

2018年度 卒業研究発表会

自分が乗るとひび割れを生じるが
曲げ崩壊しない

模型RC梁の設計・制作

Ⅰ. 設計編

技能工芸学部 建設学科 長谷川研究室

01512021 猪股弓恵

2019年1月30日

発表内容

1. 背景と目的

2. 全体検討の流れ

3. 要求性能と設計条件

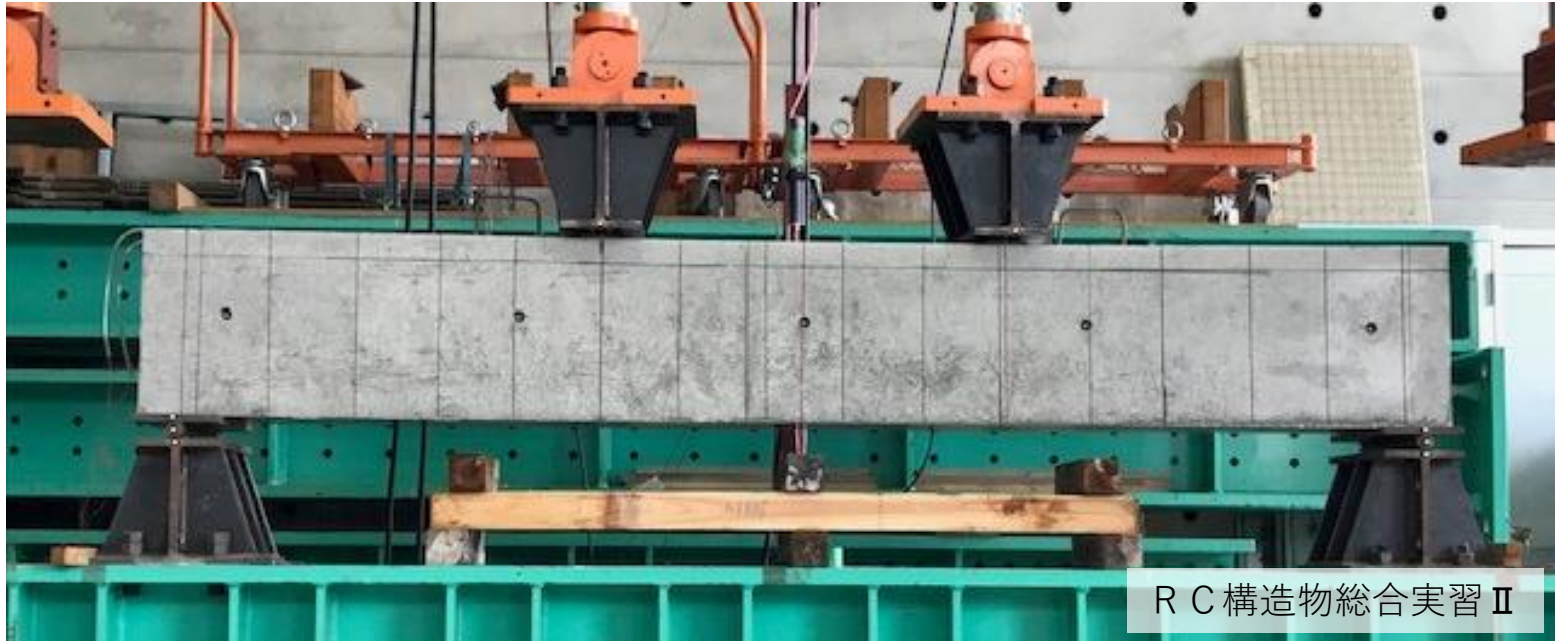
載荷方法、設計条件①②、モルタルの調合設計と強度

4. 検証実験

検証実験①②、無筋RC梁の破断

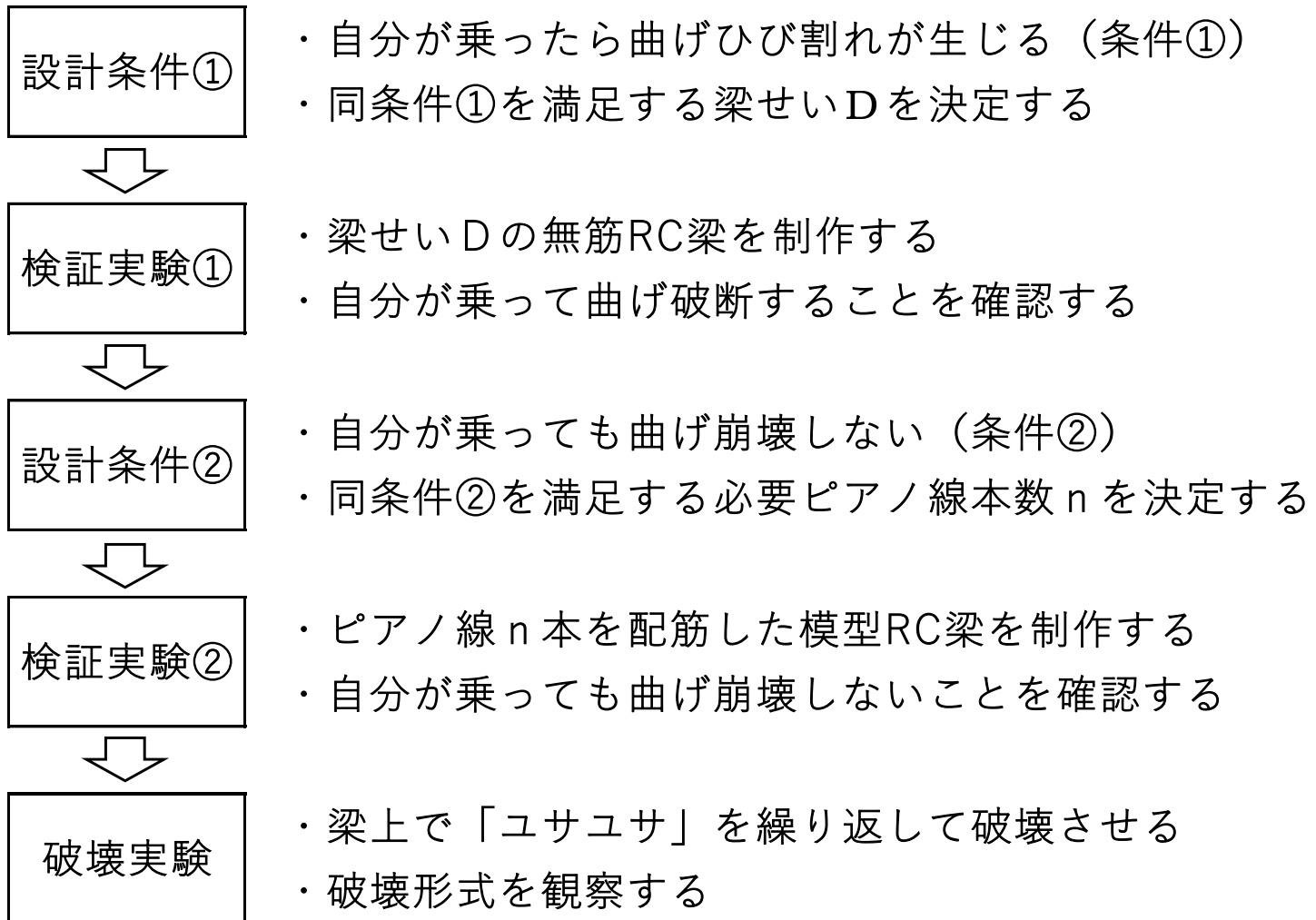
5. まとめ

背景と目的

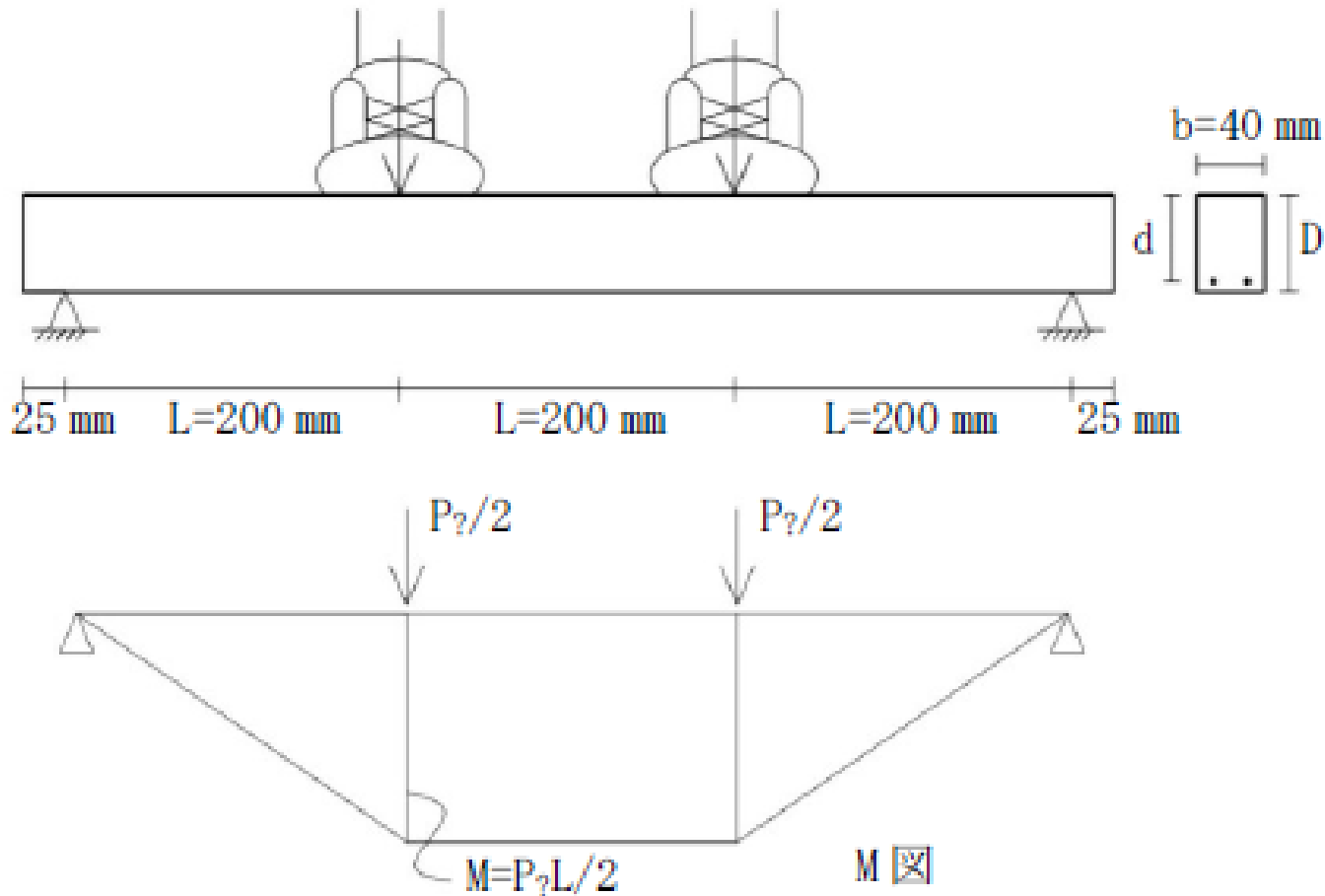


- RC梁を実物大から模型へと縮小
- 自らが模型 R C 梁を設計・製作
- 理論と実践の両面から R C 構造の理解を深める

全体検討の流れ



要求性能と設計条件



模型 R C 梁と荷重方法のイメージスケッチ

設計条件①自分が乗ったら曲げひび割れを生じる

荷重	曲げモーメント
$P_{?} > P_{Mc} \quad \dots (1)$ <p> $P_{?}$: 私の荷重 P_{Mc} : 曲げひび割れ荷重 </p>	$Mc = 0.56\sqrt{\sigma_B} \cdot Z$ $= 0.093\sqrt{\sigma_B} \cdot bD^2 \quad \dots (2)$ <p> Mc : 曲げひび割れモーメント Z : 断面係数(=$bD^2/6$) σ_B : モルタル圧縮強度(=$22\text{N}/\text{mm}^2$) </p>

公式

$$\sigma = \frac{M}{Z} \quad Z = \frac{bD^2}{6}$$

$$\sigma_t = 0.56\sqrt{\sigma_B} \quad \text{【荒川式】}$$



$$M = \sigma \cdot Z$$

$$Mc = \sigma_t \cdot Z$$

$$= 0.56\sqrt{\sigma_B} \cdot \frac{bD^2}{6}$$

$$Mc = 0.093\sqrt{\sigma_B} \cdot bD^2$$

設計条件①自分が乗ったら曲げひび割れを生じる

曲げモーメント	設計値
$M_c = 0.56\sqrt{\sigma_B} \cdot Z$ $= 0.093\sqrt{\sigma_B} \cdot bD^2 \quad \dots (2)$ <p> M_c : 曲げひび割れモーメント Z : 断面係数(=$bD^2/6$) σ_B : モルタル圧縮強度(=22N/mm^2) </p>	$D < \sqrt{\frac{P_? \cdot L}{0.186 \cdot b\sqrt{\sigma_B}}} \quad \dots (3)$ <p> σ_B : モルタル圧縮強度(=22N/mm^2) </p>

公式

$$\begin{aligned}
 & \cdot M = P \cdot \frac{L}{2} \\
 & P = \frac{2M}{L}
 \end{aligned}
 \rightarrow
 \begin{aligned}
 P_{Mc} &= \frac{2}{L} M_c \\
 &= \frac{2}{L} 0.093 \sqrt{\sigma_B} \cdot bD^2 \\
 &= \frac{0.186\sqrt{\sigma_B} \cdot b}{L} D^2 \\
 P_? &> \frac{0.186\sqrt{\sigma_B} \cdot b}{L} D^2
 \end{aligned}
 \quad D < \sqrt{\frac{L \cdot P_?}{0.186 \cdot b\sqrt{\sigma_B}}}$$

設計条件②自分が乗っても曲げ崩壊しない

荷重	曲げモーメント
$P_{?} < P_{Mu}$... (4) $P_{?}$: 私の荷重 P_{Mu} : 曲げ終局荷重	$M_u = a_t \cdot \sigma_y \cdot (0.9d)$... (5) M_u : 終局曲げモーメント a_t : 引張ピアノ線断面積 σ_y : ピアノ線降伏点 d : 有効せい(=D-5mm)

公式

$$\cdot M = P \cdot \frac{L}{2} \quad P = \frac{2M}{L}$$

$$\cdot M_u = a_t \cdot \sigma_y \cdot (0.9d)$$



$$\begin{aligned}
 P_{Mu} &= \frac{2}{L} M_u \\
 &= \frac{2}{L} \cdot a_t \cdot \sigma_y \cdot (0.9d) \\
 &= \frac{1.8d}{L} \cdot a_t \cdot \sigma_y \\
 P_{?} &< \frac{1.8d}{L} \cdot a_t \cdot \sigma_y
 \end{aligned}$$

設計条件②自分が乗っても曲げ崩壊しない

設計値

$$n > \frac{a_t}{S} = \frac{p_? \cdot L}{1.8d\sigma_y \cdot S} \quad \dots (6)$$

n : ピアノ線の必要本数

S : ピアノ線1本の断面積(= $\pi \phi^2/4$)

ϕ : ピアノ線径(=1mm)

$$\cdot P_? < \frac{1.8d}{L} \cdot a_t \cdot \sigma_y$$

$$\cdot n > \frac{a_t}{S}$$

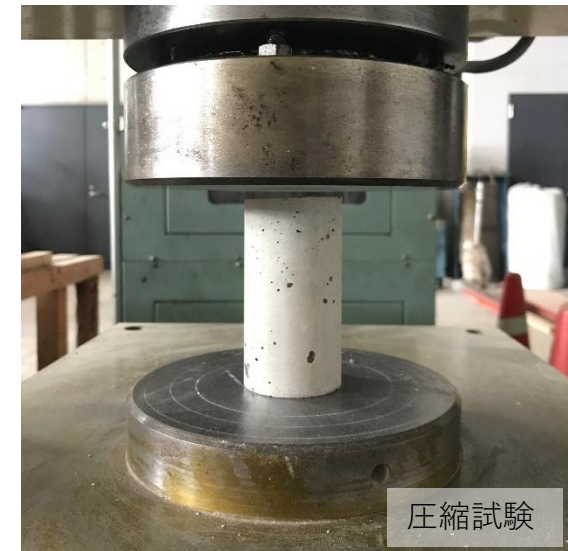
$$a_t > \frac{P_? \cdot L}{1.8d \cdot \sigma_y}$$



$$n > \frac{P_? \cdot L}{1.8d \cdot \sigma_y \cdot S}$$

モルタルの調合設計と強度

- $W/C=50\%$ 、 $S/C=200\%$
(水 : w 、セメント : c 、砂 : s)
- モルタル比重 $\gamma=2.2$
- 1 週強度 : $\sigma_B=21.9 \text{ N/mm}^2$
2 週強度 : $\sigma_B=25.2 \text{ N/mm}^2$
3 週強度 : $\sigma_B=26.5 \text{ N/mm}^2$



検証実験

検証実験①

- ・ 梁せいDの無筋RC梁を制作
- ・ 自分が乗って曲げ破断することを確認

検証実験②

- ・ ピアノ線n本を配筋した模型RC梁を制作
- ・ 自分が乗っても曲げ崩壊しないことを確認



検証実験①無筋RC梁の破断



無筋RC梁の破断

検証実験

検証実験①

- ・ 梁せいDの無筋RC梁を制作
- ・ 自分が乗って曲げ破断することを確認

検証実験②

- ・ ピアノ線n本を配筋した模型RC梁を制作
- ・ 自分が乗っても曲げ崩壊しないことを確認



模型RC梁とピン支持架台



無筋RC梁の破断状況

まとめ

題意の要求性能を満足する設計方法を提案



- 自らで設計・製作が可能
- 体重という身近な荷重の利用



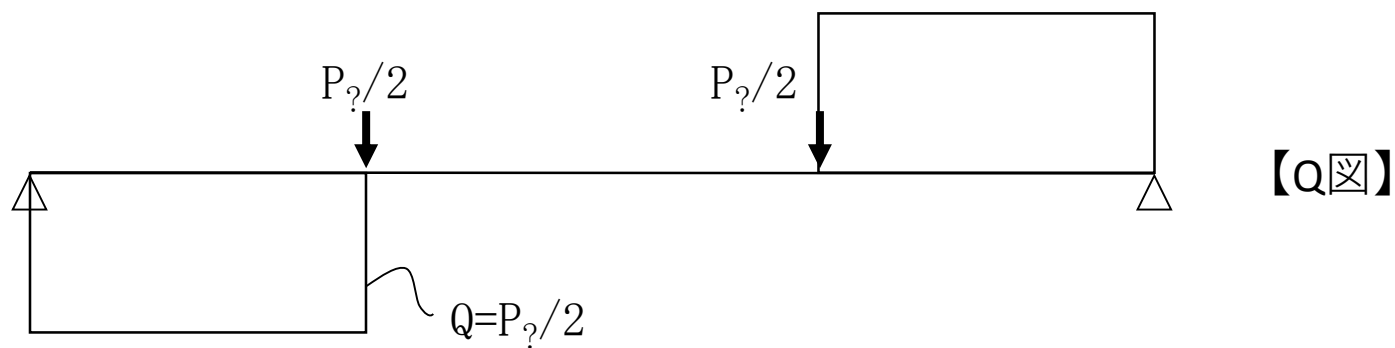
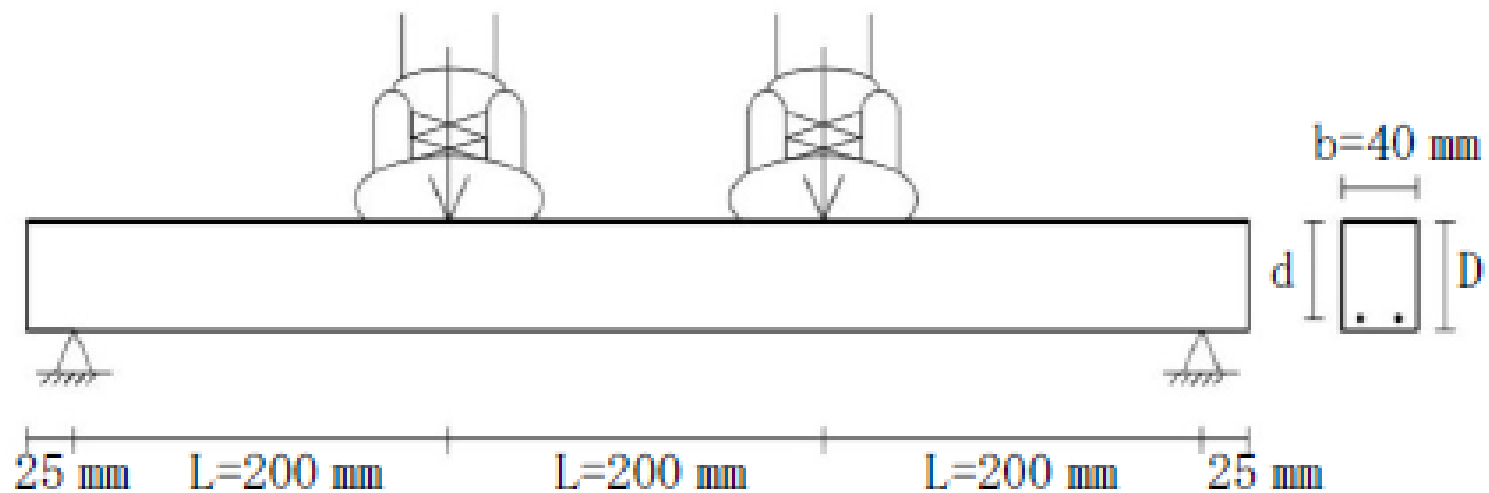
足場と載荷概要



1点载荷の破断



丸鋼を使った1点載荷の概要



せん断力図

表 1 調合設計方法の違いによるモルタルの単位量の一例

調 合	調合設 計方法	水セメント比 (%)	砂セメント比 (質量比)	単位量 (kg/m ³)		
				W	C	S
1 : 1	質量比	36.1	1.0	340	942	941
	容積比	38.1	1.1	340	892	987
1 : 2	質量比	45.5	2.0	295	648	1300
	容積比	48.6	2.2	295	607	1334
1 : 3	質量比	58.5	3.0	285	487	1459
	容積比	63.2	3.3	285	451	1488
1 : 4	質量比	75.9	4.0	290	382	1531
	容積比	82.2	4.4	290	353	1555
1 : 5	質量比	91.8	5.0	290	316	1586
	容積比	99.3	5.5	290	292	1606