

IV-137 層構造の沈下に関する室内および現場実験

日本鋪道技術研究所 正員 桃井 徹

1 まえがき

層構造の弾性論による理論的研究は 古くからなされており、現在では種々の条件下での沈下、あるいは応力、ひずみを求めるための図表が数多く提案されている。そして、これらの理論を室内または現場データに適用し、その妥当性を示して報告も多い。しかし一方、現時点では、これらの理論によって、現地のタリミ試験結果を整理するのは非常に難しいであろうとしている報告もある。

そこで 本研究は層構造の荷重-沈下関係を再検討し、その傾向を知るとともに、実験式を得ることをその目的とし、併せて 層構造の静的載荷に関する弾性理論の適用性をチェックしようとするものである。

今回は、静的な載荷試験から得られる荷重沈下関係について、室内と現場の測定結果について報告する。

そして、層構造を構成している各層の荷重-沈下関係は、載荷高さ、構造条件 などの影響を受けること、また それ以外にも 各層の力学定数の差により、問題を生ずることなどを示した。

2 実験方法

2.1 室内実験 室内実験は 図-1のごときピットに上層、下層からなる2層構造を設け平板によるくり返し載荷をおこなったものである。上層、下層の沈下はダイヤルゲージ および 差動トランス型の変位計、荷重はブルービーグリング、土中応力は小型の土圧計により測定した。また 上層、下層材料の含水比変化を防ぐ目的で、その境界にビニールシートを敷設した。なお、実験中途における含水比、および 温度変化をチェックする意味で、吸収体の電気抵抗を測定するタイプの含水比計 および 温度計を埋設した。図-2は上層、下層材料の粒度、比重である。

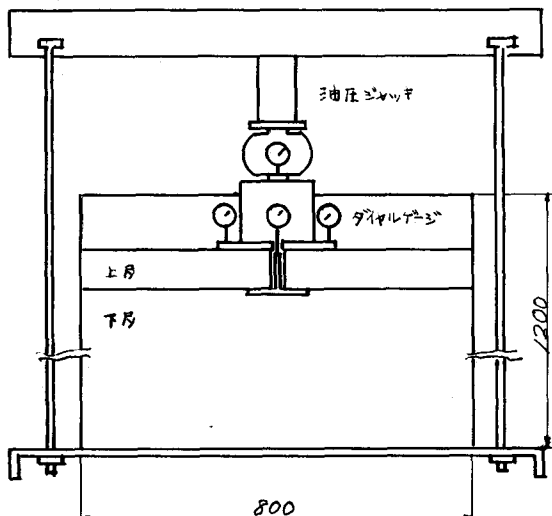


図-1 テストピット

2.2 現場実験 ここでは 名神高速道路の破壊原因調査(岡村原昭和々年)の際におこなったものである。現場実験は 鋪装各層境界面におけるくり返し平板載荷試験であるが、既設鋪装に約1m×3mのピットを堀削し、各層をはぎとりながら試験したものである。

3 実験結果

3.1 室内実験 (1) 復元変位 実験データの整理に当たっては、通常 弾性理論を適用する際に、もっとも良い解析結果を与えるとされている復元変位に着目した。復元変位は図-3において、

$$w_1 = \Delta p - \Delta_{10}$$

$$w_2 = \Delta p - \Delta_{20}$$

①

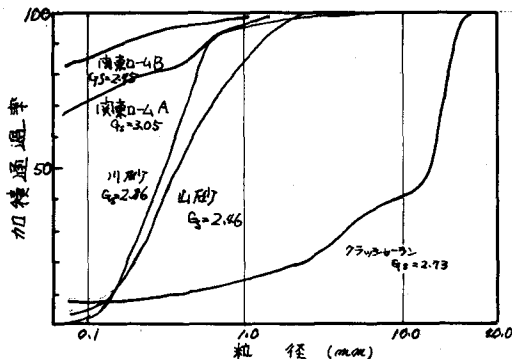


図-2使用した材料の粒度

$$w = w_1 + w_2$$

ここで w_1, w_2, w は上層下層上層面の復元変位

Δ_{1p}, Δ_{2p} は上層, 下層の載荷時の変位

Δ_{10}, Δ_{20} は上層, 下層の除荷時の変位

実験結果の一例を図-4に示す。

(2) 結果の整理

それぞれの曲線に 2次式②, および1次式③を仮定し, 各式の係数を吟味した。

$$\left. \begin{aligned} w_1 &= 2a(P - P_0) k_1 \left\{ 1 + C_1 2a(P - P_0) \right\} \\ w_2 &= 2a(P - P_0) k_2 \left\{ 1 + C_2 2a(P - P_0) \right\} \\ w &= 2a(P - P_0) k \left\{ 1 + C 2a(P - P_0) \right\} \end{aligned} \right\} \text{②}$$

$$k = k_1 + k_2, C = \frac{C_1 k_1 + C_2 k_2}{k_1 + k_2}$$

$$w_1 = 2a(P - P_0) m_1$$

$$w_2 = 2a(P - P_0) m_2$$

$$w = 2a(P - P_0) m$$

ここで w_1, w_2, w は各層の復元変位

P, a は 載荷々重 および 載荷半径

$k_1, k_2, C_1, C_2, m_1, m_2, m$ は係数

P_0 は 実験定数

実験結果の一例を図-6に示す。

3.2 現場実験

現場試験から得られた各層表面の $w-P$ の関係の一例を図

5に, また ②式を適用した例を表-1に示す。

4 考 察

Ode markの近似式の型を有する2層構造の沈下式を仮定する。

$$w = 2a(P - P_0) K_2 F_w$$

$$F_w = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{k_1} \right)^2}} \right) \frac{k_1}{K_2} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{k_2} \right)^2}} \right) \left\{ \text{④} \right.$$

ここで w は上層面の復元変位, P は載荷々重

k_1 は上層厚, a は載荷半径, F_w は沈下係数

K_1, K_2 は上層, 下層の力学定数,

P_0 は実験定数

なお 力学定数 K_1, K_2 を導入した理由は, 現時では舗装用材料の弾性係数あるいはポアソン比を採用するのは, 問題点が多いと考えたためである。

復元変位-荷重関係として, ②式の初期接線, および③式を差え, ④式に対応させて, K_1, K_2 を算出した。図-7は $w-P$ のみに着目した場合, 図-8は上層

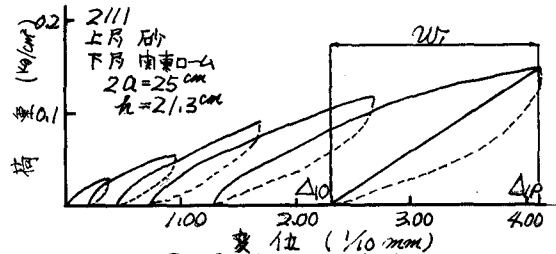


図-3 平版載荷試験結果

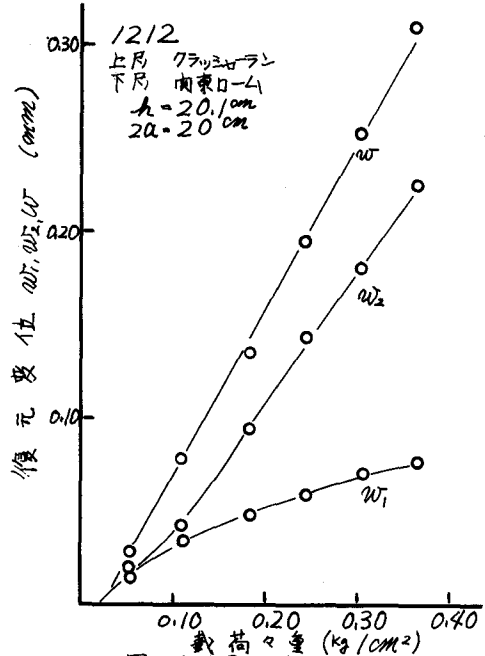


図-4 各層の復元変位

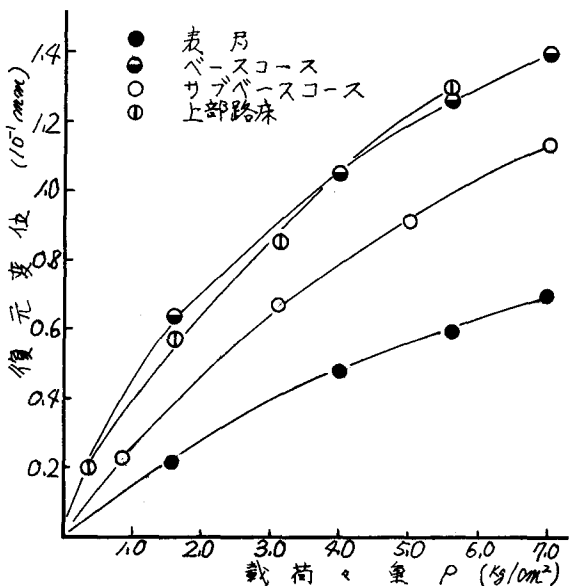


図-5 各層における現場実験

と下局の w_1-P , w_2-P に着目した場合の解析結果である。

5 結 論

1) 室内実験において, w_1-P , w_2-P 曲線は放物線的に変化するが, 両者の和である $w-P$ は, ほぼ直線的の傾向を有していた。(図-4 参照)

2) 二れに対し, 現場データにおける $w-P$ は, 直線的

の場合も, 放物線の場合もあった。(図-5 参照)

3) ②, ③ 式の係数 k_1, k_2, m_1, m_2, m_3 , および 2 次項の係数 G, G_1, G_2 などは いずれも h/a の影響を受けていた。(図-6 参照)

4) 実験定数 P_0 は 本来複雑な関係にあるべき復元変位-荷重関係に, 2 次式あるいは 1 次式をあてはめた事により生じたものか, あつては より基本的な問題を含みかねるものであつた。ただし 現場データの範囲では, P_0 は 試験誤差と考えられた。

5) ④ 式の実験式により, 2 局構造表面の復元変位を表わすことができた。しかし, ④ 式を適用する際に, 着目する復元変位の違いによって, 上局, 下局の力学定数に異つた解析結果を与える場合があつた。(図-7, 8 参照) 二れは図-4 の w_1-P , w_2-P の型に関連しているものなので, さらに考察を加える必要がある。

6) 名神の調査データに④ 式を適用して, 解析を加えた結果, 舗装の性状を説明することができた。二れについては, 別の機会に報告したい。

謝 辞

当研究を進めるに当っては, 中央大学 星野 教授より, 研究の全般に渡り, 懇切丁寧なる御指導を賜っていることを記し, 謝意を表する次第であります。

表-1 名神のデータへの②式の適用例

局別	係数	$k \text{ cm}^2/\text{kg}$	C	$P_0 \text{ kg/cm}^2$
サーフェス		0.847×10^3	1.277×10^3	-0.154
ベースコース		0.847	1.349	-0.111
サブベースコース		0.950	1.215	-0.123
上部路床		0.949	1.233	-0.123

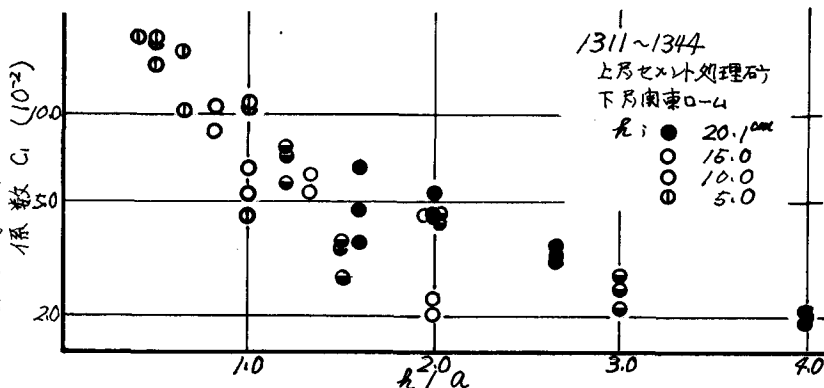


図-6 ②式における 2 次項 C_1 と h/a の関係

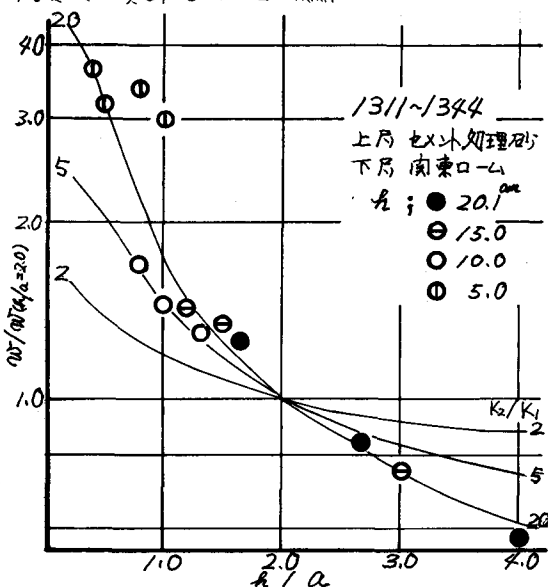


図-7 $w-P$ のみに着目して, ④ 式を適用した場合

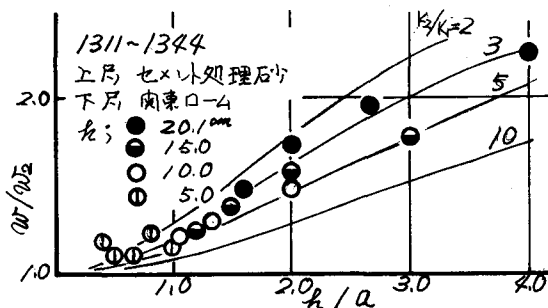


図-8 w_1-P , w_2-P に着目し ④ 式を適用した場合