

IV-32 不連続粒度コンクリートの性質に関する実験的考察

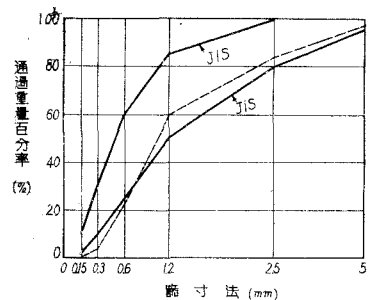
防衛大学校 土木工学教室 正員 工博 淨法寺 朝美
防衛大学校 土木工学教室 正員 加藤 清光

引. 梗概 粗骨材の不連続粒度をもつコンクリートが、舗設用コンクリートとして使用されている現況に鑑み、これの種々の物理的特性を調べることが目的とした。鉄筋コンクリート標準示方書17条に規定する粗骨材の粒度を標準粒度として、各サイズの骨材を削除し gap を作ったものである。これらコンクリートの硬化前の性状として、スランプ及びブリージング試験を、硬化後の性質として圧縮強度及び引張強さ係数、静弾性係数を求めたが弾性係数については後日発表の予定である。

表-1

比重	粉末度		凝 結				安定性
	フルン (cm ² /g)	88μ (%)	量温(比)	水量(%)	始凝 (時-分)	終凝 (時-分)	
3.16	3120	1.8	20.6	26.4	2-31	3-36	良

図-1



2. 実験の概要 (1)使用材料 セメントは〇社製普通ポルトランドセメントで物理試験成績は表1の如し。細骨材は相模川産河砂であり、比重2.65でその粒度曲線は図1の如し。粗骨材は相模川産河砂利で比重2.65であって、全て篩分けし所定の粒度とした。各の粒度は表2の如し。(2)配合 $w/c=53\%$ 絶対細骨材率 $S_A=37\%$ として $q/s=1.70$ また単位セメント量 $C=302\text{ Kg}$ 、単位細骨材量 $S=724\text{ Kg}$ 、単位粗骨材量 $G=1232\text{ Kg}$ である。(3)実験方法 Jeager Type Mixer による機械練りで、スランプ、ブリージング試験は同時に行う。締固めには突き棒を用いるが、スランプの小さい固

表-2

粗粒 (mm)	T																U				V				W			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4		
50-40	2.5	3.2	3.7	3.7	3.0	4.5	5.6	4.2	5.6	4.2	5.0	11.1	6.7	9.1	9.1		1.8	4.0	2.9	24.0								
40-30	22.5	—	28.8	33.3	27.3	—	—	—	50.0	38.5	45.0	—	—	—	81.8		27.5	1.6	1.1	2.3								
30-25	22.5	28.8	—	33.3	27.3	—	50.0	38.5	—	—	45.0	—	—	81.8	—	27.5	27.5	1.6	1.1	2.3								
25-20	32.5	42.4	42.4	—	39.4	58.1	—	54.2	—	54.2	—	—	86.7	—	—	27.5	27.5	1.6	1.1	2.3								
20-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.0	25.0	1.6	1.1	2.3								
15-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
10-5	17.5	22.4	22.4	25.9	—	31.8	38.9	—	38.9	—	—	77.8	—	—	—	—	37.5	37.5	1.6	1.1	2.3							
5-0	2.5	3.2	3.2	3.7	3.0	4.5	5.6	4.2	5.6	4.2	5.0	11.1	6.7	9.1	9.1	4.1	5.0	11.0	8.0	66.7	5.0	11.8	8.4	50.0	7.5	14.3		
V(cm ³)	202	94	161	177	195	67	80	82	82	67	170	190	104	182	207	102	61	135	0	135	149	177	130	103	38			
R(%)	10.1	4.7	8.1	8.7	9.5	3.3	4.0	4.1	4.1	3.4	8.3	9.6	5.2	8.9	10.1	5.1	3.1	9.0	0	6.6	9.5	8.9	7.0	5.3	2.9			
Q(cm)	13.0	14.5	15.7	16.7	16.2	13.1	10.1	12.9	10.9	15.8	15.5	2.6	12.9	18.3	18.6	15.9	4.2	18.7	0.2	13.1	14.8	15.5	1.2	14.7	12.8			
Tf(hr)	3.0	4.0	4.5	3.0	3.5	4.5	4.0	3.5	4.0	5.5	2.5	3.0	5.5	3.0	3.0	5.0	4.0	4.0	—	5.5	6.5	2.5	5.0	4.5	3.5			
T(hr)	1.1	1.8	1.8	1.1	1.4	2.2	1.8	1.5	1.7	2.4	0.8	0.9	2.5	1.1	0.7	2.1	1.8	1.4	—	2.5	2.8	0.6	1.9	1.9	1.6			
Tf/T	2.8	2.2	2.5	2.8	2.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.3	3.1	2.2	2.8	4.3	2.4	2.2	2.9	—	2.2	2.3	4.2	2.6	2.4	2.2				
B ₁	1.76	0.97	1.01	1.64	1.05	0.08	0.43	0.76	0.62	0.40	1.87	1.44	0.31	1.65	1.95	0.92	0.47	1.29	0	0.42	0.57	2.44	0.25	0.68	0.37			
S _{0.075} (%)	179	153	160	167	139	214	259	166	231	168	177	413	308	236	231	240	475	254	749	252	439	255	131	13	10	3		
σ _c (kg/cm ²)	183	176	195	157	235	149	190	155	157	162	145	137	195	98	101	168	193	158	113	171	226	206	110	177	166			
σ _{tr} (%)	355	324	276	268	300	287	319	288	269	262	204	340	345	221	213	316	288	267	188	300	354	282	216	201	287			
σ _{tr} (%)	193	216	191	205	232	160	241	22.6	16.9	18.3	16.9	15.7	18.5	24.4	11.5	17.0	15.7	15.0	10.9	160	210	233	132	16.6	77.6			
σ _{tr} (%)	208	241	210	212	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210			
α ₇ (%)	100	107	96	86	128	81	76	107	86	89	99	75	96	54	55	100	115	92	67	100	132	120	64	100	94			
α ₁₈ (%)	100	91	98	75	85	81	70	81	76	68	57	66	97	52	60	780	91	84	59	100	118	94	92	100	96			
β ₂₈ (%)	100	123	95	110	100	102	105	84	91	99	79	104	99	81	71	100	92	77	71	100	91	80	67	100	107			
γ ₁	0.11	0.11	0.10	0.13	0.10	0.11	0.15	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.10	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09	0.11	0.12	0.09	0.11	0.12			
γ ₂₈	0.08	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	0.08	0.10	0.12	0.11	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.10	0.07	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08			
σ _{tr} /σ _c	1.94	1.65	1.58	1.91	1.08	1.93	2.23	1.48	1.91	1.49	1.61	1.44	1.97	2.26	2.11	1.88	1.49	1.94	1.57	1.76	1.59	1.37	1.46	1.70	1.94			
σ _{tr} /σ _c	1.48	1.40	1.40	1.54	1.23	1.82	1.43	1.04	1.54	1.55	1.33	1.84	1.85	1.87	1.92	1.50	1.44	1.31	1.87	1.71	1.33	1.04	1.55	1.37	1.39			

練りコンクリートは Table Vibrator (1/2HP, 振動数 6000 r.p.m) により充分締め固めた。供試体の製作試験方法等は全て JIS に準じている。圧縮強度及び引張強さ係数は7日、28日強度を採用し3個の平均値を表2に示してある。

[註] V:ブリージング量, R:ブリージング率

σ_c:引張強さ係数, α: T-3 と100 とした

圧縮強度比, β: T-3 と100 とした引張強さ係数の強度比

γ: 各粒度の σ_c/σ_c の値

83. まだ固まらないコンクリートの性質 (1) ブリージング量とブリージング率 図2から極めてよい直線性のあることがわかる。しかし容器へ試料を打込む場合

の容積的誤差及び縮固めの程度等の影響を考慮しブリージング率を検討の対象とする。(2) Bleeding Rate とスランプ スランプの増加と共に Bleeding Rate は指数函数的に増加する。(3) ブリージング分布の歪度と継続時間

単位時間とその間の Bleeding Rate との関係図を 2, 3 の例として 図-3, 4, 5 に示す。今分布の特性を知るため

図6, 7 の如く元の周りの分布を調べる。分布が対称であれば

$\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{x})^3 = 0$ である。 $\mu_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{x})^3$ とすると $\sqrt{\mu_1} = \frac{\mu_2}{\sqrt{\mu_2}}$ で表わされ

分布の歪度とし $\sqrt{\mu_1} \geq 0$ に応じ 図6, 7 となり $\sqrt{\mu_1} = 0$ で対称となる。図8から歪度が 0.10 ならば継続時間は 35-65 時間、10-175 ならば 3-4 時間、175 以上ならば 253 時間以内である。また歪度時間 T_f との比 $\sqrt{\mu_1}$ とは図9の如し。即ち $\frac{T_f}{\sqrt{\mu_1}} = A \exp(B \sqrt{\mu_1})$ で表わされ $\sqrt{\mu_1} < 1$ ならば T_f つまり Bleeding の集中性が明瞭に現われない。 $\sqrt{\mu_1} \geq 1$ では Bleeding が T_f に集中し時間は短縮する。(4) 骨材の比表面積と Bleeding Rate 骨材を扁楕円と仮定 ($\frac{a}{b} + \frac{b}{a} + \frac{c}{a} = 1$)

すると、その表面積は次の如くなる。但し $a \geq b \geq c$ 。 $A = 2\pi c + \frac{2\pi b}{\sqrt{a^2 - c^2}} [c^2 K(k) + (a^2 - c^2) E(k)]$ ここで $K^2 = \frac{a^2(b^2 - c^2)}{b^2(a^2 - c^2)}$, $\mu = \cos^{-1} \frac{c}{a}$ また $F(K, \mu) = \int_0^\mu \frac{1}{1 - K^2 \sin^2 \theta} d\theta$, $E(K, \mu) = \int_0^\mu \sqrt{1 - K^2 \sin^2 \theta} d\theta$ でそれぞれ第1第2種楕円関数であり、函数表から求まる。各粒度の比表面積 S_0 は表2の如し。Bleeding Rate と S_0 の関係は図10の如くであり、 $\sqrt{\mu_1}$ についても全く同様の傾向を示す。(5) S_0 とスランプ 一般的に S_0 の増加と共にスランプは著しく減少する。(6) S_0 と T_f 各種粒度の骨材比表面積 S_0 と T_f とは $T_f = \frac{D}{S_0 + c}$ で表わされ (1) から $\frac{T_f}{\sqrt{\mu_1}} = A \exp(B \sqrt{\mu_1})$ (A, B 定数) つまり任意粒度の S_0 が与えられると T_f が推定される。(7) Bleeding Rate (R) と T_f 両者の関係を知るために R と $\sqrt{\mu_1}$ の関係を求めると 図11 の如くなる。これは $R = F(\sqrt{\mu_1})$ (F, m, n 定数) で表わされ (2) とから $R = G(\ln \frac{T_f}{\sqrt{\mu_1}} + H)$ (G, H, m 定数) となる。この事から「ブリージングの速度とその全浸出量とは相互に密接な関係はない」という通念は解消する。

84. 硬化したコンクリートの性質 圧縮強度及び引張強さ係数共に (1) 粒径の小なる骨材の欠除量の増加とともに強度は減少する傾向を示す。(2) 中間径の欠除は強度を著しく低下させる。(3) (3) の欠点を補うためには gap を段階的にすべきである。(4) 骨材の最大寸法の変化による強度への影響は寸法が小になるに従って強度は減少する。(5) 圧縮強度とスランプとは一般にスランプの増大と共に強度は減少する。しかし骨材最大寸法が比較的小で、中間径及び下部骨材がなく、細骨材の過多 (比表面積が大) のものは、スランプが小でも強度は低い。猫詳細は発表講演会で行う。

85. あとがき hard work な本実験に終始協力を戴いた本学勤務 角井 正氏に厚く感謝の意を表するものである。

図-2

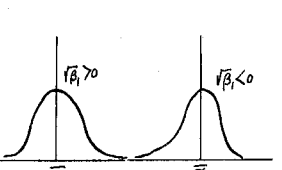
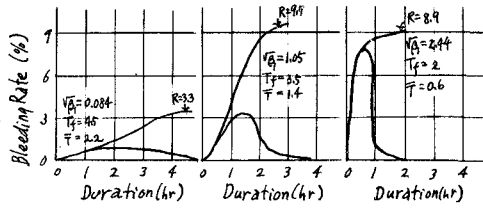
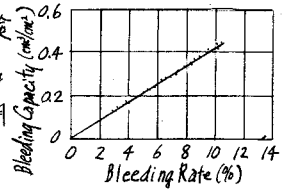


図-6

図-7

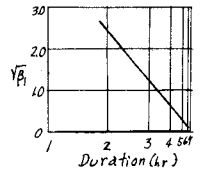


図-8

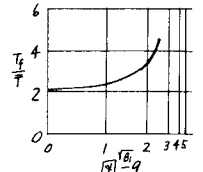


図-9

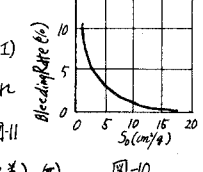


図-10

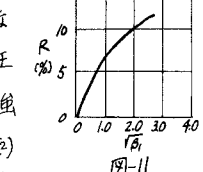


図-11