

中小橋及涵洞工程

斯大林獎金獲得者

И. А. 馬塔羅夫著



人民鐵道出版社

中小橋及涵洞工程

斯大林獎金獲得者

И·А·馬塔羅夫著

郭成舉譯

人民鐵道出版社

一九五五年·北京

本書敘述中小橋及涵洞的構造，及其新建和改建時的施工組織方法。此外，尚敘述如下的問題：
在工廠中製造鋼筋混凝土橋梁構件及冬季施工。

本書可供鐵路設計及施工部門的橋梁工程技術人員參考用。

中小橋及涵洞工程

ПОСТРОЙКА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ИСКУССТВЕННЫХ
СООРУЖЕНИЙ

蘇聯 И. А. МАТАРОВ 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五三年莫斯科俄文版）

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1953

郭成舉 譯

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年三月初版第一次印刷平裝印 1—2,600冊

書號：292 開本：850×1143 $\frac{1}{32}$ 印張10 $\frac{1}{4}$ 插圖2頁 352千字 定價1元6角2分

譯者對於幾個譯名的解釋

譯者在本書譯文中根據本人的意見引用了幾個專門名詞的譯名，感覺到
有責任向讀者解釋一下，並希望能得到批評和指教。

(1) Конструкции 譯為結構及構造，結構專指實物，構造專指抽象概
念。 Сооружение 為結構的總合，譯為構築物。

(2) Блок 視製配的情形而區分：在工廠條件下灌注混凝土的，譯為
鑄塊，取其有預製的意義；在工地灌注混凝土的，譯為築塊，取其有建築完
畢的意義；至於以多個構件拼組起來的安裝單元，則譯為拼塊。

(3) Бетонировать 作為不及物動詞時譯為灌注混凝土；作為及物動詞
時 在工廠條件下譯為灌鑄，在工地條件下譯為灌築。

(4) 作為鋼結構及預製拼裝式鋼筋混凝土的整個施工過程的三個部分
的，是Изготовление, Сборка和Установка，在這裏分別譯為製配，拼組，和
安裝；後兩個部分合起來總稱Монтаж，譯為拼裝。如今將 Сборка 譯作裝配
的譯法，似乎已很廣泛，但是應當指出，在這裏已經沒有『配』的含義在
內，而『裝』的含義也並不一定在這裏完成，它只是將已經配齊的配件拼組
起來以待安裝而已。有時候結構是在就地拼合的，那就是 Монтаж 之中只有
Сборка 一部分，而沒有 Установка 一部分，那末 Сборка 也可以譯為拼裝。

著 者 原 序

蘇聯共產黨第十九次黨代表大會關於蘇聯發展第五個五年計劃的指示，給鐵路建設工作者規定了巨大的任務：在蘇聯的不同地區中有成千公里的複綫和新綫鐵路須在最近數年中建造起來。這些任務必須在繁重工作廣泛機械化和建築工業化的基礎上獲得解決。黨代表大會責成工程人員須在第五個五年計劃期內根本完成沉重工作和繁重工作的機械化，縮減建築工程的時間，保證提高工作質量，降低其成本至少達20%，並提高勞動生產率約55%。

在全部鐵路業務的總合之中，橋梁涵洞的構築佔據着數一數二的首要地位。

蘇聯鐵路運輸的工程人員在斯大林五年計劃的年代中已經積累了關於建造橋梁、涵洞和其他構築物的豐富經驗。

本書將專述一些中小型橋梁、涵洞和其他構築物的建造和改建經驗，這些構築物的工程是可以盡量使用工業化的和快速流水施工的方法來完成的，而且在通車綫路上是可以在不棄繞行便綫的條件下，在擬予拆除的橋梁下面完成的。

本書是研究了交通部各施工機構、各工務段在修建鐵路方面所積累的經驗之後編寫的。書中特別注意一些橋梁涵洞新式結構的具體實施，以及工業化工作方法和快速流水工作方法。

本書第一篇中將陳述關於橋梁、涵洞和越綫構築物的構造的基本資料。這些資料，對每一個施工人員在解決興建或改建某一橋涵構築物的問題時，如須同時考慮施工的條件和組織形式，以及構築物的構造，並與其他可能的設計方案作比較的話，是必需的。

當必須編製某一座或多座橋涵的施工組織設計而技術設計尚付闕如的情形下，關於橋涵的不同構造的系統化詳細資料，亦屬必需。

最後，本書中所陳述的關於橋梁涵洞構造的詳細資料之所以被需要，也是因為近年來出現了大量的拼組式橋梁涵洞的定型設計和個別構造方案，而這些設計和構造方案在工程書籍中尚未獲得應有的闡述的原故。

關於重型墩台的資料則不擬引述，因為它們已在許多文獻之中論列。

本書第二篇中將討論關於工作組織的問題。這一篇中擬根據新建及改建

橋梁涵洞的各種情況的若干共同點試行分類。本書第二篇的材料可以供作在某些實際條件之下修建小型橋梁涵洞時選擇施工方法及程序之用，也可以供作製訂個別作業的工作定額之用。

本書第三篇中將列舉若干冬季施工的實例，並討論工廠中製造混凝土及鋼筋混凝土橋梁結構的問題。

本書曾由 Н.Б. 遼林碩士，С.В. 勃勒金工程師，和 Н.М. 柯羅柯羅夫工程師校閱，他們在閱讀原稿時以及在排印前的校對工作中提出寶貴的指示，著者謹在此向他們致謝。

讀者對於本書的任何賜教，著者均將以感謝的心情來歡迎接受。

И.А. 馬塔羅夫

目 錄

第一篇 構 造

第一章 涵 洞

§ 1 .	石砌整體涵洞 (1946年設計)	3
§ 2 .	具有平蓋版的砌築式及灌築式混凝土涵洞	6
§ 3 .	砌築式混凝土涵洞	7
§ 4 .	拼組式鋼筋混凝土圓管涵洞	8
§ 5 .	鋼筋混凝土卵圓管涵洞	11
§ 6 .	鋼筋混凝土箱形涵洞	12
§ 7 .	銑接的拼組式鋼筋混凝土涵洞	15
§ 8 .	圓鐵管涵洞	18

第二章 橋 梁

墩 台

§ 1 .	鑄塊拼組式墩台	21
§ 2 .	拼組式鋼筋混凝土橋台	27

橋 跨 結 構

§ 3 .	重型鋼筋混凝土橋跨結構	57
§ 4 .	條片式橋跨結構	58
§ 5 .	無碴式鋼筋混凝土橋跨結構	59
§ 6 .	鋪碴式雙鑄塊鋼筋混凝土橋跨結構	61
§ 7 .	列寧格勒鐵路橋梁設計公司於1952年設計的、具有鋪碴 橋面的整孔搬運式鋼筋混凝土橋跨結構	66
§ 8 .	直接承接鋼軌的鋼筋混凝土橋跨結構	68
§ 9 .	預應力鋼筋混凝土橋跨結構	69

薄 殼 橋

第三章 站場中的越綫構築物

§ 1 .	鋼筋混凝土公路跨綫橋	78
-------	------------------	----

§ 2. 承受鐵路荷載的跨綫橋	85
§ 3. 越綫電纜通道	89

第二篇 工作組織

第四章 在單軌通車綫路上改建永久性橋梁及涵洞

§ 1. 不改建便橋施工	92
§ 2. 改建便橋施工	102
§ 3. 關於接替便橋的構造的基本知識	107
§ 4. 建造單座接替便橋的工作組織	113
§ 5. 合併建造多座接替便橋	115
§ 6. 基礎的設置	117
§ 7. 就地施築的結構	122
§ 8. 用工業化方法建造的橋梁	132
§ 9. 以流水作業法合併改建多座橋梁的工作組織的概要	163
§ 10. 以快速流水作業法改建橋梁	165

第五章 在雙軌綫路上建造橋梁及涵洞

§ 1. 改建雙綫便橋成爲正橋	171
§ 2. 按快速流水法組織建築工作的實例	173
§ 3. 安裝鋼筋混凝土橋跨結構的實例	181
§ 4. 具有鑄塊拼組式混凝土墩台的橋梁	183
§ 5. 具有籠架式鋼筋混凝土橋台的橋梁	193
§ 6. 薄殼橋的安裝	193

第六章 在單軌鐵路綫上新建橋梁及涵洞

§ 1. 在填築路堤土方時建造橋梁及涵洞	197
§ 2. 鋪軌後建造永久性橋梁及涵洞	200
§ 3. 工作組織實例	202

第七章 站場中越綫構築物的建造

§ 1. 建造地上構築物的工作組織	213
§ 2. 建造地下構築物的工作組織	214
§ 3. 建造站內公路跨綫橋的實例	215
§ 4. 拼組式鋼筋混凝土框架跨綫橋的建造	221

- § 5. 越綫電纜通道的建造.....227
§ 6. 傍站鐵路跨綫橋的建造.....229

第三篇 冬季施工。廠製結構

第八章 冬季施工

- § 1. 冬季施工組織概述.....231
§ 2. 採用凍結後隨即加熱的方法建造石砌圬工橋台的實例.....236
§ 3. 採用蓄熱並補充加熱的方法建造混凝土橋台的實例.....237
§ 4. 用蒸氣保養鋼筋混凝土結構的實例.....238
§ 5. 應用電熱法的實例.....240

第九章 橋涵構件的工廠製造

- § 1. 製造混凝土鑄塊的工廠.....245
§ 2. 製配鋼筋混凝土結構的半固定式工廠.....255
§ 3. 施行簡單技術作業的固定式鋼筋混凝土結構製配廠.....256
§ 4. 施行改良技術作業的工廠.....263
§ 5. 混凝土鑄塊的模型板.....266
§ 6. 鑄塊的灌鑄.....268
§ 7. 大型鑄塊拼組式橋墩台的製配.....270
§ 8. 在建築工場中製配鋼筋混凝土結構.....271
§ 9. 在工廠中製配鋼筋混凝土結構.....274
§ 10. 預應力鋼筋混凝土結構的製造.....301
§ 11. 成品結構的搬運.....315

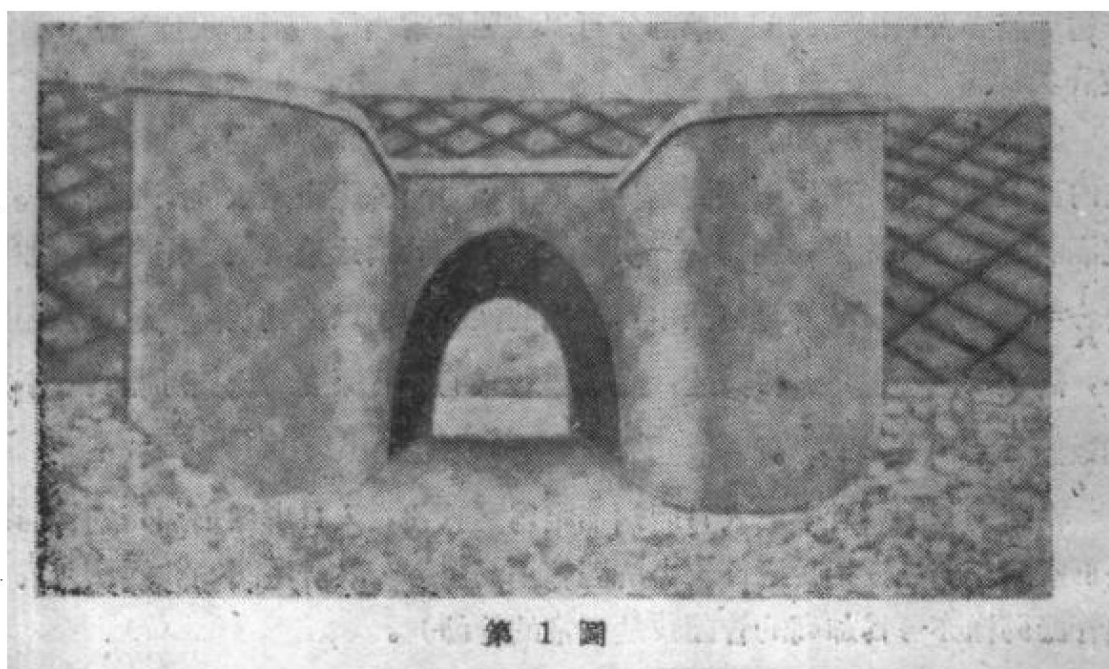
第一篇 構造

第一章 涵 洞

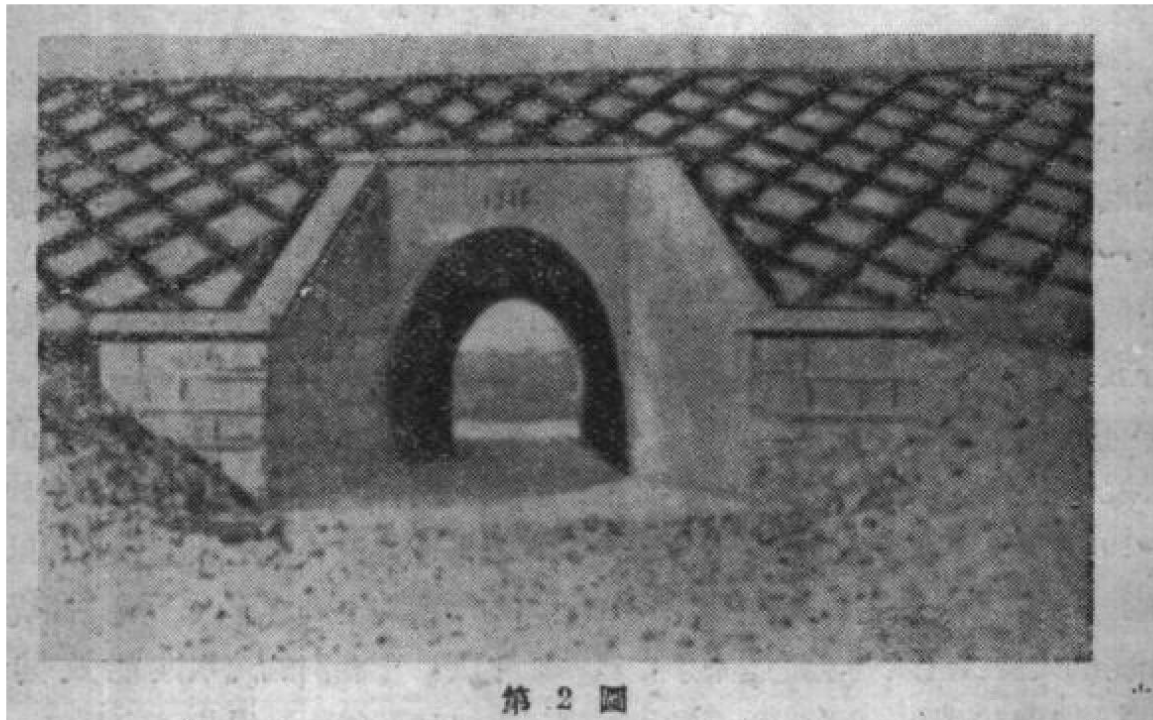
涵洞是一種以使用關係來說最爲簡單的洩水構築物。除此以外，當洩水量不大時，涵洞往往比橋梁經濟。曾經有過一個時期，涵洞的應用爲填土高度不得小於5~6公尺的規定所限制，但是現時涵洞亦可建造在路堤高僅2~3公尺之處。因此在大多數情形下，當已知的計算匯水量可能由涵洞中洩出時，以及當洩水構築物所佔空間不受特殊條件限制時，建造涵洞較爲合宜。

我國擔任涵洞定型設計的主要機構是列寧格勒鐵路橋梁設計公司，直至最近，很多涵洞還是按照1938年批准的該公司所作的設計來建造的。在1946~1950年中，列寧格勒鐵路橋梁設計公司認爲這些設計業已陳舊，並加以修改，全部改編設計的工作是以Г.П. 別列傑利院士的著作（『鐵路路堤中涵洞的定型設計及其基礎體系』，1942年版，『涵洞的洩水性能及其構造』，1944年版，以及『橋梁教程』第二卷，1945年版）爲基礎的。

首先重行審查的是入口端牆的構造。審查意見認爲廊道式端牆（第1圖）



最爲完善。但是必須考慮到這種端牆是一種突入水中的壅口建築，水流通過這種壅口時勢將在其外側引起逆流，這樣就要增加涵洞入口處的水流阻力。假如按照端牆的全高和全長修建護堤，則廊道式端牆的缺點就可以消除，但是修建適當的護堤需要大量的土方和防護工作。廊道式端牆勝過其他端牆的優點可說是：阻擁水位轉爲正常水位（臨界水位）的過程是在端牆的全長範圍內完成的，因此涵洞的高度可以根據臨界水流的深度來規定。但是審查中也發現，如果採用較經濟的喇叭式端牆（第2圖），考慮在端牆範圍內水流深



第 2 圖

度的減低（約減低12%），並將涵洞在入口處的管節加高，則廊道式端牆的修建即無必要，而涵洞的其餘部分可以按照正常水位（臨界水位）下的流量設計。

當前流行的涵洞和小橋計算方法，大致都沒有將端牆的水力學性能考慮在內。這種性能僅僅以水流擠縮係數來表達。至於說阻擁水位深度對於橋下或涵洞中水深的比值，則對於一切型式的端牆此項比值均被認作一致，並等於 $\frac{1}{K} = \frac{3}{2}$ 。在新訂的計算方法中，端牆的性能除了以上述水流擠縮係數表達外，尚須以流速係數 φ 來表達，而此處所述的水流深度的比值可能具有不同的數值 $\frac{1}{K} = \frac{1 + 2\varphi^2}{2 - \varphi^2}$ 。

在新的涵洞設計中，入口處端牆定爲喇叭式，入口處採用加高的管節或是正常的管節，僅對於直徑較小的圓管涵洞，方纔設計成門洞式端牆（入口處管節同樣亦可爲加高的管節或是正常的管節）。

建造涵洞的第二個大問題就是減小基礎尺寸的問題。拼組式鋼筋混凝土涵洞的基礎結構的合理化設計，具有特殊重要的意義，因為儘管圓管涵洞中鋼筋混凝土的體積已經大大減縮，但是涵洞的基礎的尺寸則至今仍屬過大。在無基礎管涵的應用方面已經積累了若干經驗，但是成功的和失敗的都不乏實例。各種設置在鐵路綫路下部的渠道暗管和電纜通道，其效用大多完全令人滿意。所有這些經驗指出，如果土壤適宜而且生產製造工作合格時，無基礎管涵是可以廣泛應用的。

設計涵洞的構造時，必須做出這樣的方案，使施工場地中盡可能只做安裝工作，而全部涵洞的構件都在工廠中製配。設計拼組式鋼筋混凝土涵洞，可以使這個問題獲得良好的解決，特別是在擬行建造無基礎涵洞的時候。現時重型涵洞不僅是在當地條件有利的場合（附近出產石料等等）被採用，而且也被採用於經常有流水的地點。必須認清，如在底槽部位鋪築混凝土保護層或他種圬工，輕型鋼筋混凝土涵洞亦可應用於經常的水流中。

下文將引述列寧格勒鐵路橋梁設計公司所製訂的新型涵洞設計的主要資料。

§1. 石砌整體涵洞（1946年設計）

石砌重型涵洞經設計完成的計有：孔徑為1.0、1.25、1.5、1.75、2.0、2.25、2.50、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0 公尺的單孔涵洞，及每孔孔徑與單孔涵洞孔徑相同的雙孔涵洞。

單孔涵洞。涵洞的內部輪廓由兩座洞身牆（橋台）、底槽和拱版所構成（第3圖）。洞身牆設置在分立的或是整體的基礎之上，視基底土壤的性質以及涵洞孔徑的大小而定。孔徑為3公尺及3公尺以上的涵洞照例應為分立的基礎。洞身牆應當齊平地與端牆相頂接，沒有突出的交搭部分。涵洞的內部輪廓如上所述時，水流截面將成長方形，如此再加上洞身與端牆的良好頂接，就造成涵洞洩水的有利條件。涵洞的端牆採取喇叭式，入口處配有加高的管節。對於孔徑在3.0公尺以內的涵洞，水流的臨界深度不超過洞身高度的 $\frac{3}{4}$ ；對於孔徑在3.0公尺以上的涵洞，計算水位與洞頂之間必須有一段不小於0.75公尺的距離。涵洞中的最大流速定為5.0公尺/秒，以免在下游端牆處鋪砌塊石底槽。因此在涵洞基底為堅石層的場合，涵洞的孔徑應當另行計算，但是此時水流速度仍不應超過8公尺/秒（以免涵洞圬工被破壞）。進行涵洞的水力學計算時，務須遵守水流臨界高度不超過涵洞孔徑的條件（也就是流水不得淹及洞頂版的起拱綫）。端牆盡頭處的高度定為 $0.87H$

(H——被阻攔水流的深度)，而係數K定為0.62。

第一表中所列為單孔涵洞的主要水力學特徵。

第一表

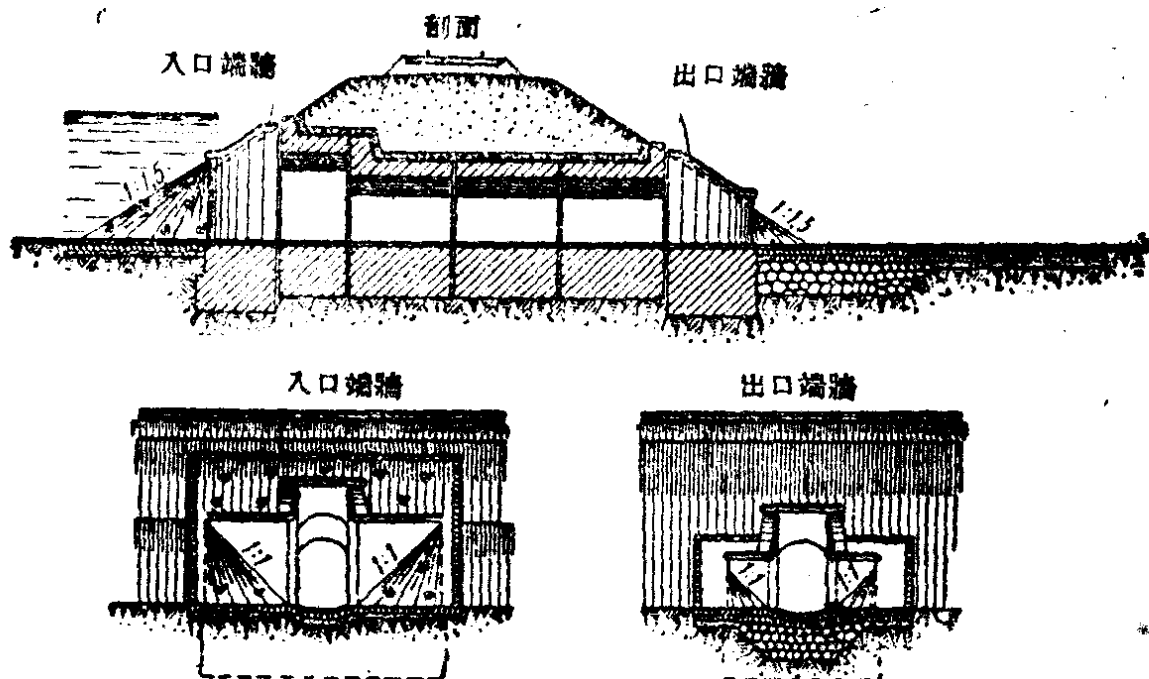
單孔涵洞的水力學特徵

淨孔寬度 以公尺計	計算流量 以立方公尺/秒計	最小填土高度以公尺計	
		按照水力學條件	按照構造條件
1.00	3.0	2.92	2.65
1.25	5.0	3.38	3.20
1.50	9.0	4.36	3.65
1.75	13.0	4.80	4.10
2.00	17.0	5.29	4.45
2.25	23.0	5.93	4.80
2.50	30.0	6.35	5.25
3.00	38.0	6.76	5.50
3.50	45.0	6.78	5.70
4.00	51.0	6.78	5.95
4.50	57.0	6.78	6.15
5.00	63.0	6.18	6.35
5.50	69.0	6.25	6.60
6.00	76.0	6.26	6.80

按照新設計建造涵洞，施工亦得以簡化，主要是因為洞頂拱版的厚度是一律相同的。同樣應當注意，在必要的情形下，亦可以很容易地使設計適應當地條件。例如，在山坡上水流相對地說來不太深的場合，洞身牆的高度可以減低；又如砌築拱版用的塊石圬工可用磚砌或混凝土鑄塊砌築的圬工來代替。

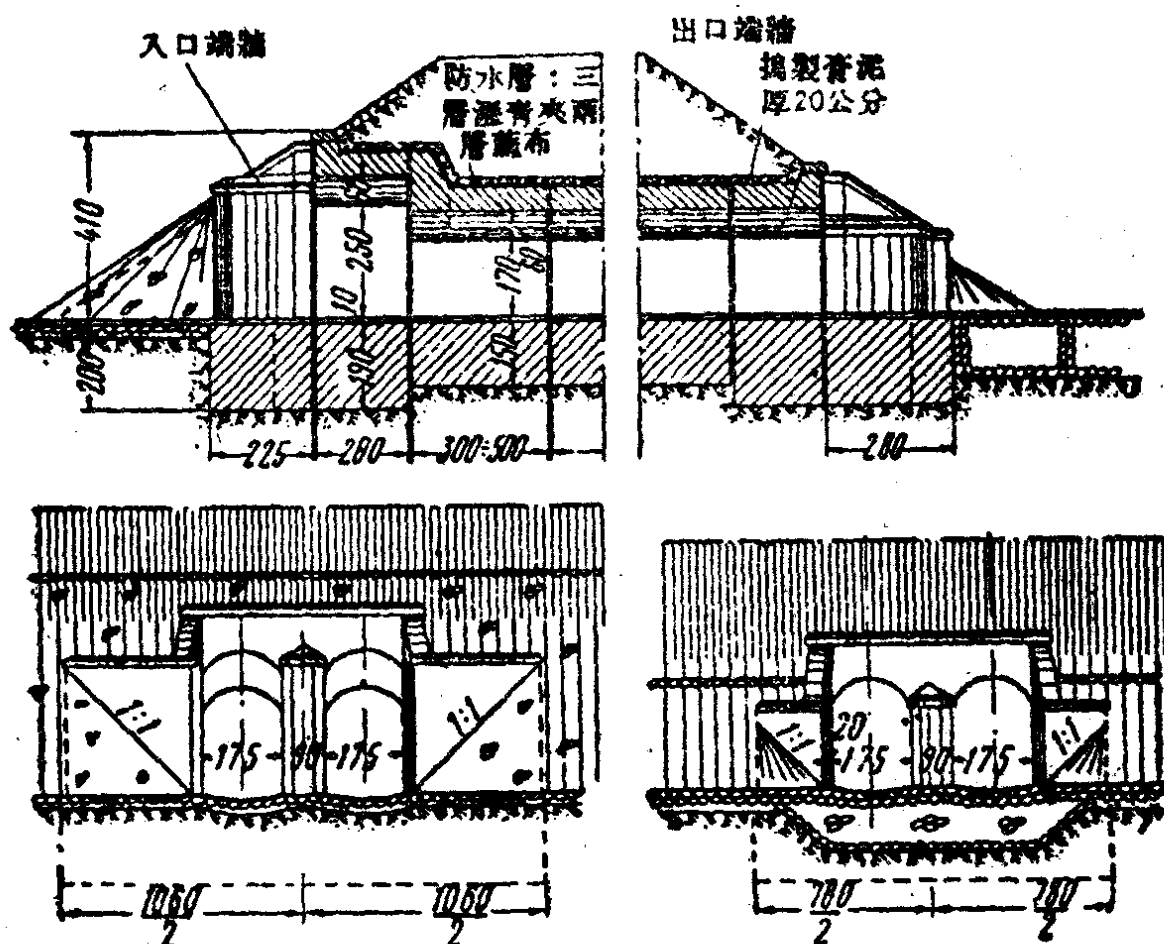
在涵洞入口處和出口處所做的護底工程具有很大的作用。在涵洞入口處以單層鋪石為限，因為該處流速不大。涵洞出口處的情形則大不相同，該處流速很大。加固洩水河槽的類型，視水流速度而定。出口處洩水槽的加固或者用水泥砂漿砌石，或者（如有大塊料石時）是設置蔽裙式護床（第3圖）。

雙孔涵洞。 在雙孔涵洞的結構中，有些構件是與單孔涵洞相重疊的（第4圖）。選擇雙孔涵洞的洞頂覆蓋高度，受下列一項限制：當孔徑自 2×1.5 公尺起至 2×2.5 公尺時，覆蓋高度不得小於1公尺（高度的最大值不加限制）；當孔徑為 2×3.0 公尺及 2×3.0 公尺以上時，覆蓋高度不得小於



第 3 圖

2 公尺，亦不得大於 16 公尺；孔徑超過 2×3.0 公尺的雙孔涵洞僅適用於單孔涵洞不足以宣洩水流的場合。孔徑小於 2×3.0 公尺的涵洞，主要是在路堤高度不足以容納單孔涵洞時用以宣洩水流並降低阻擁水位。除此以外，當



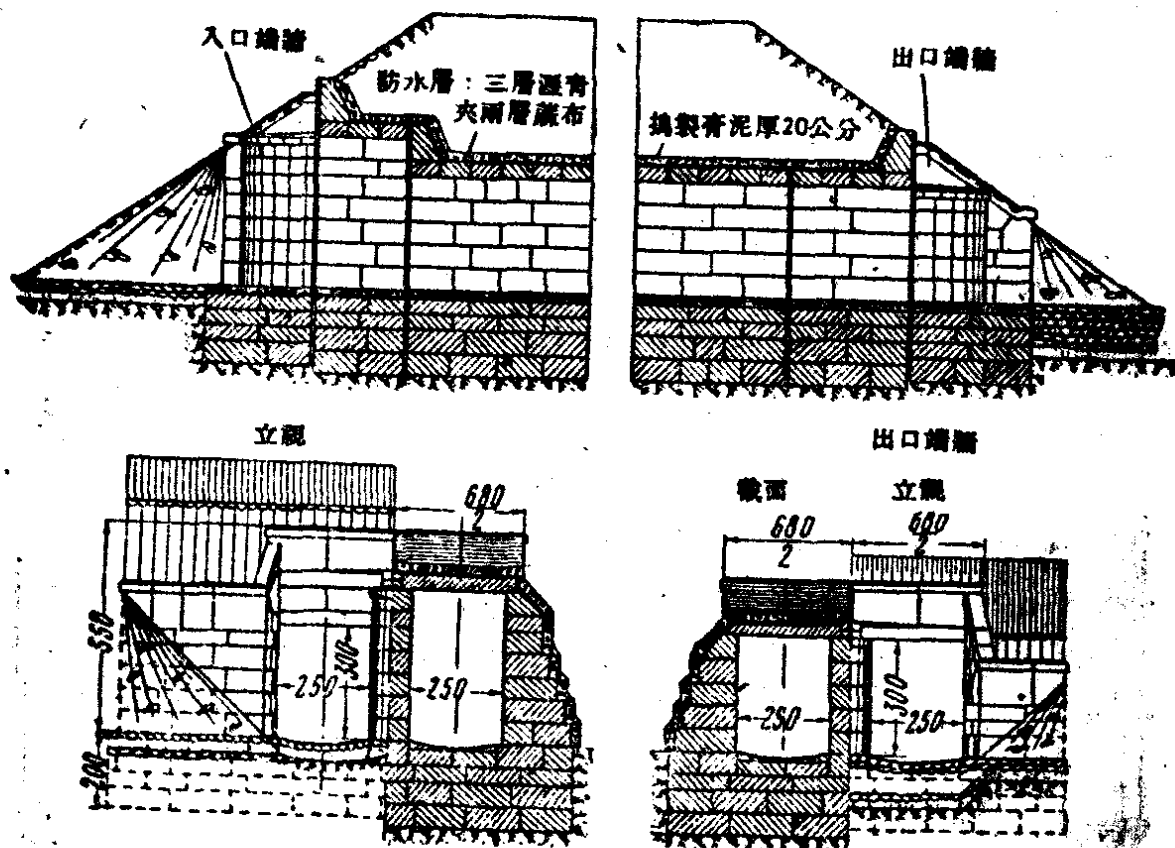
第 4 圖

土壤的性質不許可採用具有分立基礎的涵洞，而爲了建造單孔涵洞須設置加筋的整塊式基礎不合經濟要求時，亦應採用具有整塊式基礎的小孔徑雙孔涵洞，以代替單孔涵洞。

雙孔涵洞的水力學特徵，可以根據第一表中的資料來求得（第一表中所列的流量加倍計算）。

§2. 具有平蓋版的砌築式及灌築式混凝土涵洞

列寧格勒鐵路橋梁設計公司在1950年所做的、孔徑爲1.0~2.5公尺的平蓋版箱形涵洞的定型設計，吸取了按照1943年所做同類涵洞的設計來施行建造的經驗。鐵路設計公司同樣亦部分地引用1946年所做的孔徑爲1~6.0公尺的石砌涵洞的設計資料。這種涵洞的應用可以使施工簡化，因爲平蓋版的施築遠較石砌拱版爲簡單，因爲平版照例是單獨地在工廠中製造的。洞身牆和基礎（形成個別的鑄塊）同樣亦可在工廠中製配。如在施工場地附近有石料或卵石時，宜將洞身牆和基礎做成整體灌築式。重型箱涵亦有單孔的及雙孔的兩種建造形式（第5圖）。應當認爲，當孔徑等於3.0公尺及



第 5 圖

3.0 公尺以上時，這種式樣的涵洞即屬不合理，因爲此時必須改用具有肋條的蓋版，並且大大地加厚洞身牆。這種式樣的涵洞具有喇叭形端牆和整塊

式基礎。箱形涵洞的水力學特徵如第二表所列。

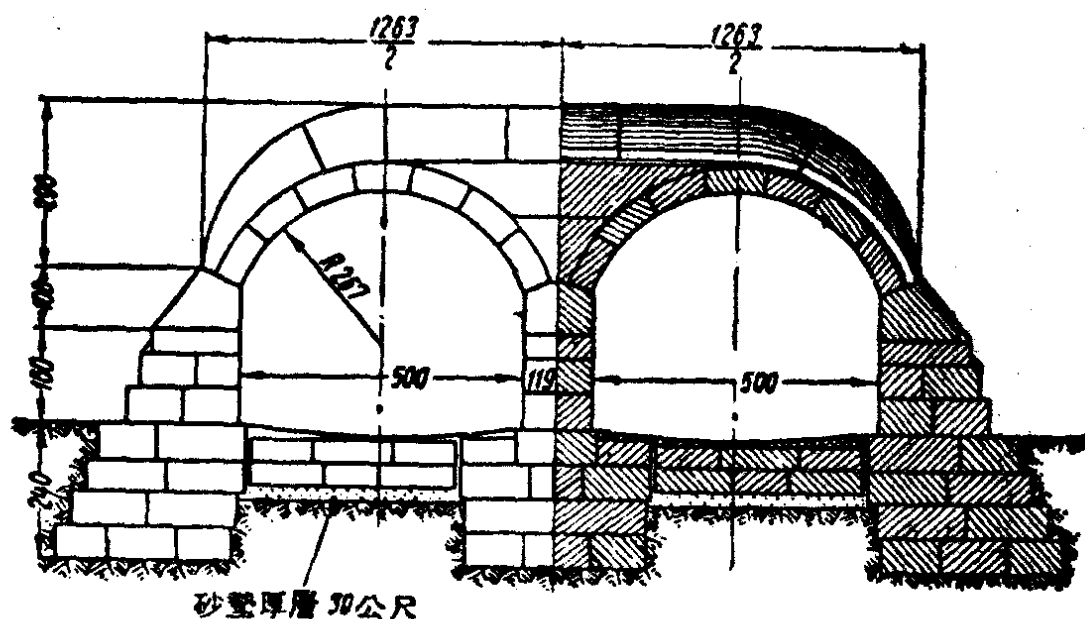
第二表

箱形涵洞的水力學特徵

淨孔寬度 以公尺計	計算流量 以立方公尺/秒計	最小填土高度以公尺計	
		按照水力學條件	按照構造條件
1.00	3.1	2.58	2.75
1.25	5.1	3.00	3.35
1.50	9.5	3.94	3.75
1.75	13.3	4.42	4.27
2.00	17.8	4.90	4.70
2.25	23.0	5.36	5.20
2.50	32.0	6.20	5.50

§3. 砌築式混凝土涵洞

1949年所做的，孔徑為3.0~6.0公尺的砌築式混凝土涵洞的設計，係以1946年的石砌涵洞的設計為藍本，並作為以工業化方法建造重型涵洞之用（第6圖）。



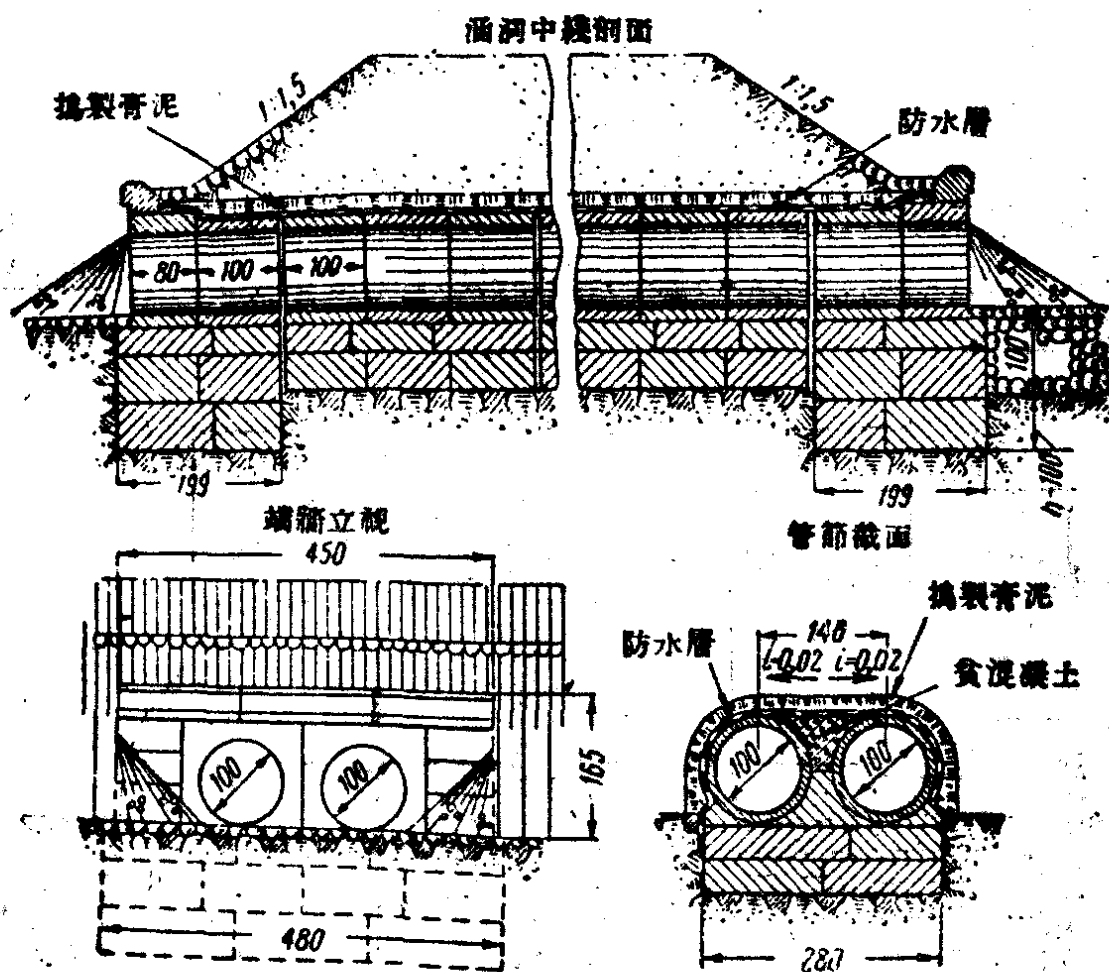
第 6 圖

在1949年的設計中，涵洞的水力學特徵、輪廓和主要尺寸仍保持與1946年的石砌涵洞的設計相同。設計中亦有若干細節經過變更，因為要減少鑄塊的樣數。

§4. 拼組式鋼筋混凝土圓管涵洞

拼組式鋼筋混凝土圓管涵洞的定型設計，係在1938年公佈施行，嗣後復在1946年重行修訂公佈。1948年又遵照1947年的綫路橋梁設計規程作出一種圓管涵洞的新設計，這種涵洞的管身為重型整體灌築式，而基礎則為鑄塊砌築式。

1946年及1948年的設計中反映了關於決定涵洞洩水能力和涵洞構造的最新理論。1950年的設計則規定涵洞全部採用鑄塊砌築式構造（第7圖）。1948年及1950年的設計中，端牆的型式，以及涵洞的水力學特徵，仍保持與1946年的設計相同（第三表）。



第 7 圖

計算流量時，涵洞的充水面積按淨孔面積的75%計，但入口處管節除外。計算最大流量的宣洩時，涵洞的充水率以高度的95%計，同樣，入口處管節除外。涵洞的傾斜度必須等於臨界傾斜度。