

# 土木研究所資料

## 赤崎地すべり調査報告書(Ⅲ)

平成6年1月

建設省土木研究所  
新潟試験所

Copyright © (1994) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

## 赤崎地すべり調査報告書(III)

新潟試験所所長 秦 耕二

研究員 丸山清輝

北島義則

北陸地方建設局高田工事事務所 伊藤和弘

(前 新潟試験所研究員)

### 要 旨

本報告書は、北陸地方建設局飯豊山系砂防工事事務所の依頼により、赤崎地すべりにおいて平成元年度から平成5年度までに実施した以下の調査項目についてまとめたものである。

- (1) 地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化
- (2) 斜面安定解析

キーワード：地すべり、地下水排除施設、三次元斜面安定解析、水没斜面

## まえがき

赤崎地すべりは、新潟県東蒲原郡鹿瀬町の赤崎山の南斜面に発生している地すべりであり、地すべり斜面の末端部は一級水系阿賀野川に達している。本地すべりの規模は、斜面長約1,000m、末端の阿賀野川河岸部では約500mの幅を有し、その形状は末端部を底辺とする二等辺三角形を呈している。また、地質は、基盤岩が新第三系の津川層に相当する凝灰岩と砂岩の互層から成り、地すべり斜面左岸側には流紋岩の貫入岩帯（赤崎山）が存在している。

赤崎地すべりは、すべり面が阿賀野川河床面下に達しているため、治水防災面の上で本河川の上・下流に対して悪影響が大きい。このため、昭和56年度に直轄地すべり対策事業区域に指定され、現在は北陸地方建設局飯豊山系砂防工事事務所により地すべり防止工事が進められている。

土木研究所新潟試験所では、北陸地方建設局の依頼により昭和59～63年度まで以下に示す地すべり調査を実施している。

- (1) 現地踏査と既存資料の収集及び補足調査項目の検討
- (2) 移動杭観測によるブロック分けの検討
- (3) 集水井及びボーリングコアを用いたリングせん断試験
- (4) リングせん断し研結果を用いた斜面安定解析
- (5) 間隙水圧の観測
- (6) 三次元地下水解析プログラムの開発と地下水排除施設の効果解析

以上の調査結果は、土研資料第2499号、第2775号に示すとおりである。

本報告書は、平成元年度から平成5年度までに実施した以下の調査項目についてまとめたものである。

- (1) 地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化
- (2) 斜面安定解析

平成6年1月

# 目 次

1. 赤崎地すべりの移動状況	1
2. 地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化	5
2.1 地下水位の最高、最低、平均の変化	5
2.2 応答関数モデルを用いた地下水位低下量の評価	8
2.3 地下水検層結果と地下水排除施設の効果	17
2.4 地下水排除施設の効果測定に関する問題点	25
2.5 まとめ	26
3. 斜面安定解析	28
3.1 斜面安定解析式	28
3.1.1 二次元斜面安定解析式	28
3.1.2 三次元斜面安定解析式	30
3.2 三次元斜面安定解析プログラム	32
3.2.1 プログラムの構成	32
3.2.2 計算機能	32
3.2.3 出力項目	32
3.2.4 検証計算	32
3.3 赤崎地すべりに適用した結果	35
3.3.1 二次元斜面安定解析	35
3.3.2 三次元斜面安定解析	43
3.3.3 まとめ	48
4. あとがき	48
参考文献	48
付録	49

## 1. 赤崎地すべりの移動状況

旧国鉄の調査によれば、赤崎地すべりの活動記録として宝暦年間の文献が発見されている。地すべり活動は、宝暦年間以後、安定状態が保たれていたが、明治20年（1887年）1月20日夜半から急激な活動が起こり、地すべり地内の樹木に多大な被害が及ぼされたと伝えられている。その後、大正元年に地すべり地内の阿賀野川河岸より25～70mの位置に磐越西線が開設され、その時以来、地すべりによる線路の変形の補修が続けられてきた。地すべりによる地形変状は、大正元年当時に測量された川岸線と現在の川岸線とを比較すると、阿賀野川が50m程度左岸側に押しつけられたような形状に変化していることから分かる。

図-1.1には、移動量の経年変化を示した。なお、昭和元年～60年まではJRの資料による移動量であり、昭和61年以降は、建設省による線路沿いの測線Iの移動量である。移動は、昭和元年から昭和18年頃まで年々増加し、その後は昭和40年頃まで年々減少傾向を示しており、昭和40年から昭和50年頃までは移動の少ない時期が続いている。しかし、昭和53年頃から再び移動が活発化している。直轄地すべり対策事業として本格的に調査・工事が開始されたのは、昭和56年度からである。その後、地すべり防止工法として地表水路工、集水井工、横ボーリング工、排水トンネル工が用いられ、地すべり防止工事が表-1.1及び図-1.2に示すように進められている。その結果、昭和60年代に入ってから、地すべり防止施設の効果により移動は沈静化している。

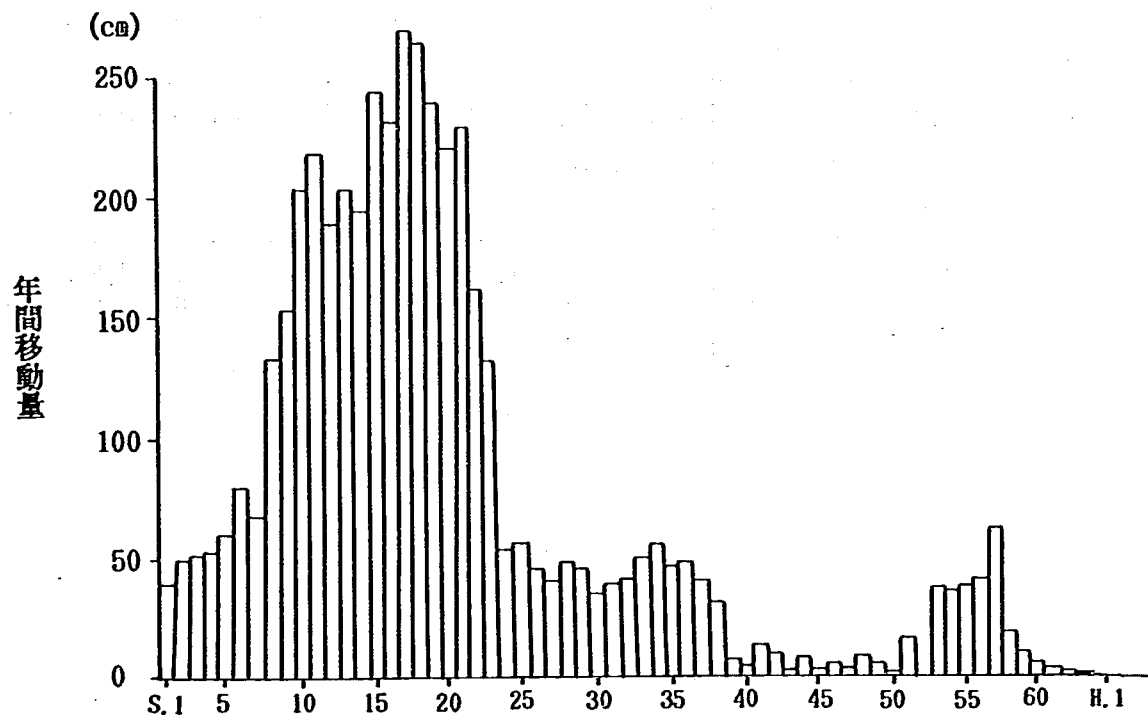


図-1.1 移動量の経年変化

表-1.1 地すべり防止工事一覧表

年度	工 種	数 量	目 的
56	資材運搬路 (観測帯兼用)	L = 1174 (m)	
57	資材運搬路	L = 600 (m)	
58	資材運搬路 管水路	L = 225 (m) 管水路 + Cルート l = 1060.0 (m)	上部のブロックおよび赤崎山からの地表水の流入防止。 下部ブロック内の地表水排除。
	水路工 (明暗渠工を含む) C, Bルート	Bルート l = 473.0 (m)	
59	W-1 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ13 (m), 径3.5 (m) 10 孔 740.0 (m) (m)	下部ブロック上位の浅層地下水の排除 (II-3ブロック)
	水路工 (明暗渠工を含む)	l = 480.0 (m)	
60	W-2 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ 8 (m), 径3.5 (m) 12 孔 796.0 (m) (m)	下部ブロック上位の浅層地下水の排除 (II-6, 7ブロック頭部)
	H-1 横孔ボーリング工	13 孔 340.0 (m)	
	水路工 (明暗渠工を含む)	l = 404.0 (m)	
61	W-3 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ22 (m), 径3.5 (m) 15 孔 519.0 (m) (m)	上部ブロック内の浅層地下水の排除
	H-2 横孔ボーリング工	10 孔 1240.0 (m)	
	水路工 (明暗渠工を含む)	l = 66.0 (m)	

年度	工 種	数 量	目 的
6 2	W-4 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ19.5 (m) 径3.5 (m) 孔 750.0 (m) (m)	上部ブロック内での浅層地下水 の排除
	W-5 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ27.0 (m) 径3.5 (m) 15 孔 750.0 (m) 61.0 (m)	
	W-6 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ13.5 (m) 径3.5 (m) 孔 750.0 (m) (m)	
	H-3 横孔ボーリング工	孔 667.0 (m)	下部ブロック内での浅層地下水 の排除 (II-6 ブロック)
	水路工 (暗渠工)	l = 200.0 (m)	
6 3	W-6 集水井工	孔 75.0 (m)	上部ブロック内での浅層地下水 の排除
	W-9 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ15.5 (m) 径3.5 (m) 孔 750.0 (m) 54.0 (m)	下部ブロック内での浅層地下水 の排除 (II-6 ブロック)
	水路工	l = 193.0 (m)	
	排水トンネル (掘削)	l = 217.0 (m)	
元	W-8 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工	深さ19.5 (m) 径3.5 (m) 孔 120.0 (m) 56.0 (m)	下部ブロック内での浅層地下水 の排除 (II-4 ブロック)
	排水トンネル (掘削)	l = 132.0 (m)	
2	W-8 集水井工 集水ボーリング工	孔 735.0 (m)	
	水路工	l = 29.0 (m)	下部ブロック内での浅層地下水 の排除 (II-4 ブロック)
	排水トンネル (掘削)	l = 199.5 (m)	
3	W-7 集水井工 集水ボーリング工 排水ボーリング工 資材運搬路 仮設工	深さ (m) 径3.5 (m) 2孔 100.0 (m) 40.5 (m) l = 130.0 (m)	



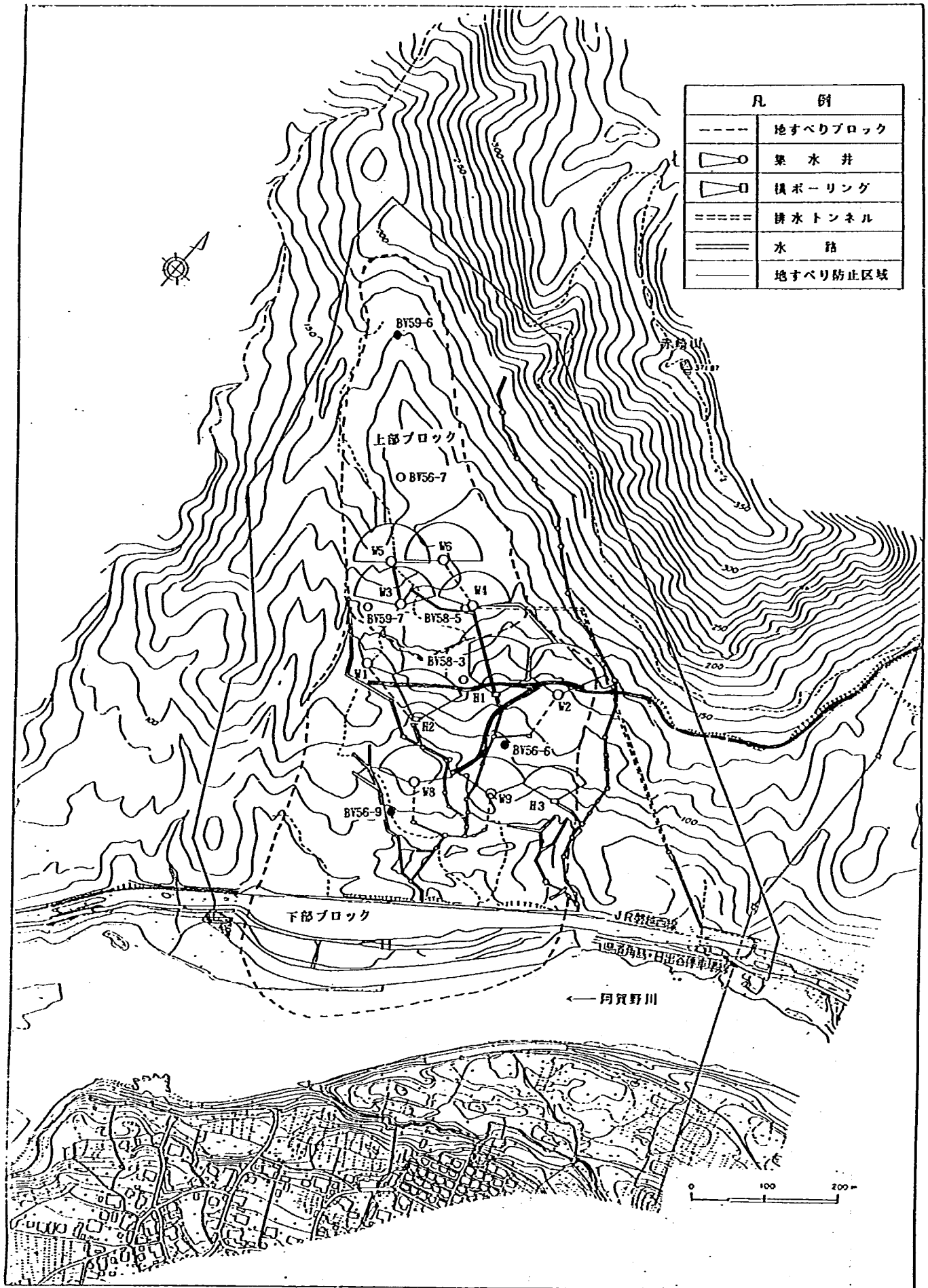


図-1.2 地すべり防止工事施工状況

## 2. 地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化

赤崎地すべりでは、図-2.1に示すボーリング孔において地下水位の観測が実施されている。そこで、地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化に関する考察を行った。なお、表-1.1には年度別の防止工事の施工状況一覧表を示した。

### 2.1 地下水位の最高、最低、平均の変化

図-2.1には、年度別に地下水位の最高水位、最低水位、平均水位を示した。なお、地下水位は正午の観測値を用いている。また、地すべり地外に位置しているBV58-8については、排水トンネル掘削を開始した平成元年度から自噴（圧力水頭面が地表面以上）しており、その水頭面は負の記号を付して示した。この他、移動計により大きな移動量が観測されていた昭和59年以前からの地下水位観測孔は、BV56-2、5、6、7、9の5孔である。

地すべり斜面上部の地下水位観測孔から、地下水排除施設施工に伴う地下水位の最高水位、最低水位、平均水位の変化について考察した結果を以下に示す。

#### ・ BV59-6

施設施工に伴う水位の低下は認められない。これは、地すべり斜面最上部に位置していることと施設が近くにならないためと考えられる。

#### ・ BV62-2、BV56-7

BV62-2については、施設施工に伴う地下水位の低下は認められない。しかし、BV56-7については、平均及び最低水位の低下傾向は認められる。

#### ・ BV62-3、BV63-4

施設施工前の観測値がないため、施設施工前後の変化を知ることはできないが、集水井の集水ボーリング先端部に位置しているにもかかわらず、施設施工後の地下水位の低下傾向は認められない。

#### ・ BV59-7、BV58-5、BV2-1

BV59-7については、昭和61、62年に観測孔斜面上部において集水井が施工されており、最高水位のみが低下する傾向が認められたが、その後、昭和63年から上昇する傾向となっている。また、BV58-5については、集水井が昭和61年に観測孔の側方で、また、昭和62年に観測孔に近接して、それぞれ施工されており、最高水位だけが昭和61年から低下している。この他、排水トンネルの掘削による影響と思われる地下水位の低下が、BV59-7については平成3年に平均水位と最低水位で、BV58-5については最高水位で、BV2-1については最高水位と平均水位で、それぞれ生じている。

#### ・ BV58-3

集水井が、昭和60年に観測孔に近接して、昭和61、62年に観測孔斜面上部において、それぞれ施工されている。この結果、地下水位は昭和61年から最高水位、最低水位、平均水位とも低下傾向が認められる。なお、観測水位全体が施設施工により低下傾向を示したものは、この観測孔のみである。

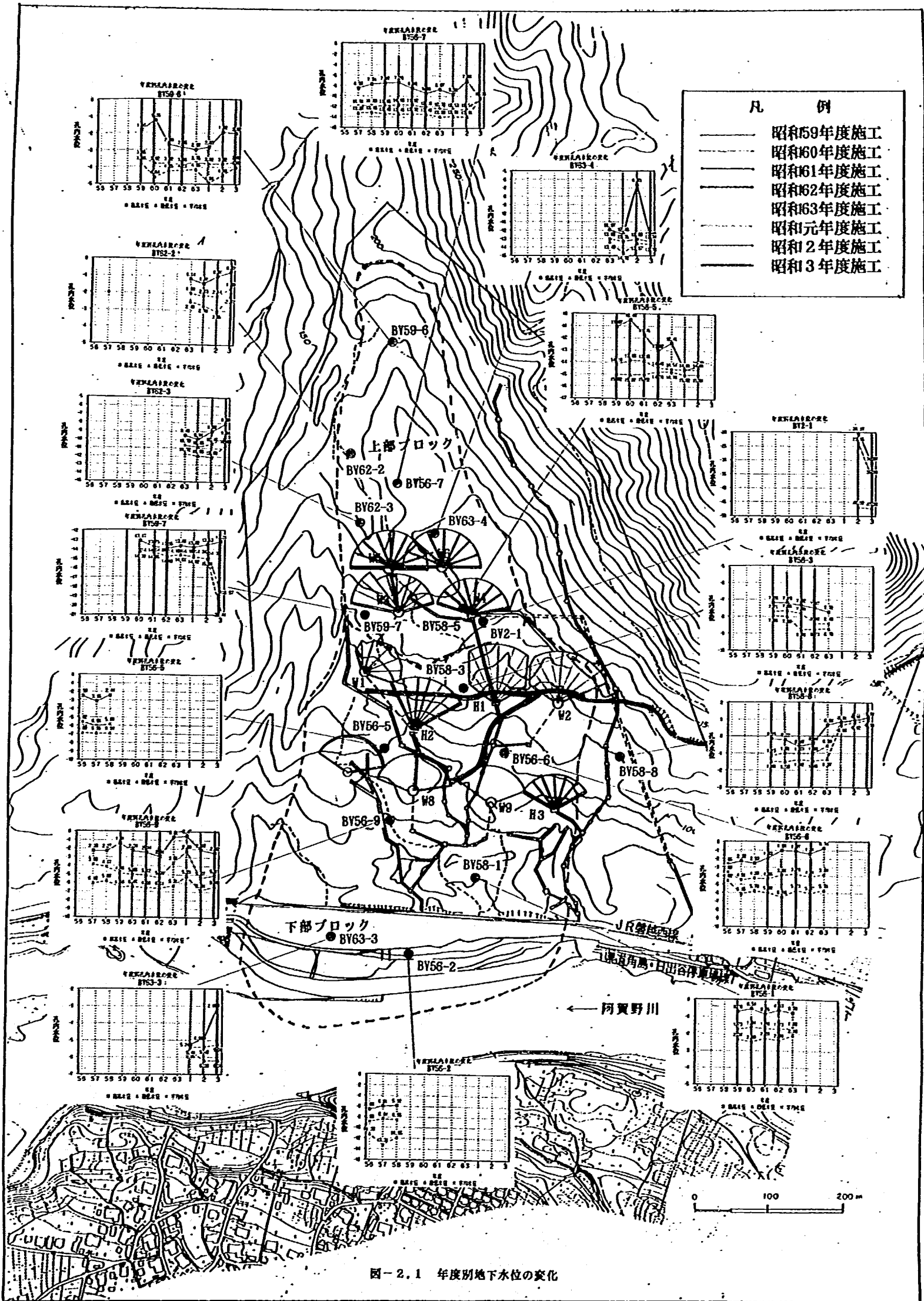


図-2.1 年度別地下水水位の変化

・BV56-6、BV58-8

BV56-6については、施設施工前後で地下水位の低下傾向は認められない。また、BV58-8についても、施設施工前後での地下水位の低下傾向は認められず、むしろ、排水トンネルの掘削が開始された昭和63年から地下水位が地表面以上に上昇する現象を生じている。

・BV56-9、BV58-1、BV63-3

3孔とも施設施工に伴う地下水位の低下傾向は、認められない。

以上のことから、集水井及び横ボーリングの施工に伴い地下水位の低下傾向が認められた地下水位観測孔は、BV56-7、BV58-5、BV58-3であり、排水トンネルの掘削に伴い地下水位の低下傾向が認められた地下水位観測孔は、BV2-1、BV59-7である。このことから、地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下観測孔は、最高水位、最低水位、平均水位の変化で判断した場合、5孔と少ないことが分かった。しかし、移動計の観測結果では、図-2.2に示すように各年度の移動量は、昭和59年度からの地下水排除施設施工により減少する傾向を示し、平成2年には、ほぼ数センチとなっている。したがって、地下水位観測では水位の低下は認められないが、すべり面における間隙水圧の低下は生じていると考えられる。

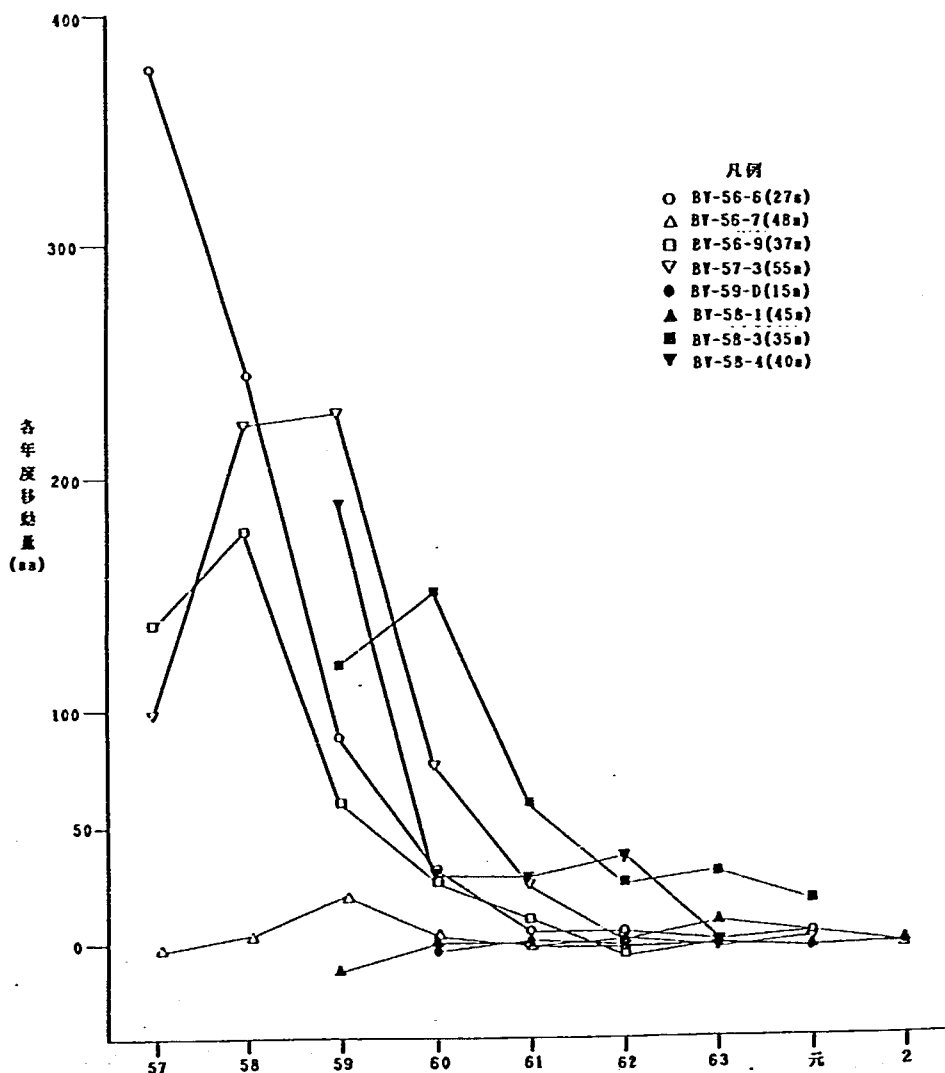


図-2.2 移動量の経年変化

## 2.2 応答関数モデルを用いた地下水位低下量の評価

地下水排除施設の効果を定量的に評価する方法としては、施設施工前の早い時期を基準の期間として、降雨と間隙水圧及び地下水位等との関係をモデル化し、このモデルを用いて、その後の降雨から間隙水圧及び地下水位等を求め、観測値と計算値との変化を比較検討することが考えられる。すなわち、地下水位を例にすると、施設の効果については、施設施工後の観測値が計算値より小さい場合は施設の効果が生じたことになり、両者が同程度で推移していれば効果が生じていないことになる。

降雨と間隙水圧及び地下水位等との関係をモデル化する方法としては、タンクモデル<sup>1)</sup>及び応答関数を用いたもの<sup>2)</sup>等が提案されている。以下に、応答関数による方法を示す。降雨に敏感に反応する間隙水圧及び地下水位等は、地すべり地内外の土層をブラックボックスと考えて、入力である降雨量  $x(t)$  と出力である地下水位等  $y(t)$  との応答関数として表示できるものと考えられる。この入力～出力の関係を、応答関数とたたみ込み積分による入力出力関係式で表示すると(2-1)式となる。

$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \int_{-\infty}^t h_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n) \prod_{i=1}^n x(t - \tau_i) \cdot d\tau_1 \cdot d\tau_2 \cdot \dots \cdot d\tau_n \quad (2-1)$$

ここで、 $y(t)$  : 推定する地下水位等

$t$  : 時間

$h_n$  : インパルス応答

$\tau_i$  : ラグ時間

$x(t - \tau_i)$  : 降雨量

である。

ここでは、(2-1)式右辺の1項までをとり、重回帰モデルを用い土の浸透能等を考慮して、(2-2)式により解析を行う。

$$Y(t) = b_0 + \sum_{i=1}^p b_i x_i^m \quad (2-2)$$

ここで、 $Y(t)$  : 推定する地下水位等

$b_i$  : 偏回帰係数

$p$  : さかのぼる時間

$x_i$  : 降雨量

$m$  : 定数

である。

(2-2)式を解く場合に問題となるのが、さかのぼる時間  $p$  をどの程度にするかである。一般的には、 $p$  を増して行くと重相関係数は常に大きくなる。したがって、 $p$  を増加させることが、意味のあるこ

とであるか否かを、何らかの基準を設けて見極める必要がある。ここでは、(2-3)式による自由度二重調整済み寄与率 $R^{*2}$ を用いて、さかのぼる時間 $p$ と定数 $m$ を決める。

$$R^{*2} = r^2 - \frac{2np(1-r^2)}{(n+1)(n-p-1)} \quad \dots (2-3)$$

ここで、 $r$  : 重相関係数

$n$  : データ数

$p$  : 説明変数の数

である。

タンクモデルを用いた方法は、その特性上連続した解析を行う必要がある。無積雪地帯では、連続した解析が可能であるため問題はない。しかし、積雪地帯では連続した解析を行うためには、融雪を考慮したタンクモデルの作成が必要となり簡単ではない。一方、応答関数を用いた方法は、一度モデルを作成すれば積雪期間を除いた解析が可能である。したがって、積雪地帯における降雨と間隙水圧等との関係をモデル化する方法としては、応答関数を用いた方法が適している。

図-2.3~2.8には、応答関数を用いた地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化を示した。なお、降雨と地下水位との関係のモデル化は、各地下水位観測孔において連続観測が実施された最初の年のデータを用いて行っている。

・BV59-6

モデル化は、昭和60年のデータを用いて行っている。地下水位の変化は、BV56-6、7に比べて小さい。昭和60年から平成2年の間では、地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下は認められない。これは、地下水位観測孔が、地すべり斜面の最上部に位置していることと、施設が近くに設置されていないことによると考えられる。

・BV56-7

モデル化は、昭和57年のデータを用いて行っている。地下水位の変動幅は、他の観測孔に比べて大きく3~6mに達している。地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下は昭和63年から認められ、2、3のピーク値を除くと観測値が計算値より約1m程小さくなっていることが分かる。これは、昭和62年に集水井が地下水位観測孔の下部斜面に施工されたことによると考えられる。

・BV59-7

モデル化は、昭和60年のデータを用いて行っている。地下水位の変化は、BV56-6、7に比べて小さい。地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下は、昭和63年から認められる。これは、昭和61年に集水井が地下水位観測孔の近くで施工されたことによると考えられる。地下水位低下量は、平成2年の基底値で約1mである。

・BV58-3

モデル化は、昭和59年のデータを用いて行っている。地下水位の変化は、BV56-6、7に比べて小さい。地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下は、昭和61年9月から認められる。これは、昭和61年に横ボーリングが地下水位観測孔の近くで施工されたことによると考えられる。地下水位

低下量は、昭和63年の基底値で約1 mである。

・BV56-6

モデル化は、昭和57年のデータを用いて行っている。地下水位の変動幅は約3 mである。地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化は、昭和60年までは、観測値と計算値がほぼ同じ値で推移している。しかし、昭和61年からは、基底値は観測値及び計算値ともほぼ同じ値であるが、ピーク値では、観測値が計算値より高い値を示すようになっており、地下水位が低下するのではなく上昇に転じている。

・BV56-9

モデル化は、昭和59年のデータを用いて行っている。地下水位の変動幅は約3 mである。地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化は、昭和60、61年については、観測値が計算値より低くなっているが、昭和63年では逆転し、平成2年では、また観測値が計算値より低くなっている。これらの変化と昭和59年のモデル化の精度を考慮すると、地下水排除施設施工に伴い地下水位が低下していると判断できない。

以上のことから、地下水排除施設施工前後で連続観測データが得られている地下水位観測孔（BV59-6、BV56-7、BV59-7、BV58-3、BV56-6、BV56-9）における地下水位の変化は、応答関数モデルを用いた地下水位低下量の評価によれば以下のようなになる。すなわち、地下水位の低下が認められた観測孔は、BV56-7、BV59-7、BV58-3であり、低下が認められなかった観測孔は、BV59-6、BV56-6、BV56-9である。また、応答関数モデルを用いた地下水位低下量の評価法を用いることにより、地下水排除施設の効果が時系列的に評価できることが分かる。

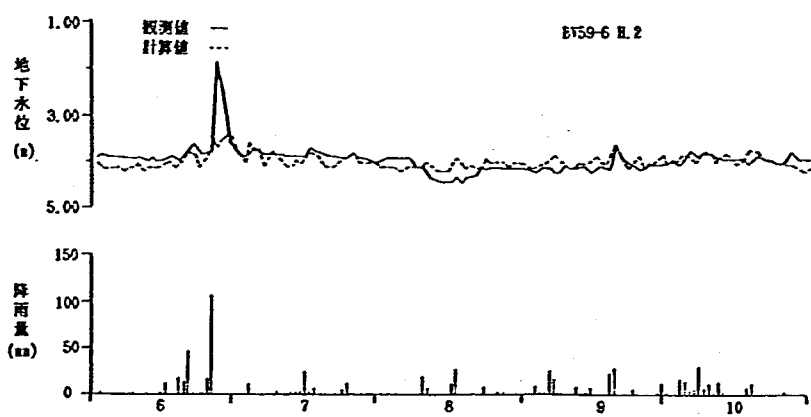
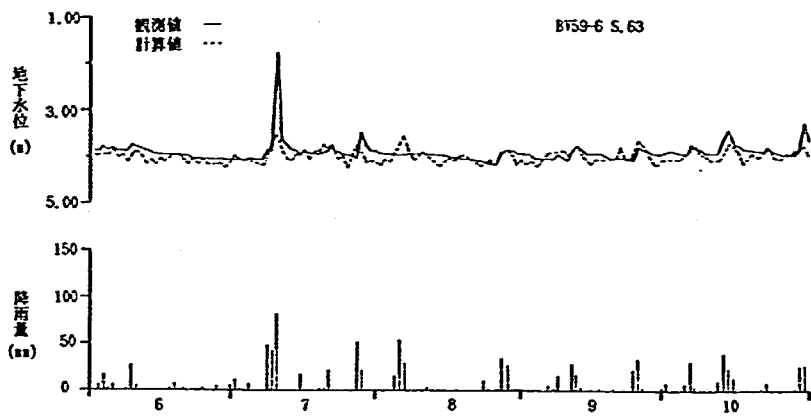
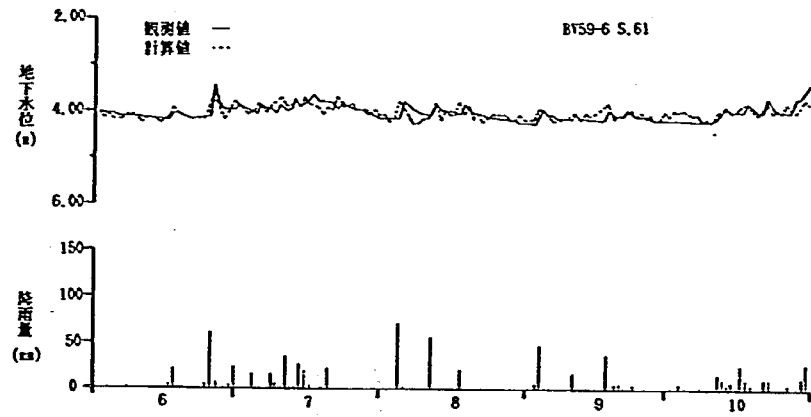
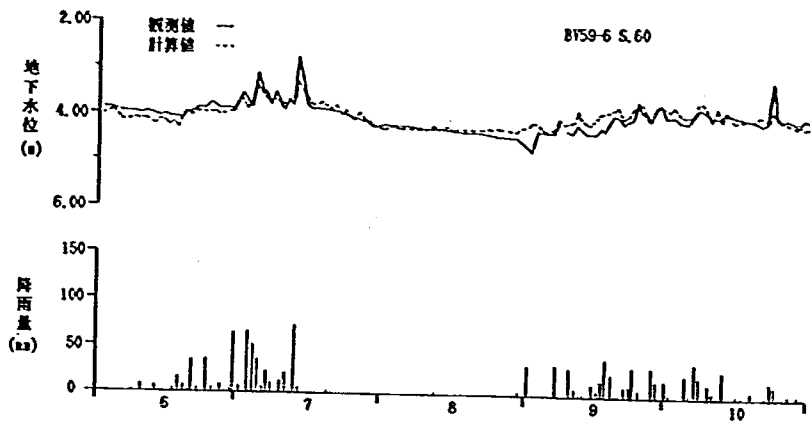


図-2.3 地下水排除施設の効果(1)



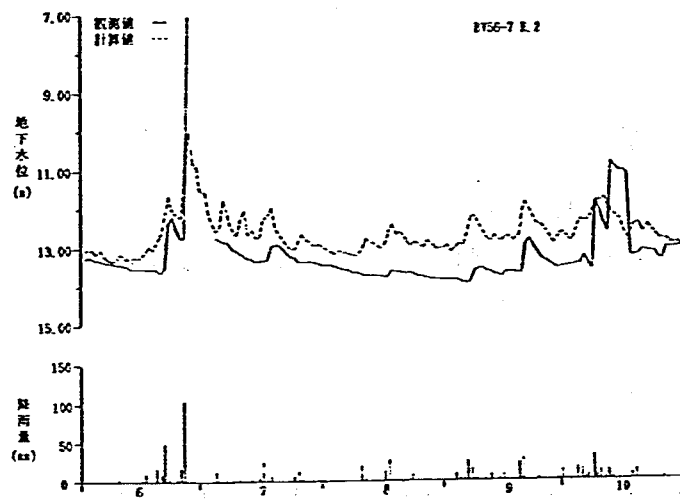
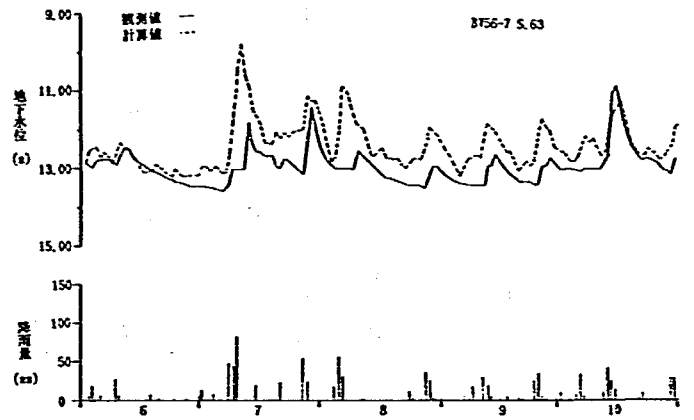
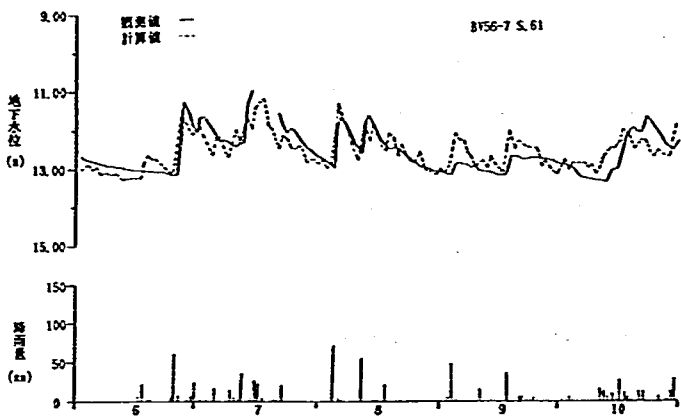
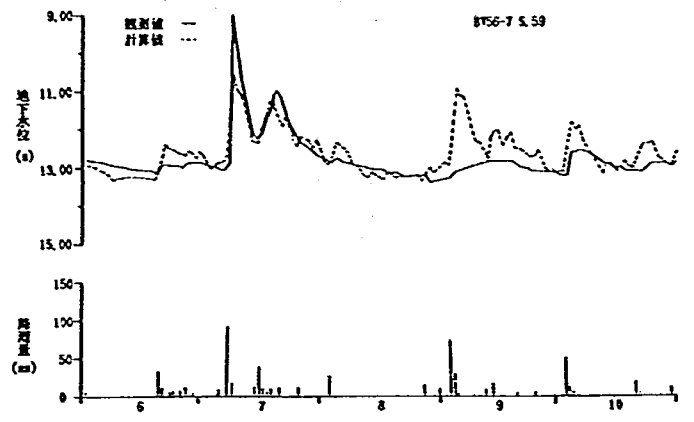
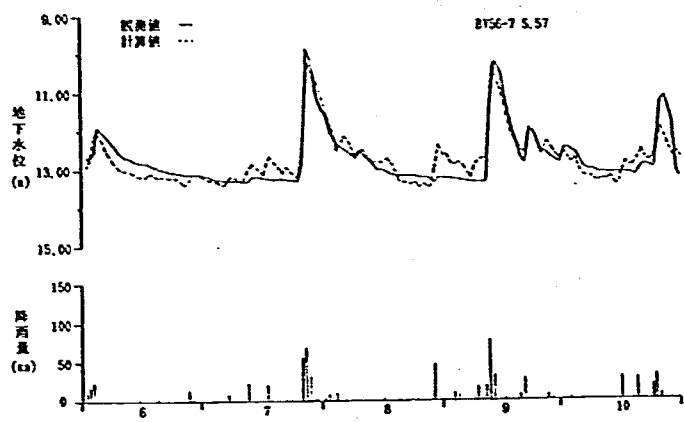


図-2.4 地下水排除施設の効果(2)

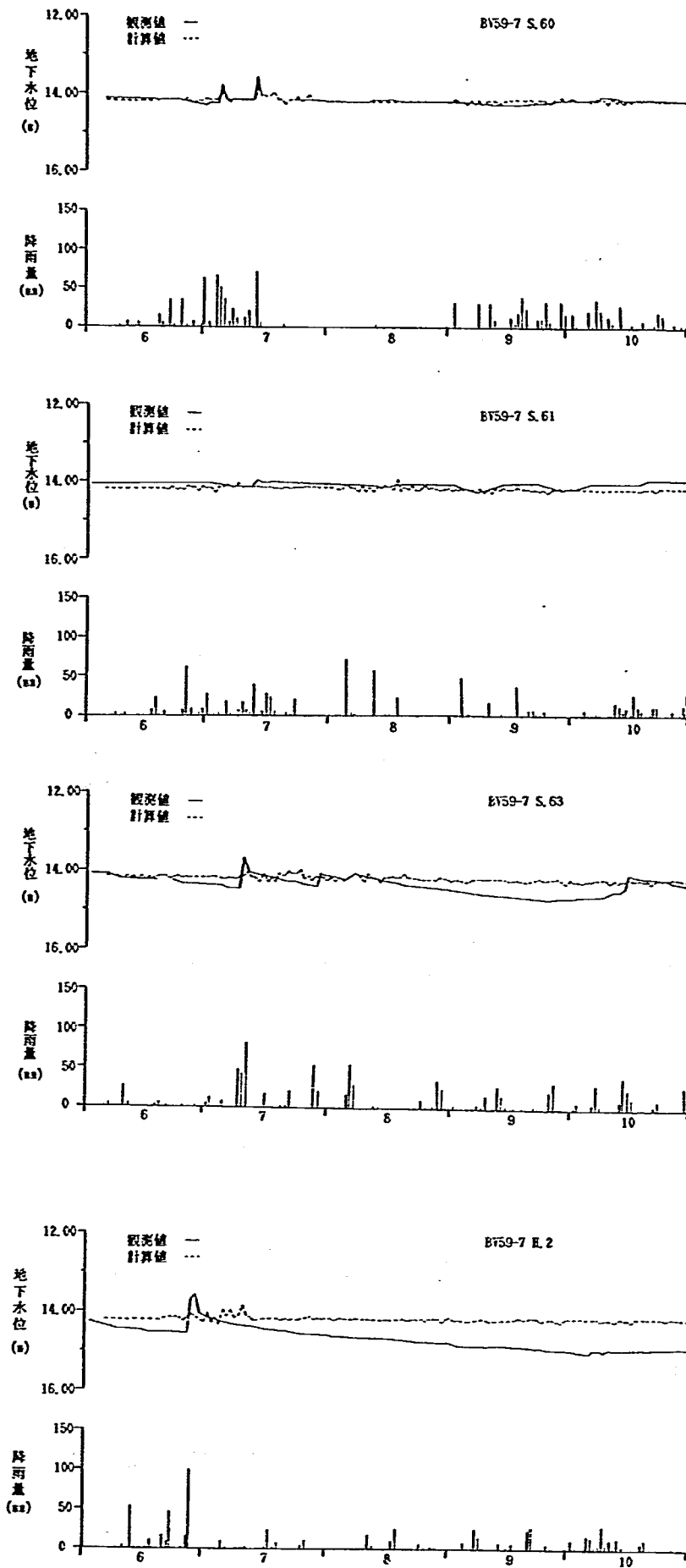


図-2.5 地下水排除施設の効果(3)

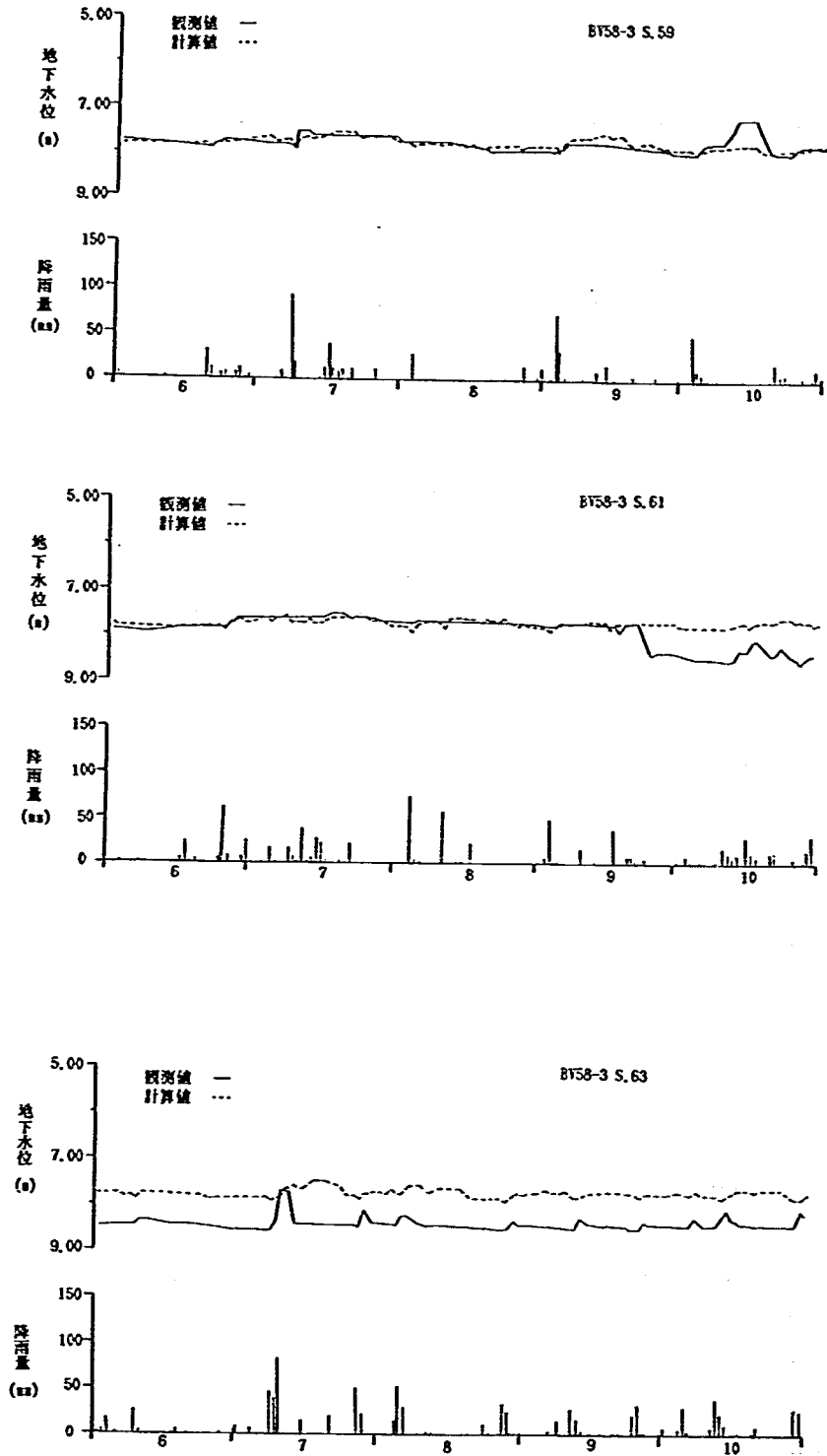


図-2.6 地下水排除施設の効果(4)

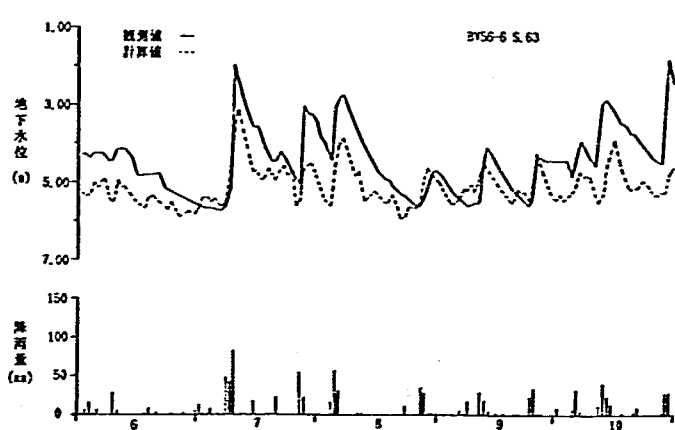
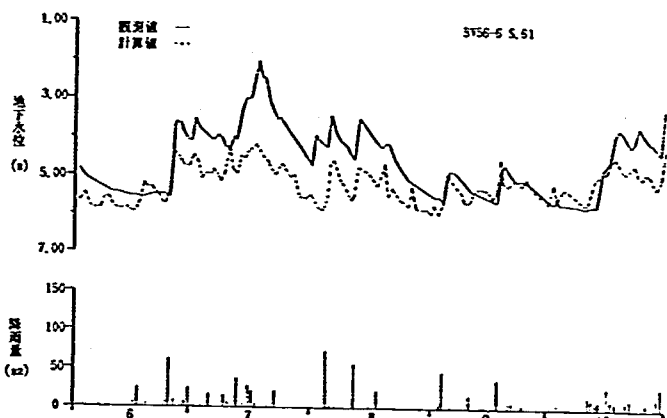
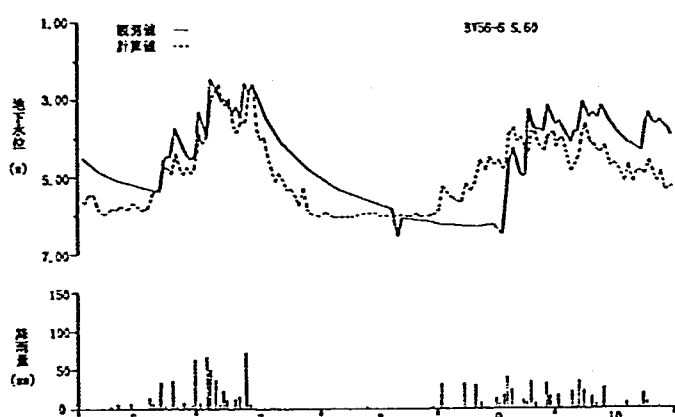
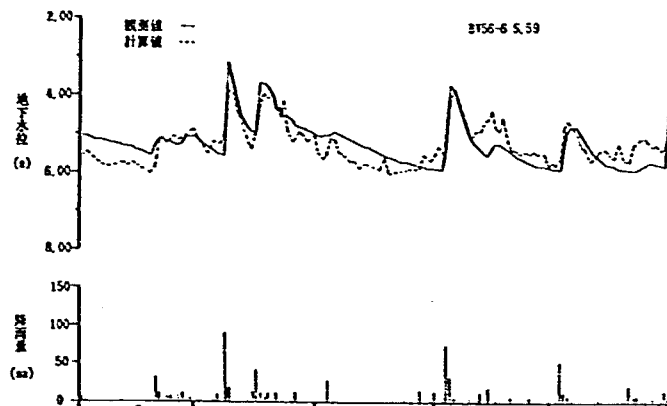
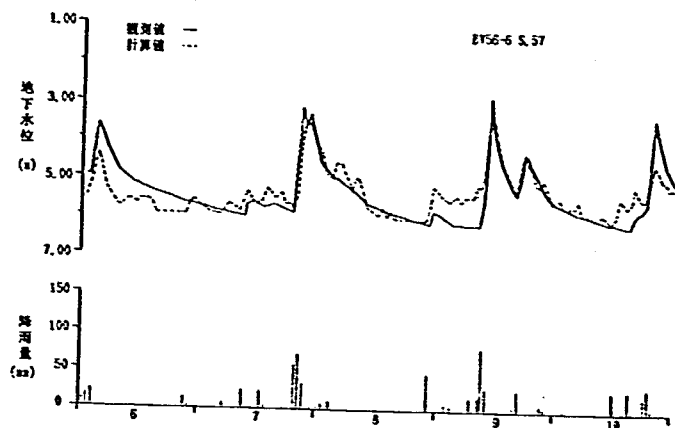


図-2.7 地下水排除施設の効果(5)

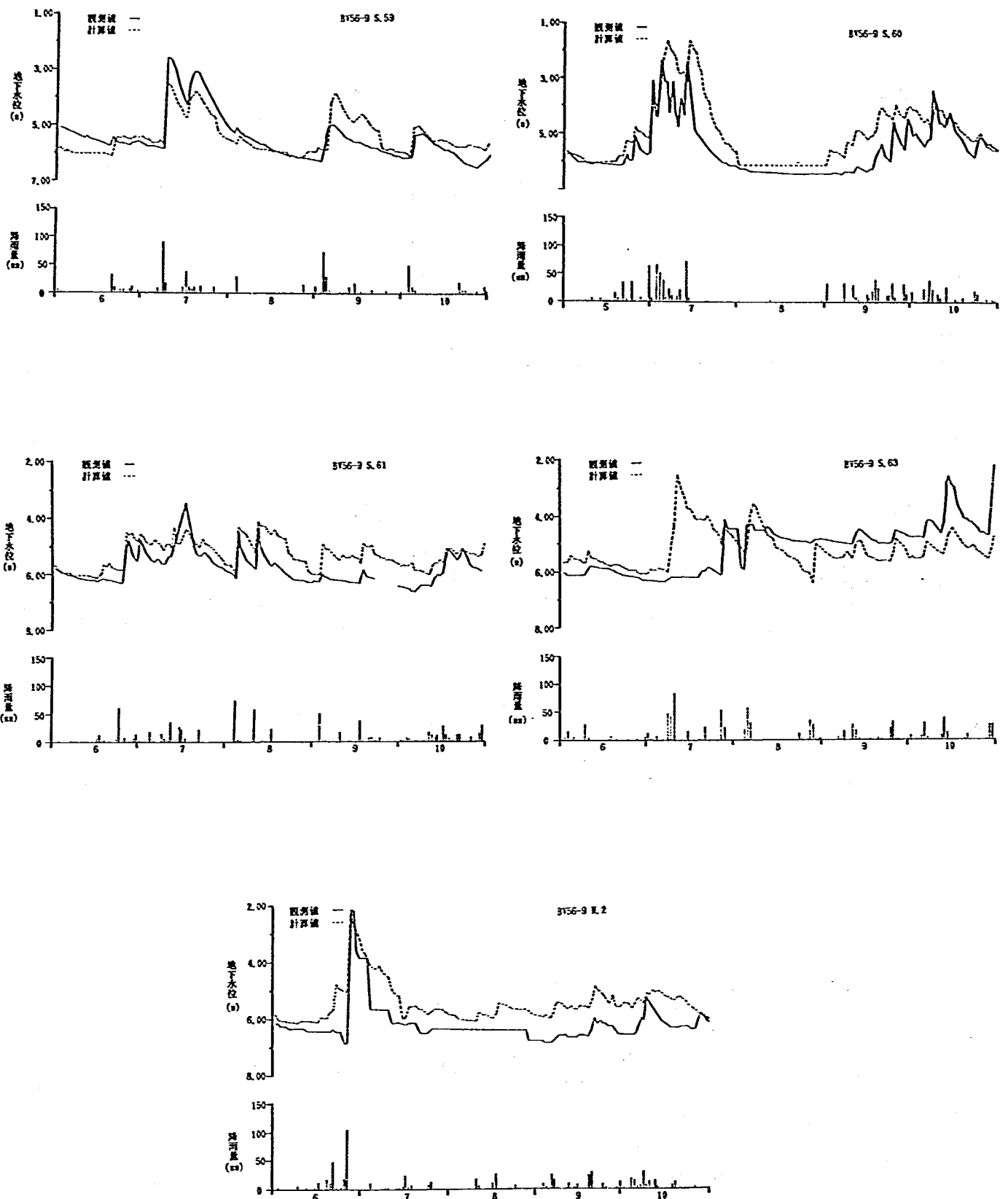


図-2.8 地下水排除施設の効果(6)

### 2.3 地下水検層結果と地下水排除施設の効果

地下水排除施設の施工に伴い地下水位が低下した区域は、上部ブロック及び下部ブロック頭部であることが、2.1及び2.2の検討結果から明らかとなった。しかし、地下水排除施設は、図-1.2に示したように下部ブロックの中間部にも施工されており、この区域での地下水位の低下は認められなかった。そこで、地下水検層結果により、地下水排除施設の効果について検討した。

#### ・BV56-7

図-2.9には、地下水検層結果を示した。すべり面は、移動によりボーリング孔が切断されていることと、地質調査ボーリングにおいて凝灰質の粘性土コアが採取されていることから深度20.7mである。移動層の透水性は、地下水検層結果によれば深度11~20m位まで地下水の流動層が認められることから、全体に良いことが分かる。このことから、BV56-7の位置においては、本孔の下部斜面に昭和62年に集水井が施工されたことによる地下水位の低下が、昭和63年以降に生じたものと考えられる。

#### ・BV58-5

図-2.10には、地下水検層結果を示した。地下水検層結果によれば深度13~19m位まで地下水の流動層が認められる。また、すべり面は、地質調査ボーリング結果から、礫混じり粘土と凝灰岩の境界である深度20.35mであると推定される。この他、集水井は、昭和62年にBV58-5の近傍で施工され、その深度は19.5mである。したがって、集水ボーリングは、深度19.5mより若干浅い深度で施工され、地下水の流動層である13~19mの地下水が排除したことになる。このことから、昭和62年以降の最高及び平均地下水位の低下が生じたと考えられる。

#### ・BV59-7

図-2.11には、地下水検層結果を示した。地下水検層結果によれば深度14mの地下水面付近に地下水の流動層が認められ、それ以深は難透水層となっている。集水井は、昭和61年にBV59-7の横方向の位置に深度22mで施工されている。なお、標高で示すと、集水井からの集水ボーリングは約112mより若干高い所に施工されたことになり、BV59-7の地下水流動層は118mとなる。したがって、集水ボーリングは、地下水流動層より深い位置で施工されたことになる。この結果、BV59-7の地下水位は、深度14m以浅の地下水流動層内のものであり、それ以深は難透水層であるため、難透水層と同じ標高の土層内に施工された集水ボーリングの影響は受けにくいと考えられる。以上のことから、BV59-7においては、昭和61年に近くに集水井が施工されたにもかかわらず、地下水位の低下が認められなかったのである。

#### ・BV58-3

図-2.12には、地下水検層結果を示した。地下水検層結果によれば深度8mの地下水面付近に地下水の流動層が認められ、それ以深は難透水層となっている。また、BV58-3における地下水位の変動幅は小さく、昭和59年で約0.7mとなっている。地下水排除施設としては、昭和60年及び61年に横ボーリングが施工されており、地下水排除施設による地下水位の低下は、昭和61年の9月に生じている。BV58-3における地下水流動層と各横ボーリングとの高さ関係を標高で示すと、前者が114mであり、後者が118mと100mとなる。したがって、昭和60年の横ボーリングは地下水位

より高い位置となり、昭和61年の横ボーリングは難透水層の中となる。これらのことから、横ボーリングによる地下水位の低下は生じないことになる。昭和61年の横ボーリングにより地下水位の低下が生じたのは、地下水検層では検出できない地下水流動層が、地下水位観測孔と横ボーリングとの間にあったためと考えられる。

・BV56-6

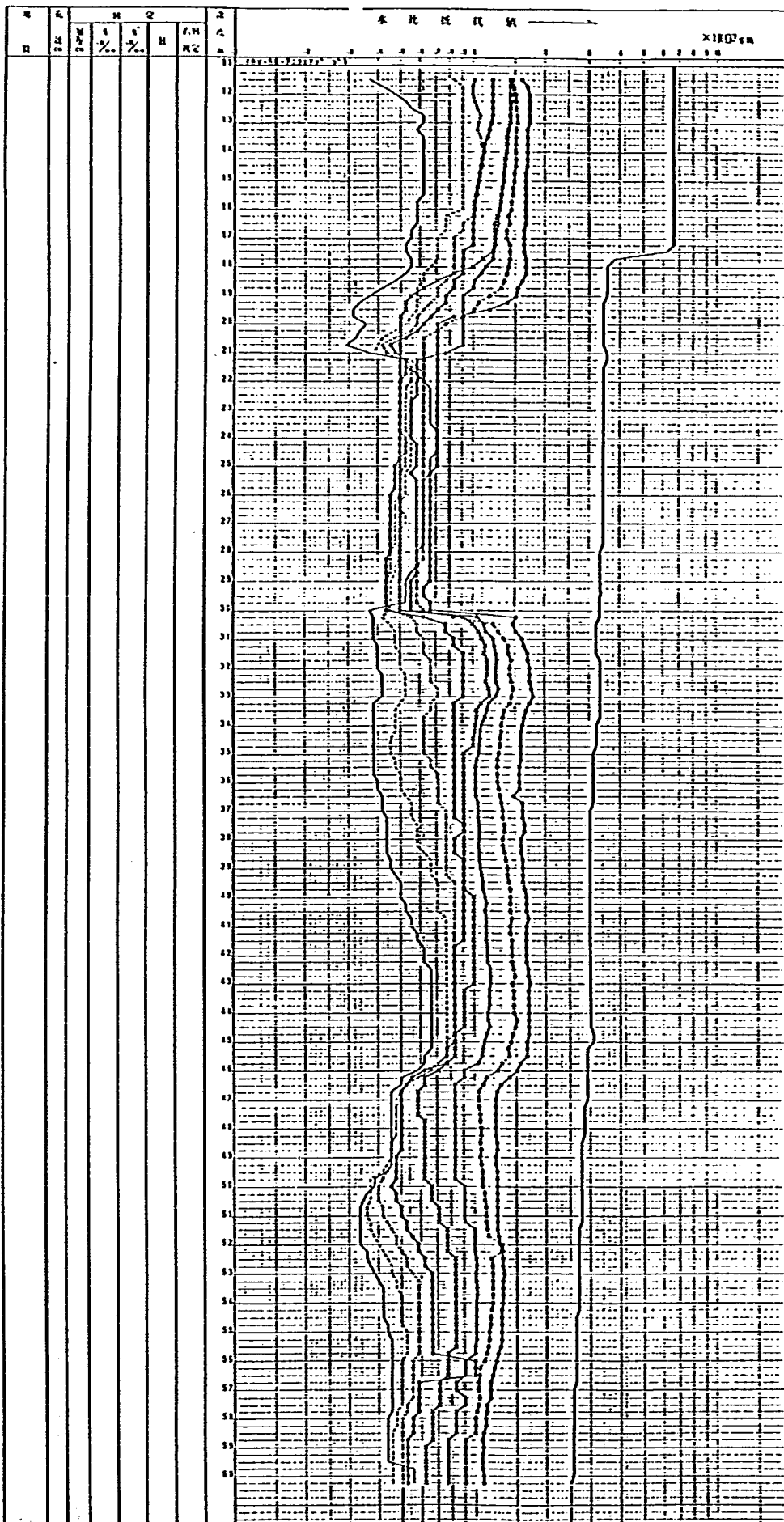
図-2.13には、地下水検層結果を示した。地下水検層結果によれば深度3.5~8.0mに地下水の流動層が認められ、それ以深は難透水層となっている。また、すべり面は、移動によりボーリング孔が切断されていることと、地質調査ボーリングにおいて凝灰質の粘質土コアが採取されることから深度約14mである。地下水排除施設は、BV56-6の位置に対して昭和60年に上部斜面において集水井と横ボーリングが、昭和62、63年に下部斜面において同じく集水井と横ボーリングが、それぞれ施工されている。しかし、地下水排除施設施工に伴う地下水位の低下は、本ボーリング孔においては認められない。この原因は、BV56-6における地下水位の変化が深度3.5~8.0m間の地下水流動層内のものであり、地下水位の低下がなかったことから、少なくともこの深度範囲の地下水脈は施設につながっていないことによると考えられる。

・BV56-9

図-2.14には、地下水検層結果を示した。地下水検層結果によれば深度2.5~8.5mに地下水の流動層が認められ、それ以深は難透水層となっている。また、すべり面は、多層移動計により検出されており深度33.0mである。地下水排除施設は、BV56-9の位置に対して平成元年~3年に上部斜面において集水井が施工されている。しかし、地下水排除施設施工による地下水位の低下は、本ボーリング孔においては認められない。この原因は、BV56-9における地下水位の変化が深度2.5~8.5m間の地下水流動層内のものであり、少なくともこの深度範囲の地下水脈が施設につながっていないことによると考えられる。

以上、地下水検層結果と地下水排除施設の効果について検討した。その結果、地下水排除施設の効果が現れた地下水位観測孔は、地下水面からすべり面まで地下水流動層が存在する孔であり、地下水流動層内に集水ボーリングが施工されていることが分かった。これに対して、効果が現れなかった地下水位観測孔は、地下水流動層が地下水面付近のみであるか、地下水面下4~6mの層厚の流動層が存在する孔であり、集水ボーリングは地下水流動層以深の難透水層内に施工されていることが分かった。なお、施設の効果が認められなかった地下水位観測孔は、集水ボーリングの施工範囲内に位置していない。したがって、これらの地下水位観測孔において地下水位の低下が認められなかったことが、施設の効果がなかったことにはならない。施設は地すべりブロックの頭部に設置されており、施設からの排水も確認されていることから、集水ボーリングの施工範囲内では効果を上げていると考えられる。

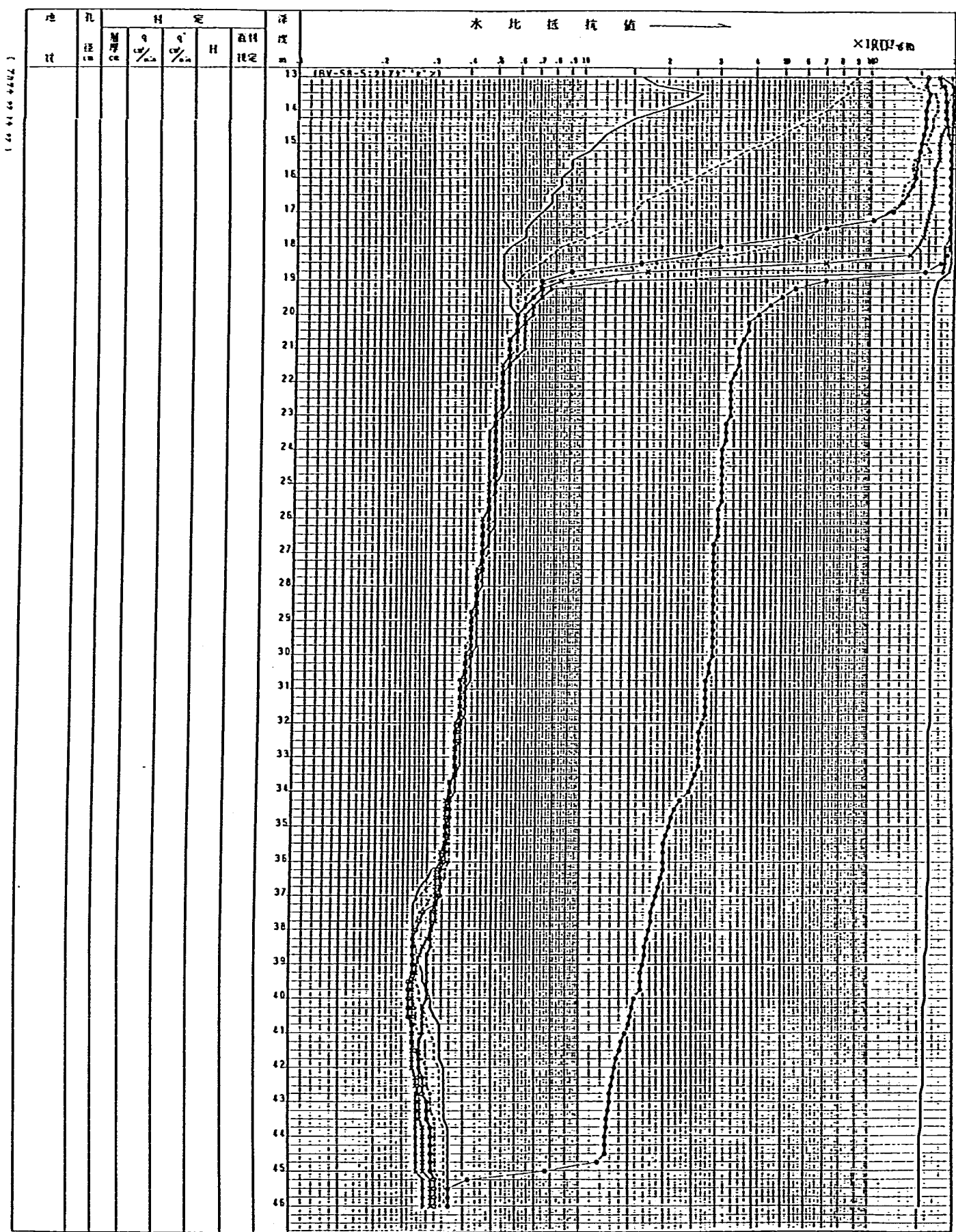
以上のことから、地下水検層により移動層の透水性が全体に良いことが認められた区間では、地下水排除施設の効果が集水ボーリングの施工範囲を超えて期待できることが分かった。しかし、それ以外の場合は、集水ボーリングの施工範囲を超えて効果を期待することはできないと考える。



①: 潜水層の透入層 ②: 潜水層の不透入層 ③: 潜水層の透入層 ④: 潜水層の不透入層 ⑤: 潜水層の透入層 ⑥: 潜水層の不透入層 ⑦: 潜水層の透入層 ⑧: 潜水層の不透入層	⑨: 潜水層の透入層 ⑩: 潜水層の不透入層 ⑪: 潜水層の透入層 ⑫: 潜水層の不透入層 ⑬: 潜水層の透入層 ⑭: 潜水層の不透入層 ⑮: 潜水層の透入層 ⑯: 潜水層の不透入層	⑰: 潜水層の透入層 ⑱: 潜水層の不透入層 ⑲: 潜水層の透入層 ⑳: 潜水層の不透入層 ㉑: 潜水層の透入層 ㉒: 潜水層の不透入層 ㉓: 潜水層の透入層 ㉔: 潜水層の不透入層	⑳: 潜水層の透入層 ㉕: 潜水層の不透入層 ㉖: 潜水層の透入層 ㉗: 潜水層の不透入層 ㉘: 潜水層の透入層 ㉙: 潜水層の不透入層 ㉚: 潜水層の透入層 ㉛: 潜水層の不透入層	㉜: 潜水層の透入層 ㉝: 潜水層の不透入層 ㉞: 潜水層の透入層 ㉟: 潜水層の不透入層 ㊱: 潜水層の透入層 ㊲: 潜水層の不透入層 ㊳: 潜水層の透入層 ㊴: 潜水層の不透入層	㊵: 潜水層の透入層 ㊶: 潜水層の不透入層 ㊷: 潜水層の透入層 ㊸: 潜水層の不透入層 ㊹: 潜水層の透入層 ㊺: 潜水層の不透入層 ㊻: 潜水層の透入層 ㊼: 潜水層の不透入層	㊽: 潜水層の透入層 ㊾: 潜水層の不透入層 ㊿: 潜水層の透入層 ①: 潜水層の不透入層 ②: 潜水層の透入層 ③: 潜水層の不透入層 ④: 潜水層の透入層						
井 名 記 号 BV-56-7	井 深 65m	井 口 径 1073mm	井 口 高 C.L. 60.25m	井 口 方位 10°31°E	井 口 位置 C.L. 11.5°	井 口 形状 BV-	井 口 材料 鋼 管	井 口 直径 C.L. -	井 口 深度 -	井 口 方位 -	井 口 位置 -	井 口 形状 C.L. -

図-2.9 BV56-7 地下水検層結果



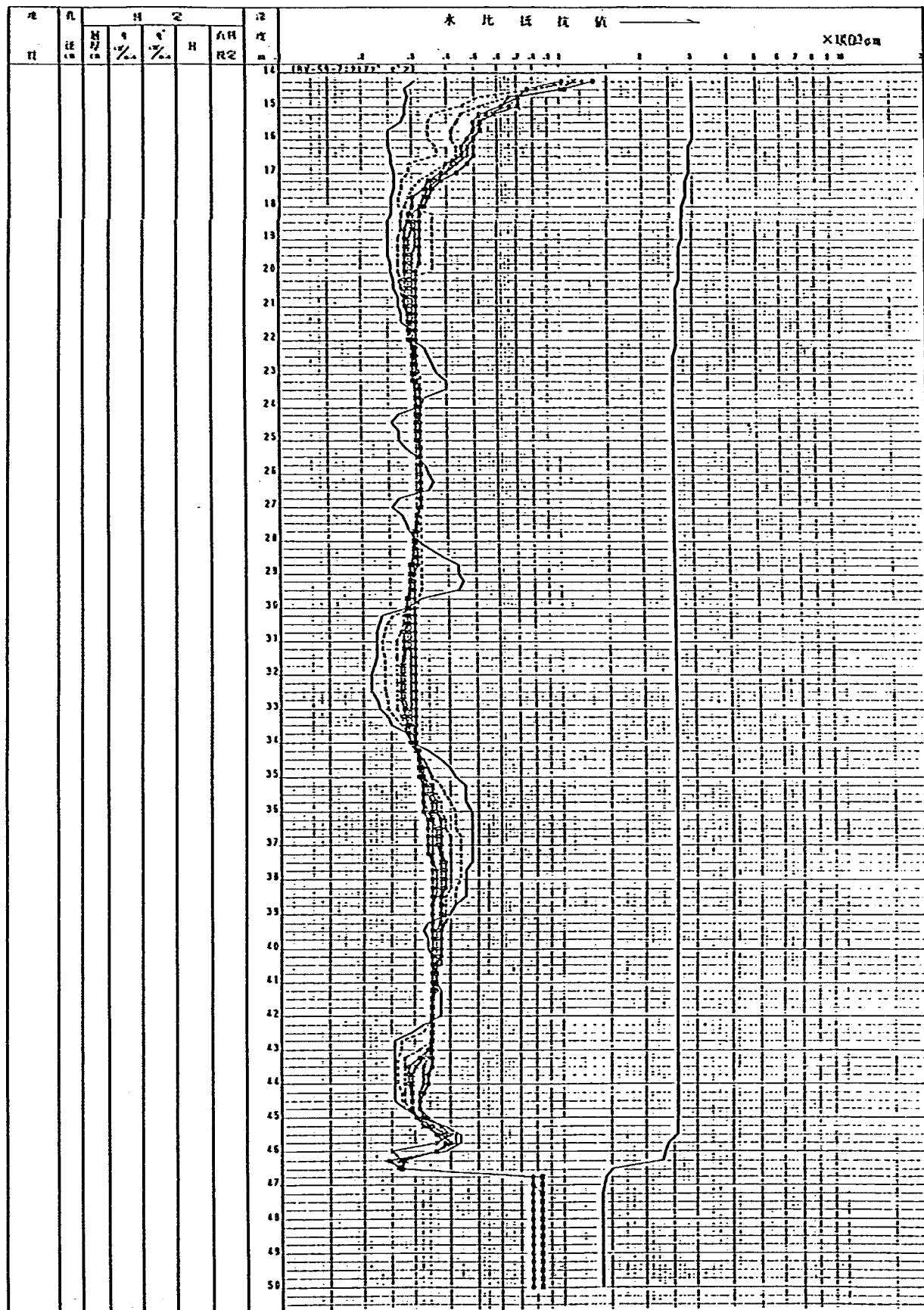


凡 例	q : 汲み上げ前の流入量	q' : 汲み上げ後の流入量	H : 圧力水頭	BC	C-O	30分後	分後
	直視判定	→ : 地下水流入層	J : 有圧地下水	直視	x-x	60分後	分後
	∩ : 透水面	■ : 湧き出し層		-----	△-△	90分後	140分後
				-----	○-○	20分後	分後

調査孔	汲み上げの	距離深度	距離孔径	検層実施日	検層時水位	調査孔	汲み上げの	距離深度	距離孔径	検層実施日	検層時水位
BV-58-5	前 後	G.L. - 45m	66mm	12/06日	G.L. - 13m	BV-	前 後	G.L. - m	m	月 日	G.L. - m

図-2.10 BV58-5 地下水検層結果

( 46 4646 )

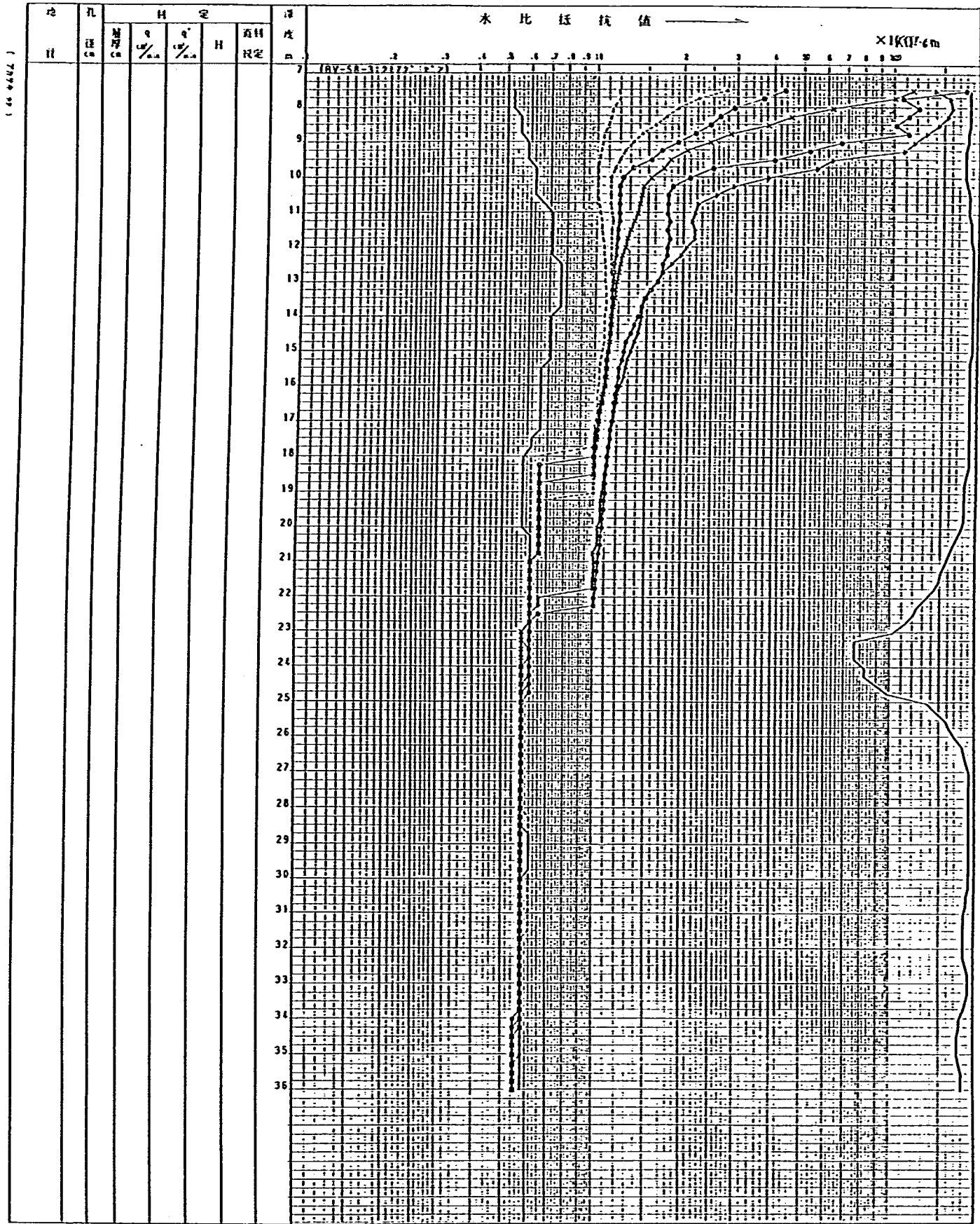


凡 例	● : 潜水上げ時の流入量	○ : 潜水上げ時の流入量	H : 圧力水頭	— BC —	— C — C —	45 単位	— — — — —	単位
	△ : 潜水下げ時の流入量	□ : 潜水下げ時の流入量	J : 存在地下水	— 点線 —	— 点線 —	60 単位	— — — — —	単位
	▽ : 潜水面	■ : 潜水面		— 点線 —	— 点線 —	90 単位	— — — — —	単位
				— 点線 —	— 点線 —	30 単位	— — — — —	単位

凡 例	潜水上げの	圧力水頭	圧力水頭	圧力水頭	凡 例	潜水上げの	圧力水頭	圧力水頭	圧力水頭
BV-59-7	同 次	C.L. - 50m	65m	03月15日	C.L. - 1.2m	同 次	C.L. -		

図 - 2.11 BV59-7 地下水検層結果

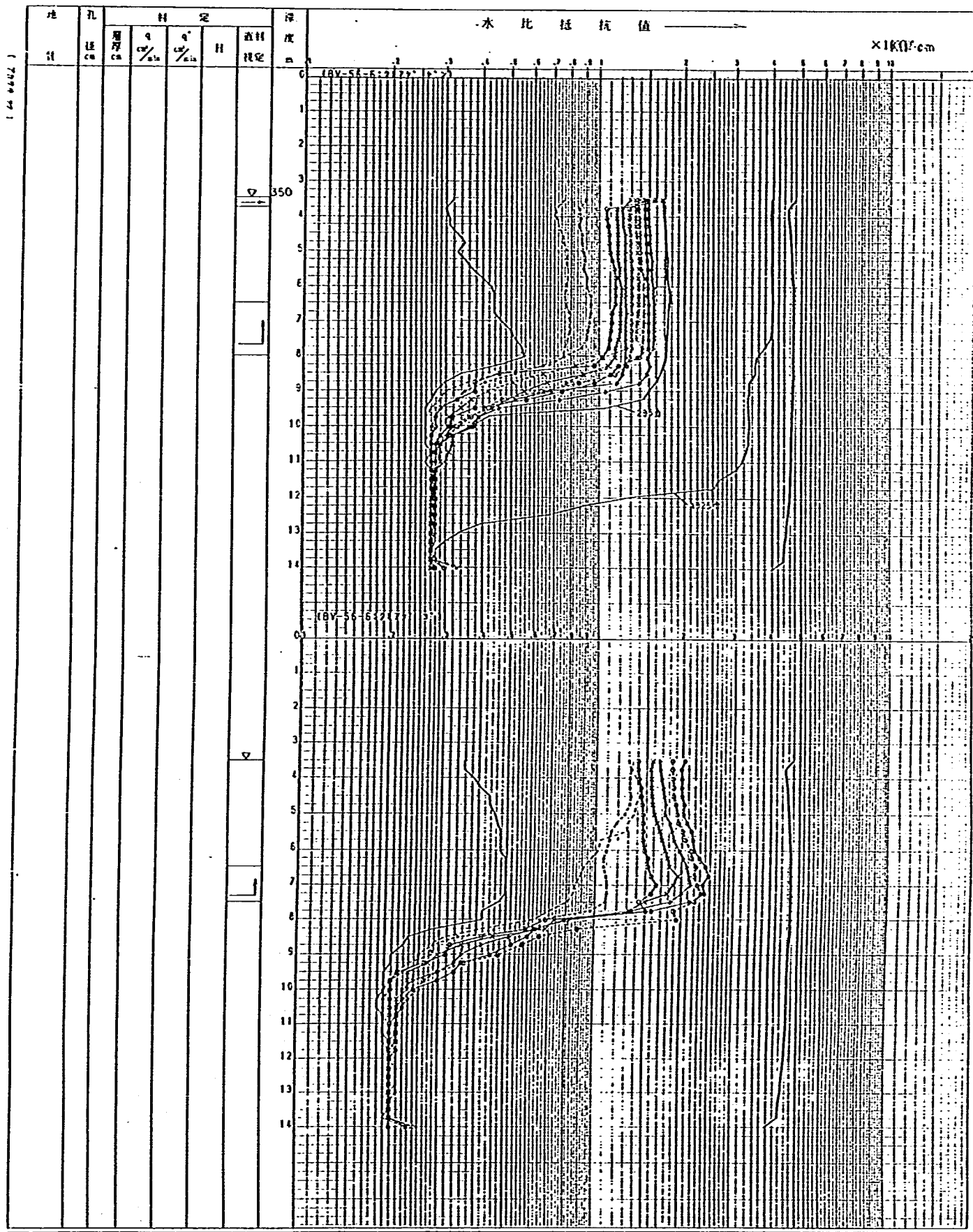


凡 例	q : 汲み上げ前の流入量	q' : 汲み上げ後の流入量	H : 圧力水頭	—○—○—	30分後	—△—△—	90分後
	直投料定	— : 地下水流入層	— : 有圧地下水	—	45分後	—●—●—	90分後
	— : 透水面	— : 非透入層		—	60分後	—	90分後
				—	20分後	—	90分後

井 五 井	汲み上げの 前 後	圧力深度	圧力孔径	検層実施日	検層時水位	井 六 井	汲み上げの 前 後	圧力深度	圧力孔径	検層実施日	検層時水位
BV-58-3		C.L. - 36m	66mm	11月28日	C.L. - 7.4m	BV-		C.L. -		月 日	C.L. -

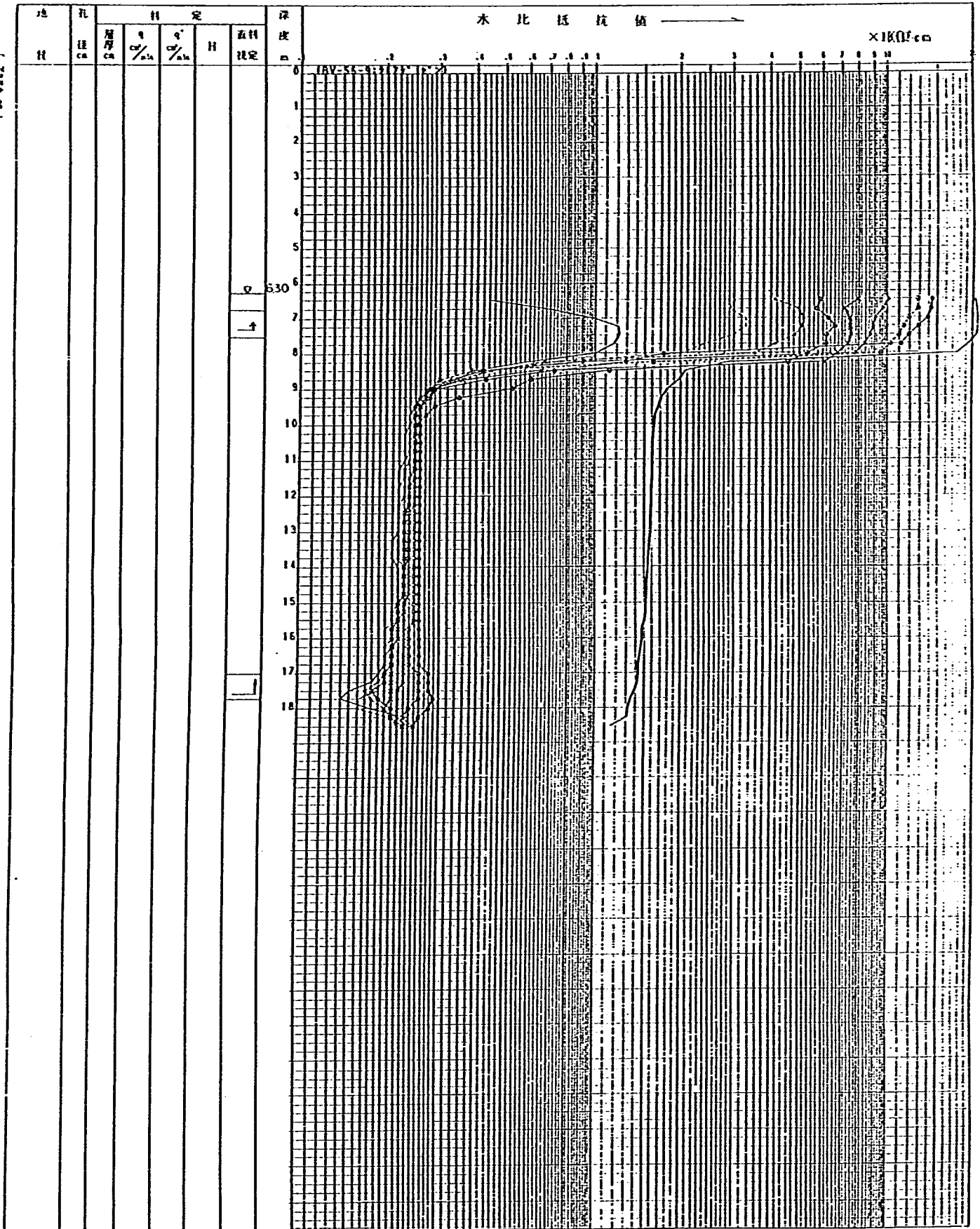
図-2.12 BV58-3 地下水検層結果



凡 例	$q$ : 読み上げ前の透入量 $q'$ : 読み上げ後の透入量    H : 圧力水頭 透視打定 → : 地下水流入層    ↓ : 有圧地下水 丁 : 透水面    罫線 : 非流入層	— BC 透視 ..... 5 / 15分注 ——— 10 / 20分注	○—○— 20 / 40分注 △—△— 30 / 60分注 ●—●— 40 / 80分注 ◐—◐— 60 / 100分注	..... 90 / 分注 ..... 120 / 分注 ..... 150 / 120分注 ..... 180 / 分注																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>調査孔</th> <th>読み上げの</th> <th>圧縮深度</th> <th>圧縮孔径</th> <th>検層実施日</th> <th>検層時水位</th> <th>調査孔</th> <th>読み上げの</th> <th>圧縮深度</th> <th>圧縮孔径</th> <th>検層実施日</th> <th>検層時水位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-56-6</td> <td>前注</td> <td>C.L. - 14m</td> <td>66mm</td> <td>03月22日</td> <td>C.L. - 3.5m</td> <td>BV-56-6</td> <td>前注</td> <td>C.L. - 14m</td> <td>66mm</td> <td>03月23日</td> <td>C.L. - 3.5m</td> </tr> </tbody> </table>	調査孔	読み上げの	圧縮深度	圧縮孔径	検層実施日	検層時水位	調査孔	読み上げの	圧縮深度	圧縮孔径	検層実施日	検層時水位	BV-56-6	前注	C.L. - 14m	66mm	03月22日	C.L. - 3.5m	BV-56-6	前注	C.L. - 14m	66mm	03月23日	C.L. - 3.5m		
調査孔	読み上げの	圧縮深度	圧縮孔径	検層実施日	検層時水位	調査孔	読み上げの	圧縮深度	圧縮孔径	検層実施日	検層時水位																
BV-56-6	前注	C.L. - 14m	66mm	03月22日	C.L. - 3.5m	BV-56-6	前注	C.L. - 14m	66mm	03月23日	C.L. - 3.5m																

図 - 2.13 BV56-6 地下水検層結果

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



凡例	○: 汲み上げ前の流入量	◇: 汲み上げ後の流入量	H: 圧力水頭	—○—○—	30分注	—○—○—	30分注
	→: 地下水流入層	J: 帯圧地下水	▽: 透水面	—x—x—	40分注	—x—x—	40分注
	—	—	—	—△—△—	60分注	—△—△—	60分注
	—	—	—	—○—○—	90分注	—○—○—	90分注
	—	—	—	—x—x—	120分注	—x—x—	120分注

井名	汲み上げの	掘削深度	掘削孔径	検層実施日	検層時水位	調査孔	汲み上げの	掘削深度	掘削孔径	検層実施日	検層時水位
BV-56-9	前 後	C.L. -18.5m	66mm	12月10日	C.L. -6.3m	BV-	前 後	C.L. -	mm	月 日	C.L. -

図-2.14 BV56-9 地下水検層結果

## 2.4 地下水排除施設の効果測定に関する問題点

赤崎地すべりにおける地下水位観測は、全面にストレーナ加工されたパイプをボーリング孔内に挿入し、その中の地下水位を観測する方法であり、一般に用いられている方法である。

地下水位は、各観測孔における地下水検層結果から、その変動機構を知ることができる。すなわち、図-2.15(a)に示したBV56-7における地下水検層結果から、地下水流動層は深度11~20mであり、それ以深は、すべり面まで難透水層となっていることが分かる。したがって、地下水位は深度11~20mの地下水流動層内の水位変化を観測していることになる。また、図-2.15(b)に示したBV56-6における地下水検層結果からは、地下水流動層は深度3.5~8.0mであり、それ以深はすべり面まで難透水層となっている。したがって、地下水位は深度3.5~8.0mの地下水流動層内の水位変化を観測していることになる。これらのことから、地下水位観測における地下水位は、地下水流動層内の水位（流動層が2層以上ある場合は、それらの合成された水位）を観測していることになる。

地下水排除施設は、すべり面の間隙水圧を低下させる目的で施工される。したがって、その効果は、すべり面の間隙水圧を測定することによって求められる。しかし、本地すべり地においては、前述した方法により地下水位観測が実施されている。そこで、地下水位と間隙水圧の値及び変動形態を比較するために、本地すべり地で観測された各データを以下に示した。

図-2.16には、地下水位観測孔BV56-7及びBV56-6における地下水位と、それぞれの孔に近接した位置で調査当初すべり面と推定された深度における間隙水圧の観測結果を示した。なお、間隙水圧計は、図-2.17に示すように間隙水圧計を挿入し、その上下には砂、残りの孔内には地表面までベントナイトを、それぞれ充填し埋設した。地下水位と間隙水圧（地下水位換算値）の観測値は、BV56-7の地下水位とBV59A-18の間隙水圧（図-2.15(a)の深度18mにおける透水層内の間隙水圧）については、ほぼ同じ値と変動形態を示している。しかし、BV56-6の地下水位とBV59B-12の間隙水圧（図-2.15(b)における難透水層内の間隙水圧）については、値と変動形態が一致する期間もあるが、ほとんどの期

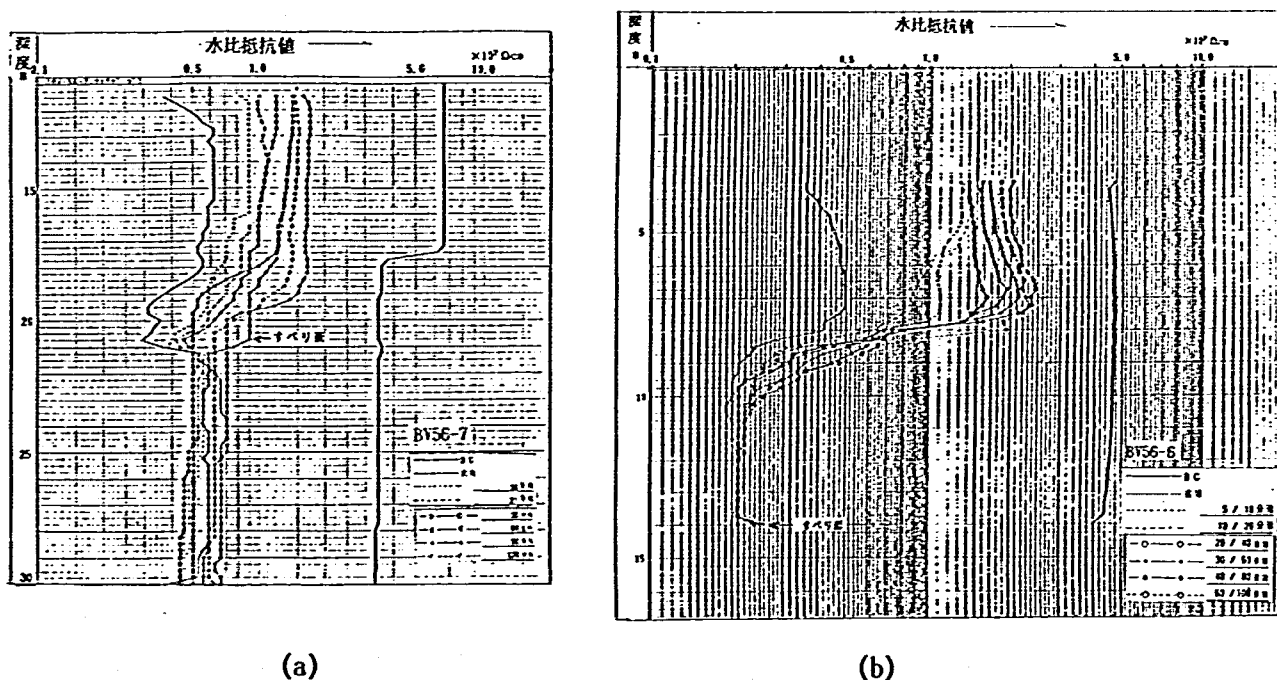


図-2.15 地下水検層結果

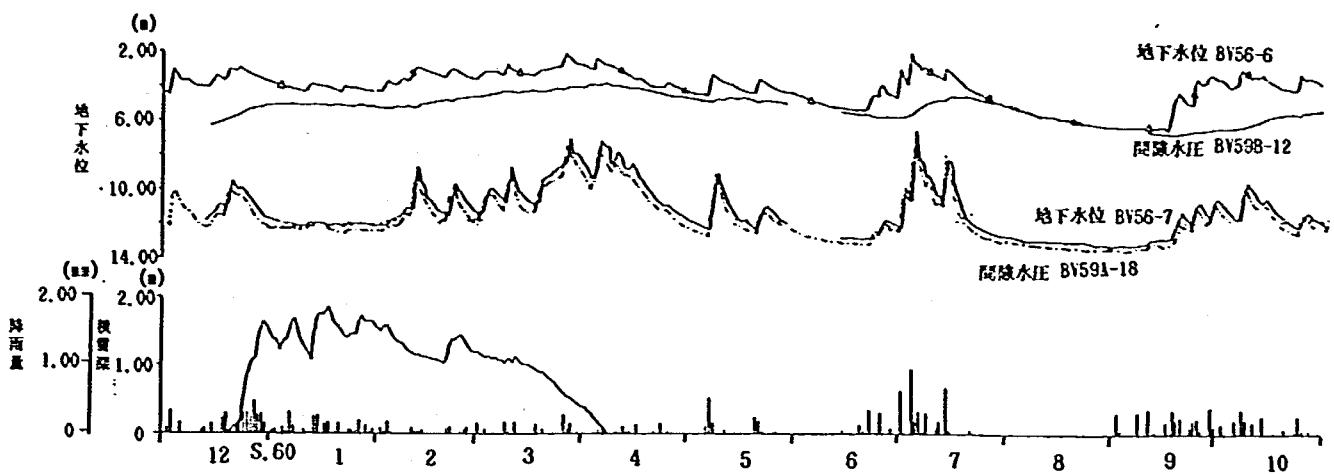


図-2.16 地下水位と間隙水圧の観測結果

間で間隙水圧が地下水位より低い値を示し、変動形態も一致していない。これらのことから、地すべり調査におけるすべり面の間隙水圧は、間隙水圧計を埋設し観測する必要があることが分かる。したがって、今回の地下水排除施設の効果に関する検討では、地下水位の観測結果を用いていることから、正確な施設の効果は求められない。しかし、施設の効果があつた場合は、何らかの形で観測値に現れているはずであり、少なくとも応答関数モデルにより地下水位の低下が認められた観測孔については、施設の効果があつたと考えられる。

以上のことから、一般に用いられている全面にストレーナ加工されたパイプをボーリング孔内に挿入し、その中の地下水位を観測する方法では、正確に地下水排除施設の効果を測定できないことが分かった。正確に地下水排除施設の効果を測定するためには、すべり面に間隙水圧計を埋設し測定する必要がある。したがって、地すべり調査では、すべり面調査と地下水位観測を同時に行うのではなく、まず、すべり面調査を実施し、すべり面が確定した段階で、すべり面に間隙水圧計を埋設してすべり面の間隙水圧を測定する必要がある。

## 2.5 まとめ

赤崎地すべりにおける地下水排除施設施工前後の地下水

位観測データを用いて、地下水排除施設の効果について検討した。その内容は、以下に示すとおりである。

- (1) 応答関数モデルを用いて地下水位低下量を評価した結果では、地下水位の低下範囲が、地下水位観測孔から集水井までの水平距離で約140m（集水ボーリング先端から約90m）離れた地点まで達する場合があることが分かった。また、地下水位の低下が認められた観測孔での低下量は約1mであった。

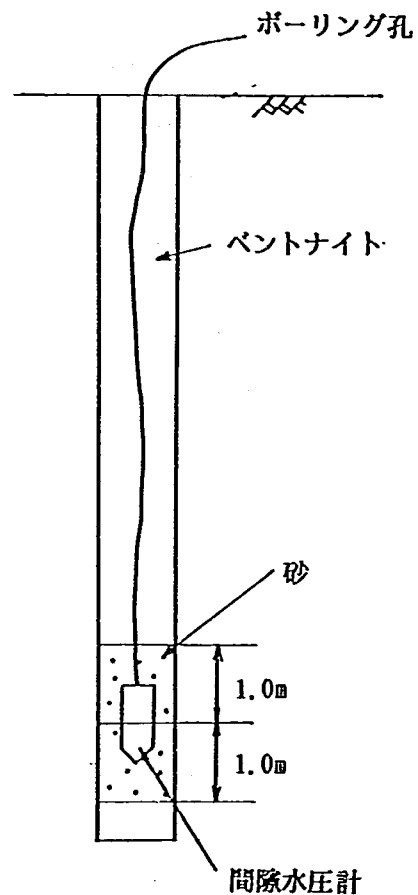


図-2.17 間隙水圧計埋設方法

- (2) 応答関数モデルを用いた地下水位低下量の評価法を用いることにより、地下水排除施設の効果が時系列的に評価できる。
- (3) 地下水検層により移動層の透水性が全体に良いことが認められた区間では、地下水排除施設の効果が集水ボーリングの施工範囲を超えて期待できることが分かった。しかし、それ以外の場合は、集水ボーリングの施工範囲を超えて効果を期待することはできない。
- (4) 一般に行われている地下水位観測法では、正確に地下水排除施設の効果を測定できないことが分かった。正確に地下水排除施設の効果を測定するためには、すべり面に間隙水圧計を埋設し測定する必要がある。したがって、地すべり調査では、すべり面調査と地下水位観測を同時に行うのではなく、まず、すべり面調査を実施し、すべり面が確定した段階で、すべり面に間隙水圧計を埋設してすべり面の間隙水圧を測定する必要がある。

今回の検討に用いた地下水位観測データは、地下水排除施設の効果判定を目的に観測孔を配置し観測されたものではない。このため、地下水排除施設の効果について定量的な結論を得るまでには至らなかった。今後は、問題点を解決し、綿密に地下水排除施設の効果調査を実施する必要がある。



### 3. 斜面安定解析

赤崎地すべりは、すべり面が阿賀野川河床面下に達している。このような地すべり斜面の安定解析では、移動地塊が水から受ける力を考慮する必要がある。そこで、部分水没斜面の二次元及び三次元の斜面安定解析プログラムを作成した。

#### 3.1 斜面安定解析式

##### 3.1.1 二次元斜面安定解析式

地すべり斜面の安定解析には、簡便法が用いられている。簡便法による安全率は、(3-1)式により求められる。

$$F_s = \frac{\sum \{c' l + (N - U) \tan \phi'\}}{\sum T} \quad \text{----- (3-1)}$$

ここで、 $F_s$  : 安全率

$N$  : 各スライスのすべり面に働く力の垂直分力

$T$  : 各スライスのすべり面に働く力の接線分力

$U$  : 各スライスのすべり面に働く間隙水圧

$\phi'$  : 各スライスのすべり面における土の内部摩擦角

$c'$  : 各スライスのすべり面における土の粘着力

$l$  : 各スライスのすべり面の長さ

である。

水没スライスに働く外力の計算方法には、幾つかの方法がある。ここでは、図-3.1に示すように、土塊重量は、基準水面以上では湿潤重量、それ以下では水中重量とし、間隙水圧は基準水面以上で過剰間隙水圧を考える。以下に、スライスの $N$ 、 $U$ 、 $T$ 、の計算方法を示す。

##### (1) 完全水没スライスの場合

$$N = W' \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-2)}$$

$$= \gamma_{sub} \cdot h_s \cdot b \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-3)}$$

$$U = 0 \quad \text{----- (3-4)}$$

$$T = W' \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-5)}$$

$$= \gamma_{sub} \cdot h_s \cdot b \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-6)}$$

##### (2) 部分水没スライスの場合

$$N = W \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-7)}$$

$$= (W' + W_t) \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-8)}$$

$$= (\gamma_{sub} \cdot h_s + \gamma_t \cdot h_t) \cdot b \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-9)}$$

$$U = u \cdot l \quad \text{----- (3-10)}$$

$$= \gamma_w \cdot h \cdot b \cdot \sec \theta \quad \text{----- (3-11)}$$

$$T = W \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-12)}$$

$$= (W' + W_t) \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-13)}$$

$$= (\gamma_{sub} \cdot h_s + \gamma_t \cdot h_t) \cdot b \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-14)}$$

ここで、  $W$  : スライス土塊の重量

$W'$  : 基準水面より下の土塊の有効重量

$W_t$  : 基準水面より上の土塊重量

$b$  : スライスの幅

$\theta$  : すべり面の勾配

$h$  : 基準水面から地下水面までの高さ

$h_s$  : 基準水面より下の土塊の高さ

$h_t$  : 基準水面より上の土塊の高さ

$\gamma_{sub}$  : 土塊の水中単位体積重量

$\gamma_t$  : 土塊の湿潤単位体積重量

$\gamma_w$  : 水の単位体積重量

である。

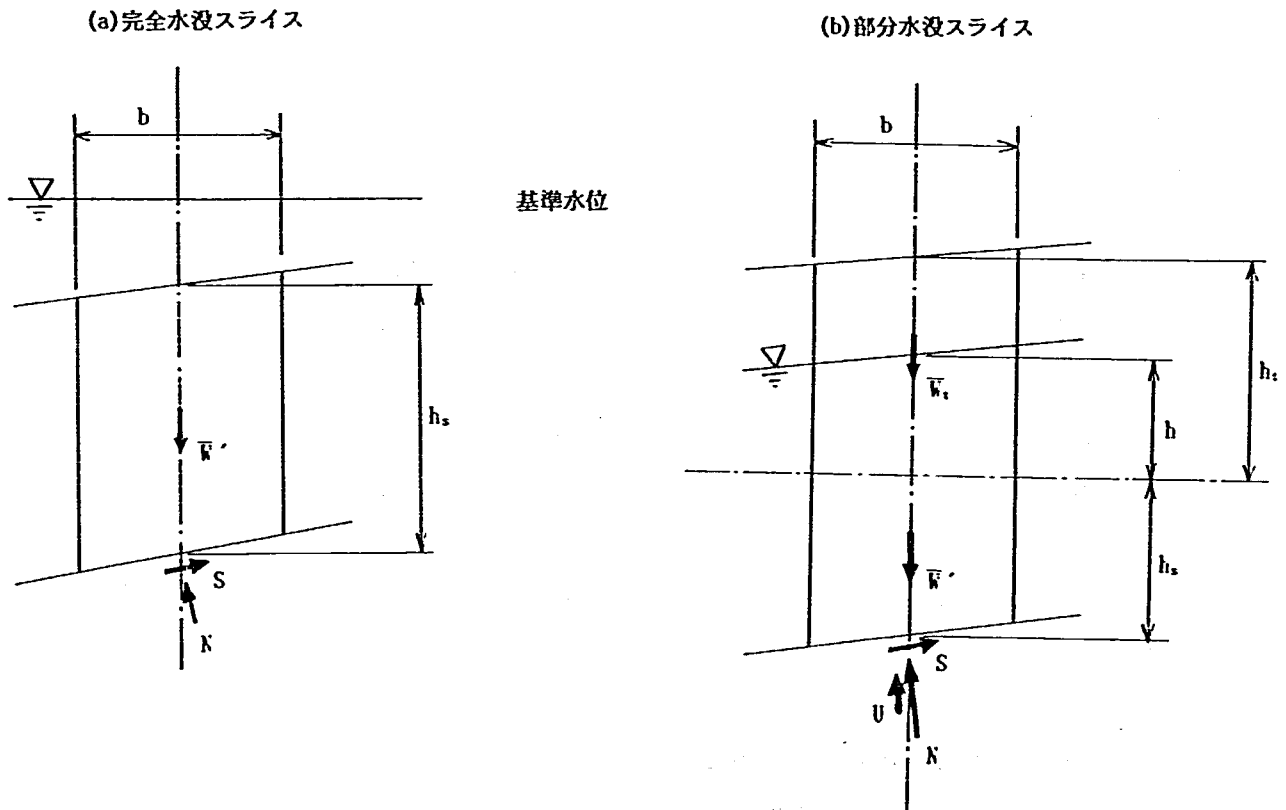


図-3.1 スライスに作用する力

### 3.1.2 三次元斜面安定解析式

ここでは、三次元斜面安定解析法は二次元の簡便法を三次元に拡張して用いている。三次元斜面安定解析法による安全率は次式で求められる。

$$F_s = \frac{T_R}{T_D} \quad \text{----- (3-15)}$$

ここで、 $F_s$  : 安全率

$T_R$  : 滑動抵抗力

$T_D$  : 滑動力

である。

水没スライスに働く外力の計算方法は、二次元安定解析法と同様に、土塊重量は、基準水面以上では湿潤重量、それ以下では水中重量とし、間隙水圧は基準水面以上で過剰間隙水圧を考える。以下に、 $T_R$ 、 $T_D$ の計算方法を示す。

#### (1) 完全水没スライスの場合

$$N = W' \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-16)}$$

$$= \gamma_{sub} \cdot h_s \cdot A_p \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-17)}$$

$$U = 0 \quad \text{----- (3-18)}$$

$$T = W' \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-19)}$$

$$= \gamma_{sub} \cdot h_s \cdot A_p \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-20)}$$

#### (2) 部分水没スライスの場合

$$N = W \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-21)}$$

$$= (W' + W_t) \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-22)}$$

$$= (\gamma_{sub} \cdot h_s + \gamma_t \cdot h_t) \cdot A_p \cdot \cos \theta \quad \text{----- (3-23)}$$

$$U = u \cdot A \quad \text{----- (3-24)}$$

$$= \gamma_v \cdot h \cdot A \quad \text{----- (3-25)}$$

$$T = W \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-26)}$$

$$= (W' + W_t) \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-27)}$$

$$= (\gamma_{sub} \cdot h_s + \gamma_t \cdot h_t) \cdot A_p \cdot \sin \theta \quad \text{----- (3-28)}$$

ここで、 $W$  : 三角柱要素の重量

$W'$  : 基準水面より下の土塊の有効重量

$W_t$  : 基準水面より上の土塊重量

$N$  : 三角柱要素のすべり面に働く力の垂直分力

$T$  : 三角柱要素のすべり面に働く力の接線分力

$U$  : すべり面に働く間隙水圧

$A$  : 三角柱要素のすべり面の面積

$A_p$  : 三角柱要素の水平断面積

- $\theta$  : すべり面の勾配
- $h$  : 基準水面から地下水面までの高さ
- $h_b$  : 基準水面より下の土塊の高さ
- $h_t$  : 基準水面より上の土塊の高さ
- $\gamma_{sub}$  : 土塊の水中単位体積重量
- $\gamma_t$  : 土塊の湿潤単位体積重量
- $\gamma_v$  : 水の単位体積重量

である。

したがって、各三角柱要素の滑動抵抗力  $F_R$  および滑動力  $F_D$  は、次式で表される。

$$F_R = c' \cdot A + (N - U) \cdot \tan \phi' \quad \text{----- (3-29)}$$

$$F_D = T \quad \text{----- (3-30)}$$

三角柱要素の滑動抵抗力  $F_R$  および  $F_D$  は、 $x$ 、 $y$  の水平成分に分けると次式で表される。

$$F_{Rx} = F_R \cdot e_1 \quad \text{----- (3-31)}$$

$$F_{Ry} = F_R \cdot e_2 \quad \text{----- (3-32)}$$

$$F_{Dx} = F_D \cdot e_1 \quad \text{----- (3-33)}$$

$$F_{Dy} = F_D \cdot e_2 \quad \text{----- (3-34)}$$

ここで、 $e_1$ 、 $e_2$  は滑動軸の方向余弦である。

全体ブロックの滑動抵抗力および滑動力の成分は、各三角柱要素の滑動抵抗力および滑動力を全体の要素にわたって合計することにより求められる。

$$R_x = \Sigma | F_{R,x} | \quad \text{----- (3-35)}$$

$$R_y = \Sigma | F_{R,y} | \quad \text{----- (3-36)}$$

$$D_x = \Sigma F_{D,x} \quad \text{----- (3-37)}$$

$$D_y = \Sigma F_{D,y} \quad \text{----- (3-38)}$$

ここで、 $R_x$  : 滑動抵抗力の X 方向成分

$R_y$  : 滑動抵抗力の y 方向成分

$D_x$  : 滑動力の X 方向成分

$D_y$  : 滑動力の y 方向成分

である。

滑動抵抗力と滑動力の合計は、それぞれ次式により求められる。

$$T_R = (R_x^2 + R_y^2)^{1/2} \quad \text{----- (3-39)}$$

$$T_D = (D_x^2 + D_y^2)^{1/2} \quad \text{----- (3-40)}$$

したがって、全体の安全率は、式(3-15)により求められる。

### 3.2 三次元斜面安定解析プログラム

三次元安定解析プログラムは、土木研究所で開発したHovland法による地すべり三次元安定解析手法（土研資料第2265号）を改造・機能強化したものである。なお、プログラム言語はFORTRAN-77を使用した。

#### 3.2.1 プログラムの構成

図-3.2には、三次元斜面安定解析プログラムの構成を示した。

SLOPE3：三次元斜面安定解析プログラムのメインルーチンであり、以下のサブルーチンプログラムを統括する。

IDATA：入力データを読み込む。

PDATA：入力データ等の計算条件を出力する。

STABI：安定解析式より安全率を計算する。

PRESUL：斜面安定解析結果を出力する。

ELEMNT：三角柱要素の諸量を計算する。

三次元斜面安定解析プログラムのリストは付録Aに示す。

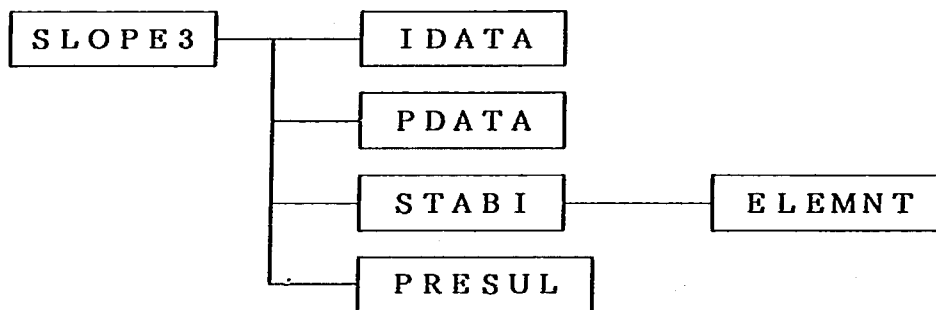


図-3.2 三次元斜面安定解析プログラムの構成

#### 3.2.2 計算機能

水没、部分水没を考慮した斜面安定解析式とする。

#### 3.2.3 出力項目

① 斜面安定解析式上の各成分

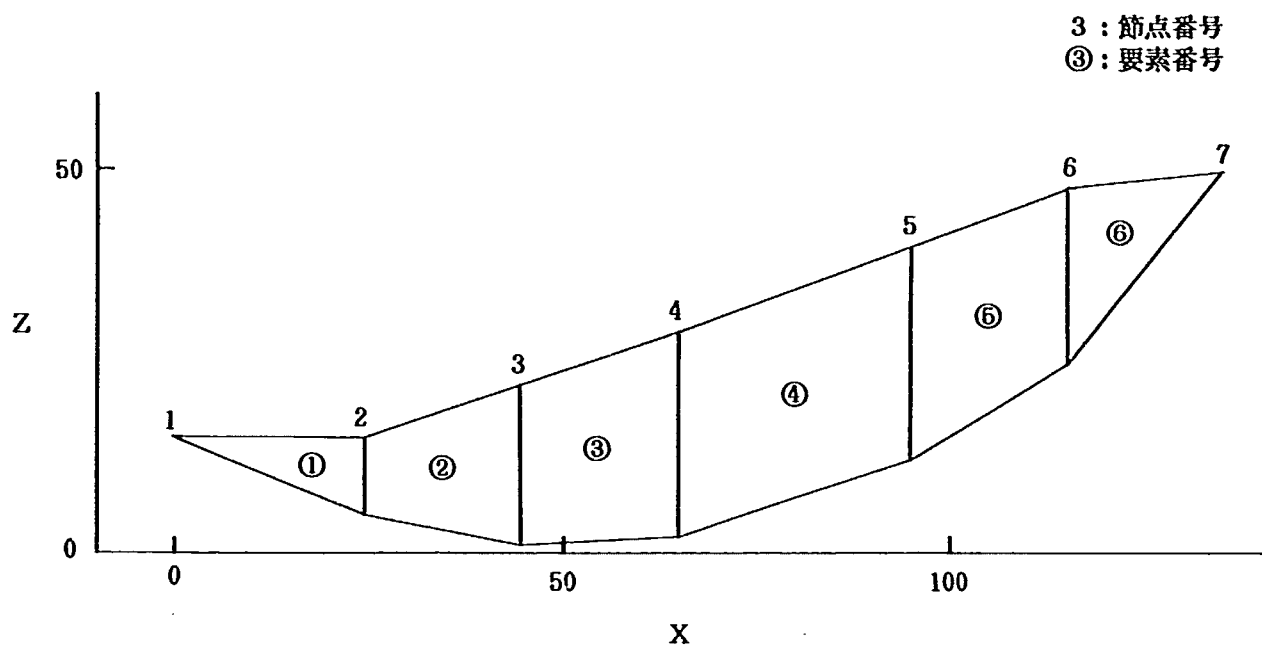
② 安全率

付録B.2には、三次元斜面安定解析プログラムの入力仕様を示す。また、付録C.2には、その電算リストの見方を示す。

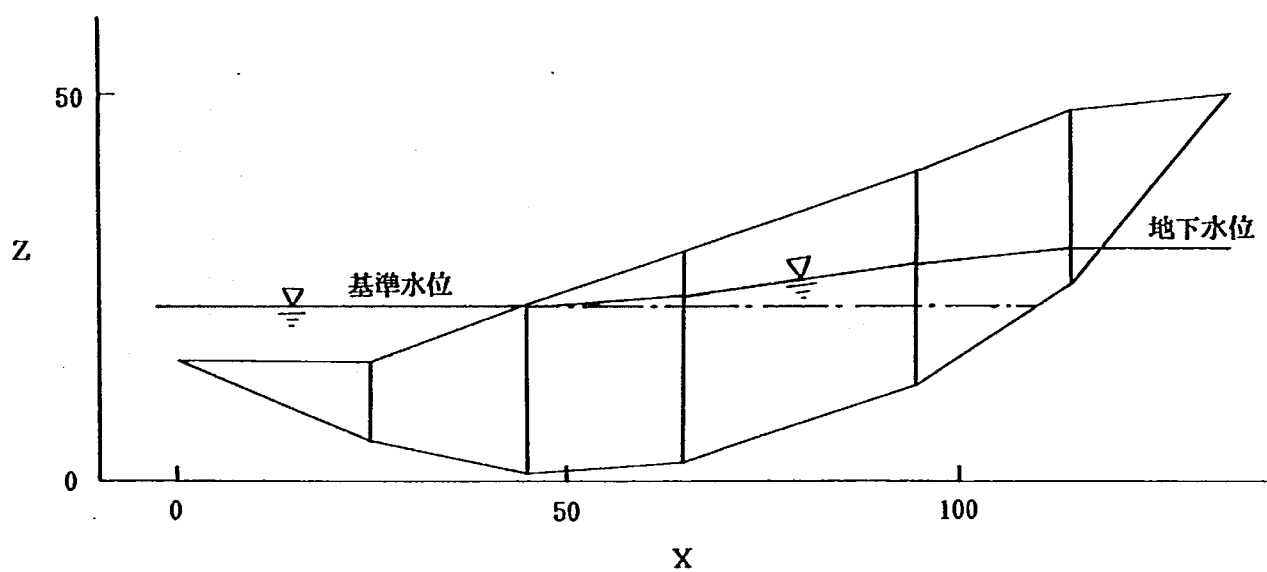
#### 3.2.4 検証計算

二次元斜面安定解析の検証モデルを、図-3.3に示す。また、三次元斜面安定解析の検証モデルを、図-3.4に示す（断面図はすべて二次元のものを用いている）。解析の入力データと解析結果は、付録Dに示す。

検証計算を実施したケースの解析条件および解析結果は、表-3.1に示すとおりである。二次元と三次元の斜面安定解析結果では安全率が一致しており、改造したプログラムが正確に動作していることを示している。

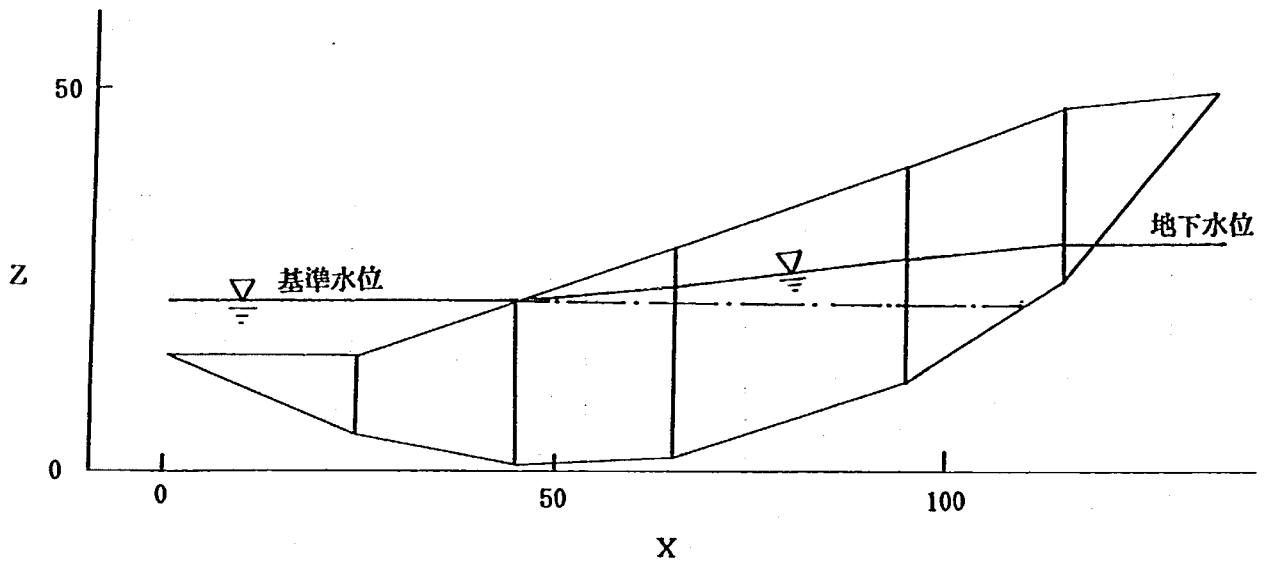


(a) スライス分割図

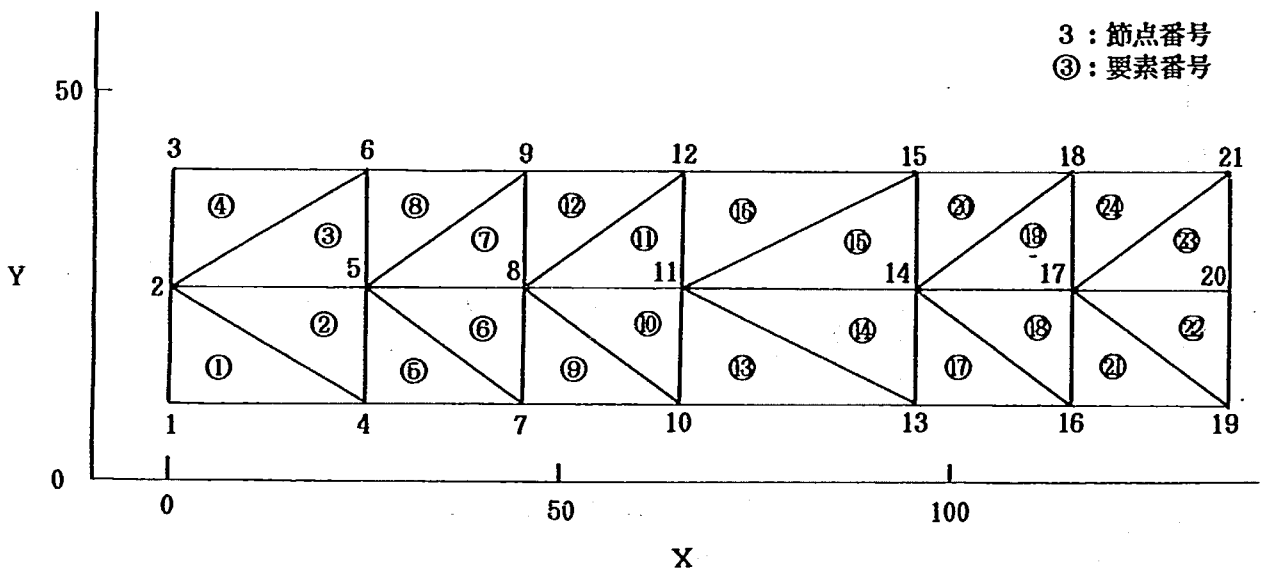


(b) 断面図

図-3.3 二次元斜面安定解析検証モデル



(a)断面図



(b)要素分割図

図-3.4 三次元斜面安定解析検証モデル

表-3.1 検証計算結果

ケース番号		物理定数		強度定数		地下水位	安全率	
二次元	三次元	湿潤 $\gamma_t$ tf/m <sup>3</sup>	水中 $\gamma_{sub}$ tf/m <sup>3</sup>	粘着力 $C'$ tf/m <sup>2</sup>	摩擦角 $\phi'$ 度		二次元	三次元
TEST20	TEST30	2.14	1.24	0	13.2	無	0.832	0.832
TEST21	TEST31	"	"	2	13.2	無	1.060	1.060
TEST22	TEST32	"	"	0	13.2	有	0.612	0.612
TEST23	TEST33	"	"	2	13.2	有	0.855	0.855
-	TEST34	"	"	0	13.2	無	-	0.832

注) 三次元解析のケース4は、ケース0の要素図を反時計回りに30度回転させたものである。

### 3.3 赤崎地すべりに適用した結果

今回作成した二次元および三次元の斜面安定解析プログラムを、赤崎地すべりに適用した結果を示す。

#### 3.3.1 二次元斜面安定解析

##### 1) 解析に用いた物性値

解析に用いた物性値は、表-3.2に示すとおりである。物性の種類Aの上部ブロックの土質強度定数は、BV61-1のボーリングコアを用いたリングせん断試験により得られた残留強さである。また、下部ブロックについては、2号集水井におけるすべり面付近の試料を用いたリングせん断試験により得られた残留強さである。物性の種類Bの上部ブロックの土質強度定数は、BV61-1のボーリングコアを用いたリングせん断試験により得られたピーク強さである。また、下部ブロックについては、1号集水井におけるすべり面付近の試料を用いたリングせん断試験により得られたピーク強さである。なお、単位体積重量 $\gamma_t=1.75\text{tf/m}^3$ は、1号集水井掘削時に測定した値の平均値である。

表-3.2 解析に用いた物性値

物性の種類	ブロック	粘着力 tf/m <sup>2</sup>	内部摩擦角 度	単位体積重量 $\gamma_t$ tf/m <sup>3</sup>	単位体積重量 $\gamma_{sat}$ tf/m <sup>3</sup>
A	上部	$c_r'=0.0$	$\phi_r'=7.8$	2.10	2.20
	下部	$c_r'=0.5$	$\phi_r'=6.0$	1.75	1.85
B	上部	$c'=0.29$	$\phi'=13.7$	2.10	2.20
	下部	$c'=0.49$	$\phi'=13.8$	1.75	1.85



## 2) 解析結果

解析に用いた主測線縦断面図は、高水位（HWL）、限界水位（CWL）、低水位（LWL）、地すべり防止工事後の計画水位（TWL）のものであり、図-3.5～3.8には全体ブロック、図-3.9～3.12には上部ブロック、図-3.13～3.16には下部ブロックをそれぞれ示した。

二次元斜面安定解析結果は、表-3.3に示すとおりである。全体ブロックの安全率は、物性値Aを用いた場合、各水位により0.704～0.894となる。また、全体ブロックを下部と上部に分けた場合、物性値Aを用いると下部ブロックの安全率は0.455～0.552となり、上部ブロックの安全率は1.103～1.452となり、下部ブロックの安全率が著しく低いことが分かる。一方、物性値Bを用いた場合、全体ブロックの安全率は1.392～1.766となる。これらの安全率は、物性値Aを用いた場合の約2倍である。

表-3.3 二次元斜面安定解析結果

ケース	ブロック	次元数	物性条件	地下水 位条件	抵抗力 10 <sup>3</sup> tf	滑動力 10 <sup>3</sup> tf	安全率
A2H001 A2C001 A2L001 A2T001	全体	2	A	HWL CWL LWL TWL	3.933 4.273 4.372 4.997	5.588 5.588 5.588 5.588	0.704 0.765 0.782 0.894
U2H001 U2C001 U2L001 U2T001	上部	2	A	HWL CWL LWL TWL	2.138 2.296 2.351 2.815	1.938 1.938 1.938 1.938	1.103 1.185 1.213 1.452
D2H001 D2C001 D2L001 D2T001	下部	2	A	HWL CWL LWL TWL	1.731 1.919 1.962 2.099	3.803 3.803 3.803 3.803	0.455 0.505 0.516 0.552
A2H002 A2C002 A2L002 A2T002	全体	2	B	HWL CWL LWL TWL	7.776 8.488 8.678 9.866	5.588 5.588 5.588 5.588	1.392 1.517 1.553 1.766

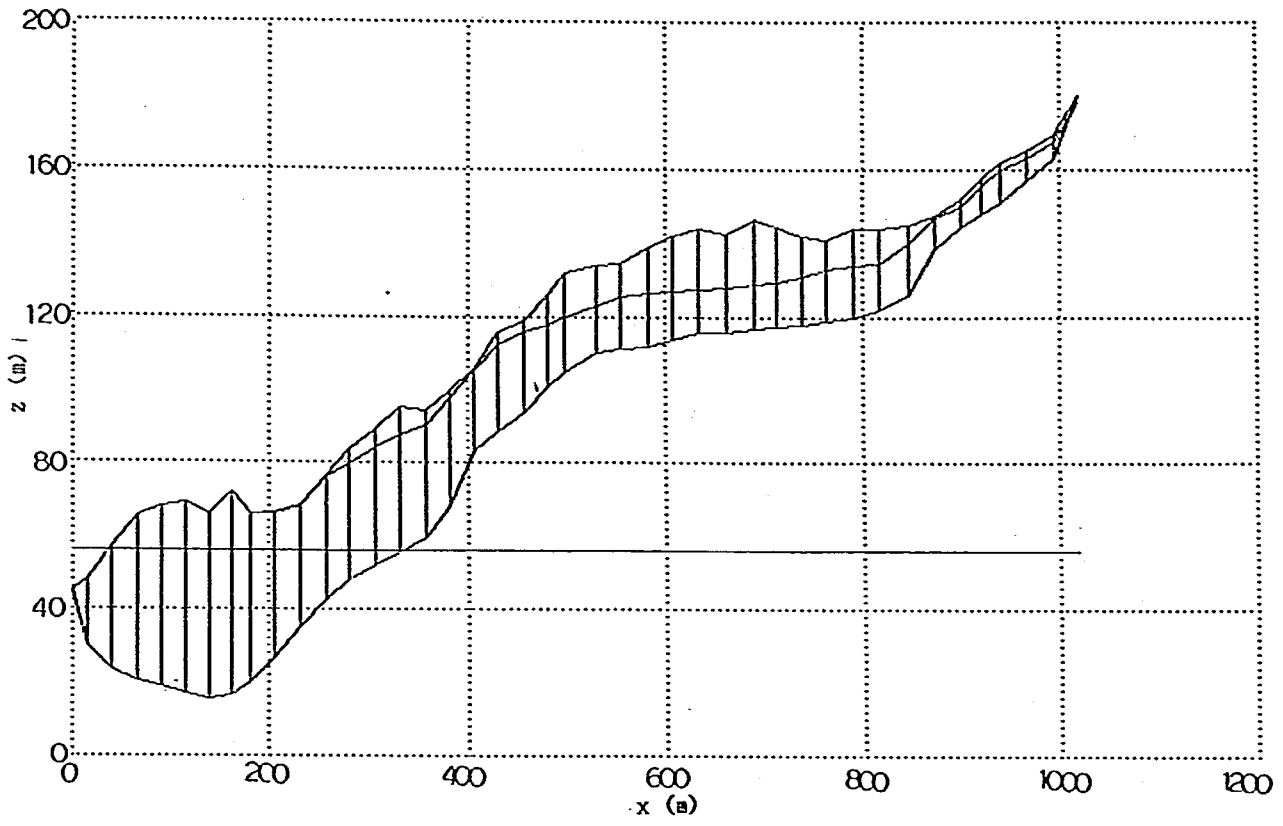


图-3.5 二次元解析断面 (全体: HWL)

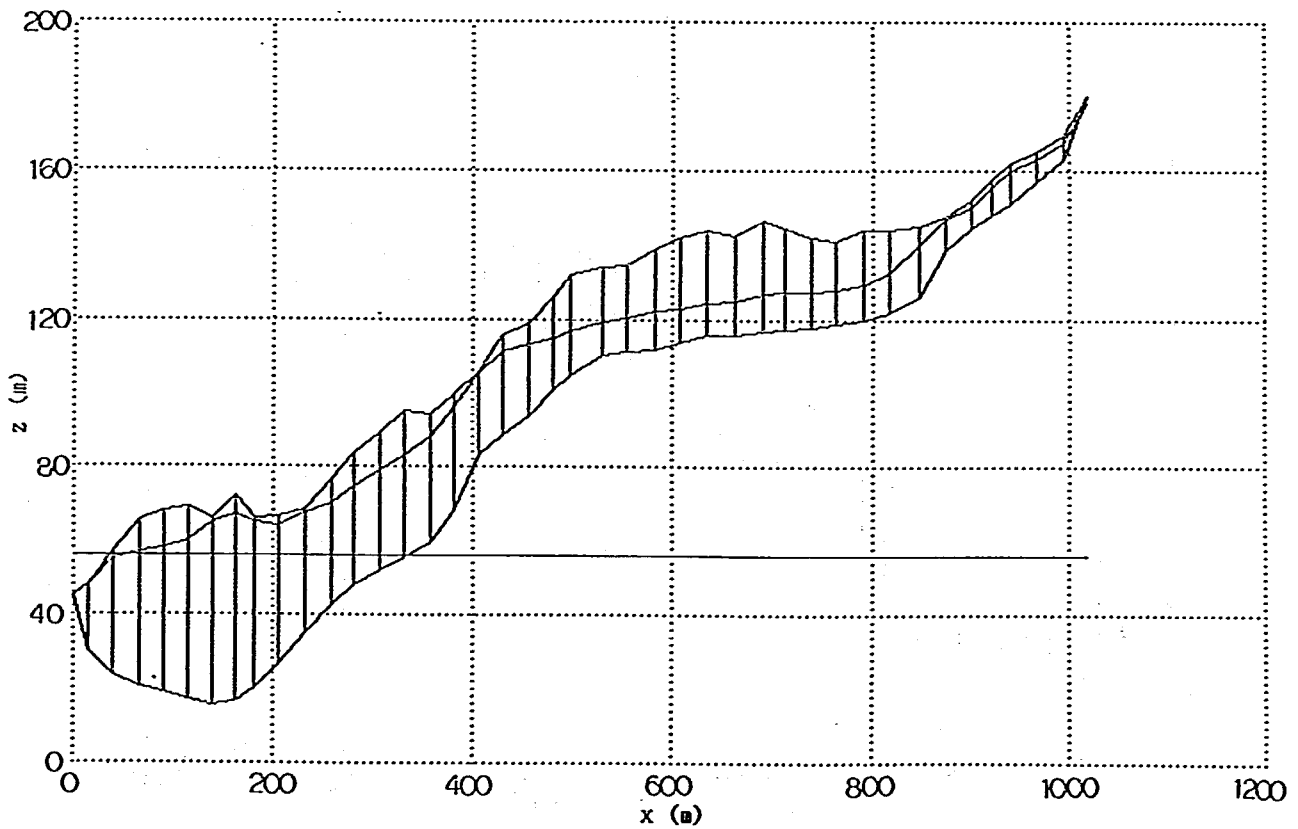


图-3.6 二次元解析断面 (全体: CWL)

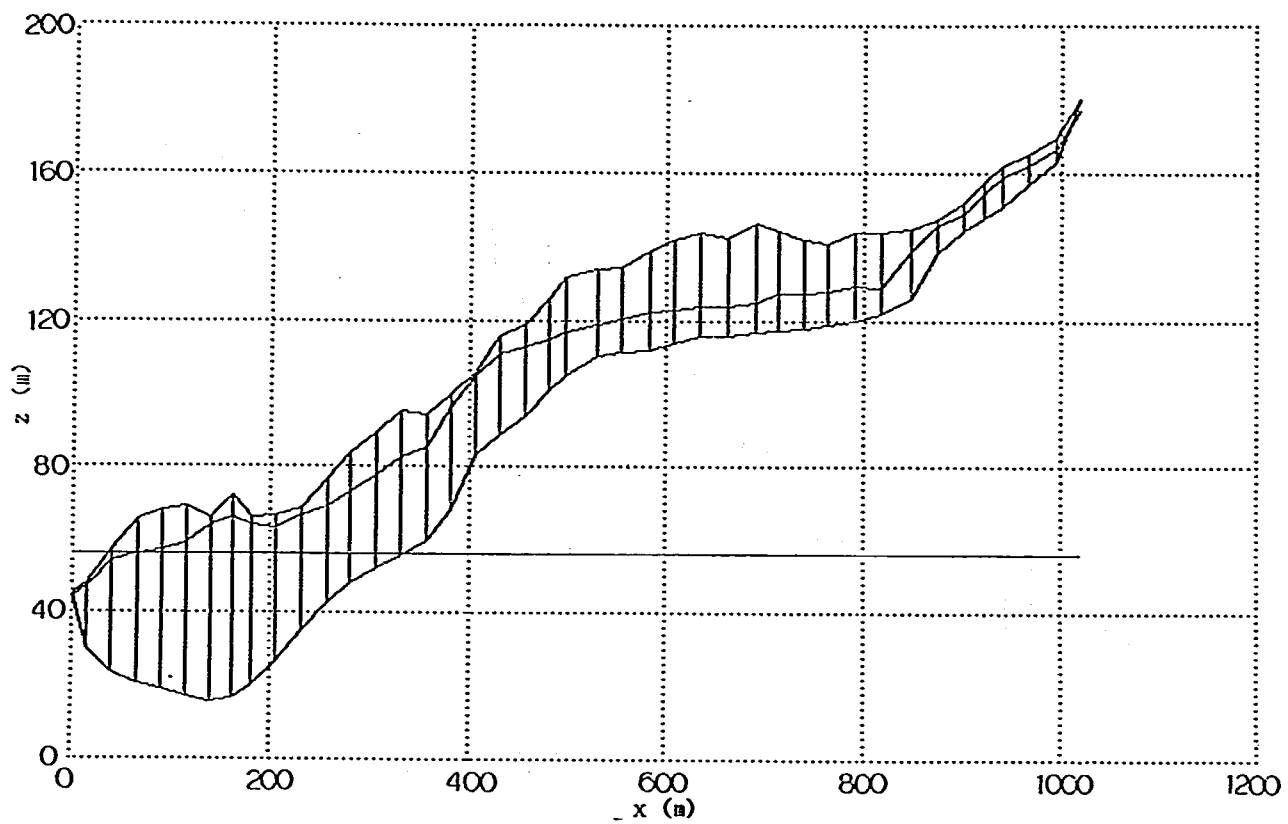


图-3.7 二次元解析断面 (全体: LWL)

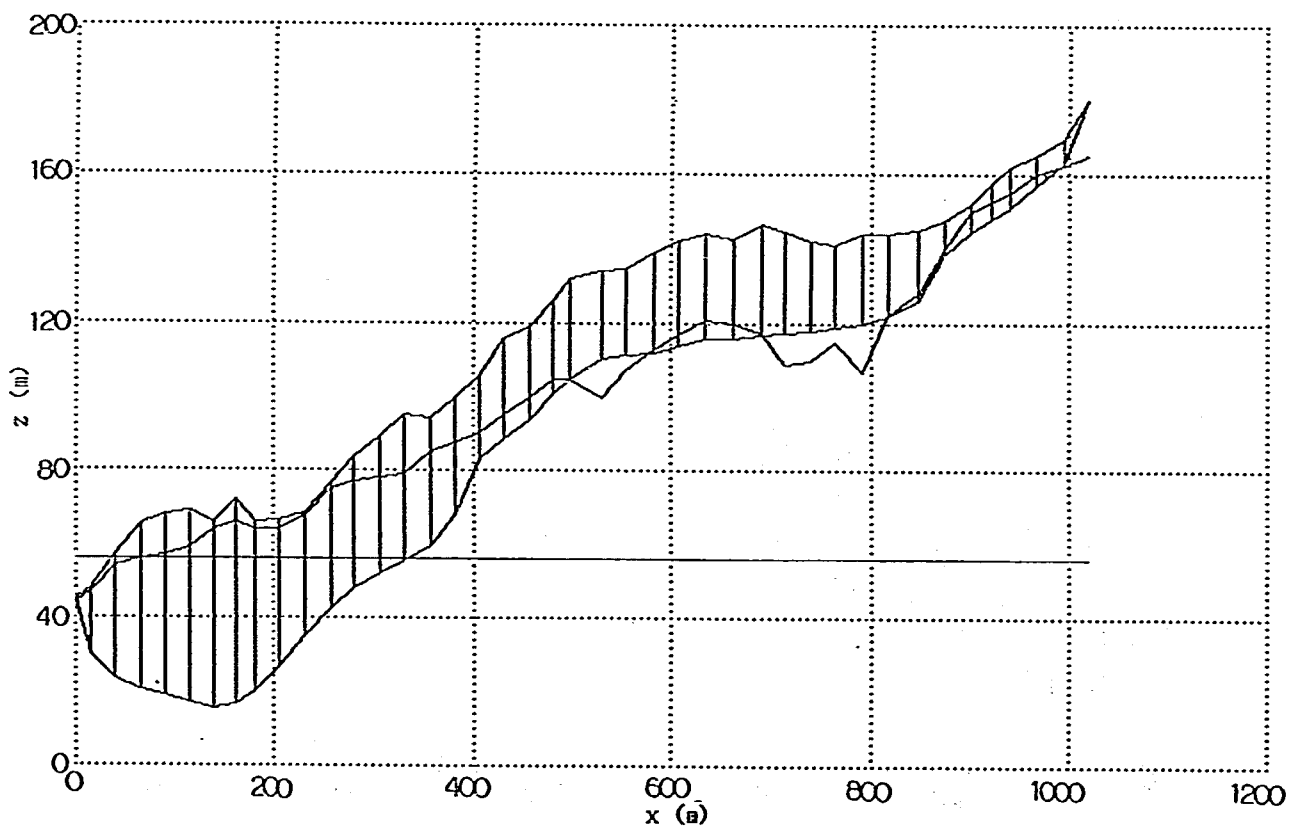


图-3.8 二次元解析断面 (全体: TWL)

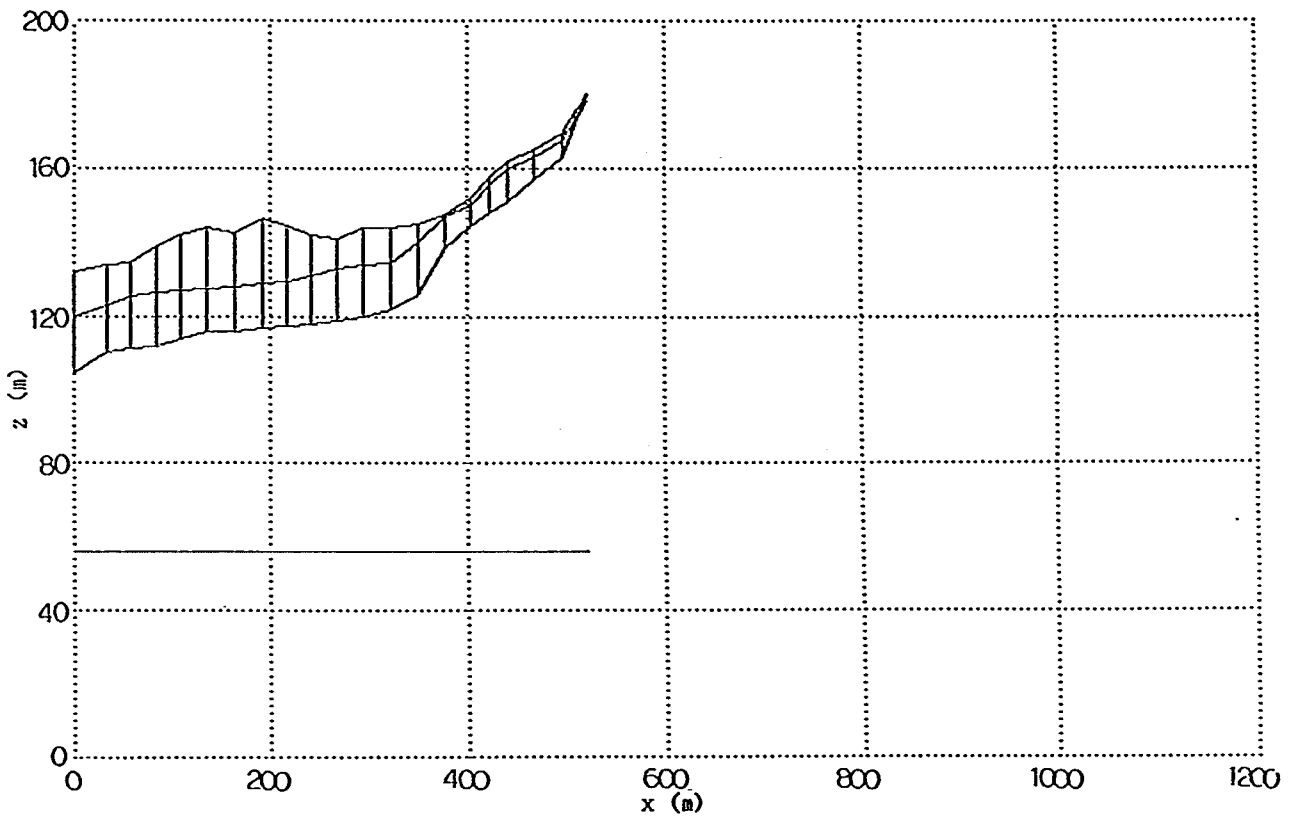


图-3.9 二次元解析断面 (上部: HWL)

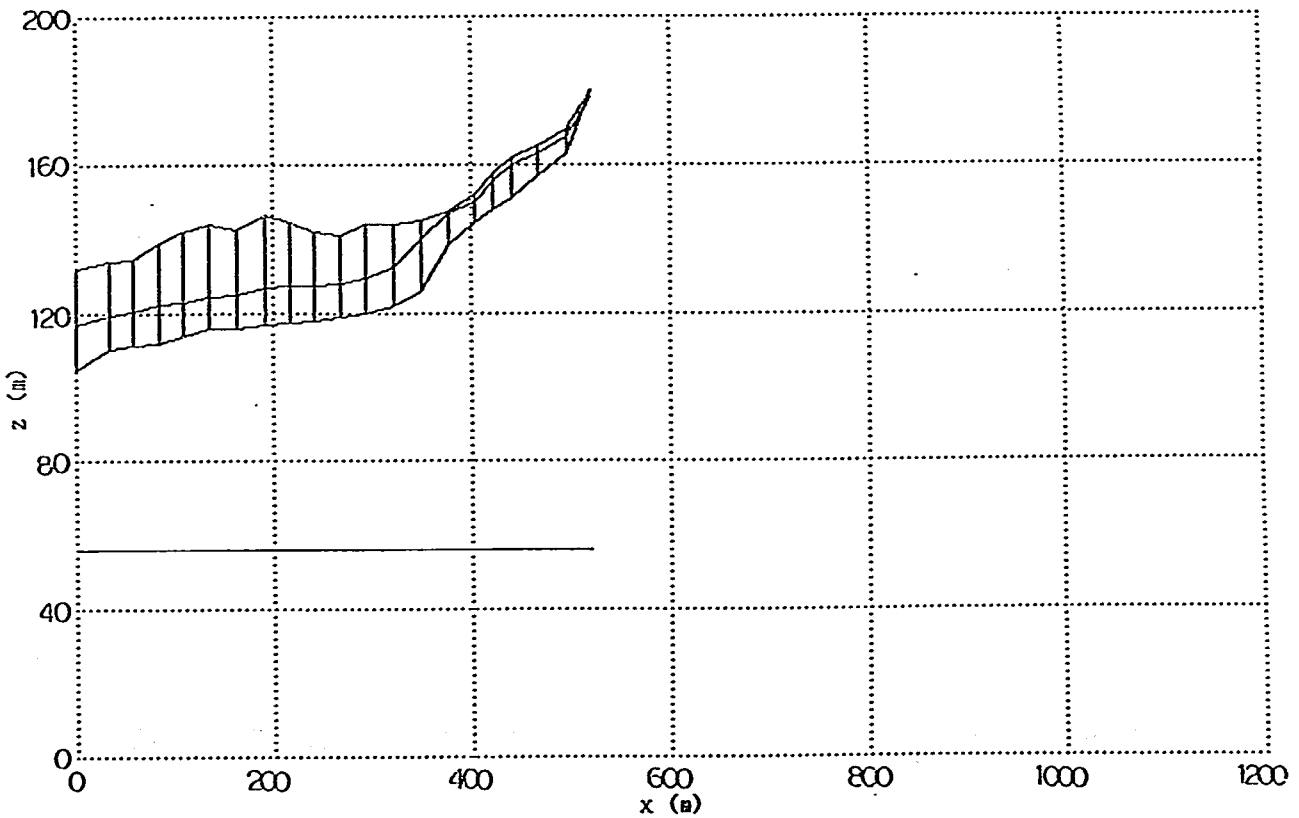


图-3.10 二次元解析断面 (上部: CWL)

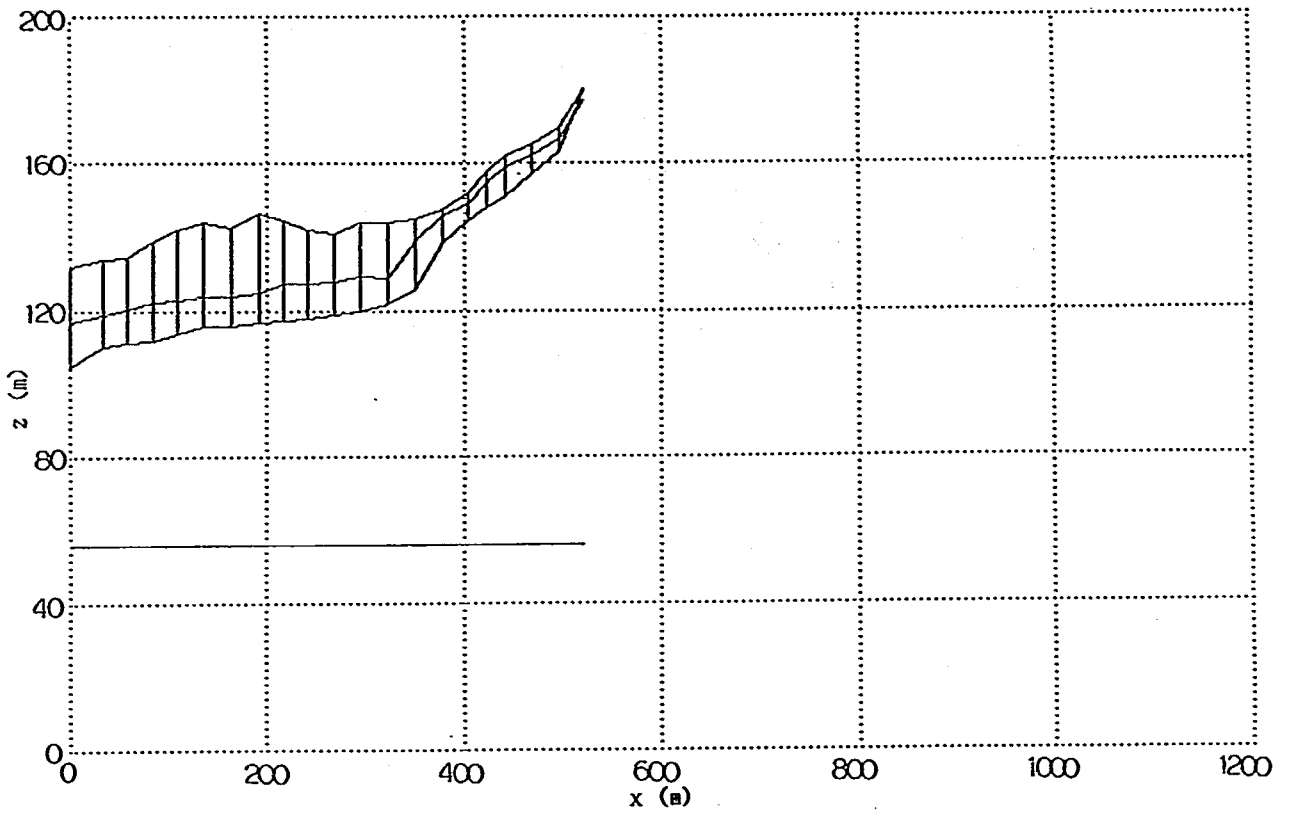


图-3.11 二次元解析断面 (上部: LWL)

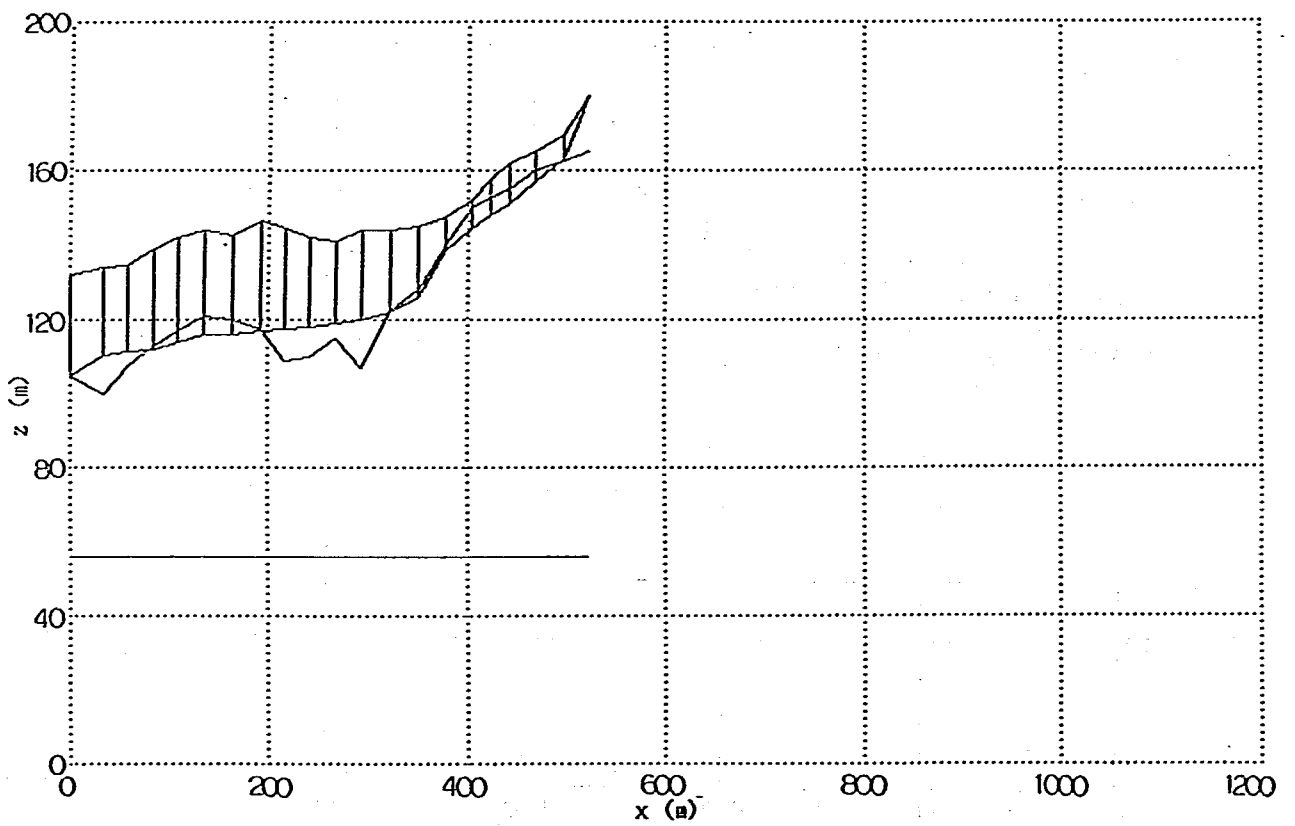


图-3.12 二次元解析断面 (上部: TWL)

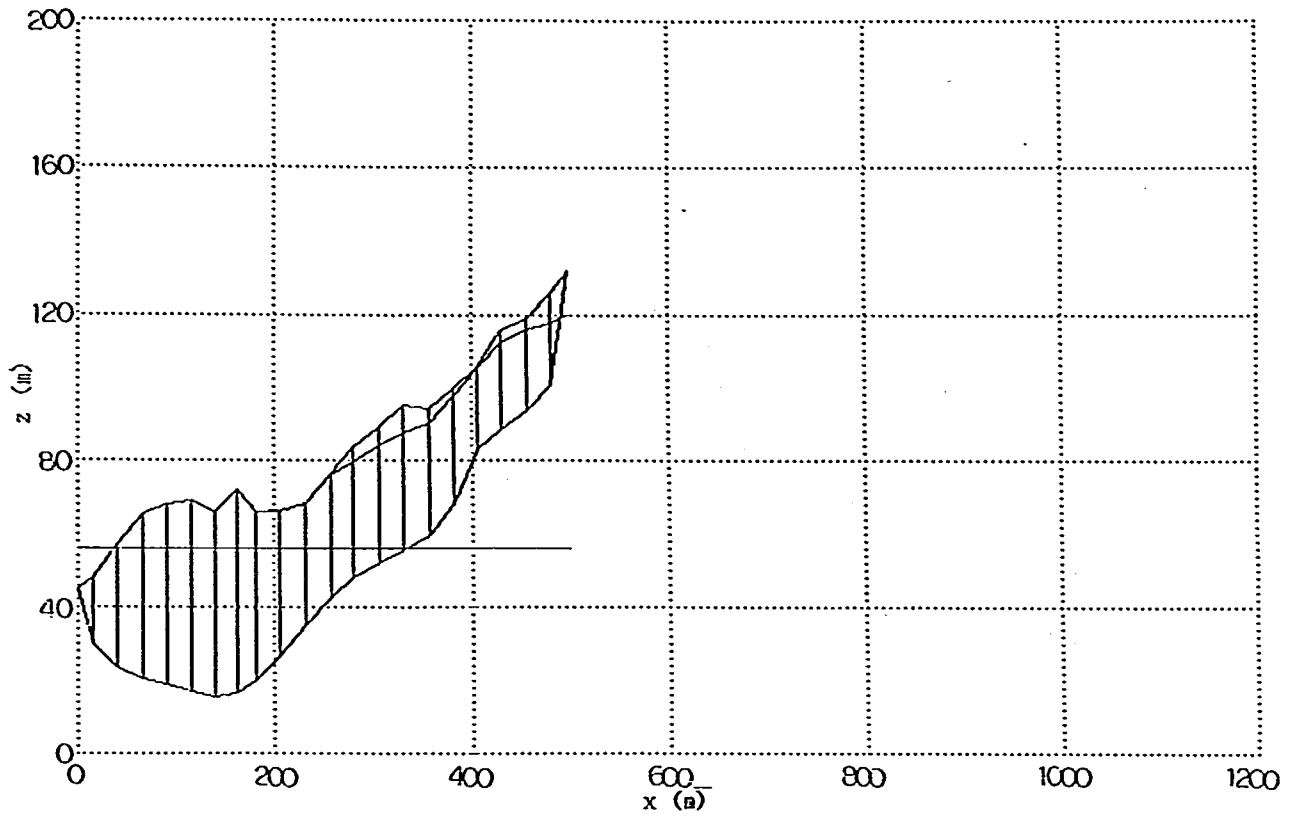


图-3.13 二次元解析断面 (下部: HWL)

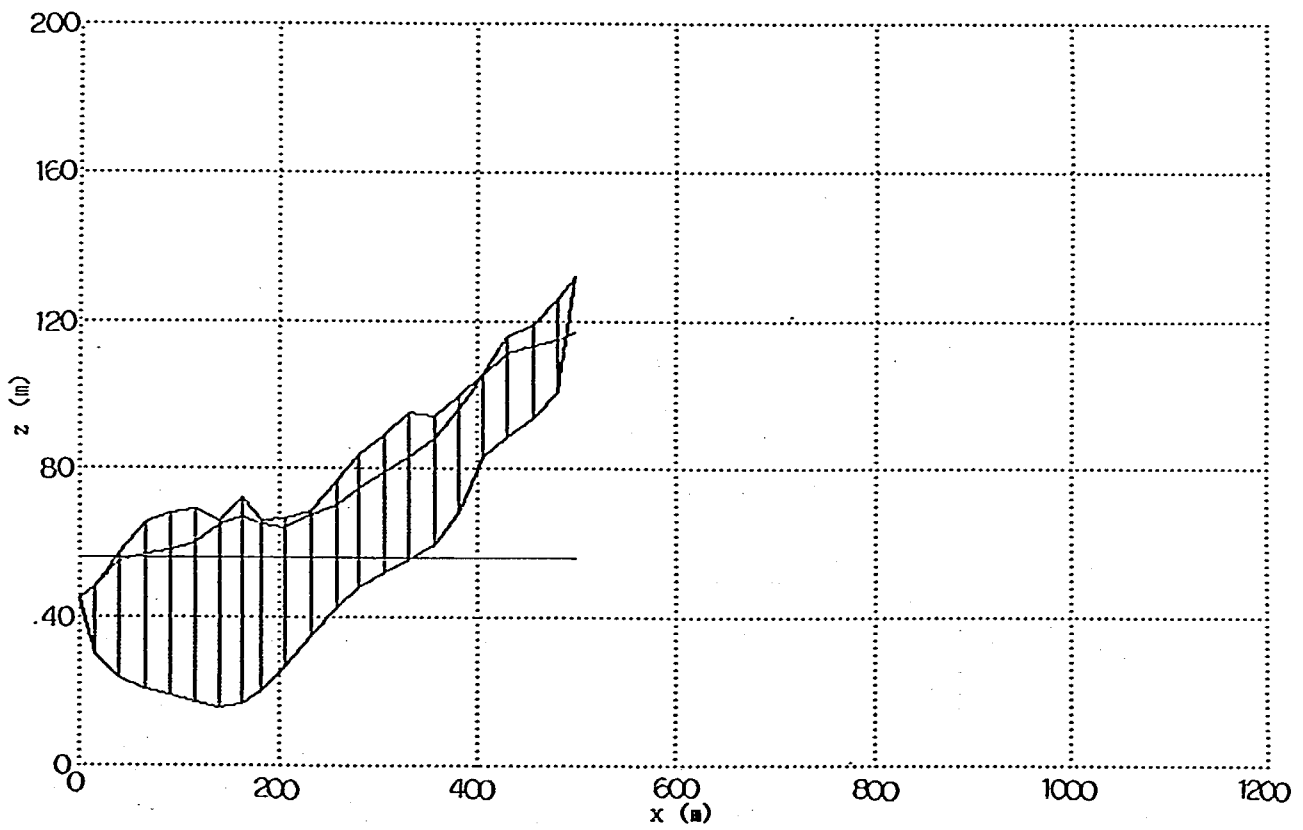


图-3.14 二次元解析断面 (下部: CWL)

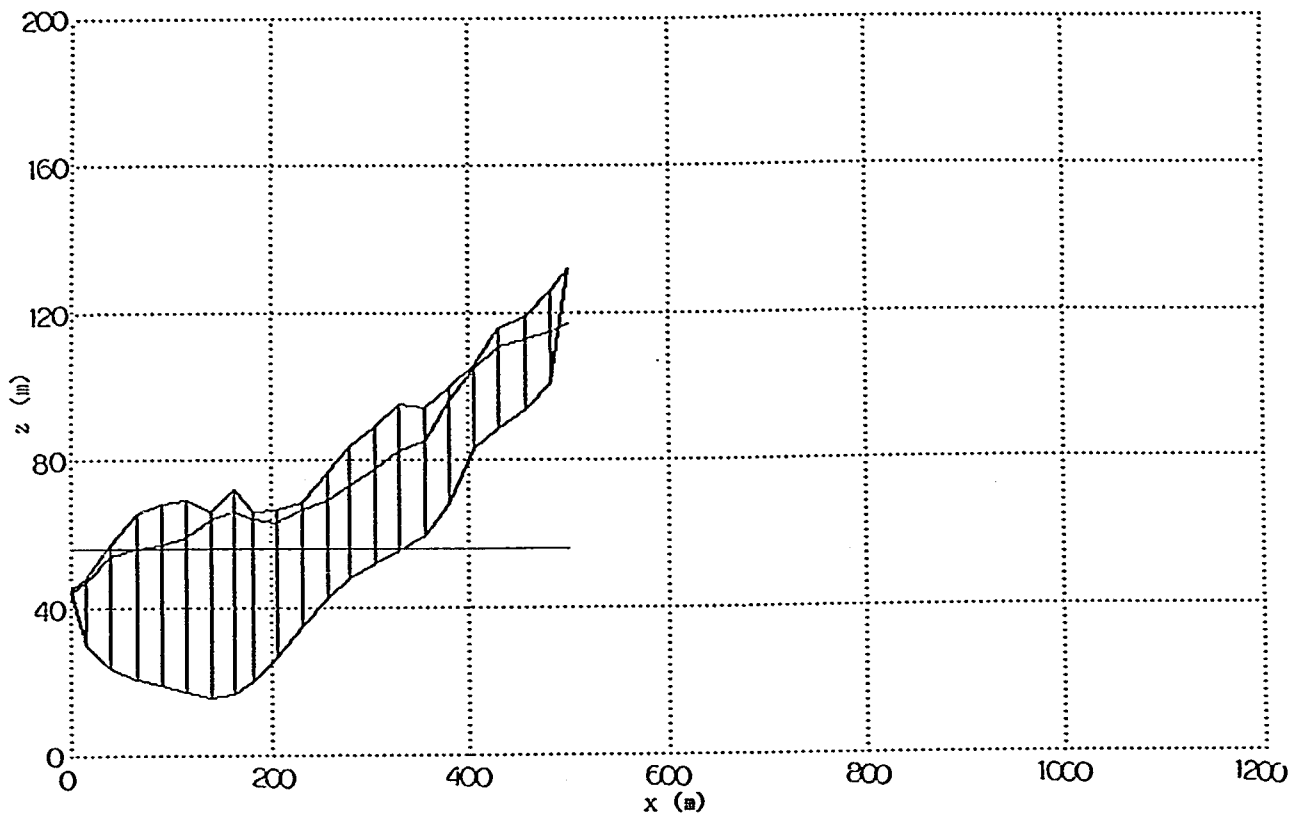


图-3.15 二次元解析断面 (下部: LWL)

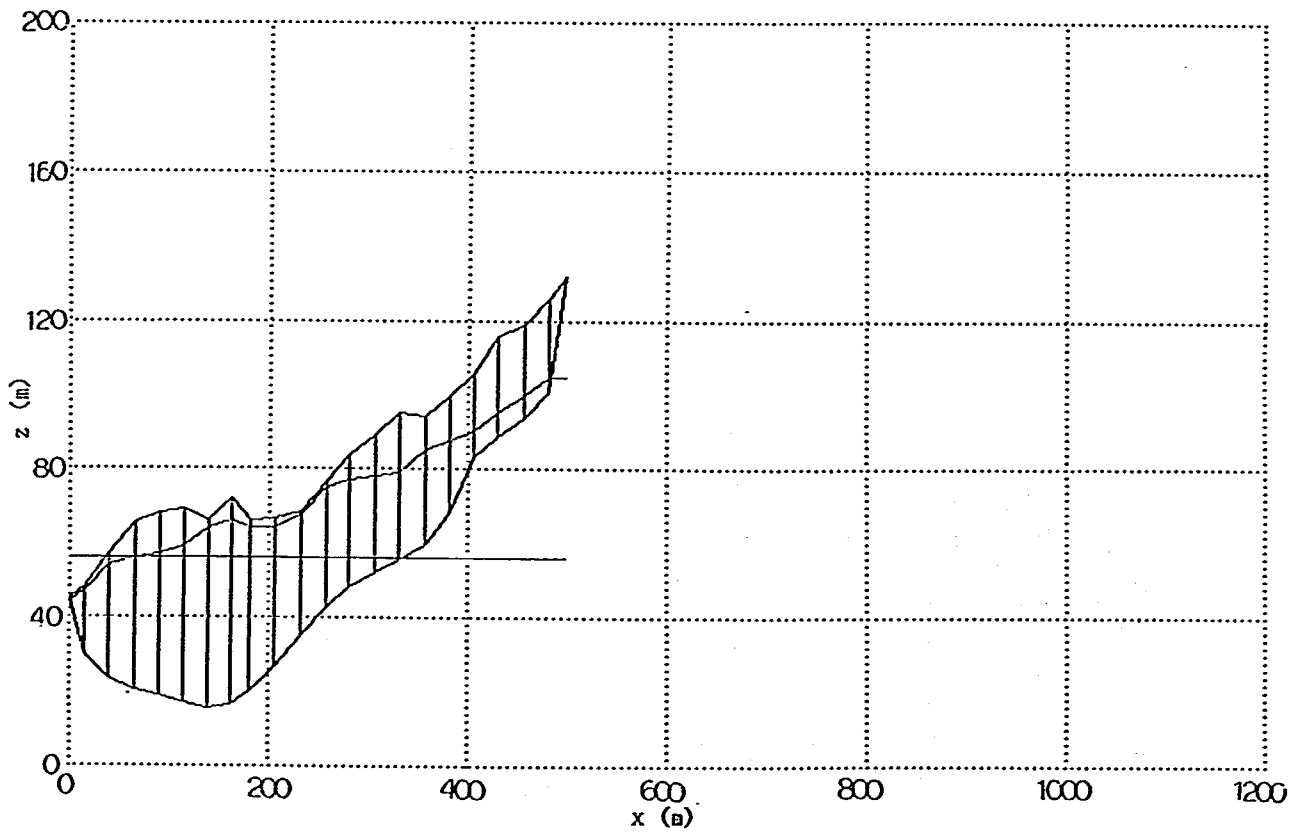


图-3.16 二次元解析断面 (下部: TWL)

### 3.3.2 三次元斜面安定解析

#### 1) 三次元斜面安定解析入力データの作成

入力データは、以下の手順により作成した。

##### (1) コンター図の作成

- ① 縦横断面図に標高 5 m 間隔で水平線を書き入れる。
- ② すべり面と地下水位面と水平線との交点の座標を読み取る。
- ③ その交点を平面上にプロットする。
- ④ コンター図を作成する。

コンター図は、地下水位 (HWL、CWL、LWL、TWL) とすべり面の 5 つについて作成した。

##### (2) 要素データの作成

- ① 平面図で、地すべりブロックを三角要素に分割し、要素分割図を作成する。
- ② 要素番号、節点番号をつける。
- ③ 要素を構成する接点番号のリストを作成する。
- ④ 接点座標の値を読み取る。
- ⑤ 要素分割図とコンター図を重ねて、接点におけるすべり面および地下水位面の高さを読み取る。

要素データは、全体ブロック、上部ブロック、下部ブロックの 3 つについて作成した。

##### (3) 入力データの作成

入力データは、全体ブロック、上部ブロック、下部ブロックの 3 つについて作成した。

#### 2) 解析に用いた物性値

解析に用いた物性値は、表-3.2 に示すとおりであり、二次元斜面安定解析と同じものを用いた。

#### 3) 解析結果

三次元斜面安定解析結果は、表-3.4 に示すとおりである。全体ブロックの安全率は、物性値 A を用いた場合、各水位により 0.545~0.688 となる。また、全体ブロックを下部と上部に分けた場合、物性値 A を用いると下部ブロックの安全率は 0.441~0.529、上部ブロックの安全率は 0.735~1.004 となり、下部ブロックの安全率が著しく低いことが分かる。一方、物性値 B を用いた場合、全体ブロックの安全率は 1.088~1.376、上部ブロックの安全率は 1.382~1.860、下部ブロックの安全率は 0.916~1.118 となる。これらの安全率は、物性値 A を用いた場合の約 2 倍である。

図-3.17~3.19には、滑動力のベクトル図を示した。なお、解析時の地下水位は HWL、物性値は B を、それぞれ用いている。全体ブロックについて示した図-3.17では、滑動力の方向は主潤線 ( $y=300\text{m}$ の横軸) に向かいながら下方及び上方を向いていることが分かる。また、滑動力の分布状況から地すべり斜面右岸側の滑動力が全体的に大きいことが分かる。



表-3.4 三次元斜面安定解析結果

ケース	ブロック	次元数	物性条件	地下水位条件	抵抗力 10 <sup>3</sup> tf	滑動力 10 <sup>3</sup> tf	滑動方向 deg	安全率
A3H001 A3C001 A3L001 A3T001	全体	3	A	H W L C W L L W L T W L	784 848 877 990	1439 1439 1439 1439	179 179 179 179	0.545 0.590 0.610 0.688
U3H001 U3C001 U3L001 U3T001	上部	3	A	H W L C W L L W L T W L	311 338 348 424	423 423 423 423	195 195 195 195	0.735 0.800 0.824 1.004
D3H001 D3C001 D3L001 D3T001	下部	3	A	H W L C W L L W L T W L	460 498 517 552	1043 1043 1043 1043	175 175 175 175	0.441 0.478 0.496 0.529
A3H002 A3C002 A3L002 A3T002	全体	3	B	H W L C W L L W L T W L	1566 1701 1762 1980	1439 1439 1439 1439	179 179 179 179	1.088 1.182 1.224 1.376
U3H002 U3C002 U3L002 U3T002	上部	3	B	H W L C W L L W L T W L	584 633 651 786	423 423 423 423	195 195 195 195	1.382 1.498 1.541 1.860
D3H002 D3C002 D3L002 D3T002	下部	3	B	H W L C W L L W L T W L	956 1041 1085 1166	1043 1043 1043 1043	175 175 175 175	0.916 0.998 1.040 1.118

注1) 滑動方向

平面図上のx軸方向から滑動方向に対して反時計回りに測った角度(度)

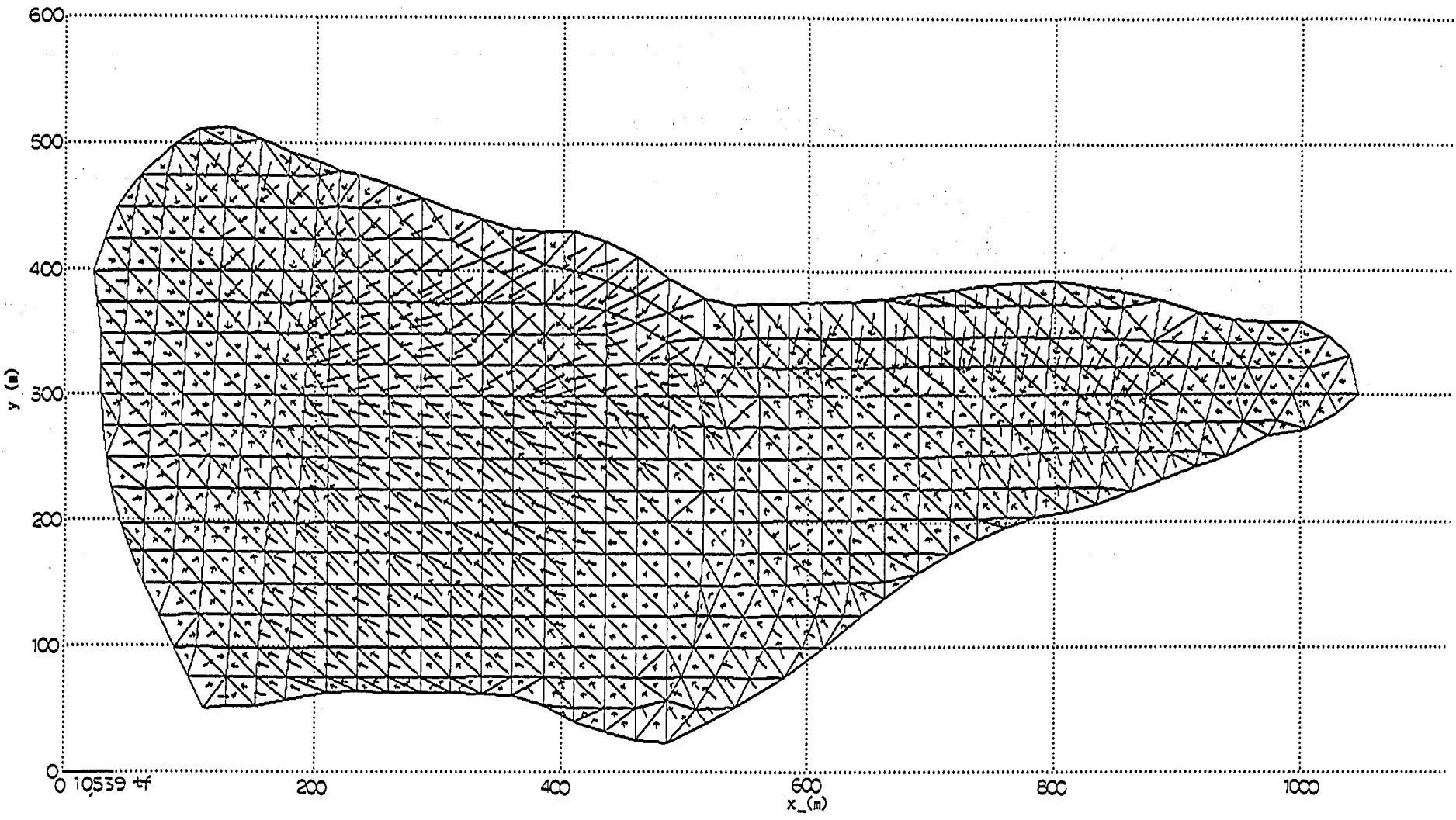
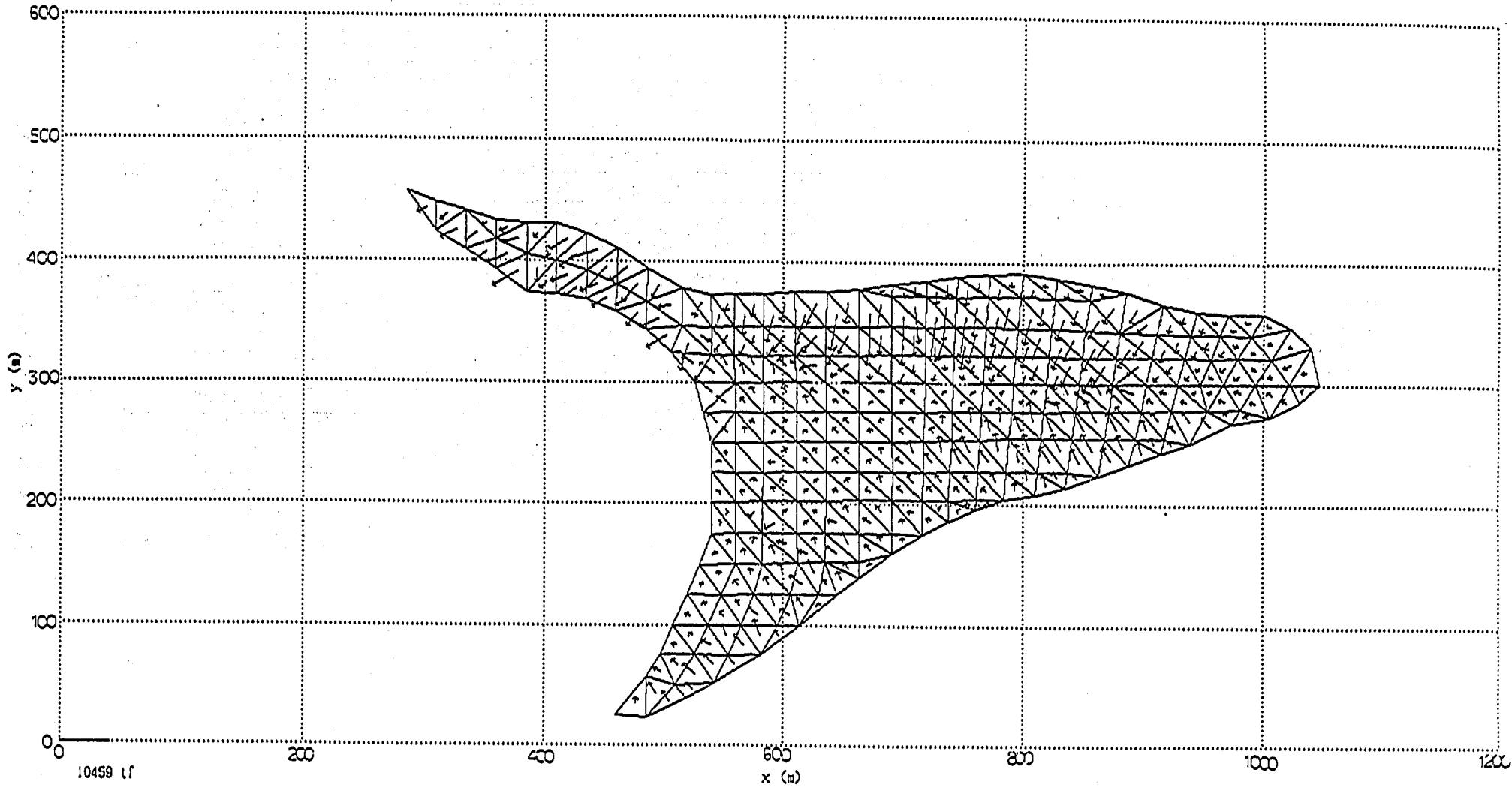


图-3.17 滑動力分布图 (ケース:A3H001)

図-3.18 滑動力分布図 (ケース: U3H001)



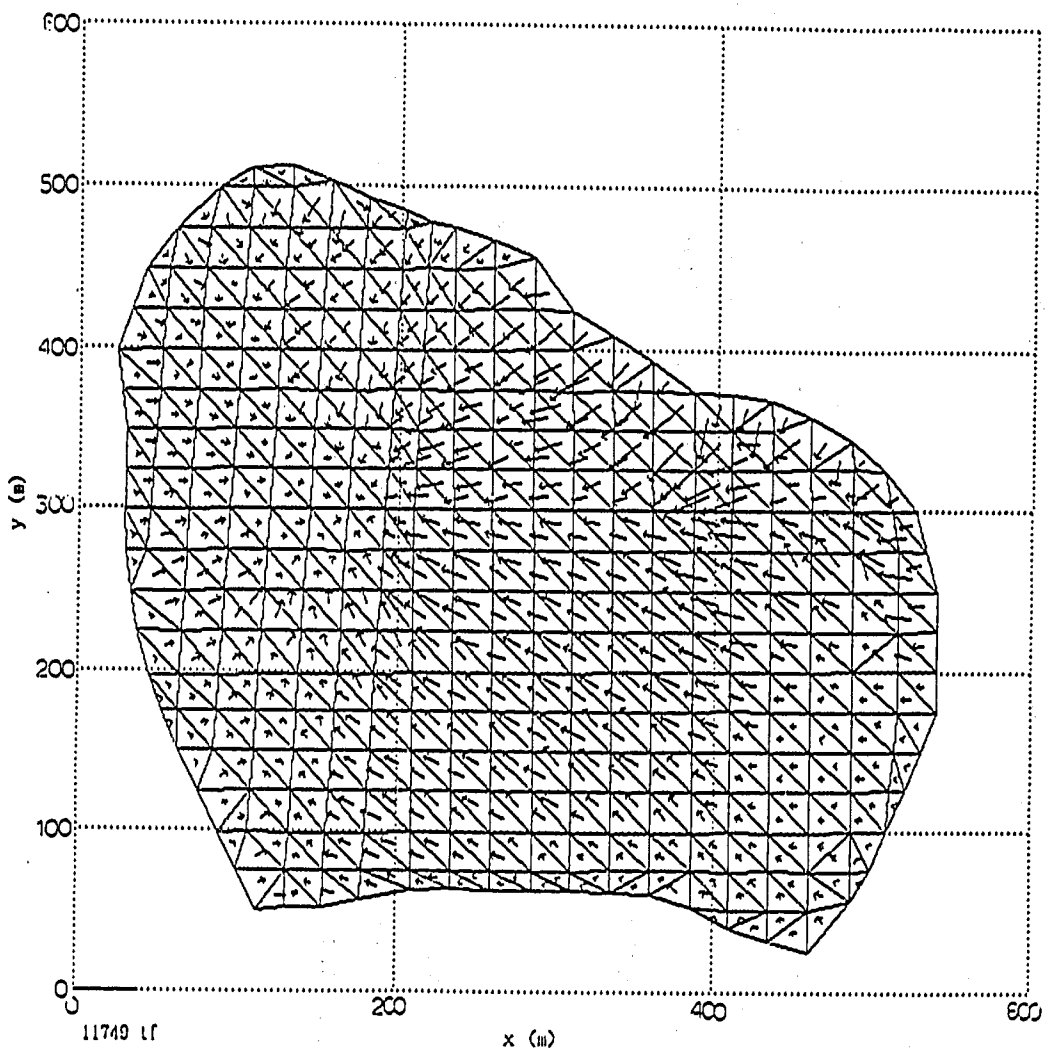


図-3.19 滑動力分布図 (ケース:D3H001)

### 3.3.3 まとめ

今回作成した二次元および三次元の斜面安定解析プログラムと地すべり地から採取した試料の土質試験結果を用いて、赤崎地すべりにおける斜面安定解析を実施した。その結果、地すべり地の移動状況と異なった安全率が算出された。この原因として、①土質試験から得られたすべり面の土質強度定数が適切でない。②すべり面の間隙水圧値が適切でない。③すべり面の調査精度が十分でない。等が挙げられる。中でも、②については、2.4 地下水排除施設の効果測定に関する問題点で述べたように、下部ブロックにおける地下水位と間隙水圧の各観測値が、値も変動形状も異なっているという問題点がある。したがって、今後は①と③について十分に調査試験を実施するとともに、②の間隙水圧の観測を実施する必要がある。

### 4. あとがき

本報告書では、赤崎地すべりにおける地下水排除施設施工前後の地下水位観測データを用いた地下水排除施設の効果についての検討結果と、部分水没斜面の二次元及び三次元斜面安定解析プログラムの作成及び赤崎地すべりに適用した結果についてまとめた。その結果、すべり面の間隙水圧は精度良く観測することが重要であることが再確認された。今後は、すべり面の間隙水圧観測結果をもとに地下水排除施設の効果解析及び斜面安定解析を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 佐々恭二：タンクモデルによる地下水排除の影響、第22回地すべり学会研究発表会予稿集、pp.156~157、1987
- 2) 下村忠一、丸山清輝、佐藤克徳：猿供養寺地すべりにおける地下水排除施設の機能評価法の検討、地すべり、Vol.27、No.3、pp.26-32、1990

付録

A	三次元斜面安定解析プログラムリスト	1
B	斜面安定解析プログラムの入力データ仕様	1 1
B. 1	二次元斜面安定解析プログラムの入力データ仕様	1 1
B. 2	三次元斜面安定解析プログラムの入力データ仕様	1 3
C	電算リストの見方	1 5
C. 1	二次元斜面安定解析結果の見方	1 5
C. 2	三次元斜面安定解析結果の見方	1 7
D	検証計算の入力データと計算結果	1 9
D. 1	二次元斜面安定解析 (ケース:TEST20)	1 9
D. 2	二次元斜面安定解析 (ケース:TEST21)	2 0
D. 3	二次元斜面安定解析 (ケース:TEST22)	2 1
D. 4	二次元斜面安定解析 (ケース:TEST23)	2 2
D. 5	三次元斜面安定解析 (ケース:TEST30)	2 3
D. 6	三次元斜面安定解析 (ケース:TEST31)	2 6
D. 7	三次元斜面安定解析 (ケース:TEST32)	2 9
D. 8	三次元斜面安定解析 (ケース:TEST33)	3 2
D. 9	三次元斜面安定解析 (ケース:TEST34)	3 5

A 三次元安定解析プログラムリスト

```

C=====
C
C 三次元安定計算プログラム
C
C CKC COMPUTER CENTER
C
C 9.30 1990
C
C=====

```

PROGRAM SLOPE3

```

CHARACTER*20 TITLE
IMPLICIT REAL*8(A-H, O-Z)
IMPLICIT INTEGER(I-N)

```

C \*\*\* COMMON AREA \*\*\*

```

COMMON /A/ F(1000, 3), AREA(1000), AREAP(1000), SLP(1000),
1          DIP(1000), X(600), Y(600), ZS(600),
2          ZB(600), ZW(600), COH(10), FAI(10),
3          GANT(10), GAMS(10), FDX(1000), FDY(1000),
4          FRX(1000), FRY(1000), FW(1000), FU(1000),
5          FFRI(1000), FCOH(1000), FR(1000), FD(1000),
6          PAI, RAD,
7          ZWL, ZSM, ZWM,
8          ZBM, U, W, C3,
9          E1, E2, E3, FDT

```

```

COMMON /B/ FRT, FRXT, FRYT, FDXT,
1          FDYT, FFR, FFD, FS,
2          SLPT, FSX, FSY, FSL,
3          FSL1, FSL2, R, TANXZ,
4          TANYZ, S3

```

```

COMMON /C/ KEL(1000), KEC(1000, 3), KMT(1000), KNP(600),
1          KNPI(600), NEL, NNP, NMT,
2          K, L, M

```

COMMON /D/ TITLE

C \*\*\* PARAMETER \*\*\*

```

PAI = 3.14159265
RAD = PAI / 180.0

```

C \*\*\* データ入力 \*\*\*

CALL IDATA

C \*\*\* データの印刷 \*\*\*

CALL PDATA

C \*\*\* 安定計算実行 \*\*\*

CALL STABIL

C \*\*\* 計算結果印刷 \*\*\*

CALL PRESUL

C \*\*\* 処理終了\*\*\*

STOP

END

C=====

C データ入力

C=====

SUBROUTINE IDATA  
CHARACTER\*20 TITLE

IMPLICIT REAL\*8(A-H, O-Z)  
IMPLICIT INTEGER(I-N)

C \*\*\* COMMON AREA \*\*\*

COMMON /A/	F(1000, 3),	AREA(1000),	AREAP(1000),	SLP(1000),
1	DIP(1000),	X(600),	Y(600),	ZS(600),
2	ZB(600),	ZW(600),	COH(10),	FAI(10),
3	GAMT(10),	GAMS(10),	FDX(1000),	FDY(1000),
4	FRX(1000),	FRY(1000),	FW(1000),	FU(1000),
5	FFRI(1000),	FCOH(1000),	FR(1000),	FD(1000),
6	PAI,	RAD,		
7	ZWL,	ZSM,	ZWM,	
8	ZBM,	U,	W,	C3,
9	E1,	E2,	E3,	FDT

COMMON /B/	FRT,	FRXT,	FRYT,	FDXT,
1	FDYT,	FFR,	FFD,	FS,
2	SLPT,	FSX,	FSY,	FSL,
3	FSL1,	FSL2,	R,	TANXZ,
4	TANYZ,	S3		

COMMON /C/	KEL(1000),	KEC(1000, 3),	KMT(1000),	KNP(600),
1	KNPI(600),	NEL,	NNP,	NMT,
2	K,	L,	M	

COMMON /D/ TITLE

READ(5, 10) TITLE

READ (5, 20) NEL, NNP, NMT, ZWL

DO 500 I=1, NEL

READ (5, 30) KEL(I), KEC(I, 1), KEC(I, 2), KEC(I, 3), KMT(I)

500 CONTINUE

DO 510 J=1, NNP

READ (5, 40) KNP(J), X(J), Y(J), ZS(J), ZB(J), ZW(J)

510 CONTINUE

DO 520 L=1, NMT

READ (5, 50) K, COH(K), FAI(K), GAMT(K), GAMS(K)

520 CONTINUE

NNPMAX = 0

DO 530 J=1, NNP

IF (KNP(J).GT. NNPMAX) THEN

NNPMAX = KNP(J)

END IF

530 CONTINUE

DO 540 J=1, NNPMAX

KNPI(J) = 0



540 CONTINUE

DO 550 J=1, NNP  
KNPI(KNP(J)) = J

550 CONTINUE

10 FORMAT(A20)  
20 FORMAT(3I5, F10. 0)  
30 FORMAT(5I5)  
40 FORMAT(15, 5F10. 0)  
50 FORMAT(15, 4F10. 0)

RETURN  
END

C=====

C データ印刷

C=====

SUBROUTINE PDATA  
CHARACTER\*20 TITLE

IMPLICIT REAL\*8(A-H, O-Z)  
IMPLICIT INTEGER(I-N)

C \*\*\* COMMON AREA \*\*\*

COMMON /A/	F(1000, 3),	AREA(1000),	AREAP(1000),	SLP(1000),
1	DIP(1000),	X(600),	Y(600),	ZS(600),
2	ZB(600),	ZW(600),	COH(10),	FAI(10),
3	GAMT(10),	GAMS(10),	FDX(1000),	FDY(1000),
4	FRX(1000),	FRY(1000),	FW(1000),	FU(1000),
5	FFRI(1000),	FCOH(1000),	FR(1000),	FD(1000),
6	PAI,	RAD,		
7	ZWL,	ZSM,	ZWM,	
8	ZBM,	U,	W,	C3,
9	E1,	E2,	E3,	FDT

COMMON /B/	FRT,	FRXT,	FRYT,	FDXT,
1	FDYT,	FFR,	FFD,	FS,
2	SLPT,	FSX,	FSY,	FSL,
3	FSL1,	FSL2,	R,	TANXZ,
4	TANYZ,	S3		

COMMON /C/	KEL(1000),	KEC(1000, 3),	KMT(1000),	KNP(600),
1	KNPI(600),	NEL,	NNP,	NMT,
2	K,	L,	M	

COMMON /D/ TITLE

WRITE(6, 60)  
WRITE(6, 70) TITLE  
WRITE(6, 80) NEL, NNP, NMT, ZWL  
WRITE(6, 90)

DO 560 I=1, NEL  
CALL ELEMNT ( I )  
WRITE(6, 100) KEL(I), KMT(I), KEC(I, 1), KEC(I, 2), KEC(I, 3),  
/  
/  
ZSM, ZWM, ZBM, AREAP(I), AREA(I),  
U, SLP(I) / RAD, DIP(I) / RAD

560 CONTINUE  
WRITE(6, 160)

```
WRITE(6,110) TITLE
WRITE(6,120)
```

```
DO 570 J=1, NNP, 2
```

```
  L = J + 1
```

```
  IF (J.NE.NNP) THEN
```

```
    WRITE(6,130) KNP(J), X(J), Y(J), ZS(J), ZW(J), ZB(J),
/    KNP(L), X(L), Y(L), ZS(L), ZW(L), ZB(L)
```

```
  ELSE
```

```
    WRITE(6,140) KNP(J), X(J), Y(J), ZS(J), ZW(J), ZB(J)
```

```
  END IF
```

```
570 CONTINUE
```

```
DO 580 L=1, NMT
```

```
  WRITE(6,150) L, COH(L), FAI(L), GAMT(L), GAMS(L)
```

```
580 CONTINUE
```

```
60 FORMAT(1H, '三次元安定計算・入力データ')
```

```
70 FORMAT(1H, A10)
```

```
80 FORMAT(1H, '要素数=', I3, ' 節点数=', I3, ' 材料数=', I3,
/ ' 基準水位=', F7.3)
```

```
90 FORMAT(1H, 'ELEM M   i   j   k   Z_s   Z_w   Z_b AREA_2',
/ ' AREA_3   U   SLIP   DIP')
```

```
100 FORMAT(1H, I4, I2, I5, I5, I5, F8.3, F8.3, F8.3, F7.1, F7.1, F7.2, F7.1, F7.1)
```

```
110 FORMAT(1H, A20)
```

```
120 FORMAT(1H, 'NODE   X   Y   Z_sur Z_wat Z_bas NODE   X   ',
/ '   Y   Z_sur Z_wat Z_bas')
```

```
130 FORMAT(1H, I4, F8.2, F8.2, F6.1, F6.1, F6.1, I5, F8.2, F8.2, F6.1, F6.1,
/ F6.1)
```

```
140 FORMAT(1H, I4, F8.2, F8.2, F6.1, F6.1, F6.1)
```

```
150 FORMAT(1H, '物性番号=', I2, ' 粘着力=', F6.2, ' 内部摩擦角=', F6.2,
/ ' 単重湿润=', F5.3, ' 単重飽和=', F5.3)
```

```
160 FORMAT(1H0)
```

```
  RETURN
```

```
  END
```

```
C=====
```

```
C 安定計算
```

```
C=====
```

```
  SUBROUTINE STABIL
```

```
  CHARACTER*20 TITLE
```

```
  IMPLICIT REAL*8(A-H, O-Z)
```

```
  IMPLICIT INTEGER(I-N)
```

```
C *** COMMON AREA ***
```

```
  COMMON /A/ F(1000, 3), AREA(1000), AREAP(1000), SLP(1000),
1            DIP(1000), X(600), Y(600), ZS(600),
2            ZB(600), ZW(600), COH(10), FAI(10),
3            GAMT(10), GAMS(10), FDX(1000), FDY(1000),
4            FRX(1000), FRY(1000), FW(1000), FU(1000),
5            FFRI(1000), FCOH(1000), FR(1000), FD(1000),
6            PAI, RAD,
7            ZWL, ZSM, ZWM,
8            ZBM, U, W, C3,
9            E1, E2, E3, FDT
```

```
  COMMON /B/ FRT, FRXT, FRYT, FDXT,
1            FDT, FFR, FFD, FFS
```

2	SLPT.	FSX.	FSY.	FSL.
3	FSL1.	FSL2.	R.	TANXZ.
4	TANYZ.	S3		

	COMMON /C/	KEL(1000).	KEC(1000.3).	KMT(1000).	KNP(600).
1		KNPI(600).	NEL.	NNP.	NMT.
2		K.	L.	M	

COMMON /D/ TITLE

FRT = 0.0  
 FDT = 0.0  
 FRXT = 0.0  
 FDXT = 0.0  
 FRYT = 0.0  
 FDYT = 0.0

DO 590 I=1, NEL

M = KMT(I)

CALL ELEMNT ( I )

IF (ZWL.GE.ZSM) THEN

C --- 完全水没斜面 ---

W = (GAMS(M) - 1) \* (ZSM - ZBM) \* AREAP(I)

U = 0

ELSE

C --- 部分水没斜面 ---

IF (ZWL.GT.ZBM) THEN

W1 = GAMT(M) \* (ZSM - ZWL) \* AREAP(I)

W2 = (GAMS(M) - 1) \* (ZWL - ZBM) \* AREAP(I)

W = W1 + W2

U = (ZWM - ZWL) \* AREA(I)

ELSE

IF (ZWM.GE.ZBM) THEN

W = GAMT(M) \* (ZSM - ZBM) \* AREAP(I)

U = (ZWM - ZBM) \* AREA(I)

ELSE

W = GAMT(M) \* (ZSM - ZBM) \* AREAP(I)

U = 0

END IF

END IF

END IF

C --- 滑動力および抵抗力の計算 ---

FW(I) = W

FU(I) = U

FFRI(I) = (W \* C3 - U) \* DTAN(FAI(M) \* RAD)

FCOH(I) = COH(M) \* AREA(I)

FR(I) = FFRI(I) + FCOH(I)

FRX(I) = -FR(I) \* E1

FRY(I) = -FR(I) \* E2

FD(I) = W \* DSIN(DIP(I))

FDX(I) = FD(I) \* E1

FDY(I) = FD(I) \* E2

FDT = FDT + FD(I)

FRT = FRT + FR(I)

FRXT = FRXT + DABS(FRX(I))

```
FRYT = FRYT + DABS(FRY(1))
FDXT = FDXT + FDX(1)
FDYT = FDYT + FDY(1)
```

590 CONTINUE

C --- 安全率 ---

```
FFR = DSQRT(FRXT ** 2 + FRYT ** 2)
FFD = DSQRT(FDXT ** 2 + FDYT ** 2)
FS = FFR / FFD
E1 = FDXT / FFD
E2 = FDYT / FFD
```

```
IF (DABS(E1).LT.0.0001) THEN
  IF (E2.LT.0) THEN
    SLPT = PAI / 2
  END IF
  IF (E2.LT.0) THEN
    SLPT = 3 * PAI / 2
  END IF
ELSE
  IF ((E1.GE.0).AND.(E2.GE.0)) THEN
    SLPT = DATAN(E2 / E1)
  END IF
  IF ((E1.LT.0).AND.(E2.GE.0)) THEN
    SLPT = PAI + DATAN(E2 / E1)
  END IF
  IF ((E1.LT.0).AND.(E2.LT.0)) THEN
    SLPT = PAI + DATAN(E2 / E1)
  END IF
  IF ((E1.GE.0).AND.(E2.LT.0)) THEN
    SLPT = PAI + PAI + DATAN(E2 / E1)
  END IF
END IF
```

```
IF (FDXT.NE.0) THEN
  FSX = FRXT / FDXT
ELSE
  FSX = 100
END IF
```

```
IF (FDYT.NE.0) THEN
  FSY = FRYT / FDYT
ELSE
  FSY = 100
END IF
```

```
RETURN
END
```

```
C=====
C 計算結果印刷
C=====
```

```
SUBROUTINE PRESUL
CHARACTER*20 TITLE
```

```
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
IMPLICIT INTEGER(I-N)
```

C \*\*\* COMMON AREA \*\*\*

```

COMMON /A/ F(1000, 3), AREA(1000), AREAP(1000), SLP(1000),
1 DIP(1000), X(600), Y(600), ZS(600),
2 ZB(600), ZW(600), COH(10), FAI(10),
3 GAMT(10), GAMS(10), FDX(1000), FDY(1000),
4 FRX(1000), FRY(1000), FW(1000), FU(1000),
5 FFRI(1000), FCOH(1000), FR(1000), FD(1000),
6 PAI, RAD,
7 ZWL, ZSM, ZWM,
8 ZBM, U, W, C3,
9 E1, E2, E3, FDT

```

```

COMMON /B/ FRT, FRXT, FRYT, FDXT,
1 FDYT, FFR, FFD, FS,
2 SLPT, FSX, FSY, FSL,
3 FSL1, FSL2, R, TANXZ,
4 TANYZ, S3

```

```

COMMON /C/ KEL(1000), KEC(1000, 3), KMT(1000), KNP(600),
1 KNPI(600), NEL, NNP, NMT,
2 K, L, M

```

```
COMMON /D/ TITLE
```

```
WRITE(6, 340)
```

```
WRITE(6, 160) TITLE
```

```
WRITE(6, 170)
```

```
WRITE(6, 180)
```

```
DO 600 I=1, NEL
```

```
IF (FD(I).NE.0) THEN
```

```
FSL = FR(I) / FD(I)
```

```
ELSE
```

```
FSL = 100
```

```
END IF
```

```
WRITE(6, 190) KEL(I), FW(I), FU(I), FFRI(I), FCOH(I), FRX(I),
/ FRY(I), FDX(I), FDY(I), FSL
```

```
600 CONTINUE
```

```
WRITE(6, 200) FRXT / 1000
```

```
WRITE(6, 210) FRYT / 1000
```

```
WRITE(6, 220) FDXT / 1000
```

```
WRITE(6, 230) FDYT / 1000
```

```
WRITE(6, 240) FFR / 1000
```

```
WRITE(6, 250) FFD / 1000
```

```
WRITE(6, 260) FS
```

```
WRITE(6, 270) SLPT / RAD
```

```
160 FORMAT(1H , A20)
```

```
170 FORMAT(1H , '三次元安定計算結果')
```

```
180 FORMAT(1H , 'ELEM F_w F_u F_fri F_coh Fr_x Fr_y',
```

```
/ F_dx F_dy Fs_loc')
```

```
190 FORMAT(1H , I4, F8.0, F7.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.3)
```

```
200 FORMAT(1H , 'Σ Frx = ', F9.2, ' 千 tf')
```

```
210 FORMAT(1H , 'Σ Fry = ', F9.2, ' 千 tf')
```

```
220 FORMAT(1H , 'Σ Fdx = ', F9.2, ' 千 tf')
```

```
230 FORMAT(1H , 'Σ Fdy = ', F9.2, ' 千 tf')
```

```
240 FORMAT(1H , '抵抗力 = ', F10.2, ' 千 tf')
```

```
250 FORMAT(1H , '滑動力 = ', F10.2, ' 千 tf')
```

```
260 FORMAT(1H , '安全率 = ', F8.4)
```

```
270 FORMAT(1H , '滑動方向 = ', F7.3)
```

```
340 FORMAT(1H0)
```

RETURN  
END

C=====

C 要素の变量

C=====

SUBROUTINE ELEMNT ( I )  
CHARACTER\*20 TITLE

IMPLICIT REAL\*8(A-H, O-Z)  
IMPLICIT INTEGER(I-N)

C \*\*\* COMMON AREA \*\*\*

COMMON /A/	F(1000, 3),	AREA(1000),	AREAP(1000),	SLP(1000),
1	DIP(1000),	X(600),	Y(600),	ZS(600),
2	ZB(600),	ZW(600),	COH(10),	FAI(10),
3	GAMT(10),	GAMS(10),	FDX(1000),	FDY(1000),
4	FRX(1000),	FRY(1000),	FW(1000),	FU(1000),
5	FFRI(1000),	FCOH(1000),	FR(1000),	FD(1000),
6	PAI,	RAD,		
7	ZWL,	ZSM,	ZWM,	
8	ZBM,	U,	W,	C3,
9	E1,	E2,	E3,	FDT

COMMON /B/	FRT,	FRXT,	FRYT,	FDXT,
1	FDYT,	FFR,	FFD,	FS,
2	SLPT,	FSX,	FSY,	FSL,
3	FSL1,	FSL2,	R,	TANXZ,
4	TANYZ,	S3		

COMMON /C/	KEL(1000),	KEC(1000, 3),	KMT(1000),	KNP(600),
1	KNPI(600),	NEL,	NNP,	NMT,
2	K,	L,	M	

COMMON /D/ TITLE

J1 = KNPI(KEC(I, 1))  
J2 = KNPI(KEC(I, 2))  
J3 = KNPI(KEC(I, 3))  
X1 = X(J1)  
X2 = X(J2)  
X3 = X(J3)  
Y1 = Y(J1)  
Y2 = Y(J2)  
Y3 = Y(J3)  
Z1 = ZB(J1)  
Z2 = ZB(J2)  
Z3 = ZB(J3)

ZS1 = ZS(J1)  
ZS2 = ZS(J2)  
ZS3 = ZS(J3)  
ZW1 = ZW(J1)  
ZW2 = ZW(J2)  
ZW3 = ZW(J3)

ZSM = (ZS1 + ZS2 + ZS3) / 3.0  
ZWM = (ZW1 + ZW2 + ZW3) / 3.0  
ZBM = (Z1 + Z2 + Z3) / 3.0

```

    IF (ZWM.LT.ZWL) THEN
      ZWM = ZWL
- END IF

```

```

    IF (ZWL.GE.ZSM) THEN
C --- 完全水没斜面 ---
      U = 0.0

```

```

    ELSE
C --- 部分水没斜面 ---
      IF (ZWL.GT.ZBM) THEN
        U = ZWM - ZWL
      ELSE
        IF (ZWM.GE.ZBM) THEN
          U = ZWM - ZBM
        ELSE
          U = 0.0
        END IF
      END IF
    END IF

```

```

A1 = X2 - X1
A2 = Y2 - Y1
A3 = Z2 - Z1
B1 = X3 - X1
B2 = Y3 - Y1
B3 = Z3 - Z1

```

```

C1 = A2 * B3 - A3 * B2
C2 = A3 * B1 - A1 * B3
C3 = A1 * B2 - A2 * B1
AREAP(1) = C3 / 2.0

```

```

R = DSQRT(C1 ** 2 + C2 ** 2 + C3 ** 2)

```

```

C1 = C1 / R
C2 = C2 / R
C3 = C3 / R

```

```

AREA(1) = AREAP(1) / C3

```

```

TANXZ = C1 / C3
TANYZ = C2 / C3

```

```

E3 = DSQRT(C1 ** 2 + C2 ** 2)

```

```

IF (DABS(E3).GT.0.00001) THEN
  E1 = C1 / E3
  E2 = C2 / E3
  E3 = 0

```

```

ELSE
  E1 = -1.0
  E2 = 0.0
  E3 = 0.0

```

```

END IF

```

```

IF (DABS(E1).LT.0.0001) THEN
  IF (E2.LT.0.0) THEN
    SLP(1) = PAI / 2.0
  END IF
  IF (E2.LT.0) THEN

```

```

      SLP(I) = 3.0 * PAI / 2.0
    END IF
  ELSE
    IF ((E1.GE.0.0).AND.(E2.GE.0.0)) THEN
      SLP(I) = DATAN(E2 / E1)
    END IF
    IF ((E1.LT.0.0).AND.(E2.GE.0.0)) THEN
      SLP(I) = PAI + DATAN(E2 / E1)
    END IF
    IF ((E1.LT.0.0).AND.(E2.LT.0.0)) THEN
      SLP(I) = PAI + DATAN(E2 / E1)
    END IF
    IF ((E1.GE.0.0).AND.(E2.LT.0.0)) THEN
      SLP(I) = PAI + PAI + DATAN(E2 / E1)
    END IF
  END IF

  S3 = DSQRT(1.0 - C3 ** 2)
  DIP(I) = DATAN(S3 / C3)

  RETURN
END

```



B 安定解析プログラムの入力データ仕様

B. 1 二次元安定解析プログラムの入力データ仕様

① ケース名称

1 20

TITLES
--------

A20  
TITLES : 計算表題 (英数字記号で記入可)

② 個数データ

1 5 10 15 25

NEL	NNP	NMT	ZWL
-----	-----	-----	-----

315.F10.0  
NEL : 要素数 (最大 500)  
NNP : 節点数 (最大 1000)  
NMT : 物性組数 (最大 10)  
ZWL : 基準水位 (m)

③ 要素データ

1 5 10 15 20

KEL(i)	KEC(i, 1)	KEC(i, 2)	KMT(i)
--------	-----------	-----------	--------

415  
KEL(i) : 要素番号 (連続番号でなくてもよい)  
KEC(i, 1) : 要素の第1節点番号 (下部側)  
KEC(i, 2) : 要素の第2節点番号 (上部側)  
KMT(i) : 物性番号

④ 節点データ

1 5 15 25 35 45 55

KNP(i)	X(i)	Y(i)	ZS(i)	ZB(i)	ZW(i)
--------	------	------	-------	-------	-------

15.5F10.0  
KNP(i) : 節点番号 (連続番号でなくてもよい)  
X(i) : x座標 (m)  
Y(i) : y座標 (m)  
ZS(i) : 地表面の高さ (m)  
ZB(i) : すべり面の高さ (m)  
ZW(i) : 地下水位の高さ (m)

⑤ 物性値データ

1            5            15            25            35            45

k	COH(k)	FAI(k)	GAMT(k)	GAMS(k)
---	--------	--------	---------	---------

15, 4F10.0

k : 物性番号 (連続番号でなければならない)

COH(k) : 粘着力 (tf/m<sup>2</sup>)

FAI(k) : 内部摩擦角 (度)

GAMT(k) : 湿潤単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

GAMS(k) : 飽和単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

B. 2 三次元安定計算プログラムの入力データ仕様

① ケース名称

1 20

TITLES
--------

A20  
TITLES : 計算表題 (英数字記号で記入可)

② 個数データ

1 5 10 15 25

NEL	NNP	NMT	ZWL
-----	-----	-----	-----

315, F10.0  
NEL : 要素数 (最大 600)  
NNP : 節点数 (最大 1000)  
NMT : 物性組数 (最大 10)  
ZWL : 基準水位 (m)

③ 要素データ

1 5 10 15 20 25

KEL(i)	KEC(i, 1)	KEC(i, 2)	KEC(i, 3)	KMT(i)
--------	-----------	-----------	-----------	--------

515  
KEL(i) : 要素番号 (連続番号でなくてもよい)  
KEC(i, 1) : 要素の第1節点番号  
KEC(i, 2) : 要素の第2節点番号  
KEC(i, 3) : 要素の第3節点番号  
節点番号は反時計回りで付番しなければならない。  
KMT(i) : 物性番号

④ 節点データ

1 5 15 25 35 45 55

KNP(i)	X(i)	Y(i)	ZS(i)	ZB(i)	ZW(i)
--------	------	------	-------	-------	-------

15, 5F10.0  
KNP(i) : 節点番号 (連続番号でなくてもよい)  
X(i) : x座標 (m)  
Y(i) : y座標 (m)  
ZS(i) : 地表面の高さ (m)  
ZB(i) : すべり面の高さ (m)  
ZW(i) : 地下水位の高さ (m)

⑤ 物性値データ

1	5	15	25	35	45
k	COH(k)	FAI(k)	GAMT(k)	GAMS(k)	

15.4F10.0

k : 物性番号 (連続番号でなければならない)

COH(k) : 粘着力 (tf/m<sup>2</sup>)

FAI(k) : 内部摩擦角 (度)

GAMT(k) : 湿潤単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

GAMS(k) : 飽和単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

## C 電算リストの見方

### C. 1 二次元安定計算結果の見方

二次元安定計算の電算リストの内容は、次のもので構成される。

- ① 入力データ (その1)
- ② 入力データ (その2)
- ③ 物性値
- ④ 安定計算結果
- ⑤ 安全率

各部分の出力リストの記号の意味は次のとおりである。

#### (1) 入力データ (その1)

- 要素数 = スライスの個数  
節点数 = 断面の点数 = 要素数 + 1  
物性組数 = 物性値データの組数  
基準水位 = 水没斜面の基準水位 (m)  
要素番号 = 当該スライス番号  
物性番号 = 当該スライスの物性番号  
左節点 = 当該スライスの左側鉛直線  
    X = 水平方向の座標 (m)  
    ZS = 地表面の高さ (m)  
    ZW = 地下水位面の高さ (m)  
    ZB = すべり面の高さ (m)  
右節点 = 当該スライスの右側鉛直線  
    X = 水平方向の座標 (m)  
    ZS = 地表面の高さ (m)  
    ZW = 地下水位面の高さ (m)  
    ZB = すべり面の高さ (m)

#### (2) 入力データ (その2)

- DX = スライスの幅 (m)  
DL = すべり面の長さ (m)  
DZ = すべり面の比高 (m)  
ZS = スライス中心軸の地表面の高さ (m)  
ZW = スライス中心軸の地下水位面の高さ (m)  
ZB = スライス中心軸のすべり面の高さ (m)  
U = スライス中心軸の過剰間隙水圧 (m)  
SIN = すべり面の正弦  
COS = すべり面の余弦

(3) 物性値

粘着力 = すべり面の粘着力 ( $\text{tf}/\text{m}^2$ )  
内部摩擦角 = すべり面の内部摩擦角 (度)  
単重湿潤 = 湿潤単位体積重量 ( $\text{tf}/\text{m}^3$ )  
単重飽和 = 飽和単位体積重量 ( $\text{tf}/\text{m}^3$ )

(4) 安定計算結果

$F_W$  = 自重 ( $\text{tf}$ )  
 $F_U$  = 間隙水圧 ( $\text{tf}$ )  
 $F_{\text{fri}}$  = 抵抗力の摩擦力成分 ( $\text{tf}$ )  
 $F_{\text{coh}}$  = 抵抗力の粘着力成分 ( $\text{tf}$ )  
 $FR$  = 抵抗力 ( $\text{tf}$ )  
 $FD$  = 滑動力 ( $\text{tf}$ )

(5) 安全率

## C. 2 三次元安定計算結果の見方

三次元安定計算の電算リストの内容は、次のもので構成される。

- ①要素柱のデータ
- ②節点
- ③物性値
- ④安定計算結果
- ⑤安全率

各部分の出力リスト中の記号の意味は次のとおりである。

### (1) 入力データ

- 要素数 = 三角柱要素の個数  
節点数 = 節点の個数  
材料数 = 物性値データの組数  
基準水位 = 水没斜面の基準水位  
ELEM = 三角柱要素番号  
i = 三角柱要素を構成する節点番号(第1節点)  
j = 三角柱要素を構成する節点番号(第2節点)  
k = 三角柱要素を構成する節点番号(第3節点)  
Z\_S = 地表面の高さ(m)  
Z\_W = 地下水位の高さ(m)  
Z\_b = すべり面の高さ(m)  
AREA\_2 = 三角柱要素の水平断面積(m<sup>2</sup>)  
AREA\_3 = 三角柱要素のすべり面の面積(m<sup>2</sup>)  
U = 間隙水圧(m)  
SLIP = x軸から反時計まわりに測ったすべり方向までの角度(度)  
DIP = すべり面の傾斜角(度)

### (2) 節点データ

- NODE = 節点番号  
X = 節点座標X成分(m)  
Y = 節点座標Y成分(m)  
Z\_sur = 地表面の高さ(m)  
Z\_wat = 地下水位の高さ(m)  
Z\_bas = すべり面の高さ(m)

### (3) 物性値データ

- 粘着力 = すべり面の粘着力(tf/m<sup>2</sup>)  
内部摩擦角 = すべり面の内部摩擦角(度)  
単重湿潤 = 湿潤単位体積重量(tf/m<sup>3</sup>)

単重飽和 = 飽和単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

(4) 安定計算結果

ELEM = 要素番号

F\_W = 自重 (tf)

F\_U = 間隙水圧 (tf)

F\_fri = 抵抗力の摩擦力成分 (tf)

F\_coh = 抵抗力の粘着力成分 (tf)

Fr\_x = 抵抗力の x 成分 (tf)

Fr\_y = 抵抗力の y 成分 (tf)

F\_dx = 滑動力の x 成分 (tf)

F\_dy = 滑動力の y 成分 (tf)

Fs\_loc = 局所安全率

$\Sigma Fr_x$  = 抵抗力の x 成分の総和 (10<sup>3</sup>tf)

$\Sigma Fr_y$  = 抵抗力の y 成分の総和 (10<sup>3</sup>tf)

$\Sigma Fdx$  = 滑動力の x 成分の総和 (10<sup>3</sup>tf)

$\Sigma Fdy$  = 滑動力の y 成分の総和 (10<sup>3</sup>tf)

(5) 安全率

抵抗力 = 抵抗力の合力 (10<sup>3</sup>tf)

滑動力 = 滑動力の合力 (10<sup>3</sup>tf)

安全率 = すべり安全率

滑動方向 = x 軸から反時計まわりに測ったすべり方向までの角度 (度)



D 検証計算の入力データと計算結果

D. 1 二次元安定計算 (ケース:TEST20)

入力データ (その1)

TEST20

要素数 = 6 節点数 = 7 材料数 = 1 基準地下水位 = 0.000

要素番号	物性番号	左節点				右節点			
		X	ZS	ZW	ZB	X	ZS	ZW	ZB
1	1	0.00	15.00	15.00	15.00	25.00	15.00	5.00	5.00
2	1	25.00	15.00	5.00	5.00	45.00	22.00	1.00	1.00
3	1	45.00	22.00	1.00	1.00	65.00	29.00	2.00	2.00
4	1	65.00	29.00	2.00	2.00	95.00	40.00	12.00	12.00
5	1	95.00	40.00	12.00	12.00	115.00	48.00	25.00	25.00
6	1	115.00	48.00	25.00	25.00	135.00	50.00	50.00	50.00

入力データ (その2)

要素番号	DX	DL	DZ	ZS	ZW	ZB	U	SIN	COS
1	25.00	26.93	-10.00	15.00	10.00	10.00	0.00	-0.371	0.928
2	20.00	20.40	-4.00	18.50	3.00	3.00	0.00	-0.196	0.981
3	20.00	20.02	1.00	25.50	1.50	1.50	0.00	0.050	0.999
4	30.00	31.62	10.00	34.50	7.00	7.00	0.00	0.316	0.949
5	20.00	23.85	13.00	44.00	18.50	18.50	0.00	0.545	0.838
6	20.00	32.02	25.00	49.00	37.50	37.50	0.00	0.781	0.625

物性番号 = 1 粘着力 = 0.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

二次元安定計算結果

要素番号	W	U	F_fri	F_coh	FR	FD
1	267.50	0.00	58.25	0.00	58.25	-99.35
2	663.40	0.00	152.58	0.00	152.58	-130.10
3	1027.20	0.00	240.63	0.00	240.63	51.30
4	1765.50	0.00	392.84	0.00	392.84	558.30
5	1091.40	0.00	214.63	0.00	214.63	594.80
6	492.20	0.00	72.12	0.00	72.12	384.34
					1131.05	1359.29

安全率 = 0.832

D. 2 二次元安定計算 (ケース:TEST21)

入力データ (その1)

TEST21

要素数 = 6 節点数 = 7 材料数 = 1 基準地下水位 = 0.000

要素番号	物性番号	左節点				右節点			
		X	ZS	ZW	ZB	X	ZS	ZW	ZB
1	1	0.00	15.00	15.00	15.00	25.00	15.00	5.00	5.00
2	1	25.00	15.00	5.00	5.00	45.00	22.00	1.00	1.00
3	1	45.00	22.00	1.00	1.00	65.00	29.00	2.00	2.00
4	1	65.00	29.00	2.00	2.00	95.00	40.00	12.00	12.00
5	1	95.00	40.00	12.00	12.00	115.00	48.00	25.00	25.00
6	1	115.00	48.00	25.00	25.00	135.00	50.00	50.00	50.00

入力データ (その2)

要素番号	DX	DL	DZ	ZS	ZW	ZB	U	SIN	COS
1	25.00	26.93	-10.00	15.00	10.00	10.00	0.00	-0.371	0.928
2	20.00	20.40	-4.00	18.50	3.00	3.00	0.00	-0.196	0.981
3	20.00	20.02	1.00	25.50	1.50	1.50	0.00	0.050	0.999
4	30.00	31.62	10.00	34.50	7.00	7.00	0.00	0.316	0.949
5	20.00	23.85	13.00	44.00	18.50	18.50	0.00	0.545	0.838
6	20.00	32.02	25.00	49.00	37.50	37.50	0.00	0.781	0.625

物性番号 = 1 粘着力 = 2.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

二次元安定計算結果

要素番号	W	U	F_fri	F_coh	FR	FD
1	267.50	0.00	58.25	53.85	112.11	-99.35
2	663.40	0.00	152.58	40.79	193.37	-130.10
3	1027.20	0.00	240.63	40.05	280.68	51.30
4	1765.50	0.00	392.84	63.25	456.09	558.30
5	1091.40	0.00	214.63	47.71	262.34	594.80
6	492.20	0.00	72.12	64.03	136.15	384.34
					1440.73	1359.29

安全率 = 1.060

121

D. 3 二次元安定計算 (ケース:TEST22)

入力データ (その1)

TEST22

要素数 = 6 節点数 = 7 材料数 = 1 基準地下水位 = 22.000

要素番号	物性番号	左節点			右節点			ZS	ZW	ZB
		X	ZS	ZW	ZB	X	ZS			
1	1	0.00	15.00	22.00	15.00	25.00	15.00	22.00	5.00	
2	1	25.00	15.00	22.00	5.00	45.00	22.00	22.00	1.00	
3	1	45.00	22.00	22.00	1.00	65.00	29.00	24.00	2.00	
4	1	65.00	29.00	24.00	2.00	95.00	40.00	28.00	12.00	
5	1	95.00	40.00	28.00	12.00	115.00	48.00	30.00	25.00	
6	1	115.00	48.00	30.00	25.00	135.00	50.00	30.00	50.00	

入力データ (その2)

要素番号	DX	DL	DZ	ZS	ZW	ZB	U	SIN	COS
1	25.00	26.93	-10.00	15.00	22.00	10.00	0.00	-0.371	0.928
2	20.00	20.40	-4.00	18.50	22.00	3.00	0.00	-0.196	0.981
3	20.00	20.02	1.00	25.50	23.00	1.50	1.00	0.050	0.999
4	30.00	31.62	10.00	34.50	26.00	7.00	4.00	0.316	0.949
5	20.00	23.85	13.00	44.00	29.00	18.50	7.00	0.545	0.838
6	20.00	32.02	25.00	49.00	30.00	37.50	0.00	0.781	0.625

物性番号 = 1 粘着力 = 0.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

二次元安定計算結果

要素番号	W	U	F_fri	F_coh	FR	FD
1	155.00	0.00	33.75	0.00	33.75	-57.57
2	384.40	0.00	88.41	0.00	88.41	-75.39
3	658.20	20.02	149.49	0.00	149.49	32.87
4	1360.50	126.49	273.06	0.00	273.06	430.23
5	1028.40	166.98	163.08	0.00	163.08	560.47
6	492.20	0.00	72.12	0.00	72.12	384.34
					779.91	1274.95

安全率 = 0.612

D. 4 二次元安定計算 (ケース: TEST23)

入力データ (その1)

TEST23

要素数 = 6 節点数 = 7 材料数 = 1 基準地下水位 = 22.000

要素番号	物性番号	左節点 X	ZS	ZW	ZB	右節点 X	ZS	ZW	ZB
1	1	0.00	15.00	22.00	15.00	25.00	15.00	22.00	5.00
2	1	25.00	15.00	22.00	5.00	45.00	22.00	22.00	1.00
3	1	45.00	22.00	22.00	1.00	65.00	29.00	24.00	2.00
4	1	65.00	29.00	24.00	2.00	95.00	40.00	28.00	12.00
5	1	95.00	40.00	28.00	12.00	115.00	48.00	30.00	25.00
6	1	115.00	48.00	30.00	25.00	135.00	50.00	30.00	50.00

入力データ (その2)

要素番号	DX	DL	DZ	ZS	ZW	ZB	U	SIN	COS
1	25.00	26.93	-10.00	15.00	22.00	10.00	0.00	-0.371	0.928
2	20.00	20.40	-4.00	18.50	22.00	3.00	0.00	-0.196	0.981
3	20.00	20.02	1.00	25.50	23.00	1.50	1.00	0.050	0.999
4	30.00	31.62	10.00	34.50	26.00	7.00	4.00	0.316	0.949
5	20.00	23.85	13.00	44.00	29.00	18.50	7.00	0.545	0.838
6	20.00	32.02	25.00	49.00	30.00	37.50	0.00	0.781	0.625

物性番号 = 1 粘着力 = 2.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

二次元安定計算結果

要素番号	W	U	F_fri	F_coh	FR	FD
1	155.00	0.00	33.75	53.85	87.61	-57.57
2	384.40	0.00	88.41	40.79	129.20	-75.39
3	658.20	20.02	149.49	40.05	189.54	32.87
4	1360.50	126.49	273.06	63.25	336.30	430.23
5	1028.40	166.98	163.08	47.71	210.78	560.47
6	492.20	0.00	72.12	64.03	136.15	384.34
					1089.58	1274.95

安全率 = 0.855

D. 5 三次元安定計算 (ケース:TEST30)

三次元安定計算・入力データ

TEST30

要素数 = 24 節点数 = 21 材料数 = 1 基準地下水位 = 0.000

要素番号	物番号	節点数	X	Y	ZS	ZW	ZB	AREA_2	AREA_3	U
1	1	1	0.00	10.00	15.00	15.00	15.00			
		4	25.00	10.00	15.00	5.00	5.00			
		2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00			
2	1	2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00	187.5	201.9	0.00
		4	25.00	10.00	15.00	5.00	5.00			
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
3	1	2	0.00	25.00	15.00	8.33	8.33	187.5	201.9	0.00
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
		6	25.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
4	1	2	0.00	25.00	15.00	8.33	8.33	187.5	201.9	0.00
		6	25.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
		3	0.00	40.00	15.00	15.00	15.00			
5	1	4	25.00	10.00	15.00	11.67	11.67	187.5	201.9	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	5.00	5.00			
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
6	1	5	25.00	25.00	17.33	3.67	3.67	150.0	153.0	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	5.00	5.00			
		8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00			
7	1	5	25.00	25.00	19.67	2.33	2.33	150.0	153.0	0.00
		8	45.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
		9	45.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
8	1	5	25.00	25.00	19.67	2.33	2.33	150.0	153.0	0.00
		9	45.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
		6	25.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
9	1	7	45.00	10.00	17.33	3.67	3.67	150.0	153.0	0.00
		10	65.00	10.00	22.00	1.00	1.00			
		8	45.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
10	1	8	45.00	25.00	24.33	1.33	1.33	150.0	150.2	0.00
		10	65.00	10.00	22.00	1.00	1.00			
		11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
11	1	8	45.00	25.00	26.67	1.67	1.67	150.0	150.2	0.00
		11	65.00	25.00	22.00	1.00	1.00			
		12	65.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
12	1	8	45.00	25.00	26.67	1.67	1.67	150.0	150.2	0.00
		12	65.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
		9	45.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
13	1	10	65.00	10.00	24.33	1.33	1.33	150.0	150.2	0.00
		13	95.00	10.00	29.00	2.00	2.00			
		11	65.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
14	1	11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00	225.0	237.2	0.00
		13	95.00	10.00	32.67	5.33	5.33			
		14	95.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
15	1	11	65.00	25.00	36.33	8.67	8.67	225.0	237.2	0.00
		14	95.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
		15	95.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
16	1	11	65.00	25.00	36.33	8.67	8.67	225.0	237.2	0.00
					29.00	2.00	2.00			

		15	95.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
		12	65.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
17	1	13	95.00	10.00	32.67	5.33	5.33	225.0	237.2	0.00
		16	115.00	10.00	40.00	12.00	12.00			
		14	95.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
18	1	14	95.00	25.00	42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
		16	115.00	10.00	40.00	12.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
19	1	14	95.00	25.00	45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
		17	115.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
		18	115.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
20	1	14	95.00	25.00	45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
		18	115.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
		15	95.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
21	1	16	115.00	10.00	42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
		19	135.00	10.00	48.00	25.00	25.00			
		17	115.00	25.00	50.00	50.00	50.00			
22	1	17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00	150.0	240.1	0.00
		19	135.00	10.00	48.67	33.33	33.33			
		20	135.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
23	1	17	115.00	25.00	49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
		20	135.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
		21	135.00	40.00	50.00	50.00	50.00			
24	1	17	115.00	25.00	49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
		21	135.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
		18	115.00	40.00	50.00	50.00	50.00			
					48.67	33.33	33.33	150.0	240.1	0.00

三次元安定計算・すべり面諸量

要素番号	n1	n2	n3	tan_xz	tan_yz	m1	m2	Slip	Dip
1	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
2	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
3	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
4	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
5	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
6	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
7	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
8	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
9	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
10	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
11	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
12	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
13	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
14	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
15	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
16	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
17	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
18	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
19	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
20	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
21	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
22	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
23	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
24	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34

物性番号 = 1 粘着力 = 0.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

三次元安定計算結果

番号	Fr_x	Fr_y	Fr	Fd_x	Fd_y	Fd	Fs_X	Fs_Y	Fs_loc
1	291	0	291	497	0	497	0.586	100.000	0.586
2	583	0	583	993	0	993	0.586	100.000	0.586
3	583	0	583	993	0	993	0.586	100.000	0.586
4	291	0	291	497	0	497	0.586	100.000	0.586
5	1009	0	1009	860	0	860	1.173	100.000	1.173
6	1280	0	1280	1091	0	1091	1.173	100.000	1.173
7	1280	0	1280	1091	0	1091	1.173	100.000	1.173
8	1009	0	1009	860	0	860	1.173	100.000	1.173
9	-1730	0	1730	-369	0	369	4.691	100.000	4.691
10	-1880	0	1880	-401	0	401	4.691	100.000	4.691
11	-1880	0	1880	-401	0	401	4.691	100.000	4.691
12	-1730	0	1730	-369	0	369	4.691	100.000	4.691
13	-2928	0	2928	-4162	0	4162	0.704	100.000	0.704
14	-2964	0	2964	-4213	0	4213	0.704	100.000	0.704
15	-2964	0	2964	-4213	0	4213	0.704	100.000	0.704
16	-2928	0	2928	-4162	0	4162	0.704	100.000	0.704
17	-1662	0	1662	-4607	0	4607	0.361	100.000	0.361
18	-1557	0	1557	-4315	0	4315	0.361	100.000	0.361
19	-1557	0	1557	-4315	0	4315	0.361	100.000	0.361
20	-1662	0	1662	-4607	0	4607	0.361	100.000	0.361
21	-721	0	721	-3843	0	3843	0.188	100.000	0.188
22	-361	0	361	-1922	0	1922	0.188	100.000	0.188
23	-361	0	361	-1922	0	1922	0.188	100.000	0.188
24	-721	0	721	-3843	0	3843	0.188	100.000	0.188
合計	33931	0	33931	-40779	0	54546	-0.832	100.000	0.832

抵抗力 = 33931  
 滑動力 = 40779  
 安全率 = 0.832  
 滑動方向 = 180.00

三次元安定計算結果

要素番号	F_w	F_u	F_fri	F_coh	Fr	Fd
1	1337	0	291	0	291	497
2	2675	0	583	0	583	993
3	2675	0	583	0	583	993
4	1337	0	291	0	291	497
5	4387	0	1009	0	1009	860
6	5564	0	1280	0	1280	1091
7	5564	0	1280	0	1280	1091
8	4387	0	1009	0	1009	860
9	7383	0	1730	0	1730	369
10	8025	0	1880	0	1880	401
11	8025	0	1880	0	1880	401
12	7383	0	1730	0	1730	369
13	13161	0	2928	0	2928	4162
14	13322	0	2964	0	2964	4213
15	13322	0	2964	0	2964	4213
16	13161	0	2928	0	2928	4162
17	8453	0	1662	0	1662	4607
18	7918	0	1557	0	1557	4315
19	7918	0	1557	0	1557	4315
20	8453	0	1662	0	1662	4607
21	4922	0	721	0	721	3843
22	2461	0	361	0	361	1922
23	2461	0	361	0	361	1922
24	4922	0	721	0	721	3843
合計					33931	54546

安全率 = 0.832

D. 6 三次元安定計算 (ケース:TEST31)

三次元安定計算・入力データ

TEST31

要素数 = 24 節点数 = 21 材料数 = 1 基準地下水位 = 0.000

要素番号	物性番号	節点番号	X	Y	ZS	ZW	ZB	AREA_2	AREA_3	U
1	1	1	0.00	10.00	15.00	15.00	15.00			
		4	25.00	10.00	15.00	5.00	5.00			
		2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00			
2	1	2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00	187.5	201.9	0.00
		4	25.00	10.00	15.00	5.00	5.00			
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
3	1	2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00	187.5	201.9	0.00
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
		6	25.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
4	1	2	0.00	25.00	15.00	15.00	15.00	187.5	201.9	0.00
		6	25.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
		3	0.00	40.00	15.00	15.00	15.00			
5	1	4	25.00	10.00	15.00	5.00	5.00	187.5	201.9	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	1.00	1.00			
		5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00			
6	1	5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00	150.0	153.0	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	1.00	1.00			
		8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00			
7	1	5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00	150.0	153.0	0.00
		8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00			
		9	45.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
8	1	5	25.00	25.00	15.00	5.00	5.00	150.0	153.0	0.00
		9	45.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
		6	25.00	40.00	15.00	5.00	5.00			
9	1	7	45.00	10.00	22.00	1.00	1.00	150.0	153.0	0.00
		10	65.00	10.00	29.00	2.00	2.00			
		8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00			
10	1	8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00	150.0	150.2	0.00
		10	65.00	10.00	29.00	2.00	2.00			
		11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
11	1	8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00	150.0	150.2	0.00
		11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
		12	65.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
12	1	8	45.00	25.00	22.00	1.00	1.00	150.0	150.2	0.00
		12	65.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
		9	45.00	40.00	22.00	1.00	1.00			
13	1	10	65.00	10.00	29.00	2.00	2.00	150.0	150.2	0.00
		13	95.00	10.00	40.00	12.00	12.00			
		11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00			
14	1	11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00	225.0	237.2	0.00
		13	95.00	10.00	40.00	12.00	12.00			
		12	95.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
15	1	11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00	225.0	237.2	0.00
		14	95.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
		15	95.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
16	1	11	65.00	25.00	29.00	2.00	2.00	225.0	237.2	0.00
					36.33	8.67	8.67			
					29.00	2.00	2.00			



		15	95.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
		12	65.00	40.00	29.00	2.00	2.00			
17	1	13	95.00	10.00	32.67	5.33	5.33	225.0	237.2	0.00
		16	115.00	10.00	40.00	12.00	12.00			
		14	95.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
					42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
18	1	14	95.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
		16	115.00	10.00	48.00	25.00	25.00			
		17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
					45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
19	1	14	95.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
		18	115.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
					45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
20	1	14	95.00	25.00	40.00	12.00	12.00			
		18	115.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
		15	95.00	40.00	40.00	12.00	12.00			
					42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
21	1	16	115.00	10.00	48.00	25.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	50.00	50.00			
		17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
					48.67	33.33	33.33	150.0	240.1	0.00
22	1	17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	50.00	50.00			
		20	135.00	25.00	50.00	50.00	50.00			
					49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
23	1	17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
		20	135.00	25.00	50.00	50.00	50.00			
		21	135.00	40.00	50.00	50.00	50.00			
					49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
24	1	17	115.00	25.00	48.00	25.00	25.00			
		21	135.00	40.00	50.00	50.00	50.00			
		18	115.00	40.00	48.00	25.00	25.00			
					48.67	33.33	33.33	150.0	240.1	0.00

三次元安定計算・すべり面諸量

要素番号	n1	n2	n3	tan_xz	tan_yz	m1	m2	Slip	Dip
1	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
2	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
3	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
4	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
5	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
6	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
7	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
8	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
9	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
10	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
11	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
12	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
13	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
14	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
15	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
16	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
17	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
18	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
19	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
20	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
21	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
22	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
23	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
24	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34

物性番号 = 1 粘着力 = 2.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿润 = 2.140 単重飽和 = 2.240

三次元安定計算結果

番号	Fr_x	Fr_y	Fr	Fd_x	Fd_y	Fd	Fs_X	Fs_Y	Fs_loc
1	695	0	695	497	0	497	1.399	100.000	1.399
2	986	0	986	993	0	993	0.993	100.000	0.993
3	986	0	986	993	0	993	0.993	100.000	0.993
4	695	0	695	497	0	497	1.399	100.000	1.399
5	1315	0	1315	860	0	860	1.528	100.000	1.528
6	1586	0	1586	1091	0	1091	1.453	100.000	1.453
7	1586	0	1586	1091	0	1091	1.453	100.000	1.453
8	1315	0	1315	860	0	860	1.528	100.000	1.528
9	-2030	0	2030	-369	0	369	5.506	100.000	5.506
10	-2180	0	2180	-401	0	401	5.441	100.000	5.441
11	-2180	0	2180	-401	0	401	5.441	100.000	5.441
12	-2030	0	2030	-369	0	369	5.506	100.000	5.506
13	-3403	0	3403	-4162	0	4162	0.818	100.000	0.818
14	-3439	0	3439	-4213	0	4213	0.816	100.000	0.816
15	-3439	0	3439	-4213	0	4213	0.816	100.000	0.816
16	-3403	0	3403	-4162	0	4162	0.818	100.000	0.818
17	-2020	0	2020	-4607	0	4607	0.439	100.000	0.439
18	-1915	0	1915	-4315	0	4315	0.444	100.000	0.444
19	-1915	0	1915	-4315	0	4315	0.444	100.000	0.444
20	-2020	0	2020	-4607	0	4607	0.439	100.000	0.439
21	-1201	0	1201	-3843	0	3843	0.313	100.000	0.313
22	-841	0	841	-1922	0	1922	0.438	100.000	0.438
23	-841	0	841	-1922	0	1922	0.438	100.000	0.438
24	-1201	0	1201	-3843	0	3843	0.313	100.000	0.313
合計	43222	0	43222	-40779	0	54546	-1.060	100.000	1.060

抵抗力 = 43222  
 滑動力 = 40779  
 安全率 = 1.060  
 滑動方向 = 180.00

三次元安定計算結果

要素番号	F_w	F_u	F_fri	F_coh	Fr	Fd
1	1337	0	291	404	695	497
2	2675	0	583	404	986	993
3	2675	0	583	404	986	993
4	1337	0	291	404	695	497
5	4387	0	1009	306	1315	860
6	5564	0	1280	306	1586	1091
7	5564	0	1280	306	1586	1091
8	4387	0	1009	306	1315	860
9	7383	0	1730	300	2030	369
10	8025	0	1880	300	2180	401
11	8025	0	1880	300	2180	401
12	7383	0	1730	300	2030	369
13	13161	0	2928	474	3403	4162
14	13322	0	2964	474	3439	4213
15	13322	0	2964	474	3439	4213
16	13161	0	2928	474	3403	4162
17	8453	0	1662	358	2020	4607
18	7918	0	1557	358	1915	4315
19	7918	0	1557	358	1915	4315
20	8453	0	1662	358	2020	4607
21	4922	0	721	480	1201	3843
22	2461	0	361	480	841	1922
23	2461	0	361	480	841	1922
24	4922	0	721	480	1201	3843
合計					43222	54546

安全率 = 1.060

D. 7 三次元安定計算 (ケース:TEST32)

三次元安定計算・入力データ

TEST32

要素数 = 24 節点数 = 21 材料数 = 1 基準地下水位 = 22.000

要素番号	物性番号	節点数	X	Y	ZS	ZW	ZB	AREA_2	AREA_3	U
1	1	1	0.00	10.00	15.00	22.00	15.00			
		4	25.00	10.00	15.00	22.00	5.00			
		2	0.00	25.00	15.00	22.00	15.00			
					15.00	22.00	11.67	187.5	201.9	0.00
2	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	15.00			
		4	25.00	10.00	15.00	22.00	5.00			
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
					15.00	22.00	8.33	187.5	201.9	0.00
3	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	15.00			
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	5.00			
					15.00	22.00	8.33	187.5	201.9	0.00
4	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	15.00			
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	5.00			
		3	0.00	40.00	15.00	22.00	15.00			
					15.00	22.00	11.67	187.5	201.9	0.00
5	1	4	25.00	10.00	15.00	22.00	5.00			
		7	45.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
					17.33	22.00	3.67	150.0	153.0	0.00
6	1	5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
		7	45.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
					19.67	22.00	2.33	150.0	153.0	0.00
7	1	5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
		8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		9	45.00	40.00	22.00	22.00	1.00			
					19.67	22.00	2.33	150.0	153.0	0.00
8	1	5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
		9	45.00	40.00	22.00	22.00	1.00			
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	5.00			
					17.33	22.00	3.67	150.0	153.0	0.00
9	1	7	45.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		10	65.00	10.00	29.00	24.00	2.00			
		8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
					24.33	22.67	1.33	150.0	150.2	0.67
10	1	8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		10	65.00	10.00	29.00	24.00	2.00			
		11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
					26.67	23.33	1.67	150.0	150.2	1.33
11	1	8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
		12	65.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
					26.67	23.33	1.67	150.0	150.2	1.33
12	1	8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		12	65.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
		9	45.00	40.00	22.00	22.00	1.00			
					24.33	22.67	1.33	150.0	150.2	0.67
13	1	10	65.00	10.00	29.00	24.00	2.00			
		13	95.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
					32.67	25.33	5.33	225.0	237.2	3.33
14	1	11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
		13	95.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
					36.33	26.67	8.67	225.0	237.2	4.67
15	1	11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
		14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
					36.33	26.67	8.67	225.0	237.2	4.67
16	1	11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			

		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
		12	65.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
17	1	13	95.00	10.00	32.67	25.33	5.33	225.0	237.2	3.33
		16	115.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		14	95.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					40.00	28.00	12.00			
18	1	14	95.00	25.00	42.67	28.67	16.33	150.0	178.9	6.67
		16	115.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					45.33	29.33	20.67	150.0	178.9	7.33
19	1	14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
					45.33	29.33	20.67	150.0	178.9	7.33
20	1	14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
					42.67	28.67	16.33	150.0	178.9	6.67
21	1	16	115.00	10.00	48.00	30.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	30.00	50.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					48.67	30.00	33.33	150.0	240.1	0.00
22	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	30.00	50.00			
		20	135.00	25.00	50.00	30.00	50.00			
					49.33	30.00	41.67	150.0	240.1	0.00
23	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		20	135.00	25.00	50.00	30.00	50.00			
		21	135.00	40.00	50.00	30.00	50.00			
					49.33	30.00	41.67	150.0	240.1	0.00
24	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		21	135.00	40.00	50.00	30.00	50.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
					48.67	30.00	33.33	150.0	240.1	0.00

三次元安定計算・すべり面諸量

要素番号	n1	n2	n3	tan_xz	tan_yz	m1	m2	Slip	Dip
1	0.371	0.000	0.928	-0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
2	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
3	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
4	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
5	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
6	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
7	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
8	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
9	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
10	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
11	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
12	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
13	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
14	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
15	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
16	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
17	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
18	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
19	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
20	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
21	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
22	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
23	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
24	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34

物性番号 = 1 粘着力 = 0.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿潤 = 2.140 単重飽和 = 2.240

三 次元安定計算結果

三 番 号	Fr_x	Fr_y	Fr	Fd_x	Fd_y	Fd	Fs_X	Fs_Y	Fs_loc
1	169	0	169	288	0	288	0.586	100.000	0.586
2	338	0	338	576	0	576	0.586	100.000	0.586
3	338	0	338	576	0	576	0.586	100.000	0.586
4	169	0	169	288	0	288	0.586	100.000	0.586
5	585	0	585	499	0	499	1.173	100.000	1.173
6	741	0	741	632	0	632	1.173	100.000	1.173
7	741	0	741	632	0	632	1.173	100.000	1.173
8	585	0	585	499	0	499	1.173	100.000	1.173
9	-1052	0	1052	-229	0	229	4.589	100.000	4.589
10	-1190	0	1190	-264	0	264	4.513	100.000	4.513
11	-1190	0	1190	-264	0	264	4.513	100.000	4.513
12	-1052	0	1052	-229	0	229	4.589	100.000	4.589
13	-1992	0	1992	-3095	0	3095	0.644	100.000	0.644
14	-2104	0	2104	-3359	0	3359	0.626	100.000	0.626
15	-2104	0	2104	-3359	0	3359	0.626	100.000	0.626
16	-1992	0	1992	-3095	0	3095	0.644	100.000	0.644
17	-1232	0	1232	-4190	0	4190	0.294	100.000	0.294
18	-1214	0	1214	-4217	0	4217	0.288	100.000	0.288
19	-1214	0	1214	-4217	0	4217	0.288	100.000	0.288
20	-1232	0	1232	-4190	0	4190	0.294	100.000	0.294
21	-721	0	721	-3843	0	3843	0.188	100.000	0.188
22	-361	0	361	-1922	0	1922	0.188	100.000	0.188
23	-361	0	361	-1922	0	1922	0.188	100.000	0.188
24	-721	0	721	-3843	0	3843	0.188	100.000	0.188
合 計	23397	0	23397	-38249	0	46226	-0.612	100.000	0.612

抵抗力 = 23397  
 滑動力 = 38249  
 安全率 = 0.612  
 滑動方向 = 180.00

三 次元安定計算結果

三 要 素 番 号	F_w	F_u	F_fri	F_coh	Fr	Fd
1	775	0	169	0	169	288
2	1550	0	338	0	338	576
3	1550	0	338	0	338	576
4	775	0	169	0	169	288
5	2542	0	585	0	585	499
6	3224	0	741	0	741	632
7	3224	0	741	0	741	632
8	2542	0	585	0	585	499
9	4593	100	1052	0	1052	229
10	5280	200	1190	0	1190	264
11	5280	200	1190	0	1190	264
12	4593	100	1052	0	1052	229
13	9786	791	1992	0	1992	3095
14	10622	1107	2104	0	2104	3359
15	10622	1107	2104	0	2104	3359
16	9786	791	1992	0	1992	3095
17	7688	1193	1232	0	1232	4190
18	7738	1312	1214	0	1214	4217
19	7738	1312	1214	0	1214	4217
20	7688	1193	1232	0	1232	4190
21	4922	0	721	0	721	3843
22	2461	0	361	0	361	1922
23	2461	0	361	0	361	1922
24	4922	0	721	0	721	3843
合 計					23397	46226

安全率 = 0.612

D. 8 三次元安定計算 (ケース:TEST33)

三次元安定計算・入力データ

TEST33

要素数 = 24 節点数 = 21 材料数 = 1 基準地下水位 = 22.000

要素番号	物番号	節点数	X	Y	ZS	ZW	ZB	AREA_2	AREA_3	U
1	1	1	0.00	10.00	15.00	22.00	15.00			
		4	25.00	10.00	15.00	22.00	5.00			
		2	0.00	25.00	15.00	22.00	15.00			
2	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	11.67	187.5	201.9	0.00
		4	25.00	10.00	15.00	22.00	5.00			
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
3	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	8.33	187.5	201.9	0.00
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	5.00			
4	1	2	0.00	25.00	15.00	22.00	8.33	187.5	201.9	0.00
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	5.00			
		3	0.00	40.00	15.00	22.00	15.00			
5	1	4	25.00	10.00	15.00	22.00	11.67	187.5	201.9	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		5	25.00	25.00	15.00	22.00	5.00			
6	1	5	25.00	25.00	17.33	22.00	3.67	150.0	153.0	0.00
		7	45.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
7	1	5	25.00	25.00	19.67	22.00	2.33	150.0	153.0	0.00
		8	45.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		9	45.00	40.00	22.00	22.00	1.00			
8	1	5	25.00	25.00	19.67	22.00	2.33	150.0	153.0	0.00
		9	45.00	40.00	22.00	22.00	5.00			
		6	25.00	40.00	15.00	22.00	1.00			
9	1	7	45.00	10.00	17.33	22.00	3.67	150.0	153.0	0.00
		10	65.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		8	45.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
10	1	8	45.00	25.00	24.33	22.67	1.33	150.0	150.2	0.67
		10	65.00	10.00	22.00	22.00	1.00			
		11	65.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
11	1	8	45.00	25.00	26.67	23.33	1.67	150.0	150.2	1.33
		11	65.00	25.00	22.00	22.00	1.00			
		12	65.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
12	1	8	45.00	25.00	26.67	23.33	1.67	150.0	150.2	1.33
		12	65.00	40.00	22.00	22.00	1.00			
		9	45.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
13	1	10	65.00	10.00	24.33	22.67	1.33	150.0	150.2	0.67
		13	95.00	10.00	29.00	24.00	2.00			
		11	65.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
14	1	11	65.00	25.00	32.67	25.33	5.33	225.0	237.2	3.33
		13	95.00	10.00	29.00	24.00	2.00			
		14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
15	1	11	65.00	25.00	36.33	26.67	8.67	225.0	237.2	4.67
		14	95.00	25.00	29.00	24.00	2.00			
		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
16	1	11	65.00	25.00	36.33	26.67	8.67	225.0	237.2	4.67
					29.00	24.00	2.00			

		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
		12	65.00	40.00	29.00	24.00	2.00			
17	1	13	95.00	10.00	32.67	25.33	5.33	225.0	237.2	3.33
		16	115.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		14	95.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					40.00	28.00	12.00			
18	1	14	95.00	25.00	42.67	28.67	16.33	150.0	178.9	6.67
		16	115.00	10.00	40.00	28.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					45.33	29.33	20.67	150.0	178.9	7.33
19	1	14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
					45.33	29.33	20.67	150.0	178.9	7.33
20	1	14	95.00	25.00	40.00	28.00	12.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
		15	95.00	40.00	40.00	28.00	12.00			
					42.67	28.67	16.33	150.0	178.9	6.67
21	1	16	115.00	10.00	48.00	30.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	30.00	50.00			
		17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
					48.67	30.00	33.33	150.0	240.1	0.00
22	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		19	135.00	10.00	50.00	30.00	50.00			
		20	135.00	25.00	50.00	30.00	50.00			
					49.33	30.00	41.67	150.0	240.1	0.00
23	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		20	135.00	25.00	50.00	30.00	50.00			
		21	135.00	40.00	50.00	30.00	50.00			
					49.33	30.00	41.67	150.0	240.1	0.00
24	1	17	115.00	25.00	48.00	30.00	25.00			
		21	135.00	40.00	50.00	30.00	50.00			
		18	115.00	40.00	48.00	30.00	25.00			
					48.67	30.00	33.33	150.0	240.1	0.00

三次元安定計算・すべり面諸量

要素番号	n1	n2	n3	tan_xz	tan_yz	m1	m2	Slip	Dip
1	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
2	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
3	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
4	0.371	0.000	0.928	0.400	0.000	1.000	0.000	0.00	21.80
5	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
6	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
7	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
8	0.196	0.000	0.981	0.200	0.000	1.000	0.000	0.00	11.31
9	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
10	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
11	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
12	-0.050	0.000	0.999	-0.050	0.000	-1.000	0.000	180.00	2.86
13	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
14	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
15	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
16	-0.316	0.000	0.949	-0.333	0.000	-1.000	0.000	180.00	18.43
17	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
18	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
19	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
20	-0.545	0.000	0.838	-0.650	0.000	-1.000	0.000	180.00	33.02
21	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
22	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
23	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34
24	-0.781	0.000	0.625	-1.250	0.000	-1.000	0.000	180.00	51.34

物性番号 = 1 粘着力 = 2.00 内部摩擦角 = 13.20 単重湿润 = 2.140 単重飽和 = 2.240

三次元安定計算結果

番号	Fr_x	Fr_y	Fr	Fd_x	Fd_y	Fd	Fs_X	Fs_Y	Fs_loc
1	573	0	573	288	0	288	1.990	100.000	1.990
2	741	0	741	576	0	576	1.288	100.000	1.288
3	741	0	741	576	0	576	1.288	100.000	1.288
4	573	0	573	288	0	288	1.990	100.000	1.990
5	891	0	891	499	0	499	1.786	100.000	1.786
6	1047	0	1047	632	0	632	1.657	100.000	1.657
7	1047	0	1047	632	0	632	1.657	100.000	1.657
8	891	0	891	499	0	499	1.786	100.000	1.786
9	-1353	0	1353	-229	0	229	5.898	100.000	5.898
10	-1490	0	1490	-264	0	264	5.652	100.000	5.652
11	-1490	0	1490	-264	0	264	5.652	100.000	5.652
12	-1353	0	1353	-229	0	229	5.898	100.000	5.898
13	-2466	0	2466	-3095	0	3095	0.797	100.000	0.797
14	-2578	0	2578	-3359	0	3359	0.768	100.000	0.768
15	-2578	0	2578	-3359	0	3359	0.768	100.000	0.768
16	-2466	0	2466	-3095	0	3095	0.797	100.000	0.797
17	-1590	0	1590	-4190	0	4190	0.379	100.000	0.379
18	-1572	0	1572	-4217	0	4217	0.373	100.000	0.373
19	-1572	0	1572	-4217	0	4217	0.373	100.000	0.373
20	-1590	0	1590	-4190	0	4190	0.379	100.000	0.379
21	-1201	0	1201	-3843	0	3843	0.313	100.000	0.313
22	-841	0	841	-1922	0	1922	0.438	100.000	0.438
23	-841	0	841	-1922	0	1922	0.438	100.000	0.438
24	-1201	0	1201	-3843	0	3843	0.313	100.000	0.313
合計	32688	0	32688	-38249	0	46226	-0.855	100.000	0.855

抵抗力 = 32688  
 滑動力 = 38249  
 安全率 = 0.855  
 滑動方向 = 180.00

三次元安定計算結果

要素番号	F_w	F_u	F_fri	F_coh	Fr	Fd
1	775	0	169	404	573	288
2	1550	0	338	404	741	576
3	1550	0	338	404	741	576
4	775	0	169	404	573	288
5	2542	0	585	306	891	499
6	3224	0	741	306	1047	632
7	3224	0	741	306	1047	632
8	2542	0	585	306	891	499
9	4593	100	1052	300	1353	229
10	5280	200	1190	300	1490	264
11	5280	200	1190	300	1490	264
12	4593	100	1052	300	1353	229
13	9786	791	1992	474	2466	3095
14	10622	1107	2104	474	2578	3359
15	10622	1107	2104	474	2578	3359
16	9786	791	1992	474	2466	3095
17	7688	1193	1232	358	1590	4190
18	7738	1312	1214	358	1572	4217
19	7738	1312	1214	358	1572	4217
20	7688	1193	1232	358	1590	4190
21	4922	0	721	480	1201	3843
22	2461	0	361	480	841	1922
23	2461	0	361	480	841	1922
24	4922	0	721	480	1201	3843
合計					32688	46226

安全率 = 0.855



D. 9 三次元安定計算 (ケース:TEST34)

三次元安定計算・入力データ

TEST34

要素数 = 24 節点数 = 21 材料数 = 1 基準地下水位 = 0.000

要素番号	物番号	節番号	X	Y	ZS	ZW	ZB	AREA_2	AREA_3	U
1	1	1	3.66	13.66	15.00	15.00	15.00			
		4	25.31	26.16	15.00	5.00	5.00			
		2	-3.84	26.65	15.00	15.00	15.00			
2	1	2	-3.84	26.65	15.00	11.67	11.67	187.5	202.0	0.00
		4	25.31	26.16	15.00	5.00	5.00			
		5	17.81	39.15	15.00	5.00	5.00			
3	1	2	-3.84	26.65	15.00	8.33	8.33	187.5	202.0	0.00
		5	17.81	39.15	15.00	5.00	5.00			
		6	10.31	52.14	15.00	5.00	5.00			
4	1	2	-3.84	26.65	15.00	8.33	8.33	187.5	201.9	0.00
		6	10.31	52.14	15.00	5.00	5.00			
		3	-11.34	39.64	15.00	15.00	15.00			
5	1	4	25.31	26.16	15.00	11.67	11.67	187.5	201.9	0.00
		7	42.63	36.16	22.00	5.00	5.00			
		5	17.81	39.15	15.00	1.00	1.00			
6	1	5	17.81	39.15	17.33	3.67	3.67	150.0	153.0	0.00
		7	42.63	36.16	15.00	5.00	5.00			
		8	35.13	49.15	22.00	1.00	1.00			
7	1	5	17.81	39.15	22.00	1.00	1.00	150.0	153.0	0.00
		8	35.13	49.15	19.67	2.33	2.33			
		9	27.63	62.14	15.00	5.00	5.00			
8	1	5	17.81	39.15	19.67	2.33	2.33	150.0	153.0	0.00
		9	27.63	62.14	15.00	5.00	5.00			
		6	10.31	52.14	22.00	1.00	1.00			
9	1	7	42.63	36.16	17.33	3.67	3.67	150.0	153.0	0.00
		10	59.95	46.16	22.00	1.00	1.00			
		8	35.13	49.15	29.00	2.00	2.00			
10	1	8	35.13	49.15	22.00	1.00	1.00	150.0	150.2	0.00
		10	59.95	46.16	24.33	1.33	1.33			
		11	52.45	59.15	29.00	2.00	2.00			
11	1	8	35.13	49.15	26.67	1.67	1.67	150.0	150.2	0.00
		11	52.45	59.15	22.00	1.00	1.00			
		12	44.95	72.14	29.00	2.00	2.00			
12	1	8	35.13	49.15	26.67	1.67	1.67	150.0	150.2	0.00
		12	44.95	72.14	22.00	1.00	1.00			
		9	27.63	62.14	29.00	2.00	2.00			
13	1	10	59.95	46.16	24.33	1.33	1.33	150.0	150.2	0.00
		13	85.93	61.16	29.00	2.00	2.00			
		11	52.45	59.15	40.00	12.00	12.00			
14	1	11	52.45	59.15	32.67	5.33	5.33	225.0	237.2	0.00
		13	85.93	61.16	29.00	2.00	2.00			
		14	78.43	74.15	40.00	12.00	12.00			
15	1	11	52.45	59.15	36.33	8.67	8.67	225.0	237.2	0.00
		14	78.43	74.15	29.00	2.00	2.00			
		15	70.93	87.14	40.00	12.00	12.00			
16	1	11	52.45	59.15	36.33	8.67	8.67	225.0	237.2	0.00
					29.00	2.00	2.00			

		15	70.93	87.14	40.00	12.00	12.00			
		12	44.95	72.14	29.00	2.00	2.00			
17	1	13	85.93	61.16	32.67	5.33	5.33	225.0	237.2	0.00
		16	103.25	71.16	48.00	12.00	12.00			
		14	78.43	74.15	40.00	12.00	12.00			
					42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
18	1	14	78.43	74.15	40.00	12.00	12.00			
		16	103.25	71.16	48.00	25.00	25.00			
		17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
					45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
19	1	14	78.43	74.15	40.00	12.00	12.00			
		17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
		18	88.25	97.14	48.00	25.00	25.00			
					45.33	20.67	20.67	150.0	178.9	0.00
20	1	14	78.43	74.15	40.00	12.00	12.00			
		18	88.25	97.14	48.00	25.00	25.00			
		15	70.93	87.14	40.00	12.00	12.00			
					42.67	16.33	16.33	150.0	178.9	0.00
21	1	16	103.25	71.16	48.00	25.00	25.00			
		19	120.57	81.16	50.00	50.00	50.00			
		17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
					48.67	33.33	33.33	150.0	240.1	0.00
22	1	17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
		19	120.57	81.16	50.00	50.00	50.00			
		20	113.07	94.15	50.00	50.00	50.00			
					49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
23	1	17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
		20	113.07	94.15	50.00	50.00	50.00			
		21	105.57	107.14	50.00	50.00	50.00			
					49.33	41.67	41.67	150.0	240.1	0.00
24	1	17	95.75	84.15	48.00	25.00	25.00			
		21	105.57	107.14	50.00	50.00	50.00			
		18	88.25	97.14	48.00	25.00	25.00			
					48.67	33.33	33.33	150.0	240.1	0.00

三次元安定計算・すべり面諸量

要素番号	n1	n2	n3	tan_xz	tan_yz	m1	m2	Slip	Dip
1	0.322	0.186	0.928	0.346	0.200	0.866	0.500	30.00	21.80
2	0.322	0.186	0.928	0.346	0.200	0.866	0.500	30.00	21.80
3	0.322	0.186	0.928	0.346	0.200	0.866	0.500	30.00	21.80
4	0.322	0.186	0.928	0.346	0.200	0.866	0.500	30.00	21.80
5	0.170	0.098	0.981	0.173	0.100	0.866	0.500	30.00	11.31
6	0.170	0.098	0.981	0.173	0.100	0.866	0.500	30.00	11.31
7	0.170	0.098	0.981	0.173	0.100	0.866	0.500	30.00	11.31
8	0.170	0.098	0.981	0.173	0.100	0.866	0.500	30.00	11.31
9	-0.043	-0.025	0.999	-0.043	-0.025	-0.866	-0.500	210.00	2.86
10	-0.043	-0.025	0.999	-0.043	-0.025	-0.866	-0.500	210.00	2.86
11	-0.043	-0.025	0.999	-0.043	-0.025	-0.866	-0.500	210.00	2.86
12	-0.043	-0.025	0.999	-0.043	-0.025	-0.866	-0.500	210.00	2.86
13	-0.274	-0.158	0.949	-0.289	-0.167	-0.866	-0.500	210.00	18.43
14	-0.274	-0.158	0.949	-0.289	-0.167	-0.866	-0.500	210.00	18.43
15	-0.274	-0.158	0.949	-0.289	-0.167	-0.866	-0.500	210.00	18.43
16	-0.274	-0.158	0.949	-0.289	-0.167	-0.866	-0.500	210.00	18.43
17	-0.472	-0.272	0.838	-0.563	-0.325	-0.866	-0.500	210.00	33.02
18	-0.472	-0.272	0.838	-0.563	-0.325	-0.866	-0.500	210.00	33.02
19	-0.472	-0.273	0.838	-0.563	-0.325	-0.866	-0.500	210.00	33.02
20	-0.472	-0.273	0.838	-0.563	-0.325	-0.866	-0.500	210.00	33.02
21	-0.676	-0.390	0.625	-1.083	-0.625	-0.866	-0.500	210.00	51.34
22	-0.676	-0.390	0.625	-1.083	-0.625	-0.866	-0.500	210.00	51.34
23	-0.676	-0.390	0.625	-1.083	-0.625	-0.866	-0.500	210.00	51.34
24	-0.676	-0.390	0.625	-1.083	-0.625	-0.866	-0.500	210.00	51.34

物性番号 = 1 粘着力 = 0.00 内部摩擦角 = 13.20 单重湿润 = 2.140 单重飽和 = 2.240

三次元安定計算結果

番号	Fr_x	Fr_y	Fr	Fd_x	Fd_y	Fd	Fs_X	Fs_Y	Fs_loc
1	252	146	291	430	248	497	0.586	0.586	0.586
2	505	291	583	860	497	994	0.586	0.586	0.586
3	504	291	583	860	497	993	0.586	0.586	0.586
4	252	146	291	430	248	497	0.586	0.586	0.586
5	874	504	1009	745	430	860	1.173	1.173	1.173
6	1108	640	1280	945	546	1091	1.173	1.173	1.173
7	1108	640	1280	945	546	1091	1.173	1.173	1.173
8	874	504	1009	745	430	860	1.173	1.173	1.173
9	-1498	-865	1730	-319	-184	369	4.691	4.691	4.691
10	-1628	-940	1880	-347	-200	401	4.691	4.691	4.691
11	-1628	-940	1880	-347	-200	401	4.691	4.691	4.691
12	-1498	-865	1730	-319	-184	369	4.691	4.691	4.691
13	-2536	-1464	2929	-3604	-2081	4162	0.704	0.704	0.704
14	-2567	-1482	2964	-3648	-2106	4213	0.704	0.704	0.704
15	-2567	-1482	2964	-3648	-2106	4213	0.704	0.704	0.704
16	-2536	-1464	2928	-3604	-2081	4162	0.704	0.704	0.704
17	-1440	-831	1662	-3990	-2303	4607	0.361	0.361	0.361
18	-1349	-779	1557	-3737	-2158	4315	0.361	0.361	0.361
19	-1348	-779	1557	-3737	-2158	4315	0.361	0.361	0.361
20	-1440	-831	1662	-3989	-2303	4607	0.361	0.361	0.361
21	-625	-361	721	-3329	-1922	3844	0.188	0.188	0.188
22	-312	-180	361	-1664	-961	1922	0.188	0.188	0.188
23	-312	-180	361	-1664	-961	1922	0.188	0.188	0.188
24	-625	-361	721	-3328	-1922	3843	0.188	0.188	0.188
合計	29386	16966	33932	-35316	-20389	54546	-0.832	-0.832	0.832

抵抗力 = 33932  
 滑動力 = 40779  
 安全率 = 0.832  
 滑動方向 = 210.00

三次元安定計算結果

要素番号	F_w	F_u	F_fri	F_coh	Fr	Fd
1	1338	0	291	0	291	497
2	2675	0	583	0	583	994
3	2675	0	583	0	583	993
4	1337	0	291	0	291	497
5	4387	0	1009	0	1009	860
6	5564	0	1280	0	1280	1091
7	5564	0	1280	0	1280	1091
8	4387	0	1009	0	1009	860
9	7383	0	1730	0	1730	369
10	8025	0	1880	0	1880	401
11	8025	0	1880	0	1880	401
12	7383	0	1730	0	1730	369
13	13162	0	2929	0	2929	4162
14	13322	0	2964	0	2964	4213
15	13321	0	2964	0	2964	4213
16	13161	0	2928	0	2928	4162
17	8453	0	1662	0	1662	4607
18	7918	0	1557	0	1557	4315
19	7918	0	1557	0	1557	4315
20	8453	0	1662	0	1662	4607
21	4922	0	721	0	721	3844
22	2461	0	361	0	361	1922
23	2461	0	361	0	361	1922
24	4922	0	721	0	721	3843
合計					33932	54546

安全率 = 0.832

# 赤崎地すべり調査報告書(III)

ISSN 0386-5878  
土木研究所資料第3237号  
平成6年1月(1994)

新潟試験所 所長 秦 耕二  
研究員 丸山清輝

北陸地方建設局高田工事事務所 伊藤和弘  
(前 新潟試験所研究員)

## 要旨

本報告書は、北陸地方建設局飯豊山系砂防工事事務所の依頼により、赤崎地すべりにおいて平成元年度から平成5年度までに実施した以下の調査項目についてまとめたものである。  
(1) 地下水排除施設施工に伴う地下水位の変化  
(2) 斜面安定解析

キーワード：地すべり、地下水排除施設、三次元斜面安定解析、水没斜面

郵便はがき

944-□□

五十円切手を  
はって下さい

建設省土木研究所  
新潟試験所 御中

新潟県新井市錦町二丁目六番八号

No. 2

土木研究所資料第3237号 部

上記のとおり受領しました。

所属(住所)  
氏名

印