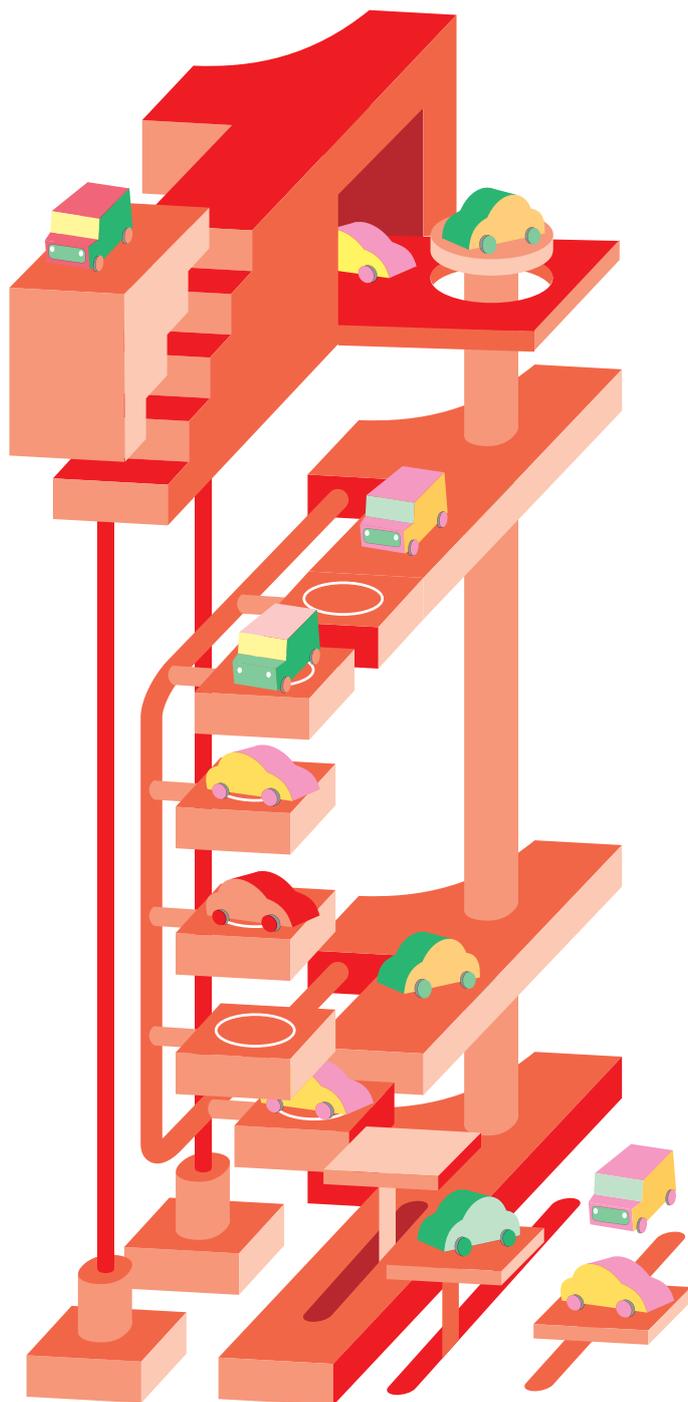
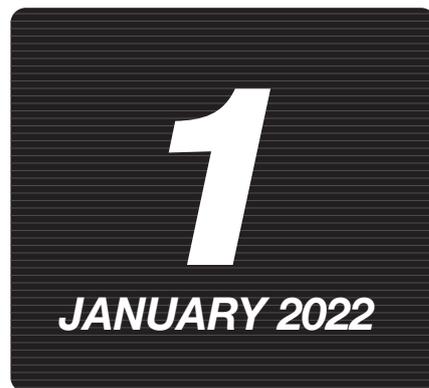


Jikencenter

NEWS

自研センターニュース 令和4年1月15日発行
毎月1回15日発行(通巻556号)



C O N T E N T S

技術情報	2
トヨタ ハリアー (MXUA80) 前部衝突の損傷診断	
修理情報	9
トヨタ ハリアー (MXUA80) 前部損傷の復元修理事例	
技術情報	19
トヨタ ハリアー (MXUA80) 後部衝突の損傷診断	
修理情報	27
トヨタ ハリアー (MXUA80) 後部損傷の復元修理事例	
技術情報	37
ホンダ フィット (GR3) マルチパーパスカメラエイミング調整について	
特別記事	43
道具・力の大きさの変化による 擦過傷の発生状況の検証	
「構造調査シリーズ」新刊のご案内	52

技術情報

トヨタ ハリアー (MXUA80) 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。本編は新型トヨタハリアー(MXUA80)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。

また、前型モデルからの構造や材質の変更にともなう損傷状態の変化についても説明します。

※ 構造説明の詳細については、構造調査シリーズ No.J-866 トヨタハリアー、自研センターニュース 2021年6月号を参照ください。

2. 前部損傷の衝突態様

衝突の態様は以下の条件で衝突したものです。

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。

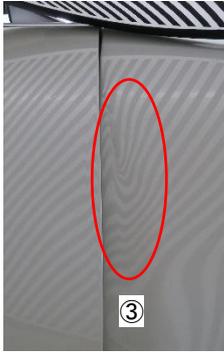
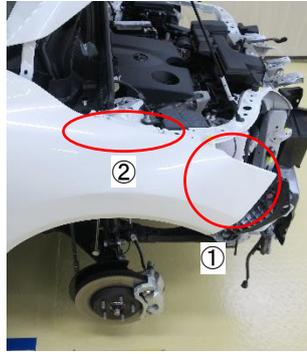
3. 損傷状態の説明

(1) 外観の損傷状態

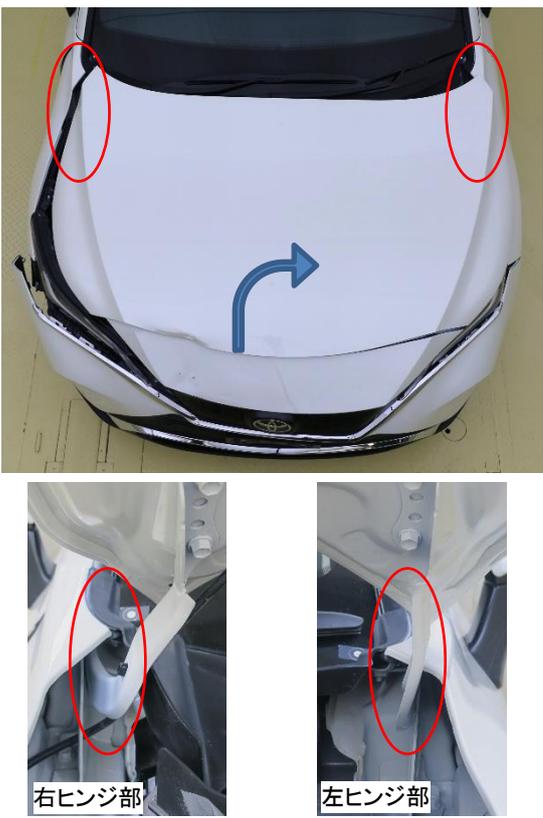
外観から確認した衝突による損傷について、力の波及経路やその状態を説明します。

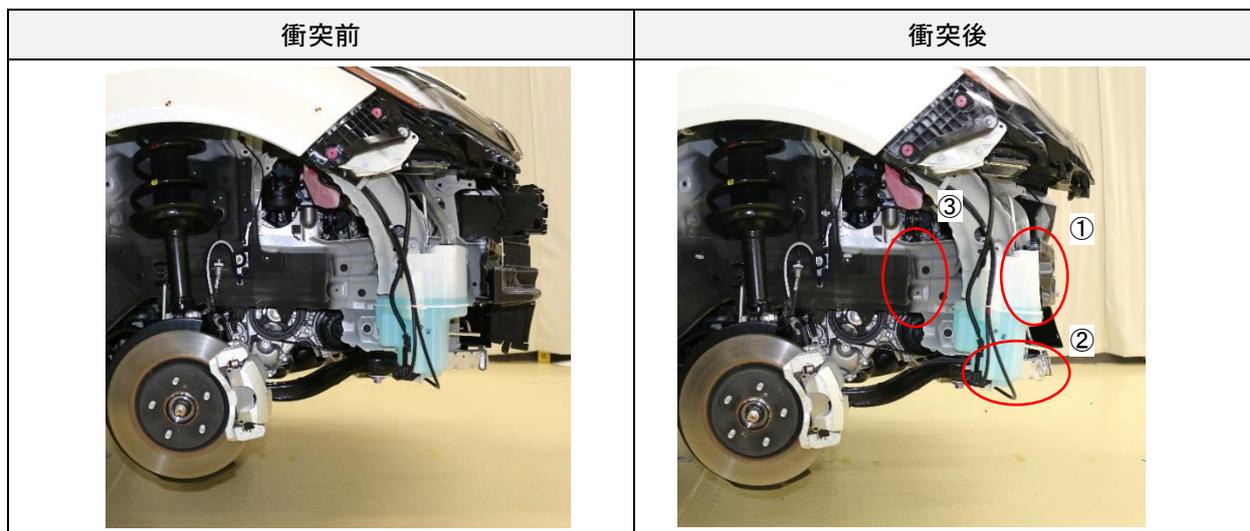
衝突前	衝突後
	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 前部右寄り 40%の範囲で後方に押込まれている。 ・ フロントバンパ、右ヘッドランプ、フードパネル（アルミ 6000 系）に相手物との衝突による直接損傷が発生している。 	

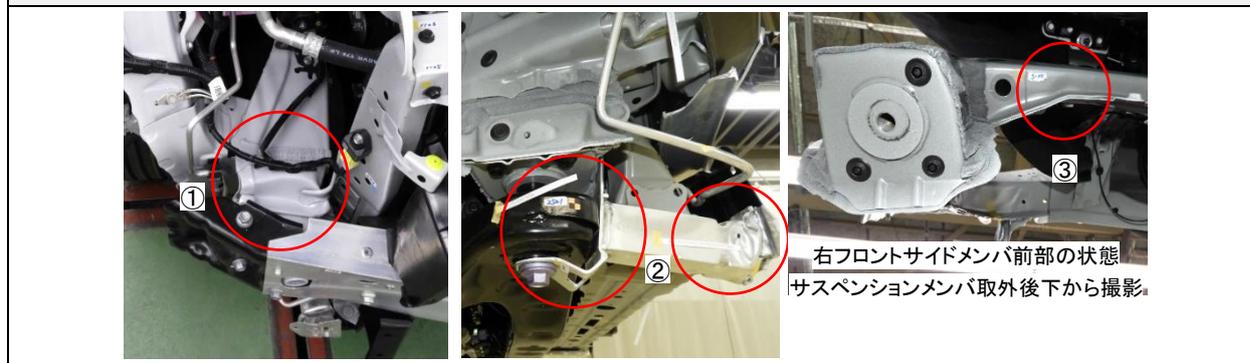
衝突前	衝突後
	  
損傷状態	
<p>右フロントフェンダ（アルミ 6000 系）は押し込みによる損傷および後退している。損傷状態は、①先端部で内側へ曲がり、②形状変化部で凹み、③衝突後、ドア開閉時のかみ込みによる損傷（縦縞の歪み）が発生している。</p>	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・フロントバンパからの波及により、左ヘッドランプブラケット付け根が白化損傷している。 ・フロントバンパ、フードの変形によるパネル間の隙間の変化はあるが、左フロントフェンダ（アルミ 6000 系）本体に修理を要する損傷はない。 	

衝突前	衝突後
	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> 右ヒンジ部 左ヒンジ部 </div>
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・右前部からの力によりフードパネルはフードロック部を中心に右回転するとともに、左右ボンネットヒンジはアーム部が左方向へ変形、損傷が発生している。 ・左ボンネットヒンジと左フロントフェンダの締結部を経由した左フロントフェンダ後部への損傷は発生していない。 	

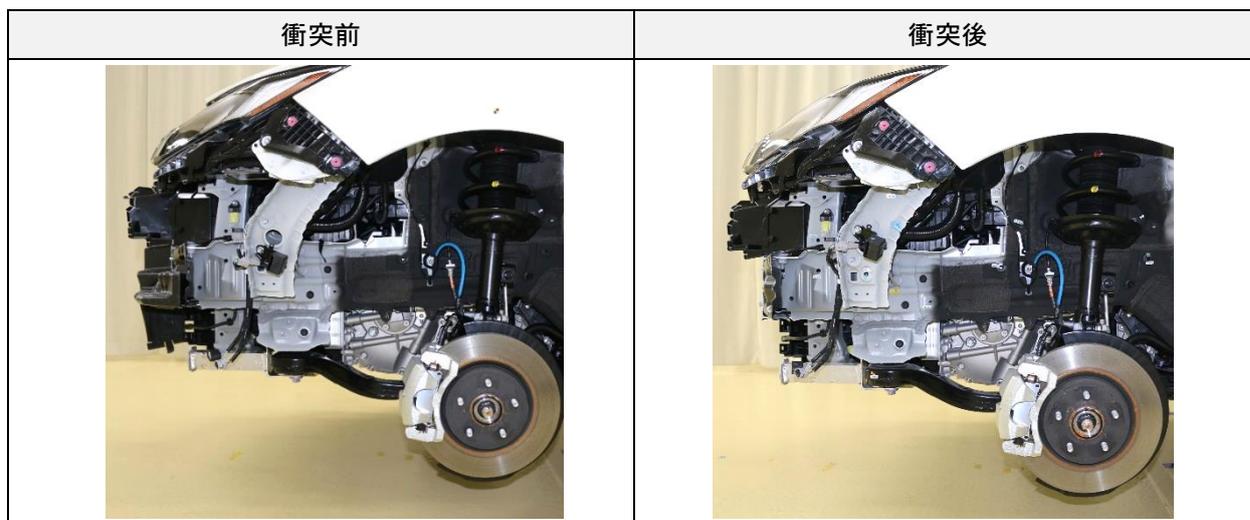


衝突後



損傷状態

- ① 右フロントサイドメンバ前端部は、バンパラインホースからの押込みにより後方への潰れと左方向への折れが発生している。
- ② 右側のアンダロードパスを形成するクラッシュボックス（右フロントバンパエクステンション）は前部の後方への潰れと全体が後方へ押込まれたことで、後面と井桁上のフロントサスペンションメンバ（フロントフレーム）右前部が変形している。
- ③ 右フロントサイドメンバ前部の形状変化部位（サスペンションメンバ右前取付後部）で曲がりおよび下面の凹みが発生している。

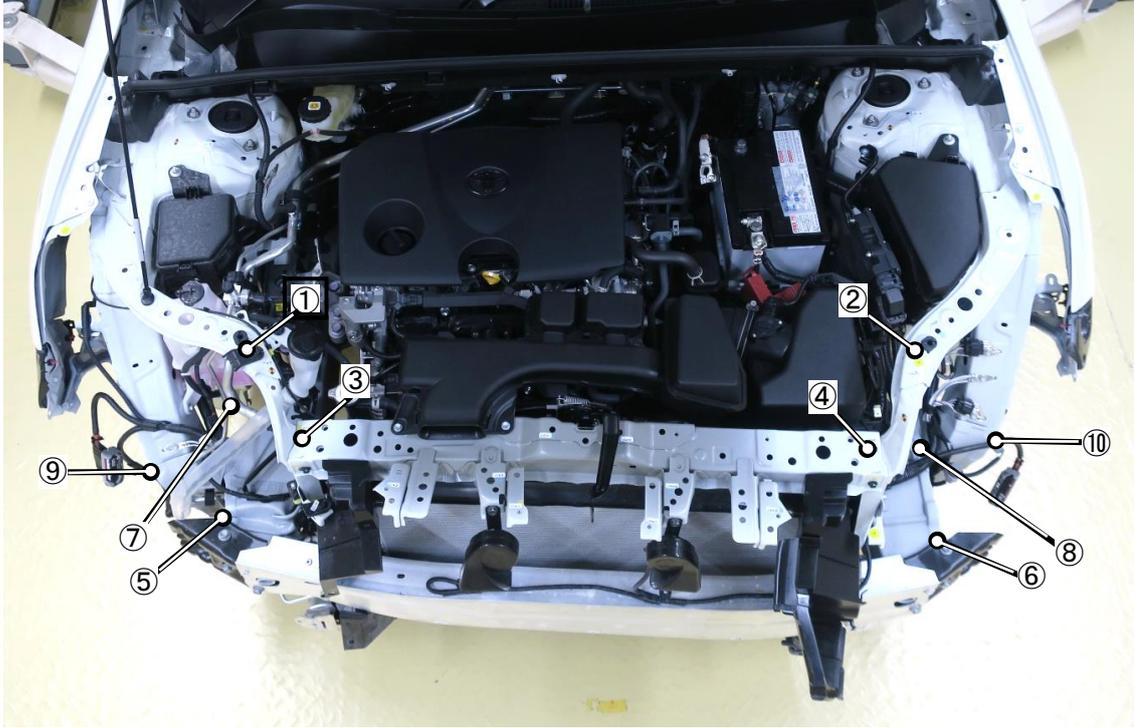


損傷状態

目視による左側骨格への損傷は確認できないが、フロントバンパラインホースからの波及により、左フロントサイドメンバおよび左フロントフェンダエプロン前部が、左方向への誘発損傷が発生している。

(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、ラジエータサポート右側、アンダロードパスを形成する右フロントバンパエクステンション、右フロントサイドメンバ先端部は、相手物からの直接的な押込みにより、強い潰れや折れが発生、右側の押込みによる波及はフロントサイドメンバ前部の形状変化部位（フロントサスペンションメンバ右前取付後部）、下部はサスペンションメンバ右前部におよんでいる。 ・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を経路とする力を中心に、ラジエータアップサポート、フロントクロスメンバからの力により、左フロントサイドメンバおよび左フェンダエプロン前部を外側（左方向）へ押出す損傷が発生している。 	
右（着力）側の状態	左側の状態
<p>① 右ラジエータサポート上部は、後方へ53mm、左方向へ40mm、上方向へ22mm 変化している。</p> <p>③ ラジエータアップサポート右上部は後方へ66mm、左方向へ15mm、下方へ6mm 変化している。</p> <p>⑤ 右フロントサイドメンバ前部は、後方へ27mm、右方向へ21mm、下方へ4mm 変化している。</p> <p>⑦ 右フロントサイドメンバ中央前部は、後方へ3mm、左方向へ4mm 変化している。</p> <p>⑨ 右フロントフェンダエプロンに、修理を要する寸法上の変化はない。</p>	<p>② 左ラジエータサポート上部は、前方へ3mm、左方向へ6mm、上方向へ4mm 変化している。</p> <p>④ ラジエータアップサポート左上部は左方向へ14mm 変化（他は規定値内）している。</p> <p>⑥ 左フロントサイドメンバ前部は、左方向へ4mm 変化（他は規定値内）している。</p> <p>⑧ 左フロントサイドメンバ中央前部に、修理を要する寸法上の変化はない。</p> <p>⑩ 左フロントフェンダエプロン前部は、左方向へ3mm 変化（他は規定値内）している。</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 アップロードパス最終波及部位	波及損傷なし
② 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前部
③ アンダロードパス最終波及部位	サスペンションフレーム右前部
④ 誘発損傷最終波及部位（アッパ）	左フロントフェンダエプロン サイドエプロン後部
⑤ 誘発損傷最終波及部位（ミドル）	左フロントサイドメンバ前部
⑥ 誘発損傷最終波及部位（アンダ）	左フロントバンパエクステンション

5. 損傷特性に関する前型モデルとの比較について

新型ハリアーは前型モデルのプラットフォームを一新、TNGA (Toyota New Global Architecture) - Kプラットフォームを採用、高張力鋼板、超高張力鋼板、ホットスタンプ材やアルミ材の積極的な採用で軽量かつ低重心、さらに高いボデー剛性（前型比 1.78 倍）を確保、優れた操縦安定性を実現しています。

構造・材質、損傷波及状況や範囲の変化（衝突態様は同一）

① 部材の材質、形状

	新型ハリアー(MXUA80)	前型ハリアー(ZSU60W)
フロントバンパラインホルスメント	ビーム部 高強度構造用アルミ合金 両端部 高張力鋼板(590MPa) クラッシュボックス未装着	高張力鋼板(ビーム部 780MPa、クラッシュボックス部 590MPa)
ラジエータサポート	普通鋼板(440MPa 以内)	
フロントフェンダエプロン	普通鋼板(440MPa 以内) サイドエプロン、カウルサイドアッパ部、高張力鋼板(590MPa) カウルサイドアウトフロント部、超高張力鋼板(980MPa)	普通鋼板(440MPa 以内) タワー部、カウサイドパネル部、高張力鋼板(440MPa)
フロントサイドメンバ	インナメンバ部 高張力鋼板(440MPa) アウトメンバ部 高張力鋼板(590MPa)	高張力鋼板(440MPa) 前後ラインホース部、高張力鋼板(590MPa)
ダッシュパネル	高張力鋼板(440MPa)	普通鋼板(440MPa 以内)
サスペンションフレーム	井桁状サブフレーム（一体型）	H型ビーム+前部、左右&フロントブレース（前後分割サブフレーム）

② 波及経路別の最終波及部位

波及経路	新型ハリアー(MXUA80)	前型ハリアー(ZSU60W)
右側:アッパロードパス	波及損傷なし	
右側:ミドルロードパス	右フロントサイドメンバ中央前部	右フロントサイドメンバ前端部
右側:ロアロードパス	サスペンションフレーム右前部	波及損傷なし
左側:誘発損傷	<ul style="list-style-type: none"> 左フロントフェンダエプロン サイドエプロン後部 左フロントサイドメンバ前部 左フロントバンパエクステンション 	<ul style="list-style-type: none"> 左フロントフェンダエプロン前部 左フロントサイドメンバ前部

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

修理情報

トヨタ ハリアー (MXUA80) 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通りです。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アッパ 左右ラジエータサポート フロントクロスメンバ	ラジエータサポートアッパ、右ラジエータサポート、フロントクロスメンバに押込みによる折れや曲がりが発生。左ラジエータサポートは左方向への変形があり、全取替えを選択。
右フロントサイドメンバ	<ul style="list-style-type: none">・先端部での潰れと折れおよび、サスペンションフレーム右前取付部後ろの形状変化部位で曲がりが発生。・前端部の復元は、インナ側のサイドメンバブラケットの取替え、アウト側は、サイドメンバサブ Assy アウタを使用し、前部溶接点での取替えを選択。・残部、形状変化部位での曲がり復元は、基本修正（寸法復元）の後、インナ側の形状修正を行なう。損傷部が閉断面構造のため、アウト側損傷部付近を切開、開断面にしたうえで損傷部を板金修正する。
左フロントサイドメンバ 左フロントフェンダエプロン	フロントバンパラインホースメントおよびラジエータサポートからの波及により左方向へ押し出し（振れ）損傷（誘発損傷）が発生、基本修正の範囲。
フロントサスペンションフレーム	アンダロードパスを形成する、右フロントバンパエクステンションからの波及により右前部の潰れおよび取付部の変形により取替えを選択。

(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	多方向への強い引き作業が必要なため、4点固定でマウント（フレーム修正機：ブラックホーク・ウイニングアンカ）
	② 事前計測作業	サスペンションフレームが付いた状態での測定のため、一部メーカー指定の計測点での測定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：右フロントサイドメンバの引出しと左方向への振れの修正を狙ったフロント骨格全体の修正 クランプ位置：フロントバンパラインホースメントを取付けた状態で、右フロントサイドメンバ先端部けん引フックを使用しての引き 引き方向：12時方向、水平引き（ラム1本使用）
		二回目 目的：右フロントサイドメンバ単体修正（フロントサスペンションフレーム取外し後作業） クランプ位置：先端部粗切り後、先端部ウェブ面片側（内側）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：右フロントサイドメンバの下方向への単体修正 クランプ位置：フロントサイドメンバ先端部 引き方向：チェーンブロックを使用して真下方向への引き
四回目 目的：ラジエータサポート仮組み工程で、フロントサイドメンバ広がり傾向を確認、左右間広がり修正 クランプ位置：左右フロントサイドメンバ先端部へプレートをボルト付け 引き方向：チェーンブロックを使用して左右間を狭くする内側への引き		

作業内容		目的・方法・効果等
	④ 確認計測	一回目 目的：サスペンションフレーム取外し後、フロント骨格の状態確認（引き1回目の結果） 結果：右フロントサイドメンバ持上がり、左右フロントサイドメンバの幅が広い状態。この後、右フロントサイドメンバ粗切り後、単体の修正作業を行う。
		二回目 目的：右フロントサイドメンバの修正状況確認（引き2回目の結果） 結果：長さ、対角とも基準値内に復元しているが持上がり（高さ）状態あり。この後下方向への引き作業を行う。
		三回目 目的：右フロントサイドメンバの高さ確認とフロント骨格全体の確認（引き3回目の結果） 結果：高さ基準値内復元確認、左側とのバランス含め基準値内を確認
		四回目 目的：フロントサイドメンバの幅および先端部の位置確認（引き4回目の結果） 結果：フロントサイドメンバ間の幅ならびに先端部位置、基準値内を確認、基本修正完了
形状修正作業		右フロントサイドメンバ中央前部、インナ側下面のひずみ修正。損傷部は閉断面のため、アウト側損傷部付近を切開することで損傷部にアクセスが可能。ハンマとレバーにて形状修正作業を実施。

[1] 基本修正作業内容

① 損傷車両のマウント状態



- ・ブラックホーク・ウイニングアンカによる4点固定の状態
- ・多方向へ大きな力で引き作業を行うことが想定される場合、4点固定が必要

③ 寸法復元作業（1回目）



画像① フロントバンパラインホースメントを取付けた状態で、右フロントサイドメンバを引出すことで左側骨格の外側への押出し（振れ）戻す効果も期待できる。

画像② 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。

④ 確認計測（1回目）



- ・フロントサスペンションフレーム取外し後、これまで測定できなかった計測点を含め、詳細な確認を実施
- ・左右のフロントサイドメンバは、幅方向で間隔 4mm 広く、右側の持上がりが残っている。
この後、右フロントサイドメンバへ引き具装着のための粗切を行い、単体修正を行う。

③ 寸法復元作業（2回目）



- 画像① 右フロントサイドメンバ先端部へクランプ取付けのため、取替部分の粗切り作業
画像②③ 引き方向とクランプ位置、サイドメンバ内側のウェブ面にクランプ、12時方向水平引き
画像④ 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。

④ 確認計測 (2回目)



引き 2 回目の結果確認、左右フロントサイドメンバの状態は、長さ、幅、対角ともに復元傾向にあるが、右フロントサイドメンバの持ち上がりが残っているため、この後、下方向への引き作業を行う。

③ 寸法復元作業 (3回目)



チェーンブロックを使用し、右フロントサイドメンバの先端を真下方向へ引き、高さを修正する。

④ 確認計測 (3回目)



画像① フロントサイドメンバ左右の高さ、平行度は基準値内への復元を確認

画像② 左側とのバランスを含め、基準値内を確認

③ 寸法復元作業（4回目）

画像①



画像②



画像① 左右のフロントサイドメンバの両端双方を内側に引き、広がり傾向を解消する。

画像② 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。

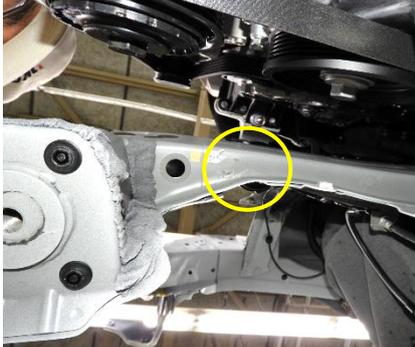
④ 確認計測（4回目）



フロントサイドメンバの広がり傾向は解消を確認、基本修正は終了、この後右フロントサイドメンバ中央前部、形状変化部位（閉断面構造）のひずみ修正（切開板金）を行う。

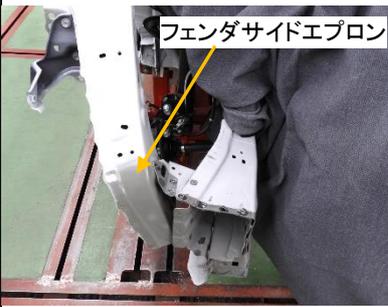
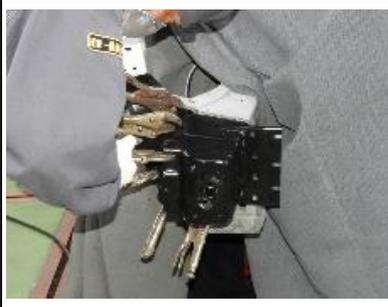
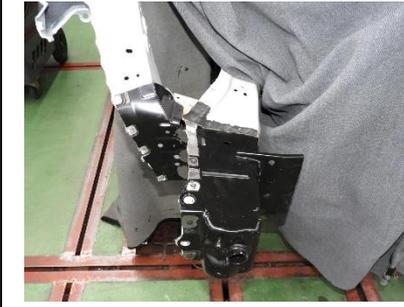
[2] 形状修正作業内容

右フロントサイドメンバ中央前部、形状変化部位での曲がり損傷については、基本修正（寸法復元のための引き作業）だけではひずみが残り、損傷部（インナ側）の形状修正が必要です。損傷部は閉断面構造になっていることから、損傷部付近（アウト側）を切開し、損傷部を直接ハンマリングする方法で形状修正を行いました。

右フロントサイドメンバの形状修正作業		
		
① 修正前の損傷状態（黄丸部）	② サイドメンバアウト側の切開	③ 切開後の状態
		
④ レバーとハンマで損傷部（インナ側）の板金修正	⑤ 損傷部板金修正後の状態	⑥ 切開部のふたの部分を新品から切出し
		
⑦ 切出した部分を切開部へ溶接	⑧ 切開部の閉じ作業終了	⑨ 損傷部の形状修正終了

[3] 内板骨格部品取替作業（フロントサイドメンバ前部の部分取替作業）

今回は、右フロントサイドメンバの前部取替作業を紹介します。新型ハリアーのフロントバンパラインホースメントにはクラッシュボックスの装着がなく、フロントサイドメンバの先端部がクラッシュボックスの役割を担います。今回の右フロントサイドメンバ先端部の損傷は、潰れと曲がりが発生し取替が必要です。指数では先端部のインナ側であるフロントサイドメンバブラケットの取替えとアウト側のリヤサイドメンバの半裁取替作業が設定されていますが、今回の損傷ではアウト側半裁位置の後部にも折れが発生していたことから半裁位置より奥側となるリヤサイドメンバ内の溶接位置で取替を行うことで、フロントフェンダエプロン前端部であるフェンダサイドエプロンを取外すことなく復元ができましたので紹介します。

右フロントサイドメンバ（アウト側）前部溶接点での取替、右サイドメンバブラケット（インナ側）取替作業		
		
① アウト側半裁位置（黄線）後部に折れが発生	② 損傷部、取替部位（溶接点）の取外し後の状態	③ サイドメンバサブ Assy アウトから取替部の溶接点で取外し
		
④ 左③で取外したアウト側取替部品 右インナ側サイドメンバブラケット	⑤ アウト側部品および、インナ側サイドメンバブラケットの仮組み	⑥ 計測による正規位置出し
		
⑦ バンパラインホースの取付確認	⑧ ラジエータサポート仮組み	⑨ 計測による正規位置出し
		
⑩ 右サイドメンバ位置決め完了	⑪ 右サイドメンバ取替部溶接固定	⑫ 右サイドメンバ前部取替作業完了

※ 取替作業に関する溶接点数：新品品からの取外し溶接点 9 点、損傷部の取外し取付けとも、溶接点 34 点

[4] 仮組み・合わせ作業

溶接系骨格パネルを取替える際は、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やマーキングなどで位置決めを行います。



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）

新型ハリアーが採用している新開発の TNGA-K プラットフォームでは、フロントバンパラインホースの構造を前型のクラッシュボックス付き高張力鋼板製からクラッシュボックスなしの高強度構造用アルミ合金製（両端部は高張力鋼板で構成）に変更しています。

よって、フロントバンパラインホースで吸収しきれない力は、フロントサイドメンバ前端部に設けられたクラッシュボックス機能領域で吸収する構造になっています。

フロントサイドメンバ前部のクラッシュボックス機能領域の付け根にあたる部位は、下側にサスペンションフレームの前側取付部、外側にフロントフェンダエプロン前端部（ボックス構造状のフェンダサイドエプロン前端）の3つの高強度部材が結合する構造になっています。フロントサイドメンバ前部のクラッシュボックス機能領域を超えた力は、直後の強固な結合部で受止め3部位に分散されます。

(2) 前部低速度衝突における損傷診断のポイント

今回の損傷から想定される損傷特性を考えた場合、波及経路別の最終波及部位特定のポイントとして、フロントサイドメンバ前端部クラッシュボックス領域の状態、アンダロードパスを形成するサスペンションフレーム前部に取付けられたクラッシュボックス（フロントバンパエクステンション）の状態、フロントサイドメンバ前側3部位結合部の後部にあたる形状変化部位の状態、フロントサスペンションフレーム前部の状態確認などから、ロードパスごとの最終波及部位の特定を進めていくことが効率的な損傷診断につながると考えられます。

(3) 復元修理のポイント（構造や材質から復元修理を考える）

最新のプラットフォームに採用が増えている、ハリアーのようなフロントサイドメンバの前部でサイドメンバの外側や下部へのロードパスが接合されている構造の場合、フロントサイドメンバに加わる力が分散される反面、他のロードパスにからの力をフロントサイドメンバが受けることにもなります。フロントサイドメンバに損傷が発生する場合、複雑な構造や異なった材質の結合によって、損傷状態が複雑になる傾向があります。（今回は、前部は右方向、中央前部は左方向、全体は上方向へ変形している。）

フロントサイドメンバの寸法復元作業にあたり、高強度な部材が組合されていることから、引き力が分散しやすく、損傷部へ引き力に応じた力が伝わりにくい傾向があります。

基本修正作業の検討段階から、構造と材質、損傷特性を理解したうえで、的確な損傷診断の実施、ロードパスごとの段階的な引き作業など、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、形状修正においては、損傷部位に直接アクセスするための作業方法の検討などが必要と考えられます。

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

技術情報

トヨタ ハリアー (MXUA80) 後部衝突の損傷診断

1. はじめに

新型トヨタハリアー(MXUA80)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。また、前型モデルからの構造や材質の変更にもともなう損傷状態の変化についても説明します。

※ 構造説明の詳細については、構造調査シリーズ No.J-866 トヨタハリアー、自研センターニュース 2021年6月号を参照ください。

2. 後部損傷の衝突態様

衝突の態様は以下の条件で衝突したものです。

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

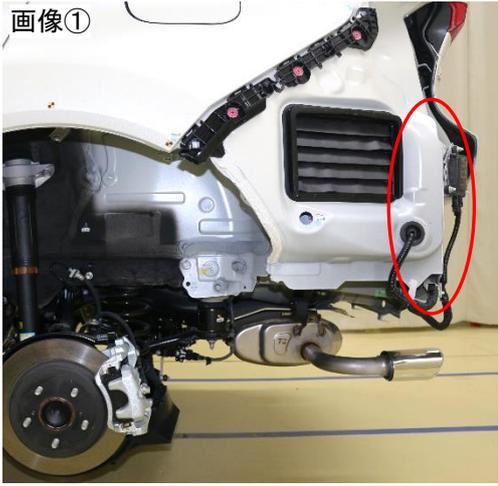
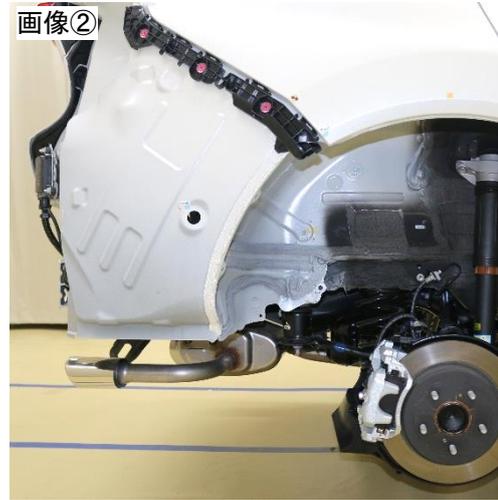
外観から確認した変化について、力の波及経路や変化の状態を説明します。

衝突前	衝突後
	

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。 ・リヤバンパに相手物との衝突による直接損傷が発生している。バックドアは非衝突。 ・エキゾーストテールパイプに修理を要する損傷は発生していない。 	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・リヤバンパカバーの変形にともない、左クォータパネルとの隙間に変化が生じているが、左クォータパネルや左テールランプに損傷は発生していない。 ・左リヤドアと左クォータパネルの隙間の変化は、計測上はわずかな開きがある程度で、修理を要する変化ではない。 	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
<p>右側外観は、修理を要する変化は発生していない。右リアドアと右クォータパネルの隙間は、計測上では、わずかに狭くなっているが修理を要する変化ではない。</p>	

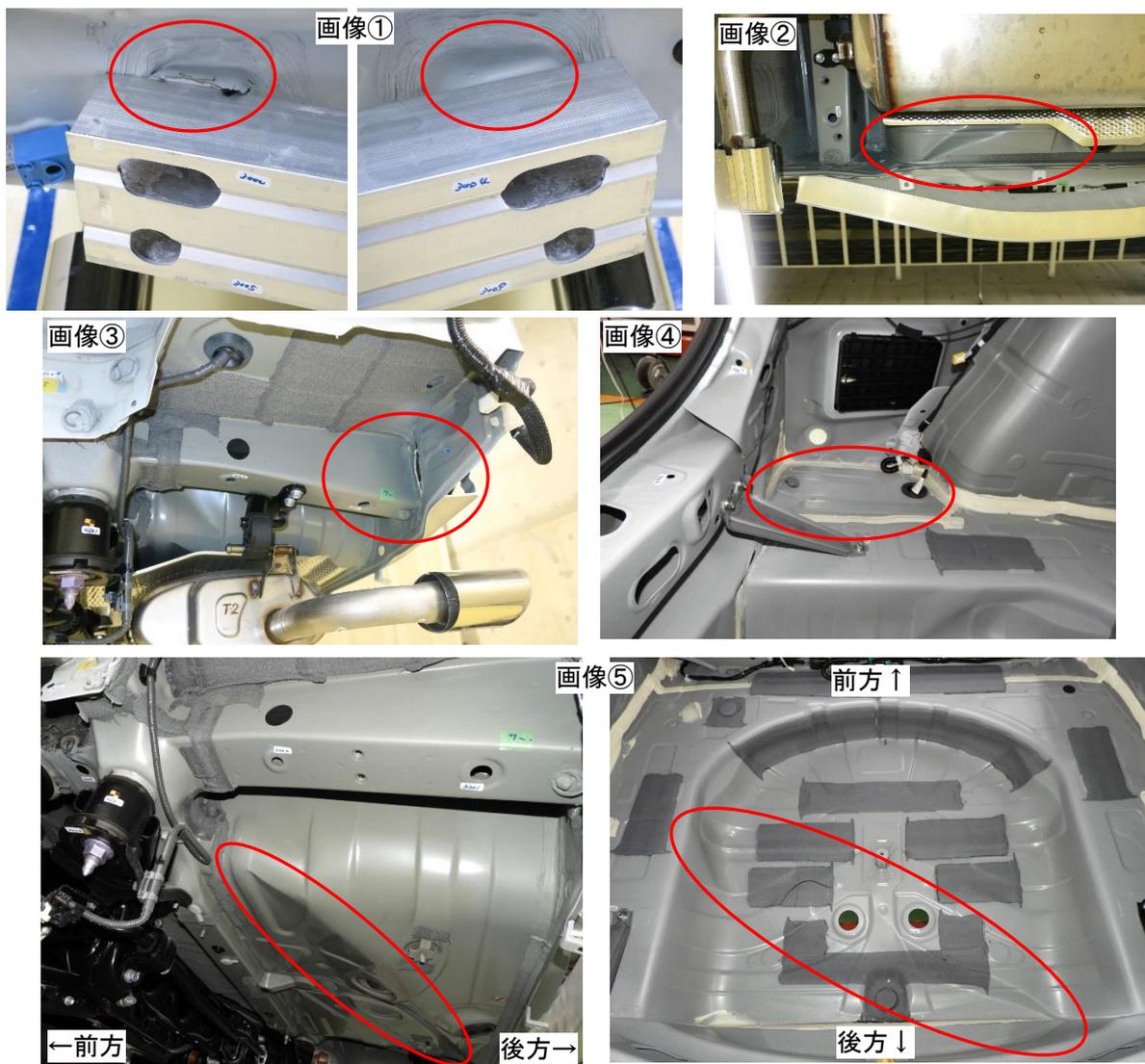
衝突前	衝突後
	<p>画像①</p> 
	<p>画像②</p> 
	<p>画像③</p> 
損傷状態	
<p>画像① ボデーロアバックパネル左側、左リヤサイドメンバ後部、リヤフロアに損傷が発生しているが、左リヤホイールハウス側への波及損傷はない。</p> <p>画像② 目視では確認できないが、右リヤサイドメンバ後部は、バンパラインホースからの力で右方向へ押出されている。右リヤホイールハウスへの波及損傷はない。</p> <p>画像③ 上方からの目視観察では、衝突後の変化は見受けられないが、計測上ではバックドアとクォータパネルの隙間は、左でわずかに狭く、右でわずかに広がっている。</p>	

(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	
<p>画像①</p> 	
<p>画像②</p> 	
損傷状態	
<ul style="list-style-type: none"> ・力はリヤバンパラインホースメント左側および、ボデーロアバックパネル左側、上部の環状構造部の下側を直接押し込み（赤枠部）、左リヤサイドメンバ後部およびリヤフロアの広い範囲（リヤフロアの前部まで）で波及損傷が発生している。 ・バックドア開口部の左右を形成するクォータパネルエクステンションおよび、アンダフロア右側の右リヤサイドメンバは、リヤバンパラインホースメントおよびボデーロアバックパネル上部環状構造部を経路として主に、右方向へ変化する損傷が発生している。 <p>※ 黄点線は、左右のクォータパネルエクステンションとボデーロアバックパネルの境界位置</p>	
寸法変化の状態	
<p>画像① バックドア開口部の寸法変化 ①:押し込みで 4mm 右方向へ 5mm ②:右方向へ 5mm ③:右方向へ 3mm ④:右方向へ 4mm ⑤:修理を要する変化なし。 ⑥:右方向へ 3mm</p> <p>画像② リヤサイドメンバの寸法変化 ①: 右方向へ 4mm ②:右方向へ 3mm ③: 右方向へ 3mm ④:修理を要する変化なし。</p>	

内板骨格の損傷状態

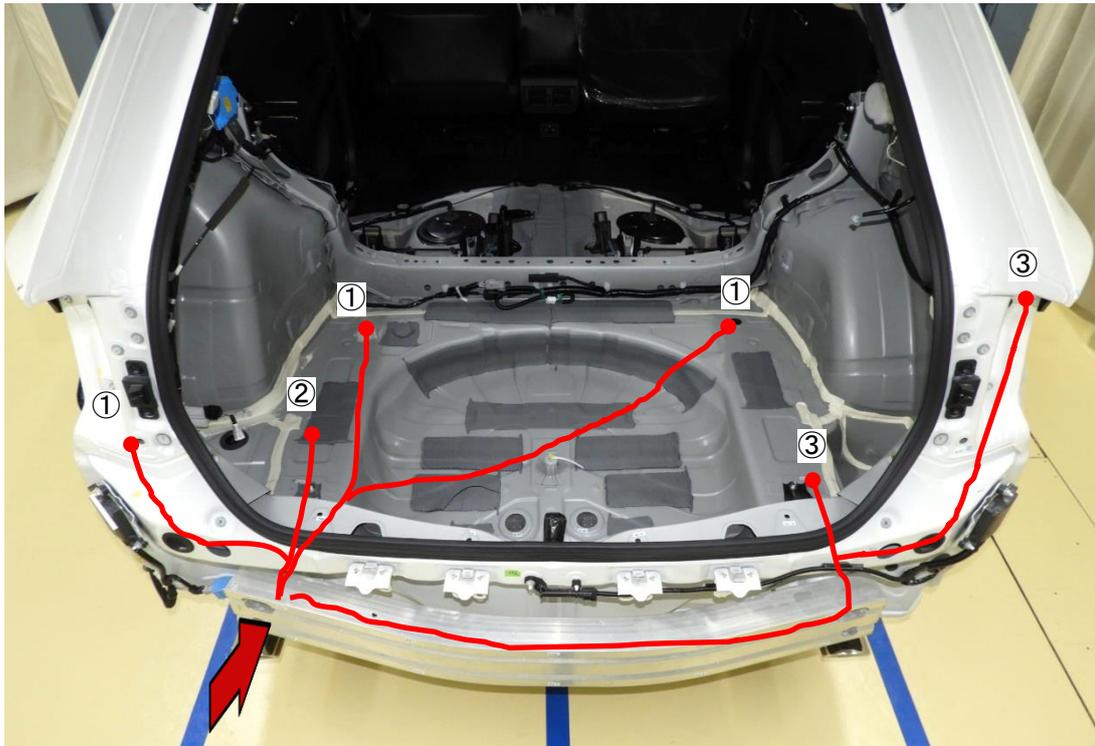


損傷状態

- 画像① リヤバンパラインホースメント左右取付部、クラッシュボックスの状態、左は押込みによる潰れ、右はラインホースからの力による右方向への押出し
- 画像② ボデーロアバックパネルからの押込みによるリヤフロア左後端部の折れ損傷
- 画像③ 左クラッシュボックスからの押込みによる左リヤサイドメンバ後部の損傷状態
- 画像④ ボデーロアバックパネルからの押込みによる左リヤフロアサイドパネルの損傷状態
- 画像⑤ ボデーロアバックパネルからの押込みによるリヤフロアパンの波及損傷の状態、対角線状に折れが発生している。

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
① ボデーロアバックパネル経路	<ul style="list-style-type: none"> ・左クォータパネルエクステンション下部（寸法変化） ・リヤフロアパン左右前部（歪み）
② 左リヤフロアサイドメンバ経路	<ul style="list-style-type: none"> ・左リヤサイドメンバ中央後部（寸法変化）
③ リヤバンパラインホースメント経路	<ul style="list-style-type: none"> ・右リヤサイドメンバ後部（寸法変化） ・右クォータパネルエクステンション中央下部（寸法変化）

5. 損傷特性に関する前型モデルとの比較について

新型ハリアーは前型モデルのプラットフォームを一新、TNGA（Toyota New Global Architecture）- Kプラットフォームを採用、高張力鋼板、超高張力鋼板、ホットスタンプ材やアルミ材の積極的な採用で軽量かつ低重心、さらに高いボデー剛性（前型比 1.78 倍）を確保、優れた操縦安定性を実現しています。

(1) 構造・材質、損傷波及状況や範囲の変化（衝突態様は同一）

① 部材の材質・形状

部材	新型ハリアー(MXUA80)	前型ハリアー(ZSU60W)
リヤバンパラインホース	高強度構造用アルミ合金	装着なし
ボデーロアバックパネル	普通鋼板(440MPa 未満) クラッシュボックス 高張力鋼板(440MPa)付	普通鋼板(440MPa 未満) 中央部にクロスメンバ付
クォータパネルエクステンション	普通鋼板(440MPa 未満)	
リヤフロアパン		
リヤフロアサイドメンバ	高張力鋼板(590MPa)	高張力鋼板(440MPa)
リヤフロアクロスメンバ	高張力鋼板(440MPa)	

② 波及経路別の最終波及部位

波及経路	最終波及部位	
	新型ハリアー(MXUA80)	前型ハリアー(ZSU60W)
ボデーロアバックパネル経路	<ul style="list-style-type: none"> 左クォータパネルエクステンション下部（寸法変化） リヤフロアパン左右前部（歪み） 	<ul style="list-style-type: none"> 左ルーフサイドラインホースメント下部（曲がり） リヤフロアパン左前部（歪み） 左クォータパネル、クォータウインド後端部（歪み）
左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中央後部（寸法変化） 	<ul style="list-style-type: none"> 左リヤフロアサイドメンバ後部（寸法変化）
リヤバンパラインホースメント経路	<ul style="list-style-type: none"> 右リヤサイドメンバ後部（寸法変化） 右クォータパネルエクステンション中央下部（寸法変化） 	<ul style="list-style-type: none"> 波及経路なし

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

修理情報

トヨタ ハリアー (MXUA80) 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通りです。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、溶接接合させているクォータパネルやボデーロア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
ボデーロアバックパネル	左側への押込みにより広い範囲で折れが発生している。 また、左リヤフロアサイドメンバ引出しのため、取外しまたはサイドメンバ周辺の切開が必要になるため取替えを選択
バックドア開口部 ・左クォータパネルエクステンション ・右クォータパネルエクステンション	・左クォータパネルエクステンションは、下部でボデーロアバックパネルからの波及損傷が発生しているため修正を要する。修正は基本修正の範囲 ・右クォータパネルエクステンションは、リヤバンパラインホームメントおよびボデーロアバックパネル上部環状構造帯からの波及により右方向に変化損傷しているため修正を要する。修正は基本修正の範囲
・左リヤフロアサイドパネル ・リヤフロアパン	・左リヤフロアサイドパネルはボデーロアバックパネルからの押込みにより後部で曲がり損傷が発生している。 ・リヤフロアパンは力に対して対角線状に折れが発生、左右の前部（クロスメンバ付近）まで波及損傷が発生している。 ・2部品とも基本・形状修正を要する。
・左リヤフロアサイドメンバリヤ ・右リヤフロアサイドメンバリヤ	・左リヤフロアサイドメンバリヤは、ボデーロアバックパネルに取付けられているクラッシュボックスからの波及により後端部（フランジ部）での折れが発生している。構造的に、後端部（フランジ部）まで筒状の2重構造になっており、修正が困難であるが、取替えのためには、リヤサスペンションの取外しおよび、無損傷のリヤフロアクロスメンバブラケットの取外しが必要になる。今回は波及範囲も後部に集中し狭いため、損傷の大きい後端フランジ部を含む中筒部分のみを溶接点で取外し取替えをし、損傷の小さい外筒側は、中筒側を取外すことでフロアパン側に残したまま形状修正することが可能になった。 ・右リヤフロアサイドメンバリヤは、リヤバンパラインホームメントからの波及で外側（右側）に押し出された誘発損傷。修正は基本修正の範囲

(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	多方向への強い引き作業が必要なため、4点固定でマウント（フレーム修正機：ブラックホーク・ウイニングアンカ）	
	② 事前計測作業	一部メーカー指定の計測点以外の、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	<p>目的 : バックドア開口部およびアンダフロア全体の粗修正 リヤバンパラインホースを原形に復元することでラインホースから加わった損傷を復元させる。</p> <p>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にチェーン巻付け</p> <p>引き方向 : 6時方向（やや7時寄り）、水平引き（ラム1本使用）</p>
		二回目	<p>目的 : リヤフロアパンの引出し</p> <p>クランプ位置 : ボデーロアバックパネル中央右寄りに穴あけ裏側にプレートをあてがいボデーロアバックパネル全体の引出しと同時にリヤフロアの引出しを行う。</p> <p>引き方向 : 6時方向、水平引き</p>
		三回目	<p>目的 : 左リヤフロアサイドメンバ振れ修正</p> <p>クランプ位置 : 左リヤフロアサイドメンバフランジ部切断後左右ウェブ面へクランプ</p> <p>引き方向 : 6時方向（やや7時寄り）、水平（やや下目）引き（ラム1本使用）</p>

作業内容		目的・方法・効果等
基本修正作業	④ 確認計測	<p>一回目</p> <p>目的 : リヤアンダボデーおよびバックドア開口部の復元状態の確認（引き2回目後の結果、ボデーロアバックパネル取外し前後で計測）</p> <p>結果 : バックドア開口部の寸法はおおむね基準値内であることを確認 アンダフロアはクラッシュボックス部（リヤバンパラインホースメントプレート）が引出されても、引きの力が左リヤフロアサイドメンバに十分伝わらず引きの効果は少ない。この後、左リヤフロアサイドメンバに直接クランプし引き作業を行う。</p>
		<p>二回目</p> <p>目的 : リヤアンダボデーおよびバックドア開口部の復元状態の確認（引き3回目の結果）</p> <p>結果 : バックドア開口部、アンダフロア、リヤフロアサイドメンバ高さ、基準値内を確認し基本修正終了</p>
形状修正作業		<ul style="list-style-type: none"> ・リヤフロアパネル板金 ・左リヤフロアサイドパネル ・左リヤフロアサイドメンバリヤ（外筒側）

[1] 基本修正作業内容

① 損傷車両のマウント状態

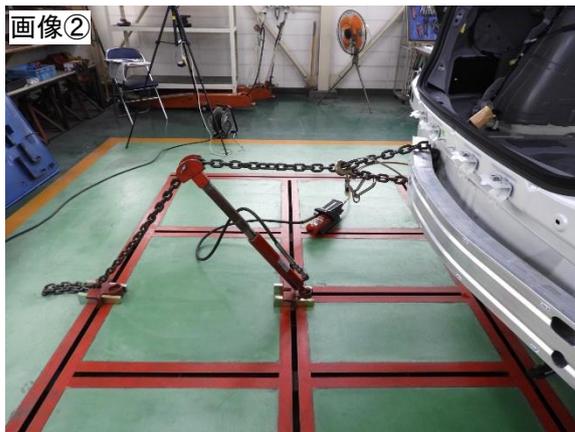


- ・ブラックホーク・ウイニングアンカによる4点固定の状態
- ・多方向へ大きな力で同時引き作業を行うことが想定される場合、4点固定が必要

③ 寸法復元作業（1回目）



画像①



画像②



画像③



引き作業後の状態

- 画像① リヤバンパラインホースメントへ衝突時と逆方向の力を加えることでボデー側を復元させる。
- 画像② 引き方向は6時方向（やや7時寄り）の水平引き
- 画像③ 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。
- 画像④ クラッシュボックスはボデーロアバックパネルの外側に取付けられているため、左リヤフロアサイドメンバへ引き力に応じた力が伝わらず、引きの効果が少ない。

③ 寸法復元作業（2回目）



画像① リヤフロアパンの折れ位置に近い位置で、ボデーロアバックパネルの引出しを行う。

画像② ボデーロアバックパネルを引出しながらフロアの折れ部分の空打ちを行い、正規位置への引出しを行う。

④ 確認計測（1回目）



画像① 無損傷のバックドアを使用して、開口部の復元状態を確認する。

画像②③ バックドア開口部の状態を、計測機（トラムトラッキングゲージ）を使用して確認する。

画像④ アンダフロアの復元状態を、計測機（トラムトラッキングゲージ）を使用して確認する。

バックドア開口部の状態はおおむね基準値内であるが、アンダフロアの寸法は修正不足があり再修正が必要。この後、左リヤフロアサイドメンバの単体修正を行う。

③ 寸法復元作業 (3 回目)



画像①



画像②



画像① 左リヤフロアサイドメンバの振れ修正、6時方向（やや7時寄り）、水平（やや下目）引き
画像② 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。

④ 確認計測 (2回目)



画像① アンダフロア、バックドア開口部とも、長さ、高さ、対角ともに基準値内を確認

画像② 左右のリヤフロアサイドメンバの高さ、平行度とも基準値内を確認し基本修正は終了

[2] 形状修正作業内容

左リアフロアサイドパネル

画像①



画像②



画像① ボデーロアバックパネルからの押込みをポールとチェーンブロックを使用して引出しながら修正を行う。

画像② フロアサイド引出し後、ハンマとドリーで損傷面の修正を行う。

リヤフロアパン

画像①



画像②



画像① ハンマの力がパネルに効率的に伝わるように、後方へ引張り（ポールとチェーンブロック）および下からの支え（ポートパワー）を行いながらの板金修正を行う。

画像② リヤフロアパン前部の板金修正

酸素・アセチレン溶接機によるリヤフロアパンの絞り作業



① ガス溶接機でパネルの赤熱

② 赤熱部の盛り上がりを叩き潰す

③ 濡れウエスでの急冷

④ 酸素・アセチレンガス

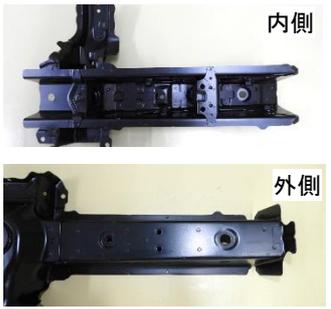
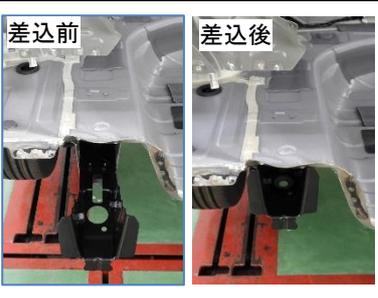
[3] 内板骨格部品取替作業事例（リヤフロアサイドメンバリヤ、後部の部分取替）

新型ハリアーのリヤフロアサイドメンバリヤは、構造的に後端部（フランジ部）まで筒状の2重構造になっているため後端部の比較的小さな損傷でも修正しにくい構造になっています。

リヤフロアサイドメンバリヤを取替える場合は、リヤサスペンションの脱着やリヤフロアクロスメンバブラケットの取替えが必要になります。

今回の損傷は、後端のフランジ部（中筒側）に折れ、および外筒側に変形が発生しました。

損傷範囲は狭く、リヤサイドメンバの後端部付近に集中していることから、リヤフロアサイドメンバリヤのフランジ部を含む中筒部分の溶接点で取替えをし、中筒部分を取外すことで外筒側の変形は修正可能になりました。

左リヤフロアサイドメンバリヤ、フランジ部（中筒部）一部取替作業		
		
① 損傷状態、後端&フランジに折れ	② 補給部品（リヤフロアサイドメンバリヤ）、内外の2重構造	③ 中筒を溶接点で取外し（内側）
		
④ 中筒を溶接点で取外し（外側）	⑤ 車両から中筒を取外し	⑥ 取替部位（左右フランジはクランプのためにカット済み）
		
⑦ 車体側（外筒）の形状修正	⑧ 中筒の取付けイメージ	⑨ 中筒を外筒に溶接

※ 取替作業に関する溶接点数：新品からの取外し溶接点23点、損傷部の取外し取付けとも、溶接点23点

[4] 仮組み・合わせ作業内容

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行います。

		
<p>① ボデーロアバックパネルの組付け</p>	<p>② ボデーロアバックパネルの計測位置決め</p>	<p>③ 左右テールランプの組付け</p>
		
<p>④ バックドアによる現物合わせ、隙間・段差確認調整し仮組み、合わせ作業完了。</p>	<p>⑤ タッピングスクリューによる位置決め（取外し後の位置決め用）</p>	<p>⑥ パネル接着剤塗布（可使時間 45 分のため迅速な作業が必要）</p>
		
<p>⑦ 溶接固定（スポット溶接）</p>	<p>⑧ 溶接固定（プラグ溶接）</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）

新型ハリアーは、アルミ合金製のリヤバンパラインホースメントを新装着（前型は装着なし）することで車体剛性、後方損傷性が向上しています。リヤバンパラインホースメントで受止めた力は、取付部の左右クラッシュボックス（リヤバンパラインホースメントプレート）を経由して左右のリヤフロアサイドメンバへ波及します。

バンパラインホースメント装着車は、装着なし車と比較した場合、バンパで受けた力の多くがリヤフロアサイドメンバに直接伝わります。今回のような角度の小さいオフセット衝突の場合、着力側の押込む力を吸収しながら、着力側と反対のリヤフロアサイドメンバを外側に押し出す方向に力が作用します。

また、新型ハリアーのリヤバンパラインホースメントは、クラッシュボックスの潰れストロークが短く、ボデーロアバックパネル後端部（上部の環状構造部）から大きく張出していないため、今回のような平面物との衝突では、リヤバンパラインホースメントが比較的小さな押込みでも、ボデーロアバックパネルと相手物が直接衝突する位置関係にあります。

リヤフロアサイドメンバは、前掲の通り後部から後端部（ボデーロアバックパネル取付けフランジ部）にかけて筒状に2重構造にすることで剛性強度を高めています。

(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）

今回の衝突による左リヤサイドメンバへの損傷は、後端フランジ部（中筒部）の折れ曲がりおよびフランジ周辺（外筒部）へ損傷が波及しました。全体の損傷範囲は狭く、強い折れや潰れがないことから外見的には修正可能な損傷に見えますが、後端のフランジ部まで2重構造になっていることから、剛性が高く損傷しにくい反面、小さな損傷でも板金修正がしにくい構造になっています。

リヤフロアサイドメンバは後部で分割補給されていますが、後部のリヤフロアサイドメンバリヤを取替える場合においても、付随作業としてリヤサスペンションの脱着およびリヤフロアクロスメンバとリヤフロアサイドメンバリヤにかぶさるように溶接されているT字型のリヤフロアクロスメンバブラケット（今回は無損傷）の取替えが必要になります。

今回の復元修理においては、損傷の大きいリヤフロアサイドメンバリヤの中筒部分のみを溶接点から取外し新品と取替えを行うことで、リヤフロアサイドメンバ本体（外筒部分）をリヤフロアパン側に残したまま板金修正することが可能になりました。

補修用の補給部品は、複数の部品を組合せ溶接接合した上で供給されている場合があります。

特に内板骨格部品においては複数のパネルを組合せ、一部品として供給する傾向があります。

効率的な復元修理の観点からも、部品の供給形態のみならず、供給部品の部分取替作業を視野に入れた検討も必要と思われる。

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

技術情報

ホンダ フィット (GR3) マルチパーパスカメラエイミング調整 について

1. はじめに

ADAS の再設定は所定の位置に設置したターゲットを認識させる静止エイミングと実走行中にセンサに必要な情報を認識させる走行エイミングの2種類があります。

ホンダ フィット (GR3) のマルチパーパスカメラの再設定には、上記2種類とも採用され選択肢が用意されています。

今回はマルチパーパスカメラの走行エイミング (以下、走行エイミング) 作業を紹介します。

他車種については自研センターニュース 2021 年 5 月号ヤリス、6 月号 MAZDA3、9 月号ハスラー、11 月号レヴォーグを参照ください。

2. 対象車両

ホンダ フィット GR3



3. 走行エイミングが必要な場合

【サービスマニュアル記載内容より】

以下の作業を行った場合、また HDS で以下の DTC 表示を確認した場合は、必ずマルチパーパスカメラのエイミングを行う

- ・マルチパーパスカメラユニットの脱着、交換した場合
- ・フロントウインドガラスの脱着、交換した場合
- ・マルチパーパスカメラのエイミングが必要な DTC：カメラエイミング未完了 B2A60-54

4. 走行エイミングに必要な条件

【サービスマニュアル記載内容より】

必須条件

- ・車速 18km/h 以上の定速、直線走行（R=600 以上の道路）

推奨環境

- ・車速 30km/h 以上の定速走行
- ・降雨、降雪、濃霧のない白昼
- ・電柱などの静止物標が点在する道路

完了の目安

- ・推奨環境で約 1km 程度の市街地走行で完了

5. 走行エイミングの作業手順

(1) フロントホイールアーチ高さ設定

- a. 左右のフロントホイールアーチ高さを測定して平均値を算出する



【参考】

今回の車両は右フロントホイールアーチが 644mm、左フロントホイールアーチが 650mm のため平均値は*647mm

※ $(644+650) / 2 = 647$

b. フロント ホイール アーチ高さの平均値から諸元値を引いて差(H)を求める

仕様	諸元値
2WD 車フロント ホイール アーチ ガーニッシュ非装備車	649mm
4WD 車フロント ホイール アーチ ガーニッシュ非装備車	674mm
フロント ホイール アーチ ガーニ ッシュ装備車	677mm

【参考】

今回の車両は 2WD 車フロントホイールアーチガーニッシュ非装着車、諸元値は 649mm のため差(H)は*-2mm

※ $647-649 = -2$

c. b. で算出した差(H)が下表のどの範囲に当てはまるか確認する

設定値番号は走行エイミングを実行する際に必要になるので記録する

設定値番号	差
1	$+5\text{mm} \leq H \leq +15\text{mm}$
2	$-5\text{mm} \leq H < +5\text{mm}$
3	$-15\text{mm} \leq H < -5\text{mm}$
4	$-25\text{mm} \leq H < -15\text{mm}$
5	$-35\text{mm} \leq H < -25\text{mm}$

【参考】

b. で算出した差(H)-2mm は $-5\text{mm} \leq H < +5\text{mm}$ に該当するので [設定値番号 2] と記録

(2) 走行エイミング

a. 故障診断機 (以下、HDS) を接続する

b. 「運転支援システム」 → 「単眼カメラ運転支援システム」 → 「アジャストメント」 → 「走行カメラエイミング」の順で HDS の項目を選択する

c. (1) の c. で記録した設定値番号を HDS の画面に従い入力する

この時マルチインフォメーションディスプレイ（以下 MID）に警告灯は以下のように表示される



交互に表示



d. HDS で走行エイミングを実施し必須条件、推奨環境を参考に車両を定速走行する



※画像は今回のエイミング実施中のMID

- e. 警告灯の点滅が消灯または点灯したら車両を安全な場所に停止させ HDS を確認する
 エイミングが完了すると、警告灯は消灯しブザーが吹鳴します。HDS には「エイミングが完了しました。安全な場所に停止して終了してください。」と表示される



※画像は今回の作業完了時の MID

- f. POWER スイッチを「OFF」→「ON」

- g. MID の画面表示で走行エイミングの完了を確認

6. まとめ

再設定対象	再設定種類	進捗表示	完了時のアナウンス
マルチパーパス カメラ	走行エイミングまたは 静止エイミング	—	MID の警告灯 ブザー音

進捗表示は確認することができませんが完了時は MID の表示変化やブザー吹鳴、HDS の画面で確認することができることから今回の作業は運転手 1 名でも作業が可能でした。

JKC (技術開発部／上原 朋也)

特別記事

道具・力の大きさの変化による 擦過傷の発生状況の検証

1. はじめに

自動車の外板パネルは、他物との接触により塗装面に擦過傷(スクラッチ傷)が生じる場合があります。日常生活の中での接触のように比較的軽微な力で擦過傷は発生するものの、擦過傷が鋼板に達するにはある程度大きな力を要することは、感覚としてご理解いただけると思います。

では、それらの擦過傷が生成されるには、どの程度の力を要するのでしょうか？ いたずら傷を発生させる要領で外板パネルに擦過傷を生成させ、塗膜の状態がどのように変化し、損傷が鋼板に達するにはどのくらい力を要したか実際に測定をしてみました。

2. 実験内容

身近にある様々な道具を用いて、下記2パターンで擦過傷を生成させ、損傷面を検証する実験を行いました。

■ パターン1 塗膜損傷

補修時には再塗装を要す状態となる擦過傷を生成させ、その際に要した力の測定・生成された損傷面を観察。

■ パターン2 同一荷重による検証

加える最大の力を、100N（小学1年生の最大握力程度、文部科学省『年齢別テストの結果』参照）で擦過傷を生成させ、損傷が鋼板に到達するかを検証。

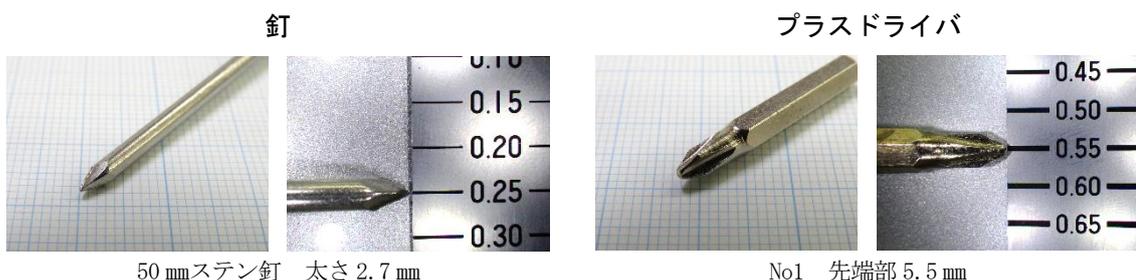
(1) 実験車両

車両：トヨタ マークX (DBA-GRX120)

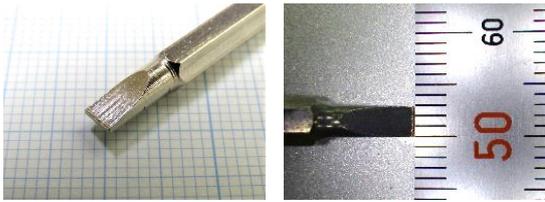
カラーコード：1F7 シルバーメタリック トランクパネル(未補修)

(2) 使用道具

釘、プラスドライバ、マイナスドライバ、鍵、カッター

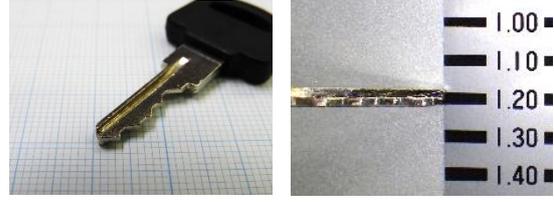


マイナスドライバ



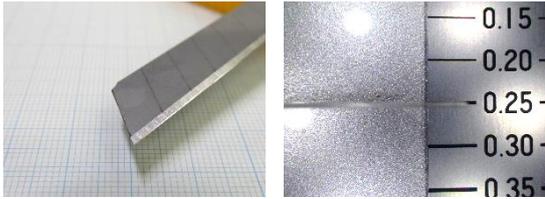
刃幅 3.0 mm

鍵



自転車用

カッタ



参考

(3) 測定道具

擦過傷生成時に加えた力の測定には、イマダ社製フォースゲージ『DST-1000N』を使用しました。各道具と M6 ネジを溶接し、フォースゲージに取り付けました。測定した力は 0.1 秒単位で記録されるため、擦過傷生成時に動画を撮影し比較検証しました。



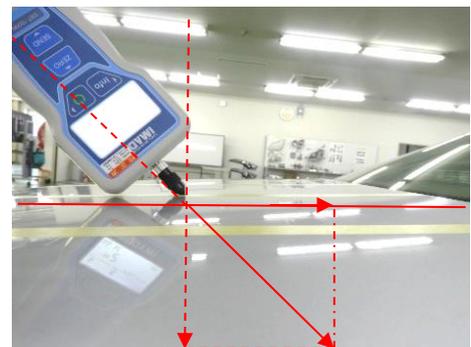
イマダ社製フォースゲージ DST-1000N。最大 1,000N までの押し引き方向の力を測定することが可能。



各道具と M6 メネジを溶接し、フォースゲージに装着。

(4) 測定方法

フォースゲージは押し引き方向の力でのしか測定できないため、右記写真の要領で 45 度の角度になるよう押し方向でパネルに傷を付け、その際にゲージに表示された力を測定しました。

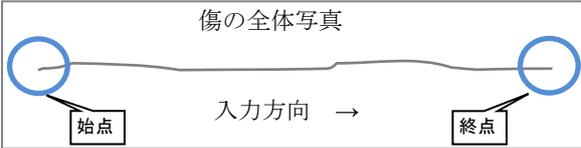
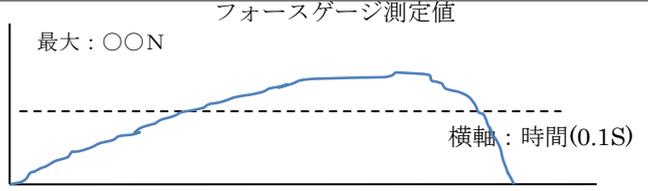
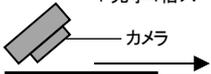
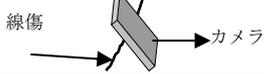


入力は、鋼板に対して 45 度の角度となる状態で傷を付け、その際にフォースゲージ上の数値を記録しました。

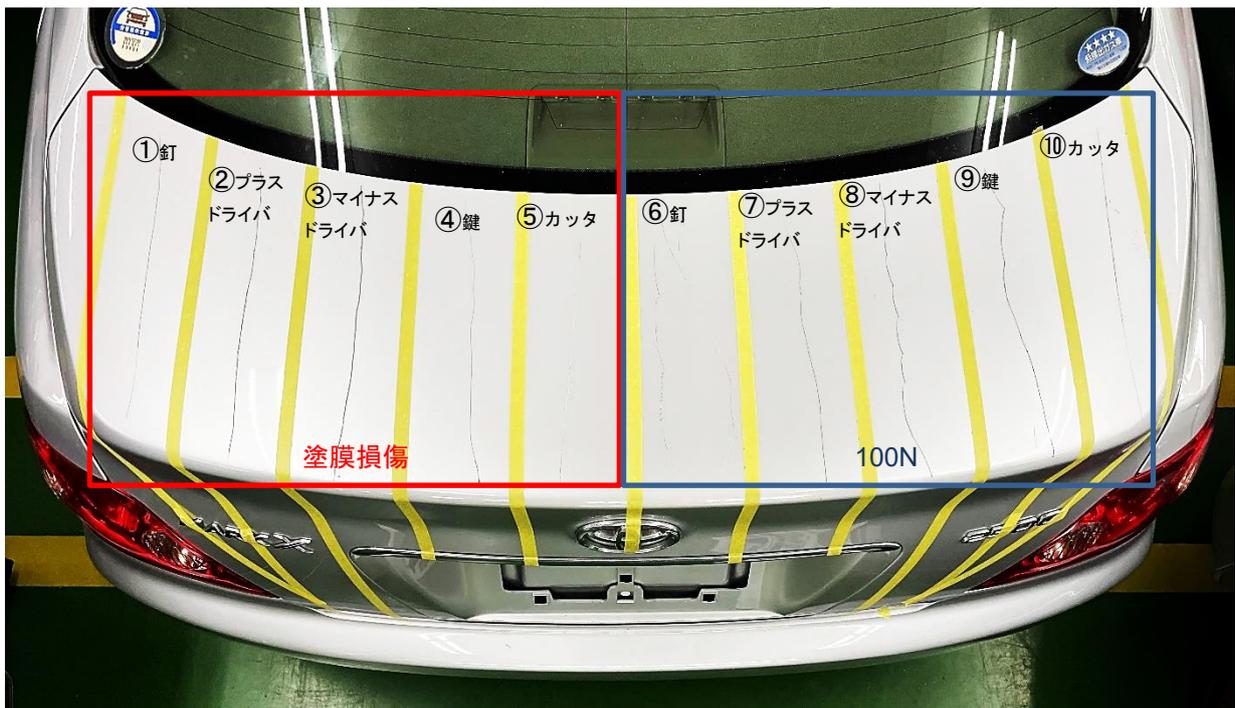
(5) 実験結果

実験の結果は下記の要領にてまとめました。

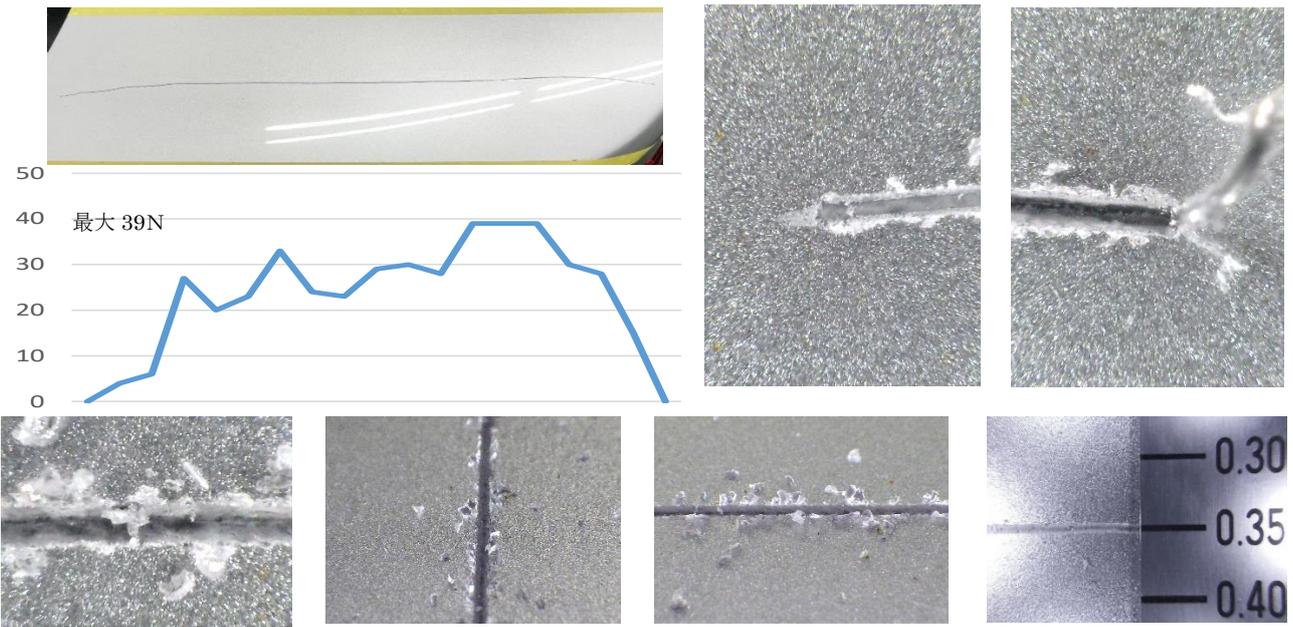
道具名 × ○○

 <p>傷の全体写真 入力方向 →</p>							
 <p>フォースゲージ測定値 最大: ○○N 横軸: 時間(0.1S)</p>	<p>始点のマクロ撮影写真</p>	<p>終点のマクロ撮影写真</p>	<p>傷の始点</p>				
<p>特徴的な損傷 マクロ撮影写真</p>	<p>傷のマクロ撮影写真 (傷の縦方向から斜めに撮影) 【デジタル顕微鏡モード +光学4倍ズーム】</p>  <p>カメラ</p>	<p>傷のマクロ撮影写真 (傷の横方向から斜めに撮影) 【1cmマクロ 光学4倍ズーム】</p>  <p>線傷 カメラ</p>	<p>クラックスケール写真 単位: mm</p>				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">傷の幅</td> <td style="width: 15%;">○○○</td> </tr> <tr> <td>傷の深淺</td> <td>○○○</td> </tr> </table>	傷の幅	○○○	傷の深淺	○○○			<p>傷の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・
傷の幅	○○○						
傷の深淺	○○○						

3. 実験結果

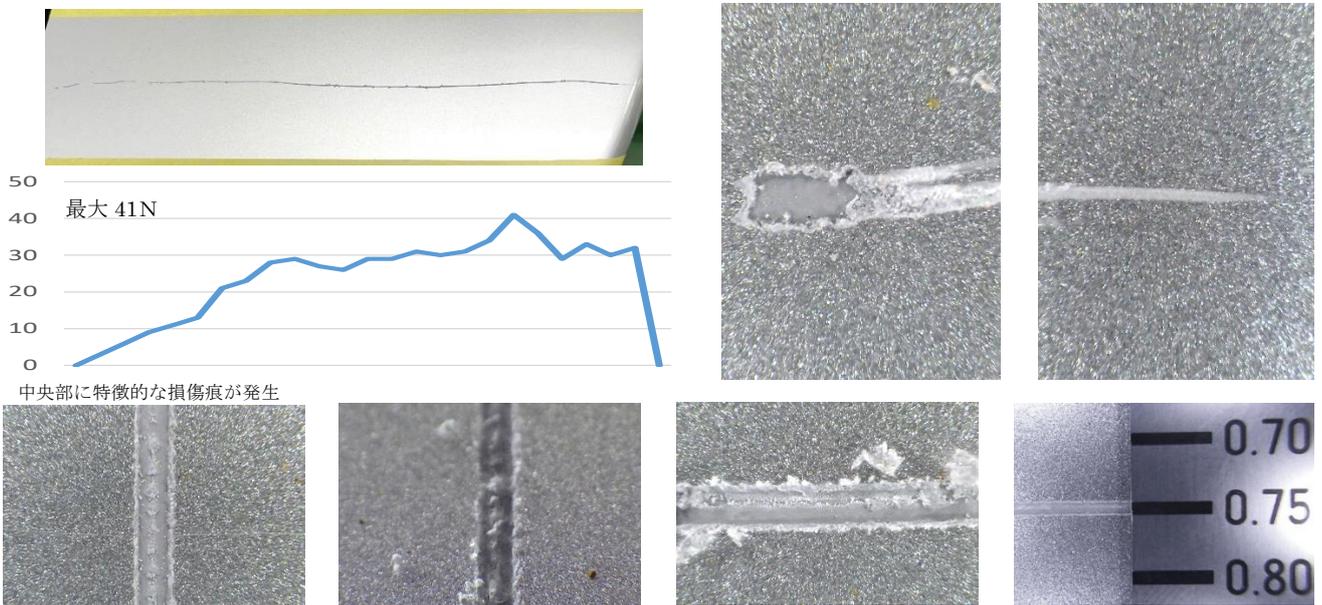


① 釘 × 塗膜損傷



傷の幅	0.35mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・傷の幅は一定、断面はV字状の直線状の傷が生成される。・塗膜の切粉が多数発生する。 ・鋭利な先端形状のため、比較的軽微な力で傷が生成された。 ・傷は深い、損傷は鋼板には達してはいない。
傷の深浅	深い		

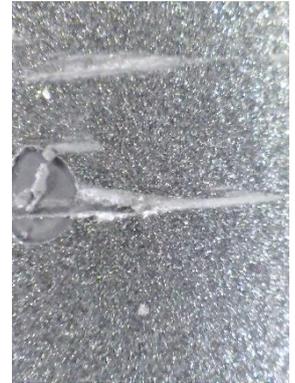
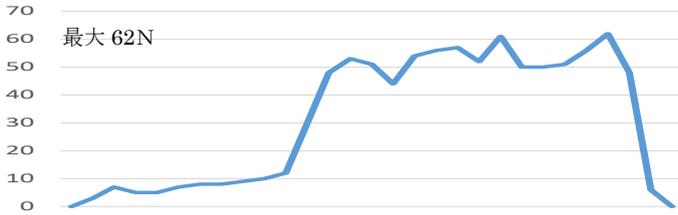
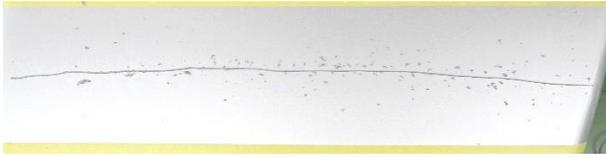
② プラスドライバ × 塗膜損傷



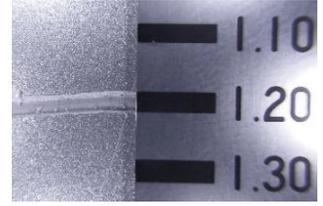
中央部に特徴的な損傷痕が発生

傷の幅	0.75mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・傷の幅は一定、V字状に削られた直線上の傷が生成される。・塗膜の切粉が多数発生する。 ・傷の中央や側面部にはドライバの突起部と接触によるものと思われる特徴的な損傷痕発生。 ・接触面積が大きく形状も滑らかであり、引っ掛かり発生せず。
傷の深浅	やや深い		

③ マイナスドライバ × 塗膜損傷

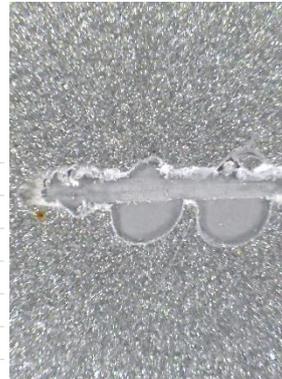
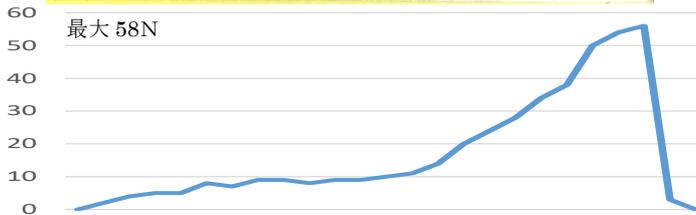
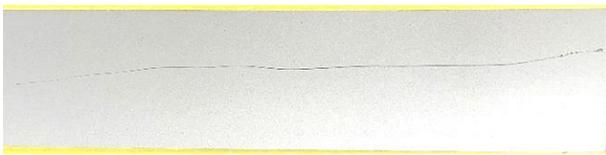


斜めになったドライバの形状が印象

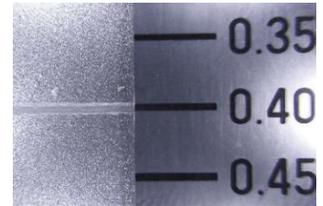


傷の幅	1.20 mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・初めは面で接触、クリア層が削れるも、中ほどよりドライバが傾き角部と接触、損傷がサフェーサ部に達する。・直線状の線傷が生成される。 ・塗膜の切粉が多数発生する。
傷の深浅	浅い		

④ 鍵 × 塗膜損傷

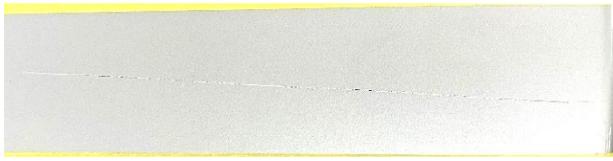


終端で塗膜剥離し力が最大となる。

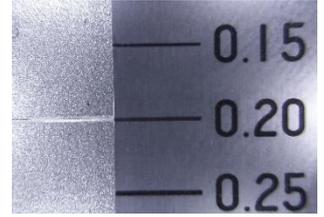
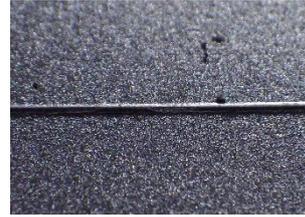
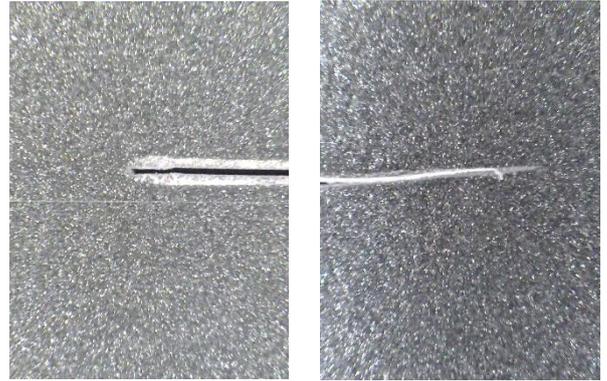


傷の幅	0.40 mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・傷の幅・断面とも一定の直線状の傷が生成される。・切粉の発生は少ない。 ・傷の終端で塗膜が剥離し、傷の生成のため加える力が大きくなる。 ・接触面積が大きく滑らかな形状であり傷は浅く、損傷は鋼板に達してはいない。
傷の深浅	浅い		

⑤ カッタ (参考)

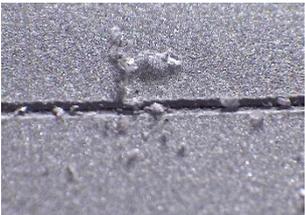
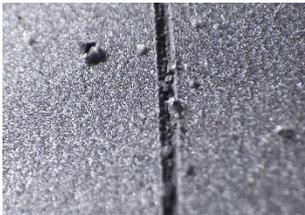
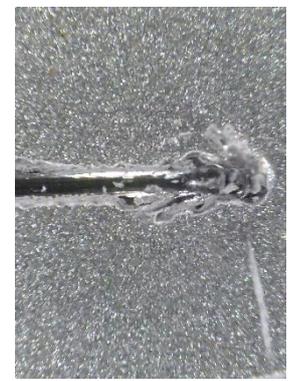
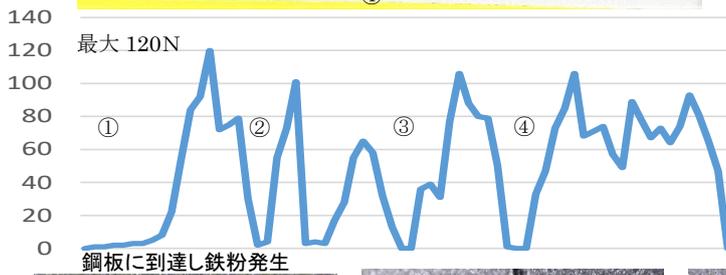
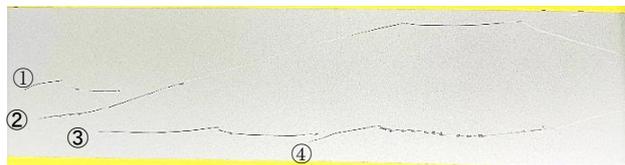


カッタの刃はフォースゲージに取付け不可能であった為グラフは省略、擦過傷の撮影のみとしました。



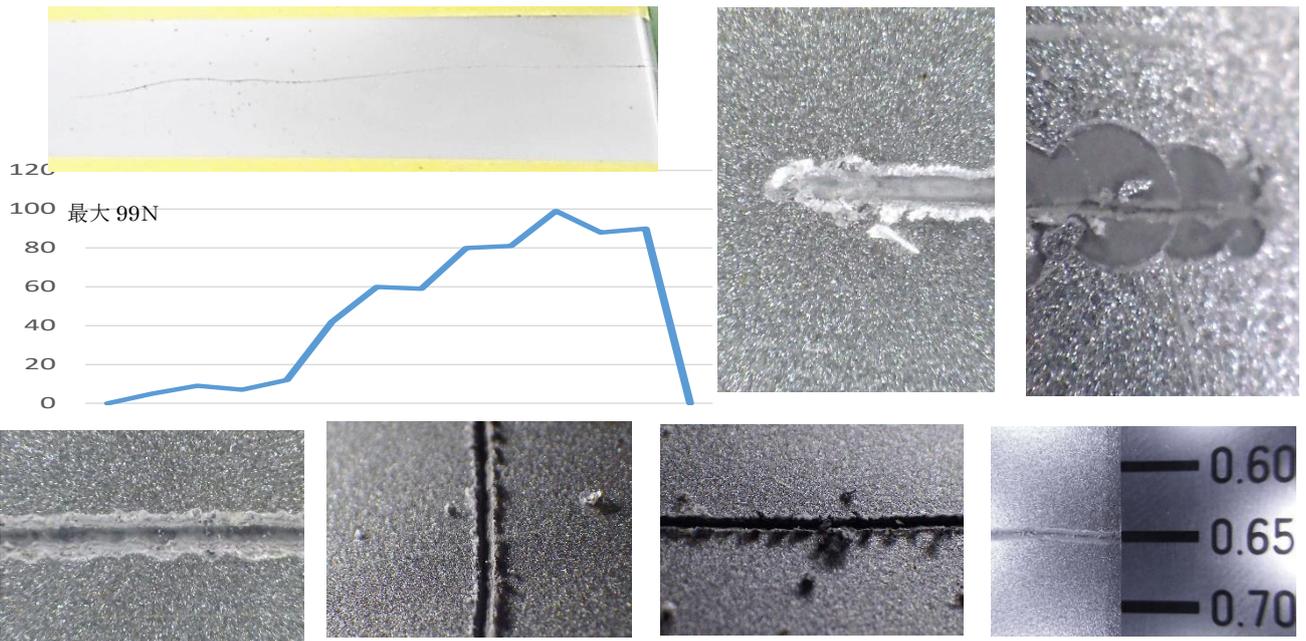
傷の幅	0.2mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・刃物特有の一直線状の損傷である。 ・塗膜の切粉は発生していない。・傷の片側に塗膜の浮き上がりが見られる。 ・塗膜の剥離・削れ量が少なく、目視上では損傷が鋼板に達しているかは判断し難い。
傷の深淺	深い		

⑥ 釘 ×100N



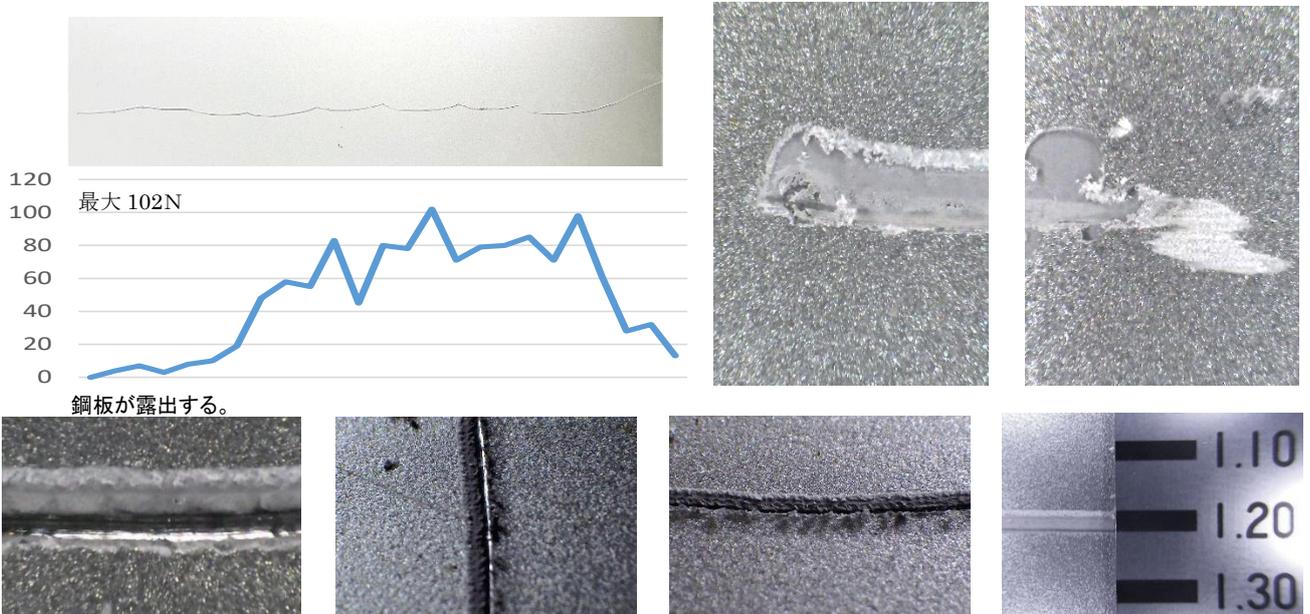
傷の幅	0.25mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・釘の先端部が容易に鋼板に到達したため引っ掛かりが発生し、不規則に飛ぶ傷が生成された ・引っ掛かりにより道具がパネルから離れてしまい、大きな力を加えるのは困難であった。 ・塗膜の切粉の他、鉄粉も発生する。・ギザギザした損傷面となる。・パネルも僅かに変形
傷の深淺	鋼板に到達		

⑦ プラスドライバ × 100N



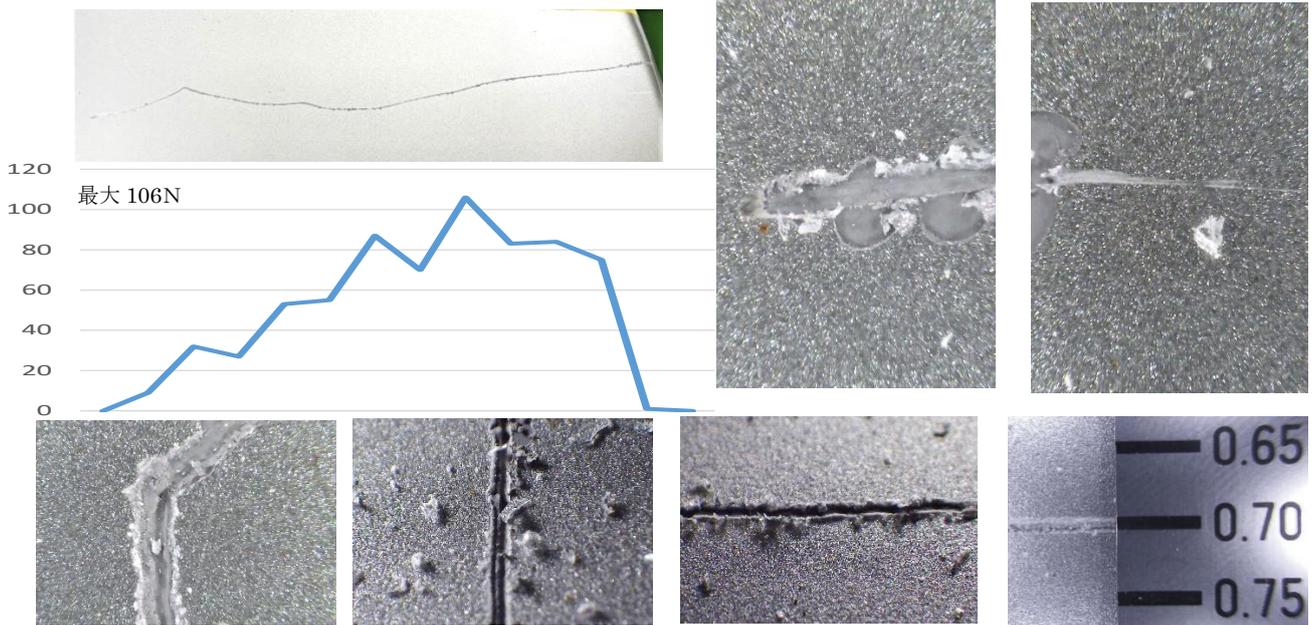
傷の幅	0.65 mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・最大99Nの力を加えたが、接触面積が大きいため損傷は鋼板に到達せず。 ・接触面積が大きいため、徐々に力を加えるも深部には到達せず一直線状の傷が生成された。
傷の深浅	深い		

⑧ マイナスドライバ × 100N



傷の幅	1.20 mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・初めは面で接触させるも、徐々にドライバが傾きドライバの角部と接触、損傷が鋼板に達する。 ・損傷が鋼板に到達後は引っ掛かりが発生しそれ以上力を加えられず。 ・損傷が鋼板に到達後、傷は直線状にならずギザギザした損傷面となる。
傷の深浅	鋼板に到達		

⑨ 鍵 × 100N

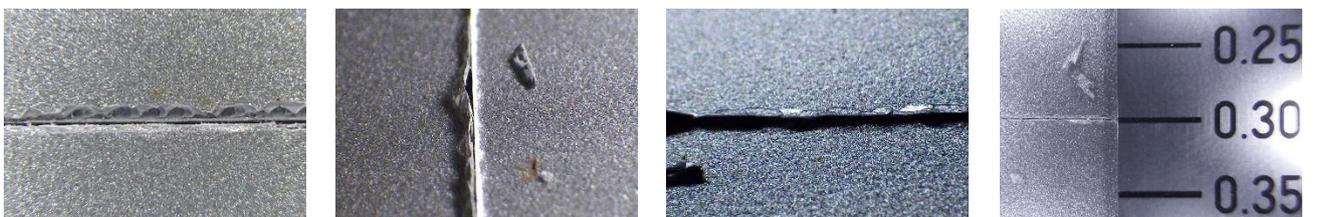
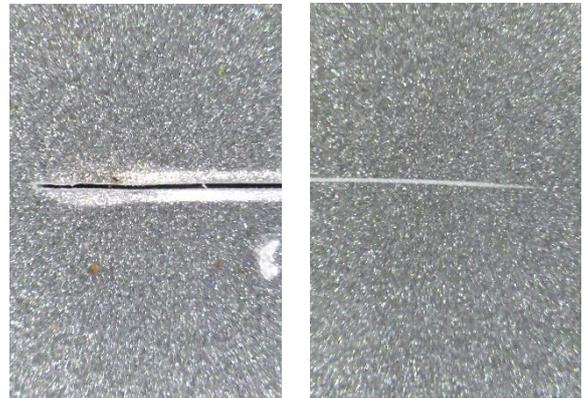


傷の幅	0.70mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 一度大きな引っ掛かりが発生するもサフェーサを通過する損傷にはならず、以降も道具の接触面積が大きく、鋼板に達する損傷にはならなかった。 引っ掛かり部を除けば、(1回目)と傷の深度の違いはあるが目視上の違いは無い。
傷の深浅	深い		

⑩ カッタ (参考)



カッタの刃はフォースゲージに取付け不可能であった為グラフは省略、擦過傷の撮影のみと致しました。



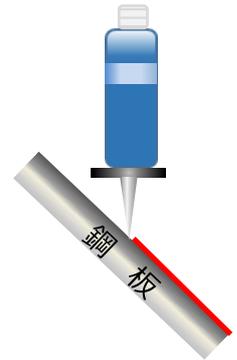
傷の幅	0.30 mm	傷の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 傷の両側に塗膜の浮き上がりが見られ傷面が目視出来ない為、損傷診断にはフェザエッジをとるのが望ましい。 切粉・鉄粉は発生せず、また特段大きな音は発生しない。 傷生成時、鋼板到達時に一度引っ掛かりが発生するも、(1回目)の損傷と目視上差が無い。
傷の深浅	鋼板に到達		

4. 実験のまとめ

撮影動画とグラフを比較検証した結果、下記結果が得られました。

■ 修正時には再塗装を要すレベルの擦過傷を生成させる実験

道具の接触面積にもよりますが、5N～大きくても10N程度と比較的小さな力で擦過傷が生成されることが確認できました。よって小さな子どもでも再塗装を要するレベルの擦過傷を生成させることは可能かと思われます(5Nとは約500g×重力加速度です)。



■ 100Nの力で擦過傷を生成させる実験

釘やマイナスドライバのように、接触面積が小さい道具・状態であれば、100N以下の力でも鋼板に達する損傷を生成することが確認できました(釘では約70Nで鋼板に到達)。

今回の作業者の握力は500Nでしたが、別途最大何Nの力で傷を生成させることが可能か実験を行った結果、傷を付ける際の体の姿勢や、継続的に力を加え続ける必要性より、180Nの力で傷を生成させるのが限度でした。よって、最大握力が約100Nである小学1年生程度の力で継続的に鋼板に到達するような擦過傷を生成させるには、道具の形状や姿勢等、条件が揃わない限り、生成させる難易度は高いといえそうです。



また損傷が鋼板に達したものは、損傷が直線状にならずギザギザ状の傷が生成され、それ以上の力を加えることができませんでした。これは、道具が鋼板に到達したことで引っ掛かりが発生したためですが、鋼板到達時の引っ掛かりは、塗膜により発生する引っ掛かりに比べ突破するのが極端に難しく、結果として引っ掛かりと反発が繰り返されることにより生成されます。

よってギザギザした擦過傷が生成されている場合は、引っ掛かりによって大きな力が加わっている＝損傷が鋼板に達している可能性がありますので、損傷診断時には、より注意深く確認する必要がありますといえそうです。

5. おわりに

擦過傷は比較的小さな力で生成されるも、鋼板に到達する擦過傷になるには大きな力を要します。損傷診断時には、道具や姿勢等、擦過傷生成に至った状況の確認をすることが重要です。

なお今回の実験はあくまで一つの事例であり、外板パネルの材質・形状・状態や固定方法、また接触物の材質・形状・入力角度の変化等により、実験結果は大きく異なります。よって取扱いにはご留意いただくようお願い致します。

JKC (研修部/内藤 祐基)



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



「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-896	トヨタ カローラクロス	ZSG10、ZVG11、ZVG15系

お申し込みは、当社ホームページからお願いいたします。

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

お問い合わ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

自研センターニュース 2022.1 (通巻556号) 令和4年1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。