

農道の路面性状と車両振動に関する研究

Study on Profiles of Asphalt Pavements and Car Moving Vibration in Farm Roads

細見康文¹, 竹内康¹, 江向俊文¹, 牧恒雄¹, 斉藤正弘²

Y.Hosomi, Y.Takeuchi, T.Emukai, T.Maki and M.Saito

1. はじめに

農道舗装は、本来農業生産活動や農産物流通のために整備されるものであり、農産物の運搬中に著しく品質を下げず、安全に輸送するためには、良好な路面平坦性が求められる。しかし、現状の農道では、平坦性の低下から車両運搬中において路面凹凸から振動が発生し、農産物同士の衝突等による荷痛みが生じている。平坦性の低下は、路面のひび割れ、路盤、路床およびアスファルト層の永久変形によって生じるものであり、一般に路面の平坦性は3mプロフィロメータによる凹凸測定結果の平均値からの偏差 σ によって表わされる。一般国道などでは道路利用者の乗り心地や安全性を考慮した値 $\sigma=3.5\text{mm}$ を管理指標（修繕の目安）としており、農道舗装においてもこの値を遵守している。しかし、一般国道等とは利用目的の異なる農道において $\sigma=3.5\text{mm}$ なる管理指標を設定することは適切であるとは言いがたい。

日野の調査結果¹⁾によると、京都府の山城、丹後地区等の京野菜生産地区における約50kmの農道整備の効果を荷痛み損料で計上した場合、3,300万円/年の増収になるとしている。このことからわかるように、農道の路面性状管理は農道利用者にとって重要であり、適切な管理指標が必要となる。しかし、荷台の振動による農産物の荷痛みに関する研究は行われているものの、路面性状との関連性については研究例が無い。そこで本研究では、予てからひび割れ調査等²⁾を実施している福島市西部広域農道を対象に路面性状調査および実車両を用いた荷台の振動測定を実施し、路面性状と荷痛みの関連について検討を行ったので報告するものである。

2. 調査実施箇所

路面性状および荷台振動調査は、福島県福島市西部広域農道の荒井地区上下線の直線部全長約500mを対象に実施した。調査項目は1,3mプロフィロメータによる平坦性測定、2,軽トラックおよび2tトラック荷台での振動加速度測定の2項目である。なお、振動調査では、谷本ら³⁾の調査結果から車両走行速度を50km/hとし、荷台の鉛直方向の加速度を測定した。

3. 調査結果

表-1に調査対象路線の平坦性の測定結果を示す。なお、平坦性測定は振動測定との関連性を考慮して上下線ともに車輪走行位置で実施した。この結果からわかるように、上下線ともに $\sigma=3.5\text{mm}$ であることから、良好な平坦性を有しているものと判断できる。また、図-1に3mプロフィロメータでの測定データと荷台での振動測定結果を示す。図-1 表-1 平坦性調査結果からわかるように、平坦性データと振動データの波形は類似しており、路面性状の変化によって荷台に振動が発生していることが確認できる。このことは、路面性状を入力データとした荷台の

1 東京農業大学 Tokyo University of Agriculture, 2 福島県 Fukushima Prefecture

振動解析が可能であることを示しているものと考えられる。

4. 疲労解析

調査で得られた振動加速度とその反復回数から、荷痛みが起こるかを疲労解析によって検討した。検討に際しては岩元ら⁴⁾の研究において得られた材料固有の S-N 曲線から Miner 則に従って疲労度 FD を算出するもので次式により表される。

$$FD = \sum_{i=1}^T \left(\frac{n_i}{N_i} \right)$$

ここに、 n_i は実測したある加速度の繰り返し数を示し、 N_i は岩元らの S-N 曲線から得られた n_i の加速度に対応した許容繰り返し数を示している。上式より FD が 1 以上になると荷痛みを起こす結果となる。また調査で測定した農道での路線長は約 500m であるが本解析での路線長は、500m の調査農道を繰り返し 10km と想定して行った。また、車両エンジンなどに生じる高周波数のノイズはそれぞれ 25Hz、50Hz、75Hz のローパスフィルタを用いて可能な限り除去することに努めた。

5. 疲労解析結果

疲労解析結果を表-2 に示す。調査による平坦性は良好であったにも関わらず、イチゴにおいては 75Hz のローパスフィルタで荷痛みを起こすという結果が得られた。レタスにおいても疲労度は 0.2 と高い値が得られた。これは、同路面が 50km 続けば FD が 1 を超えることになり荷痛みを起こすという結果となる。また、トラックの種類は軽量であるほど路面凹凸による影響も受けやすく疲労度が高くなる傾向が見られた。ノイズ除去のために用いたローパスフィルタにおいては周波数の違いによって波形が若干異なり、解析値に影響を与えることが分かった。秋元ら⁵⁾の報告にもあるように、 σ は標準偏差で表されるため、局所的かつ過度な凹凸は平滑化され σ に直接影響を与えない。そこで、平坦性としては σ 3.5mm と良好な平坦性ではあるが極度な凹凸の見られる路面において荷痛みが発生するかを検討した。検討に際しては農道を 10km と想定し、 σ を 2mm から 3mm の間でイチゴとレタスにおける疲労度を算出した。表-3 にその検討結果を示す。イチゴにおいてはほとんどの条件下で荷痛みを起こすという結果が得られた。レタスにおいても高い疲労度を示したことから、現状の農道における平坦性評価 σ は荷痛みを配慮した評価基準として妥当でないことが明らかとなった。今後は、クォーターカーによるシミュレーションプログラムの作成、最適なフィルタの選定、実験による解析値の妥当性等を行っていく必要がある。

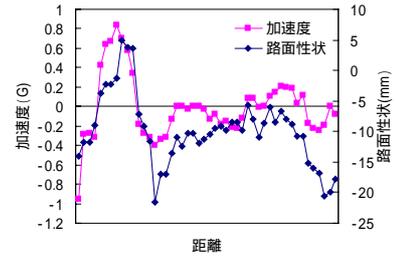


図-1 振動波形と路面性状波

表-2 疲労解析結果

材料	ローパスフィルタ(Hz)	軽トラックでのFD	2tトラックのFD
レタス	25	0.1	0.06
	50	0.2	0.07
	75	0.22	0.1
イチゴ	25	0.03	0.02
	50	0.6	0.18
	75	1.3	0.2

表-3 平坦性評価 σ の妥当性の検討結果

材料	平坦性 (mm)	軽トラックの疲労度FD			普通トラックの疲労度FD		
		25Hz	50Hz	75Hz	25Hz	50Hz	75Hz
レタス	2.1	0.15	0.21	0.25	0.15	0.18	0.23
	2.5	0.3	0.4	0.47	0.3	0.33	0.44
	3	0.4	0.5	0.7	0.38	0.45	0.5
イチゴ	2.1	0.51	1.7	5.1	0.4	0.52	1.04
	2.5	0.9	3.1	9.5	0.76	0.97	1.94
	3	1.68	5.6	16.7	1.3	1.72	3.42

参考文献

- 1)日野裕之：京都府の農道整備の効果について，第8回農村道路研究会研究発表会要旨集，pp.58-84，1998.
- 2)竹内康，江向俊文，斎藤正弘，姫野賢治，牧恒雄：広域農道におけるアスファルト舗装のひび割れ発生形態，平成16年度農業土木学会大会講演会講演要旨集，pp.266-267，2004.
- 3)谷本岳，竹村武士，丹治肇：農道走行車両の旅行速度について，第9回農村道路研究会研究発表会要旨集，pp.31-34，1999.
- 4)岩本睦夫，河野澄夫，早川昭：青果物輸送の等価再現化に関する研究-第1報-，農業機械学会誌第39巻，1977.
- 5)秋元隆，笠原篤，川村彰，斉藤和夫：縦断プロファイルのデータ収集法に関する研究，土木学会舗装工学論文集，Vol.2,1997.