

1) はじめに

付着力を求めるための引張り試験に関しては、これまでに多くの実験報告がなされている。付着力を知る事は、土木材料を取り扱う上において重要な意味を持ち、その応用範囲も広い。従つて、色々な状態下での付着力を既知ならしめる事は、それ自体、利用価値の高いものとする。このような観点より、今回行ったP C鋼棒の引抜き引張り試験の結果を一つのCase Studyとして提示するものである。

2) 引抜き引張り試験の概要

試験の概略を図1に示した。引張りを受けるP C鋼棒は、コンクリート中に埋込まれた部分(L)とシースで被覆された部分(L0)に分れており、注目したのは、コンクリート中に埋込まれた部分(L)でのP C鋼棒の伸び量である。埋込まれたP C鋼棒には、あらかじめ損傷が与えられてあり、P C鋼棒の所期の耐力以下で損傷箇所で破断する状況下に作られてある。この様な条件下で、P C鋼棒が破断に至るまでの引張力と、鋼棒の伸び量を調べた。

試験には、32mmB種2号(SBPR95/120)のP C鋼棒(丸棒)を用い、P C鋼棒の引張りには、デイビダークジャッキを用いた。引張力は、デイビダークジャッキと連動している油圧ポンプに付いている油圧計の値で見た。P C鋼棒に加わる引張力(T)は次の様にして求める。

$$T(kg) = \text{油圧計の値}(kg/cm^2) \times \text{ジャッキの受圧面積}(150.8cm^2)$$

伸び量の測定には、デイビダークジャッキに備え付けられている1/10mmまで測定できるオートカウンターによつて行つた。

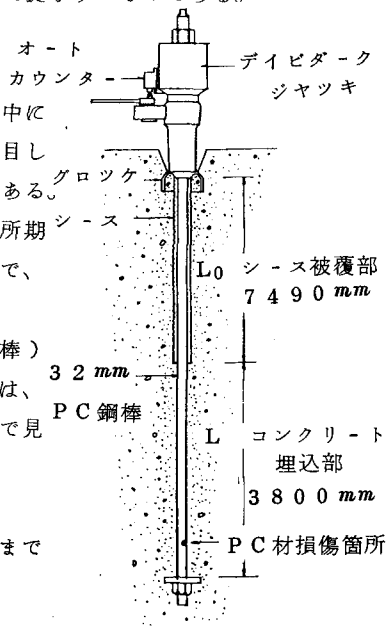


図1 引抜き引張り試験概略

3) 試験の結果

表1は、試験結果を示したものである。

オートカウンターで読み取られた伸び量は、シースで被覆された部分(L0)とコンクリート中に埋込まれた部分(L)での伸び量の和である。従つて、

(L)部分での伸び量は、オートカウンターで読み取られた伸び量から(L0)部分での伸び量を差し引いて求めた。表1は(L)部分での伸び量を示したものである。

表1 コンクリート埋込部P C鋼棒の伸び量

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	-0.8	-0.6	-0.6	-1.4	0.4	0	0	0.2	-0.4	0.3	-0.7
80	*	-0.2	-0.4	-0.4	*	*	*	0.0	-0.3	0	-0.2
100	-0.4	0.1	0.1	0.1	*	*	*	0.1	-0.5	0.1	-0.2
120	-0.3	0.2	0.4	-0.1	1.0	0.3	0.5	0.1	-0.4	0.4	-0.4
140	0.3	0.3	0.4	-0.1	*	*	*	0.4	-0.4	0.2	-0.2
160	0.4	0.3	1.1	-0.2	*	*	*	0.1	-0.5	0.2	0.0
180	0.5	0.4	1.0	0.0	1.0	0.4		-0.3	0.6	0.1	
200	1.2	0.6	1.3	1.1	0.8	0.6		0.0	0.6	0.4	
220	0.8	0.8	1.8	0.7	1.0	1.2		0.0	0.6	0.6	
240	0.9	1.0	2.3	1.2	1.2	1.1		1.0	1.0	0.7	
260	1.5	1.1	2.7		1.5	1.3				1.1	0.9
280	1.6	1.7	3.2		1.7					1.5	1.0
300	2.0	2.0	4.0		1.9					2.0	1.3
320			4.7		1.6					2.1	1.4
340					1.9					2.4	1.8
360											2.3
380											2.7

4) 結果の解析

前述のようなP C鋼棒引抜き引張り試験に対して、図2に示すような応力モデルを考えた。即ち、付着力は、ある一定の分布形状を有し、ある一定の限界値を有するものとする。引張力に対する付着力が、その限界値を越えた時、P C鋼棒は付着力の拘束を解かれて伸びを生じ、伸びを生じた部分で、付着力から摩擦力の作用へと変化する。付着力が限界値以内で引張力と釣合っている間は、摩擦力の作用部の出現はなく、伸びはゼロである。引張力の増大につれて、それに釣合う形で付着力も増大し、ある一定の限界値に至った時、コンクリートとの付着が切れて、摩擦力が作用する部分が出現し、伸びが生じる。摩擦力作用部は、引

張力の増大につれて、順次、深部へと移行し、引張力と付着力がバランスした状態で釣合う。この様にして摩擦力の作用部は順次、深部へと移行し、図 1 に示す鋼棒損傷部位にまで達して、この点で鋼棒の破断を生じる。

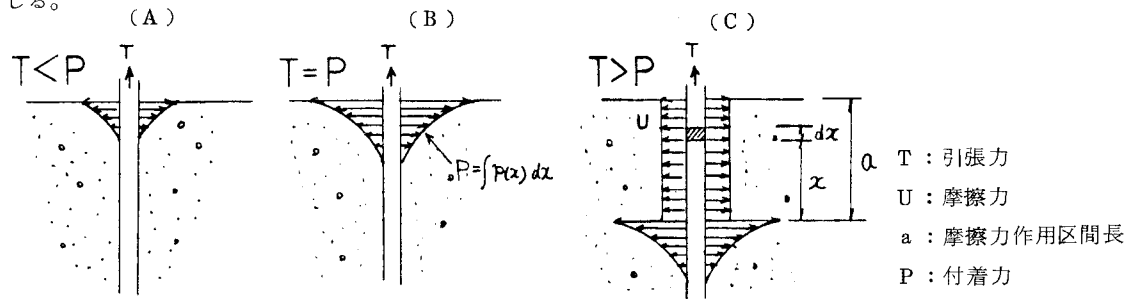


図 2 応力モデル

付着力の作用部以下での鋼棒の伸びはないと考えられるので、問 2 中 (C) に示す、摩擦力の作用区間 a での鋼棒の伸びを考える。付着力作用点より以上 x の距離で、微小部分 dx をとつて力の釣合い方程式を立てると。

$$T - RU(a - x - dx) = P + RUx \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、T : 引張力、P : 付着力、U : 摩擦力 (単位面積当り) R : 鋼棒の外周長
この微小区間 dx での伸びは、鋼棒断面積を A とすれば、

$$\epsilon = \frac{\Delta dx}{dx} = \frac{\sigma}{E} \quad \text{より}$$

$$\frac{\Delta dx}{dx} = \frac{1}{EA} (P + RUx)$$

従つて、この状態での鋼棒の伸び量 Δla は

$$\Delta la = \int_0^a \frac{1}{EA} (P + RUx) dx = \frac{1}{EA} (Pa + \frac{1}{2} RUa^2) \cdots \cdots (2)$$

一方、摩擦力作用区間 a は、引張力 T に比例するものである
から、 T - P = RUa の関係より

$$a = \frac{1}{RU} (T - P) \cdots \cdots (3)$$

(3) 式を (2) 式へ代入することにより

$$\Delta la = \frac{1}{2EARU} (T^2 - P^2) \cdots \cdots (4) \quad \text{の関係が得られる。}$$

次に、応力モデルの仮説より得られた関係式と、実際の試験結果とを対応させてみた。図 3 は表 1 の結果を図示したものである。図中、実線は、最小二乗法により求めた、近似曲線である。No 3 の試験結果だけが他と異つてゐるので、別に図中点線で示した。図 3 中の実線は次のような関係式で表わされる。

$$\Delta la = 0.97 \times 10^{-10} T^2 - 0.3 \cdots \cdots (5)$$

図 3 に示された結果より 試験体 No 3 を除いて、ほぼ (5) 式で示した関係式に乗つてゐると考えられる。この結果より実際に付着力と、摩擦力を求めてみる。付着力が最大を示すのは Δla = 0 の時であり、(5) 式より、最大付着力は P = 17600 kg となる。 同様にして、摩擦力は (4) 式より

$$U = \frac{1}{2EAR\Delta la} (T^2 - P^2) \cdots \cdots (6) \quad \text{の関係より、} U = 320 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{という値が得られる。}$$

