

京都大学 正員 岡田 清
京都大学 正員 小柳 洽
大阪工業大学 正員 ○ 仁 枝 保

1. まえがき エポキシ配合樹脂はコンクリート構造物の接着、補修その他多方面に使用されている。このエポキシ樹脂による接着は各種の利点を有するが、一方接着部の応力状態の不明なことや接着強度の信頼性などまだ十分判明していない点もあるため接着強度の標準的な試験方法は定められていない。本実験は接着体の接着効果を判定するために必要な標準的試験方法を見出す目的で、接着強度に影響を及ぼす因子のうちから特に4試験方法を取りあげ、各種試験の良否について要因実験により検討したものである。

表-1 実験の要因および水準

要因	水準	1	2	3	4
(A) 試験方法		1面せん断	2面せん断	割裂	曲げ
(B) 接着厚		1mm	5mm	—	—
(C) 加圧力		0kg	11kg	—	—
(D) 樹脂の粘性		大	小	—	—

2. 実験概要 (1) 実験計画 エポキシ配合樹脂の接着強度を、4試験方法で比較し判定する目的から、種々の要因を取り上げることが判定基準の低下をまねくので接着体に関する要因は同一条件とし表-1に示す要因および水準

を選定した。これを $L_{16}(2^{15})$ 型直交配列表を改良し表-2のように割り付けて行った。(2) 使用材料および示方配合 セメントは〇社製早強セメントを用い、骨材は比重260、粗粒率2.82の川砂と比重263、最大寸法25mmの川砂利を用いた。エポキシ配合樹脂はサンエレジックの一般接着用と充てん接着用の2種を用いた。コンクリートブロック供試体の示方配合は表-3のとおりである。(3) 供試体の製作および試験方法 所定寸法のコンクリートブロック供試体は棒状バイブレーターを用いて締固め製作した。養生方法、期間および処理方法は図-1のとおりである。十分がまぜ混合したエポキシ配合樹脂の目地部の厚みは、それぞれの間隔になるよう多めに塗布または注入してブロックの小口同志を接着した。要因Cの1水

表-2 $L_{16}(4 \times 2^3)$ 改良型直交表

回	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
4	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
5	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2
6	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1
7	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1
8	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
9	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
11	3	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1
12	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2
13	4	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
14	4	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
15	4	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2
16	4	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

表-3 コンクリートブロック供試体示方配合

材名					単位量 (kg)				
材料名	粗骨材	砂	セメント	水	セメント	水	粗骨材	粗骨材 G	
目録	最大寸法	粗骨材率	セメント比	水比	C	W	S	25mm	15mm
400mm	25mm	15%	5%	38.5%	40%	433	173	676	540

準の接着体は1日水平状態、2水準のものは1日鉛直加圧状態で硬化させ試験日まで両水準とも重垂なしの鉛直状態で養生を行った。これら接着供試体は表-1に示す載荷方法で接着強度試験を行った。

3. 実験結果および考察 表-2にもとづいて5回のくりがえしを行った接着強度の測定値は表-4に示すとおりであった。これら測定値から5種の統計量を求めて分散分析を行った結果はほぼ同様の傾向を示した。したがってここでは平均値と変動係数Cについて検討してみた。 $L_{16}(4 \times 2^3)$ の直交表に従ってCとDを採用して分散分析を行った結果、要因Aのみが危険率1%で有意となった。図-2に要因Aの主効果を示した。強度的には曲げおよび1面せん断によるものが大である。一方変動係数は2面せん断を除けばほぼ同程度である。接着厚、加圧力、樹脂の粘性などの要因およびそれら

図 1 接着強度試験供試体・養生状況・試験方法

試験 形状寸法と目地位置 載荷方法 計算式

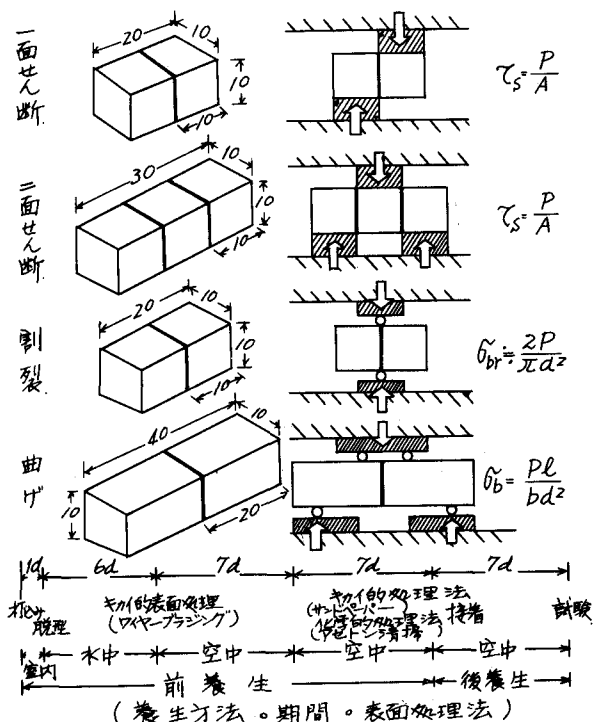


表-4 測定強度一覧表

No	強度 (MPa)				変動係数 (%)
	1	2	3	平均値 (Σ)	
1	55	61	51	55.7	7.4
2	45	55	45	48.3	9.8
3	50	44	51	48.3	6.4
4	48	49	41	46.0	7.7
5	16	28	14	19.3	32.0
6	40	30	49	39.6	19.6
7	26	30	8	21.3	44.9
8	17	30	39	28.6	31.6
9	24	26	21	23.6	8.7
10	23	27	26	25.3	6.7
11	18	21	15	18.0	13.6
12	18	21	23	20.6	10.0
13	44	47	60	50.3	13.8
14	56	53	48	52.3	6.3
15	68	41	47	52.0	22.3
16	56	54	53	54.3	2.3

枚令28日のJ-10用供試体強度 (MPa)

養生状況	試験方法		
	圧縮	引張	曲げ
標準養生	1	489	33.3
	2	451	33.8
	3	541	26.1
均	494	31.1	67.0

の交互作用は有意でないという結果が得られたが、これは要因Aの試験方法の効果が他の要因効果より大きいことがあげられ、選定した因子の水準範囲ではすべて測定誤差範囲内に入ってしまう程度のものであることによる。接着強度を有効にもとめるために供試体の破壊状況から判断するのも1方法である。図-1のような目地部に対して載荷した結果、破壊は必ずしも接着部の界面で生じていないが、各試験ごとにある程度特長をもつ破壊形式がみられる。すなわち一面せん断試験では接着剤内部で破壊するものが全試験の約半数であり、二面せん断試験では接着部分を含まないもののがかなりみられる。この破壊状況から安定した接着効果を判定する試験方法を求めることも今後研究を行なう目標になるものと思われる。

4. 結論 本実験で得られた結果を要約すれば(1). 同一条件で作製した接着供試体強度は供試体内応力分布が異なるため試験する方法によって異なる。(2) 接着理論の明確でない現在真の接着強度を求めることは出来ないが、標準試験としては安定性があり変動の少ない方法が望ましい。(3) この意味からは一面せん断試験、あるいは試験の簡便なことから曲げ試験によるのが適すると考えられる。

※ 参照)土木学会関西支部学術講演概要集、昭和44年度(IV-12)

図-2 分散分析効果図

