

オイルエア潤滑の鉄鋼設備への適用について

宮地武志

The Oil/Air Lubrication System for Steel Production Facilities

T. MIYACHI

Though the lubricating method for the rolling bearings used in the steel production facilities is mainly grease or oil mist lubrication. Recently oil/air lubrication is highlighted because leaking/emission of lubricant to the environment is growing concern by ISO14000. And oil air lubrication has other various features.

This report describes general features of oil/air lubrication and outlines of Koyo Oil/Air System developed for the application of steel production industries.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. オイルエア潤滑の原理 3. 鉄鋼設備用オイルエア潤滑について <ul style="list-style-type: none"> 3.1 鉄鋼設備用オイルエア潤滑の特徴 3.2 Koyoオイルエア潤滑システムの構成機器 | <ul style="list-style-type: none"> 4. 鉄鋼設備への適用について 5. おわりに |
|--|--|

1. はじめに

オイルエア潤滑は少量の油を潤滑必要箇所へ連続供給し、潤滑油のかくはん抵抗を最小限に抑えることができるため、一般的に高速条件に適した潤滑方法と言われている。例えば、工作機械用スピンドル軸受のような高速でかつ、高精度が要求される条件ではオイルエア潤滑が以前から用いられている。

しかし近年、圧延機ロールネック軸受等の鉄鋼設備用軸受への適用が検討され、実用化されている。その理由は、オイルエア潤滑が従来のグリス潤滑やオイルミスト潤滑に比べ、環境汚染防止に優れており、密封性、高速性等の潤滑性能も十分であり、さらにランニングコストおよびメンテナンスコストの削減等の長所を有することが確認されてきたからである。

Koyoでは、鉄鋼設備用としてのオイルエア潤滑システムの基本的な開発は完了し、多数の実績を重ねているが、さらなる技術開発に取り組んでいるのでその概要を報告する。

2. オイルエア潤滑の原理¹⁾

オイルエア潤滑では、図1に示すように連続して流れる圧縮エアの中へ定量オイル(0.1~0.5cc程度)を間欠に供給する。オイルは搬送配管内壁に油滴状のまま附着し、乱流状態で流れる圧縮エアにより均一にならされる。また、配管内では連続した油膜となるため、少ない油量であっても、最終出口(潤滑ポイント)へは連続的にオイルが供給される。

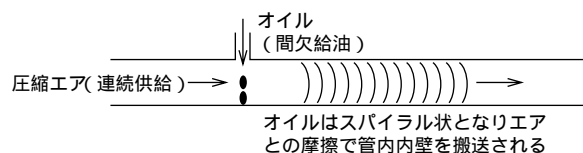


図1 オイルエアの原理

Principle of oil/air

搬送過程での特徴としてはオイルとエアが分離されており、その上オイルが油滴状で存在するため、オイルミスト潤滑のようにオイルが噴霧状にならず、作業環境を汚染することがない。

3. 鉄鋼設備用オイルエア潤滑について

3.1 鉄鋼設備用オイルエア潤滑の特徴

オイルエア潤滑の特徴をオイルミスト潤滑とグリース潤滑と比較して表1に示す。

オイルエア潤滑における高速回転時の軸受昇温および内圧を負荷した場合の起動トルク軽減につ

いて台上試験の一例を図2、表2に示す。オイルエア潤滑では軸箱冷却なしでもdmN値で40万も可能であり、またオイルエア潤滑で内圧負荷することによりシール接触面圧が低下し約1/6に起動トルクが軽減している。このことはロールのスリップによるきずの発生防止に効果があるといえる。

表1 オイルエア潤滑の特徴

Features of oil/air lubrication

潤滑方式 評価項目	オイルエア潤滑	オイルミスト潤滑	グリース潤滑(給脂タイプ)
環境汚染	なし ・大気中への油の放出がない ・オイル回収でクリーンな作業環境	あり ・噴霧状で大気へ油放出	あり ・廃棄グリースの処理が必要
密封性(内圧)	高い ・内圧0.01~0.05MPa	やや高い ・内圧0.005MPa以下	低い(シールに依存) ・内圧0 ・温度変化で負圧になることもある
高速性(低トルク)	高い ・オイル潤滑で信頼性大 ・内圧によるシール接触面圧低下(低トルク) ・エアによる冷却効果あり	高い ・オイル潤滑で信頼性大	やや高い ・グリースのかくはん抵抗の変動が大きい
潤滑剤消費量	少ない	やや少ない ・オイルエア潤滑の約5倍	多い ・オイルエア潤滑, オイルミスト潤滑より多い
配管設計	容易 ・給油配管の方向に制約なし ・オイルエアディストリビュータ(特許出願)でオイルエアの多岐分配が可能となり配管が簡素化されメンテナンスも容易 ・オートカブラやマルチカブラの適用も可能	注意が必要 ・給油配管の方向に制約あり	やや容易 ・給脂配管の方向に制約なし

台上試験試験条件(軸受昇温)

試験軸受 : 22318RHW33
(内径 90, 外径 190, 幅64)
回転輪 : 内輪
ラジアル荷重 : Fr=9.8kN
潤滑 : オイルエア潤滑
油量 3 cm³ / h
油種 : ISO VG220
冷却 : 1) なし
2) 軸箱水冷

台上試験条件(起動トルク)

試験軸受 : RM783C(ローラー一体型軸受,
ローラー外径 190, 幅280)
回転輪 : ローラ(外輪回転)
荷重 : 無負荷
潤滑 : 1) グリース潤滑
2) オイルエア潤滑
(内圧0.055~0.06MPa)
油種 : 1) オイルエア ISO VG460
2) グリース 集中給脂用グ
リース

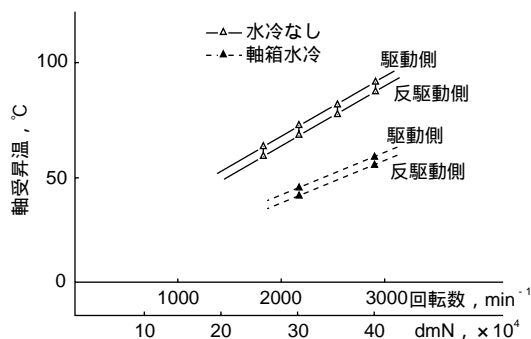


図2 軸受昇温

Bearing temperature

表2 起動トルク(10回測定の平均値)

Results of bearing torque

	グリース潤滑	オイルエア潤滑
正転	210.2Ncm	32.9Ncm
逆転	204.3Ncm	32.9Ncm

3.2 Koyoオイルエア潤滑システムの構成機器²⁾

Koyoオイルエアシステムは、設備規模の大きさ(潤滑点数が数点から1 000点以上)、同設備内での異なった給油条件への適用(ロールネック、ガイドロール、補機等を同一ユニットで対応)等フレキシブルなシステムが構築できるよう汎用性を持たせたシステム設計としている。

その中の一例を図3に示す。本図は圧延機ロールネック軸受潤滑用であり、オイルエアの供給から軸受潤滑後のオイル回収までの系統について以下の1)~4)に示す。

- 1) メインオイルユニットから供給されるオイル2ラインとエア1ラインを個別にミキシングブロックへ並列に供給。(オイルは間欠供給, エアは連続供給)ミキシングブロックは各スタンド上に設置。

- 2) ミキシングブロックでオイルとエアを混合し4箇所に分配。各軸箱へはフレキシブルホース、カップリングを介してオイルエアを供給。

ミキシングブロックは全給油箇所をみる監視装置等もまとめてパネルに収納(図3内のミキシングパネル)

- 3) 軸箱毎に供給されたオイルエアをさらに軸箱内部でオイルエアディストリビュータを用いて分配供給。給油ポイントは軸受2点、軸シール1点の計3点であり分配比率はそれぞれ異なる。

- 4) 軸箱へ供給したオイルエアはドレン配管より軸箱単位で一括して排出し、回収タンクへオイルのみ回収。(エアは回収ライン上で大気へ放出する)

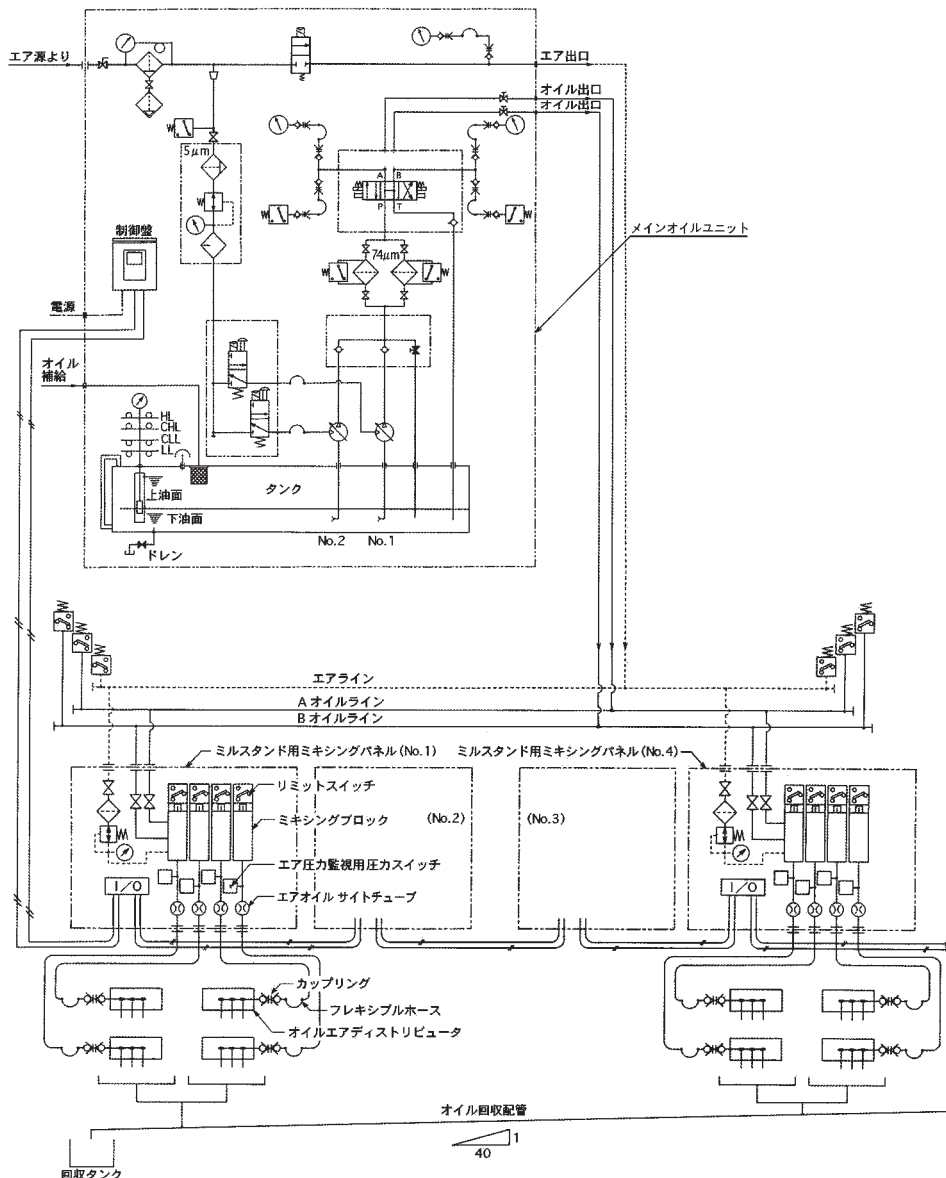


図3 オイルエアシステム系統図

Flow diagram of oil/air lubrication system

図3に含まれるKoyoオイルエア潤滑システムを構成する基本機器とその機能を表3に示す。

表3 基本構成機器とその機能
Components and function of oil/air lubrication system

機器名	機能
メインオイルユニット (図4)	1) ミキシングブロックへの圧縮エアの供給 ・エアの異物除去 ・二次側供給エアの圧力調整 2) ミキシングブロックへのオイルの間欠供給 ・オイルの異物除去 ・給油経路切り替え(タイマ制御)
ミキシングパネル (図5)	1) オイルの定量分配および流量調整 2) エアの定量分配および流量調整 3) オイルとエアの混合(オイルエア発生)
オイルエアディストリビュータ(図7)	1) オイルエア分配(分配比 1:1 ~ 1:8) * 特許出願中
回収タンク	1) 供給オイルの回収 2) 供給エアの大気開放(ミスト除去)
制御盤(操作盤) (図6)	1) メインオイルユニットの運転制御 ・通常運転 ・初期オイル充填 ・手動運転 2) 運転状態のモニタリング(異常箇所表示含む) 3) インターフェース(関係機器とのインターロック)

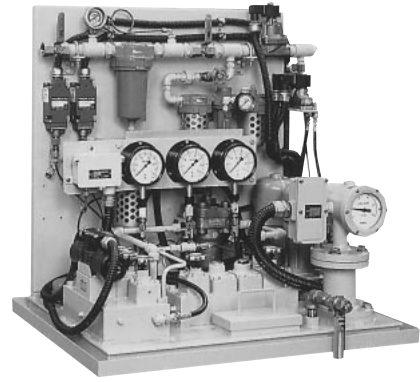


図4 メインオイルユニット
Main oil unit

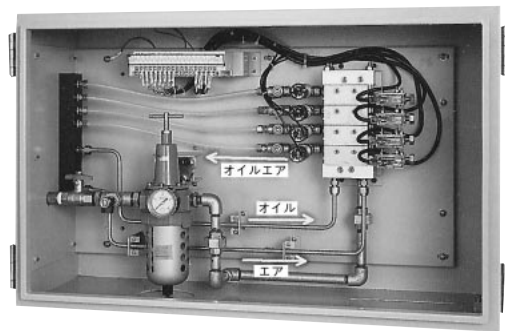


図5 ミキシングパネル
Mixing panel



図6 コントロールパネル
Control panel

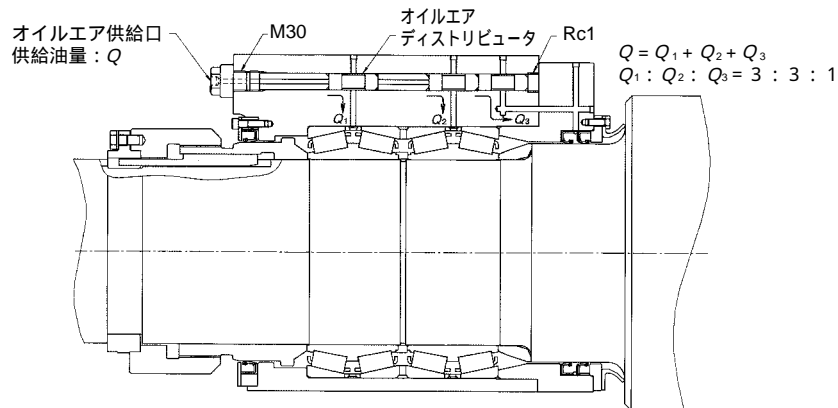


図7 オイルエアディストリビュータの使用例/ハウジング組込図
Oil air distributor

また、Koyoオイルエア潤滑システムでは表4に示す監視項目を常時モニタリングすることにより、潤滑および機器の信頼性を高めている。

表4 運転監視システム
Detection of abnormalities

監視場所	監視項目	監視方法
メインオイルユニット	1. タンク内のオイルレベル	・レベルスイッチ(上限2点, 下限2点)
	2. オイル配管内の圧力	・圧力スイッチ
	3. オイルフィルタの目詰まり	・差圧スイッチ
	4. エア配管内圧力	・圧力スイッチ
給油主配管	1. オイル配管内圧力	・圧力スイッチ
	2. エア配管内圧力	・圧力スイッチ
ミキシングパネル	1. ミキシングブロック内オイル分配弁の作動	・サイクルスイッチ ミキシングブロックのサイクルスイッチでオイルエア配管へのオイル供給有無を監視
オイルエア配管	1. オイルエア配管の状態(洩れ詰まり)とエア流量の減少	・圧力スイッチ(上限・下限) 洩れ, 詰まりによるエア流量減少量25%以上を検出
回収ライン	1. 軸箱の内圧(回収ラインのエア圧力)	・圧力スイッチ
回収タンク	1. タンク内オイルレベル	・レベルスイッチ(上限2点, 下限2点)

4. 鉄鋼設備への適用について

鉄鋼設備で潤滑装置に求められる要求として前記の特徴の他、潤滑効果が充分であること、作動が確実であること、さらに保守点検が容易である

ことが挙げられる³⁾。これらを満足しさらに、各設備毎にオイルエア潤滑の長所を充分発揮させるための適用条件を表5に示す。

表5 Koyoオイルエア潤滑システム適用条件
Application condition of Koyo oil/air lubrication system

1. 給油箇所	軸 受：1セットあたり1点(ただし、軸受が多列の場合2列あたり1点)
2. オイルエア消費量	<p>オイル消費量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平軸の場合 $Q = 0.085dR / A$ ・垂直軸の場合 $Q = 0.17 dR / A$ <p>ここに Q：供給油量, cm^3 / h d：軸受内径, mm R：軸受転動体の列数 A：速度係数 5(高速)~10(低速)</p> <p>エア消費量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・給油箇所1点あたり $Q = 40N \ell / min$以下(供給油量, 軸の方向に無関係)

(表5 つづき)

<p>3. 軸箱仕様</p>	<p>給油口</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軸受列数が2列以下の場合、軸箱に1箇所軸受に通じる給油口を設置。(グリース潤滑の給脂穴の転用可能) 給油口の設置位置は軸方向、円周方向の制約無し ・軸受列数が2列より多い場合各給油箇所毎に給油口を設置するか、オイルエアディストリビュータを用いて、軸箱内部で分配する。(図4参照) <p>排油口</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オイルレベル(通常軸受転動体PCD最下面)の位置に排油口設置。軸方向の設置位置は軸受の両側もしくは片側とし、転動体列間からの排油は不可である。 <p>軸箱内圧</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内圧の大きさは最大0.05MPa
<p>4. 配管仕様</p>	<p>オイル配管(メインユニット～ミキシングブロック)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイズ: オイル供給量, 配管長さを考慮し図5より選定 ・材 質: ステンレス鋼を推奨(または圧力配管用炭素鋼鋼管) 使用圧力 7MPa ・配管長: 制限無し ・方 向: 制限無し <p>エア配管(メインユニット～ミキシングブロック)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイズ: エア供給量, 配管長さを考慮し図6より選定 ・材 質: ステンレス鋼を推奨(または圧力配管用炭素鋼鋼管) 使用圧力 0.4MPa ・配管長: 制限無し ・方 向: 制限無し <p>オイルエア配管(ミキシングブロック～軸箱)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイズ: 内径 4～6(ディストリビュータ未使用) 内径 6～8(ディストリビュータ使用) ・材 質: ステンレス鋼を推奨(または鋼管) ・配管長: 20m以内(他の配管との相互差10m以内) ・方 向: 制限無し ・継ぎ手: 配管途中でのフレキシブルホース, セルフシール, オートカプラの使用可能 <p>回収配管(軸箱～回収タンク)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイズ: エア供給量, 配管長さを考慮し図7より選定 ・材 質: 亜鉛メッキ鋼管または配管用炭素鋼鋼管 ・配管長: 制限無し ・方 向: 1/40の勾配
<p>5. その他</p>	<p>温度変化の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Koyoオイルエアシステムは温度の影響を受けない(ヒータ不要) <p>使用油粘度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オイルエア機器側からの制約無し(軸受の使用条件よりベスト油種が決定できる) <p>オイルエア停止時の配管について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オイルエア停止に伴う配管内の油溜りは再度エア供給によって再搬送される <p>シールの向きについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内圧を与える場合は外向きとする。(内向きの場合, リップを押さえつけ面圧が上昇し摩耗の原因となる)

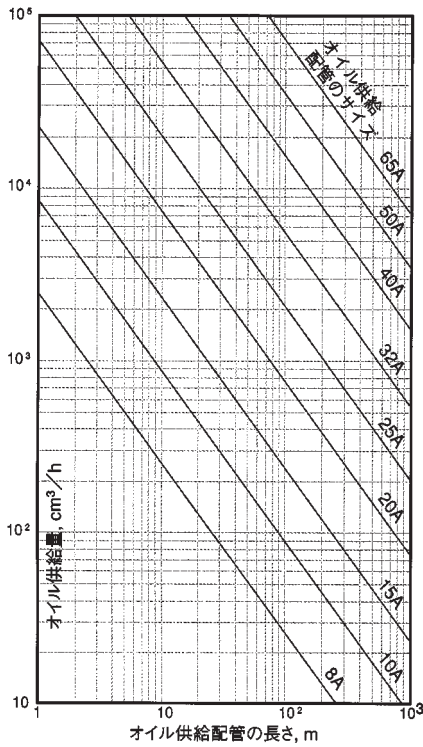


図8 オイル供給配管のサイズ
Size of oil pipe

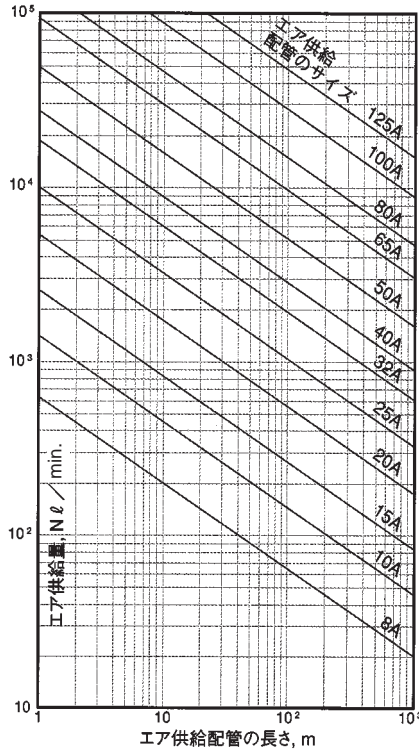


図9 エア供給配管のサイズ
Size of air pipe

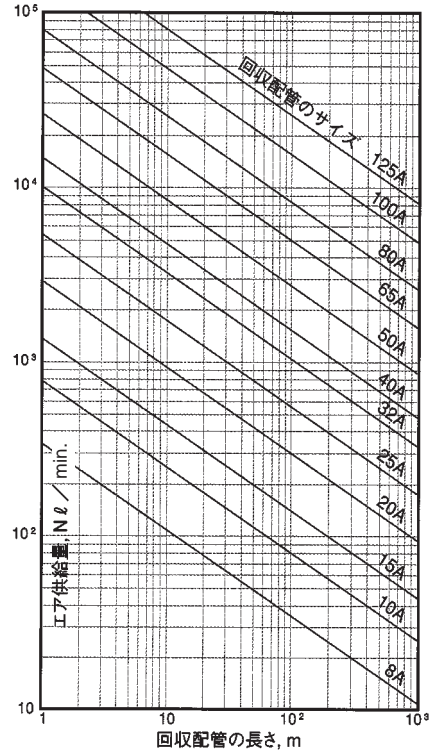


図10 回収配管のサイズ
Size of drain pipe

各種鉄鋼設備へKoyoオイルエアシステムを適用した際に期待できる効果について表6に示す。

表6 鉄鋼設備適用時の効果
Advantages for steel mill application

設備名称	機械名称	環境	密封性	高速性 低トルク	メンテナンス コスト	ランニング コスト	汎用性 適用性	開発技術
熱間圧延設備	圧延機(ワークロール, バックアップロール)							・ オイルエアの分配 ・ 初期オイル充填 ・ 内圧監視 ・ 内圧制御
	補機(テーブル等)							
冷間圧延設備	圧延機(ワークロール, バックアップロール)							・ オイルエアの分配 ・ 初期オイル充填
	補助ロール(リール, コイラー等)							
線材圧延設備	圧延機 補機(ガイドロール等)							
棒鋼圧延設備	圧延機 補機(ガイドロール等)							
形鋼圧延設備	圧延機 補機(ガイドロール等)							
連続鋳造設備	ロールスタンド(ガイドロール, ピンチロール)							・ 内圧監視 ・ 内圧制御 ・ マルチカプラ
非鉄圧延設備	圧延機(ワークロール, バックアップロール)							・ オイルエアの分配
	補助ロール							・ 軸箱吸引による油洩れ対策
	多段圧延機							・ オイルエア分配

: 効果大
: 効果あり

5. おわりに

鉄鋼設備へのオイルエア潤滑システムの適用は前述したように、環境汚染防止、潤滑性能、ランニングコスト、メンテナンスコストの削減等多くの長所を有することが確認されている。今後実績を拡大し、さらにオイルエア潤滑システムの優位性を実証していくことにより、鉄鋼設備を含め各種の産業機械設備の主要潤滑手段になるものと思われる。

参考文献

- 1) 宮地武志：A O潤滑方法に適した機械設備と最近の動向，潤滑経済，no.368(1996)。
- 2) 光洋精工(株)：オイルエア潤滑システム，CAT. NO.167。
- 3) 井上俊夫：圧延機の理論と実際，技報堂(1969)。

筆者



宮地武志*
T. MIYACHI

* 軸受事業本部 製品技術センター
産業機械技術部