

## ワイヤロープ式遠隔操作型ボールコック 「Air Lead Type R」の開発

Development of “Air Lead Type R”, Remote-Operated Ball Valve, Actuated by Wire Ropes

今岡憲彦 Norihiko IMAOKA  
川上清温 Kiyoharu KAWAKAMI

鉄道車両用空気配管に設置したボールコックの使い勝手を向上させるため、当社では2016年度に遠隔操作型ボールコック Air Leadを開発した。今回、南海電気鉄道へ向けて、通勤車両のドアコック操作性を改善するため、ワイヤロープ式遠隔操作型ボールコック Air Lead Type Rを提案した。試作品を使っての試験搭載を実施し、基本機能に問題無いこと、取付作業を短期間で行えること、などを確認した。さらに、試験搭載で見つかった課題を解決して、完成度を高めた量産品第1号を2000系に搭載した。

### 1 はじめに

鉄道車両用空気配管に多く使われているボールコックの使い勝手を向上させるため、当社では2016年度に鉄道車両用遠隔操作型ボールコック「Air Lead」(読み方:エアリード)を開発した<sup>(1)</sup>。このAir Leadは、荷重伝達方法の違う3タイプを設定しており、今回、南海電気鉄道へ向けて通勤車両のドアコック操作性改善のため、ワイヤロープ式遠隔操作型ボールコック Air Lead Type Rを提案した。以下、量産品第1号を現車搭載するまでの概要を記す。

### 2 Air Leadとは

#### 2.1 Air Leadの特徴

Air Lead (図1)は、鉄道車両用空気配管に使われているボールコック操作ハンドルの使い勝手を良くすることを第一に考え、当社が開発した。

# AIRLEAD

図1 Air Lead (ロゴ)



図2 鉄道車両用空気配管とコック類

ボールコックは、ドレン抜き用などの一部を除き、配管途中に設ける必要がある(図2)。そのため、ボールコックの前後には最低2本の配管がつながっており、ボールコックを設置可能な位置は比較的限定されている。今まで以上に操作ハンドルの使い勝手を良くするためには、ボールコック本体と操作ハンドルを分離させることが必要となる。そこで、空気配管から離れた場所からでもボールコック本体を遠隔操作できる操作ハンドルの開発を行った。

Air Leadを使うことにより、以下のような効果を得られることがわかっている。

- ①配管経路のシンプル化による配管長縮減と車両軽量化  
配管取り回しが減ることで配管が短くなり、車両軽量化を図れる。
- ②配管長縮減による管摩擦抵抗減少とエネルギーロス低下  
配管長が短くなることで管摩擦抵抗が減少する。特に、取り回し箇所によく用いられている継手が減ることで、管摩擦抵抗が大きく減少する。管摩擦抵抗の減少はエネルギーロスの低下を意味し、空気圧縮機の容量低減や運転効率化による負荷低減、応答性向上などの効果を見込める。また、管摩擦抵抗を見込んで太い配管を使っている箇所でもサイズダウンできれば、車両軽量化になる。
- ③配管のシンプル化による機器類ぎ装位置自由度向上  
配管取り回しが減ることで、従来まで取り回しのためだけに確保していたスペースが不要となり、他の機器類のぎ装に使えるスペースが増える。これにより、車両重量バランスを最適化しやすくなる。また、機器類のメンテナンス性向上を図れる。
- ④事故発生時の配管ダメージ回避  
鉄道車両の空気配管は、平常時の取り扱いのしやすさを考慮して車端部近くにボールコックを配置している。そのため、踏切事故のような列車前頭部を破壊するアクシデントが発生した場合、空気配管がダ

メージを受ける可能性が非常に高くなる。ダメージを受けると、ブレーキ装置が動作しなくなって自走できなくなり、運転復旧に長い時間を要することになる。Air Leadを使い、操作ハンドルだけを車端部に設け、空気配管自体はダメージを受けにくい箇所に通せば、従来と同様の使いやすさのまま、事故の際のダメージを回避できる可能性が高まる。

- ⑤ボールコック操作ハンドルの集約が可能  
特定の場所に操作ハンドルを集約することで、車両全体のボールコック開閉状態を1箇所で確認できる。これにより、ボールコックの操作ミスを減らせる可能性がある。

- ⑥複数位置からの遠隔操作・状態確認が可能  
Air Leadは1つのボールコックに対して複数の操作ハンドルを設置することもできるので、複数位置からの遠隔操作も可能となる。その際、全ての操作ハンドルはつながっているの、ある操作ハンドルを動かせば、他の操作ハンドルも同期して動く。よって、操作した場所以外でもボールコックの開閉状態が確認できるようになる。

## 2. 2 Air Leadの種類

Air Leadは、遠隔操作距離、およびボールコックと操作ハンドルの位置関係に合わせて3タイプ設定した。いずれのAir Leadにおいても、鉄道車両で通常使っている10G (3/8") から25G (1") のボールコックに対応している。

Air Lead Type Sは、ボールコックのステムを延長する形でシャフトを設け、空気配管から離れたところに操作ハンドルを設けられるようにしたものである。シャフトを介してトルクを伝達する。300mm程度の比較的短い距離を遠隔操作する場合に用いる。なお、Type Sという名称は、ステム (Stem) の頭文字から取ったものである。

Air Lead Type Fは、Type Sでボールコックのステムを延長しているシャフト部分を、剛体のロッドからフレキシブルシャフトへ変更したものである。フレキシブルシャフトを介してトルクを伝達する。Type Sではボールコックの回転軸と操作ハンドルの回転軸が同一線上に並んでいる必要があるが、Type Fでは操作ハンドルの設置位置に若干の自由度を持たせることができる。Type Fでは500mm程度の、比較的短い距離を延長する場合に用いる。なお、Type Fという名称は、主要構成要素であるフレキシブルシャフト (Flexible Shaft) の頭文字から取っている。

Air Lead Type Rは、他の2種類のAir Leadとは異なり、長距離遠隔操作を目的として開発したものであ



※黒い部分は、ワイヤロープを通すチューブ状の「アウト」

図3 ワイヤロープ (アッセンブリ)

る。ボールコックのステムにワイヤロープ (図3) を掛け、ステムの回転をワイヤロープの引張力に変換して遠隔操作する。Type Rでは標準的な遠隔操作距離を3mとしているが、15m程度まで伸ばしても問題はない。なお、Type Rという名称は、ロープ (Rope) の頭文字から取っている。

ワイヤロープは、自転車のブレーキに使われているものが最も一般的であるが、パワーウィンドウの駆動部分、内視鏡などにも使われている。鉄道車両でも、電気式ドアエンジンにおける本体と解錠ハンドルとの間の荷重伝達に使われている。

## 3 南海電気鉄道での現車搭載

### 3. 1 試作品現車搭載

南海電気鉄道2000系 (図4、以下2000系) のドアコック操作性改善のため、2016年度秋から2両1編成に対し試験的にAir Lead Type Rの試作品を搭載した。2000系は、高野線南端の山岳区間を走行可能なステンレス鋼製通勤車両で、1990年から1997年にかけて導入された。



図4 南海電気鉄道 2000系

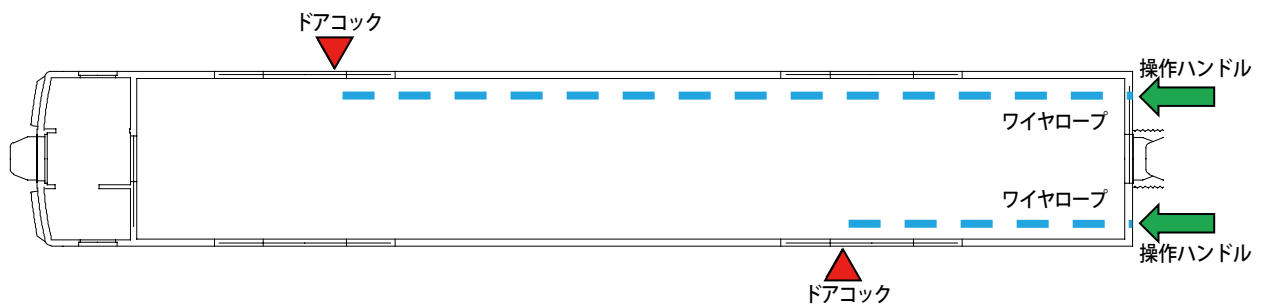


図5 装置類配置 (概略図)

操作対象のボールコックは床下設置のドアコックである。南海電気鉄道では、空気の吐出量を大きく取るため、ドアコックに三方コックを採用している。他の事業者で一般的に使われている側穴付きのボールコックではないので、専用の三方コック用取付金具を製作した。操作ハンドルは妻面に設置し、プラットホーム上からの操作を容易にしている。

床下設置のドアコックは、車体の左右それぞれに設置されている。車体中心に対しては点対称となる位置に存在しており (図5)、妻面からの距離が車体左右で異なる。長い方の遠隔操作距離は約14mとなった。このくらいの遠隔操作距離となると、ワイヤロープの操作抵抗が敷設状態によって大きく変わるので、試行錯誤を重ねながら、最適な敷設状態となるようにした。最終的に、ワイヤロープによる操作抵抗の増加はわずかなレベルに抑えることができた。

ワイヤロープは現車合わせで長さ調整できるようにした。これは、2000系が比較的長い期間にわたって導入された車両であり、次車ごとに大きささまざまな相違点が存在することと、導入後に搭載された装置も少なからずあり、車両ごとに床下の状態が異なる状況を踏まえている。

装置は、既存のボルト穴に共締めで固定し、また配管部品に締め付けることで、車体工事を一切行わずに取付できた。そのため、作業は短期間で完了した。ワイヤロープの敷設状態の試行錯誤を行ったことを含めても、2両1編成への取付工事所要期間は2日間であった。

車両への搭載後、定期的に状態確認を行った。

高野線南端の山岳区間は、冬季の外気温が氷点下となる。そこで、冬季の最も寒い時期での動作状態を確認したところ、問題となる事象は生じていなかった。

また、山岳区間には急勾配があり、ブレーキダストが非常に多く発生する環境である。現車試験搭載後の試作品内部に、若干のブレーキダスト侵入を認めた。

### 3.2 量産品での改良点

試作品現車搭載の状態から、Air Lead Type Rの基本機能に問題は無いことを確認できた。一方、完成度を高

めるために若干の課題解決が必要との認識を得た。課題解決後、Air Lead Type Rの量産品を製作した。試作品に対する量産品での改良点を以下に挙げる。

#### ①操作抵抗の小さいアウトへの変更

ワイヤロープの敷設状態によって操作抵抗が大きく変化することは、先に記したとおりである。一方、操作抵抗の増加を抑えた、最適な敷設状態とするためには制約が多い。そこで、ワイヤロープと接触するアウトの種類を変更し、敷設状態が最適ではなくても操作抵抗の増加を極力抑えられるようにした。

#### ②ブレーキダストの入らない構造への変更

試作品では、水が装置内に浸入してもすぐに排出できるよう、ケースへ大きめのすき間を設けていた。試験現車搭載時には、そのすき間からのブレーキダストの侵入を若干量認めた。確認時点での侵入量は少なかったが、経年による侵入量増加と、それによる操作抵抗の増加といった問題発生に対する懸念が生じたので、ブレーキダストが侵入しにくくなるようにすき間を極力減らした。なお、コストとメンテナンス性の面から、防水防塵構造のケースにはしていない。そのため、水のみが通過できる程度のすき間は残し、装置内が水浸しになることを防いでいる。

#### ③ワイヤロープ長さ調整方法の変更

ワイヤロープを長さ調整しやすいように、装置内部のワイヤロープ固定方法を見直した。

### 3.3 量産品現車搭載

2017年9月に、Air Lead Type Rの量産品第1号を2000系へ搭載した。搭載状態の写真を図6～7に示す。試作品と同様に、非常に短期間で取付作業を完了した。

また、ワイヤロープの操作抵抗も小さく、ドアコック本体を操作する際の操作力とほぼ同等の力で操作できることを確認した。

今後、2000系および2300系の全車への取付を進める予定である。





図6 操作ハンドル取付状態

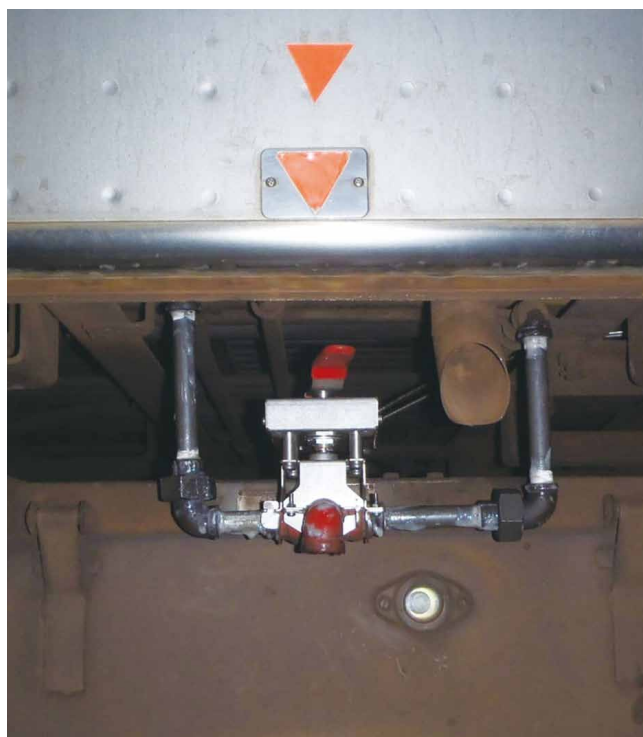


図7 ドアコック側装置取付状態

#### 4 おわりに

以上、Air Lead Type R量産品の現車搭載について概要を紹介した。車体工事を行わずに、短期間で搭載できることから、新製車両の配管削減に限らず、既存車両への改造にも適した製品であると言える。

今回、妻面へ操作ハンドルを設置するためにAir Lead Type Rを使った。この使用方法を応用すると、ホームドアの設置によりホーム上から操作しにくくなったボールコックの操作性改善などにも使うことができる(図8)。

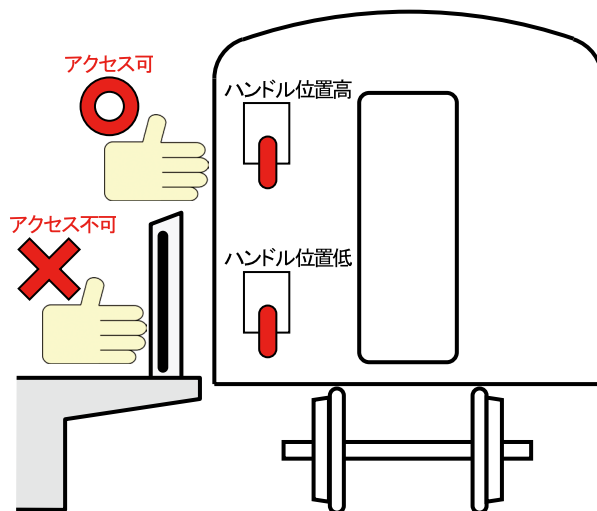


図8 ホームドア設置駅での操作性改善(概念図)

今後、さらなる改良を加えつつ、多くの鉄道事業者に活用していただけるように鋭意展開していきたいと考えている。

本装置の開発において、南海電気鉄道をはじめとする関係各位から多大なるご協力を賜った。ここに記し、謝意を表する。

#### 参考文献

- (1) 今岡憲彦, 他: 「鉄道車両用遠隔操作型ボールコックの開発と省配管化の検討」, 総合車両製作所技報, Vol.5, 42-47, (2016), (株)総合車両製作所

#### 著者紹介



今岡憲彦  
生産本部  
技術部(商品開発) 主査



川上清温  
生産本部  
技術部(ぎ装設計)