



| | |
|------------------|---|
| Title | 循環型社会構築を目指したドーコンにおける取り組み～産業副産物の資材利用についての可能性検討～ |
| Author(s) | 阿部, 公一; 山崎, 真也; 小幡, 和彦 |
| Citation | 衛生工学シンポジウム論文集, 13, 99-102 |
| Issue Date | 2005-11-16 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/1341 |
| Type | bulletin (article) |
| Note | 第13回衛生工学シンポジウム(平成17年11月17日(木)-18日(金)北海道大学クラーク会館). 一般セッション. 3 廃棄物. 3-5 |
| File Information | 3-5_p99-102.pdf |



[Instructions for use](#)

3-5 循環型社会構築を目指したドーコンにおける取り組み ～産業副産物の資材利用についての可能性検討～

阿部公一 山崎真也 ○小幡和彦（株式会社ドーコン）

1. はじめに

製糖工場から発生する汚泥（ライムケーキ）のアスファルト舗装用資材（フィラー）への利用について、その可能性を調査した。

ライムケーキを水分1%以下に乾燥させたライムフィラー（石灰石粉の代替資材）について、フィラーとしての品質を確認する性状試験、環境安全性を確認する重金属溶出試験、有機物含有量の測定、さらにライムフィラーを用いたアスファルト混合物の性状（品質）を確認する室内試験を実施し、試験結果よりアスファルト舗装用資材への利用可能性を調査した。なお、本報告は、北海道環境生活部発注の「ライムケーキ再生利用可能性調査」についてとりまとめたものである。

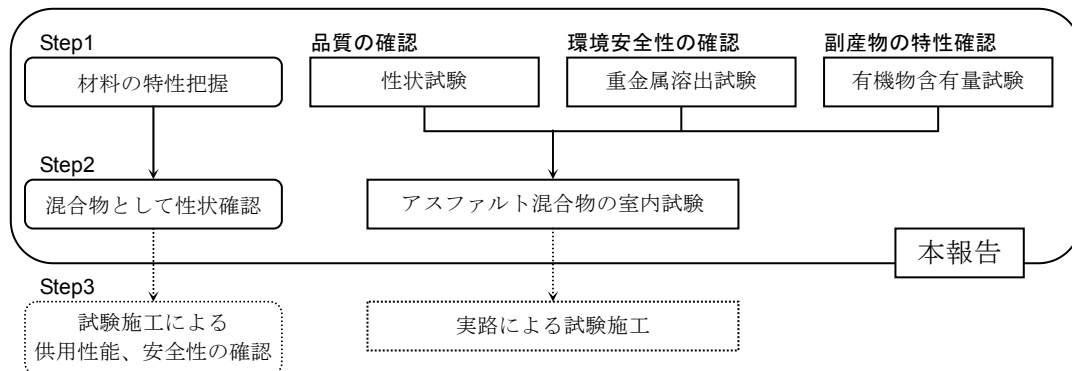


図-1 本調査のフロー

2. 性状試験

ライムフィラーのフィラーとしての品質を確認するため性状試験を行った。今回の試験項目及び試験結果を表-1に示す。

表-1 ライムフィラーの性状試験結果

| 項目 | 目標値※ | 石灰石粉 | ライムフィラー | 試験の概要 |
|-----------|-----------|---------|---------|-------------|
| 水分(%) | 1.0%以下 | 0.01%以下 | 0.01%以下 | 含水率の測定 |
| 粒度 | 600 μm通過率 | 100% | 100.0% | 粒度の測定 |
| | 150 μm通過率 | 90～100% | 94.3% | |
| | 75 μm通過率 | 70～100% | 85.5% | |
| 比重 | 2.6以上 | 2.690 | 2.320 | 比重の測定 |
| 塑性指数(PI) | 4以下 | NP | NP | 塑性指数の測定 |
| フロー試験値(%) | 50%以下 | 22.0% | 55.9% | 石粉の吸水率の測定 |
| 浸水膨張率(%) | 3%以下 | 0.45% | 1.22% | 水分による膨張率の測定 |
| 剥離抵抗性 | 合格 | 合格 | 合格 | 剥離抵抗性の測定 |
| 加熱変質 | 変質なし | 変質なし | 変質なし | 加熱による変質測定 |

※今回の試験において設定した目標値

表-1 に示すようにライムフィラーは、比重、フロー値以外は目標値を満足している。

比重について舗装試験法便覧では、「石粉の比重そのものは舗装用フィラーとしての性質を左右するものではないが、比重の小さいものは飛散しやすく取り扱いが困難であるため石灰石粉の比重を 2.60 以上と規定している。」とある。したがってアスファルト混合物の製造時等におけるハンドリングについて確認する必要があるが、アスファルト混合物の品質への影響はないものと考えられる。

フロー値は、石粉のアスファルト吸収性をアスファルトの代わりに水を用いて判定するものである。舗装試験法便覧では、「フロー値が大きいフィラーほど多くのアスファルト量を必要とすることから、規格ではフロー値の上限が設けられている。」とある。アスファルト混合物におけるアスファルト量が増えコスト面への反映が懸念されるが、品質への影響は少ないものと考えられる。

3. 重金属溶出試験

ライムフィラーの環境安全性を確認するため①カドミウム、②鉛、③六価クロム、④砒素、⑤総水銀、⑥セレン、⑦ホウ素、⑧フッ素について溶出試験を行った。

表-2 に試験結果を示す。全ての項目で溶出基準を満足しており、環境安全性に問題はないものと考えられる。

表-2 重金属等の溶出試験結果

(単位:mg/L)

| 項目 | カドミウム | 鉛 | 六価クロム | 砒素 | 総水銀 | セレン | ホウ素 | フッ素 |
|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|------|
| 溶出基準 | ≦0.01 | ≦0.01 | ≦0.05 | ≦0.01 | ≦0.0005 | ≦0.01 | ≦0.8 | ≦1 |
| ライムフィラー | <0.002 | <0.002 | <0.005 | <0.002 | <0.0002 | <0.002 | 0.14 | 0.34 |

試験方法:「土壌汚染に係わる環境基準について(平成3年8月23日環境庁告示第46号)」の別表の測定方法の欄に掲げる方法。

4. 有機物含有量試験

ライムケーキは砂糖製造工程において炭酸カルシウムに有機物などを吸着させたものであることからライムケーキ中には有機物が含まれる。このため、ライムフィラーの性状把握として有機物含有量を測定した。なお、試験は 105℃で乾燥した試料を 500℃で約 1 時間燃焼させ、その減量分を有機物量とした。

測定した結果、有機物量は 12.1%であった。ライムフィラーの貯留時やアスファルト混合物の製造時等における臭いについては確認が必要である。

5. アスファルト混合物の室内試験

粗粒度アスファルト混合物、密粒度アスファルト混合物のフィラーに、①石灰石粉 100% (以下「石粉 100%」と記す。)、②石灰石粉、ライムフィラー各 50% (以下「石粉 50%+ライム 50%」と記す。)、③ライムフィラー100% (以下「ライム 100%」と記す。)とした供試体を作成し、アスファルト混合物の室内試験を実施した。表-3、表-4 に試験結果を示す。

表-3、表-4 で示すように、ライムフィラーを用いたアスファルト混合物 (以下「試験アスコン」と記す。)は規格値や参考となる試験結果等がある項目は、それらを満足している。また、規格値等がないものは、石灰石粉 100%のアスファルト混合物と比較して有意な差があるとはいえない結果となった。以下に試験項目のうち、ラベリング試験、ホールトラッキング試験及びすべり抵抗性試験の結果について考察する。

表-3 室内試験結果一覧（マーシャル安定度試験）

| 区 分 | | 密度 (g/cm ³) | 理論密度 (g/cm ³) | 安定度 (kN) | フロー値 (1/100cm) | 残留安定度 (%) |
|----------------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|-------------|-------------------|--------------|
| 基準値 ^(※1) | | - | - | 4.90以上 | 20~40 | 75以上 |
| ア 粗 ス コ ン 度 | 石粉100% | 2.377 | 2.485 | 9.15 | 27 | 89.2% |
| | 石粉50%+ライム50% | 2.363 | 2.473 | 8.21 | 27 | 90.9% |
| | ライム100% | 2.360 | 2.463 | 8.87 | 27 | 89.4% |
| ア 密 ス コ ン 度 | 石粉100% | 2.393 | 2.479 | 10.32 | 30 | 93.6% |
| | 石粉50%+ライム50% | 2.379 | 2.463 | 9.62 | 32 | 92.2% |
| | ライム100% | 2.347 | 2.431 | 9.85 | 29 | 90.6% |

※1 「舗装施工便覧」(日本道路協会)

表-4 試験結果一覧（マーシャル安定度試験以外）

| 試験 | 種類 | 石粉 100% | 石粉50% + ライム50% | ライムフィラー 100% | 今回の試験における 目標値または参考値 | |
|--------------------|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ラベリング試験 | 粗粒度アスコン | 0.85cm ² | 1.04cm ² | 1.10cm ² | 1.3cm ² 以下 ^(※1) | |
| | 密粒度アスコン | 0.68cm ² | 0.75cm ² | 1.09cm ² | 1.3cm ² 以下 ^(※1) | |
| ホイール トラッキング試験 | 粗粒度アスコン | 770回/mm | 670回/mm | 820回/mm | 1000回/mm程度 ^(※2) | |
| | 密粒度アスコン | 210回/mm | 290回/mm | 230回/mm | 139~301回/mm ^(※3) | |
| 水浸ホイール トラッキング試験 | 粗粒度アスコン | 剥離 無し | 剥離 無し | 剥離 無し | 剥離 無し ^(※4) | |
| | 密粒度アスコン | 剥離 無し | 剥離 無し | 剥離 無し | 剥離 無し ^(※4) | |
| 曲げ試験 | 粗粒度 アスコン | 曲げ強度 | 11.38 MPa | 12.37 MPa | 12.90 MPa | - |
| | | 破断ひずみ | 3.0×10 ⁻² | 2.4×10 ⁻² | 2.0×10 ⁻² | 6×10 ⁻³ 以上 ^(※5) |
| | 密粒度 アスコン | 曲げ強度 | 14.67 Mpa | 18.18 MPa | 14.33 MPa | - |
| | | 破断ひずみ | 1.7×10 ⁻² | 2.3×10 ⁻² | 4.0×10 ⁻² | 6×10 ⁻³ 以上 ^(※5) |
| 圧裂試験 | 粗粒度 アスコン | 0℃ | 1.43 MPa | 1.39 MPa | 1.40 MPa | - |
| | | 60℃ | 0.03 MPa | 0.03 MPa | 0.04 Mpa | - |
| | | 0℃/60℃ | 48.7 | 47.3 | 35.8 | - |
| | 密粒度 アスコン | 0℃ | 1.22 MPa | 1.12 MPa | 1.07 MPa | - |
| | | 60℃ | 0.04 MPa | 0.07 Mpa | 0.08 MPa | - |
| | | 0℃/60℃ | 31.0 | 16.4 | 13.6 | - |
| すべり抵抗性 試験 | 粗粒度アスコン | 81BPN | 82BPN | 84BPN | 60BPN以上 ^(※6) | |
| | 密粒度アスコン | 72BPN | 74BPN | 85BPN | 60BPN以上 ^(※6) | |

※1 「道路工事設計施工要領」(北海道開発局)、※2 「舗装工事の配合設計・施工指針(案)」(日本道路公団)、※3 「密粒度アスコン13Fの積雪寒冷地表層混合物への適用性に関する試験施工」(平成12年度開発土木研究所成果)、※4 「舗装試験法便覧」(日本道路協会)、※5 「橋面舗装の設計と施工」(鹿島出版社)、※6 「土工施工管理要領」(日本道路公団)

ラベリング試験は、表層に用いられるアスファルト混合物の耐摩耗性を評価する試験である。試験アスコンは、北海道開発局の「道路工事設計施工要領」における基準「ラベリング試験値は概ね1.3cm²以下を標準とする。」を満足するため問題ないと判断されるが、ライムフィラーの混合率が高くなるにつれ、すり減り量は大きくなることから、摩耗に対してはやや弱いと考えられる。

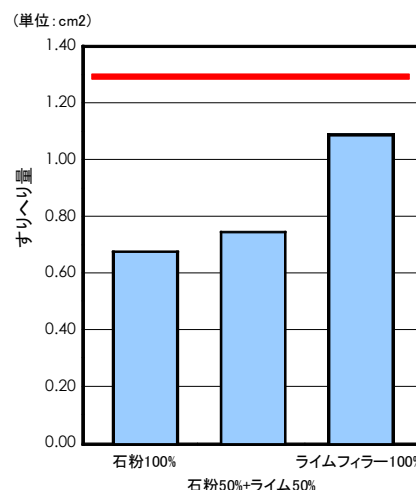


図-2 ラベリング試験

ホイールトラッキング試験は、アスファルト混合物の耐流動性を評価する試験で、動的安定度を求める。今回、試験を行った密粒度アスコンに対する規格値等がないため、北海道内の国道における動的安定度の調査結果と比較する。この調査結果では動的安定度の最大が 301、最小が 139、平均が 189 と報告されている。今回の試験アスコンの動的安定度は事例の範囲内となっており、問題ないと考えられる。

すべり抵抗性試験は、振子式ポータブルスキットテスタを用いてアスファルト混合物のすべり抵抗値を測定する試験である。すべり抵抗値の基準値としては、日本道路公団が「土工施工管理要領」で定めている 60BPN 以上があり、これを目標値とする。試験アスコンにおいてライムフィラーの混合率を高くすると、すべり抵抗値も増加しており、かつ目標値も満足していることから、問題ないと考えられる。

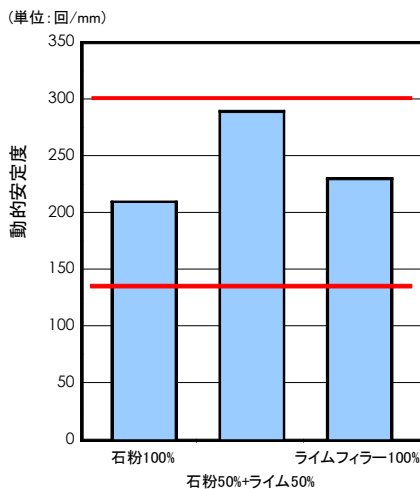


図-3 ホイールトラッキング試験

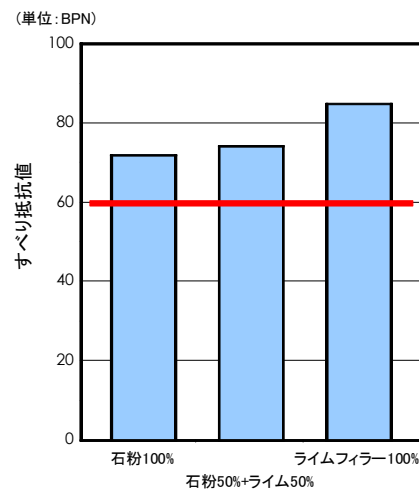


図-4 すべり抵抗性試験

6. ライムケーキのアスファルトフィラーとしての利用可能性の検討

- ライムフィラーの重金属溶出試験によりライムフィラーが環境安全性に問題ないことを確認した。
- ライムフィラーの性状試験において比重、フロー値が目標値を満足しなかったが、両項目がアスファルト混合物への品質に与える影響は少ないものと考えられる。
- ライムフィラーを用いたアスファルト混合物の室内試験では、規格値や参考となる試験結果等がある項目はそれらを満足しており、問題ないと考えられる。また、規格値等がないものは石粉 100%のアスファルト混合物と比較して有意な差があるとはいえないと考えられる。
- 舗装再生便覧では、他産業再生資材を活用する際、材料の品質に一部満足しない項目があっても材料の安全性が確認され、かつアスファルト混合物としての性状を満足する場合は、次の段階として製造・施工性の確認する考えが示されている。この考え方に基づき、次のステップとして試験施工により製造・施工性を確認する必要がある。