(2/3) 사용자 매뉴얼
리튬이온전지팩 / LM 시리즈

모터 구동용, 산업용 7S (25V) / 14S (50V)

*** LG 에너지 솔루션 18650 원통형 셀 적용 ***

⚠ 〈주의 사항〉

1. 사용자 매뉴얼 및 사용상의 주의사항 등은 별도 문서
   "(2/3) 사용자 매뉴얼_ LM 리튬이온전지"
   "(3/3) 통신규약(프로토콜)_ LV및 LM리튬이온전지" 를 참조하십시오.
2. **LM 시리즈는 향후 수급이 불안정하며, 추가적인 안전인증 대응을 중지합니다.**
   새로운 설계 반영시에는 신형인 LV시리즈를 추천합니다.
   참고적으로 LV시리즈 제품은 전기차용 셀 채용으로 인하여, 기존 LM시리즈 배터리 대비 아래와 같은 장점이 있습니다.
   별도 제품 LV 시리즈의 장점은
   1) 수명이 1.2배 이상 증대.
   2) 같은 에너지용량 대비 체적 25% 축소, 무게 15% 축소.
   3) 안전성(safety) 증대.
   4) 가격은 14% 저렴 (세부 모델에 따라 차이가 있음.) (저렴한 이유는 전기차 대량생산의 효과)
   5) 추가적인 안전인증 ISO 13849-1, EN62619 규격 인증 획득제품의 확대
3. **용도 : 실내,공장내에서 사용되는 것으로 공장자동화용, 모터구동용입니다.** (옥외용 지게차,골프카 등에 사용은 불가합니다.)

목 차

1. 중요 주의사항
8. 잔량 SOC (State Of Charge) 및 전압 관계
9. 배터리 온도 및 방전 전류에 따른 배터리 용량 변화, 수명 및 주의사항
10. 충전기와 리튬전지 수명, 선정시 주의사항
11. 인버터와 리튬전지 수명, 사용시 주의사항
12. 기타 사용시 주의사항
[부록]
[부록] 모터 구동 시스템(AGV, 산업용 전기차 등)의 배터리 산정 방법

◇ 새 제품은 30% 충전된 상태로 출고됩니다. 충전하여 사용하십시오.
◇ 수출에 필요한 서류 = MSDS(UN3481 , Class9) 영문/중국어판 및 UN38.3 인증서 --〉 당사에 요청하십시오.
◇ 수출 HS Code : 8507.60.9000 / 분류 : 리튬이온축전지/기타

1. 중요 주의 사항

[배터리 운송 및 해외 배송 관련]

⚠ **UN38.3인증 / 배터리팩 해외 탁송시 필요사항 :**

해외 탁송시 원칙적으로 "UN38.3 테스트 리포트(이하 인증)"가 필요합니다.
본 인증은 운송(항공, 선박, 육상)에 필요한 안전성 관련된 시험 규정입니다.
시험 내용은 총 8가지(T1 ~ T8) 입니다.

시험항목
①저기압하의 안전성시험, ②열충격시험, ③진동시험, ④발사충격시험, ⑤ 전기적 합선시험,
⑥충격및압착시험(배터리셀), ⑦과충전시험, ⑧강제방전시험(배터리셀)

최근들어서 본 인증없이 해외에 배터리팩을 보내는 것은 원칙적으로 어렵습니다.
타보스는 순차적으로 UN38.3 인증을 획득할 예정이며
인증완료된 모델은 제품 목록상의 인증 표기란에 "UN"이라고 표기하였습니다.
아래 제품목록표 상의 UN인증이 없어 해외 프로젝트 진행에 어려운 고객께서는 당사로 문의해 주시기 바랍니다.

⚠ **배터리 사용시 우선 만충시켜 사용하십시오.**

새 제품은 30% 충전된 상태로 출고됩니다. 출고된 제품을 충전 없이 그대로 방전하면 셀 특성이 개중에 약간 다를 수 있어 팩간 균형이 틀어질수 있기 때문에 만충하여 사용하여야 합니다.

⚠ **배터리를 길이 방향으로 거꾸로 세워 장착하지 마십시오. 수평 방향으로 장착하십시오.**

[충방전 온도]

⚠ **충전 허용 온도는 배터리 내부의 셀 온도 기준으로 0 ~55˚C ,**
방전 허용 온도는 배터리 내부의 셀 온도 기준으로 (-)20 ~55˚C 온도 범위입니다.

위 온도 범위는 엄밀하게는 주변 환경의 온도가 아니라 배터리팩 내부의 리튬전지셀 자체의 온도입니다.

[직병렬 연결 관련]

⚠ **직렬로 묶어 사용하지 마십시오.**

배터리 내부에는 FET등 회로 차단 반도체 소자가 내장되어 있습니다. 이 소자는 각각의 전압 레벨에 대응이 가능한 반도체 소자로 되어 있어 직렬로 묶어 사용시에는 전압이 설계치보다 높게됩니다. 반도체 소자가 파손될 수 있으며 안전관리 회로의 이상으로 화재등의 문제가 발생할 수 있습니다.

⚠ 병렬로 묶어 사용할 수 있으며, 이때 완전히 동일한 특성을 갖는 배터리끼리 묶어 사용하여야 하며, 특히 묶을 당시 전압이 서로 같아야 합니다.

병렬로 묶는 배터리의 각각의 전압은 그 차이가 0.5 ~최대 0.8V 이내로 관리해야 합니다.

[이렇게 하는 이유] :

전압 차이가 있는 배터리끼리 묶으면 조금이라도 전압이 높은 배터리에서 전압이 낮은 배터리로 전류가 급격히 흐르기 때문에 배터리를 파손시킬 수 있습니다.

[전압 차이를 작게 하는 방법] :

병렬 연결하고자 하는 배터리가 서로 전압 차이가 있는 경우 ;

방법1 : 각각의 배터리를 만충시킨 다음 서로 병렬 연결시킨다. 이때 만충 전압이 같아야 하고, 같은 종류의 충전기로 충전해야 한다. 이 방법이 가장 좋음.

방법2 : 높은 쪽의 배터리를 방전시켜 낮은 쪽의 배터리 전압으로 맞춘다. 이 때 방전을 멈춘상태에서 30초 이상 경과후 다른 쪽(병렬연결하고자 하는) 배터리 전압과 거의 같아야 한다.

⚠ 병렬로 묶을 때에 새 배터리와 기존 사용하던 배터리를 묶으면 안됩니다. 화재사고와 관련이 될 수 있습니다. (동일 특성을 갖고, 묶을 당시 전압이 같다 하더라도)

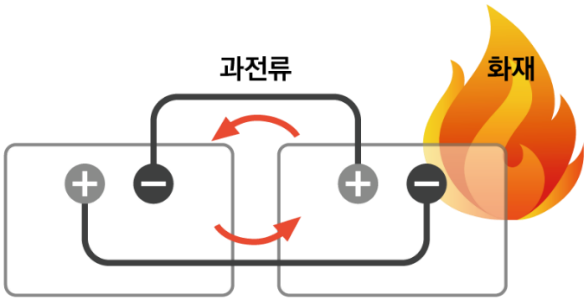
사용하던 배터리에 비해 새 배터리의 내부 저항이 낮기 때문에 내부 저항이 낮은 새 배터리 쪽으로 전류가 주로 흘러서 수명이 급격히 줄어들게 됩니다.
또한 저전압 차단 상태로 장기 방치되는 경우 배터리팩 내부의 리튬전지셀의 화학적 조성이 변형될 소지가 있습니다.
이러한 비정상 배터리를 (a)라고 칭하면, 이 비정상배터리(a)와 정상 배터리(b)를 병렬로 연결하여 충전할 경우 대단히 위험한 경우(화재 등)가 발생할 수 있습니다.
이런 위험성은 전압이 높은 배터리 예를 들어 25V 배터리보다 50V 배터리가 더 위험합니다.
배터리 내에 장착된 BMS(Battery Management System)가 리튬전지셀의 화학적 조성의 변형까지 막아 주기 힘든 특정한 상황이 발생할 수 있습니다.

⚠ 배터리가 아래와 같이 역결선되면 화재가 날 수 있습니다.

(정상적인 병렬 결선) : (+)는 (+)와 결선, (-)는 (-)와

(잘못된 결선) : : (+)는 (-)와 결선, (-)는 (+)와 --〉 아래 그림 / 화재 발생 위험.

결못된 결선일 경우 과다한 쇼크로 상황에 따라 BMS (Battery Management System / 배터리에 내장된 배터리 보호,관리장치)가 손상되거나, 오동작 할 수 있습니다. 이런 이유로 대단히 위험합니다.

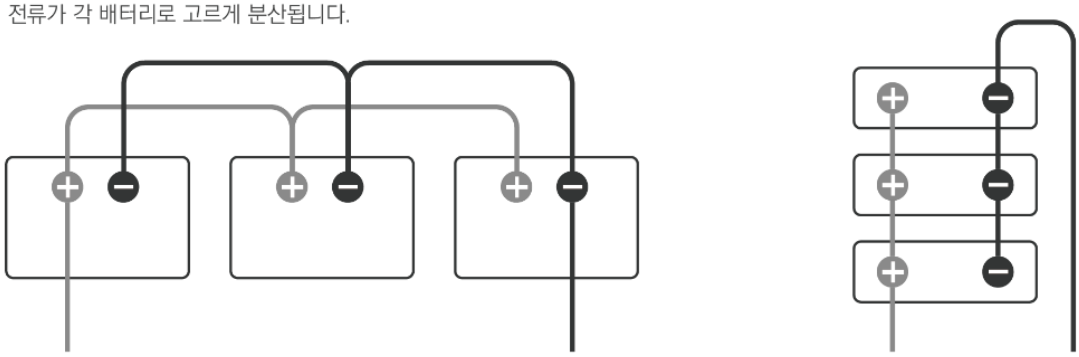


⚠ 병렬로 묶을 때 각 배터리 각각에 대해 전선 경로 길이 및 전선 굵기가 같아야 합니다.

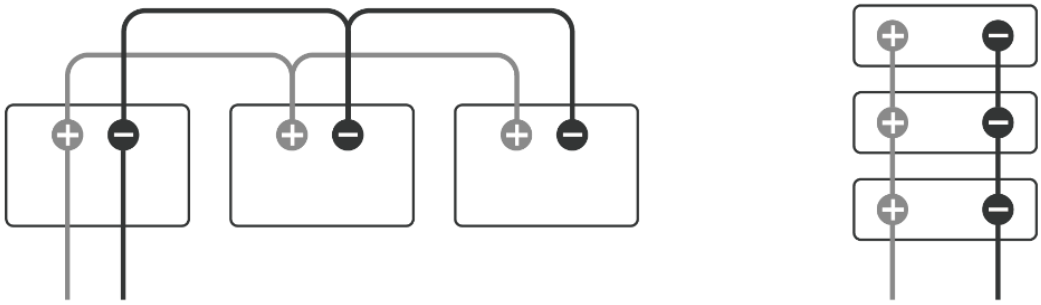
1) 병렬결선 전에 각 배터리팩 단독 전압을 확인하되 만일 전압 차이가 난다면, 배터리팩 간의 전압은 그 차이가 0.5 ~최대 0.8V 이내로 관리해야 합니다.
전압차이가 나면 어느 한쪽 배터리를 충전 또는 방전시켜서 전압을 서로 맞춥니다.

2) 배터리팩을 공장출하(최초 신제품상태)상태에서 묶는 경우가 아니라면 위와 같이 전압을 맞추어서 병렬 결선한 후 반드시 1 시간 이상 방치후에 사용(충전 및 방전)하십시오.
이렇게 하는 이유는 배터리셀 내부의 전기화학적 안정화 시간이 필요하기 때문입니다.
다음 페이지의 그림과 같이 결선하십시오.

권장하는 연결 방법
전류가 각 배터리로 고르게 분산됩니다.



권장하지 않는 연결 방법
전류가 출력선이 가까운 배터리 쪽으로 쏠립니다.

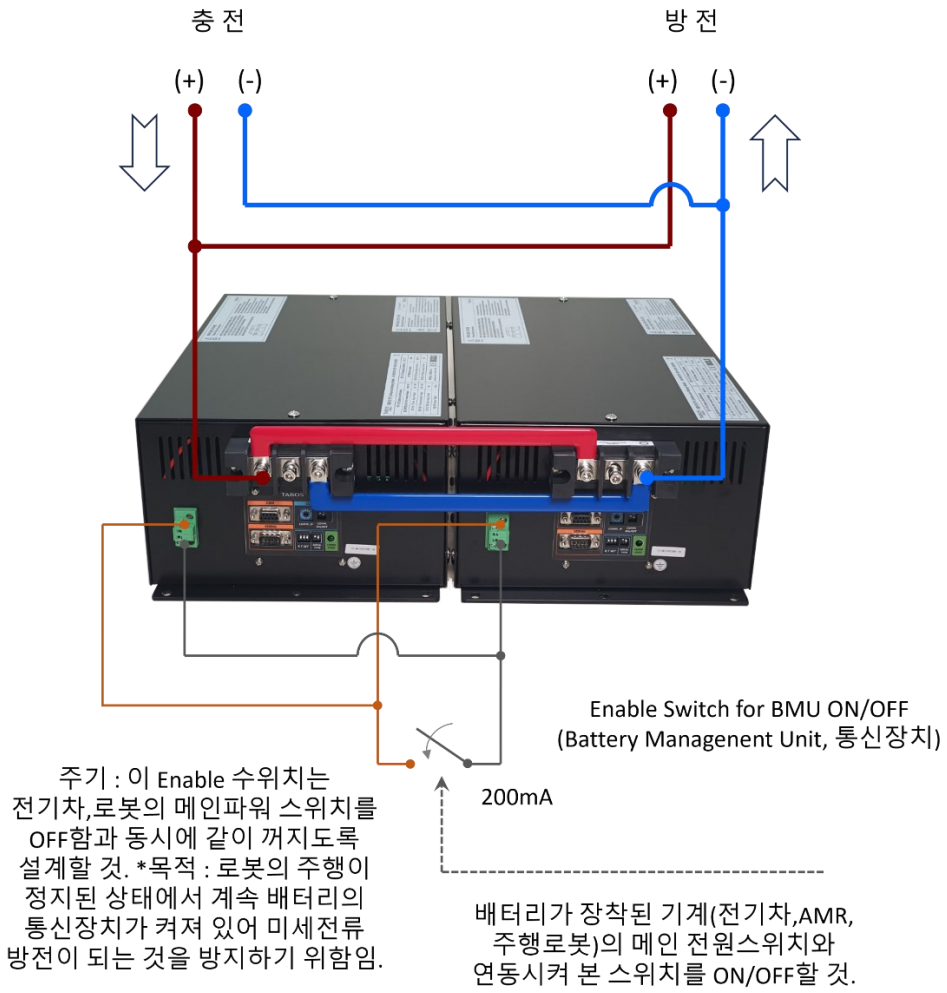


[배터리 통신장치의 Enable Switch 역할 및 부하/충전기 연결]

⚠ 배터리 통신장치 전원용 Enable Switch

* 배터리를 사용하지 않을 시에 통신장치가 계속 켜져 있다면 배터리가 방전되는 일이 있습니다. 이 스위치는 이를 방지하기 위하여 배터리를 사용하지 않을 때 off 시켜 놓아야 합니다.

본 스위치가 off 되면 통신장치는 off 되지만 배터리 메인파워는 off 되지 않습니다.
배터리 메인파워는 마치 자동차 납축전지 처럼 상시 출력됩니다.



⚠ 위 Enable Switc가 OFF되어 있으면 배터리 냉각 FAN이 가동되지 않아 문제가 발생합니다.

*냉각 FAN 이 돌지 않는 상태에서 배터리를 계속 충전하거나, 방전하면 배터리에서 열이납니다. 이 때 과열되면 즉 배터리셀 온도가 50 도가 넘어가면 배터리가 자동으로 충전 또는 방전을 멈추게 됩니다. 그 이후 자연 냉각되어 일정온도 이하로 떨어지면 충방전이 다시 가능하게 됩니다.

[전선 굵기 선정 및 화재 예방]

⚠ **전류에 비하여 가는 전선의 사용은 화재사고를 발생시킵니다.**
전선 굵기는 배터리 용량 및 크기에 의해 결정되지 않으며, 사용전류 (충전전류 및 방전전류) 크기에 의하여 결정됩니다.
상온 환경에서는 전선 1mm2 (스퀘어밀리미터)당 허용전류는 5A정도로 계산하면 무리가 없습니다.
상온 환경에서의 전선굵기당 허용전류 공식 : 5A / mm2 (SQMM).
온도가 높은 환경에서는 위 계산식보다 더 굵은 전선을 사용해야 합니다.

[선정예]

(예1) 최대 충전전류를 50A로 설계한다면 충전전선 굵기는 :
50A / (5A / mm2) = 10 mm2 이상

(예2) 최대 방전 전류를 80A로 설계한다면 방전전선 굵기는 :
80A / (5A / mm2) = 16 mm2 이상

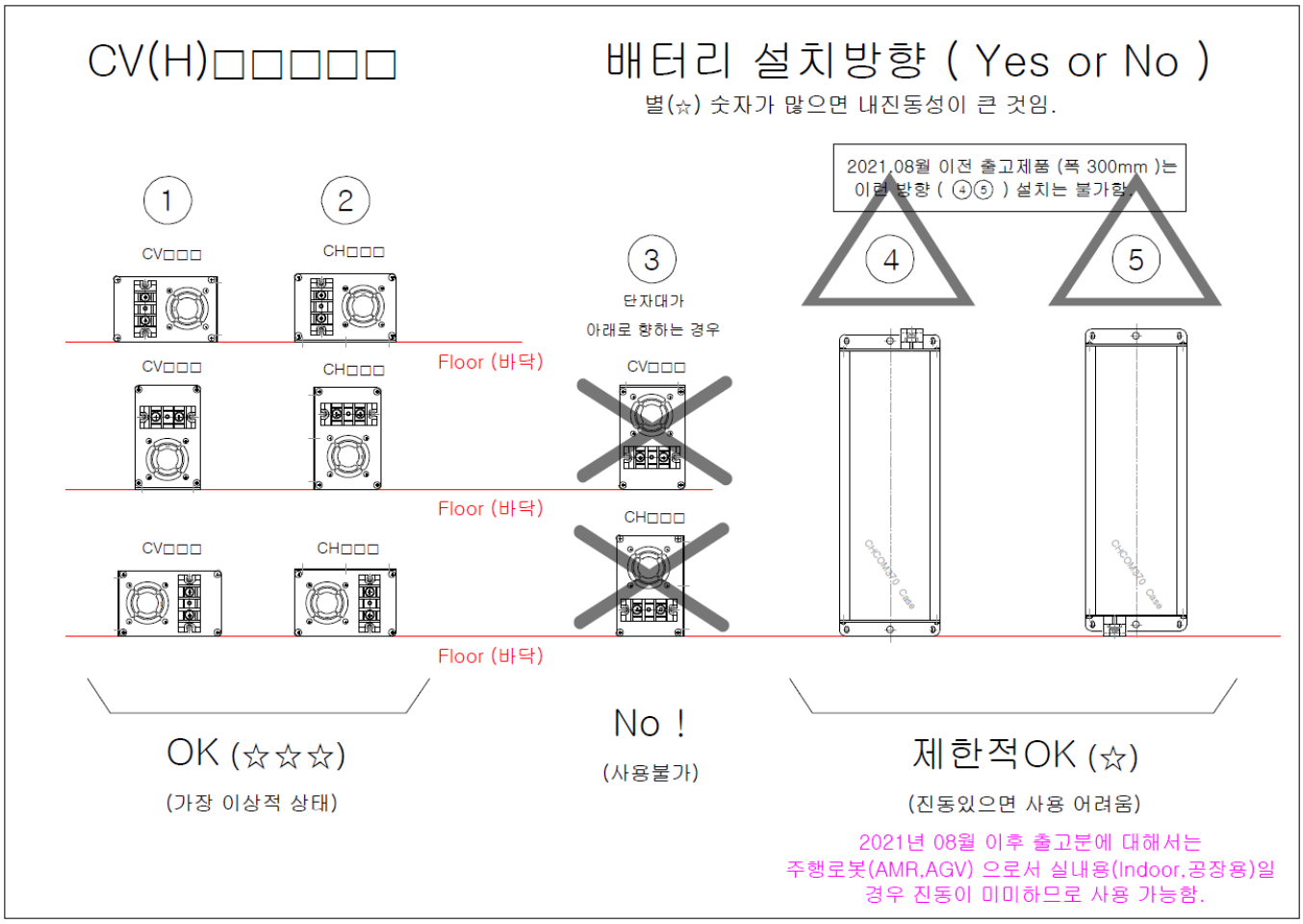
[전기화재사고 메카니즘]

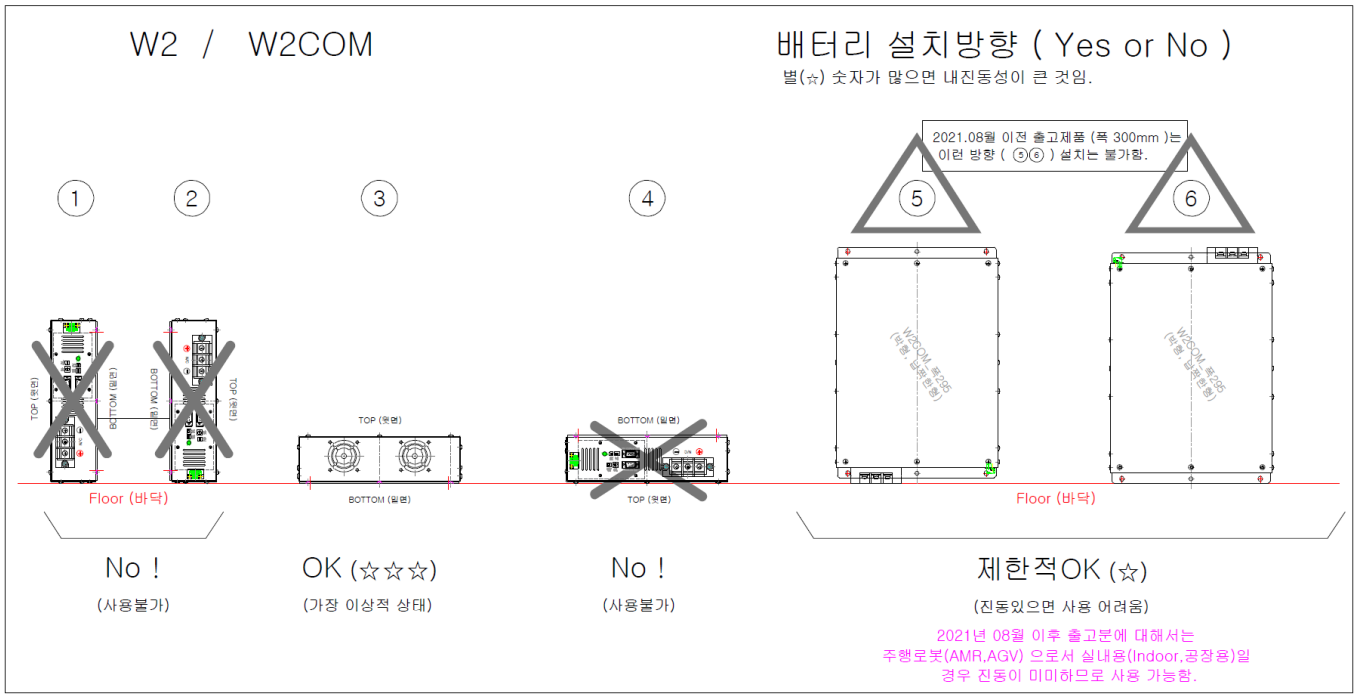
전선 및 코넥터 접촉부가 열을 받는다.

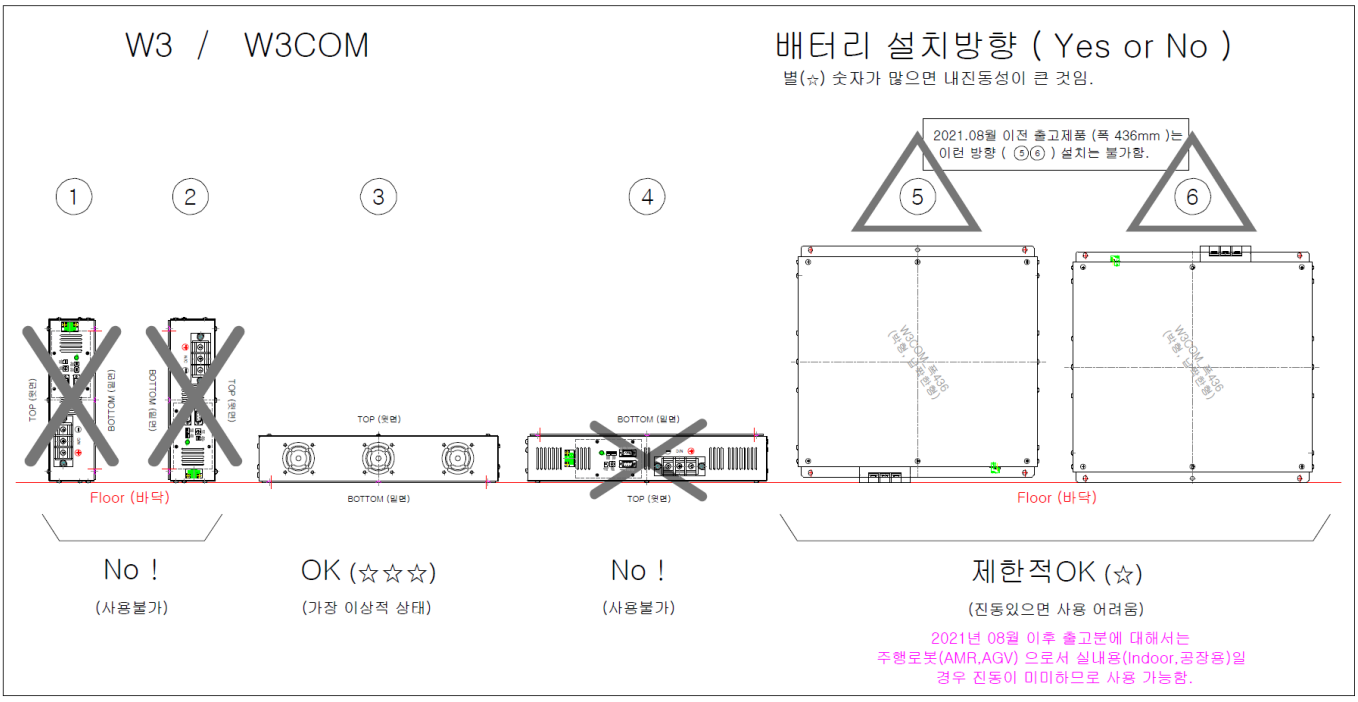
→ 가열된 동(Cu)이 공기중의 산소와 접촉되어 이산화동(아산화동)이 생성된다.
→ 또는 절연피복의 온도가 높아져 절연체가 열화(劣化)되어 균열이 생기거나 경화되어 공기중의 산소가 절연피복과 동선(Cu)틈새로 스며들어 산화동이 생성된다.
→ 특히 산화동은 코넥터 연결부 등 공기와 직접적으로 닿는 부위에 집중적으로 생긴다.
→ 산화동은 발열체이기 때문에 온도가 더욱 올라가며
→ 올라간 열에 의하여 산화동 증식이 더욱 빨라진다.
→ 어느 임계점 이상이 되면 발화점 이상의 온도로 수시간만에 상응하며 화재가 발생한다.

산화동(아산화동)은 산업현장에서 발열체, 히터 재료로 사용하는 재료입니다.
전기화재는 이산화동 생성으로 발생합니다. 고압 전기는 감전의 위험이 있고 고전류는 전기화재의 위험이 있습니다. 따라서 가능한한 전류를 줄이고, 굵은 전선을 사용하는 것이 좋습니다.

⚠ 설치 방향은 아래를 참조하십시오.




W2 / W2COM
배터리 설치방향 (Yes or No)
별(☆) 숫자가 많으면 내진동성이 큰 것임.
2021.08월 이전 출고제품 (폭 300mm)는
이런 방향 (⑤⑥) 설치는 불가함.
1
2
3
4
5
6
TOP (윗면)
BOTTOM (밑면)
Floor (바닥)
No !
(사용불가)
OK (☆☆☆)
(가장 이상적 상태)
No !
(사용불가)
제한적OK (☆)
(진동있으면 사용 어려움)
2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

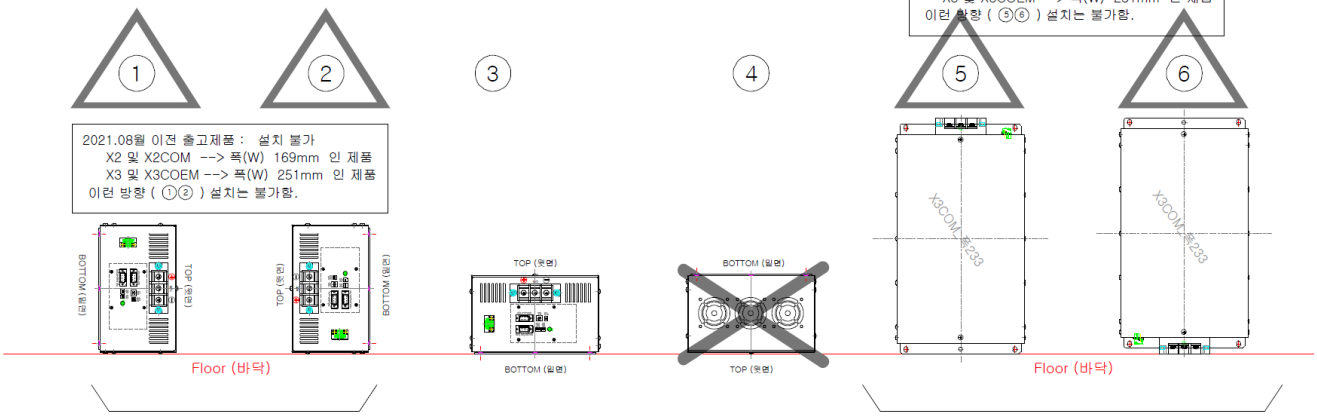

W3 / W3COM
배터리 설치방향 (Yes or No)
별(☆) 숫자가 많으면 내진동성이 큰 것임.
2021.08월 이전 출고제품 (폭 436mm)는
이런 방향 (⑤⑥) 설치는 불가함.
1
2
3
4
5
6
TOP (윗면)
BOTTOM (밑면)
Floor (바닥)
No !
(사용불가)
OK (☆☆☆)
(가장 이상적 상태)
No !
(사용불가)
제한적OK (☆)
(진동있으면 사용 어려움)
2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

X2 / X2COM
X3 / X3COM

배터리 설치방향 (Yes or No)

별(☆) 숫자가 많으면 내진동성이 큰 것임.

2021.08월 이전 출고제품 : 설치 불가
X2 및 X2COM --> 폭(W) 169mm 인 제품
X3 및 X3COEM --> 폭(W) 251mm 인 제품
이런 방향 (⑤⑥) 설치는 불가함.



제한적OK (☆☆)	OK (☆☆☆)	No !	제한적OK (☆)
(작은 진동은 허용)	(가장 이상적 상태)	(사용불가)	(진동있으면 사용 어려움)

2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

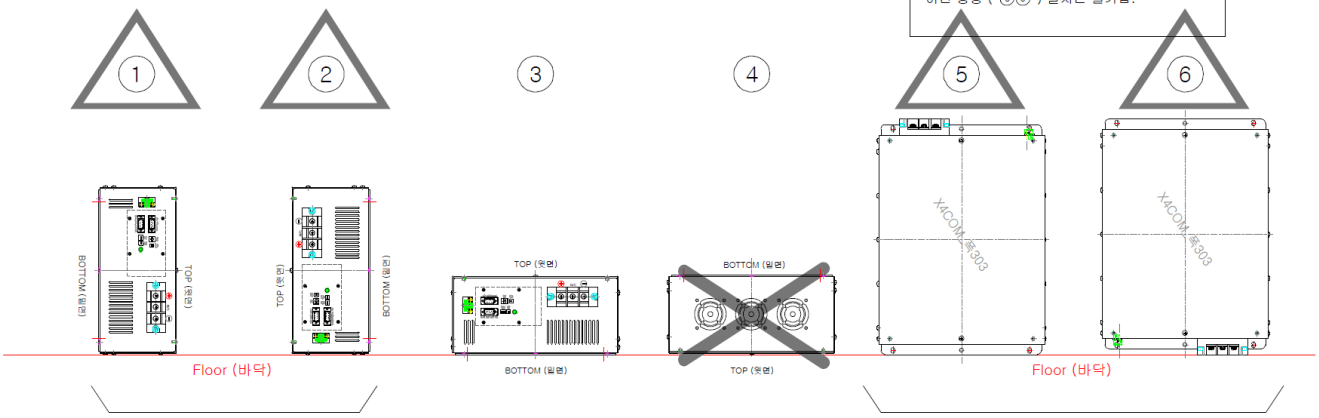
2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

X4 / X4COM

배터리 설치방향 (Yes or No)

별(☆) 숫자가 많으면 내진동성이 큰 것임.

2021.08월 이전 출고제품 : 설치 불가
X4 및 X4COEM --> 폭(W) 306.5mm 인 제품
이런 방향 (⑤⑥) 설치는 불가함.



제한적OK (☆☆)	OK (☆☆☆)	No !	제한적OK (☆)
(작은 진동은 허용)	(가장 이상적 상태)	(사용불가)	(진동있으면 사용 어려움)

2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

2021년 08월 이후 출고분에 대해서는
주행로봇(AMR,AGV) 으로서 실내용(Indoor,공장용)일
경우 진동이 미미하므로 사용 가능함.

[타보스 배터리에 장착된 스위치 역할 (BMS 통신 옵션 선택형)]

⚠ **통신포트(옵션) 및 잔량계(옵션)의 작동 스위치가 장착된 배터리에 있어서 스위치는 오직 통신포트 및 잔량계의 전원 공급을 위한 것이지 배터리 메인 전원을 차단하는 용도가 아닙니다.**

또한 스위치를 켠 상태로 방치하면 배터리 과방전의 우려가 있고 배터리 수명이 짧아집니다. 배터리 보관중에는 OFF시켜야 배터리 방전이 안됩니다.

다만, 본 스위치가 OFF 상태일 때는 배터리 냉각FAN이 작동하지 않으므로 배터리 작동 중에는 스위치를 ON상태로 두십시오. (실수로 본 스위치가 ON이 되지 않은 상태에서 가동되더라도 배터리 BMS(PCM)이 배터리 온도가 55도~60도 영역에서 출력을 차단하므로 안전관리는 자동으로 됩니다.)

* 자세한 사항은 타보스 홈페이지상의 배터리 통신장치 '통신규약' 문서를 참조하십시오.

통신포트 전용 전원 스위치 적용 예	
2P 터미널 단자식	로커 스위치식

[사용 전압 범위 및 충방전 전압 범위]

⚠ **충방전 사용 전압 영역을 아래와 같이 하십시오.**

운용	AGV(무인 반송차) 사용가능 전압 영역				
	부하연결 차단	저전압 경고	AGV(무인 반송차) 운전전압		
배터리 종류 (공칭전압)	**AGV측의 권장 저전압 차단 지령 전압**	방전시 전압이 급격히 강하되는 경계 0.2C이하 방전시	**충전스테이션으로 AGV가 복귀하는 기준 전압**	**권장 충전기 충전전압**	**허용 충전 최고 전압**
Cell당 전압	3.15V/Cell	3.36V/Cell	3.43V/Cell	4.0V/Cell	4.14V/Cell
25V 배터리 (7S) 추정 잔량%	**22V**	**약 23.5V**	**24V**	**28V**	29.0V
	약 3~5%	약 5~8%	약 15~20%	약 80%	약 90%
50V 배터리 (14S) 추정 잔량%	**44V**	**약 47.0V**	**48V**	**56V**	58.0V
	약 3~5%	약 5~8%	약 15~20%	약 88%	약 94%

주기 : 추정 잔량은 배터리의 충전전류크기 및 방전전류크기, 충전전선 경로의 길이,굵이에 따라 차이가 납니다. 위 추정 잔량은 현장상황에 따라 달라질 수 있으며, 이해를 돕기 위한 추정치입니다.

위 표에서 '권장 부하측 저전압차단 전압'과 '배터리 BMS 저전압 차단전압'과의 차이가 많으나 위 그래프에서 보듯이 방전이 진행되면서 배터리 전압이 급격히 떨어집니다. 즉 전압이 급격히 떨어지는 영역은 실용적으로 사용될 수 있는 에너지량이 많지 않다는 의미입니다. '권장 부하측 저전압차단 전압' 이하의 영역에서는 배터리 잔량이 5%정도(방전전류에 따라 다르지만)로 보시는 것이 타당합니다.
즉 권장사용 하한전압 이하의 영역은 대전력을 사용한다기 보다는 제어용 전원을 위해 남겨두는 영역이라 보시면 됩니다.

⚠ **배터리 방전 전압이 저전압 영역으로 자주 들어가면 배터리 수명이 짧아집니다.**

⚠ **배터리 방전시에는 배터리 내부에 장착된 BMS회로에 의한 저전압 차단에 앞서 부하측에서 먼저 차단해야 합니다.**

그 이유는 BMS가 과방전(저전압)으로 차단하는 것은 배터리 잔량이 거의 없는 상태에서 과방전 직전에 마지노선으로 차단하는 것이기 때문입니다. 배터리 수명을 늘이기 위해서는 과방전 상태까지 자주 가면 안되며, 반복될시 수명이 짧아질 수 있습니다.
또한 BMS는 2차 안전장치라고 보는 것이 맞으며 BMS 과방전 차단되기 전에 먼저 부하를 차단하여 BMS의 ON/OFF 부담을 줄여야 합니다.

⚠ **배터리 충전시에는 배터리 내부에 장착된 BMS회로에 의한 과전압 차단에 앞서 충전기측에서 먼저 충전을 차단해야 합니다.**

그 이유는 BMS가 과충전(과전압)으로 차단하는 것은 배터리 과충전 위험 직전에 마지노선으로 차단하는 것입니다.
배터리 수명을 늘이기 위해서는 과충전 가까운 전압까지 자주 가면 안되며, 반복될시 수명이 짧아질 수 있기 때문입니다.
또한 BMS는 2차 안전장치라고 보는 것이 맞으며 충전기 측에서 BMS 과충전 차단되기 전에 먼저 충전기를 차단하여 BMS의 ON/OFF 부담을 줄여야 합니다.

[충전기 적용시 주의 사항]

*** 주기 : 타보스 충전기는 아래 안전 기능이 기본적으로 채용되어 있습니다.**

⚠ **반드시 예비충전(Pre_Charging) 기능이 있는 배터리 충전기를 사용해야 안전합니다.**

이 예비 충전 기능이 없는 충전기로 충전할 경우 상황에 따라 BMS 장치에 내장된 MOS-FET가 파손될 수 있어 과열, 소손, 화재 등의 위험 상황을 초래할 수 있습니다.
* 주기 : 예비충전 기능이라 함은 배터리가 과방전으로 차단된 상태에서 미세전류 (1~2A 정도의 수A크기의 전류)로 충전을 하여 BMS가 과방전 상태를 해제시키고, 이후 즉 배터리 출력 전압이 나오는 상태에서 본 충전 전류로 충전하는 안전 기능.

⚠ **충전기는 충전 전류 리플(Ripple)이 충전전류의 5% 이하이어야 합니다.**

충전전류 리플이 클수록 리튬전지셀을 파손시킵니다. 일부의 리튬전지 셀이 파손되면 BMS 장치에 전원 공급이 제한될 수 있으며 이에 따라 한전상 문제가 발생할 수 있습니다.

리플량(%) 크기는 규정이 있다기 보다는 리플량이 크면 클수록 배터리 수명에 악영향을 미칩니다.
타보스 실증 데이터에도 리플량이 큰 충전기를 사용할 경우 수개월 ~ 2년 사이에 고장이 나는 사례가 발생하고 있습니다.
* 주기 : 원리 및 근거는 뒤에서 설명하는 '충전기와 리튬전지 수명, 선정시 주의 사항' 항목 참조

⚠ **반드시 전용 리튬전지용 충전기를 사용해야 합니다. 기본 기능으로 정전류(CC) 및 정전압(CV) 기능을 갖추어야 합니다. 일반 전원공급장치(DC Power Supply)로 충전하면 안되며, 위험합니다.**

[배터리 부하로 인버터(배터리 DC전압을 AC220V로 변화) 사용할 시 주의 사항]

⚠ **가능한한 인버터 부하를 사용하지 않고 (즉 교류 부하를 사용하지 않고) 직류(DC) 부하를 사용하기를 권장합니다.**

배터리 크기(Wh)에 비해 인버터를 통해 사용되는 전력(W)이 크면 배터리 셀 수명이 급격히 낮아집니다. 배터리 크기(Wh)가 인버터 사용전력(W)의 10배 이상을 권장합니다. 그 이유는 배터리 전류가 리플이 상당히 존재하여 충격파 형태로 배터리 셀에 가해지기 때문에 리튬전지셀의 양극 및 음극의 코팅 물질의 손상을 초래하는 것으로 판단됩니다.

* 주기 : 원리 및 근거는 뒤에서 설명하는 '인버터와 리튬전지 수명, 사용시 주의 사항' 항목 참조

[배터리 부하의 돌입전류 발생 문제]

⚠ **연결되어 사용되는 부하의 돌입전류 (Inrush Current)가 과다할 경우 배터리 BMS는 과전류로 인식하여 출력을 차단할 수 있습니다.**

* 주기 : 타보스는 이러한 문제를 해결하기 위해 '돌입전류방지기' 제품을 상품화하여 공급하고 있습니다. 당사 문의.

[충전 전류 및 방전전류 크기]

⚠ **배터리 충방전 시 정격충전전류 및 정격방전전류보다 충분히 낮은 전류를 사용하십시오.**

권장 충전전류 및 정격 충전 전류의 50% 이하에서 사용하는 것이 배터리 수명을 보전합니다.
권장 방전전류는 정격 전류의 50% 이하에서 연속 사용하도록 하며 그 이상의 100% 정격정류까지는 순시 부하에서 사용하도록 하십시오.

[배터리 보관]

⚠ **배터리 보관 :**

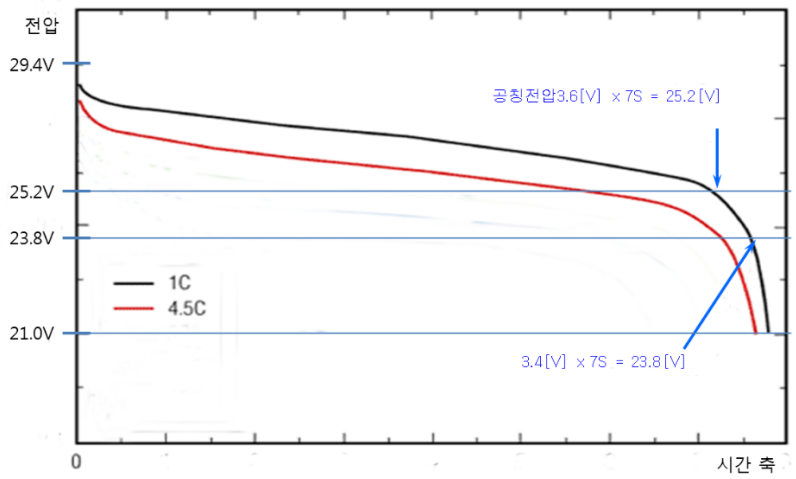
배터리가 과방전된 상태 또는 잔량이 얼마 안 남은 상태로 장기 방치하지 마십시오. 충전하여 보관하십시오.
신품 및 사중중의 배터리도 부하가 연결되지 않은 상태라도(즉 배터리 단독으로 보관시) 1년 이상 방치하지 마십시오.
1년마다 점검하여 평균전압보다 5~10% 높은 전압까지 충전시킨 후에 보관하십시오.

보관 온도/습도 조건 등은 별도 문서 " [1 of 3 사양서] 모터용 LM 리튬이온전지_OOO"의 공통사양 일람을 참조.

배터리는 출고시 30%정도 충전이 되어 있는 상태로 출고됩니다. 배터리 내에 장착된 BMS(Battery Management Sysem)는 대기 및 방치 상태에서도 지속적으로 미세하지만 전력을 소비합니다. 따라서 1년 이상 방치할 경우는 과방전의 우려가 있습니다. 과방전 상태가 지속되면 배터리 수명이 짧아지며 경우에 따라서는 못쓸 수도 있습니다. 타보스 실증적으로는 약 4년까지 방치한 상태로 과방전이 되지 않고 정상전압을 유지한 사례도 있었습니다만 이는 타보스 제품내에서도 배터리팩 종류에 따라 달라서 일률적으로 말할 수 없습니다. BMS에 묶여 있는 리튬전지셀의 병렬수의 크기에 따라 4년까지 버틸수도 있고 1여년밖에 못 갈수도 있습니다.
제품마다 다르니 관리는 1년마다 점검하는 것이 좋습니다.

1. 잔량 SOC (State Of Charge) 및 전압 관계

배터리 전압을 가지고 정확한 배터리 잔량을 알기는 어렵습니다. 아래 그림과 같이 전압과 잔량의 관계에 있어서 비례관계에 있지 않은 영역도 존재하고 또 방전 및 충전 전류 크기에 따라 배터리 전압강하가 일어나기 때문입니다.
1C 정도의 방전그래프를 예를 들어보면 어느 정도 선형적인 부분이 존재하기 때문에 잔량이 30% 이상까지는 전압을 통해 배터리 잔량을 유추할 수 있습니다. (1C 의 정의는 아래 그래프 주기를 참조.)
그러나 방전전류를 추가적으로 더 크게 (예를 들어 아래 그래프의 4.5C방전으로) 하면 배터리 전압이 갑자기 떨어집니다만 배터리 잔량이 줄어든 것은 아니고 배터리 내부의 저항에 의한 전압강하가 생기는 것 뿐입니다.
또한 1C 정도로 방전할 경우 25V 배터리의 경우 방전을 지속하여 24V 이하로 떨어지게 되면 잔량이 20%정도(실험치) 밖에 남아있지 않게 됩니다. 더 방전을 지속하면 전압이 급속도로 떨어지게 됩니다.



[그래프] 25V (7S형) 리튬배터리 방전전류와 전압과의 관계

** 주기: 그래프 설명
1C라 말함은 배터리 전압에 관계없이 총량이 35AH라고 할 때 1배인 35A로 방전할 때.
4.5C라 말함은 배터리 전압에 관계없이 총량이 35AH라고 할 때 4.5배인 157A로 방전할 때.
본 제품의 경우 최대로 1C, 또는 2C 이하의 방전용 제품이기 때문에 위 그래프의 제일 위의 검성색 그래프를 보시면 됩니다.
위 그래프는 리튬이온의 방전특성곡선이며, 방전전류가 커질수록 배터리의 원래 전압보다 전압이 더 낮아지는 특성이 있습니다. 25V 배터리의 경우 특히 배터리 전압이 24[V]이하의 영역에서는 그 변동폭이 급격히 커집니다.

2. 배터리 온도 및 방전 전류에 따른 배터리 용량 변화 수명 및 주의 사항

주기 : 아래 온도는 주위온도가 아니라 배터리팩 내부의 리튬이온셀의 온도임.

	사용조건	충방전 상태, 용량(Wh) 변화	내 용
[충전]	0~45˚C		◇ 이 온도 범위 벗어나면 수명단축. 범위외사용 데이터 없음.
[방전]	60˚C 초과	사용 불가능	◇ **이 온도 이상 올라가면 배터리 BMS가 자동 차단함.**
	40˚C ~ 60˚C	충전/방전 가능, (사용자제 온도)	◇ 사용을 기피해야 할 온도, ◇ 수명이 급격히 줄어드는 온도 범위
	0~20~40˚C	충전/방전 가능 용량:100 ~ 90%	◇ 상온(20˚C)에 가까울 수록 이상적인 사용 온도 범위임. ◇ 상온 대비 온도가 높을수록 수명이 줄어듦. ◇ 충전/방전 전류가 높을수록 온도에 관계 없이 사용 가능한 (충전 및 방전 가능한)배터리 용량은 이보다 더 줄어듦.
	0˚C ~ -10˚C	방전 가능 (원칙적으로 충전은 금하나 미세전류 충전은 상황에 따라 가능할수있음.) 방전용량 : 80%	◇ **LM, LV** 시리즈 제품 : 공칭 Ah용량의 40%이하 전류로 방전시, (예 10Ah 배터리라면 10A x 40% = 4A) ◇ 상온 대비 온도가 낮을수록 수명이 줄어듦. ◇ 충전/방전 전류가 높을수록 온도에 관계 없이 사용 가능한 (충전 및 방전 가능한)배터리 용량은 이보다 더 줄어듦.
	-10˚C ~ -20˚C	미세전류 방전 가능 (충전 불가) 방전용량: 50~70%	◇ **LM, LV** 시리즈 제품 : 공칭 Ah용량의 20%이하 전류로 방전시, (예 10Ah 배터리라면 10A x 20% = 2A) ◇ 상온 대비 온도가 낮을수록 수명이 급격히 줄어듦. ◇ 충전/방전 전류가 높을수록 온도에 관계 없이 사용 가능한 (충전 및 방전 가능한)배터리 용량은 이보다 더 줄어듦.
방전 전류	중부하 방전	85~90%	◇ **LM, LV** 시리즈 제품 : 공칭 Ah용량의 100% 이하의 전류로 방전시, (예 10Ah 배터리라면 10A x 100% = 10A)
	고부하 방전	70~80%	◇ **LM, LV** 시리즈 제품 : 공칭 Ah용량의 200% 이하의 전류로 방전시, (예 10Ah 배터리라면 10A x 200% = 20A)

주기 :

1. '배터리 온도'는 주위 온도가 아니라 배터리팩 내부의 리튬이온전지 셀 자체의 온도임.
2. 배터리 트레이 내에 냉각 FAN이 있지만 배터리 주위 온도가 높으면 냉각에 한계가 있음.
3. 위 자료는 타보스 에서 오랜 시간을 두고 자체 시험을 해서 나온 자료로 참고 사항임.

3. 충전기와 리튬 전지 수명, 선정시 주의 사항

1) 충전기 선정

성능이 증명된 정전압 및 정전류 회로가 내장된 충전기를 반드시 사용하십시오.
배터리에 과전압 및 저전압 방지 회로가 내장되어 있으나 충방전 제어기에 과전압 충전방지 회로가 내장되어 있는 제품 사용을 사용해야 배터리를 장기간 안전하게 사용할 수 있습니다.
타보스에는 본 리튬이온전지에 맞게 개발한 제품이 있으니 우선 타보스에 문의하시기 바랍니다.

2) 급속 충전 / 완속 충전

급속 충전하면 배터리 수명이 낮아집니다. 가능하면 완속 충전하는 것이 좋습니다.
충전 전류는 각 배터리 모델별 사양서에 기재되어 있는 제한전류값 이내에서 0.5C 이하로 충전하되 충전 전류를 낮추는 것이 좋습니다.
0.5C라 말함은 배터리가 100Ah용량을 가진다고 할 때 100A x 0.5 = 50A로 충전하는 것을 말하며
장수명을 보장하기 위해서는 완속충전이 좋으며 0.2C 이하로 충전하는 것을 말합니다.
[주기] 태양광 충전의 경우 완속 충전이라 보시면 됩니다.

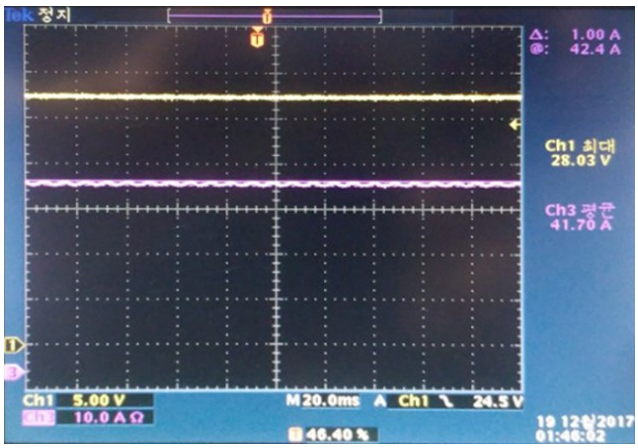
3) 충전기 선정시 주의 사항

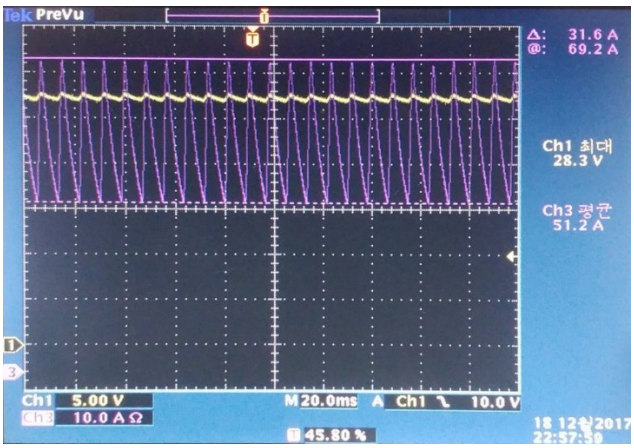
충전기의 충전전류 리플 및 이 리플에 의해 부가적으로 유기되는 펄스성 전압[V(t)=L*di/dt]이
리튬이온 전지의 양극 및 음극의 코팅 물질(Ni-Mn-Co-Li 산화물 및 흑연입자)을 파손시켜 수명을 단축시키며 배터리 셀의 특성 불균형을 초래하며, 또한 리튬전지의 BMS(Battery Management System) 성능을 열화(劣化)시켜 안전문제를 야기시킬 수 있습니다.
이런 현상은 당사가 8여년간 리튬전지 및 충전기 수명관련 데이터 취합을 통해서도 알게 되었습니다.
리플량이 큰 충전기를 사용할 경우 수개월 ~ 2년 사이에 고장이 나는 사례가 발생하고 있습니다.

이런 사항은 실증 연구논문이 보고되고 있습니다.
참고논문 : ‘The effects of high frequency current ripple on electric vehicle battery Performance’ by ‘Kotub Uddin’ , ‘Andrew D. Moore’ in UK.

[타보스 제품과 타회사 제품의 '충전 전류 리플' 비교 측정 데이터]

측정장비 : Tektronics / TCP303 with TCPA300





[타보스 충전기 : TC-1500W-25V45A]
충전전류 리플량(△A) = 1A

[타회사(OOOO) 충전기 : 25V용 50A충전기]
충전전류 리플량(△A) = 31.6A

◇ 타보스 리튬전지 충전기는 위 사진에서 보듯이 충전 전류 리플이 타회사(시험한것)에 비해 3%정도로 작게 하여 리튬전지 안정성을 높였습니다.
또한 저전압 구간에서의 미세충전기능 및 다단 전류 증대 기능 등 리튬전지를 보호하기 위한 여러 기능이 있습니다.

◇ **특히 타보스 리튬전지에는 타보스 충전기를 적용하여 쌍으로 사용하기를 권장 드립니다.**

4) 타보스 충전기 안내 / (2022.11 월 기준)

(1/2) 유선 충전기

용 도	모델명	적용 배터리	특징	비고
300W 시리즈 (입력 AC220V)	TC-7S10A-S	7S 용 / 10A, 25V 리튬전지용		
700W 시리즈 (입력 AC220V)	TC-700W-25V25A	25V 리튬전지용	충전전압 : 출고시 고정. 충전전류 : 볼륨 조정식 표시창 : 충전전압, 충전전류	
1,500W 시리즈 (입력 AC220V)	TC-1500W-25V45A	25V 리튬전지용	충전전압 : 출고시 고정. 충전전류 : 볼륨 조정식 표시창 : 충전전압, 충전전류	
	TC-1500W-50V25A	50V 배터리용		
3,000W 시리즈 (입력 AC220V)	TC-3000W-25V90A	25V 리튬전지용	충전전압 : 출고시 고정. 충전전류 : 볼륨 조정식 표시창 : 충전전압, 충전전류	2023.02 월 단종 예정
	TC-3000W-50V50A	50V 리튬전지용		
2,000W 시리즈 3,500W 시리즈 (입력 AC220V)	TC-2000W-25V60A	25V 리튬전지용	터치 스위치 패널에서 LCD 창 보면서 각종 세팅 (전압,전류,통신,등) / 고급형	2023.02 월 신규 출시 (소형화 신제품)
	TC-3500W-50V60A	50V 리튬전지용		
3500W 시리즈 7000W 시리즈 (입력 AC380V) 3 상전원	TC-4000W-25V120A	25V 리튬전지용	터치 스위치 패널에서 LCD 창 보면서 각종 세팅 (전압,전류,통신,등) / 고급형	2023.02 월 신규 출시 (소형화 신제품)
	TC-7000W-50V120A	50V 리튬전지용		

(2/2) 무선 충전기

용 도	모델명	내용	특징	비고
2500W 시리즈 (입력 AC220V)	TWC-2500W-A 시리즈	25V 리튬전지용	충전전류 60A	
		50V 리튬전지용	충전전류 40A	

4. 인버터와 리튬 전지 수명, 사용시 주의 사항

[배터리 부하로 인버터(배터리 DC 전압을 AC220V 로 변화) 사용할 시 주의 사항]

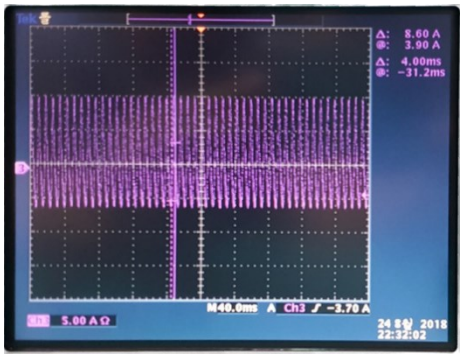
⚠ **가능한한 인버터 부하를 사용하지 않고 (즉 교류 부하를 사용하지 않고) 직류(DC) 부하를 사용하기를 권장합니다.**

배터리 크기(Wh)에 비해 인버터를 통해 사용되는 전력(W)이 크면 배터리 셀 수명이 급격히 낮아집니다. 배터리 크기(Wh)가 인버터 사용전력(W)이 10배 이상을 권장합니다.
가능한한 인버터 부하를 사용하지 않고 (즉 교류 부하를 사용하지 않고) 직류(DC) 부하를 사용하기를 권장합니다.
그 이유는 배터리 전류가 리플이 상당히 존재하여 충격파 형태로 배터리 셀에 가해지기 때문에 리튬전지셀의 양극 및 음극의 코팅 물질의 손상을 초래하는 것으로 판단됩니다.

배터리 부하 전류의 충격파적인 리플 및 이에 부가적으로 유기되는 펄스성 전압[V(t)=L*di/dt]이 리튬이온 전지의 양극 및 음극의 코팅 물질(Ni-Mn-Co-Li 산화물 및 흑연입자)을 파손시켜 수명을 단축시키며 배터리 셀의 특성 불균형을 초래하며, 또한 리튬전지의 BMS(Battery Management System) 성능을 열화(劣化)시켜 안전문제를 야기시킬 수 있습니다.
이런 현상은 당사가 8 여년간 리튬전지 및 인버터 관련 수명관련 데이터 취합을 통해서도 알게 되었습니다.
배터리 크기에 비해 부하전력이 큰 인버터 부하를 사용하게 될 경우 수개월 ~ 2년 사이에 고장이 나는 사례가 발생하고 있습니다.

시중의 인버터는 정현파이든, 유사정현파이든 배터리 측으로부터 공급되는 DC전류의 리플이 상당히 큽니다. (아래 측정치 참조). 즉, 인버터를 통한 사용전력이 200W이면 배터리 용량은 2,000Wh 정도 되면 수명을 오래 쓸 수 있습니다.

그렇지만 위와 같은 조건으로 사용하더라도 시중의 대부분의 인버터는 배터리로부터 공급받는 전류가 충격파 형태의 리플이 존재하므로 직류 부하를 사용하는 것에 비해 수명이 저하됩니다.



[좌측 사진 예시 : 인버터 배터리 전류 측정]
* 시험기기 : 1000VA 정현파 인버터 / 입력 48VDC
* 시험조건 : 인버터의 부하측 전력을 500W 당길 때
* 측정전류 : 배터리→ 인버터 공급 DC 전류 파형 측정

*** 분석 :**
배터리로부터의 공급 전류 8A일 때 리플전류는
+10A, -5A 로 전 부하 전류가 리플 전류의 형태를 띄고 있음.

5. 기타 사용시 주의사항

⚠ **본 리튬전지는 방수형이 아닙니다. 습기가 들어가지 않도록 주의하십시오. 습기는 고장 초래.**

⚠ **배터리 상태 통신 포트 (BMS 통신포트) 사용시 주의점**

타보스 BMS 통신장치에는 충전기 및 부하단에서 배터리로 들어오는 노이즈 레벨을 저감시키기 위하여 필터 및 포토커플러 등을 적용하여 어느정도의 노이드 대항력이 있으나 충전기 및 부하단에서 발생하는 노이즈가 일정 수준을 넘을 경우 노이즈에 의한 BMS 통신 장애가 발생할 수 있습니다. 그런 경우에는 충전기 및 부하단의 노이즈 대책을 세워야 합니다. 참고로 타보스 충전기 적용시 충전단에서의 노이즈 발생이 없습니다.

⚠ **배터리 출력전선 크기 선정시 주의**

배터리와 최종 부하간의 전선 크기 결정에 일반적으로 사용되고 있는 전선 굵기대비 허용 전류값에 의한 전선 크기 결정은 합당하지 않습니다.
전선 굵기가 충분치 않거나 전선의 길이가 길 경우 흐르는 전류에 의해 전압 강하가 발생합니다.
이 전압 강하가 많으면 배터리 잔량이 충분함에도 전선에 연결된 부하에 공급되는 전압은 낮게 됩니다.
특히 순시 최대치 전류가 많이 필요한 기동 시에는 전선 굵기가 작게 되면 전압강하량이 커져서 기동조차 못하는 문제가 발생합니다.
배터리 출력선 (충전 또는 방전용)을 충분히 굵은 것으로 사용하십시오. 가는 전선은 전선 온도가 상승하여 화재의 원인이 됩니다. (고전류는 과열 및 화재의 원인이 됩니다.)

⚠ **충전시 권장 배터리셀 자체 온도 범위 : 0 ~ 45℃ / 실온에 가까울수록 수명이 깁니다.**
주기 : 충전 C-rate가 0.05C 이하인 경우 경험적으로 영하날씨에서도 충전이 가능함.

⚠ **방전시 권장 배터리셀 자체 온도 범위 : -20 ~ 60℃ / 실온에 가까울수록 수명이 깁니다.**

⚠ **보관, 운송에 관한 온도 및 습도 조건은**

[1 of 3 사양서] 모터용 LM 리튬이온전지_OOO"의 공통사양 일람을 참조.

⚠ **온도가 올라가면 배터리 수명을 단축하며 위험하오니 반드시 환기가 잘 되도록 하여야 합니다.**

⚠ **사용설명서에 제시된 용도/ 방법 이외에 다른 형태의 활용 및 배선하지 마십시오.**

⚠ **화기 및 고온 주의, 불 속에 넣어서는 안됩니다.**

⚠ **분해 및 충격을 금하여 주시고 타공(Punching)을 해서는 안됩니다.**

[부 록 1] 간략 계산서 / 모터 구동 시스템 (AGV, 산업용전기차 등) 배터리 선정

$Wh = (W_{Motor} \times L_f) \times H_{ctn} / B_a \times S_f$

Wh : 배터리 필요 배터리 에너지량 (Wh)

W_{Motor} : 적용 모터 최대 출력 (W)

L_f : 평균부하율(Load Factor), 모터 정격최대용량 대비 실제 부하가 걸리는 비율

H_{ctn}: 배터리가 만충에서 저전압구간까진 운행할 때 AGV 가 쉬지않고 구동한다고 가정하고, 운행가능한 시간 (H), 설계자가 결정하는 것.

B_a : 배터리 총 용량 대비 사용 가능 용량(Battery Available Capacity) = 75% 또는 85%,

S_f : 사용 시간에 따른 배터리 성능 감쇄 및 안전계수 = 1.3

1) [예시 1] : AGV(무인반송차)에 적용된 모터 :

주행 모터 400W 2개

2) [예시 2] : 1번 충전으로 연속 구동할 시간

= 5시간 (일반적으로 연속구동 5시간으로 하면 무리 없음)

3) 배터리 용량 간략 계산

Wh = (400W x 2개 x 50% 부하율) x 5시간 연속가동 x 1 / 0.75(배터리가용율) x 1.3(안전계수)

= 3,466Wh

* 주기 : 여기서 AGV 상부에 안착된 컨베이어 모터는 주행모터 대비 가동률이 현격히 낮기 때문에 용량 계산 시 제외해도 됩니다.

즉 배터리 에너지량은 3500Wh 급 및 그 이상 필요합니다.

[부 록 2]

상세 계산서 / 모터 구동 시스템 (AGV, 산업용전기차 등) 배터리 선정

[1 단계] 배터리 전압 결정

사용하고자 하는 모터의 입력 전압을 고려하되 가능하면 전압을 높여서 사용하십시오.
이렇게 하면 배터리 전류를 줄일 있어 유리합니다.

[2 단계] 배터리 에너지 량 산정

$$Wh = (W_{Motor} \times L_f) \times H \times Op \ / \ B_a \times S_f$$

항목	설명
Wh	배터리 필요 배터리 에너지량 (Wh)
W_{Motor}	적용 모터 최대 출력 (W)
L_f	평균부하율(Load Factor), 모터 최대 출력대비 실제 모터에 걸리는 평균 부하율 (%) , 일반적으로 40% 정도로 계산. (설계자가 결정) 예) 모터 최대 출력이 100W 이지만 실제 사용되는 평균부하는 40W 정도. 주기) 쏘나타 자동차 엔진 출력이 150 마력이지만 실제 주행시 사용되는 출력은 60 마력.
H	한번 충전으로 사용하고자 하는 시간 (H) , 설계자가 결정하는 것. AGV 대기 및 휴식시간 포함.
Op	가동률 (%, Operating Ratio) , 일반적으로 40% 정도로 계산. (설계자가 결정) 가동률 = (실제 모터 구동되는 시간) / (실제모터 구동시간 + 대기시간) 예) 한번 충전하여 10 시간 사용하지만 실제 모터가 돌아가는 시간은 60%인 6 시간이고 대기시간은 40%인 4 시간이라면, 이때의 가동률은 60%.
B_a	배터리 총 용량 대비 사용 가능 용량(Battery Available Capacity) = 75% 또는 85%, 예를 들어 25V 배터리의 경우 28V 충전기로 충전하는 경우 배터리 최대 용량 대비 80%까지 충전이 되며, 또한 배터리 완전 방전시 저전압 BMS 에 의한 차단시에도 배터리 용량을 약 5% 정도 남겨놓고 차단함. 따라서, 28V 충전기의 경우 가용용량(Ba)는 80%-5%는 75% 29V 충전기의 경우 가용용량(Ba)는 90%-5%는 85%
S_f	사용 시간에 따른 배터리 성능 감쇄 및 안전계수 = 1.3 이유) 배터리 사용회수가 증가됨에 따라 방전용량이 줄어듬

[3 단계] 배터리 순간 방전 전류 적합성 계산

모터 출력 (W)에 따른 순간 기동 전류가 충분해야 하는데 리튬배터리 모델별 권장 모터 최대 출력을 참조하여 결정하거나, 모터 기동시의 순간 전류를 정확히 알 수 있는 경우에는 모터의 기동전류보다 배터리의 '순간최대 방전전류 (A)' 가 더 크도록 선정합니다.

그러나 순간 전류를 정확히 알기는 일반적으로 어려운데, 본 자료에서 제공하는 모델별 권장 모터 최대 출력을 참조하는 것이 문제 소지가 없습니다.

◇ 무인 반송차(AGV)용 배터리 선정 예 ◇

[1 단계] 배터리 전압 결정

AGV 시스템에서 24V 모터를 사용한다고 가정.

[2 단계] 배터리 에너지 량 산정

W_{Motor} : 모터 400W 를 2 개 사용 (동시 구동) → 총 W_{Motor} = 800W

L_f : 평균부하율(Load Factor) = 40% 로 가정한다.

H : 한번 충전으로 사용하고자 하는 시간 (H) , = 8 시간 (쉬는시간 포함)으로 설계자가 결정했다고 하자.

Op : 가동률 (%, Operating Ratio) , 모터가 실제로 돌아가는 비율을 60%로 설계자가 결정했다고 하자.
이 항목은 쉬는 시간(모터가 돌아가지 않는 시간을 포함한 개념임.

B_a : 배터리 총 용량 대비 사용 가능 용량 = 88% , (25V 배터리를 Max.28V 충전기로 충전할 경우)

S_f : 사용 시간에 따른 배터리 성능 감쇄 및 안전계수 = 1.3

[계산] : 배터리 에너지량 Wh = 800W x 0.4 x 8h x 0.6 / 0.88 x 1.3 = 2,270 Wh 정도.

[3 단계] 배터리 순간 방전 전류 적합성 계산

본 검토 과정은 위에서 계산한
24V(25V) 배터리로서 에너지용량이 2,270Wh 이상이 되는 배터리로서
모터 400W x2 개 = 800W 를 구동할 수 있는 배터리를
타보스 사양서상의 제품 라이업에서 찾는 것입니다.

사양서상의 모터 라인업 중 25V 제품으로 위 조건을 충족하는 배터리는
LM-MOTOR-25V-104AH-□□□□ 입니다.
(사양서에서 이 모델은 에너지 용량이 2,650Wh, 구동 가능한 모터의 총 용량은 1600W)

[4 단계] 선정된 배터리 용량 Wh 로부터 배터리 순간 방전 전류 적합성 계산

$$Wh = (W_{Motor} \times L_f) \times H \times Op \ / \ B_a \times S_f$$

배터리 모델을 선정한 후
위 공식을 다시 이용하여 무인방송차(AGV)가 몇시간 구동될 수 있는지 H값을 역으로 계산할 수 있습니다.