

溶融固化物の舗装材料への適用に関する研究

日本大学大学院 ○学生員 加 納 陽 輔
日本大学 正会員 栗谷川 裕 造
日本大学 正会員 河 合 紘 茲

1. はじめに

近年、国際的に環境保全への関心が顕在化し、あらゆる分野で地域循環型社会の構築に向けた究明が強く望まれている。道路舗装の分野も例外ではなく、深刻化するゴミ問題への対応策として都市ゴミ・下水汚泥より製造される溶融固化物（以下、スラグ）の舗装材料への再資源化が注目されている。また、焼却灰の無害・安定化および減容化、最終処分場の延命化、枯渇化の進む建設用天然骨材の代替材料獲得という観点からも、スラグ標準化への積極的な検討が行政を中心に進められているが、土木・建築資材等としての適用基準等の普及システムが整備されていないことから安定的な導入が困難な状況にある。

本研究では、スラグの適切かつ安全な利用促進を目的として、発生状況および利用状況、国や自治体の検討状況等の現状調査を踏まえ、理想的な有効利用普及システムについての検討を行うとともに、スラグの舗装用細骨材としての有効利用方法を具現化すべく、スラグを配合したアスファルト混合物（以下、アス混）に対する各種の工学的試験を実施し、細骨材としての適応性評価結果を報告する。なお、当研究は（社）日本産業機械工業会の委託研究により実施した。

2. 現状調査

2-1 発生状況および利用状況

10年前、国民一人あたりの生活ゴミは700g/日であったが、現在では生活様式の変化に伴って1100g/日へと増大している。ゴミは年間約5000万t発生し約4000万tが、下水汚泥は年間約200万t（乾燥重量）発生し約140万tが焼却処理されている。また、焼却残さ（焼却灰）は焼却前に比べて容積が1/20～1/30となるが、最終処分場の不足から焼却残さを溶融しスラグ化することでさらに1/2程度に減容される。

スラグはゴミ分野（以下、ゴミスラグ）と下水分野（以下、下水スラグ）の二つに分類され、2000年度にはゴミスラグが45製造所で約14万t、下水スラグが14製造所で約4万t製造されている。なお、1997年度を基点として今後のスラグ発生規模を試算すると、2014年度にはゴミスラグは約100万tに、下水スラグは約5万tに到達すると予測された。

スラグの主な利用方法としては、特殊な用途を除き建築・土木資材分野が中心である。具体的には一次資材として路盤材、アス混用骨材、埋戻し材、二次資材としてインターロッキングブロック（ILB）が大部分を占めており、有効利用率は1997年度が約25%、1998年度が約29%、1999年度が約36%、2000年度が約47%と全体として拡大傾向にある。しかしながら、スラグ発生規模の増加や溶融炉に対する多大な設備投資および運転経費を考慮すると、今後も利用促進に向けたより一層の努力が必要である。

2-2 検討状況

現在、スラグのアス混への利用の可能性については、室内および現場での検討⁴で概ね確認されてきたが、実路における供用性については追跡調査結果を待たなければならない。実用化および数量の拡大を推進するとしても、混入量に関しては当面、再生、再々生を考慮して安全サイドとなる10%程度を目安とし、供用性の確認やスラグの需給動向、舗装のリサイクルの問題等を勘案し適切な利用を進めて行く必要がある。

スラグの舗装材料としての標準化整備は利用普及を推進するための基礎であり、循環型社会構築への必須の課題であると言える。また、自治体調査においても常に過半数がその有効性を期待していることから、社会的ニーズへの迅速なる対応を目指し、出来るところから順次積極的に遂行していかなければならない。

3. スラグの舗装用細骨材料としての工学的評価

使用した混合物は StAs60～80 による最大粒径 13 mm の密粒度アス混²である．スラグは製造所の異なる 5 種類を原粒で配合した．供試体は細骨材総重量に対して各スラグを約 30%混入させた(以下,slag A30～E30) 5 種類と,砕砂 100%(以下, S100), 砕砂 50%と粗砂 50%(以下, S50-A50), 粗砂 60%と細砂 40%(以下, A60-H40)を配合した 3 種類の計 8 種類を用いた．

3-1 骨材の物理性状評価

ふるい分け試験¹, 比重・吸水率試験¹および硬さ試験¹より, 骨材への適性評価を実施した．スラグは一般的な細骨材に比べ若干単粒であり, 比重が大きく, 吸水率は極めて低いという特徴が確認された．

3-2 混合物の物理性状評価

標準・水浸マーシャル安定度試験¹, ならびに圧裂試験¹結果を Fig.1 に示す．スラグ混入混合物の標準・水浸マーシャル安定度, 圧裂強度は, 天然砂配合の A60-H40 に類似する傾向が見られ, 目標規定値である 75%以上を十分に満足している．

3-3 耐流動性能評価

WT 試験¹より得られた動的安定度および圧密変形量を Fig.2 に示す．Slag A30～E30 の動的安定度は比較的高く, 圧密変形量は若干大きい傾向が認められる．

3-4 耐ひび割れ性能評価

温度と破壊時の曲げ強度の関係を Fig.3 に示す．スラグの曲げ強度は脆化点付近で一般材料に比べてやや劣るが, 低・高温域では同等以上の結果が得られた．

3-5 耐摩耗抵抗評価

摩耗抵抗性をラベリング試験¹(往復チェーン式)より比較評価した．Slag A30～E30 の摩耗量は一般的な混合物と同程度であると確認された．

3-6 供用性能評価

試験条件³を Table.1 に, 破壊回数および累積変形量を Fig.4 に示す．破壊回数および累積変形量はスラグの種類による差異が見られるが, 混合物として平均的な値となっている．

4. まとめ

以上の調査および試験結果を踏まえ, 今後もスラグの舗装材料としての適切な標準化に向けて, スラグ自体の化学的・物理的性状評価とともに多様かつ具体的な検討を継続して行う必要がある．

【参考文献】 1)(社)日本道路協会: ⁽¹⁾舗装試験法便覧, ⁽²⁾アスファルト舗装要綱. 2)栗谷川裕造: ⁽³⁾繰り返し曲げ試験による舗装用混合物の材料定数の推定に関する研究, 土木学会論文集, No.564/V-35, pp.211-220, 1997. 3) 日本産業機械工業会エコスラグ普及センター(監修 栗谷川裕造): ⁽⁴⁾循環社会の輪をつなぐゴミと下水の溶融スラグ有効利用の課題とデータ集.

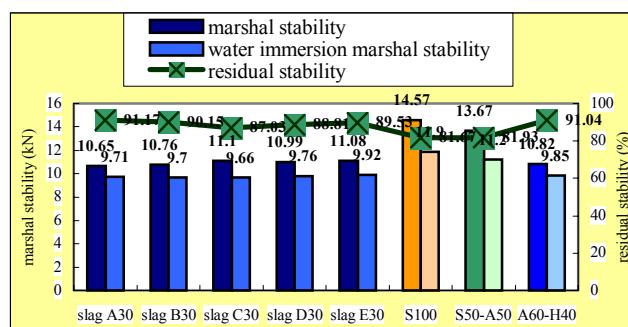


Fig.1 marshal stability

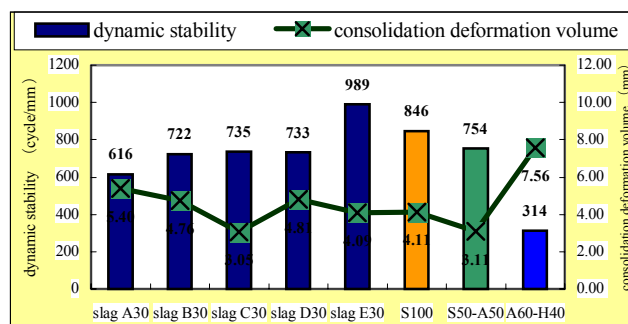


Fig.2 dynamic stability,

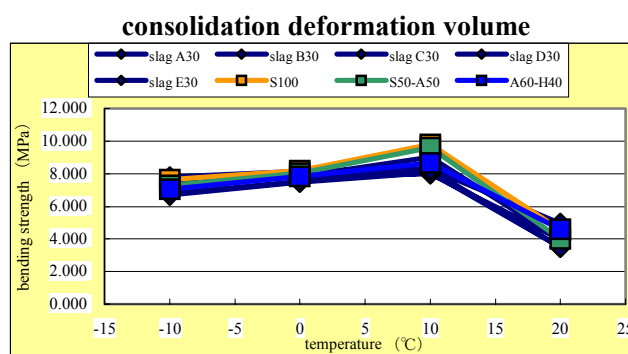


Fig.3 bending strength

test-piece shape	5 * 5 * 30
loading method	three equal dividing two-point loading
load	1.95 kN (breaking load * 50%)
loading waveform	hsin
frequency	5 Hz
temperature	10 °C

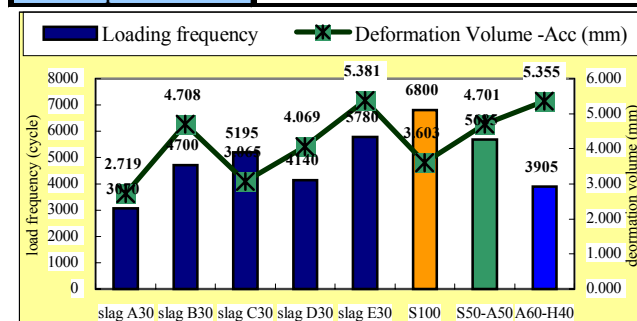


Fig.4 destruction frequency