

Ⅲ-B 419

地盤との接触を考慮した RBSM による法枠の接触領域について

㈱東光コンサルタンツ 正会員 萩原純也

明星大学 正会員 竹内則雄

1. はじめに

地盤上の構造物や軌道等の設計では、地盤反力と地盤の変形量との関係が線形であるとする Winkler の仮定に基づき、地盤を線形ばねが連続分布した弾性基礎上の構造物として解析する場合が多かった[1]。しかし、より実際に近い条件の下で構造物の挙動を解析するためには、地盤と構造物の接触や地盤を置換するばねの非線形性を考慮する必要がある。

本論文ではこのような課題のうち地盤との接触に着目した RBSM[2]の板曲げ解析の手法を提案し、実際の法枠に用いられている平板形状及び寸法を用いて法枠の有効接触領域の検討を行う。

2. 接触を考慮したアルゴリズムの開発

解法の基本原理としては、はじめに従来の Winkler のばねを持つ平板の解析を行い、図 1-(a)のように浮き上がりが生じた場合には、浮き上がった部分（区間 1-2）のばねを図 1-(b)のように除去する。つまり、地盤と構造物の間に引張力が生じたとき、両者間に発生する引張応力を解放し、ばねを切断して力を伝達しないようにする。これにより、浮き上がりの部分の接触を断つことができる。

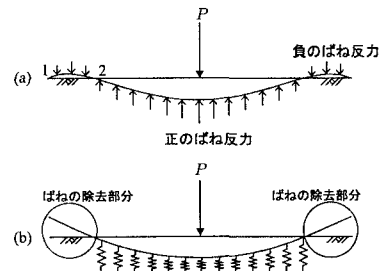


図1 浮き上がりに対する考え方

3. 法枠の有効接触領域の検討

前述のアルゴリズムを用い、実際の法枠の平板の形状及び寸法[3]を用いて解析を行う。法面を抑える構造物である法枠は目的に応じてクロスタイプ、セミスクエアタイプ、スクエアタイプを用いる場合が多い。法枠のタイプの選定に際し、最も基本となるのはクロスタイプであり、クロスタイプの採用に難点がある時に他のタイプの検討を行う。そこで、本論文では法枠のタイプを選定する方法として接触領域の検討を行う。

図 2 に解析モデルの寸法及び要素分割図を示した。また、図のように解析厚を徐々に変化させることにより実際の構造物をより忠実にモデル化している。部分分布荷重 p はアンカーで平板の中心を固定する場合を想定し、モデル中央部の 16 要素にそれぞれ 10kgf 載荷している。

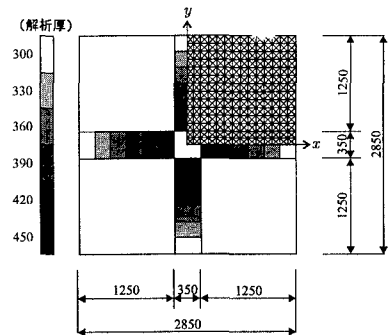


図2 構造物の寸法(単位: mm)

表1 基本材料定数

弾性係数	: E (kgf/cm ²)	3.3×10^5
地盤反力係数	: k_h (kgf/cm ³)	20~100.
解析厚	: t (cm)	30~45.
ポアソン比	: ν	0.167

表 1 に解析に際し使用した基本材料定数を示す。

図 3 は、地盤反力係数 k_h を 50kgf/cm³ として、コンクリート板に部分分布荷重を作用させた場合の地盤反力分布図であり、隅角部分からの浮き上がり現象が見られる。

この浮き上がり現象を検討するために、図 4、図 5 に x 軸に最も遠

キーワード：RBSM，地盤上の平板，接触

〒170-0005 東京都豊島区南大塚 3-32-1

TEL.03-5950-7201

い要素の重心点 ($y=140.764\text{cm}$ 上) を評価点とした図を示す. 図4が荷重値を一定にし, 地盤反力係数を変化させた場合, 図5が地盤反力係数を一定にし, 荷重値を変化させた場合である. これらの点を評価点とすることで, 隅角部付近の評価が可能となる. なお, 縦軸に地盤反力を取り, 横軸に図2において設定した y 軸からの距離をとっている. これらの図から, 浮き上がりの発生する距離は荷重値によらず, 地盤反力係数によることがわかる.

いま, 図6のように浮き上がり部分までの半径を r とし, セミスクエアタイプに対する内接円の半径を R とする. なお, 図中の L はスクエアタイプの全体幅を表している. もし, 浮き上がり部分までの半径 r が, セミスクエアタイプの内接円の半径 R よりも小さくなれば, スクエアタイプの平板を使用するよりも, セミスクエアタイプの平板を使用した方が有効であるといえる. このことを検討するために, 地盤反力係数 k_h をパラメータとして浮き上がりまでの半径 r を求めたものを図7に示す. 縦軸に r をとり, 横軸には $1/\sqrt{L^3 \cdot k_h/D}$ をとっている. ただし, D は解析厚の平均値を用いた場合の曲げ剛性を示している. なお, 図中の点線は, R の値である. $k_h > 280(\text{kgf/cm}^3)$ であるならば, $r < R$ となるため, 法面を保護するのにセミスクエアタイプのコンクリート板で十分となる. また, 浮き上がりまでの半径と地盤反力係数との関係式を, 最小二乗法により求めると以下のようになる.

$$r = 57.281 + 8.451\bar{k}_h - 0.150\bar{k}_h^2$$

図7の太線はこの式を表している. これは, 平板の浮き上がりまでの距離を近似するものであり, 最適な平板形状を選択する上で検討の目安となると思われる.

4. まとめ

地盤との接触を考慮に入れた解析を行うことを目的に, 地盤と平板との接触を考慮したアルゴリズムを開発し, 法枠の有効接触領域の検討を行った. その結果, 地盤反力係数が 280kgf/cm^3 以上であれば, セミスクエアタイプの法枠で法面を保護するのに十分であるといえる. 以上の結果を基に, 浮き上がりまでの半径と地盤反力係数との関係式を求め最適な平板形状を選択するための基準式を提案した. ただし, この式は地盤反力係数の影響を検討したものであり, 地耐力の影響は考慮に入れていないため, 今後, 地耐力を考慮に入れて検討を行う必要があると思われる.

参考文献

- 1) 能町純雄: 弾性基礎にある四辺, 四隅自由な矩形板の曲げについて, 土木学会論文集第32号, pp26-32, 1956.
- 2) Kawai, T.: New element models in discrete structural analysis, Journal of the Society of Naval Architects of Japan, No.141, pp187-193, 1977.
- 3) PC フレーム協会編: PC フレームアンカー工法 設計・施工の手引き, PC フレーム協会, 1994.

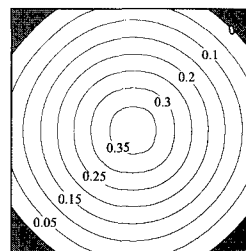


図3 地盤反力分布図(単位: kgf/cm^2)

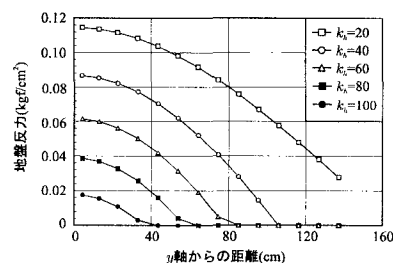


図4 地盤反力図($p = 10\text{kgf}$)

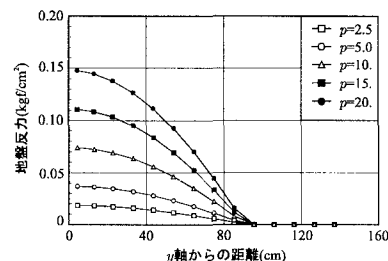


図5 地盤反力図($k_h = 50\text{kgf/cm}^3$)

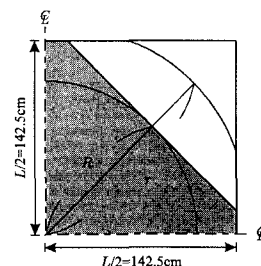


図6 浮き上がりによる半径

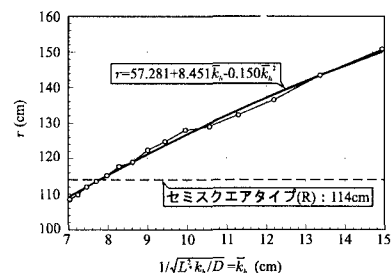


図7 地盤反力係数と半径との関係