

労働省産業安全研究所 正会員・堀井宣幸
同 上 吉久悦二

1、まえがき

軟弱な地盤上で、移動式クレーンなどの建設車両が作業を行う場合、自重と作業荷重により沈下を生ずるが、この沈下量がある範囲を超えると転倒の危険性が出てくる。従って、作業中の沈下量を予測し転倒の危険性を評価することは、安全上重要な事項といえる。沈下量を予測するには、地盤の荷重-沈下関係を明らかにする必要がある。このため本研究では、各種の載荷板による載荷実験を行い、荷重-沈下特性および載荷板の形状の違いが荷重-沈下関係に及ぼす影響について検討した。

2、実験概要

試料とした土質は、東京都清瀬市内の当所実験場内より採集した関東ロームであり、表1にその物理的性質を示す。載荷実験は土槽内の模型地盤と実験場内の盛土地盤の両方で行った。写真1は模型

表-1 物理的性質

比 重	2.76
液性限界	161%
塑性限界	108%
塑性指数	53%

地盤での実験概況である。土槽は四辺が80cm、深さ75cmの鋼製であり、試料を深さ70cmまで、含水比と密度が一定（目標値 $w=100\%$, $\gamma_t=1.314 \text{ tf/m}^3$ ）になるよう注意して詰め込んだ。計測にはマイクロ・コンピュータ（PC-9801）を利用しており、動ひずみ計で増幅された荷重計と変位計からの出力は、逐次A/D変換され、リアルタイムにディスプレイ上にグラフとして表示することができ、同時にメモリーに記憶される。図1は実験に用いた載荷板であり、外径の異なるリング状の載荷板（巾20mm）を組み合わせ、接地面積（リング間隔）を変えて載荷実験を行った。

3、実験結果と考察

地盤の荷重-沈下特性 載荷圧と沈下量の関係を示したのが図2である。なお、 A/A' は実験に使用した載荷板と図1に示したaタイプの載荷板との面積比である。沈下量を予測するには、載荷圧と沈下量との関係をモデル化する必要がある。従来より各種の関数で近似する方法が提案されている¹⁾。実用的な観点から、簡単な関数で近似することを検討した結果、Kondner²⁾が応力-ひずみ曲線の近似に用いた双曲線によって、載荷圧

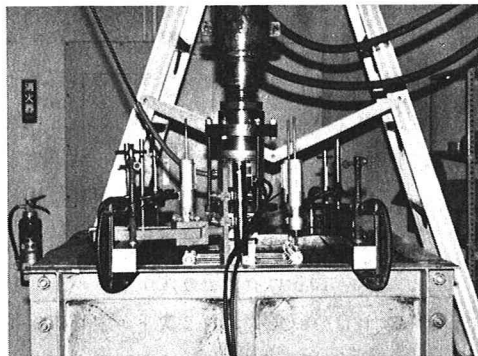


写真-1 模型地盤での実験状況

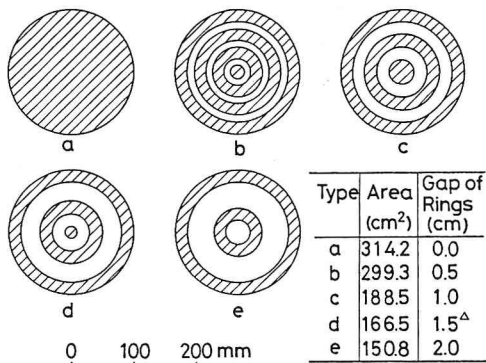


図-1 載荷板の形状

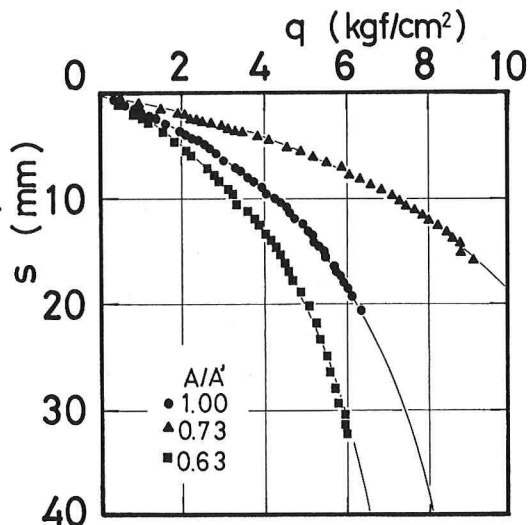


図-2 載荷圧と沈下量の関係

一沈下関係をかなりの精度で近似できることがわかった。
一般に双曲線は(1)式で表わされる。(1)式を変形

$$q = \frac{s}{a + b s} \quad - (1), \quad s/q = a + b s \quad - (2)$$

ここに、 q : 載荷圧、 s : 沈下量、 a 、 b : 実験係数
すると(2)式が得られ、 $s/q \sim s$ 座標上で a は s/q 軸切片、 b は勾配として求められる。図2に示した実験結果を $s/q \sim s$ 座標で整理したのが図3であり、データは、ほぼ、直線上にプロットされ双曲線近似が可能
なことがわかる。なお、沈下量が小さい部分では直線からはずれるが、絶対値が小さいので実用上は問題がない
と思われる。このようにして求めた近似曲線を図2に示したが、当然ながら実測値と良い一致をみせており、双
曲線を用いればより簡易に沈下量が推定できそうである。

地盤内応力分布 模型地盤には、地盤内応力分布を調べるため土圧計を埋め込んだ。図4はaタイプ載荷板の実験結果で、載荷板中心深さ $z=0.5a$ 、 a 、 $2a$ 、 $3a$ の位置における地盤内応力 σ の分布である。ただし、 a は載荷板半径($a=10\text{ cm}$)である。図中の破線は、ブーシネスクの理論解である。載荷圧 q の増加に伴う応力の変化は、地表に近い程、かつ載荷板中央に近い程大きく(図略)、応力の集中する傾向がうかがわれた。

載荷板形状の違いによる影響 一般に、同一載荷圧、同一形状のもとでは、載荷面積が増大するにつれて沈下量も増加することが知られている。今回用いたリング状載荷板では、リングの間隔がある値以上大きくなると、この関係は成立しなくなる(図5)。しかし、全載荷重でみると、あるリング間隔までは、同一沈下量に対する全載荷重はほぼ等しく(図略)、載荷面積が減少してもその効果は変わらない現象がみられたが、今回の実験では、その理由を明らかにすることはできなかった。

4. おわりに

限られた条件下での実験であり、定性的な議論に終始したが、今後は実験条件を増やし、定量的な関係を明らかにしたいと考えている。最後に、この研究を行うに当り貴重な御意見をいただいた、武蔵工業大学片田敏行氏に深謝いたします。

<参考文献> 1) 宇都, 冬木, 桜井; 載荷試験から得られる荷重-変位曲線の非線形回帰について(その3), 土木学会第38回年次講演会

2) Kondner, R. L. "Hyperbolic Stress-Strain Response: Cohesive soils," ASCE, Vol. 89, No. SM9 3) Akai, K. & Otsuki, H. "Model Studies On The Stress Distribution And The Bearing Capacity Of Soil Ground", Proc. JSCE No. 223 4) 土質工学会編; 土質調査法, pp 347, 1976

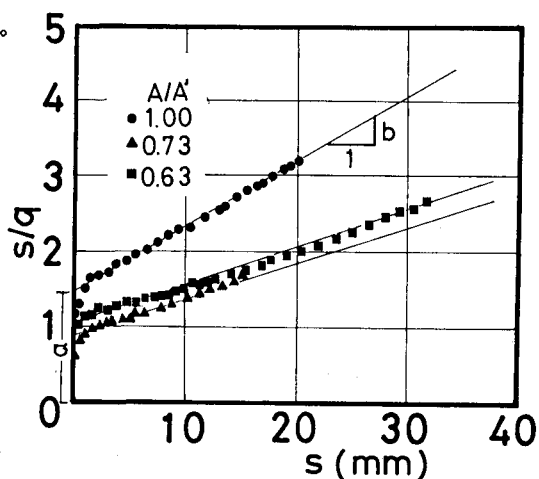


図-3 s/q と s の関係(双曲線近似)

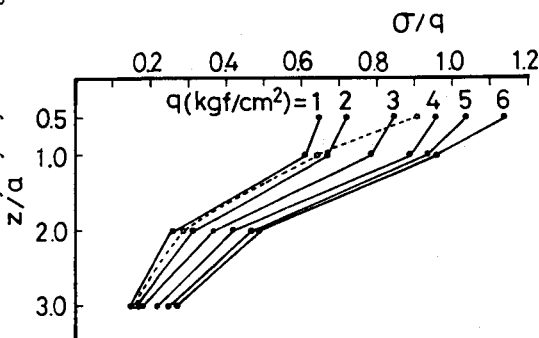


図-4 地盤内応力の分布

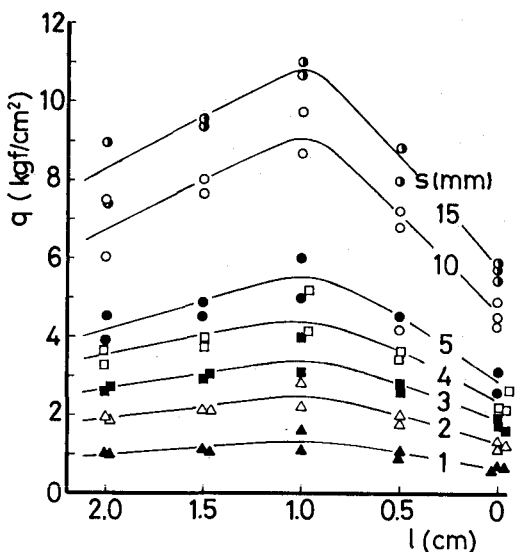


図-5 載荷圧とリング間隔の関係