

二輪車用「メモ리카ードシステム」の開発

Development of "Memory Card System" for Motorcycle

吉 田 晋* 中 沢 健*
Susumu YOSHIDA Takeshi NAKAZAWA

要 旨

メモ리카ードを用いて、二輪車のエンジンセッティング用データを変更でき、かつ、キーとしても有効なシステムを開発した。

カードは、二輪車の使用環境に適合させるため、「非接触電磁結合通信方式」を採用し、携帯性・防水性を考慮した形状・構造とした。また、本システムは、エンジンセッティング用データの通信のみでなく、ID コードを通信し照合することにより、エンジンの作動の可否判断を行う。さらに、車体に内蔵した電動解錠式ステアリングロックとの組み合わせにより、外部からの衝撃・破壊に強い盗難防止システムを確立した。

ABSTRACT

A system capable of changing data for setting motorcycle engines by use of memory cards and being effective as a key has been developed.

"Non-contact electromagnetic coupling communication system" has been adopted for the cards to adapt them to the environments in which the motorcycles are used, and their shape and construction were determined in consideration of portability and waterproofing. Furthermore, the system will not only communicate data for engine setting, but also judge on the possibility of starting engines by communicating ID codes and collating with them. Moreover, a burglary preventive system, having strength against external impact and destruction, has been established in combination with an electrically releasing steering lock which is built inside the motorcycle body.

1. ま え が き

市販車ベースの二輪レーサに対し、点火時期等のエンジンセッティングデータ (ESD) を変更できる機能が欲しいという要求が、アマチュアレースユーザを中心に高まっていた。ESD は、車載された ECU 内のメモリに記憶されており、データを変更する場合、

- ・ECU 内のメモリ IC 自身を交換する
- ・ECU を外部コンピュータと接続し、外部からメモリ内容を書きかえる

といった手法がワークスレースチーム等で実施されている。

しかし、一般ユーザが取り扱う場合、上記手法では、

- ・信頼性が確保できない
- ・簡便でない
- ・費用がかかる

という問題があるため、データ変更は実施されていない。

これらの問題を解決するために、二輪車用のメモ리카ードおよびそれを用いたシステムを開発した。さらに、メモ리카ードの持つ高い保全性を生かし、外部からの衝撃・破壊に強いキーシステムに発展させ、2 サイクルスポートモデル ('94 NSR250RR) に、PGM (Programmed) メモ리카ードと命名して搭載した (Fig. 1)。



Fig. 1 '94 NSR250RR

* 朝霞研究所

本稿では、主として二輪車用メモリカードシステムの特徴と、ヘッドパイプの内部に搭載した電動解錠式ステアリングロック（以下インナロックと呼ぶ）の設計手法について紹介する。

2. システムの概要

NSR250RR に搭載された PGM メモリカードシステムを Fig. 2 に示す。

本システムは一般公道走行に対してキーシステムとして機能する。メモリカードと ECU には各車輛個別の ID

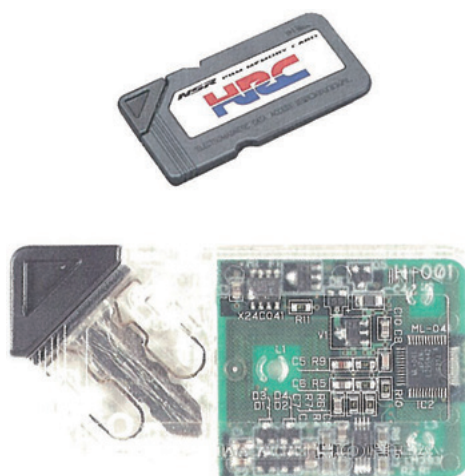


Fig. 2(a) Outer View and Structure of Card



コードを記憶させてあり、ECU はカードとの通信により ID コードを照合する。ID コードが一致したら、

- ・車輛のメイン電源をオンする
- ・インナロックを解錠する
- ・一般公道用に設定された ECU 内の ESD によりエンジン制御を行う
- ・メータディスプレイにスピードメータード等を表示する

といった、各制御を行う (Fig. 3)。

レースユーザ用にはレース専用のメモリカードを複数設定した。このカードには、ID コードの他にレース用の ESD として、「点火時期制御マップ」「排気デバイス制御マップ」「キャブレタエアジェット制御マップ」とこれに対応する「ESD No.」が記憶され、レース時の ESD の変更をカードの交換のみで行えるようにした。ECU はカードと通信し、ID コードを照合して一致したら ESD を受信・記憶する。既に ECU 内に ESD がある場合、ECU はカードの「ESD No.」を照合し、不一致の場合のみ新たに ESD を受信・更新する。ECU は最新の ESD を用いてエンジン制御を行い、メータには「ESD No.」を表示する (Fig. 4)。

なお、公道でのレース専用メモリカードの使用は禁止されている。

3. PGM メモリカード

3.1. 非接触電磁結合方式

3.1.1. 通信原理と利点

非接触電磁結合通信方式は、「向かい合った 2 組のコ

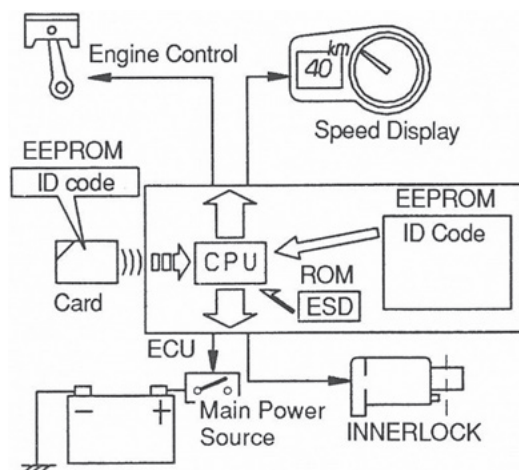


Fig. 3 Card System for Normal Use

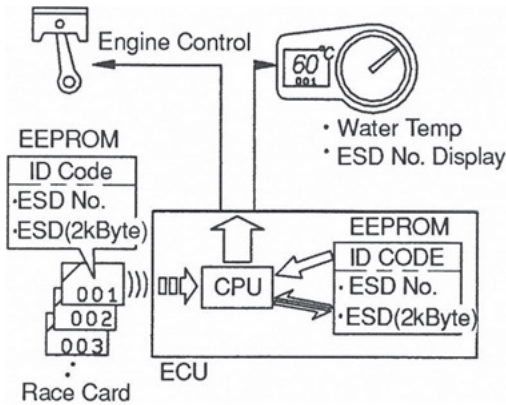


Fig. 4 Card System for Race Use

イルの片方に交流を流すと、もう片方のコイルにも交流が流れる」電磁結合現象を応用している。

例えば、コイル N_1 とコイル N_2 が距離 d で対向している時、 N_1 を一次コイルとして電流 i_1 を流すと、 i_1 によって発生した磁束が N_2 と鎖交し電圧 e_2 を発生させる (Fig. 5)。

本システムの場合、カードセット時にカード側と ECU 側の各コイルが正対するようになっている。

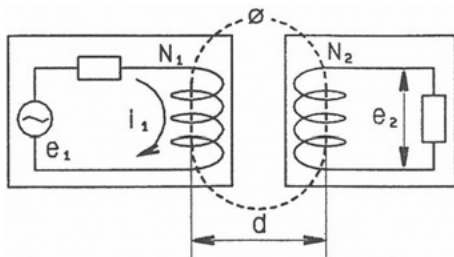


Fig. 5 Inductive Coupling

まず、ECU 側パワーコイルに交流 (250KHz) が流れると、カード側パワーコイルに起電力が発生する。この起電力を電源として、カードはメモリ IC およびデータコイル発振回路を駆動し ID コードや ESD を送り返す。つまり、カードはこれらメモリデータに基づきデータコイルの発振をオン/オフする (データが「1」ならオン、「0」ならオフ)。今度は、ECU 側データコイルがこの発振に応じて起電力を発生する。この起電力のオン/オフにより、ECU はカード内データの「1」「0」を読み取る (Fig. 6)。

本方式は、カードと ECU の間に電氣的接触を持たないため、一般的な接触式カードと比較して、水・塵埃・振動・挿抜に高い信頼性を持っている。また、カード内にバッテリーを保有しないので、バッテリー交換の必要がないため整備性にも優れている。

3.1.2. 通信の安定化

Fig. 5 において、鎖交磁束数 Φ はコイル間距離 d の増加に対し指数関数的に減少する。したがって、垂直方向、水平方向の各コイル間距離は、通信性能に大きく影響を与えるため短い方が望ましい (Fig. 7)。しかし、垂直方向のコイル間距離を短くするために、カードと ECU の接触面クリアランスを狭くすると、挿抜時の接触面の傷つきの原因となる。

この相反する二つの条件を両立させるため、カードケースの通信面の厚み d_1 と ECU ケースの通信面の厚み d_3 は板厚 0.6mm の極薄構造とした (Fig. 8)。これにより、カードと ECU の接触面に 0.4mm のクリアランス d_2 を保ちながら、コイル間距離を 4mm 以下に抑えることができた。

カードは、垂直方向のコイル間距離を維持できるよう

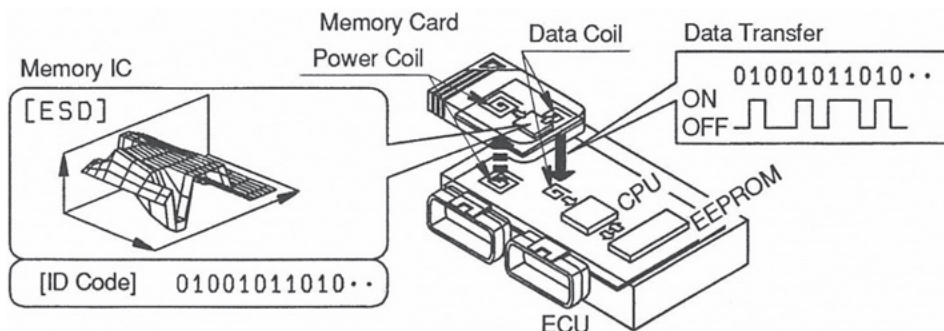


Fig. 6 Data Transfer of PGM MEMORY CARD KEY System

に、水平方向にスライドして装着するようにした。また、水平方向のコイル間距離を規制し、かつ、転倒時の衝撃によるカード抜けがないように、スプリングによるロックを設けた (Fig. 9)。

これらの構造をとることにより、コイル間距離を適正に保持し通信の安定化が図られた。

3.1.3. データの通信信頼性

ECU とカードリーダ部を一体化することにより、ECU とリーダ間での電波ノイズの影響を極力廃除した。また、イグニッションノイズが通信に影響をおよぼさないように、エンジン作動中のデータ通信は行わない。

さらに、受信したデータ自体の信頼性確認のため、100 バイトごとに、チェックサムデータを設定した。ECU は

これを用いて、受信したデータが正常であるか確認する。ESD の保存信頼性の確保にもこの手法を用いた。「ESD No.」が一致し、ESD の受信を行わない時でも、ECU は EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) 内に格納している ESD すべてについて、チェックサムデータを用いてデータチェックを行う。

以上により、通信したデータは、十分信頼性のあるものとなった。

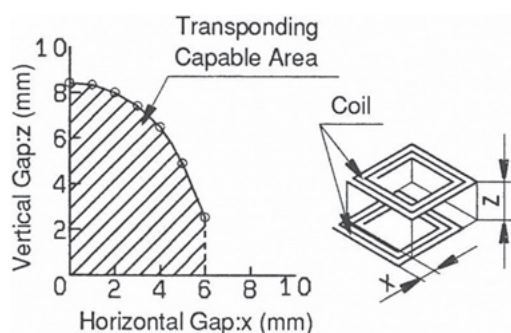


Fig. 7 Transponding Ability by Gap

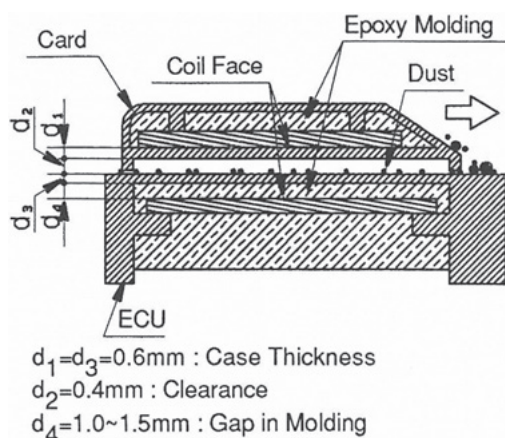


Fig. 8 Structure of Card and ECU

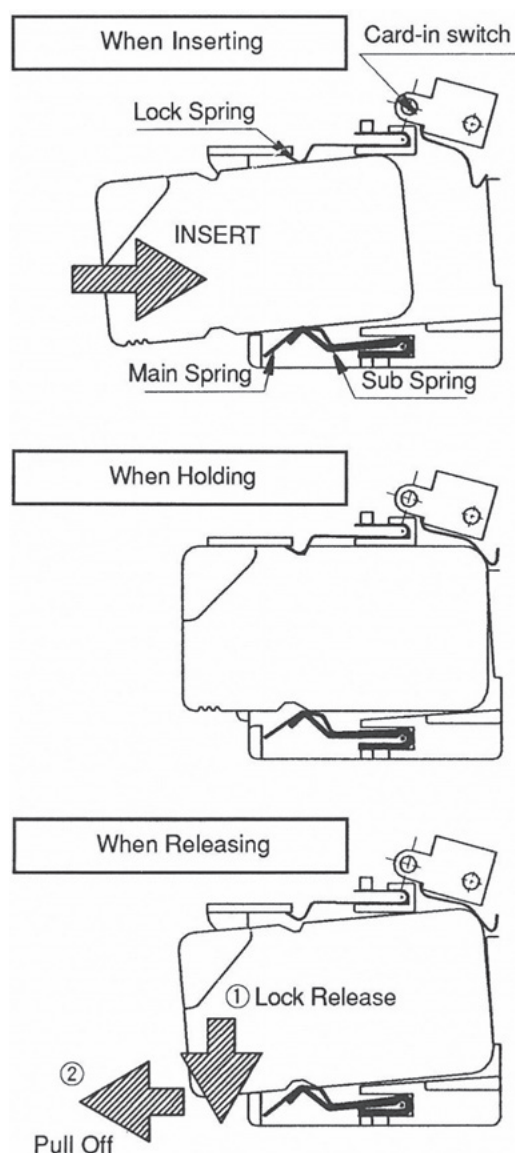
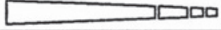


Fig. 9 Operation of Card Hold Spring

Table 1 Comparison of Number of Coils

Number of Coils	4Coils	3Coils	2Coils	1Coil
Function of Coils				
Power	○	○		
Control	○	○	○	
Data (write)	○	○		○
Data (Read)	○	○	○	
Coil Area	Large			
Circuit	Simple			

3.2. PGM メモリカードの構造

3.2.1. カード形状

本システムのカードは、実車の使われ方を考慮し、ガソリタンクキャップやヘルメットホルダ、リヤトランク用の従来型メカニカルキー（以下メカキーと呼ぶ）を内蔵したため、カードは5mmの厚みが必要であった。カード携帯時、市販のカードケースに入れることを考慮して、カードの大きさは75mm × 40mm に設定した（Fig. 10）。

3.2.2. 内部構造

従来のクレジットカードサイズに対し、本メモリカードは、メモリ基板として使用できる面積は約1/2である。具体的には次の手法で基板面積を縮小し部品点数を削減した。

- (1) 本システムでは、コイル面積と回路構成のバランスを考慮し3コイル方式を採用した。Table 1 に示すコイルの数と制御回路の規模は相反する関係にある。コイル数を少なくすることでコイル面積も少なくなるが、1つのコイルの果たす役割負荷は増加するため、コイル周辺の制御回路の構成は大きくなり、部品点数増につながる。

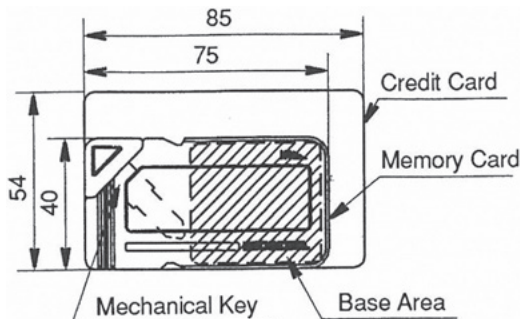


Fig. 10 Shape of MEMORY CARD

- (2) ECU からの送電信号 (250kHz) を利用して、メモリ IC 駆動用の基本クロック生成とデータ送信時のコイル発振を行う回路構成とした。これによりカード内には、クロック用発振回路と送信用の搬送波源が不要となった。
- (3) 各コイルには、磁気コアを使用しない空心シートコイルを採用し部品点数を削減した。これによる起電力低下に対しては、高感度微小電力動作回路を構成し、通信性能を確保した。
- (4) メモリのバックアップ回路はシリアル EEPROM を採用することで不要とした。
- (5) コイルとメモリ IC 間のデータ変換回路は専用ゲートアレイを作成することにより1チップに集約できた（Fig. 11）。

3.2.3. 強度と防水性能

カードはキーと同様の扱われ方をするため、ズボンのポケットに入れて座ったりするようなことで破損しない強度と防水性能が必要である。このため、カードは下ケースにエポキシ系樹脂材を十分に充填した後、上ケースを超音波溶着することで、余分な樹脂材をメカキー保

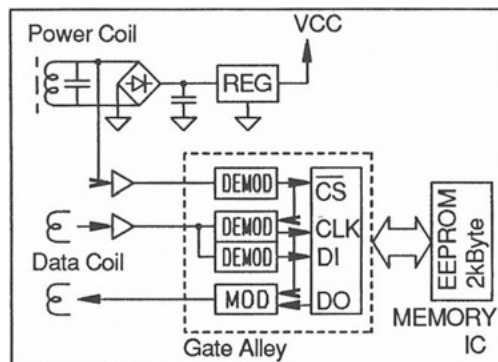
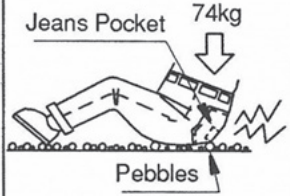
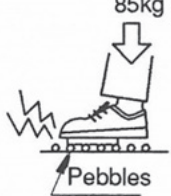
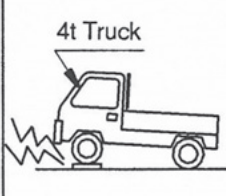


Fig. 11 Block Diagram of Gate Alley

Table 2 Card Strength

Sitting On	Stepping On		Washing
			

持部に流し込ませ、隙間なく樹脂材を充填できるようにした。

さらに、万一カードに曲げ応力がかかっても基板の損傷を最小限にするため、メモリ IC はカードの中央部よりずらして配置している (Fig. 12)。

以上の構造をとることにより、キーとして十分な強度と防水性能が確保された (Table 2)。

4. 盗難防止手法を付加したシステム

4.1. 盗難の現状

二輪車の盗難は、国内だけで年間 30 万件以上といわれ、一つの社会問題となっている。主な手口は以下のとおりである (Fig. 13) ¹⁾。

- ・抜き忘れたイグニッションキーを用いる
- ・電源を直結する
- ・キーシリンダ、ステアリングロック部を壊す
- ・複製したイグニッションキーを用いる
- ・エンジンオフの状態で運び去る

4.2. キーシステムとしての対応

上述した盗難の手口に対応するため、本カードシステ

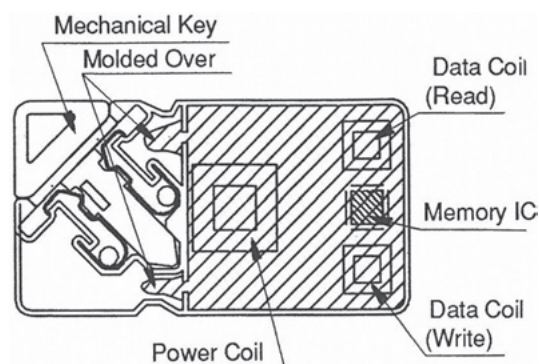


Fig. 12 Structure of Card

ムでは、以下の手法を用いた。

(1) キーの抜き忘れ

エンジンを停止し電源をオフするためにはカードを引き抜かなければならない構造とした。

(2) 電源の直結によるエンジン始動

カードと ECU の ID コードが照合一致しないとエンジンは点火しない。

(3) キーシリンダ、ステアリングロック部の破壊

キーシリンダ、ステアリングロック部そのものを車体の中に設置するインナロックを採用し、外部から破壊できないようにした。

(4) キーの複製

カードをキーとして使い、カードの中に 1 枚 1 枚異なる ID コードをインプットした。これは、43 億通りの ID コードを、カードの作成順序 (シリアル No.) にランダムに一意対応させたものである。カード再発行時の ID コードも、このシリアル No. で管理し、容易には複製できないようにした。

(5) エンジンオフの状態で運び去られる盗難

二輪車は四輪車と違い、ステアリングロックが掛け

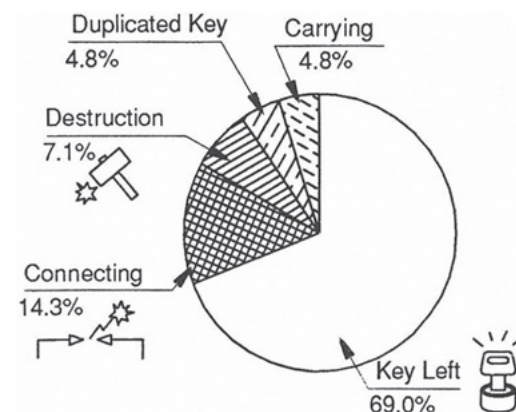


Fig. 13 Analysis of Motorcycle Robbery Method

忘れられていると、たとえエンジンが点火しなくても運び去られる可能性が高い。カードをキーとして用いても、ステアリングロックが従来のキーシリンダ式のままで、ユーザは乗降車時にカードとメカキーの2種類のキー操作を行うことになり、煩わしさからステアリングロックを使用しないことが懸念される。このため、二輪車のカードキーシステムには、メカキーを使わずに施錠可能なステアリングロックが必要であり、ロックレバーの操作だけで施錠でき、IDコード照合一致時にインナロックが自動解錠する構造とした (Fig. 14)。

4.3. インナロック

4.3.1. 走行中のロックピン飛び出し防止

ステアリングロックシステムにとって安全上最も重要なことは、走行中に絶対ステアリングがロックしないこ

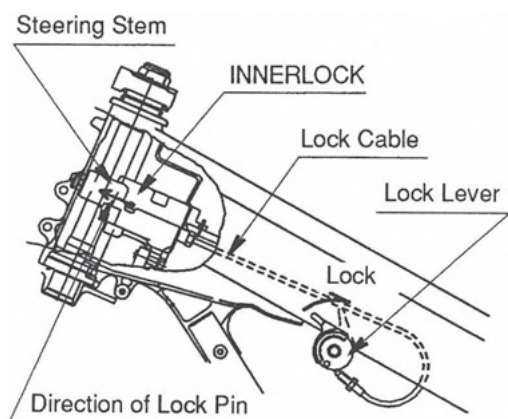


Fig. 14 Layout of INNERLOCK

とである。このため、インナロックは下記構造をとった。

- (1) 電気的な故障では施錠モードとならないよう、電動解錠・手動施錠方式を採用した。Fig. 15 に示したように、施錠時は①ロックケーブルを引くことにより②ロータが回転して③ロックピンがステムパイプとかん合する。また、解錠時は①ソレノイドに電流が流れているとプランジャが吸引され②カムがはずれ③スプリングの荷重でロータが逆回転して④ロックピンが引き込まれる。
- (2) インナロックは取付構造より、ロックピンはハンドルのフル転舵状態以外では飛び出し、ロックすることはないが、フル転舵時の衝撃でロックピン自体が飛び出さないよう、常にスプリングで荷重をかけている。
- (3) スプリングは、インナロック、ロックレバー内に計2本設置することにより、万一、1本が破損してもロックピンへの荷重が保たれるように設定した。
- (4) 万一スプリングが2本とも破損しても、ロックピンはそのステムパイプ側端部を水平よりも上に向けたため、ロックピン自体が自重で飛び出ることはない (Fig. 14)。

4.3.2. 外部衝撃によるロックピンはずれ防止

インナロックは一種のラチェット機構であるため、ある一定以上の衝撃が加わりラチェットがはずれるとロックが解錠する (Fig. 16)。ロックが外部衝撃でははずれないためには、カムレバーにスプリングで外部衝撃以上の荷重をかけておく必要がある。このスプリング荷重は (1) 式

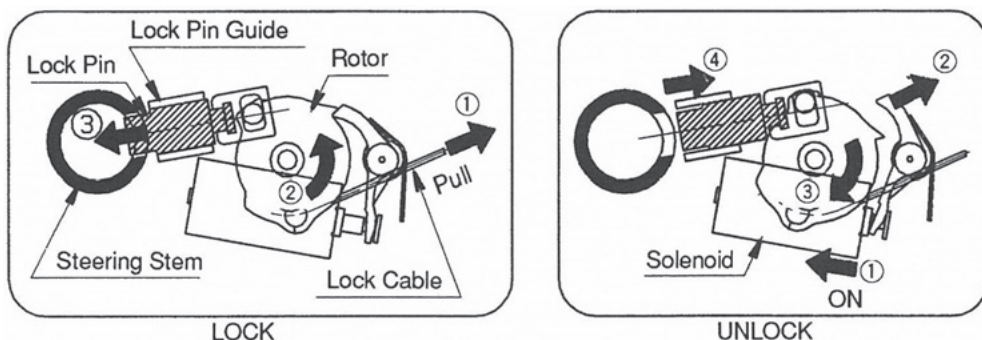


Fig. 15 Operation of INNERLOCK

を満たすように設定している (Fig. 17)。

$$F_{prn} < F_{cam} = F_{spg} + (L_{cam}/L_{prn}) \cdot \mu \cdot F_{rot} \dots \dots \dots (1)$$

F_{prn} : 外部衝撃でプランジャにかかる荷重 (N)

F_{cam} : プランジャ動作点でのカムレバーの嵌合力 (N)

F_{spg} : プランジャ動作点でのカムレバー・スプリング荷重 (N)

F_{rot} : ラチェットかん合点でのロータ・スプリング荷重 (N)

L_{cam} : カムレバー支点からラチェットかん合点までの距離 (mm)

L_{prn} : カムレバー支点からプランジャ動作点までの距離 (mm)

μ : ラチェット静止摩擦係数

また、カム部の形状は、ロータ・スプリング荷重の分力がレバーをカムに食い込ませるように設計することで耐衝撃性を高めた (Fig. 16)。

4.3.3. バッテリ上がり時のロック解除

インナロックは電動解錠であるが、バッテリーが弱っても解錠可能であることが要求される。

一般にソレノイドの吸引出力は、電圧と雰囲気温度に対して Fig. 18 に示す特性を持つ。インナロックは ECU の最低作動電圧でも確実に解錠するよう、ソレノイドの吸引力が (2) 式を満たすように設定した (Fig. 17)。

$$F_{cam} < F_{sol} \dots \dots \dots (2)$$

F_{sol} : プランジャ動作点でのソレノイド吸引力 (N)

また二輪車の場合、バッテリーが上がっても、ロックを解錠して車体を移動することが考えられる。このため、キックスタータ作動時、発電機が発生する起電力でも、カードの ID コードを照合しロックが解錠できるように設定した。

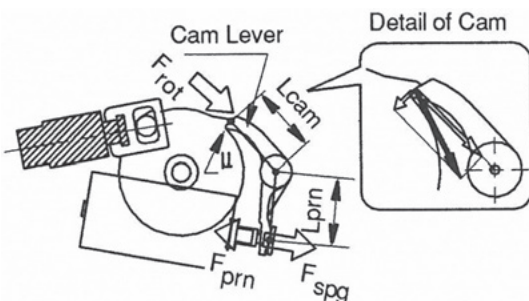


Fig. 16 Structure of INNERLOCK

4.3.4. ロックケーブルの信頼性

ケーブルを使用する上で問題となるのは、

- ・錆・塵埃による作動不良
- ・ケーブル伸びによる作動不良
- ・ケーブル切断によるロックの解錠

である。

錆・塵埃に関してはケーブルエンドにラバーキャップを設け、インナケーブルの材質をステンレスとした防水構造とし、さらに、錆・塵埃による解錠機能を阻害する要因を定量化し、複合耐久テストを行った。その結果、共振耐久、ダスト中作動耐久、泥水中作動耐久を連続した合計 68 時間・6 万回作動の耐久後においても、ロックの解錠力は確保されており解錠機能は失われないことを示した (Fig. 19)。

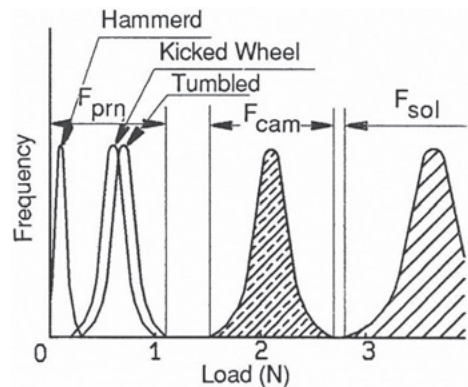


Fig. 17 Frequency of Loads at Cam Lever

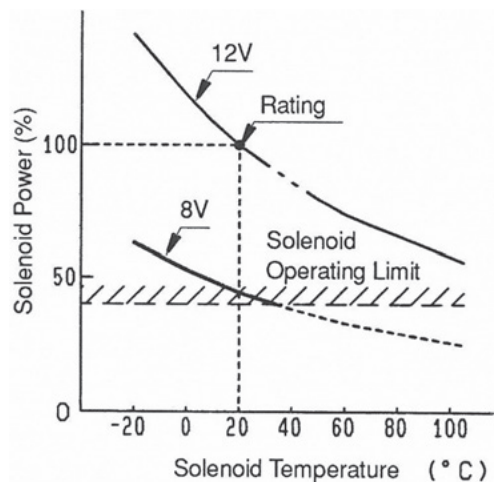


Fig. 18 Relationship between Solenoid Temperature and Power

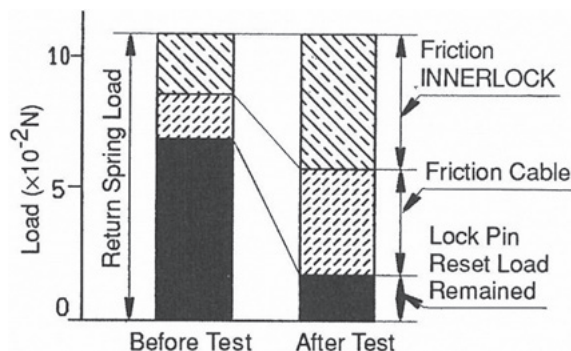


Fig. 19 Result of Endurance Test

また、ケーブル伸びについてはインナロック本体にケーブルアジャスタを設定することで対応した。

ケーブル切断については、Fig. 15 から判るように、ロック不能にはなるが、解錠とはならない構造とした。

5. 結 論

PGM メモリカードシステムの開発の要点をまとめると以下の通りとなる。

- (1) レース専用のメモリカードを複数設定し、カードの入れ替えだけで、手軽にエンジンセッティングデータ(ESD)を変更することが可能となった。
- (2) 非接触電磁結合通信方式を応用したことで、二輪車の使用状況に対応した水・塵埃・振動・挿抜に対する信頼性とバッテリー交換不要の整備性が得られた。
- (3) メモリカードは携帯性を考慮した形状とし、内部にエポキシ系樹脂材を充填し、全周を超音波溶着することにより、実用上十分な強度、防水性を確保している。
- (4) ヘッドパイプに内蔵した電動解錠式ステアリングロックとメモリカードを組み合わせることにより、各盗難手口に対して有効な盗難防止システムとなった。

カードシステムは、情報を伝達することにおいて、高いポテンシャルを持っている。このためカードシステムは、駆動系・操安系のデバイスと組み合わせることにより動力性能全般のセッティング変更を可能とする。また、カードを通して走行時の記録を残すことにより故障解析や運転技術の向上に役立てることもできる。このように将来、知能化が進み、「車がそのユーザニーズに合わせた独自な一台となる」というように車自体が進化していくなかで、カードシステムの発展性は非常に高いといえる。

謝 辞

本カードシステムを開発するに当たり、日立マクセル(株)、(株)新電元工業および(株)本田ロックの方々に多大な御協力を頂いたことに深く感謝致します。

参考文献

- 1) クマヒラセキュリティ財団自動車・オートバイの盗難防止技術に関する調査研究報告書、1992

■ 著 者 ■



吉 田 晋



中 沢 健