

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², 斉藤正弘³, 牧恒雄¹

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

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、良好な路面の平坦性が求められる。しかし現状では、車両運搬中に路面凹凸から振動が発生し、農産物同士の衝突による荷痛み被害が報告されている。現在、平坦性の測定は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 によって表わされ、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 $\pm 3.5\text{mm}$ を管理指標としている。農道舗装においてもこの値を遵守しているが、荷傷みという一般国道等とは異なる利用目的を考慮すると適切な路面評価法であるとはいえない。昨年度の福島市西部広域農道で行った調査においても、 $\pm 2\text{mm}$ から $\pm 3\text{mm}$ と修繕の必要とされていない平坦性において荷傷みを起こす可能性があるという結果を得た。しかし舗装は気候条件の違いによっても、ひび割れなどの破損形態が異なるため¹⁾、福島市とは異なる気候での調査も行う必要がある。そこで、本年度は積雪寒冷地域である会津の広域農道において同様の調査を行い、気候による路面性状の違いと荷傷みとの関係性を検討したので報告する。

2.調査実施箇所と調査項目 調査は福島県会津若松市広域農道の路面長約 1300m を対象に実施した。調査項目は 路面の目視調査、 3m プロフィロメータによる平坦性測定、 軽トラックの荷台に発生する振動測定の3項目である。なお振動測定における車両速度は、谷本ら²⁾が農道における車両の平均速度を明らかにしていることから 50km/h としたが、車両速度と荷傷みの関係性も検討するため 40km/h、30km/h においても振動を測定した。

3.調査結果 調査項目 の目視調査では、福島市で行なった調査路面と比べて凍上による亀甲状ひび割れが多く観察された。調査項目 の 3m プロフィロメータによる平坦性測定結果では、表-1 に示すように福島市と会津若松市ともに $\pm 2\text{mm}$ から $\pm 3\text{mm}$ と、良好な平坦性を有しているものと判断できたが、亀甲状ひび割れの多く観察された会津若松市の平坦性は $\pm 2.1\text{mm}$ と福島市の路面より良好な平坦性を有しているという結果を得た。調査項目 の車両速度 50km/h における振動測定結果を図-1 に示したが、平坦性は会津若松市の方が良好な平坦性を有しているにもかかわらず、振動調査では会津若松市の方が福島市と比べて全体的に波形が荒く、調査路面全体にわたって 1G 近い振動が多数測定された。これらの調査結果より、亀甲状ひび割れは荷傷みに影響する振動の原因となっていることが判断でき、 $\pm 3\text{mm}$ は荷傷みに影響するひび割れを評価する指標として適していないことが考えられる。そこで、本調査路面で得られた振動データから疲労解析による荷傷みの検討と、ひび割れを正確に評価で

表-1 平坦性測定結果

地域	(mm)
福島市	2.6
会津若松市	2.1

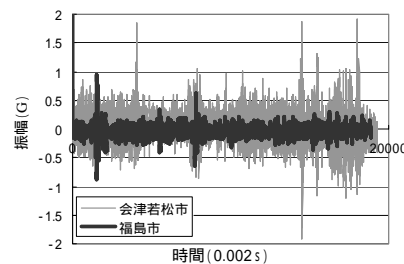


図-1 振動測定結果

1 東京農業大学 Tokyo University of Agriculture, 2 前田道路(株) MAEDA ROAD CO.LTD, 3 福島県 Fukushima Prefecture

きる路面評価の検討をそれぞれ行った。

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、荷傷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³⁾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(1)式により表される。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農道で数を示している。上式より FD が 1 以上になると荷傷みを起こす結果となる。また調査で測定した路線長は約 1300m であるが本解析では、平坦性は 2mm と良好であるが過度の振幅が発生している調査路面を任意に区切り、10km に外挿して解析を行った。また、車両速度と疲労度の関係も把握するため、各車両速度における疲労度も算出した。疲労解析結果を表-2 に示した。解析における平坦性は 2mm と大変良好であったにも関わらず、会津においては車両速度が 50km/h でイチゴやレタスは FD が 1 を超えるという結果を得た。昨年度の調査と比較しても、車両速度の速いほうが荷傷みに与える影響が大きいということが確かめられた。これらのことから、 FD を用いた路面評価では荷傷みが生じる可能性が高いことがいえるため、平坦性として適切な評価法であるとはいえない。また、同じ FD 値を示す農道においても、疲労度には大きな違いが見られた。この疲労度の差は、気候条件の違いによって生じた凍上による亀甲状ひび割れが、疲労度に影響したものと考えられる。

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

5. **路面評価** 目視の調査結果と疲労解析の結果より、積雪寒冷地域の凍上によるひび割れが疲労度に影響することがわかった。そこで、このひび割れを定量的に評価する方法として、FFT 解析を用いた路面評価を試みた。ISO ではこの評価法が PSD として提案されており⁴⁾、図-2 に示すようなグラフで表される。この方法

表-2 疲労解析結果

車両速度(km/h)	50		40		30	
	会津	福島	会津	福島	会津	福島
イチゴ(FD)	24	0.9	3	0.5	0.2	0.09
レタス(FD)	2.2	0.8	1.1	0.2	0.3	0.06

を用いて、福島と会津地方での路面性状の違いを検討した。解析においては疲労解析で用いた路面を選定し、データのサンプリング間隔を 12.5cm で行った。FFT 解析の結果より、福島と会津の波形に大きな差が見られた。会津の波形においては、およそ 0.5 c/m の周波数帯域を境に、平坦性が低下している。高周波数帯である 2Hz 付近では会津と福島において大きな違いが生じていることから、PSD によるひび割れの影響を表していると考えられる。

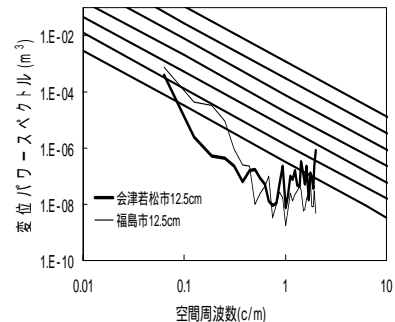


図-2 FFT 解析結果

6. **まとめ** 本調査より、ひび割れは荷傷みに影響のある振動を発生させる原因になることが分かり、FFT 解析を用いた PSD はひび割れの違いを検討する指標としては適していると考えられる。また疲労解析結果から、福島市の解析結果と同様の傾向を示したことから、 FD は荷傷みの影響を評価する路面指標にはならないことが分かった。今後は近年注目されている IRI を視野に入れた平坦性手法を提案していきたい。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 谷本岳, 竹村武士: 農道走行車両の旅行速度について, 第 9 回農村道路研究部会研究発表会要旨集, pp.31-34, 1999.
- 3) 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.
- 4) 山川新二: ISO/TC108 自動車振動規格の動向, 1985