

V-431

韓国産電気炉スラグの路盤材としての特性について

神戸大学 正 西 勝 神戸大学大学院 学 辻本 敏治
 広鉦技建㈱ 小野寺政昭 啓明大学校 李 承漢

1. まえがき

電気炉製鋼技術の発展は著しく、副成する電気炉スラグは増加傾向にある。韓国も同じ状況にあり、その活用が解決されるべき課題となっている。そこで本研究では、韓国産（東国製鋼）電気炉スラグ（ノーエージング）の路盤材への利用に関し、その基礎的性質について試験を行った。さらに、力学的特性を究明し、その結果を用いて疲労寿命解析を行うことで、下層路盤材としての適否を検討した。なお、いずれも日本産の代表値と対比させて検討した。

2. 基礎的性質

・粒度：今回対象とした韓国産電気炉スラグの粒度の試験結果を図-1に示す。図より、良好な粒度であることが認められる。また、日本産に比べて韓国産は細粒部分の含有量が少ないことが認められる。これは日本のスラグの場合、還元スラグの比率が高く、粉化しやすいため粉率の高い材料になったものと推察される。

・化学的性質：化学成分の分析を行った結果を表-1に示す。表より、水硬性発揮に大きく影響する4つの化学成分（ SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO ）の含有率の高いことが認められる。

また、塩基度（ CaO/SiO_2 ）が日本産の値に比べて著しく低く、つまり、粉化を起こす鉱物組成（ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ）が極めて少ないため粉率の低い材料になったものと推察される。

・物理的性質：表-2に電気炉スラグ路盤材の品質に関する試験結果を示す。表より、いずれの項目も規定値（MS-25）を満たしていることが認められる。また、最大乾燥密度も高く、高い修正CBRが得られている。しかし、最大乾燥密度は日本産に及ばないものであった。これは上述した粉率の低下が影響しているものと推察される。さらに、膨張安定性が低いことはノーエージングで出荷できる可能性を示唆するものと思われる。

3. 力学的特性

力学的特性としての復元変形特性の究明は、繰返し三軸圧縮試験¹⁾により試みた。供試体（直径10cm×高さ20cm）は、最大乾燥密度のもとで締固め、養生期間は0か月とした。なお、比較のために示した日本産電気炉スラグは3か月エージング（膨張安定性0.15%）のものである。復元定数（復元変形係数 M_r 、復元ポアソン比 ν_r ）の実験結果は、従来の研究¹⁾と同様に以下の式で回帰した。

$$M_r = K p^M (2.0/q)^N \quad q < 2.0$$

$$M_r = K p^M \quad q \geq 2.0$$

$$\nu_r = A_0 + A_1 \eta + A_2 \eta^2$$

ここで、 M_r ：復元変形係数（ kgf/cm^2 ）、 p ：平均主応力（ kgf/cm^2 ）、 q ：偏差応力（ kgf/cm^2 ）

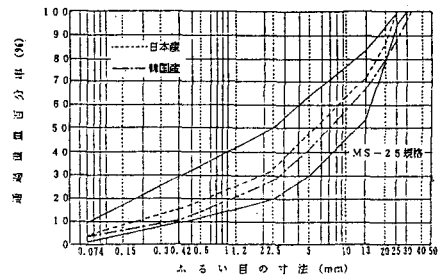


図-1 電気炉スラグ路盤材の粒度

表-1 電気炉スラグの化学成分

	化 学 成 分 (%)									
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO	MnO	T.Fe	TiO_2	P_2O_5	C/S
韓国産	30.1	12.1	32.3	9.07	5.34	1.74	8.45	0.84	0.22	1.07
日本産	22.8	7.2	39.1	7.03	6.23	2.10	11.6	0.73	0.18	1.71

表-2 電気炉スラグ路盤材の品質

試 験 項 目	韓国産	日本産	規定値
単位容積質量 (kg/l)	2.178	2.226	1.5以上
最大乾燥密度 (g/cm^3)	2.535	2.707	—
最適含水比 (%)	6.0	7.8	—
修正 C B R (%)	150	115	80 以上
膨 張 安 定 性 (%)	0.10	0.66	1.5以下

ν : 復元ポアソン比、 η : 応力比 (q/p)、 K 、 M 、 N 、 A_0 、 A_1 、 A_2 : 実験定数

ただし、切込碎石については、 $M r = K p^M$ で回帰した。

表-3 復元定数に関する実験定数

実験試料	K	M	N	A_0	A_1	A_2
韓国産	2227	0.625	0.524	0.0004	0.480	-0.1387
日本産	3598	0.469	0.324	0.0496	0.307	-0.0460
切込碎石	960	0.420	—	0.106	0.350	-0.1260

この復元定数の回帰式における実験定数を表-3に示す。

・復元変形係数：図-2に復元変形係数と偏差応力の関係を、図-3に偏差応力 $q = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ における復元変

形係数と平均主応力の関係を示す。図より、復元変形係数は偏差応力の増加とともに減少し

（偏差応力が 2.0 kgf/cm^2 以上では一定）、平均主応力の増加とともに増加する傾向が認められる。また、韓国産についてのその値は、日本産よりも小さく、切込碎石よりも大きいものであった。

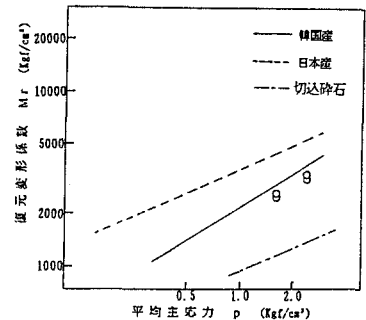
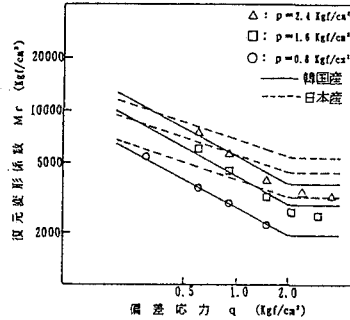


図-2 復元変形係数と偏差応力の関係 図-3 復元変形係数と平均主応力の関係

・復元ポアソン比：図-4に復元ポアソン比と応力比の関係を示す。図より、復元ポアソン比と応力比の関係は、応力比の増加とともに一定となる傾向が認められる。

・疲労寿命解析：図-5に韓国産電気炉スラグを下層路盤材として実路に用いた場合のアスファルト舗装の疲労寿命の算定結果を示す（舗装断面及び解析法は文献2参照）。図より、韓国産電気炉スラグの疲労寿命は、全ての断面において舗装寿命の目標値（A交通：15万回、B交通：100万回、C交通：700万回、D交通：3500万回）を満たすことが認められる。また、全体の傾向として韓国産電気炉スラグの疲労寿命は、復元変形係数と同様に、日本産と切込碎石の間の値をとることが認められる。図-4復元ポアソン比と応力比の関係

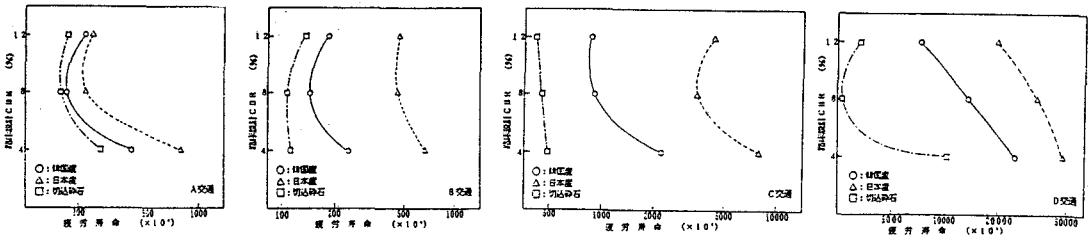
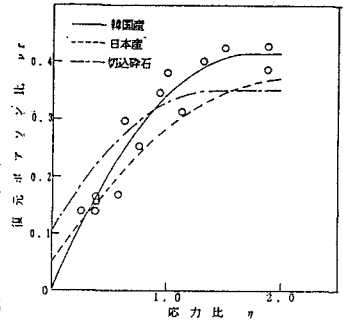


図-5 疲労寿命の算定結果

4. あとがき

以上の結果より、韓国産電気炉スラグは、最大乾燥密度、修正CBRともに高い値を示し、ノーエージングでも下層路盤材としての利用は十分であることが認められた。また、力学的特性の結果を用いて疲労寿命解析を行ったところ、いずれも舗装寿命の目標値を満たすことが認められた。今後は、養生期間を考慮した場合の結果を報告していく予定である。

参考文献 1) 西 勝他：円形走行試験における複合スラグ路盤材の硬化特性について、土木学会第42回年講、V-12、1987。

2) 西 勝他：アスファルト舗装の疲労寿命に及ぼすスラグ路盤の硬化特性の影響について、建設工学研究所報告、第32号、pp.125-140、1990。