

建設・鉱山機械のコンポーネントリマン事業 (部品再生・リサイクル)

竹中隆文・東出 浩・阿部敏夫

建設・鉱山機械や部品の環境に優しい事業としての位置づけの一つとして鉱山機械に使われるエンジン等の主要コンポーネント(部品)のリユース, リサイクル事業であるリマン事業(部品再生事業)にグローバルに取り組む必要性が高まってきている。リマン事業は鉱山機械の顧客満足度の視点から信頼性の高いコンポーネントを低コストでタイムリーに提供することで, 休車時間を低減し機械稼働率向上及び機械のライフサイクル保守コスト低減に寄与している。リマンコンポのQCD向上には部品修理(加修)技術開発, 部品再使用判定技術開発, 再生コンポーネント・コア回収の物流リードタイム短縮などが必要となる。
キーワード: リサイクル(再生), 鉱山機械, コンポーネント, オーバーホール, 加修技術

1. リマン基本知識

リマンとは「再製造」を意味する「Remanufacturing」の略語で, 顧客に次のようなメリットを提供している。

- ・新品と同等レベルの品質・性能を保証
- ・新品に比べ割安
- ・適正に在庫された再生コンポにより, 休車時間を短縮
- ・リユース・リサイクルで資源の節約, 廃棄物の削減

鉱山機械は24時間, 365日, 年間約5,000時間から6,000時間, そして10年以上の稼働が要求される。車両の稼働開始から廃車までの総稼働時間が50,000時間を越える場合もあり, この間にエンジン等主要コンポーネントが約12,000時間から約25,000時間の間隔で数回にわたりオーバーホールされることになる(図-1)。このコンポーネントのオーバーホールによる車両の休車時間を低減し稼働率を高めること及びオーバーホールに関わるコストを削減することが要求されている。

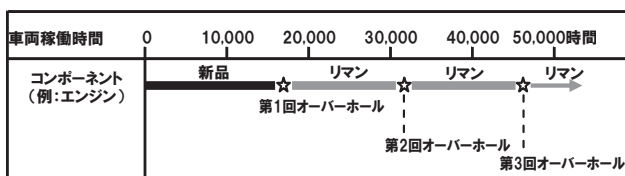


図-1 鉱山機械エンジンのオーバーホール例

2. 修理とリマン

顧客がコンポーネントをオーバーホールする場合, 現物修理及びリマンコンポ(再生コンポ)との交換の二つの場合がある。顧客・代理店において現物修理をするときとリマンとの比較を図-2に示す。長期稼働する鉱山機械のオーバーホールの場合には特に休車時間を低減し稼働率を高める観点からリマンの優位性がある。尚, リマンコンポとの交換で車体から降ろされるコンポーネントをコアと呼ぶ。

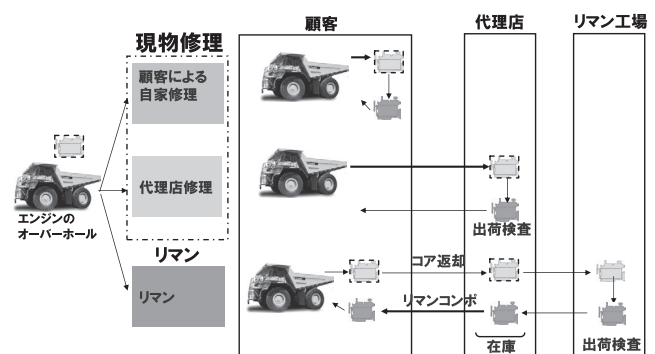


図-2 修理とリマンの比較

3. 耐久性とコスト目標

リマン品は対新品比較で寿命(耐久性)を新品同様, コスト(及び顧客への販売価格)は約半分を目標としている。

4. R&M 契約車両でのリマン有効性

顧客へ鉱山機械を販売する際に、代理店が包括サービス契約をし、顧客は稼働時間当たり費用（一定額）だけを支払う付帯契約がある。この契約を Repair & Maintenance (R&M) 契約と呼ぶ。R&M 契約では販売代理店の収益改善のためには修理費用を低く抑える必要がある。下図に示すように R&M 売上と R&M コスト（=コンポーネントリマン + 定期メンテナンスコスト）の差異が代理店の収益となる。R&M 契約における売上とコストの関係の概念図を図-3 に示す。

この場合はリマンコスト低減及びリマンコンポーネント寿命向上により R&M コスト低減が達成できれば、顧客に対して R&M 契約の競争力を高める（即ち、安価な稼働時間当たりコストを提示する）ことが可能となる。

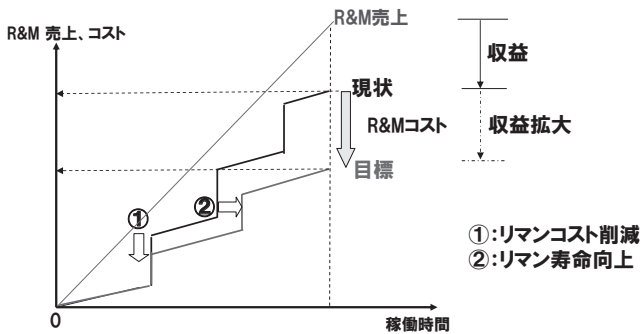


図-3 R&M 契約売上とコスト概念図

5. リマン製造工程

リマン製造工程は図-4 に示すように、鉱山機械からオーバーホールで降ろされたコンポーネント(コア)回収から始まり、洗浄、分解、部品洗浄、部品検査、部品加修、組立、出荷検査、塗装を経て出荷の工程から成り立つ。

又、リマンの部品構成は再使用部品、交換部品から成り立っているが、再使用部品は洗浄以外に加修を必要とする場合が多く、具体的には磨耗等で図面寸法からはずれたものは溶射と研磨などを組み合わせて規格寸法に復元する加工を行う。

具体例としてエンジンシリンダブロック上面（図-5）を溶射及び切削加工を行うことで加修を行っている。シリンダブロック上面の加修前後の比較を図-6 に示す。

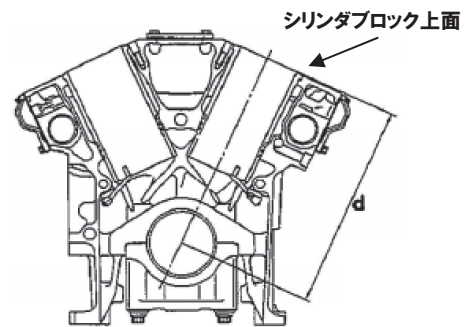


図-5 シリンダブロック上面

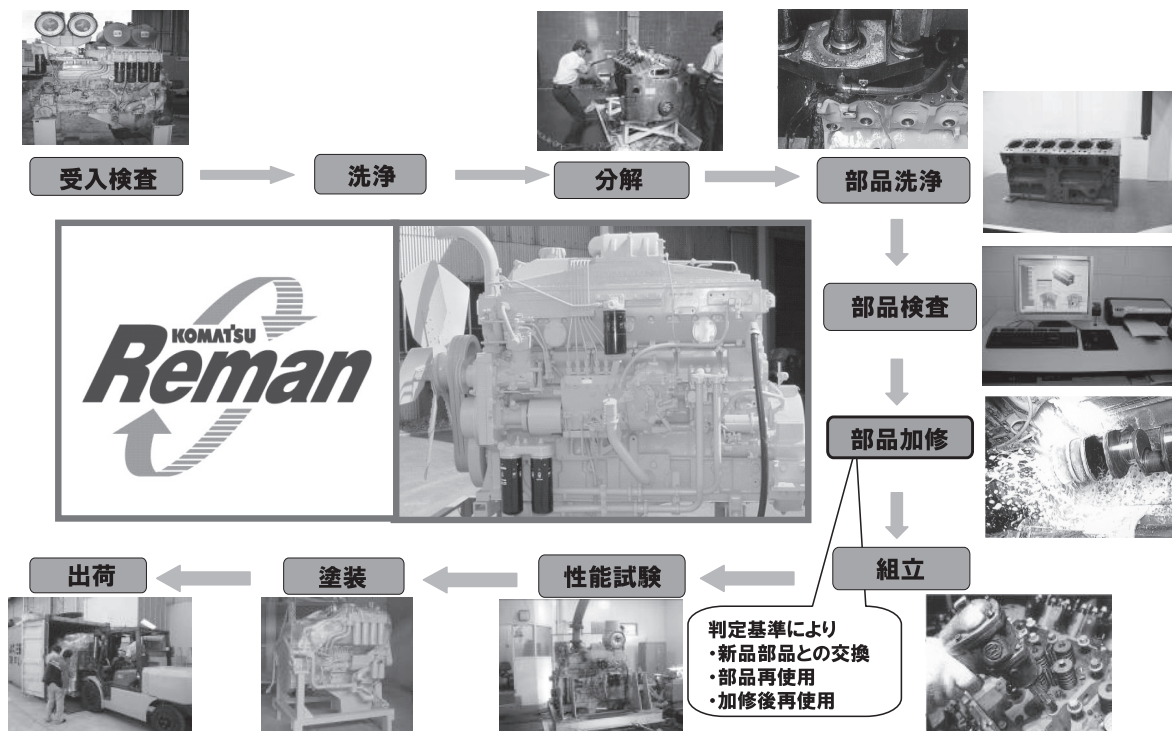
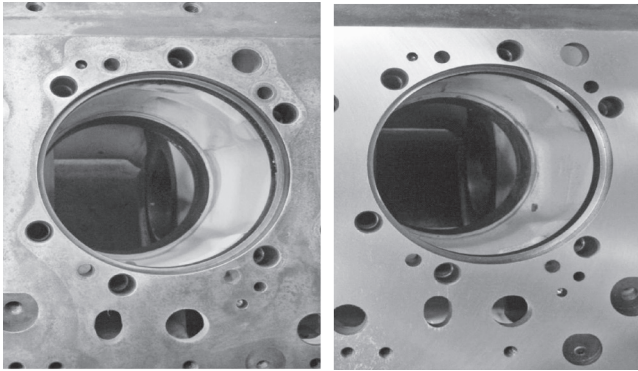


図-4 リマン製造工程

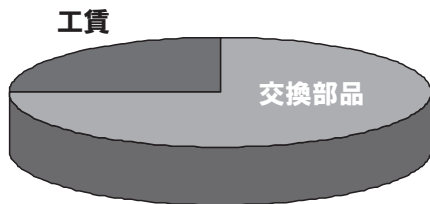


図一六 シリンダブロック上面加修前 & 加修後比較

加修部品の品質，即ち，再使用判定技術はリマン品寿命を決定する上で非常に重要であり，部品の図面技術情報を保有するメーカーがリマンすることで新品と同様の品質が確保できることのメリットは大きいと言える。

6. リマンコスト低減

リマンコスト構成は一般的には図一七に示すように，リマンの際交換する部品費，分解から出荷検査までの工賃から成り立つ。

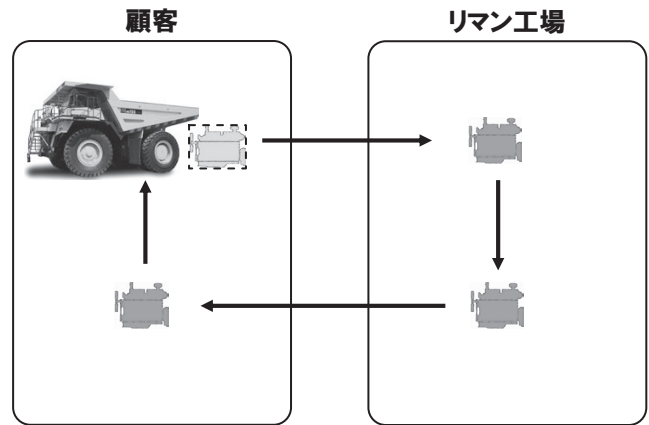


図一七 リマンコンポのコスト構成 (イメージ)

工賃に関しては，リマン工場を安価な労働賃金地域で行い，リマンコストの低減を図る事も方策の一つである。また，交換部品を削減し再使用できる部品を増やすため部品の加修を図っている。この加修技術開発がリマンのキーポイントと言える。

7. リマン物流 (初期配置コアの必要性)

リマンを行う場合，コンポーネントのサプライチェーンをつなぐためにはあらかじめ配置しておくコンポーネント (初期配置コンポーネント) が必要となる。図一八には車両に搭載されているエンジン以外に初期配置コンポーネントが3台の場合を示す。必要な初期配置コンポーネント数はリマン工場内でのリマン生産リードタイム，鉱山稼働現場とリマン工場間の物流リードタイム，販売代理店の在庫数等によって決まる。通常初期配置コンポーネントは新品コンポーネン



初期配置コンポーネントは3台

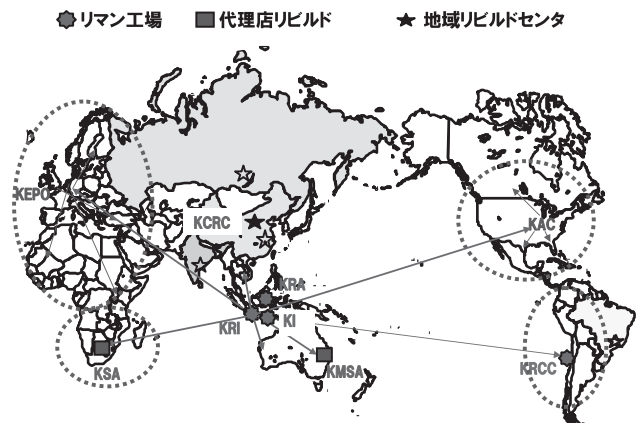
図一八 初期配置コンポーネント概念

トを使うことになる。最小限の初期配置コンポーネント数でリマンを行う場合にはリマン工場内の生産リードタイム及び物流リードタイムを削減すること，更に，顧客の鉱山機械毎のオーバーホール日程計画の精度向上が重要となる。

8. リマン基本方針とグローバル供給ネットワーク

リマン事業の基本方針は，鉱山機械用の主要コンポーネントのリマンは建設機械の製造メーカーが行い高品質のものをグローバルに供給することである。一部のグローバル供給できない(再生品の輸入ができない)鉱山機械市場地域 (中国，ロシア，インド等) には個別にリマン工場を設置していく。

図一九にリマンコンポのグローバル供給を示す。現在7箇所のリマン工場(或は代理店リビルドセンター)が稼働中である。インドネシアのリマン工場では大型エンジン (19 L 以上) 及びトランスミッションのリマン生産を行っている。



図一九 リマン工場とグローバル供給

9. インドネシアのリマン工場 KRI の紹介

2007年にインドネシアのジャカルタにリマン工場(KRI)を設立(図-10)。グローバルリマン工場として主に大型エンジン、大型トランスミッション、大型油圧機器のリマンを行っている。



図-10 インドネシアのリマン工場 (KRI)

エンジンに関しての主要加修部品を図-11、図-14に示す。部品加修用の設備機械の例を図-12、測定装置の例を図-13に、検査設備機械の例を図-15

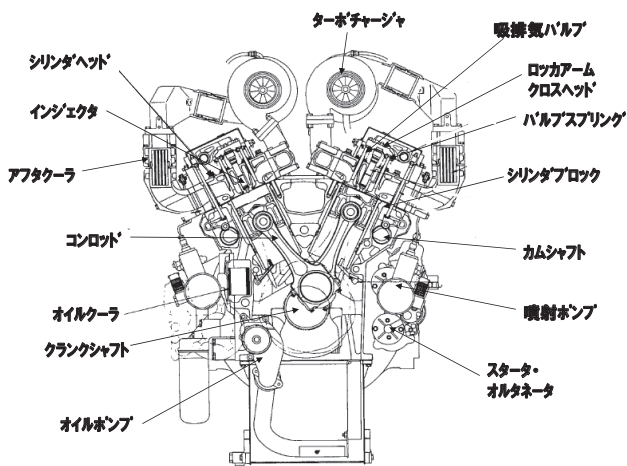
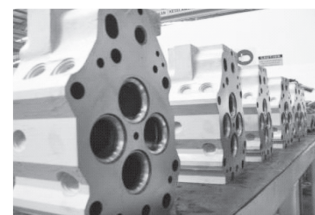
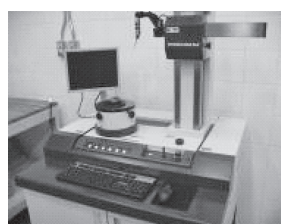


図-11 エンジン構成主要加修部品

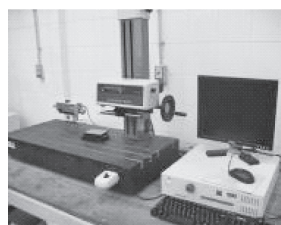


シリンダヘッド加工機

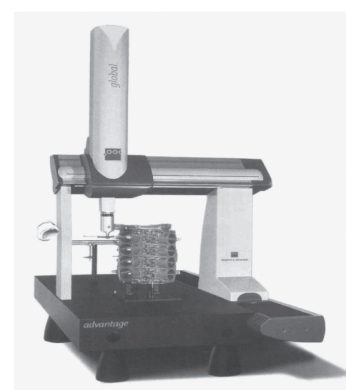
図-12 加修設備例



真円度測定器



平面度測定器



3次元測定装置

図-13 測定装置例

に示す。KRIでは品質確保のため部品加修は全て自前設備にて100%内製化を行っている。

KRIでは世界各国の市場環境により異なる多数のエンジン仕様や欧米の排気ガス規制適用有無に対応した生産・供給が求められる。そのため、コアの回収計画、コアの互換性を考慮した生産計画を立てる必要がある。タイムリーなコア回収、初期配置コンポーネント供給により十分なコア数量確保と効率的な生産が重要となる。

市場で稼働した返却コアの分解調査報告書には各種

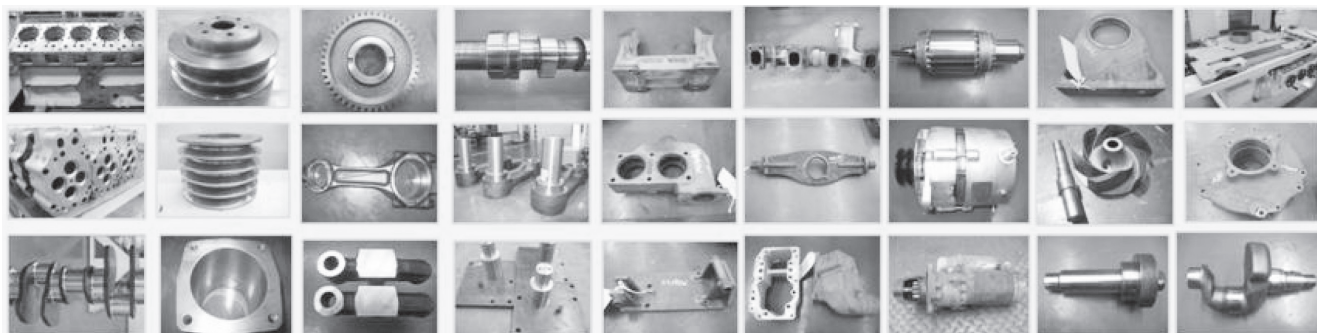
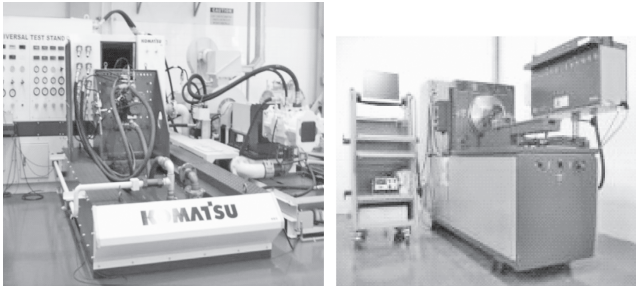


図-14 エンジン加修部品例



エンジンテスト装置



油圧機器テスト装置

燃料噴射ポンプテスト装置

図—15 検査装置例

品質情報が含まれており、開発部門や新品コンポーネント工場にフィードバックされ、品質改善、リマン容易化設計、次期モデル開発などに活かされている。

又、新設の地域リマン工場から研修生を迎えリマン製造工程に関して実践的なトレーニングを実施して現地でのスムーズなオペレーション立上げに貢献している。

KRIでは返却されたコアがどのようにリマンされたか再生履歴が分かるように、主要加修部品には2次元バーコードやICタグボルトを使用し、再生履歴記録を残して管理している。これにより品質管理、耐久性情報把握及び次期再生時の部品再使用可否等がより適切に判断できる。具体的には加修時に刻印されたバーコードを読み取り、再生履歴管理データベースに必要情報が登録される。このデータベースから再生内容や部品稼働時間等を検索することが出来る。

10. オーバホール需要予測

鉱山機械の稼働率向上のためには車両毎のオーバホール時に交換予定のリマンコンポーネントを事前に

準備しておく必要がある。車両毎のコンポーネントオーバホール需要は車両稼働データベースの機械稼働時間とコンポーネント寿命から算出している。

コンポーネントオーバホール需要からリマンコンポ販売計画を作成し、これを受けてリマンの生産計画を作成するが、リマン生産には車両から降ろされるコア回収が不可欠である。このためリマンコア回収計画も同様に予測を立てて取り組む必要がある。

11. まとめ

リマンは資源のリユース、リサイクルの点から環境に優しく、同時に、顧客満足度向上となる稼働率向上及び保守・維持コスト低減を実現する上で重要なビジネスモデルである。リマンのQCD向上は鉱山機械の競争力を高めるために重要であり、開発部門、生産部門との連携で事業を進めている。品質・コスト改善のための部品加修技術開発、再使用判定技術開発に加えて、物流リードタイム改善のためICT活用したリマンコアトラッキングシステムの開発も進めている。

JICMA

【筆者紹介】



竹中 隆文 (たけなか たかふみ)
コマツ
建機マーケティング本部 プロダクトサポート本部
リマン事業部
部長



東出 浩 (ひがしで ひろし)
コマツ
建機マーケティング本部 プロダクトサポート本部
リマン事業部
副部長



阿部 敏夫 (あべ としお)
コマツ
リマン インドネシア (KRI)
副社長