

## 第6章 橋梁

D2ゾーンには、現在に至るまでに架設された、道路、鉄道がメジェルダ川およびその支川を渡河する為の橋梁が多数存在しているが、本調査における河道計画の結果、メジェルダ川に対して流下能力が不足する箇所が存在するため、改修（架け替え、嵩上げ）を行う必要があることが判明した。

そこで、本調査においても、マスタープランと同じく、河川改修に伴う既存橋梁の改修、新設橋梁の整備を計画した。計画高水位、導水路の計画変更のため、マスタープランで検討した11橋の見直しを行う。本節において、河川改修に伴い必要となる橋梁整備計画として、以下の手順で検討を行った。

1. 既存橋梁の現況および河川改修に伴い不足する性能の把握
2. 既存橋梁の改修方針検討、橋梁新設箇所の選定
3. 既存橋梁改修計画
4. 新設橋梁整備計画

また、対象の橋梁は道路、高速道路、鉄道と利用形態が様々であり、設計基準も各々異なることから、設計基準についても整理を行った。

### 6.1 既存橋梁の現況および河川改修に伴い不足する性能の把握

#### 6.1.1 既存橋梁の現況

橋梁の改修方針検討に先立ち、既存橋梁に関する基礎資料の収集を行った。基礎資料としては橋梁の基本諸元に加え、構造物を管理する機関、既存資料の調査および現地における損傷状況の確認を実施した。

##### (1) D2ゾーンに架設されている橋梁

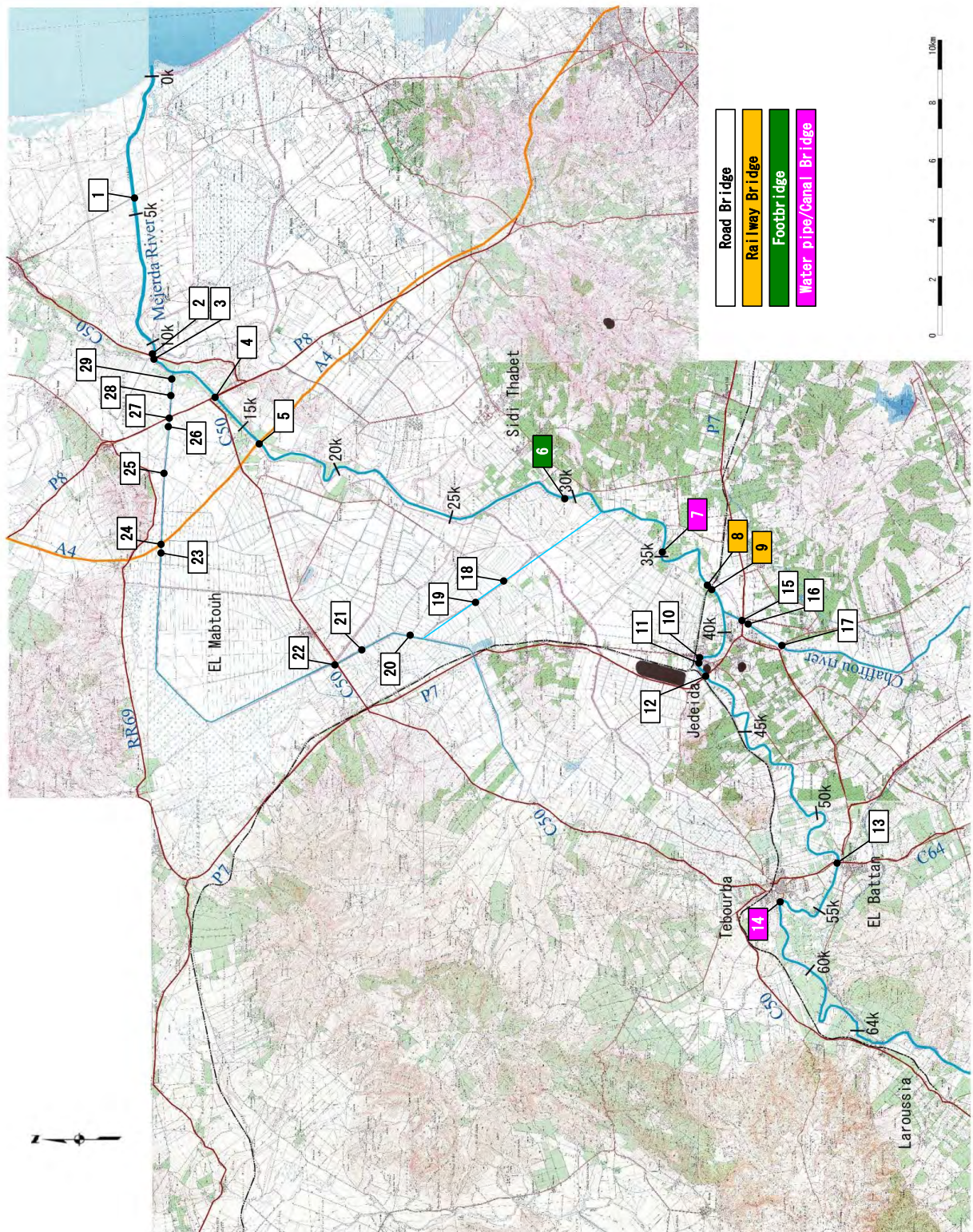
###### 1) D2ゾーンに架設されている橋梁

D2ゾーンには、現状で、次頁の表に示すように29か所に架橋されている。資料編4.1に現地踏査にて確認した写真および各橋梁諸元を整理した。

表 6.1-1 既存橋梁

No.	Bridge Name	Channel		Route	Bridge Length	Bridge Width	Remarks
		Name	Distance				
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	Rue Sadok Belhadi	19.600	8.750	
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828	MC50	87.400	10.500	
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	MC50	81.400	5.100	New bridge and location of piers do not match up
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728	GP8	145.200	9.040	
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017	MOTORWAY A4	126.500	14.500	
6	FOOTBRIDGE	Medjerda		Sidewalk	60.000	1.200	Wooden suspension bridge
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440	Water supply	-	5.540	
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	RAILWAY	60.500	4.160	New bridge and location of piers do not match up
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	RAILWAY	63.000	10.000	Girders show evidence of afflux from flooding
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071	RVE507	87.200	12.000	
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	RVE507	64.500	5.600	Historical bridge over narrow channel
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	GP7	73.600	11.300	
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	MC64	94.070	8.500	Historical bridge
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899	IRRIGATION CANALS	125.000	5.540	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafurou		GP7	38.200	11.000	Bridge abutments located in flood channel
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafurou		GP7	-	-	New bridge and location of piers do not match up
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafurou		Local Road	16.900	8.140	
18	Bridge on the local road	Mabtouh		Local Road	20.700	5.700	
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		MC50	20.460	14.610	
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		MOTORWAY A4	52.600	14.000	
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		GP8	36.500	9.900	
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Bridge for small farm road

Source: JICA Survey Team



## 2) 橋梁を管理する機関

D2 ゾーン内の橋梁を管理する機関、各々の橋梁の管理機関は以下のとおりである。

表 6.1-2 橋梁や構造物を管理する機関

構造物	機関
道路に架設する橋（国道、県道、地方道）	MEHAT*、土木局
チュニスービゼルテ高速道路	チュニジア高速道路
鉄道橋梁	SNCFT**、設備調査局
農業用路に架設する橋（短く、技術を要さないもの）	MA***
歴史的橋梁	文化省

\*MEHAT：設備・住居・国土整備省

\*\*SNCFT：チュニジア国鉄

\*\*\*MA：農業省

Source: Preparatory Study

表 6.1-3 橋とそれぞれの担当機関のリスト

	番号	名称	機関
道路 高速道路	1	K.LANDAOUS BRIDGE	MEHAT
	2	TOBIAS BRIDGE	MEHAT
	3	TOBIAS OLD BRIDGE	MEHAT
	4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	MEHAT
	5	A4 MOTORWAY BRIDGE	チュニジア高速道路
	10	JEDEIDA BRIDGE	MEHAT
	11	JEDEIDA OLD BRIDGE	MEHAT
	12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	MEHAT
	13	EL BATTAN BRIDGE	MEHAT
	15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	MEHAT
	17	EL H'BIBIA BRIDGE	MEHAT
	22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	MEHAT
	24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	チュニジア高速道路
鉄道	8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	SNCFT
	9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	SNCFT
小道 農業用路	16,18,19, 20,21,28, 29	FARM BRIDGE	MA
灌漑導管	7	WATER PIPE BRIDGE	MA
	14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	MA
歩道橋	6	FOOTBRIDGE	非公式

Source: Preparatory Study

## (2) 既存橋梁調査

### 1) 既存橋梁資料

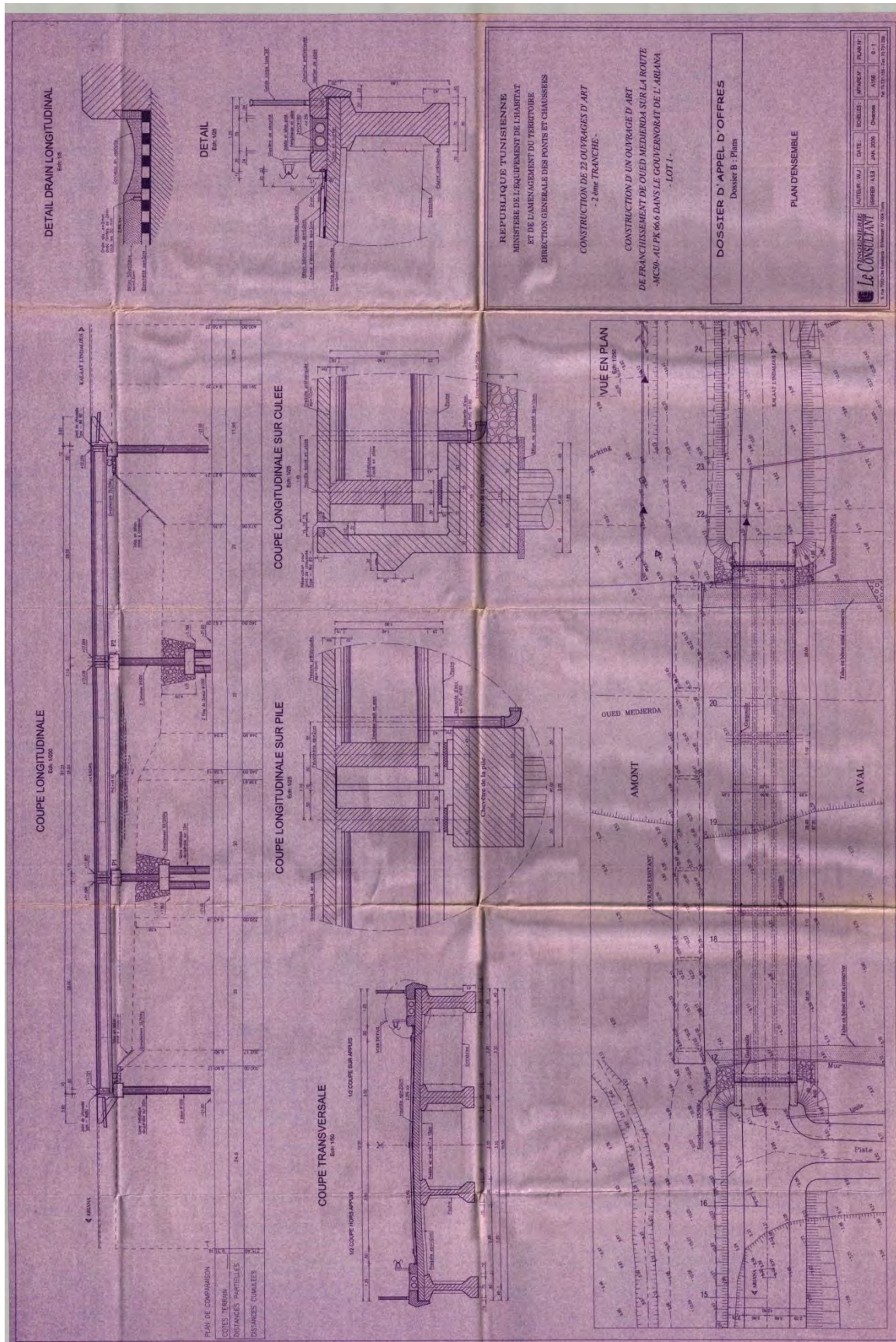
サイト調査において、既存橋梁の資料として、設計図の有無について調査を行った。設計図が確認できた橋梁は以下の3橋のみである。

代表図面について次頁以降に示し、資料編 4.2 に全図面を示す。

表 6.1-4 設計図の確認できた橋梁

番号	名称	現存図面
2	TOBIAS BRIDGE	構造図ほか13枚
10	JEDEIDA BRIDGE	全体図
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	全体図ほか7枚

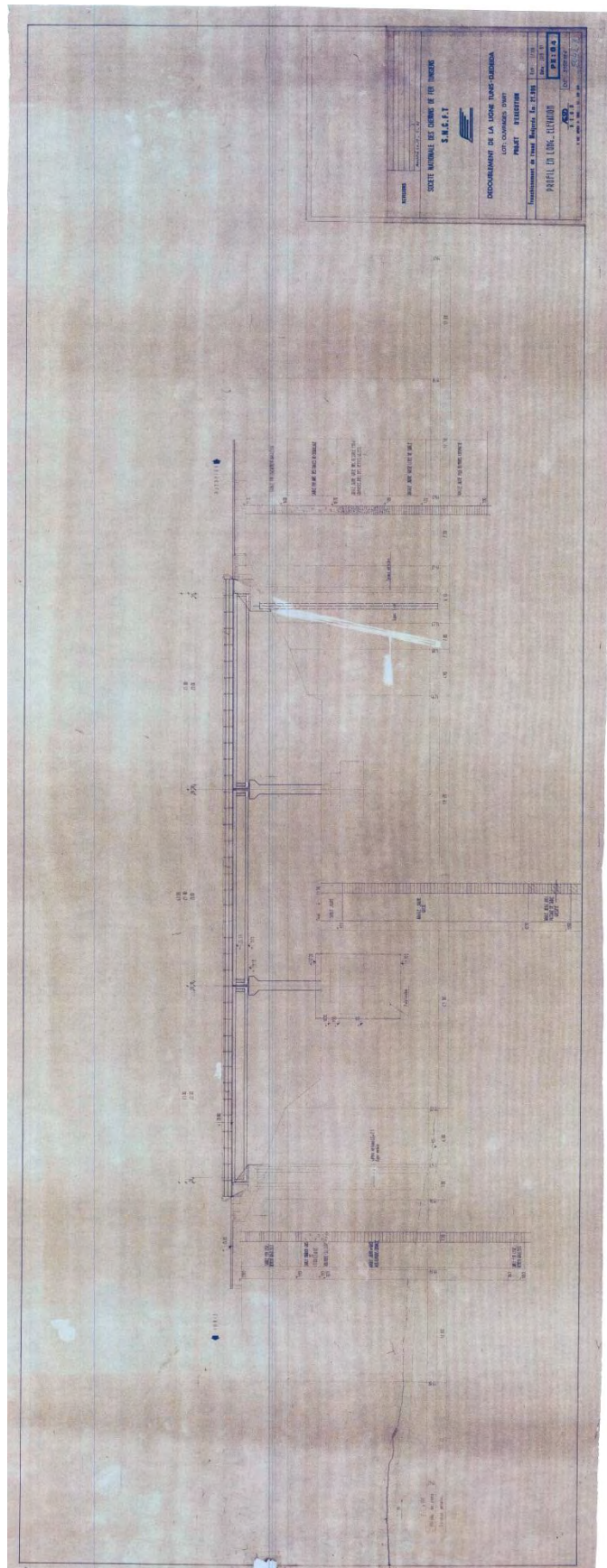
Source: JICA Survey Team



Source: JICA Survey Team

図 6.1-2 TOBIAS BRIDGE 現存図面





Source: JICA Survey Team

図 6.1-4 JEDEIDA RAILWAY BRIDGE 現存図面





## 2) 歴史的橋梁

チュニジアにおいては、歴史的に価値のある橋梁について、重要文化財指定建造物の指定を行う仕組みがあり、先述した 29 橋のうち、以下に示すように Jedeida Old Bridge と El Battan Bridge の 2 橋が登録されている。

この指定の目的は、構造物およびその周辺の工事を規制し、構造物の歴史文化的価値を保護し、公共に周知させることにある。分類はチュニジア文化遺産法に定められている（1944 年 2 月 24 日の法律 34-94）。構造物での工事あるいは周辺での工事については、同法の第 2 章「保護について」に詳細が記載されている。

- ・第 9 条：文化的サイトの境界内での工事は、文化遺産担当省の事前許可を必要とする
- ・第 10 条：（...）許可申請に対する返答期限は 2 ヶ月を超えてはならない...
- ・第 12 条：全ての工事は文化遺産担当省の権限を有する部署の科学技術検査を受ける

表 6.1-5 重要文化財指定建造物指定橋梁

No	Bridge Name	Registration date	Current state
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	15,Jan,2001	
13	EL BATTAN BRIDGE	15,Jan,2001	

Source: JICA Survey Team



Source: Preparatory Study

図 6.1-5 重要文化財指定建造物登録表示板の写真

### 3) 現地調査

サイト調査において、既存橋梁の損傷状況、構造寸法を把握するため、現況状況の確認および計測を実施した。また、関係機関にヒアリングを行い、将来的な改修計画の有無について調査を実施した。

表 6.1-6 各橋梁の現状

No.	Bridge Name	Channel		Condition
		Name	Distance	
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828	Newly built in 2011
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728	Not Good concrete deterioration, rebar corrosion apparent rebar, segregation concrete
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017	Good
6	FOOTBRIDGE	Medjerda		
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440	
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	General light corrosion of steel plates Massive stone pier, surrounded by sediment deposit and vegetation
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	Massive concrete pier, with some impact marks showing uncover rebars
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071	Newly built in 2011
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	Main span, Seriously damaged at several places Massive stone piers, Partially filled with debris jam and sediment deposit
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	Narrowness of gates call for jamming of debris Massive stone abutment, Fill with debris jam and sediment deposit
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899	Not Good
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafurou		Good
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafurou		Not Good
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafurou		Not Good
18	Bridge on the local road	Mabtouh		Good
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		Good
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		Good
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		Not Good
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		

Source: JICA Survey Team

## 6.1.2 橋梁地点での現況の流下能力

河川改修後の河川断面形状、計画高水位に対し、現況の橋梁が桁下高と橋長に関して満足するか、確認を行った。結果を以下に示す。

評価項目は以下2点であるが、その他、流下能力に対して問題のある箇所についてはそれぞれの理由とともに評価欄にコメントを記した。

- ・桁下標高が HWL を満足するか
- ・橋長が HWL 河川幅を満足するか

表 6.1-7 現況橋梁の流下能力照査結果

No.	Bridge Name	Channel		Water level calculation (W=1/10)	HWL (m)	Elevation (girder bottom) (m)	Bridge Length (m)	Riverwidth (HWL) (m)	Evaluation
		Name	Distance						
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	3.312	3.670	1.330	19.600	100	NG (girder elevation)
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828	6.951	7.092	9.680	87.400	82	OK
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	6.951	7.096		81.400	82	NG *1
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728	8.466	8.542	10.110	145.200	82	OK
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017	9.556	9.686	11.980	126.500	82	OK
6	FOOTBRIDGE	Medjerda		17.242	17.508			82	OK *2
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440	17.562	17.793			100	OK *2
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	19.178	19.275		60.500	100	NG *1
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	19.184	19.269	19.200	63.000	100	NG (girder elevation)
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071	20.719	20.849	21.400	87.200	Existing Width	OK *3
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	20.728	20.859		64.500	Existing Width	OK *3
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	21.144	21.276	25.130	73.600	100	NG (bridge length)
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	26.436		28.050	94.070	Existing Width	OK *3
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899	30.773			125.000	Existing Width	OK *2
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou					38.200	61	NG (bridge length)
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou					38.200	56	NG (bridge length)
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafouou					16.900	62	NG (bridge length)
18	Bridge on the local road	Mabtouh					20.700		NG *4
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh					20.700		NG *4
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh					20.700		NG *4
21	FARM BRIDGE	Mabtouh					20.700		NG *4
22	MCS0 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh					20.460		NG *4
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh					52.600		OK
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh					36.500		OK
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK

\*1: The pier locations are not aligned with the streamline

\*2: No problems with flooding in the past

\*3: Impossible to repair, because historical bridge

\*4: Enormous change of the cross section

Source: JICA Survey Team

### 6.1.3 現状の問題

以上より、現況橋梁の問題点を整理すると以下の通りとなり、橋梁改修の必要性和合わせ、下表に整理した。既存 29 橋のうち改築が必要となるのは 12 橋、撤去 3 橋、新設は 3 橋である。なお、最下流のカラート・ランダウス橋については、河道改修に伴う改築が必要となるが、道路事業での対応が想定されるため、本事業では対象外とした。

表 6.1-8 現況橋梁の問題点

No.	Bridge Name	Channel		Flow capacity	Condition	Historical Bridge
		Name	Distance			
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	NG		
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828			
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	NG		
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728		Not Good	
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017			
6	FOOTBRIDGE	Medjerda				
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440			
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	NG	Not Good	○
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	NG		
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071			
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091		Not Good	
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	NG		
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111			○
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899		Not Good	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafou		NG		
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafou		NG	Not Good	
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafou		NG	Not Good	
18	Bridge on the local road	Mabtouh		NG		
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		NG		
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		NG		
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		NG		
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		NG		
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh				
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		Lower than the existing dike	Not Good	
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
30	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				
31	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				
32	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				

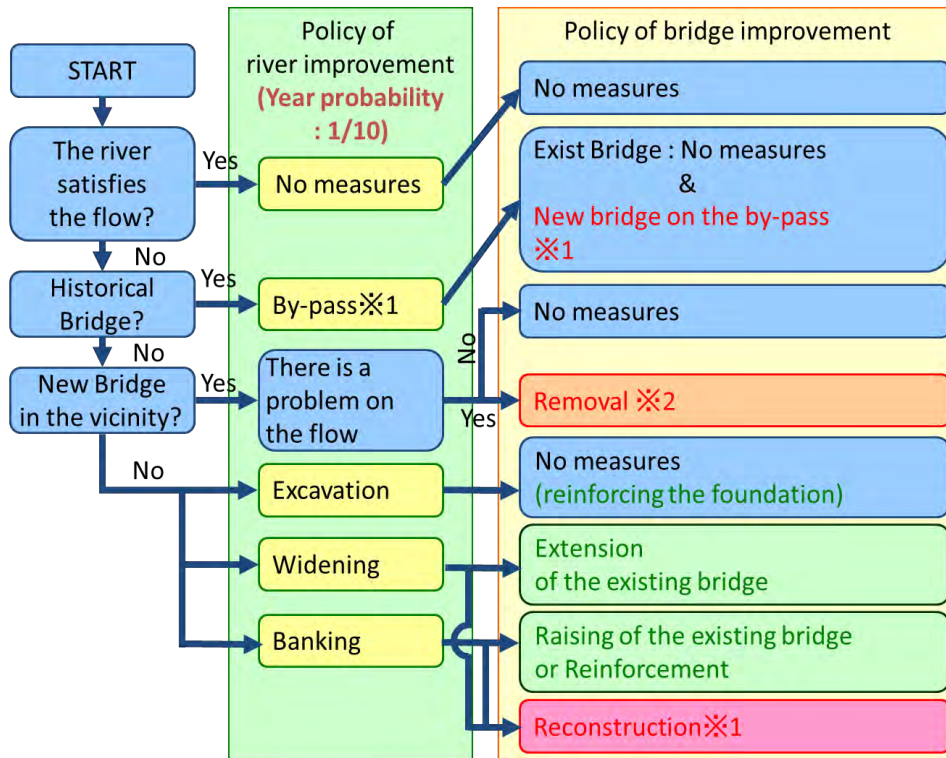
\* Outside the scope of the project

Source: JICA Survey Team

## 6.2 改修方針選定フロー

### 6.2.1 改修方針の選定フロー

前節で示した現状の課題に対して橋梁改修方針を策定するための選定フローを以下に示す。



#### Confirmation

※1: The plan should be to guarantee the increase of design flood in the future.

※2: It is necessary to confirm to the Ministry of Culture.

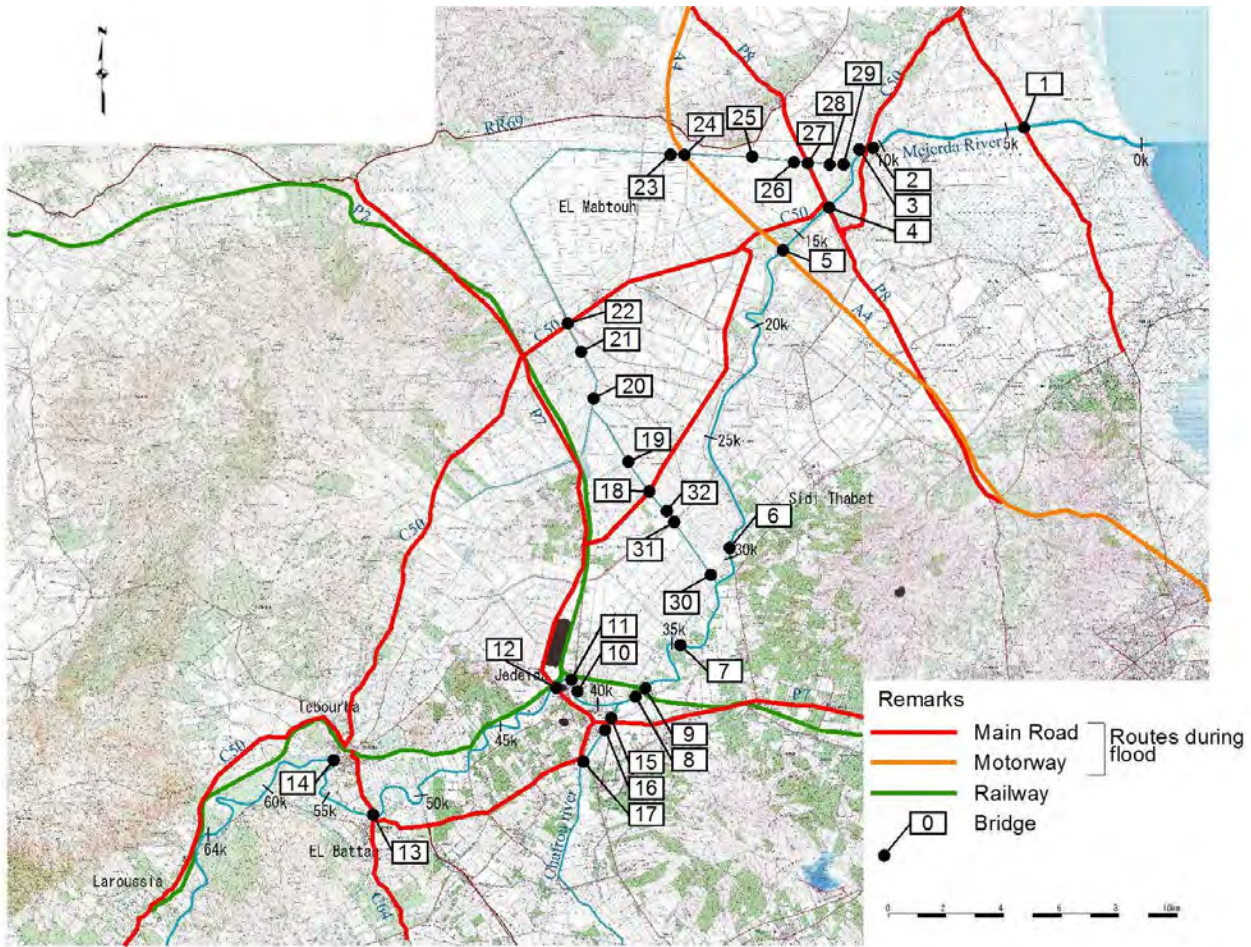
Removal of old railway bridge is necessary to confirm to SNCFT.

Source: JICA Survey Team

図 6.2-1 橋梁改修方針選定フロー

ここで、架け替え、新設を行う箇所については、架橋位置により求められる要求性能が異なることから、新規に建設する橋梁の規模を適切に設定する必要がある。農業省および設備省と協議を行った結果、主要な路線については洪水時も人の移動や物資の輸送のために通行可能な状態とする必要があるが、農道橋については洪水時にも地域が分断されないように配慮を行ったという条件のもとであれば、通行不能となっても良いとの方針となった。なお、SNCFT との協議の結果、鉄道に関しては洪水時の通行を確保する。

この方針に基づき、まず、洪水時（1/10 確率の計画高水を想定）に確保する路線を設定した。高速道路や国道などの主要な道路、鉄道のほか、エル・マブトゥ遊水地においては、広範囲に地域分断とならないように選定を行った。路線の設定結果を以下に示す。



Source: JICA Survey Team

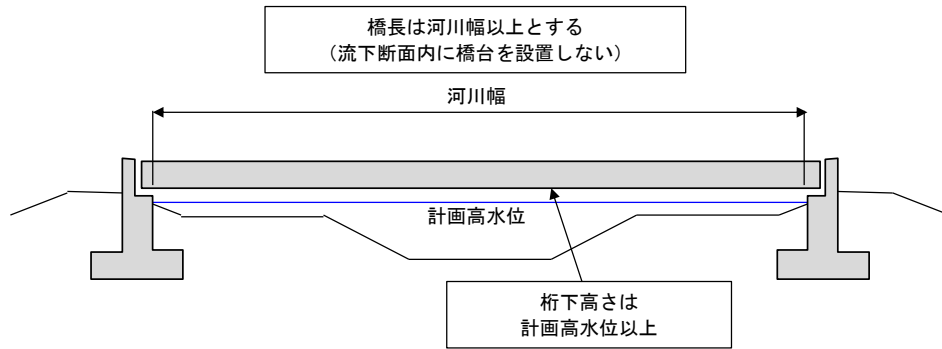
図 6.2-2 洪水時に確保する路線

架け替え、新設を行う箇所で、設定した路線に位置する橋梁に関しては、以下分類 A の性能を有することとし、それ以外の路線については分類 B の性能とする。

表 6.2-1 新設橋梁の分類

	分類 A	分類 B
分類概要	洪水時も人の移動や物資の輸送のために通行可能とする箇所	洪水時は通行ができなくなるため、他の橋梁へ迂回する必要があるが、コスト削減のため、必要最低限の橋長とする箇所
通行の可否	通常時 : 通行可能 洪水時 : 通行可能	通常時 : 通行可能 洪水時 : 通行不能
要求性能	洪水時においても橋梁の機能を確保する	通常時、低水路を流れる河川に対して橋梁の機能を確保する
橋梁計画	桁下高さは計画高水位以上、橋長は河川幅以上とする	低水路のみ横断する橋梁とし、洪水時には冠水橋となる計画とする

Source: JICA Survey Team



Source: JICA Survey Team

図 6.2-3 分類 A の橋梁の概要



洪水時に確保する路線以外については、橋梁規模を必要最低限とするよう、常時流水がある低水路のみを横断する構造とし、洪水時は冠水するものとして計画する。

ただし、道路により堤防が不連続とならないよう、堤防横断のための斜路を設置する。

Source: JICA Survey Team

図 6.2-4 分類 B の橋梁の概要

## 6.2.2 橋梁改修方針選定結果

先述したフローにより改修方針を選定した結果を以下に示す。

表 6.2-2 改修方針選定結果

No.	Bridge Name	Channel		Historical Bridge	flow	Condition	Policy of bridge improvement
		Name	Distance				
1	KLANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664		NG		Reconstruction(Outside the scope of the project)
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828		OK		No measures
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836		NG *1		Removal
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728		OK	Not Good	Reconstruction
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017		OK		No measures
6	FOOTBRIDGE	Medjerda			OK		No measures
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440		OK		No measures
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848		NG *1	Not Good	Removal
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834		NG		Extension of the existing bridge
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071		-- *2		No measures
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	○	-- *2	Not Good	No measures
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926		NG		Extension of the existing bridge
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	○	-- *2		No measures
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899		-- *2	Not Good	No measures
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou			NG		Reconstruction
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou			NG *1	Not Good	Removal
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafouou			NG	Not Good	Reconstruction as "Flooding Bridge"
18	Bridge on the local road	Mabtouh			NG		Reconstruction
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
21	FARM BRIDGE	Mabtouh			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
22	MCS0 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh			NG		Reconstruction
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh			NG *3	Not Good	Reconstruction
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			-- *2		No measures

\*1: The pier locations are not aligned with the streamline

\*2: No river channel improvement

\*3: Lower than the existing levee

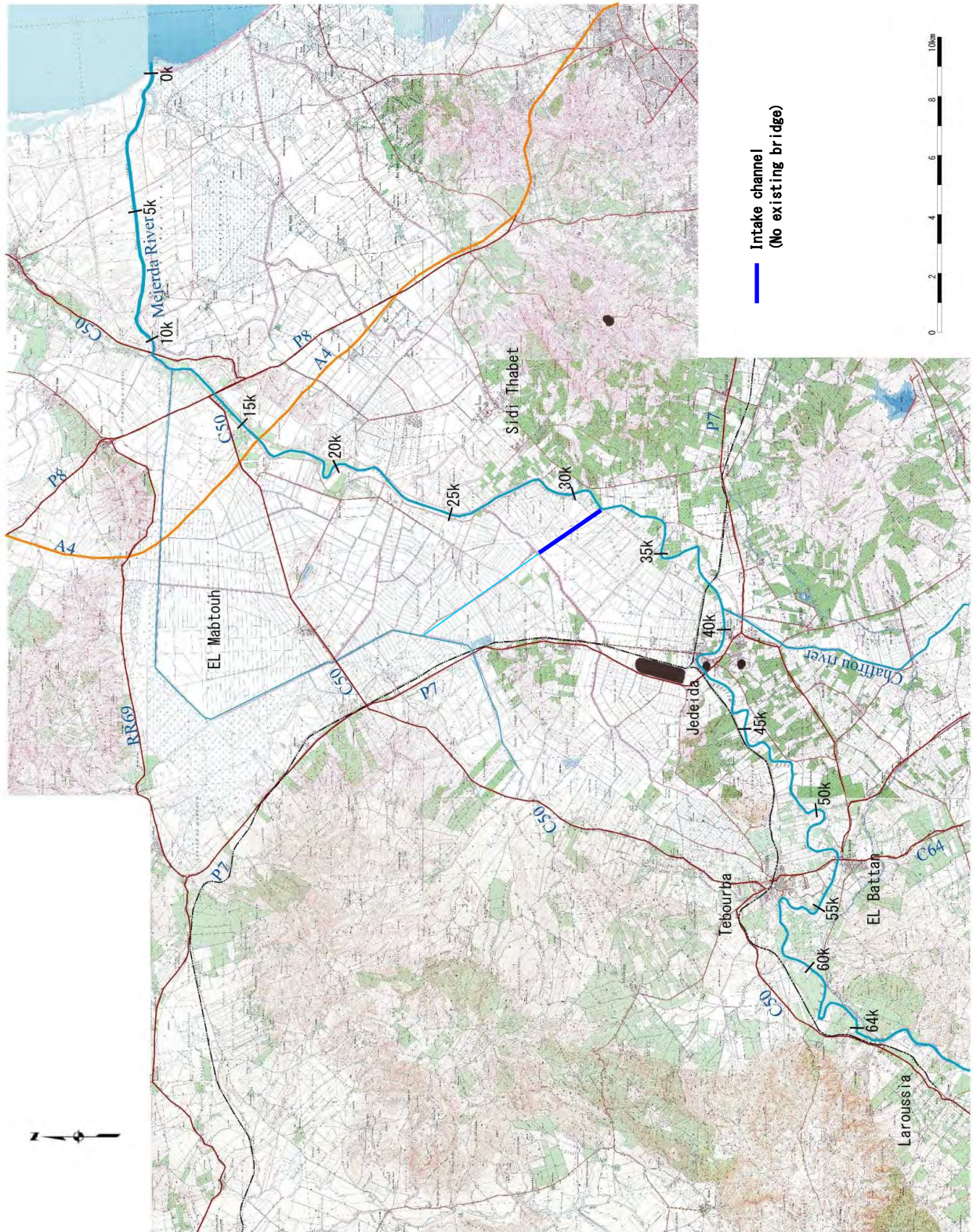
Source: JICA Survey Team

## 6.2.3 新設橋梁の計画

本プロジェクトの河川整備では、メジェルダ川、シャフル川の改修のほか、エル・マブトゥ遊水池の整備を行う。メジェルダ川よりエル・マブトゥ遊水池に至る区間は農業用の水路が存在し、道路との交差部には橋梁が架設されているが、次頁の図に示す箇所には既存水路が無く、既存橋梁が存在しない。

しかし、本プロジェクトで遊水池までの水路を整備するため、当該区間において既存道路と交差する箇所については新規に橋梁建設を行う。





Source: JICA Survey Team

図 6.2-5 新設橋梁の必要な箇所

## 6.2.4 整備の必要な橋梁一覧（橋梁改修・新設整備）

以上より、既存 29 橋のうち改築が必要となるのは 15 橋、新設は 3 橋である。なお、最下流のカラート・ランダウス橋については、河道改修に伴う改築が必要となるが、道路事業での対応が想定されるため、本事業では対象外とした。

表 6.2-3 整備の必要な橋梁一覧

No.	Bridge Name	Channel		Route	Policy of bridge improvement	Classification
		Name	Distance			
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	Rue Sadok Belhadi	Reconstruction *	
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828	MC50	No measures	
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	MC50	Removal	
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728	GP8	Reconstruction	A
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017	MOTORWAY A4	No measures	
6	FOOTBRIDGE	Medjerda		Sidewalk	No measures	
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440	Water supply	No measures	
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	RAILWAY	Removal	
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	RAILWAY	Extension of the existing bridge	
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071	RVE507	No measures	
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	RVE507	No measures	
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	GP7	Extension of the existing bridge	
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	MC64	No measures	
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899	IRRIGATION CANALS	No measures	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou		GP7	Reconstruction	A
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou		GP7	Removal	
17	EL HBIBIA BRIDGE	Chafouou		Local Road	Reconstruction	B
18	Bridge on the local road	Mabtouh		Local Road	Reconstruction	A
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	Reconstruction	B
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	Reconstruction	B
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		Farm Road	Reconstruction	B
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		MC50	Reconstruction	A
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		MOTORWAY A4	No measures	
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		GP8	Reconstruction	A
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
30	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh		Farm Road	New construction	B
31	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh		Farm Road	New construction	B
32	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh		Farm Road	New construction	B

Source: JICA Survey Team

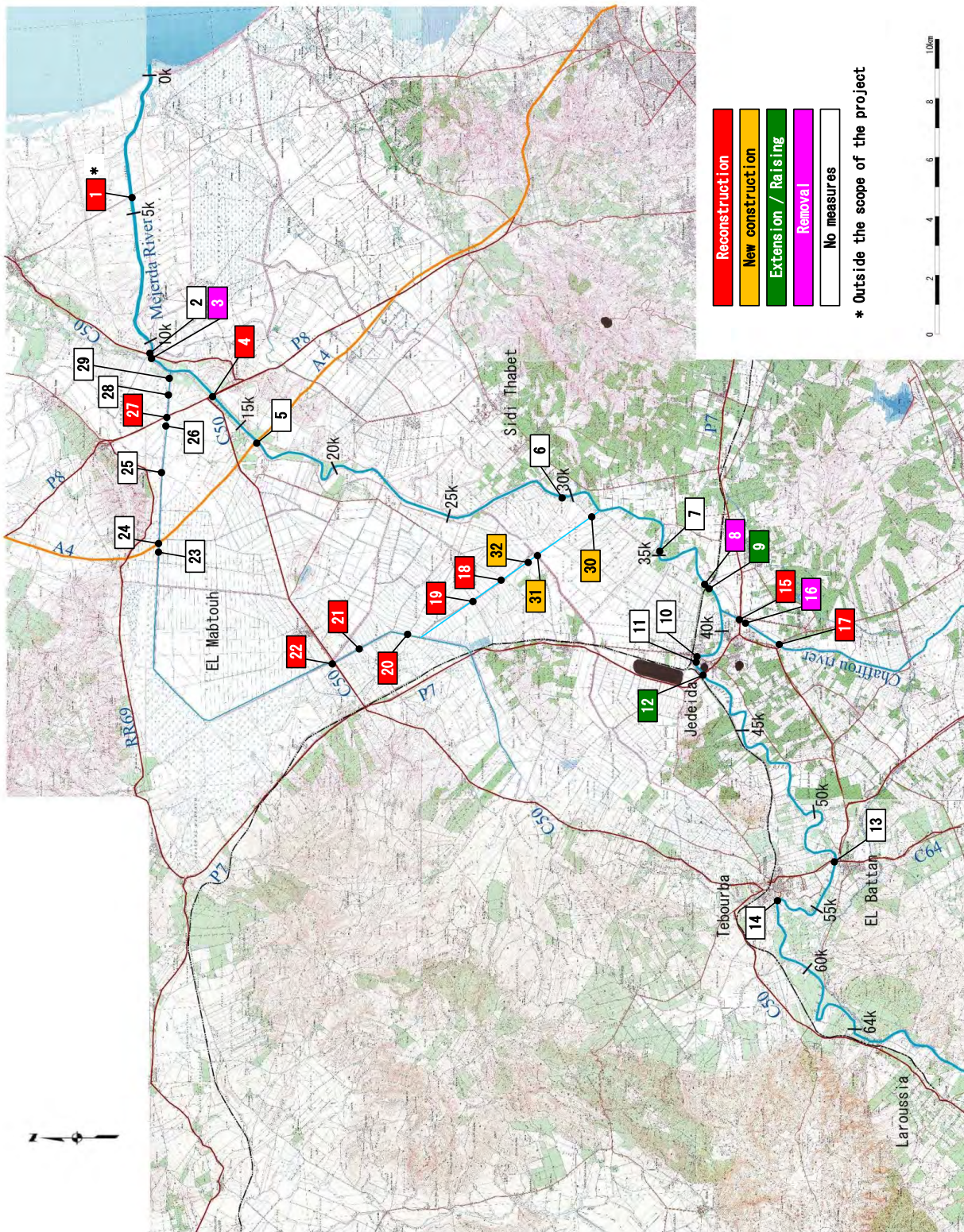
\* Outside the scope of the project

表 6.2-4 橋梁数一覧

Policy of bridge improvement	Medjerda	Chafouou	Mabtouh	TOTAL
Reconstruction	1	1	3	5
Reconstruction as "Flooding Bridge"		1	3	4
Extension of the existing bridge	2			2
Removal	2	1		3
No measures	8		6	14
Reconstruction *1	1			1
Existing bridge	14	3	12	29
New construction as "Flooding Bridge"			3	3
TOTAL	14	3	15	32

Source: JICA Survey Team

\*1 Outside the scope of the project(K.LANDAOUS BRIDGE)



Source: JICA Survey Team

図 6.2-6 改築・新設橋梁位置図

## 6.3 既存橋梁改修計画

### 6.3.1 No. 1 K. LANDAOUS BRIDGE

#### (1) 概要

- ・アリアナとカラート・ランダウスを結ぶ幹線道路にある。交通量が中程度以下の2車線道路に位置する冠水橋
- ・RC連続ボックスカルバート構造
- ・現況写真



図 6.3-1 K.Landans 橋の現況 (2012.8)

#### (2) 水理評価

本橋は計画高水位よりも低い位置に桁下高が位置するため、流下断面を阻害するとともに、洪水時、構造物は冠水し、交通は数週間にわたって遮断される。

計画高水位高さは3.670mであり、これに余裕高1.0mを加えた4.670mを桁下高さとして確保する必要がある。

#### (3) 既存橋梁改修計画

アリアナとカラート・アンダルースを結ぶ幹線道路は交通量が多く、付近では複数の沿岸地帯開発プロジェクトが計画されている。

本橋梁の架け替え事業は設備省により計画されているため、本プロジェクトからは除外する。架け替え実施の際は、桁下高さとして4.670mを確保するとともに、次の図に示すとおり必要な河川幅を確保するため、橋長約580mの橋梁とする必要がある。

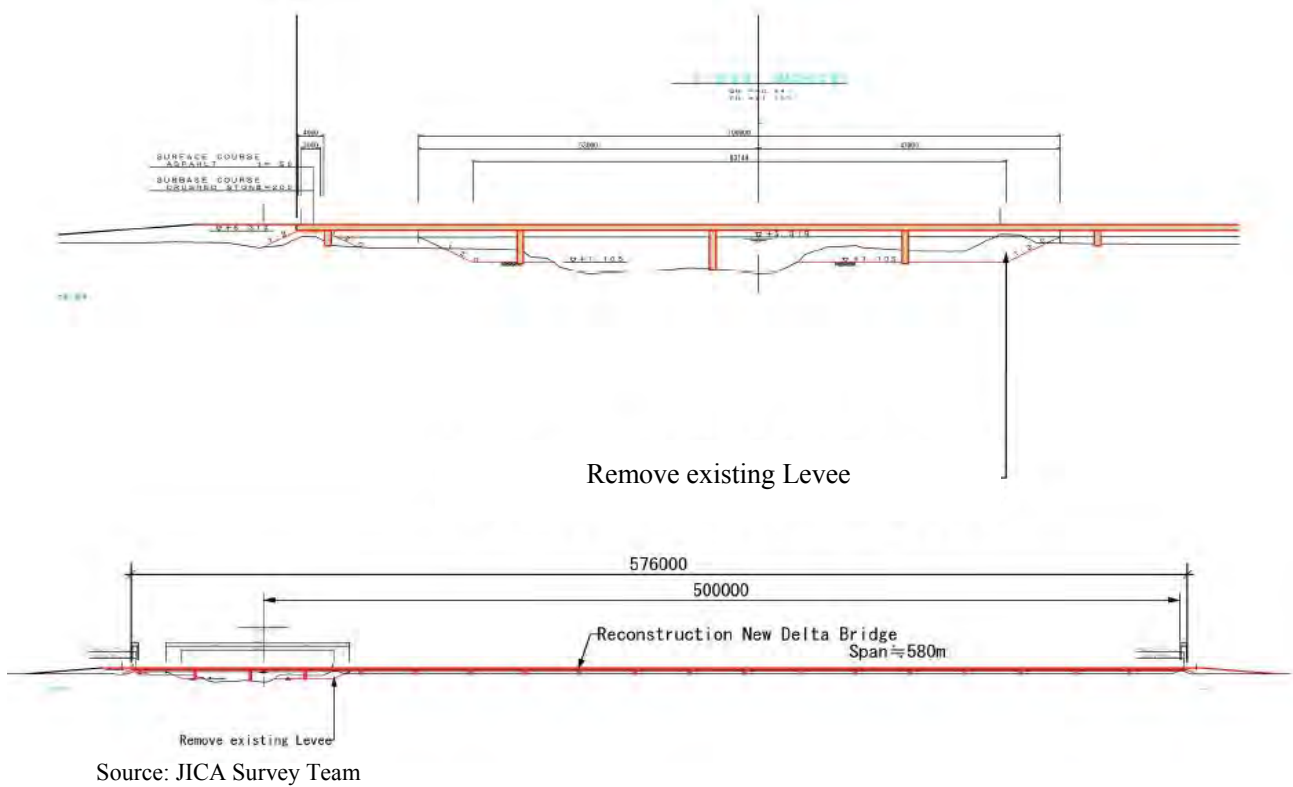


図 6.3-2 K.LANDAOUS BRIDGE 架け替え諸元

### 6.3.2 No.3 TOBIAS OLD BRIDGE

#### (1) 概要

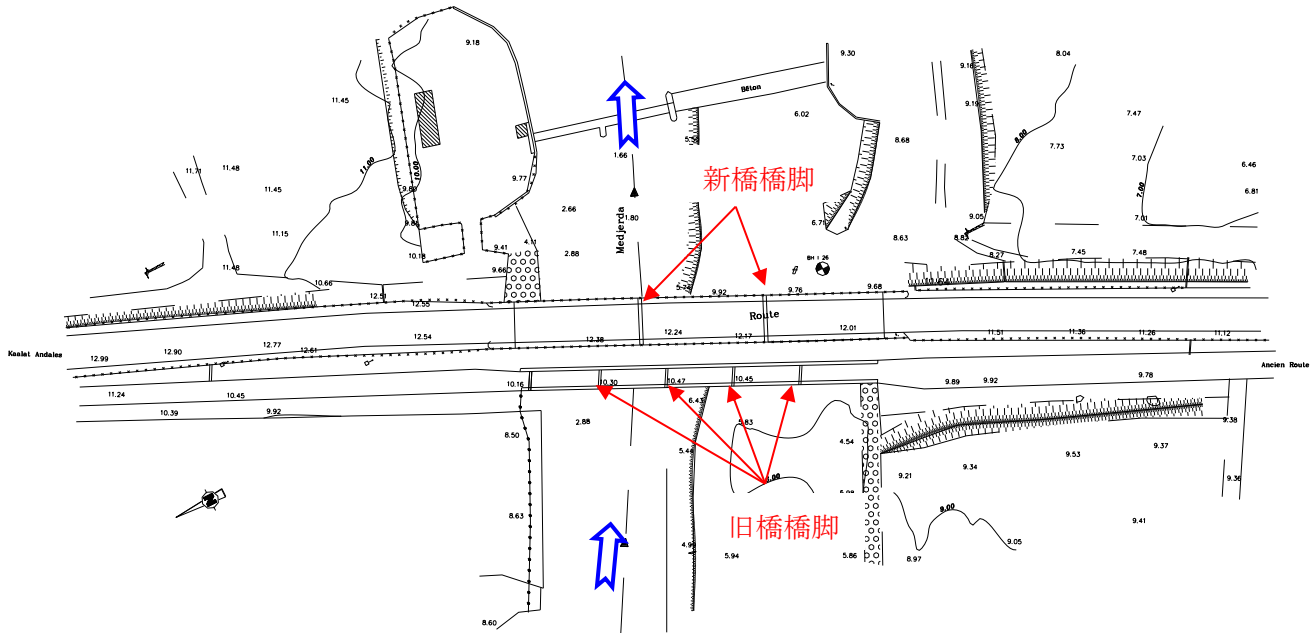
- ・ MC50 号線がメジェルダ川を渡河する橋梁で、新橋が下流側に架設されている
- ・ 1948 年以前に建設された構造物で荒廃した状態にある
- ・ 5 径間ゲルバーRC 橋
- ・ 現況写真



図 6.3-3 Tobias Old Bridge の現況 (2012.8)

## (2) 水理評価

本橋は新橋に併設しているが、下図に示すとおり橋脚位置が流心線に沿って合致しておらず、流線が乱される状況となっている。これは洪水の流下を阻害となるとともに、局所洗掘等、橋梁構造にも悪影響を及ぼす。



Source: JICA Survey Team

図 6.3-4 橋脚位置

## (3) 既存橋梁改修計画

本橋は河川の流下に対して問題があり、下流側に歩道付きの新橋があるので、撤去による歩行者、車両に対する通行上の問題は生じないため、撤去する計画とする。

### 6.3.3 No. 4 GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA

#### (1) 概要

- ・ GP8 号線がメジェルダ川を渡河する橋梁
- ・ 少なくとも 1973 年以前の建造である
- ・ 9 径間単純 RC 桁橋
- ・ 現況写真



図 6.3-5 GP8 Bridge Over Oued Mejerda 橋の現況 (2012.8)

- ・ 他の橋梁と比較し、1 橋脚について 60cm×60cm の柱が 2 本であって、柱断面が小さい。

- ・複数の損傷が確認され、健全性に問題がある。代表的な損傷としては下図に示す橋脚及び主桁の剥離・鉄筋露出、伸縮装置欠陥、主桁のひびわれなどが確認された。



1) 橋脚、主桁の剥離・鉄筋露出

2) 主桁のひびわれ(径間中央に曲げひび割れが発生)

Source: JICA Survey Team

図 6.3-6 損傷状況

## (2) 水理評価

本橋位置では堆積した土砂を掘削し、断面を確保することにより、現況の桁下高、現況の橋長で必要な流下断面の確保が可能である。

## (3) 既存橋梁改修計画

既存構造は現況確認の結果、多数の損傷を生じており、上部工、下部工ともに健全性、耐荷性に不足があると考えられる。現況の構造を利用するのであれば下部工の大規模な補強が必要となるが、現状の状況より、上部工の更新時期も近いと想定されるため、現況構造の利用メリットは低い。

したがって、本橋は架け替えを行う計画とする。

### 6.3.4 No.8 JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE

#### (1) 概要

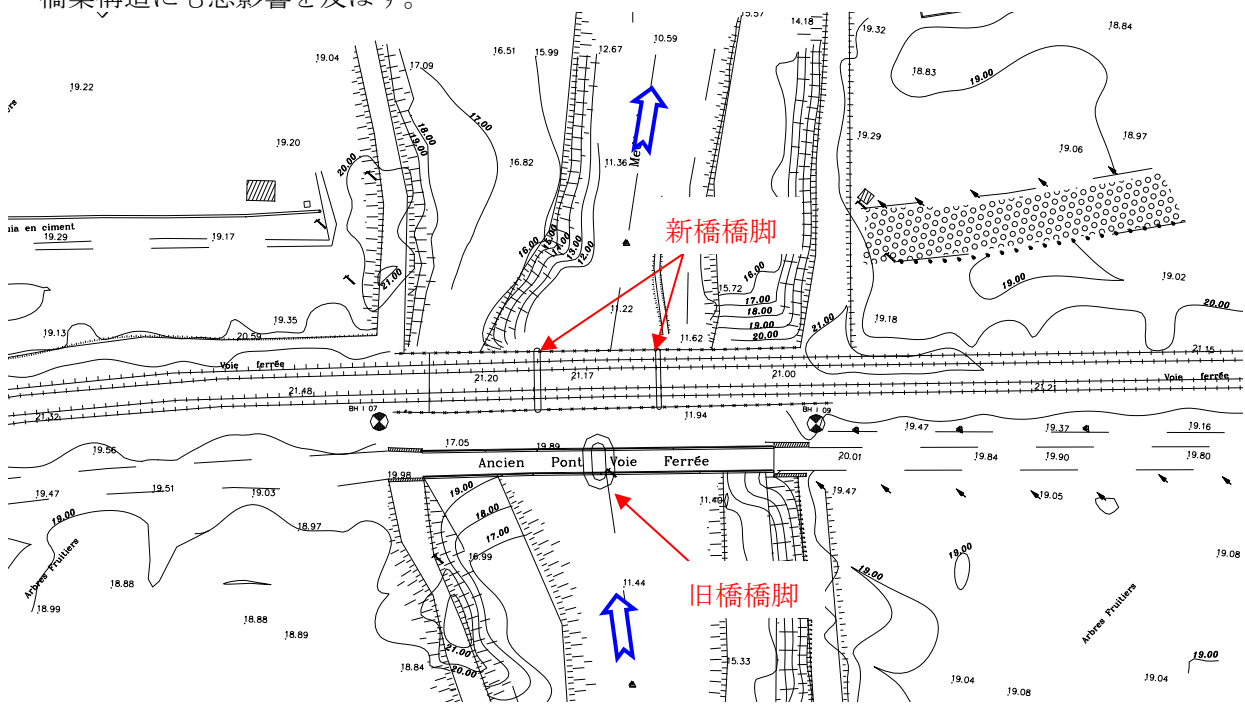
- ・チュニス-ビゼルト線がメジェルダ川を渡河する橋梁で、新橋が下流側に架設されている。
- ・軌道は撤去されており、現在使用されていない。
- ・撤去可能 (SNCFT との協議結果)
- ・2 径間単純下路鋼トラス橋
- ・現況写真



図 6.3-7 Jedeida Railway Old Bridge 橋の現況 (2012.8)

## (2) 水理評価

本橋は新橋に併設されているが、下図に示すとおり橋脚位置が流心線に沿って合致しておらず、流線が乱される状況となっている。これは洪水の流下に対して阻害となるとともに、局所洗掘等、橋梁構造にも悪影響を及ぼす。



Source: JICA Survey Team

図 6.3-8 橋脚位置

## (3) 既存橋梁改修計画

本橋は河川の流下に対して問題がある。チュニスービゼルト線は下流側の新橋を利用しており、撤去による鉄道運行上の問題は生じないため、撤去する計画とする。

ただし、本橋には水道管が添架されているため、本橋の撤去後は新橋に移設する必要がある（移設に関しては SNCFT に確認、了承済み）。



### 6.3.5 No.9 JEDEIDA RAILWAY BRIDGE

#### (1) 概要

- ・ チュニスービゼルト線がメジェルダ川を渡河する橋梁で、旧橋が上流側に架設されている。
- ・ 3 径間 2 主 PCT 桁橋
- ・ 1981-1982 年に建設
- ・ 複線で上り線、下り線について、上部工は分離構造、下部工は一体構造である。
- ・ 桁側面に洪水時のせき上げ跡があり、洪水時の浮遊物の衝突が要因と思われるコンクリート欠損および鉄筋露出を生じている。
- ・ 現況写真



図 6.3-9 Jedeida Railway Bridge 橋の現況 (2012.8)

#### (2) 水理評価

現況桁下高さは 19.200m であるが、計画高水位高さは 19.269m であり、これに余裕高 1.0m を加えた 20.369m を桁下高さとして確保する必要がある。また、流下断面確保のため、必要河川幅 (100m) についても確保する必要がある。

#### (3) 既存橋梁改修計画

橋は建設後 30 年経過しているが、重大な損傷は見受けられず、現況構造の利用が可能である。ただし、桁下高の確保、河川幅の確保のため、ジャッキアップによる嵩上げ、径間の追加を行う。SNCF との協議の結果、施工時の線路切り廻しは可能であるが、以下の条件を満足するよう指示があったため、詳細設計を行う際には考慮する必要がある。

- ・ ジャッキアップによる嵩上げ後の構造安全性について、十分な検討を行う。
- ・ 仮設線路の縦断勾配は 9‰未滿とする。
- ・ 仮設時においても 1 路線は確保する。

\* 今回の検討における設定内容を資料編 4.3 に示す。

### 6.3.6 No.12 JEDEIDA BRIDGE ON GP7

#### (1) 概要

- ・ GP7 号線がメジェルダ川を渡河する橋梁である。
- ・ 1945 年竣工、2009 年に改築が行われている。
- ・ 5 径間 PC 桁橋

・現況写真



図 6.3-10 Jedeida Bridge on GP7 橋の現況 (2012.8)

(2) 水理評価

現況桁下高さは 25.130m で、計画高水位高さ 21.276m を満足するが、流下断面確保のための必要河川幅 (100m) を満足しない。

(3) 既存橋梁改修計画

橋は建設後 70 年経過しているが、2009 年に改築されており、現状で重大な損傷は見受けられない。ただし、河川幅の確保のために径間の追加を行う。

6.3.7 No. 15 GP7 BRIDGE ON CHAFUROU

(1) 概要

- ・ GP7 号線がシャフル川を渡河する橋梁で、旧橋が上流側に架設されている。
- ・ 3 径間 PC 中空床版橋
- ・ 現況写真



図 6.3-11 GP7 Bridge on Chafurou 橋の現況 (2012.8)

## (2) 水理評価

現況桁下高さは約 18.9m であるが、計画高水位高さは 19.800m であり、これに余裕高 1.0m を加えた 20.800m を桁下高さとして確保する必要がある。また、流下断面確保のため、必要河川幅 (61m) についても確保する必要がある。

## (3) 既存橋梁改修計画

橋は現状で重大な損傷は見受けられない。ただし、桁下高、河川幅の不足量が大きく、現況構造を用いての改修は困難であるため掛け替えを行う計画とする。

### 6.3.8 No. 16 GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU

#### (1) 概要

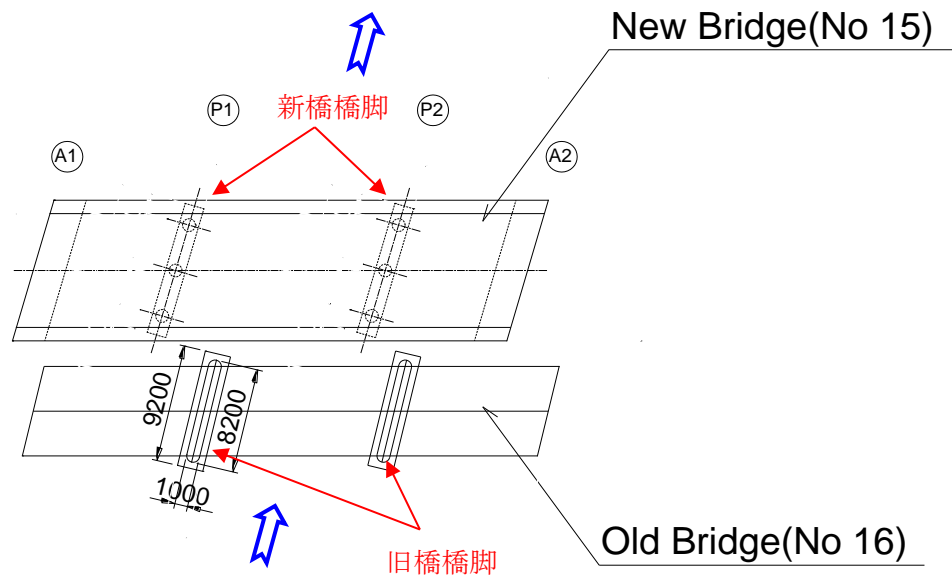
- ・ GP7 号線がシャフル川を渡河する橋梁で、新橋が下流側に架設されている。
- ・ 3 径間コンクリート橋
- ・ 現況写真



図 6.3-12 GP7 Old Bridge on Chafrou 橋の現況 (2012.8)

#### (2) 水理評価

本橋は新橋に併設しているが、下図に示すとおり橋脚位置が流心線に沿って合致しておらず、流線が乱される状況となっている。これは洪水の流下に対して阻害となるとともに、局所洗掘等、橋梁構造にも悪影響を及ぼす。



Source: JICA Survey Team

図 6.3-13 橋脚位置

### (3) 既存橋梁改修計画

本橋は河川の流下に対して問題がある。下流側に歩道付きの新橋があるので、撤去による歩行者、車両に対する通行上の問題は生じないため、撤去する計画とする。

## 6.3.9 No. 17 EL H' BIBIA BRIDGE

### (1) 概要

- ・ シャフル川を渡河する交通量の少ない橋梁である。
- ・ 4径間コンクリート橋
- ・ 現況写真



図 6.3-14 El H'Bibia Bridge 橋の現況 (2012.8)

## (2) 水理評価

現況桁下高さは約 19.5m であるが、計画高水位高さは 19.800m であり、これに余裕高 1.0m を加えた 20.800m を桁下高さとして確保する必要がある。また、流下断面確保のため、必要河川幅 (62m) についても確保する必要がある。

また、2003 年 1 月の洪水時、以下の写真のとおり、本橋箇所における水位上昇が確認されている。



Source: Preparatory Study

図 6.3-15 2003 年 1 月 13 日のエル・ヒビビア橋からの写真

## (3) 既存橋梁改修計画

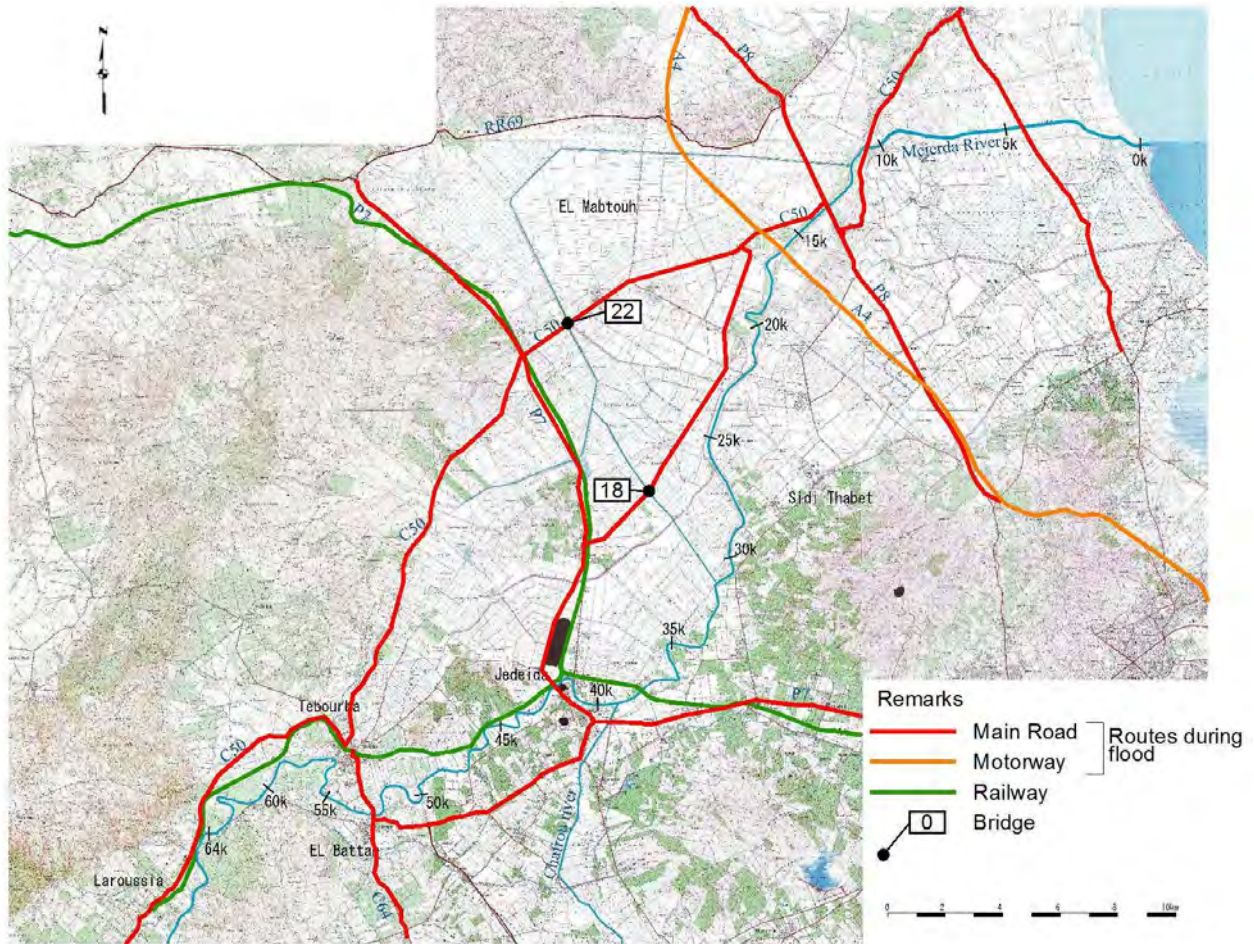
河川幅の不足量が大きく、現況構造を用いての改修は困難であるため掛け替えを行う計画とする。

### 6.3.10 No.18 Bridge on the local road , No.22 MC50 EL MABTOUH BRIDGE

#### (1) 概要

- ・メジェルダ川からエル・マブトゥ遊水池への導水路に位置する橋梁である。
- ・No.18：コンクリート橋、No.22：ボックスカルバート構造
- ・現況写真





Source: JICA Survey Team

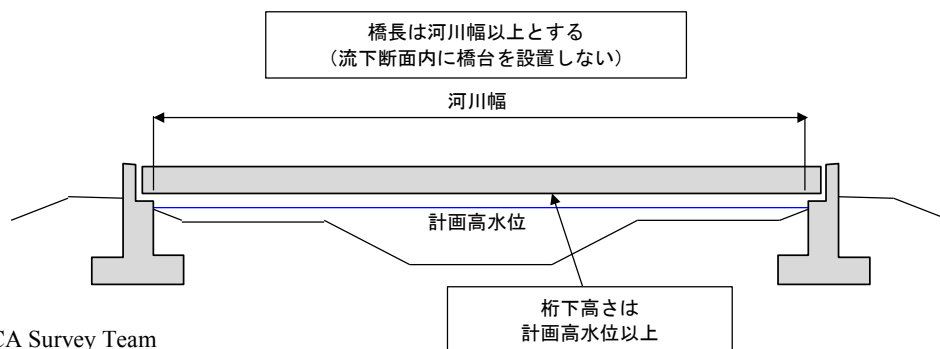
図 6.3-16 No.18, 22 橋梁位置図

## (2) 水理評価

メジェルダ川～エル・マブトゥ遊水池への区間に現存する水路は幅が狭く、本プロジェクトで計画する流量に対して十分な流下断面を確保できない。そのため、水路幅を拡幅する計画とされている。

## (3) 既存橋梁改修計画

流下断面が大幅に不足するため、掛け替えを行う計画とし、No.18、22の橋梁については、洪水時も通行を確保する「分類A」の橋梁として計画する。



Source: JICA Survey Team

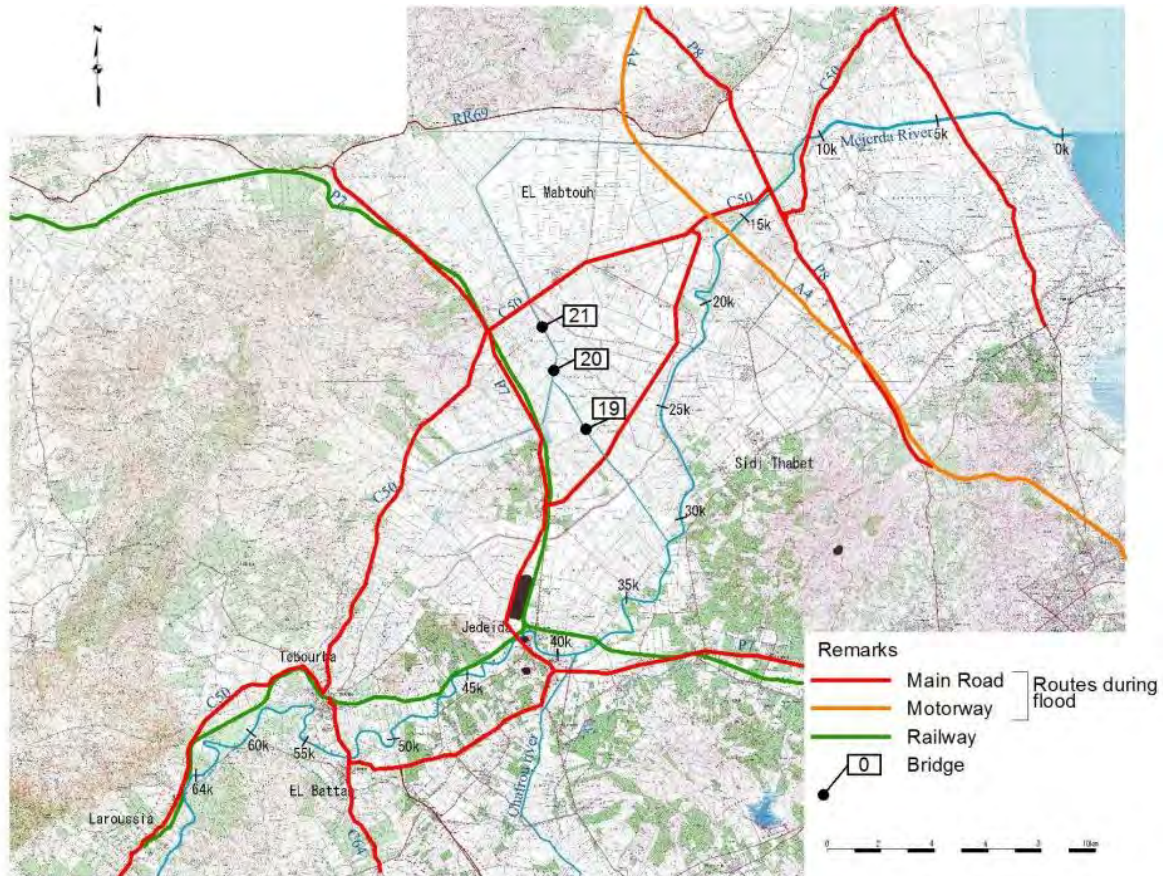
図 6.3-17 分類 A の橋梁の概要

### 6.3.11 No.19~21 FARM BRIDGE

#### (1) 概要

- ・メジェルダ川からエル・マブトゥ遊水池への導水路に位置する橋梁である
- ・コンクリート橋
- ・現況写真





Source: JICA Survey Team

図 6.3-18 No.19～21 橋梁位置図

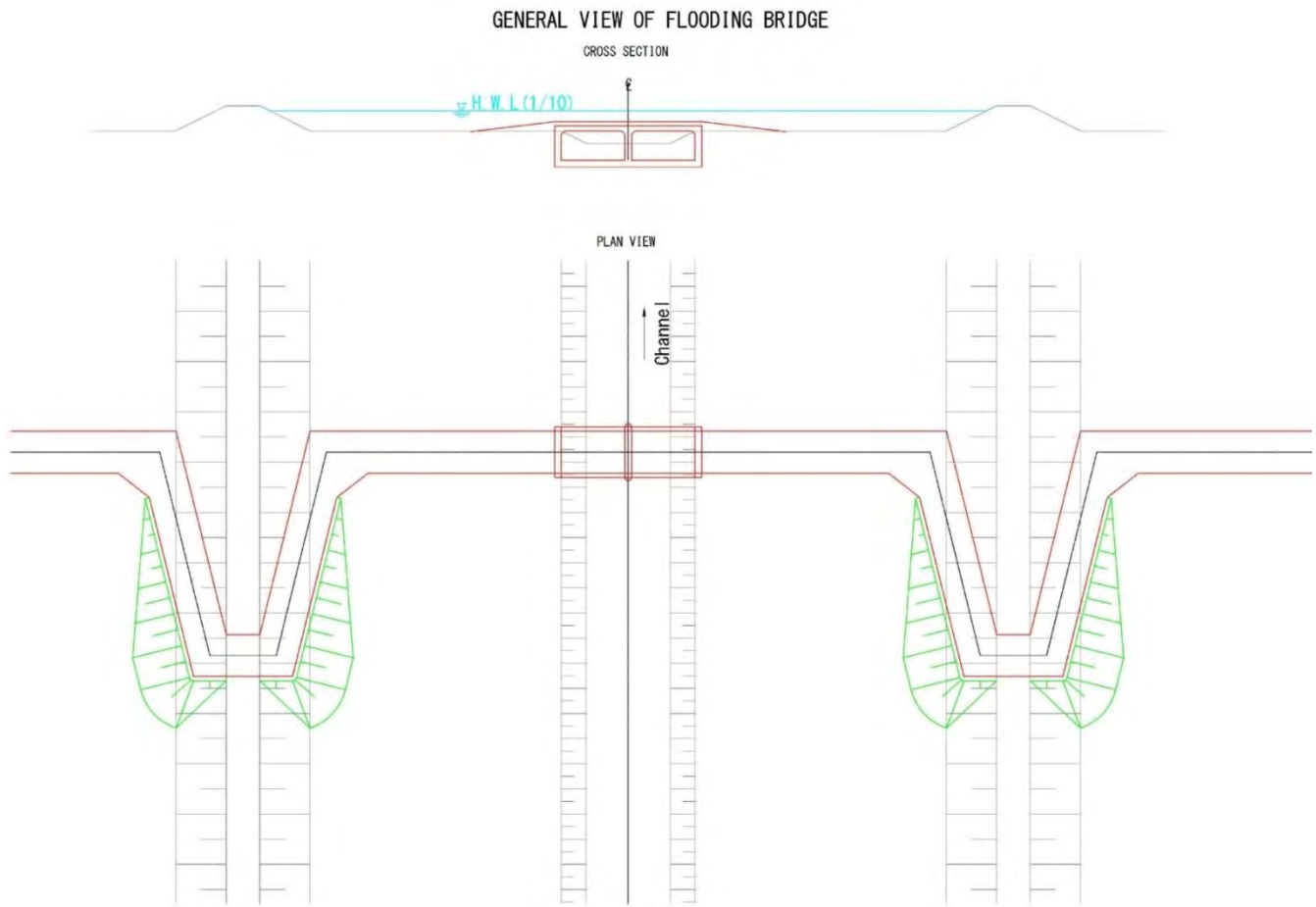
## (2) 水理評価

メジェルダ川～エル・マプトゥ遊水池への区間に現存する水路は幅が狭く、本プロジェクトで計画する流量に対して十分な流下断面を確保できない。

## (3) 既存橋梁改修計画

流下断面が大幅に不足するため、掛け替えを行う。しかし、農業での利用が主な路線で、主要な路線ではないため、「分類 B」の橋梁として、橋梁規模を必要最低限とするよう、常時流水がある低水路のみを横断する構造とし、洪水時は冠水するものとして計画する。ただし、道路により堤防が不連続とならないよう、堤防横断のための斜路を設置する。





Source: JICA Survey Team

図 6.3-19 分類 B の橋梁の概要

### 6.3.12 No. 27 GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh

#### (1) 概要

- ・ GP8 号線が放水路を渡河する橋梁
- ・ 4 径間 RC 桁橋
- ・ 損傷が確認され、健全性に問題がある。代表的な損傷としては床版の剥離・鉄筋露出、支承部のひびわれである。
- ・ 現況写真



図 6.3-20 GP8 Bridge and Road Over Mabtouh 橋の現況 (2012.8)

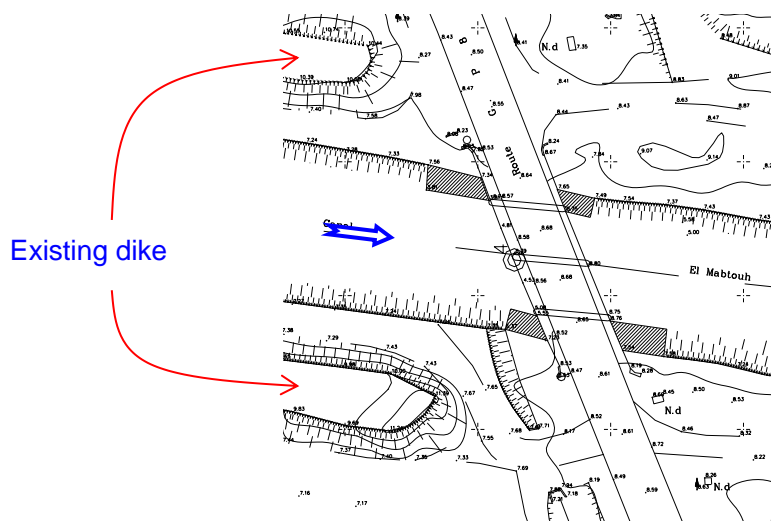
## (2) 水理評価

放水路に関しては既存断面で流下可能な流量を流下させることを原則とするが、当該箇所は河川幅が狭い上に3橋脚が存在し、約10%河積を阻害している。

また、当該箇所では堤防が分断されており、MAでのヒアリングの結果、過去に洪水を起こしているようである。

## (3) 既存橋梁改修計画

現況の河川断面において、流下能力は満足するものの、既存構造は河積の阻害が大きく、また、既存の堤防を分断している。したがって、過去の洪水履歴、健全性に問題がある点も踏まえ、本橋は掛け替えを行う計画とする。



Source: JICA Survey Team

図 6.3-21 既存堤防

## 6.4 新設橋梁の計画

本節では架け替え橋梁、改修橋梁の新設部分を含む、新たに構築される橋梁における、構造形式、構造諸元について検討結果を示す。

なお、構造形式、構造諸元は、チュニジアにおいて調査した施工実績および、日本における施工実績より設定を行った。

### 6.4.1 橋梁施工実績調査

#### (1) メジェルダ川渡河橋梁

チュニジアにおける橋梁施工実績を調査した結果、橋梁の規模に応じ、上部工形式としてRC構造T桁、PC構造I桁、鋼桁など、さまざまな構造形式が採用されている。ただし、メジェルダ川を横断するという条件では、主にPC構造I桁形式が採用されている実績が多く、調査を行った一般道路の橋梁における諸元および桁高支間比を以下に示す。

表 6.4-1 Superstructure construction results (PCI girder)

No	Channel	Max span (m)	Girder Heights (m)	Girder Heights /Span
1	Medjerda	28.0	1.8	1/15.6
2	Medjerda	28.0	1.8	1/15.6
3	Medjerda	37.0	2.0	1/18.5

Source: JICA Survey Team

下部構造については、鋼、コンクリートの3柱式橋脚、壁式橋脚が採用されており、基礎形式はリバース杭の施工実績が多い。ただし、鋼管杭の実績も有する。

## (2) ボックスカルバート

ボックスカルバート構造はチュニジアでも多数採用されており、D2ゾーン内では特にエル・マブトゥ遊水地周辺の小規模構造として採用されている。

### 6.4.2 上部構造

#### (1) 分類Aの橋梁

##### 1) 構造形式

分類Aの箇所については、橋長が河川幅以上、計画高は計画高水高より余裕高を確保できるようにするため、橋長150m程度、下部工高10m程度の規模になる。

河積を阻害する橋脚の数を極力減らすことが望ましいが、通常時の流量は少なく、下部工の施工のための大規模な仮設は必要ないことから、PC箱桁形式や鋼桁等、支間長を長くする構造を採用するメリットは小さい。

したがって、上部構造の形式はメジェルダ川を渡河する橋梁で採用実績の多い、PC構造I桁形式とする。

##### 2) 構造諸元

農業省において承認された、新設橋梁の断面図のうち、分類Aに適用するものを下図に示す。設定根拠は以下の通りである。

- ・現況道路が2車線であることから、カテゴリー1とし、車道幅員は2@3.5mとする。

チュニジアにおける道路は以下に示す3カテゴリーに分類されている

カテゴリー 1 車道幅員 2@3.5m (2車線)

カテゴリー 2 車道幅員 1@5.0m (1車線)

カテゴリー 3 車道幅員 1@3.0m (1車線)

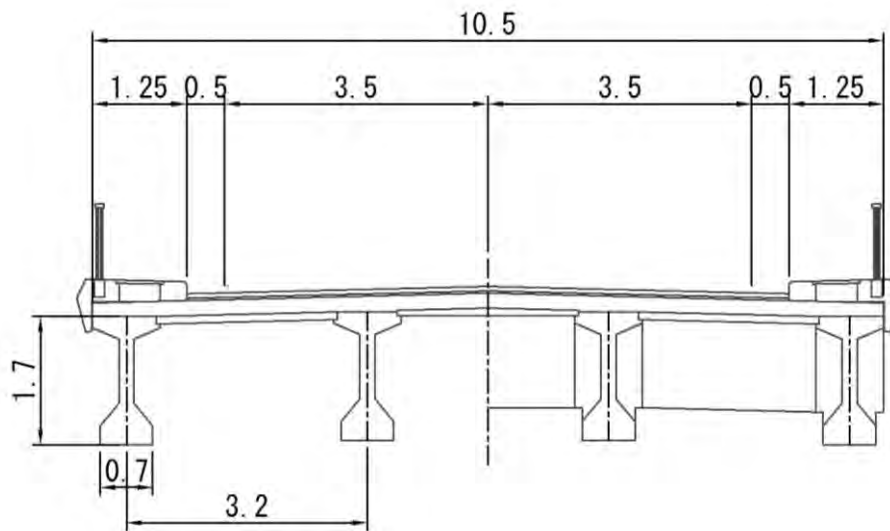
- ・最大支間長の実績が28~37mであることから、30mの支間長を基本とし、個々のケースに応じて25.0m、30.0m、35.0mの支間長を適用する。
- ・PC構造I桁は、チュニジアの実績によると桁高支間比が1/15~1/18程度であることから、本調査では1/15として設定し、桁高支間比より桁高を設定する。

支間長 25.0m 桁高 1.7m

支間長 30.0m 桁高 2.0m

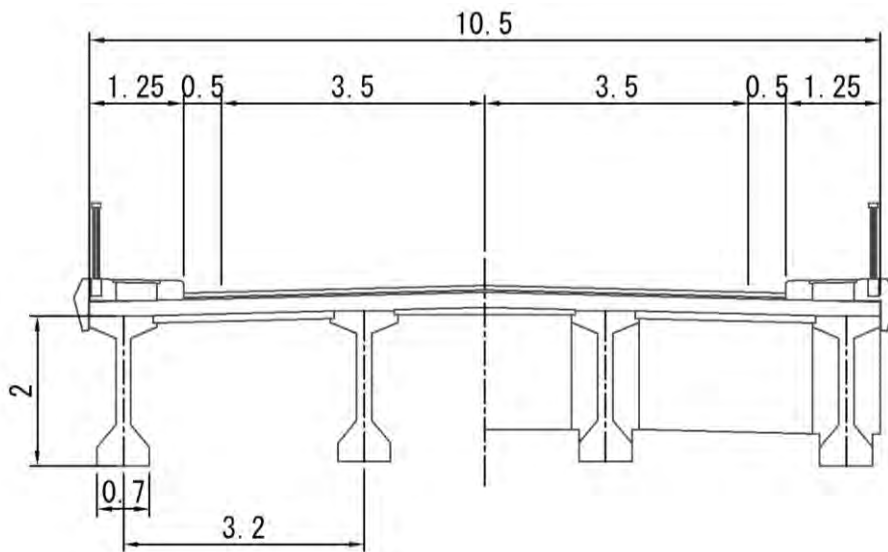
支間長 35.0m 桁高 2.4m

- 主桁本数は、既存橋梁の主桁間隔を目安として設定することとし、2車線道路(全幅員 10.5m)に対して主桁間隔 3.2m の 4 主桁構造を採用する。



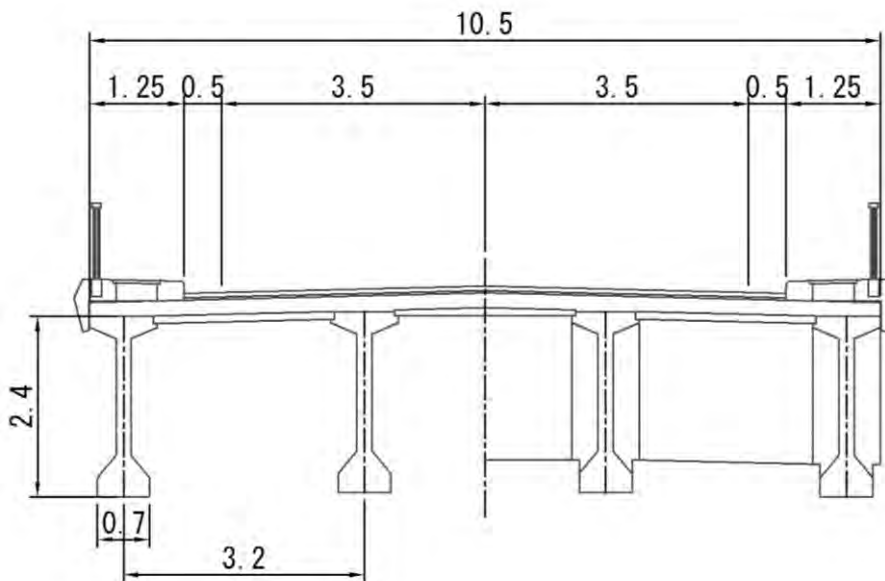
Source: JICA Survey Team

図 6.4-1 The cross section of a bridge(Span length=25.0m)



Source: JICA Survey Team

図 6.4-2 The cross section of a bridge(Span length=30.0m)



Source: JICA Survey Team

図 6.4-3 The cross section of a bridge(Span length=35.0m)

## (2) 分類 B の橋梁

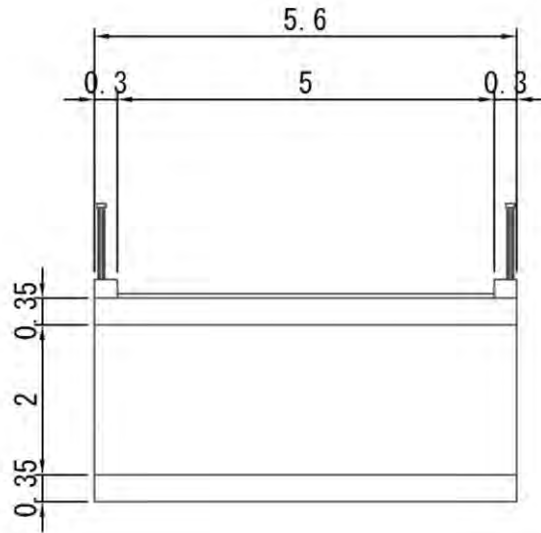
### 1) 構造形式

分類 B の箇所については、低水路の横断となり、橋長は約 30m であるが、下部工高が 2m 程度の規模になり、橋梁形式では不経済となる。したがって、ボックスカルバート構造とする。

### 2) 構造諸元

分類 B に適用する断面を下図に示す。設定根拠は以下の通りである。

- ・農道の幅員を計測した結果、全幅員で 5.6m、有効幅員で 4.4m であったことから、カテゴリー2 とし、有効幅員で 5.0m 確保する。



Source: JICA Survey Team

図 6.4-4 The cross section of a bridge

### 6.4.3 下部構造

#### (1) 橋台形式

橋台は構造高さ、支持地盤の条件、経済性により様々な形式が採用されるが、一般的には下表に示す橋台形式が、各構造高さにおける適切な形式とされている。

本調査における橋台の計画高さは 5.0~12.0m であり、支持地盤の状態が良くないことから、逆 T 式橋台を採用する。

表 6.4-2 Abutment Types and Standard Height

Abutment Type	Height(m)			Remarks
	10	20	30	
Gravity Type	██████			
Semi-gravity Type	██████			
Cantilever Type	██████████			
Counterfort Type		██████████		
Rigid Frame Type		██████████		

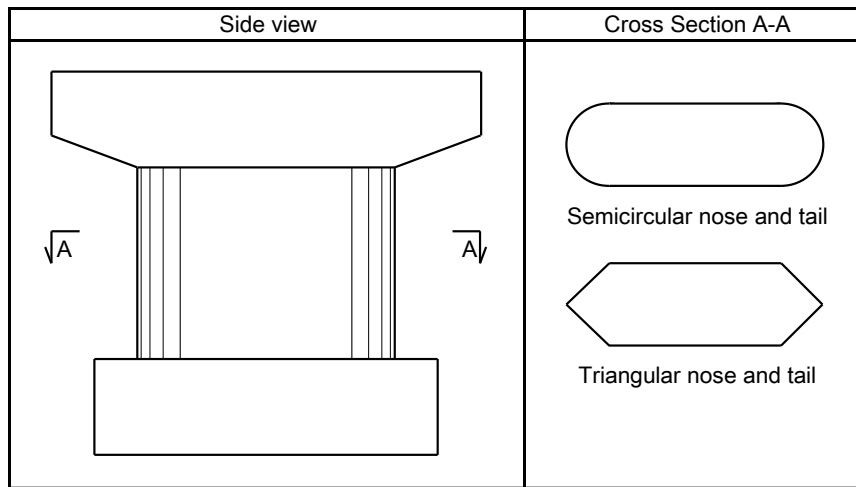
Source: JICA Survey Team

#### (2) 橋脚形式

チュニジアにおける耐震設計についてヒアリングを行った結果、設計に考慮されている地震力は、考慮していないか、又は無視できるほど小さい。したがって、本調査における橋脚の構造規模は小さくすることが可能である。

橋脚形式を検討する際は、構造における要求性能を満足することはもちろんであるが、使用材料をできる限り少なくし、経済性に優れた構造とすることが望ましいため、経済性からすると、

施工実績のある柱式橋脚の採用が考えられる。しかし、今回計画する橋脚の形状は、河川の流れを乱さないよう、下図のような壁式橋脚を採用する。



Source: JICA Survey Team

図 6.4-5 The wall type pier

#### 6.4.4 基礎構造

##### (1) 地質特性

地質は、45m を越える深さまで（岩層までは確認していない）、時として圧密された粘土（砂を含む粘土、シルトを含む粘土）で主として構成されている。調査した様々な地質は、調査対象地域において全体的に均一な狭い土質を形成しており、岩層に局部的に遭遇する可能性はほとんどない。主要橋梁地点における支持層を下表にまとめた。

表 6.4-3 支持層

箇所	ボーリング	土質名	N 値	支持層位置 (m)		
				上面深度	下面深度	厚さ
ジュデイダ橋	BHI25	砂、基盤岩	砂 50 以上、基盤岩 60 以上	13	30 (孔底)	17 以上
鉄道橋	BHI07 (左岸)	砂・粘土互層 シルト質粘土・ 砂質粘土	30 以上	28	33 (孔底)	5 以上
	BHI09 (右岸)		20 以上	25	30 (孔底)	5 以上
高速道路橋	BHI22 (左岸)	砂質粘土	20 以上	29	45 (孔底)	16 以上
	BHI23 (左岸)	シルト質粘土	(50 以上)	38	45 (孔底)	7 以上
			20 以上	31	45 (孔底)	14 以上
	BHI24 (右岸)	砂質粘土	(50 以上)	41	45 (孔底)	4 以上
			20 以上	34	45 (孔底)	11 以上
			(50 以上)	41	45 (孔底)	4 以上
GP8 道路橋	BHI14 (左岸)	シルト質粘土	20 以上	29	45 (孔底)	16 以上
	BHI15 (左岸)	砂質粘土	(50 以上)	38	45 (孔底)	7 以上
			20 以上	35	45 (孔底)	10 以上
	BHI16 (右岸)	砂質粘土	(50 以上)	41	45 (孔底)	4 以上
			20 以上	28	45 (孔底)	17 以上
			(50 以上)	38	45 (孔底)	7 以上
トビアス橋	BHI26 (右岸)	シルト質粘土 / 砂	30 以上	42	50 (孔底)	18 以上
カラート・アン	BHI21 (右岸)	砂質粘土	10 以下 (40-45m)	45m 孔底まで支持層なし		

ダルース橋				
エル・マブトゥ 遊水地	BHII06	シルト質粘土	20 以上 (26-27m) 30 以上 (29-30m)	30m 孔底まで支持層未確認

(出典: 準備調査の土質調査報告書データを基に本調査で整理)

## (2) 基礎形式

支持層とみなせる層までの深さが深いため、杭基礎形式とする。杭基礎は先端支持力および周面摩擦により荷重を支持する構造であるが、D2ゾーンにおいては支持層深さが深く、現地施工業者に対するヒアリング結果においても場所打ちコンクリート摩擦杭の採用が示されたため、本調査における基礎構造は場所打ちコンクリート摩擦杭とする。

## (3) 構造諸元

メジェルダ川地域では支持地盤及び堅い層がないことから、基礎杭は径の大きくない摩擦杭が効果的である（荷重に対する全杭の面積比がより大きくなるため）。したがって、杭径は上部工の支間長に関わらず一律とすることとし、メジェルダ川渡河橋梁で施工実績のある杭径 1m を採用する。

### 6.4.5 新設橋梁計画

以上の条件で設定した新設橋梁の設計図を設計図面集に示す。

## 6.5 設計基準

### 6.5.1 道路橋

2010年10月20日のMEHAT（土木局）とJICA調査団の会議の際の話し合いに基づき、施設や道路の作図および設備設計には以下の規格を用いることが提案された。

#### (1) 作図（縦断面図、設計図）

- ・ 全体的概念と幾何学的概念に関する技術的奨励事項  
 主要道路設備（高速道路および2車道のハイウェイを除く）  
 テクニカルガイド SETRA1994年8月 コード：B9413
- ・ ICTAAL：都市間高速道路設備の技術的条件に関する規定  
 2000年12月12日付け通達 SETRA（交通機関・道路設備調査局）  
 2000年12月発行 コード：B0103

#### (2) 構造物設計（道路構造）

- ・ 盛土・路盤の造成（略してGTR）ーテクニカルガイドー  
 SETRA（交通機関・道路設備調査局）、LCPC（土木研究所）  
 1992年9月発行 コード：D9233
- ・ 盛土の設計と造成ーテクニカルガイドー  
 SETRA（交通機関・道路設備調査局）2007年3月発行 コード：0702



(3) 構造物設計（コンクリート構造）

表 6.5-1 コンクリート設備の設計に関する規定

項目	基準・規定	バージョン
活荷重	CCTG（一般技術事項規定書）第 61 冊第 2 題 「構造物の設計、道路橋の活荷重」 特殊な活荷重は橋によって違う。	1977 年 6 月
基礎工事	CCTG（一般技術事項規定書）第 62 冊第 5 題 「土木構造物の基礎工事に関する設計と計算の技術規定」	1993 年 12 月
上部構造－鉄筋コンクリート	CCTG（一般技術事項規定書）第 62 冊第 1 題第 1 節 「限界状態設計法による鉄筋コンクリート製構造物や建築物の設計および計算の技術規定－BAEL91 の改定 99 年版」 ・周辺環境によって、許容できるクラックの状態は違う （3 つの環境クラスがある：良い、普通、悪い） ・基本的に環境は普通である。	1999 年 4 月
プレストレストコンクリート	CCTG（一般技術事項規定書）第 62 冊第 1 題第 1 節 「限界状態設計法による鉄筋コンクリート製構造物や建築物の設計および計算の技術規定－BAEL91 の改定 99 年版」 ・プレストレストのクラスは各橋によって違う （3 つのクラスがある：1,2,3） ・基本的にクラス 2 である。	1999 年 4 月
耐震概念に関する規定	「地震危険地帯における一般橋梁－設計に関する手引き」	2000 年 1 月

Source: Preparatory Study

(4) 構造物設計（鋼部材、その他部材）

上記規定が不十分な場合、ユーロコードを参照する。

- ユーロコード 0：設備の計算の基本（EN1990）
- ユーロコード 1：設備に対する介入（EN1991）
- ユーロコード 2：コンクリート製設備の計算（EN1992）
- ユーロコード 3：鉄製設備の計算（EN1993）
- ユーロコード 4：鉄・コンクリート両使用の設備の計算（EN1994）
- ユーロコード 5：木製設備の概念と計算（EN1995）
- ユーロコード 6：石・ブロック製設備の計算（EN1996）
- ユーロコード 7：地質工学的計算（EN1997）
- ユーロコード 8：耐震性に関する設備計算（EN1998）
- ユーロコード 9：アルミニウム製設備計算（EN1999）

(5) 構造物の河川に対する条件

構造物設計における河川に対する条件についてはテクニカルガイド「河川と橋、SETRA2007 年発行、コード番号：DT4263」の奨励事項に倣って定義する。主な対策に関しては以下に述べる。

表 6.5-2 橋の水理設計に関する規定 (SETRA ガイドより)

洪水	確率	水利目的	設備目的	設計対策
満水	2年 (10年間で再発する可能性は99.9%)	河床には目立った影響はない。	—	河床への影響を最小限にするような形や位置
強度の洪水	50年 (10年間で再発する可能性は18%)	—	構造物に被害が起きてはいけない。	耐久流量 (使用限界状態を確認) - 侵食対策
類稀な洪水	100年 (10年間で再発する可能性は10%)	周辺には目立った影響はない。	—	最高水位よりも高位置にアーチ内輪を造成* - 不時の排水設備 - 道路の盛土の保護
例外的な洪水	200~500年	—	構造物に大きな支障なし	終局流量 (終局限界状態を確認)

\*浮遊物が通過できるような水位に対して余裕を設ける。これについては下記で論議する。  
 本ガイドは侵食の危険性の評価や、保護設備や基礎工事の規模検討の際の参考になる。  
 出典：「河川と橋」SETRA2007年 コード番号：DT4263

### 1) 構造物の最短径間 (浮遊障害物の危険性)

SETRA ガイドでは河川にかかる構造物の遵守すべき径間長について直接言及していないが、日本の基準 (「改定解説・河川管理施設等構造令」日本河川協会 1999年11月) では p.303 で以下のように規定している。

$$L = 20 + 0.005 \times Q$$

L : 径間長 (m)、Q は流流量 (m<sup>3</sup>/s)

プロジェクトで考慮する計画高水流量は、ラルシアダムからエル・マプトゥ遊水地の放水路までは 800 m<sup>3</sup>/s、放水路からカラート・ラダウス橋までは 600 m<sup>3</sup>/s の流量である。したがって径間は  $20 + 0.005 \times 800 = 24.0$  m 以上でなければならない。

### 2) 構造物下の空間 (浮遊物の通過のために水位に対して設ける余裕)

上記 SETRA ガイドでは以下のように述べている。

「内輪を固定する高さは参考とする洪水 (概して 100 年確率の洪水) をもとに決め、固形物堆積による川底の肥大や河川の動き (水流速度、曲部での水流の湾曲) による河岸拡大、あるいは浮遊物を通過させるための最低限の空間の確保も考慮しなければならない。SETRA のモデル書類 Ohvm63 では、セジュールネ法を述べながら、開口部の大きさ 2 m から 8 m にあわせて高さ 0.60 m から 1.50 m の空間が必要としている。」

これに関して、日本の基準 (「河川構造物設備基準」日本河川協会 1999年11月) では p.115 で、考慮する流量によって以下の関係を用いている。

表 6.5-3 余裕高の定義の仕方 (日本基準)

流流量 (m <sup>3</sup> /s)	< 200	200<...<500	500<...<2000	2000<...<5000	5000<...<10000	>10000
余裕高 (空間) (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2

出典：「河川構造物設備基準」日本河川協会 1999年11月

日本とフランスの基準は全体的には同内容となっている。

余裕高は洪水によって流れてくる危険のある浮遊物の大きさに左右され、フランスおよび日本では、森林に太く高い樹木があるのに対し、地中海沿岸のチュニジアでは森林は密度が少なく、小さな樹木が植生しているという状況であるため、浮遊物の大きさが異なる。したがってチュニジアにおいては余裕高を小さくすることも想定されるが、現地施工業者へのヒアリングを行った結果、メジェルダ川においては概ね 1.0m の余裕高を確保しているとの結果であったため、余裕高は 1.0m として計画する。

### 6.5.2 鉄道橋

2010年10月22日のチュニジア国鉄と JICA 調査団との会議での協議に基づき、1960年発効のフランス基準（軸重 25t）を適用することとなった。この基準は UIC（国際鉄道連合、軸重 22.5t）基準よりも厳しいものである。

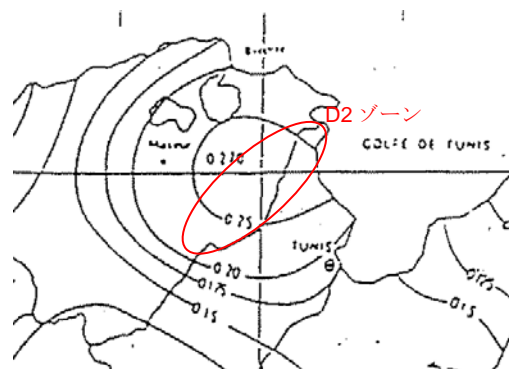
### 6.5.3 耐震規定

「チュニジア耐震規定に関する案 1997年5月」によると、D2ゾーンの橋梁に関わる基盤面での地震加速度は  $0.25g = 2.45 \text{ m/s}^2$  である。

しかし、現地ヒアリングにおいて、基準または直近の橋梁設計で考慮している地震による作用力を確認した結果、メジェルダ川を渡河する道路橋については死荷重の 0.3~0.5%、鉄道橋では地震による作用力は考慮していないとの結果で、明確な基準は無いようである。

したがって、設計に考慮する地震力は、橋梁毎で死荷重の 0~0.5%として設定することとし、以下を目安に詳細設計において協議により決定する必要がある。

- 1) 道路橋 分類 A 死荷重の 0.5%
- 2) 道路橋 分類 B 死荷重の 0%（考慮しない）
- 3) 鉄道橋 死荷重の 0%（考慮しない）



Source: Preparatory Study

図 6.5-1 チュニジア耐震規定に関する案