한국산업위생학회지 제 6 권 제 2 호
Korean Ind. Hyg. Assoc. J
Vol. 6, No. 2, November, 1996

대한산업보건협회 산업보건연구소의 PAT 정도관리 참여결과

대한산업보건협회 산업보건연구소

이준승 · 유호겸[1] · 오미순 · 박화미 · 윤기상 · 최호춘 · 정규철[2]

— Abstract —

Performance of Institute of Occupational Health, Korean Industrial Health Association in Proficiency Analytical Testing Program

Jun-Seung Lee, Ho-Kyum Yoo, Mi-Soon Oh, Wha-Me Park, Gi-Sang Yun, Ho-Chun Choi and Kyou-Chull Chung

Institute of Occupational Health, Korean Industrial Health Association Seoul 152-020, Korea

Our laboratoy has been participated in Proficiency Analytical Testing (PAT) program which is operated by the Americal Industrial Hygiene Association in cooperation with the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). The program is designed to assist a laboratory improve its analytical performance by providing samples on a quarterly basis, evaluating the results, and providing reports on how well the laboratory performed.

Evaluation of the results reported here covers five rounds of the PAT program (round 121～round 125).

The way a laboratory is evaluated by PAT program is as follows:

1) There is no overall proficiency rating given to a laboratory.

2) A proficiency rating is given for each type of analyte (i.e., metals, silica, asbestos, solvents) that a laboratory analyzed.

3) Proficiency is rated acceptable ("A") if Z score lies between -3 and +3, and unacceptable if Z score is either higher than +3 ("H") or lower than -3 ("Lo").

Z score = (reported data - reference value) / standard deviation

4) For a laboratory to be rated proficient it must either have had no outliers over the most recent two rounds or of the samples actually analyzed over the past year (past four rounds), 75 % or more of the analyte sample results must be acceptable.

According to the above rating criteria of PAT program, performance of metals including cadmium,

1) Chairman, Sungnam Branch Office, Kyunggi Province Industrial Health Center, Korean Industrial Health Association.

2) Director, Institute of Occupational Health, Korean Industrial Health Association.

lead, chromium and zinc, and asbestos sample analyses were rated acceptable ("A"). For silica analyses, all samples except one out of four samples in round 122 was rated high("H") were acceptable showing 95 % of ing 95 % of acceptance rate (19/20) throughout the rounds.

Analyses of organic solvents were done on 52 samples in 9 types including methanol(MOH), 1,1,1-trichloroethane(MCM), tetrachloroethylene(PCE), trichloroethylene(TCE), benzene(BNZ), o-xylene(OXY), toluene(TOL), chloroform(CFM), 1,2-dichloroethane(DCE). All samples analyzed were rated acceptable except 2 samples that were rated high; one out of each four MCM and TCE samples in round 121, and one that was low out of four o-xylene analytes in round 122 indicating 94 % of acceptance rate(49/52) throughout the rounds.

According to the laboratory rating criteria, our laboratory is rated proficient so far for all types of contaminants.

1. 서 론

작업환경중의 유해물질의 분석능력을 향상시키고 그 결과의 정밀도와 정확도에 대하여 노동부에서 1992년부터 작업환경측정기관(노동부, 1992)에 대해 정도관리를 실시하기 시작하였다.

대한산업보건협회 산업보건연구소에서는 협회 각 센타에 부속된 분석검사실에 대하여 내부정도관리를 실시하고 있고 외부정도관리로서는 한국산업안전공단에서 실시하는 국내정도관리에 참여하여 작업환경 측정 기관으로서의 신뢰성을 인정받고 있으며, 1995년부터는 국제적으로 인정받고 있는 미국의 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety and Health: NIOSH)과 미국산업위생협회(American Industrial Hygiene Association: AIHA)에서 공동주관하는 분석능력의 정도관리(Proficiency of Analytical Testing: PAT) program에 참가함으로써 내적으로 작업환경 측정기관 분석자질을 향상시키고 대외적으로 측정기관으로서의 신뢰성을 인정받기 위해서 노력하고 있다.

정확한 직업병 진단 및 적절한 작업환경 개선대책을 마련하기 위해서는 각 사업장마다의 유해물질에 대한 정확한 분석값이 요구된다. 이에 본 연구의 목적은 PAT Program (121~125회)에 참여하여 금속류, 유리규산, 석면류 및 유기용제류에 대한 분석의 정밀도 및 정확도가 어느정도인지 평가하고자 하였으며, 또한 분석에 대한 유의점을 제시하여 타 유관기관들의 국내,외 정도관리시료 분석시 참고자료로 활용코자 함이다.

2. 분석방법

PAT Program은 연 4회 실시되며 그 동안 분석한 유해물질의 종류는 다음 표 1과 같다.

1) 금속류

표준검량선은 원자흡광광도용 표준액(1000 ppm, Junsei제품, 일본)을 사용하여 작성하였다. 각 금속시료의 전처리는 NIOSH Method 7082(Eller and Cassenelli, 1994a)를 토대로 조금 변형한 방법을 사용하였다.

시료가 담긴 여과지를 50ml 비이커에 넣고 conc-HNO_3 1.5ml를 가하여 시계접시를 덮는다. 145℃의 sand bath에서 잔사가 남을 때까지 증발 건조시킨 후 실온에 방치하고 여기에 20% HNO_3 20ml를 넣은 액을 시료로 하였다.

회수율 검정에 있어서 여과지에 일정량의 금속표준액(Junsei 제품, 일본)을 떨어트린 후 시료와 똑같이 전처리하여 얻었으며 검량곡선과 회수율은 표 2와 같다.

Pb의 경우에는 4가지 금속중 분석감도가 가장 낮으므로 기울기의 수치가 낮고 r=0.9999와 평균 회수율이 101%였다. Cr은 다른 금속에 비하여 분석이 까다로운 금속으로 평균회수율도 94%로 다른 금속보다 낮았다. 각 금속의 표준검량선에서 시료농도와 흡광도의 상관계수는 r=0.999 이상이었고 평균회수율은 94~101%를 나타내었다.

시료분석은 Varian AA-30(Varian, Australia)과 Hitachi Z-8100(Hitachi, Japan) 원자흡광광도계를 사용하여 불꽃방법(Air-Acetylene)으로 하였다.

Table 1. Lists of contaminant samples analyzed in each round

Round	Metals (mg)	Solvents (mg)	Silica (mg)	Asbestos (f/mm²)
121회(1995. 5)	Cd, Zn, Pb	1,1,1-Trichloroethane(MCM), Tetrachloroethylene(PCE), Trichloroethylene(TCE)	Silica	Asbestos(Asb)
122회(1995. 8)	Cd, Cr, Pb	Benzene(BNZ), o-Xylene(OXY), Toluene(TOL)	Silica	Asbestos
123회(1995. 11)	Cd, Zn, Pb	Chloroform(CFM), 1,2-Dichloroethane(DCE), Tetrachloroethylene(PCE)	Silica	Asb/Man-made fiber(MMF)
124회(1996. 2)	Cd, Cr, Pb	1,2-Dichloroethane(DCE), Tetrachloroethylene(PCE), Trichlorethylene(TCE)	Silica	Asbestos
125회(1996. 5)	Cd, Zn, Pb	Methanol(MOH)	Silica	Asb/MMF

Table 2. Standard calibration curves and recovery rates of metals

Metals	Standard Calibration Curve	Recovery Rate (%)
Pb	Y = 0.0148X + 0.0001 r = 0.9999	101.0 (100~102)
Cd	Y = 0.2184X + 0.0011 r = 0.9998	101.0 (99~103)
Zn	Y = 0.3617X + 0.0032 r = 0.9997	97.5 (95~100)
Cr	Y = 0.0380X + 0.0003 r = 0.9998	94.0 (93~ 95)

*: Y = absorbance, X = concentration

2) 유리규산(Silica)

유리규산의 분석은 NIOSH method 7602(Eller and Cassenelli, 1994b)법에 준하여 조금 변형된 방법(최호춘 등, 1988)에 따라 분석하였다. 표준검량곡선을 만들기 위한 표준물질은 U.S. Silica Co. 제품인 MIN-U-SIL-5(99.2%, SiO_2)를 사용하였다. 표준물질 50, 100, 200㎍ 씩을 평량하고 각각의 표준시료를 막자사발(motar & pestle)에서 20분 동안 곱게 잘 갈아서 110~120℃에서 하룻밤 동안 잘 건조시킨 KBr(Aldrich, U.S.A) 분말 80 mg에 첨가하여 막자사발 안에서 잘 혼합하여 press로 pellet을 만들었다.

시료의 전처리는 시료가 담겨져 있는 여과지를 도가니에 넣고 가열로(furnace)에서 650℃로 2시간 가열하고 실온에서 식힌 후 도가니안에 남아있는 유리규산 시료를 수분을 완전히 제거한 KBr 200mg과 잘 섞어서 press로 pellet를 만들었다.

표준물질과 시료중의 유리규산 농도는 적외선분광기(infrared spectrophotometer (BIO-RAD사, U.S.A.)로 측정하였다. 석영의 특징피크는 798.5 cm^{-1}, 779.7 cm^{-1}와 695.5 cm^{-1}의 3개 중 피크의 감도가 제일 높은 798.5 cm^{-1}의 파장에서 얻은 흡광도를 취하여 표준검량곡선을 작성하고 시료농도를 구하였다(그림 1).

그림 1에서 798.5 cm^{-1}의 파장에서 표준시료의 유리규산 농도가 50㎍일 때의 흡광도가 0.07145이고, 100㎍일 때 0.13785, 200㎍일 때는 0.2812을 나타내었다. 표준검량선의 회귀방정식은 Y= 0.0014X-0.00009, 유리규산농도와 흡광도와의 상관계수는 r=0.9999였다.

3) 석 면

석면시료가 담긴 여과지의 1/4을 잘라서 슬라이드 글라스 위에 놓고 아세톤 증기로 투명화시킨 후 트리아세틴을 떨어트리고 커버글라스를 덮는다.

시료분석은 위상차현미경(Nicon, Japan)으로 NIOSH method 7400번의 A-rule(Eller, 1989)에 따라 계수하였다. 지금까지의 석면시료 중의 석면종류는 백석면(chrysotile), 갈석면(amosite) 및 인공섬유(man-made fiber)인 glass fiber가 있었으며 위상차현미경으로 본 각 섬유형태는 그림 2와 같다(日本石綿協會, 昭和63年(1988)).

4) 유기용제류

(1) 표준물질: 메탄올은 Merck사(Germany) 제품을 사용하였고, 그 밖의 유기용제는 Junsei사(Japan) 특급시약을 사용하였다.

(2) 시료의 전처리:

① Methanol(MOH): 실리카겔관을 깨서 앞층과 뒷층을 분리하여 각각을 다른 vial에 담은 후 증류수 1ml 씩을 넣고 뚜껑을 닫고 4시간 방치하였다(Eller and Cassenelli, 1994c).

② 혼합유기용제: 활성탄관을 깨서 앞층과 뒷층을 분리하여 각각 다른 vial에 담은 후 1ml의 CS_2를 넣고 30분 정도 흔들어 주었다(Eller and Cassenelli, 1994d).

(3) 탈착율 검정:

① Methanol(MOH): 일정량의 메탄올을 실리카겔관에 주입하여 시료와 똑같은 방법으로 분석하여 탈착율을 얻었다.

② 혼합유기용제: 일정량의 혼합유기용제를 활성탄관에 주입하여 시료와 똑같은 방법으로 분석하여 탈착율을 얻었다.

MOH 및 혼합유기용제의 탈착율과 표준검량곡선의 회귀방정식은 표 3과 같다. MOH인 경우는 비교적 분석값에 대한 재현성이 좋기때문에 내부표준물질을 사용하지 않았다. 그래서 다른 혼합유기용제보다 기울기의 수치가 크며 r=0.9997이고 평균 탈착율이 100%였다. 혼합유기용제 농도에 관한 피크면적의 상관계수는 r=0.999 이상이었고 평균탈착율은 94.5~100%였다.

(4) 분석

표준용액과 시료는 gas chromatograph(Hitachi G-3000, Japan)로 분석하였다. 분석할 때 사용한 컬럼은 MOH의 경우에는 0.2 % carbowax 1500 on graphpac GC 60/80 6 ft×1/8″ s.s. (Alltech, U.S.A.)를 사용하였고, 혼합유기용제의 경우에는 AT-1000 on 10% chromosorb W.A.W. DMCS 80/100 12′×1/8′ O.D 0.085″ s.s. (Alltech, U.S.A.)와 AT-1 30mm×0.25mm capillary column (Alltech, U.S.A.)를 사용하였다.

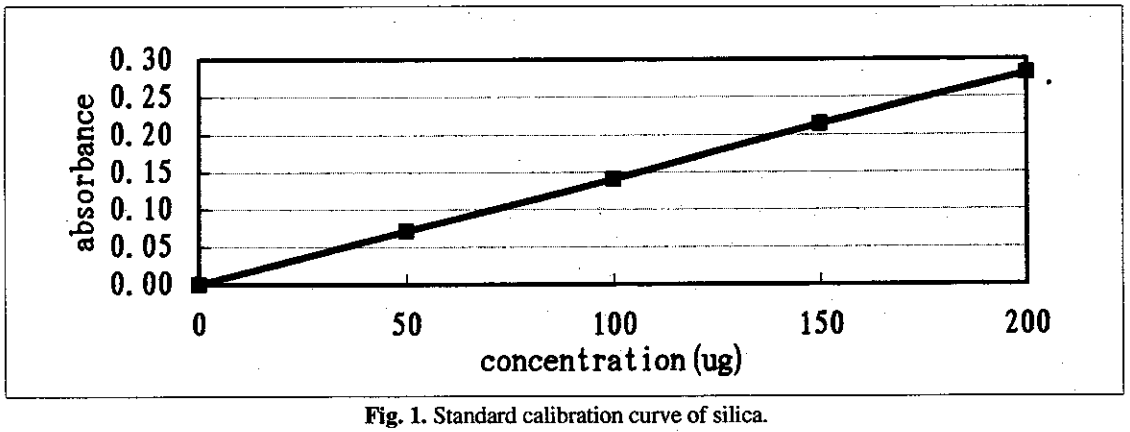
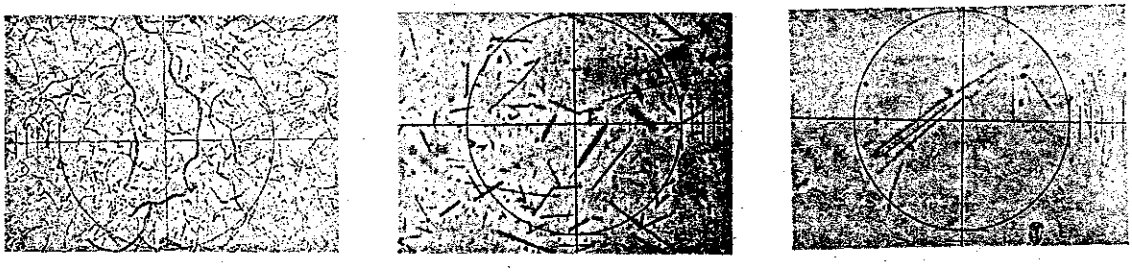


Fig. 1. Standard calibration curve of silica.



Chrysotile　　Amosite　　MMF + chrysotile

Fig. 2. Types of asbestos fibers in the samples.

3. 결 과

1) 121~125회의 PAT 기준값과 분석결과의 농도범위

PAT program에서는 시료의 농도범위가 0.1TLV~2.0TLV 수준에서 만들어지고 있으며 121~125회의 5회에 걸친 각 항목에 따른 시료기준값의 농도범위와 연구소에서 제시한 결과값의 범위는 표 4와 같다.

금속류의 Cd인 경우에는 기준값의 범위가 0.0048-0.0184mg이 주어졌을때 연구소에서 제시한 결과값의 범위는 0.0048-0.0188mg이었다. Cd은 다른 금속에 비하여 저농도의 시료가 주어졌고 현재에도 계속 낮아지는 경향을 보이고 있다. Pb의 경우에는 0.0195-0.0940mg 범위의 시료가 주어졌을때 제시한 결과값의 범위는 0.0198-0.0957mg이었다. Zn은 0.0520-0.1898mg일때 0.0515-0.1901mg의 결과를 나타내었고 Cr은 0.0502-0.2296mg의 기준값일때 0.0531-0.2369 mg을 보였다. Cr의 경우에는 다른 금속에 비하여 고농도의 시료가 주어졌다.

유리규산은 기준값의 범위가 0.0504-0.1521mg일때 제시한 결과값의 범위는 0.0394-0.2209 mg이었다. 석면류의 시료 범위가 116.4434-634.1432mg일때 결과값은 67.1000-669.3000 mg이었다.

유기용제에서 MCM의 기준값 범위(R)가 0.2012-0.9926mg일때 결과값 범위(D)는 0.2469-0.9124mg을 제시하였고 PCE R=0.2047-0.9323mg (D=0.1499-0.8963mg), TCE R=0.1945-0.9644mg (D=0.1735-0.9523), BNZ R=0.0590-0.3816mg (D=0.0553-0.3896 mg)을 나타내었다. BNZ의 경우는 다른 유기용제류보다 저농도의 시료가 주어지고 있다. OXY R=0.1544-0.8919mg의 기준값일때 (D=0.1169-0.9076 mg)이 나왔고, TOL R=0.2604-0.7380mg (D= 0.2469-0.7396 mg), CFM R=0.1953-0.9071 mg (D=0.1880-0.9213mg), DCE R=0.1630-0.9664 mg (D=0.1499-0.9183mg), MOH R=0.1312-0.9540mg (D=0.1361-0.8644mg)의 결과값을 제시하였다.

Table 3. Standard calibration curves & desorption efficiency of organic solvents

Solvents	Standard Calibration Curve			Desorption Efficiency(%)
MOH	Y = 182382.3	X - 2873.0	r = 0.9997	100.0 (98~102)
MCM	Y = 4.2823	X + 0.0760	r = 0.9998	99.0 (98~100)
PCE	Y = 4.3732	X + 0.0680	r = 0.9998	99.0 (98~100)
TCE	Y = 1.3832	X + 0.0136	r = 0.9999	99.5 (98~101)
BNZ	Y = 0.2984	X - 0.0068	r = 0.9999	96.5 (95~98)
TOL	Y = 0.3058	X - 0.0135	r = 0.9999	96.0 (95~97)
OXY	Y = 0.3138	X - 0.0364	r = 0.9998	94.5 (93~96)
CFM	Y = 1.5762	X + 0.0087	r = 0.9998	98.5 (98~99)
DCE	Y = 6.2437	X + 0.0211	r = 0.9999	98.5 (98~99)

Y : peak area, X : concentration(mg)
MOH : unused intarnal standard solution
Mixed organic solvents : used internal standard solution

Table 4. Lab data & Reference values of 121~125 rounds

Contaminants		Reference values	Lab data
Metals (mg)	Cd	0.0048-0.0184	0.0048-0.0188
	Pb	0.0195-0.0940	0.0198-0.0957
	Zn	0.0520-0.1898	0.0515-0.1901
	Cr	0.0502-0.2296	0.0531-0.2369
Silica (mg)	Silica	0.0504-0.1521	0.0394-0.2209
Asbestos(f/mm²)	Asbestos	116.4434-634.1432	67.1000-669.3000
Organic solvents (mg)	MCM	0.2012-0.9926	0.2469-0.9124
	PCE	0.2047-0.9323	0.1499-0.8963
	TCE	0.1945-0.9644	0.1735-0.9523
	BNZ	0.0590-0.3816	0.0553-0.3896
	OXY	0.1554-0.8919	0.1169-0.9076
	TOL	0.2604-0.7380	0.2469-0.7396
	CFM	0.1953-0.9071	0.1880-0.9213
	DCE	0.1630-0.9664	0.1499-0.9183
	MOH	0.1312-0.9540	0.1361-0.8644

2) PAT Program 121~125회의 금속류, 유리규산, 석면류 및 유기용제류에 대한 Z-Score 분포

PAT Program에서 결과값에 대한 판정기준은 표 5와 같다.

PAT Program에서의 판정기준은 120회까지는 기준값±3표준편차(3SD) 범위내에 드는 분석값을 적합(P), 이에 미달하는 것을 낮은 값(Lo) 그리고 이를 초과하는 것을 높은 값(Hi)으로 나타냈으나 121회부터는 Z Score, 즉 (분석값-기준값)/표준편차를 산출하여 $-3 \leq Z \geq +3$인 경우를 수용되는 분석값(A)으로 판정하고, $Z > 3$인 경우를 높은 값(H) 그리고 $Z < -3$인 경우는 낮은 값(L)으로 각각을 수용할 수 없는 분석값으로 판정하였다.

PAT Program 121~125회의 금속류의 Z-Score 분포는 표 6과 같다. 5회에 걸쳐서 123회의 Pb 4개 시료중 1개가 Z-Score +2에 근사하였고 나머지 모든 시료는 $-1 \leq Z \geq +1$의 범위로서 금속류의 모든 시료가 수용범위에 들었다.

PAT Program 121~125회의 유리규산과 석면류 시료의 Z-score 분포는 표 7과 같다.

유리규산은 122회때 4개 시료중 1개가 Z-Score +3을 넘어서 수용범위를 벗어났으나 나머지 시료는 모두 수용범위에 들었다.

석면류는 5회에 걸친 모든 시료가 $-2 \leq Z \geq +1$로 수용범위내에 들었다.

PAT Program 121회에서 125회의 유기용제류의 Z-Score 분포는 표 8과 같다. 혼합유기용제중 121회의 MCM 4개 시료중 1개와 TCE 4개 시료중 1개가 Z-Score +3을 넘어서 수용범위를 벗어났다. 122회때는 OXY의 4개 시료중 1개가 Z-Score -3을 벗어났으나 나머지 모든 시료는 수용범위내에 들어서 "적합"함을 나타냈다.

3) PAT Program 121~125회의 종합성적

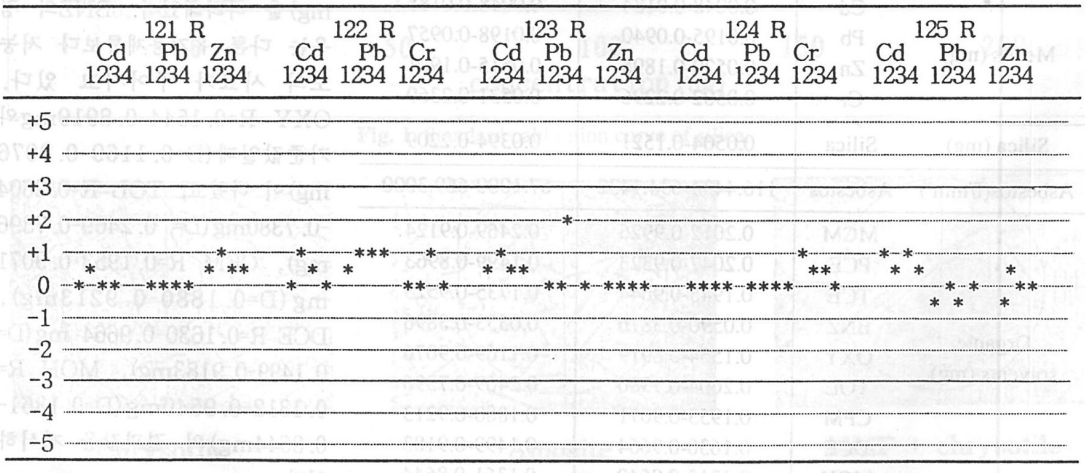
121~125회까지 5회에 걸친 분석결과를 종합하여 보면 금속류와 석면류의 분석은 100%의 수용율을 나타냈으며, 유리규산의 분석에 있어서는 122회에 4개 시료중 1개가 높은 분석값(H)을 나타내어 95% (19/20)의 수용율을 보였다(표 9).

유기용제류의 분석에 있어서는 121회때 1,1,1-Trichloroethane (MCM)의 4개 시료중 1개와 Trichloroethylene(TCE) 4개 시료중 1개가 높은 값(H)을 나타냈고, 122회때 o-Xylene(OXY) 시료 4개중 1개가 낮은 값(L)을

Table 5. Analysis acceptable range of PAT Program

Z Score=(reported result-reference value)/standard deviation		
$-3 \leq Z \geq +3$	Analysis acceptable : A	
$Z > +3$	Results > Upper limit : H	Not acceptable
$Z < -3$	Results < Lower limit : L	

Table 6. Z-score of Metals



보여 94%(49/52)의 수용률을 나타냈다.

PAT Program의 판정기준으로 볼때 마지막회로부터 4회(1년분)이상의 성적의 수용률이 75% 이상이거나 마지막 2회의 분석결과의 수용률이 100%일 경우에는 그 실험실의 분석능력은 적합(Proficient : "P")한 것으로 판정하고 있는데 저희 연구소에서는 모든 항목이 전회에 걸쳐 94% 이상의 좋은 "적합" 판정을 받았다(표 9).

4. 고 찰

PAT Program에서 실시하는 항목중 금속류의 종류를 보면 Pb와 Cd은 매회 포함이 됨으로서 중요성이 높다고 하겠다(표 1). 그러나 Zn과 Cr은 매회 번갈아서 실시되고 있다. 앞서 발표되었던 포항제철소 보건관리실(이영세 등, 1995)에서는 기준값±1 SD

Table 7. Z-score of Silica & Asbestos

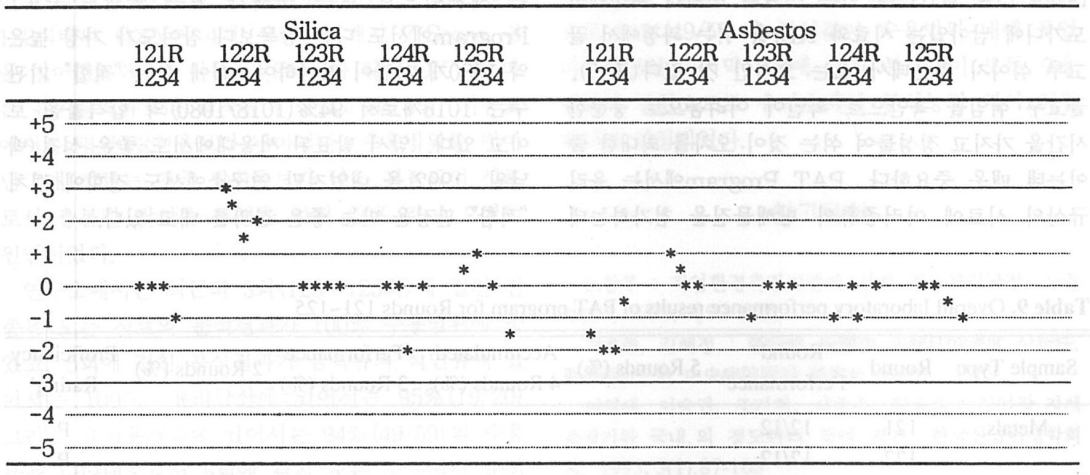
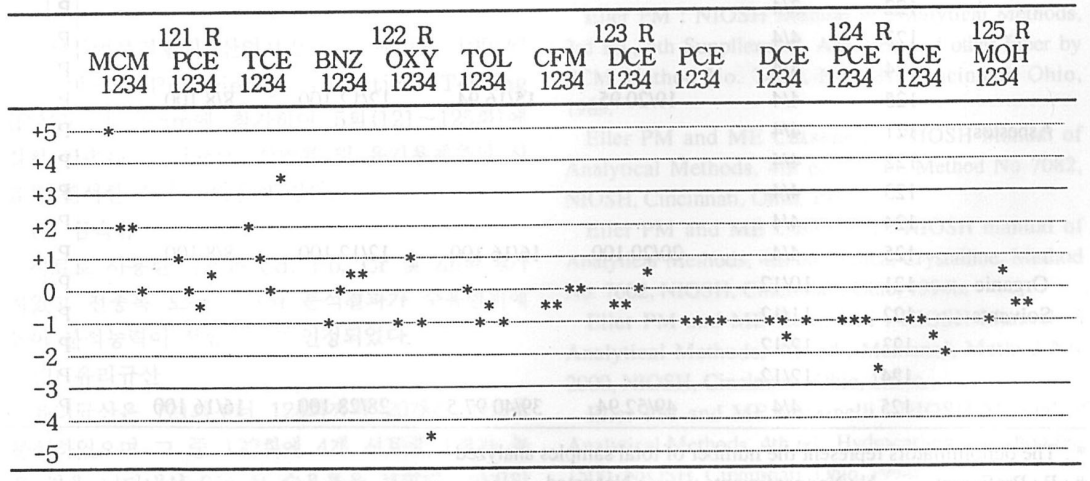


Table 8. Z-score of Organic Solvents



이내에 들므로서 "적합" 판정을 받았고 표 6의 금속류의 분석결과를 보면 연구소에서도 거의 모든 시료들이 ±1 Z-Score 범위내로 "적합" 판정이라는 좋은 성적을 내었다.

세계적으로 PAT Program의 금속류에 참여하고 있는 기관수는 5회(121~125회)에 걸쳐서 약 381개 기관으로 "적합" 판정은 약 350개 기관이 받음으로서 92%(350/381)의 합격률을 보였다(PAT Program results of 121~125 rounds, 1995-1996).

유리규산의 경우 122회의 4개 시료중 1개가 Z-Score +3을 넘었는데 이는 시료의 전처리 과정에서 도가니에 남아있는 시료와 KBr을 섞는 과정에서 골고루 섞이지 않은데서 오는 오차인 것 같다(표 7). 골고루 섞임을 육안으로 확인이 어려움으로 충분한 시간을 가지고 정성들여 섞는 것이 오차를 최대한 줄이는데 매우 중요하다. PAT Program에서는 유리규산의 시료에 여러종류의 방해물질을 첨가하는데 121회때는 calcite가 122회는 talc였으며 123회는 talc & coal mine dust, 124회 coal mine dust, 125회 때는 calcite가 첨가되었다. PAT Program에서 유리규산에 참가하고 있는 기관수는 다른 항목보다 가장 낮은 수(약 86개)로 현재 국내에서도 저희 연구소와 한국산업안전공단, 서울대 보건대학원 정도이다.

석면의 경우를 살펴보면 121~122회, 124회에서는 백석면(chrysotile), 갈석면(amosite)이었고 123회, 125회에서는 인공섬유(man-made fiber)인 glass fiber가 추가되어 실시되었다(표 1). 석면은 세계적으로 많은 문제가 되는 물질로 PAT Program에서도 다른 항목보다 참여도가 가장 높은 약 1080개 기관이 참여하여 5회에 걸친 "적합" 기관수는 1018개로서 94%(1018/1080)의 합격률을 보이고 있다. 앞서 발표된 서울대에서도 좋은 성적(백남원, 1992)을 내었지만 연구소에서도 전회에 걸쳐 "적합" 판정을 받는 좋은 결과를 내고 있다.

Table 9. Overall laboratory performance results of PAT program for Rounds 121~125

Sample Type	Round	Round* Performance	5 Rounds (%)	Accumulated 4 Rounds (%)	Performance 3 Rounds (%)	2 Rounds (%)	Proficiency Rating#
Metals	121	12/12					P
	122	12/12					P
	123	12/12					P
	124	12/12					P
	125	12/12	60/60 100	48/48 100	36/36 100	24/24 100	P
Silica	121	4/4					P
	122	3/4					P
	123	4/4					P
	124	4/4					P
	125	4/4	19/20 95	15/16 94	12/12 100	8/8 100	P
Asbestos	121	4/4					P
	122	4/4					P
	123	4/4					P
	124	4/4					P
	125	4/4	20/20 100	16/16 100	12/12 100	8/8 100	P
Organic	121	10/12					P
Solvents	122	11/12					P
	123	12/12					P
	124	12/12					P
	125	4/4	49/52 94	39/40 97.5	28/28 100	16/16 100	P

*.: The denominators represent the number of total samples analyzed

#: P: Proficient N: Nonproficient -: Not rated

표 5에서 PAT Program 판정기준의 기준값이라 함은 각 시료를 과거의 분석결과가 우수한 여러 기준 분석실에서 선정하여 여기서 분석한 값의 평균치이다. 다만 석면의 기준값은 분석값을 대수변환하여 평균값을 산출하기 때문에 높은 값과 낮은 값이 대칭적이 아니다.

표 8의 유기용제류에서는 121회의 MCM의 4개 시료중 1개와 TCE 4개 시료중 1개가 Z-Score +3을 넘어(H) 수용범위를 벗어났는데 이는 각각의 4개 시료중 가장 저농도의 시료로서 분석시 컬럼의 오염에 의한 과대평가인 것 같다. 유기용제류 분석시에는 충분한 컬럼의 세척이 필요하다고 생각한다. 122회때의 OXY의 4개 시료중 1개가 Z-Score -3을 벗어났는데(L) 이는 표 3에서와 같이 OXY가 다른 유기용제류보다 탈착율이 낮았고(94.5%) 저농도에서는 평균 탈착율보다 낮아진다. 수용범위를 벗어난 1개 시료는 평균 탈착율보다 낮은 저농도의 시료로서 충분한 탈착을 보정을 하지 않은 것이 오차의 원인이었다.

연구소에서는 최근의 3회(123~125회)에 걸친 전 종목 모든 시료의 분석결과가 100% 수용범위에 들었고, 5회에 걸친 분석결과가 금속류와 석면류에 있어서는 100%, 유리규산에 있어서는 95%(19/20) 그리고 유기용제류에 있어서는 94%(49/50)의 수용률을 나타냄으로서 5회에 걸친 모든 항목에서 분석능력이 "적합"함을 인정받고 있다.

5. 결 론

대한산업보건협회 산업보건연구소에서는 1995년부터 미국의 Proficiency Analytical Testing (PAT) Program에 참가하여 5회(121~125회)에 걸쳐 금속류, 유리규산, 석면류 및 유기용제류의 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 금속류

시료로 사용한 금속은 Cd, Pb, Cr 및 Zn의 4가지였고 전종목 모든 시료의 분석결과가 수용범위에 들어 분석능력이 적합하다고 인정되었다.

(2) 유리규산

유리규산은 121회부터 124회까지 20개의 시료를 분석하였으며 그 중 122회에 4개 시료중 1개가 높은 값을 나타내서 95%의 수용률을 보였다. 마지막 3회에 걸친 분석결과가 모두 수용범위 내에 들어 분석능력이 적합하다고 인정되었다.

(3) 석면류

석면류의 분석은 위상차현미경으로 섬유수를 계수하는 것으로 5회에 걸친 전 시료의 분석결과가 수용범위에 들었다.

(4) 유기용제류

분석한 유기용제의 종류는 MOH과 MCM, PCE, TCE, BNZ, TOL, OXY, CFM, DCE의 9개 종류(52개 시료)였다. 그 중 MCM 4개 시료중 1개, TCE 8개 시료중 1개가 높은 값을 나타냈고, OXY 4개 시료중 1개가 낮은 값을 나타내어 전체적으로 94%(49/52)의 분석값이 수용범위 내에 들었다. 최근의 마지막 3회에 걸친 분석값이 모두 수용범위에 들었으므로 유기용제의 분석능력 역시 적합하다고 인정되었다.

참고문헌

노동부 : 작업환경측정기관에 관한 정도관리규정. 노동부고시 1992; 제92-18호

최호춘, 김혜정 : 呼吸性 粉塵中 遊離硅酸濃度 分析法. 勤勞福祉公社 中央病院附設 職業病 硏究所, 1989

이영세, 이승권, 조기현, 채종홍, 김용래 : 사업장 자체 측정기관 국내,외 정도관리 참여 결과. 한국산업위생학회지, 1995; 5(1):87-103

백남원 : 산업위생연구실의 정도관리 사례. 작업환경측정 정도관리 국제 학술대회 초록집, 서울, 1992; 77-86

日本石綿協會. 室內環境等における石綿粉じん濃度測定方法 : 日本作業環境測定協會 昭和63年 (1988)

Eller PM : NIOSH Manual of Analytical Methods, 3rd Ed., 4th Suppllement, Asbestos and other Fiber by PCM Method No. 7400, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1989.

Eller PM and ME Cassenelli : NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed., Lead, Method No 7082, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1994a.

Eller PM and ME Cassenelli : NIOSH manual of Analytical Methods, 4th ed., Silica, Crystalline, Method No. 7602, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1994b.

Eller PM and ME Cassinelli : HIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed., Methanol, Method No. 2000, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1994c.

Eller PM and ME Cassinelli : NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed., Hydrocarbons, Method No. 1500, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1994d.