

## 第4回 キャタピラテンションスプリング

三菱製鋼㈱ 早坂 善広

本題に入る前にキャタピラテンションスプリング（以下リコイルスプリング）が使用されている建設機械に関して歴史、構造などを簡単に解説する。

### 1. 建設機械の歴史

無限軌道は1801年にイギリスで発明され、その後、アメリカで改良された。アメリカの開墾地は肥沃な泥炭地が多く、当時は労働者を過酷な開墾作業から開放することが最重要課題であった。そのため1904年、現在のキャタピラ社の前身であるホルト社がブルドーザの原形となる無限軌道の装軌式農耕用トラクタを開発したのが世界初の建設機械であるといわれている（図1）。当時、開発で最も苦労したのが、地面にめり込まない足回りの工夫で、接地面積の大きい無限軌道式の足回りの開発は必要不可欠であった。私たちは何の気なしにこの無限軌道をキャタピラと呼んでいるが、実は「キャタピラ」はアメリカのキャタピラ・トラクター社の走行装置の名称としての登録商標で、日本では日本建設機械工業会が統一名称としている「クローラ」または「無限軌道」という名称が一般的に使用されている。

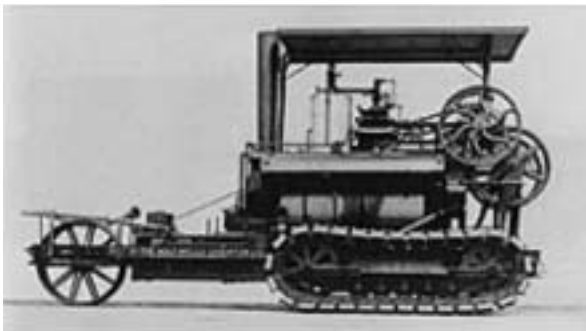


図1 農耕用トラクタ

### 2. 建設機械の走行装置

建設機械は、自走するための走行装置と作業を行うための作業装置で構成されている。走行装置はブルドーザに代表されるトラクタ方式と油圧ショベルに代表される下部走行体方式に大別され、双方とも足回りの形態からクローラ式とホイール式がある。リコイルスプリングが装着されるのはクローラ式で、車両が自身で軌道を敷きながら走行していくことから「無限軌道式」と呼ばれる。

#### (1) 足回りの仕組みと構造

図2は油圧ショベルの外観と足回りの構造を示す。油圧ショベルの下部走行体はH型形状をしており、H型の中央部をトラックフレームといい、その両側に走行装置が取り付けられるローラフレームから構成されている。ローラフレームは前端にアイドルプロケット（遊動輪）を、後端にはドライブプロケット（駆

動輪）が配されており、ドライブプロケットはクローラベルトを駆動し、アイドルプロケットはクローラベルトにより回転されることになる。



図2 油圧ショベル外観と無限軌道の構造

#### (2) クローラベルト張り調整装置

アイドルプロケットはリコイルスプリングを介してローラフレームに取り付けられており、前後に移動が可能である。リコイルスプリングは前方または後方からの衝撃を受けたり、足回り部品間に土砂や異物が噛み込んでクローラベルトの張りが強くなったりした際にも、異常な力がクローラやその他の部分にかからないよう防いでいる。つまりリコイルスプリングは、クローラベルトに張力を与える機能と路面から入る力を緩和する機能の2つがある。

図3はクローラベルト張り調整装置の代表例である。以前は調整ねじにより前後に移動する方式が多かったが、現在は図のようにグリースポンプによる油圧調整式が一般的となってきている。

また最近では、120トン級を超える超大型機が出現し、リコイルスプリングではなく油圧シリンダとアキュムレータの組み合わせで、位置の保持と衝撃の吸収を行っているクローラベルト張り調整装置もある。

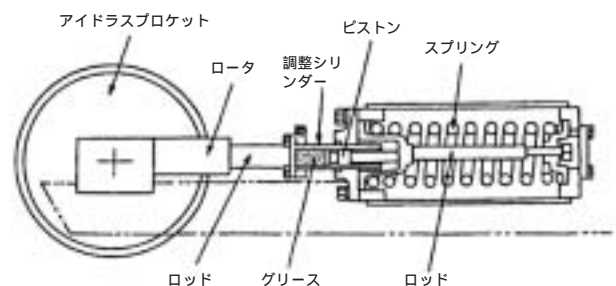


図3 クローラベルト張り調整装置代表例

### 3. リコイルスプリング

#### (1) 材料

線径は概略18～90mmが使用実績としてあり、材質としてはJIS熱間圧延棒鋼のSUP9、SUP9A、SUP11A、SUP13が使用され、それぞれのリコイルスプリングの線径サイズにより焼入性を確保するため使い分けられている。

最近では高応力対応のリコイルスプリング用材料として、上記のJISのばね鋼と比較して耐腐食性を改善した高強度材料が開発され、JIS以外のものが使用されてきている。

#### (2) 基本形状と特性

形状はいたってシンプルで円筒形の圧縮コイルスプリングである。座巻き部の座りをよくするため両側は研削座が一般的となっている。参考に現在日本で生産されている最大のリコイルスプリングの代表例を図4に示す。



図4 大形リコイルスプリング

図2や3に示すようにリコイルスプリングは周辺部品とのクリアランスが非常に少ない。コイル内径側はスプリング内部に配置されるブラケットなどにより規制され、コイル外径側はダストカバーやローラフレームから自ずと制約される。さらには、最近の建設車両は駆動力アップの傾向にあり、そのためリコイルスプリングに対する負荷荷重が大きくなり、ますます線径および自由長が大きくなり、 $D/d$ がさらに小さくなり、 $H/D$ はますます大きくなっている。 $D/d$ が3以下、 $H/D$ が7前後のものも設計されてきている（図4がその代表例）。

次に特性に関してだが、使用されるのが建設機械のため自動車のように動特性が問題となることはまずない。基本的には静特性を満足すればよく、要求性能としては、取付高さでの荷重と十分なストロークが確保できればよい。

#### (3) 強度と軽量化

リコイルスプリングで要求される強度は他のスプリング同様、耐久性と耐へたり性である。プルドーザの場合は自走するため走行中および作業中リコイルスプリングに変動荷重が作用するが、油圧ショベルは自走可能ながら走行距離は非常に少なく、作業中も停止状態で行うため変動荷重は比較的少ない。そういうことからこれまでリコイルスプリングに関して耐久性で問題になったことはあまりない。またへたりに関しては発生するとクローラベルトの張力低下につながり走行困難になるが、近年このような問題が発生したことはないようである。

次に軽量化だが、もともと建設機械の場合は、カウンターウェイトとして重量確保が必要なため、軽量化のニーズはあまりない。

### 4. 現状の動向と諸問題

#### (1) 高強度化

最近の建設車両は駆動力アップの傾向にあることは前述した。そのためリコイルスプリングに対する負荷荷重が大きくなり、またスペース上の制約も加味して考えた場合、高強度化はトレンドのようである。そのような市場ニーズからリコイルスプリング用の高強度材料が新たに開発され、現状かなり採用されだしてきている。ここで特に留意しなければならないのは耐腐食性や遅れ破壊性であることはいまでもなく、それらの開発鋼はこれまでのばね鋼と比較して同等もしくはそれ以上の性能を有している。

#### (2) 胴曲がりと直角度

先にも説明したようにリコイルスプリングはスペース上の制約が非常に大きい。リコイルスプリングの仕様として $H/D$ はさらに大きくなる傾向にあり、その結果として胴曲がりによる周辺部品との干渉などの問題も発生してきている。また直角度の悪化によりクローラベルト張り調整装置にリコイルスプリングを組み込む際、ロッドが組み付けにくいという作業性の問題も最近の問題点として挙げられる。

#### (3) 腐食

建設機械は使用される環境が採石場とかビル解体現場さらには護岸工事、もっとひどいと岩塩採取場といった鉄鋼製品には非常に苛酷である場合が多い。そのため、リコイルスプリングの折損原因のほとんどが腐食である。現在特に早期折損などの問題があるわけではないが、耐腐食性は改善されているものの高強度化により硬度が高くなっているため、その感受性は確実に増大しており塗装などでの対処は今後考慮する必要があるものと考えられる。