

スリップ処理付鋼矢板の効果について

長崎大学工学部 正員 棚橋 由彦

同上 ○学生員 土井 一史

九州大学工学部 正員 落合 英俊

新日本製鉄建材開発部 正員 川上 圭一

1. まえがき

近年、軟弱地盤や臨海の埋立地に、構造物を築造する例が多くなっている。その際、特殊な歴青材を塗布した鋼管杭を用いれば、支持杭に作用するネガティブフリクションを大幅に軽減することができる旨報告されている¹⁾。もし、鋼矢板に同種の材料を塗布すればスキンフリクションの低減効果により、圧密沈下の均等化および背面地盤への影響の軽減が期待される。一、二、現場での試験的な施工例はあるものの、施工条件に難があり、その効果の有意性を確認するまでには至っていない。本報告は、歴青材を塗布した(スリップ処理付)鋼矢板をのり尻近傍に打設した場合、その効果が期待できるかを、具体的な施工例に基づいて、有限要素解析により吟味するものである。

2. 歴青材料の力学特性

歴青材料(アスファルト)は、代表的な粘弾性材料であり、一般的に次のような特性を持つことはよく知られている。

- 1) 温度(T)、載荷時間(t)によりその力学特性が著しく異なる。
- 2) 載荷時間が非常に小さな範囲では弾性的であり、時間が長くなるにしたがい粘弾性から粘性流体としての挙動を示す。

一例として、載荷時間とスチフネスの関係を温度をパラメーターとして、図-1に示す。

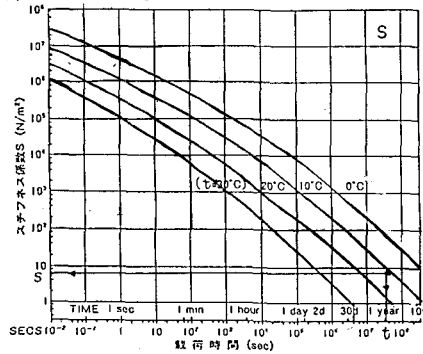


図-1 載荷時間とスチフネス係数の関係

3. 解析方法

厳密には、土には弾粘塑性又は弾塑性モデルを用い、間隙流体との連成解析を行う必要がある。特に、矢板境界モデルには、歴青材の粘弾性特性を表現できる特殊なエレメントの開発が必要となる。ここでは、粗い近似ではあるが、シミュレーションの第一段階として、著者らがかつて提案した「壁面摩擦を考慮した有限要素解析」²⁾に依った。

1) 土の力学モデル

Bi-linearな弾塑性モデルであるが、ローカルな土要素の破壊に伴うすべり面方向の極端な剛性低下をその方向に発達した(二軸直交)異方性材料で置換することにより表現し、順次計算を進める。

2) 境界面の力学モデル

1) 裸鋼矢板と土の力学モデル

壁面上の節点jには土から圧縮力 X_i が作用し、壁面から受ける滑動抵抗力 S_i (式(1)参照)よりせん断力 Y_i の方が大きい場合、節点i, jのY方向の拘束が解かれ、同時に、壁面摩擦力(=滑動抵抗力) S_i を節点iに、鉛直上向きに作用させ、逆に土が壁面に (U_i, V_i) 作用する摩擦力として、節点jに同値の節点力を鉛直下向きに作用させる。

$$S_i = X_i \cdot \tan \phi_0 + C_0 \cdot B_i \quad (1)$$

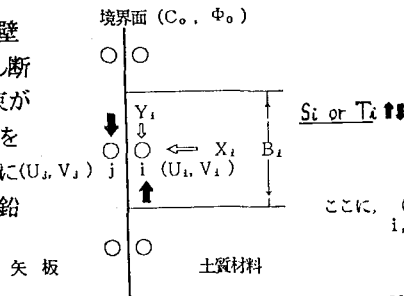


図-2 境界面の力学モデル

- ここに、
- : 節点
 - i, j : 節点番号
 - X_i : 圧縮力
 - Y_i : セン断力
 - B_i : 影響範囲
 - U_i, V_i : i点の変位
 - U_j, V_j : j点の変位

2) スリップ処理鋼矢板と土の力学モデル

壁面摩擦力のかわりに、式(2)で求めたネガティブフリクションTiを鋼矢板のJ点に鉛直下向きに土の節点iには上向きに作用させる。但し、式の誘導は略す。

$$T_i = \frac{D_i \cdot S \cdot B_i}{3 \cdot h} \quad (2) \quad \text{ここに, } D_i: \text{節点 } i, j \text{ の相対沈下量, } S: \text{スチフネス}$$

$$h: \text{ 膠着材料の層厚, } B_i: i \text{ 点の負担幅}$$

4. 解析条件

現場の土層図は、表-1に示す土層構成であり、基盤までの深さは19.5m、盛土高さは16.5m、盛土幅約100.0mであり、のり尻から2mの位置に支持矢板を打設している。さらに、地表面に、のり尻から3mにわたり簡易アスファルト舗装が施されている。上述の地盤、および施工条件を図-3(b)のようにモデル化した。土層各層および鋼矢板、舗装材の初期変形係数、単位体積重量、強度定数を一括して表-2に示す。なお、モデルの矢板剛性EmはFSP II型矢板とモデル矢板の曲げ剛性EIを等価とすることにより与えた。解析は一年後の変形を想定し、図-1より、スチフネスSを求め、h=2mm、T=10°Cの条件で行った。

ここで、スチフネスSは、粘弾性体の変形係数を意味し、弾性領域ではヤング率Eに相当、粘性領域では温度と載荷時間で変動する係数である。

解析したケースは、次の三通りである。

- I) FR-FR (裸鋼矢板)
- II) SL-FR (スリップ処理矢板, 盛土側片面処理)
- III) SL-SL (スリップ処理矢板, 両面処理)

表-1. 土層構成

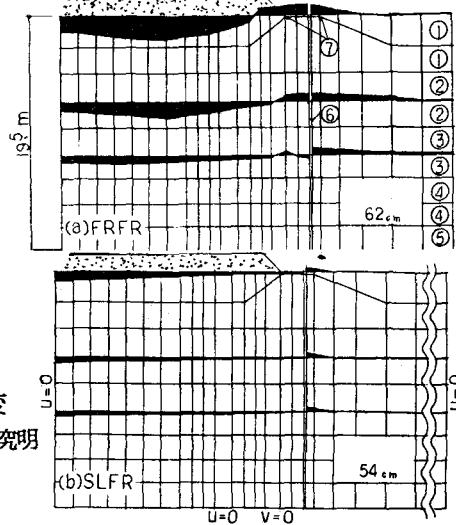
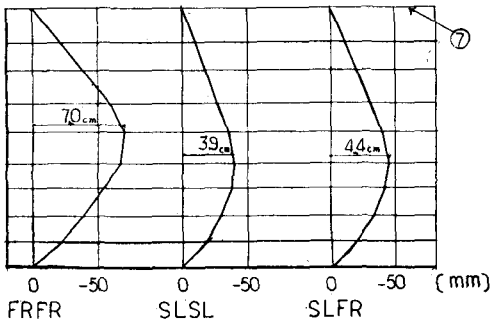
深度 (m)	層番号	層名	土質名
0.0	①	旧層	シルト
		(盛土)	レキ砂
		一次盛土	砂
4.6	②	粘性土	シルト
9.2	③	粘性土	シルト
13.5	④	粘性土	シルト
17.5	⑤	砂質土	細砂
19.5			

表-2. 入力した初期物性値

層番号	E (t/m ²)	ν	γ _v (t/m ³)	C' (t/m ²)	φ (°)
①, ⑤	250	0.300	0.750	2.0	30.0
②	34	0.286	0.275	0.0	36.0
③	105	0.286	0.401	0.0	36.0
④	122	0.286	0.548	0.0	36.0
⑥	110000	0.28	6.680	10000	45.0
⑦	3000	0.25	2.000	10000	35.0

5. 解析結果

解析結果の一例として、層別沈下図を図-3に示す。図からスリップ鋼矢板の背面地盤の変形抑止効果が読みとれる、また、鋼矢板の側方変位は図-4のようである。考察の詳細は当日会場で報告したい。



6. あとがき 図-4. 矢板の側方変位図

今後、矢板の剛性、スリップ層厚、矢板長を種々変えたシミュレーション計算を行い最適な施工条件を究明するとともに、新しい解析手法の開発を急ぎたい。

7. 参考文献

- 1) 川上 圭一 鳥崎 肇一 他; 製鉄研究, 第321号, pp. 22-34, 1986.
- 2) 伊勢田 哲也 棚橋由彦 他; 第14回土質工学研究発表会概要, pp. 989-992, 1979.

図-3 層別沈下図