

超早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートの初期性状に関する研究

名古屋工業大学 正員 吉田 弥智
 赤井 登
 池内 義明

1. まえがき

超早強ポルトランドセメントを用いたコンクリート2種(以下、UPC・A、UPC・Bと略)と普通ポルトランドセメントを用いたコンクリート(以下、OPCと略)の初期性状について、実験し比較検討を行った。コンクリートの配合は表1に示す。粗骨材は天竜川産砂利(F.M. 7.01, 比重2.65, 最大寸法25mm)、細骨材は木曾川産細砂と揖斐川産粗砂を重量比で4:6の混合砂(F.M. 2.71, 比重2.57)を用い、細骨材率は41%、スランプは7±1cmとした。

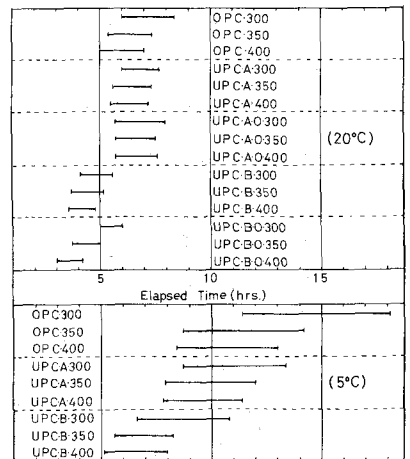
Table-1 Mix Proportion of Concrete

	Cement		Air Content (%)	W/C (%)	Concrete					
	Specific Gravity	Specific Surface (m ² /g)			Unit Weight (kg/m ³)					
					Water	Cement	Fine Sand	Coarse Sand/Gravel		
OPC	300	315	3090	2.0	5.6	168	300	302	454	1121
	350	315	3090	2.0	4.9	171	350	294	440	1090
	400	315	3090	2.0	4.2	168	400	284	433	1071
UPCA	300	313	5590	1.2	5.9	177	300	301	452	1118
	350	313	5590	1.2	5.2	182	350	292	439	1085
	400	313	5590	1.2	4.9	186	400	280	420	1038
UPCB	300	313	6060	1.5	5.7	171	300	303	454	1123
	350	313	6060	1.5	5.0	175	350	294	441	1091
	400	313	6060	1.5	4.5	180	400	285	428	1058

2. 実験測定項目および方法

初期性状のうち、凝結硬化速度試験(ASTM C 403 Tにより)、ブリージング試験(JIS A 1123 に準じて)、早期圧縮強度試験(JIS A 1108, JIS A 1132 により、φ10×20 モールドを用いて行い、キャッピングは「イオウキャッピング」を施した。)、初期乾燥収縮試験(JIS A 1125 [コンプレーター方法] に準じて)、および、沈下試験(φ15×30 モールド1個および2個を継ぎたしたものを用いて、コンクリート上面より、それぞれ、2.5cm, 5cm の位置に垂直棒をもつ塩ビ製円盤を埋め込み、ダイヤルゲージで、コンクリートの沈下収縮量を測定) について実験測定を行った。

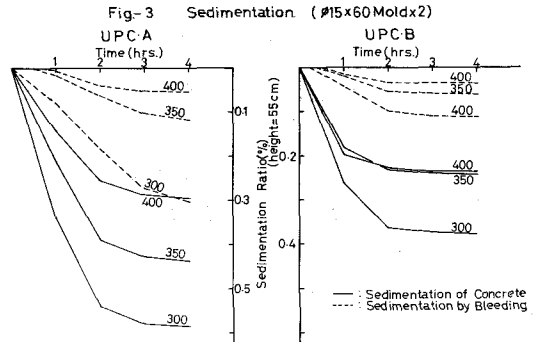
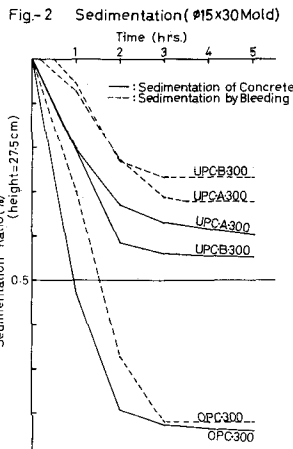
Fig-1 Time of Setting



3. 実験結果

UPC に関して以下の結論を得た。

○ 所要コンシステンシーを得るのに必要な水量は、OPC の場合より多く、また「一定単位水量の法則」は成立せず単位セメント量が大きくなると単位水量も大きくする必要が



ある。○ コンクリートの粘性が強く、材料分離に対する抵抗性が強い。しかし、ワーカビリティは、OPCと大差はない。

○ 凝結硬化速度は、始発終結とも速い傾向にあるが、銘柄により差異がある。(図1でUPC・A・O, UPC・B・Oは、単位水量がOPCと同じ配合のコンクリートで、スランパ1~3cmである。)

○ フリージングは、非常に小さく、OPCの場合の1/2~1/3である。フリージング水は、打ち込み後すぐには認められず、また、フリージング継続時間もOPCより短い傾向にある。○ コン

クリートの沈下は、OPCの場合より小さく1/2~1/3である。しかし、沈下のうちで、コンクリートの純沈下(フリージングによらない沈下)の割合が大きい。○ 早期に高い圧縮強度が得られ、概令1日で100%

以上、配合によつては200%以上に達する。また、養生温度が低い場合に良好で、5℃水中養生で50%の強度に2日以内に達し、セメントの銘柄、配合によつては1日以内である。

○ 1週間の水中養生中に、コンクリートの収縮はほとんどないが、水中養生後乾燥収縮させると、水中養生期間が長いほど、

収縮が小さくなる傾向にあり、早期に強度を発現することからも、概令24時間以前から乾燥収縮量と測定するのが適当と思われる。○ 使用セメントの銘柄により、その性状の差異が大きい。

セメントの銘柄により、その比表面積や化合物組成(特に、 C_3S , C_2S)の差異が大きく、これが、用いるセメント銘柄により、UPC間に大きな初期性状の差異をもたらす原因と考えられるが、今後、この点の研究を進めたい。

Table-2 1day Compressive Strength (Kg/cm^2)

		20°C Temp	
		Water Curing	80%RH humidity
OPC	300	30	28
	350	50	48
	400	67	67
UPCA	300	127	105
	350	197	140
	400	219	140
UPCB	300	124	155
	350	200	205
	400	270	235

Table-3 Curing Time at the 50% f_{cmf} Compressive Strength

		Curing Condition	
		Water Curing 20°C	Water Curing 5°C
OPC	300	36.5	95.0
	350	24.5	65.5
	400	19.5	52.0
UPCA	300	15.0	37.0
	350	12.5	31.5
	400	12.0	28.5
UPCB	300	13.5	36.0
	350	10.5	24.5
	400	9.5	21.5

Table-4 Empirical Formula between early Compressive Strength and Age in hours

$f_c = at + b$ f_c : Compressive Strength (Kg/cm^2)
t: Age in hours

	Curing Temp (°C)	Applied Time (hr-hr)	Constant	
			a	b
OPC	300	5	48-96	0.7 -18.0
		20	18-48	1.6 -10.4
	350	5	36-84	1.1 -20.6
		20	12-36	3.0 -24.0
	400	5	24-72	1.5 -27.0
		20	12-24	4.1 -31.0
UPCA	300	5	24-48	3.1 -61.3
		20	8-24	7.5 -55.4
	350	5	18-36	3.2 -51.2
		20	8-24	12.3 -94.4
	400	5	18-36	4.2 -68.0
		20	8-24	13.2 -100.8
UPCB	300	5	24-48	2.6 -44.0
		20	8-24	7.5 -53.0
	350	5	18-36	4.8 -64.0
		20	8-24	11.3 -70.0
	400	5	18-36	6.1 -78.0
		20	8-24	15.7 -104.7

Fig-4 Relation between the Compressive Strength and Age in hours (UPC-B)

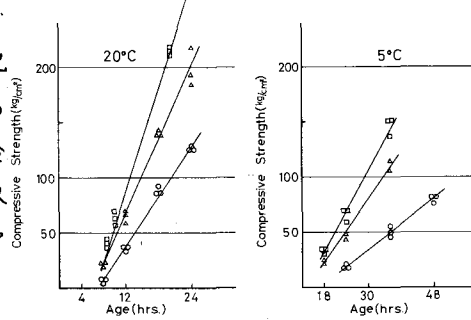


Fig-5 Drying Shrinkage (UPCA-350)

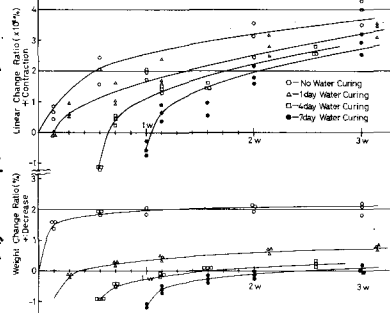


Table-6 Compressive Strength after Measuring Base Length

	Final Setting Time (hrs)	Compressive Strength (Kg/cm^2)			
		after Final Setting 3hrs.	1day	4days	1week
OPC	300	8.45	7.92	—	160
	350	7.42	7.26	—	170
	400	7.00	10.00	—	215
UPCA	300	7.70	24.85	110	115
	350	7.35	32.91	150	200
	400	7.25	34.50	160	210
UPCB	300	5.60	11.50	165	275
	350	5.20	22.66	230	360
	400	4.80	17.76	270	380

Table-5 Linear and Weight Change Ratio (%)

Concrete		Age after measuring Base Length						
		1 day		4 days		7 days		
		Linear Weight	Linear Weight	Linear Weight	Linear Weight	Linear Weight	Linear Weight	
U	300	N.W.C	0.0085	0.975	0.0156	2.325	0.0215	2.450
		W.C.7	—	—	—	—	0.0035	-0.360
		—	0.0110	1.800	0.0245	2.125	0.0285	2.200
A	350	N.W.C	—	—	—	—	0.0065	-0.475
		W.C.7	—	—	—	—	—	—
		—	0.0100	1.550	0.0165	1.850	0.0220	2.000
O	400	N.W.C	—	—	—	—	-0.0025	-0.350
		W.C.7	—	—	—	—	—	—
		—	0.0030	1.425	0.0085	1.675	0.0130	1.775
A	300	W.C.1	-0.0165	0.200	0.0055	0.550	0.0110	0.775
		W.C.4	—	—	0.0015	-0.450	0.0070	0.175
		W.C.7	—	—	—	—	-0.0065	0.275
A	350	N.W.C	0.0080	1.600	0.0210	1.875	0.0255	1.975
		W.C.1	-0.0005	0.300	0.0110	0.200	0.0165	0.350
		W.C.4	—	—	-0.0115	-0.700	0.0110	-0.200
A	400	W.C.7	—	—	—	—	-0.0055	-0.850
		N.W.C	0.0070	1.150	0.0175	1.350	0.0235	1.475
		W.C.1	-0.0075	-0.525	0.0100	0.025	0.0165	0.000
A	300	W.C.4	—	—	-0.0090	-0.750	0.0115	-0.300
		W.C.7	—	—	—	—	0.0015	0.225
		N.W.C	0.0170	1.650	0.0235	2.000	0.0280	2.150
A	400	W.C.1	0.0045	0.525	0.0135	0.600	0.0195	0.575
		W.C.4	—	—	0.0000	-0.575	0.0135	0.375
		W.C.7	—	—	—	—	-0.0025	-0.750
A	350	N.W.C	0.0015	0.275	0.0215	1.575	0.0255	1.450
		W.C.1	0.0050	0.350	0.0160	0.050	0.0205	0.100
		W.C.4	—	—	0.0020	1.000	0.0175	0.150
A	400	W.C.7	—	—	—	—	-0.0100	-0.475
		N.W.C	0.0090	0.625	0.0205	0.875	0.0245	0.950
		W.C.1	-0.0020	-0.725	0.0140	-0.075	0.0165	0.100
A	300	W.C.4	—	—	-0.0035	-0.090	0.0110	-0.300
		W.C.7	—	—	—	—	-0.0015	-0.350

N.W.C.: No Water Curing W.C.4.: 4 day Water Curing
W.C.1.: 1 day Water Curing W.C.7.: 7 day Water Curing
*: Age 7.5 days