

九州工業大学 正員 浅辺 明

九州工業大学 学生員○松本 進

九州工業大学 関 博行

入江興産 K K 入江 伸明

(まえがき)

一般に製鉄業では製鉄、製鋼作業に伴って高炉のノロを始め転炉滓、平炉滓など多量のノロが発生している。それらはそれぞれの特性に従って各方面に利用されている。ところがこのようなノロのうち特に転炉滓については、その特性からあまり利用されておらず、ごく一部を高炉原料として利用する他は、もっぱら海岸埋立に使っている現状である。近年製鋼法は平炉から転炉に主体が移りつつあり転炉滓が増加する一方であるが、今後もこれを積極的に利用しないまま廃棄に近い処理を続けることはもったいない事と思われる。そこで筆者らは転炉滓の、より有効なる利用法を見つけるべくその化学組成と物理的性質から二通りの実験を進める事にした。その1は、転炉滓を微粉砕し、これにセメントを添加して利用しようと図るものであり、その2は、転炉滓をそのまま道路材料として利用できないかを検討せんとするものである。以下、その実験内容、結果、考察などを述べる。

第1章 転炉微粉砕、セメント添加モルタルに関する実験

現地採取の転炉滓は、塊状またはガラ状を呈しており、その形状、粒径等様々である。そこでこれを粉砕して篩分けを行い、普通ポルトランドの規格に近い転炉微粉砕を準備した。実験は JIS 規格に従って行った。

1-1 転炉滓の化学成分

転炉滓の化学成分は表-1に示す通りである。参考のため高炉滓およびフライアッシュの化学成分をも付記する。シリカ、アルミナ、石灰の三主成分のみについての三角図を描いてみると普通ポルトランドに近いことがわかった。

表-1 各々の主化学成分表

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	他
転 炉 滓	12.35 %	1.22 %	18.70 %	48.76 %	1.40 %	—
高 炉 滓	32.76	16.08	0.36	43.76	5.18	—
フライアッシュ	59.66	25.84	5.82	3.30	1.08	—

1-2 転炉微粉砕使用モルタル試験

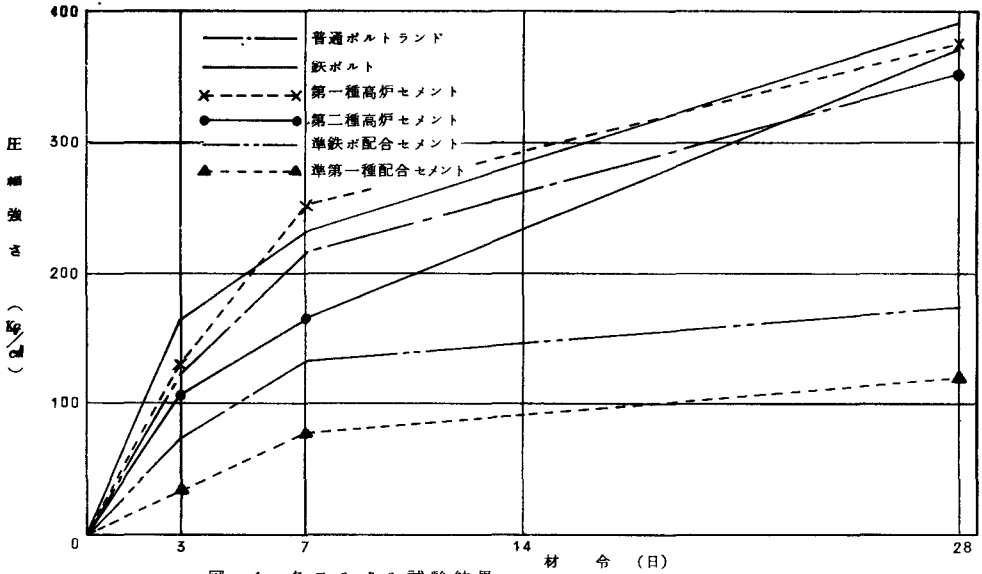
普通ポルトランドと転炉微粉砕の配合割合は、高炉セメントにおける普通ポルトランドとスラグの混合割合(表-2)に合せた。いま便宜的に鉄ポルトランドに合せたものを準鉄ボ配合セメント、第1種セメントに合せたものを同様に準第1種配合セメントと名付ける。図-1は各モルタル試験結果を示したものである。図-1からわかるように準鉄ボ配合セメント、準第1種配合セメント等は共に圧縮強

表-2 各混合割合

	普通ポルトランドセメント	スラグ
鉄ポルトランドセメント	80 %	20 %
第1種高炉セメント	55	45
第2種高炉セメント	35	65

量が小さく普通ポルトランドに比し、それぞれ 50、40% 程度である。

従って、このような利用方法は賢策と言ひ難い。



図一 各モルタル試験結果

1-3 転炉微粉碎の水硬性に関する試験

転炉微粉碎の水硬性を調べるために、ポルトランドセメントの一部を転炉微粉碎で置換したモルタルと、水硬性を全然もたない砂で置換したモルタルとを作り、両者の強度の比較をした。その結果は図-2 のようになる。なお参考のため高炉滓で置換した場合についても付記する。この実験結果からみると、置換率が大きくなると、砂で置換したものよりも転炉微粉碎で置換したものの方が強度がわづかに大きい。これが転炉微粉碎の水硬性に起因するものとは考えられ難く、別の要因があるのかも知れない。しかしながら大局的に見れば砂で置換したものに類似している。

第 2 章 転炉滓を道路材料として利用することに関する実験。

転炉滓を上層路盤材料または下層路盤材料として利用するために、まづ C.B.R. 試験を JISA1211 に従って実施し、さらに基層材料として利用するためにアスファルト舗装要綱によるソイルセメント試験を行い、引続き表層材料として利用するためにアスファルト舗装要綱に基くマーシャル試験も実施した。以下各試験に対する結果を示して若干の考察を加える。

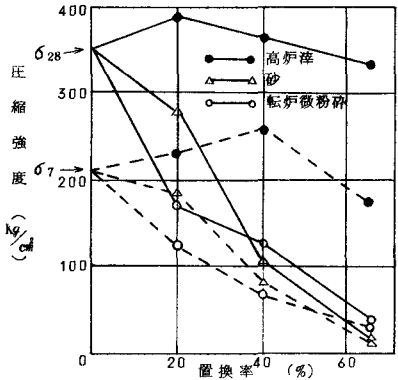


図-2 水硬性に関する試験結果

2-1 分類特性

1) 粒度 屑鋼材から生成されるノロには一定の粒度は考えられない。本実験で用いたものは、最大粒径19mm以下であり、その粒度試験結果を示せば図-3のようになる。

2) 粗粒材の性質

i) 粒子の比重と吸水量

比重、吸水量試験をJISA1101に従って行った。結果を表-3に示す。同表によると、比重、吸水量とも規格以上であり、粗粒材としての利用価値があると考えられる。転炉滓の比重が他の骨材より比較的大きいのは、鉄の含有量がかなり多いからと考えられる。

ii) すりへり減量

粗粒材のすりへり試験としてロスアンゼルス試験(JISA1211)を行った。その試験結果は表-4に示すとおりである。転炉滓のすりへり減量が一般の骨材に比べ、かなり大きいのは転炉滓自身材質の脆い上に、その生成過程中的温度応力などに基くクラックに起因するものと考えられる。

3) 細粒材の性質

i) 比重および吸水量；細粒材の比重、吸水量試験はJISA1202に従って行った。その結果は、比重3.25、吸水量2.48%である。転炉滓の比重が他の骨材より大きいのは2) i)の理由と同じと思われる。

ii) コンシステンシー；転炉滓の液性限界と塑性指数は表-5に示す通りである。この表によると塑性指数が0%となっているが、転炉滓を三角図からながめると砂質であるから締固めにはさして影響ないものと考えられる。

2-2 C.B.R.

C.B.R.試験はJISA1211に従って行った。その結果を表-6、図-4、図-5に示す。以上のC.B.R.試験結果から次の事がいえる。一般の傾向とは逆に水浸C.B.R.値が非水浸C.B.R.値よりも大きくでている理由として、筆者らは転炉滓にCaOが非常に多く含まれているために、粒子間隙を埋めるように膨脹して、見掛け上、非水浸よりも突固め効果を良くしているのではないかと考えている。4日水浸の膨脹比は、ほとんど現れずわずかに0.034%であった。C.B.R.試験で得た修正C.B.R.を各舗装要綱に示されている必要値と比べてみると表-7のごとくその値が非常に大きく、この関点からは上層路盤材料として優秀な材料である事がわかる。

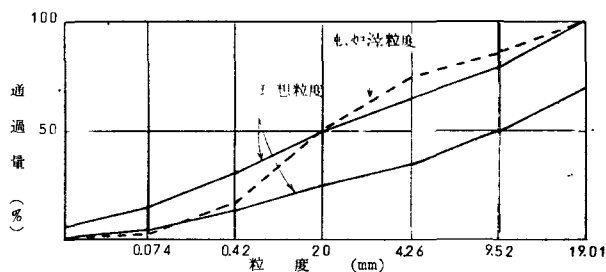


図-3 転炉滓の粒度曲線

表-3 転炉滓の比重・吸水量

	転 炉 滓	砕石の規格
比 重	3.28	250以上
吸水量%	2.90	3.0 以下

表-4 転炉滓のすりへり減量

砕石の呼称	転 炉 滓	JISA5001 の規格
5 号	31.9 %	40%以下
6 号	32.1	40
7 号	32.8	40

表-5 転炉滓のコンシステンシー

コンシステンシー	転 炉 滓	路盤材料の適値	
		上 層	下 層
液性限界	0	25	35 %以下
塑性指数	0	6	15 %以下

表-7 各舗装要綱による

C.B.R. 必要値

試験値と必要値の条件			修 正 CBR
転 炉 滓		非水浸	94.0 %
		水 浸	157.5
必 要 値	下 層	アスファルト舗装	15 %以上
		簡 易	10
		セメントコンクリート	8
	上 層	アスファルト軽舗装	45
		中	65
		重	70
	簡 易 層	簡 易 舗装	45
		セメントコンクリート	35

表-6 C. B. R. 試験結果

最適含水比 %			5.8
最大乾燥密度 g/cm ³			2.53
非水浸 C B R 試験	成型時含水比 %		6.5
	乾燥 密度 g/cm ³	55 回 突	2.48
		25 ,	2.33
		10 ,	2.16
	C B R 値 %	55 ,	160.1
		25 ,	84.7
		10 ,	39.4
	平均 C B R 値		94.0
水 浸 C B R 試験	成型時含水比 %		6.5
	乾燥 密度 g/cm ³	55 回 突	2.49
		25 ,	2.25
		10 ,	2.12
	C B R 値 %	55 ,	197.0
		25 ,	79.8
		10 ,	43.3
	平均 C B R		157.5

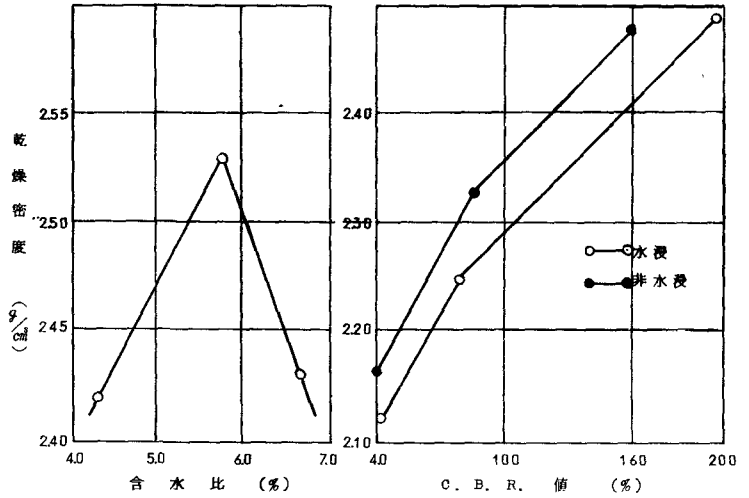


図-4 C. B. R. 試験結果

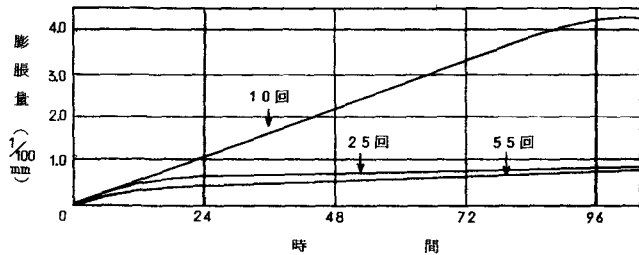


図-5 C. B. R. 試験結果

2-3 ソイルセメント試験

この試験はアスファルト舗装要綱に示されているソイルセメント配合設計のための試験方法に従って実施した。その試験結果を図-6に示す。一般に設計に使用するセメント量はアスファルト舗装に対する所要圧縮強度を目標として決められる。その関係を図-7に示す。以上の結果からセメント量と一軸圧縮強度はセメント量の増加に伴い増大していることがわかる。図-7によるとセメント必要量は強度 $30 kg/cm^2$ に対しては 4.5% で比較的少なく、この点若干経済的ではないかと考えられる。さらに粒度

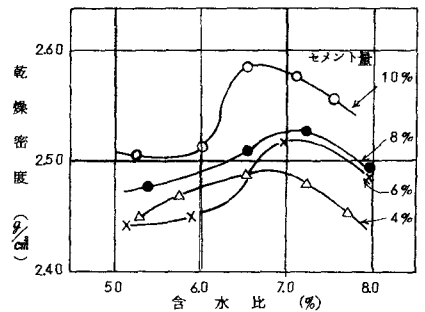


図-6 ソイルセメント試験結果

曲線を理想粒度にのせれば、もっとも有利になることが推測される。しかしながら路盤材料としての性能を C. B. R. や圧縮強度のみで決めることは十分でなく、繰り返し載荷や長期にわたる風化の影響 etc. を調べる必要があることは言うまでもない。それらに関しては今後さらに研究したいと考えている。

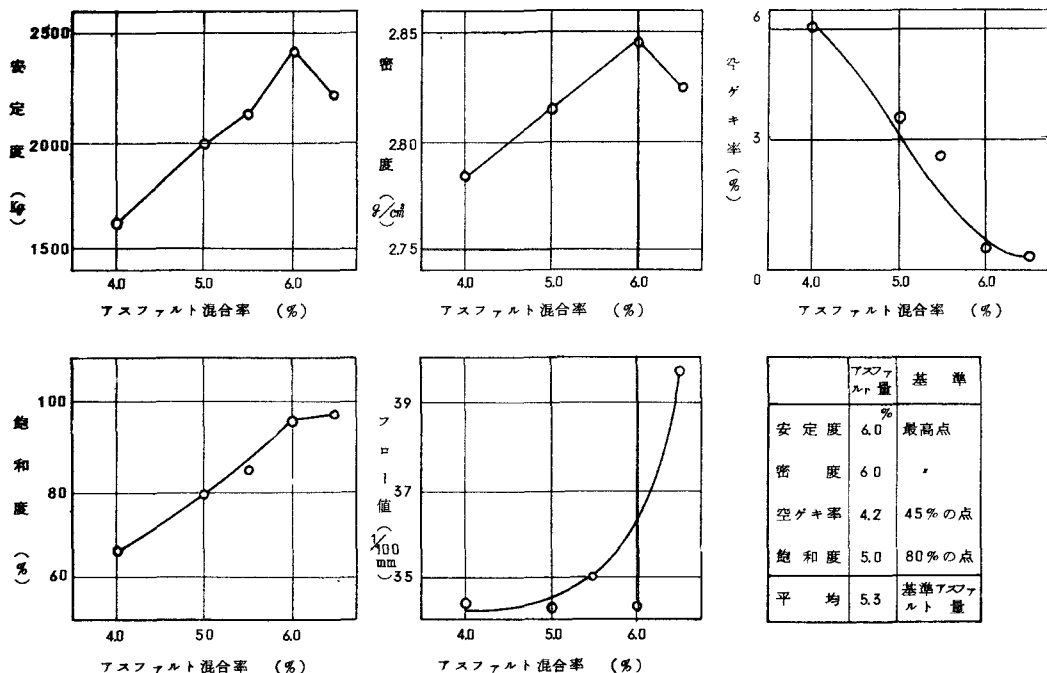


図-8 マーシャル試験結果

2-4 マーシャル試験

転炉滓の表層としての試験はアスファルト舗装要綱に基づいてマーシャル試験を行った。試験は計画交通量2000~7500台/日に相当する50回突で行った。なお粒度は密粒度式として実施した。さらに経済性、作業能率、利用状況なども考慮してフィラーにも転炉滓を使用した。図-8はマーシャル試験結果を示したものである。マーシャル試験結果から次のことが言える。フロー値を除けば、マーシャル試験各必要値を他のものは十分に満足しており、特に安定度は大きくでている。しかしアスファルト量が密粒度式の基準値、すなわち3~5%を若干上回っているが、転炉滓を連続粒度で使用していること、特にフィラーをも転炉滓で使っているという事などで有利であるから、この基準アスファルト量5.4%は必ずしも不経済でないと考えられる。マーシャル試験だけでアスファルト舗装に対する最終的判断を下すことは、十分とはいえないので、今後アスファルトの種類による試験、他の骨材との混合による試験など行い検討する必要がある。

第3章 結 論

転炉滓の利用に関する実験として、本実験は短期、かつ十分な実験がすんでいないので、総合的、確定的な判断は下し難いが、一応の結論として次のことが言える。転炉微粉碎にセメントを添加する利用法は賢策でない。道路材料としてはかなり良好な成績を示しており、転炉滓の効果的利用法と思われる。今後、特に長期に対する検討が望まれる。