

3.2.1.9 工期設定に係る方針

本プロジェクトの工期設定は、我が国の無償資金協力のシステムに準じ設定される。
実施工程は単年度とし、工期は下記のように設定する。

- 詳細設計：3.5ヶ月以内
- 入札業務：2.5ヶ月以内
- 施工：12.2ヶ月以内

3.2.2 基本設計

3.2.2.1 既存橋梁の安全性調査と評価

3.2.2.1.1 既存橋梁全体系の安全度調査と評価

(1) 基礎の安定

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）及びアラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の橋台及び橋脚の基礎は、杭基礎である。基礎の種類はすべて既製のRC杭である。杭の形状は、 $30 \times 35\text{cm}$ の角型であり、杭の打設長さは、聞き取り調査の結果9mとのことであるが実際の長さは不明である。これらの杭の頭部は、突出している。その原因として、河川の浸食、洗掘作用による地盤の低下が挙げられる。杭が突出していることによって、杭の鉛直抵抗及び水平抵抗が大きく低下しているものと想定される。したがって、更に浸食、洗掘作用が進行すると橋梁の倒壊を招くことになる。特に、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の橋台では、沈下と傾斜が発生しており、河川中の橋脚では洗掘深が深く、危険な状態にある。

基礎杭の危険度、すなわち安全率の低下状態を、杭軸方向では杭の鉛直支持力及び杭の水平方向では杭頭部曲げモーメントに着目し、係数（ < 1.0 ）で、表 3.2.2-1 に示した。但し、曲げモーメントに関しては、杭断面抵抗力の係数として表示している。この算定モデルを図 3.2.2-1 に示す。

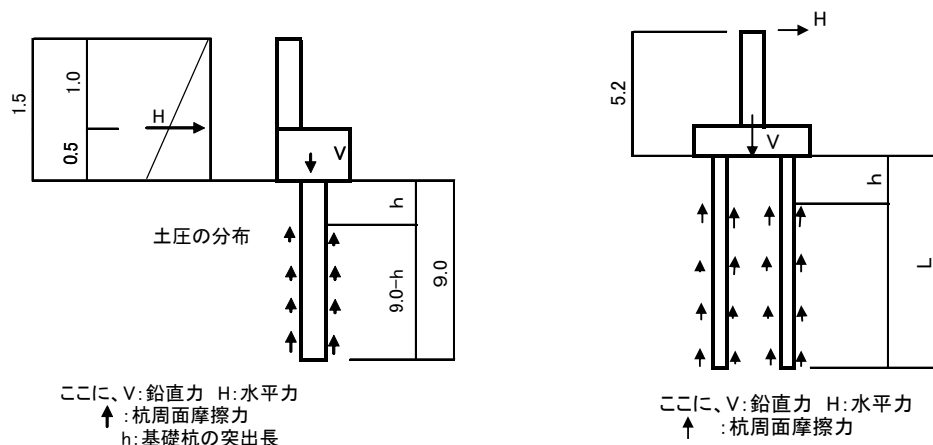


図 3.2.2-1 危険度評価の計算モデル

表 3.2.2-1 杭頭部の突出長（最大）、杭の支持力および断面抵抗力の補正係数

種類	方向	アラメジン橋 (橋梁番号No.1)				アラアルチャ橋 (橋梁番号No.2)			ケンブルン橋 (橋梁番号No.14下り線)			
		橋台A	橋脚P1	橋脚P2	橋台B	橋台A	橋脚P1	橋台B	橋台A	橋脚P1	橋脚P2	橋台B
杭の突出長(m)	鉛直	1.0	1.1	1.5	0.9	0.8	2.5	1.0	(直接基礎)			
杭の支持力の補正係数	鉛直	0.89	0.88	0.83	0.9	0.87	0.72	0.89	(橋梁が沈下していることから、鉛直方向の地盤の支持力は低いものと思われる)			
杭断面抵抗力の補正係数	水平	0.33	0.82	0.77	0.36	0.38	0.67	0.33				

一方、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の基礎については、近接する上り線橋梁の橋面は、水平であるが、下り線橋梁は全体に不等沈下している。沈下量は 10～35cm である。下り線橋梁の不等沈下は、上り線橋梁の杭を打設する際に生じたものと考えられる（近接施工の問題）。

(2) 桁かかり長

桁のかかり長は、橋梁の耐震性を評価する重要な要素であり、この長さが不足する場合には地震時に落橋する恐れがある。調査の結果、すべての橋脚でこの条件を満たしていないことが判明した。また、橋台でも不足するものがあつた。橋台、橋脚の桁かかり長を図 3.2.2-2 及び図 3.2.2-3 に示し、実測値と所要桁かかり長及び評価を表 3.2.2-2 に示す。

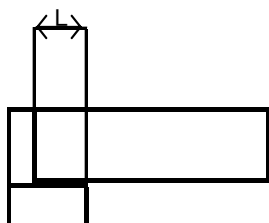


図 3.2.2-2 橋台の桁かかり長 L

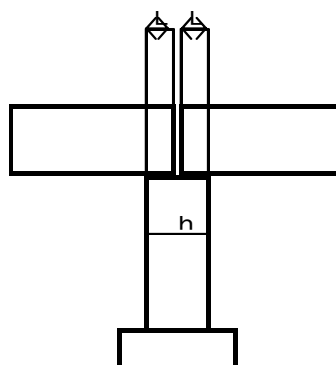


図 3.2.2-3 橋脚の桁かかり長 L

表 3.2.2-2 橋台および橋脚の桁かかり長の実測値と評価

	単位	アラメジン橋 (橋梁番号No.1)				アラアルチャ橋 (橋梁番号No.2)			ケンブルン橋 (橋梁番号No.14下り線)			
		橋台A	橋脚P1	橋脚P2	橋台B	橋台A	橋脚P1	橋台B	橋台A	橋脚P1	橋脚P2	橋台B
桁かかり長	cm	50	37.5	37.5	120	100	37.5	100	60	40	40	60
所要桁かかり長	cm	77	77	77	77	77	77	77	75	75	75	75
評価		×	×	×	○	○	×	○	×	×	×	×

注)○:桁かかり長満足、×:桁かかり長不十分

(3) 浸食・洗掘の状況と安全性

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）及びアラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）とも浸食に伴い河床の低下をきたしている。アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）は、橋脚周辺を中心に洗掘が激し

く、地盤面は建設時から約 2.5m 低下、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）は洗掘による河床低下が 3.5m に達しているものと推定される。また、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の左右の河岸の侵食は特に激しく、河岸の崩落が進行しており、橋台 B（右岸側橋台）のフーチングが下流側へ沈下・傾斜している。沈下量は 13cm であり、前方への水平変形量 8 cm である。同橋の橋台前面の盛土はすべり破壊を起こしているものと推定され、橋台 A（左岸側橋台）及び橋台 B では盛土天端におけるクラックが認められ、その幅は最大 40cm であり、安定上問題がある。

橋台及び橋脚の不等沈下に伴う影響を把握するために、上部工の橋面高さを実測した。実測地点を図 3.2.2-4 に示し、実測結果を表 3.2.2-3 に示す。

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）では、橋梁中央部上流側で約 10cm 不等沈下が発生、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）では、右岸下流側で約 35cm の不等沈下の発生、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）では、水平な新橋に比べ最大 35cm の沈下が発生している。

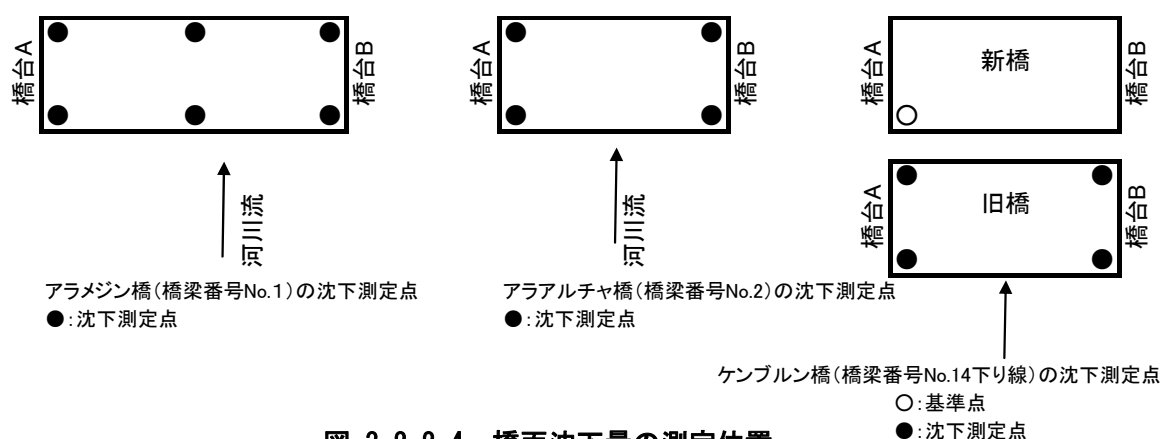


図 3.2.2-4 橋面沈下量の測定位置

表 3.2.2-3 橋面の沈下状況

橋面位置と沈下量 (cm)	アラメジン橋 (橋梁番号No.1)				アラアルチャ橋 (橋梁番号No.2)				ケンブルン橋 (橋梁番号No.14下り線)			
	左岸下流	橋梁中央下流	右岸下流	右岸上流	左岸下流	右岸下流	右岸上流	左岸上流	左岸下流	右岸下流	右岸上流	右岸上流
	-13	-5	0		-25	-60			-10	-35		
	-13	中央上流	-18	-6	0	-25			-15			-35
適用	縦断勾配の影響を考慮しても不等沈下量は大きい				適用	縦断勾配の影響を考慮しても不等沈下量は大きい		近接する新橋(水平)の橋面高を基準面(0.0cm)とする。新橋の橋面高は水平である。				

3.2.2.1.2 構造上の安全度調査と評価

(1) 調査方法

コンクリート部材の損傷状況を調査した。調査は、近接目視点検により損傷位置を確認し、ハンマーを用いた打撃試験により構造部材の劣化状況・施工不良状況を調査し、劣化・不良が想定される部材断面の強度に関しては、シュミットハンマーにより強度試験を実施した。調査結果を、表 3.2.2-4 に示す。ひびわれ幅に対しては、クラックスケールにより最大ひびわれ幅を調査した。調査結果を表 3.2.2-5 に示す。



テストハンマーによる検査



シュミットハンマーによる検査



クラックスケールによる検査

表 3.2.2-4 シュミットハンマーテストによるコンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

	上部工		下部工				
	主桁	床版	橋台		橋脚		
			フーチング	梁	柱・壁	フーチング	基礎杭
アラメジン橋 (橋梁番号No.1)	431	n.a	320	350	180	367	320
	n.a	n.a	n.a	n.a	383	n.a	n.a
アラアルチャ橋 (橋梁番号No.2)	447	n.a	383	335	306	320	367
ケンブルン橋 (橋梁番号No.14下り線)	335	260	n.a	n.a	275	n.a	n.a
	140/180	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
許容応力度	25	25	25	25	25	25	25

表 3.2.2-5 最大ひびわれ幅の調査結果 (mm)

	上部工	下部工			
	主桁	橋脚		橋台	
		柱・壁	基礎杭	フーチング	基礎杭
アラメジン橋 (橋梁番号No.1)	0.45	せん断破壊	せん断破壊	—	せん断破壊
アラアルチャ橋 (橋梁番号No.2)	0.5	せん断破壊	せん断破壊	鉛直水平方向変形	せん断破壊
ケンブルン橋 (橋梁番号No.14下り線)	0.55	なし	(見えず)	(見えず)	(見えず)

(2) 強度・ひびわれ調査結果などの損傷状況と部材としての危険度の関係

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の上部工のコンクリートの圧縮強度はともに 43N/mm² 以上を示しているが、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）第3スパンで上流側の桁下端は 14~18N/mm² の低い強度を示している。この位置は、路面排水用パイプからの雨水が、直接主桁に当たっており、その結果コンクリートが劣化し、鉄筋が露出し、腐食が進行している。



鉄筋の露出・腐食 (桁)

この位置でのコンクリートの剥離長さは 1.5mに及んでいる。露出している鉄筋の腐食代が 1mm と仮定すれば鉄筋の曲げ引っ張り強度が 87%に低下することになる。



鉄筋の露出・腐食（橋脚）

下部構造の中で、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の橋台フーチングの圧縮強度は、 32N/mm^2 以上あり問題ない。

アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の橋脚では、ほとんどの部材で圧縮強度は 27N/mm^2 以上を示している。ただし、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）の橋脚上流側脚柱下端部の強度は 18N/mm^2 である。この位置のコンクリートは、施工不良によりジャンカの多いコンクリートとなっており、鉄筋が露出し、腐食している。

コンクリートの劣化厚が、約 5 cm であることから、柱の断面耐荷力は約 75%に低下することになる。

一方、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の杭頭部のコンクリートの圧縮強度は、 32N/mm^2 以上を示しているが、杭頭部はほとんどの杭で圧壊、またはせん断破壊しており、その結果、杭頭部はヒンジ構造となっている。そのため、地震などによる水平力が発生した場合には、橋梁が大きく揺れると同時に、杭本体に大きな応力が発生し、杭本体が損傷する可能性が高い。桁かかり長が少ないこともあって、地震時に落橋する恐れがある。



杭頭部の損傷

ひびわれに対しては、クラックスケールにより最大ひびわれ幅を調査した。せん断クラックが主桁端部で発生している。最大クラック幅は表 3.2.2-5 に示したように、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）で 0.45mm、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）で 0.5mm、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）で 0.55mm あり、鉄筋コンクリートで許容される 0.3mm を大きく上回っており、補修・補強の対象なる。鉄筋の腐食に関しては、腐食状況を確認するとともに鉄筋径、鉄筋の配置状況を調査した。主鉄筋として、直径 30mm のものが、上部工、下部工共に、鉄筋間隔 5cm~10cm で使用されているのが特徴である。

(3) 損傷状況と構造系としての危険度の関係

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）は、車両走行時に橋面で異常な振動がある。原因は、橋梁全体の剛性の不足によるものと思われる。上部工では、すべての横桁が不連続であり荷重の横分配が期待できない。



横桁の不連続

その結果、主桁は単独で荷重を負担することになり上下の振幅が大きくなる。また、主桁端部に多くのせん断ひびわれが発生しており、最大幅は 0.45mm であり、鉄筋コンクリートとして許容される限度を超えている。さらに、橋脚で最大の応力が発生する下端部のコンクリート強度が著しく低下している部材がある。

鉄筋が腐食露出している箇所が散見される。さらに、基礎杭頭部が地盤面より突出し、コンクリートが圧壊し、杭頭部がヒンジ化していることによる構造体の弱体化が生じている。



橋脚下端の損傷



橋脚上端の損傷

アラアルチャ橋（橋梁番号 No.2）は、アラメジン橋（橋梁番号 No.1）と同様に、車両走行時に橋面で異常な振動がある。原因は、橋梁全体の剛性の不足によるものと思われる。上部工では、すべての横桁が不連続であり、荷重の横分配が生じない。その結果、主桁は単独に荷重を負担することになり上下の振幅が大きい。また、主桁端部に多くのせん断ひびわれが発生しており、最大幅は0.5mmであり、鉄筋コンクリートとして許容される限度を超えている。また、橋脚で最大の応力が発生する下端部のコンクリート部材が著しく損傷し、鉄筋が腐食露出している箇所が散見される。さらに、基礎杭の頭部が地盤面より突出し、コンクリートが圧壊し、杭頭部がヒンジ化している。



下端部のコンクリート部材の損傷

橋台 B（右岸側橋台）前面の高盛土のすべり破壊により橋台 B（右岸側橋台）のフーチングの下流側は大きく変形している。

変形量は、鉛直方向に 13cm、水平方向に 8cm である。

ケンブルン橋（橋梁番号 No.14 下り線）は、第3スパンの主桁の損傷が最大のものである。主桁に最大 0.55mm のせん断ひびわれが発生している。また、コンクリートが劣化し、鉄筋の露出と腐食により、上部工の抵抗力が低下している。構造部材の損傷度の調査結果に基づき現橋状況評価を実施した。結果を「資料 9. 各橋梁現況状況評価表」に示す。



橋台の変形

3.2.2.1.3 結論

前節までの橋梁全体系の安全度の調査結果及び構造上の安全度詳細調査結果から、3橋の安全性は下記のようにまとめられる。

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）およびアラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）：

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）の上部工は、橋面が橋梁中央部において上流側に約 10cm 不等沈下しており車両走行上危険である。また、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の上部工は、橋面が下流側へ傾斜しており、特に右岸下流側は大きく傾斜しており車両の走行上危険である。両橋とも主桁のコンクリートは劣化しており、せん断ひびわれが多数発生していること、横桁が全く機能していないことなどの損傷現状から、耐荷力が低下している。また、両橋とも、下部工の中で、橋脚は、柱下端部のコンクリートが劣化しており、鉄筋も露出して水平方向の耐荷力が低下している。基礎杭については、橋台・橋脚とも河川の浸食・洗掘の影響を受けて地盤が低下し、杭頭部が突出しておりきわめて危険な状態にある。特に、橋台の基礎杭は水平方向への抵抗力が両橋とも 33%まで低下するものと推定されること、橋脚の天端幅が耐震上必要とされる幅を大幅に下回っていることなどから、極めて耐震性の低い状態になっている。橋脚基礎杭の鉛直支持力は、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）が 83%まで、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）が 72%まで低下しているものと推定する。使用された基礎杭が短ければ、支持力は更に低下することになり、耐久性の低い橋梁と判断することになる。したがって、両橋は、車両の走行性、耐荷性、耐震性、耐久性、橋梁の維持管理などに問題があり、架け替えが適当であると判断する。

ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）：

ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の上部工は、平面線形上近接する新橋に平行となっていないことなどから、交通事故の多発する原因として問題視されている（図 3.2.2-5 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）付近の平面線形参照）。また、隣接する新橋に比べ、橋面が全体に不等沈下しており、特に右岸下流側に大きく傾斜しており車両の走行上危険である。また、桁下高が、新橋に比べ 20～45cm 低いことから洪水時の桁下空間を確保するために嵩上げが必要である。主桁のコンクリートは劣化しており、せん断ひびわれが多数発生していること、主鉄筋が腐食・露出しているなどの損傷が見られることから、耐荷力が低下している。基礎工については、橋台・橋脚とも直接基礎であることから不等沈下しているものと推定する。また、橋脚の天端幅が耐震上必要とされる値を大幅に下回っていることなどから、極めて耐震性の低い状態になっている。したがって、橋梁全体が耐久性の低い橋梁と判断する。これらの点からケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）は、平面線形、車両の走行性、桁下空間、耐荷性、耐震性、耐久性などに問題があり、架け替えが適当であると判断する。

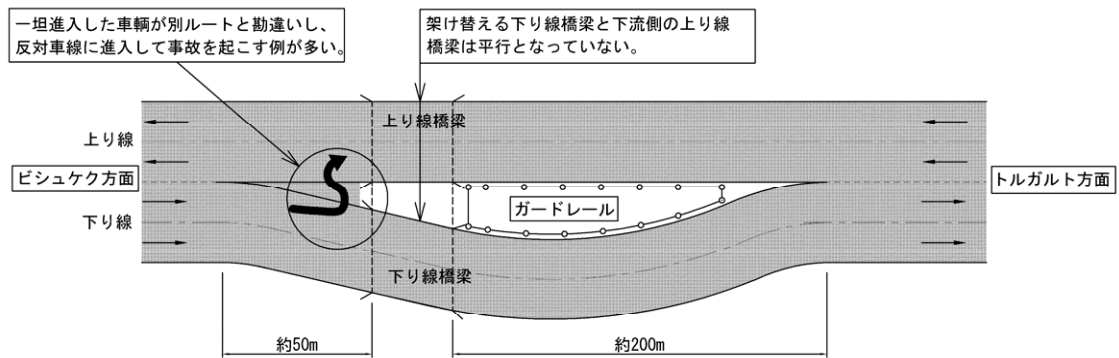


図 3.2.2-5 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）付近の平面線形

3.2.2.2 設計条件

中央アジア諸国で広く適用されている AASHTO 基準をベースに、「キ」国特有の条件を考慮し、各設計要素に対して以下の基準を適用した。

道路線形要素：

AASHTO を基本とするが、「キ」国の自然環境を考慮し、また、既存の道路との整合を取るため、「キ」国基準を考慮した。

上部工活荷重：

AASHTO と同等の道路橋示方書（日本）の B 活荷重および「キ」国の装甲車荷重（HK-80）を考慮した。

橋梁上部工および下部工の設計：

耐震設計は、既往プロジェクトでの使用基準が統一されていないことから「キ」国との協議により、これまで無償資金協力で数多く用いられている道路橋示方書（日本道路協会）に基づくこととした。したがって、上部工および下部工の設計についても、耐震設計との統一を図るため同基準を採用した。なお、地震荷重は、「キ」国基準の設計水平震度 0.1 を採用した。

護岸設計：

耐震設計と同様の理由から道路橋示方書（日本道路協会）に基づくこととした。

（設計準拠基準）

- キルギス国橋梁設計基準
- キルギス国道路設計基準
- AASHTO 道路橋設計指針（2002 年）
- 道路橋示方書（日本）

主な設計条件を次のとおり設定する。なお、各橋梁の幅員構成の設定については、3.2.2.3、3.2.2.4、3.2.2.5 節にて詳述する。

(1) 幅員構成

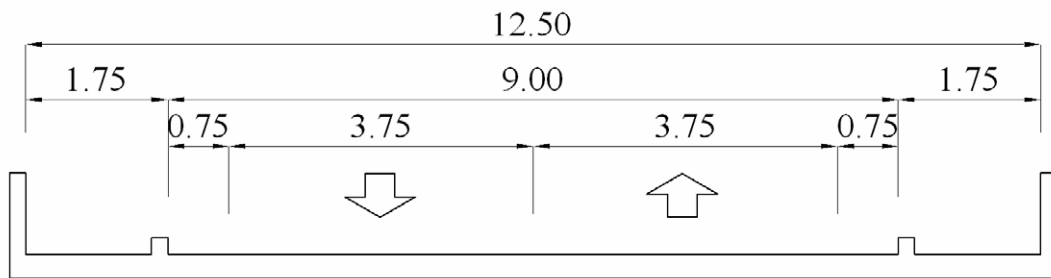


図 3.2.2-6 アラメジン橋(橋梁番号 No. 1)およびアラアルチャ橋(橋梁番号 No. 2)の幅員構成

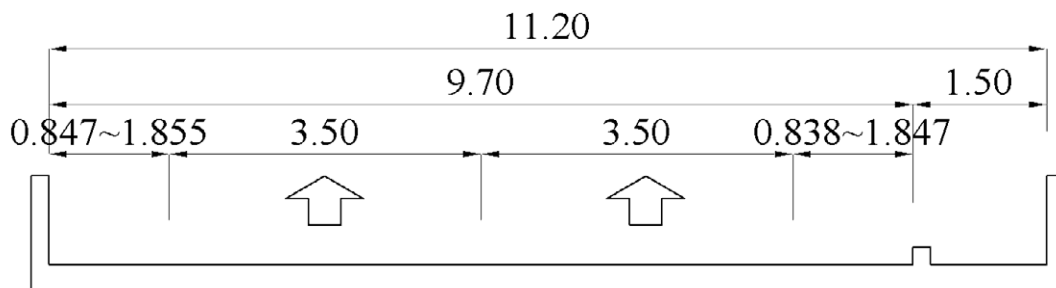


図 3.2.2-7 ケンブルン橋(橋梁番号 No. 14 下り線)の幅員構成

(2) 設計荷重

- 活荷重：B 活荷重（道路橋示方書）及び HK-80（キルギス国基準）
- 温度変化：50℃（-15℃～35℃）（「キ」国気象条件）
- 設計水平震度：kh=0.1（「キ」国基準）

(3) 使用材料と設計基準強度

- コンクリート
PC 桁および PC ホロースラブ：36N/mm² 以上
橋台・橋脚・踏掛け板：25N/mm² 以上
場所打ち杭：25N/mm² 以上
- 鉄筋 SD345 相当（ロシア製）

3.2.2.3 アラメジン橋(橋梁番号 No. 1) の設計

3.2.2.3.1 架橋位置の選定

用地取得を必要とせず、取付け道路の施工が短い現橋位置での架け替えとする。
既存橋位置に対し、上流側、現橋位置、下流側に架橋した場合の比較を表 3.2.2-6 に示す。

表 3.2.2-6 アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）架橋位置の検討

平面図			
橋梁位置	上流側架橋	現橋位置架橋	下流側架橋
橋長(m)	42	42	42
取り付け道路延長(m)	324	60	331
既存橋撤去	無し	有り	無し
利点・欠点	利点：既存橋撤去は、相手国負担となる。 欠点：取付道路用地が必要。また、切土量が多く、取付道路延長も長い。	利点：取り付け道路用地が不要。また、取り付け道路長が短い。 欠点：既存橋撤去費用が掛かる。	利点：既存橋撤去は、相手国負担となる。 欠点：取付道路用地（射撃場を含む）が必要。また、切土量が多く、取付道路延長が長い。
評価	△	○	×

3.2.2.3.2 計画の範囲

既存橋の調査結果から全面架け替えが必要であり、また架橋位置を既存橋位置とすることで、計画を下記の範囲とする。

- 既存橋の撤去
- 新橋の建設
- 護岸
- 取付道路の舗装
- 路面標示

3.2.2.3.3 橋梁計画

(1) 橋台位置、橋長、橋面高さ

既存橋長で流下能力を十分満足するため、橋長は既存橋長と同じ 42.0m (14.0m×3 スパン) とする。橋台位置は、既存橋台の基礎杭を避けるため、左岸側橋台および右岸側橋台とも既存橋台位置より右岸側に 3.0m ずらした位置に設置する。また、橋面高さは既存橋と同じとする。

(2) 設計高水位と桁下余裕幅の設定

聞き取り調査による既往最大水位および通常洪水位を基に設計高水位を設定した。桁下余裕高は2.5mとなり、最小桁下余裕高1.0mを満足している。

(3) 幅員構成

図 3.2.2-8 に幅員構成を示す。また、図 3.2.2-9 に橋梁部平面図を示す。

対象橋梁が位置する道路は、キルギス国基準のカテゴリーⅡに分類され、現道は舗装幅が9.0m（路肩幅員0.75+車道幅員2×3.75m+路肩幅員0.75）、舗装されていない路肩幅員は片側3.00mで整備されている。橋梁車道幅員は、現道と同じとし、路肩幅員は走行安全性を確保できる最低限の幅員（2.5m=0.75+1.75）とする。また、路肩には、歩車道境界ブロックを設置し、歩行者の安全性を確保する。

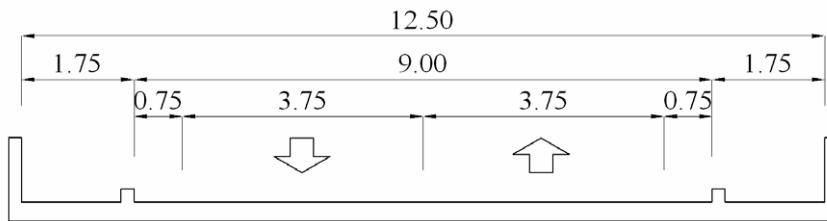


図 3.2.2-8 アラムジン橋（橋梁番号 No. 1）の幅員構成

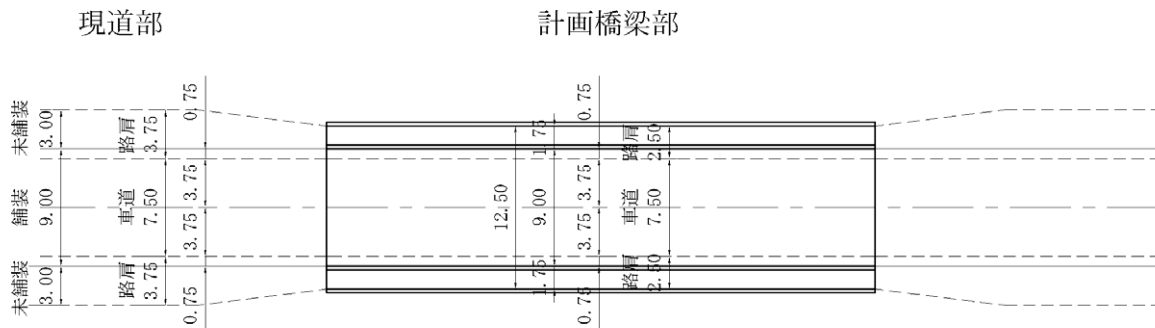


図 3.2.2-9 アラムジン橋（橋梁番号 No. 1）平面図

(4) 支間長

聞き取り調査によると、流木等の大きな流下物は無いことから、支間長は既存橋梁の支間長と同じ14.0mとする。

(5) 橋梁上部工

橋梁の規模、構造特性、施工性、資材調達の難易度、維持管理の難易、経済性などを総合的に評価したうえで最適な橋梁形式を選定する。橋梁形式は、下記の候補とする。現地調達事情を考慮すると、プレキャストRCT桁及びプレテンションコンクリートホロー桁も考えられ

るが、現地の製作工場及び完成橋梁を現場で調査した結果、製品及び施工共信頼性において劣っていることから比較の対象から外した。

- ・ 第1案 3径間単純PCI桁橋
- ・ 第2案 2径間単純PCI桁橋
- ・ 第3案 2径間単純鋼版桁橋
- ・ 第4案 単純PCI桁橋
- ・ 第5案 単純鋼トラス橋

表 3.2.2-7 に橋梁形式比較を示す。比較結果から第1案が最適であった。よって、上部工形式は次のとおりとする。

最適上部工形式 : 3径間単純PCI桁橋
 支間割 : 3 @ 14.0 = 42.0m

表 3.2.2-7 アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）橋梁形式比較表

橋梁形式	第1案 3径間案	第2案 2径間案		第3案 1径間案	
	PCI桁橋 14.0+14.0+14.0=42.0m	2-1 PCI桁橋 2@21.0=42.0m	2-2 鋼版桁橋 2@21.0=42.0m	3-1 単純PC箱桁橋 42.0m	3-2 単純鋼トラス橋 42.0m
側面図					
橋梁位置	・橋梁の架け替え位置は、ほぼ現橋位置とする				
構造特性	・短いスパンで下部工の荷重軽減 ・連続橋で耐震性を高める ・AASHTOの標準断面適用可能 ・桁高低い 検討結果: ○	・短いスパンで下部工の荷重軽減 ・連続橋で耐震性を高める ・AASHTOの標準断面適用可能 検討結果: ○	・自重軽く、下部工への荷重軽減 ・耐震的に有利 検討結果: ○	・自重重く、下部工への荷重大 ・耐震的に不利 ・曲げモーメント、ねじりモーメントに強い 検討結果: △	・構成部材は軽量 ・耐震的に有利 ・少ない鋼材で大スパンの橋梁構築 検討結果: ○
水文特性	・洪水に対し桁下空間確保 ・最小スパン(15m)程度であり現状改善案 ・洪水位での河川阻害率約5% 検討結果: △	・洪水に対し桁下空間確保 ・最小スパンの規定を満たしている ・洪水位での河川阻害率約3% 検討結果: △	・洪水に対し桁下空間確保 ・最小スパンの規定を満たしている ・洪水位での河川阻害率約3% 検討結果: △	・洪水に対し桁下空間困難 ・河川阻害率0% 検討結果: ×	・洪水に対し桁下空間確保 ・河川阻害率0% 検討結果: ○
施工性	・トラックレーン工法 ・施工は困難ではない 検討結果: ○	・トラックレーン工法 ・施工は困難ではない 検討結果: ○	・トラックレーン工法 ・施工は困難ではない 検討結果: ○	・固定支保工法 ・雨期の架設不可 検討結果: ×	・トラックレーンによるベント工法 ・架設設備は小規模、運搬架設容易 ・現場での組み立て作業多い 検討結果: ○
調達	・コンクリートは現地調達 ・PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	・コンクリートは現地調達 ・PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	・コンクリートは現地調達 ・鋼桁及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	・コンクリートは現地調達 ・PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	・コンクリートは現地調達 ・鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △
迂回路等環境影響	・施工事は迂回路橋を設置 ・自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	・施工事は迂回路橋を設置 ・自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	・施工事は迂回路橋を設置 ・自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	・施工事は迂回路橋を設置 ・自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	・施工事は迂回路橋を設置 ・自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○
維持管理	・コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	・コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	・鋼材に耐候性鋼材を使用 検討結果: △	・コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	・鋼材に耐候性塗料の塗布 検討結果: △
工期	・現場作業は3-1案より短い 検討結果: ○	・現場作業は最も短い 検討結果: ○	・現場作業は最も短い 検討結果: ○	・現場作業が最も長い 検討結果: ×	・現場作業は第1案より若干長い 検討結果: △
工費	・最も安価である (1.0) 検討結果: ◎	・安価である (1.05) 検討結果: △	・第1案に比べ、高い (1.1) 検討結果: △	・高価である (1.5) 検討結果: ×	・高価である (1.4) 検討結果: ×
総合評価	◎	○	△	×	△

3.2.2.3.4 橋梁下部工

- ・ 橋台形式

橋台形式は、経済的な盛りこぼし式橋台とする。

● 橋脚形式

橋脚形式の比較案は以下の3案とする。

- 第1案 T式橋脚
- 第2案 壁式橋脚
- 第3案 パイルベント式橋脚

表3.2.2-8に橋脚形式比較表を示す。比較結果から、橋梁規模、構造特性、工費などから第3案パイルベント式橋脚が最適であった。

表 3.2.2-8 アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）橋脚形式比較表

	第1案 T式橋脚	第2案 壁式橋脚	第3案 パイルベント式橋脚
概要図			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> ・円柱の直径は、壁式橋脚の壁厚より大きい。(直径:大) ・張出長が長く、梁高が高く、又鉄筋量を多く必要とする ・幅員の狭い橋梁に適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・壁厚を薄くできる。(壁厚:中) ・張出長が短く、梁高が低く、又鉄筋量が少ない ・使用するコンクリート量や鉄筋量が多く、大規模橋梁に適する ・幅員の広い橋梁に適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・杭の上部を梁として使用する橋脚である。(直径:小) ・張出長が短く、梁高が低く、鉄筋量を少なくできる。 ・柱間に整流壁を設置する ・中小橋に適した形式である ・地震時、頭部での水平変位はあるが問題ない
	評価: ×	評価: ×	評価: ○
水文特性	<ul style="list-style-type: none"> ・河川の流向が一定でない場所に適した形状である ・河川阻害率は大きい(約15%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・河川の流向が一定な場所に適した形状である ・河川阻害率は中程度(約10%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・柱間に整流壁を設置し、河川の流下を良好にする ・河川阻害率は小(約5%)
	評価: ×	評価: △	評価: △
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時に土留工、締切工を必要とする ・張出長が長いので支保工、型枠、配筋がやや複雑 ・フォーティングの施工上、大規模掘削となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時に土留工、締切工を必要とする ・使用する材料が多い ・フォーティングの施工上、大規模掘削となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時に土留工、締切工を必要としない ・使用する材料が少ない ・杭の配置上、高い施工精度を要する ・フォーティングがないので、掘削はない
	評価: △	評価: △	評価: ○
調達	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートは現地調達可能である ・鉄筋は輸入となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1案と同程度である 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1案と同程度である。
	評価: ○	評価: ○	評価: ○
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> ・河川汚濁の心配はない ・騒音・振動の発生にを払う必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1案と同程度である 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1案と同程度である。
	評価: ○	評価: ○	評価: ○
工期	<ul style="list-style-type: none"> ・所要工期は長い 	<ul style="list-style-type: none"> ・所要工期は長い 	<ul style="list-style-type: none"> ・所要工期は短い
	評価: ×	評価: ×	評価: ○
工費	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚の工事費は高い (3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚の工事費は高い (3.0) 	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚の工事費は最も安い。 (1.0)
	評価: ×	評価: ×	評価: ○
総合評価	△	○	◎

● 基礎形式

基礎形式は、橋梁規模、地盤の性質と支持層の深さなどの地盤条件、経済性等から選定される。現地調達条件を考慮すると、現地在来工法である角型RC杭(30cmx35cm)も考えられるが、杭本体の品質及び施工の信頼性及び実績などから、比較案から除外した。

- 第1案 場所打ちコンクリート案
- 第2案 鋼管杭案
- 第3案 深礎杭基礎

表3.2.2-9に基礎形式の比較案を示す。比較結果から、低公害工法である場所打ち杭が経済的であることなどから最適であった。

3.2.2.3.5 護岸工

● 護岸工形式

護岸は、橋台の設置による河岸の浸食を防止し、流水の乱れ等に対する補強措置として

行う。表 3.2.2-10 に護岸形式の比較案を示す。比較結果から、堅固で経済性の高い練石積を橋台周辺に適用することとした。その他の河岸浸食防止には蛇籠を選定した。

表 3.2.2-9 アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）基礎形式比較表

	第1案 場所打ち杭基礎	第2案 鋼管杭基礎	第3案 深礎杭基礎
概要図			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 直径1m以上の大口径の掘削杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力が大きい 杭の周面摩擦抵抗が大きく摩擦杭に適する 杭の品質は、施工者の施工能力に依存する 	<ul style="list-style-type: none"> 直径0.8m以上の中規模の打設杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力とも中程度の杭である 杭の先端抵抗が大きく支持杭に適する 工場製作杭なので、品質は良い 	<ul style="list-style-type: none"> 直径1.5m以上の大規模の人力掘削杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力とも大きい基礎である 杭の先端抵抗が卓越する 直接支持層を確認できる
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 掘削時の施工管理が重要である。 仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 施工の安全性は高い 施工は、広いヤードを必要としない 	<ul style="list-style-type: none"> 打設時、貫入管理が大切である 杭置き場、打設機械の作業ヤードを必要とする 施工実績多く、安全性が高い 施工機械が大きく、広いヤードを必要とする 	<ul style="list-style-type: none"> 施工の沈設作業管理が大切である 仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 施工の安全性は高いが、地下水の湧出する地盤では不適切である
調達	<ul style="list-style-type: none"> 杭掘削機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 杭基礎は現場打ちコンクリートで製作する コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 杭打設機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 杭は鋼管の工場製品であり、日本または第3国からの調達 コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工設備は日本又は第3国より調達 ウエルは現場で鉄筋コンクリートで製作する コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である 掘削作業に伴う水質汚濁、工事廃棄物等の処理が必要(対応可能)。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が大きく公害を発生する恐れある 土砂の掘削が少ないので、工事廃棄物の処理を必要としない 	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である 土砂の掘削が多いので、工事廃棄物の処理を必要とする
工期	<ul style="list-style-type: none"> 杭本数が少ないので工期は短く、夏季中に施工可能 	<ul style="list-style-type: none"> 杭本数が少ないので工期は短く、夏季中に施工可能 	<ul style="list-style-type: none"> 中掘・沈設工事なので工期は長く、夏季中に施工困難
工費	<ul style="list-style-type: none"> 最も安い (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> 第1案より高い (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> 高い (4.4)
総合評価	◎	△	×

表 3.2.2-10 アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）護岸形式比較表

	空石積	練石積	蛇籠	RCもたれ擁壁
コスト	1.0	1.4	1.3	1.8
工期	1.0	1.8	1.5	1.7
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 粒径が大きくそろった石が必要。 出来形管理が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 後背土の沈下に追随できないので十分な転圧管理が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工実績が多く、容易。 	<ul style="list-style-type: none"> 通常のコンクリート構造物。
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 積石の移動による破損が生じやすい。 減水時に後背土の吸出しのおそれも大きい。 耐久性に問題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 後背土の崩壊の可能性が小さく、堅固。 	<ul style="list-style-type: none"> 減水時に後背土の吸出しの恐れあり。 雨季と乾季で乾湿があるため、鉄籠が腐食しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 最も堅固。 耐久性に優れている。
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> 多孔質であるため、変化に富んだ生物の生育が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 特段の問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 特段の問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 特段の問題なし。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 点検項目: 後背土の吸出し、積石の移動・欠損、吸出し防止マットの健全度。 変状の補修方法: 整形・補修。 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ、剥落、滑りなどの変状。 変状部撤去・再築。 	<ul style="list-style-type: none"> 後背土の吸出し・籠の変形、中詰りの欠損、鉄籠の腐食。 整形・補修。 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ、傾斜、滑りなどの変状。 変状部撤去・再築。
本橋への適用性	<ul style="list-style-type: none"> 現状の河床侵食の状況から強度不足。 × 他の河岸浸食防護: 現状の河岸侵食の状況から強度不足。 × 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性は蛇籠より高価であるが強度、耐久性から最も適切な工法。 ○ 経済的であるが、強度、耐久性が不足。 △ 	<ul style="list-style-type: none"> 要求される強度に対して若干過大で、経済性劣る。 △ 要求強度、耐久性、経済性から最も適切な工法。 ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 最も強度、耐久性が高い工法であるが、経済性に劣る。 △ 要求強度、耐久性に対して過剰であり、経済性も劣る。 ×

3.2.2.3.6 取付道路及び付帯工計画

(1) 取付道路計画

架け替える新橋梁は現道上に位置し、また橋梁設置高さも現道と一致するため、道路線形の改良は行わない。

取付道路の施工範囲は、橋台施工に伴う橋台背面の埋め戻し範囲および施工時に重機の使用等により道路を損傷する可能性のある範囲(左岸側 30m+右岸側 30m=合計 60m)とする。車道幅員、横断勾配は現道と一致させる。

(2) 舗装

世銀の交通量調査結果および予備調査で実施した軸重調査結果をもとに所要構造指数(SN)を求め、舗装構造を決定した。設計条件は以下のとおり。

- 設計期間：10年間
- 交通荷重係数：0.087（予備調査軸重調査結果を基に算出）
- 信頼性：80%
- 路床 CBR=3（現道の路床の設計 CBR は 2 であるため、路床土は置換えとする。）

上記条件を使用して算出された所要構造指数(SN)は 2.990 である。SN=2.990 を満足する舗装構造は次のとおり。

舗装構造	舗装構造指数				
	層	厚さ D (インチ)	層係数 a	排水係数 m	構造指数 SN=Dam
アスコン表層：5cm	アスコン表層 5cm	1.968	0.390	—	0.768
瀝青安定処理：5cm	瀝青安定処理 5cm	1.968	0.390	—	0.591
上層路盤：15cm	上層路盤 15cm	5.906	0.135	1.0	0.797
下層路盤：20cm	下層路盤 20cm	7.874	0.108	1.0	0.850
	合計				3.006

路肩は現道と同様の碎石舗装とする。

また、凍上の恐れがある地表から 1.0mの深度までにある路床土（厚さ 60cm）は、碎石とする。

(3) 路面標示

取付道路および橋面に、側線を設ける。中央線は、現橋および現道とも設置されていないため、整備しない。

3.2.2.4 アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の設計

3.2.2.4.1 架橋位置の選定

用地取得を必要とせず、取付け道路の施工が短い現橋位置での架け替えとする。

既存橋位置に対し、上流側、現橋位置、下流側に架橋した場合の比較を表 3.2.2-11 に示す。

表 3.2.2-11 アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）架橋位置の検討

平面図			
橋梁位置	上流側架橋	現橋位置架橋	下流側架橋
橋長(m)	28	28	28
取り付け道路延長(m)	319	60	317
既存橋撤去	無し	有り	無し
利点・欠点	利点：既存橋撤去は、相手国負担となる。 欠点：取付道路用地が必要。また、上流側架橋よりも盛土量が多く、取付道路延長が長い。	利点：取り付け道路用地が不要。また、取り付け道路長が短い。 欠点：既存橋撤去費用が掛かる。	利点：既存橋撤去は、相手国負担となる。 欠点：取付道路用地が必要。また、盛土量が多く、取付道路延長が長い。
評価	×	○	△

3.2.2.4.2 計画の範囲

既存橋の調査結果から全面架け替えが必要であり、また架橋位置を既存橋位置とすることで、計画を下記の範囲とする。

- 既存橋の撤去
- 新橋の建設
- 護岸
- 取付道路の舗装
- 路面標示

3.2.2.4.3 橋梁計画

(1) 橋台位置、橋長、橋面高さ

既存橋長で流下能力を十分満足するため、橋長は既存橋長と同じ 28.0m（1 スパン）とする。橋台位置は、河川の流れ、橋梁周辺河岸の浸食状況を考慮し、既存橋台位置より約 10.0m 右岸側へ移動し、河川の流れを阻害しない位置に設置する。また、橋面高さは既存橋と同じとする。

(2) 設計高水位と桁下余裕幅の設定

聞き取り調査による既往最大水位および通常洪水位を基に設計高水位を設定した。桁下余裕高は 2.5m となり、最小桁下余裕幅 1.0m を満足している。

(3) 幅員構成

図 3.2.2-10 に幅員構成を示す。また、図 3.2.2-11 に橋梁部平面図を示す。

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）と同様に、対象橋梁が位置する道路は、「キ」国基準のカテゴリⅡに分類され、現道は舗装幅が 9.0m（路肩幅員 0.75+車道幅員 2×3.75+路肩幅員 0.75）、舗装されていない路肩幅員は片側 3.00m で整備されている。橋梁車道幅員は、現道と同じとし、路肩幅員は走行安全性を確保できる最低限の幅員（2.5m=0.75+1.75）とする。また、路肩には歩車道境界ブロックを設置し、歩行者の安全を確保する。

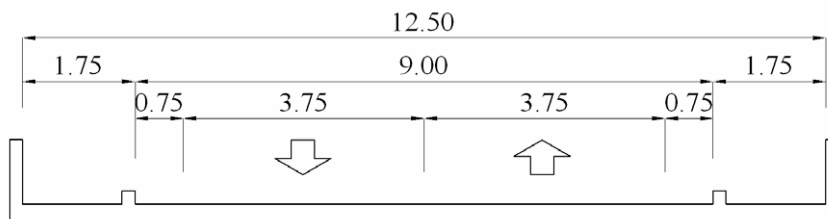


図 3.2.2-10 アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の幅員構成

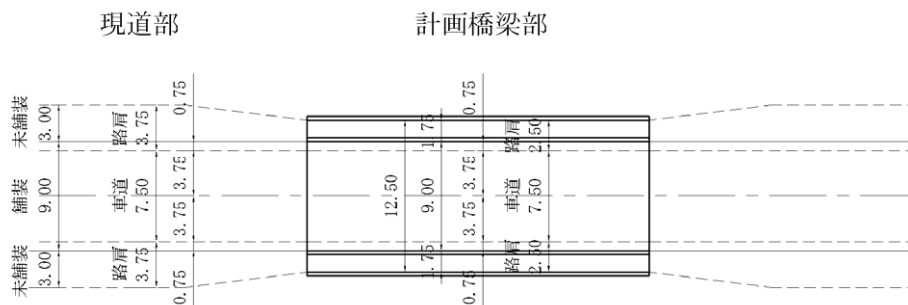


図 3.2.2-11 アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）平面図

(4) 支間長

支間長は既存橋梁の支間長と同じ 1 スパン 28.0m とする。

(5) 橋梁上部工

橋梁の規模、構造特性、施工性、資材調達の難易度、維持管理の難易、経済性などを総合的に評価したうえで最適な橋梁形式を選定する。橋梁形式は、下記の候補とする。現地調達事情を考慮すると、プレキャスト RCT 桁及びプレテンションコンクリートホロー桁も考えられるが、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）と同様の理由で比較の対象から外した。

- 第1案 2径間単純 PCI 桁橋
- 第2案 単純 PCI 桁橋
- 第3案 単純鋼版桁橋

表 3.2.2-12 に橋梁形式比較を示す。比較結果から第2案が最適であった。よって、上部工形式は次のとおりとする。

最適上部工形式 : 単純 PCI 桁橋
支間割 : 28.0m

表 3.2.2-12 アラルチャ橋（橋梁番号 No. 2）橋梁形式比較表

	2径間案	1径間案	
	第1案 PCI桁橋 2@14.0=28.0m	第2案 PCI桁橋 28.0m	第3案 鋼桁橋 28.0m
側面図			
橋梁位置	橋梁位置は河川の状態からAlmaty側へ10m移動		
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 標準的なスパンで下部工の荷重軽減 連続橋で耐震性を高める AASHTOの標準断面適用可能 桁高が低い 	<ul style="list-style-type: none"> 構成部材は比較的重い 耐震的に問題ない AASHTOの標準断面適用可能 桁高は高くなるが桁下空間上問題ない 	<ul style="list-style-type: none"> 構造部材は軽量 耐震的に有利 耐候性鋼材の使用が望まれる
	検討結果: ○	検討結果: ○	検討結果: ○
水文特性	<ul style="list-style-type: none"> 橋梁が河川の曲折した狭窄部を横断しているため、増水期に橋脚周辺の洗掘、左右の河川護岸の崩落が発生している。数年に1度の割合で洪水が記録されてことから、河道改修と護岸工が求められる。 洪水に対し桁下空間確保 河川阻害率5%程度になる 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水に対し桁下空間確保 橋脚がないので流下能力向上 河川阻害率0% 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水に対し桁下空間確保 橋脚がないので流下能力向上 河川阻害率0%
	検討結果: ○	検討結果: ○	検討結果: ○
施工性	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 橋脚施工時に仮締め切り工を必要とする 	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 施工は困難ではない 	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 施工は困難ではない
	検討結果: △	検討結果: ○	検討結果: ○
調達	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 鋼桁及び鉄筋は日本又は第3国調達
	検討結果: △	検討結果: △	検討結果: △
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> 施工事は仮橋による迂回路を設置 自然破壊微小、住民移転もない 	<ul style="list-style-type: none"> 施工事は仮橋による迂回路を設置 自然破壊微小、住民移転もない 	<ul style="list-style-type: none"> 施工事は仮橋による迂回路を設置 自然破壊微小、住民移転もない
	検討結果: ○	検討結果: ○	検討結果: ○
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 	<ul style="list-style-type: none"> 腐食対策が必要である
	検討結果: ○	検討結果: ○	検討結果: △
工期	<ul style="list-style-type: none"> 1径間案に比べ若干長い 	<ul style="list-style-type: none"> 2径間案より短い 	<ul style="list-style-type: none"> 2径間案より短い
	検討結果: △	検討結果: ○	検討結果: ○
工費	<ul style="list-style-type: none"> 安価である (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> 安価である (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> 第2案に比べて高い (1.1)
	検討結果: ○	検討結果: ○	検討結果: ×
総合評価	△	◎	×

(6) 橋梁下部工

● 橋台形式

橋台形式は、経済的な逆 T 式橋台とする。

● 基礎形式

基礎形式は、橋梁規模、地盤の性質と支持層の深さなどの地盤条件、工費などから選定される。現地調達条件を考慮すると、現地在来工法である角型 RC 杭 (30cmx35cm) も考えられるが、アラメジン橋 (橋梁番号 No. 1) と同様の理由で、比較案から除外した。

- 第 1 案 場所打ちコンクリート案
- 第 2 案 鋼管杭案
- 第 3 案 深礎杭基礎

表 3.2.2-13 に基礎形式の比較案を示す。比較結果から、低公害工法である場所打ち杭が経済的であることなどから最適であった。

(7) 護岸工

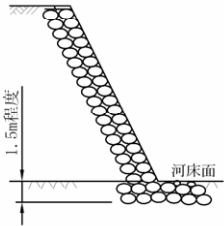
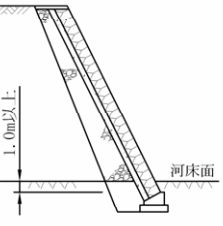
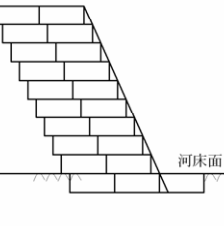
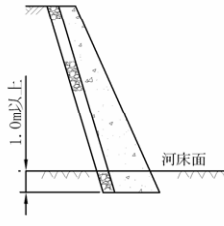
● 護岸工形式

護岸は、橋台の設置による河岸の浸食を防止し、流水の乱れ等に対する補強措置として行う。橋台周辺の河岸は、河川の流れをスムーズにするために河道を改良し、盛土および切土により形成されるが、経済性を考慮し、過大な橋長を避けているため、若干の水衝部が生じる。表 3.2.2-14 護岸形式の比較案を示す。橋台周辺には堅固で経済性の高い練石積を、特に水衝部には RC もたれ擁壁を選定した。その他の河岸の浸食防止には蛇籠を選定した。

表 3.2.2-13 アラアルチャ橋 (橋梁番号 No. 2) 基礎形式比較表

	第1案 場所打ち杭基礎	第2案 鋼管杭基礎	第3案 深礎杭基礎
概要図			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> ・直径1m以上の大口径の掘削杭である ・鉛直支持力及び水平抵抗力が大きい ・杭の周面摩擦力が大きく、摩擦杭に適する ・杭の品質は、施工者の施工能力に依存する 	<ul style="list-style-type: none"> ・直径0.8m以上の中規模の打設杭である ・鉛直支持力及び水平抵抗力とも中程度の杭である ・杭の先端抵抗が大きく、支持杭に適する ・工場製作杭なので、品質が良い 	<ul style="list-style-type: none"> ・直径1.5m以上の大規模な人力掘削杭である ・鉛直支持力及び水平抵抗力とも大きい基礎である ・基礎本体は現場製作である ・直接支持層を確認できる
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削時の施工管理が重要である。 ・仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 ・施工の安全性は高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・打設時、貫入管理が大切である ・杭置き場、打設機械の作業ヤードを必要とする ・施工の安全性は高い ・施工機械が大きく、広いヤードを必要とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時、沈設作業管理が大切である ・仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 ・施工の安全性は高いが、地下水の湧出する地盤では不适当である
調達	<ul style="list-style-type: none"> ・杭掘削機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 ・杭基礎は現場打ちコンクリートで製作する ・コンクリートは現地調達可能である。 ・鉄筋は輸入となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・杭打設機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 ・杭は鋼管の工場製品であり、日本または第3国からの調達 ・コンクリートは現地調達可能である。 ・鉄筋は輸入となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工設備は日本又は第3国より調達 ・ウエルは現場で鉄筋コンクリートで製作する ・コンクリートは現地調達可能である。 ・鉄筋は輸入となる。
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である ・掘削作業に伴う水質汚濁、工事廃棄物等の処理が必要(対応可能)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時の騒音・振動が大きく公害を発生する恐れある ・土砂の掘削が少ないので、工事廃棄物の処理を必要としない 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である ・土砂の掘削が多いので、工事廃棄物の処理を必要とする
工期	<ul style="list-style-type: none"> ・杭本数が少ないので工期は短く、夏季中に施工可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・杭本数が少ないので工期は短く、夏季中に施工可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・中掘・沈設工事なので工期は長く、夏季中に施工困難
工費	<ul style="list-style-type: none"> ・最も安い (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> ・第1案同じ位 (1.0) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い (3.3)
総合評価	◎	△	×

表 3.2.2-14 アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）護岸形式比較表

		空石積	練石積	蛇籠	RCもたれ擁壁
					
コスト		1.0	1.4	1.3	1.8
工期		1.0	1.8	1.5	1.7
施工性		<ul style="list-style-type: none"> ・粒径が大きくそろった石が必要。 ・出来形管理が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・後背土の沈下に追従できないので十分な転圧管理が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工実績が多く、容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常のコンクリート構造物。
耐久性		<ul style="list-style-type: none"> ・積石の移動による破損が生じやすい。 ・減水時に後背土の吸出しのおそれが最も大きい。 ・耐久性に問題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・後背土の崩壊の可能性が小さく、堅固。 	<ul style="list-style-type: none"> ・減水時に後背土の吸出しの恐れあり。 ・雨季と乾季で乾湿があるため、鉄線が腐食しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・最も堅固。 ・耐久性に優れている。
環境影響		<ul style="list-style-type: none"> ・多孔質であるため、変化に富んだ生物の生育が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特段の問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特段の問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特段の問題なし。
維持管理	点検項目	<ul style="list-style-type: none"> ・後背土の吸出し、積石の移動・欠損、吸出し防止マットの健全度。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ、剥落、溜りなどの変状。 	<ul style="list-style-type: none"> ・後背土の吸出し・籠の変形、中詰石の欠損、鉄線の腐食。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ、傾斜、溜りなどの変状。
	変状の補修方法	<ul style="list-style-type: none"> ・整形・補修。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変状部撤去・再築。 	<ul style="list-style-type: none"> ・整形・補修。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変状部撤去・再築。
本橋への適用性	橋台周囲	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の河床浸食の状況から強度不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性は蛇籠より高価であるが強度、耐久性から最も適切な工法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要求される強度に対して若干過大で、経済性劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・最も強度、耐久性が高い工法であるが、経済性に劣る。
	その他河岸浸食防護	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の河岸浸食の状況から強度不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済的であるが、強度、耐久性が不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要求強度、耐久性、経済性から最も適切な工法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要求強度、耐久性に対して過剰であり、経済性も劣る。

3.2.2.4.4 取付道路及び付帯工計画

(1) 取付道路計画

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）と同様に、架け替える新橋梁は現道上に位置し、また橋梁設置高さも現道と一致するため、道路線形の改良は行わない。

取付道路の施工範囲は、橋台施工に伴う橋台背面の埋め戻し範囲および施工時に重機の使用等により道路を損傷する可能性のある範囲（左岸側 30m + 右岸側 30m = 合計 60m）とする。車道幅員、横断勾配は現道と一致させる。

(2) 舗装

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）と同様の設計条件により、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）の交通量を用いて舗装構造を決定した。

算出された所要構造指数(SN)は 2.766 である。SN=2.766 を満足する舗装構造は次のとおり。

舗装構造	舗装構造指数					
	層	厚さ D (インチ)	層係数 a	排水係数 m	構造指数 SN=Dam	
	アスコン表層	5cm	1.968	0.390	—	0.768
	瀝青安定処理	5cm	1.968	0.390	—	0.591
	上層路盤	15cm	5.906	0.135	1.0	0.797
	下層路盤	20cm	7.874	0.108	1.0	0.850
	合計					3.006

路肩は現道と同様の碎石舗装とする。

また、地表から 1.0m の深度までにある路床土(厚さ 60cm)は、凍上の恐れがあるため碎石とする。

(3) 路面標示


取付道路および橋面に、側線を設ける。中央線は、現橋および現道とも設置されていないため、整備しない。

3.2.2.5 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の設計

3.2.2.5.1 架橋位置の選定

上下線に分離された 2 橋梁の内、上流側の下り線橋梁を架け替える。道路線形を考慮し、用地取得の不要な現橋位置での架け替えとする。ただし、現道の道路線形が悪く、交通安全付帯施設が不十分であるため交通事故が多発していることから、架け替える橋梁は上り線橋梁と平行に設置し、取付道路を線形改良する。架橋位置の検討結果を表 3.2.2-15 に示す。

表 3.2.2-15 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）架橋位置の検討

平面図	
橋梁位置	現橋位置架橋
橋長(m)	23.4
取付道路延長(m)	350.1
既存橋撤去	有り
特徴	上り線橋梁（幅員：2車線）を工事中の迂回路として利用するため、現橋位置での架替が可能である。当橋梁位置の悪道路線形により交通事故が多発しているため、架け替える橋梁は上り線橋梁と平行に設置し、取付道路の線形を改良する。

3.2.2.5.2 計画の範囲

既存橋の調査結果から全面架け替えが必要であり、また架橋位置を既存橋位置とすることおよび交通安全を確保することから、計画を下記の範囲とする。

- 既存橋の撤去
- 新橋の建設
- 取付道路の舗装
- 路面標示
- その他付帯施設（ガイドポスト、道路照明）

3.2.2.5.3 橋梁計画

(1) 橋台位置、橋長、橋面高さ

既存橋長で流下能力を十分満足するため、橋長は既存橋長（25.5m）とほぼ同じ23.4m（1スパン）とする。既存橋台の基礎を避けるため、新設橋台を既存橋台の内側に設置するため、若干橋長が短くなる。また、橋面高さは隣接する上り線橋梁と同じとするため、約0.35m上げる。

(2) 設計高水位と桁下余裕幅の設定

聞き取り調査による既往最大水位および通常洪水位を基に設計高水位を設定した。桁下余裕高は1.2mとなり、最小桁下余裕幅1.0mを満足している。

(3) 幅員構成

図 3.2.2-12 に幅員構成を示す。また、図 3.2.2-13 に橋梁部現道平面図を示す。対象橋梁が位置する道路は、キルギス国基準のカテゴリーⅢに分類される。カテゴリーⅢでは、舗装幅員 8.0m（車道幅員 3.5m×2車線＋両側舗装路肩幅 0.5m）の規定となっているが、現道は舗装幅員が 14.0mであり、明確な車線の表示は無いが、3車線～4車線の運用となっている。当該橋梁部においては、片側2車線の上下線（合計4車線）に分離された橋梁が架橋されており、下流側橋梁（上り線橋梁）は、舗装幅員 9.0m（車道幅員 3.75m×2車線＋両側路肩幅（側方余裕幅）0.75m）、両側の歩道幅員 1.0m、上流側橋梁（下り線橋梁）は、舗装幅員 6.9m（車道幅員 3.0m×2車線＋両側路肩幅（側方余裕幅）0.45m）、両側の歩道幅員 0.65mとなっている。

架け替える上流側橋梁（下り線橋梁）の幅員構成：車線数は、交通量および交通安全を考慮し、下流側橋梁（新橋）と同じ2車線とし、車道幅員は、アジアンハイウェイ基準およびキルギス国基準のカテゴリーⅢとも最低幅員 3.5m と規定されていることから、3.5mを採用する。側方余裕幅は、交通安全上、運転者が上下線とも同じ側方余裕を感じる必要があること

から、下流側橋梁（上り線橋梁）と同じ0.75mとする。下流側の路肩幅員は、この0.75mとし、上流側の路肩幅員は、安全な通行を確保するため、取付道路の路肩幅と同じ2.25mとして、この路肩を歩車道境界ブロックで分離し、車道の側方余裕幅0.75mと歩道利用部幅1.5mを確保した。また、交通安全を確保するために既存の新橋と平行に架橋し、それに伴う取付道路の線形改良が必要となる。取付道路は、既存道路とスムーズかつ最小長となるように計画するため、架け替える橋梁上の道路線形は、橋梁と平行とならず、また、曲線となる。そのため、側方余裕幅0.75mを確保するには、道路線形を橋梁と平行とした場合の総幅員10.0m（車道幅員3.50m×2車線+下流側路肩（側方余裕）幅0.75m+上流側路肩幅2.25m（側方余裕幅0.75m+歩道利用部1.50m））と比べ、1.2m余分に幅員が必要となる。以上より、架け替える橋梁の総幅員は、11.2m（車道幅員3.50m×2車線+下流側路肩（側方余裕）幅0.847~1.855m+上流側路肩幅2.338~3.347m（側方余裕幅0.838~1.847m+歩道利用部1.50m））となる。なお、将来道路線形が改良され直線となった場合には、既存上り線橋梁と同様の車道幅員（3.75m×2車線）を確保することも可能である。

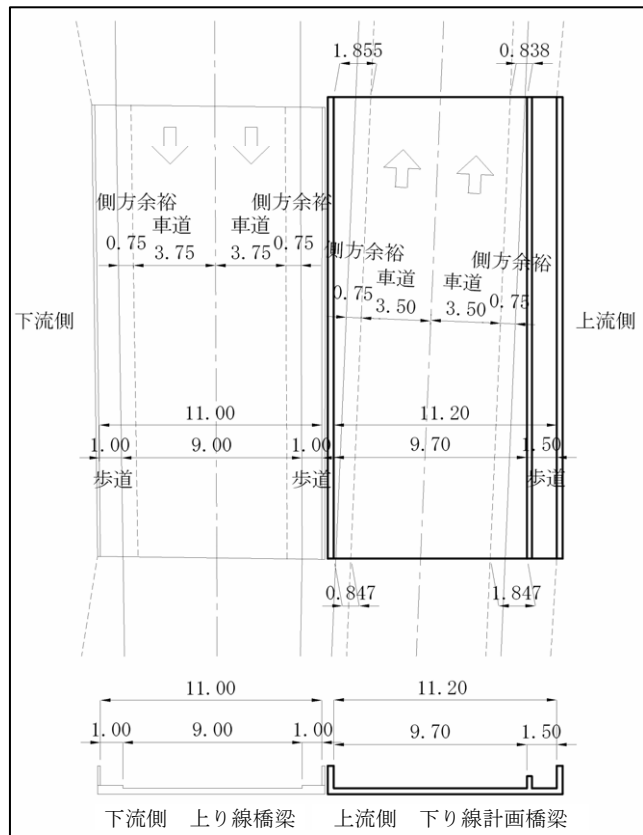


図 3.2.2-12 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の幅員構成

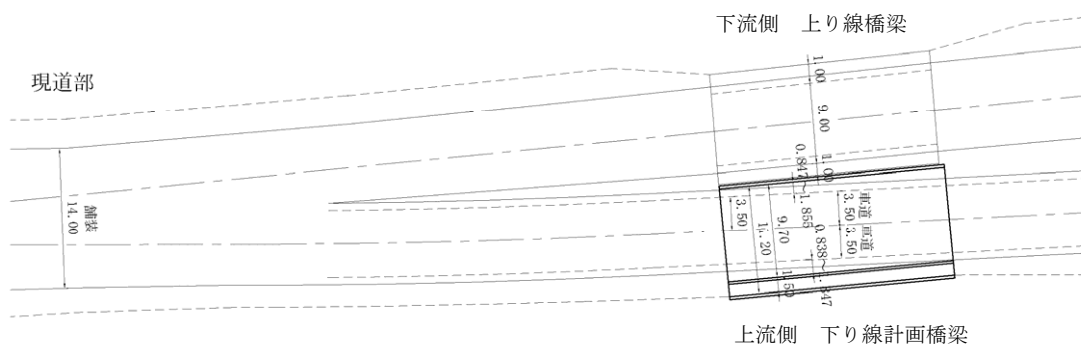


図 3.2.2-13 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）現道平面図

(4) 支間長

支間長は1スパン23.4mとする。

(5) 橋梁上部工

橋梁の規模、構造特性、施工性、資材調達の難易度、維持管理の難易、経済性などを総合的に評価したうえで最適な橋梁形式を選定する。橋梁形式は、下記の候補とする。現地調達事情を考慮すると、プレキャスト RCT 桁及びプレテンションコンクリートホロー桁も考えられるがアラメジン橋（橋梁番号 No. 1）およびアラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）と同様の理由で比較の対象から外した。

- 第 1 案 2 径間単純 PCI 桁橋
- 第 2 案 単純 PC ホロースラブ橋
- 第 3 案 PCI 桁橋
- 第 4 案 単純鋼版桁橋

表 3.2.2-16 に橋梁形式比較を示す。比較結果から第 2 案が最適であった。よって、上部工形式は次のとおりとする。

最適上部工形式 : 単純 PC ホロースラブ橋
支間割 : 23.4m

(6) 橋梁下部工

- 橋台形式
橋台形式は、経済的な盛りこぼし式橋台とする。

- 基礎形式
基礎形式は、橋梁規模、地盤の性質と支持層の深さなどの地盤条件、工費などから選定される。現地調達条件を考慮すると、現地在来工法である角型 RC 杭（30cmx35cm）も考えられるが、アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）およびアラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）と同様の理由で、比較案から除外した。
 - 第 1 案 場所打ちコンクリート案
 - 第 2 案 鋼管杭案
 - 第 3 案 深礎杭基礎

表 3.2.2-17 に基礎形式の比較案を示す。比較結果から、低公害工法である場所打ち杭が経済的であることなどから最適であった。

表 3.2.2-16 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）橋梁形式比較表

	2径間案		1径間案	
	第1案 2径間PCI桁橋 2@11.7=23.4m	第2案 単純PCホーロー桁橋 23.4m	第3案 単純PCI桁橋 23.4m	第4案 単純鋼桁橋 23.4m
側面図				
橋梁位置	橋梁架け替え位置は、現橋梁の位置とし、既存の新橋と平行に設置する			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 短いスパンで下部工の荷重軽減 連結橋で耐震性を高める AASHTOの標準断面適用可能 橋面が近接新橋より20cmほど高くなる 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> 桁高の低い構造で自重も軽い ゴム支承で耐震性を高める 桁高が最も低い 橋面が近接新橋より15cmほど高くなる 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 自重重く、下部工への荷重大 ゴム支承で耐震性を高める AASHTOの標準断面適用可能 橋面が近接新橋より65cmほど高くなる 検討結果: ×	<ul style="list-style-type: none"> 構成部材は軽量 軽いので、耐震的に有利 桁高が高い 橋面が近接新橋より45cmほど高くなる 検討結果: △
水文特性	<ul style="list-style-type: none"> 桁下を近接する新橋の桁下にあわせる 川幅が狭いので橋脚設置は適切でない 検討結果: ×	<ul style="list-style-type: none"> 桁下を近接する新橋の桁下にあわせる 橋脚がないので、河川への影響はない 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 桁下を近接する新橋の桁下にあわせる 橋脚がないので、河川への影響はない 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 桁下を近接する新橋の桁下にあわせる 橋脚がないので、河川への影響はない 検討結果: ○
施工性	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 河川中の橋脚の施工に仮締め切りが必要 河川中の橋脚の施工が雨季に当たる 河川上に杭施工のために構台が必要 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> 固定支保工法 冬季の施工になる可能性がある 河川中に橋脚がないので施工性がよい 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 施工は困難ではない 河川中に橋脚がないので施工性がよい 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> トラックレーン工法 施工は困難ではない 河川中に橋脚がないので施工性がよい 検討結果: ○
調達	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートは現地調達 鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達 検討結果: △
迂回路等環境影響	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の迂回路は近接する新橋とする 自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の迂回路は近接する新橋とする 自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の迂回路は近接する新橋とする 自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の迂回路は近接する新橋とする 自然破壊微小、住民移転もない 検討結果: ○
工期	<ul style="list-style-type: none"> 現場作業は橋脚の施工があるので長い 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> 現場作業は中程度である 検討結果: △	<ul style="list-style-type: none"> 現場作業は短い 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 現場作業は短い 検討結果: ○
工費	<ul style="list-style-type: none"> 安価である (1.0) 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 安価である (1.0) 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 高価である (1.1) 検討結果: ×	<ul style="list-style-type: none"> 高価である (1.1) 検討結果: ×
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート構造であり、メンテナンスフリー 検討結果: ○	<ul style="list-style-type: none"> 鋼材に対候性塗料の塗布などを要する 検討結果: △
総合評価	△	◎	△	△

表 3.2.2-17 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）基礎形式比較表

	第1案 場所打ち杭基礎	第2案 鋼管杭基礎	第3案 深礎杭基礎
概要図			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 直径1m以上の大口径の掘削杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力が大きい 杭の摩擦抵抗が大きく、摩擦杭に適する 杭の品質は、施工者の施工能力に依存する 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 直径0.8m以上の中規模の打設杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力とも中程度の杭である 杭の先端抵抗が大きく、支持杭に適する 工場製作杭なので、品質は良い 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 直径1.5m以上の大規模の中掘杭である 鉛直支持力及び水平抵抗力とも大きい基礎である 基礎本体は現場製作である 直接支持層を確認できる 評価: ○
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 掘削時の施工管理が重要である。 仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 施工の安全性は高い 施工は広いヤードを必要としない 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 打設時、貫入管理が大切である 杭置き場、打設機械の作業ヤードを必要とする 施工実績多く、安全性高い 施工機械が大きく広いヤードが必要 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 施工時、沈設作業管理が大切である 仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。 施工の安全性は高いが地下水の湧出する地盤では不適当 地下水位の湧出する地盤では不適当である 評価: △
調達	<ul style="list-style-type: none"> 杭掘削機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 杭基礎は現場打ちコンクリートで製作する コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。 評価: △	<ul style="list-style-type: none"> 杭打設機械及び施工設備は日本又は第3国より調達 杭は鋼管の工場製品であり、日本または第3国からの調達 コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。 評価: △	<ul style="list-style-type: none"> 施工設備は日本又は第3国より調達 ウエルは現場で鉄筋コンクリートで製作する コンクリートは現地調達可能である。 鉄筋は輸入となる。 評価: △
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である 掘削作業に伴う水質汚濁、工事廃棄物の処理が必要(対応可能)。 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が大きく公害を発生する恐れがある 土砂の掘削が少ないので、工事廃棄物の処理を必要としない 評価: ×	<ul style="list-style-type: none"> 施工時の騒音・振動が少ない低公害工法である 土砂の掘削が多いので、工事廃棄物の処理を必要とする 評価: △
工期	<ul style="list-style-type: none"> 杭本数が少ないため工期は短く、気象条件の影響を受けない 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 杭本数が少ないため工期は短く、気象条件の影響を受けない 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 中掘・沈設工事のため工期は長く、冬季の施工が必要でない 評価: ×
工費	<ul style="list-style-type: none"> 最も安い (1.0) 評価: ○	<ul style="list-style-type: none"> 第1案より高い (1.0) 評価: ×	<ul style="list-style-type: none"> 高い (1.0) 評価: ×
総合評価	◎	△	×

3.2.2.5.4 取付け道路及び付帯工計画

(1) 取付道路計画

架け替える新橋梁の平面位置、高さに合わせ、橋梁前後の現道に滑らかに擦り付き、交通安全を確保する様に平面曲線、縦断曲線を設置した取付道路とする。車道幅員は7.0m（1車線3.5m×2車線）、平面曲線半径は「キ」国基準に従い、R=1000mと設定し（一部特例値のR=800mを設定）、取付道路延長が最小となるように計画した。結果として、取付道路延長はビシュケク側51.0m、トクモク側299.1mとなる。図3.2.2-14に取付道路範囲図を示す。

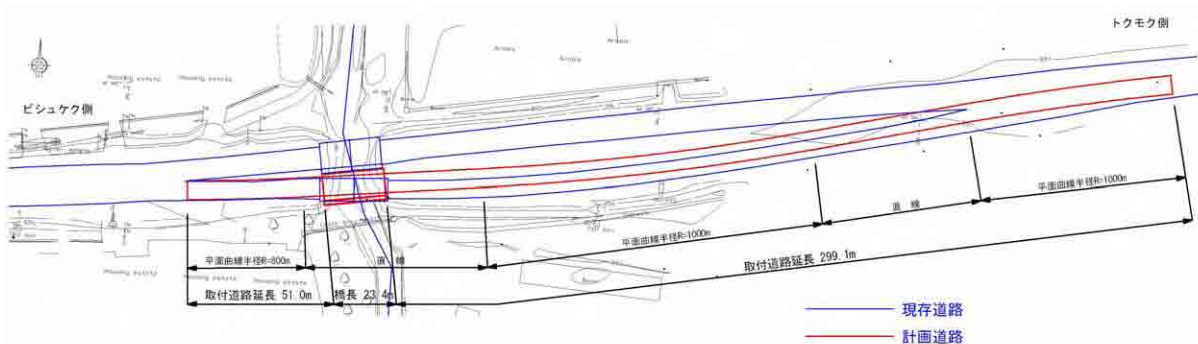


図 3.2.2-14 ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）取付道路範囲

(2) 舗装

アラメジン橋（橋梁番号 No. 1）、アラアルチャ橋（橋梁番号 No. 2）と同様の設計条件により、ケンブルン橋（橋梁番号 No. 14 下り線）の交通量を用いて舗装構造を決定した。算出された所要構造指数(SN)は2.850である。SN=2.850を満足する舗装構造は次のとおり。

舗装構造	舗装構造指数				
	層	厚さ D (インチ)	層係数 a	排水係数 m	構造指数 SN=Dam
アスコン表層: 5cm	アスコン表層	5cm	1.968	0.390	0.768
瀝青安定処理: 5cm	瀝青安定処理	5cm	1.968	0.390	0.591
上層路盤: 15cm	上層路盤	15cm	5.906	0.135	0.797
下層路盤: 20cm	下層路盤	20cm	7.874	0.108	0.850
	合計				3.006

路肩は現道と同様の碎石舗装とする。

また、凍上の恐れがある地表から1.0mの深度までにある路床土（厚さ60cm）は、碎石とする。

(3) 路面標示およびその他付帯施設

取付道路および橋面に、側線を設ける。また、導流帯（ゼブラ）を設け反射鈺を設置する。その他、コンクリートポスト、照明、道路標識（指定方向外進入禁止）を設置する。