

運輸省港湾技術研究所 正 八谷好高  
宇都宮大学工学部 正 佐藤良一

1. はじめに

コンクリート舗装の表層を成すコンクリート版には荷重の作用のほか、版自体の温度変化によっても応力が生ずる。温度勾配により版が変形している状態で荷重が載る場合には、従来より用いられている合成法によるものよりも大きな応力の生ずることが指摘されている。[1] このほか、舗装の構造強化を実施する際には、FWD等の非破壊試験機による構造評価が不可欠であるが、その測定結果には版厚方向の温度勾配によるコンクリート版の変形が影響を及ぼしている。本文では、温度勾配による変形のある状態でのコンクリート版に生ずる荷重応力について検討を加えた。

2. 計算方法

空港コンクリート舗装は面的で広く、版厚方向で温度が変化している場合の変形状態が現時点では明確になっていないため、ここでは最も単純な球状に変形する状態 [2] を考えた。このような状態の版に自重ならびに荷重が作用するときの解析方法としては、次の手法を用いた。

まず、温度勾配のある場合の版の変形状態を、 $1/r = \alpha \theta / h$  ( $r$ : 曲率半径、 $\alpha$ : 熱膨張係数、 $\theta$ : 版上下面の温度差、 $h$ : 版厚) に従って計算する。次に、これを版と路盤の間の空隙と考え、版の自重が作用した場合の変形状態を計算する。そして、両者の変形量の差を自重作用後の空隙として、交通荷重を加えた。この場合の解析法としては、コンクリート舗装をWinkler支承上の平板とみなした有限要素法を用いた(荷重増分法)。[3]

3. 航空機荷重の場合

図-1は、版厚36cm、路盤支持力係数 $7\text{ kgf/cm}^3$ のコンクリート舗装上に航空機(B-747-400の1脚)が載った場合の変位、すなわち、自由変形状態、自重のみが作用した状態、自重と荷重が作用した状態を示している。この図のa)、b)は、版厚方向の温度勾配が、それぞれ、 $0.2$ 、 $0.6\text{ }^\circ\text{C/cm}$ の場合の版中心軸上のたわみである。温度勾配につれて変形が大きくなるのはいうまでもないが、温度勾配が小さい間は自重のみが加わった場合でもコンクリート版は路盤に接地するものの、勾配の増加につれて接地しなくなる部分が次第に増加し、さらには荷重が載った場合でも接地しない状況となることがわかった。

次に、このような計算手法によりコンクリート版に生ずる応力について検討した。図-2には、その結

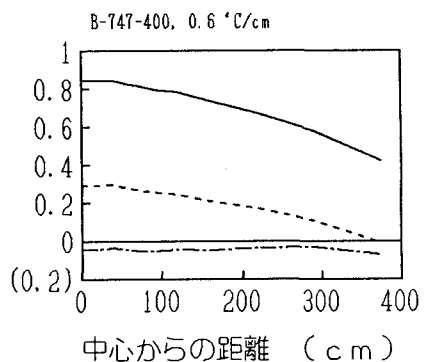
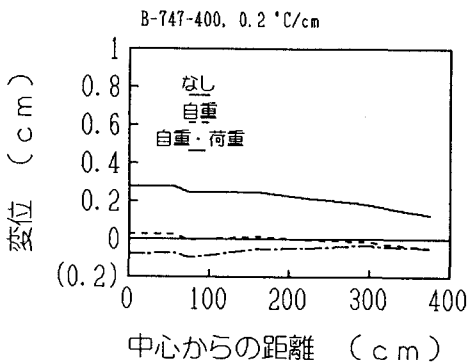


図-1 a) 荷重による変位 ( $0.2\text{ }^\circ\text{C/cm}$ )

図-1 b) 荷重による変位 ( $0.6\text{ }^\circ\text{C/cm}$ )

果を示す。この図には、版厚方向に温度が一定な状態で計算した荷重応力と、温度勾配による最大温度応力(=  $\alpha \theta E / \{2(1-\nu)\}$ 、 $E \cdot \nu$ :コンクリートの弾性係数・ポアソン比)の和を合成応力として示している。温度応力としてはここで考えた最大のものとはならないとされている[4]ので、温度勾配による変形がある状態で荷重が載る場合のほうが大きな応力が得られることになる。

4. FWDの場合

設計荷重に比べて載荷重の小さいFWDにより、コンクリート舗装の構造評価を行う場合には温度勾配の影響を無視し得ないことはすでに指摘してある。[5]ここで想定したような変形が生じたコンクリート版に対するFWD荷重によるたわみ分布を図-3に示してある。これから、荷重が20tfの場合には載荷によって版が路盤に接地するが、10tfの場合には接地しないことがわかる。図-1に示した実際の設計荷重の場合には接地することを考えれば、大きい荷重によるものが実際の使用条件を反映していることは明かである。荷重の比較的小さい5tfのFWDを使用して温度勾配のある状態で測定したコンクリート舗装の最大たわみを、図-4に示す。この図からは、温度勾配が0.1℃/cm程度であれば、温度による版の変形を今回のように仮定したとしても、温度の影響は認められないことがわかった。

5. まとめ

版厚方向での温度勾配による変形を考えた、コンクリート版に生ずる自重・荷重によるたわみ、応力について、有限要素法を用いて検討した。その結果、コンクリート版は、温度勾配が増加するにつれて路盤に接地しなくなる部分が増加し、応力も温度勾配による変形がある状態で荷重が載る場合のほうが大きくなることがわかった。設計荷重よりも小さな荷重の非破壊試験機によって舗装の構造評価をする場合には、温度の影響を無視し得ないが、温度勾配が0.1℃/cm程度であれば、影響はないことも推察される。

6. あとがき

今後は、版厚方向に温度勾配がある場合の変形について詳細に検討する必要がある。

参考文献

[1] E.Mirambell:セメント協会道路技術専門委員会資料、 [2] S.Timoshenko, et al.:Theory of Plates and Shells、 [3] 福手 勤ほか:港研報告、 [4] 岩間 滋:土研報告、 [5] 八谷好高ほか:港研報告。

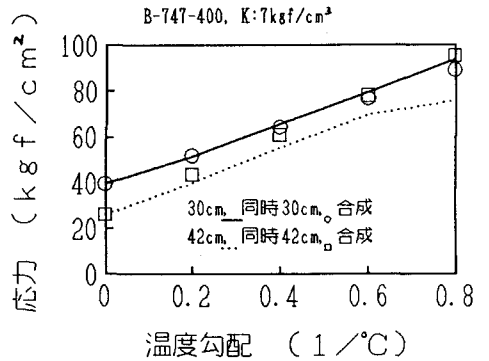


図-2 温度勾配を考慮した荷重応力

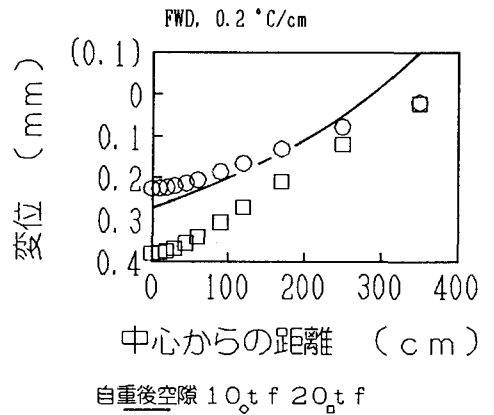


図-3 荷重の違いによるFWD最大たわみ

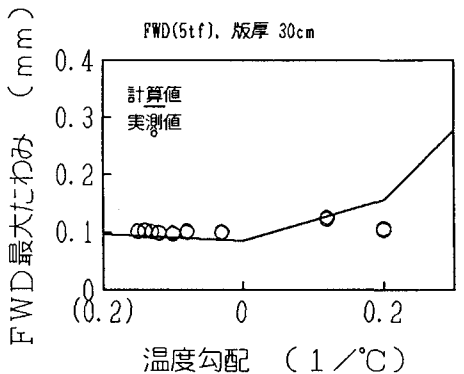


図-4 5tf FWDによる測定値と計算値