

平成19年08月01日

## プロファイラ測定装置の高速走行安全・安心確認テスト報告書

### 「概要」

路面断面プロファイル測定装置の高速走行安全・安心確認テストをテストコースを使用して行ない、本測定装置の安全・安心耐久性を実証した。

サーフテクノ・ラボ  
愛知県一宮市猿海道 1-9-3  
代表者 福原 敏彦

## 高速走行安全・安心確認テストの報告書

### 「概要編」

(1) 試験期日：平成19年08月01日(水)

(2) 試験場所：公道でない試験道路

(3) 試験目的：道路路面の「路面断面プロファイル測定装置」(呼称：IRI プロファイラ)の構造的機構設計の安全・安心性に関する確認をフィールド(テストコース)で、60 Km/Hr~100 Km/Hrにて行った。

(4) 具体的確認項目(2.7Kmテストコース、内回り、外回り)  
路面からの衝撃力吸収・緩和性評価・・・わだち路面  
測定装置着脱機構の耐久性・・・・・・・・約160 Km  
高速走行耐久テスト・・・・・・・・約160 Km  
小回転半径(テストコースコーナー部)  
での走行安定性・・・・・・・・約10 Km  
測定性能劣化評価・・・・・・・・約160 Km

(5) 確認方法

走行時に測定装置を直接目視により異常を確認  
計測値レベルメータ(LEDモニター)の振れ幅で確認  
テスト後、現地にて、機械ガタを確認(ゆるみ等)  
テスト後、弊社にて分解による詳細目視調査

(6) 安全・安心に関する評価・まとめ

検査官(2名)立会いの基、検査官を含め関係者(7名)から、安全・安心であると評価を得た。

また、走行テスト後の分解による詳細な目視検査でも、異常は発見できなかった。

「測定装置を直接目視する事は、有効な安全・安心運用法と思った」

## 「詳細編」

### 1. 報告の内容（実験による安全・安心の実証）

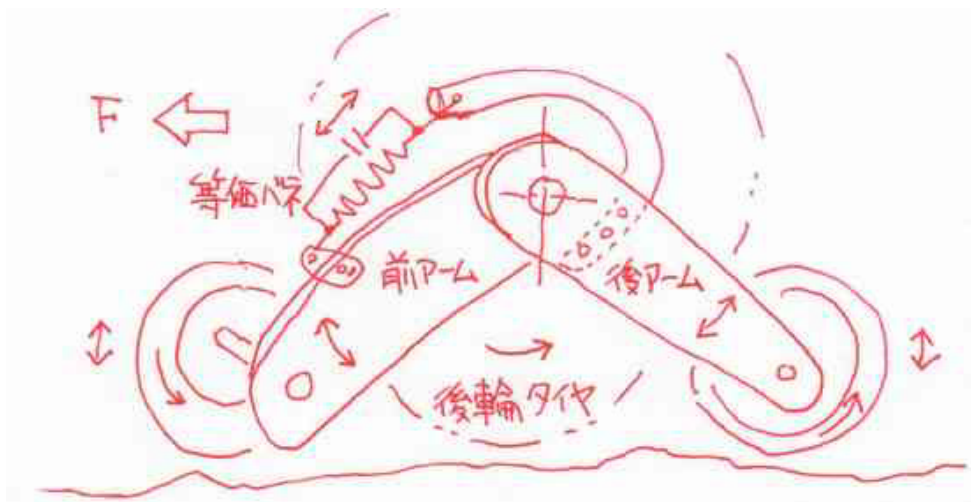
- (1) カニバサミ型懸架方式（半パンタグラフ機構）を採用、具現化を市販品のバイク用・衝撃緩衝バネ部品で実現したが、路面からの衝撃力を緩衝緩和・吸収でき、破壊に繋がる共振振動は起きないか？

衝撃緩衝機構の特長（下記・ポンチ絵参照）

左・後輪のホイールに同芯上に取り付けられた測定装置の主軸から、回転自在な前・後に伸びたアーム（トレーディング方式）に測定子である小径空気入りタイヤ（ $2\text{Kg}/\text{Cm}^2$ ）を取り付け、前後アームが狭まる方向（路面に小径タイヤが押し付けられる）に働き、測定子が路面に常時定常接触するように、バイク用衝撃緩衝バネを前・後アーム間に挿入した空気入りタイヤと緩衝バネの二重緩衝・機構をなしている。

そこで、路面の凹凸等で発生する衝撃力をこの空気入り小径タイヤが吸収して、その後アームは回転運動して上方に持ち上げられる事となるが、そこにはバイク用衝撃緩衝バネで緩和・吸収されて、測定装置の主軸には緩和されて伝わる事になり、大きな外力にはならない。

破損の安全策として、想定以上の外力を受けた時の対応は、衝撃緩衝バネの支持棒に縦長方形断面を採用して、横方向に挫屈変形して回避する構造になっている。



試験走行結果：わだち掘れ路面のような悪路の所でも、共振現象など現れず、小径測定タイヤやアームの挙動はスムーズなものであった。（目視結果）：「OK」

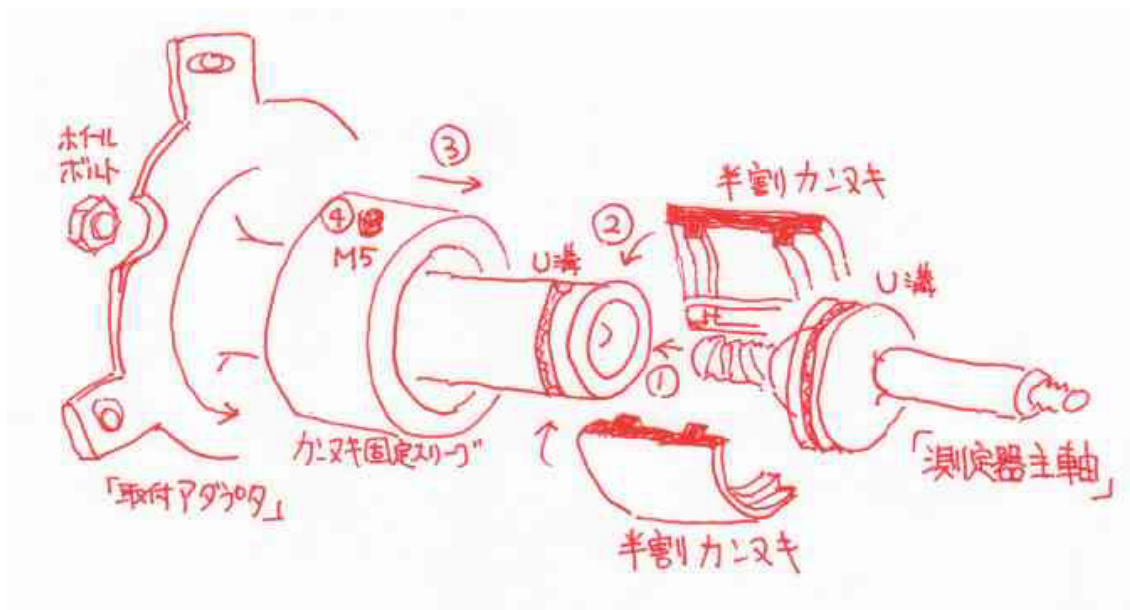
- (2) 測定車両への取り付け方法は、確実に装着・脱却が易しく行え、安全・安心な物でなくてはならない。その為に常時・左後輪ホイールに装着する「受けアダプター」に測定直前に安全な場所で「測定器主軸」を取り付ける分割型とし実用性も考慮した機構構造とした。この機構構造の安全・安心性をフィールドで確認検証した。

取り付け方法の特長（下記・ポンチ絵参照）

ポイントは、「安全な機構構造」「励起源にならない」「簡便である」を目標に検討した結果、45度テーパをガイドとする「右ネジ結合」と「ネジのゆるみ防止機構」の二重安全策とした。

右ネジ結合部は、タイヤの左回転でのゆるみ防止機能として働き、45度テーパは同芯度を高め励起源防止になる。後輪回転での励起源としては、約0～10Hzの励起となり、空気タイヤの固有振動数(数Hz)の励起・共振の可能性をもつので、同芯度良い取り付け肝要。

精度良く取り付けられた右ネジ結合部の各・両方に「U型溝」を施して、「半割りカンヌキ」を被せ覆い、その半割りカンヌキが分離しないよう「カンヌキ固定スリーブ」を被せ、固定する方法とした。



試験走行結果：時速60～100Kmで略連続で走行累計距離約160Kmを走行した、後、参加者(約7名)で目視や手で動かして、機械ガタがないことを確認した。「OK」

### (3) レベル・モニターの異常検出の可能性調査

本測定器は、前・後のアーム連結角を20mm移動毎に感度高く測定しているため、この情報を安全・安心運用に活用できないか？今回の試験データから「異常検出の可能性」を確認中である。

基本的には、精密に組み立てられた測定器であるが故に、路面形状変化分のみのしかデータ出力はないはずであり、その変化量も略・画一化するはずである。また、路面変化は自然現象であるからガウス分布する。

これらのデータの特長を活用すれば、必ず安全・安心運用のアイテム化が可能と自負する。

今回の実験で見えた事（レベルメータの現象観察的）

- ・ 走行累積距離が増すとデータ振幅が微々大きくなる。
- ・ 走行距離が増すとデータの「0」点が動く（ドリフト）
- ・ メロディーロード（音楽を奏でる道）部でレベル計が微動する
- ・ 共振現象はなかった

今回収集した約160Kmの走行距離に関して、詳細解析（今後の予定）

- ・ 測定データを基に、シミュレーションを行ない、運用時の安全・安心モニタの基礎を作る。
- ・ 見えない現象は、可視化して人間本来が持つ「予知本能」をも併用活用できる、安全・安心モニタを作る。

### (4) 小径半径での走行性（タイヤ磨耗の様子から）

中央線が $r = XXm$ のコースで、内回り・外回りを略・同等な走行を実施した。

試験中の目視による評価

特に変わった様子はなかったが、時々「タイヤの滑る音」がした。アームの横への歪みは目視できなかった。

試験後にタイヤ磨耗について調べたところ、小径タイヤの外側の方が内側より多く磨耗していた。

## 2. 測定性能の劣化評価について

### (1) 走行距離精度について

今回のテストコース長は既知であり、そこを耐久走行して、得られる走行距離数から、測定精度を算出する。詳細は添付資料を参照

算出方法は、コース周囲長 2,700m として、固定位置通過時にマークをして、コース 1 周毎に左回り及び右回りの測定距離をまとめ、中央線上の距離に換算して比べた。

$$\begin{aligned} \text{距離精度} &= ((\text{左回り平均値 } 2,688 + \text{右回り平均値 } 2,720)/2)/2,700 \times 100 \\ &= +0.148\% \end{aligned}$$

もしも、コース中央線上の距離が正確に判れば、今回の距離補正値を修正することで、更なる距離誤差を小さくできるが、実用上は距離ポスト通過時にマークを付けることで、距離誤差の累積は避ける事が出来、実用上は問題ない。

### (2) 測定精度の低下は起きるか？

周回毎にマークを付けた位置から 100m 分の連結角生データ 5001 個を統計処理（バラツキ： ）する事で、走行距離依存性について調べた。

5 大別した耐久テストを 5 ファイルに収集している、ファイル名：08011434.dat ~ 08011710.dat の約 160Km 分データ（約 60 周回）を周回毎に固定範囲（マーク通過後 100m）の生データのバラツキ： で纏めると、添付の「連結角パルスの の変化 - 1」「・・・変化 - 2」となる。

但し、1 パルス =  $2 / 2000 \cdot 2 \cdot 4$  (ラジアン)

### 「考察」

結論から言うと実用上問題は無い。( + - 1 パルス )

9, 11 回目に大きな値を示すが、原因は不明である、しかし、その後の速度依存 80 ~ 60 Km/Hr (赤表記) と、その後の継続耐久走行 (黄表記) では、突出した値は無く異常値扱いとした。

次の右回りでは、左回りと測定位置が異なるために、多少大きな値となったが、統計評価値として問題は無い。

但し、ファイルの後方部では、マーク抜け等があり、解析はしなかった。

### (3) 測定速度依存性について

当日、課題になった速度依存性を 60 Km/Hr と 80 Km/Hr で、左回りで行った。60 Km/Hr のデータは3個であるが、80 Km/Hr 測定に挟む形で行った。詳細は、添付資料参照「速度と連結角パルスの」

#### 「結論」

バラツキ： $Y = 7 (+ - 1)$  (但し、異常値は除く)  
で実用上(80 Km/Hr >) 測定速度に無関係で問題は無い。

#### 「考察」

100m分の生データ 5001 個のバラツキ： を N 周回したときの周回でのバラツキ： 2 は

60 Km/Hr = 0.43 (赤表記)      80 Km/Hr = 0.66 (黄表記)  
で、多少 80 Km/Hr の方が大きくなっている。

これは、左後輪の悪影響も考えられる、一般的に車両の性能低下は、7・80 Km/Hr から顕著に現れるといわれている。これからすると 80 Km/Hr 以上では、測定器本来の性能低下と重畳して思わしくない不適切な、測定環境となると思われるので、80 Km/Hr > の測定速度が不可分となる。

### 3. 性能低下に関するまとめ

- (1) 測定の基本となる距離精度は問題ない。( +0.148% ) しかし、既知が正確であれば更なる精度向上はできる。
- (2) 走行距離の増加に伴う測定精度の低下は実用上問題ない。
- (3) 測定速度での精度への依存性は、80 Km/Hr > ではない。

### 4. 謝辞

今回、高速走行安全・安心確認テストに関して、コース手配や評価方法のご指導を下さいました、検査官の皆様に、この場をお借りして、御礼を申し上げます。ありがとうございました。

以上。