

石灰石骨材と銅スラグ骨材を用いた舗装コンクリートのすりへり抵抗性およびすべり抵抗性

三菱マテリアル(株) セメント研究所 正会員 ○黒岩 義仁

三菱マテリアル(株) セメント研究所 高尾 昇

三菱マテリアル(株) セメント研究所 木村 祥平

1. はじめに

石灰石骨材は、他の骨材に比べてコンクリートの乾燥収縮や線膨張係数が小さくなる特性を有する。これら特性から、石灰石骨材を用いることにより目地間隔の広いコンクリート舗装を実現する可能性がある。一般的に石灰石骨材は、他の骨材に比しすりへり減量が大きく、舗装コンクリートに使用した場合にはすべり易いと言われており、舗装コンクリートでの実績が少ない。本研究では、市販されている代表的な石灰石骨材を使用したコンクリートのすりへり抵抗性とすべり抵抗性を、硬質砂岩碎石と山砂を用いたコンクリートと比較調査した。さらに、産業副産物である銅スラグ細骨材による舗装コンクリートのすべり抵抗性向上について検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料

使用材料を表1に、骨材の物性を表2に示す。セメントは高炉セメントB種を用いた。細骨材は石灰石砕砂と山砂または銅スラグ細骨材の混合砂とし、混合割合はいずれも容積比で5:5とした。粗骨材は、産地の異なる石灰石骨材3種類と比較用として硬質砂岩を使用した。石灰石骨材のすりへり減量は、いずれも硬質砂岩より大きいものの、JIS A 5308に規定される舗装コンクリート用の規格値(35%以下)を満足している。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表3に示す。目標スランプは2.5±1.0cm、目標空気量は4.5±1.0%とした。設計基準曲げ強度は4.5N/mm²とし、これに割増し係数1.33を乗じた6.0N/mm²を配合曲げ強度とした。配合曲げ強度6.0N/mm²を満足するW/Cを求め、W/Cを48%に決定した。

2.3 試験項目

(1) すりへり抵抗性試験

コンクリートのすりへり抵抗性は、往復チェーン型ラベリング試験で評価した。往復チェーン型ラベリング試験は、舗装調査・試験法便覧 B002「ラベリング試験」に準じ、試験材齢は28日、試験室温度は常温とした。

(2) すべり抵抗性試験

すべり抵抗性試験は、舗装調査・試験法便覧 S021-2「振り子式スキッドレジスタンステストによるすべり抵抗性測定方法」

に準じた。試験では供試体表面を15、45、90および135分間磨耗させ、磨耗前後のBPNの変化を調査した。

キーワード コンクリート舗装、石灰石骨材、銅スラグ細骨材、すりへり抵抗性、すべり抵抗性

連絡先 〒368-8504 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬 2270 番地 TEL 0494-23-7209

表1 使用材料

材料	種類	記号	備考
セメント	高炉セメント B 種	BB	密度 3.04g/cm ³
細骨材	石灰石砕砂	LS	福岡県産
	山砂	YS	千葉県産
	5～0.3mm 銅スラグ細骨材	CUS	0 社製
粗骨材	石灰石砕石 2005	LGa	埼玉県産
		LGb	大分県産
		LGc	高知県産
	硬質砂岩砕石 2005	HG	埼玉県産
混和剤	AE 減水剤	AD	リグニンスルホン酸系

表2 骨材の物性

種類		表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	微粒分量 (%)	実積率 (%)	すりへり減量 (%)
細骨材	LS	2.68	0.61	2.61	4.4	66.2	—
	YS	2.63	1.56	2.77	1.4	66.0	—
	CUS	3.51	0.49	3.14	—	—	—
粗骨材	LGa	2.70	0.33	6.42	0.6	61.0	24.8
	LGb	2.70	0.35	6.49	2.3	62.1	24.9
	LGc	2.69	0.65	6.37	2.0	62.9	23.1
	HG	2.72	0.61	6.50	0.6	59.9	12.9

表3 コンクリートの配合

記号	S 種類	G 種類	W/C (%)	単位粗骨材 容積	単位量(kg/m ³)						AD (C×%)
					W	BB	LS	YS	CUS	G	
LS+LGa	LS+YS	LGa	48	0.74	136	283	370	363	—	1216	0.25
LS+LGb		LGb	48	0.74	136	283	356	350	—	1241	
LS+LGc		LGc	48	0.74	136	283	348	342	—	1252	
LS+HG		HG	48	0.74	140	292	370	363	—	1205	
CUS+LGa	LS+CUS	LGa	48	0.74	140	292	—	362	474	1216	

3. 試験結果

3.1 強度特性

コンクリートの曲げ強度を図1に示す。曲げ強度は、材齢7日以降ではいずれの骨材ともほぼ同等であるものの、材齢3日では石灰石骨材が若干高くなった。曲げ強度と圧縮強度の関係を図2に示す。図2に示すように、曲げ強度と圧縮強度の関係は、粗骨材や細骨材の違いによる影響は認められず、いずれもセメント協会舗装技術専門委員会の実験式⁽³⁾と一致する結果となった。

3.2 すりへり抵抗性

ラベリング試験におけるコンクリートのすりへり量の推移を図3に示す。石灰石骨材の産地に係らず、すりへり量は硬質砂岩砕石と同等であった。すりへり抵抗を期待した銅スラグ細骨材のすりへり量は、山砂に比べて、45分間磨耗後では 0.25cm^2 大きくなった。銅スラグ細骨材を使用したコンクリートはブリーディングが多かったため、コンクリート表層に若干脆弱層ができた可能性がある。なお、いずれの水準とも北海道開発局の道路設計要領に記されているアスファルト混合物の標準値である 1.3cm^2 以下を十分に満足した。

3.3 すべり抵抗性

BPN 値の推移を図4に示す。石灰石骨材の BPN 値はいずれも硬質砂岩と大差なかった。銅スラグ細骨材の BPN 値は、磨耗前より磨耗後のほうが大きかった。硬質な銅スラグ細骨材が磨耗により露出し表面が凹凸になったため、すべり抵抗性が高まったと考えられる。なお、いずれの水準とも首都高速道路(株)の舗装設計施工要領に記されるすべり抵抗性の出来形規格値(BPN 値60以上)を十分に満足した。

4. まとめ

一般に、石灰石骨材はすりへり減量が大きく、これを使用した舗装コンクリートはすべり易いと言われている。コンクリート舗装を想定し、石灰石骨材を用いて調査した結果、すりへり抵抗性およびすべり抵抗性は、硬質砂岩砕石と同等であることが判った。産業副産物である銅スラグ細骨材は、舗装コンクリートのすべり抵抗性を向上できる可能性があることが判明した。

参考文献

- (1) 後藤貴弘ほか：コンクリートの乾燥収縮に影響を及ぼす骨材の物性について、コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp89-91(2010)
- (2) 小嶋明ほか：供用後14年を経過した石灰石を用いた RCCP の調査結果, Vol.25, No.1, pp1133-1138(2003)
- (3) 小梁川雅ほか：舗装コンクリートの調査研究, 舗装技術専門委員会報告 R-29, セメント協会, p28(2011)

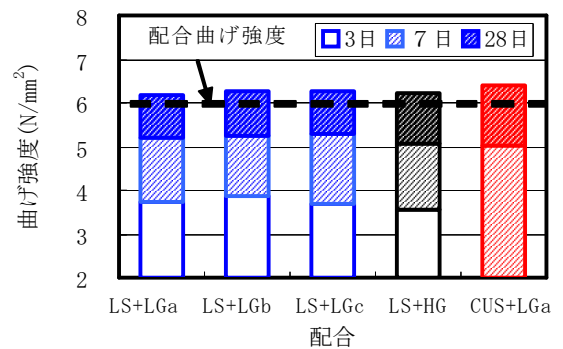


図1 コンクリートの曲げ強度

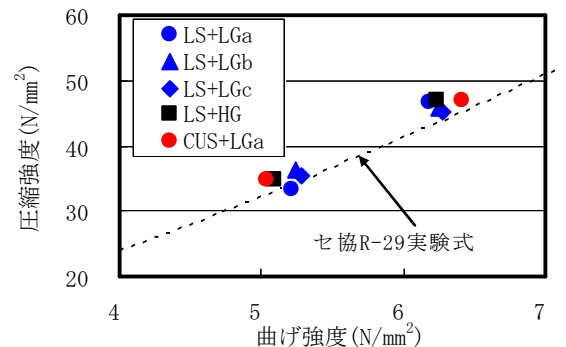


図2 曲げ強度と圧縮強度の関係

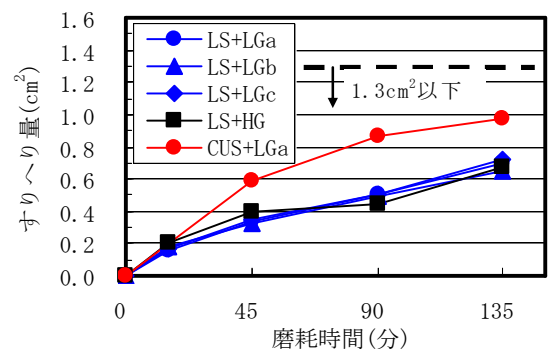


図3 コンクリートのすりへり量

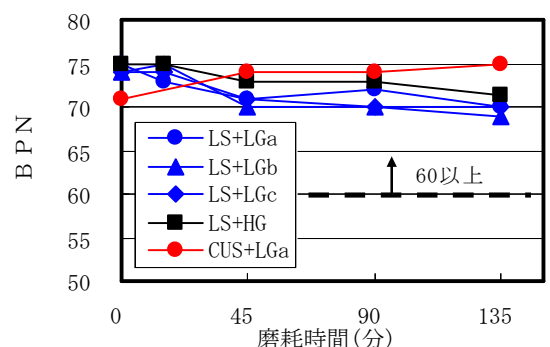


図4 コンクリートのすべり抵抗性