

V-3

碎石コンクリートのワーカビリティと強度に関する実験

九州大学 工学部 正員 石川 達夫

〃 〃 学員 松下 博通

〃 〃 〃 〇 藤村 正人

1. まえがき

コンクリート用骨材の需要は年々増大しつつある。しかしながら、従来から最も経済的な骨材源であった川砂利、川砂は、治山、治水などの河川管理上から、その採取を規制する水系がふえ、次第に骨材の不足をきたし、碎石の使用をほからねばならない現状である。

コンクリート骨材に碎石を使用することは以前より研究されており、ダム工事ではごく普通に使用されており、基本的には何らの不安もないものである。しかしながら、この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いなどの欠点をもっており、従来の砂利コンクリートとはその規準も異なるものと考えられる。筆者らは、碎石コンクリートに関する規準作成の一資料とするため、碎石コンクリートのワーカビリティに関する実験と強度に関する実験を行ってきた。ここに、その実験方法の概要と実験結果を示す。なお、強度試験は現在継続中である。

2. 使用材料

セメント：宇部普通ポルトランドセメント（比重 3.15）

細骨材：佐賀県杣浦川砂（比重 2.56）

その粒度曲線を図-1 に示す。

粗骨材：使用した粗骨材の種類、産地およびその性質を一括して表-1 に示す。石灰石および角閃岩は、ロサンゼルス試験機に約 60 kg ずつ投入し、500 回、1000 回、2000 回回転させて角ばりを落としたものも使用したので、それぞれ R.500、R.1000、R.2000 として記入した。Angularity Number は全

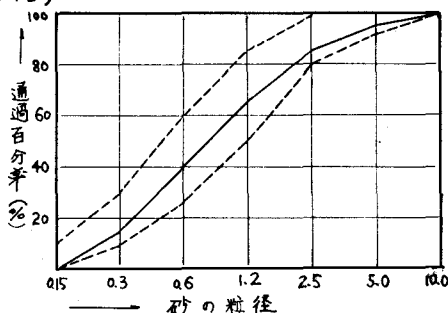


図-1 砂の粒度曲線

Shergold が提唱した方法によって測定したものであり、その測定方法は文献 1 を参照されたい。また、この測定による空隙率は、単一寸法の骨材について規定されたものであるが、ここでは 40~5mm の混合した骨材についても空隙率測定を行ない、同時に表-1 に示した。粗骨材の粒度分布はすべて 40~30mm：25%，30~20mm：25%，20~10mm：30%，10~5mm：20% である。

3. コンクリートの配合

コンクリートの配合は、建設省「碎石コンクリートに関する共同試験実施要領」にしたがい、単位粗骨材量は細骨材の粗粒率 2.95 より単位粗骨材容積 0.68 を求め、各種粗骨材の単位容積重量にこの値を乗じた重量とした。ただし、石灰石および角閃岩の R.500、R.1000、R.2000 は R.0 の時の単位重量とした。粗骨材の単位重量は表-1 に示した。水・セメント比は、第 1 次試験（コンシステンシー試験）では 1.7 に、第 2 次試験（コンシステンシーおよび圧縮強度試験）では 2.0、1.7、1.4 の 3 通りとした。単位水量は、スランプが 3~15 cm を変化するように約 5 kg ずつ増加させていったが、スランプに大きな変化があらわれるときには、その増加量を 2 kg にした。

4. サイ次試験結果

コンクリートのコンシステンシーの測定は、スランプ試験によった。

粗骨材は表-1の①～⑦を使用し、コンクリート練混ぜは手練りによった。

コンクリートの単位水量とスランプ値の試験結果を図-2に示す。スランプ3～15cmの範囲では、単位水量(W)とスランプ(S)はほぼ直線関係がみられるので、その1次式を求めて図-2に同時に記入した。

図-2にみられるように、所定のコンシステンシーと与えるに要する単位水量は、岩石の種類によってかなり相違し、その角ばり度が大きい程、一定のスランプ値を得るための単位水量は多くなる。

図-3に、単位水量一定の場合、使用粗骨材の空隙率(40～5mmと混合したものについて、ShergoldのAngularity測定によって求めたもの)とスランプの関係を示した。この関係はほぼ直線関係にあり、空隙率の増加がスランプに一次的な減少を与える。すなわ

表-1 粗骨材の性質

岩石の種類	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	玉砂利	花崗岩	石灰石				角閃岩		
			R.O	R500	R1000	R2000	R.O	R500	R2000
産地	愛媛 胎川	福岡 金隈	福岡 田川				福岡 久寿		
最大寸法(mm)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
表乾比重	2.72	2.62	2.70	2.70	2.70	2.70	2.93	2.93	2.93
絶乾比重	2.703	2.597	2.688	2.688	2.688	2.688	2.908	2.908	2.908
Angularity Number	40~30	5 (38.4)	9 (42.3)	11 (43.9)	6 (39.5)	6 (38.9)	10 (42.7)	8 (41.2)	6 (39.0)
	30~20	4 (37.4)	9 (42.1)	10 (43.5)	6 (39.3)	6 (39.0)	9 (42.2)	8 (40.5)	6 (39.0)
	20~10	5 (38.3)	9 (42.3)	11 (43.8)	6 (39.4)	6 (38.6)	9 (42.1)	8 (40.7)	6 (38.7)
	()内は 空隙率 (%)	6 (38.8)	9 (42.3)	7 (40.4)	6 (39.2)	6 (38.5)	10 (43.0)	9 (42.1)	8 (40.8)
空隙率(%)	40~5	33.5	37.3	37.8	36.3	35.1	34.1	37.8	36.5
単位容積重量(kg/m^3)	1804	1630	1644	1700	1734	1745	1825	1835	1854
単位粗骨材重量(%)	1227	1108	1118	1118	1118	1118	1241	1241	1241

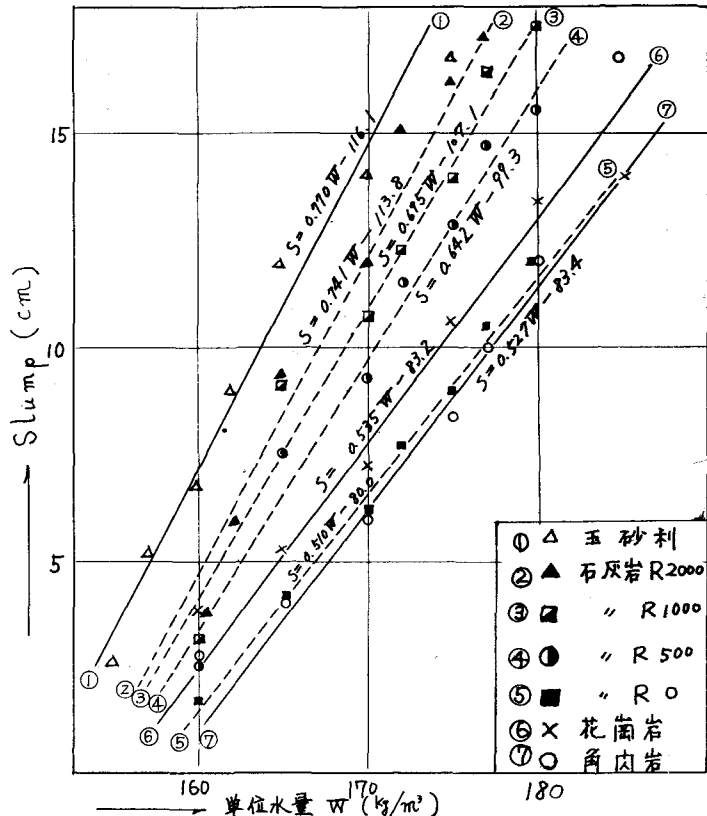


図-2 単位水量(W)とスランプ(S)の関係

ち、碎石がコンクリートのスランプに与える影響の度合は、この空隙率によって決まるものと考えられ、空隙率1%の増加は同一配合のコンクリートに対して約2cm程度の低下をきたすようである。

5. オ2次試験結果

粗骨材に表-1の⑦～⑨を用い、骨材の角ばり度、セメント水比、単位水量がコンクリートの圧縮強度におよぼす影響を調べるとともに、コンクリート材令による強度の増進を調べてみた。

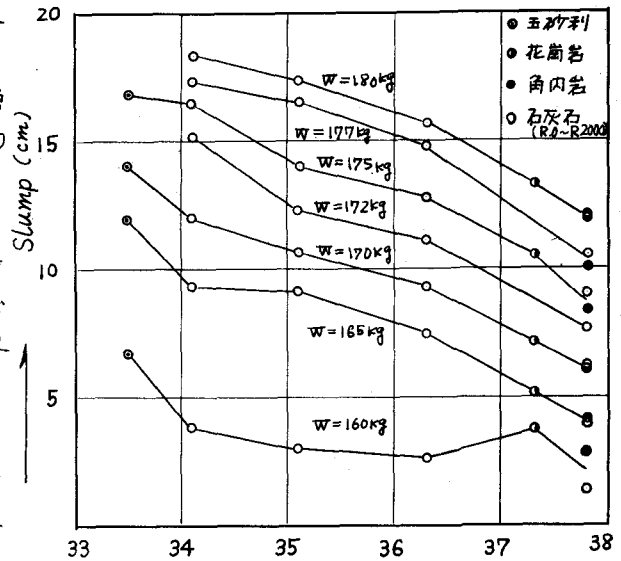
コンクリートの練混ぜには傾斜式ミキサーを用い、練混ぜ時間は全材料投入後3分間とした。圧縮試験体は $\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ 9本を作製し、打設翌日にCuringを行ない、打設2日後に脱型した後試験日まで標準養生(温度 $21 \pm 3^\circ \text{C}$ 、湿度95%以上)を行なった。圧縮試験は材令7日、28日、91日で行なった。オ2次試験の際の単位水量とスランプの試験結果を図-3に示す。また両者に一時的関係があると考え求めた1次式も同時に記入しておいた。オ1次試験結果同様、空隙率の高いものほど同一単位水量ではスランプ値が小さい。しかしセメント水比が異なれば、同時に細骨材率も加わるため、同じ骨材を使用した場合でも単位水量とスランプの関係は少々異なるようだ。

強度試験結果の1例としてスランプ8cmの時の結果を示す。

図-5に材令と強度の関係と、図-6にセメント水比と強度の関係を示した。図-6より、R.500の強度がR.0の強度より大である。

図-5に材令と強度の関係と、図-6にセメント水比と強度の関係を示した。図-6より、R.500の強度がR.0の強度より大である。

図-5に材令と強度の関係と、図-6にセメント水比と強度の関係を示した。図-6より、R.500の強度がR.0の強度より大である。



Angularity 度による空隙率(%)

図-3. 空隙率と Slump の関係

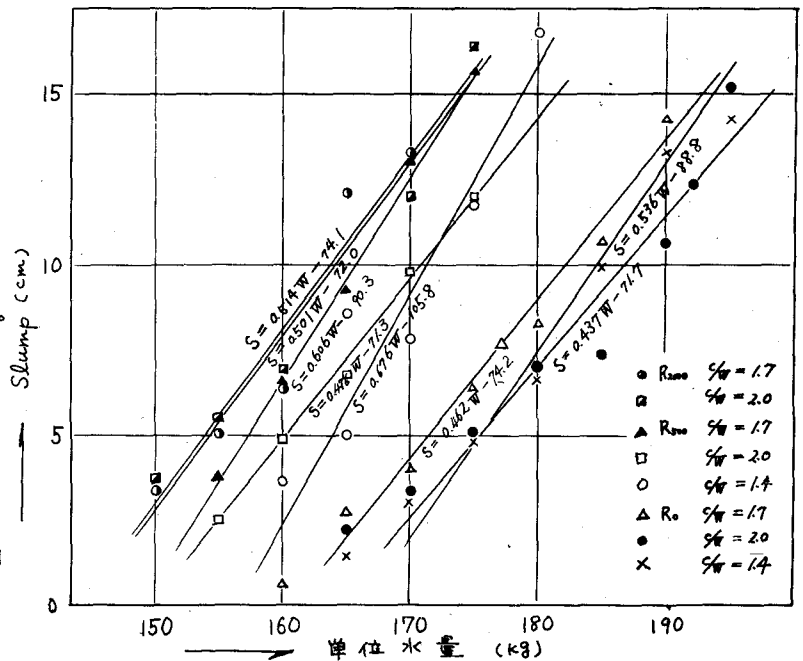


図-4 単位水量とスランプの関係

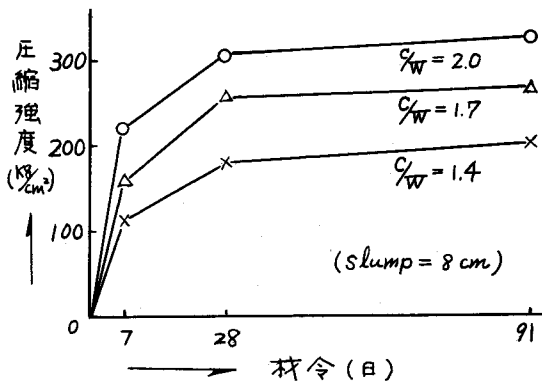


図-5 コンクリートの養生と強度の関係

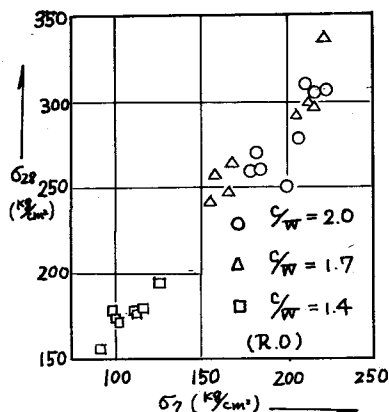


図-7 7日強度と28日強度との関係

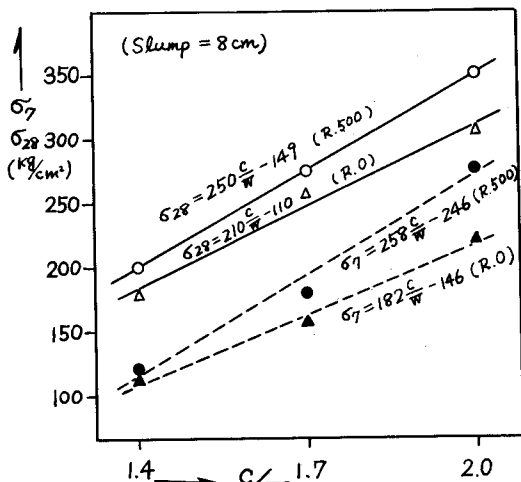


図-6 コンクリートのセメント水比と強度の関係

一般に碎石の角ばり度の高いもの程強度が大であるといわれるが、この結果はむしろ逆に出でおり、これは骨材をロサンゼルス試験での角ばり度を落としたりしたためと考えられ、強度が骨材の表面状態にかかり影響せよるためだと考へる。

図-7、図-8に7日強度と28日強度、28日強度と91日強度の関係と示した。ともに二次的関係がみられるようである。

図-9に同一水セメント比で単位水量と強度の関係を示した。単位水量が増加すると同一水セメント比でも強度がかなり低下する。これは、大井大志、毛屋嘉明氏に感謝します。

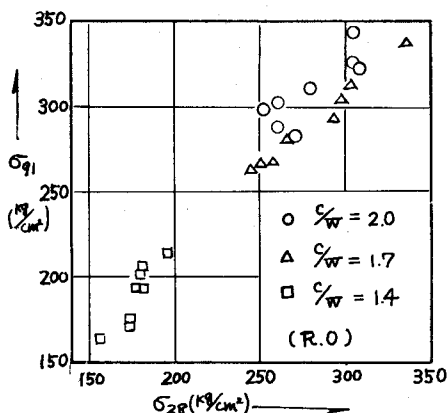


図-8 28日強度と91日強度の関係

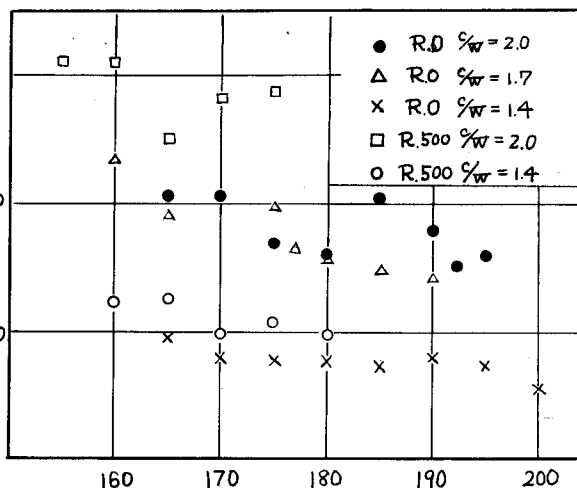


図-9 同一水セメント比に於ける単位水量と強度との関係

参考文献 1. 水野、谷陽『碎石の角ばり度の測定方法』昭和24年度土木学会西部研究報告会