

V-59 実験計画法による付着試験

名古屋大学 正員 島田 静雄
 名古屋大学 学生員 〇田 政範
 フジタ工業 正員 堀井 正

1. まえがき

鉄筋とコンクリートとの付着の重要性が認識されて以来、付着問題を理論的、かつ実験的に解析するために、多くの研究が行われてきた。付着強度試験法についても多くの方法が提案されているが、まだ、標準的試験法は定められていない。この報文では、引拔型付着試験について、付着強度に影響を及ぼすと考えられている因子を取り上げ、それらの因子の効果について考察する。解析の段階で統計的処理ができるように実験計画法を応用した。測定結果から、平均付着応力(τ)を計算し、この値をもとに分散分析を行なう。つぎに、要因効果を推定し、引拔型付着試験について考慮すべき事項について考察する。

表-1 因子と水準

因子	水準	備考
荷重速度 A	$A_1 = 200 \text{ kg/min}$	アムスラー型 100t 万能試験機備付自動負荷制御装置で制御する。
	$A_2 = 300 \text{ 〃}$	
	$A_3 = 400 \text{ 〃}$	
	$A_4 = 500 \text{ 〃}$	
載荷端面拘束 B	B_1 : 拘束する	外径 15cm、内径 6cm の鋼円板を接着
	B_2 : 拘束を除く	
横方向変形拘束 C	C_1 : 拘束する	らせん鉄線を入れる
	C_2 : 拘束しない	
モルタル強度 D	$D_1 = 200 \text{ kg/cm}^2$	
	$D_2 = 300 \text{ 〃}$	
鉄筋 E	E_1 : 異形鉄筋	
	E_2 : 丸鋼	

2. 実験概要

因子と水準

引拔型付着試験において、付着強度に影響を及ぼす因子は種々考えられるが、この実験では、荷重速度(A)、載荷端面の横方向変位の拘束(B)、モルタル円柱の変形の拘束、および、割裂の防止(C)などの因子を取り上げ、モルタル強度(D)、鉄筋(E)の要因効果との比較を試みた。因子と水準をまとめて、表-1に示す。これらの因子を、直交表 $L_8(4 \times 2^4)$ を用いてわりつけを行なう。

それを表-2に示す。

表-2 わりつけ表

	A_1	A_2	A_3	A_4	B_1	B_2	C_1	C_2	D_1	D_2	E_1	E_2
	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
6	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
7	4	4	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
8	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1

供試体

供試体は、モルタル円柱部(φ15cm×15cm)に、鉄筋(φ22mm×65cm)を鉛直に打込んだ形のものである。鉄筋の引張強度は、44.5 kg/cm²(丸鋼)、57.9 kg/cm²(異形鉄筋)、モルタルの強度は、 $\sigma_B = 200, 300 \text{ kg/cm}^2$ を目標に配合し、測定値は、それぞれ 160~170 kg/cm²、400~420 kg/cm²を得た。供試体は、26日間水中(水温18~24℃)養生した後、2日間恒温養生室(室温18~24℃)で養生した。

実験方法

試験機はアムスラー型万能試験機を使い、備付自動負荷制御装置によって引張荷重速度を制御しつつ載荷し、荷重を読むと同時に、自由端にセットしたダイヤルゲージ（1ストローク1/1000 mm）で鉄筋とモルタルとの相対すべり量を読み取る。載荷板の中心孔の直径は6 cmである。載荷端面の横方向変位の拘束する場合は、外径15 cm、中心孔直径6 cm、板厚2 cmの円板をアラルダイトを使って接着する。マサツを小さくする場合は、グリースを十分塗布したゴムスリーブを、供試体と載荷板の間に挿入する。（マサツ係数は0.003であった。）

実験結果と考察

縦軸に荷重、横軸にすべり量をもって、荷重—すべり量曲線をつかく。この曲線上で曲率が最大になる点を求め、その点の荷重を P_g 、また、最大荷重を P_{max} で表わし、それぞれに対応する平均付着応力を計算し、 τ_y 、 τ_{max} とする。計算結果を表-3に示す。 τ_y について分散分析の結果を表-4に示す。 τ_{max} について分散分析すると、それぞれの因子の寄与率は、 $f_A = 20.6$ 、 $f_B = 7.4$ 、 $f_C = 17.4$ 、 $f_D = 22.8$ 、 $f_E = 30.4$ となる。信頼度5%の信頼限界を求め、要因効果を推定しグラフにかけると図-1のようになる。（荷重速度については思わしい結果が得られなかった。）

参考文献

- 1、Leonhardt: On the need to consider the influence of lateral stress on bond, Rilem Symposium, 1957
- 2、梶田：円柱状せいの材料供試体の一軸圧縮試験における加圧面拘束が変形状態および圧縮強度に及ぼす影響について、土木学会論文報告集 166号、1969年6月

表-3 τ_y 、 τ_{max} 値

行番	NO	P_g t	P_{max} t	τ_y kg/cm ²	τ_{max} kg/cm ²
B	1	3.50	6.10	33.6	58.5
	2	4.50	6.45	43.4	62.3
	3	4.00	6.50	38.6	62.7
1	1	1.50	2.25	14.5	21.7
	2	1.50	2.28	14.1	21.4
	3	1.50	2.21	14.5	21.3
7	1	4.20	4.90	40.5	47.3
	2	4.20	4.81	40.3	46.1
	3	4.20	4.95	39.2	46.2
5	1	4.20	4.45	39.7	42.1
	2	3.30	3.74	32.3	38.6
	3	3.60	3.93	34.3	37.4
2	1	4.00	4.13	37.1	38.3
	2	3.80	4.40	36.4	37.4
	3	5.80	5.89	56.4	57.2
6	1	4.00	5.00	37.8	47.3
	2	4.00	5.24	35.5	46.5
	3	3.20	4.00	30.7	38.4
3	1	12.50	14.20	119.0	135.0
	2	12.50	13.50	118.0	128.0
	3	12.50	13.82	118.0	131.0
4	1	1.20	1.47	11.7	14.3
	2	1.20	1.79	12.1	18.1
	3	1.20	1.56	11.5	15.0

表-4 分散分析表 (τ_y)

要因	df	SS	MS (SS/df)	F	寄与率 P	比 (E=1)
A	3	456256	152085	87.0	19.6	0.67
B	1	239201	239201	105.4	10.3	0.36
C	1	213194	213194	93.9	9.2	0.31
D	1	695642	695642	306.5	30.0	1
E	1	681414	681414	300.2	29.3	1
e_1	0	0	0	0	—	—
e_2	16	36318	2270		1.6	
計	23	2322024			100.0	

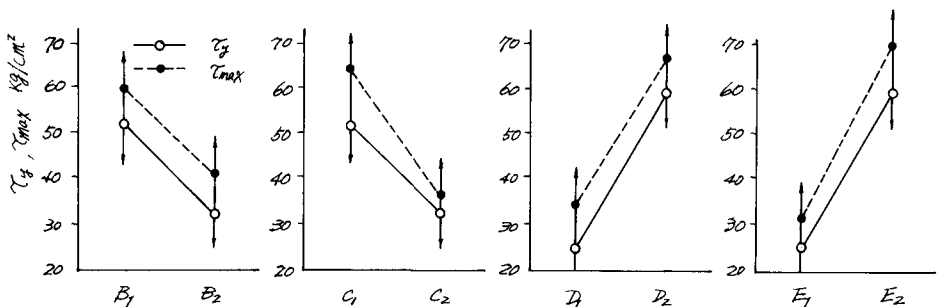


図-1 要因効果のグラフ