

路基設計及坍方
滑坡處理

1871
1872

宝成铁路修建技术专题总结

路基设计及坍方滑坡处理

铁道部宝成铁路修建总结委员会编

人民铁道出版社

一九五九年·北京

路基設計及坍方滑坡处理是宝成鐵路修建技术專題总结的七种之一。它包括：沿綫地質概况及山体变形类型的划分；設計及施工概况；坍方与崩塌；滑坡；江河防护、导流及改河；路基特殊建筑物等。并附录坍方、滑坡、改河导流及防护工程工点表，以供参考。

这条山区鐵路的地形地質極為复杂，工程地質及路基特殊工程的工作量相当繁重。通过摸索，初步获得一些經驗，可供鐵路勘测設計和新綫施工有关工程技术人员学习参考。

宝成鐵路修建技术專題总结
路基設計及坍方滑坡处理

铁道部宝成鐵路修建总结委员会編

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新华書店發行

北京印刷一厂印

書号1402开本787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張13 $\frac{1}{2}$ 插頁16字数293千

1959年9月第1版

1959年9月第1版第1次印刷

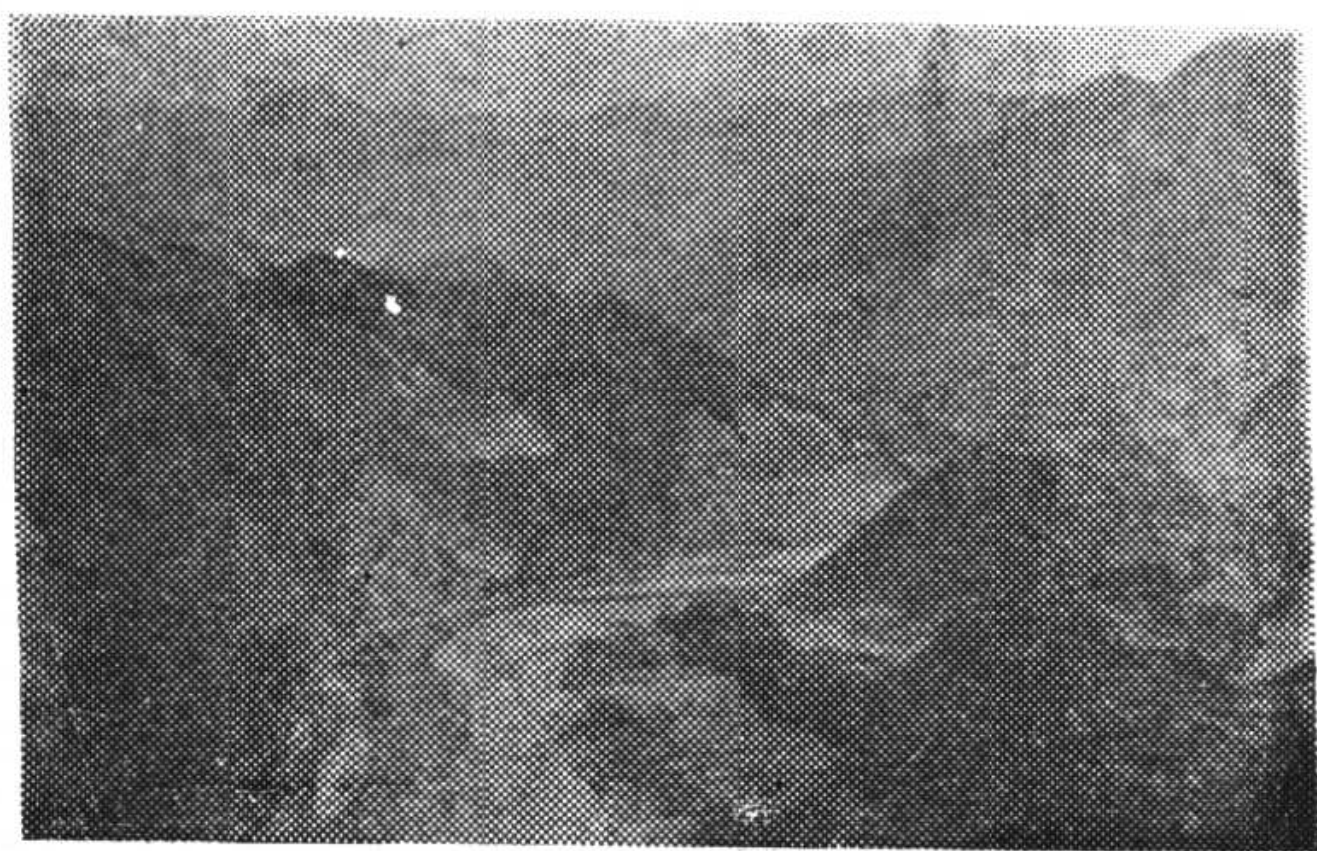
印数0,001—3,700册 定价(8) 1.65元



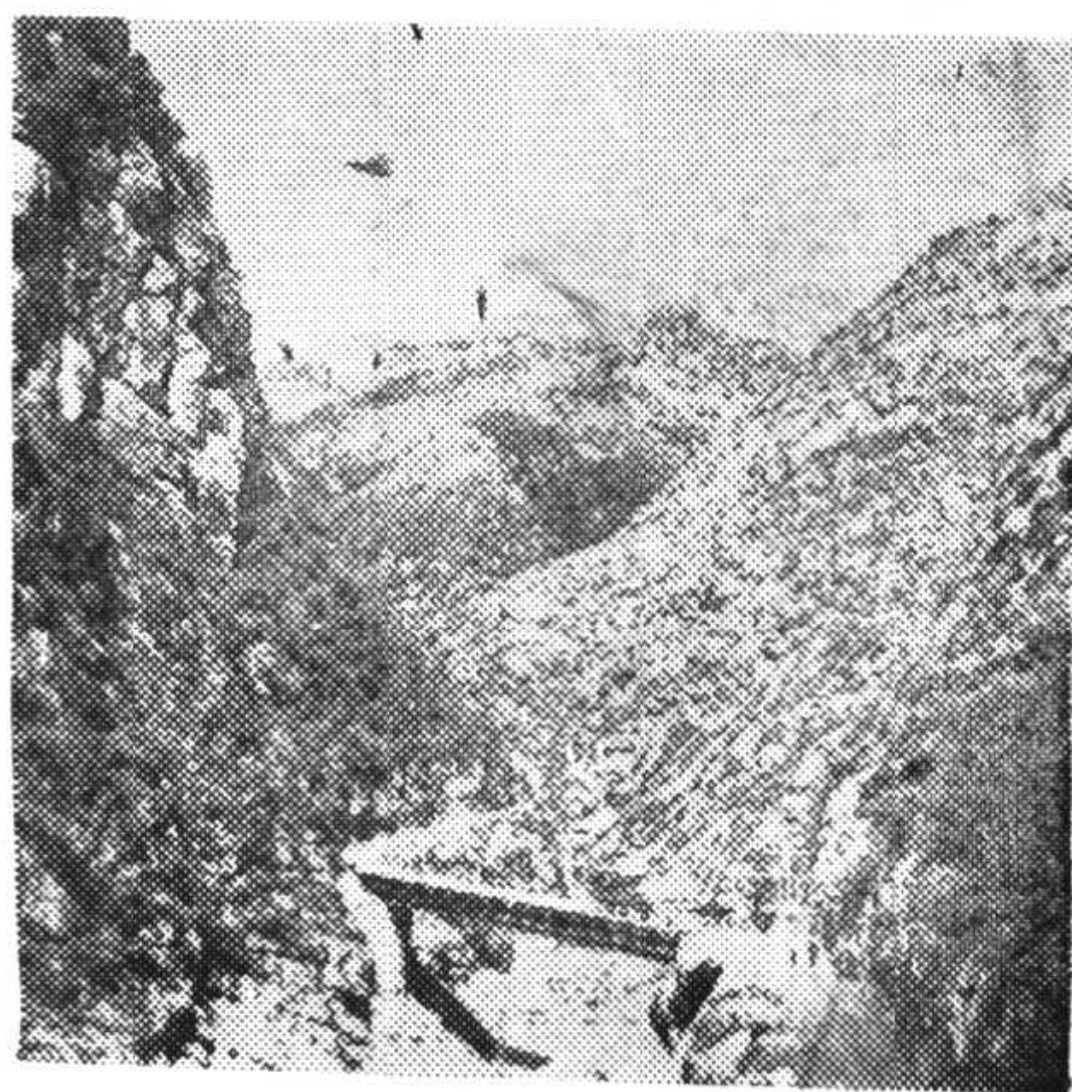
照 1-1 清姜河谷



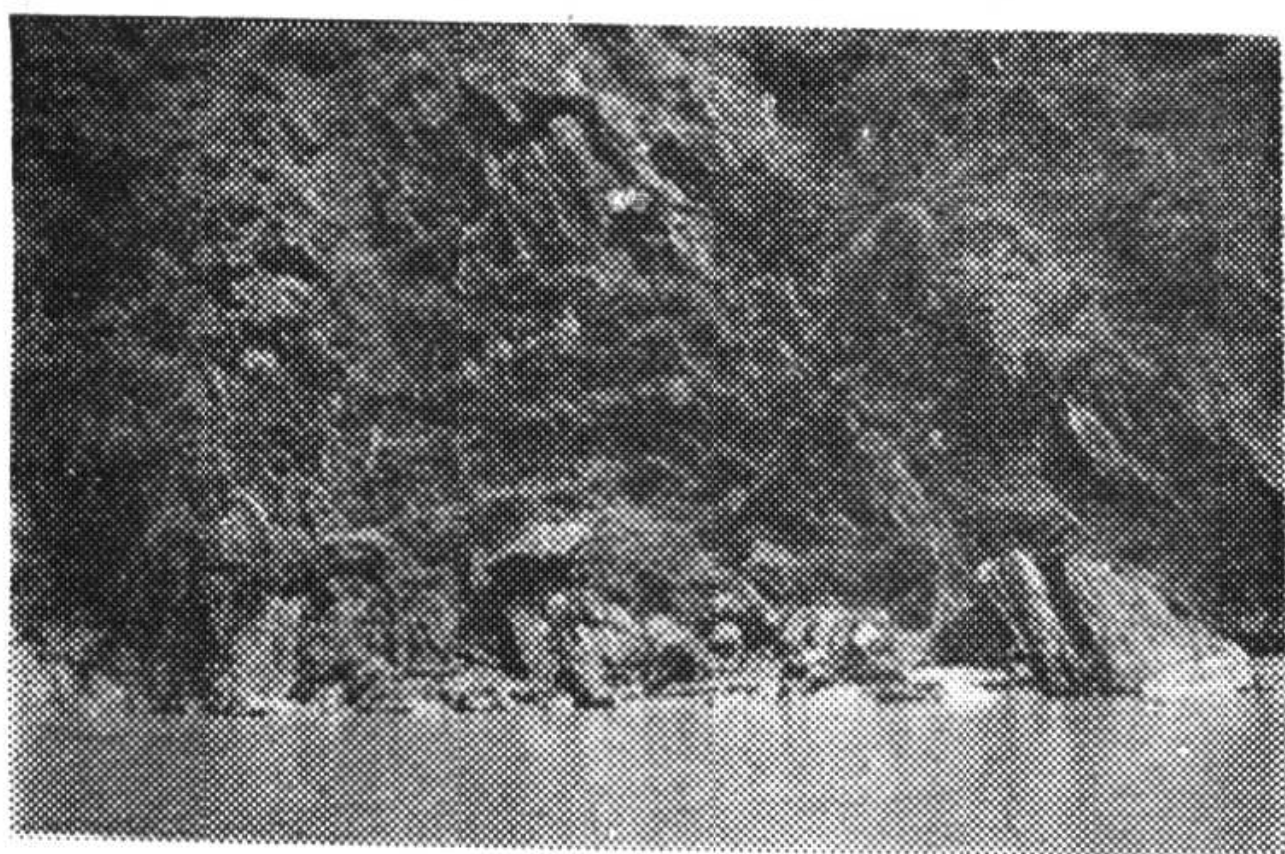
照 1-2 嘉陵江壯年期河谷



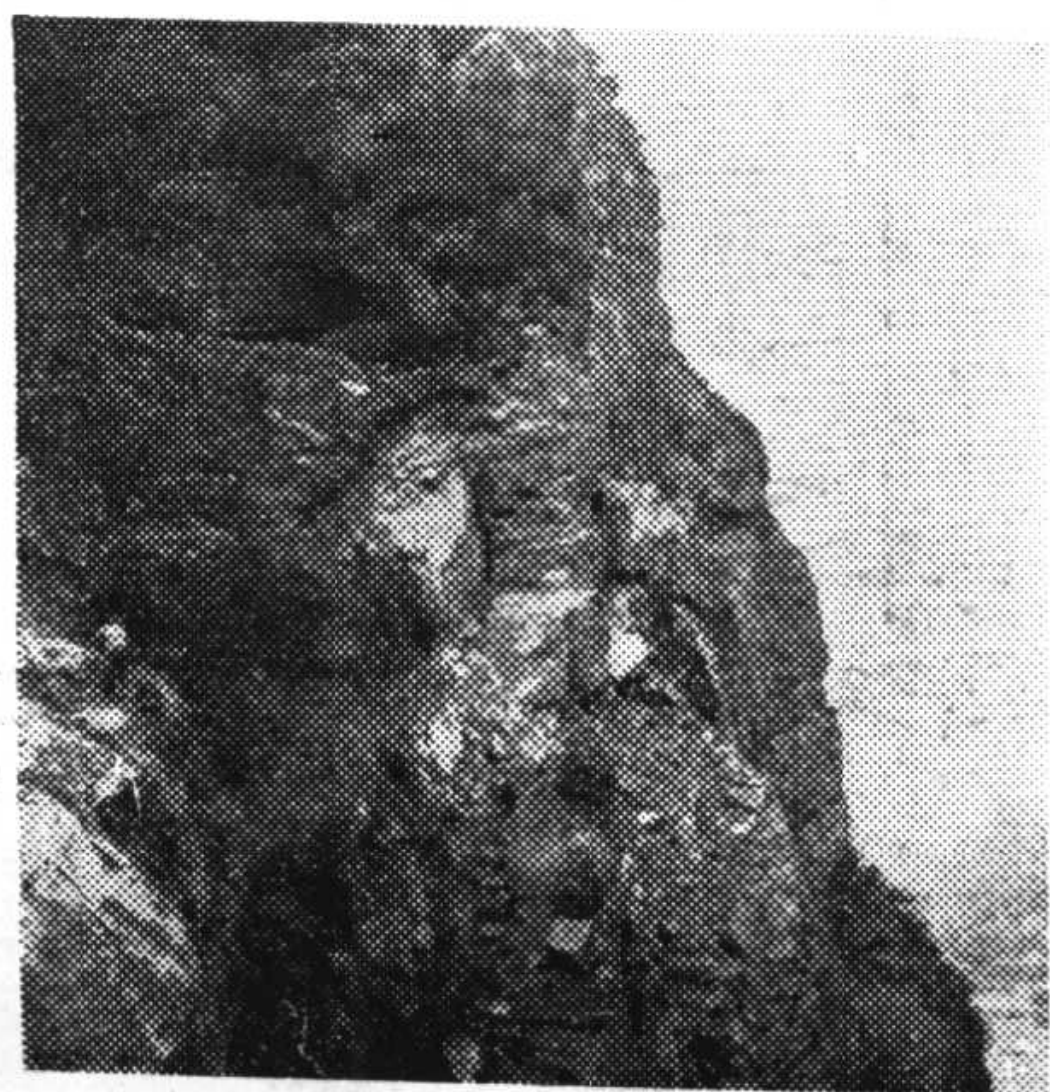
照 1-3 百尺標 142 山坡沿斷層錯動



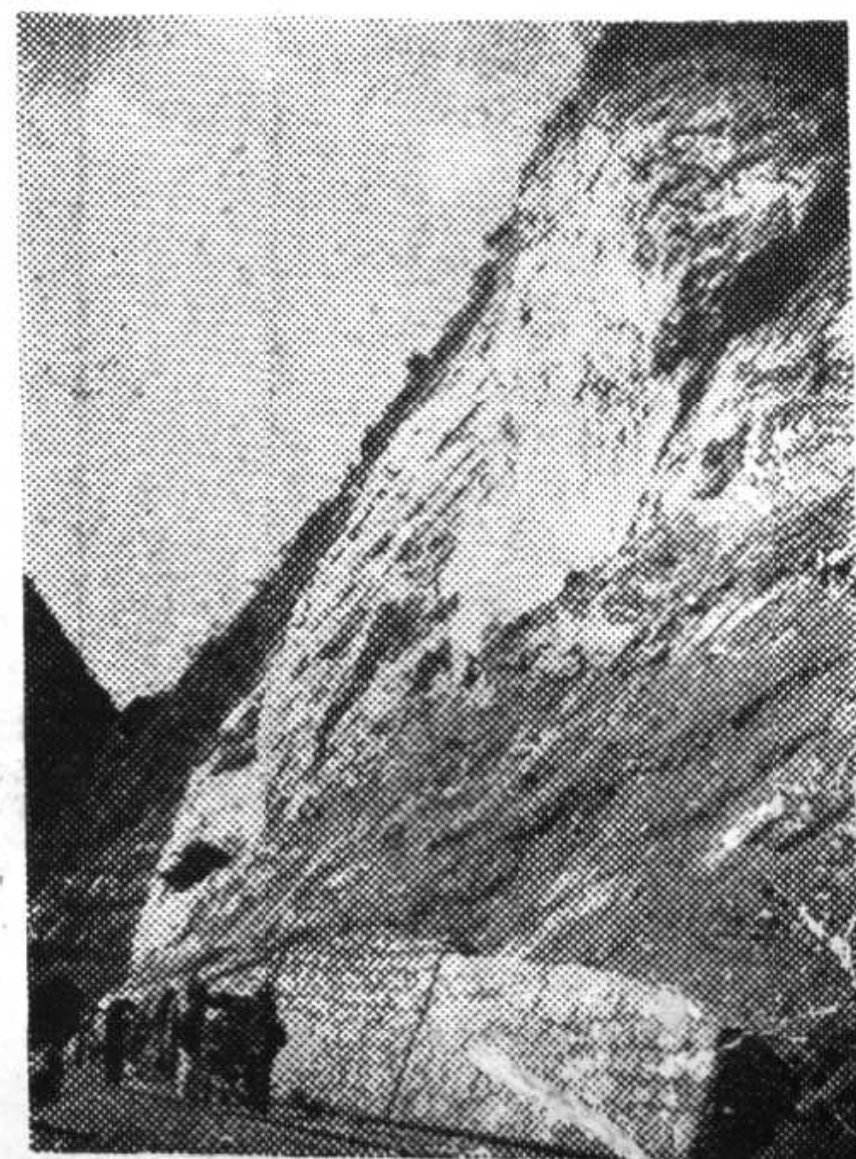
照 1-4 靈官峽礫岩山谷
(右側是鳳黃段 7 號隧道)



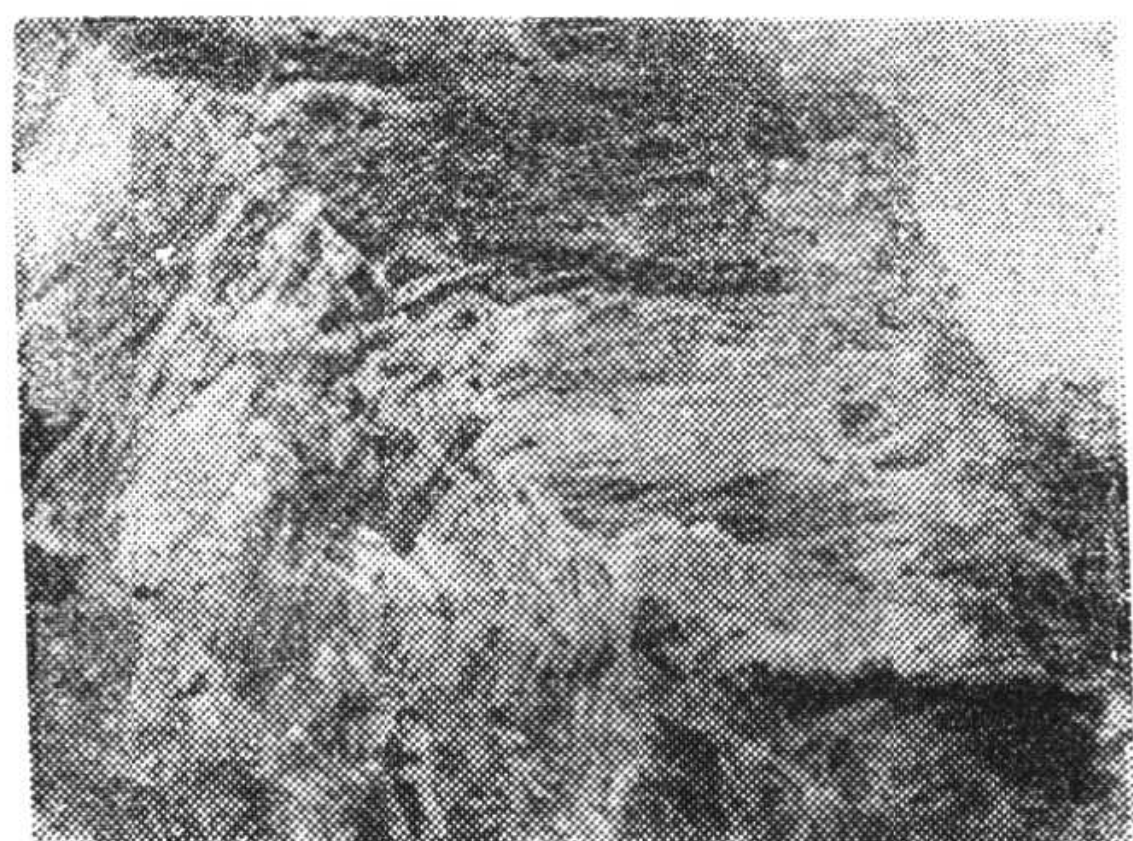
照 1-5 西坡聶家灣間節理發達的板岩自然坍塌



照 1-6 峭壁上危石



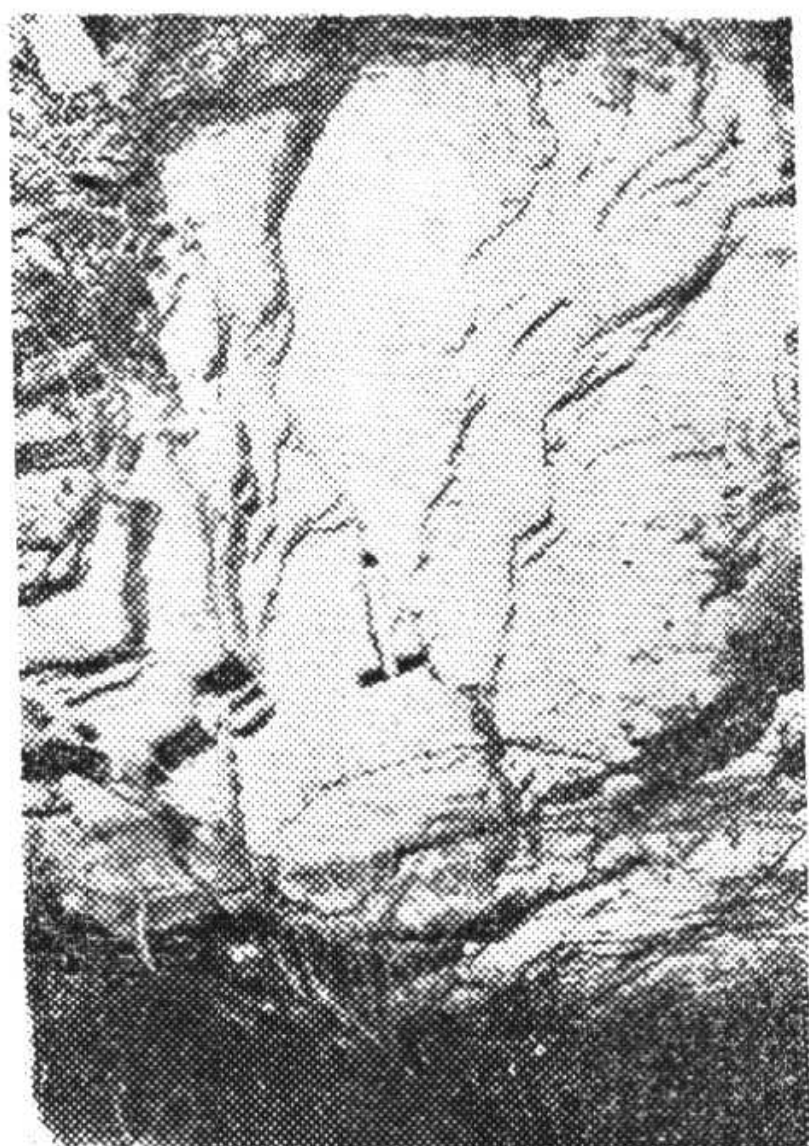
照 1-7 百尺標 1793 高邊坡岩
石沿節理崩塌



照 1-8 白水江置口間褶曲的千枚岩



照 1-9 馬蹄灣車站站址溝谷



照 1-10 云峻山山溝壁
千枚岩露头



照 1-11 云峻山滑坡外圍
陡坡上石灰岩溶解节理



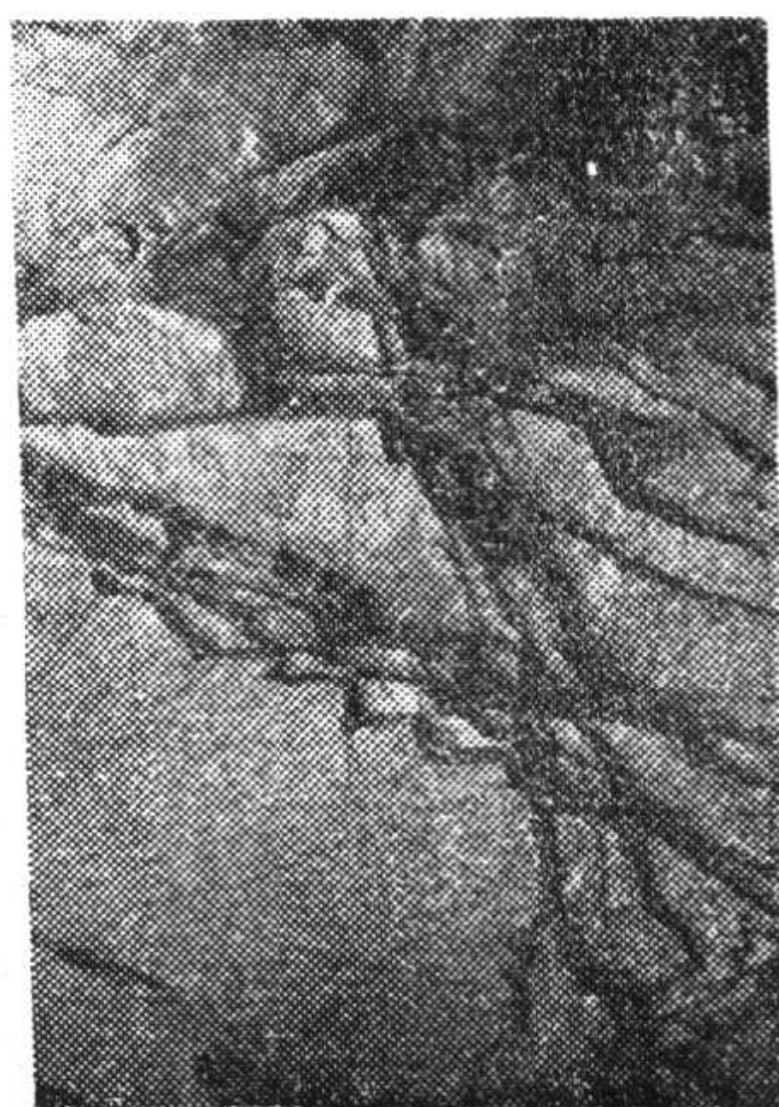
照 1-12 王家沱車站附近山
溝沿變質礫岩板狀劈理发育



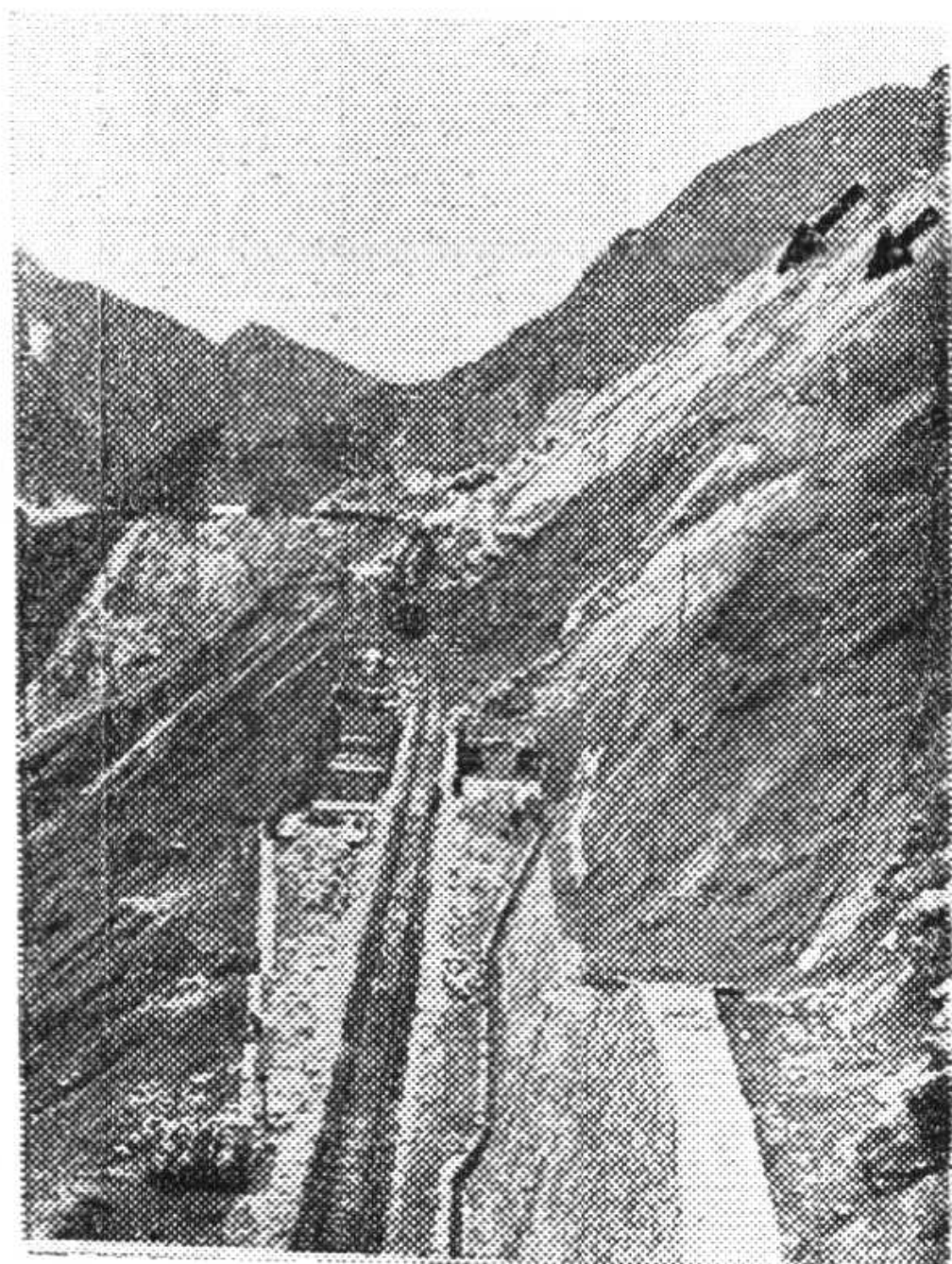
照 1-13 王家沱車站試
坑中發現泥質板岩的張
開节理（風化作用）



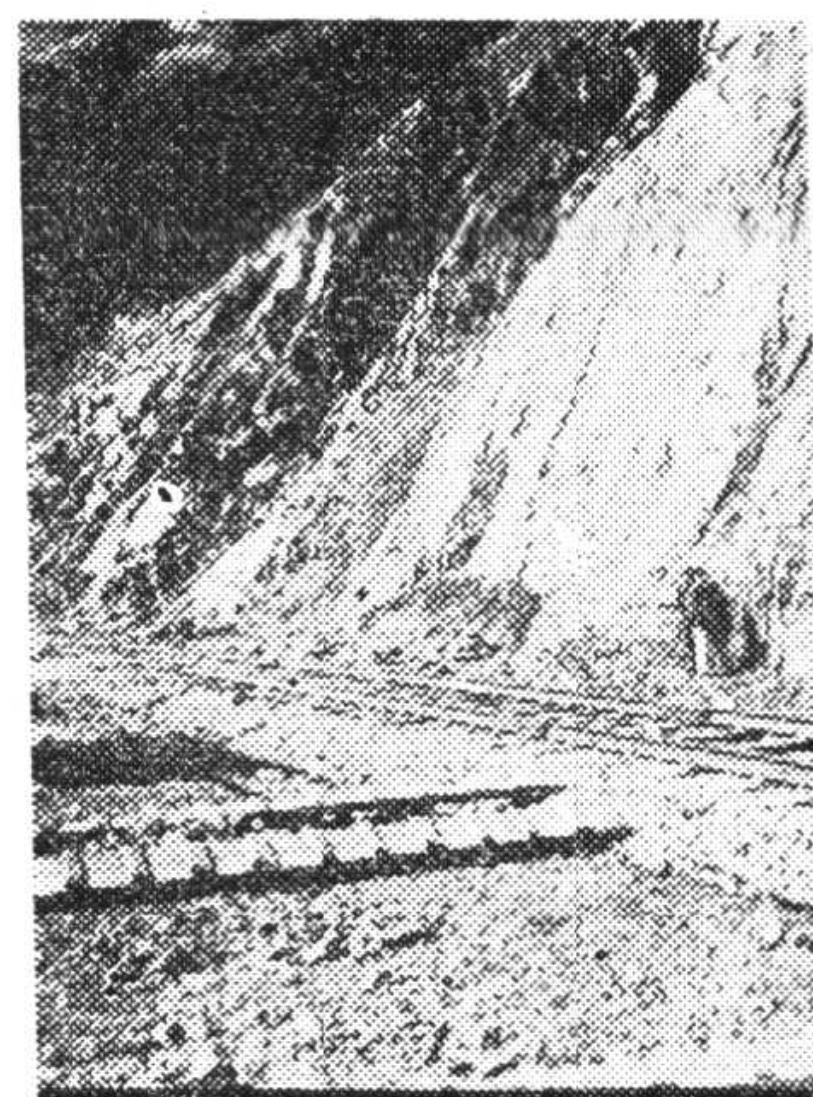
照 1-14 王家沱山坡上
泉水露头



照 1-15 王家沱边坡脚
出露板狀泥質板岩层理



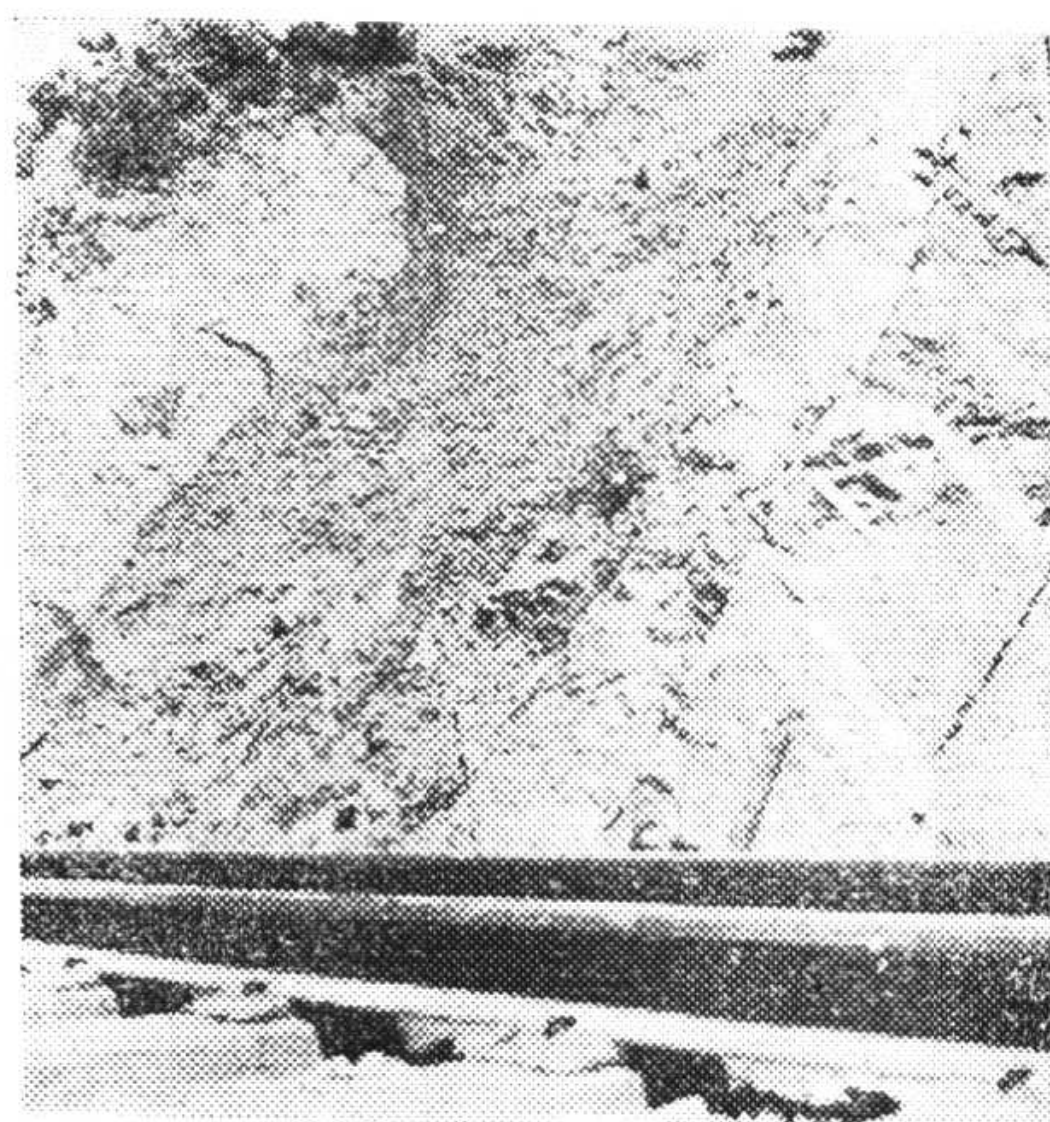
照 3-1 观音山車站岩石坍方



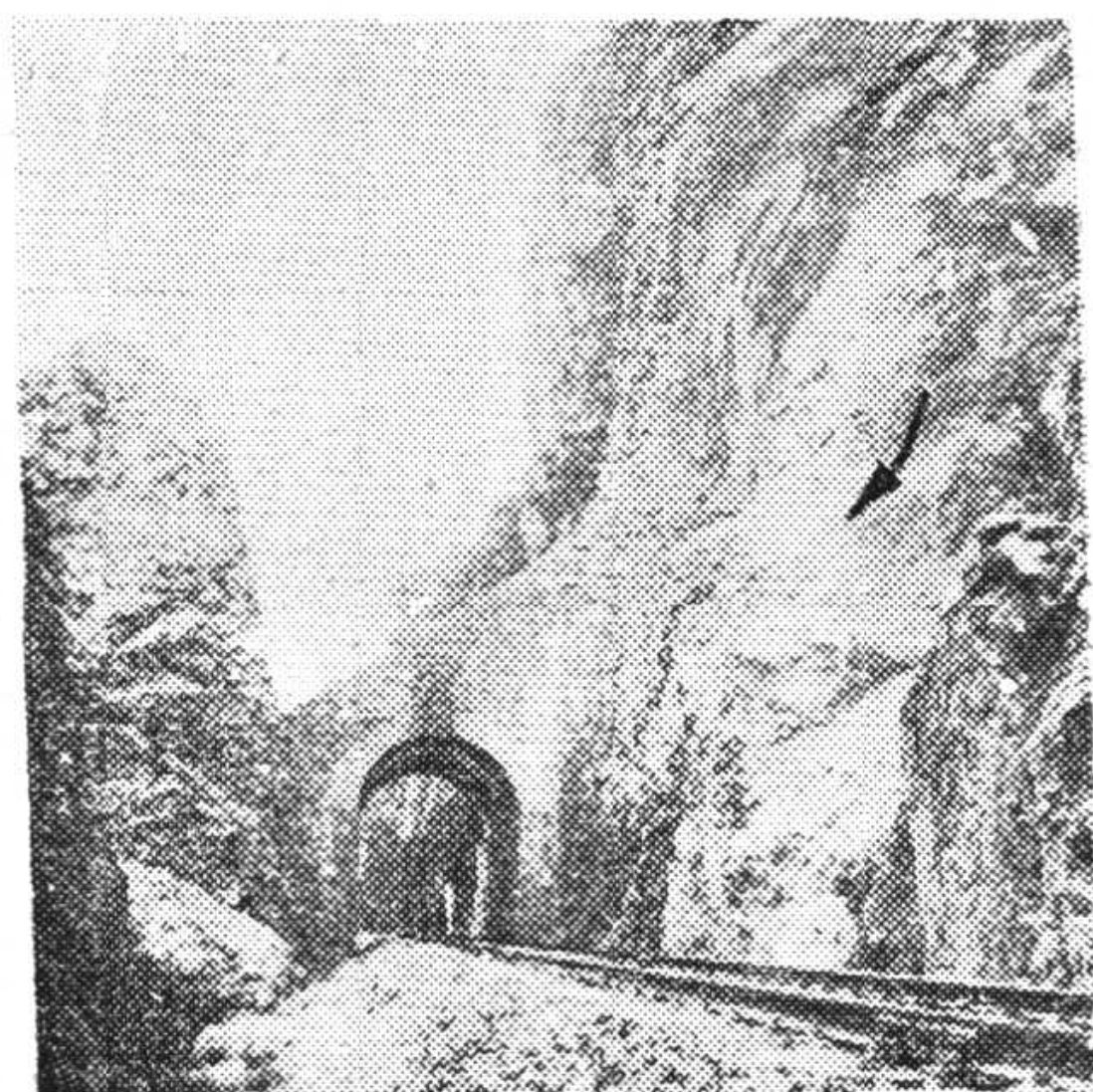
照 3-2 阳平关隧道北路堑
順完整节理面崩塌



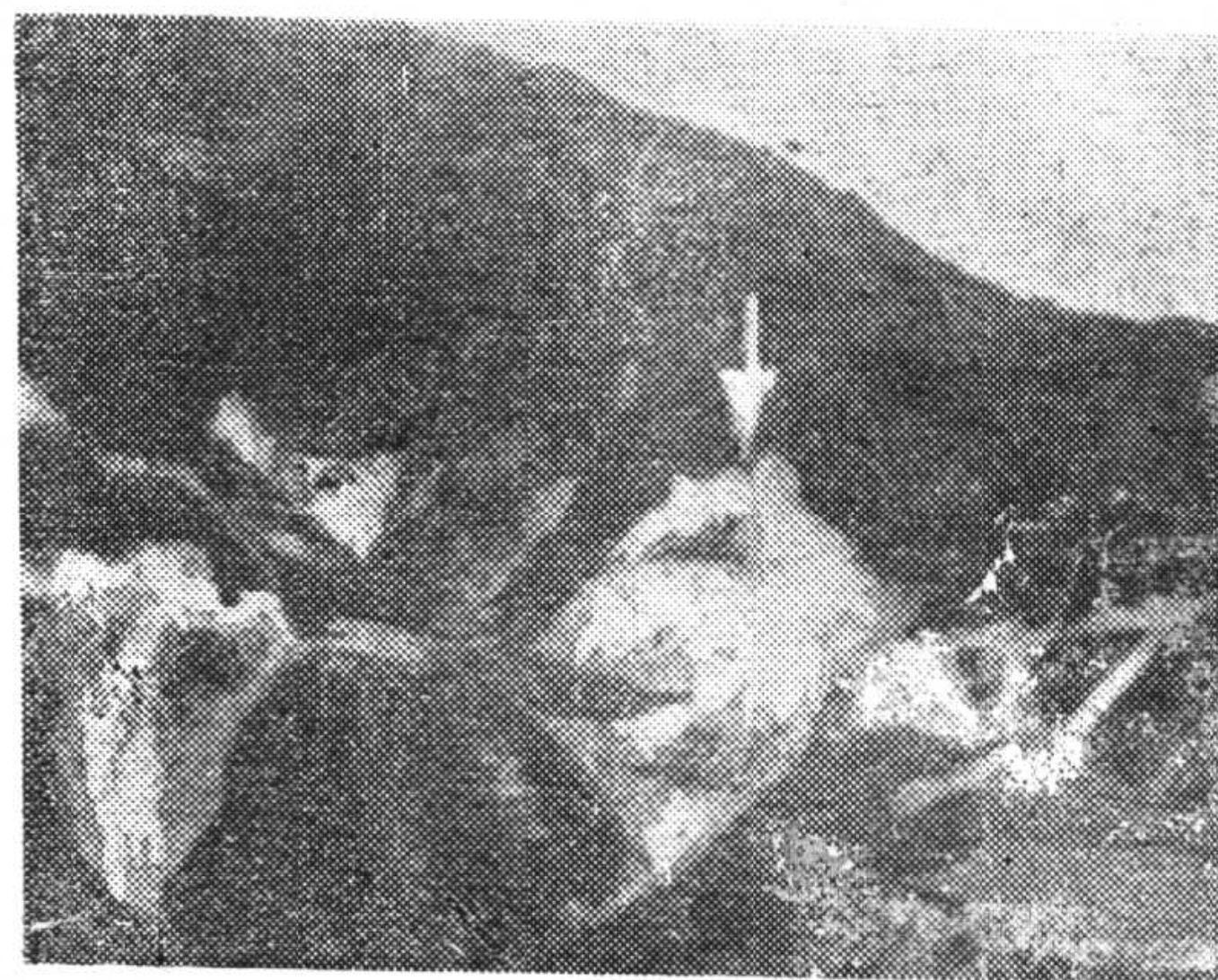
照 3-3 宋召溝三号隧道
南口路堑“断脚节理”



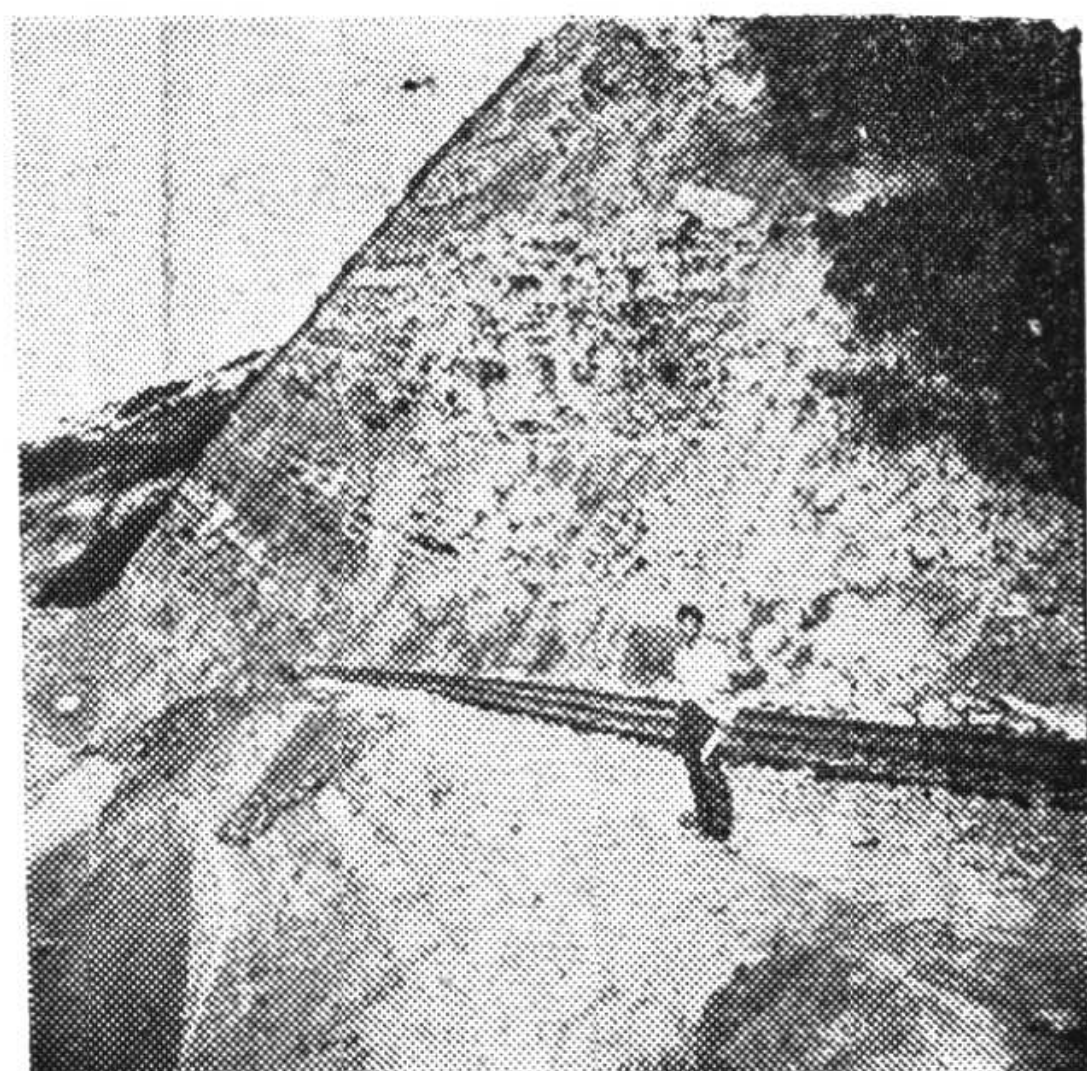
照 3-4 K447V形崩塌



照 3-5 K391+205 岩石順弧形节
理面崩塌



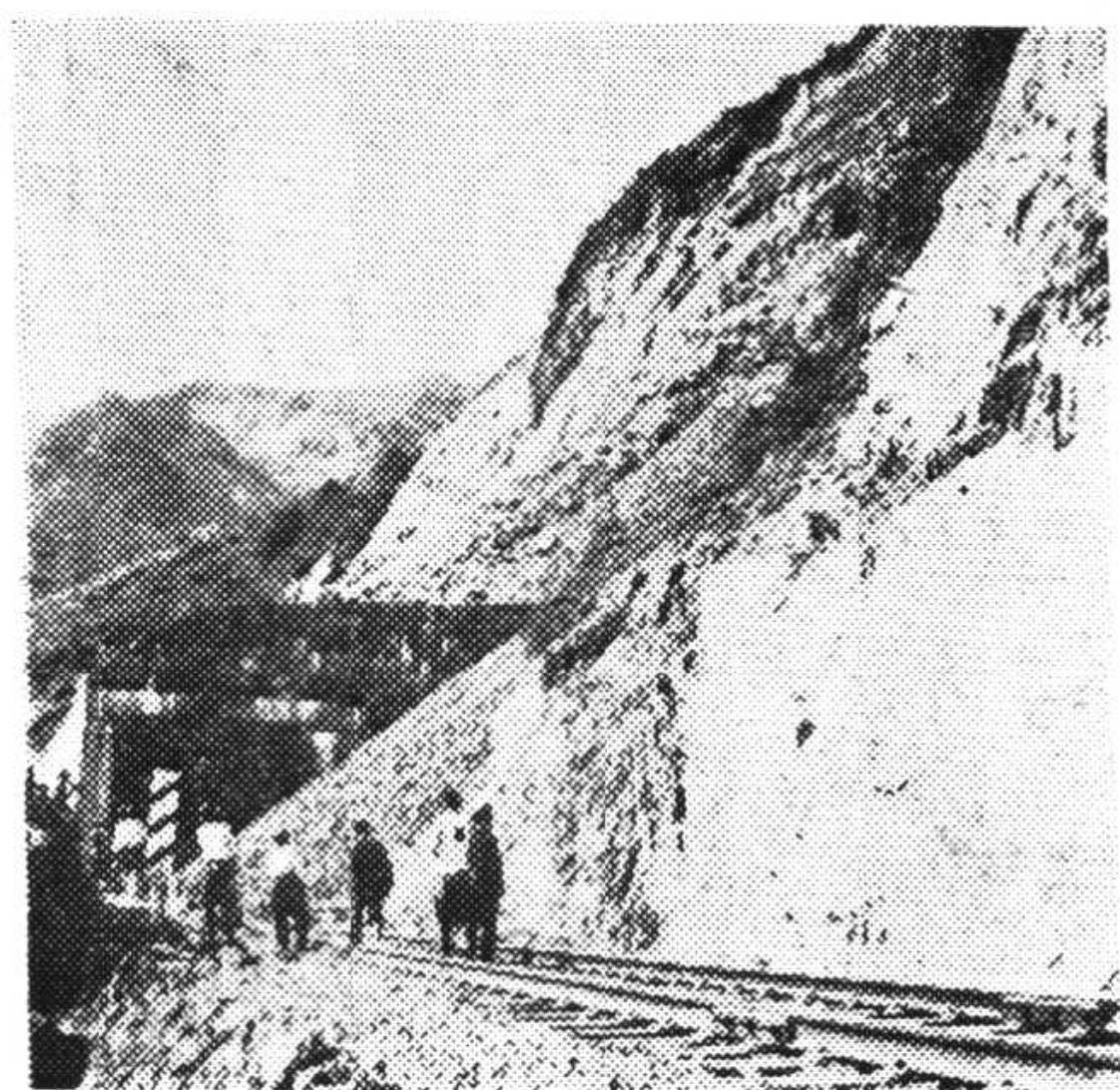
照 3-6 百尺标 484 岩石錯动远景



照 3-7 百尺标1129软硬岩层边坡
(作明响护坡前)



照 3-8 王家沱車站北端
大爆破后的危石



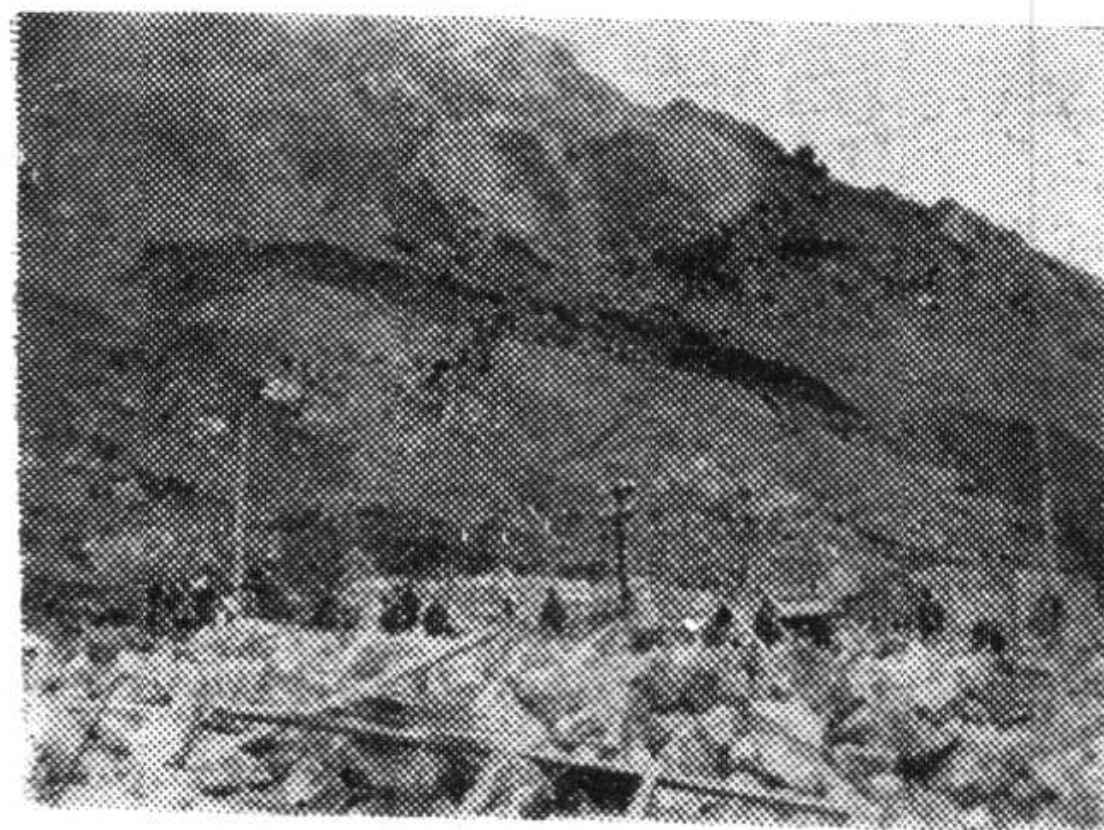
照 3-9 大灘棚洞北口 1957 年
3 月崩塌情况



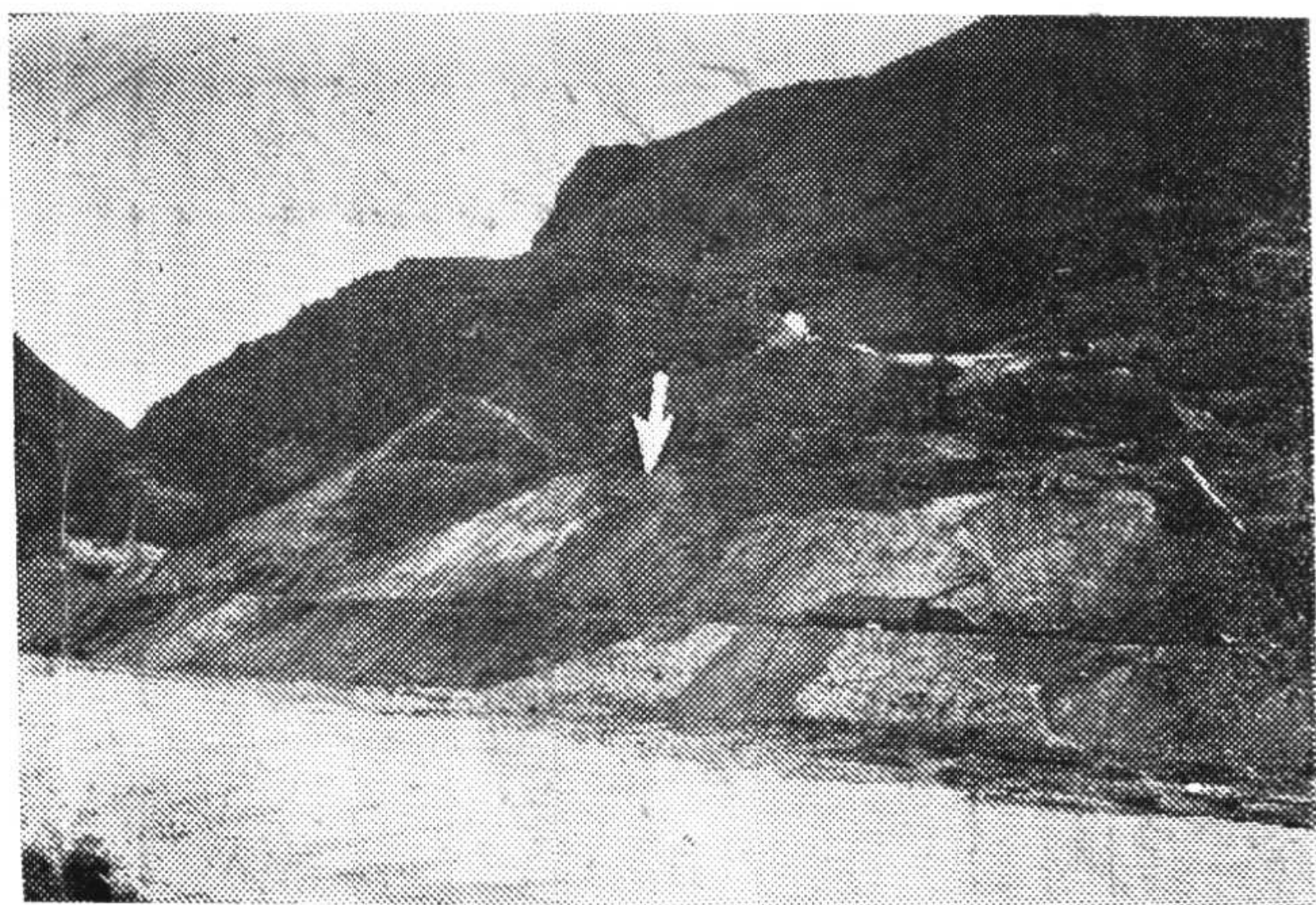
照 3-10 大灘棚洞上山坡陡
峻形势



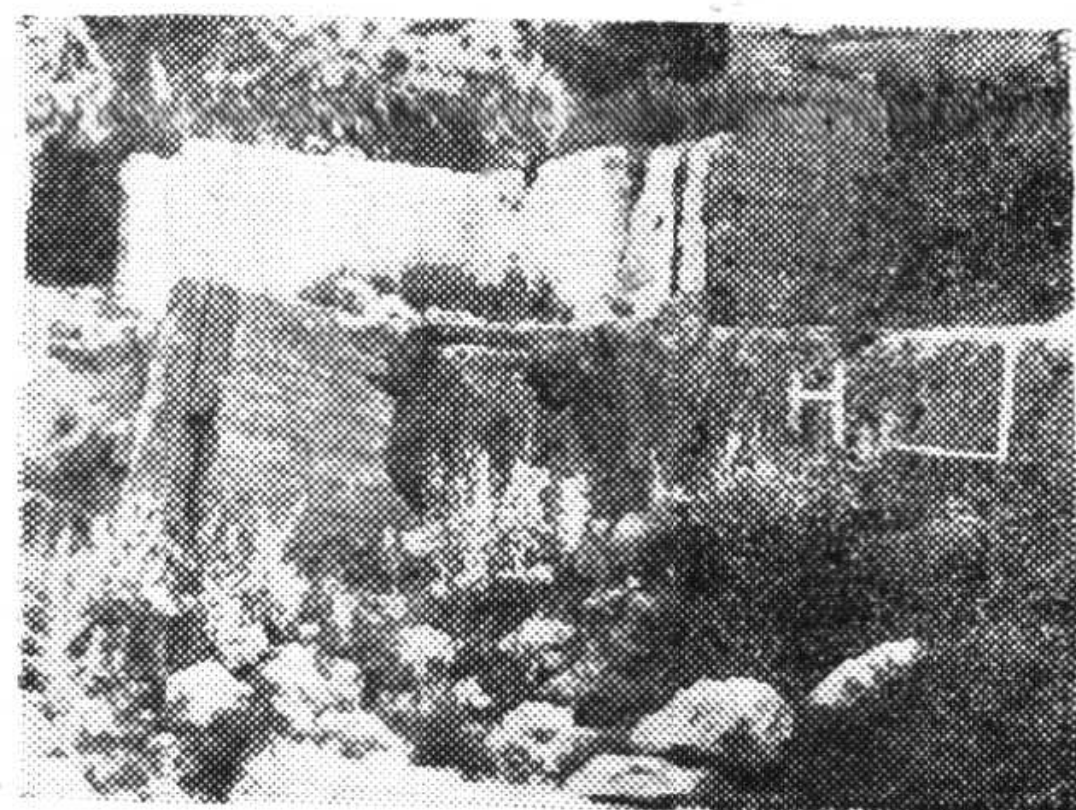
照 4-1 談家庄滑坡区



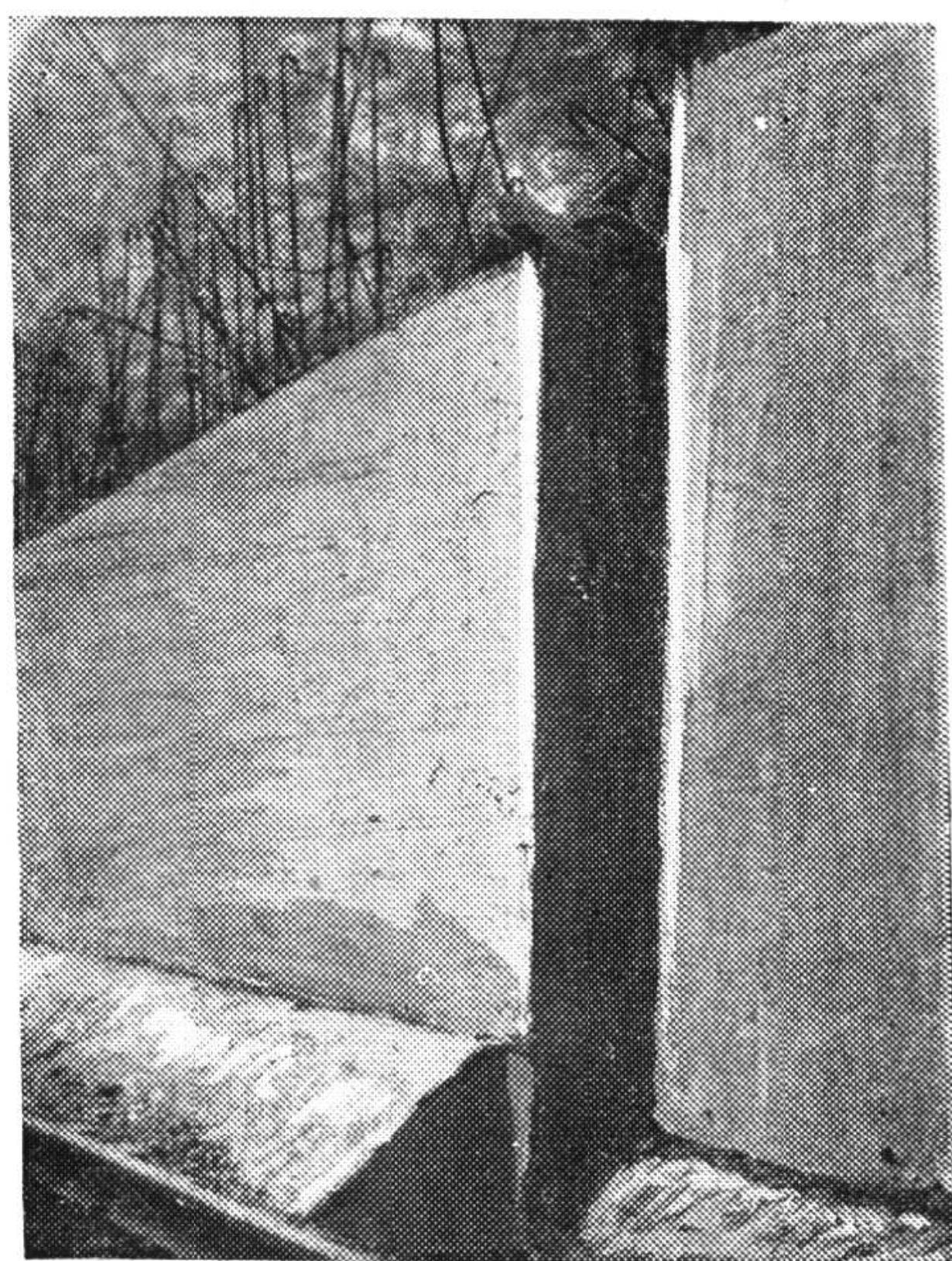
照 4-2 白水江 2 号滑坡 1957 年
2 月 26 日滑动情况



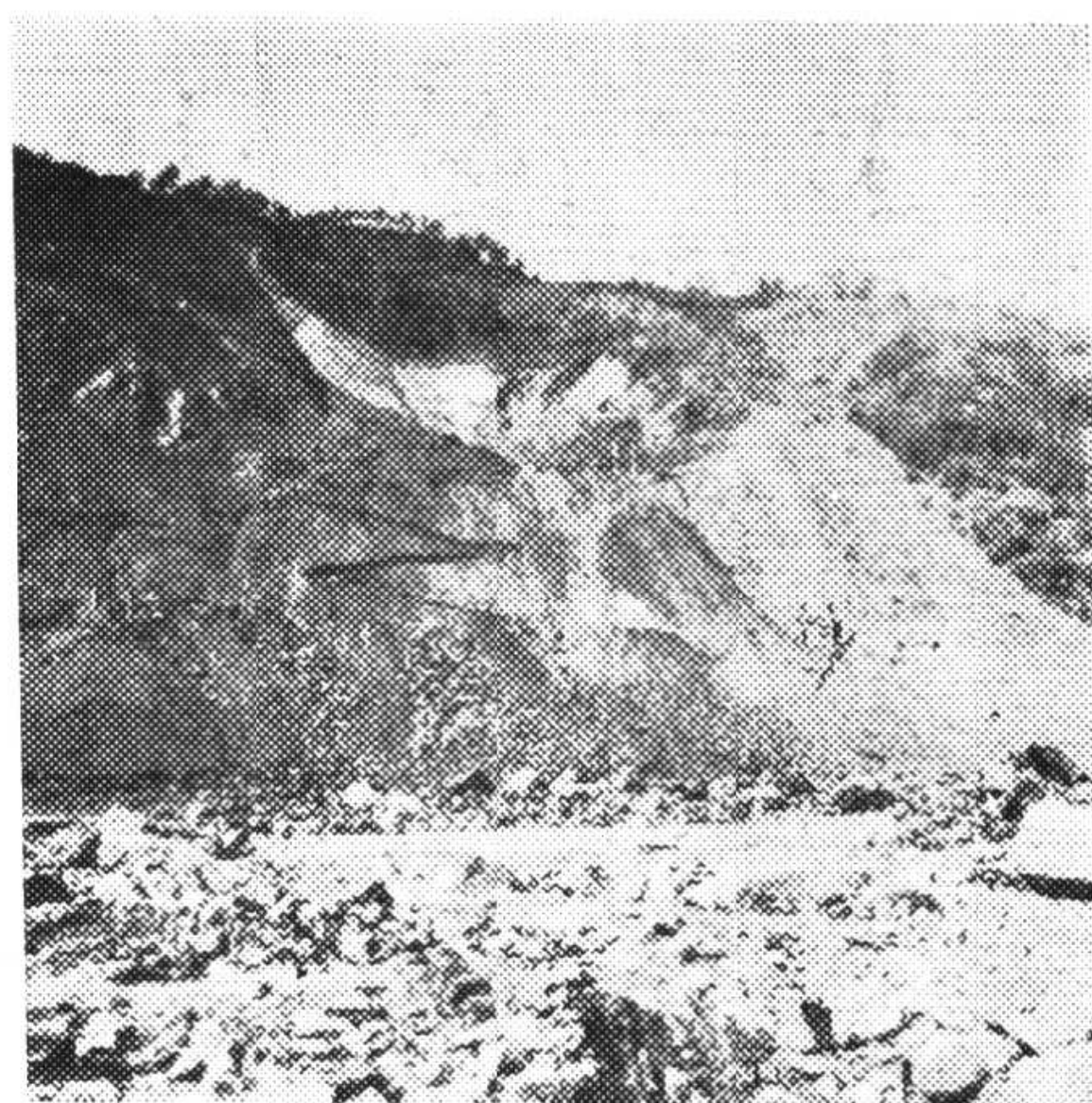
照 4-3 云峻山滑坡全貌



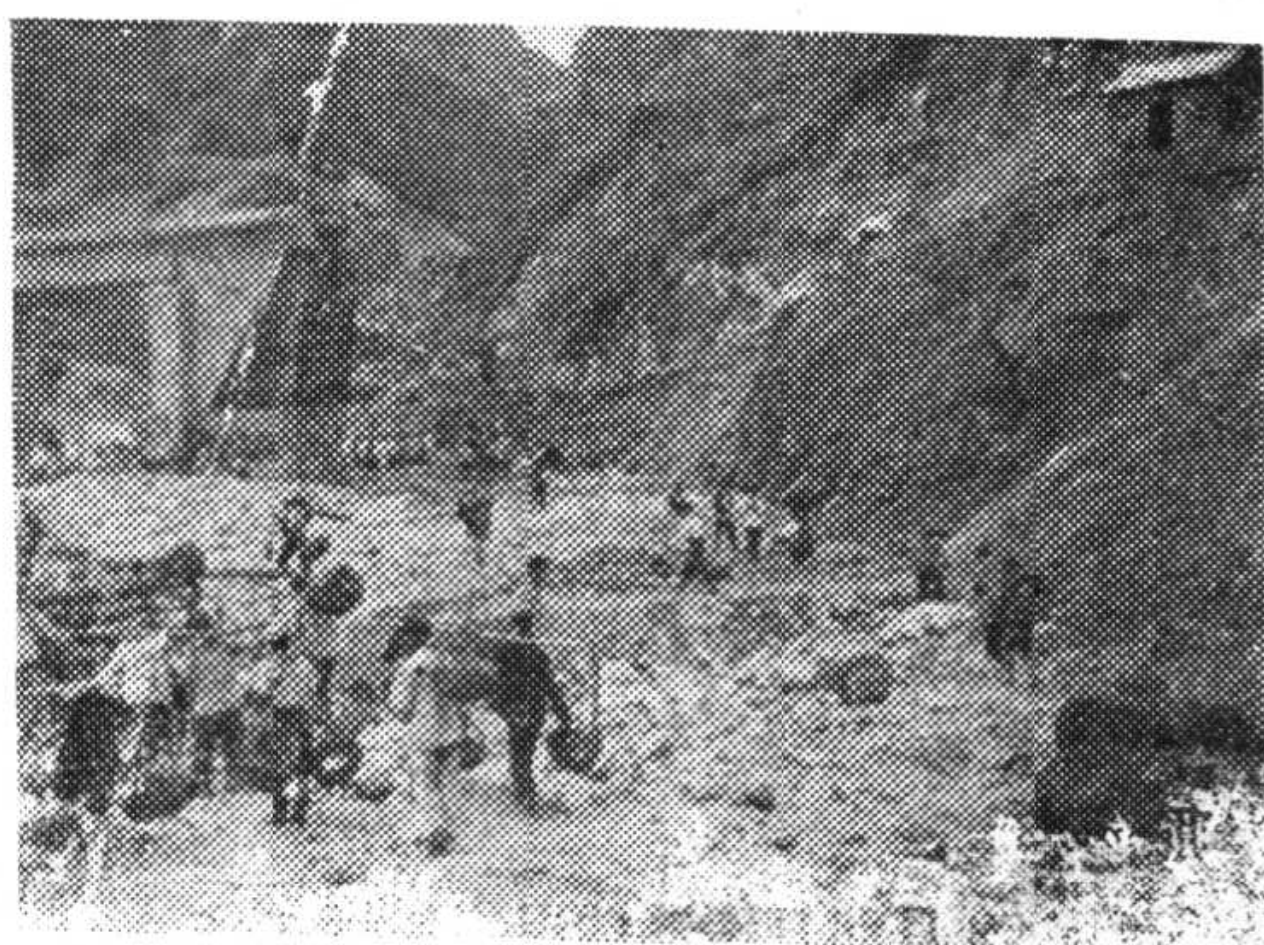
照 4-4 云峻山滑坡断壁
(II处墙断上座)



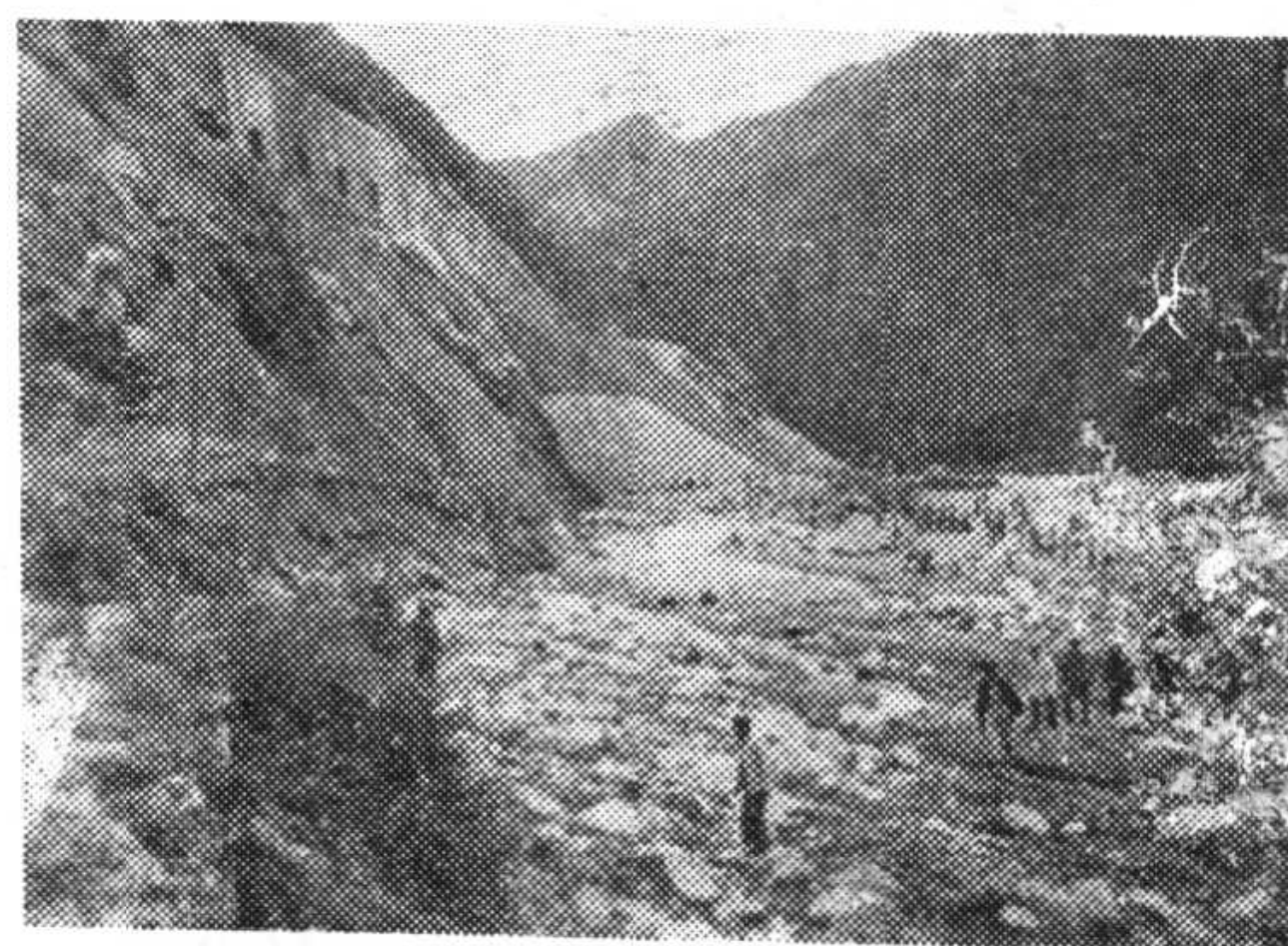
照 4-5 高家坪滑坡挤动明洞内墙及仰拱情况



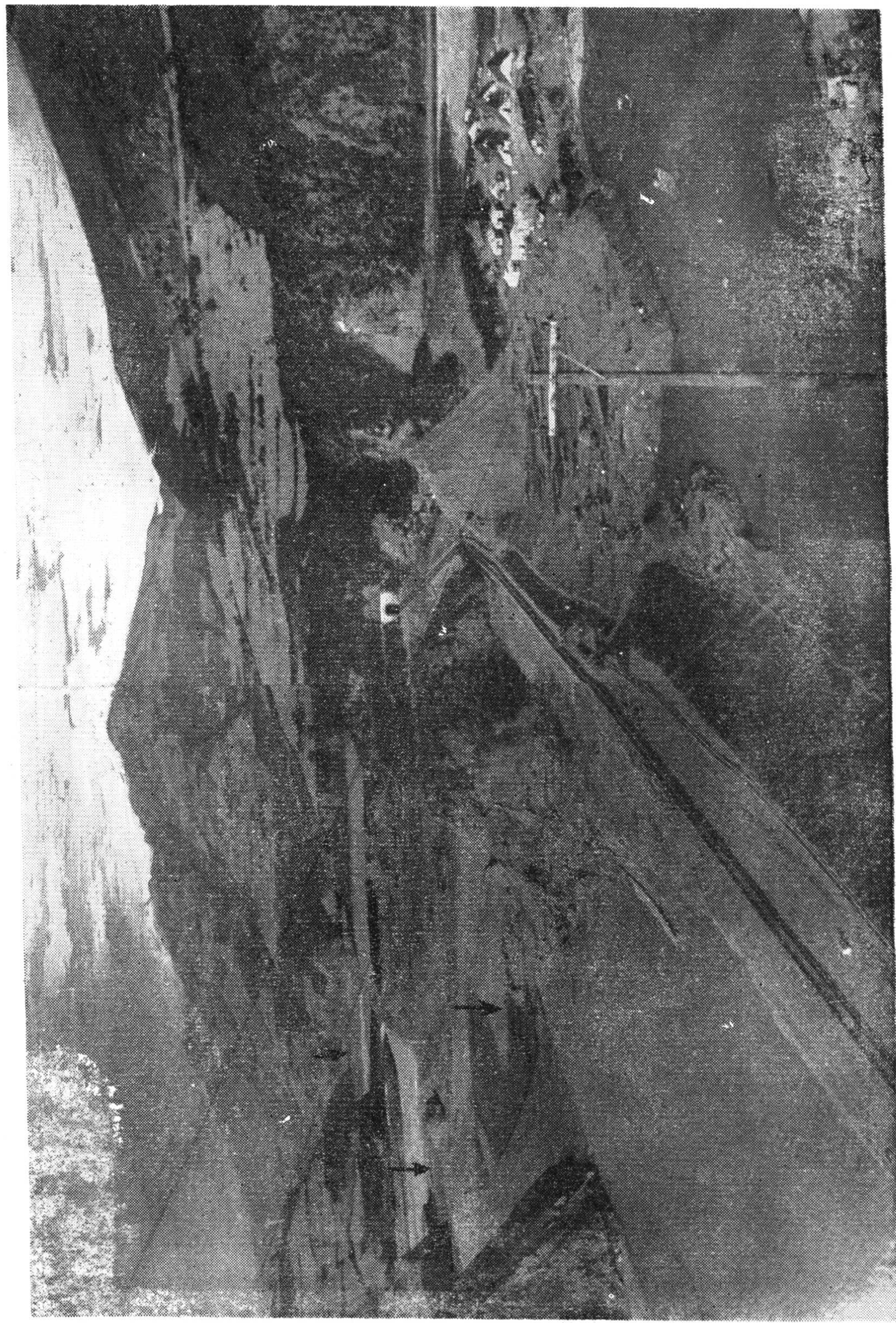
照 4-6 杜家坝崩塌性滑坡全貌



照 5-1 百尺标208 高家坪滑坡冲毁路基
路基1956年被洪水冲失情况



照 5-2 百尺标186 右方洪水冲毁公路危
及明洞下山坡



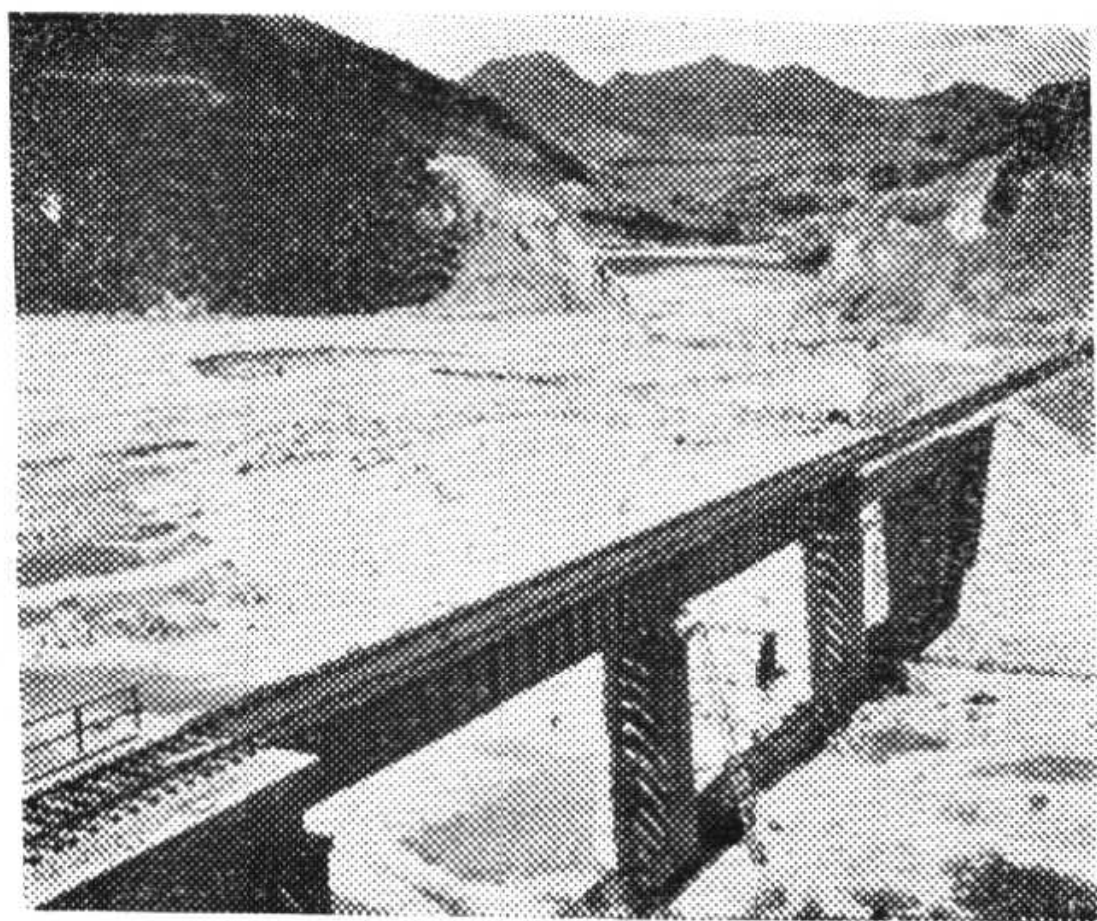
照 5-3 山李家河站上豎改江第一、二、三缺口



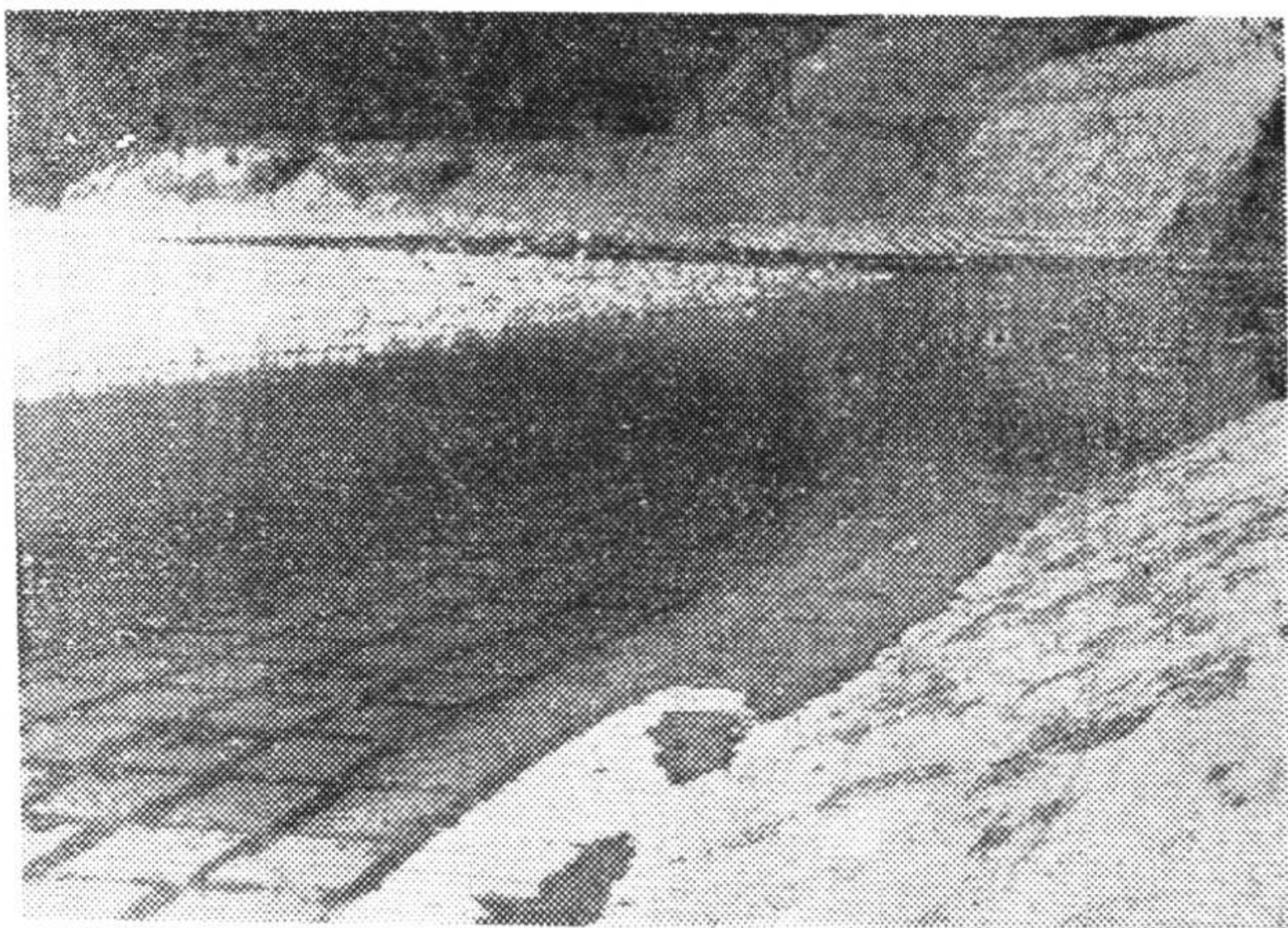
照 5-1 百尺标901~909長順堤



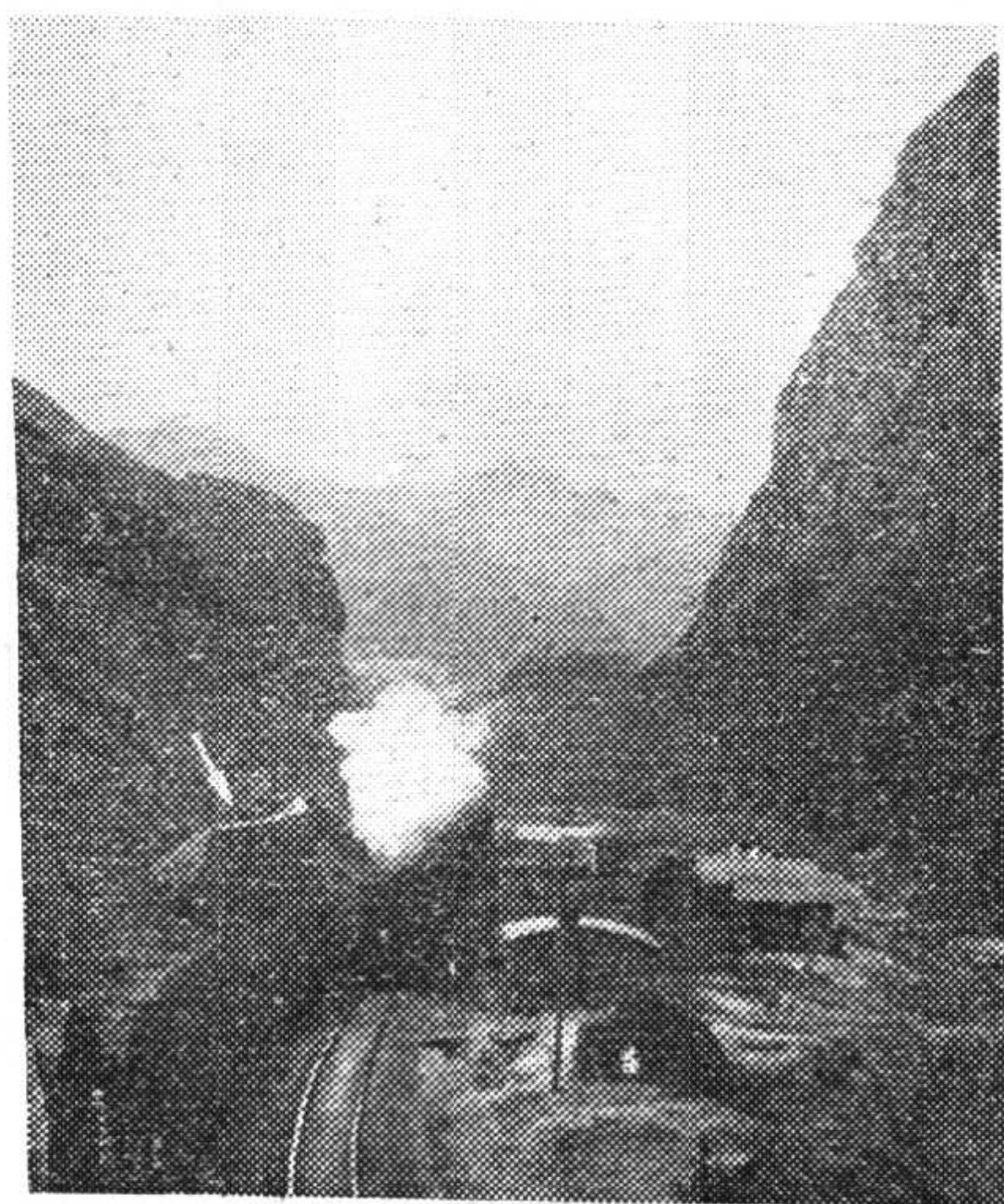
照 5-5 百尺标 892~899 改河
后新河槽情况



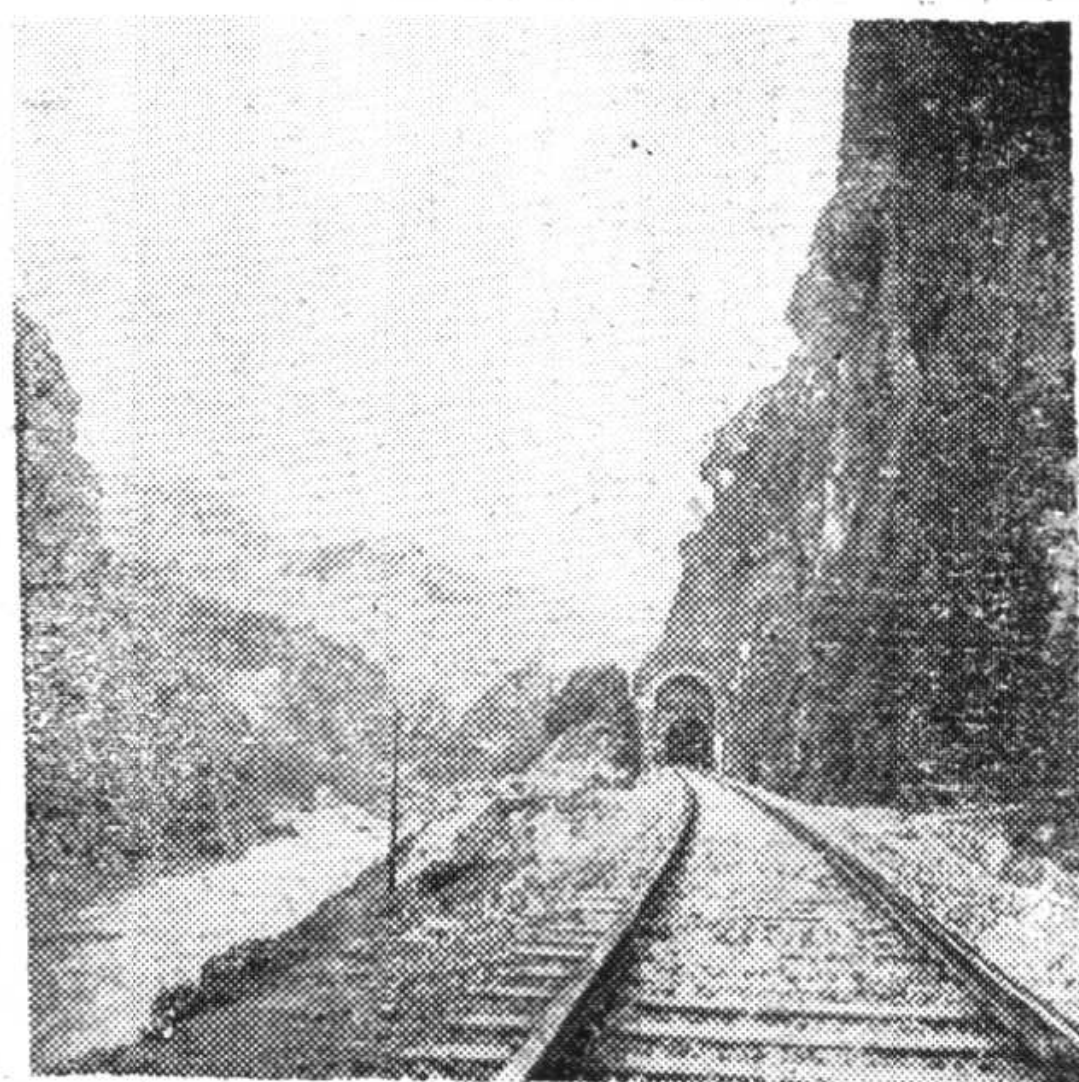
照 5-6 由三渡水桥头上望改江
第一缺口



照 5-7 鋼筋混凝土块沉排



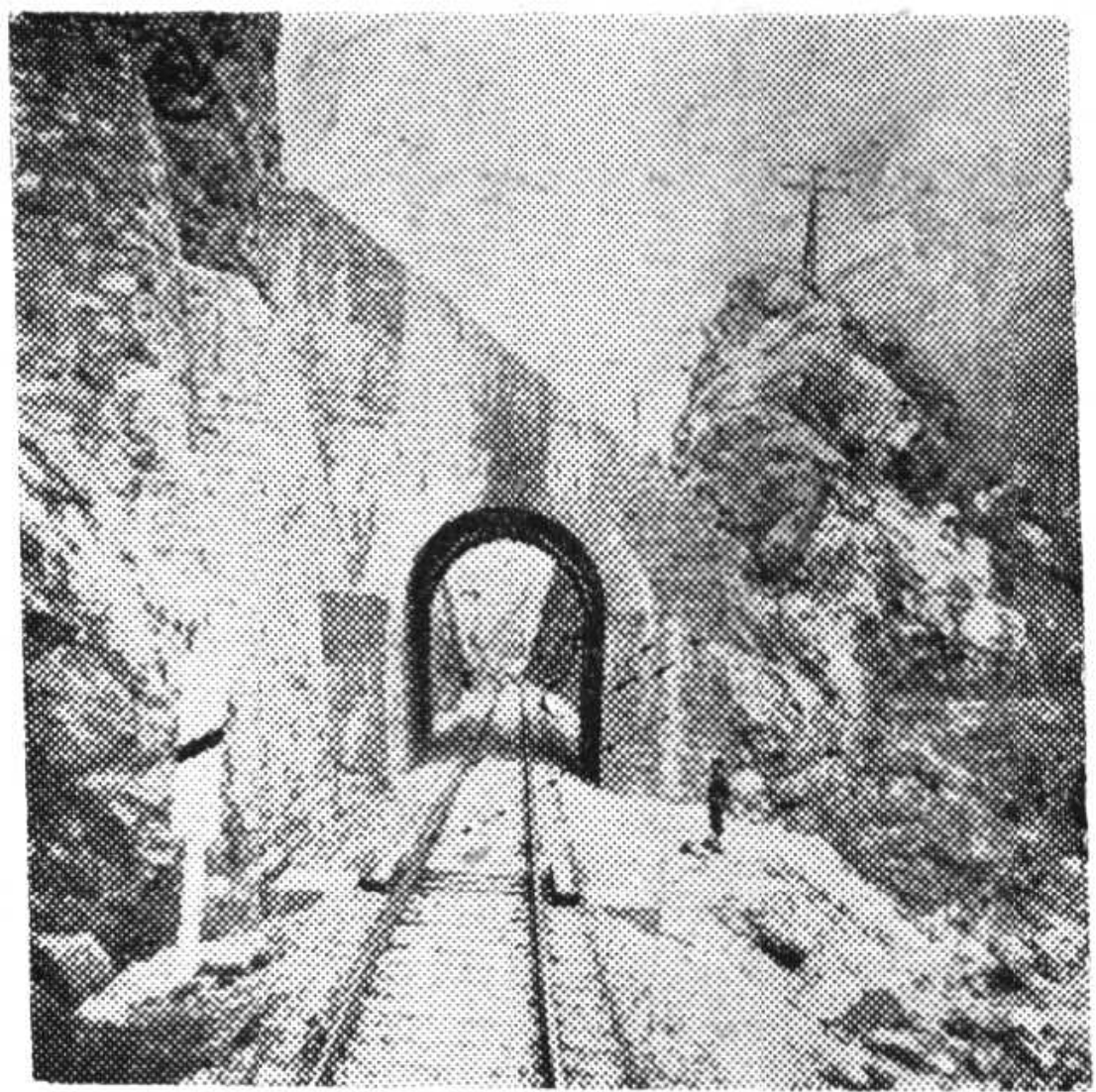
照 6-1 西坡車站內御土牆上加擋石牆



照 6-2 K391+012~K391+035
明洞式支牆远望



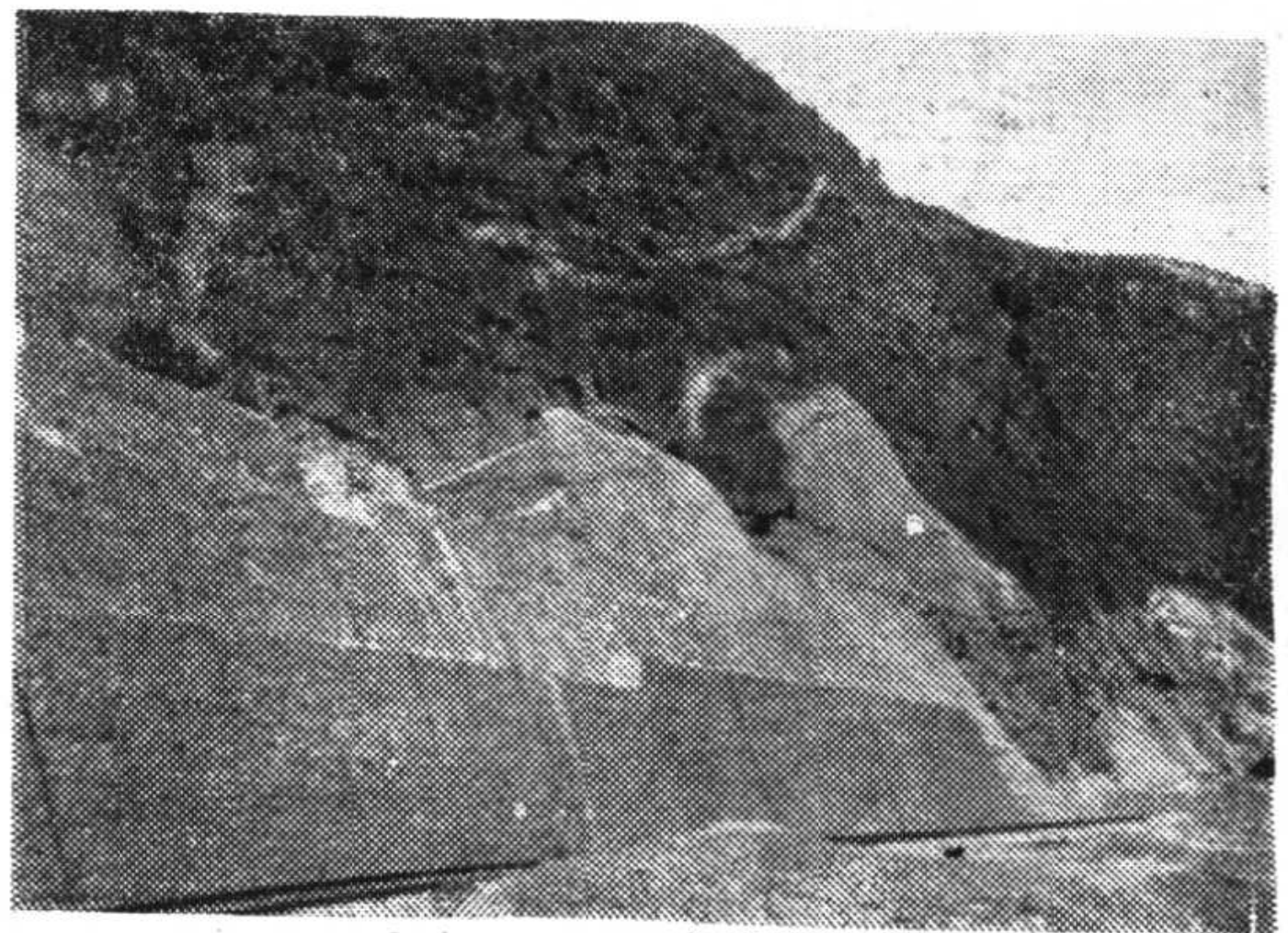
照 6-3 K391+012~K391+035
明洞式支墙近景



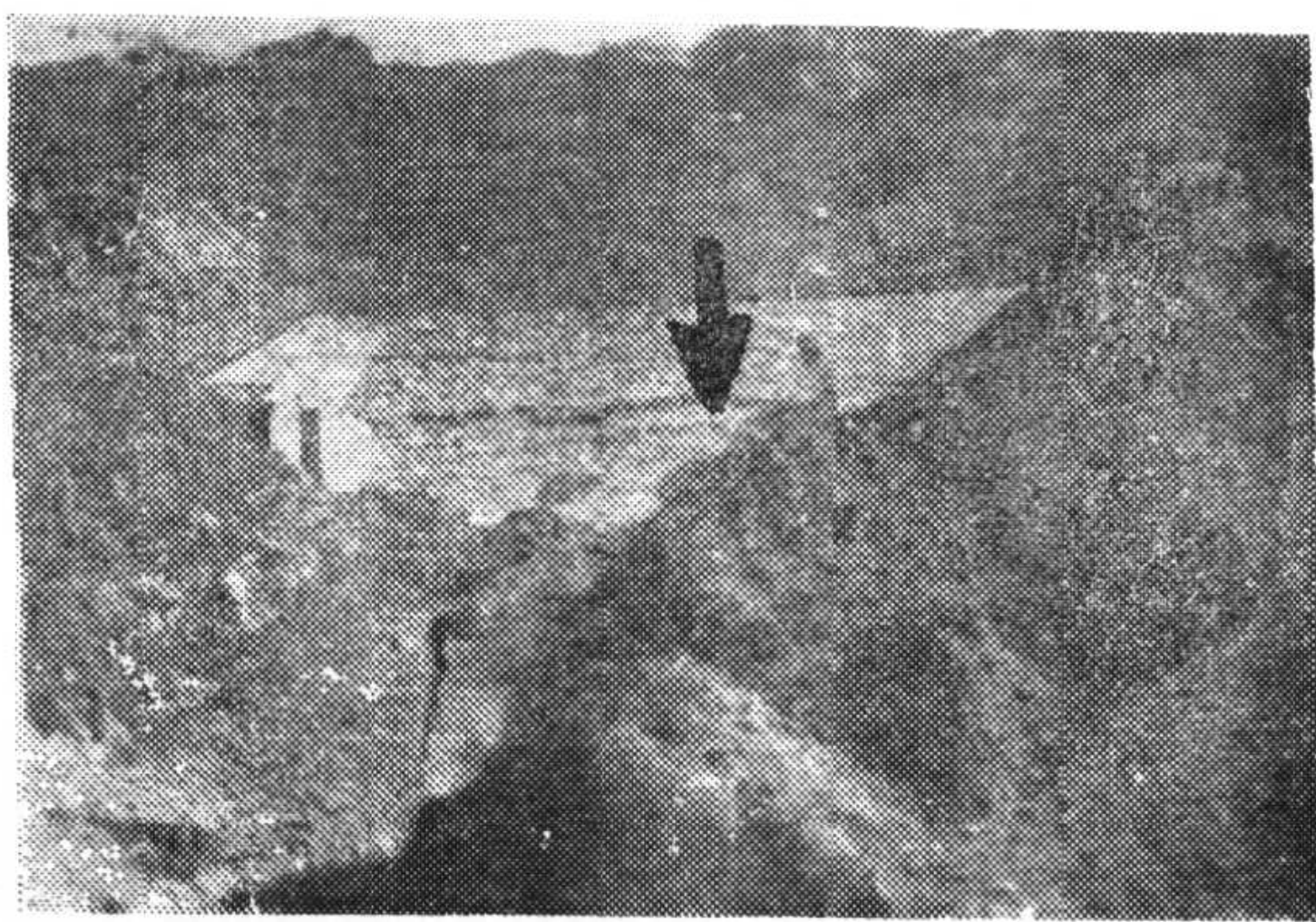
照 6-4 K391+205~K391+250
明洞式支墙



照 6-5 在边坡上进行挖补



照 6-6 百尺标981附近御土墙上加护墙、护坡



照 6-7 百尺标 257 高填路堤墙变形情况
(下部御土墙外填土在进行中)



照 6-8 边坡渗沟施工

目 录

一、沿綫地質概況及不良地質現象类型的划分·····	1
(一)区域自然地理·····	1
(二)沿綫各段工程地質特征及不良地質物理現象一般情况·····	4
(三)不良地質現象主要类型的划分·····	12
(四)不良地質現象的分析·····	16
二、設計与施工概況 ·····	17
(一)設計概況·····	17
(二)施工概況·····	19
三、坍方与崩塌·····	21
(一)勘测設計阶段的一般規定·····	21
(二)施工过程中坍方、崩塌工点的出現·····	24
(三)坍方工点的整治·····	24
(四)崩塌工点的整治·····	30
(五)墜石和剝落工点的整治·····	43
(六)整治坍方、崩塌中的主要体会·····	56
(七)典型工点举例·····	58
四、滑坡 ·····	74
(一)概述·····	74
(二)勘测設計阶段防止滑坡的原則·····	75
(三)施工中处理滑坡的主要原則及措施·····	75
(四)几个重大滑坡工点的整治·····	81
(五)整治滑坡的体会·····	112
五、江河防护、导流及改河 ·····	114
(一)勘测設計阶段要了解有关河流的三大項目·····	114
(二)防止路基被冲刷的措施·····	118
(三)各段的防护工程及在工作中的体会·····	119
(四)結語·····	141
六、路基特殊建筑物 ·····	142
(一)支撐建筑物·····	143
(二)欄挡建筑物·····	157

(三)边坡加固建筑物.....	161
(四)特別路堤.....	166
(五)江河防护建筑物.....	173
(六)排水建筑物.....	177
(七)几点体会.....	187
七、結束語	188
(一)胜利完成路基工程的基本因素.....	188
(二)工作中的体会.....	189
(三)几个問題.....	196

附录:

1. 宝成铁路坍方滑坡研究組第二次會議对于沿綫主要路基病害的分类及 其特征解說.....	200
2. 坍方崩塌工点表.....	202
3. 滑坡工点表.....	231
4. 改河导流及防护工程地段表.....	240

一、沿綫地質概況及不良地質現象类型的划分

全国解放以前，我国铁路大部修建在地質条件比較简单的地区；铁路建设者对于工程地質的重要性及地質勘测工作是陌生的。全国解放以后，随着祖国大规模经济建设的发展，开始在西北、西南等地形、地質复杂的地区修建新綫，才認識到地質条件在铁路工程中的重要性，特别是在地質复杂地区。宝雞成都铁路的地質条件就是极为复杂的。由于学习了苏联关于这方面的基本理論及系統的勘测規程，貫徹了在建設中学会建設的方針，地質勘测力量终于發展壯大，提出了必需的工程地質与水文地質資料，特别是后期整治不良地質現象的資料。但因工作的先后不同、技术人員的技术水平不同，还存在着不少缺点或漏洞，有待进一步改进和提高。

茲就全綫工程地質一般情况及重大坍方、滑坡等不良地質現象，予以簡略的叙述和分析。至于对每一类型的不良地質現象的造成原因，分析及处理等待以后各有关章节內叙述。

本总结內所叙述和統計資料是截至 1957 年底止，只有个别工点述及 1958 年情况；所指里程是定測施工里程，宝雞略陽間以百尺标計算，由北向南，成都略陽間以公里計算，由南向北，其中都有断距。

(一)区域自然地理

1. 山脉水系

宝雞成都間横亘着兩道东西向延展的大山脉。北自宝雞南达陽平关附近为著名的秦嶺，南北寬达 200 余公里，自古即为川陝交通的障碍。从地質意义上說，又可按隴南盆地划分为南北秦嶺，北秦嶺的主脉距宝雞直綫距离約 25 公里拔海 1,500 多公尺，是我国黄河、長江兩大水系的分水嶺。陽平关广元間屬大巴山及龍門山系。广元至馬角坝为四川紅色盆地边缘山区及丘陵地带，再往南即漸进入冲积台地及冲积平原区。北秦嶺主要为前寒武紀之花崗岩片麻岩系（或称秦嶺系）以及古生代之变質岩系等所構成；南秦嶺主要为泥盆紀、石炭紀、及二叠紀之石灰岩、板岩、千枚岩等低級变質岩系所構成。大巴山及龍門山区主要为石炭紀至侏罗紀各种沉积岩所構成，寒武紀至志留紀变質片岩亦多出露，在大灘附近且有花崗岩侵入。

秦嶺北坡的河流皆流入黄河的大支流渭河，宝雞附近的清姜河为嶺北較大的河流，河谷系沿古代陷落的地塹發育而成，縱坡大、水流急、河谷狹窄、兩岸陡峻（照 1-1）。南坡的嘉陵江为区内最大主要河流，流向大致为由北向南，河床绝对标高自秦嶺南坡至 1393 公尺至略陽之 647 公尺，再至广元之 472 公尺。兩岸分水嶺与

河床相对高度为200~600公尺。自秦嶺至双石舖河谷比較寬坦，河流台地較發育。双石舖以南經略陽至須家河兩岸山勢陡峻多峽谷，如灵官峽、聶家灣、窄峽子、吳王城、灵岩寺、八庙溝、清風峽、明月峽等，河槽窄狹，迂迴曲折，水流湍急，側蝕及下切力均強，屬壯年期河谷(照1-2)。須家河广元間為寬谷，河槽寬闊，縱坡亦緩，水流不似上游湍急。略陽以下通行木船，施工阶段經過疏浚，較小木船可上溯至談家庄。

本区注入嘉陵江之溪流甚多，其中較大者如永宁河、青泥河、西汉水、乐素河、安乐河及白水河等均在嘉陵江右岸，河谷甚陡峻，河床縱坡較大，水量随季节变化甚大。

宝成鐵路即由宝鷄起，过渭河沿清姜河谷盤旋而上，越过秦嶺分水嶺后沿嘉陵江蜿蜒于峻嶺峽谷間，經略陽而达广元。略陽以北为了繞避不良地質区段綫路曾跨越嘉陵江十四次；以南，除在燕子砭附近兩次渡江走左岸外，大部分在嘉陵江右岸。綫路过广元后跨白水河沿其支流清江而上，越会龙場分水嶺而入涪江流域，再轉沱江流域以达成都。全綫縱貫秦嶺、大巴山、龍門山、約80%在崇山峻嶺或峭壁峽谷中。

2. 气 象

沿綫气候以秦嶺划分，大致北段較干寒，往南而逐漸湿熱。宝鷄附近夏季最高溫度約为 40°C ，冬季在山区最低約为 -25°C ，略陽以南最低則約为 -10°C 。北段年总降雨量800~1000公厘，南段則达1250公厘，多集中于六、七、八、九几个月中，雨后常形成江河暴漲，流速湍急，对沿河綫路成为严重威胁。秦嶺北部主要風向为东南風，冬季常为西北風，最大風速可达七級；秦嶺以南冬季为东北風、而夏秋为西南風。冻结深度以秦嶺分水嶺为最深，但亦不超过一公尺，双石舖以南則冬季冰冻时期甚短，积雪量甚小，对工程無影响。

3. 地 震

本区屬構造地震。隴南武都康县一帶为著名地震区，与宝成鐵路中段比較接近。全綫在勘测时均經調查訪問作成紀錄，根据所經過地層岩性及其褶曲錯断的严重程度划分烈度；經中国科学院鑑定，按設計里程有以下七段为七級地震区：

- (1) 百尺标 770~860
- (2) 百尺标 1315~1335
- (3) 百尺标 1380~1420
- (4) 百尺标 1475~1775
- (5) 百尺标 1865~1905
- (6) 百尺标 1980~2015
- (7) 百尺标 2070~2140

其余宝略間各段及略陽广元間均为五至六級地震区，对工程計算一般無影响。

4. 地形地貌

(1) 分水嶺山岳区

秦嶺崇峻，山高谷深，多悬崖絕壁。渭河支流清姜河与嘉陵江之分水嶺高出渭河約达1000公尺，清姜河除下游約十公里範圍內兩岸有近代冲积台地外，自楊家灣以上河谷逐漸狹小，其主要支流如李家河、深沙河等兩側絕壁高达四百余公尺，其他一般支谷均为短而陡的V形山溝，溝口形成冲积扇或冲积錐。分水嶺地区由于花崗岩長期遭受風化作用影响形成平緩起伏的山嶺。劍門山区分水嶺在会龙場附近，是四川盆地邊緣，不似秦嶺陡峻。

(2) 寬谷区

分水嶺以南，嘉陵江河谷頓趋开扩，河流蜿蜒曲折，形成断續的河谷平原，如东河桥、黄牛舖、草凉驛等地河谷寬达500至1000公尺，兩側山嶺高約200~400公尺，山坡一般为 30° ~ 50° ，河曲間的山脊常形成高出河面約150公尺的台地，說明嘉陵江曾形成壯年晚期地形，由于河流再度下切，造成今日之割切河曲。白石舖以南河谷更趋寬坦，高出河床約20公尺左右的冲积黄土台地尤为發达。清江流經頁岩区段，則形成寬谷。

(3) 峽谷地区

双石舖以南嘉陵江进入峽谷地帶，河谷大致成东北西南方向，如前所述，灵官峽、窄峽子等处均为陡峭的峽谷，兩岸絕壁、猿猴难攀；其余大部山坡坡度均在 40° ~ 50° 之間，仅局部地段有比較平緩的山坡或狹窄的阶地；嘉陵江水流急湍，河道曲折，形成很多割切河曲。清江流經石灰岩，石英砂岩，或橫穿背斜軸部而过的部位，則形成峽谷。鉄路路綫基本上是沿江岸山坡通过，沿綫地形大致可分为：

①谷坡：(a)陡崖——多为峽谷，坡面基岩裸露，多坚硬岩石，其中岩層軟弱地帶多侵蝕成次生溝谷。(b)陡坡——表層有不厚的表土复盖，基岩为易風化的板岩、千枚岩、泥質頁岩等，風化成細压碎帶至塊石帶、坡面部分地方辟为耕地。(c)緩坡——表層系堆积層，坡积層、或殘积層，坡面多为耕地；基岩以沙質頁岩、千枚岩、片岩等为主，風化較甚。

②阶地：(a)侵蝕阶地——高出当地河水面30到80公尺，台面寬窄不一，微傾向河谷，多不完整。坡面常有坡积層复盖，多为耕地。主要分佈于陽平关至袁家坪間。(b)冲积阶地——高出当地河水面上达30公尺，台面微傾向河谷表層，系粘类土壤夾礫石和沙。分布在略陽及广元附近和陽平关燕子砭間尚完整。

③谷底，屬河漫灘区，高出当地水面1~5公尺，分布于嘉陵江及其支流的沿岸或河床中，略陽以南較多，以北甚少。

(4) 平原地区

綿陽成都間屬四川盆地冲积平原，間有起伏。这一段地質对路基無大危害。