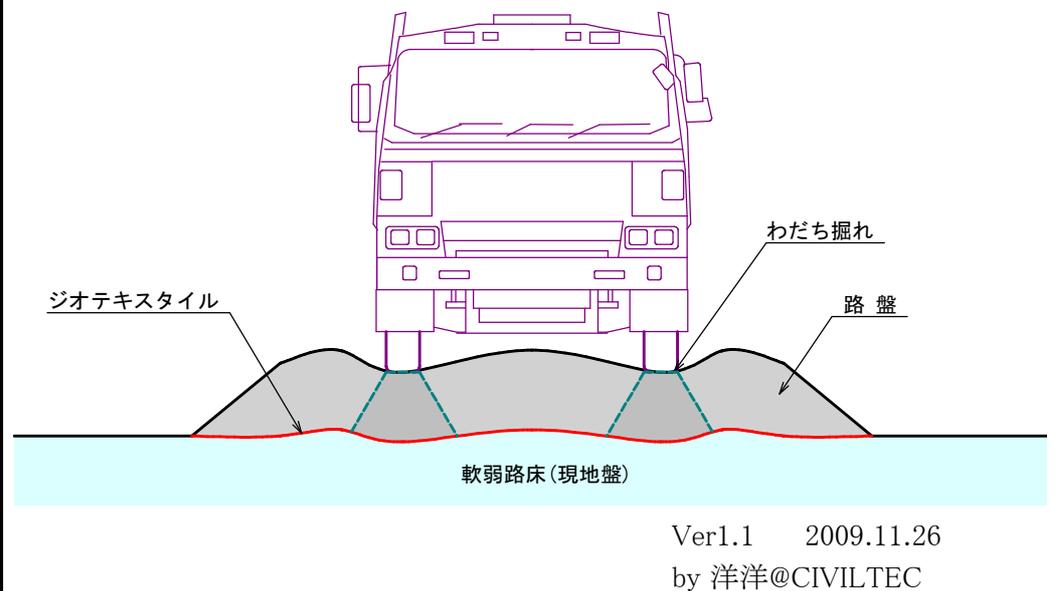


わだち掘れ対策・敷設材工法計算



1. 当ソフトの計算目的

当ソフトは、軟弱な路床の上に仮設道路や交通量の少ない道路を未舗装で構築する場合に、わだち掘れ対策としてジオテキスタイルを用いた場合の必要路盤厚を計算するものです。

2. 当ソフトの計算手法

当ソフトの計算方法は「斜面・盛土 補強土工法技術総覧」(P.480～P.482)に示された「GiroudとNoiray」の設計法によります。

この方法は、米国工兵隊(WES)の実験に基づいて理論的に構築されたものです。

3. 当ソフトの使い方

計算書シートの入力欄(黄色セル)を全て入力した後に、シート上部の「計算実行ボタン」を押して下さい。

入力値を修正した場合も必ず「計算実行ボタン」を押して下さい。

4. 当ソフトの作成に当たって参考とした文献

- ・「斜面・盛土 補強土工法技術総覧」(株)産業技術サービスセンター
- ・「Technical Reference TDS007 DESIGN OF UNPAVED ROADS WITH TENAX GEOGRIDS」
TENAX社の技術資料
- ・「Fabric for Reinforcement and Separation in Unpaved Roads」
Minnesota Local Road Research Board資料

ジオテキスタイルによる未舗装道路の補強

計算方法は「斜面・盛土 補強土工法技術総覧」(P.480～P.482)に示された“GiroudとNoiray”の設計法による。

計算書タイトル		仮設道路の必要路盤厚の計算			
項目		記号	数値	単位	備考
地盤条件	路床(原地盤)の粘着力	C	15.000	kN/m ²	
交通荷重	軸荷重	P	80.0	kN	
	輪距(トレッド)	e	1.900	m	
	タイヤの接地幅	B	0.500	m	
	タイヤの接地長さ	L	0.200	m	
	荷重Pの通過回数	N	10,000	回	
	荷重の分散角(無補強時)	α_0	31.00	度	
ジオテキスタイルの曲げ強さ (引張弾性係数 :Tensile Modulus)		K	525.0	kN/m	
許容わだち深さ		r	0.150	m	

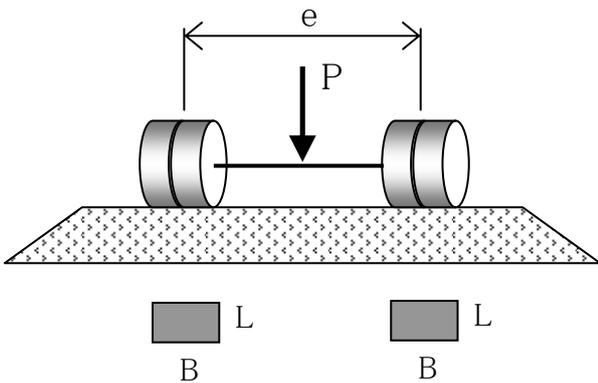


図-1 荷重作用図

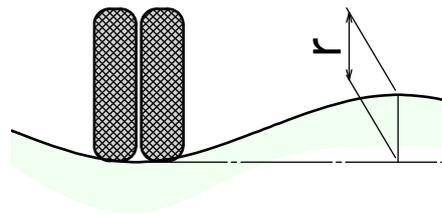


図-2 わだち掘れ図

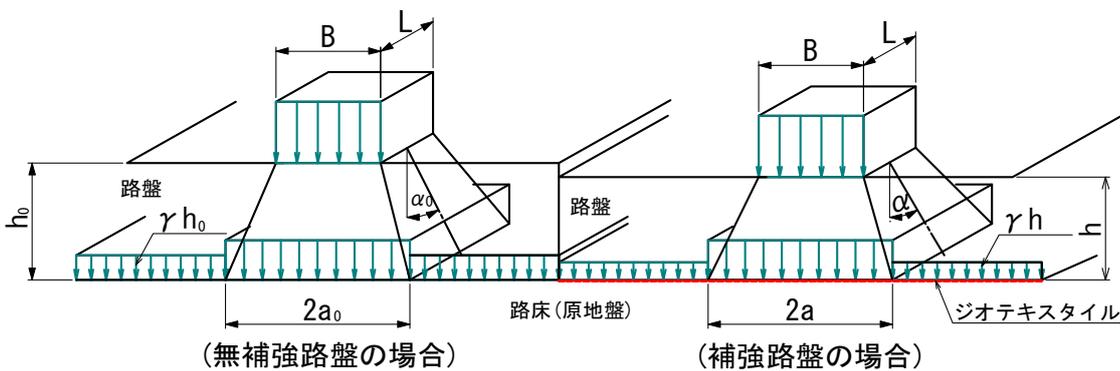


図-3 路盤中の荷重分散図

1. 軸荷重による路床(原地盤)への接地圧(pf)の計算式

路盤による応力分散効果により、接地圧面積が拡大し、拡大した面積における応力が原地盤に作用すると考える。この場合、原地盤に作用する接地圧は、式(1) によって求める。

$$pf = \frac{P}{2 \cdot (B + 2 \cdot h \cdot \tan \alpha) \cdot (L + 2 \cdot h \cdot \tan \alpha)} + \gamma \cdot h \quad \text{----- (1)}$$

ここに、

- pf : 原地盤に作用する接地圧 (kN/m²)
- h : 路盤の厚さ
- P : 路盤に作用する軸荷重 P = 80.000 (kN)
- B : タイヤの接地幅 B = 0.500 (m)
- L : タイヤの接地長さ L = 0.200 (m)
- γ : 地盤の単位体積重量
- α : 荷重分散角

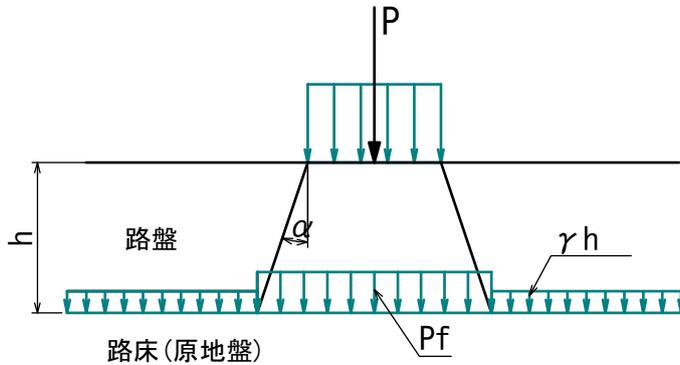


図-4 荷重分散図

2. 地盤の極限支持力度の計算式

路床(原地盤)の極限支持力度は、次の式で計算する。

・ジオテキスタイルで補強した場合

$$qu1 = (\pi + 2) \cdot C + \gamma \cdot h \quad \text{.....(2)}$$

・無補強の場合

$$qu2 = \pi \cdot C + \gamma \cdot h \quad \text{.....(3)}$$

ここに、

- qu1: 補強地盤の極限支持力度 (kN/m²)
- qu2: 無補強地盤の極限支持力度 (kN/m²)
- C : 原地盤の粘着力 C = 15.000 (kN/m²)
- h : 路盤の厚さ
- γ : 地盤の単位体積重量

3. ジオテキスタイルが分担する荷重の計算

ジオテキスタイルが分担する荷重(P_g)と発生ひずみ(ϵ)は、変形形状を図-2のように仮定して、次式により求める。

$$\begin{aligned}
 P_g &= \frac{K \cdot \epsilon}{a \sqrt{1 + (a / 2s)^2}} \quad \text{----- (4)} \\
 &= \frac{525 \times 0.0179}{0.427 \sqrt{\{1 + (0.427 / 2 \times 0.083)^2\}}} \\
 &= \frac{9.398}{1.178} \\
 &= 7.974 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、

P_g : ジオテキスタイルが分担する荷重(kN/m²)で次の式(a),(b),(c)より式(4)が誘導される。

$$a \cdot P_g = t \cdot \cos \beta \quad \text{----- (a)}$$

$$\tan \beta = a / (2s) \quad \text{----- (b)}$$

$$t = K \cdot \epsilon \quad \text{----- (c)}$$

t : ジオテキスタイルに生じる引張力 (kN/m)

ϵ : ジオテキスタイルに生じるひずみ、式(5)または式(6)で計算。

β : ジオテキスタイルの変形角(鉛直面となす角度)

K : ジオテキスタイルの曲げ強さ = 525.0 (kN/m)

a : わだち掘れの沈下幅の半分 (m)、式(9)で計算する。

a' : わだち掘れの盛り上がり幅の半分 (m)、式(10)で計算する。

b : 弧ABの長さの半分 (m)、式(11)で計算する。

b' : 弧BBの長さの半分 (m)、式(12)で計算する。

s : わだちで生じる深さ (m)、式(7)または式(8)で計算する。

r : 許容わだち深さ = 0.150 (m)

e : 輪距(トラッド) 1.900 (m)

h : 補強道路の必要路盤厚、8.で計算する。

$$h = 0.156 \text{ (m)}$$

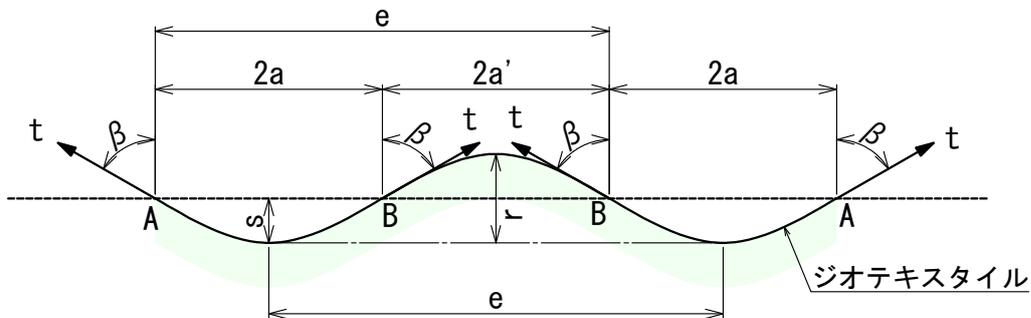


図-5 ジオテキスタイルの変形図

$$\begin{aligned} \varepsilon &= (b + b') / (a + a') - 1 \quad (a' \geq a \text{ の場合}) \quad \text{----- (5)} \\ &= 0.0179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= b / a - 1 \quad (a' < a \text{ の場合}) \quad \text{----- (6)} \\ &= 0.0258 \end{aligned}$$

採用 $\varepsilon = 0.0179$

$$\begin{aligned} s &= r \cdot a' / (a + a') \quad (a' \geq a \text{ の場合}) \quad \text{----- (7)} \\ &= 0.083 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= 2r \cdot a^2 / (2a^2 + 3a \cdot a' - a'^2) \quad (a' < a \text{ の場合}) \quad \text{----- (8)} \\ &= 0.072 \end{aligned}$$

採用 $s = 0.083 \text{ (m)}$

$$\begin{aligned} a &= (B + 2h \cdot \tan \alpha) / 2 \quad \text{----- (9)} \\ &= 0.427 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a' &= (e - B - 2h \cdot \tan \alpha) / 2 \quad \text{----- (10)} \\ &= 0.523 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{a}{2} \left[\sqrt{1 + (2s/a)^2} + \frac{a}{2s} \ln \left\{ \frac{2s}{a} + \sqrt{1 + (2s/a)^2} \right\} \right] \quad \text{----- (11)} \\ &= 0.438 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b' &= \frac{a'}{2} \left[\sqrt{1 + \{2(r-s)/a'\}^2} + \frac{a'}{2(r-s)} \ln \left\{ \frac{2(r-s)}{a'} + \sqrt{1 + \{2(r-s)/a'\}^2} \right\} \right] \quad \text{----- (12)} \\ &= 0.529 \text{ (m)} \end{aligned}$$

4. 交通量を考慮した無補強道路の必要路盤厚(h_0')の計算

交通量を考慮した無補強道路の必要路盤厚(h_0')は、次式により求める。

$$h_0' = \frac{1.6193 \cdot \log N + 6.3941 \cdot \log P - 3.7892 \cdot r - 11.8887}{C^{0.63}} \text{ ----- (13)}$$

ここに、

N : 交通荷重の通過回数=	10,000 (回)
P : 交通荷重(軸荷重)	80,000 (m)
r : 許容わだち深さ =	0.150 (m)

式(13)に 諸数値を代入して

$$h_0' = \frac{6.189}{5.507}$$

$$= 1.124 \text{ (m)}$$

5. 交通量を考慮しない無補強道路の必要路盤厚(h_0)の計算

交通量を考慮しない無補強道路の必要路盤厚(h_0)は、 $pf=qu^2$ 、 $h=h_0$ として式(1)と式(3)より求める。

式(1) = 式(3) とおいて、

$$\pi \cdot C = \frac{P}{2 \cdot (B + 2 \cdot h_0 \cdot \tan \alpha_0)(L + 2 \cdot h_0 \cdot \tan \alpha_0)}$$

h_0 に関して整理すると、次の二次方程式となる。

$$4 \cdot \tan^2 \alpha_0 \cdot (B + L) \cdot h_0^2 + 2h_0 \cdot \tan \alpha_0 \cdot (B + L) + B \cdot L - P/(2 \pi C) = 0$$

∴

$$h_0 = \frac{-(B + L) + \sqrt{(B + L)^2 - 4(B \cdot L - C_1)}}{4 \cdot \tan \alpha_0}$$

$$= \frac{1.167}{2.403}$$

$$= 0.486 \text{ (m)}$$

ここに、

$$C_1 = P/(2 \pi C) = 0.849$$

6. 交通量を考慮しない補強道路の必要路盤厚(h)の計算

交通量を考慮しない補強道路の必要路盤厚(h)は、 $pf - Pg = qu_1$ として式(1)、式(2)及び式(4)より求める。

$pf - Pg = qu_1$ において、

$$(\pi + 2) \cdot C = \frac{P}{2 \cdot (B + 2 \cdot h \cdot \tan \alpha)(L + 2 \cdot h \cdot \tan \alpha)} - Pg$$

hに関して整理すると、次の二次方程式となる。

$$4 \cdot \tan^2 \alpha \cdot (B + L) \cdot h^2 + 2h \cdot \tan \alpha \cdot (B + L) + B \cdot L - P/2\{(\pi + 2)C + Pg\} = 0$$

$$h = \frac{-(B + L) + \sqrt{(B + L)^2 - 4(B \cdot L - C_2)}}{4 \cdot \tan \alpha}$$

$$= \frac{0.704}{4.536}$$

$$= 0.155 \text{ (m)}$$

ここに、

$$C_2 = P/2\{(\pi + 2)C + Pg\} = 0.470$$

α : 補強時の荷重分散角で次式で求める。

$$\tan \alpha / \tan \alpha_0 = 1.1 + 0.0015 \cdot K$$

$$\alpha = \text{atan}^{-1}\{(\tan \alpha_0 \cdot (1.1 + 0.0015 \cdot K))\}$$

$$= 48.596 \text{ (}^\circ\text{)}$$

7. ジオテキスタイルの補強効果による必要路盤厚の減少分

ジオテキスタイルを敷設したことによる、必要路盤厚の減少分は次式から求める。

$$\Delta h = h_0 - h$$

$$= 0.486 - 0.155$$

$$= 0.331$$

8. 交通量を考慮した補強道路の必要路盤厚(h')の計算

交通量を考慮した補強道路の必要路盤厚は次式から求める。

$$h' = h_0' - \Delta h$$

$$= 1.124 - 0.331$$

$$= 0.793$$

9. 計算結果のまとめ

・無補強時の必要路盤厚	$h_0' =$	1.124	(m)
・ジオテキスタイルで補強した場合の必要路盤厚	$h' =$	0.793	(m)
・ジオテキスタイルによる必要路盤厚の減少分	$\Delta h = h_0' - h' =$	0.331	(m)
		29.45	(%)
・ジオテキスタイルに生じるひずみ	$\varepsilon =$	1.79	(%)
・ジオテキスタイルに生じる引張力	$T = K \cdot \varepsilon =$	9.40	(kN/m)