

## CMI 報告

## 施工技術総合研究所における 建設リサイクル関連業務

伊藤 文夫

### 1. はじめに

天然資源の枯渇が危惧されているなかで、廃棄する量を減少させ、再生産または再利用して使用していく循環型社会の形成が叫ばれております。

この循環型社会経済システムを構築するに当たっては、わが国の資源利用量の約40%を建設資材として消費する一方で産業廃棄物全体の最終処分量の30%程度を建設廃棄物として処分している建設分野の責務は大きく、先導的にリサイクル推進に取り組むことが不可欠であると言われております。

また、平成14年5月30日より「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」が完全施行され、国土交通省では建設リサイクルを推進するため、「建設リサイクル推進計画2002」を策定しています。

このような状況の中で、施工技術総合研究所（CMI）においても環境、リサイクル関連の検討業務が増えてきております。本報文では、平成15年度に行いました代表的なりサイクル関連業務3件を以下に紹介致します。

- ①ペーパースラッジ焼却灰の建設資材への活用  
主査（窓口）：山本三千昭研究第一部専門課長
- ②石炭灰のコンクリート材料への活用策  
主査（窓口）：柴藤勝也研究第一部主任研究員
- ③リサイクル材を用いた法面工の試験施工  
主査（窓口）：佐竹康伸研究第三部主任研究員

### 2. ペーパースラッジ焼却灰の建設資材への活用

CMIのある富士市は、84製紙工場を抱える紙の町として知られており、古紙を主原料とするトイレトペーパー

の生産量は全国一（全体の約34%）となっています。

古紙再生の過程においては、植物繊維を主成分とする汚泥（これをペーパースラッジと言う）が産業廃棄物として発生（平成14年度、年間約100万トン）します。

このため、富士市や製紙業界では昭和46年頃からリサイクル技術の試験研究を始め、近年では、発生量の約90%を焼却処理して減量化・安定化（以下、焼却物をPS焼却灰と言う）を図り、そのPS焼却灰発生量の約85%を再利用できるまでになっていますが、残りの約15%（PS焼却灰として約3万トン）は依然として埋立て処分されています。

PS焼却灰は、灰白色から黒灰色をした乾燥微粉末状で、その代表的な粒子形状は、写真-1に示すように、不定形、多孔質、複雑な表面形状などで特徴づけられます。化学組成は石炭灰に近く、加水により硬化する種類もあります。

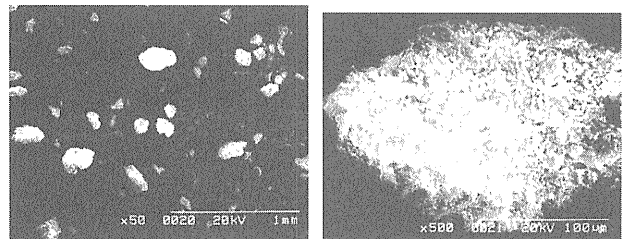


写真-1 PS灰の粒子形状例

CMIでは社団法人静岡県紙業協会の委託により富士市および紙業協会各位の協力を得て、平成7年度からPS焼却灰の大量消費が望める土質材料への有効利用技術に関して基礎研究および実証試験を実施し、平成11年度には暫定案ながら施工マニュアルを作成しています。

本技術は、多種多様なPS焼却灰をそれぞれの特性に合わせて、固化材などを加えることなく安価に路体・路床等



写真-2 試験施工状況

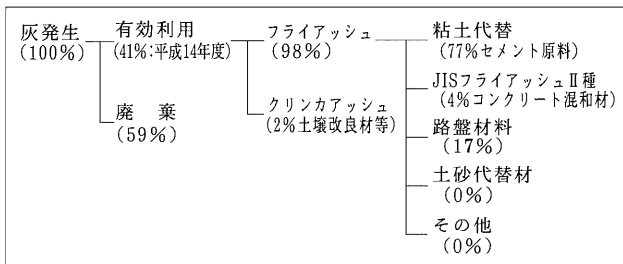
の材料として再利用することを目指したもので、PS 焼却灰を飛散防止や締固めしやすいように湿潤状態にして運搬し、混合・締固めることにより、従来材料の 25~50% (重量比率) の置換えが可能です。

試験施工 (写真—2) を行った道路や公園駐車場の追跡調査では、機能面、環境面とも現在まで何の異常もないことを確認しています。

この他、PS 焼却灰をセメントの混和材もしくはコンクリート用細骨材の一部に活用するため、セメントやコンクリートの各種試験を行っています。コスト面に課題があるものの再利用の可能性を確認しています。

### 3. 石炭灰のコンクリート材料への活用策

沖縄県における石炭火力発電所からの石炭灰の発生量は年間約 20 万 t (平成 14 年実績) であり、平成 21 年には 25 万 t を超えると予想されています。一方、石炭灰の有効利用率は 40% 程度 (図—1) であり、残余石炭灰は埋立て処分されていますが、処分場の埋立て率は、平成 20 年には 100% に達すると予想されています。



図—1 沖縄県での石炭灰利用分野と利用量の内訳

石炭灰の活用方法として以下の 3 分野を検討しました。

#### (1) JIS フライアッシュのコンクリートへの利用

JIS II 種のフライアッシュを製造し、フライアッシュセメントとしてコンクリート分野での使用量の増大を図るものです。フライアッシュセメントや高炉セメント等の混合セメントの全国平均での生産高は、全セメントの約 24% を占めており、現在ほとんど実績のない沖縄県においてこの割合でフライアッシュセメントを使用可能とすれば、年間約 3 万 t (表—1) のフライアッシュの需要が見込まれます。

また、JIS III, IV 種のフライアッシュは、室内試験結果では細骨材の補充混和材として使用することが可能であり、仮に単位量 50 kg/m<sup>3</sup> で使用可能であれば、年間約 8 万 t のフライアッシュの需要が見込まれます。

表—1 石炭灰の発生量と有効利用の需要量予測

発生量 (平成 20 年時点)	品 質	分 野	数 量
有効利用 (需要想定)	JIS フライアッシュ	フライアッシュセメント (II 種)	30.0 千 t
		細骨材補充混和材 (II~IV 種)	80.0 千 t
	非 JIS フライアッシュ (原粉)	コンクリート等固化体	1.5 千 t
		道路用、盛土・埋戻し材	70.0 千 t
		地盤改良材 セメント原料 (粘土代替)	1.0 千 t 65.0 千 t
合 計		247.5 千 t	
最終処分場	発生量-有効利用量		約 0 千 t

#### (2) 非 JIS フライアッシュのコンクリートへの利用

非 JIS フライアッシュ (原粉) の品質のばらつきを気にすることなく利用できる技術が開発され始めています。漁礁ブロックなどでの実用化例がありますが、現時点ではまだ特殊な用途に限られています。

#### (3) コンクリート分野以外での利用

非 JIS フライアッシュについて、路盤、路床、盛土材、地盤改良材への利用技術が開発されており、一部は商品化されています。今後、この分野でのフライアッシュの需要は大きなものになると予想されます。

以上、各分野での必要な品質を確保したフライアッシュを製造できれば、発生灰の全量 (表—1) を有効利用できると予想されます。

このような有効利用の将来像の実現に向けて、今後の解決すべき課題としては、以下の項目が挙げられます。

- ・発生者においてフライアッシュを安定的に生産するための品質管理体制や技術開発の充実
- ・利用者における循環型社会構築のための施策の一環としての理解
- ・コンクリート分野への有効利用を図るべく実施工レベルの試験と技術的課題の抽出

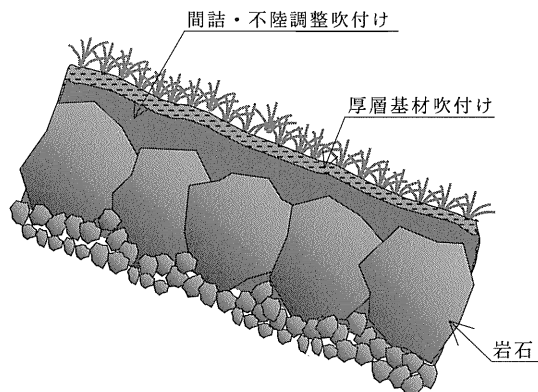
### 4. リサイクル材を用いた法面工の試験施工

造成工事等において発生する伐採材の再利用方法として最近、法面吹付けの厚層基材として利用されるケースが増えてきています。ここでは貯水池や調整池における堤体法面の法面保護工に適した工法を試験施工等により検討しました。

調節池は、傾斜コア式ゾーン型フィルダム構造であり、ゾーン I 材 (コア材) は、ローム材、ゾーン II 材は玄武岩溶岩を使用しています。調整池工事では、現地掘削材を築堤材として使用し、堤体盛土を行っています。同様の調整池工事が複数予定されており、その工事の際に発生する伐

採材の処理対策として、ゾーンⅡ材の玄武岩溶岩で形成されている斜面を緑化する方法を検討しました。

施工方法としては、別途、ダム技術検討委員会により4工法が選定され、各工法の施工試験を実施しました(図一2)。



図一2 厚層基材吹付け断面

試験施工に採用した4工法は、

- ①間詰め材：木チップ+浚渫土/厚層基材：自然培養土
- ②間詰め材：浚渫土/厚層基材：自然培養土
- ③間詰め材：木チップ/厚層基材：客土吹付け
- ④間詰め材：木チップ+浚渫土/厚層基材：バーク堆肥

ですが、ケース1, 2においては間詰め, 厚層基材とも標準的な法面吹付け機を使用し、ケース3の間詰め材には「マルチスプレッド工法」、ケース4は間詰め材, 厚層基材ともに「根をリサイクル工法」を採用しました。

各ケースにおける比較検討項目の一例を示します。

- ①平坦性調査(ステレオ写真測量)
- ②試験施工歩掛調査
- ③植生工(成立本数, 密度等)比較調査
- ④土壌(客土深さ, 肥料成分分析等)調査
- ⑤施工費の算定

試験施工の結果、「吹付け作業」の各工法の効果に際立った差はなく、費用, 環境, 植生能力等に及ぼす影響は、

吹付け作業前の「堆肥作業」であることがわかりました。

したがって、この分野での研究が極めて重要であり、今後、より短期間に、低コストで、高品質に堆肥させる工法の開発が望まれます。

## 5. おわりに

資源の有効利用, 環境保全の視点においては、「ダム建設における低品質骨材の有効利用検討」や「侵食海岸におけるサンドリサイクル, サンドバイパス手法の検討」などがあります。

低品質骨材の有効利用検討に際しては、現地発生材等の対象骨材を運搬し、CMIに設置した実規模の破碎設備(一次破碎230 t/hから製砂まで)にて骨材の破碎特性, コンクリート配合を評価し、ダム建設のための機械設備計画や施工法を提案しています。

侵食海岸におけるサンドリサイクル, サンドバイパス手法の検討では、河口または港湾の突堤などに堆積した土砂を沿岸漂砂の下手側の浸食地域までの運搬方法として、ダンプトラックでの陸上輸送や作業船での海上輸送に替わる自然エネルギーを利用した、環境に配慮した土砂採取, 運搬, 埋立て方法の検討を行っています。

誌面の都合上、業務の簡単な紹介に終わりましたが、ここに紹介しました3業務につきましては業務担当窓口を示しましたので、お気づきの点, ご批判等がありましたら、ご連絡ください。

### 【筆者紹介】

伊藤 文夫(いとう ふみお)  
 社団法人日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所  
 研究第一部  
 次長  
 Tel: 0545(35)0212  
 Fax: 0545(35)3719  
 URL: <http://www.cmi.or.jp/>