

この図より、1957年時点では、イエダ川は本来の河道を流れ、イエダ川橋梁で当該道路を横断していたものが(この時点では、イエダ川橋梁とカルバート C677 のみが存在)、1982年時点ではカルバート C677 の流路が本流となり(この時点でカルバート C678 及び C679 が確認できる)、さらに C677 の河川閉塞が進行した結果、現時点ではカルバート C679 の流路が本流となっていることが確認できる。これらの河道変化の原因は明らかではないが、航空写真からみる限り、上流からの土壌流入とともに、灌漑用に水路を引き回したことも土壌堆積を悪化させる要因となった可能性も高い。

この区間に関しては、Parkman の報告書でも、道路高を約 1m 上げる改良計画が提案されている。しかし、現道周辺の土壌堆積状況を考えると、盛土高を更に高くすると共に、抜本的な河道安定対策、土壌堆積防止策が必要であると考えられる。

d) 橋梁及び横断排水施設の現況

デジェン～デブレマルコス間には、Parkman の報告書の分類では 10 橋の小規模橋梁が設置されている。これら 10 橋の諸元は表 - 28 に示すとおりである。但し、Parkman の報告書でカルバートとして分類されている中にも橋梁として扱うことが妥当であると判断されるものもある。

表 - 28 ゴハチオン～デジェン間の橋梁諸元

キロ程	河川名	上部工	下部工	橋長	支間長	車道幅員	橋梁幅員
237+800	ピチュット	RC3 径間開腹式アーチ橋	石積橋台	34.7m	3X7.5m	6.3m	7.5m
243+600	タバ	RC3 径間単純 T 桁橋	コンクリート橋台及び橋脚	42.0m	3X7.5m	6.3m	7.9m
245+450	アバアデム(アプタ)	RC 開腹式固定アーチ橋	石積橋台	23.0m	10.8m	6.0m	7.8m
247+450	アビヤ	RC3 径間単純スラブ橋	石積橋台 + コンクリート橋脚	27.0m	3X6.0m	6.0m	8.0m
254+750	ボゲナ	RC 単純 T 桁橋	石積橋台	14.2m	12.0m	6.0m	8.0m
260+500	ゲトラ	RC 単純 T 桁橋	石積橋台	26.4m	12.1m	6.0m	8.0m
268+650	ジバ	RC 単純 T 桁橋	石積橋台	13.0m	10.0m	6.3m	8.3m
273+800	イエダ	RC4 径間ラーメンスラブ橋	石積橋台 + コンクリート橋脚	18.3m	3+8+3m	6.4m	8.0m
283+700	チェモガ	RC3 径間開腹式アーチ + RC 閉腹式アーチ	石積橋台	67.0m	3X6+2m	6.2m	8.2m
287+000	アバヒム(ウィセタ)	RC 単純 T 桁橋	石積橋台	17.0m	12.0m	6.0m	8.0m

注：キロ程は Parkman 社の実施した詳細設計図面に準拠。ERA のキロ程よりゴハチオン起点で 5.4km 少ない。

出典：Consultancy Services for Addis Ababa - Debre Markos Road Rehabilitation, Final Hydrological & Structural Report, 1996, ERA (Parkman Consultants Ltd.)

予備調査では、これら 10 橋についても目視ならびにコンクリート強度試験により損傷度調査を実施した。表 - 29 にこれら 10 橋の損傷度調査結果を示す。なお、損傷ランク判定に際しては、後述のアバイ橋の損傷度判定手法と同様、「東京都建設局橋梁点検要領による耐久性評価」で使用されている調査項目に基づき判定作業を行った。

表 - 29 ゴハチオン～デジェン間の橋梁に関する損傷度調査結果

河川名	損傷状況	要因	損傷ランク	架け替え / 補修
ピジェット	デブレマルコス側 3 径間目のアーチリブ下部にクラック及びコンクリート剥離	かぶり厚の薄い鉄筋部に発生した腐食錆	C	補修
タバ	主桁にクラック 両側の石積橋台に大きなクラック	施工不良	D	架け替え
アバアデム (アブタ)	アーチ鉛直材のコンクリート剥離及び鉄筋露出 デジェン側の石積橋台に大きな欠落部 デジェン側のアプローチ部に段差	橋面排水の不備によるコンクリート劣化、 橋台周辺のブラックコットンソイルによる不等沈下	D	架け替え
アピヤ	橋脚に縦方向のクラック、欠損部分あり 両側の石積み橋台にクラック	施工不良	D	架け替え
ボゲナ	支点部のコンクリート剥離及び鉄筋露出 主桁のコンクリート剥離及び鉄筋露出 デジェン側アプローチ部の法面洗掘	雨期の冠水 河積不足 上流側の河道変化	D	架け替え
ゲトラ	主桁のコンクリート剥離及び鉄筋露出 鉄筋の腐食数カ所あり	河積不足による主桁冠水	D	架け替え
ジバ	両側支点部にせん断、コンクリート剥離及び鉄筋露出 石積橋台に大きなクラック	桁高不足及びコンクリートの劣化 河積不足による主桁冠水	D	架け替え
イエダ	主桁にクラック数カ所あり 河川閉塞により橋梁として機能していない	施工不良 土壌堆積	D	架け替え
チェモガ	アーチリブ下部の 3 ヶ所にクラック	かぶり厚の薄い鉄筋部に発生した腐食錆	B	補修
アバヒム (ウェセタ)	主桁下面に間隔 50cm 未満のクラックが数本発生 主桁下面のコンクリート剥離及び鉄筋露出	コンクリートの配合不良 主桁主鉄筋の間隔が狭く、十分にコンクリートが回っていない 薄いコンクリートのかぶり	D	架け替え

出典：予備調査の現地踏査における損傷度調査結果

以上の損傷ランク判定結果より、デジェン～デブレマルコス間に架けられている 10 橋の内、8 橋の損傷度ランクが高く、架け替えが必要であると判断された。

これらの架け替えが必要と判断された橋梁の位置ならびに一般道路部の問題区間の位置を図 - 12 に示す。

一方、アバイ峡谷道路には、橋梁以外に横断排水施設として 186 箇所にスラブタイプカルバート、アーチタイプカルバート、パイプカルバート及びコルゲートパイプが設置されている。ERA の実施した詳細設計では、これらの横断排水施設すべてのインベントリー調査を実施し、再構築、補修の必要性を取り纏めている。これらの横断排水施設の概要を表 - 30 に示す。なお、現地踏査の結果、多くの横断排水施設で清掃が行われないことに起因する土砂堆積が見られ、排水能力低下の主な原因となっていることが確認された。

表 - 30 ゴハチオン～デジェン間の横断排水施設の概要

横断排水施設種別	箇所数	詳細設計時点の補修勧告等
スラブタイプカルバート	142	再構築 3 箇所、補修 89 箇所
アーチタイプカルバート	4	補修 2 箇所
パイプカルバート	6	再構築 2 箇所、補修 1 箇所
コルゲートパイプ	34	再構築 10 箇所、補修 17 箇所

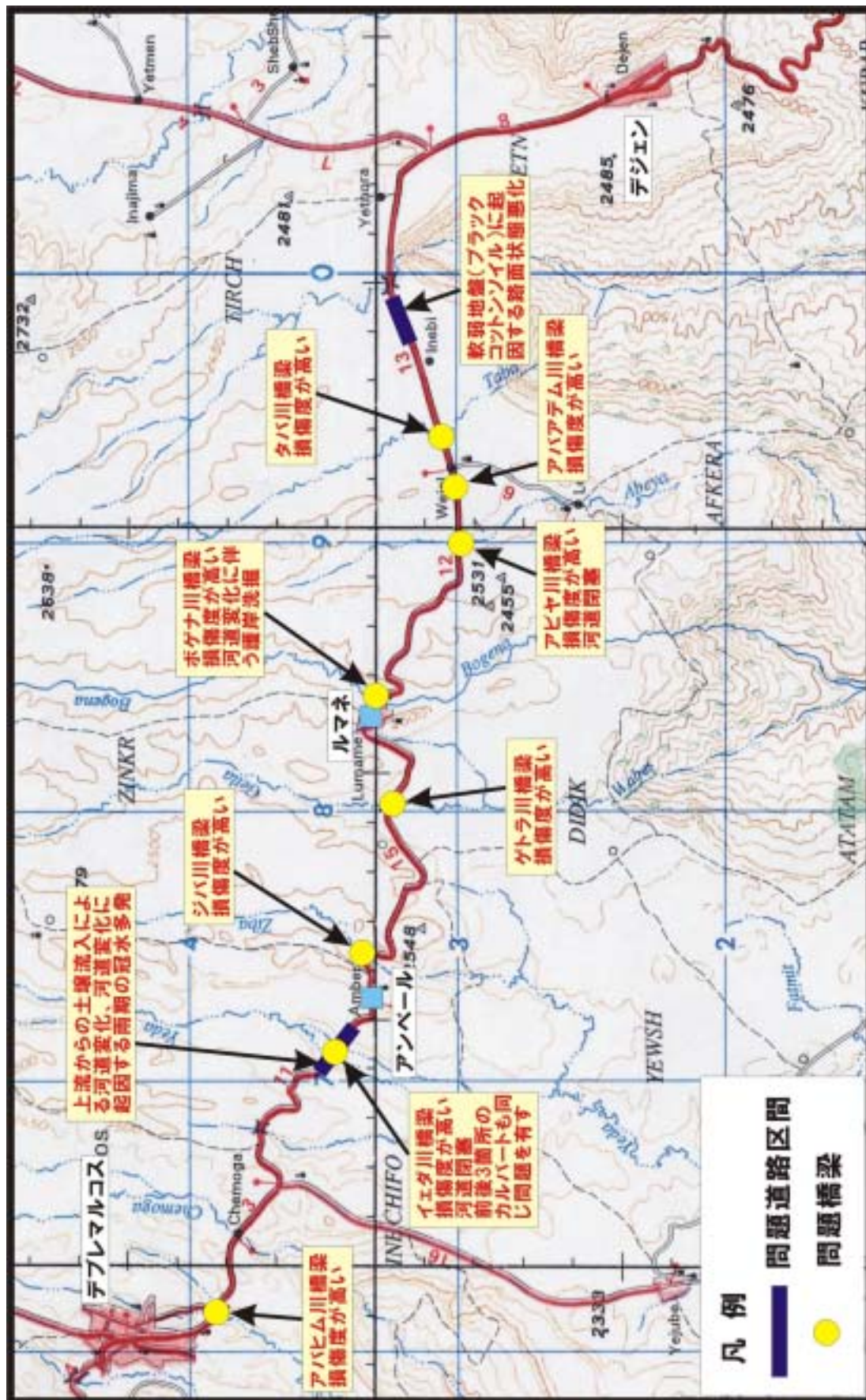


図 - 12 デジエン～デブレマルコス間道路の問題箇所

以上の、デジェン～デブレマルコス間の横断排水施設に関し ERA の詳細設計では、イベントリー調査結果に基づく破損状況ならびに水文解析結果から、再構築ならびに補修が提案されている。

e) 交通現況

表 - 31 に過去 5 年のデジェン～デブレマルコス間（観測地点はデブレマルコス近傍）の年平均日平均交通量の推移を示すが、当該道路区間を利用する交通は 260～320 台のレベルで変動しており、ゴハチオン～デジェン間と同様に必ずしも増加傾向ではない。

表 - 31 デジェン～デブレマルコス間の年平均日平均交通量の推移

年	乗用車	4 輪駆動	小型バス	大型バス	小型貨物車	中型貨物車	大型貨物車	トレーラー	合計
1998	7	91	22	35	26	19	98	24	322
1999	7	91	22	35	26	19	98	24	322
2000	4	81	18	28	26	19	79	15	270
2001	2	64	24	28	30	21	84	19	272
2002	2	64	27	31	23	24	76	19	266

出典：ERA 交通調査課

但し、デジェン～デブレマルコス間の交通量の季節変動を見ると、表 - 32 に示すように、雨期である 7 月（表中に網掛けで表示）の交通量が他の観測月よりも少ないことが判明した。この雨期に交通量が少なくなる傾向は、アバイ峡谷道路の交通特性とは明らかに異なる傾向である。

表 - 32 ゴハチオン～デジェン間の交通量の季節変動

観測月	乗用車	4 輪駆動	小型バス	大型バス	小型貨物車	中型貨物車	大型貨物車	トレーラー	合計
2000 年 2 月	18	83	26	30	62	10	89	17	335
2000 年 7 月	6	64	21	30	51	25	78	18	293
2000 年 11 月	8	71	18	30	45	14	74	11	271
2001 年 2 月	5	69	20	36	50	20	111	21	332
2001 年 7 月	2	58	20	31	52	12	71	15	261
2001 年 11 月	5	64	22	27	50	30	66	39	303
2002 年 2 月	9	56	21	35	62	17	81	14	295
2002 年 7 月	1	49	30	34	26	29	85	20	274
2002 年 11 月	2	62	33	32	22	20	57	26	254

注：網掛けの行は雨期を示す

出典：ERA 交通調査課

f) 交通事故発生状況

デジェン～デブレマルコス間でも、交通事故が多く発生している。表 - 33 に 2001 年 9 月から 2002 年 8 月の 1 年間に当該区間で発生した交通事故のデータを示す。

デブレマルコス警察署でのヒアリングの結果、当該区間における事故の特徴は、単独事故と共に、車両同士の衝突及び歩行者を巻き込んだ事故が主体であり、典型的な都市間道路の交通事故発生のパターンとなっている。

表 - 33 ゴハチオン～デジェン間での交通事故発生状況

区間	事故件数	死亡	重傷	軽傷	物損
デジェン～デブレマルコス	18	6	5	4	7

注：2001 年 9 月～2002 年 8 月の 1 年間に発生した交通事故データ

出典：デブレマルコス警察署

3 - 4 - 2 予備調査対象橋梁（アバイ橋）の現況

a) アバイ橋の概要

アバイ橋は、1947年にイタリアの戦時賠償としてアバイ峡谷に建設されたアーチ橋で、建設時の設計図面を含む設計関係資料は、図 - 13 に示す唯一残る建設時の写真を除き、一切現存していないことが ERA によって確認されている。



図 - 13 アバイ橋建設時の写真

従って、予備調査においては、アバイ橋ならびに周辺地域の測量を行い、図 - 14 に示す一般図ならびに図 - 15 に示す横断構成図を作成した。

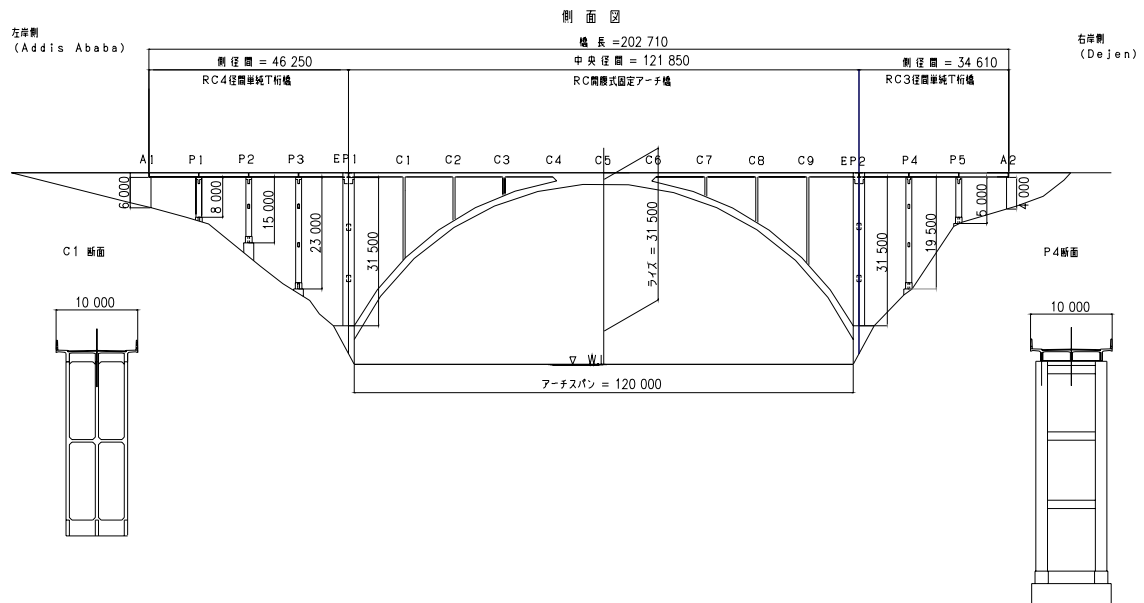


図 - 14 アバイ橋一般図

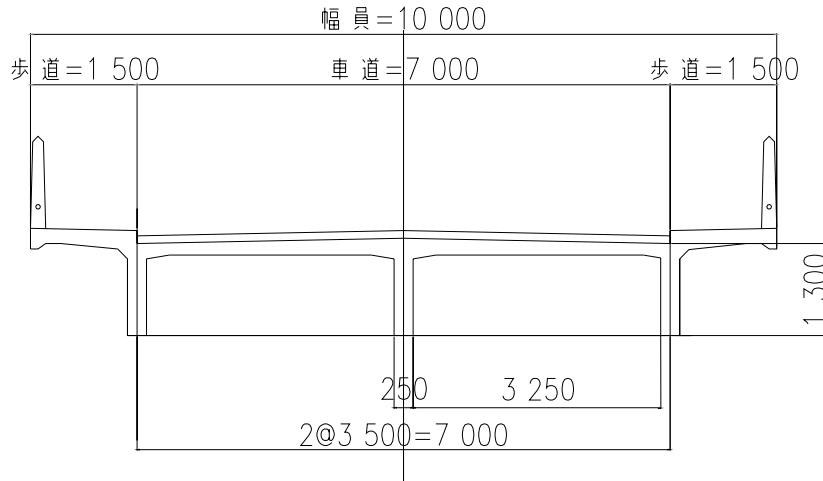


図 - 15 アバイ橋の横断構成図

また、アバイ橋の諸元をまとめて、表 - 34 に示す。

表 - 34 アバイ橋の諸元

項目	橋梁諸元
橋長	202.71m (中央径間 121.85m + 左岸側側径間 34.61m + 右岸側側径間 46.25m)
橋梁形式	中央径間 : RC 開腹式固定アーチ橋 (アーチスパン 120m、ライズ 31.5m) 左岸側側径間 : RC3 径間単純 T 桁橋 右岸側側径間 : RC4 径間単純 T 桁橋
橋脚高	アーチアバットの天端から 31.50m
幅員構成	橋梁全幅 : 10.00m、車道幅員 : 7.00m、歩道幅員 : 両側に 1.50m ずつ
その他	床版の破損により、車両 1 台のみの走行制限中

出典 : 予備調査団作成

b) アバイ橋の損傷度調査方法

建設から 56 年が経過し、老朽化や損傷が目立ってきているアバイ橋について目視調査を実施し、後述の非破壊検査結果と併せて、現橋を補修することで今後も供用し続けることの可能性について判定を行った。

補修の可能性についての判定は「橋梁定期点検要領」(平成 9 年、東京都建設局)を参考にし、図 - 16 に示す調査フローに従って実施した。

なお、中央径間部は橋脚高が 31.5m あり、かつ点検車がない限り近接しての目視調査も不可能であったことから、双眼鏡等を使用しての目視調査が主体となった。一方、側径間部に関しては、近接しての目視調査と共に、非破壊試験も実施した。目視調査では、コンクリート表面に顕在化した損傷の状況やコンクリート構造物全体の変形状況の確認を行い、調査結果を調査表に記入した。

一方、非破壊試験に関しては、シュミットハンマーを使用してのコンクリート強度試験ならびにコンクリートサンプルを採取してのコンクリート中性化試験を実施した。

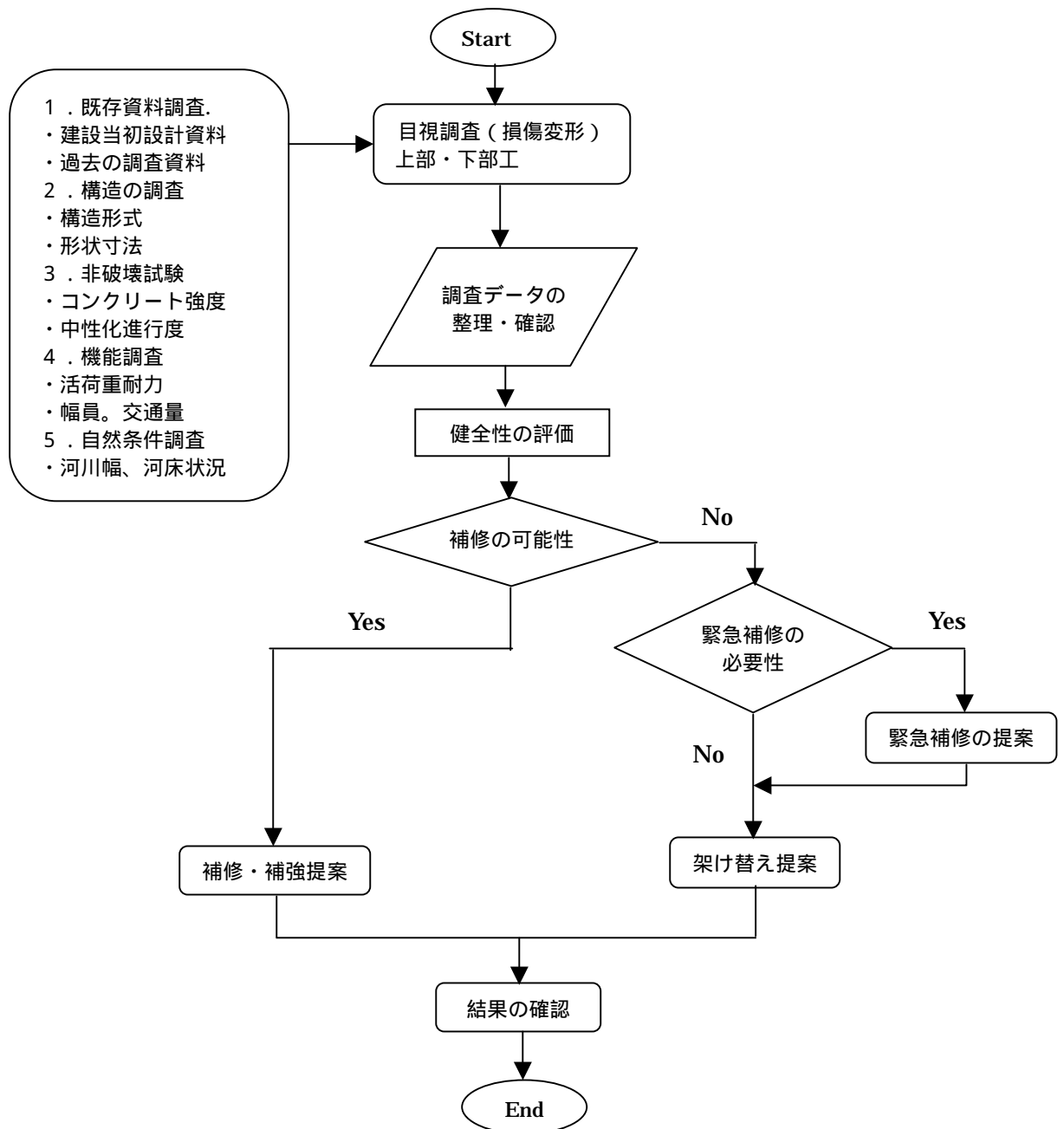


図 - 16 アバイ橋損傷度調査フロー

目視調査では、径間ごとに上部工、下部工、支承等の部材の損傷ランクを判断基準表に基づき a、b、c、d、e の 5 段階で判定する。なお、表 - 35 の部材別健全度判定表では、判定区分が d の場合は注意の段階で記録ならびに管理者の確認が必要とされ、判定区分が e の場合は危険で管理者の確認あるいは緊急補修の措置が必要とされている。予備調査団では、日本と異なり橋梁の点検ならびに維持補修が定期的には実施されていない ERA の維持管理体制を考慮し、部材別損傷ランクの b ~ c までは補修すれば使用可能となるが、d、e の判定は部材の作り替えが必要になると判断した。

表 - 35 部材別健全度判定基準

判定区分	状 況	措 置
a 健全	損傷が特に認められない	-
b ほぼ健全	損傷が小さい	記録
c やや注意	損傷がある	記録 動態観測
d 注意	損傷が大きい	記録・確認
e 危険	損傷が著しい。または、第三者へ影響を与える可能性がある	確認 緊急補修

注： 部材の損傷ランク e については、変状程度が危険であり、即時措置が必要となる、と点検要領に記載されている。

出典：橋梁の定期点検要領、平成 9 年、東京都建設局

さらに、表 - 36 に示す径間別健全度判定基準では、判定区分が D の場合は注意の段階で記録・詳細調査が必要とされ、判定区分が E の場合は危険で管理者の確認あるいは緊急補修の措置が必要とされている。本来、この健全度判定は、部材別の健全度判定結果に基づき計算される対象径間の耐久性と、交通量、設計活荷重及び供用年数から計算される安全性の関係を総合評価判定図にプロットした上で判定するものであるが、設計条件が一切不明であるアバイ橋においては、安全性を計算することはできない。

表 - 36 径間別健全度判定基準

判定区分	状 況	措 置
A 健全	総合健全度判定	-
B ほぼ健全	"	記録
C やや注意	"	記録・動態観測
D 注意	"	記録・詳細調査
E 危険	"	確認 緊急補修

注： 部材の損傷ランク E については、変状程度が危険であり、即時措置が必要となる、と点検要領に記載されている。さらに、損傷内容によっては、橋梁全体の機能を阻害し、最悪の場合崩壊につながる可能性もあることに注意する必要がある、とも記載されている。

出典：橋梁の定期点検要領、平成 9 年、東京都建設局

しかし、日本と異なり橋梁の点検ならびに維持補修が定期的には実施されていない ERA の維持管理体制、ならびに、アバイ橋の建設時に採用していたと想定される設計活荷重（AASHTO の HS20-44 あるいはそれ以下の活荷重）及び供用年数が 57 年を経過していることを考慮し、予備調査団では、径間別の耐久性判定で B～C までは補修すれば使用可能、D については補修することなしに放置することにより E ランクになる可能性が高いことから架け替えが望ましい、E ランクについては危険な状態であり架け替えが必要と判断した。なお、E の判定は変状程度が危険であり、架け替えと平行して現橋の維持のために緊急補修が必要となる場合もあると考えた。

c) アバイ橋の目視調査結果

1) 中央径間（RC 開腹式固定アーチ橋）の目視調査結果

中央径間の目視調査の結果、以下に示す損傷状況等が確認された。これらの状況をまとめて図 - 17、目視調査損傷ランク判定結果を表 - 37 に示す。なお、前述のように、中央径間部は近接しての目視調査が不可能であったことから、双眼鏡等を使用しての目視調査が主体となったことから、部材によっては損傷度が確認できていない。

- 補剛桁、床版・鉛直材はひび割れ等の損傷は確認できていない。
- スプリングング下縁に剥離・鉄筋露出が見られる。
- アーチリブ側面にコールドジョイントがひび割れが見られる
- エンドポストは、中間梁にひび割れ、剥離・鉄筋露出が見られる。

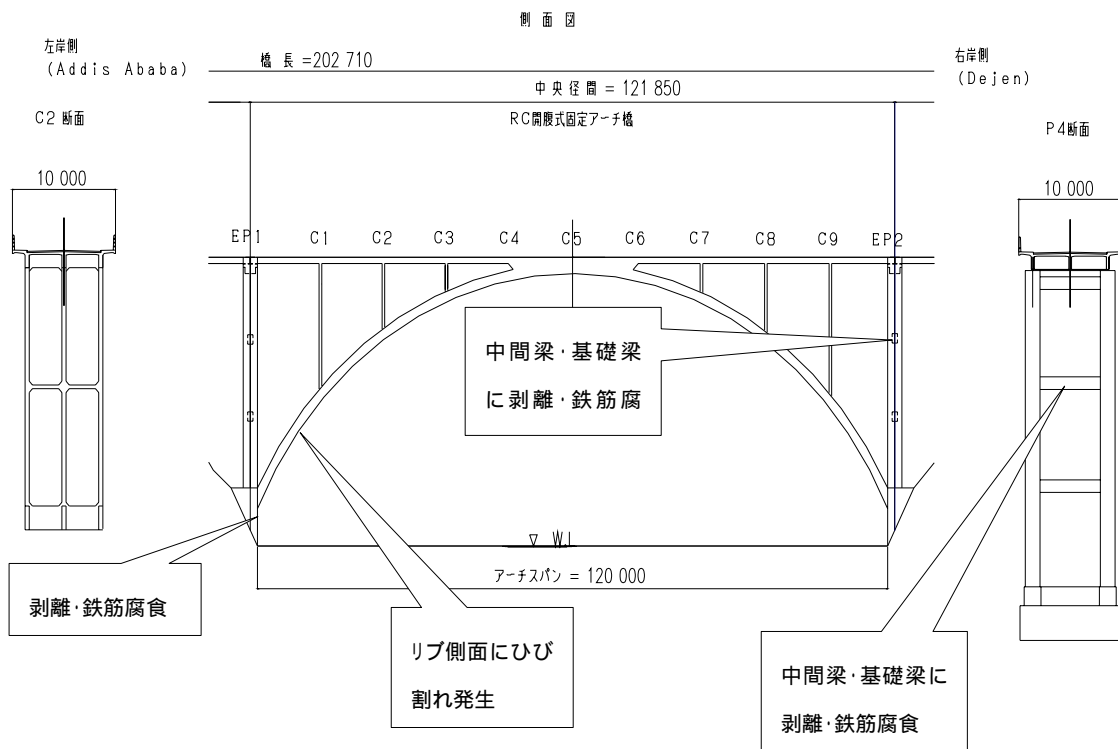


図 - 17 中央径間目視調査結果

2) 左岸側側径間（RC 4 径間単純 T 桁橋）の目視調査結果

左岸側側径間の目視調査の結果、以下に示す損傷状況等が確認された。これらの状況をまとめて図 - 18、目視調査損傷ランク判定結果を表 - 38 に示す。

- 両側主桁下端にコンクリート剥離が生じ鉄筋が腐食し欠損している。
- 床版、抜け落ち補修した箇所が 6 箇所を確認できる。
- 床版には高密度化したひび割れ発生箇所が多い。
- P 1 ~ P 3 まで全ての橋脚柱に鉄筋腐食によるひび割れが発生している。
- 橋脚の枕梁、中間梁、基礎梁に剥離、鉄筋腐食が生じている。

3) 右岸側側径間（RC3 径間単純 T 桁橋）の目視調査結果

右岸側側径間の目視調査の結果、以下に示す損傷状況等が確認された。これらの状況を

まとめて図 - 19、目視調査損傷ランク判定結果を表 - 39 に示す。

- 主桁はひび割れ間隔が高密度化しており、剥離に至る可能性が高い。
- 床版は抜け落ちて補修した所が3箇所あり、抜け落ちていない床版も二方向ひび割れが発生している。
- 橋脚柱はひび割れ、剥離・鉄筋露出生じ、鉄筋は断面欠損が生じている。
- 橋脚の枕梁、中間梁、基礎梁はひび割れ・剥離・鉄筋露出が見られる。

左岸側面図

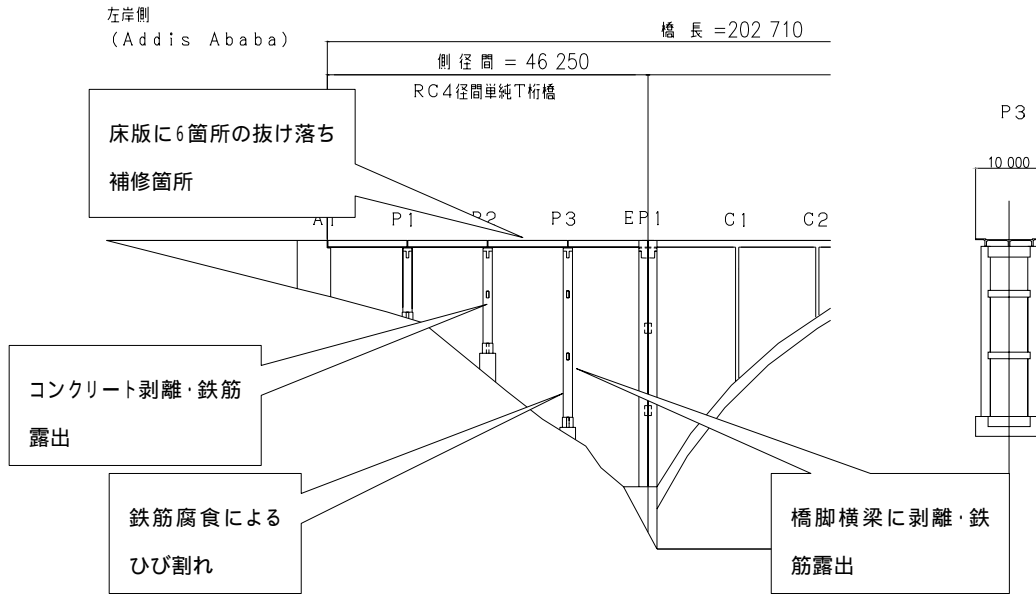


図 - 18 左岸側側径間目視調査結果

右岸側側面図

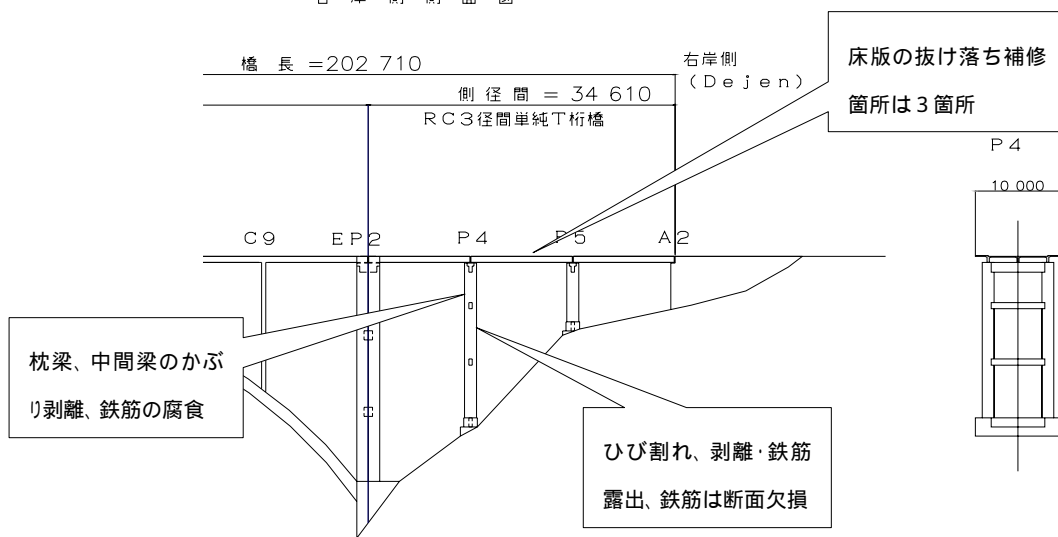


図 - 19 右岸側側径間目視調査結果

表 - 37 アバイ橋中央径間目視調査損傷ランク判定結果 (1)

部 材 区 分		損 傷	損 傷 の ラ ン ク							
			a	b	c	d	e			
コンクリート	主 桁	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm			
		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
		漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
		異常振動	なし	-	-	あり	-			
		異常たわみ	なし	-	-	あり	-			
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			
	横 桁	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm			
		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
		漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
	縦 桁	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		床 版	剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損		
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-		
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			抜け落ち	なし	-	-	-	あり		
			鋼板接着部の損傷	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			床版のひび割れ	なし	一方向ひび割れ	二方向ひび割れ (50cm以上)	二方向ひび割れ (50cm未満)	二方向で鉄筋の錆汁あり		
	変色・劣化		なし	規模 小	-	規模 大	-			
	漏水・滞水	なし	あり	-	-	-				
	下部工	コンクリート	橋脚躯体	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm	
				剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損	
				遊離石灰	なし	あり	-	-	-	
				豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-	
橋台躯体			すりへり・浸食	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-		
			欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大		
基礎		沈 下	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		移 動	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		傾 斜	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		洗 掘	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		支 承	本体	鋼	腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
					亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
ゆるみ	なし				-	-	規模 小	規模 大		
脱 落	なし				-	-	規模 小	規模 大		
破 断	なし				-	-	-	あり		
塗装劣化	なし				規模 小	規模 大	-	-		
漏水・滞水	なし				あり	-	-	-		
変 形	なし				-	規模 小	-	規模 大		
土砂詰まり	なし				規模 小	-	規模 大	-		
沈 下	なし				-	規模 小	-	規模 大		
移 動	なし				-	規模 小	-	規模 大		
傾 斜	なし		-	規模 小	-	規模 大				
ゴム	変色・劣化		なし	規模 小	-	規模 大	-			
	漏水・滞水		なし	あり	-	-	-			
	変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大				
モルタル	土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-				
	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大				
	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm				
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			

表 - 37 アバイ橋中央径間目視調査損傷ランク判定結果 (2)

支 承	アンカーボルト	腐 食	なし	断面錆 小	断面錆 大	断面欠損	断面欠損
		亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破 断	なし	-	-	-	あり
		変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大
高欄、防護 柵、地覆	コンクリート	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大
アスファルト舗装	段差・コルゲーション	なし	20mm未満	20mm～40mm	40mm以上	-	
	ポットホール	なし	10mm未満	10mm～30mm	30mm以上	-	
	ひび割れ	なし	5mm未満	5mm～30mm	10mm以上	-	
	わだち掘れ	なし	20mm未満	20mm～40mm	40mm以上	-	
	漏水・滞水	なし	あり	-	-	-	
伸縮装置	鋼	腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破 断	なし	-	-	-	あり
		遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		異常音	なし	-	-	あり	-
	変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大	
	ゴ ム	遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		破 断	なし	-	-	-	あり
		異常音	なし	-	-	あり	-
		変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大
	後打材	ひび割れ	なし	-	間隔50mm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
欠 損		なし	-	規模 小	-	規模 大	
剥離・鉄筋露出		なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損	
排水設備	腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大	
	亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大	
	ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大	
	脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大	
	破 断	なし	-	-	-	あり	
	塗装劣化	なし	規模 小	規模 大	-	-	
	変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-	
	漏水・滞水	なし	あり	-	-	-	
	変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大	
	土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-	
	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大	

表 - 38 アバイ橋左岸側側径間目視調査損傷ランク判定結果 (1)

部 材 区 分			損 傷	損 傷 の ラ ン ク						
				a	b	c	d	e		
コンクリート	主 桁		ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm		
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損		
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-		
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-		
			異常振動	なし	-	-	あり	-		
			異常たわみ	なし	-	-	あり	-		
	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大				
	横 桁		ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm		
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損		
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-		
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-		
	縦 桁		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損		
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-		
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-		
欠 損			なし	-	規模 小	-	規模 大			
床 版		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
		抜け落ち	なし	-	-	-	あり			
		鋼板接着部の損傷	なし	-	規模 小	-	規模 大			
		床版のひび割れ	なし	一方向ひび割れ	二方向ひび割れ (50cm以上)	二方向ひび割れ (50cm未満)	二方向で鉄筋の錆汁あり			
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
漏水・滞水	なし	あり	-	-	-					
下部工	コンクリート	橋脚躯体	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm		
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損		
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-		
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			すりへり・浸食	なし	規模 小	規模 大	-	-		
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-		
	基礎		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			沈 下	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			移 動	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			傾 斜	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			洗 掘	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			鋼	橋台躯体	ひび割れ	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
					亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
ゆるみ	なし	-			-	規模 小	規模 大			
脱 落	なし	-			-	規模 小	規模 大			
破 断	なし	-			-	-	あり			
塗装劣化	なし	規模 小			規模 大	-	-			
漏水・滞水	なし	あり			-	-	-			
支 承	本 体	鋼	変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-		
			沈 下	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			移 動	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			傾 斜	なし	-	規模 小	-	規模 大		
			ゴム	変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-	
				漏水・滞水	なし	あり	-	-	-	
		変 形		なし	-	規模 小	-	規模 大		
		土砂詰まり		なし	規模 小	-	規模 大	-		
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			

表 - 38 アバイ橋左岸側側径間目視調査損傷ランク判定結果 (2)

支承	モルタル	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
		欠損	なし	-	規模 小	-	規模 大
	アンカーボルト	腐食	なし	断面錆 小	断面錆 大	断面欠損	断面欠損
		亀裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破断	なし	-	-	-	あり
変形	なし	-	規模 小	-	規模 大		
高欄、防護柵、地覆	コンクリート	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-
		欠損	なし	-	規模 小	-	規模 大
アスファルト舗装	段差・コゲーション	なし	20mm未満	20mm ~ 40mm	40mm以上	-	
	ポットホール	なし	10mm未満	10mm ~ 30mm	30mm以上	-	
	ひび割れ	なし	5mm未満	5mm ~ 30mm	10mm以上	-	
	わだち掘れ	なし	20mm未満	20mm ~ 40mm	40mm以上	-	
	漏水・滞水	なし	あり	-	-	-	
伸縮装置	鋼	腐食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破断	なし	-	-	-	あり
		遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		異常音	なし	-	-	あり	-
	変形	なし	-	規模 小	-	規模 大	
	ゴム	遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		破断	なし	-	-	-	あり
		異常音	なし	-	-	あり	-
		変形	なし	-	規模 小	-	規模 大
	後打材	欠損	なし	-	規模 小	-	規模 大
		ひび割れ	なし	-	間隔50mm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
欠損		なし	-	規模 小	-	規模 大	
排水設備	後打材	剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損
		腐食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破断	なし	-	-	-	あり
		塗装劣化	なし	規模 小	規模 大	-	-
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-
		漏水・滞水	なし	あり	-	-	-
		変形	なし	-	規模 小	-	規模 大
		土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-
欠損	なし	-	規模 小	-	規模 大		

表 - 39 アバイ橋右岸側側径間目視調査損傷ランク判定結果 (1)

部 材 区 分			損 傷	損 傷 の ラ ン ク							
				a	b	c	d	e			
コンクリート	主 桁		ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm			
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
			異常振動	なし	-	-	あり	-			
			異常たわみ	なし	-	-	あり	-			
	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大					
	横 桁		ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm			
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
	縦 桁		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
	床 版		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			抜け落ち	なし	-	-	-	あり			
			鋼板接着部の損傷	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			床版のひび割れ	なし	一方向ひび割れ	二方向ひび割れ (50cm以上)	二方向ひび割れ (50cm未満)	二方向で鉄筋の錆汁あり			
変色・劣化			なし	規模 小	-	規模 大	-				
下部工	コンクリート	橋脚躯体	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm			
			剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損			
			遊離石灰	なし	あり	-	-	-			
			豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			すりへり・浸食	なし	規模 小	規模 大	-	-			
			変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-			
			漏水・滞水	なし	あり	-	-	-			
	基礎		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			沈 下	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			移 動	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			傾 斜	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			洗 掘	なし	-	規模 小	-	規模 大			
			支 承	本 体	鋼	腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
						亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
ゆるみ	なし	-				-	規模 小	規模 大			
脱 落	なし	-				-	規模 小	規模 大			
破 断	なし	-				-	-	あり			
塗装劣化	なし	規模 小				規模 大	-	-			
漏水・滞水	なし	あり				-	-	-			
変 形	なし	-				規模 小	-	規模 大			
土砂詰まり	なし	規模 小				-	規模 大	-			
沈 下	なし	-				規模 小	-	規模 大			
ゴム		移 動	なし	-	規模 小	-	規模 大				
		傾 斜	なし	-	規模 小	-	規模 大				
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-				
		漏水・滞水	なし	あり	-	-	-				
		変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大				
		土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-				
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大				

表 - 39 アバイ橋右岸側側径間目視調査損傷ランク判定結果 (2)

支承	モルタル	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大
	アンカーボルト	腐 食	なし	断面錆 小	断面錆 大	断面欠損	断面欠損
		亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破 断	なし	-	-	-	あり
変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大		
高欄、防護柵、地覆	コンクリート	ひび割れ	なし	-	間隔50cm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
		剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損
		遊離石灰	なし	あり	-	-	-
		豆板・空洞	なし	規模 小	規模 大	-	-
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-
		欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大
アスファルト舗装	段差・コゲーション	なし	20mm未満	20mm～40mm	40mm以上	-	
	ポットホール	なし	10mm未満	10mm～30mm	30mm以上	-	
	ひび割れ	なし	5mm未満	5mm～30mm	10mm以上	-	
	わだち掘れ	なし	20mm未満	20mm～40mm	40mm以上	-	
	漏水・滞水	なし	あり	-	-	-	
伸縮装置	鋼	腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破 断	なし	-	-	-	あり
		遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		異常音	なし	-	-	あり	-
	変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大	
	ゴ ム	遊間の異常	なし	-	-	あり	-
		破 断	なし	-	-	-	あり
		異常音	なし	-	-	あり	-
		変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大
	後打材	欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大
		ひび割れ	なし	-	間隔50mm以上	間隔50cm未満	幅が数mm
欠 損		なし	-	規模 小	-	規模 大	
排水設備	後打材	剥離・鉄筋露出	なし	-	鉄筋露出 小	鉄筋露出 大	鉄筋断面欠損
		腐 食	なし	表面錆 小	表面錆 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀 裂	なし	-	-	規模 小	規模 大
		ゆるみ	なし	-	-	規模 小	規模 大
		脱 落	なし	-	-	規模 小	規模 大
		破 断	なし	-	-	-	あり
		塗装劣化	なし	規模 小	規模 大	-	-
		変色・劣化	なし	規模 小	-	規模 大	-
		漏水・滞水	なし	あり	-	-	-
		変 形	なし	-	規模 小	-	規模 大
		土砂詰まり	なし	規模 小	-	規模 大	-
欠 損	なし	-	規模 小	-	規模 大		

d) アバイ橋の非破壊試験結果

1) シュミットハンマーによるコンクリート圧縮強度試験結果

シュミットハンマーによるコンクリート強度試験作業は、上部工については、点検車がなく、足場を設置する場合も非常に大規模なものとなるため、予備調査では実施することが不可能であった。従って、試験作業は、足場がなくても接近可能な範囲の下部工について実施し、表 - 40 に示すような試験結果を得た。

表 - 40 コンクリート圧縮強度試験結果

(単位：N/mm²)

部 材	左岸側 (A1)		右岸側 (A2)		建設当初の 想定強度
	試験箇所 1	試験箇所 2	試験箇所 1	試験箇所 2	
橋脚柱	25.4	----	21.9	----	24
橋脚基礎	14.6	28.9	33.3	13.9	＃
A1橋台	32.2	40.1	----	----	＃
ピア・アバット	20.0	17.6	34.5	19.8	＃

出典：試験結果に基づき予備調査団作成

- 橋脚柱については、試験結果は想定強度に近い値を示している。
- 橋脚基礎については、14N/mm²と低い値を示しているが、ひび割れが多いことによりバラツキが生じたものと推定する。
- A1橋台に関しては、橋台の躯体前面は、比較的ひび割れが少なために、想定強度を上回る値が出たものと考えられる。
- アーチ部のピアアバットに関しては、全体的にコンクリート圧縮強度は低い。
- 強度が低い値を示しているのはモルタルが浮いている部分である。

アバイ橋のコンクリート表面には全て化粧モルタルが施されて、そのモルタルは浮いている箇所も多い。また、鉄筋の腐食により、発生したひび割れや型わくの悪さからコンクリート表面に凹凸が多い。したがって、シュミットハンマーによる調査は、本来の測定結果が得られたとは言い難い。

2) コンクリート中性化試験

コンクリート中性化試験は、ドリルにより5mmごとに5段階に25mmまで橋脚柱のコンクリート切削し、サンプルを採取した。このサンプルを Transport Construction Design Share Company に持込み、フェノールフタレイン溶液による中性化測定を実施した。

その結果、コンクリート表面から20mmまで中性化が進行していることが確認できたが、25mm以降は中性化が進んでいることは確認できなかった。

e) アバイ橋の耐久性判定計算

前述の中央径間ならびに側径間の目視調査損傷ランク判定結果に基づき、耐久性判定式を用いて、部材別損傷ランクおよび径間別の耐久性判定を行った。アバイ橋はすべてコンクリート橋であり、両側径間が RC 単純 T 桁形式、中央径間は RC 開腹式固定アーチ形式の 3 径間で構成されている。したがって、コンクリート橋の耐久性判定式は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \text{耐久性} () &= a_1^{b_1} \cdot a_2^{b_2} \cdot a_3^{b_3} \cdot a_5^{b_5} \cdot a_6^{b_6} \cdot a_7^{b_7} \cdot a_8^{b_8} \\ &= a_1^{30} \cdot a_2^3 \cdot a_3^3 \cdot a_5^{10} \cdot a_6 \cdot a_7^3 \cdot a_8^3 \end{aligned}$$

ここで、表 - 41 に示す重み係数及び評価因子別の評点（コンクリート橋）より、各部材の損傷ランクに該当する評点、重み係数を求め、上記式に代入し、耐久性の数値を算出する。

表 - 41 重み係数及び評価因子別の評価（コンクリート橋）

		評価項目	i	評価因子別の評点 (a _i)					重み係数 (b _i)
耐久性	上部工	主桁	1	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	30
		縦桁	2	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	3
		横桁	3	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	3
		床版	5	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	10
		支承	6	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	1
	下部工	橋台	7	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	3
		橋脚	8	a = 1	b = 2	c = 3	d = 4	e = 5	3

出典：橋梁の定期点検要領、平成 9 年、東京都建設局

各径間毎の耐久性を計算した結果を表 - 42、各径間の耐久性計算書を表 - 43～表 - 45 に示す。

表 - 42 アバイ橋の各径間の耐久性計算結果

部材	評価因子	重み係数	左岸側(側径間)			中央径間			右岸側(側径間)		
			損傷ランク			損傷ランク			損傷ランク		
主桁	a ₁	30	5	30	9.31323E+20	3	30	2.059E+14	5	30	9.313E+20
横桁	a ₃	3	5	3	125	2	3	8	4	3	64
床版	a ₅	10	5	10	9765625	2	10	1024	5	10	9765625
支承	a ₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
橋台	a ₇	3	3	3	27	2	3	8	1	3	1
橋脚	a ₈	3	5	3	125	5	3	125	5	3	125
耐久性()					3.84 × 10 ³³			1.69 × 10 ²¹			7.28 × 10 ³¹

出典：調査結果に基づき予備調査団作成

上記で計算された各径間の耐久性()から、表 - 46 に示す評価判定と判定境界値を用いて耐久性判定を行うと、各径間の耐久性判定結果は表 - 47 に示すようになり、左岸側、右岸側の両側径間は評価判定結果がE、中央径間はDと判定された。

表 - 46 評価判定と判定境界値(コンクリート橋)

評価判定		A	B	C	D	E	
耐久性()	0	1	2	3	4	5	
判定境界値	1	2x10	1x10	9x10	9x10	9x10	34

出典：調査結果に基づき予備調査団作成

表 - 47 各径間の耐久性判定結果

耐久性判定	左岸側側径間	中央径間	右岸側側径間
	E	D	E

出典：調査結果に基づき予備調査団作成

最後に、表 - 36 に示した径間別の判定基準を用いて予備調査団が設定した判定基準でアバイ橋を判定すると、両側の側径間は危険な状態で架け替えが必要であると共に、緊急補修の必要性が高く、中央径間については架けが望ましいと判断された。

f) アバイ橋の損傷原因についての考察

アバイ橋の損傷箇所は、両側径間の主桁、床版と橋脚柱および橋脚横梁に集中している。これらの損傷原因は以下の理由によるものと考えられる。

1) 主桁・床版について

- 第一に、自動車荷重の増加と経年劣化が考えられる。近年における自動車荷重の増加はエチオピア国だけではなく世界共通の傾向である。経済の発展とともに年々自動車積載荷重は増加してきている。今回の交通量調査時の聞き取りにおいても、35t以上のトラックが頻繁に通行している。したがって、本橋は建設当時の設計荷重を大幅に超えていると判断される。また、本橋は建設から既に56年が経過しており、経年劣化が進行していると考えられる。
- 第二に、雨水の影響である。本橋の架橋位置は地形的に両側の取付道路が下ってくる最も低い位置にある。したがって、取付道路の路面および山側斜面に降った雨の大半は常に橋に集まる状況にある。また、橋は、橋面に降った雨水の排水しか考慮されていない。そのため、雨期には、橋面に行場のなくなった大量の水が溜まった状態が続いていたと考えられる。その結果、
 - 雨水が溜まった状態で自動車が走行するため、舗装は損傷を受けやすかった。
 - そのため、舗装が剥がれコンクリート床版にむき出し部分ができる。
 - 舗装が剥離したコンクリート床版には、自動車の輪荷重は直接載荷され、舗装による荷重分散はない。
 - また、舗装剥離で路面にできた凹凸は、自動車の衝撃荷重も増す結果となる。

- したがって、床版には、設計荷重以上の荷重が載荷されたことになり、ひび割れが発生し、そのひび割れは次第に発達し、抜け落ちへすすんだと考える。
- 過去に実施された床版の抜け落ち補修から、床版厚さは15cm、鉄筋は直径12mmが30cm間隔であったという。主桁間（床版支間）3.20mに対して、床版厚さ15cmは中間の横梁を考慮した二方向版と見なしても薄く、また鉄筋量も少ない。したがって、この床版厚さと少ない鉄筋量も床版の劣化を早めた原因と考える。現在の規定によれば、床版厚は少なくとも、22cm、鉄筋は直径16mm以上が15cm間隔以下で配置する必要がある。
 - 側径間のRC単純T桁形式と中央径間の補剛桁は、主桁間隔および支間長がほぼ同じであることから床版厚および鉄筋量も同じ条件と考えられる。しかし、床版の抜け落ち等の劣化は中央径間であるアーチ補剛桁には見られず、両側径間の床版に集中している。その理由として、以下の構造の違いが考えられ、側径間は、主桁曲げモーメント、たわみ、鉄筋の施工精度において不利な条件であったことが、床版劣化が側径間に集中した一因と考える。

表 - 48 側径間とアーチ補剛桁の相違

側径間	アーチ補剛桁
支間 12m の単純桁（伸縮目地が多い）	支間 12m の連続桁（伸縮目地が無い）
主桁ウエブ幅が 25cm と一定。	主桁ウエブ幅が 40cm から 25cm に変化する。
曲線であり斜角橋である（配筋精度が低い可能性）	直橋である（配筋精度が高い可能性）

出典：調査結果に基づき予備調査団作成

2) 橋脚について

- 橋脚の劣化は、雨期の間中常に伸縮目地からの漏水にさらされていたことによる。取付道路から橋面に流れ込んだ雨水は、橋面排水口から吐ききれず、伸縮目地から漏水し、雨期の間中、橋脚を濡らし続け、その繰返しが56年間の長期にわたり続いたため、コンクリートの中性化を促し、鉄筋を腐食させ、今日の劣化に至ったと考える。
- 橋脚劣化は、伸縮目地からの漏水に起因してはいるが、橋脚自身の施工精度が悪かったことにも原因がある。鉄筋かぶりは5mm～10mmと小さいものが多く、中には0mmに近いものもある。現在下部工の鉄筋かぶりは70mm以上とするのが一般的であり、その点、本橋脚はかぶりの少ない設計ならびに施工精度の悪さによりかぶりが極端に少なくなったものと考えられる。鉄筋かぶりを少なくとも、35mm以上が確保されていれば、たとえ、コンクリートの中性化が進行したとしても現在のような劣化をもっと遅らせることができたと考える。
- 伸縮継手部に位置する橋台や橋脚は、橋面からの漏水・滞水の影響を受けた結果、コンクリートは表面から約20mmの位置まで中性化が進行している。この中性化がかぶりの少ない鉄筋を腐食させ、ひび割れ、剥離・鉄筋腐食へと進展したものと考えられる。

g) 緊急補修の必要性

両側径間の両側径間の RC 単純 T 桁橋は、耐久性評価で (E) となり、本予備調査において架け替えが必要と判断した。しかし、架け替え工事に際しては、代替橋がないことからアバイ橋を通行止めにするにはできない。従って、架け替え工事完成までの期間、少なくともアバイ橋を使用し続けるために、現在の通行制限に加えて、以下に示す緊急補修(対策)を行うことが必要であると考えられる。

- 側径間は、床版ひび割れや主桁伸縮継手部からの漏水で劣化は現在も進行している状態であり、架け替え完了までの間の定期的点検を継続する。
- 現在のアバイ橋では、橋梁アプローチ道路部の雨水の多くが橋面に流れ込んでしまう構造になっている。この雨水の流入を防止するため、橋梁手前に雨水を分散させる溝を設置することが望ましい。
- 更なる床版の落下を防止するため、側径間の主桁に荷重を集中させる必要があり、このため、ペイント等により走行車線を中央に限定するような交通規制を行うことが必要である。万が一、側径間の床版の状態が悪化した場合には、鉄板を敷くなどの措置で荷重を分散させる措置が必要である。

h) アバイ河の河川状況

アバイ橋付近のアバイ河は、図 - 6 及び図 - 7 の航空写真の比較でも、1957 年時点と 1982 年時点で砂州の形状に大きな変化は見られず、地形的な制約もあって、河道自体は非常に安定した河川であると言える。また、水資源省では表 - 49 に示すように、1953 年からのアバイ河の月間流出量データを保有している。

従って、基本設計調査では、水資源省において最新の流出量データを入手することにより、水文解析を行うことが可能である。

表 - 49 アバイ河の月間流出量データ

STATION:- Abbey near Kessie
 BASIN:- Blue Nile
 DRAINAGE AREA, Km²:- 65784

Station no. :- 112001
 Co-Ordinate:- 11d 04'n 38d 11'e

YEAR	*	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	MP	MMD
1953	I															
1954	II	298.77	167.69	197.65	88.98	36.81	126.51	5888.00	9216.12	5419.01	2377.44	1263.90	168.91	240.00		
1955	III	148.00	86.00	76.90	58.50	23.00	213.00	3712.00	6683.00	3393.00						
1956	I	311.99	190.34	140.65	225.02	870.20	895.59	2544.65	5230.69	2375.40	2377.44	1263.90	168.91	240.00	15911.03	
1956	II	140.00	92.00	66.00	207.00	62.10	112.00	1713.00	3844.00	1330.00	1264.00	512.00	287.00			3844.00
1957	I	394.68	217.84	638.41	521.61	471.00	211.50	1520.00	3191.51	2053.51	2047.11	292.11	338.11	12912.23		
1957	II	179.00	120.00	481.00	410.00	166.00	107.00	2383.00	3170.00	1439.00	406.00	226.00	164.00			3170.00
1958	III	120.00				42.70	65.20	67.60	1240.00	426.00	226.00	160.00	101.00			
1958	I	227.03	158.33	106.19	88.27	38.88	143.38	3204.56	7766.41	3109.54	1915.35	1074.51	640.14	18411.80		
1958	II	101.00	79.60	52.40	56.90	21.90	145.00	3827.00	4806.00	2422.00	960.00	484.00	296.00			4806.00
1959	III	71.50	54.60	204.77	123.07	76.55	60.95	2672.00	7501.85	4506.80	1944.09	1074.64	708.74	19562.96		
1959	I	195.00	123.00	105.00	61.60	40.00	63.20	2013.00	5240.00	916.00	560.00	330.00	210.00			5240.00
1960	II	488.98	288.66	244.95	156.54	127.90	86.20	3253.06	6625.32	3234.00	1297.99	722.22	480.43	17066.25		
1960	III	210.00	133.00	112.00	75.40	65.20	46.90	3071.00	4496.00	2628.00	149.00	345.00	133.00			
1961	I	133.00	101.00	71.30	48.80	36.80	33.50	1446.00	4717.00	2432.00	351.00	197.00	133.00			
1961	II	129.00	96.00	80.00	49.00	35.00	28.50	3393.00	4498.00	2721.00	1171.00	415.00	317.00	18572.35		
1961	III	96.00	70.20	56.90	33.00	28.50	110.00	1240.00	883.00	416.00	416.00	318.00	202.00			4498.00
1962	I	436.05	254.36	226.33	134.09	117.08	131.41	13743.13	8018.28	1927.83	1927.83	851.44	535.54	15633.78		
1962	II	205.40	128.80	100.40	61.40	65.00	88.00	1671.00	2906.00	1449.00	1449.00	402.00	261.60			2906.00
1963	III	130.60	86.50	63.80	45.30	26.60	27.50	59.00	1629.00	868.00	412.00	264.20	148.80			
1963	I	352.41	242.62	208.85	154.48	110.93	184.39	2013.15	6586.96	2950.91	1078.51	761.24	645.52	15490.07		
1963	II	152.70	106.80	92.50	79.00	25.00	100.40	46.38	3987.00	2812.00	580.00	354.30	351.20			3987.00
1964	III	108.40	92.50	50.80	49.70	61.40	59.00	105.20	1818.00	587.80	264.20	180.10	180.10			
1964	I	399.00	262.20	195.00	171.70	96.60	238.40	5365.80	8995.70	4351.90	2339.90	1173.50	799.50	24351.00		
1964	II	182.40	121.90	73.10	177.90	60.20	311.00	4998.00	7885.00	2492.00	1467.80	983.90	351.20			7885.00
1965	III	185.10	116.00	77.40	57.40	38.40	31.00	2797.00	4700.00	1617.30	861.20	357.40	241.50			
1965	I	239.00	150.10	98.80	110.00	54.20	28.30	1644.00	2678.00	1404.40	631.00	319.10	261.40	9684.00		
1965	II	150.70	98.80	71.70	54.20	27.50	26.60	29.30	651.60	4477.00	279.80	224.40	141.40			2678.00
1966	III	319.40	247.50	185.90	121.70	67.50	98.20	3979.00	3797.00	2150.00	847.00	577.00	391.00	9931.20		
1966	I	141.40	120.20	76.00	56.60	36.00	63.80	1005.10	2112.00	1188.00	376.40	266.80	180.10			2112.00
1967	II	106.80	76.00	44.20	37.00	22.50	18.50	60.20	903.10	382.80	272.00	184.70	118.50			
1967	III	262.00	152.00	170.00	285.00	102.00	102.00	2811.00	6182.00	2680.00	1692.00	945.00	623.00	16297.00		
1967	I	116.80	77.50	123.60	111.70	173.50	98.80	2540.00	3393.00	1803.00	1241.00	408.60	319.10			3393.00
1968	II	77.50	51.90	45.30	65.00	39.00	18.80	177.90	1657.00	619.00	415.20	321.90	167.10			
1968	I	363.00	246.90	173.30	118.80	118.80	356.80	3585.80	4652.00	2005.00	1287.00	787.00	478.00	14105.30		
1968	II	164.00	115.00	78.70	113.00	68.90	294.00	3048.00	3167.00	905.00	787.00	308.00	218.00			3167.00
1969	I	146.00	85.00	54.80	32.40	35.30	64.80	190.00	868.00	652.00	314.00	197.00	148.00			
1969	II	144.00	122.00	111.00	106.00	171.00										
1969	III	318.00	217.90	223.50	197.00	171.00										
1970	I	138.00	110.00	118.00	78.70	45.70										
1970	II	99.80	77.30	56.00	45.70											
1971	III	277.20	155.60	118.20	95.10	107.60	262.10	1076.70	2448.40	1076.70	703.50	456.60	216.00	152.00		
1971	I	124.30	79.50	49.20	45.60	27.70	26.70	245.20	522.90	1946.00	522.90	362.80	214.80			
1972	II	81.00	49.20	41.10	22.70											
1972	III	282.00	168.40	121.50	148.60	95.90	122.60	1428.80	2687.50	1092.50	487.50	317.30	200.30	7132.90		
1972	I	130.60	82.50	54.00	79.50	65.00	143.20	896.30	1786.00	616.20	269.30	166.60	92.20			1786.00
1973	II	32.50	35.30	40.00	40.00	20.40	21.10	291.00	391.00	268.00	138.80	92.20	54.00			
1973	I	171.60	111.00	75.00	57.00	36.00	47.00	226.00	276.00	226.00	126.00	77.60	47.60	13680.15		
1973	III	62.60	41.10	25.70	17.90	86.40	124.50	3463.00	4477.00	1436.00	725.00	309.50	177.60			
1974	I	42.20	26.60	13.30	7.90											
1974	II	255.50	133.20	119.50	85.40	176.10	208.00	3958.60	6587.00	2576.00	1403.00	761.40	497.40	16722.50		
1974	III	120.90	69.80	46.60	51.20	193.50	306.90	3130.00	5500.00	1418.00	725.00	373.90	224.80			5500.00
1975	I	319.20	229.90	161.00	102.50	71.00	102.50	2831.00	8077.40	6644.20	2054.20	1088.80	727.80	22630.90		
1975	II	144.20	108.20	77.30	50.00	34.90	46.20	2880.00	4587.00	1172.00	1172.00	519.20	324.30			4587.00
1976	III	101.00	78.80	48.80	30.20	22.40	24.30	1082.00	1492.00	647.00	526.80	327.40	219.60			
1976	I	485.00	286.30	243.30	195.40	182.70	158.20	1827.80	6946.00	3059.70	1206.40	956.60	543.80	16106.70		
1976	II	230.00	144.20	111.80	88.00	132.30	144.20	1748.00	4800.00	2647.00	600.00	450.80	254.20			4800.00
1977	I	148.40	84.80	72.80	44.40	35.30	35.30	1956.80	1495.00	638.00	349.00	259.80	199.00			
1977	II	182.30	102.60	65.60	41.50	27.10	110.00	2464.00	4177.00	1867.00	1000.00	581.00	291.00	17590.04		
1977	III	104.60	78.80	62.80	28.40	24.60	22.40	113.60	1509.00	810.00	519.20	294.90	193.50			4177.00
1978	I	412.20	252.50	177.90	117.20	105.10	132.20	2406.60	4882.80	2453.80	306.80	703.90	457.40	13785.30		
1978	II	191.20	119.00	83.30	78.80	47.70	159.00	2710.00	3290.00	1430.00	1058.00	235.50	142.10			3290.00
1979	III	120.90	86.40	46.60	36.90	27.50	25.70	165.90								
1979	I	299.50	183.70	133.66	92.28	135.19										
1979	II	132.30	92.80	61.40	41.10	32.00										
1979	III	92.80	61.40	42.20	31.10											
1980	I	230.40	146.10	117.30	118.40	56.60	115.10	1532.10	5403.50	4367.60	1554.30	817.50	506.80	14959.70		
1980	II	108.20	68.40	50.00	198.10	84.80	222.20									