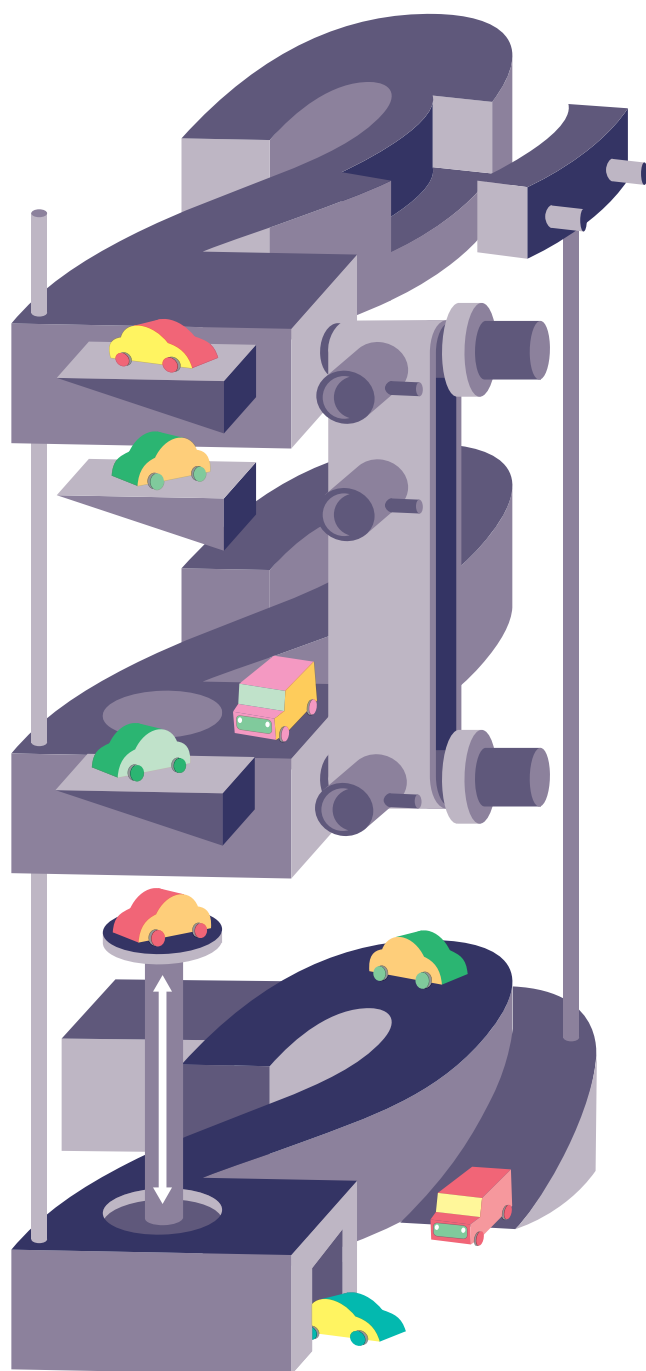


Jikencenter NEWS

自研センターニュース 令和4年2月15日発行
毎月1回15日発行(通巻557号)

2
FEBRUARY 2022



C O N T E N T S

技術情報.....	2
日産 ノート(E13) 前部衝突の損傷診断	
修理情報.....	10
日産 ノート(E13) 前部損傷の復元修理事例	
技術情報.....	18
日産 ノート(E13) 後部衝突の損傷診断	
修理情報.....	26
日産 ノート(E13) 後部損傷の復元修理事例	
技術情報.....	38
ドライサンプ方式の構造について	
「構造調査シリーズ」新刊のご案内.....	59

技術情報

日産 ノート (E13) 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。本編は新型日産ノート(E13)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、前型モデルとの構造や材質の変更にと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-880 ニッサンノート、自研センターニュース 2021 年 8 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。

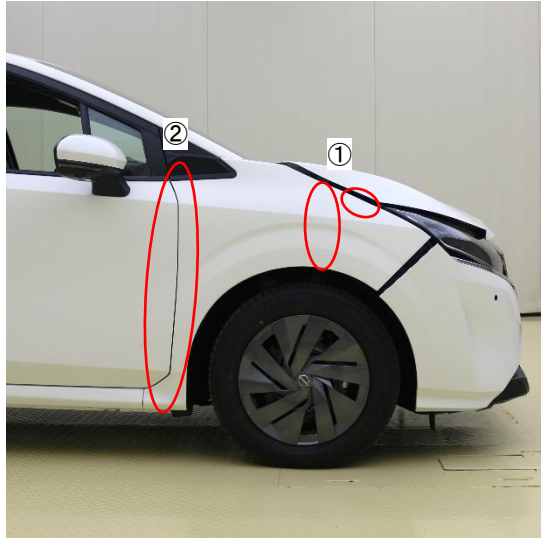
3. 損傷状態の説明

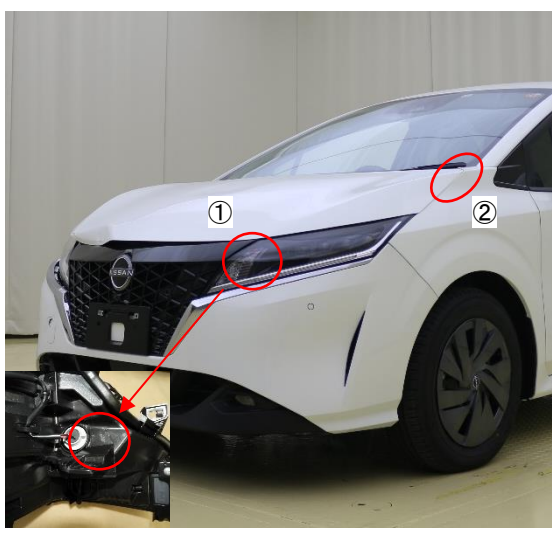
(1) 外観の損傷状態

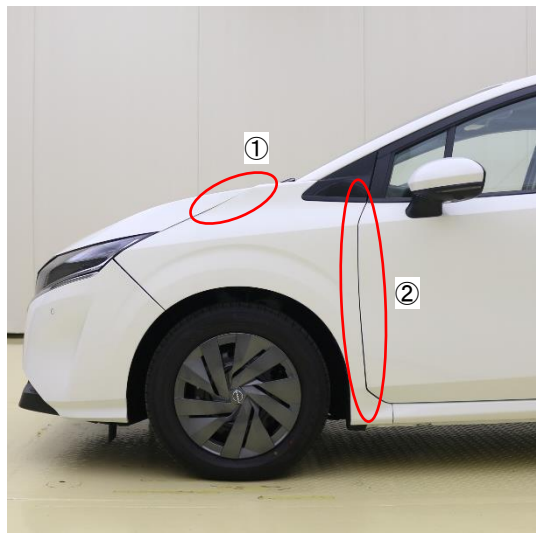
外観から確認した衝突による損傷について、力の波及経路やその状態を説明します。

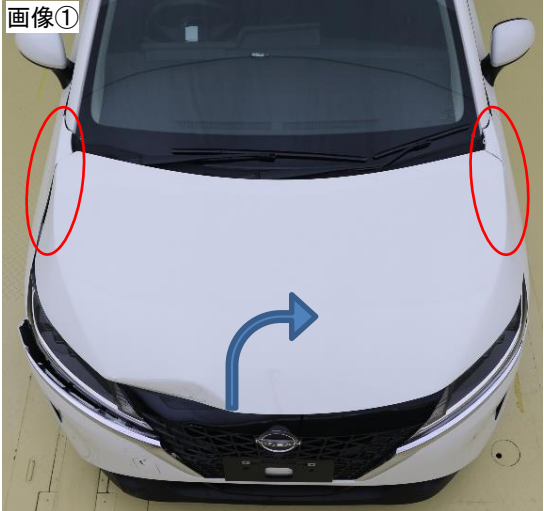
衝突前	衝突後
	

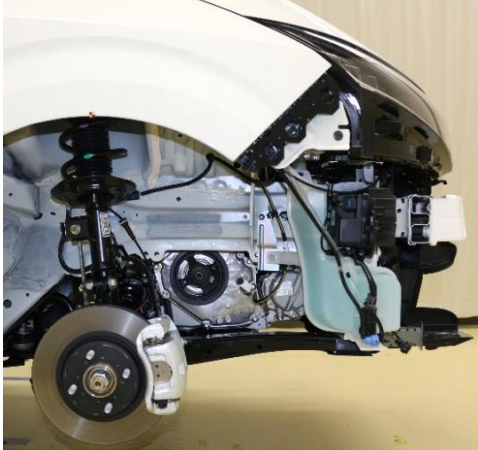
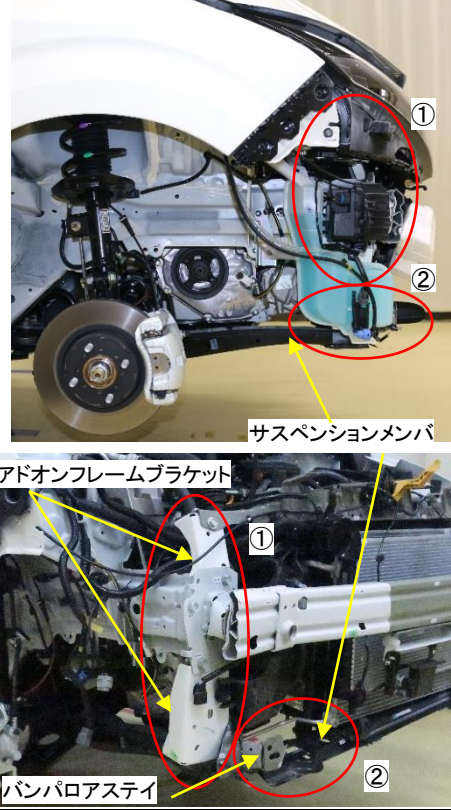
衝突前	衝突後
	
損傷状態	
・ 前部右寄り 40%の範囲で後方に押込まれている。 ・ フロントバンパ、右ヘッドランプ、フードに衝突相手物との直接損傷が発生している。	

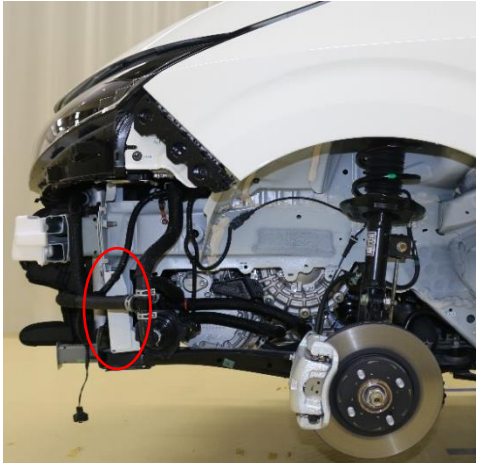
衝突前	衝突後
	  
損傷状態	
① 右フロントフェンダは、フロントバンパ、右ヘッドランプからの押込みで後退とともに上部中央取付部付近で折れ曲がりが発生している。 ② 右フロントフェンダの後退にともない、右フロントドアとの隙間は狭くなっているが干渉はしていない。	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
① フロントバンパからの波及により、左ヘッドランプがラジエータコアアッパサポートと干渉しヘッドランプハウジングが割れている。 ② フードはロック部を中心に右回転したため、フード左後部と左フロントフェンダ後部が干渉し、左フロントフェンダに損傷が発生している。	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
① フード移動による左フロントフェンダとの干渉により隙間が狭くなっている。 ② 左フロントフェンダと左フロントドアの隙間が上下ともに若干狭くなっている。	

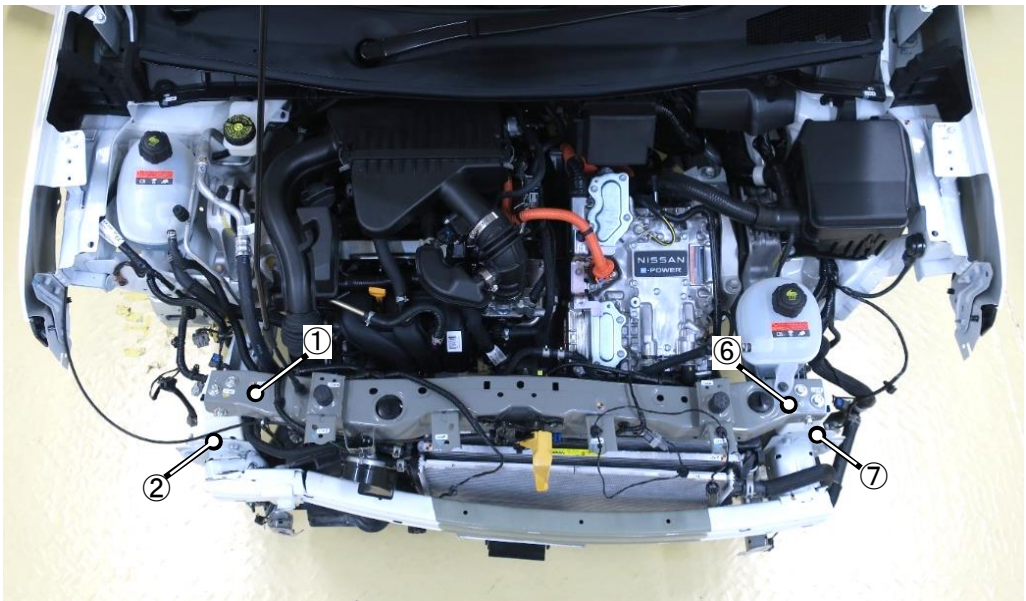
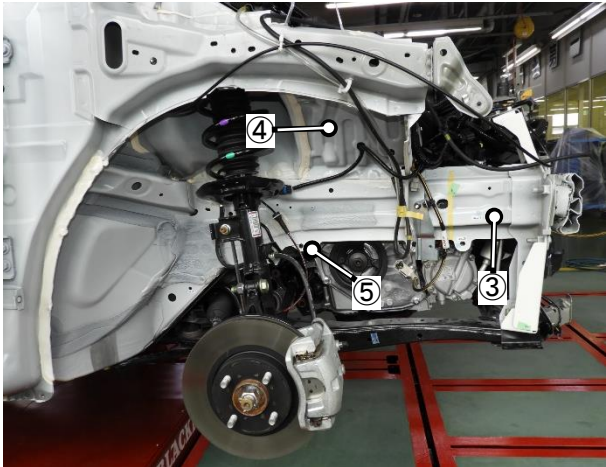
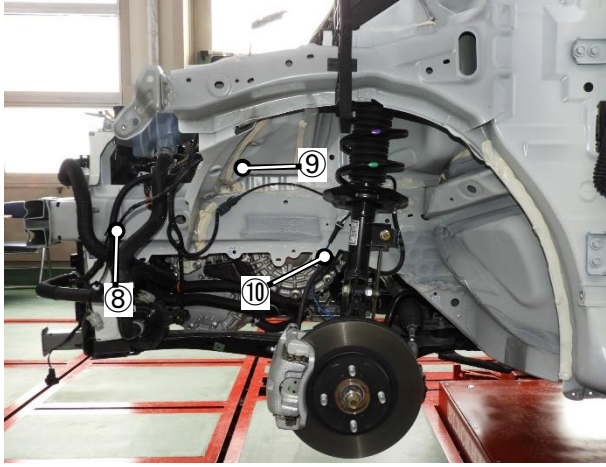
衝突前	衝突後
	画像①  画像②  右ヒンジ部  左ヒンジ部 画像③  フェンダ損傷部
損傷状態	
画像①② 右前部からの力によりフードパネルはフードロック部を中心に右回転するとともに、左右ボンネットヒンジはアーム部が左方向へ変形、損傷が発生している。 画像③ 左フロントフェンダはフードとの干渉により変形損傷している。	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
① 前方からの力により、バンパレインフォースおよびクラッシュボックスの潰れ、右フロントサイドメンバ先端に取付けられたアドオンフレームブラケットに折れ曲がりが発生している。 ② フロントサスペンションメンバは、フロントクロスメンバ部右側の直接損傷および、右フロントバンパロアステイからの波及による取付部の曲がりが発生している。 ・右フロントサイドメンバ本体部分は、目視による折れや曲がり確認できないが、外側（右方向）への振れ損傷が発生している。	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
・目視による確認はできないが、フロントバンパレインフォースからの波及により、左サイドフロントメンバおよび左フロントストラットハウジングが外側（左方向）への振れ、誘発損傷が発生している。 ・左アドオンフレームブラケット（赤丸部）が、バンパレインフォースおよびフロントサスペンションメンバからの波及によるねじれおよび下部の後退が発生している。	

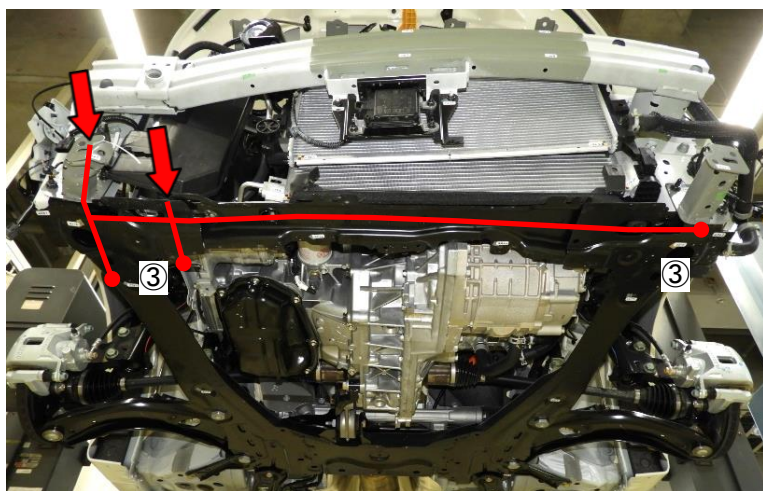
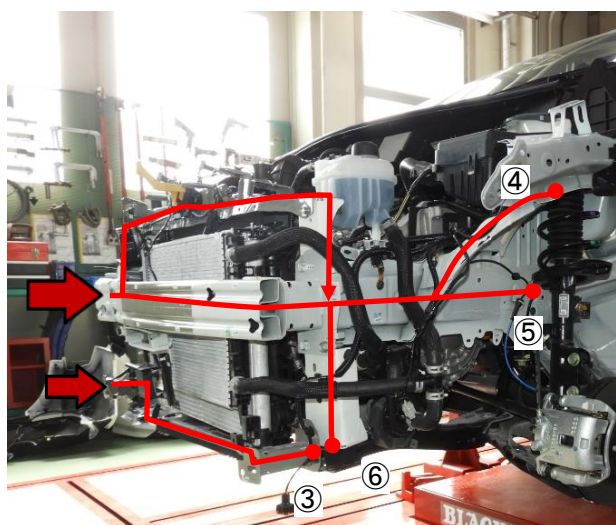
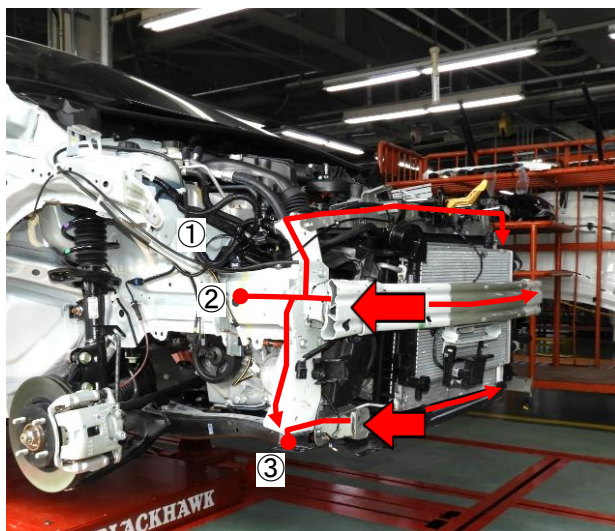
(2) 内板骨格の損傷状態

衝突による内板骨格の主要箇所の計測結果値を説明します。

衝突後		
		
		
損傷状態		
右前部への押込みにより、フロントバンパレインフォース右側での亀裂損傷、ラジエータコアサポートおよび右アドオンフレームブラケットは後方への押込み、折れ曲がりが発生している。 フロントサイドメンバは左右とも外側へ押出される損傷が発生している。		
右（着力）側の状態	左側の状態	
① ラジエータコアアップサポート右上部は、後方へ34mm、左方向へ6mm、上方向へ10mm 変化している。 ② 右フロントサイドメンバ前端部は右方向へ6mm 変化（他は基準の範囲内）している。 ③ 右フロントサイドメンバ前部は、右方向へ6mm 変化（他は基準の範囲内）している。 ④ 右フロントストラットハウジング前部に、修理を要する寸法上の変化はない。 ⑤ 右フロントサイドメンバ中央後部に、修理を要する寸法上の変化はない。	⑥ ラジエータコアアップサポート左上部は、後方へ11mm、左方向へ6mm、下方向へ5mm 変化している。 ⑦ 左フロントサイドメンバ前端部は左方向へ13mm、下方向へ3mm 変化している。 ⑧ 左フロントサイドメンバ前部は、左方向へ10mm 変化（他は基準の範囲内）している。 ⑨ 左フロントストラットハウジング前部は、左方向へ6mm 変化（他は基準の範囲内）している。 ⑩ 左フロントサイドメンバ中央後部は、左方向へ4mm 変化（他は基準の範囲内）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前部（寸法変化）インナ側（小歪み）

③ 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メンバ右前部・左前部（折れ・潰れ）

④ 誘発損傷最終波及部位（アップ）

左フロントストラットハウジング中央前部（寸法変化）

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中央後部（寸法変化）

⑥ 誘発損傷最終波及部位（アンダ）

フロントサスペンションメンバ左前部（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

新型ノートは前型モデルのVプラットフォームからCMF-Bプラットフォームに一新しています。前型から、ステアリング剛性が90%、ボデー剛性が30%、サスペンション剛性が10%向上しています。ボデーフロント部では、材質面で高張力（超高張力）鋼板化のさらなる推進、構造面でバンパレインフォースクラッシュボックスの大型化、アドオンフレームブラケットの上下一体化など、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。

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

	新型ノート(E13)	前型ノート(E12)
フロントバンパレインフォース	ビーム部 超高張力鋼板(1300MPa) クラッシュボックス部 超高張力鋼板(980MPa)	超高張力鋼板(980MPa)
アドオンフレームブラケット ラジエータコアサポートサイド	高張力鋼板(590MPa)	
フードレジ	レインフォース部 普通鋼板(440MPa 以内) ストラットハウジング部 高張力鋼板(590MPa)	普通鋼板(440MPa 以内)
フロントサイドメンバ	高張力鋼板(590MPa) ダッシュ～フロントフロア部 超高張力鋼板(1300MPa)	高張力鋼板(440MPa)
ダッシュパネル	高張力鋼板(590MPa)	普通鋼板(440MPa 以内)
フロントサスペンションメンバ	井桁状サブフレーム（一体型）	H型ビーム式 e-POWER 井桁状サブフレーム（一体型）

② 波及経路別の最終波及部位

波及経路	新型ノート(E13)	前型ノート(E12)
右側：アップロードパス	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前部（寸法変化） インナ側（小歪み）	右フロントサイドメンバ前部（折れ・潰れ）
右側：アンダロードパス	フロントサスペンションメンバ右前部（折れ・潰れ）	
左側：誘発損傷	- 左フロントストラットハウジング中央前部 - 左フロントサイドメンバ中央後部 - フロントサスペンションメンバ左前部 3部位いずれも寸法変化	- 左フロントサイドメンバ中央前部 - フロントサスペンションメンバ左前部 2部位いずれも寸法変化

修理情報

日産 ノート (E13) 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
ラジエータコアアッパサポート 右アドオンフレームブラケット 右フロントサイドメンバコネクタ	衝突相手物からの直接的な押込みによる折れや曲がり、フロントバンパレインフォースからの波及損傷あり、3 部品とも取替えを選択。
右サイドフロントメンバ	フロントバンパレインフォースおよび右クラッシュボックス部は、折れや亀裂、潰れが発生しているが、右サイドフロントメンバ本体に潰れや折れはなく、クラッシュボックス取付面の変形および全体が右方向へ押出される損傷が発生している。基本修正および先端部の形状修正が必要。
左アドオンフレームブラケット 左フロントサイドメンバコネクタ 左サイドフロントメンバ 左フロントストラットハウジング	左側骨格は、フロントバンパレインフォースおよびフロントサスペンションメンバからの波及により左方向への押出しによる誘発損傷が発生している。左アドオンフレームブラケットおよび左フロントサイドメンバコネクタはねじれが大きく取替えを選択。左サイドフロントメンバおよび左フロントストラットハウジングは基本修正の範囲。
フロントサスペンションメンバ	左右のアドオンフレームブラケット下部で結合しているクロスメンバ部右側への直接損傷および右バンパロアステイからの波及による折れ損傷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：コーレック）	
	② 事前計測作業		フロント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	左右サイドフロントメンバおよび左フロントストラットハウジングの寸法修正
			クランプ位置	フロントバンパレインフォース右クラッシュボックス内側へチェーン巻付け
			引き方向	12時方向、水平引き（ラム1本使用）
		二回目	目的	ラジエータ・コンデンサおよびエンジンルーム内補機、取外しスペースの確保
			クランプ位置	右アドオンフレームブラケット上部
			引き方向	12時方向、水平引き（ラム1本使用）

作業内容			目的・方法・効果等	
	④ 確認計測	一回目	目的	フロントサスペンションメンバ取外し後の計測 フロント骨格の寸法復元状態の確認（引き 1・2 回目の結果）
			結果	各部の寸法（長さ、幅、対角、水平度）は基準の範囲であることを確認、基本修正は完了
形状修正作業			右サイドフロントメンバ前部、インナ側アドオンフレームブラケット取付部に歪みがあり右アドオンフレームブラケットおよび右フロントサイドメンバコネクタ取外し後、形状修正を要する。	

[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。
- ・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。

② 事前計測作業

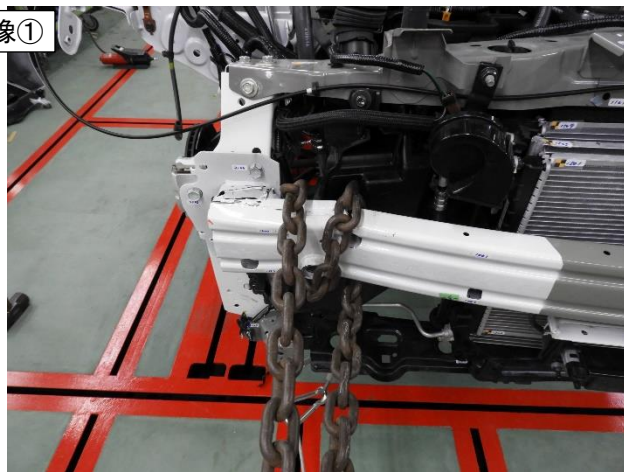


フロントサスペンションメンバが付いた状態での測定のため、一部メーカー指定の計測点での測定ができないところもあり、左右や無損傷部位との対比計測などを補完し、損傷状態を把握している。

③ 寸法復元作業（1回目）



画像①



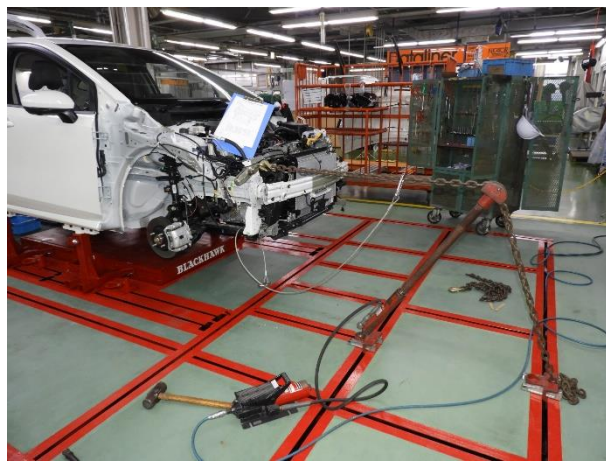
画像②



画像① 強固（超高張力鋼板）なバンパレイnfォースを原形にもどすことで外側に押出された左右のサイドフロントメンバを正規の位置にもどす効果が期待できる。

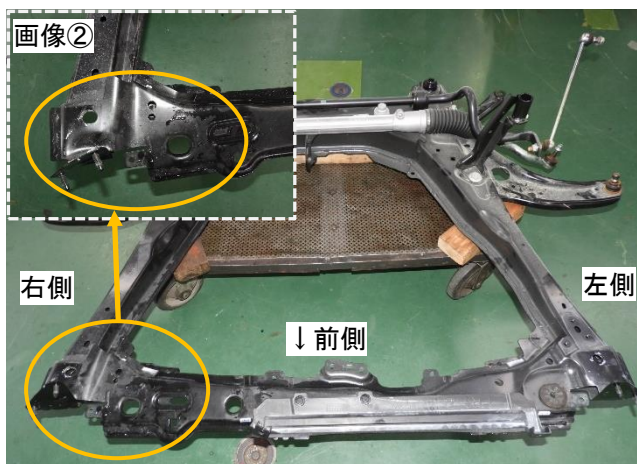
画像② 引き作業中の空打ちにより残留応力を取除き、スプリングバック量を減少させる。

③ 寸法復元作業（2回目）



後方に倒れ込んでいた右アドオンフレームブラケット、後方に押込まれているラジエータコアアッパサポートを引出すことで、エンジンルーム内のスペースをもとにもどしラジエータやコンデンサ、エンジンルーム内の補機類の取外し作業をできるようにする。

④ 確認計測（1回目）



画像① フロントサスペンションメンバ、エンジン補機類を取外した状態

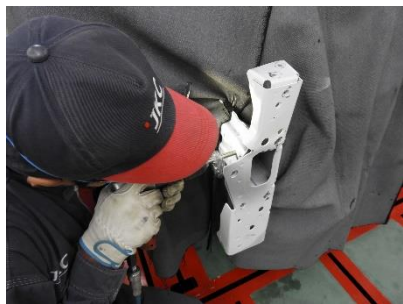
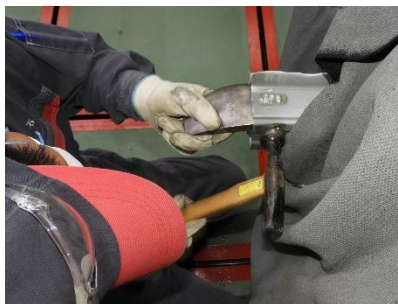
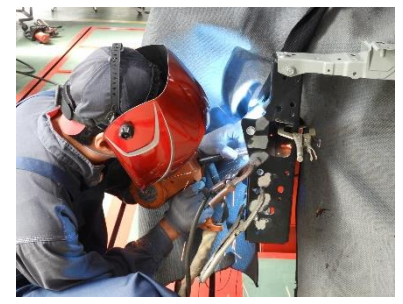
画像② 取外したフロントサスペンションメンバ（黄丸部が損傷部）

画像③④ フロントサスペンションメンバを取外し、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

※ 計測の結果、各部の寸法（長さ、幅、対角、水平度）は基準の範囲であることを確認、基本修正は終了

[2] 右サイドフロントメンバの形状修正および右アドオンフレームブラケット取替作業

右サイドフロントメンバ先端部インナ側アドオンフレームブラケット取付部に変形があり、アドオンフレームブラケット取外し後、形状修正を行う。

右サイドフロントメンバの形状修正および右アドオンフレームブラケット取替作業		
		
① 右アドオンフレームブラケット 取外し作業	② 右アドオンフレームブラケット 取外し後	③ 右サイドフロントメンバインナ側の 形状修正
		
④ 右アドオンフレームブラケット 新部品の溶接点の穴あけ	⑤ 右アドオンフレームブラケット の仮組み	⑥ 右アドオンフレームブラケットの 正規位置出し計測
		
⑦ 右アドオンフレームブラケットの 仮溶接による仮固定	⑧ バンパレインフォース組付け による位置確認	

[3] 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艀装品を取付け、隙間や段差が正規な状態になることを確認したうえで、再度艀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しておきます。

		
① フード組付け	② フロントフェンダ組付け	③ 隙間や段差の確認・調整
		
④ 左右ヘッドランプ組付け	⑤ フロントバンパ組付け	⑥ 隙間・段差の確認調整
		
⑦ 仮組み・合わせ作業完了。この後、艀装品分解のうえ本溶接	⑧ アドオンフレームブラケットの本溶接作業（プラグ溶接）	⑨ アドオンフレームブラケットの本溶接作業（スポット溶接）

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）

新型ノート（E13）採用の CMF・B プラットフォームでは、フロントバンパレイnfォースのビーム部の強化およびクラッシュボックスの大型化により、着力側（右側）の損傷は、前型ノート（E12）では右サイドフロントメンバ前部に折れ（前部半裁取替）、全体は外側および下方向への移動が発生する損傷状態から、新型ノートでは、バンパレイnfォース取付面（アドオンフレームブラケット）の変形にともなうサイドフロントメンバ先端インナ側のわずかな歪みと外側への移動（開き）にとどまっています。

反面、左側への誘発損傷の状態は、左サイドフロントメンバおよび左フロントストラットハウジングの外側（左側）への移動（開き）範囲が前型ノートより大きくなっている。波及経路となるフロントバンパレイnfォースの構造および材質の強化が影響した可能性が考えられます。

アンダロードパスを構成する井桁形状のフロントサスペンションメンバの損傷は、前部に取付けられた右クラッシュボックス（右フロントバンパロアステイ）からの波及損傷および前部フロントクロスメンバ機能領域右側で衝突相手物からの直接的な損傷を受け、折れ曲がりが発生しています。

これまでの説明の通り、新型ノートのフロント骨格は、新たなプラットフォームによる構造・材質の変更により、フロントバンパエリアでの衝撃吸収性能の向上、サイドフロントメンバの損傷性向上がはかられています。特に今回のような低速衝突では前型ノートと大きな変化が見られました。

損傷診断の留意点として、強固なバンパレイnfォースに一定の押込みが認められる場合は、サイドフロントメンバに押込みによる折れや座屈が認められない場合でも、着力と反対側のフロントサイドメンバを含め、左右や上下方向への移動（押出しや振れ）が発生していることを念頭にフロントバンパレイnfォース取付面の状態確認から、左右のフロントサイドメンバ、ストラットハウジングの損傷診断が必要と思われます。

(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）

今回の内板骨格の基本修正における引き作業（寸法復元作業）は、右サイドフロントメンバ、左サイドフロントメンバ、左ストラットハウジングがフロントバンパレイnfォースからの波及により左右とも外側に開いた（右側 6mm、左側 4～13mm）損傷を復元することが目的でした。

強固なフロントバンパレイnfォース（超高張力鋼板 1300MPa）は衝突相手物からの押込みに対して右取付部内側で曲がりの許容を越え、割れが発生しましたが、縦 3 室に分かれる筒状の形状から損傷後も一定の剛性が残っており、フロントバンパレイnfォースビーム部のラウンド形状を原形にもどす一度の引き作業で、左右の内板骨格寸法が基準の範囲に復元されました。

強固なフロントバンパレイnfォースを持つ内板骨格では、フロントバンパレイnfォースを原形に戻すことで、左右の内板骨格への復元影響が大きい傾向があります。また、最新のプラットフォームの内板骨格は高張力化の傾向であり、今回のようなフロントサイドメンバの変形は強固なバンパレイnfォースから押し広げられますが、弾性領域を含んだ変形の可能性も視野に入れた基本修正の検討も必要と思われます。

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

技術情報

日産 ノート (E13) 後部衝突の損傷診断

1. はじめに

新型日産ノート(E13)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、前型モデルと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-880 ニッサンノート、自研センターニュース 2021 年 8 月号を参照ください。

2. 後部損傷の衝突態様

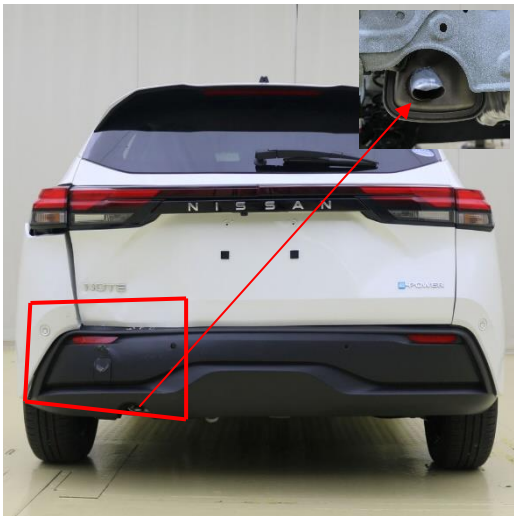
衝突の態様は以下の条件で衝突したものです。

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

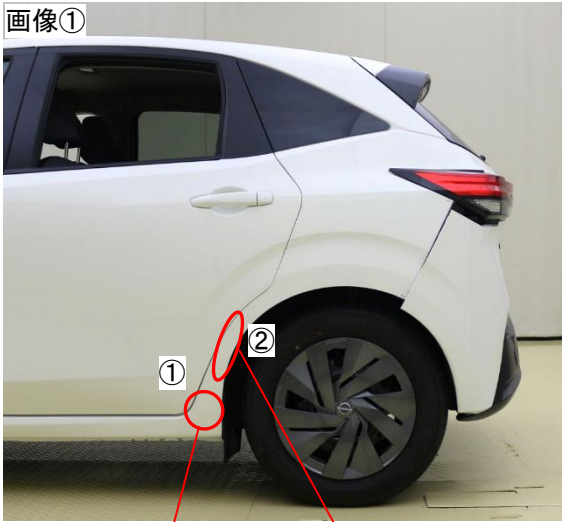
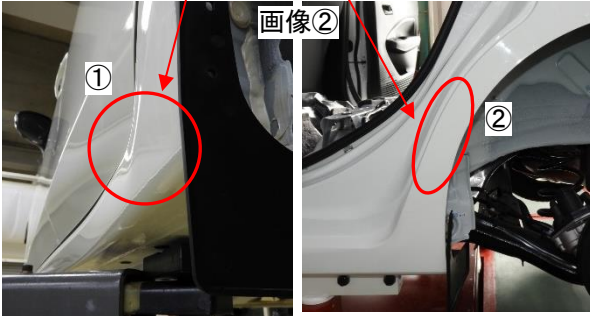
(1) 外観の損傷状態

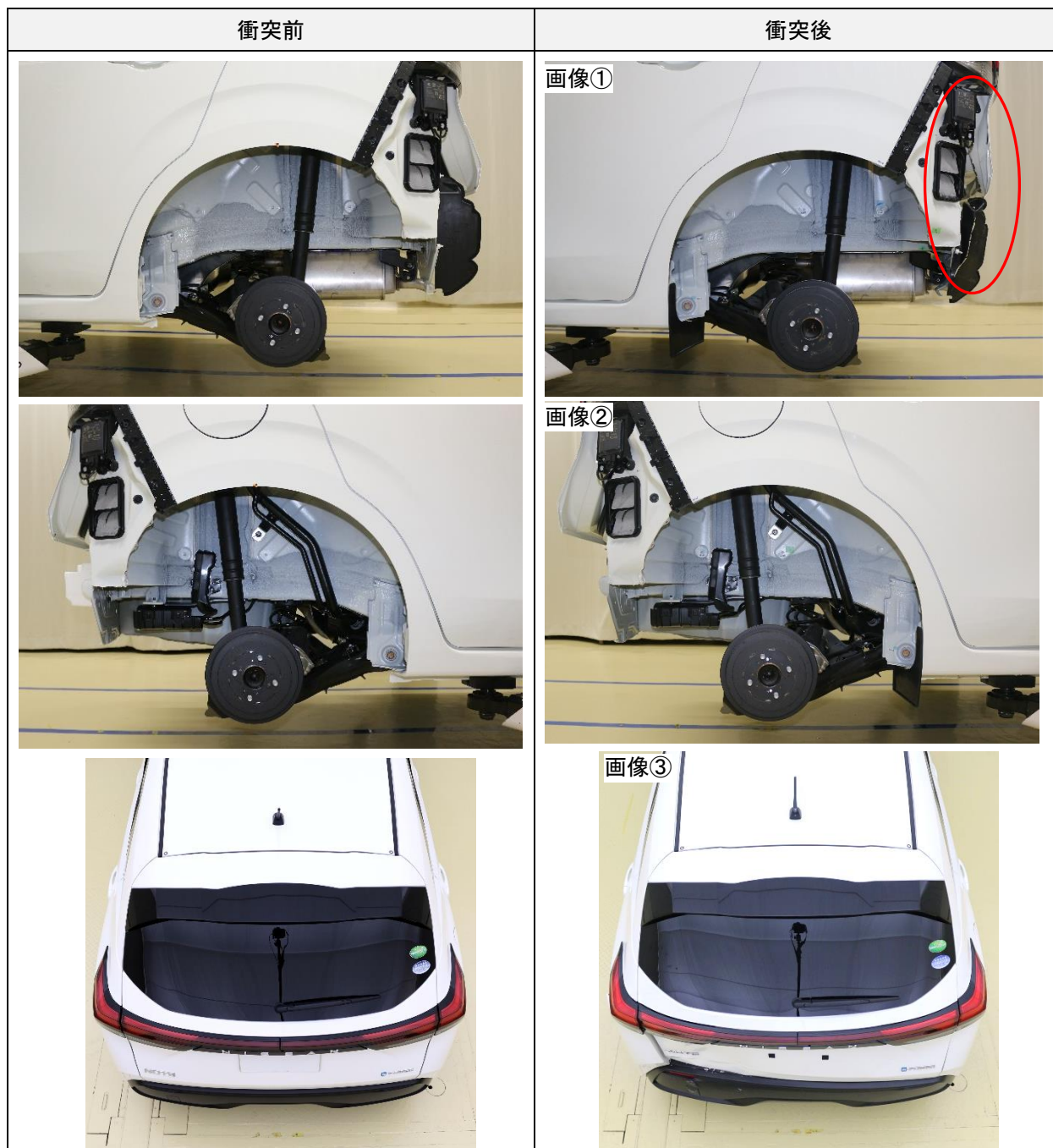
外観から確認した変化について、力の波及経路や変化の状態を説明します。

衝突前	衝突後
	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
・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。 ・リアバンパおよびバックドアに相手物との衝突による直接損傷が発生している。 ・バックドアの変形移動にともない、左リアコンビネーションランプ内側に打痕が発生している。 ・エキゾーストメインマフラーは押込まれ、損傷が発生している。	

衝突前	衝突後
	
損傷状態	
・バックドアの変形移動にともない、右リアフェンダの隙間は広がっているが、右リアコンビネーションランプや右リアフェンダに修理を要する損傷は発生していない。	

衝突前	衝突後
 	画像①  画像②  画像③ 
損傷状態	
画像① リアパネル左部および左リアフェンダエクステンションからの波及により左リアフェンダと左リアドアとの隙間が狭くなっている。 画像② 左リアフェンダホイールアーチ前部、左アウトシル最後部付近に後方からの波及による歪みが発生している。 画像③ 右リアフェンダと右リアドアの隙間に修理を要する変化は発生していない。	



損傷状態

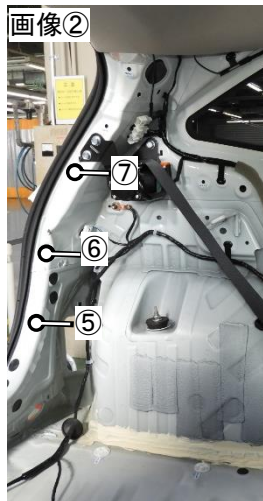
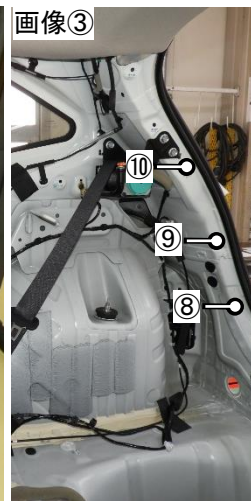
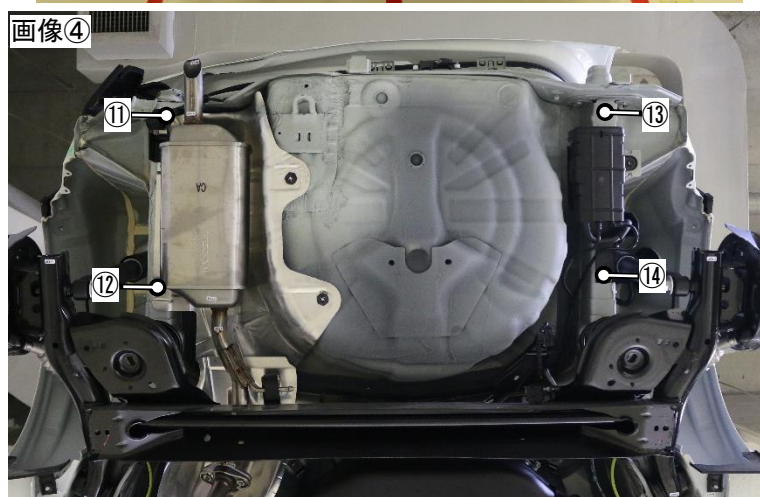
画像① リアパネル左側、左サイドリアメンバ、リアリアフロア、左リアアウトホイールハウス後部に損傷が発生している。

画像② 目視では確認できないが、右サイドリアメンバ後部は、リアパネルおよびリアリアフロアからの波及により右方向へ押出されている。右リアホイールハウスへの波及損傷はない。

画像③ バックドアおよびバックドア開口部からルーフへの波及損傷はない。

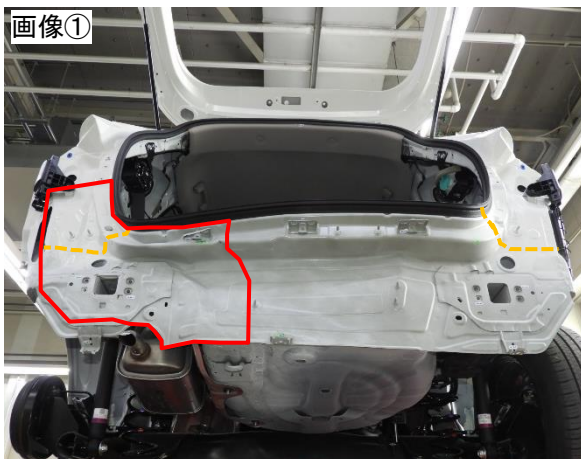
(2) 内板骨格の損傷状態

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。

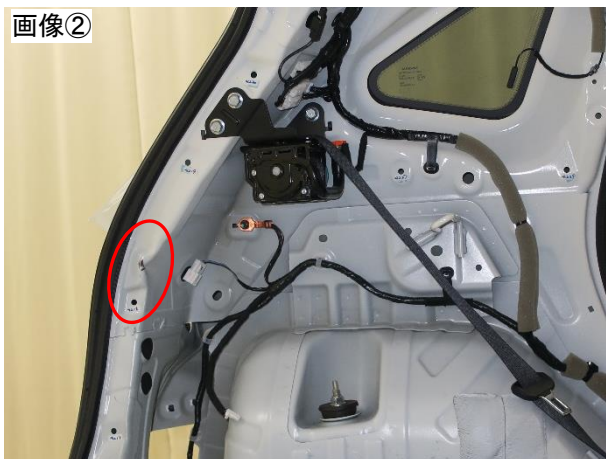
衝突後		
		
		
損傷状態の概要（損傷各部の詳細は P23 で説明）		
- バックドア開口部環状構造帯を形成するリアパネル左上部を強く押込むことで、溶接接合されている左リアフェンダエクステンション下部と内側の左リアインナピラーへも波及し、左リアインナピラー下部の形状変化部位で折れが発生している。 - 左サイドリアメンバはリアパネル下部からの押込みによりメンバ後端ハウジング部の折れならびに全体は右方向への振れ、上方への持上がりが発生。右サイドリアメンバはリアパネル、リアリアフロアを介し後部で右方向へ振れが発生している。リアリアフロアはスペアタイヤ格納部周辺の左後部および左前部に折れ、左リアインナホイールハウス前部（左インナシル内側）で歪みが発生している。		
寸法変化の状態		
画像①②③ バックドア開口部の寸法変化 ①：押込みで 66mm 右方向へ 13mm 下方向へ 14mm ②：押込みで 24mm 右方向へ 7mm 下方向へ 8mm ③：右方向へ 4mm ④：右方向へ 4mm ⑤：押込みで 45mm 右方向へ 11mm 下方向へ 8mm ⑥：押込みで 13mm ⑦：修理を要する変化なし ⑧：右方向へ 5mm ⑨：右方向へ 3mm ⑩：修理を要する変化なし		
画像④ リアサイドメンバの寸法変化 ⑪：右方向へ 16mm 上方向へ 6mm ⑫：右方向へ 6mm 上方向へ 6mm ⑬：右方向へ 7mm ⑭：修理を要する変化なし		

衝突後

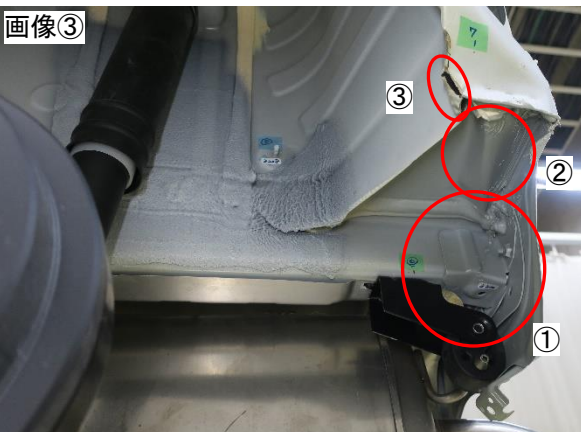
画像①



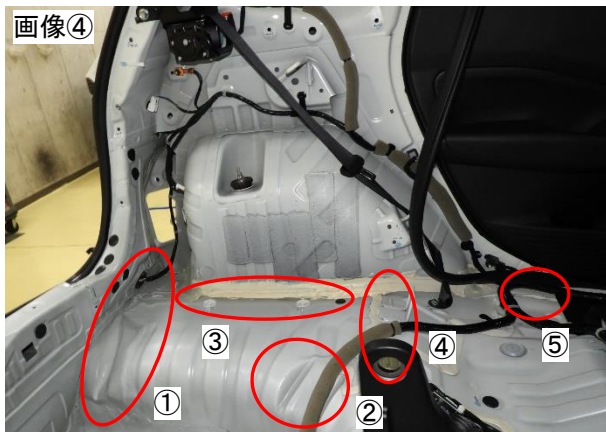
画像②



画像③



画像④



損傷状態

画像① バックドア開口部環状構造帯およびリアパネル、リアフェンダエクステンションの損傷状態
バックドア開口部環状構造帯がボデー最後端に張出しているため、今回のような平面構築物との衝突の場合、環状構造帯を大きく押し潰した後にリアサイドメンバ後端に直接力が加わる。
黄破線は、リアパネルとリアフェンダエクステンションの境界線。

画像② 左リアフェンダエクステンションの内側に位置するリアピラーインナ下部の折れの状態

画像③ ① 左サイドリアメンバの損傷状態、後端フランジ部での折れ曲がり。

② リアサイドフロアに折れが発生。

③ 左リアフェンダ後部最下部とリアアウトホイールハウス接合部の折損。

画像④ ① リアパネルからの直接的な押込みによる折れ。

② リアフロアプレスライン部での折れ。

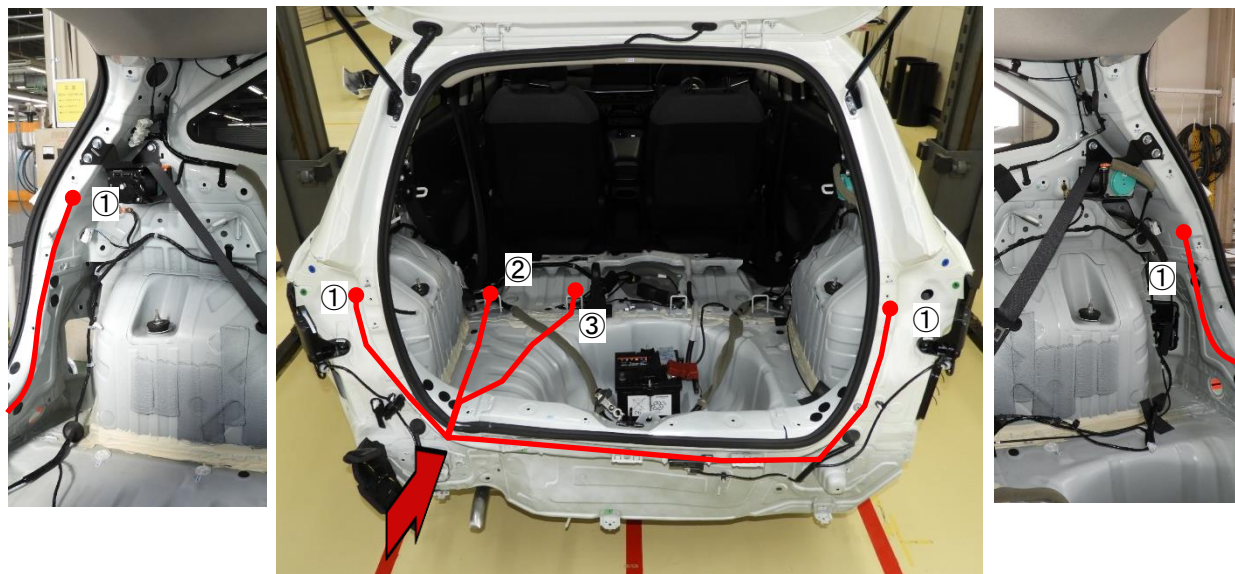
③ 左サイドリアメンバ上部での歪み。

④ リアフロアフロントとの接合部クロスメンバ上部での歪み。

⑤ リアフロントフロア、ホイールハウス前部での歪み。

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 リアパネル経路	・左リアフェンダエクステンション中央部（寸法変化） ・左リアインナピラー下部（折れ・寸法変化） ・右リアフェンダエクステンション中央部（寸法変化） ・右リアインナピラー下部（寸法変化）
② 左リアサイドメンバ経路	・リアフロントフロア後部（歪み） ・左リアインナホイールハウス前部（歪み）
③ リアフロア経路	・リアフロントフロア後部（歪み） ・クロスメンバ上部（歪み）

5. 損傷特性に関する前型モデルとの比較について

新型ノートは前型モデルのVプラットフォームからCMF-Bプラットフォームに一新しています。前型から、ステアリング剛性が90%、ボデー剛性が30%、サスペンション剛性が10%向上しています。ボデーリア部では、材質面でサイドリアメンバやリアクロスセンタメンバ、リアリアフロアをより高いランクの高張力部材に変更しています。構造面では、リアインナピラーの構成部品の一体化をしています。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、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

	新型ノート(E13)	前型ノート(E12)
リアバンパレインフォース	装着なし	
リアパネル	高張力鋼板(450MPa)	普通鋼板(440MPa 未満)
リアフェンダエクステンション	普通鋼板(440MPa 未満)	
リアリアフロア	高張力鋼板(590MPa)	普通鋼板(440MPa 未満)
リアアウトホイールハウス	普通鋼板(440MPa 未満)	
リアインナホイールハウス	高張力鋼板(440MPa)	
サイドリアメンバ	高張力鋼板(780MPa)	
リアサイドメンバエクステンション部	高張力鋼板(780MPa)	高張力鋼板(440MPa)
リアクロスセンタメンバ	高張力鋼板(780MPa)	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	
	新型ノート(E13)	前型ノート(E12)
リアパネル経路	・左リアフェンダエクステンション中央部（寸法変化） ・左リアインナピラー下部（折れ・寸法変化） ・右リアフェンダエクステンション中央部（寸法変化） ・右リアインナピラー下部（寸法変化）	・左リアフェンダエクステンション上部（折れ） ・左リアインナピラー上部（折れ） ・右リアフェンダエクステンション下部（寸法変化） ・右リアインナピラー下部（寸法変化）
左リアサイドメンバ経路	リアフロントフロア左リアインナホイールハウス前部（歪み）	・左リアサイドメンバエクステンション前部（折れ） ・リアフロントフロア左リアインナホイールハウス前部（歪み）
リアフロア経路	リアフロントフロア後部、クロスメンバ上部（歪み）	リアフロントフロア後部、クロスメンバ上部（歪み・寸法変化）

JKC（技術調査部、技術開発部、総務企画部）

修理情報

日産 ノート (E13) 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リアフェンダやリア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
リアパネル	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、左サイドリアメンバ引出しのため、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 ・ 左リアフェンダエクステンション 左リアインナピラー ・ 右リアフェンダエクステンション 右リアインナピラー	・ 左リアフェンダエクステンション下部は、衝突相手物からの直接的な押込みによる折れや曲がりにより取替えが必要な損傷であるが、損傷は下部に集中しているため、リアフェンダエクステンション部品補給の中央部溶接点下部で取替えを行う。 左リアインナピラーは、左リアフェンダエクステンションからの波及により、下部形状変化部位で折れが発生。損傷部は閉断面構造であるが、上記リアフェンダエクステンション中央部溶接点での取外しにより、開断面になり形状修正が可能。 ・ 右リアフェンダエクステンションおよび右リアインナピラーは、リアパネル上部環状構造帯からの波及により右方向への寸法移動が発生（外見での明らかな折れや曲がりはない）、修正は基本修正の範囲。
左リアフェンダ	・ リアパネルおよび左リアフェンダエクステンションからの波及により後部下側（リアバンパ左サイドに隠れる部位）で折れ・曲がり損傷が発生している。リアフェンダ全体は後方からの押込みで前方へ移動し、アーチ部前側で歪みが発生している。 ・ 後部下側は折れや曲がりのため半裁での取替えを選択。本体部は内板骨格の引き作業（基本修正）による元位置への復元でアーチ部の歪みも解消した。
・ リアリアフロア ・ 左リアリアサイドフロア ・ リアフロントフロア	・ リアリアフロアは、後部およびプレスラインでの折れ、前部にわたる波及損傷があり。基本・形状修正を要する。 ・ 左リアリアサイドフロアは折れがあり取替えを選択。 ・ リアフロントフロアは、左ホイールハウス前部まで歪みが発生。修正は基本修正の範囲。
・ 左サイドリアメンバ ・ 右サイドリアメンバ	・ 左サイドリアメンバは、後端筒状のフランジ部での折れおよびフランジ部内側で歪みが発生。全体的にはリアクロスメンバ前部まで波及し、右および上方向へ変形している。部品補給は一体のため後端フランジ部を溶接点で取替え、全体の基本修正とフランジ部の内側および周辺の変形は形状修正を行う。 ・ 右サイドリアメンバは、後部で右方向へ移動。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・デイス 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：コーレック)		
	② 事前計測作業	一部メーカ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	目的	バックドア開口部およびリアアンダフロア全体の寸法復元
			クランプ 位置	[1]左サイドリアメンバ後端、下側フランジ面、[2]バックドア開 口部環状構造帯左下部
			引き方向	[1]は6時半方向、下引き [2]は6時方向、水平引き (ラム2本使用、同時引き) 下方向の引きに対して、右サイド リアメンバ後部にポートパワーで下支えを行う。
		二回目	目的	左サイドリアメンバの寸法復元(持上がりの修正)
			クランプ 位置	左サイドリアメンバ後端、下側フランジ面
			引き方向	6時方向やや7時寄り、下引き(ラム1本使用) 下方向の引きに対して、右サイドリアメンバ後部にポートパワ ーで下支えを行う。
		三回目	目的	左リアサイドフロアおよび左リアフェンダ後部の引出し
			クランプ 位置	リアパネル左下部と左リアリアサイドフロアの接合部
引き方向			6時方向、水平引き(ラム1本使用)	

作業内容			目的・方法・効果等	
	④ 確認計測	一回目	目的	バックドア開口部およびリアアンダフロアの復元状態確認 (引き 1 回目の結果確認)
			結果	バックドア開口部は基準の範囲への復元状況にあるが、左サイドリアメンバの持上がりが残っている。 この後、再度左サイドリアメンバの持上がり修正を行う。
		二回目	目的	左サイドリアメンバおよびアンダフロア全体の復元状態を確認 (引き 2 回目の結果確認)
			結果	左サイドリアメンバの持上がりは解消。アンダフロアの寸法は基準の範囲内であることを確認。 この後、リアフロア左サイド部および左リアフェンダ後部の引出しを行いバックドア開口部の確認計測を実施する。
		三回目	目的	後部全体の復元状態の確認 (引き 3 回目の結果確認)
			結果	バックドア開口部の復元状態を再確認。基準の範囲内に復元されていることを確認。基本修正は終了。 この後、取替パネルの取外しおよび損傷部位の形状修正を行う。
形状修正作業			・リアリアフロア板金 フロア後端にクランプを行い、後方へチェーンとラム（2 本使用）で引張りながらの修正を併用 ・左サイドリアメンバ板金 後端フランジ部（外筒）を溶接点で取外し、内側のサイドメンバ本体を修正 ・左リアインナピラー板金 リアフェンダエクステンション下部を溶接点で取外し、閉断面構造を開断面にした上、損傷部を修正	

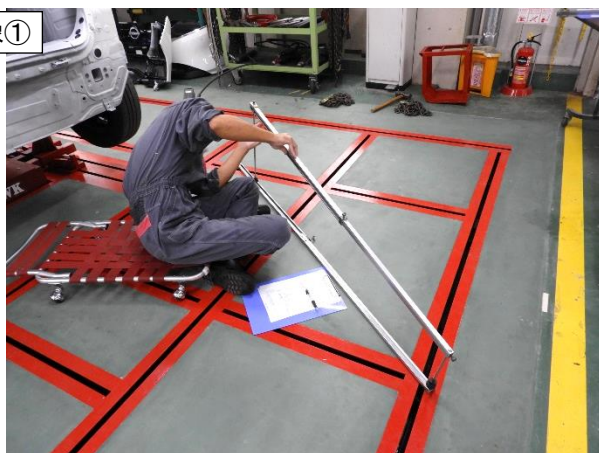
[1] 基本修正作業内容

① 損傷車両のマウント状態



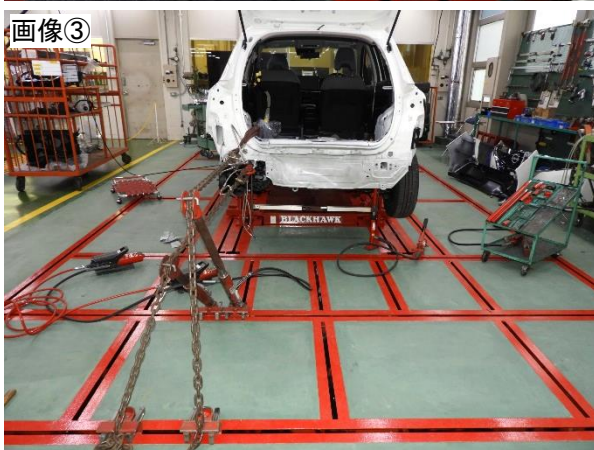
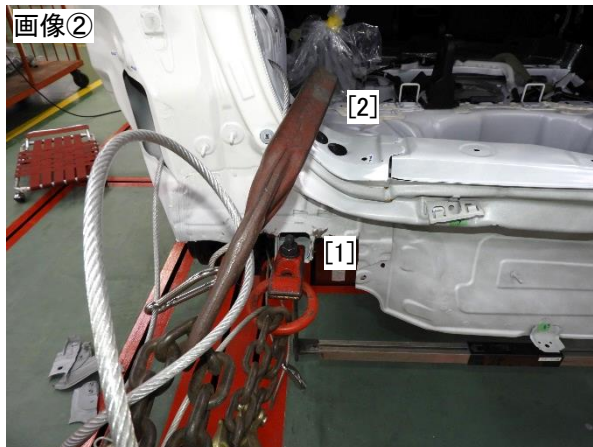
- ・フレーム修正機（コーレック）による 4 点固定の状態。
- ・多方向へ大きな力で同時引き作業を行うことが想定される場合、4 点固定が必要。

② 事前計測



- 画像① サスペンションやフューエルタンクなどでそのまま直線寸法が計測できないなど、ポイントロッドの長さを変えて計測する場合は、他のゲージで直線寸法を読取り計測する。
- 画像② 左サイドリアメンバは、衝突により持上がりが発生している。
- 画像③ バックドア開口部、環状構造帯の押込み状態を計測。

③ 寸法復元作業（1回目）



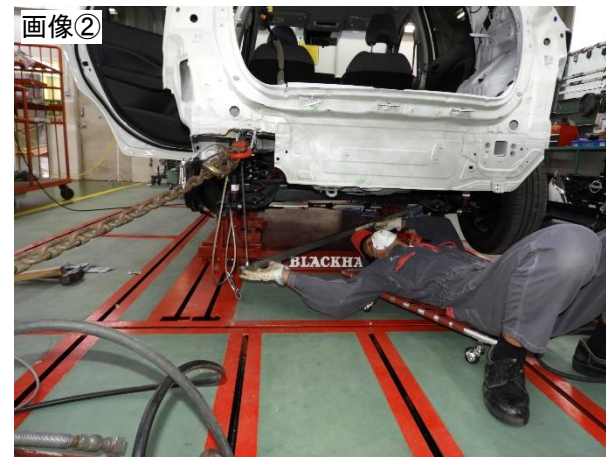
画像① 左サイドリアメンバ基本修正のためのクランプスペースを確保するため、リアパネルおよびサイドリアメンバフランジ部の切断作業

画像② バックドア開口部およびリアアンダフロア全体の寸法復元
クランプ位置、[1]メンバ下側フランジ面、[2]バックドア開口部環状構造帯左下部

画像③ 引き方向、[1]は6時半方向、下引き [2]は6時方向、水平引き
下方向の引きに対して、右サイドリアメンバ後部にポートパワーで下支えを行う。

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（1回目）



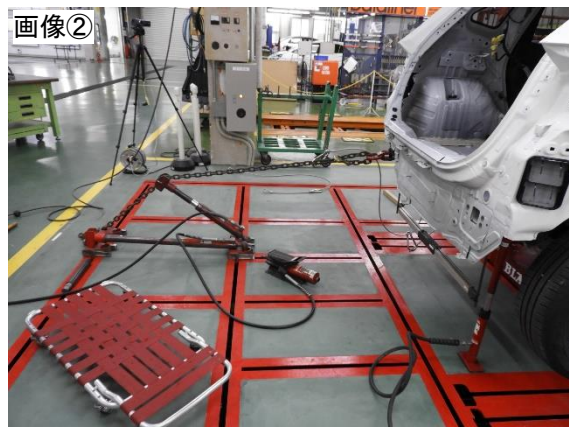
画像① バックドア開口部の復元状況は、基準の範囲への復元状況を確認。

画像② アンダフロアは、左サイドリアメンバの持上がり傾向が残っている。再修正が必要。

③ 寸法復元作業（2回目）



画像①



画像②



画像③



画像① 左サイドリアメンバの寸法復元（持上がりの修正）

クランプ位置、メンバ下側フランジ面

画像② 引き方向、6時方向やや7時寄り、下引き

下方向の引きに対して、右サイドリアメンバ後部にポートパワーで下支えを行う。

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。

④ 確認計測（2回目）



画像①

左サイドリアメンバの
持上がりは解消している。



画像②

画像① 左右のサイドリアメンバの高さ、平行度は基準の範囲に復元されていることを確認。

画像② アンダフロアの状況は基準の範囲に復元されていることを確認。

③ 寸法復元作業（3回目）

画像①



画像②



画像③



画像① リアフロア左サイド部および左リアフェンダ後部の引出し

クランプ位置、リアパネル左下部と左リアリアサイドフロアの接合部

画像② 引き方向、6時方向、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。

④ 確認計測（3回目）

画像①



画像②



画像① バックドア開口部の復元状態を計測確認

画像② バックドア開口部の復元状態を無損傷（新品）のバックドアを使用して確認

バックドア開口部は基準の範囲内に復元されていることを確認し内板骨格の基本修正は終了。

[2] 内板骨格部品取替および形状修正作業事例（3 例）

a. 左リアフェンダエクステンション下部取替および左リアインナピラー下部の形状修正

左リアフェンダエクステンションの損傷は下部に集中しているため、リアフェンダエクステンション部品補給の中央部溶接点で取替えを行うことが可能になります。また、リアフェンダエクステンション下部の取替作業において、今回はリアフェンダの後部下側（リアバンパ左サイドに隠れる部位）を半裁で取替えるため、スペースに余裕がありリアフェンダエクステンション下部をそのまま組替えることができます。

左リアインナピラー下部の折れ損傷部位は閉断面構造のため、開断面構造にすることで修正が容易になります。今回、外側にあるリアフェンダエクステンション下部を溶接点で取外すことでリアインナピラー損傷部を直接ハンマリングすることが可能になり、板金修正が容易になりました。

※ リアフェンダの後部下側を残した状態でリアフェンダエクステンション下部を取替える方法は、2021 年 8 月号を参照ください。

左リアフェンダエクステンション下部取替および左リアインナピラー下部の形状修正		
		
① 左リアフェンダエクステンション下部の粗切り	② 左リアフェンダエクステンション下部取替部の溶接点切削	③ 粗切り後、下部溶接点から取外した取替部位
		
④ 取替部位取外し状態（リアパネル、リアフェンダ後部下側、リアリアサイドフロア、リアフェンダエクステンション下部）	⑤ 左リアインナピラー下部の形状修正（リアフェンダエクステンション下部取外しにより損傷部のハンマリングが可能になる）	⑥ 左リアインナピラー下部の形状修正終了
		
⑦ 新部品左リアフェンダエクステンションから下部を溶接点で取外し	⑧ 左リアフェンダエクステンション下部の仮組み	⑨ 左リアフェンダエクステンション下部位置決めのための計測

※ 左リアフェンダエクステンション下部取替作業に関する溶接点数：新部品からの取外し溶接点 4 点、取替部の取外し・取付けとも溶接点 25 点

b. 左リアリアサイドフロア取替およびリアリアフロアの形状修正

左リアリアサイドフロアは、折れが発生し単体での部品補給があるため取替えを実施。

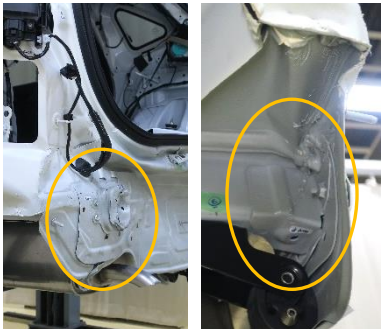
リアリアフロアは、基本修正後においてもスペアタイヤ格納部周辺の左後部および左前部に折れが残っています。形状修正においても折れ部分の復元のためにリアリアフロア端部を後方に引きながらの板金修正作業も行います。

左リアリアサイドフロア取替およびリアリアフロアの形状修正		
① リアリアフロアおよびリアリアサイドフロアの損傷状態 (基本修正後)	② リアリアサイドフロア溶接点の切削	③ リアリアサイドフロア取外し状態
④ リアリアフロア後部折れの形状修正 (フロア端部を後方へ引きながらの修正)	⑤ リアリアフロア前部折れの形状修正 (フロア端部を後方へ引きながらの修正)	⑥ リアリアフロア前部クロスメンバ付近の修正 (フロア端部を後方へ引きながらの修正)
⑦ リアリアフロア後部の形状修正	⑧ フロア形状修正後、リアリアサイドフロアの位置決め、バイス固定	⑨ リアリアサイドフロアの溶接固定

※ 左リアサイドフロア取替作業に関する溶接点数：取替部の取外し・取付けとも溶接点 13 点

c. 左サイドリアメンバ後端フランジ部取替およびフランジ部内側および周辺部の形状修正

左サイドリアメンバ後端フランジ部は折れが発生しています。フランジ部は、サイドリアメンバの本体後端部から外筒状にかぶさる形で溶接接合されているため、内側のメンバ本体の歪み修正をフランジ部取付けたまま修正することは困難です。さらに、サイドリアメンバの寸法復元（基本修正）のためのプルクランプを取付ける際、フランジ部の形状によりクランプの取付けを阻害する場合があります。この3つの要素からフランジ部をサイドリアメンバ後部溶接点で新部品と取替えることを選択しました。

c. 左サイドリアメンバ後端フランジ部取替およびフランジ部内側および周辺部の形状修正					
					
① 損傷状態、後端&フランジに折れ 内側メンバ本体にも歪み発生		② 左サイドリアメンバ後端フランジ 部粗切り前（左）粗切り後（右） リアパネルとともに粗切り		③ 左サイドリアメンバ後端フラン ジ残部の取外し	
					
④ ③で取外したフランジ部残部		⑤ 左サイドリアメンバ補給部品から後 端フランジ部を溶接点から取外し		⑥ ⑤の取外し前後補給部品の状態	
					
⑦ フランジ部取外し後、左サイド リアメンバ本体後部の形状修正		⑧ 左サイドリアメンバフランジ部取 替、溶接前の状態			

※ 左サイドリアメンバフランジ部取替作業に関する溶接点数：新部品からの取外し溶接点 9 点、取替部の取外し・取付けとも溶接点 11 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艀装部品を取付け、隙間や段差が正規な状態になることを確認したうえで、再度艀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。

① リアパネルの組付け	② リアパネルの計測位置決め	③ 新部品バックドア現物による組付位置の確認
④ 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）	⑤ 左リアフェンダ後部下側は、突合せ接合のため溶接での仮固定	⑥ テールランプ組付後の隙間や段差の確認・調整
⑦ バックドア艀装品組付後の確認・調整	⑧ リアバンパ組付後の隙間や段差など組付け状態の最終確認および調整	⑨ 正規な状態の組付けを確認後、再度艀装品を分解し本溶接を実施

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）

新型ノート（E13）採用の CMF・B プラットフォームの後部構造は、前型（E12）同様リアバンパレイ
ンフォースの装着はありませんが、各パネルの高張力化の推進ならびにサイドリアメンバ先端フランジ
部に接続するリアパネルの内外側の強化により、リアバンパに加わる力をより分散吸収する構造に変更
されたことで、波及損傷の範囲や大きさが前型より狭く小さくなっています。

損傷診断のポイントとして、リアパネルやリアリアフロア、サイドリアメンバの高張力化や構造の
変化にともない、相手物と直接衝突した部位の損傷状態が、外見的な大きさに比べ波及が深部にお
よぶ可能性があります。今回のように、左サイドリアメンバやリアインナホイールハウス部に折れ
や座屈など、目立った損傷が発生していないのに、室内側は左リアインナホイールハウス前部まで
波及し、室外側は左リアフェンダとリアドアとの隙間の減少、左リアフェンダのホイールアーチ前
部左アウタシル後部まで歪みが発生する状態となりました。

(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）

今回の内板骨格復元修理のポイントは2つあります。第一は左サイドリアメンバの寸法復元を、左サイ
ドリアメンバおよびリアリアフロアの全体を残したまま、左インナホイールハウス前部、リアクロスセ
ンタメンバ前部を最終波及部位とした、サイドリアメンバのキックアップ部での持上がり損傷を復元す
ることです。

1 回目の基本修正でバックドア開口部は基準内へ復元しましたが、左サイドリアメンバには持上がりが残
ったままでした。2 回目のサイドリアメンバ後端部を、1 回目より大きな力で斜め下引きすることで基準
内への寸法修正ができましたが、今回のようにリアフロアやリアホイールハウス、リアクロスセンタメン
バがサイドリアメンバに強固に溶接され動きが拘束された状態で、サイドリアメンバのキックアップ部の
損傷を、損傷位置と離れたメンバ後端部へのクランプで大きな力をかけると力が分散し、損傷部へ復元に
必要な力が作用する前に、他の正常な部位を壊してしまう可能性があります。

車体は引張強さや板厚の異なる部材を複合させ製造されていることから、より必要な部位に必要な
力を作用させるための修理方法の選択が必要です。

第二のポイントは取替部位と修正部位の範囲と方法です。

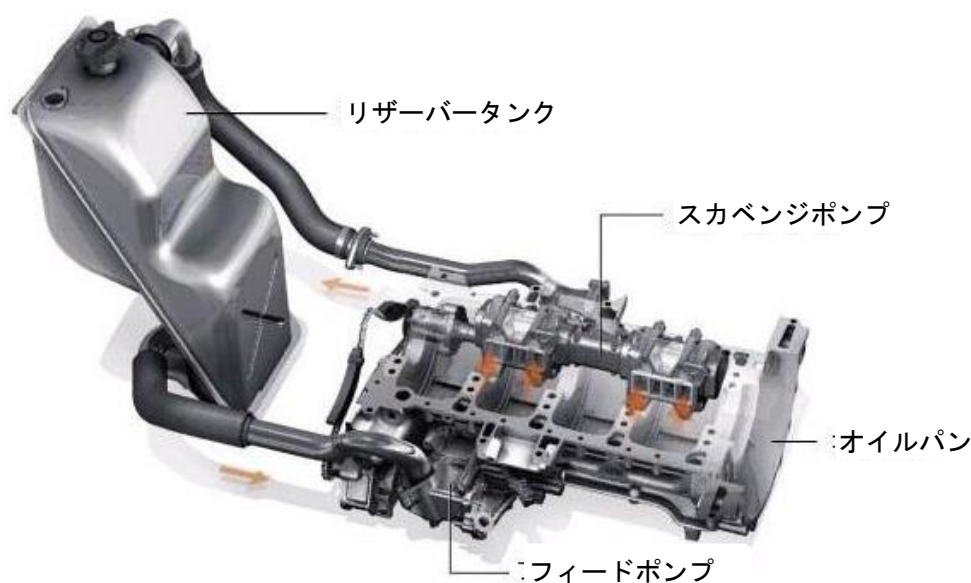
今回の取替部位の中で、部品補給形態から一部分を取外しまたは切断し取替える修理方法を選択し
た部位が3部位あります。一つ目は左リアフェンダ後部下側（リアバンパサイドに隠れる部分）で
の半裁突合せ溶接による取替作業（指数項目 B267）、二つ目は左リアフェンダエクステンション中
央部溶接点での下部取替作業（指数設定なし）、三つ目は左サイドリアメンバ後端フランジ部溶接
点での取替作業（指数設定なし）です。二つ目と三つ目の作業選択にあたっては、選択のための情
報が少ないことから、損傷診断時に損傷部位の板組状態など構造を確認した上、部品補給形態と比
較し、損傷に応じた作業方法の検討が必要と思われます。

修正部位については、左リアインナピラー下部形状変化部位での折れ損傷については、閉断面構造
のため形状修正が難しい部位でしたが、上記二つ目の左リアフェンダエクステンション中央部溶接
点での下部取替作業により損傷部が開断面になることで損傷部を直接ハンマリングすることが可能
になりました。また、左サイドリアメンバ後端部の損傷も外筒状にかぶさっているフランジ部を取
外すことで直接損傷部をハンマリングすることが可能になりました。

このように、的確な損傷診断から、損傷に応じた作業方法選択のための損傷車両の構造、部品補給
形態の確認が重要と思われます。

ドライサンプ方式の構造について

参考：メルセデス・ベンツ SLS-AMG の純正ドライサンプシステム



(引用：ナツメ社「クルマのメカニズム」より)

1. はじめに

エンジンを正常に作動させるためには、エンジンオイルの供給が必要です。エンジンオイルの供給方式には、ウェットサンプ方式が多く採用されていますが、どんな環境や状況下であっても安定したオイル供給を可能にしたものがドライサンプ方式です。

以前は、フェラーリやポルシェなど一部の高級輸入車メーカーでしかドライサンプ方式は採用されていませんでしたが、最近ではホンダ NSX や日産 GT-R、レクサス LFA、メルセデス AMG GT、アウディ R8 などに採用されており、多数のメーカーが市販車両に採用する技術になってきています。電気自動車やハイブリッド自動車が普及している一方で、高級スポーツカーでは、ドライサンプ方式の採用例が増加していますが、ドライサンプ方式についての情報は少なく、構造を理解するための資料も少ないのが実情です。

エンジントラブルによる故障損害の原因究明が必要な場合などは、オイル経路を把握しておくことは非常に重要になります。今回は各社の採用例と合わせてドライサンプ方式について詳しく紹介します。

2. ドライサンプ方式の歴史

ドライサンプ方式の歴史は古く、各種文献から読み解くと 1900 年付近には既にメルセデス・ベンツのエンジンで採用されていたようです。モータースポーツの最高峰である F1 では開幕当初の 1950 年から採用されていました。現在の F1 エンジンはずべてドライサンプ方式です。

市販車両では、フェラーリ、ポルシェ、マクラーレン、ランボルギーニ、アストンマーティンなどの車種に多く採用され、国産車ではホンダが 1969 年の「HONDA 1300」に採用した後、近年復活した NSX へ採用されたことで話題になりました。

二輪車の場合は、オイルパンの厚さを薄くできる利点を利用して最低地上高を確保することを狙って採用されることが多く、2 輪車の特性上、4 輪車と比べて前後左右の傾き量が大きく、エンジン直下オイルパンへの自由落下での安定回収が難しい局面があり、特にオフロードバイクに採用例が多くあります。

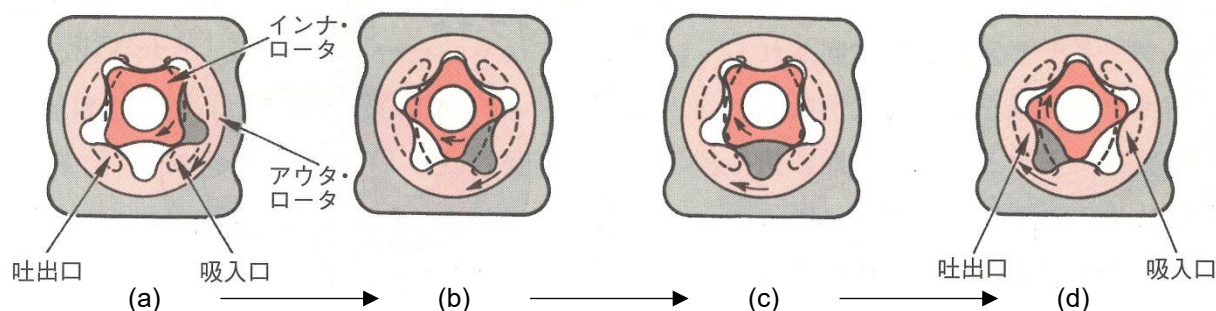
自動車以外では、航空機用のレシプロエンジンのほとんどがドライサンプ方式で、太平洋戦争初期に活躍した零式艦上戦闘機（通称：零戦）のエンジンにも採用されていました。

3. エンジンオイルポンプの種類

エンジンオイルポンプは、エンジンオイルをエンジン内の潤滑部へ圧送するもので、トロコイド式やギヤ式などの種類があります。

(1) トロコイド式

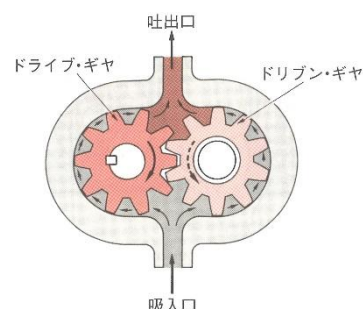
トロコイド式オイルポンプは下図のようにポンプボデー、ケース、インナロータ、アウトロータ、などで構成されています。ポンプボデー内には、歯数の異なるインナロータとアウトロータが偏心して組付けられ、クランクシャフトやチェーンなどによりインナロータが駆動され、これによりアウトロータが回されます。下図のようにインナロータが回転すると、アウトロータも同方向に回転しますが、歯数および中心が異なるため、歯と歯の間にできる容積は、図の (a) → (b) → (c) → (d) の順に変化します。



(引用: 日本自動車整備振興会連合会「三級自動車ガソリン・エンジン」より)

(2) ギヤ式

ギヤ式オイルポンプは右図のようにポンプボデー、ドライブギヤ、ドリブンギヤ、リリーフバルブなどで構成されています。ポンプボデー内には、ドライブギヤとドリブンギヤが噛合って組付けられ、クランクシャフトやチェーン、カムシャフトなどによりドライブギヤが回り、これによりドリブンギヤが回される構造です。



(引用: 日本自動車整備振興会連合会「三級自動車ガソリン・エンジン」より)

4. エンジンオイルの供給方式について

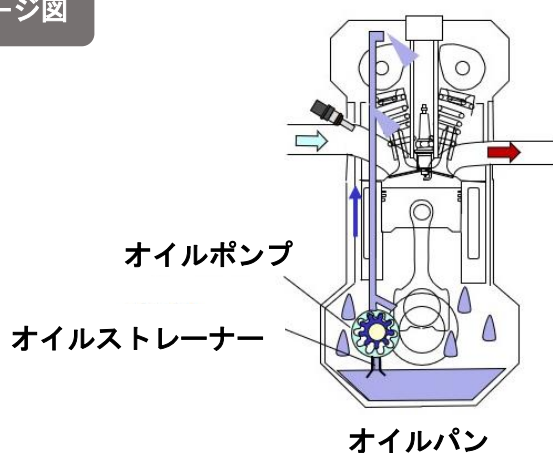
エンジンオイルの供給方式を大別すると、ウェットサンプ方式とドライサンプ方式の2種類があります。サンプ（SUMP）とは、水・油などを集める穴などの意味があり、エンジンではオイルパンを指します。

(1) ウェットサンプ方式

クランクケース下部にオイルパンを設けており、エンジンオイルの全量は、オイルパンに溜められます。

エンジン内部に供給されたエンジンオイルは、重力による自然落下でオイルパンに戻り、それをエンジンオイルポンプにより再びエンジン内部に供給する方式です。

ウェットサンプ方式イメージ図



(引用: clicccar「ホームページ」より)

ウェットサンプ方式のメリット

- ① エンジンオイル循環のための機能と装置はすべてクランクケース内に収めることができる簡易な構造である。
- ② クランクシャフトの回転によってもオイルパンのオイルを攪拌し潤滑させることができるため、エンジンオイルポンプはそれほどの容量を必要としない。

ウェットサンプ方式のデメリット

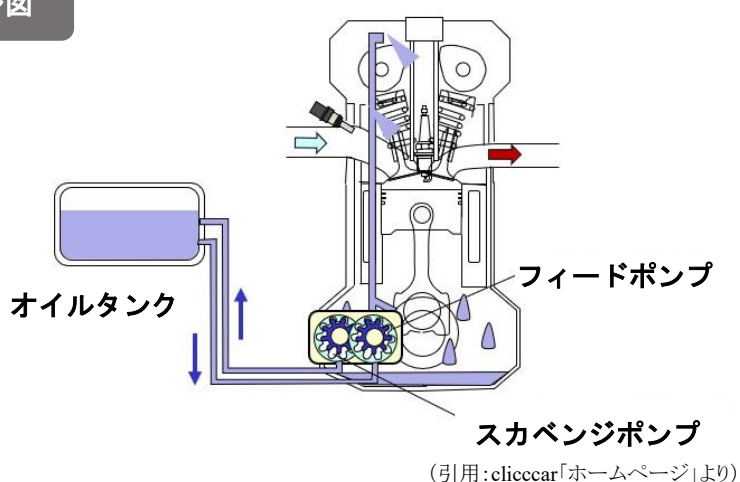
- ① エンジンオイルの回収が自由落下によるため、エンジンコンディションによっては回収量が不安定となる場合がある。
- ② 一般にオイルパン形状が垂直方向に浅い皿形式となるため、コーナリング時にオイルパン内のエンジンオイルが水平を保てなくなった場合など、エンジンオイルポンプが空気を噛み、オイル圧送が不安定となる場合がある。
- ③ オイルパンの高さ分クランク中心が高くなり、重心高が上がる。

(2) ドライサンプ方式

ドライサンプ方式のエンジンオイルポンプは、エンジン内のオイルを回収するドライサンプ特有の高圧オイル吸引装置「スカベンジポンプ」と、回収したエンジンオイルをエンジン内の潤滑部に供給する「フィードポンプ」の2種類が必要となります（次項で詳述）。それぞれが単体で設置されている場合とスカベンジポンプとフィードポンプが一体構造となる場合があります。また、エンジンオイルポンプがエンジン内に設置されているタイプとエンジン外部に設置されているタイプの2種類があります。

ドライサンプ方式のエンジンでは、エンジン外部にオイルタンクを設置することでエンジンオイルを安定して供給できる構造としています。

ドライサンプ方式イメージ図



ドライサンプ方式のメリット

- ① オイルタンクに安定した油量が確保でき、コーナリング時などに高い旋回 G を受けても安定してエンジンオイルを供給できる。
- ② オイルタンク容量を大きくすることやオイルラインの途中にオイルクーラを追加することが容易なため、エンジンオイルの温度上昇が抑えられる。
- ③ スカベンジポンプによりエンジンオイルを回収するとともに、クランクケース内に負圧が発生するため、クランクシャフトなどによるオイル攪拌抵抗が軽減される。
- ④ 外部にオイルタンクを設置することで、大容量のオイルパンを持つ必要がなく、エンジンの取付位置（重心）を下げることができる。
- ⑤ 低重心化によりコーナリング性能が向上する。

ドライサンプ方式のデメリット

- ① 構造が複雑となり部品点数が増すことで、コストアップやオイルライン結合部からオイル漏れを引き起こすなど、機械的故障が発生する確率が高くなる。

5. スカベンジポンプ・フィードポンプについて

スカベンジ (scavenge) とは、回収や清掃、除去という意味です。これは、エンジンに置き換えるとエンジン内のエンジンオイルを吸引し回収することを示します。ドライサンプ方式を採用したエンジンでは、大容量のオイルパンを持たない構造から、エンジン内部のエンジンオイルを吸引し、回収するスカベンジポンプが必要であり、ドライサンプ方式最大の特徴でもあります。

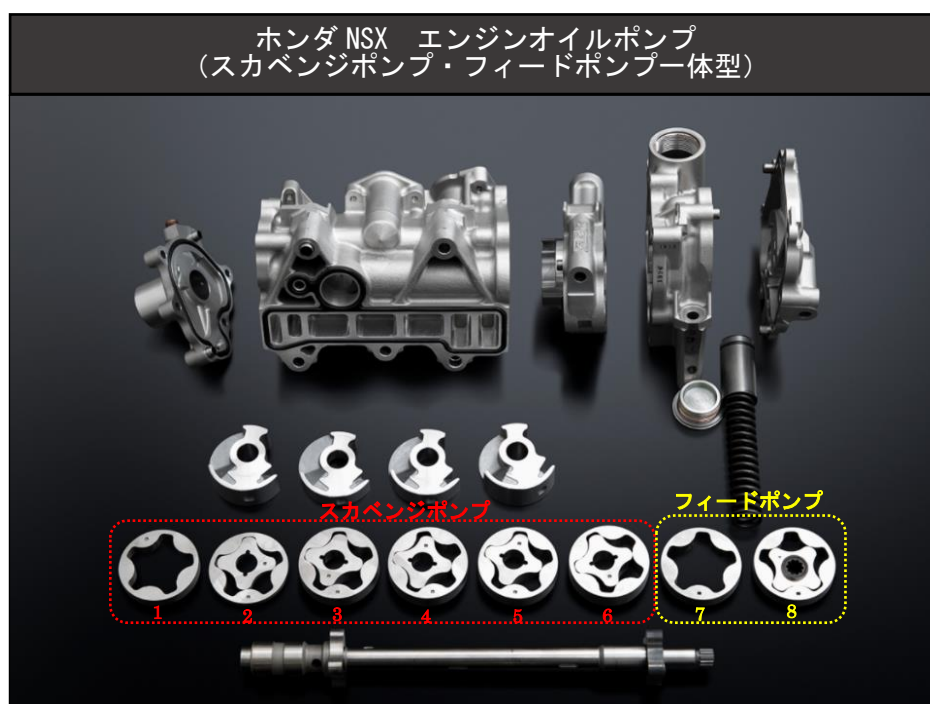
また、このスカベンジポンプの回収能力（容量）がエンジンオイルの供給に大きく影響し、エンジン性能を左右する重要な役割を担っています。

一般的なエンジンオイルポンプの役割は、オイルパンに溜まったエンジンオイルをエンジン内のベアリングなど摺動部に供給するイメージがあると思いますが、ドライサンプ方式も同様でありオイルタンクからエンジン内部へエンジンオイルを供給するフィードポンプがその役割を担っています。

スカベンジポンプはエンジン内のエンジンオイルを回収するためにフィードポンプの2～3 倍の容量が必要になります。エンジン内のエンジンオイルを強制的に回収するため、エンジンオイルだけでなくオイルミストや空気も同時に吸引します。そのため、エンジン内はスカベンジポンプの吸引力により負圧になります。

スカベンジポンプで吸引したエンジンオイルやオイルミストは一旦オイルタンクに戻され、オイルタンクに溜められたエンジンオイルは、フィードポンプによりエンジン内部に供給されます。スカベンジポンプが常にオイルを吸引し、オイルタンクに戻すことにより、どんな環境、状況下であってもフィードポンプは安定してエンジン内にエンジンオイルを供給することが可能となります。

以下、ホンダ NSX に採用されたエンジンオイルポンプの例です。スカベンジポンプ（回収）とフィードポンプ（供給）が一体となった構造です。



(引用:「企業情報」Honda 公式サイトより)

※8 つのトロコイド式ポンプのうち、左から 6 つがスカベンジポンプ、右 2 つがフィードポンプ
スカベンジポンプはフィードポンプの 3 倍の容量を誇る

6. フェラーリ F430 の採用例

フェラーリ F430 のエンジンオイル供給はドライサンプ方式です。F430 の取材を行いましたので以下、詳しく解説します。

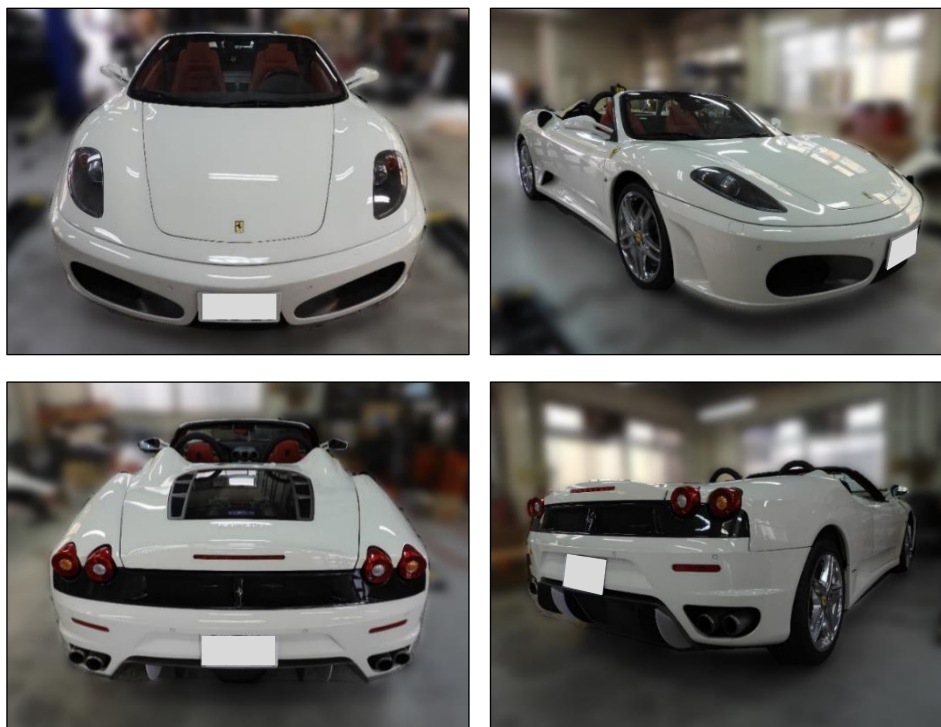
(1) フェラーリ F430 の概要

F430 は、360 モデナの後継モデルとして 2004 年に発売されました。

日本では 2005 年～2010 年に販売されたフェラーリのエントリーモデルであり、クーペモデルの F430、コンバーチブルモデルの F430 スパイダー、スポーツモデルの F430 スクーデリアの 3 つのグレードがラインアップされました。F430 の後継モデルは 458 イタリアとなります。エンジンは排気量 4308cc の V 型 8 気筒、最高出力は 490ps、駆動方式はミッドシップエンジンリヤドライブ（MR）です。

(2) フェラーリ F430 の外観

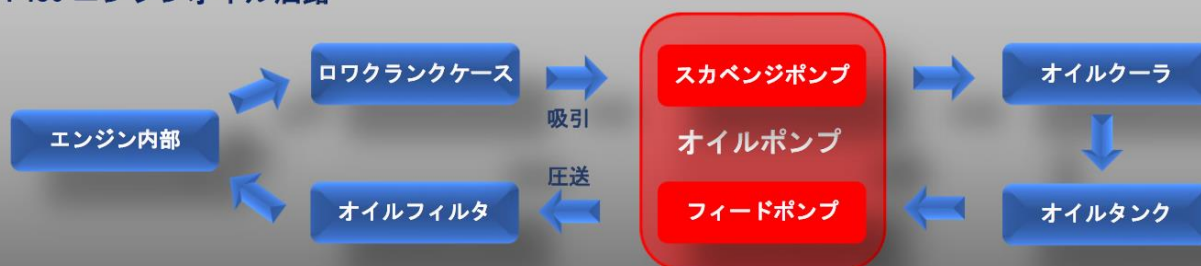
【F430 スパイダー（コンバーチブルモデル）】



(3) エンジンオイル油路

エンジンオイルの油路は以下のイメージ図となります。

F430 エンジンオイル油路



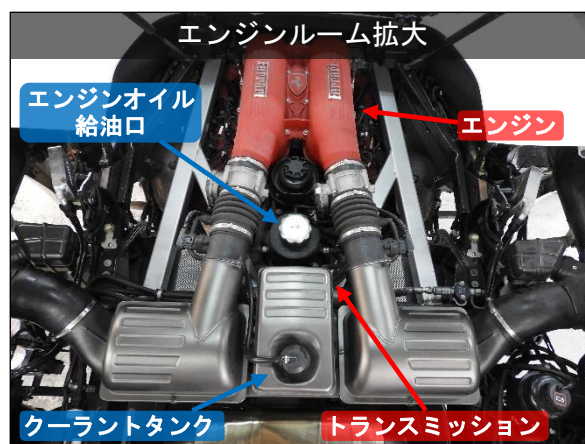
※F430 のオイルクーラは、V バンク上部に配置されているヒートエクスチェンジャー（水冷式）が正式名称です。
※クランクケースは上下 2 分割としており、下側がロワクランクケースになります。

(4) エンジン・トランスミッション・オイルポンプの取付位置

F430 のエンジンオイルポンプは、スカベンジポンプ・フィードポンプ一体型で、エンジン外部に取付けられています。また、オイルパンを持たない構造のため、ロワクランクケースがエンジンの最下部になります。エンジン・トランスミッションの搭載位置関係を含めてエンジンオイルポンプの取付位置を説明します。

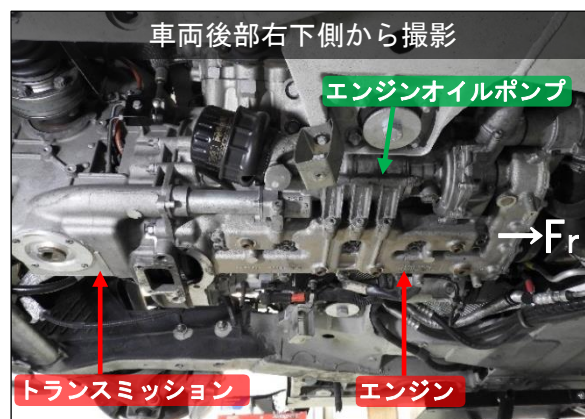
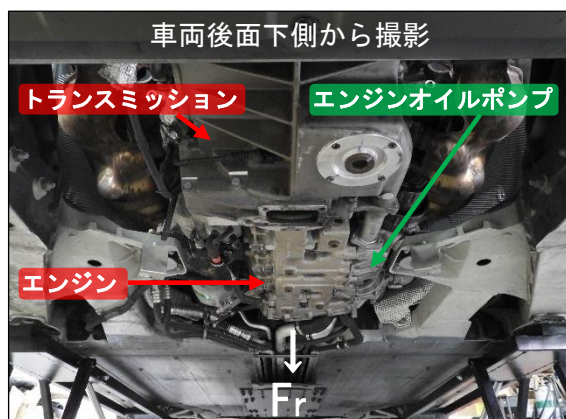
① エンジン・トランスミッションの搭載位置関係（エンジンルーム）

F430 はミッドシップエンジンリヤドライブ（MR）のため、エンジン・トランスミッションは車体後部のエンジンルーム内です。エンジンルーム前部にエンジン、後部にトランスミッションが搭載されており、トランスミッションはエンジンオイル給油口（オイルセパレータ）やクーラントタンク下部に確認できます。トランスミッションケース内には、ディファレンシャルギヤおよびオイルタンクが組込まれ、オイルタンクは、エンジンオイル給油口（オイルセパレータ）の下部に配置されています。



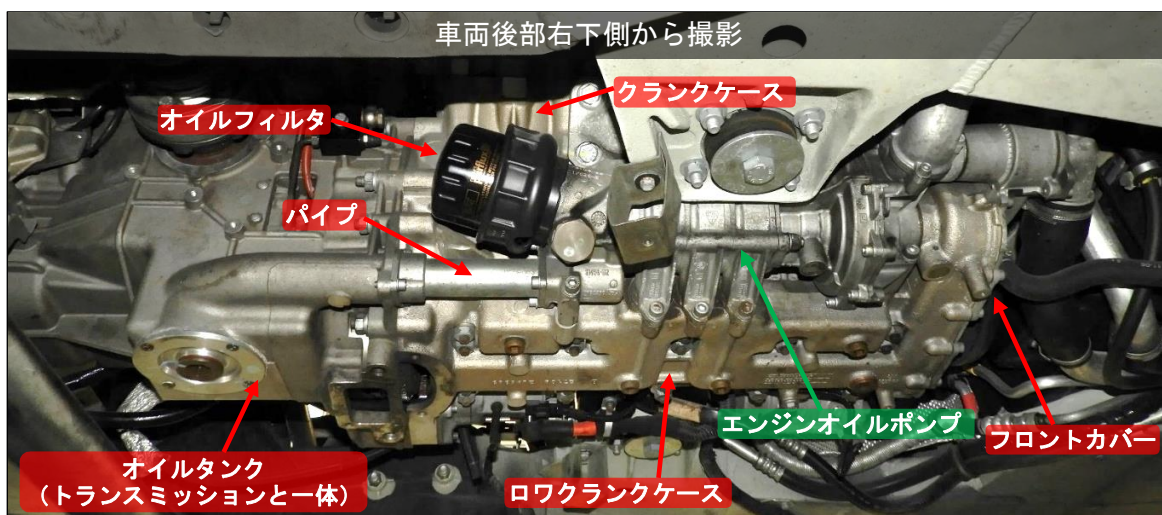
② エンジン・トランスミッション、エンジンオイルポンプ位置関係（下回り）

車体下部は、大型のアンダカバーで覆われており、アンダカバーを外すことでエンジン・トランスミッション、エンジンオイルポンプを確認することができます。エンジンオイルポンプはエンジン右側下部に取付けられています。



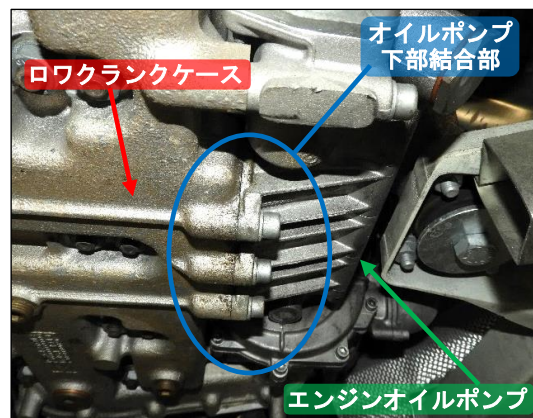
(5) エンジンオイルポンプの取付状態

エンジンオイルポンプの取付相手部位は、クランクケースおよびロワクランクケースです。クランクケースは上下2分割となっており、下側がロワクランクケースになります。また、トランスミッションケース内部に設けられたオイルタンクからのエンジンオイルをフィードポンプに供給するためのパイプがトランスミッションケースとエンジンオイルポンプ間に配置されています。エンジンオイルポンプは、フロントカバー内のポンプ用チェーンで駆動させています。オイルフィルタはエンジンオイルポンプに取付けられています。



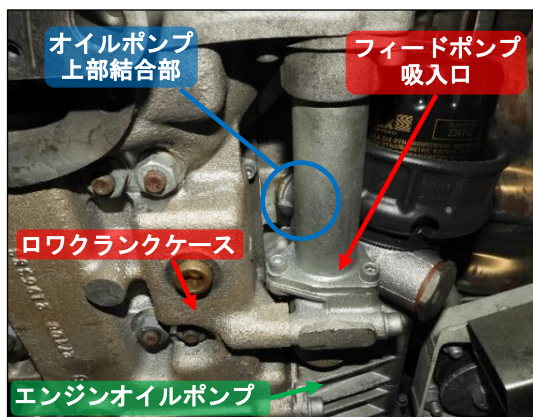
① ロワクランクケース（2分割の下側）との結合部

エンジンオイルポンプ下部とロワクランクケースはボルトで結合されています。ロワクランクケースとの結合部付近は、スカベンジポンプの吸入口になります。



② クランクケース（2分割の上側）との結合部およびフィードポンプ吸入口

エンジンオイルポンプ上部とクランクケースもボルトで結合されています。クランクケースとの結合部付近はフィードポンプおよびスカベンジポンプの吐出口になります。フィードポンプの吸入口は、オイルタンク（トランスミッションと一体）とパイプを介して繋がっています。



(6) エンジンオイルポンプの構造

F430 のエンジンオイルポンプは、前述の通りスカベンジポンプとフィードポンプが一体となっていますが、さらにウォーターポンプまで一体となった構造になっています。通称デュアルポンプといわれ、F430 以外では F599 で採用されています。

エンジンオイルポンプは、計 4 つのトロコイド式ポンプで構成されており、スカベンジポンプとして 3 つ、フィードポンプとして 1 つ使用しています。これによりスカベンジポンプが、フィードポンプの 3 倍の容量を吸入・吐出できることが分かります。F430 のエンジンオイルポンプを分解し内部構造を確認します。

フェラーリ F430 エンジンオイルポンプ（スカベンジポンプ・フィードポンプ一体型）



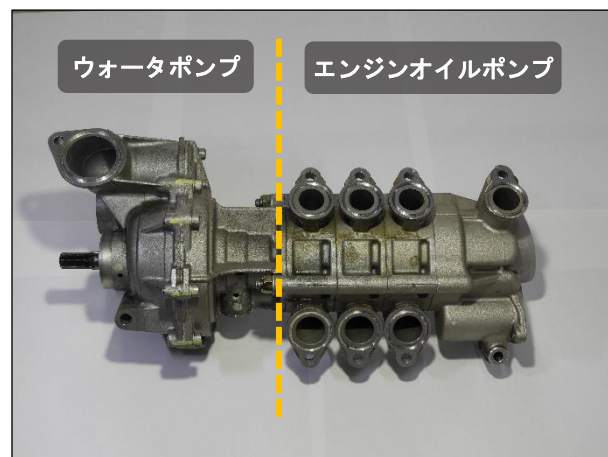
① フェラーリ F430 のエンジンオイルポンプの外観



(7) フェラーリ F430 エンジンオイルポンプ分解・構造確認

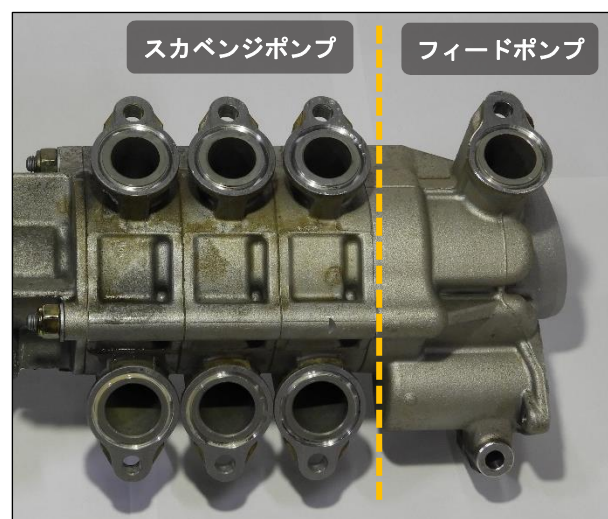
① エンジンオイルポンプ・ウォーターポンプ全体

写真左側がウォーターポンプ、右側がエンジンオイルポンプです。ウォーターポンプとエンジンオイルポンプはボルトで締結されています。



② エンジンオイルポンプ部拡大

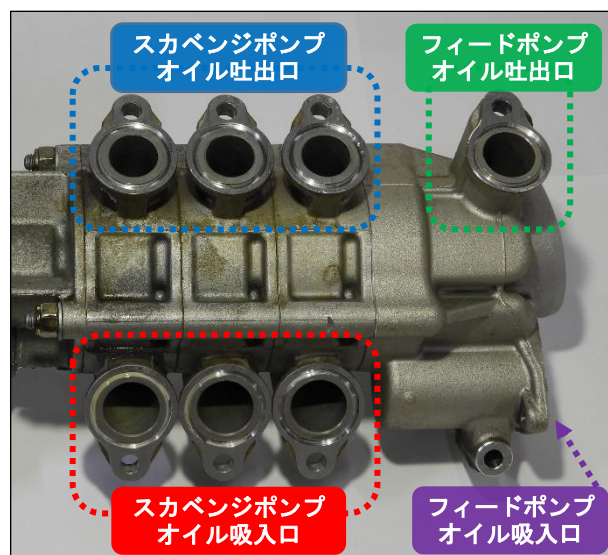
エンジンオイルポンプは、スカベンジポンプとフィードポンプで構成されています。



③ スカベンジポンプのオイル吸入口および吐出口

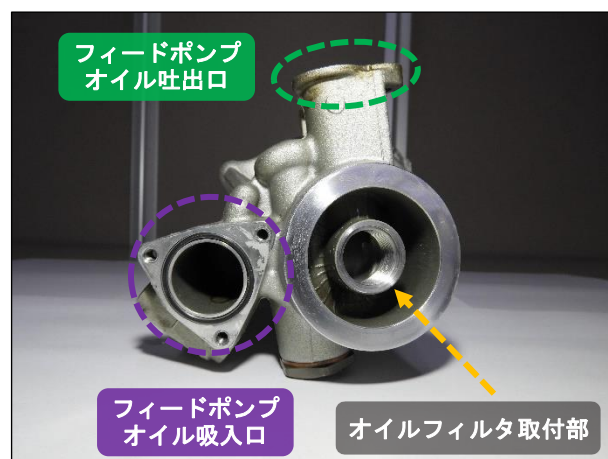
スカベンジポンプのオイル吸入口はロワクランクケースに取付けられ、この吸入口からエンジンオイルおよびオイルミスト、空気を同時に吸引します。

スカベンジポンプのオイル吐出口はクランクケースに取付けられていますが、吐出されたエンジンオイルはクランクケース内を通過するのみで、オイルクーラ（ヒートエクスチェンジャー）を介してオイルタンクに蓄えられます。



④ フィードポンプの吸入口および吐出口

フィードポンプのエンジンオイル吸入口はオイルタンクと繋がっており、オイルタンクに蓄えられたエンジンオイルが自由落下により常に充填された状態を保ちます。フィードポンプから吐出されたエンジンオイルは、オイルフィルタを介してオイル吐出口からエンジン内部に圧送されます。



⑤ エンジンオイルポンプおよびウォーターポンプの駆動軸

エンジンオイルポンプとウォーターポンプは、同軸で駆動します。駆動軸先端のスプライン部にスプロケットが取付けられ、ポンプ用チェーンにより駆動します。

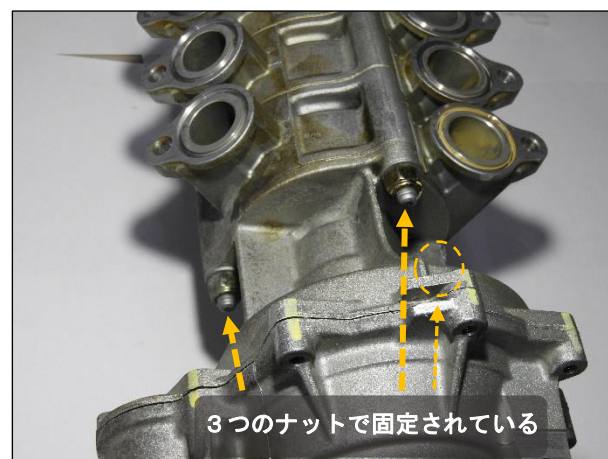


⑥ エンジンオイルポンプとウォーターポンプの切離し

矢印で示すナットを取外すことでウォーターポンプとエンジンオイルポンプを切離すことができます。

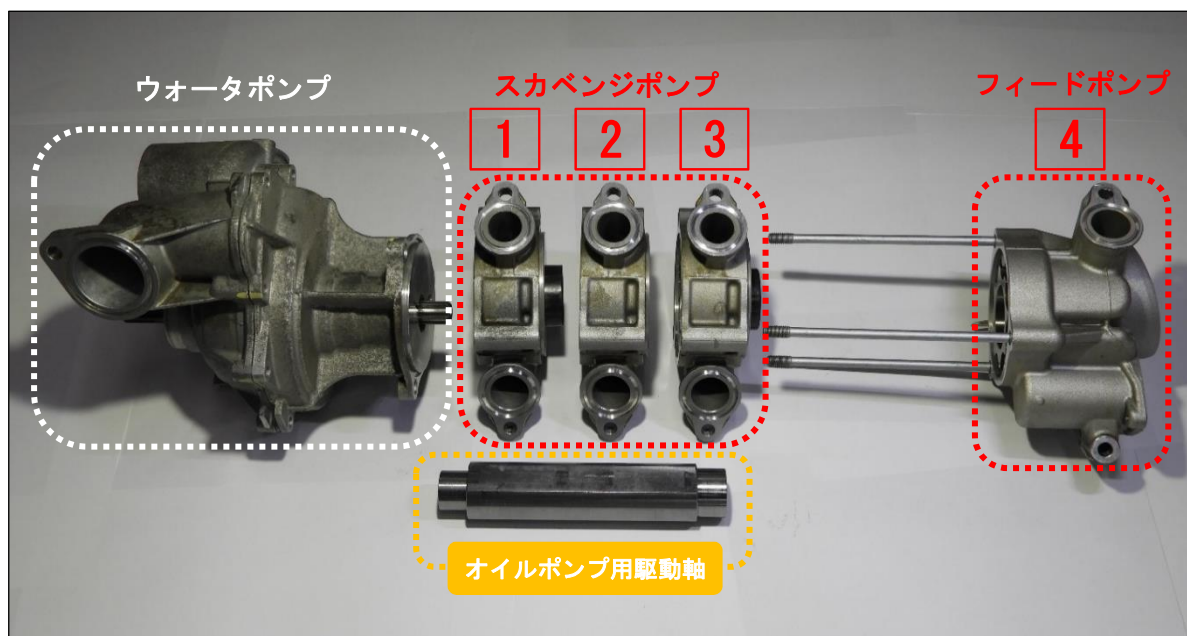
※注意

部品補給はエンジンオイルポンプ・ウォーターポンプ Assy（通称デュアルポンプ）です。



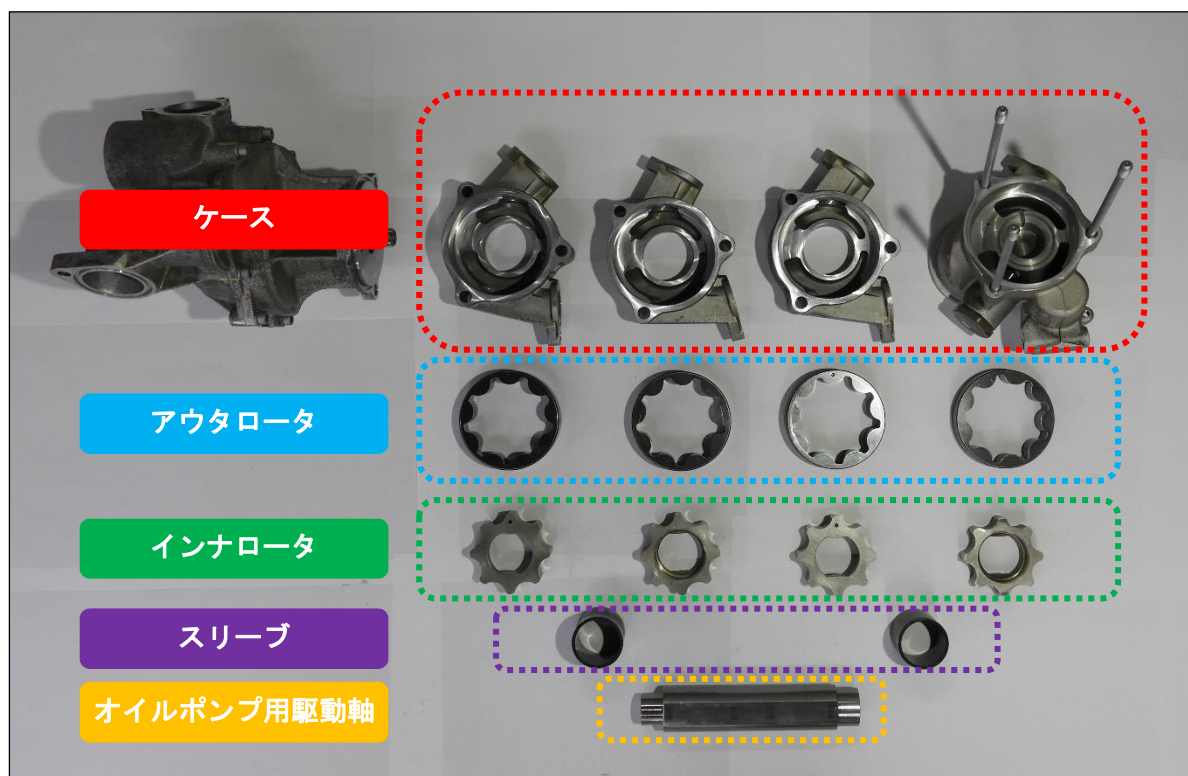
⑦ エンジンオイルポンプの構成

エンジンオイルポンプは4つのトロコイド式ポンプとオイルポンプ用駆動軸で構成されています。各トロコイド式ポンプは独立しており、他のトロコイド式ポンプとのオイル入出はありません。



⑧ エンジンオイルポンプ内部構成部品

各トロコイド式ポンプはケース、アウトロータ、インナロータ、スリーブ、オイルポンプ用駆動軸で構成されています。



⑨ エンジンオイルポンプ駆動軸の組付構造

ウォーターポンプ用駆動軸とオイルポンプ用の回転軸はスプラインにて噛合します。



オイルポンプ用駆動軸の外径とインナロータの内径は同じ形状で、インナロータにオイルポンプ用駆動軸が差込まれています。

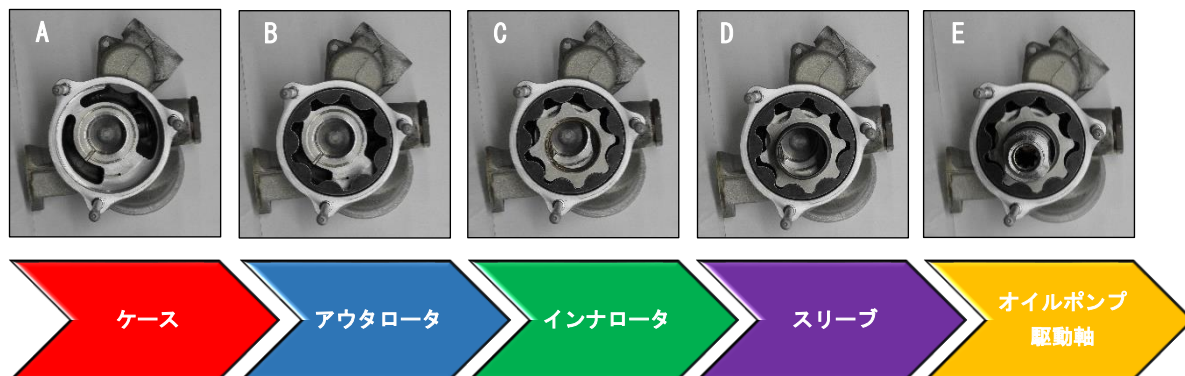


オイルポンプ用駆動軸の後端部はフィードポンプケース中央部の円状の窪みに入ります。



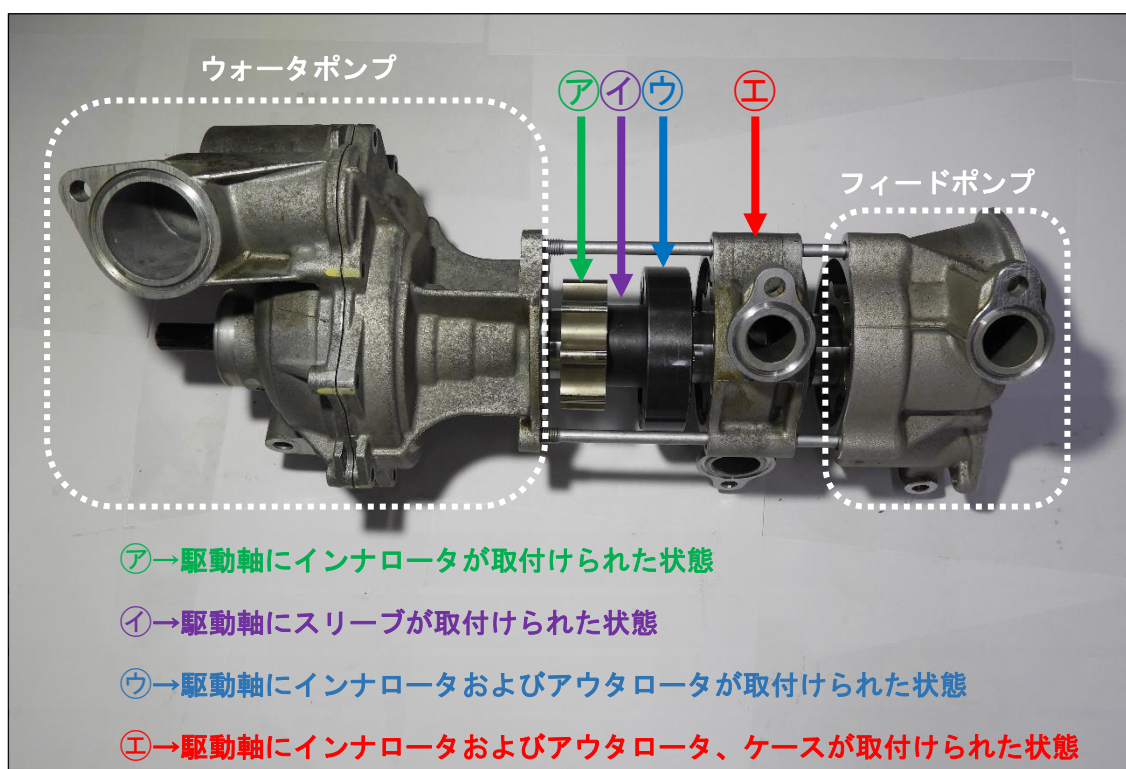
⑩ トロコイド式ポンプの組付構造

下記写真は、トロコイド式ポンプの各部品の組付状態です。A～E まで組付順序に従ってひとつずつ部品を追加しています。具体的には、A.ケースのみの状態から B.アウトロータを加え、その後に C.インナロータ→D.スリーブ→E.オイルポンプ駆動軸の順に組付けた状態を表しています。



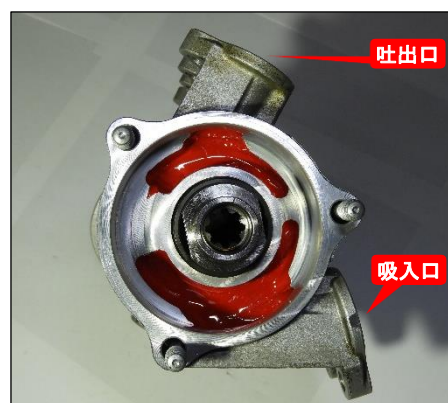
⑪ エンジンオイルポンプ内部のイメージ

オイルポンプ用駆動軸に、㉗.インナロータ、㉘.スリーブ、㉙.アウトロータ、㉚.スリーブを取付け両端にウォーターポンプとフィードポンプを順に組付けたイメージを示します。



⑫ トロコイド式ポンプの作動

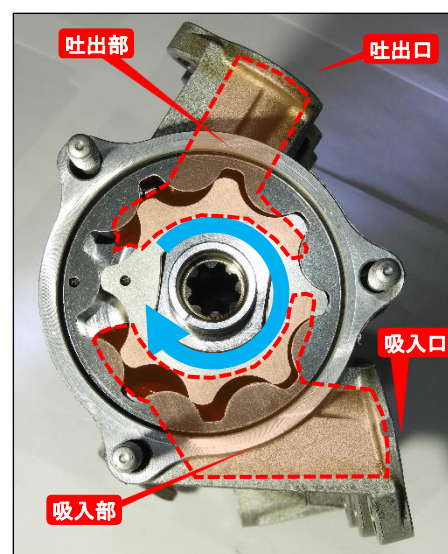
エンジンオイル経路を分かり易くするために、エンジンオイルの吸入口と吐出口を赤の塗料で色付けしました。



赤の点線は吸入部と吐出部を表しています。

オイルポンプ駆動軸およびインナロータは右回転します（青矢印）。

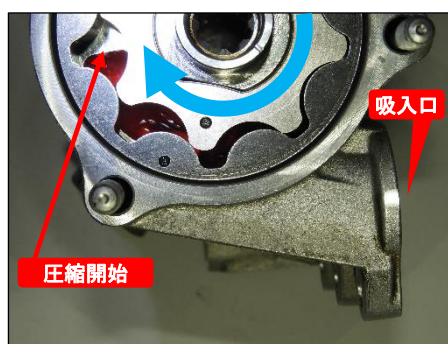
インナロータが回転することで吸入口から吸い込んだエンジンオイルが圧縮され吐出口から吐出されます。



吸入口の拡大です。

吸入口から吸い込んだエンジンオイルが圧縮され始めるポイントを表しています。

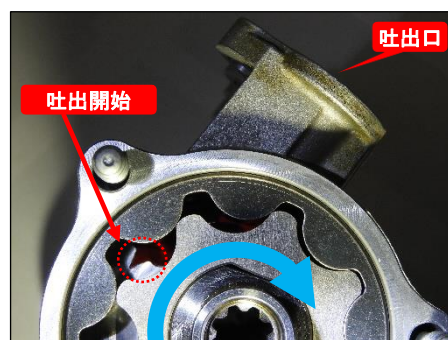
青矢印はインナロータの回転方向を表しています。



吐出口の拡大です。

圧縮されたエンジンオイルが吐出開始するポイントを表しています。

青矢印はインナロータの回転方向を表しています。



(8) まとめ

F430 のエンジンオイル油路および各装置の取付位置、スカベンジポンプ・フィードポンプ一体型エンジンオイルポンプの内部構造を中心に解説しました。

F430 ドライサンプ方式の構造を下記表にまとめています。

フェラーリ F430 ドライサンプ方式の構造	
オイルポンプ形式	スカベンジポンプ・フィードポンプ一体型
オイルポンプ取付位置	エンジン外部（クランクケースおよびロワクランクケース右側）
オイルポンプ駆動方式	ポンプ用チェーン（クランクシャフト～エンジンオイルポンプ）
オイルポンプ種類	トロコイド式
スカベンジポンプ数	3
フィードポンプ数	1
オイルパン有無	無
オイルタンク取付位置	トランスミッションケース内部前部
オイルセパレータ（オイル給油口）取付位置	トランスミッションケース前上部
オイル冷却方式	水冷式
ヒートエクスチェンジャー（オイルクーラ）取付位置	エンジンVバンク上部

7. その他フェラーリでの採用例

フェラーリ 360 モデナおよびF12 ベルリネッタの取材を行いましたので紹介します。

(1) フェラーリ 360 モデナ

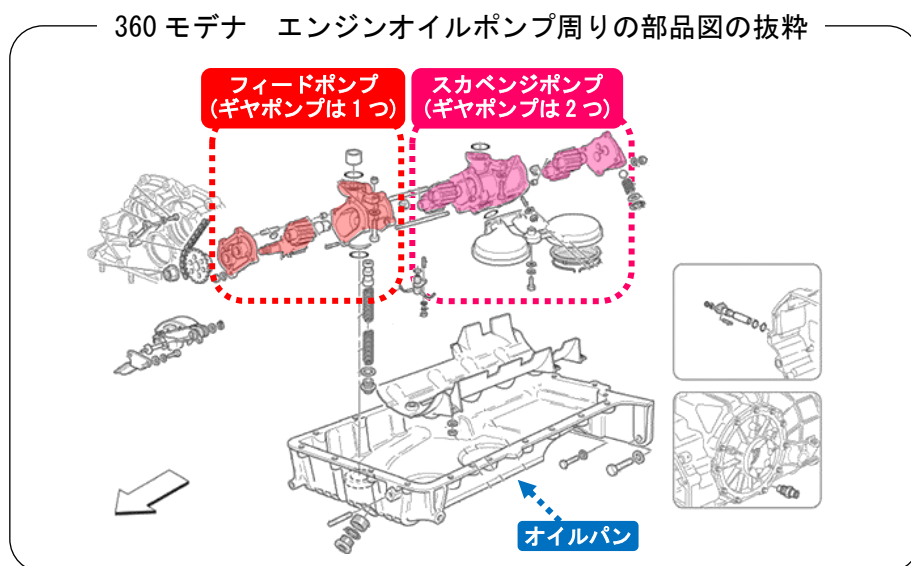
360 モデナのエンジンオイルポンプは、エンジン内部に設置されています。
スカベンジポンプ・フィードポンプは一体型で、ギヤ式を採用しています。

① 車両情報

車 名	フェラーリ 360 モデナ	
エンジン	V 型 8 気筒	
排 気 量	3. 6L	
駆動方式	MR(ミッドシップエンジン・リヤドライブ)	
潤滑方式	ドライサンプ (ギヤ式オイルポンプ)	

② エンジンオイルポンプ周りの部品図

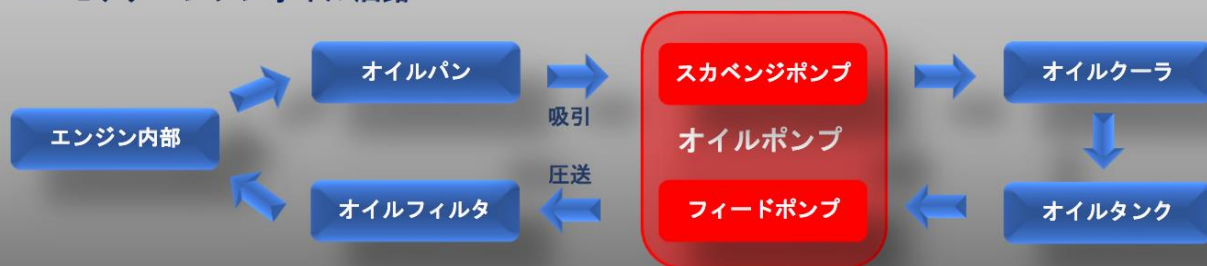
360 モデナのエンジンオイルポンプは部品図で示されている通り、クランクケース下部のオイルパン内に設置されています。スカベンジポンプとフィードポンプは一体で、スカベンジポンプ2つ、フィードポンプ1つ、計3つのギヤ式ポンプで構成されています。これによりスカベンジポンプは、フィードポンプの2倍の容量を確保していることが分かります。



③ エンジンオイル油路

基本的なオイル油路は F430 と同様です。

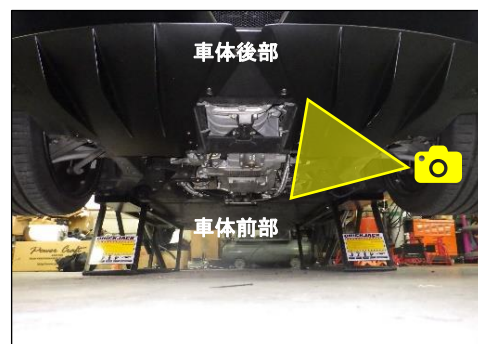
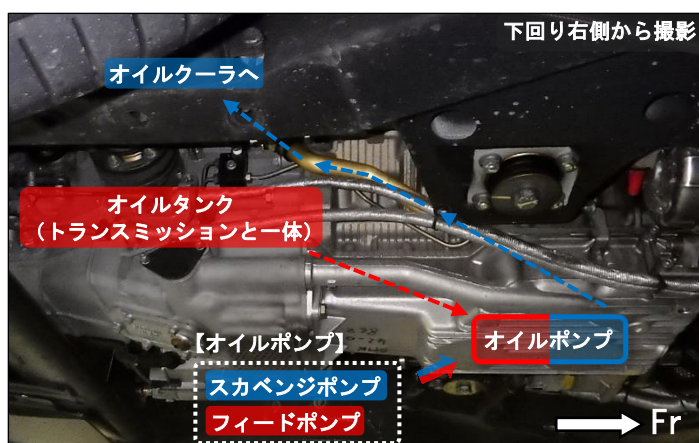
360 モデナエンジンオイル油路



④ 実車でのオイル経路確認

a エンジン下部

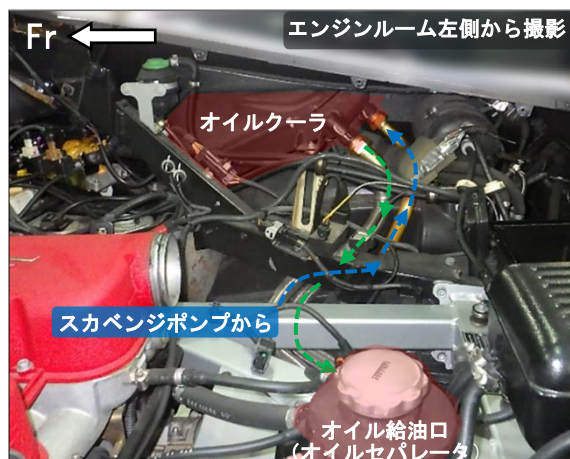
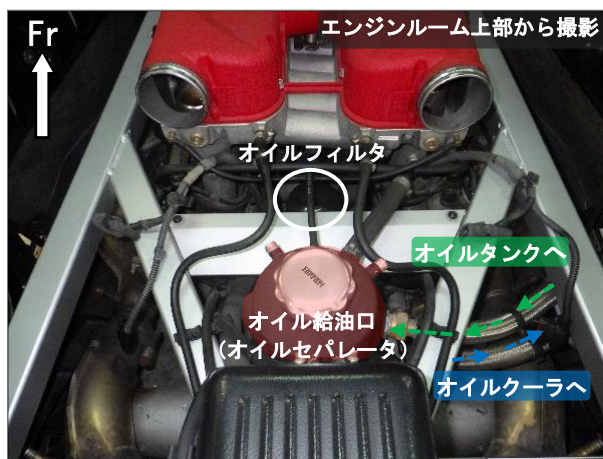
エンジンオイル油路をエンジン下部右側から確認しました（右写真の位置から写真撮影したものです）。青色の矢印はエンジンオイルやオイルミストをオイルポンプ（スカベンジポンプ）で吸引しオイルタンクへ戻す油路です。赤色矢印はオイルタンクからオイルポンプ（フィードポンプ）までの油路を示したものです。



b エンジンルーム上部（オイルタンク～オイルクーラ）

当該車両のエンジンオイルはトランスミッションケース内部に設けられたオイルタンクに蓄えられる仕組みです。青色の矢印で示しているのは、オイルポンプ（スカベンジポンプ）で吸引したエンジンオイルがオイルクーラへ流入する経路です。

緑色の矢印で示した油路はオイルクーラからオイルタンクへ流入する経路です。



(2) フェラーリ F12 ベルリネッタ

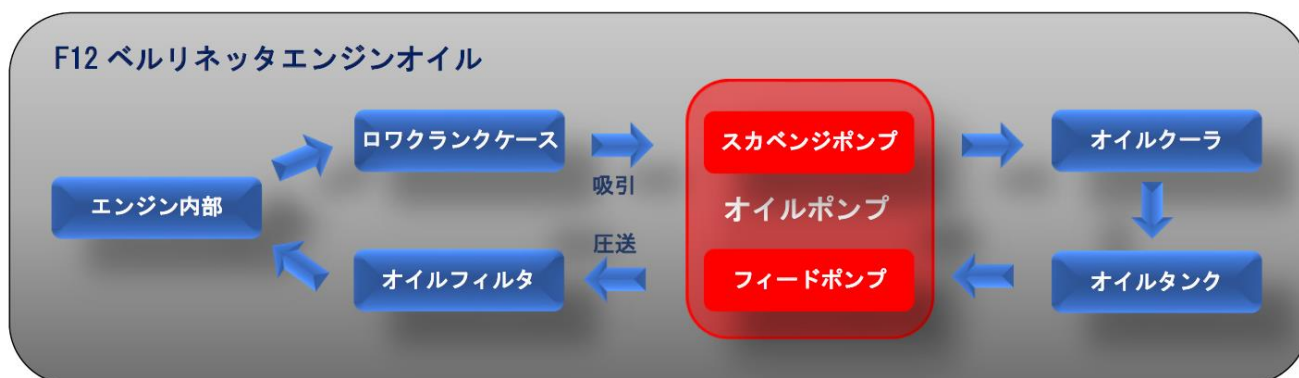
F12 ベルリネッタのエンジンオイルポンプは、エンジン外部に設置されており、スカベンジポンプ・フィードポンプ一体型を採用しています。

① 車両情報

車 名	フェラーリ F12 ベルリネッタ	
エンジン	V 型 12 気筒	
排 気 量	6. 2L	
駆動方式	FR(フロントエンジン・リヤドライブ)	
潤滑方式	ドライサンプ (オイルポンプの種類不明)	

② エンジンオイル油路

基本的なオイル油路は F430 と同様です。



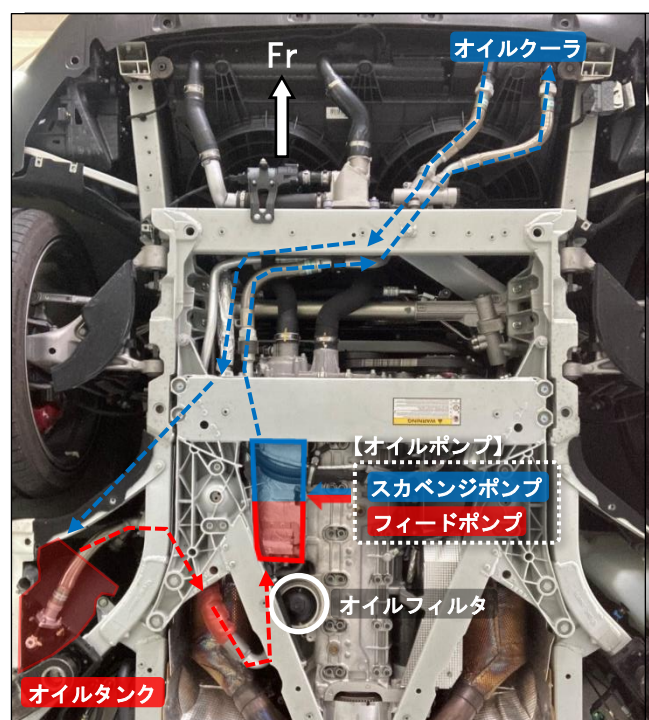
※クラנקケースは上下 2 分割としており、下側がロウクラנקケースになります。

③ 実車でのオイル経路確認

F12 ベルリネッタは、F430 同様にオイルパンを持たない構造になっており、エンジンオイルは右フロントタイヤ後部付近に設置されたオイルタンクに蓄えられる仕組みです。

赤色の矢印で示した油路はオイルタンクからオイルポンプ（フィードポンプ）へ流入する経路です。

青色の矢印で示しているのは、オイルポンプ（スカベンジポンプ）で吸引したエンジンオイルがオイルクーラを介してオイルタンクへ回収されるまでの油路です。

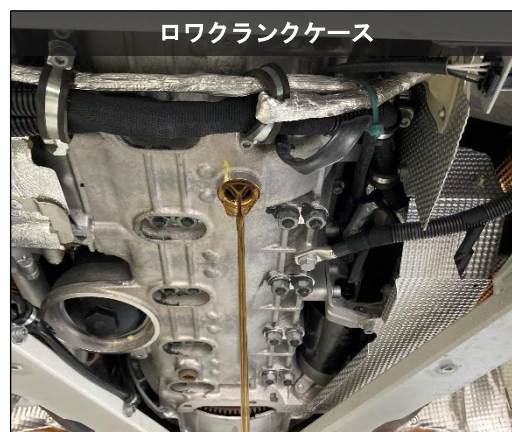


8. ドライサンプ方式のエンジンオイル交換

ドライサンプ方式を採用した車両のエンジンオイル交換は、エンジンオイル量点検方法を含めウェットサンプ方式とは異なることがあります。今回は、フェラーリ F12 ベルリネッタのエンジンオイル交換例を紹介します。

(1) エンジンオイル抜取作業

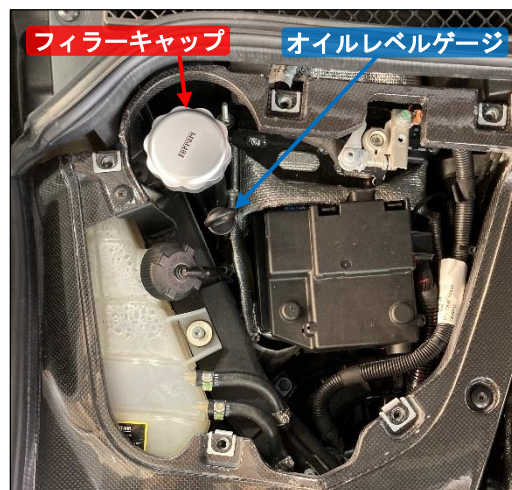
オイルタンクとロワクランクケースに取付けられた 2 つのドレンプラグを外すことにより、エンジンオイルを抜取ります。



(2) エンジンオイル注入作業

エンジンルーム内のオイルタンク上部のフィルターキャップを開け、エンジンオイルを注入します。エンジンオイルの全量を一度に注入せず、全量の 70～80%を注入した状態でエンジンを始動またはスタータモータを回転させます。その後はエンジンオイル温度を確認しながらエンジンオイル量を合わせていきます。

※エンジンオイルの全量を一度に注入し、エンジンを始動するとオイルタンクからブローバイホースを経由してインテークマニホールド内にエンジンオイルが入り込み、不具合を発生させる可能性があります。



(3) エンジンオイル量点検方法

F12 ベルリネッタでは、エンジン作動時に点検を行います。①～⑧の作業を実施することがオーナーズハンドブックに記載されています。

警告

(F12 ベルリネッタ オーナーズハンドブック抜粋)

エンジンオイルレベルの点検は、平坦な場所に駐車してエンジンをアイドリングさせ、暖気状態で実施してください。オイルを補充する場合は、使用しているものと異なる規格のオイルを使用しないでください。

- ① 油温が 85～90℃になるまで暖機します。
- ② 4 分以上アイドリングします。
- ③ エンジンを、4,000～4,500rpm で 1 分間運転します。
- ④ 2 分間アイドリングさせてから（3 分経過する前に）油量を点検します。
- ⑤ エンジンオイルフィルターキャップを外し、オイルゲージを抜き取ってオイル量を確認します。油面がオイルゲージの MIN と MAX の間にあることが必要です。
- ⑥ 必要に応じて指定オイルを補充しますが、オイルゲージの MAX レベルを超えないよう注意してください。
- ⑦ エンジンオイルフィルターキャップを確実に締め込みます。
オイルを補充した後もしばらくの間は、メータ内ディスプレイに「油面低下」シンボルが表示されたままになる場合があります。この間、システムが必要な全てのチェックを行います。これは故障ではありません。
- ⑧ オイルを補充した場合、またはオイル交換を実施した場合、上記の手順でオイル量をもう一度点検します。

(引用:フェラーリ「F12 ベルリネッタ オーナーズハンドブック」より)



(4) F12 ベルリネッタの推奨エンジンオイル

推奨エンジンオイルは、オーナーズハンドブックに記載されています。

コンポーネント		容量	車両の適切な作動のためのフルードの規格	フェラーリ推奨製品
エンジン潤滑システム	総容量	13.2L	化学合成エンジンオイル SAE*1 5W-40	SHELL Helix Ultra SAE 5W-40
	MIN と MAX 間のオイル容量	1.35L	API*2 SN/CF	
	1000 kmあたりのオイル消費量	1.0-2.0L	ACEA*3 A3/B4	

*1. SAE-粘度等級 例：SAE5W-40

5W＝低温時（冬季）の粘度等級を示します。

40＝高温時の粘度等級を示します。

*2. API-アメリカ石油協会 例：SN/CF

SN＝最初の文字はエンジンオイルがガソリンエンジンに適することを示し、2 番目の文字は API 規格のグレードを示します。

*3. ACEA-欧州自動車工業会 例：A3/B4

A3＝ガソリンエンジンに適した高性能エンジンオイルであることを示します。

B4＝ディーゼルエンジンに適した高性能エンジンオイルであることを示します。

（引用：フェラーリ「F12 ベルリネッタ オーナーズハンドブック」より）

9. おわりに

今回は特殊なエンジンオイル供給方式であるドライサンプ方式について調査を行いました。今後、ガソリンエンジンを搭載した車両は、徐々に減少していく見込みですがフェラーリなどの高級輸入車は、使用年数（新車登録から抹消登録までの期間）が長く当面は現状の登録台数が持続するものと思われます。ひとたびエンジンに関する損害が発生した場合は高額な修理費が見込まれ、その内部構造の複雑さや構造情報の少なさから損傷診断が困難になる場合も多いと思います。今回行った取材はあくまで一例となりますが、高級輸入車に搭載されたドライサンプ方式の構造について紹介しました。ドライサンプ方式の構造・機能について知識を深める参考資料にして頂けると幸いです。

JKC（研修部 伊藤 鎌史／三ノ丸 裕介）

「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-897	ロッキーHEV	A202S 系
J-898	N X	AAZA20, AAZA25, TAZA25, AAZH20, AAZH25 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



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



自研センターニュース 2022.2 (通巻557号) 令和4年2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、
著作権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。