

非鉄スラグのアスファルト舗装用骨材としての利用に関する研究

日大生産工(院) ○ 塩島 崇 日大生産工 栗谷川 裕造
日大生産工 加納 陽輔 日本生産工 秋 葉 正一

1. はじめに

非鉄金属スラグは銅、鉛、亜鉛等の金属を精錬する際に副次的に得られる溶融固化物である。中でも、フェロニッケルスラグ（以下 FNS）は 256 万 t/年、銅スラグ（以下 CUS）は 240 万 t/年（H14 年度実績）の生産があり、これらは骨材などの一次資材やタイル、ブロックなどの二次資材として有効利用が進められている。

しかしながら、アスファルト舗装用骨材としての適用基準や品質管理指標は未だ明確に示されておらず、循環型社会の構築に向けた、さらなる利用拡大が望まれる。

本研究では、非鉄スラグのアスファルト舗装用骨材としての利用を促進するため、物性試験およびスラグ配合混合物に関する工学的試験を実施した。次に、実路を考慮した供用性評価を行うため、試験舗装を行った。

2. 骨材の物性試験

骨材の物性試験結果を表-1 に示す。FNS および CUS は一般的な骨材と比較し、比重が高く吸水率が低い特徴を有している。形状に関しては、砕砂は破碎処理時における扁平な形状を有し、スラグについては、結晶化の際に表れる脆形率の割合を示している。また、硬さに関してはすり減りは大きい、突き固めに対してはやや小さい傾向がある。

3. 混合物試験（室内試験）

供試体は、アスファルト舗装要綱に記載されている St.As.60-80、最大粒径 13mm の密粒度混合物に対して、FNS または CUS を重量比で 10%混入したものを用いた。混合物の基本物性値を表-2 に示す。CUS は密度が高く、スラグ配合混合物はフロー値が低い特徴を持っている。

3-1 剥離抵抗性評価

図-1 にマーシャル安定度および残留安定度を示す。スラグ配合混合物は一般的な混合物に比べ、標準マーシャル安定度は若干劣るものの、水浸マーシャル安定度の低下はあまり見られない。そのため、残留安定度より耐

表-1 骨材の物性値一覧

試験名	試験項目	目標値	砕砂	粗砂	細砂	FNS	CUS
骨材のふるい分け試験	13.2mm	-	-	-	-	100.0	100.0
	9.5mm	-	-	-	-	100.0	100.0
	4.75mm	100	100.0	-	-	100.0	100.0
	2.36mm	85-100	99.5	100.0	100.0	99.2	99.8
	1.2mm	67.3	95.9	97.9	70.4	84.7	84.7
	0.6mm	25-55	41.0	82.2	86.8	20.0	34.8
	0.3mm	15-40	23.8	37.2	38.2	6.2	14.2
	0.15mm	7-28	12.0	6.4	3.3	2.2	5.7
	0.075mm	0-20	4.0	0.5	0.7	1.0	2.6
	単位容積重量及実積率試験	単位容積重量 (kg/m ³)×10	1.656	1.609	1.521	1.760	2.190
比重及び吸水率試験	実積率 (%)	63.3	63.7	60.1	60.6	63.8	63.8
	表積比重 (g/cm ³)	2.636	2.583	2.602	2.921	3.447	3.447
	かさ比重 (g/cm ³)	2.614	2.526	2.532	2.903	3.433	3.433
	見掛け比重 (g/cm ³)	2.672	2.678	2.723	2.956	3.482	3.482
	吸水率 (%)	3.0以下	0.830	2.240	2.765	0.630	0.413
形状試験(扁平および脆形判別評価)	脆形率 (%)	10	0	0	13	10	10
	ローレ試験(形状判別評価)	通過時間(45°)(s)	9.660	7.436	7.718	9.040	6.586
硫酸ナトリウムによる安定性試験	通過時間(60°)(s)	10.044	8.226	8.226	9.224	6.954	6.954
	損失質量百分率 (%)	2.9	4.3	7.3	0.7	1.2	1.2
硬さ試験(すり減り・細粒化評価)	細粒化率 (%)	1.00	1.03	1.00	1.06	1.11	1.11
	細粒化率 (75回) (%)	1.12	1.01	1.02	0.98	1.05	1.05
硬さ試験(突き固め衝撃耐久性評価)	細粒化率 (125回) (%)	1.16	1.02	1.03	1.04	1.06	1.06

表-2 混合物の基本物性値

	目標値	基準	FNS	CUS
最適アスファルト量 (%)		5.3	5.6	5.4
密度 (g/cm ³)		2.386	2.385	2.432
空隙率 (%)	3~6	3.7	4.0	3.5
飽和度 (%)	70~85	76.7	76.4	78.4
フロー値(1/100cm)	20~40	34.0	24.0	28.0

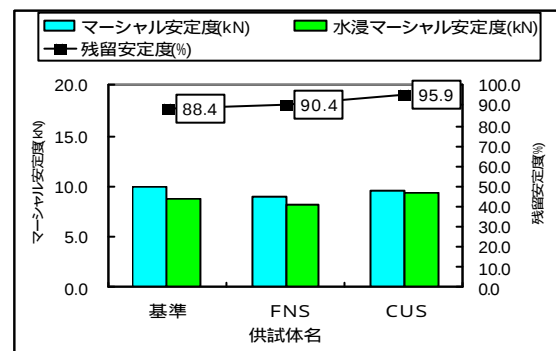


図-1 マーシャル安定度および残留安定度

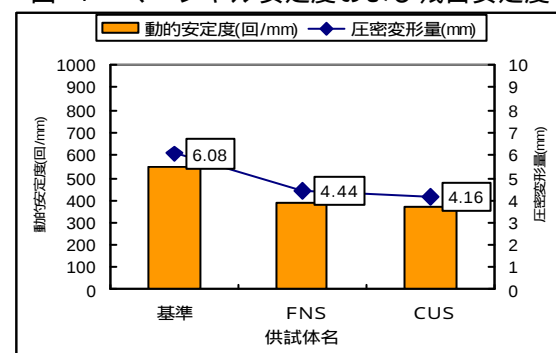


図-2 動的安定度および圧密変形量

STUDY ON ANSTEEL SLAG FOR ASPHALT PAVEMENT MATERIALS

Takashi SHIOJIMA, Yuzo KURIYAGAWA, Yosuke KANO and Shoichi AKIBA

水性および剥離抵抗性能は良好であると判断できる。

3-2 流動抵抗性評価

図-2に、動的安定度と圧密変形量を示す。スラグ配合混合物の動的安定度は一般的な混合物に比べて約8割程度に低下する。この原因は、硬さの結果からすり減りに対して弱い可能性がある。

3-2 ひび割れ抵抗性評価

図-3に、温度と曲げ強度の関係を示す。スラグ配合混合物は一般的な混合物と同様に10付近に脆化点が見られた。また、20の曲げ強度では特にCUSは、骨材の噛み合わせが影響するものと考えられる。

3-3 疲労抵抗性評価

図-4に破壊回数と累積変形量を示す。スラグ配合混合物の破壊回数は一般的な混合物と同等の値を示したが、CUSはやや劣る傾向が見られた。累積変形量の増加については、スラグ配合混合物が大きい。これは、流動抵抗性が影響するものと考えられる。

4. 混合物試験（試験舗装）

図-5に試験舗装の平面図を示す。再生密粒度混合物(20)を基準にFNS、CUSをそれぞれ10%混入した。試験舗装は、B交通4年相当の49kN換算輪数を、40万輪の走行を行った。また、試験舗装の調査は施工直後から10万輪毎に5回実施した。図-6に各輪数後における維持管理指数およびサービス指数を示す。スラグ配合混合物は良好なMCI、PSIを有している。図-7に各輪数後における平坦性およびわだち掘れ量を示す。FNSは平坦性、わだち掘れ量において良好な結果が得られた。一方CUSは平坦性、わだち掘れ量ともに基準施工より劣る結果が得られ、室内試験でのひび割れ抵抗性評価や疲労抵抗性評価の傾向が伺える。

5. まとめ

本研究では、非鉄スラグのアスファルト舗装用骨材として利用するため、FNS、CUSについて物性試験、室内試験および試験施工を実施した。室内でのひび割れ抵抗性能や疲労抵抗性能の結果から、FNSとCUSに差異が見られた。これによって、試験施工においても平坦性やわだち掘れ量に変化が見られた。この結果は、スラグ配合混合物の適用基準一つとして有効なデータとなる。今後の課題として、長期的な供用性評価のデータの蓄積が必要であると考えられる。

<参考文献> 日本道路協会：「試験舗装便覧」

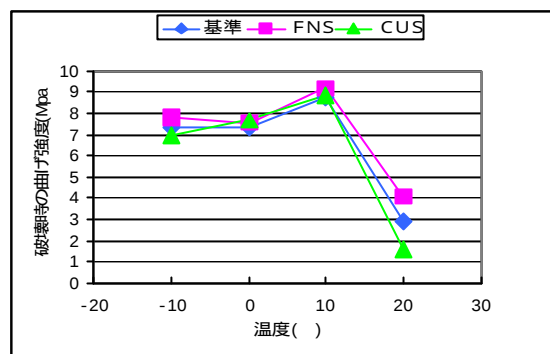


図-3 温度変化による曲げ強度

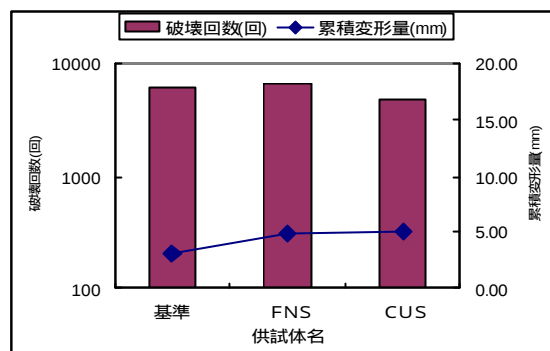


図-4 破壊回数と累積変形量



図-5 試験施工箇所平面図

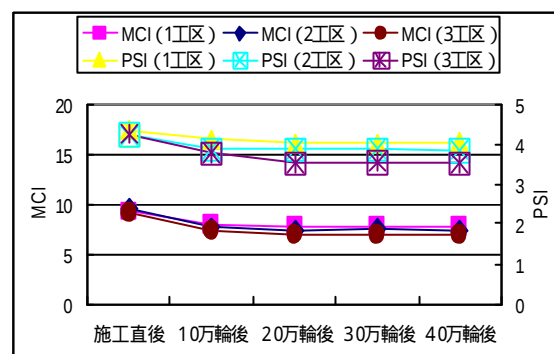


図-6 維持管理指数およびサービス指数

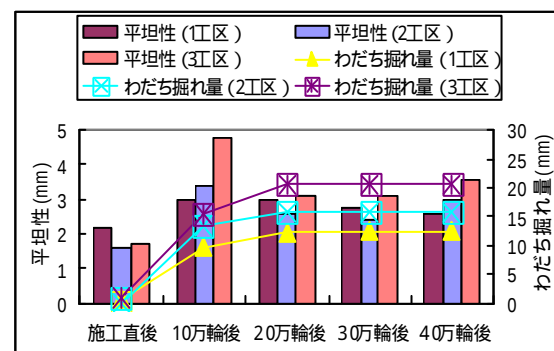


図-7 平坦性およびわだち掘れ量