

1～3 ton系エンジン式フォークリフト「LEO NXT」製品紹介

Introducing the LEO NXT Series 1- to 3-Ton Engine-Powered Forklift Trucks

関 泰 夫
Yasuo Seki

加 藤 伸 一
Shin-ichi Katou

吉 田 敏 行
Toshiyuki Yoshida

奥 山 哲 也
Tetsuya Okuyama

高 原 哲
Satoshi Takahara

小松フォークリフト(株)の主力機種である1～3tonの小型エンジン車をLEO NXT(レオネクスト)シリーズとして7年ぶりにモデルチェンジした。

今回は「No.1」をキーワードに開発すると共に2ton系コンパクト車を新たに開発した。
特に重点を置いて改良した特長を紹介する。

Komatsu Forklift Co., Ltd. has remodeled its best-selling, 1- to 3-ton engine-powered forklift trucks for the first time in seven years and has come up with the LEO NXT Series.

The LEO NXT Series has been developed with “No. 1” as the watchword. At the same time, newly-developed, compact 2-ton forklift trucks have been added to the product line.

We shall describe below the salient features of the LEO NXT Series.

Key Words: Engine Powered Forklift Truck, LEO NXT Series, 109 Series, Soft & Stable Cushion Tire, Super Lift Hydraulic System, Komatsu Advanced Power Steering, Visibility, Texture Paint, Recycle

1. はじめに

エンジン式フォークリフトは、環境問題への関心から、バッテリー式フォークリフトへの代替が進んでいる。しかしながら、エンジン式は給油の容易さ(インフラの充実、稼働時間の長さ)、パワーの点でバッテリー式よりも優れており、作業形態に合わせ、お客様での使い分けがより明確になってきたと言える。

それ故、環境・安全に配慮したエンジン式フォークリフトのニーズが強い。

また、物流のローコスト化の流れは、エンジン式のパワーとバッテリー式のコンパクトさを持った車両の要求に結びつく。このような市場の背景から、「LEO NXT」シリーズとして、1 ton～3 tonのエンジン式フォークリフトを7年ぶりにフルモデルチェンジし、2 ton系には新たにコンパクト車「109シリーズ」を系列に追加して市場導入したので、その特長を紹介する。(写真1, 写真2)

2. 開発の狙い

- (1) 開発の狙いは、自社のコア・コンピタンスを生かしたエンジン式フォークリフトのNo. 1を目指した商品を開発し、お客様に提供することであり、No. 1化のコンセプトとして、“コマツらしさ＝スタミナ(信頼性・耐久性)、レス・ストレス(視界・居住性・操作性)、デザイン(コマツアイデンティティの明確化)”を重点として設定した。また、「環境・安全・経済性」を基軸として顧客ニーズへの対応の充実を図ることを合わせて狙いとした。
- (2) フォークリフトの原点に立ち戻り、車体のコンパクト性と荷役性能を追求したNo. 1の2 ton系コンパクト車を開発すること。この実現のために、コンパクト車専用タイヤを開発することで世界最小クラスの2 ton系フォークリフトを実現化することを狙いとした。



写真1 109シリーズ(コンパクト車)



写真2 2ton系標準車(BX)

3. 機種系列

今回の開発で、2ton系コンパクト車を新規に機種設定したが、従来車の少数機種、中間機種、海外専用エンジン搭載機種を統廃合し、トータルでは「従来車：43機種」から「LEO NXT：39機種」に削減して生産性の向上を図った。(表1)

表1 機種系列とエンジン一覧

LEO NXT 機種系列		AXシリーズ(1ton系)					BXシリーズ(2ton系)						
		ホイールベース	0.9	1.0	1.35	1.5	1.75	ホイールベース	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0
小特車	ガソリン車	1400mm	○	○	○	○	○	1650mm	○		○		
	ディーゼル車		×	□	□	□	□		×	×			
標準車	ガソリン車		○	○	○	○			●	×	●	×	●
	ディーゼル車		▲	▲	▲	▲			■	×	■	×	■
	ディーゼル車		(海外専用エンジン搭載車)							×	×		×
高出力車	ガソリン車					●	●		◎		◎		◎
	ディーゼル車						■		■		■		
コンパクト車	ガソリン車	1400mm						●		●		●	
	ディーゼル車							■		■		■	

□ :最大荷重 (ton)

記号説明

- (1) × : 廃止機種
- (2) 搭載エンジン一覧

ガソリン	名称	排気量 (cc)	出力kW (PS)	ディーゼル	名称	排気量 (cc)	出力kW (PS)
○	H15	1486	27 {37}	□	4LB1	1499	23.5 {32}
●	H20	1982	34.5 {47}	▲	4D92E	2695	34.5 {47}
◎	H25	2472	42.7 {58}	■	4D94E	2775	46.3 {63}
				■	4D98E	3318	53 {72}

新規設定機種

4. 外観デザイン

LEO NXTのデザインを決定するにあたり、「物流分野にあってフォークリフトのデザインとは、本来どうあるべきか」を踏まえて

- (1) 機能に対し、確かに使いやすい
- (2) 人の心を突き動かすメンタル面へ踏み込む
(思わず乗ってみたい、使ってみたい、触りたい)
- (3) 人の感性に対して、どこまで配慮するか
- (4) ブランドイメージを高める
- (5) コマツのオリジナリティを出す

という観点からデザインに取り組んだ。

具体的な実施例としては、

- ①アタックライン;ライオンが獲物を狙うポーズを参考に、機動力・低重心・力強さを造形表現したフレーム上面形状にした。
- ②スプーンカーブフェンダ;スプーンのようにカーブさせたフェンダ形状により、ステップを広く、低く見せる形状にした。
その他の外観部品についてすべてこだわりをもった形状にした。(写真3)

なお、LEO NXTは2ton系標準車(BX)シリーズと109シリーズ(コンパクト車)で2002年度グッドデザイン賞を受賞し、109シリーズは2003年に第33回機械工業デザイン賞(日刊工業新聞主催)の最高賞である経済産業大臣賞を受賞した。



スプーンカーブフェンダ アタックライン

写真3 外観デザイン

5. 2 ton系コンパクト車109シリーズの開発

5-1. 狙い

ユーザ要求として、①荷の大型化に伴う重量増加で従来車での能力不足、②倉庫などの建屋内スペースの効率的活用がある。同じ車格で最大荷重の大きな車両、同じ最大荷重でよりコンパクトな車両の要求に対応するために、1ton系の車格で2ton系の荷役能力を持つ2ton系コンパクト車109シリーズを開発した。表2に車体主要スペックを示す。

109シリーズ:パレットの標準規格T11(1100mm×1100mm)以下の全幅1090mmから、109とネーミングした。

表2 車体主要スペック比較

	車体全長 (mm)	全幅 (mm)	全高 (mm)	軸距 (mm)	最小旋回半径 (mm)	最大荷重 (kg) (5mダブルマスト時)
1ton系標準車(FD15)	3155	1070	2035	1400	1955	1150
2ton系コンパクト車(FD25N)	3450	1090	2025	1400	2050	1900
2ton系標準車(FD25)	3645	1150	2070	1650	2240	1700

5-2. コンパクト車専用タイヤの開発

フォークリフトは車体を極力小さくするために様々な工夫を凝らしているが、その一つにタイヤがある。従来、車体を小さくするためにタイヤも小さくすることが求められ、米国仕様のクッション車ではソリッドタイヤを使用している。

ソリッドタイヤの欠点としては乗り心地が悪い、摩耗寿命が短いことが挙げられる。今回開発したコンパクト車専用タイヤ(SSCT: Soft & Stable Cushion Tire)はサイドウォールに空孔部を設けたもので、この孔によりクッション性を増し、乗り心地の向上を図っている。写真4にその外観を示す。その効果は、従来のソリッドタイヤ装着時に

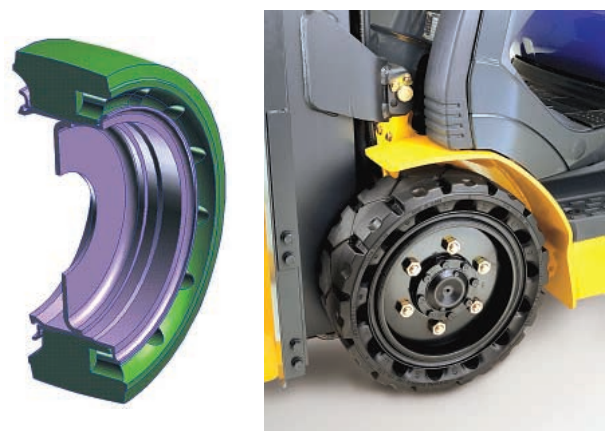


写真4 SSCT外観

対し、オペレータシート上下加速度レベルで25%の低減(当社比)を達成し、ほぼ空気入りタイヤと同等の性能を得た。

また、クッション性の背反事象として振動減衰特性が悪化し、車体ピッチングの取れん性が低下するが、本タイヤではソリッドタイヤ並みの振動減衰特性を得ることができた。(図1)

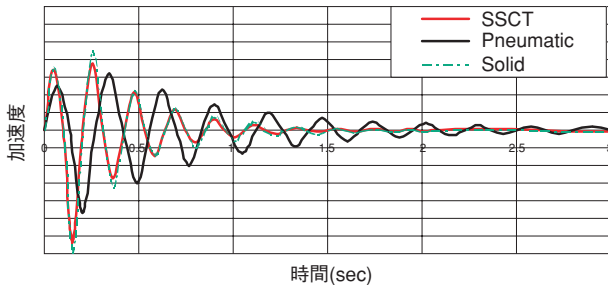


図1 振動減衰特性の比較

さらに、タイヤ成形時、この孔からゴム内部にまで均一に加硫されることから、従来の空気入りタイヤに対して約2倍の耐摩耗性を実現している。

図2にSSCTの特性比較を示し、図3に従来タイヤとの形状比較を示す。

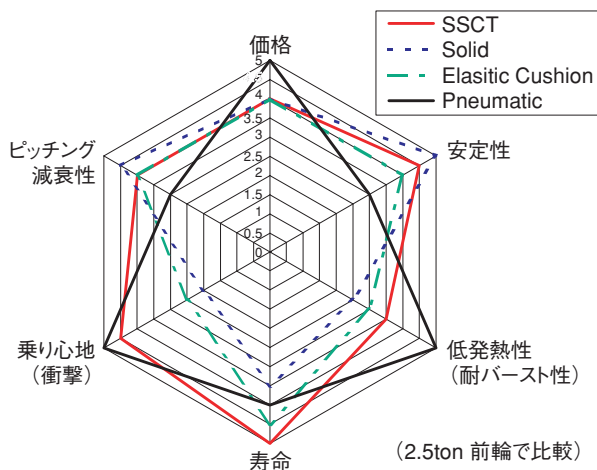


図2 SSCT特性比較

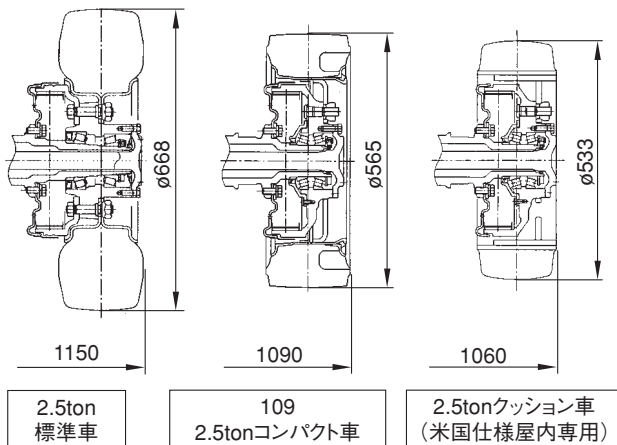


図3 タイヤ形状比較(前輪)

6. 主な特長

6-1. ステアリングシステム

従来車のコマツの特長であるクローズドタイプのステアリングコントロールユニットと両ロッドステアリングシリンダの組み合わせであるKAPS(Komatsu Advanced Power Steering)に加え、LEO NXTではステアリングコントロールユニットの①セクタシャフトにフリクションを付加し(図4)、車体側リンクのたわみなどの影響を受けないことによる応答性、直進性の改良(特許出願中)、②センタリングバネ力を軽減し、小径ハンドルでも軽い操作力、③バルブ開口の最適化による回路圧損の低減、を織り込んだシステムをKAPS IIとし、ハンドル操作性、走行安定性を更に向上した。ステアリングシステムを図5に示す。

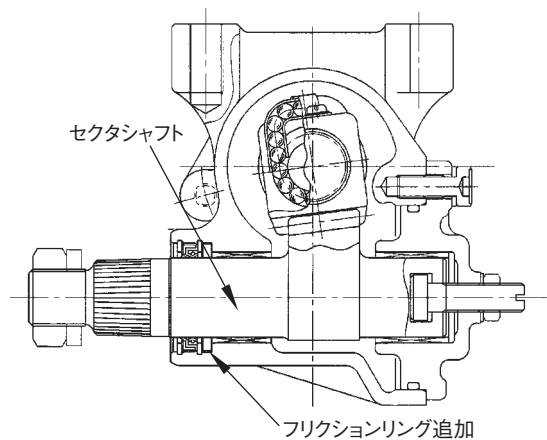


図4 ステアリングコントロールユニット断面図



図5 ステアリングシステム

6-2. パラレル油圧システム SLHS
(Super Lift Hydraulic System)

オペレータが意のままに作業するためには、作業機の微操作性が重要なポイントであり、LEO NXTでは従来の1ポンプからステアリングと作業機の回路を独立させたコンパクトタンデムポンプを新開発し(図6)(特許出願中)、アイドル時の作業機速度をアップして、従来アクセルペダル操作を伴う荷役作業を作業機レバー操作のみで行うことを可能にした(図7)。併せて、作業機速度はステアリング操作に影響せず、オペレータが意のままに作業す

ることを可能にした。また、本構造採用により、容量の大きいメインポンプ回路に設けていたフローバイダを容量の小さいステアリングポンプ側にする事により、回路圧損を低減してヒートバランスを改善し、油圧系の信頼性向上を図った。なお、作業機とステアリングを同時にリリースした時のエンスト防止のため、フローバイダにブリード弁を内蔵し、エンジン回転が低下すると自動的に作業機圧力を下げるようにした。図8にポンプ回路の比較を示す。

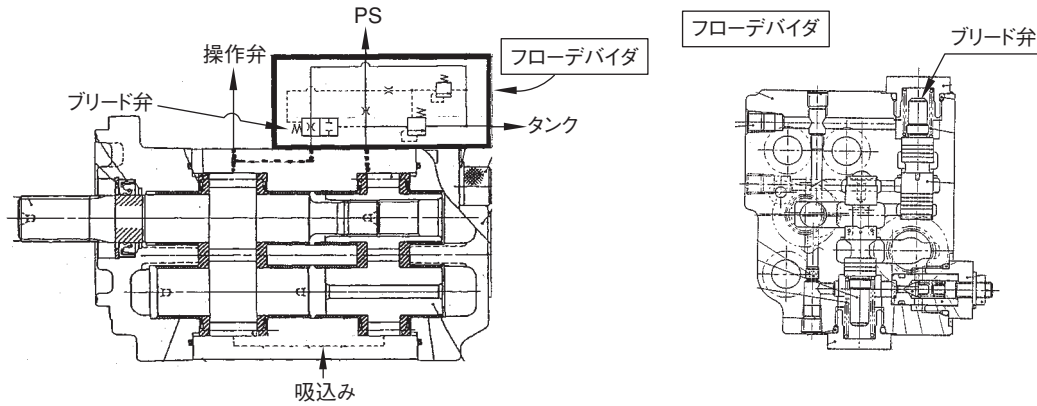


図6 ポンプ、フローバイダ断面図

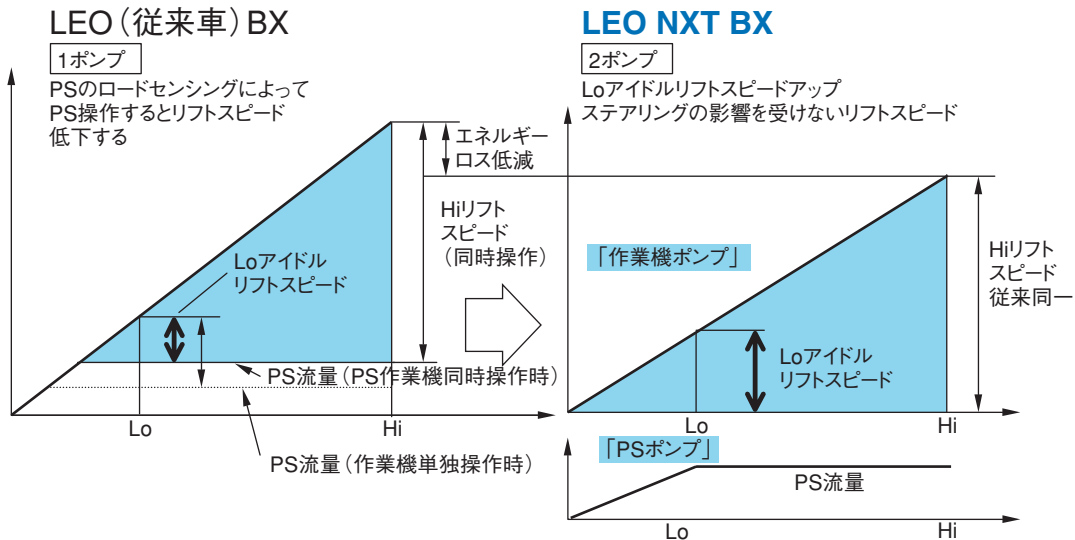


図7 油圧システム性能比較

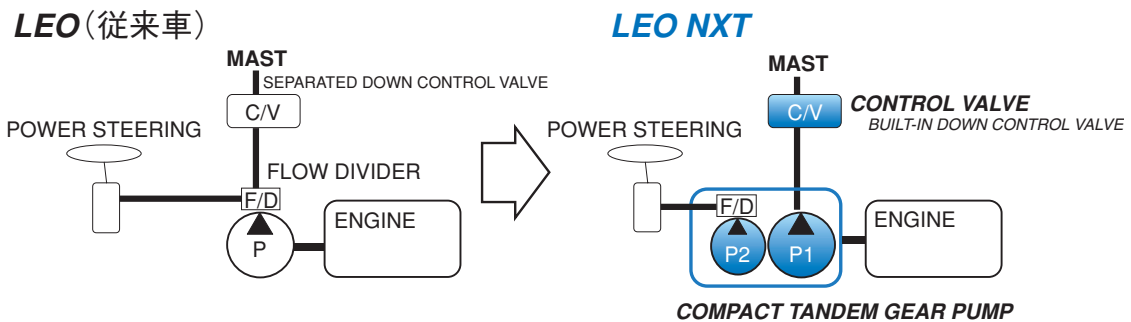


図8 ポンプ回路の比較

6-3. 乗り心地, 居住性

開発のコンセプトである「レス・ストレス」という観点から、オペレータの乗り心地, 居住性は重要なポイントであり、LEO NXTでは下記のポイントを改良した。

(1) 乗り心地

① キャブマウント位置および特性の改良

キャブマウント位置を従来より上側にして、オペレータ着座位置に近づけ、また、前後のスパンを広げることで、オペレータの体感する揺れを低減し、かつ、バネ定数を下げることが可能にした。(図9)

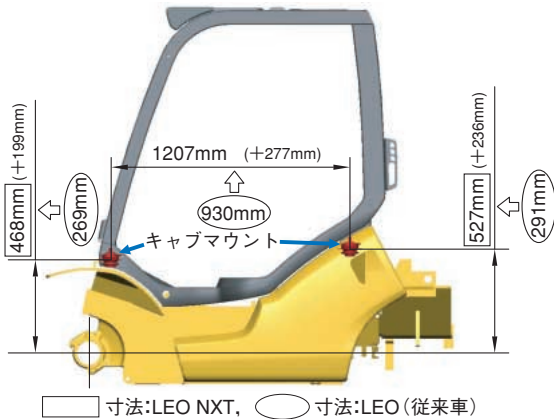


図9 キャブマウント位置

② オペレータシートの改良

サスペンション部分のリンク, スプリング, ダンパのレイアウトを見直し、クッション(座面)部のウレタン厚さを従来比で1.7倍にすると共に、リンク効率を改良することで、着座時の柔らかさとストローク時のフワフワ感を改良した。

上記①, ②の実施による段差走行時および定置でのシート振動を図10, 図11に示す。

振動レベル

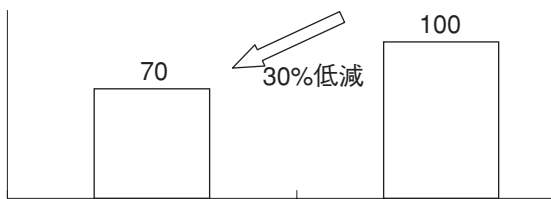


図10 段差走行時シート振動レベル比較

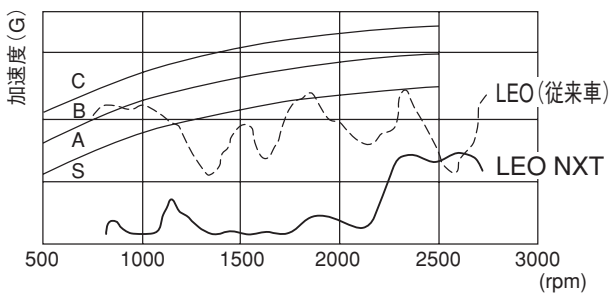


図11 シート定置振動

(2) 居住性

ティルトシリンダをフロア下側に配置してフロア両側の凸部をなくし、広いフロアスペースを確保した。特に走行中は左足がフリーになるため、左側のフットレスト部はオペレータの疲労軽減に有効である。また、小径ハンドルとシート位置を後方に移動し、ハンドルとシートの前後寸法を従来車に対し、+125mmとして、余裕のワークスペースとした(写真5, 写真6)。なお、シートスライド量は160mm(前後各80mm)であるが、小柄なオペレータのために、シート取付部を前側に移動可能なスペースをボンネットに設けている。



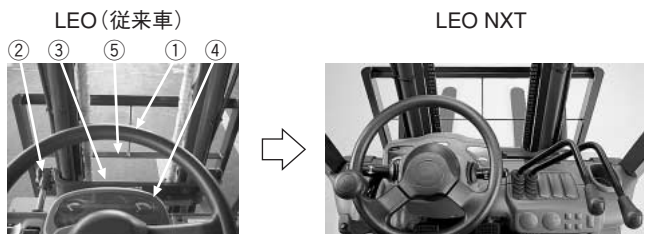
LEO (従来車) LEO NXT
写真5 ワークスペース比較(1)



LEO (従来車) LEO NXT
写真6 ワークスペース比較(2)

6-4. 前方視界

今回の開発から活用した3D-CADにより、計画段階から前方視界、特にフォークの視認性にこだわり、従来車に対して大幅に向上した。従来車との比較および改良内容を写真7に示す。



- ① 小径ハンドル化(φ360→φ300)
- ② ティルトシリンダ位置ダウン
- ③ ティルトステー位置ダウン
- ④ メータパネルのコンパクト化
- ⑤ バックレストロアプレートの傾斜化

写真7 前方視界の向上

6-5. 環境への配慮

(1) テクスチャ塗装

従来、カウンタウエイトの鋳肌面の均一化、外観品質の向上のため、塗装の前工程としてパテ塗り、パテ研ぎを実施していた。パテ研ぎは、粉塵発生による悪環境での苦渋作業であり、また、ユーザではカウンタウエイトが擦れた場合パテ部分が剥がれてゴミになり、ディーラーでは中古車として再販時にパテ剥がれ部分の修正が必要になる。

これらを解消するために、塗膜表面に人工的に梨地状の凸凹をつくり、鋳肌面への塗装でも違和感なく見せることにより、パテ塗り、パテ研ぎ工程を廃止することを可能にした。(図12, 写真8)

(2) カウンタウエイト分割溝

カウンタウエイトの内側に、プレスによる分割破碎を容易にするために、分割用の溝を追加してリサイクル性の向上を図った。(図13, 写真9)

6-6. 点検整備性

従来のボンネットオープン構造に加え、LEO NXTではフロアプレートのオープン構造を採用した(写真10)。従来車はトルコン油、操作弁まわりの油漏れなどの点検時、フロアマットとフロアプレートを取り外す煩わしさがあつた。本構造により、どちらも外さずに点検可能にした。なお、従来機同様に脱着も可能な構造にした。(特許出願中)

また、ラジエーターサブタンク、ヒューズ・リレーボックスをバッテリーの近くに集中配置して、点検容易化を図った。

6-7. 信頼性

(1) ヒートバランス

今回の開発から社内基準を見直して、ヒートバランスを改良した。

①エンジン水温：ラジエーター目詰りが10%の状態でも基準をクリア

・シュラウドの樹脂化に伴う形状最適化により改良

②トルコン油温：Vシェープモード(プラッキング操作を多用するモード)で基準をクリア

・トルコンクーラ容量アップ(従来機比2.8倍)により改良

③作動油温：従来より10℃下げた基準をクリア

・回路圧損の低減とラジエーター内蔵作動油クーラの追加により改良

(2) 配線

ハーネス側にクリップを追加し、タイラップをすべて廃止して、組み立てのバラツキによる弛み、擦れを防止すると共に、実車水掛けテストによる異常確認を実施した。

(3) 配管

ヒートバランスの改善に加え、主要部位であるステアリング回路の口金部をフェースシール化して油漏れをなくした。

・配線、配管については3D-CAD導入により、Pro Cabling, Pro Pipingを活用した長さ、隙間の最適化およびF・KES

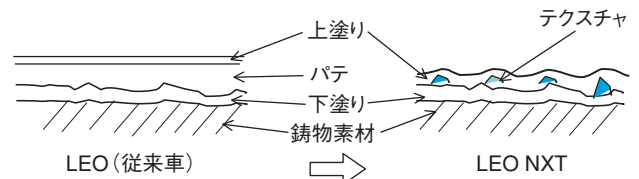


図12 塗装断面



写真8 テクスチャ塗装外観

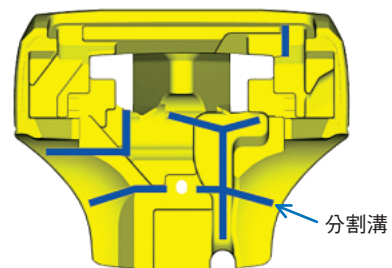


図13 カウンタウエイト分割溝



写真9 カウンタウエイト分割後



写真10 フロアプレートのオープン構造

で制定したチェックシートによる実車確認により、信頼性向上を図った。

(4) 保証期間の延長

上記内容に加え、従来パワーライン、マストが主体のベンチテストを車体側コンポーネントにも展開し、車両全体での信頼性を向上させたことにより、保証期間を従来の「6カ月または600時間」から「12カ月または1200時間」に延長した。

7. おわりに

2002年7月の発売以来、LEO NXTは好評であり、狙いとしていたところはすべて評価されている。また、新規設定の109シリーズは、他社にないコンパクト性から、特に評価が高い。

小型エンジン車の最も強力なライバルはバッテリー車であり、エンジン車の強みを活かしながら、振動、騒音、エミッションなどをいかにバッテリー車に近づけていくかが今後の大きな課題である。

筆者紹介



Yasuo Seki
せき やすお
関 泰夫 1975年、小松フォークリフト(株)入社。
現在、小松フォークリフト(株) 開発本部 開発グループ
所属。



Shin-ichi Katou
かとう しんいち
加藤 伸一 1981年、小松フォークリフト(株)入社。
現在、小松フォークリフト(株) 開発本部 サイマル企画
グループ所属。



Toshiyuki Yoshida
よしだ としゆき
吉田 敏行 1981年、コマツ入社。
現在、コマツ エンジン・油機事業本部 油機開発
センタ所属。



Tetsuya Okuyama
おく やま てつや
奥山 哲也 1991年、コマツ入社。
現在、小松フォークリフト(株) 開発本部 開発グループ
所属。



Satoshi Takahara
たか はら さとし
高原 哲 1991年、小松フォークリフト(株)入社。
現在、小松フォークリフト(株) 開発本部 開発グループ
所属。

【筆者からひと言】

あるユーザの現場責任者から、今度のフォークリフトは手を離しても真っ直ぐ走るくらい走行安定性が良いと褒められた。分かっていたことだが、手離し運転を推奨できず、カタログやマニュアルでは手離しは禁止している。本システムを発案したり、様々な苦勞を重ねて量産化した設計担当者達に、直接ユーザの声を聞かせてあげたいと思った。