



—水工建築物設計規範—

地基的地質技術計算

全蘇水利科學研究院編製
水力發電建設總局批准
(內部資料)

水利部北京勘測設計院譯

一九五四年十月

蘇聯電站人民委員部

水力發電建設總局

水工建築物的設計規範

水工建築物地基的地質技術計算

Технические Условия И Нормы Проектирования

Гидротехнических Сооружений

Геотехнические Расчеты Оснований

國家建築書籍出版社出版

列寧格勒——1941——莫斯科

水利部北京勘测設計院譯1954.10.

東北農業出版社印刷廠承印

本規範於1939年在全蘇水利科學研究院水工建築物設計規範局內編成。

本規範由主任工程師杜畢亞哥編擬。

本規範的編寫方法和校審，由規範局局長一級科學工作者И.А.吉爾什康擔任。

本規範由下列人員組成的水力發電建設總局的專門鑑定委員會審定：水電建設總局技術處長別廖科夫（主席），總工程師拉烏普曼，副總工程師瓦西連科教授；全蘇水利科學研究院科學部副主任巴烏姆加爾特教授；蘇聯供水及下水工程、水工建築物和工程水文地質科學研究院（ВОДТЕО）一級科學工作者尼奇波羅維奇；全蘇水利科學研究院一級科學工作者弗洛林；水電建設總局審核組長艾瓦齊楊，水電建設總局規範局局長柳布琴科工程師和建設人民委員部專門水工設計局技術處主任工程師卡杜姆斯基。

在鑑定委員會的會議上並有下列顧問參加：一級科學工作者諾沃道爾澤夫，一級科學工作者葉夫多基莫夫和一級科學工作者達維琴科夫。

根據鑑定委員會的指示（1940年7月18日第2號備忘錄）進行修正和補充後，本規範即經電站部水力發電建設總局局長批准（1940年11月23日第336號備忘錄）。

前 言

本規範的目的在使水工建築物的地基穩定和沉陷計算系統化和標準化。

現今所通用的計算方法和步驟都是很粗略的，得出的結果也往往互不協調；其中某些方法過於複雜和累贅。

因此，在編製本規範的過程中曾進行了大量的比較計算工作，目的在把各種方法和實驗資料作一對比。

進行比較的結果，選定了適合於各種設計情況的方法。

本規範僅考慮非岩石類天然地基計算的有關問題。對於人工地基（樁基及其他）預定在另一個規範內闡明，在該規範中也將包括傳送帶支柱和其他類似結構的計算。

本院請求本規範的使用者提出自己對考慮規範中問題的願望和意見（無論是關於個別問題的或是全面的見解），以便在本規範再版時，這些願望能得到考慮。

本院地點：Ленинград 21, Дорога в Сосновку^{1/3}, ВНИИГ.

全蘇水利科學研究院管理處。

目 錄

水工建築物的設計規範

第一章 總則	(1)
第二章 作用於水工建築物地基上的諸力	(3)
第三章 穩定安全係數	(8)
第四章 建築物的剛性	(9)
第五章 建築物地基穩定計算的一般問題	(10)
第六章 剛性建築物地基的穩定計算	(14)
第七章 非剛性建築物地基的穩定計算	(18)
第八章 滲透水流對地基穩定影響的估計	(20)
第九章 建築物沉陷計算的一般問題	(21)
第十章 建築物沉陷計算的各個演算步驟和內容	(24)
第十一章 用應力和變形累積法確定最終沉陷	(27)
第十二章 按什欽布林涅爾公式確定最終沉陷	(34)
第十三章 淺基最終沉陷的確定	(37)
第十四章 分段建築物的全沉陷和 被不承載土壤段分開的建築物的全沉陷	(39)
第十五章 沉陷過程的確定	(40)

附錄:

1、進行長度小於五倍寬度的建築物的

穩定計算時滑裂體的側面摩擦修正數的確定

(43)

2、確定建築物沿表面滑動而發生穩定破壞時的準則

(46)

3、按B.И.諾沃道爾澤夫公式計算建築物地基的穩定

(54)

4、水工建築物沿弧面滑動的穩定計算

(64)

5、按什欽布林涅爾公式確定沉陷

(69)

蘇 聯 電站人民委員部	水 電 建 設 總 局 技 術 規 範 水工建築物地基的地質技術計算 設 計 規 範	TY 24—103—40 水 工 建 築 物
---------------------------	--	--------------------------------------

I. 總 則

★ § 1、本規範適用於水電樞紐或綜合性水電樞紐中的 I、II 和 III 級水工建築物地基的地質技術計算。

建築物的等級根據蘇聯電站人民委員部水電建設總局的專門規程劃分之。

★ § 2、本規範適用於水工建築物非岩石類天然地基的地質技術計算。

★ 地質技術計算必須了解為地基的穩定計算和建築物沉陷的確定。

★ § 3、本規範係供設計任務書階段和技術設計階段之用。

★ § 4、本規範不適用於建築在永久冰凍地區的建築物。

★ § 5、本規範根據建築物地基的地質技術計算各個問題不同的研究程度分為：

1、在設計中必須遵行的條文；只有在徵得本規範的批准機關同意之後，方可不遵照它執行；這些條文在正文中以大號鉛字刊印，各

全蘇水利科學研究院 提 出	水電建設總局批准 1940年11月23日	實 施 日 期 1941年 1 月 1 日
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

節的開端印有五星符號「★」，並照例地附有「必須」的字眼。

2、在設計中建議遵行的條文：不需徵得本規範批准機關的同意即可不遵行，但此時對一切未遵行的事項，要提出適當的論證；這些條文在正文中以大號鉛字刊印，但是沒有五星符號「★」，並照例地附有「建議」二字。

3、非必須遵行的帶有諮詢性的條文：在正文中以小號鉛字刊印，並照例地附有「最好」「可以」等字眼。

II. 作用於水工建築物地基上的諸力

★ § 6、在進行地質技術計算時，必須考慮作用於建築物地基上的以下諸力：

1、該建築物或隣近建築物傳遞於地基上的諸力，以及作用於地基表面上的其他外部荷載。

2、地基土壤的自重；

3、由於存在靜止的或運動的重力水在地基中所產生的力；

4、由於土壤內毛細管水的作用在地基中所產生的力。

★ § 7、計算地基的穩定時，沿滑動面的抗滑阻力必須按庫倫公式考慮：

$$\tau = \sigma'_s \varphi + c \quad (1)$$

式中 τ ——每平方公尺滑動面上的抗滑阻力，以噸計；

σ'_s ——每平方公尺滑動面上的法向應力，以噸計；

φ ——土壤的摩擦角；

c ——每平方公尺滑動面上由於粘聚力所產生的抗滑阻力，以噸計。

★ § 8、該建築物或隣近建築物傳遞給（地基）土壤的振動荷載和地震荷載在本規範中未研討。

★ § 9、作用於建築物上及其地基上的諸力，在進行地質技術計算時，須分為下列各種計算組合①

1、經常地長期作用着的相應於建築物正常工作條件下的力組，

①見水電建設總局標準CT24—4414，「作用於水工建築物上的諸力」。

例如建築物和土壤的自重，正常壅水位時的水壓力等；

2、偶而地短期作用着的，在建築物施工或修理過程中作用的力組，例如上游高水位時的水壓力，風壓力和雪壓力等；

3、在建築物的非常的和特別例外的工作條件下所產生的力組，例如非常洪水時的水壓力，颶風時的風壓力，建築物部分破壞時所產生的力等。

★ § 10、必須對計算力組的綜合1+2和1+2+3 (§ 9)，進行建築物基礎的穩定校核。對於這兩種力組的綜合，在§ § 25—27中分別規定了穩定安全係數。

★ § 11、建築物傳遞給地基的荷載總值，應在建築物的設計書中給出。

建築物底面上的壓力分佈圖，在某些情況下是計算沉陷所必需，應依照§ § 75—77中所述的規定確定之。

★ § 12、確定土壤容重時應該分為：

1、空氣充滿孔隙的土壤：（乾容重）

$$\gamma_L = \gamma_0 (1 - n) = \frac{\gamma_0}{1 + \varepsilon} ; \quad (2)$$

2、水充滿孔隙的土壤：（飽和容重）

$$\gamma_W = \gamma_0 (1 - n) + n = \frac{\gamma_0 + \varepsilon}{1 + \varepsilon} ; \quad (3)$$

3、潛沒於水中的土壤：（潛容重）

$$\gamma_A = (\gamma_0 - 1) (1 - n) = \frac{\gamma_0 - 1}{1 + \varepsilon} ; \quad (4)$$

4、孔隙被空氣和水充滿的土壤：

$$\gamma_P = \gamma_0 (1 - n) (1 + w) 。 \quad (5)$$

式中： γ_L ， γ_W ， γ_A ， γ_P ——土壤的容重（密度），以噸/立方公尺計，

γ_0 ——土壤顆粒的比重；

n ——孔隙度，即孔隙體積與土壤全部體積之比；

e ——孔隙比，即孔隙體積與土壤骨架體積之比；

w ——土壤含水量（以重量計），即樣品中的水重與樣品乾重之比。

在複雜的水文地質情況下（有豎向滲流，存在容重不一的土層等），在計算某深度 z 內的平均容重 γ_z 時，係將深度 z 處一點的土壤骨架上由於覆蓋土層所引起的壓力除以 z （§ 17）：

$$\gamma_z = \frac{p_z - \sigma_z}{z}$$

★ § 13、滲透水流對地基穩定的影響，應該依照 § § 60—62 的規定來考慮。

★ § 14、考慮地下水對地基穩定的影響時，應該按照 § § 17—21，把土壤骨架上的測壓管壓力（靜水壓力）列入計算。

★ § 15、上下游高程不同的建築物，其地基上和建築物底面上各點的測壓管壓力，應按照《水工建築物底下的平面壓力滲透計算》^① 規範確定之。

★ § 16、決定由於建築物上下游水頭差的影響所產生的測壓管壓力的數值時，必須注意地基土壤中天然的（原有的）測壓管壓力。天然的測壓管壓力，應根據水文地質勘測來確定。

★ § 17、當土壤空隙充滿着水時，土壤骨架中任意點的鉛直法向壓力應由下列公式確定：

① 平面壓力滲透計算係指二元的滲透問題——譯註

$$p_z = \sigma_z + r_w (Z + h) + t - d, \quad (6)$$

- 式中 p_z ——某點土壤骨架上的鉛直法向壓力，以噸/平方公尺計；
 σ_z ——該點上由於建築物傳遞給土壤的荷載所產生的土壤骨架上的鉛直法向壓力，以噸/平方公尺計；
 r_w ——土壤(包括其孔隙中的水)的容重(密度)；以噸/公方計；
 z ——該點的埋沒深度，從建築物底面算起(圖1)；以公尺計；
 h ——建築物砌置深度，以公尺計；
 t ——土壤表面以上的自由水深，以公尺計；
 d ——該點上的測壓管壓力，以噸/平方公尺計。

計算 σ_z 時，自建築物重量中減去體積等於建築物入土部分的一塊土重，而不考慮作用於建築物底面的上舉水壓力。

§18、若地基土壤中沒有豎向滲透水流，地基上任意點的測壓管壓力等於：

$$d = z + h + t$$

在決定土壤骨架內的壓力時，必須用更簡單的公式來代替公式(6)：

$$p_z = \sigma_z + r_A (Z + h) \quad (7)$$

§19、若在深度 z 內土壤是由容重不同的若干層組成，公式(6)中的 $r_w(Z+h)$ ，應以下列各項的和代替：

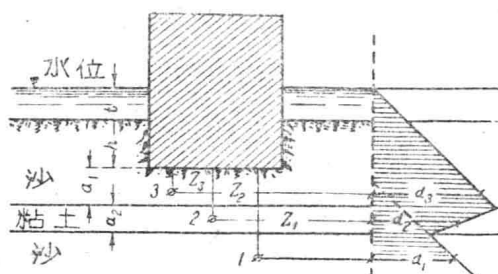


圖 1

$$\gamma_{w1}(\alpha_1 + h_1) + \gamma_{w2}\alpha_2 + \gamma_{w3}\alpha_3 + \dots \quad (8)$$

式中 $\gamma_{w1}, \gamma_{w2}, \gamma_{w3}$ ——各層土壤的容重；

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ——各層土壤的厚度。

★ § 20、直接與建築物底面相接觸的各點的土壤骨架上的壓力，等於建築物傳來的荷載，扣除作用於建築物底面上的測壓管壓力。

★ § 21、若建築物的底面位於毛細管水作用的土壤中，測壓管壓力是負值，該數值的絕對值應該加在建築物傳來的荷載上。

Ⅲ. 穩定安全係數

★ § 22、建築物的穩定程度必須以穩定安全係數來衡量，穩定安全係數必須理解為破壞荷載與作用荷載之比，或者令此比值為被動抗力之和（ ΣR ）比作用在建築物上的全部主動力之和（ ΣA ）。

$$k = \frac{\Sigma R}{\Sigma A} \quad (9)$$

也可以用諸力對於任一點的力矩來代替諸力：

$$k = \frac{\Sigma M_{\text{抗滑}}}{\Sigma M_{\text{滑動}}} \quad (10)$$

★ § 23、應當把作用於滑動面上的摩擦力和粘聚力，以及與所研究的位移方向相反的被動土壓力和主動壓力之差列入被動力。

★ § 24、穩定安全係數，應根據在正常施工和運用條件下，作用於建築物及其地基上的各種可能的力的組合中最不利的一個進行計算。

★ § 25、在技術設計中，按力組的綜合1+2（§ 10）計算時，必須遵循下面關於穩定安全係數的規定：

Ⅰ級建築物..... $k=1.50$

Ⅱ級建築物..... $k=1.40$

Ⅲ級建築物..... $k=1.30$

★ § 26、設計任務書中的安全係數值，應根據專門的規定或條款採用。如果沒有專門的規定和條款，則建議將上述技術設計中採用的值增加10%作為設計任務書中採用的安全係數。

★ § 27、按非常情況〔即力組的綜合1+2+3（§ 10）〕計算建築物時，對於所有各級建築物的一切設計階段，應一律採用 $k=1.10$ 。

III. 建築物的剛性

★ § 28、計算地基的穩定和確定建築物沉陷時，在選擇計算方法時，除其他因素以外，還應注意建築物的剛度。

★ § 29、從上節的計算觀點出發，建築物應分為剛性的、非剛性的和半剛性的。

沉陷時，建築物底面不發生彎曲的叫做剛性建築物。底面或者作平行於其本身的直綫位移，或者當不均勻沉陷時除了直綫位移外，尚有某些轉動。

建築物的各個組或部份，用直立面分開，每部份可單獨地沉陷而與相隣部分無關的叫做非剛性建築物。

建築物雖有剛性，但其程度不足以防止由於其底面上壓力分佈有重大差異而引起的明顯彎曲，此種建築物叫做半剛性建築物。

用土料或堆石建成的建築物，例如土壩和堆石壩，填土圍堰，填石籠堤等等，屬於非剛性建築物。它們並非絕對沒有剛性，但實際上為了計算穩定和沉陷的目的，可以把它們當作沒有剛性。

船閘、船塢等屬於半剛性建築物。

★ § 30、半剛性建築物的穩定計算方法與剛性建築物的相同。

§ 31、半剛性建築物的沉陷計算，除了 § 77 的情況外，應按本規範指示的剛性建築物的沉陷計算方法進行。

V. 建築物地基穩定計算的一般問題

★ § 32、水工建築物地基的穩定計算，必須理解為確定極限臨界荷載，並把它與實際加於建築物和地基上的荷載進行比較。

建築物底下的土壤發生塑性變形，由此發生地基的破壞——「穩定性的破壞」，並有若干體積的土壤從建築物底下擠出來，造成上述現象的荷載叫做臨界荷載。

建築物沿基礎面發生滑動是穩定性破壞的一種情況。

★ § 33、設計 I、II、和 III 級建築物時，在設計任務書和技術設計階段中，均應進行穩定核算，並確定穩定安全係數作為校核的最終結果。

★ § 34、穩定計算通常包括下列兩部分：

1、就穩定性來說，是要確定最不利的滑動面，即土壤滑裂部分與原地土壤的分開面：

2、對於已知的外力，按求得的最不利的滑動面來確定穩定安全係數。

★ § 35、極限平衡狀態必須理解為當該平衡狀態下在所研討的滑動面上，下述等式 (§ 7) 成立：

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c$$

★ § 36、選擇地基的穩定計算方法時，必須注意下列因素：

- 1、建築物的剛性；
- 2、地基土壤的均勻程度；
- 3、與建築物直接隣接的土壤表面的輪廓；

- 4、外力的作用方向（鉛直的或水平的）；
- 5、土壤中壓力的穩定程度（外力所引起的應力完全傳遞給土壤骨架，還是部分應力由水承受）；
- 6、建築物寬度與長度的比，即建築物短邊與長邊之比；
- 7、荷載有無偏心情況。

★ § 37、本規範中，均勻地基必須理解為：這種地基的土壤至少在等於基礎寬度的深度內是均勻的。

§ 38、對於建造在粘土類土壤上的建築物，預料在很長期間內；地基上的相當大一部分荷載，將由土壤內的水來承受，建議注意由於上述的原因，擠出土壤的抗力應予減小。

這種減小可以用近似計算法來考慮，或者是把極限（臨界）荷載的計算數值減少 10%，或者也可以把規定的穩定安全係數值增加 10%。

§ 39、建築物寬(度)長(度)比的影響，建議按下列方法考慮：

1、當建築物的長度超過寬度五倍或更多時，按平面（二向）問題進行計算；

2、若建築物的長度小於五倍寬度，並且無水平荷載時，可把按平面問題研究穩定性所算出的臨界荷載乘以係數 $(1 + \frac{b}{l})$ ，式中 b —基礎的半寬， l —基礎的半長；

3、若建築物的長度小於五倍寬度，有鉛直荷載和水平荷載共同作用時，則考慮到滑裂體側面的摩擦和粘聚阻力，將該建築物按平面問題算出之滑動力臨界數值加以改正，這種改正按下列公式（附錄 1）計算：

$$Q = f h m^2 (r h L + 4 b p) + 2 L h c (1 - 2 m f) \quad (11)$$

式中： Q —需加到算出的臨界水平荷載上的力，以噸計，這項臨界

荷載係由建築物全部底面所承擔；

r ——土壤容重（密度），以噸/公方計，在複雜的水文地質情況下，則取深度 b 內的平均容重；在其他情況下，分別就土壤中有水或無水的情況按 § 12 決定容重；

L ——滑裂體頂面全長（圖10），以公尺計；

$2b$ ——建築物底面寬，以公尺計；

P ——建築物傳遞給土壤的鉛直荷載，以噸/平方公尺計；

$f = \operatorname{tg} \varphi$ ；

$m = \operatorname{tg}(45 - \varphi/2)$ ；

φ ——土壤內摩擦角；

c ——土壤粘聚力，以噸/平方公尺計；

h ——面積與滑裂體側面相等的矩形的高度（圖10），以公尺計；

★ § 40、如果所有作用於建築物的力的合力不通過建築物底面的中心點，則必須考慮偏心的影響，偏心會使地基的承載能力減小。

考慮這種影響必須利用吉爾謝凡諾夫教授建議的方法，即假定將建築物基礎的計算寬度減小而採用為 $2r$ ， r = 合力與建築物底面的交點到基礎的最近邊緣的距離

（圖2）。

偏心的影響，僅在剛性建築物需要考慮。

★ § 41、根據 § 36 中所述影響地基穩定的各因素來選擇計算方法時，建議遵循下列的計算情況分類：

A. 剛性建築物：

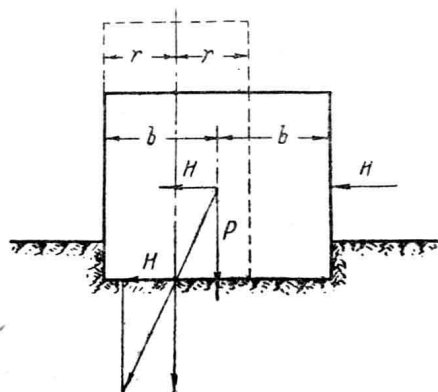


圖 2