

1. まえがき

道路舗装構造の輪荷重のもとでのため、石油タンク等円形分布荷重下の多層地盤の弾性変位を知る目的をもって、円形分布荷重のもとでの多層地盤の弾性変位を理論的、実験的に研究した結果を報告する。

2. 多層弾性体の理論的変位

二層問題に対し Burmister が示したように、多層弾性体へ荷重を受けるときの変位は、弾性理論により各条件に対応した変位係数を計算しておけば実際問題を扱うときに便利である。この変位係数 F は円形分布荷重に対し次のように定義できる。(図-1 参照)

中央点の変位係数 F_{co} :

$$F_{co} = w_{co} / \left[\frac{2(1-\nu_s^2)}{E_s} p a \right]$$

縁辺の変位係数 F_{ce} :

$$F_{ce} = w_{co} / \left[\frac{2(1-\nu_s^2)}{E_s} p a \right]$$

F_{co} , F_{ce} を次の条件に対し、各層のポアソン比を 0.5 とし、各層界面でせん断力加減をゼロとするという仮定のもとに弾性理論による厳密計算をおこなった。

$$E_1/E_2 = 2, 10, 100,$$

$$E_2/E_3 = 2, 10, 100,$$

$$T/a = 0.5, 1, 2, 4,$$

$$t_1/T = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0.$$

その結果の一例を図-2, 3 に示した。

Odemark 法による二層弾性体の変位係数は Burmister の理論値にきりかてよく近似するところから知られている。そこで Odemark

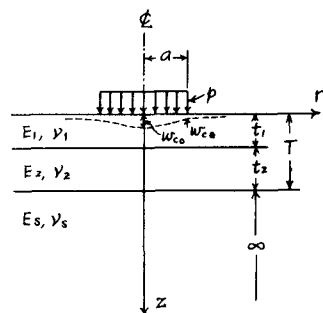


図-1 三層弾性体

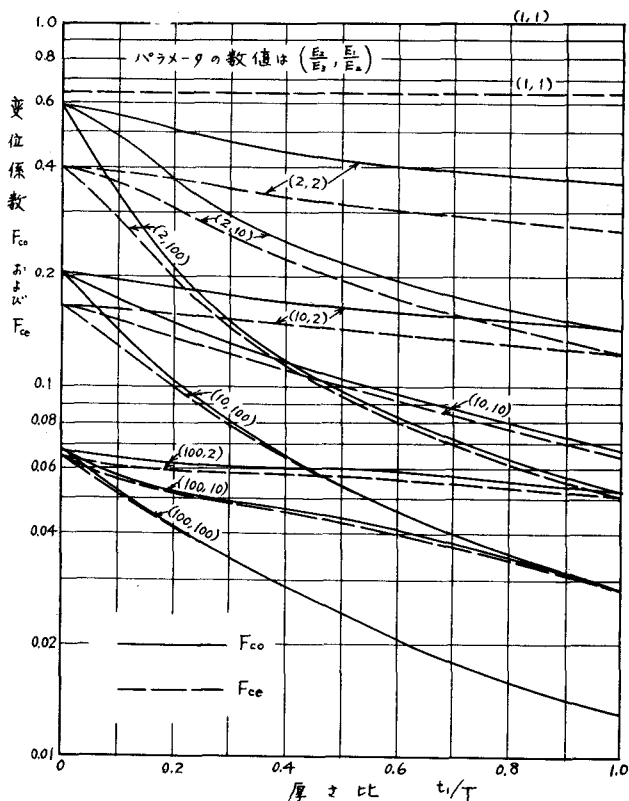


図-2 三層系の変位係数 ($T/a = 4$ の場合)

の三層厚性体の場合の適合度を調べてみた。その結果を図-3に厳密計算と比較して示した。かなりよい近似値と与えることがあつた。

3. 多層地盤の弾性変位に関する模型実験

(1) 実験装置と使用材料

模型載荷実験は50cm四方で63cm深さの土槽を用いておこなつた。路床としては粘土路床I ($W_L = 42\%$, $W_P = 22\%$ の粘土を含水比22%で練固めて作った, $q_u = 3.3 \text{ kg/cm}^2$), 粘土路床II (同一粘土を含水比27%で練固めて作った, $q_u = 0.7 \text{ kg/cm}^2$), 砂路床を設け、その上に砂路盤、ソイルセメント層等とあいて多層系模型とした。

(2) 載荷試験方法

法

載荷試験は直径2.5cm, 3.4cm, 5.1cm, 7.6cm, 10.2cm等の鋼製円板を用い、解析は剛性円板の沈下A円形分布荷重中央値の1/4倍である

図-4

粘土路床上の載荷圧と変位の関係

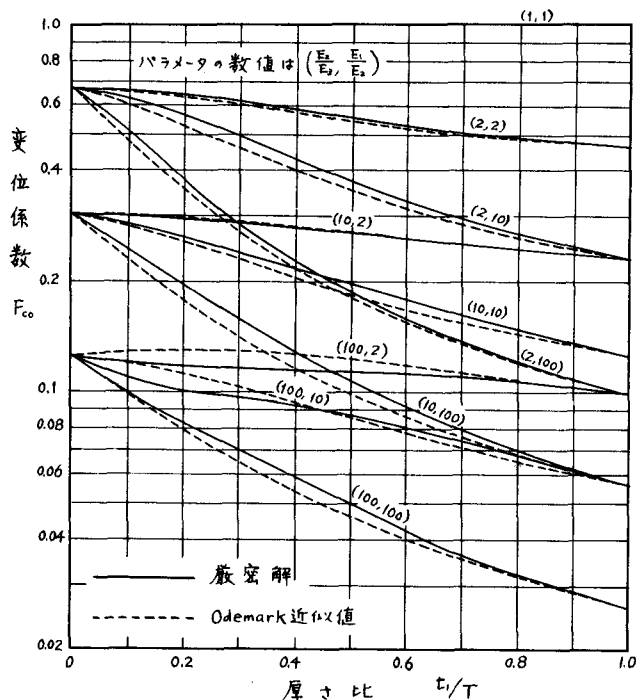
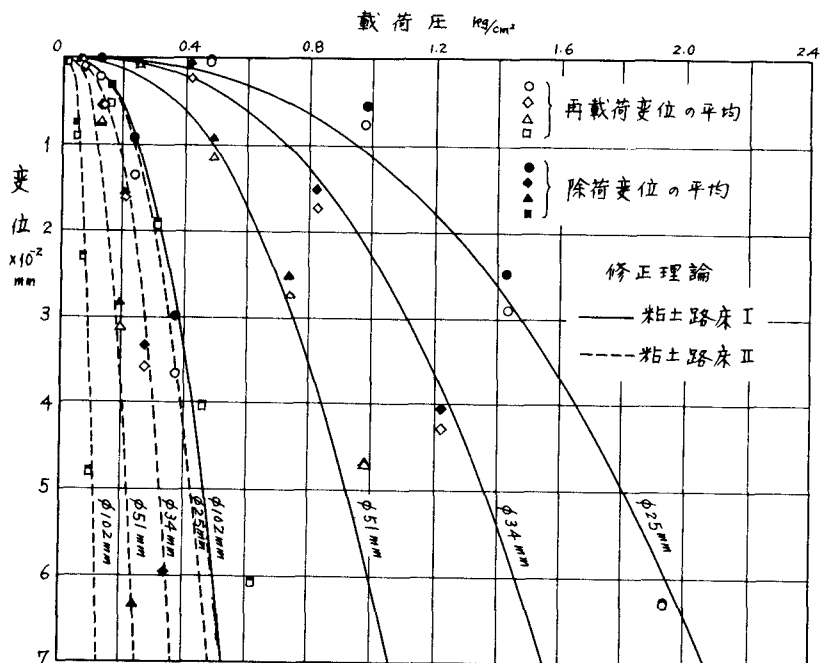


図-3 三層系の変位係数における厳密解とOdemark近似値の比較 ($T/a = 2$ の場合)



という仮定を用いた。載荷方法は同一荷重強度で3回づつ載荷・除荷を繰り返すという、順次荷重強度を与えた。

(3) 粘土路床土の載荷試験

荷重強度-変位量関係は当初から直線とはならず、むしろ全体から見て指数曲線で近似できるが、ある変位量とある荷重強度と幾何条件の間には弾性理論が利用できると思われる。そこでこれを修正理論曲線と実験値とを対応か図-4に示してある。

(4) ソイルセメント-粘土路床二層系の載荷試験

粘土路床IおよびIIのそれぞれの上に2.5cm厚または3.8cm厚のソイルセメント板を載せ二層系の上で載荷試験を繰り返す。その結果を図-5のように等値弾性係数と厚さ係数の関係で整理した。粘土路床Iの上にソイルセメントを載せた二層系、荷重強度-変位量関係と修正理論曲線と比較すれば図-6のようである。

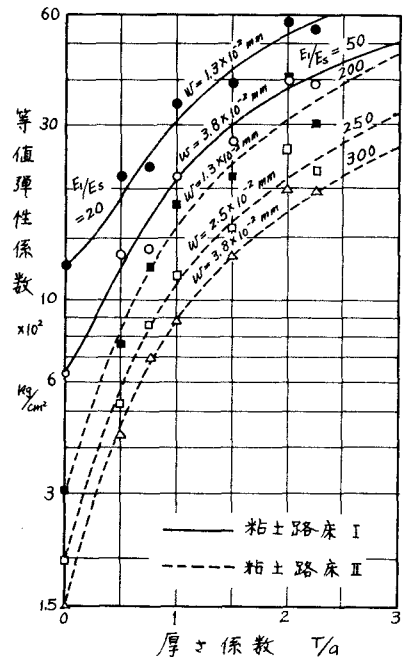


図-5 ソイルセメント-粘土路床の等値弾性係数と厚さ係数の関係

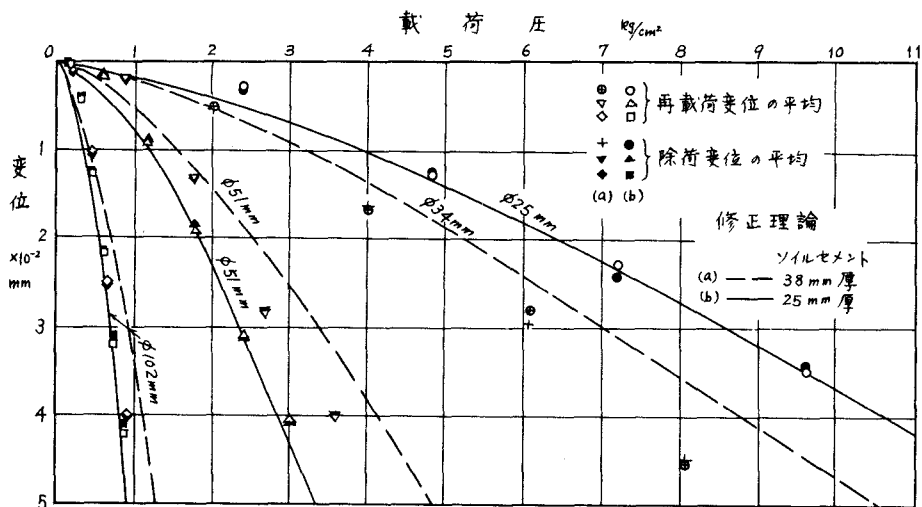


図-6 ソイルセメント-粘土路床の載荷圧と変位の関係

(5) 砂-粘土路床二層系の載荷試験

5.1 cm 厚の砂を粘土路床IIの上に密な状態で敷き、繰返し載荷試験を繰り返す。除荷試験にもとづいた結果を図-7に記入した。これによると砂の弾性係数は粘土の弾性係数の2倍程度であった。

(しかし載荷時の変位量は除荷時の変位量より常に大きく、粘土路床やソイルセメント-粘土路床の場合と異なり弾性であると信しいことが目につく。

(6) ソイルセメント-砂-粘土路床三層系の載荷試験

粘土路床の上に5.1cmの砂路盤をおき、その上にさらに2.5cmのソイルセメント版をおいた三層系の上で載荷試験をおこなう。その結果の等値弾性係数-厚さ係数関係図を図-7に示した。その結果と理論曲線と対比すれば、 $E_2/E_3 = 8 \sim 10$ 、 $E_1/E_2 = 25$ という理論曲線と対応している。図-7は砂路盤がソイルセメント版に拘束されて弾性係数が4~5倍に増加したことを示している。

4. まとめ

(1) 三層弾性体の変位係数と道路舗装の適用範囲に対し、幾何条件と変位係数の関係を知りうるに役立ち範囲で計算をおこなう。一例を図表の形で示した。

これら厳密計算とOdemark近似計算値

と比較し、Odemark法が三層弾性体の変位係数に対してよりおおよそ近似度の高い数値を与えることを示した。

(2) 一層系、二層系、三層系も含む複層の多層地盤上で載荷試験をおこなう。荷重-変位量関係と調べたが、この関係はHookeの法則にはあわず、当初より指数曲線が関係を示した。

(3) しかし、載荷試験の幾何条件と一定の変位量と生ずる荷重-変位量との関係は弾性理論により解析し、より考慮することである。この面では多層弾性理論が有用であると考えられる。

本研究に昭和41年度文部省科学研究費の援助が与えられたことを記し謝意を表する。

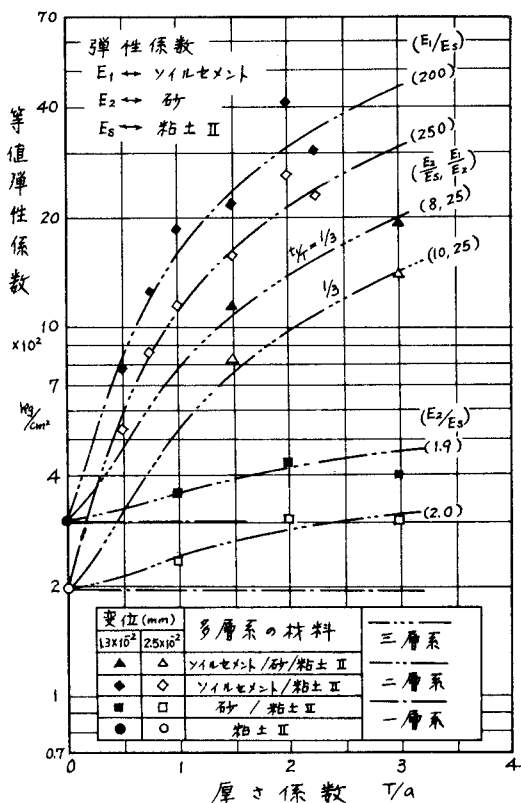


図-7 三層系の等値弾性係数と厚さ係数の関係