

九州大学 工学部 正員 水野 高明
 “ “ 正員 石川 達夫
 “ “ 谷脇 鉄男
 “ 大学院 学生員 ○山下 博通

1. まえがき

碎石は砂利にくらべて空げき率が大いとともに、それを使用したコンクリートは砂利コンクリートにくらべてワーカビリティが悪いなどいろいろの問題をもっている。これらの問題に対する研究は種々行なわれているが、筆者らは、碎石の角ばり度が単位水量とワーカビリティの関係におよぼす影響を調べるため、碎石の角ばり度を測定し、その碎石を使用したコンクリートの単位水量とスランプの関係調べた。角ばり度の測定は、B.S. 812 (1960) による角ばり度の測定方法が人力によるため、個人差がでてくると考え、締め固め係数試験装置と使用した場合の空げき率との関係と求めて角ばり度の測定方法を簡単にした。以下、それらの実験の概略と試験結果を示し、若干の考察を加える。

2. 碎石の角ばり度測定について

2-1. 試験方法

次にのべる2つの試験方法で各々空げき率と求め両者の関係を求めた。

- ・ B.S. 812 (1960) による角ばり度測定法 (以下試験Aとする)

測定方法は文献(1)を参照されたい。

- ・ 締め固め係数試験装置 (図-1) を使用する方法 (以下試験Bとする)

単一寸法の骨材と絶乾状態にし、その骨材をホッパーAおよびBを通してφ15×30cmのシリンダー型枠に落とし、表面は上げとしたのち、型枠中の骨材の重量を計量する。

空げき百分率はいずれも式で計算される。
$$V = 100 \left(1 - \frac{W}{CP} \right)$$

V: 空げき百分率, W: 型枠中骨材の平均重量, C: 型枠の容積

P: 乾燥状態の骨材の見掛けの比重

2-2. 試験結果

試験に使用した骨材は次の通りである。

- ・ 碎石 (8種), ・ 五砂利 (1種), ・ 碎石を鋼球を入れずにロサンゼルス試験機に投入し、任意回数回転後取り出した人工的に丸められた碎石、骨材はすべて 40~30mm, 30~20mm, 20~10mm, 10~5mm 以下の合計された単一寸法のものにした。

試験Aによる空げき率 (V_A) と試験Bによる空げき率 (V_B) との関係を図-2 にプロットする。

V_A と V_B との間に $V_A = aV_B + b$ の関係があるとして、最小二乗法で a , b を求める。

$$a = \frac{n[V_A V_B] - (V_A)(V_B)}{n[V_B V_B] - [V_B]^2}, \quad b = \frac{[V_B V_B](V_A) - [V_B](V_A V_B)}{n[V_B V_B] - [V_B]^2} \quad n: \text{測定回数} \quad \text{より求めると}$$

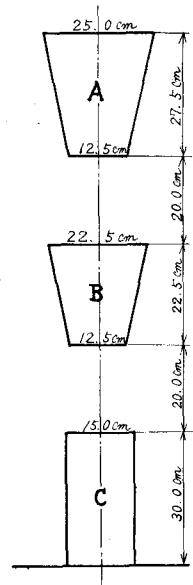


図-1
締め固め係数試験装置

$$V_A = 0.903 V_B - 4.04$$

V_B を測定すれば V_A が決まる。

Angularity Number = $V_A - 33$ によって求まる。

3. 碎石コンクリートの

ワーカビリティについて、

3-1. 使用材料

セメントは中部普通ポルトランドセメント(比重 3.15)、細骨材は佐賀県杣浦川砂(比重 2.56、粗粒率 2.95)であり、粒度曲線を図-3に示す。

粗骨材は表-1に示す性質を持つものを使用した。石灰石は鋼球を入れずにロサンゼルス

試験機に投入し、500回、1000回、2000回回転させ角ばりをおとしたものをそれぞれ R_{500} 、 R_{1000} 、 R_{2000} とした。粗骨材の粒度分布は次の通りである。最大寸法 40mm の場合、(40~30mm: 25%、30~20mm: 25%、20~10mm: 30%、10~5mm: 20%)、最大寸法 25mm の場合(25~20mm: 25%、20~10mm: 50%、10~5mm: 25%)

表-1に示す単位容積重量、角ばり試験による空隙率(40~5mm)はいずれもこの粒度分布の骨材を使用して求めたものである。単位粗骨材重量は石灰石の丸められたもの以外は、最大寸法 40mm の場合単位体積重量に 0.68 を、最大寸法 25mm の場合には 0.64 を乗じた重量とした。石灰石の場合は全く R_0 の単位体積重量 $\times (0.68)$ とし求めた。

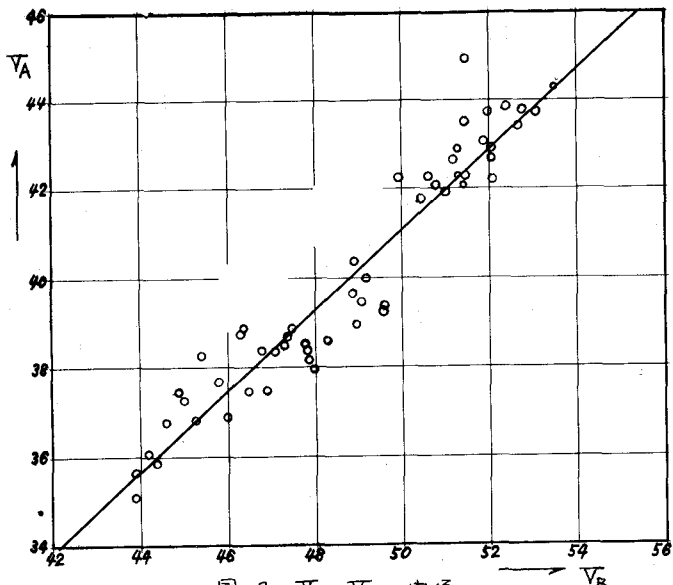


図-2 V_B と V_A の関係

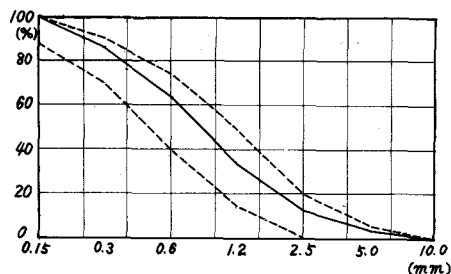


図-3 砂の粒度曲線

表-1. 粗骨材の性質

岩石名	玉砂利	石灰石				花崗岩	角閃岩	石灰石	蛇紋岩
		R_0	R_{500}	R_{1000}	R_{2000}				
産地	愛媛 肱川	福岡 田川				福岡 金隈	福岡 久原	福岡 田川	福岡 篠栗
最大寸法 mm	40	40	40	40	40	40	40	25	25
表乾比重	2.72	2.70	2.70	2.70	2.70	2.62	2.93	2.70	2.67
絶対比重	2.703	2.688	2.688	2.688	2.688	2.597	2.908	2.688	
Angularity Number (空隙率 %)	40~30 mm	5 (38.4)	11 (43.9)	6 (39.5)	6 (38.9)	6 (38.6)	9 (42.3)	10 (42.7)	
	30~20	4 (37.4)	10 (43.5)	6 (39.3)	6 (39.0)	6 (38.6)	9 (42.1)	9 (42.2)	
	20~10	5 (38.3)	11 (43.8)	6 (39.4)	6 (38.6)	5 (38.0)	9 (42.3)	9 (42.1)	5 (38.3)
	10~5	6 (38.8)	8 (40.4)	6 (39.2)	6 (38.5)	5 (38.4)	9 (42.3)	10 (43.0)	6 (38.8)
空隙率 % (40~5 or 25~5)	33.5	37.8	36.3	35.1	34.1	37.3	37.1	38.3	38.6
単位容積重量 %	1804	1644	1700	1734	1745	1630	1825	1581	1592
単位粗骨材重量 %	1227	1118	1118	1118	1118	1108	1241	1012	1019

3-2 試験概要

試験は次の順序で行った。

・粗骨材に最大寸法40mmの石灰石R₀~R₂₀₀₀までを使用し、コンクリート配合は骨材の単位体積重量によって単位粗骨材重量と変化させることなく、表-2に示すようにとした。単位水量を増加させスランプが15cmをこえるまでこれを続けた。

・上記以外で表-1に示さぬ骨材と粗骨材に使用し、前記と同様単位水量を160kgからスランプが15cmをこえるまで順次増加させ、単位水量とスランプとコンクリートの圧縮強度の関係を調べた。コンクリートの配合は全 $C/W = 1.7$ とした。

3-3 試験結果および考察

使用骨材別に単位水量とスランプの関係を図-4に示す。試験結果よりスランプ3~15cmの範囲では、スランプは単位水量に比例して大きくなるようである。各々単位水量とスランプの関係を求め

表-2 (石灰石) コンクリート配合

配合番号	単位セメント量 C (kg)	単位水量 W (kg)	水セメント比 C/W	細骨材率 S _g (%)	単位細骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)
1	272	160	1.7	44.4	845	1118
2	275	162	"	44.1	837	"
3	281	165	"	43.7	824	"
4	289	170	"	43.1	804	"
5	292	172	"	42.9	796	"
6	298	175	"	42.4	783	"
7	301	177	"	42.3	776	"
8	306	180	"	41.9	765	"

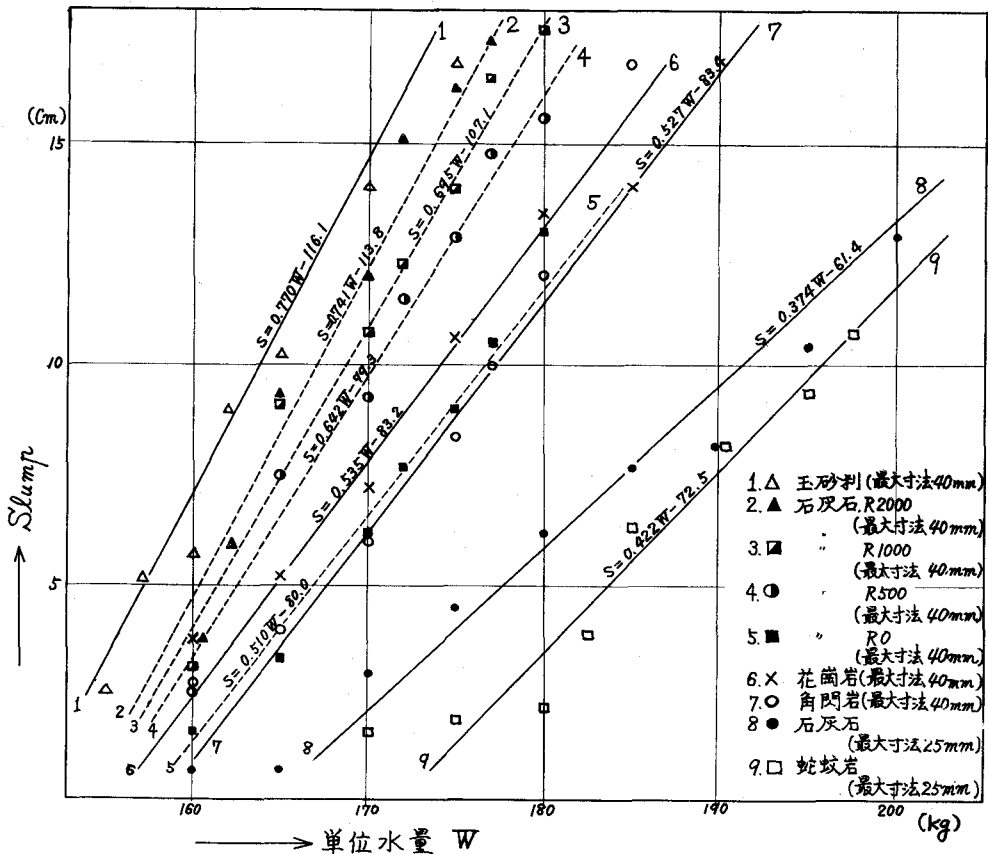


図-4. 単位水量とスランプの関係

て、同時に図-4 に記入しておく。この図と使用した骨材の角ばり度を考慮すると、骨材の角ばり度が大きいほど一定のスランプを得るための単位水量は多くなり、またスランプの増加に対する単位水量の増加も多い。即ち、角ばり度が小さいほどスランプは単位水量の変化に敏感である。

図-5 に石灰石(最大寸法 40mm)を使用した場合の骨材の角ばり試験方法による空隙率とスランプの関係を示す。骨材の空隙率が大きくなるほど同一単位水量であればスランプは減少する。図よりこの関係はほぼ直線関係にあると考えられ、空隙率 1% の変化はスランプに 2 cm 程度の変化を与えると思われる。また図-4 に示すように最大寸法が 25mm の粗骨材を用いたものは、最大寸法 40mm の粗骨材を使用したものに比べて同一単位水量に対するスランプ値が著しく小さい。このことは骨材の空隙率が大きいことから裏づけられることと考える。

図-6 にコンクリートの圧縮強度と単位水量の関係を、図-7 にスランプとコンクリートの圧縮強度の関係を示す。これより、コンクリートの水セメント比が一定であっても、単位水量の増加によって圧縮強度は小さくなると考えられる。単位水量が 1 kg 増加するに約 1 kg/cm² の割合で強度が落ちている。また、スランプと圧縮強度の関係を見ますと、一定スランプにおけるコンクリート圧縮強度は五砂利を使用したコンクリートが一番小さくてきている。このことは、碎石コンクリートはワーカビリティが悪く、単位水量が砂利コンクリートに比べて多くなるからである。同一スランプを得る程度に単位水量を増加せしめると、その圧縮強度は砂利コンクリートに比べて決して高くないとはいえないようである。

4. むすび

コンクリートの 28 日強度は現在実験中である。今後水セメント比と圧縮強度および引張強度、曲げ強度などとの関係も求めていこうと思っている。終りに本実験にあたり御協力戴った九大土木実験室の各位に謝意を表します。

参考文献

水野、谷脇：「碎石の角ばり度の測定方法」昭和42年度土木学会西部支部研究発表会論文集

M.F. Kaplan: "The effects of the properties of coarse aggregates on the Workability of Concrete." Magazine of Concrete Research. Aug. 1958

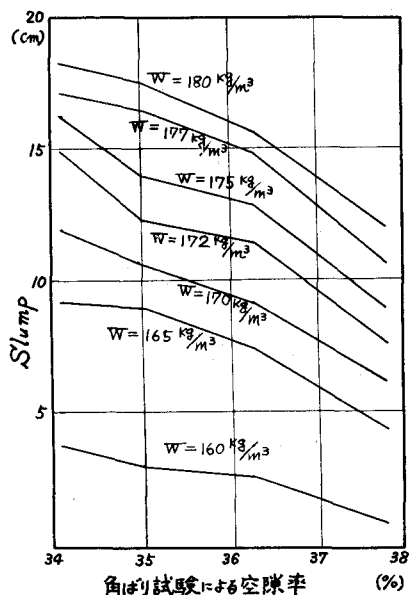


図-5 空隙率とスランプの関係
(石灰石 R₀~R₂₀₀₀)

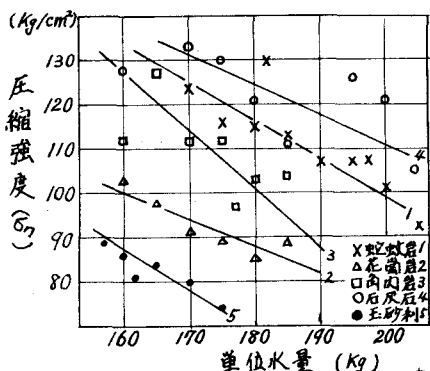


図-6 単位水量と圧縮強度の関係

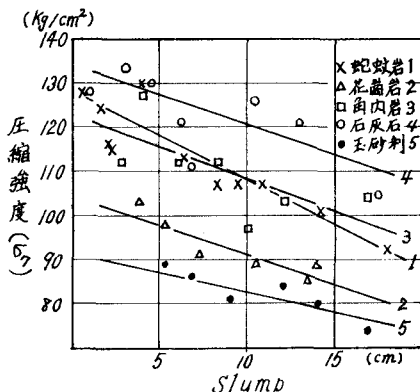


図-6 スランプと圧縮強度の関係