

電磁誘導クラッチについて

KK神戸製鋼所第1設計部*

猪 原 暁**
和 田 誠 二***

1. ま え が き

戦後国土の復興ならびに電源開発等により急速に成長を遂げた建設機械が最近では新東海道線、高速道路の建設、貿易の自由化に備えて進められている設備の合理化、これに伴う工場ならびに住宅用土地造成等に今後ともますます発展を期待される主要産業機械の一つである。

現在すでに大型のブルドーザ、全油圧式のショベルをはじめとし、基礎工事用機械等次から次へと新しい機械が出現していて、この傾向は今後もおお続くものと思われる。

しかしこれら建設機械にとって共通の問題点は、その処理する対象物が均一でないため機械にかゝる負荷を確実に把握できないことである。いいかえると建設機械は他の一般産業機械に比べて苛酷な状況のもとに使用されることが多いといえると思う。従つて頑丈でしかも能率的、経済的にすぐれた性能を発揮することは勿論であるが、この衝撃的過荷重に対して機械部分ならびに原動機を如何に要領よく保護するかということが非常に重要な課題で、しかも大型の機械になる程この傾向は顕著になつてくるのである。

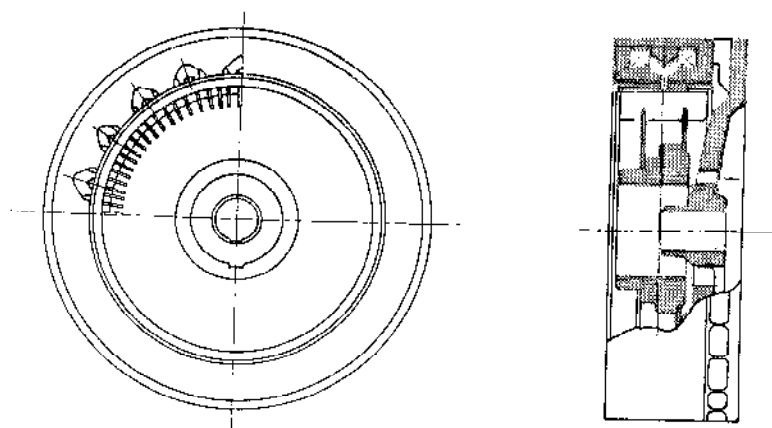
このことはショベル系掘削機について特にいえることで、掘削作業時の激しい変動荷重に対して、原動機としては大型機では直流電動機のワードレオナード制御方式が常識として採用され、中型機にはディーゼルエンジンにトルクコンバータを、小型機にはトルクコンバータか流体接手が採用されており、動力伝達機構におけるクラッチにはバンド式あるいはシュウ式の摩擦クラッチによつて機械の受ける衝撃をできるだけ軽減するように工夫がなされている。

これらの摩擦クラッチについては一般によく熟知されているので、ここにクラッチ型式の特異なものとして、

P & Hのパワーショベルに採用されている電磁誘導クラッチを取り上げて述べてみたい。

2. 電磁誘導クラッチの構造と原理

電磁誘導クラッチは第1図および写真1に示すように一方の回転体に輪形の界磁線輪を内蔵する外輪と内輪とからなり、この内外輪の間はクラッチの大きさによつて若干の相違はあるが、0.5~1.0mm程度の僅少の空隙があり両者の間には機械的な接触部分はない、この内外輪のうち使用条件により一方が駆動輪となり他方が被駆動輪となる。神戸製鋼所で採用している電磁誘導クラッチはP & H（米国ハーニッシュフィーガ社）特許のマグネトルクと呼ばれているもので、写真1および2はP & H



第1図 P & H 955A用電磁誘導クラッチ

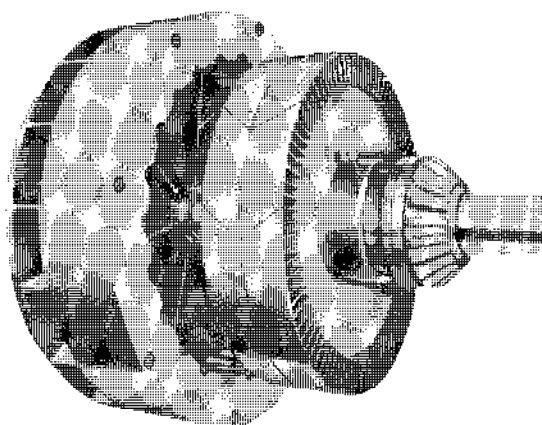


写真1 P & H 955A用電磁誘導クラッチ

* 神戸市芦屋区臨浜町

** 建設機械課長

*** 建設機械課

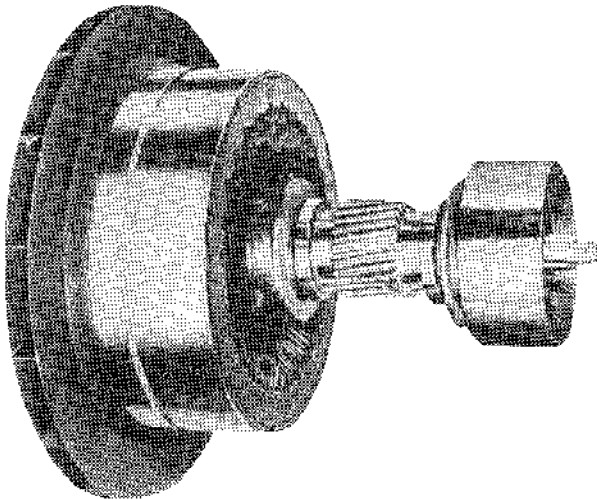


写真2 P & H 1400 A 用電磁誘導クラッチ

955 A 型および 1400 A 型エキスカベータに使用している

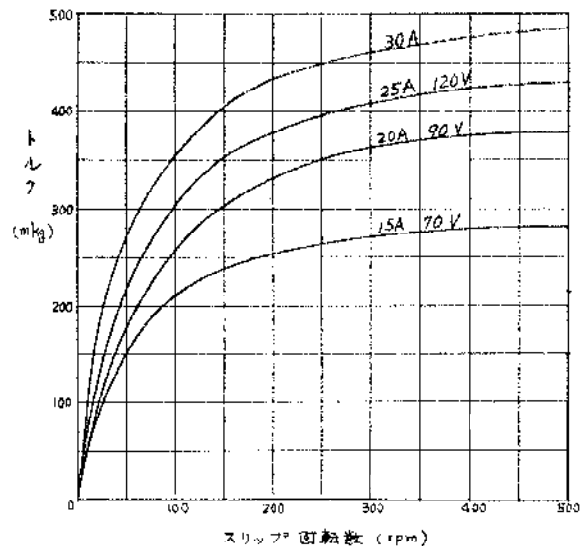
電磁誘導クラッチの外形である。この外輪が輪形の界磁線輪を有し回転軸に固定されて軸とともに回転する駆動輪となり、内輪は磁性に富む純性鉄板を表面に有する被駆動輪で外輪から電気的にトルクを伝達されて回転する。

トルク伝達の原理は古いものであるが、簡単に説明すると回転軸に固定されて回転中の外輪の界磁線輪に励磁電流を流すと励磁されて磁力線を発生し、この磁力線の磁束を切る内輪に渦流を生ぜしめ、この渦電流と磁力線との間に生じるトルクにより外輪の回転力が内輪に伝達され内輪も外輪と同一方向に回転をはじめ、この発生するトルクの大きさは外輪の界磁線輪に流される励磁電流の大きさと両回転体の相対速度の大きさによって増減するので、励磁電流を調整すれば任意のトルクまたは速度をうる事ができる。

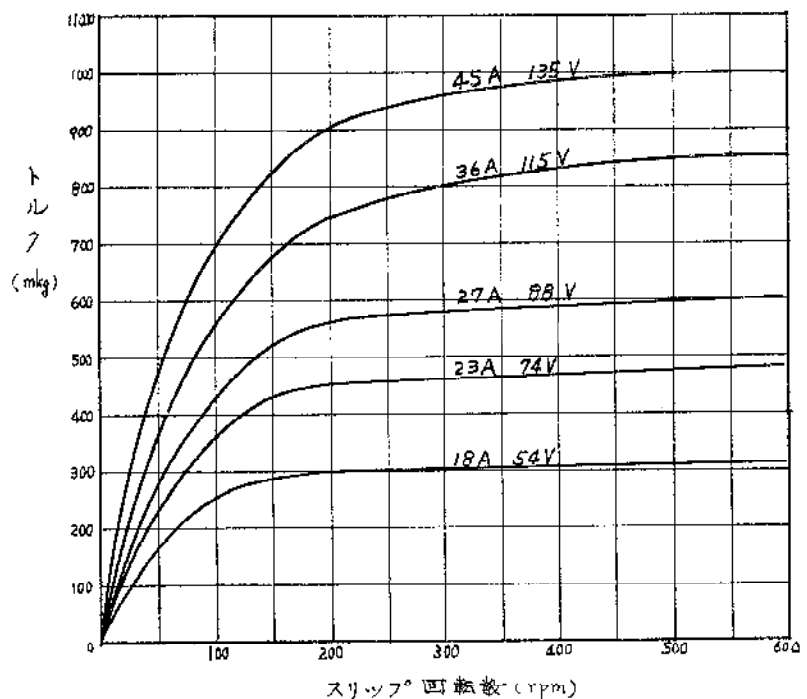
3. 電磁誘導クラッチの特性

第2図および第3図は神戸製鋼所で製作している P & H 955 A 型および P & H 1400 A 型エキスカベータに使用している電磁誘導クラッチの特性曲線である。

この曲線図の横座標は内外輪間のスリップ回転数（内外輪間の回転数の差）を示し、縦座標は伝達されるトルクを示している。一般に建設機械、特にショベルにおいては負荷の大きいときには速度を減じ、負荷の小さいときには自動的に速度を増す特性が要求され、従来は直流電動機を使用したワードレオナード制御が広く使用され



第2図 P & H 955 A 用電磁誘導クラッチの特性曲線



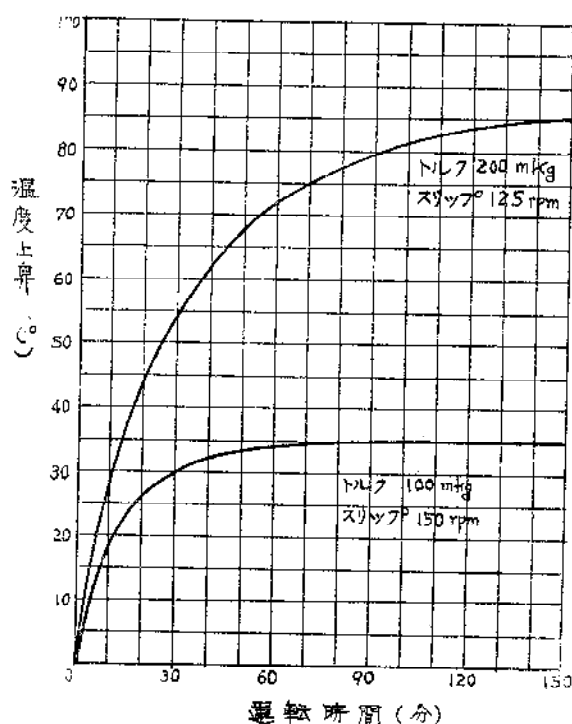
第3図 P & H 1400 A 用電磁誘導クラッチの特性曲線

てきたが、この電磁誘導クラッチの特性は第2図および第3図に示すように起動トルクの大きいワードレオナードの特性曲線と非常に似ており、しかもワードレオナード曲線よりもふくろみの大きい特性を有し、作業量はそれだけ大きくなっている。

この曲線図についてさらに説明を加えると界磁線輪に流される励磁電圧および電流の大きい程、あるすべり回転数に対して伝達されるトルクは大きくなり、また逆にある所要のトルクに対してはすべりの量が少なくなっている。P & H 955 A 型エキスカベータに使用されている外輪の回転数は使用されている原動機（ディーゼルエンジンまたは交流電動機）によつて多少違ふが 450～530

rpm で使用しており、P & H 1400 A 型ショベルでは外輪の回転数は 585 rpm にしている。外輪の回転は原動機からの回転数でおさえられ大体上記の範囲で一定速度で回転しており、負荷または励磁電流の大きさによつて内輪はそれぞれこの曲線に示されるスリップ回転数だけ外輪回転数より差し引いた速度で回転することになる。さらにショベルで作業しているときについて説明すると、旋回の起動または停止時、あるいは岩盤掘削時は衝撃的に大きな負荷がかかるが、このとき内外輪間ではそのときの励磁電流の大きさによつて示される曲線に従つてスリップを生じて作業速度は遅くなつて機械部にかかる衝撃を緩和し、負荷の減少とともに内外輪間のスリップは減つて速度を回復する。すなわちこういう特性を有する電磁誘導クラッチを使用すればショベル作業をはじめ建設機械ではショックをこのクラッチの内外輪間で吸収するため非常に円滑な無理のない作業なり運転なりができることになる。

次に温度上昇と特性について少し補足する。線輪に電流を流すと若干の発熱を見る。特に大きいスリップの状態では長時間使用すると相当温度上昇を生じるが、従来の摩擦クラッチが摩擦力によつてトルクを伝達する機構に比べると発熱量は遙かに小さい。第4図は P & H 955 A



第4図 P & H 955 A 用電磁誘導クラッチの温度上昇線図

型に使用している電磁誘導クラッチの温度上昇を示す実績値である。線輪の温度が上ると磁性が減少し、伝達トルクは減るので線輪の温度はなるべく上昇しないように考慮を払わなければならない。冷却方法としては水冷

式と空冷式とがあるが建設機械のように移動し、また場所の広さの制限を受けるものでは水冷式は困難で空冷式を採用しなければならない。写真1および写真2に見られる内輪の羽根や外輪の形状はそのためである。

4. 電磁誘導クラッチの利点

電磁誘導クラッチを使用すれば次に示すような利点がある。

- 1) 旋回クラッチに使用すれば旋回の起動停止が円滑になり、それだけ旋回速度をあげることができ、作業能率が上がる。
- 2) 掘削のクラッチに使用すれば大きな掘削抵抗がかかってもショックが吸収されるので機械の疲労度が少なくなる。
- 3) クラッチ自体に機械的摩擦部分がないので一般に使用されているライニング式の摩擦クラッチに見られる摩擦が全然ない。
- 4) 摩擦によつてトルクを伝達するクラッチは天候の状況、気温の高低、大気湿度等に影響されるが、この電磁誘導クラッチではこれらの影響がない。
- 5) 内部拡張式摩擦クラッチでは遠心力の影響があるので回転数をあまりあげることができないが、このクラッチでは遠心力の影響がないから回転数をあげ作業速度を早くすることができる。
- 6) ワードレオナード方式ではディーゼルエンジンまたは交流電動機（使用電源が一般に交流のため）により直流発電機を駆動して直流電源を作り、直流電動機を作業の原動機としなければならないが、電磁誘導クラッチを使用すればディーゼルエンジンまたは交流電動機の動力をそのまま使用できるので効率がよいのみならず機構が非常に簡単になりイニシャルコストを下げられるのみならずメンテナンスの手間および経費が省かれる。

5. む す び

簡単に電磁誘導クラッチの原理、構造、特性および利点について述べたが制御装置については触れなかった。界磁線輪に流される電流は僅かなもので、電源としては 2 KW ~ 5 KW 程度の直流電源（交流電源でも整流器を逆して整流すればよい）があれば十分であり、抵抗値を順次変えて行く装置さえあればよいので、ワードレオナード制御より遙かに簡単である。P & H 1400 A では交流電源を使用してサイラトロンというガス入り整流管で制御している。

このクラッチの原理はカップリングにもブレーキにもそのまま適用できるもので利用範囲は極めて広く、すでに各方面で使用されている。特に P & H 955 A エキスカベータ御使用の各位にはこのクラッチの利点を十分認識していただき好評を博している。