

武蔵工大 正 小玉克己
 飛島建設 〃 蓮沼喜久男
 飛島建設 〃 小林清三

1. 目的

スリップフォーム工法におけるクライミングロッド系は、(a)図に示すように、直接荷重を受けるロッドが、ケーシングによって座屈変形の拘束を受け、さらにそのケーシングは上端が回転拘束を受け、下部コンクリートおよび型枠によって拘束を受けている。いま(b)図に示したように、ケーシングの下端も回転拘束を受ける状態に、(a)図の状態を置き直す場合、その等価的な(Pが等しい)材長がどうなるかを実験的に求め、次にロッドの継目が座屈にどのような影響を与えるかを知り、以上の結果にもとづいて、クライミングロッド系の実用計算式の誘導を目的とする。

前回において(47年度全国大会)、コンクリートの品質、ロッドの断面、ケーシングの断面等を一定とした条件のもとに実用計算式の誘導を試みたが、今回はコンクリートの品質(Slamp 0cm, 5cm, 10cm)を変え、又型枠の拘束を加味した実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験ⅠはコンクリートのSlampを0, 5, 10cmと変化させ、ロッドの埋込み長さを変えて、(60, 80, 100cm)座屈実験を行った。

実験Ⅱは実験Ⅰと同様であるが、ロッドの最大撓み点に継手をもうけて、座屈実験を行った。

実験Ⅲは型枠の拘束効果を測定するために、実験時に型枠を取付た状態と、外した場合の比較実験を行った。コンクリートは、1層20cmとし、1層打設後40分で次の層を打設し、最終層打設後20分で座屈実験を行った。型枠は(c)図に示す如く、900 x 300 x 1.219(下部にはアタッチメントが取付けてある。(d)図にコンクリート打設方法と経過時間を示した。

表-1にロッドとケーシングの諸元、表-2にコンクリートの配合を示す。

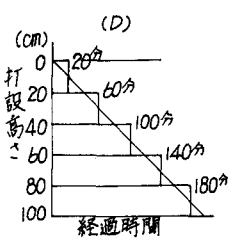
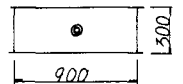
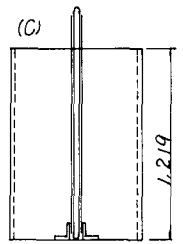
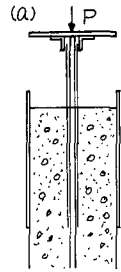


表-1

ロッド		ケーシング		
材質	径 (cm)	材質	外径 (cm)	内径 (cm)
SS41	247.5	SS41	317.7	264.1

表-2

C	W	S/a	Slamp	S	G
300	154	40	0	769	1.212
300	198	40	5	723	1.140
300	214	40	10	707	1.115

3. 実験結果

実験結果をまとめると、表-3、表-4の如くである。

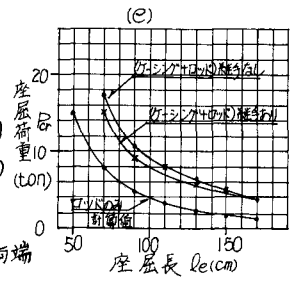
表-4

層高 (cm)	コンクリート無し				コンクリートに埋込(型枠あり)								コンクリートに埋込(型枠なし)				
					Slamp 0 (cm)		Slamp 5 (cm)		Slamp 10 (cm)		Slamp 0 (cm)		Slamp 5 (cm)				
	R (kg)	P (kg)	P ₂ (kg)	P ₃ (kg)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ (kg)		
170	1,317	1,420	3,580	3,570													
150	1,640	2,020	4,640	4,680													
130	2,234	2,550	6,620	5,510													
110	3,135	3,200	8,010	8,190	6,500	6,000											
90	4,663		10,900	9,100	8,500	8,210	8,200	7,500	7,900	6,600	8,300	7,900	7,600	6,900			
70	7,645		17,300	14,900	10,580	9,280	10,300	8,500	10,100	7,400	10,100	8,700	9,800	7,900			
50	15,256				12,840	11,100	12,400	10,200	12,000	9,000	12,100	10,400	11,300	9,500			

表-5

組合せ	両端ヒンジ	両端アタッチメント	一端アタッチメント 一端コンクリート
ロード	P_1 (実験値)	P_2	
ロード+ケーシング		P_3	P_4
継手+ロード+ケーシング		P_5	P_6

l_0 : 露出長、コンクリートに埋込んだ場合の露出長
 l_e : 等価長、両端アタッチメントの場合に換算した長さ
 l_R : 座屈長、両端ヒンジとした場合の長さ
 I_0 : ロードの断面二次モーメント = 1.842 (cm⁴)
 I_1 : ケーシングの断面二次モーメント = 2.615 (cm⁴)
 I_e : 等価断面二次モーメント (cm⁴)



結果の整理は次の方法によった。(イ)、 l_e と l_R の関係を $l_e = m l_R$ (1)で表わし、両端アタッチメントの条件より求められた座屈実験値 P_1 に相当する座屈長を(c)図より求めて、その関係から m を算出する。(ロ)、次に型枠拘束の場合と拘束なしの場合、およびスランプを変化させた場合のそれぞれの実験値 P_4, P_5 に相当する l_e を(c)図より求めて、 l_0 と l_e の関係をダイヤグラムにすると、ほぼ直線と仮定できるので、 $l_e = n l_0 + a$ (2)で表わし、それぞれの場合の n, a を算出する。(ハ) P_2, P_3 とそれに対する l_e とを使って、 $I_e = P l_e^3 / \pi^2 E$ (3)より I_e を求め、その I_e と l_e の関係を $I_e = I_0 + \beta I_1 + \gamma I_2 l_e$ (4)で表わし、 β, γ を算出する。(ニ)各場合の P_3, P_6 に対する l_e と I_e の関係を $I_e = \alpha I_0 + \beta I_1 + \gamma I_2 l_e$ (5)で表わし、 α を定める。(ホ)以上より求められた $\alpha, \beta, \gamma, l_e$ を使って $I_e = \alpha I_0 + \beta I_1 + \gamma I_2 l_e$ (6)で整理し、その係数 α, β, γ をスランプに1次比例するとして次式で表わし、すなわち $\beta = A \cdot S + B, \gamma = C \cdot S + D, \alpha = E \cdot S + F$ として、 A, B, C, D, E, F を定める。以上の結果により、 $I_e = \{l_0, I_0, I_1, S\}$ として、型枠のある場合とない場合について算出できる。すなわち $P_{0e} = \pi^2 E I_e / l_{Re}^2$ により、概知の値 l_0, I_0, I_1, S により算出できる。以上の結果を整理すると、表-5、表-6の如くである。

表-5

	継手の有無	$l_e = n l_0 + a$		$I_e = \alpha I_0 + \beta I_1 + \gamma I_2 l_e$		
		n	a	α	β	γ
型枠あり	有	$1.38 \times 10^2 S + 0.481$	$-5.0 \times 10^3 S + 56.8$	$2.20 \times 10^3 S + 0.664$	$-5.00 \times 10^4 S + 0.625$	$9.00 \times 10^3 S + 2.48 \times 10^3$
	無	同上	同上	/	同上	同上
型枠なし	有	$2.48 \times 10^2 S + 0.465$	$-6.7 \times 10^3 S + 60.9$	$4.60 \times 10^3 S + 0.650$	$-4.60 \times 10^4 S + 0.645$	$8.00 \times 10^3 S + 2.50 \times 10^3$
	無	同上	同上	/	同上	同上

但し
 $m = 0.955$
 S : スランプ

4. まとめ

若林令コンクリートに埋込まれたロードの座屈に関して、ロードおよびケーシングの諸元を一定、コンクリートのスランプ0~10cm、露出長50~90cmとわかれた範囲での結果であるが、次のとおりである。

- ① ロードの座屈荷重は露出長に比例する。
- ② ケーシングの補剛効果はかなり大きい。
- ③ スランプの変化に対して座屈荷重の変化は大きい。
- ④ 継手によるロススランプが大きくなると、余り影響を与えない。
- ⑤ 型枠の影響は多少あるが小さい。(但し壁厚30cmである。)

次に表-5によって求めた座屈荷重と、実測値の比を表-6に示した。

表-6 計算値と実測値の比

型枠の有無	露出長 l_0 (cm)	slamp 0cm				slamp 5cm				slamp 10cm			
		$P_2(t)$	$P_3(t)$	P_3/P_2	P_4/P_2	$P_2(t)$	$P_3(t)$	P_3/P_2	P_4/P_2	$P_2(t)$	$P_3(t)$	P_3/P_2	P_4/P_2
型枠あり	50	13.20	11.05	1.028	0.995	12.39	10.46	0.999	1.025	11.65	9.92	1.030	1.102
	70	10.90	9.18	1.023	0.989	10.07	8.57	0.978	1.008	9.34	8.01	0.925	1.082
	90	9.20	7.80	1.082	0.950	8.40	7.19	1.024	0.959	7.71	6.66	0.975	1.009
型枠なし	50	12.39	10.31	1.024	0.991	11.59	9.77	1.026	1.028				
	70	10.39	8.71	1.029	1.001	9.34	7.94	0.953	1.005				
	90	8.88	7.49	1.070	0.948	7.75	6.62	1.020	0.959				

但し
 P_2, P_3 は計算値
 P_4, P_5 は実測値

これにより表-5による計算値と実測値はかなり良く一致している。従ってロードの座屈の検討は、 $\lambda = \sqrt{E/A}$
 $\lambda = l_{Re} / i$ に表-5より I_e, l_{Re} 等を求めて代入し、得られた λ を使って、 ω 法により $Q_c = \omega \cdot N/A < Q_{0e}$ により行なえる。但し、 A : ロードの断面積、 i : 断面二次半径、 λ : 細長比を示す。