

# 鉄筋コンクリート造の変断面部材の 構造特性評価に関する実験

## 第1章

鉄筋コンクリート造袖壁付き柱の曲げ強度と靱性に関する  
実験的研究

—壁厚, 袖壁端部拘束の影響—

# 研究背景および目的

## 研究背景

### 袖壁付き柱の構造部材としての特徴

- 同じ断面積の長方形の柱に比べて、袖壁付柱は剛性および強度が一般に増大するので、強度型を指向して構造物を設計することが可能である。
- 通常の壁厚さの場合、一般には袖壁が圧縮破壊して、比較的小さい変形で最大耐力以降の強度低下が生じるのは避けられない。
- 最大耐力後の曲げ性状(耐力低下, 変形能力)がまだ不明である。

## 研究目的

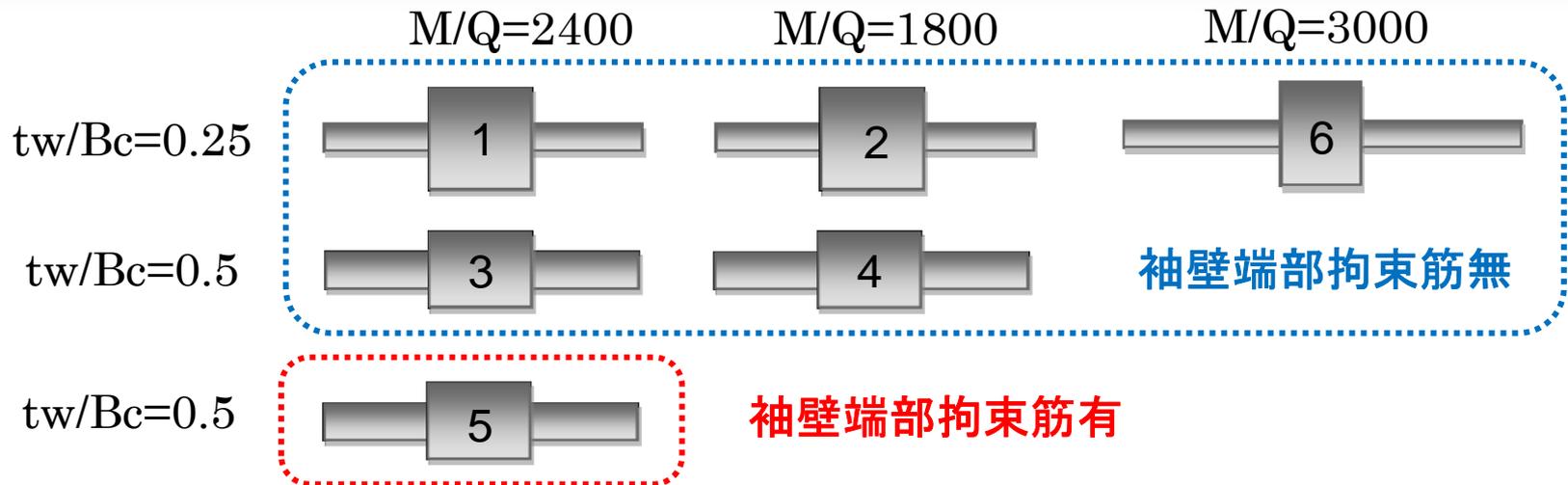
実大部材の2分の1程度の袖壁付き柱試験体を作成し、曲げ降伏が先行すると予想されるせん断スパン比による静的加力実験を行い、曲げ性能を検証する。

### 主要検討対象

- せん断余裕度(せん断スパン長さ)の影響
- 壁厚比( $t_w/B_c$ )の影響
- 袖壁端部の拘束筋有無の影響
- 張出し比( $L_w/B_c$ )の影響

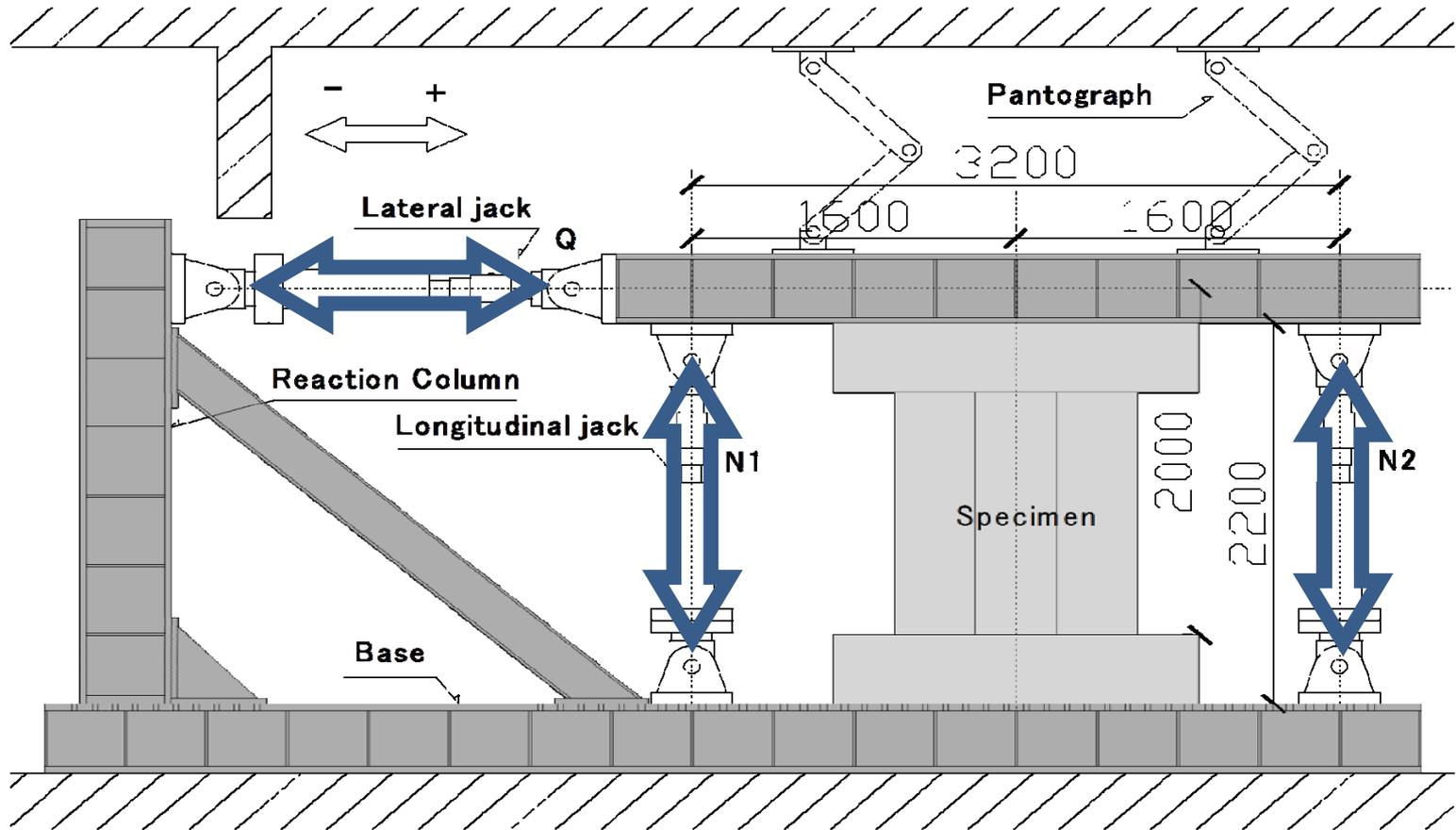
# 試験体詳細

試験体	柱			壁					載荷		試験年度
	断面 B*D (mm)	主筋 Ps	帯筋 Pw	幅 (mm)	厚さ (mm)	縦横筋	端部縦筋	端部拘束筋	定軸力 (kN)	反曲点高さ M/Q (mm) (M/Qd (-))	
SWF1	400*400	12-D16	2-D6@40	400	100	D6@150double (0.43%)	4-D13	-	800	2400 (2.0)	2010
SWF2		(1.49%)	(0.40%)							(0.43%)	
SWF3	300*400	10-D16	2-D6@40	400	150	D6@100double (0.43%)	6-D13	-		2400 (2.0)	
SWF4		(1.66%)	(0.40%)							(0.43%)	
SWF5	300*400	10-D16 (1.66%)	2-D6@40 (0.40%)	400	150	D6@100double (0.43%)	6-D13	2-D6@50		2400 (2.0)	
SWF6	400*300	10-D16 (1.66%)	2-D6@40 (0.53%)	600	100	D6@150double (0.43%)	6-D13	-		3000 (2.0)	

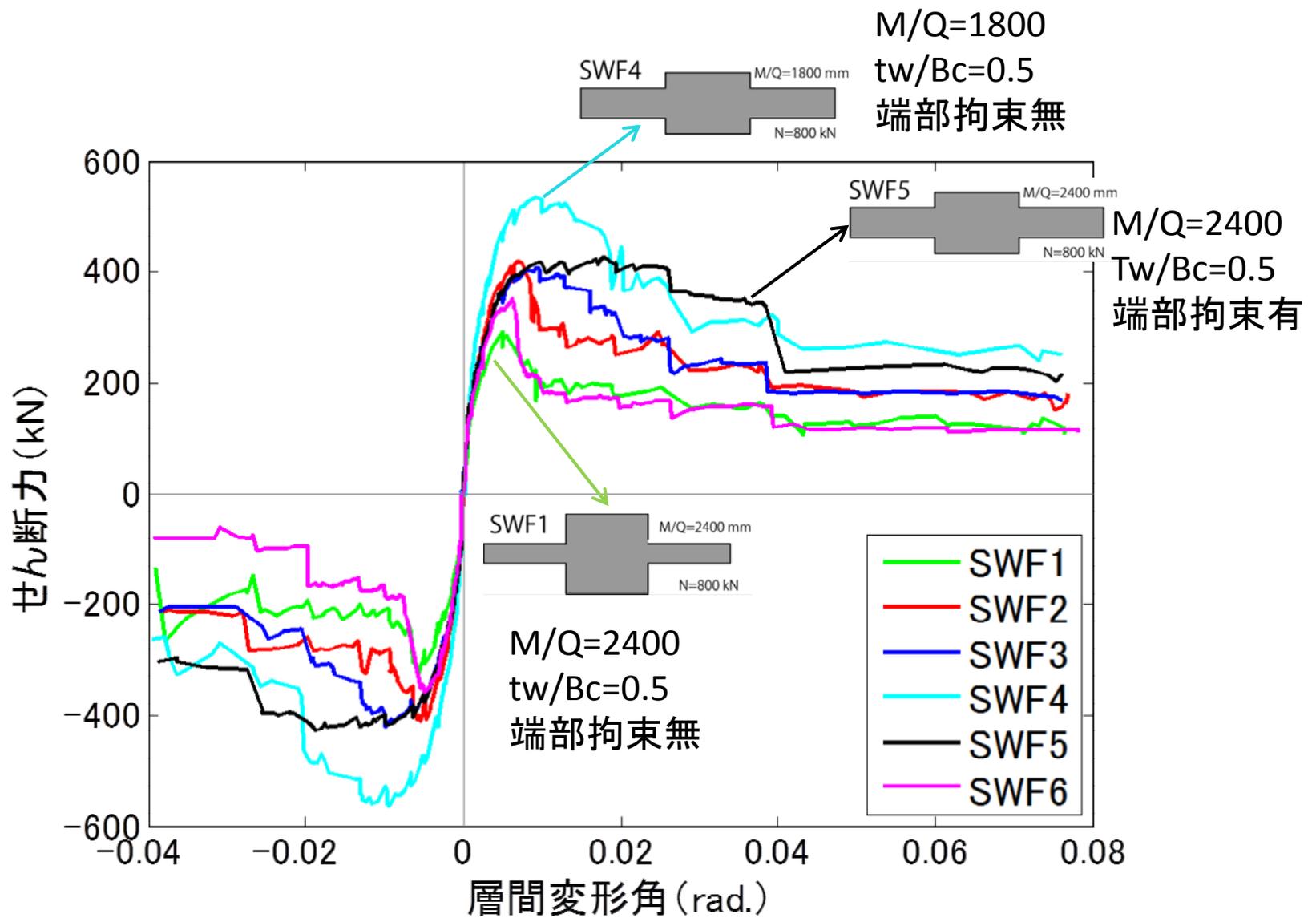


袖壁張出し比はSWF6 ( $tw/Bc=2$ ) 以外はすべて1である。

# 加力装置



# 実験結果



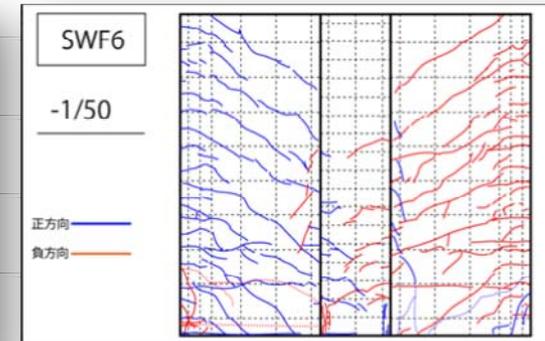
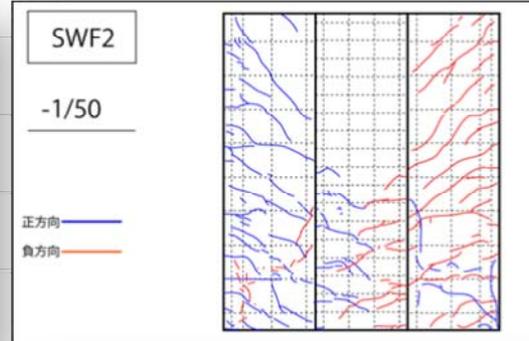
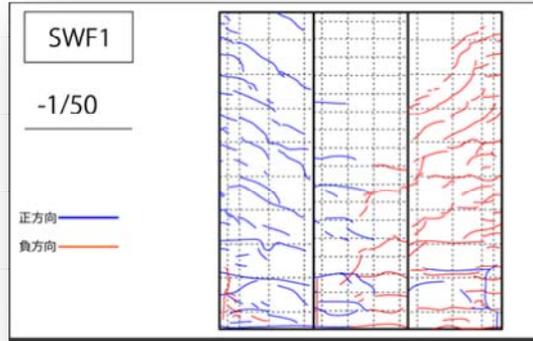
# ひび割れ状況

M/Q = 2400mm

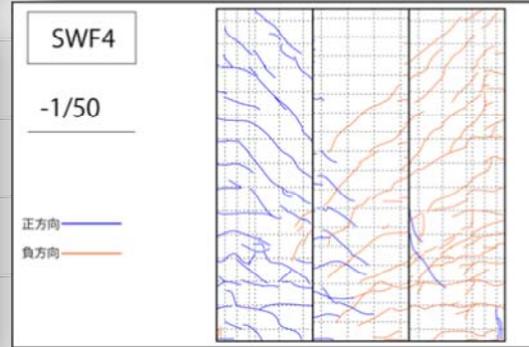
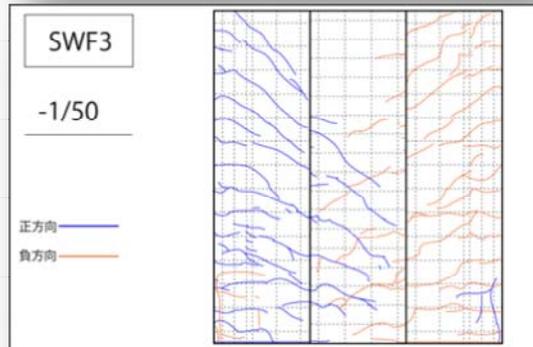
M/Q = 1800mm

M/Q = 3000mm

tw/Bc  
0.25

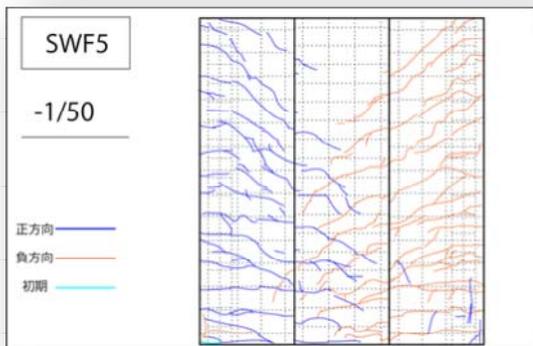


tw/Bc  
0.50



袖壁端部拘束筋  
無

tw/Bc  
0.50



袖壁端部拘束筋  
有

# 最終破壊状況

M/Q = 2400mm

M/Q = 1800mm

M/Q = 3000mm

tw/Bc  
0.25



tw/Bc  
0.50



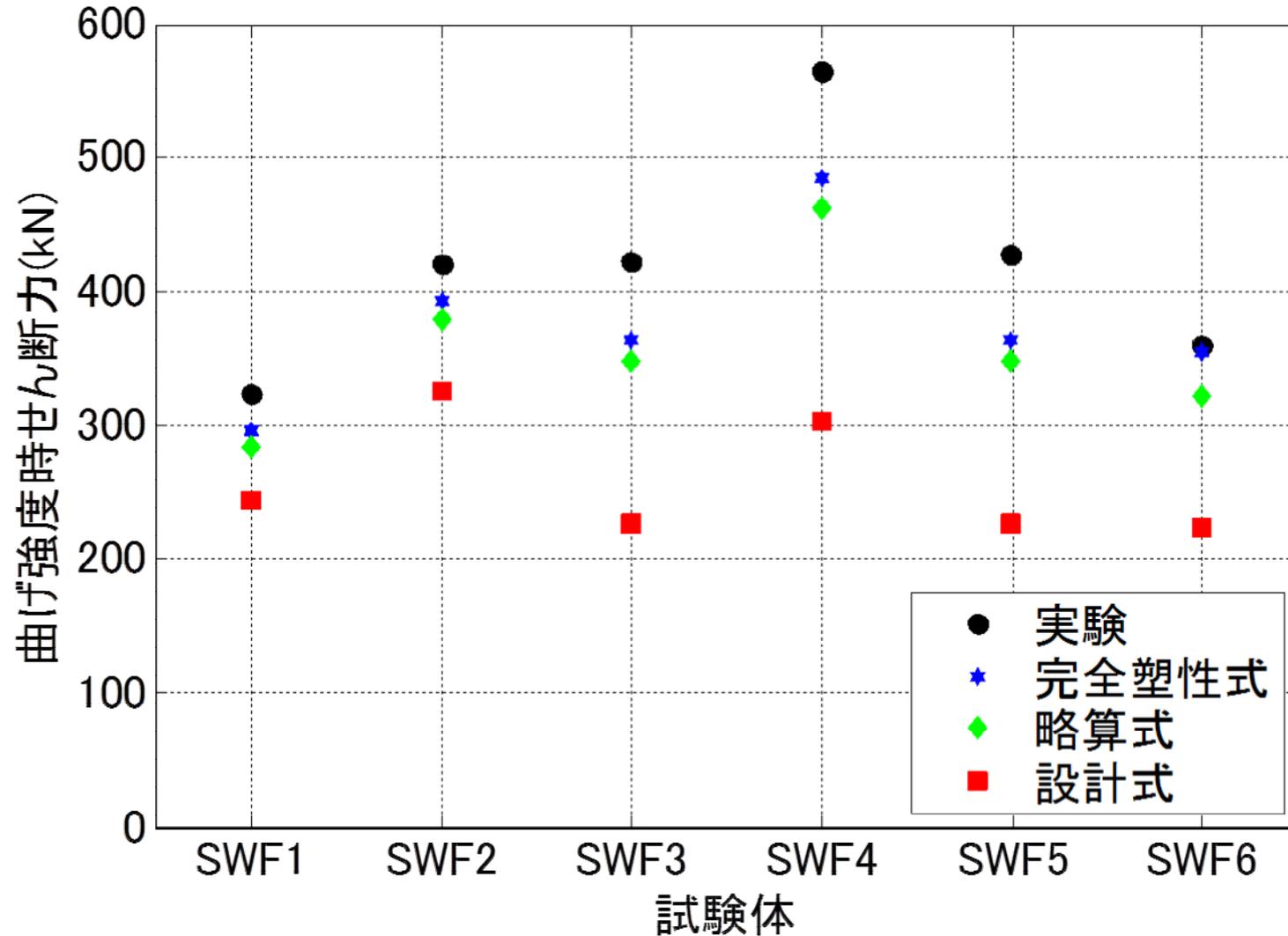
袖壁端部拘束筋  
無

tw/Bc  
0.50

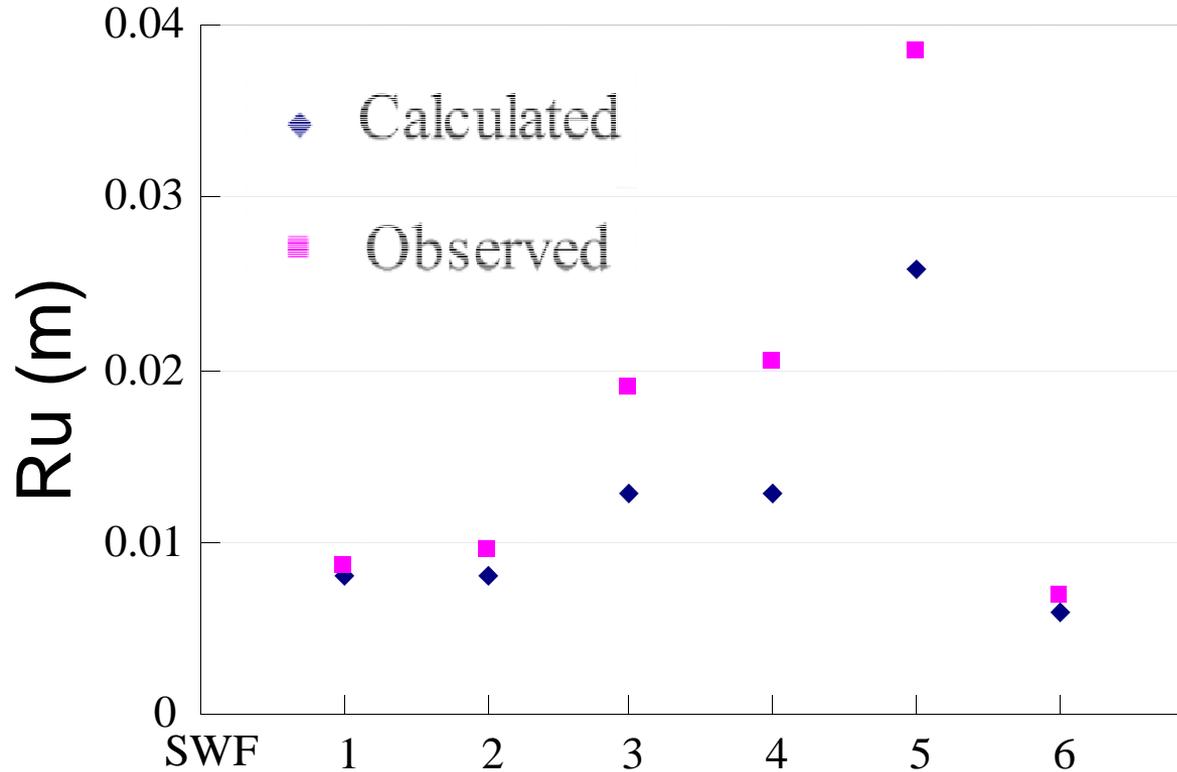


袖壁端部拘束筋  
有

# 曲げ終局強度



# 終局変形



$$R_u = c \times l_h \times \phi_u$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.003 \text{ (拘束無)}$$

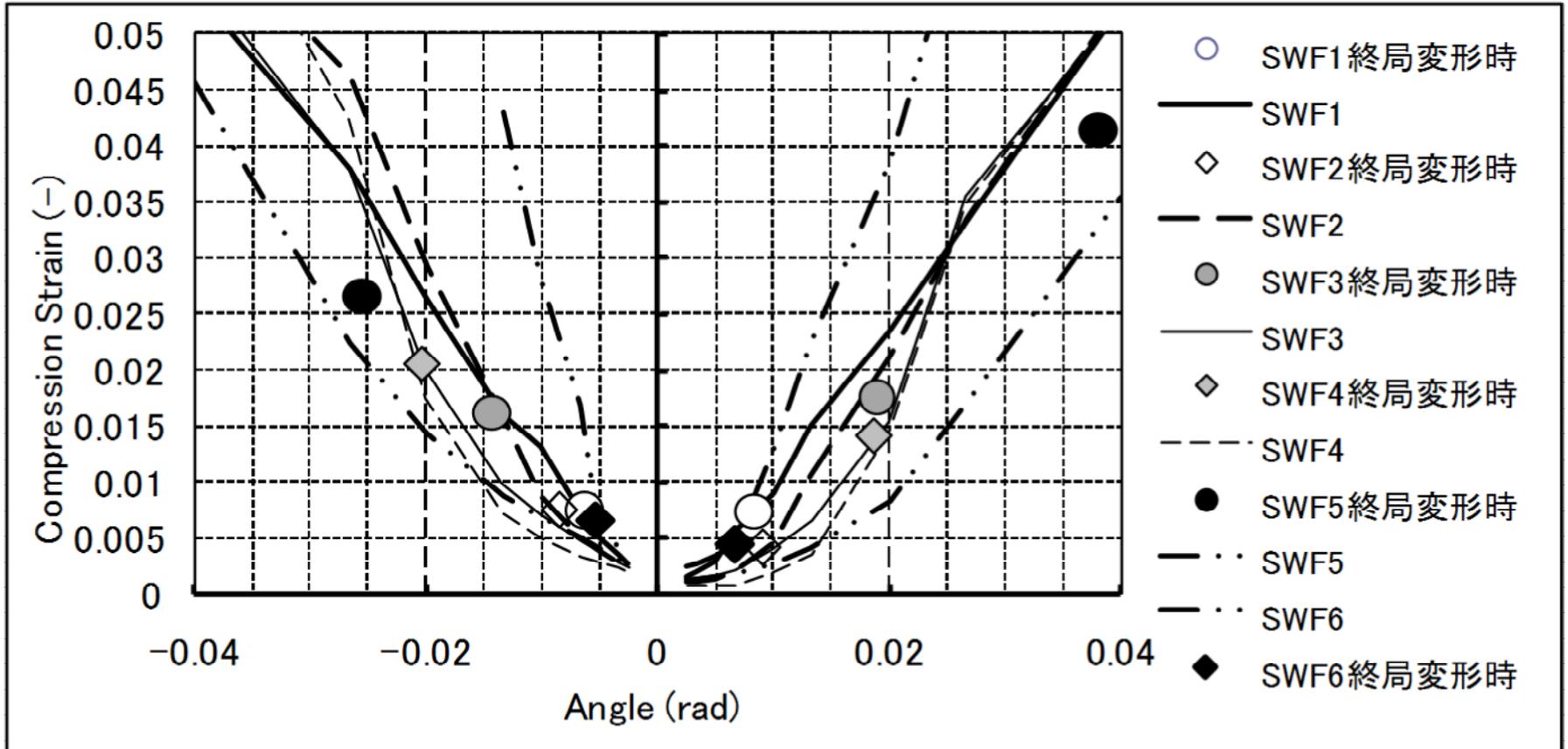
$$0.006 \text{ (拘束有)}$$

$$c = 6 \quad l_h = 2t_w \quad \phi_u = \varepsilon_{cu} / x_n$$

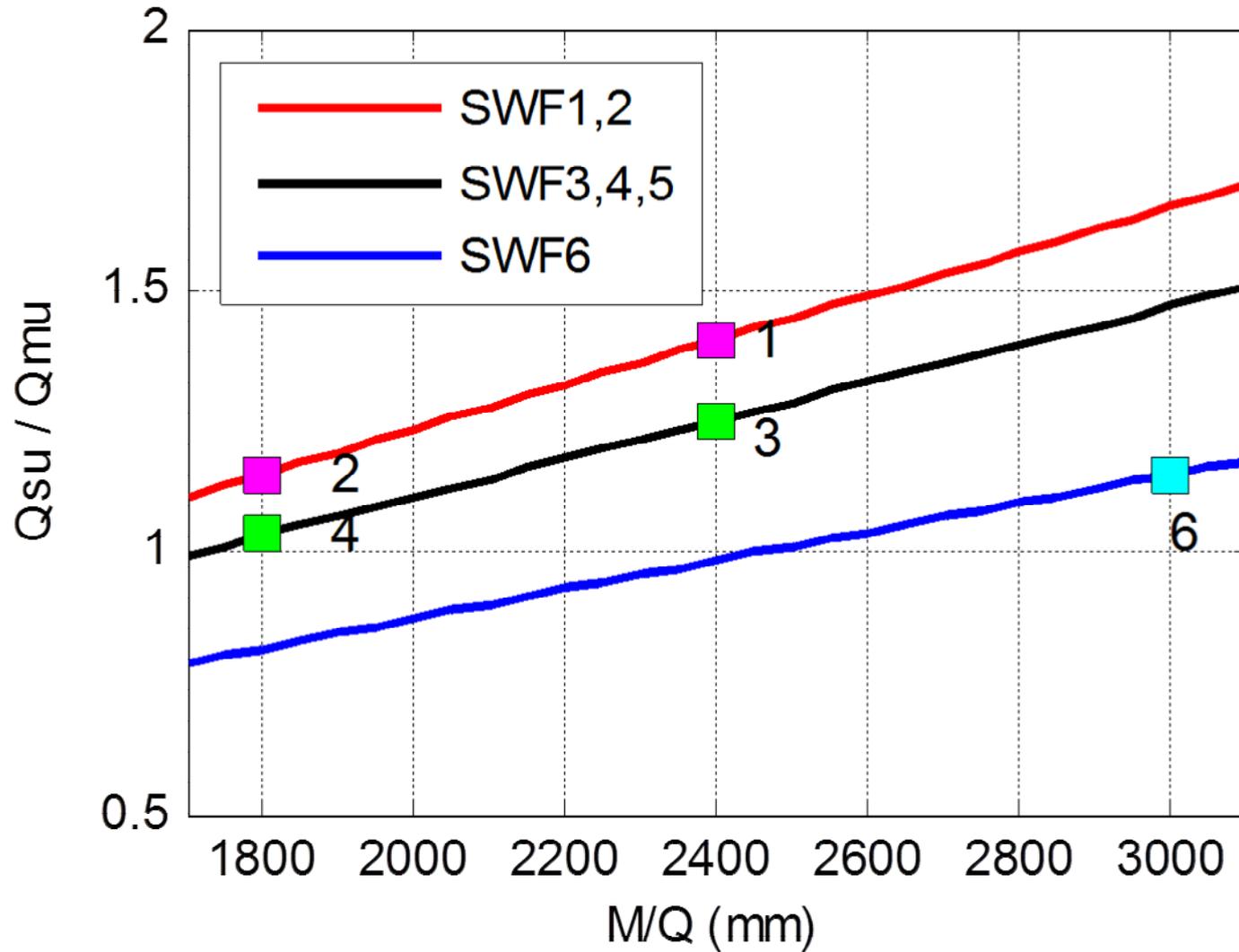
# まとめ

- 最大耐力の実験値と設計式、略算式、完全塑性理論式の3つの式で比較した結果、完全塑性理論式はほぼ実験値に近く、設計式、略算式は実験値に対してやや安全側の評価となった。
- 最大耐力の80%を保持する変形を終局変形として靱性を評価すると、配筋や壁厚が同じ試験体ではせん断スパン比(せん断余裕度)が靱性に与える影響は小さいが、端部拘束筋や壁厚さによってそれぞれ異なる曲げ靱性が実験的に検証された。
- すべての試験体で $1/12.5$ radまでの変形後も最大耐力の3割以上の水平耐力を保持している。また、静的載荷実験後、残留変形をもとに戻して軸圧縮力を2000kNまで加えたが、すべての試験体で崩壊はなく、安定した耐力を発揮した。
- 曲げ理論に基づく終局変形の計算値と比較すると、仮定した係数の絶対値(とくにコンクリートの終局圧縮ひずみ $\epsilon_u$ )についてはさらに検討が必要であるが、6体の試験体の相対的な靱性の違いを評価することができた。

# 終局変形時のコンクリート圧縮歪

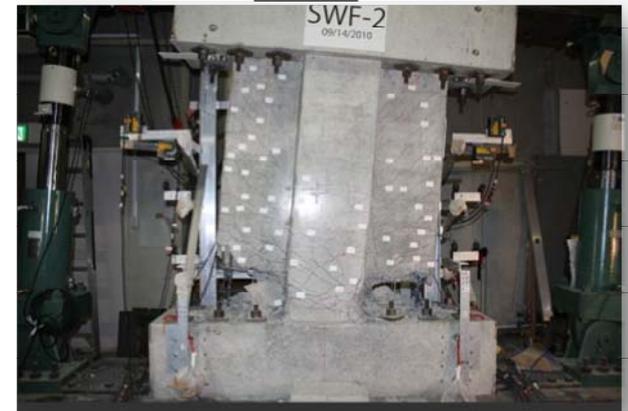
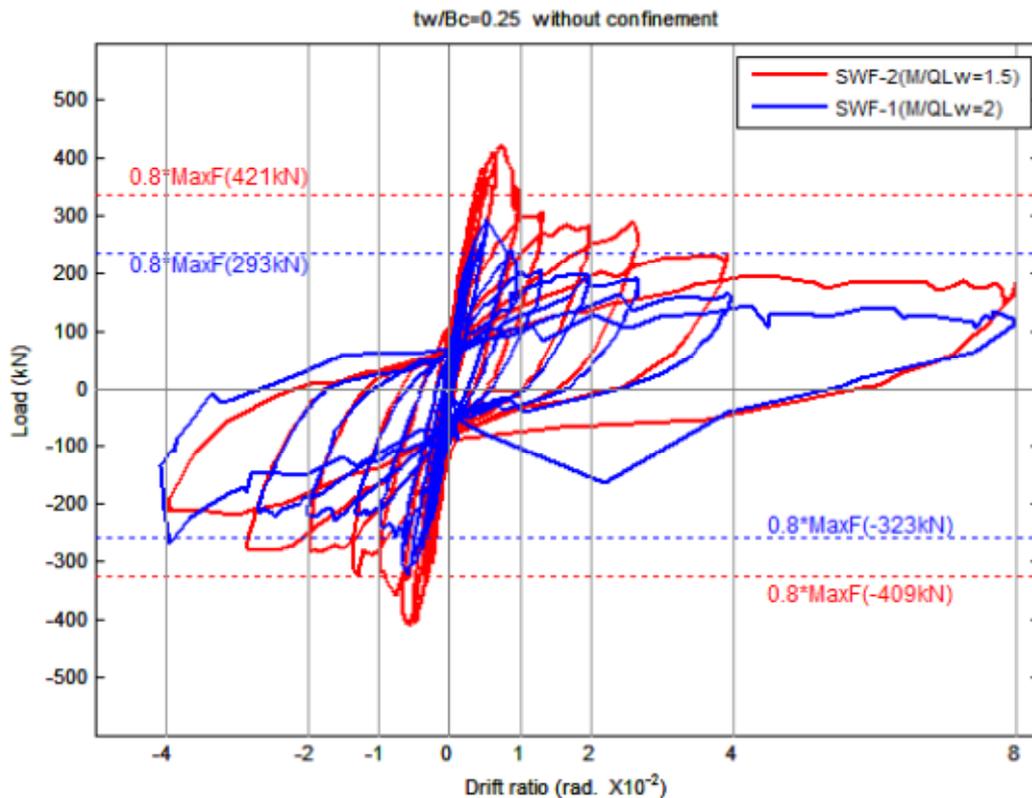


# せん断余裕度とせん断スパン長さ



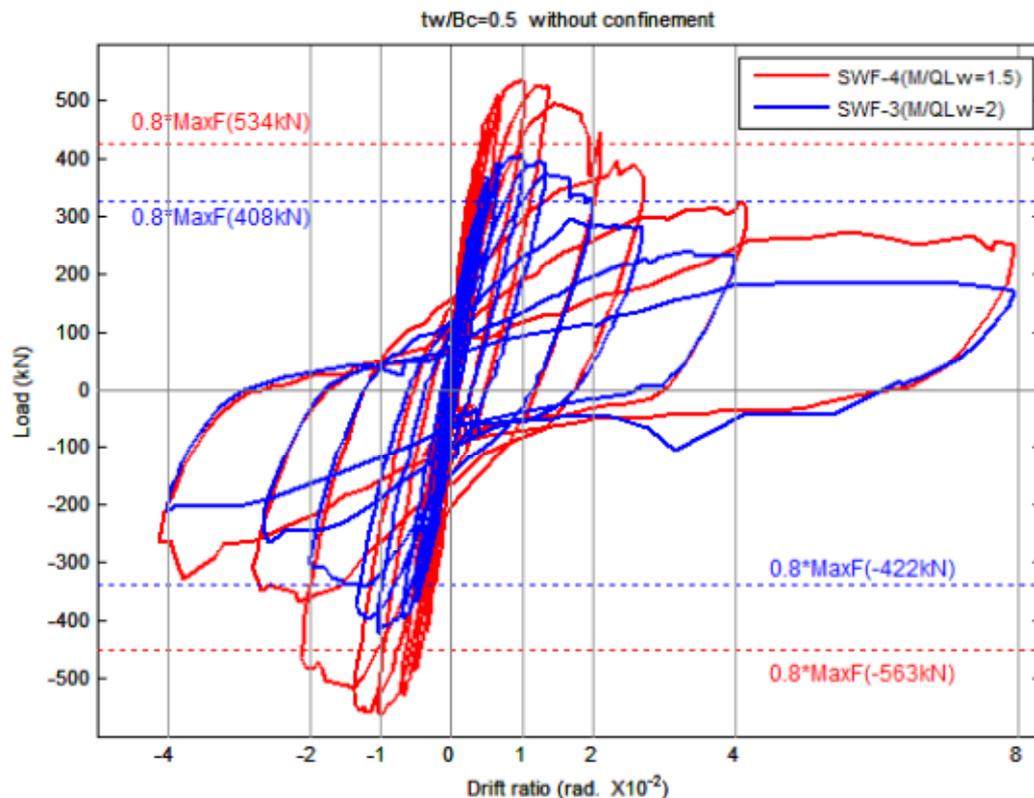
# せん断スパン長さの影響

**SWF1 vs. SWF2**  
**2400mm vs. 1800mm**



# せん断スパン長さの影響

**SWF3 vs. SWF4**  
**2400mm vs. 1800mm**



SWF3 M/Q=2400 mm  
N=800 kN

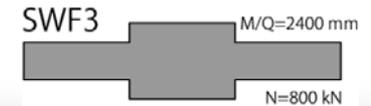
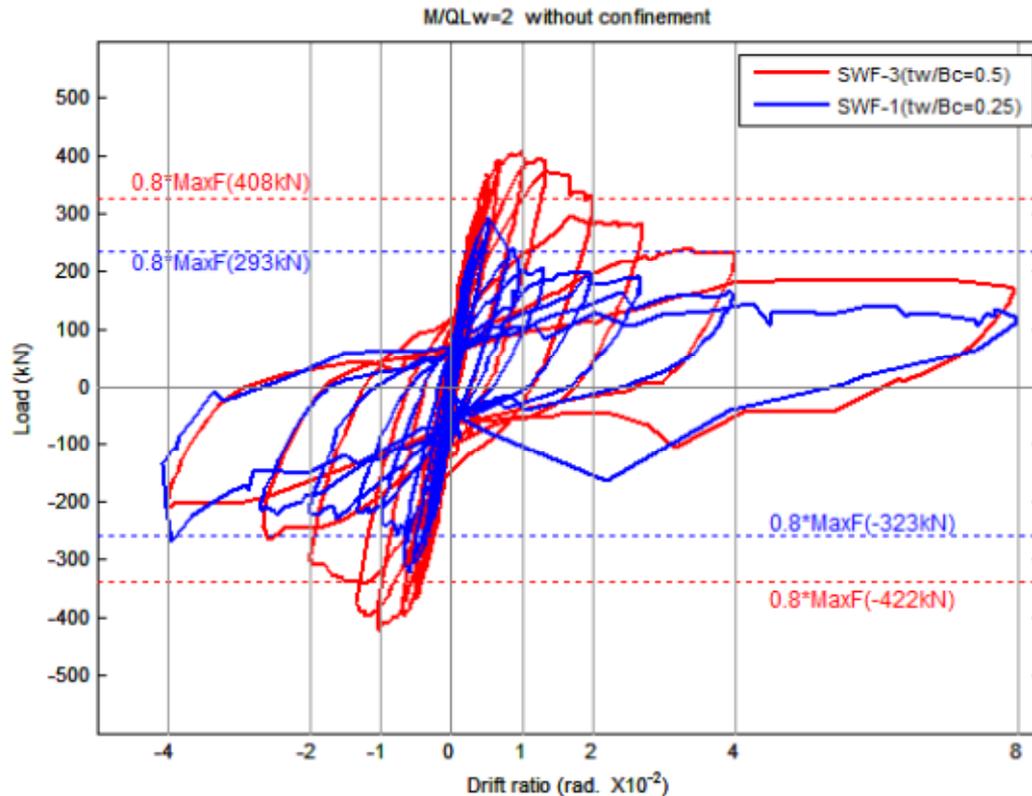


SWF4 M/Q=1800 mm  
N=800 kN



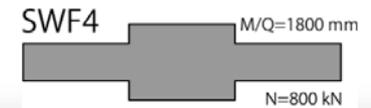
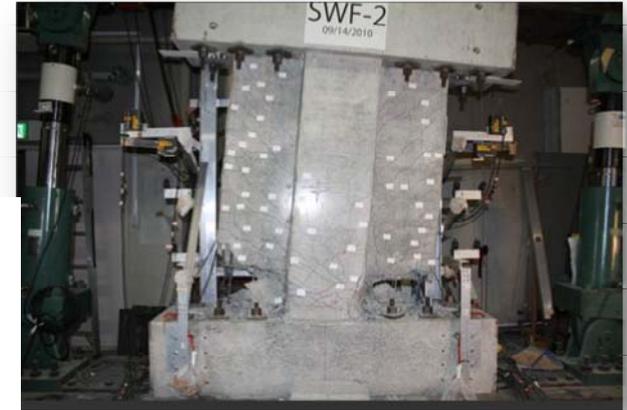
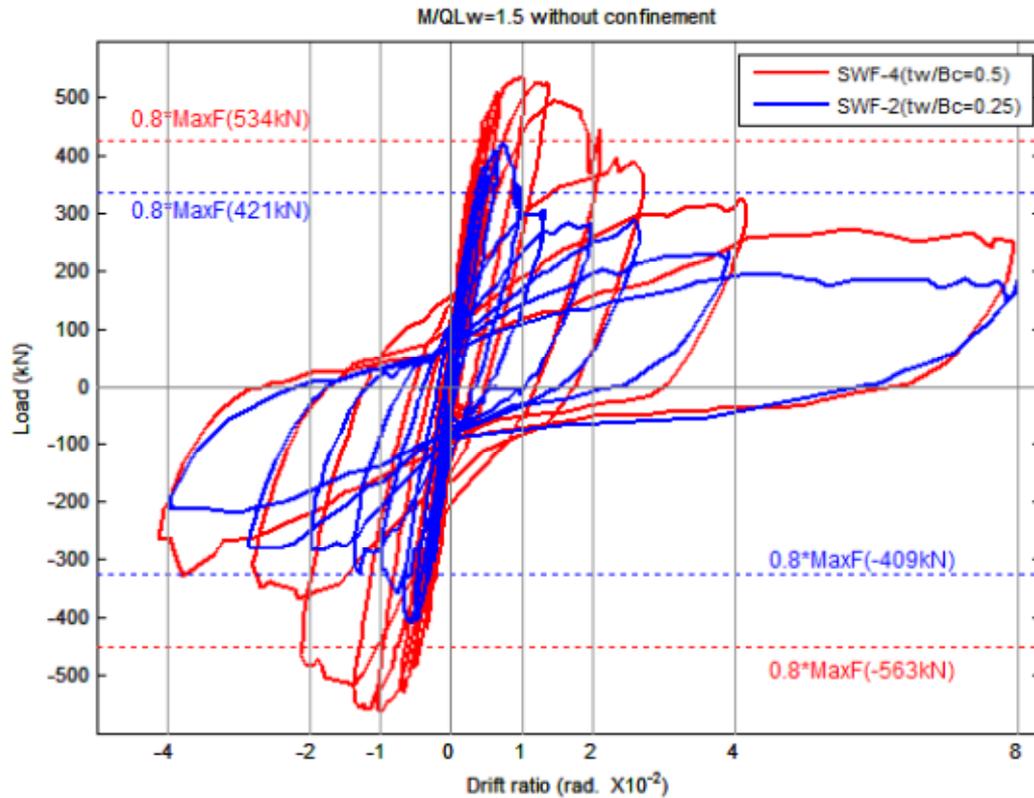
# 壁厚比( $t_w/B_c$ )の影響

**SWF1 vs. SWF3**  
**0.25 vs. 0.5**



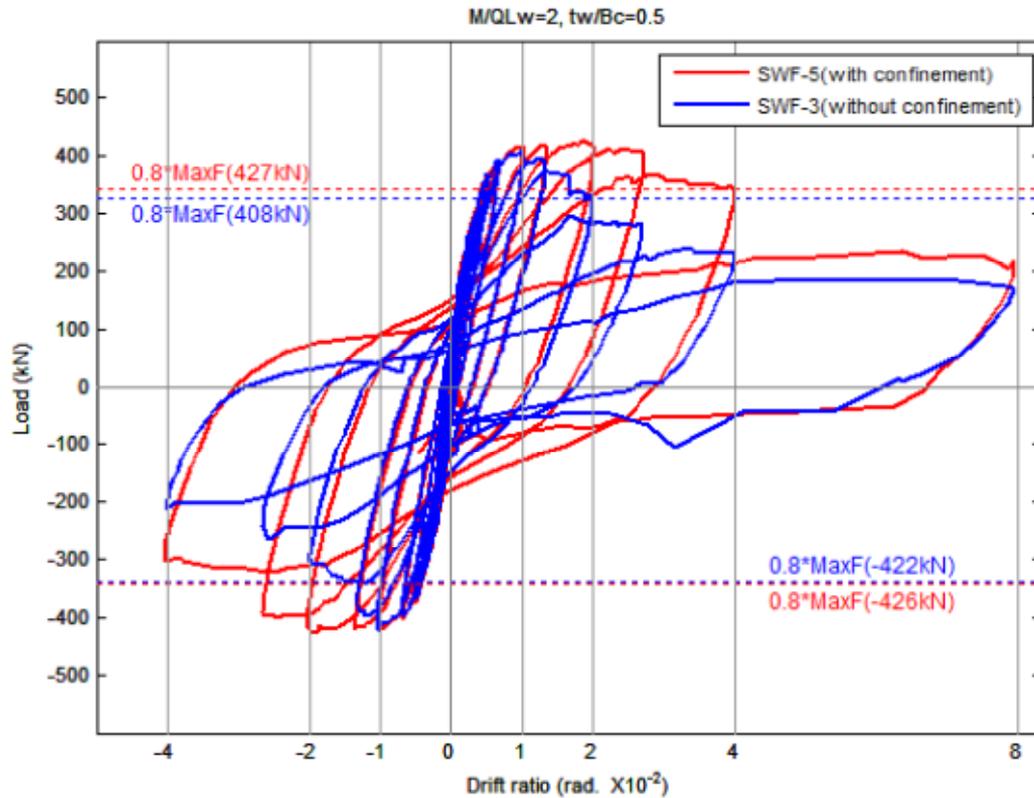
# 壁厚比( $t_w/B_c$ )の影響

**SWF2 vs. SWF4**  
**0.25 vs. 0.5**



# 袖壁端部拘束の影響

**SWF3 vs. SWF5**  
**無 vs. 有**



SWF3 M/Q=2400 mm  
N=800 kN



SWF5 M/Q=2400 mm  
N=800 kN





# 鉄筋コンクリート造の変断面部材の 構造特性評価に関する実験

## 第2章

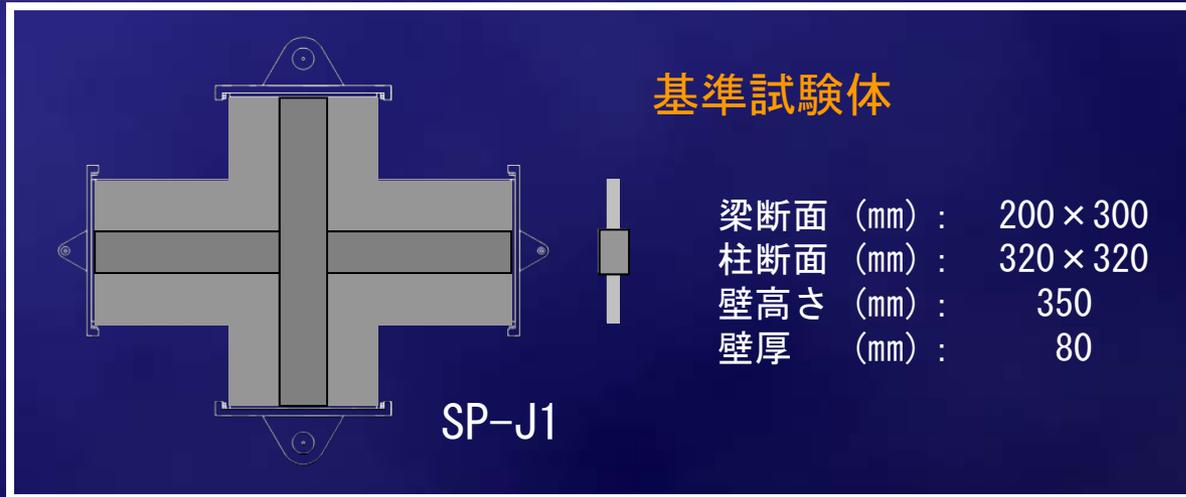
袖壁・腰壁・垂れ壁が取り付く架構の  
剛域設定の評価に関する構造実験



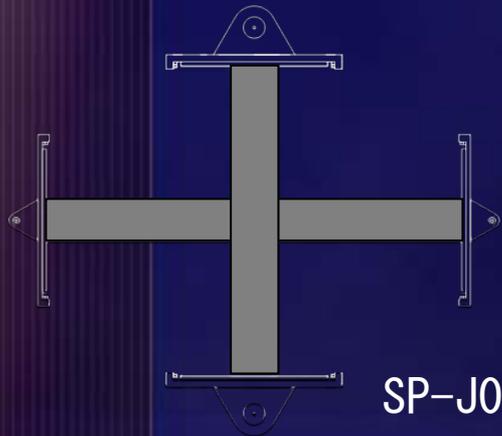
## 実験目的

- 袖壁・腰壁・垂れ壁付部材を用いたRC構造物において、柱や梁の剛性およびせん断力を計算する際のせん断スパン比を求めるためには、柱梁接合部における剛域の評価方法が重要である。しかし、現在、剛域の計算方法についての定量的な資料が不足している。
- そこで本研究では、袖壁・腰壁・垂れ壁付柱梁接合部における剛域長さについての検討を目的として、梁曲げ破壊を想定した袖壁・腰壁・垂れ壁付き柱梁十字型試験体を作成し静加力実験を行う。

# 試験体概要

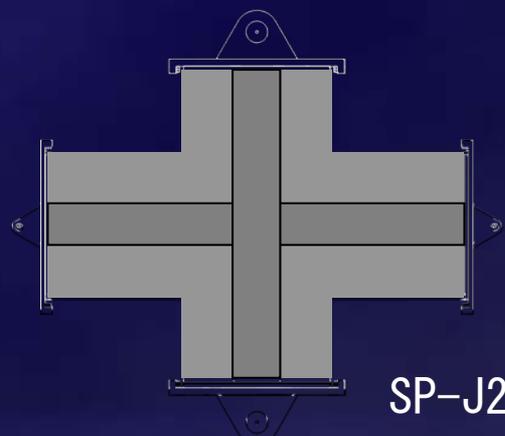


壁をなくす



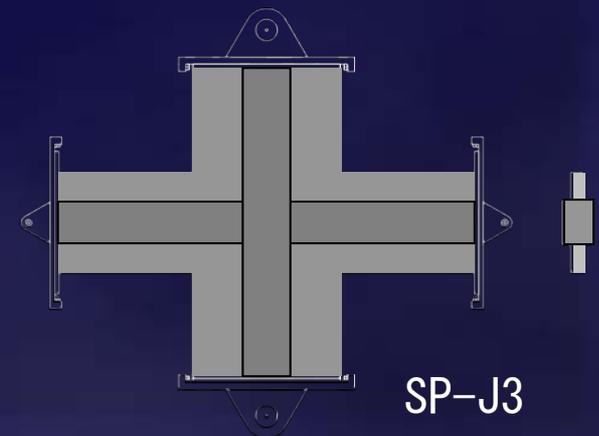
壁厚を薄く

壁厚 : 50mm

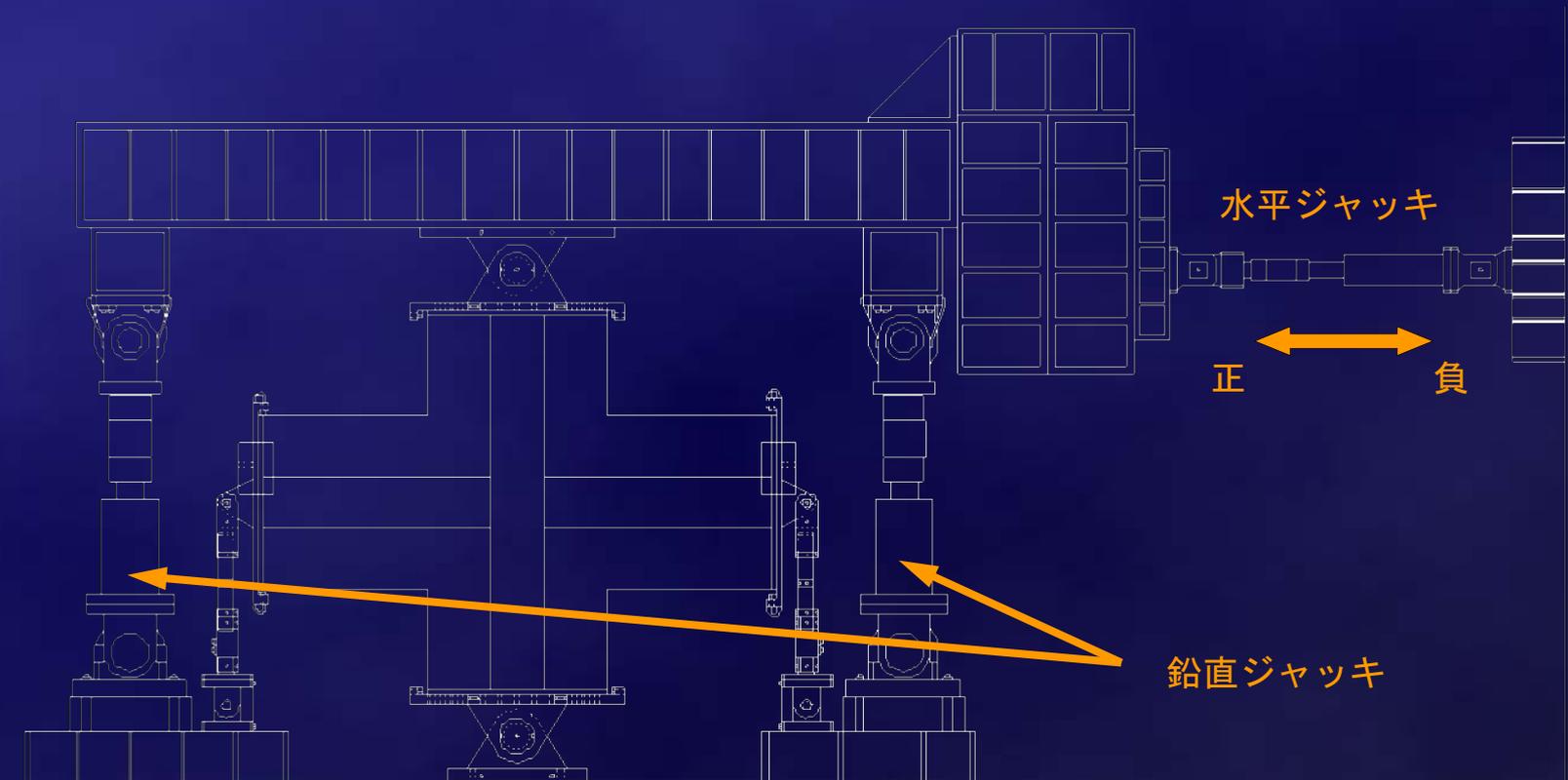


腰壁・垂れ壁を短く

腰壁・垂れ壁高さ : 200mm



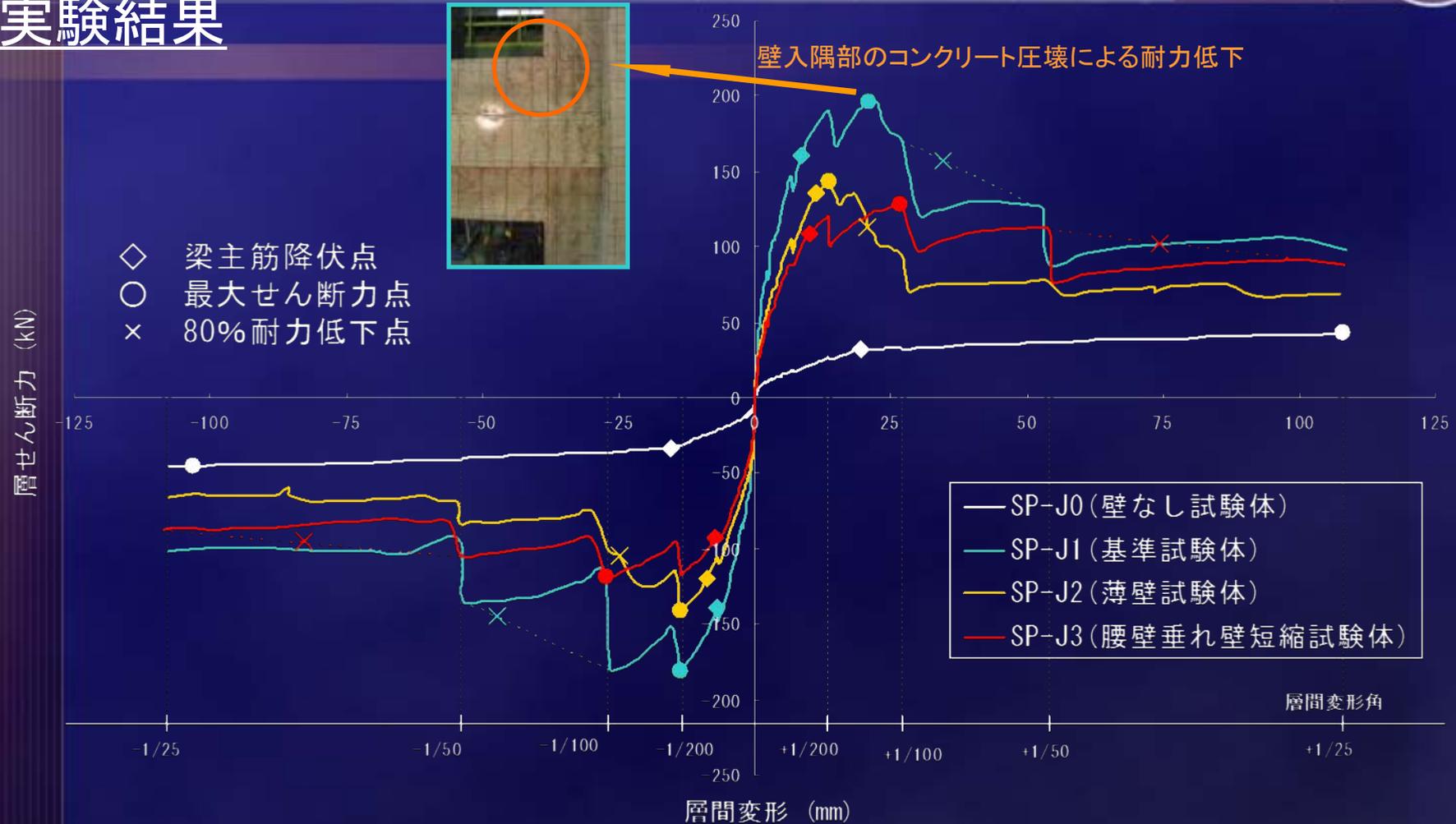
# 加力装置図



- 試験体軸力： 614.4kN （柱断面積に対する軸力比0.2相当）
- 水平ジャッキにより正負交番繰り返し载荷
- 鉛直ジャッキにより試験体上部の加力ビームの回転が0になるように制御

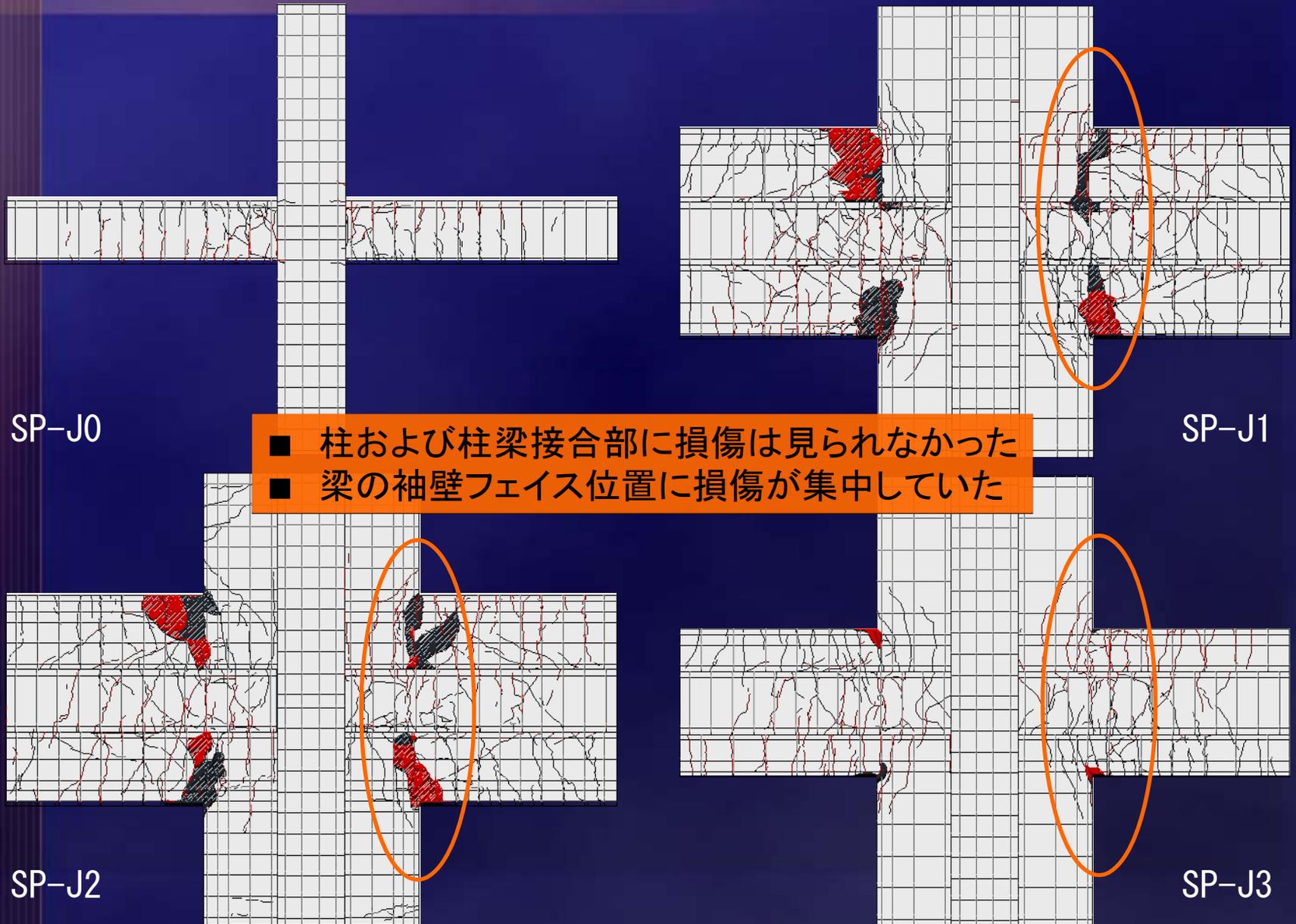


# 実験結果



		SP-J0	SP-J1	SP-J2	SP-J3
梁主筋降伏時層せん断力 (kN)	実験値 (正負平均)	32.7	149.7	127.6	101.0
	計算値 (曲げ断面解析)	28.0	161.0	129.0	102.0
	実験値/計算値	1.17	0.93	0.99	0.99
最大層せん断力 (kN)	実験値 (正負平均)	44.3	188.4	142.3	123.5
	計算値 (技術解説書式)	28.0	144.0	115.0	104.0
	実験値/計算値	1.58	1.31	1.24	1.19

# 最終破壊状況





## まとめ

- いずれの壁付試験体も、袖壁と腰壁・垂れ壁の入隅部において圧縮縁コンクリートの圧壊により耐力低下が生じた。耐力低下以降、壁なし試験体SP-J0の耐力を上回る一定の耐力を保持し、層間変形角 $R=1/25$ (rad.)サイクルでは安定した変形性能を保持していることが確認できた。
- 梁主筋降伏時層せん断力に関して、壁付試験体SP-J1、SP-J2、SP-J3の実験値は、危険断面位置を梁の袖壁フェイス位置に仮定して求めた値の93%～99%であった。
- いずれの壁付試験体も柱および柱梁接合部には損傷が見られず、損傷が梁の袖壁フェイス位置に集中していることが確認できた。

# 最終破壞狀況

