

個別要素法を用いたコンクリート舗装構造の変形解析

○防衛大学校 学生員 ヌクーン・チャロエン

正員 園田 佳巨

正員 佐藤 紘志

1. まえがき

飛行場の滑走路等におけるコンクリート舗装には、施工や温度変化を考慮して各種の目地を設けるのが普通である。一般に、滑走路等では、施工直後より自然環境や交通荷重等からの影響を受けつつ、目地の荷重伝達機能が低下すると云われている¹⁾。従って、滑走路を安全に使用するために、目地部における荷重伝達機能を検討することが必要である。これらのことを実験的に行うとすれば、平板載荷試験により目地部の両側のたわみを測定する必要がある。しかし、現場における目地部での試験には目地を損傷させる危険性があることや、また、特に、実際の滑走路における航空機着陸時の衝撃荷重による目地の変形及び荷重伝達についての試験が難しいことなどを考えてみると何らかの解析的な手段との併用が必要になると思われる。

このような観点から、本研究では、個別要素法の舗装構造体の変形解析への適用を考えた。本文では、その基礎的段階として、現場における平板載荷試験に対して個別要素法によるシミュレーション解析を行い、本解析手法の妥当性を確認した。

2. 解析手法

(1) 解析モデル

対象としたコンクリート舗装の構成は、図-1とおりとす。すなわち、舗装版（コンクリート版）・路盤・路床の三層の構造体であり、それぞれ力学的特性が異なるので、ここでは、各層毎に弾性係数、限界ひずみ等を設定することとした。

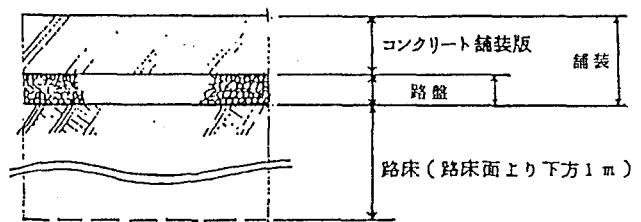
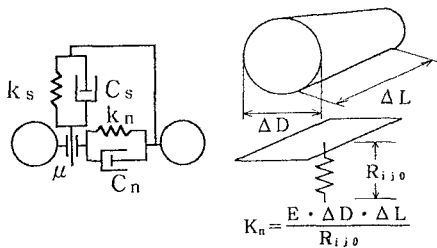


図-1 コンクリート舗装の構成

(2) 個別要素法の適用

はじめに、図-2のよう、各層を剛体円要素の集まりで表すこととし、それらの要素間には、法線方向と接線方向に弾性バネとダッシュポットを設け、さらにすべり破壊を考慮するためにモール・クーロンの破壊基準にもとづいたスライダを設けた。それらの値については次式で与えられるものとする。



$$k_n = \frac{E \cdot \Delta D \cdot \Delta L}{R_{ij0}}, \quad c_n = 2h\sqrt{mk_n}, \quad k_s = sk_n,$$

$$c_s = 2h\sqrt{mk_s}, \quad \mu = \tan \phi \quad (1)$$

k_n : 法線方向のばね係数、 k_s : 接線方向のばね係数、
 E : 要素の弾性係数、 ΔD : 要素の投影長、 h : 減衰定数
 ΔL : 要素の有効奥行き、 R_{ij0} : 要素間距離、
 m : 要素質量、 s : 接線方向低減率、 ϕ : 内部摩擦角
 μ : 内部摩擦係数

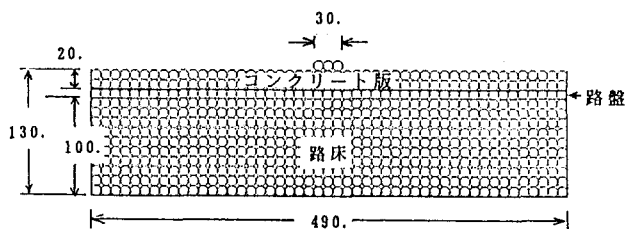
図-2 舗装構造体のモデル化

3. コンクリート舗装上における平板載荷試験²⁾のシミュレーション

以下に、本研究の妥当性を検討するために文献²⁾にある載荷試験結果のシミュレーションを試みた結果について示す。

（１）モデル化

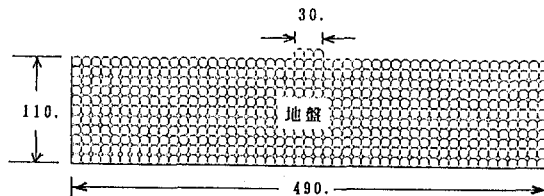
解析においては、図－１に示した対象とするコンクリート版・路盤・路床系を、図－３ような個別要素の集合体へモデル化した。



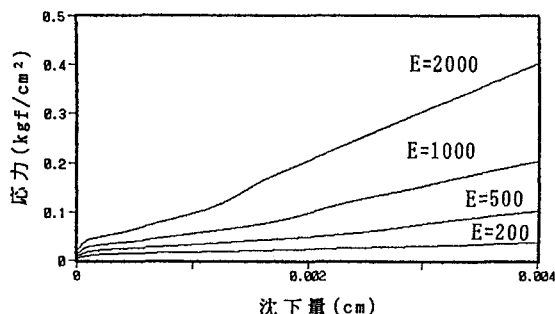
図－３ コンクリート舗装の解析モデル

（２）バネ定数の決定

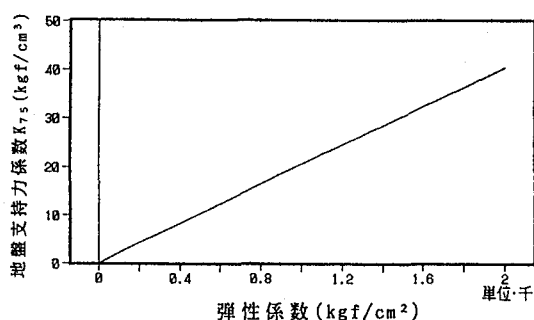
路盤のバネ定数を理論的に決定することが難しいので、ここでは図－４平板载荷試験のシミュレーションを行い、地盤支持力係数（ K ）とバネ定数（ E ）との関係を調べた上で決定することとした。具体的には法線方向のバネ定数をパラメトリックに変えながら、計算を試みた。その計算結果を図－５に示す。この図より弾性範囲内のバネ定数と支持力係数との関係について整理すると図－６が得られ、以後本解析での地盤支持力係数とバネ定数との換算図を用いることとした。一方、コンクリート版については、文献²⁾にあるコンクリートの弾性係数 $E = 2.98 \times 10^5$ (kg/cm^2) の値を用いて、式(1)によってバネ定数等を決定することとした。



図－４ 地盤の解析モデル



図－５ 各弾性係数による応力沈下量の関係



図－６ 弾性係数と地盤支持力係数との関係

（３）計算結果

計算結果は、同じ載荷荷重(5ton)での沈下量が0.35mmで、試験結果(0.32mm)の約90%であり、本解析手法によるシミュレーションの妥当性が確認できたものと考えられる。

今後、目地部における荷重伝達機能の評価や目地を含んだコンクリート版の航空機着陸時における挙動の解析などを試みる予定である。

参考文献

- 1) 八谷好高・佐藤勝久・田中孝士子；フォーリングウェイトデフレクトメーターによるコンクリート舗装構造の非破壊評価の開発、港湾技術研究所報告 第26巻 第2号 抜刷
- 2) 防衛庁技術研究本部第4研究所；モデル舗装の調査報告書、飛行場舗装老朽度診断基準に関する調査研究、滑走路の維持工法に関する調査研究（その2）、平成元年3月