

日本アルミニウム協会賞 令和5年度開発賞受賞

## 北米向けアルミニウム製フロントバンパービーム開発\*

田中 晃二\*\*, 稲垣 龍雄\*\*\*, 金成 賢次\*\*\*\*,  
Mike Eby\*\*\*\*\*, Paul Schemp\*\*\*\*\*, 稲垣 亨\*\*\*\*\*,  
辻 圭一郎\*\*\*\*\*, 高木 直\*\*\*\*\*, 喜多 僚\*\*\*\*\*

## Development of Aluminum Front Bumper Beam for North America\*

Koji Tanaka\*\*, Tatsuo Inagaki\*\*\*, Kenji Kanenari\*\*\*\*,  
Mike Eby\*\*\*\*\*, Paul Schemp\*\*\*\*\*, Toru Inagaki\*\*\*\*\*,  
Keiichiro Tsuji\*\*\*\*\*, Naoki Takaki\*\*\*\*\* and Ryo Kita\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

近年、地球環境問題や排出ガス規制から、自動車をはじめとする輸送機器分野には高いCO<sub>2</sub>削減目標がある。特に自動車分野においては、燃費向上とともに運動性能の向上が不可欠なため、車両の軽量化要求は益々高くなっている。また、車両の商品力を高めるためには、車両フロント周りの高意匠デザインを維持しつつ、各国の衝突法規にも対応する必要がある。



Fig. 1 HONDA CR-V (2023 NA Model).

今回、北米を主市場とするHONDA量産車種に対して、車両フロント周りの高意匠デザインと、厳しい北米衝突法規を両立した軽量高剛性なフロントバンパービームを開発し北米向け'23モデルHONDA CR-Vに搭載した(Fig.1, 2)。このアルミニウム製フロントバンパービームは、日米協働で部品設計から量産体制までを一括で開発企画し、従来に無い構造と安定した品質の大量生産体制を実現したことを特徴としている。

本稿では、日本で実施した部品開発(衝突性能を満足するアルミニウム押出材の断面設計・解析、試作・性能評価)、及び米国で整備した部品生産体制(大量生産に必要な品質安定化のための量産技術)について、主に製造視点から紹介する。



Fig. 2 Front bumper beam appearance.

\* 本稿の主要部分は、アルミニウム、31-121 (2024)、10-13に掲載

The main part of this paper has been published in Aluminium, 31-121 (2024), 10-13.

\*\* 株式会社UACJ 押出・加工品事業本部 自動車部品製造統括部

Automotive Parts Manufacturing and Production Engineering Department, Extrusion &amp; Metal components Business Division, UACJ Corporation

\*\*\* 株式会社UACJ マーケティング・技術本部 モビリティテクノロジーセンター 製品開発部

Product Design &amp; Development Department, Mobility Technology Center, Marketing &amp; Technology Division, UACJ Corporation

\*\*\*\* 株式会社UACJ 押出・加工品事業本部 技術開発部

Technology Development Department, Extrusion &amp; Metal components Business Division, UACJ Corporation

\*\*\*\*\* UACJ Automotive Whitehall Industries Inc.

\*\*\*\*\* 本田技研工業株式会社

Honda Motor Co., Ltd.

## 2. バンパービームへの要求事項

本バンパービームへの要求事項をFig. 3に示す。基本となる車両の衝突性能、及び部品の軽量・高剛性ととも、車両フロント周りのデザイン性を確保することが重要である。

次に、バンパービーム各種構成部品の開発ポイントを整理する。

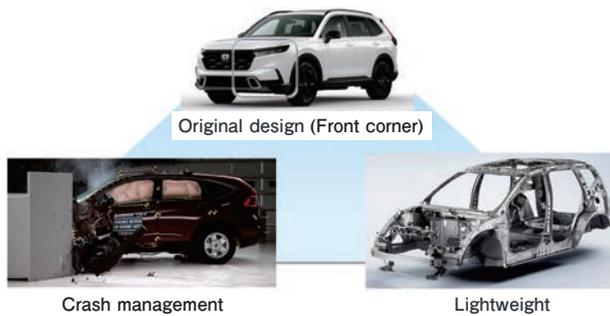


Fig. 3 Requirements for this bumper beam.

## 3. 開発ポイント

今回の北米モデル向けアルミニウム製フロントバンパービームの主な特徴を整理すると以下の3点となる。

(1) 車両フロント周りの高意匠デザインを維持するため、バンパービーム両端部の曲げ角度が従来製品に比べて2倍以上の深い形状である点。

(2) 軽量・高剛性を両立させるため、各部品のアルミニウム押出断面形状の最適化と曲げ精度の高い加工方法の適用が必要な点。

(3) 部品点数削減と軽量化のため、部品組立てを溶接一体構造化としている点。

本バンパービームの部品構成、及び量産に適用した各種要素技術については以下に紹介する。

### 3.1 バンパービームの部品構成と特徴(設計面)

Fig. 4に本バンパービームの部品構成を、Fig. 5に押出材の断面形状を示す。4種7部品、全てホロー形状の6000系アルミニウム押出材で構成されている。なお、各部品の特徴と機能は以下の通りである。

#### 3.1.1 BEAM

ビーム両端部の曲げ角度が深いデザインとなるため、曲げ加工時のシワ抑制と加工精度向上を目的に、曲げ外R側に段差を設けた概略目の字状のトリプルホロー断面を採用した。

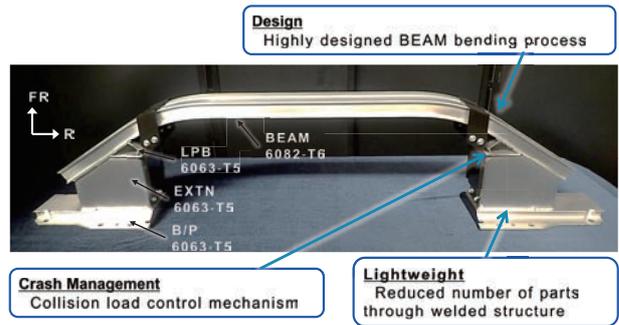


Fig. 4 Parts configuration and features of this bumper beam.

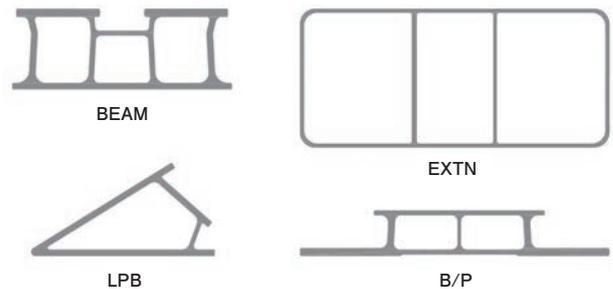


Fig. 5 Extrusion cross-sectional shape of this bumper beam.

#### 3.1.2 EXTN (Extension)

入力した荷重を蛇腹変形させて効率良くエネルギー吸収させる必要があり、概略目の字状のトリプルホロー断面を採用した。

#### 3.1.3 LPB (Load Path Bridge)

深い曲げ角度を持つビーム材への初期荷重を制御するため、設計開発した台形状のシングルホロー断面材を採用しており、本バンパービームの性能上重要な構成部品となっている。

Fig. 6に、LPB有無による周辺部品に発生する応力の分散状況に関するCAE解析結果一例を示す。①LPB有りの場合は、LPB周辺部品へ広く応力分散が見られる(矢印A)のに対し、②LPB無しの場合は、ビームに局部的な応力(矢印B)が発生しており、また③LPB無しでEXTNのLPBに相当する部分を切断した場合は、EXTN外側の断面形状が早期に変形(矢印C)してしまった。このように、②③の場合は何れも発生荷重とストロークを狙い通りに制御することが難しかった。

#### 3.1.4 B/P (Back Plate)

バックプレートと称し、バンパービームと車両本体側を締結する部品である。バンパービーム側からの入力を受け止め、車両本体側に荷重伝達する部品のため、ボルト締結用のフランジ部を有した剛性の高いダブルホロー断面を採用した。

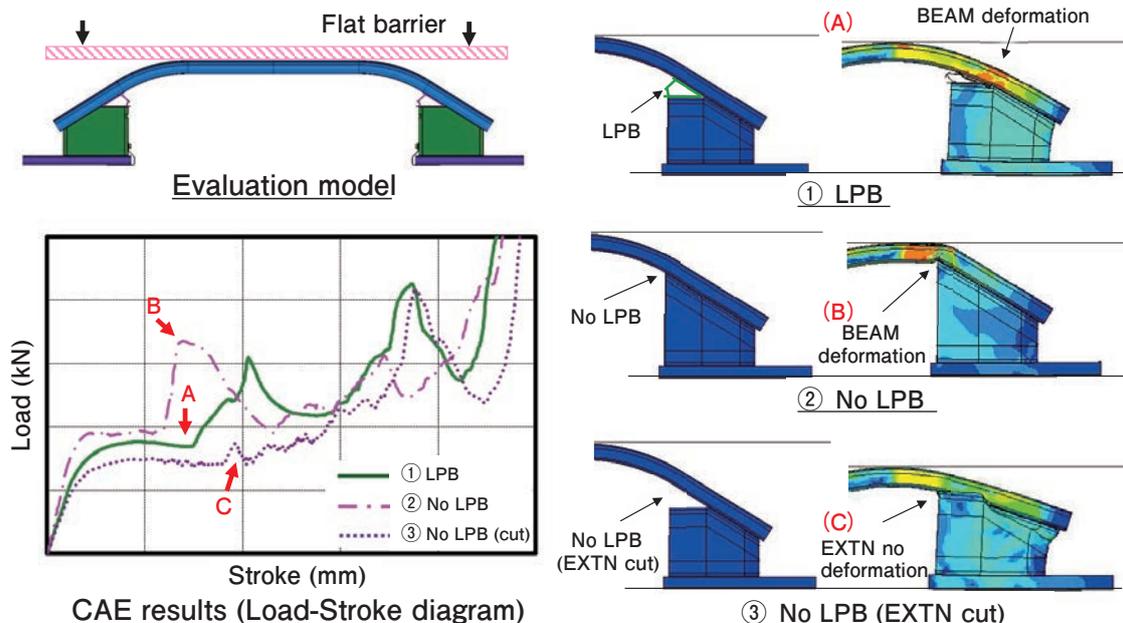


Fig. 6 CAE comparison of stress distribution with and without LPB.

3.2 品質安定化のための量産化技術 (製造面)

Fig. 7に、本バンパービームの部品製造工程フローを示す。また、大量生産かつ品質安定化させるために適用した二つの部品加工技術を以下に示す。

3.2.1 BEAM曲げ加工

本バンパービーム端部には深い曲げ角度が要求されている。開発当初はFig. 8に示すプレスベンド工法で曲げ精度向上と量産安定化を検討したが、曲げ部内側にシワが発生した。本バンパービームでは溶接構造を採用している関係上、BEAM曲げ部の内側にシワ等の凹凸を生じてしまうと、BEAMと溶接される部品 (EXTN, LPB) の合わせ面に隙間を生じ、安定した溶接品質の確保が難しくなる。Fig. 9に示すように、シワ発生を抑制しながら溶接に必要な品質を確保するため、本バンパービームのBEAM曲げ加工方法には、ストレッチベンド工法を採用した。また、スプリングバックの影響を抑制するため、曲げ加工後に熱処理する工程を採用することで安定生産に寄与している。

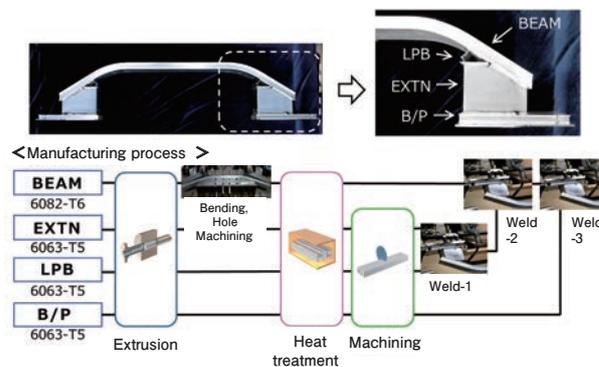


Fig. 7 Bumper beam components manufacturing process flow.

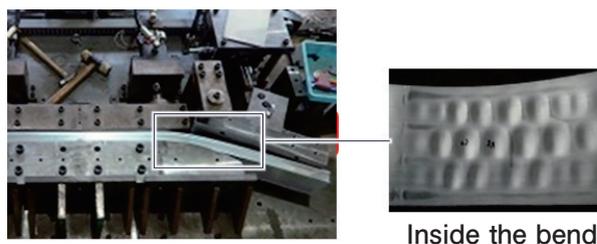


Fig. 8 Wrinkles occurring during bending (press bending).

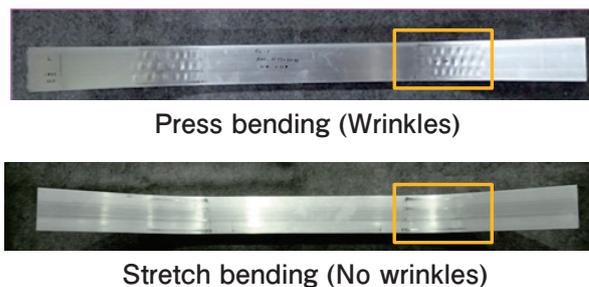


Fig. 9 Comparison of wrinkle occurrence by bending method.

3.2.2 部品組立て・溶接加工

今回の部品組立ては、部品点数削減と軽量化のため、従来のボルト締結構造では無く、溶接一体構造としている。一般的にアルミ溶接は溶接後の熱収縮量が大きいため歪を生じ易く、また溶落ちやブローホールのような外観不良や内部欠陥を生じ易いことから敬遠されがちである。一方、本バンパービームの溶接組立て工程では溶接後の寸法精度を確保するため、入熱制御により熱歪を抑制したアルミ溶接手法を採用すること

で溶接一体構造を達成している。溶接ロボットによる安定した溶込みと健全な溶接品質を確保するため、ロボット溶接姿勢は下向姿勢 (Fig. 10) を基本として溶接治具の設計をしている。また、継手強度確保が必要な溶接部位については、溶込み不安定部分となる溶接始末端部を配置しない工程設計をしており、形材コーナー部も連続溶接 (一筆書き) できる最小R形状を設計時点で織り込んでいる。

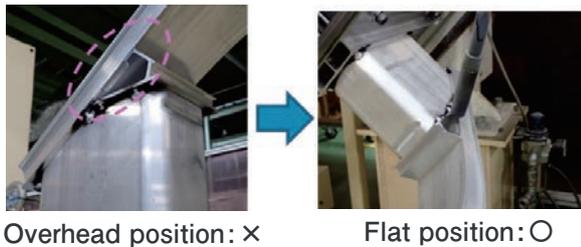


Fig. 10 Welding robot position (Recommended).

#### 4. 量産工程

前述のFig. 7にバンパービームの部品製造工程フローを示したが、製造工程フロー内の各作業について、代表的な量産工程外観 (Fig. 11~13) と特徴を紹介する。

なお量産工程では、部品毎に生産するセル生産方式を採用しており、各セル内はロボット搬送による全自動化を実現した工程となっている。

##### 4.1 BEAM 曲げ

ビーム材の曲げ加工は、作業者が柵の外側で所定の位置に材料をセットすることで、コンベアで順次曲げ加工セル内に搬送され、ロボットが投入材料を掴み順次加工を行う全自動化したラインとなっている。セル内には、ストレッチベンド、曲げ形状を確認する自動検査機を設置しており、検査合格品は穴加工までを一連でセル内にて加工している。この後、ビームはセル内より作業側へ払い出され、洗浄と熱処理がなされて他部品とともに溶接工程へ投入される (Fig. 11)。

##### 4.2 B/P 部品加工

各種部品加工も曲げ加工同様に、作業者が材料をセットすると順次コンベアで加工セル内に搬送され、プレス加工機、NC加工機で外形カットやトリミング、穴あけ加工が順次実施される。セル内の材料搬送は全てロボットが実施し、全ての加工が完了すると加工油除去のために洗浄槽を通過して溶接工程へ投入される (Fig. 12)。

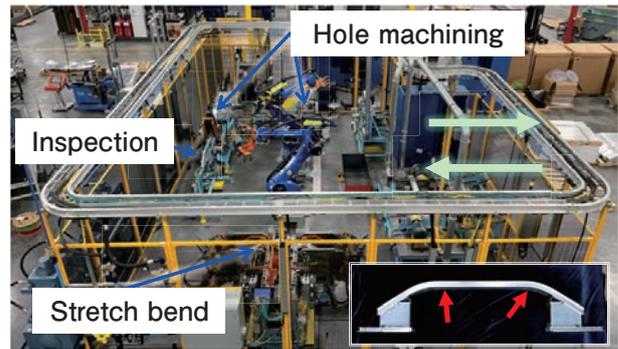


Fig. 11 Beam bending cell.

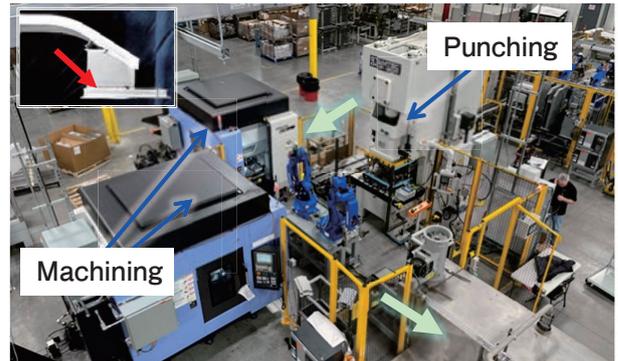


Fig. 12 B/P components machining cell.

##### Welding machine

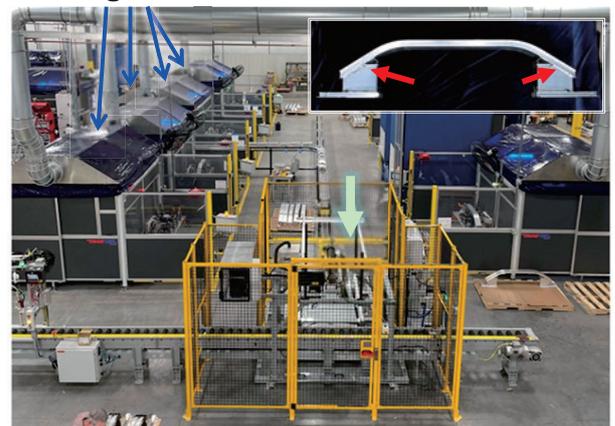


Fig. 13 Components assembly welding cell.

##### 4.3 部品組立て (溶接)

曲げ加工されたビーム材、機械加工された子部品は、それぞれ組立て順に決められた溶接セルへ投入され、溶接ロボットにて自動溶接される。溶接工程は工程毎に複数セルがあるため、トレーサビリティ用にマークを付与して、全てのバンパービームに関して品質管理を実施するとともに、溶接工程完了後の払い出しエリアにて、最終製品全てにQRコードを付与し製品管理している (Fig. 13)。

## 5. おわりに

高意匠デザインと性能を両立する軽量・高剛性なアルミニウム製フロントバンパービームを開発し、北米向け'23モデルHONDA CR-Vに搭載した。

今回の開発において、UACJとHONDA両社のアイデアを融合させることで、構成部品の細部にまで性能と生産性を両立した仕様を確立することができた。また、試作段階から量産仕様を見据えた製造技術を工程に反映することで、従来にない構造を安定した品質で実現することができた。

本活動（日本：設計/解析→試作→性能評価，北米：生産準備→量産）では、開発フェーズ毎にHONDA様と課題の摘み取りを実施し、量産開始前の2022年8月には日米関係者を交えたプロジェクト最終報告会を量産工場のあるUACJ Automotive Whitehall Industries Inc.（略称UWH，北米ミシガン州）で実施した（Fig. 14）。また、2023年度末にはグループ横断的な取り組みと成果により社内表彰制度であるUACJグループウェイ賞・優秀賞を戴くとともに、社外からはアルミニウムの需要拡大に貢献した点が評価され日本アルミニウム協会賞・開発賞を受賞した（Fig. 15）。更には、北米HONDA様からは優秀サプライヤー表彰として、2023/2024年度と2年連続してQuality/Delivery賞とValue In Excellence賞をダブルで受賞した（Fig. 16）。

ここで全ての開発関係者の皆さまに感謝とお礼を申し上げるとともに、今後も安全で安心な商品・部品の開発を推進し、環境負荷低減に役立つ活動を推進していく。



Fig. 14 Scene from the project final presentation at UWH (Michigan, USA).



Fig. 15 Japan Aluminium Association award and development award presentation ceremony.



(a) 2023FY awards ceremony



(b) 2024FY awards ceremony

Fig. 16 Supplier awards ceremony for Honda North America.



田中 晃二 (Koji Tanaka)  
株式会社 UACJ 押出・加工品事業本部  
自動車部品製造統括部



稲垣 龍雄 (Tatsuo Inagaki)  
株式会社 UACJ マーケティング・技術本部  
モビリティテクノロジーセンター 製品開発部



金成 賢次 (Kenji Kanenari)  
株式会社 UACJ 押出・加工品事業本部  
技術開発部



Mike Eby  
UACJ Automotive Whitehall Industries Inc.



Paul Schemp  
UACJ Automotive Whitehall Industries Inc.



稲垣 亨 (Toru Inagaki)  
UACJ Automotive Whitehall Industries Inc.



辻 圭一郎 (Keiichiro Tsuji)  
本田技研工業株式会社



高木 直 (Naoki Takaki)  
本田技研工業株式会社



喜多 僚 (Ryo Kita)  
本田技研工業株式会社