

版厚が大きい空港コンクリート舗装版の温度分布と表面温度応力に関する研究

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の設計における従来の表面温度応力の考慮手法(岩間式¹⁾)は、近年の大きな航空機荷重に応じて版厚が大きい場合には厚さ方向の温度分布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。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、無筋)の中央における版厚方向数点の温度とひずみの測定結果を用い、温度分布と表面温度応力について検討した。

2. 解析方法

対象とした舗装板(8.5×8.5m)の中央部における温度とひずみの測定点を図1に示す。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、表面・底面の温度測定値を用いて差分法により温度分布を算出した。次に、温度分布の計算値をもとにCP法により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、軸応力は無視した。以上の解析における設定条件を以下に示す。

- ・版厚と分割：45cmを5cm間隔。
- ・時間の分割と期間：10分毎に1年間。
- ・初期温度分布：測定開始時の実測温度分布
- ・境界条件：表面・底面(それぞれ1cm内側)の温度測定値を図2に示す。9月から1年間測定値し、各時刻の境界値とした。また、実際に温度を測定した舗装版コンクリートの物性値を表1に示す。ひずみ測定値は表面から3cmのものを用い、1日のうちで表面と底面の温度差が小さくなる朝9時からの変化量として求めた。同位置の応力はそのひずみに表1のヤング係数を乗じて求めた。以下、この応力も単に「測定値」と呼ぶ。

3. 解析結果および考察

3.1 温度分布の経時変化

夏・冬の典型的な1週間での温度分布の解析値と測定値

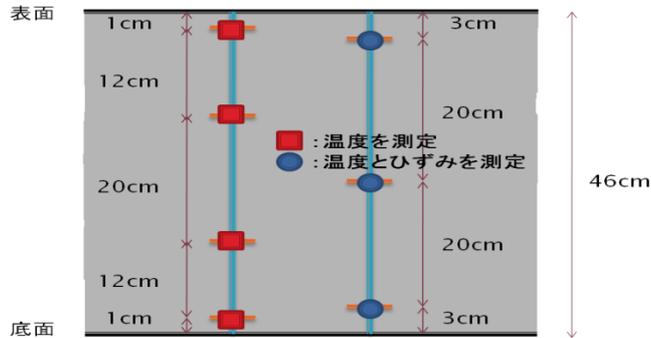


図1 舗装版中央部における温度とひずみの測定点

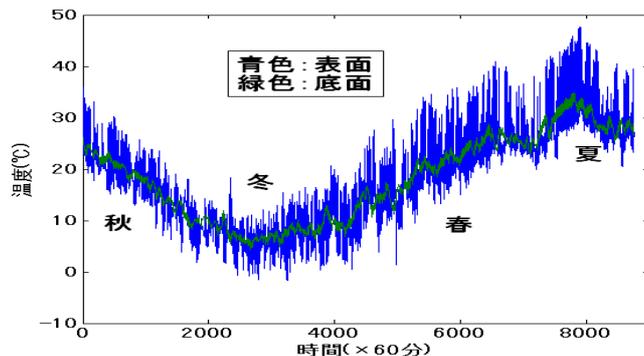


図2 表面・底面温度測定値の年変化

表1 舗装版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 ⁶
線膨張係数(1/°C)	8.89×10 ⁻⁶
ヤング係数(N/mm²)	4.0×10 ⁴
ポアソン比	0.205

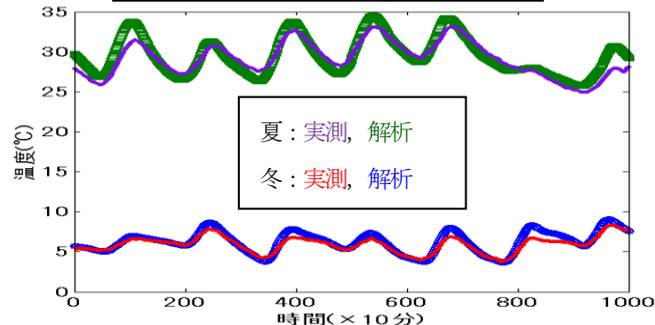


図3 版厚方向中央部の夏・冬の温度の経時変化

キーワード 空港コンクリート舗装版, 温度分布, 表面温度応力, 内部拘束応力, 低減係数

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟 構造物マネジメント工学講座 TEL 075-383-3321

を版厚方向中央部を例として図 3 に示す。温度分布の差は夏と冬とも最大で 2°C 程度になり、他の深さを含め温度分布はほぼ一致した。

3.2 表面温度応力の経時変化

同じ夏・冬の 1 週間での表面温度応力の解析値および測定値を、それぞれ図 4, 5 に示す。

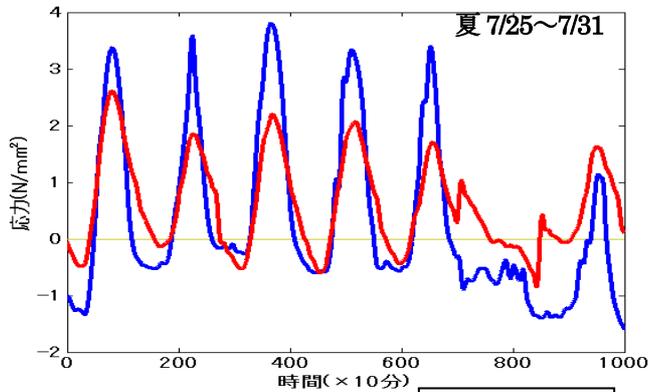


図 4 表面温度応力の比較 夏

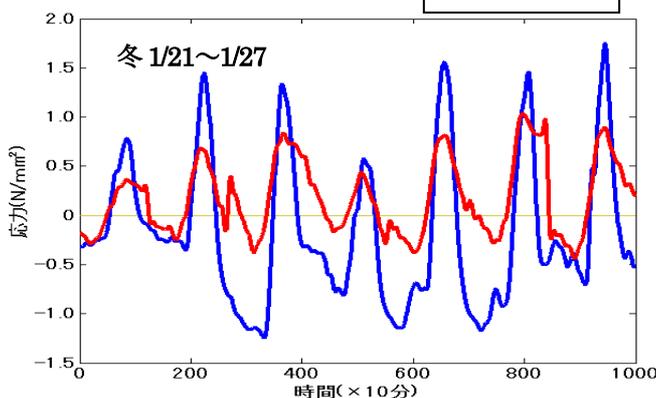


図 5 表面温度応力の比較 冬

夏・冬ともにひずみ測定値から求めた表面温度応力が引張側では解析値に近い値を示す日もあるが、1 週間を通して解析値と測定値に大きな隔たりがあり、解析値は過大評価する傾向にある。その要因としては、曲げ拘束係数を 1 にしていること、軸応力を無視していることが考えられる。

3.3 表面温度応力の解析値の低減係数

解析値に低減係数を乗じることで、ひずみ測定値から求めた表面温度応力が求められないか検討した。両者が最も近くなる低減係数を、所定の 1 週間で両者の差の 2 乗平均が最小となるよう各季節で 3 週間ずつ定めた。これは、先述の曲げ拘束係数と、厳密には異なるが岩間式¹⁾

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

や坪川らの式²⁾ (σ = β * (α * E * θ) / (2 * (1 - ν))) における係数 β (岩間式で β=0.7/版厚 20, 25cm, 坪川らの式で β=0.53/

版厚 42cm) の双方の影響を含む係数と考えられる。

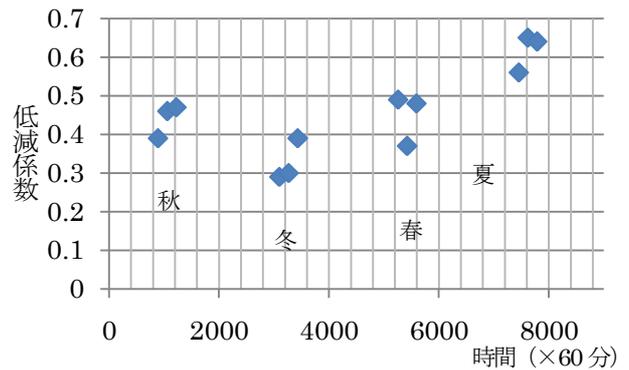


図 6 表面温度応力の低減係数の年変化

図 6 (時間軸は図 2 と同一) に示すように、低減係数は年変化し、各季節 3 点の平均より、冬が最小で 0.33, 夏に最大となり 0.62 程度であった。図 7 に示すように、曲げ拘束係数と内部拘束応力の和で求めた表面温度応力の解析値に低減係数を乗じると、ひずみ測定値から求めた表面引張温度応力との差が最大で 0.40N/mm² に収まった。

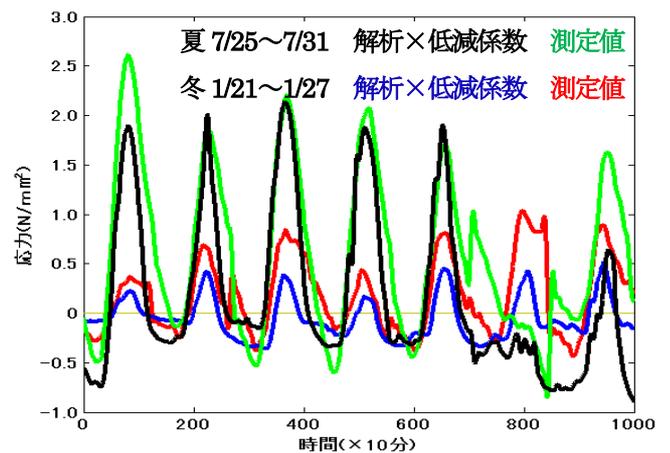


図 7 表面温度応力の低減係数を乗じた解析値と測定値

4. 結論

曲げ拘束係数と内部拘束応力の和で求めた表面温度応力の解析値に低減係数を乗じると、ひずみ測定値から求めた表面温度応力との差が最大で 0.40N/mm² に収まった。低減係数は年変化し、冬が最小で 0.33, 夏に最大となり 0.62 程度であった。

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：空港コンクリート舗装の温度応力に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，No.341, 2006.