

鋼板セルの安定性について

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
同 大学院 学生員 ○原田 好博

① まえ書き 近年、比較的軟弱な地盤にも建設可能な根入れタイプの円形鋼板セルが開発されたが、このようなセルの挙動はまだ十分に解明されてはいない。現在日本にある鋼板セルの設計法は、強固な地盤上に据え置くタイプを対象とし、その設計式は二重壁モデルから誘導されている。本研究は、中詰土の三次元的スベリ面形状を実験的に求め、セルの実測挙動をも検討して、根入れを有する鋼板セルの抵抗モーメント算定法を新たに提案するものである。

② セルの変形特性およびスベリ面形状

本文中に用いるセルの諸元を Fig.4 に示す。

〈根入れの効果〉 Fig.1 は鋼板セル大型模型実験における荷重とセル天端の変位の関係を示したもので、図より、根入れ長が増すにしたがい、同一荷重時の変位は小に、極限荷重は大になることがわかる。その理由は、極限荷重時に根入れ地盤の受働土圧が抵抗するためである。

〈回転中心〉 Fig.2 は極限荷重付近におけるセルの回転中心を示したもので、図より、セルは、載荷により根入れ面下セル中央付近の点を通る直線を軸として回転し、破壊に至ると考えられる。

〈セル内のスベリ面形状〉 photo.1 は模型実験における載荷方向セル中央断面の載荷後の色砂線の変化を撮影したものである²⁾。色砂線にずれを生じた点を結ぶと一本のスベリ線が描かれ、セル内の多数の縦断面についてスベリ線の変化を追跡することにより、セル内の三次元的スベリ面形状は、次のような特徴をもつことがわかった。①上向きに凸はなめらかな曲面であり、②その曲面とセル殻との交線は、前壁で根入れ面付近を通り、背面に近づくほど位置が高くなる。③曲面の頂点はセル中央断面の後壁寄りにある。

③ 解析方法と解析結果の検討

(1)仮定 上記の事項に着目し、セル中詰土の抵抗と根入れの効果について、次の仮定を設ける。

①セル内のスベリ面は地盤面下に中心をもち、壁面と Fig.3 に示すように交わる球面と考える。②中詰土の抵抗力はスベリ面上の摩擦抵抗モーメントによって生ずる。③スベリ面上の鉛直応力はその上部の中詰土層の重量に等しい。④抵抗モーメントの軸はスベリ面

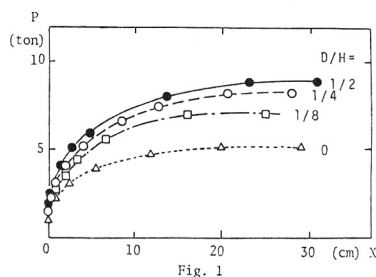


Fig. 1

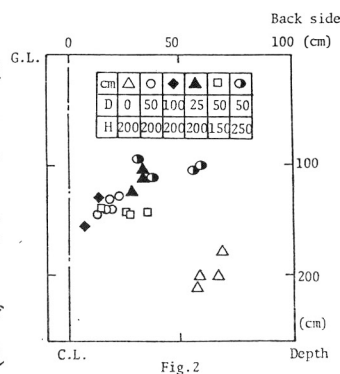


Fig. 2

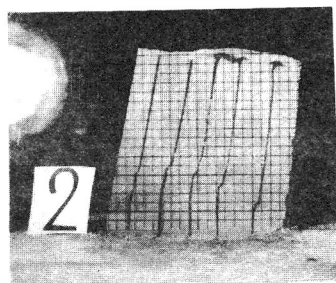


Photo. 1

TOMIO ITO, YOSHIHIRO HARADA

の中心を通る直線とする。⑤根入れの効果としては地盤の土圧のみを考慮し、Fig.4に示す土圧分布を想定して、スベリ面中心まわりのモーメントのつりあいを考える。⑥根入れ部の壁面摩擦はスベリ球中心より前面では上向き、背面では下向きに作用する。

(2)解析結果 以上の仮定に基づいて解析を行えば、根入れを有する鋼板セルの全抵抗モーメント M_T は次式で与えられる。

$$M_T = M_{T0} + M_E \quad M_{T0}: \text{中諾抵抗モーメント} \quad M_E: \text{土圧抵抗モーメント}$$

$$M_{T0} = 3PH + \int_0^{\theta_1} (\alpha - \beta \cos \theta) \sin \theta \cos^2 \theta \sqrt{1 - \sin^2 \theta} dt dt$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \tan \phi \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} + \frac{R'}{R} \right) \left[1 + \frac{R'}{R} \left(1 - \tan \frac{\pi}{2} \right) \right], \quad \beta = \tan \phi \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} + \frac{R'}{R} \right)$$

$$\theta_1 = f(\alpha, \beta) = \sin^{-1} \left\{ \frac{1}{R'} (2 \cos \theta + \sqrt{R'^2 - 1} \sin^2 \theta) \right\}$$

$$R' = \sqrt{2} R / \cos \frac{\pi}{2}, \quad \alpha = R \tan \frac{\pi}{2}$$

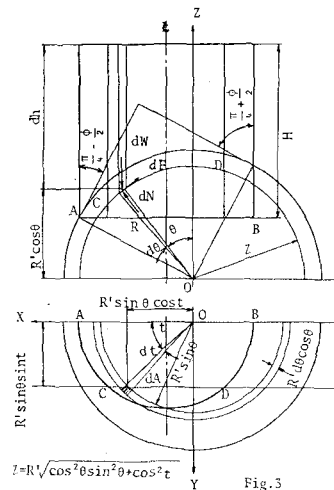


Fig. 3

(3)解析結果の検討 上記提案式を大型模型実験結果ならびに現行設計法の基礎をなす北島の式³⁾と比較してみる。

Fig. 5、Fig. 6は R/H の変化に伴う実験時の破壊荷重 P_d と各提案式より求めた極限荷重 P_r の関係を示したものである。両図より、本提案式による値は根入れ長の変化にかかわらず実験値とよい対応を示しているが、北島の式による値は実験値と逆の傾向を示し、根入れが浅い場合はセルの抵抗を過大評価し、根入れの深い場合は過小評価することになる。

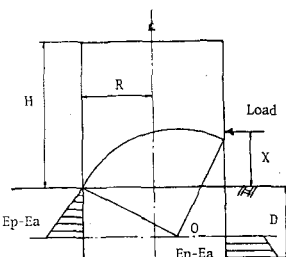


Fig. 4

Fig. 7は R/H の変化に伴う P_r/P_d の関係を示したものである。

図より、 R/H の変化にかかわらず本提案式による値は、北島の式を用いた場合に比して実験値とよい一致を示している。

参考文献 1)住友金属、K.K.、その他：鋼板セル模型実験報告書案。2)伊藤、小林：鋼板セルの安定性に関する研究、土木学会関西支部年次学術講演会概要集、S.54、Ⅲ-33。

3)北島昭一：鋼板セルの設計法、土と基礎、14-12、PP 3~11、1966。

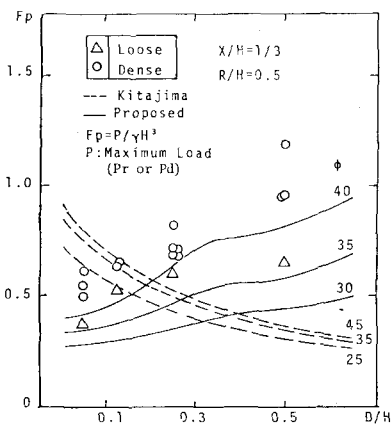


Fig. 5

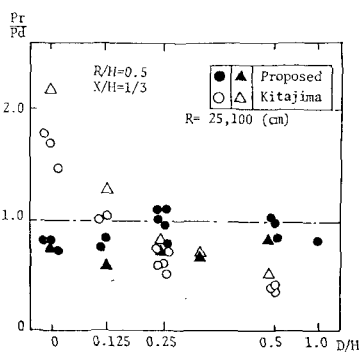


Fig. 6

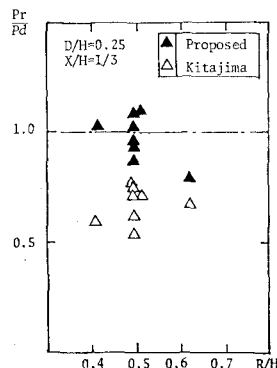


Fig. 7