

# I. 泥炭地における盛土築堤の安定と沈下について

本局建設部	河川課
札幌開発建設部	道路第2課
旭川開発建設部	名寄道路改良事業所
帯広開発建設部	治水課
石狩川治水事務所	月形事業所
	札幌事業所
	北村事業所
土木試験所	土質研究室

## 1. ま え が き

本要望課題は、軟弱な泥炭地に盛土を築造する場合の基盤の安定と沈下機構を現地の実例から解明しようとする目的で、昭和36年度から検討を進めているものである。泥炭性軟弱地盤の特性は、セン断強度が小さく、きわめて大きな特有の圧密現象を生ずることである。

セン断強度は、盛土の基礎破壊に対する安定度を決める重要な要素であり、これが盛土など基盤の荷重強度に対して小さすぎると、周辺地盤のふくれ上がり、盛土の沈下量および沈下終了時間の増大など工事に重大な支障をきたすこととなる。

また、泥炭性軟弱地盤特有の盛土による圧密沈下は、特別な基礎処理を施さない限り防ぐことができないが、沈下量をあらかじめ推定しておくことは、盛土に要する土量を求めることと、最終のできあがりの形状を把握するばかりでなく、基盤の破壊に対する安定を検討するに際して、荷重強度を推定するために重要な問題である。

以上のように泥炭地における盛土築堤に際しての大きな問題点は、基盤の安定と沈下の検討と考えられ、このためには基層土質のセン断強度と圧密特性を知る必要がある。これらの基層土質の特性を知る試験方法はいろいろとあるが、河川築堤や道路盛土のように延長の長い構造物を対象とする場合は、現在のところ手数がかかりすぎ、実用的な簡便法が要求されている。

本調査研究は、実際現場の多くの実例を基にして、泥炭地盛土に際しての基盤の安定と沈下を検討する簡便法を見出そうとするものである。

## 2. 検討する項目

本調査研究の目的に従い、次の3項目について検討することとした。

- (1) 基盤の状態と盛土材料および施工速度について
- (2) 基盤の圧縮沈下の推移とその最終量について
- (3) 基盤の土層構成および性状に応じた盛土施工方法について

なお、この問題は、従来から各地区において検討が加えられ、これらにもとづく提案あるいは報告がなされているので、それらも参照して検討することとした。

## 3. 調査項目

調査項目は次のとおりである。

- (1) 事業(工事)内容
- (2) 基盤の土層構成とその性状

- (3) 施工の方法
- (4) 盛土の規模と土質
- (5) 施工に伴う基盤の変化

#### 4. 調査資料

この要望課題に対して調査を行なった部局、地区、事業内容などを表 I-1 に示す。これら調査地区におけ

表 I-1 調査地区一覧表

部局名	事業(工事)内容	地区	調査担当	基盤改良の有無	盛土材料	地区番号
札幌開発建設部	主要道道札幌沼田線道路改良工事	江別市角山地内	道路第2課	サンドパイル 1.5 m 間隔 なし	敷砂および粘土	1
		江別市角山地内	土質研究室	サンドパイル 1.5 m 間隔 サンドパイル 3.0 m 間隔 なし		2
旭川開発建設部	一級国道40号線道路改良工事	士別市風連町地内	名寄道路改良事業所	なし	下層, 切込砂利 上層, 砂利交り粘土	3
帯広開発建設部	十勝川改修工事	浦幌町トイトッキ築堤	治水課	なし	泥炭および粘土	4
石狩川治水事務所	石狩川改修工事	美唄市元村築堤	月形事業所	なし	粘土	5
		北村一区築堤		なし	粘土	6
		北村美唄達布築堤	北村事業所	なし	粘土	7
		北村三区築堤		なし	粘土	8
	野津幌川築堤工事	江別市地内	札幌事業所	なし	泥炭	9

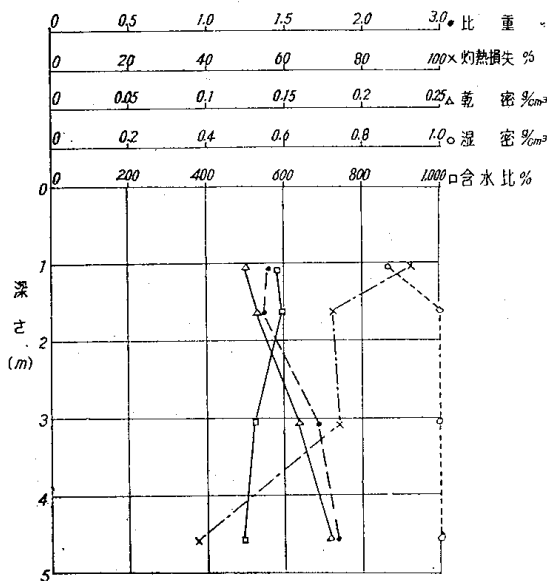


図 I-1-1 江別市角山地内 (地区番号 1)

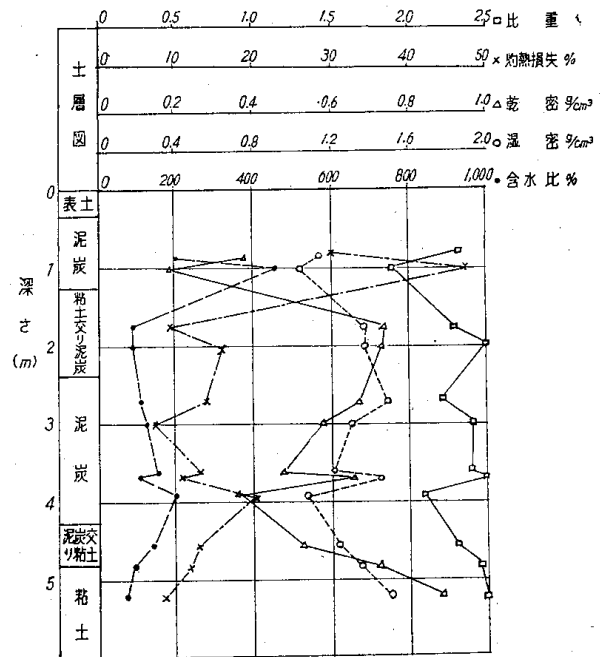


図 I-1-2 江別市角山地内 (地区番号 2)



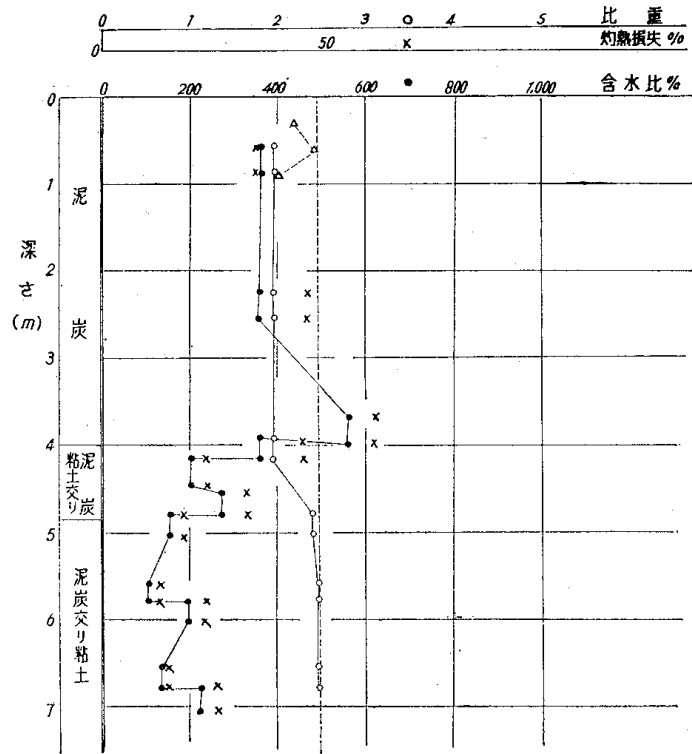


図 I-1~5 北村美唄達布地内 (地区番号 7)

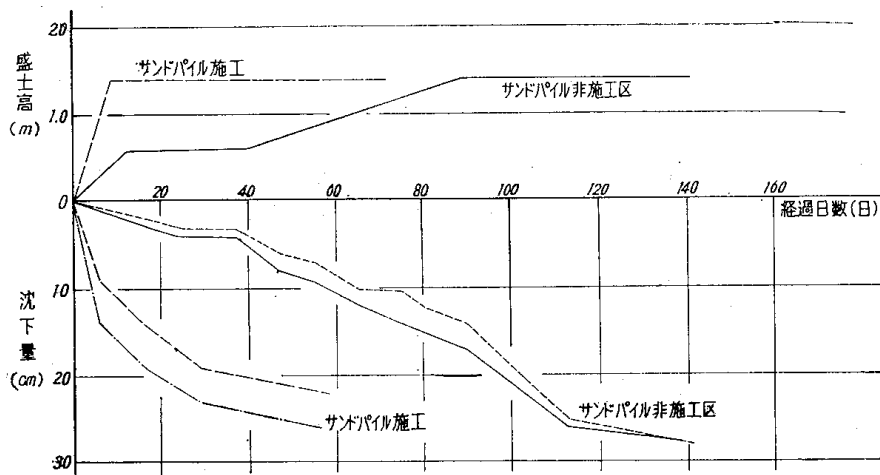


図 I-2~1 江別市角山地内 (地区番号 1)

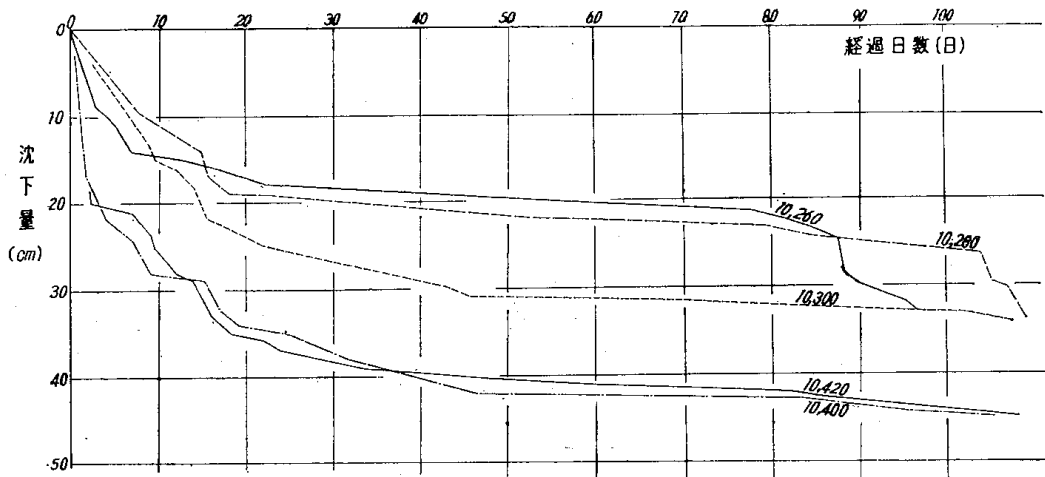


図 I-2~2 士別市風連町地内 (地区番号 3)

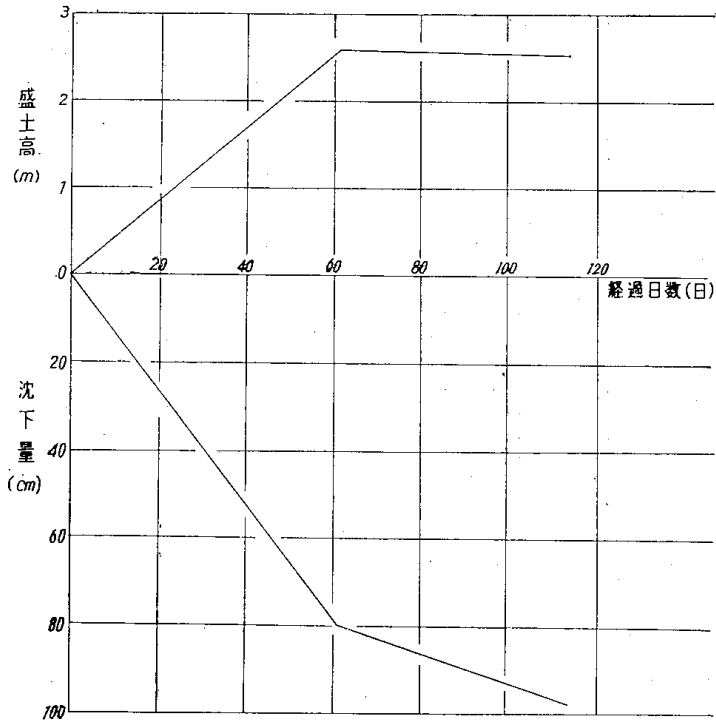


図 I-2~3 浦幌町トイトッキ地内(地区番号 4)

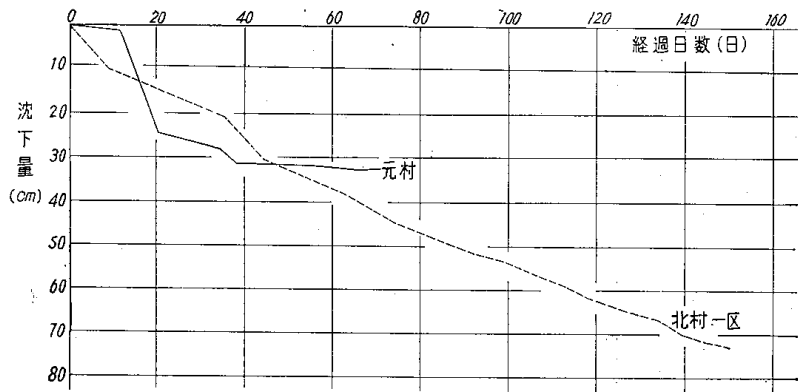


図 I-2~4 美幌市元村 北村一区地内(地区番号 5, 6)

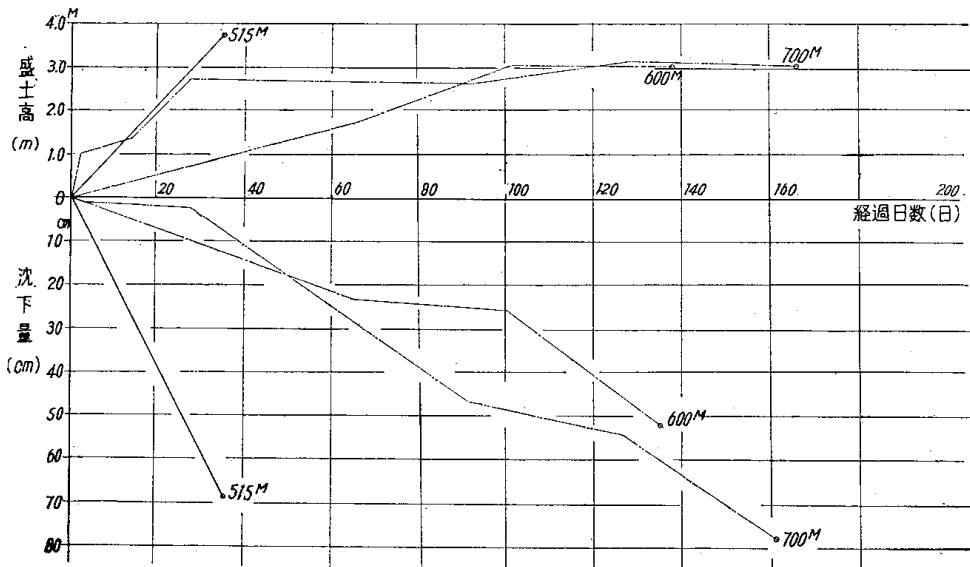


図 I-2~5 北村美幌達布地内(地区番号 7)

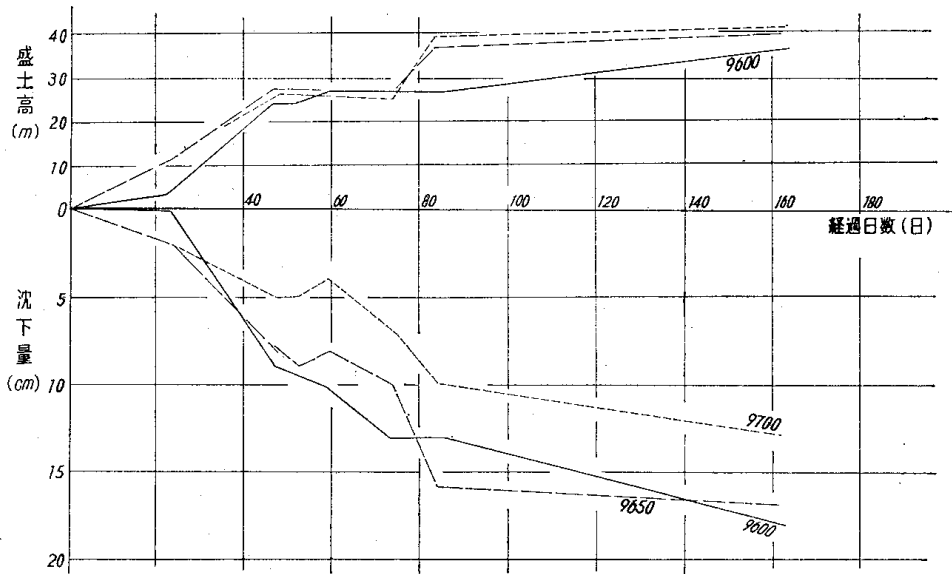


図 I-2-6 北村三区地内 (地区番号 8)

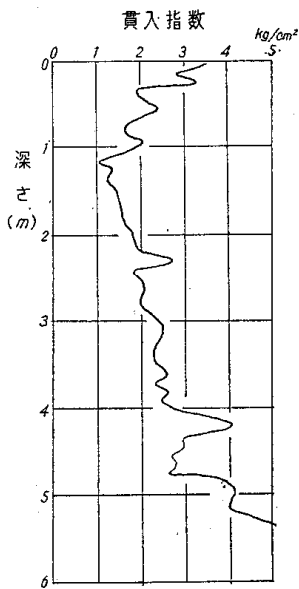


図 I-3-1

江別市角山地内 (地区番号 2)

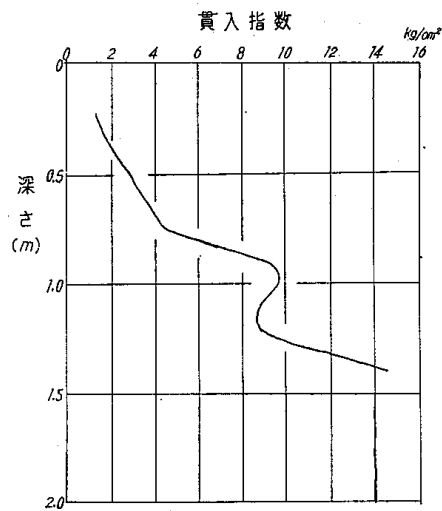


図 I-3-2

士別市風連町地内 (地区番号 3)

その結果は 図 I-3 のとおりである。

## 5. 考 察

### 1) 安定について

軟弱な基盤上に盛土した場合、特別な基盤処理を行なう場合を除いては、基盤の破壊に対する安定の問題については、押え盛土などにみられる断面の形状を検討すること<sup>1),2),3)</sup>、あるいは盛土の材料を密度の小さなもので施工すること、さらには盛土による基盤の圧縮沈下に伴う強度の増加を待って盛土を段階的に進めていくこと<sup>4)</sup>などによって対策を立てている。これらの工事を合理的に進めてゆくには、安定度を検討するための安定計算に必要な基盤の強度を知ることが欠かすことのできないものである。軟弱基層の強度調査の方法として、いろいろの試験方法がある<sup>5)</sup>。それらの中で2重管式静的コーンペネトロメーターが比較的操作が容易であるが、今回の調査では前述のように基層の強度を報告した地区は2地区にすぎず、更にこの調査結果に基づいて安定計算

を行ない、盛土による基盤の安定を検討した地区は皆無であった。

安定の問題に対するこの課題の眼目は、基盤の破壊に対する安定計算の適合性と、安全率の大きさについて多くの事例から検討しようとしたものである。また、各地区とも側方基盤の沈下、ふくれ上がり、あるいは水平移動などにみられる破壊に対する事例も提出されていない。

したがって、この問題については、今回検討事項を報告することができない。

## 2) 沈下量について

前年度の報告でも述べたように、沈下量は乱さないで採取した試料を、定常的な圧密試験をすることによって土の圧縮指数、あるいは体積圧縮係数などを求めて推定するのが一般である。また、沈下が双曲線状に進む傾向が知られていることから、双曲線式の常数を知れば、沈下量を推定できることも考えられている<sup>6)</sup>。

河川築堤や道路盛土のように延長が長い場合は、沈下が問題となる地域のすべての土について圧密試験を行なうことは、現在のところ経済的にも、時間的にもかなり難しい。また、双曲線式の常数を求めるには、盛土してから初期沈下のこまかな観測が要求されるが、今回の調査でも必要な観測がほとんど提出されていないことからわかるように、現在の現場事情では、この方法によってあらかじめ最終沈下量を推定することさえも、まだ容易でないことがうかがわれる。

これらのことから、沈下量に与える土の常数と簡単に求められる土の性質との間に、相関性を見つけることができれば有用である。

従来から沈下量に関する常数の圧縮指数と、土の間隙比の間に強い相関がみとめられており<sup>2)</sup>、また、体積圧縮係数と自然含水比との間にある関係があることが知られている。そのほか双曲線式中の常数と土の性質との間の関連性についての試みがなされている<sup>2)</sup>。今回の調査資料については、土の間隙比の測定例が不十分であり、また、双曲線式については初期観測例が不足のため、土の性質と圧縮指数および双曲線式の常数との関係の検討はできなかったが、自然含水比の測定例が5地区から提出されたので、体積圧縮係数に関して次のような検討を加えた。

沈下量 ( $\Delta H$ )、沈下を起こす層厚 ( $H$ ) と増加荷重強度 ( $\Delta P$ ) の間に

$$\Delta H = m_v \cdot H \cdot \Delta P$$

の関係がある。この式中の  $m_v$  は体積圧縮係数で、土の性質と  $\Delta P$  に関する常数である。したがって、体積圧縮係数は次のように表わすことができる。

$$m_v = \Delta H / \Delta P \cdot H$$

今回報告された資料についてみると、実測された  $\Delta H$ 、 $\Delta P$ 、 $H$  から  $\Delta H / \Delta P \cdot H$  によって求めた  $m_v$  と含水比の間に関 I-4 のような関連をみる事ができる。この図では、測定数が少ないこと、盛土の

密度を仮定して  $\Delta P$  を算出していること、更に、最終沈下量を最後の観測値で表わしていることのため一概にいえませんが、粘土、あるいは砂を盛土材料とした高さ約 2 m の盛土においては、基盤土の含水比を測定することによって体積圧縮係数  $m_v$  を求めることができ、したがって、最終沈下量を推定できる可能性を示している。

なお、含水比 ( $w$  %) と体積圧縮係数  $m_v$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) の間に荷重強度が  $0.3 \sim 0.4 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の範囲で

$$m_v \doteq 0.002 w$$

なる関係が報告されており<sup>2)</sup>、図 I-4 には参考までにこの関係直線も併記してある。

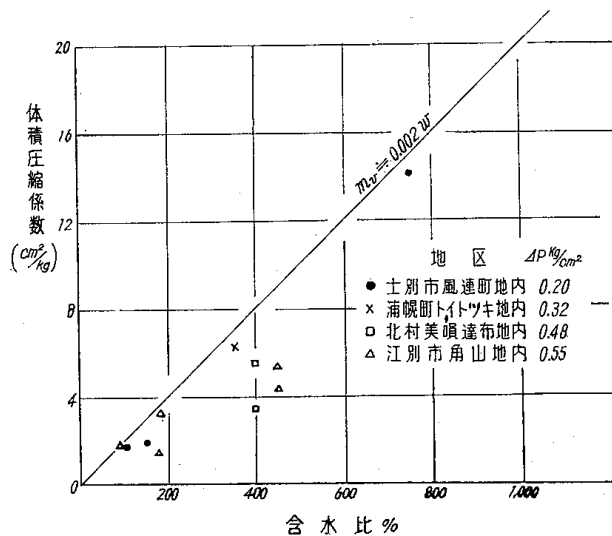


図 I-4 含水比と体積圧縮係数の関係

この問題に対しては、今後更に詳細な資料について検討するとともに、適用する荷重強度の範囲を広げていくべきであろうと考えられる。

### 3) 沈下の推移について

泥炭性基盤では、室内実験によって沈下の推移を予測することは一般に困難とされている。この問題に対して初期の沈下観測によって、以後の沈下を推定するという前述の双曲線法が提案されているが、今回は調査資料数が不足であったため、検討するに至らなかった。

## 6. サンドドレーン工法を行なった場合の安定と沈下について<sup>8)</sup>

前回の報告でも指摘したように、泥炭性土層内においてサンドドレーンによって、積極的に基盤内の間隙水を脱水する工法は、その効果の内容に疑問があると考えられたのであるが、今回、その調査資料が報告されており、現在までの観測結果をもとにした要点について述べる。

この調査地区は主要道道札幌沼田線江別市角山地区内、直径0.3m、深さ5mの砂柱の間隔を1.5mと3.0mの正三角形配置とした砂柱打設区間を、それぞれ延長40m施工し、更に40mのサンドドレーン非施工区を設けて同じ規模の盛土に対する基盤状態の変化を比較調査したものである。その沈下の進みかた沈下速度は図I-5にみられるように3者とも明らかな差がみられなかった。

また、現在までの沈下の進みかたから、双曲線法によって推定した最終沈下量と、基層の乱さない試料の圧密試験から求めたものとを比較すると、表I-2のような差があり、砂柱施工区では、最終沈下量が小さくなる傾

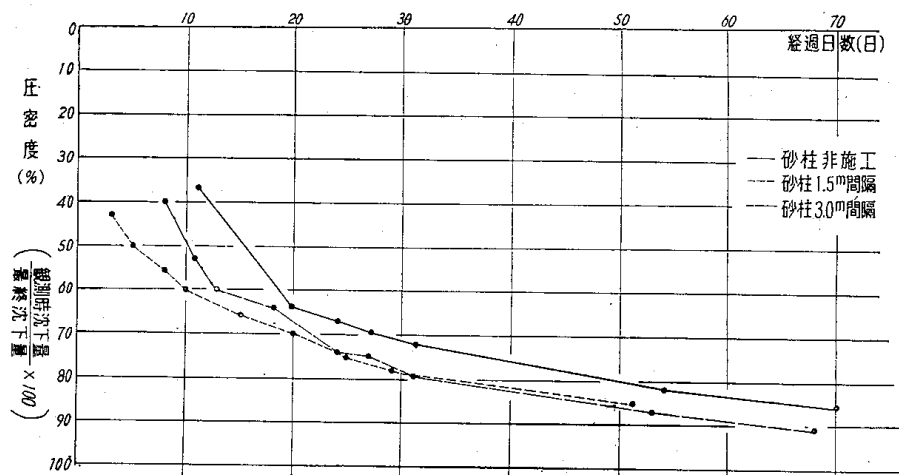


図 I-5 圧密度の時間経過

表 I-2 砂柱施工による沈下量の変化

砂柱の条件	圧密試験から求めた最終沈下量		双曲線法によって推定した最終沈下量 (cm)	双曲線法圧密試験法 (%)
	圧縮指数法 (cm)	体積圧縮係数法 (cm)		
1.5 m 間隔	122	132	95	75
	平均	127		
3.0 m 間隔	126	102	93	82
	平均	114		
非施工	91	87	78	88
	平均	89		



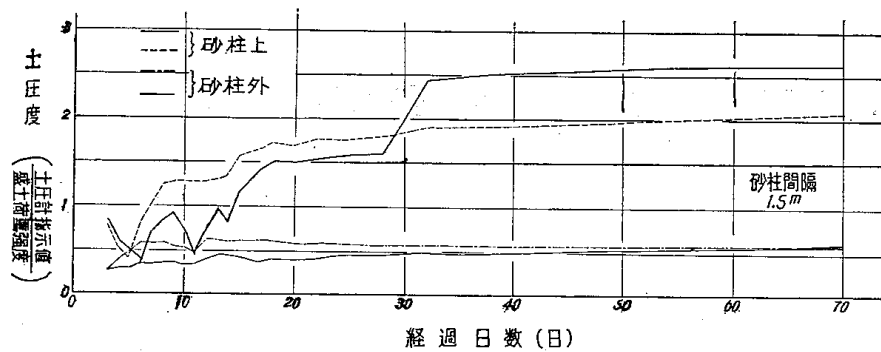


図 1-6 土圧度の時間経過

向がある。これは、図 I-6 にみられるように、砂柱上における土圧は盛土荷重の約 2 倍を示しているが、砂柱からはずれた点では、約 0.5 倍にすぎず、砂柱に盛土荷重が集中していることを示し、いかえると、砂柱が盛土に対して支持杭的效果を示していることにもよるものと考えられる。

砂柱打設による基盤の強度変化は、測定数が不足のため、よい結果が得られていない。しかし、砂柱自身の強度あるいは砂柱の支持杭的效果によって、盛土の有効荷重が減じ、基盤に対するせん断応力の減少が考えられ、基盤を全体的に考えた場合、現段階では定量的には判らないが、定性的には破壊に対する安定度が増しているものと考えられる。

## 7. む す び

盛土による基盤の圧縮沈下の最終量については、基盤の含水比を測定することと、沈下を起こす層厚を知ることによって大まかな見当をつけられることが判った。しかし、他の方法で、現場的な簡便法によって最終沈下量を求めることおよび沈下の推移を推定することは、今回の調査資料では検討できなかった。

基盤の安定に関する問題については、今後安定計算の準拠および安全率に対して、多くの実例から検討を加えるとともに、観測施設についても考慮しなければならないものと考ええる。

また、サンドドレーンなどにみられるような、軟弱地盤に対する積極的な工法については、更に検討を加え、その効果の内容を明らかにする必要がある。

## 文 献

- 1) 宮川 勇(1959): 泥炭地の土質工学的調査研究, 北海道開発局土木試験所報告第 21 号
- 2) 宮川 勇(1962): 泥炭地における土質工学上の 2, 3 の問題, 土木学会北海道支部講習会 (昭和 36 年度) 土質基礎に関する研修会 (北海道開発局 昭和 36, 37 年度)
- 3) 宮川 勇(1960): 抑え盛土のはたらき～管見～, 北海道開発局土木試験所月報第 79 号
- 4) 佐々木晴美・吉田忠勝(1961): 軟弱地盤上の盛土の進め方に関する一考察, 北海道開発局土木試験所月報第 101 号
- 5) 北川光雄・佐田頼光・野並光昭(1962): 基礎地盤調査に用いる各種サウンディングについて, 北海道開発局技術研究発表会第 5 回, 土質基礎に関する研修会, 北海道開発局 (昭和 37 年度)
- 6) 土質研究室(1955~57): 泥炭地における河川築堤の土質工学的調査研究, 建設省直轄技術研究会第 9~11 回
- 7) 宮川 勇(1959): 泥炭地の土質工学調査研究, 北海道開発局土木試験所報告第 20 号
- 8) 河合裕志・佐田頼光・野並光昭・近間昭夫(1963): 泥炭性軟弱地盤におけるサンドドレーンの効果の試験例について, 土質工学会北海道支部工事報告 (昭和 37 年度)