

苏联高等教育部批准为公路学院
“桥梁与隧道”专业教科书

鋼筋混凝土橋

(設計与計算)

上 冊

技术科学副博士、副教授

Н.И. 波利万諾夫 著

人民交通出版社

苏联高等教育部批准为公路学院

“桥梁与隧道”专业教科书

鋼筋混凝土橋

(設計与計算)

上 册

技术科学副博士、副教授

Н.И.波科万諾夫 著

人民交通出版社

鋼筋混凝土桥

(設計与計算)

(上册)

Док. Н. И. ПОЛИВАНОВ,
канд. техн. наук

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ МОСТЫ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

本書根据苏联汽车运输出版社1957年莫斯科俄文版本譯出

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新华书店发行

人民交通出版社印刷厂印刷

1959年3月北京第一版 1959年3月北京第一次印刷

开本: 850×1168 1/32 印張: 13 張插頁4

全書: 248,000 字 印数: 1—1700 册

統一書号: 15044·1309

定价(10): 2.30元

內 容 提 要

本書介紹了各種体系的鋼筋混凝土橋設計和計算方法的基本知識，對於普通鋼筋混凝土梁式橋，預應力鋼筋混凝土梁式橋，剛架橋，拱橋，鋼筋混凝土涵管，以及鋼筋混凝土橋梁圖式規劃等都分別作了極為詳盡的論述；對於鋼筋混凝土橋的施工，書中在敘述與建造方法最有關的橋梁結構（裝配式橋等）時加以討論。

本書是修訂第三版。這個新版本中，以很大的篇幅吸取了蘇聯國內和國外建築鋼筋混凝土橋的新的資料，其中主要的是有關裝配式結構的橋梁、預應力混凝土橋梁以及近年來獲得發展的某些計算問題。本書對於橋梁構件的計算是從按破壞階段、按極限狀態及按允許應力等理論出發來闡述的。

本書供高等院校橋梁專業學生學習橋梁課程時作為課本，亦可作橋梁工程師工作上參考。

本書由陳偉宗與張自鑑等合譯。

本書中譯本分上下兩冊出版。上冊自第一部分到第三部分，下冊自第四部分到第六部分。

目 录

(上册)

序言.....	6
---------	---

第一部分 概 論

第一章 关于钢筋混凝土桥的一般知識	8
§ 1 钢筋混凝土桥的发展簡史	8
§ 2 钢筋混凝土桥在现代桥梁建筑中的意义	18
钢筋混凝土桥与其他材料的桥梁相比較的优缺点	18
钢筋混凝土桥的主要发展途徑	20
第二章 钢筋混凝土桥的材料	22
§ 3 水泥	23
§ 4 混凝土的品类及对其成分配合的要求	26
§ 5 鋼筋	31
鋼料的品質	31
普通钢筋混凝土結構的配筋型式	32
鋼筋端的錨住、鋼筋的弯轉与接合	35
預应力钢筋混凝土桥用的鋼筋类型	38
§ 6 钢筋混凝土在桥梁中所用的主要特征值	42
§ 7 影响內力的钢筋混凝土的物理性質	46
第三章 钢筋混凝土桥强度計算标准	52
§ 8 按破坏阶段計算桥梁用的材料强度計算特征值	53
§ 9 按钢筋混凝土第一及第二工作阶段計算用的容許应力	56

第二部分 普通钢筋混凝土梁式桥

第四章 概述	58
§ 10 梁式桥的基本型式	58

§11	梁式桥的采用	59
第五章	钢筋混凝土桥的行车道面及人行道	60
§12	人行道、悬臂及栏杆	60
	悬臂的构造	61
	栏杆	64
§13	行车道面的构造	66
	路面的型式	66
	电车轨道的敷设	67
	行车道面的横坡及纵坡	69
§14	排水及防水层	70
	排水	71
	防水层的设置	73
§15	接缝和行车道面与路堤的衔接	74
	行车道及人行道的接缝	74
	行车道板与路堤的衔接	76
第六章	板桥的构造	78
§16	板桥的类型	78
§17	桥梁的构造示例	80
第七章	有实体梁的桥跨结构的构造	83
§18	上承式桥跨结构的横截面和梁格	83
	装配式桥跨结构的横截面和拼装接头	83
	整体式桥跨结构的横截面和梁格	95
§19	简支桥跨结构	98
	装配式桥跨结构	98
	整体式桥跨结构	110
§20	连续桥跨结构	116
§21	多跨悬臂桥	121
§22	单跨悬臂桥	132
§23	下承梁式桥跨结构	139
§24	箱形梁式桥跨结构	141
§25	梁式桥的支座	150

第八章	桁架式桥跨結構	156
§26	空腹桁架桥	157
§27	格構式桁架桥	159
第九章	梁式桥墩台	163
§28	鋼筋混凝土柔性墩台	164
§29	梁式桥圬工墩台	174
	桥墩	174
	桥台和桥与路堤锥体的銜接	185
第十章	裝配式跨路桥和棧桥	196
§30	裝配式結構的跨路桥	197
§31	裝配式棧桥	204
第十一章	裝配式桥施工特点	209
§32	关于裝配式桥構件制造工厂和基地的一般知識	209
§33	裝配式桥架設示例	213
第十二章	梁式桥行車道、主梁和墩台的計算及設計原理	223
§34	行車道板的計算和設計	223
	集中荷載的傳布	223
	求兩边支承的板中內力	225
	求周边支承的板中內力	227
	求懸臂板中內力	233
	板的截面選擇和剛度設計	234
§35	求行車道梁中由局部荷載引起的內力	238
	局部荷載在梁上的傳布	240
	求局部荷載引起的內力	241
§36	計算主梁和橫梁時由橫向結構分布荷載的計算	245
	求橫向分布系数	246
	求橫梁中由荷載彈性分布引起的內力	255
§37	求主梁的內力	256
	靜定梁	256
	連續梁	257
	求变高度梁中的換算剪力	263

§38	行車道梁和主梁的截面選擇和設計	264
	選擇梁的外形	265
	選擇截面	266
	受剪（主拉）應力的鋼筋的計算和設計	273
	梁的抗裂性的保證	279
	材料图的繪制和沿梁長方向上鋼筋的布置	281
	梁腹壁受到由行車道板傳來的局部彎矩的計算	283
§39	懸臂橋設鉸處支承懸挂梁用的牛腿的計算	285
§40	鋼筋混凝土支座的計算	287
§41	梁式橋墩台的計算	292
	柔性墩台的計算	292
	墩台頂部尺寸的確定	296
	對墩台基礎構造提出的基本要求	297
	圬工橋墩的計算	298
	橋台的計算	300
第十三章	梁橋的立體計算	301
§42	概述	301
	立體計算方法簡述	303
	立體計算的基本原理	306
§43	用表計算具有柔性橫截面的簡支梁橋	309
§44	具有常高度剛性開口截面的簡支梁橋的計算	311
	具有剛性開口整體橫截面的橋梁的計算	311
	由橫隔梁聯系起的單個梁所組成的剛性開口截面 橋梁的計算	315
	具有開口剖面的橋梁的截面幾何特征	316
§45	具有常高度、剛性閉合截面的簡支梁橋的計算	317
	整體閉合截面的橋梁的計算	317
	箱形結構橋梁的截面幾何特征	322
§46	具有剛性橫截面的單跨橋梁的立體計算程序	322
§47	具有剛性截面的連續梁橋及懸臂梁橋的計算	324

第三部分 預应力混凝土梁式桥

第十四章 概論	327
§48 在桥梁中采用預应力混凝土的原理	327
預先張拉鋼筋的意义	327
在受弯結構中采用預应力混凝土的理論基础	328
在梁式桥中使用預应力鋼筋的方法	330
§49 預应力混凝土桥梁的优点	334
第十五章 預应力混凝土梁式桥的構造	335
§50 整体式及有縱縫的裝配式預应力梁桥	335
一般的处理	335
用單根式預应力鋼絲做鋼筋的桥梁	340
用小鋼絲束做鋼筋的桥梁	342
用大(粗)鋼絲束做鋼筋的桥梁	350
用螺旋鋼絲(索)做鋼筋的桥梁	365
用大直徑合金鋼条做鋼筋的桥梁	372
§51 有橫縫的裝配式預应力梁桥	377
第十六章 梁式預应力桥跨結構的計算	383
§52 一般計算原理	383
§53 預应力混凝土梁桥的弯曲計算	387
确定截面主要尺寸及預应力鋼筋的面积	388
对斜截面驗算梁的强度	392
裂縫稳定性計算	393
驗算構件在預应力鋼筋內力作用下偏心受压时的强度	394
驗算混凝土及鋼筋中的法向应力	396
連續梁桥計算特点	398
計算在張拉鋼筋时所发生的摩阻力	402
§54 剪应力及主应力的計算	403
常高度梁的計算	403
变高度梁的計算	405
§55 預应力混凝土桥中的局部应力	409

序 言

目前，由于要实现苏联共产党第二十次代表大会有历史意义的决议中所制定的发展苏联国民经济的伟大计划，须进行大规模的有关建筑新公路及改建旧公路的工作。这些工作与极大数量公路桥的建造关联着。

在苏联的城市中，将同时以俄国和苏联建桥史上空前未有的规模来进行小桥和大桥的建筑。

目前建造的或拟建的大部分桥梁是用钢筋混凝土来建造的。这种建筑材料的广泛采用，尤其是在转到装配式钢筋混凝土结构的情况下，最适合于现代发展苏联国民经济的任务。在桥梁建筑中采用钢筋混凝土有可能少用钢材来建造成经济的，建筑形式美观且耐久的结构物。因此，在现代建筑中，在当地条件允许用钢筋混凝土结构代替钢结构的情况下，就不用钢结构。

钢筋混凝土桥梁结构的改进及降低造价，首先与过渡到装配式钢筋混凝土有关联，装配式钢筋混凝土能使生产工业化和机械化，大量节省木料，使建筑机关的工作负担平均分配在一年的夏天和冬天，而且能大大提高建筑速度。

在建筑中，也包括在桥梁建筑中，为了能大量采用装配式钢筋混凝土，拟在苏联全境建立制造装配式构件的工厂网和露天制造场式的建筑场地网。在1960年内，装配式钢筋混凝土结构的数量应占建筑中混凝土和钢筋混凝土工程总数量的三分之一。

为了提高装配式结构物的经济性起见，应特别注意发展其最完善的一种类型——预应力混凝土装配式结构物。设计及研究机关正在探讨使装配式钢筋混凝土桥跨结构跨径增大的办法，以便不仅中小桥梁，而且大跨径桥梁都可以做成装配式。最近，对于把装配原理推广到所有最重要的钢筋混凝土桥梁体系上，给以很大的注意。在装配式桥梁架设方法的发展方面，正进行大量的工作并取得了很大的成绩，能以不在河床中搭设支架和缩短建筑期限。

本教程不仅对装配式桥，而且对整体式桥都给予了极大的注意。目前，装配式钢筋混凝土桥梁的构造在很大程度上仍未摆脱试验性建筑或试验性运营的阶段，尤其在大跨径的桥、预应力混凝土桥和桥梁的墩台等方面更其如此。这些结构的设计应根据苏联及外国在整体式钢筋混凝土桥梁方面已取得

的成就来进行。为了寻求装配式桥最适宜的形式并改进其構造起見，了解整体式鋼筋混凝土桥方面的主要成就是必要的。

由于社会主义的劳动組織方法，苏联的建築和研究机关正迅速地掌握装配式桥的設計方法，以使这个建築領域最快地轉到工业化的基础上去。

本書包含关于各种体系鋼筋混凝土公路与城市桥的现代設計和計算方法的基本知識。本書可供公路学院桥梁专业学生作为学习桥梁課程时的教科書，并且是業經詳細修訂的第三版。書中以很大篇幅吸取了本国和外国建桥实践中的新資料，其中主要是关于装配式桥、預应力混凝土桥以及近年来有了发展的某些計算問題。

在本書中，鋼筋混凝土桥梁構件的計算系按苏联高等教育部委员会审閱本書后的建議根据現有的三个理論来敘述的：即按破坏阶段、按极限状态及按容許应力等三个理論，这是因为到目前为止鋼筋混凝土桥的一般計算方法仍未最后拟定出来。

关于鋼筋混凝土桥梁建築的施工問題，本書仅以不大的篇幅在介紹与建造方法最有关的桥梁構造（装配式桥等等）时加以研討，因为施工問題應該列入独立的桥梁建築課程。

著者对下列人員于本書准备出版时提出的宝贵指示致以深切的謝意：П.Л.帕斯帖尔納克、E.E.吉卜施曼、С.А.伊耳雅謝維奇、B.K.卡楚临等教授，B.M.卡札科夫副教授，B.Г.当禪科技术科学副博士和B.A.科斯提亞科夫工程师，以及列宁格勒建築工程学院桥梁教研組全体成員。

第一部分 概 論

第一章 关于鋼筋混凝土桥的一般知識

§ 1 鋼筋混凝土桥的发展簡史

現代用混凝土及鋼筋混凝土建造圬工結構物的技术是以采用人工制造的波特兰水泥为基础，这种水泥发明于十九世紀二十年代。

在建造第一批配有鋼筋的混凝土結構以前，波特兰水泥这种建筑材料的性質已經研究得很完善，并且已由各式各样未配筋混凝土結構物的长期运营經驗获得証明。根据科学原理而拟定的波特兰水泥制造的技术程序使能大量地获得廉价的、有固定力学性質及高强度的膠結材料。

圬工結構配放鋼筋来加强其受弯工作的观念，早已逐漸深入到建筑領域中。还在十六及十七世紀，在建造教堂、廟宇和城堡結構物时 即曾于石砌圬工中放置鋼条和鋼拉杆。

在十八世紀和十九世紀初期，这种構造方法亦开始用于其他重要的石結構物——房屋的楼盖、悬索桥的塔、在堤壩和水閘中。

关于在混凝土結構中采用鋼筋的启蒙概念肇始于十九世紀五十年代，其时在英国、美国和法国曾公布过某些专利权。其中，蒙耶在制造鋼筋混凝土花盆、水池、管、板以及后来的桥梁（1867至1873年間）等方面的专利权获得了最大的实际应用。

在1875至1877年間，蒙耶首次將鋼筋混凝土用于桥梁建筑（图1）；第一座鋼筋混凝土桥为拱式体系，其长度为16公尺而寬度为4公尺；这座桥是供人行之用。

但是，虽然有了起初的一些成就，由于对鋼筋混凝土在荷载下的工作缺乏試驗及理論上的研究，因此它长时期仍未得到建筑家們的信任，也未获得傳播。

为了查明鋼筋混凝土的力学性質，1884年在德国（伐伊斯工程师和鲍欣格尔教授）和1886至1891年間在俄国（由H.A.別列柳勃斯基教授发起）曾进行了广泛的研究工作。別列柳勃斯基教授曾广泛試驗过板、梁、拱、水池、

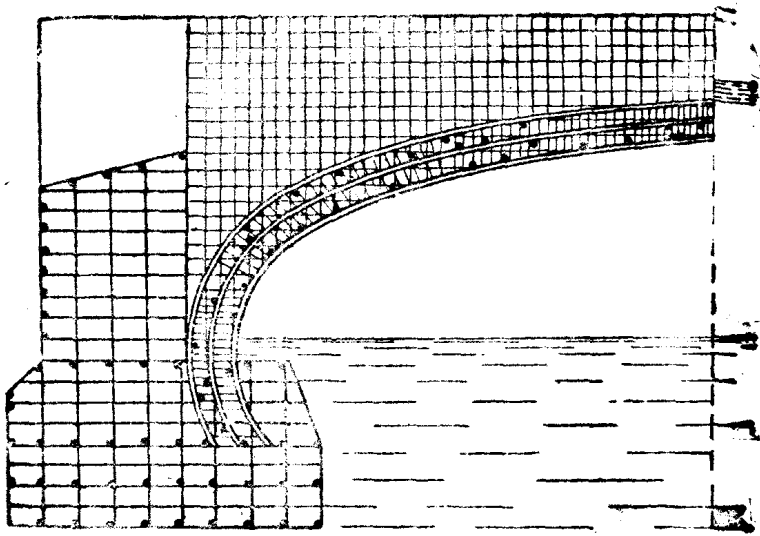


圖1 蒙耶体系鋼筋混凝土橋的配筋

谷物貯窖及跨徑 17 公尺的拱橋等。

在前述各項試驗及建立了最初有根據的計算理論（青年）以後，鋼筋混凝土開始更廣泛地用於建築的實踐中。此時，鋼筋混凝土橋梁結構亦和其他鋼筋混凝土結構物同時發展起來了。

在 80 年代末及 90 年代初曾建造一些鋼筋混凝土橋梁，這些橋梁或是用鋼筋網來配筋的小跨梁式板結構物，或為拱橋與涵管。如果不算小跨板橋，那麼鋼筋混凝土橋在此期間一般為具有填土的實體板拱；它們仿照石橋的構造，經濟上並未給出更多的優點。這主要是因為配筋體系尚未研究成熟，而鋼筋混凝土的抗彎強度仍未充分利用。

在鋼筋混凝土橋梁構造的發展方面，耿聶比克（1892 年，法國）擬定了配置柔性鋼筋的體系。密蘭（1892 年，奧地利）曾將勁性鋼筋用於鋼筋混凝土的實踐中，這兩人的工作具有特別重要的意義。

在耿聶比克所建議的房屋肋形樓蓋中，鋼筋混凝土的立體作用原理首次被採用。此舉使耿聶比克能夠從去掉混凝土作用較小的部分（從實體板和板拱過渡到肋形者），而充分地利用混凝土及鋼筋的強度，並大大提高了結構的經濟性；且由於結構的自重減輕，而可以採用鋼筋混凝土來作大跨徑的跨流。從 1894 年起（在俄國為從 1899 年起），耿聶比克體系肋形結構開始用於橋梁的梁式、剛架式及拱式結構物。

建造耿森比克体系的桥梁时，采用了固定支架以及支承模板。与用細的柔性杆做鋼筋的耿森比克体系桥梁同一时期，在建筑方面开始采用勁性鋼筋做成的桥梁；勁性鋼筋是由型鋼鉤接成构架的形式（蜜兰体系）。这样的鋼筋使能不設支架，因为模板可以悬挂在鋼筋构架上。这个配筋方法在美国获得了广泛的傳播，但在欧洲各国則用得不多。

鋼筋混凝土桥构件的配筋除蒙耶、耿森比克和蜜兰式外，在90年代里还有多人建議过其他办法，但未广泛傳播。其中应该举出俄国发明家施列尔的建議。他在耿森比克前数年（早在1889年）已創造了整体式鋼筋混凝土体系，拟定了鋼筋混凝土的施工方法，并长时期为自己的发明优先权而与受到沙皇政府庇获的外国公司进行了爭訟。

除了上述各种配筋体系之外，康西杰尔在1902年所建議的受压构件用螺旋鋼筋或普通鋼箍的間接配筋法，对鋼筋混凝土桥的发展亦具有很大的意义。

在二十世紀初期，最后拟定了鋼筋混凝土构件的計算方法，这个方法現在仍有許多国家采用，且被命名为“古典法”或“按容許应力計算法”（克利斯托夫，美尔施）。

自二十世紀初，鋼筋混凝土即开始作为合格的建筑材料用于桥梁建筑中。

在俄国，鋼筋混凝土桥梁建筑的发展是与其他国家并进的。在90年代末，俄国工程师們已經很好地掌握了小型梁式板桥、涵管及拱桥的建筑。

在二十世紀最初数十年間，許多肋形构造的梁式桥和剛架桥已經在唐波夫（图2）、沃罗涅日、卡贊及其他各省的公路上建造起来了。在铁路建筑中，曾大量采用鋼筋混凝土涵管（有平式及拱式跨盖者）和小桥。在本身尺寸及比例上杰出的谷架拱桥是按照Г.П.彼烈迭里教授和П.В.舒謝夫教授的設計建造在卡贊鉄路上。

在这个时期，俄国卓越的鋼筋混凝土专家們的工作亦具有重大的意义，例如：鋼筋混凝土按破坏阶段計算理論首創人之一А.Ф.洛列伊特教授，以及在1907年用俄文出版过第一本鋼筋混凝土桥梁教程的И.С.波多耳斯基教授。

在二十世紀初，鋼筋混凝土結構物已在俄国开始建造了这样多的数量，以致呈現了規定技术标准的必要性。在И.А.別列柳勃斯基教授领导下，曾拟定最初的鋼筋混凝土結構技术规范，且在1908年出版了。一本創作的鋼筋混凝土桥梁教程是由Г.П.彼烈迭里教授于1911年出版的。这本教程后来



圖 2 在列別甸城跨越頓河的跨徑20及25公尺的連環梁橋

(1910年)

还再版过几次。

因第一次世界大战而中断的钢筋混凝土桥梁建筑已在苏联最初几个五年计划期间广泛地展开了。在联盟的大河流（第聂伯、奥卡、伏尔加）上，建造了许多钢筋混凝土拱桥，用以代替在这种场合普通须采用的钢梁桥；这是一个勇敢而进步的办法，使钢材节省了无数吨。

建造莫斯科运河时，建筑过许多尺寸及承重能力创记录的桥梁。其中有：铺设四线铁路的空心肋拱桥（跨径为116公尺）（图3）；跨径为120公尺的拱片桥（就此类桥梁的跨径而言，这是一座最大的桥）；以柔性拱加强的悬臂梁桥（跨径为100公尺）等等。

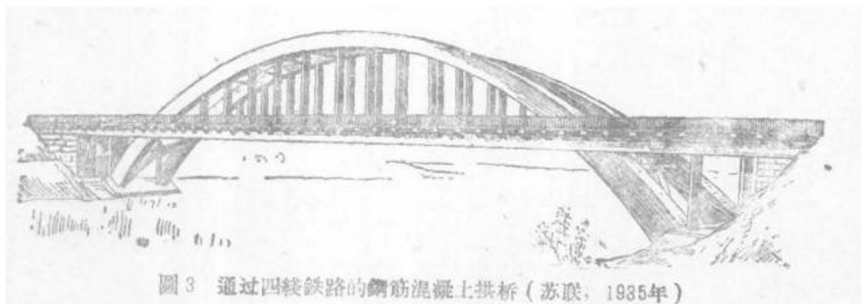


圖 3 通过四线铁路的钢筋混凝土拱桥（苏联，1935年）

在最初几个五年计划期间建造的杰出钢筋混凝土拱桥还有：按照Г.П. 彼烈迭里院士的设计于1937年建造在列宁格勒的伏洛达斯基纪念桥（图4）；在伊尔库茨克跨越安加拉河的桥（1934年）；在莫斯科的莫斯科烈次基

桥(图5)——苏联最美丽的桥梁结构物之一(1933年)；以及1941年建造在谢尔巴科夫附近跨越伏尔加河的下承式多跨系杆拱铁路桥，其系杆拱具有创记录的跨径127公尺。



圖4 在列寧格勒的伏洛達爾斯基紀念橋(1937年)



圖5 在莫斯科的莫斯科烈次基橋(1933年)

与此同一时期，按照B.A.罗斯诺夫斯基工程师的设计建造了一座跨径为140公尺的上承式铁路拱桥，它具有**鐮刀形**穿孔式独特拱肋构造，拱弦是用大直径钢管填以混凝土而做成的，拱上结构则为钢筋混凝土者。

在第一次和第二次世界大战間，国外鋼筋混凝土桥获得最大发展的国家是法国、德国、美国及其他一些国家。在跨徑方面創記錄的上承式拱桥有：在法国跨越爱朗河的三跨各 186 公尺者(图 6)；在斯德哥尔摩跨越特兰森別尔格崇德河的跨徑为 181 公尺者；在西班牙跨越爱斯河的跨徑为 205 公尺者等等。

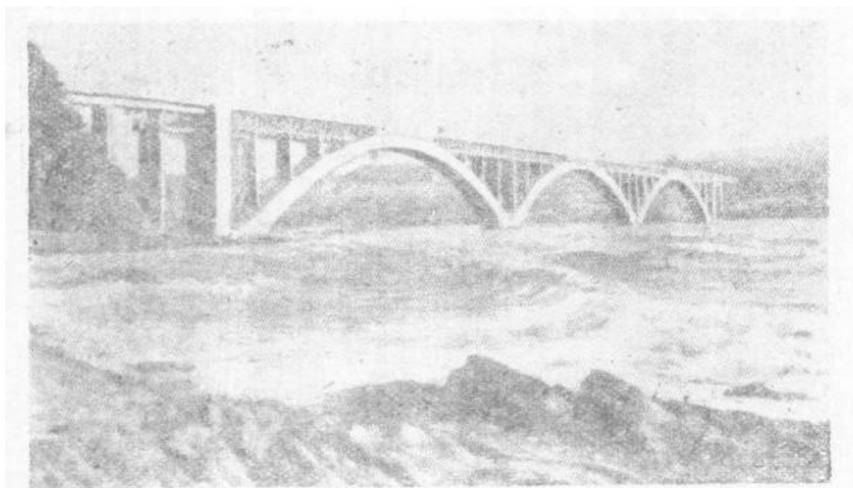


圖 6 在勃烈斯特(法国)跨越爱朗河的修复后的桥(每跨为 186 公尺)

法国还建造过一些独特構造的中承式拱桥：跨越西那河跨徑为 161 公尺的鐮刀形无铰肋拱桥；以及跨越洛特河跨徑为 143 公尺有三铰拱肋和斜吊杆的拱桥等等。

在这个时期內，梁式桥在国外亦有了很大的发展。法国曾建造这样巨大的結構物：在維希夫附近跨越西那河的桥——具有跨徑 78 公尺的箱形薄壁微面悬臂梁；以及在伊夫利的新——具有跨徑 134 公尺的穿孔式腹壁的悬臂梁。

在战前的年代里，法国和德国还开始用法国卓越工程师佛烈伊率聶于 20 年代建議的預应力混凝土来建造桥梁。

在偉大的卫国战争之后，鋼筋混凝土桥开始了一个新的迅速发展和改进时期。由于苏联及外国公路的迅速建筑，中小跨徑的装配式桥开始很快地发展起来了(图 7 和 8)。

用来跨盖大跨徑的整体式梁桥結構也有了改进。1954 年苏联完成了一座跨徑各 68 公尺的最大三跨梁式桥的建筑。

目前，苏联很注意預应力混凝土桥梁，它揭露了节约建筑材料和增大跨