

振り車両とは

今、バイクを運転していてカーブに差ししかかったとします。すると、図1(1)のように、運転者はカーブの向きに応じてバイクを左右どちらかに傾けることを、無意識のうちにしています。この動作は、遠心力によって体が横方向に受ける力を打ち消すために行っているものです。鉄道車両が曲線を走行するときも同様ですが、乗客は自分の意思で車体を傾けることはできません。そこで、曲線部のレールには図1(2)のように、あらかじめカントと呼ばれる左右の高低差を設けてあり、これにより車体を傾けることができます。走行速度があまり高くない場合はカントのみで十分ですが、高速の場合は傾斜角が不足することがあります。そこで、不足分については車体を傾けて補完しますが、そのための機構を持つ車両のことを振り車両と呼びます。図の矢印のように、乗客に作用する力は遠心力と重力ですが、振り作用によりこの合力が床面に直角になることがわかります。

振りのしくみ

日本で最初の振り車両は1973年に営業を開始した381系電車ですが、この車両はころ式の振り機構を持っています。振り作用の原理を図2で説明します。図2(1)の単振りのように、支持点からひもで吊るした質点が平面内を回っているとき、質点には重力のほかに慣性力としての遠心力が働き、この合力の向きと大きさがひもの張力と釣り合って安定した状態を保っています。図2(2)のころ式振り車両では、この支持点を振り中心、質

点を車体重心に置き換えれば同じ原理が適用できますが、振り中心は台車の振りところで仮想的に与えられます。単振子のひもに相当するのは振り中心と車体重心を結ぶ線になり、合力の向きはこの線の方に一致します。このように、合力の向きが車体床面に直角である場合は、乗客は横方向の力を感じることなく、安定した姿勢を保持することができます。

振り機構と方式

ころ式以外の振り機構としては、外国でよく用いられるリンク式が代表例です。図3(1)のように車体を「ハ」の字リンクで吊り下げて支持した構造で、揺れまわら装置としての機能を振りに拡張したものです。この方式は振り中心が固定点とならないため振り効果があまり期待できず、必然的に油圧シリンダなどで車体を傾ける強制振りとなります。もうひとつは図3(2)に示す空気ばね式です。車体を支持する空気ばねを高い位置にすると、車体の回転中心が車体重心より高い位置になるため、遠心力による振り作用が生じて車体が傾きます。

遠心力によって車体を傾斜させることを自然振りと呼びますが、実際の車両では振り機構部などに摩擦などの抵抗があるため、必ずしも曲線の位置に見合った振り動作が行われないことがあります。そこで、ころ式振りに対して過不足となる傾斜角を補う制御要素を付加したのが、1989年に実用化した制御付き振り車両です。このシステムの特徴は図4に示すように、地点検出に基づいて曲線位置を予測して台車の振りシリンダで車体を傾けることです。

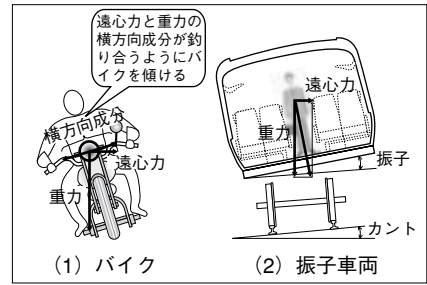


図1 曲線走行時の様子

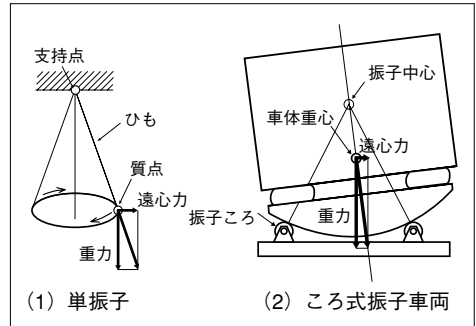


図2 振りの原理

設計のポイント

最後に、振り車両の設計ポイントのいくつかを紹介します。設計にあたって何よりも大切なのが車体重心高さを低くすることです。振り作用を円滑に行うには重心が低いことが必須です。さらに、重心の左右位置も車体断面の中心になるような設計が望まれます。大きすぎると、直線走行時に車体が傾いたままになってしまいます。また、振り中心が高いと振り効果は大きくなりますが、内軌側車輪の輪重減少率も大きくなってしまいますので注意が必要です。そのほか、車体断面や連結器、パンタグラフなども振り車両ならではの配慮が求められます。

(車両構造技術研究部 走り装置 榎本 衛)

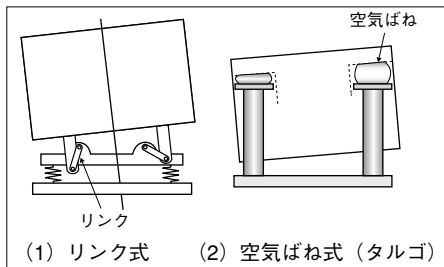


図3 外国の振り方式

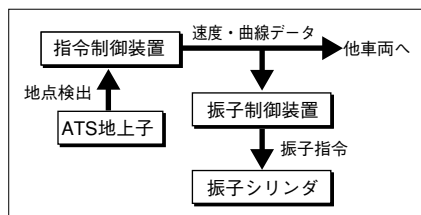


図4 制御付き振りシステム

※記事に関するお問い合わせ先
車両構造技術研究部(走り装置)
NTT: 042-573-7295
J R: 053-7295