

A Packaging Material That Enables the Replacement of Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles within the Tools Used for Conventional Automobile Repair.

전기자동차 양산화를 위한 대형 배터리 포장자재 개발

海原佑紀 / 무사시오지컨테이너(주) 도카이영업소

I. 서론

자동차를 둘러싼 환경은 최근 크게 변화하고 있다.

자동차 제조사 각사는 지구온난화, 환경 파괴 등의 문제를 해결하기 위해 휘발유 등 석화 연료를 주요 동력원으로 하는 내열기관에서 환경친화형의 이산화탄소 배출량 삭감을 위한 하이브리드 자동차나 전기자동차(EV), 연료전지차(FCV), 수소엔진차 등을 서서히 개발·발표를 추진하고 있다. 클린에너지로의 치환이 진행되면서 포장도 뒤쳐지지 않게 변화에 대응하는 것이 요구되고 있다.

다음에 전기자동차용 리튬 이온 배터리(이하 배터리)의 보수부품용 포장자재 개발 사례에 관해 소개한다.

II. 배터리

전기자동차 ‘Honda e’의 발매와 함께 배터리 보수부품용 포장자재의 설계가 개시되었다. 배터리는 더블베드 정도의 크기로, 중량도 약 350kg에 달해 자동차부품으로서는

[표 1] 가정 최대진동가속도표

제품 중량 : 350kg

품명/최대 G	상하(G)	kgf	전후(G)	kgf	좌우(G)	kgf
트럭	1.0	350.0	1.5	525.0	0.5	175.0
유조선	2.0	700.0	0.5	175.0	0.8	280.0
비행기	1.0	350.0	0.3	105.0	0.2	70.0
포크리프트	1.9	665.0	0.2	70.0	1.1	385.0
가정 최대G값	2.0	700.0	1.5	525.0	1.1	385.0

패 대형의 중량부품 부류에 들어간다. 일본과 EU가 부품의 공급대상지역인데, EU로의 수송 환경 데이터 측정이 이뤄지지 않아 일본포장기술협회의 자료를 참고해 가정 최대진동가속도표를 만들어 포장사양을 검토했다([표 1]).

전기자동차의 차체 바닥부에 배터리가 설치되기 때문에 배터리 교환을 할 때에는 자동차 바닥면에서 탈착작업이 이뤄진다. 유사작업으로써는 엔진이나 트랜스미션의 교환이 있다. 이들 교환작업에서 주로 사용되고 있는 엔진 리프터나 카 리프터의 사용이 유력하다. 부품센터에서 자동차 정비공장으로의 수송, 개근, 부품 조립 및 교환작업이 이뤄지는 공정이 안전하게 진행되도록 조립작업을 보조하는 기능(스퀴즈성)을 부여할 수 있는 포장자재의 개발이 요구되었다.

또한 지금까지 수소자동차용 대형 배터리에서 포장설계 실적은 있었지만, 수송조건이나 생산예정대수가 다른 소량 생산 대응의 특별 사양이었다.

이 수소자동차용 배터리 포장자재를 기본으로 해 환경부하가 적은 전기자동차의 보수 부품을 곤포하기에 적합하고 지금까지 이상으로 환경에 배려하면서도 양산 대응 가능한 포장사양을 개발하는 것을 목표로 했다.

Ⅲ. 신 사양 검토

이번 신 배터리 포장사양 검토에는 다음의 2가지 과제가 있었다.

① 포장자재의 조립공정수 삭감

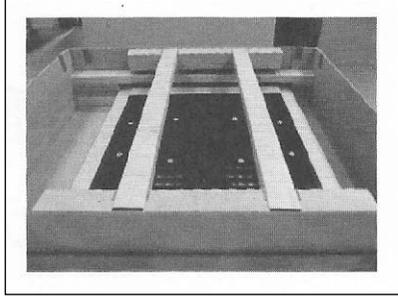
전기자동차가 일반적으로 되는 상황으로, 구 사양의 소로트 특별사양에서 효율적으로 양산 적정을 가진 포장사양의 구축

② 포장자재의 경량화

신 사양에 추가하는 스퀴즈성 부여에 의해 자재 중량의 증가가 예상되기 때문에 보다 효율적이고 기능적 자재로의 개선을 검토했다.

지금까지의 특별사양에서 양산사양으로 이행하는 것에 의해 자재 선정(조달)이 용이해지고 포장자재의 특성·적정자재를 선택하기 쉬워졌다. 또한 배치 레이아웃을 수정해 기능성을 부여하면서도 구 사양의 자재 중량을 하회하는 포장사양의 개발을 목표로 했다.

[그림 1] 각지관 배치도



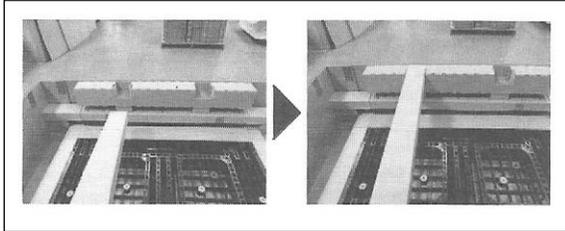
IV. 각지관(角紙管)

1. 각지관([그림 1])

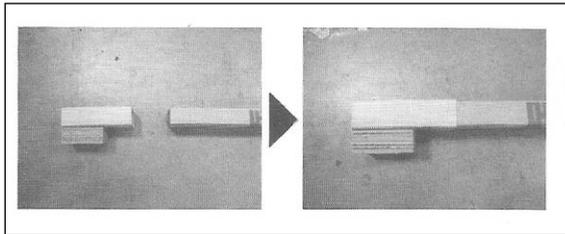
이번 신 사양에서는 각지관을 주재료로 사용했다. 이 자재는 골판지와 같은 종이제품으로, 용이하게 리사이클할 수 있는 자재이면서 경

량이고 고강도를 가진 자재이다. 가설 주택이나 오피스 등 대형 건축물의 건축자재로 사용되고, 최근 미디어 등에서 자주 소개되고 있다. 그 때문에 환경선진국이 모인 EU로의 수출자재에 적당한 자재라고 생각되었다.

[그림 2] 블록조립형식(골조자재)



[그림 3] 블록조립형식(연결자재)



2. 블록조립형식

각지관은 크게 2가지 방법으로 사용한다.

① 골조자재([그림 2])

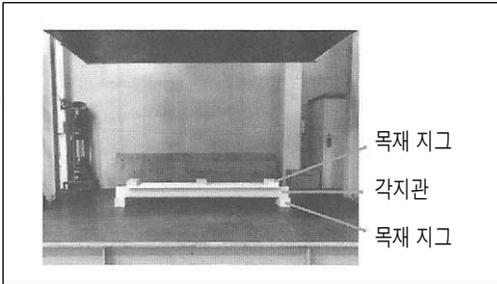
상품의 취출·이동·자동차로의 조립작업을 보조하는 재생 플라스틱 파렛트의 고정, 부품 위면의 보호자재로써 사용.

② 연결자재([그림 3])

부품 고정과 전후방향의 완충재로써의 역할을 하는 골판지제 적층재와 단면 골판지의 연결자재로 사용.

이러한 가공, 조립을 블록 장난감처럼 끼워 넣어 구성하는 ‘블록조립형식’을 개발했다. 구 사양에서는 이러한 고부하가 걸리는 중요부위를 강고한 강화 골판지제 적층재

[그림 4] 각지관 오프셋 압축시험



로 대응했는데, 중량 증가 · 제조공정 수 증가 · 고비용이라는 단점을 안고 있었다. 그래서 신 사양에서는 지관 · 골판지 · 단면 골판지를 이용하면서 조립작업을 간이화하는 것에 의해 자재 중량 · 제조공정수의 대폭 삭감을 실현했다. 풀을 먹이는 가공

등의 제조 스킬이 필요한 가공이 없는 조립형식에 의해 제조 · 조립가공을 누구라도 쉽고 간단하게 하는 것이 가능해지고, 자재 비용 · 자재 중량 · 제조공정 수를 크게 삭감할 수 있었다. 또한 각지관의 가로 · 세로 치수가 동일하고, 규격품 사이즈를 이용해 길이로 구분해 사용할 수 있어 자재 조달이 용이해졌다. 또한 규격품 사이즈를 사용할 수 있도록 각 자재 치수를 각지관에 맞춰 조정하고 초기 비용 억제와 자재 조달의 용이화를 동시에 실현했다.

V. 강도시험

1. 신 사양의 강도시험

골조로 사용되는 각지관은 오프셋 상태로 부하를 받아내는 형식이 되기 때문에 압축 시험을 해서 포장설계 개시 시에 작성한 가정 최대진동가속도표의 설정값 이상의 강도를 가지고 있는지를 검토했다.

2. 압축강도시험

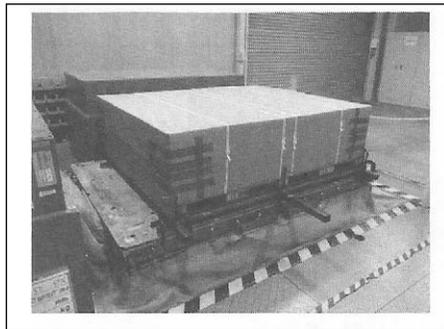
상하 · 좌우 방향에 걸리는 외력을 받아내는 각지관의 오프셋 상태 부하의 상황을 재현하기 위해 목재제 지그(jig)를 만들어 오프셋 부하 상태에서의 압축강도시험을 실시했다([그림 4]).

이번에 대상이 되는 G방향은 상하 · 좌우방향으로, 필요최대G값은 상하방향 2.0G/2개, 좌우방향 1.5G이기 때문에 각지관이 525kg이상의 부하에 견딜 수 있는지를 검토했다.

[표 2] 각지관 시험결과

	시험결과		가정값	
	압축하중	Kgf 환산	상정 하중	안전율
시험①	5.31KN	542.03kg	525kg (350kg×1.5G)	1.032
시험②	5.80KN	591.09kg		1.126
시험③	5.73KN	584.46kg		1.113
평균값	5.61KN	572.53kg	-	1.091

[그림 5] 진동시험



3. 압축강도시험 결과

시험 결과, 각지관이 필요강도를 가지고 있다는 것을 확인할 수 있었다([표 2]).

4. 진동시험

강도계산·압축시험에 의해 강도이론값은 목표값 이상이라는 것을 확인할 수 있었다. 압축시험에 이어서 진동시험을 하고, 수송진동에 각 자재가 견딜 수 있는지를 검증했다([그림 5]).

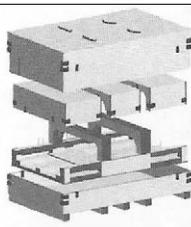
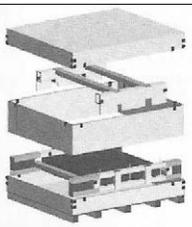
시험에는 시작부품을 사용, 곤포자재는 양산품을 사용해 각 자재의 검증을 실시했는데 문제는 확인되지 않았다.

강도계산·압축시험에 의해 강도이론값

VI. 포장사양 개선효과

이번 신 사양 개발을 통해 기존 강화 골판지를 주로 한 포장사양에서부터 각지관을 주로

[표 3] 개선효과

항목	구 사양	신 사양	개선효과
사양도			-
자재중량	69.8	59.4	-15%
제조공정수	100	20	-80%
제조비용	100	80	-20%

한 ‘블록조립형식’으로 전환해 큰 개선효과를 얻을 수 있다는 것이 밝혀졌다([표 3]).

1. 자재중량

신 사양에 추가된 파렛트에 의해 부여된 스퀴즈 기능은 +13kg 중량이 증가되었지만, 각지관·단면골판지에 의한 경량화 효과가 상회해 최종적으로 -15% 중량 삭감 효과도 일으켰다.

2. 제조공정수

각지관을 사용한 ‘블록조립형식’에 의해 제조공정수는 대폭 삭감을 실현. 구 사양의 적층재 제조 시에 발생하고 있던 풀 먹임 가공의 삭감에 의해 자재 제조공정수 -95%, 자재조립 공정수 -40%, 제조공정 합산 -80%를 달성했다.

3. 제조비용

동사 기준값에서의 평가가 되지만, 이들도 기능성 부여에 의한 비용 증가를 공정수 삭감·자재 사이즈와 재질 통일에 의한 효율 향상 효과에 의해 -20%를 달성했다.

Ⅶ. 결론

이번 신 포장사양의 개발에서 각지관의 활용에 의해 큰 효과를 거두는 것이 가능해졌다. 경량이면서 고강도를 가진 자재를 잘 활용하기 위해 개발한 ‘블록조립형식’은 자신의 딸과 블록 놀이를 했을 때에 힌트를 얻어 포장사양에 전환한 것이었다.

어린이도 조립할 수 있을 만큼 심플하고 간단한 구조로. 누구라도 자연스럽게 순서에 맞게 조립할 수 있는 것이 특징이다. 크게 변화하고 있는 자동차 업계에서는 하이브리드차, 전기자동차, 수소엔진차, FCV 등 다양한 자동차가 만들어지고 있고, 포장자재도 시대의 흐름에 맞춰 대응할 수 있도록 기술 향상을 위해 노력하고 있다.

마지막으로 이번 포장사양 검토 및 각종 시험에 협력해주신 혼다기술연구공업주식회사에 지면을 빌어 감사를 표한다. 