

流動コンクリートの施工に関する研究報告（その1）

鈴木 忠彦

§ 1. まえがき

コンクリート構造物に発生するひびわれは、漏水の原因になるとともに、鉄筋を腐蝕させ、構造物の信頼性や耐久性を低下させるために、その防止対策について十分な検討が要求されている。しかしながらコンピュータの発達により、構造設計法が進歩し、経済的観点から部材断面が小さく、配筋量が多いためにひびわれ防止に有効な硬練りコンクリートを密実に打設することが困難になっていること、また昭和41年度以降、施工の便利さが優先されるあまり、急激に普及したコンクリートポンプ工法は、コンクリートの富調合、軟練り化の傾向になりがちであり、細骨材の品質の低下、砕砂、砕石、山砂などの使用による単位水量、単位セメント量の増大化と合わせて、ひびわれが発生しやすくなっている。このような状況により、最近の建築工事では、硬練りコンクリートの品質を有し、かつ、施工性をも改善したコンクリートが要望されている。流動コンクリートは、このような目的のために研究されてきたものであり、高性能分散剤の後添加法を実用化したものである^{1),2)}。これは基本となるスランブの小さいコンクリートを一旦練り混ぜた後、分散効果の優れた流動化剤（仮称）を後添加することによって、水分を余分に加えることなく、良好な流動性と分離に対して十分な抵抗を有するコンクリートを作るものであり、流動コンクリートはこれを総称して言う。本報告は、流動化剤のコンクリートに及ぼす影響を検討することを目的として行なった室内実験、およびレデーミクストコンクリートを使用して行なった施工実験結果を取りまとめたものである。

シリーズⅠ：実験計画法を用いて、従来のコンクリートと代表的な流動コンクリートについて、沈み亀裂の発生状況および圧縮強度に及ぼす影響を検討する。

シリーズⅡ：レデーミクストコンクリートを使用して流動化剤の添加量が及ぼす影響について、コンクリート運搬時間、基本スランブなどを変化させることにより、

まだ固まらないコンクリートの性質および硬化後の性質について比較検討する。

§ 2. 室内実験による検討（シリーズⅠ）

2.1 実験計画

1) 試験の種類と方法

かぶりを変化させて配筋した図-1の型枠に、各条件のコンクリートを打設して、5時間後のコンクリート表面における沈み亀裂幅を測定する沈み亀裂試験、および $\phi 10\text{cm} \times H20\text{cm}$ のテストピースによる圧縮強度試験を行った。

2) 要因と水準

$L_8(2^7)$ の直交配列表に従って実験を行なった。要因と水準、および割付けは表-1のとおりである。

3) 使用材料

使用したセメント、骨材の性質を表-2、3に示す。

2.2 実験結果と検討

1) 沈み亀裂試験結果

各条件の組み合わせによる沈み亀裂試験結果を表-4に示す。平均ひびわれ幅は、各かぶりにおける6点の平均値を示している。分散分析の結果からコンクリートの種類、タッピングの有無、砂率について、特性値の変化を

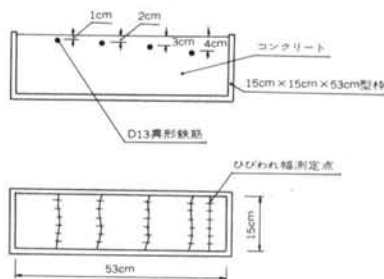


図-1 沈み亀裂試験型枠状況

項目 列	コンクリート の種類	1 m ³ 当りの重量調査 (kg/m ³)					1 m ³ 当りの重量調査 (kg/m ³)						
		スランブ (cm)	セメント 量 (kg/m ³)	タッピン ダ グ	砂率 (%)	放置 条件	W/C (%)	S/A (%)	セメント	水	砂	砂利	混和剤
1	AE コンクリート	21	280	無	±0	陰	61.7	41.1	280	173	746	1069	AE減水剤 0.7
2	AE コンクリート	21	320	有	+3	日	53.9	44.1	320	173	785	996	AE減水剤 0.8
3	流動 コンクリート	12→21	280	無	+3	日	52.4	38.9	280	147	733	1149	MEL 2.8
4	流動 コンクリート	12→21	320	有	±0	陰	45.8	35.9	320	147	663	1186	MEL 3.2
5	流動 コンクリート	12→21	280	有	±0	日	52.4	35.9	280	147	676	1206	MFD 1.4
6	流動 コンクリート	12→21	320	無	+3	陰	45.8	38.9	320	147	720	1128	MFD 1.6
7	AE コンクリート	21	280	有	+3	陰	61.7	44.1	280	173	801	1014	AE減水剤 0.7
8	AE コンクリート	21	320	無	±0	日	53.9	41.1	320	173	731	1051	AE減水剤 0.8

表一 割付けとコンクリート調査

生産者	比重	凝 結		フロー (mm)	圧縮強さ(kg/cm ²)			
		水量(%)	始発 終結		3日	2日	28日	
日本社	3.15	27.5	2-29	3-45	244	123	214	405

表二 セメント試験結果(シリーズI)

細骨材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/l)	有機 不純物	ふるい通過率(%)				
						5	2.5	1.2	0.6	0.3
鬼怒川	2.59	1.95	1703	良	100	90	73	46	15	3
粗骨材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/l)	有機 不純物	ふるい通過率(%)				
						30	25	20	15	10
鬼怒川	2.61	1.61	1789	良	100	100	77	62	30	6

表三 骨材試験結果(シリーズI)

No.	打込日	まだ固まらないコンクリートの性質		平均ひびわれ幅(mm)			
		スランブ (cm)	フロー (cm)	かぶり 1cm	かぶり 2cm	かぶり 3cm	かぶり 4cm
1	7/28	20.0	37×38	0.15	0.08	0.09	0.07
2	7/30	20.0	40×36	0.06	0.08	0.07	0.02
3	7/30	10.5	20×20	0.64	0.22	0.09	0.10
		20.0	35×41				
4	7/28	10.5	20×20	0.16	0.06	0	0
		21.5	37×38				
5	7/30	10.0	20×20	0.06	0.05	0.05	0.04
		20.0	40×41				
6	7/28	10.0	20×20	0.49	0.27	0.11	0.03
		22.0	49×45				
7	7/28	19.0	33×31	0.10	0.04	0.07	0.12
8	7/30	19.5	34×32	0.38	0.38	0.20	0.11

表四 沈み亀裂試験結果

列	No.	材令 3 日		材令 7 日		材令 28 日	
		重量 (kg)	圧縮 強度 (kg/cm ²)	重量 (kg)	圧縮 強度 (kg/cm ²)	重量 (kg)	圧縮 強度 (kg/cm ²)
1	1	3.58	65	4.3.56	121	7.3.62	190
	2	3.55	65	5.3.61	102	8.3.53	200
	3	3.58	66	6.3.58	96	9.3.58	190
2	1	3.58	88	4.3.57	140	7.3.45	197
	2	3.54	101	5.3.56	131	8.3.45	201
	3	3.50	103	6.3.55	141	9.3.55	197
3	1	3.62	110	4.3.66	153	7.3.55	173
	2	3.54	107	5.3.65	101	8.3.55	219
	3	3.61	112	6.3.66	145	9.3.60	214
4	1	3.67	119	4.3.68	206	7.3.69	265
	2	3.63	115	5.3.68	211	8.3.70	298
	3	3.65	118	6.3.62	206	9.3.69	290
5	1	3.54	112	4.3.57	102	7.3.55	200
	2	3.53	102	5.3.58	112	8.3.55	196
	3	3.55	103	6	—	9.3.55	195
6	1	3.60	112	4.3.60	186	7.3.58	243
	2	3.60	115	5.3.62	161	8.3.63	269
	3	3.63	102	6.3.66	161	9.3.63	253
7	1	3.56	135	4.3.63	147	7.3.60	203
	2	3.57	127	5.3.57	143	8.3.60	189
	3	3.54	130	6.3.57	141	9.3.57	197
8	1	3.56	83	4.3.54	107	7.3.55	238
	2	3.57	83	5.3.56	159	8.3.50	237
	3	3.57	82	6.3.59	152	9.3.45	248

表五 圧縮強度試験結果(シリーズI)

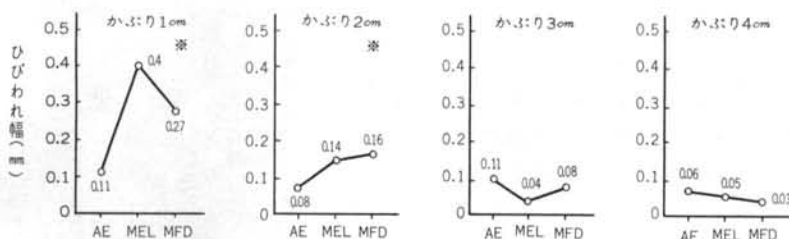


図-2 コンクリートの種類による影響

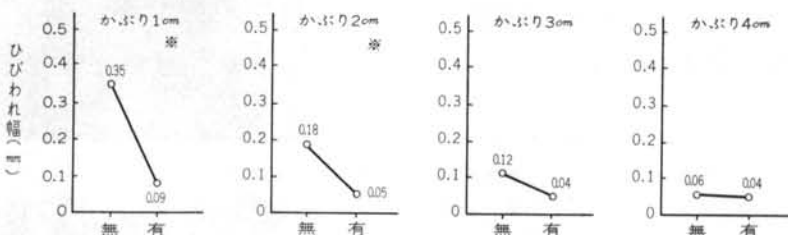


図-3 タッピングの影響

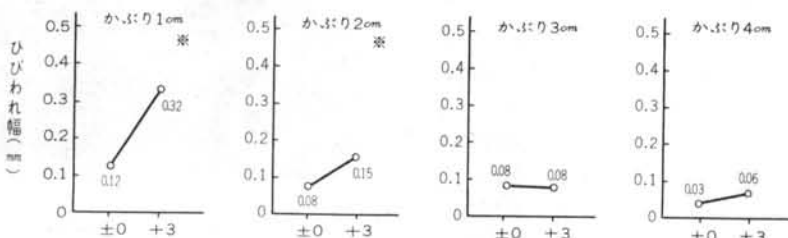


図-4 砂率の影響 (%)

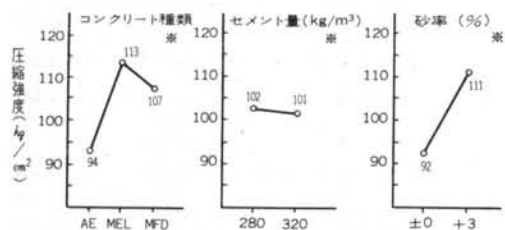


図-5 材令3日における影響

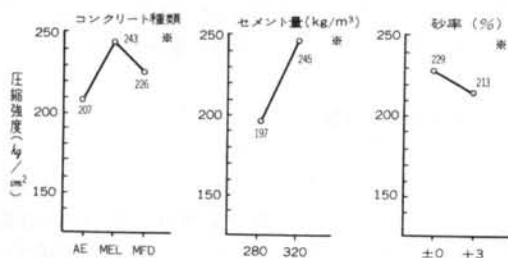


図-6 材令28日における影響

示すと、図-2～4のようになる。かぶり1cm、2cmのものは、各要因の水準間に有無差が認められるが、かぶり3cm、4cmのものは有無差が認められない。したがって、特に流動コンクリートに沈み亀裂が発生しやすいとはいえず、スランプ21cmのAEコンクリートと同様に、沈み亀裂を防止するためには、調合で砂率を極力少なくするとともに、コンクリート打設後、タッピングを行なう必要がある。

2) 圧縮強度試験結果

各条件の組み合わせによる圧縮強度試験結果を表-5に示す。分散分析の結果から、材令3日および材令28日における特性値の変化を図-6に示す。スランプ21cmコンクリートに比べて、流動コンクリートでは単位水量が少なく、水セメント比が小さくなるため、圧縮強度が増加している。

2.3 まとめ

上記の実験結果から、スランブの小さいコンクリートに、流動化剤を後添加して施工性を改善した流動コンクリートは、特に沈み亀裂が発生しやすいといえず、スランブ21cmのコンクリートと比べて、単位水量を減少させることができるため、圧縮強度を増加させることができる。

§ 3. レデーミクストコンクリートを使用した施工実験（シリーズII）

3.1 実験計画

設計基準強度180kg/cm²で指定スランブ8cm, 12cm, 15cmのレデーミクストコンクリートについて、加水後の練り混ぜ時間を30分, 60分, 90分に変化させた後、現場で流動化剤(βナフタリンスルホン酸重縮合物)を必要量添加してスランブ21cmになるようにした。添加方法は写真一1, 写真二2に示すように、自動計量方式でミキサー車のホッパーに流し込む方法と、ミキサー車に一定量投入できる装置を取り付け、所定の練り混ぜ後、積載してある添加量を全て投入できるような方法を採用した。試験は所定の練り混ぜ時間終了後、および流動化剤を添加してからドラムを高速で2分間回転させた後、それぞれ必要量ミキサーから排出して行なった。まだ固まらないコンクリートの性質として、スランブ, 空気量, DIN方式フロー, コンクリート温度の測定を行なうとともに、硬化コンクリートの性質として、圧縮強度, 曲げ強度, 乾燥収縮, 凍結融解, 中性化について測定するための試験体を必要量採取した。生コン車のコンクリート標準積載量は5.5m³とした。流動コンクリートとの比較のために、AE剤, AE減水剤を使用したスランブ21



写真一 添加方法



写真二 添加装置取付ミキサー車

生産者	比重	凝 結		フロー (mm)	圧縮強さ (kg/cm ²)		
		水量 (%)	始発 終結		3日	7日	28日
秩父社	3.17	27.4	2-47 3-59	255	147	248	412

表一六 セメント試験結果 (シリーズII)

細骨材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/l)	有機不純物	ふるい通過率 (%)					
						5	2.5	1.2	0.6	0.30	0.15
	中川	2.58	1.97	1619	良	99	84	63	42	19	5
粗骨材	産地	比重	吸水量 (%)	単重 (kg/l)	有機不純物	ふるい通過率 (%)					
						30	25	20	15	10	5
	谷津口	2.70	1.12	1682	・	100	93	69	42	22	5

表一七 骨材試験結果 (シリーズII)

No.	ベースコンクリートスランブ (cm)	実験日	水セメント比 (%)	砂率 (%)	空気量 (%)	1 m ³ 当りの重量調合 (kg/m ³)				
						セメント	水	砂	砂利	混和剤
1	8	51.1.30	54.5	46.9	4.0	286	150	880	1050	0.068
2	12	2.21	54.5	46.9	4.0	295	155	870	1040	0.071
3	15	3.11	54.5	46.9	4.0	305	160	865	1025	0.073
4	21	4.8	54.5	46.9	4.0	336	177	830	990	0.081
5	21	4.8	54.5	46.9	4.0	322	175	845	1005	0.805
6	21	4.8	54.5	46.9	4.0	322	175	845	1001	0.077 1.932

表一八 コンクリートの調合 (シリーズII)

cmのコンクリートについても同様な試験を行なった。使用材料およびコンクリートの調合を表一六～一八に示す。

3.2 実験結果と検討

1) まだ固まらないコンクリートの性質

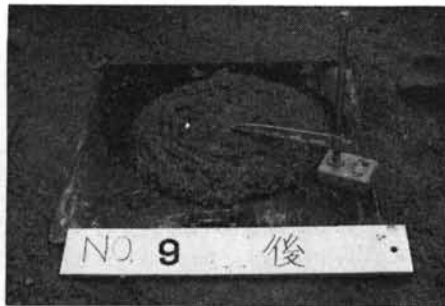
流動化剤を添加する前と、添加した後におけるスランブ変化の代表的なものを写真一三, 写真一四に示す。各条件におけるミキサー車10台ずつのまだ固まらないコンクリートの性質について、平均測定結果を示すと表一九のようになる。また、流動コンクリートとベースコンクリー

指定 スランブ	項目	練り混ぜ30分		練り混ぜ60分		練り混ぜ90分		
		ベ-ス コンクリート	流動 コンクリート	ベ-ス コンクリート	流動 コンクリート	ベ-ス コンクリート	流動 コンクリート	
8	添加量 (%)	0.71	—	0.69	—	0.77	—	
	スランブ (cm)	7.9	22.0	9.7	22.0	6.6	21.6	
	空気量 (%)	3.9	5.8	3.7	5.7	4.5	5.6	
	D I Nフロー (cm)	36.4	56.3	35.8	56.6	34.1	55.7	
12	添加量 (%)	0.55	—	0.60	—	0.43	—	
	スランブ (cm)	11.0	22.0	10.8	23.0	13.9	19.4	
	空気量 (%)	4.3	5.4	4.5	5.4	4.5	5.1	
	D I Nフロー (cm)	41.4	57.2	41.8	58.6	44.3	55.3	
15	添加量 (%)	0.35	—	0.35	—	0.27	—	
	スランブ (cm)	14.9	21.8	15.0	21.9	17.4	21.3	
	空気量 (%)	3.4	4.3	3.9	4.1	3.7	3.5	
	D I Nフロー (cm)	46.1	54.9	46.7	55.7	46.2	53.1	
21	A E 剤	スランブ (cm)	19.9	—	20.5	—	20.0	—
		空気量 (%)	3.8	—	3.7	—	3.4	—
		D I Nフロー (cm)	53.0	—	48.7	—	50.0	—
	A E 減水 剤①	スランブ (cm)	21.7	—	20.4	—	19.3	—
		空気量 (%)	2.7	—	3.5	—	3.3	—
		D I Nフロー (cm)	55.0	—	48.7	—	55.2	—
	A E 減水 剤②	スランブ (cm)	22.1	—	21.0	—	21.8	—
		空気量 (%)	4.6	—	3.4	—	2.5	—
		D I Nフロー (cm)	53.5	—	51.5	—	54.3	—

表一9 まだ固まらないコンクリートの性質 (ミキサー車10台の平均値)

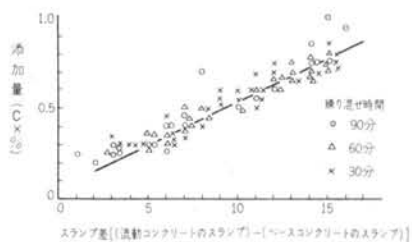


写真一三 添加前のスランブ

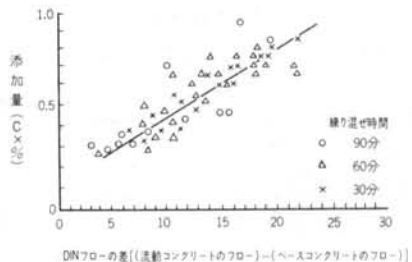


写真一四 添加後のスランブ

トにおけるスランブ差, D I Nフロー差について添加量との関係も示すと図一7, 図一8のようになる. 流動コンクリートをスランブ21cmにするために必要な流動化剤の



図一七 添加量とスランブ差の関係



図一八 添加量とD I Nフロー試験結果の差の関係

調査 No.	打込み日	生 コン 積 車 載 量 (m^3)	打込み 部 位	単 位 セ メ ン ト 量 (kg/m^3)	単 位 水 量 (kg/m^3)	MFD 添加量 (セ メ ン ト 重 量 に 対 し て (%)	ベ ー ス コ ン ク リ ー ト の ス ラ ン プ (cm)	流 動 コ ン ク リ ー ト ス ラ ン プ (cm)	圧縮強度(標準7日) (kg/cm^2)						圧縮強度(標準28日) (kg/cm^2)					
									ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト			ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト		
									30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分
1	51.1.30	5.5	地 階	286	150	0.72	8	21	※150	162	142	114	137	121	278	289	272	238	254	217
									平均	151		平均	124		平均	279		平均	243	
2	2.21	5.5	1 階	295	155	0.53	12	21	138	140	134	115	108	119	273	261	235	240	208	218
									平均	137		平均	114		平均	256		平均	222	
3	3.11	5.5	2 階	305	160	0.32	15	21	135	141	120	125	127	123	247	245	233	231	245	224
									平均	132		平均	125		平均	242		平均	222	
4	4.8	5.5	3 階	336	177	—	21	—	136	138	125	—	—	—	242	251	222	—	—	—
									平均	133		—	—	—	平均	238		—	—	—
5	4.8	5.5	3 階	322	175	—	21	—	143	152	144	—	—	—	270	268	216	—	—	—
									平均	146		—	—	—	平均	251		—	—	—
6	4.8	5.5	3 階	322	175	—	21	—	111	132	125	—	—	—	224	254	234	—	—	—
									平均	123		—	—	—	平均	237		—	—	—

※ 数値は3本の平均を示している。

表-10 圧縮強度試験結果(シリーズII)

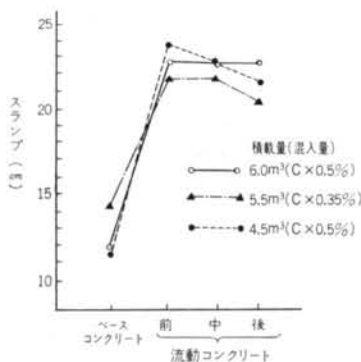


図-9 積載量と練り混ぜ効果

添加量は、ベースコンクリートのスランプが小さい程、大きくなっている。しかし、同一スランプによる練り混ぜ時間の影響は現われていない。これは外気温が15℃付近であったため、スランプロスがなかったことによると思われる。暑中においてスランプロスが大きい場合は、練り混ぜ時間による影響が現われ、添加量が変わることが考えられる。

ミキサー車におけるコンクリート積載量と流動化剤を添加した後の練り混ぜ効果について、ドラムの回転を最大として2分間回転した時の排出開始時、中間、排出完了直前におけるスランプの変化を図-9に示す。標準積

調査 No.	曲げ強度(標準7日)						曲げ強度(標準28日)					
	ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト			ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト		
	30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分
1	—	39.4	—	—	35.4	—	—	58.0	—	—	48.5	—
2	39.8	35.2	34.5	29.8	28.9	29.3	56.8	54.8	51.1	47.6	55.0	43.4
	平均	36.5		平均	29.3		平均	54.2		平均	43.7	
3	—	38.5	—	—	38.4	—	—	52.5	—	—	53.6	—
4	—	35.4	—	—	—	—	—	60.9	—	—	—	—
5	—	35.3	—	—	—	—	—	56.7	—	—	—	—
6	—	35.0	—	—	—	—	—	57.6	—	—	—	—

調査 No.	圧縮強度(曲げ試験後)標準7日						圧縮強度(曲げ試験後)標準28日					
	ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト			ベ ー ス コ ン ク リ ー ト			流 動 コ ン ク リ ー ト		
	30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分	30分	60分	90分
1	—	186	—	—	162	—	—	326	—	—	270	—
2	186	195	178	148	141	151	320	335	293	278	238	251
	平均	186		平均	147		平均	316		平均	256	
3	—	144	—	—	160	—	—	260	—	—	270	—
4	—	199	—	—	—	—	—	309	—	—	—	—
5	—	211	—	—	—	—	—	305	—	—	—	—
6	—	190	—	—	—	—	—	304	—	—	—	—

表-11 曲げ強度試験結果

載量(5.5 m^3)より0.5 m^3 過積、過少であっても、ドラム内のコンクリートのスランプ差は小さい。したがって同一ミキサー車のコンクリートの品質は一定であるといえる。添加量を一定にした場合、流動コンクリートはベースコンクリートの品質変動と相対的になっている。した

ベーススランブ (cm)	種類	7日	21日	28日	56日	74日	112日	180日
8	ベース	3.00	5.50	6.60	7.45	8.00	8.60	9.35
	流動コンクリート	2.89	5.50	6.61	7.60	8.07	8.70	9.12
12	ベース	1.98	4.20	5.10	7.20	7.69	8.40	8.40
	流動コンクリート	2.26	4.70	5.70	6.80	7.45	8.15	8.60
15	ベース	2.30	4.00	4.90	8.15	8.75	9.30	9.95
	流動コンクリート	2.40	4.20	5.10	8.20	8.90	9.50	9.75
21	A E 剤	2.30	5.00	5.80	6.90	7.31	7.89	8.30
	A E 減水剤 No.1	3.00	5.80	6.80	8.20	9.15	9.82	10.00
	" No.2	2.70	5.70	6.50	8.00	8.42	8.92	9.41

(注) 値は9本の平均値を示す

表-12 乾燥収縮試験結果 ($\times 10^{-4}$)

がって、セメント量、単位水量の大きいスランブ18cm~21cmのコンクリートに比べて、それぞれを減少させた指定スランブの小さいコンクリートに流動化剤を加えることにより、指定スランブと同等の性能を持った、一定変動内の流動性のあるコンクリートを得ることができる。

2) 硬化したコンクリートの性質

i) 圧縮強度

標準養生における材令28日までの試験結果を表-10に示す。流動コンクリートとA E 剤、A E 減水剤を使用したセメント量の多いスランブ21cmのコンクリートを比較すると、7日強度では5%程度低下しているが、28日強度では同等の圧縮強度が得られている。ベースコンクリートと流動コンクリートの間では、流動化剤の量が多くなるに従って圧縮強度の差は大きくなっている。これは、標準添加量(セメント重量の0.5%)における連行空気量を4%と設定したため、添加量が増すに従って、空気量が多くなったことが原因と考えられる。添加前までの練り混ぜ時間の影響は、若干であるが60分練り混ぜたものの圧縮強度が他のものに比べて上昇している傾向が見られる。添加量が0.32%~0.72%変化した流動コンクリートは、スランブが21cmのコンクリートに比べて、同等の強度を得るためには、単位水量が8%~14%、セメント重量が5%~11%減少させることができる。7日強度から28日強度の伸び率は、練り混ぜ直後のスランブが21cmのもの、ベースコンクリート、流動コンクリートの順に、1.81倍、1.84倍、1.92倍となっている。

ii) 曲げ強度

標準養生における材令28日までの試験結果および曲げ

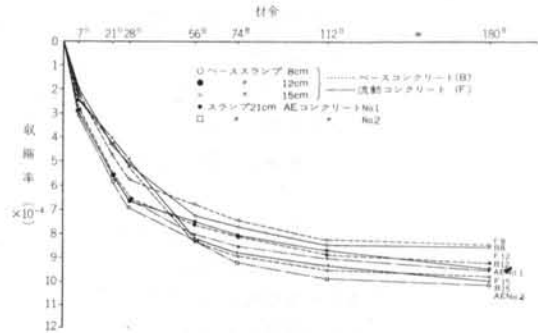


図-10 乾燥収縮試験結果

試験後の圧縮試験結果を表-11に示す。7日強度ではセメント量の多いスランブ21cmと流動コンクリートでは同等の値が得られているが、28日強度では10%程度流動コンクリートの方が小さくなっている。また圧縮強度試験と同様に流動化剤の量が多くなるに従って2者の強度差が大きくなっているのは、空気量の影響と考えられる。

iii) 乾燥収縮

材令180日までに於ける乾燥収縮測定結果を表-12、図-10に示す。測定値は9本の平均値を示してある。練り混ぜ直後のスランブが21cmのA E コンクリートに比べて、スランブ8cm、12cmのベースコンクリートおよび21cmにした流動コンクリートの収縮率は、 $1 \sim 2 \times 10^{-4}$ 少なくなっている。各種類とも練り時間による影響は見られなかった。

iv) 凍結融解抵抗性

A S T Mの規準に従って、 $-20^{\circ}\text{C} \sim +4^{\circ}\text{C}$ を4時間で昇降させた210サイクルまでにおける凍結融解試験結果を図-11に示す。練り混ぜ直後がスランブ21cmのA E コンクリートは、セメント量が多いにもかかわらず、50サイクル以降急速に弾塑性係数率が低下している。流動コンクリートにおいては、ベーススランブが小さいものほど、流動化剤添加前後の差が現われている。この原因としては、圧縮強度や曲げ強度の差の原因となっている空気量の違いが考えられる。

§ 4. まとめ

上記の実験結果をまとめると下記のことがいえる。

- 1) 一旦練り混ぜられたスランブの小さいコンクリートに流動化剤(仮称)を後添加することにより施工性を改善した流動コンクリートは、特に沈み亀裂が発生しやすいといえない。しかし、従来コンクリートと同様なタンピングは必要である。

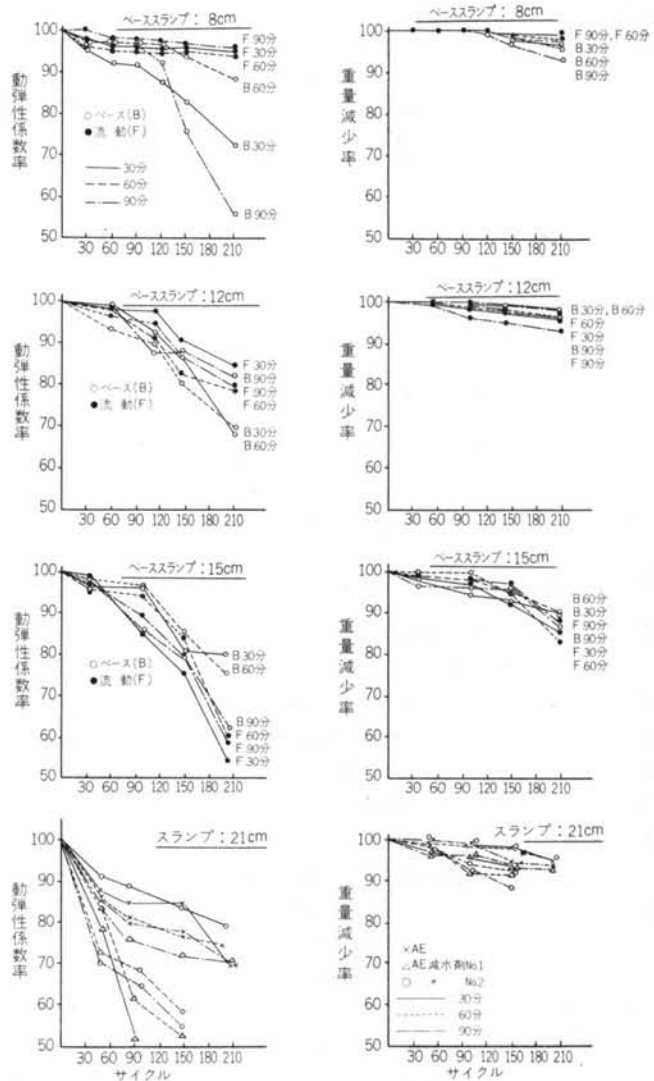
2)流動化剤添加までの練り混ぜ時間の影響は添加量を変化させるが、同一ベースコンクリートのスランプが得られているならば、流動コンクリートのまだ固まらないコンクリートの性質、および硬化後の性質に影響を与えない。

3)流動コンクリートは、初めよりスランプの大きいコンクリートと比べて単位水量が少なく、セメント量を減少させても同等の性質が得られる。また、乾燥収縮量を低減させることができる。

§ 5. あとがき

施工実験は、花王石鹼産業研究所、花王石鹼建材事業部、および清水建設建築技術部、研究所の共同研究によるものである。流動コンクリートは最近普及され始めてきているが、流動化剤の種類、ベースコンクリートの条件と添加量、添加方法と管理および責任の所在など、検討しなければならない問題も多い。高品質コンクリート施工のひとつの方法として、各種流動化剤の普通コンクリートのみならず軽量コンクリートに及ぼす影響について、各種の物性ととの関連性を検討中である。

最後に、実験に際して箱根生コン幹、箱根花王保養所新築現場の方々など、数多くの協力を得ました。誌上を借りて深謝申し上げます。



図—11 凍結融解試験結果

<参考文献>

- 1) G. M. Brvere: Nature Vol. 199(1963) p. 32
- 2) V. H. Dodson & E. Farkas: Proc. ASTM Vol. 64(1964) p. 816
- 3) J. Bonzel & E. Siebel: Beton Vol. 24(1974) No. 1 p. 20, No. 2 p. 59
- 4) 服部健一: コンクリート工学 14巻12号 (1976)
- 5) Cement and Concrete Association: "Superplasticizing Admixtures in Concrete" 1976
- 6) 鈴木, 植田: "フルイドコンクリートの施工に関する実験的研究 (その1~その3)" 日本建築学会大会梗概集(東海) 昭和51年10月