

6. ハイドロスタティックドライブ トラックローダの特性について

キャタピラー三菱 杉村 遼・*森田 出

1. まえがき

このたびキャタピラー三菱は新型トラックタイプローダ Q53の生産を開始しましたが、この車両は全く新しい動力伝達方式であるハイドロスタティックドライブシステムを搭載している。この機会に新しいシステムの紹介を通してハイドロスタティックトラックローダの特性を説明する。



2. ハイドロスタティックドライブ

ブルドーザ、トラックタイプローダといった履帯式の建設機械用トランスミッションとしては第一世代というバキダイレクトドライブトランスミッション、第二世代のパワーツフトトランスミッションが使用され現在に至っている。第三世代として油圧ショベルあるいは農用トラクタに使用されていたハイスタットをベースに本格的に建設機械用として近年ハイドロスタティックドライブが開発された。

図-1に示してあるのはハイドロスタティックドライブの基本回路の一例である。組合せは他にもあるが、この例ではポンプが可変容量でポンプの斜板を動かすと一回転当りの吐出量が変わりモーター出力の回転数、方向が変わる。ポンプは無段階に吐出量を変えられるのでモーター出力も無段階に変わる。トルクコンバータでもこの点は類似しているが、カバーする速度範囲が狭いの

ハイドロスタティックドライブ
容積型ポンプ、モータの組合せ

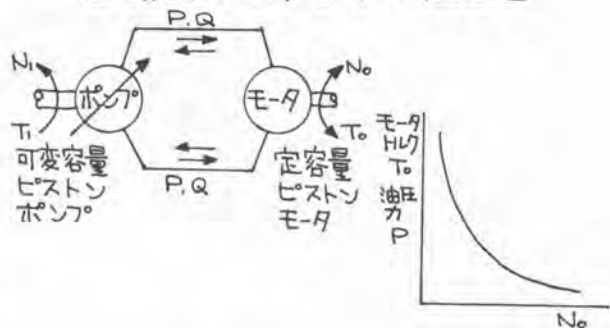


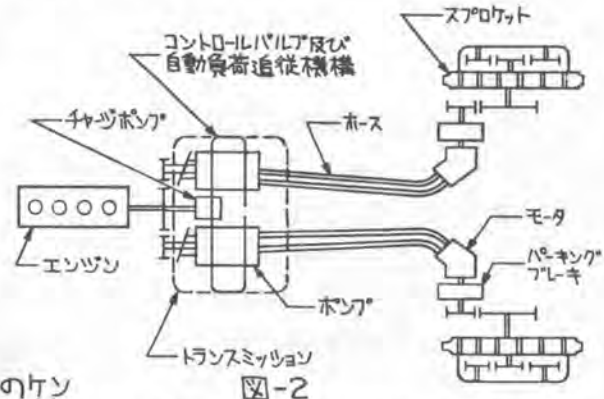
図-1

に比べてポンプとモータの組合せによるハイドロスタティックトランスミッションは全速度域をカバーすることが出来る。入力馬力を一定にすると図-1に示すようにモータトルクとモータ回転数の関係は双曲線状の関係になる。このように全速度域にわたって無段階に速度を変えることが出来るということは、操作性の向上もさることながら効率もよくなり、ハイドロスタティックトランスミッションは理想のトランスミッションと言うことが出来る。

3. ハイドロスタティックドライブシステム

図-2に示すのがQ53トラックローダのハイドロスタティックドライブの概念図である。エンジンからの動力はギヤで分配され並列に設置された2系統のポンプ-モータ系により総減速機からスプロケットへ伝達されるしくみである。トランスミッションとして7のかたまりは2個の可変容量形のピストンポンプともう一つのポンプ、チャージポンプ、コントロールバルブ及び自動負荷追従機構から構成されている。

ハイドロスタティックドライブシステム
トラックローダ



この自動負荷追従機構の開閉により足廻りのケン

引力と作業機の油圧力の両方が同時に要求されるトラックローダのトランスミッションとして7の性能が満たされたと言える。

4. ハイドロスタティックドライブトラックローダの特長

4-1. 無段変速

前後進とも0~10km/hの範囲で無段変速が可能であり、オペレーターは作業に合わせて任意の好みの走行速度を選択することが出来る。

4-2. パワーターン、スポットターン

左右の履帯におのおのポンプ-モータ回路を有するので、従来車のような動力の伝達を切ったの旋回ではなく、動力を伝達したまま左右の履帯に速度差を持たせてのいわゆるパワーターンが出来る。これにより足場をあらすことなくめらかな旋回が可能である。又この特長により下り坂での逆操向も不要になる。

更に左右の履帯を同時に逆方向にまわすことにより3の場旋回が可能である。これにより狭い現場での作業を楽に行うことが出来る。

4-3 負荷に対する自動適従

自動負荷追従機構の採用で、負荷に応じたケン引力を発揮し、車速が自動調整されオペレーターはそれだけ楽に車両を運転することが出来る。

4-4 エンジン最大出力の利用

負荷の変動に対してエンジン回転が制御され、エンジン出力はほぼエンジン最大馬力に維持されるので全速度域にわたってエンジンの最大出力が利用出来る。かつポンプ-モータの効率という点でも自動調整により常にベストギヤの状態にシフトされていることになるので、全体としてのパワーtrainの効率が高いと言える。

4-5 作業装置と足まわりの動力配分改善

自動負荷追従機構により、バケット負荷によっても車速、けん引力が調整される。エンジン馬力は作業機の消費した残りのすべてが足まわりに生かされ常に最適な動力配分を実現することが出来る。

4-6 ダイレクトドライブフィーリング

ポンプとモータは閉回路で結ばれており、エンジンとファイナルドライブを剛体リンクで結んだのと同じような働きとなり、オペレータはダイレクトドライブ車に近いフィーリングを感じる。

5. けん引力特性

図-3は制動車をけん引して得られたけん引力と車速の測定結果である。110馬力のダイレクトドライブ車、132馬力のパワーシフト車、112馬力のハイ

ドロスタティックドライブ車を比較したものであるが、ハイドロスタティックドライブ車では一本の双曲線状の曲線での性能があらわされ、自動負荷追従機構により変速レバーを最高速度位置にセットしたままでシフトダウンしなくとも、負荷に追従してけん引力が増えると自動的に車速を減じてゆくことを示している。このけん引力測定結果に限って言えば、同馬力のダイレクトドライブ車よりは多少下まわるものの、15%程度馬力の大きいパワーシフト車と同等の性能を示している。効率についてはエンジン馬力の

何%がけん引出力として有効を示す効率を実測値より推定したものであるが、ハイドロスタティックドライブ車のけん引効率はダイレクトドライブ車とパワーシフト車の中間に位置している。

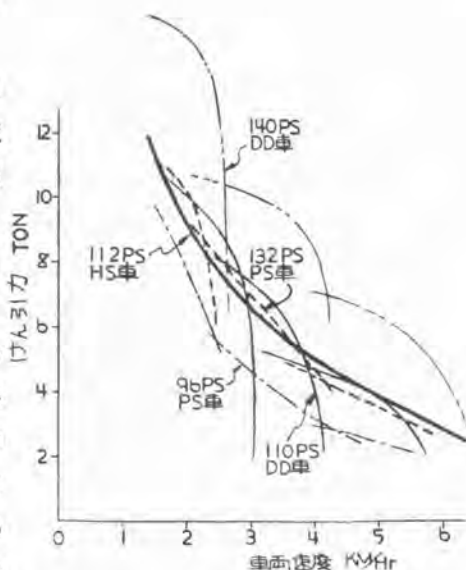


図-3 (社内試験データ)

b. 生産性比較

図-4は時間当りの作業量を示しているが、各種作業の加重平均で112馬力のハイドロスタティックドライブ車が130馬力級のパワーシフト車、140馬力級のダイレクトドライブ車とほぼ同程度の作業を行えることを示している。時間当りの燃料消費量をみると130馬力級のパワーシフト車より大巾に少ないのは当然としても、ダイレクトドライブ車並の時間当り燃費を有すると言える。

又1 ℓ の燃料で何 m^3 の土を運ぶことが出来るかという燃料生産性でみるとハイドロスタティックドライブ車はすべてのパワーシフト車、ダイレクトドライブ車を上まわった値を示している。これは他の要素を差し引いてもハイドロスタティックドライブ車の優位性を示すものと言える。

7. アプリケーションと生産性

さらに作業の種類別に作業生産性をみてみると、図-5に示すように

112馬力のハイドロスタティックドライブ車では整地、埋戻し、及び積込み作業で140馬力級のダイレクトドライブ車を大巾に、さらに132馬力級のパワースト車を上まわるのは、ハイドロスタティックドライブ車のこれらの特長がこのような作業では特に生かされサイクルタイムの短縮として生産性に貢献するからであると言える。特にルーズ積込み作業においては1.8 m^3 バケット付の140馬力級ダイレクトドライブ車に比べて1.5 m^3 バケット付の112馬力ハイドロスタティック車は約1.3倍の高い生産性を示している。ドーピング作業では、重量、馬力、接地長等が生産性を決める大きな要因であり、付着値を大きく上まわる車両に生産性の面でまさることは困難であるが、ハイドロスタティックドライブ車はギャチェンジの必要がなく地山堀削積込においてモータース上の性能を有していると言える。

8. あとがき

ハイドロスタティックドライブシステムは単にトランスミッションと言うより、最も進歩した動力伝達装置であり、それを搭載したトラックローダは画期的なトラックローダと言える。それはこの車両における操作性の大巾向上、燃料生産性による総合車両性能から理解することが出来る。又この953トラックローダにはエンジン後方搭載、スパーリンケージ、撓動式フロントアイドラ等の特長も兼ね備えている。今後の問題としてはユーザーの御協力のもとに上手な使い方の啓蒙、更にはハイドロスタティックドライブ車に適した工法の開発も重要となる。将来の為にダイレクトドライブ車向けの伝達効率の実現への研究、又ミニコンを利用した制御機構の開発等が必要である。



図-4 (社内試験データ)

アプリケーションと生産性

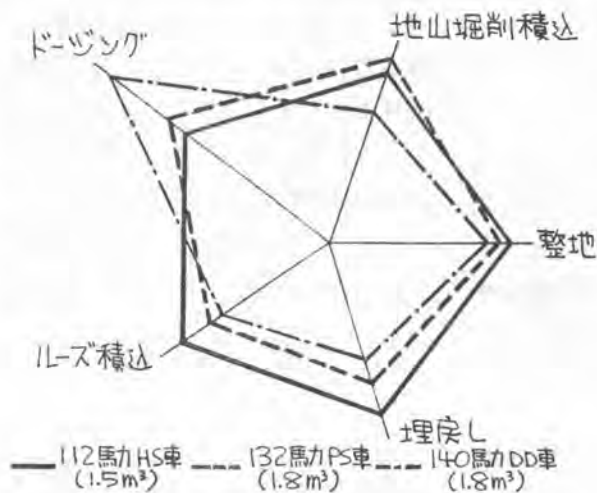


図-5 (社内試験データ)