



기술 참조

	PAGE		PAGE
단위 환산표	4	유체 라인 액세스리벨 압력 손실 추정 (예측)	11
노즐 특성 기초	5	스케줄 40 강관의 통과 유량	12
스프레이 입자경 (미세분무)	6	기타 스프레이 성능 고려사항	13
입자경 용어	7	스프레이 노즐 결함의 공통 원인	14
용량	8	스프레이 노즐 문제의 예방 및 해결	15
스프레이 각도와 커버리지	9	일반 안전 지침	16
충격력	10		

단위 환산표

유량 단위 환산

	Cubic Centimeter	Fluid Ounce	Pound of Water	Liter	US Gallon	Cubic Foot	Cubic Meter
Cubic Centimeter	1	.034	2.2×10^{-3}	.001	2.64×10^{-4}	3.53×10^{-5}	1.0×10^{-6}
Fluid Ounce	29.4	1	.065	.030	7.81×10^{-3}	1.04×10^{-3}	2.96×10^{-5}
Pound of Water	454	15.4	1	.454	.12	.016	4.54×10^{-4}
Liter	1000	33.8	2.2	1	.264	.035	.001
US Gallon	3785	128	8.34	3.785	1	.134	3.78×10^{-3}
Cubic Foot	28320	958	62.4	28.3	7.48	1	.028
Cubic Meter	1.0×10^6	3.38×10^4	2202	1000	264	35.3	1

유체 압력 환산

	Lb/In ² (psi)	Ft Water	Kg/Cm ²	Atmosphere	Bar	Inch Mercury	kPa
Lb/In ² (psi)	1	2.31	.070	.068	.069	2.04	6.895
Ft Water	.433	1	.030	.029	.030	.882	2.99
Kg/Cm ²	14.2	32.8	1	.968	.981	29.0	98
Atmosphere	14.7	33.9	1.03	1	1.01	29.9	101
Bar	14.5	33.5	1.02	.987	1	29.5	100
Inch Mercury	.491	1.13	.035	.033	.034	1	3.4
kPa (kilopascal)	.145	.335	.01	.009	.01	.296	1

길이 단위 환산

	Micron	Mil	Millimeter	Centimeter	Inch	Foot	Meter
Micron	1	.039	.001	1.0×10^{-4}	3.94×10^{-5}	-	-
Mil	25.4	1	2.54×10^{-2}	2.54×10^{-3}	.001	8.33×10^{-5}	-
Millimeter	1000	39.4	1	.10	.0394	3.28×10^{-3}	.001
Centimeter	10000	394	10	1	.394	.033	.01
Inch	2.54×10^4	1000	25.4	2.54	1	.083	.0254
Foot	3.05×10^5	1.2×10^4	305	30.5	12	1	.305
Meter	1.0×10^6	3.94×10^4	1000	100	39.4	3.28	1

기타 환산과 공식

단위	환산값	단위	환산값 및 공식
Ounce	28.35 Gr.	Acre	43,560 ft ²
Pound	.4536 Kg.	Fahrenheit (°F)	= 9/5 (°C) + 32
Horse-Power	.746 Kw.	Celsius (°C)	= 5/9 (°F - 32)
British Thermal Unit	.2520 Kg. Cal.	Circumference of a Circle	= 3.1416 x D
Square Inch	6.452 cm ²	Area of a Circle	= .7854 x D ²
Square Foot	.09290 m ²	Volume of a Sphere	= .5236 x D ³
Acre	.4047 Hectare	Area of a Sphere	= 3.1416 x D ²

치수

카탈로그 도표는 일반적으로 명목상으로 오리피스 치수를 나타내며, 고객 요청에 따라 특정 치수도 이용 가능하다.

노즐 특성 기초

스프레이 노즐은 특정 조건 하에서 매우 특정한 성능을 발휘하기 위해 설계된 정밀 부품이다. 귀하의 어플리케이션을 위한 최적의 노즐 결정을 돕기 위해 각 노즐 타입이 제공하는 성능을 아래 참고 차트에 요약하였다.

	<p>부채꼴 (Flat) 스프레이 (테이퍼 테두리)</p> <p>일반적인 스프레이 특성 테이퍼 테두리의 부채꼴 스프레이 패턴 노즐은 주로 헤더에 설치되어 오버랩 분사를 이용하여 전체 폭에 걸쳐 균일한 커버리지를 제공한다.</p>	<p>주석 충격 구역에 걸쳐 균일하고 포괄적인 커버리지를 위한 스프레이 매니폴드 또는 헤더 사용 용도로 설계되었다.</p> <p>스프레이 패턴:</p> <p>스프레이 각도: 15° ~ 110°</p>
	<p>원형 (Full Cone)</p> <p>일반적인 스프레이 특성 최소한의 흐름 방해로 원형 패턴의 상대적으로 거친 입자를 제공한다.</p>	<p>주석 중유량에서 대유량의 팍 찬 스프레이 패턴을 제공한다. 벤 없는(Vaneless) 모델과 타원형 스프레이 모델도 이용 가능하다.</p> <p>스프레이 패턴:</p> <p>스프레이 각도: 15° ~ 125°</p>
	<p>일류체 미세분무 (Atomizing) (일류체, 미세 안개)</p> <p>일반적인 스프레이 특성 중공원형 패턴의 일류체, 미세 분무, 저용량 스프레이.</p>	<p>주석 압축 에어가 사용되지 않는 미세분무 스프레이를 생성하기 위해 사용된다.</p> <p>스프레이 패턴:</p> <p>스프레이 각도: 35° ~ 165°</p>
	<p>일류체 미세분무 (Air Atomizing)와 에어 지원 (Air Assisted)</p> <p>일반적인 스프레이 특성 에어와 액체 압력의 조합으로 생성된 미세분무. 에어 지원 노즐은 미세 입자 생성을 돕기 위한 내부 충돌 미세분무화가 특징이다.</p>	<p>주석 광범위한 용량으로 미세분무 스프레이 생성을 위해 가장 널리 사용되는 노즐 그룹.</p> <p>스프레이 패턴:</p>

원형과 부채꼴 스프레이 패턴

스프레이 입자경 (미세분무화)

정확한 입자경 정보는 스프레이 노즐 작업의 전반적인 효율에 있어 중요한 요소이다. 입자경은 노즐의 스프레이 패턴을 구성하는 개별 스프레이 입자 크기를 나타낸다. 각 스프레이는 입자경의 범위를 제공하며, 이 범위는

입자경의 분포로 나타낸다. 입자경 분포는 스프레이 패턴 타입에 의해 결정되며 각 타입에 따라 상당히 다른 분포를 나타낸다. 가장 작은 입자경은 이류체 미세분무 노즐로 생성되며, 가장 큰 입자경은 원형 일류체 스프레이 노즐로 생성된다.



액체 특성, 노즐 용량, 스프레이 압력과 스프레이 각도 역시 입자경에 영향을 준다. 스프레이 압력이 낮을수록 더 큰 입자경을 제공한다. 반대로, 스프레이 압력이 높을수록 더 작은 입자경을 생성한다.

각각의 스프레이 패턴 타입에서 가장 작은 용량은 가장 작은 스프레이 입자를 생성하며, 가장 큰 용량은 가장 큰 스프레이 입자를 생성한다.

입자경 (다양한 압력과 용량에서의 스프레이 패턴에 따른)

스프레이 패턴 종류	0.7 bar (10 psi)			2.8 bar (40 psi)			7 bar (100 psi)		
	용량 gpm	용량 l/min	VMD 미크론	용량 gpm	용량 l/min	VMD 미크론	용량 gpm	용량 l/min	VMD 미크론
이류체 미세분무	.005 .02	.02 .08	20 100	.008 8	.03 30	15 200	12	45	400
미세 스프레이	.22	.83	375	.03 .43	.1 1.6	110 330	.05 .69	.2 2.6	110 290
중공원형	.05 12	.19 45	360 3400	.10 24	.38 91	300 1900	.16 38	.61 144	200 1260
부채꼴	.05 5	.19 18.9	260 4300	.10 10	.38 38	220 2500	.16 15.8	.61 60	190 1400
원형	.10 12	.38 45	1140 4300	.19 23	.72 87	850 2800	.30 35	1.1 132	500 1720

이용 가능한 광범위한 입자경을 보여주기 위해 선택된 노즐의 표본에 기초.

산업에서 이용되는 가장 일반적인 입자경 분포 함수 중 하나는 ASTM® 규격 E799-03 분석이다:

$$d_{pq}^{(p-q)} = \left[\frac{S N d_i^p}{S N d_i^q} \right]$$

ASTM 규격 E799-03은 PMS-OAP 및 PDPA와 같은 단일 입자 계측기로 분류된 분석기 사용에 가장 적합하다. 이 규격은 입자 개수/직경을 분류하기 위해 사용되며, 분포와 특성 또는 평균 지름을 측정하는데도 사용된다.

입자경 용어

용어는 입자경을 이해하는 데에 있어 흔히 불일치와 혼동의 주요한 원인이 된다. 평균치(Mean Diameters) 및 지표 직경(Characteristic Diameters)은 입자경 분포로부터 알아낸 직경이다 (그림 1 참고). 각 노즐의 입자경을 비교하기 위해 동일한 직경이 사용되어야 한다.

예를 들어, 한 노즐의 $D_{V0.5}$ 와 또 다른 노즐의 D_{32} 를 비교할 수 없다. 다음은 가장 널리 사용되는 평균치(Mean)와 지표 직경(Characteristic Diameters)과 그에 따른 정의 및 가장 적절한 사용 용도의 정리이다. 입자경 용어는 ASTM® 규격 E1620-97에서 찾을 수 있다.

$D_{V0.5}$: 부피 중간 직경(Volume Median Diameter; VMD 또는 또는 MVD). 스프레이 되는 액체의 부피와 관련하여 입자경을 나타내는 방법. VMD는 스프레이 된 액체의 전체 부피 (또는 질량)가 중간 값보다 더 큰 직경의 입자가 50%, 중간 값보다 작은 입자가 50%으로 구성된 곳의 값이다. 이 값은 다양한 분석기로부터 평균 입자경을 비교하는데 널리 이용된다.

D_{32} : 자우터 평균 직경(Sauter Mean Diameter; SMD)은 스프레이에 의해 생성된 표면과 관련하여 스프레이의 미세함을 나타내는 방법이다. SMD는 모든 입자의 전체 표면에 대한 모든 입자의 전체 부피로서의 표면적을 대비 동일한 부피를 가지는 입자의 직경이다. 이 값은 화학 반응에서의 효율과 물질 이동 속도를 측정하는데 널리 이용된다.

$D_{V0.1}$: 스프레이 된 액체의 전체 부피 (또는 질량)가 이 값보다 작거나 동일한 직경의 입자가 10%으로 구성된 곳의 값. 이 직경은 개별 입자의 잠재적 드리프트를 평가하는데 적합하다.

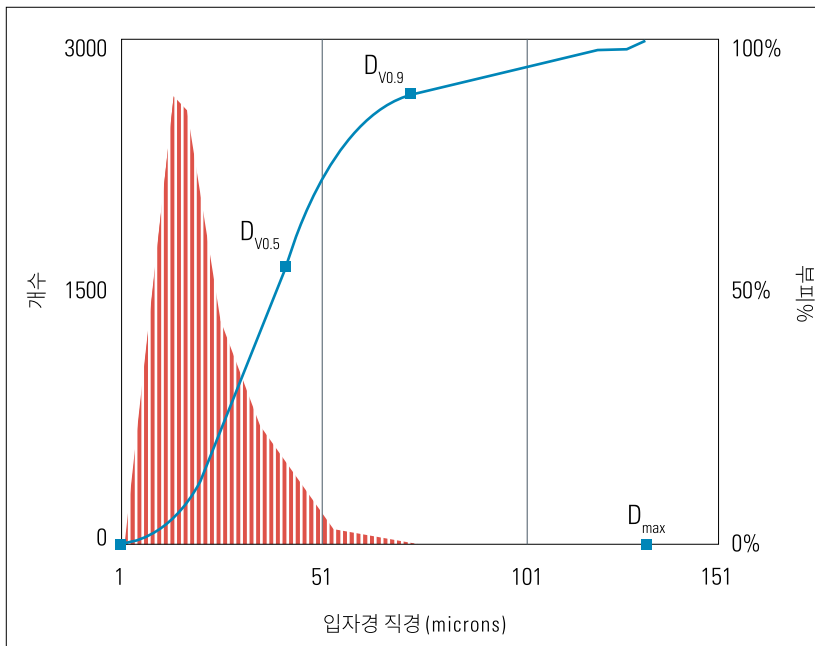
$D_{V0.9}$: 스프레이 된 액체의 전체 부피 (또는 질량)가 이 값보다 작거나 동일한 직경의 입자가 90%으로 구성된 곳의 값. 이 측정값은 스프레이의 완전한 증발이 요구될 때 적합하다.

$D_{N0.5}$: 숫자 중간 직경(Number Mean Diameter; NMD)은 스프레이 내의 입자 수와 관련하여 입자경을 나타내는 방법이다. 이것은 숫자로 세어진 입자 중 50%가 중간 직경보다 작고, 입자의 50%는 중간 직경보다 크다는 것을 의미한다.

입자경 분포: 입자 크기 분포는 스프레이 표본에 나타난다. 이 분포는 일반적으로 크기 대(vs.) 현재 누적된 부피에 의해 나타낸다.

상대적 분포 구간 지수(Relative Span Factor; RSF) : 입자경 분포의 균일함을 나타낸다. RSF는 다음과 같이 정의된다:

$$\frac{D_{V0.9} - D_{V0.1}}{D_{V0.5}}$$



용량

노즐 용량은 스프레이 압력에 따라 변화한다.
일반적으로, 유량과 압력 간의 관계는 다음과 같다:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(P_1)^n}{(P_2)^n}$$

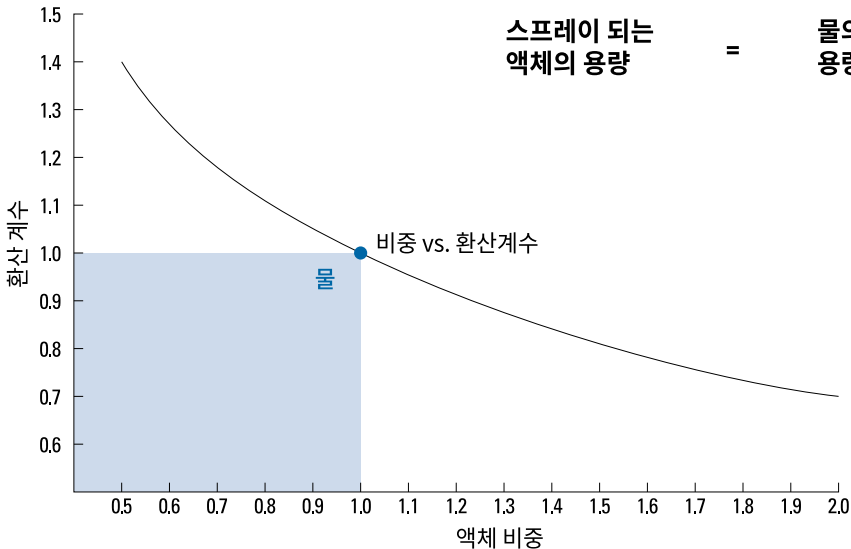
Q: 유량 (l/min 또는 gpm)
P: 액체 압력 (bar 또는 psi)
n: 특정 노즐 타입에 적용되는 지수

액체의 비중이 그 유량에 영향을 미치기 때문에 아래 비중 부분에서 설명하는 바와 같이 표로 작성된 카탈로그의 용량들은 스프레이 되는 액체의 비중에 적용되는 환산 계수를 곱해야 한다.

노즐 타입	지수 "n"
중공원형 노즐 (전체) 원형 노즐 (베인 없는 타입) 원형 노즐 (15° 와 30° 시리즈) 부채꼴형 노즐 (전체) 일직선형 노즐 (전체) 나선형 노즐 (전체)	.50
원형 노즐 (표준) 원형 노즐 (사각 스프레이) 원형 노즐 (타원 스프레이) 원형 노즐 (대용량)	.46

비중

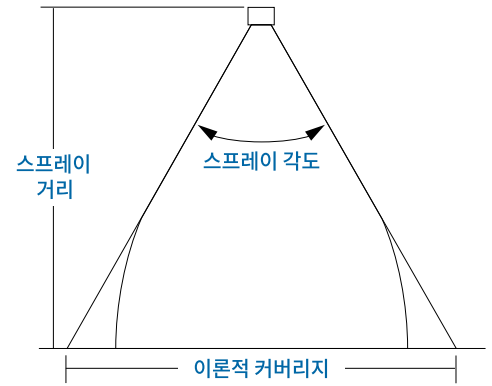
비중은 주어진 액체 부피의 질량에 대한 동일한 물 부피의 질량 비율이다. 스프레이에서 (물 이외의 다른) 액체 비중의 주요 효과는 스프레이 노즐의 용량에 나타난다. 카탈로그의 값이 물을 분사하는 것에 기준하기 때문에, 물 이외의 다른 액체를 사용할 때 노즐 용량을 결정하기 위해서는 환산 계수 또는 공식이 적용될 수 있다.



주: 물을 스프레이할 때의 노즐의 용량을 곱한 환산 계수는 환산 계수에 상응하는 비중을 가진 액체를 스프레이할 때의 노즐의 용량을 나타낸다. 이 환산 계수는 용량에 대한 비중의 효과에 대해서만 설명할 뿐 용량에 영향을 미치는 다른 요인들에 대해서는 설명하지 못한다.

스프레이 각도와 커버리지

표에 나타난 스프레이 각도는 물의 스프레이 또는 물의 분포에 기초한 근사치 스프레이 커버리지를 나타낸다. 실제 스프레이에서 효과적인 스프레이 각도는 스프레이 거리에 따라 다르다. 물보다 더 점성이 있는 액체는 점도, 노즐 용량, 스프레이 압력에 따라 상대적으로 더 작은 스프레이 각도 (또는 심지어 일직선형)를 형성한다. 물보다 표면장력이 낮은 액체는 물로 나타나는 스프레이 각도보다 상대적으로 더 넓은 각도를 형성할 것이다. 아래 표는 스프레이의 분사 각도와 노즐 오리피스로부터의 거리를 포함하여 계산한 스프레이 패턴의 이론적 커버리지를 나타낸다. 이 값들은 스프레이 각도가 전체 스프레이 거리에 걸쳐 동일하게 유지된다는 가정에 기초한다. 실제로, 표의 스프레이 각도는 장거리의 스프레이에서는 유지되지 않는다. 스프레이 요구사항이 중요하다면, 특정 스프레이 커버리지에 대한 자료 요청이 가능하다.



이론적 스프레이 커버리지 (노즐 오리피스로부터 다양한 거리에서 측정)

스프레이 각도	2 in.	5 cm	4 in.	10 cm	6 in.	15 cm	8 in.	20 cm	10 in.	25 cm	12 in.	30 cm	15 in.	40 cm	18 in.	50 cm	24 in.	60 cm	30 in.	70 cm	36 in.	80 cm	48 in.	100 cm
5°	0.2	0.4	0.4	0.9	.5	1.3	.7	1.8	.9	2.2	1.1	2.6	1.3	3.5	1.6	4.4	2.1	5.2	2.6	6.1	3.1	7.0	4.2	8.7
10°	0.4	0.9	0.7	1.8	1.1	2.6	1.4	3.5	1.8	4.4	2.1	5.3	2.6	7.0	3.1	8.8	4.2	10.5	5.2	12.3	6.3	14.0	8.4	17.5
15°	0.5	1.3	1.1	2.6	1.6	4.0	2.1	5.3	2.6	6.6	3.2	7.9	3.9	10.5	4.7	13.2	6.3	15.8	7.9	18.4	9.5	21.1	12.6	26.3
20°	0.7	1.8	1.4	3.5	2.1	5.3	2.8	7.1	3.5	8.8	4.2	10.6	5.3	14.1	6.4	17.6	8.5	21.2	10.6	24.7	12.7	28.2	16.9	35.3
25°	0.9	2.2	1.8	4.4	2.7	6.7	3.5	8.9	4.4	11.1	5.3	13.3	6.6	17.7	8.0	22.2	10.6	26.6	13.3	31.0	15.9	35.5	21.2	44.3
30°	1.1	2.7	2.1	5.4	3.2	8.0	4.3	10.7	5.4	13.4	6.4	16.1	8.1	21.4	9.7	26.8	12.8	32.2	16.1	37.5	19.3	42.9	25.7	53.6
35°	1.3	3.2	2.5	6.3	3.8	9.5	5.0	12.6	6.3	15.8	7.6	18.9	9.5	25.2	11.3	31.5	15.5	37.8	18.9	44.1	22.7	50.5	30.3	63.1
40°	1.5	3.6	2.9	7.3	4.4	10.9	5.8	14.6	7.3	18.2	8.7	21.8	10.9	29.1	13.1	36.4	17.5	43.7	21.8	51.0	26.2	58.2	34.9	72.8
45°	1.7	4.1	3.3	8.3	5.0	12.4	6.6	16.6	8.3	20.7	9.9	24.9	12.4	33.1	14.9	41.4	19.9	49.7	24.8	58.0	29.8	66.3	39.7	82.8
50°	1.9	4.7	3.7	9.3	5.6	14.0	7.5	18.7	9.3	23.3	11.2	28.0	14.0	37.3	16.8	46.6	22.4	56.0	28.0	65.3	33.6	74.6	44.8	93.3
55°	2.1	5.2	4.2	10.4	6.3	15.6	8.3	20.8	10.3	26.0	12.5	31.2	15.6	41.7	18.7	52.1	25.0	62.5	31.2	72.9	37.5	83.3	50.0	104
60°	2.3	5.8	4.6	11.6	6.9	17.3	9.2	23.1	11.5	28.9	13.8	34.6	17.3	46.2	20.6	57.7	27.7	69.3	34.6	80.8	41.6	92.4	55.4	115
65°	2.5	6.4	5.1	12.7	7.6	19.1	10.2	25.5	12.7	31.9	15.3	38.2	19.2	51.0	22.9	63.7	30.5	76.5	38.2	89.2	45.8	102	61.2	127
70°	2.8	7.0	5.6	14.0	8.4	21.0	11.2	28.0	14.0	35.0	16.8	42.0	21.0	56.0	25.2	70.0	33.6	84.0	42.0	98.0	50.4	112	67.2	140
75°	3.1	7.7	6.1	15.4	9.2	23.0	12.3	30.7	15.3	38.4	18.4	46.0	23.0	61.4	27.6	76.7	36.8	92.1	46.0	107	55.2	123	73.6	153
80°	3.4	8.4	6.7	16.8	10.1	25.2	13.4	33.6	16.8	42.0	20.2	50.4	25.2	67.1	30.3	83.9	40.3	101	50.4	118	60.4	134	80.6	168
85°	3.7	9.2	7.3	18.3	11.0	27.5	14.7	36.7	18.3	45.8	22.0	55.0	27.5	73.3	33.0	91.6	44.0	110	55.0	128	66.0	147	88.0	183
90°	4.0	10.0	8.0	20.0	12.0	30.0	16.0	40.0	20.0	50.0	24.0	60.0	30.0	80.0	36.0	100	48.0	120	60.0	140	72.0	160	96.0	200
95°	4.4	10.9	8.7	21.8	13.1	32.7	17.5	43.7	21.8	54.6	26.2	65.5	32.8	87.3	39.3	109	52.4	131	65.5	153	78.6	175	105	218
100°	4.8	11.9	9.5	23.8	14.3	35.8	19.1	47.7	23.8	59.6	28.6	71.5	35.8	95.3	43.0	119	57.2	143	71.6	167	85.9	191	114	238
110°	5.7	14.3	11.4	28.6	17.1	42.9	22.8	57.1	28.5	71.4	34.3	85.7	42.8	114	51.4	143	68.5	171	85.6	200	103	229	-	286
120°	6.9	17.3	13.9	34.6	20.8	52.0	27.7	69.3	34.6	86.6	41.6	104	52.0	139	62.4	173	83.2	208	104	243	-	-	-	-
130°	8.6	21.5	17.2	42.9	25.7	64.3	34.3	85.8	42.9	107	51.5	129	64.4	172	77.3	215	103	257	-	-	-	-	-	-
140°	10.9	27.5	21.9	55.0	32.9	82.4	43.8	110	54.8	137	65.7	165	82.2	220	98.6	275	-	-	-	-	-	-	-	-
150°	14.9	37.3	29.8	74.6	44.7	112	59.6	149	74.5	187	89.5	224	112	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160°	22.7	56.7	45.4	113	68.0	170	90.6	227	113	284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170°	45.8	114	91.6	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

참고: 이 표의 값은 일류체 스프레이에만 적용된다. 공압/이류체 미세분무에 대한 커버리지 값은 달라질 것이다.

충격력

충격력 또는 목표 표면으로의 스프레이 충돌은 여러 가지 다른 방식으로 표현될 수 있다. 스프레이 노즐 성능과 관련된 가장 유용한 충격력 값은 제곱 센티미터 (제곱 인치) 당 충격력이다. 기본적으로 이 값은 스프레이 패턴 분포와 스프레이 각도에 따라 좌우된다.

그런 다음 아래 차트로부터 이론적인 전체 충격력의 퍼센트로써 제곱 센티미터 (제곱 인치) 당 충격력을 계산하여 이론적 총계로 곱해준다. 결과는 노즐로부터 30cm (12") 거리에서의 kg/cm² (lbs.-f/sq. 인치)의 단위 충격력이다.

kg/cm² (lbs.-f/sq. 인치) 단위의 가장 높은 단위 충격력은 일직선형 노즐에 의해 제공되며, 공식: 1.9 x [스프레이 압력, bar (psi)]으로 근사치를 구할 수 있다. 모든 스프레이 패턴에서와 같이 노즐로부터 거리가 증가하면 단위 충격력은 감소하고, 충격력 면적 크기는 증가한다.

주어진 노즐의 제곱 센티미터 (제곱 인치) [제곱 센티미터 (제곱 인치) 당 킬로그램 또는 파운드-힘] 당 충격력을 얻기 위해서 우선 다음 공식을 이용하여 이론적인 전체 충격력을 결정한다:

$$I = K \times Q \times P \sqrt{T}$$

I: 전체 이론적 스프레이 충격력

K: 상수

Q: 유량

P: 액체 압력

	파운드	킬로그램
K	.0526	.024
Q	gpm	l/min
P	psi	kg/cm ²

작동 압력

카탈로그의 표에서 주어진 값은 관련 스프레이 노즐 또는 액세서리에 대해 가장 일반적으로 사용되는 압력 범위를 나타낸다. 일부 스프레이 노즐과 액세서리가 제시된 압력 이하 또는 이상에서 실행될 수 있는 반면에, 다른 노즐과 액세서리는 새로운 특정 어플리케이션의 요구사항을 맞추기 위해 스프레이시스템의 공장에서 수정되거나 재설계될 수 있다.

귀하의 어플리케이션이 카탈로그에 제시된 것 이상의 압력 범위를 필요로 한다면 스프레이시스템의 기술 영업 엔지니어와 상의하십시오.

제곱 센티미터 (제곱 인치) 당 단위 충격력*

스프레이 패턴	스프레이 각도	이론적 전체 충격력의 퍼센트
부채꼴	15°	30%
	25°	18%
	35°	13%
	40°	12%
	50°	10%
	65°	7.0%
	80°	5.0%
원형	15°	11%
	30°	2.5%
	50°	1.0%
	65°	0.4%
	80°	0.2%
	100°	0.1%

*노즐로부터 30cm (12") 거리에서 측정.

**유체 라인 액세서리별
압력 손실 추정 (예측)**

카탈로그에서 열거된 밸브, 스트레이너, 피팅에 대한 정격 용량은 일반적으로 최대 작동 압력의 약 5%의 압력 손실에 상응한다. 다음의 공식을 사용하여 다른 유량의 압력 손실을 계산할 수 있다.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(P_1)^{.5}}{(P_2)^{.5}}$$

Q: 유량 (l/min 또는 gpm)
P: 액체 압력 (bar 또는 psi)

특정 제품 및 다양한 유량에서의 압력 손실 정보는 스프레이시스템의 기술 영업 엔지니어와 상의하십시오.

예시:

$$\frac{3 \text{ gpm}}{5 \text{ gpm}} = \frac{(P_1)^{.5}}{(25 \text{ psi})^{.5}} \quad P_1 = 9 \text{ psi}$$

$$\frac{11 \text{ l/min}}{19 \text{ l/min}} = \frac{(P_1)^{.5}}{(1.8 \text{ bar})^{.5}} \quad P_1 = 0.6 \text{ bar}$$

액세서리 정격 용량	5 gpm (19 l/min)
최대 권장 작동 압력	500 psi (35 bar)
추정 압력 손실 5 gpm (19 l/min) = 5% x 500 psi (35 bar) = 25 psi (1.8 bar)	

파이프 규격별 마찰 손실 근사치

파이프 크기 표준 무게 (in.)	실제 내부 직경 in. (mm)	게이트 밸브 완전 개방 ft. (m)	구형 밸브 완전 개방 ft. (m)	45° 엘보 ft. (m)	표준 티의 런(Run) ft. (m)	1/2 감소된 티의 표준 엘보 또는 런 ft. (m)	측면 배출구를 통한 표준 티 ft. (m)
1/8	.269 (6.8)	.15 (.05)	8.0 (2.4)	.35 (.11)	.40 (.12)	.75 (.23)	1.4 (.43)
1/4	.364 (9.2)	.20 (.06)	11.0 (3.4)	.50 (.15)	.65 (.20)	1.1 (.34)	2.2 (.67)
1/2	.622 (15.8)	.35 (.11)	18.6 (5.7)	.78 (.24)	1.1 (.34)	1.7 (.52)	3.3 (1.0)
3/4	.824 (21)	.44 (.13)	23.1 (7.0)	.97 (.30)	1.4 (.43)	2.1 (.64)	4.2 (1.3)
1	1.049 (27)	.56 (.17)	29.4 (9.0)	1.2 (.37)	1.8 (.55)	2.6 (.79)	5.3 (1.6)
1-1/4	1.380 (35)	.74 (.23)	38.6 (11.8)	1.6 (.49)	2.3 (.70)	3.5 (1.1)	7.0 (2.1)
1-1/2	1.610 (41)	.86 (.26)	45.2 (13.8)	1.9 (.58)	2.7 (.82)	4.1 (1.2)	8.1 (2.5)
2	2.067 (53)	1.1 (.34)	58 (17.7)	2.4 (.73)	3.5 (1.1)	5.2 (1.6)	10.4 (3.2)
2-1/2	2.469 (63)	1.3 (.40)	69 (21)	2.9 (.88)	4.2 (1.3)	6.2 (1.9)	12.4 (3.8)
3	3.068 (78)	1.6 (.49)	86 (26)	3.6 (1.1)	5.2 (1.6)	7.7 (2.3)	15.5 (4.7)
4	4.026 (102)	2.1 (.64)	113 (34)	4.7 (1.4)	6.8 (2.1)	10.2 (3.1)	20.3 (6.2)
5	5.047 (128)	2.7 (.82)	142 (43)	5.9 (1.8)	8.5 (2.6)	12.7 (3.9)	25.4 (7.7)

스케줄 40 강관의 통과 에어 유량 (SCFM과 NL/MIN)

적용 압력 psig	명목상 표준 파이프 크기 (scfm)											적용 압력 bar	명목상 표준 파이프 크기 (NL/min)										
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"		1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"
5	.5	1.2	2.7	4.9	6.6	13.0	27	40	80	135	240	0.3	14.2	34.0	76.5	139	187	370	765	1130	2265	3820	6796
10	.8	1.7	3.9	7.7	11.0	21	44	64	125	200	370	0.7	22.7	48.1	110	218	310	595	1245	1810	3540	5665	10480
20	1.3	3.0	6.6	13.0	18.5	35	75	110	215	350	600	1.4	36.8	85.0	187	370	525	990	2125	3115	6090	9910	16990
40	2.5	5.5	12.0	23	34	62	135	200	385	640	1100	2.8	70.8	155	340	650	960	1755	3820	5665	10900	18120	31150
60	3.5	8.0	18.0	34	50	93	195	290	560	900	1600	4.1	99.1	227	510	965	1415	2630	5520	8210	15860	25485	45305
80	4.7	10.5	23	44	65	120	255	380	720	1200	2100	5.5	133	297	650	1245	1840	3400	7220	10760	20390	33980	59465
100	5.8	13.0	29	54	80	150	315	470	900	1450	2600	6.9	164	370	820	1530	2265	4250	8920	13310	25485	41060	73625

스케줄 40 강관의 통과 유량

유량 gpm (l/min)	다양한 파이프 직경별 psi (bar) 단위의 압력 손실*															
	0.125"	0.25"	0.375"	0.5"	0.75"	1.0"	1.25"	1.5"	2.0"	2.5"	3.0"	3.5"	4.0"	5.0"	6.0"	8.0"
0.3 (1.0)	.42 (.07)															
0.4 (1.5)	.70 (.16)	.16 (.04)														
0.5 (2.0)	1.1 (.26)	.24 (.06)														
0.6 (2.5)	1.5 (.40)	.33 (.08)														
0.8 (3.0)	2.5 (.56)	.54 (.12)	.13 (.03)													
1.0 (4.0)	3.7 (.96)	.83 (.21)	.19 (.05)	.06 (.02)												
1.5 (6.0)	8.0 (2.0)	1.8 (.45)	.40 (.10)	.12 (.03)												
2.0 (8.0)	13.4 (3.5)	3.0 (.74)	.66 (.17)	.21 (.05)	.05 (.01)											
2.5 (10)		4.5 (1.2)	1.0 (.25)	.32 (.08)	.08 (.02)											
3.0 (12)		6.4 (1.7)	1.4 (.35)	.43 (.11)	.11 (.03)											
4.0 (15)		11.1 (2.6)	2.4 (.54)	.74 (.17)	.18 (.04)	.06 (.01)										
5.0 (20)			3.7 (.92)	1.1 (.28)	.28 (.07)	.08 (.02)										
6.0 (25)			5.2 (1.2)	1.6 (.45)	.38 (.11)	.12 (.03)										
8.0 (30)			9.1 (2.1)	2.8 (.62)	.66 (.15)	.20 (.04)	.05 (.01)									
10 (40)			4.2 (1.1)	1.0 (.25)	.30 (.08)	.08 (.02)										
15 (60)					2.2 (.54)	.64 (.16)	.16 (.04)	.08 (.02)								
20 (80)					3.8 (9.3)	1.1 (.28)	.28 (.07)	.13 (.03)	.04 (.009)							
25 (100)						1.7 (.43)	.42 (.12)	.19 (.05)	.06 (.01)							
30 (115)						2.4 (.58)	.59 (.14)	.27 (.06)	.08 (.015)							
35 (130)						3.2 (.72)	.79 (.18)	.36 (.08)	.11 (.02)	.04 (.01)						
40 (150)						1.0 (.23)	.47 (.10)	.14 (.03)	.06 (.012)							
45 (170)						1.3 (.29)	.59 (.13)	.17 (.04)	.07 (.016)							
50 (190)						1.6 (.36)	.72 (.16)	.20 (.05)	.08 (.02)							
60 (230)						2.2 (.50)	1.0 (.23)	.29 (.07)	.12 (.03)	.04 (.009)						
70 (260)							1.4 (.32)	.38 (.09)	.16 (.04)	.05 (.01)						
80 (300)							1.8 (.38)	.50 (.11)	.20 (.04)	.07 (.02)						
90 (340)							2.2 (.50)	.62 (.14)	.25 (.06)	.09 (.02)	0.4 (.009)					
100 (380)							2.7 (.61)	.76 (.18)	.31 (.07)	.11 (.03)	0.5 (.01)					
125 (470)								1.2 (.28)	.47 (.11)	.16 (.04)	0.6 (.02)	.04 (.009)				
150 (570)								1.7 (.39)	.67 (.15)	.22 (.05)	0.8 (.03)	.06 (.01)				
200 (750)								2.9 (.64)	1.2 (.26)	.39 (.09)	0.3 (.04)	.10 (.02)				
250 (950)										.59 (.14)	0.4 (.06)	.15 (.03)	.05 (.01)			
300 (1150)										.84 (.19)	0.5 (.09)	.21 (.05)	.07 (.02)			
400 (1500)											0.6 (.16)	.37 (.08)	.12 (.03)	.05 (.01)		
500 (1900)												.57 (.13)	.18 (.04)	.07 (.02)		
750 (2800)													.39 (.09)	.16 (.03)	.04 (.009)	
1000 (3800)													.68 (.16)	.27 (.06)	.07 (.02)	
2000 (7500)														1.0 (.23)	.26 (.06)	

각 크기에 대한 권장 용량 범위는 굵은 활자로 표시되어 있음.
*Bar 값은 10 미터 길이의 파이프 기준. Psi 값은 10 피트 길이의 파이프 기준.

기타 스프레이 성능 고려사항

점도

절대점성계수(Absolute (Dynamic) Viscosity)는 흐르는 동안 그 성분의 형태와 배열의 변화에 저항하는 액체의 특성이다. 액체 점도는 스프레이 패턴 형성에 영향을 미치는 주요한 요소이며, 정도와 용량에는 비교적 적은 영향을 미친다. 물의 점도와 비교할 때 고점도 액체는 스프레이 패턴 형성을 시작하기 위해 보다 높은 최소 압력을 필요로 하며, 더 좁은 스프레이 각도를 제공한다. 아래 차트는 물 이외 점도의 일반적인 영향을 보여준다.

표면장력

액체의 표면은 가능한 가장 작은 크기를 가지려는 성향을 지닌다; 이러한 측면에서는 장력 하의 막과 같은 역할을 한다. 액체 표면의 어떠한 부분에서도 인접한 부분 또는 접촉하고 있는 다른 물체에 장력을 가한다. 이 힘은 표면의 면에 존재하며

온도

이 카탈로그에서 주어진 값은 21°C (70°F)에서 물을 스프레이 하는 것을 기초로 한다. 액체 온도의 변화가 노즐의 스프레이 성능에 영향을 미치지 않지만, 이것은 스프레이 노즐 성능에 영향을 주는 점도, 표면장력, 비중에 영향을 미치기도 한다. 아래 차트는 스프레이 노즐 성능에 대한 온도 변화의 영향을 나타낸다.

단위 길이당의 양이 표면장력이다. 물에 대한 값은 21°C (70°F)에서 센티미터 당 약 73 다인(dynes)이다. 표면 장력의 주된 영향은 최소 작동 압력, 스프레이 각도, 입자경에 대한 것이다.

스프레이 성능 고려사항 요약

아래 차트에서 스프레이 노즐의 성능에 영향을 미치는 다양한 요인들에 대해 요약하였다. 그러나 스프레이 노즐은 매우 다양한 종류와 크기를 가지고 있기 때문에 그 효과는 특정 어플리케이션에 따라 다를 수 있다. 어떤 어플리케이션에서는 특정 효과를 방해할 수 있는 밀접하게 연관된 요인들이 있다.

예를 들어, 중공원형 스프레이 노즐의 경우 액체의 온도 상승은 비중을 감소시키고, 용량을 증가시키는 반면 동시에 흐름을 감소시키는 점도를 낮춰준다.

노즐 특성	작동 압력의 증가	비중의 증가	점도의 증가	유체 온도의 증가	표면장력의 증가
패턴 품질	개선	미비	저하	개선	미비
입자경	감소	미비	증가	감소	증가
스프레이 각도	증가 직후 감소	미비	감소	증가	감소
용량	증가	감소	원형 - 증가 부채꼴 - 감소	스프레이 되는 유체와 사용되는 노즐에 따라	효과 없음
충격력	증가	미비	감소	증가	미비
속도	증가	감소	감소	증가	미비
마모	증가	미비	감소	스프레이 되는 유체와 사용되는 노즐에 따라	효과 없음

스프레이 노즐 결함의 공통 원인

수많은 스프레이 노즐 문제점들이 육안 검사로는 쉽게 감지되지 않는다. 예방 차원의 유지보수를 위한 작업 중단 시간 동안 노즐의 성능 손상을 점검해야 한다. 점검 사항은 어플리케이션에 따라 다르다.

때로는 고압 공정으로 인한 마모가 될 수 있고, 점액 스프레이로 인한 고착이 될 수도 있다. 노즐 성능은 부식, 손상, 노즐 오리피스 막힘으로 인해 제대로 작동하지 않거나 완전히 비효율적일 수 있다.

침식 / 마모

노즐 재료의 점진적인 마모는 노즐 오리피스와 내부 유량 통과경을 확장 시키거나 변형시키는 원인이다. 그 결과, 유량은 대개 증가하고 압력은 감소하며, 패턴은 불규칙적이고 스프레이 입자는 커진다.



고온

어떤 액체는 상승된 온도 또는 고온의 환경에서만 스프레이 되어야 한다. 노즐에 특별한 내고온성 재질이 사용되지 않는다면 연질화되거나 파손될 수 있다.



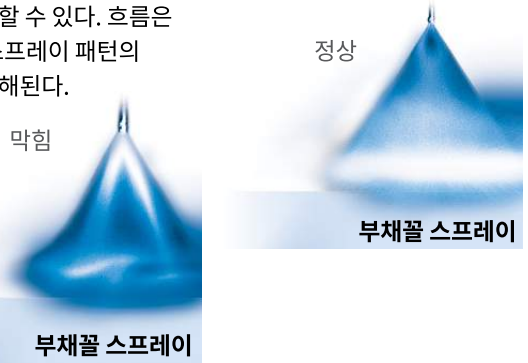
부식

스프레이 되는 원료 또는 환경의 화학 작용으로 인해 노즐 재질이 손상될 수 있다. 그 영향은 노즐의 외부 표면에 발생 가능한 부가적인 손상과 더불어 침식, 마모로 인한 것과 비슷하다. 특히, 이류체 미세 분무(Air Atomizing) 노즐의 성능은 적은 양이 부식도 입자 크기와 균일성에 부정적인 영향을 미칠 만큼 부식에 매우 민감하다.



막힘

불필요한 고체 입자는 오리피스의 내부를 차단할 수 있다. 흐름은 제한되고, 스프레이 패턴의 균일성은 저해된다.



수염현상(Bearding) / 고착

액체 증발에 의해 오리피스의 내부 또는 외부 테두리에 물질 축적이 발생할 수 있다. 건조된 고체의 층이 남게 되어 오리피스와 내부 유량 통과경을 차단한다. 노즐 오리피스 주위의 물질 축적인 수염현상(Bearding)은 노즐 성능을 저해하며 이류체 미세분무와 같은 노즐 타입의 경우 심각한 결과를 초래할 수 있다.



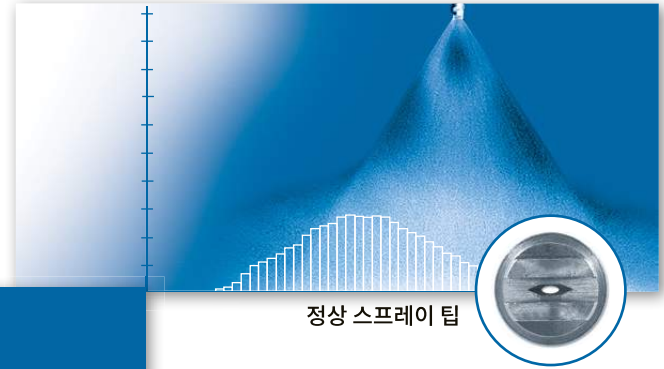
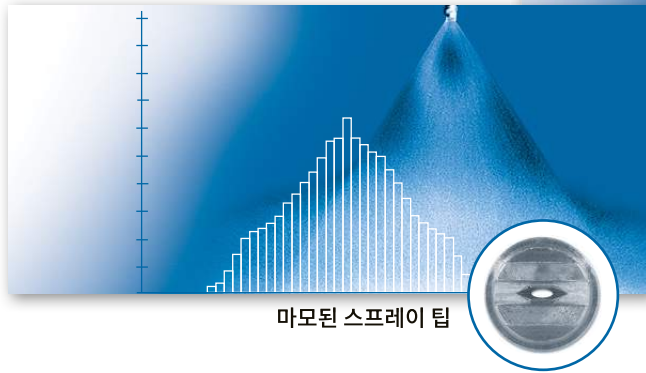
조립 불량

일부 노즐은 가스킷, 오링(O-ring)과 내부 벤(Vane)과 같은 구성품의 적절한 배열을 위해 세척 후 주의하여 재 조립하여야 한다. 부적절한 배치는 누수와 비효율적인 스프레이 성능을 초래할 수 있다. 본체 위에 노즐 캡을 과도하게 조일 경우 나사산 파손(Tread Stripping)을 야기할 수 있다.



스프레이 노즐 문제의 예방 및 해결

일부 스프레이 노즐은 문제 점검을 위한 특수 테스트가 필요하다. 다음 요인들에 대한 지속적 평가는 초기에 마모를 발견하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 한다. 각 요인들이 얼마나 자주 점검되어야 하는지는 귀하의 어플리케이션에 따라 결정된다. 적절한 횟수는 매 교체 주기에서부터 수개월까지 다양하다. 아래의 점검 사항은 귀하의 유지보수 프로그램의 기초가 되어야 한다.



노즐 팁과 스프레이 패턴의 육안 검사로는 마모의 흔적을 거의 찾을 수 없다. 스프레이 수집 데이터의 분석은 마모된 팁에서의 30% 용량 증가를 보여준다.

✓ 유량

원심 펌프(centrifugal pumps)의 경우:

증가를 알아내기 위해 유량계 수치를 모니터한다. 또는 특정 압력에서 주어진 기간 동안 스프레이 노즐의 스프레이를 수집하고 측정한다. 이 수치들을 제작자의 카탈로그에 기입된 유량과 비교하거나 사용 전의 새 스프레이 노즐의 유량 수치와 비교한다.

용적식 펌프(positive displacement pumps)의 경우:

감소를 알아내기 위해 액체 라인 압력을 모니터한다; 유량은 일정하게 유지될 것이다.

✓ 스프레이 압력
(스프레이 노즐 매니폴드 내부)

원심 펌프(centrifugal pumps)의 경우:

스프레이 되는 액체 부피의 증가를 모니터한다. 스프레이 압력은 동일하게 유지될 것이다.

용적식 펌프(positive displacement pumps)의 경우:

스프레이 되는 표면의 압력 손실과 충격력 감소에 대한 압력 게이지를 모니터한다. 스프레이 되는 액체 부피는 동일하게 유지될 것이다. 또한 스프레이 노즐 막힘으로 인한 압력 증가를 모니터한다.

✓ 입자경

입자경 증가는 알아내기 어렵기 때문에 변화에 대한 어플리케이션 결과를 검사한다. 유량 증가 및 스프레이 압력 감소는 입자경에 영향을 미칠 것이다.

✓ 스프레이 패턴

스프레이 패턴 변화를 육안으로 검사한다. 각도기를 이용하여 스프레이 각도를 확인한다. 스프레이 되는 표면에서의 스프레이 패턴 폭을 측정한다. 스프레이 노즐 오리피스가 점차적으로 마모된다면 유량의 상당한 증가가 있기 전까지는 변화를 감지할 수 없을 것이다.

✓ 스프레이 노즐 배열

매니폴드에 설치된 부채꼴 스프레이 노즐의 스프레이 커버리지를 확인한다. 스프레이 패턴은 서로 평행해야 하며, 스프레이 팁은 매니폴드 중심선으로부터 5°에서 10° 회전되어 있어야 한다.

✓ 제품 품질 / 어플리케이션 결과

불균일한 코팅, 냉각, 세척, 건조를 검사한다. 온도, 먼지 성분, 습도의 변화를 검사한다.

일반 안전 지침

스프레이 장치, 스프레이 시스템 또는 가압 스프레이 장비를 사용하기 전 **중요 안전 정보를 읽어 주십시오.**

경고

노즐을 작동하기 전에 모든 안전 관련 및 작동 지침을 숙지하고 모든 작동 지침을 따르십시오. 따르지 않을 경우 심각한 상처를 입을 수 있습니다.

경고

가압 스프레이 시스템을 사용할 때 적절한 안전 주의 사항을 숙지하는 것이 중요합니다. 압력 상태의 유체는 피부를 관통하여 심각한 부상을 초래할 수 있습니다.

경고

압력 제품을 취급할 때 시스템 압력은 최저 정격 구성품을 절대 초과해서는 안 됩니다. 항상 시스템과 모든 구성품의 기능, 최대 압력 및 유속을 파악하십시오.

경고

유지 관리를 수행하기 전에 기계의 모든 유체 공급 라인이 차단 및/또는 분리되었고 화학 약품이나 유체가 배출되었는지 확인하십시오.

경고

스프레이시스템에서는 노즐에 사용되는 화학 약품을 제조하거나 공급하지 않으며 그 효과에 대해 책임을 지지 않습니다. 많은 수의 화학약품을 사용할 수 있기 (각각 다른 화학적 반응) 때문에 이 장비의 구매자와 사용자는 사용되는 재료의 호환성 및 관련된 잠재적 위험을 확인해야 합니다.

참고: 항상 화학약품 제조업체의 레이블을 주의깊게 읽고 모든 지침을 따르십시오.

경고

화학 약품을 사용하려면 모든 작업자 위생을 신중하게 통제해야 합니다.

경고

스프레이시스템에서는 위험할 수 있는 화학 약품을 취급할 때 적절한 안전 장비의 사용을 적극적으로 권장합니다.

장비는 다음을 포함하되 이에 국한되지 않습니다:

- 보호 헤드기어
- 보안경 및/또는 안면 가리개
- 내화학성 장갑 및 작업용 앞치마
- 긴소매 셔츠 및 긴바지

경고

사용하기 전에 해당 연결부가 고정되어 있고 작동 장치의 중량과 반동력을 지탱할 수 있는지 확인하십시오.

경고

모든 구성품의 온도 범위 내에서 장비를 작동하는 것이 중요합니다. 항상 구성품이 고온에 노출된 후 취급할 때는 적절한 시간이 경과되었는지 또는 적절한 안전 장비를 사용하는지 확인하십시오.

경고

원래 사용 목적에서 벗어나는 용도로는 장비나 제품을 사용하지 마십시오. 오용할 경우 상처를 입거나 제품이 손상될 수 있습니다.