

LEGEND 用アルミフードの開発

Development of Aluminum Hood for the 2005 Model year LEGEND

林 登*
Noboru HAYASHI

安 藤 克 利*
Katsutoshi ANDO

柏 木 正 和*
Masakazu KASHIWAGI

要 旨

2005年モデルLEGEND のアルミフードでは、耐久性、要求性能、歩行者保護機能を確保しながらコストダウンを目的に開発をおこなった。フードスキン材は組成を検討し、スチフナ材は連続鋳造圧延法により製造する 5000系合金を開発して材料費の削減を図った。各構成部品の接着には、脱PVCタイプのアクリル樹脂系鉄／アルミ共用マスチックシーラーをもちいて加工仕様の汎用化を図り、接合には、連続打点性の良いセルフピアスリベットを適用して加工費のコストダウンを図った。表面処理においては、化成皮膜を緻密に被覆させることができるリン酸亜鉛を主成分とする表面調整剤を用いた。歩行者保護性能としては、フレーム構造の最適化を図ることで、鋼板フードと同等の性能を達成した。

ABSTRACT

An aluminum hood was developed for the 2005 model year LEGEND in order to reduce costs while maintaining durability and performance requirements and help ensure pedestrian safety.

We focused on materials cost reduction for the aluminum hood skin sheet by reviewing its chemical composition and developing a 5000 series alloy produced with the continuous casting directed rolling method for the stiffener sheet.

Planning for general purpose processing specifications, a PVC-free acrylic acid resin system mastic sealer for steel and aluminum was applied for adhesion between the various components. Continuous multipoint self-piercing rivets were applied for the reduction of machining costs. The surface was treated with a surface conditioner that has a zinc phosphoric crystal as its main component. This allowed the precise formation of a chemical conversion coating on the surface.

The frame structure of this developed hood was also optimized, enabling it to achieve the same performance in pedestrian safety as a conventional steel hood.

1. はじめに

運動性能と燃費の向上に向けた自動車外板パネル部品のアルミ化は、大幅な軽量化効果が得られることから、HondaにおいてはNSX、S2000 INSIGHT にアルミフードを適用してきた。しかしながらアルミ板材料は、鋼板に比べ材料費が高く、またスポット溶接等において連続打点性が低いことから加工費が高くなるといった問題があった。そこで材料費の低減と加工設備の汎用化等による低コスト化研究をおこなった。加えて 1998年モデル LIFE 以降、新規発表モデルに取り入れている歩行者保護機能を備えたフードを今回アルミ仕様として開発をおこなった。

本報告では、これらフード用アルミ板材料技術、接着接合技術、表面処理技術、及び歩行者保護対応技術の開発内容について紹介する。

2. アルミフードの構成

2005年モデル LEGEND のアルミフードの材料構成を Fig. 1 に示す。フードスキンには、従来同等性能の機械的特性や成形性を持つ高バークハードタイプの 6000系合金を適用した。フードフレームには、5000系合金を適用した。スチフナには、連続鋳造圧延製法により製造された 5000系合金を適用した。フードスキンとフードフレームの接着には、ポリ塩化ビニール(PVC)を含まないアクリル系樹脂のマスチックシーラーを適用し、フードフレームとスチフナとの接合には、セルフピアスリベットを適用した。アルミフードの化成処理には、リン酸亜鉛を主成分にした表面調整剤を適用した。アルミフードを構成するアルミ板の特性を Table 1 に示す。

* 栃木研究所

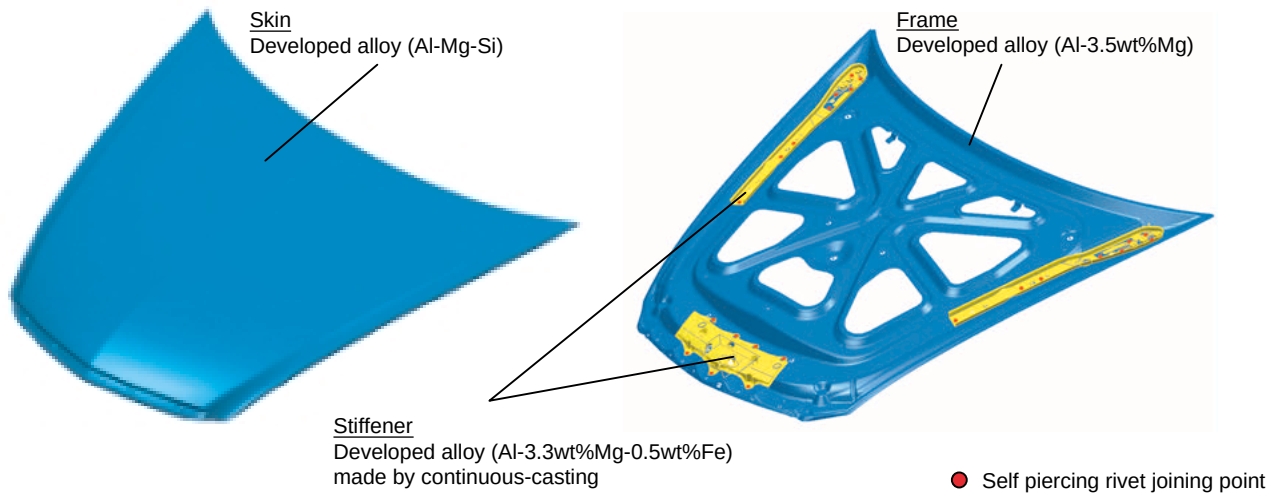


Fig. 1 Aluminum hood component

Table 1 Characteristics of aluminum hood materials

Parts	Yield stress (MPa)	Tensile stress (MPa)	Elongation (%)	Bake hard* (MPa)	Fatigue stress (MPa)	Bending
Hood skin	118	211	30	224	69	 5% Stretch 0.5R
Hood frame	123	229	28	————	118	————
Stiffener	128	239	26	————	118	————

* Bake hard : Yield stress after 180°C_×_60min & non stretch

3. フードスキンとフードフレーム材

従来からフードスキン材には、耐デント性能の向上のために電着塗装の焼き付け工程の熱を利用して時効硬化するベークハード型6000系合金を適用してきた。開発したフードスキン材は、Cu不純物の多い安価なアルミインゴットを使うことで材料費の削減をねらった。従来適用してきたフードスキン材は、Cu不純物の量が多くなると耐食性能が低下するため Cu 不純物の量を 0.01wt%以下に抑制してきたが、開発材は表面処理技術の改良により Cu 不純物の量が多くても、従来どおりの耐食性能を確保できるようになった。しかし、Cu 不純物の量が 0.10wt%になると熱間圧延後の再結晶化が十分に進行せずファイバー組織が残る。この組織を残した板は、成形すると板の表面に Fig. 2 に示すようなリジングマークが現れ、フードの外観鮮映性を低下させるため最大含有量は 0.07wt%までとした。以上のことから Cu 不純物の量の中を拵げて材料費のコストダウンを可能にした。またフードフレーム材には、低耐力で絞り成形性の良い Al-3.5wt%Mgの 5000系合金を適用した。

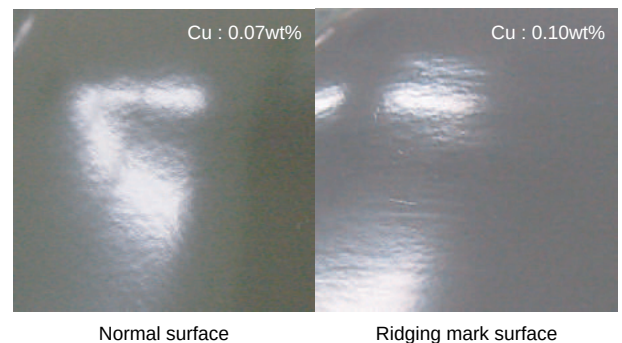


Fig. 2 Ridging mark

4. スチフナ材

スチフナ材には、連続鋳造圧延法により製造された5000系合金を適用した。連続鋳造圧延法とは、従来の大型なスラブ鋳造塊から圧延加工してアルミ板を作る Direct Chill slab 圧延法(DC)と異なり、アルミ溶湯から直接約 6mmのアルミ薄板鋳造板を連続的に鋳造してコイルとして巻き取り、その後、コイルを所定の厚みに圧延してアルミ板にする方

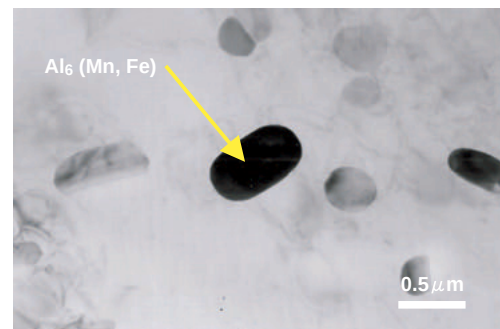
Table 2 Characteristics of continuous casting alloy

Alloy type	Chemical composition			Mechanical property		
	Mg(wt%)	Fe(wt%)	Mn(wt%)	Yield stress (MPa)	Tensile stress (MPa)	Elongation (%)
A5052	2.6	0.30	0.01	86	198	25
High Fe/Mn	2.6	0.31	0.08	104	214	24
High Fe	2.3	0.39	0.00	82	209	27
High Mg	3.1	0.30	0.01	122	236	27

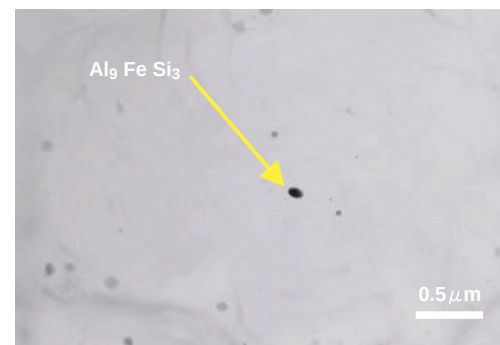
法である。この方法では、アルミの製造工程を従来11工程から5工程に省略できるので材料製造費が削減できる。また、 casting時のアルミの凝固速度が、DC法に比較して速いので、伸びに影響する金属組織内に晶出する Fe 系晶出物のサイズや結晶粒サイズを小さくすることができる。Fig. 3には、DC 材と連続 casting 板材の合金組織内に晶出する Fe 系金属間化合物の様子を示す。晶出している金属間化合物のサイズは、DC 材に比較し連続 casting 板材の方が小さくなる。Fig. 4には、DC 材と連続 casting 板材の結晶粒を示す。DC 材と比較して連続 casting 板材の方が結晶粒が大巾に小さくなる。

こうした連続 casting 圧延法の特徴を利用し不純物の多い安価なインゴットを使用して材料のコストダウンができないか検討をおこなった。検討には、A5052の組成を基本に伸びに影響を与える Mg, Fe, Mn の添加量を変更した連続 casting 板を用いた。Table 2に、検討をおこなった連続 casting 板材の成分と機械的特性を示す。Fe, Mn が多いと Fig. 5(a)に示すように伸びを阻害する粗大なFe-Mn系金属間化合物が多く存在してしまうため、伸びが小さくなる結果となった。一方、Feが多くてもMnが少ない場合は、Fig. 5(b)に示すように、伸びを阻害する金属間化合物は見られず、非常

に小さな Fe 系金属間化合物が見られるだけで伸びの低下がみられなかった。また、Mg量を多くすると伸びも向上した。これらの結果より、Fe含有量の許容量を上げた不純物の多いアルミインゴットを用いることができるAl-Mg-Fe系材料を開発し材料費の削減を可能にした。



(a) Intermetallic compound in high Mn -type alloy



(b) Intermetallic compound in high Fe -type alloy

Fig. 5 Transmission electron microscopy photograph of intermetallic compound

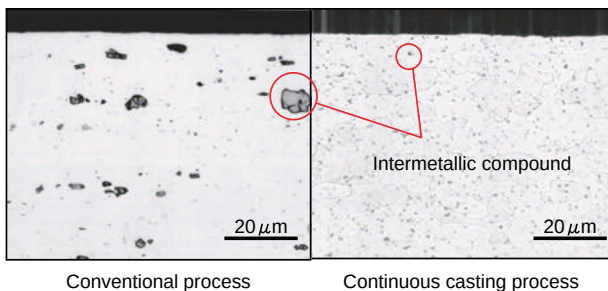


Fig. 3 Comparison of intermetallic compound

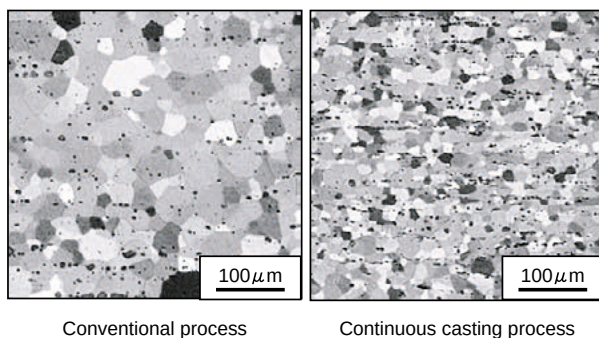


Fig. 4 Comparison of grain size

5. 接着，接合

各構成部品を接着するマスチックシーラーには、アクリル樹脂を主成分としたアルミと鉄の両方が接着できるタイプを適用し、シーラー塗布設備の共用化を図ることでコストダウンが可能になった。

接合には、セルフピアスリベットを適用し、連続打点性（接合品質を連続的に維持できる接合打点の数）の効率を向上させて生産加工コストを削減した。またセルフピアスリベットの防錆塗装としては脱クロム塗料をコーティングしたものを使用した。Fig. 6にセルフピアスリベットの断面図を示す。

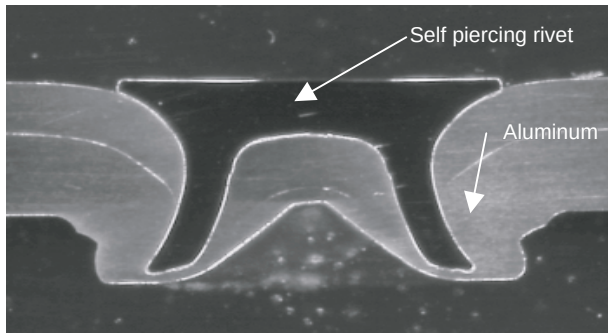


Fig. 6 Self piercing rivet cut model

6. 表面処理

表面処理工程においては、化成皮膜の形成状態を制御している表面調整剤の改良をおこなった。具体的には表面調整剤の主成分をTiコロイドからリン酸亜鉛に変更することで、化成皮膜の被覆率向上を図った。Fig. 7には、アルミ表面における化成皮膜重量の経時変化を、Fig. 8には化成皮膜のSEM写真を示す。これらの結果は、表面調整剤を改良することにより皮膜析出反応が促進され、皮膜を緻密化する

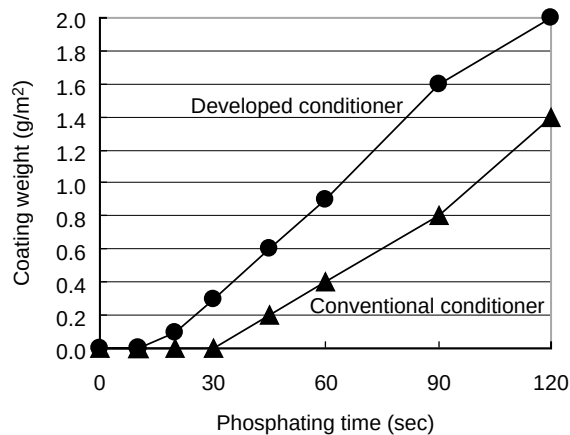


Fig. 7 Relationship between phosphating time and coating weight

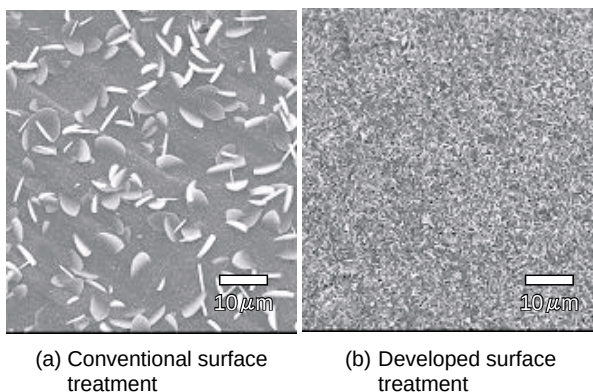


Fig. 8 Comparison of phosphoric acid zinc crystal on aluminum plate

ることができたことを示している。Fig. 9には塗装後の糸錆試験結果を示す。従来の表面調整剤を用いた場合は、Cu不純物の少ない従来フードスキン材に比べてCu不純物を多く含む開発フードスキン材では耐糸錆性が低下する。これに対して改良した表面調整剤を適用すると、開発フードスキン材においても従来同等の耐食性を確保することが可能となった。

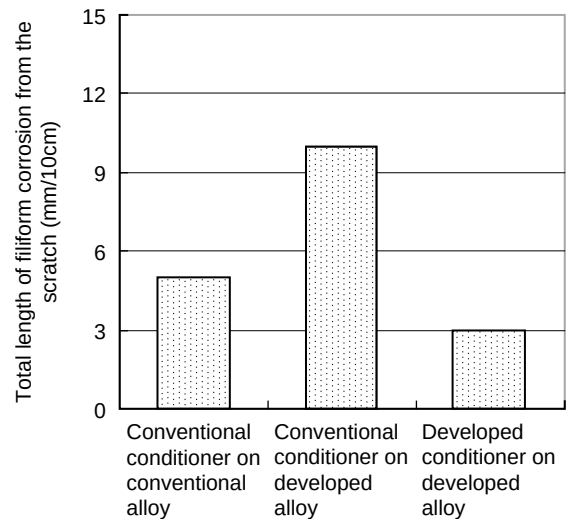


Fig. 9 Result of filiform corrosion test

7. 歩行者保護技術

歩行者の頭部がフードに衝突する際、頭部インパクトの減速G特性(Fig. 10 図中の G_I , G_M , G_B で示す)は、フードマスの寄与の高い G_I 領域と、フード剛性の寄与の高い G_M 領域に分けて制御してきた。Fig. 10は、アルミフードの場合と鋼板フードの比較を示す。アルミフードの場合は、 G_I , G_M が低くなり、 G_B が高くなる傾向にあった。そこで、頭部インパクトの持つ運動エネルギーを従来のフードと同等に効率よく吸収するために次の2点について対応をおこなった。

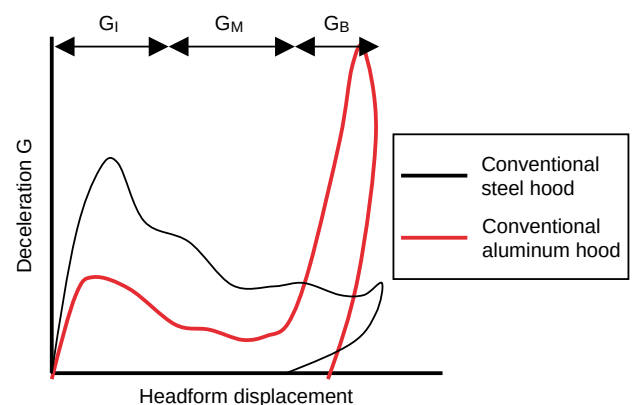


Fig. 10 Relationship between deceleration G and headform displacement

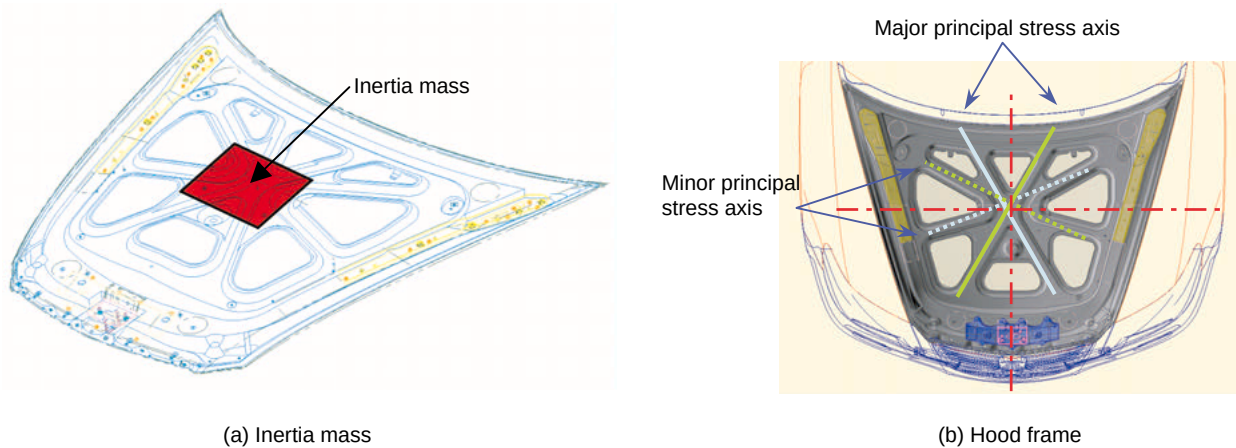


Fig. 11 Pedestrian head impact protection for 2005 model year LEGEND

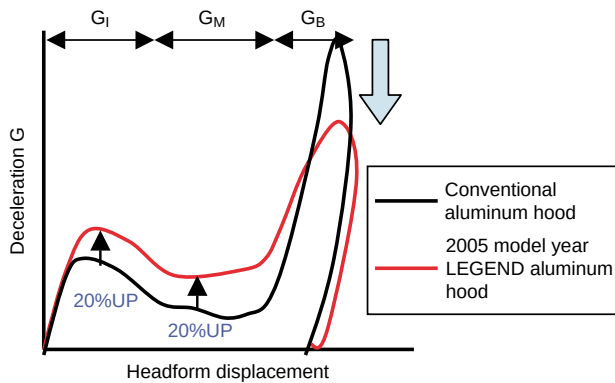


Fig. 12 Comparison of conventional hood and developed hood

- (1) フードセンター部に、マス材を付与して G_I を増加させた(Fig. 11(a)).
- (2) 最小クリアランス部位(フードとエンジンやインテークマニホールドまでのクリアランス)で衝突した場合に、フード表面に発生する主応力軸の方向が、フードフレームの骨格と重なるようにレイアウトして剛性を高めることで G_M を増加させた(Fig. 11(b)).

以上の対応により、 G_I および G_M を20%増加させることができたので、 G_B を低減させることができた。この結果を Fig. 12 に示す。

8. まとめ

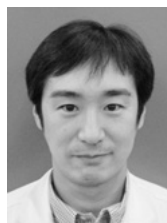
2005年モデル LEGEND では、耐久性や要求性能や歩行者保護機能も確保しながら材料費のコストダウンを図ったアルミフードを開発した。以下にアルミフードに適用した各技術についてまとめる。

- (1) アルミ板材料では、フードスキン材を Cu 不純物量を多く含む組成にして材料費のコストダウンを可能にし

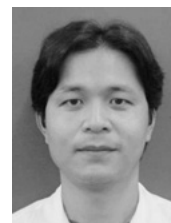
た。スチフナ材は、連続鋳造圧延法を適用して、板の製造工程の削減と Fe 不純物量の許容巾の拡大により材料費のコストダウンを可能にした。

- (2) 接着には、鉄/アルミ共用タイプのマスチックシーラーを適用して汎用設備の共用化を図ることでコストダウンが可能になった。
- (3) 接合には、連続打点性の良いセルフピアスリベットを適用し加工費のコストダウンが可能になった。
- (4) 表面処理には、リン酸亜鉛を主成分とする表面調整剤を適用することにより、化成皮膜の被覆率を向上することができた。これにより Cu 不純物を多く含むフードスキン材においても従来同等の耐食性を確保でき、材料費のコストダウンを可能にした。
- (5) 歩行者保護は、アルミフードにおいてマス材の付与とフレーム構造の最適化したことにより、底付き G を低減することができた。

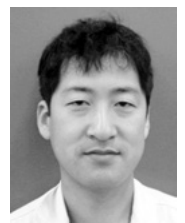
■ 著 者 ■



林 登



安藤 克利



柏木 正和