

フェロニッケルスラグ細骨材によるアスコンの塑性流動抵抗性の向上効果

長岡技術科学大学大学院 正会員 ○高橋 修
長岡技術科学大学大学院 渡邊舞花

1. はじめに

非鉄金属スラグの一種であるフェロニッケル (Fe-Ni) スラグは、建設資材としての我が国の環境基準を満足しており、建設分野への利用を見込んで製造されている。その用途としては、コンクリート用骨材、埋戻し材、地盤改良材等に利用されている。

近年、Fe-Ni スラグを破碎し、粒度調整を施して舗装用の細骨材として使用することが検討されている。非鉄金属スラグが、アスコンの細骨材として業界に受け入れられるには、通常の細骨材よりも優れた性能を有していることが望まれる。本研究では、Fe-Ni スラグ細骨材の粒子形状や硬さが通常の天然砂よりも優れていることに着目し、アスコンの塑性流動抵抗性を向上させる効果について検討した。

2. 使用細骨材の基本物性

Fe-Ni スラグ細骨材は溶融や冷却、破碎の方法によっていくつかの種類が存在している。本研究では、粒子形状が比較的角張っている「スラグ A」と球状に近い「スラグ B」の2種類の Fe-Ni スラグを用意した。そして、これら2種類の Fe-Ni スラグ細骨材と一般的な天然砂である粗砂について物性を比較した。

各細骨材の基本物性を表-1 に示す。比重は Fe-Ni スラグが粗砂に比べてかなり大きい。見かけ比重はスラグ A とスラグ B で差がないが、かさ比重は明確な差が認められる。これは、スラグ B の吸水率がスラグ A のものよりも 2.5 倍ほど大きいことによるものと考えられる。

表-1 各細骨材の基本物性

項 目	スラグ A	スラグ B	粗砂
表乾比重 (g/cm ³)	3.008	2.924	2.598
かさ比重 (g/cm ³)	2.984	2.864	2.566
見かけ比重 (g/cm ³)	3.057	3.052	2.649
吸水率 (%)	0.79	2.18	1.22

3. 使用細骨材の粒子形状

Fe-Ni スラグは粒子形状に特徴があり、塑性流動抵抗性の向上に寄与することが定性的に知られている。本研究では、細骨材の粒子形状を定量的に評価するため、FAA 試験を実施した。FAA 試験は、細骨材を所定のエネルギーで詰めた場合の空隙率を測定し、その値で粒子の角張り度を相対的に評価する手法である¹⁾。同じ粒度分布であれば、粒子形状が角張っていて表面のきめが粗いほど空隙率は大きくなり、その逆であれば空隙率は小さくなる。以下、本文ではこの評価値である空隙率を FAA 値と表記する。

図-1 に各細骨材粒子の外観を示す。FAA 値の結果は、スラグ A が 49.8、スラグ B が 43.0、および粗砂が 43.5 であった。スラグ A は粗砂よりも FAA 値がかなり大きく、角張り度が高い。スラグ B については、球状に近いものを選定したこともあって、角張り度は粗砂よりも多少低い。同じ Fe-Ni スラグ細骨材であっても、製造方法によって粒子形状はかなり異なっていることが確認される。

4. アスファルト混合物の配合設計

本研究では、検討用アスコンの種類を密粒度アスファルト混合物 (20) とした。配合設計の条件を統一するため、アスファルト混合物の目標粒度は標準の中央粒度とし、アスファルト量は一律 5.0% とした。

細骨材の混合割合とその合成 FAA 値を表-2 に示す。合成 FAA 値とは、各細骨材の FAA 値をその混合割合で按分して求めた計算上のものである。



図-1 各細骨材粒子の外観

キーワード 非鉄金属スラグ、アスファルト混合物、塑性流動抵抗性、細骨材、粒子形状

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 国立大学法人長岡技術科学大学 TEL : 0258-47-9604

表-2 各細骨材の混合割合と合成 FAA 値

ID	混 合 割 合	合成 FAA 値
粗砂	粗砂のみ	43.5
A-10	粗砂：スラグ A=3：1	45.1
A-20	粗砂：スラグ A=1：1	46.7
A-30	粗砂：スラグ A=1：3	48.2
B-10	粗砂：スラグ B=3：1	43.4
B-20	粗砂：スラグ B=1：1	43.3
B-30	粗砂：スラグ B=1：3	43.1

5. 塑性流動抵抗性の評価

各配合のアスコンにおける塑性流動抵抗性を比較するため、ホイールトラッキング (WT) 試験を実施した。試験は、(社)日本道路協会の舗装調査・試験法便覧に記載されている方法を遵守した。

各配合に対する WT 試験の動的安定度 (DS), および表-2 に記した合成 FAA 値を図-2 に示す。スラグ A を使用した配合は、粗砂のみのものよりも DS が大きく、さらに混合割合が多くなるにつれて DS が大きくなっている。一方、スラグ B を使用した配合では、B-10 は粗砂のみのものよりも DS が大きい。しかし、混合割合を多くすると DS が低下し、B-20 と B-30 の配合は粗砂のみのものよりも DS が小さい。以上の結果より、スラグ A は塑性流動抵抗性を向上させる効果があり、わだち掘れ対策において有効な細骨材であること、およびスラグ B は 10% 程度の混合割合であれば粗砂の代替材として有効であることが明らかになった。

合成 FAA 値については、スラグ A の場合は混入量が多いほど値が大きくなっており、それに伴って DS も大きくなっている。スラグ B の場合は、混入量による合成 FAA 値の変化はほとんどなく、B-10 の配合のみ DS が大きい値となっている。

6. ひび割れ抵抗性の評価

各アスコンのひび割れ抵抗性を確認するため、静的曲げ試験を実施した。試験は舗装調査・試験法便覧に規定されている方法を遵守した。

静的曲げ試験の結果として破壊時のひずみを図-3 に示す。図には先の合成 FAA 値も併記している。Fe-Ni スラグを混入したすべての配合で粗砂のみのものよりも破壊時のひずみが小さく、混入量が多い

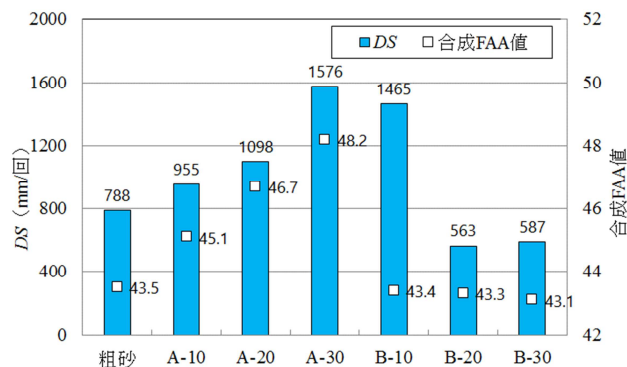


図-2 DS および合成 FAA 値の比較

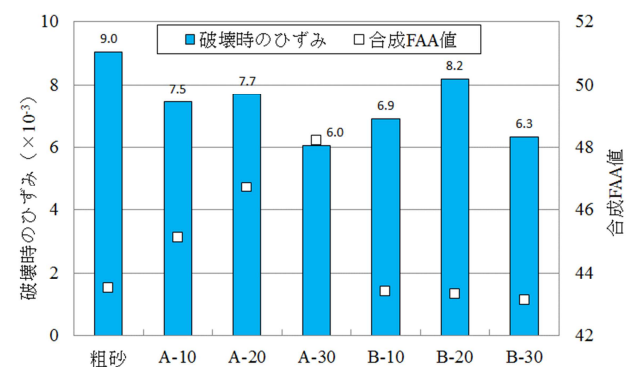


図-3 破壊時のひずみおよび合成 FAA 値の比較

ほど破壊時のひずみは小さい。これより、Fe-Ni スラグを使用したアスコンは、天然砂のものよりもひび割れ抵抗性が低下する傾向にあることが確認される。

7. まとめ

本研究では、Fe-Ni スラグの製法による粒子形状の違いが塑性流動抵抗性に及ぼす影響を調査し、Fe-Ni スラグ細骨材の適用性と適正な混合割合について検討した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) スラグ A は、混入量が多いほど塑性流動抵抗性が向上し、逆にスラグ B は量が多いと塑性流動抵抗性が低下してしまう。
- (2) Fe-Ni スラグ細骨材は、ひび割れ抵抗性を低下させる傾向がある。
- (3) ひび割れ抵抗性を著しく低下させることなく、塑性流動抵抗性を向上させる Fe-Ni スラグ細骨材の混合割合は、スラグ A は 20%、スラグ B は 10% 程度である。

参考文献

- 1) 渡邊舞花, 高橋 修: フォロニックスラグ細骨材がアスコンの塑性流動抵抗性に及ぼす影響について, 第 33 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, V-1, pp.312-315, 2015.