

山口大学 正員 加賀美 一三

○長谷川 博
関 一

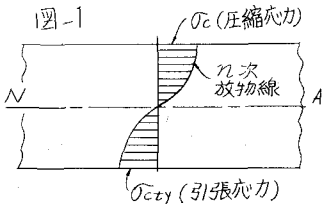
1. 緒言

コンクリートの曲げ試験法は規定されているが、供試体寸法の小型化、載荷方法とその力学的関連などについて種々の見解があり、未だ合理的試験として認めがたいものがある。セメント協会も1971年度の研究課題としてのⅢとして供試体寸法と載荷方法をあげ、9試験所の貴重な研究資料と成果をSept. 1972 専門委員会H-24⁽¹⁾として報告されている。

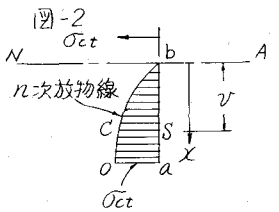
著者等は砕石粗骨材の使用の時代として 委員会報告⁽¹⁾, p. 43, 表-6中の粗骨材最大寸法 20mmのコンクリート配合の場合を小型供試体 10×10×40cm は相似率が妥当のものとして、委員会報告, p. 44-表-7のD, E, I試験所のW/C; 45, 55%の配合設計値をそのまま引用、供試体を造形し材令7日, 28日のはり供試体に対し、3等分点載荷による曲げ試験を実施した。そして現行の弾性理論式と別に誘導した塑性式とにより立証計算をしたところ、後者によるならば理論値と実験値とがほぼ一致する良結果を得たことの報告であり、現行曲げ試験法の計算法には力学的に考慮の余地のあることを述べようとするものである。

2. 塑性式の誘導

脆性材料であるコンクリートのはり部材の応力分布は曲げ破壊前においては図-1といえる。いま曲げ破壊の場合であるが中立軸に対してほとんど相似しており、引張縁応力はコンクリートの引張強度に達するが、圧縮縁応力は使用コンクリートの引張強度にほぼ等しい圧縮応力に達するのみで設計基準強度 σ_{ct} に到達しないが、引張応力によるひびわれは鉄筋コンクリートばりと異なり、瞬間的に上昇して圧縮縁も引張強度により破断するものと考えられる。



以上の観点により中立軸以下の応力分布形の諸元とその応力値について述べることにする。



コンクリートの応力分布曲線は著者の土木学会論文集, 中19号, p. 35, 1954に示すごとく $\sigma_{cv} = (\xi v)^{1/2}$ であり、放物線面積を H 、中立軸より応力分布面積の図心までの距離を $\bar{x} (= \bar{x})$ とすると

$$\bar{x}H = \int_0^x (\xi v)^{1/2} v dv = \sigma_{cv} \frac{n}{2n+1} x^2, \text{ 式中 } H = \mu v \sigma_{cv}$$

$\bar{x} = \mu x$, $\mu = \frac{n}{n+1}$, $\nu = \frac{n+1}{2n+1}$ μ は応力面積係数, ν は図心係数, はりの x 断面の抵抗モーメントを M_x とすると

$$M_x = 2Hb\bar{x} = 2\mu\nu\sigma_{cv}b\nu v^2 \quad (1)$$

$$\therefore \sigma_{cv} = \frac{M_x}{2\mu\nu b v^2} \quad (2)$$

参考に、一般弾性理論式を示すと

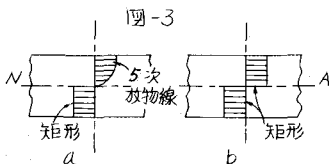
$$\sigma_{cv} = \frac{M}{I} v = 1.5 \frac{M}{b v^2} \quad (3)$$

はり破壊(破断)は図-3のaとbの場合として、曲げモーメント式を(1)より求めると

$$M_x = 0.834 v \sigma_{cv} b \times 0.546 v + \sigma_{cv} v b \times 0.5 v = 0.955 \sigma_{cv} b v^2 \quad (4)$$

$$M_x = 2 \{ \sigma_{cv} v b \times 0.5 v \} = \sigma_{cv} b v^2$$

3等分載荷の場合には 一般に曲げモーメント一定部, とくにたわみ



最大部にて破断することが当然であり、左証実験においても大部分の供試体がこの破壊様相を示した。いまスパン l 、荷重 P とすると曲げモーメント一定部の値 $M = P/2 \times l/3$ であり、(2)式中の M_x に $Pl/6$ 、 $v = l/2$ と代入し、はりの破壊強度 P_u を求める

$$P_u = \alpha \frac{\sigma_{cv} b h^2}{l} \quad (5) \text{ 式中, } \begin{array}{|c|c|c|} \hline & a \text{ 図の場合} & b \text{ 図の場合} \\ \hline \alpha & 1.43 & 1.50 \\ \hline \end{array} \quad \text{参考: } P_u = \frac{\sigma_{cv} b h^2}{l} \quad (6) \quad \text{(-般の場合)}$$

(2), (3)式および(5), (6)式は塑性応力時式、現行式の破壊曲げ縁応力および破壊荷重である。

3 実験結果と照査計算

1表 コンクリートの配合設計(セメント協会, F-24)

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	スランプ (結果) cm	W/C		S/A	単位重量 kg/m³			
			%	%		%			
						W	C	S	G
D	20	2.5	45	40	165	367	758	1169	
E	20	1.5	45	38	152	338	734	1183	
I	20	3.0	45	45	171	380	813	1045	
D	20	2.0	55	41.5	163	296	805	1161	
E	20	2.0	55	40	152	276	795	1174	
I	20	2.5	55	45	169	307	842	1083	
Y	20	2.0	65	45	177	272	847	1075	

2表 コンクリートばり曲げ試験(実験I)

コンクリートの種類	材令7日実験, t				材令28日実験, t			
	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3	平均値
D	136	139	127	134	170	180	175	175
E	132	130	127	130	148	145	149	147
I	131	128	135	131	142	166	147	152
D	125		115	120	140	131	134	135
E	115	103	103	107	132	130	138	133
I	116	120	125	120	139	125		132
Y	94	119	105	106	106	105	134	112

4表 コンクリートばりの曲げ破壊荷重と計算値(実験I)

コンクリートの種類	材令7日実験, t				材令28日実験, t			
	P_e	P_u (a図)	P_u (b図)	一般式 (JIS)	P_e	P_u (a図)	P_u (b図)	一般式 (JIS)
D	134	119	124	0.829	175	131	132	0.921
E	130	117	122	0.816	147	130	136	0.906
I	131	111	116	0.773	152	126	132	0.879
D	120	111	116	0.773	153	132	138	0.922
E	107	111	116	0.776	133	131	138	0.919
I	120	108	113	0.756	132	131	137	0.916
Y	100	0.809	0.849	0.566	112	0.876	0.919	0.613

5表 曲げ試験における破壊荷重 P_e と計算値 P_u との比(実験I)

コンクリートの種類	材令7日 P_u/P_e , %			材令28日 P_u/P_e , %		
	a図の場合	b図の場合	一般式 (JIS) の場合	a図の場合	b図の場合	一般式 (JIS) の場合
D	88.4	92.8	61.9	74.5	78.2	52.1
E	89.8	94.2	62.8	88.0	92.3	61.6
I	84.4	88.5	59.0	82.6	86.7	57.8
D	92.1	96.6	64.4	97.7	102	68.2
E	104	109	72.5	98.7	104	69.0
I	90.1	94.5	63.0	99.2	104	69.3
Y	80.9	84.9	56.6	78.2	82.0	54.7

6表 コンクリートばり曲げ試験(実験II)

コンクリートの種類	材令7日実験, t				材令28日実験, t			
	No.1	No.2	No.3	平均値	No.1	No.2	No.3	平均値
D	135	138	146	139	183	178	175	179
E	130	153	135	139	172	180	188	180
I	123	122	123	123	177	168	162	169
D	122	110	111	111	168	147	158	158
E	106	121	112	113	150	193	156	153
I	100	0.94	1.00	0.98	148	172	154	151
Y	0.93	0.91	0.92	0.92	129	139	134	134

3表 供試体コンクリートの引張試験値(実験I), kg/cm^2

コンクリートの種類	7日	28日
D	24.9	27.4
E	24.5	27.2
I	23.2	26.4
D	23.2	27.7
E	23.3	27.6
I	22.7	27.5
Y	17.0	18.4

7表 供試体コンクリートの引張試験値(実験II), kg/cm^2

コンクリートの種類	材令7日	材令28日
D	25.3	32.3
E	23.7	30.0
I	20.7	29.1
D	20.5	28.1
E	22.6	27.4
I	20.1	24.4
Y	14.1	23.5

8表 コンクリートばりの曲げ破壊荷重と計算値(実験II)

コンクリートの種類	材令7日実験, t				材令28日実験, t			
	P_e	P_u (a図)	P_u (b図)	一般式 (JIS)	P_e	P_u (a図)	P_u (b図)	一般式 (JIS)
D	139	121	126	0.842	179	154	161	1.08
E	139	113	118	0.789	180	144	151	1.00
I	123	0.986	1.03	0.689	169	139	145	0.969
D	111	0.976	1.02	0.682	158	134	140	0.935
E	113	1.08	1.13	0.752	153	130	137	0.912
I	0.98	0.957	1.00	0.669	151	116	122	0.812
Y	0.92	0.672	0.704	0.469	134	112	117	0.782

9表 曲げ試験における破壊荷重 P_e と計算値 P_u との比(実験II)

コンクリートの種類	材令7日 P_u/P_e , %			材令28日 P_u/P_e , %		
	a図の場合	b図の場合	一般式 (JIS) の場合	a図の場合	b図の場合	一般式 (JIS) の場合
D	86.6	90.9	60.6	85.9	90.1	60.0
E	81.2	85.1	56.7	80.1	84.0	56.0
I	80.1	83.9	56.0	81.9	85.9	57.3
D	87.9	92.1	61.4	84.6	88.7	59.1
E	95.2	99.9	66.5	89.4	89.4	59.6
I	97.6	102	68.2	76.8	80.6	53.7
Y	73.0	76.5	50.4	85.3	87.5	58.3

2表～5表のヤ1実験, 6表～9表のヤ2実験資料の要約と記述したものであるが, 5表, 9表の結果よりわかるようにa図の場合は約15%程度, b図の場合は約10%程度, 一般式の場合は約40%程度となる。

コンクリート曲げ破壊は塑性様相がb図の場合が妥当と考えられる。また, 本研究のヤ1実験の場合は夏期, ヤ2実験の場合は冬期のコンクリート打込みであったのであるが, コンクリートの1週, 4週の強度増進はその差違が顕著であつて注意に値すると思えられる。