

銅スラグの特征的形質がアスファルト混合物に与える影響について

日大生産工（院） ○大野 駿 日大生産工 栗谷川 裕造
日大生産工 秋葉 正一 日大生産工 加納 陽輔

1．はじめに

近年，環境保全に対する関心が高まり，生産・消費・廃棄型の一方通行社会から資源循環型社会への移行が強く望まれている．中でも，銅を精錬する際に副次的に精製される溶融固化物（以下，銅スラグ）はこれまで埋め立てなどによって大部分が処理されてきた．近年では，枯渇化の進む建設用天然骨材の代替材の一部として銅スラグの有効利用が進められているが，品質指標や適用基準が明示されていないために利用箇所の拡大及び資源価値の向上が困難な現状にある．

本研究では，銅スラグの高品質化と有効利用に向けた取り組みとして形質改良のための磨砕処理方法の違いを検討し，骨材としての物性試験及び銅スラグを配合したアスファルト混合物の性能試験よりの銅スラグの形質が混合物に与える影響について評価した．

2．使用骨材

既報の研究で使用した精錬所の異なる2種類（A，B：原粒）を用いて，それぞれ3通りの磨砕速度で整粒処理したものを供した．スラグAは未処理，45m/s，50m/s，55m/s（以下，各A45，A50，A55），スラグBは未処理，45m/s，50m/s，55m/s（以下，各B45，B50，B55）の計8種類を用いて比較評価を行った．

3．試験結果

3 - 1．物性試験

3 - 1 - 1．ふるい分け試験

粒度分布を表す指標としてふるい分け試験を行った．結果を図 - 1 に示す．

スラグAはA45の目標下限を超えていることから細粒部分が少ないものと考えられ，舗装用骨材には不適と考えられる．しかし，磨砕速度が増加する毎に形質が向上して，粒度分布は改善される傾向が見られた．

3 - 1 - 2．比重及び吸水率試験

骨材の硬さ，耐久性を評価する試験として比重・吸水率試験を行った．結果を図 - 2 に示す．

細骨材の規定である比重 2.45 以上，吸水率 3.0%以下を十分に満足している．磨砕処理を施していないスラグと

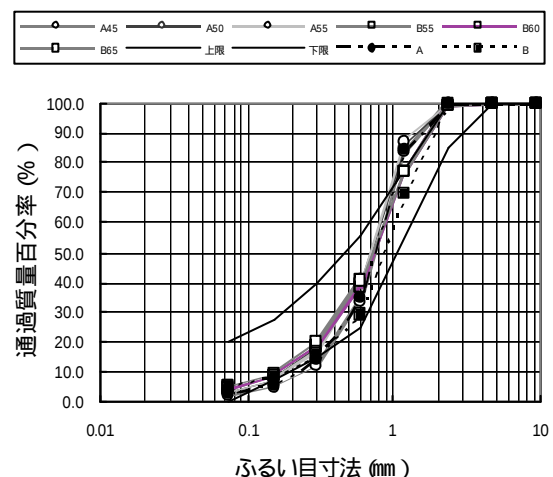


図-1 粒度曲線

About the influence that a characteristic form and essence gives an asphalt mixture of copper slag

Shun OHNO , Yuzo KURIYAGAWA , Shouichi AKIBA and Yosuke KANO

同様に整粒後についても比重は高く，吸水率は低い結果である．特にスラグ B の比重は，いずれの磨砕条件も原粒にくらべてやや大きい結果が確認された．

3 - 1 - 3 . 単位容積重量試験

骨材の形質，粒度分布を表す指標として単位容積重量試験を行った．結果を図 - 3 に示す．

スラグ B はスラグ A に比べ単位容積重量が高い．スラグ A 45 はスラグ A より低いのは粒度分布が影響しているものと考えられる．また，磨砕速度の増加に伴い，密度の増加傾向が認められる．

3 - 1 - 4 . 安定性試験

骨材の凍結融解作用に対する耐久性を評価する試験として硫酸ナトリウムによる安定性試験を行った．結果を図 - 4 に示す．

磨砕条件の異なるスラグにおいても原粒より損失百分率は上昇し，良好な効果が得られなかった．しかし，アスファルト舗装要綱の安定性の基準値として，規定はアスファルト混合物骨材では 12 % 以下，上層路盤用では 20 % 以下であり，いずれも満足している．

3 - 1 - 5 . 突き固めによる硬さ試験

細骨材の硬さを評価する試験は未だ確立されていないが，過去の研究で用いられた硬さ試験評価として，突き固めによる硬さ試験を行った．試験方法は，過去の研究と同様な方法で 75 回と 125 回突き固め試験を行った．結果を図 - 5 に示す．

いずれのスラグも磨砕条件において細粒化率が減少している．したがって，耐久性の向上が確認された．

3 - 1 - 6 . 形状判別試験

スラグの磨砕条件と形状の違いに着

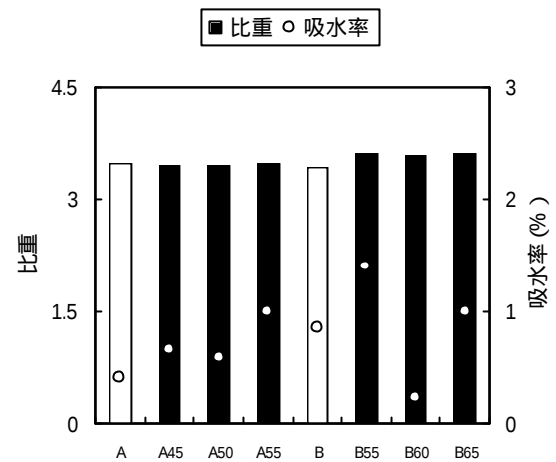


図-2 比重及び吸水率

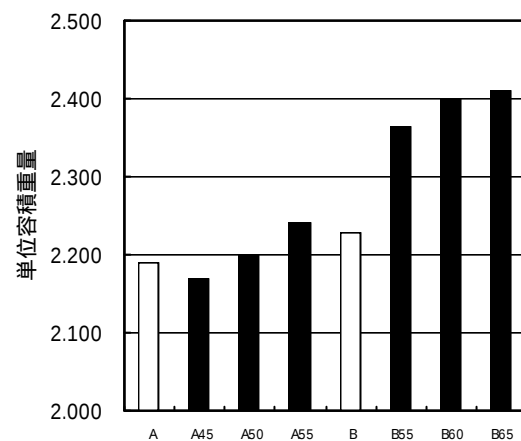


図-3 単位容積重量

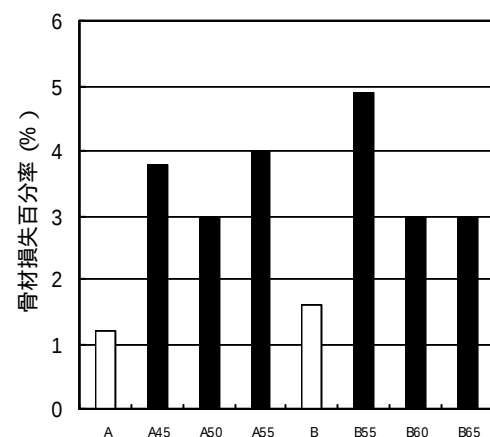


図-4 骨材損失百分率

目し，形状試験を行った．試験方法は過去の研究を参考にして，目視による細骨材の形状判別を実施した．結果を図 - 6 に示す．

磨砕処理を施していないスラグと比較していずれのスラグも脆形率の大幅な減少が伺える．スラグ A では，45m/s と 50m/s は同等で，55m/s は減少しているのが認められる．したがって，磨砕条件は速度が増す事で脆形率が減少していく．また，スラグ B も同様な傾向が認められる．

3 - 1 - 7 . ロート通過試験

3 - 1 - 6 に述べた形状判別試験の結果を基に，より簡便な細骨材の形状判別試験として本研究室で開発したロート通過試験を行った．試験方法は過去の研究を参考にロート傾斜角 45° と 60° で行った．結果を図 - 7 に示す．

スラグ A はいずれの磨砕条件においても通過時間が短縮されている．これは磨砕処理により脆形率の減少が大きく影響されたことと考えられ，品質が向上したものと推察できる．

3 - 2 . 混合物試験

混合物の試験の結果を示す．なお，いずれの試験もスラグ混入率が 10% の場合の比較検討である．

3 - 2 - 1 . マーシャル安定度試験

アスファルト混合物の一般的性状を知るためにマーシャル安定度試験を行った．結果を図 - 8 に示す．

安定度はいずれのスラグもほぼ同等以上の結果が得られた．また，いずれのスラグも磨砕後の原粒に比べてフロー値は上昇している．なお，重交通量の表層に対する安定度の目標値である 7.35kN を満足して，フロー値の規定値である 20 ~ 40 の範囲内も満足している．

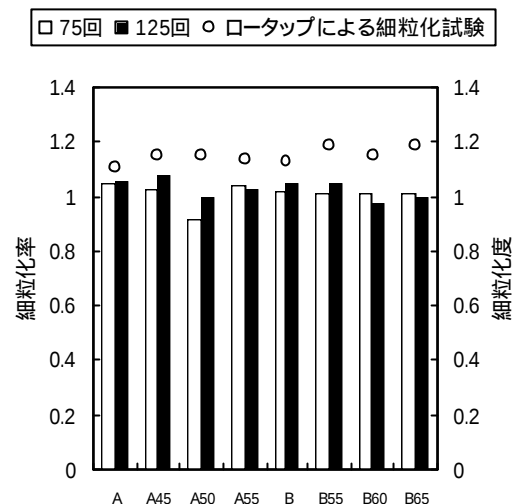


図-5 突き固め試験結果

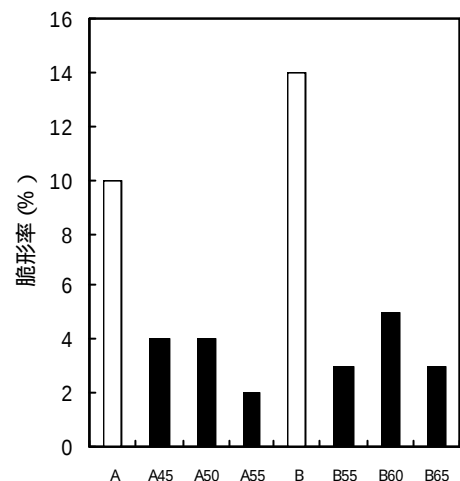


図-6 脆形率

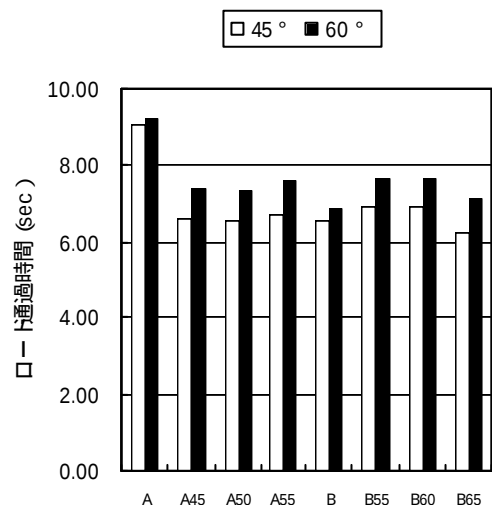


図-7 ロート通過時間

3 - 2 - 2 .ホイールトラッキング試験

流動抵抗性を評価する試験としてホイールトラッキング試験を行った。結果を図 - 9 に示す。

スラグ A は、磨砕速度が増加すると動的安定度の減少傾向が見られる。圧密変形量は原粒と比較して殆どの磨砕後のスラグに減少が認められ、流動抵抗性の向上が発現している。

3 - 2 - 3 .単純曲げ試験

ひび割れ抵抗の関する評価として単純曲げ試験を行った。結果を図 - 10 に示す。

いずれのスラグも曲げ強度は原粒より磨砕後の方が高いことが確認された。また、温度が -10 ~ 10 では曲げ強度が上昇傾向にある。この傾向は低温脆性の低下と考えられる。しかし、20 では大幅に減少し、-10 より下回る結果となった。これは粘性的な性質の増加によるもので剛性が低下して強度を低下させたものと考えられる。

4 .まとめ

今回の物性試験、混合物試験の結果を以下にまとめる。

- ・ 磨砕速度を増加することにより、粒度分布が改良される。
- ・ 改良により脆形率の減少やロート通過時間の短縮等の結果、スラグの品質向上が伺える。

5 .今後の課題

- ・ 物性試験の細骨材のすり減り減量の調査、試験装置の開発
- ・ スラグ混入率を変化させた時の混合物の比較検討

<参考文献>

- ・ ? 日本道路協会：舗装試験法便覧 1988.11.
- ・ ? 日本道路協会：アスファルト舗装要綱 1987.4.

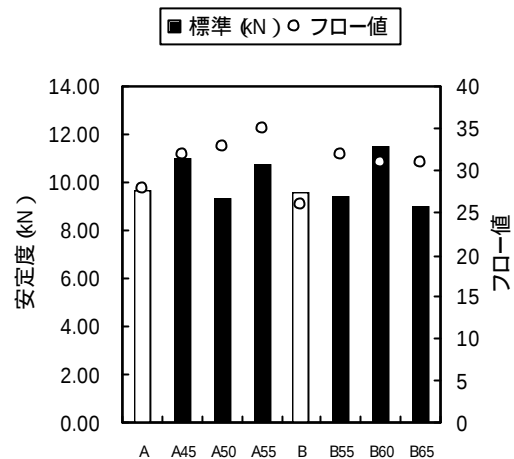


図-8 安定度とフロー値

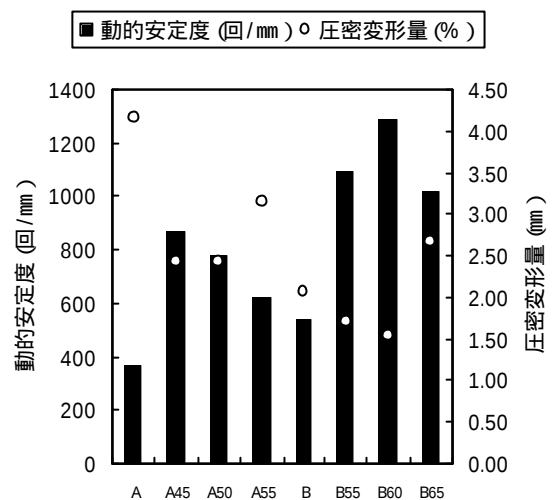


図-9 動的安定度と圧密変形量

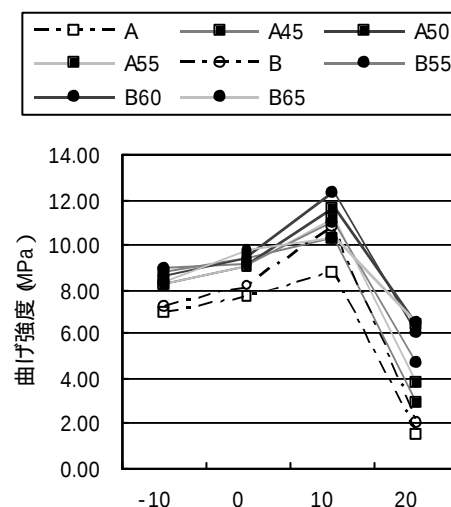


図-10 曲げ強度