

리튬이온전지 세퍼레이터의 온도에 따른 강도특성평가

Temperature properties of lithium-ion battery separator of piercing and tensile test

■ 서론

리튬이온 2차전지(이하 「리튬이온전지」로 명칭)는 높은 에너지 밀도와 셀 전압을 가지므로 정보 단말기나 가전 등의 전원으로 널리 이용되고 있습니다. 최근에는 일반 가정 보급률이 높아지고 있는 하이브리드차나 전기차의 구동 에너지원으로 주목되고 있어 그 수요는 이후에도 증가할 것으로 생각됩니다.

리튬이온전지는 합선이나 과도한 충전전, 충격 등으로 인해 불안정해질 우려가 있어 안전성 확보를 위해 전지 구성부품에 대한 다양한 보호기구가 구비되어 있습니다. 구성부품 중 리튬이온전지 세퍼레이터는 양극과 음극간의 접촉을 방지하며 리튬 이온을 통과시키는 Spacer 역할을 하고, 합선 시에는 이상전류 및 온도 상승을 방지하는 역할을 합니다.

한편으로는 리튬이온전지 세퍼레이터는 거친 표면을 가진 양극과 음극에 접촉하는 형태로 장착되기 때문에 높은 기계적 강도가 요구됩니다. 전지 충전 시 온도가 상승하므로 어느 정도의 온도 상승에 대한 기계적 강도를 가져야 합니다. 따라서, 리튬이온전지 세퍼레이터의 관통시험과 인장시험 시 온도 변화에 따른 강도 변화를 측정했습니다. 본 자료를 통해 측정 사례를 소개합니다.

추가) 리튬이온전지의 세퍼레이터의 경우 기존에 발행한 시마즈 애플리케이션 뉴스 T146 「리튬이온전지 세퍼레이터의 측정」, i229 「리튬이온전지 세퍼레이터의 다면적평가」에서도 평가 사례를 소개하고 있습니다.

T.Murakami

■ 관통시험

시험은 소형 전자기기에 사용되는 리튬이온전지 (원통형)에서 입수한 세퍼레이터로 가스 환경의 온도를 변화시키며 관통 특성의

변화를 측정하였습니다. Fig.1은 시험 사진이며 Table1은 세부적인 시험 조건입니다.



Fig.1 시험 사진

Table 1 시험 조건 (관통시험)

1) 장비	시마즈 정밀만능재료시험기 AG-X
2) 로드셀 용량	1 kN
3) 지그	관통시험용 지그
4) 챔버	TCR-1W
5) 부하속도	50 mm/min
6) 시험온도	25 °C, 60 °C, 90 °C
7) 소프트웨어	TRAPEZIUM X(싱글)

Fig.2는 시험력-변위곡선이며 Table 2는 시험 온도에 대한 최대시험력과 최대변위 결과입니다.

25 °C와 60 °C의 시험 결과를 비교하면, 최대시험력의 경우 큰 차이가 없지만, 최대변위 값은 60 °C에서 커지는 것을 알 수 있습니다. 60 °C와 90 °C의 특성치를 비교하면, 90 °C에서 최대시험력이 저하되나, 최대변위의 경우 큰 차이가 없음을 알 수 있습니다. 따라서, 본 시험에 사용된 리튬이온전지의 세퍼레이터는 60 °C에서 연신 특성이 증가하며 강도 저하는 없는 것으로 생각됩니다.

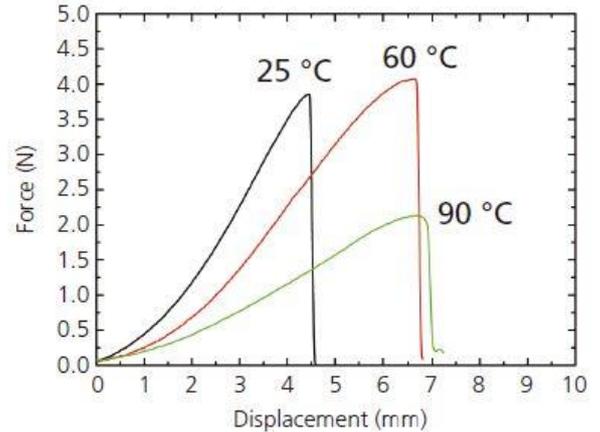


Fig.2 시험력-변위곡선

Table 2 시험 결과 (관통시험)

시험온도 (°C)	최대시험력 (N)	최대변위 (mm)
25	3.85	4.45
60	4.07	6.63
90	2.13	6.68

■ 인장시험

인장시험에 사용되는 세퍼레이터는 시판 리튬이온전지 (각형)에서 분리한 것으로, PE(폴리에틸렌)가 주성분인 2종류의 시료(이하 시료명을 ①, ②로 기재)입니다. 인장시험 시 Fig.3(a)의 세퍼레이터 시료를 각각 긴 방향과 짧은 방향 두 방향에서 총 길이 35 mm

(평행부 : 10 (L) x 2 (W)mm)의 아령형태 (Fig.3(b))로 가공하여 측정했습니다. Table 3은 인장시험 조건을 입니다.

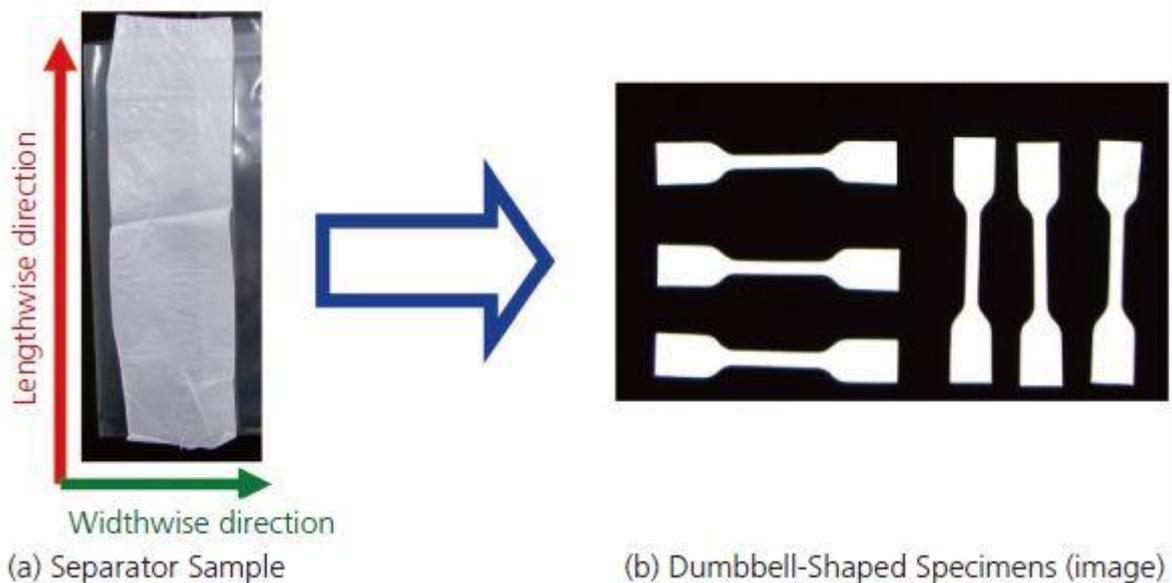


Fig.3 시험 시료

Table 3 시험 조건 (인장시험)

1) 장비	시마즈 정밀만능재료시험기 AG-X
2) 로드셀 용량	100 N
3) 지그	50 N용 공압식 평행지그 (그립면 : 평면, 공기압 0.4 MPa)
4) 챔버	TCR-1W
5) 부하속도	50 mm/min
6) 시험온도	25 °C, 60 °C, 90 °C
7) 소프트웨어	TRAPEZIUM X(싱글)

Fig.4와 Fig.5는 각각 시료①의 짧은 방향 및 긴 방향의 응력-변형을 곡선입니다. 또한 Fig.6, Fig7은 각각 시료②의 짧은 방향 및 긴 방향의 응력-변형을 곡선입니다. Table 4는 각 온도에 따른 시료의 기계적 성질입니다.

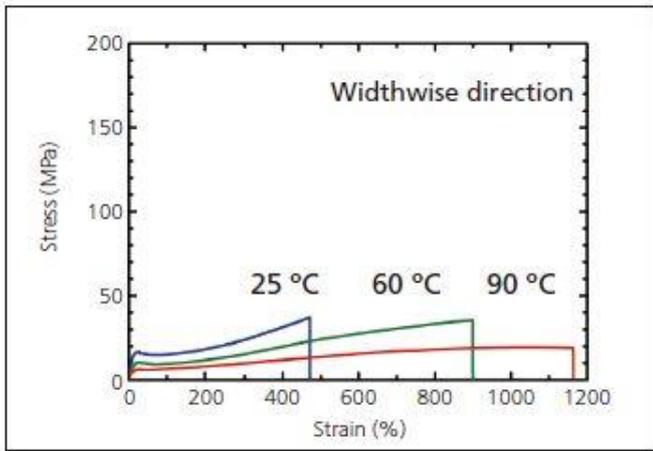


Fig.4 시료①의 짧은 방향의 응력-변형을 곡선

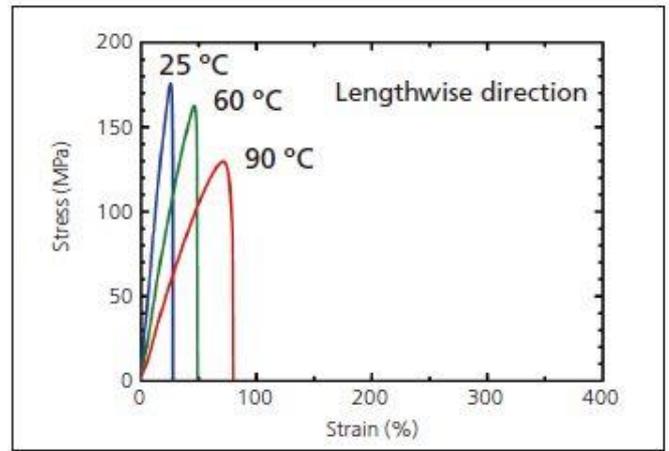


Fig.5 시료①의 긴 방향의 응력-변형을 곡선

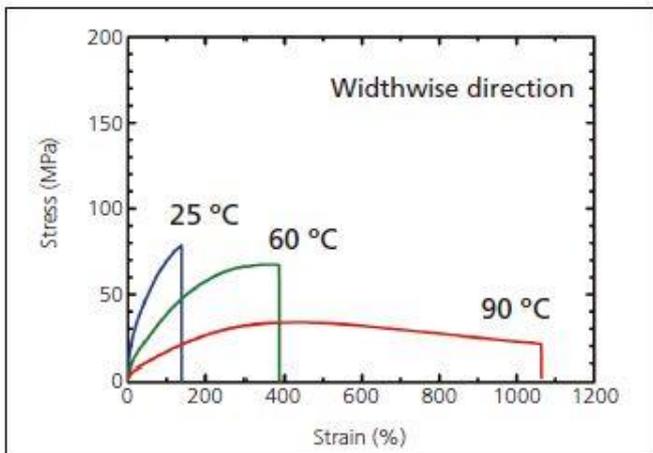


Fig.6 시료②의 짧은 방향의 응력-변형을 곡선

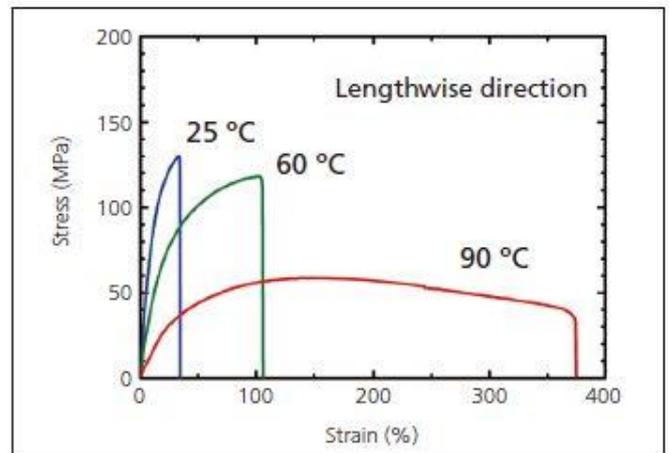


Fig.7 시료②의 긴 방향의 응력-변형을 곡선

Table 4 시료① 및 시료②의 짧은 방향과 긴 방향의 기계적 성질

시료	25 °C		60 °C		90 °C	
	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
① 짧은 방향	36.9	471.4	35.4	898.8	19.3	1044.0
① 긴 방향	175.6	26.8	162.5	57.0	129.9	76.7
② 짧은 방향	78.2	138.5	68.8	347.6	33.8	427.9
② 긴 방향	129.5	34.1	118.3	105.3	58.7	367.2

각 시료의 결과를 통해 짧은 방향이 긴 방향보다 인장 강도는 낮고 연신율은 높은 것을 알 수 있습니다. Table4의 결과를 수치로 비교하면 시료①의 긴 방향은 시료①의 짧은 방향에 비해 인장 강도가 약 5배이며 연신율은 약 1/15 입니다. 상기 결과를 통해 해당 세퍼레이터는 긴 방향으로 1축 연신에 가까운 상태로 제조된 것을 추정할 수 있습니다. 또한 시료②의 짧은 방향의 인장 강도는 시료①의 짧은 방향의 약 2배이며, 연신율은 대폭 낮아진 것을 알 수 있습니다. 시료②의 긴 방향도 시료②의 짧은 방향과 비슷한 경향을 보이며, 시료②의 긴 방향에서 인장 강도 증가와 연신율 감소 경향이 큰 것을 통해 시료②는 낮은 연신율의 2축 연신으로 제조된 것으로 추정되며 짧은 방향보다 긴 방향의 연신 배율이 큰 것으로 추정됩니다.

시험 온도에 따른 기계적 성질 평가에서도 흥미로운 데이터 결과를 얻었습니다. 25 °C와 60 °C에서 측정된 시료의 연신율과

인장 강도를 비교하면 온도 상승에 따라 60 °C의 경우 연신율이 약 2배 증가하고 인장 강도 저하는 크지 않은 것을 알 수 있습니다. 또한 60 °C와 90 °C의 경우 연신율은 25 °C와 60 °C를 비교할 때와 비슷한 정도로 높아지는 경향이 있지만, 인장 강도는 현저하게 감소한 것을 알 수 있습니다. 상기 결과를 통해 본 시험에 사용한 리튬이온전지의 세퍼레이터는 60 °C에서 변형 특성이 높아지며 우수한 기계적 강도를 유지하는 것을 알 수 있습니다.

세퍼레이터는 높은 기계적 강도를 가지면서 전지 내의 온도 변화에 견딜 수 있는 사양이 요구됩니다. 해당 자료에 기재한 가스 환경의 온도 제어 하에서 이루어진 리튬이온전지 세퍼레이터의 관통시험과 인장시험 결과를 통해 알 수 있듯이 시마즈 정밀만능재료시험기 AG-X와 다양한 부속장비를 사용하여 리튬이온전지 세퍼레이터의 기계적 성질을 평가할 수 있습니다.

연구용으로만 사용하세요. 진단과정에 사용하지 마세요.

본 문서는 해당 국가에서 사용할 수 없는 내용이 포함되어 있을 수 있습니다. 확인이 필요하실 경우 시마즈 사이언티픽 코리아로 문의 바랍니다. 본 문서에 사용된 회사 이름, 제품/서비스 이름 및 로고는 상표기호 "TM" 또는 "®"와 함께 사용되는지 여부와 관계없이 Shimadzu Corporation, 자회사 또는 계열사의 상표 및 상표 이름입니다. 제 3자의 상표 및 상표명은 기호 "TM" 또는 "®"와 함께 사용되는지 여부와 관계없이 기업 또는 그 제품/서비스를 참조하기 위해 본 문서에 사용될 수 있습니다. 본 문서의 내용은 어떠한 종류의 보증 없이 "있는 그대로" 제공되며, 제품의 외관 및 사양은 성능 개량을 위해 예고 없이 변경될 수 있습니다. 사진에 포함된 PC 또는 프린터는 별도 구매 제품입니다. 시마즈, 시마즈 사이언티픽 코리아는 본 문서의 사용과 관련하여 직접 또는 간접적으로 어떠한 손상에 대한 책임을 지지 않습니다.