

フライアッシュ利用における輸送に伴う環境負荷量

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○青木雄祐
 ランデス株式会社 正会員 藤木昭宏
 広島大学大学院工学研究科 正会員 河合研至

1.はじめに

地球温暖化等の地球規模での環境問題が深刻な状況となっている現在、有限である資源を有効に利用するためにも産業副産物の利用を促進し、循環型社会を形成していくことで地球環境への負荷も低減できると考えられる。そのため、産業副産物の有効利用が循環型社会への程度貢献しているのかを定量的に評価する必要性が生じている。

本研究では、産業副産物であるフライアッシュに着目し、その輸送の過程における環境負荷量を定量的に示し、評価を行った。

2.調査概要

国内を北海道、東北、北陸、関東、中部、関西、中国¹⁾、四国、九州、沖縄の10の地域に分割し、それぞれの地域について石炭火力発電所から排出される石炭灰量、石炭灰の現在の利用実態（セメント原料用の粘土代替、JIS 灰、土工材、土地造成材、埋立、その他の有効利用）、利用にあたっての輸送手段、輸送先、輸送量等の調査を実施した。

表－1 輸送に関するインベントリデータ²⁾

輸送手段		CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /km・t)	SO _x 排出量 (kg-SO _x /km・t)	NO _x 排出量 (kg-NO _x /km・t)	ばいじん 排出量 (kg-PM/km・t)
トラック	ディーゼル10t	1.22E-01	9.41E-05	9.14E-04	7.68E-05
	ディーゼル20t	7.14E-02	5.49E-05	5.34E-04	4.48E-05
貨車		2.00E-02	—	—	—
船舶	500t級	1.62E-01	2.80E-03	4.70E-03	7.21E-05
	1000t級	9.99E-02	1.72E-03	2.89E-03	4.44E-05
	2000t級	6.15E-02	1.06E-03	1.78E-03	2.73E-05
	5000t級	3.24E-02	5.59E-04	9.37E-04	1.44E-05

ただし、調査結果から得られたデータは内部資料のデータが大半であるため、ここでは地域が特定できるような数値は示していない。

また、環境負荷量として、CO₂ 排出量、NO_x 排出量、SO_x 排出量、ばいじん排出量を対象とし、環境負荷量を算出するために必要な輸送に関するインベントリデータ²⁾、構成材料に関するインベントリデータ²⁾には表－1、表－2 の値を用いた。

表－2 構成材料に関するインベントリデータ²⁾

構成材料	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /t)	SO _x 排出量 (kg-SO _x /t)	NO _x 排出量 (kg-NO _x /t)	ばいじん 排出量 (kg-PM/t)
ボルトランドセメント	765.5	1.22E-01	1.55E+00	3.58E-02
フライアッシュ	17.9	6.20E-03	7.54E-03	1.25E-03

3.調査結果及び考察

石炭灰の利用実績に関しては、発電所ごとに活用方法を調査によって明らかにすることができた。表－3、表－4 では、石炭灰の利用実績の中から、セメント原料用の粘土代替、フライアッシュセメント原料用の JIS 灰に着目して、これらの発電所からセメント工場までの輸送に関する環境負荷量を算出した結果を示す。

また、表に示した単位輸送量あたりの環境負荷量の算出方法は、発電所から各セメント工場への輸送距離にそれぞれの輸送手段のインベントリデータ（表－1）を乗じた値の地域ごとの総和である。

単位輸送量あたりの環境負荷量は、発電所からセメント工場までの区間で 1t あたりの粘土代替を輸送するのにどの程度環境負荷量が生じているかを示したものである。表－2 に示した構成材料の単位輸送量あたりの

キーワード：環境負荷、フライアッシュ、輸送

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 構造材料工学研究室 TEL & FAX:082-424-7786

表-3 発電所からセメント工場までの輸送時に伴う単位輸送量あたりの環境負荷量(粘土代替利用)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /t)	4.746	36.036	29.077	16.164	44.295	70.508	7.977	30.566	25.434	5.209
SO _x 排出量(kg-SO _x /t)	0.073	0.619	0.445	0.179	0.756	1.214	0.122	0.492	0.435	0.004
NO _x 排出量(kg-NO _x /t)	0.125	1.041	0.769	0.337	1.270	2.040	0.206	0.840	0.732	0.039
ばいじん排出量(kg-PM/t)	0.002	0.016	0.014	0.008	0.020	0.031	0.003	0.014	0.011	0.003

環境負荷量と表-3 の輸送に関する単位輸送量あたりの環境負荷量と比較すると、輸送に関する環境負荷量のほうが同等もしくは多くなっているところがほとんどであるため、環境負荷の観点からは、

輸送に伴う環境負荷量が大きな割合を占める。粘土代替の主な輸送手段は船舶利用であり、大型船舶を利用し一括大量輸送を行っている地域では輸送効率が良く、環境負荷量も少なくなっている。ただし、大型船舶の使用がなくとも、適切な輸送手段を選択することにより環境負荷量が少なくなっている地域もある。なお、単位輸送量あたりの環境負荷量で比較したとき、船舶輸送が必ずしもトラック輸送よりも有利になるとは限らない地域も存在した。

JIS 灰に関しては表-4 に示したとおり、輸送量や利用地域が粘土代替と比べると少なく、発電所から排出される石炭灰の品質に大きく影響を受ける。そのため、JIS 灰として利用するためには品質の確保と分類が必要となる。このことがJIS 灰利用を少なくしている要因の一つであると考えられる。JIS 灰の輸送手段は船舶、トラックであり、ほとんどの地域で同じ条件であるため輸送手段による差はあまり見られない。そのため、単位輸送量あたりの環境負荷量に大きく影響を与えているのは輸送距離であり、距離の長い地域で環境負荷量が多くなっている。

表-4 発電所からセメント工場までの輸送時に伴う単位輸送量あたりの環境負荷量(JIS 灰利用)

	A	B	G	H	I
CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /t)	6.212	39.950	5.178	49.351	22.178
SO _x 排出量(kg-SO _x /t)	0.005	0.031	0.004	0.850	0.382
NO _x 排出量(kg-NO _x /t)	0.046	0.299	0.039	1.428	0.642
ばいじん排出量(kg-PM/t)	0.004	0.025	0.003	0.022	0.010

4. 結論

本研究では、循環型社会形成に貢献するために、石炭火力発電所から排出される石炭灰をセメント原料用の粘土代替、フライアッシュセメント原料用の JIS 灰のそれぞれの輸送に関する環境負荷量を算出した。その結果以下のことが明らかとなった。

- (1) フライアッシュの有効利用を考えると、環境負荷の観点からは、輸送に伴う環境負荷量が大きな割合を占め、輸送手段の選択が重要となる。
- (2) 単位輸送量あたりの環境負荷量で比較したとき、船舶輸送が必ずしもトラック輸送よりも有利になるとは限らない。

謝辞 本研究で使用した調査データは、筆者の一人が土木学会コンクリート委員会フライアッシュ有効利用研究小委員会の委員会活動を通じて得たものである。調査にご協力いただいた電力会社関係各位に心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 白野武ら：フライアッシュの輸送に伴う環境負荷の実態調査，土木学会第 62 回年次学術講演会講演概要集第 7 部，pp.171-172，2007
- 2) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価（その 2），コンクリート技術シリーズ 62，pp.39-40，2004