

九州工業大学 正員 渡辺 明
 同 正員 O高山 俊一
 同 学生員 内海 章光

1. まえがき

セメントの改良や養生方法の改善によって近年高強度コンクリートが実用可能になり、実際プレストレストコンクリートくいに使用されている。高強度コンクリートでは必然的に富配合かつ硬練りコンクリートにならざるを得ないが、そこで本実験では2, 3のコンシステンシー測定器具を用いてワーカビリティと強度の関係等について調べたのでその結果を述べ考察する。なお、高強度コンクリートを得る方法は種々あるが、筆者らは特別な養生方法などによらず、新しい減水剤を使用し、普通の締固めと養生方法によって高強度コンクリートを得ようとした。

2. 実験概要

(1) 使用材料

使用材料は、セメント：早強セメント（比重 3.11）、細骨材：筑後川川砂（比重 2.52）、粗骨材：福岡県鞍手郡の碎石（比重 2.68 玄武岩）で、減水剤としては多環アロマスルフォン酸塩系（ポゾリス NL-1400）を用いた。

(2) 配合ならびに実験結果

表-1、表-2に示すよう単位セメント量500kg, 600kg, 700kgの3種類について高強度が得られるように水セメント比を漸次下げた実験を行った。富配合かつ硬練りコンクリートのワーカビリティを調べるためスランプ試験、VB試験、そして締固め係数試験（およびCF試験と略す）を行なった（表-1）。

表-1、表-2に示すよう単位セメント量500kg, 600kg, 700kgの3種類について高強度が得られるように水セメント比を漸次下げた実験を行った。

富配合かつ硬練りコンクリートのワーカビリティを調べるためスランプ試験、VB試験、そして締固め係数試験（およびCF試験と略す）を行なった（表-1）。

試料番号	水セメント比 (%)	水 (kg)	単位量 (kg/m ³)		w/c	w/m	w/s	CF (%)
			セメント	骨材				
10	24	120	500	1134	1.0	0	32	0.586
17	28	140	500	1174	1.0	2.0	12	0.791
18	20	100	500	1134	2.0	7.0	10	0.900
19	20	100	500	1134	3.0	5.0	8	0.897
20	20	100	500	1134	5.0	3.0	21	0.810
21	26	130	500	1194	1.0	0	23	0.653
22	20	100	500	1134	2.0	2	21	0.575
23	20	100	500	1134	3.0	2	24	0.589
24	20	100	500	1134	5.0	2	23	0.621
25	26	130	500	1194	1.0	0	21	0.754
26	22	110	500	1134	2.0	0	20	0.684
27	18	90	500	1094	2.0	0	20	0.714
28	14	70	500	1054	2.0	0	21	0.659
36	30	150	500	1194	1.0	11	0.808	
39	24	120	500	1134	2.0	0	20	0.650
40	22	110	500	1134	2.0	0	17	0.662
43	20	100	500	1134	2.0	0	34	0.562

表-2 実験結果

試料番号	水セメント比 (%)	スランプ (mm)				VB試験 (mm)				CF試験 (%)				強度 (kg/cm ²)			
		10分	30分	60分	90分	10分	30分	60分	90分	10分	30分	60分	90分	圧縮	引張	引張	引張
10	24	630	735	864	949	41.9	39.2	41.2	45.1	0.244	0.207	2700	249	243	243	2508	
17	28	603	674	745	804	32.3	33.5	45.1	0.193	0.193	2580	245	240	248	2470		
18	20	544	570	615	710	31.4	25.4	44.1	0.32	0.214	0.210	2720	247	249	248	2473	
19	20	551	630	624	672	30.3	34.3	36.1	43.5	0.202	0.197	2380	245	242	2478	2481	
20	20	559	564	610	714	30.0	32.2	39.1	38.8	0.207	0.194	2160	244	246	248	2470	
21	26	669	678	830	855	36.4	38.0	43.4	0.35	0.217	0.215	2370	2100	2470	2468	2488	
22	20	526	605	734	826	33.4	38.0	43.1	40.2	0.182	0.171	2170	2620	2473	2400	2468	2484
23	20	642	681	725	828	36.1	34.2	42.4	34.5	0.214	0.215	2350	2600	2480	2487	2487	2470
24	20	627	673	741	815	34.3	33.3	42.4	37.0	0.241	0.234	2500	2600	2476	2456	2484	2482
25	26	681	714	792	845	35.5	44.0	0.211	0.211	2500	2483	2495	2478				
26	20	667	742	904	808	39.3	45.9	0.193	0.193	2900	2485	2487	2562				
27	18	613	684	727	810	34.9	45.3	0.197	0.197	2420	2487	2504	2504				
28	14	684	710	831	841	36.5	47.1	0.193	0.193	3200	2504	2507	2522				
36	30	644	744	802	824	38.4	41.2	43.3	0.233	0.233	2450	2485	2487	2502			
39	24	574	702	830	917	37.4	36.0	45.2	0.199	0.199	1800	2495	2490	2492			
40	22	628	704	885	915	39.0	34.1	43.0	0.147	0.147	2870	2504	2511	2520			
43	20	634	717	736	830	40.2	43.3	0.147	0.147	2460	2482	2484	2486				

試料番号	水セメント比 (%)	水 (kg)	単位量 (kg/m ³)		w/c	w/m	w/s	CF (%)
			セメント	骨材				
4	30	150	500	987	0.5	5.0	6	0.825
5	25	125	500	1104	1.0	5.0	5	0.894
6	20	100	500	1151	2.0	18	0.782	
7	35	175	500	935	0.5	12.0	15	0.883
8	25	125	500	1104	1.0	6.0	15	0.785
31	24	120	500	1207	1.0	0	25	0.622
32	22	110	500	1239	2.0	3	33	0.589
33	22	110	500	1230	2.0	4	43	0.573
34	22	110	500	1268	2.0	4	45	0.619
35	24	120	500	1207	2.0	0	20	0.619
36	24	120	500	1207	2.0	0	108	0.582

試料番号	水セメント比 (%)	スランプ (mm)				VB試験 (mm)				CF試験 (%)				強度 (kg/cm ²)			
		10分	30分	60分	90分	10分	30分	60分	90分	10分	30分	60分	90分	圧縮	引張	引張	引張
12	30	477	506	578	570	30.8	33.2	33.6	45.3	0.153	0.208	1620	249	267	2498	2486	
13	27	615	658	669	729	31.6	39.5	40.8	44.0	0.184	0.219	2250	249	263	2484	2497	
14	20	520	580	611	673	34.6	34.0	42.0	66.6	0.209	0.227	1150	248	272	2470	2489	
37	30	540	681	751	811	33.6	41.4	46.1	0.180	0.180	2400	2495	2512	2505			
38	28	632	744	820	896	37.1	41.9	58.5	0.193	0.193	1820	2489	2496	2502			
41	20	655	725	902	889	41.2	41.5	0.213	0.213	2390	2518	2512	2518				
42	26	676	723	851	882	44.9	45.8	0.204	0.204	2790	2504	2505	2503				
43	20	654	796	908	836	43.3	48.7	0.215	0.215	2500	2515	2518	2514				
44	20	679	669	725	871	41.6	46.3	0.147	0.147	2360	2494	2494	2497				
11	30	456	476	622	368	34.0	38.3	0.208	0.208	1820	248	247	249	2481			

3. 結果考察

(1) セメント水比とVB値、CF値

図-1に示すごとくセメント量一定の場合には、VB線が右上り、CF線が右下りとなる。セメント水比がある値(3.9くらい)より大きくなると、VB値は時として大きな値を示すが、一般に C/W の増加と共に大きくなり、CF値は0.60~0.56とほぼ一定となる傾向が認められる(表-1、図-1)。

(2) コンシステンシー測定方法による比較

表-3に示されるように要スランプの硬練りコンクリートはVB試験やCF試験でコンシステンシーを測定すべきと考える。超硬練りコンクリートではCF値の変化が小さく、さらに一定値になるためにCF試験は不向きであり、VB試験の方が適当と考えられる。

(3) 強度とVB値

最大圧縮強度を示すVB値はほぼ20秒であり、単位水量を減らしたコンクリートは、かえって強度が低下している(図-2)。セメント量600 $\%m^3$ 、材令9日で995 $\%m^3$ の圧縮強度を示したVB値は17秒であった。

(4) 強度とセメント水比

周知のごとく富配合硬練りコンクリートではセメント水比が高くなっても圧縮強度は伸びない。本実験でも同様の傾向($W/C=28\%$ で C/W - σ_c 曲線は C/W 軸にほぼ平行となる。)が認められた(図-3)。

(5) 強度と弾性係数

$\phi 10 \times 20$ の円筒形供試体を用いて測定した弾性係数は、圧縮強度が高くなってその割には大きくならず、プレレストコンクリート設計施工指針に示された値より小さい。(図-4)

4. あとがき

強度とCF値との関係では最も高い強度は0.60~0.70の場合に得られた。圧縮強度600 $\%m^3$ での弾性係数は17、コンクリートの密度は247 $\%m^3$ ~253 $\%m^3$ またポアソン比は0.20であった。また破壊時の最大ひずみは $2300 \times 10^{-6} \sim 2800 \times 10^{-6}$ であった。

高強度コンクリートでは骨材が破壊するためにレジンベース(ポリエステル樹脂)で粗骨材を被膜し骨材の改良を行なって試験を実施したが高強度は高くならなかった。

レジレコンクリートでは圧縮強度1200 $\%m^3$ を得たが、さらに圧縮強度1500 $\%m^3$ を得られよう実験中である。

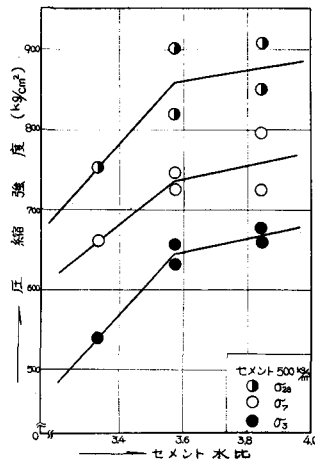


図-3 強度と C/W

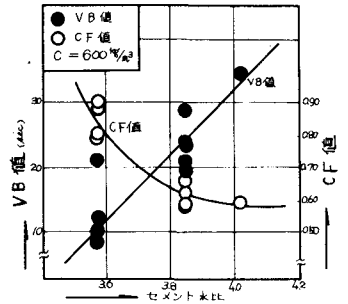


図-1 C/W とVB値、CF値

表-3 コンシステンシー測定方法による比較

コンクリートの種類	スランプ(cm)	VB値(秒)	CF値
超硬練り	0	24以上	0.60~0.56
非常に硬練り	0	18~24	0.74~0.60
硬練り	0~4	10~18	0.86~0.74
中硬練り	5~12	10以下	0.86以上

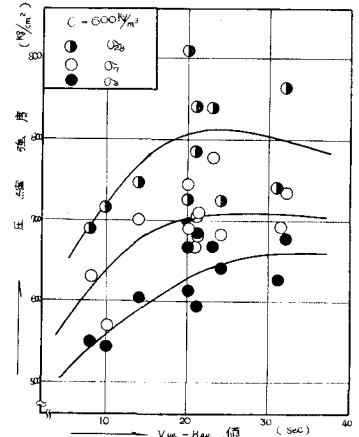


図-2 強度とVB値

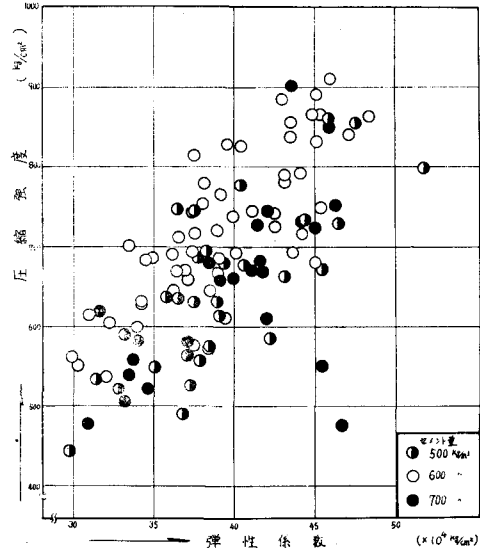


図-4 強度と弾性係数