Journal of the Korean Society of Safety
Vol. 38, No. 1, pp. 34-41, February 2023
https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2023.38.1.34

ISSN 1738-3803 (Print)
ISSN 2383-9953 (Online)
http://www.kosos.or.kr/jkosos

식료품 제조업 전기설비의 설치환경에 따른 절연저항 변화 분석

정연수[1] · 김두현[2†] · 김성철[3]

Analysis of Insulation Resistance Change according to the Installation Environment of Food Manufacturing Electrical Equipment

Youn Su Jeong[1] · Doo-Hyun Kim[2†] · Sung-Chul Kim[3]

†Corresponding Author
Doo-Hyun Kim
Tel : +82-43-261-2463
E-mail : dhk@chungbuk.ac.kr

Received : November 29, 2022
Revised : January 27, 2023
Accepted : February 15, 2023

Copyright@2023 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Abstract : In this study, S food manufacturing business located in Chungbuk was selected as the subject, and the transition in insulation resistance in major electrical equipment used in this food manufacturing business was analyzed for 4 years (2018-2021). It was confirmed that the insulation resistance decreased over time for all 18 electrical facilities. Insulation resistance changed due to environmental influences such as load characteristics and ambient temperature. Particularly in the case of the food manufacturing industry, it was confirmed that the decrease started after 2 years, although it varied depending on equipment and environmental influences. Furthermore, it was confirmed that management through predicting the management cycle of electrical equipment is possible by deriving a regression equation through regression analysis of insulation resistance measurement values.

Key Words : isulation resistance, food manufacturing, electrical fire, electric shock

1. 서 론

소방청에 의하면 2021년도에 발생한 전기화재는 총 9,473건으로 나타났으며 전기적 요인에서는 미확인 단락(2,779건), 절연열화에 의한 단락(2,022건), 트래킹에 의한 단락(1,201건) 순으로 나타났다. 어떠한 경로 또는 원인으로 발생되었는지 알지 못하는 미확인 단락을 제외하면 절연열화에 의한 단락이 가장 높은 요인이다[1-2]. 전기시설의 대표적인 절연열화는 모터, 전기배선, 전기배선 관련 기구 등에서 나타난다. 이런 전기시설에 대해서는 환경적 영향을 주로 받는데 이 환경적 영향은 제조사마다 다르다. 특히 물과 관련된 식품업에서는 모터, 전기배선 등에 치명적인 영향을 초래한다[3-5]. 이런 이유로 최근 5년간(2017~2021년) 식료품 제조업의 감전 재해는 2017년 5명, 2018년 6명, 2019년 1명, 2020년 7명, 2021년도에는 5명이 발생하여 꾸준히 발생하는 추세를 나타내고 있다[6].

사망사고의 감전과 절연열화로 인한 전기화재는 그 수가 증가하고 있으며 이런 이유로 정부에서는 2016년도부터 직무 고시에 따라 기간별 절연저항, 접지저항 및 열화상 등의 데이터를 확보하는 것을 의무화하고 있다. 또한 산업안전보건법에 의거하여 위험성평가를 실시하고 있으며, 이러한 위험성평가는 많은 사업장에서 KRAS기법을 통하여 이행되고 있으나 감전 및 전기화재를 방지하기에는 구체적이지 않다[7]. 현재는 정부의 노력에도 절연열화를 방지할 수 있는 구체적인 대안이 다소 부족한 실정이다.

이런 절연열화에 의한 전기화재 및 감전을 방지하기 위해서는 제조업 환경 특성에 맞는 절연저항과 누설전류의 변화추이를 찾아야 한다. 특히 제조업마다 가지고 있는 환경적 특성이 전기배선에 어떤 영향을 미치는지에 대한 실태조사를 실시하여야 한다[8,9]. 실태조사에는 공정별 부하특성, 부하에 사용된 전기배선, 차단기 등을 제시하여야 하며 추가적으로 해당 사업장에

[1]대한산업안전협회 노동조합 위원장 (Labor Union, Korea Industrial Safety Association)
[2]충북대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Chungbuk National University)
[3]충북대학교 안전공학과 초빙교수 (Department of Safety Engineering, Chungbuk National University)

발생한 전기화재 및 감전 사고 사례, 절연저항 또는 누설전류 값의 추이 분석해야 한다. 이을 통하여 해당 사업장에 맞춤형 관리방안을 제시하면 체계적이고 구체적으로 안전관리가 가능하다.

본 연구에서는 물 사용 및 고온 환경과 관련된 공정이 많은 식료품 제조업을 선정하였다. 선정된 식료품 제조업은 소스를 생산하는 곳으로 소스 생산에 필요한 전기설비는 원재료 분쇄 및 절단기, 배합탱크, 컨베이어, 이송펌프 등의 각종 전열 및 동력시스템이 있다. 해당 설비에 대한 전기설비 및 환경(습도 또는 온도), 사고사례에 대한 실태조사를 실시하였으며, 회귀분석을 포함하여 4년간의 절연저항 추이를 분석하였다.

최종적으로 절연저항의 추이 분석에서 문제가 발생된 설비에 대하여는 점검 주기를 개선하는 등의 안전관리 방안을 제시하였다.

2. 식료품제조업의 공정, 전기설비, 환경 및 안전관리

2.1 식료품제조업의 공정

식료품제조업은 식료품을 생산하기 위하여 입고 단계에서 계량되고 계량된 원료를 전처리한다. 전처리된 원료는 다시 배합 및 가열하고 포장을 통하여 최종 출하된다.

Fig. 1은 소스를 제조하는 공정으로 a)는 입고 공정, b)는 계량 공정, c)는 전처리 공정, d)는 배합 및 가열 공정, e)는 이송 공정, f)는 포장 공정 및 g)는 출고 공정이다.

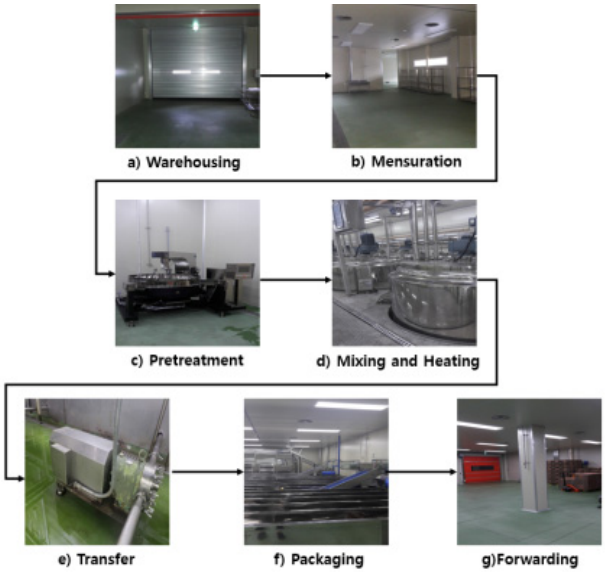

Fig. 1. Process of food production company.

2.2 식료품제조업의 전기설비

입고, 계량 및 전처리 과정에서는 환경적인 영향을 받지 않으며 실제 습도와 온도의 영향을 받는 것은 배합 및 포장 단계를 넘어가는 공정이다. 이런 공정은 배합 및 가열 공정(배합탱크), 이송 공정(이송펌프) 및 포장 공정으로 구분한다.

배합 및 가열 공정에서 사용하는 주요 설비는 배합탱크이다. 배합탱크는 소스 생산 시 원료를 혼합 및 가열하는 설비로서 총 6개의 배합탱크로 구성되어 있다. 배합탱크의 용량은 각 2,000 ℓ 이며, 주요재질은 STS304로 되어 있다. 배합탱크의 외부에는 자켓이 설치되어 있어 보일러에서 생산된 스팀이 배관을 통하여 자켓으로 공급되어 소스를 가열시킨다. Fig. 2는 배합 및 가열 공정에 대한 회로 및 설비를 나타내었다.

이송 공정은 배합탱크에서 생산된 소스 등 제품을 포장 등 다음 공정으로 이송되는 설비로서 각 배합탱크 하단에 설치된다. 이송펌프는 배합탱크 1개당 1개씩으로 총 6개를 구성되어 있다. 각 이송펌프는 0.07 m^3/min으로 재질은 STS304로 되어 있다. Fig. 3은 이송공정에서 사용하는 이송펌프의 회로 및 설비를 나타내었다.

포장 공정에서는 컨베이어, 제함기 등 다양한 설비를 사용하지만 그 중 고온 환경과 물과 접촉이 많은

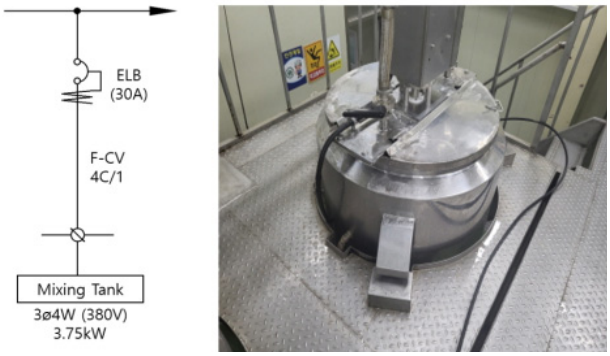

Fig. 2. Mixing tanks in mixing and heating processes.

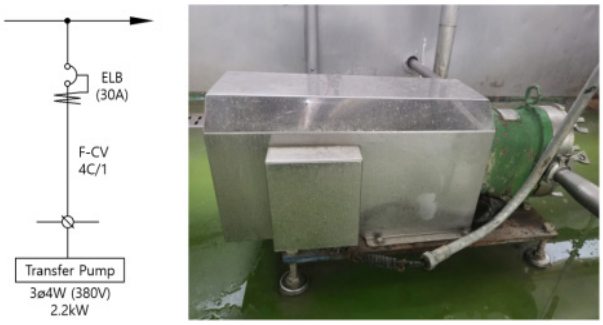

Fig. 3. Transfer pump in transfer process.

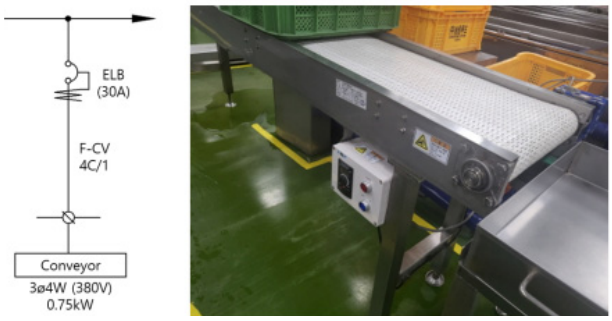

Fig. 4. Conveyor in packaging process.

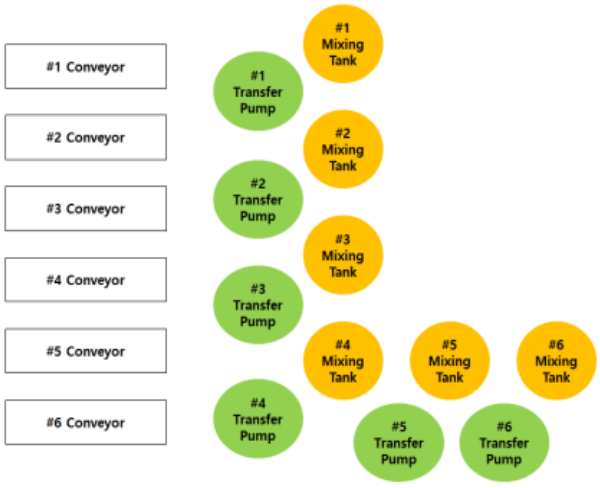

Fig. 5. Layout of electrical equipment.

컨베이어를 선정하였다. 컨베이어는 총 6개로 폭 400 ㎜, 길이 2,500 ㎜, 높이 1,100 ㎜인 벨트컨베이어이며, 주요 재질은 STS304로 되어 있다. Fig. 4는 포장공정에서 사용하는 컨베이어의 회로 및 설비를 나타내었다.

Fig. 5는 각 6개씩의 배합탱크, 이송펌프 및 컨베이어의 설치 위치를 나타낸 그림이다.

2.3 식료품제조업의 환경

제품 생산 및 청결 유지 등을 위하여 이송펌프 등 전기설비 주변에서 물 사용이 빈번하게 발생하며, 배합 및 가열 중일 경우 주변에 설치된 전기 배선 주위의 온도는 90℃이상, 습도는 약 65%이상을 유지하고 있다. 제조 공정시간은 하루 14~16시간으로 이 시간에는 항상 해당 온도가 유지된다.

생산 공정에서 중 이런 온도 및 습도는 배합 및 가열 공정, 이송 공정, 포장 공정에 노출이 가장 많이 되며 특히 배합 및 가열 공정이 가장 취약하다.

이번 절연저항 분석을 위하여 선정한 식료품 제조업의 경우에도 감전 위험성이 높은 상태이다. 2017년도에는 2건, 2018년도 3건, 2019년도 3건, 2020년도 2건,

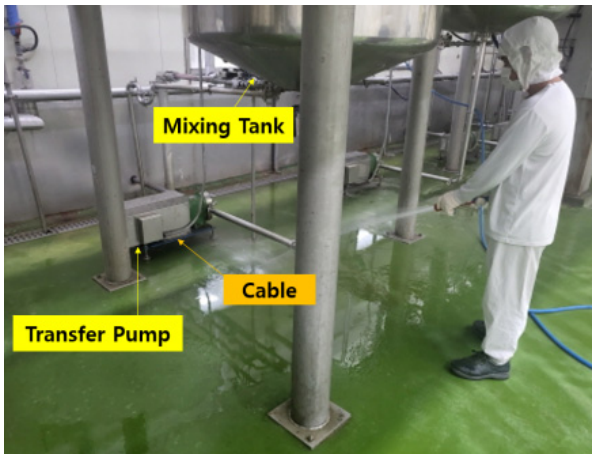

Fig. 6. Type of cleaning around electrical equipment.

2021년도 3건 등의 감전으로 인한 아차사고가 발생하였다. 대부분의 아차 사고는 물의 사용이 빈번하고 주위 온도가 높은 배합 또는 가열 공정에서 발생하였으며, 근로자가 순간적으로 물기가 묻은 손으로 전기설비를 취급하다가 발생하였다. Fig. 6은 식료품 제조업 내 전기설비 주변에서 물을 이용하여 청소하는 모습을 나타낸 그림이다.

2.4 식료품제조업의 전기설비 관련법 및 위험성평가

식료품제조업에 대하여 전기설비에 대한 법적 규제 현황으로는 전기안전관리자의 직무에 관한 고시, 산업안전보건법 등이 있다.

2016년 전기설비의 절연저항의 감소로 인하여 발생하는 사고를 예방하기 위하여 산업통상자원부에서는 “전기안전관리자의 직무에 관한 고시”가 제정되었다. 제3조 [안전관리규정의 작성]에 의하면 절연저항은 필수적으로 연도별로 측정하여야 하며 필요시에는 반기마다 측정하고 기록하도록 되어 있으며, 위반 시에는 과태료를 부과하도록 되어 있다[10]. 하지만 이러한 고시가 제정되었음에도 지속적으로 전기 화재와 감전 재해가 지속적으로 발생하고 있다. 이런 이유는 여러 가지가 있겠지만 전기 설비 주변의 온도 및 습도 등 환경적 요소를 고려하지 않고 일괄적으로 동일한 기준을 적용하기 때문이다. 따라서 절연저항의 기준을 수립하는 경우에는 전기 설비의 용량 등 특수성과 전기설비를 사용하는 장소의 온도 및 습도 등 환경적 요소가 고려되어야 할 것이다.

일반적으로 식료품제조업 등의 사업장에서 산업안전보건법에 의한 위험성평가를 실시하는 경우에는 전기적 요인으로 아래와 같은 유해위험요인이 포함되어 있으나 절연저항 감소에 의한 위험요인이 포함되어 있지

Table 1. Electrical Hazards in the risk assessment

No.	Electrical Hazard
1	Risk of electric shock due to non-grounding of electrical equipment
2	Risk of electric shock due to exposure of live parts of electrical equipment
3	Risk of electric shock due to not wearing protective equipment when handling electrical equipment

않은 경우가 많아 오직 위험성평가만을 통하여 전기화재 및 감전 재해를 예방하기에는 미흡한 부분이 있다.

Table 1은 연구 대상의 식료품제조업 사업장의 위험성평가표에서 발췌한 전기적 요인을 나타낸 것이다.

3. 절연저항 측정 장치 및 방법

식료품 제조업의 전기설비의 절연저항의 추이 특성을 파악하기 위하여 충북에 위치한 소스류 등을 생산하는 S 사업장에서 사용하는 주요 위험 전기 설비 4년간(2018~2021)의 절연저항을 측정하였다.

절연저항을 측정하기 위한 장비로는 FLUKE사의 1503 모델을 사용하였으며, 측정 위치는 대상 전기설비의 차단기 2차측 부분을 전원을 차단한 상태에서 측정하였다. Fig. 7은 절연저항의 측정 위치를 나타낸 그림이다.

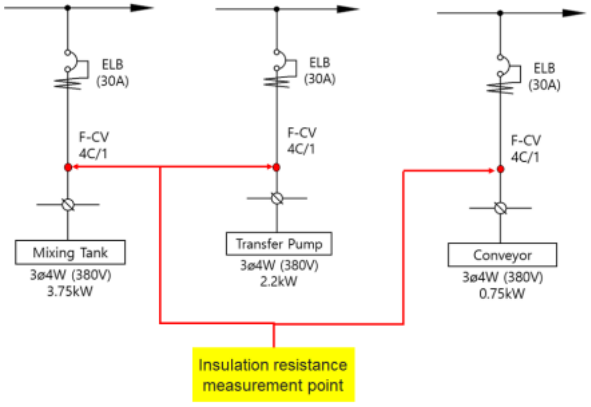

Fig. 7. Measurement points of insulation resistance.

4. 식료품제조업의 공정 별 절연저항 분석 및 안전관리방안

S 식료품 제조업의 경우 2018~2021년의 4년 동안 매 분기마다 절연저항값을 측정하였다. 절연저항은 법적으로는 연 1회 실시하면 되지만, 해당 사업장은 감전 및 전기화재에 대한 재해가 지속적으로 발생하고 있는 위험사업장으로 판단되어 매 분기마다 측정하였으며 공정별 절연저항 감소 추이를 분석하였고 문제가 되는 설비에 대하여 회귀분석을 실시하였다. 본 회귀분석은 전기설비의 점검 및 교체 주기를 판단하기 위한 자료를 도출하는데 목적이 있다.

4.1 배합 및 가열 공정

Fig. 8는 배합 및 가열 공정의 주요 설비인 6개의 배합탱크의 절연저항을 측정하여 나타내었다. 1번의 배합탱크의 경우는 4년 동안 안정적인 절연저항값을 유지하였으나 2번, 3번 및 6번의 경우는 분기별 차이는 있으나 최소 100 MΩ까지 감소한 경향을 보였다. 그 이후 이 설비들의 경우는 절연저항이 유지됨을 확인할 수 있다. 그러나 4번과 5번의 배합탱크의 경우는 그 하락 폭이 지속적으로 발생된 것으로 보아 환경적 영향이 있는 것으로 판단되었다.

2017년도에 설치된 4번 배합 탱크의 경우 2018년 3분기까지 150~160 MΩ을 유지하다가 2019년도에 100 MΩ으로 하락하였고 2022년도에는 15~20 MΩ이하까지 떨어졌다. 3년간에 절연저항이 급히 하강한 상태로 보이며 설치위치와 환경(90℃)이 열악한 것으로 판단되었다.

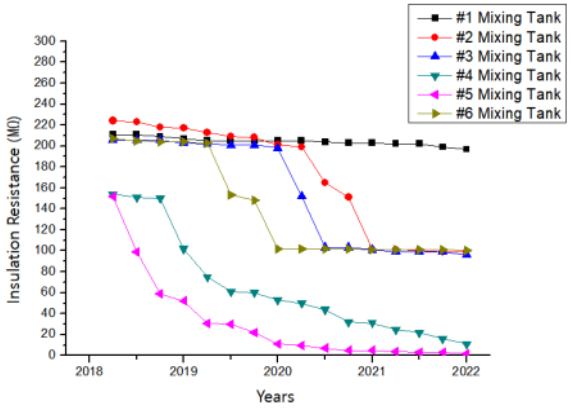

Fig. 8. Insulation resistance of mixing tank.

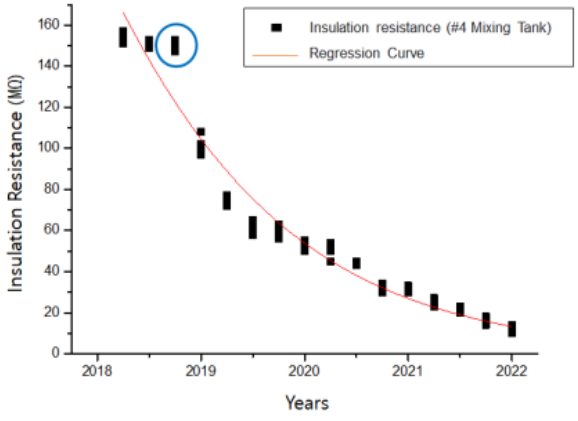

Fig. 9. Regression analysis for insulation resistance at #4 mixing tank.

Table 2. Regression equation for insulation resistance at #4 mixing tank

Equation		y=a/(1+exp(-k*(x-xc)))
Value	a	902.08565
	xc	2016.19706
	k	-0.7248

4번 배합 탱크의 경우는 100 MΩ 이하부터는 분기별로의 절연저항측정이 필요하다. Fig. 9는 4번 배합 탱크의 절연저항값의 추이 변화와 회귀분석이며, Table 2은 4번 배합 탱크의 절연저항 회귀분석 식을 나타내었다. 이 식에서 a는 주기(amplitude), xc는 중심(center) 그리고 k는 계수(coefficient)를 나타낸다.

4번 배합탱크와 마찬가지로 2017년도에 설치된 5번 배합 탱크는 150 ~ 160 MΩ을 유지하다가 2018년 하반기에 50 ~ 60 MΩ에서 2022년도에서는 0.5 ~ 0.8 MΩ으로 법정 안전수치 이하의 값을 보였으며 해당 설비에 주요 판단 기준 절연저항값을 50 MΩ으로 하여 분기별 절연저항을 측정함으로써 감소할 경우는 교체 및 관리가 요구된다. Fig. 10은 5번 배합 탱크의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 3은 5번 배합 탱크의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타내었다. 이 식에서 a는 주기(amplitude), xc는 중심(center) 그리고 k는 계수(coefficient)를 나타낸다.

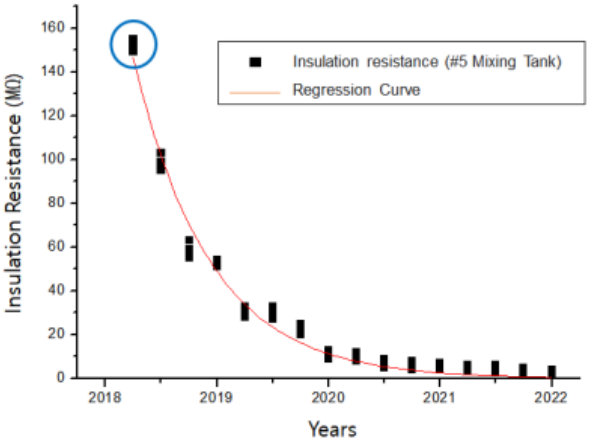

Fig. 10. Regression analysis for insulation resistance at #5 mixing tank.

Table 3. Regression equation for insulation resistance at #5 mixing tank

Equation		y=a/(1+exp(-k*(x-xc)))
Value	a	513050.97552
	xc	2012.67834
	k	-1.46477

4.2 이송 공정

Fig. 11은 이송 공정에서 사용하는 6개의 이송펌프의 절연저항값을 나타내었다. 이송 공정에서 1번, 2번, 6번의 경우는 100 MΩ의 값으로 안정적인 절연저항값을 유지하고 있다. 추가적으로 6번 이송펌프의 경우는 2021년 4분기에 200 MΩ에서 100 MΩ으로 하락하였으나 정상범위에 있어 본 설비를 제외하고 3번, 4번 및 5번의 이송 펌프에 대하여 회귀분석을 실시하였다.

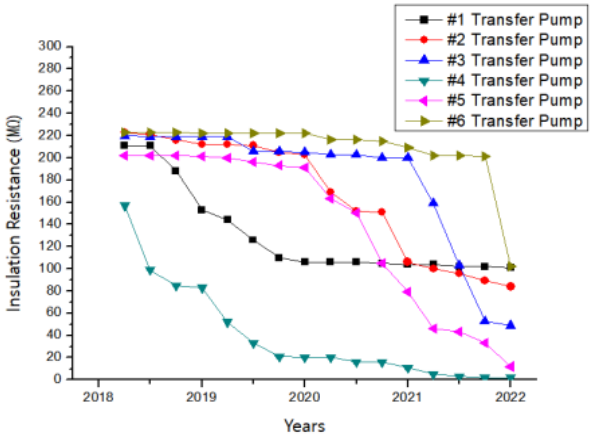

Fig. 11. Insulation resistance of transfer pump.

2017년도에 설치된 3번 이송 펌프의 경우에는 2018년도부터 2020년도 4분기까지 3년간 200 MΩ의 절연저항을 유지하다가 2021년 4분기에는 50 MΩ으로 150 MΩ이 감소하였다. 이 이송펌프에 대한 점검 주기는 2021년도 1분기에 나타난 160 MΩ에서 절연저항 측정값이 급격히 감소한 2021년도 4분기를 나타낸 것으로 보아 년도별이 아닌 분기별 절연저항 측정이 필요하다.

단, 2021년도 4분기에는 50 MΩ으로 정상적인 값을 보이고 있으나 관심을 필요한 설비로 나타났다. Fig. 12는

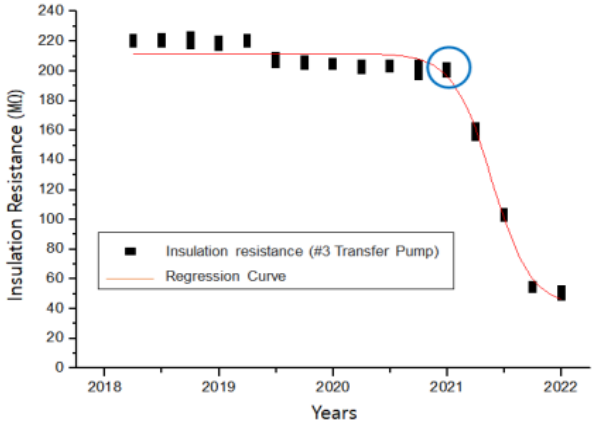

Fig. 12. Regression analysis for insulation resistance at #3 transfer pump.

Table 4. Regression equation for insulation resistance at #3 transfer pump

Equation		y=A2+(A1-A2)/(1+exp((x-x0)/dx))
Value	A1	211.72597
	A2	41.8127
	x0	2021.39122
	dx	0.16988

3번 이송 펌프의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 4는 3번 이송 펌프의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타내었다. 이 식에서 A1은 초기값(initial value), A2는 최종값(final value), x0는 중심(center), dx는 시간상수(time constant)를 나타낸다.

2017년도에 설치된 4번 이송 펌프는 2018년 4분기까지 80 MΩ을 유지하다가 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 본 이송 펌프의 경우도 80 MΩ을 주요 점검 포인트로 설정할 필요가 있다. Fig. 13은 4번 이송 펌프의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 5는 4번 이송 펌프의 절연저항 회귀분석식을 나타내었다. 이 식에서 A1은 하단 점근선(bottom asymptote), A2는 상단 점근선(top asymptote), LOGx0는 중심(center), p는 기울기(hill slope)를 나타낸다.

다른 이송펌프와 마찬가지로 2017년도에 설치된 5번 이송 펌프는 2019년 4분기까지 200 MΩ의 절연저항을

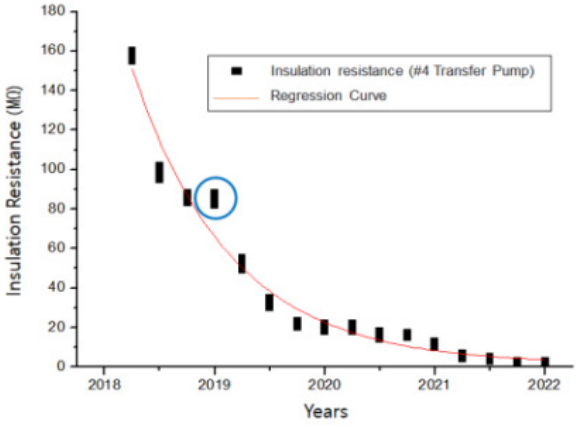

Fig. 13. Regression analysis for insulation resistance at #4 transfer pump.

Table 5. Regression equation for insulation resistance at #4 transfer pump

Equation		y=A1+(A2-A1)/(1+10A((LOGx0-x)*p))
Value	A1	1.44363
	A2	137522.25696
	LOGx0	2012.15457
	p	-0.48618

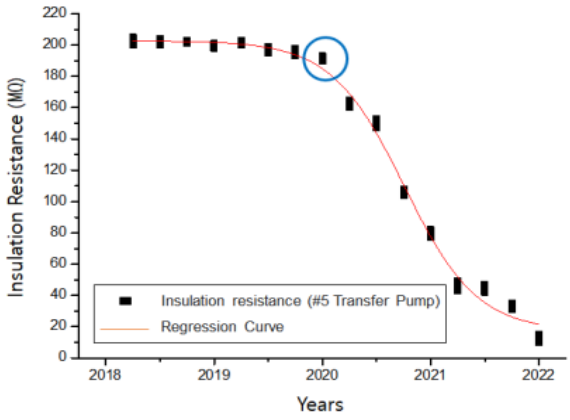

Fig. 14. Regression analysis for insulation resistance at #5 transfer pump.

Table 6. Regression equation for insulation resistance at #5 transfer pump

Equation		y=A2+(A1-A2)/(1+exp((x-x0)/dx))
Value	A1	202.72001
	A2	17.09148
	x0	2020.75569
	dx	0.33642

유지하다가 절연저항이 급격히 감소하여 2021년도 4분기에는 10 MΩ까지 절연저항이 감소함을 보였다. 급격한 감소는 해당 부하적 특성 및 환경적 영향으로 100℃ 이상의 온도가 발생되는 것으로 확인되었다. 분기별 측정 기준은 100 MΩ이하로 도출하였다. Fig. 14는 5번 이송 펌프의 절연저항값의 추이 변화와 회귀분석이며, Table 6은 5번 이송 펌프의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타내었다. 이 식에서 A1은 초기값(initial value), A2는 최종값(final value), x0는 중심(center), dx는 시간상수(time constant)를 나타낸다.

4.3 포장 공정

Fig. 15는 포장 공정에서 사용하는 6개의 컨베이어의 절연저항값을 나타내었다. 1번, 2번, 6번의 경우는 안정적인 절연저항값을 유지하고 있으며 3번~5번의 컨베이어에서는 지속적 하락을 유지하고 있어서 본 설비에 대한 회귀분석을 실시하였다.

2017년도에 설치된 3번 컨베이어의 경우에는 2019년 4분기까지 200~210 MΩ을 유지하였고 2020년부터 2021년 전반기까지 110~120 MΩ이었다. 이후에는 절연저항이 감소하는 경향을 보였다. 분기별 점검 기준을 200 MΩ으로 하였다. Fig. 16은 3번 컨베이어의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 7은 3번 컨베이어의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타내었다.

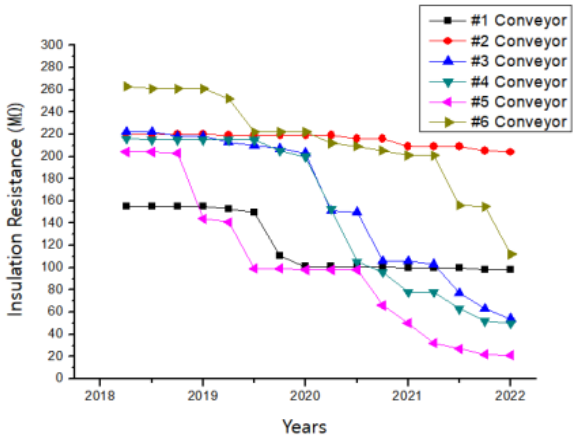

Fig. 15. Insulation resistance of conveyor.

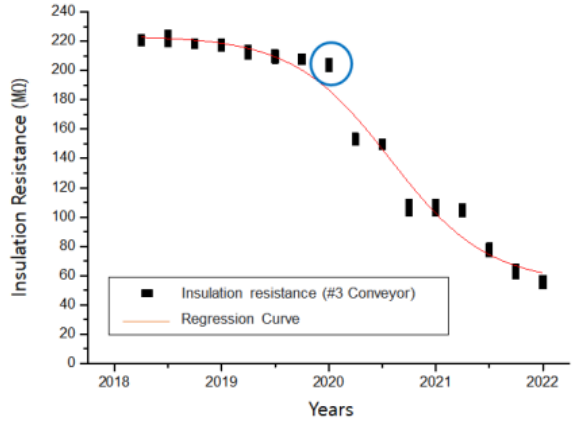

Fig. 16. Regression analysis for insulation resistance at #3 conveyor.

Table 7. Regression equation for insulation resistance at #3 conveyor

Equation		y=A1+(A2-A1)/(1+10^((LOGx0-x)*p))
Value	A1	55.08633
	A2	223.51109
	LOGx0	2020.57664
	p	-0.96117

이 식에서 A1은 하단 점근선(bottom asymptote), A2는 상단 점근선(top asymptote), LOGx0는 중심(center), p는 기울기(hill slope)를 나타낸다.

마찬가지로 2017년도에 설치된 4번 컨베이어는 2020년 1분기까지 절연저항이 200 MΩ를 유지하다가 2021년 4분기에는 40 MΩ까지 감소하는 경향을 보였다. 본 설비의 경우에는 200 MΩ부터가 분기별 점검 주기로 나타났다. Fig. 17은 4번 컨베이어의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 8은 4번 컨베이어의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타내었다. 이 식에서

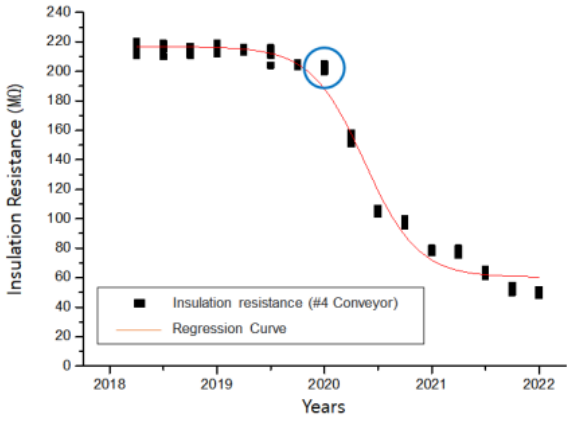

Fig. 17. Regression analysis for insulation resistance at #4 conveyor.

Table 8. Regression equation for insulation resistance at #4 conveyor

Equation		y=A1+(A2-A1)/(1+10^((LOGx0-x)*p))
Value	A1	60.35484
	A2	216.77266
	LOGx0	2020.37328
	p	-1.74244

A1은 하단 점근선(bottom asymptote), A2는 상단 점근선(top asymptote), LOGx0는 중심(center), p는 기울기(hill slope)를 나타낸다.

2017년도 설치된 5번 컨베이어는 2018년 3분기까지 200~210 MΩ을 유지하다가 2019년 2분기부터 100 MΩ으로 절연저항이 절반으로 감소하였으며 2021년 4분기에는 20 MΩ으로 나타났다. 본 설비에서의 분기별 주요 점검 값은 200 MΩ으로 나타났다. Fig. 18은 5번 컨베이어의 절연저항값의 추이변화와 회귀분석이며, Table 9은 5번 컨베이어의 절연저항 회귀분석에 대한 식을 나타

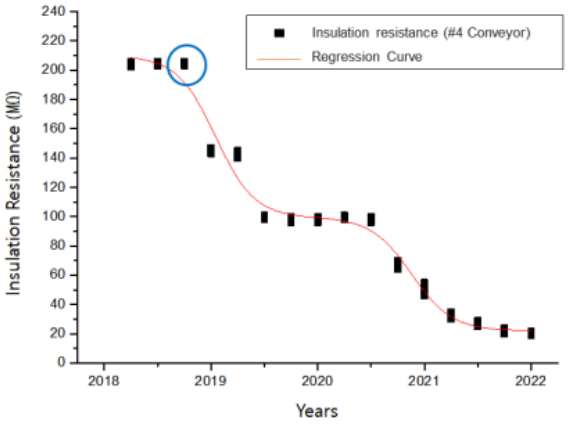

Fig. 18. Regression analysis for insulation resistance at #5 conveyor.

Table 9. Regression equation for insulation resistance at #5 conveyor

Equation		y=A1+section1+section2 section1=p/pow(10,LOGx01-x)*h1 section2=p/pow(10,LOGx02-x)*h2
Value	A1	22.01847
	LOGx1	2019.04297
	LOGx2	2020.87934
	h1	-2.39804
	h2	-2.2905
	p	0.58771

내었다. 여기서 A1은 (Bottom), LOGx1은 첫 번째 반수영향농도(1st EC50), LOGx2는 두 번째 반수영향농도(2nd EC50) h1은 첫 번째 기울기(slope1), h2는 두 번째 기울기(slope2), p는 비례(proportion)를 나타낸다.

Fig. 8 ~ Fig. 18에 대하여 작업환경이 제조시간과 관계가 있었다. 모든 설비가 14 ~ 16시간으로 운용되고 있으며 야간에는 정지시킨다. 운행시에는 최고 90℃의 온도를 보였으며 제조설비는 항상 이 온도에 노출되고 있고 식품제조업의 특성상 절연저항의 측정은 기존의 1년이기 보다는 공정상의 하락 시점을 찾고 이 때부터 집중적 관리가 필요하였다.

5. 결 론

본 연구에서 충북에 위치한 소스류를 생산하는 S 식료품 제조업의 배합 및 가열, 이송 및 포장 공정에 대하여 4년(2018 ~ 2021)간의 절연저항 추이를 분석하였으며 이를 통한 안전관리 방안을 제시하였다. 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 배합 및 가열, 이송, 포장 공정에서 대부분의 경우 200 MΩ의 절연저항을 유지하다가 이후부터 급격히 하락하는 경향을 보였으며 급격히 하락한 이유는 물기 등 수분에 의한 잦은 노출과 가열 작업 시의 90℃이상의 주위온도 등의 환경적 영향으로 확인되었다.

2. 식료품 제조업의 배합 및 가열, 이송, 포장 공정에 대하여 공정별로 절연저항이 급격히 하락하는 시점이 있었으며 그 시점에 대한 절연저항값을 제시하였다. 따라서 현재 절연저항 측정은 1년에 한 번으로 되어 있지만 식료품 제조업의 경우는 공정별로의 제시된 절연저항값(급격히 하락하는 시점)을 바탕으로 측정 횟수를 늘려 조기에 문제를 발견할 필요가 있다.

3. 본 데이터는 식료품 제조업의 공정별로의 절연저항을 제시한 것으로 해당 공정 내 설치된 식료품 제조업은 적용이 가능하나 다른 공정의 경우는 본 논문의 방법을 이용하면 보다 객관적인 관리가 가능할 것으로 본다.

References

1) National Fire Agency, National Fire Date System, 2021.
2) Korea Electrical Safety Coperation, “2021 A Statistical Analysis on the Electrical Accident”, 2022.
3) J. H. Ju and S. K Na, “Implementation of Leakage Monitoring System Using ZigBee”, Journal of Advanced Navigation Technology , pp107-112, 2017.
4) D. H. Kim, E. J. Kim and S. C. Kim, “A study on Intelligent Technique for Correlation Application of OverCurrent and Leakage Current Signals in the Indoor Wiring”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 30, No. 4, pp. 14-19, 2019.
5) B. C. Kim, “The Implementation of the System-on-board Controllable the Electrical Fires due to Ground Fault, Arc Fault and overload”, The Journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences, Vol. 15, No. 2, pp. 419-424, 2011.
6) Statistics Korea, Korea Statistical Imformation Service, 2022.
7) Ministry of Employment and Labor, Occupational Safety and Health Act, 2022.
8) D. H. Kim, S. C. Kim and K. C. Kim, “Analysis of Thermal Characteristics of the Electrical Socket-Outlet by Overcurrent”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 34, No. 3, pp. 8-14, 2019.
9) K. C. Kim, D. H. Kim and S. C. Kim, “Analysis of Thermal Characteristics and Insulation Resistance based on Usage Environment and Current Value of Electrical Socket Outlet”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 34, No. 5, pp. 22-30, 2019.
10) Ministry of Trade, Industry and Energy, Notice on the Job of Electrical Safety Manager, 2022.