

京都大学 学生員 豊福俊英
 大阪市 O湯川正平
 浅沼組 滝頭良行

1° まえがき

本研究はアンカーボルトの引抜耐力について検討する目的で、コンクリート中に埋設された、ボルトと円形プレートより成るアンカーについて、実験Ⅰでは1本のアンカーの引抜試験、実験Ⅱでは2本の複合アンカーの引抜試験を行なった。そしてアンカーの引抜耐力、破壊形式ならびに2本のアンカーの相互作用を調べた。なお、引抜耐力は、コンクリートの破壊によって決まるようにコンクリート圧縮強度を約 150 kg/cm^2 (2週) とした。

2° 実験概要

(1) 供試体および使用材料 アンカーボルトとしては、 $\phi 12 \text{ mm}$ 、引張強度 69.4 kg/mm^2 のみかき棒鋼を使用した。コンクリート配合を表1に示す。アンカーは大きさ $(140 \sim 110 \text{ cm}) \times (90 \sim 60 \text{ cm}) \times (30 \sim 20 \text{ cm})$ の無筋コンクリートベッドにまとめて埋込んだ。

(2) 実験Ⅰ 実験に用いたプレートの埋込み長 $L(\text{cm})$ 、プレート径 $D(\text{cm})$ 、プレート厚 $T(\text{mm})$ (図1) は表2のようである。図2の装置で引抜き、最大荷重 $P(\text{ton})$ を求めた。引抜反力の位置はボルトの中心より両側に $3L \text{ cm}$ とした。コンクリート圧縮強度の実測値は $\sigma_c = 146 \sim 147 \text{ kg/cm}^2$ 。

(3) 実験Ⅱ ボルトの中心間距離 $a(\text{cm})$ 、埋込み長 $L(\text{cm})$ 、プレート径 $D(\text{cm})$ を表3のようにとり、2本のボルトを同時に引抜き最大荷重を求めた。引抜装置は図3のようである。なお、プレート厚 $T = 10 \text{ mm}$ 、 $\sigma_c = 138 \sim 165 \text{ kg/cm}^2$ で、引抜反力位置はボルトより両側に 15 cm とした。

3° 実験結果および考察

(1) 実験Ⅰの結果を表4に示す。供試体名は $L-D-T$ とし、 L は実際の埋込み長である。一般的破壊形式は図1に示すように円錐状であった。 θ はひびわれの最初の進展角度であり、その平均は約 60° であった。

プレート厚と引抜耐力の間には相関はなかった。 P_1 は PCI マニュアル¹⁾ に提案されている式 (P が $\theta = 45^\circ$ の円錐の表面積 $A_1 = \sqrt{2}\pi(D+L)L$ とコンクリート圧縮強度 σ_c の平方根に比例するもの)

$P_1 = 0.902 A_1 \sqrt{\sigma_c}$ (kg) ---- ① による計算値である。 P_2 は①において A_1 のかわりに $\theta = 60^\circ$

材料の 最大寸法	スラング	W	C	W/C	S	G	S/A
10 mm	2 cm	200 kg	300 kg	66 %	847 kg	990 kg	46 %

表1 コンクリート配合

L cm	D cm	T mm	本数	L cm	D cm	Q cm	本数
5.0	3.8	10	2	3.0	3.0	3.0	2
	3.0	10	2			6.0	2
4.0	3.8	10	2			9.0	2
		5	2			1本の分	2
	3.0	2	2	3.0	2		
		10	2	6.0	2		
		5	2	9.0	2		
		2	2	1本の分	2		
3.0	3.8	10	2	3.8		6.0	2
	3.0	10	2			9.0	2

表2 実験計画Ⅰ

表3 実験計画Ⅱ

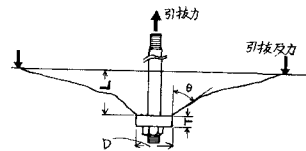


図1

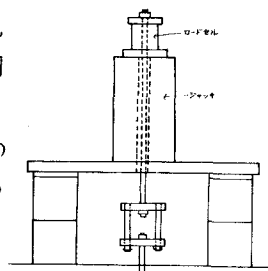


図2 引抜装置

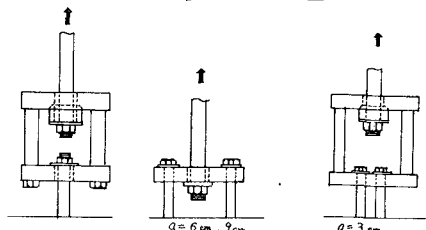


図3 引抜装置

供試体	P ₁ (mm)	L'(mm)	θ(°)	P ₁ (kg)	P ₂ (kg)	P ₁ /P	P ₂ /P
5-38-10	4.16	5.8	60	2.70	5.51	0.65	1.32
	5.17	5.8	62	2.70	5.51	0.52	1.06
5-30-10	4.54	5.7	60	2.40	5.03	0.53	1.11
	4.40	5.7	51	2.40	5.03	0.55	1.14
4-38-10	3.16	4.3	65	1.69	3.32	0.54	1.05
	3.20	4.4	57	1.75	3.45	0.55	1.08
4-38-5	3.74	4.1	62	1.57	3.07	0.42	0.82
	2.43	3.8	55	1.40	2.71	0.59	1.11
4-38-2	3.20	4.1	59	1.57	3.07	0.49	0.96
	4.03	4.6	55	1.88	3.72	0.47	0.92
4-30-10	2.70	4.1	62	1.41	2.84	0.52	1.05
	2.33	3.9	60	1.31	2.61	0.56	1.12
4-30-5	3.33	4.3	57	1.53	3.09	0.46	0.93
	2.90	4.3	59	1.53	3.09	0.53	1.06
4-30-2	3.06	4.2	62	1.47	2.96	0.48	0.97
	3.06	4.5	63	1.64	3.34	0.54	1.09
3-38-10	2.73	3.3	64	1.14	2.16	0.42	0.80
	2.14	3.0	71	0.99	1.85	0.46	0.87
3-30-10	2.16	3.1	70	0.92	1.78	0.43	0.85
	2.10	3.2	60	0.96	1.88	0.46	0.89

表4 実験Ⅰ 結果

の円錐の表面積 $A_2 = 4\pi (0.866L^2 +$

$0.5DL)$ を代入した式

$$P_2 = 0.902 A_2 \sqrt{\sigma_c} \text{ (kg)} \quad \text{--- ②}$$

による計算値である。

P_1/P , P_2/P は P_1 , P_2 と実測値

P との比である。これらの値

を図4に図示する。この結果

よりこの実験の範囲では引抜耐力は②式で表わされるものと考えられる。

(2) 実験Ⅱの結果を表5に示す。PCI マニュアルでは、隣接する

アンカーの影響がある場合の引抜耐力は影響のない場合の

A_{p0}/A_0 倍になるとしている。ここに $A_0 = \pi (L^2 \sin \theta +$

$DL \cos \theta) / \cos \theta$, 破壊円錐の表面積, $A_{p0} = A_0 - S$,

$$S = H^2 \frac{\tan \theta}{\cos \theta} \left\{ \cos^2 \left(\frac{a}{2H \tan \theta} \right) - \frac{1}{2} \sin \left(2 \cos^{-1} \left(\frac{a}{2H \tan \theta} \right) \right) \right\}$$

$H = L + D / (2 \tan \theta)$, S は図5に示す重複部分

の表面積である。ここでは $\theta = 45^\circ$ である。

この考え方を適用すると、2本のアンカーを

同時に引抜いたときの耐力は1本の場合の

$2 \times A_{p0}/A_0$ 倍となる。この値を $\theta = 45^\circ$, $\theta =$

60° について計算し、実測値 P_{II}/P_I とともに表6に示す。ここに P_{II} は2本を同時に引抜いたときの引抜耐力, P_I は1本のみの引抜耐力である。

この結果より, $\theta = 60^\circ$ としたときの A_{p0}/A_0 が実測値と比較的あっている, 破壊円錐の角度としては $\theta = 60^\circ$ とするのがよいと考えられる。

参考文献 1) PCI Manual on Design of Connections for Precast Prestressed Concrete, 1973

P37~38

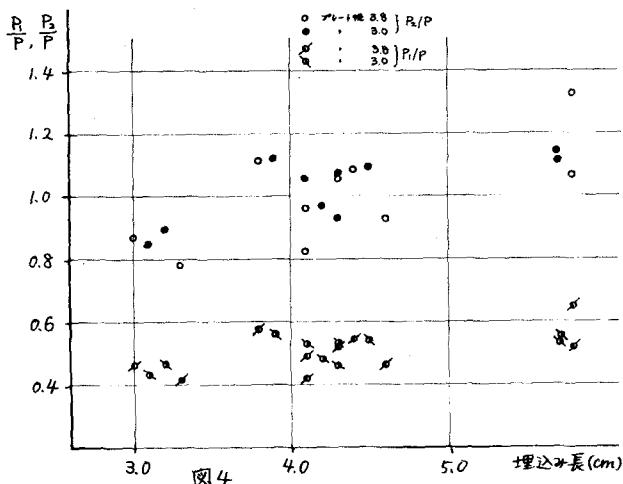


図4

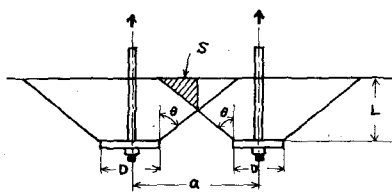


図5

L (cm)	D (cm)	a (cm)	P ₁ (kg)	L' (mm)	σ _{pc}
30	30	30	3.00	3.0	135 kg/cm²
		30	2.46	3.0	
		60	3.66	3.4	
		60	3.43	3.0	
		90	3.77	3.0	
		90	3.77	3.0	
40	30	1本の計	1.86	3.0	165 kg/cm²
			2.64	3.2	
		30	4.80	4.0	
		30	4.50	4.0	
		60	5.17	4.6	
		60	5.17	4.0	
		90	6.07	4.0	
		90	6.33	4.1	
		1本の計	3.47	4.2	
			3.57	4.0	
40	38	1本の計	3.03	4.2	154 kg/cm²
			4.10	3.8	
		60	3.04	3.6	
		60	4.70	3.8	
		90	5.00	3.8	
		90	2.80	4.0	
		1本の計	3.20	4.0	

表5 実験Ⅱ 結果

L (cm)	D (cm)	a (cm)	45°		60°		P _{II} /P _I
			A ₀ (cm²)	S (cm²)	A ₀ -S (cm²)	S (cm²)	
3	3	3	80.0	26.3	1.34	154.5	1.25
		6	80.0	9.9	1.73	154.5	1.57
		9	80.0	0.0	2.00	154.5	1.68
4	3	3	124.4	44.2	1.29	249.5	1.28
		6	124.4	23.0	1.63	249.5	1.43
		9	124.4	6.1	1.90	249.5	1.71
4	38	6	138.6	23.5	1.57	263.7	1.40
		9	138.6	10.4	1.65	263.7	1.60

表6