

土木実験演習：コンクリート工学（吉川担当）

構造材料工学研究室：吉川 弘道
五明 賢

1. コンクリートの応力～ひずみ曲線

・ Popovics の応力～ひずみ曲線

$$\frac{s}{f'_c} = \frac{e}{e_0} \cdot \frac{n}{n-1 + \left(\frac{e}{e_0}\right)^n}$$

$$n = (0.57 \times 10^{-2} \times f'_c) + 1 \quad (f'_c = \text{kgf/cm}^2)$$

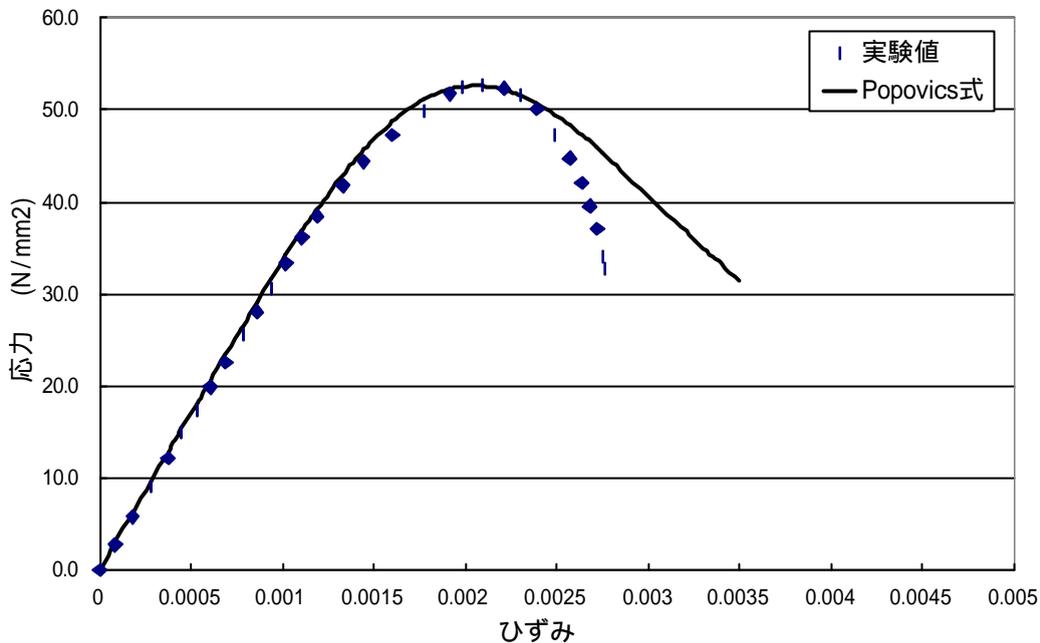
$$e_0 = 4.29 + 10^{-4} \sqrt[4]{f'_c}$$

表 - 1 各コンクリートの係数

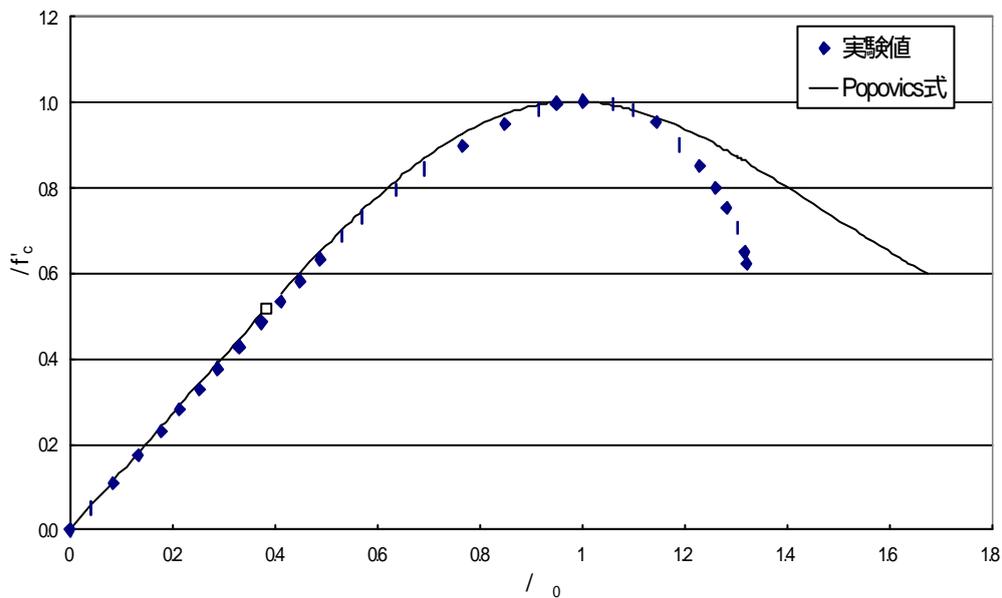
	実験値(授業中の配布資料)		Popovicsの式		
	最大強度 f'_c	最大ひずみ e_0	n	最大ひずみ e_0	
材料\単位	N/mm ²	kgf/cm ²	-	-	-
高強度コンクリート	52.7	527	0.00209	4.001	0.00205
普通コンクリート	36.0	360	0.002454	3.051	0.00187
低強度コンクリート	13.3	133	0.00141	1.757	0.00146

コンクリートの応力-ひずみの比較

高強度コンクリート ($f_c' = 52.65 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon_0 = 0.00209$)

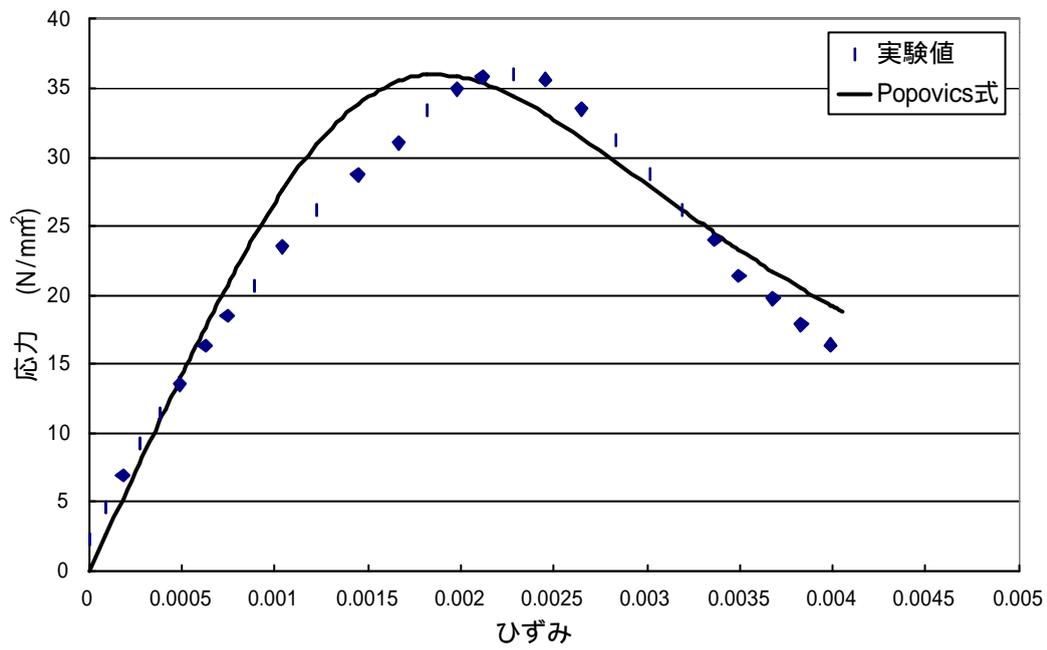


(a) 実際値表示

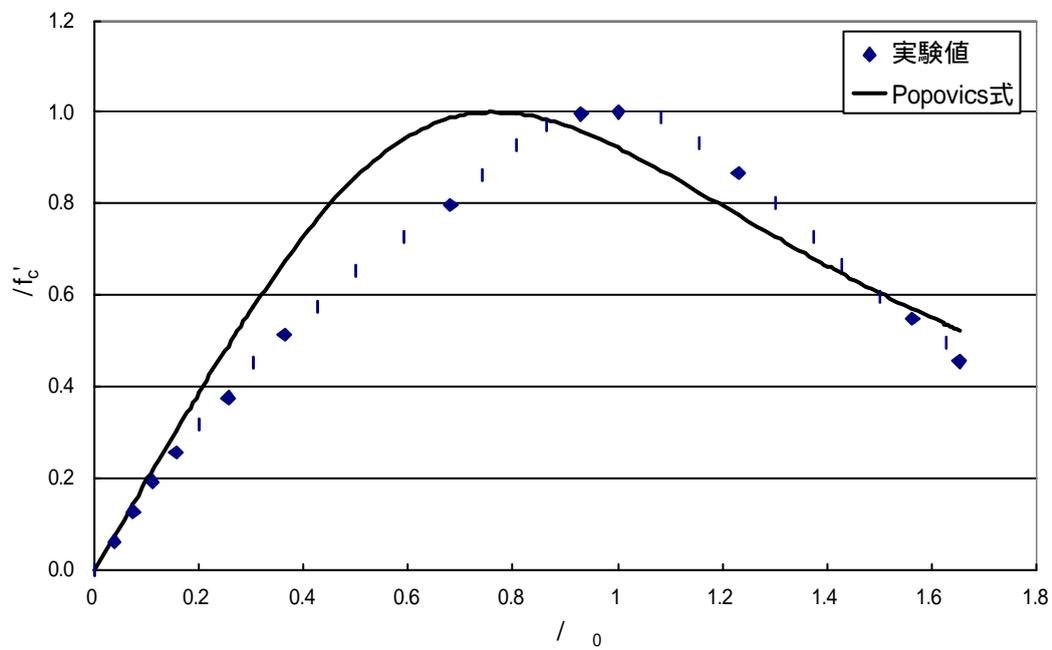


(b) 無次元表示

普通コンクリート ($f_c'=35.98\text{N/mm}^2$, $\epsilon_0=0.00245$)

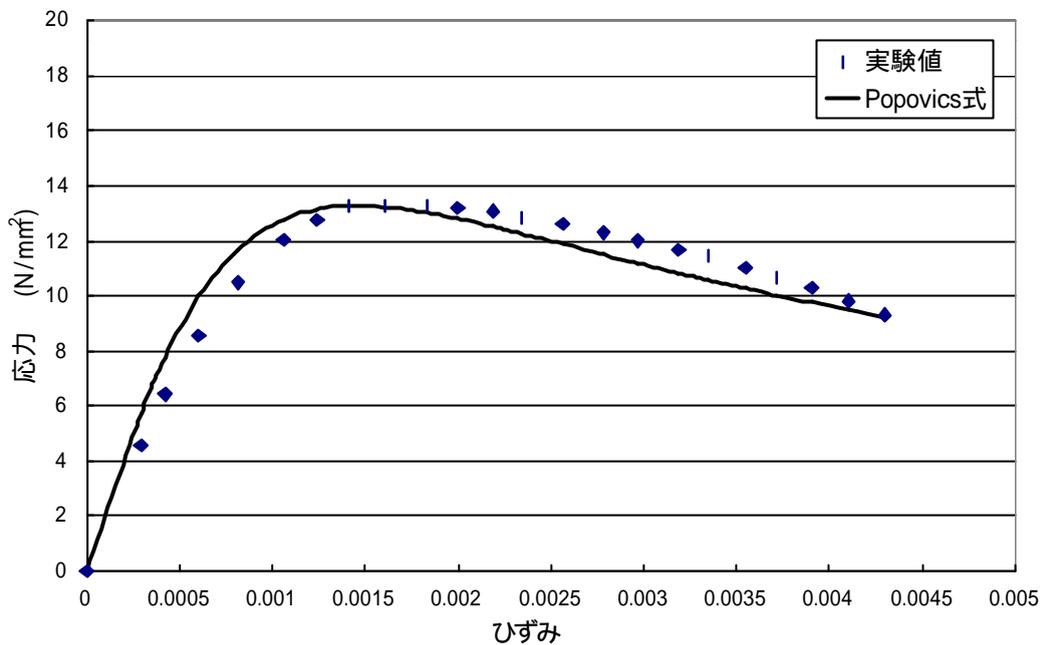


(a) 実際値表示

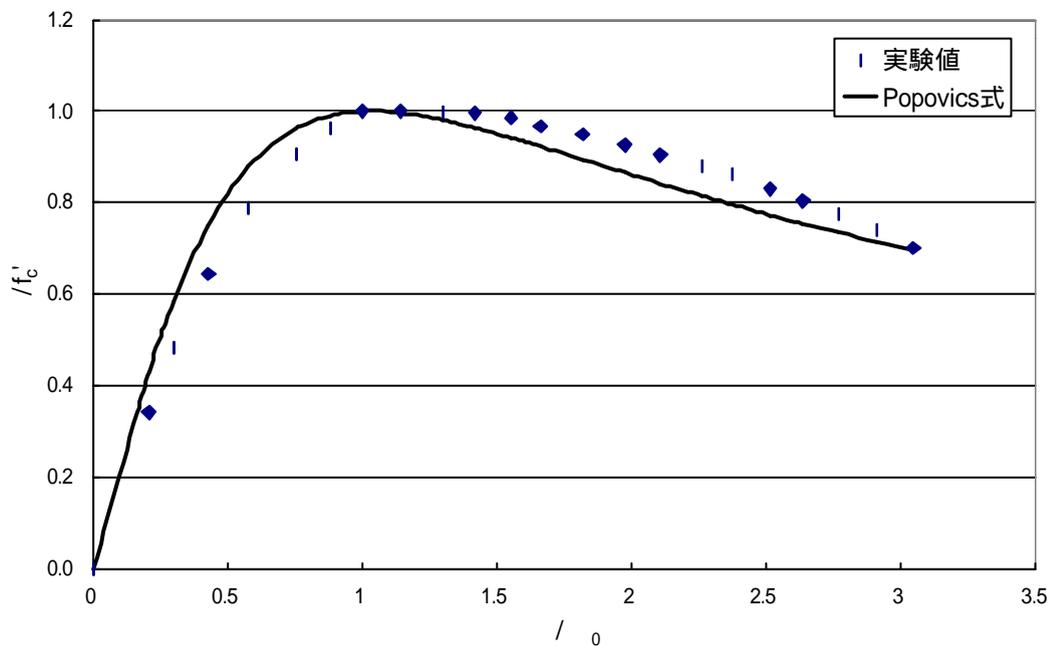


(b) 無次元表示

低強度コンクリート ($f_c'=13.28\text{N/mm}^2$, $\epsilon_0=0.00141$)



(a) 実際値表示



(b) 無次元表示

表 - 2 応力およびひずみの実験値(配布資料)

	高強度コンクリート f'c=52.65(N/mm ²) ε _y = 0.00209		普通コンクリート f'c=35.98(N/mm ²) ε _y = 0.00245		低強度コンクリート f'c=13.28(N/mm ²) ε _y = 0.00141	
	応力 (N/mm ²)	ひずみ	応力 (N/mm ²)	ひずみ	応力 (N/mm ²)	ひずみ
0	0	0	0	0	0	0
1	2.701038	0.000087	2.254699	0.000091	4.544099	0.000291
2	5.719844	0.000178	4.604666	0.000182	6.418936	0.000421
3	9.151751	0.000278	6.954634	0.000274	8.547990	0.000604
4	12.107004	0.000374	9.272845	0.000382	10.486381	0.000812
5	14.871595	0.000447	11.400518	0.000491	12.043450	0.001060
6	17.318418	0.000530	13.528192	0.000625	12.774319	0.001242
7	19.828794	0.000604	16.322748	0.000743	13.282750	0.001412
8	22.529831	0.000691	18.482178	0.000890	13.282750	0.001607
9	25.516861	0.000782	20.641607	0.001042	13.250973	0.001833
10	28.059014	0.000860	23.499676	0.001225	13.219196	0.001998
11	30.601167	0.000938	26.135450	0.001446	13.092088	0.002189
12	33.302205	0.001021	28.707712	0.001668	12.837873	0.002341
13	36.130350	0.001107	31.025924	0.001815	12.615435	0.002562
14	38.481842	0.001194	33.375891	0.001976	12.297665	0.002784
15	41.754864	0.001329	34.931951	0.002115	12.011673	0.002971
16	44.360571	0.001446	35.821128	0.002280	11.693904	0.003188
17	47.220493	0.001603	35.979909	0.002454	11.471466	0.003344
18	49.857977	0.001776	35.630590	0.002649	11.026589	0.003548
19	51.732815	0.001915	33.502916	0.002832	10.677043	0.003718
20	52.431907	0.001985	31.216461	0.003014	10.295720	0.003904
21	52.654345	0.002093	28.802981	0.003188	9.819066	0.004104
22	52.368353	0.002215	26.198963	0.003366	9.310636	0.004295
23	51.573930	0.002298	24.007777	0.003496		
24	50.175746	0.002393	21.435515	0.003679		
25	47.347601	0.002489	19.752430	0.003831		
26	44.741894	0.002571	17.847051	0.003987		
27	42.040856	0.002636	16.386261	0.004048		
28	39.562257	0.002680				
29	37.115435	0.002723				
30	34.064851	0.002754				
31	32.730220	0.002762				

応力 = 荷重P / 断面積A 断面積A = D² / 4 (D = 100mm)
 ひずみ = 変形 / ゲージ長さL ゲージ長さL = 100mm

表 - 3 応力およびひずみの算定値(Popovics 式による)

	高強度コンクリート		普通コンクリート		低強度コンクリート	
	$f'c=52.65(N/mm^2)$ 応力 (N/mm ²)	$\epsilon_c = 0.00209$ ひずみ	$f'c=35.98(N/mm^2)$ 応力 (N/mm ²)	$\epsilon_c = 0.00245$ ひずみ	$f'c=13.28(N/mm^2)$ 応力 (N/mm ²)	$\epsilon_c = 0.00141$ ひずみ
0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1	2.967	0.000087	2.613	0.000091	5.713	0.000291
2	6.082	0.000178	5.223	0.000182	7.757	0.000421
3	9.493	0.000278	7.827	0.000274	9.973	0.000604
4	12.754	0.000374	10.907	0.000382	11.666	0.000812
5	15.269	0.000447	13.944	0.000491	12.775	0.001060
6	18.072	0.000530	17.611	0.000625	13.152	0.001242
7	20.570	0.000604	20.671	0.000743	13.275	0.001412
8	23.488	0.000691	24.272	0.000890	13.232	0.001607
9	26.518	0.000782	27.592	0.001042	13.023	0.001833
10	29.077	0.000860	30.928	0.001225	12.805	0.001998
11	31.587	0.000938	33.870	0.001446	12.511	0.002189
12	34.170	0.001021	35.527	0.001668	12.259	0.002341
13	36.796	0.001107	35.950	0.001815	11.880	0.002562
14	39.303	0.001194	35.862	0.001976	11.499	0.002784
15	42.896	0.001329	35.395	0.002115	11.183	0.002971
16	45.669	0.001446	34.465	0.002280	10.826	0.003188
17	48.736	0.001603	33.158	0.002454	10.577	0.003344
18	51.160	0.001776	31.426	0.002649	10.265	0.003548
19	52.279	0.001915	29.674	0.002832	10.017	0.003718
20	52.557	0.001985	27.876	0.003014	9.754	0.003904
21	52.623	0.002093	26.178	0.003188	9.487	0.004104
22	52.186	0.002215	24.489	0.003366	9.243	0.004295
23	51.607	0.002298	23.302	0.003496		
24	50.681	0.002393	21.720	0.003679		
25	49.514	0.002489	20.480	0.003831		
26	48.341	0.002571	19.280	0.003987		
27	47.326	0.002636	18.834	0.004048		
28	46.611	0.002680				
29	45.871	0.002723				
30	45.339	0.002754				
31	35.747	0.003262				
32	31.416	0.003500				
33						
34						

応力 = 荷重P / 断面積 A
 ひずみ = 変形 / ゲージ長さ L

断面積 A = $D^2 / 4$ (D = 100mm)
 ゲージ長さ L = 100mm