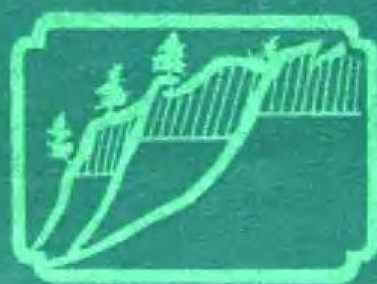


# 滑坡和斜坡崩塌及其防治

〔日〕山田剛二 渡 正亮 小橋澄治 著



科学出版社

# 滑坡和斜坡崩坍及其防治

〔日〕 山田剛二 渡 正亮 小橋澄治 著

《滑坡和斜坡崩坍及其防治》 翻译组 译

科 学 出 版 社

1 9 8 0

## 内 容 简 介

本书在滑坡及斜坡崩塌专论中为比较系统、全面、实用的一本书。在调查手段和方法方面有一定的特点。

全书共分两编。第一编叙述了滑坡分类、滑坡成因、滑坡机理及预测、滑坡调查方法及滑坡的防治措施等，并详细介绍了 16 个滑坡的调查与防治实例。第二编叙述了斜坡崩塌的分类、成因、预测方法、调查手段和方法以及斜坡防护措施等，并介绍了防治斜坡崩塌的实例。另外，附录中还叙述了与滑坡、崩塌有关的专题事项，如调查、试验、施工方面的标准和注意事项等。

本书可供工程地质、铁路、公路、建筑、矿山、水利等工程方面的技术人员参考。

理博 山田剛二

渡 正亮 著

農博 小橋澄治

地す り・斜面崩壊の発生と対策

山海堂, 1971

## 滑坡和斜坡崩塌及其防治

〔日〕山田剛二 渡 正亮 小橋澄治 著  
《滑坡和斜坡崩塌及其防治》翻译组 译

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1980 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

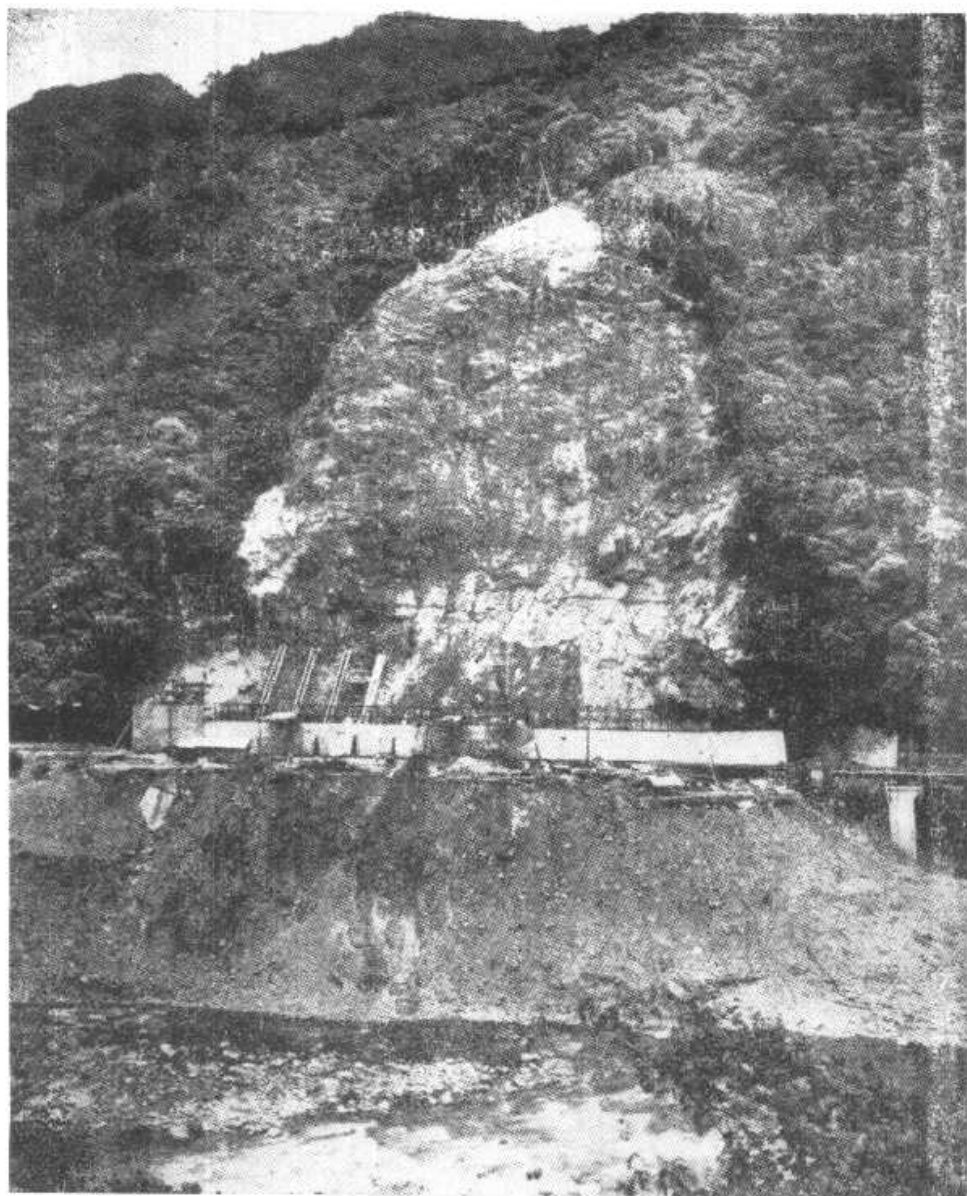
1980 年 3 月第一次印刷 印张: 25 插页: 1

印数: 0001—4,710 字数: 578,000

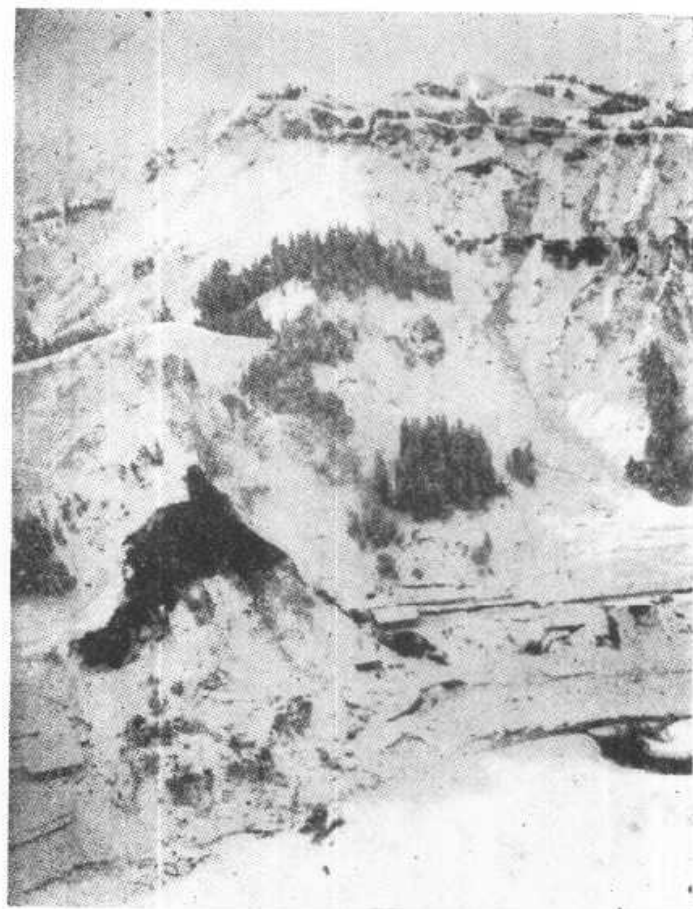
统一书号: 13031·1217

本社书号: 1693·13—14

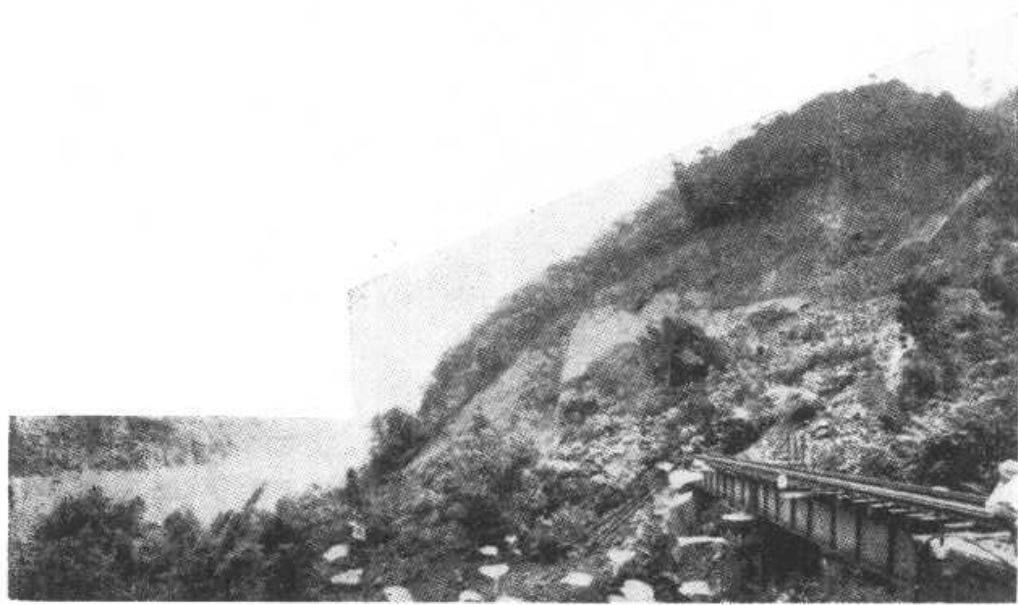
定价: 3.85 元



照片1 土讚线土佐岩原—豊永间 K74+500 附近崩塌全景  
发生于1962年2月20日。崩塌土方量约60,000立方米。中断行车41天。



照片2 高场山滑坡  
庄田幹夫博士摄影(1970年1月23日上午11时,  
直升飞机上俯瞰)。

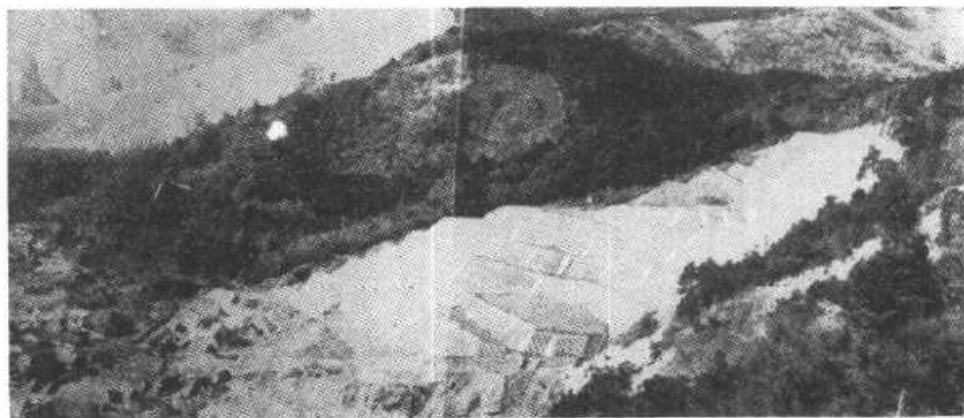


照片3 饭田线大嵐—小和田间西山1号隧道1957年8月17日崩塌后现场全景。



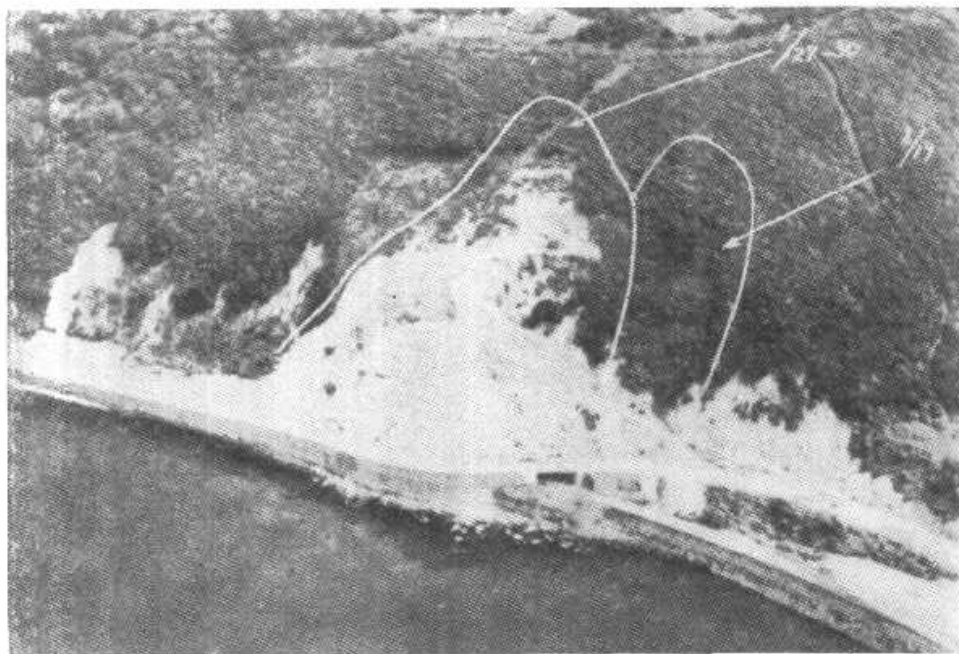
← 照片4 富山县胡桃滑坡

在能登半岛,经常发生晚第三纪凝灰岩的滑坡。1964年所发生的胡桃滑坡,属于活动性大的青年期,厚达30米的滑体涌向胡桃河。幸有先兆,居民回避,尚无伤亡。1964年以前在滑坡前缘部分,曾发生过一次属于壮年期性质的滑坡,由富山县进行了整治。这类滑坡多受该地块中地质构造的影响。胡桃滑坡也不例外,在其右侧沿河谷(东谷河)可见明显的断层。这一点是预测滑坡发生的重要根据(照片正面是滑坡后壁,左侧是胡桃河,右侧是东谷河)。



照片5 大分县别府市明凡滑坡

该滑坡发生于别府温泉区之一的明凡温泉街的上部斜坡上,是一个典型的火山滑坡,滑坡体由变质的安山岩组成。滑坡属青年期,地下水的影响小。在进行钻孔调查时,喷出了温泉瓦斯,利用这种喷气可生产矿物质。采用刷方减重措施,设计稳定系数为1.2,其结果完全稳定。



照片6 浅虫滑坡(参阅本书第7章7.3节)。

## 譯 者 序

《滑坡和斜坡崩坍及其防治》一书阐述了滑坡和斜坡崩坍的成因、机理、调查、预测和防治等问题,并结合日本的实际资料进行了概括和总结。本书在滑坡和崩坍的专论中,是比较系统、全面、实用的一本书,在调查手段和方法方面有一定的特点。对我国工程地质、铁路、公路、建筑、矿山、水利等工程方面有一定的参考价值。

本书由冶金部成都勘察公司、长沙铁道学院工程系、铁道部科学研究院西北研究所三个单位合译。其中第4、5、11章由冶金部成都勘察公司金华译;第7章(7.6、7.8节除外)和附录一由长沙铁道学院工程系杨雅忱、宋治伦等译;其余均由铁道部科学研究院西北研究所冯连昌、李妥德译。湖南大学周炎辉对译稿进行了校阅。铁道部科学研究院西北研究所滑坡室的一些同志对译稿提供了宝贵意见并给予很大帮助,在此表示感谢。

本书在翻译过程中有所删节。

译者虽力求准确完善地表达原著内容,但因水平所限,难免存在缺点和错误,希望读者批评指正。

译 者

一九七七年十二月

## 作者自序

滑坡、山崩、崖崩、砂土崩坍(斜坡崩坍)等自然灾害,每年使公路、铁路、民房、公共建筑物、桥梁、隧道以及农田等受害很大。以往的许多灾害,都是因受降雨、融雪、地震等自然力量的影响而发生的,近年来,随着土地的开发,不但灾害的规模、形态发生了变化,而且危害也显著增大。

尤其在最近,公路、铁路建设工程中的滑坡,水库蓄水后发生的滑坡等,人为的因素日益增多。因此,本书就自然灾害的滑坡和建设工程所引起的滑坡两个方面来叙述。斜坡崩坍规模虽小,但发生处所较多,给铁路、公路等交通部门造成人力物力的损失。本书论述了滑坡和斜坡崩坍的发生、发展、调查、测定及防治措施等。由于滑坡的发生和运动皆源于地下,要弄清滑坡的原因和形成的机理,就必须进行周密的调查测定。近年来由于调查技术和测定方法的迅速发展,才有可能制订出滑坡的防治计划和整治措施。

滑坡和斜坡崩坍是发生在各不相同的地方,如果不考虑当地的社会和行政方面的情况,就不可能制订出行之有效的防治措施。本书叙述了十几个滑坡的实例,其中属建设省管的公路、水库、河流等方面的滑坡由渡正亮执笔,国营铁路沿线所发生的滑坡由山田刚二执笔,至于斜坡崩坍,则由小桥澄治负责根据国营铁路方面的资料,对现场的统计调查,发生机理和防治措施等进行论述。

以上是本书的编写目的,如果在解决灾害防治措施方面能起到些微小作用,也就是笔者们的光荣了。

山田刚二

渡 正亮

小桥澄治

1971年9月

# 目 录

|            |    |
|------------|----|
| 译者序 .....  | i  |
| 作者自序 ..... | ii |
| 前言 .....   | 1  |

## 第一编 滑 坡

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 滑坡的分类 .....               | 6  |
| 第二章 滑坡发生的内因和外因 .....          | 10 |
| 2.1 地质 .....                  | 10 |
| 2.2 地形(滑坡地形) .....            | 13 |
| 2.3 降雨、融雪和地下水位 .....          | 14 |
| 2.4 人为的外因 .....               | 16 |
| 2.5 地震 .....                  | 16 |
| 第三章 滑坡的发生机理 .....             | 17 |
| 3.1 滑坡的稳定分析 .....             | 17 |
| 3.1.1 对滑坡发生机理的看法 .....        | 17 |
| 3.1.2 稳定分析的目的 .....           | 18 |
| 3.1.3 稳定分析的适用条件 .....         | 19 |
| 3.1.4 稳定分析的方法 .....           | 20 |
| 3.2 防治工程与安全系数 .....           | 25 |
| 3.2.1 设计安全系数(P. F.) .....     | 25 |
| 3.2.2 用防治工程提高安全系数 .....       | 27 |
| 第四章 滑坡的预察和预测 .....            | 29 |
| 4.1 滑坡预测的看法 .....             | 29 |
| 4.2 滑坡地区的分布 .....             | 30 |
| 4.2.1 北海道 .....               | 31 |
| 4.2.2 东北地区 .....              | 32 |
| 4.2.3 北陆地区 .....              | 33 |
| 4.2.4 关东中部地区 .....            | 33 |
| 4.2.5 近畿中国地区 .....            | 33 |
| 4.2.6 四国地区 .....              | 34 |
| 4.2.7 九州地区 .....              | 34 |
| 4.3 滑坡地区的地形地质演变及其活动性的预察 ..... | 34 |
| 4.3.1 滑坡酝酿期 .....             | 35 |
| 4.3.2 幼年期 .....               | 35 |
| 4.3.3 青年期 .....               | 35 |
| 4.3.4 壮年期 .....               | 38 |
| 4.3.5 老年期 .....               | 38 |

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 4.3.6 | 各种类型滑坡的稳定性 .....      | 39  |
| 4.4   | 危险程度及发生时期的预测 .....    | 39  |
| 4.4.1 | 用倾斜仪量测稳定程度 .....      | 39  |
| 4.4.2 | 崩塌时期的预测 .....         | 42  |
| 第五章   | 滑坡调查 .....            | 43  |
| 5.1   | 预备调查和调查计划的制订 .....    | 43  |
| 5.1.1 | 滑坡的预备调查 .....         | 43  |
| 5.1.2 | 调查计划 .....            | 55  |
| 5.2   | 初查 .....              | 60  |
| 5.2.1 | 弹性波物探 .....           | 60  |
| 5.2.2 | 电法勘探 .....            | 67  |
| 5.2.3 | 自然放射性勘探 .....         | 70  |
| 5.3   | 详查 .....              | 71  |
| 5.3.1 | 钻探 .....              | 71  |
| 5.3.2 | 滑动面的调查 .....          | 73  |
| 5.3.3 | 地表面移动状况的调查 .....      | 76  |
| 5.3.4 | 地下水调查 .....           | 80  |
| 第六章   | 滑坡防治工程 .....          | 101 |
| 6.1   | 概论 .....              | 101 |
| 6.1.1 | 预防措施 .....            | 101 |
| 6.1.2 | 整治措施 .....            | 101 |
| 6.2   | 防治工程类型的选择 .....       | 102 |
| 6.2.1 | 防治工程类型的选定原则 .....     | 102 |
| 6.3   | 紧急措施 .....            | 105 |
| 6.3.1 | 崖崩 .....              | 105 |
| 6.3.2 | 滑坡 .....              | 105 |
| 6.4   | 减滑工程 .....            | 106 |
| 6.4.1 | 刷方减重 .....            | 106 |
| 6.4.2 | 河流构筑物 .....           | 108 |
| 6.4.3 | 排除地表水工程 .....         | 108 |
| 6.4.4 | 排除地下水工程 .....         | 110 |
| 6.4.5 | 立体排水工程 .....          | 116 |
| 6.4.6 | 截断地下水工程 .....         | 117 |
| 6.5   | 抗滑工程 .....            | 120 |
| 6.5.1 | 抗滑桩工程 .....           | 120 |
| 6.5.2 | 挡墙、框架工程 .....         | 131 |
| 6.5.3 | 其他防治工程 .....          | 132 |
| 第七章   | 滑坡调查、防治措施的实例与分析 ..... | 133 |
| 7.1   | 新淦县猿供养寺滑坡 .....       | 133 |
| 7.1.1 | 黑色泥岩地带的滑坡 .....       | 133 |
| 7.1.2 | 猿供养寺滑坡地区的概况 .....     | 135 |
| 7.1.3 | 滑坡的运动形态 .....         | 136 |
| 7.1.4 | 滑动面 .....             | 139 |

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 7.1.5 | 滑动面的强度                     | 141 |
| 7.1.6 | 结语                         | 144 |
| 7.2   | 大阪府龟之瀬滑坡                   | 144 |
| 7.2.1 | 概述                         | 144 |
| 7.2.2 | 地质地形和运动                    | 145 |
| 7.2.3 | 紧急调查和防治措施                  | 148 |
| 7.2.4 | 调查                         | 154 |
| 7.2.5 | 防治措施计划与设计                  | 161 |
| 7.2.6 | 结束语                        | 164 |
| 7.3   | 青森县浅虫火山性滑坡(公路一侧)           | 164 |
| 7.3.1 | 经过                         | 164 |
| 7.3.2 | 机理                         | 166 |
| 7.3.3 | 紧急防治措施                     | 167 |
| 7.3.4 | 稳定分析和长期防治措施                | 167 |
| 7.3.5 | 火山性滑坡的性质                   | 169 |
| 7.4   | 青森县浅虫滑坡(国营铁路一侧)            | 169 |
| 7.4.1 | 滑坡的经过                      | 169 |
| 7.4.2 | 崩坍的预测                      | 172 |
| 7.4.3 | 修复措施                       | 173 |
| 7.5   | 饭山线 田泽一水泽间 66.100 公里附近的滑坡  | 174 |
| 7.5.1 | 滑坡的状况和经过                   | 174 |
| 7.5.2 | 用集水井排除地下水                  | 175 |
| 7.6   | 山阴干线小田一田仪间 403.400 公里附近的滑坡 | 176 |
| 7.6.1 | 滑动面调查                      | 178 |
| 7.6.2 | 位移观测                       | 179 |
| 7.6.3 | 地下水压力的测定                   | 181 |
| 7.6.4 | 观测资料的整理与考察                 | 181 |
| 7.6.5 | 地下水压力与移动速度的理论考察            | 183 |
| 7.6.6 | 改变水压的蠕变试验                  | 184 |
| 7.6.7 | 地下排水工程(采用水平钻孔)的施工及其效果      | 187 |
| 7.7   | 弓张线清水泽志幌加别川第 7 号桥附近滑坡的现象   | 192 |
| 7.7.1 | 前言                         | 192 |
| 7.7.2 | 滑坡调查                       | 193 |
| 7.7.3 | 综合判断                       | 202 |
| 7.7.4 | 结语                         | 202 |
| 7.8   | 国营铁路富内线滑坡(北海道平取镇、岩知志)      | 203 |
| 7.8.1 | 滑坡的发生状况                    | 203 |
| 7.8.2 | 滑坡调查                       | 203 |
| 7.9   | 切山隧道开挖中的滑坡                 | 213 |
| 7.9.1 | 前言                         | 213 |
| 7.9.2 | 切山隧道的工程简况                  | 214 |
| 7.9.3 | 滑坡和隧道崩坍状况                  | 215 |
| 7.9.4 | 滑坡的调查                      | 215 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 7.9.5 工程措施 .....                         | 222 |
| 7.10 予讚干线,八幡浜—双岩区间 264.660 公里附近的滑坡 ..... | 223 |
| 7.10.1 滑坡概况 .....                        | 223 |
| 7.10.2 稳定计算所必须的调查 .....                  | 223 |
| 7.10.3 滑动面的推算 .....                      | 224 |
| 7.11 土讚线岩原—丰永区间 74.550 公里附近 .....        | 226 |
| 7.12 饭山线高场山隧道滑坡引起的崩坍 .....               | 227 |
| 7.12.1 概况 .....                          | 227 |
| 7.12.2 高场山隧道及其附近的概况和灾害记录 .....           | 227 |
| 7.12.3 崩坍前的经过 .....                      | 228 |
| 7.12.4 崩坍时间的预知、管理交通的方法 .....             | 234 |
| 7.13 长崎县鹭尾岳滑坡 .....                      | 237 |
| 7.13.1 北松形滑坡 .....                       | 237 |
| 7.13.2 鹭尾岳滑坡 .....                       | 239 |
| 7.14 水库沿岸的滑坡 .....                       | 243 |
| 7.14.1 发生机理 .....                        | 244 |
| 7.14.2 斜坡稳定的计算方法 .....                   | 249 |
| 7.14.3 滑坡的预知 .....                       | 252 |
| 7.14.4 防治工程计划 .....                      | 252 |
| 7.15 饭田线大岚—小和田区间第一西山隧道崩坍性滑坡 .....        | 255 |
| 7.15.1 崩坍的状况 .....                       | 256 |
| 7.15.2 崩坍处的地质和崩坍的原因 .....                | 256 |
| 7.15.3 崩坍后的边坡稳定 .....                    | 259 |
| 7.15.4 崩坍时间的预知 .....                     | 261 |
| 7.15.5 结论 .....                          | 262 |
| 7.16 公路土方工程和滑坡防治措施 .....                 | 262 |
| 7.16.1 概述 .....                          | 262 |
| 7.16.2 公路设计和滑坡 .....                     | 263 |
| 7.16.3 土方施工中滑坡或由土方施工引起滑坡的防治措施 .....      | 267 |
| 7.16.4 滑坡地区公路的养护 .....                   | 281 |
| 7.16.5 隧道滑坡 .....                        | 283 |

## 第二编 斜 坡 崩 坍

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第八章 崖崩的分类和原因 .....      | 287 |
| 8.1 分类 .....            | 287 |
| 8.2 崖崩的内因和外因 .....      | 289 |
| 8.2.1 地形、地质 .....       | 289 |
| 8.2.2 降雨 .....          | 289 |
| 8.2.3 地下水、地表水 .....     | 290 |
| 8.2.4 人为的外因 .....       | 290 |
| 第九章 边坡崩坍的分类和发生的原因 ..... | 291 |
| 9.1 边坡崩坍的分布 .....       | 291 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 9.2 分类 .....                 | 291 |
| 9.2.1 落石型 .....              | 293 |
| 9.2.2 滑坡型 .....              | 294 |
| 9.2.3 流动型 .....              | 295 |
| 9.3 边坡崩坍的内因和外因 .....         | 295 |
| 9.3.1 地质、土质 .....            | 295 |
| 9.3.2 地形 .....               | 296 |
| 9.3.3 降雨 .....               | 297 |
| 9.3.4 地下水、地表水 .....          | 297 |
| 9.3.5 边坡的形状 .....            | 299 |
| 9.3.6 人为的因素 .....            | 300 |
| 9.3.7 防护工程措施与病害 .....        | 300 |
| 第十章 斜坡崩坍的预知和预测 .....         | 303 |
| 10.1 关于斜坡崩坍的预测 .....         | 303 |
| 10.2 表层崩坍的机理 .....           | 304 |
| 10.3 根据统计分析推测崩坍的危险程度 .....   | 307 |
| 10.3.1 边坡评分法 .....           | 308 |
| 10.3.2 用数量化的方法进行的多变量分析 ..... | 312 |
| 10.4 危险斜坡的监视法 .....          | 313 |
| 10.4.1 根据降雨强度发出警报 .....      | 313 |
| 10.4.2 危险斜坡变形的测定方法 .....     | 314 |
| 10.4.3 落石、崩坍的检测法 .....       | 315 |
| 10.5 用量测仪器预知崩坍 .....         | 316 |
| 10.5.1 量测地表移动速度的预知法 .....    | 316 |
| 10.5.2 用恒定蠕变第二阶段蠕变预知崩坍 ..... | 317 |
| 10.5.3 按第三蠕变阶段预知崩坍 .....     | 319 |
| 第十一章 斜坡的调查 .....             | 322 |
| 11.1 关于斜坡调查 .....            | 322 |
| 11.2 初查 .....                | 322 |
| 11.3 土层结构的调查方法 .....         | 323 |
| 11.3.1 瑞典式贯入试验 .....         | 323 |
| 11.3.2 简易的弹性波试验 .....        | 325 |
| 11.4 渗透强度,耐浸蚀性的调查方法 .....    | 329 |
| 11.4.1 渗透强度测定方法 .....        | 329 |
| 11.4.2 冲刷阻力试验方法 .....        | 332 |
| 第十二章 边坡防护工程 .....            | 334 |
| 12.1 各种工程措施的适用范围 .....       | 334 |
| 12.2 护墙、挡墙 .....             | 334 |
| 12.3 植被防护工程 .....            | 336 |
| 12.4 用构筑物的边坡防护工程 .....       | 339 |
| 12.4.1 干砌片石及混凝土砌块护坡 .....    | 339 |
| 12.4.2 浆砌片石及混凝土护坡 .....      | 339 |

|        |                                  |     |
|--------|----------------------------------|-----|
| 12.4.3 | 格状框条护坡 .....                     | 339 |
| 12.4.4 | 喷浆和喷混凝土护坡 .....                  | 340 |
| 12.4.5 | 边坡锚固法 .....                      | 340 |
| 12.5   | 排水工程 .....                       | 340 |
| 12.5.1 | 地表排水工程 .....                     | 340 |
| 12.5.2 | 地下水排水工程(排除渗透水工程) .....           | 340 |
| 12.6   | 落石防治工程 .....                     | 342 |
| 12.7   | 紧急防治工程 .....                     | 343 |
| 第十三章   | 崩坍及其防治措施实例 .....                 | 345 |
| 13.1   | 开挖路堑引起的崩坍 .....                  | 345 |
| 13.2   | 长期风化引起的崩坍 .....                  | 350 |
| 13.3   | 降雨和融雪引起的崩坍 .....                 | 352 |
| 13.3.1 | 边坡表层剥落 .....                     | 352 |
| 13.3.2 | 边坡崩坍 .....                       | 352 |
| 13.3.3 | 冲沟斜坡的崩坍 .....                    | 356 |
| 13.3.4 | 西拉斯斜坡的崩坍 .....                   | 358 |
| 13.3.5 | 融雪引起的崩坍 .....                    | 362 |
| 13.4   | 路堤边坡的崩坍 .....                    | 362 |
| 13.4.1 | 新建路堤的崩坍 .....                    | 362 |
| 13.4.2 | 旧路堤的崩坍 .....                     | 364 |
| 附 录    |                                  |     |
| 1.     | 弹性波地质调查 .....                    | 365 |
| 2.     | 防治滑坡应注意的事项 .....                 | 379 |
| 3.     | 滑坡调查特别说明书示例 .....                | 383 |
| 4.     | 滑坡地区内用食盐作指示剂的地下水连通试验标准(草案) ..... | 388 |

# 前 言

每年台风时期的暴雨,梅雨前期的集中暴雨,以及梅雨、霪雨、融雪等都要引起大量的滑坡、山崩及砂土崩坍,致使很多人丧失生命,房屋倒塌,公路、铁路等重要交通命脉中断,仅人力、物力的直接损失,就达到十分严重的程度。滑坡、山崩的危害,随着社会的发展,受害的程度和规模也随之扩大。过去由于社会不发达,滑坡和山崩的危害,多局限于偏僻山区的住宅、农田及森林原野,若非危害相当严重,就不会引起人们的重视。

第二次世界大战前,著名的滑坡灾害多数发生在国营铁路沿线。这是因为在战前,铁路对日本来说是最重要的交通工具,铁路网的扩大对于促进资源的开发和社会的发展作出了很大的贡献。表 1 列举了战前滑坡造成重大灾害的情况。由表可见,东海道干线、关西干线、北陆干线等重要线路,曾发生过一个月到一年左右的运输中断,若发生在现今这样的社会情况之下,铁路中断对国民生活的影响必将更为严重。关西干线,从王子—河内坚上区间的滑坡,通称为龟之濑滑坡,或称为大阪府关岭滑坡,发生于 1931 年 11 月,把关西线龟之濑隧道压坏,大和川水被滑坡形成的天然坝堵塞,眼看奈良盆地有被水淹没的危险,据说当时曾造成很大的慌乱。经过 37 年以后,即 1967 年 11 月,在以前发生过滑坡地区的附近又开始滑动。对此曾采取了全面的滑坡调查和整治措施。在战前,主要是在铁道省土质调查委员会内,由地质工作人员和土工工作人员共同配合进行了滑坡的调查研究工作。北陆干线的丝鱼川—直江津区间是有名的滑坡地带,该线多次受到滑坡的灾害,所以对此进行过各种调查试验。特别是对北陆干线能生筒石车站附近的滑坡,曾与地震研究所共同进行了有关钻探调查、电法勘探、裂缝观测和地表面倾斜角变化的测定,并设置了自动记录变位计等,在战前就已经与地质学、土工学、地球物理学联系起来进行科学

表 1

| 发生时间    | 铁道线名称 | 区 间      | 灾 害 状 况                               | 直 接 原 因 | 中断行车时间   | 处 理     |
|---------|-------|----------|---------------------------------------|---------|----------|---------|
| △1910.8 | 奥羽干线  | 庭坂—赤岩    | 山腰移动,压坏赤岩 1 号隧道                       | 暴雨      | 1 年 4 个月 | 改线      |
| △1910.8 | 信越干线  | 丸山—熊之平   | 滑坡、砂土崩坍 2000 米 <sup>3</sup> ,死亡职员 5 人 | 暴雨      | 40 天     | 清除      |
| △1910.8 | 东海道干线 | 岛田—金谷    | 滑坡、砂土崩坍 25000 米 <sup>3</sup>          | 暴雨      | 7 天      | 改线      |
| 1911.9  | 肥萨    | 真幸—吉松    | 路堤下沉 4.6 米 <sup>3</sup>               | 暴雨      | 14 天     | 原线修复    |
| 1918.9  | 山阴干线  | 城崎—荒岛    | 砂土崩坍 67000 米 <sup>3</sup>             | 暴雨      | 60 天     | 清除、延长隧道 |
| △1929.8 | 北陆干线  | 浦本—能生    | 滑坡、砂土崩坍                               | 降雨      | 10 天     | 清除      |
| △1932.1 | 关西干线  | 王子—河内坚上  | 滑坡,压坏隧道                               | 降雨      | 11 个月    | 改线      |
| △1934.2 | 北陆干线  | 能生—筒石    | 滑坡,900000 米 <sup>3</sup>              | 降雨      | 9 天      | 改线      |
| △1938.6 | 东海道干线 | 住吉—揖寺本山  | 山崩的砂土流入 90000 米 <sup>3</sup>          | 梅雨      | 28 天     | 改线      |
| 1938.6  | 福知山   | 武田尾站     | 砂土崩坍 5000 米 <sup>3</sup>              | 梅雨      | 22 天     | 改线      |
| 1939.4  | 大丝南   | 信浓森上—南小谷 | 砂土崩坍 6000 米 <sup>3</sup>              | 暴雨      | 6 个月     | 改线      |
| 1944.10 | 草津    | 甲贺—拓植    | 砂土崩坍 9 米 <sup>3</sup>                 | 暴雨      | 28 天     | 改线      |

△符号表示滑坡

的调查研究。

可是正式的滑坡研究工作,是在战后各地发生大规模的滑坡以后才进行的,例如:于1947年5月19日发生了栅口(能生谷)滑坡(新潟县西颈城郡能生镇栅口),并以此为转折,滑坡的研究工作才从各个方面活跃起来。战后所发生的大规模的滑坡,随着社会的发展,其危害的程度和规模都有了显著的变化。这些滑坡的发生,使滑坡防治的技术措施和行政措施相应地有所发展和提高,在调查研究方面也有了科学的方法。继上述能生谷滑坡之后,在1951年2月,佐贺县西松浦郡山代镇地区内,又发生了山代滑坡,1952年10月和1953年7月,在长崎县今福镇石仓山发生了石仓山滑坡,这次滑坡曾使山林、农田、土地受害的面积达60公顷。国营铁路松浦线的隧道出口被埋没,有5个多月不通车,公路也遭到破坏,使该地区的交通完全中断。1953年北九州地区被暴雨袭击,该地区发生了山崩、洪水,因而遭受严重的灾害。国营铁路关门隧道也被水淹没,交通中断。1954年7月,神奈川县箱根镇发生早云山滑坡,死亡十余人,道路被掩埋。1958年9月群馬县高崎市鼻高镇发生少林山滑坡,该滑坡穿过利根河的支流碓冰河,随即把河对岸的公路挤压隆起,成为著名的所谓滑坡越河现象。

1961年3月14日静冈县由比镇曾发生寺尾滑坡。该滑坡在发生以前,因有滑动征兆,故采用了打桩工程、顺坝等防治工程措施。但是,滑坡使两侧沼泽地显著变形,使人深深感到这点防治工程是无能为力的。该滑坡位置的下方有很多民房,还有公路1号干线和国营铁路东海道干线,故使日本交通大动脉有被切断的危险。在进行滑坡调查与防治处理时,由科学技术厅总负责,并有建设省、农林省,以及国营铁路等部门参加,投入的20亿日元巨额资金,对滑坡实施了防治工程措施。1962年2月国营铁路土赞线土佐岩原—丰永区间发生崩坍性滑坡,该线中断行车41天,使高知县成为陆上孤岛,受到社会舆论的非难(当时公路32号线扩建铺路工程还没施工)。1962年10月,北海道渡岛半岛江差北的两部村丰滨发生滑坡,将行驶中的公共汽车推入海中,死亡14人。1963年3月,国营铁路北陆干线能生—筒石区间发生了能生滑坡,把正在运行的旅客列车的机车推到海中,并破坏了数十栋民房。

1966年7月,东北干线浅虫—野内区间发生滑坡,该线中断了约一个月。在紧急修复工程施工期间,由于集中的暴雨,奥羽干线—五能线也中断,迫使通向北海道方面的运输中断,事态严重。当时,国营铁路方面的滑坡相邻部分又发生滑坡,使4号公路也中断,这种情况连续发生。

1968年8月由于飞弹地区受暴雨的袭击,在飞弹河水系发生山崩,游览汽车被推入河中,许多旅客遇难。同时,国营铁路高山线的局部地区也遭受了重大的灾害。

1969年8月,北陆和新潟地区,由于突然的暴雨袭击,在北陆干线亲不知、市振间发生的山崩,使北陆干线和公路8号线都同时受到大规模的灾害。

以上简略地叙述了战后发生的大规模的滑坡、山崩,这些都是受自然营力作用而发生的。此外还有社会发展过程中发生的灾害,例如:修建水库因蓄水的影响而发生的滑坡;公路、铁路的施工开挖、填土引起的滑坡;因修建住宅平整场地等环境变化而发生的滑坡和斜坡崩坍等。这类社会发展过程中直接造成的灾害也日渐增多。本书除讨论自然滑坡事例之外,对于因水库蓄水产生的滑坡,修建公路、铁路引起的滑坡,采煤引起的滑坡等的调查和防治也用了较多篇幅来讨论。

另外从调查研究方面来看,经过了战前和战争中的停顿时期,到新潟县能生镇栅口滑坡以后才重新进行滑坡的调查研究。高野秀夫开始对新潟县第三纪地层的滑坡进行了地质学和水文学方面的调查研究。福冈正己以长野县茶白山滑坡为基地,进行了土工学方面的调查研究。谷口敏雄则对地下水位与滑坡的关系进行了研究。所有这些都不单纯是对滑坡的调查测定,也与阐明滑坡机理及其防治工程措施有关,较之过去的滑坡调查只局限于滑坡现象的记载,可以说是有了显著的进步。

在国营铁路方面,斋藤迪孝和山田刚二,对1947年—1953年间发生的滑坡进行了调查研究,提供了滑坡防治措施资料。在这期间,国营铁路主管部门也提出了防止滑坡给铁路造成危害和滑坡预测的问题。从1949年起在北陆干线能生—筒石区间设立了滑坡实验所,由斋藤迪孝等开始进行了人工滑坡的实验研究,结合滑坡的预测问题,发现位移量的变化是预测崩坍的有效方法。其后,从土的蠕变破坏试验和一系列滑坡变位速度的测定中,确立了预测崩坍时间的方法。

小出博以日本的滑坡为题,对日本各地的滑坡,从地质学的观点根据已有的资料和自己的考察资料,精辟地阐明了滑坡的分类、成因等问题。特别是他根据地质学观点所作的滑坡分类:即分为第三纪地层滑坡,破碎带滑坡和火山性滑坡三大类,已成为普遍公认的一般分类方法。

1959年京都大学的防灾研究所设立了滑坡研究机构,村山朔郎、佐佐宪三及山口真一等人,进行了滑坡机理的预测和防治工程措施等的研究。1961年创立灾害科学综合组的地基分科会,1964年文部省又成立了滑坡预测研究组,将地质学、地球物理学、土工学及农林等学科的研究者组成一体,共同研究滑坡和山崩的预测及其防治措施。1963年成立防灾科学技术中心,从行政上推进了滑坡的综合研究。防灾中心采取了各方面的研究人员协同合作的方式,以神奈川县箱根镇早云山滑坡为对象,对火山性滑坡进行了调查研究;又以长崎县鹭尾岳滑坡为对象,对北松形滑坡进行了调查研究。谷口敏雄,山口真一,渡正亮等人,进行了滑坡的地球物理和水文学等方面的调查,用管状变位计测定掌握滑动面的状况,用水准管倾斜仪测定和判别潜伏性滑坡等;针对滑坡现象,由地质、地理、地球物理、土工及水土保持工程等各方面的专业人员,对滑坡机理和防治措施等进行了调查研究。这样,于1964年3月成立了滑坡学会,为各学科及各行政机关的技术人员和研究人员,提供了讨论调查研究工作的共同活动场所。

滑坡研究除了采用地表勘查、钻探、弹性波及电法勘探等弄清地质构造的方法外,也用地下水连通、探测器、伸缩计、管状变位计、自然放射能勘查测定等方法,来查明滑坡的机理。最近驹村富士弥和仲野良纪等人,又采用流变学方法来阐明滑坡问题。

另一方面,再看看其它国家在这方面的研究。地质学者和卓越的应用力学专家卡尔·太沙基,在1950年11月美国地质学会出版的《地质学在工程实践中的应用》一书中,发表了“滑坡机理”一文,以地质为依据对滑坡机理从土力学方面进行了阐述。美国公路科研部门第29号特种报告中,滑坡研究委员会以“滑坡与工程实践”为题,就北美滑坡分类、航测照片判读、野外调查、土质试验、抗滑方法和减滑方法等内容,做了专门讨论。斯凯普顿围绕粘土斜坡的长期稳定性问题,对伦敦粘土等(第三纪地层中的裂隙性硬粘土)的抗剪强度随时间而下降的问题根据实测值做了推算,又从土的抗剪强度峰值与残余强度值的比值,探讨了粘土开挖边坡的稳定性问题。其他如对挪威和瑞典的冰积粘土滑坡,

根据土力学进行稳定性分析的例子很多。进行这种测定的必要条件是：要采取原状土试样，才能够正确地求出抗剪强度。日本的多数滑坡，要取原状试样几乎是困难的，即使有稳定性的分析方法，也不可能求得这种方法所需的正确的抗剪强度。此外，滑坡调查多数是在滑坡发生之后进行的，注意力都着重在恢复整治方面。由于滑坡是从蠕变的渐进的微量移动开始，对这种征兆的早期发现是很必要的，对此采取确保其稳定性的防治工程措施，才可以说是真正的防治措施。

其次，滑坡与崩坍是有区别的，但从现象或机理看，两者是难以严格区分的。所谓滑坡的定义，是“山地和丘陵的斜坡的一部分，由于降雨、融雪及地下水的急剧增加等原因，使平衡受到破坏，而向下滑动的现象”。但对于山地、丘陵等斜坡上发生的现象，除滑坡以外尚有山崩、崩坍、崖崩、河岸的坍岸、泥石流等各种术语，其区别是非常困难的。这主要是由于成因或防治目的不同，所以分类形式就不同，术语也往往不同。譬如崩坍一词，是水土保持中所用的术语，是指溪流中产生泥沙和土地荒废引起的崩坍，整治、恢复由于崩坍而荒废了的溪流和山腰，直接控制崩坍产生的泥沙就是水土保持。因而，从上述观点来看，无妨也可以认为滑坡是崩坍的一种，但是，滑坡防治是直接与社会生活有关连的，而崩坍防治则是间接的。

崖崩仅在其给人类社会生活造成危害时，对其采取防治措施这一点上与滑坡类似，它与斜坡崩坍一样，不但发生在自然斜坡，也发生在人工边坡，此点与滑坡是不一样的。

现将滑坡与崩坍的区别列于下表。

表 2

|         | 滑 坡                                                       | 斜 坡 崩 坍                                |
|---------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. 地质   | 在特定的地质或地质构造处发生较多。                                         | 与地质的关系较少。                              |
| 2. 土质   | 滑面主要是粘性土。                                                 | 砂质土(花岗岩风化砂土、细粒火山灰、火山喷出物再次堆积层等)*中也常常发生。 |
| 3. 地形   | 发生在 $5^{\circ}$ — $20^{\circ}$ 的缓坡上，特别在上部具台阶状地形的条件下发生的较多。 | 常发生在陡于 $20^{\circ}$ 的斜坡。               |
| 4. 活动状况 | 连续性、多次复活性。                                                | 骤发性。                                   |
| 5. 滑移速度 | 一般速度偏小，其位移量多为每昼夜0.01—10毫米。                                | 速度极大每昼夜在10毫米以上。                        |
| 6. 滑体   | 滑动后土体扰动较少，多保留其原有相对位置不变。                                   | 土体受到扰乱。                                |
| 7. 外因   | 地下水的影响较大。                                                 | 受降雨的影响，其影响程度决定于降雨的强度。                  |
| 8. 规模   | 1—100公顷，规模大。                                              | 规模小。                                   |
| 9. 征兆   | 发生前出现裂缝、陷落、隆起、地下水位变动等现象。                                  | 事前发生征兆较少，突然发生滑落。                       |

\* 即马莎土、若那土、西拉斯土等——译者注

根据上述情况，本书是把滑坡与斜坡崩坍分别加以叙述的。

为此，第一编叙述滑坡主要由山田刚二和渡正亮编写，第二编叙述斜坡崩坍主要由小桥澄治编写。