

パンタグラフからの騒音を小さくするために

岡本 育志

車両事業本部 研究開発部

列車が走行時に発する騒音には、おもに空力的な要因によるものと機械的な要因によるものがある。

特に高速走行する列車では、空力騒音は速度の6乗～8乗に比例して増大するといわれ、空力騒音が環境に与える影響が大きくなる。

新幹線のような架線集電による電車では、集電装置は屋上に突出しており、空力騒音の大きな音源となり、しかも、音源が高い位置にあるため、防音壁で遮音するのが困難である。

そこで、集電装置が直接風にさらされるのを防ぐために、「跳ね上げ式」(従来のパンタカバー)、「整流式」(現状のガイシカバー)といった方式のカバーが考案され、用いられてきた。また、パンタグラフおよび碍子自体に低騒音化対策を施して、カバーなしとした方式も存在する。

● 従来方式

下枠交差型パンタグラフ+パンタカバー (跳ね上げ式)

新幹線開業当時から用いられていた下枠交差型(菱形)パンタグラフに対して採用されたのが「跳ね上げ式」パンタカバーである。

下枠交差型パンタグラフは、支持部(碍子・台枠)や周辺機器のみならず、多くの部材で構成された枠組み部が空力騒音の大きな音源となるため、パンタグラフの上部の枠組み部までの範囲にあたる風の流速を落とすことができるカバーが必要となる。しかし、架線との絶縁離隔距離を確保する必要があるため、舟体部の高さまでカバーを設けることはできないし、カバーを小型化するため

にも極力背の低いカバーにするのが望ましい。

これを実現するために、パンタグラフ前方に設けられた壁で流れを跳ね上げ、パンタグラフ上部(カバーの背の高さよりも高い位置)までの流速を低減する「跳ね上げ式」のパンタカバーが考案された。(図1、3)

この「跳ね上げ式」のカバーは流れを跳ね上げる必要があるため緩やかなスロープ状にすることができず、壁を立てた状態となる。

このためパンタカバー自体が空力騒音の音源となり、カバーなしの状態よりは騒音が低減されるものの、編成中の他の部位と比べると騒音は高いレベルにある。

同時に、急激な断面積変化はトンネル微気圧波*の原因にもなる。

また、跳ね上げ方式であるため舟体にあたる流れが乱れ、集電性能に影響を与えてしまう。これは、実用上問題ない範囲ではあるが、カバーの特性としては好ましいものではない。

● 現状方式

シングルアームパンタグラフ+ガイシカバー (整流式)

従来方式のパンタカバーよりも騒音低減性能・集電性能の両面を向上させるために開発されたのが、シングルアームパンタグラフに「整流式」ガイシカバーを組合せた方式である。

シングルアームパンタグラフは空力騒音の音源となる部材(枠組み)を極力少なくし、低騒音化をはかったものである。

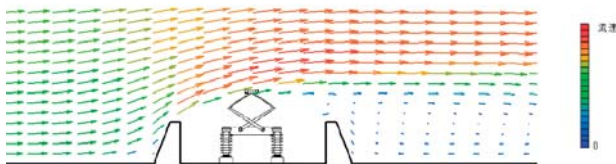


図1 下枠交差型パンタグラフ+パンタカバー (跳ね上げ式)

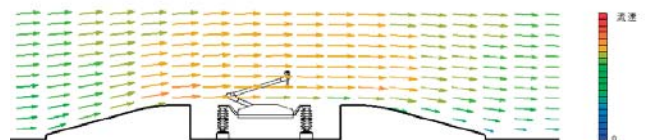


図2 シングルアームパンタグラフ+ガイシカバー (整流式)

シングルアームパンタグラフは上部(枠組み部)が風にさらされても空力騒音は比較的低いレベルにあるため、支持部(碍子・台枠)や周辺機器までの範囲を覆うカバーがあればよい。

そこで、パンタグラフ前方に設けられたスロープによって、流れを上方に(乱さず、跳ね上げず)導くことで、パンタグラフ取付部にあたる風をさえぎる「整流式」のガイシカバーが考案された。(図2、4)

このカバーは碍子高さの範囲を覆っていることから、ガイシカバーと呼ばれている。

このカバーは跳ね上げを必要としないため緩やかなスロープとすることができ、カバー自体の空力騒音を低減し得る傾斜角度とすることが可能となるうえに、背を低くすることができ、投影面積が縮小されるので、この点でも低騒音化に有利である。

同時に「緩やかなスロープ」、「投影面積縮小」は微気圧波の発生を抑えるうえでも有効である。

また「整流式」という名が示すように、スロープによって上方に導かれた流れは乱れていないため、集電性能に影響を与えにくい。

なお、このガイシカバーには、舟体から発生する摺動音やアーク音を低減する目的で、カバー両横に遮音壁を設けている。

以上のように「整流式」ガイシカバーは、「跳ね上げ式」パンタカバーと比べて性能が大幅に改良されており、下枠交差型パンタグラフ+「跳ね上げ式」パンタカバーからシングルアームパンタグラフ+「整流式」ガイシカバーへと変遷している。



図3 従来方式「跳ね上げ式」パンタカバー



図4 現状方式「整流式」ガイシカバー

※列車が高速でトンネルに突入すると、トンネル内部の空気が急激に圧縮され、これが音速で伝播し、トンネル出口から放射される。この圧力波をトンネル微気圧波といい、爆発音のような騒音を生じたり、近隣家屋の窓ガラスを振動させたりする原因となる。