

阪神高速道路の ETC システムの設計

湾岸管理部 施設保全課 北村孝二

要 旨

ITSの一環として、平成10年度に契約されたETCシステムについて、道路四公団統一仕様で規定された部分、導入公団ごとの調達仕様、既設システムの有効利用、その他設置位置等の制約条件を整理し、阪神高速公団にもっとも適したシステムを設計した。

また、将来のシステムの機能拡張や運用方法の変更に対する柔軟な対応や維持管理の軽減についても考慮した。

キーワード：ETCシステム、営業管理システム、ITS、無線通信

まえがき

有料道路自動料金収受システム：Electronic Toll Collection System（以下、ETCシステム）は、車両に装着した車載器に契約情報などを記録したICカードを挿入し、料金所車線に設置する路側アンテナと車載器との間の無線通信により、通行料金などの情報を路側アンテナに接続したコンピュータシステムとICカードの双方に記録して、料金所で料金支払いのために止まることなく通行することができるシステムである。

ETCシステムの導入により、以下のような幅広い効果が得られる。

- ・料金所周辺での渋滞緩和、解消
- ・キャッシュレス化による利便性の向上
- ・管理コストの削減
- ・料金所建設費用の削減
- ・料金所周辺の大気汚染や騒音などの環境改善

さらに、ETCシステムは、ITS：Intelligent Transport Systems（高度道路交通システム）の開発分野の1つであり、中でも早期に実現することが期待されているものである。

本稿では、当公団において設計を行ったETC

システムについて、検討経緯、設計条件および設計の結果について述べる。

1. 経緯

1-1 建設省及び道路四公団

我が国におけるETCシステムの導入については、平成7年度に建設省、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、本州四国連絡橋公団（以下、道路四公団）と公募によって選定された民間の10コンソーシアムによる共同研究をその嚆矢とする。

その後、建設省及び道路四公団によって統一・標準的仕様について検討が行われるとともに、建設省土木研究所での運用実験や小田原厚木道路での交通検証実験等が実施され、平成10年3月には、ETC共通仕様書案が公開された。

1-2 当公団における検討

阪神高速道路の料金収受に関する営業管理システムについては、平成元年から継続的に調査検討を行ってきており、料金収受装置や車種判別装置の導入等収受業務の機械化によって、収受員の負担軽減と集計業務の正確さの向上を計ってきた。

平成7年度からは、ETCシステムの導入を前提とした検討に着手し、平成8年度以降は、「営業管理システム調査検討委員会」を中心に、ETCシステム導入のための条件・仕様・機能・運用等広範囲にわたる整理検討を行ってきた。

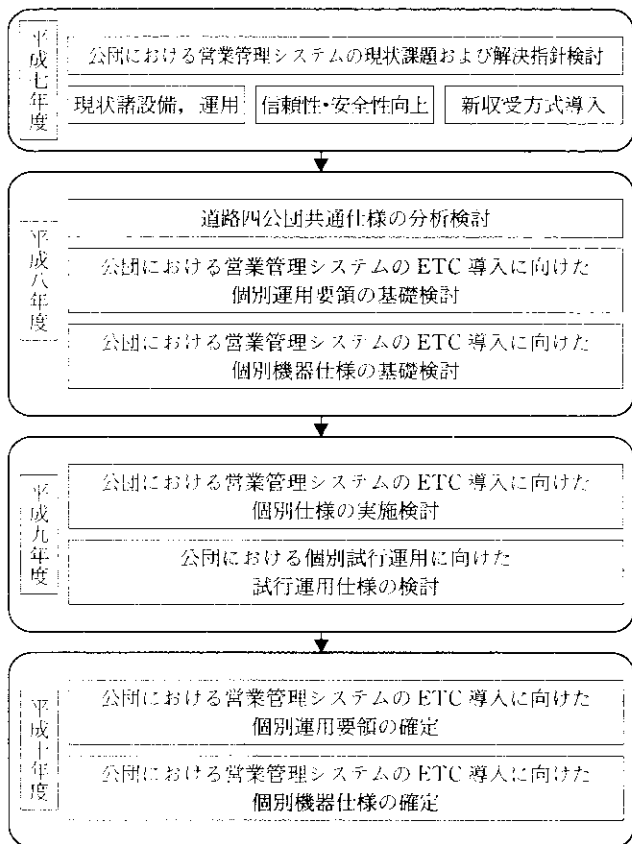


図 1 公団における ETC システム導入検討経緯

2. 設計の前提条件

2-1 基本的な考え方

ETCシステムの設計に際して、基本的な考え方は以下のとおりである。

- (1) 道路四公団 ETC 共通仕様書(以下「ETC 共通仕様書」という。)の遵守
- (2) 既設の料金所設備の有効活用
- (3) 拡張性の確保
- (4) 阪神高速の特性を考慮

2-2 ETC 共通仕様書の遵守

公表された ETC 共通仕様書としては、「ETC 路側無線装置」、「ETC 車載器」、「ETC-IC カード」の3つの仕様書および「ETC プロトコル(狭域無

線)」、「ETC アプリケーションインタフェース(狭域無線)」の2つの規格書があり、道路四公団が調達する製品について適用されることとなっている。

これらは相互運用性(インタオペラビリティ)の確保の上から必須の条件であり、当公団のシステムとしても当然設計に反映すべきものである。

2-3 既設料金所設備の有効活用

阪神高速では、全ての料金所車線に料金処理機が整備されている。また、ほとんどの車線に車種判別装置が整備されている。

これらの既設設備の機能を損なうことなく有効に活用し、ETCシステムの一部として機能させることも必要な前提条件である。

2-4 拡張性の確保

ETCシステムは運用経験のない新しい設備であり、普及と共にシステムに対する様々な要求が生じる可能性が高い。また、ITSの個々の開発に伴い、共通基盤の確立など分野間の関連性が要求される可能性もある。

これらの拡張性に対して柔軟に対応できるシステムが必要である。

2-5 阪神高速の特性

ETCシステムの設計に当たり、まず、阪神高速の特性について概観する。

(1) 設置条件

- ・高架道路が主体であり、料金所車線も高架部分に設置される場合が多い。
- ・アイランド長は標準32mであるが、一部料金所で24mと短い。
- ・入路料金所の大部分が2車線料金所である。
- ・本線料金所を含め、右端のブースは、生活室、機械室等を内蔵したメインブースとなっており、アイランド上の機器配置について制約を受ける。

(2) 既設システム

- ・既設の料金收受システムの構成は、日本道路公団のように料金所事務所システムがなく、車線システムから直接中央システムに收受データ等を伝送する2階層構成をとっている。

3. 運用条件

3-1 車種区分

ETCシステムの導入当初は、現行の車種区分（大型車、普通車の2車種）と同様とする。

ただし、将来多車種化を実施することも想定し、システム仕様および機器仕様としては、多車種区分に対応可能なものとして設計する。

3-2 料金体系

ETCシステムの導入当初は、現行と同様に車種に応じた均一料金を入口で収受する受方式とする。

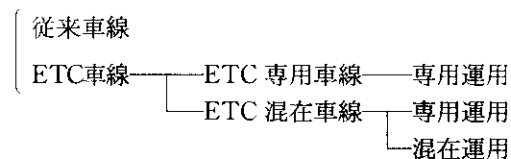
3-3 支払手段

現行の支払手段（現金、回数券、ハイウェイカード等）については、ETCシステムが導入されても継続して利用可能であるものとする。

また、ETCシステムの支払手段については、ETC共通仕様書の規定により、当面、後納方式とする。ただし、将来的に前納方式が採用された場合でも、システムの部分的変更で対応可能であるものとする。

3-4 運用形態

ETCシステムの車線運用形態は、ETC車（ETC車載器を搭載した車両）のみの通行を前提とした専用運用と、ETC車と非ETC車の両方の通行を前提とした混在運用に大別される。



専用運用は、利用者および道路事業者の双方にとってETCシステムの利用、導入のメリットをもっとも享受できる運用形態であるが、ETCシステムの導入初期で、車載器が十分に普及していない時期においては、ETC専用車線の比率を高めると、非ETC車が従来車線に集中してしまうため、利用者に対するサービスレベルがかえって低下することも想定される。

そこで、当公団としては、以下のような形態で

ETCシステムの導入を進めることとした。

(1) 専用・混在切替型車線

交通量に応じて、混在運用と専用運用を切替えて実施することができる車線形態である。

運用形態の分類の中では、ETC混在車線に該当するが、既存の料金収受システムを有効活用すると共に、ETCシステムはETC専用車線として整備し、両システムを融合させることにより、ETC混在車線を構築することができる。

(2) ICカードリーダ車線

ICカード処理機を設置する車線で、車載器の故障や路側アンテナが休止中の場合等、路車間の無線通信ができない場合において、無線通信を介さず、料金処理機とICカード間で直接情報交換を行うものであり、アンテナのバックアップとしての要素でもある。

また、ICカードリーダ車線は、既設機器に対してICカード処理機を追加することで比較的容易に実現でき、導入費用を削減することができる。

4. 車線システム

4-1 システム構成

図-2に、代表的な車線形態である混在・専用切替型車線のシステム構成を示す。

車線システムの処理の流れは次のようになる。

(1) 車両進入検知

車両検知器(S1)が車両を検知した時点で、路側アンテナを起動し、無線通信を開始する。

(2) 車載器との無線通信

車載器情報およびICカード情報を読み取り、それぞれの有効性のチェックを行って、有効であった場合は、課金処理を行うとともに、表示器への「通過」表示、発進制御機の開動作を行う。

(3) 通信打ち切り

車両検知器(S2)で車両を検知した時点で、通信の打ち切りを行う。非ETC車など通信領域内((S1)~(S2)間)で正常に通信できなかった車両はこの時点で判別され、料金処理機を通じて、収受員に通知される。

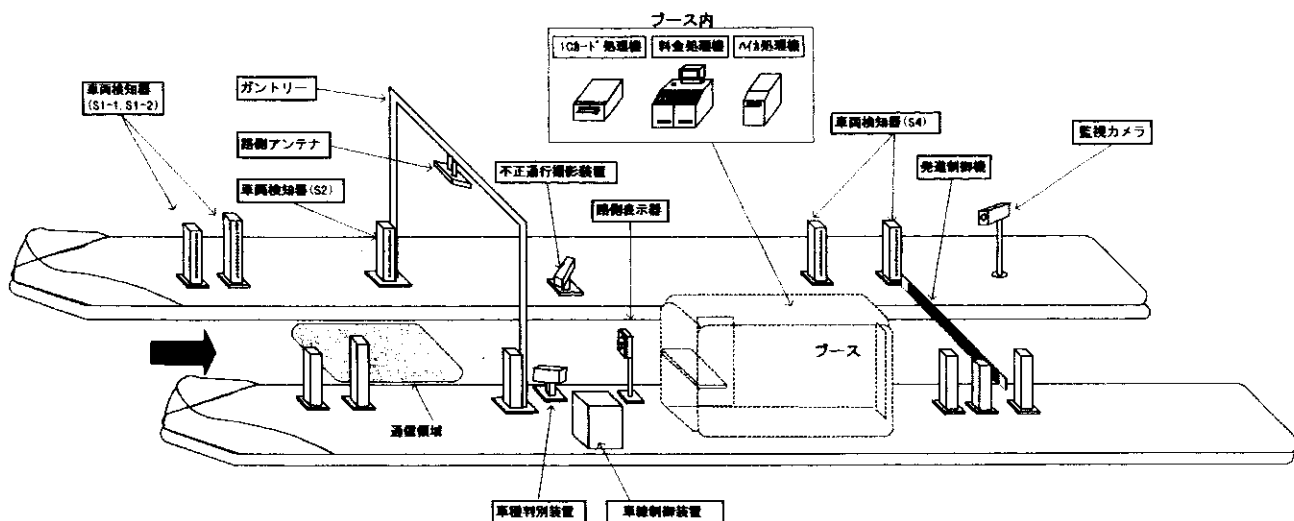


図-2 車線システム構成 (混在・専用切替型車線)

(4) 路側表示器の表示切替え

車両検知器 (S2) が当該車両の車尾検知を行った時点で、路側表示器への「停車」表示を行う。

(5) 収受員による収受

正常処理された ETC 車以外は、収受員が現金等の収受を行う。

(6) 発進制御機の閉動作

車両検知器 (S4) が当該車両の車尾検知を行った時点で、発進制御機の閉動作を行う。

また、発進制御バーの直下に車両が存在する場合にバーが動作し車両と接触する等の誤動作 (車両の後退時等) を防止するため、車両検知器 (S4) は 2 組設置する。

4-2 各装置の機能

(1) 車線制御装置

アイランド上に設置され、ETC システムの各路側機器の監視、制御および中央システムとの間の各種データ伝送を行う。

既設の類似装置である車種判別装置の伝送装置は 1 台で 2 車線の制御を行っているが、車線制御装置は IC カードリーダー車線の場合 1 台で最大 4 車線の監視、制御の処理をさせることにより、整備費用の削減を図っている。

(2) 路側アンテナ

ガントリー等の構造物に取り付けられ、車載器との無線通信により、車載器・IC カードの情報等の送受信を行う。

無線通信方式は、ETC 共通仕様書をはじめ社団法人電波産業会で策定された有料道路自動料金収受システム (ARIB STD T-55 1.0 版) に準拠している。

ガントリーを設置するためのスペースは阪神高速の料金所周辺は極少のため、小型のガントリーが必要となる。併せて、ガントリーに取り付ける路側アンテナについても、極力小型・軽量に設計した。

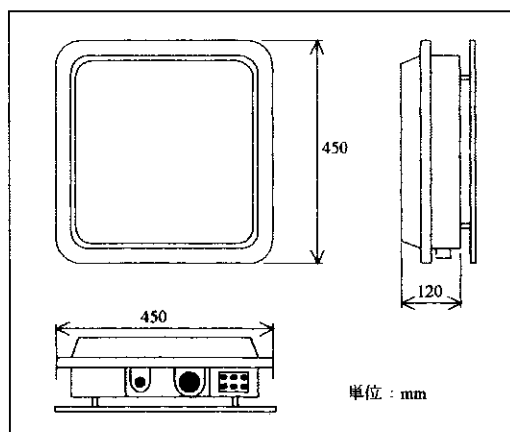


図-3 路側アンテナ外形図

(3) 車種判別装置

アイランド上に設置されている既設装置であり、車両の車線への進入を検知し、車両のナンバープレートを撮影し、その認識結果等をもとに、車線に進入した車両の車種を自動的に判別する。

この装置は車両のナンバープレート部分のみを撮影し、画像処理し車種判別するものであるが、

省スペース化等を図るため、撮影範囲を拡大し、後で述べる不正通行撮影装置と一体化することも視野に入れている。

(4) 発進制御機

車線制御装置からの制御信号を受け、車線を通行する車両に対して、バーの開閉により通行または停止を促すものである。

料金所によっては、メインブースその他の既設構造物があるため、設置条件の制約が少ない、「片開き方式」を採用した。

また、不正抑止効果を保ち、かつ、ETC 導入効果を損なわないように、1秒以下の高速開閉が可能であるものとして設計した。

(5) 車両検知器

料金所アイランドに設置され、車両通過時に車両検知信号を車線制御装置等に出力する。

用途としては、通信開始検知用、通信打ち切り用および車両発進検知用の3組を設置するものとした。

このうち通信開始検知用の車両検知器は、新たに設置するのではなく、既設の車種判別装置用のものと兼用とすることで設置コストの削減を図っている。

また、路側表示器の消灯用の車両検知器が本来必要であるが、通信打ち切り用と兼用することでさらなる設置コストの削減を図っている。

(6) 路側表示器

料金所アイランド上に設置され、車線制御装置からの信号を受けて、車線に進入する車両に対して、通過指示または停車指示を行う。

表示文字は、12m手前から視認できるものとした。



図-4 路側表示器表示例

(7) 車線監視盤装置

料金所メインブースに設置して、車線システムを構成する機器状態および車両通行状況を料金収受員が監視する。

操作性を向上するために、監視カメラの映像、インターホンによる利用者との通話、料金所案内標識や発進制御機の手動操作等を一括して行うことができるタッチパネル方式を採用した。

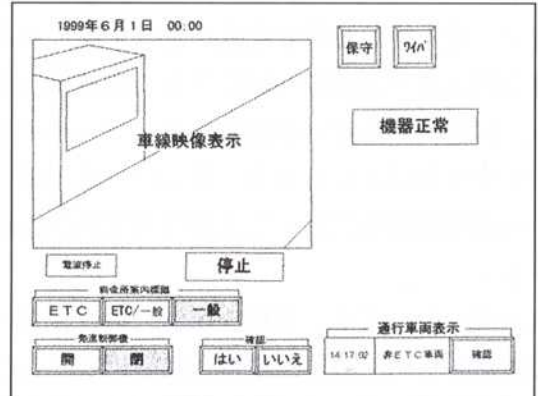


図-5 車線監視盤装置画面例

(8) 料金処理機

ICカードへの対応を行うために、既設の料金処理機を改造し、ICカード処理機を接続する。

点検・保守等のために、路側アンテナが使用できない場合においても、ETC利用者は、車載器に挿入されているICカードを収受員に渡すことにより、ハイウェイカードと同様の手順によってキャッシュレスでの料金支払が可能になる。

(9) 不正通行撮影装置

アイランド上に設置され、車線制御装置からの撮影開始指令および不正内容を受信し、不正通行車両を撮影するものである。

また、(3)で述べているように、今後は不正通行撮影と車種判別用の撮影を1つの装置で実現し、設置スペースやコストの削減を図ることも視野に入れている。なお、車種判別結果はシステム監査の基本データであり、車種判別精度は、一体化した場合においても現行と同様に99.7%以上を確保する。

不正通行車両については、撮影した画像をJPEG方式で圧縮し、不正内容等のデータを付加

して、中央システムに送信する。

なお、ETC車線における不正防止については発進制御機を主体とし、不正通行撮影装置については、試行運用期間中に車種判別装置との一体化も含めて評価を行い、以後の導入を決定することとした。

4-3 安全性に対する配慮と意匠設計

ETCシステムの導入により、料金所車線での車両の流れは大きく変化することが想定される。従って、安全性に対する考慮が特に重要になる。

建設省および道路四公団による共同研究においても、料金所での交通挙動は重要なテーマの1つとして取り上げられており、さらに、その後の各地での試験運用等においても種々の実験が行われている。

当公団においても、各種表示器の視認性等について検討を行い、各車線機器の設計に反映した。また、ETCシステムは来るべきITS時代にさきがけて導入されるモニュメントであるという視点からも検討を行った。

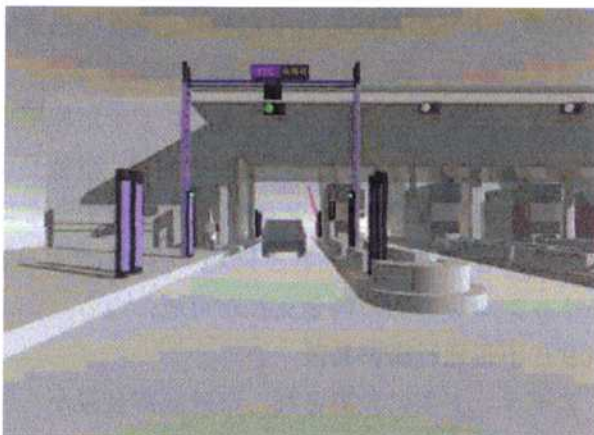


図-6 意匠検討例（進入直前）



図-7 意匠検討例（将来の車線の景観）

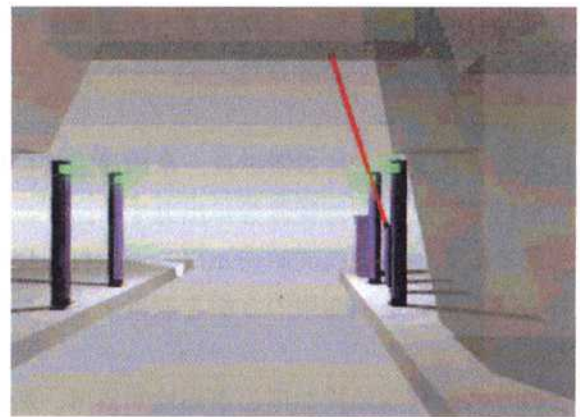


図-8 意匠検討例（発進直前）

5. 試行運用

予告アンテナや不正通行撮影装置など、試行運用の実施により評価を行い、以後の本運用時の対応を検討する機器がある。

従って、試行運用を実施するための第一期のシステム導入に関しては、各料金所の事情を勘案しつつ、各種の機器の組合せについて検証が可能になるように導入計画を立案した。

平成12年に試行運用が開始される予定であり、現在、第一期の導入システムの製作を行うとともに、平行して第二期導入（平成12年度調達分）の設計および調達準備を行っている。

平成13年初頭には、試行運用によって明らかになった要改良事項に対応した上で、本格運用に移行する予定である。

6. 今後の課題

6-1 特殊な料金所での対応

初期導入予定料金所には含まれないが、当公団には以下のような特殊な料金所が存在する。

これらについても、関係先（他道路管理者、駐車場管理者等）との協議を含め、個々に対応していく予定である。

- (1) 他道路管理者との合併収受料金所
- (2) 乗り継ぎ料金所
- (3) 駐車料金を合わせて収受する料金所
- (4) 構造上、現状の方式の車種判別装置が設置できない料金所
- (5) 自動料金収受装置が設置されている料金所

6-2 多様な料金制度への対応

ETCシステム導入のメリットの1つとして、料金収受の自動化および利用実績等の記録が活用可能になることにより、各種の料金制度（時間帯等による割引、対距離料金制等）の導入の可能性が高まる。

当公団としても、利用者に対するより一層のサービスの向上をはかるために、これらについても今後検討を進めていく。

あとがき

ETCシステムは、技術的にはほぼ完成されつつあるが、運用面についてはこれから熟成されていくため、当初の目標でもある高い導入効果が得られるよう順次検討を重ねていきたい。また、ETCシステムで用いる無線通信技術は国際標準化も決定され、今後はこの技術を足がかりに、他のITSの開発分野への展開も考慮していきたい。

参考文献

- 1) ノンストップ自動料金収受システム共同研究報告書、平成8年8月、建設省、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、本州四国連絡橋公団

- 2) ETC共通仕様書
- 3) 平成10年度営業管理システム調査検討委員会報告書、平成11年3月、阪神高速道路公団