

多層弾性体上のコンクリート舗装版の解析

金沢大学 学生員 田井 伸治

金沢大学 正会員 西沢 辰男

金沢大学 正会員 松野 三朗

1. ま え が き

コンクリート舗装版の力学的挙動を解析する手段として、有限要素法が有効であることが明らかにされてきている。その場合、コンクリート舗装版は長方形の平板要素に分割され、路盤の寄与は平板要素の節点に作用する不静定外力として考える。このような平板モデルを用いると、任意の交通荷重や、目地構造を考慮することが比較的容易となる。路盤のモデルには、バネの集合体として取り扱う Winkler 基礎や、Boussinesq の解により記述される弾性基礎があげられるが、路盤に安定処理層やリーコンクリート層などを施工した場合、それらの層構成の影響を考慮することはできない。その路盤の構造を正確に反映しうる解析手段の一つとして、路盤を多層弾性体と仮定する方法がある¹⁾。本研究では、多層弾性体上にコンクリート舗装版を載せた平板モデルを考え、それに基づいたプログラムを作成し、路盤の応力状態や、コンクリート舗装版の力学的挙動に及ぼす路盤の影響について考察してみた。

2. 解 析 方 法

平板の曲げ問題における有限要素法では、路盤の反力を考慮に入れたコンクリート舗装版の剛性方程式は、次式で与えられる。

$$\{f\} = ([K] + [H])\{d\} \quad (1)$$

ここに、 $\{f\}$ 、 $\{d\}$ はそれぞれ節点外力、節点変位ベクトルであり、 $[K]$ 、 $[H]$ はそれぞれ舗装版および路盤の剛性マトリックスである。板の剛性マトリックスは、図-1 に示すような通常の平板曲げ問題に用いられている長方形平板要素のものである。

ここで問題となるのは、路盤の剛性マトリックスであり、本研究では、Burmister の3層構造の解析解を利用することにした²⁾。コンクリート舗装版と路盤との相互作用は節点を介してなされると仮定する。すなわち図-2 において、ある節点 j でコンクリート舗装版は路盤より F_j なる反力を外力として受け、同時に路盤にもその反作用として対応する節点 j の位置に F_j なる鉛直力が働く。このとき、 F_j による他の節点での路盤のたわみは次式のように表わすことができる。

$$w_{ij} = \frac{a_j P_j (1 - \mu_i^2)}{E_i} \int_0^\infty [C_i e^{-m_i h_i} + D_i e^{-m_i h_i}] J_1(m a_j) J_0(m r_{ij}) dm$$

$$= \alpha_{ij} F_j \quad (2)$$

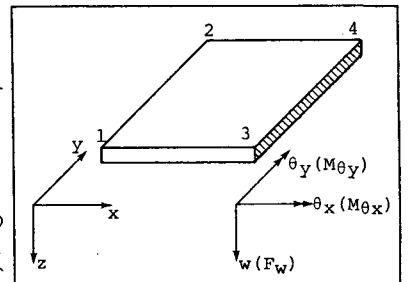


図-1 長方形要素

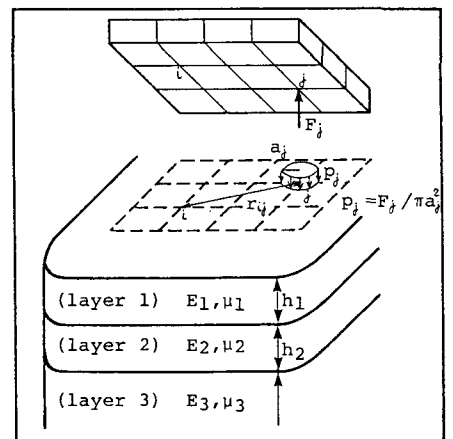


図-2 コンクリート舗装モデル

ここに、 E_1, μ_1, h_1 はそれぞれ layer 1 の弾性係数、ポアソン比、厚さであり、 P_j は鉛直力 F_j を半径 a_j の円形等分布荷重に置き換えたものである。また C, D は境界条件より求められた定数、 m はパラメータであり、 J_0, J_1 はそれぞれ第 1 種 0 次、1 次のベッセル関数である。 r_{ij} は節点 i と節点 j の距離である。

路盤はあらゆる節点より反作用を受けるので、節点 i での全たわみは (2) 式を重ね合わせることで求められる。それを全節点について求め、鉛直力について解くことにより路盤の剛性マトリックスを得る。

3. 数値計算例

数値計算に用いた諸定数は、図-3 に示す通りである。ソイルセメント層の厚さを 10, 20, 30 cm と変化させ、それぞれ CASE 1, 2, 3 とした。

図-4 は、膨張目地縁部に載荷した場合の要素分割と各要素の主応力 (CASE 2) を示している。最大主応力は荷重直下で 33.1 kg/cm^2 である。

図-5, 6 は、それぞれたわみ形状、ひずみ分布を示している。これらより、路盤の層構成がコンクリート版の力学的挙動に、かなり影響を及ぼしていることがわかる。

図-7 は、ソイルセメント層厚に対する、最大たわみ、最大ひずみ、およびソイルセメント層下面の最大鉛直応力の変化を、層厚が 10 cm のときの量を 1.0 にスケールして示してある。ソイルセメント層下面の鉛直応力に及ぼす層厚の影響は、最大ひずみ、最大たわみに比べ、かなり大きいことがわかる。

図-8 は、コンクリート版の最大主応力の目地部における伝達率を示したものである。応力伝達率は、 $e_s = 2S_2 / (S_1 + S_2) \times 100 (\%)$ で表わされ、 S_1, S_2 はそれぞれ、載荷側、非載荷側の最大主応力である。応力伝達率は、層厚の変化にあまり影響されないようである。

<参考文献>

- 1). 西沢、松野; 多層弾性体上のコンクリート舗装版の解析, 土木学会第 38 年次学術講演会, 1983
- 2). D.M.Burmister; The General Theory of Stress and Displacement in Layered Soil System III

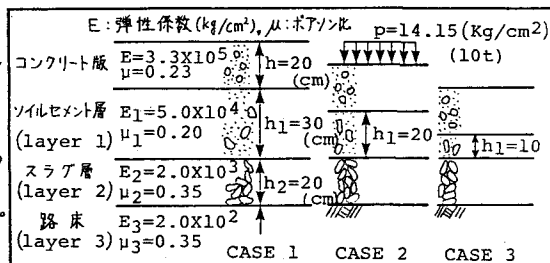


図-3 計算条件

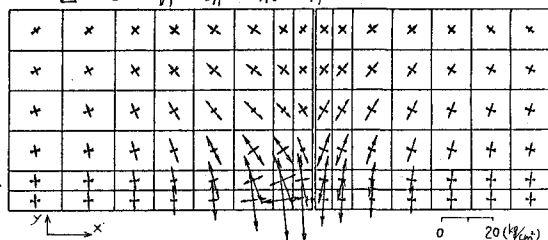


図-4 要素分割と主応力 (CASE 2)

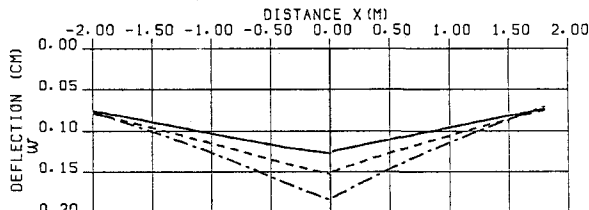


図-5 たわみ形状

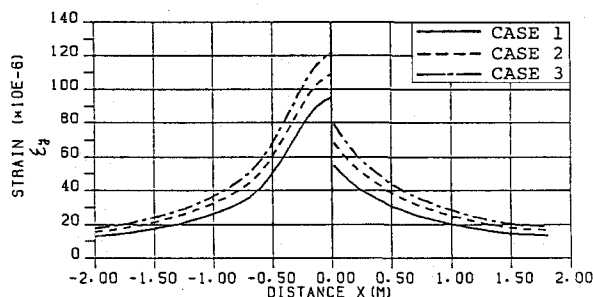


図-6 ひずみ分布

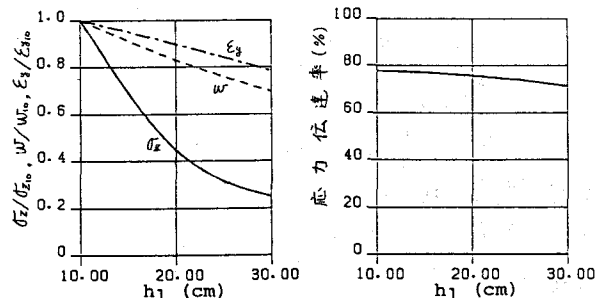


図-7 σ_x, W, E_g の変化

図-8 応力伝達率の変化