

V-17 たわみ測定時におけるアスファルト舗装内部の温度補正

前田道路(株)

正会員

渡部昭博

鹿島道路(株)

正会員

東滋男

中央大学

フェロー

姫野賢治

1. はじめに

FWD 試験により舗装の構造評価を行うにあたって、アスファルト混合物のスチフネスは温度依存性を有するので、同一条件で比較するためには温度補正をする必要がある。温度補正をする際のアスファルト混合物層内部平均温度は、主に算術平均が用いられているが FWD たわみ量に及ぼす影響が非線型であるので、他にふさわしい代表温度があるのではないかと。そこで本研究では FEM 解析を用いて代表温度を求めることにした。

2. 測定データ

FWD 試験は、図-1 に示したアスファルト舗装（A交通とD交通対応の2断面）において、平成6年8月から平成7年8月に亘り、月1回1時間毎に24時間連続して実施した。また、FWD 試験で得られたたわみ量と舗装体温度を関連づけるため、試験時の温度をあらかじめ図-1 に示す舗装体内各位置に埋設した熱対電により1時間毎に測定した。載荷荷重は5t。

3. アスファルト混合物層の温度の実測例

D交通断面における舗装内部の温度測定の一例を図-2 に示す。この図から代表的な時刻を抽出し、深さ方向温度分布を示すと図-3 のようになり、時刻によって分布形状が大きく変化することがわかる。そこで2時、10時、18時について解析を行うことにした。

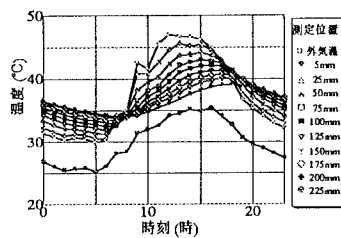


図-2 アスファルト混合物層の温度測定例

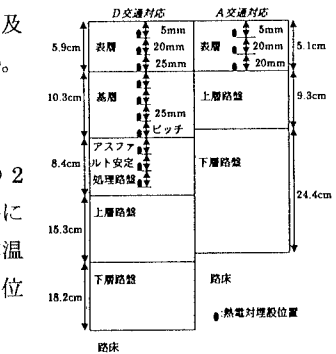


図-1 試験舗装の断面

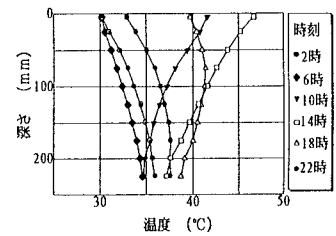


図-3 深さ方向の温度勾配

4. LMBS による弾性係数の算出

FWD 試験で得られたたわみ量により LMBS を用いて弾性係数を算出する。選られた弾性係数とアスファルト混合物層平均温度の関係を図-4 に示す。この図より、D交通断面は温度の上昇とともに弾性係数が低下しているのに対しA交通断面は温度の影響が少ないということがいえる。

以上よりA交通断面は温度による影響が少ないので、D交通断面につ

いて解析を行うことにした。また LMBS 解析により 20℃における弾性係数 $E_{20} = 79905.7(\text{kgf/cm}^2)$ を得た。

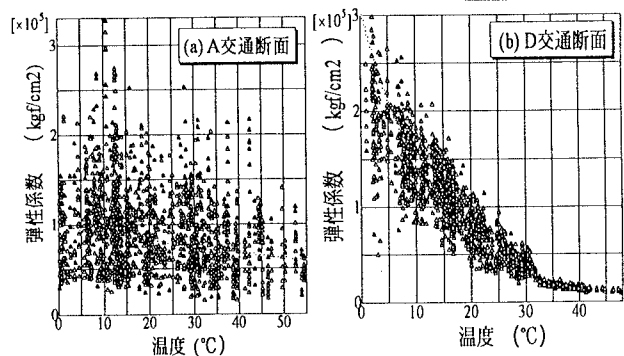


図-4 舗装体平均温度と弾性係数 ((a) A交通断面、(b) D交通断面)

キーワード：舗装内部温度、温度補正、FEM解析、FWD 試験

連絡先：〒112-8551 中央大学 理工学部 土木工学科 道路研究室 Tel.03-3817-1796

5. FEM 解析を用いて代表温度を求める。

まず、舗装構造を図-5 のように区切って考える。上面の中心にある円は、荷重がかかる部分を表わしている。解析を行うのは、1/4 の 200cm×200cm×400cm の部分にした。また図-6 がメッシュの区切りを示したもので、縦方向を 21×21 に分割し、横方向にはアスファルト混合物層を 8 層、上層路盤、下層路盤を 3 層、路床を 5 層にそれぞれ分割した。

メッシュで区切った各要素に弾性係数、ポアソン比を入力し、出力された接点の変位からたわみ曲線を求める。各深さの弾性係数を求めるにあたって、次に示す(1)式を使用した。

$$E_t = E_{20} \times C_e \cdots (1)$$

$$C_e = 5.994e^{-0.087t}$$

C_e : アスファルト混合物層の温度補正係数

E_t : $t^\circ\text{C}$ における弾性係数(kgf/cm^2)

E_{20} : 20°C における弾性係数(kgf/cm^2)

測定した各深さの温度を代入し FEM 解析によりたわみ曲線を得る。

次に図-7、図-8 に示すように、算術平均温度を基準より少しづつずらし、たわみ曲線が一致するような温度を求めて代表温度とする。

6. 温度補正係数を求める

補正係数とは、ある深さ温度に補正係数をかけることにより代表温度にする係数である。書く時刻において(2)式を用い補正係数を求める。

$$H = T_d / T_x \cdots (2)$$

H : 温度補正係数

T_d : 求めた代表温度 ($^\circ\text{C}$)

T_x : 各深さの測定温度 ($^\circ\text{C}$)

7. 解析結果

FEM 解析によって得られた代表温度と補正係数の一

部を示すと表-1 のようになる。表-1 よりある時刻における補正係数は、1 年間を通じてばらつきあるもののほぼ近い値をとる。平均温度と 0.2 平均温度がずれた時のたわみ変化量の関係を図-9 に示す。

8. まとめ

表 1 からわかるように代表温度と算術平均温度が必ずしも一致しないことから、代表温度の存在が確認できた。平均温度のずれに対するたわみ量の変化は、図-9 より舗装体内部温度が高いほどたわみ変化量も大きくなる。つまり、算術平均温度が 30°C で代表温度と 1.0°C 差がある場合 $20\mu\text{m}$ たわみ量に差が出ることになる。

以上より代表温度と算術平均温度の差が大きい 2 時、10 時付近で、舗装体内部温度の比較的高い夏期に温度補正の必要性があるといえる。

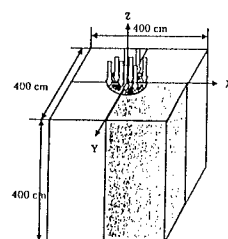


図-5 舗装体全体図

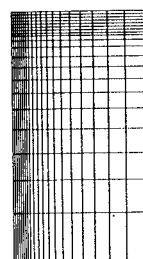
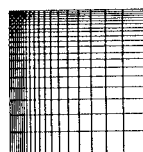


図-6 メッシュ図

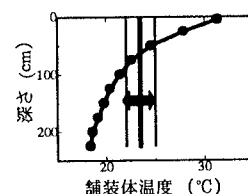


図-7 深さ方向温度分布

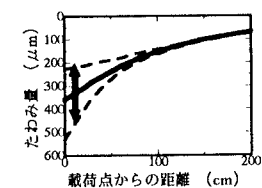


図-8 たわみ曲線の変化

表-1 解析結果 10 時

		代表温度 ($^\circ\text{C}$)	算術平均 ($^\circ\text{C}$)	差 ($^\circ\text{C}$)	補正係数	D0たわみ量 の差(μm)
10時	1月	3.2	2.9	0.3	1.1034	1.5
	2月	9.2	8.7	0.5	1.0575	3.3
	3月	16.6	16.1	0.5	1.0311	6.4
	5月	23.5	22.4	1.1	1.0491	9.1
	7月	27.2	27.2	0	1.0000	7.1
	8月(94)	38.4	37.4	1	1.0267	13.0
	8月(95)	41.5	39.7	1.8	1.0453	25.3
	9月	29.4	28.7	0.7	1.0244	0.0
	10月	22.2	21.6	0.6	1.0278	5.8
	12月	10.1	10	0.1	1.0100	0.7

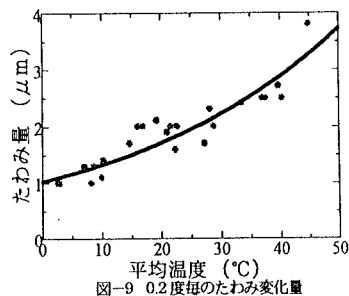


図-9 0.2度毎のたわみ変化量