

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

- 袖壁付き柱及び腰壁・垂壁付き梁の力学特性に関する調査 -

第1章 高強度鉄筋コンクリート造両側袖壁付き柱の耐震性能に関する実験

- 東京大学地震研究所（壁谷澤 寿海）

第2章 腰壁垂れ壁付き梁部材の構造性能に関する実験

- 横浜国立大学（田才晃・楠 浩一）

第3章 袖壁付き部材の実験に関する文献調査とデータベース化

- 福井大学（磯 雅人）

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 - 袖壁付き柱及び腰壁・垂壁付き梁の力学特性に関する調査 -

研究目的：鉄筋コンクリート造袖壁付き柱および腰壁・垂壁付き梁の

- (1) 剛性，強度と靱性，損傷と変形の実験的に明らかにする
- (2) せん断強度と曲げ強度，損傷評価の実用的な評価法を提案する

研究背景：変断面部材一般について

- (1) 壁板の破壊に起因する耐力低下，損傷状況などに不安がある
- (2) 強度や靱性の精度のよい評価法（研究、実用）が確立していない
スリットの多用 低層建物では多くの場合、合理的ではない

実施内容(平成20年度)：袖壁付き柱試験体6体、腰壁垂壁付き梁試験体6体、計12体の実験、文献調査による実験データ(65体)の収集を行った

研究成果：袖壁付き柱の実験では高強度材料、補強筋、加力条件(M/QD)が強度と靱性に与える影響など、腰壁垂壁付き梁の実験ではスリットの有無、壁筋量、断面形状がひび割れ・降伏強度・剛性・靱性に与える影響など、従来にない実験結果が得られるとともに、既往の実験データの分析により、既往の実用評価法の精度が十分でないことを明らかにした

今後の課題：実用評価法の確立に必要な広範囲かつ組織的な部材実験、代表的な骨組や構造物の実験、振動実験、実用的評価法の提案と検証

第1章

高強度鉄筋コンクリート造両側袖壁付き柱 の耐震性能に関する実験

東京大学地震研究所



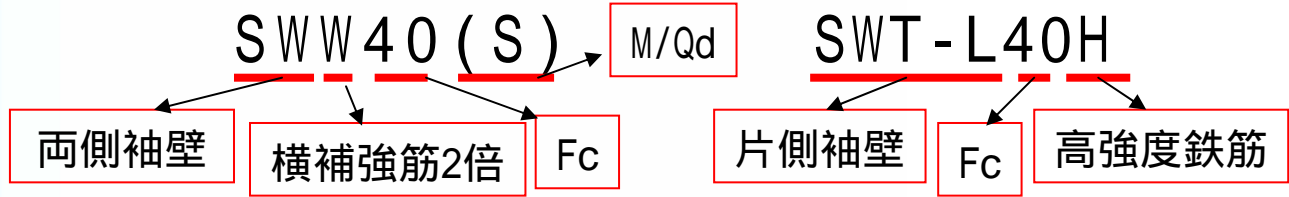
鉄筋コンクリート造建物における袖壁付き柱は

- 柱の剛性，耐力を上昇させるため有効な耐震部材である。しかし従来の袖壁付き柱の設計は，構造部材としての変形能力・水平耐力・残存軸耐力・耐力低下・靱性などが適切に評価できず，一般に終局強度以降に若干の耐力低下が生じることなどの理由から，柱とスリットにより切り離し非構造壁として取り扱われることが多かった。
- 本研究は，今後の構造設計において袖壁付き柱が積極的に耐震部材と設計されることを目標としたもので，これまで著者らが実施してきた袖壁付き柱に関する一連の実験に続き，高強度材料の使用が両側・片側袖壁付き柱に与える影響および評価式との適用性などを検証することを目的としている。

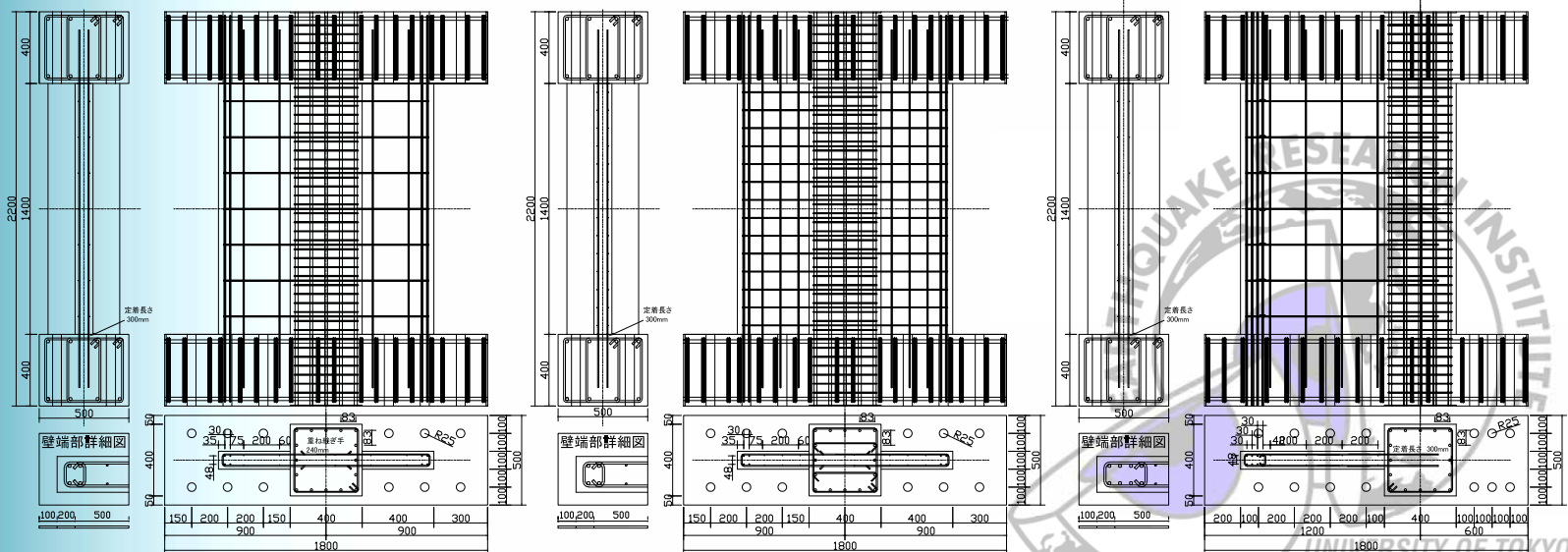


変動要因

- a. 両側・片側
- b. M/Qd
- c. 横補強筋比
- d. 鉄筋強度



試験体	コンクリート強度 (N/mm ²)	鉄筋降伏強度 (N/mm ²)			柱 (mm)			そで壁 (mm)				軸力 (軸力比)	M/Q (M/Qd)	
		D6	D10	D16	断面	主筋	帯筋	長さ	厚	縦筋	端部縦筋			横筋
SW40(S)	39	344	351	399	400	16-D16	2-D6@50 (0.32%)	400	100	D6@200 Double (0.32%)	4-D10	D6@200 Double (0.32%)	1200kN (0.18)	700mm (1.17)
SW40														1000m (0.83)
SW40H	37	930	991	399	400	16-D16 (2.0%)	4-D6@50 (0.64%)	800	100	D6@200 Double (0.32%)	8-D10	D6@200 Double (0.32%)	1200kN (0.18)	1000m (0.83)
SWW40		344	351	399										1000m (0.83)
SWT-L40	36	344	351	399	400	16-D16 (2.0%)	2-D6@50 (0.32%)	800	100	D6@200 Double (0.32%)	8-D10	D6@200 Double (0.32%)	1200kN (0.18)	1000m (0.83)
SWT-L40H		930	991	399	400	2-D6@50 (0.32%)	1	100	D6@200 Double (0.32%)	8-D10	D6@200 Double (0.32%)			



SW40(S), SW40, SW40H

SWW40

SWT-L40, SWT-L40H

加力装置

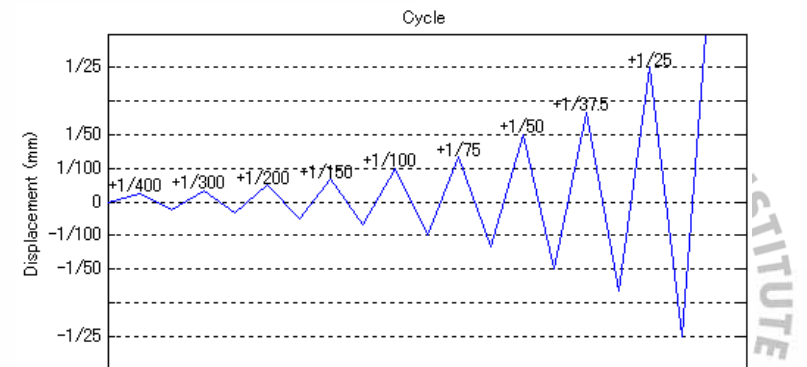
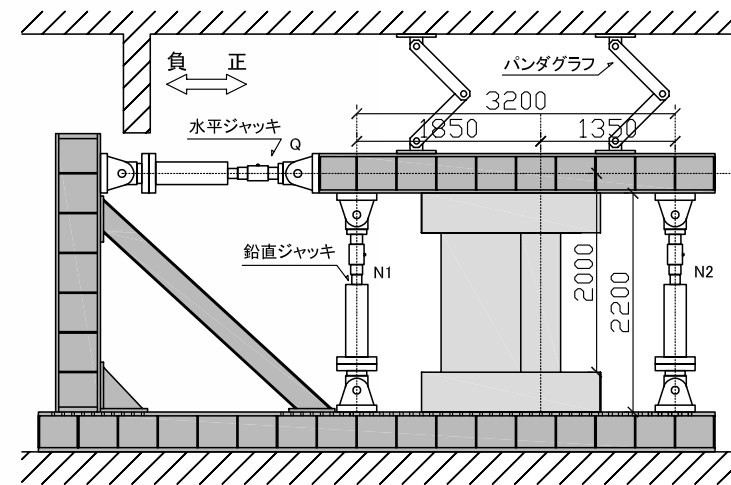
- 鉛直力およびM/Qは柱中心を基準に制御
- M/Qは、両端の鉛直ジャッキによる付加モーメントを水平力に比例させて制御することにより維持

(片側袖壁の場合以下の式により制御)

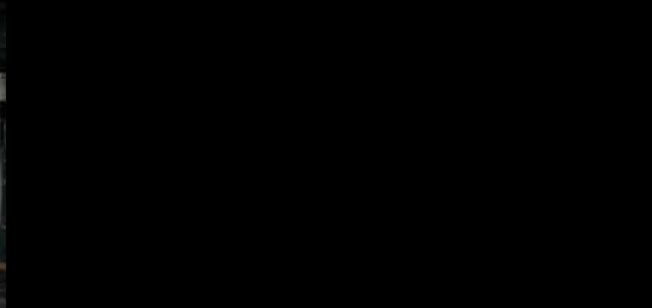
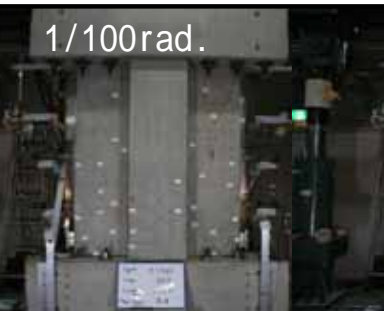
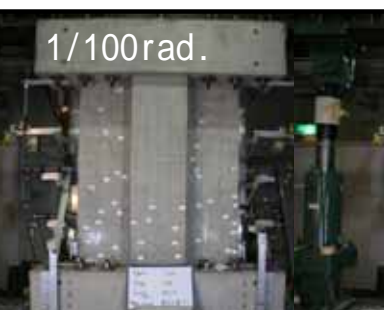
$$N_1 = \frac{1350}{1850+1350} \cdot N_0 - \frac{(M/Q - 2000)}{1850+1350} \cdot Q$$

$$N_2 = N_0 - N_1 \quad M/Q = 1000, \quad N_0 = 800kN$$





- 部材変形角
正負1サイクルずつ 1/400, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50, 1/37.5, 1/25 (rad.)加力後、ストローク +1/12.5 (rad.)まで押し切る
- 水平載荷実験終了後、軸圧縮試験を行う



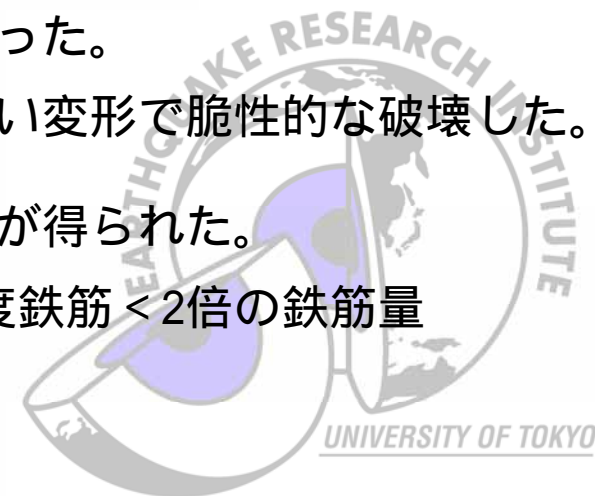
実験結果・破壊状況・両側

<p>SW40(S)</p> <p>破壊モード せん断型</p> <p>残存軸耐力 保持能力 無し</p>	<p>1/200rad.</p>  <p>壁筋先行降伏</p>	<p>せん断型</p> 	<p>終局状態(1/150rad.)</p>  <p>軸力保てず終了</p>	
<p>SW40</p> <p>破壊モード せん断型</p> <p>残存軸耐力 800kN (0.12)</p>	<p>1/200rad.</p>  <p>壁筋先行降伏</p>	<p>1/100rad.</p>  <p>せん断型</p>	<p>1/50rad.</p>  <p>圧壊 & 主筋降伏により曲げ型へ移行</p>	<p>終局状態(1/25rad.)</p>  <p>軸力保てず終了</p>
<p>SW40H</p> <p>破壊モード せん断型</p> <p>残存軸耐力 1200kN (0.19)</p>	<p>1/200rad.</p>  <p>壁筋先行降伏</p>	<p>1/100rad.</p>  <p>せん断型</p>	<p>1/50rad.</p>  <p>圧壊 & 主筋降伏により曲げ型へ移行</p>	<p>終局状態(1/25rad.)</p>  <p>軸力保てず終了</p>
<p>SWW40</p> <p>破壊モード 曲げ型</p> <p>残存軸耐力 2000kN (0.31)</p>	<p>1/200rad.</p>  <p>壁端部縦筋先行降伏</p>	<p>1/100rad.</p>  <p>曲げ型</p>	<p>1/50rad.</p>  <p>圧壊により袖壁損傷</p>	<p>1/12.5rad.</p>  <p>安定</p>

実験結果・破壊状況・片側

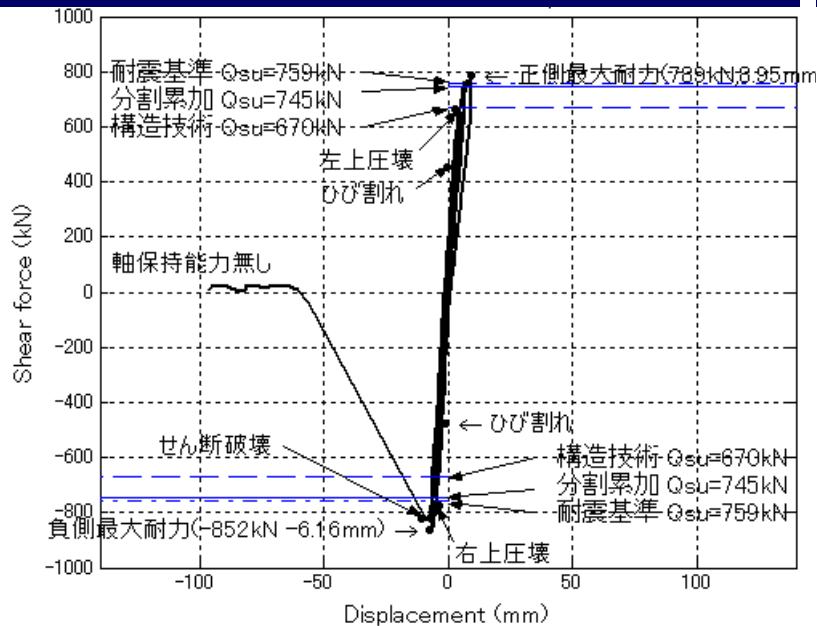
SWT-L40	 <p>+1/200rad.</p>	 <p>終局状態 (-1/200rad.)</p>
破壊モード せん断型 残存軸耐力 保持能力 無し	壁筋先行降伏 せん断型	軸力保てず終了
SWT-L40H	 <p>+1/200rad.</p>	 <p>終局状態 (-1/200rad.)</p>
破壊モード せん断型 残存軸耐力 保持能力 無し	壁筋先行降伏 せん断型	軸力保てず終了

- 柱・壁の横補強筋比を0.64にした試験体SWW40を除き、全ての試験体の正負方向においてせん断型となった。特に片側袖壁試験体SWT-L40, SWT-L40Hは、小さい変形で脆性的な破壊した。
- 残存軸耐力に関しては、以下のような相関関係が得られた。
片側袖壁 < 両側袖壁、 標準 < 約2倍の高強度鉄筋 < 2倍の鉄筋量

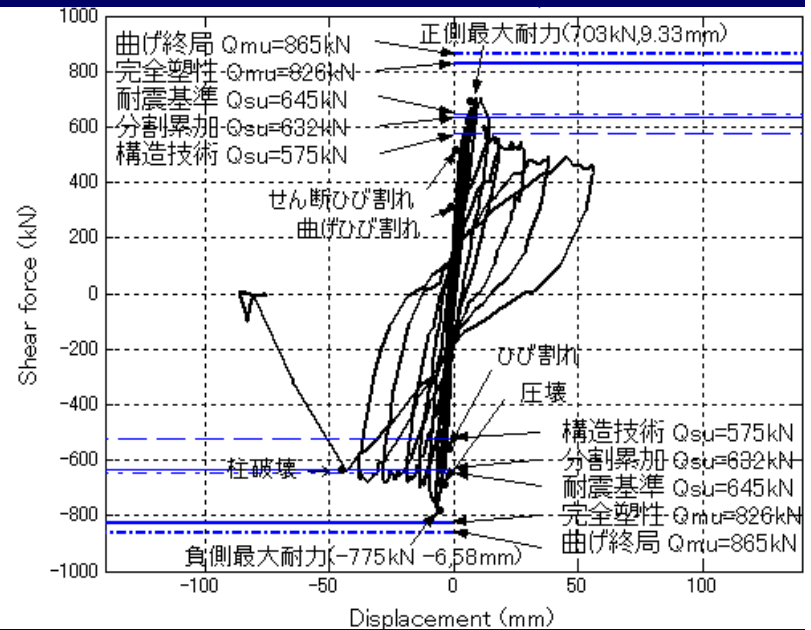


実験結果・復元力特性・両側

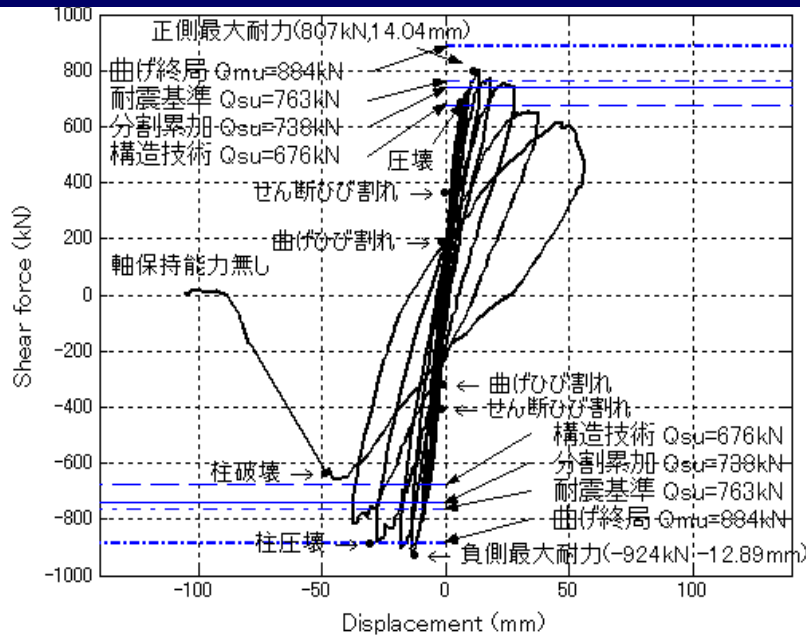
SW40(S)



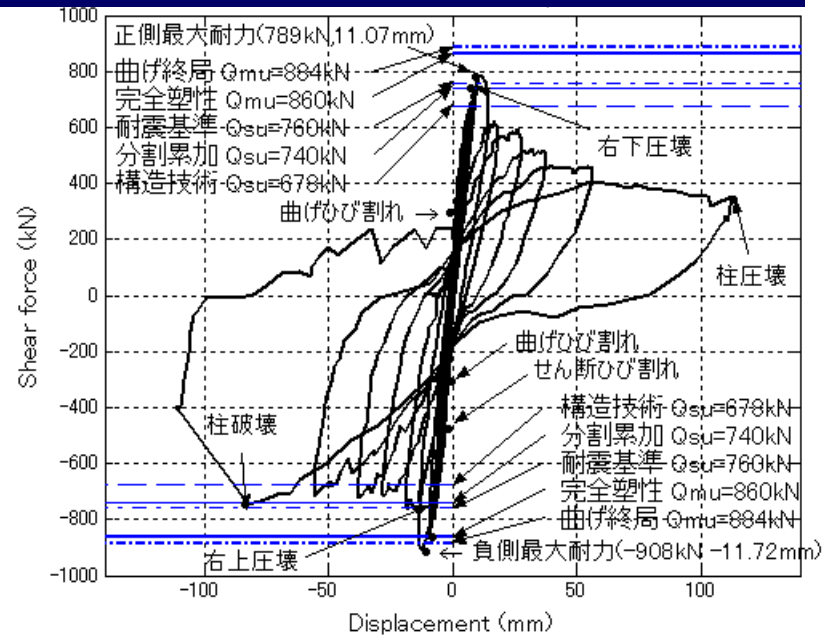
SW40

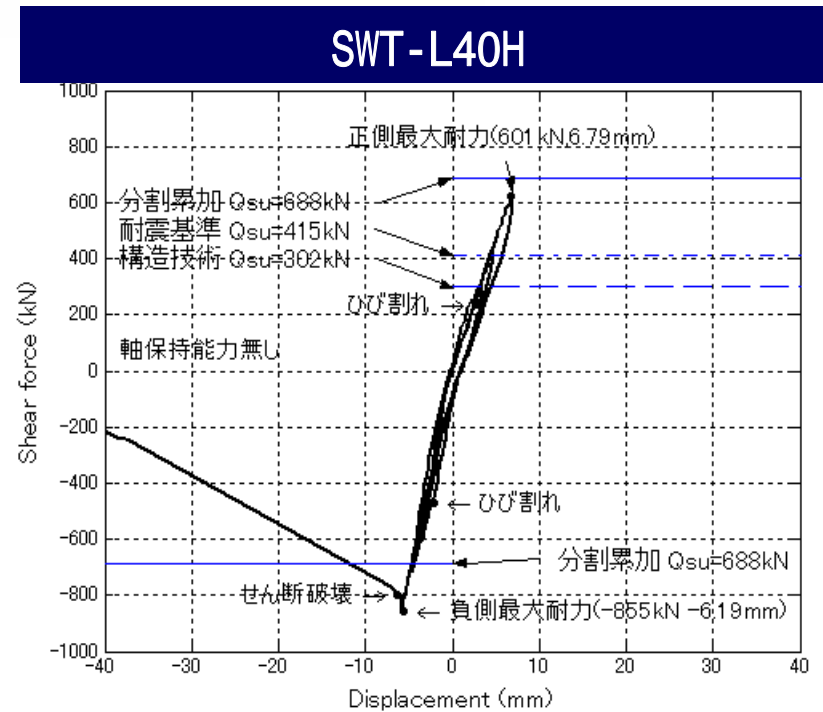
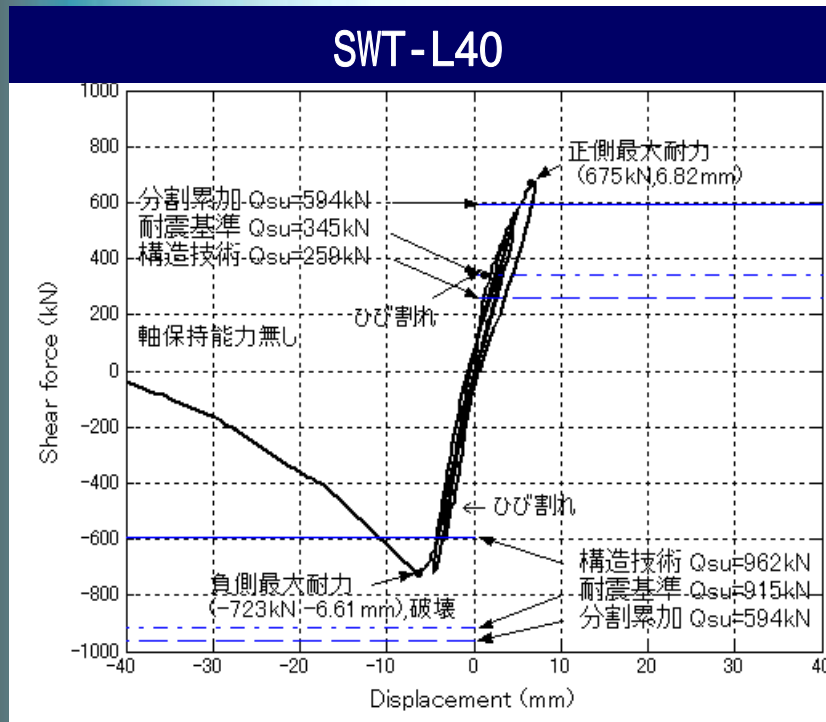


SW40H

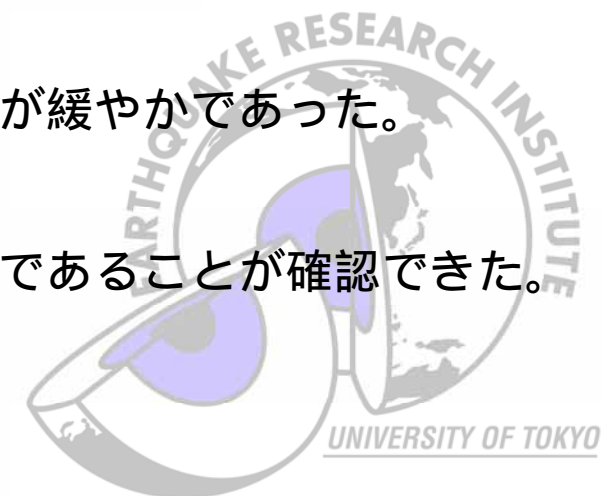


SWW40





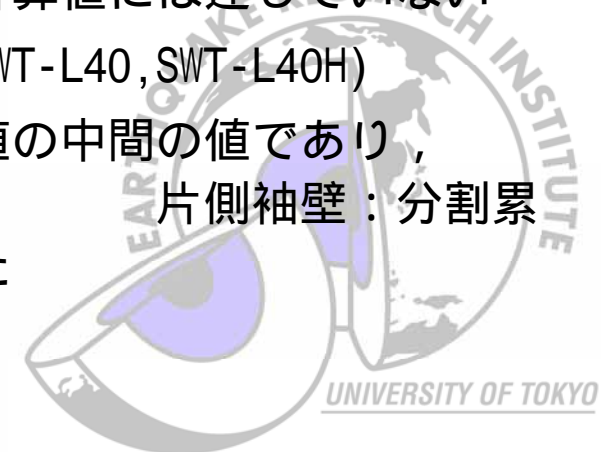
- 脆性的な破壊をした3体の試験体を除き、袖壁の圧壊による耐力低下が生じた。
- 高強度鉄筋を使用した試験体の方が、耐力低下が緩やかであった。
- エネルギー吸収能力に関しても、鉄筋量を増やす方が高強度材料使用より効果的であることが確認できた。



実験結果・計算値との比較

0.053		M/Q	実験値	破壊形式	曲げ略算	実験 / 計算	完全塑性理論	実験 / 計算	耐震診断	実験 / 計算	構造技術	実験 / 計算	分割累加修正前	実験 / 計算
SW40(S)	+	700	789	S	1236	0.64	1181	0.67	759	1.04	670	1.18	745	1.06
	-	700	852	S	1236	0.69	1181	0.72	759	1.12	670	1.27	745	1.14
SW40	+	1000	703	S	865	0.81	826	0.85	645	1.09	575	1.22	632	1.11
	-	1000	775	S	865	0.9	826	0.94	645	1.2	575	1.35	632	1.23
SW40H	+	1000	807	S	884	0.91	1025	0.79	763	1.06	676	1.19	738	1.09
	-	1000	924	S	884	1.05	1025	0.9	763	1.21	676	1.37	738	1.25
Sww40	+	1000	789	M	884	0.89	860	0.92	760	1.04	678	1.16	740	1.07
	-	1000	909	M	884	1.03	860	1.06	760	1.2	678	1.34	740	1.23
SWT-L40	+	1000	675	S	212	3.18	580	1.16	355	1.9	259	2.61	594	1.14
	-	1000	723	S	1527	0.47	1522	0.48	915	0.79	962	0.75	594	1.22
SWT-L40H	+	1000	631	S	212	2.98	903	0.7	415	1.52	302	2.09	688	0.92
	-	1000	855	S	1527	0.56	1635	0.52	1067	0.8	1113	0.77	688	1.24

- 曲げ強度式(試験体Sww40)
曲げ略算式・完全塑性理論による曲げ強度計算値には達していない
- せん断強度式(試験体SW40(S), SW40, SW40H, SWT-L40, SWT-L40H)
両側袖壁：分割累加式が他の設計式の計算値の中間の値であり、
いずれも実験値が計算値を上回った
片側袖壁：分割累加式が他の設計式により精度よく評価できた



- 横補強筋比を2 倍にした試験体SWW40 は曲げ型となり、他の全ての試験体はせん断型となった
- 最大耐力到達以降、試験体SW(S)、SWT-L40、SWT-L40Hは脆性的な破壊で実験が終了し、他試験体は袖壁部の圧壊と柱主筋の降伏により、曲げ型に移行した
- M/Qd が1.17 と0.83 である試験体SW40 とSW40(S)により、 M/Qd が小さい場合は、脆性的な破壊となり、軸耐力も劣る結果となった
- 残存軸耐力およびエネルギー吸収能力は、両側袖壁の方が片側袖壁より高く、同じ $p_w \cdot y$ では鉄筋量 p_w が大きい場合が高い
- 高強度鉄筋による試験体では、耐力低下が緩やかであった
- 曲げ略算式・完全塑性理論による計算値は過大評価の場合があった
- せん断耐力式は、分割累加式の方が既往の評価式よりも、断面形状・配筋量・材料強度・加力方向の変動要因に対して、精度よく評価できた





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

腰壁垂れ壁付き梁部材の構造性能に関する実験

横浜国立大学

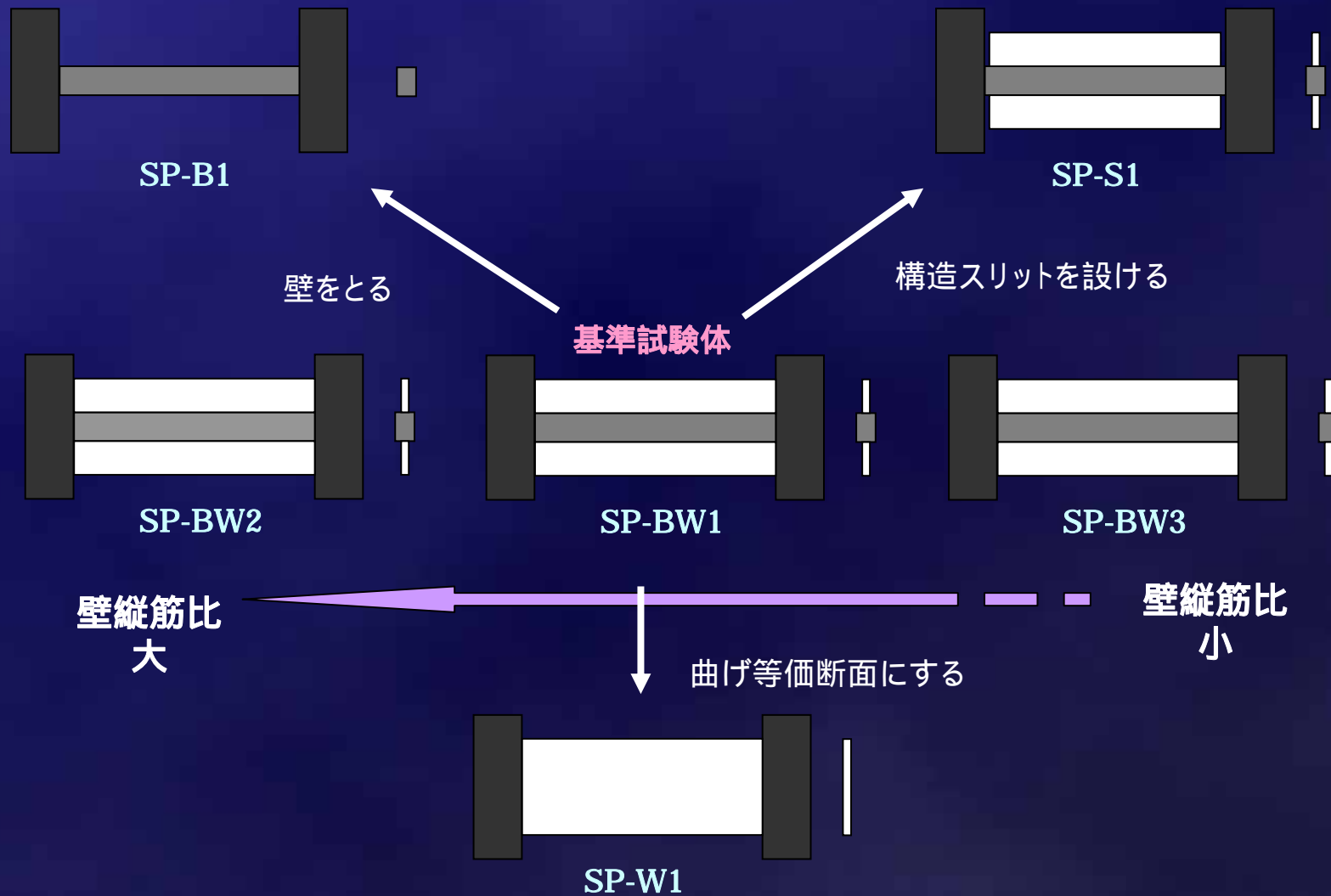


実験目的

- 現在、腰壁・垂れ壁付き梁において、部材の構造性能評価に関する工学的な知見が不足している。そのため、構造設計の現場においては、設計者の判断に委ねられている部分が存在する。合理的で統一された設計法確立のためには、早急に腰壁・垂れ壁付き梁の構造性能評価法について検討する必要がある。
- そこで本実験では、曲げ破壊を想定した腰壁・垂れ壁付梁に関して、構造設計上明らかにすべき構造性能の解明を目的に部材実験を計画し、実施した。検討を行った構造性能のうち、代表的なものを示す。
 - (1) 初期弾性剛性
 - (2) 曲げ降伏強度
 - (3) 降伏時剛性低下率
 - (4) 終局変形角

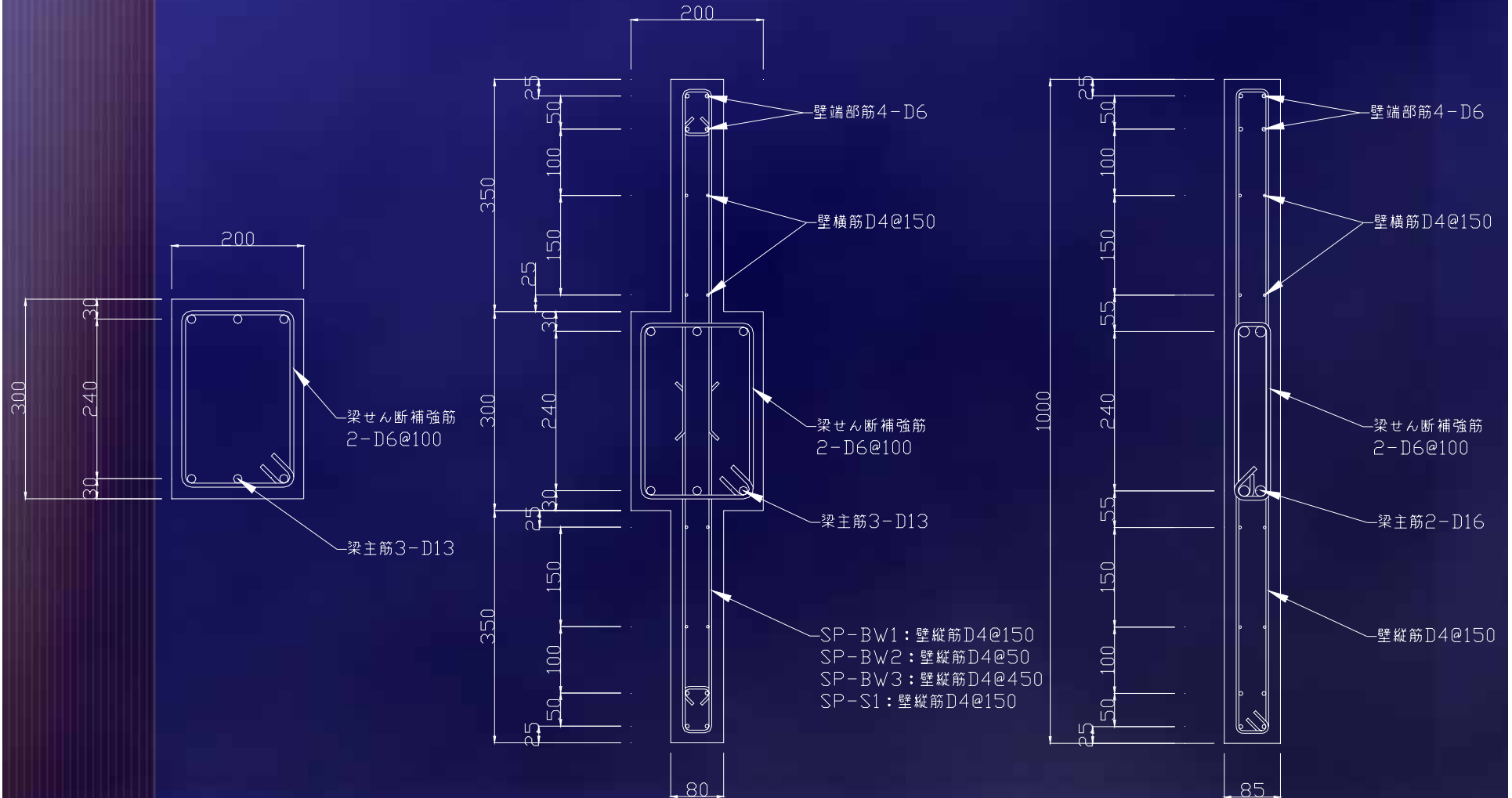


試験体概要

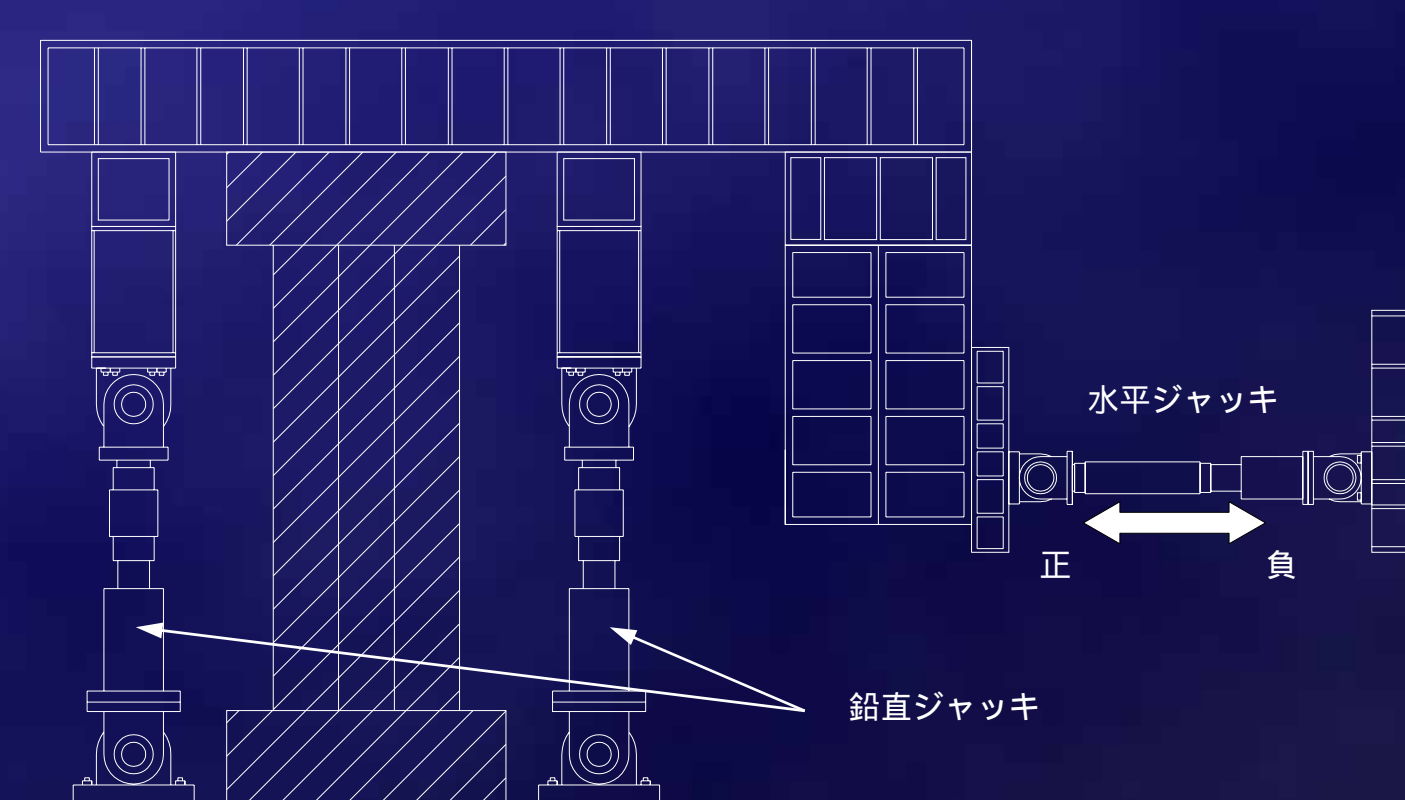




配筋図



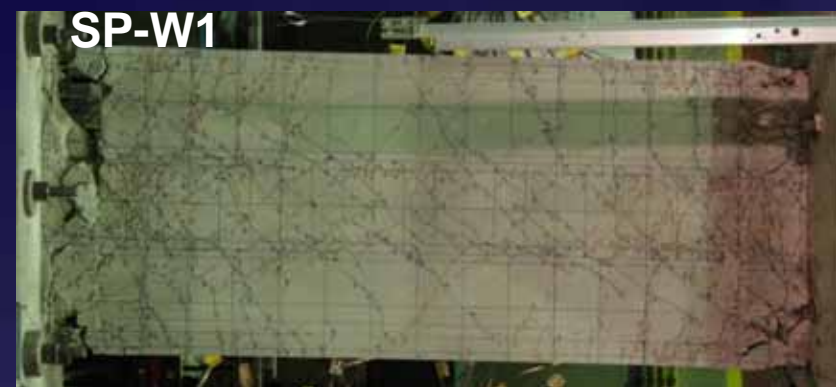
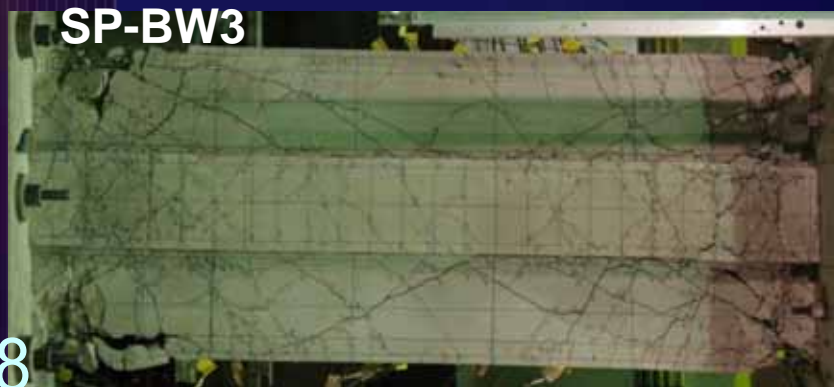
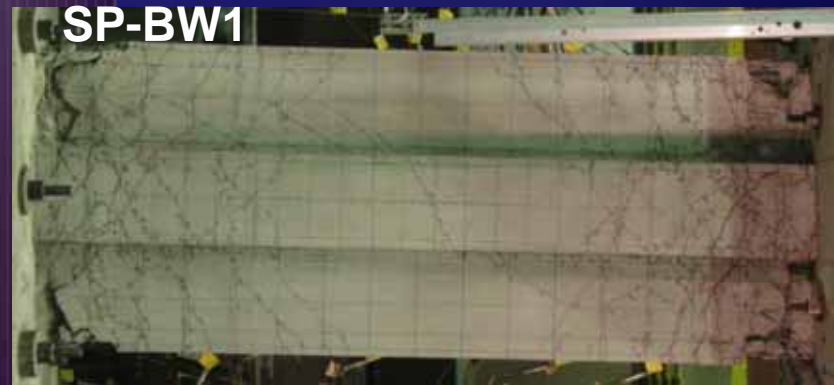
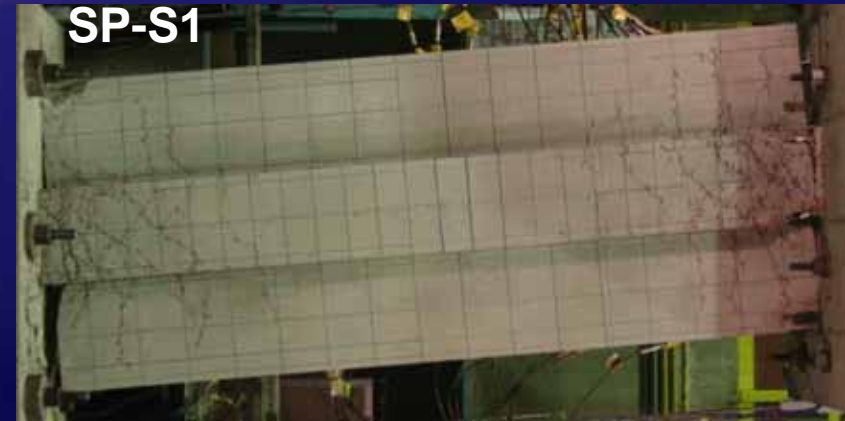
加力装置図



加力は、梁を90度回して立てた状態で行った。
試験体軸力は0kNとし、水平ジャッキにより正負繰り返し逆対称曲げモーメント分布でせん断力を作用させた。
加力中は鉛直ジャッキにより試験体上スタブの回転がほぼ0となるように制御した。



最終破壊状況

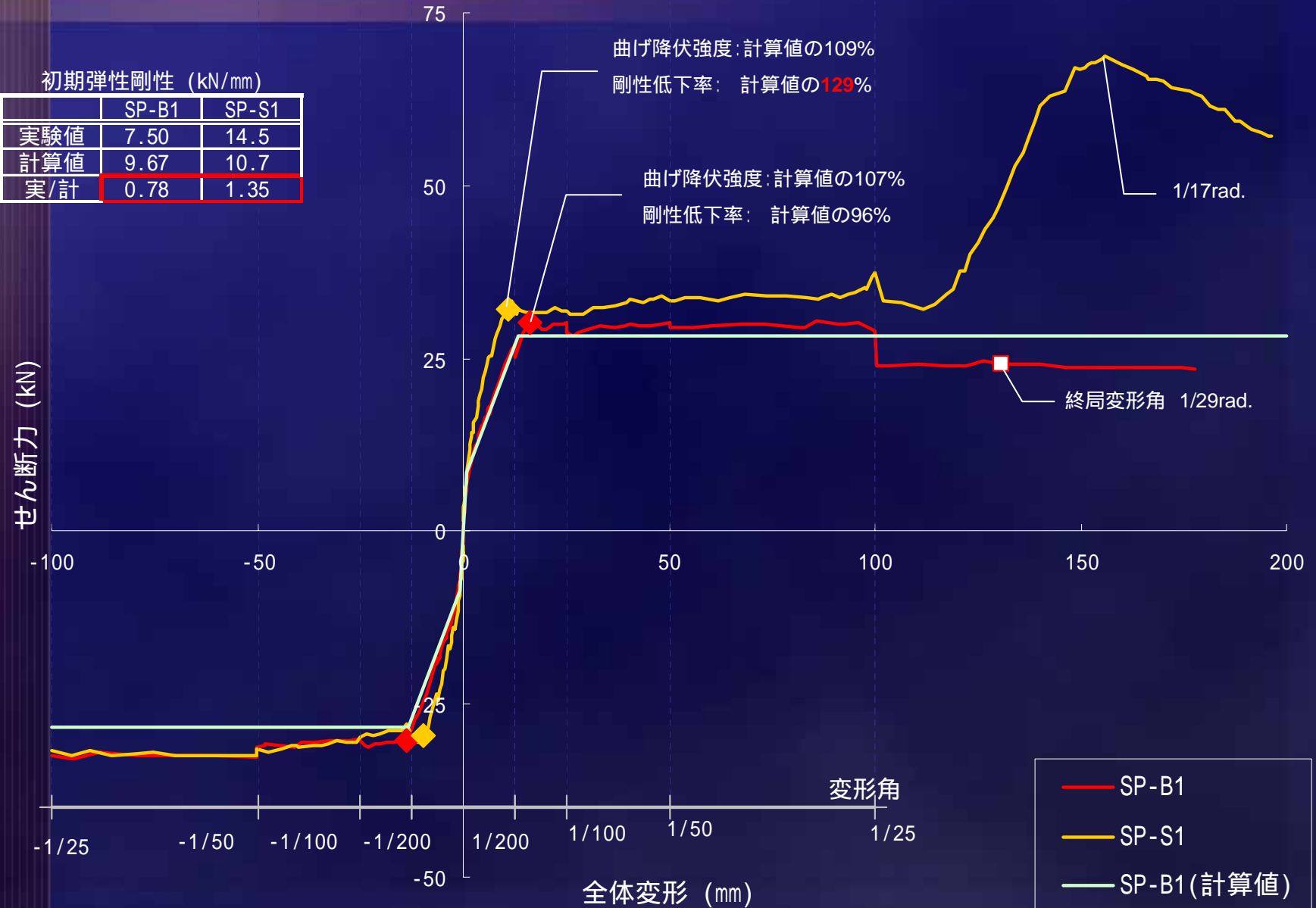




実験結果 (SP-B1, SP-S1)

初期弾性剛性 (kN/mm)

	SP-B1	SP-S1
実験値	7.50	14.5
計算値	9.67	10.7
実/計	0.78	1.35

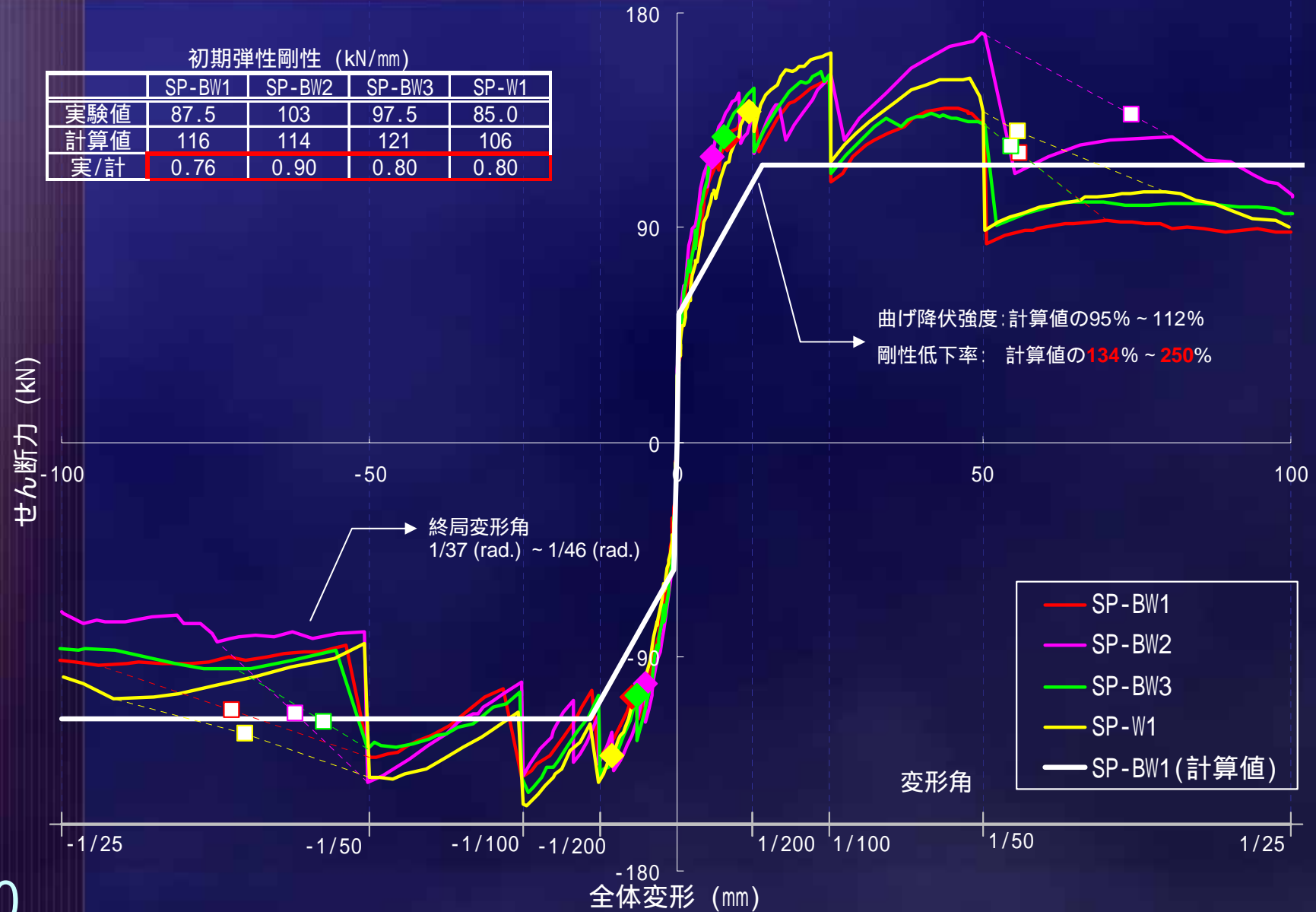




実験結果 (SP-BW1 ~ SP-BW3, SP-W1)

初期弾性剛性 (kN/mm)

	SP-BW1	SP-BW2	SP-BW3	SP-W1
実験値	87.5	103	97.5	85.0
計算値	116	114	121	106
実/計	0.76	0.90	0.80	0.80





結論

- (1) 初期弾性剛性に関しては、梁試験体 (SP-B1) , 等価断面試験体 (SP-W1) , 腰壁・垂れ壁付き試験体 (SP-BW1 ~ SP-BW3) , 実験値は計算値の76% ~ 90%程度となった。一方、スリット付き試験体 (SP-S1) では、腰壁・垂れ壁を無視して計算した初期弾性剛性は、計算値の135%と上回った。
- (2) 曲げ降伏強度に関しては、全ての試験体で現行の設計式で計算した値の95% ~ 112%程度と、比較的精度良く推定できた。
- (3) 降伏時剛性低下率に関して、スリット付き試験体 (SP-S1) の実験値は、腰壁・垂れ壁を無いものとして計算した値の129%となり、計算値を大きく上回った。また、腰壁・垂れ壁付き試験体 (SP-BW1 ~ SP-BW3) の実験値も計算値の134% ~ 250%と精度が十分ではなく、今後さらに詳細な検討が必要である。
- (4) 梁試験体 (SP-B1) は変形角 $1/19$ (rad.)まで、最大耐力の80%にせん断力が低下することはなかった。一方、腰壁・垂れ壁付き試験体 (SP-BW1 ~ SP-BW3) では、変形角 $1/37$ (rad.) ~ $1/46$ (rad.)で最大耐力の80%にせん断力が低下した。本実験では、腰壁・垂れ壁がとりつくことにより、腰壁・垂れ壁がない梁およびスリットを配した梁に比較して終局変形が小さくなることが確認できた。



今後の課題

- (1) 今後、スリット試験体の初期剛性の計算手法についての検討が必要である。
- (2) 降伏時剛性低下率に関して、スリット付き試験体、腰壁・垂れ壁付き試験体は精度が十分ではなく、今後さらに詳細な検討が必要である。
- (3) 今回は両側に壁のついた試験体について検討したが、今後は片側のみ壁のついた試験体についての検討が必要である。



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3章

袖壁付き部材の実験に関する文献調査と データベース化

福井大学

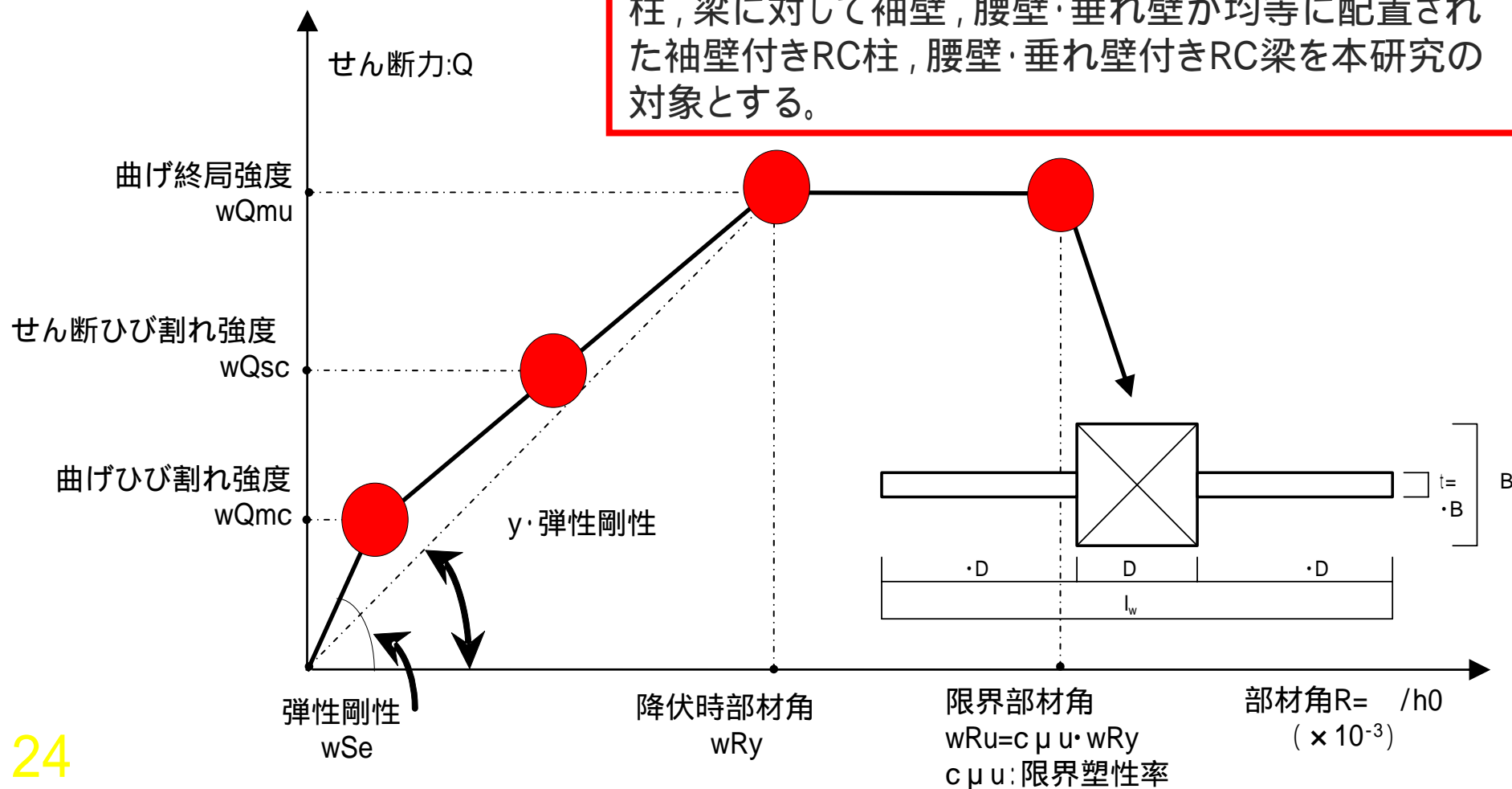
研究目的



既往の実験データ*と既往の評価式による計算値との比較を行い、その精度について検証を行い、Q-Rスケルトンカーブを構築するための参考データを提供する。

* 既往の実験データ

柱、梁に対して袖壁、腰壁・垂れ壁が均等に配置された袖壁付きRC柱、腰壁・垂れ壁付きRC梁を本研究の対象とする。





弾性剛性計算値

$$wS_e = 1 / \left\{ \frac{h_0^2}{12Ec \cdot I_0} + \frac{1}{G \cdot A} \right\}$$

応力度法

$$= \frac{A \cdot S(y)}{I_0 \cdot b(y)}$$

エネルギー法

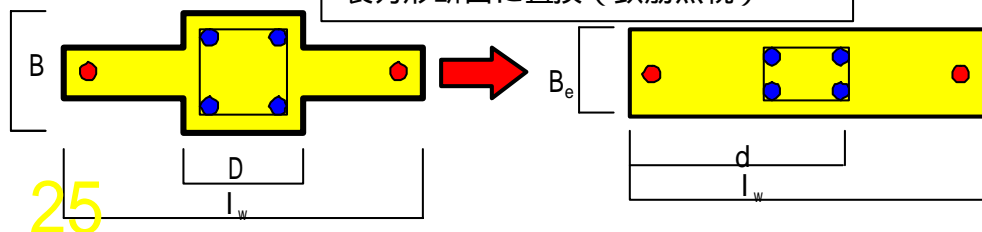
$$= \frac{A}{I_0^2} \int \left\{ \frac{S(y)}{b(y)} \right\}^2 dA$$

置換断面法

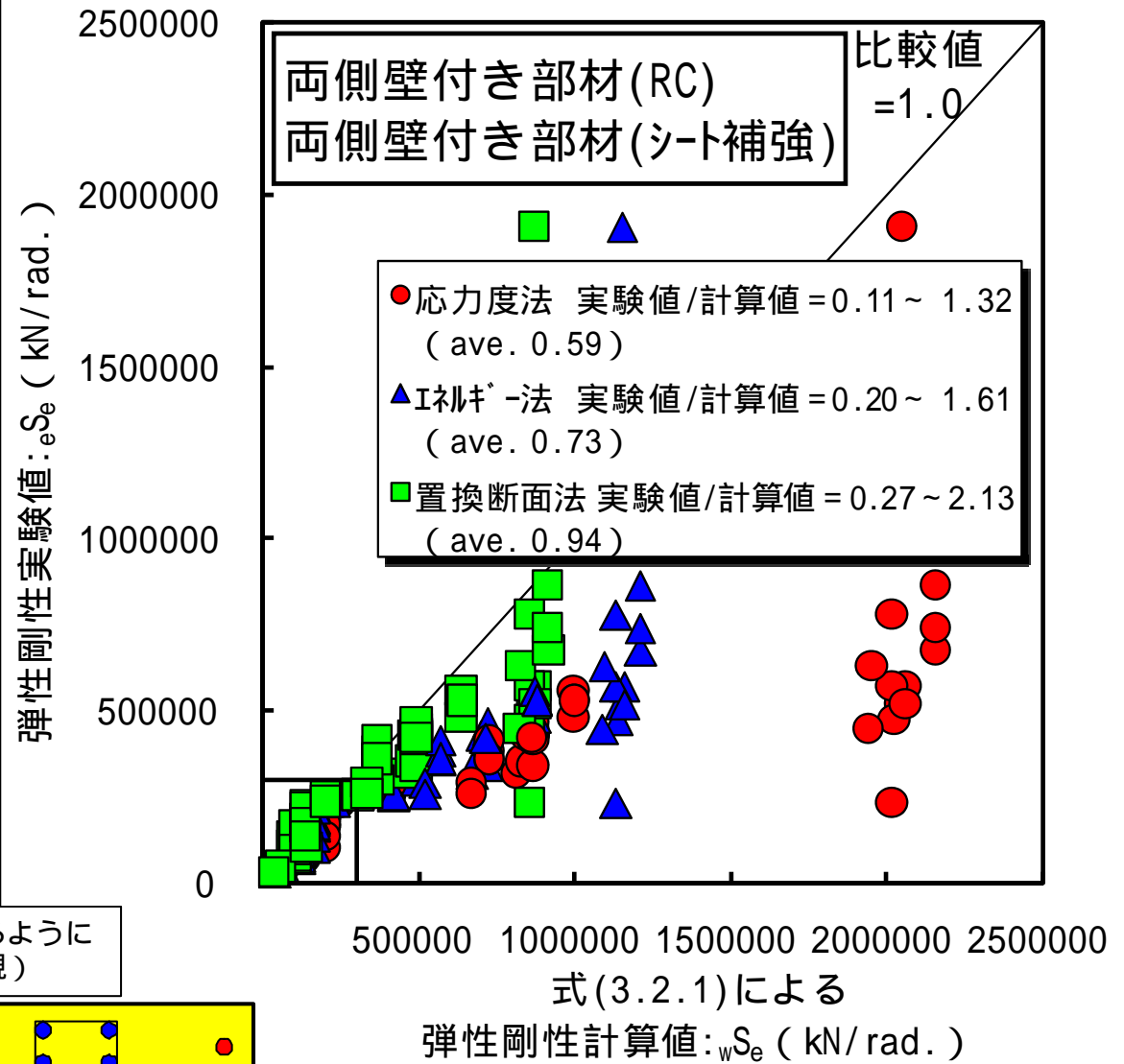
$$= 1.2 (\text{エネルギー法})$$

$$A = B_e \cdot l_w$$

同断面二次モーメントになるように
長方形断面に置換 (鉄筋無視)



25





曲げひび割れ強度評価式

$${}_w Q_{mc} = {}_w M_{cr} / (h_0 / 2)$$

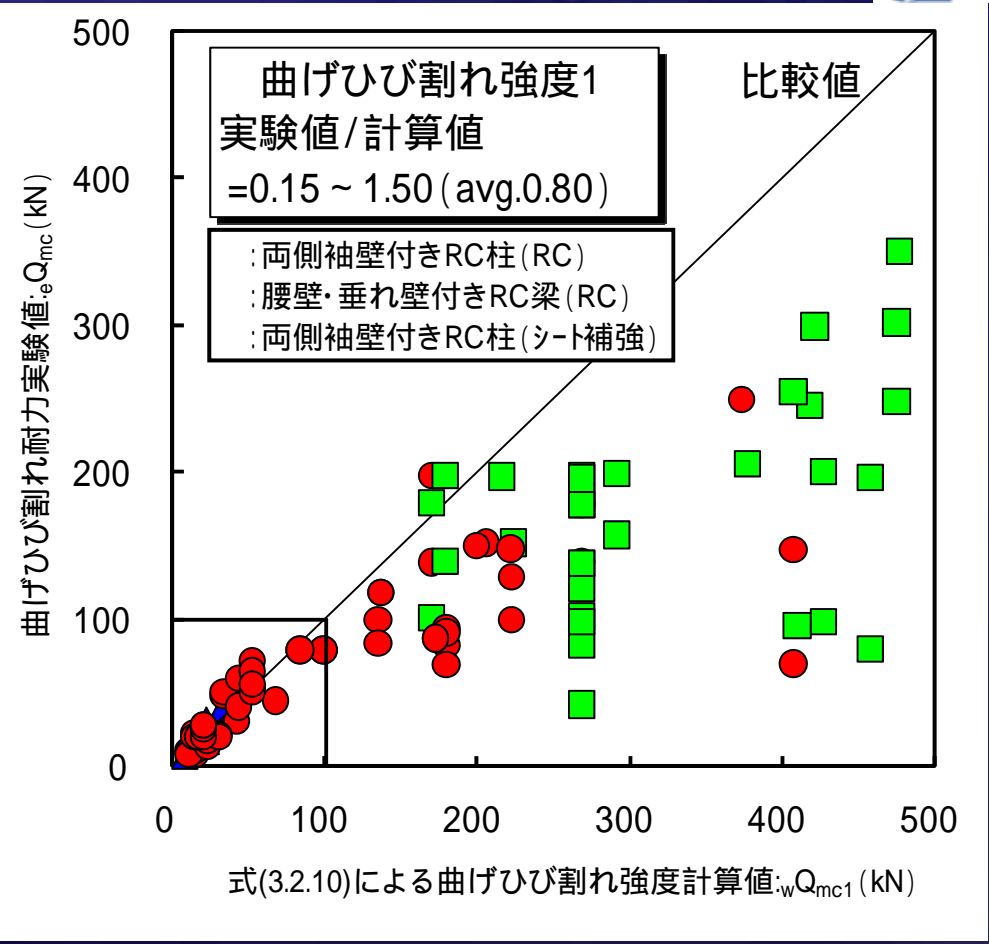
ただし,

$${}_w M_{cr1} = 0.56 \sqrt{B \cdot Z + N \cdot l_w / 6} \quad (3.2.10)$$

$${}_w M_{cr2} = 0.1 \cdot B \cdot Z + N \cdot l_w / 6 \quad (3.2.11)$$

$${}_w M_{cr3} = 0.56 \sqrt{B \cdot Z + N \cdot Z} / A \quad (3.2.12)$$

各評価式の精度



曲げひび割れ強度式	試験体数 n	比較値*の の範囲	比較値*の 平均値 X	標準偏差 n-1	変動係数 CV(%)
wQmc1 (式(3.2.10))	106	0.15 ~ 1.50	0.80	0.32	39.9
wQmc2 (式(3.2.11))	106	0.15 ~ 1.88	0.88	0.40	45.2
wQmc3 (式(3.2.12))	106	0.21 ~ 1.97	1.00	0.37	36.8

*比較値 = 実験値 / 計算値

せん断ひび割れ耐力の実験値と計算値の比較



各評価式の精度

せん断ひび割れ強度式	供試体数 n	比較値の 範囲	比較値の 平均値 X	標準偏差 σ _{n-1}	変動係数 CV(%)
wQsc1(式(3.2.13))	116	0.54 ~ 3.48	1.62	0.68	42.3
wQsc2(式(3.2.14))	116	0.42 ~ 2.64	1.37	0.50	36.6
wQsc3(式(3.2.15))	116	0.22 ~ 1.50	0.89	0.33	37.3
wQsc4(式(3.2.16))	116	0.34 ~ 1.96	1.08	0.36	33.1

*: 比較値 = 実験値 / 計算値

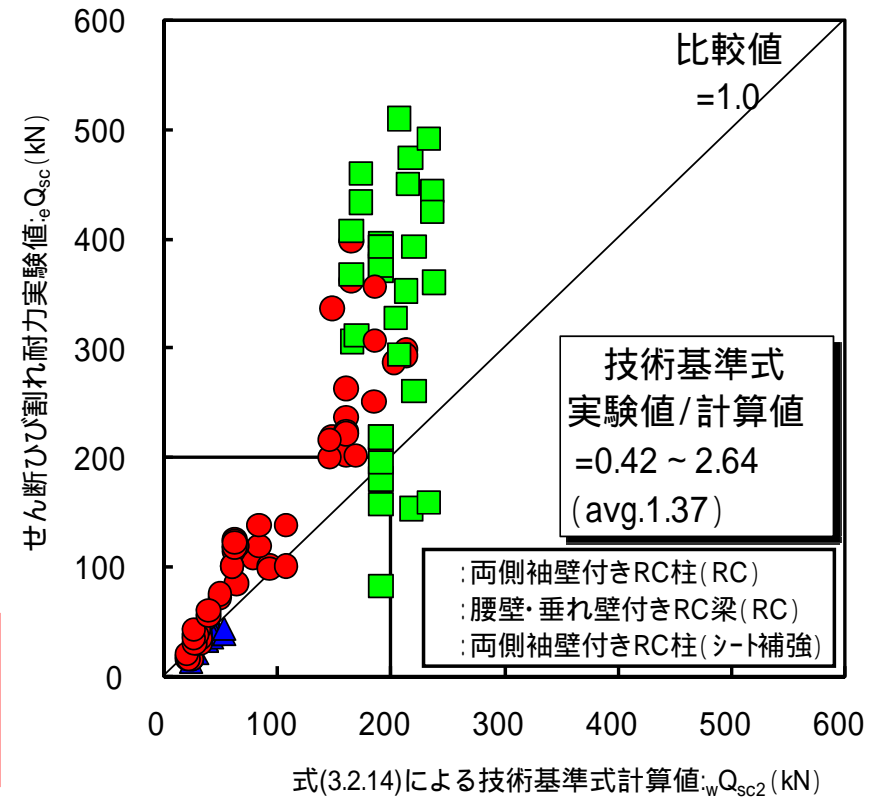
せん断ひび割れ強度評価式

$$w Q_{sc1} = \left\{ \frac{0.085k_c (49 + \frac{B}{D})}{M/(Q \cdot d_e) + 1.7} \right\} b_e \cdot j_e \quad (3.2.13)$$

$$w Q_{sc2} = \left(1 + \frac{0}{14.7} \right) \left\{ \frac{0.085k_c (49 + \frac{B}{D})}{M/(Q \cdot d_e) + 1.7} \right\} b_e \cdot j_e \quad (3.2.14)$$

$$w Q_{sc3} = \frac{2I_0}{L_w (D + L_w)} \sqrt{\frac{t^2}{t} - \frac{N}{A}} \quad (3.2.15)$$

$$w Q_{sc4} = \frac{-\frac{h_0 \cdot D}{8I_0} \cdot \frac{t}{t} + \sqrt{\left(\frac{h_0 \cdot D}{8I_0} \cdot \frac{t}{t} \right)^2 + \frac{L_w^2 (D + L_w)^2}{I_0^2} \left(\frac{t^2}{t} - \frac{N}{A} \right)}}{\frac{L_w^2 (D + L_w)^2}{2I_0^2}} \quad (3.2.16)$$



曲げ終局耐力の実験値と計算値の比較



各評価式の精度

曲げ終局強度式	供試体数 n	比較値の 範囲	比較値の 平均値 X	標準偏差 n-1	変動係数 CV(%)
RC耐震診断基準式(技術基準式)(式(3.2.18))	48	0.70 ~ 1.52	1.01	0.24	24.0
略算式(式(3.2.19))	48	0.68 ~ 1.37	1.02	0.17	17.0
累加式(式(3.2.21)~式(3.2.25))	48	0.86 ~ 1.39	1.09	0.15	13.5

*: 比較値 = 実験値 / 計算値

曲げ終局強度評価式

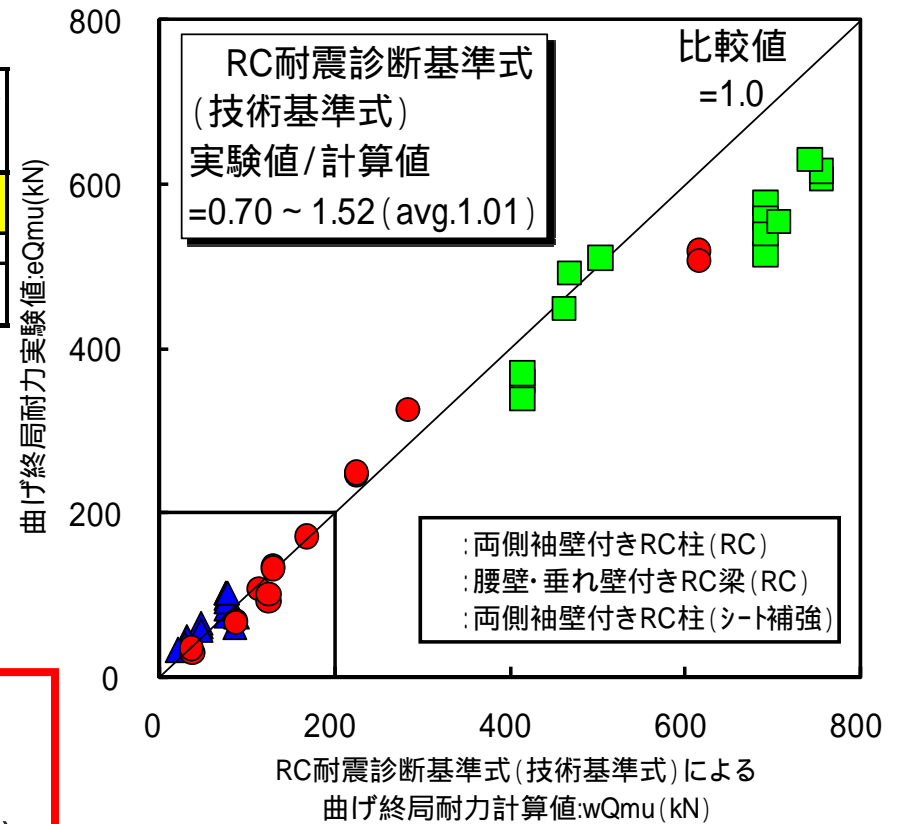
$$wQ_{mu} = wM_u / a$$

ただし,

$$wM_u = (0.9 + \dots) \cdot a_t \cdot y \cdot D + 0.5N \cdot D \left\{ 1 + 2 \frac{N}{b_e \cdot D \cdot F_c} \left(1 + \frac{a_t \cdot y}{N} \right)^2 \right\} \quad (3.2.18)$$

$$wM_u = (g_1 + c) \cdot a_{t \cdot s} \cdot y \cdot D + \left\{ 1 + 0.5 \left(c + t \right) \right\} a_{tw \cdot s} \cdot y_w \cdot D + 0.5N \cdot D \left(1 + 2 \frac{N}{b \cdot F_c} \right) - \frac{0.5}{b \cdot F_c} \left\{ N + (1 - \dots) a_{t \cdot s} \cdot y \right\}^2 \quad (3.2.19)$$

累加強度式 式(3.2.21) ~ 式(3.2.25)





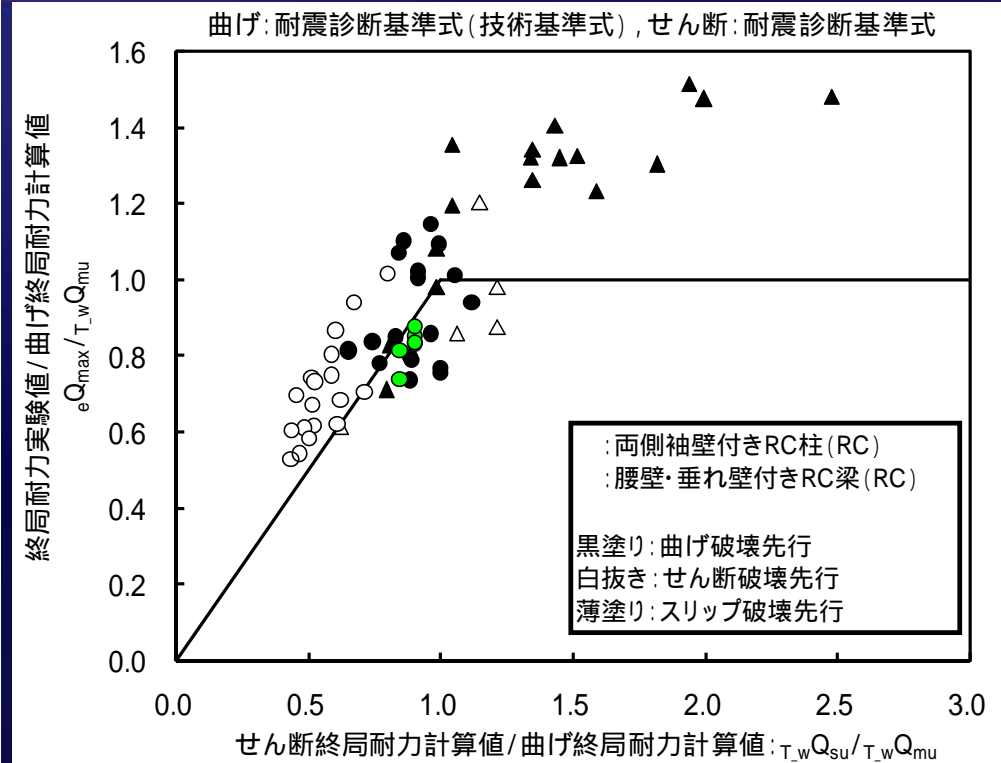
せん断終局強度評価式

$$G_w Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (18 + F_c)}{M / (Q \cdot d_e) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{we} \cdot w_y} \right\} b_e \cdot j_e + 0.1 N \quad (3.2.26)$$

$$T_w Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (18 + F_c)}{M / (Q \cdot d_e) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{we} \cdot w_y} + 0.1 \cdot o_e \right\} b_e \cdot j_e \quad (3.2.27)$$

$$M_w Q_{su} = b \cdot j_t \cdot p_w \cdot w_y + \tan \left(1 - \frac{c}{c} \right) A a r \cdot c \cdot B/2 \quad (3.2.28)$$

$$I_w Q_{su} = s \cdot \{ p_{we} \cdot w_y (j_c/j_t) + p_{she} \cdot s_y (j_w/j_t) \} b_e \cdot j_t + \tan \left(1 - \frac{c}{c} \right) \cdot b_e \cdot l_w \cdot c \cdot B/2 \quad (3.2.29)$$



各評価式の精度

曲げ終局強度式	せん断終局強度式	供試体数 n	比較値の の範囲	比較値の の平均値 X	標準偏差 σ_{n-1}	変動係数 CV(%)
	技術基準式	65	0.86 ~ 1.70	1.28	0.22	17.1
耐震診断基準式 (技術基準式)	耐震診断基準式	65	0.75 ~ 1.53	1.14	0.20	17.8
	益尾らによる提案式	65	0.61 ~ 1.52	0.99	0.22	21.7
	磯らによる提案式	65	0.61 ~ 1.52	1.01	0.21	20.8
累加式	技術基準式	65	0.82 ~ 1.70	1.27	0.21	16.3
	耐震診断基準式	65	0.78 ~ 1.53	1.15	0.17	15.0
	益尾らによる提案式	65	0.54 ~ 1.39	1.02	0.18	17.7
	磯らによる提案式	65	0.54 ~ 1.39	1.04	0.17	16.4

*: 比較値 = 実験値 / 計算値
 ただし、計算値は、曲げ耐力式およびせん断耐力式による計算値の小さい方を採用。

降伏時部材角



降伏時部材角評価式

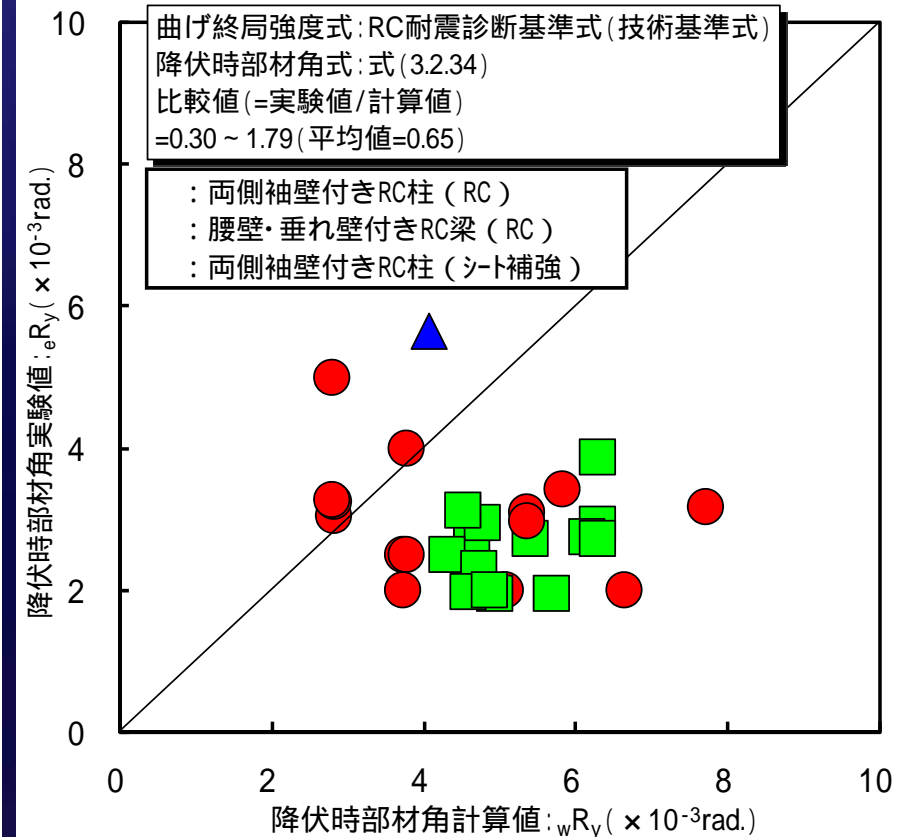
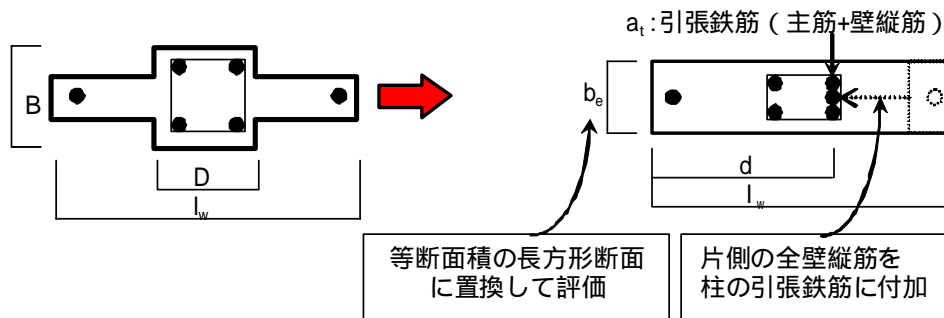
$${}_w R_y = {}_w M_u / (y \cdot k_B) \quad (3.2.34)$$

$${}_w R_y = {}_w M_u / (y \cdot k_B) + {}_w M_u / (y \cdot k_S) \quad (3.2.35)$$

$${}_w R_y = {}_w M_u / (y \cdot k_B) + {}_w M_u / k_S \quad (3.2.36)$$

ただし, 剛性低下率

$$y = (0.043 + 1.64 n p_{te} + 0.043 a/l_w + 0.33 \rho) (d/l_w)^2 \quad (3.2.33)$$



各評価式の精度

曲げ終局モーメント評価式	降伏時部材角評価式	供試体数 n	比較値の範囲	比較値の平均値 X	標準偏差 σ_{n-1}	変動係数 CV(%)
RC耐震診断基準式 (技術基準式) 式(3.2.18)	式(3.2.34)	32	0.30 ~ 1.79	0.65	0.34	52.0
	式(3.2.35)	32	0.09 ~ 0.81	0.20	0.13	63.5
	式(3.2.36)	32	0.27 ~ 1.33	0.55	0.27	50.1
累加式 式(3.2.21) ~ 式(3.2.25)	式(3.2.34)	32	0.40 ~ 2.45	0.79	0.43	54.5
	式(3.2.35)	32	0.12 ~ 0.73	0.24	0.12	49.9
	式(3.2.36)	32	0.37 ~ 1.82	0.66	0.33	49.6

*: 比較値 = 実験値 / 計算値



曲げ終局強度評価式

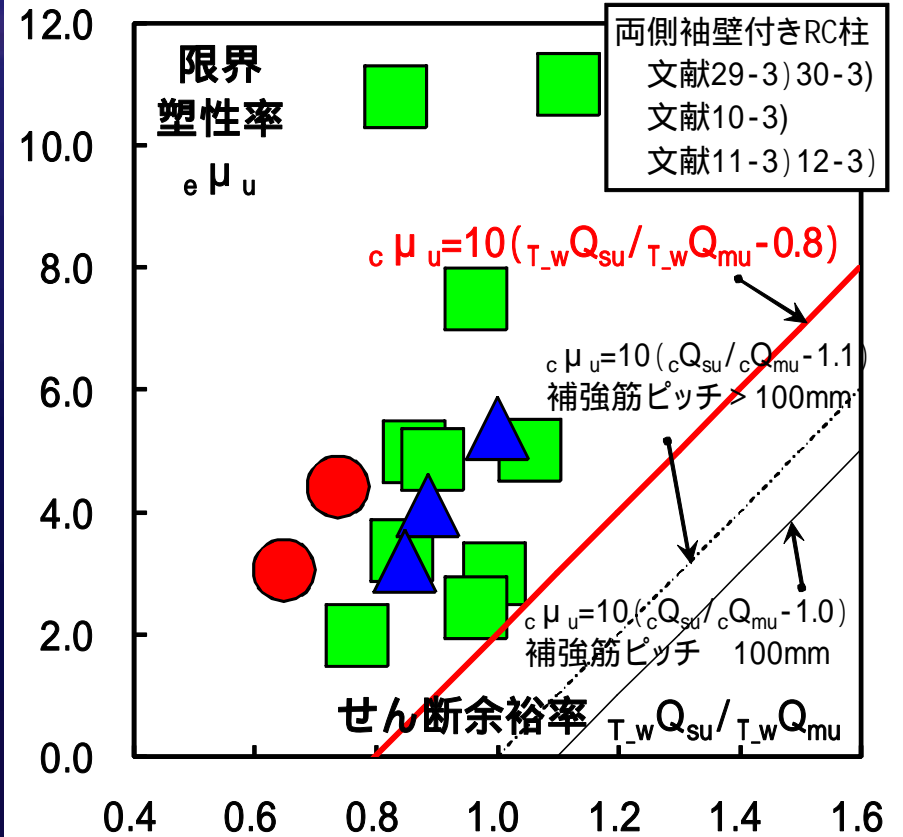
耐震診断基準式 (技術基準式) ($T_w Q_{mu}$)

$$M_u = (0.9 + \dots) \cdot a_t \cdot y \cdot D + 0.5N \cdot D \left\{ 1 + 2 - \frac{N}{b_e \cdot D \cdot F_c} \left(1 + \frac{a_t \cdot y}{N} \right)^2 \right\}$$

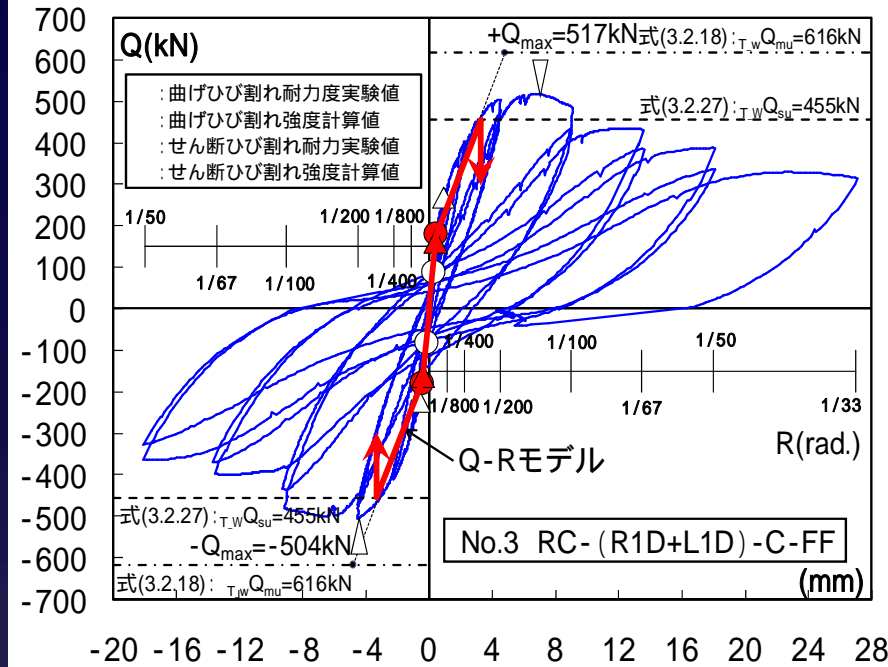
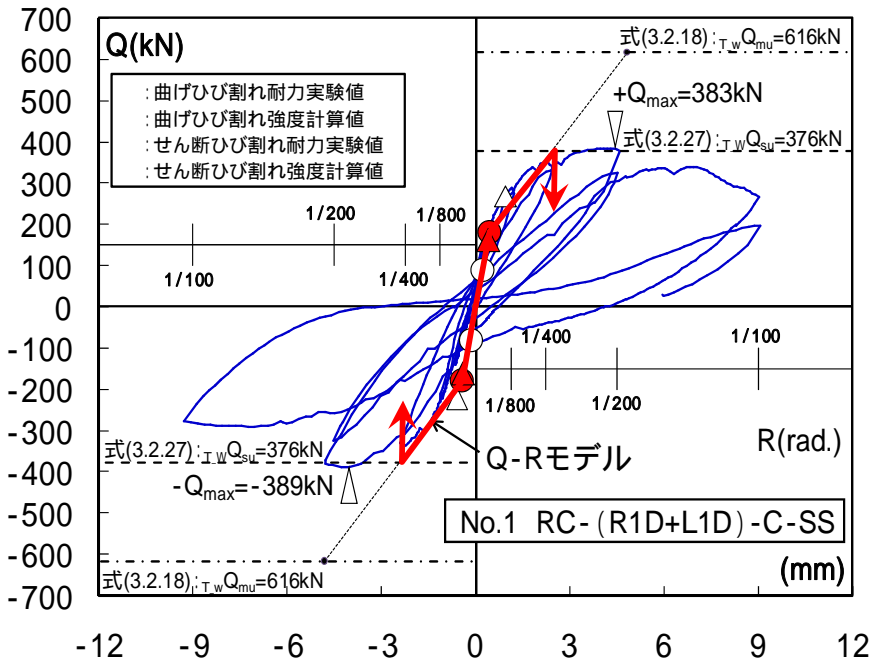
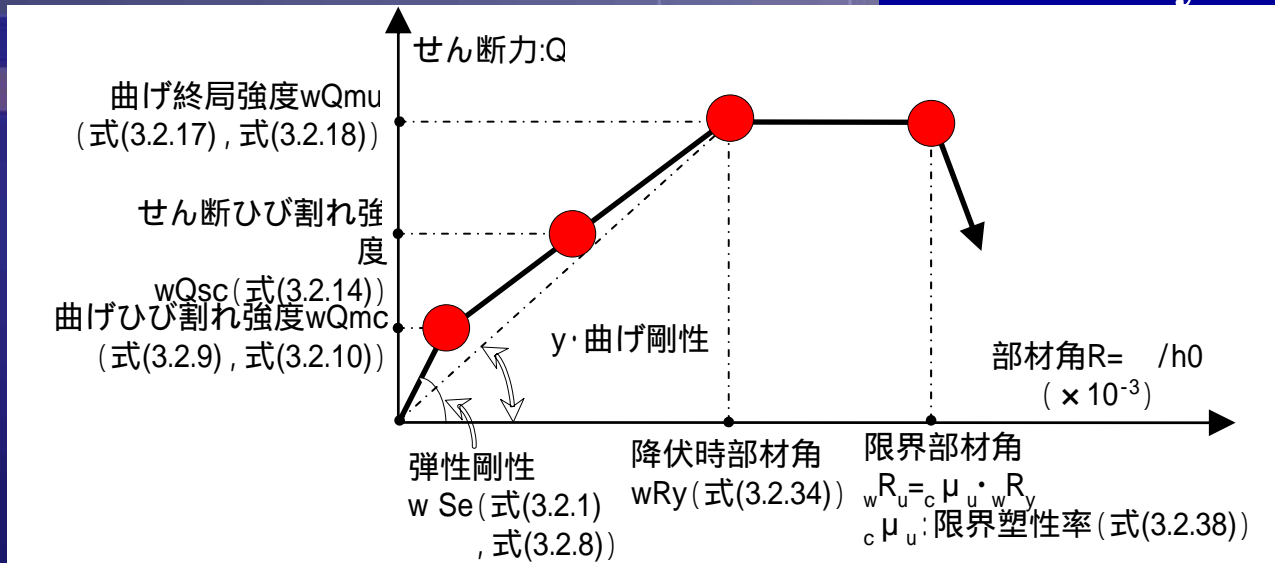
せん断終局強度評価式

(b) 耐震診断基準式 ($T_w Q_{su}$)

$$T_w Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (18 + F_c)}{M / (Q \cdot d_e) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{we} \cdot w_y} + 0.1 \cdot o_e \right\} b_e \cdot j_e$$



Q-Rスケルトンカーブの比較



32 実験における破壊モード:せん断破壊

実験における破壊モード:曲げ破壊



まとめ

柱の両側に袖壁が均等に配置された袖壁付きRC柱の既往の実験データを整理して、既往の評価式による計算値と実験値との比較を行い、各評価式の精度を検証した。その結果、実験で示された各種諸耐力および変形性能を適切に評価できていない点も散見された。各種諸耐力および変形性能の評価にあたっては、式の特徴を十分に理解して適用することが肝要である。

今後の課題

袖壁付きRC柱の力学的抵抗機構を解明するとともに、その各種諸耐力および変形性能の評価精度を向上させる必要がある。また、本検討のでは、柱の両側に袖壁が均等に配置された袖壁付きRC柱のみを対象とした両側袖壁付きRC柱だけでなく、片側袖壁付き柱、腰壁・垂れ壁の付いた袖壁付き柱、偏心して取り付く袖壁付き柱などについても分析・検討して、その構造性能の評価方法を示す必要がある。

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 - 袖壁付き柱及び腰壁・垂壁付き梁の力学特性に関する調査 -

研究成果のまとめ(平成20年度) :

- (1) 袖壁付き柱6体の実験により、高強度材料、補強筋、加力条件(M/QD)が強度と靱性に与える影響を明らかにした。
- (2) 腰壁垂壁付き梁6体の実験により、スリットの有無、壁筋量、断面形状がひび割れ・降伏強度・剛性・靱性に与える影響を明らかにした。
- (3) 既往の実験データ(65体)の分析により、既往の実用評価法の精度が十分でない場合があることを明らかにした。

今後の研究課題(平成21年度以降) :

- (1) 高補強筋量, 厚い袖壁, 片側・偏芯袖壁、高軸力, 十分な端部拘束, 靱性評価用試験体などの袖壁付き柱の部材実験
- (2) 袖壁・腰壁・垂壁付き柱梁骨組試験体, 多層骨組, 建物全体の静的加力実験や振動実験
- (3) 実用的評価法の提案と検証