

2点集中荷重を受ける単純梁の耐荷機構について (数値シミュレーション)

key words : 曲げ破壊型, せん断破壊型, 断面解析

牧原 成樹, 依田 宏之, 吉川 弘道

1. はじめに

等分布荷重を受ける単純梁の耐荷機構について, 2点荷重載荷の場合の考察を試みた. ここで試験体はコンクリートゼミナールで用いたものとし, 実験結果を用いて数値シミュレーションを行った.

2. 実験概要

(a) 構造諸元: 対称2点載荷(単純梁)

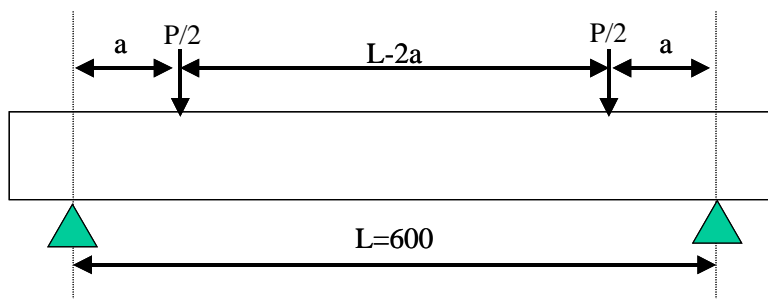


図1 試験体構造

表1 試験体諸元

コンクリート	圧縮強度	$f_c(\text{N/mm}^2)$	30
試験体寸法	断面幅	$b(\text{mm})$	70
	断面高さ	$h(\text{mm})$	100
	有効高さ	$d(\text{mm})$	85
	スパン長	$L(\text{mm})$	600
	せん断スパン	$a(\text{mm})$	150,200,250
	モーメントスパン	$L-2a(\text{mm})$	300,200,100
主鉄筋	公称直径	$D(\text{mm})$	6
	降伏強度	$f_{sy}(\text{N/mm}^2)$	335
	本数	断面	2
		断面	4
せん断補強筋	公称直径	$D(\text{mm})$	4
	降伏強度	$f_{wy}(\text{N/mm}^2)$	337
	間隔	$s(\text{mm})$	100

(b) 断面諸元: 単鉄筋, 複鉄筋長方形断面

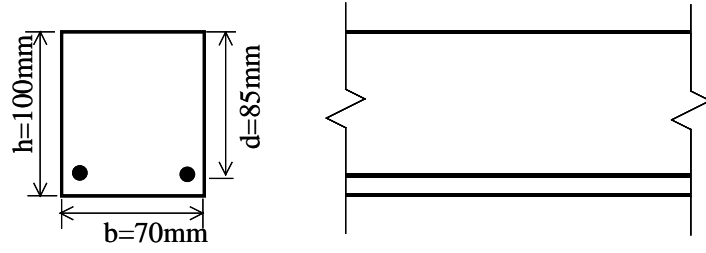


図2 単鉄筋長方形断面(スターラップなし)

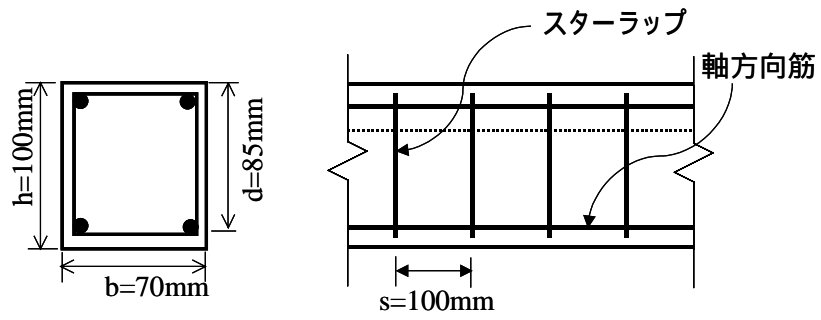


図3 複鉄筋長方形断面(スターラップあり)

3.断面耐力/諸強度の算定

(a)曲げひび割れ発生強度

$$\text{曲げひび割れ発生モーメント: } M_{cr} = W \cdot f_b$$

$$\text{曲げひび割れ発生荷重: } P_{cr} = \frac{2M_{cr}}{a}$$

$$W = bh^2/6 : \text{断面係数} \quad f_b : \text{曲げ引張強度} \quad a : \text{せん断スパン}$$

(b)斜めひび割れ発生強度

$$\text{コンクリート負担分のせん断耐力: } P_{cs} = 2 \times V_c$$

$$\text{斜めひび割れ発生強度 } V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d$$

ここで, $f_{vc} = 0.20(f'_c)^{\frac{1}{3}}$, $\beta_d = (1/d)^{\frac{1}{4}}$, $\beta_p = (100p)^{\frac{1}{3}}$, $\beta_n = 1$ とする(軸力=0のため)

β_d : d についての寸法効果 β_p : p についての影響係数 β_n : 軸方向力の影響を調整する係数

b: 断面幅 d: 有効高さ f'_c : コンクリート圧縮強度

(c)主鉄筋降伏強度

$$\text{降伏曲げモーメント: } M_y = A_s f_{sy} (d - x/3)$$

$$\text{降伏荷重: } P_y = \frac{2M_y}{a} \quad \text{中立軸比 } k: k = -np + \sqrt{(np)^2 + 2np} \quad \text{中立軸位置 } x: x = kd$$

A_s : 主鉄筋断面積 f_{sy} : 鉄筋の降伏強度 a : せん断スパン

(d)曲げ終局強度

$$\text{曲げ終局強度: } M_u = A_s f_{sy} \left(d - \frac{A_s f_{sy}}{2 \times 0.85 f'_c b} \right)$$

$$\text{曲げ終局荷重: } P_m = \frac{2M_u}{a}$$

d: 有効高さ f'_c : コンクリート圧縮強度 b: 断面幅

(e)せん断強度

$$\text{せん断強度: } V_y = V_c + V_s$$

$$\text{せん断補強筋負担分: } V_s = \frac{A_w f_{wy} z}{s}$$

コンクリート負担分のせん断耐力: V_c

A_w : 区間 s におけるせん断補強筋の総断面積 f_{wy} : せん断補強筋降伏強度

z: 一般に d/1.15 としてよい. s: せん断補強筋の配置間隔

$$\text{せん断耐力(荷重): } P_s = 2V_y$$

4. 断面耐力の計算結果

表 2 結果一覧

	断面			
	b(mm)	70	70	70
	h(mm)	100	100	115
	曲げ終局強度 M_u (kN·m)	1.68	5.56	6.36
V_y	kN	1.24	8.3	8.74
a=200 (mm)	P_m	16.78	55.62	63.56
	P_s	1.24	8.3	8.74
a=150 (mm)	P_m	22.35	74.16	84.75
	P_s	1.24	8.3	8.74
a=250 (mm)	P_m	13.41	111.24	50.85
	P_s	1.24	8.3	8.74

5. 数値シミュレーション

実験結果を用い、P-a 曲線を示した。

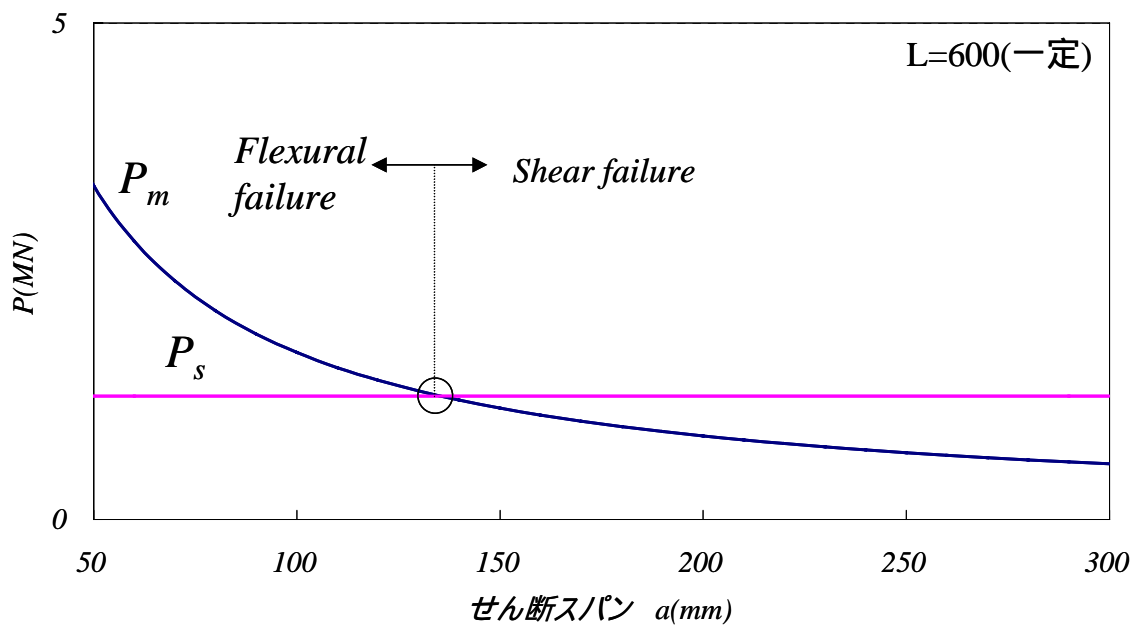


図 4 断面 (P-a 曲線)

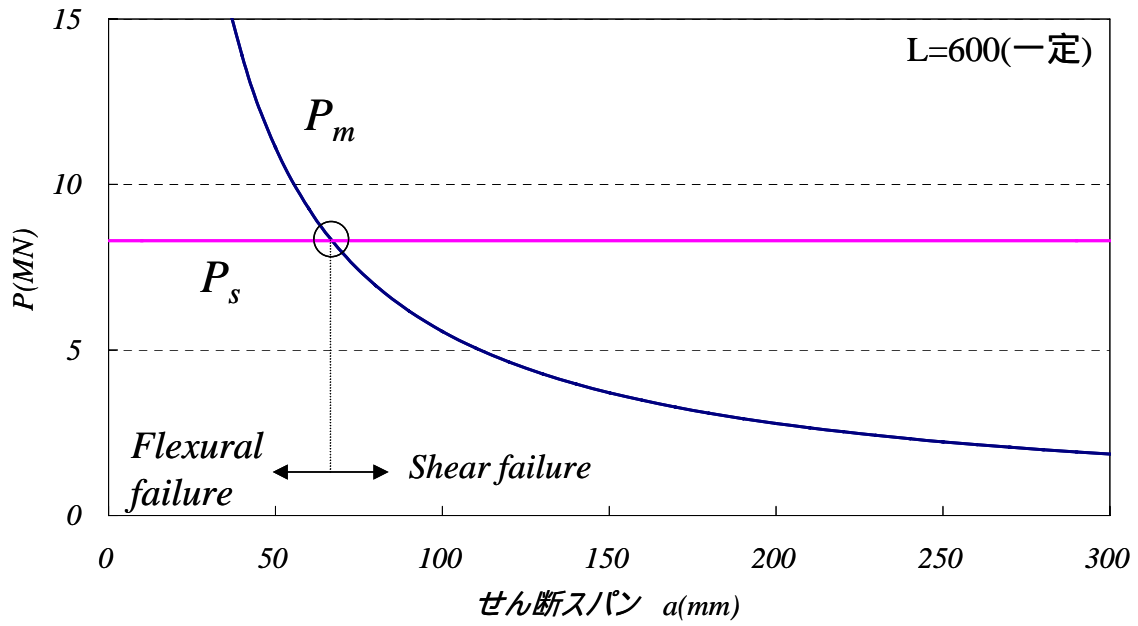


図5 断面 (P-a 曲線)

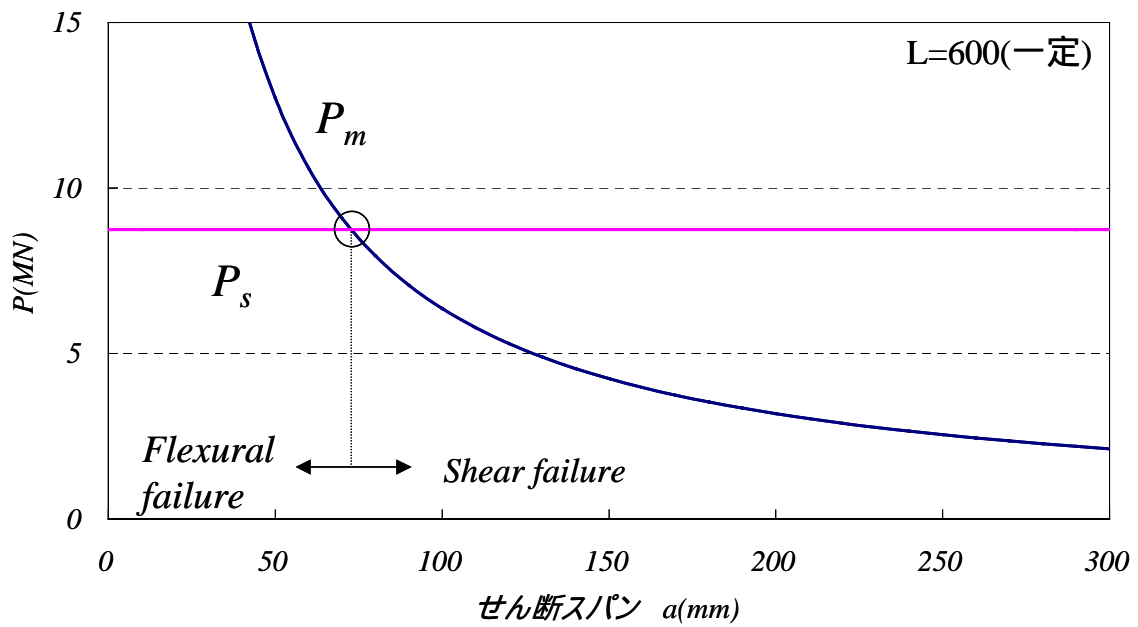


図6 断面 (P-a 曲線)

6.まとめ

単鉄筋の場合と、複鉄筋の場合を比較すると、単鉄筋では P_m と P_s の交点の位置が複鉄筋よりも長いということや、せん断耐力の上昇が確認できた。断面 と を比較すると、断面が大きい の方が荷重、せん断スパン比ともに増加していることが確認できた。