

凝縮性ダストを含むばいじん排出実態調査

石井克巳 井村正之 星野充 横山新紀

1. 調査目的

工場、事業所から排出されるばいじんには、現行のばいじん測定法で測定されるものの他に、排出ガスが煙道外に排出された直後に冷却されて粒子化する凝縮性ダストが相当程度存在し、浮遊粒子状物質（SPM）へ寄与していると考えられている。本調査は凝縮性ダストの特性および排出実態のデータを蓄積し、SPM対策の基礎資料を得ることを目的とする。2003年度は3施設について排出実態調査を行った。

2. 調査方法

(1) 調査施設

概要を表1に示す。なお、ボイラー①については採取日の1日目、2日目でA重油と副生油使用割合が異なったため、異なる燃料を使用した2つのケース(A), (B)として取り扱った。

表1 調査施設の概要

施設名	原燃料種類	原燃料定格 使用量	排ガス処理施設	設置年
焼成炉	焼却灰 石灰石		サイクロン バッグフィルター 脱硝	1999
	A重油 (S分 約0.08%)	1940L/h		
ボイラー①	A重油 (S分 約0.54%) 副生油 (S分 約0.03%)	計 5614L/h	無	1970
ボイラー②	A重油 (S分 約0.08%)	520L/h	無	1971

(2) 採取法

(ア) ダスト

「凝縮性ダストを含むばいじん測定法検討調査報告書」に基づき、「水-間接冷却法」およびJIS Z 8808により採取した。「水-間接冷却法」では、冷却部でドレンが生じる。凝縮性ダストはドレンと2形ろ紙ダストを合わせたものである。

(イ) ガス状成分

凝縮性ダスト採取に合わせて焼成炉についてはSO_x、HClおよびNH₃、ボイラー①、②についてはSO_xおよびSO₂測定を行った。SO₂については、凝縮性ダストの主成分が硫酸イオンの場合、主に排ガス中のSO

が冷却されて粒子化したものが捕集されているとの想定のもと、SO_x濃度との差分によりSO₃濃度を求めるために測定を行った。

(3) 調査分析項目

(ア) ダスト濃度

1形、2形ろ紙の秤量：JIS Z 8808

ドレンの秤量：JIS K 0102

(イ) ダスト成分分析

(a) 金属成分：Al, Ca, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni, Pb, Cr, Cd, V

(b) 水溶性成分：Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺

Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻

(c) 炭素成分：有機炭素、元素状炭素

ろ紙試料は自動乳鉢で均一に粉碎し、ドレン試料は純水で再溶解した後、試料を分取して分析に用いた。なお、焼成炉については排ガス中成分の時間変動が考えられたこと、また、ボイラー②はダスト濃度変動が大きかったことから全検体の試料を分析に用い、ボイラー①については安定して連続運転されており変動は少ないと考えられたため、1検体を選んで成分分析用試料とした。

(ウ) ガス状成分

SO_x, HCl：JIS K0107 付属書1

NH₃：JIS K0099 イオンクロマトグラフ法

SO₂：JIS K0103(1971) よう素滴定法

3. 調査結果

(1) 排ガス条件

測定時の排ガス条件を表2に、ボイラー①の燃料混合比の状況を表3に示す。ボイラー①は燃料混合

表2 測定時排ガス条件（平均値）

施設名	排ガス条件		
	温度 (℃)	水分 (%)	O ₂ 濃度 (%)
焼成炉	164	12.5	16.2
ボイラー①-(A)	195	10.7	5.5
ボイラー①-(B)	195	10.6	5.5
ボイラー②	219	10.7	10.1

表3 ボイラー①燃料混合状況

	副生油使用量比 (重油使用量=1)	燃料混合時 S分(wt%)
ボイラー①(A)	0.24	0.44
ボイラー①(B)	0.30	0.42

比が変わっても排ガス条件はほとんど変わらず、燃料としてS分の値が若干差が出る程度であった。

(2) ダスト濃度

表4に各施設のダスト濃度測定結果を示す。焼成炉、ボイラー①は、凝縮性ダスト濃度が1形ダスト濃度の数倍から10数倍となった。ボイラー①の(A)(B)については、1形ダストで(B)がやや濃度が高くなったが、凝縮性ダスト濃度はほぼ同じであった。ボイラー②は、平均すると凝縮性ダスト濃度が1形ダスト濃度よりやや高くなったが、ダスト濃度のうち1形の変動が比較的大きい。変動要因としては若干の負荷変動があったこと以外は見当たらなかった。また、ボイラー①、②においては凝縮性ダスト濃度は燃料中のS分と比例関係が見られた。

(3) 水溶性成分

表5に各施設のダスト中のSO₄²⁻の割合を示す。各施設において凝縮性ダストの主成分はSO₄²⁻であり、捕集量の約半分を占めていた。

4. 考察

いずれの施設においてもSO₄²⁻が主成分であり、燃料中のS分と凝縮性ダストの関連は深いことがわかる。特にボイラー①、②においては凝縮性ダスト濃度が燃料中のS分濃度に比例していた。焼成炉についてはボイラーと比較すると、燃料中のS分濃度に対して凝縮性ダスト濃度が高い。この理由として、凝縮性ダスト中のSO₄²⁻は、排ガス中のSO_xのうちSO₃が主に捕捉されていると推測される。焼成炉はボイラーと比較して炉内温度が1300℃と高く、SO_x成分の熱平衡がSO₃側に進むためと考えられる。

5. 今後の課題

これまでの調査結果から凝縮性ダスト濃度に影響を与える要因として①燃料中のS分濃度(排ガス中のSO₃濃度)、②ガス状成分濃度(HCl、NH₃、有機成分)が大きいと考えられる。各ケースごとのデータ整理を行い、施設毎の排出係数をまとめる。

表4 ダスト濃度測定結果

施設名	試料No.	採取日	1形	凝縮性ダスト	
			ダスト濃度 (mg/m ³)	ドレン濃度 (mg/m ³)	2形濃度 (mg/m ³)
焼成炉	1	10/27	3.11	28.52	5.87
	2	10/27	2.83	26.18	10.38
	3	10/29	2.47	19.91	6.21
平均			2.80	24.87	7.48
ボイラー①(A)	4	12/16	6.52	43.09	15.85
	5	12/16	7.60	47.78	19.47
	6	12/16	—*	44.34	20.06
平均			7.06	45.07	18.46
ボイラー①(B)	7	12/17	18.73	44.23	14.85
	8	12/17	14.05	53.16	6.99
	9	12/17	10.59	52.76	9.36
平均			14.45	50.05	10.40
ボイラー②	10	1/14	8.79	8.62	4.49
	11	1/15	11.37	7.08	1.60
	12	1/15	0.33	6.80	1.49
平均			6.83	7.50	2.53

*) 試料採取中にろ紙の破損があったため欠測とした。

表5 ダスト中のSO₄²⁻の割合

施設名	試料No.	捕集部	ダスト捕集量に対するSO ₄ ²⁻ の割合(%)
焼成炉-1	1	1形	21.4
		ドレン	59.7
		2形	37.0
焼成炉-2	2	1形	27.2
		ドレン	56.5
		2形	38.8
焼成炉-3	3	1形	36.5
		ドレン	58.5
		2形	39.9
ボイラー①(A)-2	5	1形	15.9
		ドレン	58.6
		2形	30.6
ボイラー①(B)-3	9	1形	9.9
		ドレン	58.3
		2形	31.3
ボイラー②-1	10	1形	3.1
		ドレン	39.0
		2形	1.8
ボイラー②-2	11	1形	2.0
		ドレン	50.5
		2形	7.9
ボイラー②-3	12	1形	59.0
		ドレン	49.0
		2形	ND

備考) 定量下限値以下はNDと表した。