

高速道路における道路巡回車の性能

市川 敦史・森 英治・時枝 寛之

高速道路で使用する道路巡回車は加速性能、積載性能、環境保護性能、安全性能、車両寸法、居住性能等ある一定以上の性能を必要とされる。それらの要求性能を明確にしてコスト縮減と競争性の向上を目的に道路巡回車に求められている要求性能の見直しを行った。性能を明確にする手段として、

- ① シミュレーションによる要求性能の算出。
- ② JARI テストコースでの実運用車両の実態調査。
- ③ 高速道路上での使用実態調査。
- ④ 実際の使用環境下での評価検証。

これら各種検討により各要求性能が明確となり、短期的には車両購入費や燃料費が削減可能となり、長期的にも調達の競争性が向上すれば、これによるコスト削減も期待できる。

キーワード：コスト削減、性能、規定、車両、維持作業、高速道路

1. はじめに

日本道路公団（以下、JH）では、高速道路を良好に維持管理する目的で様々な車両を保有している。この車両の中で道路を良好に維持するための各種工事等の監督や立会いのため、写真-1のような維持作業用の道路巡回車（以下、道路巡回車）を保有している。

この車両は、本線上の工事規制箇所内や路肩で停止していた状態から高速道路本線へ合流するばかりか、事故や災害等の緊急時の対応にも使用されるため規制機材等も積載しており、加速性能や積載性能等、ある一定以上の性能が必要とされる。



写真-1 道路巡回車外観

そこで、これら要求性能を明確にし、車両の仕様に反映すると同時に性能表記とすることにより、コスト縮減と仕様を満たす対象車両の拡大による競争性の向上を目指したものである。

2. 検討内容

道路巡回車には、加速性能、積載性能、環境保護性能、安全性能、車両寸法、居住性能等の性能が必要である。今回はこの性能を、机上、実験並びに各種調査等により検討を行った。

本報文では、この要求性能の中で特に車両規模に大きく影響を及ぼす加速性能（＝エンジン出力）を中心に紹介する。

（1）加速性能

道路巡回車に要求される加速性能は使用状況を考慮すると、路肩に停車している状態から本線へ合流する際がもっとも状況が厳しいので、このときの安全に本線に合流できる加速性能を検討した。

図-1のように走行車線を100 km/hで走行している一般車両A、B、Cがあり、巡回車はBとCの間に割込むように合流すると想定した。この際後ろのCが巡回車に追突したり急ブレーキを踏んだり危険がないように安全マージンをもって合流できるものとした。

その加速性能を明確に規定するため以下の評価手順

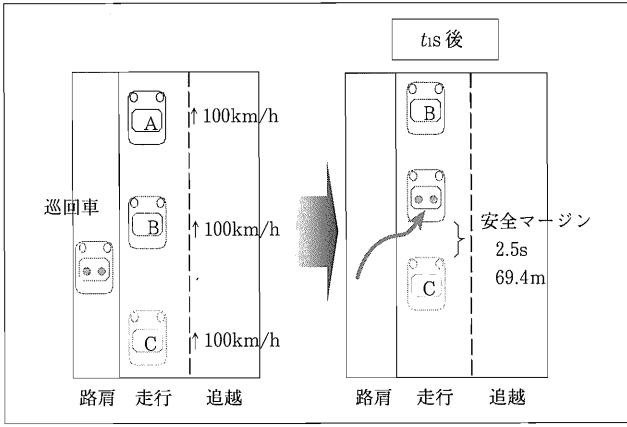


図-1 巡回車本線合流の考え方

で検討を行うとともに、要求性能をカタログで判断できるようにするため、加速性能はトルクウエイト・レシオ (kg/Nm; 車両質量等をトルクで除したもの) で規定した。

- ① 道路巡回車が 100 km/h に到達するまで何秒以内であれば安全かを検討する

標準交通量 (上下断面 3 万台/日) での本線合流限界時間 t_1 (s) をシミュレーションにより算出する。図-2 のモデルを数式グラフ化したのが図-3 である。横軸が時間の経過を表し (t)、縦軸が移動距離 (y) を表す。一般車両 B, C は 100 km/h で一定速度で走行しているため、時間と距離の関係は 1 次式で表される。

B の場合： $y = V_1 t$ ($V_1 = 100 \text{ km/h}$) (1)

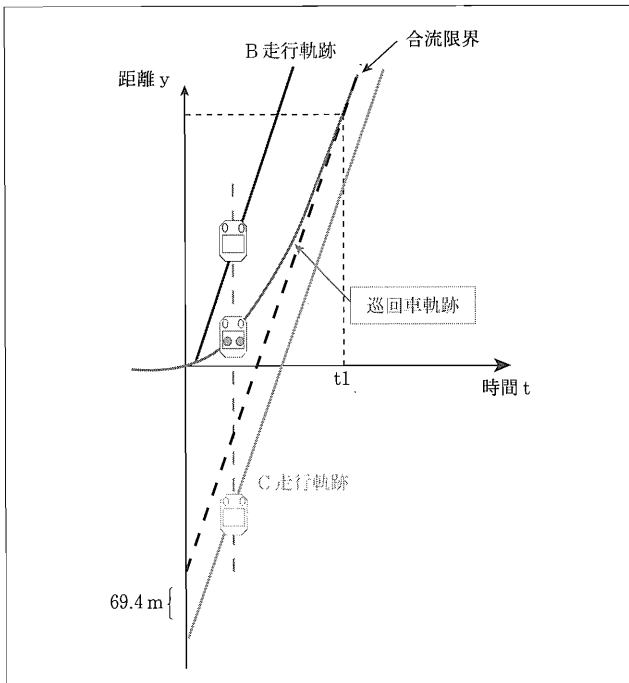


図-2 合流のシミュレーション

C の場合： $y = V_1 t - b$ (2)

$b =$ 交通量 3 万台/日の平均車間距離

C に対し安全マージンをとった境界線が (3) 式で表される。

$y = V_1 t - b - 69.4$ (3)

ここで、C の前方 2.5 秒 = 69.4 m までを安全マージンとした。2.5 秒はドライバーが障害物にあわず反応時間できる時間である。

また巡回車は加速しているため 2 次式

$y = 1/2 at^2 + V_0 t$ (4)

ここで、 a : 巡回車の加速度、 V_0 : 巡回車の初速
 加速度 a が小さく放物線が開いて安全マージンを考慮した破線に交差すると後続車の C は急ブレーキを踏む可能性が生じてしまい、さらに超えて C の直線と交差すると C は巡回車に追突することになる。

巡回車の放物線と安全マージンの破線が接するとき $dy/dt = at + V_0 (= 100 \text{ km/h})$ (5)

の加速度 a が必要加速力である。

なお、巡回車の初速は現地で計測した (図-3)。

図の横方向が時間の経過を表し、縦方向が加速度や車速の大きさを表す。上方の振動線が加速度で、下方の右肩上がりの曲線が車速のサンプルデータである。車速を見ると巡回車はいきなり本線へ合流するのではなく、路肩でゆっくり助走しながら本線の状況を確認してから合流して 100 km/h まで加速する。合流のタイミングは、目視で後方確認を行う時にアクセルペダルを放したとき (= 加速度が 0 となる時) としている。この合流時の初速 V_0 を考慮して方程式を計算した結果、安全に本線に合流できる 100 km/h までの到達時間は 18.41 秒以内となった。

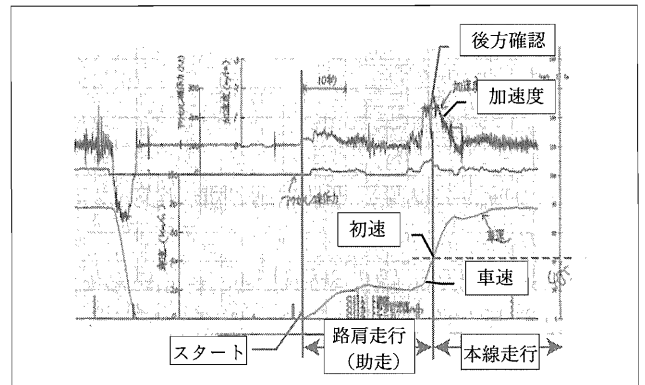


図-3 合流前の初速度

- ② 本線合流時間 (秒) とトルクウエイト・レシオの相関を求める

加速性能をカタログに記載のスペックだけで判断できるようにするには、①で求めた本線合流までの時間

をトルクウェイト・レシオへ換算する必要がある。相関関係を財団法人日本自動車研究所テストコースでの走行実験により求めた(図-4)。

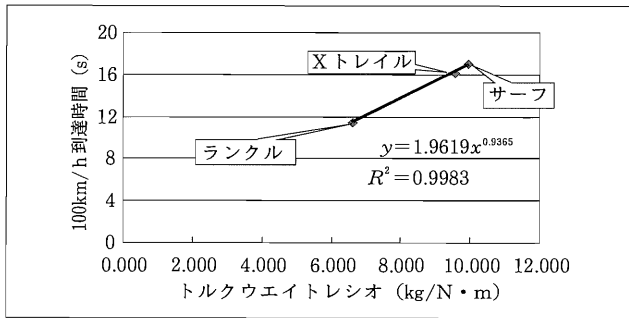


図-4 合流時間とトルクウェイトレシオの関係

道路巡回車は屋根に標識を搭載しており、これが走行風を受けて加速性能に影響することから、実際に高速道路で使用している巡回車(ランドクルーザー、ハイラックスサーフ、Xトレイル)をテストコースに持込み走行実験を行った。

なお、トルクウェイトレシオの「ウェイト」は実運用時の積載状況を考慮して「車体本体重量+450kg(表-1)」としている。走行実験時には280kgのおもり(450kg-テストドライバーの体重70kg-車載標識80kg-計測機器20kg)を積載している。

実験の結果、相関係数 $R^2=0.9983$ とほぼ1であり、相関の高い換算式が得られた。

表-1 積載物重量

乗員重量 55kg×4名	220.0kg
車載標識	80.0kg
車両装備品	
規制機材(矢印板, カラーコーン)	44.8kg
作業用機材(スコップ, ポリタンク)	66.8kg
通信用機材	15.0kg
車両装備品(牽引フック等)	20.0kg
合計	446.6kg

①, ②の検討の結果、要求加速性能は表-2のとおりとなった。

その結果、2,700cc級の車両仕様としていたものが、昨今の自動車性能の向上により、標準的な交通量の路線においては、2,000cc級の車両においても必要とする性能を満たしていることも確認できた。

表-2 交通量に応じた要求加速性能

区分	安全合流時間 t_1 (s)	トルクウェイト・レシオ換算 (kg/N·m)
標準交通量 (上下断面3万台/日)	18.41	10.5 (2,000cc級) (従来2,700cc級)

しかしながら、これらはある想定の上での数値であり、実際の使用環境下で十分な性能であるか否かを検証する必要があった。

上記検討では本線上の走行車両は定速度、定間隔で走行している想定であるが、実際の車間距離は均等ではなくばらつきがある。そこでトラフィックカウンターから実際の日当たり5万台走行路線、1万台走行路線の車間距離を計測した。

そのデータを基に装備状態の2,000cc級の車両が各交通量別の高速道路区間において、合流可能なタイミングが巡ってくるまでの所要待ち時間を検証した。

検証結果(図-5)から確認できるように交通量が5万台及び1万台のピーク時、昼間、夜間でも所要待ち時間は3分以内であり、2,000cc級の加速性能を有していれば、ピーク時、昼・夜間いずれの状況でも合流待ち時間は大差がないことを確認した。

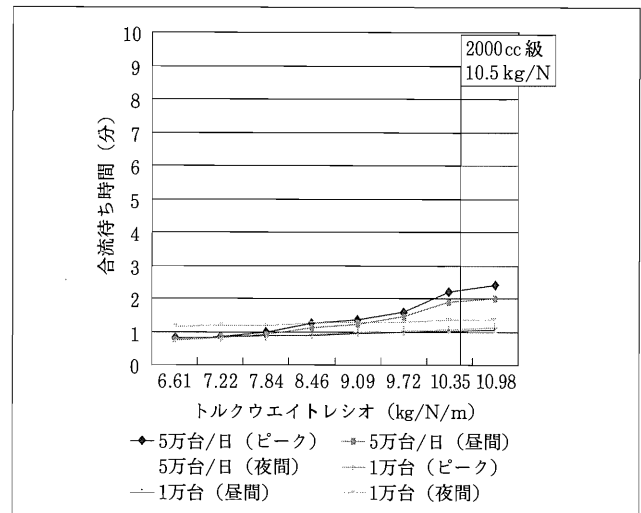


図-5 合流待ち時間と加速性能の関係

(2) 積載性能

規制機材等の標準搭載品の積荷体積を測定し(表-3), 必要なラゲッジスペースの寸法を規定した。なお、後方視界については積載物の上部と天井の間を20cm確保している(図-6)。その結果、体積は0.6m³程度必要であり、市販車レベルでは2,000cc級相当が最低必要なことを確認できた。

表-3 積載物体積

規制機材(矢印板, カラーコーン)	0.31m ²
作業用機材(スコップ, ポリタンク)	0.14m ²
通信用機材	0.15m ²
合計	0.60m ²

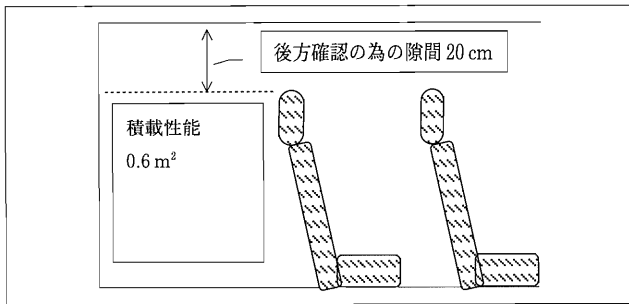


図-6 積載性能の規定

(3) 低排出ガス認定の規定

環境保護へのJHの取組み及びグリーン購入法等の観点から低排出ガス認定の規定を行った。また低排出ガス車は一般的に燃費も優れているため、これによりガソリン代の削減が期待出来る。

(4) 安全性能

その他安全装備については全車種の衝突実験データの入手が困難なことから付属品(エアバック、サイドビーム)で規定を行った。

(5) 車両寸法

(a) 全幅

路肩停止時に車両からの乗降できる事を考慮し、路肩幅2,500mm、ドア長さ約1,400mm、乗降幅を500mmと仮定して(図-7)、車幅は1,900mm以下と規定した。

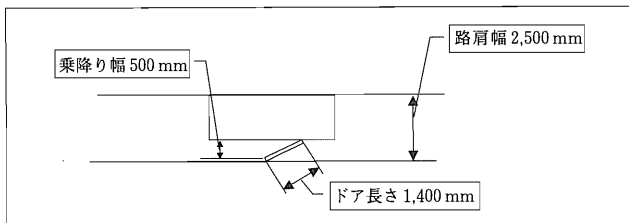


図-7 車両寸法

(b) 全高

① 最高高さ

最高高さについてはトンネル内の非常時に避難坑を通れるよう、トンネル非常扉(高さ3,200mm)を通過できる高さとした。

車両屋根部への装備品の車載標識(高さ550mm)、

無線アンテナ(標識装置上面に取付け高さ585mm)と道路勾配、段差等の余裕を考慮し、1,950mm以下で規定した。

② 最低高さ

最低高さは道路巡回車後部に視認障害車両がある場合でも、後続車から車載標識表示部が確認できる高さとした。視認障害車両は各メーカーのミニバンクラスを任意に抽出し、その平均高さ1,750mmの車両から車載標識表示部の嵩上げ部高さ230mm(これは差引く)、道路勾配、段差等の余裕を考慮し、1,650mm以上で規定した。

3. まとめ

本報文で記述した検討の結果、道路巡回車の要求性能が今まで以上に明確に仕様に盛り込まれ、その効果として短期的には車両購入費や燃料が削減可能となった。さらに長期的にも今回改訂した仕様では、ミニバン等の多くの車種が適応可能となることから、調達の競争性が向上すれば、これによるコスト削減も期待できると思量される。今後もこのような見直しを他車両でも行い、コストや安全性さらには維持作業効率性により優れた車両の開発、導入を目指していきたい。JICMA

【筆者紹介】

市川 敦史(いちかわ あつし)

日本道路公団
本社保全部
施設整備室
施設企画課



森 英治(もり えいじ)

日本道路公団
試験研究所
交通環境研究部
施設研究室
主任



時枝 寛之(ときえだ ひろゆき)

日本道路公団
試験研究所
交通環境研究部
施設研究室

