

# 西北黃土濕陷性之初步探討

建築工程部 綜合勘察院西北分院 林在貫 舒天開等

## (一) 前言

陝甘地區滿山遍野的分布着黃土。在進行社會主義建設之今天，很多巨大的工程如工廠、水庫、鐵道等都得在這個區內建設起來，這就必然與黃土發生了密切的關係。因此，對黃土性質，尤其對黃土主要特性——濕陷性質的研究，是具有一定的政治、經濟意義的。如果我們能夠了解並掌握這種特性，又能有效的利用和克服這種特性，那它將會給我們帶來節約大量的社會主義建設資金的條件，加速建設的速度。

為此目的，我們在完成該區工程地質勘探工作之同時，在1957年下半年進行了這個區域內黃河及渭河流域河谷階上黃土濕陷性的研究工作。首先選定了蘭州、甘谷、隴鎮及西安四處作為這次研究的中心。在這四個地方又選定了一些探井，自探井中採取了一些土樣進行分析。由於時間和條件的限制，自上述四處取回的土樣僅作了一般的物理性及在1—8或10公斤/公分<sup>2</sup>壓力下土樣浸水濕陷系數之測定。

參加本項工作的主要人員有舒天開、曹蒼杰、陳開山及鮑士敏等同志；他們負責了原狀土樣的採選；另有作試驗分析的徐士峰、陳英琪及楊若素等同志。工作內容之布置、進行方法等的指導人為林在貫工程師，而本文係由舒天開同志彙總編寫。

## (二) 研究地區地貌、地質概述

在進行研究的四個地區中，蘭州與甘谷居于甘肅省東半部隴中高原內，而前者又位於高原之西部黃河流域；後者位於高原之東南緣，在渭河上游。隴鎮與西安均居陝西省中部之關中平原渭河流域內，現將各場區之地貌地質情況概述如下：

(1) 蘭州：居甘肅省中部，地理坐標為東經104°與北緯36°10'交點之周圍。

研究地點在蘭州市西郊西固城之南，與蘭州市區相距約20公里。該區北離黃河4公里左右，南面緊靠高達數十至百公尺之黃土高原，在地貌上，為黃河一級階地。地形平坦，海拔1561—1566公尺之間。

階地上的黃土狀土為褐黃色，質松且干，具大孔結構，含有鈣質結核及蝸牛殼。厚度為20公尺左右。

在該層中常發現有不連續的，呈條帶狀分布的卵石和碎石薄夾層，夾層厚度一般在0.1—0.5公尺之間最厚者可達1.6公尺余。黃土之下即為厚數公尺的卵石及基岩——第三紀砂頁岩層。

該區潛水之埋藏深度約26公尺，在卵石層之底部，基岩侵蝕面上。

(2) 甘谷：居甘肅省東南部，位於東經105°24'，北緯34°41'。

研究地點位於縣城之北，渭河北岸，隴海綫甘谷車站之北。場區南離渭河甚近，西及西北緊靠高達百余公尺之黃土高原，東北接渭河一支流——散渡河並與其山間谷地相連。在地貌上為渭河一級階地。地形平坦，海拔1284—1288公尺。

階地自上至下由黃土、卵石及基岩——紅頁岩構成，而黃土層可細分為四層，即：

第一層黃土：褐黃至黃褐色，質松，成塊狀，具大孔結構，在黃土中分布不均，厚度平均1公尺左右。

第二層黃土：黃褐色，質松，均一，具有大孔結構，厚度平均在1.5公尺。

第三層黃土：色深，呈淺褐至褐色，土質不均一，成塊狀，具大孔結構，厚度平均1公尺余。

第四層黃土：黃褐色，成片狀，具大孔結構，厚度為8.5—11公尺。

該區潛水位之埋藏深度在16公尺左右，在卵石層中。

(3) 隴鎮：居陝西省西部，寶雞市東20公里。

研究地點隴海綫隴鎮車站之東北，場區南離渭河2—3公里，北緊接高峻之黃土高原，井部分地段居于原之边坡上。在地貌上，主要處於渭河二級階地上，而部分地段在三級階地上。地形變化很大，成階級狀，海拔559—661公尺。

在二級階地上，上為黃土層，下為卵石層。黃土之厚度在10—17公尺左右。為黃褐色，大孔結構，含有鈣質結構及蝸牛殼。在三級階地上，探井深達30公尺而未達黃土底部，推測其厚度可達50—60公尺，該階地上黃土之岩性與土相似。但在深度10—12公尺間常見有鈣質結核成層，厚度一般在數十公尺。

該區潛水埋藏深度，在二級階地上，為10—20公

尺之間，三級階地上即可達30—50公尺。

(4) 西安：居陝西省之中央，地理坐标东經108°56′，北緯34°15′。

研究地点在西安市东郊滄、塬河区，距市区約8—9公里。在地貌上为滄、塬河分水區，又是渭河一級和二級階地，滄、塬河位于塬区之东西兩側。地形变化很大，成階級狀，海拔418~449公尺。

階地表面均分布着黃土，該層总厚度在一級階地上約30公尺，二級階地上約60公尺，自上至下按岩性之不同又可細分为三層：

第一層黃土：厚度一般为1~2公尺，最厚处能达数公尺。呈黃褐至褐色，具大孔結構，直徑达1—2公厘之大孔隙（虫孔或植物根遺孔）分布很广，且多，土質疏松，富含白色鈣質，在層底有粒狀之鈣質結核。

第二層黃土：厚度为8—12公尺，呈褐黃色，具大孔結構，直徑达1—2公厘之大孔隙在土層之上部分布較多（每10平方公寸內可有5—8个），而再往下即逐漸减少。有鈣質結核和蝸牛壳，在本層下部塊狀之鈣質結核有时密集成結核層。

第三層黃土：呈棕黃至棕褐色，大孔結構稍有减少。大孔隙亦很少，富含鈣質及塊狀鈣質結核，后者往往密集成結核層，結核層厚度一般为数十公分，最厚者可达1公尺余，本次研究深度僅达此層为止，故其厚度不詳。

在一級階地上，潛水埋藏深度为10—12公尺，二級階地上大于20公尺。

### (三) 黃土湿陷性之探討

黃土或类黃土之主要特性——湿陷性的变化是与其物理、化学性質有着極為密切的关系的，因此，在着手進行这一特性探討之前，先來談談黃土之各种物理、化学性質是有其必要，且亦具有一定的实际意义的。但鑑于試驗項目之限，故在叙述中亦只能局限在一般物理性之範圍內。

#### (1) 顆粒組成：

表 1

位置 与地貌單元	顆粒組成		
	>0.05 公厘 (%)	0.05—0.005 公厘 (%)	<0.005 公厘 (%)
蘭州西固黄河一級階地	18.3	67.0	14.7
甘谷渭河一級階地	12.9	65.0	21.5
魏鎮、渭河 階地	二級	11.5	62.8
	三級	13.0	62.0
西安、渭河 階地	一級	7.1	70.4
	二級	10.0	65.7

表1中將陝甘地区沿隴海綫兩側蘭州、甘谷、魏鎮及西安四个地方黃土的顆粒組成作了一粗略統計，

从这个統計的数值中，使我們大致看出了分布在这个地区內黃土中粗、細顆粒之含量是由西向东逐漸变化的，如砂顆粒（粒徑大于0.05公厘）之含量是由西向东逐漸减少，如在蘭州占18.3%，而在西安却僅占了7—10%，反之粘土顆粒（粒徑小于0.005公厘）之含量即改为由西向东逐漸增加，如在蘭州僅占14.7%，在西安却占22.5—24.3%。

(2) 比重：四区的黃土比重数值，除魏鎮一处的变化稍大些外，其余三区內的相差均極微，如：

西安地区黃土之比重平均为2.71，最小最大为2.69—2.73。

魏鎮地区黃土之比重在二級階地上平均为2.70，最小最大为2.67—2.73，三級階地上平均为2.71，最小最大为2.69—2.74。

甘谷地区黃土之比重平均为2.71，最小最大为2.70—2.72。

蘭州地区黃土之比重平均为2.71，最小最大为2.69—2.71。

(3) 湿度：这一指标的大小与黃土湿陷性之关系是極為密切的，另一方面它亦是决定黃土承载力之主要因素之一。下面就是該四区黃土湿度的变化情况：

在蘭州，平均值在12.4%，最小值一般在10%以內，最大值亦不超过20%。

在甘谷，平均值在19.8%，最小值在15%左右，最大值达29%以上。

在魏鎮，平均值在21%，一般值在18—20%，最大值为27%。

在西安，一級階地上，平均值在21%，最小值为19.6%，最大值为26.3%。

二級階地上，平均在17%，最小值在15%以內，最大值却在22%以上。

上述数值清楚地标明了四个区黃土湿度变化之規律性，这亦反映了当地之气候特征，如蘭州地区之年降雨量在400公厘以下，而蒸發量却达1500以上，差不多等于降雨量之四倍；而西安地区年降雨量为600公厘左右，蒸發量約900公厘，与降雨之比僅1.5倍（至于甘谷与魏鎮二区，前者与蘭州地区同，后者与西安地区相似）。所以蘭州地区及其附近地区黃土之湿度一般是干的或至稍湿的，而西安地区及其附近地区黃土之湿度却增到稍湿或湿。

(4) 孔隙比：孔隙比之大小标志着土之松結性，它亦决定黃土湿陷性之大小。从四个地区內的黃土來看：

在蘭州，黃土孔隙比平均1.042，最小0.800以內

(在層底)最大达1.300以上(在層頂)。

在甘谷,黄土孔隙比平均1.115, 最小0.900以內(在層的下部), 最大达1.400以上(在層頂)。

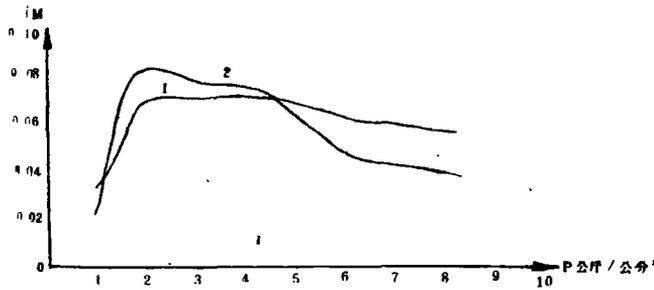
在鏡鎮,黄土孔隙比平均0.925, 最小0.700左右(在層的下部), 最大达1.130(在層上部)。

在西安,黄土孔隙比平均1.100, 最小0.718(在層下部), 最大达1.300左右。

从上述可看出,除鏡鎮一區外,其余三区黄土松縮性变化是很大的。

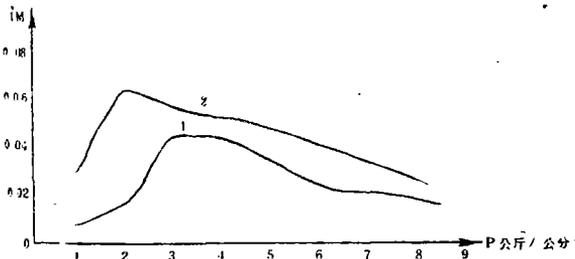
从以上的各項具体指标数值,使我們对西北地区黄土之物理性質得到了一个初步的概念,在这个基础上我們再來將該区黄土之湿陷性質,亦就是本章之主題作一叙述:

下面三个圖为蘭州西固黄河南岸一級階地上二个



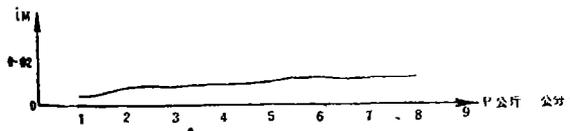
編號	W	Y <sub>w</sub>	Y <sub>s</sub>	G	E <sub>s</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>p</sub>	W <sub>s</sub>	B
1	8.8	1.41	2.71	0.220	1.093	27.5	18.0	9.5	< 0
2	10.8	1.41	2.71	0.257	1.133	27.6	17.9	9.4	< 0

圖 1a



編號	W	Y <sub>w</sub>	Y <sub>s</sub>	G	E <sub>s</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>p</sub>	W <sub>s</sub>	B
1	13.7	1.50	2.71	0.357	1.052	27.9	18.3	9.6	< 0
2	11.7	1.45	2.71	0.291	1.087	28.0	18.6	9.4	< 0

圖 1b



編號	W	Y <sub>w</sub>	Y <sub>s</sub>	G	E <sub>s</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>p</sub>	W <sub>s</sub>	B
1	13.8	1.64	2.71	0.436	0.890	27.7	18.5	9.2	0

圖 1c

探井中之黄土,在压力1—8公斤/公分<sup>2</sup>下之*iM*=*f*(*p*)曲綫圖。

圖1a为深度2—6公尺內黄土之*iM*=*f*(*p*)曲綫組,組內曲綫之頂峰均在2公斤/公分<sup>2</sup>,*iM*值为0.07—0.082,至压力为8公斤/公分<sup>2</sup>时*iM*值为0.038—0.056。这說明了該区該深度的黄土其最大湿陷性是在2公斤/公分<sup>2</sup>之压力下,而当压力增加8公斤/公分<sup>2</sup>时,依然具湿陷性,并且还很大。

圖1b为深度8—12公尺內黄土之*iM*=*f*(*p*)曲綫組,組內曲綫之頂峰为2公斤/公分<sup>2</sup>,*iM*值为0.064,而曲綫1之頂峰却增到了3公斤/公分<sup>2</sup>,*iM*值为0.046,至压力为8公斤/公分<sup>2</sup>时,曲綫1之*iM*值已小于0.020了,而曲綫2之*iM*值虽然不大但仍大于0.020,这說明了在該区該深度的黄土之最大湿陷性系在2—3公斤/公分<sup>2</sup>之压力下,而当压力增至8公斤/公分<sup>2</sup>时,曲綫1之黄土已不具湿陷性了,而曲綫2虽依然还具黄湿性,但已經很小了。

往下从14公尺以下,黄土均不具湿陷性,故不另述,可見曲綫圖1c。

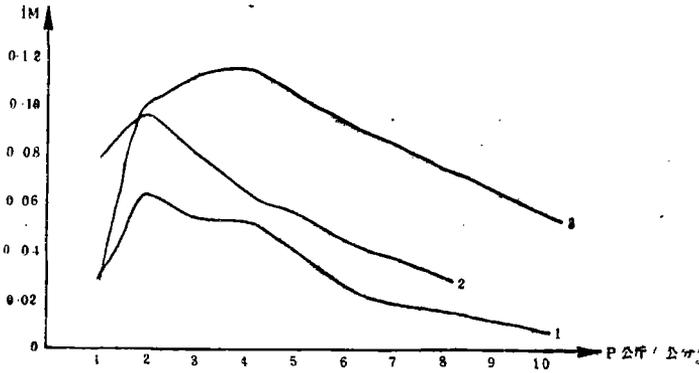
圖2中之2a, 2b及2c为甘谷河北岸一級階地上三个探井中之黄土在1—8及10公斤/公分<sup>2</sup>压力下之*iM*=*f*(*p*)曲綫圖。

圖2a为深度2—5公尺內黄土之*iM*=*f*(*P*)曲綫組,組內之三根曲綫,頂峰一般(如1及2曲綫(是在2公斤/公分<sup>2</sup>压力处,*iM*值为0.063—0.096;而个别的(3)亦有在4公斤/公分<sup>2</sup>压力处,*iM*值达0.114。至压力为8公斤/公分<sup>2</sup>时,1曲綫之*iM*值虽降到小于0.020了,但2及3却依然为0.025—0.076而大于0.020,至压力为10公斤/公分<sup>2</sup>时除3曲綫之*iM*值稍大于0.020外,其余二曲綫之*iM*值均小于0.020了,这說明了,在該深度黄土之最大湿陷性主要是在2公斤/公分<sup>2</sup>,当压力增到8公斤/公分<sup>2</sup>时,黄土一般还是具湿陷性,而自压力为10公斤/公分<sup>2</sup>后,黄土之湿陷性才算全消滅。

圖2b为深度6—9公尺內黄土之*iM*=*f*(*P*)曲綫組,組內曲綫之頂峰均在3公斤/公分<sup>2</sup>,*iM*值自0.038—0.064,自压力为6公斤/公分<sup>2</sup>以后黄土之*iM*值一般均小于0.020;这說明了該深度黄土之最大湿陷性是在3公斤/公分<sup>2</sup>,而湿陷性被消滅之極限压力是自6公斤/公分<sup>2</sup>以后。

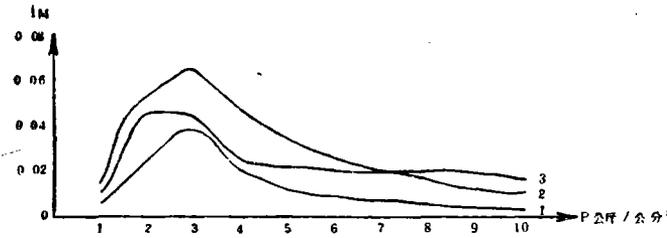
圖2c为深度10公尺以下之黄土,該深度的黄土結構極為穩定,不具湿陷性,故不另述。

圖3为鏡鎮渭河北岸二級階地上二个探井內



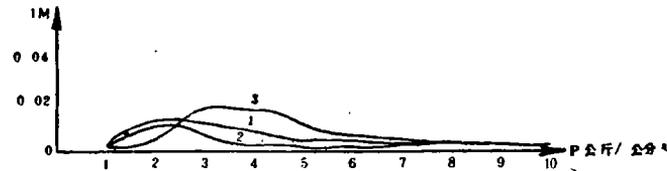
編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_s$	G	$\epsilon_0$	$W_r$	$W_p$	$W_s$	B
1	17.9	1.51	2.71	0.447	1.121	23.9	18.6	10.3	< 0
2	17.8	1.35	2.72	0.296	1.329	29.8	18.2	11.6	< 0
3	15.9	1.43	2.71	0.361	1.200	32.2	19.9	12.3	< 0

圖 2a



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_s$	G	$\epsilon_0$	$W_r$	$W_p$	$W_s$	B
1	20.5	1.61	2.72	0.539	1.041	30.7	19.2	11.5	0.113
2	19.7	1.50	2.71	0.463	1.176	31.3	19.2	12.1	0.041
3	18.4	1.53	2.71	0.463	1.062	31.9	19.7	12.2	< 0

圖 2b



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_s$	G	$\epsilon_0$	$W_r$	$W_p$	$W_s$	B
1	29.2	1.72	2.72	0.779	1.050	37.3	21.2	16.1	0.646
2	27.6	1.77	2.72	0.784	0.959	30.7	19.9	10.8	0.713
3	20.4	1.68	2.71	0.587	0.917	31.3	18.9	12.4	0.121

圖 2c

黃土在 1—8 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力下之  $iM=f(P)$  曲綫圖。

圖 3a 為深度 1—6 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫組，組內兩根曲綫之頂峰均在 2 公斤/公分<sup>2</sup>， $iM$  值為 0.054—0.062，壓力為 6 公斤/公分<sup>2</sup> 開始， $iM$  值差不多均小於 0.020，這說明了該深度黃土在壓力 6 公斤/公分<sup>2</sup> 時才顯示出最大濕陷性，壓力在 6 公斤/公分<sup>2</sup> 以後濕陷性就被消滅了。

圖 3b 為深度 9—11 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫組，組內有兩根曲綫，曲綫 1 之頂峰在 6 公斤/公分<sup>2</sup>，

$iM$  值為 0.026，向右，曲綫漸向下垂， $iM$  值均小於 0.020，這說明該探井中在該深度內黃土之最大濕陷性是在 6 公斤/公分<sup>2</sup>，而自 6 公斤/公分<sup>2</sup> 以後黃土就不具濕陷性了，曲綫 2 自始至終  $iM$  值均小於 0.020，這說明了該探井中該深度內黃土結構很穩定，故不另述。

圖 3c 為探井 1 深度 12—17 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，曲綫始端即在 1 公斤/公分<sup>2</sup> 下， $iM$  值為 0.001，向右壓力漸漸增大而  $iM$  值亦隨之增大，至壓力為 8 公斤/公分<sup>2</sup> 時， $iM$  值為 0.018，接近 0.020。

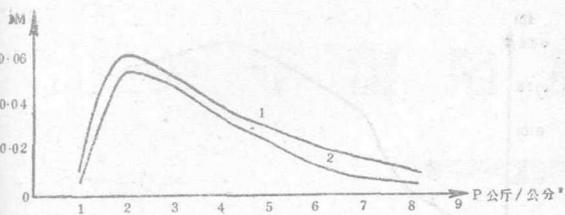
圖 4 為魏鎮渭河北岸三級階地上一个探井內黃土在 1—8 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力下之  $iM=f(P)$  曲綫圖。

圖 4a 為深度 1—3 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，該曲綫之頂峰在 3 公斤/公分<sup>2</sup>， $iM$  值為 0.046，自壓力 5 公斤/公分<sup>2</sup> 開始，黃土之  $iM$  就小於 0.020 了，這說明了在該深度黃土壓力 3 公斤/公分<sup>2</sup> 時具最大濕陷性，而當壓力達 5 公斤/公分<sup>2</sup> 以後，黃土之濕陷性才消失。

圖 4b 為深度 4—12 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，該曲綫頂峰在 6 公斤/公分<sup>2</sup>， $iM$  值為 0.033，至壓力達 8 公斤/公分<sup>2</sup> 時黃土之  $iM$  值還為 0.021，這說明了該深度內黃土在 6 公斤/公分<sup>2</sup> 時才顯示出最大濕陷性，至 8 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力後黃土之濕陷性依然未完全消失。

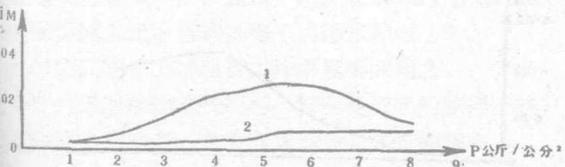
圖 4c 及圖 4d 為深度 13—19，21—28 公尺內黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，該二曲綫形狀相似， $iM$  值是隨壓力之增加而增加的，當壓力自 1 增到 8 時，曲綫 4c 之  $iM$  由 0.002 增到 0.024，具濕陷性，曲綫 4d 之  $iM$  即由 0.002 增至 0.018，不具濕陷性。

圖 5 為西安填橋區渭河南岸一級階地上一个探井內在深度 1—4 公尺（曲綫 1）及 5—8 公尺（曲綫 2）內黃土在 1—8 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力下之  $iM=f(P)$  曲綫，這兩根曲綫之頂峰均在 2 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力處， $iM$  值由 0.067（曲綫 1）減到 0.039（曲綫 2），向右壓力增大曲綫漸向下垂，當壓力達 5 公斤/公分<sup>2</sup> 時，曲綫 1 之  $iM$  值開始小於 0.020 了，此時曲綫 2 之  $iM$  值還是相當大，直到壓力為 7 公斤/公分<sup>2</sup> 後，曲綫之  $iM$  值才進入 0.020 之區域內，這說明了該深度內的黃土均在 2 公斤/公分<sup>2</sup> 壓力下具最大濕陷性，並指出了黃土濕



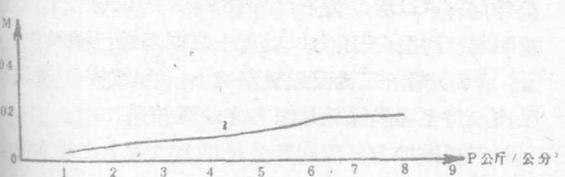
編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	21.5	1.42		0.555	1.022	33.4	19.9	1.35	0.119
2	20.9	1.75		0.367	1.084	33.6	19.9	13.9	0.072

圖 3a



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	21.3	1.74		0.685	0.859	30.3	20.7	15.6	0.038
2	18.8	18.9		0.732	0.693	35.6	20.3	15.3	< 0

圖 3b



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	19.4	1.89	2.70	0.739	0.714	35.4	20.4	15.0	< 0

圖 3c

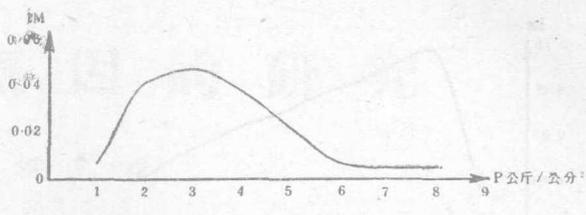
性之消失之極限压力是随深度而逐渐减低。

圖 6 为西安塬桥区渭河南岸二級階地上一个探井各深度内黃土在 1—8 公斤/公分<sup>2</sup> 压力下之  $iM=f(P)$  曲綫。

圖 6a 为深度 1—6 公尺内黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，曲綫之頂峯在 2 公斤/公分<sup>2</sup>， $iM$  值为 0.096，至压力为 8 公斤/公分<sup>2</sup> 时， $iM$  为 0.042，这說明了該深度黃土是在压力为 2 公斤/公分<sup>2</sup> 时具最大湿陷性，当压力增至 8 公斤/公分<sup>2</sup> 时黃土还具有較大之湿陷性。

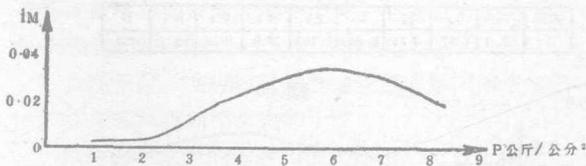
圖 6a, 6c 及 6d 为深度 7—11, 17—19 及 20—22 公尺内黃土之  $iM=f(P)$  曲綫，这三根曲綫形状相似，曲綫頂峯亦均在 6 公斤/公分<sup>2</sup> 处， $iM$  值由 0.084 (曲綫圖 6b) 减到 0.045 (曲綫圖 6d)。至压力为 8 公斤/公分<sup>2</sup> 时， $iM$  值还能达 0.038—0.072，这說明了該区 8 公尺以下黃土之最大湿陷性均在 6 公斤/公分<sup>2</sup> 之压力下，且在 8 公斤/公分<sup>2</sup> 压力时，黃土还有相当之湿陷性。

总结以上所述，可得出以下兩点：



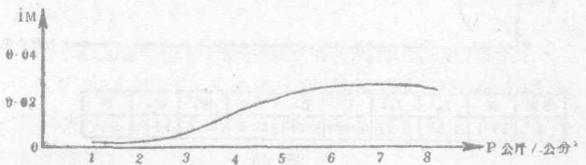
編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	21.2	1.62	2.70	0.561	1.028	33.4	19.9	13.3	1.098

圖 4a



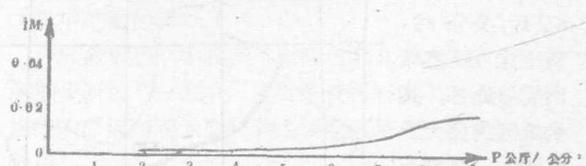
編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	20.6	1.79	2.71	0.681	0.820	35.6	20.8	14.8	< 0

圖 4b



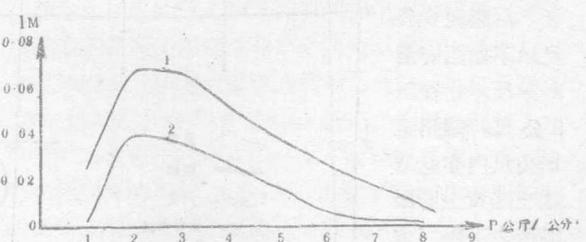
編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	21.3	1.68	2.72	0.564	1.025	32.9	20.2	12.7	0.087

圖 4c



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	21.8	1.78	2.72	0.687	0.878	35.1	19.7	15.4	0.135

圖 4d



編號	W	$\gamma_w$	$\gamma_o$	G	$\epsilon_o$	$W_T$	$W_P$	$W_n$	B
1	19.9	1.51	2.71	0.470	1.560	3.99	19.3	12.6	0.050
2	23.0	16.6	2.71	0.621	1.050	3.35	20.2	15.4	0.230

圖 5

(1) 沿黄河、渭河一級階地上，自蘭州至西安这个地区内，黃土湿陷系数与压力之曲綫关系。



# 关于湿陷原因的研究

長春地質勘探學院 郭 見 揚

第四紀疏松粘性土，特别是黄土，因水浸湿而产生沉陷的现象，我們称之为湿陷现象。湿陷的产生往往伴随着建筑物的破坏，例如使建于其上和筑于其中的堤牆及基礎破坏，使路基下沉，使边岸再造加剧，或因而促使水庫滲透的加强（因滲途縮短）等。

湿陷问题是工程地質工作中重要問題之一。但迄至今日关于湿陷的某些問題，特别是湿陷的原因及其防止和整治措施等，尚沒有得到令人滿意的解决。

在我國已有的文獻中，对黄土由于浸湿而产生沉陷现象的命名，極不統一，据作者所知，有“沉陷”（1），“自重沉陷”（2），“浸水沉陷”（3）和“湿陷”（4、5、6）等等。

事实上这是一种浸湿后的沉陷现象，为了与單純因重力而产生的“沉陷”区别，最好别采用“沉陷”一詞，“自重沉陷”的命名者認為浸水后的沉陷过程，僅自重压力起了作用（2），这与客观事实是不相符的，自然情况下，土自重压力下产生的湿陷存在（例如运河边岸土的湿陷），而附加压力与自重压力共同作用下产生的湿陷（例如房屋地基土的湿陷）亦比比皆是。

“湿陷”和“浸潤沉陷”一詞，不僅僅反应了該现象的主要表现——沉陷，又說明了这种沉陷与一般的沉陷不同，是發生在水的浸湿之后，不过“湿陷”一詞來得更簡明一些，故本文以“湿陷”称之。

关于湿陷的原因，更是說法不一，現有關於湿陷性是在2公斤/公分<sup>2</sup>压力下，此时之*iM*值达0.092；三級階地上（在毓鎮），深度3公尺以上，黄土却在3公斤/公分<sup>2</sup>压力时顯示出最大湿陷性，此时*iM*值为0.046。当压力增至8公斤/公分<sup>2</sup>后，除西安一区黄土之*iM*值还能达0.040外，均不具湿陷性了，在此深度以下，黄土之最大湿陷性却由上面的在2—3公斤/公分<sup>2</sup>增到6公斤/公分<sup>2</sup>压力下，当压力为8公斤/公分<sup>2</sup>后，虽在毓鎮二、三級階地上黄土之湿陷性已消失，而西安二級階地上黄土之湿陷性还是較大，*iM*值最大时还可达0.090。

上面二点說明了，黄土湿陷性之变化与黄土分布之地貌單元位置，埋藏深度和經受的地質作用的長短有着密切的关系。

## （四）小 結

原因的解釋有以下一些：

1. 浸湿时，具毛細管力而使土粒联結的毛細水，随同水量增加而弯液面消失，因之毛細管力丧失，土失去联結因而沉陷（太沙基，阿別列夫等）；

2. 浸湿时，使顆粒联結的鹽受到溶解因而土沉陷（波雷諾夫和彼斯德洛夫等）；

3. 浸湿时水膜的加厚和楔入作用，以及薄膜水对塊的溶解，因而土沉陷（捷尼索夫）；

4. 胶体联結膜的擴散作用；

5. 因为大孔隙的存在而产生湿陷（烈塞德金和扎馬林等）；

6. 尤苏波娃等用礦物成分來解釋湿陷的原因；

7. 有人認為滲入土內水的表面張力不均衡（雅科甫列夫），滲入土內水的动压力（阿別列夫）均起决定性作用；

8. 普里克朗斯基，諾沃日洛夫在其著作中（4、7）指出湿陷是水在各个方面作用結果，这些作用有①膠溶作用②鹽的溶解③滲入水的挤压力④滲入水在大孔中的潛蝕等；

9. 最近孙广中在其“中國西北几个地区黄土性質的初步研究”一文中，用实验資料否定了鹽的溶解是湿陷的原因而認為湿陷的主要原因是水膜强烈的加厚結果。

为了从湿陷的本質來闡明其產生的主要原因，本

在前面，除了看出了自西至东由于自然環境的变化而产生相应的黄土物理性質的变化規律以外，更值得注意的是黄土湿陷性与單位压力間之变化关系与当地之地貌單元位置有着極為密切的关系，这种关系清楚的反映在*iM=f(P)*曲綫上折点之位置。顯示了我國西北地区黄土之特点——在不同地貌單元上黄土結構粘結强度的不同。因此，以往我們实际工作中所采用的对黄土湿陷性之測定法——即將在压力3公斤/公分<sup>2</sup>下黄土浸水后所得之湿陷係数作为确定黄土湿陷量的方法，是有其一定的缺欠的：因为这样所得到的結果在实际情况上往往有所偏高或偏低現象。为此，進一步研究这个問題对編制更合理的黄土地区勘查方法和黄土地区建筑设计規程方法是有其非常重大意义和必要性的，故是迫不容緩的一項任务。