

IRI 共通試験における基準プロファイルの測定方法について

株式会社NIPPO 総合技術部	正会員	○中村 博康
北見工業大学 工学部	正会員	富山 和也
国立研究開発法人土木研究所	正会員	渡邊 一弘
大成ロテック株式会社 事業本部	正会員	城本 政一
東亜道路工業株式会社 技術研究所	正会員	増戸 洋幸
北海道科学大学 工学部	正会員	亀山 修一

1. はじめに

近年、舗装維持管理の質的向上に対する社会的関心の高まりを背景に、路面平坦性の調査を目的とした測定装置が数多く開発され実用に供されている。特に、道路ストックの総点検実施要領（案）において、平坦性の指標として国際ラフネス指数（IRI: International Roughness Index）が採用されたため、平坦性測定に対する需要は、一層の高まりをみせている。このような背景に基づき、NPO 法人舗装診断研究会路面性状小委員会では、実道における IRI 測定に関するプロジェクト「TURE プロジェクト」を立ち上げ、国内で使用されているプロファイルおよび IRI 測定装置の調和を目的に共通試験（以下、IRI 共通試験）を実施している。本報では、IRI 共通試験における基準プロファイルの測定方法に関し、土木研究所構内での事前試験結果（以下、事前試験）をもとに報告する。なお、本試験において、平坦性は特に断りのない限り、路面特性としてのラフネスと同義とする。

2. IRI および平坦性測定の概要

IRI は、一般的な乗用車の路面凹凸に対する応答に基づくラフネスの尺度であり、クォーターカーモデルのサスペンションストロークの累積値を、走行延長で正規化した値である。舗装調査・試験法便覧では、IRI 算出のための平坦性測定手法を、クラス 1：水準測量、クラス 2：任意の縦断プロファイルの測定装置、クラス 3：レスポンス型道路ラフネス測定システム、クラス 4：パトロールカーに乗車した調査員の体感や目視の 4 クラスに分類している。クラス 1 および 2 は、直接プロファイルを測定し IRI を算出する手法であり、クラス 3 および 4 は、加速度や体感などと既知の IRI との相関から間接的に平坦性を測定し、IRI を推定する方法である。そのため、基準プロファイルの測定には、クラス 1 およびそれに準じた方法で測定する必要がある。一方、上記のクラス分類において、精度と利便性はトレードオフの関係にあり、クラスが上がるにつれ、測定に多くの時間を要する。

3. 事前試験の概要

事前試験は、2014 年 4 月 22・23 日に、土木研究所構内の外周路における、延長 200m の直線区間で行った。事前試験で用いた測定装置を、表-1 に示す。低速プロファイルは、装置 A および B が車輪変位と姿勢センサ、装置 C～D がレーザ変位計および姿勢センサによる測定方式である。ここで、水準測量およびトータルステーション（以下、TS）のサンプリング間隔は、平坦性の路面波長帯域（波長：0.5～50m）を考慮し、プロファイル解析上、十分な精度が得られるよう決定した。また、水準測量に用いる箱尺の路面との接地面には、TS の反射プリズムと同様のポールを取り付け、箱尺据付け位置の影響を最小化した。なお、事前試験では、クラス 1 の代表であり、汎用性のある水準測量を基準とし、現場調査に適した基準プロファイルの測定方法について検討した。なお、低速プロファイルは 3 回測定の平均値を用いた。また、低速プロファイル B は、キャリブレーションエラーにより欠測となった。

表-1 事前試験における測定装置一覧

装置	クラス	サンプリング 間隔 (m)	測定 回数
(a) 水準測量	1	0.05	1
(b) トータル ステーション (TS)	1	0.05	1
(c) Dipstick	1	0.25	1
(d) 低速プロファイル A	2	0.01	3
(e) 低速プロファイル B	2	0.01	3
(f) 低速プロファイル C	2	0.01	3
(g) 低速プロファイル D	2	0.01	3
(h) 低速プロファイル E	2	0.01	3
(i) 低速プロファイル F	2	0.01	3

キーワード IRI 共通試験、国際ラフネス指数、平坦性、プロファイル、プロファイル

連絡先 〒331-0052 埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 株式会社 NIPPO 総合技術部 技術研究所 TEL 048-624-0755

4. 結果

4.1 測定時間

事前試験において、測定に要した時間は、延長 200m あたり (1) 水準測量：約 5 時間、(2) TS：約 2.5 時間、(3) Dipstick：約 1 時間、(4) 低速プロファイラ：7~10 分であった。

4.2 プロファイル結果

サンプリング間隔を水準測量と同等の 0.05m へ変更し、バンドパス・フィルタにより波長帯域を平坦性と関連する 0.5~50m に制限する事前処理を行った。測定結果を図-1 に示す。図-1 より、各プロファイラから得られたプロファイルの形状は、水準測量結果と同様であることがわかった。

4.3 スペクトル解析結果

パワースペクトル密度 (PSD) によるスペクトル解析をしたところ、水準測量に対しその他のプロファイラの波長感度は以下の傾向を示した。スペクトル解析結果を図-2 に示す。

- (a) TS：全波数域で同様の感度特性。
- (b) Dipstick：波数 1.0m^{-1} 以上 (波長 1.0m 以下) の短波長で感度が低下。
- (c) 低速プロファイラ A：波数 0.3m^{-1} 以上 (波長 3.3m 以下) で感度が著しく上昇。
- (d) 低速プロファイラ C~F：波数 $0.2\sim 1.0\text{m}^{-1}$ (波長 1.0~5.0m) で感度が低下し波数 1.0m^{-1} (波長 1.0m) 付近から上昇。

4.4 基準プロファイル測定方法

以上の結果に基づき、IRI 共通試験における基準プロファイルの測定について、Dipstick を基準に、以下のプロファイラを用い、相互に値を補間し Dipstick の波長特性を補正する方法を検討した。

- (a) 水準測量，サンプリング間隔 10m：長波長成分を補正。
- (b) Dipstick，サンプリング間隔 0.25m：IRI の高感度域を測定。
- (c) 低速プロファイラ C~F と同等の機種，サンプリング間隔 0.05m：短波長成分を補正。

基準プロファイルの検討結果を図-3 に示す。また、補間による方法、Dipstick および低速プロファイラ C のオクターブ波長毎の水準測量に対する相対誤差を図-4 に示す。図-3 および図-4 より、補間により得られたプロファイルは、水準測量に対し良好なプロファイル形状となり、波長特性も全波数域でほぼ等感度となった。

5. まとめ

本研究は、IRI 共通試験における、基準プロファイルの測定方法について検討したものである。その結果、測定時間および精度の観点から、(1) 水準測量、(2) Dipstick、(3) 低速プロファイラを相互に補間した基準プロファイル測定の有効性が確認できた。

謝辞

本試験は、NPO 法人舗装診断研究会路面性状小委員会の活動の一環として実施したものである。ここに記して、関係各位に感謝の意を表する。

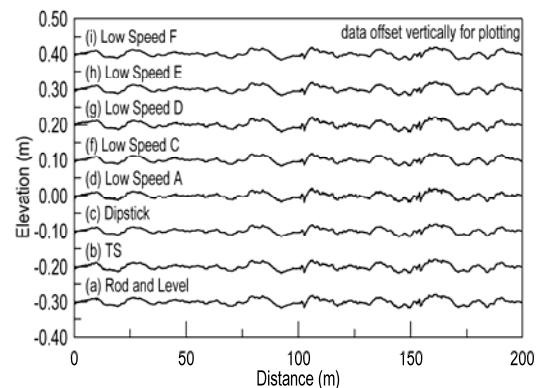


図-1 路面プロファイル測定結果

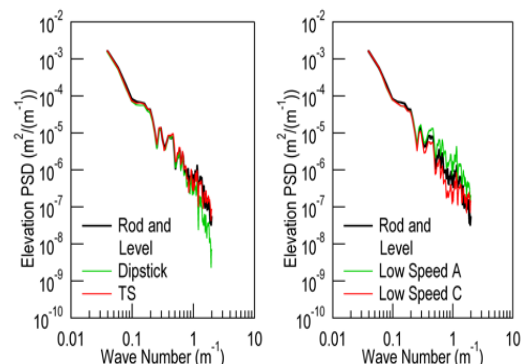


図-2 PSD によるスペクトル解析結果

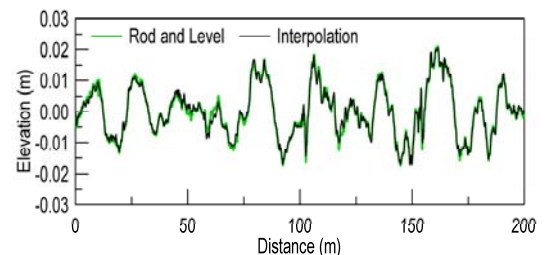


図-3 基準プロファイル検討結果

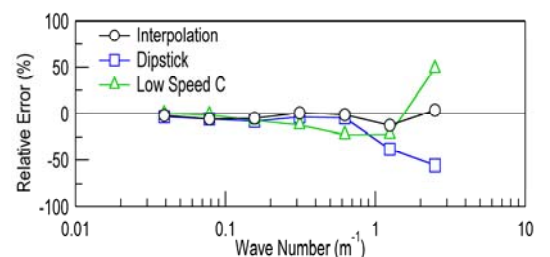


図-4 水準測量に対するオクターブバンド相対誤差