

外山尚紀（東京労働安全衛生センター）

【はじめに】建物に付随する煙突の内側には石綿含有断熱材が使用されている場合があり、これまでに2社による5製品が確認されているが、その中の1つの製品はアモサイトを70-80%含有する断熱材層が内側に露出している。ボイラー稼働時には高温の燃焼ガスが通過し排出されることから、また直接外気と屋外気象にさらされることから、劣化により石綿飛散が懸念されるが、報告例は少ない。本研究ではいくつかの条件で測定を実施し、煙突からの石綿粉じんの飛散状況について検討した。

【方法】(a) 通風時の模擬測定：断熱材除去工事のために隔離養生された設備において、煙突上部の養生内に設置した負圧除じん装置の気流を利用して煙突内に上昇気流を発生させながら、排気口にて通過した空気中の粉じんをメンブランフィルターに採取した。(b) 通風+加熱の模擬実験：前項の条件で、煙突下部の煙道または灰出口から温風ヒーターの加熱した空気を流入させ、煙突内を通過するボイラー排気を再現しながら排気口にて粉じんを採取した。(c) 断熱材落下の模擬実験：前項の条件で、煙突上部で10cm角の断熱材をカッターで切断し、落下させたときの粉じんを排気口で採取した。(d) 灰出し作業の模擬実験：前項の養生内で通風は停止し、灰出口を開け内部に堆積している灰と断熱材の断片を清掃除去する作業時の石綿濃度の測定を行った。いずれの方法も石綿繊維の計数は位相差偏光顕微鏡法により長さ $5\mu\text{m}$ 以上、径 $3\mu\text{m}$ 未満、アスペクト比3:1以上の繊維状粒子を計数した。

排気口での測定は等速吸引となるようにサンプラーを作成した。測定した各煙突について長さ、径、施工年、劣化度などを記録した。

【結果】(a) 通風時の模擬測定および(b) 通風+加熱の模擬実験については7本の煙突について測定を実施し、開始から1時間の平均濃度等をtable.1に示す。通風のみときは煙突Aを除いて数10f/Lの石綿粉じんを含む排気が出ており、煙突Aの排気は1450f/Lの石綿粉じんを含んでいた。幾何平均は54.2f/Lであった。加熱を開始すると通風開始からの1時間平均で86.8-16,000f/Lの濃度の石綿の飛散が観られ、幾何平均は1610f/Lであった。煙突BDEについては通風から3時間以上の経過を観察しており、濃度の時間経過をfig.1に示す。測定開始直後が最も高濃度となり、1時間経過後にはおおむね2桁の濃度の低下をみたが、約6時間経過を観察した煙突Fは6時間後も数十f/Lの濃度を保った。(c) 断熱材落下の模擬実験は2本の煙突について実施した。結果はtable.2のとおり、断熱材が落下すると数千f/Lの石綿粉じんを含む排気が排出された。(d) 灰出し作業の模擬実験は1本の煙突について実施した。結果をtable.3に示すとおり、作業中の石綿濃度は平均735f/Lであった。劣化状況は3段階(I:良好、II:毛羽立ち、浮き、損傷、III:脱落)で評価した。大阪府の煙突GはIであったが、それ以外はIIおよびIIIで、煙突Fについては上部に大きな脱落が観られた。

【考察】模擬実験では7本の煙突全てにおいて石綿の飛散が確認され、また断熱材の脱落および灰出し作業でも石綿の飛散が観られたことから、煙突断熱材は石綿粉じんの発生源となる可能性がある。ボイラー稼働時に排出される石綿濃度は風速、温度、表面積、劣化状況、含水率等の影響を受けると予測され、風速と断熱材の表面積 1m^2 あたりの1秒間の石綿繊維排出量との関係に相関が観られた(fig.2)。また時間経過実験から石綿飛散はボイラー稼働直後最大となりその後低下するが、数時間後であっても一定の石綿飛散があると考えられる。断熱材が劣化などにより脱落することは煙突Fで顕著に観られたが、脱落時にも石綿飛散が確認された。灰出口の清掃作業に従事する労働者は数百f/Lの濃度の石綿に曝露する可能性がある。今後は通常使用時の石綿飛散の状況を調査する予定である。

table.1 模擬実験での石綿濃度（測定開始から1時間の平均）

	煙突プロファイル 長 (m), 径 (mm), 含水率 (%)	場所	竣工年	劣化 度	通風+加熱時の測定条件 風速 (m/sec), 風温度 (°C)	(a) 通風時の 平均石綿濃 度 (f/L)	(b) 通風 + 加 熱時の平均石 綿濃度 (f/L)
煙突 A	12m, 350mm, 2.0%	福島県	1970	II	4.0-4.5m/sec, 53°C	1450(n=5)	16000(n=6)
煙突 B	8.2m, 320mm, 82%	山形県	1974	II	3.3-3.6m/sec, 35-46°C	14.8(n=3)	6140(n=3)
煙突 C	15m, 600mm, 96%	青森県	1974	II	2.8-3.0m/sec, 22-26°C	14.2(n=3)	2590(n=5)
煙突 D	6.0m, 430mm, 19%	山形県	1974	II	3.0-3.9m/sec, 30-46°C	59.3(n=2)	1770(n=3)
煙突 E	15m, 600mm, 不明	秋田県	1974	II	2.8-3.05m/sec, 44-50°C	32.3(n=3)	1020(n=3)
煙突 F	21m, 910mm, 不明	茨城県	1972	III	0.5-1.1m/sec, 42-43°C	84.3(n=2)	86.8(n=4)
煙突 G	26m, 350mm, 25%	大阪府	1972	I	3.7-3.9m/sec, 40-45°C	27.9(n=3)	703(n=4)
幾何平均						54.2	1610

table.2 断熱材落下時の石綿濃度

	煙突プロファイル 長 (m), 径 (mm), 含水率 (%)	劣 化 度	測 定 時 間 (分)	(c) 断 熱 材 落 下 時 の 石 綿 濃 度 (f/L)
煙突 C	15m, 600mm, 96%	II	15	2430
			15	5120
			15	1350
煙突 G	26m, 350mm, 25%	I	3	3600
幾何平均				2790

table.3 灰出し作業時の石綿濃度

	煙突プロファイル 長 (m), 径 (mm), 含水率 (%)	劣化 度	測 定 時 間 (分)	石 綿 濃 度 (f/L)
煙突 C	15m, 600mm, 96%	II	15	662
			15	807

fig.1 石綿濃度の時間減衰

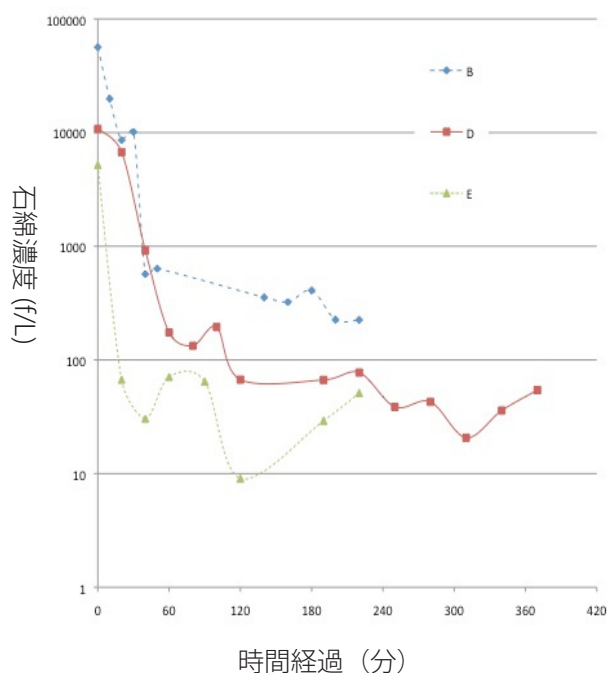
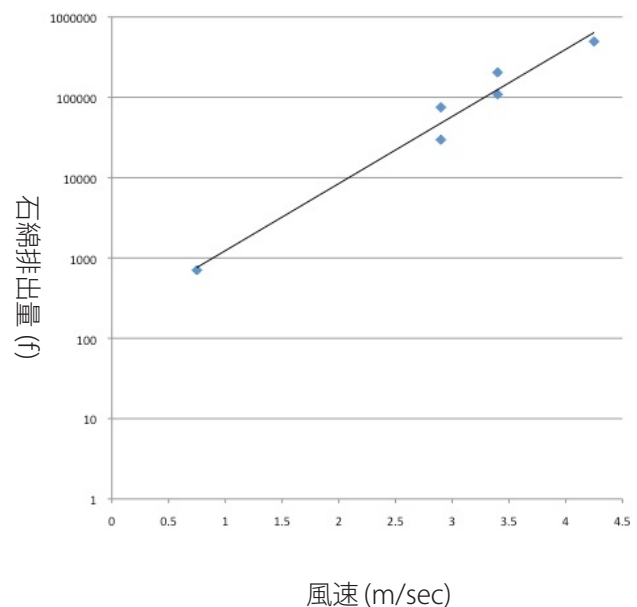


fig.2 風速と断熱材 1 m²あたりの 1 秒間の石綿排出量



外山尚紀
 東京労働安全衛生センター
 東京都江東区亀戸 7-10-1
 03-3683-9765