

骨材資源を有効活用した舗装用コンクリートの耐久性確保に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 24～平 27

担当チーム：基礎材料チーム

研究担当者：渡辺 博志、森濱 和正

【要旨】

コンクリート舗装は、耐久性が高くライフサイクルコストが低減できるため、その普及が期待されている。コンクリートの主要材料である粗骨材は、天然砂利が減少し、碎石や石灰石骨材が増えている。また、産業廃棄物削減を目的に各種スラグ骨材の有効利用が求められるなど、骨材資源が多様化している。そこで、各種粗骨材の舗装コンクリートへの適用性を明らかにすることを目的に研究を行なっている。

24年度は、各種骨材を採取し、骨材の物性試験と、コンクリートの配合試験を行い、来年度以降実施予定の舗装コンクリートの強度、耐久性試験などを行うためのコンクリートの配合を決定した。

キーワード：石灰石骨材、スラグ骨材、すりへり試験、破碎試験、配合試験、単位粗骨材かさ容積

1. はじめに

我が国の道路舗装に占めるコンクリート舗装のシェアは 5%程度であり、ほとんどはアスファルト舗装である¹⁾。しかし、コンクリート舗装は耐久性が高いこと、そのためライフサイクルコストがアスファルト舗装よりも低く抑えられることなどの長所もあり²⁾、見直されてきている。

コンクリート舗装の普及促進に向けては、根拠が不明確なまま残されている仕様規定を改め、性能規定化を進めることにより、舗装コンクリートの高い耐久性を確保した上で、材料面や施工面での自由度を拡大してゆくことが非常に重要となる。

例えば、粗骨材については、最大寸法と骨材の種類の問題が考えられる。舗装に用いる粗骨材の最大寸法（Gmax）は 40mm が一般的である。しかし、生コンプラントが使用している粗骨材は、最近では Gmax 20mm または 25mm（以下、20/25 と表記）の場合がほとんどである。このため、舗装用コンクリートに用いる粗骨材の仕様を Gmax 40mm で決定した場合、生コンプラントでは粗骨材を入れ替えるなどの対応が発生し、コンクリートの調達に支障が生じることとなる。このような問題を回避するためには、Gmax 20/25mm の粗骨材でも要求性能を満足する舗装コンクリートが製造できることを示す必要がある。また、最近では、コンクリートの収縮低減を重視するあまり石灰石の使用が増えてきている。しかし、資源の有効活用の観点からは、スラグ骨材の使

用が求められている。

次に、舗装コンクリートのワーカビリティについては、現在、スランプ 2.5 cm、振動台式コンシステンシー試験³⁾による沈下度 30 秒として仕様を定めることが一般的である。しかし、このような硬練りのコンクリートを運搬するためには、通常のトラックアジテータではなく、ダンプトラックを用いることとなる。ダンプトラックにより運搬をすると、トラックアジテータの休業補償が必要になるなど大幅なコストアップにつながる問題も発生する。舗装としての要求性能を満足できる範囲でワーカビリティを改善し、トラックアジテータによる運搬を可能にするなど、一般のコンクリート製造設備でも製造・供給できるようにする必要がある。

また、コンクリートの強度管理は曲げ強度試験が行われている。供試体が重く、曲げ試験装置が必要なことなどから、大変な労力が必要である。

このような背景のもとに、平成 24 年度より、(学)東京農業大学、(社)セメント協会、太平洋セメント(株)、日本道路(株)の 4 機関との共同研究により、各種骨材を舗装コンクリートとして用いる場合の、骨材に要求される品質を明確にすること、施工、強度管理の合理化を目的に研究を開始した。

平成 24 年度は、まず各種骨材について Gmax 40mm と 20/25mm を採取し、一般的な物理試験のほか、舗装用骨材として重要な特性について試験した。次に、強度試験、耐久性試験などを行うためのコン

クリートの配合を決めるための試験練りを行なった。試験練りでは、一般的な舗装用コンクリートである粗骨材の Gmax 40mm、スランプ 2.5cm に対して、スランプ 5cm、Gmax 20/25mm とした場合の単位水量、単位粗骨材かさ容積（以下、かさ容積という）などが配合に及ぼす影響などの検討を行うとともに、配合を決定した。それらの結果について述べる。

2. 骨材の種類と物性試験⁴⁾

2.1 骨材の種類

粗骨材は、表 1 に示すように、砂利が 1 種類、砕石が 7 種類、スラグ骨材が 4 種類の合計 12 種類である。生コン工場で一般に使用されている砂利 G と硬質砂岩 A、B と安山岩 C、今後使用の増加が見込まれる石灰石骨材 LA～LD の 4 種類、スラグ骨材 SA～SD の 4 種類である。スラグ骨材の Gmax は 20mm のみとし、そのほかの粗骨材は 20/25mm と 40mm である。

粒度範囲が 25～5mm（以下、2505 のように表記）の砂利 G は、Gmax 40mm の砂利を破碎したもの（玉砕）である。また、Gmax 40mm の砂利は、粒度範囲 4025 の砂利と、2505 の玉砕を混合したものである。石灰石骨材は、産地が異なる 4 種類を使用した。スラグ骨材のうち、SA～SC は製鉄所の異なる高炉スラグであり、SD は電気炉酸化スラグである。

表 1 骨材の種類

骨材の種類		記号	粒度範囲	
粗骨材	砂利(玉砕)	G	2505	
	砂利+玉砕		4005	
	砕石	硬質砂岩	A	2005 4005
			B	2005 4005
		安山岩	C	2005 4005
		石灰石	LA	2005 4005
			LB	2005 4005
			LC	2005 4005
	LD		2005 4005	
	スラグ骨材	高炉スラグ	SA	2005
			SB	2005
			SC	2005
電気炉酸化スラグ		SD	2005	
細骨材	川砂			

細骨材は、川砂である。

2.2 試験項目と試験方法

試験した項目と試験方法は、表 2 のとおりである。一般的な物理試験のほか、舗装用骨材を目的とするためにすりへり試験を、また、石灰石骨材およびスラグ骨材は微粒分量の影響が考えられることから微粒分量試験を、舗装コンクリートの曲げ引張破壊に対する抵抗性を調べることを目的として破碎試験を行なった。すりへり試験時の粒度区分は、Gmax 40 は A、20/25 は C とした。

表 2 骨材の試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
骨材のふるい分け試験	JIS A 1102
骨材の微粒分量試験	JIS A 1103
骨材の単位容積質量及び実積率試験	JIS A 1104
細骨材・粗骨材の密度及び吸水率試験	JIS A 1109, 10
ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験	JIS A 1121
硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験	JIS A 1122
骨材破碎値試験	BS 812

2.3 試験結果

骨材の試験結果は、表 3 のとおりである。

硬質砂岩 A、B は、密度が大きく、吸水率、安定性損失質量および破碎値がいずれも小さく良質であった。ただし、B のすりへり減量は、A よりもやや大きかった。安山岩 C および砂利 G は、A、B よりも密度が小さく、吸水率、安定性損失質量、すりへり減量、破碎値も大きかった。

石灰石 LA～LD は、砂利 G、安山岩 C よりも密度は大きく、吸水率も小さいという一般的な特性を有しており、安定性損失質量も小さかった。しかし、微粒分量はわずかに大きく、すりへり減量、破碎値は硬質砂岩などと比較して大きかった。

高炉スラグは SB と SA、SC で多少異なっており、SB は、SA、SC よりも密度が大きく、吸水率が小さく、すりへり減量、破碎値も小さかった。SD の密度は極めて大きい、そのほかの結果は SB と同程度であった。SC のすりへり減量 32.5% は、JIS A 5308 における舗装用の品質規格（35%以下）の上限に近い値であった。

すりへり減量と破碎値の関係を図 1 に示す。両者には高い相関関係があり、試験の煩雑さを考慮すると、破碎試験はすりへり試験の代替になり得る可能性があるものと考えられる。

表3 骨材試験結果

骨材の種類		記号	粒度範囲	表乾密度 (g/cm ³)	絶対密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/L)	実積率 (%)	粗粒率 (%)	微粒分量 (%)	安定性損失質量 (%)	すりへり減量 (%)	破砕値 (%)
砂利(玉砕)	砂利+玉砕	G	2505	2.639	2.605	1.32	1.594	61.2	6.83	0.1	4.9	14.6	11.2
			4005	2.638	2.606	1.20	1.646	63.2	7.41	0.2	5.9	17.6	10.5
粗骨材	硬質砂岩	A	2005	2.676	2.665	0.42	1.609	60.4	6.63	1.1	0.1	12.9	7.7
			4005	2.682	2.672	0.37	1.619	60.6	7.26	1.2	0.6	13.1	8.4
		B	2005	2.648	2.629	0.70	1.651	62.8	6.70	0.5	1.3	16.0	9.7
			4005	2.655	2.639	0.58	1.655	62.7	7.35	0.6	1.9	16.6	8.6
	安山岩	C	2005	2.628	2.567	2.38	1.552	60.5	6.68	0.1	6.7	16.1	12.4
			4005	2.634	2.586	1.88	1.543	59.7	7.30	0.3	3.5	17.7	10.4
	石灰石	LA	2005	2.699	2.688	0.41	1.574	58.5	6.63	2.0	0.7	24.1	23.0
			4005	2.702	2.693	0.34	1.647	61.2	7.29	0.9	1.9	28.5	20.1
		LB	2005	2.709	2.703	0.23	1.681	62.3	7.16	2.3	0.6	23.4	20.7
			4005	2.711	2.705	0.21	1.637	60.5	7.37	1.1	0.6	27.7	18.9
		LC	2005	2.703	2.694	0.35	1.564	58.1	6.80	0.9	1.3	24.3	22.3
			4005	2.704	2.696	0.31	1.594	59.1	7.14	0.3	0.6	27.8	17.9
LD		2005	2.691	2.677	0.54	1.559	58.3	6.70	1.2	0.8	23.6	22.9	
		4005	2.697	2.683	0.51	1.602	59.7	7.36	0.3	0.9	27.2	21.3	
スラグ骨材	高炉スラグ	SA	2005	2.536	2.421	4.76	1.397	57.7	6.88	1.6	2.7	26.4	25.5
		SB	2005	2.762	2.725	1.35	1.659	60.9	6.67	0.7	0.3	17.0	12.9
		SC	2005	2.635	2.537	3.86	1.498	59.0	6.52	1.0	1.7	32.5	27.5
	電気炉酸化スラグ	SD	2005	3.735	3.698	1.00	2.114	57.2	6.86	0.3	1.3	14.7	15.0
細骨材	川砂		2.566	2.515	2.04	1.702	67.7	2.82	0.9	2.2	—	—	

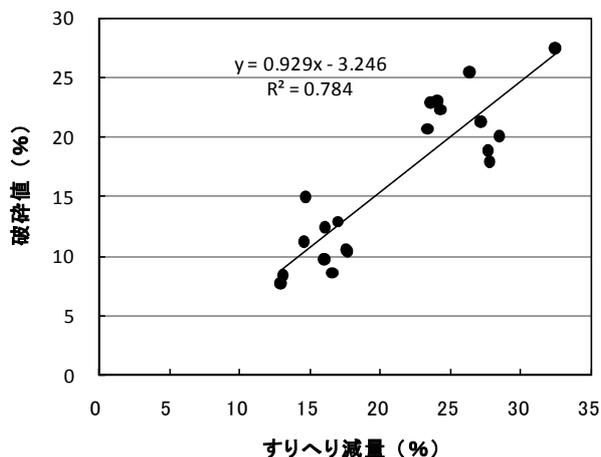


図1 すりへり減量と破砕値の関係

3. 配合試験^{5), 6), 7), 8)}

3.1 配合試験の基本的な考え方

H25年度以降、舗装コンクリートの強度試験、すりへり試験、長さ変化試験などを実施することを計画しており、その際、配合が異なると骨材の品質とコンクリート品質の関係を求めることが難しくなる。そのため、できる限り配合が変化しないような配合を決める。その前段として、単位水量、かさ容積などの配合に及ぼす影響について検討する。

具体的には、砕石（硬質砂岩 A、B、安山岩 C、石灰石 LA~LD に加え、スラグ SA~SD も砕石として扱う）と砂利 G ごとにかさ容積を一定にすることを検討する。

単位水量も、砕石と砂利、また Gmax 40mm と

20/25mm ごとに、できる限り一定にする。そのために、スランプの微調整は極力 AE 減水剤で行うことを考えた。

3.2 配合試験の手順

(1) 予備試験

使用する骨材の種類が多ことから、砕石と砂利、それぞれ Gmax 40mm と Gmax 20/25mm の 4 種類について、配合参考表⁹⁾を用いて配合を暫定的に設定（暫定配合）し、試し練りを行い、単位水量、混和剤量などの概略値を把握し、骨材の種類ごとに次の(2)の配合試験のための配合を設定する。

(2) 配合試験

予備試験結果から骨材の種類ごとに設定した配合に対して、単位水量、混和剤量、かさ容積、W/C を変化させてスランプ、沈下度、空気量を測定する。また、W/C を決定するために、W/C を変化させた配合については強度試験を行う。これらの結果より、骨材ごとに、各要因がスランプなどに及ぼす影響を把握するとともに、来年度以降に実施予定の強度試験などのための配合を決定する。

3.3 予備試験

(1) 暫定配合

配合参考表より、砕石と砂利、Gmax 40mm と 20/25mm ごとに、表4のとおり暫定配合を設定した。

配合参考表では、かさ容積は、砕石の場合 0.73、砂利の場合 0.76 が示されている。単位水量は、スランプ 2.5 cm の場合、砕石の Gmax 40mm のとき

130kg/m³、20/25mm のとき 140kg/m³、同じく砂利の 40mm のとき 115kg/m³、20/25mm のとき 125kg/m³ が示されている。ただし、本研究ではスランブ 5.0 cm を目標としていることから、配合参考表より単位水量をそれぞれ 5.0kg/m³ 増加させた。W/C 一定のもとで単位水量を増加させると、単位セメント量も増加する。かさ容積を一定にしているため単位細骨材量も減少する。そのため、単位水量を 5.0kg/m³ 増加させると、細骨材率 s/a は約 1% 低下することから、かさ容積を 0.01 低下させ、スランブ 2.5cm の場合と s/a がほぼ同等になるようにした。

AE 減水剤量は標準量 (C×1.0%) とし、AE 剤量は目標空気量 4.5% に対して 4.0~5.5% の範囲に入るようにした。

表 4 暫定配合

骨材	Gmax mm	スランブ 目標値	空気量 目標値	W/C	粗骨材 かさ容積	単位水量 kg/m ³
砂利	25	5 cm	4.5 %	45 %	0.75	130
	40					120
碎石	20				145	
	40				135	

(2) 暫定配合の試験練り結果

暫定配合の試験練りの結果は図 2 のとおりである。

碎石 A~C のスランブは目標値に近く、A~C のスランブを 5cm に調整することは、AE 混和剤量によって可能と判断された。砂利 G、スラグ SA~SD は目標値よりも小さく、AE 減水剤の調整だけでは不

可能であり、単位水量を増加させる必要がある。石灰石 LA~LD は目標値よりも大きく、単位水量を減らす必要がある。

圧縮強度 (材齢 1 週) は、碎石 A~C は 30N/mm² 半ばであるが、石灰石 LA~LD は 40 N/mm² 近く、スラグ SA~SD は 40 N/mm² を超えており、配合がほぼ一定であれば石灰石、スラグは通常の碎石よりも強度が得られやすいようである。

3. 4 配合試験

(1) 配合試験の概要

配合試験は、予備試験の結果より表 5、表 6 のように基準値と水準を設定した。基準値は、予備試験の結果から、ほぼスランブの目標値である 5cm が得られると考えられる値である。単位水量の基準値(表

表 5 配合要因と基準値、水準

配合要因	単位	水準				
		水準-2	水準-1	基準値*	水準1	水準2
単位水量	kg/m ³	-7.5	表6	7.5		
混和剤量	%	-0.3	1.0	0.3		
かさ容積		-0.06	-0.03	0.72(0.75)	0.03	
			-0.03	0.72(0.75)	0.03	0.06
W/C	%	-5	45	5	10	

* かさ容積の上段はGmax 20/25mm, 下段は40mm。()は砂利。

表 6 単位水量の基準値

骨材	Gmax	
	20/25mm	40mm
G	138	128
A, B, C	145	135
LA, LB, LC, LD	138	128
SA, SB, SC, SD	153	—

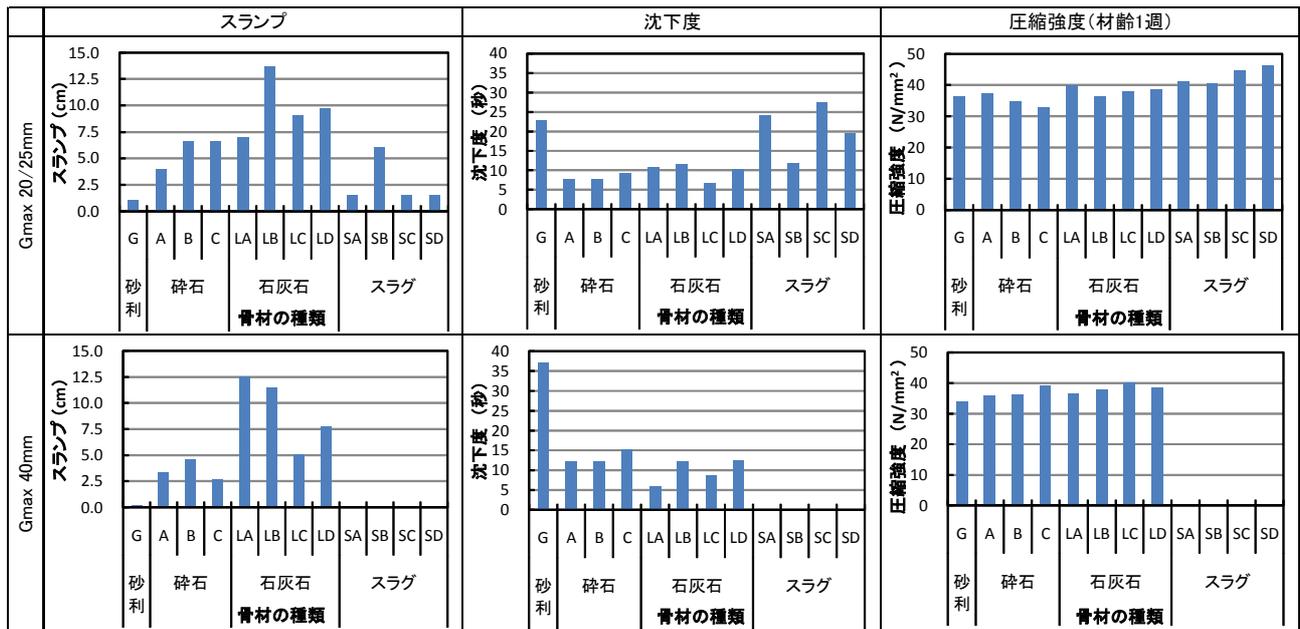


図 2 暫定配合の試験結果

6) は、砕石 A~C は暫定配合どおりである。砂利 G とスラグ SA~SD は暫定配合よりも 8 kg/m^3 増やし、石灰石 LA~LD は 8 kg/m^3 減らした。

W/C の配合試験の際、曲げ、引張、圧縮強度試験用供試体を作製し、強度試験も行った。曲げ供試体は $150 \times 150 \times 530 \text{ mm}$ 、引張供試体は $\phi 125 \times 180 \text{ mm}$ 、圧縮供試体は $G_{\text{max}} 40 \text{ mm}$ が $\phi 125 \times 250 \text{ mm}$ 、 $G_{\text{max}} 20/25 \text{ mm}$ が $\phi 100 \times 200 \text{ mm}$ である。

(2) 各種要因とスランプ、沈下度の結果

1) 単位水量とスランプ、沈下度の関係

図3および図4に単位水量とスランプ、沈下度の関係の一例(A20の場合)を示す。図中にはスランプ、沈下度の対数と単位水量の関係を回帰した結果も示している。通常、単位水量と沈下度の関係は、沈下度を対数で表わした場合、線形関係があるといわれている⁹⁾。図4は片対数のグラフではないため直線関係にはなっていないが、回帰の結果、両者には高い相関関係があることがわかる。図3のスラン

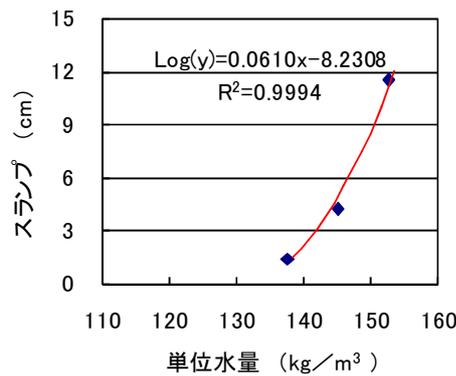


図3 単位水量とスランプの関係

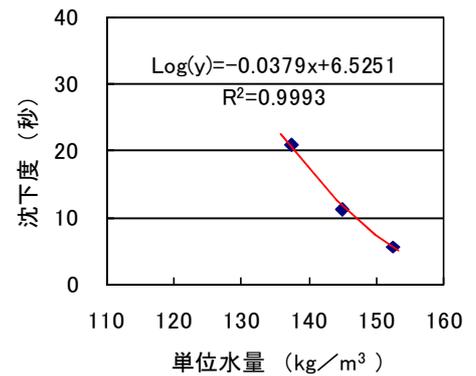


図4 単位水量と沈下度の関係

プについてもその対数と単位水量の関係は相関関係が高い。そのほかの骨材についても同様に回帰し、単位水量の変化がスランプ、沈下度に及ぼす影響について検討した。

回帰式から、スランプ 2.5cm、5.0cm の時の単位水量を求めた結果を図5に示す。右下の $G_{\text{max}} 40 \text{ mm}$ 、スランプ 2.5cm が従来の舗装コンクリートである。砂利 G と石灰石 LB 以外は 130 kg/m^3 程度であり、ほぼ配合参考表どおりである。配合参考表では、砂利は砕石よりも 15 kg/m^3 少ないが、今回使用したのは粒度範囲 2505 が玉砕だったため、砕石と配合参考表の中間的な結果になったものと考えられる。石

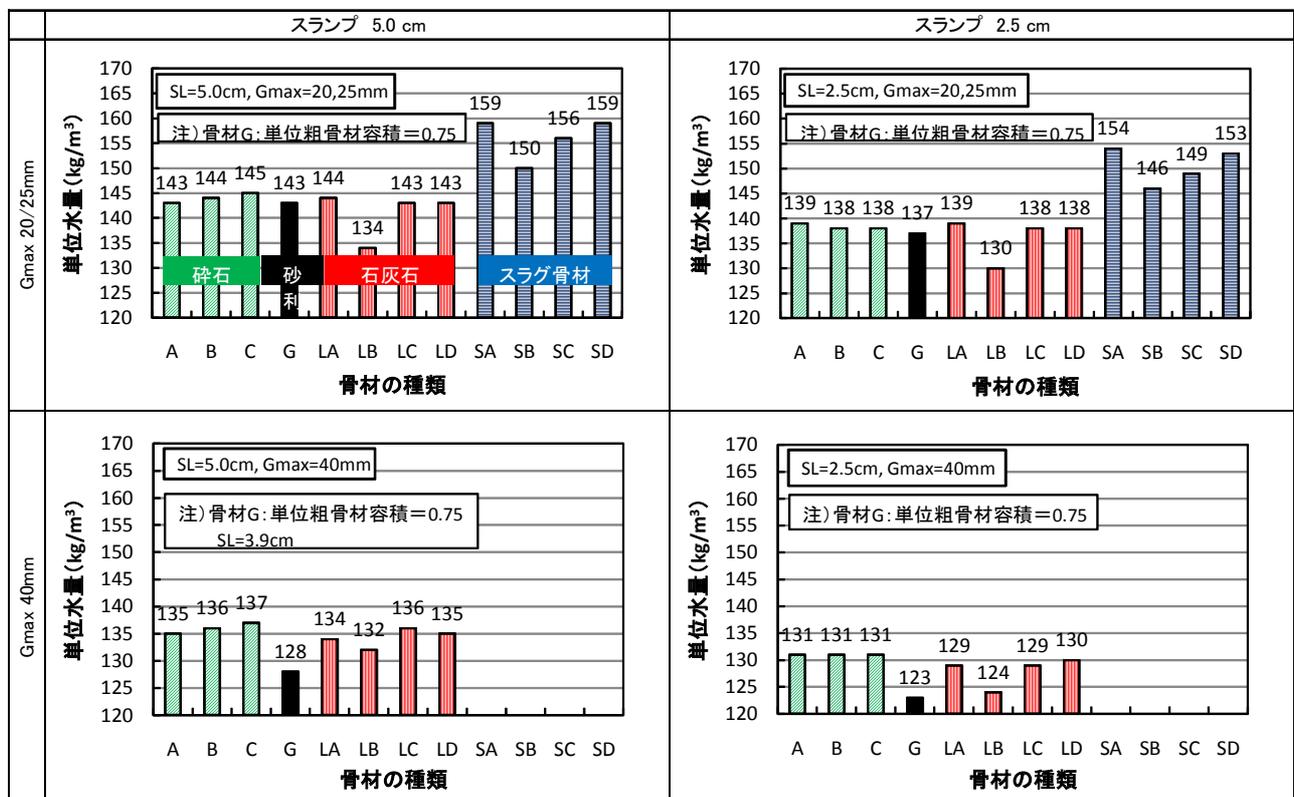


図5 スランプ 2.5cm と 5.0cm、 $G_{\text{max}} 40 \text{ mm}$ と 20/25mm の単位水量の比較

灰石 LB は、砂利 G と同程度になっており、石灰石の品質によっては通常の碎石よりも単位水量を減らすことができるものと考えられる。

次に図 5 の左下の Gmax 40mm で、スランプ 5.0cm の場合を、スランプ 2.5cm の場合と比較すると、単位水量が約 5kg/m³ 増えており、配合参考表と同じ結果であった。

スランプが 2.5cm で、Gmax が 20/25mm の場合(図 5 の右上) は、約 8kg/m³ 増えており、配合参考表の 10kg/m³ よりもわずかに少なかった。

Gmax が 20/25mm で、スランプが 5.0cm の場合(図 5 の左上) は、Gmax とスランプの影響を足し合わせた結果、すなわち Gmax 40mm で、スランプが 2.5cm の場合よりも約 13kg/m³ 増えるという結果であった。

これらの結果より、スランプ 5.0cm を得るための単位水量は表 7 のとおりであった。

表 7 スランプ 5.0cm を得るための単位水量

骨材	Gmax	
	20/25mm	40mm
G	145	128
A、B、C LA、LC、LD	145	135
LB	135	128
SA、SC、SD	160	—
SB	153	—

2) AE 減水剤量とスランプの関係

単位水量を表 7 の値として、AE 減水剤量を変化させたときのスランプの結果の一例 (A20 の場合) を図 6 に示す。図中には二次式による回帰の結果も示している。回帰式からスランプ 5.0cm のときの混和剤量を求め、スランプの微調整を行なった。

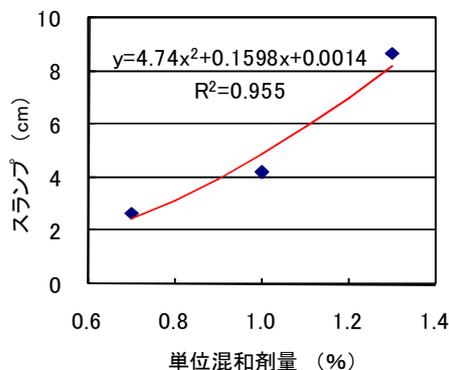


図 6 AE 減水剤量とスランプの関係

3) かさ容積とスランプ、沈下度の関係

かさ容積とスランプ、沈下度の関係 (A20 の場合)

は図 7、図 8 のとおりである。両者の関係は、スランプは上に凸、沈下度は下に凸になり、その最大値、最小値が最適かさ容積といわれていることから、二次式により回帰し、その結果も図中に示している。

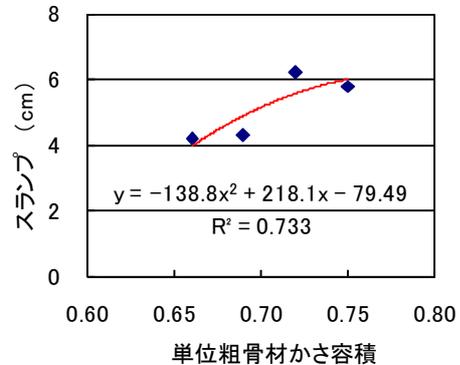


図 7 かさ容積とスランプの関係

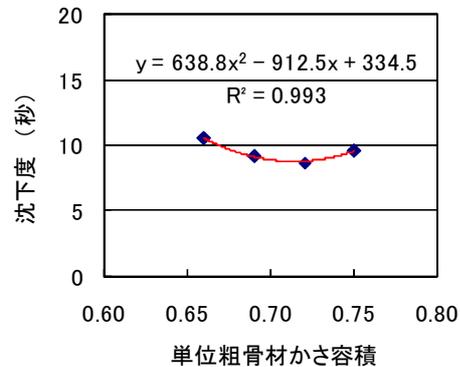


図 8 かさ容積と沈下度の関係

回帰式から最適かさ容積を求めた結果を表 8 に示す。

石灰石 LA~LD の結果が (0.72) になっているのは、実験した範囲ではスランプはピーク、沈下度は底が現れなかったが、0.75 以上になると分離気味であったことから、施工には 0.72 程度が適していると判断されたことによる。

砂利、碎石、スラグについては、スランプと沈下度の最適かさ容積の結果が大きく食い違っている場合もある。舗装用の場合はフィニッシャーによって強力に締め固めるため沈下度で判断するほうが適していると考えられることから、沈下度について基準値と比較する。

砂利 G の最適かさ容積は、Gmax 20/25mm が 0.73、Gmax 40mm が 0.72 であり、基準値 0.75 よりも小さくなった。Gmax 20/25mm は玉砕であり、碎石に近

い品質であることから、碎石の基準値 0.72 に近い値になったものと考えられる。Gmax 40mm も粒度範囲 2505 は玉砕であり、その影響があったのではないかと考えられる。

碎石 A~C の Gmax 20/25mm は 0.71~0.73 であり、基準値程度であった。Gmax 40mm は 0.72~0.77 であった。Gmax 40mm の場合は、基準値かそれよりも大きくなるといわれており、その通りの結果になっている。

スラグ骨材は、SA~SC は 0.70、SD は 0.73 であり、基準値に近い値であった。

表 8 最適かさ容積

骨材		Gmax 20/25		Gmax 40	
		スランプ	沈下度	スランプ	沈下度
砂利	基準値	—	0.75	—	0.75
	G	0.759	0.731	0.709	0.718
碎石	基準値	—	0.72	—	0.72
	A	0.786	0.714	0.788	0.715
	B	0.704	0.731	0.739	0.746
	C	0.708	0.720	0.759	0.767
	LA~LD	(0.72)	(0.72)	(0.72)	(0.72)
	SA	0.699	0.699	—	—
	SB	0.688	0.698	—	—
	SC	0.718	0.695	—	—
	SD	0.711	0.729	—	—

4) スランプと沈下度の関係

以上の結果を、骨材の種類ごとにスランプと沈下度の関係を求めると図 9 のようになる。双曲線で回帰した結果も示す。回帰式からスランプ 2.5cm と 5.0cm のときの沈下度を求めると、ほぼ表 9 のとおりであった。通常、Gmax 40mm のスランプ 2.5cm のとき沈下度 30 秒程度といわれているが、今回の結果は 20~30 秒程度であり、ほぼ一般的な傾向を表しているものと考えられる。

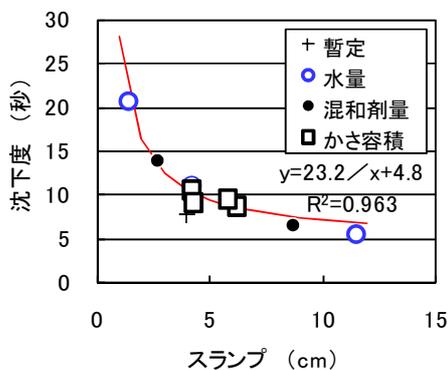


図 9 スランプと沈下度の関係 (A20 の場合)

表 9 スランプと沈下度の関係

骨材 Gmax	スランプ 2.5cm	スランプ 5.0cm
40mm	20~30 秒程度	10~20 秒程度
20/25mm	20 秒程度	10 秒程度

(3) 強度試験結果

強度試験は、曲げ強度試験のほか引張強度試験、圧縮強度試験も行なっているが、ここでは曲げ強度試験のみを示す。

図 10 と 11 に骨材ごとの W/C と曲げ強度の結果を示す。

また、C/W と曲げ強度の関係を図 12 に示す。すべての図に、比較のため砂利 G の結果も示している。碎石と石灰石は、砂利より高い強度が得られている。スラグ骨材は砂利と同程度である。碎石が砂利よりも大きいのは、これまでいわれているとおり骨材の形状・表面の影響と考えられる。スラグ骨材が砂利と同程度になったのは、単位水量が多いことによるものと考えられる。

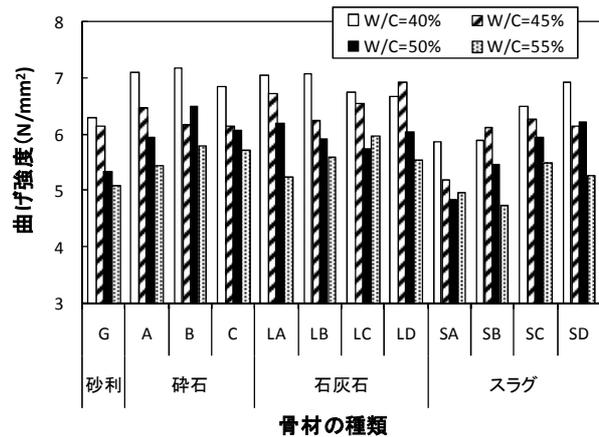


図 10 曲げ強度試験結果 (Gmax 20/25mm)

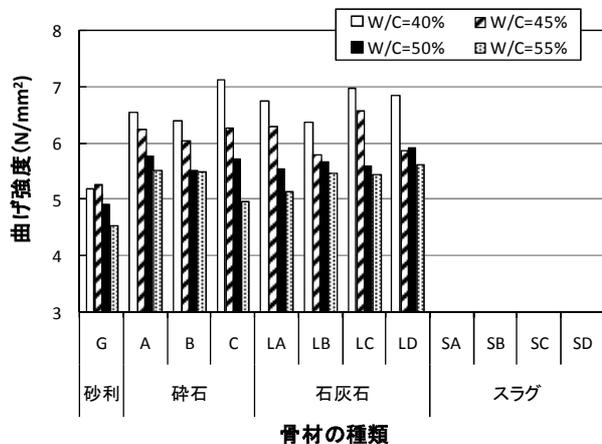


図 11 曲げ強度試験結果 (Gmax 40mm)

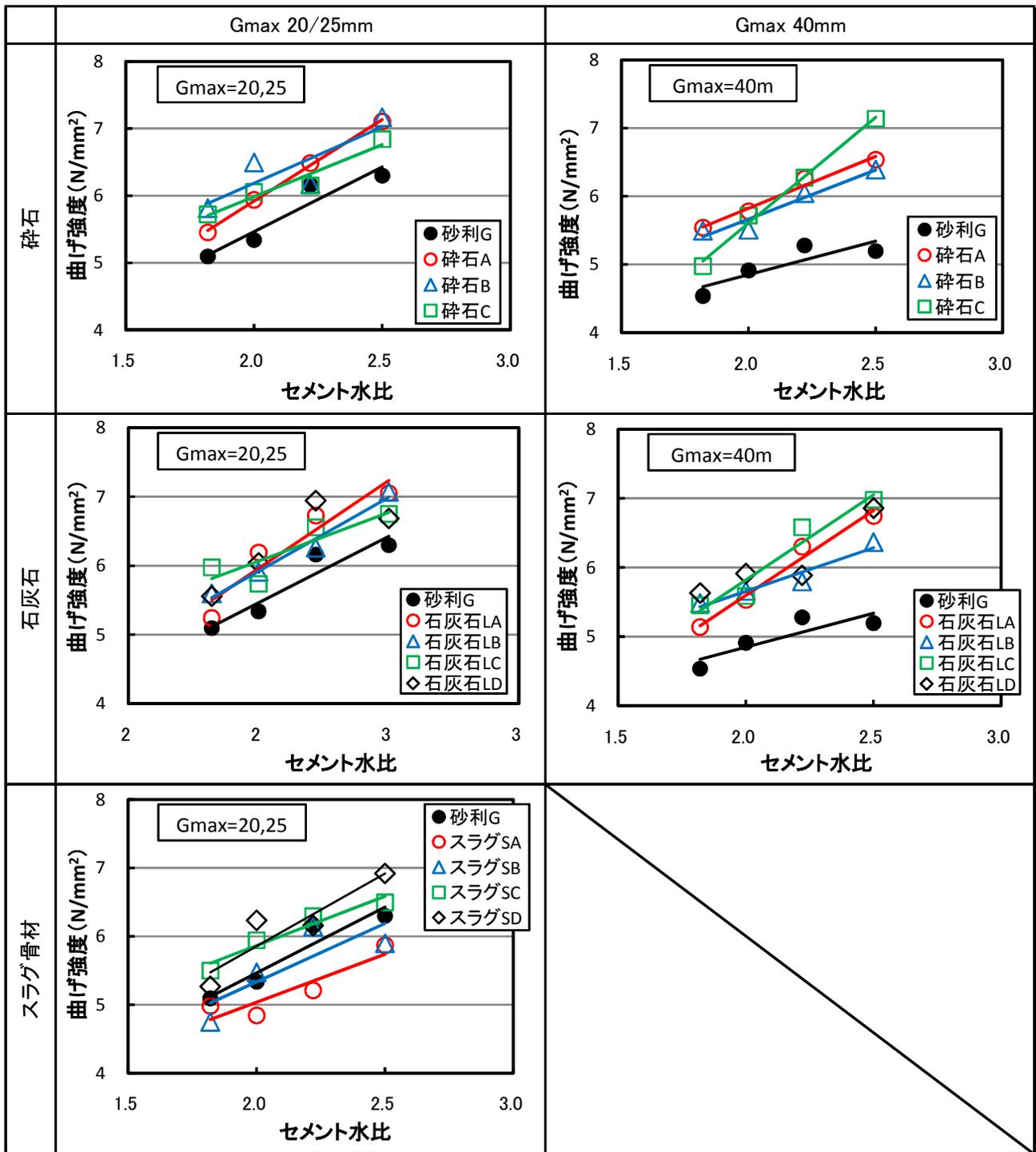


図 12 セメント水比と曲げ強度の関係

Gmax20/25 と 40mm の強度を比較したのが図 13 である。これまで一般にいわれているとおり、20/25mm のほうが強度が得られやすい。これらの結果から、曲げ強度を 6.0N/mm² の場合

の W/C を求めた結果が表 10 である。多くの骨材は 40~50%程度であり、通常の舗装コンクリートの水セメント比に近い範囲になっている。G40 のみ 31.5%であり、かなり小さい。

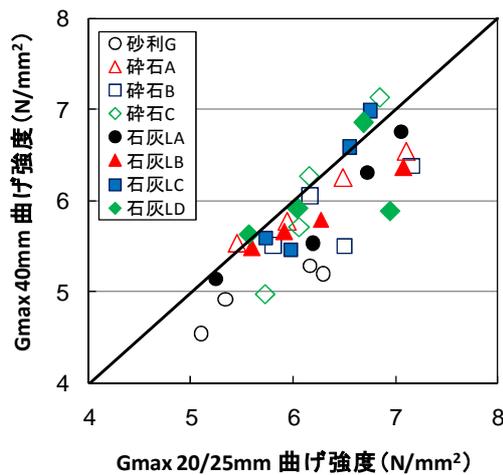


図 13 Gmax 20/25 と 40mm の曲げ強度の比較

表 10 曲げ強度 6.0N/mm² 時の水セメント比 (%)

骨材の種類		Gmax 20/25mm	Gmax 40mm
砂利	G	43.9	31.5
碎石	A	49.2	47.3
	B	52.9	44.8
	C	49.8	47.0
石灰石	LA	49.6	46.2
	LB	49.1	44.0
	LC	51.2	48.2
	LD	50.9	47.8
スラグ	SA	37.2	
	SB	41.8	
	SC	47.8	
	SD	48.4	

3. 5 配合の決定

来年度、強度試験、耐久性試験などを行うための配合は、次のとおりとする。

単位水量は、表 7 の結果を用いる。

最適かさ容積は、表 8 の結果より、Gmax 40mm の一部を除き、0.72 程度であったこと、ラベリング試験には骨材量の影響が大きいことなどから、単位粗骨材かさ容積は 0.72 一定とする。

W/C は次のように考えた。設計基準曲げ強度 4.5N/mm² に対する配合曲げ強度は、道路協会の舗装設計施工指針では 5.2N/mm²、土木学会の舗装標準示方書では 5.5N/mm² になる。強度試験結果より、いずれの配合強度を満足する W/C は、55% を上回る骨材が多く、単位セメント量がかなり少なくなり、微粒分量の不足により施工に適さない配合になってしまう、などの問題がある。このようなことから、配合曲げ強度を 6.0N/mm² とした場合の W/C で設定 (表 10) することとした。

4. まとめ

20 種類の粗骨材について骨材試験、配合試験を行い、得られた結果は次のとおりである。

- (1) 骨材の品質は、舗装用骨材として重要なすりへり試験結果より、すりへり減量は 10% 強から JIS 規格の上限 (35%) 近くまで分布していた。
- (2) 配合試験の結果、所定のスランプ、沈下度を得るためには、碎石は通常の舗装コンクリートで使用されている配合とほぼ同等であった。石灰石骨材は、碎石とほぼ同等か、石灰石骨材の品質によっては単位水量を減らすことができる可能性がある。スラグ骨材は、単位水量が増える傾向であった。
- (3) 以上の結果より、来年度に実施予定の強度、耐久性試験などに使用するコンクリートの配合を決定した。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：コンクリート舗装に関する技術資料、pp.2、2009.8
- 2) 前掲書 1)、pp.7-12
- 3) 土木学会：舗装用コンクリートの振動台式コンシステンシー試験方法 (JSCE-F 501-1999)、コンクリート標準示方書 規準編 2010 制定、pp.207
- 4) 森濱和正ほか：舗装コンクリートに使用する各種骨材の試験結果、第 68 回年次学術講演会第 V 部投稿中、2013.9
- 5) 森濱和正ほか：粗骨材の最大寸法 20mm、スランプ 5cm の舗装コンクリートの配合に関する検討、第 35 回コンクリート工学年次論文集投稿中、2013.7
- 6) 森濱和正ほか：石灰石骨材を用いた舗装コンクリートの配合に関する検討、第 67 回セメント技術大会講演概要集投稿中、2013.5
- 7) 勝畑敏幸ほか：各種スラグ粗骨材を用いた舗装コンクリートの配合に関する検討、第 68 回年次学術講演会第 V 部投稿中、2013.9
- 8) 瀧波 勇人ほか：各種粗骨材を用いた舗装コンクリートの曲げおよび圧縮強度試験結果、第 68 回年次学術講演会第 V 部投稿中、2013.9
- 9) (社)日本道路協会：舗装設計施工指針、pp.252、2006.2

STUDIES TO ENSURE DURABILITY OF PAVEMENT CONCRETE BY EFFECTIVE USE AGGREGATE RESOURCES

Budget : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2012-2015

Research Team : Materials and Resources Research Group
(Concrete and Metallic Materials Research)

Author : Hiroshi Watanabe
Kazumasa Morihama

Abstract : Wide use of concrete pavement is expected as its excellent durability and reduced life cycle cost. For further use of concrete pavement, introduction of performance based design concept instead of descriptive specification for constituent materials and consistency for concrete is necessary.

Usage of limestone for coarse aggregate of general ready mixed concrete is increasing to reduce drying shrinkage, however application of the limestone aggregate to concrete for pavement is questionable for its performance of skid resistance and abrasion. On the other hand, effective use of slag aggregate are required from the environmental aspect.

Therefore, it is studied with the purpose to clarify the applicability to the pavement concrete of various coarse aggregate. In 2012, physical properties test of various coarse aggregate and trial mixing of concrete using the aggregates were conducted. Then, mix proportion of concrete for strength and durability tests to be carried out in the next year, has been determined.

Key Word : limestone aggregate, slag aggregate, test for resistance to abrasion of coarse aggregate, aggregate crushing value test, trial mixing, bulk volume of coarse aggregate per unit volume of concrete