

摂南大学 工学部 正会員 井上 治
タジマ工業 正会員 ○小南 幸二
摂南大学・工学部 福井 崇

1. まえがき

近年、盛土や土留め工に、土を内部から強化することにより保持する補強土工法が急速に普及している。しかしながら、補強土工法には多種類の工法があり、設計において必ずしも引張り補強部材の算定式には未解明なところも多い。それは引張り部材が各工法により多種多様の部材を用いるためでもある。単一な構造（棒状や平面状）では、上載圧と部材の面積による摩擦力の関係で対処することができる。しかしながら、チェーン材のような複雑な形状では、引抜きを摩擦抵抗のみで説明することは困難である。そこで本研究は、チェーンの引抜き抵抗を摩擦力と支圧力および土のせん断力が介在すると考え、支圧部の評価を考えるために砂質土におけるチェーンの引抜き抵抗試験を行って、支圧抵抗係数 μ と a/D (D ; 直径, a ; チェーンの内長) との関係を調べてみた。

2. 実験概要

実験装置は、図-1 に示すように A は引抜きワイヤーを巻き取り、補強材を引抜く装置である。地盤には豊浦標準砂を用い、補強材の配置場所は地盤層の中央に配置し、地表面には上載荷重を等分布に分布させるため、厚さ 3 cm のゴムマットを敷き、加圧板上に 100 kgf を載荷して引抜き試験を行った。また、引抜き力と変位はスプリングバランスとダイヤルゲージにより計測した。補強材の形状については図-2, 各寸法については表-1 に示している。

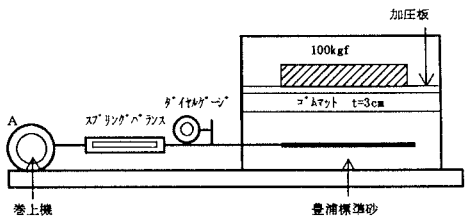


図-1 実験装置

3. 引抜き抵抗試験の整理法

チェーンの引抜き抵抗 (F_b) は摩擦抵抗と土のせん断抵抗と支圧抵抗により成り立つものと考え次のような (1) 式を用いた。

$$F_b = \frac{F_1}{\text{摩擦抵抗力}} + \frac{F_2}{\text{せん断抵抗力}} + \mu \cdot F_3 \cdots (1) \text{式}$$

$$F_1 = A_0 \cdot \sigma v_1 \cdot \tan(\phi/2) \cdot N$$

$$F_2 = 2 \cdot A \cdot \sigma v \cdot \tan \phi \cdot N$$

$$F_3 = K p \cdot \sigma v \cdot (B - D) \cdot D \cdot N$$

ここに $A_0 : \pi \cdot D \times L_1$ (チェーン 1 個の表面積)、また ϕ はこの装置を用いて直径 2.5 mm の丸棒で摩擦係数を求め、これから $\phi = 32^\circ$ の値を得た。

$$K p = (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$$

$$\sigma v = P / A_0 + \gamma \cdot Z$$

$$\sigma v_1 = (\sigma v + K \cdot \sigma v) / 2$$

$$K = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$$

図-3 は各抵抗の考え方を図示している。

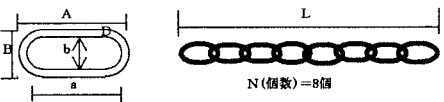


図-2 形状

	D	A	a	B	b	N (個)	L (単位: cm)
イ	0.3	3.1	2.5	1.1	0.5	8	20.6
ロ	0.4	3.7	2.9	1.4	0.6	8	24.0
ハ	0.5	4.2	3.2	1.8	0.8	8	26.6
ニ	0.6	4.5	3.3	2.0	0.8	8	27.6

表-1 各寸法

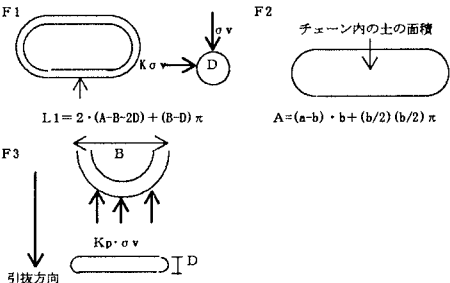


図-3 各抵抗力の説明

4. 実験結果と考察

引抜き実験のデータより引抜き抵抗力(F_b)の決定方法にはいろいろな手法があるが、ここでは図-4に示した方法で決定した。図-4は縦軸に引抜き抵抗力(F)、横軸に引抜きに伴う移動量を取り、5回行った試験結果をプロットして初期点からほぼ比例関係にある点を直線で引き①、比例関係を保たなくなった点を結び②、この①と②の直線の交点A点を引抜き抵抗力(F_b)とした。図-4は一例として補強材イについて引抜き抵抗力(F_b)を求めたものである。表-2はこの方法で2ケースのチェーン(イ、ロ、ハ、ニ)の引抜き抵抗力(F_b)の数値を算出した表である。

(1) チェーンの μ と a/D の関係

チェーンの支圧抵抗は図-5のように考え、表-2で得た(F_b)を用い μ を算出した。図-6は各チェーンの支圧抵抗係数(μ)と支圧の直径(D)・チェーンの内長(a)比の関係、すなわち a/D の関係を示したものである。この表によると μ と a/D の関係は一義的に成り立つようである。そこで μ と a/D の関係を近似式に示すと、

$$\mu = m \cdot a/D + n$$

となる。ここで m , n は土の種類、含水比や密度等によって決まる常数とみなされる。

(2) 支圧を有するチェーンと丸鋼の引抜き抵抗力の違い

図-7は同条件で引抜き実験を行った $D=5.5\text{mm}$ の実験結果である。 $D=5.5\text{mm}$ の2本の丸鋼を引っ張った断面積は $D=5.0\text{mm}$ のチェーン1本を引っ張った断面積と同等であるので、 F_b の値を比較すると

丸鋼の $F_b=8\text{kgf}$ 、チェーンの $F_b=28\text{kgf}$ となり

チェーンの引抜き力の方が丸鋼に対して3.5倍の増加の引抜き抵抗力が認められた。これはチェーンには摩擦力だけではなく、チェーンが内包する支圧抵抗力とチェーン内部の土のせん断抵抗力があるためと思われる。

5. 終わりに

チェーンの μ と a/D の関係を調べてみた結果、

- (1) チェーンの径 D とチェーン内長の割合(a/D)と支圧抵抗係数(μ)との関係は一義的に成立する。
- (2) 同じ断面積をもつ丸棒とチェーン筋の抵抗力はチェーン筋が大きくなる。

実験に協力いただいた摂南大学 工学部 熊谷忠之、生駒晃一両君に謝意を表します。

参考文献：(1)山路徹・他5名：ジオグリッドと土の摩擦特性 土質工学会年講 1995.7

(2)福岡正巳・他2名：建設基礎・地盤設計施工便覧

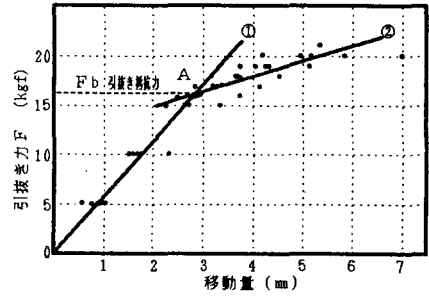


図-4 引抜き抵抗力

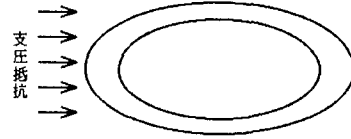


図-5 支圧部の考え方

補強材	F_b (kgf)	F_{b_s} (kgf)
イ	18.5	18.5
ロ	20.4	20.8
ハ	28.0	28.6
ニ	32.0	33.2

表-2 各補強材の引抜き抵抗力

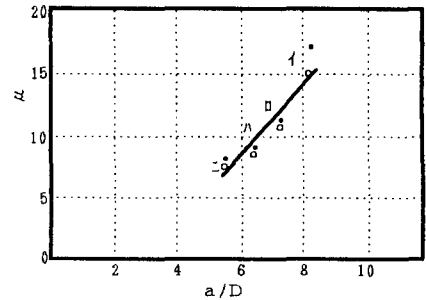


図-6 チェーンの支圧抵抗係数 μ と a/D の関係

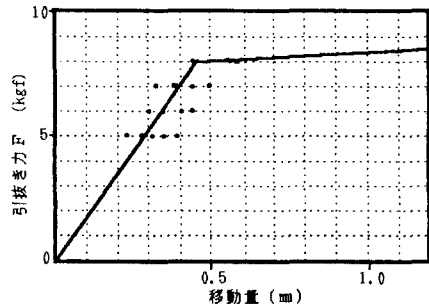


図-7 丸鋼の引抜き抵抗力