

第2世代 ETC 用車両検知器「FVS-2」

特集1

2nd Generation ETC-use Vehicle Detector “FVS-2”

長島 淳 Jun Nagashima

田ノ下 勝 Masaru Tanoshita

古田 裕次 Yuji Furuta

各高速道路会社は ETC（自動料金支払いシステム）を改良するため、設備間の接続条件（インタフェース）の明確化や統一化など第2世代のシステム仕様を決めた。富士電機は第1世代で培った車両検知器の技術を発展させ、新しい仕様に対応しただけでなく、虫や小動物、雪などの異物対策、筐体（きょうたい）の小型化の必要性、光軸調整や保守管理の容易化なども考慮して設計した。2009年度に第2世代 ETC 用車両検知器「FVS-2」の製品化を行い、初号機を納入した。

To improve ETC (electronic toll collection) systems, expressway companies have finalized a new specification for a 2nd generation system, that clarifies and standardizes the connection conditions (interface) between facilities. By refining the technology acquired with 1st generation vehicle sensors and supporting the new specification, Fuji Electric created a new design in consideration of measures to prevent interference from foreign matters such as insects, small animals and snow, the need for more compact enclosure size, and easier optical axis alignment and easier maintenance. In 2009, Fuji Electric released the “FVS-2,” a 2nd generation vehicle detector for ETC-use, and delivered the first product.

1 まえがき

ETC（自動料金支払いシステム）は、車両が進入すると車載器と有料道路の料金所ゲートに設置した無線装置との間でデータを送受信することにより、料金所で一時停止・発進することなく自動的に料金の支払いができるシステムである。ETC を利用すると料金所での一時停止がなくなり渋滞が緩和され、車からの排ガスを減らすことで、地球温暖化の原因となる CO₂ の排出量を減らせる。周辺環境の改善に貢献するだけでなく地球温暖化の抑止効果をもたらし、有料道路になくてはならないシステムとなっている。

富士電機は、このシステムのうち車両を検知する ETC

用車両検知器を数多く納入してきた。2008年に各高速道路会社（東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社）が設備間の接続条件の明確化や仕様統一を目的として 2G（Generation II）の機材仕様を満足する車両検知器の開発が必要になった。そのため、富士電機は 2009 年度に 2G 仕様対応の第2世代 ETC 用車両検知器（FVS-2）の製品化を行い、初号機を納入した。

開発に当たっては、この 2G 仕様に対応するとともに耐環境性の向上、省スペース化および調整・保守の利便性などの向上を目指した。以下にこれらを実現した第2世代車両検知器について紹介する。

FVS-2の外観を図1に示す。

図1 第2世代 ETC 用車両検知器「FVS-2」の外観



2 ETC 用車両検知器の概要

(1) ETC レーンのシステム構成

ETC レーンは車両検知器、ETC 車両表示板、無線装置、アンテナ、路側表示器、インターホン、発進制御機、車線

図2 ETC 入口レーンのシステム構成

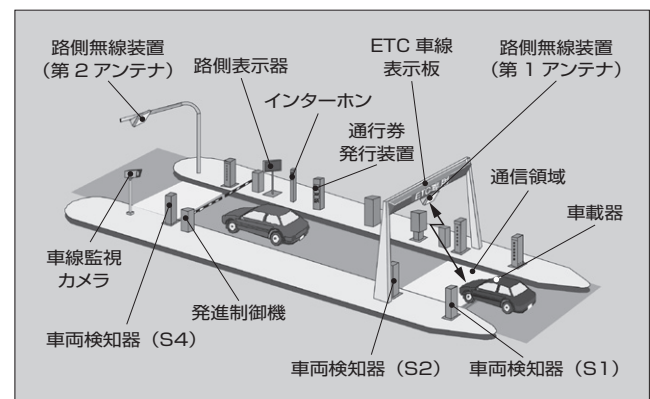
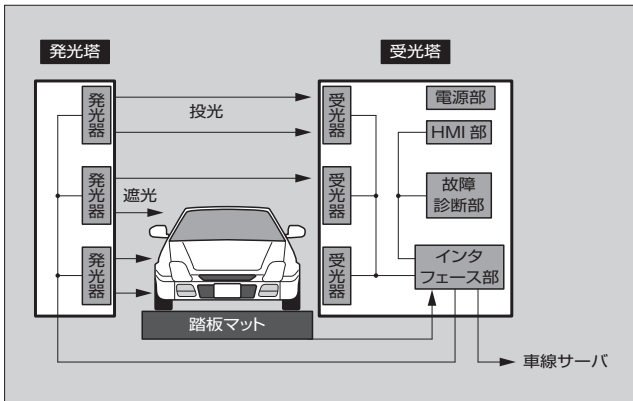


図3 車両検知器の構成



監視カメラなどで構成される。入口レーンのシステム構成を図2に示す。

このETCレーンを通過する車両は、まず入口の車両検知器(S1)で検知される。次に、通信領域で無線装置と車載器間で通信処理を行う。その次に、車両検知器(S2)でレーン内に進入したことを検知し、車両検知器(S1)で測定した車軸数などの情報と車載器からの通信情報の整合がとれると、発進制御機のバーが開き、車両はETCレーンを通過することができる。

また、通過する際にも通信領域に車両が進入したことを車両検知器(S4)で検知して無線装置から車載器にどのインターチェンジから入ったかを記録する。

(2) ETC用車両検知器の構成と動作

ETC用車両検知器は光センサや踏板マット(車軸が踏板上を通過すると検知する装置)により、料金所レーンに進入する車両の通過と車軸数などのETCに必要な情報を検知して、システムに送信する装置である。図3に車両検知器の構成を示す。

基本動作は次のとおりである。

- (a) 発光器から赤外線を受光器に投光する。
- (b) 遮光されたかどうかを受光器で判定する。
- (c) 遮光された位置、数から車両の通過を検知する。
- (d) 踏板マットが踏まれた順番から車両の前進、後退、車軸数を検知する。
- (e) 車線サーバに検知情報を送信する。

3 第2世代ETC用車両検知器「FVS-2」

FVS-2の主な仕様を以下に示す。

- (a) 設備間の接続条件(インタフェース)の明確化や統一化
 - 異なるメーカー間の接続が可能なインタフェース
- (b) 車両検知性能
 - 進入速度 80 km/h 以下
 - 車間距離 0.5 m 以上
 - 検知精度 最小 15 mm (高さ) × 50 mm (幅)
- (c) 機能
 - 車両通過検知, 車軸数検知, 前後進検知, 長尺積載

表1 1G仕様と2G仕様の主な相違点

項目	1G仕様	2G仕様
インタフェース	メーカー個別仕様	統一仕様
電源部保護	JEC 0210	JIS C 5381-1 クラスII
回路保護	ITU-T K. 20 (10/96)	JIS C 5381-21 カテゴリC2

表2 第1世代機の課題

項目	課題
異物対策	虫、雪などの侵入による遮光
筐体(きょうたい)	小型・省スペース化
光軸調節	設置時の光センサの光軸調整にオシロスコープなどの計測機器が必要
保守	保守点検時に扉の開閉が必要

- 物検知(車両からはみ出した積載物の検知)
 - 異常情報の送信, 検知異常部の切離し運転
- (d) 環境条件
 - 周囲温度: -20 ~ +50 °C
 - 屋外固定使用条件: IEC 60721-3-4
- (e) そのほか
 - 内部に結露を発生させない構造
 - 電源部および回線の雷サージ保護
 - 側面または背面からの簡便な保守点検
 - 小型(薄型), 軽量

表1に1G(Generation I)仕様と2G仕様の主な相違点, 表2に第1世代機の課題を示す。

第2世代機では2G仕様を満足させるとともに、技術課題である耐環境性や省スペース化、保守性の向上を図り、これらの要求を実現させた。本稿においては、特に耐環境性の向上、省スペース化、保守性の向上に関して重点的に述べる。

3.1 機能・性能向上

2G仕様では、インタフェースの仕様を統一する設備間のインタフェースの変更(信号の追加、削除、タイミング変更など)が行われた。

それに対応するため、第2世代機ではインタフェース回路部分の再構築(ソフトウェア・回路など)を行い車両検知器の機能・性能を向上させた。またインタフェースの検証にあたっては実際に車線サーバと接続してインタフェースの接続試験を行い、要求仕様を検証した。

さらに、第1世代の既存検知器と同一レーン上に混在して使用が可能であり互換性も実現している。

3.2 耐環境性の向上

(1) 結露対策

第1世代機では筐体は密閉構造にはせず、内部の光センサユニットや制御部を個々に密閉構造にすることにより屋外環境に対応させていたが、虫などの小動物や雪の侵入に

よる遮光が課題となっていた。第2世代機では筐体全体を密閉構造にして異物や水分の侵入を防ぎ、異物による遮光や装置内部の結露を防止している。また、結露が発生して検知性能に影響が出ないように前面ガラスには2層ガラスと透明導電膜を利用したガラスヒータを採用している。ガラス表面を外気よりも温度を高く保つことにより結露を防止した。

(2) 雷サージ対策

電源部に加えて、レーンを制御する車線サーバに接続される信号用の端子台基板および発光信号の中継コネクタ基板に避雷素子を実装して、耐雷対策を行った。

3.3 省スペース化

ETCを適用した道路の増加に伴い、狭い敷地でも設置できるように、できるだけ小型・省スペースであることが2G仕様でも要求されている。そのため、第2世代機では小型化を目指した構造・構成の見直しを行った。

(1) 受光部の小型化

回路の電子部品点数削減や高密度実装技術の適用により、第1世代機の光センサ制御基板と受光分岐基板に相当する回路を中段の受光ユニットの基板内に収めて図4のように一体化し、受光部の機器の小型化を実現した。

(2) 光センサ部の小型化

検知器の奥行きに最も影響を与えているのは光センサ部分である。特にレンズの焦点距離が光センサ部の奥行きを

図4 受光部の構成比較

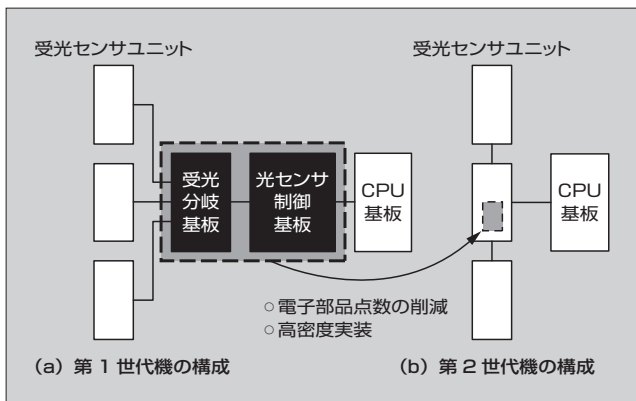
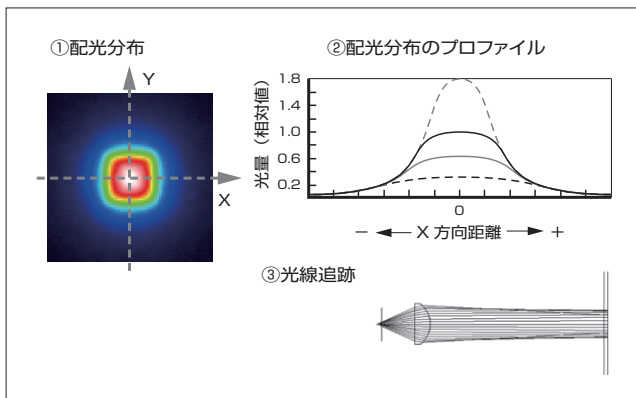


図5 光学シミュレーション例



決定している。

そこで、第2世代機の開発では短焦点レンズを光学シミュレータなどにより最適設計し、試作機で性能を十分満足できることを検証して小型化を実現した。図5に光学シミュレーションの例を示す。図6に第1世代機と第2世代機の光センサユニットの外形比較を示す。

3.4 保守性の向上

(1) 保守パネル

側面に検知器の状態を表示する保守パネルを設けた。この保守パネルには、装置の異常時に点灯するLEDや、車両を検知したときに点灯するLEDなどを備えている。定期点検時には料金所レーンを閉鎖し、運用を止めることなく、この保守パネルを確認する点検だけですむ。図7に保守パネルの位置と表示内容を示す。

(2) 保守通信コネクタ

第1世代機では前面の扉を開けて内部のスイッチ設定を変更して行っていた保守モードへの切替えを、側面に設けた保守通信コネクタに接続したパソコンで行えるようにしている。車両通過状況を記録したロギングデータや受光センサの受光レベルなどの詳細なデータも扉を開閉することなく収集できるようにした。

(3) 光軸調整LED

図6 光センサユニットの外形比較

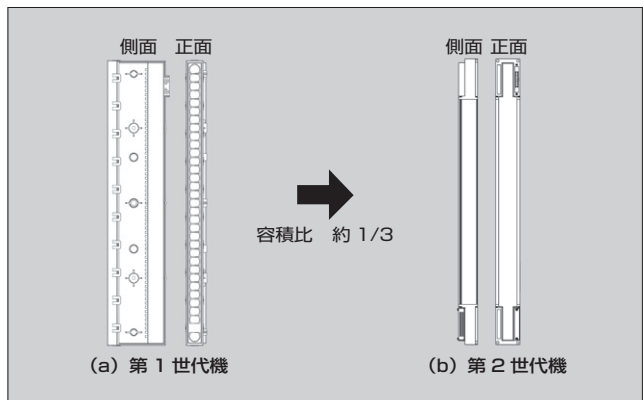


図7 保守パネル・保守通信コネクタ

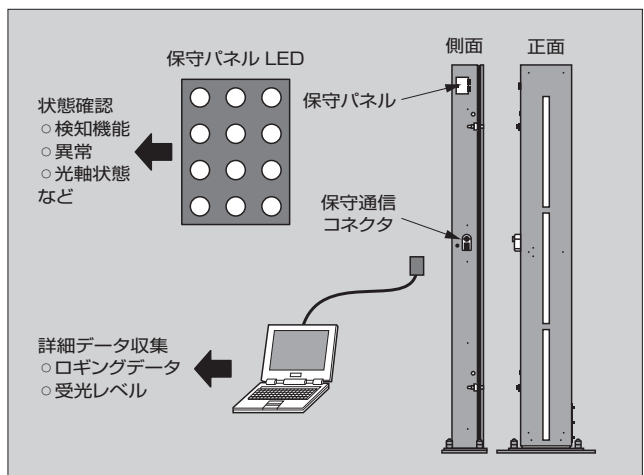
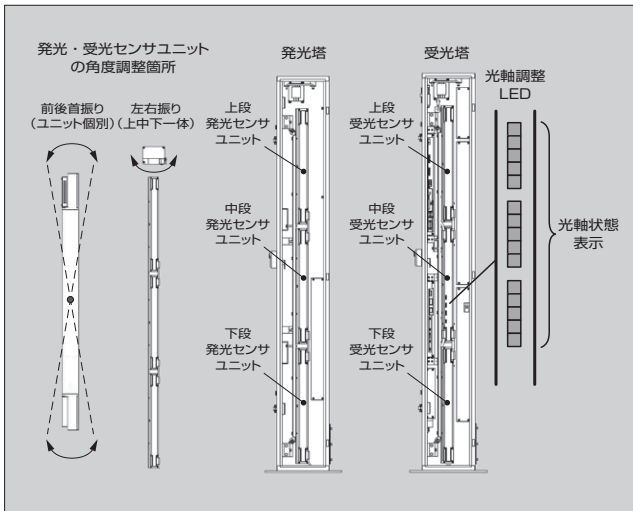


図8 光センサユニットと光軸調整 LED



第1世代機では、オシロスコープなどの計測機器を用いて光軸調整を行っていた。このため調整時間が大幅にかかっていた。

第2世代機ではオシロスコープなどの計測機器を使用せずに調整が可能なように、上段、中段、下段の各光センサの受光状態を表示する光軸調整 LED を、中段の受光センサユニットに備えた。

光軸調整 LED は検知器正面より視認可能な位置にあり、発光 LED と受光センサの位置・方向が正しく光軸が一致していると点灯する。検知器の設置する時に必要な光軸調整はこの LED がすべて点灯するように光センサ角度を調整することで光軸調整できるようにした。

図8に、光センサユニットにおける角度調整箇所および光軸調整 LED の位置と表示内容を示す。

4 あとがき

第2世代 ETC (自動料金支払いシステム) 用車両検知

器「FVS-2」について紹介した。車両検知器は ETC システムにとって、車両の通過タイミングを知る上で重要な機器であり、ETC の円滑な運用を実現する上で、車両検知器の耐環境性の向上と保守の容易さは不可欠である。また、設置場所の選択肢を広げる省スペース化は ETC の拡充に貢献する要素となる。

この ETC の円滑な運用と拡充により、世界規模での温暖化抑制対策の一助となるように、今後とも対応を図っていく所存である。

参考文献

(1) 安本浩二ほか. ETC用車両検知器. 富士時報. 2002, vol.75, no.2, p.126-128.



長島 淳

道路関連設備のエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機システムズ株式会社産業プラント事業本部第一統括部道路技術部。



田ノ下 勝

車両検知器、貨幣検査装置の設計に従事。現在、富士電機システムズ株式会社オートメーション事業本部東京工場ファインテック機器部主任。



古田 裕次

車両検知器、煙霧透過率測定装置、カラー細粒異物検査装置のエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機システムズ株式会社オートメーション事業本部東京工場ファインテック機器部。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。