

鉄筋コンクリートばりせ人出賃等に関する考察

九州共立大学工学部 会 員 坂 賀 美 一 二 三 学 生 会 員 具 志 堅 弘

1. 鉄筋コンクリートばりの終局強さ設計において、塑性域有重に対する安全係数が必要であり、それは部材の収容限度により定まるのが一般である。本文はせん断疲労についての考察の報告である。本考察は振動数毎分200回、繰返回数50万と100万回として動荷重割下の実験を実施したもので、 σ/σ_b の1/2近辺の応荷の場合について低鉄筋、過鉄筋の丸鋼、異形丸鋼ばりの1/8試体について実験資料を整理し、既報の著者の1人の新理論式の立証計算を述べたものである。

2. 実験手順と実験結果 実験試体は普通コンクリートのものを示すと図-1となる。供試体は打設後2日目脱型、3日目より6週間水中養生、後2週間空中養生して実験したもので、ひび割れは図-2のほり面貼付のペーパーゲージによりオシログラフを用いて測定した。供試体用コンクリートの炭素値を示すと表-1のごとくである。はり供試体のひびわれ状況はURCはせん断スパン内の45°の傾斜ひびわれを主体とし、ORCは全供試体でDouble shear crackの現象となり、斜引張応力の影響が中々45°の傾斜にて表

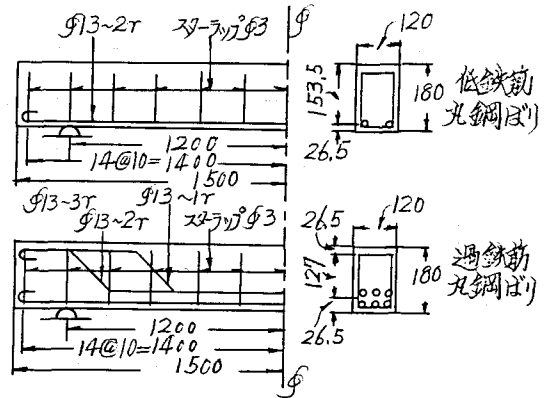


図-1 低鉄新丸鋼異形丸鋼ばりの構造図

わかれ、いわゆる、Peeling away action によるものといえる。負荷の終局段階においては、せん断スパン内の斜むきわれが両側面に表われたとときのせん断破壊と、その直後に起るせん断破壊前の二様相となり、表-2の図解要項を示すことになる。表-2中、繰返し回数、 $n \rightarrow \infty$ はせん断破壊の様相が繰返し回数が増え、その影響があらわれにくくなることと意である。繰返し負荷において URC は丸鋼、異形丸鋼ほりとともに負荷段階 40~50% にて、たわみ量 1.0~1.5 mm に達しその後は負荷上昇操作まで、ほぼ一定を保ち、URC はともにも 50% にて、たわみ量 1.0~1.5 mm に達し、URC と同一傾向をたどり、破壊時のたわみ量ともにも 3~4 mm である。ひずみ値の傾向も負荷段階とともにたわみ量とほぼ同一様相を示し、せん断スパン中央において $(1-\alpha) \times 10^4$ を示した。

図-3、図-4は鉄筋コンクリート丸鋼ばり、異形丸鋼ばりと過鉄筋コンクリート丸鋼、異形丸鋼ばりの破壊荷重は S と繰返し回数 N の要、異形丸鋼ばりの場合： $S=1.00-0.54N$ 、過鉄 $N \sim$ 丸鋼ばり、 $S=1.00-0.54N \sim$ 異形丸鋼ばり

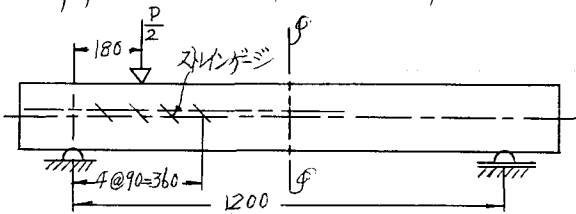


図-2 ひずみ測定用スリングの位置

表-1 供試体コンクリートの関係値

項目	URC					ORC			
	丸鋼(ばり)			異形丸鋼(ばり)		丸鋼(ばり)		異形丸鋼(ばり)	
供試体番号	No1	No2	No3	No1	No2	No1	No2	No1	No2
スラブ, cm	2.6	1.4	2.1	2.4	2.2	1.9	2.0	2.5	2.0
空気量, %	2.2	1.8	2.2	2.1	2.1	2.1	2.2	2.0	2.1
Q _g , kg/cm ²	138	155	144	185	180	146	133	145	158

表-2 せん断破壊値、破断値と関係事項

要項 はりの種		新式鋼線		新式鋼線		摘要			
		鋼線重	鋼線径	鋼線重	鋼線径	荷重値	最大伸長		
新式鋼線	URC	No1	90	12.3	-	12.7	0.62Pu	5.6x10 ⁵	
		No2	104	12.3	11.6	12.6	0.53Pu	10 ⁶ →	
		No3	90	12.3	10.3	12.6	0.45Pu	5x10 ⁶	
新式鋼線	ORC	No1	18.1	20.1	14.7	19.0	0.50Pu	3.2x10 ⁵	
		No2	15.5	16.3	13.7	18.1	0.47Pu	10 ⁶ →	
		No1	120	13.0	9.0	10.2	0.45Pu	5x10 ⁶	
新式鋼線	URC	No2	133	15.1	9.0	10.6	0.42Pu	10 ⁶ →	
		ORC	No1	15.8	21.2	12.8	15.3	0.45Pu	5x10 ⁵
			No2	15.2	21.3	14.3	17.4	0.38Pu	10 ⁶ →

係を示し、次の実験式が求められた。低鉄筋コンクリート丸鋼、異形丸鋼ばりの場合： $S=1.00-0.54N$ 、過鉄筋コンクリート丸鋼、異形丸鋼ばりの場合： $S=1.00-0.53N$ 、丸鋼ばり、 $S=1.00-0.54N$ 、異形丸鋼ばり

3. q/dに
よる破壊様相
の判定の確度
を高める場合
への適用につい
て、所載の
鉄筋コンク
リートばりの
せん断破壊、
せん断-曲げ

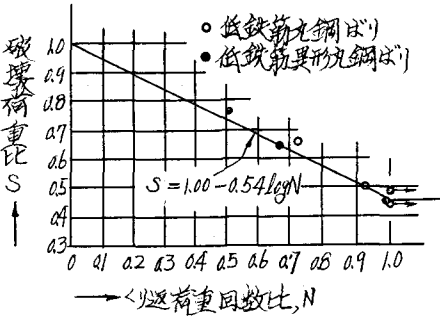


図3 低鉄筋光鋼、異形鋼ばりのSとNとの関係

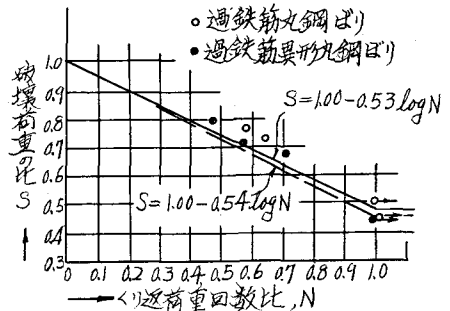


図4 過鉄筋光鋼、異形鋼ばりのSとNの関係

破壊の類別判定の基準に本実験結果を適用すると表-3のとおりである。表-3の判定と破壊様相の比較のよう

ばりの種類	種類	P%	f_t	d, mm	q/d (計算)	判定	破壊様相	
光鋼ばり	S	1.47	0.392	15.05	2.16 ~ 3.19	S-f	S-f	
	H	1.44	0.375	15.35	2.16 ~ 3.13	S-f	S-f	
	S	1.43	0.331	15.45	1.87 ~ 2.76	S-f	S-f	
	H	1.46	0.339	15.15	1.92 ~ 2.53	S-f	S-f	
	S	1.49	0.373	14.85	2.11 ~ 3.11	S-f	S-f	
	H	1.47	0.318	15.05	2.68 ~ 3.07	S-f	S-f	
	ORC	S	4.41	0.741	13.50	4.77 ~ 6.18	S-f	S-f
		H	4.15	0.742	13.40	4.19 ~ 6.19	S-f	S-f
		S	4.41	0.755	13.50	4.27 ~ 6.30	S-f	S-f
		H	4.38	0.754	13.60	4.26 ~ 6.29	S-f	S-f
異形鋼ばり	S	1.38	0.333	15.31	1.88 ~ 2.78	S-f	S-f	
	H	1.40	0.338	15.07	1.91 ~ 2.52	S-f	S-f	
	S	1.36	0.339	15.57	1.92 ~ 2.53	S-f	S-f	
	H	1.38	0.344	15.37	1.94 ~ 2.57	S-f	S-f	
	ORC	S	4.54	0.731	13.39	4.13 ~ 6.10	S-f	S-f
		H	4.62	0.732	13.73	4.14 ~ 6.10	S-f	S-f
		S	4.66	0.721	13.63	4.17 ~ 6.01	S-f	S-f
		H	4.69	0.722	13.53	4.18 ~ 6.02	S-f	S-f

表中: S=静的試験, H=動的試験

本実験は, $l=1.2m$, $\chi=180mm$ の場合であるから, これらの関係を(1)式に代入し整理すると(2)式となる。

$$S_a = 0.346 P_0 + 0.319 P_0' \frac{0.809}{1 - \frac{4\omega^2}{P_0^2}} + \frac{0.426}{1 - \frac{4\omega^2}{P_0^2}} + \frac{0.603}{1 - \frac{4\omega^2}{P_0^2}} - \frac{0.147}{1 - \frac{4\omega^2}{P_0^2}} \quad (2)$$

以上の式中の諸項: $P_0 =$

$(P_0 + H)/2$, K_g , $P_0' = (P_0 - H)/2$, K_g , P_0 , P_0' = 各々の場合の最高荷重および最低荷重, K_g , r = 断面2次モーメント, cm^4 , I = 鉄筋コンクリートばりの断面2次モーメント, cm^4 , A = ばりの断面積, cm^2 , ω = 振動数, $1/s$ 。
表-4のとおり、静的試験における S_0/S_a の比はほぼ一定であり、有効な結果が得られた。

5. 結論 静的の場合の q/d の理論が、動的荷重下にも適用できる。最大せん断ひずみはせん断スパンの中央におよび、ORCは中部に中応ひひびわれ帯を形成する。せん断破壊は目撃により証明できた。本実験によりせん断破壊は光鋼ばりではURC, ORCと約45%, 異形鋼ばりではURC, ORCと約50%と考えられる。参考文献: (1)九州公立工芸学部定章, 半稿, その他へ著者, 学芸論文集, 及び技術年報掲載。

に、繰返し荷重時に於いて q/d による破壊様相の判定は成立することが明らかであり、実験結果 ORC はより再分散のため Rumble shear crack 現象にみるようにせん断破壊の様相が顕著である。

4. 理論式による計算と照査 鉄筋コンクリートばりについて、運動方程式より動的荷重下のせん断力の理論式 S_{dyn} の式を導いていすが、この式に破壊値を代入して (著者の1人) 照査してみることにする。

$$S_{dyn} = \frac{P_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi}{l} a \cos \frac{n\pi}{l} x + \frac{r^2 P_0'}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi}{l} a \cos \frac{n\pi}{l} x - \frac{l}{r^2} \frac{1}{\omega^2} \quad (1)$$

項目	URC 光鋼ばり		ORC 光鋼ばり		URC 異形鋼ばり		ORC 異形鋼ばり	
荷重増倍	0.62	0.53	0.50	0.47	0.45	0.42	0.38	0.35
A_s, cm^2	2.65	2.65	7.16	7.16	2.54	2.54	7.62	7.62
$b d, cm^2$	184	182	161	163	181	184	165	162
P_0, kg	1.44	1.46	4.85	4.88	1.40	1.38	4.62	4.69
P_0', kg	1.38	1.55	1.46	1.33	1.85	1.80	1.45	1.58
$S_0, kg/cm^2$	2.985	2.995	2.995	2.955	3.740	3.740	3.740	3.740
$S_a, kg/cm^2$	1.553	0.511	0.718	0.919	0.411	0.507	0.789	0.719
I, cm^4	5171	4710	6076	6614	4707	4712	6734	4373
A, cm^2	178	164	276	331	171	177	330	339
P_0, kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
P_2, kg	5450	5450	9060	7300	5400	5400	7650	5740
(2) の 1/2 増倍	1277	1277	1192	1643	1267	1267	1713	1335
(2) の 1/2 増倍	1172	1127	2534	2136	1143	1189	2351	1512
S_0/S_a	2.349	2.404	4.566	3.719	2.410	2.456	4.64	2.947
S_0/S_a	2.925	2.925	4.530	3.650	2.700	2.700	3.825	2.870
S_0/S_a	1.16	1.13	1.00	0.987	1.12	1.10	0.980	1.01