

V-272

アスファルト混合物層の温度推定方法に関する一検討

鹿島道路技術研究所 正会員 東 滋夫
同 上 正会員 ○岡部 俊幸

1. はじめに

最近、舗装の構造評価の方法として、FWD試験で得られたたわみデータと多層弾性理論を組み合わせることにより、舗装各層の弾性係数を推定する手法が盛んに用いられるようになってきた。しかし、アスファルト混合物の弾性係数は、温度により大きく変化することから、FWD試験時におけるアスファルト混合物層の温度を正確に把握しておくことが重要となる。既往の研究では、FWD測定時に同時に測定される路面温度と気温を説明変数とし、簡易にアスファルト混合物層の平均温度を推定する方法が提案されている¹⁾。本研究では、説明変数としてこの2変数に加え、FWD測定時の気温と測定時刻より1時間前の気温との差(以下、気温差と称す)を導入することにより、推定精度に向上が認められたのでここに紹介するものである。

2. 試験概要

2-1 測定概要

舗装内部温度の測定は、当社構内に構築したテストピットで行った。舗装構造は図-1に示すとおりであり、A交通対応とD交通対応の2断面である。温度の測定は図-1に示す各位置に埋設した熱電対により1時間毎に実施した。

2-2 舗装体温度の推定方法

舗装内部の温度勾配は時刻により変化する。そこで、この温度勾配を評価する方法として時刻毎の気温の変化に着目した。すなわち、アスファルト混合物層の温度を推定する際の説明変数として、従来から用いられている路面温度、気温に加え、新たに気温差を導入し、3変数として重回帰分析を行った。したがって、重回帰分析を行う際の目的変数は舗装体平均温度 y 、説明変数は路面温度 x_1 、気温 x_2 、気温差 x_3 となる。なお、舗装体の平均温度は、各深さの温度を積分平均することにより求めた。

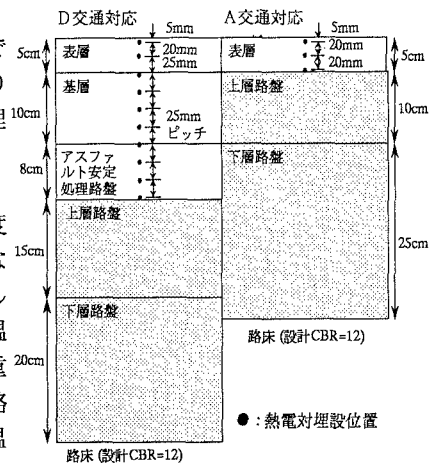


図-1 試験舗装の断面

3. 検討結果

3-1 推定式への気温差の導入

舗装内部の温度勾配の変化は昼間は大きく、夜間は小さい。そこで、重回帰分析を行うにあたり、一日を昼間(7~19時)と夜間(20~23,0~6時)に層別して解析を行った。まず、気温差が舗装内部温度にどの程度寄与しているかを確認するため、推定式に気温差を導入した場合の3変数(x_1, x_2, x_3)と、導入しない場合の2変数(x_1, x_2)について重回帰分析を行い、結果として得られる各説明変数の偏回帰係数の検定と自由度調整済寄与率から気温差の有意性について検討した。解析結果を表-1に示す。偏回帰係数は自由度 $n-p-1$ (n :データ数、 p :変数の数)の t 分布により検定が可能であり、また、取り込んだ説明変数が有効であるか否かを知るためには、自由度で調整した自由度調整済寄与率で評価することができる。表-1より、全ての説明変数において、偏回帰係数は水準1%で昼間、夜間とも有意となっている

表-1 偏回帰係数の t 値と自由度調整済寄与率

層別	説明変数	t 値			有意水準1%	自由度調整済寄与率(%)
		路面温度	気温	気温差		
昼間	2	7.7**	22.9**	—	2.33	89.3
	3	18.3**	21.0**	25.5**		94.1
夜間	2	87.4**	16.8**	—		98.8
	3	88.3**	16.8**	4.0**		98.9

注)説明変数2とは路面温度、気温、3とはこれに気温差を加えたものを表す。

**記号は水準1%で有意であることを示す。

ことから、気温差を含めたこれらの説明変数は、舗装体平均温度 y の推定に不可欠であることが分かる。ただし、夜間における気温差の t 値は昼間に比べ極端に小さくなっていることから、夜間においては気温差の y に及ぼす影響は小さいと言える。一方、回帰式の適合性を検討する指標となる自由度調整済み寄与率からも昼間においては、説明変数に気温差を加えることにより、寄与率の大幅な向上が

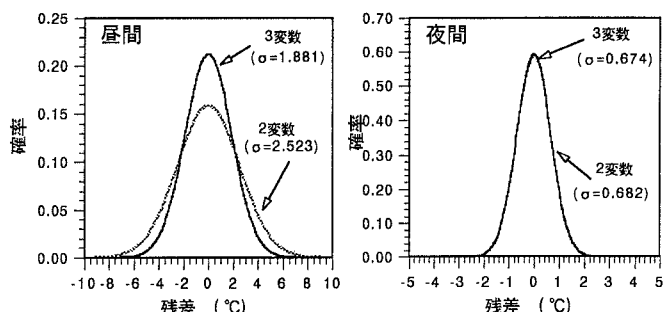


図-2 変数の違いによる残差の正規分布

見られる。しかし、夜間では、寄与率の変化はほとんどない。また、図-2には説明変数が2変数(x_1, x_2)の場合と、これに気温差(x_3)を加え3変数とした場合の y に対する残差の正規分布を示している。この図からも昼間における推定式への気温差の導入は有効であると言える。

3-2 推定式の適応性

昼間においては、気温差が舗装体温度の推定に大きく寄与していることが3-1で確認できた。そこで気温差も説明変数に加えた温度推定式をアスファルト混合物層の厚さが任意の場合にも適用できるように拡張し、これを図-1に示したA、D交通対応の2断面に適用して検証した。解析に用いた温度データは94年8月～10月の3ヶ月間であり、推定式は時刻毎に24式作成した。舗装体平均温度の実測値と推定値の関係を図-3に示す(図中に $\pm 2^\circ\text{C}$ の範囲を併せて記した)。この結果、2断面とも推定値と実測値は良好な一致が見られ、推定値が実測値の $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内に入る確率は、A交通対応で93.4%、D交通対応で91.8%と十分な精度を有していると考えられる。

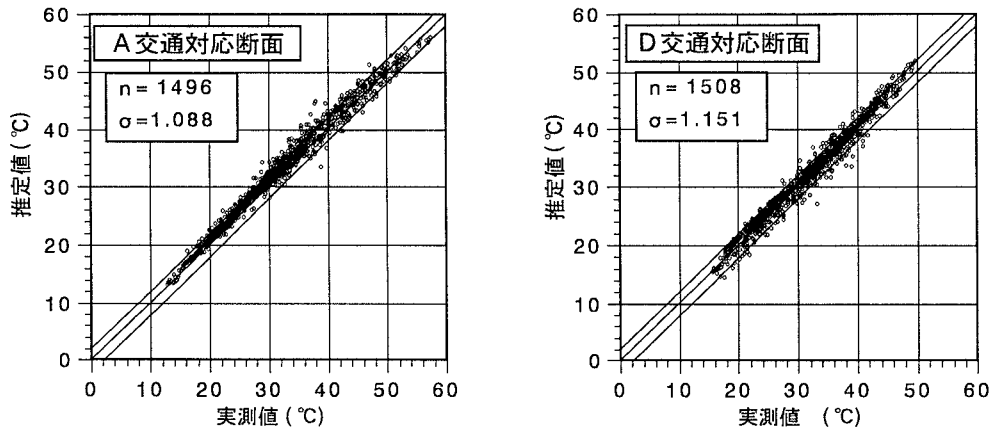


図-3 舗装体平均温度の実測値と推定値の関係

4. まとめ

① 舗装体平均温度の推定式において、説明変数に気温差を導入することにより、昼間の推定精度は向上する。また、夜間においてはほとんど温度勾配の変化が見られないことから、気温差の影響は無視しても差し支えないものと判断される。

② 任意厚さにおける舗装体平均温度の推定式は、推定値が実測値の $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内に入る確率が、A交通対応、D交通対応とも90%以上となっていることから、実用上十分な精度を有していると考えられる。

5. おわりに

解析に用いた温度データは3ヶ月間だけのものであるが、現在も継続して計測中であり、今後年間を通した推定式を確立させていく所存である。また、任意厚さに拡張した推定式をより多くの断面で検証していく必要があると考えている。

参考文献 1) 丸山他:アスファルト混合物層の温度推定法、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、1992.9