

館內閱讀

93374

基本館藏

水工建築物的裝配式鋼筋混凝土 外殼板在工廠中的制造

苏联Л. А. 凱塞爾著

呂宏基 伍修巖譯



電力工業出版社

512
5/2731

目 錄

序言	(2)
第一章 在外殼板中建造建筑物的特点	(5)
第二章 裝配式外殼板構件的类型、結構和對它 提出的要求	(8)
第三章 外殼板製造工藝的一般原則和外殼板工 廠的組成	(20)
第四章 鋼筋骨架的製造	(29)
第五章 模盤、模板和它們在澆筑混凝土以前的 准备工作	(32)
第六章 混凝土的拌制與澆筑。振動作業	(40)
第七章 制品的蒸汽养护	(46)
第八章 制品的調養、儲藏和運輸	(51)
第九章 外殼板的質量檢查	(54)
第十章 作業計劃與生產調度	(59)
第十一章 勞動組織、工廠人員編制和產品成本	(61)

序 言

對於要在水的環境中和在惡劣的氣候條件下使用幾十年的重要的水工建築物，像船閘、溢流壩、水力發電廠、渠首節制閘等，混凝土几乎是唯一的，但还不是完善的材料。

在滲透水，溶濾，水與冰凍同時作用，干湿交替及漂浮物與泥沙的磨耗的影響下，用矽酸鹽類水泥制成的普通混凝土逐漸地破壞。在最繁重的運用條件下，過了幾十年以後，混凝土就可能喪失其大部分原有的性質（強度，不透水性等）。

混凝土的这个不良性質，是由於它固有的結構上的孔隙率比許多天然岩石的孔隙率大得多，以及水泥結石的抗水性不足所造成的。

水泥結石保證混凝土有必要的強度，但同時是混凝土中抗水性最弱的組成部分。因為在水泥結石的成分中含有大量容易被水破壞的礦物質，其中有容易被滲透過混凝土的水所溶解的與帶出的石灰（混凝土的“白死”）。如果滲透過混凝土的水中，或與混凝土接觸的水中含有能與混凝土的組成部分起化學作用的鹽類或氣體溶液（水-介質的“化學侵蝕”），混凝土的分解過程就要加速許多倍。非常軟的水同樣也能促使混凝土的溶濾作用加速。

用水硬性膠結材料制成的混凝土在硬化過程中的收縮，以及由於在水泥水化過程中發熱的結果使混凝土的溫度增高，對正在硬化的混凝土的結構發生不良的影響，並造成混凝土的表面裂縫，而在很大的塊體中，破壞建築物的整體性。

由於相當大的孔隙率，在同時受水與負溫度（這是蘇聯大部分地區所常有的氣候）的作用下，混凝土是不足以抗凍的。因冰凍而破壞，是混凝土與鋼筋混凝土水工建築物最常見的和最危險的破壞形式。

大體積混凝土的現行的施工方法，對所建造的建築物的質量也有影響。例如，為了加速工具式模板的週轉率而早拆建築物的模板，使得混凝土表面上收縮裂縫的形成加劇，如將建築物劃分成單獨的塊體，則使水工建築物失去整體性。塊體的接縫始終是混凝土與鋼筋混凝土建築物中的最弱地點，是水集中滲入混凝土砌體中和混凝土砌體破壞的策源地。

建築物的混凝土澆築工作中採用臨時安裝的模板，會使繁重的混凝土工程的工業化受到限制，並使施工人員受到下列各點的約束：混凝土在模板中必要的調養時間、拆模的輔助作業，以及工具式模板本身的週轉過程。

1938年在蘇聯伏爾加河上游水力樞紐——伏爾加河工程——的建築工程中，根據建築工程的總工程師 B. Д. 儒林的建議，建設性地研究和試驗了在裝配式護面外殼板中建造混凝土與鋼筋混凝土水工建築物的新方法，並將這新方法廣泛地應用於實踐中。新方法的實質是以下列原則為

基礎的^①。

在巨大建築物的實體中要造成完全不透水的和耐久的混凝土是昂貴而不適宜的。用密實的和耐久的外殼板就能足夠地保護塊體的混凝土免受水的滲透及一切外界侵蝕因素與介質的作用。這種方法可以解決大大地增加水工建築物中混凝土的耐久性而不致大為增加造價的問題。

同時，外殼板應該是裝配式的，在別處製造，而用工業化的安裝方法在塊體中裝配。當在建築物澆筑混凝土時，不需要用腳手架、排架與模板一類的臨時設備。

伏爾加河工程所提供的經驗表明，在應用最完善的技術操作的工廠化方法製造裝配式外殼板構件的條件下，外殼板的最好的材料是混凝土。

在現代，在外殼板中建造建築物的方法已在許多巨大的水力工程的建築實踐中廣泛地運用。因為此法能保證這些巨大的建築物所必需的質量和耐久性。

①B. A. 儒林，蘇聯科學院院報，技術科學部分，1952年第4期。

B. A. 儒林與 Л. A. 凱塞爾，水工建築物的裝配式鋼筋混凝土護面外殼板。“水工建設”1952年第1、2期。

第一章 在外殼板中建造建筑物的特点

在外殼板中建造水工建筑物的方法在大体上可以綜合如下。

首先安裝建筑物(或其一部分——塊体)的全部鋼筋骨架。鋼筋骨架由承受建筑荷載的剛性鉚接棒形鋼筋桁架所組成。

然后安裝由薄而面積很大的鋼筋混凝土裝配式構件——依塊体和建筑物的形狀与輪廓而定的平面板或成形的零件——所組成的塊体或建筑物的外殼(圖1)。

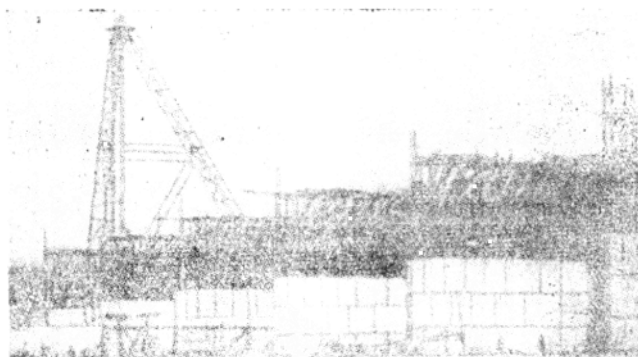


圖 1 鋼筋混凝土牆壁的外殼板的安裝

在建筑物的垂直面上，外殼板構件沿高度分几排安裝(按規定的高度)，並固定在建筑物的鋼筋骨架上。如要構

成水平的表面，外殼板構件應放置在特制的排架上，或者懸掛在建築物的受力鋼筋上。

在被外殼板圍起來的塊體的空間中，用現代實際採用的普通方法澆筑並搗固混凝土混合物。鋼筋骨架可以作為混凝土混合物的運輸設備——帶式輸送機、混凝土壓力輸送管等的支架。

實際上，在外殼板中建造建築物塊體的一切主要工作到此結束。這樣的塊體的側面，在以後不需要加以潤濕。塊體的上部可以在外殼板凸出的邊緣之間注上薄薄的一層水。

在硬化的過程中，塊體的混凝土與其外殼堅固而緊密地凝結（粘着）在一起，並且以後在荷載下協同工作。

外殼板構件與塊體的混凝土相粘着的可靠性，不但是因為包在實際上不透水的外殼板中的混凝土硬化與強度增長的條件特別有利而得到保證，並且可由下述許多結構上的措施來保證。

外殼板安裝在受力鋼筋保護層厚度的範圍內，而且不需要增加建築物的尺寸。

外殼板構件安裝到塊體中以前，四周用木條鑲邊，這種木條在塊體的混凝土澆筑過程中能使各塊板塊之間的接縫緊密，並構成接縫所需要的斷面。在混凝土硬化以後，木條從板塊之間的縫中挖出，用干稠的水泥砂漿將縫填塞。

混凝土外殼板的保護性能是由它的不透水性來保證的。在外殼板的工廠製造條件下，可以用機床振動搗固混

凝土，用热处理，用適当地選擇混凝土所用材料等方法來达到这一点。

这种非常堅固的和耐冻的外殼板，即使其厚度不大(約8—10公分)，仍能可靠地保护地体的混凝土免於在負温度的作用下破坏。

外殼板也可以防止塊体的混凝土受与建筑物接触的水的溶濾作用。由於外殼板盖住了工作縫，因而封閉了水滲入混凝土砌体中的最危險的通路。

因为外殼板中的混凝土是在最適宜的湿度条件下硬化，其收縮要比在模板中的混凝土小。因此在外殼板中的建筑物的塊体的尺寸可以較大。大家都知道在外殼板中澆筑混凝土的筒倉型結構的实例，一个塊体体積达13 000立方公尺，而沒有發現收縮裂縫。

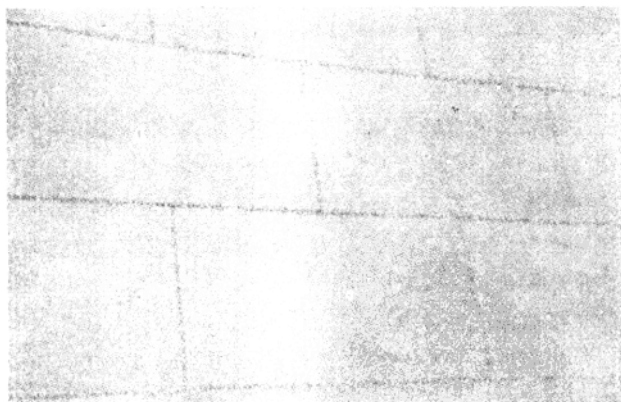


圖 2 用外殼板鑄砌的建筑物表面

對於被外殼板保护的混凝土，我們可以不提出高度不透水性与抗冻性的要求。这种建筑物的混凝土标号和混凝土中水泥的用量，可以僅僅根据計算强度的要求的条件來規定。

採用外殼板可根本改变建造建筑物的全部过程，在机械化的程度上，在灵活性和施工速度上，使施工过程接近於最工業化的建筑施工过程——安裝工作。

外殼板能使完成的建筑物具有清晰的完美的建筑外貌和平整的美丽的表面(圖2)。

但是應該經常記住，外殼板的主要用途是增進建造在外殼板中間的建筑物的耐久性。

第二章 裝配式外殼板構件的类型、 結構和对它提出的要求

鋼筋混凝土建筑物的裝配式外殼板構件分成兩種主要类型：(1)長度和寬度尺寸不同的平面板；(2)成形構件——曲面的、折面的和更複雜的(就正面的形狀而言)，这些構件与平面板配合起來，設計人員就能够組成任何規定形狀的建筑物外殼。

平面板又可分成：

标准板——設計所採用的最大尺寸，並且厚度一样的同一型式的板塊；

非标准板——厚度与标准板相同，但長度和寬度尺寸

与标准板不一样，比較小。

加厚板——是一种比标准板更厚的平面板，用来作顶面盖板和在建筑期间承受混凝土混合物自重荷载；由于一切板塊的重量不能超过为起重设备能力所限制的極限值，这种加厚板的外形尺寸比标准的要相应地小一些。

成形構件的最簡單的型式是曲面板，其正面是簡單的曲面，多半是圓柱形的。成形構件的正面也可以造成双曲率的表面，或者由平面相交而成的折面。

在任何建筑物的外殼板总数量中，平面構件与成形構件的比例依建筑物的特点而定。各面是很大的平整表面，且形式簡單的建筑物(如閘室牆，直綫形的擋土牆，壩墩等)，需要的板塊型式不多，主要是标准尺寸的平面板。水力发电厂的閘室与尾水管需要各种不同型式的外殼板，主要是非标准的成形板 and 曲面板。

实践表明，在建造現代的巨大水力樞紐时，外殼板構件类型的总数是很大的，达数百种之多。

同时，在混凝土的体积方面，标准平面板不超过30—40%。在合理的設計情况下，这一百分率还可以略为增加。

平面的标准外殼板的厚度採用8—10公分。这种板塊的尺寸可以是不一样的，依建筑物的規模和建筑工地上所装备的起重运输工具的能力来决定。

实际上，通常都採用体积达一立方公尺，重量达2.5噸的外殼板構件。这种标准板塊的尺寸实际上达到 5.0×2.5 公尺。照例，一切平面的标准板与非标准板(至少对一

个建筑物來說)均設計成同样的寬度,僅变化一个尺寸——長度。这样,在很大的程度上簡化了非标准平面板的制造工藝,並許可不限制板塊类型的數目。

加厚的平面盖板的尺寸,当其平均厚度为20公分时,其面積达5平方公尺。

成形構件的尺寸受重量的限制,並按結構的特点來決定。

所有外殼板構件在正面應該尽可能做得光滑一些。關於这一点可以採用金屬的模型,或採用包有金屬外皮的木質模型來达到。

与塊体的混凝土相接触的背面,为了保証更好地与塊体的混凝土相粘結,做成粗糙的表面,在背面均匀地撒上小碎石(或礫石),石子顆粒直徑的一半須埋入板塊的混凝土

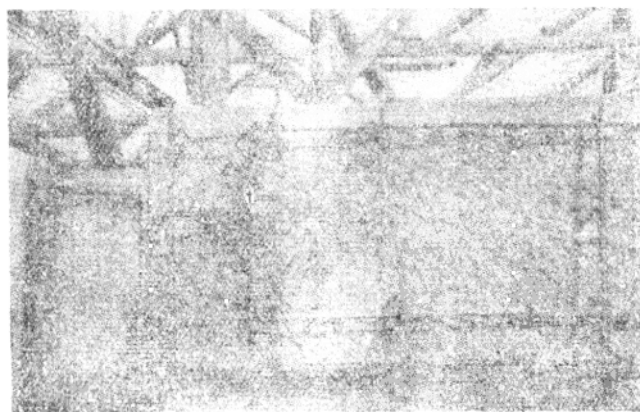


圖 3 平面板的背面(圖上可以看見
由小碎石做成的鋸齒狀毛面)

土中，構成所謂“鋸齒狀毛面”(圖3)。

因為成型的外殼板構件是正面朝下地在模型中澆筑混凝土和振動的，所以其背面設計成平面。

在圖4中表示幾種最普遍的成型構件的型式。

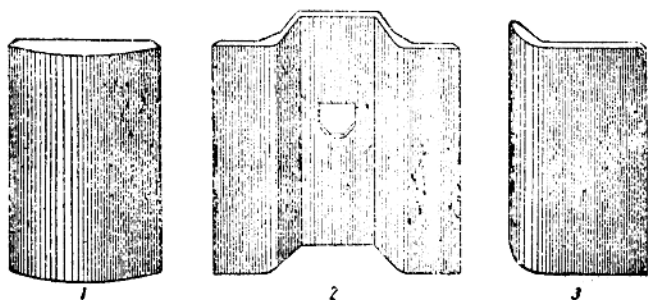


圖4 成型的外殼板構件的種類

1—圓柱形曲面外殼板；2—船閘錨環的企口形外殼板構件；
3—壕墩的角形外殼板。

所有外殼板構件都用剛性銲接鋼筋做成的立體骨架來配筋。

外殼板的鋼筋骨架具有下列各項功用：

(1)保證外殼板在全部背面上均勻地錨着在混凝土中，與鋸齒狀毛面共同保證板塊與混凝土可靠地粘結，並保證它們在運用時在荷載下協同工作；

(2)在外殼板與混凝土之間的接觸縫中加上鋼筋，以承受在荷載下外殼板與混凝土協同工作過程中在接觸縫平面中產生的剪應力；

(3)供將拉桿和其他設備固定在外殼板上之用，這些

設備是在外殼板中澆筑塊體的混凝土的過程中使外殼板保持在設計位置上用的；

(4)在骨架本身裝有一些構件(鈎環)，供昇吊和運輸板塊之用；

(5)保證板塊的安裝與運輸的安全條件，並減少裂縫的形成；

(6)增加外殼板在建築期間在混凝土混合物的壓力下工作時的承載能力。

根據所採用的計算圖式、板塊的結構和板塊在建築與運用期間工作的具體條件，鋼筋骨架的結構是可以變化的。外殼板的鋼筋含量從每一立方公尺外殼板混凝土中含50—60公斤到80—100公斤，有時達150—200公斤。

骨架由用棒形鋼筋銲接而成的垂直的平面小桁架所組成，小桁架彼此之間用水平鋼筋連接起來(圖5)。照例，骨架是用直徑為6—8公厘的盤條鋼筋做成，有時用10—12公厘的盤條鋼筋做成。

最初的結構構件——小桁架——是由“蛇筋”(構成小桁架腹桿的波浪形彎曲鋼條)和直的弦桿鋼條所組成。弦桿鋼條與蛇筋各頂點相銲接。

骨架的水平鋼筋構件可以是蛇形的和直的。

骨架中蛇筋的高度始終大於外殼板的厚度。骨架高度的一半埋在板塊的混凝土中，其餘一半在全部背面上由混凝土中凸出。骨架的這一部分，以後就伸入塊體的混凝土中，以保證全部板塊的可靠錨着。裝在骨架上面的鈎環是骨架的必要組成部分，用於運輸板塊。鈎環本身是用幾根

細鋼筋編排做成的。

除了鋼筋骨架以外，外殼板還可能有為建築物設計所規定的其他金屬預埋部分。

在某些場合下，板塊在一邊或兩邊用角鐵鑲邊，以便於將外殼板構件與接縫鑲槽的金屬預埋部分或與建築物的其他構件相銲接。

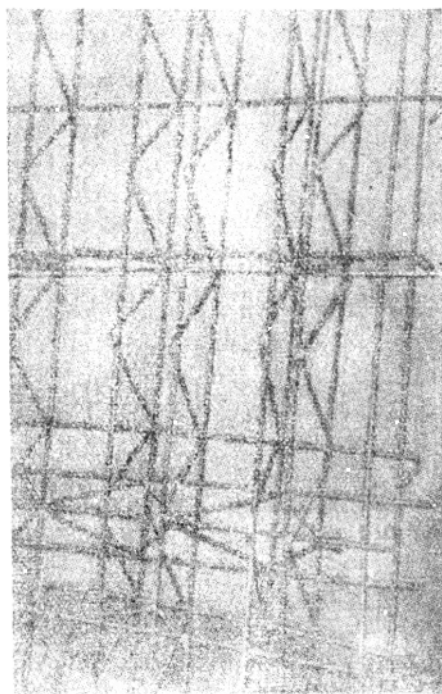


圖 5 外殼板鋼筋骨架詳圖

所有外殼板構件的特点是都有木条边框。木条边框造成板塊边端的必要的断面(以后造成在建築物外殼板表面上板塊之間的接縫)，以保證接縫填補的質量与接縫的建築修飾；防止板塊邊緣在運輸与安裝过程中損坏；使板塊之間的接縫緊密，在外殼板中澆筑塊体的混凝土时，阻止水泥砂漿从縫中流出。

板塊之間的接縫形狀与相应的板塊木条边框的断面，可以是不一样的(圖 6)。

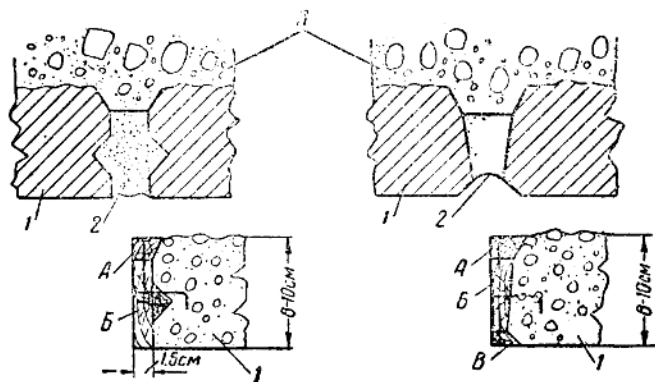


圖 6 在建築物外殼板表面上板塊之間的接縫種類，
以及与这些接縫相应的板塊木条边框

1—外殼板；2—填補接縫的水泥砂漿；3—建築物的混凝土；
A、B、B—木条边框的構件。

在一切情況下，成形的接縫应当由兩部分組成：(1)喇叭口部分——在塊体澆筑混凝土的过程中被塊体的混凝土所填塞；(2)接縫本体——在塊体的混凝土硬化以后，用水泥砂漿嵌填。

板塊的木條邊框由下列几部分組成(圖6):

木條A——它構成接縫的喇叭口部分，板塊在工厂中制成以後或在塊體澆筑混凝土以前於安裝外殼板過程中取出。

木條B——它規定外殼板構件之間的接縫的厚度，在塊體的混凝土硬化過程終了以後挖出。

木條B——它構成接縫的斜稜，並使接縫具有建築藝術的修飾。

木條A、B、B相互之間，以及它們與板塊的邊緣均用釘或銷釘結合。在板塊澆筑混凝土的過程中，混凝土把從木條中凸出來的釘子包住。為了使釘子更好地保持在混凝土中起見，將釘的末端彎成直角。

在建築工程的專門輔助企業——外殼板工厂——中製造的水工建築物的裝配式護面外殼板構件，應該滿足下列各項要求^①。

對外殼板提出的第一類要求是關於混凝土質量方面的。

為了使外殼板能可靠地和長期地完成其保護作用，對外殼板的混凝土提出下列要求：非常高的密實性和不透水性，最大的抗風化性、抗水性和抗凍性，高度的抗磨耗性，能抵抗水庫里的軟質淡水的溶濾作用。在個別場合下，還要求能抵抗地下水的化學侵蝕。

對外殼板的混凝土強度的要求，可以限定為安裝時和

^①考慮到所建造的建築物的特點的那些綜合要求，應該列入為每一個建築物所擬定的外殼板構件的技术規範中。

塊體澆筑混凝土時能最大達到的受彎時的抗拉強度和混凝土與鋼筋的最大粘着力。就外殼板在建築物中的工作性質來講，可以不要求特別高的混凝土抗压強度。但是在滿足所有上述其他要求的條件下，混凝土的標號則是非常高的。因此，作為混凝土所有其他性質的間接指標，以及為了檢查熱處理的情況，也應該檢驗混凝土的抗压強度。

外殼板混凝土的標號是這樣規定的，在蒸汽養護以後齡期兩晝夜，外殼板將要運送與安裝的時候， $10 \times 10 \times 10$ 公分的混凝土立方體軸心受壓的極限強度不得低於 200 公斤/平方公分，而受彎時的抗拉強度，在蒸汽養護以後的天然濕度狀態下，不得低於 30 公斤/平方公分。

高度的受彎時的抗拉強度，可保證外殼板在運輸與安裝時不遭受損壞，並能夠利用外殼板來代替要承受塊體中混凝土混合物的壓力的建築物的模板。

對外殼板提出的第二類要求是關於外殼板表面的尺寸與形狀方面的。

標準外殼板在隨意側放時，其正面應該成平面，或者與平面的偏差在非常嚴格的公差範圍之內。例如，外殼板的一個長邊（長達 5 公尺）的可能撓度矢高不應超過 5—7 公厘。

板塊的一個角與通過其他三個角的假想平面的偏差，對最大的板塊來說，不應大於 10—15 公厘。

如果板塊不符合這些要求，用它們來裝配塊體的很大平面的外殼是不可能的。這些有毛病的板塊的角與邊，將凹入塊體內部或凸出在建築物的正面。板塊凸出的角與