

如上所述，根据地層关系和紅砂岩中所有的玄武岩礫石，足以証明在女山玄武岩流噴發之后，鳳陽層沉積之前，有一个侵蝕沉積时期，陸相沉積的丰嘴紅砂岩是它的代表。这是我國东南近海一帶未曾报导过的，也是今后研究新生代地層所值得注意的。按沉積物富含鈣質來推論，其沉積环境应为一內陸湖盆地。

2. 喜馬拉雅期造山运动的影响

丰嘴紅砂岩在丰嘴、桑大营与下園之間成一單斜層構造，复于女山玄武岩台地之上，并具 $10-22^{\circ}$ 傾角。这說明在紅砂岩沉積后，曾受到新的地壳运动（即喜馬拉雅期造山运动）的影响，擾乱了原始的水平或近于水平的沉積状态。这种运动可能是升降的成分較多，水平的成分較少，而上升速度很顯著。紅砂岩在沉積时，分布范围是很大的，以后飽經侵蝕的結果，現在僅零星分布在丘陵地帶。这一事实可以說明上升作用的存在。

3. 关于女山湖的生成

在女山湖四周玄武岩的分布甚廣，多呈平頂的小山丘。就地形观察，李捷和張文佑先生認为这与火山活动有密切关系，曾疑其为岩流堤湖，这一点是值得我們注意的。这一帶是个湖区，除女山湖外，湖泊是很多的。就女山湖本身來說，湖水很淺，在春天一般为 $1-1.5$ 公尺，而湖內近期沉積頗厚（可达 1.5 公尺），除可能属于岩流堤湖一类为李、張兩先生所述外，就上述情况，它是否是喜馬拉雅造山运动之后所造成的湖盆地呢？似乎亦值得考虑和研究。因此，女山湖的成因，除可能与女山玄武岩流噴發后所形成的地形有关外，我們的意見是：可能生成于丰嘴紅砂岩沉積之后，而与喜馬拉雅运动所造成的地形关系更为密切。

本篇承高振西先生校閱，岩石鑑定承黃蘊慧先生协助，附圖由蔡震中先生清繪，一并志謝。

永久桥址的工程地質調查

張 孝 文

随着祖國各項工業建設的發展，各种建筑对工程地質調查已提出迫切的要求。永久桥址也不例外的展开了工程地質的調查工作。但在工作中由于目的不明确，結果不僅形成返工，同时达不到設計要求，并造成很大的浪費。因此就个人初步學習的資料与体会作以下簡單的介紹。

一、永久桥址工程地質調查的特点

永久桥址工程地質調查的性質与范围，在很大程度上都决定于調查对象的特点，即該地区的工程地質环境，如1.桥址处岩層的天然状态及性質；2.建筑桥梁地区的地貌、地殼变动及水文地質等条件。

調查前，首先应明确調查的目的，并根据調查目的拟定工作計劃。同时，应以最少的人力、物力獲得精確的資料，因此根据建筑物的設計階段作出調查的程序是必要的。調查的程序基本上是根据建筑物的类型來決定的（如下沉敏感的无鉸拱桥桥台比鋼梁桥更需要特別詳細地研究工程地質条件）。同时也受到桥墩基底类型（气压沉箱、沉井、露天基坑、樁基）及

桥头类型（路堤或棧桥）的影响。

目前建筑物的設計，一般分初步設計、技術設計等階段，其需要工程地質進行工作的詳細程度各有不同，因此工程地質調查亦应作出一定的工作步驟，并以節約原則达到設計要求。按照設計階段的工程地質調查应分为1.踏勘調查；2.初步調查；3.詳細調查。

二、踏勘調查的工作內容和范围

为了使桥址工程地質調查，進行有計劃有根据的布置，踏勘調查应進行下列工作：

1. 收集、整理并分析桥址区域已有的地質、水文地質、地形及气候等文献資料；

2. 在調查区域內作概略的工程地質調查，以便結合該区域的地質構造進行分析，作出預測性的指示，并按照進程的难易确定岩層等級；

3. 作出簡單的工程地質報告，指出下一步工作須待解決的重点具体任务，將其中需要靠各工种（測繪、鑽探、电探）來解決的各項工作范围及方法划清；

4. 对桥址附近可供建筑物使用的工程材料, 給以初步的鑑定;

5. 为下階段的工作量編造计划和預算。

三、初步調查的工作內容和范围

初步調查是为建筑物初步設計服务的, 它根据踏勘調查所得的資料, 結合初步設計的要求而進行調查。初步設計階段工程地質調查应作出下列各項結果:

1. 对整个地区的桥址方案加以評价, 其評价內容包括地質条件对建筑物的修建与管理是否会發生好的或坏的影响;

2. 作为选定基底类型、桥基及桥头建筑入土深度的工程地質的根据;

3. 对桥下河中的岩層特征加以說明, 是为了能选出穿过該桥水流的安全計算速度;

4. 每个桥址方案的工程地質評价。

要达到以上目的, 工程地質調查范围, 远远超过該建筑物实际所需要的范围。其中主要的岩層应給以物理力学的特征說明, 必要时采用准确性較差的方法来求得也是可以的。在調查進行中各工种的工作范围及其內容如下:

(1) 測繪

測繪界限应包括本建筑物設計 范围内的河谷底部, 以及基本斜坡或高台地兩旁的細長地帶(100—200公尺寬)。除上述范围之外, 还应測及能以了解本桥址地質構造和地形有关的地段。工程地質測繪圖的比例尺为1:10,000至1:5,000。根据地質条件, 在進行工程地質調查的同时, 也应做桥址全区的地形測量, 其比例尺为1:25,000至1:10,000。对桥址区域内的地貌因素应加以研究, 以便了解地貌因素的起源。

(2) 电探

在計劃路綫上下各做一个电測橫剖面, 互相的距离为20至40公尺。在桥址地帶越过河谷的每个断面上做8至10电測点, 其中三个电測点必須位于河床中。根据电測結果, 确定河漫灘及河底冲積層的厚度, 并按岩石差別确定冲積層的概略分类。同时在台地及山坡上, 用电探探測緊密岩層在松軟冲積層下的深度。

正在發展中的陷穴地区, 应用电探查明地下陷穴, 确定其埋藏深度与大小。

如果高山坡的基岩節理發育, 則应在節理帶內, 加測几个电測断面。

(3) 鑽探和試坑

为了檢查和詳細說明电測断面的結果, 应在电探

区域的典型地点及河床地段內, 作几个鑽孔和試坑。其中一个鑽探孔应位于河床最深处, 和电測所指出的冲積層最厚地点。鑽孔的数目, 根据河床寬度而定。一般如桥址的工程地質岩層种类, 已有詳細的初步研究, 并对电測工作有良好的条件时, 僅作一两个鑽孔就够了。

在河漫灘范围内, 如要修筑桥梁及棧桥, 或灘地有水流或湖沼时, 为了能更詳細的說明河谷、河床、灘地的地質構造, 在灘地上应進行鑽探或試坑工作。

鑽探工作除了求得各岩層的岩石特征之外, 还应獲得各岩層在工程地質上作为鑑定的資料, 以及分別种类、状态和变形的根据。

試坑工作的主要目的是研究岩層, 观察未受破坏的土壤構造, 以及原有的天然湿度。如遇第四紀以前的岩層, 則应研究其成層的構造因素。試坑的深度一般为2—5公尺, 通常应不低于地下水面。

当岩石性質不能保証电探工作順利進行或无电測设备时, 則鑽探及試坑的工作量应加大。但要掌握一个原則, 应以最少的鑽孔及試坑得出桥址区域精确的工程地質資料。鑽孔的深度及其最大深度, 应能說明能建桥墩的地層下边15公尺而定, 至少应低于河床最低点10公尺以下。

如果地下水位有漲落变化, 并对設計有相当重要的意义时, 应設置数个鑽孔或試坑作为固定觀測之用。

在工程材料產地進行勘探时, 应作以下一些工作: 1. 產地的岩層、名称及儲量, 儲量按“B”級計算; 2. 該產地礦物質量, 剝土層的厚度及可开采的深度等; 3. 运输条件。

桥址地区如系地壳活动地带, 应提出桥址区域的地震資料, 并註明其烈度。

四、詳細調查的工作內容和范围

作为技術設計根据的工程地質詳細調查計劃, 是按照初步設計, 及初步設計所根据的工程地質調查总結來制定的。

技術設計階段所要求的工程地質資料, 应达到以下目的:

1. 能作为决定桥墩台基礎深度同类型的根据, 使其根本上无須改变;
2. 确定岩層在选定基底深度所受的允許压力;
3. 能以表現建筑物在修建及营运期間所影响的深度范围内, 岩層的物理力学特征;
4. 表明建筑地段的水文地質条件;
5. 确定地下水对基礎材料的危害程度, 及对建筑

物的穩定性、堅固性、永久性等有利的物理地質現象，以便擬定防止的措施；

6. 在調節建築物、導流堤、改直河床、河岸護坡以及河床刷坡等所在範圍內，應確定堤壩基礎的牢固性，人工河床的边坡及被刷坡的河岸的穩定性，以及確定由刷坡所得的土壤對修築堤身和灘頭路堤的使用程度；

7. 精確確定工程材料產地的埋藏情況、蘊藏量與質量。

這個階段的工程地質調查，是在較小面積的地區內進行，其目的是對工程地質特徵的了解比初步階段更為詳盡和具體，其位置及界限都應精確的指出。

對岩石物理力學特性的確定，應採用更準確的方法，不僅要研究岩層的岩石種類，同時還應研究這些岩層在橋址個別地點存在的狀態。在平面圖及斷面圖上，不僅對岩石的岩相類型，應加以標明和說明，而且對其工程地質種類及基底受力最大處的變形，也應加以標明或說明。

茲將詳細調查中各項工作的內容分述於后：

1. 測繪

測量範圍應包括路線通過的河谷地段，該地區距離橋址中綫上下各 200 公尺。在此範圍以外的測量，則視地質條件及擬建工程的性質而定。工程地質測繪圖的比例尺是根據地質條件的難易而定為 1:2000 至 1:1000（橋址及導流建築物的地區）及 1:10000 至 1:5000（橋頭地區）。

如橋址區域內，岩層節理發育，應進行特別精細的測繪和研究。

2. 試坑

工程地質測量的地區，如露頭不多，應作清除表土、試坑等人工露頭，以補充初步調查的資料。

進行主要試坑工作的目的，是為了把選出的橋址方案地區的地質特徵加以肯定，並求得個別工程地段（橋墩台、棧橋、路堤、橋頭及導流設備）的特徵細目。

求土壤物理力學性質的樣品，必須保持土壤原有結構狀態及濕度，因此只有通過試掘坑來采出。

3. 鑽探

為了了解建築橋梁地段的特徵，每一墩台至少應鑽一孔，鑽孔位置應與橋址中綫平行。如橋基是用沉箱或沉井應補加鑽孔，鑽孔應設在基礎周邊之外，以免鑽探器具損壞而留在孔內，增加將來施工的困難。

當地質斷面的各個岩層構造不複雜，並有利於電測時，則部分鑽探工作（30—50%）可改用电探來進行。其深度應到橋基基底有作用的深度為止，其探

測範圍，第一孔可以定為設計橋基基礎寬度的 1—1.5 倍，待第一鑽孔求得有作用的地層後，再用其他的精確方法來改正。

在橋址中綫上下游，各距 100—200 公尺範圍應加鑽 1—2 孔，以確定順河河床岩層的坡度。

橋頭工程的灘地，如修築路堤，其鑽孔應定於路線中綫上，每孔距離 100—200 公尺，如橋頭路堤距離很短，則只鑽一孔。孔的深度據路堤高度和地層情況而定，一般路堤在 12 公尺以上時，孔深應等於路堤高度；如路堤高小於 12 公尺時，孔將可減為 8—10 公尺。在設計修建高於 12 公尺路堤的地段上，以及路堤基底是松軟地層時，應在路線上作地質橫斷面，橫斷面的距離，在淺灘上不得超過 200—300 公尺，每個橫斷面上除路堤中心的鑽孔外，應在兩旁各鑽一孔，這些鑽孔若用电探法，則可減少鑽探工程量 40—50%。

如橋頭建築設計成棧橋，則每個棧橋墩台下也應各鑽一孔，只有在跨度不大，而基本岩層構造相同時，才能每經 2—3 個墩台鑽一孔。

台地及河谷均由下而上加以鑽探試掘，同時每一個鑽孔的深度，應保證能發現其不相鄰鑽孔上面的一個指示層，鑽孔位置應在橋址路線中綫或中綫附近。

鑽孔中的土壤樣品，應供給工程地質作充分研究，並保證求得地下水各方面的特徵。岩心鑽進樣品所採取的百分數，為研究岩石工程地質質量的第一個指標。但對於沖積的砂礫卵石層，採用岩心鑽探這種普通的一般方法，是不能解決問題的，而沖擊鑽在工程地質調查中使用，由於它對地層結構破壞很大，目前已不被採用。最好的辦法是採用 200 公厘左右直徑眼孔的水壓沖洗法鑽進。

材料產地應部分的用鑽孔或試坑表示出外圍綫，並取樣化驗，鑽孔或試坑，應根據礦層的同質性和產

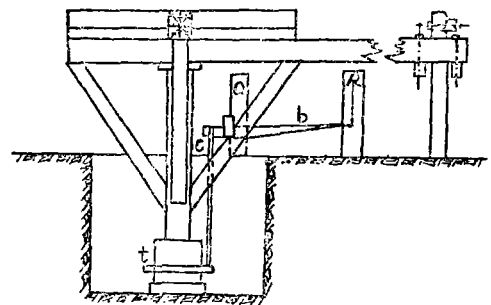


圖 1. 試坑載重試驗用的槓桿儀器圖

a—活樁； b—木制活動指針； c—連接鐵管；
R—公厘標尺； t—鐵簧

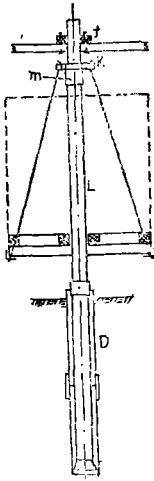


圖 2. 鑽孔內載重試驗裝置圖
F-方向架
K-鐵籠
m-頂端接头
L-支柱
T-拉綫
D-套管

地的面積分成 50~200 公尺寬的方格網，鑽孔或試坑應設在方格網的各角上，其間隔應先大一些，然後根據所得的資料逐漸加密。鑽孔或試坑的深度，需根據礦層的厚度而定，但當礦層特別厚時，可根據其可能被開采的深度來決定。

4. 試驗

試驗工作可分成：

1. 載重試驗

如試驗地點的標高，高於地下水水位時，則載重試驗在方形試掘坑中進行（圖 1）。如果橋墩台基礎預定入土深度很深時，則載重試驗在鑽孔中進行（圖 2）。

在鑽孔中作載重試驗是繁而費時的工作，同時也很昂貴，因此只有在採用其他方法求得的岩石承載性能不夠令人確信時，才採用此法。

2. 抽水試驗

在以下兩種情況下，才進行抽水試驗。

(1) 必須在能以發現含水層的基坑中或沉井中，干砌墩台基礎時；

(2) 必須用沉箱將地下水水位用人工降低時。

抽水試驗在設計基礎施工地點進行，可在一個鑽孔中試驗，或在許多鑽孔中的 1~2 觀察鑽孔各作 2~3 次降低水位的試驗。

在抽水試驗前，應將被試驗含水層的岩層做幾個實驗，求其滲透系數和顆粒成分曲線的滲透系數。

3. 試築基礎

修築試驗基礎，只有在設計特別巨大特別重要而橋梁情況非常複雜時才作，其目的是：(1) 在天然狀況下研究基礎的岩層，以確定其承受壓力的性能；

(2) 測定岩層在自然狀態下，是否容易穿過，并采

取試樣以便化驗；(3) 測定沉箱或沉井下沉時的側面阻力；(4) 確定施工條件。

在淤泥地層上，修築基礎試驗時（河泥、瀉湖泥、阿斯圖利亞斯型海岸淤泥），最重要的是研究其組織結構破壞的條件，以及考慮在營運時受震動的影響下，是否能變為流動的或瀉湖的狀態。

因此當設計試驗工程時，必須對試驗的性質及規模，加以仔細的斟酌和論證。同時應考慮到修建這項試驗基礎，在未作為新設計橋梁中的一部分使用時，在其調查試驗和經濟方面的優缺點。

修築試驗基礎，一般是使用沉箱，或在沉下過程中有變成沉箱設備的沉井。

4. 岩樣、水樣化驗

水的化驗工作目的是求得：(1) 判斷地下水對建築物地下混凝土部分的侵蝕性的資料；(2) 判斷地下水化學成分，對於各種土壤的地質技術性質的影響，以及當地下水化學成分變化時，該性質可能變化的資料。

五、改進岩層試驗技術的基本途徑

岩層的一切試驗工作，是相當費時、繁重而又昂貴的，同時由於取樣不當，往往使試驗結果與實際情況有出入，但隨着我國工業建設的發展，必須大力滿足這方面的資料，因此改善這一工作的技術，是有著極重要的意義。

廣泛的採用和發展電測勘探，是有重要意義的。因為它能夠以很少的代價，而能很快的滿足各方面的要求。在蘇聯已發表的許多論文中已有闡明，並給予很高的評價。

改進鑽頭及鑽探方法，達到取樣要求，也是工程地質工作者的基本任務。

為了使用和改進新技術，我們必須努力學習蘇聯先進經驗，為作好工程地質工作而努力。

各種岩層的岩石類型，在修建橋梁勘測時，需要試驗的項目表

編號	岩石說明	顆粒成分	可塑性	天然濕度	單位容重	比重	錐狀試驗	相對密度	孔隙比(天然狀態)	天然休止角	內摩擦角	燒(有機物%)	含塊度	潤濕性	粘結力	抗壓強度	壓縮曲綫	在系荷下的滲透係數	在系荷下的滲透係數	壓碎性	靜抗力	動抗力	耐震性
1	粘土狀的或粉末狀的	+	+	+	+	+	+	-	-	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+)	-	(+)	(+)	-	-
2	砂質的	+	-	+	+	+	-	+	+	(+)	+	-	-	(+)	(+)	-	(+)	-	-	(+)	(+)	-	-
3	卵石及砂礫	+	-	-	+	+	(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	半岩質的	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	(+)	-	(+)	-	-	(+)	+	+	(+)	(+)
5	岩質的	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	(+)	(+)

符號說明：“+”——必須試驗；“(+)”——酌情試驗；“-”——不須試驗。