

東北大学工学部 学生員 ○後藤 仁司
東北工業大学 正員 村井 貞規
東北大学工学部 正員 福田 正

1. はじめに

多層構造よりなる舗装を、与えられた荷重条件に対して経済的に設計するには、舗装各層の応力状態を知ることが重要である。特にコンクリート舗装で、その上層路盤がセメント安定処理層の場合、コンクリート版とセメント安定処理層の下面の曲げ引張り応力を同時に求める必要がある。そこで数種類の下層路盤構造を対象に、コンクリート版下面および上層路盤（セメント安定処理層）下面の曲げ引張り応力に関して、4層構造のコンピュータ・プログラムによって数値計算を行ない、計算図を作成した。ここでは、その一例を示す。

2. 4層構造の解析

図-1の様にZ軸と荷重の作用中心線を一致させた円筒座標系を用いると、弾性体内の変位と応力は、重調和関数の解である変位ポテンシャル関数 ϕ を用いて表される。

$$\phi = \int_0^{\infty} \left\{ (A+Bz)e^{mz} + (C+Dz)e^{-mz} \right\} m J_0(mr) dm$$

A, B, C, D は境界条件で決まる係数

舗装の各層における係数A, B, C, Dを決定する境界条件は、4層構造の場合、右のとおりである。この境界条件を用い連立方程式を立て、それを解くことにより、各層における係数A, B, C, Dが求まる。したがって与えられた条件下で各層に固有の変位ポテンシャル関数 ϕ が求まるので、任意の位置での変位、応力が計算される。

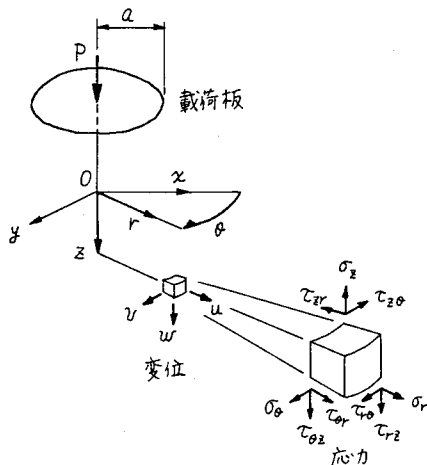


図-1 円筒座標における変位と応力

3. 計算図の作成

今回報告の対象とした舗装構造は図-2に示すとおりである。計算図を作成するにあたり変数としたのは、コンクリート版の厚さ H_1 、セメント安定処理層の厚さ H_2 およびヤング率 E_2 である。 H_1 については20, 25, 28, 30 cm、 H_2 については15, 20, 25 cm、 E_2 については5,000 ~ 50,000 kg/cm²の7つ、とそれぞれ変えて計算を行った。荷重は図-3に示す様に接地半径が20 cmの8輪で、軸距が180 cmの後軸荷重を考えた。荷重直下のコンクリート版下面およびセメント安定処理層下面の応力(σ_x)の数値計算の結果を計算

4層構造における境界条件

- i) 舗装表面 $\sigma_z = -P(r)$
 $\tau_{rz} = 0$
- ii) 各層の境界面 $\sigma_z(i) = \sigma_z(i+1)$
 $\tau_{rz}(i) = \tau_{rz}(i+1)$
 i は各層を示す $u(i) = u(i+1)$
 $w(i) = w(i+1)$
- iii) 最下層 $A_4 = B_4 = 0$
($z \rightarrow \infty$ で変位、応力共に零に収束)

コンクリート版
$H_1 = \text{Var.}$ $E_1 = 300,000 \text{ kg/cm}^2$ $V_1 = 0.15$
セメント安定処理
$H_2 = \text{Var.}$ $E_2 = \text{Var.}$ $V_2 = 0.25$
切込碎石
$H_3 = 25 \text{ cm}$ $E_3 = 2,000 \text{ kg/cm}^2$ $V_3 = 0.25$
路床
$E_4 = 300 \text{ kg/cm}^2$ $V_4 = 0.25$

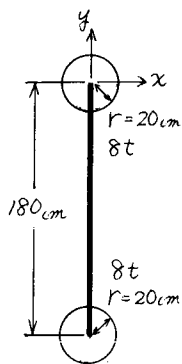


図-2 舗装構造

図-3 後軸荷重

図にまとめたものをそれぞれ図-4、図-5に示す。

4. 計算図の使い方

計算図の使い方を以下に述べる。まず、 H_1 、 H_2 、 E_2 を仮定する。コンクリート版下面の応力については、図-4で H_2 の曲線と E_2 の交わる点から直上し、 H_1 と交わった点の応力値を読む。セメント安定処理層下面の応力については、図-5で H_1 の曲線と E_2 の交わる点から直上し、 H_2 と交わった点の応力値を読む。例えば図-4の点線で示した様に、 E_2 として $5,000 \text{ kg/cm}^2$ を考えた時、 H_2 が 25 cm 、 H_1 が 30 cm の場合、コンクリート版下面に発生する応力 σ_x は約 13 kg/cm^2 である。この値は、 H_1 を 25 cm に減じても、 E_2 を $20,000 \text{ kg/cm}^2$ とすれば、 H_2 が 20 cm 程度で達成される。一方、図-5より、セメント安定処理層下面に発生する応力 σ_x は、いずれの場合も 2 kg/cm^2 以下と小さい。

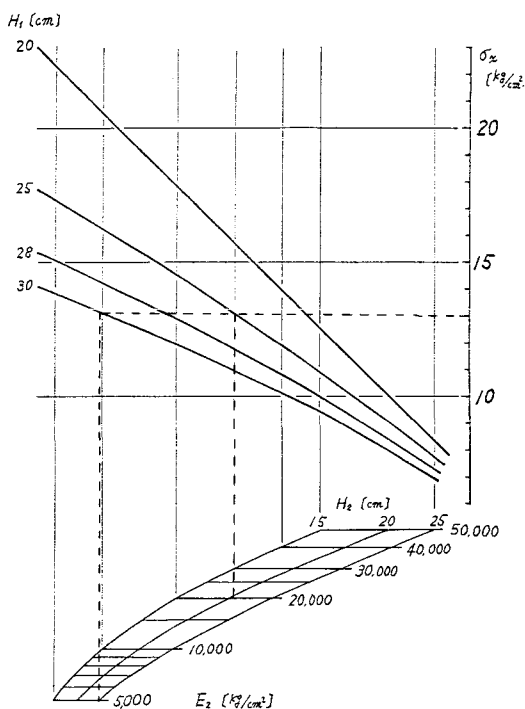


図-4 コンクリート版下面の応力計算図

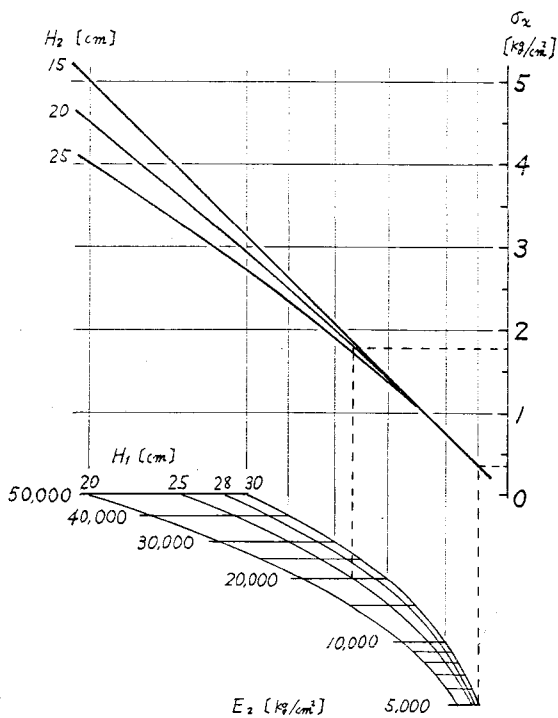


図-5 セメント安定処理層下面の応力計算図

参考文献

- i) Stress Computation of Multi-Layered Pavement Structure
Sadanori Murai and Tadashi Fukuda
The Technology Reports of the Tohoku University
Vol. 49 (1984) No. 2, December

- ii) セメントコンクリート舗装要綱 日本道路協会