

장섬유 복합재료의 기계적 전단 특성 시험 : (100개)

- ASTM D5379 규격의 시험 방법에 따라 제작된 복합재료 시편을 용량 10ton의 만능재료시험기(Universal test machine, UTM)에 장착하여, 변위제어 속도 2mm/min의 조건으로 최대하중을 지나 최대하중의 50%로 하중 저하가 발생하면 자동으로 시험이 종료토록 설정하여 응력(Stress)에 따른 변형(Strain)을 곡선을 도출함. 아래와 같이 만능재료시험기에 시편을 장착한 사진으로 인장, 압축 및 전단 시험을 진행하여 최대하중, 탄성계수, 변형률, 푸아송 및 변형률에 따른 응력 곡선(Stress-Strain curve)을 획득함.



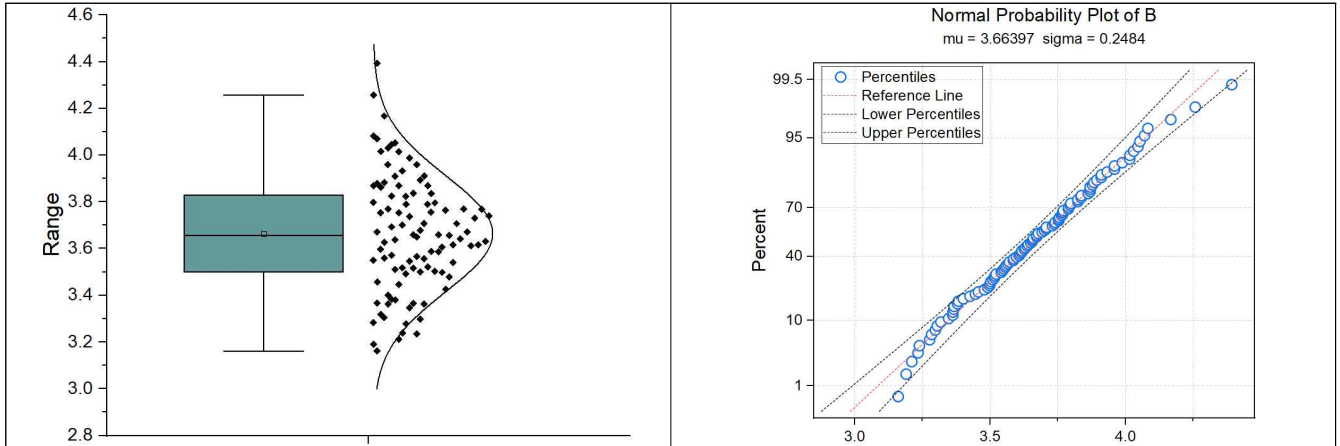
[복합재료의 기계적인 물성 시험]

- ASTM D5379 규격에 따른 실험 사진과 변형률에 따른 응력 곡선은 아래와 같음. 평균 탄성계수는 3.72GPa이고 표준편차는 0.24이며, 최대하중은 53.02MPa이고 표준편차는 0.39임. 또한, 변형률은 5.01이고, 표준편차는 0.01이고, 실험 오차가 발생한 인장 및 압축시험 결과와는 다르게 전단시험은 5회 시험에서 동일한 결과가 측정되었음

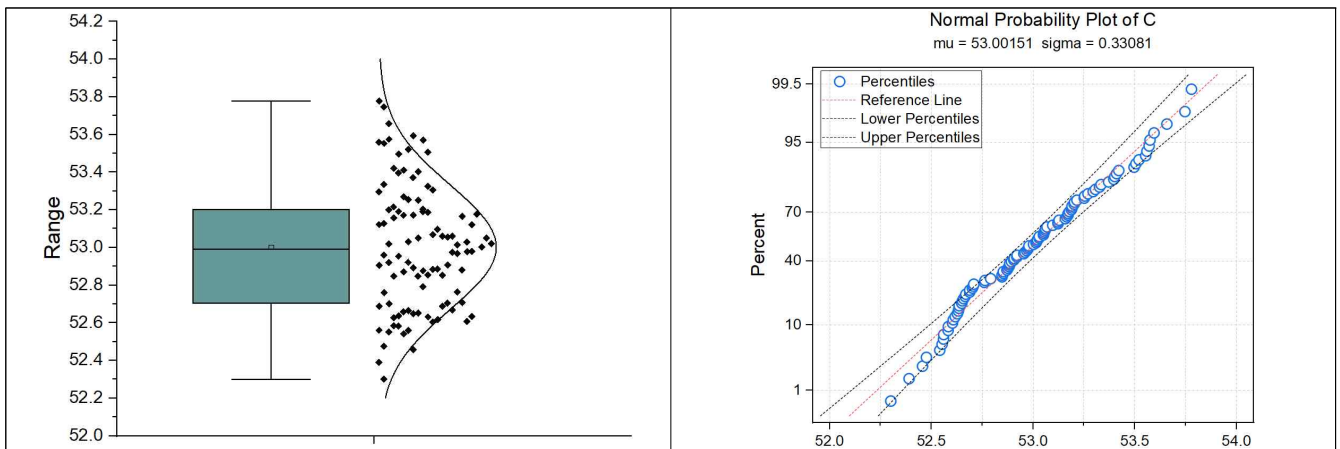
[복합재료의 기계적인 전단 물성 결과 요약]

항목	탄성계수(GPa)	최대응력(MPa)	푸아송비	변형률(%)
최소값	3.16	52.30	0.00	4.97
최대값	4.39	53.78	0.03	5.05
평균	3.66	53.00	0.01	5.01
표준편차	0.25	0.33	0.01	0.01
공산변수	6.78	0.62	43.12	0.21
A-Basis	1.63	23.63	0.01	2.23
B-Basis	2.50	36.10	0.01	3.41

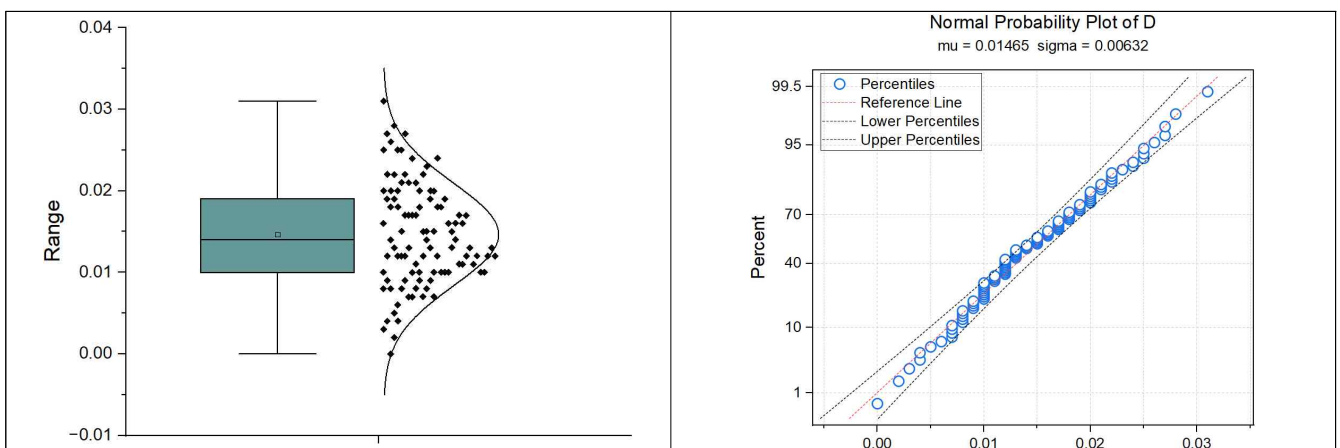
- 아래는 탄성계수, 최대응력, 푸아송비 및 변형률에 대한 표준정규분포와 확률분포로 모든 실험 결과는 표준정규분포에 따르며, 신뢰성 결과도 선형적으로 오차 범위에 포함됨.



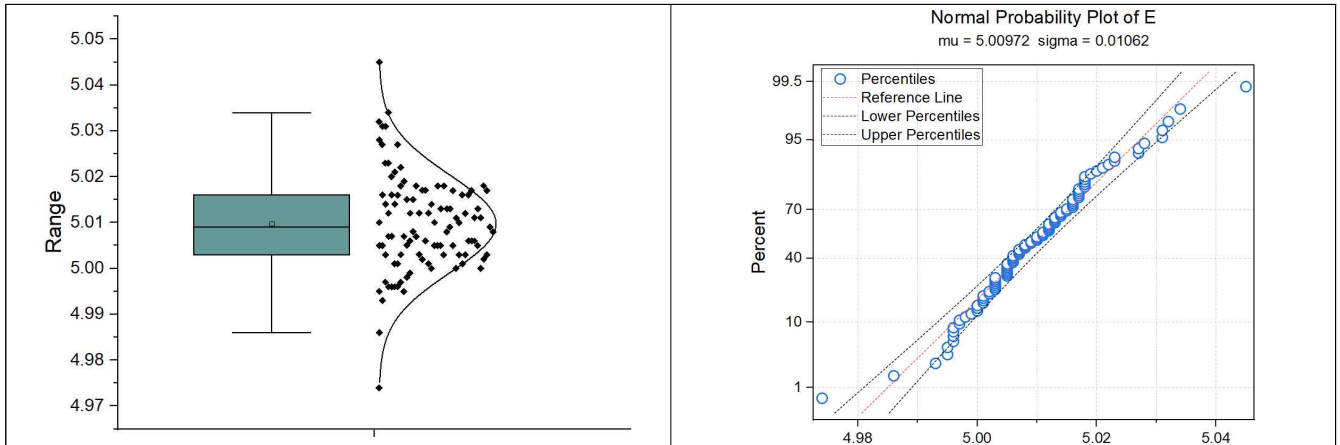
[탄성계수의 표준정규분포 및 확률분포]



[최대응력의 표준정규분포 및 확률분포]

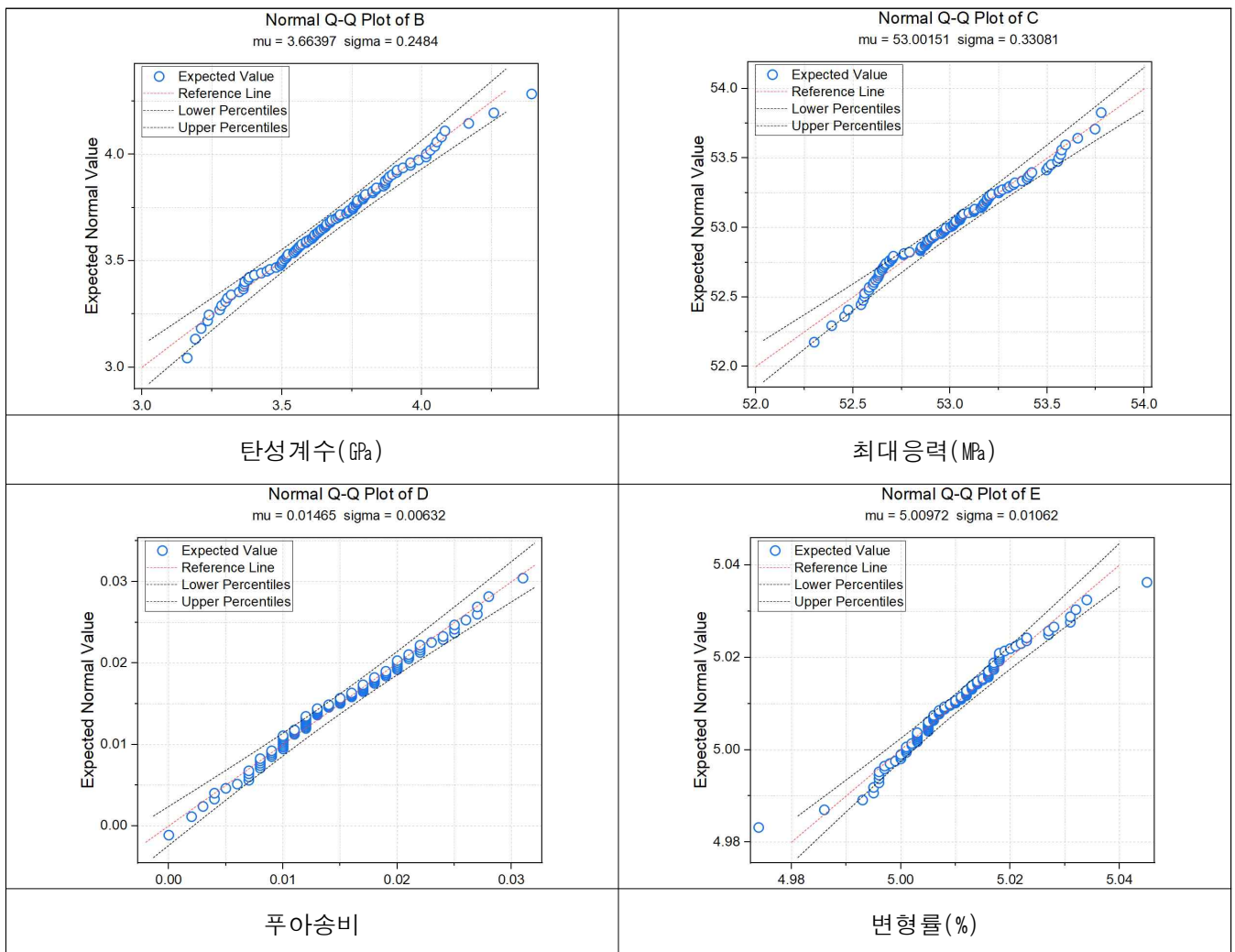


[푸아송비의 표준정규분포 및 확률분포]



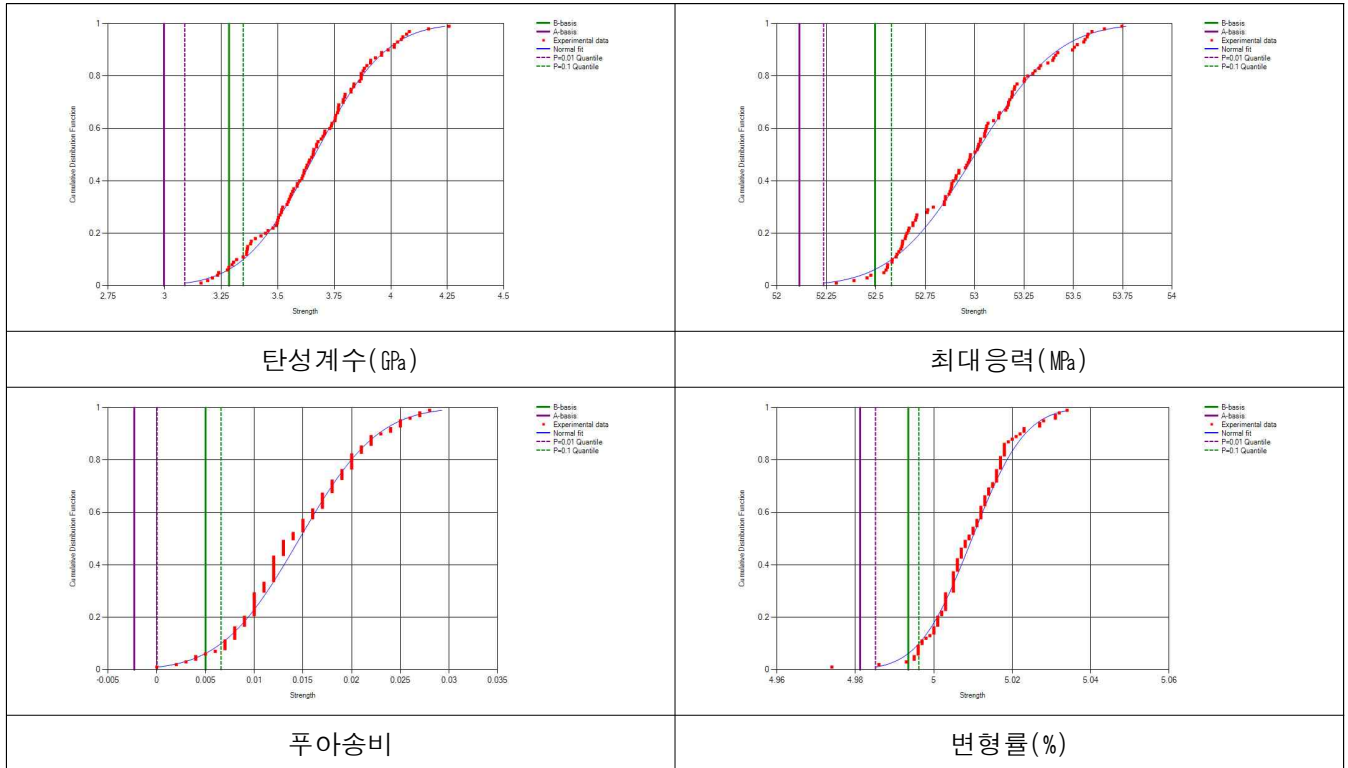
[변형률의 표준정규분포 및 확률분포]

- Q-Q plot은 확률 누적분포함수의 역함수를 이용하여 두 분포의 선형적인 일치 여부를 시각적으로 확인하는 방법으로, 실험 결과인 탄성계수, 최대응력, 푸아송비 및 변형률은 모두 선형성을 보임.



[도출 물성에 대한 예측(Q-Q) 분포]

- 실험 결과의 통계분석을 통해 AGATE 재료설계 허용값을 적용하여 B-Basis 허용응력을 산출함. B-Basis 를 기준으로 결과값이 오차 범위 내에 포함되어 시험 결과의 재현성과 신뢰성을 확인함.



[도출 물성에 대한 Basis 분석]

항목			탄성계수 (GPa)	최대응력 (MPa)	푸아송비	변형률 (%)
인장	0도	평균 (σ)	121.15	2254.31	0.32	1.78
		표준편차 (μ)	3.06	73.45	0.02	0.02
	90도	평균 (σ)	6.24	33.27	0.02	0.54
		표준편차 (μ)	0.06	1.02	0.02	0.02
압축	0도	평균 (σ)	90.02	704.20	0.38	1.01
		표준편차 (μ)	1.52	100.34	0.04	0.23
	90도	평균 (σ)	0.30	3.48	0.01	2.77
		표준편차 (μ)	4.78	3.49	72.21	56.72
전단	-	평균 (σ)	3.66	53.00	0.01	5.01
		표준편차 (μ)	0.25	0.33	0.01	0.01

$$\text{정규분포 확률밀도함수} : f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$