

VI-19 フェロニッケルスラグの路盤材への適用について

八戸工業大学 正員 杉田 修一
 太平洋金属㈱八戸工場 鍋谷 裕
 八戸工業大学 正員 ○ 磯島 康雄

1. まえがき

フェロニッケル精錬時に発生するフェロニッケルスラグは年間約200万tにも達している。鉄鋼スラグについては、コンクリート用骨材及び路盤材料として実施工に使用され、その指針も示されているが、合金スラグのフェロニッケルスラグの用途については、現在ほとんどが未検討である。そこで本報告は、これらスラグ（乾砕）を未利用資源活用の観点から、路盤材料としての基礎的物性を調べ、さらに舗装の試験施工を行った結果を検討したものについて報告するものである。

2. 実験概要

1) 使用材料： 乾砕フェロニッケルスラグは軟質、硬質の2種類を用い、比較用として硬質砂岩碎石を使用した。粒度はフェロニッケルスラグに対しては高炉スラグ路盤材のCS-40、MS-25の規格値に、比較用碎石はC-40の規格値を満足するように調整した。（以後、前記した材料の記号で呼ぶ事とする。）
 2) 実験方法： 基本的性状試験として粒度、比重、吸水率、安定性、すりへり減量、締固め、修正CBR等の試験を行った。次に寒冷地における凍結融解作用を想定して素材（粒度別）及び締固めた供試体について凍結融解試験を行った。前者は、凍結融解30サイクル毎に残留率を求め180サイクルまで行った。締固めた供試体については24時間水浸後、30サイクル毎に2個の供試体を取り出し90サイクルまで、貫入試験を行った。舗装の試験施工は、舗装面のひびわれについて、路盤の種類毎に、材令9ヶ月（1冬経過後）の時点で舗装面のひびわれ調査を行った。

3. 実験結果

材料の基本的性質を表-1に示す。特色として比重及びすりへり、CBR値などが比較用碎石のC-40より大きい。その他、修正CBR値が比較用碎石で締固め回数3層42回／層付近で、フェロニッケルスラグは3層17回／層付近で決定されていることが上げられる。

表-1 材料の基本的性質

種 別	比重	吸水率 (%)	すりへり減量 (%)	安定性 (%)	塑性指数 I _p	最適含水比 (%)	最大乾燥密度 (kg/cm ³)	修正CBR (%)
CS-40	3.06	2.94	26.3	9.2	NP	6.8	2.468	120
MS-25(軟)				—	NP	7.1	2.464	110
MS-25(硬)	3.12	1.34	33.7	—	NP	5.2	2.400	115
C-40	2.67	0.51	17.1	4.3	NP	5.9	2.240	86

次に、素材の凍結融解試験の試験結果を図-1, 2, 3に示す。何れの場合も0.074mmふるいに対する残留率が最小となっている他、スラグに比して、比較用碎石の方が同一サイクルで損失が大きい傾向にある。これら各ふるい目毎の結果を用いて、CS-40, MS-25, C-40の粒度に組合せて残留率の加重平均を求めた結果を図-4に示す。何れの場合についてもサイクル数の増加と共に残留率が低下するが、各スラ

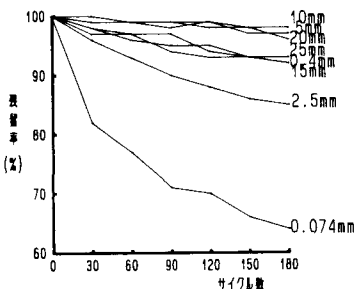


図-1 素材（フェロニッケルスラグ）軟質の凍結融解試験

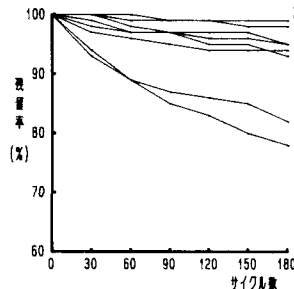


図-2 素材（フェロニッケルスラグ）硬質の凍結融解試験

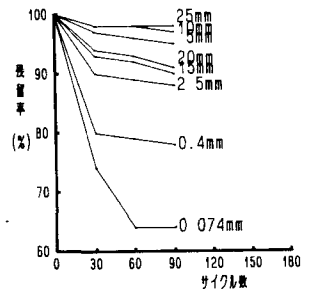


図-3 素材（硬質砂岩）の凍結融解試験

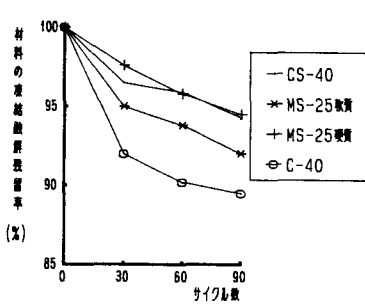


図-4 各材料の凍結融解後残率の比較

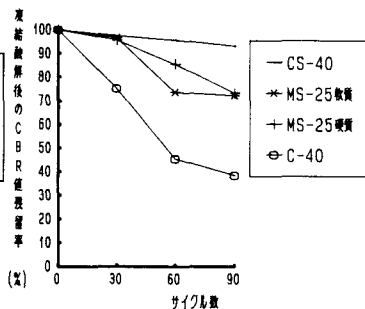


図-5 凍結融解後締固め供試体CBR値の比較

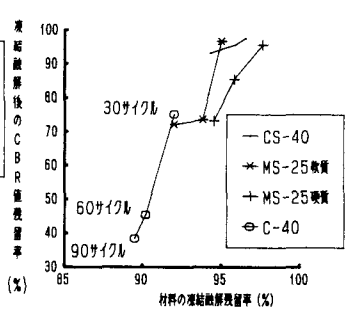


図-6 凍結融解後CBR値と材料別残率の比較

グに比してC-40の低下が大きいことから、フェロニッケルスラグの凍結融解抵抗性は比較用砕石に比して大きいと言える。

次に、締固め供試体を凍結融解させ、CBR値の変化を試験した。尚、締固め回数については、フェロニッケルスラグが17回、比較用砕石は42回付近でおおよそ修正CBR値が決定される為、それぞれその締固め回数で供試体を作製した。供試体を8本作成し、凍結前、凍結融解30サイクル、60サイクル、90サイクルにおいて、得られたCBR値の変化を比較した結果

を図-5に示す。これらの結果からもフェロニッケルスラグは比較用砕石に比して、締固め供試体においても凍結融解抵抗性の大きいことが明かである。図-6は材料の加重平均残率と凍結融解CBR値、a残率との関係を示したものである。フェロニッケルスラグが比較用砕石に比して、凍結融解抵抗性に優れていることを明瞭に示している。

次に、ひび割れ調査について、施工した路盤の種別毎にひび割れ区域を50cmメッシュに分割し写真撮影を行いひび割れ図を作製し、ひび割れ密度を求めた。その結果を図-7、図-8に示す。ひび割れはC-40、CS-40、MS-25の順に小さくなっており、それらの間の差は顕著である。すなわち、比較用砕石C-40に比べてフェロニッケルスラグCS-40、MS-25のひびわれが極めて少ない。後者を比較するとCS-40に比べてMS-25の場合が少ない。

4. まとめ

以上の論点からの結論を、比較用砕石との比較で述べると、修正CBR値が決定される付近の突固め回数の違いは、現場施工における締固め効率が大きいこと、すなわち小さな締固めエネルギーで所定の強さの締固めが可能であることを意味する。凍結融解抵抗性については、寒冷地における路盤材としては重要な性質である。IP=0であることと併せて、寒冷地における路盤材としての適性を備えた材料と言える。次に、ひびわれ特性が良いこと、この理由の最大のものは、締固めによる路盤の一体化（これを仮に「板化」と呼ぶ）にあると考えられる。施工時にベンケルマンビームによるたわみ測定を行った際、荷重点付近のみでなく原点まで沈下する現象があったが、通常の砕石では考えられない現象である。原因は「板化」による荷重分散効果によると考えられ、これにより広い範囲の路盤により荷重が支持されると想定される。この効果が舗装面のひびわれの発生にも好影響を与えているものと考えられる。

以上の理由により、フェロニッケルスラグを路盤材として適用するについて、比較用砕石と比較して優れた特徴もみられ、有効資源として活用するには十分可能であると思われる。