

土木研究所資料

微地形から見た貯水の影響による
地すべり危険箇所判定に関する調査

平成9年11月

建設省土木研究所
砂防部地すべり研究室

Copyright © (1997) 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、本報告書の全部又は一部の転載、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。

微地形から見た貯水の影響による 地すべり危険箇所判定に関する調査

地すべり研究室 室 長 網木亮介
研究員 石濱 茂

要旨

本資料は、平成6～8年度に、河川総合開発事業調査費における研究テーマ「微地形から見た貯水位の影響による地すべり危険箇所判定に関する調査」における研究成果についてとりまとめたものである。

貯水の影響によって発生する地すべりは、降雨や融雪などの自然条件によって発生する地すべりとは異なった微地形的特徴を持つものが多く、その判定手法について整理されていないのが現状である。本資料においては、貯水の影響によって発生した地すべりの微地形的特徴とその判読上の注意点および過去に貯水の影響により発生した地すべりの微地形的特徴を事例集的にとりまとめたものである。

キーワード：地すべり、ダム湛水、微地形、危険箇所、地形判読

ま え が き

ダム事業に対する社会的・行政的要求は近年ますます増大の傾向にあり、これに伴って必ずしも地形・地質条件の良好な場所にダムサイトが選定されとは限らなくなってきた。このため場合によっては貯水池周辺の山腹斜面に変状をきたし、ダムの機能に多大な影響を与えることも考えられる。特に貯水の影響による地すべりは、今まで貯水に対して未経験であった山腹斜面の一つの応答であり、通常の降雨や融雪等の自然条件により発生する地すべりとは異なった地形的特徴を持つものが多く、事前の予測が困難であることが多い。このため貯水の影響によって発生する可能性のある地すべりを事前に把握する手法を開発し、未然に地すべりを防止することは重要な課題である。

本資料は、ダム貯水池周辺における地すべり対策を実施する上で、まず始めに必要な地すべり地の危険箇所判定手法について、整理・検討を行ったものである。貯水の影響によって発生する可能性のある地すべりの危険箇所判定については、それを誤るとダムの機能低下もさることながら社会的影響をも与えかねない重要な課題である。特にイタリアのバイオントダムにおいては、ダムの貯水に伴って地すべりが発生し地すべり土塊が貯水池内へ崩落した結果大災害を引き起こしており、このような災害を防ぐためにも貯水池周辺の地すべりの危険箇所判定には十分な注意が必要である。

なお、本調査成果は、河川総合開発事業調査費における研究テーマ「微地形から見た貯水位の影響による地すべり危険箇所判定に関する調査」（平成6年度から平成8年度）において実施したものである。

平成9年11月

地すべり研究室 室 長 綱木亮介
研究員 石濱 茂



目 次

1. 調査目的	1
2. 調査方法	2
3. 調査結果	3
3. 1 貯水の影響により発生した地すべりの実態	3
3. 2 貯水の影響により発生した地すべりの微地形的特徴	5
3. 3 現在の地すべり判読手法の問題点	7
3. 4. 事例調査結果	9
3. 4. 1 事例A	10
3. 4. 2 事例B-1	12
3. 4. 3 事例B-2, 3	14
3. 4. 4 事例C-1	16
3. 4. 5 事例C-2	18
3. 4. 6 事例D-1	20
3. 4. 7 事例D-2	22
3. 4. 8 事例D-4	24
3. 4. 9 事例D-5	26
3. 4. 10 事例D-6	28
3. 4. 11 事例E	30
3. 4. 12 事例F-1, 2, 3	32
3. 4. 13 事例I-1	34
3. 4. 14 事例I-2, 6, 7	36
3. 4. 15 事例I-3	38
3. 4. 16 事例I-4	40
3. 4. 17 事例I-5	42
3. 4. 18 事例I-8	44
3. 4. 19 事例L	46
3. 4. 20 事例M	48
3. 4. 21 事例N	50
4. 微地形判読上の注意点	64

1. 調 査 目 的

貯水の影響による地すべりの危険箇所判定技術に関しては、その技術進歩に伴って大きな歴史的変化が見られている。昭和30年代には各地でダムが建設されるようになり、これに伴って貯水池周辺の斜面で地すべりが発生し、貯水の影響によっても地すべりが発生することが初めて認識されるようになった。その後、昭和40年代に入ると、ダムの貯水前に地すべりと判定できる斜面においては事前に対策がなされるようになったが、このころから昭和50年代にかけて、地すべりと判定されなかった斜面においても地すべりが発生する例が多数見られるようになり、貯水の影響により発生する地すべりは通常自然条件によって発生する地すべりとは異なった形態を示すことが認識され出した。これは、それまでは貯水の影響による地すべりの危険箇所の判定は、自然発生の地すべりと同様に、“地すべり地形”というものを主眼に判定を行なってきたおり、実際には貯水によって発生した地すべりの事例を見ると自然発生の地すべりで言われる“地すべり地形”とは異なった地形においても地すべりが発生したためと考えられる。このようなことから、昭和50年代以降、自然発生の地すべりでいうところの“地すべり地形”以外の斜面においても地すべり発生の危険性がある斜面があるということから、貯水の影響による地すべり危険箇所の判定を行なっており、この結果、現在では貯水時に地すべりの発生する例がほとんど見られなくなっている。

しかしながら、この“地すべり地形”の微地形的特徴や空中写真判読手法についての教科書や専門書は数多く出版されているが、“地すべり地形”以外の貯水の影響によって発生する地すべりに関する微地形的特徴や判読手法に関しては、一部の専門家の知識の中にあるだけで、一般の専門書や資料としてまとめられたものがない。このことから、本研究においては、過去に貯水の影響によって発生した地すべりの事例をもとにその微地形に関する特徴についての分析を行ない、その微地形的特徴と判読のポイントについて整理を行なったものである。

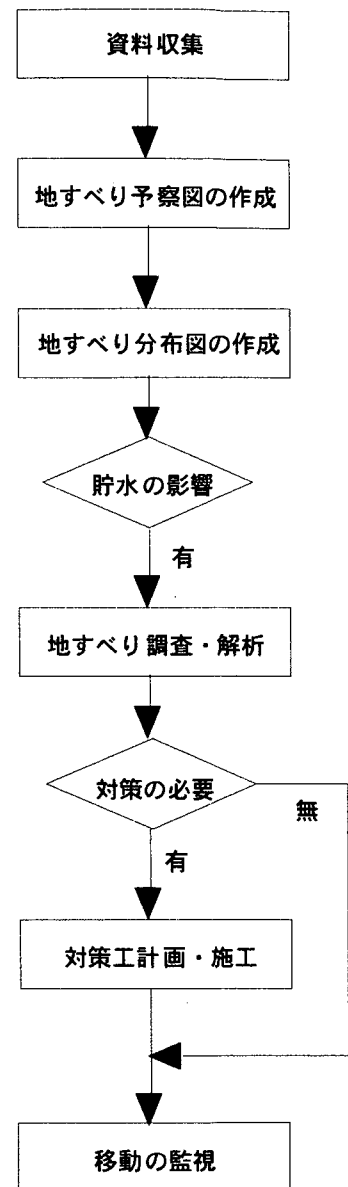
2. 調査方法

貯水池周辺の地すべり対策の大まかな流れは図－１に示すとおりである。まず既存資料や参考文献、地形図、地質図、空中写真等の資料収集から始まって、過去の履歴や地形図や空中写真の判読による地すべり予察図の作成、次に現地踏査等により地すべり予察図を基にした地すべりの確認や地すべりブロックを記入した地すべり分布図の作成が行われる。そして貯水の影響を受ける地すべりに対しては地すべり調査や解析が行われ、対策が必要な場合には地すべり対策工の施工、さらに移動の危険性のある地すべりについては移動量等の観測によって地すべりの監視が行われる。

本調査においては、地すべり予察図の作成の中の地形図や空中写真による微地形判読によって地すべりを判定する手法に焦点を絞り、これによってダム貯水に伴って発生する可能性のある地すべりの微地形的特徴と判読のポイントについて整理を行なうものである。

調査方法としては、過去に貯水の影響によって発生した地すべりの地形図、空中写真等の収集を行い、貯水の影響により発生した地すべりの特徴を把握し、その次に現在の判読手法を基に実際に地すべりの判読を実施して、その問題点について整理、検討を実施する。そして地すべりと判定されなかった原因についてのさらに詳細な検討を行い、最終的には判読できなかった地すべりについての微地形的特徴を抽出して現在の判読手法に貯水の影響による地すべりの判読上の注意点を追加するものである。

具体的には、過去に貯水の影響によって発生した地すべりの概略的な特徴把握と統計的な微地形の特徴把握を行い、その後、実際に過去に貯水の影響によって発生した地すべりの空中写真、地形図、現地地形等から地すべりの判読を行い、なぜそこだけに地すべりが発生したのかの原因解明とその微地形的特徴およびその判読手法について検討を行なった。検討方法としては、空中写真判読を主体に、発生した地すべりの範囲だけでなく、その地すべりを含む背後斜面までの広範囲にわたった空中写真判読を行ない、その斜面地形の形成プロセスを考察しながら、地すべりの微地形的特徴について整理を行なっていく、これを個々の貯水の影響によって発生した地すべりについて行ない、最終的には全体的な判読のポイントの整理と個々の事例集的なとりまとめを行なうというものである。



図－１ 地すべり対策の流れ

3. 調 査 結 果

3. 1 貯水の影響により発生した地すべりの実態

貯水の影響により発生した地すべりの概略的な特徴をつかむため、地すべりとは判定されずに未対策のまま貯水の影響により発生した地すべりを14ダム32箇所収集し、その微地形、移動土塊の性質、斜面勾配、すべり面形の4つの項目について検討を行った。図-2にその結果を示す。

まず微地形について見ると、凸状尾根型が28%と最も多く、凸状台地状地形が22%となっており、この2つを合わせたいわゆる凸状の斜面に発生したものが全体の半数を占めていることがわかる。つまり、通常降雨等の自然災害に発生する地すべりは凹状の地形に発生することが多い¹⁾²⁾のに対し、貯水の影響による地すべりの場合は凸状の斜面において多数発生しているということである。これは、凹状斜面では比較的容易に地すべりと判定できるため貯水前に事前に対策が行われているが、凸状斜面においてはこれが見落とされた結果貯水時に地すべりが発生したためこのような結果になったものと考えられる。

次に移動土塊の性質について見ると、岩で19%、風化岩で47%とこの2つで全体の3分の2をしめている。特に岩については降雨等により発生する地すべりでは3%³⁾とほとんど見られないのに対し非常に大きな頻度となっており、地質調査ボーリングの結果斜面自体が岩で構成されていたとしても地すべりの可能性はないと断定することはできない。反対に崩積土や粘性土については非常に少なく、こういったものは微地形と同様に比較的容易に地すべりと判定できるため、事前の調査・対策によって防止されているためと考えられる。

次に斜面勾配についてであるが、20度以下のものが3%と非常に少ないのに対し、40度以上の非常に急勾配のものが25%、30度以上40度未満が47%とこの2つで全体の4分の3近くを占めている。つまり、これも通常の地すべりでは非常に稀な急勾配のところが多く、地すべりとは判定されなかったため発生したものと考えられる。また、急勾配の斜面ということはそれだけその斜面を構成している土塊の強度が大きいわけであり、これが貯水という影響に対して敏感に反応するわけであるから貯水が斜面に対して与える影響はかなり大きなものであるといえる。

最後にすべり面形についてであるが、これは椅子型、舟底型、円弧の3種類ですべてを構成しており、階段状のものや層状のものなどのような地すべりブロックがいくつも重なったような形態で移動するものについては見られてない。つまり一般的な地すべり地のようにいくつもの地すべりブロックが重なり合って1つの地すべり地を形成しているのではなく、地すべりがそれ自身単独で1つのブロックとして成り立っているタイプであるため、構成している土塊の強度はすべり面を除いて大きいものと推定され、したがって地すべり地形が不明瞭で地すべりとは判定できなかったものと考えられる。

以上をまとめると、貯水の影響によって発生する地すべりで見落とされやすい地すべりの特徴としては、①尾根型の地形、②移動土塊は岩または風化岩で構成されている、③急斜面である、④単一ブロックである、ということになる。しかし、①～③のような地形・地質的特徴を持つ斜面は貯水の影響を受ける斜面には多数あるはずであり、このような斜面が危険ならば全ての斜面が地すべりを起こしているはずであるが、ほかの斜面においては地すべりが起こっていない。恐らく地すべりが発生した斜面においては何らかの不安

定要因があったため貯水時に地すべりが発生したものと考えられ、なぜそこだけに地すべりが発生したのかを解明するためには貯水の影響により発生した地すべりを個々に検討する必要がある。

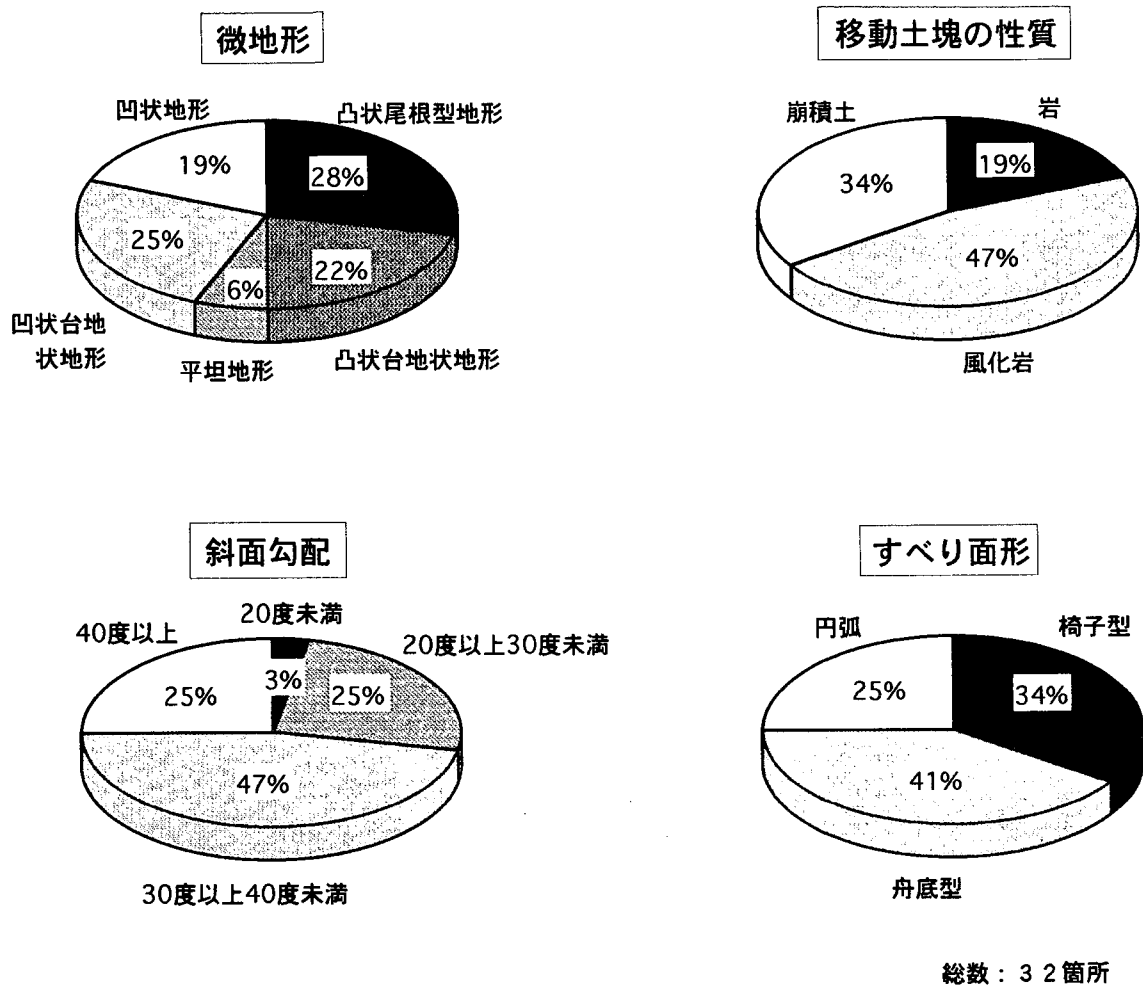


図-2 貯水の影響により発生した地すべりの実態

3. 2 貯水の影響により発生した地すべりの微地形的特徴

貯水の影響により発生した地すべりのさらに詳細な特徴について整理するため、過去に貯水の影響により発生した地すべりの地形図の例を図-3に示す。なお、図中の亀裂を示す記号で囲まれた部分が活動したブロックである。それぞれの微地形的特徴について以下に述べる。

- 全体的には凸状尾根型地形でありその末端部に地すべりが発生している。尾根の末端には小さな谷がありその谷が地すべりの側方の境界となっている。ただしこの谷は斜面の上部から続いているものではなく斜面の途中から存在し下部にいくにしたがって徐々に大きくなっている（図-3(a), (b)）。
- 全体的には凸状台地状地形であり、その台地状部に地すべりが発生しているのではなく、台地状から凸状に変わる部分の末端に地すべりが発生している。地すべり自体はやや平坦に近い凸状尾根型地形に発生している（図-3(c)）。
- 全体的には凸状台地状地形であるが、その中で台地状の平坦部や小さな谷あるいは球根状の尾根型地形などがあり、やや複雑な地形をしている。地すべりは台地状の平坦部と球根状尾根型地形の末端部に発生している（図-3(d)）。
- 地すべりの発生したブロックは凹状地形であるが、全体的には凸状尾根型地形と凸状尾根型地形の間の谷部の凹状地形に位置しており、凸状台地状地形の台地部に発生しているとも見られる（図-3(e)）。
- 地すべりの発生したブロックは凸状尾根型地形であるが、全体的には複数の分離小丘や谷が発達しておりかなり複雑な地形をしている（図-3(f)）。

以上の結果より、貯水の影響により発生した地すべりは全体的に凸状地形に多く発生しており、地すべりの発生した部分だけを見ると一般に言われる地すべり地形とは言い難い。しかし周辺の地形を広範囲にわたってよく見ると何らかの特徴的な地形を呈しており、この部分についての十分な判読手法が確立されれば貯水の影響による地すべりの判読も可能であることが考えられる。

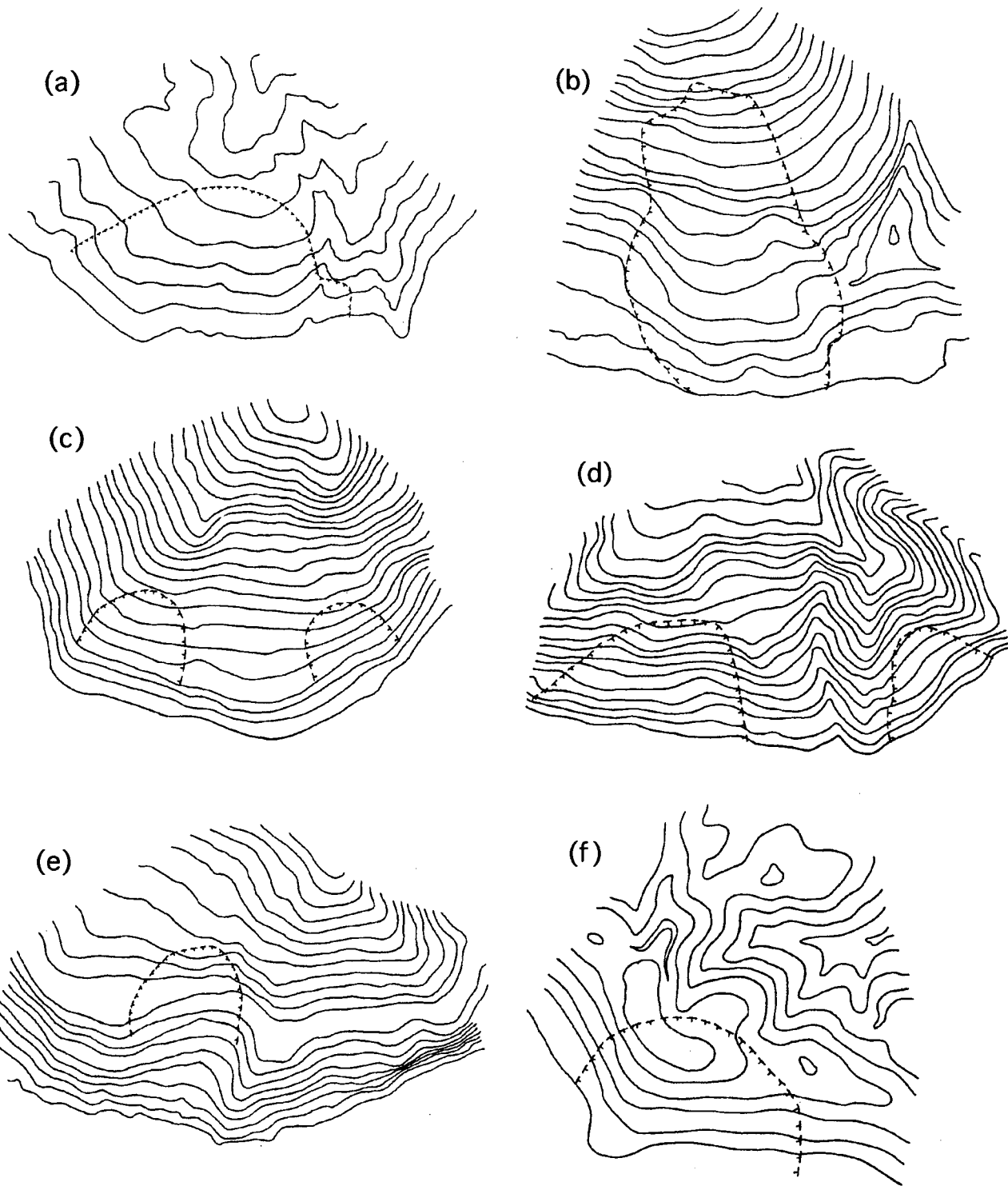


図-3 地すべり微地形

3. 3 現在の地すべり判読手法の問題点

一般に言われる地すべり地形とは、地すべり頭部に急斜面または滑落崖があって、その直下に凹地または平坦地とそれに続く緩斜面があり、さらに緩斜面の下方に再びやや急な斜面が続くような地形である。このような斜面では、地すべりの頭部となる引張り域では馬蹄形状の滑落崖や急斜面から緩斜面に移行する地形変換点あるいは陥没帯等が認められ、その下部の地すべり中間部では緩斜面や階段状地形の連続あるいは陥没や隆起などが認められる。そしてさらにその下部の地すべり末端部の圧縮域では斜面の隆起や緩斜面から急斜面への移行する地形変換点あるいは小崩壊や圧縮亀裂などが認められる。また、地すべりの側面部では、側面亀裂や急斜面から緩斜面への明瞭な勾配の変化や沢状地形などが認められる。これらの地形は、かつての崩壊や地すべりによってできた地形であり、特別な原因がない限りこのような地形を呈していないところに新たに活動を生じることは少ない。そしてこれらはかなり特徴的な地形をしているため、空中写真や地形図から容易に判読することができ、また現地調査によって確認することが可能である。この時の地すべりの判読上の留意点をまとめると次のようになる。

- ①地すべりの移動土塊は、まわりと隔絶した乱れた地形を示す。
- ②地すべりの移動土塊は、舌状や馬蹄形をなし傾斜は周囲よりも著しく緩い。
- ③地すべりの移動土塊の上流側には、ふつう馬蹄形や弓形をなしたまわりの山腹より急傾斜の滑落崖がある。しかしその形が不明確なことも多い。滑落崖のさらに外側にこれと平行した側方亀裂が生じ多少の段差を生じていることもある。
- ④地すべりの移動土塊の末端付近には圧縮亀裂が、頭部付近には引張り亀裂やそれから派生する陥没地、場合によっては小規模の池や沼があることがある。
- ⑤地すべりの移動土塊の側方は谷地形をなすことが多く、これが健岩との境となっている。古い地すべりの場合その厚さが厚いほど側面部にも急崖や深い谷をつくりやすく、そこに二次的なすべりを起こしていることがある。
- ⑥地すべり地背後の尾根は凹地形をなし、先端部が広がって鼻形を示すことが多い。
- ⑦現在移動中か最近停止した地すべり地では、末端部で川幅が狭くなったり川が曲流していたりする。
- ⑧ひとつの地すべり移動土塊は、さらにいくつかの小ブロックに細分され、これが二次、三次の小すべりとなっていることがある。
- ⑨小ブロックに細分されているような地すべり地では、山腹斜面は著しく緩やかとなりしかも地すべり粘土の形成で保水能力が増しているため、水田（千枚田、棚田など）として利用されることが多い。したがって、山間部で沖積地や段丘以外のところに水田があるところは、地すべり跡地の可能性があると考えられる。

以上のような観点から貯水池周辺の地すべりを判読した場合、前節で述べたような貯水の影響によって発生した地すべりは当然地すべりとは判定されなくなる。つまり過去にダムの貯水の影響によって発生した地すべりは、このような地すべり地形を呈していないところに多数発生しているのが現状である。すなわち、このような特徴を持つ地形を呈しているところについては比較的簡単に地すべりと判定できるため、事前に十分な調査及び対策が講じられ、貯水に対する影響が未然に防止できるわけであるが、地すべり地形を呈し

ていない部分においては地すべりと判定されなかった結果、調査や対策が行われないため貯水の影響を受けて斜面が不安定化し地すべりが発生したということである。恐らくこのような斜面も貯水の影響がなく自然状態のままであれば安定していたはずであるが、貯水という人為的影響を受けた結果斜面が急激に不安定化して地すべりが発生したものと考えられ、それほど貯水というのは斜面の安定上大きな影響を与える要素であると考えられる。このため貯水の影響によって発生する可能性のある地すべりを判定するためには、地すべり地形を呈していない一見安全に見える斜面においても地すべりの発生する可能性ある斜面であると判定することができる技術が必要になってくる。

3. 4 事例調査結果

概略的な検討だけでは、詳細な微地形的特徴を把握するのは困難であるため、過去に貯水の影響によって発生した地すべりの空中写真、地形図、現地地形等から個々の地すべりの判読を行い、なぜそこだけに地すべりが発生したのかの原因解明とその微地形的特徴およびその判読手法について検討を行なった。具体的な検討方法としては、空中写真判読を主体に、発生した地すべりの範囲だけでなく、その地すべりを含む背後斜面までの広範囲にわたった空中写真判読を行ない、その斜面地形の形成プロセスを考察しながら、地すべりの微地形的特徴について整理を行なった。

具体的な判読を実施した箇所は、ある程度詳細な地形図および空中写真等の資料の収集ができた箇所であり、10ダム、21箇所の地すべりについて検討を実施した。以下に、各地すべりの検討結果を示す。なお、検討結果の順番は、地すべりの発生した年代の古い順に載せており、最後にいく程近年に発生したものである。

なお、参考資料として、表-1～6に、今回の調査に当たって収集した貯水の影響によって発生した地すべりの状況を整理したもの示す。また、表中の記号の説明を図-4に示す。

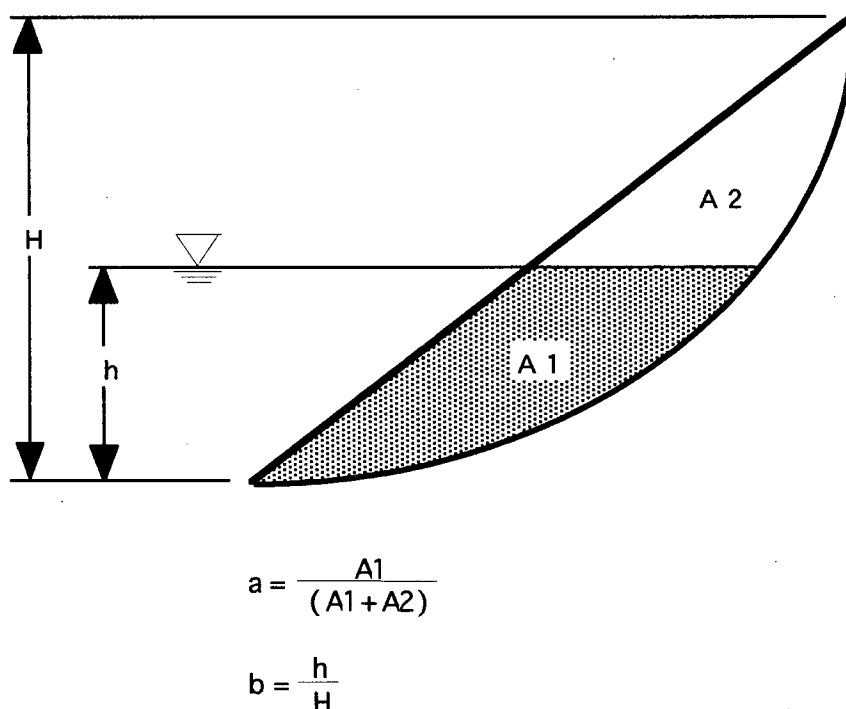
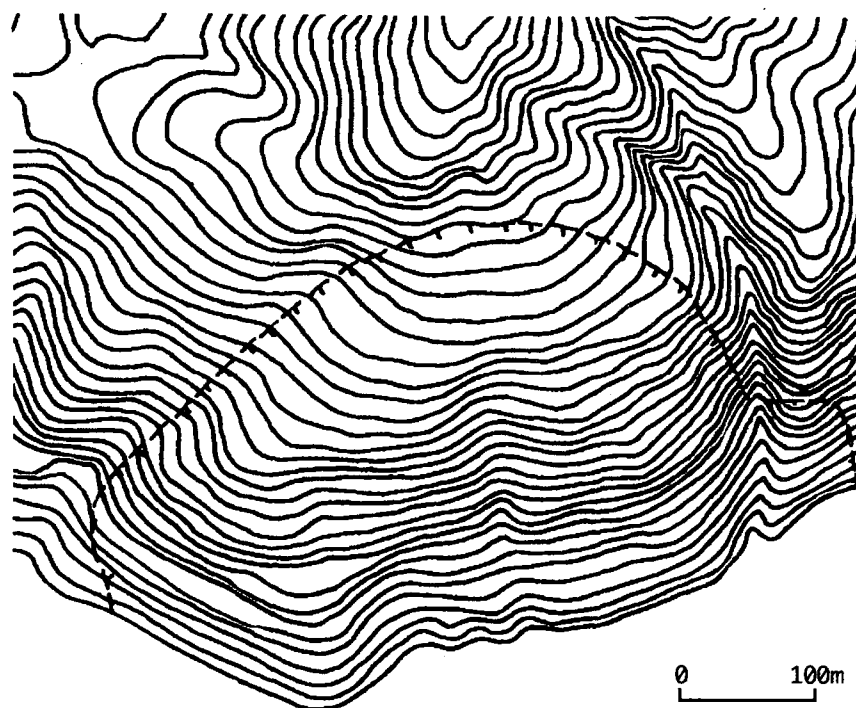


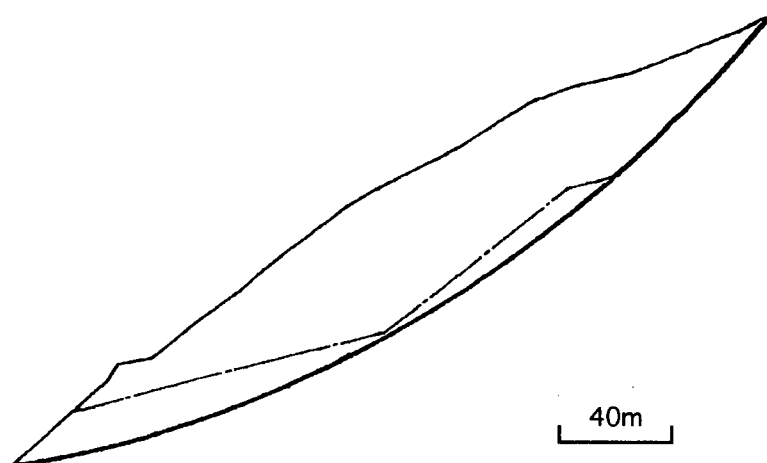
図-4 発生時の水没部の全体に対する割合の記号説明図

3. 4. 1 事例A

本事例の地すべりはダム本体より上流約2kmの左岸に位置し、地すべりの発生した部分の微地形は凸状台地状地形である。移動ブロックの周りには、地すべりの移動に伴ってできたものか不明であるが、ブロック境界に沿って沢状の凹地が見られる。また、移動した尾根状の地すべりブロックの中に小さな地すべりのような沢状の地形が存在している。



図－5 事例Aの地形図



図－6 事例Aの縦断図

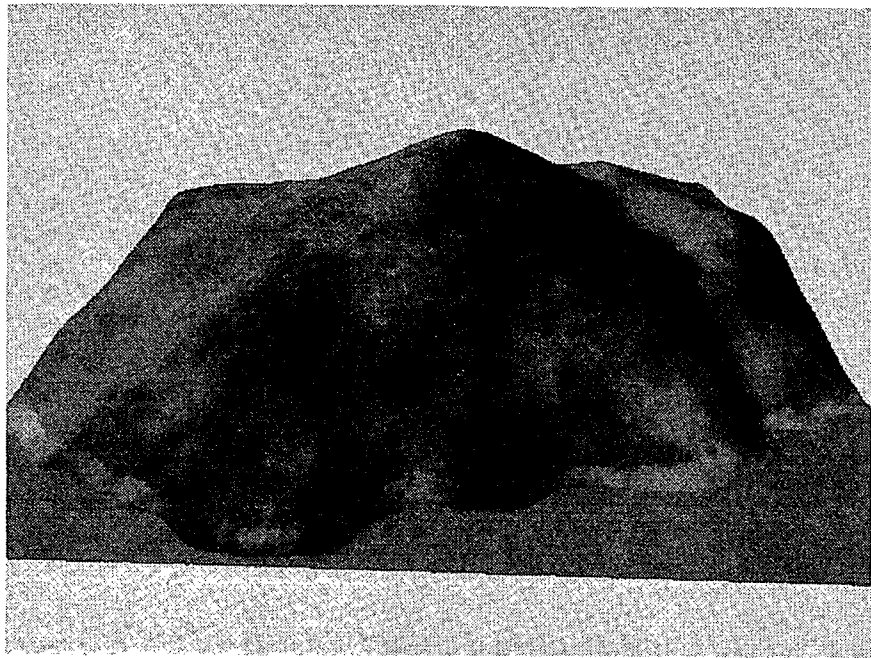


図-7 事例Aの鳥瞰図①

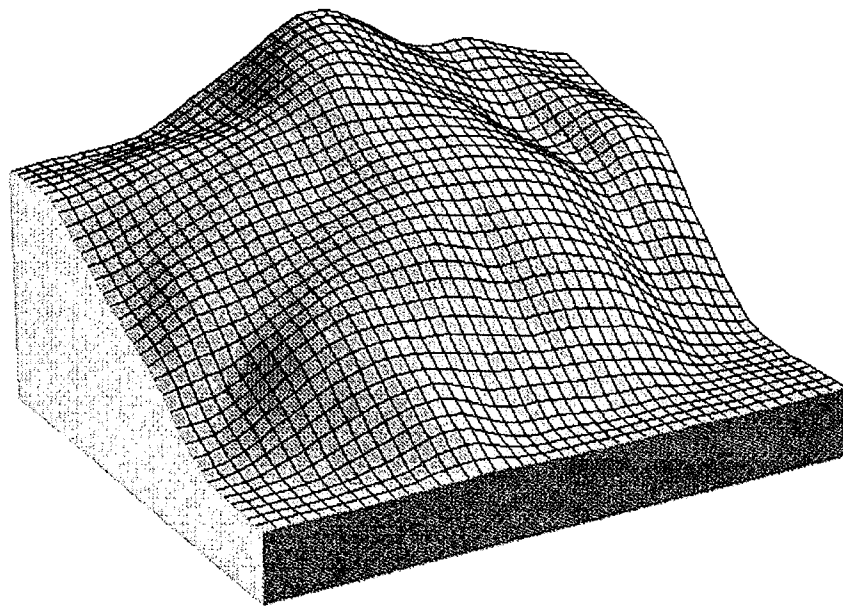


図-8 事例Aの鳥瞰図②

3. 4. 2 事例B-1

本事例の地すべりは、ダム本体のすぐ上流部の左岸側に位置し、ダム本体掘削時と湛水後の貯水位低下時に発生している。地すべりの発生した部分の微地形はやや平坦にちかい凹状台地状地形であり、移動した地すべりブロック末端の両サイドに小崩壊の跡が見られる。そしてその小崩壊部と小崩壊部の間に残った尾根状部分で地すべりが発生している。ダム湛水後の空中写真では、やや不明瞭ではあるが滑落崖らしきものが見られるが、それが湛水前からあったものか湛水後にできたものかは不明である。

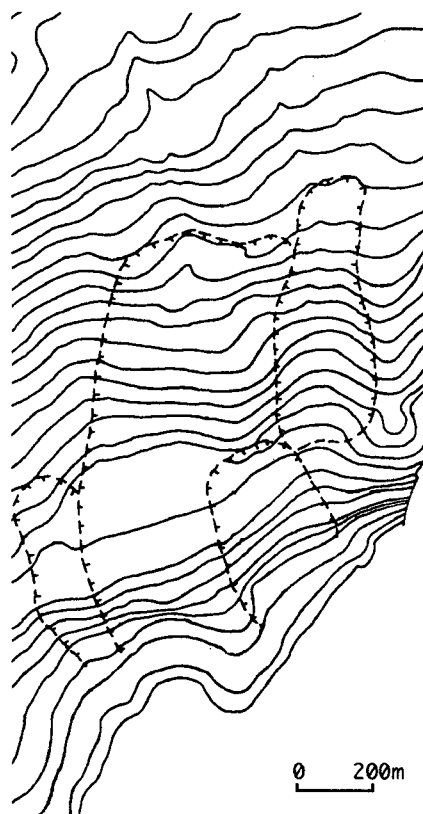


図-9 事例B-1の地形図

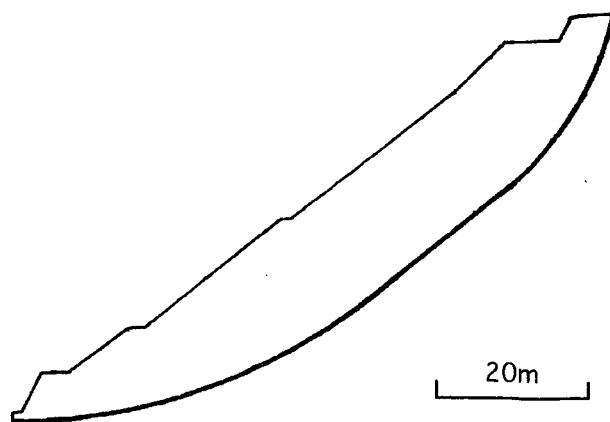


図-10 事例B-1の縦断図

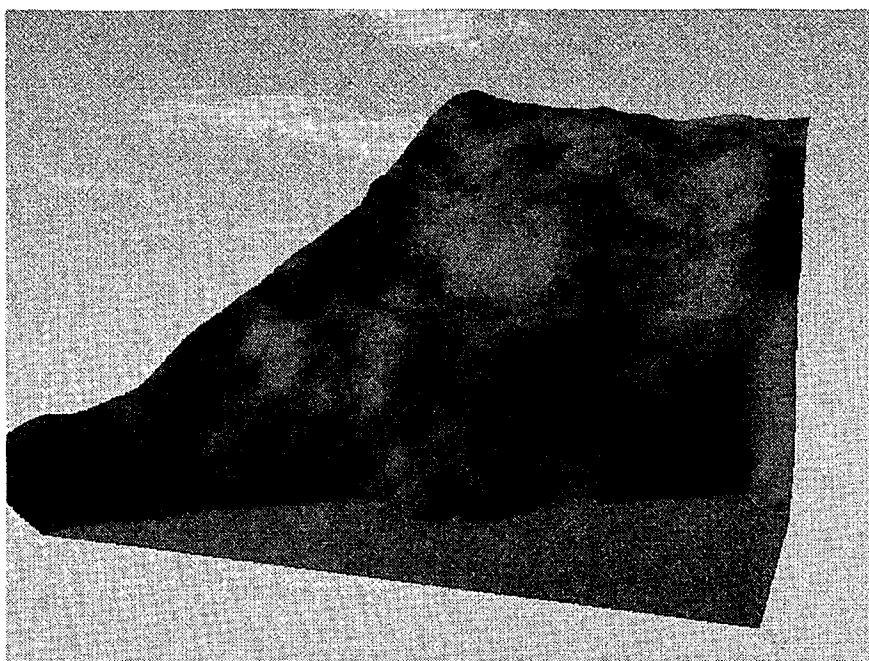


図-11 事例B-1の鳥瞰図①

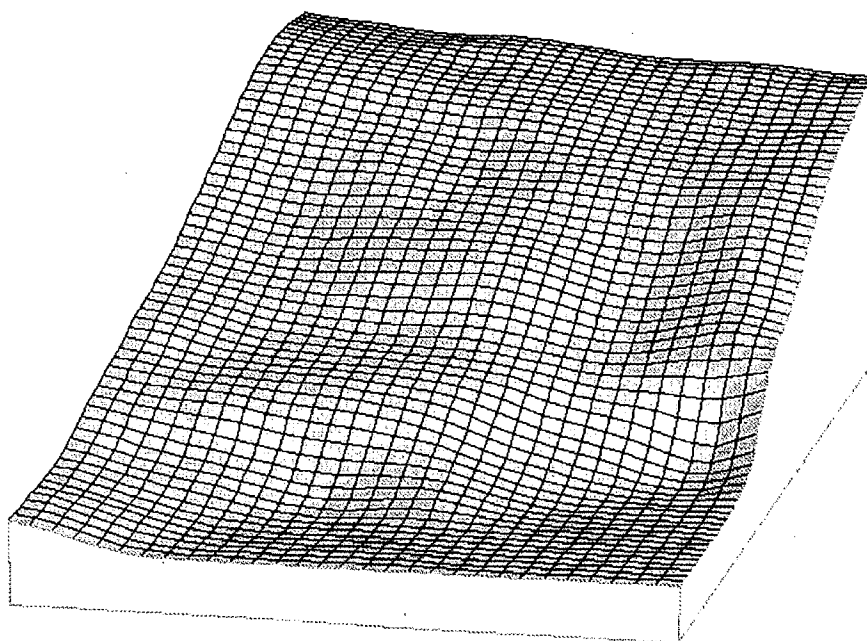


図-12 事例B-1の鳥瞰図②

3. 4. 3 事例B-2, 3

本事例の地すべりは、隣接する2箇所で発生しており、ダム本体より上流約2kmの左岸に位置しており、上流側の地すべりは貯水位低下時、下流側の地すべりは初期湛水時に発生している。地すべりの発生した部分の微地形は両者とも凹状台地状地形であり、1つの大きな崩壊地の中にある。そして崩壊堆積物が侵食された結果できたと考えられるすり鉢状の沢状地形を呈している。

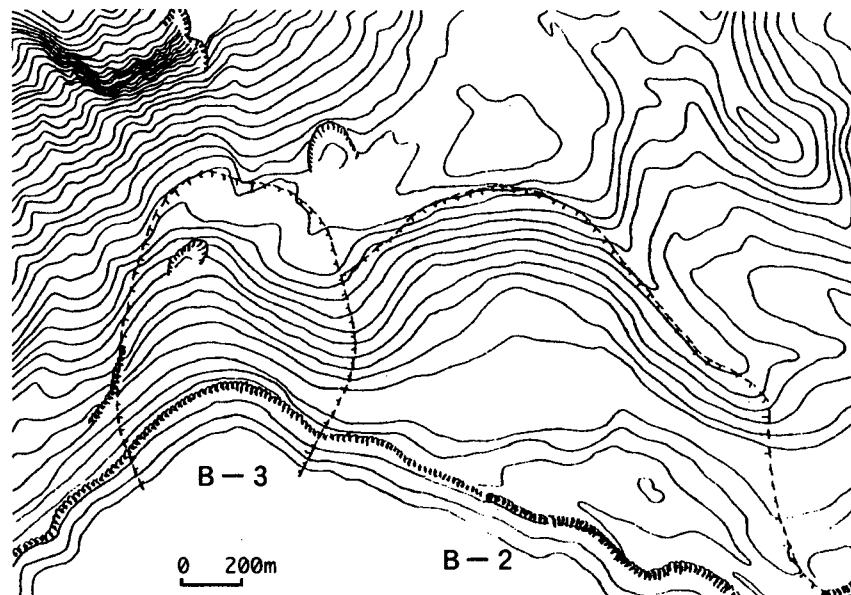


図-13 事例B-2, 3の地形図

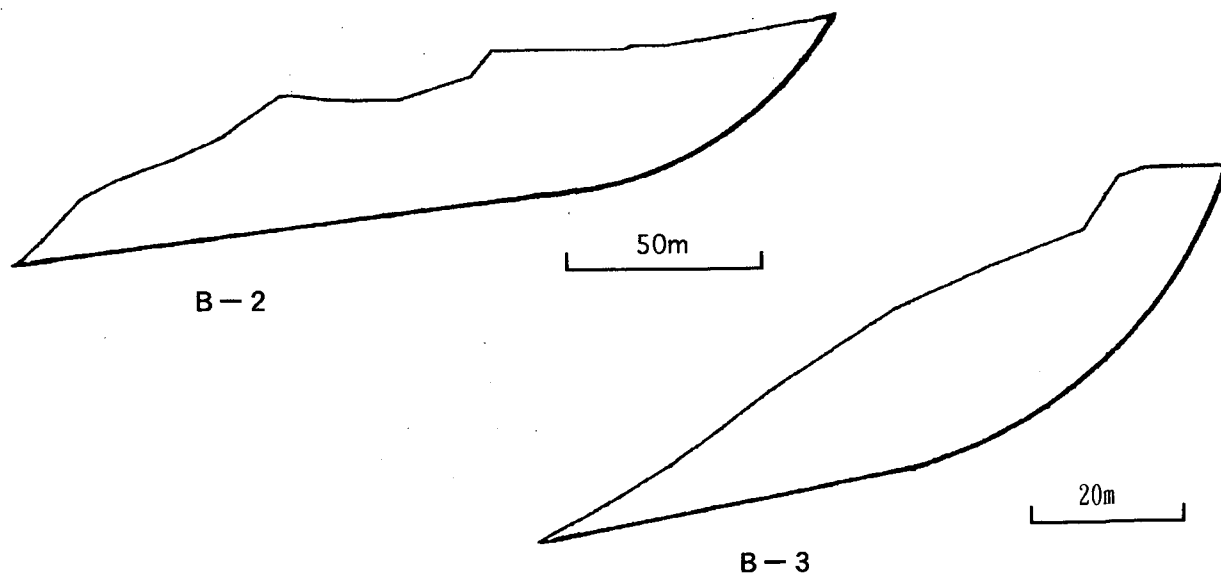


図-14 事例B-2, 3の縦断図

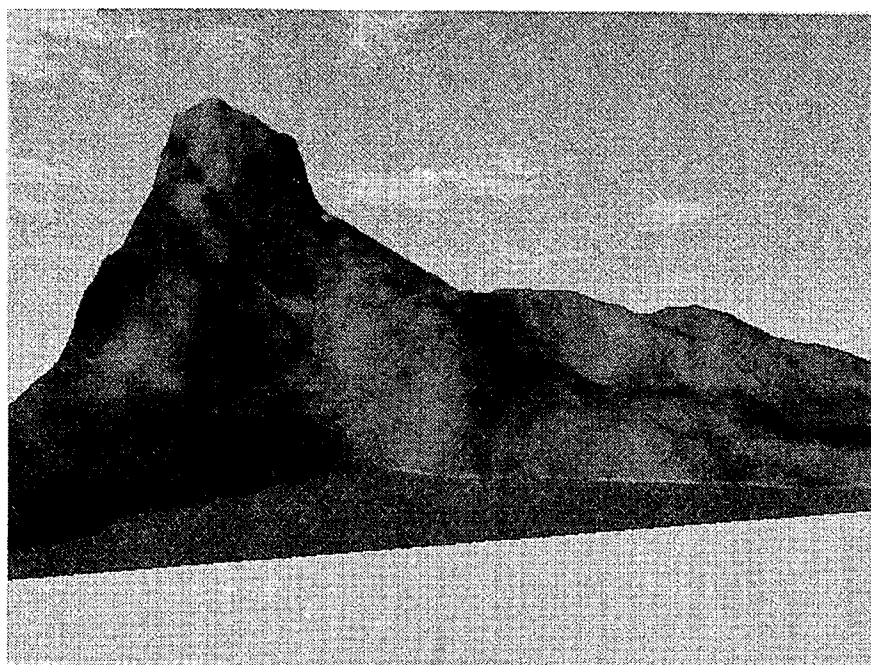


図-15 事例B-2, 3の鳥瞰図①

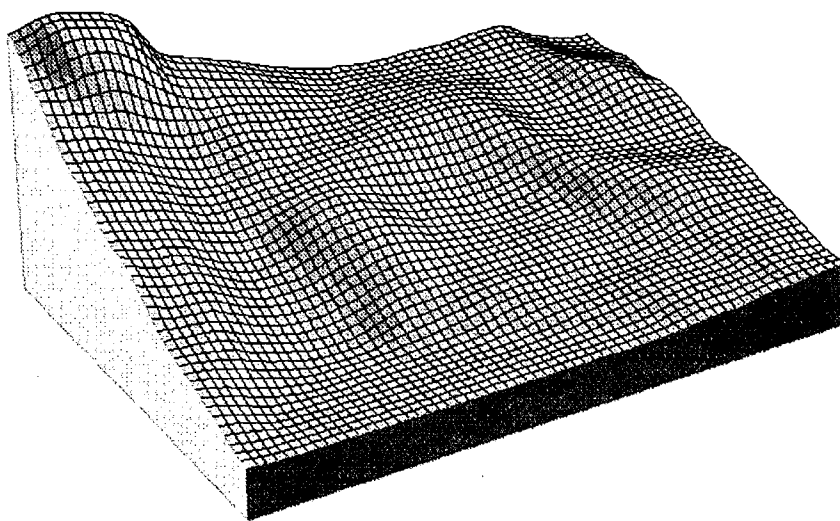


図-16 事例B-2, 3の鳥瞰図②

3. 4. 4 事例C-1

本事例の地すべりは、ダム本体の上流部約0.5kmの左岸側に位置し、初期湛水時に発生しており、地すべりの発生した部分の微地形は凸状尾根型地形である。地すべりは大きな尾根部の末端に位置し、大きな尾根部と発生した地すべりの境界部は共有しておりその横には明瞭な沢状の地すべり地形がある。そしてその沢状の地すべりによって湛水時に発生した地すべりの末端部が侵食されるような形になっている。

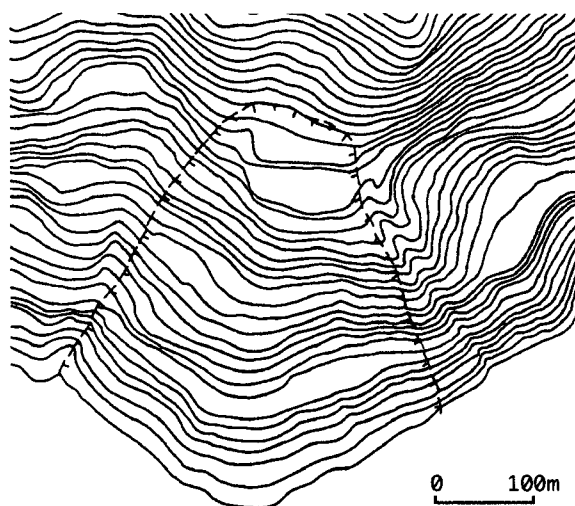


図-17 事例C-1の地形図

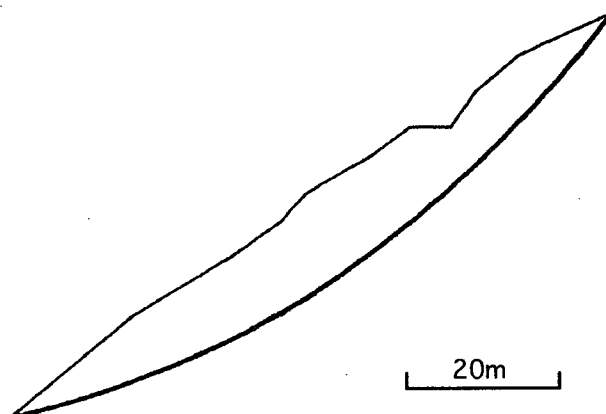


図-18 事例C-1の縦断面図

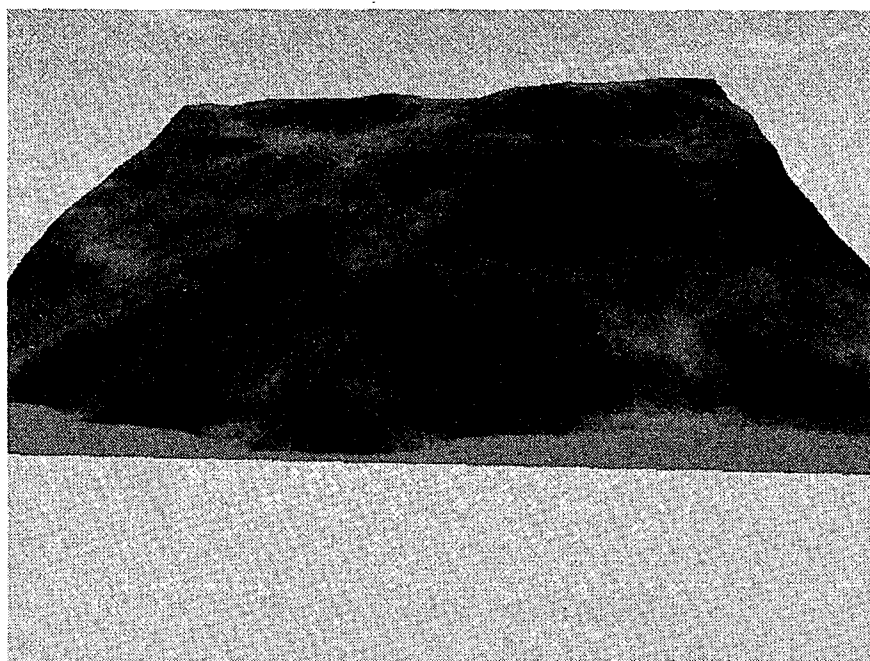


図-19 事例C-1の鳥瞰図①

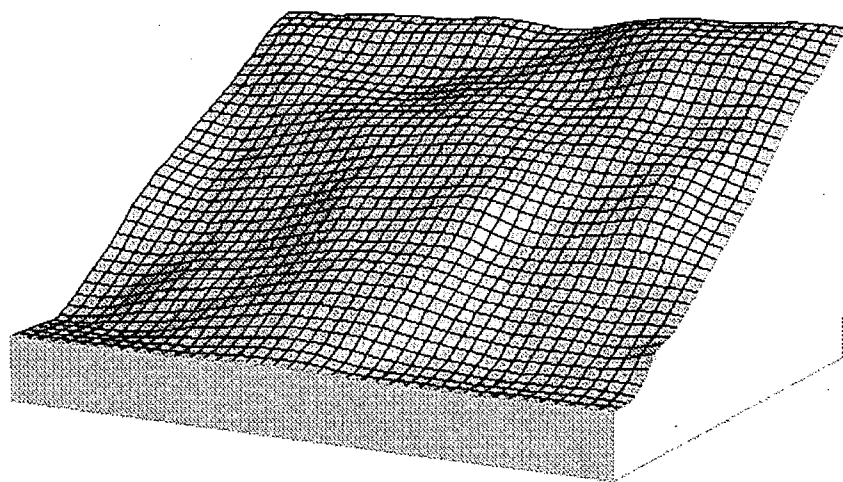


図-20 事例C-1の鳥瞰図②

3. 4. 5 事例C-2

本事例の地すべりは、貯水位低下時に変状の見られた地すべりで、ダム本体の上流部約2.5kmの左岸側に位置している。地すべりの発生した部分の微地形は凸状台地状地形であり、地すべりの発生した部分は大きな地すべり地形の末端部に位置する緩い尾根状部である。

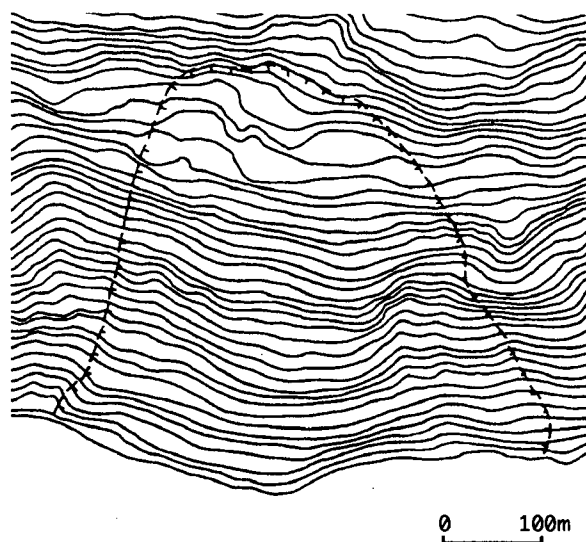


図-21 事例C-2地形図

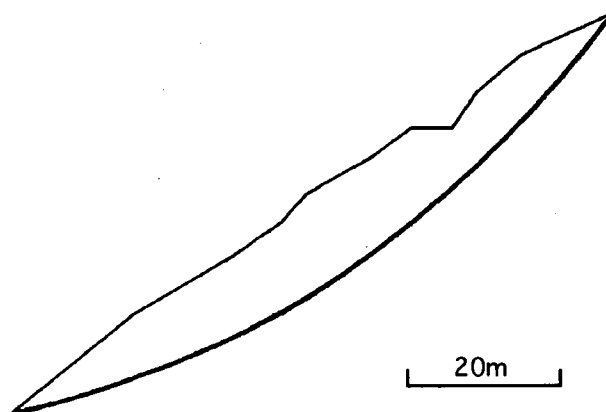


図-22 事例C-2の縦断面図

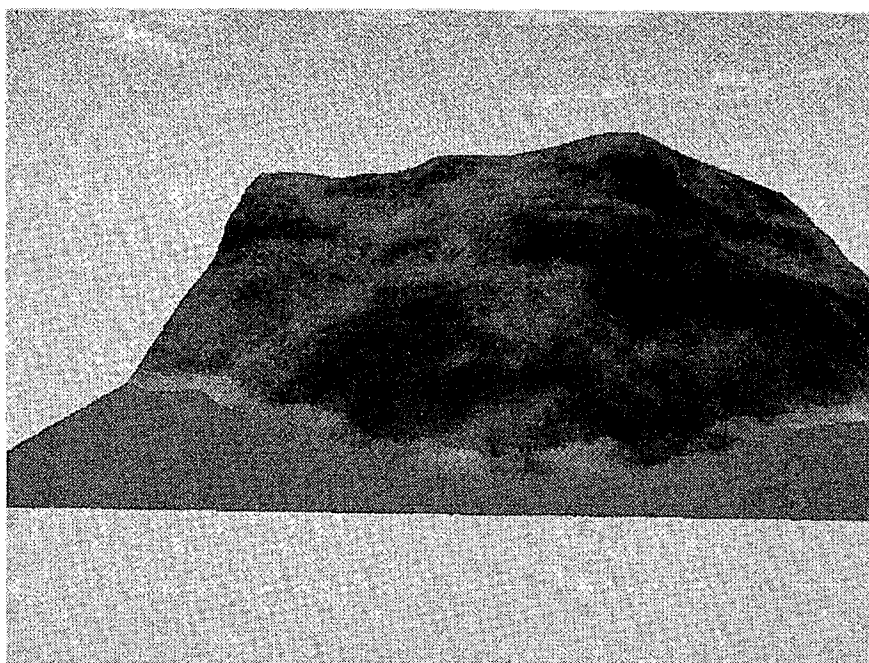


図-23 事例C-2の鳥瞰図①

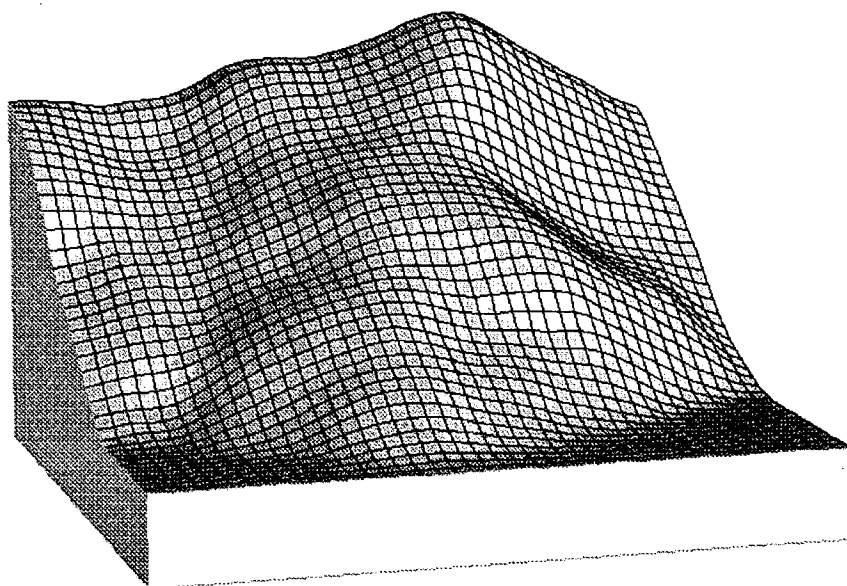


図-24 事例C-2の鳥瞰図②

3. 4. 6 事例D-1

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約4.0kmの左岸に位置し、初期湛水時および貯水位降下時の2回に渡り地すべりが発生している。微地形的には、地すべりを起こした範囲は緩い凸状地形を示しているが、もう少し広い範囲で見るとやや大きな谷部の中に位置する緩い尾根部であることが地形図より読み取れる。また、空中写真判読によりさらに広範囲に渡って見ると、背後は大規模な崩壊地形を示しており、地すべりはこの末端部に位置している。

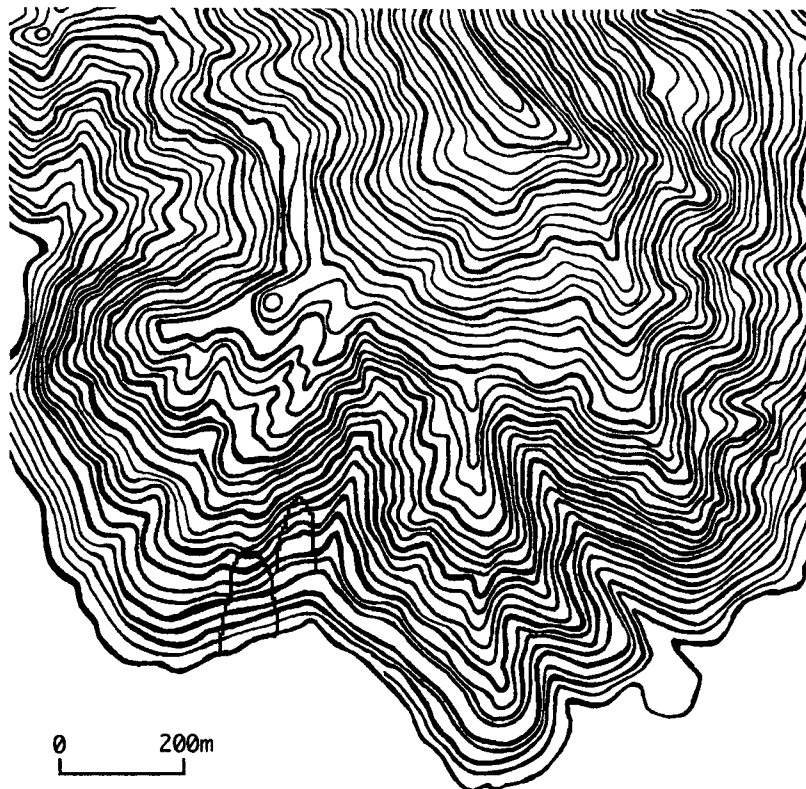


図-25 事例D-1の地形図

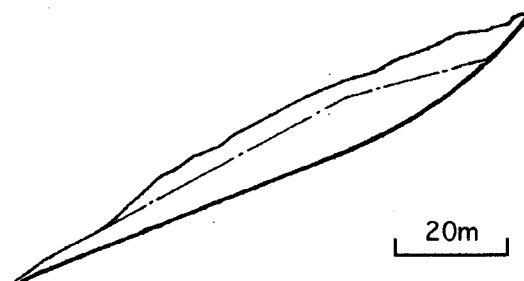


図-26 事例D-1の縦断図

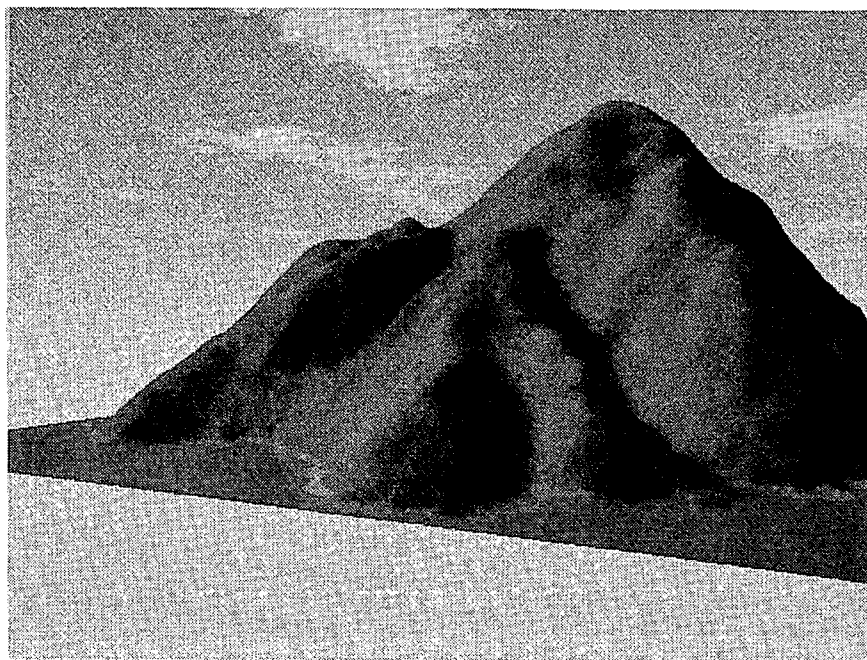


図-27 事例D-1の鳥瞰図①

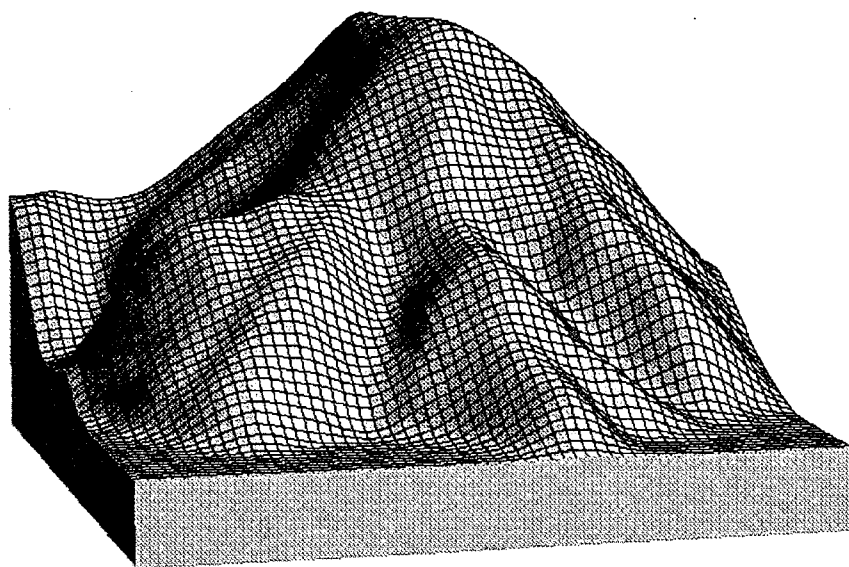


図-28 事例D-1の鳥瞰図②

3. 4. 7 事例D-2

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約5.0kmの右岸に位置し、初期湛水時および貯水位降下時の2回に渡り発生している。微地形的には、地すべりの起こした範囲だけを見ると凸状台地形であるが、地すべりの発生した範囲よりも背後の斜面を空中写真により広範囲に渡って見ると、大規模な崩壊地形であることが読み取れる。貯水時に発生した地すべりはその末端部であり、凸状の地形であっても大きな地すべりの移動土塊の一部であることが考えられる。

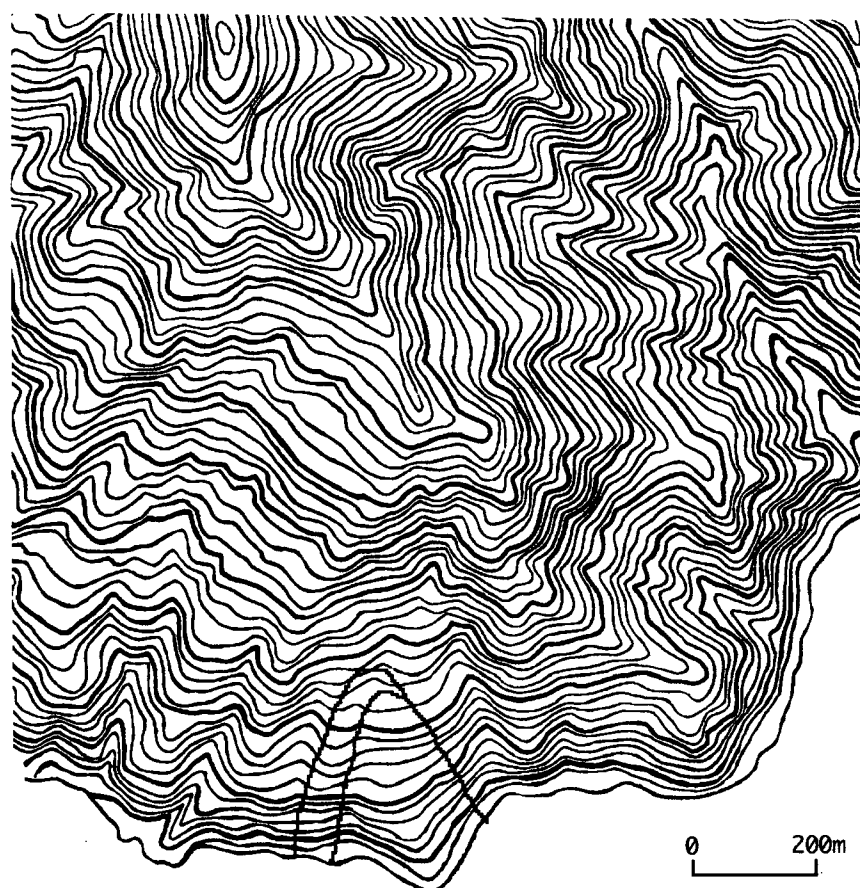


図-29 事例D-2の地形図



図-30 事例D-2の縦断面図

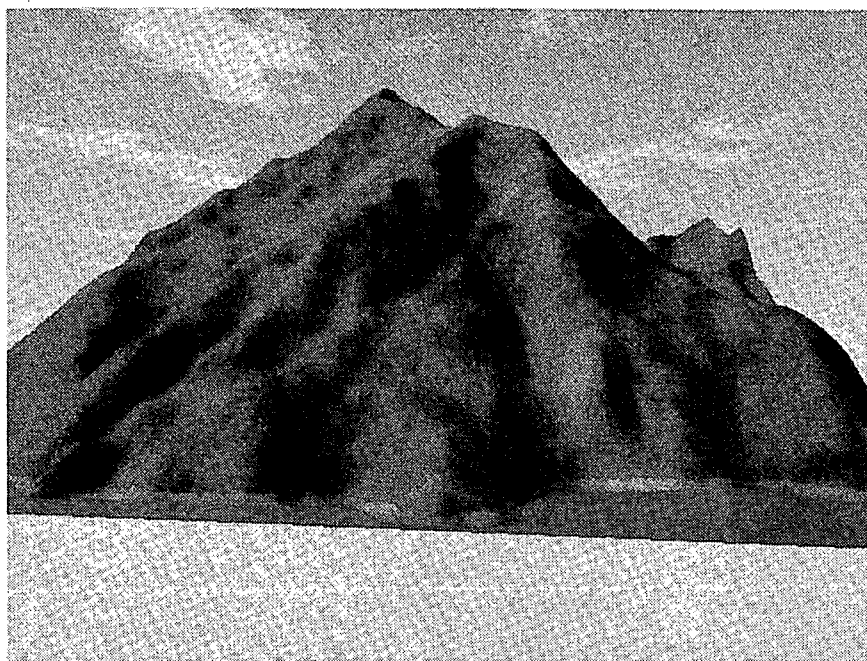


図-31 事例D-2の鳥瞰図①

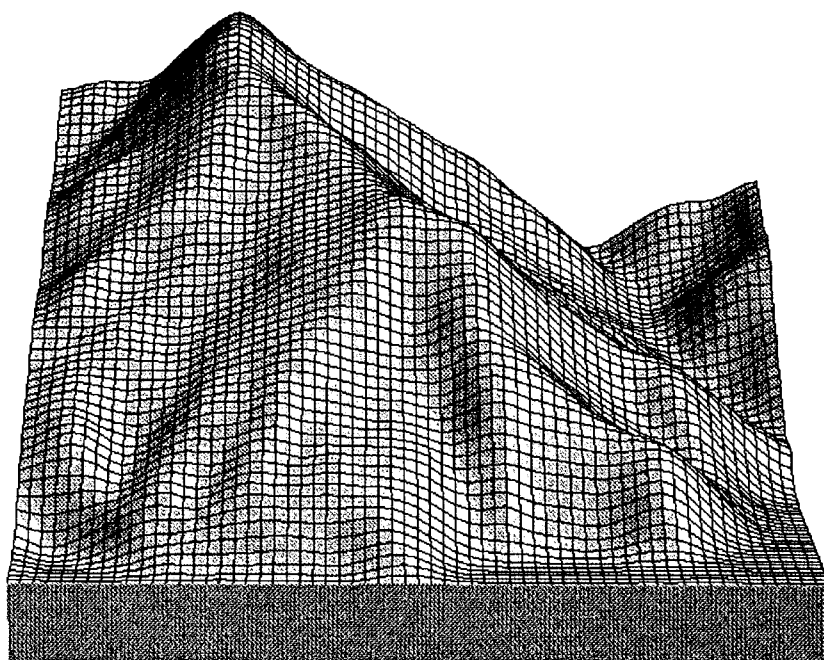


図-32 事例D-2の鳥瞰図②

3. 4. 8 事例D-4

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約0.6kmの左岸に位置し、初期湛水時や貯水位降下時に発生せず、貯水後しばらくしてから発生している。微地形的には、地すべりの発生した部分は凸状台地形を呈しているが、その背後は地形図からも読み取れる大きな地すべり地形を呈している。

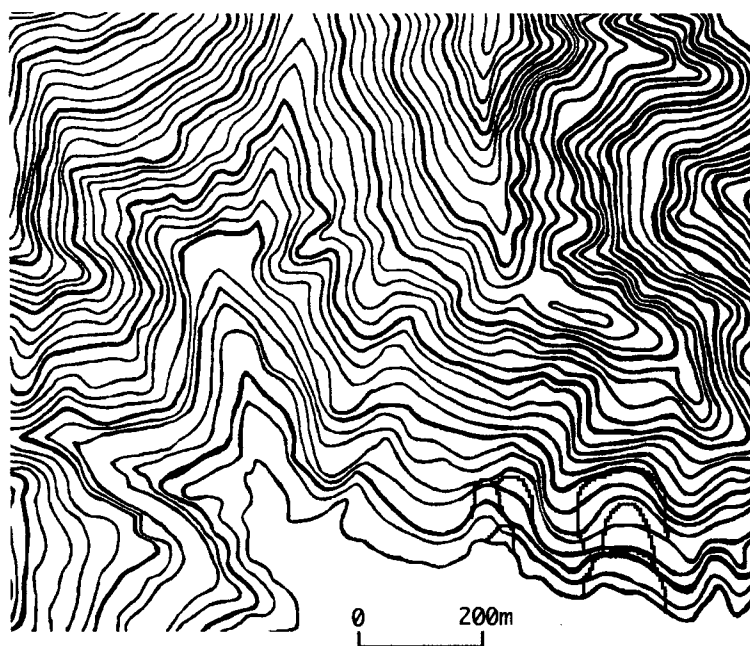


図-33 事例D-4の地形図

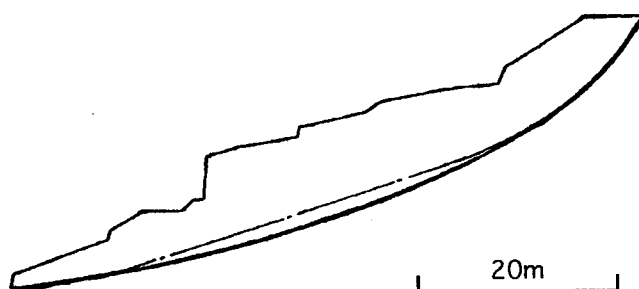


図-34 事例D-4の縦断図

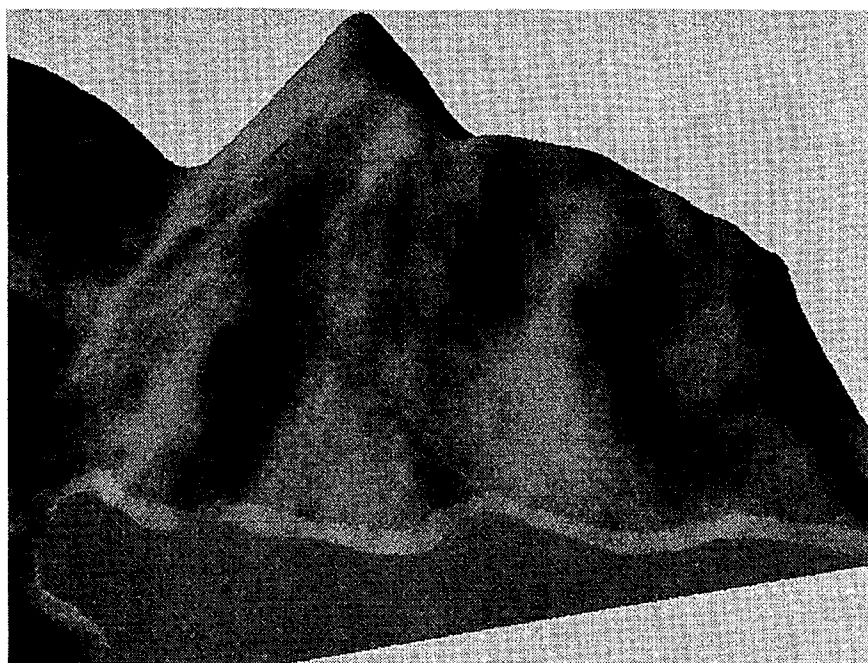


図-35 事例D-4の鳥瞰図①

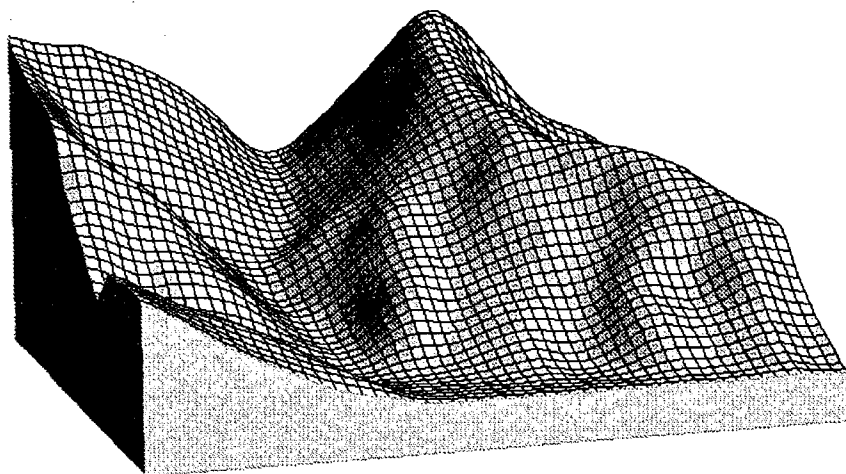


図-36 事例D-4の鳥瞰図②

3. 4. 9 事例D-5

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約2.5kmの左岸に位置し、貯水位降下時に発生している。微地形的には地すべりの発生した部分は凹状地形を呈しており、地すべりも小さな複数のブロックに分割することができ、また周辺の地形からも十分地すべり地であると判断できる地形である。しかし、発生した年代が昭和40年代と古く、また初期湛水時の貯水位上昇によっては地すべりの発生が見られなかったため、見落とされたものと考えられ、現在では比較的容易に地すべりと判読可能なものである。

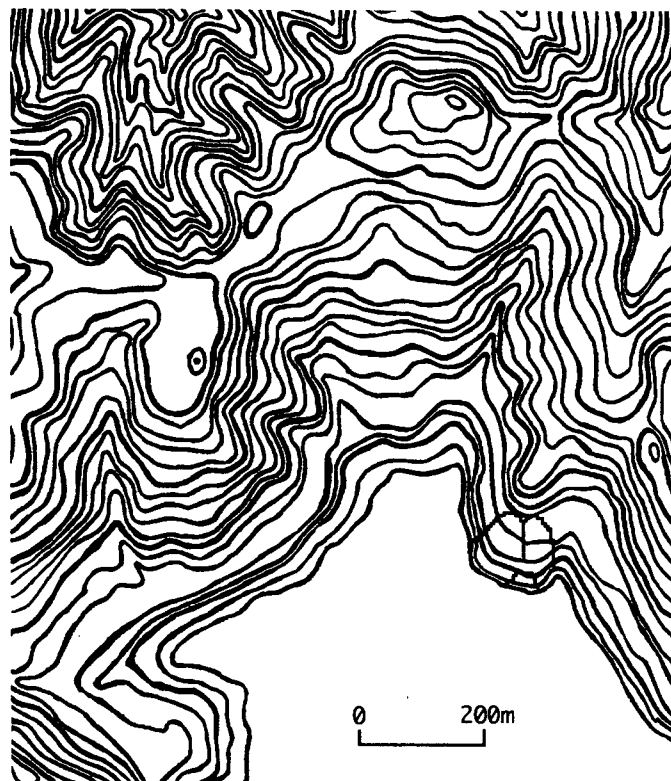


図-37 事例D-5の地形図



図-38 事例D-5の縦断図

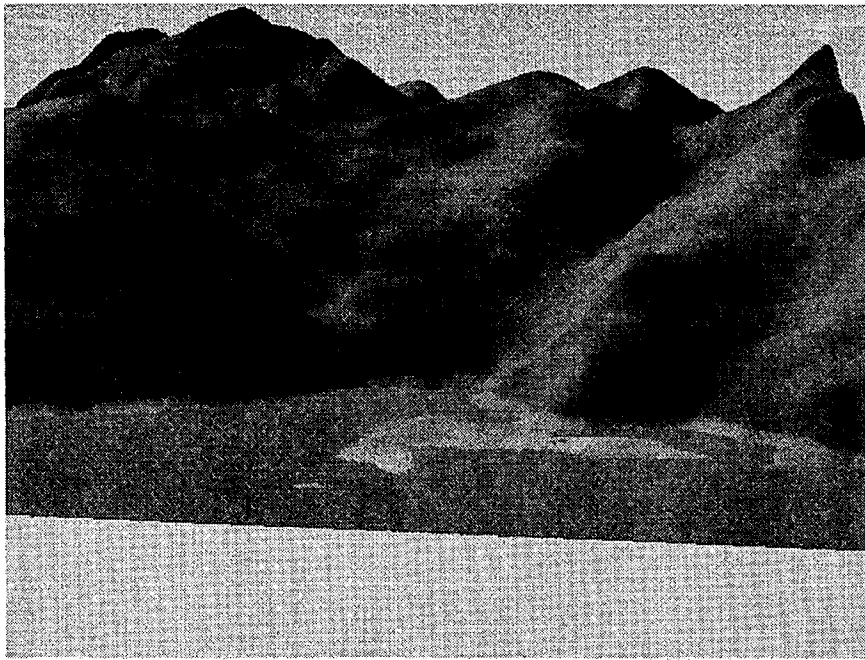


図-39 事例D-5の鳥瞰図①

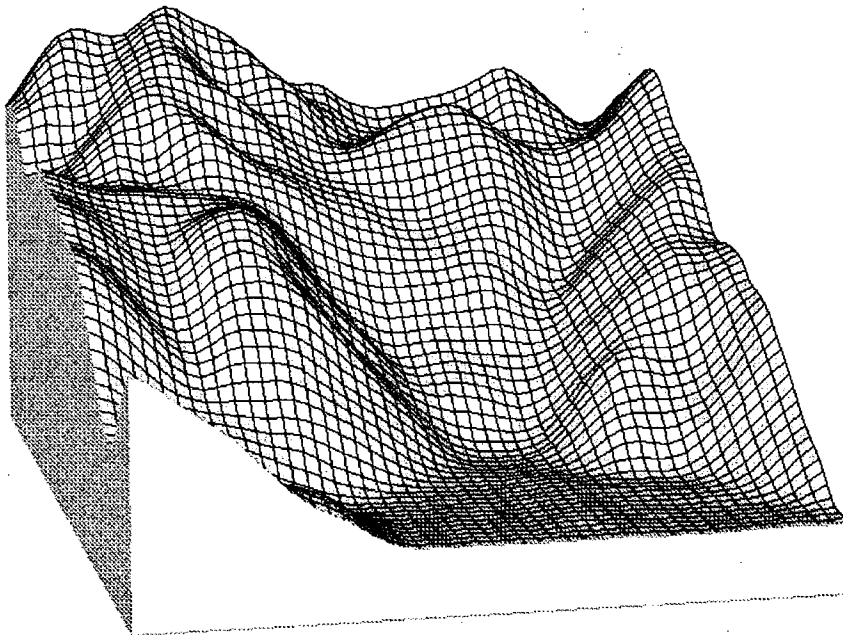


図-40 事例D-5の鳥瞰図②

3. 4. 10 事例D-6

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約1.8kmの左岸に位置し、貯水位降下時に発生している。微地形的には地すべりの発生した部分は凸状地形を呈しているが、地すべりの側部が侵食されて谷になったためその残った部分が凸状として残っているものと読み取れる。その背後は地形図からも読み取れる大きな地すべり地形を呈している。



図-41 事例D-6の地形図

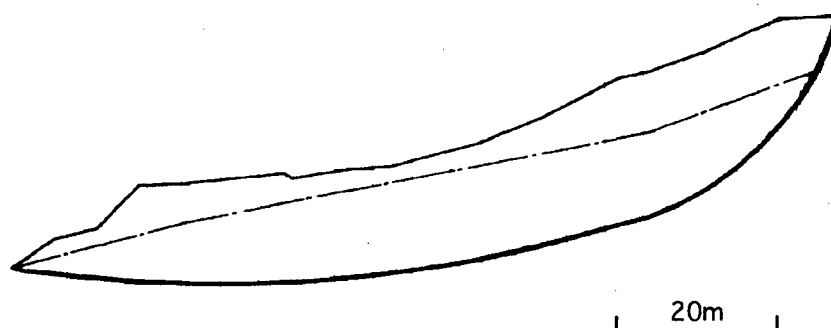


図-42 事例D-6の縦断図

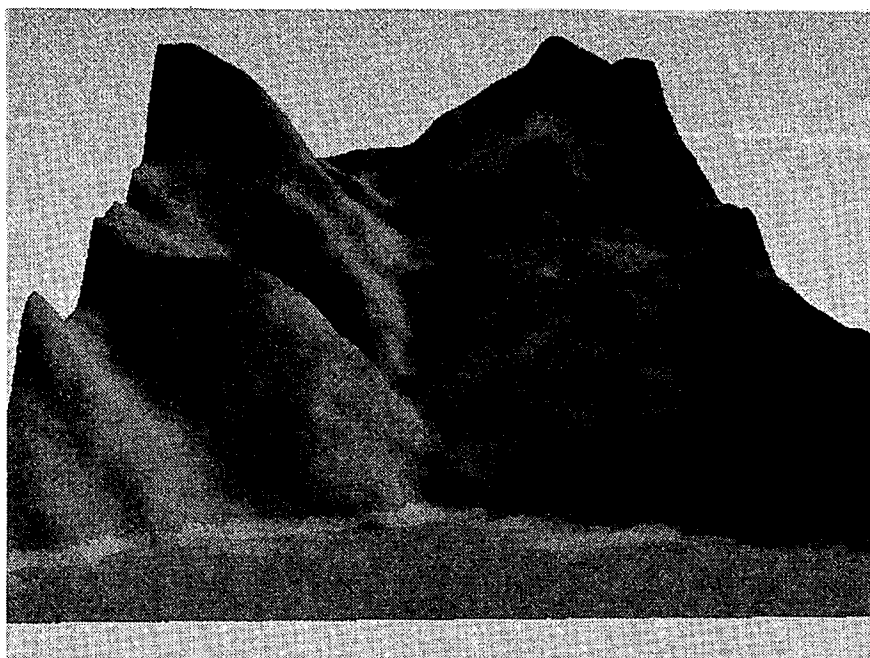


図-43 事例D-6の鳥瞰図①

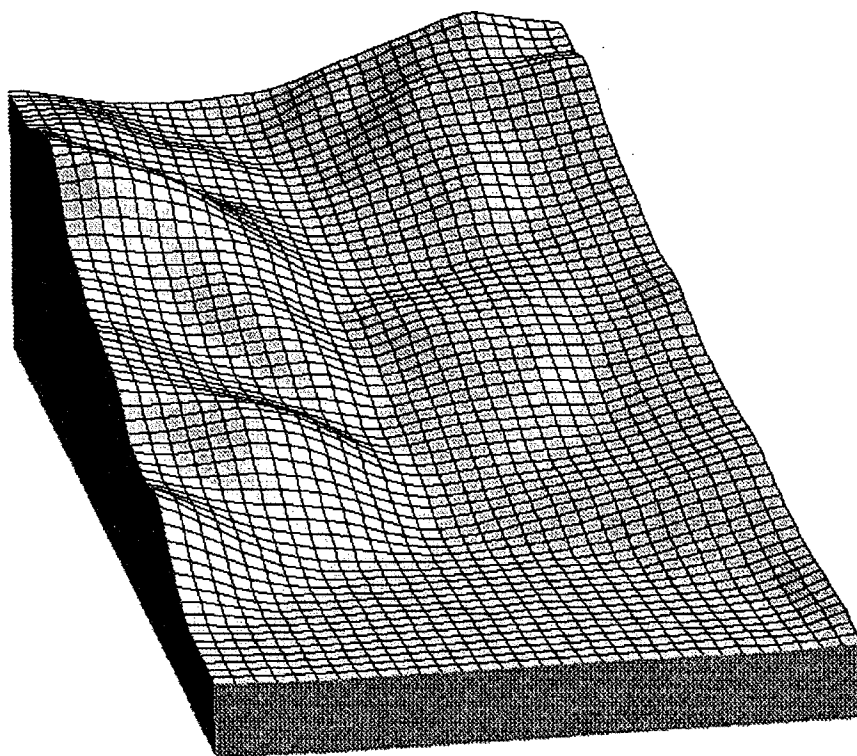


図-44 事例D-6の鳥瞰図②

3. 4. 11 事例E

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約8kmの左岸に位置し、地すべりの発生した部分の微地形は上部がゆるい凹状、下部がゆるい凸状の斜面である。移動した地すべりは、大きな地形侵食あるいは崩壊によってできたと考えられる大きな沢状地形の中にある小さな尾根状の部分の先端に位置し、その先端が河川侵食や小崩壊等によってなくなった部分において発生している。

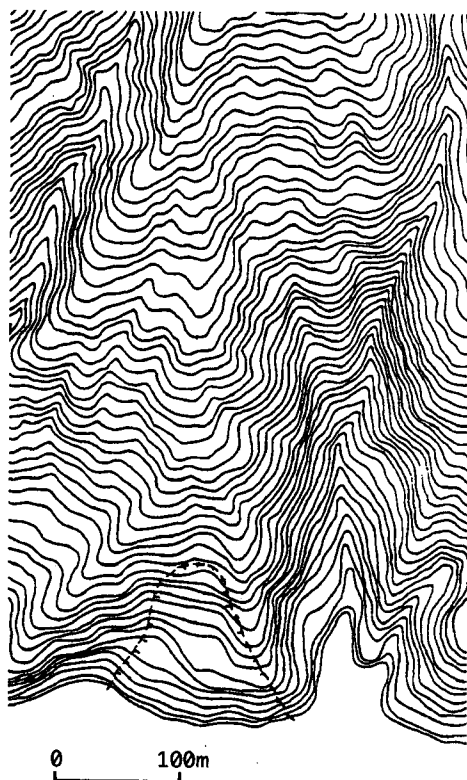


図-45 事例Eの地形図

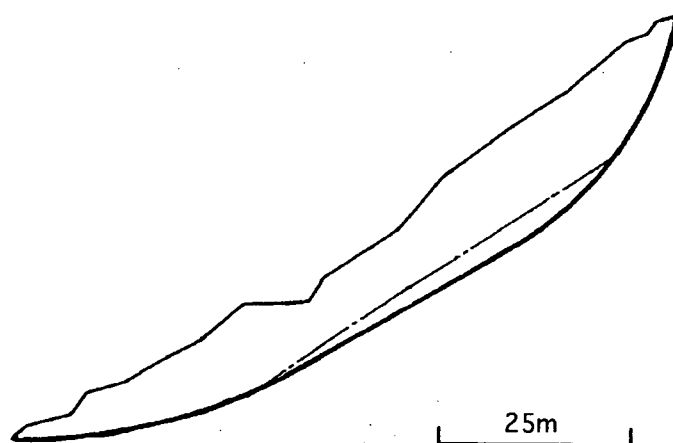


図-46 事例Eの縦断図

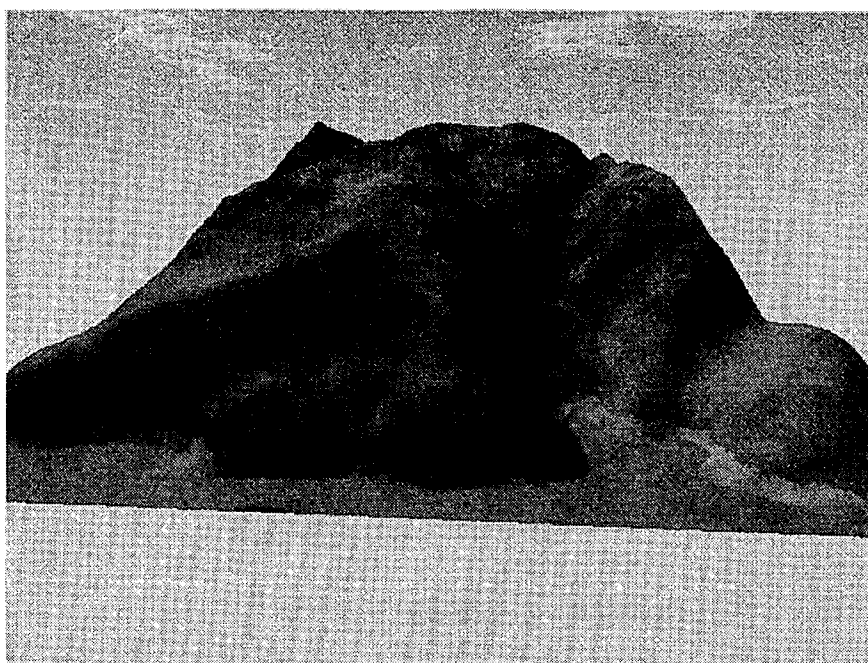


図-47 事例Eの鳥瞰図①

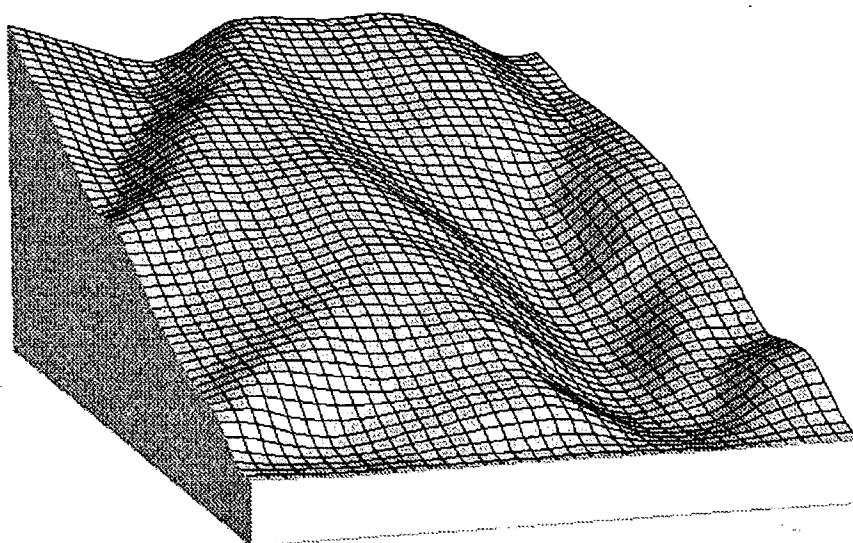


図-48 事例Eの鳥瞰図②

3. 4. 12 事例F-1, 2, 3

本事例の地すべりは、昭和50年の初期湛水時および貯水位低下時に3箇所において地すべり変動が見られた。地すべりの発生した箇所は3箇所ともほとんど隣接しており、ダム本体より約1kmの右岸側に位置する。3箇所とも大きな崩壊地形の中に存在し、1つはその大きな崩壊地形の先端の尾根部の下部端の緩い凹状台地状地形に発生しており、この部分は河川侵食によると考えられる小さな崩壊跡であると推定できる。もう1つは大きな崩壊地形の中に沢がいくつか存在し、その沢と沢の間の尾根部に形成された緩い凸状地形で地すべりが発生している。最後の1つは、大きな崩壊地形の中の古い地すべりと考えられる陥没地形で緩い凹状地形を呈している。

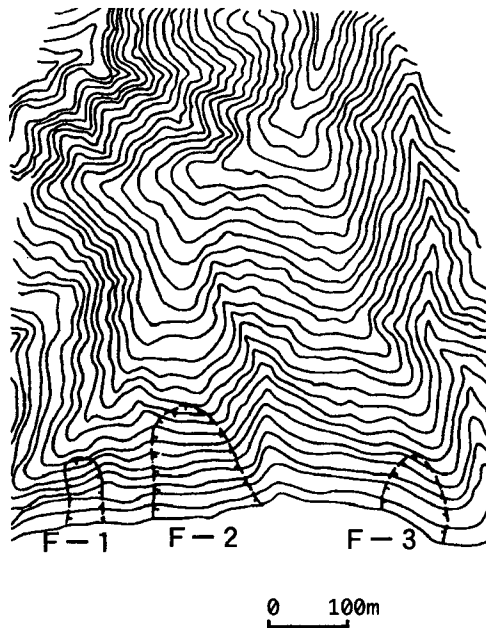


図-49 事例F-1, 2, 3の地形図

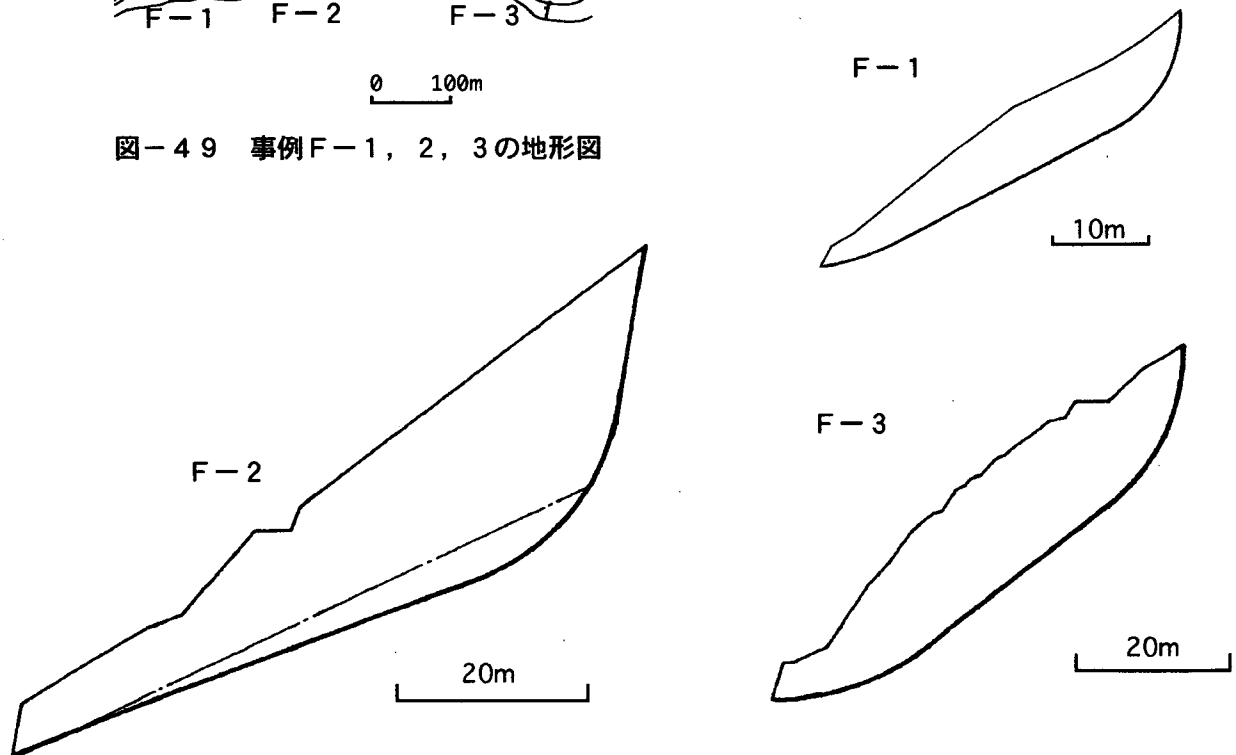


図-50 事例F-1, 2, 3の縦断面図

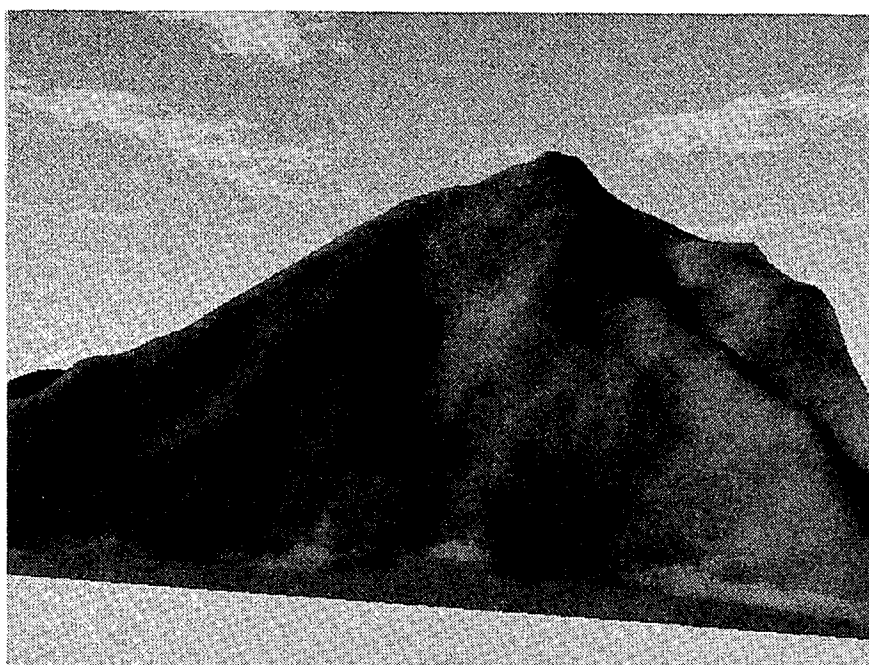


図-5 1 事例F-1, 2, 3の鳥瞰図①

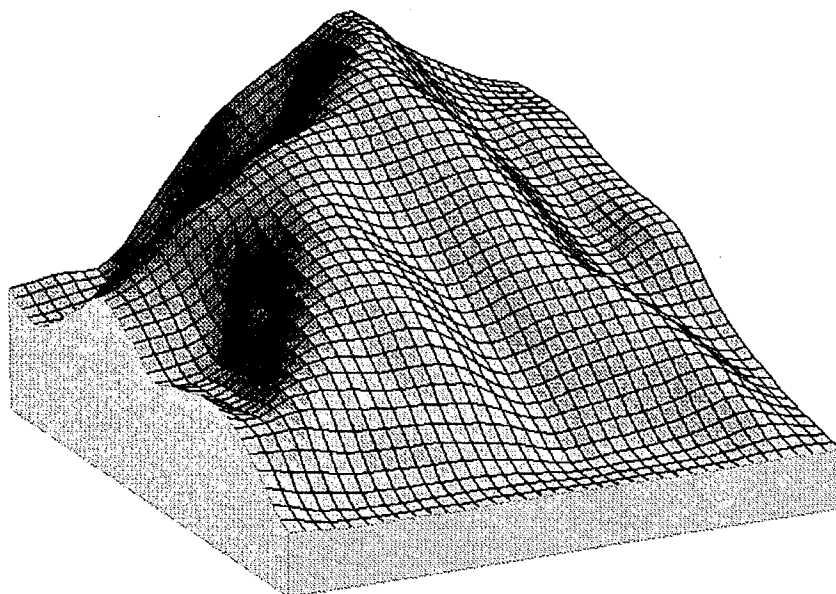
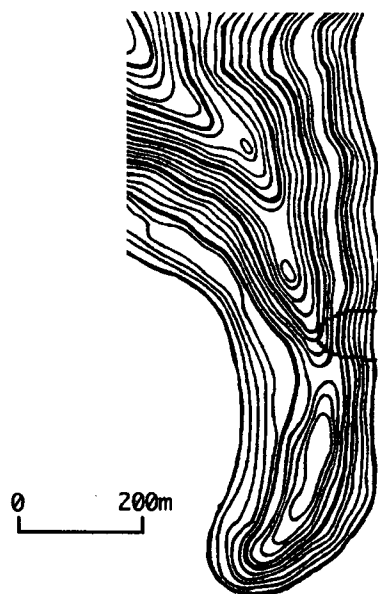


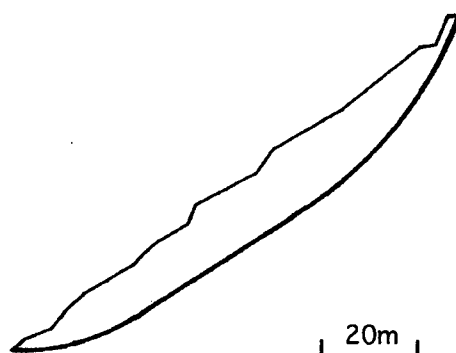
図-5 2 事例F-1, 2, 3の鳥瞰図②

3. 4. 13 事例Ⅰ－1

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約2.0kmの左岸に位置し、湛水以前から移動が見られ、排土工、排水ボーリング工等の事前の対策がなされていたが、貯水位上昇時にさらに活動が活発化した。微地形的には緩い凹状台地形である。全体の地形の特徴としては、ダム貯水前の河川が著しく湾曲しており、山が著しく河川方向へ細長く突出した地形をしている。



図－5 3 事例Ⅰ－1の地形図



図－5 4 事例Ⅰ－1の縦断図

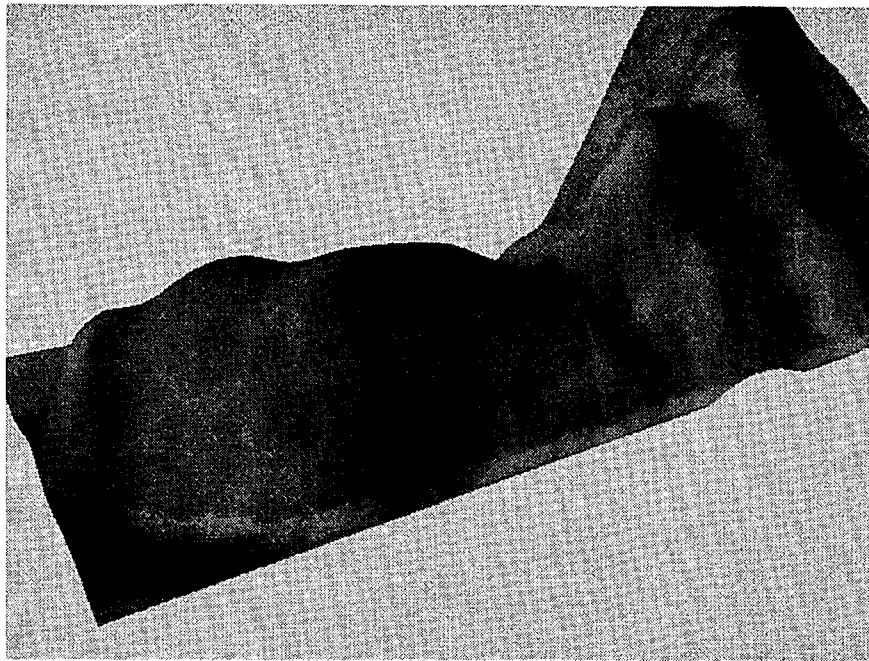


図-55 事例Ⅰ-1の鳥瞰図①

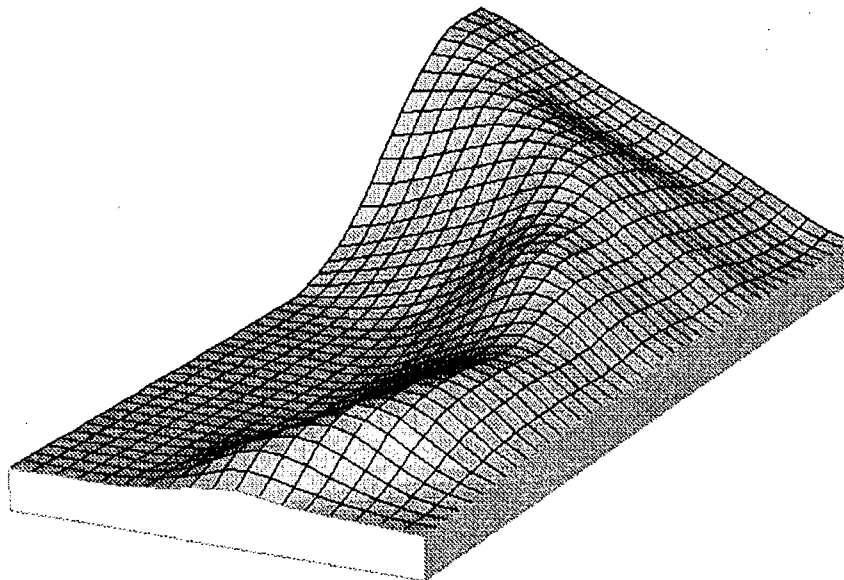


図-56 事例Ⅰ-1の鳥瞰図②

3. 4. 14 事例Ⅰ-2, 6, 7

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約2.5kmの右岸に位置し、地すべりは3箇所に分かれ、1箇所は初期湛水時、残り2箇所は貯水位降下後その水位を維持している時に発生している。微地形的には、初期湛水時に発生した1箇所は凸状地形であり、残りは緩い凸状台地形と緩い凹状地形のものである。地すべりを含む周辺の地形的特徴としては、この周辺ではダム貯水前の河川（現在はダム湖）が著しく湾曲しており、山が著しく河川方向へ細長く突出している。この地形がどのような形でできあがったのかは不明であるが、もともとの地形が周りの侵食等によって削られ残ってできた形とは見えにくく、何らかの原因で移動した結果できあがった地形として考えた方が妥当であると思われる。

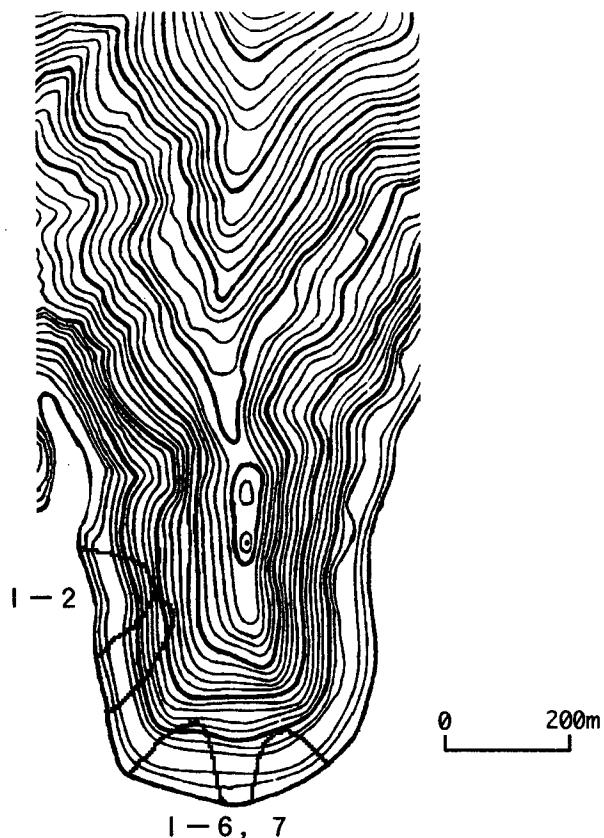


図-57 事例Ⅰ-2, 6, 7の地形図

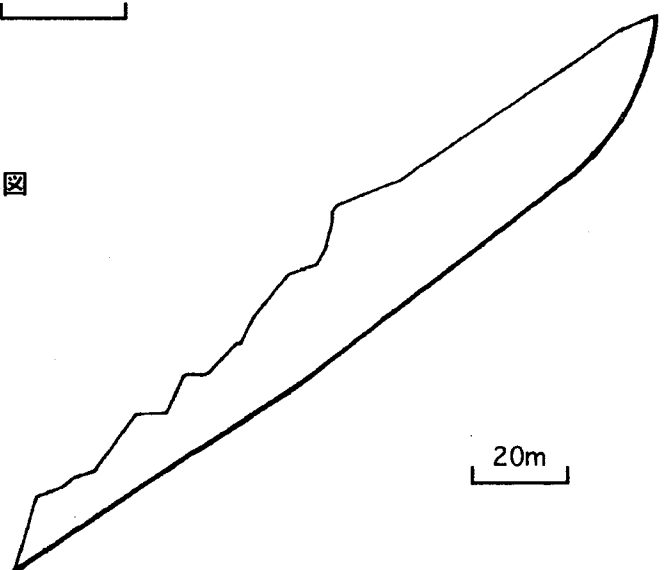


図-58 事例Ⅰ-2の縦断図

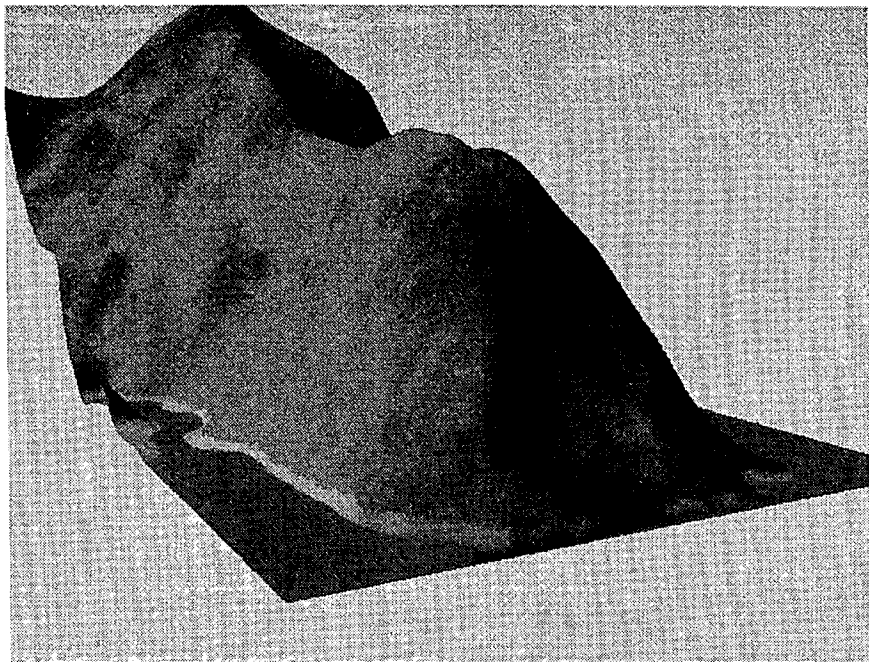


図-59 事例1-2, 6, 7の鳥瞰図①

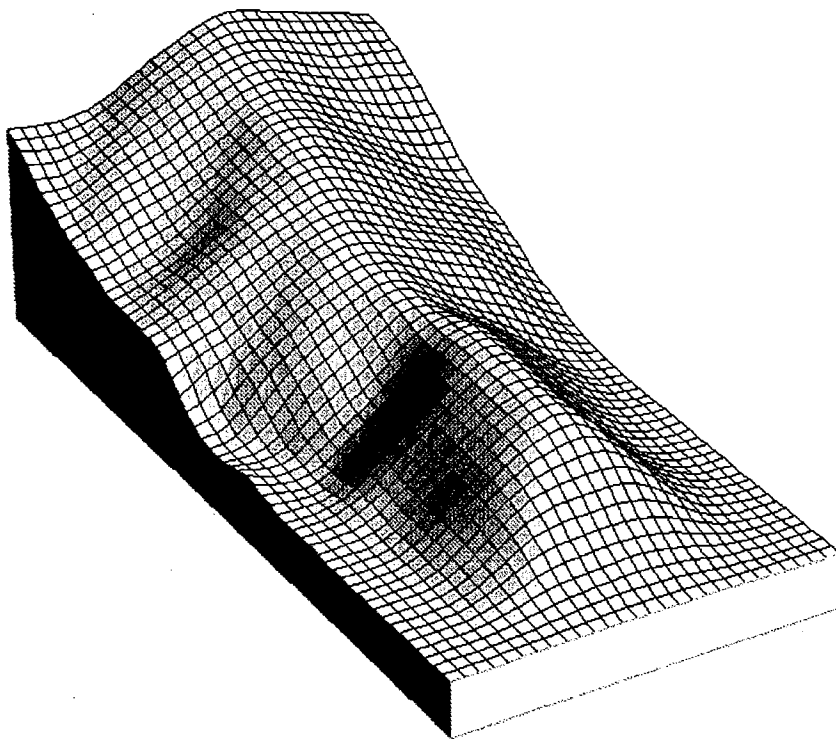


図-60 事例1-2, 6, 7の鳥瞰図②

3. 4. 15 事例 I-3

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約3.6mの左岸に位置し、初期湛水時に発生している。微地形的には、地すべりの発生した範囲だけを見ると凸状地形であるが、地すべりの発生した範囲よりも背後の斜面を空中写真により広範囲に渡って見ると、大規模な崩壊地形であることが読み取れる。貯水池に発生した地すべりはその末端部であり、凸状の地形であっても大きな地すべりの一部であることが考えられる。



図-61 事例 I-3 の地形図

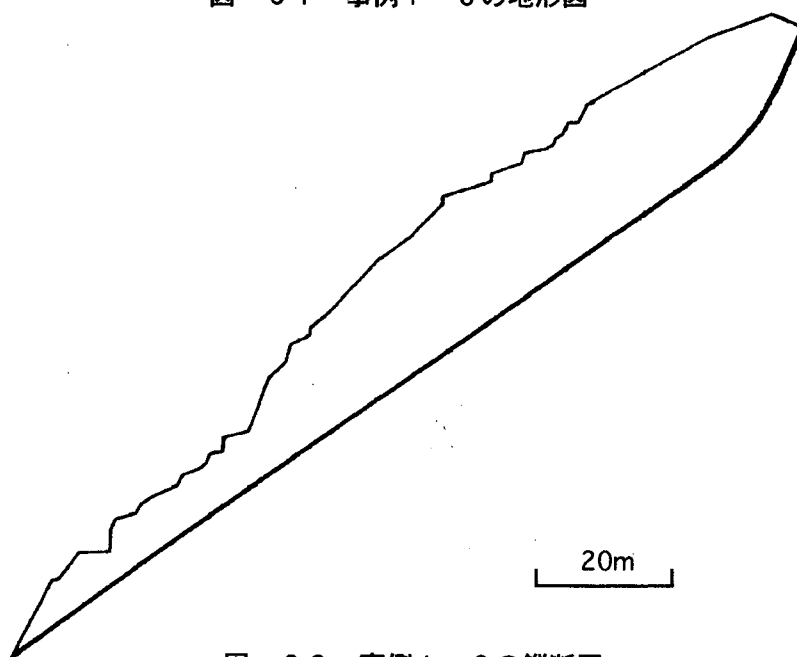


図-62 事例 I-3 の縦断図

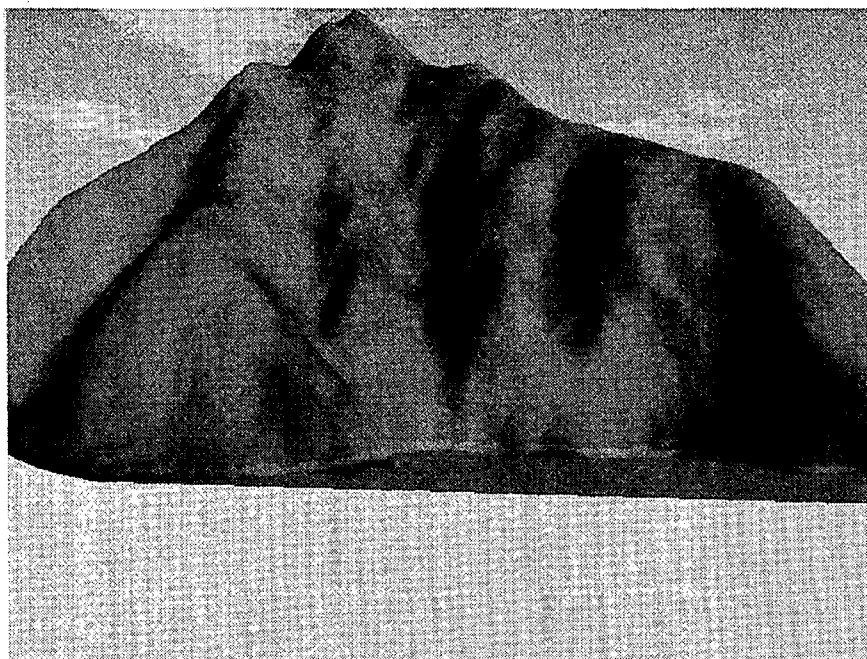


図-6 3 事例Ⅰ-3の鳥瞰図①

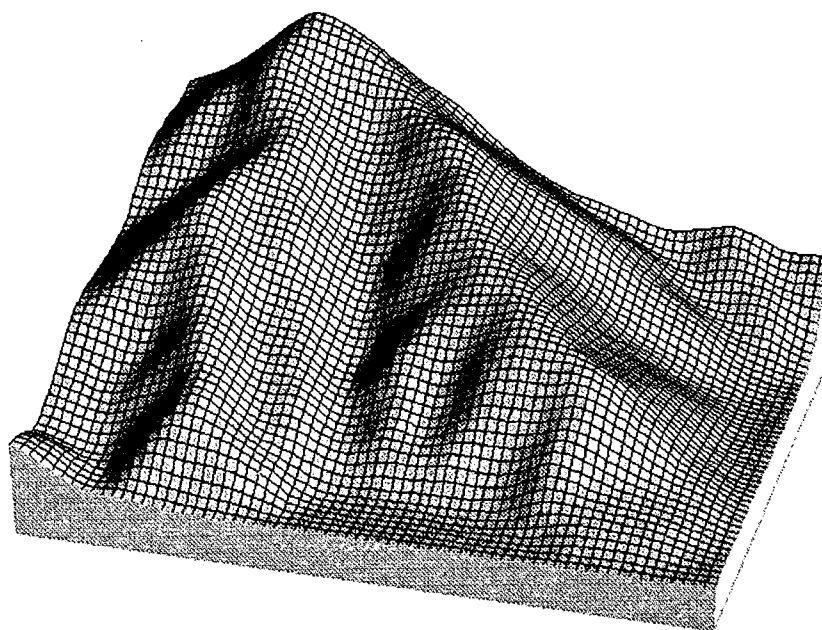


図-6 4 事例Ⅰ-3の鳥瞰図②

3. 4. 16 事例Ⅰ-4

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約3.7kmの右岸に位置し、初期湛水時に発生している。微地形的には、地すべりの起こした範囲だけを見ると緩い凸状地形である。地すべり周辺の地形ではかなり古い時代の大きな地すべり地と読み取ることもできるが、あまり明瞭なものではない。地すべりを起こした部分は、その末端部でもととの河川等の侵食によりかなりの急崖を示しており、侵食が著しかったものと思われる。

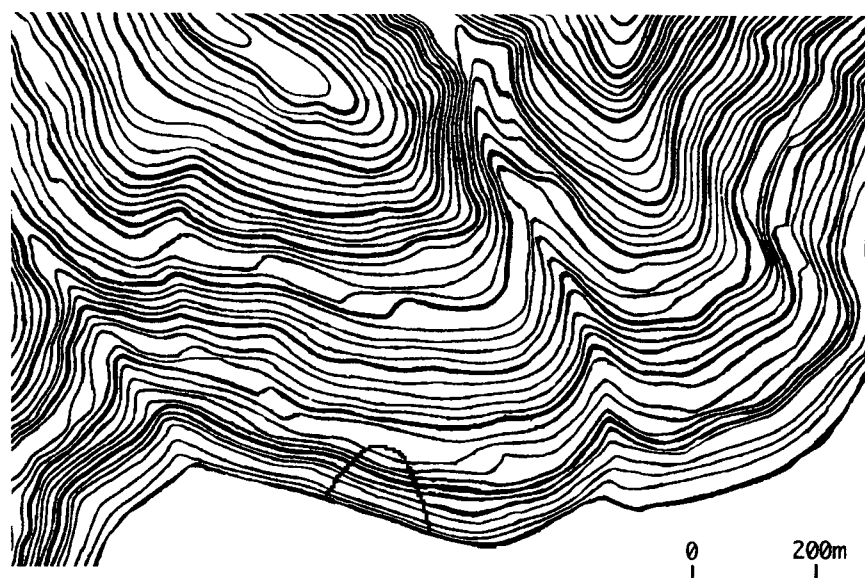


図-65 事例Ⅰ-4の地形図

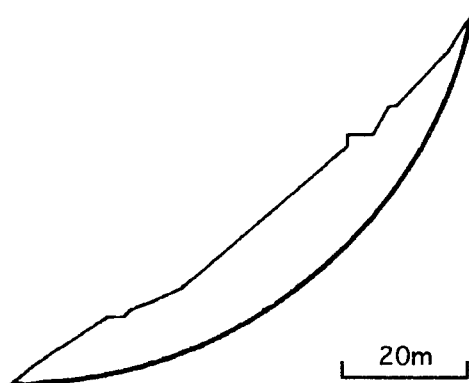


図-66 事例Ⅰ-4の縦断面図

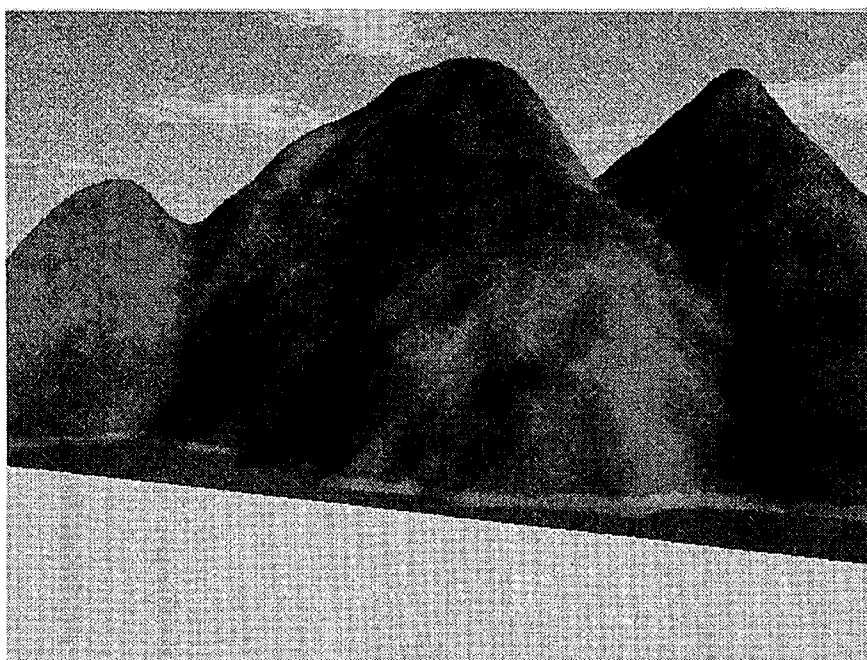


図-67 事例Ⅰ-4の鳥瞰図①

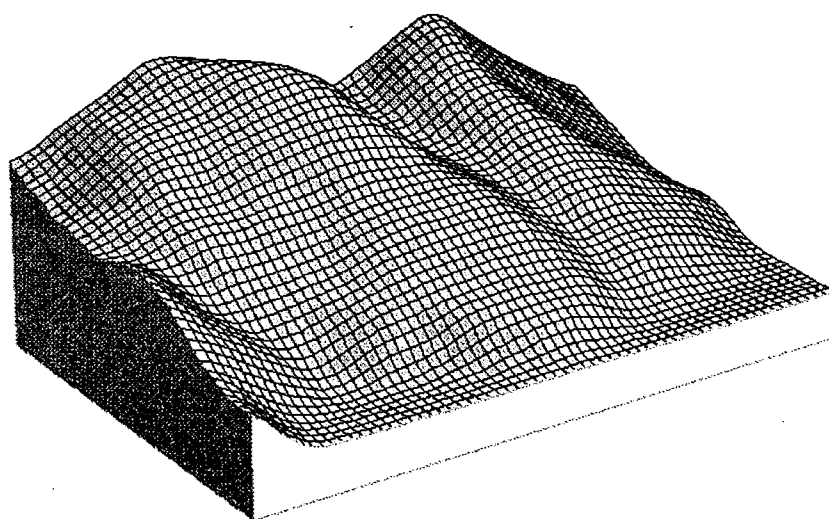


図-68 事例Ⅰ-4の鳥瞰図②

3. 4. 17 事例Ⅰ-5

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約1.3kmの右岸に位置し、何度かの貯水位上昇、下降の繰り返しにより発生している。微地形的には地すべりの発生した箇所だけでは、やや凹状の地形である。空中写真判読により周辺の地形を見てみると、地すべりが発生した箇所よりのかなり背後に大きな崩壊跡が読み取ることができ、地すべりの発生した箇所の直ぐ背後斜面はその崩壊土砂が堆積してできあがった地形であると読み取れる。この地すべりはその末端部に位置しているものである。

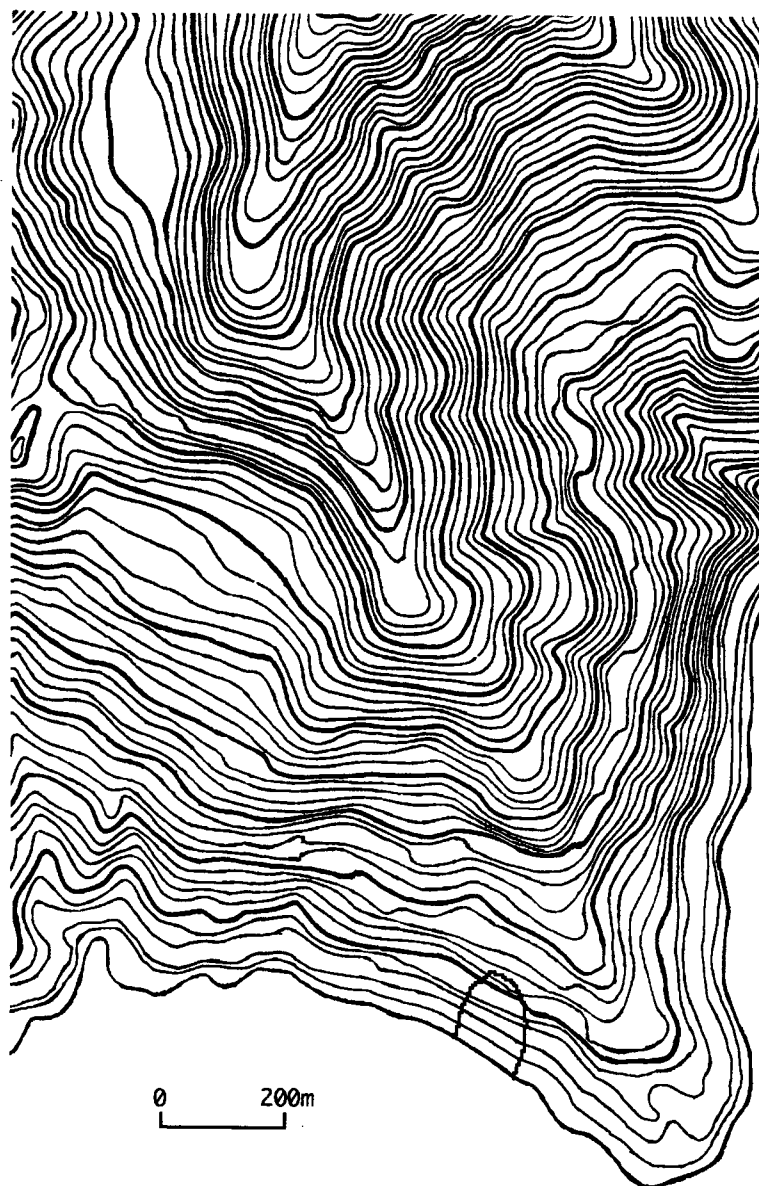


図-69 事例Ⅰ-5の地形図

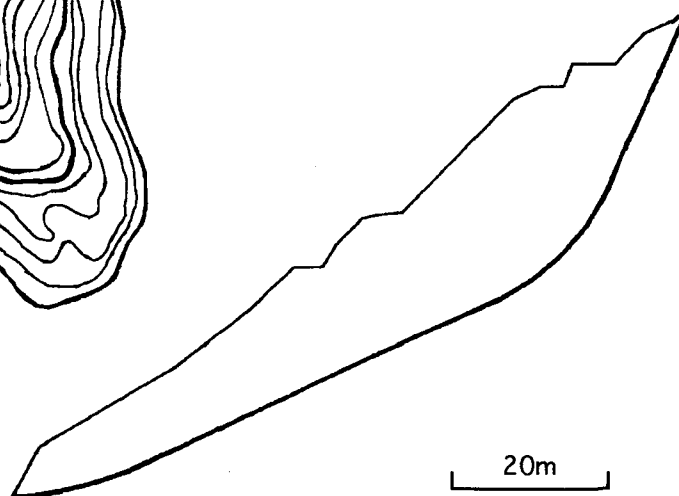


図-70 事例Ⅰ-5の縦断面図

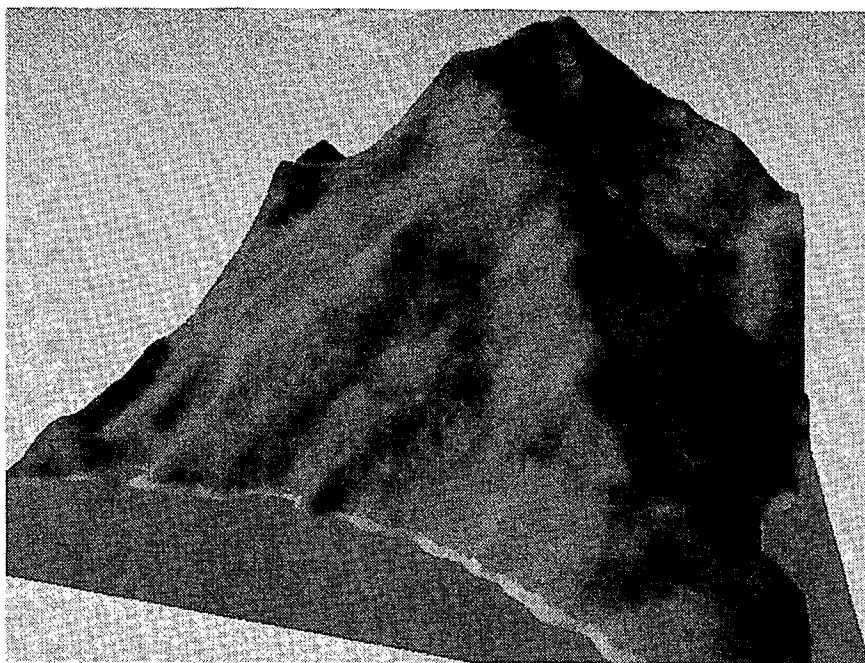


図-7 1 事例1-5の鳥瞰図①

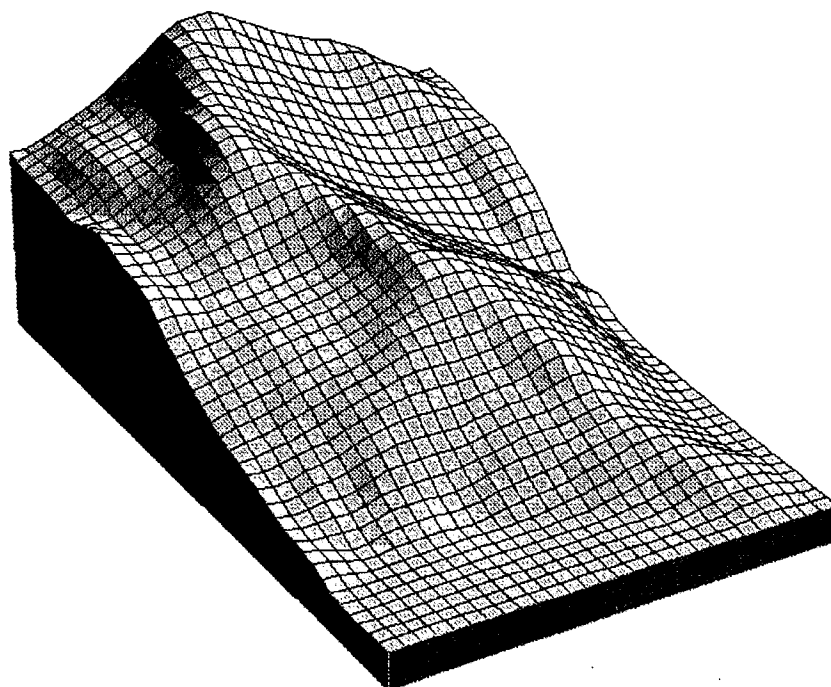
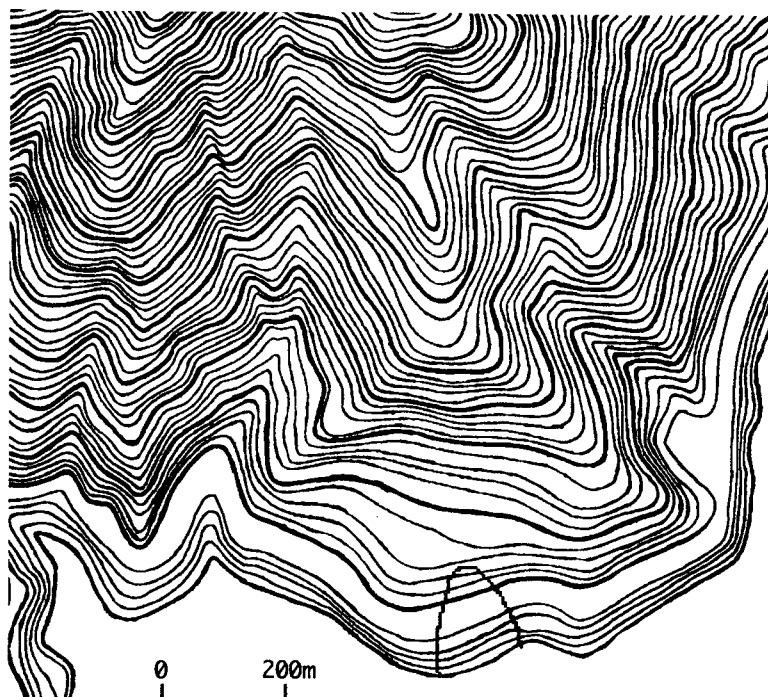


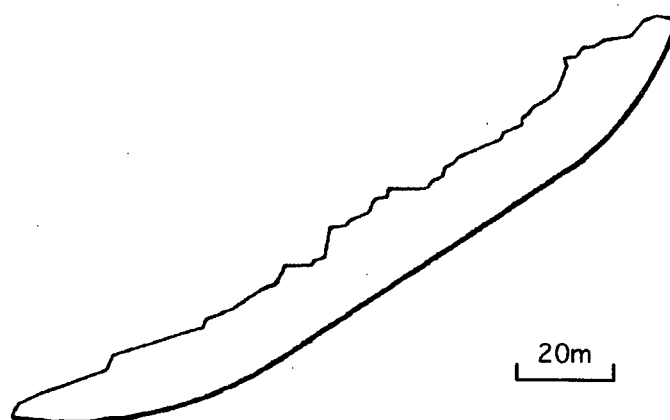
図-7 2 事例1-5の鳥瞰図②

3. 4. 18 事例Ⅰ－8

本事例の地すべりは、ダム本体より上流約1.1kmの左岸に位置し、貯水位降下時に発生している。微地形的には地すべりの発生した箇所だけでは、凸状地形であるが、その背後は地形図からも読み取れる大きな地すべり地形を呈している。



図－73 事例Ⅰ－8の地形図



図－74 事例Ⅰ－8の縦断面図

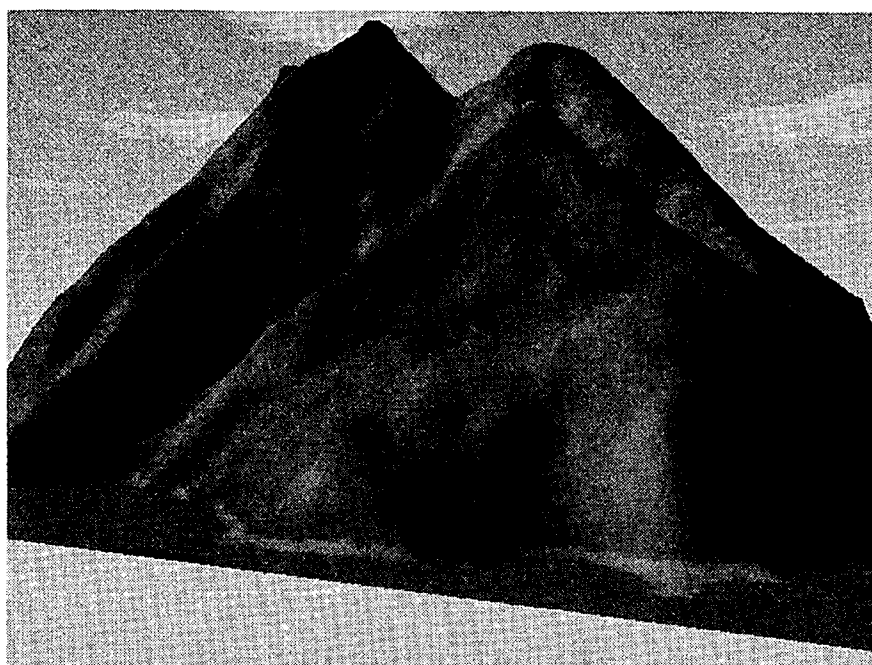


図-75 事例1-8の鳥瞰図①

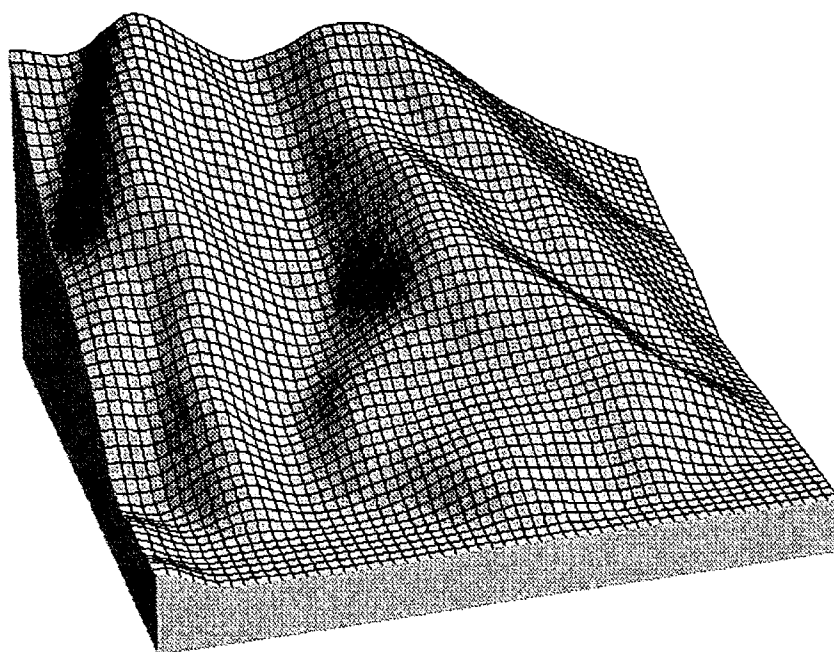


図-76 事例1-8の鳥瞰図②

3. 4. 19 事例L

本事例の地すべりは、ダム本体のすぐ上流の左岸に位置し、地すべりの発生した部分の微地形は緩い凹状地形を呈している。地すべりが発生した部分は尾根部と尾根部の間に位置する大きな沢状の崩壊地の中で、全体に凹状の沢地形を呈している。

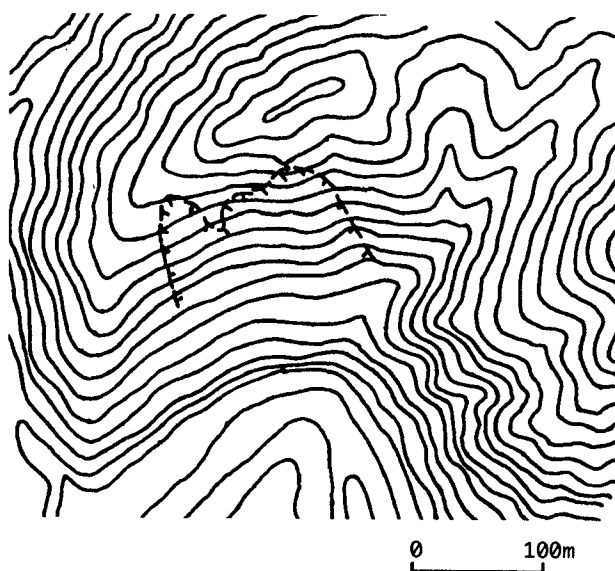


図-77 事例Lの地形図

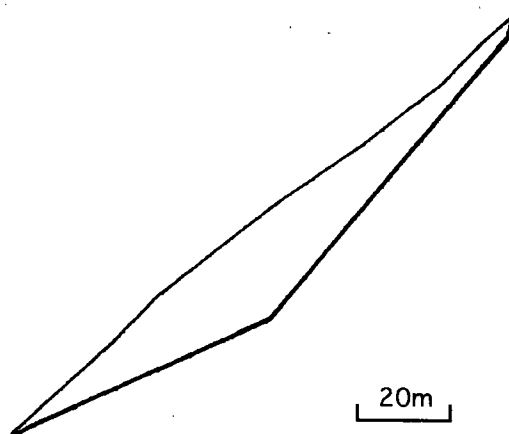


図-78 事例Lの縦断図

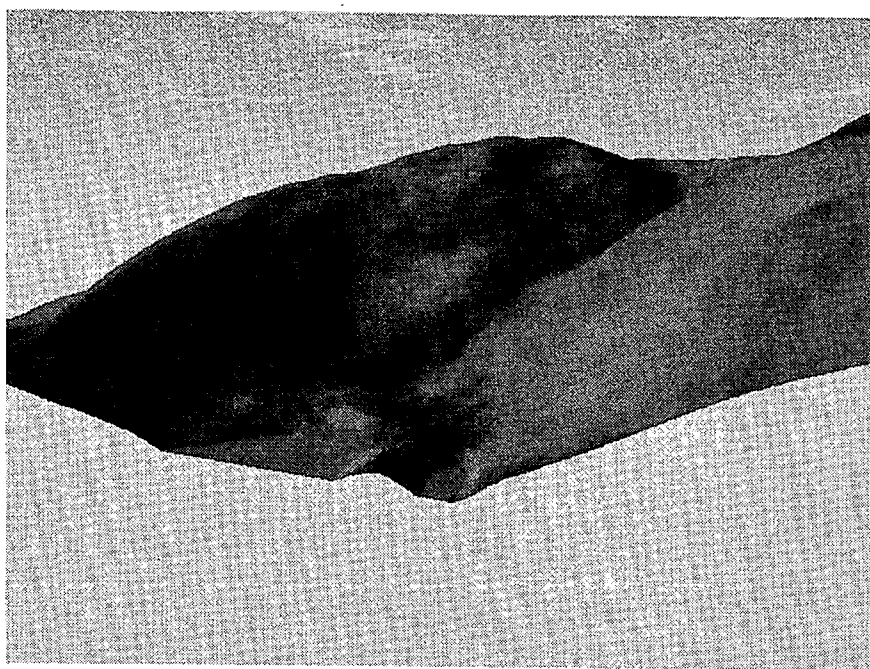


図-79 事例Lの鳥瞰図①

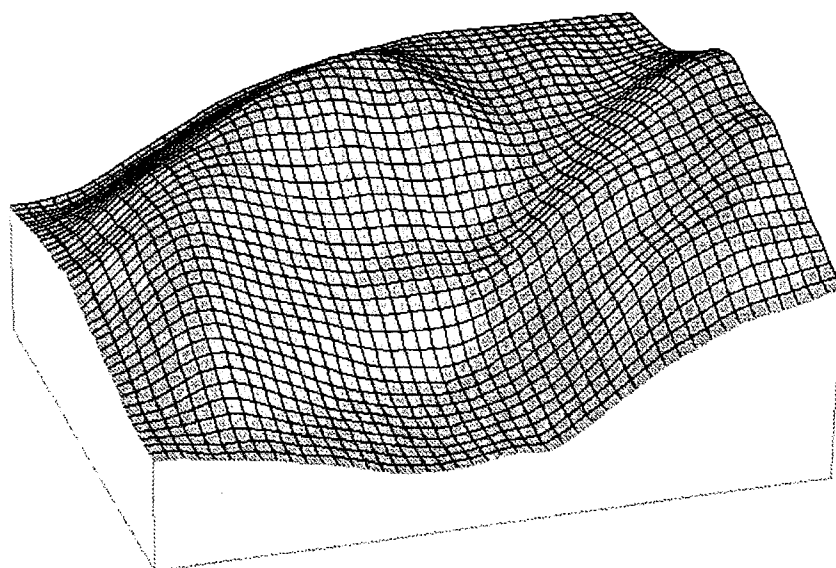


図-80 事例Lの鳥瞰図②

3. 4. 20 事例M

本事例の地すべりは、ダム本体の上流約0.4kmの右岸に位置し、地すべりの発生した部分の微地形は凹状台地状地形を呈している。地すべりが発生した部分は大きな凹地状の地形の中の底に当たるやや平坦な部分であり、やや不明瞭ではあるが地すべり地形を呈している。

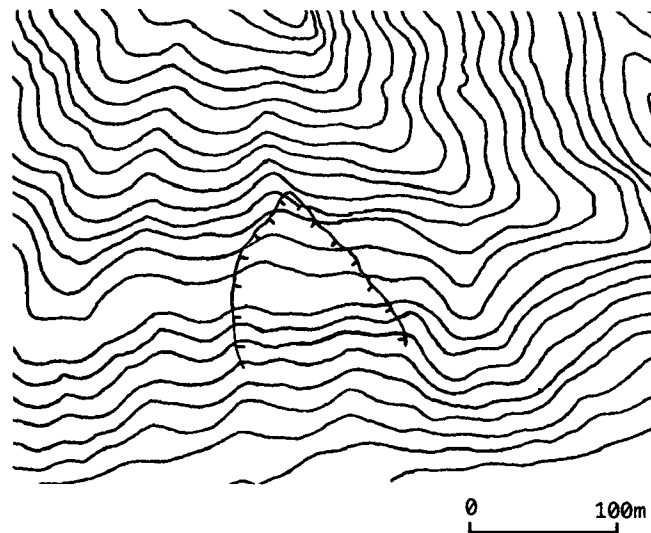


図-81 事例Mの地形図

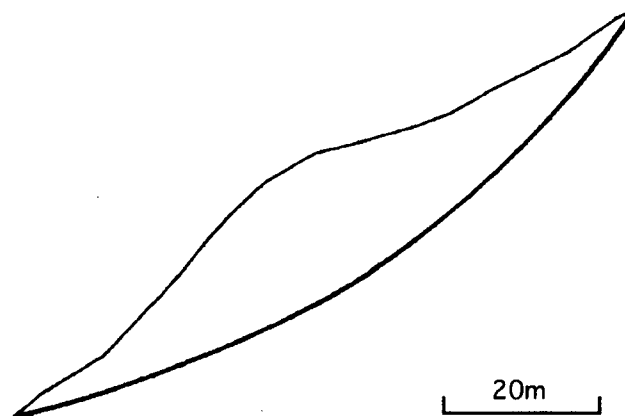


図-82 事例Mの縦断図



図-83 事例Mの鳥瞰図①

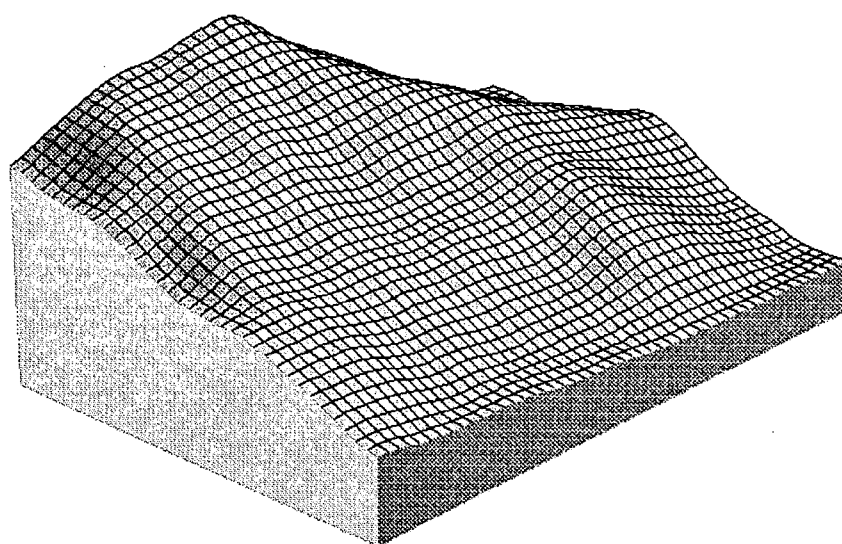


図-84 事例Mの鳥瞰図②

3. 4. 21 事例N

本事例の地すべりは、ダム本体の上流約2.5kmの左岸に位置し、地すべりの発生した部分の微地形は凸状台地状地形である。地すべりが発生した部分は大きな沢状地形の中にある尾根部の先端であるが、全体として非常に安定して見える地形であり不安定となる要因は今回使用した空中写真からでは読み取ることができなかった。不安定要因を強いてあげると、侵食によってできたすり鉢状の地形の両端部にできる尾根地形の片側であること、あるいは地すべり背後の尾根部が両サイドの侵食によって不安定化しておりその尾根全体が貯水の影響によって動いた結果下部表面に地すべり変動が見られたということが考えられるが、明確ではない。

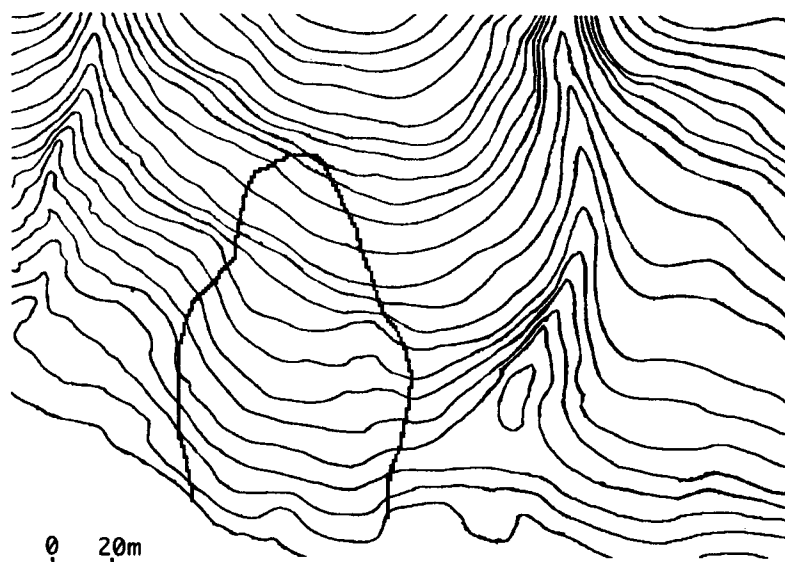


図-85 事例Nの地形図

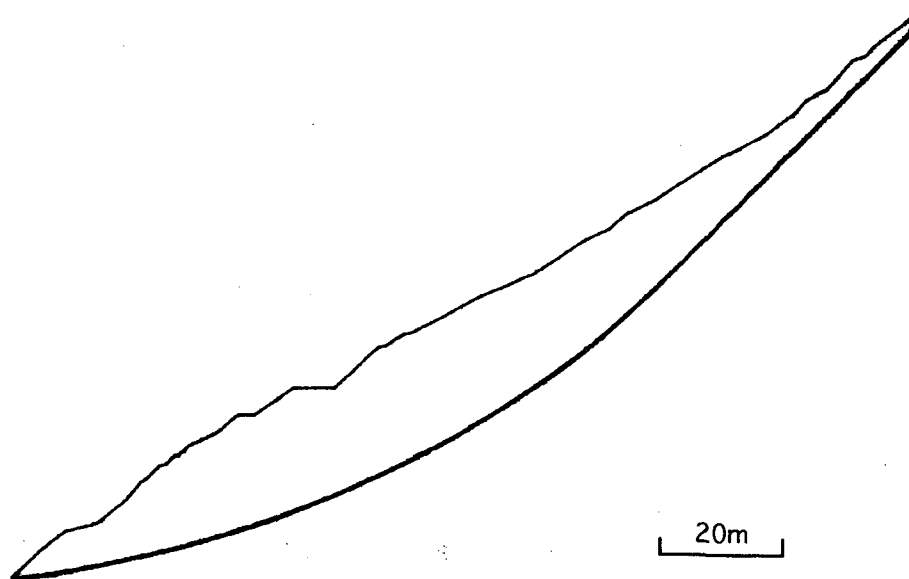


図-86 事例Nの縦断面図

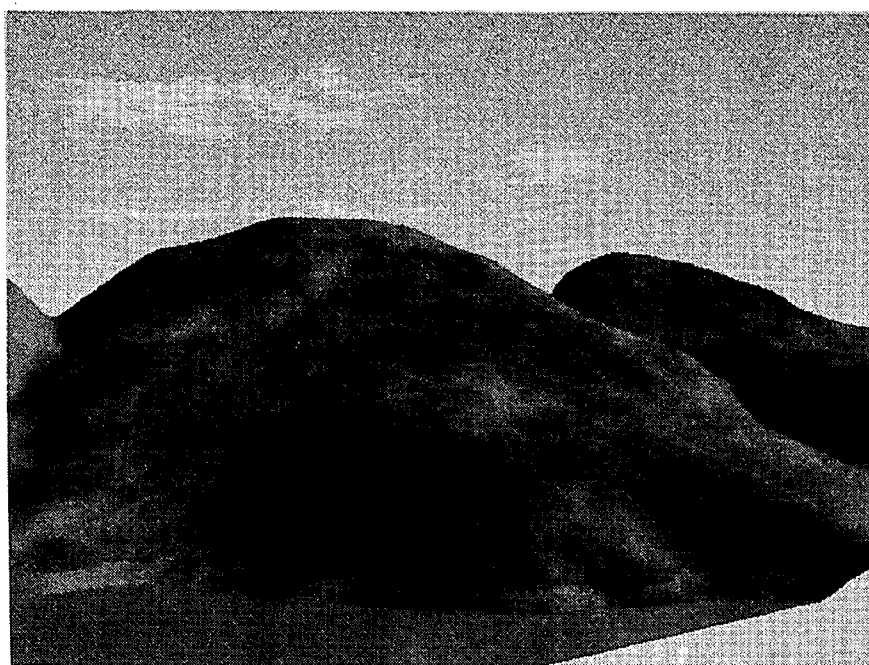


図-87 事例Nの鳥瞰図①

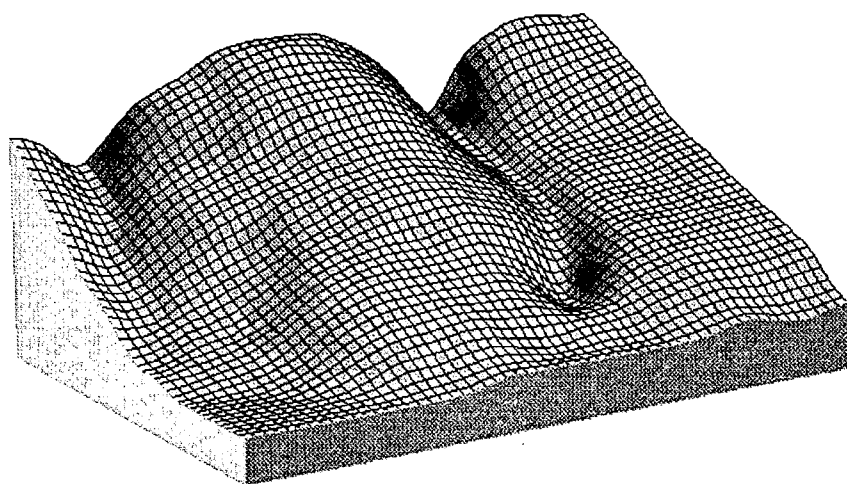


図-88 事例Nの鳥瞰図②

表-1-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
A		三波川結晶片岩 (珪質黒色片岩, 砂質片岩)	凸状台地形	風化岩 と 岩	68,000	30	円 弧	54.00	223.00
B	1	新 第 三 系 花崗岩の上位に グリーンタフが 存在	やや平坦な 凹状台地形	崩積土	4,000	35	船底型	233.00	285.50
B	2	新 第 三 系 グリーンタフ基 盤上に崖積堆積 物が存在	凹状台地 緩傾斜面	崩積土	24,000	10 25 (発生前)	緩 い 椅子型	209.00	270.00
B	3	新 第 三 系	凹状台地 緩傾斜面	崩積土	5,600	30	椅子型	215.00	265.00

表－１－Ｂ 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高(m)	速度(m/日)		a ※	b ※		
75.0	不明	上昇	7.76	12.43	鋼管杭工 (頭部アンカー)	初期湛水で発生。 貯水位上昇中の昭和30年12月12日沿岸道路(切り盛りによる施工)約60mが欠壊し、同時に山頂付近の台地部に10haにわたって亀裂発生。この時の変動は4月中旬まで継続。 (H.W.L=86.00m) 水没斜面での崩壊が原因。
251.50	0.5	上昇	39.95	64.76	排土工 鋼管杭工 アンカー工	ダム湛水前の昭和31年11月にトンネル東口付近で変状発生。旧ケーブルクレーン、機械室、石積に亀裂発生。ダム湛水後の昭和34年秋頃には各所で亀裂発生。 その後、繰り返し湛水(水位の上昇、下降)特に急降下時に再発している。また、昭和32年の初期湛水時にも変状発生。 下部 長さ 80m, 幅 50m 上部 長さ 120m, 幅 150m
231.00	3.3	上昇	30.22	36.07	(国道の全面復旧)	昭和32年4月の初期湛水で発生。 4月10日の貯水位がE.L=231.00m(最低水位)に達した際に微候が現れ、路面石積に亀裂が生ずる。 貯水位がE.L240.0mとなった4月22日には亀裂が拡大し、道路が陥没。 4月26日に大規模地すべり発生。 沿岸道路が100mにわたって欠壊し、約20万㎡の度所が湖水中に滑落。これに続いて山麓台地部にクラック発生し、以後貯水位の降下とともに速度を増して落差20m以上におよぶ滑落崖形成。 幅150m, 長さ160m, 隣接の地区でも初期湛水中に地すべり発生。
226.60	0.9~1.0	降下	17.63	23.20	鋼管杭工	昭和32年春に小規模な活動。昭和38年10月24日ダムおよび発電所付属施設補修工事のため貯水位を降下させた時に国道が30~35m沈下、亀裂発生。その後貯水位223.63mまで変動継続。幅70m, 長さ80m

※ a, bについては、図－４参照

表-2-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
C	1	四万十帯 (粘板岩、 輝緑凝灰岩)	凹状地形	崩積土	40,800	32	椅子型 ∩ 円弧	516.00	557.00
C	2	四万十帯 (粘板岩、 輝緑凝灰岩)	やや 凹状地形	崩積土	30,000	33	円弧	518.00	568.00
D	1	秩父・中古生層	緩い 凸状地形	風化岩	1,600	32	椅子型 ∩ 円弧	250.00	298.00
D	2	三波川結晶片岩	凸状台地形	崩積土	51,000	25	緩い 船底型	269.00	403.00
D	3	三波川結晶片岩	凹状地形	風化岩	9,100	28	椅子型 ∩ 円弧	284.80	328.00
D	4	三波川結晶片岩	凹状台地形	崩積土	2,800	25	円弧 ∩ 船底型	272.60	300.30
D	5	三波川結晶片岩	凸状台地形	風化岩	5,100	25	円弧 ∩ 船底型	274.80	317.60
D	6	三波川結晶片岩	凸状台地形	風化岩	7,000	19	緩い 船底型	262.00	294.80

表-2-B 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高 (m)	速度 (m/日)		a ※	b ※		
532.00 ~536.00	0.4~0.5	上昇	62.37	41.52	鋼管杭工	昭和35年の初期湛水時に発生。 貯水位上昇中に発生し、移動速度は 10m/50日、その後の水位低下により 運動終息。 幅170m、長さ240m
537.00	0.9	降下	42.12	61.32		第2回目の満水時から水位が降下し 始めた昭和36年末頃、沿岸道路にク ラックが発生し、その後水位降下に ともなう満水面より約60m上部の 台地にクラック発生。このクラック は水位降下とともに動きが激しくな り(10mm/日)、上昇に移ると停止、降 下すると再び活動(16mm/日)する という運動を繰り返し、徐々に緩和、 停止に至っている。 (H. W. L=542.00)幅300m、長さ100m
265.00	3.3	上昇	11.75	31.25	鋼管杭工	初期湛水にともない43年7月に変位 発生。
283.00	1.3	降下	80.87	68.75		昭和44年5月20日、貯水位降下中 県道にクラック発生、またE. L290m 付近より崩落
275.00 ~280.00	3.3	上昇	8.96	8.21	集水井	初期湛水にともない43年8月に変位 発生。
289.00	0.1	降下	17.88	14.93	排水トンネル	昭和44年4月18日、貯水位降下中、 新設道路 (E. L=305m) に亀裂発生。
268.00	1.3	降下	7.21	7.41	鋼管杭工	昭和44年6月3日、貯水位降下中 E. L285m付近にクラック発生、最大 1.0mの落差を生ずる。
266.00	1.3	降下	4.46	8.66	鋼管杭工 集水井工	昭和44年6月5日、貯水位降下中 E. L285m付近にクラック発生。
288.00	0.5	上昇 ↓ (維持)	44.60	30.84	鋼管杭工 集水井工	昭和46年10月、県道部の既存亀裂が 拡大。既存亀裂は45年3月~4月の 貯水位270m付近(微速低下中)の時 に確認。その後の貯水位低下中にも 計器に変動あり。
231.00 ~284.00	1.0	降下	86.64	67.07	鋼管杭工	亀裂発生。

※ a, bについては、図-4参照

表-3-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
E		三波川結晶片岩 (黒色片岩、 緑色片岩)	やや 凸状斜面	風化岩	6,440	38	船底型	329.50	385.20
F	1	三波川結晶片岩 (黒色片岩、 緑色片岩)	緩い凹状台 地状地形	崩積土	2,590	30	船底型	218.80	245.00
F	2	三波川結晶片岩 (黒色片岩、 緑色片岩)	緩い 凸状地形	崩積土 風化岩	5,200	37	(浅層) 船底型 (深層) 椅子型	226.30 220.65	273.40
F	3	三波川結晶片岩 (黒色片岩、 緑色片岩)	緩い 凹状地形	崩積土 風化岩	3,000	42	船底型	215.50	261.60
G	1	三郡変成岩 (黒色片岩、 緑色片岩、 砂質片岩)	台地状 緩斜面	風化岩	12,480	23	椅子型	111.20	145.80

表-3-B 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高 (m)	速度 (m/日)		a ※	b ※		
345.00	1.0	上昇	31.70	27.83		初期湛水で発生。 貯水位上昇中の昭和47年7月1日に発生、全縁に亀裂、段差発生。 昭和51年1月まで変動継続 (降雨：台風の影響もあり) 上側 幅 70m, 長さ 92m 下側 幅300m, 長さ160m
231.40	0.6	上昇	48.30	48.09	排土工 鋼管杭工 (頭部アンカー)	初期湛水で発生。 上昇時E.L=231.4m付近(昭和50年10月24日～25日)より崩落現象が活発化。その後貯水位上昇にともない変位が拡大し、11月11日～20日には頭部クラックの落差が1.6mに達する。これらの変動はその後も継続した。降雨による地下水上昇も誘因となっている。幅70m, 長さ37m
231.50	0.3	降下	(浅) 9.44	13.34	鋼管杭工 (頭部アンカー)	昭和51年5月1日から5月20日にかけて貯水位が6.0m低下した(0.3m/日)時の5月12日に工事用道路路面に亀裂発生し、5月20日まで拡大。5月20～6月8日の定水位時には変化なし。その後6月8日の24mm, 9日の16mm, 10日の71mmの降雨を直接の誘因として6月12日活発化し、6月14日貯水池内に崩落。幅65m, 長さ80m
			(深) 11.04	20.57	排水工	
234.20 s 227.60 (231.50)	0.5	降下	(浅) 38.55	39.91	鋼管杭工 (頭部アンカー)	昭和51年6月22～24日の計75mmの降雨を誘因として道路面上に亀裂発生(S51.6.28)。この後洪水期制限水位(E.L227.6m)まで5.0m貯水委を降下させたため7月4日午前にクラックが拡大し、7月4日午後34mm/半日の降雨によって同22時崩落。(満水位時の降雨にともない発生) 幅50m, 長さ55m
			(深) 39.18	39.91		
121.50	(不明)	上昇 (維持直後)	24.14	29.77	鋼管杭工	初期湛水で満水位まで上昇時(昭和52年7月20日)発生。 その後の貯水位降下時に変位進行(降下速度0.8m/日)。0.4m/日とした時に沈静化(貯水位118.0m)。幅130m, 長さ35m

※ a, bについては、図-4参照

表-4-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
G	2	三郡変成岩 (黒色片岩、 緑色片岩、 砂質片岩)	やや凹状台 地状地形	風化岩	1,050	25	椅子型	123.80	138.40
H		中生代手取層群 (頁岩、砂岩)	平衡斜面	崩積土	3,120	40	船底型 ∪ 円弧	344.80	395.05
I	1	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	緩い凹状 台地形	風化岩	8,500	38	船底型	185.30	258.80
I	2	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	凸状斜面	岩	22,500	43	椅子型	189.50	305.40
I	3	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	凸状斜面	岩	11,000	50	椅子型	184.13	273.20

表-4-B 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高 (m)	速度 (m/日)		a ※	b ※		
126.39 S 121.07	0.3	上昇	7.20	17.74	鋼管杭工 頭部排土工	初期湛水の貯水位上昇中に小崩壊発生。さらに2回目の試験湛水の貯水位降下中(0.8m/日)の昭和54年7月2日、折からの集中豪雨によるE.L.118.42mからE.L.121.07~121.68mへの一気の上昇で亀裂発生。また、3回目の試験湛水の貯水位上昇中の昭和55年4月14日(E.L.=126.39m)、同一箇所に亀裂発生。 幅30m, 長さ35m
385.00	0.5	上昇 ↓ 維持	89.60	80.00		サーチャージ水位に達した翌日、昭和53年4月14日に発生(初期湛水時) 長さ60m, 幅52m
196.00	1.0	(上昇)	11.14	14.56	(事前対策) 排土工 排水ボーリング アンカー工	従来よりの慢性的地すべりで昭和56年より変動が継続。第1回、2回の試験湛水時にも活発に変動が継続し、既存の亀裂が拡大する。特に第2回の下降操作中には著しく変動。また第3回試験の上昇操作中、貯水位が196m(昭和57年4月12日)を越えて更に動きが加速し、操作中断中も活発に変動(村道が沈下)。その後196m以下に貯水位が下がると沈静化傾向となり、155.5m以下になるとほとんど動きを停止(貯水位降下開始後は沈下現象は停止)。
204.00	1.0	上昇	(5.17)	(12.51)	(応急) 排水ボーリング アンカー工	平均0.9/日の速度で貯水位を上昇させていた昭和57年4月19日9時頃、貯水位204.0m時点で地すべり発生。ただちに上昇操作を中断、水位を204.0mに維持。5月上旬より動きは停止。幅150m, 高さ150m (水没斜面の崩壊が誘因)
204.00	1.0	上昇 ↓ 維持 直後	(8.07)	(22.31)	(応急) 排水ボーリング 排土工 アンカー工	貯水位を204.0mに維持直後の昭和57年4月20日15時頃、国道33号の湖岸側斜面に亀裂発生。 幅約120m, 高さ約70m 貯水位降下開始(5月6日, 0.5m/日) 直前より沈静化 (水没斜面の崩壊が誘因)

※ a, bについては、図-4参照

表-5-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
I	4	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	緩い 凸状地形	岩	4,500	40	円弧	183.89	236.30
I	5	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	やや 凹状地形	風化岩	12,000	35	椅子型 ↘ 船底型	164.30	227.47
I	6	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	緩い 凸状台地形	風化岩	10,000	39	船底型	188.00	239.00
I	7	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	緩い 凹状地形	風化岩	52,000	37	円弧	196.80	233.50
I	8	秩父・中古生層 (輝緑凝灰岩、 粘板岩、チャート)	凸状地形	風化岩	17,000	33	船底型	198.08	281.60
J		四 万 十 (チャート、粘板岩)	凸状台地形	岩	13,700	40	急傾斜 のやや 船底型	73.80	169.00
K		御齊所変成岩 (緑色片岩)	凸状台地形	岩	37,500	43	船底型	85.60	210.00

表-5-B 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高(m)	速度(m/日)		a ※	b ※		
204.00	(1.0)	上昇 ↓ 維持中	53.72	38.37	押え盛土工 アンカー工	貯水位を204.0mに維持中の昭和57年 4月24日14時30分頃、付替村道路面 に延長約20mのひび割れ発生。その 後拡大し、延長約30mに達す。 貯水位降下開始後は沈静化。
177.50 s 188.50	1.0~4.0	上昇 s 降下	16.65	20.90	アンカー工	第2回の試験湛水時より微少な変動 有。第3回の試験より活発化し、付 替村道上部斜面に亀裂発生。川側斜 面で崩落。上昇~降下の繰り返し中 に発生。幅約120m、長さ約105m
177.50	(0.5)	降下 ↓ 維持			アンカー工	貯水位を177.5mに降下させ、維持に 入った直後、付替村道路面に亀裂発 生。その後は安定(亀裂拡大せず)
177.50	(0.5)	降下 ↓ 維持			アンカー工	貯水位を177.5mに降下させ、維持に 入った直後、付替村道路面に亀裂発 生。その後は安定(亀裂拡大せず)
177.50	0.5	降下	11.14	7.09	アンカー工	既存の対策工施工ブロックと重複部 分を有するブロック。 第3回試験の中断後、昭和57年5月 6日よりの貯水位降下開始後に、国 道路面、林道(頭部)等の既往 亀裂の拡大、伸長発生。
80.00 (崩壊発生) 76.50 (のり面亀裂)	1.0	降下	2.98	5.99	アンカー工	初期湛水で発生。 昭和57年6月3日サーチャージ水位 到達。その日に水位降下開始。 6月5日前後、市道下部斜面で小規 模な崩壊発生(サーチャージ水位82.00m) 6月9日氏道モルタル吹付のり面に 亀裂発見。また上部滑落崖発見。
114.70	0.4~0.5	上昇	17.27	23.39	排土工 アンカー工 排水工	初期湛水で発生。昭和59年12月上旬 約50m区間の国道路面が陥没。その およそ15日後に上部斜面に延長60m にわたる亀裂。その後60年6月の台 風による降雨で全体の亀裂発生。貯 水位降下時も動き顕著。幅250m、奥 行き150m、厚さ30~60m

※ a, bについては、図-4参照

表-6-A 貯水の影響により発生した地すべりの状況

ダム名	地区名	地 質	平 面 形	移動物質	規 模 等		すべりの 断 面 形	すべり面標高(m)	
					面積 (m ²)	勾配 (度)		上端	末端
L		第三紀・火成岩	緩い 凹状地形 (局部的に 凸状地形)	岩	23,000	35~45	椅子型	810.00 (808.50)	910.00 (900.00)
M		第三紀・火成岩	凹状 台地状地形	崩積土 、 原位置 風化物	7,000	25	円弧	359.80	413.00
N		三波川結晶片岩 (黒色片岩、 緑色片岩)	凸状台地形	風化岩	7,500	30	円弧	295.50	385.74

表－６－Ｂ 貯水の影響により発生した地すべりの状況

変動発生時の水位状況		上昇・ 降下の 区 分	発生時の水没部の全体 に対する割合(%)		発生後の対策工法	発 生 時 の 概 要
水位標高(m)	速度(m/日)		a ※	b ※		
836.40	0.2	上昇	30.26	30.05	アンカー工 法枠工 押え盛土工 ロックボルト工	初期湛水で発生。 平成元年1月25日午前0時頃、突如 発生。幅約150m、比高74m
375.00	0.1	上昇	23.00	28.57	排土工 アンカー工 ロックボルト工	初期湛水で発生。平成2年3月24日 21:00～23:00頃発生。滑落し、段 波が発生。幅110m、長さ120m 4月3日まで0.1m/日で上昇継続し、 4月3日から5月12日まで377.50m を維持。5月12日より0.3m/日、5 月15日より0.5m/日の速度で上昇。 上昇操作再開後は安定。
316.00	0.2	上昇	35.41	22.70	深礎工	初期湛水で発生。 平成3年3月9日に道路擁壁の開き、 路面の沈下を発見（貯水位E.L＝ 316.60m） 3月17日地すべり頭部クラック発見 （貯水位E.L＝316.00m）、3月19日 クラック拡大。

※ a, bについては、図－４参照

4. 微地形判読上の注意点

以上実施してきた事例調査の検討結果を整理すると、貯水に伴って発生する地すべりはその大半が大きな崩壊地の中あるいは大規模な地すべり地の末端部に位置しているといえる。特に、貯水に伴って発生する地すべりの背後にある大規模な崩壊地や地すべり地はかなり古い時代に変動したものであることから、斜面の開析が進みその地形的特徴を失っている場合が多いため、十分注意して判読を行う必要である。大規模な崩壊地あるいは地すべり地の判読のポイントとしては、従来の地すべり地の判読の基本である

- ①まわりと隔絶した乱れた地形を示す斜面
- ②傾斜が周囲よりも著しく緩く、その平面形が舌状や馬蹄形をなしている斜面
- ③馬蹄形や弓形をなしたまわりの山腹より急傾斜の滑落崖がある斜面
- ④側方が谷地形や陥没地形をなす斜面
- ⑤末端部で川幅が狭くなったり川が曲流していたりする場所
- ⑥沢状地形の底に当たる部分が平坦になっている斜面

に加え、

- ⑦背後の斜面に小規模な崩壊が多数存在する斜面
- ⑧大きな沢状の地形の中に、小さな尾根状の地形が存在する斜面
- ⑨大きな沢状の地形の両端にできる尾根部で尾根部の末端が小崩壊を起こしている斜面
- ⑩比較的急勾配な沢状の凹地状斜面

が必要である。そして判読に際しては、不明瞭な崩壊地形を見落とさないために常にその斜面の地形形成プロセスを考慮しながら行う必要がある。

あ と が き

以上、ダム貯水池周辺に発生した地すべりの微地形的特徴とその判読手法について検討を実施してきた。その結果、微地形的には凸型の尾根状斜面に地すべりが発生している例が多いが、もう少し広範囲に渡って見ると、その大半は大きな崩壊地の中あるいは大きな地すべり地の末端部の凸型の尾根状斜面において発生しているといえる。したがって、貯水の影響による地すべりを判定する際には、空中写真判読を広範囲にわたって行い大規模な崩壊地あるいは地すべり地の存在の有無を十分確認し、そのような大規模な崩壊地や地すべり地が存在する場合にはその中に存在する沢状の地すべり地形のみならず尾根状の斜面についても疑ってみる必要がある。そして最終的には地形判読からだけではなく、十分な現地調査や地質調査、地すべり調査を実施して地すべり地の判定を行うことは言うまでもない。

参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所地すべり研究室：地すべり実態統計（その2），土木研究所資料第1121号，1976. 2
- 2) 建設省土木研究所地すべり研究室：地すべり実態統計（その3），土木研究所資料第1204号，1977. 3
- 3) 建設省土木研究所地すべり研究室：既往地すべり実態調査，土木研究所資料第2241号，1985. 6
- 4) 座談会：ダムと地すべり，ダム技術，No. 81，1993. 6
- 5) 日本測量調査技術協会：空中写真による地すべり調査の実際，1984，鹿島出版会
- 6) （財）国土開発技術研究センター：貯水池周辺の地すべり調査と対策，1995，山海堂