は R=2.00 で最大荷重に達し、大きな耐力低下を生じることなく、R=3.34 まで载荷した。最大荷重は、正加力側が 327kN、負加力側が-326 kN である。

S-Fは、R=0.20 で柱に曲げひび割れが発生した。R=0.5 程度までは弾性挙動を示している。アルミブレースは、R=0.82 で溶接部が引張降伏し、R=1.00 で圧縮側ブレースが座屈した。ブレース母材は降伏していない。柱帯筋の降伏は R=1.08 で発生し、S-N とほぼ同時点である。正加力側は R=1.00 で最大荷重に達し、大きな耐力低下を生じることなく R=2.87 でフォークエンドが破断し载荷を終了した。最大荷重は、正加力側が 983kN、負加力側が-983kN で、S-N に比べ約 2.5 倍上昇した。

S-Pは、R=0.20 で柱に曲げひび割れが発生した。R=0.5 程度までは弾性挙動を示している。柱帯筋の降伏は、正加力側が R=0.89、負加力側が R=-0.98 で生じ、S-N とほぼ同時点である。アルミブレースは R=0.92 で溶接部が引張

表1 実験結果の一覧

供試体呼称	载荷方向	柱帯筋降伏		ブレース引張降伏		ブレース圧縮座屈		最大荷重	
		eQsy	eRsy	eQby	eRby	eQcr	eRcr	eQu	eRu
S-N	正	408	0.89	-	-	-	-	414	0.99
	負	-361	-1.02	-	-	-	-	-376	-0.67
S-F	正	940	1.08	893	0.82	983	1.00	983	1.00
	負	-	-	-	-	-	-	-983	-1.01
S-P	正	739	0.89	750	0.92	775	1.00	793	1.26
	負	-698	-0.98	-	-	-	-	-746	-1.00
供試体呼称	载荷方向	柱主筋降伏		ブレース引張降伏		ブレース圧縮座屈		最大荷重	
		eQsy	eRsy	eQby	eRby	eQcr	eRcr	eQu	eRu
B-N	正	274	0.59	-	-	-	-	327	2.00
	負	-275	-0.56	-	-	-	-	-326	-1.61
B-F	正	591	0.56	561	0.49	561	0.49	803	2.80
	負	-627	-0.60	-	-	-	-	-796	-2.00

eQsy, eRsy : 柱主筋または帯筋の降伏時荷重[kN]と層間変形角[ $\times 10^{-2}$ rad]

eQby, eRby : 引張側アルミブレースの降伏時荷重[kN]と層間変形角[ $\times 10^{-2}$ rad]

eQcr, eRcr : 圧縮側アルミブレースの座屈時荷重[kN]と層間変形角[ $\times 10^{-2}$ rad]

eQu, eRu : 最大荷重[kN]と層間変形角[ $\times 10^{-2}$ rad]

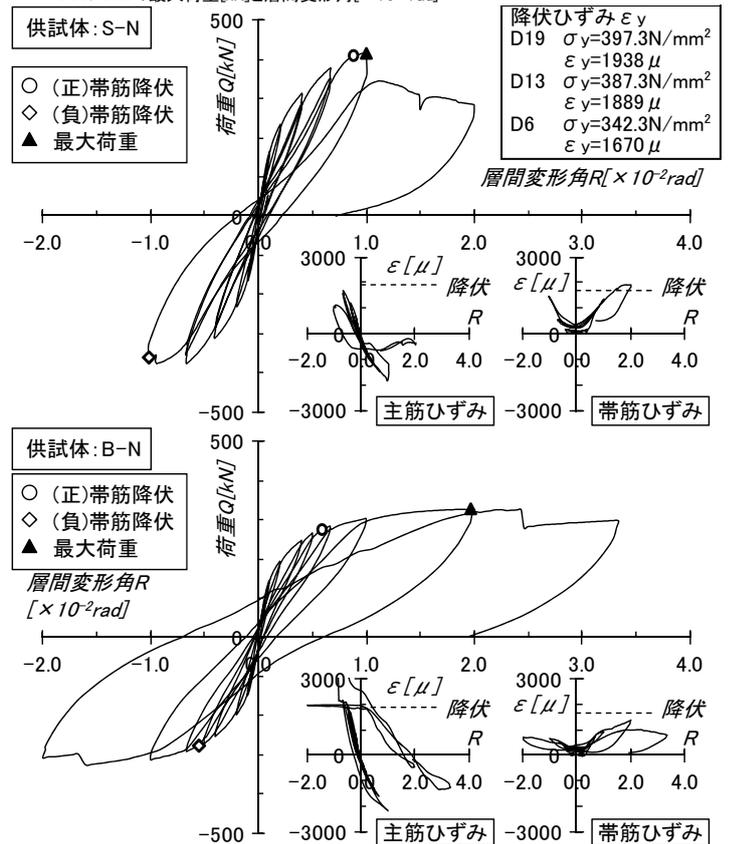


図1 無補強供試体の荷重-変形関係

降伏し、R=1.00 で圧縮側ブレースが座屈した。正加力側は R=1.01 で付着割裂が発生し、R=1.26 で最大荷重に達した。最大荷重は、正加力側が 793kN、負加力側が-746 kN で、S-N に比べ約 2.0 倍上昇した。

B-F は、 $R=0.10$  で柱に曲げひび割れが発生した。柱主筋の降伏は、正加力側が  $R=0.56$ 、負加力側が  $R=-0.60$  で発生し、B-N とほぼ同時点である。アルミブレースは、 $R=0.49$  でブレース母材が引張降伏し大きな塑性変形能力を得ている。正加力側は  $R=2.80$  で最大荷重に達し、大きな耐力低下を生じることなく、 $R=3.38$  まで载荷した。最大荷重は、正加力側が 803kN、負加力側が-796 kN で、B-N に比べ約 2.5 倍上昇した。

### 3. 実験値と計算値の比較

表 2 に実験値と計算値の比較を示す。補強供試体の実験値は、ブレース架構からの変動軸力により全体曲げ変形が含まれていると考えられる。全体曲げ変形による変形角は、変動軸力による両側柱の軸変位の差を階高で除した値とし、実験値の層間変形角を補正した。補正後の荷重-変形包絡線を、図 2 上に破線で示した。補強架構のせん断耐力  $Q_{su}$  は、アルミブレースの終局せん断耐力  $Q_{sul}$  と両側柱のせん断耐力  $Q_c$  を累加した。アルミブレースは、 $R=0.40$  で弾性範囲内の場合があるため「TSK アルミブレース設計マニュアル」<sup>1)</sup>に従い、 $Q_{sul}$  は終局時変形角から  $R=0.40$  まで低減して算出している。両側柱のせん断耐力と終局変形角は「RC 診断基準」<sup>2)</sup>に従い、初期剛性は「RC 構造計算規準」<sup>3)</sup>に従い算出した。

せん断型の供試体は  $R=0.40$  と  $R=0.67$  で、曲げ型の供試体は  $R=0.40$  と  $R=0.80$  で比較を行った。各供試体とも計算値が実験値とよく対応し、補強架構の荷重-変形関係は概ね推定できている。

### 4. まとめ

- 1) RC 架構の破壊性状は補強後も変わらなかった。せん断型の供試体は  $R=\pm 1.0$  付近で帯筋が降伏し、曲げ型の供試体は、 $R=\pm 0.6$  付近で主筋が降伏した。
- 2) A7003-T5 を用いた場合、 $R=0.5$  付近まで弾性挙動を示し、 $R=0.82\sim 0.92$  でブレース溶接部の降伏が生じた。最大耐力は、S-N に対し 1.9~2.6 倍上昇した。
- 3) A5083-O を用いた場合、ブレース母材の降伏が進展し紡錘型履歴特性を示す。最大耐力は、B-N に比べ約 2.5 倍上昇し、大きな耐力低下は生じなかった。
- 4) 既往式を用いて算出した補強架構のせん断耐力は、各変形角において実験値とよく対応しており、荷重-変形関係は概ね推定することができた。

【謝辞】 実験に際して、一般財団法人ベターリビングの山口佳春氏のご協力、ご助言をいただきました。深く感謝致します。

#### 【参考文献】

- 1) TSK アルミブレース耐震補強工法 設計・施工マニュアル, 建防災発第 2172 号, 平成 19 年 12 月
- 2) 日本建築防災協会: 2001 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断規準・同解説, 平成 13 年 10 月
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 平成 22 年 2 月

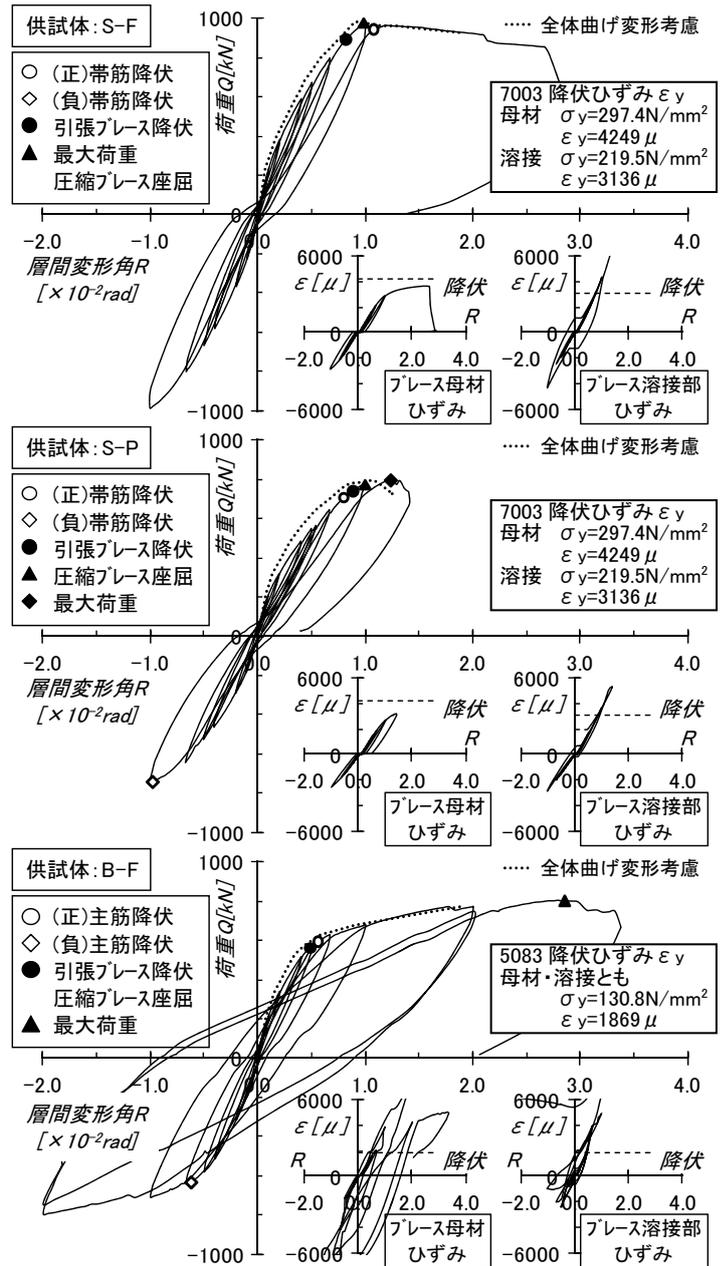


図 2 補強供試体の荷重-変形関係

表 2 実験値と計算値の比較

供試体呼称	層間変形角 $R$ [ $\times 10^{-2}$ rad]	靱性指標 F	実験値 $eQi$ [kN]	計算値 $Q_{su}$ [kN]	$eQi / Q_{su}$
S-N	0.40	1.00	312	300	1.04
	0.67	1.27	377	300	1.25
S-F	0.40	1.00	642	615	1.04
	0.67	1.27	843	741	1.14
S-P	0.40	1.00	560	542	1.03
	0.67	1.27	702	658	1.07
B-N	0.40	1.00	247	191	1.29
	0.80	1.50	283	264	1.07
B-F	0.40	1.00	556	445	1.25
	0.80	1.50	659	516	1.28

$eQi$ : 全体曲げを考慮した水平荷重値  $Q_{su}$ : 補強架構のせん断耐力計算値

\*1 榊住軽日軽エンジニアリング  
 \*2 榊住軽日軽エンジニアリング 博士(工学)  
 \*3 東急建設(株)  
 \*4 榊建研  
 \*5 千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科 教授 博士(工学)  
 \*6 一般財団法人ベターリビング 博士(工学)

\*1 Sumikei-Nikkei Engineering Co. Ltd  
 \*2 Sumikei-Nikkei Engineering Co. Ltd, Dr.Eng.  
 \*3 Tokyu Construction Co. Ltd  
 \*4 KEN KEN Co. Ltd  
 \*5 Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Chiba Institute of Technology, Dr.Eng.  
 \*6 Center for Better Living, Dr.Eng.