

鋼板セルの安定性に関する研究

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
大阪大学大学院 学生員 ○小林 晃

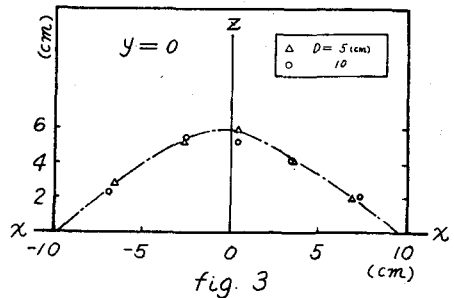
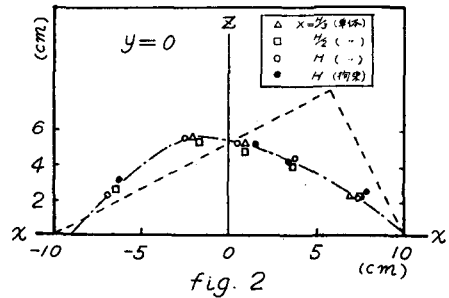
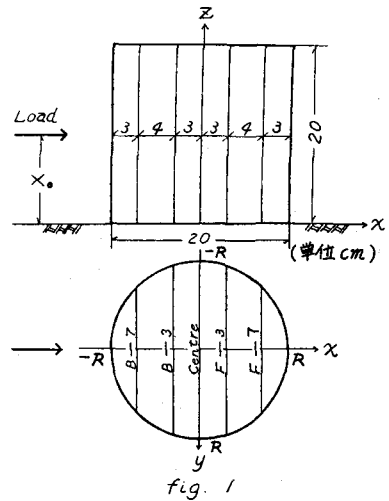
1 まえがき

最近、経済性と施工性の点から、砂地盤上にもセル構造物が建設されるようになった。しかし、比較的弱い地盤を対象とする適切な設計法はみあたらない。本研究は、模型実験により円形セル内のスベリ面形状を立体的に求め、砂地盤上における鋼板セルの安定条件式を提示するものである。

2 スベリ面形状を求める実験

実際の鋼板セルの板厚は非常に薄く、直径15m程度のもので、肉厚は10mm前後しかない。したがって、殻が変形すれば中詰砂もそれに応じて変形すると考えられる。そこで、本実験ではセル殻として可塑化塩化ビニルを用い、中詰砂に色砂をそう入した。そして、中詰砂の原型における重量効果を考慮し、セルには根入れを持たせて実験を行なった。色砂のそう入位置とセル内の座標をfig.1に示す。載荷により、 x - z 断面の色砂線はセン断され、ズレが生じる。このずれた点を結びと各断面で一つの境界線、すなわちスベリ線が得られる。この境界線は y - z 断面について求められ、両断面の境界線の変化を知ることにより、セル内のスベリ面形状がわかる。

fig.2,3は $y=0$ における x - z 断面のスベリ線の位置を示す。fig.2より、四つのケースを通じてほぼ同じ位置にスベリ面が生じ、スベリ面は載荷位置 x_0 と側壁拘束の有無に影響されないことがわかる。同図には、北島が二重壁模型で求めたランキンの受働、主動スベリ線が破線で、本実験でのスベリ線は一点鎖線で示されている。北島のスベリ線は受働側に比べて明らかに主動側が急となっている。一方、本実験のスベリ線は受働側がやや急となっている。またfig.3から、根入れ長 D が減少するに従い、スベリ線は z 軸に対称となることが推察される。したがって、平面ヒズミ状態での模型実験から得たスベリ面形状を、円形セルに適用することは困難だと思われる。



以上により、円形セル底面のスベリ面は fig. 2.3 の曲線を母線とする回転体と考えられる。

3 解析の概要

上で求めたスベリ面の形状と砂地盤上のセル体の挙動に着目し、砂地盤上の根入れのない鋼板セルの解析を次の仮定のもとに行なう。

- (1) 砂地盤上のセル底面のスベリ面を球面とする。
- (2) スベリ球面は、セル殻下縁でその接線が殻と内部摩擦角 ϕ をなすものとする。
- (3) 球面上に乗った中詰砂の水平外力に対する抵抗力を計算する。
- (4) その方法として、球面の中心まわりの摩擦抵抗モーメント M_f をとる。
- (5) 中詰砂の鉛直土圧はその深さに比例して球面上に分布する。

上に示す仮定から導かれた M_f は次式で示される (fig. 4 参照)。

$$M_f = 2\pi \gamma R^4 \left\{ \frac{\alpha}{3}(1 - \sin^2 \phi) - \frac{\beta}{4}(1 - \sin^2 \phi) \right\} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\sin \phi}{\cos \phi} (H/R + \tan \phi), \quad \beta = \frac{\sin \phi}{\cos \phi}$$

ここで、 γ : 中詰砂単位体積重量、 ϕ : 中詰砂内部摩擦角

H : セル高さ、 R : セル半径

4 実験結果との比較

われわれの模型載荷実験の結果と、北島の鋼板セル転倒モーメント式、矢板セルの三次元抵抗を評価した R. Albert の式、及び上記提案式(1)による計算結果を比較検討する。

fig. 5, 6 はそれぞれ $X/H = 2.0, 3.0$ の場合の破壊荷重 P_b と載荷位置 X の関係を示している。両図より、 X/H と載荷位置にかかわらず提案式の結果は実験値とよく一致している。

fig. 7 は理論値 M_e と実験値 M_e の比 M_e/M_e 及び ϕ の関係を示したものである。ただし、 $\phi = 30.9^\circ, 40.3^\circ, 42.6^\circ$ のプロットは大型模型 ($H = 2R = 0.5 \sim 20m$) のものである。図より、提案式による理論値は実験値と比較的よく一致を示し、他の理論値よりも安全側となっている。

参考文献: 1) 北島照一: 鋼板セルの設計法, 土と基礎, 14-12, PR-3-11, 1966. 2) R. Albert, et al.: Etude a L'aide de Modeles Reduits

de Batardeux Massifs Reposant Sur Foundation Rigide, 5th European Conf., vol. 1, PP. 231-239, 1972.

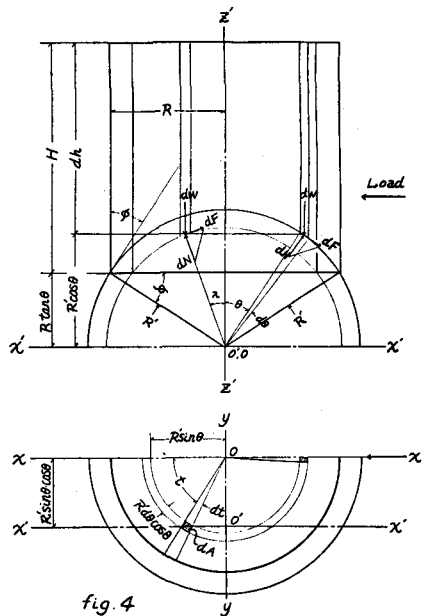


fig. 4

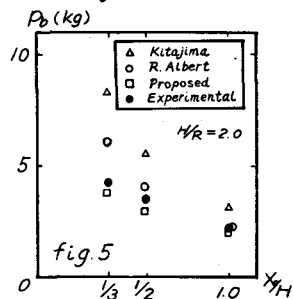


fig. 5

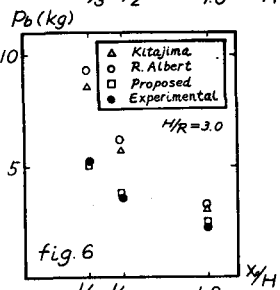


fig. 6

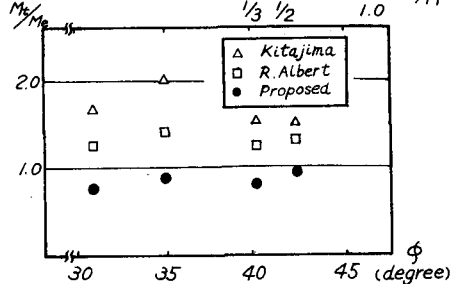


fig. 7