

V-247

イオウモルタルのボンドについて

北海道工業大学 正員 犬塚 雅生

北海道工業大学 正員 佐々木勝男

岩田建設株式会社 正員 宮嶋 正憲

1. まえがき

近年、鉄筋アンカーを任意に除去することが要求されている。除去可能特性を得る方法としてイオウモルタルの熱可塑性を利用することができる。この目的のために、鉄筋と拘束されたモルタルとのボンドに関する基礎的な影響因子について実験した。地中に埋設されて、同様な挙動が予測されるセメントモルタルについても敷衍することを考慮し、配合、骨材、埋設長の三因子をとりあげた。

2. 実験

実験計画は表1のような因子と水準により、各供試体の条件を表2に示す完全直交型とした。試験は①片引き試験（図1）と②両引き試験（図2）を鉄筋の引張試験に準じて行った。

イオウセメントとしてキャッピング用の硫黄粉末（純度99.9%、20メッシュ通過）を用いる。モルタルの配合ではイオウ混入量を変化させる。次のような三種類の細骨材を用いる。

(1) 砂； 石狩川産砂100% （単位容積重量1988kg/m³）

(2) 混合砂； 石狩川産砂50%+豊浦標準砂50% （単位容積重量1808kg/m³）

(3) 標準砂； 豊浦標準砂100% （単位容積重量1606kg/m³）

継手筋には異形鉄筋（横ふし、D16、SD30）を用いる。埋設長は鋼管長と一致させる。

モルタルの混合は材料を入れた容器を電熱器上で加熱しながら手練りする。充填作業は拘束管と重ね継手鉄筋とを保持器により直立させて行う。

測定された最大値Pを強度として鉄筋の受ける最大の引張応力 σ_s 。（負荷時の鉄筋引張応力は表面で最大になり埋設位置が深くなると小さくなる。）と埋めこまれている鉄筋のせん断強度 τ （引き抜け時の平均せん断応力）とで表す。

$$\sigma_s \text{ は } P \text{ と呼び径 } D \text{ の鉄筋の断面積との商とし } \sigma_s = P / (\pi D^2 / 4) \quad \dots (1)$$

一方、せん断強度 τ は鉄筋周辺に呼び径Dを直径とし埋設長Lを高さとする円筒状の破壊面を仮定し、その側面積を仮定の付着破壊面として求める。 $\tau = P / A$ （ただし $A = \pi D L$ ） $\dots (2)$

3. 考察と結論

表2に併記した実験結果を分散分析すると片引き試験は表3及び表4、両引き試験では表5及び表6のようになる。1%危険率で有意判定し、有意になる因子について主効果グラフを描き、予備実験ですでに得られていたデータを付加する。無拘束の継手供試体試験を上述の供試体と比較するために行うと、供試体の直径は実構造のかぶりに対応し、継手強度は拘束したもののほぼ10%程度と大きく低下する。セメントモルタルと同様に供試体の直径が大きいほど継手強度が増大し、破壊パターンも引き抜けでなく供試体の割裂による。片引き試験では供試体の押さえ穴直径が小さい。この試験ではせん断強度にたいする使用骨材の影響が大きい、両引き試験ではその影響が小さくなる。両者の供試体では破壊パターンが異なり、後者では破壊時に端部に形成されるコーンが特徴である。実際のアンカーでは本実験の埋設長より長いから、周囲の拘束と鉄筋の受ける応力が付着力の分布を大きく変える。これらのグラフから次のような結論を得た。

(1)試験法によって端部の拘束条件が異なり、これによるボンドの分布パターンの影響が大きい。

(2)強度はイオウ混入量がほぼ40%で最大値を得るが、これを越えると次第に分離し易くなり低下する。

表-1 因子と水準

因子	水準	1	2	3
A. 埋設長 (cm)		5	7.5	10
B. 硫黄混入率 (%)		19	23	37
C. 骨材の種類		砂	混合砂	標準砂

表-2 実験計画と結果

No	A	B	C	片引 試験		両引 試験	
				σ_s	τ	σ_s	τ
1	1	1	1	15	120	8	63
2	1	1	2	13	99	10	77
3	1	1	3	10	77	5	37
4	1	2	1	27	218	6	43
5	1	2	2	24	190	7	57
6	1	2	3	16	129	7	57
7	1	3	1	29	227	20	156
8	1	3	2	26	207	17	137
9	1	3	3	22	177	14	108
10	2	1	1	11	59	17	88
11	2	1	2	18	95	12	61
12	2	1	3	13	68	8	41
13	2	2	1	40	210	7	38
14	2	2	2	25	130	12	65
15	2	2	3	17	91	13	67
16	2	3	1	42	224	28	147
17	2	3	2	48	253	30	161
18	2	3	3	35	184	24	129
19	3	1	1	37	147	9	34
20	3	1	2	33	133	15	58
21	3	1	3	26	105	12	47
22	3	2	1	48	189	17	66
23	3	2	2	47	185	28	108
24	3	2	3	29	115	25	100
25	3	3	1	53	214	45	180
26	3	3	2	48	190	43	170
27	3	3	3	38	152	29	117

(kgf/mm²) (kgf/cm²) (kgf/mm²) (kgf/cm²)

表-3 鉄筋応力 (σ_s) の分散分析表 片引き試験

因子	平方和	自由度	平均平方和	F 値
A. 埋設長	1799	2	899	54.65**
B. 硫黄混入率	1529	2	765	46.46**
C. 骨材種類	563	2	281	17.10**

表-4 セン断強度 (τ) の分散分析表 片引き試験

因子	平方和	自由度	平均平方和	F 値
B. 硫黄混入率	48155	2	24078	55.97**
C. 骨材種類	15683	2	7842	18.23**

表-5 鉄筋応力 (σ_s) の分散分析表 両引き試験

因子	平方和	自由度	平均平方和	F 値
A. 埋設長	931	2	465	35.79**
B. 硫黄混入率	1553	2	777	59.72**

表-6 セン断強度 (τ) の分散分析表 両引き試験

因子	平方和	自由度	平均平方和	F 値
B. 硫黄混入率	42079	2	21040	89.80**

** 1% 危険率有意水準

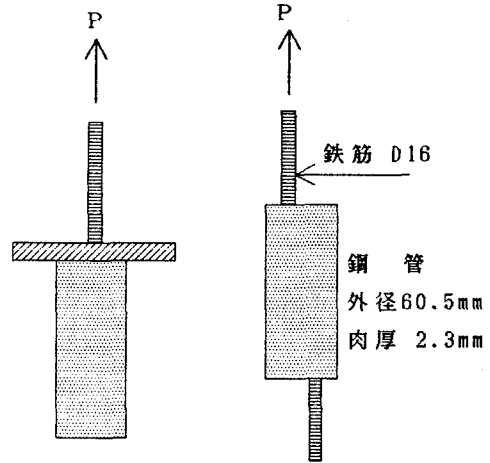


図-1 片引き試験 図-2 両引き試験

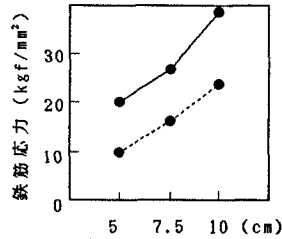


図-3 埋設長の主効果

注) 図-3~図-7の曲線は
下図のとおりである。

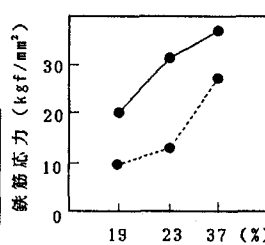
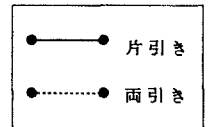


図-4 イオウ混入率の主効果

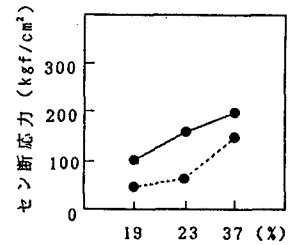


図-6 イオウ混入率の主効果

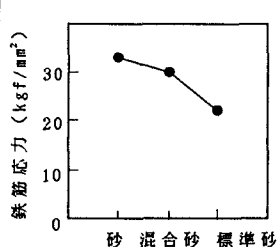


図-5 骨材の種類

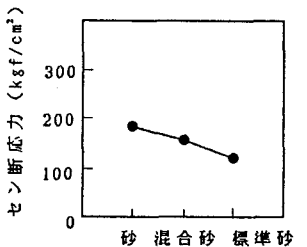


図-7 骨材の種類