

宝鷄附近的两个滑坡现象

葉政祥 藍朝玉 顧明哲

前言

在工程地质工作中,滑坡是重要的物理地质现象之一。“滑坡”是岩石(包括土体)由于重力作用,而沿着山坡向下滑行的一种现象。这种现象的发生,大半与地表水及地下水的的作用有关。滑坡不是突然发生的,而是经过很长的过程。有关滑坡的基本原理、滑坡调查方法和研究滑坡对国民经济的重要性,在许多苏联译本和“地质知识”1956年第4期陈梦熊工程师“滑坡的基本原理与滑坡类型”中已有专题介绍,不再论述,兹叙述渭河北岸的二个滑坡现象。

此二个滑坡体均发生于渭河盆地北岸的三四级阶地间,其地理位置在陇海铁路沿线的卧佛寺与斗鸡台两车站之间,离宝鸡车站东仅5—10公里(图1)。按滑坡发生的时间和形态,分为卧佛寺现代滑坡和斗鸡台古滑坡来叙述。由于此二类滑坡所处的地形地貌和地质条件都很类似,故首先综述宝鸡附近的地质概况,再分

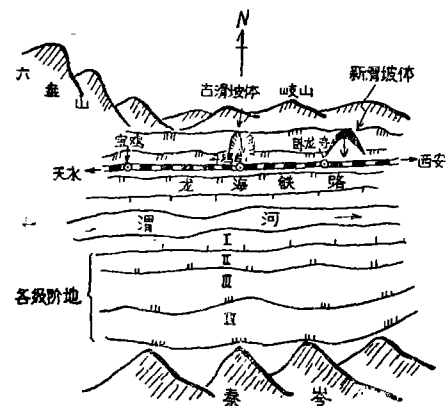


图 1. 滑坡地点平面示意图

述滑坡现象。

一、宝鸡市附近的地质概况

1. 宝鸡地区的地质构造

宝鸡地区正处于渭河地堑的西半部,属于鄂尔多斯地台南缘的下沉地带(见图1)。

2. 宝鸡地区的地形地貌特征

宝鸡附近河漫滩宽20—120公尺,河谷宽2—3公里。河水混浊,含泥沙量较重。

宝鸡一

带渭河冲积

阶地发育良

好,渭河两

侧由下而上

共有四级阶

地(照片

1),均成

纵向分布。

附近河谷没

有湾,但两

岸阶地;仍

有不对称现

象,北岸陡

而南岸缓,说明渭水有摆荡冲刷作用。上述二个滑坡

体正位于渭河冲刷之河湾处。按地貌单元简述于后

(见图1):

(1)河漫滩:常遭洪水淹没,但部分沙滩成带状出露。河水面在宝鸡附近标高为570公尺,组成物为砂卵石层,左岸颗粒较细而右岸则较粗(推断距秦

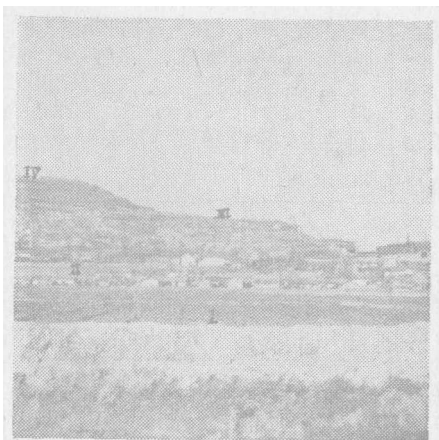
岭近有关)。

(2)一级阶地:标高571—575公尺,高出河水面1—4公尺,平均宽800—1000公尺,阶地面宽阔,组成物有中细砂、砾石、粘质砂土及砂质粘土等。表面有人工水沟,阶地均连续分布,阶面微向渭河倾斜。

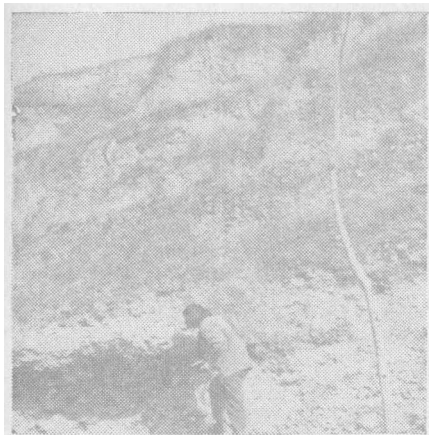
(3)二级阶地:标高582—590公尺,高出河水面12—20公尺,阶面较宽约为100—900公尺左右。组成物为黄土质砂质粘土及砂砾石,表面平坦。

(4)三级阶地:标高640—670公尺,高出河水面约70—100公尺,阶面宽250—400公尺。组成物有黄土和砂砾石层(照片2),底部为新第三纪红土。阶地保存不甚完整,阶地上有耕地和部分住宅区,天然保护层不好(斗鸡台车站北侧小部分地区除外),冲沟比较发育。所谈的二个滑坡体,就是这级阶地下滑的结果。

(5)四级阶地:附近标高为768公尺,高出河水面



照片 1. 宝鸡车站附近发育完好的渭河阶地



照片 2. 距臥龍寺車站西側3公里處，
所見之三級階地砂礫石層

面 198 公尺左右。組成物與三級階地相似，階面寬2公里，坡面多開闢為耕地，已破壞成階梯狀(照片3)。本級階地自西至東延續保存完好(照片11)，其以上之黃

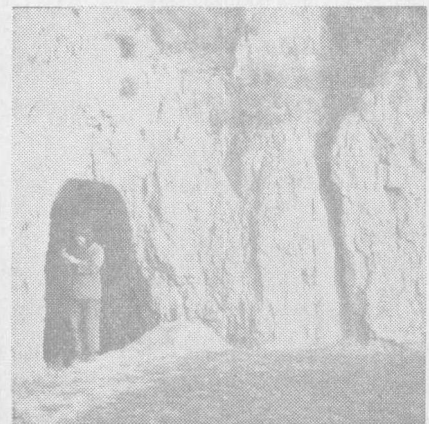
土柱狀節理(照片4)及大小沖溝均較發育(照片5)。

此外，較顯著的物理地質現象有：新(古)滑坡、崩坍和沖溝現象等，普遍發育于三四級階地之間或階地的邊緣(其現象將在下面專節描述)。

3. 寶雞地區的水文地質條件



照片 3. 四級階地梯面及沖溝現象



照片 4. 黃土層中的柱狀節理和人工窖洞

本區地質均為較厚之第四紀松散岩層所復蓋，較老之岩層，僅見一些新第三紀紅土的零星露頭，形成不同深度與厚度的帶狀分布的含水層。按地貌單元簡述如下：

(1) 河漫灘及現代河道：渭河自西向東流經本區，附近河水面寬僅 500 公尺左右，但水深不大，故一般不能通航。由砂

礫石層組成的河灘，平常蘊蓄有潛水，洪水期常遭淹沒。寶雞東側支流有金陵河和干陽河，流向由北向南。根據渭河太寶站 1934—1953 年水文資料：最低水位為

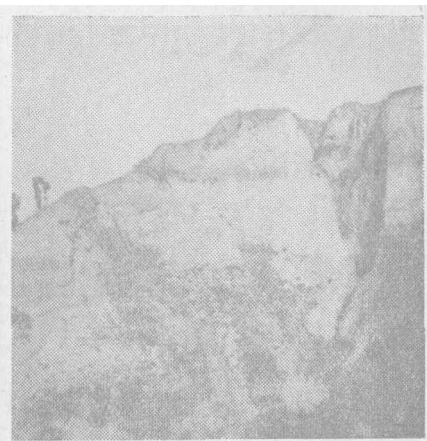
604.1—605.41 公尺之間(其中 1934 年最低)，最高水位為 606.26 公尺(以 1947 年為最大)，據訪問 1954 年洪水均大於歷年(無實際資料)。渭河平均流量在 $12.91—27.71 \times 10^8$ 公尺之間，以 1953 年流量為最大。

(2) 一級階地：階面平坦廣闊，潛水面一般為 0.4—1.0 公尺，含水層為砂卵石、礫石及砂層，水源補給來自渭河和二級階地，故水量很豐富。因常水位在標高 560—580 公尺之間，所以一、二級階地間的地下水有密切的水力聯繫。

(3) 二級階地：含水層呈帶狀分布并向渭河傾斜，地下水流向大致成東南。階地腹部地下水埋藏深度約為 8—12 公尺，前緣則為 1.5—3.0 公尺，根據鑽孔資料(孔深僅 200 公尺)，3 公尺以上的含水層有 5—7 層，其中并有透鏡體存在，以地面下第一含水層較為重要。地下水蘊藏豐富，最大湧水量達 8 公升/秒。含水層以砂卵石、礫石和粗中細砂為主，地下水補給來源主要是渭河水，二、三級階地底部的水力聯繫沒有鑽探資料証實。

(4) 三級階地：本區因沖溝和滑坡現象發育的關係，致岩層較紊亂，上中部一般可見黃土質砂粘土，并有層次不規則砂層或砂卵石層尖滅體，階地發育不良，多被切割破壞，故沒有普遍發育的含水層，只有局部分布的含水層成為四級階地含水層出水的通路(照片 6)。在張家村所見泉水最大湧水量達 7 升/秒，湧水量達 1 升/秒以上的尚有數處，一般均供居民飲用。主要含水層為砂卵石層，隔水層為紅色含石灰質結核的紅粘土。地下水補給來源為四級階地潛水層。

(5) 四級階地：階地下部有着豐富的地下水，埋藏深度在 90—100 公尺之間，含水層以砂卵石和礫

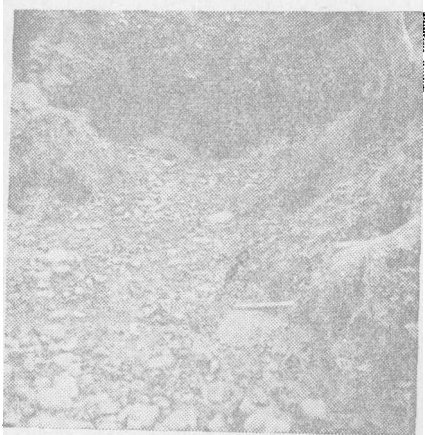


照片 5. 四級階地中的黃土層及沿柱狀節理發育的沖溝現象



照片 6. 龍泉溝三級階地底礫岩含水情况

620—625 公尺之間出露，隔水層為新第三紀紅土（照片 7）。整個階地有五層含水層，中間是沉積成層的砂卵石層與粉細砂互層，但無泉水出露。階地前緣中部打井至砂卵石層即見潛水，沖溝切割處則成泉水溢出，從金陵河至汧陽河間如臥龍寺、關帝廟西溝、南家岩、寶鷄金觀台等處都有大量的地下水出露。本區潛水多被利用為居民飲用的水源。



照片 7. 關帝廟西溝四級階地第一含水層泉水及新第三紀紅土露頭

石層。在十里鋪張家村北四級階地剖面上可見二層含水層出露，其間被厚約 4—5 公尺的重砂質粘土所隔離，泉水標高在 647—652 公尺之間，第二含水層則在

水質分析結果：本區地下水屬於低礦化水，陰離子總數在 10—15 毫克當量/升，屬重碳酸鈣鹽水及重碳酸鈣鈉鹽水。用庫爾洛夫公式表示為：

$$M0.7 \frac{HCO_3^3 \cdot SO_4^4 \cdot Cl^1}{Ca_{50} Mg_{19} Na_{29}}。pH 值一般為 7.0—$$

8.0，而大部分都在 7.1—7.3 之間，故應屬微鹼性。總硬度（德度）：大部分為 8—16.8 度，僅少數大於此數，因此應為弱硬水。氯離子：大部分都在 50 毫克當量/升以下。碳酸根離子：大部分為 50—100 毫克/升。高铁離子和低鐵離子絕大部分小於 0.1 毫克/升。依水質變化情況，一般均適于作飲用水。綜上所述，斗鷄台和臥龍寺之間的水文地質條件極為相似，從而證明臥龍寺與斗鷄台大規模土體塌滑與土壤之主要原

因，實與水文地質條件的變遷有關。

二、臥龍寺滑坡現象

1. 滑坡前后的經過

在 1928 年 7 月間經暴雨後，四級台地前緣部分，原劉家台村以北（現該村已為滑坡所塌毀），產生寬約 5 公分，長約十多公尺，呈東西向的弧形裂縫若干條。以後老鄉于窖洞土灶生火時，裂縫中即冒出青烟，有時暴雨後沿裂縫流入的雨水也由灶中溢出，可見這些裂縫已是後來坍塌的預兆，且為地表水的流入創造了條件。

至 1955 年 8 月 18 日晨，大雨後，裂縫逐漸擴大，最初較緩，故居民尚可逃脫，後來坍塌愈來愈快，終于同日 8 時 30 分全部滑下。其以上之房屋田莊全部毀壞，樹木亦歪斜成“醉林”狀（照片 8），原通過二級階地的舊隴海鐵路綫，也被滑坡體前緣的上推力所撬起，滑動的全部時間歷一小時之久。

2. 滑坡現象描述

滑動斜坡自原四級台地與三級台地接觸處發生，四級台地上部黃土層約 38 公尺亦參加了滑落（照片 8）。滑動山坡地質斷面，由上而下可見下列岩層：

（1）黃土層，厚約 100 公尺；

（2）卵石類礫石和砂（部分為石灰質輕微膠結），厚約 10 公尺；

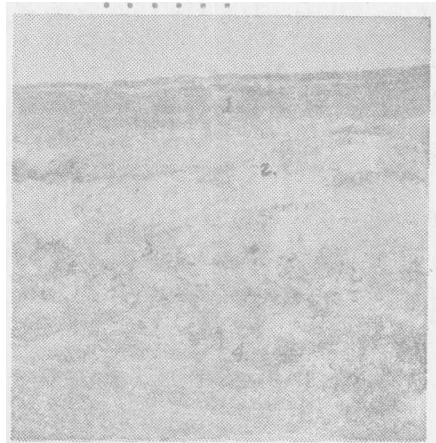
（3）黃褐色砂質粘土厚約 25 公尺；

（4）砂質粘土；

（5）紅色粘土。

前五層在露頭上見到，後一層已被掩蓋，其中兩層砂卵石層為含水層，標高一為 620 公尺，一為 595 公尺，上層位于四級台地底部，下層位于三級台地之內。

滑坡影響範圍長寬各約為 616 公尺，被滑坡所侵害的面積近 40 萬平方公尺，全部滑落土方有 1000 萬立方公尺。



照片 8. 臥龍寺滑坡體的上部受坍塌情况

（1. 渭河四級階地；2. 滑坡壁；3. 受毀民房及醉樹現象；4. 第一滑坡階地及受毀田莊）

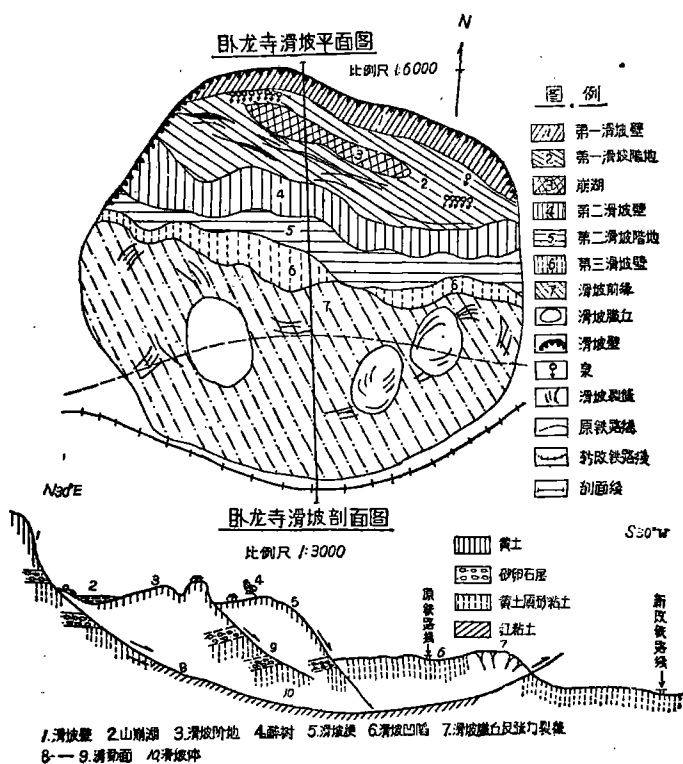


圖 2

滑坡体有三个明显的滑坡壁，均向南倾斜，倾角各为70度、45度及30度，滑坡壁断距，上部50公尺，中下部各为20公尺。滑坡坍塌后，形成三个滑坡阶地，阶地地面均向北倾斜，倾角自上而下各为15度、11度及10度。上部阶地宽164公尺，中部宽94公尺，



照片 9. 臥龍寺滑坡體全景
(1. 滑坡壁; 2. 滑坡階地; 3. 滑坡凹陷; 4. 滑坡堆丘; 5. 二級階地)

体中央部分，滑动速度较边缘为快，致形成扭力裂缝。

滑坡阶地表面，也分布有近东西向延长的裂缝，

土质砂质粘土、卵石夹砂、黄褐色砂质粘土等五层。

(2) 含水层中的水流，蓄积其中长期找不到出路（坍塌后新泉的干涸证明了这一点），因而不

得不对四周

岩层进行潜蚀，并下渗使原来处于湿润状态下的下部红色粘土塑性加大，剪阻力变小，并在红色粘土以上诸岩层的重力及含水层中动水压力的作用下，破坏了原山坡（主要是三级阶地）的极限平衡而造成坍塌。其次如暴雨及火车的震盪，也可能有小的影响。

4. 小 結

(1) 来自大量含水层中的泉水，目前正沿滑坡

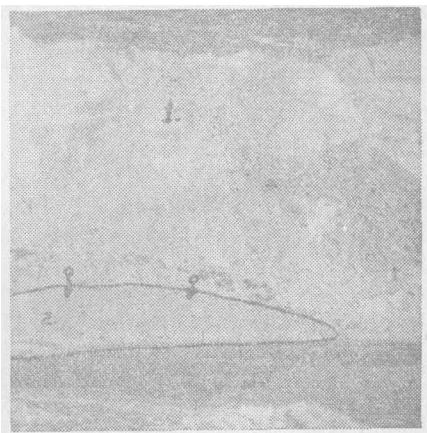
裂缝宽度一般均在半公尺到一公尺左右，少数更大者达4—5公尺，最宽者竟达10公尺。

原隴海铁路綫長約700多公尺的臥龍寺段，因受滑坡体摧毁而向二級階地扔动了約200多公尺（指弯段）（參見圖2及照片9）

由于四級階地下部38公尺黃土的崩塌，致使下部砂卵石層出露，此含水層中蘊蓄的19个泉眼即向下溢出（有四股已被掩埋），估計流量約为2000—3000噸/晝夜，这支水流并匯集在最高滑坡階地低窪处，形成一东西長290公尺，南北寬40公尺，深4—10公尺左右的“崩塌”因滑坡發生后，大量泉水流入滑坡湖，从而使刘家台村东1000公尺之南坡村索家泉及老泉流量大減，新泉則告干涸，由此可見滑坡的發生对当地水文地质条件的变化有很大影响（照片10）。

3. 滑坡类型及成因的初步判断

根据上述滑坡现象，初步对滑坡类型及成因作出如下判断：(1) 该滑坡为深層切層滑坡，下部紅色粘土構成了滑坡体的滑动面，且滑动面低于原三級階地地面約70—80公尺，滑坡所切割的岩层为黄土，卵石层，黃



照片 10. 臥龍寺滑坡壁及其下的“崩塌”現象

(1. 滑坡壁; 2. 崩塌; 3. 下降泉)

所形成的各种裂缝下渗,繼續湿润坡面,估計还有輕微滑动的可能,距滑坡体(尤其是破裂緣上部)近的居民,为了安全,最好迁居。

(2) 对于滑坡体应作适当防护措施,至少应將滑坡湖及砂卵石層中的大量水流排至滑坡范围以外,并填塞裂缝,以防其繼續滑落。

(3) 此处离斗鷄台古滑坡体僅五公里,無論在地形、地貌及岩性上說兩处均極相似,因而,此次对臥龍寺滑坡研究之初步資料,提供了研究斗鷄台古滑坡及隴海綫以北斜坡穩定性的有利綫索。

三、斗鷄台古滑坡現象

1. 古滑坡現象及其存在的根据

繼臥龍寺滑坡現象發現之后,又在宝鷄以东五公里的斗鷄台車站北側發現一古滑坡現象,其范围东起張家底村,西至張家村东,長約1000公尺,寬近400余公尺,滑坡体傾向北西,估計面積达4万多平方公尺(照片11)。

現僅根据地面地質測繪結果,我們从下列几方面來論証斗鷄台車站北側突出之土体为一古滑坡。

(一) 从地形地貌上看:

(1) 此土体以北四級階地外緣呈一凹向南西的扇狀弧形(照片11),似为滑坡所造成的破裂緣。

(2) 此土体中央部分較其北面高出約2公尺,使土体表面向北傾斜,反觀渭河上下游同样的三級階地

于黃土柱狀節理生成的。

(二) 滑坡前緣有特多的物理地質和新構造运动現象:这与滑动后的張力裂缝有密切关系,茲列述如下:

(1) 自紡織間往东延伸至張家村,長达1200公尺的滑坡前緣部分都有顯著的崩塌台階和崩坍現象(照片12, 13)。

(2)

因崩塌結果,使冲溝兩壁常形成小型地塹或地壘現象,以职工宿舍西側和球場溝最为明顯(照片14)。

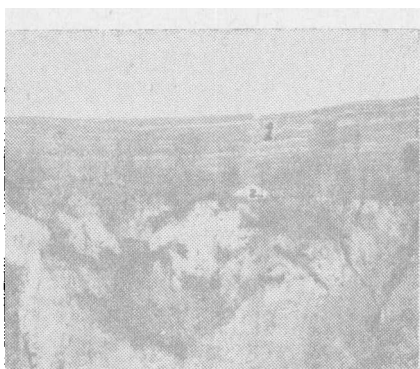
(3) 因崩塌而形成黃土中的砂卵石層尖滅体,發生弯曲現象(如張家村溝所見)(照片15)。

(4) 整个土体所分布的茂密樹林中,仍可見到不少“馬刀樹”現象(圖3)。

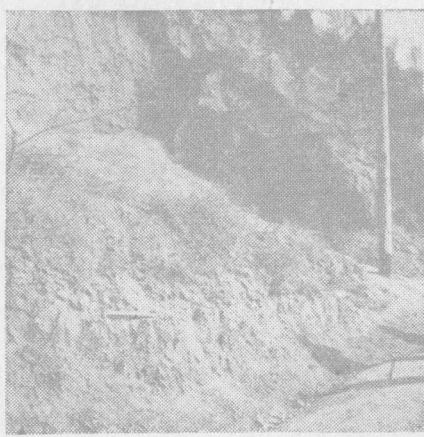
(5) 因坍塌而造成許多新構造运动現象:如滑坡体前緣的人工环山道側,可見到土層与砂卵石層接触的錯动面,职工宿舍西側冲溝兩壁的土層成不对称現象,馬蹄泉溝口可見黃土層斜复于砂卵石層上(照片16, 17, 18)。

(6) 除上述普遍存在的一些現象外,在滑坡体西側(即張家村北坡)于四級階地与三級階地接触处亦發生一小型滑坡現象,經訪問調查此滑坡目前已停止活动,以往共計滑动三次。其成因性質与臥龍寺大滑坡相类似(照片19)。

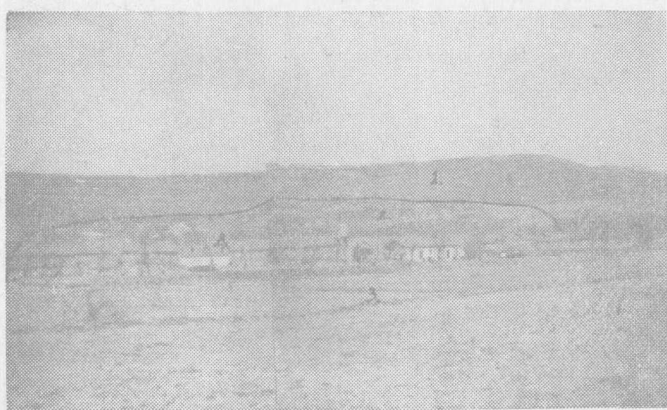
(三) 从岩層分布上看:



照片 12. 1. 馬蹄泉溝; 2. 职工宿舍



照片 13. 滑坡体前緣的崩塌台階和崩坍現象

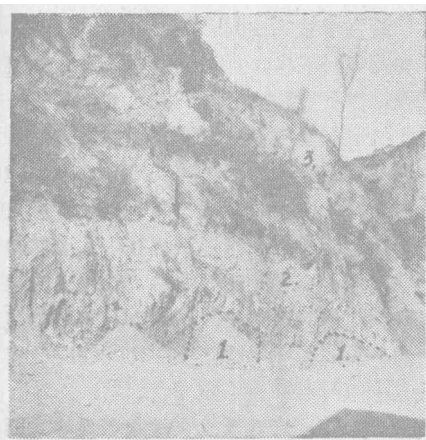


照片 11. 斗鷄台車站北側古滑坡体全景

(1. 四級階地; 2. 古滑坡体; 3. 二級階地; 4. 斗鷄台車站)

則全部向渭河傾斜,由此可以看出除斜坡經滑动后所造成的滑坡階地外,其他原因很难造成这种反常現象。

(3) 土体前緣所見之溝向与黃土階地之冲溝方向完全一致,前者成北偏东、北北东、北西—南东三个方向,正好成一个环形的放射狀裂缝溝,这就說明是滑坡生成的特有現象。而后者則多成南北向的直溝是由



照片 14. 因坍塌而形成的小型地壘現象
(1. 黃土質土層; 2. 砂卵石層; 3. 表土層; ↓ 崩塌方向)



照片 15. 張家底村溝尾因坍塌而形成黃土中砂卵石層尖滅體的彎曲現象



照片 16. 人工環山道側——土層與砂卵石層接觸的錯動面
(1. 坡積土層; 2. 砂卵石層; 3. 錯動面)

(1) 滑坡體所處之三級階地，因坍塌結果致使岩層特別紊亂(圖 3)。同一層棕紅色黃土或砂卵石層常重復出現，且由水平層序變為微傾北西(傾角一般為 10 度至 15 度，在職工宿舍附近屢見不鮮)，而上下游同級階地和其上復的四級階地則層序整齊且無此傾斜現象(圖 3)。

(2) 同級階地原處於較低位置的新第三

稍高 10 公尺左右，這就足以作為滑坡後抬高层位的証據之一。

(四) 從水文地質條件看：

坍塌區所有含水層呈枯竭狀態，很大程度上是由於含水層(砂卵石層)經滑動後為不透水層(黃土質砂粘土等)所阻，與原含水層失却聯系所致。例如馬蹄泉溝口，其東側是破裂線所處位置，四級階地底部含水層的湧水量就不

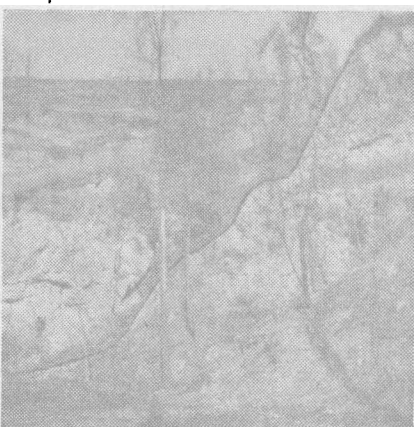
如上游關帝廟西溝或榮校附近溝中的湧水量豐富。



照片 18. 馬蹄泉溝口黃土層斜復水平砂卵石層現象



照片 19. 張家村北坡——現代滑坡現象全景
(1. 四級階地; 2. 滑坡壁; 3. 滑坡體; ↓ 滑動方向)



照片 17. 職工宿舍西側——沖溝兩壁紅色土層互不對稱現象(如人立處，東幫成水平層，西幫則有顯著傾角)

(五) 坍塌和下沉現象：如滑坡體上的職工宿舍西側，地勢特別窪陷且溝旁有 0.5—1.0 公尺寬的裂縫。又如飛花亭、窑洞、水塔、飛花間等舊建築物都有輕微不均勻沉陷的工程地質現象(照片 20)。

綜上所述，古滑坡體的存在是毫無疑問的。

此外，在斗鷄台車站東側一刘家灣，亦發現類似的古滑坡。同樣發生在三級階地上，前緣長 150 公尺，寬 250 公尺。滑坡體成北西一

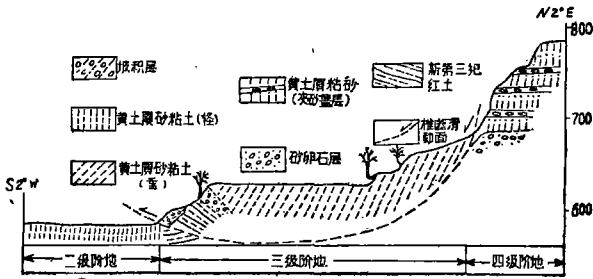
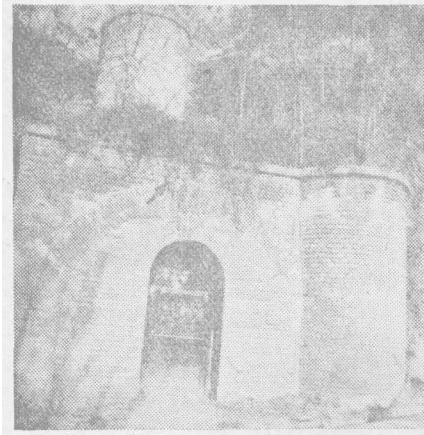


圖 3. 斗鷄台車站北側古滑坡剖面示意圖

南东方向，前緣向南突出，滑坡階地傾向渭河。整个滑坡体正处于兩溝之間，而位于斗鷄台古滑坡体东侧从形态上看应屬於階狀滑坡。主要是由于黄土層中垂直節理發達所造成（照片21）；其証据如下：

（1）兩側滑坡壁上的層序尚很整齐，但滑坡体所处的三級階地底部礫岩和新第三紀紅土則不但因坍塌而切斷且微向北西傾斜。

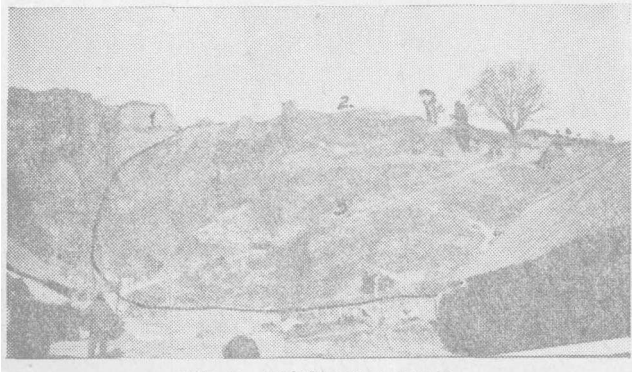
（2）滑坡体上尚可見到2—3級滑坡階地。



照片 20. 古滑体上飛花崗裂縫之工程地质質現象（箭头所示处）

（3）滑坡体兩側的龍泉寺溝与刘家溝出水溝据老鄉談，其泉水湧水量不及上游同級階地丰富，推断应与古滑坡有关。

（4）滑坡体上的关帝庙庙基亦有不均匀沉降現象（圖 4）。



照片 21. 刘家溝古滑坡体側景

1—滑坡壁；2—滑坡階地；3—滑坡体；4—古庙与多年輪古樹

2. 古滑坡的成因和时代

由于訪問資料不多，且未經鑽探証实，故探討這個問題是很不成熟的。

（一）从形态上观察：可能屬於崩塌滑坡，又根据滑坡深度判断应屬於深層切層滑坡，其理由是：（1）推測滑坡面与水平面所成角度較大（約45—65度）。（2）根据深部紅土的出露和目前滑坡範圍内卵石層背傾程度，可以看出古滑坡面可能較深，即深層滑坡。同时滑坡不是沿某一層面滑动，故成切層滑坡，被穿切的岩層計有四層卵石層及其中夾層与紅土（圖 3）。

（二）从地形地貌，岩性及水文地质条件等方面看，其性質与臥龍寺滑坡相类似，不过此滑坡体是崩塌滑坡（即坡体滑坡），而臥龍寺滑坡則屬坡基滑坡且是現代滑坡。

（三）根据測区球場溝与关帝庙溝卵石層的層位对比，估計滑坡断距約20公尺。

（四）滑坡發生

時間，虽經多方訪問，仍未獲得有价值的參考資料，甚至高齡老鄉根本不曉得有過滑动，也未听过任何傳說，僅知該地旧建筑物有廿多年歷史，而且古滑坡發生

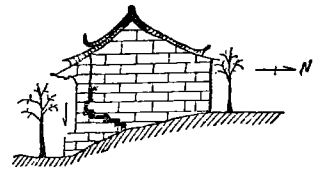


圖 4. 飛龍道光八年修建的关帝庙——因古滑坡而產生的不均匀沉降現象（注：小箭头示裂縫处）

在三級階地上，故推断滑坡時間也較為古远。其上除有“馬刀樹”等醉林現象外，大部分茂密樹林都已伸直，同时滑坡体几乎平置于二級階地上，象上述現象都足以說明这点。

綜上所述，就現有資料推測古滑坡体是穩定的。但必須指出，滑坡体前緣許多崩塌現象是会發展而可能危及某公司場地及部分民房的。同时張家村已有的新滑坡与附近崩塌区，以及正在發展着的职工宿舍西溝、灯光球場溝、球場溝等都应引起应有的注意。

3. 措施与建議

根据本区坍塌情况并結合工程地质条件，提供如下的初步意見：

（1）必須在張家村以北斜坡地区 加强排水，并将附近裂縫較大的土体，采取清除、夯实坡面、填死裂縫等措施。如因范围过大，建議將居民迁移他处以保証安全。

（2）在古滑坡范围内，有較大裂縫和有崩塌可能的地区，亦应加强排水工作，以免崩塌范围

擴大。

(3) 切实做好水土保持工作，嚴禁砍伐現有樹木，同時在張家村北坡地區應加強植樹工作。

(4) 重視區內所有大小沖溝和斜坡崩塌地段：現階段應禁止一切破壞土體穩定的挖土行為，必要時在古滑坡前緣崩塌地段應修筑擋土牆設備，以免繼續發生崩塌現象。

(5) 在張家村北坡和古滑坡坡體滑坡所處的裂縫地段埋設觀測樁，以便進行長期觀測。

四、結語

根據渭河盆地的地質構成情況，結合上述二個滑坡現象的觀測研究，我們認為沿隴海鐵路線以北斜坡和西北一帶類似的黃土地區，今後仍會發生大小不等的滑坡現象。為了引起有關國民經濟部門的重視和提供一些滑坡研究的初步看法，我們願意歸納下列幾點因素，以供參考。

(1) 地形條件方面——因當地斜坡地層主要為松散的第四紀沉積物（黃土質土層及砂卵石層）所組成，各級階地的台坡均達45度或更陡，而坡面大都微傾渭河，加之黃土中柱狀節理發育，且人工開挖了許多密洞和梯田等，致破壞了坡面的極限平衡而引起山坡的變形。

(2) 水文地質條件方面——階地中的潛水匯集在各含水層中，而階地底部的新第三紀紅粘土則為隔水層，地下水使土體長期處於浸潤狀態，土體重量增加下部，紅粘土也因飽和水而成為可塑或流動狀態，有利於形成滑動面，加之暴雨的侵襲，大量雨水沿裂隙和柱狀節理下滲，加上原來含水層中的潛水，使土體中的靜水壓力和動水壓力大增，隨之土體容重亦大增，但阻止向下滑動的剪阻力則相對減低，故促成向下滑動的機會。

（上接第40頁）

岩，具交錯層，底部有厚1—2公尺的紫紅色頁岩，總厚約60公尺。厚層長石砂岩為鈣質膠結，水流沖淘後成溶洞等似喀斯特形態。

中部為灰綠色長石砂岩與紫紅色薄層頁岩互層，砂岩具交錯層，成層不規則，常成透鏡狀，鈣質膠結或泥質膠結。其下為稍含砂粒的泥質頁岩，層理不顯，風化後易成粉末狀或碎裂成為碎塊。含有泥質結核，極易被水淘空凹進或成緩坡，頁岩之下為灰綠色細粒砂岩與紫紅色頁岩的互層，砂岩多為泥質膠結，常含有泥質塊或砂岩塊。厚約180公尺。

下部為灰綠色砂岩夾頁岩，頁岩與泥質砂岩互層，組成馬鬃灘至龍王辿一帶的黃河谷底和瀑布以下的小河槽及其兩

(3) 在區域地質構造方面——本區正處於鄂爾多斯地台南緣的渭河地塹中，在它南邊的秦嶺和北側的六盤山，自第四紀以來是一正在隆起的山脈，而渭河地塹則相對下降，據最近資料記載：秦嶺區不但最新構造運動顯著，且渭河地塹帶內地震頻繁而強烈，說明秦嶺北坡的東西向斷裂仍在活動，因此，由於地殼的變動，促使土體易于產生不穩定狀態。

(4) 在地質條件方面——階地上部為厚層黃土復蓋（易于形成柱狀節理），其下為黃土質砂質粘土和砂卵石互層，最下為紅粘土。這些岩層中，有強透水性的砂卵石層及顆粒組織均一，弱透水或不透水的砂質粘土和紅粘土層，因而使地下水有良好的埋藏環境，同時給滑坡造成有利條件。

滑坡雖是自然界一種很普遍的物理地質現象，但對大規模的鐵路建設，礦山開采，水工建築和海港興建等方面，卻會發生許多巨大的影響。而滑坡現象不論在成因和形態方面都十分複雜，且以往國內對這方面的注意和研究不多，同時限于作者水平不高和勘探研究不夠，本文錯誤在所難免，希望讀者批評指正。

主要參考資料

1. 地質部水文工程地質局961隊：“臥龍寺滑坡調查報告”（1956年6月手稿）。

2. 地質部水文地質局962隊：“寶雞市十里鋪新秦公司廠區古滑坡調查報告”（1957，1）。

3. 陳夢熊：“滑坡的基本原理與滑坡類型”（地質知識，1956年4期）。

4. A.M. 伏羅洛夫：“土體坍滑原因及其防治方法”（1956年，人民鐵道出版社）。

5. 常隆慶等著：“中國地質學”（1956，地質出版社）。

岸的新生岩石階地。

馬鬃灘至小船窩一帶地層走向北東，傾角4—5度，傾向北西或上游偏向右岸。節理以走向近于南北及東西二組較發育。

河流流過傾角平緩，傾向上游軟硬相間的紅色岩層，頁岩易被沖蝕使得蓋于其上的砂岩突出而在地形上的裂點，造成瀑布。頁岩遭受瀑布高水頭的沖淘，更易使蓋于其上的砂岩加速崩塌，形成和加快了河流溯源侵蝕的作用。壺口瀑布即系這些作用所造成，走向南北的節理更便利了黃河下切造成深窄的小河槽成為谷中谷。小船窩以下一連串的喇叭狀的岩石階地不但是溯源侵蝕的有力証據，也証明壺口瀑布將會繼續蝕退，直至黃河這一段的樹級堰紐建成。

（請參閱本刊第二期封二照片）。