

鋼筋混凝土 圓池計算

A. M. 奧威奇金 著
重工業部翻譯室 譯

重工業出版社

鋼筋混凝土圓池計算

A. M. 奧威奇金 著

重工業部翻譯室 譯

重工業出版社

本書載有鋼筋混凝土圓貯池、圓穹頂、圓板的靜力計算法，並描述了貯池的各種不同構造。

本書係供工程設計人員、學員和研究生之用。

本書由黑色冶金設計院晉普、重工業部翻譯室黃成春兩同志擔任譯校。

А. М. Овечкин

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КРУГЛЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Стройиздат (Москва 1950)

* * *

鋼筋混凝土圓池計算

重工業部翻譯室 譯

重工業出版社(北京西直門內大街三岔廟11號)出版

北京市書刊出版業營業證可証出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年九月第一版

一九五五年九月北京第一次印刷(1—1,468)

787×1092 $\frac{1}{16}$ •210,000字•9 $\frac{1}{8}$ 印張•定價(9)1.98元

書號 0324

* * *

發行者 新華書店

目 錄

前 言	(5)
緒 論	(6)
第一章 鋼筋混凝土液体貯藏池的結構型式	(9)
1. 半地下与地下貯池	(9)
2. 地上貯池	(29)
第二章 貯池的靜力計算	(34)
3. 將複雜的計算圖式解析成合成圖式	(34)
4. 力值法的正則方程式	(36)
5. 表面受局部荷重的殼體	(37)
6. 決定殼體上任意一定點的角變位及位移	(37)
7. 決定由於殼體周邊斷面的單位角變位及單位水平位移所引起的力矩 M_{11} 和 M_{12} 和推力 H_{21} 和 H_{22}	(40)
8. 決定由於外部荷重在剛接殼體上所引起的力矩 M_{1p} 和推力 H_{2p}	(42)
第三章 在对称荷重下旋轉殼體的計算	(43)
9. 旋轉殼體的平衡式	(43)
10. 在 H_{20} 作用下鉸接於放射向可動支承上的殼體的力和形變	(50)
11. 在 H_{20} 作用下位於不能轉動, 但放射向可動支承上的殼體的力和形變	(50)
12. 在邊緣力矩作用下位於鉸接放射向可動支承上的殼體的力和形變	(51)
13. 在 H_{20} 和 M_{10} 的作用下位於鉸接放射向可動支承的殼體的力和形變	(53)
14. 在 H_{20} 和 M_{10} 的作用下圓錐殼體的力和形變	(54)
15. 在週邊力 H_{2n} 和 M_{1n} 的作用下任意旋轉殼體的力和形變公式	(56)
16. 在週邊力 H_{2n} 和 M_{1n} 的作用下不變厚度的球形殼體的力和形變公式	(59)
17. 在週邊力 H_{2n} 和 M_{1n} 的作用下厚度按照 $h = \frac{h_1 t_1}{t} = \frac{h_0 t_0}{t}$ 規律變化的圓錐殼體的力和形變公式	(60)
18. 在週邊力 H_{2n} 和 M_{1n} 作用下圓柱殼體的力和形變公式	(63)

第四章 決定在外部荷重作用下基本圓頂系的力和形變	(65)
19. 決定外部荷重 Q_y	(65)
20. 基本圓頂系中的力 T_1°, T_2° 及 H_2° 和外部荷重的基本關係	(67)
21. 決定在外部荷重作用下基本系中的形變	(70)
22. 球形圓頂	(77)
23. 錐形圓頂	(95)
24. 倒錐形圓頂	(105)
25. 圓柱形殼體	(110)
第五章 支承環、圓形薄板和彈性基礎上圓形板的計算	(117)
26. 支承環的計算	(117)
27. 圓形薄板	(136)
28. 彈性基礎上的圓形板	(138)
第六章 預加應力鋼筋混凝土圓池的計算	(149)
29. 受拉鋼筋內應力的決定	(149)
30. 因混凝土的收縮、徐變和被纏繞鋼筋的壓縮鋼筋內預應力的降低	(161)
31. 最後應力的決定	(162)
32. 壁與底整體連接的圓池柱的計算	(132)
33. 有環向拉力鋼筋和實體池底整體連系的池壁的圓池計算例題	(164)
第七章 計算鋼筋混凝土結構的裂縫的形成和開展	(172)
34. 決定裂縫形成的力矩	(172)
35. 裂縫的形成和開展	(175)
第八章 圓池的計算例題	(187)
附 錄	(232)

前 言

苏联住宅、公共建筑物和工业建筑物建设的巨大规模，引起了修建一系列辅助构筑物的必要，各种液体贮藏池就是其中之一。

现在，许多大型设计机构正设计这类贮藏池如：中央特殊建筑设计院、工业建筑设计院、运输设计协会、供水排水建筑设计院及其他。

建筑贮藏池要耗用大量建筑材料和资金。因此，拟定这类构筑物合理的计算方法是十分重要的。

各种型式贮藏池中实际上最常用的是用旋转壳体构件组成的圆形钢筋混凝土池。

本书中述有这类壳体的近似算法，此法实际应用在钢筋混凝土圆池结构中。除了旋转壳体的算法以外，本书也列有在弹性地基上圆板的近似算法。此种圆板为贮池的组成部分。

本书所列各种理论计算都进而叙及为选择钢筋混凝土截面所必需的力（力矩、垂直力、横向力及其他）的确定。截面的选择本书未予论叙，因为这个问题已在钢筋混凝土结构教科书中阐述了。

第六章仅叙述带预应力钢筋的贮池算法，这类贮池的修建和配筋方法，这里未予考虑，因为这些问题在专门文献[8,9]中阐述得足够多了。

作者认为应该对 C.C. 达维多夫、B.M. 愷尔德实、H.M. 米特洛颇里斯克和 B.H. 穆拉谢夫等教授的珍贵意见，并对候补科学院士，讲师 Я.А. 诺威阔夫的重大而有效指示致以深深的谢意。

緒 論

苏联在實際建築中，廣泛採用由金屬、鋼筋混凝土和石製成的貯池。在設計貯池當中，正確選擇結構型式及其計算方法是十分重要的。

在圓貯池中最通用的旋轉殼體計算理論的發展過程中，苏联是有很大成就的。

斯大林獎金獲得者B.З. 弗拉索夫教授的著作「殼體一般理論」[1]、科學院士B.B. 閣列爾金的「彈性圓柱形殼體的平衡」[2]、A.И. 魯力耶教授的「彈性薄殼靜力學」[3]及其他著作是特別有名的。

П.П. 頗斯切爾納克教授的[4]和И.Я. 司達耶爾曼教授[5]的創建旋轉殼體近似計算法的著作，也應指出。

貯池與煙囪設計問題在K.B. 沙赫諾夫斯基教授[6]、Э.Г. 賽布耶夫講師[4]、K.B. 司姆爾諾夫[7]、Я.А. 諾威闊夫[8]、Э.Г. 拉茨[9]、Б.Ф. 瓦西里耶夫[10]、И.Г. 流得闊夫斯基[11]及其他等人的著作中，已有闡述。

如何確定那些對筋混凝土貯池有特別重要意義的裂縫的形成和開展的問題，在Г.К. 耶夫戈拉弗夫教授[12]、B.И. 穆拉謝夫[13]、候補科學院士Я.М. 涅米羅夫斯基[14]及其他等人著作中已有論述。

廣泛採用由一個或數個旋轉殼體組成的鋼筋混凝土圓貯池，就需要普遍推廣近似的，但實際上是相當正確的計算方法。

應當指出，旋轉殼體的精確計算方法，在技術文獻中已闡述得頗為詳細。在大多數情況下，精確方法計算旋轉殼體，常遇到很大的困難，並在採用此法上，常常是不合適的。

在計算對稱荷重下的旋轉殼體時，可以採用一種近似計算法，該法在解算殼體平衡的微分方程式時，不考慮函數值及其一次導函數，因為它們的值與二次導函數值相比是很小的。

本書在允許的假定下，列有封閉和切截形旋轉殼體由於週邊力所起的迴轉角、位移和力的公式，亦列有外部荷重所引起的力和變形的

確定法。

重要的大容量貯池常常建成鋼的。爲了節約鋼材，因此常把鋼的圓池代以更節約鋼材的，普通的或預應力鋼筋混凝土圓池。以預應力鋼筋混凝土修建貯池，可使鋼材大爲節省。

各種不同液體的鋼筋混凝土貯池，有建於地下的、半地下的和地上的。

全部埋於地內的爲地下貯池。貯池底置於地平下的爲半地下貯池。貯池底置於地平上的或高於地平的爲地上貯池。

小容量(50~100 立方公尺)貯池的形狀(平面的)常常以當地條件和施工方法而決定。因此，容量不大的貯池，可以建成圓柱形也可以建成方形的。

容量爲200~1000 立方公尺的地下式或半地下式的貯池，帶有圓頂的圓柱形池爲最節約的型式[7]。

當容量在1000~5000 立方公尺或以上時，帶有無梁式頂的圓柱形池爲最節約的型式。

當貯池的容量爲5000~30000 立方公尺或更多時，帶有無梁式頂的矩形池爲最合理的型式。

修建鋼筋混凝土貯池時，防止混凝土形成裂縫和透水有極大而重要的意義，防止混凝土形成裂縫的最好方法是採用預應力結構的貯池。

防止混凝土透水有很多方法。屬於這類方法有：將混凝土的表面塗以各種非溶解性的塗料、混凝土表面以瀝青製成的熱的混合物浸漬等等。但是所有這些辦法都不能保證混凝土不透水。塗料和焦油層常常從混凝土表面脫落，因而所採用的塗飾混凝土表面的方法也就不能達到目的。

混凝土表面以溶化於苯中或汽油中的瀝青浸漬，能使混凝土獲得良好的不透水的結果。溶液一經浸入混凝土內至某種深度時，過了一些時間即行蒸發，而瀝青則停留下來，呈薄膜狀地彌蓋於混凝土孔隙的表面。但這個方法用來防止混凝土不受熱液體的浸透是不適用的。因爲熱液體本身具有溶化瀝青的性質。

混凝土在製備过程中加入采列吉特(Церезитовое молоко)或采羅力托(Церолитовое молоко)乳狀防水劑(1:10)以及水玻璃,能在某種程度上增加混凝土的不透水性。用鉄抹子压实表面,特別是攪有水玻璃的也能提高混凝土的不透水性。

在混凝土表面噴射一層或兩層混凝土,也能使混凝土的不透水性得到某種程度的提高。修築重石油產品的貯池時,也採用上述噴射混凝土的方法。上述办法對提高輕石油產品特別是汽油等貯池混凝土的不透水性來講是不夠的。因此,在目前,汽油貯池多用鋼的或用混凝土的在內部襯有鋼壳(套)。

在最近時期,為保存汽油,曾採用了帶有水套的貯池,這個結構的主要意圖是使混凝土浸滿具有極大压力的水。這樣可使混凝土不透汽油。混凝土內的水由外向內的压力,比汽油由內向外的压力為大。一部分水浸入池內在汽油下成為一層。從這貯池提取汽油時,要將水压入池內將汽油頂出。

經驗証明,置於水表面和地下水表面下的鋼筋混凝土貯池很適宜於貯存汽油,而不必採用防止透水的專門防護設施。

採用聚硫橡膠防水層是防止混凝土透水和破壞的良好方法[10]。該防水層以數層塗膠棉織物作底層。繼此棉織物層之後塗以數層聚硫橡膠層,聚硫橡膠層能塗在濕混凝土牆的表面上。蓋覆層總的厚度約0.8公分。

第一章 鋼筋混凝土液体貯藏池的結構型式

§ 1 半地下与地下貯池

爲了貯蓄水和各種重燃料液体通常採用半地下和地下型的鋼筋混凝土貯池。容量達 200 立方公尺時，如前所述，最好採用平頂圓柱形的，容量由 200 立方公尺到 1000 立方公尺，則應採用圓穹頂的。爲了使貯池不受外部動力和氣溫的影響，應採用地下型貯池。

在土壤條件不利（地下水位高）和有特殊操作和使用要求的情況下，應採用半地下貯池。將貯池設於高出地下水位的地方時，貯水柱的底可由敷設於混凝土底腳層上的薄的鋼筋混凝土板製成，而貯池壁可置於鋼筋混凝土環狀基礎上。當貯池底低於地下水位時，其底之計算應考慮下部的地下水的支持，而整個的貯水池應考慮其浮起作用。

計算貯池時，通常應考慮兩種荷重狀況：

- 1) 貯池盛有液体，外圍未填土，
- 2) 空的貯池，外圍有填土。

第一種荷重狀態可能在貯池的試裝及其觀察當中發生，而在第二種荷重狀態，可能在使用當中發生。在計算外圍填土和盛重貯池時由於兩種狀況荷重分別引起的力應總合一起。當貯存熱的液体時，除了上述計算外，必須進行溫度影響的計算。

貯池受拉構件的斷面尺寸，要根據拉力計算。

容量在 200 立方公尺以下的地下貯池，已廣泛用於鐵路供水。通常設計成平底和以圈梁加固的平頂蓋。當底板有密配配筋時，這樣的貯池能承受某種程度的地下水的頂托。這類貯池通常根據標準設計（圖 1—3）〔15〕建築。

容量在 1000 立方公尺以下的半地下圓貯池，通常埋入地下相當於液体高度之半。貯池的上半部露出地面。這類貯池圍土高度爲 1 ~ 1.5 公尺。所有貯池圓頂和池壁的露出地面的部分，用防寒層保暖，

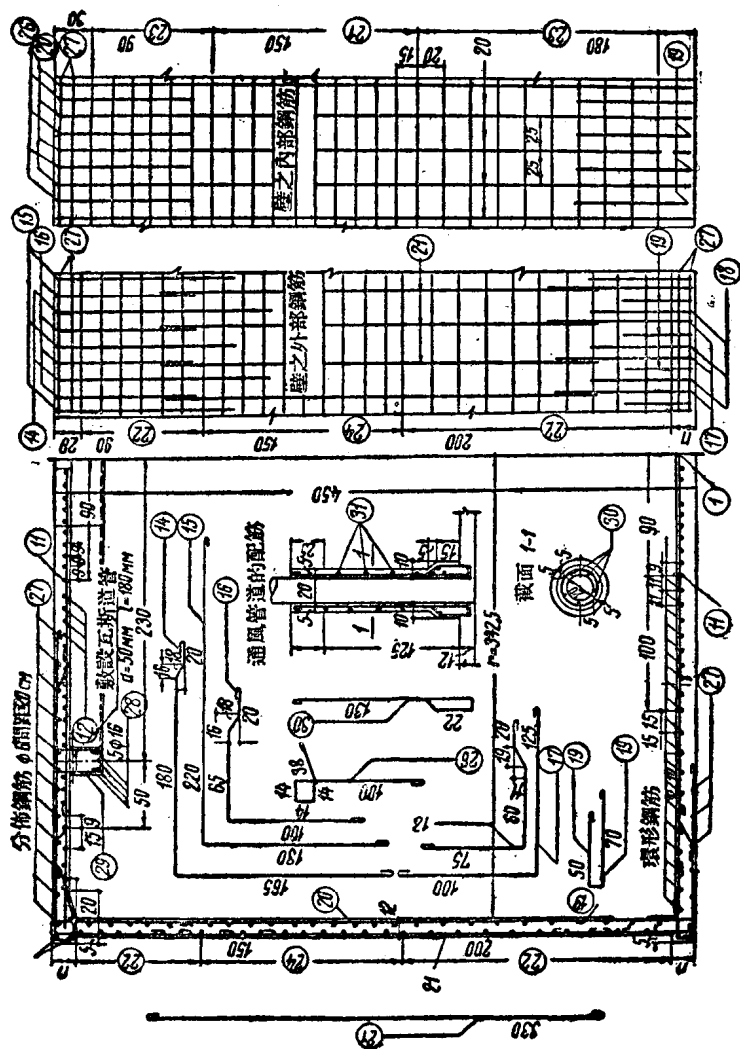


圖 2

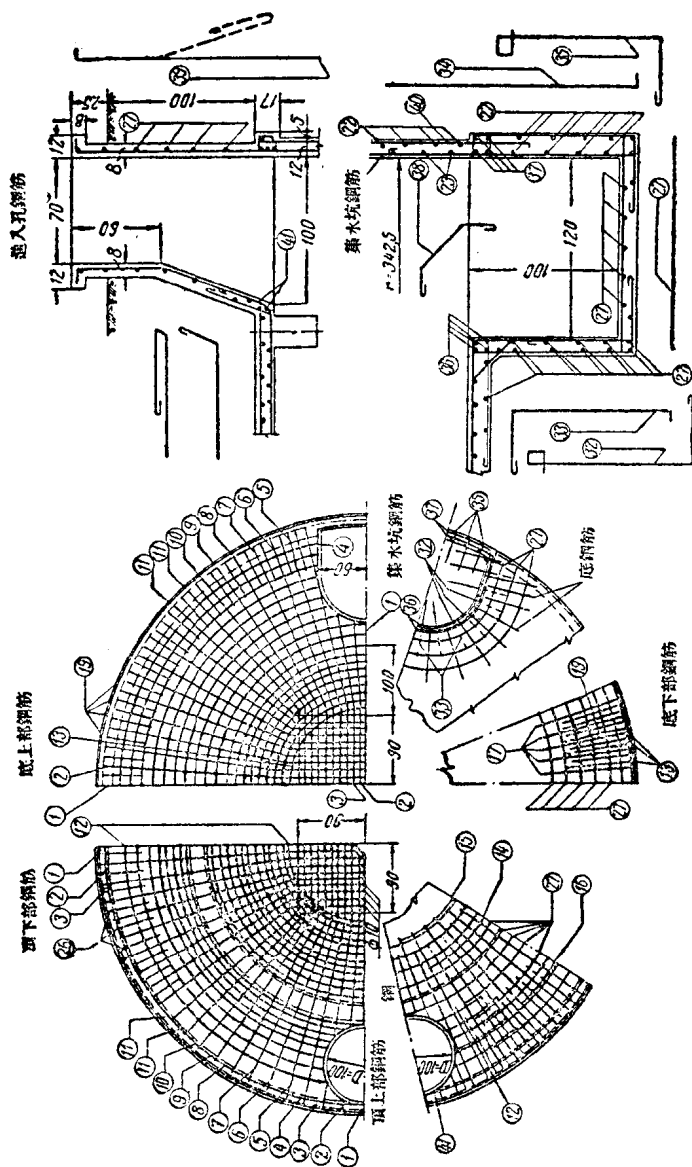


圖 3

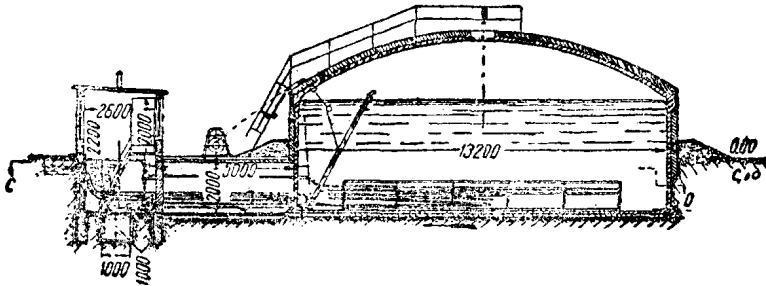


圖 4

容量在1 000 立方公尺以下的 地下貯池，有時製成直接支承於底上的圓頂式的。圓頂上部填以厚約 0.5 公尺的土層。在像這一類的結構中，圓頂和土層的自重，可使圓頂由於水壓力引起的拉力顯著地減少。应当指出這類結構的缺點是施工上的複雜性。

圖10為容量1000立方公尺的此類貯水池，為某一鐵路所建造。

這類貯池可以磚砌成，同時，圓頂所產生的推力不由支承環承受，而由「不可破壞」的堅實接觸於環形支柱側面的土壤來承受。

貯池磚砌體內部表面要用有 Церезита 填料的水泥漿塗抹，並隨後用鐵抹子抹平。

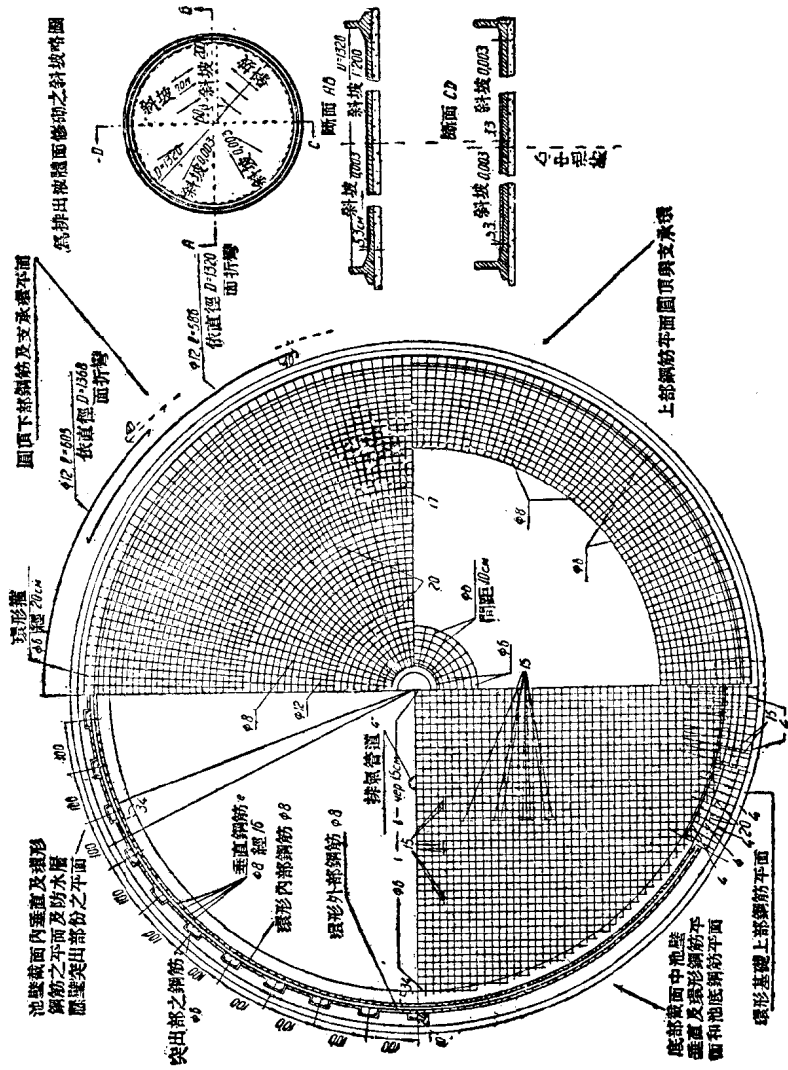
磚砌體要用不低於100號的磚和 80 號的灰漿砌造（圖11）[17]。

地下貯池同樣也可以聯合（綜合）結構建造（П.Л. 頗斯契爾那克的建議）。這類貯池較比鋼筋混凝土貯池在鋼的用量上更為節省，並能採用更加便宜的當地材料。

聯合結構的貯池是由內部用鋼筋混凝土環加強的圓形磚牆所組成的。這種鋼筋混凝土環承受環形拉力。底與頂通常由鋼筋混凝土來建造。

由貯池底至地下水平綫高度內的貯池壁的外部用厚 6 公分的鋼筋混凝土保護套來保護。

牆、底和柱的內部表面用 1:2 配合比並帶有佔水泥重量的 5 % 的 Церезита 填料的水泥砂漿抹平。若不抹灰，最好是噴射一層混凝土。頂板上部應敷以石油瀝青。



6 圖

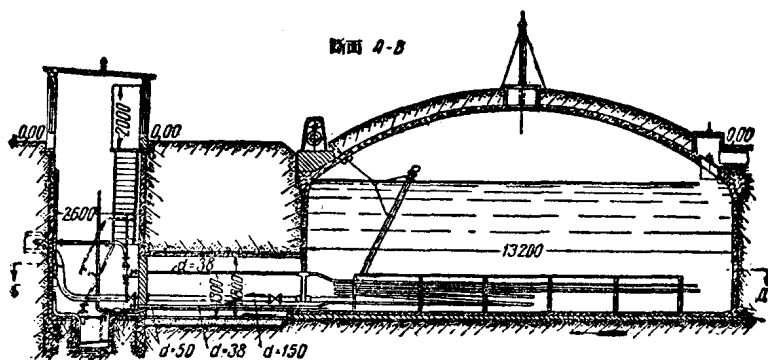


圖 7

牆与柱应由不低於100号的磚及 50 号水泥漿砌造，底与頂板用不低於 140 号的混凝土來建造。

圖12, a, б 上, 示出容量為 600立方公尺的联合結構的貯池。

確定联合牆的內应力与確定鋼筋混凝土牆相同，但將磚牆的实际厚度 $h_{\kappa.1}$ ，換算成联合牆砌体厚度。

$$h = h_{\kappa.1} [1 + \mu_{\kappa\delta}(n - 1)],$$

式中 $\mu_{\kappa\delta} = \frac{F'_{\kappa\delta}}{F'}$ — 砌体的混凝土填充層的厚度；

$$n = \frac{E_{\delta}}{E_{\kappa.1}} \text{ — 混凝土与砌体彈性模數比例。}$$

对容量在 1000 至 5000 立方公尺的地下貯池來講，圓柱形帶平頂的貯池是最合理的形式。池頂通常製成無梁頂蓋。

無梁池頂能大量節約貯池的有效体積，因此這類池頂專門用來製造地下貯池，当跨度不大但荷重較大時它比其它類型更為合理。

有無梁池頂的底是鋪於混凝土底層上的薄（8公分）鋼筋混凝土板，但在地下水的压力很大時，無梁池底可成為倒置的無梁頂蓋。

当採用薄鋼筋混凝土板作為池底時，貯池中的柱要穿过該板而置於独立的混凝土基礎上。

柱子穿通池底处之縫，用塑性物質填充，以免液体滲入土中。

為了使液体流向排出孔，貯池底應製成 0.003~0.005 的坡度。該坡度常以在鋼筋混凝土池底上再加一層混凝土的办法來達到。