



建設機械の効率向上・電動化に資する熱マネジメント技術 ～カーボンニュートラル実現に貢献するハイブリッド建設機械～



協働研究拠点 コマツ革新技术共創研究所
未来産業技術研究所 齊藤卓志研究室
<http://komatsu.first.iir.titech.ac.jp/>



HB335(LC)-3, <https://kcsj.komatsu/>

- 建設機械の電動化により生じる熱問題の解決を図り総合的なエネルギー効率向上を目指す
- バッテリーシステムの熱管理技術の高度化

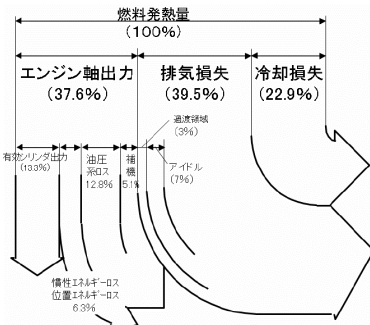
建設機械のハイブリッド化

- カーボンニュートラル社会の実現に向けて自動車をはじめとした輸送機器の電動化やハイブリッド化が進んでいる。

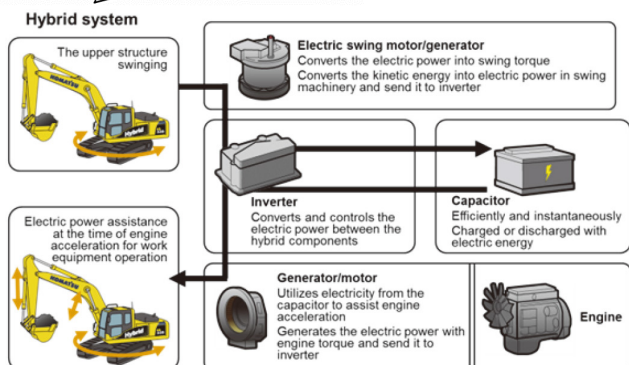
西暦	型式・大きさ	特長
2008	PC200-8E0・20t	市販車で世界初のハイブリッド油圧ショベル
2010	HB205-1 / HB215LC-1・20t	モデルチェンジ
2013	HB205-2 / HB215LC-2・20t	2011年排ガス規制対応モデル
2013	HB335-1 / HB365-1・30t	豪州などの海外向けモデル
2016	HB335-3 / HB365-3・30t	日米欧向けに開発、市場導入、特定特殊自動車排ガス2014年基準適合

全世界の販売台数は2020年度末までに合計5,000台を超えた。

- 油圧ショベル（非ハイブリッド）の代表的な作業におけるエネルギーフローにおいて消費燃料（エネルギー）のうち有効仕事として取り出せるのは13.3%。



上部旋回体を電気モーターで駆動するハイブリッドシステムとすればエネルギー変換および伝達ロス の低減と、旋回体の運動エネルギーを回生することが可能。



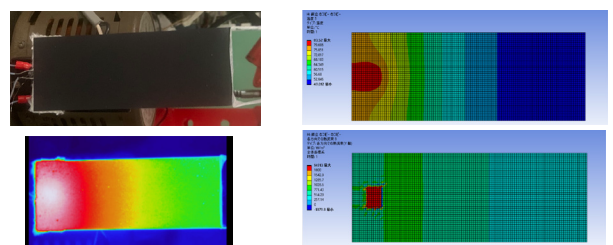
ハイブリッド油圧ショベルの構成

- ハイブリッドシステムは、旋回電気モータ、発電機モータ、インバータ、キャパシタ（蓄電器）等で構成される。
- 旋回体を減速させる時、エネルギーを旋回電気モータにより電気として回生し、キャパシタに蓄える。
- 蓄えた電気エネルギーは、旋回時のエネルギーとして使ったり、発電機モータを通じて作業時のエンジン加速時のアシストにも使ったりする。



ハイブリッドシステムの性能向上

- キャパシタの放熱性能向上を図ることで使用セル数の削減ができ、車載性向上、コスト削減が可能となる。キャパシタの構造上の特徴を踏まえ放熱促進のための方策検討とその有効性評価を実施。



赤外線カメラによるモデル平板の温度分布測定と熱流束分布推定
左上：試験片外観，右上：温度分布（シミュレーション），
左下：温度分布（赤外線カメラ），右下：熱流束分布

トライボロジー技術による油機コンポーネントの“ダントツ化”

協働研究拠点 コマツ革新技术共創研究所
未来産業技術研究所 田中真二研究室



<http://komatsu.first.iir.titech.ac.jp/>

コマツ革新技术共創研究所（田中研）

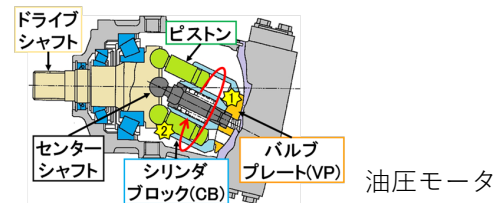
建設機械に使用される油圧機器（油圧ポンプ、油圧モータなど）やギヤ・シールなどの機械要素の性能向上を目的として、潤滑状態の見える化、材料表面と摺動特性の関係などに焦点を当てたトライボロジー技術の研究を行っています。



出典：www.komatsu.eu/en/excavators/mining-excavators

トライボロジー

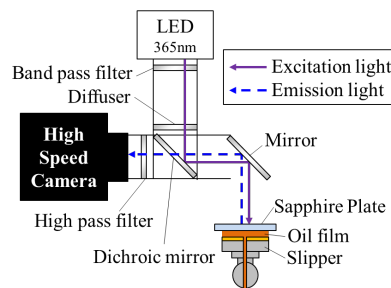
2つの物体の接触面に発生する現象（接触、摩擦、摩耗、潤滑など）を解明し、それらを制御するための技術を取り扱う学問



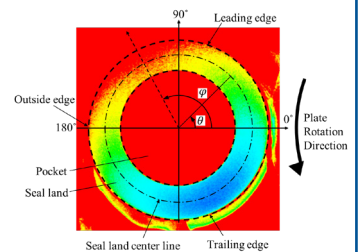
油圧モータ

斜板式ピストンポンプ摺動部の油膜厚さ分布計測

斜板式アキシャルピストンポンプはシリンダボアに吸い込んだ作動油をピストンで押し出して吐出する油圧ポンプです。斜板式アキシャルピストンポンプには部品同士が擦れながら動いている摺動部があり、その中でもスリッパ/斜板間に変動高荷重が作用しながら高速で摺動しています。本研究では蛍光法を用いてスリッパ/斜板間の油膜厚さ分布を直接計測し、ポンプ動作中の摺動状態を把握します。



油膜厚さ計測の光学系¹⁾



スリッパ/斜板間の油膜厚さ分布¹⁾

1) Shigeyoshi Kawakita et al., Tribology Online, vol.17, No.4 (2022) 283-290.

ZnDTPトライボフィルムの形成挙動と摺動面のトライボロジー特性

ZnDTP（ジアルキルジチオリン酸亜鉛）はエンジン油等、多くの潤滑油に使用されている添加剤で、硫化物層やポリリン酸皮膜のトライボフィルムを形成して摺動面を保護することが知られています。これまで、ZnDTP トライボフィルム研究の多くは表面が非常に平滑な試験片で行われていますが、本研究では実際の機械部品に近い表面粗さにおけるZnDTP トライボフィルムの形成挙動と摺動面のトライボロジー特性の関係について研究しています。



MTMトラクション試験機

摺動面に形成されたトライボフィルム²⁾

	Short	Middle	Long
	Fine		
Ball			
Disk			
	Medium		
Ball			
Disk			
	Coarse		
Ball			
Disk			

2) 永橋歩ら, トライボロジスト, vol.68, No.2 (2023) 114-127.