

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

セメント協会 正会員 ○瀧波 勇人 東京農業大学 正会員 小梁川 雅
 土木研究所 正会員 森濱 和正 太平洋セメント 正会員 石田 征男

1. 目的

コンクリート舗装は、アスファルト舗装と比べて初期の建設投資が高くなるものの、耐久性が高いことからライフサイクルコストが低減できるため、最近、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、近年、天然砂利の採取規制などから、碎石の使用割合が高まり、その中でも特に石灰石のニーズが高くなっている。また、副産物の有効利用のため、各種スラグ骨材の利用も社会的に求められている。

生コン工場で使用される骨材の種類も多様化する中、舗装コンクリートの普及においても骨材資源を有効活用したコンクリートの適用が求められている。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、2012年度より（独）土木研究所、東京農業大学、（一社）セメント協会舗装技術専門委員会、太平洋セメント（株）、日本道路（株）、で共同研究を開始した。本報は、この共同研究の一環として行った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の試験結果について報告するものである。

2. 試験概要

2.1 使用材料

使用した粗骨材の物性を表1に示す。粗骨材は、砂利を1種、砂岩を2種、安山岩を1種、（以後、記号A、B、Cを碎石と称す）石灰岩を4種、高炉スラグを3種、電気炉酸化スラグを1種の合計12種類とした。最大寸法（Gmax）はスラグを20mmとし、その他の粗骨材は、20または25mm（以後、20/25と称す）と40mmとした。細骨材は川砂を使用した。セメントは普通ポルトランドセメントを、混和剤はAE減水剤標準形（I種）の高機能タイプを使用した。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの単位粗骨材かさ容積および単位水量を表2に示す。コンクリートの配合は、コンクリートの性状に及ぼす粗骨材の影響をより明確にするため、単位粗骨材かさ容積を0.72（砂利のみ0.75）、水セメント比を45%、AE減水剤の使用量をセメント質量×1%の条件でスランプが

表1 粗骨材の物性

種類	記号	最大寸法 (mm)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位 容積質量 (kg/ℓ)	実積率 (%)	粗粒率	すりへり 減量 (%)
玉砕 砂利	G	25	2.61	1.32	1.59	61.2	6.83	12.9
		40	2.61	1.20	1.65	63.2	7.41	13.1
砂岩	A	20	2.67	0.42	1.61	60.4	6.62	16.0
		40	2.67	0.37	1.62	60.6	7.26	16.6
	B	20	2.63	0.70	1.65	62.8	6.70	16.1
		40	2.64	0.58	1.65	62.7	7.35	17.7
安山岩	C	20	2.57	2.38	1.55	60.5	6.68	14.6
		40	2.59	1.88	1.54	59.7	7.30	17.6
石灰岩	L A	20	2.69	0.41	1.57	58.5	6.63	24.1
		40	2.69	0.34	1.65	61.2	7.29	28.5
	L B	20	2.70	0.23	1.68	62.3	7.16	23.4
		40	2.71	0.21	1.64	60.5	7.37	27.7
	L C	20	2.69	0.35	1.56	58.0	6.80	24.3
		40	2.70	0.31	1.59	59.1	7.14	27.8
	L D	20	2.68	0.54	1.56	58.3	6.70	23.6
		40	2.68	0.51	1.60	59.7	7.36	27.2
高炉スラグL	S A	20	2.42	4.76	1.40	57.7	6.88	26.4
高炉スラグN	S B	20	2.73	1.35	1.66	60.9	6.67	17.0
高炉スラグN	S C	20	2.54	3.86	1.50	59.0	6.52	32.5
電気炉酸化スラグ	S D	20	3.70	1.00	2.11	57.2	6.86	14.7

表2 コンクリートの単位粗骨材かさ容積および単位水量

粗骨材の 最大寸法 (mm)	粗骨材 の種類	単位水量 (kg/m ³)	単位 粗骨材 容積	水セメント 比 (%)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)
20 / 25	G	145	0.75	40, 45, 50, 55	5.0±1.5	4.5±1.5%
	A, B, C LA, LC, L D	145	0.72			
	LB	135				
	SA, SC, SD	160				
	SB	153				
40	G	128	0.75			
	A, B, C LA, LC, L D	135	0.72			
	LB	128				

キーワード 舗装コンクリート、曲げ強度、圧縮強度、砂岩碎石、石灰碎石、スラグ粗骨材

連絡先 〒114-0003 東京都北区豊島 4-17-33 （一社）セメント協会 TEL 03-3914-2695

5.0cmとなる単位水量を粗骨材の種類ごとに決定した後、水セメント比を40、50、55%に変化させ、これに伴うスランプの変化は、目標スランプ $5.0\pm 1.5\text{cm}$ 、目標空気量4.0~5.5%となるようにAE減水剤を用いて調整した。なお、この目標スランプはアジテータでの運搬を想定したものである。曲げ強度は水セメント比を40、45、50および55%、圧縮強度は45および50%で試験した。

2. 3 試験方法

JIS A 1132 に準じて各強度用供試体を作製し、材齢28日まで水中養生(20℃)を行った後、曲げおよび圧縮強度試験を行った。なお、供試体の寸法は曲げ強度用を $150\times 150\times 530\text{mm}$ 、圧縮強度用をGmax40は $\phi 125\times 250\text{mm}$ 、Gmax20/25は $\phi 100\times 200\text{mm}$ とした。

3. 試験結果

表3に曲げ強度試験結果を表4に圧縮試験結果を示し、また、図1に配合曲げ強度を 5.5N/mm^2 と設定した場合の水セメント比を示す。なお、図1の水セメント比はセメント水比と曲げ強度の関係から算出した。Gmaxにかかわらず、同一水セメント比で比較した場合、碎石および石灰岩を用いたコンクリートの曲げ強度は砂利を用いたものよりも大きい傾向であった。スラグ骨材を用いたコンクリートの曲げ強度は、その種類によって大きく異なり、JISA5011-1の区分LのSAが最も小さかった。図2および図3にGmaxの違いによる圧縮強度および曲げ強度の関係を示す。圧縮強度に及ぼすGmaxの影響は骨材の種類によって異なっているが、総じて、圧縮強度は同等であり、影響は認められなかった。一方、曲げ強度は、Gmax20/25mmの方がGmax40を用いた場合より強度が高い傾向が認められ、Gmaxの違いが圧縮強度と曲げ強度に及ぼす影響が異なる結果となった。また、粗骨材の種類が強度に及ぼす影響は圧縮強度と曲げ強度でおおむね同様の傾向であったが、GおよびSAが相対的に曲げ強度比べて圧縮強度の方が大きくなり、LCが小さい傾向となった。

4. まとめ

物性の異なる各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を行った結果、粗骨材の種類が強度に及ぼす影響は圧縮強度と曲げ強度でおおむね同様の傾向を示した。今後は、舗装コンクリートの耐久性を中心に試験を実施する予定である。

謝辞

試験にあたり鉄鋼スラグ協会、石灰石鉱業協会、BASFジャパン(株)より試料を提供して頂きました。ここに記して、関係各位に謝意を表します。

表 3 曲げ強度試験結果

骨材の種類	Gmax	水セメント比 (%)			
		40	45	50	55
G	25	6.30	6.16	5.34	5.10
	40	5.20	5.28	4.91	4.54
A	20	7.11	6.49	5.94	5.45
	40	6.54	6.26	5.78	5.54
B	20	7.17	6.17	6.50	5.81
	40	6.39	6.05	5.51	5.50
C	20	6.84	6.15	6.06	5.72
	40	7.14	6.27	5.72	4.97
LA	20	7.05	6.73	6.19	5.24
	40	6.75	6.30	5.53	5.14
LB	20	7.07	6.26	5.91	5.60
	40	6.37	5.80	5.66	5.49
LC	20	6.75	6.56	5.74	5.98
	40	6.98	6.58	5.59	5.45
LD	20	6.69	6.94	6.04	5.56
	40	6.86	5.89	5.91	5.63
SA	20	5.87	5.21	4.85	4.98
SB	20	5.90	6.14	5.47	4.75
SC	20	6.50	6.30	5.94	5.50
SD	20	6.92	6.16	6.23	5.27

表 4 圧縮強度試験結果

骨材の種類	Gmax	水セメント比 (%)	
		45	50
G	25	47.4	40.3
	40	45.3	39.6
A	20	48.2	40.9
	40	49.2	43.8
B	20	47.2	45.3
	40	45.9	40.4
C	20	51.7	44.0
	40	52.5	42.7
LA	20	46.0	42.6
	40	49.3	43.1
LB	20	45.7	38.0
	40	46.2	41.4
LC	20	41.0	37.5
	40	47.8	42.4
LD	20	45.4	41.1
	40	50.7	45.8
SA	20	48.3	38.4
SB	20	50.8	42.7
SC	20	50.7	44.2
SD	20	54.5	47.5

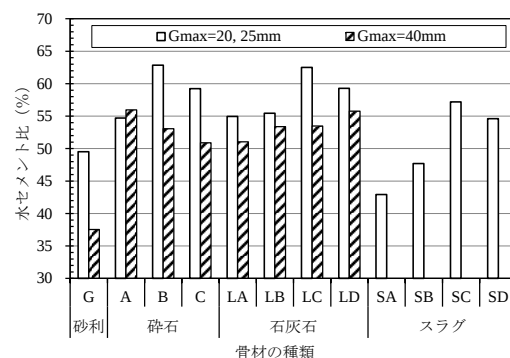


図 1 曲げ強度 5.5N/mm^2 における W/C

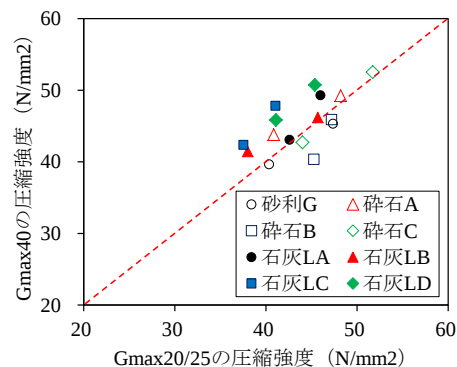


図 2 Gmax の違いと圧縮強度の関係

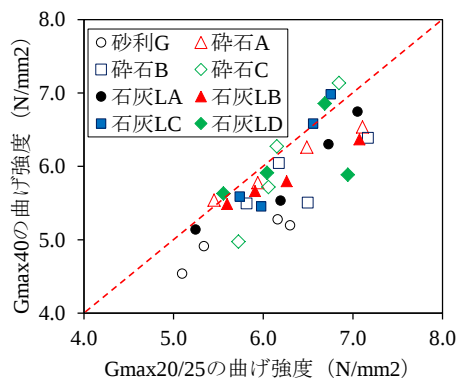


図 3 Gmax の違いと曲げ強度の関係