アンテナ一体型二輪車用ETC車載器の品質保証活動
Quality Assurance Activities for Motorcycle ETC with Built-in Antenna

佐　藤　哲　司　　川井田　敏　子　　畠　中　浩　司　　木　下　治　樹
Tetsuji Sato　　Toshiko Kawaida　　Hiroshi Hatanaka　　Haruki Kinoshita

要　旨

本稿は，アンテナ一体型二輪車用ETC車載器（JRM-12シリーズ）の品質保証活動について記載する。四輪車用ETC車載器は，2001年3月より運用が開始された。四輪車用ETC車載器が普及するにつれて，二輪車用ETC車載器の要望も高まった。その要望に応じて，車載器本体，アンテナ，インジケータが別体型の二輪車用ETC車載器（JRM-11シリーズ）を2006年10月に国内で初めて発売した。四輪車用ETC車載器は，車内に装着するため風雨や振動の影響は少ないが，二輪車用ETC車載器は，車外に装着するため風雨や振動を直接受け，その対策が不可欠である。今回，新たにアンテナとインジケータを含めた一体型のJRM-12シリーズを，2008年11月より出荷開始した。

Abstract

This paper describes JRC's quality assurance activities for motorcycle ETC with built-in antenna (the JRM-12 Series). Public use of ETC for automobiles began in March, 2001. As the use of ETC for automobiles had become widespread, the demand for ETC for motorcycles increased. To meet this demand, JRC released Japan's first ETC for motorcycles, the JRM-11 series, in October, 2006. The JRM-11 consists of three separate components: the main unit, antenna, and indicator. ETC for automobiles are installed inside the vehicle where they are protected from the influences of wind, rain, and vibration. However, ETC for motorcycles are installed on the outside, where they are to be exposed directly to wind, rain, and vibration, so protective measures are crucial. JRC has released the new JRM-12 series in November, 2008. The JRM-12 is an all-in-one device with built-in antenna and indicator.

1．まえがき

ETC（Electronic Toll Collection ）システムは，無線通信により自動的に有料道路の料金を支払うシステムである。車輌に装着したETC車載器にクレジットカード会社が発行するETCカードを挿入して使用する。高速道路などの有料道路でETCが利用可能なゲートを通過することにより，無線通信を用いて入口では入口情報を受信，出口では入口情報などを送信し料金情報を受信，通行料金はクレジットカードの機能を利用した後払いとなり，ゲートで停車することなくスムーズに通過できる。二輪車用ETC車載器は，車外に装着するため風雨や振動を直接受け，その対策に不可欠な防水性や耐震性を確保した二輪用ETC車載器を2006年10月に国内で初めて車載器本体，アンテナ，インジケータが別体型のJRM-11シリーズとして発売した。2008年11月に新たにアンテナとインジケータを含めた一体型のJRM-12シリーズとして，出荷を開始した。

本稿は，アンテナ一体型二輪車用ETC車載器（JRM-12シリーズ）の品質保証活動を紹介する。

2．JRM-12シリーズの概要

JRM-12シリーズは，5.8GHz帯ASK通信を利用している。JRM-12シリーズは，アンテナ部，無線部，ベースバンド処理部，制御部，表示部，ICカードインタフェース部，セキュリティモジュール部および電源部で構成されている。ETCの無線通信に関する規格は，ARIB STD-T75に規定されている。図１にJRM-12シリーズの構成を示す。

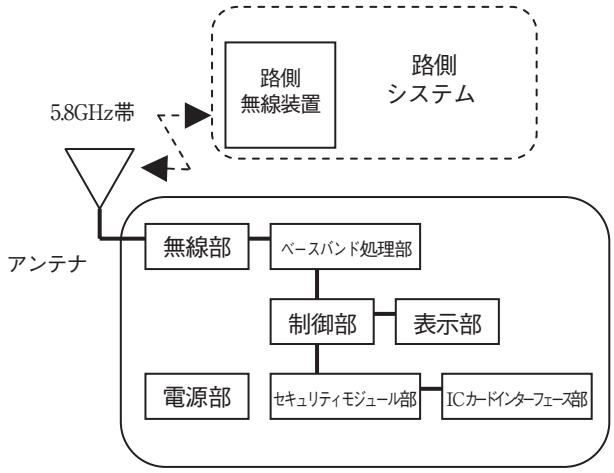

図1　JRM-12シリーズ
Fig.1　JRM-12 series

図２はJRM-12シリーズの外観で，図３は二輪車への装着状態の例を示す。

図2　JRM-12シリーズ
Fig.2　JRM-12 series

図3　JRM-12シリーズの二輪車装着例
Fig.3　JRM-12 series installed on a motorcycle

3. JRM-12シリーズの信頼性

3.1 要求仕様

アンテナ一体型二輪車用ETC車載器（JRM-12シリーズ）は，ハンドル周辺への取り付けを想定しており，太陽光，風，塵，雨滴やエンジン・前輪からの振動などの影響を受けることを考慮し設計を行っている。さらにバイクメーカより様々なバイクの情報を入手し，取り付け状態を確認し設計検証に役立てている。

JRM-12シリーズの主な仕様を表１に示す。

表１　JRM-12シリーズ仕様
Table.1　JRM-12 series Specifications

無線規格	
周波数	5.835/5.845GHz（送信） 5.795/5.805GHz（受信）
周波数偏差	±50ppm以下
空中線電力	+8～+14.8dBm（e.i.r.p）
変調方式	ASK
変調速度	2.048Mbaud
受信感度	–60dBm以下（BER＜10^{-5}）
車載器仕様	
電　源	DC+8～+16V
消費電流	100mA以下DC+13.8V（受信時） 150mA以下DC+13.8V（送信時）
動作温度	–20～+85℃（ETCカードは除く）
防　水	JIS D 0203 S2
振　動	10～50Hz 4mm（振幅制御） 50～500Hz 20G
外形寸法	124.4（W）×73.8（D）×24.5（H）mm
質　量	約150g（ケーブル除く）

3.2 動作温度

使用部品については，–20～+85℃で動作を保証するために電気部品は車載機器仕様品，機構部品は–40～+90℃に耐えられるものを選定している。

3.3 防水・防塵

本体部とカード装着部を防水構造とした。このためカード挿抜時にカード装着部に水が入っても本体内部へは浸入せず，乾いた布で吸い取れば支障なく使用できる構造としている。カードコネクタは，部品メーカと共同開発した防水仕様品である。

3.4 振動

本体部への振動の影響を最小限にするために制御部（CPU），ベースバンド処理部（MAC），セキュリティモジュール部（SAM）をワンチップIC化など部品点数の削減に努めている。また，プリント板の固定は，ケース内部に格子状のリブを設け，部品に加わる振動を軽減させている。更に，カード全体を防振材付きフタで押さえつけ，振動による接触不良を防いでいる。

4. 部品の信頼性評価

4.1 新規採用と重要部品の信頼性試験

(1) 耐熱性能

液槽冷熱衝撃試験による高温，低温時の保存状態での特性劣化の有無の確認と，断面カットなどで内部を観察し異常がないことを確認している。

(2) 耐湿性能

プレッシャークッカー試験による高温湿度サイクルでの特性劣化の有無の確認，X線と断面カットなどで内部を観察し異常がないことを確認している。

(3) ハンダ付け性能 [1]

ハンダ付け性の試験を行い，ハンダ濡れ性を確認している。図４は，ハンダ濡れ性の悪い例である。

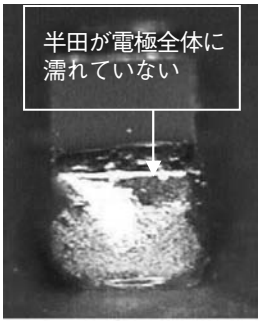

図4　ハンダ濡れ性

Fig.4 Soldering state of 0603 capacitor

4.2 部品メーカとの協力

(1) 定例品質会議

全ての部品の不具合品は，部品メーカに返却し解析を実施してもらっている。また，主要部品メーカとは定例で品質会議を行い品質向上に努めている。

当社関連製品の工程内不良状況を見ると，90%程度が部品不良となっており，部品の品質向上が最も重要な課題である。このため部品の種類で，特にICメーカに対してはバーンインなどのスクリーニングの実施を義務付けている。

(2) 工程監査

部品メーカの工程監査は，新規採用部品メーカに対しては，基本的な品質システム，QC工程図，FMEA，過去トラブルチエックリストなどにより品質状況を確認し，当社の品質向上活動への理解と協力を得ている。既存部品メーカに対しては，不具合が発生した場合に，その改善内容の確認を兼ねて実施している。

5. 製品の信頼性評価

製品の開発時，段階的に設計評価，信頼性試験を実施している。

5.1 基本性能試験

機能，無線特性，無線通信，電源変動など基本的性能を評価している。

5.2 サージ試験

人体，走行による車体に帯電する静電気，発電機・イグニッションからのノイズなどを想定して評価を行っている。

5.3 温度試験

動作温度でのサイクル試験，高温･低温長時間試験，高温･低温限界試験，高温・低温保存試験，熱衝撃試験など長時間での耐久確認を行って評価している。

(1) 熱衝撃試験 [1]

温度：+85℃ /–30℃

時間：各30分

サイクル：3,000回

判定：初期段階および3,000サイクル後の断面カットを比較し異常がないこと。図５は初期段階・図６は3,000サイクル後の断面カットの例である。

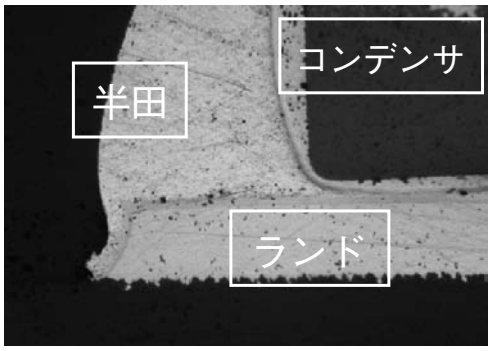

図5 0603サイズコンデンサ初期断面

Fig.5 Cross section of a 0603 capacitor before heat cycle test

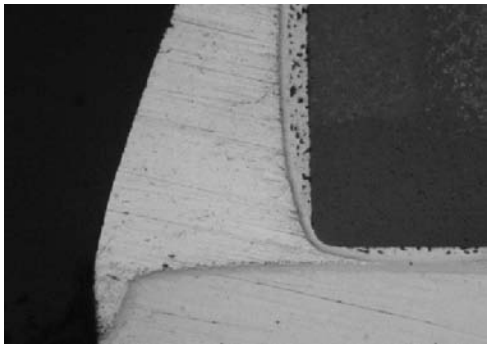

図6 0603サイズコンデンサ3,000サイクル後の断面

Fig.6 Cross section of a 0603 capacitor after 3,000 heat cycles

5.4 湿度試験

マイグレーション・ウィスカなどに対しては，高温高湿試験，高湿保存試験，結露試験などを行って評価している。

5.5 耐久性試験

耐屈曲試験，耐候性試験，耐オゾン性試験などを行って評価している。

(1) サンシャインカーボンアーク式促進試験

JIS D 0205 自動車部品の耐候試験方法による

種類：WAN-1S

判定：機械的損傷，顕著な退色などが無いこと。

5.6 機械的強度試験

防水試験，振動試験，衝撃試験，梱包落下試験などを行って評価している。

（1） 防水試験
JIS D 0203 自動車部品の耐湿及び耐水試験方法による
種類：S2
判定：ETC車載器内部に，機能/性能に影響を及ぼす浸水が無いこと。
（2） 振動試験
振動周波数: 10～50Hz（振幅制御：全振幅4mm）
50～500Hz　20G
判定：振動中は正常に電気的動作し，振動後は機械的，電気的損傷が無く防水性も維持されていること。

5.7 走行試験

JRM-11シリーズの評価は，全国の高速道路料金所（約900ヶ所）の約半数を走行し確認した。

JRM-12シリーズの評価は，JRM-11シリーズの経験を踏まえ，関東周辺の料金所を初め，全国の重点料金所を，道路事業者殿の協力を得て何度も走行し，通信性能を確認している。

6. 生産の品質監視

生産工程内に解析チーム（QA/CSチーム）を常駐させ，不具合発生と同時に即時解析して原因を究明し，迅速・的確に対応している。また，解析チームでは，工程内検査データをリアルタイムに統計処理し傾向管理を行い監視している。

7. 市場の品質監視

お客様からの情報は，カスタマーサービスに集約される。その情報に不具合情報があれば直ちに連絡が入り，解析チームが迅速・的確に対応し，お客様からの情報に素早く対応するように努めている。

8. まとめ

過酷な環境で使用されるアンテナー体型二輪車用ETC車載器（JRM-12シリーズ）の信頼性は，各部品の選定から設計・製造に至るまで，車載GPS受信機で培われた技術の成果により達成されている。四輪車用ETC車載器の普及は目覚ましく，2008年7月で約2,035万台（全自動車の約26.9%）[(3)(4)] 利用されている。一方，二輪車用ETC車載器の普及は約11万台（小型二輪250cc以上の約7.4%）[(3)(4)] 利用されている。二輪車用ETC車載器は四輪車に比べ，まだまだ利用度が少ない状況で成長が期待できる。今後もお客様の希望にかなった高品質な製品の提供に取り組んでいく。

参考文献

（1） 日本信頼性学会誌 通巻149号　2006年１月号
（2） 日本無線技法　No.52 2007年
（3）（社）全国軽自動車協会連合会　2008年７月の統計
（4） ORSE セットアップ件数　2008年７月の実績

用　語　一　覧

ARIB STD-T75: Association of Radio Industries and Businesses Standard-T75
ASK: Amplitude Shift Keying（振幅偏移変調）
BER: Bit Error Rate（ビット誤り率）
CPU: Central Processing Unit（中央演算処理装置）
CS: Customer Service（カスタマーサービス）
e.i.r.p: Equivalent Isotropically Radiated Power（等価等方放射電力）
ETC: Electronic Toll Collection（自動料金収受システム）
FMEA: Failure Mode and Effects Analysis（故障モード影響解析）
IC: Integrated Circuit（集積回路）
MAC: Media Access control（メディアアクセス制御）
QA: Quality Assurance（品質保証）
SAM: Secure Application Module(セキュリティアプリケーションモジュール)