

大阪大学工学部 正員 伊藤富雄
大阪大学研究生 正員 晴山謹

1 まえがき

軟弱地における土木機械のトラクタビリティは重要な問題で、それを良くする方法として、接地圧の低下が考えられ、3角履板が用いられている。しかし、この3角履板を装着した湿地ドーザーに関する研究は、実験的にはかなり行なわれているが、理論的研究はほとんどない。本報告は、單一3角履板による推進力及びすべり線を理論的に求め、実験により検証した結果を示すものである。

2 塑性理論による解析

本解析では、すべり線のせん断抵抗により生ずる履板の推進力と、すべり線の形状を塑性理論により求める。

(1) 履板の模型化と、履板と地盤間の境界条件に対する考え方

3角履板に作用する上載荷重は、静止時においては、図-1に示すO B及びA' B面により支えられるが、左方への走行時においては、A' B面と地盤間に隙間を生じたため、A' B面による支持は期待できず、OB面だけにより支えられる。この場合の力関係を図-2のように考える。図-1のA' O面に作用する等分布荷重 q が、図-2のAO面に等分布荷重 $2q$ として作用し、鉛直面ABには等分布推進力 P_0 、OB面には $2q$ と P_0 の合力 R が作用すると考える。この R の大きさは、図-3により求めろ。OB面の右側には、図-4のように主働、過渡、受働の3領域を考え、主働領域と履板の境界面OBでは、図-5のような境界条件が考えられる。

(2) 推進力とすべり線の解析

主働、過渡、受働の3領域におけるすべり線上のせん断抵抗力とその形状を塑性理論を用いて求める。履板と地盤間の境界条件として、図-5の関係を用いると次の式を得る。

$$A_0 + B_0 \cos 2\psi = B_0 \sin 2\psi \tan \beta + 2q$$

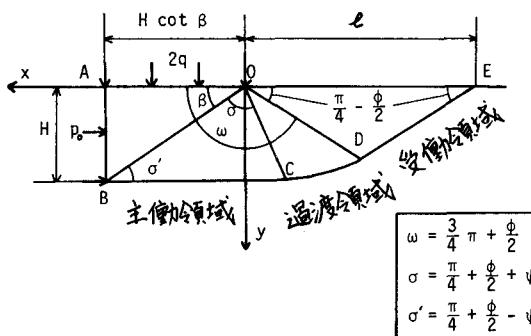


図-4 解析上の一般図

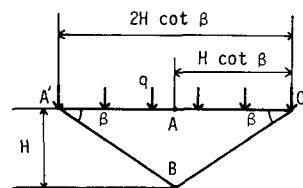


図-1 静止時の3角履板

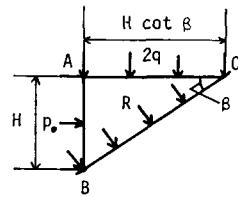


図-2 走行時の3角履板の解析模型

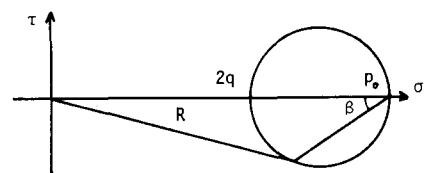


図-3 履板の上面、鉛直面とOB面の力関係

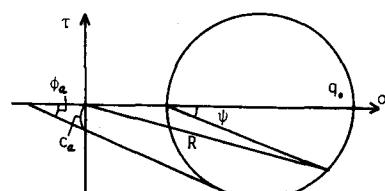


図-5 地盤と履板の境界面における応力関係

$$\frac{A_0}{B_0} = \frac{\theta_0}{2} \left\{ 1 + \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi_a}{2} \right) \right\} + C_a \tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi_a}{2} \right)$$

ϕ_a : 履板と地盤間の摩擦角 (rad)

C_a : 履板と地盤間の付着力 (KN/m^2)

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi_a}{2} \right) \left[\delta t H \sec^2 \phi \cosec \beta \sin \alpha' \left\{ \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) (1 + \sin \phi) e^{3(\frac{\pi}{2} - \beta - \psi) \tan \phi} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{\sin \phi}{1 + 9 \tan^2 \phi} \left\{ \sin (\alpha' + \beta) + 3 \tan \phi \cos (\alpha' + \beta) - (\sin \omega + 3 \tan \phi \cos \omega) \right. \right. \right. \\ &\quad \times e^{3(\frac{\pi}{2} - \beta - \psi) \tan \phi} \left. \left. \right\} \right] + c \cosec \phi \left\{ (1 + \sin \phi) e^{2(\frac{\pi}{2} - \beta - \psi) \tan \phi} \right\} \\ &\quad \left. + C_a - T_H \cosec \beta \sec \phi \sin \alpha' \cos (\alpha' + \beta) \right] \end{aligned}$$

δt : 土の単位体積重量 (N/m^3)

ϕ : 土の内部摩擦角 (rad)

c : 土の粘着力 (KN/m^2)

上式を満足する ϕ を求めて ϕ_a とする
と、推進力 T_H は次のようになる。

$$T_H = 2H (B_0 \sin 2\phi_a \cosec 2\beta + \gamma)$$

一方、すべり線の形状は、 ϕ_a と図-4の関係より求まるが、詳細は参考文献を参照されたい。

3 実験

実験に使用した土は、クラウンクレイ ($W = 90.1\%$, $\delta t = 16.91 N/m^3$, $\phi = 0.225 rad$, $C = 1.33 KN/m^2$, $\phi_a = 0.221 rad$, $C_a = 1.17 KN/m^2$, $W_L = 99.8\%$, $W_P = 44.3\%$) と阪大構内のシルト質ローム土 ($W = 33.2\%$, $\delta t = 14.93 KN/m^3$, $\phi = 0.764 rad$, $C = 7.07 KN/m^2$, $\phi_a = 0.080 rad$, $C_a = 3.00 KN/m^2$, $W_L = 93.1\%$, $W_P = 30.4\%$) である。

履板の形状は、図-6 及び 7 のとおりである。2次元状態の測定値を得るために、長さ 20 と 30 cm の 2 種の履板を用いた。測定値は 3 ~ 5 回の実験の平均値である。

4 結果と考察

推進力についての計算値と実験値は、表のとおりである。すべり線及び図-4 の ℓ については、シルト質ローム土の場合は、図-6 と表のとおりである。クラウンクレイの場合の計算値は、図-7 と表のとおりであるが、実験値については確認できなかった。

以上によると計算値と実験値は近似的に等しく、従って誘導式は、3 角履板車両の推進力及びすべり線の位置の予測に役立つと思われる。

参考文献

伊藤、青山：塑性理論による履板の推進力およびすべり線の研究、第 14 回土質工学研究発表会、1979.

表 計算値と実験値の比較

| 土の種類 | 履板の種類 | 上載荷重 $g (KN/m^2)$ | 推進力 $T_H (N/m)$ | | $\ell (cm)$ | |
|---------|-------|-------------------|-----------------|------|-------------|------|
| | | | 計算値 | 実験値 | 計算値 | 実験値 |
| クラウンクレイ | A型 | 3.43 | 326 | 348 | 0.94 | 6.9 |
| | B型 | | 263 | 307 | 0.86 | 5.5 |
| シルト質ローム | A型 | 8.83 | 1038 | 1170 | 0.89 | 11.1 |
| | | | | | 11.7 | 0.95 |

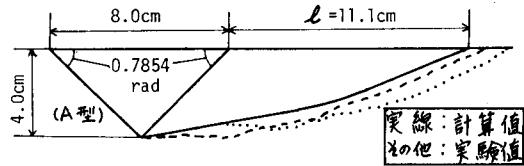


図-6 すべり線の計算結果と実験結果の比較 (シルト質ローム土)

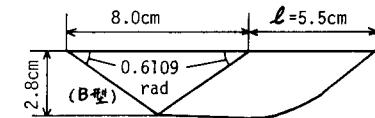
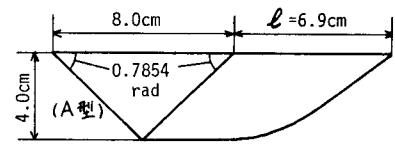


図-7 理論計算によるすべり線 (クラウンクレイ)