

信州大学 正員 ○草間孝志

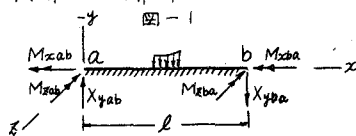
信州大学 正員 吉田俊弥

1. まえがき 本報告は地盤は変位に比例した反力を生ずるという Winkler の仮定のもとに弾性床上的の格子基礎の解法を述べたものである。解法には二つの方法を用いた。一つは弾性床上的の析理論による方法であり、いま一つは弾性床上的の板理論による方法である。析理論による解法にはさきに求めた弾性床上的のはりに対する三次元たわみ角式^{*}を用い、板理論による解法には格子基礎を四辺四隅とも自由な弾性床上的の直交異方性板におきかえて階差法を用いた。なお両解法を計算例により比較した。

2. 析理論による解法

弾性床上的の格子よりとりだしたx軸に平行なはりab (図-1)

の端モーメント、端せん力は次式によって与えられる。



$$M_{xab} = k_{xab} (\alpha g_{xa} + \beta g_{xb} + \delta \frac{l_0}{l} \eta_a - \delta \frac{l_0}{l} \eta_b) + C_{xab}, \quad M_{xba} = k_{xab} (\beta g_{xa} + \alpha g_{xb} + \delta \frac{l_0}{l} \eta_a - \delta \frac{l_0}{l} \eta_b) + C_{xba}$$

$$X_{gab} = \frac{k_{xab}}{l} [\delta g_{xa} + \delta g_{xb} + 2(\alpha\delta - \beta\delta) \frac{l_0}{l} \eta_a - 2(\alpha\delta - \beta\delta) \frac{l_0}{l} \eta_b] + X_{gab}, \quad X_{gba} = \frac{k_{xab}}{l} [\delta g_{xa} + \delta g_{xb} + 2(\alpha\delta - \beta\delta) \frac{l_0}{l} \eta_a - 2(\alpha\delta - \beta\delta) \frac{l_0}{l} \eta_b] + X_{gba}$$

$$M_{xab} = 2l k_{xab} (p_1 g_{xa} - p_2 g_{xb}) + C_{xab}, \quad M_{xba} = 2l k_{xab} (p_1 g_{xb} - p_2 g_{xa}) + C_{xba}$$

ここに $k = k_0$, $K = J/l$ (曲げ), J/l (振り), k_0 = 基準剛度, l_0 = 基準長, $g = 2EK_0 B$, $\eta = 2EK_0 g/l_0$, C , X_0 = 弾性床上的の両端固定はりの端モーメントと端せん力, $\alpha = (\cosh \lambda l \cdot \sinh \lambda l - \cosh \lambda l \cdot \sinh \lambda l) / (\sinh^2 \lambda l - \sin^2 \lambda l)$, $\beta = (\cosh \lambda l \cdot \sinh \lambda l - \sinh \lambda l \cdot \cosh \lambda l) / (\sinh^2 \lambda l - \sin^2 \lambda l)$, $\delta = (\cosh \lambda l - \cosh \lambda l) (\lambda l)^2 / (\sinh^2 \lambda l - \sin^2 \lambda l)$, $\delta = 2 \cdot \sinh \lambda l \cdot \sinh \lambda l (\lambda l)^2 / (\sinh^2 \lambda l - \sin^2 \lambda l)$, $\lambda = \sqrt{\mu_0 B / 4EI}$, μ_0 = 地盤反力係数 (kg/cm), B = 接地巾, $p_1 = \nu l \cdot \cosh \nu l / \sinh \nu l$, $p_2 = \nu l / \sinh \nu l$, $\nu = \sqrt{\mu_0 B / 24J}$, $t = m/8 (m+1)$, m = ポアソン数。上記の式を用いて各節点におけるつり合い方程式を求め、これを解くことにより解を得る。

3. 板理論による解法

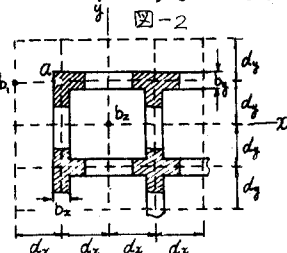
弾性床上的の直交異方性板のたわみ曲面をあらわす微分方程式は $K = H/(BxBy)^{1/2}$ とおくと

$$Bx \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2K(BxBy)^{1/2} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2 \partial y^2} + By \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + \mu_{op} w = p.$$

によって与えられる。上式をもとに四辺四隅とも自由な場合に対しポアソン比を零とおいて階差方程式を求めた。方程式の記述は省略するが通常の格子の場合に比し μ_{op} の項が附加されるにすぎない。 μ_{op} は格子を板におきかえるために計算上与える地盤反力係数であって、実際の地盤反力係数 μ_0 とは異なる。 μ_{op} を換算地盤反力係数とよぶことにする。この μ_{op} の算定には次の方法が考えられる。

i). 格子基礎の接地面積を A_0 , 板の接地面積を A_p とすると $\mu_{op} = \mu_0 A_0 / A_p$

ii). バネ定数(地盤反力係数)を小範囲ごとに接地面積比によって配分する方法であり、板におきかえたときのある m 格点を含む $\alpha x \times \alpha y$ 部分の格子基礎の接地面積を αA_m とすると、 m 格点の換算地盤反力係数は次式によって与えられる。 $\mu_{op} = \mu_0 \alpha A_m / \alpha x \alpha y$ 。例えば図-2にお



る格点Aに対しては $\mu_p = \mu_d [(b_x/a_x) \times (b_y/a_y)]/2$ となり、格点 b_1, b_2 はいずれも $\mu_p = 0$ となる。

格子基礎が床版をもたないかあるいは床版があって
も床版には地盤反力をおよぼさないと考えられる場
合(図-3(a))には μ_p を求めて計算し、図-3(b)

の場合には $\mu_p = \mu_0$ となる故、 μ_p を求める必要がない。なお B_x, B_y の算定には通常の方法によつた。

4. 計算例

図-4は全部積とも 50×50 、長さ $5m$ の田型
格子基礎が $\mu_0 = 5 \text{ kg/cm}^2$ の地盤上にあり、B点
に集中荷重をうけている場合である。 $E_c = 2.1 \times 10^4$
 kg/cm^2 として新理論による解と板理論による解を
比較する。新理論に対しては接りを考慮した場
合と無視した場合とについて計算した。板理論による解に対しては板を $3l \times 3l$ の板(この場合には
等方性板)におさめ、Rectangular の間隔を $dx = dy = l/2$ とおいた場合に対し、i) $\mu_0 = 5 \text{ kg/cm}^2$
を板全体に均等に分配した場合($\mu_p = 0.65 \text{ kg/cm}^2$)と ii) 各格点ごとに μ_p を算出した場合(最大
 $\mu_p = 1.8 \text{ kg/cm}^2$ 、最小 $\mu_p = 0$) について計算した。なおこの計算例の場合には等方性板となる。

表-1 主要点のたわみ比較(係数 $PL^3/1000EI$)

格 点		A	B	E	D
新理論	接りを考慮	-0.41	+6.62	-0.17	-0.04
	接りを無視	-0.92	+6.99	-0.24	+0.06
板理論	板全体に μ_0 を均等に分配	+0.01	+7.27	+0.02	-0.07
	各格点ごとに μ_p を算出して計算	+0.18	+6.87	+0.21	-0.10

参考までに板全体を $\mu_0 = 5 \text{ kg/cm}^2$ の地盤で支えた
ときのB点のたわみは $2.36 PL^3/1000EI$ となる。

5. 結言

計算例に示したように各格点ごとに μ_p を算定
して計算すると板理論による解は新理論による
解に比較的よく一致することが分る。計算例に
は等方性板におさめられる格子基礎を示した

が、直交異方性板におさめられる格子基礎に対しても計算の結果地盤反力係数 μ_p の導入により新理
論による解と板理論による解はよく合うことが分る。K の値については $K=1$ としてよいと思う。
地盤反力係数 μ_0 の値は実際問題として正確につかむことは困難であるが、それでもこの地盤は $\mu_0 =$
 $5 \sim 8 \text{ kg/cm}^2$ であろうとか $6 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ であろうという程度には推定できよう。換算地盤反力係数 μ_p
は計算例の場合 $\mu_0 = 5 \text{ kg/cm}^2$ に対し $\mu_p = 0.65$ 程度となり両者はかなり異なる故、 μ_0 の値が不正確とはい
え μ_p を算出して計算する必要があると考えられる。なお実験による検討を行いたいと思っている。

* 参考文献: 弾性床土上の剛体構造の一解法, オノ岡年次講演会概要第1部 昭和39年5月