

成渝鐵路工程總結
工程施工部份

橋涵工程

成渝鐵路工程總結編輯委員會編
1953·12

成渝鐵路工程總結

工程施工部份

橋 涵 工 程

成渝鐵路工程總結
工程施工部份
橋涵工程
目錄

一、概述	1
(一)全綫橋涵情況	1
(二)評價	2
二、使用料石情況	5
(一)開清安料石	5
(二)石料先清後安問題	6
(三)石質沒有嚴格鑑定	8
(四)風化石的研究及補救辦法	8
三、施工的幾個實例	10
(一)壽溪河大橋施工經過	10
(二)王二溪大橋施工經過	14
(三)黃巖溪橋基礎改沉箱爲明挖	17
(四)楊柳溪橋加築引橋採用沉箱基礎	19
(五)豆腐堰壩馬河等橋基礎在沙夾卵石層上改用擴大基礎法	23
(六)貴子河中橋墩台砌石風化的補救	23
(七)簡州河橋簡化拱架下部結構	24
(八)渡濟口中橋藝台施工紀要	25
(九)採取蘇聯專家建議小橋涵分節建造及簡設防水層	28
(十)連底涵洞及石灰三合土基礎	28
四、設計與施工未與現場情況結合	30

(一) 橋台長度不夠	30
(二) 涵渠缺少或孔徑不夠	31
(三) 防護工程注意不夠	32
五、經驗教訓	32
(一) 基礎沉陷不勻	32
(二) 風化頁岩基地不宜暴露	33
(三) 涵渠位置及流水面高度選擇不當	34
(四) 鋪砌溝床及疏濬進出水口的重要	34
(五) 橋頭護坡好壞例子	35
(六) 填土不勻夯填不實造成拱圈開裂	38
(七) 高填土的石砌箱涵問題	40
(八) 小橋涵端牆不宜加高	40
(九) 拱橋端穿過禦土牆問題	42
(十) 平梁橋的石拱引橋開裂問題	42
(十一) 斜橋涵應特別設計最好避免採用	48
(十二) 橋涵建築後沒有及時養護	49
(十三) 大中橋施工的程序問題	50
(十四) 小橋涵拍油防水層的鋪設	50
六、工料率統計	54
七、橋涵檢修	55
(一) 補修原則	55
(二) 橋涵檢查統計	55
(三) 病害情況原因的分析和修補方法	55

成渝鐵路工程總結

工程施工部份

橋 涵 工 程

一、概 述

(一) 全綫橋涵情況

成渝全綫橋涵計：大橋 7 座，1,260.44 延長公尺；中橋 77 座，3,834.09 延長公尺；小橋 353 座；涵渠水管 1,195 座；鐵路道路交叉橋 11 座，99.48 延長公尺。統計如附表（施一橋一表一12—1）。其中解放前修建的大中橋計 753.53 延長公尺，佔全綫大中橋 14.8%；小橋涵管計 586 座，佔全綫小橋涵 37.6%。解放前完成的橋涵質量低劣，解放後曾將中橋 18 座加長橋身，大中橋 5 座，增加護坡護堰及擋土牆（包括沱江大橋）；小橋涵廢棄或拆除重建者 14 座。此外因石質風化與圬工砌築不良而進行補修者為數甚鉅，雖經過了這樣普遍的整修，通車後仍發生不少毛病。

解放後修建的橋涵，經過蘇聯專家的指導，在施工方法與工程質量上得到逐步的改進，如石拱小橋涵分節建造，橋涵加鋪防水層，鋼橋連接拖拉架設，廠製鋼筋混凝土丁字梁，新法灌築混凝土等，使我們在橋涵設計與施工方面迅速地提高了業務水平。但由於設計與施工經驗缺乏，分工不明確，檢查驗收制度未嚴格建立，“三反”前承攬工程的判斷，普遍有偷工減料的行為，以致工程質量不好，在橋涵完工之後，經過普遍檢查，認真尋找毛病，提出修理計劃，計須整修者：大中橋 27 座；小橋 31 座；涵管明渠 21

成渝綫橋涵工程統計表 (施一橋—表—12—1)

類別	型 式	座數	長 度(延公尺)	類別	型 式	座 數
大 橋	上承鋼梁橋	2	284.42	小 橋	石砌拱橋	320
	下承鋼梁橋	2	459.60		鋼筋混凝土拱橋	15
	鋼筋混凝土拱橋	3	516.42		鋼筋混凝土丁字梁	9
	合 計	7	1,260.44		鋼 梁 橋	2
鐵 路 道 路 交 叉 高 架 橋	鋼筋混凝土丁字梁	6	62.13	橋	鋼筋混凝土蓋板橋	6
	木製天橋	1	19.60		堅石洩水洞	1
	石 拱 橋	3	24.65		合 計	353
	鋼筋混凝土拱橋	1	10.20		涵 渠 水 管	石砌拱涵
	合 計	11	116.58	石砌箱涵		363
中 橋	鋼筋混凝土丁字梁	23	1,096.79	石砌明渠		247
	鋼筋混凝土拱橋	47	2,375.94	鋼筋混凝土水管		76
	石 拱 橋	1	43.00	混凝土拱涵		1
	鋼 梁 橋	6	321.36	綫 紋 管	1	
	合 計	77	3,834.09	合 計	1,195	

座。須稍加補修即能交工者：大中橋 53 座；小橋 262 座；涵管明渠 779 座。橋涵發生毛病如此普遍，是成渝綫工程中最大的缺點。惟毛病的性質屬於稍加補修即成完整者達全部橋涵 50~70%。其原因在於檢查驗收制度不健全。這說明任何工作不放在嚴格的檢查與監督之下，都會造成鉅大的損失。當然工程質量不夠好的原因還很多，本文內另有詳細的分析。

本文以橋涵圻工為主，至於鋼梁及廠製鋼筋混凝土丁字梁架設，另有專題敘述。關於橋涵使用鋼料、石料及水泥等數量統計如附表(施一橋—表—12—2、3)。

(二) 評 價

1. 施工中貫徹了就地取材的方針，大中橋墩台及基礎，拱橋橋洞都盡量利用石料，節省了大量的鋼筋水泥及材料運費，降低了圻工單價，而且堅固美觀，單價比較如附表(施一橋—表—12—4)。

2. 接受蘇聯專家西林同志建議，橋涵普遍作了防水層，高填土下較長的小橋涵洞改

成渝綫橋梁使用鋼料統計表 (施一橋—表—12—2)

橋名	橋別	正橋			式樣及質料全長 (公尺)	兩端橋台及引橋長度 (公尺)	總長 (公尺)	使用鋼料數 量(公噸)
		孔數	跨度 (公尺)					
渡頭溪 公里334+646.65	小	2	7.5	上承鋼板梁	15.62	29.38	45.00	20.0
	小	2	4.7	”	10.68	1.00	11.68	7.8
油溪	大	3	2—15 1—50	上承鋼板梁 下承鋼桁梁	102.90	19.50	122.40	187.0
蘆紗溪	中	1	20	上承鋼板梁	20.64	51.44	72.08	36.0
朱楊溪	中	1	50	下承鋼桁梁	51.10	51.20	102.30	148.0
沱江	大	7	50	”	356.30	14.53	370.83	1,224.0
天馬河	中	3	25	上承鋼桁梁	74.40	60.46	134.86	168.0
歸德河	中	5	15	上承鋼板梁	75.90	31.60	107.50	97.5
牛碾溪	中	1	15	”	15.70	47.39	63.09	19.5
馬沿溪	中	5	15	”	77.19	82.60	159.79	97.5
球溪河	大	6	25	”	155.10	73.40	228.50	256.8
龍馬河	大	5	25	上承鋼桁梁	129.30	46.01	175.31	280.0
總計					1,084.83	508.51	1,593.34	2,542.1

成渝綫橋涵圻工總數量表 (施一橋—表—12—3)

類別	細方石及拱石 (立公方)	普方石 (立公方)	毛方石 (立公方)	片石 (立公方)	卵石碎石 塊石 (立公方)	混凝土 (立公方)	水泥 (公噸)	附註
大橋	571.8	21,613.6	3,231.5	607.1		8,489.5	2,895.0	1.表列數量係解放
中橋	2,349.9	126,785.2	9,591.4	5,240.7	11,708.9	18,794.6	15,680.2	後全部完成數。
小橋	14,941.7	49,285.5	52,825.6	6,466.8	434.3	5,756.8	6,714.3	2.水泥用量包括混
涵管	4,074.6	16,343.7	37,255.3	3,807.0	115.2	1,603.5	2,922.8	凝土及防水層等
合計	21,938.0	214,028.0	102,903.8	16,121.6	12,258.4	34,644.4	23,152.3	所有用量。
%	5.3	53.3	25.6	4.0	3.0	8.6		
總計	401,894.2						23,152.3	

砌石與混凝土圬工每立方單價比較表

單位：千元

(施一橋一表—12—4)

橋名	1:3水泥沙	1:3:6基礎	砌石比混凝土 節省(-)或昂貴(+) %	附註
	漿砌普方石	混凝土		
1	2	3	4	5
雙河口中橋	278,625	341,070	- 22.4	石料車運3.36公里拾運540公尺
馬沿溪中橋	215,480	302,100	- 40.2	石料搬運10.5公里拾運500公尺
渡濟口中橋	179,670	331,400	- 84.5	石料拾運150公尺水運2.27公里
壽溪河大橋	198,300	296,900	- 49.7	石料拾運610公尺車運1,680公尺
黃鱗溪中橋	217,920	364,430	- 67.2	石料拾運580公尺車運3,340公尺
獅子橋中橋	294,100	320,150	- 8.9	石料拾運470公尺車運3公里船運5公里 沙挑運1,800公尺卵石挑運1,280公尺
兩河口中橋	316,900	1,117,300	- 253	石料拾運125公尺沙車運29.5公里挑運 3公里卵石船運500公尺車運4.9公里
駟馬河中橋	627,450	342,912	+ 34.9	石料拾運900公尺車運43.2公里

說 明

- 大部份石料採集場沿沱江，水運價廉，如馬沿溪中橋石料水運10.5公里尚比混凝土節省40.2%。
- 除沿江山場利用木船運輸外，運距遠近影響圬工建築成本甚大，如兩河口中橋石料僅需拾運125公尺，河沙則挑運3公里，車運29.5公里，卵石船運500公尺，車運4.9公里，故砌石單價遠較混凝土廉達253%之鉅。又如駟馬河中橋距石料採集場很遠，需拾運900公尺，車運43.2公里，混凝土所需的沙及卵石可就地取用，故砌石單價反較混凝土昂約34.9%。
- 運輸工具更為決定圬工單價的主要因素，如雙河口中橋石料車運3.36公里比馬沿溪中橋水運10.5公里為貴。
- 表中第4欄砌石比混凝土節省(-)或昂貴(+)的百分率，係第3欄減去第2欄或第2欄減去第3欄除以第2欄。
- 表內車運係指板車、架架車、鷄公車等工具。

為分節修築，提高了橋涵的質量。

3. 由於設計和施工的經驗都不夠，對判斷缺乏監督檢查，沒有嚴格的工作制度與驗收制度，因而影響了工程質量。

4. 在臨時管理時期，由於制度不健全，基建與維修分工不明，未作維修計劃，致使病害擴大。

5. 全綫橋涵工程雖存在着不少缺點，但主要部份的質量是合乎標準的，在經過全面的檢查補修以後，消滅了許多主要缺點，保證了營運的安全。

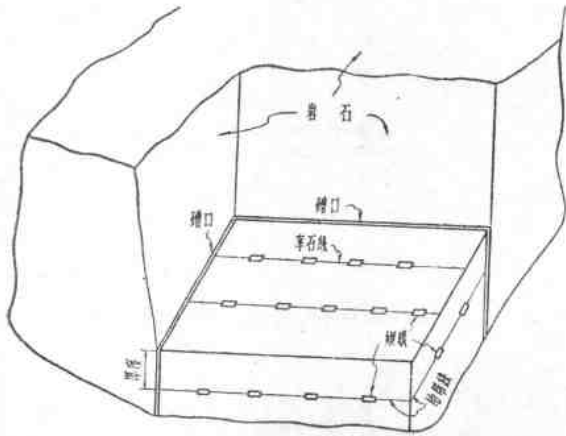
二、使用料石情況

(一) 開清安料石

1. 開料石

一般工具包括大錘（12~30磅）、鑽子（鑿子）、手錘、鑿子、撬棍、抬槓、繩索等工具。組織是6人或8人為一組，每2人為一班。

開料的工作可分為三個步驟：開槽、抬幫及宰（劈）石。開槽是把整個岩石在蓋山挖去後，按照所需要的尺寸，成條成層的開出料石來，包括平整岩層和挖鑿槽口，槽口概用鑽子鑿成，槽口寬3~5公分不等，槽口深淺視所需料石厚度而定，與整塊岩石接聯處打成槽口，然後用抬幫方法，照石料所需厚度在自由面劃出抬幫綫，先鑿成窠眼，插以鑿子，用大錘打擊鑿子，使勁輪打使之劈裂，在抬幫綫以上的大塊岩石即與整個岩層脫離，如附圖（施一橋一圖-34-1）及照片（施一橋一照-21-1）。



開料石示意圖

(施一橋一圖-34-1)



(施一橋一照-21-1) 開料石
抬幫作業用大錘輪打鑿子情況。

最後把鑿好槽口作好抬幫的整塊岩石，用宰石的方法，照規定的尺寸取成小塊的料石。它的方法是先用鑽子及手錘鑿成許多窠槽眼，要使窠槽眼在一排上，槽眼的間距視石質軟硬程度由3~6公寸不等，窠槽的大小視所用鐵窠的小端尺寸而定，一般的上口大下口小成斜狀，槽眼約5公寸，窠槽的橫距（排與排間）視所需料石寬度而定，一般是3~4公寸，待把鑿子安插在窠眼上後，先用2公斤的手錘打擊鑿子，使在窠槽眼內牢插，再用16磅或20磅的大錘輪打。初打時輕輕使勁，以防鑿子跳起，隨後使勁依次重擊，直

施一橋—6

至打開為止。抬幫用鑿子鑽槽眼後以大錘打擊的方法與宰石的過程相同。開蓋山多半由小工擔任，待開槽提石又合組共同工作。

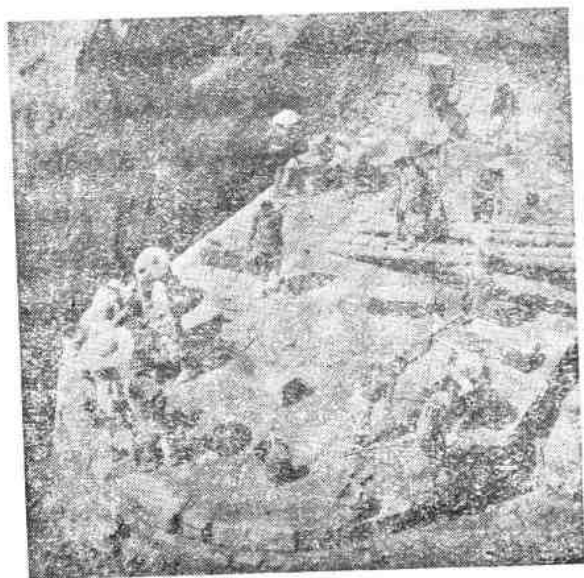
開料石遇整塊天然岩層，可先開一整塊，再按規定尺寸分成小塊。此法比一小塊一小塊地開要快一些。

2. 清料石

使用工具包括手錘、鑿子、彎尺、木水平尺、墨斗、木尺等工具。清料一般需 10 人左右，編為 1 組，每人均可單獨工作，其中另有掌墨師 1 人，專司打綫放樣的工作。清料工作包括兩個手續：①放綫裁邊和②平鑿綫。石塊形狀開下來大多是不規矩的，必須視它的形狀，照規定的尺寸用彎尺劃綫取平裁直，然後用鑿子和手錘打去不需要的部份，使各平面大致方正，這是放綫裁邊的工作。如果要清成規定的尺寸，那要用鑿子鑿平凸出部份，再照規定的綫條鑿綫。

3. 安砌料石

使用之工具包括開清料石的全部工具在內(超過 12 磅重的大錘除外)。安砌橋墩每組約 8 人，安砌橋台因工作面大，每組約 20 人，安砌之前需將已清之料石按照橋墩台的尺寸複清一次，由掌墨師負責選擇料石、打綫、放樣等工作，複清以後抽出一部份石工拌和灰漿，先砌罩口石，然後再填箱，灌漿的時候大部份石工都參加，此時掌墨師又開始選擇第二層料石及打綫放樣的工作。如照片(施一橋—照—21—2~5)。

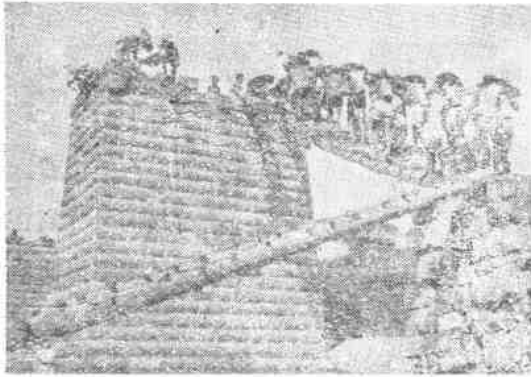


(施一橋—照—21—2)
安砌橋墩基礎情況。

(二) 石料先清後安問題

1. 先安後清降低工程質量

四川石工習於先安後清，即先將料石底座打平就鋪灰安砌，但因其他各面高低不平，就在剛砌過的石面上打墨綫以鑿找平，有時甚至用大錘。這樣做的結果，灰漿尚未凝結，受力振動就失去了凝固力，形同乾砌，大大降低質量，不能保證行車安全，所以



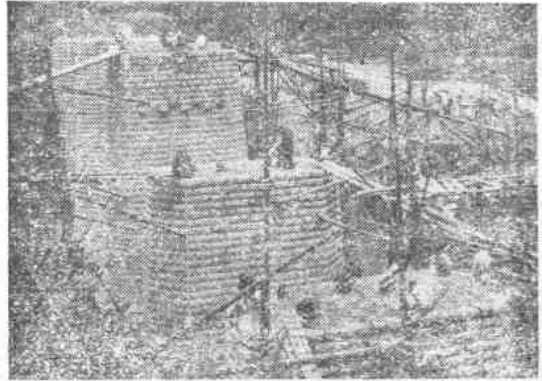
(施一橋一照—21—3) 橋墩安砌作業進行中。

2. 先清後安方法的試行

爲了保證工程質量做到先清後安，那就必須從開、清、運、安各方面都來改進才能澈底糾正。1951年4月27日曾就石料的施工方法給現場施工單位發出了一個明確的指示，7月鐵道部工程總局汪菊潛副局長視察成渝路工程，對石料安砌問題也很重視，號召掀起一個先清後安的運動，乃又發出命令，強調工程質量，要求各施

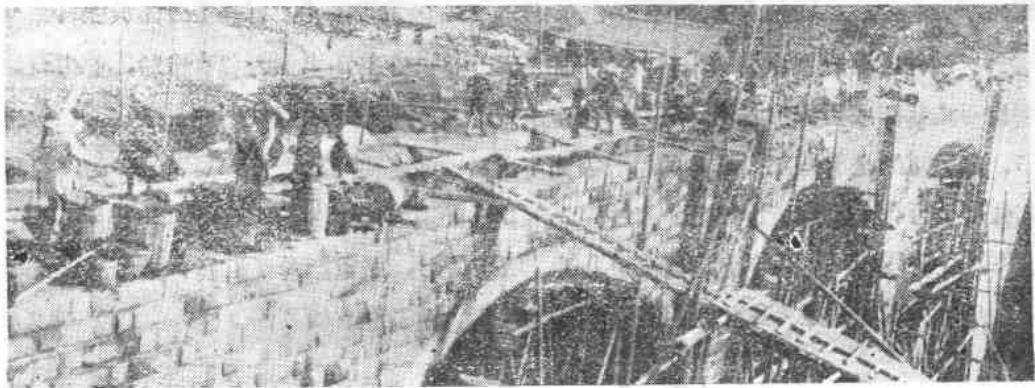
安砌料石一定要使灰漿充分凝固，這是保證工程質量的基本關鍵。

四川石工從前開、清、運、安石料，各幹各的，石料開出的尺寸不一律，清料的人根據毛料不同的尺寸，隨意清成較方正的料石亂堆在山場中，抬運到工地後隨便擱放，要在大的堆的石料裏找同一尺寸的料是非常困難的，祇好在安砌後用鑽找平，因此養成了先安後清的習慣。



(施一橋一照—21—4) 譚家溪中橋墩台安砌作業。

工單位對石工進行說服教育，爲了保證工程質量，必須作到先清後安。其中以成都工務段段屬橋工隊石板河一中隊試行先清後安比較好。其開、清、運、安等聯合工序的辦法如下：



(施一橋一照—21—5) 鋼筋混凝土拱橋安砌邊牆作業。

施一橋—8

(1)開料以普通條石爲例，如規定要 $33 \times 40 \times 80$ 公分的石料，開料時就要掌握好尺寸，並規定加減差的容許限度爲厚2公分寬5公分長10公分，開出的毛料先予以大致清理，然後在山場清料；

(2)清料時不必每塊都清到標準尺寸，可按實際情況照最大尺寸去清，以免浪費，着重在天地而多下工夫，清時先打墨綫，使其大致平整以便於安砌，清好後將尺寸寫在石頭上，厚度量至0.5公分，長寬量至1公分，厚度每相差0.5公分以內爲一類以便分堆；

(3)運料時將厚度同類的堆在一起（長寬不管），因分堆工作很重要，祇要不堆亂，安砌時就省事，而且分堆並不多費工夫；

(4)安砌時將同堆石頭砌在同一層上，砌好後高低相差最大不過0.5公分，除罩口石可用扁鏟修平外，一般只須以灰漿找平即可，砌好一層緊接着就可砌第二層，至於長和寬如有不合適的，可先在石堆上打成需要的尺寸再安上，這樣在安砌時就用不着鑽把或手錘了。

以上4個工序比各幹各的在作法上僅多一量尺寸的程序，堆石頭並不費事，却去掉了清座的程序，節省很多時間和勞動力，提高了工效又保證了工程質量。此外，安砌料石使用的灰漿應隨用隨拌，石面用清水洗淨，以免減少灰漿的黏着力；同時現場的工程人員應耐心地同安砌的石工解釋水泥和石灰的性質根本不同，用水泥沙漿安砌後絕對不能碰動，並詳細說明理由，打通工人們的思想來保證工程質量。

(三) 石質沒有嚴格鑑定

石質鑑定制度在成渝綫施工初期尚未建立，1951年材料試驗室成立後，在4月間開始逐步推行，由於局內外對材料試驗制度執行不嚴重視不夠，有些工段僅於開料初期送一次試件，但一個山場所出料石不可能全部一樣，有些山場無人負責檢驗，蓋山石、黃泡石凡能開成長方形者均作爲料石運至工地，而工地亦未根據試件進行檢查就使用了。更嚴重的是有些工段送驗的料石因開不出料，並未使用，實際使用的未經過試驗，其強度是否合乎規定無法判斷；有些經過試驗已發現強度不夠不能使用的，但因試件送驗往返日期甚久，不能等待，也使用上了。這些情形，嚴重影響了工程質量。

此外對於石質是否風化，也缺乏科學的試驗方法及應有的設備。

(四) 風化石的研究及補救辦法

成渝綫的橋涵，大部份採用石料建築，不但經濟美觀，而且耐久。惟風化石不易鑑別，因風化石初開採時往往石質很硬，抗壓強度合乎標準，及過一兩個月始呈風化現象，風化較慢者須數月或一年以上方能發現，誤用風化石則嚴重損害工程質量，甚至必須翻工，因此對於風化石有分析研究的必要。

1. 風化石的研究

(1) 風化現象與鑑別方法

一般是先從表面龜裂逐層脫落，有的岩石中包藏硬核(俗稱胆巴)，自硬核與岩石接連處分裂，有的胆巴質鬆軟風化脫落成凹形，有的沿水紋開裂，有的整塊變鬆輕敲即碎，有的石面上生青苔被青苔腐蝕變成薄層逐漸脫落等。其中以表皮脫落及沿水紋開裂者為最普遍。石工鑑別風化石一般採取觀察水紋辦法，對風化石水紋俗稱“雞毛柳”、“馬尾柳”，但也沒有十分把握。蘇聯專家談鑑別風化石可採取反復加熱與凍結方法，至今我們還沒有添置此種設備。

(2) 風化原因及防止辦法

全綫多係砂岩，含有石英質顆粒，故硬度很高(含雲母者石質不好)，砂石的耐久性及強度主要是靠內部的膠結物質，其強度的順序為：砂質、氧化鐵、碳酸鈣(石灰質)及黏土質(鋁鎂等化合物)4種，因組織不同其抵抗風化的程度亦不同。

風化作用有物理作用及化學作用兩種，茲擇其較普通的情形略述如下：

物理作用分為冰結、溫度變化及植物腐蝕等3種，成渝綫氣候較暖，冰結情況極少，故略而不論。其中最主要的是溫度變化作用，日間砌石表面部份因熱膨脹，但岩石導熱性很低，表面雖熱，背面或埋在土中部份尚在傳導熱氣，夜間表面已冷縮，背面熱度還未消失，表面及背面脹縮不一致，經多次重複，終至石料沿較弱的層面開裂(此種層面多為黏土質或含有機物質)，如簡州河橋台上有五十餘塊石頭皆係此種作用而開裂。防止辦法，應採取石樣經過物理和化學的試驗合格方准使用。其次是植物作用，陰濕部份易生青苔地衣等下等植物，其根叢伸入石料的細微孔隙發生破壞作用，腐爛後變成腐植土壤，氧化成一種有機酸，日積月累亦足使砌石表面逐層脫落。防止辦法，應將砌石表面低凹部份用水泥漿塗平，以免積水，小橋涵應鋪砌溝底，以免邊牆生青苔。

化學作用有4種：

①氧化作用 最嚴重的是含有鐵硫化合物的砂石，即俗稱黃泡砂石，是開採前即已氧化的(氧化作用常可深入地內岩層數十公尺，視環境及石質成份有程度的不同)，開採後，其中鐵硫化合物經空氣的氧化作用而成硫酸鐵，在水裏能溶化，且在氧化過程

施一橋—10

中，其體積膨脹可致石料破壞或腐損；如王二溪大橋上部及孔子溪中橋一部份石料即漸現此種作用，表層脫落變鬆。防止辦法，也是通過試驗來決定石料的取捨。

②水化作用 砂石中膠結物質常遇水或攝取空氣中水份後，產生很多的帶水礦物，如矽酸鹽類、鐵礦、水鋁氣等氧化物，在水化過程中其體積增大且放出熱量；在地內水化的因受有壓力，故初採出時似尚堅硬，一經暴露壓力解除，再經水化，甚易變鬆。

③碳化作用 在植物茂盛的區域或工廠區域的隧道內，常充滿較多二氧化碳，經與空氣中夾帶的水份或砌石表面浸滲的水化合，即生碳酸類，能將砂石中矽酸質膠合物分解為碳酸鹽類後隨水溶化滲流，從而使砂石失去膠結物而變鬆崩解。防止辦法，在砌石建築物附近勿使植物叢生，小橋涵內勿令腐物或工廠污水積存。

④溶解作用 砂石的膠結物為碳酸鹽類者（如石灰質）遇水易溶化，不應採用。

2. 補救風化石建築物的辦法

(1) 用空氣壓縮機以每平方公分 7 公斤的壓力將純水泥漿或 1:1 水泥沙漿噴射於風化石的表面。優點是高壓水泥漿可鑽進面石的孔隙內，使其形成一層緊密的外殼，大面積的噴注省時省工。缺點是噴注之漿易沿牆流下造成浪費，用於小面積搬運機器不經濟，水泥漿不能攙較多的粗沙，故水泥用量多。

(2) 用 1:2 或 1:3 水泥沙漿抹刷。優點是用於小橋涵方便，不致浪費材料；缺點是在直立面抹刷厚度有限，作用不大，灰漿亦不能深入石孔內，黏着力不如噴注者強。

(3) 注意環境經常的保護。

三、施工的幾個實例

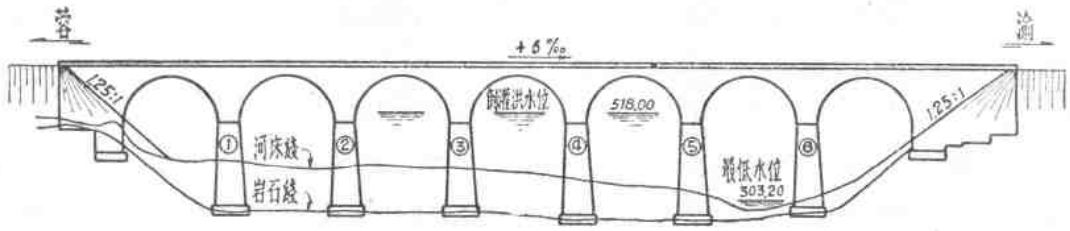
(一) 壽溪河大橋施工經過

壽溪河大橋位於內江以西，是一座 7—15 公尺的鋼筋混凝土拱橋，全長共計 126.41 公尺，於 1950 年 8 月開工，1951 年 11 月完工，全橋概況如附圖（施一橋一圖—34—2）及照片（施一橋一照—21—6）。施工經過如下：

1. 施工程序

(1) 基礎部份 東西兩橋台及 1—6 號橋墩同時進行挖基，所有基礎均挖至堅硬砂岩，深入岩層 6 公寸以上，灌築 1:3:6 混凝土一層厚 6 公寸。

(2) 橋台橋墩部份 橋台橋墩用 1:3 水泥沙漿砌條石橋墩，原設計為長方形，



壽溪河大橋立面示意圖

(施一橋-圖-34-2)



(施一橋一照—21—6) 壽溪河大橋全景。

施工初期變更設計，改為八角形。

(3) 鋼筋混凝土拱圈部份 因河道深處靠近渝端，為避免洪水時期立拱架的困難，拱圈施工程序由渝向蓉先做有水部份3孔，再由蓉向渝續做4孔。

(4) 拱圈以上部份 邊牆用1:3:6水泥石灰沙漿砌條石，拱頂塗1:3水泥沙漿一層，刷平後再鋪防水層及拱頂填石。

2. 操作方法

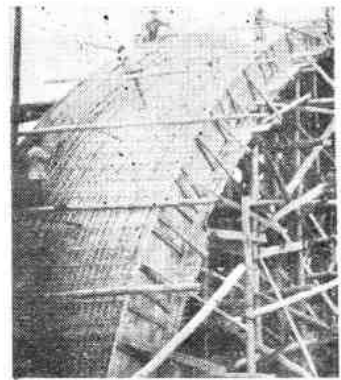
(1) 橋台橋墩漿砌條石 橋台橋墩用1:3水泥沙漿砌條石，起拱綫以上，灰漿成份改為1:1:6水泥石灰沙漿，地面綫以上，條石表面鑿成蜂包，灰縫刮平，逐層照設計坡度向裏收坡，一丁一順排列平直，惟渝橋台因收坡計算錯誤，發覺後逐漸改正，致坡度不合設計標準，條石亦多用十餘公方。當長方形的橋墩變更設計改為八角形時，

施一橋—12

河底以下已安砌一部份，補砌基礎改為八角橋墩，河底以上則完全照八角形設計圖施工。

(2) 立拱架 拱架每孔 7 樁，排架分 4 層，每層縱橫各立直徑 12~15 公分的杉條 7 根，共計 56 根；抬梁與立柱之連系，用木夾板及鐵螺栓，每排立柱均用斜撐拉緊，排架最下層立於河床老土上，以枕木墊底為地龍，由蓉向渝第 4、5 兩孔因事前考慮不週，橋墩四週已先回填一部份，在立排架前先加打木樁，達到岩層後始立排架，以防止鬆動下沉。在施工進行中隨時檢查加強斜撐，尚無走動現象。

(3) 彎紮鋼筋 在彎紮鋼筋過程中，發現紮好的籠筋不平直，彎曲很大，綁紮時一部份不能與主筋密貼，籠筋間的距離亦寬窄不勻，如照片(施一橋—照—21—7)。經研究造成此種情形的原因有兩點：①所用 10 公厘的圓鋼筋不圓而扭，鋼質又硬不易捶直，就發生了扭曲現象；②彎鋼筋的工作台有 2 個，1 個是固定的，1 個是活動的，照主筋的位置，分別在 2 個台子上釘牢釘子，以控制截直鋼筋的尺寸，活動的一個台子的釘子，應當與固定台子上的釘子對直，彎出來的籠筋各部份尺寸才能準確達到平直的標準。由於沒有隨時檢查工作台上的釘子是否釘直，偏一點沒有改正，就造成了各部份尺寸長短不齊，籠筋就不能平直，綁紮時就不能與主筋完全貼緊。紮第一個拱的鋼筋，發現了這些缺點以後就設法更正，兩個工作台隨時都在檢查，使釘子隨時對直，並校正各部份尺寸，上述第②個缺點逐漸改正好了，第①個缺點在增加敲搥工作，使鋼筋扭曲的程度盡量減小後，籠筋不平直的現象較第一孔稍好，但是由於鋼料太硬，扭轉困難，仍然不能全合標準。



(施一橋—照—21—7)
壽溪河大橋鋼筋混凝土
拱綁紮鋼筋情況。

(4) 立模型板 模型板接縫本應用企口，為節省工費改為對口，鑲拼時注意刨平，以保證混凝土面層平整。上面蓋板用連六枋將兩邊刨平，在灌築混凝土時配合灌築的高度，釘在邊板上，接縫處如有空隙隨時用黏泥堵住，漏漿處還不多，模型板作 4 孔倒用。

(5) 灌築混凝土拱 混凝土成份採用 140 級，人工拌和，每 10~15 盤作陷度試驗一次，使灌築的混凝土符合標準，樣品送試驗室試驗，其抗壓強度均合規定。每孔分兩次灌築混凝土，先自起拱綫兩邊向上同時灌築，至 2.5 公尺高度(即 $\frac{1}{3}$ 拱高)時停止；

第2日繼續灌築前將接頭洗刷乾淨，打純灰漿一層約3公分厚，然後繼續向上灌築直達拱頂。每配混凝土料一盤，拌合一次，翻轉兩次，隨即鏟入拱內，同時進行插針搗固工作。為防止漏漿，隨時檢查模板四週，遇有漏漿即用黏泥堵塞。拆板後檢查，混凝土質量良好蜂窩麻點不多，但後來灌築的幾孔，由於祇圖趕工，檢查督促不嚴，質量反而降低；又灌築時混凝土倒下高度超過1.5公尺，不合施工規範的規定。

第1、7兩孔淨空較規定短7、8公分，係施工測量時未詳細複核所致。第5、6、7三孔灌築混凝土時未用沙包壓頂，在灌築至 $\frac{1}{2}$ 高度後，拱頂鋼筋向上隆起，最高達3公分，灌築至拱頂附近時，始恢復原狀；係施工時疏忽大意造成之錯誤。灌築第1、2、3、4四孔時始用籬筐裝碎石壓頂，因木料缺乏灌築混凝土拱時所搭工作腳手非常簡陋，支撐大部份與拱架相連接，影響了拱架的穩固性，雖在工作過程中未發生意外，但對技術安全規則沒有嚴格遵守。

(6) 防水層 拱頂防水層先塗1:3水泥沙漿厚2公分，刷平後原設計應鋪鋼絲網及保固層，因完工期限緊迫不及照做，改塗柏油三度及油毛氈兩層。所用柏油性太脆，加桐油15~25%始合需要黏度。但直立而塗柏油隨塗隨向下流，厚度不能均勻，且有脫落之處，柏油成份及塗抹方法尚漏研究改善。如照片(施一橋一照—21—8)。



(施一橋一照—21—8) 壽溪河大橋拱頂鋪設防水層作業。

(7) 工班組織 全部工程由判工分別承包，所有工人之僱用及管理均係承包人自辦，其組織領導完全係舊的辦法，工段祇根據工程需要，規定某一段時間之工人約數，責成判工照數準備。

3. 優缺點

(1) 採石場在內江蓮台寺北，有小路一條通至橋址附近，翻越山坡，曲折迂迴，距離約1公里，本已決定為抬運石料之路綫，後經踏勘研究，利用一段公路，再沿山坡修築便道一段通至工地，用板車運輸，距離雖遠 $\frac{1}{2}$ ，但車運費較抬運費約低兩倍，除去修便道及償付青苗費外，全部石料運費減少折合大米34萬市斤左右，並能縮短運輸時間。同時附近橋涵護坡等工程，亦利用板車運輸石料，節省了一部份運費。

(2) 開工初期，盡量設法多招石工開料，保證了及時供應石料，惟以判工處理