

Ⅲ-B145 土中埋設部材に作用する鉛直土圧（その3：土圧評価式）

NKK 正会員 ○関口宏二
NKK 正会員 堀内 博

NKK

運輸省港湾技術研究所

正会員 南部俊彦

正会員 菊池喜昭

1. はじめに

鋼製L型の斜材に作用する鉛直土圧の評価式を確立することを目的として、①評価手法（解析手法）検証のためのアルミ棒土槽試験¹⁾、②同試験に対する数値解析²⁾、③検証された解析手法を用いての実大構造物の数値解析を実施した。本報告では、実大構造物の解析結果とそれに基づく鉛直土圧評価式について述べる。

2. 実大構造物の解析

文献1)2)で検証した解析手法により、地盤底面（鋼製L型の底版位置）から地盤表層までの地盤厚さ(T)を常に一定にした状態で、土中部材の埋設深さ(H)をパラメータとする解析を行った。解析手順としては、地盤底面からフランジ上面までの地盤(層Ⅰ)に初期応力を与えた後に、部材要素を固定した状態で、土被りに相当する地盤(層Ⅱ)を4～6段階で載荷させた。鉛直荷重は、載荷終了時のフランジ荷重、側面摩擦力および両者の合計をそれぞれ土被り荷重 γBH (γ :単位体積重量、B:部材幅)で除し、土圧割増係数 α_f 、 α_s および α として評価した。解析モデルの範囲は、鋼製L型の標準的な斜材間隔、幅5m（解析ではモデルの対称性から2.5m）とし、地盤厚さTは6,9,12mの3ケース設定した。想定部材はフランジ幅(B)300mm×桁高600mmのH形鋼とした。解析ケースを表1に示す。地盤のヤング係数は層Ⅰ、Ⅱそれぞれにおいて深さによらず一定とし、ダイレイタンシー角 θ 、粘着力C、単位体積重量 γ 、ポアソン比 ν はすべてのケースを通して $\theta=10^\circ$ 、 $C=0$ 、 $\gamma=1.0\text{tf/m}^3$ 、 $\nu=0.3$ とした。

表1 解析ケース

解析 ケース	地盤厚 (m)	ヤング係数 (tf/m ²)		内部摩擦 角($^\circ$)
		層Ⅰ	層Ⅱ	
Case 1	12	2000	2000	30
Case 2	12	500	500	30
Case 3	12	1500	2000	30
Case 4	12	2000	2000	25
Case 1	12	2000	2000	30
Case 5	12	2000	2000	40
Case 6	6	2000	2000	30
Case 7	9	2000	2000	30
Case 1	12	2000	2000	30

3. 解析結果

図1に、Case1,2,3の解析結果をH/Bとの関係で示す。図から、 α はH/B=10程度で最大値に達しそれ以降は次

第に小さくなる傾向が見られる。これは、H/Bが大きくなると部材から下方の地盤の厚さが薄くなり、地盤の圧縮に伴う相対沈下量が小さくなるためと考えられる。側面の割増係数 α_s は、土被り深さHで整理しているため土被りの浅いH/Bの小さい方で見かけ上大きくなっているが、ほぼ一定値を示している。また、層Ⅰおよび層Ⅱのヤング係数が同じ様な地盤(Case1,2)では、ほとんど土圧割増係数が等しく、層Ⅰに対して層Ⅱが柔らかい場合(Case3)では、フランジが受ける荷重が小さくなることからわかる。

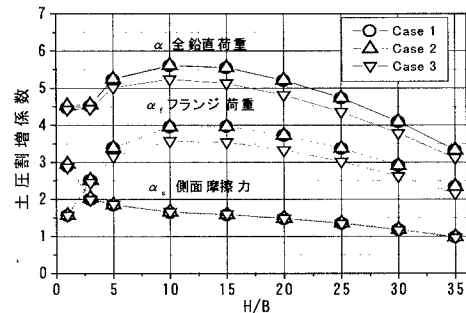


図1 解析結果（ヤング係数の影響）

4. 鉛直土圧評価式

全鉛直荷重Vは、フランジ部が受ける鉛直荷重を $V_u(=\alpha_f \cdot \gamma HB)$ 、部材側面の摩擦力を $V_s(=\alpha_s \cdot \gamma HB)$ とすると、以下のように表すことができる。

$$V = V_u + V_s = (\alpha_f + \alpha_s) \cdot \gamma HB$$

【フランジ部の土圧割増係数 α_f 】

図2(b)に示すフランジ荷重の土圧割増係数 α_f の解析結果を次式により近似し、Mを地盤の内部摩擦角 ϕ の一次関数によって決まる係数に定義した。

$$\alpha_f = 1 - M \cdot \left(\frac{H}{B} \right) \cdot \ln \left\{ \frac{\left(\frac{H}{B} \right)}{\left(\frac{H}{B} \right)_{\max}} \right\} \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、

H/B：部材幅に対する土被り厚の比

H/B_{max}：部材幅に対する鋼製L型の底版の深さ

M：地盤の内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)によって決まる係数

$$(\quad = 0.090 + 0.004 \cdot \phi \quad)$$

キーワード：鉛直土圧評価式、土圧割増係数、2次元弾塑性FEM解析

連絡先：〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1 TEL044-322-6218 FAX044-322-6519

【側面摩擦力の土圧割増係数 α_s 】

土中に埋設されたH型部材に作用する力は文献 1)の図 1 のように示される。部材両側面の摩擦力 V_s は $V_s = 2 \cdot D \cdot \tau$ であるので、 $\tau = \mu \cdot \sigma_h$ 、 $\sigma_h = K_s \cdot \gamma \cdot H'$ 、 $H' = H + D/2$ を代入すると、 $V_s = (2D/B)(1 + D/2H)K_s \mu \cdot \gamma HB$ と表すことができる。そこで、 α_s を次式のように定義し、側方土圧係数 K_s についても M 値と同様に図 2(c) の側面荷重の解析結果を近似し、地盤の内部摩擦角 ϕ の一次関数によって決まる値とした。

$$\alpha_s = \left(\frac{2D}{B} \right) \left(1 + \frac{D}{2H} \right) \cdot K_s \cdot \mu \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに、

B：部材幅

H：フランジ上面までの地盤の土被り厚

D：部材高さ

μ ：部材側面の摩擦係数

(H 型鋼のように地盤同士ならば $\mu = \tan \phi$)

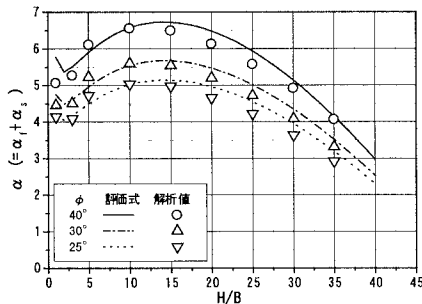
K_s ：部材側面に作用する側方土圧係数

($= 0.853 - 0.007 \cdot \phi$ 、 ϕ ：地盤の内部摩擦角($^\circ$))

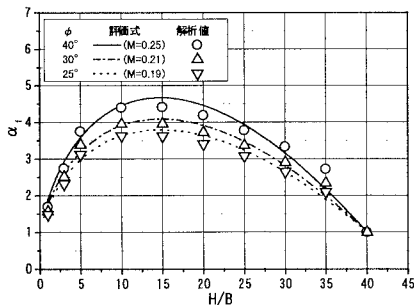
5. 提案式と解析値の比較

図 3(a)(b)(c)に、図 2 の解析結果から導いた評価式(1)(2)を用いて地盤厚さ 6,9,12m の土圧割増係数を算出した結果を解析値と併せて示す。図から、評価式は、内部摩擦角 ϕ と鋼製 L 型の底版までの深さ H/B_{max} の値が定まれば鋼製 L 型の斜材に作用する土圧割増係数をほぼ算定することが可能であるものと考えられる。

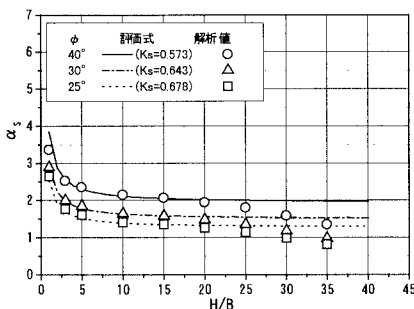
【参考文献】1)南部ら：土中埋設部材に作用する鉛直土圧(その 1),第 54 回土木学会年講,1999.発表予定。 2)南部ら：同題(その 2),54 回土木学会年講,1999.発表予定。



(a) 全鉛直荷重

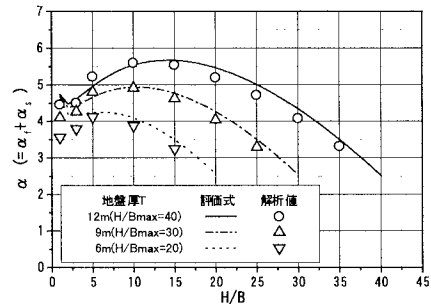


(b) フランジ荷重

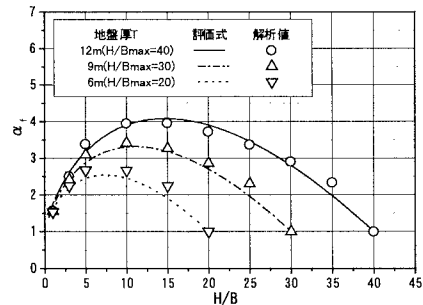


(c) 側面摩擦力

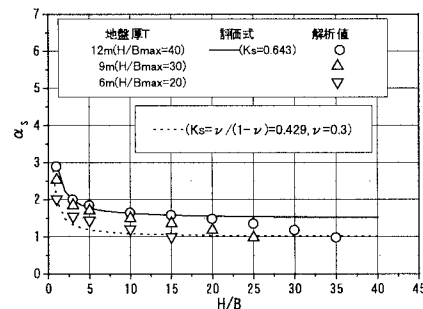
図 2 解析結果（内部摩擦角の影響）



(a) 全鉛直荷重



(b) フランジ荷重



(c) 側面摩擦力

図 3 解析結果（地盤厚さの影響）