

新型ISUZU D-MAX EVのバッテリーパック開発について

Development of New ISUZU D-MAX EV Battery Pack

永瀨 昭弘*

Akihiro Nagafuchi

武田 翔吾*

Shogo Takeda

松葉 暢男*

Nobuo Matsuba

栗田 昌徳**

Masanori Kurita

平田 将之**

Masayuki Hirata

岩室 匡祐**

Kyousuke Iwamuro

齋藤 隼人***

Hayato Saitou

清水 貴仁***

Takanori Shimizu

要 旨

いすゞは、「いすゞ環境長期ビジョン 2050」に基づき、カーボンニュートラル社会実現に貢献するための一手段としてBEVの開発を進めている。新型ISUZU D-MAX EVでは、車両性能を既存のディーゼルエンジンモデル並みに維持すべく、いすゞ初のバッテリーパック内製化に取り組んだ。

本稿では、新型ISUZU D-MAX EVに搭載した高容量リチウムイオンバッテリー開発について紹介する。

Abstract

Based on Isuzu Environmental Vision 2050, ISUZU is developing BEVs as a means of contributing to the realization of a carbon-neutral society. For the New ISUZU D-MAX EV, we developed an in-house battery pack for the first time at ISUZU to maintain vehicle performance on par with existing Diesel engine models. This paper introduces the new development of the battery pack installed in New ISUZU D-MAX EV.

1 はじめに

2025年以降、ノルウェーなどの欧州諸国ではディーゼルエンジン車両の新規販売を実質的にゼロとする動きが広がっている。いすゞもこれらの市場で販売するD-MAXにおいてEV(Electric Vehicle)車の迅速な市場投入が必要であった。

本稿では新型ISUZU D-MAX EV(以下、「D-MAX EV」)に搭載するバッテリーパックの新規開発について紹介する。

2 バッテリーパックの概要

2.1 バッテリーパックの車両搭載レイアウト

車両へのバッテリーパックの搭載位置を図1に示す。バッテリーパックはキャブボディ下及びシャシフレーム内側の空間にレイアウトすることで衝突など外部からの衝撃に対しバッテリーパックをこれらが保護する構造とした。

またディーゼルエンジンモデルと主要コンポーネントを共通化することで車室内の居住性と悪路走破性を従来のディーゼルエンジン車両と同等に維持しながら、必要な電池総電力量を確保するため、バッテリーパックのレイアウト及び形状を決定した。

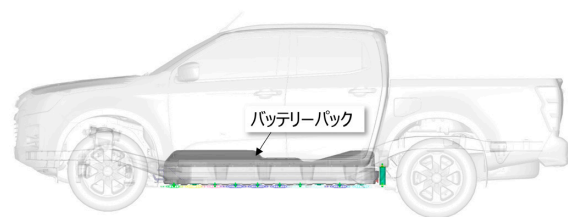
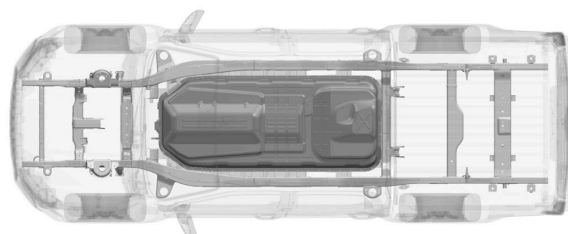


図1 バッテリーパックの搭載位置

今回開発を行ったバッテリーパックの諸元を表1に示す。

既存のディーゼルエンジンモデルからの乗り換えを想定し、車両の使い勝手を大きく変更しないことを意識した。そのため同等の出力特性を確保することを目指し、これを達成するためにセル(cell)の選定を進め、冷却性能に優れたバッテリーモジュールの設計を行った。

*xEV システム開発第一部

** シャシ設計第二部

*** シャシ設計第一部

また電池総電力量について、航続距離200km以上(WLTP値)を達成可能とするため、66.9kWhとした。

表1 バッテリーパック諸元

電池種類	リチウムイオン(円筒)
電池総電力量	66.9 kWh
定格電圧	354.2 V
冷却方式	水冷

2.3 バッテリーパック設計コンセプト

D-MAX EVは、ディーゼルエンジンモデルのプラットフォームを共有化して開発を行ったため、フレーム幅が狭く、車両左右方向におけるバッテリーパックの搭載スペースに大きな制約が生じていた。更にD-MAXの用途では、車両下部にバッテリーパックを搭載しつつ、室内空間の確保と悪路走破性を損なわない低背設計が求められた。これらの設計要件を満たすため、本開発では高容量かつ低背型のリチウムイオンセルを選定し、効率的なパッケージングを実現した。

また高い安全性を確保するために、1セル当たりの容量を抑え、これを並列で多数接続する構成を採用した。これにより、万が一のセル異常時のリスクを低減し、安全性向上を図った。

セルの最密レイアウトの観点及び安全性を両立するため、モジュールは6個とした。

急速充電性能及び高出力要求に対応するため、セルの高効率な冷却が不可欠となる。そこで各モジュール内に専用の冷却プレートを設置し、セルを水冷とすることとした。

以上により、本バッテリーパックは限られたフレーム間スペースに、低背かつ高容量、高安全性、高冷却性能をバランスよく両立させることを設計コンセプトとした。

2.4 バッテリーシステム

バッテリーパック内部におけるバッテリーモジュールの配置、冷却システム、及び高電圧配線引出口を図2に示す。

水冷式冷却配管について、各バッテリーモジュールへの均等な冷却性能と排水性を両立させるため、バッテリーパック中央に配置した。本構造により、冷却配管を左右両側へ効率的に分岐させることが可能となり、シャシフレーム車両の車幅方向における厳しいスペース制約下においても、バッテリーパックのレイアウトを最小限に抑えることができた。

車両の積載性と居住スペース確保のため、リヤインバータと急速充電ユニット(Q-Charge)行きの高電圧(HV)ラインはバッテリーパックを通るように設定しバッテリーパックの後ろ側に高電圧配線引出口を設けた。

また同様の目的から、フロントインバータ行きの高電圧配線引出口を設ける構造とした。

BMS(Battery Management System)の構成においては、各モジュールの高電圧システムの管理・制御を担うBMSと、高電圧から電氣的に分離した通信用のMBMS(Master Battery Management System)を設置することにより、安全性を確保した。またMBMSに高電圧リレー制御機能を付与することで、異常時にバッテリーパック単独でもバッテリーパック外への高電圧を遮断できる設計とした。

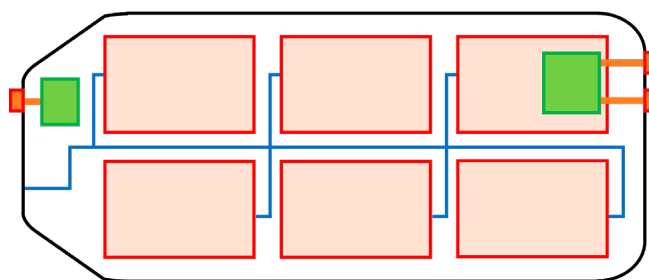
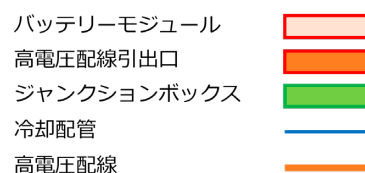


図2 バッテリーモジュール/冷却システム

3 バッテリーパックの性能と構造

本バッテリーパックは、EVに求められる安全性及び法規等の要求を満たしつつ、D-MAXとしてディーゼルエンジン車同等の使用環境を考慮した構造となるように開発した。

本章では、バッテリーパックに求められる基本性能であるセルの安全性能、バッテリー冷却性能、路面干渉に対する保護性能、衝突安全性能、防水性能について説明する。

3.1 セル安全性能

セル異常発生時においても安全かつ迅速に電気の遮断が可能となるよう、本設計ではCID(Current Interrupt Device)を備えた円筒型セルを採用した。

また異常セルからの熱伝播による類焼防止を目的として、セル上面へポッティングレジンを充填した構造とした。

3.2 バッテリーパック冷却性能

高エネルギー密度のバッテリーパックのレイアウト要件から冷却水配管のスペースが限られていたため、2仕様の樹脂ブラケットを設定した。樹脂ブラケットは冷却水配管の入口側及び出口側を上下方向に重ねて保持する構造とすることで、最適な高さに冷却水配管を設定した。これにより、パックの車両前後左右方向をコンパクトにすることができた(図3)。

また各モジュールの冷却性を均一化するため、冷却水配管の主流部をパック中央に配置し、分配用の水配管は車両左右方向に配置されたモジュールに等長になるようにした。これによりモジュール間のバッテリーの温度ばらつきを抑制し、バッテリーの性能を最大限発揮することが可能となった。

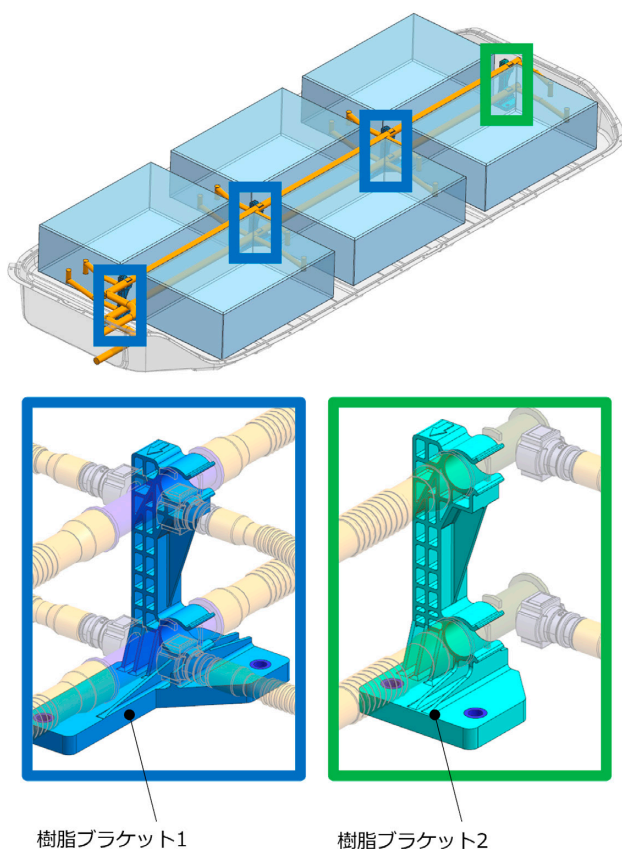


図3 冷却構造レイアウト

3.3 パック筐体(きょうたい)部品に関する性能

本バッテリーパックの筐体部品は、内部部品を保持するロアケース、アッパカバー、上下分割面のシーリングとこれらをフレーム下面に固定するアンダパネルによって構成される(図4)。

本構造に要求される主な性能は、路面干渉に対する保護性能、衝突安全性能、及び防水性能である。これらの諸機能のうち、多くをアンダパネルに集約する設計とすることで、ケース筐体部への薄板を用いたプレス一体成形構造の採用を可能とし、軽量化しつつ各性能が実現できる構造とした。

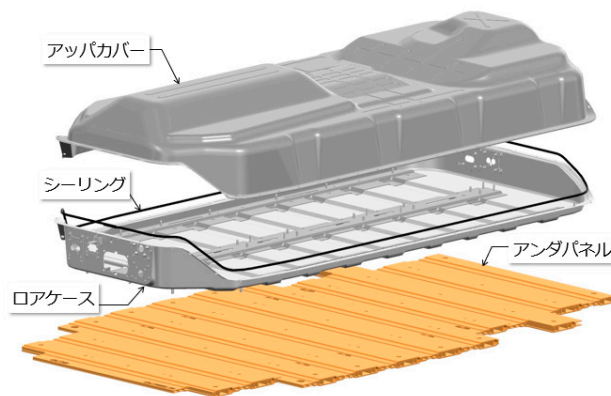


図4 バッテリーパック筐体部品構成

3.3.1 路面干渉に対するバッテリー保護性能

D-MAX EVでは、既存のディーゼルエンジンモデルと同等の悪路走行を含む厳しい使用環境を想定しており、搭載するバッテリーパックには、路面干渉時における内部高電圧部品の確実な保護が求められる。

しかしながら、路面とバッテリーパック底面との上下方向スペースには制約があり、十分な保護空間の確保が難しいという課題があった。

本設計では、バッテリーパック底面を覆うアンダパネルにリブ構造のアルミニウム押出材を採用し、サイドメンバ間に締結、バッテリーパック底面全体をカバーするように配置した。これにより悪路走行時及び障害物への接触時の衝撃をリブ構造で吸収させることで、軽量化を損なうことなく保護性能を確保した(図5)。

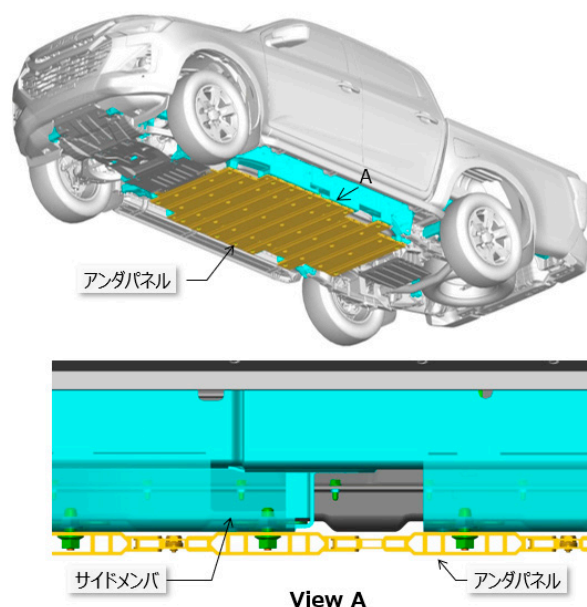


図5 アンダパネルレイアウト

3.3.2 衝突安全性能

車両構造は、さまざまな衝突モードに対してバッテリーパックを保護する機能が求められる。特に、サイドポール側面衝突時には車両幅方向におけるバッテリーパックの変形を抑制することが課題であった。

そこで、アンダパネルを一様な断面構造とし、左右サイドメンバ間を結合することで、衝撃を荷重伝達し車体の変形を抑制した(図6)。これにより、バッテリーパックの容量を犠牲にせず、衝突時のバッテリーパック生存空間の確保を実現した。

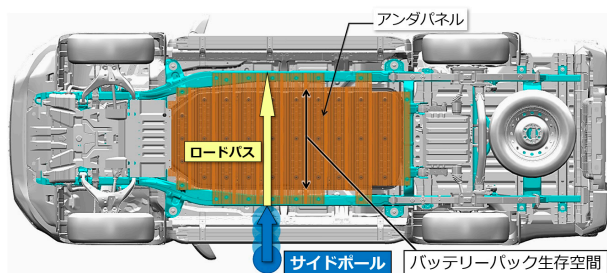


図6 サイドポール側面衝突に対する保護構造

3.3.3 防水性能

筐体への被水ストレスは、高圧洗車及び冠水路走行等のさまざまな状況があり、これらに対し防水性能の確保が筐体に求められる。また、筐体の分割部におい

ては市場サービス時の容易な着脱性が求められる。

本バッテリーパックにおけるロアケースとアッパカバーの分割面は、レイアウト上の制約により前後方向及び左右方向に高低差があり、それらをつなぐ傾斜部を有している。圧縮で防水性能を発揮するシーリング材では、傾斜部でせん断変形による圧縮反力の低下が発生するため、粘着性で防水性を発揮するシーリング材を採用した。また脱着性を確保するため、経時で固着せず剥離可能なものとした。

4 おわりに

D-MAX EVに搭載されるバッテリーパックは目標航続距離を満足しつつ、要求される性能を達成することができた。今後も、いすゞのBEV(Battery Electric Vehicle)・LCV(Light Commercial Vehicle)の本格普及に貢献するため、高い性能を維持しつつ、航続距離の拡大、軽量化と更なる高い性能を達成すべく、バッテリーパックの開発を継続していく。

なお、本バッテリーパックの開発に当たっては、初の内製化に伴い多くの課題に直面したが、サプライヤー各社、試験機関、いすゞタイ現地スタッフをはじめとした関係者の多大なるご支援とご協力により、これらを乗り越えることができた。ここに関係各位に深く感謝の意を表する。

◇いすゞ歴史の一こま



展示会・諸行事 第10回東京モーターショー(1963年ごろ)