

自然換気方式の自由鍛造工場の換気に関する実測調査結果

防音鍛造工場の換気に関する研究 第4報

正会員 板本 守正^{*}
正会員 関根 秀久^{**}○ 正会員 寺尾 道仁^{**}

1. はじめに

機械換気方式を主とする型鍛造工場の換気に関する実測結果については、既報¹⁾に示した。今回は自然換気方式を主とする自由鍛造工場について騒音および換気に関する実測およびアンケート調査を行ったが、ここには換気に関する実測結果を示す。

2. 実測調査対象工場

全国の自由鍛造工場のうち、中小規模(鍛造工場部分延面積約300~1300m²)の10工場を選び実測調査を行った。ここには、そのうち、地域性、開放度などについて片寄らないように図1の6工場をとりあげて結果を示す。ここで、各工場名は、開放度の高い順にG~Lとした。ただし、開放度は工場内から展開写真を撮影し、概算したものである。工場Jは工業地域、工場GおよびIは密集市街地、工場HおよびKは郊外、工場Lは山岳地に立地している。とくに工場KおよびLは、防音を考慮しなければならなくなった最近に建設された工場で、自然換気の工場としては密閉度の高い。また工場Iはダクトによる局所排気を併用している。

3. 測定方法

実測における測定項目および主な測定計器を表1に示す。実測は、夏季6月下旬から8月上旬にかけての期間に行った。

屋外の風速および風向は、鯉のぼり用のポール12mの最上部にサーミスタ風速計センサおよび吹き流しを取付け、地上においてそれぞれペンレコーダおよび毎秒1コマの8mm撮影により収録した。

換気量測定は、既報¹⁾で行ったと同様に、発煙筒(約500m³当り3分用1本)による微粒子をトレーサとして用い、その濃度の時間減衰率より求める方法による。

この濃度の検出は、光散乱型粉塵計3台により、工場内3点の電圧出力をデータレコーダに同時収録した後、レベルレコーダに書き出させた。

換気量測定には、1回当たり約20分~30分の鍛造作業中断を要するため、1工場につき3回、工場Lのみ9回の実施をもって平均した。

温湿度、グローブ温度、気流速度、SO₂濃度および粉塵濃度の測定は、作業域を加熱炉周辺、ハンマ周辺および一般作業域の3域に分け、それぞれ3点ならびに屋外1点(測定開始および終了時の2回)を加えて

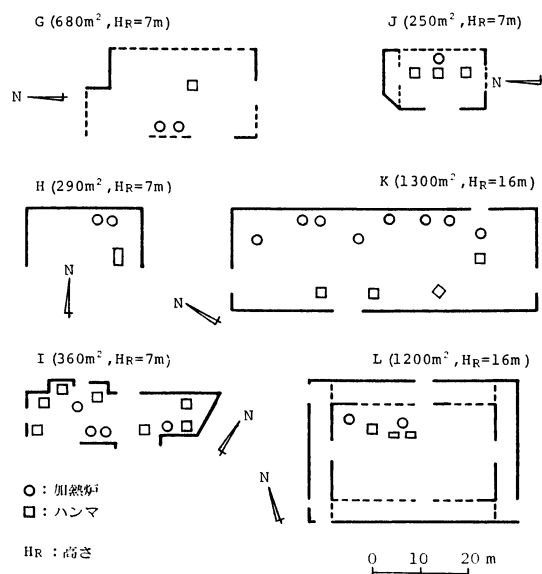


図 1 実測工場の概要

表 1 測定項目および計測器

	測 定 項 目	測 定 計 器
外 部	温 湿 度	アースマン通風乾燥球湿度計
	風 向・風 速	サーミスタ風速計, 吹き流し
作 業 域	作業域の温湿度	アースマン通風乾燥球湿度計
	作業域のグローブ温度	グローブ温度計
	鉛直温度分布	熱電対および電位差型記録計
	モニタの排気温度	熱電対および電位差型記録計
	気 流 速 度	熱線風速計
	CO ₂ 濃 度	NDIR CO ₂ アナライザ
	CO 濃 度	CO イクリザ
	SO ₂ 濃 度	定置式ガス検知管
	粉 じ ん 濃 度	ピエゾバランス型粉じん計
	換 気 量	発煙筒および光散乱型粉じん計

表 2 工場の作業域における温熱・空気環境測定結果 (K 工場の場合)

測 定 区 域	乾 球 温度	湿 球 温度	気 流 速度	グローブ 温度	相 対 湿度	熱ストレス インデックス	CO ₂ 濃度	CO 濃度	SO ₂ 濃度	粉 じ ん 濃 度
	°C	°C	m/sec	°C	%		ppm	ppm	ppm	mg/m ³
S54.7.14 10:45-12:05										
炉周辺 作業域	31 +2 -1	25 +2 -1	0.4 +0.4 -0.2	44 +10 -9	64	140	620	13	検出限 以下	0.16 +0.08 -0.08
ハンマ周辺 作業域	31 +1 -1	27 +1 -1	0.7 +0.6 -0.3	34 +2 -1	73	80	500	1.5	検出限 以下	0.16 +0.03 -0.03
一般 作業域	29	26 +1 -1	0.5 +0.8 -0.3	31 +0 -1	79	68	520	4.2	検出限 以下	0.12 +0 -0.01
屋 外	26	25	1.3	26	80	10	310	0.6	検出限 以下	0.06

*1: 重作業 (K=300) の場合

4域について行った。なお、粉塵濃度はピエゾバランス型粉塵計により重量濃度を測定した。

CO および CO₂ 濃度測定は、上記の4域それぞれについて、移動しながらゴムふいごにより2ℓ Tedrar bag 1つに収集し、持ち帰って分析した。

4. 実測結果

4.1. 作業域による温熱、空気環境の違い 表2に工場Eの場合の実測結果を示す。6工場全体で見ると、乾球温度については、外気温にたいし一般作業域が1~4℃高く、これよりハンマ作業域、加熱炉作業域の順に約1~2℃の差で高くなる傾向がある。湿球温度は、外気、工場内とも全体的に1℃程度の違いしかない。また気流速度は、場所による変化と同程度に時刻変動が大きく、作業域による違いは明確ではない。ただし、加熱炉およびハンマの主作業区には、大形扇風機(直径約1m)により、風速5m/s内外の気流が吹き付けられているが、この範囲は除いて示した。

作業位置によって大きな違いを示すのは、輻射熱で、グローブ温度にして乾球温度より1~7℃高い一般作業域にたいし、ハンマ作業域が1~5℃、炉周辺作業域がハンマ作業域よりさらに3~15℃高い。作業強度を300kcal/hとみなして熱ストレスインデックスで表わすと、一般域とハンマ域とはHSI40~90とほぼ同程度で、工場による違いの方が大きい。炉作業域はHSI60~140と非常に高い値を示す。

表 3 各工場作業域の温熱・空気環境

工 場 測定日	開放度 (開口率) %	換気 回数 回/h	外 部			温 熱 環 境					空 気 環 境			
			乾球 温度 ℃	風速 m/sec	風向	乾球 温度 ℃	湿球 温度 ℃	気流 速度 m/sec	グロー ブ温度 ℃	熱ストレ スインデ ックス*1 (HSI)	CO2 濃 度 ppm	CO 濃度 ppm	SO2 濃 度 ppm	粉じん 濃 度 mg/m ³
G (関 東) s54.6.22	35	300	30	5.4	S	27 32	24 25	0.3 1.4	30 43	50 100	500 1200	1 2	0.5 1.0	0.19 0.65
H (関 西) s54.6.14	30	92	23	2.4	NE	24 27	19 21	0.3 2.8	27 49	38 98	500 800	2	検出限以下	0.09 0.24
I (関 西) s54.6.15	30	104	27	1.6	E	28 31	20 21	0.2 2.0	28 38	41 64	400 1100	4 14	検出限以下	0.06 0.22
J (関 東) s54.8.9	25	35	31	1.0	NE	33 36	25 27	0.3 1.7	33 40	62 96	300 1200	2 6	検出限以下	0.27 0.66
K (中 部) s54.7.9	10	22	26	1.9	N	29 33	26 28	0.2 1.3	31 54	64 140	500 600	2 13	検出限以下	0.08 0.24
L (中 部) s54.7.13	10	17	23	1.8	SW	22 25	20 23	0.1 0.7	25 39	37 70	400 500	2 5	検出限以下	0.09 0.28
許容値 (又は推奨値)						28 ^{*2}	25 ^{*2}	0.5 ^{*3}	(17 ^{*5} 20 ^{*6})	30 ^{*4}	5000 ^{*2} 1000 ^{*3}	50 ^{*2} 1 ^{*3}	5 ^{*2}	5 ^{*2} 0.15 ^{*3}

*1 重作業 (M=300) の場合 *2 日本産業衛生学会 *3 建築物の衛生的環境の確保に関する法律 (空気調和設備にたいするもの)
*) 参考のための参考値 *5 無風、軽作業にたいする推奨値

表 4 温熱環境の各工場比較

工場	開放度 (開口率) %	換気 回数 回/h	乾球 温度 ℃	湿球 温度 ℃	気流 速度 m/sec	グロー ブ温度 ℃	熱スト レスイ ンデッ クス (HSI)
G (関 東)	35	210	16	12	0.5	29	38
H (関 西)	30	140	16	12	1.4	30	21
I (関 西)	30	240	16	12	1.5	26	10
J (関 東)	25	130	16	12	3.1	27	9
K (中 部)	10	43	17	13	1.1	30	27
L (中 部)	10	34	15	12	0.7	26	16

外部条件 東京平年値, (乾球温度 14.7℃ 湿球温度 11.8℃ 風速 3.7m/sec)

空気環境については、CO濃度が加熱炉近傍で工場Gのみやや高かった例を除けば自由鍛造の場合は型鍛造の場合¹⁾の粉塵濃度にみられたような、はっきりした作業域による差はみられない。

4.2. 全工場作業域の温熱、空気環境 表3は、6工場の全作業域の実測結果をまとめて示す。ここで、それぞれの量にたいする許容値を示したが、熱ストレスインデックスの場合は、作業能率低下の低い弱熱段階の限界とされるHSI30を参照のため示したものである。

温熱作業環境については、とりわけ加熱炉、赤熱インゴットおよび打エリ品による輻射熱が強く、グローブ温度40℃を越えるところが少ない。ほとんどの工場の熱ストレスインデックスが、50を越え、毎日8時間この条件の労働に耐える者は少なく、特別に水および食塩の補給を要する強熱段階とされるHSI70以上の作業域も多い。

空気環境の方は、十分とはいえないまでも、日本産業衛生学会の抑制濃度からみれば、濃度はかなり低い。

4.3. 温熱環境の各工場比較 換気、通風に関する工場による違いをみるため、実測値から、外気温湿度および風速について東京の平年値にあたる外界条件に換算を試み、温熱環境に関する部分を表4に示す。ただし、

単純に、輻射熱は実測時と同じ、換気量および気流速度は外気風速に比例し、内外温度差およびガス濃度差は逆比例するとした。

換気回数は、開放度が大きくなるにつれて大きくなる傾向にあり、工場によっては7倍程度の違いがあるにもかかわらず、密閉度が高いほど温熱環境が悪化する傾向にはみられない。とくに工場Jおよび

びしは通風ののための開口配置などに特別な配慮があり、密閉度の高い割に熱ストレスインデックスなどは低い。

5. 結論 実測した自然換気方式の自由鍛造工場は、温熱環境について改善が必要とみられる。その換気計画にあたっては、全体換気量にもとづいて、作業域の通風に関する検討が重要と考えられる。

文献1. 防衛鍛造工場の換気に関する研究, 第1報~3報, 日本建築学会大会発表集, 第53年

* 日本大学生産工学部 助教授 工博 ** 神奈川大学工学部 助教授 工博 *** 同 教務技術員