

碎石コンクリートに関する二、三の実験

東北大学大学院

学生員 外門正直

東北大学大学院

学生員 菅生邦孝

東北大学工学部

学生員 木下若次

東北大学工業教員養成所

学生員 早坂登志勝

1. まえがき

河川砂利の不足が深刻になってきている今日、一方では建設事業が大幅に拡大しており、碎石のコンクリート用骨材としての利用が今後増大することは明らかである。一般に碎石コンクリートは砂利コンクリートに比べてワーカビリティが悪くなり高配合となる傾向がある。碎石の粒形や表面粗さは碎石コンクリートのワーカビリティに大きい影響を与えるファクターと考えるので、これらのファクターとワーカビリティとの関係を調べることは碎石コンクリートの有効適切な使用に役立つと考える。

本実験では産地が異なる6種類の碎石と1種類の河川砂利を使用し、粒形判定を行ない、さらに粒形とコンクリートの諸性質との関係を調べる実験および引張強度に関する実験を行なった。

2. 骨材の粒形判定試験ならびに粒形とコンクリートの諸性質との関係について

粗骨材の粒形判定試験として a) 粒形判定実積率試験および細長率、方形率、扁平率、球形率の測定 b) 透水試験 を行ない、さらに粒形とコンシステンシーとの関係を調べるために、単位水量とスランパの関係を調べた。

2-1 使用材料 使用したセメント

表 - 1

ントは 住友セメントKK製普通ポルトランドセメント、粗骨材、細骨材の試験成績は表-1の通りである。粗骨材の最大寸法は20mm、粒度は20~10mm 60%、10~5mm 40% である。

	粗 骨 材							細骨材
	川砂利	碎石1	碎石2	碎石3	碎石4	碎石5	碎石6	
比重	2.55	2.68	2.51	2.71	2.87	2.70	2.74	2.50
吸水率%	3.08	2.48	3.35	0.46	0.90	1.01	0.62	2.73
単位容積重量(g/cm ³)	1.638	1.596	1.437	1.601	1.641	1.503	1.525	1.644

2-2 粒形判定試験

1) 粒形判定実積率および細長率、方形率、扁平率、球形率

各骨材の粒形判定実積率、細長率、方形率、扁平率、球形率は表-2の通りである。ただし、a: 骨材の長径、b: 骨材の中径、c: 骨材の短径 である。試料数は、各粒径範囲内のものの代表的試料50個である。

表 - 2

骨材の種類	粒形判定 実積率%	系 長 率 %			方 形 率 %			偏 平 率 %			球 形 率 %		
		5~10mm	10~20mm	20~40mm 10~5mm40%	5~10mm	10~20mm	20~40mm 10~5mm40%	5~10mm	10~20mm	20~40mm 10~5mm40%	5~10mm	10~20mm	20~40mm 10~5mm40%
川砂利	66.2	2.20	2.06	2.12	1.42	1.38	1.40	1.57	2.79	2.30	0.725	0.723	0.724
碎石1	61.0	2.72	2.49	2.58	1.43	1.39	1.41	2.33	3.26	2.89	0.667	0.685	0.678
碎石2	59.2	2.54	2.39	2.45	1.42	1.44	1.43	2.20	4.30	3.46	0.654	0.677	0.668
碎石3	59.1	3.33	3.00	3.13	1.57	1.51	1.53	2.76	4.09	3.56	0.604	0.626	0.617
碎石4	57.7	3.08	2.66	2.82	1.60	1.51	1.55	2.51	4.42	3.65	0.613	0.657	0.639
碎石5	56.2	3.52	3.34	3.41	1.64	1.61	1.62	2.88	5.38	4.38	0.577	0.570	0.573
碎石6	56.0	3.78	3.70	3.73	1.61	1.59	1.60	3.25	5.41	4.55	0.574	0.570	0.572
碎石4の 平均値	—	1.93	2.14	2.06	1.42	1.45	1.44	1.33	2.57	2.07	0.730	0.714	0.720

2) 透水試験

一定粒度、一定体積の骨材を詰めパイプを通して、一定量の水を流すに要する時間(以下透水時間という)は、骨材の角ばりおよび表面状態などに影響されると考えられるので、骨材の角ばりおよび表面状態を比較する1方法として、透水時間を測定する試験(以下透水試験という)を行なった。

(1)試験装置 試験装置は図-1に示す通りである。

(2)試験方法 $\phi 10\text{cm}$ の塩化ビニール管を使用し、 50cm の長さで表面乾燥飽水状態の骨材を詰める。その際骨材のしめる体積が一定になるようにし、水頭差が 60cm から 40cm になるまでの時間を計り透水時間とした。(透水量は 50l である)

(3)試験結果 骨材が塩化ビニール管($\phi 10\text{cm}$)の長さ 50cm の部分にしめる体積を 61% 、 56% にした場合についての透水時間は表-3の通りである。

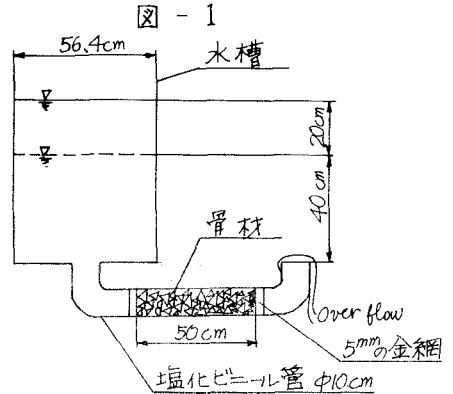


表-3

骨 材		川砂利	砕石1	砕石2	砕石3	砕石4	砕石5	砕石6
透水時間 (秒)	詰めた骨材の しめる体積率 61%	91 (100)	120 (132)	127 (140)	132 (145)	125 (137)	—	—
	詰めた骨材の しめる体積率 56%	70 (100)	95 (136)	—	110 (157)	98 (140)	114 (163)	118 (169)

(1)内は砂利の値を1.0としたときの値で、以下これを透水時間比という

2-3 粒形とコンシステンシーの関係について

1) 単位水量とスランプの関係

粗骨材粒形とコンシステンシーとの関係を調べるため、各骨材について 水セメント比を 52% 、細骨材率を 38% とし単位水量を変えてスランプを調べた。なお、実験結果は図-2の通りである。

2) 単位水量と実積率、透水時間および扁平率、球形率との関係

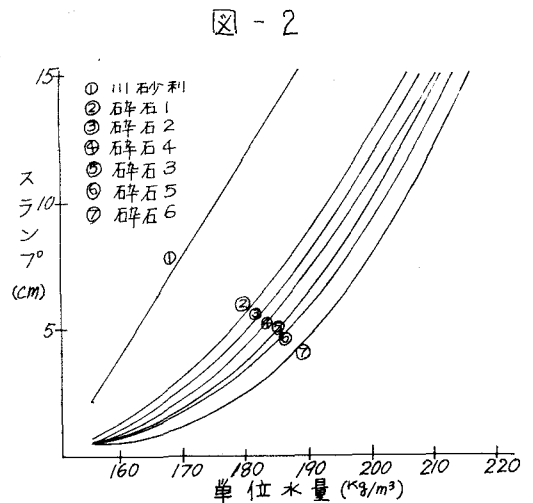
単位水量と実積率との関係は図-3、単位水量と透水時間との関係は図-4、単位水量と扁平率、球形率との関係は図-5 に各々示す通りである。

3) 考察

(1) 単位水量と実積率は、ほぼ直線関係にあり、実積率が 1% 減少すると同一のスランプを得るためには約 3kg/m^3 の単位水量の増加が必要である。

(2) 単位水量と透水時間比は、ほぼ直線関係にあり、透水時間比 0.1 の増加に対して、同一のスランプを得るために約 3kg/m^3 の単位水量の増加が必要である。

(3) 骨材の扁平率、球形率は、骨材の形状を示すものであり、コンクリートのコンシステンシーに関



係する。碎石の場合については、単位水量と扁平率、球形率とはほぼ直線関係にある。

図 - 3

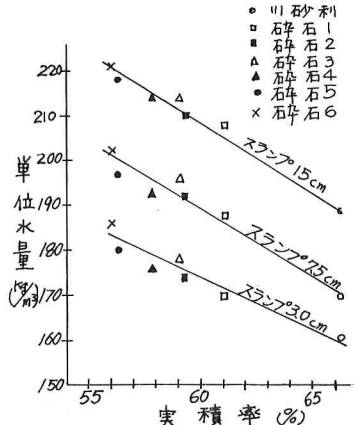


図 - 4

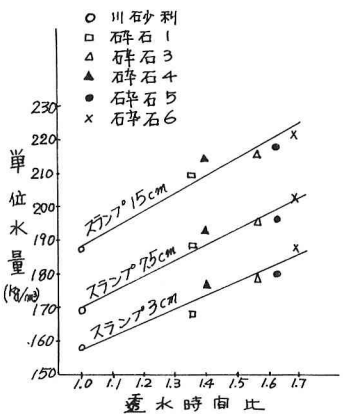
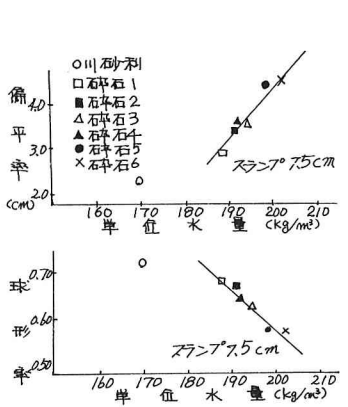


図 - 5



3. 引張試験法および打込方向に対する引張載荷方向の引張強度におよぼす影響について

1) 使用材料および配合

使用したセメントは、東北開発K.K製普通ポルトランドセメント、粗骨材は白石川産、粗骨材は、川砂利、碎石4、碎石4の角をとったものである。(表-2参照)単純引張試験に使用した接着剤はエポキシ樹脂である。なお、碎石4の角をとったものは、5~40cmの碎石4を20kg、鋼球2個とともに、ロサンゼルス試験機に入れ、2000回、回転させて作ったものである。配合は表-4の通りである。

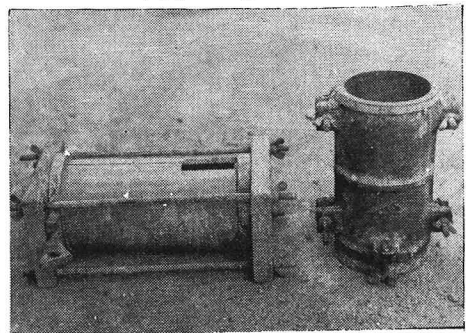
2) 実験方法

上記の粗骨材3種類を使用し、圧縮試験、圧裂試験、単純引張試験を行なった。単純引張試験については、縦打ち、横打ちの供試体を使用した。型枠は写真-1の通りである。縦打ちの供試体は、打込み方向と載荷方向が同一であり、横打ちの供試体は打込み方向に対して、載荷方向が垂直である。養生は、単純引張試験以外はすべて、28日間標準養生とし、単純引張試験は26日間標準養生し、接着のために2日間空中放置した。使用した供試体の寸法は、圧縮試験用 $\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ 、圧裂試験用 $\phi 15 \times \text{約} 20 \text{ cm}$ 、単純引張試験用(縦打ち、横打ちともに) $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ である。

表 - 4

骨材の種類	粗骨材最大法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材		計
								20mm 10mm	10mm 5mm	
川砂利	20	5±1	49	38	162	330	687	685	457	1142
碎石4	20	5±1	52	38	182	350	662	744	496	1240
碎石4の角 をとったもの	20	—	52	38	182	350	662	744	496	1240

写真 - 1



3) 実験結果および考察

(1) 実験結果

実験結果は表-5に示す通りである。単純引張試験によるコンクリートの破断面は写真-2, 3, 4に示す通り

表 - 5

骨材の種類	スランプ (cm)	静弾性係数 $\times 10^5$ (kg/cm ²)	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)		
				圧裂強度	単純引張強度 縦打ち	単純引張強度 横打ち
川砂利	4.5	2.69	362 (4.28)	26.3 (11.60)	20.8 (12.18)	18.6 (6.58)
碎石4	5.5	3.06	373 (7.08)	26.9 (9.14)	21.5 (18.90)	24.9 (5.94)
碎石4の角 をとったもの	11.5	3.32	394 (4.24)	29.2 (7.91)	21.6 (9.76)	24.7 (7.64)

()内は変動係数(%)である

りであり、縦打ち供試体の上、下破断面は図-6に示す通りである。

(2) 考察

写真-2, 3, 4より碎石4および碎石4の角をとったものでは、縦打ちの破断面で明らかにブリージングが見られ、この影響が、縦打ち、横打ちの単純引張強度差となって表われているものと思われる。川砂利に関してはブリージングの影響は顕著でない。強度のばらつきは変動係数(%)で示したが、それによると、横打ちの単純引張強度は、他の引張強度に比べて、ばらつきが少いようである。

4. むすび

以上、骨材の粒形を判定する方法として、実積率、細長率、方形率、扁平率、球形率の他に、一定体積の骨材を詰めたパイプに、一定量の水を透過させるのに要する透水時間の比を考え、6種類の碎石、1種類の川砂利を用い、骨材の粒形とコンクリートのコンシステンシーとの関係を調べる実験を行なった。その結果、実積率および透水時間比は、いずれもコンクリートのコンシステンシーに密接な関係が認められるが、骨材の粒形および表面粗さとコンクリートのコンシステンシーとの関係を適切に表わすファクターとして役立つかどうかは、碎石コンクリートのコンシステンシーを規定するのにあまり適当でないスランプ試験を用いたこと、実験数が少ないことなどのため明確な結論が得られなかった。

引張試験に関して、碎石4と碎石4の角をとったものでは、引張強度にあまり差が出ない。このことは、碎石4と碎石4の角をとったものでは、表面状態がほぼ同一と考えられるので碎石の角はりよりも表面状態が引張強度に大きな影響をもつものと考えられる。

図 - 6

縦打ち単純引張供試体

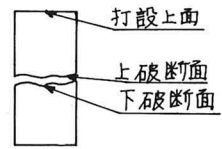


写真-2

川砂利

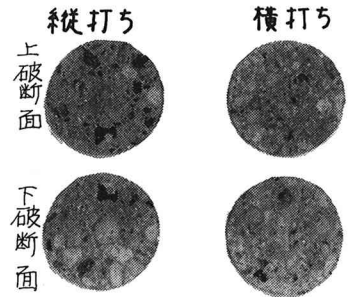


写真-3

碎石4

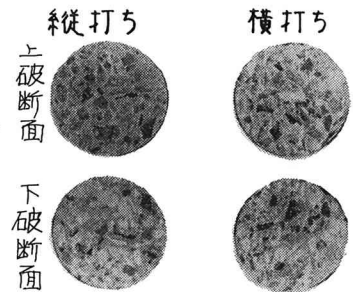


写真-4

碎石4の角をとったもの

