

変断面支柱の支圧強度特性について.

神戸大学工学部 正員 藤井 学
 " " " 〇宮本 文徳

1. まえがき.

等断面支柱の頸部にシェーなどによる局部荷重がかかる場合の支圧強度特性に関する研究は、従来よりかなり多くみられるが、図-1のような変断面に関するものは、ほとんどない。

本研究は変断面支柱の支圧強度特性に関する基礎研究として、問題を2次元化し、支柱の太さ、切欠き角度(傾斜角)、支承上面幅を变化させた場合について、有限要素法を用いて支圧面近傍の応力状態を調査し、またコンクリート供試体による実験を行ない、さらにもとに、びび割れ荷重、破壊荷重算定法について検討した。

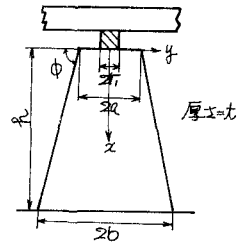


図-1

2. 研究計画

表-1は有限要素法で考慮した要因および計算結果を示す。コンクリート実験は表-1中●印を付したものに実施した。くりかえし回数は2である。なお、供試体は、 $30 \times 15 \times 50 \text{ cm}$ の長方形断面のものを用い、コンクリートの試験時の目標強度を、 300 kg/cm^2 とした。

考察は、有限要素法により求まる $y=0$ 軸上の割裂応力 σ_y -曲線を用い、 $(\sigma_y)_{\max}$ を求め $(\sigma_y)_{\max}$ がシング試験による引張強度 (σ_t) となった時、びび割れが発生するものとし、びび割れ荷重 (P_f) を(1)式で求め、実験値と比較検討する(記号は図-1参照)。

$$P_f' = 2bt \sqrt{\sigma_t}, \left(\frac{1}{t} = \frac{(\sigma_y)_{\max}}{g}, g = \frac{P}{2bt} \right) \quad (1)$$

表-1

2r	ϕ°	$2a$	$\sigma_{\text{top}}^{(\text{kg/cm}^2)}$	$(\sigma_y)_{\max}^{(\text{kg/cm}^2)}$	P_f'	$(\sigma_y)_{\max}$ 位置	$R_1 = \frac{P_f}{P_f'}$	$R_2 = \frac{P_b}{P_f'}$	2r	ϕ°	$2a$	$\sigma_{\text{top}}^{(\text{kg/cm}^2)}$	$(\sigma_y)_{\max}^{(\text{kg/cm}^2)}$	P_f'	$(\sigma_y)_{\max}$ 位置	$R_1 = \frac{P_f}{P_f'}$	$R_2 = \frac{P_b}{P_f'}$
(mm)																	
5	30	●30	23.6	0.410	25.9	0.66b	1.27	1.41	10	45	●10	26.2	0.325	36.2	0.80b	1.40	1.64
		●20	25.5	0.410	28.0	0.63b	1.24	1.50			●30	25.6	0.310	37.2	0.83b	1.39	1.60
		●15	25.7	0.411	28.1	0.68b	1.19	1.42			●20	25.8	0.310	37.4	0.83b	1.33	1.63
		●10	21.4	0.420	23.0	0.63b	1.21	1.45			●15	24.8	0.311	35.9	0.83b	1.19	1.49
		●5	21.6	0.410	23.7	0.69b	1.54	1.59			●10	26.2	0.304	38.8	0.95b	1.34	1.43
		●30	23.6	0.415	25.6	0.66b	1.28	1.43			●30	25.6	0.323	35.7	0.83b	1.44	1.67
	45	●20	25.5	0.413	27.8	0.63b	1.23	1.55			60	●20	25.8	0.326	35.6	0.82b	1.38
		●15	25.7	0.424	27.3	0.64b	1.23	1.52	●15	24.8		0.304	36.7	0.80b	1.20	1.61	
		●10	21.4	0.413	23.4	0.62b	1.18	1.29	●10	26.2		0.295	40.0	1.66b	1.54	1.60	
		●5	21.6	0.354	27.4	0.90b	1.70	1.70	●30	24.8		0.246	45.4	0.92b	1.56	1.91	
		●30	22.6	0.420	25.3	0.62b	1.30	1.44	●20	26.3		0.247	47.9	0.91b	1.54	1.71	
		●20	25.5	0.428	26.8	0.64b	1.55	1.63	15	45		●15	23.3	0.248	42.3	0.90b	1.76
	●15	25.7	0.415	27.8	0.60b	1.07	1.22	●30			24.8	0.243	45.9	0.98b	1.55	1.89	
	●10	21.4	0.365	27.9	0.47b	1.10	1.22	●20			26.3	"	48.8	0.93b	1.44	1.70	
	●5	21.6	0.396	24.6	1.65b	2.25	2.33	●15			23.3	0.241	43.5	0.97b	1.61	1.84	
	●30	—	0.387	—	0.67b	—	—	●30			24.8	0.245	45.6	0.90b	1.56	1.90	
	●5	—	0.187	—	3.20b	—	—	●20			26.3	"	48.4	0.90b	1.33	1.60	
	76	●30	—	0.387	—	0.67b	—	—	60	●15	23.3	0.225	46.6	1.05b	1.49	1.69	
●5		—	0.187	—	3.20b	—	—										
●30		25.6	0.323	35.7	0.83b	1.45	1.67										
●20		25.8	0.321	36.2	0.83b	1.45	1.80										
●15		24.8	0.325	34.4	0.81b	1.34	1.79										
●10		21.4	0.365	27.9	0.47b	1.10	1.22										
10	30	●30	25.6	0.323	35.7	0.83b	1.45	1.67									
		●20	25.8	0.321	36.2	0.83b	1.45	1.80									
		●15	24.8	0.325	34.4	0.81b	1.34	1.79									
		●10	21.4	0.365	27.9	0.47b	1.10	1.22									
		●5	21.6	0.396	24.6	1.65b	2.25	2.33									
		●30	—	0.387	—	0.67b	—	—									

3. 結果および考察

3-1. σ_y -曲線, $(\sigma_y)_{max}$.

有限要素法により求められた σ_y -曲線の切欠き角度による影響を $2\pi=5^\circ$ の1例について示すと、図-2のようになる。図-2より切欠き角度 $\phi=30^\circ$ の場合、 σ_y -曲線にあたる影響はほとんどない。 $\phi=45^\circ$ 以上になると、 $(\sigma_y)_{max}$ 値、およびその位置は、 $2a$ により変化する(表-1)。すなわち、 $\phi=45^\circ$ の場合、 $q/\pi=1.0$ で、 $\phi=60^\circ$ の場合、 $q/\pi \leq 2.0$ で $(\sigma_y)_{max}$ 値は切欠きのない場合と比し、5~15%減少し、その位置は下方へ移動しているのがわかる。また支圧板(2π)の変化による σ_y -曲線への影響は、 $2\pi=5^\circ$ の場合が最も小さく、 2π が大きくなるにつれて、影響の程度は小さくなる。

3-2. ヴィび割れ荷重, 破壊荷重算定法の考察

有限要素法による等主応力線を描くと、支圧板直下とその周辺に圧縮領域が存在し、これが、支圧板端から発生するヴィび割れの伸長を阻止するものとし、破壊を生じるヴィび割れは、すべて割れヴィび割れと仮定し、上述の P_{cr} を求め、実験によるヴィび割れ荷重(P_{cr})との比(k_1)、実験による破壊荷重(P_u)との比(k_2)を求めると、表-1のようになり、平均値はそれぞれ $\bar{k}_1=1.41$ 、 $\bar{k}_2=1.61$ となる。従って、ヴィび割れおよび破壊荷重計算式は(2)および(3)で表せば、平均値は実験値とよく合うはすである。いま、これらの式で $\bar{k}_1=1.40$ 、および $\bar{k}_2=1.60$ として精度を検討してみると、その結果はヴィび割れ荷重に対して、 $P_{cr}/P_{cr(theo)}$ の平均値は $\bar{\alpha}_r=1.01$ 、標準偏差 $\sigma_{\alpha_r}=0.15$ ($n=36$)、また、破壊荷重に対し、 $\bar{\alpha}_u=1.01$ 、 $\sigma_{\alpha_u}=0.13$ ($n=36$)となった。

$$P_{cr(theo)} = \bar{k}_1 \cdot P_{cr} \quad \text{————— (2)}$$

$$P_u(theo) = \bar{k}_2 \cdot P_{cr} \quad \text{————— (3)}$$

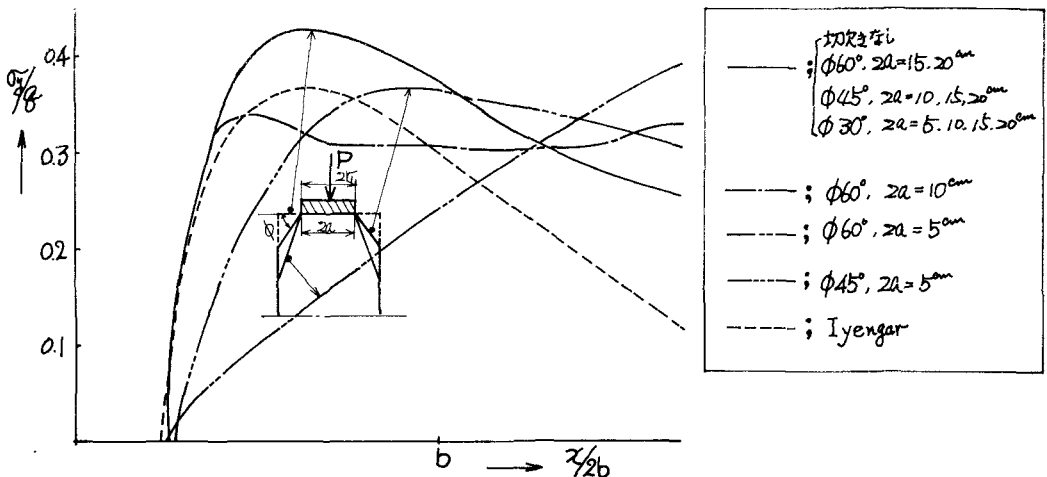


図-2. $2\pi=5^\circ$ の場合の σ_y -曲線の切欠き角度による変化。