

大林道路機技術研究所	正会員	小関 裕二
長岡技術科学大学環境建設系	正会員	唐 伯明
鹿島道路機技術研究所	正会員	東 滋夫
石川工業高等専門学校環境都市工学科	正会員	西澤 辰男

1. はじめに

コンクリート舗装において、FWD によるたわみ測定を行った時に、版の温度勾配によって、たわみ量が異なることが確認されている¹⁾。したがって、FWD でコンクリート舗装版の強度や支持力を適切に評価するためには、測定時の温度勾配を把握しておく必要がある。本文は、コンクリート舗装の温度勾配予測式の検証を行い、その精度を確認したものである。

2. 温度勾配予測式

コンクリート舗装の温度勾配については、式(1)に示す Thomlinson の熱拡散モデルを使用した報告がある²⁾。

$$\frac{\Delta T_i}{h} = \frac{\vartheta_0}{h} \left[\sin \frac{2\pi}{T_0} t_i - e^{-\frac{h}{\varphi} \sqrt{\frac{\pi}{T_0}}} \sin \left(\frac{2\pi}{T_0} t_i - \frac{h}{\varphi} \sqrt{\frac{\pi}{T_0}} \right) \right] \quad \cdots (1)$$

ここに、

$$\vartheta_0 = \frac{1.5\vartheta_{a,\max} - \vartheta_{a,\min}}{2}, \quad \vartheta_{a,\max} = \text{最高気温} (^{\circ}\text{C}), \quad \vartheta_{a,\min} = \text{最低気温} (^{\circ}\text{C}), \quad \frac{\Delta T_i}{h} = \text{時間} t_i \text{における温度勾配} (^{\circ}\text{C}/\text{cm})$$

$$\Delta T_i = \text{時間} t_i \text{における版表面と底面の温度差} (^{\circ}\text{C}), \quad h = \text{版の厚さ}, \quad T_0 = 1 \text{ 日の温度サイクルの周期}(86,400 \text{ 秒})$$

$$t_i = 1 \text{ 日における時間}(\text{秒}), \quad \varphi^2 = \text{コンクリートの温度伝導率}(\text{cm}^2/\text{秒})$$

Thomlinson のモデルは、正確ではないという報告³⁾もあるが、ここでは次に述べる予測式との比較に用いる。式(2)に示す予測式^{4),5)}は、実測データに基づき、舗装の表面温度と日平均気温が最も重要な因子であるとして、重回帰分析から導いたものである。

$$TG = \frac{0.062TS - 0.0727Y}{H^{0.165}} - \frac{1.167 + 0.236(TS - Y)}{H} \sin\left(\frac{X - 15}{12\pi}\right) \quad \cdots (2)$$

ここに、

$$TG = \text{温度勾配} (^{\circ}\text{C}/\text{cm}), \quad TS = \text{舗装の表面温度} (^{\circ}\text{C}), \quad Y = \text{日平均気温} (^{\circ}\text{C}), \quad X = \text{測定時刻} (24 \text{ 時間制})$$

$$H = \text{コンクリート版の厚さ} (\text{cm})$$

式(2)を導くために使用された実測データと予測式の妥当性を確認するために用いたデータを表-1 に示す。これらのデータにおいては、式(2)の予測式の精度は十分であることが確認されている。しかしながら、検証には、さらに多くの地域のデータが必要である。

表-1 回帰式に使用した温度データ

	場所	版厚(cm)	測定時期	測定日
回帰式を作成するために用いた温度データ ^{4),5)}	埼玉・栗橋	32.2	1995 年	1 年間
	千葉	15、20、25	1950 年代	3 年間
	アメリカ Arlington	15、23	1930 年代	3 年間
回帰式を検証した温度データ ⁴⁾	中国・上海	22	1980 年	6/4
	京都	20	1932 年	10/28
	ドイツ Stuttgart	20.5	1936 年	5/26
回帰式を検証した温度データ ⁵⁾	東京・羽田	36	1996 年	6/19
	アメリカ Austin	25.4	1986 年	4/23、7/19

Key Words : コンクリート舗装、温度勾配

連絡先 : 〒336-0027 埼玉県浦和市沼影 2-12-36 TEL 048-863-7787 FAX 048-866-6564

3. 予測式の検証

本文では、大林道路(株)が行ったコンクリート舗装における試験結果を用いて、さらに温度予測式を検証する。測定場所は兵庫県、版厚は 30cm、温度の計測は 1979 年 7、10 月、1980 年 2、5、8 月の計 5 日間、2 時間毎に 36 時間連続で行ったものである。

図-1 は 7 月、図-2 は 2 月に測定した実測温度勾配と式(1)(Thomlinson)、式(2)(Tang)で予測した温度勾配である。Thomlinson 式は、正弦波の形状であるため、7 月に温度勾配がマイナスのとき、実測値との差が大きいが、Tang 式は、実測値を精度良く近似している。2 月の結果は 7 月のように大きな差は生じないが、正弦波で近似する Thomlinson 式は、温度勾配の時刻変化の曲線にずれがある。

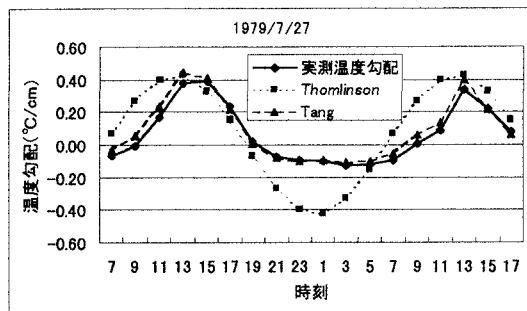


図-1 温度勾配の推移(7月)

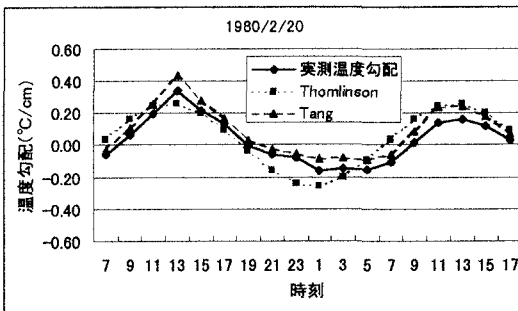


図-2 温度勾配の推移(2月)

図-3 は、5 日間のデータを用いて、実測温度勾配と予測温度勾配を比較したものである。Thomlinson 式は実測値に対する差が大きくばらついているが、Tang 式は差が少ないことがわかる。

以上のように、コンクリート舗装版の温度勾配は、①版厚、②時刻、③舗装表面温度、④日平均気温の 4 つの要素がわかれば予測可能である。

4. おわりに

本文で使用した Tang 式によるコンクリート舗装の温度勾配予測式は、今回の新たなデータにおいても実用的に問題ないと考えられる。この予測式によって、FWD 測定時の温度勾配を把握し、たわみ量を標準温度に補正することができる可能性があり⁹⁾、FWD によるコンクリート舗装の評価に有効活用できると考えられる。なお、本研究は FWD 研究会の研究成果の一部である。

参考文献

- 1) 野田他：コンクリート舗装における FWD たわみに及ぼす版温度の影響、土木学会第 51 回年次学術講演概要集第 5 部、pp.44~45、1996 年 9 月
- 2) Domenishini 他：Influence of Stress Range on Plain Concrete Pavement Fatigue Design、2nd International Conference on Concrete Pavement Design、pp.55~65、1981 年 4 月
- 3) 岩間：コンクリート舗装の構造設計に関する実験的研究、1963 年 12 月
- 4) 唐他：セメントコンクリート舗装内の温度勾配推定法、第 6 回日加寒冷地舗装会議発表論文集—日本側発論文一、pp.101~108、1996 年 10 月
- 5) Tang 他：Temperature Effects on FWD Measurements of Concrete Pavement、6th International Purdue Conference on Concrete Pavement Design and Materials for High Performance、Proceedings Vol.2、pp.127~138、1997 年 11 月

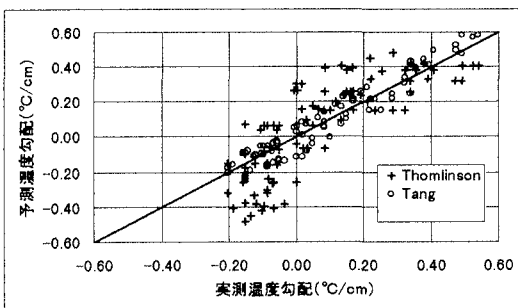


図-3 実測値と予測値の比較