

V—15 円環重ね継ぎ手の作業性について

北海道工業大学	正員	犬塚 雅生
〃	正員	堀口 敬
〃	正員	佐々木 勝男
〃	〇学生員	荒井 淳

1. まえがき

これまでの円環重ね継ぎ手に用いた充てんモルタルについては、その作業性を評価する試みが少なかった。その理由の1つは、垂直方向の継ぎ手を対象としていたので、モルタルの性質による充てん作業の難易はあまり考慮されなかった事による。しかしこの種の継ぎ手を横手方向継ぎ手に応用する場合は、迅速かつ確実な充てん作業が可能になるモルタルの性質が激しく要求される。その点に関しては近年モルタルの作業性を改善する様々の混和剤が市販されている。従って本報告では、これらの混和剤と膨張剤とを混入した充てんモルタルについて、その作業性および材料の力学特性を測定し、それらの性質と円環重ね継ぎ手の強度との関係について資料を得ようとしたものである。この目的のため実験を2シリーズに分け、1-a 作業性に関する実験（コンシステンシー試験）1-b 硬化した充てんモルタルの強度試験（ミハリエス曲げ試験および圧縮試験）2. 円環重ね継ぎ手の引張試験の順に記述する。

2. 実験方法

シリーズ1については、モルタル硬化前の性質と硬化後の強度について測定したものを記述する。なおシリーズ1-aおよびシリーズ1-bにおけるモルタルの配合は、表-1に示す様な配合設計（No1～No27）を用いた。またシリーズ1および2を通じてモルタル試料中には、標準砂を20%（対セメント重量比）混入した。

(1) 注入モルタルのコンシステンシー試験（シリーズ1-a）

実験手順は、土木学会「コンシステンシー試験方法案」^{※1}に規定するJロート試験方法による。グラウト材の材料としての経過時間（単位：秒）については、2分間の混合作業終了時点から測定して(1)0秒、(2)90秒、(3)180秒、(4)300秒、(5)420秒、(6)600秒の6段階として、それぞれのグラウト材料が経過したものにについてコンシステンシーを測定した。コンシステンシー評価は、ストップウォッチで流下時間を秒単位で測定した。これを流下時間とした。ロート内におけるグラウト材の残留が35秒を越えるものについては硬化状態を目測から判断して充てんモルタルとして不適当と判定しそのグラウト材の測定を中断とした。

(2) 硬化した充てんモルタルの強度試験（シリーズ1-b）

モルタルを高流動化させるための混和剤（シーカメント）を添加したモルタルについてその混入量と曲げ試験および圧縮試験（50トン万能試験機使用）による強度との関係を測定した。なおモルタルの材料に関しては、1日、3日、7日について測定した。

(3) 円環重ね継ぎ手の引張強度試験（シリーズ2）

継ぎ手に使用した鉄筋は、呼び名直径19mmの異形棒鋼（SD30）を使用した。円環については、外径48.6mm、内径43.2mmのものを長径/短径=10/7の楕円に成形したものを使用した。継ぎ手長は、 $l=8d$ 、 $10d$ 、 $12d$ 、 $15d$ とし継ぎ手の鉄筋が断至るまで、継ぎ手長を伸ばして実験をした。なお継ぎ手の材料は7日である。継ぎ手の形状については図-3に示した。

3. 実験結果

(1) 注入モルタルのコンシステンシー試験および充てんモルタルの強度試験結果

作業性(まだ固まらない性質)と材料強度(硬化後)とを各供試体ごとに表-1に示す。作業性についての流下時間は、供試体の材令(2分間の混合作業終了時点から秒単位で決める)を変化させて、各材令時点における測定結果を示した。ニニで流下時間が、35秒を超えるものについては、モルタルがロート中で硬化が進み過ぎたものと見なして中断と記録した。また、流下時間がちょうど15秒および35秒となる時の材令を表-1中の「C-15」および「C-35」の様に表わした。ニニで15秒とは、プレパルトコンクリートのモルタルについて、作業性を満足させる限度の13秒を目安とした値。35秒とは、本報告に使用した継手環に完全充てん可能なコンシステンシー限界と推定されたものである。従ってこの2つを所定流下時間(単位:秒)として記した。

表-1「シリーズ1の因子および実験結果」(数字は対セメント重量比)

試料番号	配合			各材令におけるモルタルの流下時間							所定流下時間に達した時の材令		曲げ強度 (kgf/cm ²)			圧縮強度 (kgf/cm ²)		
	因子群			(単位:秒)							材令(日)		材令(日)			材令(日)		
	混	砂	W%	0秒後	90	180	300	420	600	C-15	C-35	1	3	7	1	3	7	
1	1%	10%	45%	10	中断	—	—	—	—	8 _s	36 _s	63.0	79.4	86.3	48.7	47.1	50.1	
2	"	12	"	12	中断	—	—	—	—	7	34	72.6	78.6	80.8	46.7	47.3	52.3	
3	"	14	"	13	中断	—	—	—	—	5	30	68.8	76.9	79.3	46.0	47.5	50.7	
4	"	10	50%	8	30	中断	—	—	—	17	95	65.0	70.9	73.7	36.4	42.0	44.8	
5	"	12	"	8	30	中断	—	—	—	17	95	55.1	73.3	74.2	37.9	44.8	45.1	
6	"	14	"	9	中断	—	—	—	—	15	85	61.7	68.9	78.0	40.9	43.8	46.3	
7	"	10	55%	6	8	12	20	中断	—	180	326	44.1	70.4	100.8	29.8	42.6	45.5	
8	"	12	"	7	8	13	23	中断	—	180	316	58.3	60.0	73.2	32.8	43.0	44.1	
9	"	14	"	7.2	8.2	16	28	中断	—	175	310	55.8	60.8	66.2	29.8	41.2	42.6	
10	2%	10%	45%	8	19	中断	—	—	—	65	99	63.2	68.9	82.7	41.3	43.8	46.6	
11	"	12	"	8	22	中断	—	—	—	60	97	63.2	66.7	82.9	42.1	45.0	45.2	
12	"	14	"	8.4	21	中断	—	—	—	60	103	59.1	68.6	78.1	40.3	45.0	46.1	
13	"	10	50%	8	16	25	中断	—	—	85	185	44.6	51.0	60.3	36.9	38.1	41.8	
14	"	12	"	8	18	23	中断	—	—	70	189	57.9	69.1	71.8	34.3	36.7	41.9	
15	"	14	"	8.2	21	24	中断	—	—	65	187	54.4	64.7	70.4	33.0	37.1	40.8	
16	"	10	55%	5	7	9.2	16	中断	—	290	375	54.1	58.9	91.3	25.8	35.0	45.3	
17	"	12	"	5.2	7	10	16.2	中断	—	290	374	44.1	47.8	55.4	30.1	32.6	42.1	
18	"	14	"	5.2	6	6	6.4	7	22	520	640	51.4	57.9	67.8	28.9	31.1	43.2	
19	3%	10%	45%	7	7	7.2	9	中断	—	360	410	58.7	64.1	71.2	25.7	43.7	46.2	
20	"	12	"	7	7	8	9	中断	—	360	390	58.1	63.9	68.6	28.0	42.7	43.2	
21	"	14	"	7	7.2	8	9	中断	—	360	390	41.9	48.6	54.9	30.1	41.8	42.9	
22	"	10	50%	7	7	7.2	8	中断	—	390	420	44.2	46.1	49.6	33.7	36.5	41.8	
23	"	12	"	7	7	7	8.2	中断	—	380	415	49.3	58.5	69.9	34.0	38.5	42.2	
24	"	14	"	7.2	7	8	9	中断	—	380	410	47.4	54.8	62.1	34.6	37.3	41.8	
25	"	10	55%	5	5	5.8	6	7	9	680	760	35.3	38.1	40.5	23.3	34.4	40.5	
26	"	12	"	5	5	6	7	9	10	650	750	35.1	45.4	50.9	25.6	32.5	38.5	
27	"	14	"	5.2	5.2	5.4	6.2	6.2	9.2	660	760	37.7	42.7	46.3	27.4	36.6	39.6	

(2) 継手の引張試験結果 (シリーズ2)

継手が破壊(引抜または、鉄筋破断)を起した時の引張強度(単位: kgf/cm^2)を $\sigma = \frac{P}{\pi \cdot D^2}$ として求め、表-2に示した。(但し、 P は最大引張強度、 D は呼び名直径)また、鉄筋が破断した継手には、○印を付した。なお、この実験でのモルタルの配合設計は、図-1に示す膨張剤に関する主効果グラフより判断して、すべて12%に固定した。

図-2(a・b・c)には、混和剤の混入量の変化に依じた ψ/c 比と継手の引張強度との関係を示した。

表-2 「D19継手の引張試験結果 (材令7日)」

試体	因子(対比重量比)			引張強度 σ (kgf/cm^2)			
	混	膨	ψ/c	$l=8d$	$l=10d$	$l=12d$	$l=15d$
1	1%	12%	45%	52.3	55.4	58.2(○)	—
2	"	"	50%	47.8	54.6	59.0(○)	—
3	"	"	55%	42.3	53.8	58.6(○)	—
4	2%	"	45%	50.0	54.7	58.5(○)	—
5	"	"	50%	43.7	53.3	58.5(○)	—
6	"	"	55%	32.4	50.1	57.8(○)	—
7	3%	"	45%	33.9	48.7	58.7(○)	—
8	"	"	50%	35.6	49.0	54.5	58.5(○)
9	"	"	55%	33.4	47.2	52.9	58.5(○)

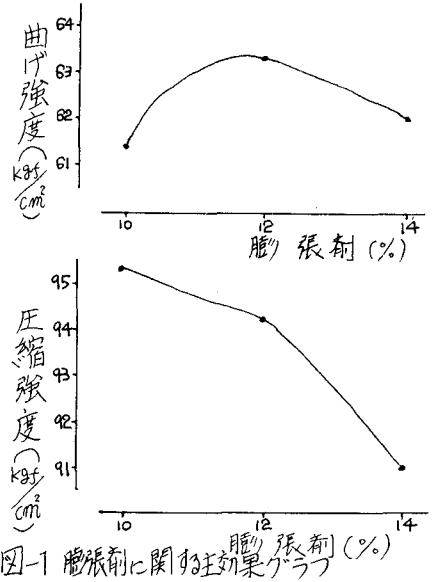
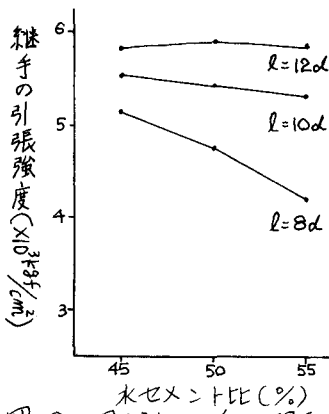
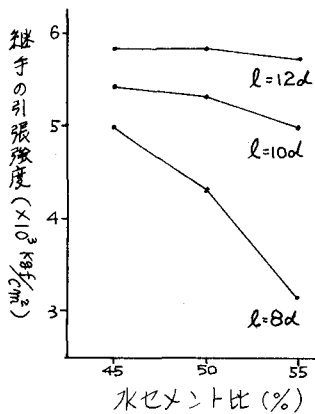


図-1 膨張剤に関する主効果グラフ

a 「混和剤1%添加」



b 「混和剤2%添加」



c 「混和剤3%添加」

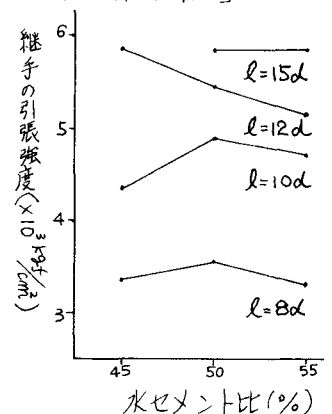


図-2 混和剤と ψ/c との関係

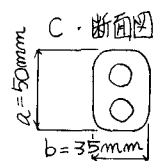
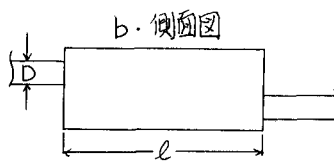
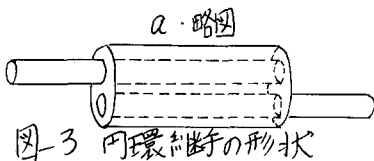
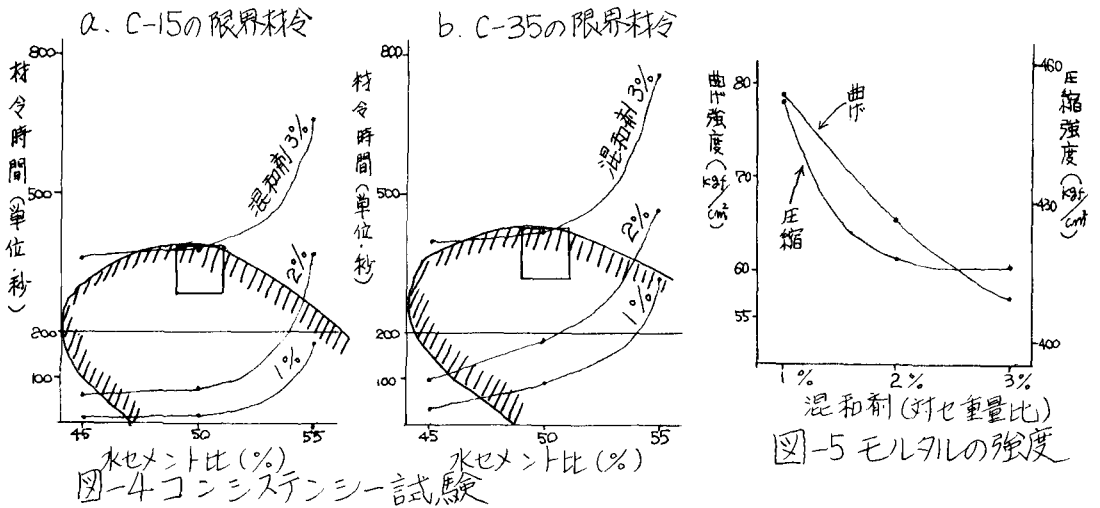


図-3 内環継手の形状

4. 考察

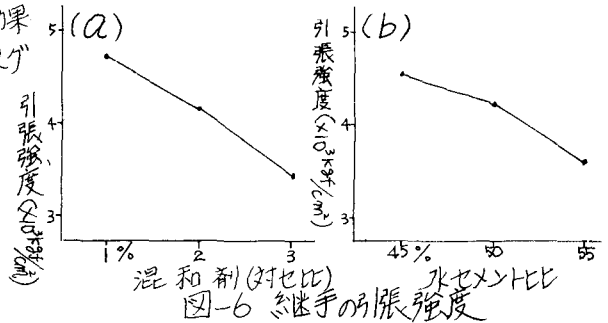
(1) コンシステンシー試験および(2)モルタルの強度について。

シリーズ2において配合した各試料(No1~No9)について、Jロート実験を行いその時の流下時間が、15秒となる時のモルタルの材料時間と同じく35秒の時の材料時間をそれぞれ図-4のaおよびbに示した。二水で見ると混和剤の混入量が増加するにしたがって、モルタルの硬化は遅くなるが、D19は時の引張強度の結果を見ると、 $l=10\alpha$ の継手では、 $\sigma > 50.0 \text{ kg/cm}^2$ が必要と仮定した時に、図-4中の斜線内の範囲と思われる。又、細長い間隙にも充てんを可能にする目安として、モルタル材料が200秒以上経過して硬化する様になければならない。図-4中に記入した200秒ラインより上部では硬化が遅いので充てん作業上安全とした。モルタルの強度は、材料が7日経過したモルタルについて高流動化させるための混和剤をそれぞれ1%、2%、3%と添加した時のモルタル強度を図-5に示した。



(3) 継手の引張試験について

継手長 $l=8\alpha$ の引張強度を、混和剤に関する主効果グラフ(a)および、水セメント比に関する主効果グラフ(b)をそれぞれ図-6に示した。



5. 結論

グラフ(図-5、図-6)に見る様は、継手強度は%比と混和剤の増加に反比例して低下する。逆に作業性は、向上する(図-4)。作業性の最短材料を200秒と仮定して混入水量及び混和剤の計量誤差が等しいとすると、図-4・aの正方形で囲まれた範囲が使用可能なモルタル配合と考えられる。従って、目標に $\text{w/c}=50\%$ 、混和剤量2.7%とすれば所望の作業性と強度条件を満足させる。

参1: 日本土木学会 コニクリート標準示方書 昭和48年