

鋼製チェーンと鋼製フレームで補強した急勾配高盛土の施工と計測結果

(株) タジマ工業 田中和雄, 正 ○北村明洋
 (財) 地域地盤環境研究所 正 福田光治, 早川 清

1. はじめに

本研究で対象とする斜面補強工は鋼製チェーンの引張り力と鋼製フレーム枠を用いた壁面工から構成され、スリットウォール工法と呼ばれるものである。補強工のメカニズムは既存のテールアルメやジオグリッドのように補強材と土の摩擦力によって発揮される引張り力を期待する設計思想で、基本的な考えは既に発表している^{1, 2)}。本論文では計測結果に基づいて急勾配高盛土への適用例を示したものである。

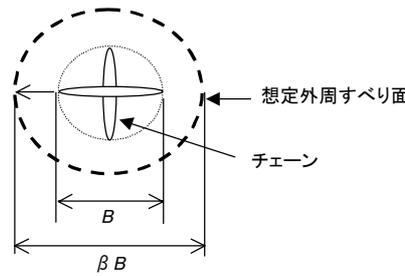
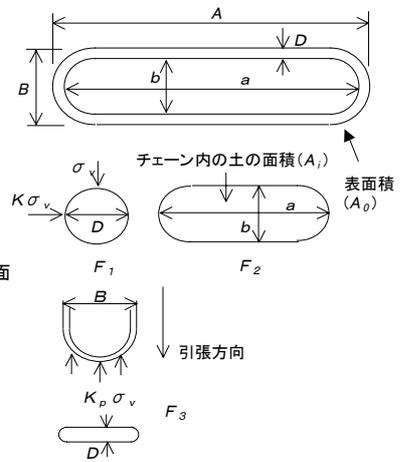


図-2 外周評価モデル

図-1 チェーン抵抗モデル

2. 補強工の設計

チェーンと土の相互作用としての引張り力は井上らの砂による室内試験結果を基礎データにして、図-1に示す形状を用いてチェーン1個の抜け出し時極限支持力から誘導されている¹⁾。しかし、この考えでは適用土質を狭めてしまうので、図-2に示すように筒状の抜け出しでモデル化して、土とチェーン形状および相互作用としてのダイレイタンスが考慮できるように式(1)、(2)を提案した²⁾。

$$F_f = \pi B \times \beta \times \text{長さ} \times \tan \phi' \times (1 + K_0) / 2 \times \sigma_v' \quad (1)$$

$$\alpha = \beta \times (1 + K_0) / 2 \quad (2)$$

ここに \$F_f\$: 基礎成分となる外周の摩擦力, \$K_0\$: チェーン外周に作用する平均的な土圧で、井上らの方法と同じように Jaky 式で算定することとしている。\$\beta\$: 井上らの摩擦力と等価になるチェーン外周のすべり面の直径とする補正係数, \$\alpha\$: チェーン筋周辺の土圧の補正も含めた全体的な補正係数である。対応する補正係数 \$\alpha\$ は図-3になり、\$\beta\$ は内部摩擦角によらず1程度が得られた。

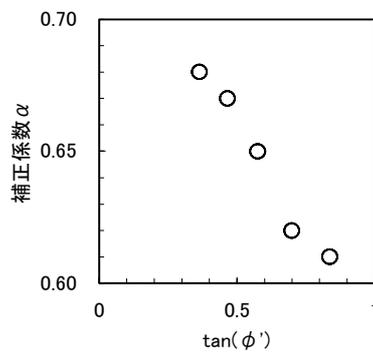


図-3 内部摩擦角と補正係数

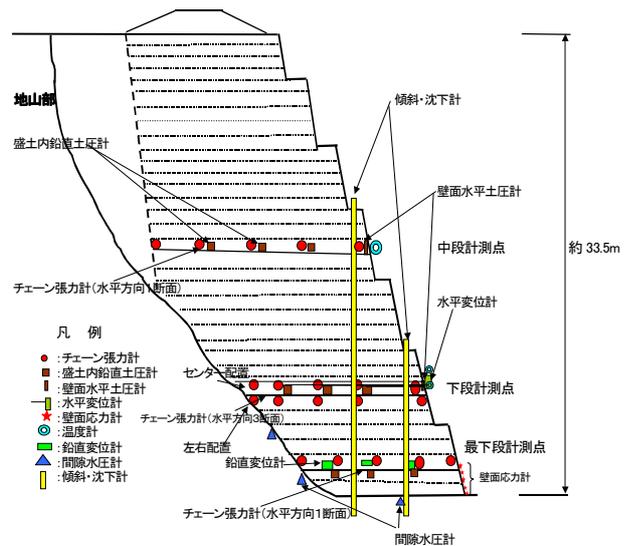


図-4 急勾配高盛土の施工例

3. 急勾配高盛土への適用例と計測方法

図-4は斜面勾配1:0.3、高さ約33.5mの急勾配高盛土の補強例と計測位置を示している。盛土材は図-5に示す粒度分布の砂質土で、三軸圧縮試験結果では、内部摩擦角 \$34^\circ\$、粘着力 \$C_u = 8.2 \text{ kN/m}^2\$ が得られている。\$q_{\text{limit}}/2\$ に対応する割線変形係数は表-1に示すように \$E = 30 \sim 70 \text{ MPa}\$ で拘束圧の増加に伴い増大する傾向を示している。計測管理項目は図-4に示すチェーン引き抜き力、フレームの応力、チェーンと壁面工に作用する土圧、沈下、地下水位、傾斜などである。測定深度は最下段、下段、中段の3箇所、斜面内分布が求められるように敷設した。

表-1 盛土材の強度と変形係数

圧密圧力 kN/m ²	圧縮強さ ($\sigma_1 - \sigma_3$) kN/m ²	q/2 kN/m ²	E kN/m ²	e ₀
49	179.8	89.9	29967	0.475
98.1	300.7	150.35	33411	0.475
196.1	669.3	334.65	66930	0.475

4. 計測結果

図-6は盛土に伴う下段のチェーン張力の経時変化を示したものである。盛土厚さ約23m付近で約9ヶ月間盛土が中断されており、この期間クリープ現象がみられる。

補強土, チェーン, 斜面安定, 設計, 計測, 引抜き抵抗力
 和歌山市船所11番地12号, Tel 073(452)3571, Fax 073(453)1743

図-7は下段のチェーンの斜面内引張り力分布を示している。下段チェーンはφ11mmである。許容引張り力は40kN/本であるが、最終盛土段階で発生している引っ張り力は最大9kN/本で

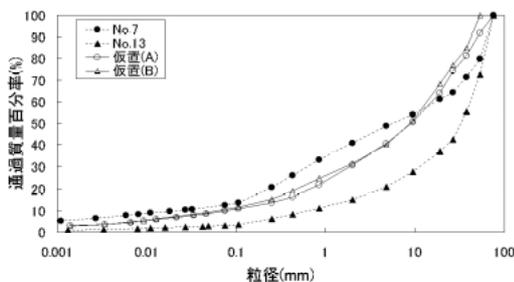


図-5 盛土材の粒度分布

チェーンは安全であることを示している。チェーンの引張り力分布は図-7に示すように壁面側から斜面奥側には凸状の分布をしており、壁面から約5m付近まで増加する傾向がみられる。こうした関係は最下段、下段、中段とも類似した傾向を示している。図-8は下段チェーンの水平方向変位を示している。約33.5mの盛土厚さに対して最大2.06cmの水平変位が計測され、比較的堅固な状態で盛土が仕上がったことを示している。

表-2 補強材・壁面材施工管理基準

		管理基準値	備考
補強材： チェーン	φ6mm	12	引張り力 (kN/本)
	φ8mm	20	
	φ11mm	40	
壁面材：スリットバー		110.8	曲げ応力 N/mm ²

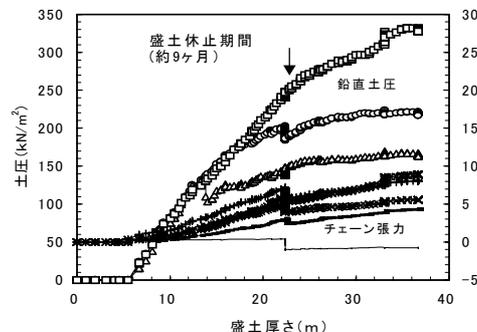


図-6 盛土に伴うチェーン張力

5. 引抜き試験結果

盛土完成後下段と中段で引抜き試験を行った。チェーン径はそれぞれφ11, 8mmで、自由長部分(φ11mm:10.6m, φ8mm:14.1m)にはシーす管を入れ、アンカー部分(φ11mm:6.4m, φ8mm:5.9m)の引抜き力を調べることにした。図-9は試験結果を示しており、φ11mmのチェーンでは最大引抜き力63kN/本、φ8mmのチェーンについては最大38kN/本を作用させた。このうちφ8mmチェーンは破断まで载荷した。従って表-2に示す設計条件は期待できることが分った。

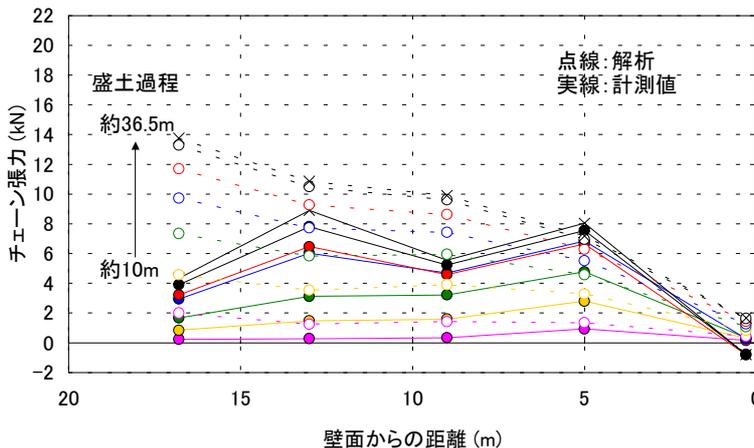


図-7 チェーン張力分布

6. おわりに

本論文では鋼製チェーンを使用した斜面補強設計法の整理結果と、斜面高さ約33.5m、斜面勾配1:0.3への適用例を示した。しかし土は多様なダイレイタンスー効果を示すので、本論文で示したダイレイタンスー係数の特性や信頼性は確認されていく必要がある。また設計法ではチェーンに作用する摩擦力は土柱重量を基礎にしているので、補強される斜面が大規模化した場合の急勾配高斜面内部の土圧分布にも十分研究していく必要がある。

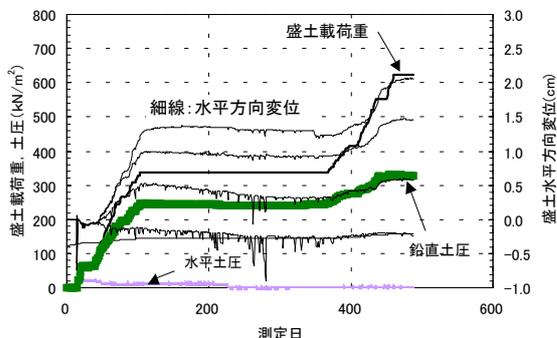


図-8 盛土に伴う下段水平変位

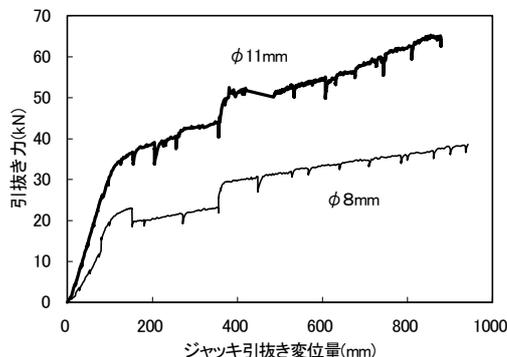


図-9 引抜き試験結果

参考文献) 1) 井上治, 小南幸二, 福井崇, 補強土工における砂質土のチェーンの引き抜き抵抗について, 土木学会関西支部年次学術講演会, III-55-1,2, 1998. 2) 田中和雄, 北村明洋, 福田光治, 早川清, 下野段朋恵, 鋼製チェーンとフレーム枠で補強した急勾配高盛土の施工, 土木学会第57回学術講演会, III-422, pp.843-844, 2002.