

京都大学工学部 学生員 ○松島央樹  
 大成建設土木本部 正会員 尾関孝人  
 京都大学工学研究科 正会員 服部篤史  
 京都大学工学研究科 正会員 河野広隆

1. はじめに

空港コンクリート舗装設計における従来の温度応力の考慮手法(岩間式<sup>1)</sup>)は、近年の大きな航空機荷重にに応じて版厚が大きい場合には厚さ方向の温度分布・それによる応力分布の非線形性が生じ易くなるため、必ずしも適切とは言えず、合理化の余地があると考えられる。本研究では、版厚が大きい空港コンクリート舗装版(実構造物)の中央における版厚方向数点の温度の測定結果を用い、表面・底面の温度測定値から差分法により版厚方向の温度分布が得られることを確認したうえで、表面・底面の温度差の関数である従来の式と比較し、拘束係数を推定した。

2. 解析方法

まず、版厚方向の熱伝導が1次元熱伝導方程式に支配されると仮定し差分法により温度分布を算出した。次に、これをもとにCP法を用いて曲げ応力と内部拘束応力分布を求めた。この際、曲げ拘束係数は1(完全拘束)とした。

設定条件

- ・版厚：45cm
- ・観測場所：8.5×8.5mの舗装版の中央部
- ・厚さの分割：表面から底面まで5cm間隔で設定
- ・時間の分割と期間：10分毎に1年間の観測を想定。
- ・初期温度分布：測定開始時の実測温度分布
- ・境界条件：

表面温度変化と底面温度変化は実際の空港の8.5×8.5(m)の無筋コンクリート舗装版の中央の表面付近(表面から1cm入ったところ)、底面付近(底面から1cm入ったところ)の9月からの1年間の実測温度データを使用(図1)。今回はそれらの値を各時間の表面温度、底面温度として使用している。

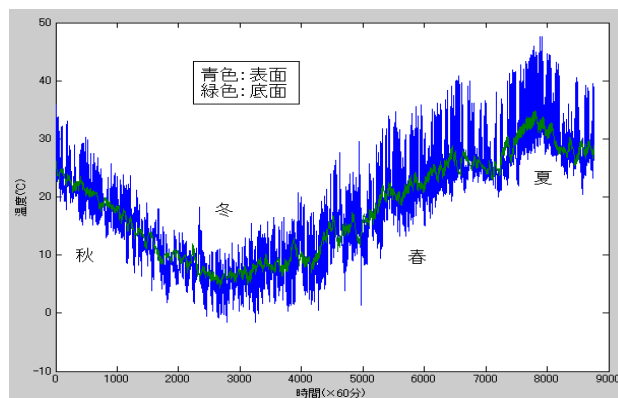


図1 年間表面、底面温度変化

その他の値は実際に温度を測定した空港コンクリートの物性値を用いた。

表1 コンクリートの物性値

熱伝導率(W/m・°C)	4.0
熱容量(J/°C・m³)	2.47×10 <sup>6</sup>
線膨張係数(1/°C)	8.89×10 <sup>-6</sup>
ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	4.0×10 <sup>4</sup>
ポアソン比	0.205

3. 解析結果および考察

まず、温度分布の解析結果と実測値を、夏・冬の典型的な1週間について図3~5に示す。

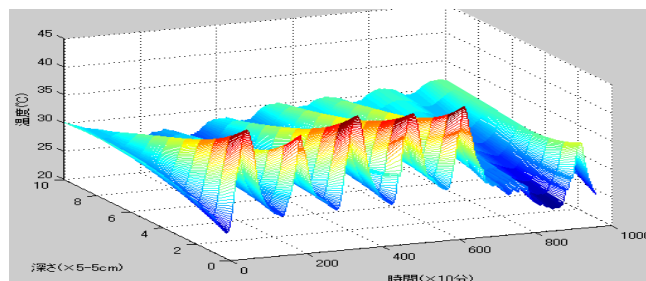


図2 解析による温度分布 夏

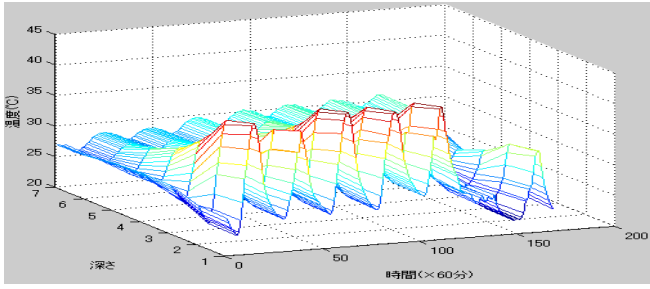


図3 実測温度分布 夏

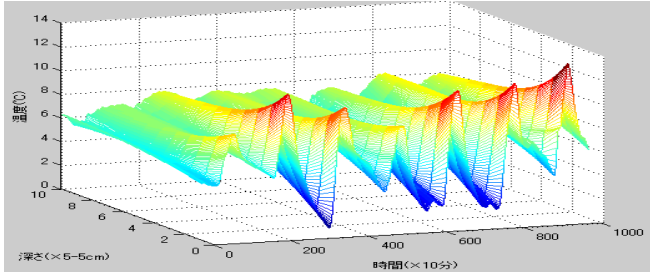


図4 解析による温度分布 冬

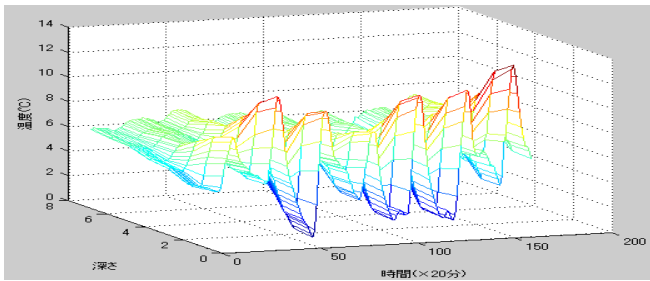


図5 実測温度分布 冬

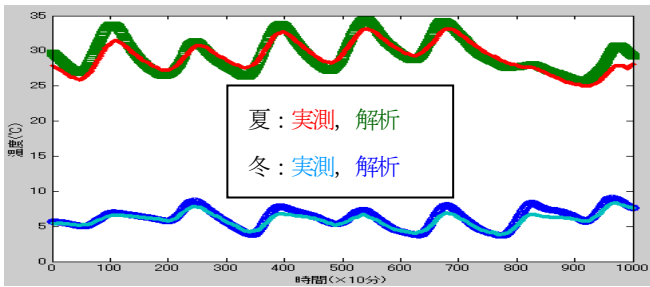


図6 版厚方向中央部の夏冬の解析結果と実測温度  
版厚方向中央部の温度分布の差は夏と冬各々最大で2°C程度になり、温度分布はほぼ一致した。

次に、表面温度応力の解析結果と、実測表面・底面温度差を用いた岩間の式<sup>1)</sup>、坪川らの式<sup>2)</sup>による値を、同じ夏・冬の1週間についてそれぞれ図7, 8に示す。ここに、両式は下記の通りである。

$$\sigma = A \frac{\alpha \cdot E \cdot \theta}{2(1-\nu)}$$

ここに、

$\sigma$  : 舗装版中央部表面の温度応力(N/mm<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 熱膨張係数(1/°C)

$E$  : 弾性係数(N/mm<sup>2</sup>)

$\theta$  : 版上下面温度差(°C) (上面—下面)

$\nu$  : ポアソン比

A : 岩間の場合→0.70 (版厚 20, 25cm の舗装版から実験的に求めた係数)  
: 坪川の場合→0.53 (版厚 42cm の舗装版から実験的に求めた係数)

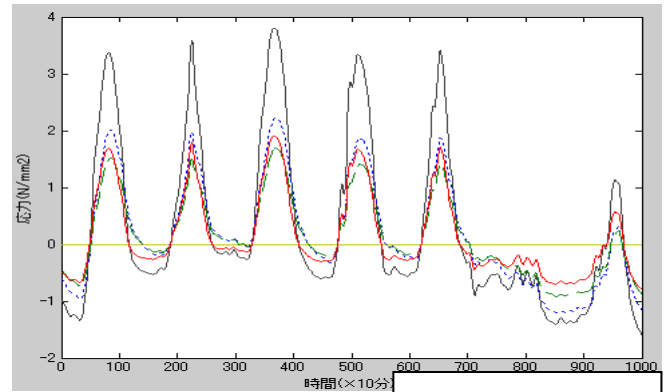


図7 表面温度応力の比較 夏

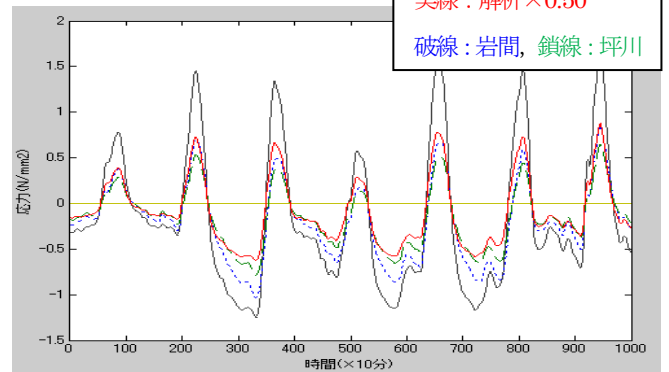


図8 表面温度応力の比較 冬

坪川らの式は、岩間の式を改良し、版が厚い場合には薄い場合と比較して熱伝導に時間がかかるため、版深さ方向の温度分布が非線形になり、内部拘束応力が大きくなり、表面温度応力が低減されることを考慮したものである。本研究で解析対象とした版厚 45cm は坪川らの条件に近い。両者を比較すると、表面温度応力の解析値に0.50 を乗ずることで、全時間に亘って差を±10%以内にする事ができた。この低減係数は坪川らの式における係数とほぼ整合している。

#### 4. 結論

版厚が 45cm と大きい空港コンクリート舗装版中央部の表面温度応力について、解析値に0.50 を乗ずると坪川らの式による値とほぼ一致した。

#### 参考文献

- 1)岩間滋「コンクリート舗装の構造設計に関する実験的研究」土木学会論文集, No111,pp.16-46,1964.
- 2)坪川将丈・水川純一・八谷好高・亀田昭一 「日温度変化による空港コンクリート舗装の温度応力に関する研究」土木学会舗装工学論文集第12巻,pp.157-164,2007.