

Jikencenter

NEWS

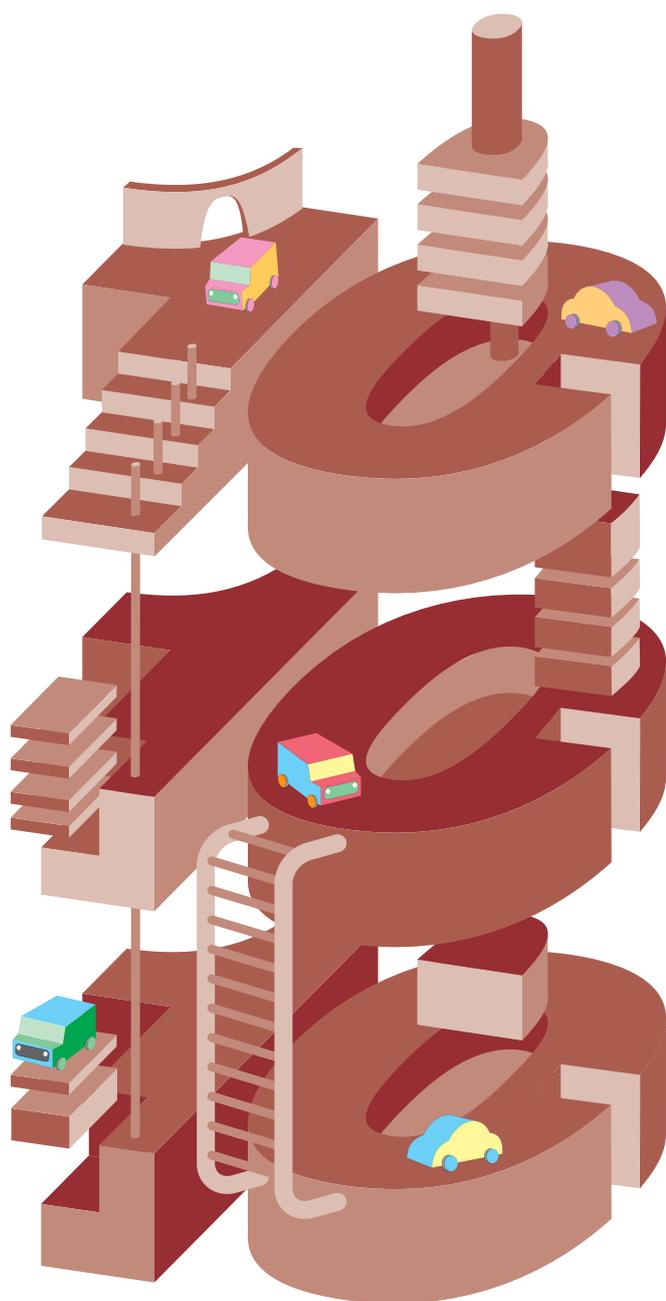
自研センターニュース 令和4年10月15日発行
毎月1回15日発行(通巻565号)

10

OCTOBER 2022

C O N T E N T S

技術情報	2
ホンダ Honda e (ZC7) 前部衝突の損傷診断	
修理情報	11
ホンダ Honda e (ZC7) 前部損傷の復元修理事例	
技術情報	22
ホンダ Honda e (ZC7) 後部衝突の損傷診断	
修理情報	30
ホンダ Honda e (ZC7) 後部損傷の復元修理事例	
修理情報	37
ホンダ Honda e (ZC7) 補修塗装作業事例	



技術情報

ホンダ Honda e (ZC7) 前部衝突の損傷診断

1. はじめに

損傷診断においては、衝突により車体に作用する力の大きさ、着力部位や方向から、力がどこをどのように伝わり、どこまで車体に損傷をおよぼすかを、自動車の構造や材質、損傷特性を踏まえたうえで、十分に注意して確認しなければなりません。本編はホンダ Honda e (ZC7)前部オフセット衝突におけるボデーまわりの損傷診断について説明します。

※ 構造説明の詳細については、構造調査シリーズ No.J-872 ホンダ Honda e (ZC7)、自研センターニュース 2022 年 6 月号も参照ください。なお、以下の説明に記載する部品名称について、ASSY、COMP、セットなどの名称を一部省略しています。

2. 前部損傷の衝突態様

衝突の態様について説明します。

衝突イメージ	衝突態様説明
	上下均質な固定壁へ若干の角度をもって衝突している。 衝突速度は低速で、着力部位は前面全体の右側約 40%の幅で衝突している。

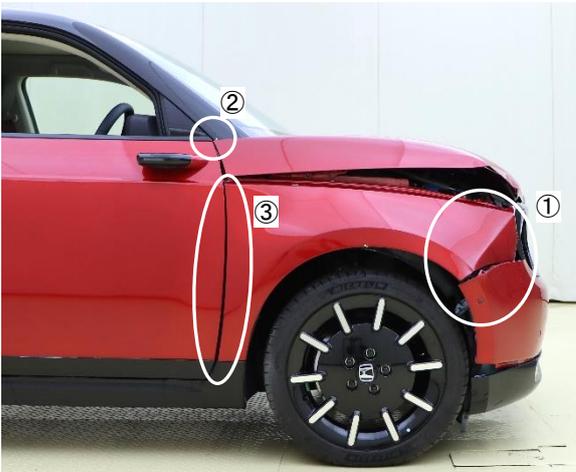
3. 損傷状態の説明

(1) 外観の損傷状態

外観から確認した衝突による損傷について、力の波及経路やその状態を説明します。

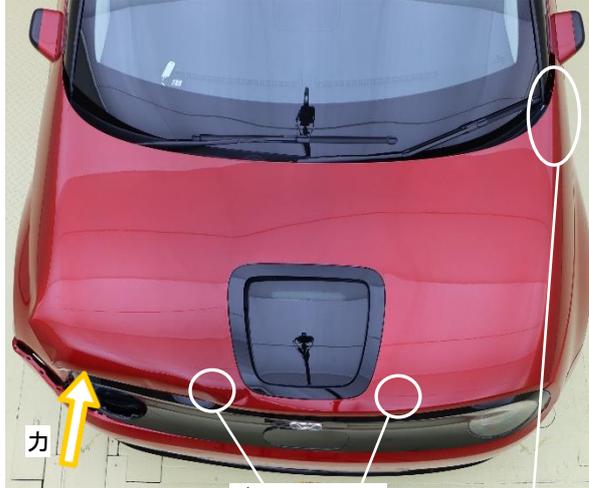
衝突前	衝突後
	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 前面全体の右側約 40%の範囲で相手物と衝突し、後方に押込まれている。 ・ フロントバンパ、フロントグリル、右ヘッドライト、ボンネット、右フロントフェンダに衝突相手物との直接損傷が発生している。 	

衝突前	衝突後
	
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ① 右フロントフェンダは相手物からの押込みで前部が折れ曲がっている。 ② ボンネットが後退し右ピラーガーニッシュおよび右フロントドア前端上部と干渉、損傷が発生している。 ③ 右フロントフェンダと右フロントドアの隙間は上部で狭く下部で広がっている。 	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<p>着力部（右側）からの波及による、左ヘッドライトへの損傷は発生していない。</p>	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<p>左フロントフェンダと左フロントドアの隙間は、わずかに上部で狭く下部で広がっているが、左フロントフェンダおよび左フロントドアに損傷はない。</p>	

衝突前	衝突後
	 <p data-bbox="858 633 884 663">力</p>  <p data-bbox="1066 696 1225 725">ボンネットロック</p>  <p data-bbox="842 994 884 1023">参考</p> <p data-bbox="884 1025 1114 1088">ボンネットロック部を中心 に大きく右回転</p> <p data-bbox="850 1249 876 1279">力</p> <p data-bbox="1023 1256 1157 1285">フィット GR3 系</p> 
<p>損傷状態</p>	
<p>右前部からの力によりボンネット右前部は大きく後方に向かって損傷しているが、前方左右のボンネットロックと後方左右のボンネットヒンジの四方で固定されていることで、ボンネット全体の移動は制限され、右側は後方への移動によりピラーガーニッシュと干渉したが、左側はボンネットのわずかな右回転により左後端部が外側へ移動した程度で、隣接部との干渉はない。</p> <p>参考 右側左下画像は、ボンネットロック中央1点タイプ、ホンダフィットGR3系の損傷事例2021年10月号掲載（衝突条件は同じ）</p>	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・右フロントサイドフレームは、フロントバンパビームクラッシュボックス部からの波及により、サイドフレーム全体を上方に持ち上げながら、前部→中央→ロアダッシュボード取付部まで波及、折れや曲がりが発生している。 ・右フロントダンパハウジングは右フロントサイドフレームの持上りと前部パイプ形状の右フロントダンパエクステンションからの波及によりタワー部の折れおよび、上部ロアダッシュボード取付部に押し込み損傷が発生している。 <p>※ 損傷状態の詳細は次頁にて説明します。</p>	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・内板骨格左側への誘発損傷は、強固なフロントバンパビームからの波及により、バンパビームクラッシュボックス取付面から左フロントサイドフレーム前部が、外側に押出される損傷が発生している。 ・左フロントサイドフレームの損傷は外観から確認できない。また、左フロントダンパハウジングへの誘発損傷はない。 	

(2) 内板骨格の損傷状態

衝突による内板骨格主要箇所の計測結果値を説明します。

衝突後



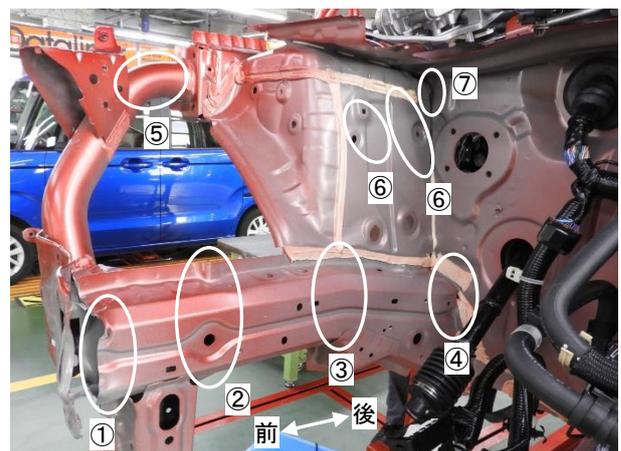
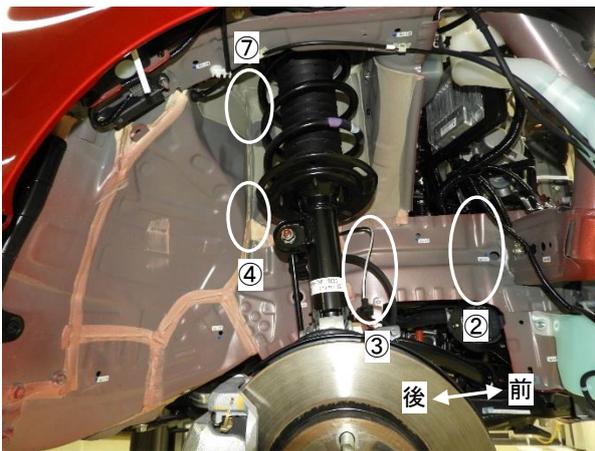
右（着力）側の状態

- ①～② バルクヘッドアップ、右側の寸法変化
 ① 後方へ3mm、左方向へ10mm、下方向に20mm変化している。
 ② 後方へ35mm、左方向へ3mm変化している。

左側の状態

- ③～④ バルクヘッドアップ左側の寸法変化
 ③ 後方へ4mm、左方向へ4mm変化している。
 ④ 修理を要する変化はない。

右フロントサイドフレーム・右フロントダンパハウジングの損傷状態



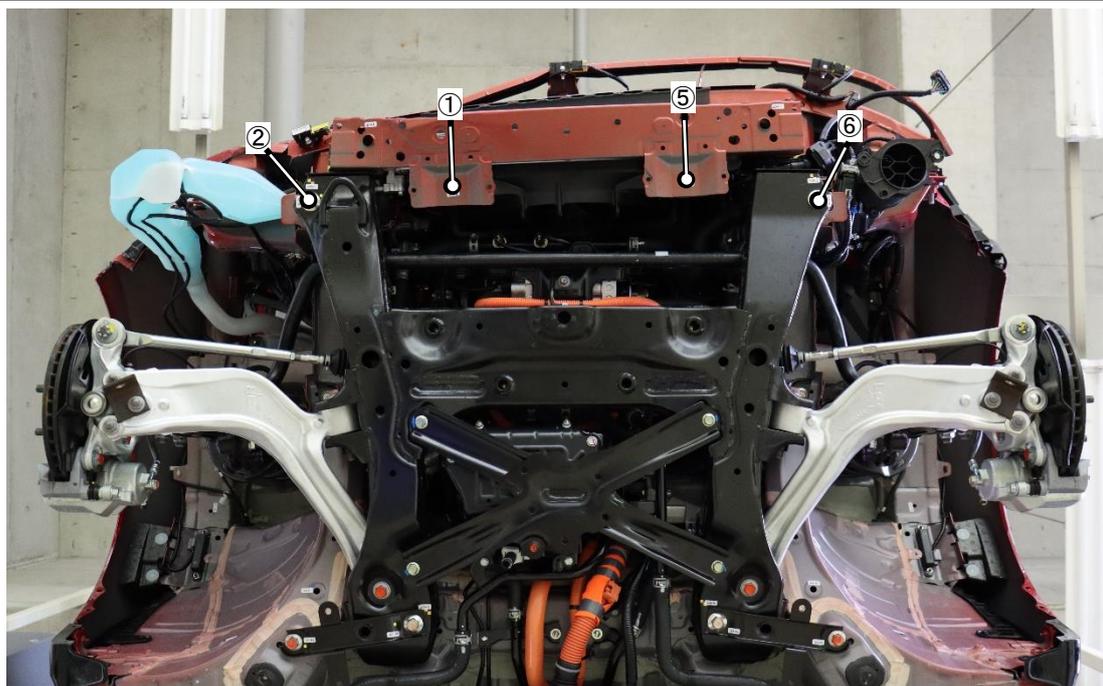
・右フロントサイドフレームの損傷（①～④）

①バンパビーム右側に取付けられた内側のクラッシュボックスからの波及による先端部の潰れ、②前部の折れ、③中央部の折れ、④ロアダッシュボード接合部の押込み。

・右フロントダンパハウジングの損傷（⑤～⑦）

⑤バンパビーム右側に取付けられた外側のクラッシュボックスからの波及によるフロントダンパエクステンションパイプ構造後部での曲がり、⑥ダンパハウジングタワー部分での折れ、⑦ロアダッシュボード接合部の押込み。

衝突後



フロントサブフレーム（サスペンションメンバ）損傷状態

大型のフロントサブフレーム（サスペンションメンバ）を採用、今回の衝突では、着力側（右側）についても直接的な押し込み（直接損傷）はない。取付けボルトのズレや曲がり、塗膜の割れなどはなく、外見での損傷は確認できないが、②の計測点で6mm程度の持ち上がりがあることから取外し後の単体点検を行った結果、右前部の持ち上りおよびねじれ損傷を確認した。

※ 点検結果の詳細は後述の修理情報 P.19 を参照

右（着力）側の状態	左側の状態
<p>①～② バルクヘッドロアーおよびサブフレーム前部の寸法変化</p> <p>① 後方へ26mm、左方向へ9mm、上方向へ6mm 変化している。</p> <p>② 上方向へ6mm（他は基準の範囲内）変化している。</p> <p>③～④ 右フロントサイドフレームの寸法変化</p> <p>③ 後方へ3mm、左方向へ9mm、上方向へ5mm 変化している。</p> <p>④ 上方向へ3mm（他は基準の範囲内）変化している。</p>	<p>⑤～⑥ バルクヘッドロアーおよびサブフレーム前部の寸法変化</p> <p>⑤ 後方へ15mm、左方向へ10mm 変化している。</p> <p>⑥ 修理を要する変化はない。</p> <p>⑦～⑧ 左フロントサイドフレームの寸法変化</p> <p>⑦ 左方向へ4mm（他は基準の範囲内）変化している。</p> <p>⑧ 修理を要する変化はない。</p>

4. 力の波及経路と最終波及部位

衝突により内板骨格等に加わる力を経路（ロードパス）別に考察し、最終の波及部位を説明します。



波及経路別：最終波及部位

① アップロードパス最終波及部位	右フロントダンパエクステンション パイプ構造後部（曲がり）
② ミドルロードパス最終波及部位	・右フロントダンパハウジング上部ロアダッシュボード接合部（押込み） ・右フロントサイドフレームロアダッシュボード接合部（押込み）
③ アンダロードパス最終波及部位	フロントサブフレーム右中央前部（曲がり）
④ 誘発損傷最終波及部位（アツパ）	フロントバルクヘッド左サイドステー上部（寸法移動）
⑤ 誘発損傷最終波及部位（ミドル）	左フロントサイドフレーム前部（寸法移動）
誘発損傷最終波及部位（アンダ）	波及損傷なし

5. ボデー構造と材質・形状について

Honda e は、2020 年 10 月にホンダ初となる量産 EV として、4 つの魅力（つながる未来、シンプルデザイン、都市型コミューター、安心・安全）を目指すモビリティとして発売されました。ゼロから設計した EV で、専用のプラットフォーム、リヤモータ・リヤ駆動（RR 方式）を採用しています。現行のコンパクト車と異なる構造・材質の採用により、損傷特性は変化*しています。

*2021 年 10 月号ホンダフィット GR3 系を参照（衝突条件は同じ）

部材の材質・形状

部位	形状・材質
フロントバンパビーム	個々の部材を組立て、単体部品として補給（3 つの機能部材で構成） ① 最前部に薄板の吸収部材（歩行者保護用セーフティプレート部） ② 強固（超高張力鋼板）で厚板のバンパビーム部材（裏面を厚板部材 2.0mm で補強）を採用 ③ 4 つのクラッシュボックスを設置、衝撃吸収量を増やし左右のサイドフレーム側およびフロントダンパエクステンション側へ力を分散
フロントバルクヘッド	構成部品を単体および一体で補給 ・全部位、普通鋼板(270MPa)
フロントダンパハウジング	構成部品を単体および一体で補給 ・ダンパエクステンション部 前部：高張力鋼板(440MPa) 後部：高張力鋼板(780MPa) ・アッパメンバ部 高張力鋼板(780MPa) ・ハウジング部（タワー部） 普通鋼板(270MPa)
フロントサイドフレーム	構成部品を単体および一体で補給 ・バンパビームエクステンションブラケット部：高張力鋼板(590MPa) ・ダッシュ前部（アウト・インナ共）：超高張力鋼板(980MPa) ・ダッシュ後部（アウトリガ部）：超高張力鋼板(980MPa)
ロアダッシュボード	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・パネル全体：高張力鋼板(440MPa) ・ロアクロスメンバ部：超高張力鋼板(1500MPa) ・ブレーキマスタシリンダスチフナ部：普通鋼板(270MPa)
フロントサブフレーム	構成部品を単体および一体で補給 ・大型のサブフレームを採用 ・マルチロードパス対応（左右アンダロードパス機能）



修理情報

ホンダ Honda e (ZC7) 前部損傷の復元修理事例

1. 内板骨格の復元修理

(1) 復元を要する部位について

損傷診断の結果、今回の衝突における修正部位は以下のとおりです。修理方法の選択は、実際の車両の損傷状況にもとづき総合的な判断により実施しました。

部位名	衝突後の状態・復元作業の説明
フロントバルクヘッド	アッパフレーム、右サイドステー、ロアクロスメンバに押込みによる折れや曲がりが発生、左サイドステーは左方向へ変形があり、ASSYによる取替えを選択。
右フロントサイドフレーム	先端部での潰れ、前部・中央部での折れ、ロアダッシュボード接合部での押込み、損傷程度および損傷範囲は大きく、取替えを選択。
右フロントダンパハウジング	前部ダンパエクステンション、パイプ構造後部での曲がり、ダンパハウジングタワー部前後での折れ、ロアダッシュボード接合部での押込みにより取替えを選択。
左フロントサイドフレーム	フロントバンパビームからの波及により、前部が車体の外側（左方向）へ押出されるように曲がりが発生。前部の曲がりには基本修正の範囲、先端部の変形は形状修正を要する。
左フロントダンパハウジング	寸法変化はなく、修正作業は不要。
フロントサブフレーム (サスペンションメンバ)	右側前部が、ねじれを伴う上方への曲がりが発生、取替えを選択。
ロアダッシュボード	右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジングからの押込みによる曲がりが発生、基本修正の範囲で復元完了。

(2) 内板骨格の修正作業概要（基本修正・形状修正）

作業内容		目的・方法・効果等		
基本修正作業	① マウント・ディスクマウント作業	<ul style="list-style-type: none"> ・角度のある引き作業や強い引き作業が必要と思われるため、4点固定でのマウントを行う。（フレーム修正機：コーレック） ・アンダフロアエリアの大半をEVバッテリーが占めているため、サイドシル後部に通常の固定用クランプが入らない。今回は幅の狭いクランプで固定できたが、クランプの種類により、個別の検討を要する可能性がある。 		
	② 事前計測作業	エンジンやフロントサスペンションが付いた状態での計測のため、一部でメーカーが指定する測定箇所での計測ができないところもあり、左右や無損傷部位との対比計測などを補完し、損傷状態を把握している。		
	③ 寸法復元作業	一回目	目的	<ul style="list-style-type: none"> ・右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジングダッシュ接合面までの引出し ・左サイドフレームの外側（左側）への振れ修正
			クランプ位置	フロントバンパビーム右側2本のクラッシュボックス各々の内外にクランプを使用せず、チェーン（4カ所）での直接引き
			引き方向	12時方向、水平引き（ラム2本同時使用）
		二回目	目的	フロントルーム内のメカユニット（冷却・充電・サスペンション機構等）を取外す上で必要となるスペースを確保するための引き作業
			クランプ位置	右バルクヘッドサイドステー上部へクランプ
			引き方向	12時方向、水平引き（ラム1本使用）
		三回目	目的	右フロントサイドフレームおよびダンパハウジング取外し前の基本修正、空打ちによるロアダッシュボードとの接合面の修正
			クランプ位置	フロントルーム内メカユニットおよび右フロントバンパビームエクステンションブラケット取外し後、サイドフレーム先端部ウェブ面左右にクランプ（2セット）
引き方向			12時方向、水平やや下引き（ラム1本使用）	
基本修正作業	④ 確認計測	一回目	目的	フロントルーム内メカユニット取外し後、フロント骨格の寸法復元状態の確認（引き作業1～2回目までの結果）
			結果	<ul style="list-style-type: none"> ・バンパビームへの引き作業では後部のバンパビームエクステンションブラケットが右フロントサイドフレーム前端から引きはがれてしまい、フロントサイドフレーム側に大きな力が伝わらず、ロアダッシュボード引出しまでの修正に至らず。右フロントサイドフレームの持上りおよび内側への振れ傾向は残り、個別の修正が必要。 ・誘発損傷側である左サイドフレームの振れは、復元傾向を確認、右側再修正後に全体の再計測を実施する。
		二回目	目的	右側骨格ロアダッシュボード取付面の引出し状態およびフロント骨格全体の復元状態確認（引き作業3回目の結果）
			結果	右側骨格取替えを前提とした、高さ、長さ、対角とも復元されていることを確認、基本修正は終了。
		形状修正作業部位		左フロントサイドフレーム先端部

[1] 基本修正作業内容

① 損傷車両のマウント状態

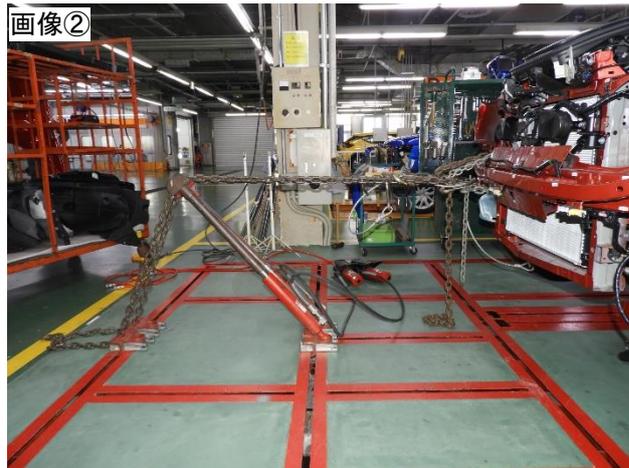
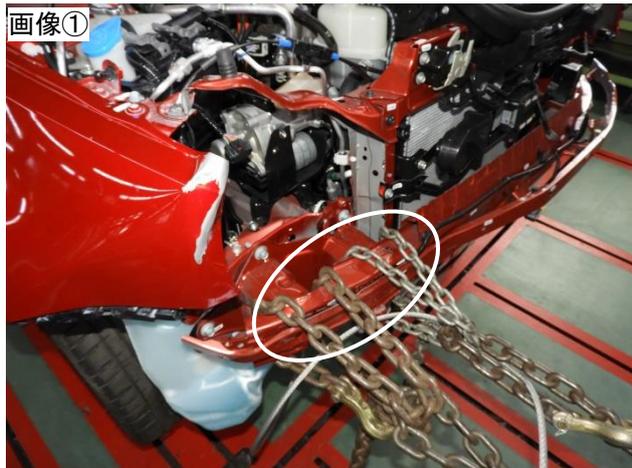


画像① フレーム修正機（コーレック）による4点固定の状態。

画像② リヤ側はサイドシル後部までEVバッテリーケースが占めているため、フロント側同様の幅広のクランプが入らない。ショートタイプに変更しクランプした。

画像③ アンダフロア、サイドシルクランプ部とEVバッテリーの位置関係を撮影、EVバッテリーケースの左右端部はサイドシルインナ側と接近しているため、使用しているタイプのクランプでは隙間が少なく入らない。

③ 寸法復元作業（1回目）

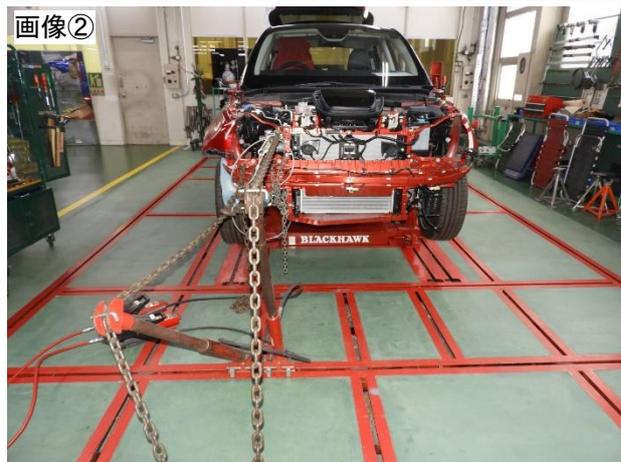
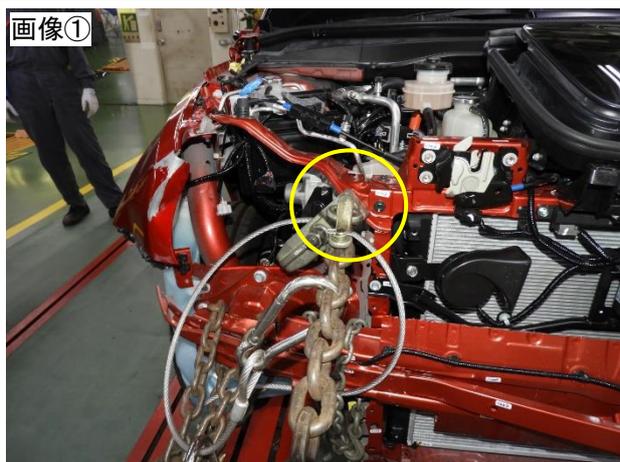


フロント骨格部全体の寸法復元

画像① クランプ位置、フロントバンパビーム右側 2本のクラッシュボックス各々の内外（白丸部）にチェーン（4カ所）による直接引き。

画像② 12時方向水平引き（ラム 2本同時使用）、強固なフロントバンパビームを原形に近づけることでフロント骨格全体の復元が期待できる。

③ 寸法復元作業（2回目）

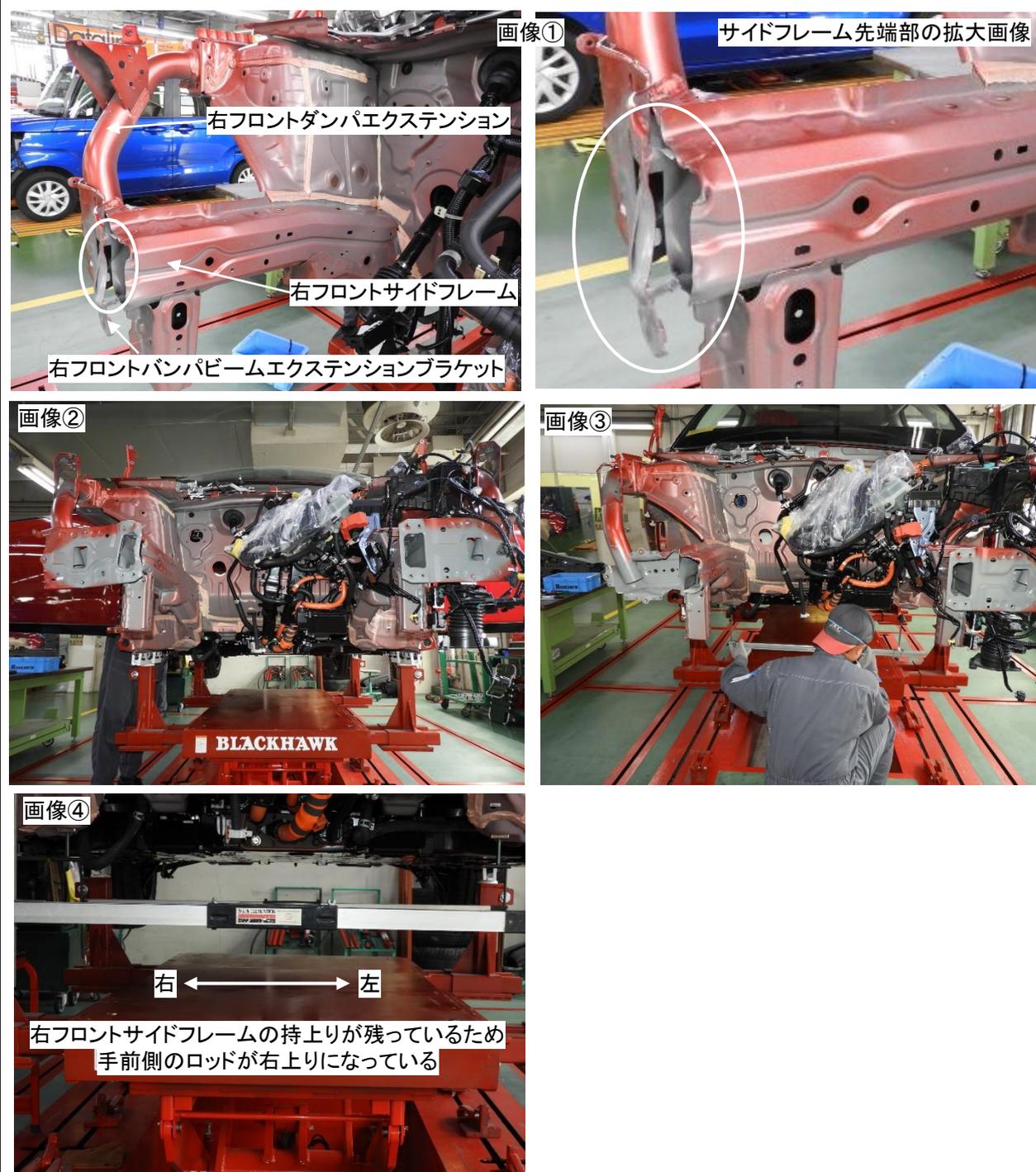


押込まれたフロントバルクヘッドを引出し、フロントルーム内メカユニット取外しのためのスペースを確保。

画像① クランプ位置、右バルクヘッドサイドステー上部（黄丸部）

画像② 12時方向水平引き（ラム 1本使用）

④ 確認計測（1回目）



引き作業 1~2 回後の確認計測

画像① フロントバンパビームエクステンションブラケットがフロントサイドフレームから引きはがれてしまい（白丸部）、右フロントサイドフレーム側に大きな力が伝わらず、再修正が必要。

画像② フロントルーム内メカユニット（冷却・充電・サスペンション等）の取外し状態

画像③ フロントアンダボデーの計測

画像④ フロントサイドフレームの高さ計測

計測確認の結果、右フロントサイドフレームは内側への振れおよび持上り傾向が残っている。

左フロントサイドフレームの振れ（誘発損傷）は復元傾向を示している。

この後、右側骨格の再修正を行った上、フロント骨格の再計測を実施する。

③ 寸法復元作業（3回目）

画像①



画像②



画像③



右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジング取外し前の修正、ロアダッシュボード右側接合面の引出し修正

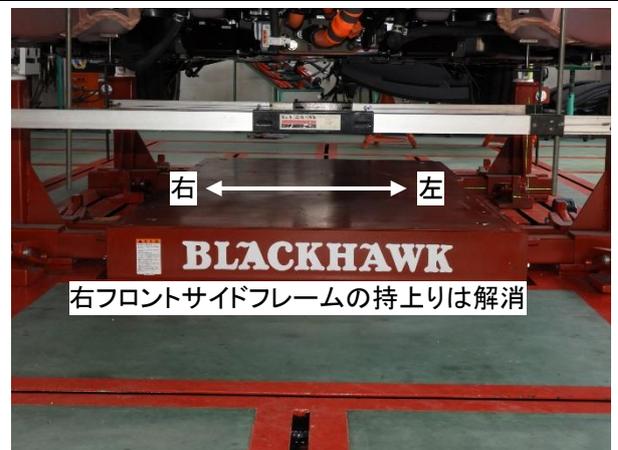
画像① クランプ位置、フロントサイドフレーム先端ウエブ面左右（黄丸部）にクランプ（2セット）

画像② 引き方向、12時方向水平やや下引き（ラム1本使用）

画像③ 空打ちにより残留応力を取除きスプリングバック量を減少させる。

右フロントサイドフレーム、右フロントダンパハウジングは取替えても基本修正の段階で極力寸法復元することで取付面の精度が向上し正規の位置に取付けやすくなる。

④ 確認計測（2回目）



引き作業3回目の結果確認、右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジングの取替えてを前提とした復元状態を再確認。計測の結果、寸法復元されていることを確認し、基本修正は終了。

[2] 形状修正作業内容

左フロントバンパビームエクステンションブラケット取替
左フロントサイドフレーム先端部の形状修正



① Fr バンパビーム右着力側からの誘発損傷



② Fr バンパビーム取外し後、左側座面（エクステンションブラケット部）の損傷状態



③ 左エクステンションブラケット取外し後サイドフレーム先端部の損傷状態



④ 左エクステンションブラケット（溶接点12点、白丸は損傷部）



⑤ ポートパワーで下支えをしながらサイドフレーム先端部の形状修正



⑥ ハンマ・ドリリーによる形状修正



⑦ 新エクステンションブラケット仮組み



⑧ 位置決め計測



⑨ バルクヘッドとの合わせ確認



⑩ エクステンションブラケットの溶接



⑪ 作業完了

(3) 右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジング取替における仮組み・合わせ作業
 今回のような溶接系骨格パネルを広範囲に取替える場合、各部品を溶接する前に一つずつ部品を正規の位置に組付けるための寸法計測、現物合わせなどを繰り返しながら正規位置に仮固定を行います。最後に外板パネルや艀装部品を組付け、隙間や段差が正規な状態になることを確認したうえで、再度分解し溶接系パネルの本溶接を行います。

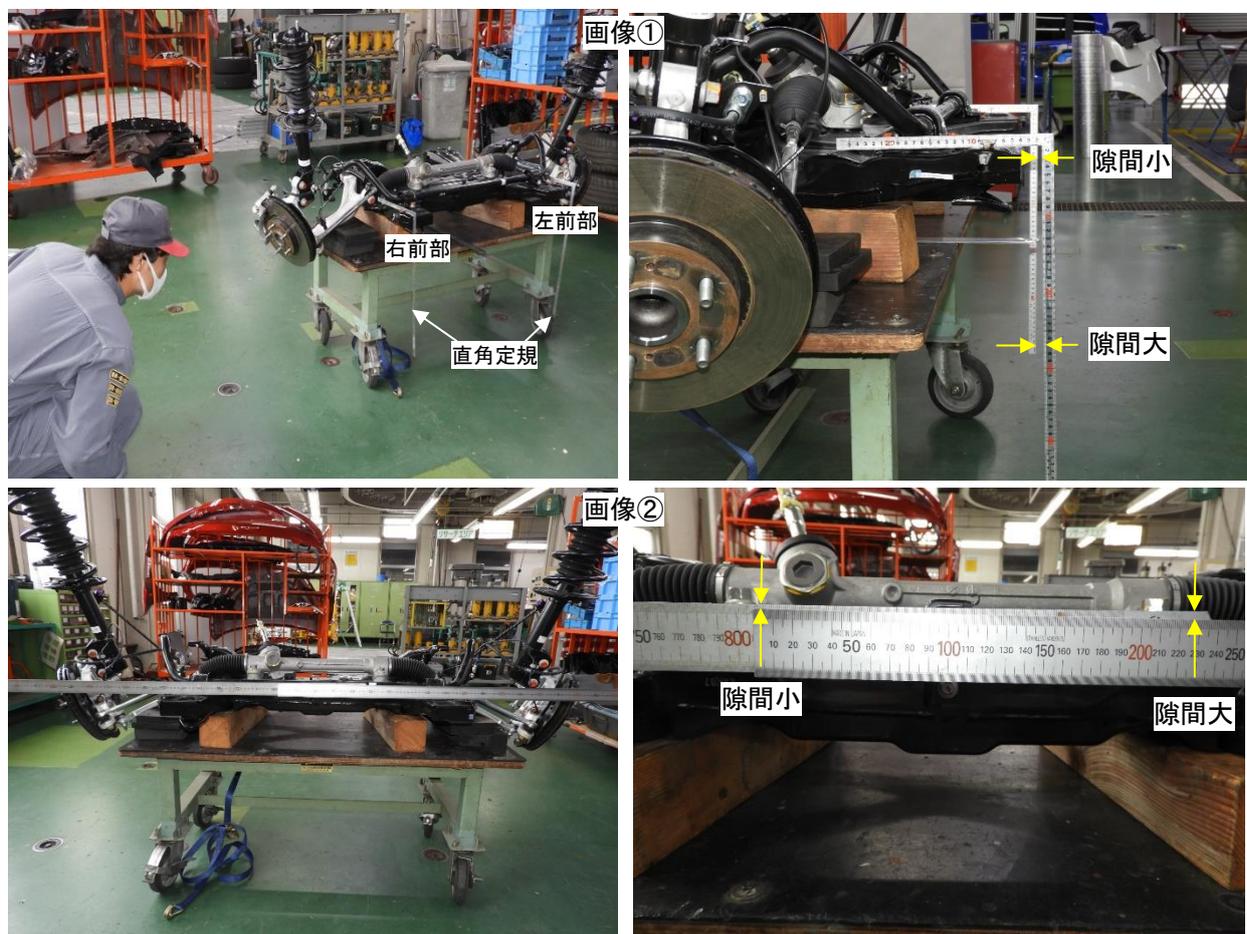
右フロントサイドフレームおよび右フロントダンパハウジングの取替作業

		
① 取替パネル組付前	② 右フロントダンパハウジング仮組み	③ 右フロントサイドフレーム仮組み
		
④ 右ダンパハウジング計測位置決め	⑤ 右サイドフレーム計測位置決め	⑥ 右ダンパハウジング溶接仮止め
		
⑦ 右サイドフレーム仮止め	⑧ フロントバルクヘッド仮組み	⑨ 外板艀装の組付け隙間段差調整
		
⑩ 外板艀装が正規の位置になることを確認後、再度分解し本溶接を実施	⑪ 再分解、本溶接前の状態	⑫ 溶接系パネルの本溶接作業

(4) フロントサブフレームの単体点検

今回の衝突では、フロントサブフレームへの直接的な衝突はありません。車上目視段階で、曲がりや取付けボルトのズレなどは見受けられませんでした。右前端取付部で6mm程度の持上りがあったことから、単体による点検を実施しました。

フロントサスペンションフレーム単体点検



画像① サスペンションフレーム前部の平行度（持上り）の点検

右側に取付けた直角定規の下側の隙間が大きい。右側が左側より持上っていることが解る。

画像② サスペンションフレーム前部の平行度（ねじれ）の点検

右側に取付けた直定規の先端が持上り、隙間が大きくなっている。右側が左側より外側にねじれていることが解る。

サスペンションメンバ前部左右差の状態が、右フロントサイドフレームの損傷傾向と一致することから、右フロントサイドフレームからの波及による損傷と判断される。

(5) 内板骨格の取替・修正における付随作業範囲の検討

内板骨格部品の取替時に必要となる室内外のメカ部品や艤装部品等の取外し作業に関しては、個々に必要作業の範囲を検討する必要があります。

① 今回の対象作業

今回の修理における室内外の艤装品の取外しに関係する内板骨格の作業は以下のとおりです。

- ・右フロントサイドフレーム取替
- ・右フロントダンパハウジング取替
- ・ロアダッシュボード右側板金

② 検討の視点（留意点）

以下の3項目に留意しながら、メカ部品や艤装品の取外し範囲を検討します。

・溶接作業や修正作業のためのスペース確保

取替部品の溶接点を、確認・想定する。形状修正を行う場合は、修正作業に必要な作業スペースを考慮したうえで取外し範囲を検討する。

・溶接作業における火災防止等、安全性の確保

溶接作業における熱伝導の範囲と溶接スパッタ（溶接中に飛散する溶融金属）を考慮した取外し範囲を検討する。

・インシュレータ、マットの構造の違いによる作業範囲の変化

室内側のダッシュインシュレータやフロアマット、エンジンルーム側のダッシュインシュレータなどが、一体式の場合は、めくる・折るなどの作業ができず一体で取外す場合があります。その際、直接作業を行う箇所と大きく離れた部品の取外しが必要となる場合があります。



室内側の取外し状態、インシュレータは、めくりが可能



室内側の取外し部品
インパネ、ステアリングコラム、ペダル等



Fr ルーム側の取外し状態、ダッシュインシュレータの装着がないため左側の補機類や高電圧ケーブルなどを残した作業が可能



フロントダンパハウジング、フロントサイドフレームの溶接の範囲（白枠部）と状態

2. 前部損傷における損傷診断および復元修理のポイント

(1) 損傷診断のための情報収集（構造や材質から損傷特性を考える）

Honda e は、ホンダ初の量産 EV として新開発の専用のプラットフォームを採用しています。現行の B セグメントコンパクト車のプラットフォームと異なる構造・材質の採用により損傷特性は大きく変化*しています。*2021 年 10 月号ホンダフィット GR3 系を参照（衝突条件は同じ）

今回のような前部低速衝突において、損傷に大きく影響を与えるフロントバンパビーム（クラッシュボックス）および取付部であるフロントバンパビームエクステンションブラケットの構造と材質、さらにフロントサイドフレーム、フロントダンパハウジングの構造と材質によって損傷の程度や範囲、最終波及部位に変化が生じます。この変化（損傷特性の違い）を知ることで効率的な損傷診断が可能になります。

今回の衝突による損傷から前部骨格の損傷特性を考えると、フロントバンパビームに装着される 4 本のクラッシュボックスのクラッシュエリアが残った段階から、フロントサイドフレームの衝撃吸収エリア（3 カ所）、フロントダンパハウジング前部のパイプ構造後部、ダンパハウジングタワー部前後で衝撃吸収（波及損傷）をする構造（損傷特性）と思われます。

損傷診断の留意点として、フロントバンパビームのクラッシュボックスおよび、クラッシュボックスの取付部であるフロントバンパビームエクステンションブラケットの損傷程度から、フロントサイドフレームおよびフロントダンパハウジングへの波及損傷を想定します。損傷の確認は、各衝撃吸収部位をもれなく確認していくことで波及範囲、最終波及部位の特定が容易になると考えられます。

(2) 復元修理のポイント（構造や材質から復元修理を考える）

Honda e のような、強固なフロントバンパビームを持つ車両では、基本修正においてバンパビームの形状を原形に近づけることで、サイドフレームやダンパハウジングが左右とも元の位置に復元していくことが期待できますが、クラッシュボックスの潰れ折れが大きく加工硬化などにより引き力がサイドフレーム側に伝わらず破断してしまうケースや今回のようにバンパビームとサイドフレームが強固につながっていない構造の場合も引き力が伝わらず、バンパビームを原形に近づけてもフロント骨格が十分に復元しません。この場合は波及経路別の引き作業など、損傷部へ引き力に応じた寸法復元を可能にする作業方法の検討が必要になると考えられます。

今回は右フロントサイドフレーム、右フロントダンパハウジング、ロアダッシュボード右側を中心に、潰れ、折れ、曲がりが発生しました。その内、右フロントサイドフレームと右フロントダンパハウジングは取替えを選択しましたが、取替えとなるフロントサイドフレームとフロントダンパハウジングを取外す前に、極力正規の位置（長さ・高さ・幅）まで修正した後ロアダッシュボードからの切離しを行います。また、ロアダッシュボードの修正については、サイドフレーム・ダンパハウジングの引出し作業中の段階で、空打ちによる確実な修正を行うことが重要になります。この後の骨格組付け、仮組み・合わせ作業など、完成段階に影響をおよぼすための確かな作業が求められます。



技術情報

ホンダ Honda e (ZC7) 後部衝突の損傷診断

1. はじめに

ホンダ Honda e(ZC7)の後部オフセット衝突におけるボデーまわりの損傷診断について説明します。

※ 構造説明の詳細については、構造調査シリーズ No.J-872 ホンダ Honda e(ZC7)、自研センターニュース 2022 年 6 月号も参照ください。なお、以下の説明に記載する部品名称について、ASSY、COMP、セットなどの名称を一部省略しています。

2. 後部損傷の衝突態様

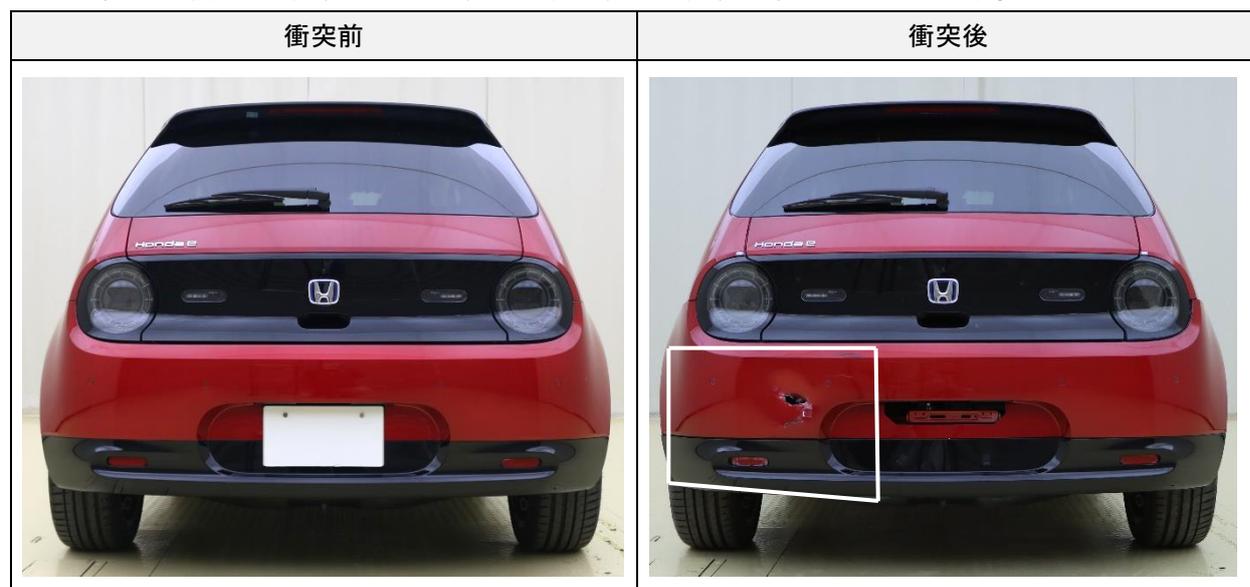
衝突の態様について説明します。

衝突イメージ	衝突態様説明
	上下均質かつ平面な、高さ約 0.7m の物体（約 1.4t）と若干の角度をもって衝突している。 衝突速度は低速で、着力部位は車体後面全体の左側約 40% の幅で衝突している。

3. 損傷状態の説明

(1) 外観の損傷状態

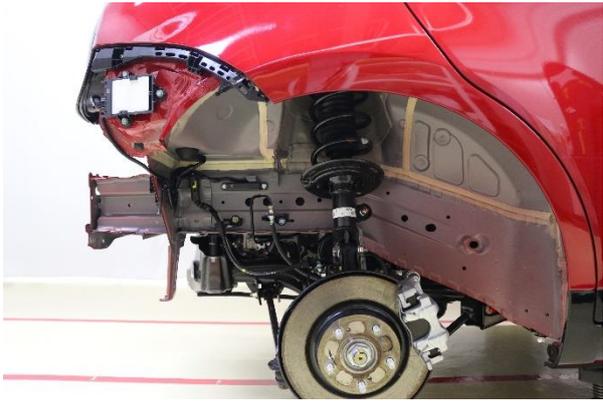
外観から確認した変化について、力の波及経路や変化の状態を説明します。



衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・後面全体の左側約 40%の範囲で相手物と衝突し、前方に押し込まれている。 ・リヤバンパへ相手物との衝突による直接損傷が発生している。 ・テールゲートおよび左右テールライトに直接および波及損傷は発生していない。 	

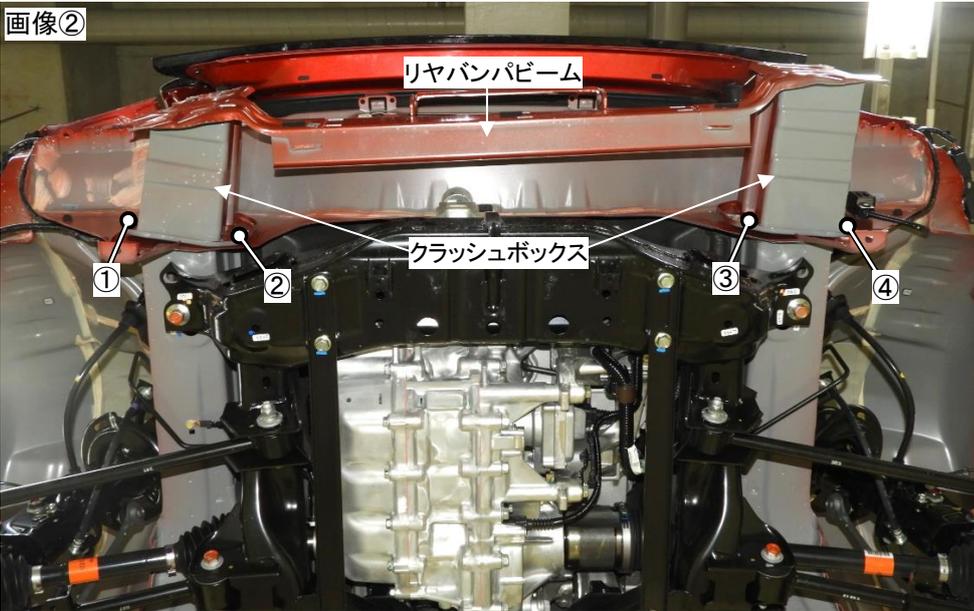
衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<p>リヤバンパフェイス全体が右方向に移動し、右端部がサイドスペーサから外れ右側に飛び出している。</p>	

衝突前	衝突後
	
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・左右のリヤアウトサイドパネルに損傷は発生していない。 ・左右のリヤドアとリヤアウトサイドパネルの隙間に修理を要する変化はない。 	

衝突前	衝突後
	
	
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・リヤバンパビーム取付面に損傷が発生しているが、テールゲート開口部および、左右リヤフレーム本体に修理を要する変化はない。 ・衝突によるテールゲートの変化およびルーフ（ガラス製）側に損傷は発生していない。 	

(2) 内板骨格の損傷状態

衝突による内板骨格の損傷状態を計測値や目視確認した内容で説明します。

衝突後	
画像①	
画像②	
損傷状態	
画像①	リヤバンパビームに装着される大型クラッシュボックスの効果により、衝突相手物の侵入は、リヤバンパエリア内にとどまり、テールゲートやリヤパネル上部（環状構造帯）へ直接的な損傷は発生していない。
画像②	リヤバンパの左クラッシュボックス部は押し込まれながら、右方向（力の方向）へ倒れ込む形になったことで、取付面①②が損傷。リヤバンパビーム全体も右側に移動したことで、右クラッシュボックスも右側に押し出され取付面③に損傷が発生した。
寸法変化の状態	
画像①	テールゲート開口部に修理を要する寸法の変化はない。
画像②	左右のバンパビームクラッシュボックス取付部に修理を要する寸法の変化あり。 ① 後方へ 3mm、右方向へ 3mm、上方向へ 3mm ② 前方へ 9mm、右方向へ 3mm ③ 後方へ 5mm、他に修理を要する変化なし ④ 修理を要する変化なし 左右リヤフレームは先端フランジ部のみの損傷で、左右リヤフレーム本体に修理を要する寸法変化はない。

衝突後

画像①

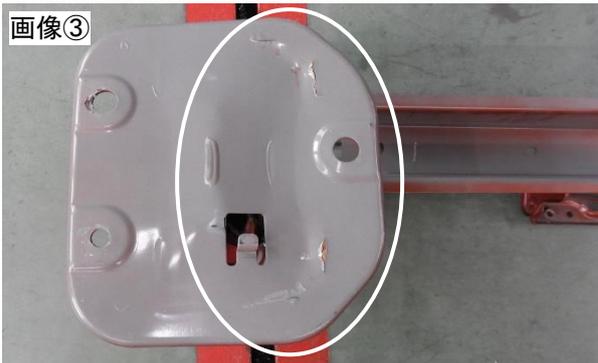


画像②



リヤバンパビーム取外し後、取付面の損傷状態

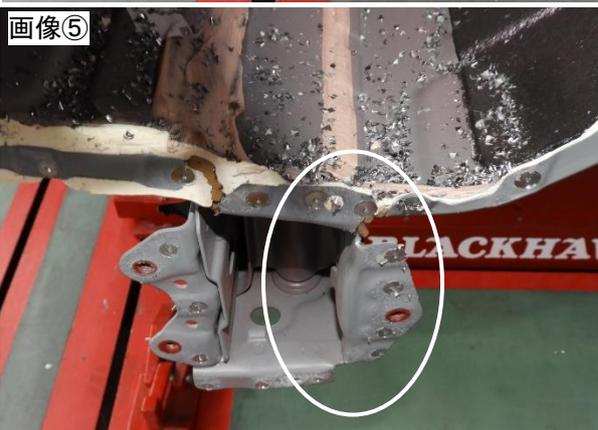
画像③



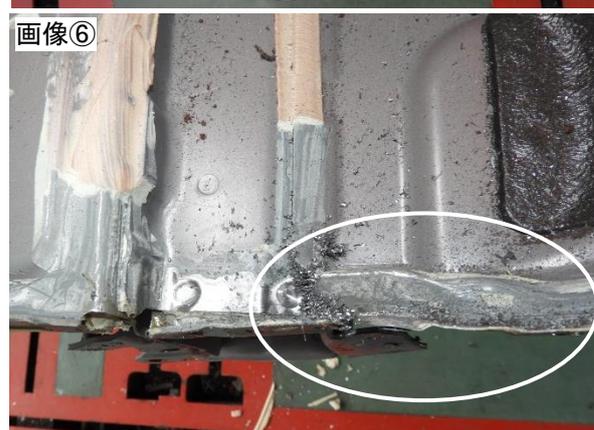
画像④



画像⑤



画像⑥



画像①② リヤバンパビームクラッシュボックス取付面（リヤパネルスチフナ）の損傷状態

画像①：左クラッシュボックスが押し込みと右側に傾斜したことで取付面右側に大きな押し込みが発生している。

画像②：右クラッシュボックスが右側に傾いたことで取付面左側が引き上げられる損傷が発生している。

画像③④ バンパビーム側リヤパネルスチフナとの取付面の損傷状態

画像③：左クラッシュボックスは押し込みにより大きく損傷。

画像④：右クラッシュボックスの左側は引き上げられる力でリヤパネルスチフナ側に曲がっている。

画像⑤ 左リヤフレーム先端フランジ部の損傷状態（リヤパネルスチフナ取外し後）

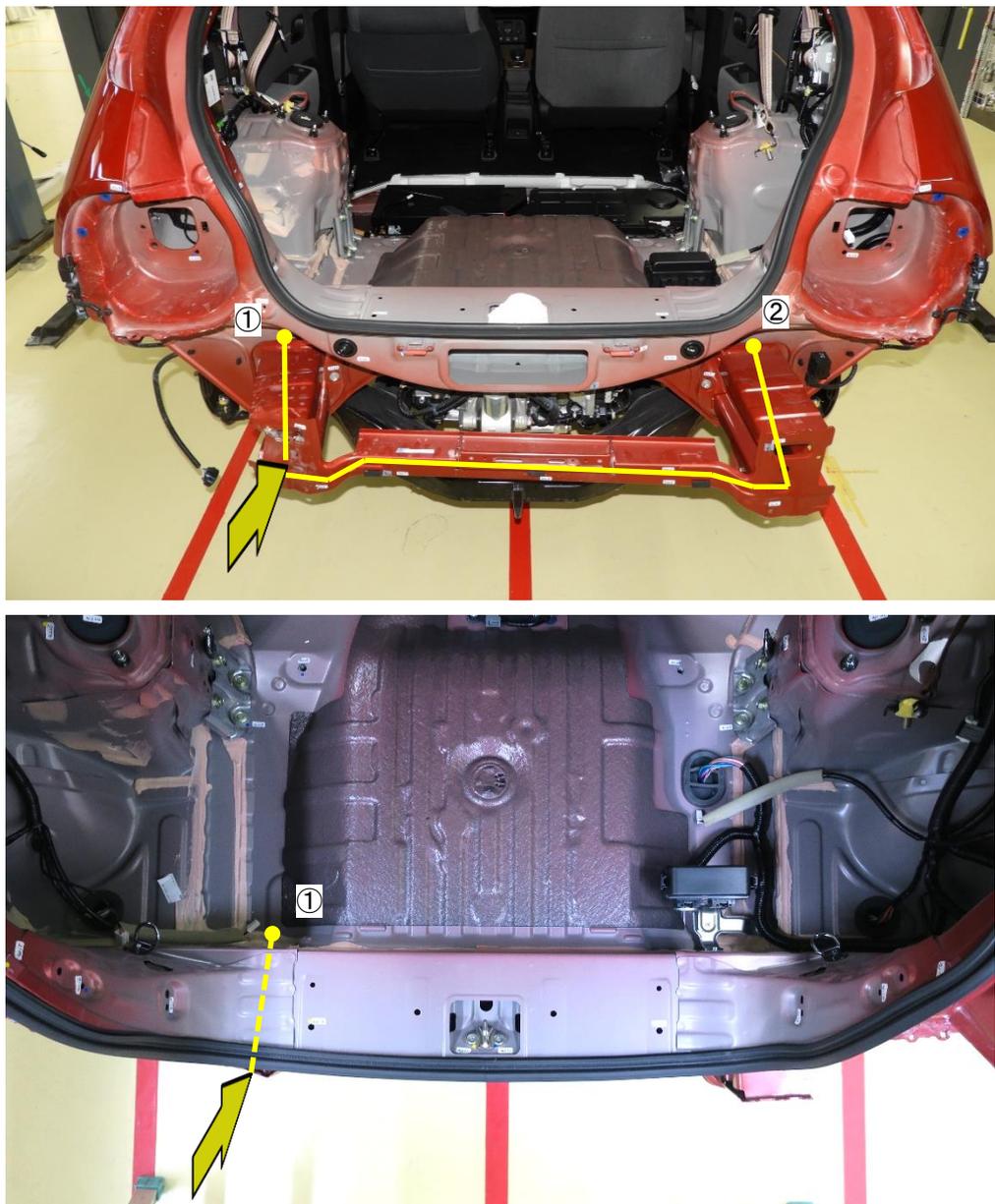
フランジ右側がリヤフロア側に押し込まれている。

画像⑥ リヤフロアパネル後端部の損傷状態（リヤパネルスチフナ取外し後）

フランジ部と共に押し込まれ、後端部に折れ損傷が発生している。

4. 力の波及経路と最終波及部位

衝突により内板骨格等に加わる力を経路（ロードパス）別に考察し、最終の波及部位を説明します。



波及経路	最終波及部位
リヤバンパビーム経路	① 左リヤフレーム先端フランジ部（リヤバンパビームブラケット）、リヤフロアパネル左側先端部 ② リヤバンパビーム右クラッシュボックス取付部

5. ボデー構造と材質・形状について

Honda e は、2020 年 10 月にホンダ初となる量産 EV として、4 つの魅力（つながる未来、シンプルデザイン、都市型コミューター、安心・安全）を目指すモビリティとして発売されました。ゼロから設計した EV で、専用のプラットフォーム、リヤモータ・リヤ駆動（RR 方式）を採用しています。現行のコンパクト車と異なる構造・材質の採用により、損傷特性は変化*しています。

*2021 年 10 月号ホンダフィット GR3 系を参照（衝突条件は同じ）

部材の材質・形状

部位	形状・材質
リヤバンパビーム	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・ビーム部・クラッシュボックス部の一体構造 ・超高張力鋼板(980MPa)の大型クラッシュボックスを採用
リヤパネル	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・全部位：普通鋼板(270MPa)
リヤパネルスチフナ	
リヤピラーアッパガター	構成部品を単体および一体で補給 ・全部位：普通鋼板(270MPa)
リヤピラーロアガター	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・全部位：普通鋼板(270MPa)
リヤインナピラー	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・上部インナアッパピラー部：高張力鋼板(440MPa) ・中央部ルーフサイドスチフナ部：高張力鋼板(590MPa) ・下部インナロアピラー部：普通鋼板(270MPa)
リヤインサイドパネル (ホイールハウスアウタ)	単体部品として補給 ・普通鋼板(270MPa)
リヤホイールハウス (ホイールハウスインナ)	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・上部ホイールハウスピラー部：高張力鋼板(440MPa) ・下部サイドフレームクロージング部：超高張力鋼板(1500MPa) ・下部サイドフレームクロージング後端部：高張力鋼板(590MPa) ・他部：普通鋼板(270MPa)
リヤフレーム	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・中央～後部：超高張力鋼板(1500MPa) ・前部：超高張力鋼板(980MPa)
リヤフロアパネル	単体部品として補給 ・普通鋼板(270MPa)



修理情報

ホンダ Honda e (ZC7) 後部損傷の復元修理事例

1. 内板骨格の復元修理

(1) 復元を要する部位について

損傷診断の結果、今回の衝突における修正部位は以下のとおりです。修理方法の選択は、総合的な判断により実施しました。なお、溶接接合されているリヤパネルも本説明の対象としています。

部位名	衝突後の状態・復元作業の説明
リヤパネルスチフナ	リヤパネルスチフナ、リヤバンパビーム左右の取付部（取付面）に損傷が発生している。特に着力側（左側）の押込みは大きく、左リヤフレーム後端フランジ部（リヤバンパビームブラケット）およびリヤフロアパネル左後端部へ折れ曲がりが発生。損傷面は閉断面構造となっていることから修正が難しく取替えを選択。リヤパネルスチフナ取替えのためにリヤモータ&リヤサスペンションの脱着作業を選択。
リヤパネル	リヤパネルスチフナ取替えの場合、構造上外側に溶接されるリヤパネル（今回は無損傷）の同時取替えを選択。
テールゲート開口部	テールゲート開口部を構成する、リヤパネル上部、左右のリヤピラーガター（アッパ・ロア）、内側のリヤインナピラーは、修理を要する直接・間接いずれの損傷や寸法変化は発生していない。
左リヤフレーム	<ul style="list-style-type: none">・左リヤフレームはリヤバンパビームが取付けられた後端部の損傷であり、全体的な寸法変化は発生していない。・後端部に取付くフランジ部品であるリヤバンパビームブラケットへ折れ曲がりがあり、ブラケットの取替えと取付部であるリヤフレーム後端部の基本・形状修正を要する。
右リヤフレーム	リヤバンパビーム右側の取付面（リヤパネルスチフナ）までの損傷にとどまり、右リヤフレーム本体への損傷は発生していない。
リヤフロアパネル	左リヤフレーム内側後端部に折れが発生している。基本・形状修正を要する。

(2) 内板骨格の修正作業概要（基本修正・形状修正）

作業内容		目的・方法・効果等		
基本修正作業	① マウント・ディスクマウント作業	<ul style="list-style-type: none"> ・強固なリヤバンパビームクラッシュボックスを強い力で引く作業が必要となるため、4点固定でのマウントを行う。(フレーム修正機：コーレック) ・アンダフロアエリアの大半をEVバッテリーが占めているため、サイドシル後部に通常の固定クランプが入らない。今回は幅の狭いクランプで固定できたが、クランプの種類により個別の検討を要する可能性がある。 		
	② 事前計測作業	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動モータやリヤサスペンションメンバが付いた状態での計測のため、一部でメーカーが指定する測定箇所での計測ができないところもあり、左右や無損傷部位との対比計測などを補完し、損傷状態を把握している。 ・計測の結果、テールゲート開口部および左右リヤフレーム本体に修理を要する寸法変化はない。 		
	③ 寸法復元作業	一回目	目的	<ul style="list-style-type: none"> ・左リヤフレーム後端部リヤバンパビーム取付面の粗修正 ・リヤフロアパネル後端部の粗修正
			クランプ位置	リヤバンパビーム左クラッシュボックス内側
			引き方向	6時半方向、水平引き（ラム1本使用）
		二回目	目的	<ul style="list-style-type: none"> ・左リヤフレーム後端部リヤバンパビーム取付面の粗修正 ・リヤフロアパネル後端部の粗修正
			クランプ位置	リヤバンパビーム左クラッシュボックス外側
			引き方向	6時半方向、水平引き（ラム1本使用）
		三回目	目的	<ul style="list-style-type: none"> ・左リヤフレーム後端部リヤバンパビーム取付面の粗修正 ・リヤフロアパネル後端部の粗修正
			クランプ位置	リヤバンパビーム左クラッシュボックス上下（2クランプ）
引き方向			6時半方向、水平引き（ラム2本使用同時引き）	
形状修正作業		<ul style="list-style-type: none"> ・リヤフロアパネル左後端部 ・左リヤフレーム後端リヤバンパビームブラケット取付部 		

[1] 基本修正作業内容

① 損傷車両のマウント状態



- ・フレーム修正機（コーレック）による4点固定の状態。
- ・テールゲート開口部およびリヤフレーム本体に修正を要する寸法変化はないが、リヤバンパビーム取付面および、左リヤフレーム後端フランジ部、リヤフロアパネル左後端部の粗修正のため、リヤバンパビームおよびクラッシュボックス部への強い引きを行うため4点固定を選択した。

③ 寸法復元作業（1回目）



左リヤフレーム後端リヤバンパビーム取付面およびリヤフロアパネル左後端部の粗修正

画像① 引き方向、6時半水平方向（ラム1本使用）

画像② クランプ位置、リヤバンパビーム左クラッシュボックス内側

③ 寸法復元作業（2回目）

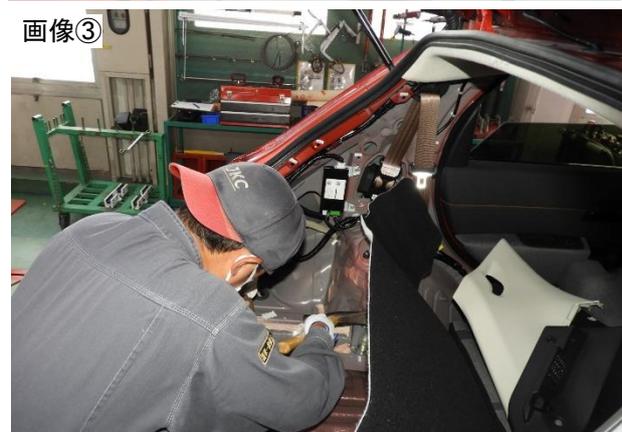
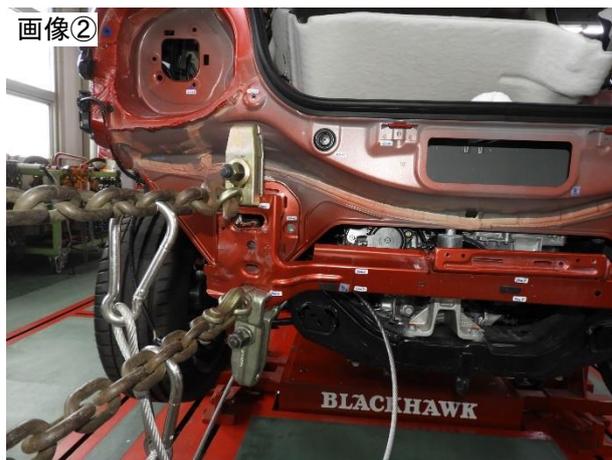
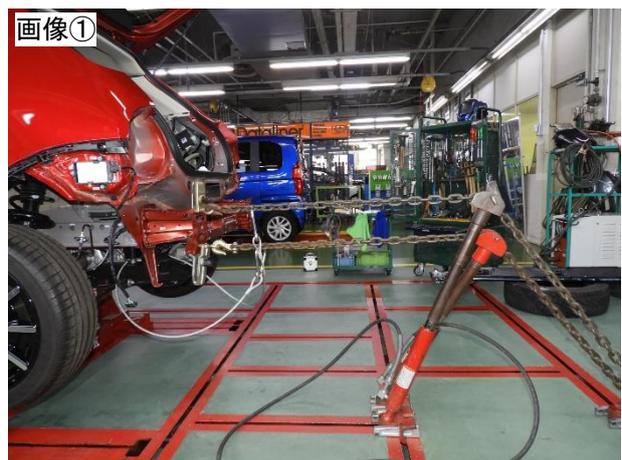


左リヤフレーム後端リヤバンパビーム取付面およびリヤフロアパネル左後端部の粗修正

画像① 引き方向、6時半水平方向（ラム1本使用）

画像② クランプ位置、リヤバンパビーム左クラッシュボックス外側

③ 寸法復元作業（3回目）



左リヤフレーム後端リヤバンパビーム取付面およびリヤフロアパネル左後端部の粗修正

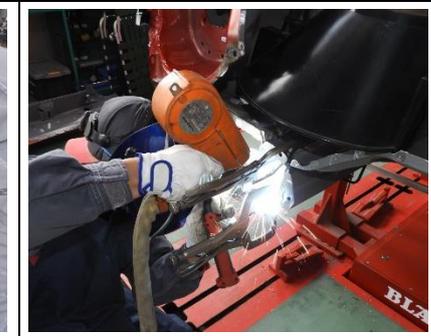
画像① 引き方向、6時半水平方向（ラム2本同時使用）

画像② クランプ位置、リヤバンパビーム左クラッシュボックス上下（2クランプ）

画像③ 空打ちにより残留応力を取除きスプリングバック量を減少させる。

[2] 形状修正作業内容

左リヤバンパビームブラケット取替
左リヤフレーム・リヤフロアパネル後端部の形状修正

		
<p>① 左リヤバンパビームブラケットの取外し、スポットカッターが入らないところは、ベルトサンダで溶接点を切削</p>	<p>② 左リヤバンパビームブラケットの取外し、スポットカッターによる溶接点の切削</p>	<p>③ 左画像、ブラケットの取外し完了、右画像、新部品を差込みサイドフレーム開口部の損傷状態を確認</p>
		
<p>④ 左リヤフレーム後端部の形状修正</p>	<p>⑤ 後方へ引き力をかけながらリヤフロア後端部の引出し修正（粗修正）</p>	<p>⑥ ハンマ・ドリーによるリヤフロアの修正（仕上げ修正）</p>
		
<p>⑦ 左リヤバンパビームブラケットの仮組み</p>	<p>⑧ 左リヤバンパビームブラケットの位置決め計測</p>	<p>⑨ 溶接固定（溶接点8点）</p>
		
<p>⑩ 溶接固定完了</p>	<p>⑪ 溶接点研磨</p>	<p>⑫ 作業完了</p>

[3] 仮組み・合わせ作業

溶接系パネルを取替える場合、各部品を溶接する前に一つずつ部品を正規の位置に組付けるための寸法計測、現物合わせなどを繰り返しながら、正規位置に仮固定を行います。最後に外板パネルや艤装部品を取付け、隙間や段差が正規な状態になることを確認したうえで、再度艤装品を分解し本溶接を行います。各部品は溶接作業のために取外した場合でも正規の位置に戻れるよう、タッピングスクリューやパネルクリップなどで位置決めをしておきます。

	
<p>① リヤパネルスチフナの組付け、位置決め リヤバンパビームブラケットをすでに正規位置に溶接固定しているため、リヤパネルスチフナのバンパビーム取付穴で位置決めすることで、計測による位置決めは不要</p>	<p>② リヤパネルスチフナのパネルクリップによる仮固定</p>
	
<p>③ テールゲートを使用しての組付位置確認、調整</p>	<p>④ 組付位置確定後、リヤパネルスチフナの本溶接</p>

2. 後部損傷における損傷診断および復元修理作業のポイント

(1) 損傷診断のための情報収集（構造や材質から損傷特性を考える）

Honda e は、ホンダ初の量産 EV として新開発の専用のプラットフォームを採用しています。現行の B セグメントコンパクト車のプラットフォームと異なる構造・材質の採用により損傷特性は大きく変化*しています。*2021 年 10 月号ホンダフィット GR3 系を参照（衝突条件は同じ）

Honda e は、高剛性の大型クラッシュボックスをリヤバンパビームに装着することで、リヤバンパエリアの衝撃吸収量が大きくなり、今回のような後部低速衝突では、衝突相手物（平面剛体）の侵入をリヤバンパエリア内でくい止め、リヤパネル上部の環状構造帯およびテールゲートに直接損傷がおよばない損傷性のすぐれた構造になっています。

衝突による力の波及は、リヤバンパビーム取付面（左側は直接的な押し込み、右側はリヤバンパビームの右方向への移動による誘発損傷）であるリヤパネル、左リヤフレーム後端フランジ部、リヤフロアパネル左後端部まで波及損傷が発生しています。

今回の衝突では、左リヤフレーム本体の損傷（寸法変化）は発生しませんでした。構造編（2022 年 6 月号）でも説明のとおりリヤフレームの構造・材質は、後部（リヤフロア側）は板厚で引張り強さが大きく（1500MPa）、前部（インサイドシル側）は薄板で引張り強さの小さい部材

（980MPa）が採用されています。今回の衝突より大きな力がリヤフレームに加わった場合、構造上次の波及（衝撃吸収）部位はリヤフレーム前部（インサイドシル側）になる可能性があります。クラッシュボックス部に今回を上回る押し込み損傷が発生している場合や、リヤドアとリヤアウトサイドパネルの隙間や段差に変化が発生している場合などでは、リヤフレーム後部のみの確認に留めず、リヤフレーム前部、リヤクロスメンバより前側の確認が重要と思われます。

(2) 復元修理のポイント（構造や材質から復元修理を考える）

今回の内板骨格の損傷範囲は、リヤバンパビームクラッシュボックス取付面および周辺にとどまる狭い範囲の損傷でしたが、波及損傷はリヤフレーム先端部に溶接されるリヤバンパビームブラケットに達したことから、間にはさまるリヤパネルスチフナの損傷は、リヤフレームとの間で閉断面構造となり、修正が困難であることから取替えが必要となりました。また、リヤパネルスチフナ取替えのためには、外側に溶接されているリヤパネル（今回は無損傷）の取替え、リヤモータ&リヤサスペンションの脱着作業が必要になりました。

クラッシュボックスからリヤフレーム本体へ今回より大きな力が加わり、リヤフレーム前部（サイドシルインナ側）が損傷した場合の引き作業において、クランプ位置をリヤフレーム後端部にセットすると、クランプ位置と損傷部が離れていることや、部材が超高張力鋼板（前部 980MPa、後部 1500MPa）であることなどから、損傷部位に修正に必要な力が伝わりにくい、引き量に応じた修正ができない可能性があります。そのような場合は、損傷部位に修正に必要な力を伝えるための個別の検討が必要になる可能性があります。



修理情報

ホンダ Honda e (ZC7) 補修塗装作業事例

1. はじめに

前部損傷により、修正した外板パネルの補修塗装作業事例を紹介します。

なお、紹介する作業事例は補修塗装指数の作業範囲や修理方法などを説明するものではありません。

2. 塗装条件

カラーNo. : R565M

塗色名 : プレミアムクリスタルレッド・メタリック

特徴 : クリアな輝きのなかに深みのある、特別なレッド。

3. 塗装作業

右フロントフェンダが模様のように見えるのは、単体で取替パネル表側に2液プラサフ塗装を施し、裏側にカラーベースを塗布し、乾燥後ボデーに取付け、表側を研磨したためです。



カラーベースやカラークリヤでフロントドアにミストを飛ばさないようにドア側にマスキングを施します。



脱脂、清掃したボデーにカラーベースを塗布します。



ドアのマスキングをはがしカラーベースで徐々にぼかしを行います。
カラーベースぼかし部はメタリックのキラツキを抑えるためタッククロスで拭取りを行います。



カラークリヤの塗り具合を確認するために人工太陽灯（条件等色による電灯と自然光の違いを確認する）を当てながら塗装を行います。



人工太陽灯でぼかし際や色味の最終確認をします。
最後にクリヤを塗布します。



強制乾燥後、マスキングをはがしブツ（ゴミ）などをペーパー研磨、コンパウンドなどで仕上げ艱装品を取付け、完成です。





<https://jikencenter.co.jp/>



〈お詫びと訂正〉

自研センターニュース

2022年9月号

P4

下から4行目、前型ヤリス→ヤリス

P11

(6)エキゾーストテールパイプ Assy、写真内LH→RH

P27

リヤフロアパン、3枚の写真内RH→LH

訂正してお詫び申し上げます。

自研センターニュース 2022.10 (通巻565号) 令和4年10月15日発行

発行人/関正利 編集人/川井雅信

© 発行所/株式会社自研センター 〒272-0001 千葉県市川市二俣678番地28 Tel(047)328-9111(代表) Fax(047)327-6737
定価500円(送料別途)

本誌の一部あるいは全部を無断で複写、複製、あるいは転載することは、法律で認められた場合を除き、
著作者の権利の侵害となります。必要な場合には予め、発行人あて、書面で許諾を求めてください。
お問い合わせは、自研センターニュース編集事務局までご連絡ください。