



Title	船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗に関する研究
Author(s)	伊藤, 義典
Citation	大阪大学, 1965, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/28836">https://hdl.handle.net/11094/28836</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・（本籍）	伊 藤 義 典 い とう よし のり
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 4 3 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	<b>船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗 に関する研究</b>
	（主査）
論文審査委員	教 授 副島 吉雄
	（副査）
	教 授 上田 太郎 教 授 小島 公平 教 授 田中 義信 教 授 津和 秀夫 教 授 小笠原光信 教 授 堤 繁

### 論 文 内 容 の 要 旨

船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗は、機関の性能ならびに保守経済の上に大きな影響を与える問題である。

しかし、従来のこの方面の研究は、小型ディーゼル機関を対象にしたものが多く、ほとんどが摩耗に影響を及ぼす多くの因子の個々の研究にとどまり、総合的な研究がなされておらず、船用大型ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗については、まだ十分に解明されたとはいえない。

そこで本研究では、シリンダライナの摩耗に影響を及ぼす因子を、実用の船用大形ディーゼル機関における実績の調査分析により抽出し、それらの因子の作用を個々に研究するとともに、模型実験などにより総合的に研究し、種々な因子の摩耗に与える影響度を求め、船用大形ディーゼル機関のシリンダライナにおける摩耗の機構を明らかにし、さらにその結果を応用して、最も効果的な摩耗軽減の方法を見出し、その実用化を試みた。

論文は 7 章からなっており、第 1 章は緒論で、本研究の持つ意義、必用性、研究の方針ならびに各章で行なう研究の目的が述べられている。

第 2 章は、船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗実績の検討で、最近の約 10 年間における 32 台の機関のシリンダライナの摩耗実績を調査分析した。その結果、船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗の実態を明らかにするとともに、使用燃料油の性状、シリンダ潤滑油の性状、排気温度に代表される燃焼状態ならびにシリンダ冷却水温度に代表されるシリンダ温度などが、シリンダライナの摩耗に密接な関係を持つ要素であることを見出した。

第3章では、第2章の結果をもとにして、シリンダライナの摩耗に影響を与える種々な因子の個々の作用について、実験的な検討と摩耗面の微視的な観察による検討を行なった。

その結果

- (1) 船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの材料として用いられている Ti-V-P 系鋳鉄の耐摩耗性を数種の耐摩耗性鋳鉄と比較実験し、その摩耗特性を明らかにした。
- (2) シリンダライナのしゅう動面の表面あらさの摩耗に及ぼす影響は、比較的短時間でなくなることを明らかにした。
- (3) 燃料油の性状および燃焼の摩耗に及ぼす影響は、直接的には腐食性および硬質の固体燃焼生成物をつくることによる。このことは、燃料油中のイオウ分がシリンダライナと化学的な結合を起こすことの確認、シリンダ内の温度、圧力などの条件により、シリンダ壁面に硫酸の凝縮が起こりうることの理論的考察ならびに試験用機関の運転試験による燃料油の性状とシリンダライナの摩耗との関係の実証などによって明らかにされた。
- (4) シリンダ潤滑油の性状については、高アルカリシリンダ潤滑油が高い酸中和能力とともに、境界摩耗特性もすぐれ、摩耗の軽減に役立っていることを明らかにした。
- (5) 光学および電子顕微鏡による微視的な観察により、摩耗の大なる摩耗面ほど腐食の影響が顕著に認められ、摩耗の小なる摩耗面ほど機械的摩耗が摩耗の主原因になっていることが推定された。

次いで第4章では、摩耗に影響する種々な因子の影響度を総合的に求めるため、実際の機関と作動条件の類似した模型往復摩耗試験装置によって、潤滑状態、腐食液を含む潤滑状態および乾燥状態の摩耗試験を行なった。その結果、潤滑、腐食液を含む潤滑、乾燥状態と摩擦条件が異なるごとに摩耗量はほぼ1桁ずつ大きくなることがわかった。また潤滑と腐食液を含む潤滑摩耗試験の結果を合成すると、実際のシリンダライナに発生する摩耗状態と近似した摩耗分布曲線が得られることがわかった。

以上の研究結果により、第5章において総合的な考察を行なった。模型実験の結果と実際の機関における種々な実績とを摩耗往復回数によって整理対比することにより、船用大形ディーゼル機関の摩耗実績を摩耗の状態により、

- (1) 摩耗が主として機械的な摩耗による場合（最大摩耗率数  $\mu/10^6$  往復以下）
- (2) 摩耗が主として腐食とそれによって促進される機械的摩耗による場合（最大摩耗率数  $\mu \sim +$  数  $\mu/10^6$  往復）
- (3) 摩耗が腐食とそれによって促進される機械的摩耗とざらつき摩耗による場合（最大摩耗率数  $+ \mu/10^6$  往復）の3種に分類することができた。

また船用大形ディーゼル機関のシリンダライナに発生する摩耗は、機械的摩耗、腐食摩耗、ざらつき摩耗および融着摩耗の4種で、普通の摩耗状態では融着摩耗以外の摩耗が混在し、その中では腐食摩耗が最も支配的なものである。しかし腐食摩耗は、機械的摩耗とざらつき摩耗が共存促進されるので、耐摩耗性向上にはこれらの3種の摩耗に対する考慮が必要であることが明らかにされた。

第6章は、以上の研究結果をもとにして、シリンダライナの耐摩耗性の向上をポーラスクロムメッキの応用によって試みた結果で、メッキ方法、メッキの性質についての基礎的な研究から、実際に大

形のメッキシリンダライナを試作し実用試験を行なう一連の研究によって実用化に成功した。実用試験の結果、ポーラスクロムメッキシリンダライナの摩耗は、従来の鋳鉄シリンダライナの摩耗の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ に減少し、船用大形ディーゼル機関の性能、保守経済の向上に著しい効果があることが実証された。

第7章は以上の研究結果の総括で、各章の研究結果がまとめられているが、結論として、本研究の目的とした船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗の機構の解明とシリンダライナの摩耗の軽減を一応達成することができた。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、船用大型ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗に関する研究をまとめたもので、7章から成っている。

第1章は緒論で、本研究の持つ意義、必要性、研究の方針ならびに各章で行なう研究の目的を述べている。

第2章では、最近約10年間において、実用されている船用大形ディーゼル機関（主としてユニフロースカベンジング方式のクロスヘッド形機関）32台のシリンダライナの摩耗実績を調査し、つぎの結果を得たと述べている。

- (1) 運転時間の経過につれて、初期摩耗、定常摩耗に続いて、末期摩耗の3段階に区別できる摩耗時期を示す。
- (2) シリンダライナの軸方向の摩耗状態は、第1リング～第3リングの上死点における位置に最大摩耗、掃気孔部分に第2の極大点を持つ、ラツパ状の摩耗曲線として表わされる。
- (3) 使用燃料油の性状の劣化とともに、シリンダライナの摩耗が急激に増加している。
- (4) 高アルカリシリンダ潤滑油の使用により、摩耗が軽減しているが、燃料油の性状劣化の影響を補うには至っていない。
- (5) シリンダ内における燃焼状態、温度などを知ることは困難であるが、排気温度、シリンダ冷却水温度からこれらを推定し、摩耗との関係を知る手段とすることは可能である。

第3章では、第2章で得た実績の結果を基とし、各種の摩耗試験機を用いて、摩耗の要因を個別に解明した結果を、次のごとく述べている。

- (1) Ti-V-P系鋳鉄が、他の鋳鉄に比べて、耐摩耗性が優れている。
- (2) シリンダライナのしゅうどう面の表面あらさの影響のあるのは、正常な状態では、初期摩耗の時期のみと考えられる。しかし、融着摩耗を考慮する場合には、ある程度粗い方がよい。
- (3) 燃料油の性状の劣化にともなって、腐食性生成物および硬質の固体生成物を生じ、腐食摩耗とざらつき摩耗を起こすことになる。 $^{35}\text{S}$ のトレーサー法による実験の結果、燃料油中のイオウ分がシリンダライナと化学的な結合を起こすことを確認し、さらにシリンダ内の温度、圧力などの条件により、シリンダ壁面に硫酸の凝縮が起こり、これが腐食作用の主因であることを明らかに

した。

- (4) 高アルカリシリンダ潤滑油は、高い酸中和能力により、上記の腐食摩耗を軽減するのみでなく、それ自体の境界潤滑特性も優れている。
- (5) 最大摩耗部では、腐食の影響が大きく、腐食による摩耗面の脆化が、二次的に機械的摩耗と、ざらつき摩耗を促進しているが、摩耗の小さい部分では、ほとんど腐食の影響はみられず、主として機械的摩耗で、少量ざらつき摩耗が混在している。

第4章では、前章による摩耗の要因子の総合的影響を知るため、圧力、温度分布などを実物と近似させた模型往復摩耗試験装置を試作し、潤滑状態、腐食液を含む潤滑状態および乾燥状態で摩耗試験を行ない、実用シリンダライナと類似の摩耗状態を再現させることができたこと述べている。

第5章は、前章までの結果の総合的考察であり、船用大形ディーゼル機関のシリンダライナに発生する摩耗は、主として、機械的摩耗、腐食摩耗およびざらつき摩耗の3種で、その中では腐食摩耗がもっとも支配的であるが、腐食摩耗には必ず機械的摩耗と、ざらつき摩耗が共存促進されるので、耐摩耗性向上には、これら3種の摩耗に対する考慮が必要であると述べている。

第6章では、各種耐摩耗手段について、実験的基礎研究の結果、厚さ0.4~1mmのポーラスクロムメッキ(多孔率20~30%)を大形シリンダライナに適用することに成功し、従来の鋳鉄シリンダライナの摩耗を $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に軽減するとともに、ピストンリングの摩耗も大幅に減少したと述べている。なお、この種のクロムメッキシリンダライナにも酸食を発生することがあるが、これは高アルカリシリンダ潤滑油の供給に注意すれば、十分防止できると付言している。

第7章は、本研究の総括である。

本論文は、従来解決が甚だ困難とされていた、船用大形ディーゼル機関のシリンダライナの摩耗に関し、最近10年間にわたる実用機関の調査資料を巧に整理して、その要因を見出し、個々の要因を実験的に解明するとともに、新しい模型往復摩耗試験装置を試作して、実用シリンダライナと類似の摩耗状態の総合的再現を可能とし、さらにこの耐摩耗手段として、ポーラスクロムメッキを施すことによって、摩耗を $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に低減させることに成功したもので、既に工業上多大の貢献をしているが、本研究の過程において、表面工学上の諸問題の解明に対し、新しい研究手段を提示し、基礎的事項にも幾多の新知見を加えている。よって本論文は、博士論文として十分価値があるものと認める。