

静的載荷実験に基づいた実大RC梁の 耐力評価に関する研究

(その5) 曲げ降伏型梁部材の荷重～変形関係と 設計用モデルの提案

2018年1月27日

技能工芸学部 建設学科 長谷川研究室

01412134 堀越 裕太

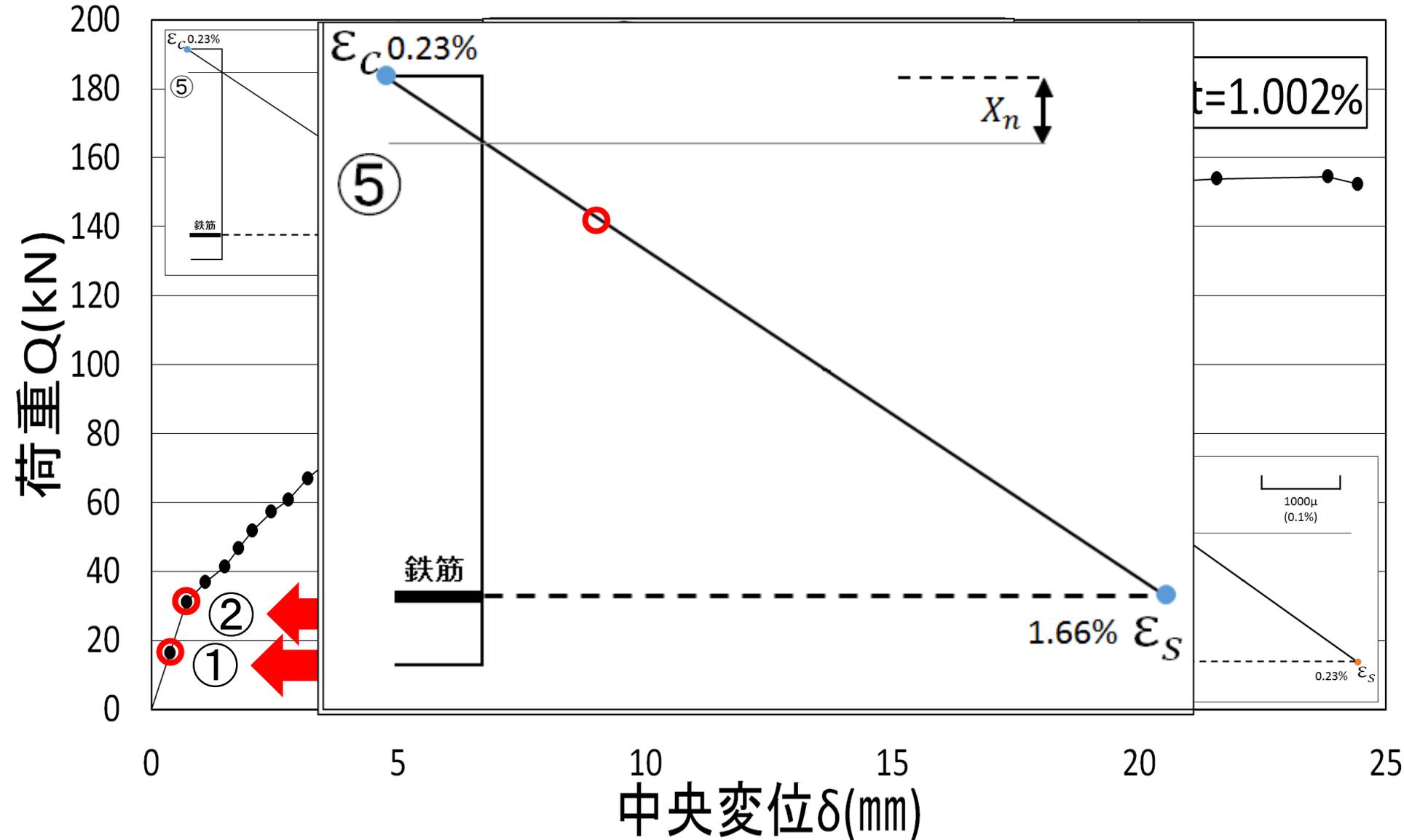
発表内容

- 1.荷重～変形関係のメカニズム
- 2.設計用モデルの提案
- 3.提案モデルと実験の比較検証
- 4.まとめ



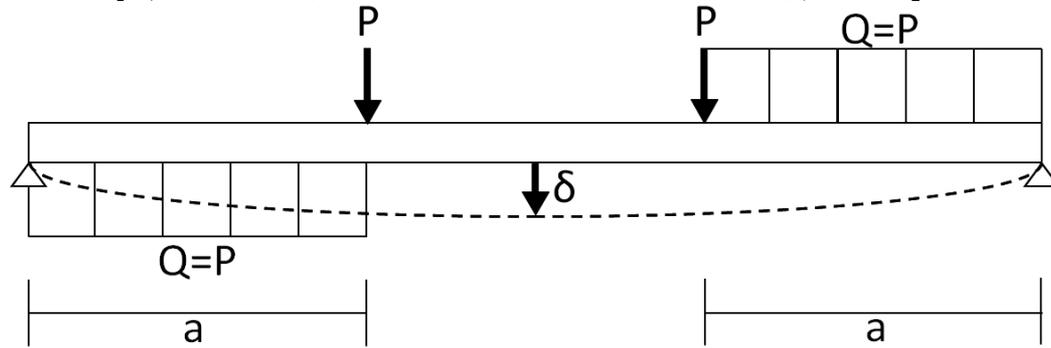
荷重～変形関係のメカニズム

荷重～変形関係のメカニズム

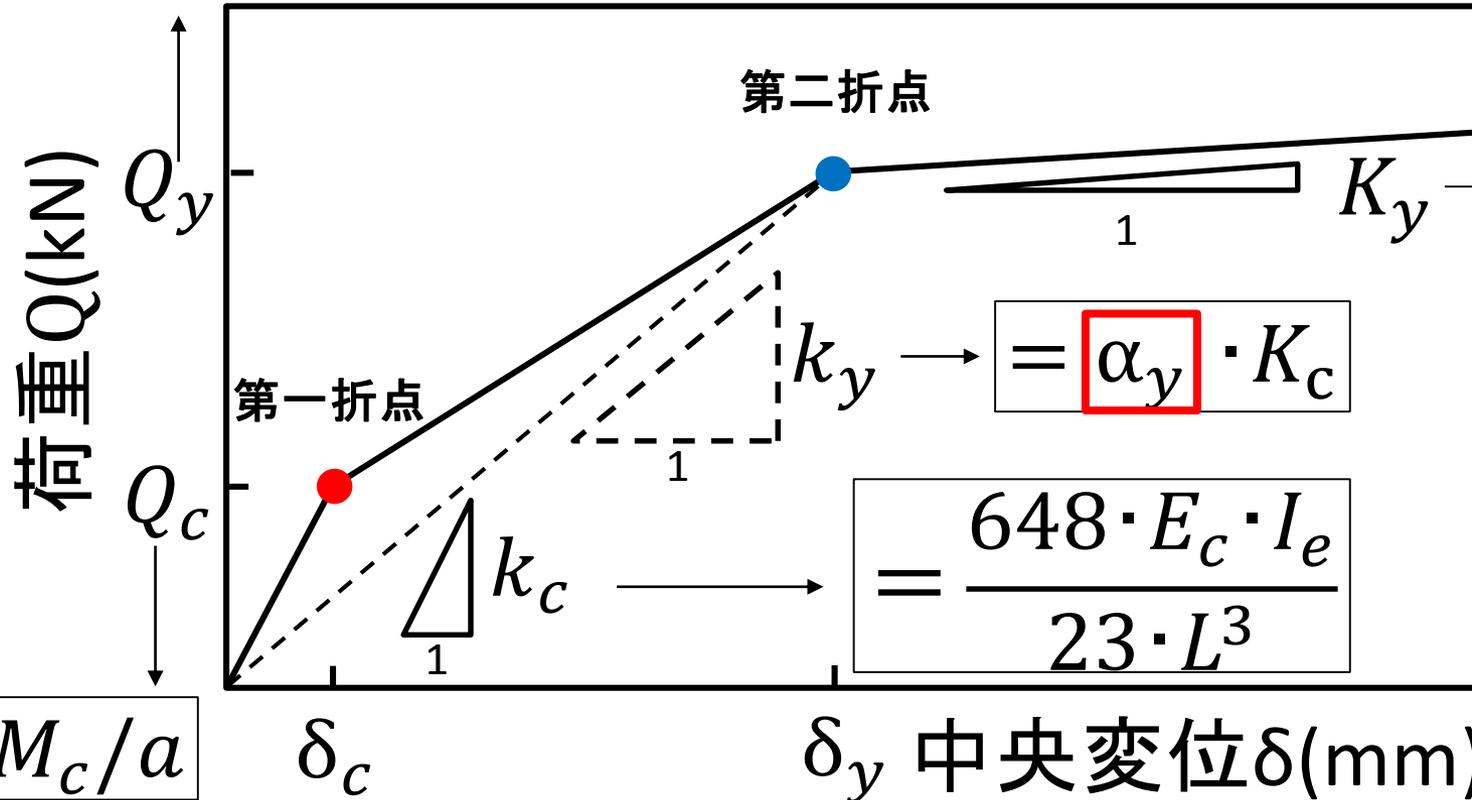


設計用モデルの提案

設計用モデルの提案



$$= M_y/a$$



$$= M_c/a$$

$$= \alpha_y \cdot K_c$$

$$= \frac{648 \cdot E_c \cdot I_e}{23 \cdot L^3}$$

$$K_c \cdot \frac{1}{100}$$

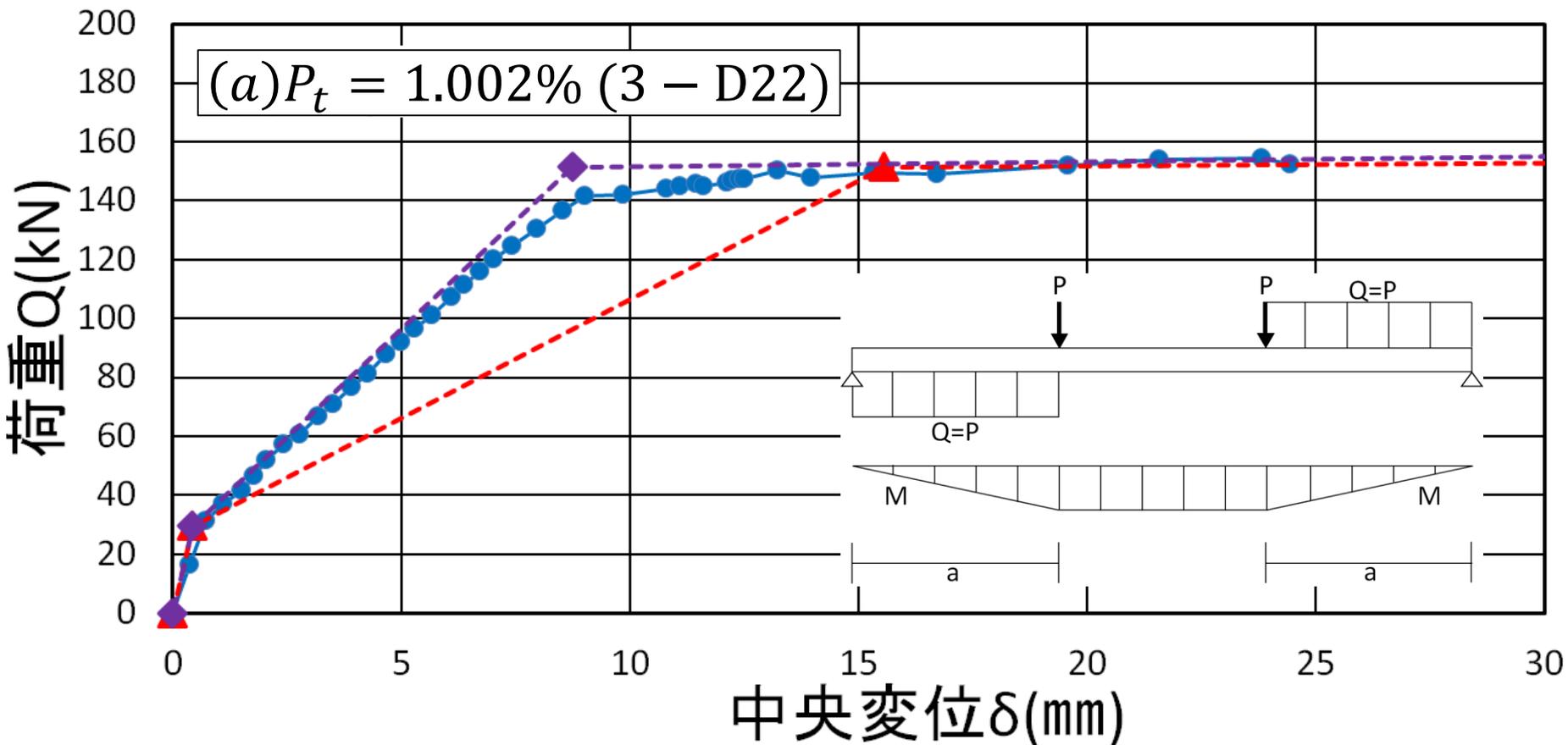
トリ・リニア型骨格曲線模式図

剛性低下率 : α_y の算定式

算定式名	剛性低下率 : α_y
①菅野式	$\left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a} \right) \left(\frac{d^2}{D} \right)$
②ボックス壁式	$0.15 + \gamma \cdot P_t \cdot 100 \quad (\gamma = 0.1)$

提案モデルと実験の比較検証

提案モデルと実験の比較検証

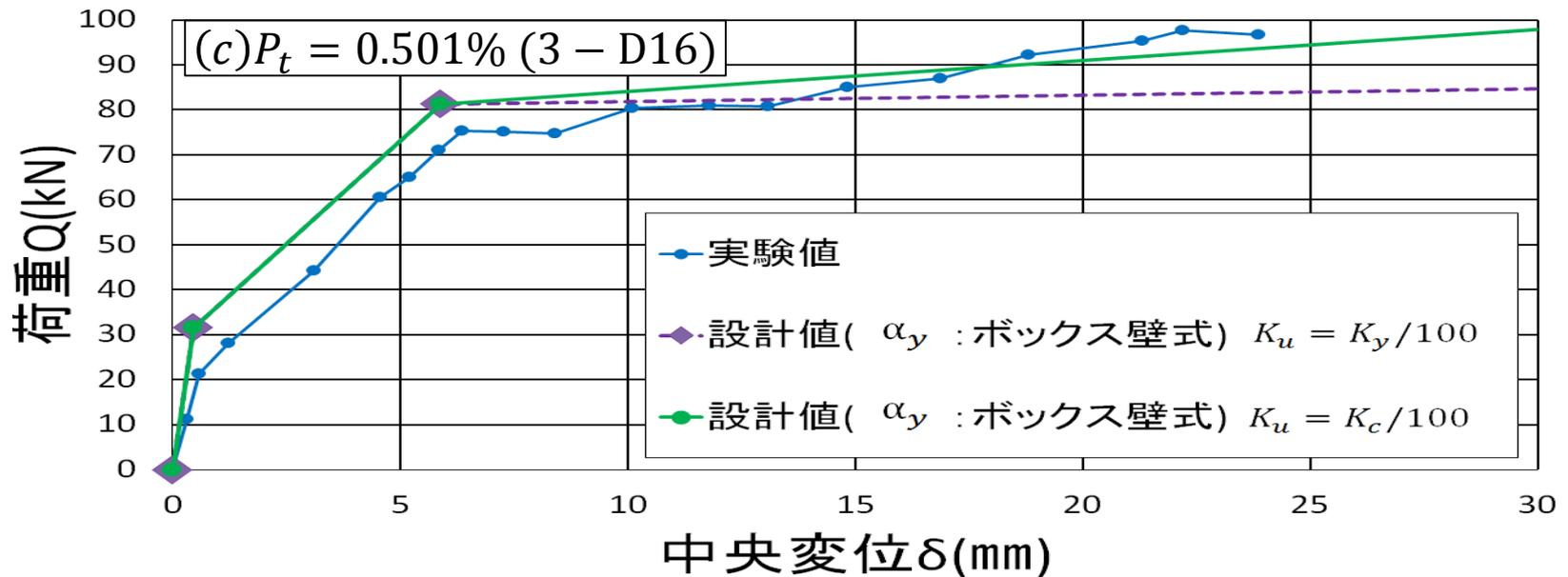
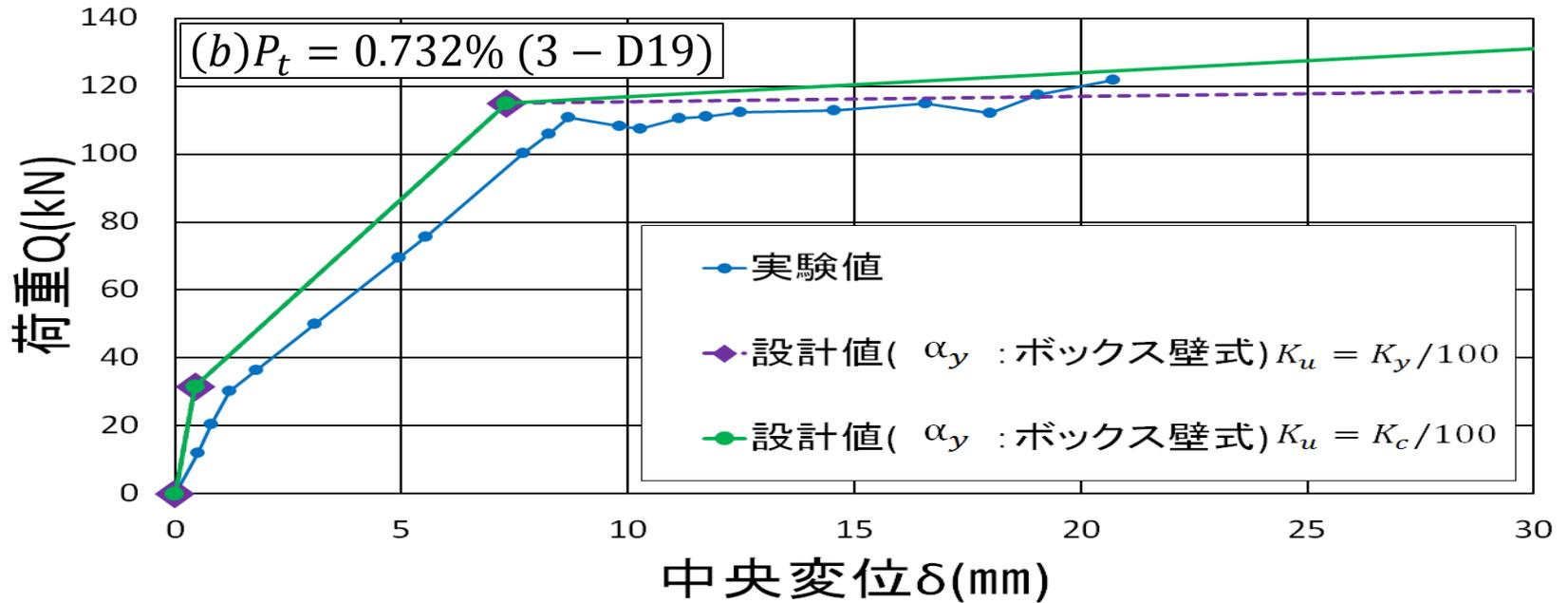


● 実験値

▲ 設計値(α_y : 菅野式) ... $\left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a} \right) \left(\frac{d^2}{D} \right)$

◆ 設計値(α_y : ボックス壁式) ... $0.15 + \gamma \cdot P_t \cdot 100$ ($\gamma = 0.1$)

提案モデルと実験の比較検証

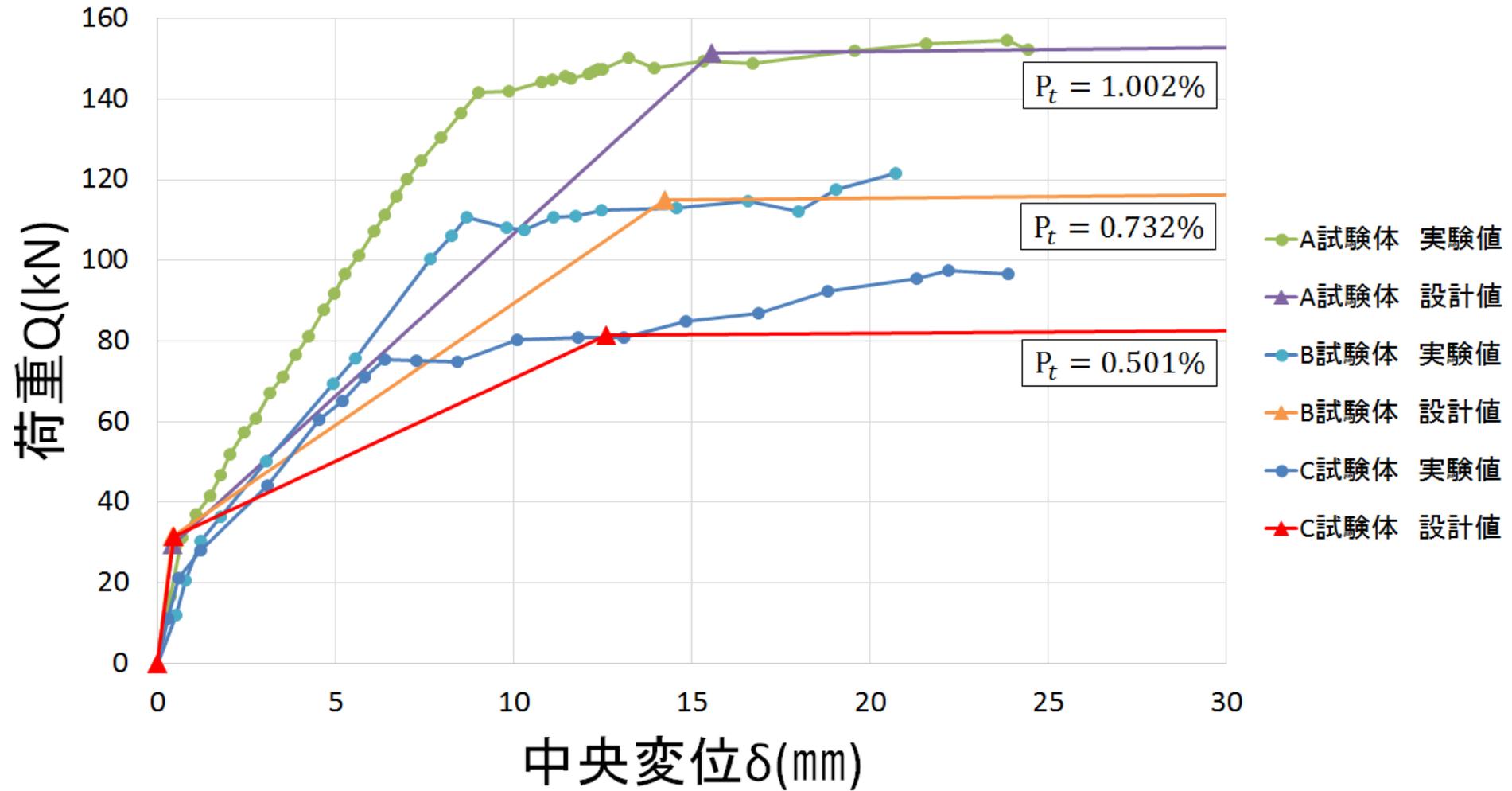


まとめ

- 荷重～変形関係の骨格曲線について...
トリ・リニア型でモデル化が可能
- 荷重～変形関係の設計用モデルについて...
弾性論や許容応力度式といった、簡単な式で提案が可能
- 割線剛性低下率について...
 $M \sim \phi$ 関係で用いたボックス壁式の剛性低下率が採用可能

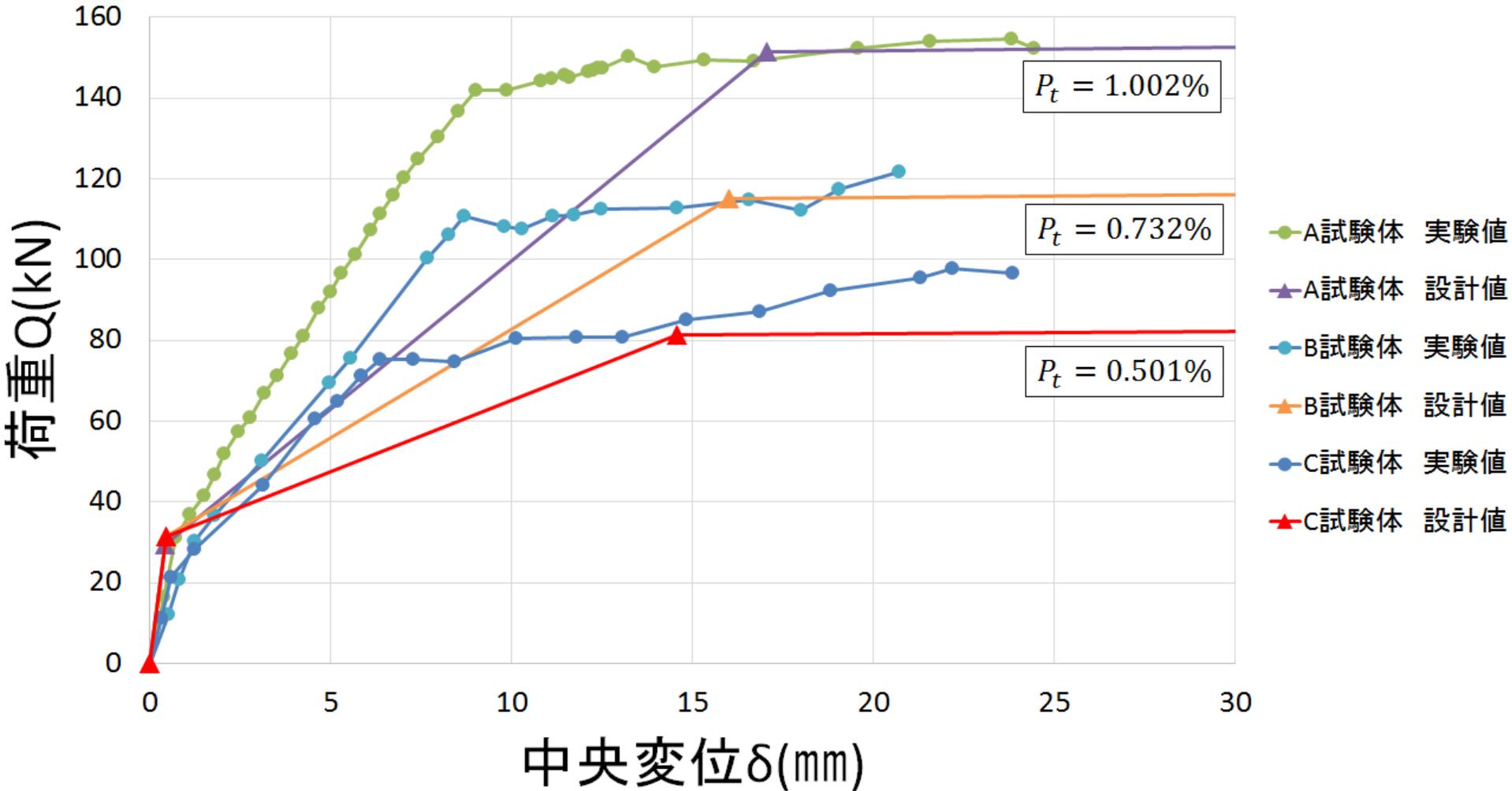
補足資料

菅野式の剛性低下率のせん断力を考慮した場合



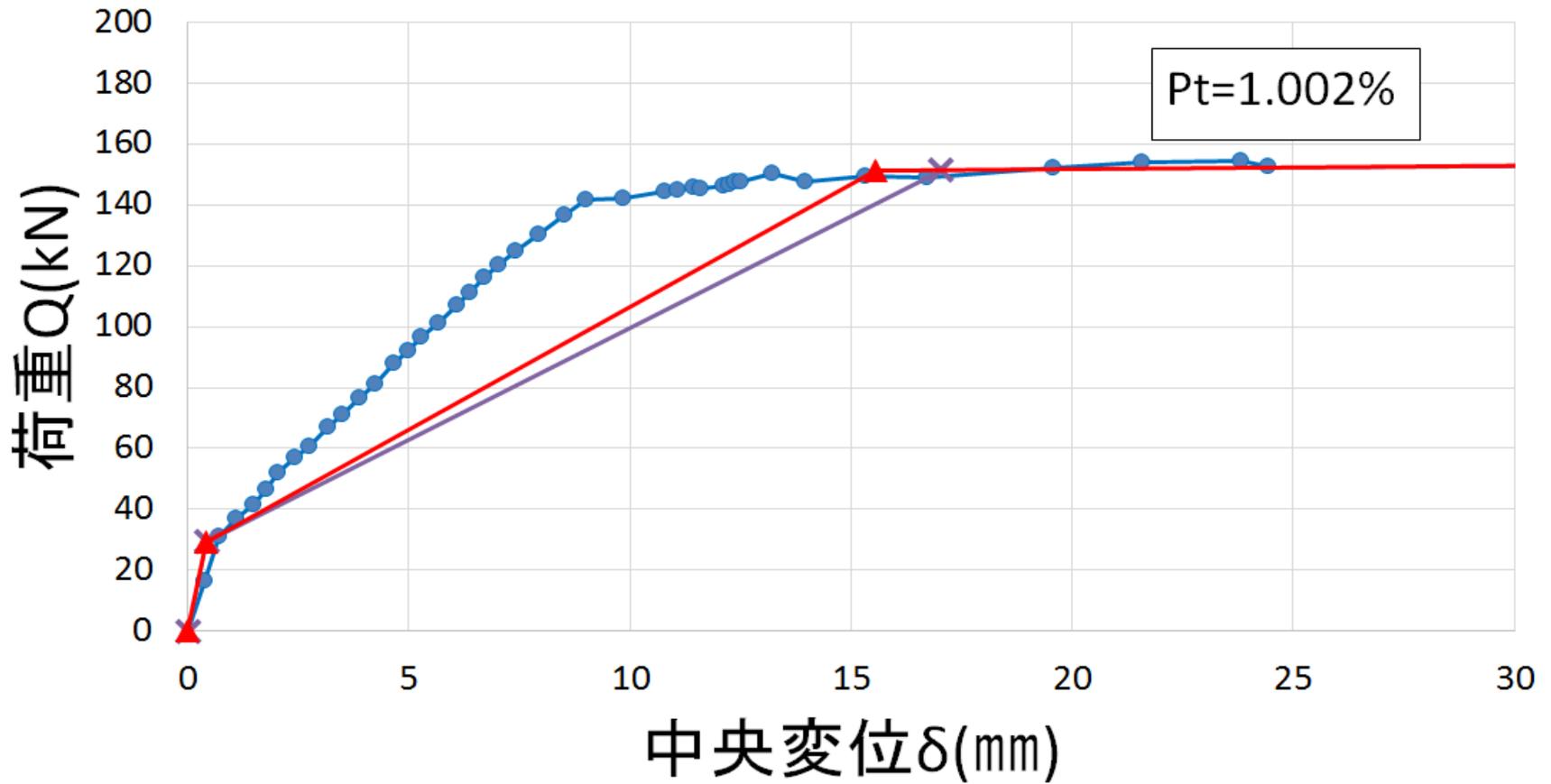
$$\alpha_y : \text{菅野式} \quad \dots \quad \left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a} \right) \left(\frac{d^2}{D} \right)$$

菅野式の剛性低下率のせん断力を考慮しなかった場合



$$\alpha_y : \text{菅野式 } (Q=0) \quad \dots \quad (0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t) \left(\frac{d^2}{D} \right)$$

菅野式の剛性低下率をせん断力Qの有無での比較

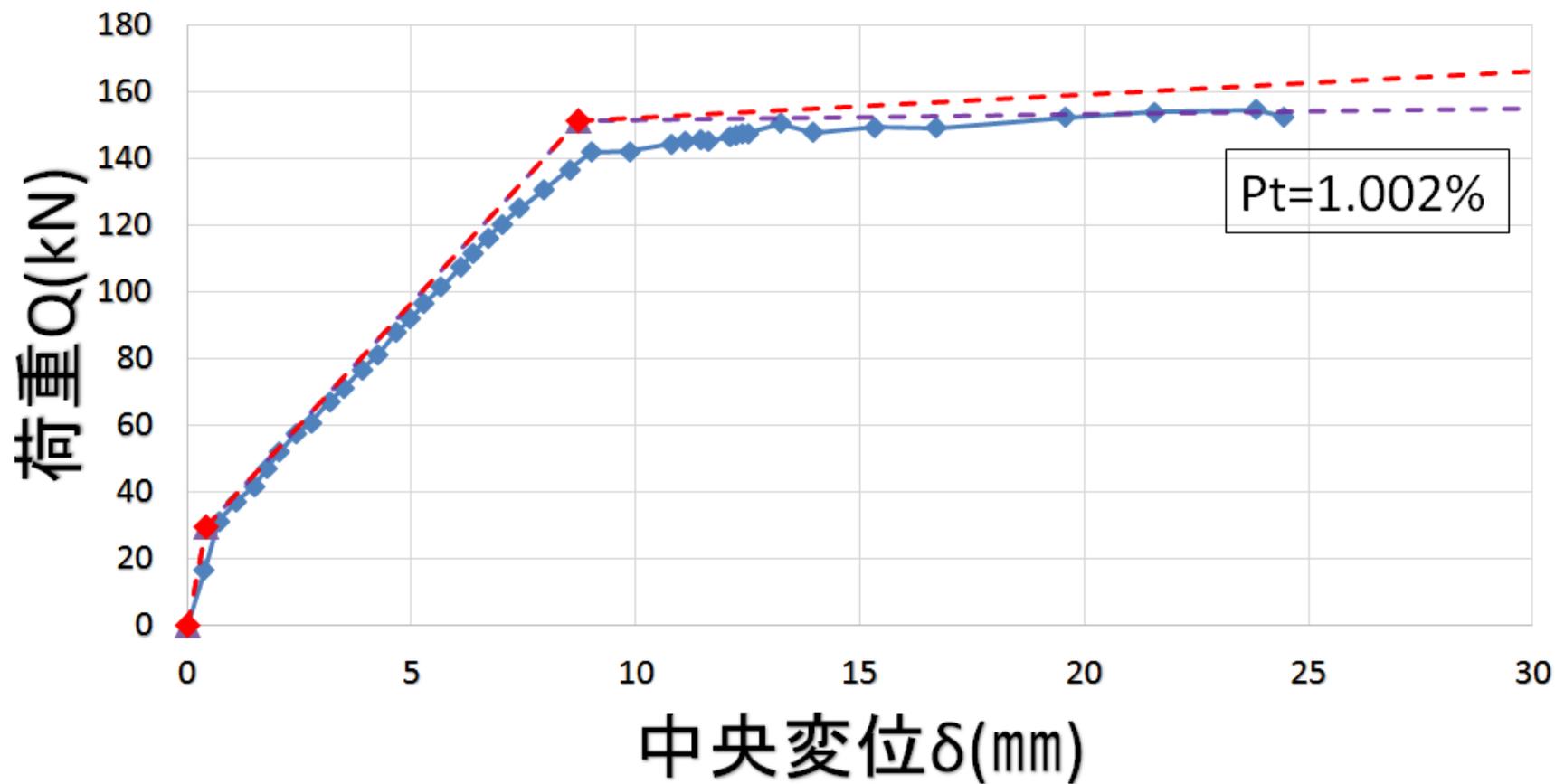


● 実験値

✖ 設計値 (α_y : 菅野式 $Q=0$) ... $(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t) \left(\frac{d^2}{D}\right)$

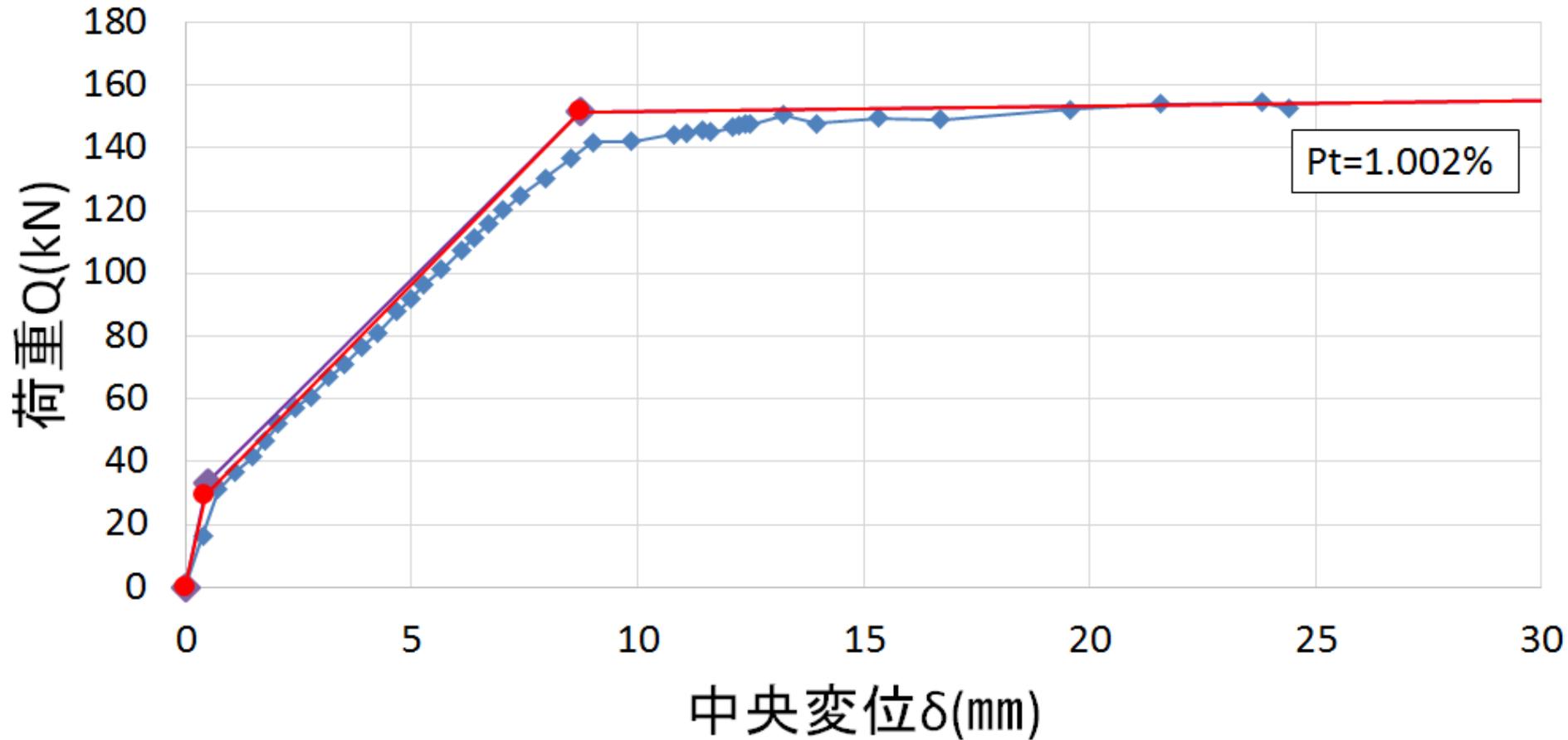
▲ 設計値 (α_y : 菅野式) ... $\left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a}\right) \left(\frac{d^2}{D}\right)$

第三勾配の比較について



- ◆ 実験値
- ▲ 設計値 . . . $K_y/100$
- ◆ 設計値 . . . $K_c/100$

断面係数 Z と等価断面係数 Z_e の比較

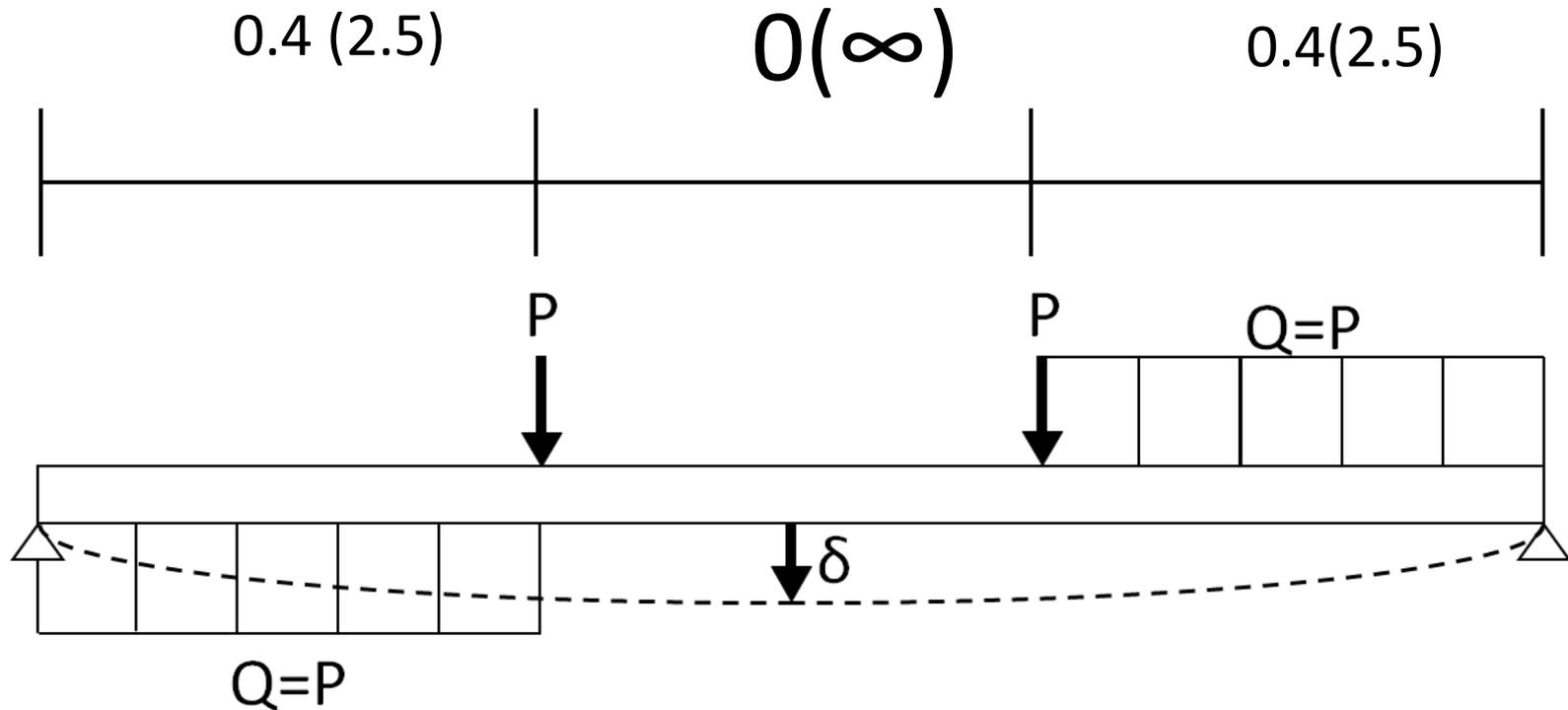


◆ 実験値

◆ 設計値 ... 等価断面係数 Z_e

● 設計値 ... 断面係数 Z

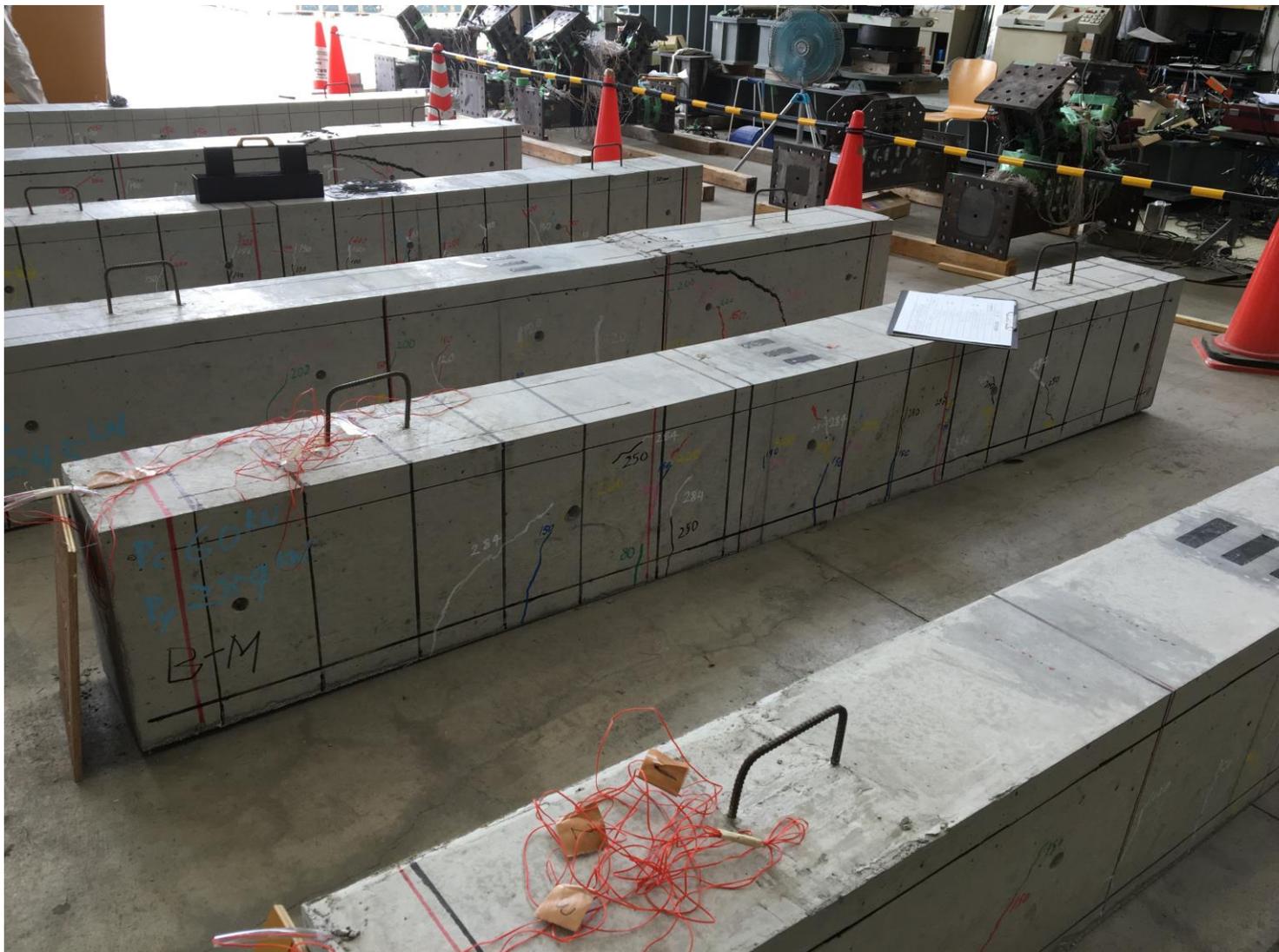
せん断スパン比 $\frac{M}{Qd} = \frac{a}{d}$ について



菅野式 $\left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a} \right) \left(\frac{d^2}{D} \right)$

※適用範囲 $\dots 0.2 \sim 0.5$ (2~5)

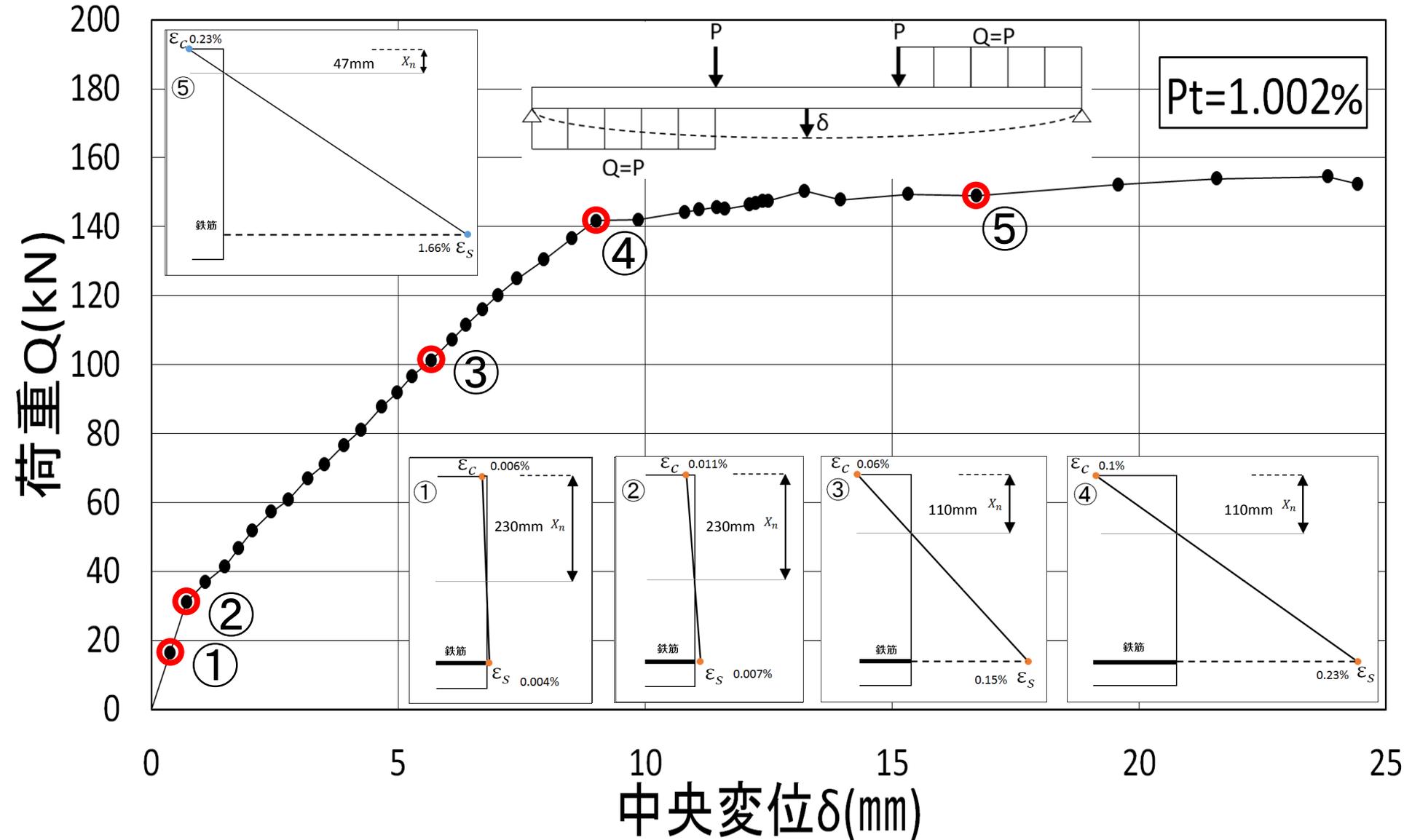
A試験体 $P_t = 1.002\%$



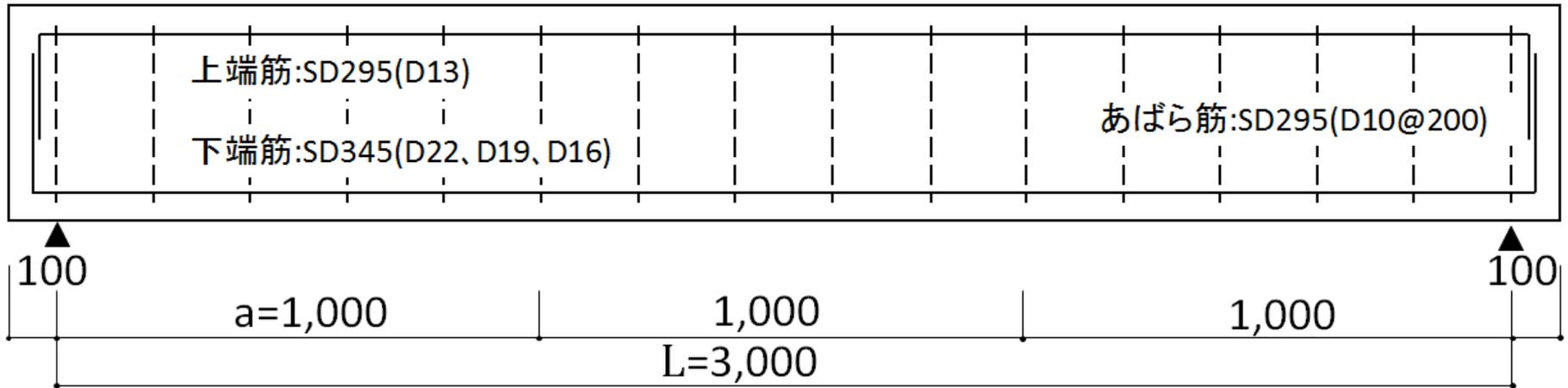
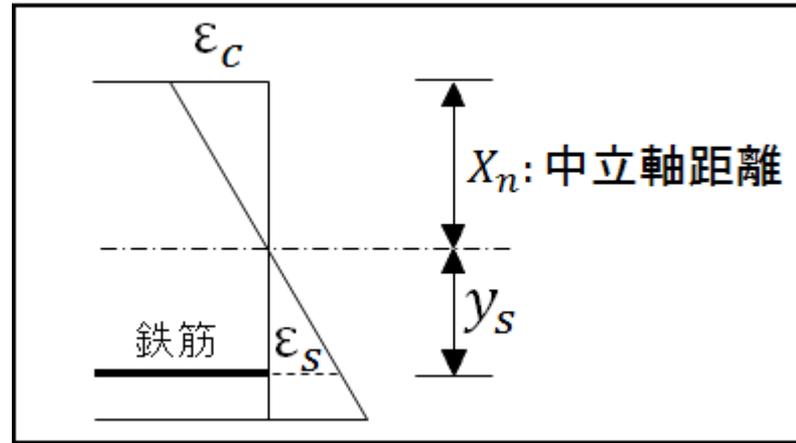
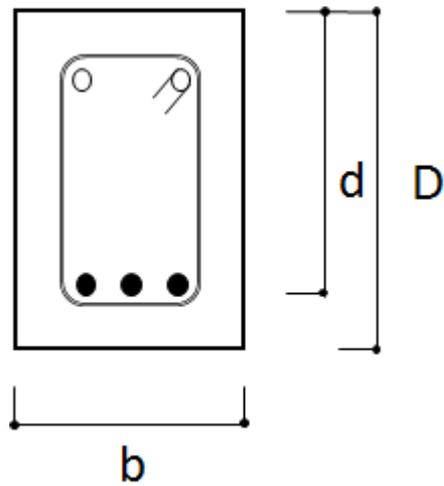
C試験体 $P_t = 0.501\%$



荷重～変形関係のメカニズム



試験体概要



試験体パラメータ

名称	記号	試験体		
		A	B	C
幅	b (mm)	300		
せい	D (mm)	450		
有効せい	d (mm)	386	392	393
せん断スパン	a(mm)	1000		
中立軸～鉄筋間距離	y _s (mm)	165		
圧縮鉄筋断面積 (°)	a _c (mm ²)	253.4		
引張鉄筋断面積 (・)	a _t (mm ²)	1161.3	859.59	595.8
引張鉄筋比	P _t (%)	1.002	0.732	0.501
あばら筋比	P _w (%)	0.238		
コンクリート圧縮強度	σ _B (N/mm ²)	27	31	
鉄筋降伏点	σ _y (N/mm ²)	386	390	397
コンクリートのヤング係数	E _c (N/mm ²) 註1)	2.57×10 ⁴	2.69×10 ⁴	2.69×10 ⁴
ヤング係数比	n 註2)	7.98	7.62	7.62
等価断面2次モーメント	I _e (mm ⁴) 註3)	2.59×10 ⁹	2.51×10 ⁹	2.45×10 ⁹
等価断面係数	Z _e (mm ³) 註4)	1.15×10 ⁷	1.12×10 ⁷	1.09×10 ⁷
断面係数	Z (mm ³) 註4)	10125000		

註1) E_c=3.35×10⁴×(σ_B/60)^{1/3} 註2) n=Es/Ec, Es=2.05×10⁵ N/mm²

註3) I_e=bD³/12+n×(a_t+a_c)y_s² 註4) Ze=Ie/(D/2), Z=bD²/6

$$P_t = a_t / bd$$

$$P_w = a_w / bx \quad a_w = 2 \cdot s$$

x: あばら筋間隔(本試験体@200)

D10 1本あたりの断面積: s = 71.3mm²

状態	荷重(P)	剛性(K)
第一折点 (曲げひび割れ)	Q _c = Mc/a (1) (M _c = 0.56√σ _b · Z)	K _c = $\frac{648 \cdot E_c \cdot I_e}{23 \cdot L^3}$ (3) (δ _c = Q _c /K _c)
第二折点 (鉄筋降伏)	Q _y = My/a (2) (M _y = a _t · σ _y · j)	K _y = α _y · K _c (4) (δ _y = Q _y /K _y)
第三勾配 (終局)	—	K _u = $\frac{1}{100} \cdot K_y$ (5)

$$(4) \text{式} \text{の } \alpha_y = \begin{cases} \left(0.043 + 1.64 \cdot n \cdot P_t + 0.043 \cdot \frac{d}{a} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2 & \dots (6) : \text{菅野式}^1) \\ 0.15 + \gamma \times P_t \times 100 \quad (\gamma=0.1) & \dots (7) : \text{ボックス壁式} \end{cases}$$

試験体A		
全体荷重	平均荷重	変位計
KN	KN	mm
-0.25	-0.125	0
33	16.5	0.38
62.25	31.125	0.71
73.75	36.875	1.09
83	41.5	1.49
93.5	46.75	1.77
103.75	51.875	2.05
114.5	57.25	2.43
121.5	60.75	2.77
134	67	3.17
142.25	71.125	3.51
153.25	76.625	3.9
162.25	81.125	4.25
175.75	87.875	4.67
183.75	91.875	4.98
193.25	96.625	5.28
202.5	101.25	5.66
214.5	107.25	6.09
222.75	111.375	6.37
232	116	6.71
240.25	120.125	7.02
249.75	124.875	7.41
260.75	130.375	7.95
273.25	136.625	8.52
283.5	141.75	9
284	142	9.86
288.5	144.25	10.8
289.75	144.875	11.09
291.25	145.625	11.45
290.25	145.125	11.61
292.75	146.375	12.11
293.75	146.875	12.24
295	147.5	12.38
295	147.5	12.5
300.75	150.375	13.23
295.5	147.75	13.96
298.75	149.375	15.33
298	149	16.71
304.25	152.125	19.58
307.75	153.875	21.58
309	154.5	23.83
304.75	152.375	24.43

試験体B		
全体荷重	平均荷重	変位計
KN	KN	mm
-0.75	-0.375	0
24	12	0.52
41.25	20.625	0.81
60.75	30.375	1.22
73	36.5	1.79
100.25	50.125	3.08
138.75	69.375	4.95
151.25	75.625	5.55
200.75	100.375	7.68
212	106	8.25
221.5	110.75	8.7
216.5	108.25	9.81
215	107.5	10.29
221.25	110.625	11.13
222.25	111.125	11.74
224.75	112.375	12.47
225.75	112.875	14.56
229.75	114.875	16.58
224.25	112.125	17.99
235	117.5	19.05
243.5	121.75	20.71

試験体C		
全体荷重	平均荷重	変位計
KN	KN	mm
-0.5	-0.25	0
22.25	11.125	0.3
42.5	21.25	0.59
56.25	28.125	1.22
88.5	44.25	3.11
121	60.5	4.55
130	65	5.2
142.25	71.125	5.84
150.75	75.375	6.37
150.25	75.125	7.28
149.5	74.75	8.41
160.75	80.375	10.11
161.75	80.875	11.8
161.5	80.75	13.08
170	85	14.83
174	87	16.87
184.5	92.25	18.81
190.75	95.375	21.31
195.25	97.625	22.19
193.5	96.75	23.86

