

V-12 円筒重ね継手について

北海道工業大学 正員 佐々木 勝男
学生員 高林 嘉雄

1. まえがき

プレキャスト部材の接合に用いる円筒重ね継手は図-1に示すようであり、重ね継手の周囲を鋼製円筒で拘束し、その円筒内にモルタルを充てんしたものである。

本実験では充てんモルタルに、硫黄モルタルを用い、諸性質を調べたものである。硫黄モルタルは早期硬化、流動性、再利用、冬期間使用等の面でその特有の性質を有利に利用する事が考えられる。

この目的の爲、実験を③シリーズに分けて行なった。

シリーズ1：硫黄モルタルの強度試験（圧縮試験及び曲げ試験）

シリーズ2：硫黄モルタルの継手試験（充てん材料因子の実験を主眼とし、鉄筋径、継手長を決め材料に準し4因子）

シリーズ3：硫黄モルタルの継手試験（充てん材料因子を固定）

2. 実験の概要

シリーズ1は、3因子、3水準を表-1のようにとり、L27直交表により表-3の(A)のように割り付けを行なった。

シリーズ2は、表-1の3因子、3水準で表-3の(A)のように割り付けて引抜強度試験を行ない、次に、繰り返し回数を1因子加之同様に行なった。

シリーズ3は、充てん材料因子を固定（細骨材：硫黄＝1：1、添加剤（対細骨材）0.3%、ケイ酸カルシウム（対硫黄）6%）し、3因子、3水準で（表-2）で試験を行なった。

2-1 シリーズ1（硫黄モルタルの強度試験）

曲げ試験は、供試体寸法 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ で行ない、JIS R5201—セメントの強さ試験（ミハエリスニ重こ型曲げ強さ試験機）に準じて行なった。

圧縮試験は、曲げ試験の供試体を2分したのを用い試験を行なった。

2-2 シリーズ2（円筒重ね継手試験）

供試体は図-1に示すような形状である。継手の周囲を鋼製円筒で拘束し、その円筒供試体に硫黄モルタルを充てんするものである。

使用材料は、鉄筋D19（SD30）で、継手長は 180 mm とした。拘束円筒は内径 43.2 mm 、肉厚 2.7 mm のものを長径/短径の比を $10/9$ の円に成形したものを使用し、引抜強度試験及び繰り返し引抜強度試験を行なった。繰り返し載荷については母材降伏点の $1/2$ とした。細骨材と硫黄の割合は重量比で $0.7:1$ 、

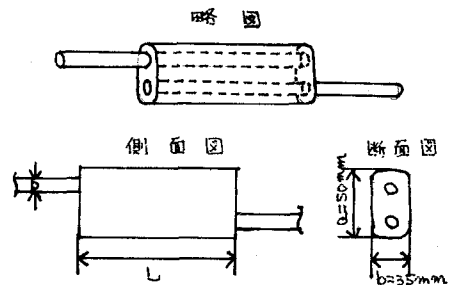


図-1 円筒重ね継手の形状

表-1 因子及び水準

因子 \ 水準	1	2	3
細：硫黄(A)	0.7:1	1:1	1.3:1
添加剤%(B)	0	0.3	0.6
ケイ酸%(C)	0	3	6
繰り返し回数	5	10	15

表-2 因子及び水準

因子 \ 水準	1	2	3
鉄筋径(A)	13	16	19
継手長(B)	80	100	120
繰り返し回数(C)	5	10	15

1:1、1.3:1とし、添加剤は、細骨材の重量に対し、0%、0.3%、0.6%を混入した。ケイ酸カルシウムは、硫黄の重量に対し、0%、3%、6%混入した。

打設前に鋼製円筒と鉄筋を温めておき、硫黄モルタルを打設した。

2-3 シリーズ3 (円筒重ね継ぎ試験)

シリーズ3では、シリーズ1及びシリーズ2の実験結果を考慮し、硫黄モルタルの因子を固定し、細骨材対硫黄の重量比を1:1とし、細骨材の添加剤は、0.3%を使用し、ケイ酸カルシウムは、硫黄重量に対し3%とした。とり上げた因子と水準は表-2に示す。実験計画は表-2の(A)のようである。

供試体及び重ね継ぎの円筒の鋼製円筒はシリーズ2と同じである。使用材料は、異形鉄筋(SD30)を使用した。鉄筋径は、13mm、16mm、19mmの3種類について繰り返し引張強度試験を行なった。継ぎ長は各鉄筋の8倍、10倍、12倍とした。繰り返しについては、各鉄筋の降伏点の1/2とし、繰り返し回数を、5回、10回、15回とした。

表-3 実験計画及び結果

(A) (B) (C) (D) (E) (F)

No	A	B	C	曲げ強度(%)	圧縮強度(%)	引張強度(%)	D	繰り返し引張強度(%)	繰り返し引張強度(%)	No	モルタル単位重量(%)
1	1	1	1	72	384	31	1	27	38	1	2.22
2	1	1	2	67	434	37	2	33	41	2	2.20
3	1	1	3	56	380	37	3	34	50	3	2.15
4	1	2	1	67	413	40	2	42	50	4	2.22
5	1	2	2	83	487	36	3	38	42	5	2.25
6	1	2	3	65	515	45	1	43	40	6	2.25
7	1	3	1	74	500	45	3	40	49	7	2.29
8	1	3	2	72	513	44	1	38	50	8	2.27
9	1	3	3	72	529	40	2	43	50	9	2.30
10	2	1	1	45	325	42	2	39	37	10	2.19
11	2	1	2	62	363	42	3	40	39	11	2.21
12	2	1	3	55	402	40	1	43	38	12	2.17
13	2	2	1	59	384	42	3	43	50	13	2.25
14	2	2	2	48	411	47	1	45	49	14	2.24
15	2	2	3	56	421	47	2	53	50	15	2.30
16	2	3	1	60	405	33	1	28	54	16	2.30
17	2	3	2	58	403	42	2	42	51	17	2.27
18	2	3	3	79	426	42	3	43	54	18	2.27
19	3	1	1	53	308	11	3	27	33	19	2.17
20	3	1	2	52	313	52	1	46	38	20	2.18
21	3	1	3	63	356	31	2	49	44	21	2.17
22	3	2	1	59	335	14	1	49	42	22	2.25
23	3	2	2	70	366	48	2	19	48	23	2.21
24	3	2	3	65	363	37	3	18	43	24	2.24
25	3	3	1	72	375	44	2	14	51	25	2.27
26	3	3	2	93	395	49	3	49	54	26	2.29
27	3	3	3	87	435	43	1	47	51	27	2.29

表-4 圧縮強度試験の分散分析表

因子	平方和	自由度	平均平方和	F	寄与率
細:硫黄(1%)	47813	2	23907	41.38**	48.3
添加剤(2%)	28870	2	14435	24.99**	28.7
ケイカル(5%)	9045	2	4522	7.83*	8.2
交互作用(1x2)	4247	4	1061	1.84	2.0
交互作用(1x5)	1016	4	254	0.44	0.0
交互作用(2x5)	960	4	239	0.42	0.0
ER(残差)	4622	8	578		12.8

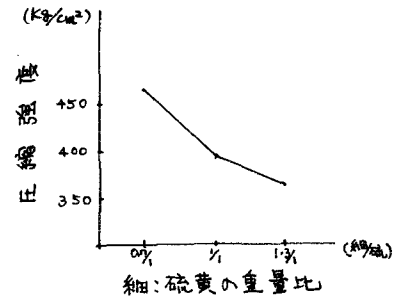


図-2 細:硫黄の主効果グラフ

表-5 曲げ強度試験の分散分析表

因子	平方和	自由度	平均平方和	F	寄与率
細:硫黄(1%)	737	2	368	5.18*	16.9
添加剤(2%)	1163	2	581	8.17**	29.0
ケイカル(5%)	124	2	62	0.87	0.0
交互作用(1x2)	439	4	109	1.54	4.4
交互作用(1x5)	367	4	92	1.29	2.3
交互作用(2x5)	120	4	30	0.42	0.0
ER(残差)	569	8	71		47.4

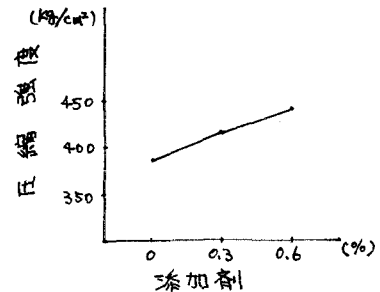


図-3 添加剤の主効果グラフ

表-6 引抜試験の分散分析表

因子	平方和	自由度	平均平方和	F	寄与率
細:硫黄(1%)	128	2	64	1.43	1.7
添加剤(2%)	194	2	97	2.16	4.6
ケイカル(5%)	512	2	256	5.71*	18.8
交互作用(1x2)	317	4	79	1.77	6.1
交互作用(1x5)	560	4	149	3.34	18.6
交互作用(2x5)	144	4	35	0.80	0.0
ER(残差)	359	8	44		50.2

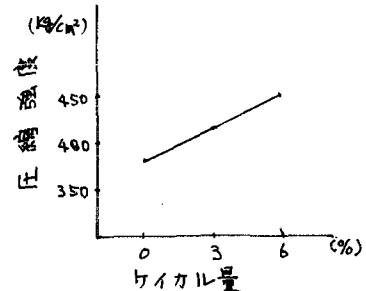


図-4 ケイカルの主効果グラフ

表-7 繰り返し引抜試験の分散分析表

因子	平方和	自由度	平均平方和	F	寄与率
細:硫黄(1%)	39	2	19	0.18	0.0
添加剤(2%)	133	2	66	0.61	0.0
ケイカル(5%)	571	2	285	2.64	9.7
繰り返し(9%)	235	2	117	1.09	0.5
交互作用(1x2)	718	4	179	1.66	7.8
交互作用(1x5)	304	4	76	0.71	0.0
交互作用(2x5)	1016	6	254	2.35	15.9
ER(残差)	648		108		66.1

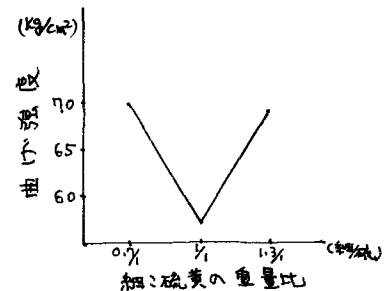


図-5 細:硫黄の主効果グラフ

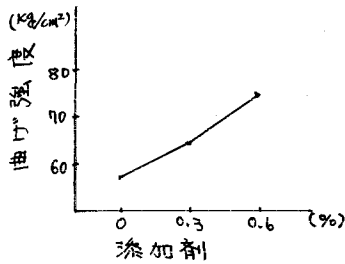


図-6 添加剤の主効果グラフ

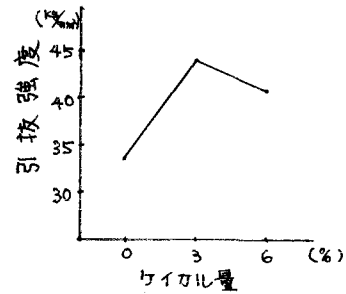


図-7 ケイカルの主効果グラフ

3. 実験結果と考察

3-1 シリーズ1 (硫黄モルタルの強度試験)

硫黄モルタルの強度試験の結果は、表-3の(B)、(D)に示す。又、圧縮強度試験及び曲げ強度試験の分散分析を行ないその結果を表-4、表-5に示す。その結果、曲げ強度試験については、細骨材対硫黄の重量比及び添加剤に有意性(5%危険率)が認められ、圧縮強度については、細骨材対硫黄の重量比、添加剤及びケイ酸カルシウムに有意性が認められ、その主効果グラフを図2～図6に示す。

3-2 シリーズ2 (円筒重ね継手強度試験)

円筒重ね継手について、引抜強度試験及び繰り返し引抜強度試験を行ない、その実験結果を表-3の(D)、(E)に示し、それぞれの分散分析の結果を表-6、表-7に示す。

その結果、ケイ酸カルシウムが5%危険率有意水準で有意となり、その主効果グラフを図-7に示す。

3-3 シリーズ3 (円筒重ね継手強度試験)

円筒重ね継手について、繰り返し引抜強度試験を行ない、その実験結果を表-3の(F)に示す。又、その分散分析を行ないその結果を表-8に示す。その結果、継手長に有意性が認められた。その主効果グラフを図-8に示す。

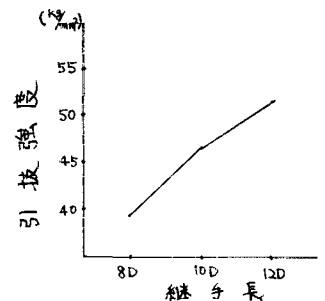


図-8 継手長の主効果グラフ

4. まとめ

以上の結果から次のような知見を得た。

- (1) 硫黄モルタルについては、細骨材の添加剤処理が材料強度の増加に有意であった。
- (2) 硫黄モルタルの作業性については、細骨材対硫黄の重量比が、1:1が限界であった。細骨材が増加すると、充てんが不十分になった。
- (3) 継手の繰り返し引抜強度試験については、シリーズ2、シリーズ3とも有意因子が認められなかった。
- (4) 継手強度は、母材の降伏点の1/2以内の繰り返し応力では、引抜強度に影響する有意因子は見出されなかった。