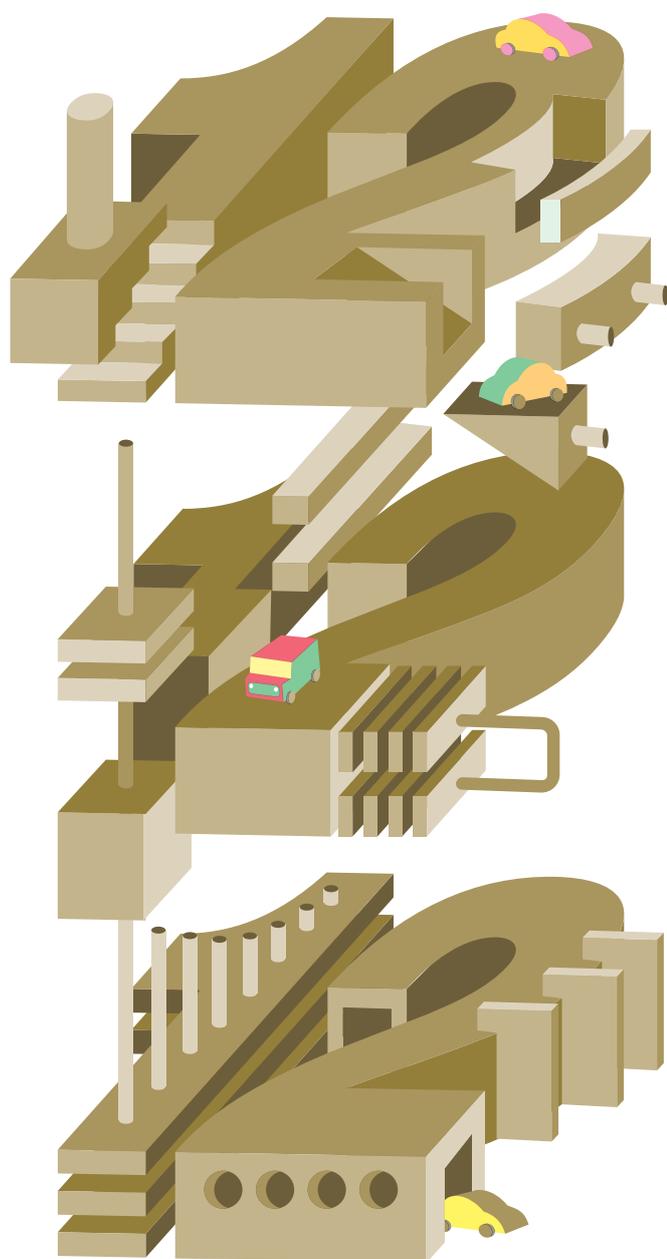


Jikencenter

NEWS

自研センターニュース 令和4年12月15日発行
毎月1回15日発行(通巻567号)

12
DECEMBER 2022



C O N T E N T S

技術情報	2
トヨタ アクア (MXP16) 前部衝突の損傷診断	
修理情報	12
トヨタ アクア (MXP16) 前部損傷の復元修理事例	
技術情報	19
トヨタ アクア (MXP16) 後部衝突の損傷診断	
「構造調査シリーズ」新刊のご案内	27
修理情報	28
トヨタ アクア (MXP16) 後部損傷の復元修理事例	
修理情報	36
トヨタ アクア (MXP16) 補修塗装作業事例	

技術情報

トヨタ アクア (MXP16) 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のかということ、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。本編は新型トヨタアクア(MXP16)の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-893 トヨタアクア、自研センターニュース 2022 年 9 月号を参照ください。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

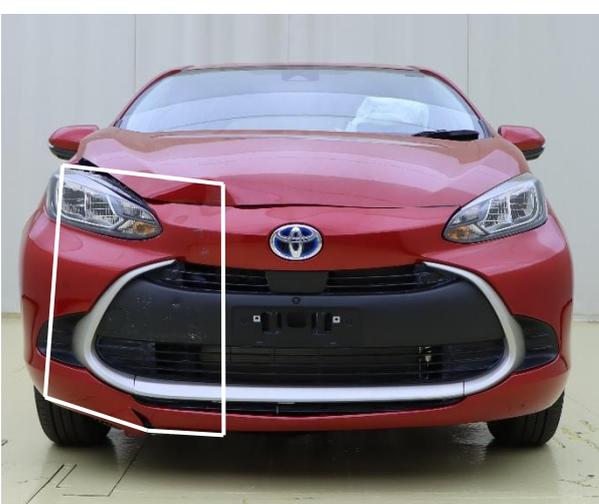
衝突の態様について説明します。

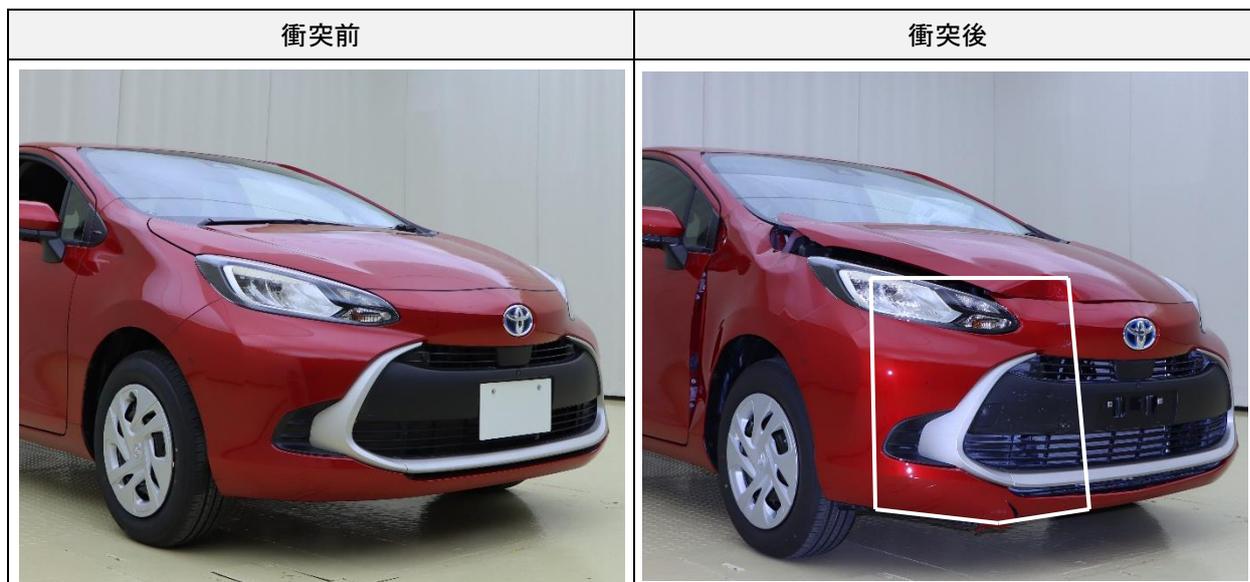
衝突イメージ	衝突態様説明
	上下均質な固定壁へ若干の角度をもって衝突している。 衝突速度は低速で、着力部位は前面全体の右側約 40%の幅で衝突している。

3. 損傷状況の説明

(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
	



損傷状態

- ・ 前部全体の右側約 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、ラジエータグリル、右ヘッドランプ、フードに衝突相手物との直接損傷が発生している。



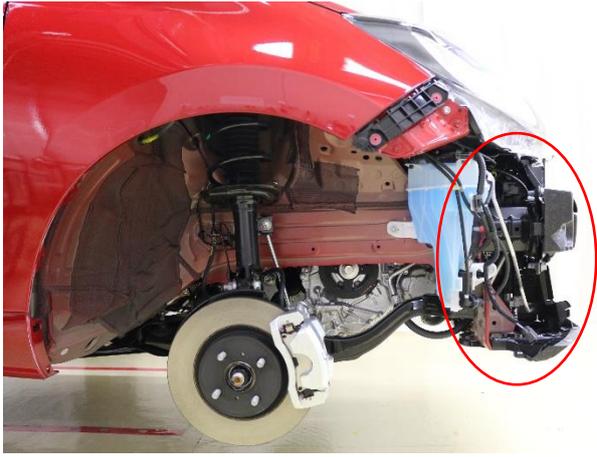
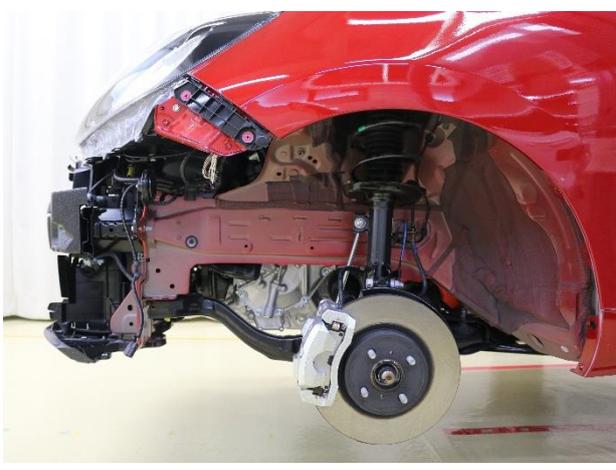
損傷状態

- ① フロントバンパ、右ヘッドランプからの押込みで右フロントフェンダは後退とともにフロントフェンダ上部で大きな折れが発生している。
- ② 右フロントフェンダは衝突により後退し右フロントドア前端とかみ込む形で干渉、衝突後の右フロントドア開閉により、右フロントフェンダ後部および右フロントドア前部に折れ損傷が発生している。

衝突前	衝突後
	
	 
損傷状態	
<p>① フード右前部の押込みにより、フードロック部を中心に右回転が発生しフード左後端と左フロントフェンダ後ろ上部の干渉および、左フードヒンジからの波及により左フロントフェンダ後ろ上部を外側に押し曲げている。</p> <p>・フロントバンパ、ラジエータグリルからの波及により② 左ヘッドランプ、③ 左フロントフェンダ前部への損傷が発生している。</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がわずかに狭くなっているが左フロントドアに損傷は発生していない。</p>	

衝突前	衝突後
	  
損傷状態	
<p>フードはフードロック部を中心に右回転している。左右フードヒンジはボンネット全体が右回転したことでアーム部が左右とも左方向に変形している。左フードヒンジが外側に変形したことでヒンジとボルト結合している左フロントフェンダ後ろ上部が外側に変形している。</p>	

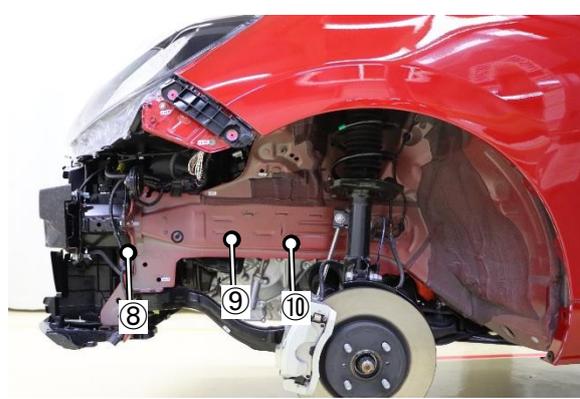
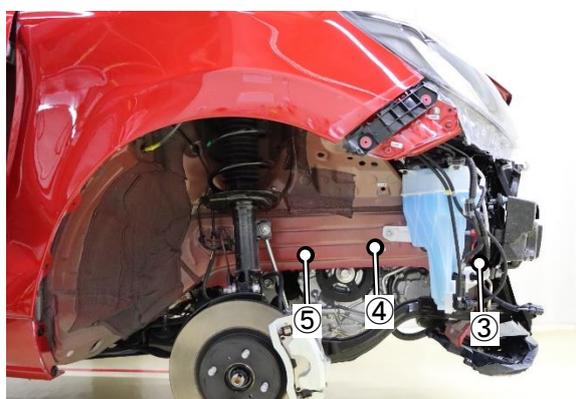
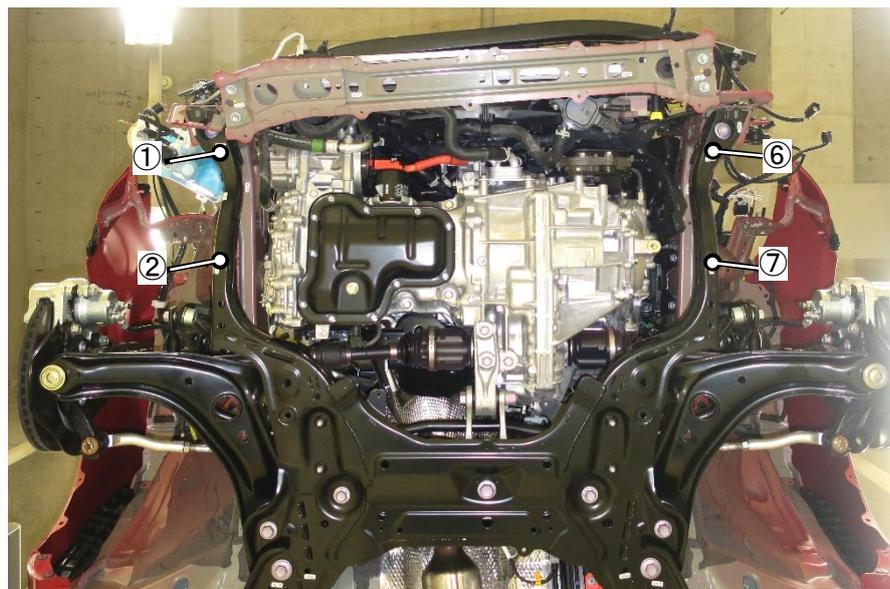
衝突前	衝突後
	
	
損傷状態	
<p>画像① 右フロントサイドメンバまわりの直接的な損傷は、フロントバンパラインホースメントからサイドメンバ先端部の間で大きく潰れ、折曲がりが発生している。右フロントサイドメンバの本体部分に目視で確認できる折れや曲がり認められないが、中央部付近から先端部にかけて持ち上がりが発生している。</p> <p>画像② 左フロントサイドメンバは目視での損傷は確認できないが、バンパラインホースからの波及により左方向への押出し（振れ）が発生している。</p>	

(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できる状態を説明します。

衝突後
損傷状態
<ul style="list-style-type: none">・フロントバンパラインホースメント右側に加わった力は、バンパラインホースメント右側を押し曲げ、クラッシュボックスである右フロントサイドメンバブラケットを押し潰し、ラジエータサポート右側、右フロントサイドメンバの先端部であるフロントバンパマウンティンググリーンホースメントまで、相手物からの直接的な押し込みによる折れや曲がりが発生している。・右フロントサイドメンバ本体は、中央部から前端へかけて持上りが発生しているが、明らかな折れや曲がり認められない。・フロントバンパ右下部に加わった力は、バンパカバー下部に取付くフロントバンパアブソーバローワーを押し潰しながら後部に接続されるラジエータサポートローワー、右ラジエータサポート、右フロントクロスメンバサイドガゼットを下向きに押し曲げる波及がおよんでいる。右フロントクロスメンバサイドガゼット後部にはフロントサスペンションクロスメンバの先端部が位置するが、直接的な押し込みは発生していない。・左側への誘発損傷は、フロントバンパラインホースメントからの波及により、左フロントサイドメンバおよびフロントサスペンションクロスメンバ左前部を外側（左方向）へ押し出している。

衝突後



損傷状態（右・着力側）

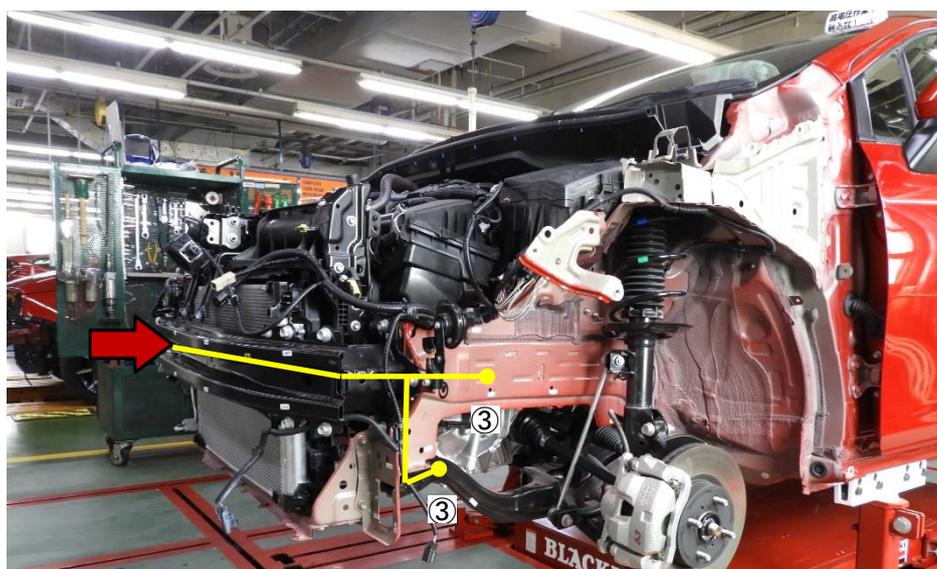
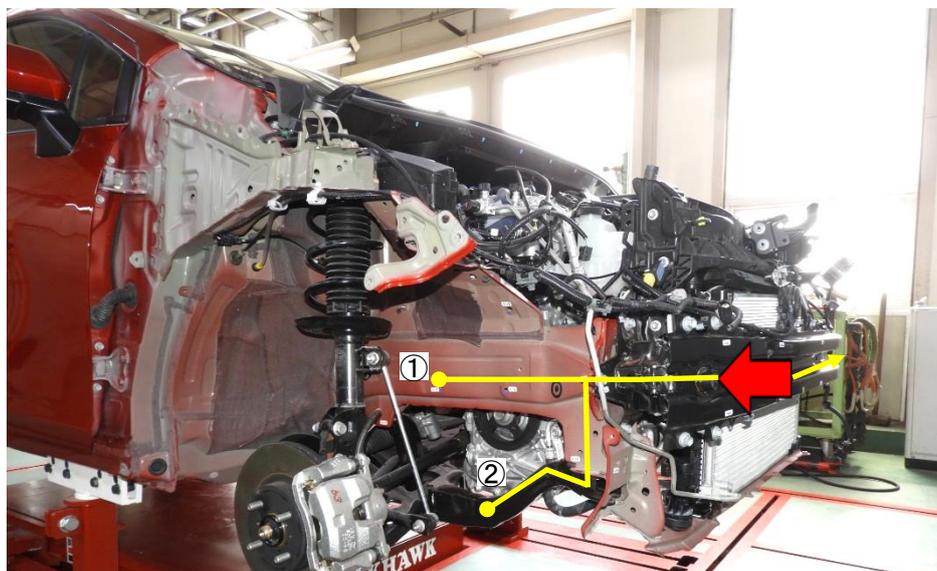
- ①② フロントサスペンションクロスメンバの寸法変化
①②とも 上方へ3mm、他は修理を要する変化なし。
- ③～⑤ 右フロントサイドメンバの寸法変化
③ 上方へ4mm、他は修理を要する変化なし。
④⑤とも 上方へ3mm、他は修理を要する変化なし。

損傷状態（左側）

- ⑥⑦ フロントサスペンションクロスメンバの寸法変化
⑥ 左方向へ5mm、他は修理を要する変化なし。
⑦ 修理を要する変化なし。
- ⑧～⑩ 左フロントサイドメンバの寸法変化
⑧ 左方向へ6mm、他は修理を要する変化なし。
⑨ 左方向へ3mm、他は修理を要する変化なし。
⑩ 修理を要する変化なし。

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の経路（ロードパス）を経路別に考察し、最終の波及損傷部位を説明します。



波及経路別：最終波及部位

① ミドルロードパス最終波及部位	右フロントサイドメンバ中央部（寸法移動）
② アンダロードパス最終波及部位	フロントサスペンションクロスメンバ右中央前部（寸法移動）
③ 誘発損傷最終波及部位	<ul style="list-style-type: none"> ・左フロントサイドメンバ中央前部（寸法移動） ・フロントサスペンションクロスメンバ左前部（寸法移動）

5. 構造・材質による損傷特性の変化、前型モデルとの比較について

新型アクアは前型モデルからプラットフォームを一新し、TNGA プラットフォームの第4弾となるGA-Bプラットフォームを採用しています。

フロント部の構造面では、新たにサスペンションメンバの大型化によるアンダロードパスを形成しています。さらに、強固なフロントバンパラインホースメントを採用、フロントサイドメンバ先端部の剛性強化と合わせ、フロントバンパエリアでの衝撃吸収量を高めています。材質面では、構造部材をより高いランクの高張力部材に変更しています。結果、構造・材質の変更による、損傷特性の変化が見受けられます。

① 構造・材質の変化

	新型アクア(MXP16)	前型アクア(NHP10)
フロントバンパ ラインホースメント	単体部品として補給 ・波型：超高張力鋼板(1780MPa 超)	単体部品として補給 ・ハット型：超高張力鋼板(1400MPa 超)
フロントサイドメンバ ブラケット (クラッシュボックス)	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・高張力鋼板(590MPa 以下)	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・高張力鋼板(440MPa)
ラジエータサポート	各構成部品を単体で補給 ・アッパは樹脂、ボルト締結 ・ロアおよび左右ロアサイドは普通鋼板、ボルト結合	構成部品を単体および一体で補給 ・普通鋼板、アッパのみボルト結合他は溶接結合
フロントフェンダエプロン	構成部品を単体および一体で補給 ・前部およびタワー部：高張力鋼板 (590MPa 以下) ・後部：普通鋼板	構成部品を単体および一体で補給 ・普通鋼板 ・タワー部：高張力鋼板(440MPa)
フロントサイドメンバ	構成部品を単体および一体で補給 ・高張力鋼板(590MPa 以下) ・ダッシュパネルより後方超高張力鋼板(980MPa 超)	構成部品を単体および一体で補給 ・高張力鋼板(440MPa)
ダッシュパネル	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・高張力鋼板(590MPa 以下)	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・普通鋼板 ・クロスメンバ部：高張力鋼板(440MPa)
フロントサスペンション クロスメンバ	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・マルチロードパス対応 (大型)	個々の部材を組立て、単体部品として補給 ・H型ビーム式 (小型)

② 波及経路別の最終波及部位

今回と同じ衝突態様における前型アクアとの比較は以下の通りです。

波及経路	新型アクア(MXPK16)	前型アクア(NHP10)
右側：ミドルロードパス	右フロントサイドメンバ中央部 (寸法移動)	右フロントサイドメンバ中央前部 (寸法移動)
右側：アンダロードパス	フロントサスペンションクロス メンバ右中央前部 (寸法移動)	構造上の波及経路なし
左側：誘発損傷	<ul style="list-style-type: none"> 左フロントサイドメンバ中央前部 (寸法移動) フロントサスペンションクロス メンバ左前部 (寸法移動) 	左フロントサイドメンバ中央後部 (寸法移動)



修理情報

トヨタ アクア (MXP16) 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
ラジエータサポート	<ul style="list-style-type: none">・ ASSY 補給はなく単体部品で構成、ボルト結合されている。アッパサポートは樹脂製、他は鋼板製。・ アッパサポートは割損、ロアサポート、右サポートは折れが大きく取替えを選択。左側の損傷はなく再使用を選択。
右フロントサイドメンバ 先端部構成部品（取替部品） ①フロントバンパマウンティング ラインホースメント ②フロントサイドメンバサポート ③フロントバンパームサポート ④フロントサイドメンバリイン ホースメント No. 3 ⑤フロントクロスメンバサイドガ ゼット	<ul style="list-style-type: none">・ フロントサイドメンバ先端部を覆うように溶接される部位（左①～⑤の部品）は、フロントバンパラインホースメントのクラッシュボックスであるフロントサイドメンバブラケットの取付面であるフロントバンパマウンティングラインホースメントとラジエータロアサポートをつないでいるフロントクロスメンバサイドガゼットへの直接的な押込みにより先端部 5 部品の取替えを選択。・ フロントサイドメンバ本体は全体の持上りと先端部 5 部品の取付部位周辺の変形があり、基本修正と形状修正が必要。
右フロントフェンダエプロン	フロントフェンダを取付けるためのエクステンションやガゼットが右フロントフェンダからの波及により一部損傷が発生。フロントフェンダエプロン本体の寸法移動、折れや曲がりには発生していない。
左フロントサイドメンバ	フロントバンパラインホースメントからの波及による誘発損傷。左方向（外側）へ押出され、振れが発生している。
左フロントフェンダエプロン	損傷は発生していない。
フロントサスペンションク ロスマンバ	直接的な押込みはないが、左右のフロントサイドメンバからの波及により、アンダロードパスを形成する左右前部で損傷が発生。右前部は持上り、左前部は左方向（外側）へ押出される変化を確認、単体点検においても損傷を確認、取替えを選択。
ダッシュパネル	損傷は発生していない。

(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	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)		
	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	左右フロントサイドメンバの寸法修正
			クランプ位置	フロントバンパラインホースメント右クラッシュボックス部(サイドメンバブラケット)の牽引フックを使用
			引き方向	12時方向、水平やや下引き(ラム1本使用)
		二回目	目的	右フロントサイドメンバ持上り修正
			クランプ位置	・右フロントサイドメンバ前部下フランジ部へクランプ ・サイドメンバ後部へポートパワーによる下支え
			引き方向	真下方向(チェーンブロック使用)
		三回目	目的	右フロントサイドメンバ持上り修正
			クランプ位置	下支えのポートパワーを取外し、クランプおよび引き方向は2回目と同様。
			引き方向	
	④ 確認計測合わせ作業	一回目	目的	フロント骨格部全体の復元状態(引き1回目の結果)
			結果	・左フロントサイドメンバの外側への振れは復元。 ・右側の持上りが残っているため、この後右フロントサイドメンバ単体の修正を行う。
二回目		目的	フロント骨格部全体の復元状態(引き2~3回目の結果)	
		結果	右フロントサイドメンバの持上り解消、フロント骨格全体の復元を確認、基本修正は終了。	
形状修正作業		右フロントサイドメンバ先端部(先端部5部品の取外し後の形状修正)		

(3) 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。
- ・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。

③ 寸法復元作業（1回目）

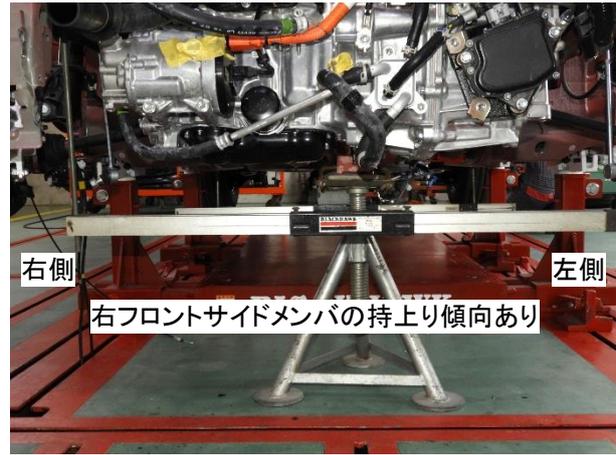


フロントバンパラインホースメント右側（右フロントサイドメンバ側）を強く引き、バンパラインホースメントを元の形状に近づけることで、右側骨格の引出しと持上り、左側骨格の振れの修正作業を行う。

画像① 牽引フックを使用しての引き作業、右フロントサイドメンバの持上りもあるため12時水平方向やや下向きに引き作業を行う。

画像② 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除きスプリングバックをおさえる。

④ 確認計測・合わせ作業（1回目）



引き作業1回目の結果確認、左フロントサイドメンバの左方向への押出し（振れ）は解消したが、右フロントサイドメンバの持上り傾向が残っている。この後、右フロントサイドメンバの個別修正を行う。

③ 寸法復元作業（2～3回目）



画像① 引き作業2回目、右フロントサイドメンバを下方向への引き作業、サイドメンバ前部の範囲を修正するため、サイドメンバ中央後部へポートパワーによる下支えを行う。

画像② 引き作業3回目、サイドメンバ全体をわずかに下方向に修正するため、クランプ位置引き方向はそのままに、ポートパワーの下支えを取外し引き作業を行う。

④ 確認計測・合わせ作業（2回目）



2～3回目引き作業後、前部骨格全体の復元状況の確認。

右フロントサイドメンバの持上りの解消を確認、前部骨格全体の復元を確認し、基本修正は終了。

(4) 右フロントサイドメンバ前端損傷部品取替、残部の形状修正および仮組み・合わせ作業

フロントバンパラインホースメントとクラッシュボックスであるフロントサイドメンバブラケットで衝撃力を効果的に吸収するため、フロントサイドメンバ先端部取付面の大型化など剛性の向上により、バンパ構成部品と一体で衝撃を吸収する構造になっています。本部位は損傷頻度の高い部位と思われます。同構造のヤリス（2021年7月号）でも紹介しました。今回は仮組み・合わせ作業を含め紹介します。

① サイドメンバ先端部の損傷状態	② 先端部の取替部品（5部品）	③ 損傷部位の取外し
④ 損傷部位取外し後の状態	⑤ サイドメンバ先端部の形状修正	⑥ 取外した損傷部位
⑦ 新部品の仮組み	⑧ 計測位置決め	⑨ ラジエータサポート、バンパラインホースメント仮組み、合わせ
⑩ 分解後の本溶接（プラグ溶接）	⑪ 本溶接（スポット溶接）	⑫ 取替溶接作業終了

2. 前部損傷における損傷診断のポイント

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）

新型アクアは前型のプラットフォームを一新し、TNGAプラットフォームの中でBセグメントであるGA-Bプラットフォームを採用しています。ヤリスやヤリスクロス、新型シエンタにも採用されています。

新型アクアとヤリス（2021年7月号）との比較（衝突条件は同じ）において、ヤリスでは左フロントサイドメンバやアンダロードパスを形成するフロントサスペンションクロスメンバ左前部への誘発損傷は発生しませんでした。右フロントサイドメンバおよびアンダロードパスを形成するフロントサスペンションクロスメンバ右前部は同様な損傷特性を示しています。損傷特性は同じでも力の大きさ（アクアは約140kgの重量増）により損傷の大きさや範囲の違いが発生したものとされます。

GA-Bプラットフォームの損傷診断のポイントとして、今回のような角度の小さいオフセット衝突の場合、強固なフロントバンパラインホースメントが押込まれ変形が始まると、クラッシュボックスであるフロントサイドメンバブラケットを押し潰し、さらに取付面であるフロントバンパマウンティングラインホースメントを押込みます。

新型アクアの右フロントサイドメンバブラケットの潰れ量やフロントバンパマウンティングラインホースメントの変形量は、明らかにヤリスより新型アクアの方が大きいですが、この程度の押込みであればヤリス同様、右フロントサイドメンバ本体に明らかな折れや曲がりには発生せず、全体が持上る程度に留まっていることが解ります。

右オフセット衝突における左フロントサイドメンバへの誘発損傷は、フロントバンパラインホースメントの押込み変形量に影響を受けます。ヤリスでは右側のラウンド形状が緩やかに押込まれる変形でしたが、新型アクアでは、バンパラインホースメント取付部内側で折れ曲がる形でラウンド形状が大きく押込まれたことから左方向への押出す力が大きく作用したものとされます。

フロントサスペンションクロスメンバについては、ヤリス、新型アクアいずれの場合もアンダロードパスを形成する前部において、相手物からの直接的な力ではなくフロントサイドメンバと締結されている前端部からの波及により、フロントサイドメンバの変形とほぼ一体となった変形が認められました。

これまでの説明のとおり、ボデーの構造、材質、損傷特性を理解したうえで、力の波及経路を想定し、比較的確認が容易なフロントバンパラインホースメントの損傷状態などから、力の大きさを考えながら波及の範囲、最終波及部位を想定していくことで、適切な損傷診断が容易になるものと考えられます。

JKC

技術情報

トヨタ アクア (MXP16) 後部衝突の損傷診断

1. はじめに

新型トヨタアクア(MXP16)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-893 トヨタアクア、自研センターニュース 2022年9月号を参照ください。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

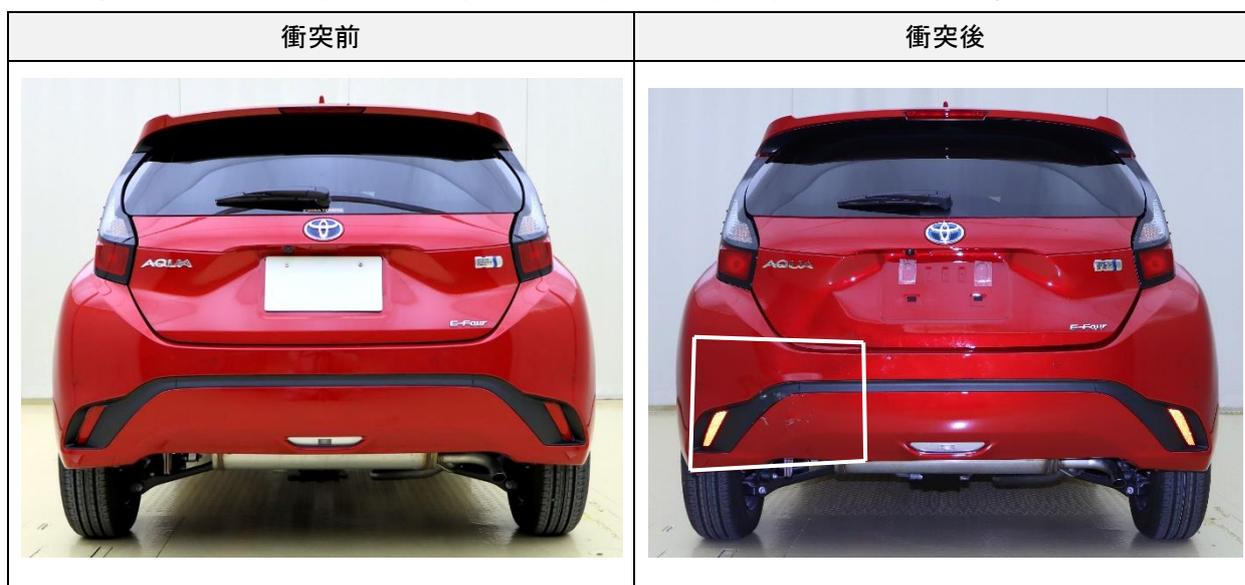
衝突の態様について説明します。

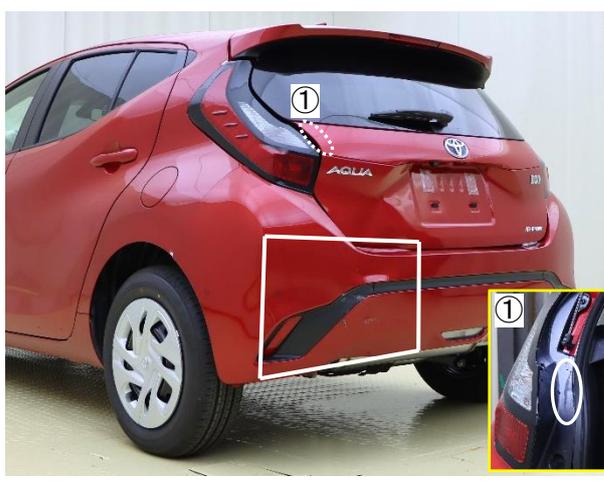
衝突イメージ	衝突態様説明
	上下均質かつ平面な、高さ約0.7mの物体（約1.4t）と若干の角度をもって衝突している。 衝突速度は低速で、着力部位は車体後面全体の左側40%の幅で衝突している。

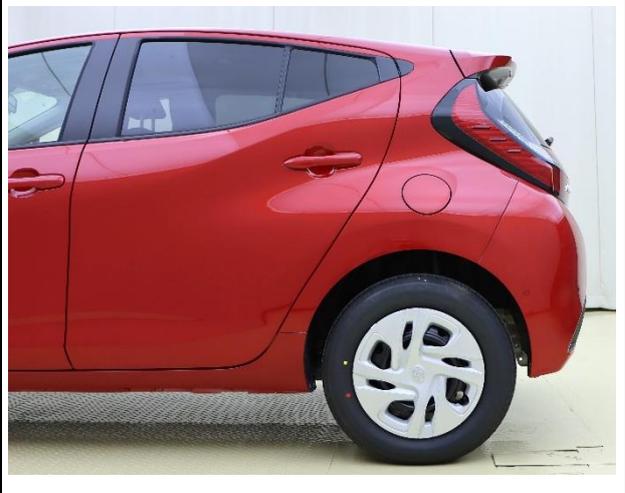
3. 損傷状況の説明

(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。



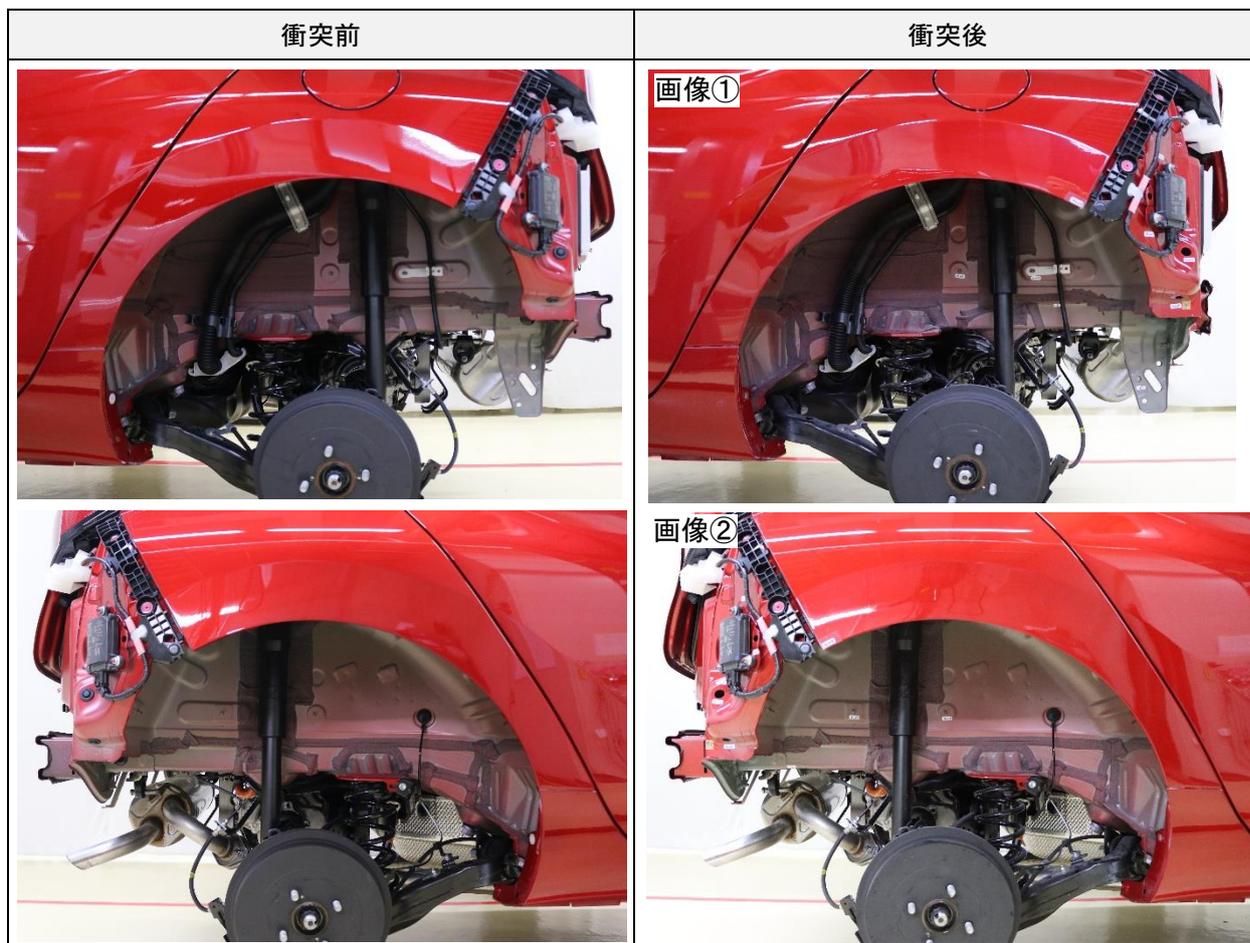
衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・後部左寄り約 40%の範囲で相手物と衝突し後部左側が前方に押込まれている。 ・リヤバンパ、バックドアに衝突相手物との直接損傷が発生している。 ① 衝突による各パネルの移動により、バックドア左内側と左テールランプハウジングが接触し擦過痕が発生している。右下の①画像はバックドアを開けて擦過痕を撮影。 	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・左クォータパネルと左リヤドアとの隙間は、衝突により上下ともわずかな広がりが発生している。 ・左クォータパネルは後方からの押込みによりリヤバンパ左サイド前部およびホイールハウス中央前部にわずかな歪みが発生している。 	



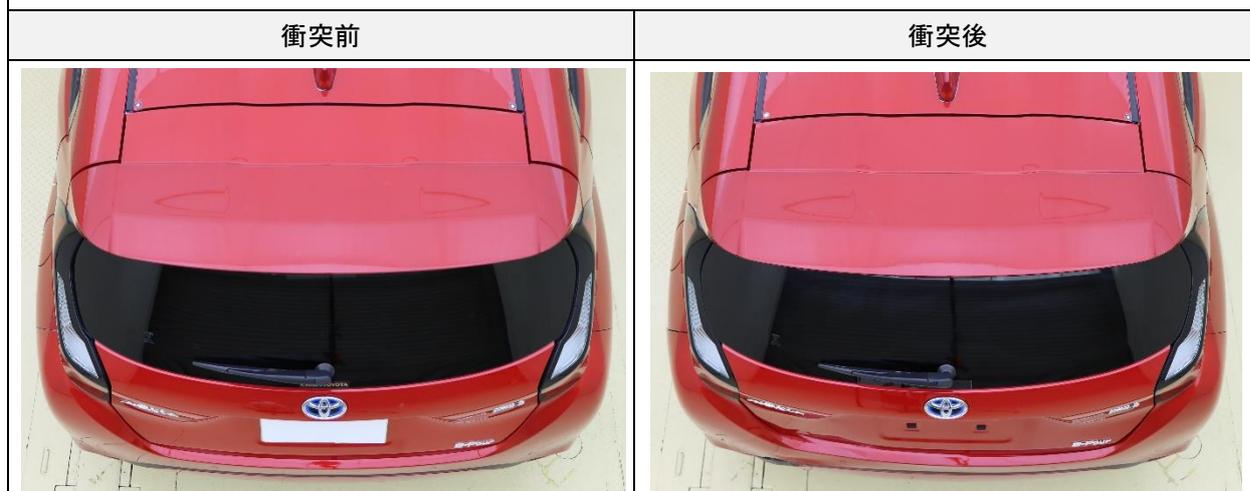
損傷状態

右クォータパネルと右リヤドアとの隙間に修理を要する変化はない。外観から判断できる右側部分の変化については、修理を要する損傷はない。



損傷状態

- 画像① リヤバンパラインホースメント左側からの押込みによる、左リヤフロアサイドメンバ後端フランジ部（左トランスポートフック）に折れが発生、サイドメンバ後端、左トランスポートフック取付部に歪みが発生。サイドメンバ自体の寸法移動は発生していない。
- 画像② 右リヤフロアサイドメンバは、リヤバンパラインホースメント右側取付面、内側フランジ部（右リヤバンパアームリテーナ）が後方に引出される変形が発生。サイドメンバ自体の寸法移動は発生していない。



損傷状態

- ・リヤバンパ、バックドアパネル左側に潰れや折れが発生している。
- ・バックドアとルーフパネルとの隙間は、バックドアの移動にともない若干の変化が発生しているが、ルーフパネルへの波及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できる状態を説明します。

衝突後

画像①

画像②

ボデーローバックパネル

リヤバンパラインホースメント

画像③

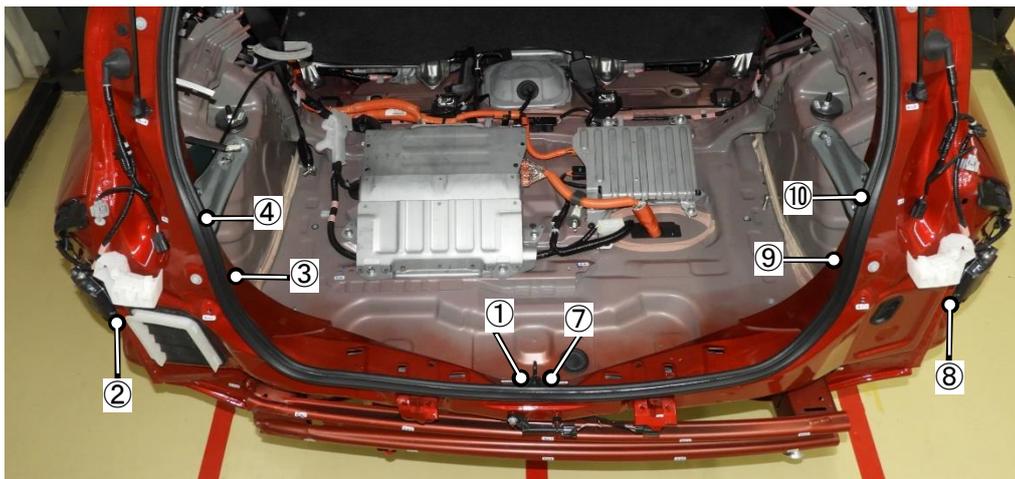
画像④

リヤバンパラインホースメントの後方への飛び出し量が少ないため、一定の押し込みでボデーローバックパネル上部環状構造帯へ着床する。その後は双方で相手物からの力を吸収する構造になっている。リヤバンパラインホース左側およびボデーローバックパネル左上部に大きな直接損傷が発生している（画像①-①②、画像②-①②）。リヤバンパラインホースメントへの力は、左側は押し込みによる左リヤフロアサイドメンバ後端部およびリヤフロアパン左中央後部から右後部へ波及し（画像②-②、画像③-⑤、画像④-⑥）、右側へは、リヤバンパラインホースメント取付部、右リヤフロアサイドメンバ後端部へ波及している（画像②-③）。ボデーローバックパネル上部への着床は左裏側に付く左ルーフサイドパネルインナアッパへ波及している（画像③-④）。バックドアオープニングサイドフレームアッパ下部でシーラ割れ*が発生している。*シーラ割れの詳細は25ページに掲載

損傷部位の状態

①ボデーローバックパネル左上部環状構造部、②リヤバンパラインホースメント左側および左クラッシュボックス、左リヤフロアサイドメンバ後端部、③右リヤフロアサイドメンバ後端部、④左ルーフサイドパネルインナアッパ、⑤リヤフロアパン左後部、⑥リヤフロアパン右後部

衝突後



変化の状態（左・着力側）

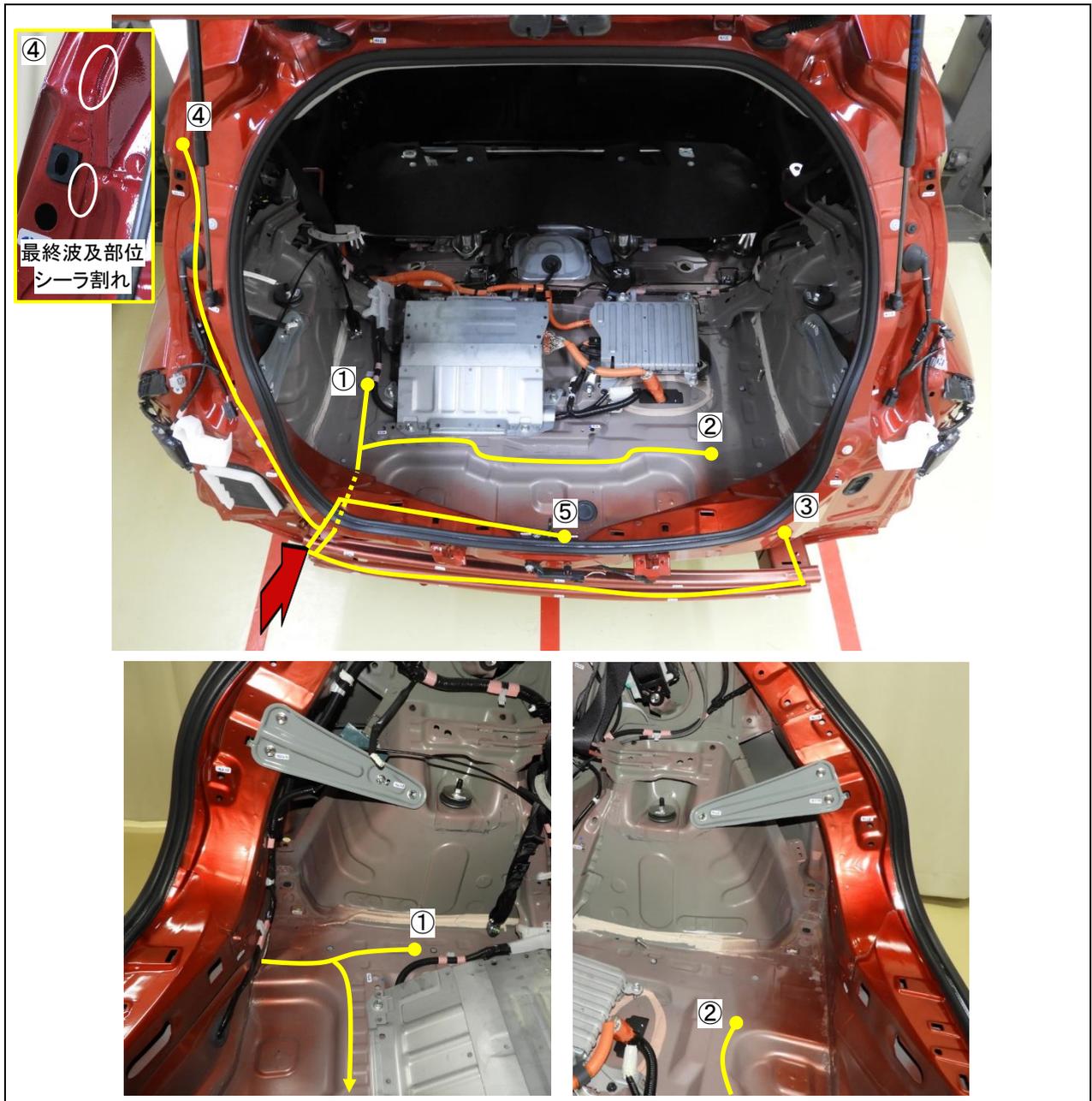
- ①～④ バックドア開口部の寸法変化
- ① 押し込み 8mm、他は修理を要する変化なし。
 - ② 右方向へ 3mm、他は修理を要する変化なし。
 - ③ 押し込み 4mm、右方向へ 3mm の変化。
 - ④ 修理を要する変化なし。
- ⑤～⑥ リヤサイドメンバ部の寸法変化
- ⑤ 押し込み 3mm、他は修理を要する変化なし。
 - ⑥ 修理を要する変化なし。

変化の状態（右側）

- ⑦～⑩ バックドア開口部の寸法変化
- ⑦ 押し込み 6mm、他は修理を要する変化なし。
 - ⑧ 修理を要する変化なし。
 - ⑨ 修理を要する変化なし。
 - ⑩ 修理を要する変化なし。
- ⑪～⑫ リヤサイドメンバ部の寸法変化
- ⑪ 後方向へ 6mm、右方向へ 3mm の変化。
 - ⑫ 修理を要する変化なし。

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の経路（ロードパス）を経路別に考察し、最終の波及損傷部位を説明します。



波及経路	最終波及部位
リヤバンパラインホースメント経路	① リヤフロアパン左中央後部（変形） ② リヤフロアパン右後部（変形） ③ リヤバンパラインホースメント右クラッシュボックス取付面（寸法移動・変形）
バックドア開口部左経路	④ 左バックドアオープニングサイドフレームアッパ（シーラ割れ）
バックドア開口部右経路	⑤ ボデーローワーバックパネル中央上部（寸法移動）

5. 構造・材質による損傷特性の変化、前型モデルとの比較について

新型アクアは前型モデルからプラットフォームを一新し、TNGA プラットフォームの第4弾となるGA-Bプラットフォームを採用しています。

リヤ部のボデー構造は、リヤゲート開口部の「リヤ環状構造」の採用、前型アクアと比べホイールハウスブレースの追加やリヤフロアパンの構成部品の一体化が進んでいます。

材質面では、リヤサイドメンバやリヤクロスメンバをより高いランクの高張力部材に変更しています。

今回はリヤバンパラインホースメント装着車のため、構造・材質の変更による、損傷特性の変化より、リヤバンパラインホースメントによる衝撃吸収領域が大きく、損傷程度や範囲が大幅に小さく狭くなりました。

① 構造・材質の変化

	新型アクア(MXPK16)	前型アクア(NHP10)
リヤバンパラインホースメント	4WD 車に装着：個々の部材を組立て補給（クラッシュボックス付き） ・波型ビーム部：超高張力鋼板（1180MPa 超） ・クラッシュボックス部：超高張力鋼板（980MPa 超）	スペアタイヤ付車とグレードにより装着：単体部品として補給 ・ボックス型ビーム：高強度構造用アルミ合金
ボデーローバックパネル	構成部品を単体および一体で補給（普通鋼板）	
バックドアオープニングトルーフ	単体部品として補給（普通鋼板）	
ルーフサイドパネルインナアッパ	構成部品を単体および一体で補給 高張力鋼板（590MPa 以下）	個々の部材を組立て、単体部品として補給（普通鋼板）
クォータホイールハウスパネルアウト	個々の部材を組立て、単体部品として補給（普通鋼板）	
クォータホイールハウスパネルインナ		
リヤフロアパン	単体部品として一体で補給（普通鋼板）	構成部品を単体で補給（普通鋼板）
リヤフロアサイドメンバ	構成部品を単体および一体で補給 高張力鋼板（590MPa 以下）	構成部品を単体および一体で補給 高張力鋼板（440MPa）
リヤクロスメンバ		

② 波及経路別の最終波及部位

今回と同じ衝突態様における前型アクアとの比較は以下の通りです。

波及経路	新型アクア(MXPK16)	前型アクア(NHP10)
リヤバンパラインホースメント経路	<ul style="list-style-type: none"> リヤフロアパン左中央後部 (変形) リヤフロアパン右後部 (変形) リヤバンパラインホースメント右クラッシュボックス取付面 (寸法移動・変形) 	
リヤフロアパン・リヤフロアサイドメンバ経路		<ul style="list-style-type: none"> 左リヤフロアサイドメンバ前部 (寸法移動) センタフロアパン後部 (変形)
バックドア開口部左経路	左バックドアオープニングサイドフレームアッパ (シーラ割れ)	左リヤドア開口部、左ルーフサイドレールアウト部 (変形)
バックドア開口部右経路	ボデーローバックパネル中央上部 (寸法移動)	



「構造調査シリーズ」新刊のご案内

自研センターでは新型車について「構造調査シリーズ」を発刊しておりますが、今月は右記新刊をご案内いたしますので、是非ご利用ください。

販売価格：国産車 定価 1,174 円 (送料別途)

輸入車 定価 2,263 円 (送料別途)

No.	車名	型式
J-914	ニッサン キックス4WD	SNP15系
J-915	ホンダ ステップワゴン	RP6・7・8系
J-916	ニッサン サクラ	B6AW系
J-917	ダイハツ ムーブキャンバス	LA850S、LA860S系
J-918	トヨタ シエンタ	MXPC10G、MXPL10G、MXPL15G系
J-919	トヨタ クラウン	AZSH35、TZSH35系
J-920	ニッサン フェアレディZ	RZ34系

お申込みは、当社ホームページからお願いします。

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

お問合せなどにつきましては

自研センター総務企画部までお願いします。

TEL 047-328-9111 FAX 047-327-6737

修理情報

トヨタ アクア (MXP16) 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クォータパネルやボデーローバック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
バックドア開口部（下部） ボデーローバックパネル	上部環状構造部（閉断面構造）に押込みによる大きな折れのため取替えを選択。
バックドア開口部（左右） ・バックドアオープニングトルーフ ・ルーフサイドパネルインナアツパ	・ボデーローバックパネル左上部に接続する左バックドアオープニングトルーフ下部は、ボデーローバックパネルからの波及損傷。損傷は寸法移動であり、基本修正の範囲で復元。 ・ボデーローバックパネル左下裏側に取付く左ルーフサイドパネルインナアツパ下部はボデーローバックパネル左側からの押込みによる波及損傷。基本修正の範囲で復元。
左クォータパネル	リヤバンパ左サイド前部およびホールハウス前部に緩やかな歪みが発生。修正を要する。
左クォータホイールハウスパネル （インナ・アウト）	損傷は発生していない。
リヤフロアパン	リヤバンパラインホースメント左取付部からの波及により後端付近の折れ、左中央後部までの歪みおよび右後部への歪みが発生。基本修正および形状修正を要する。
リヤフロアサイドメンバ	・左リヤフロアサイドメンバは、リヤバンパラインホースメントからの波及により後端フランジ部（左トランスポートフック）に折れがあり取替えを選択。残部後端開口部に歪みがあり、基本修正および形状修正を要する。サイドメンバ本体に寸法移動はない。 ・右リヤフロアサイドメンバは、リヤバンパラインホースメントからの波及により後端内側フランジ部（右リヤバンパアームリテーナ）が後方に引出される曲がりあり。形状修正を要する。サイドメンバ本体に損傷はない。

(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・ディスマウント作業	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）		
	② 事前計測作業	リヤサスペンションなどメカ部品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	リヤアンダボデーの修正
			クランプ位置	リヤバンパラインホースメント左取付部（クラッシュボックス部）内側へチェーンでの直接引き
			引き方向	6時水平方向（ラム1本使用）
		二回目	目的	リヤアンダボデーの修正
			クランプ位置	リヤバンパラインホースメント左クラッシュボックス部で粗切り後、クラッシュボックス残部横の面上下でクランプ
			引き方向	6時水平方向（ラム1本使用）
	三回目	目的	バックドア開口部の修正	
クランプ位置		ボデーローバックパネル左コーナフランジ部		
引き方向		6時水平方向（ラム1本使用）		

作業内容		目的・方法・効果等		
基本修正作業	④ 確認計測 合わせ作業	一回目	目的	リヤアンダボデーの復元状態確認 （引き1～2回目の結果）
			結果	左右リヤフロアサイドメンバフランジ部およびリヤフロアパンの引出し状態の確認。アンダボデーの基本修正終了。
		二回目	目的	バックドア開口部の寸法復元状態確認 （引き3回目の結果）
			結果	バックドア開口部の復元を確認。基本修正は終了。
形状修正作業		リヤフロアパネル（左後部）、左リヤフロアサイドメンバ後端部、右リヤフロアサイドメンバ後端内側フランジ部（右リヤバンパアームリテーナ左側）		

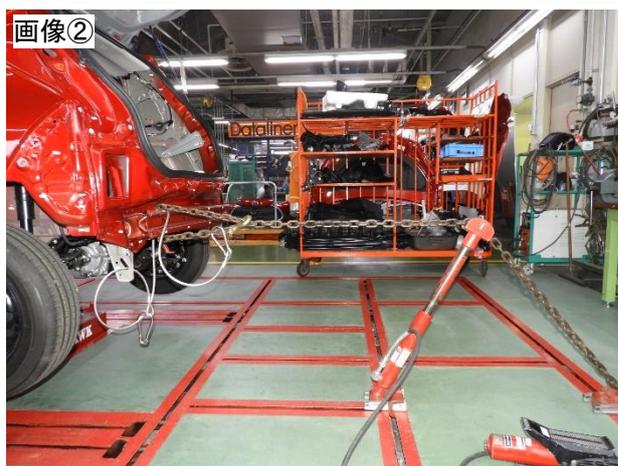
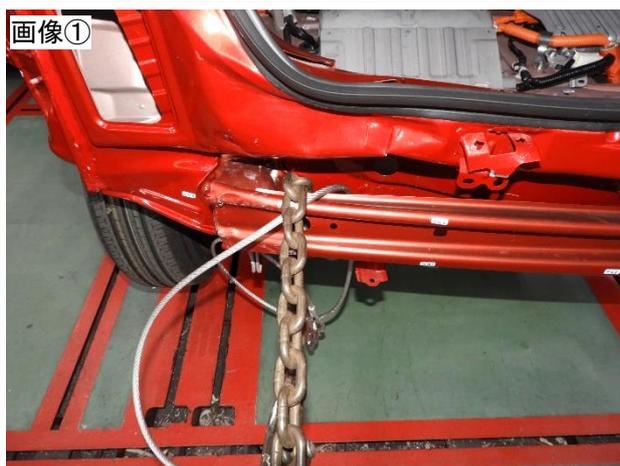
(3) 基本修正作業内容

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。
- ・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。

③ 寸法復元作業（1回目）



リヤアンダボデーの修正

画像① クランプ位置、リヤバンパラインホースメント左取付部内側へチェーンでの直接引き

画像② 引き方向、6時水平方向（ラム1本使用）

③ 寸法復元作業（2回目）



リアアンダボデーの修正

画像① クランプ位置、リヤバンパラインホースメント左クラッシュボックス部横の面上下

画像② 引き方向、6時水平方向（ラム1本使用）

画像③ 引き作業中の空打ちで損傷部の残留応力を取除き、スプリングバック量を少なくする。

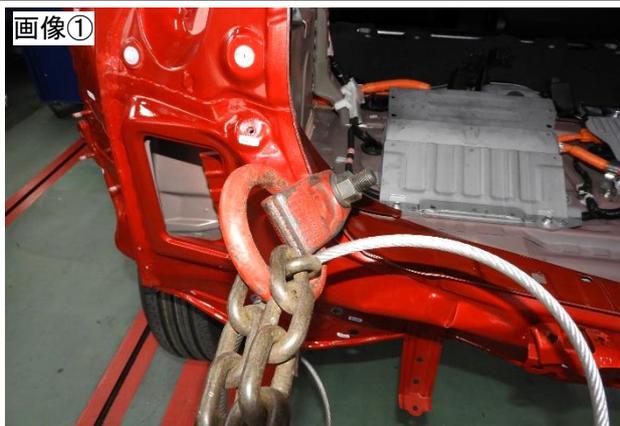
④ 確認計測・合わせ作業（1回目）



アンダボデーの寸法復元状態確認（引き1～2回目の結果）

左右リヤフロアサイドメンバフランジ部およびリヤフロアパンの引出し状態の確認。アンダボデーの基本修正終了。

③ 寸法復元作業（3回目）



バックドア開口部の修正

画像① クランプ位置、ボデーローバックパネル左コーナフランジ部

画像② 引き方向、6時水平方向（ラム1本使用）

画像③ 引き作業中の空打ちで損傷部の残留応力を取除き、スプリングバック量を少なくする。

④ 確認計測・合わせ作業（2回目）



バックドア開口部の寸法復元状態確認（引き3回目の結果）

画像① 計測機による寸法復元状態の確認。

画像② 新品バックドアとの隙間確認による復元状態の確認。

バックドア開口部の復元を確認。後部全体の基本修正は終了。

(4) 左リヤフレームの後端（トランスポートフック）取替およびアンダフロア部の形状修正作業

超高張力鋼板級のリヤバンパラインホースメントの装着により、車体側への損傷はラインホースメント装着なしのヤリス（2021年7月号）との比較で、損傷の程度および範囲は大幅に小さく狭い範囲に留まりました。

		
<p>① 基本修正後、ボデーローバックパネルを取外した状態</p>	<p>② 左トランスポートフック取外し作業</p>	<p>③ 取外したトランスポートフックの状態（フランジ部の折れ）</p>
		
<p>④ リヤフロアパンの形状修正、後方にテンションをかけながらの粗修正</p>	<p>⑤ レバーとハンマでの形状修正</p>	<p>⑥ ポートパワーで下支えをしながらの形状修正</p>
		
<p>⑦ 左リヤフロアサイドメンバ先端部の形状修正</p>	<p>⑧ 右リヤフロアサイドメンバ先端フランジ部の形状修正</p>	<p>⑧ 形状修正（ハンマリング）終了</p>
		
<p>⑨ 左トランスポートフックの計測位置決め</p>	<p>⑩ 左トランスポートフックの溶接</p>	

(5) 仮組み・合わせ作業内容

溶接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。各部品は溶接作業のため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やパネルクリップなどで位置決めをします。

<p>① ボデーローバックパネルの組付け</p>	<p>② バイスグリップによる仮固定</p>	<p>③ 計測位置決め</p>
<p>④ パネルクリップによる仮固定 テールランプの組付け</p>	<p>⑤ リヤバンパの組付け、各部の隙間 や段差の確認調整</p>	<p>⑥ 仮組み・合わせ完了</p>
<p>⑦ 艀装品分解後、ボデーローバック パネルの溶接作業</p>	<p>⑧ 溶接作業完了</p>	

2. 後部損傷における損傷診断のポイント

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）

新型アクアは、ヤリス（2021年7月号）と同系のGA-Bプラットフォームを採用しているため、リヤバンパラインホースメントなし車の場合、内板骨格をはじめ溶接部位の損傷はヤリスと同様な傾向を示すものと思われます。

リヤバンパラインホースメントの装着のないヤリス（2021年7月号）の場合（衝突条件は同じ）、リヤアンダボデーの損傷は、左リヤフロアサイドメンバは中央後部で折れ、全体は持上り、前部キックアップ部まで波及しました。フロアパンは、リヤフロアパンに留まらずセンタフロアパン後部まで波及しました。

バックドア開口部も広範囲に波及しました。左側はクォータパネルホイールハウス中央部で大きな折れ、左リヤドア開口部上部を形成するルーフサイドレールアウト、クォータピラー上部まで波及損傷が発生しました。

今回のアクア（リヤバンパラインホースメント装着）では、同じプラットフォームでありながら、リヤバンパエリアで多くの力を吸収したことで、ラインホースメントなしのヤリス（2021年7月号）より損傷の程度および範囲は大幅に小さく狭い範囲に留まりました。

構造的にリヤバンパラインホースメント取付位置が、ボデーローバックパネル上部環状構造帯に対して後方への飛び出し量が少ないため、今回のように相手物が平面形状の場合、一定の押込みでボデーローバックパネル環状構造部へ着力します。その後はリヤバンパラインホースメントとボデーローバックパネル環状構造部の双方で力を吸収する構造になっています。リヤバンパラインホースメントはクラッシュボックス部を含め超高張力鋼板級の材質のため、大きな力を受止めながら、アンダフロア側へ波及していく構造であることが解ります。

損傷診断のポイントとして、リヤバンパラインホースメントの装着有無で損傷波及の大きさや範囲が今回のように大幅に異なる場合があります。低速衝突ではその傾向が顕著であり、装着有無を確認したうえで損傷診断を行うことが重要です。

リヤバンパラインホースメント付車両では、損傷特性がフロント部と同じようにクラッシュボックス取付面を介してサイドメンバ先端部に大きな力が加わることから、今回のようなオフセット衝突の場合、ラインホース左側に加わった力の多くは、左リヤサイドメンバの押込み方向に作用し、右リヤサイドメンバへはラインホースの変形にともない右方向（外側）へ押出す方向に作用します。また、バックドア開口部環状構造帯の損傷特性は、複数の部材を組合せ一体となった構造であることから一定以上の力が加わると、着力部の変形から全体が一体となって変形していく特性があります。

今回は、リヤバンパラインホースとボデーローバックパネル環状構造部の双方でバランスよく衝撃を吸収し、左右のリヤサイドメンバ本体の寸法移動をおさえ、ボデーローバックパネル着力部（環状構造帯）から他部へわずかな波及に留める結果になりました。

このように、構造・材質、損傷特性を理解することで、正確で効率的な損傷診断が可能になると考えられます。

JKC

修理情報

トヨタ アクア (MXP16) 補修塗装作業事例

1. はじめに

前後部損傷により、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. : 3U5

塗色名 : エモーショナルレッドⅡ

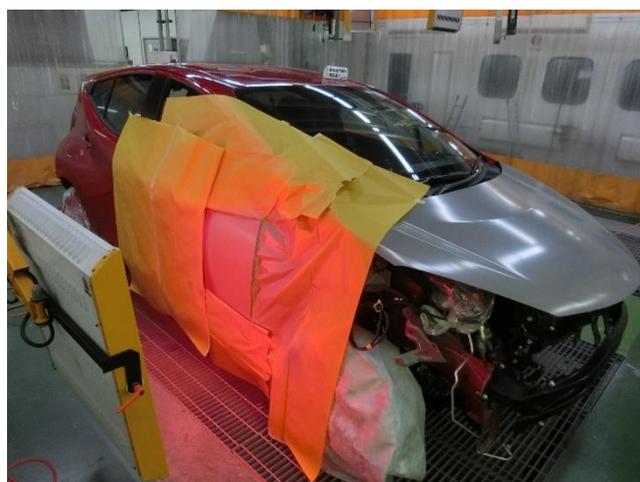
特徴 : エモーショナルレッド (3T7) と比較して特出した彩度とハイライトからシェードまで濁りのない鮮やかさへと進化した塗装です。

3. 前部塗装作業

フード、左右フロントフェンダ取替、右フロントドアパネル修正作業です。

右フロントドアパネル修正部分にフェザエッジ、ポリパテ付け、ポリパテ研磨し、2液型プラサフを塗装します。

作業性向上のため右フロントフェンダは一旦取外しています。



プラサフ研磨後、右フロントドアパネル（修正パネル）および左フロントドアパネル（隣接するパネル）にぼかし塗装を行うためコンパウンドなどで足付けを行います。

上塗り用マスキングを行い、左右フロントドアパネルにカラーベースのミストを飛ばさないようにマスキングを施します。



カラーベース塗装を行います。

左右フロントドアパネルのマスキングを剥がします。



右フロントドアパネルのプラサフ部分にカラーベース塗装（色決め）および左右フロントドアパネルにぼかし塗装を行い、カラークリヤを塗装します。



4. 後部塗装作業

バックドアパネル取替、左右クォータパネル修正作業（右クォータパネル修正は今月号 P19～P35 の車両損傷とは無関係）です。

左右クォータパネルの修正部分にフェザエッジ、ポリパテ付け、ポリパテ研磨します。

プラサフ用マスキングを行い、2液プラサフ塗装、乾燥後、プラサフ研磨します。

左右リヤドアパネル（隣接するパネル）および左右クォータパネルにぼかし塗装を行うためコンパウンドなどで足付けを行います。

上塗り用マスキングを行い、左右リヤドアパネルにカラーベースのミストを飛ばさないようにマスキングを施します。



左右クォータパネルのプラサフ部分にカラーベースを塗装（色決め）し、リヤドアパネルのマスキングを剥がします。



バックドア塗装および左右リヤドアパネルにぼかし塗装を行います。



人工太陽灯でぼかし際や色味の最終確認後、カラークリア塗装を行います。



強制乾燥後、マスキング剥がし、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、艀装品を取付けて完成です。



JKC
Jikencenter



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

自研センターニュース 2022.12 (通巻567号) 令和4年12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。