

## 인쇄기계 음향파워레벨 회귀분석

### Regression Analysis of a Printer's Sound Power Level

구진회\* · 이재원\* · 차준석\* · 서충열\* · 박형규\* · 김삼수\* · 윤희경\* · 정대관\* ·  
이규목\* · 권오상\* · 이우석†

Jinhoi Gu, Jaewon Lee, Junseok Cha, Chungyoul Seo, Hyungkyu Park, Samsoo Kim,  
Heekyung Yoon, Daekwan Jung, Kyumok Lee, Oh Sang Kwon and Wooseok Lee

저감 대책 수립을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

#### 1. 서 론

현행 소음·진동관리법에서 소음배출시설로 규정하고 있는 인쇄기계는 오래전('90년대 초)에 동력크기(마력)를 기준(50마력 이상)으로 분류되고 있으며 소음배출시설의 소유자 및 관리자는 해당 구청에 설치허가를 받거나 신고를 하도록 하고 있다. 현재 인쇄업종에서 사용되는 인쇄기계는 인쇄기술의 발달에 따라 인쇄방법 및 부속기계 등이 다양화되었고 동력 규모 및 소음발생량 등이 변화하였다. 인쇄기계의 동력규모는 인쇄에 사용되는 색상이 다양화되어감에 따라 과거에 비해 점차 증가하였으나 인쇄기술의 발달로 소음발생량은 큰 변화가 없는 실정이다. 하지만 현재의 소음진동관리법상의 인쇄기계 소음배출시설 분류 기준은 20여년 전('90년대 초)에 설정된 동력크기 기준을 적용하고 있어 주변환경에 소음영향이 작은 인쇄기계도 대부분 소음배출시설로 분류되어 중소 인쇄업종에서 과도한 규제를 받고 있는 실정이다. 이에 따라 오랫동안 인쇄기계의 소음배출시설 분류기준 완화에 대한 의견이 제기되어 왔으며 배출시설 설치 허가 또는 신고 대상이 되는 인쇄기계의 소음배출시설 분류 기준(50마력 이상)을 완화 시 인근지역 소음피해발생 가능성 및 관련 민원 증가 등 역효과도 우려되고 있는 실정이다. 이에 따라 본 논문에서는 소음배출시설로 분류되고 있는 인쇄기계의 소음발생량(음향파워레벨)에 영향을 미치는 주 요소(동력규모, 인쇄속도 등)를 검토하고 소음 발생량과의 상관관계를 규명하여 향후 인쇄기계 소음

#### 2. 국내 인쇄업종 인쇄기계 운영 현황

국내 중소 인쇄업체의 인쇄기계 운영 현황은 서울 중구, 안양, 파주 등 인쇄업종 밀집지역(총11개소)에 대해 마스터 및 옵셋 인쇄기, 윤전기 등의 인쇄기계를 중심으로 조사하였다. 국내 인쇄업체에서 사용되는 인쇄기계 종류로는 옵셋인쇄기(70%), 마스터인쇄기(25%), 윤전기(%) 순으로 많이 설치되어 있는 것으로 나타났으며, 인쇄기계 종류별 동력규모는 마스터인쇄기가 2~3 마력, 옵셋인쇄기는 25~100 마력, 윤전기는 500 마력 이상으로 조사되었다. 인쇄업체에서 가장 많이 사용하고 있는 옵셋인쇄기는 인쇄판에서 직접 피인쇄물에 인쇄를 하지 않고 중개구실을 하는 고무인쇄드럼에 1차 인쇄한 다음 고무인쇄드럼에서 피인쇄물에 2차 인쇄하는 방식의 인쇄기계로 '90년대초에는 25~49마력 인쇄기계(2~5색도)가 대부분 사용되었으며 '00년 이후로는 55~100마력 인쇄기계(4~6색도)가 사용되고 있다.

#### 3. 인쇄기계 음향파워레벨 회귀분석

##### 3.1 회귀모델의 설계

인쇄기계 음향파워레벨 회귀모델은 총 8개의 인쇄기계 음향파워레벨 정보를 기반으로 하여 총 3개의 회귀변수(인쇄속도, 동력규모(hp), 색도)를 검토했으며, 매티랩의 통계분석 기능을 이용하여 분석했다. 먼저 회귀모델은 식(1), (2)와 같이 Linear model과 Nonlinear model 설계하여 R<sup>2</sup>값이 큰 모델을 우수한 회귀모델로 선정했다.

† 교신저자; 이우석, 국립환경과학원  
E-mail: gujhgujh@korea.kr  
Tel : 032-560-8308 , Fax : 032-567-7097  
\* 국립환경과학원

Linear model:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \dots\dots(1)$$

Nonlinear model:

$$y = b_0 + b_1\log(x_1) + b_2x_2 + b_3x_3\dots(2)$$

여기서,  $y$ : 음향과위레벨

$b_0, b_1, b_2, b_3$ : 각각 Intercept, 인쇄속도(SPH, kilo Sheet Per Hour), 동력규모(hp, 마력), 색도(인쇄에 사용되는 색상 수)

\* SPH는 1시간동안 인쇄되는 인쇄물 장 수를 나타냄

$x_1, x_2, x_3$ : 각각 인쇄속도, 동력규모, 색도에 대한 관측값

Table 1은 인쇄기계 음향과위레벨의 선형 회귀모델과 비선형 회귀모델에 대한 결정계수( $R^2$ )를 나타낸다. 선형 모델과 비선형 모델의  $R^2$ 값을 비교한 결과 Table 2와 같이 Nonlinear model의  $R^2$ 값이 0.7358로 Linear model의  $R^2$ 값 0.7060보다 크게 나타나 본 연구에서는 식(1)와 같은 선형 회귀모델을 인쇄기계의 음향과위레벨 회귀모델로 선택하였다.

Table 1. The comparison of the  $R^2$  value between the linear model and the nonlinear model.

Coefficient of Determinant	Linear model	Nonlinear model
$R^2$	0.8705	0.8670

### 3.2 회귀변수의 선정

본 연구에서 설계한 인쇄기계 선형 회귀모델(식 (1))은 인쇄기계 인쇄속도, 동력규모, 색도 정보를 회귀모델의 입력값으로 하여 최소자승법(Least Mean Square Method)을 이용하여 계수  $b_0, b_1, b_2$ 를 도출하였다. 이렇게 도출된 인쇄기계의 음향과위레벨 회귀모델의 회귀변수는 Table 2와 같으며 회귀식은 식 (3)과 같다.

Table 2 The parameter of the printing machine regression model.

$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
81.42	1.00	-0.05	1.56

$$y = 81.42 + 1.0 \times x_1 - 0.05 \times x_2 + 1.56 \times x_3 \dots\dots(3)$$

식(3)에서 인쇄기계 동력규모( $x_2$ , 마력)는 음향과위레벨과의 상관성에 있어서 상관계수가 0.4279로

나타나 인쇄기계 음향과위레벨에 미치는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 또한, 인쇄기계 음향과위레벨 회귀모델에서도 음향과위레벨은 인쇄기계 마력수가 증가함에 따라 -0.05 dB씩 감소하는 것으로 나타나 마력이 인쇄기계 음향과위레벨에 미치는 영향이 거의 없는 것으로 나타나 향후 인쇄기계에 대한 회귀모델 구현 시 마력에 대한 정보는 제외하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

인쇄기계의 음향과위레벨에 대한 회귀모델을 선형 회귀모델을 이용하여 설계한 결과 인쇄속도, 동력규모, 색도 중 인쇄속도와 색도수가 인쇄기계 음향과위레벨에 영향을 미치는 주 인자(Principle component)인 것으로 나타났으며 인쇄기계 음향과위레벨은 인쇄속도가 1 kSPH(1,000장/시간) 증가함에 따라 1 dB(A) 증가하고, 인쇄 색도가 1 증가함에 따라 1.56 dB(A) 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 인쇄기계 동력규모 증가는 음향과위레벨 증가에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 본 연구에서 도출된 인쇄기계 음향과위레벨 회귀식으로부터 향후 인쇄기계 소음 저감을 위해서는 인쇄속도를 줄이는 것이 인쇄소음 저감에 효과적일 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- (1) Gu, J., 2013, "A Study on a Relevance Assessment of the Noise Emission Machinery Classification Standard of the Printing Machine in Noise and Vibration Control Act," Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 303~304.
- (2) Noise and Vibration Management Act, 2013, "The Ministry of Environment" pp. 128
- (3) KS A ISO 3744:2002 Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
- (4) Raymond H. Myers, 2000, Classical and Modern Regression with Applications, Duxbury Press, Second Edition