

2.3 サイト状況

2.3.1 調査対象地域の自然概況

「ガ」国は、国土面積約 24 万平方キロメートル（日本の約 2/3）、人口 2,300 万人を擁し、ギニア湾の黄金海岸に面し、ほぼ長方形の国土を有している。北はブルキナファソ、東はトーゴ、西はコートジボワールに接している。

地形

「ガ」国は大半が赤いラテライト層の穏やかな起伏を持つ低い丘陵地で、東南部の丘陵にある最高高度地点でも、標高は 876m である。南部海岸は砂浜で、その内陸には、数本の短い河川が流れる海岸平野が続く。西南部は深い森林で覆われた高原であり、北部は起伏のある丘陵に黒ボルタ川と白ボルタ川が流れ、やがて合流してボルタ川となっている。ボルタ川は黒ボルタ川と白ボルタ川の合流地点から南に向かい流れて、ギニア湾に注ぎ込む。

ボルタ川に造られたアソコンボダムは、世界最大の人造湖となっている。本調査対象路線は南部海岸平地から中部丘陵地域に位置している。

気候

気候は亜熱帯気候に属し、南東部は比較的乾燥、中西部は暑く湿潤、北部は暑く乾燥している。雨季は 5～6 月（小雨季）および 9～10 月（大雨季）の 2 回の約 6 ヶ月間であり、年間平均降雨量は本調査対象地域である南部海岸側地域で約 600mm 程度、中部地域で 1500mm ほどである。例年 6 月から 7 月に最大降雨が発生する。1～3 月にかけて北東貿易風が強く、サハラ砂漠からの砂塵が飛来する。年間平均気温は対象地域で 26℃となっている。月別平均気温は 26℃～30℃と年間の気温変動は少ない。おおよそ 3 月ころに最高気温約 33℃、8 月ころに最低気温約 22℃程度を記録している。

地質

調査対象地域の地質は主に北部は変成岩（片麻岩、片岩）と南部は堆積岩（砂岩、ケイ岩質砂岩、千枚岩など）の地質構成が見られる。

河川流域

調査対象地域は南部、北部ともにブラ川の河川流域に入っている。

2.3.2 交通状況

(1) ECOWAS 域内における調査対象道路

15 カ国から構成される西アフリカ諸国経済共同体（Economic Community of West African States: ECOWAS）では、域内経済統合を図るため、東西方向の道路整備を中心に進めている。ナイジェリアとセネガルを結ぶ Trans-coastal Highway (4,560 km) および Trans-Saharan Highway (4,460 km) である（図 2-5）。

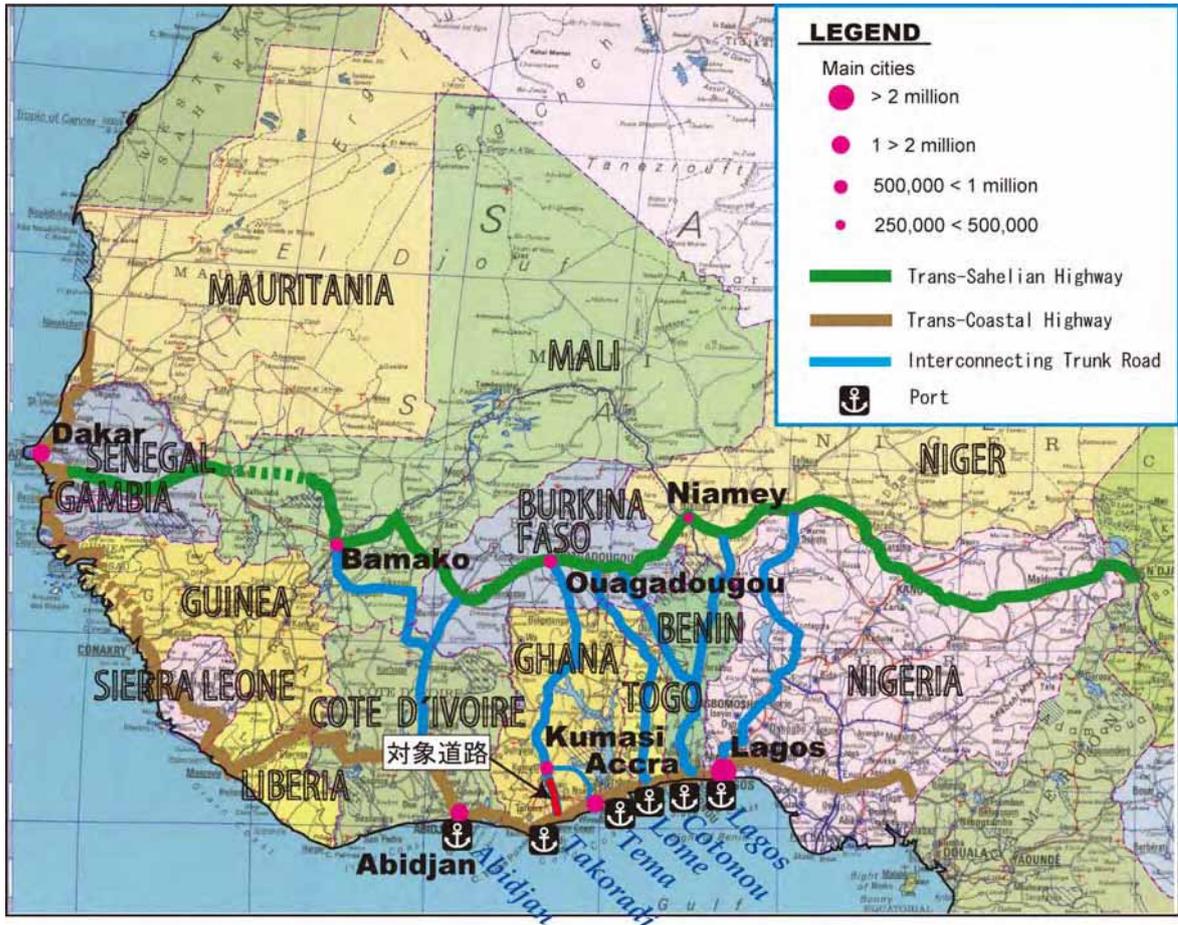


図 2-5 ECOWAS における対象道路周辺の幹線道路

一方、ECOWAS 域内での貿易競争は激しく、東西道路を結ぶ南北道路整備が各国独自で進められている。ニジェール、ブルキナファソ、マリといった内陸国では、東西道路整備による ECOWAS 諸国との経済統合・連携と共に港湾と結ぶ南北道路整備が重要となっている。

ECOWAS 域内の道路整備の位置づけは以下のとおりである。

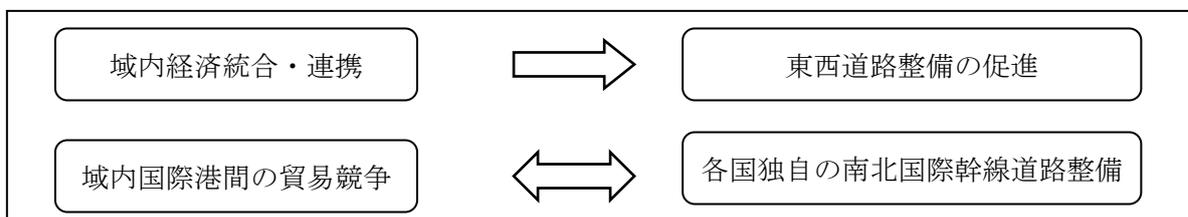
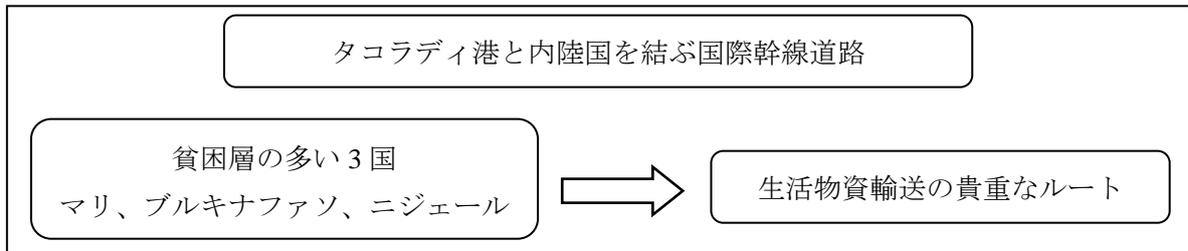
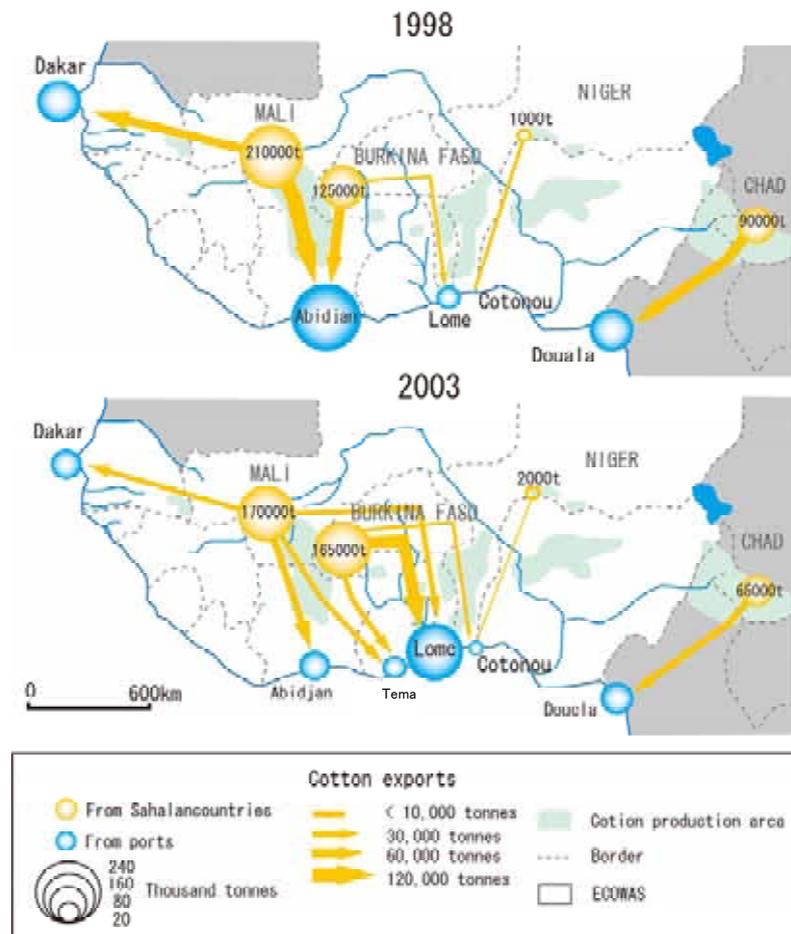


図 2-5 に示すとおり、調査対象道路 176km は、トランジット貨物をガーナ国経由で輸送する場合のクマシからタコラディ港を結ぶ幹線道路区間に位置している。タコラディ港における内陸国 3 国（ニジェール、ブルキナファソ、マリ）とのトランジット貨物輸送のほとんどは米や砂糖、食料品などの輸入生活物資であり、調査対象道路は、貧困層の多い内陸 3 国にとって生活物資輸送の貴重なルートとなっている。

調査対象道路 176km の整備の位置づけは以下のとおりである。



代表的トランジット貨物の一つであるコットンに関し、2002 年 9 月のコートジボアール国の政変前後（1998 年および 2003 年）の主要港取扱量の変化を図 2-6 に示す。



出所：ECOWAS Secretariat (2006)

図 2-6 コートジボアールの政変前後におけるコットン取扱量の推移

ECOWAS 周辺国で最大の貿易港であったアビジャン港のコットン取扱量は、政変後の 2003 年に激減し、その多くは、同じフランス語圏であるロメ（トーゴ）に移り、ガーナ国最大のテマ港の貨物量も増えている。トランジット貨物の取扱量は、税関手続きの処理時間、荷役必要経費、港湾荷役施設の整備状況、大型船の入港可能性、倉庫の整備状況、等々の港湾整備状況により決まり、各国ともに競争を繰り返している。さらに、港と内陸国を結ぶ各国の道路整備状況に大きく影響される。

(2) クマシ〜タコラディ港間のトランジット交通

ガーナ国におけるトランジット貨物の取扱量は図 2-7 に示すとおり、2001 年から 2003 年にかけて、急激に増加している。これは、アビジャン港で取り扱われていた貨物量のうち約 80 万トンがテマ港やタコラディ港で取り扱われるようになったものと推定される。一方 2003 年以降は、漸増となっており、特にテマ港での取扱量は頭打ちであり、タコラディ港において増加傾向にある。

2006 年のガーナ国におけるトランジット貨物の 8 割がテマ港で取扱われ、2 割がタコラディ港である。

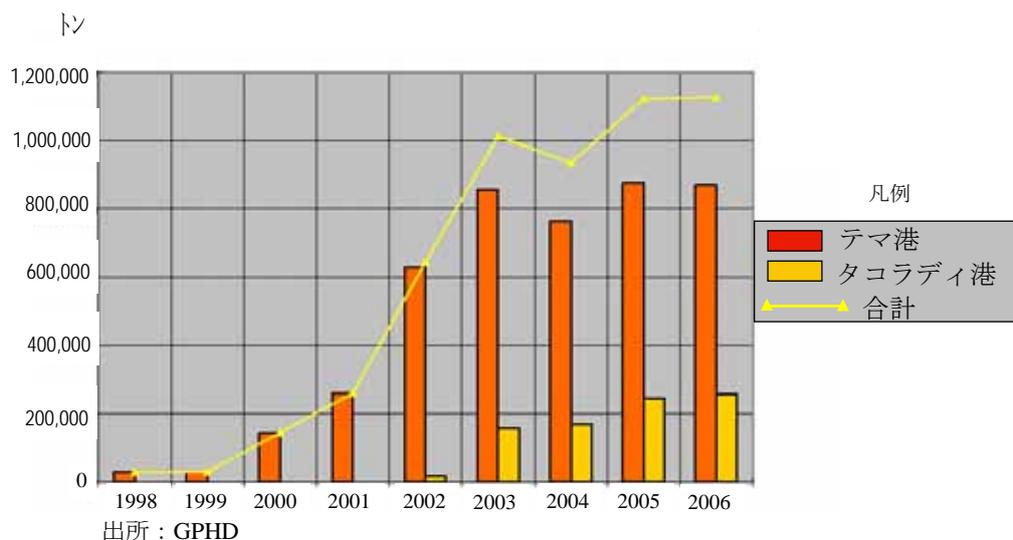


図 2-7 ガーナ国におけるトランジット貨物取り扱い量の推移

2006 年のタコラディ港における輸出・輸入取扱貨物総量は 472 万トンであり、このうち約 5% (25.6 万トン) がトランジット貨物である。25.6 万トンのうちブルキナファソ (20%)、マリ (13%)、ニジェール(34%)など内陸国の占める割合が約 7 割である。また、2005 年ではトランジット貨物量 24.7 万トンのうちブルキナファソ (18%)、マリ (28%)、ニジェール(49%)の占める割合が約 9 割となっている (図 2-8)。

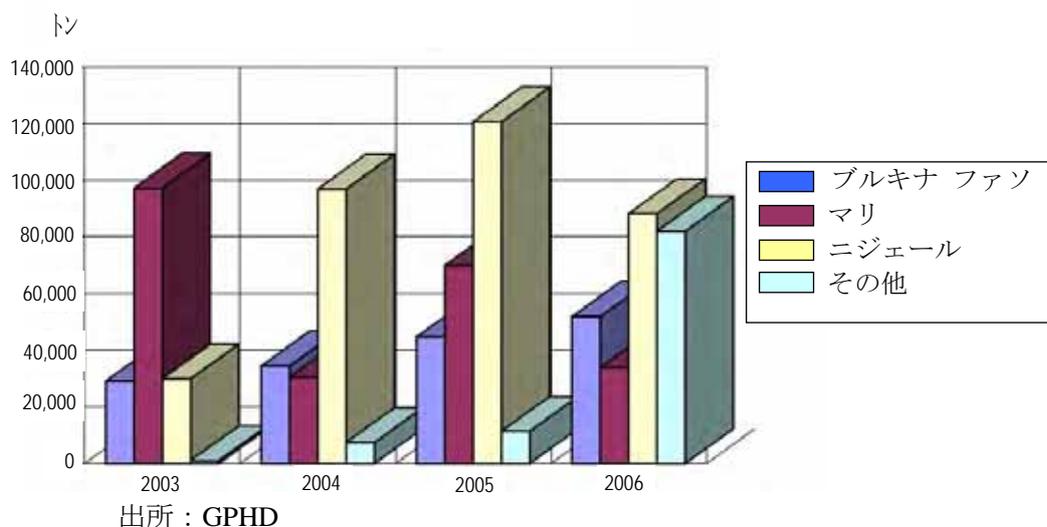


図 2-8 タコラディ港におけるトランジット貨物取扱量の推移

図 2-8 に示すとおり、コートジボアールやトーゴなど他国からの陸送による貨物の取扱量が年々、大きくなっている。

内陸国とのトランジット貨物輸送の推移をみると、マリ国は減少傾向にあり、ブルキナファソは漸増している。ニジェールからの最近 2～3 年の貨物はほぼ同程度となっている。ガーナ港湾庁（Ghana Ports and Harbors Authority：GPHA）とのヒアリング結果では、各国の港が取扱量をめぐって激しく競争しており、内陸国との輸送に関し、今後の取扱量の予測は難しい状況にある。内陸 3 国とタコラディ港とのトランジット貨物取扱量の推移は以下の通りであり、変動が激しい状況にあり、将来予測が難しいが概ね増加傾向となっている。

表 2-14 タコラディ港と内陸国とのトランジット貨物輸送量（トン）

2003	2004	2005	2006	2007（予測）
157,152	169,258	246,825	256,122	310,895

出所：GPHD

タコラディ港で取り扱われる内陸国関連のトランジット貨物に関し、ブルキナファソに対しては 2 割程度の輸出貨物を取り扱っているが 8 割が輸入貨物であり、マリ及びニジェールに関しては、ほとんどが輸入貨物である。これら輸入貨物は、米や砂糖、食料品などがほとんどであり、マリやブルキナファソ、ニジェールといった貧困層の多い国にとって貴重な生活物資をタコラディ港から輸入しクマシ～タコラディ間の輸送ルートを活用していることになる。

港湾局による 2007 年の予測値より、年間 31 万トンのトランジット貨物がタコラディ港で取扱われる。年間稼働日を 9 割とした場合、大型トラック（35 トン積載可能）による一日の交通量は 30 台程度となる。従って、調査対象道路である 8 号線を活用した大型トラックによるトランジット貨物の輸送は、30 台／日程度と推定される。これらの貨物は内陸国の生活物資であり、8 号線が周辺国の生活物資の輸送にとって非常に貴重な役割を担っている。

(3) クマシ〜タコラディ間の産業物流

タコラディ港の輸出貨物と輸入貨物の取扱量は、1998年当時、ほぼ均衡していたが、その後、輸出貨物の取扱量が急増し、2006年には輸入貨物の3倍弱となっている。2006年の総取扱量は472万トンであり、トランジット貨物取扱量の15倍を超えている。

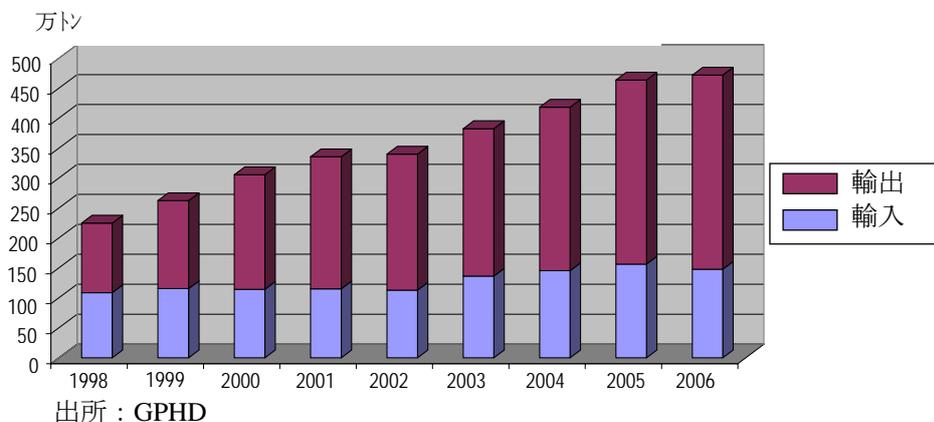


図 2-9 タコラディ港の輸出入貨物取り扱量の推移

輸出品の主なものは、ボーキサイトやマンガンなどの鉱物資源やカカオおよび木材などであり、主要輸出品として以下の取扱量が挙げられる。

表 2-15 タコラディ港からの主要輸出品 (トン)

主要輸出品	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ボーキサイト	643,119	503,823	494,042	498,060	769,294	884,589
マンガン	1,109,782	929,496	1,543,918	1,624,123	1,746,910	1,690,094
カカオ豆・製品	266,890	266,890	274,384	175,705	356,892	318,287
材木・材木製品	355,845	355,845	374,336	203,056	204,384	188,904
合計	2,375,636	2,375,636	2,082,039	2,416,721	2,683,459	3,023,395

出所：GPHD

タコラディ港における年間約 300 万トン (2006 年) の輸出産業の幹線物流網を図 2-10 に示す。300 万トンを大型トラック (35 トン積載可能) に換算すると日平均、約 300 台 (年間稼動日を 9 割とする) の大型車両が必要となる。主要輸出品のうち、ボーキサイトは、アワソなどに集積され、鉄道や道路によりタコラディへ運搬され、マンガンはタルクワを中心に集積されタコラディへ運搬されている。カカオや木材は、調査対象道路である国道 8 号線 (クマシ〜タコラディの主要区間) やボーキサイトと同じルートでタコラディへ運搬されるルートが主ルートとなっている。

カカオの輸出に関し、カカオ委員会でヒアリング調査を実施した結果、タコラディ港への輸送の 3 割程度を 10 月から 1 月の間に 8 号線を利用して輸送している。2006 年度実績では、32 万トンのカカオが輸出されており、その 3 割程度が 8 号線を利用し、大型トラック換算 (35 トン積載可能) で平均日 20 台程度が 8 号線の通過交通と判断される。さらに、8 号線沿いには、カカオの集積場があり、集積場へ輸送するための短距離交通が必要なため、部分的に上記 20 台以上の大型トラックが通過する場合もある。

ガーナ国の中部から北部にかけて生産された農産品・産業物資のうちタコラディ港から輸出される物資やケープコーストおよびタコラディ周辺で消費される物資のほとんどが8号線を運搬経路としている。また、セメント、米、小麦、車、肥料などタコラディから輸入された貨物のほとんどが国道8号線を通じて同国第2の都市クマシを中心に流通し、さらにクマシ周辺の町やテチマン、タマレといった中央部から北部の町へと流通している。

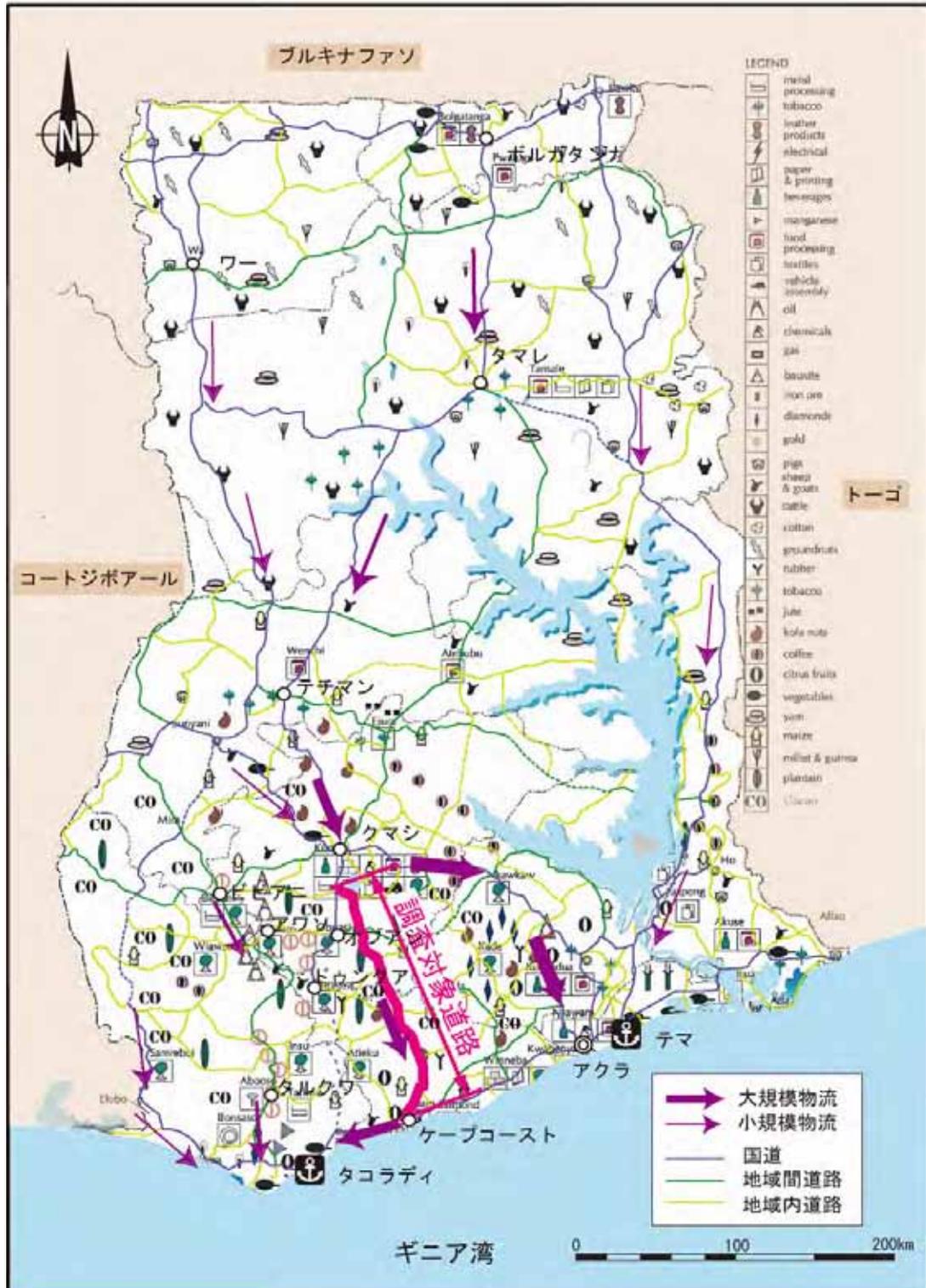


図 2-10 ガーナ国輸出産業の幹線物流網図

(4) 調査対象道路周辺の道路交通網

ガーナ国において100万人以上の人口を有する2大都市は首都アクラと文化都市クマシであり、次に人口の多い都市は下表に列記するとおり20万人程度以下の人口規模となる。

表 2-16 ガーナ国における人口の多い10都市

都市名	人口	都市名	人口
1. アクラ	1,659,000	6. テマ	141,000
2. クマシ	1,170,000	7. オブワシ	116,000
3. タマレ	202,000	8. セコンディ	114,000
4. タコラディ	175,000	9. コフォリドゥア	87,000
5. アシヤイマン	150,000	10. ケープコースト	82,000

出所：Ghana Statistical Service, 2000



図 2-11 ガーナ国の主な幹線道路網図

上記10都市のうちタマレを除く9都市が国道1号線(N1)、国道6号線(N6)、国道8号線(N8)周辺に位置しており、主要都市間の移動にとって、調査対象道路8号線をはじめとする国道6号線および国道1号線の社会的・経済的重要性は大きい。国道6号線は2大都市を結

ぶ大動脈であり、4車線化が進められようとしているが、ガーナ道路公団からのヒアリングの結果、用地買収の困難さから15年以上の建設期間を必要とする。そこで、国道6号線の代替ルートとして国道8号線の役割が大きい。

一方、ガーナ国における交通動脈である主要幹線道路は下記4路線である。

- ⇒ ガーナ国の2大都市アクラおよびクマシを結ぶ国道6号線 (N6)
- ⇒ 首都アクラとタコラディ港を結ぶ国道1号線 (N1)
- ⇒ 内陸国トランジット輸送の玄関口であるパガと第2都市クマシを結ぶ国道10号線 (N10)
- ⇒ クマシとタコラディ港を結ぶ国道8号線 (N8)

上記4路線のうち国道8号線は、ガーナ国中央部を南北に結びさらにタコラディ港へとつながる主要道路区間であり、貧困層が多い北部地域からの農畜産物を海岸域を中心としたクマシ南部地域に輸送し、さらにタコラディ港からの物資を北部地域へ輸送する社会・経済的に重要な道路である。

一方、**図 2-11** に示すとおり幹線道路（国道6号線、1号線、10号線、8号線）のほとんどが海外からの資金援助により建設されている。この中で国道10号線の一部および国道8号線は円借款により建設されており、国道1号線がわが国の無償資金協力により建設されている。これらの幹線道路は**表 2-17** に示すとおりアスファルト・コンクリート舗装で整備されている。

国道10号線の西側にある国道12号線は同国の地方幹線道路としての機能を有し、将来的には内陸国トランジット貨物輸送に係わる10号線の代替ルートになる。12号線の大部分が自国資金により整備され簡易舗装（DBST）による舗装が施されている。

調査対象道路（国道8号線）周辺の道路交通網を**図 2-12** に示す。ガーナ国第2の都市とタコラディ港を結ぶ幹線道路は4路線あるが、その内、舗装の修復が行われた場合、安全性や信頼性が最も高く雨季にも通行可能な全天候型道路は8号線である。

他の3ルートは急勾配や急カーブなどがあり、対向車の見通しが悪いため、安全な交通が確保できない状況にある。また、未舗装のため路面の凹凸が激しく通行には4輪駆動が必要な路線や雨季には交通が困難となるルートもある。**図 2-12** に示すこれら4ルート（A～D）の特徴を**表 2-18** に示す。

調査対象道路（国道8号線：N8）は、同国第2の都市クマシと他の人口の多い4都市が関連する社会的に影響の大きい道路である。さらに、首都アクラと文化・伝統の残るクマシ、古都・教育都市ケープコーストを結ぶトライアングルルートは観光上、重要な道路である。また、8号線沿いには、カクム国立公園もあり、観光の点からも重要なルートとなっている。

現在、クマシ西部のボアングラにドライポートを建設中であるが、ドライポート建設後、テマ港からの国道6号線とタコラディ港からの国道8号線の役割が重要となる。国道6号線は現況の交通量から早急に4車線化する必要があるが、道路周辺に村落が点在し、道路拡幅には長期間を要する可能性が高い。そこで、タコラディ港とドライポートを結ぶ8号線の役割が益々需要となってくる。

表 2-17 ガーナ国の主幹線道路の整備進捗状況

ROUTE NO.	ROAD SECTIONS	DONOR	SURFACE TYPE	LENGTH (KM)	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030			
N1	AGONA JN. - ACCRA																																						
	Tarkoradi - Yamoransa	GOG	AC	87.5																																			
	Yamoransa - Winneba	Japan	AC	57																																			
	Winneba - Kasoa	Japan	AC	41																																			
	Kasoa - Mallam (Accra)	IDA	AC	18																																			
N6	ACCRA - KUMASI ROAD																																						
	Achimota (Accra) - Ofankor*	GOG	AC	5.7																																			
	Ofankor - Nsawam*	CHINA	AC	17.4																																			
	Nsawam - Apeviva**	AIDB	AC	41																																			
	Apedwa - Bunso**	AIDB	AC	22																																			
	Bunso - Anyinam**	BADEA	AC	11																																			
	Anyinam - Konongo**	AIDB/GOG	AC	89																																			
	Konongo - Kumasi***	DANIDA	AC	44.4																																			
	N8	YAMORANSA - ANWIAKWANTA																																					
		Yamoransa - Anwiankwanta	Japan	AC	176																																		
N10	DABOASE JUNCTION - PAGA																																						
	Anwiankwanta - Kumasi	JBIC	AC	28																																			
	Kumasi - Techiman	EU	AC	116																																			
	Techiman - Kintampo	AIDB	AC	60																																			
	Kintampo - Tamale	GOG/UK	AC	192																																			
	Tamale - Paga	JBIC	AC	206																																			
N12	ELUBO - HAMILE																																						
	Techiman - Wenchhi	GOG	DBST	30.7																																			
	Wenchhi - Bamboi	KfW	DBST	57.7																																			
	Bamboi - Tinga	GOG	DBST	53.4																																			
	Tinga - Bole	IDA	DBST	53																																			
	Bole - Wa	GOG	DBST	133.4																																			
	Wa - Domweni	GOG	DBST	75																																			
	Domweni - Hamile	GOG	GRAVEL	42.7																																			

* Dual Carriageway, ** Proposed Dualisation, *** Ejisu - Kumasi Section Dualised

GOG: ガーナ一般会計; Japan: 日本無償資金協力; IDA: 世界銀行; AfDB: アフリカ開発銀行; BADEA: アラブ経済開発銀行; DANIDA: デンマーク国際開発援助; JBIC: 国際協力銀行; EU: ヨーロッパ連合; KfW: ドイツ復興金融公庫

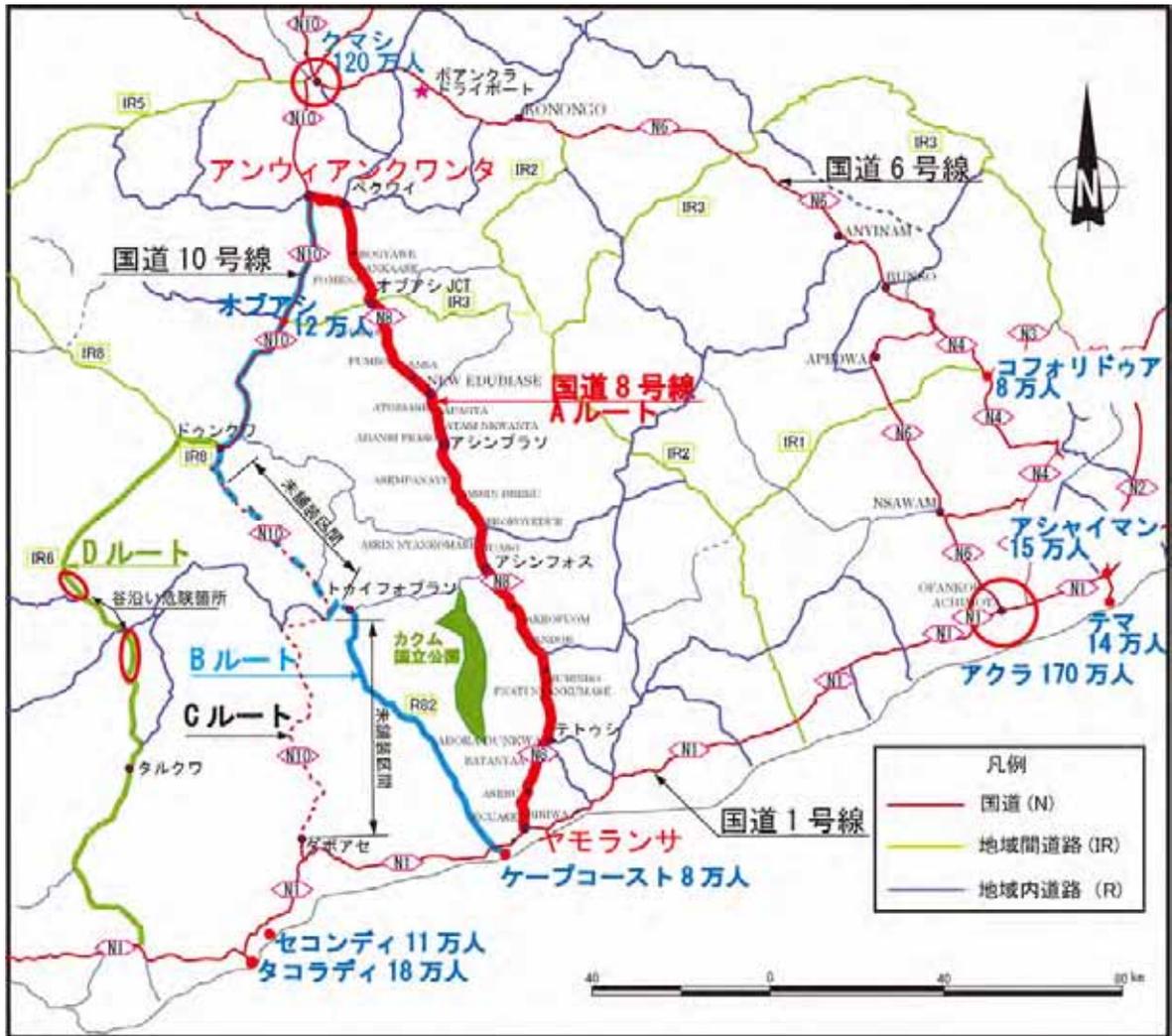


図 2-12 調査対象道路周辺の幹線道路網

表 2-18 クマシ～タコラディ間を結ぶ幹線道路の代替ルート

ルート	区間	特徴
A	アンウィアंकワンタ～ヤモランサ～タコラディ (国道 8 号線)	道路の平面・縦断線形が最も良く、路面舗装が修復された場合、安全で信頼性の高い交通が可能である。
B	アンウィアंकワンタ～ドゥンクワ～ケイブコースト～タコラディ (国道 10 号線、地域内道路 82 号線)	ドゥンクワの南部 50km が未舗装であり、他の区間は簡易舗装となっている。未舗装区間に急カーブや見通しの悪い縦断線形、急勾配の区間があり、安全な走行が難しい、特に雨季には、普通車での走行が困難な場合がある。
C	ドゥンクワ～ダボアセ～タコラディ (国道 10 号線)	ドゥンクワ～ダボアセ間のほとんどが未舗装であり、路面の起伏が大きく普通車では走行不可能な箇所がある。
D	ドゥンクワ～タルクワ～タコラディ (地域間道路 6 号線)	全線、簡易舗装となっているが、道路の縦断・平面線形が悪く見通しが悪い箇所がある。特に、2 区間 (5km、15km) を急峻な谷沿いを急カーブで走行することとなり、事故の原因となっている。

(5) アンウィアंकワクタ／ヤモランサ間交通量

本予備調査において現地コンサルタントにより実施された4箇所での交通量調査の結果およびガーナ道路公団（GHA）がこれまで実施してきた交通量調査（1992年～2005年）の結果、アンウィアंकワクタ／ヤモランサ間の日交通量（4輪車両）は、アシン・フォスなどの市場中心部を除いて約2,100台である。舗装設計に影響を与える大型車³⁾の交通量は、概ね300台から400台であり、大型車の混入率は2割弱となっている。

GHAが1992年～2005年に実施した交通量調査結果（毎月1回実施）によると、1994年に本格的道路改修が実施される前の1992年当時の日交通量は500台程度であったものが、道路改修後の1994年には約1,000台と倍増し、その後は6.4%の交通量伸び率となっている。GDPも2002年以降着実に伸びており、2000年に4.5%であったものが、2004年に5.6%、2006年には6.2%の伸び率を示している。従って、6.4%の交通量伸び率は継続する可能性が高いものと判断され、舗装設計上安全を見て6.5%の伸び率を配慮する。一方、国道1号線では6%の交通量の伸び率を配慮している。

2007年時点で2,100台の交通量が6.5%の伸び率を継続した場合、道路工事が完成するであろう2012年から15年後の2027年には約7,500台規模の交通量となる。交通量調査結果および交通量予測の詳細を添付資料-3に示す。

(6) 過積載の取締り

1970年代における道路交通の増加と共に過積載車両が増加し、また維持管理に対する予算より道路網拡大のため道路開発予算が大半を占め、その結果道路の損傷が見られるようになった。そこで1974年に道路交通規則が制定され「最大軸重を10トンとする」といった交通規制値が設けられた。さらに、1982年にはECOWAS関係諸国において「国家間を移動する道路交通の車両軸重を11.5トンとする」統一交通規制が提案され、1991年よりECOWAS大臣会合により最大車両重量51トンなどの交通規制が決められた。

2004年に新たな道路交通法が制定され、道路交通規制に係わる強化が図られた。同道路交通法には最大軸重などの具体的交通規制値は明示されていないが、同法の施行に伴い、軸重11.5トン規制の徹底が図られることとなった。現在、車両軸重規制規則（案）が準備されており、閣議承認を待たれている。同規則(案)において11.5トン規制および罰則金が法律上、明文化されることとなる。ガーナ道路公団は、2004年以来、軸重11.5トンの交通車両規制および国際道路に対する軸重13トン設計を徹底するよう指示している。特に経済活動の盛んな首都圏やカカオの生産・輸送が活発な西部州およびアシャンティ州での取締りを強化している。

ガーナ道路公団は全国4地域に12箇所の軸重計測所を設置しており、10箇所の軸重計測所および10箇所の簡易軸重計測所を2009年中に導入予定にある。各計測所では、管理責任者(1)、スタッフ(2)、警察官(2)、交通安全(1)の計6名チームを形成し取締りを徹底しようとしている。さらに、車両・運転手認識が可能な走行車両に対する軸重計測所7箇所と移動式軸重計4台を2007年中に設置予定にある。

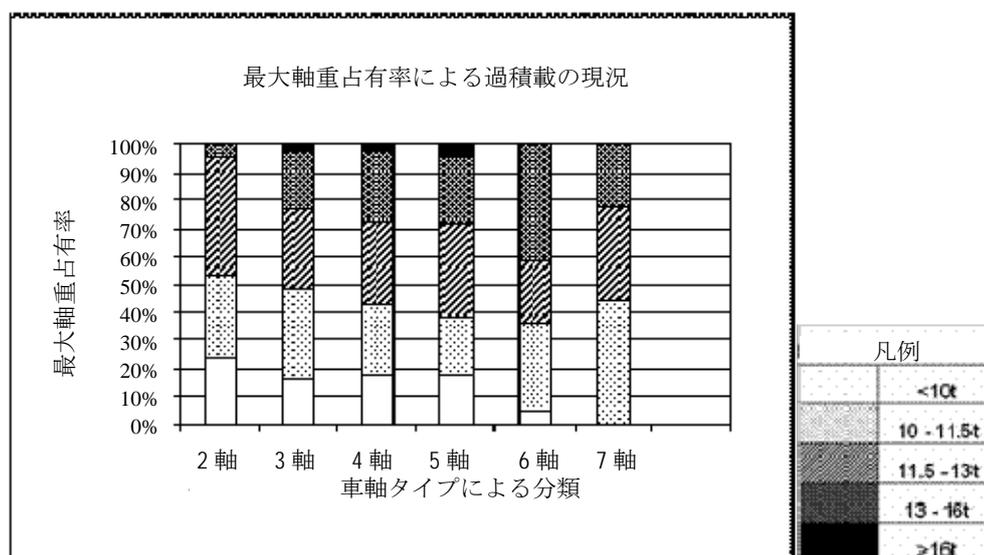
³⁾ 大型車両は大型バス、トラック、トレーラとしている。

表 2-19 過積載防止の軸重計測所

地域	場所	箇所
1. 北部州	Yapei、Bolga	2
2. アシヤンティ州	Asuoyeboah, Asokwa, Mim	3
3. 西部州	Bogoso, Sefwi Bekwai, Elmina, Agona JCT	4
4. アクラ大都市圏	Afiencya, Tema Motorway, Ofankor	3

ガーナ道路公団は、軸重制御戦略（Axle Load Control Strategy: ALCS）を策定しており、以下の三つの目標を挙げている。

- 2010年までに過積載車両が50%程度以下となるよう過積載を減少させる。
- 13トン以下の軸重車両の占める割合を80%まで増加させる。
- 16トン以上の軸重を有する車両をなくす。



出典：GHA

図 2-13 多軸大型トラックの過積載の状況

2.3.3 ガーナ道路公団によるアンウィアंकワントから 16km 間の道路補修工事

現在ガーナ道路公団によりアンウィアंकワントから 16km 区間において抜本的な道路修繕工事が実施されている。本工事は当初はアシャンティ州地方事務所（クマシ）が管轄するアンウィアंकワントからアシン・プラソ間（83.2km）の全区間を対象とした補修箇所の総延長が 16km の部分補修工事（Sectional Rehabilitation Project）であった。しかしながら、アンウィアंकワント側の損傷の進行が激しく、2003 年にガーナ道路公団とシーメン（Cymain）社との間で契約が締結されたが契約内容が見直され、工事対象がアンウィアंकワントから 16km の集中改修工事に変更された。現地ではアシン・プラソ以北のポットホール、パッチング等の修復箇所の損傷が目立つが、これは上記の理由により工事対象となった 16km 以外の区間の補修が手薄になっていることによる。また、アシャンティ州地方事務所の事務所長によると国道 8 号の損傷の進行はあまりにも早く、民間企業の委託による定期補修が追いつかないため直轄で頻繁に応急的な補修を実施しているとのことである。

変更契約に関するガーナ道路公団とシーメン社との間の交渉は予備調査の時期に合意に達したところであった。調査団員がガーナ道路公団契約課長を訪問した際には、変更契約のためのミニッツを準備している段階であった。変更契約のミニッツは契約関係者間の署名がなされる前であることからそのコピーをガーナ道路公団側から得ることはできなかったが、ヒアリングによると契約の内容は次表のように取りまとめられる。

なお、現地では既に工事が開始されており、ガーナ道路公団本部から駐在技術者が施工監理として派遣されている。上記のような大幅な契約変更があったことから、現地では駐在技術者が変更に関わる設計図面を作成しながらの工事となっている。このため、現在工事中の 16km 区間の設計図面は完成していない状況にある。

表 2-20 アンウィアंकワントから 16km 間改修工事の内容

項目	内容	備考
プロジェクト名	Rehabilitation of Anwiankwanta Yamoransa Road KM(0.0-83.2)	
クライアント	ガーナ交通省	
資金	ガーナ国 (Road Fund)	
施工業者	Messrs Cymain GH LTD	
実施機関	ガーナ道路公団	
工期	2008 年 5 月	
コンサルタント	ガーナ道路公団	
延長	16km	当初 83.2km
契約金額	当初 105B (セディ) 変更増額 45.2B (セディ) 合計 150.2B (セディ) (約 17.5 億円)	1.09 億円/km
工事内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土 ・ 表層 (5cm、DBST) ・ 上層路盤 (30cm、粒調碎石) ・ 下層路盤 (45cm、粒状碎石) 	

表 2-21 ガーナ道路公団による工事状況（2007年8月撮影）

	
振動ローラによる盛土締め固め	振動ローラによる盛土締め固め
	
小型ローラを使用した横断ボックス部の締め固め作業	舗装撤去作業
	
横断ボックスカルバートの建設	工事中の迂回路

2.3.4 道路損傷状況

(1) 道路の損傷状況調査

1) 道路の損傷状況調査方法

道路の損傷状況は表 2-22 に示すように道路の機能面と構造面の二つの視点から実施した。

道路の損傷は交通条件、気象条件、環境条件、排水条件、使用材料条件、施工条件など複数の要因が関連しあって生じる。本調査では下記の項目について損傷の状況、損傷の原因、改修方針を把握することを目的に道路の損傷状況調査を実施した。調査は目視により、おおむね 1km ごとに実施した。

また、当該道路の現状のサービスレベルを評価するために平坦性（IRI（国際ラフネス指標 International Roughness Index））調査を実施した。表 2-23 に IRI 調査の仕様を示す。

表 2-22 道路の損傷状況の調査方法

評価の視点	道路機能	道路構造	指標、状態	調査方法
機能的評価	サービスレベル	平坦性	IRI	○外部委託
	安全性	すべり抵抗	すべり抵抗係数	—
構造的評価	構造耐力	舗装	ひびわれ率	○●
			たわみ	●
			縦断凹凸	●
			ポットホール等	●
		路体	沈下	●
		のり面	崩壊、すべり	●
		路肩	破損状況	●
排水施設	破損状況	●		

(凡例) ●：目視による調査、○：計測による調査、—：今回は調査の対象としない

表 2-23 IRI 測定の方法

使用機器：Mays Ride Meter タイプ：response-type road roughness measuring systems (RTRRMS) 測定方法：北方向（ヤモランサ→アンウィアンクワンタ）×1回、南方向（アンウィアンクワンタ→ヤモランサ）×1回 計測頻度：1箇所/250m キャリブレーション：30、50、80km/h
--

2) 道路の破損状況

(a) 舗装

舗装は表層（基層）、上層路盤、下層路盤からなり、路床の上に構築される。舗装は、①自動車荷重の路床への適切な分散伝達、支持、②自動車走行の円滑性の確保、の二つの基本的機能を持ち、主に前者を路盤（一般的に砕石やコンクリート等、剛的な構造物）、後者を表層（アスファルト等のアモルファスな構造物）が担う。

舗装の破損は、①自動車の走行性の低下に結びつく「表面的な損傷」と②自動車荷重の支持力の低下にかかわる「構造的な損傷」に分類される。表面的な損傷はパッチングや充填、瀝青剤散布などの表層に関する補修により機能の復旧が可能であるが、構造的損傷は路盤あるいは路床の損傷を原因としており、このような箇所には表面的な補修を施しても同じ損傷が短期間のうちに再発生することとなる。

本調査区間では程度の違いはあるがほぼ全線でクラックが観察され、交通荷重によるAS（アスファルトコンクリート）の劣化が伺える。クラックの発生状況は道路構造による特徴がいくつか見られる。まず、構造的な損傷を示す亀甲状クラックは盛土区間（特に低盛土）に集中して観測され、一方、切土区間では横断クラックやヘアクラックなどの表面的な損傷が観測される程度であった。次いで、亀甲状クラックに対してガーナ道路公団により瀝青剤散布、パッチング等の表面的補修がこまめに行われているものの、亀裂の再発、パッチングの剥離などの損傷の進行が確認された。また、低盛土区間のほとんどの場合、クラックのほかに路面の縦断方向の波打ちが観測されており、路床、路体の支持力に関わる問題があることが確認された。

コルゲートパイプやカルバートボックスの横断構造物が設置されている箇所は、ほとんどすべての箇所において不同沈下によると思われる路面上の段差が観測された。

また、ヒアリングによるとアシン・アンドエ（Assin Andoe）付近（ヤモランサから46km付近）の河川横断箇所（ボックス）では河川の水量の増加により1年に1度程度の頻度で道路が冠水するということであった。当該区間について道路の損傷状況を調査したが、舗装等に目立った損傷はなく、冠水による影響は限定的であると考えられる。

(b) 路床、路体

現地盤が平坦で低湿地の低盛土区間で、路面が縦断方向に波打つように不陸が生じ、縦断方向に長いクラックが生じていることが観測された。これは、浸水等による構造的な問題が懸念される。

(c) のり面

（盛土のり面）

当該区間はオブワシ・ジャンクション～フォメナ（Fomena）の峠越えの約4.5kmを除きほとんどが盛土高2m未満の低盛土となっている。のり面勾配は1：2.0程度で、盛土材には当該道路周辺で見られるラテライト（赤茶）が使用されている（現在工事中の箇所を確認）。のり面には雑草が生い茂り、路面から盛土面を直接確認することは困難な状況であるが、法面の崩壊による路面の損傷や、またそれを修復した痕跡は見られなかった。

峠越えの区間は最大盛土高25m（最大小段4m×7段程度）の高盛土が2箇所存在する。盛土法面上は草木が生い茂り、直接観測することは困難であったが、法面の崩壊による路面の損傷や、それを修復した痕跡は見られなかった。

(切土のり面)

先に述べたようにほとんどが盛り土区間であり、オブワシ・ジャンクション～フオメナの峠越え区間を除き 4m～8m 程度の切土が数箇所存在するのみである。切土部ののり面勾配は 1 : 1.0 程度で、雨水等により多少の洗掘が観察されたが、道路の損傷の原因や交通を遮断する危険性のあるものは確認されていない。

一方、峠越え区間は 10m を越える長大切土（最大 16m 程度）が 6 箇所存在する。のり面には一部コンクリート吹きつけがなされているが、ほとんどは切土面が露出している。切土面には白色～黒色の粘性土と一部黒色の岩が見られ、雨水等による浸食が部分的に進行している。のり面は表面的には安定しているように見えるが、湧水による法面の洗掘（1～2m 規模）が少なくとも 2 箇所確認され、法面の安定性について確認が必要である。また、切土法面や小段の草刈や点検は日常維持管理で実施されておらず、雑草や中低木が生育したまま放置されており、適切な維持管理が必要である。

また、路面上に径 20cm～30cm の落石が観察されることから、走行する自動車の安全性を確保する観点から、斜面上の不安定な岩の除去や落石対策が必要である。

(d) 路肩、路面排水施設

路肩は幅員 2m、2 層式表面処理（DBST）となっている。路肩の損傷は、路面の損傷が多い箇所、接続道路等の接続部付近、集落通過区間で多い。また、のり面の雑草が路肩上まで生育している区間が多く、これが降雨時に路面水が排水施設に流下する障害となっている箇所があることが確認された。

路面排水施設は幅約 2m、深さ約 1m の土側溝が標準的に設置されており、集落部はこれにコンクリートシールがなされている場合と 50cm×50cm 程度の U 型側溝となっている場合とある。峠越の急勾配区間は 50cm×50cm～100cm×100cm の U 型側溝が設置されている。集落通過区間は路肩、路面排水施設の損傷が大きく、道路面と隣接地部で大きな段差が生じ、自動車での乗り入れが不可能になっている状況、排水施設が破損あるいは撤去され路面排水が下流側に隣接する集落に直接流入している状況、逆に上流側の集落の排水が直接路面に流下している状況が確認された。沿道の集落部の一部では道路排水施設が必要な箇所に植樹がなされており、これが排水の阻害となっている状況も見られた。

(e) 横断排水施設

横断排水施設はコルゲートパイプ、ボックスカルバート、コンクリートパイプ、の 3 種類が設置されている。コルゲートパイプは当初工事で設置されたものであるが、底面が常時水に浸かっている状態のため腐食が進行し、破断している状態のものも多く見られる。このため、パイプのアーチ力が低下し断面が収縮、これに伴い路面が沈下している。また、コルゲートパイプの多くはφ600mm であり、人間が入って清掃するには小さすぎ、ガーナ道路公団は維持管理に苦慮している（現在は維持管理の利便性から最小

径をφ900mmと規定している)。ガーナ道路公団によるとカルバートパイプの腐食により道路が陥没する事態も発生しており、コンクリートパイプへの交換を進めているとのことであるが、現地でガーナ道路公団により交換されたのが確認されたのは2箇所のみで進捗は芳しくない。

表 2-24 現場で確認された道路の損傷

破損種類			路面上の様子	説明
舗装	ひび割れ	亀甲状ひび割れ (網状ひびわれ)		路盤、路床の支持力不足、不等沈下、その他の線状クラックの発達による。タイヤ走行幅全体にわたり、路盤、路床に問題がある可能性が高い。亀裂から路面水が浸透し、路盤の損傷を促す。進行すると剥離など、路面の損傷を生じる。 [ヤモランサから 15km 付近]
舗装	ひび割れ	亀甲状ひびわれの進行した結果		ひび割れが進行し、表層の剥離、破壊が生じた状態。 路盤に直接雨水等が浸透し、損傷が加速的に拡大する。 路面に段差が生じ走行性は著しく低下する。 [ヤモランサから 27km 付近]
舗装	わだち	流動わだち掘れ		温度の上昇、重車両の特定車線への集中、アスファルト量の過剰によりアスファルト層が側方に流動する形でわだちが生じるもの。走行性の低下、放置すると路盤や路床の損傷につながる。 N8 ではわだちの発生は顕著ではない。 [ヤモランサから 1km 付近]
舗装	剥離	アスファルト補修箇所の剥離(1)		パッチングの材料との接着不足。アスファルト量の不足が要因。 本区間では応急処置として DBST によるパッチングが多く見られ、交通荷重により剥離が進行している箇所が多い。 [ヤモランサから 35km 付近]

舗装	剥離	アスファルト補修箇所 の剥離（２）		アスファルトコンクリートによる補修箇所の補修部分が剥離、流動。（箇所は少ない）路面に段差を生じ走行性が著しく低下。 [ヤモランサから 35km 付近]
舗装	剥離	ポットホール		アスファルト混合物の混合不良、クラックからの水の浸透により路盤の強度が低下し、表層と路盤の接着力が不足し、弱所が剥離。道路排水状況が問題である可能性がある。段差により走行性が著しく低下するとともに路盤、路床の損傷につながる。 [ヤモランサから 102km 付近]
舗装	剥離	剥離		要因はポットホールとほぼ同様。アスファルト混合物が水と接することにより骨材表面からアスファルトがはがれる現象。アスファルト骨材の品質の問題、交通条件、気象条件が関係。走行性が低下し、路盤、路床の損傷につながる。（写真は剥離とわだちがあいまって生じた損傷） [ヤモランサから 88km]
舗装	沈下	路面沈下 （コルゲートパイプ）		コルゲートパイプの腐食によりパイプ上面の路面の沈下。
舗装	沈下	路面沈下 （ボックスカルバート）		ボックスカルバートの裏込め部分が沈下し、相対的にボックス上部の路面が凸となる。

路床・路体	沈下	路面沈下 (軟弱地盤)		軟弱地盤の沈下あるいは路床部の損傷により路面全体が沈下。路面上が波打っているように見える。 [ヤモランサから 107km 付近]
のり面	盛土	雑草の生育		のり面に雑草が生い茂る。法面の侵食状況などは確認できない。法面の崩壊による路面の損傷や、またそれを修復した痕跡はない。 [ヤモランサから 142km 付近]
のり面	切土	のり面の雑草		のり面や小段の雑草や雑木は放置されている。 [ヤモランサから 143km 付近]
のり面	切土	切土のり面からの湧水		のり面からの湧水による洗掘 (約 1m)。のり面は最大で 25m 以上 (最大 7 段、小段一段 4 m 程度) となっている。 [ヤモランサから 143km 付近]
のり面	切土	落石		切土区間にはところどころに落石が見られる。(写真：手前に 30cm 程度の落石) [ヤモランサから 144km 付近]

路肩・路面排水	路肩	集落部の路肩破損		路肩が破損した状況。 自動車の乗り入れが困難 [ヤモランサから 130km 付近]
路肩・路面排水	路肩	路肩の雑草		路肩の雑草が路面水が排水施設に流入することを阻害している。 写真は左カーブで、横断勾配が大きくなった箇所で路面水が道路を横断している。 [ヤモランサから 137km 付近]
路肩・路面排水	路面排水	土砂による閉塞		土砂が排水施設を埋没しているため、機能していない。 [ヤモランサから 129km 付近]
路肩・路面排水	路面排水	植樹による閉塞		排水施設が破損し、その場所を利用して植樹がなされている。 [ヤモランサから 99km 付近]
路肩・路面排水	路面排水	排水施設の欠損		路面水が道路敷き高よりも低い直接住宅に流下。逆に住宅地の排水が道路に直接流下する場合もある。 [ヤモランサから 130km 付近]

路肩・路面排水	路面排水	サグ付近の縦断施設の損傷		サグ付近の縦断排水施設の損傷により降雨時に路面が冠水する。 [ヤモランサから 150km 付近]
横断排水施設	コルゲート	腐食		コルゲートパイプの底面が腐食、断面が損失 [ヤモランサから 36km 付近]
アンドエの道路冠水箇所				1年に1度程度道路が冠水するが、道路の損傷に与える影響は小さい。 [ヤモランサから 46km 付近]

3) IRI 調査結果

IRI は 250m 毎に測定し 1km 毎に統計的処理を行った。結果を以下の図と表に示す。

IRI は世界銀行が開発した路面の平坦性を示す指標であり、「0-3：ほぼ完全に平滑であり、均整がとれている、3-4：非常に良好、概ね平滑、4-6：良好、6-8：比較的良好、表面の均整に難があるが、局所的剥離（pothole）は稀、8-10：不良、局所的剥離が散見され、表面も均整がとれていない、10-12：損傷状態、わだちが出来、局所的剥離も多い、12-16：重傷状態。局所的剥離多く、広い範囲での舗装剥離もみられる、16 以上；4 輪駆動車にてかろうじて通行可能」、と評価される。

図 2-14 は南（ヤモランサ）から北（アンウィアクワンタ）に向かって走行する車線における km 毎の IRI を示したものであるが、オブワシ・ジャンクション（141km）までは、アシン・プラソ橋（99km）で高い値が見られるほかはおおむね 3 程度の水準となっており、平均的な平坦性はあるものの、オブワシ・ジャンクション以降は 15 以上（重症）の高い値となっており、平坦性が極めて低い状況であることが分かる。

一方、図 2-15 は IRI の平均値からの偏差値を走行方向で累積した累積偏差（cumulative deviation in IRI m/km（Cusum））を示したものである。この図により路面について以下の事項を読み取ることができる。

- ・ 全線にわたり路面状態が均衡であれば、ゼロ付近でグラフが変移する。
- ・ 平均値よりも測定値が大きい（路面状態が悪い）場合、グラフ上ではプラス勾配（右上がり）となる。
- ・ 逆に平均値よりも測定値が小さい（路面状態が良い）場合、グラフ上ではマイナス勾配（右下がり）となる。
- ・ 平均値よりも離れが大きいほど、勾配が大きくなる。

以上のことを念頭に置くと、オブワシ・ジャンクション以北は平均以下の状態の区間が集中していることが分かる。

同様に図 2-16、図 2-17 は北（アンウィアクワンタ）から南（ヤモランサ）方向の車線における測定結果であるが、先と同様にオブワシ・ジャンクション以北の平坦性が極めて低い状態である結果を示している。

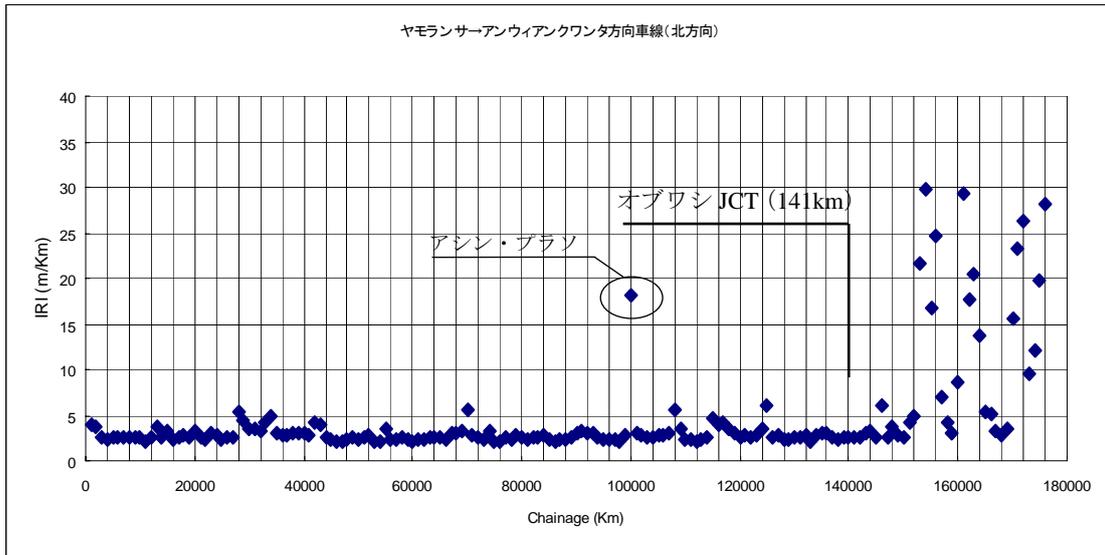


図 2-14 IRI 結果 (ヤモランサ→アンウィアंकワント)

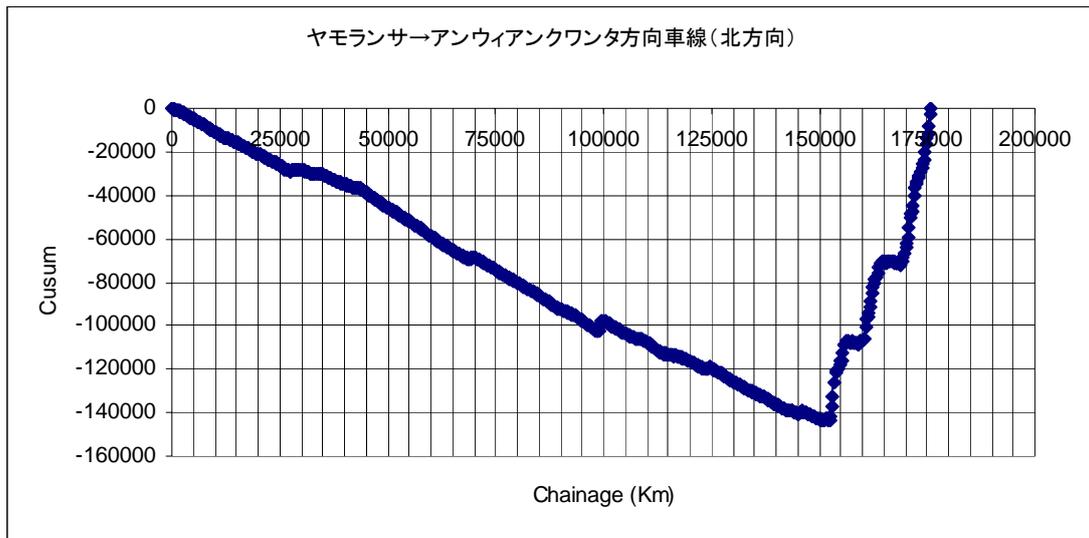


図 2-15 IRI 結果 (Cusum) (ヤモランサ→アンウィアंकワント)

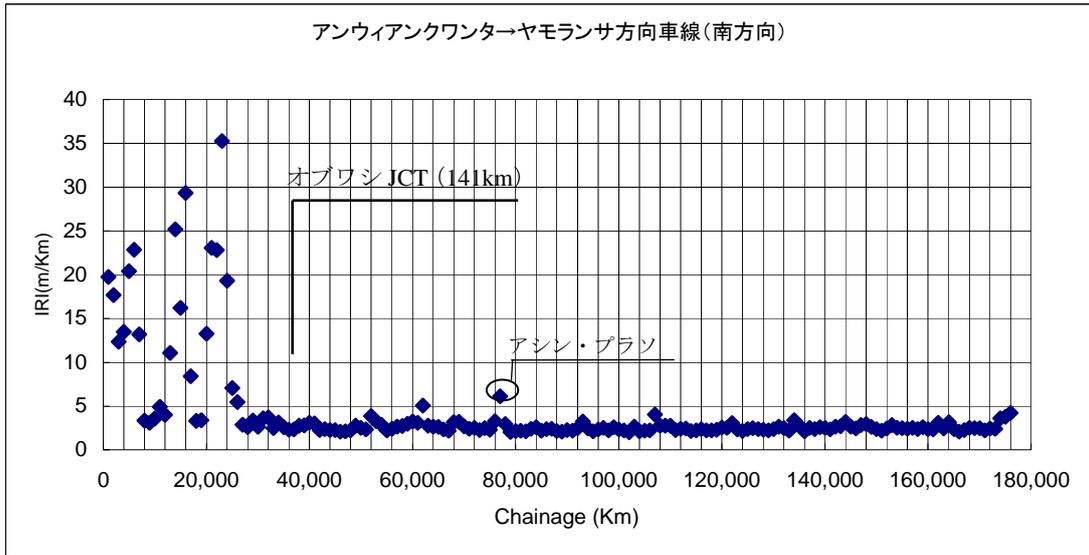


図 2-16 IRI 結果 (アンウィアंकワンター→ヤモランサ)

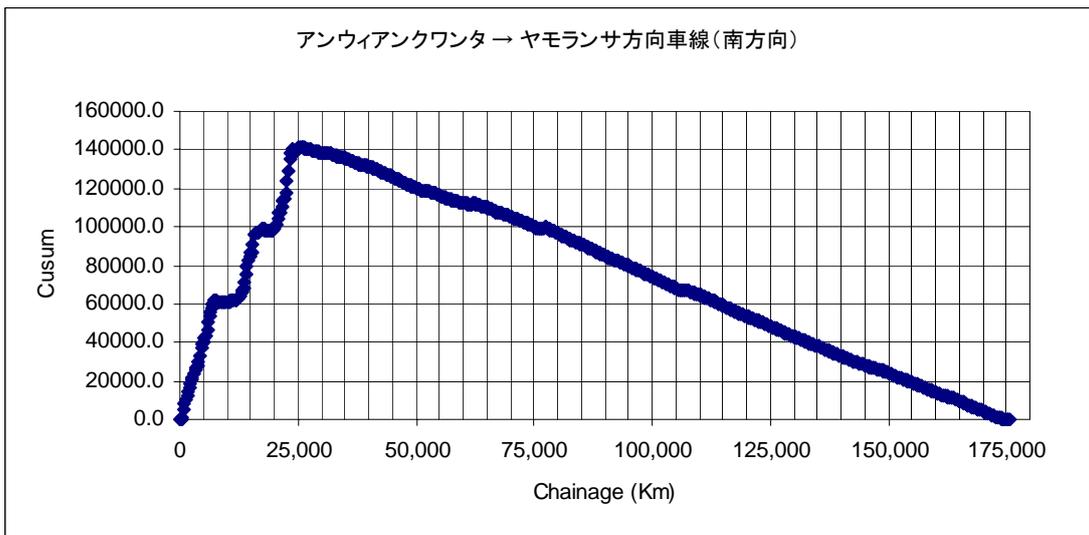


図 2-17 IRI 結果 (Cusum) (アンウィアंकワンター→ヤモランサ)

(2) 道路の損傷度評価

1) 道路の損傷度評価方法

日本の国土交通省では路面管理のために路面上に観察される破損の各要素を総合化して求めた「維持修繕のための総合評価指標 (MCI; Maintenance Control Index)」を運用している。本調査ではこの指標を応用して補修の必要性を判断する指標として利用する。

MCI は一般的には C (ひびわれ率 (%))、D (わだち掘れ量 (mm))、 σ (縦断凹凸量 (mm)) の関数であるが、下記のように入手できる情報に応じた式が用意されている。

わだちの発生とクラックの発生のしやすさにはトレードオフの関係があるが、本区間はわだちが少なくひび割れが多いという特徴があった。このことからひび割れ率を基本にした評価が適切であると考え、MCI (1) を修正した「修正 MCI」により評価を行った。

現場で見られる道路延長方向の凹凸は波長が長い不陸で路床の不同沈下など、舗装より下部の構造の問題を起因としている。この損傷が観察された場合は MCI (1) から 1.0 ポイントを減じて評価することとした。なお、調査はおおむね 1km 毎に実施した。

$$\begin{aligned} \text{修正 MCI} &= \text{MCI (1)} - 1.0 \text{ (延長方向の不陸がある場合)} \\ &= 10 - 2.23C^{0.3} - 1.0 \text{ (延長方向の不陸がある場合)} \end{aligned}$$

$$\text{MCI} = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

$$\text{MCI (0)} = 10 - 0.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7}$$

$$\boxed{\text{MCI (1)} = 10 - 2.23C^{0.3}}$$

$$\text{MCI (2)} = 10 - 0.54D^{0.7}$$

ここに

MCI : 維持管理指数

C : ひびわれ率 (%)

D : わだち掘れ量 (mm)

σ : 縦断凹凸量 (mm)

MCI < 3.0 早急に修繕が必要

3.0 < MCI < 4.0 修繕が必要

5.0 < MCI 望ましい管理水準

2) 道路の損傷評価結果

先の方法で評価した道路の損傷評価結果を以下に示す。評価は交通特性、現地の道路損傷状況、管理区分、構造物の配置等を踏まえて図 2-18、図 2-19 に示す 5 区間（区間 A～区間 E）に分けて行った。

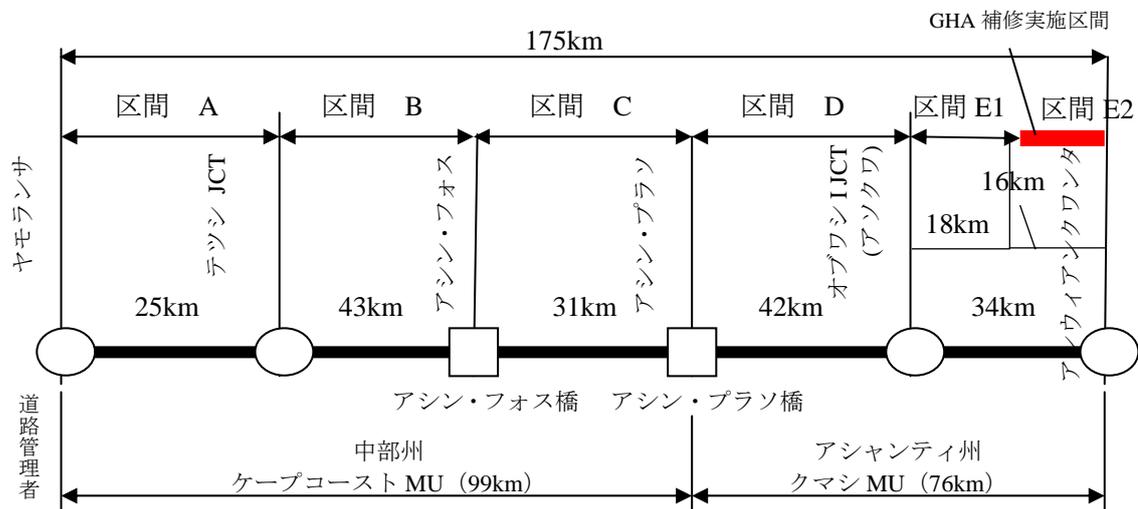


図 2-18 道路損傷評価の区間分け

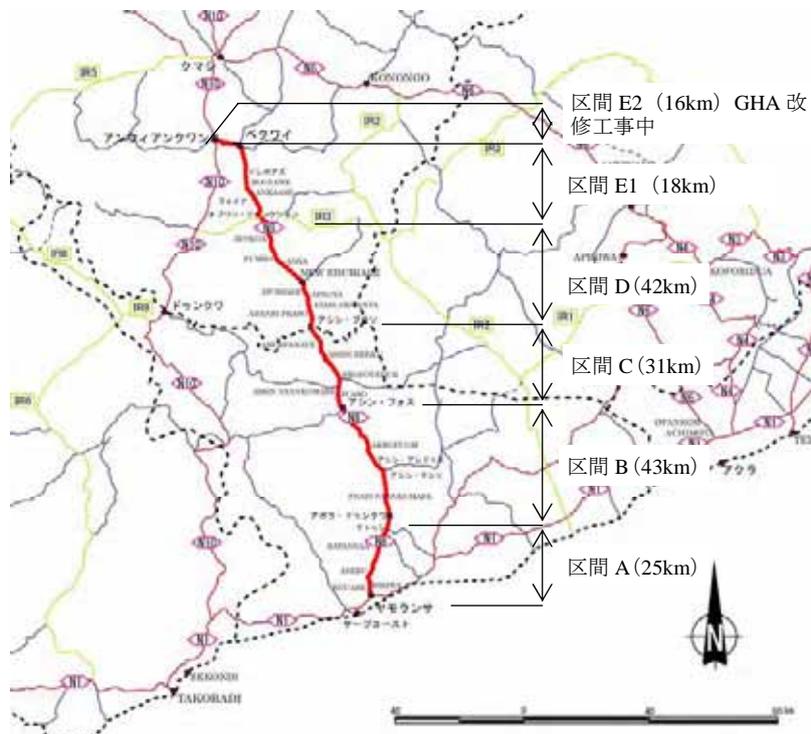


図 2-19 損傷評価区間の位置図

修正 MCI と IRI の評価結果は表 2-25、図 2-20 に示すとおりである。

修正 MCI は A 区間を除き 3.0 を下回り早急に修繕が必要であることを示している。修正 MCI と道路の損傷状況は表 2-26 に示すとおり損傷原因（路床、路盤、路面）から 3 ランクに区分した。区間毎の損傷状況を集計・整理し、表 2-27 に示す。

表 2-25 修正 MCI と IRI の評価結果

	A 区間	B 区間	C 区間	D 区間	E1 区間※
修正 MIC 平均	3.2	2.4	2.6	2.2	1.5
IRI 平均	2.7	2.9	3.2	2.9	9.8

※ガーナ道路公団による修繕工事区間（E2）（16km）は除外した値

表 2-26 修正 MCI と損傷の状況の程度の目安

修正 MCI	損傷	状況写真
2 以上 (C タイプ)	[ひびわれ率 60%未満] ひび割れの発達量は路面の約半数であるが、クラックが生じ始めており、雨水等の浸入が懸念されるが、現時点では路盤までの損傷にいたっていない。 舗装残存寿命約 4～5 年	
1～2 (B タイプ)	[ひびわれ率 60%～100%] ほぼ舗装全面にひび割れが生じている。クラックからの雨水浸透が長年繰り返されていることが想定され、路盤の損傷が進行している。ただし、路面の沈下は認められず、また盛土高が高いなど路盤が定常的に水につかる状況が認められない。 舗装残存寿命約 1～2 年	
1 以下 (A タイプ)	[ひびわれ率 80%以上+路面沈下] 舗装全面に亀甲状クラックが発達し、路面の破損が進行。また、路面の波打ちが観察され、路盤以下の沈下や支持力の低下、損傷が進んでいると考えられる。道路周辺に水が定常的にたまるなど路体内の地下水位が上昇する要因となる状況が確認される。 舗装残存寿命約 1～2 年	

表 2-27 道路損傷状況のまとめ

区間	A 区間				B 区間				C 区間				D 区間				E 区間			
	地形	平均修正 MCI*	平均 IRI*	損傷状況	地形	平均修正 MCI*	平均 IRI*	損傷状況	地形	平均修正 MCI*	平均 IRI*	損傷状況	地形	平均修正 MCI*	平均 IRI*	損傷状況	地形	平均修正 MCI*	平均 IRI*	損傷状況
模式図																				
損傷の状況	平均修正 MCI*	3.2 (改修必要)	2.7 (平滑)	3.2 (緊急)	2.6 (緊急)	2.9 (おおむね平滑)	2.2 (緊急)	2.9 (平滑)	1.5 (緊急) ※GHA 補修区間除く	9.8 (不良) ※GHA 補修区間除く	19%	66%	15%	大規模盛土の安定性の確認必要						
	路床の損傷 (A)	0%	2%	0%	0%	12%	12%	12%	19%											
	路盤の損傷 (B)	8%	37%	26%	29%	29%	29%	29%	66%											
	表層の損傷 (C)	92%	60%	74%	60%	60%	60%	60%	15%											
	盛土体	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない											
横断構造物	のり面	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない	大きな問題ない
	橋梁	—	1 (アシン・フオス)：致命的な損傷はない	1 (アシン・フオス)：致命的な損傷はない	1 (アシン・ブラソ)：致命的な損傷はない	—	—	—	—											
交通量	2073 (267)	6385 (403)	1764 (296)	2072 (342)	—	—	—	—												
その他	アシン・マンソ付近で冠水箇所 (約1年確率) アンウイアンクワンタから16km区間はガーナ道路公団により改修工事中 アンウイアンクワンタ付近の Fishpond 付近で冠水 (約20年~30年に1回程度)																			

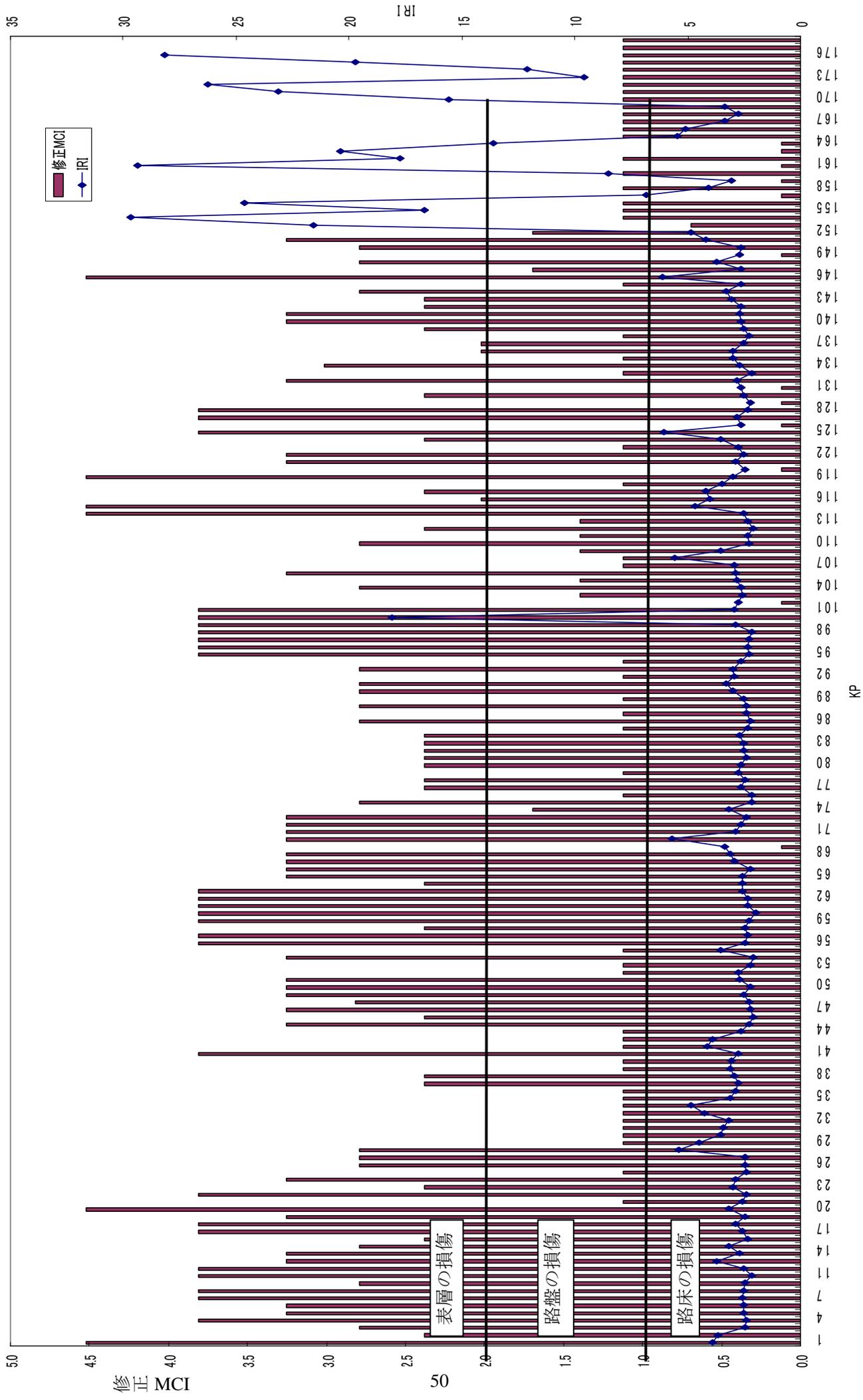


図 2-20 修正 MCI と IRI の結果

3) 現況舗装の構造耐荷力の照査

AASHTO 指針を用いて現況舗装の構造耐荷力を照査する。

現況の舗装の構造指数 (SN) は 2.205 と計算されるが、供用開始 (1994 年) から現在 (2007 年) までの交通荷重に必要な構造指数 2.557 に対して小さく、全線において既に舗装の設計耐荷力を超過している状態である。図 2-21 は当該道路の経過年数と必要な構造係数をグラフにしたものであるが、設計耐荷力を超過したのは供用後 6 年～10 年程度であったことがわかる (グラフからは 6 年と読み取れるが、解析には 1999 年に観測された大型車混入率、および構成を使用している。時間を経るとともに大型車混入率と大型車のタイプが変わっていったことを勘案し、6 年～10 年程度で設計耐荷力を越えたと考えた。)

このように、現状で既に舗装の寿命を迎えているが、パッチングやシーリング等の表面的な補修によりかろうじて持ちこたえている状況であり、現況及び将来の交通荷重に耐えられる構造に改修することが急務である。

舗装が現状のまま使用され続けると損傷が加速的に進行することが考えられるが、舗装の設計耐荷力を 6～10 年と仮定すると、AASHTO の指針より先の損傷のタイプが A、B の箇所では $6 \sim 10 \text{ 年} \times 0.4 = 2.4 \sim 4 \text{ 年}$ 、タイプ C の箇所では $6 \sim 10 \text{ 年} \times 0.05 = 1 \sim 6 \text{ ヶ月程度} \rightarrow 1 \sim 2 \text{ 年}$ 、で走行が困難となるほど損傷が進行する可能性がある。

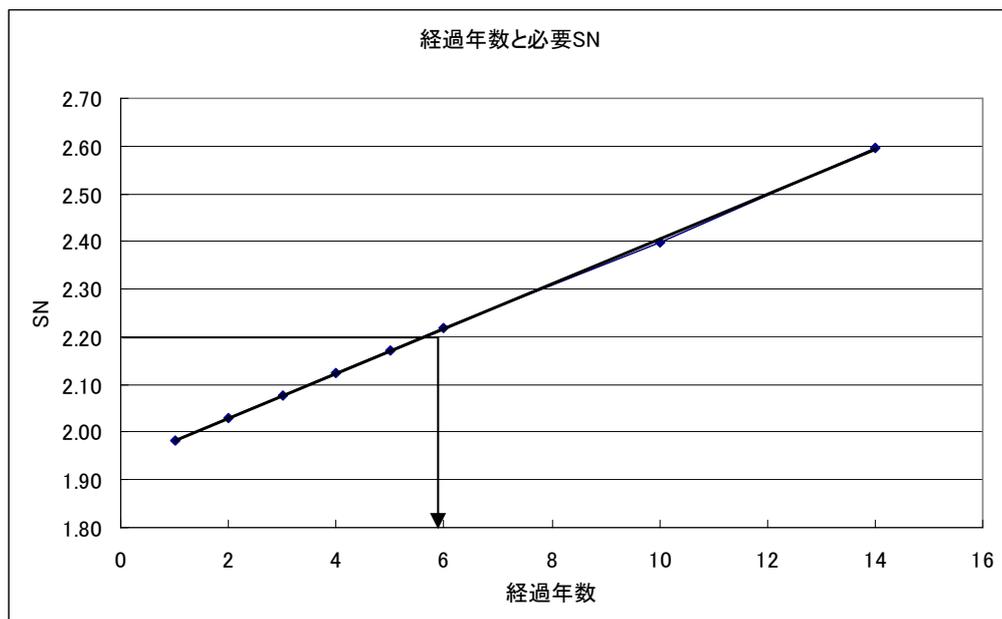


図 2-21 経過年数と舗装の必要構造係数

表5.3 視的コンディッション係数 (C_v) および構造的コンディッション係数 (C_s)

層のタイプ	舗装の状況	視的コンディッション係数 C _v の範囲	構造的コンディッション係数 C _s の値
アスファルト	1. アスファルト層は健全で安定しひびわれもなく、わだち部にはほとんど変形もない。	0.9-1.0	0.95
	2. アスファルト層はある程度、断続的なひびわれとわだち部に、小から中程度の変形があるが、まだ安定している。	0.7-0.9	0.85
	3. アスファルト層は、中間からかなりの程度ひびわれし、ラベリングおよび材料劣化そしてわだち部に中程度以上の変化がある。	0.5-0.7	0.70
	4. アスファルト層は非常に重大なひびわれがあり、ラベリングや材料劣化そして非常に大きなわだちぼれが生じている。	0.3-0.5	0.60
コンクリート	1. コンクリート舗装にひびわれがなく、安定していて、アンダーシールもきれ、ポンピング現象も見られない。	0.9-1.0	0.95
	2. コンクリート舗装は安定していて、アンダーシールもされているが、初期のひびわれ(閉じていて、開かない)がある。しかしポンピングはない。	0.7-0.9	0.85
	3. コンクリート舗装はかなりひびわれがあるかまたは進行性のひびわれおよび段差がある。版断片が1-4 yd ² 、ポンピングがある。	0.5-0.7	0.70
	4. コンクリート舗装のひびわれがひどく、2-3 ft寸法大の断片となっている。	0.3-0.5	0.60
ポゾラン性路盤 / 下層路盤	1. 化学的安定処理路盤 (CTB, LCF, ...) にひびわれがなく、安定していてポンピングの兆候もない。	0.9-1.0	0.95
	2. 化学的安定処理路盤 (CTB, LCF, ...) がひどい形状で疲労ひびわれ発生、幅も大で載荷時に口が開き進行性、ポンピングおよび他の安全性低下の兆候もあり。	0.3-0.5	0.60
粒状路盤 / 下層路盤	1. 粒状材層がせん断および圧密の破損がなく、建設時同様の物理特性を保持、また通常の含水比-密度関係も建設時と同様である。	0.9-1.0	0.95
	2. 層内に明白な破損 (せん断または圧密) が存在、骨材特性が摩耗や路床からの細粒分侵入で変化、または表面および他からの侵入で含水比の状態が変化している。	0.3-0.5	0.60

タイプ C

タイプ A, B

{注1} 視的コンディッション係数 C_v は構造コンディッション係数 C_s と C_v + C_s として関連される。
 {注2} 構造コンディッション係数 C_s は C_v 値と異なり、構造的なオーバーレイ設計式 (各種舗装タイプ) に使用される変数である。これは SC_{base} + C_s SC_{sub} で定義される。

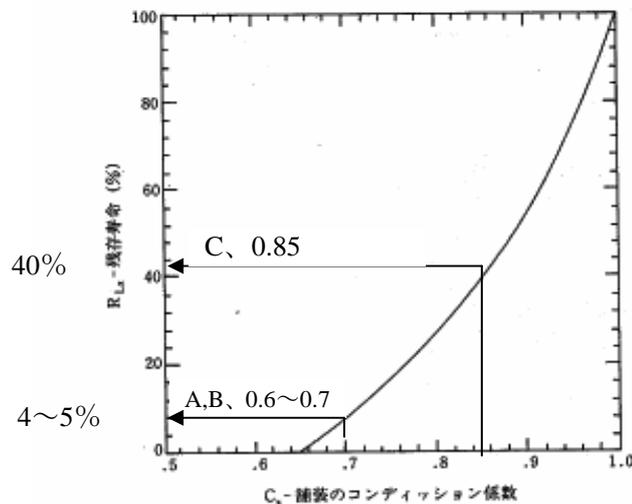


図5.13 舗装のコンディッション係数から予測する残存寿命の推定

出所：舗装に関する AASHTO 指針(1990.11)

(3) 道路の損傷原因

1) 道路の損傷原因の調査方法

道路の損傷の原因について表 2-28 の 4 つの項目について調査を実施した。

表 2-28 損傷原因調査項目

調査項目	内容	調査方法
(a)交通条件	交通量 うち大型車交通量 当初の計画交通量 交通状況の変化 過積載の実態	交通量調査（外部委託） 交通量調査（外部委託） 資料収集／ヒアリング 資料収集／ヒアリング 資料収集／ヒアリング
(b)自然条件	当該区間の土質概要 軟弱地盤 排水	現地踏査、資料収集／ヒアリング 現地踏査、資料収集／ヒアリング 現地踏査、資料収集／ヒアリング
(c)施工・材料条件	使用材料 施工方法	資料収集／ヒアリング 資料収集／ヒアリング
(d)道路構造	損傷の見られる道路構造の特徴	現地踏査

2) 道路の損傷原因の考察

道路の損傷原因は①交通条件、②自然条件、③施工条件、④道路構造の観点から検討した。その結果、表 2-29 のように複合的な要因により損傷が進行したと考えられる。

表 2-29 道路の損傷原因のまとめ

区間		A	B	C	D	E
交通	交通量の大幅な増加	当初交通量の伸び率 3%程度（ヒアリングより）に対し、道路改良により大量の交通がシフトし、実際の交通量の伸び率 6.5%。またコートジボアールの内戦が要因でタコラディ港からの交通が増加。現状の舗装耐荷力では 6~10 年で寿命となる。				
	過積載の存在	大型車の 5 割以上が過積載（ガーナ道路公団 2006 年資料、全国）				
	夜間交通規制の解除	建設当時は密輸対策のため夜間の貨物車両の通行禁止→1991 年頃に解除。夜間の大型車交通量が増加。昼夜率				
	設計軸荷重の変更	舗装設計のための軸荷重は 8.2 トン（～1994 年頃）、10 トン（1994 年頃）、11.5 トン（1999 年頃）、13 トン（2004 年頃）に引き上げられた。（今回の計画では 13 トンを考慮する必要あり）				
自然	軟弱地盤・低湿地	沿道は竹林やシダ、イネ科の植生が多く、軟弱地盤でかつ保水性が高く年間にわたり定常的に水が存在する。				
	道路冠水	なし	少ない	少ない	少ない	多い
施工材料	骨材の特質	石英、長石、雲母からなる花崗岩。吸水性が高く、熱によりすりへり減量増加、剥離が大きい可能性があり使用には注意を要する。				
道路構造	低盛土	少ない	少ない	多い	多い	多い
	サグ	少ない	少ない	少ない	多い	多い

①交通条件

ヒアリングによると当該道路は当初交通量伸び率 3.0%程度で計画されたということであったが、実際の伸びを照査するとコートジボアールの内戦の影響などにより 6.4%と倍以上となっている。また、ガーナ道路公団資料（2006 年）によると大型車のうち半数以上が過積載（軸荷重 11.5t 以上）となっており、舗装の損傷を加速する要因となっている。ガーナ道路公団はこのような実情を加味し、舗装設計のための軸荷重を 8.2 トン（～1994 年頃）、10 トン（1994 年頃）、11.5 トン（1999 年頃）、13 トン（2004 年頃）と段階的に引き上げている。なお、当区間の設計は 1980 年後半に行われており、当時は BS による軸荷重 8.2 トンで設計されているものと考えられる。

また、建設当時は密輸防止のために夜間のトラック走行が禁じられていた。（1992 年頃まで）その後この規制がなくなったことから夜間の大型車の通行が大きくなった。今回の 24 時間交通量調査結果（アシン・プラソ）では大型車の昼夜率が 0.87（142/164）と日中と夜間の大型車交通量がほぼ同量となっている。

②自然条件

要請区間の道路はオブワシジャンクション～フォメナ間の峠部を除きおおむね平坦な地形を通過している。集落部を除いた沿道には竹やススキのようなイネ科の植物とシダが多く見られることから現地盤は軟弱でかつ保水性が年間にわたり高い状態であることがわかる。また、地形勾配がほとんどないため隣接地にたまった水が下流に排出されるまでにはかなりの時間を要する状況である。表 2-30 に主な道路の損傷と周辺の状況を示す。

表 2-30 道路の損傷と周辺の状況

路面の損傷	道路周辺状況
	
<p>路面の縦断方向の波打ち状の起伏。亀甲状クラックの発達（アシンプラソ北部 100km 付近）</p>	<p>すり鉢状の低湿地。雨季は水位が上昇し池状になる（ヒアリング）</p>

	
<p>路面の縦断方向の波打ち状の起伏。亀甲状クラックの発達（50km 付近）</p>	<p>竹林が多く見られることから水分が多く軟弱な地盤であることがわかる。</p>
	
<p>ポットホール、舗装の剥離が進行（Dompoase 北）</p>	<p>道路周辺は沼地</p>

③施工条件、材料

アスファルトは交通荷重（通過する自動車の軸数）によりバインディングエフェクトが徐々に失われ劣化が進み、結果として亀甲状クラックが生じる。当区間は先に検討したとおり現況の設計舗装構造耐荷力以上の交通量を負担していることから舗装が極度に疲労した状態となっている。

また、現場からは結晶が比較的大きく発達した石英、長石、雲母を主成分とした花崗岩が路盤および AC 骨材として利用されていることが確認された。近傍の採石場で見られるのはほとんどがこの骨材であるが、強度やすりへり等の試験はパスするものの吸水性が高く、加熱によりすりへり減量が増加したり膨張によりもろくなったりする可能性があり、AC の骨材としての使用にあたっては注意を要するものである。また、日本国内では骨材の剥離が問題になることは少ないが、現地で観察された骨材には剥離しやすいものが含まれている可能性があり、損傷の原因のひとつとなったことが考えられる。

表 2-31 に現地で確認された主要な道路の材料の状況について示す。

表 2-31 現地で確認された道路の材料の状況

材料	写真	コメント
AS 骨材	 <p data-bbox="336 714 959 779">ヤモランサーアシン・プラソ間の舗装破損箇所 露出</p>	<p data-bbox="987 280 1469 421">長石（白色）、石英（透明）、雲母（黒色）の3成分からなる花崗岩を使用。結晶が大きく長時間かけて凝結した岩石と考えられる。</p> <p data-bbox="987 427 1469 779">一般的に花崗岩は強度を持つ優れた材料であるが、構成する結晶が大きく発達しているためそれぞれの成分の膨張率の違いによる亀裂を生じやすい状態になっていると思われる。また、小さな結晶で構成されているもの（短時間で凝結した岩）と比較した場合、擦り減り減量が大きく、また剥離を生じやすいおそれがあるため表層に用いる場合には注意が必要である。</p>
上層 路盤		<p data-bbox="987 788 1469 891">表層より流下したと考えられる水分によって上層路盤材の細粒分が固結している。</p>
下層 路盤		<p data-bbox="987 1169 1469 1272">現在ガーナ道路公団改修工事区間で露出している箇所。下層路盤材と思われる材料。</p> <p data-bbox="987 1279 1469 1346">細粒分にうもれて 15cm~20cm 大の花崗岩が確認される。</p>
路体		<p data-bbox="987 1550 1469 1617">路肩を掘削した箇所で路体が露出している箇所。</p> <p data-bbox="987 1624 1139 1657">ラテライト。</p> <p data-bbox="987 1664 1469 1731">路面から約 1m 程度で湿潤な状態となっている。</p>

④道路構造

道路の損傷は低盛土（2m 以下）区間と道路のサグ部（道路縦断のもっとも低い部分）に集中している。盛土高さが低い道路を軟弱地盤上に施工した場合、交通荷重によって路面の平坦性や維持に問題を及ぼすような不同沈下を生じることが多い。これは、一般に高い盛り土の場合は軟弱地盤に与える交通荷重の影響が相対的に小さい上、盛土荷重により地盤の変形に対する抵抗力も増し、施工中に圧密沈下が進行することから供用後に交通荷重による路面変化や不同沈下は小さい一方、低盛土の場合は軟弱地盤に及ぼす盛土荷重よりも交通荷重の影響が相対的に大きくなり、現地盤の土質の違いの影響を受けやすいことによる。

先に示したとおり調査区間は全線にわたり排水がされにくい地形条件があり、これと低盛土あるいは道路のサグ部が重なった場合、道路内の地下水により路盤や路床の損傷が生じやすい状況が発生する。

また、コルゲートパイプの腐食が進行し、これを起因とする路面の沈下が生じている。逆に、コンクリートボックスカルバートの場合は裏込の圧縮あるいは沈下により、カルバート部が突出する形で路面に不陸が生じている。いずれの箇所においても路面の損傷の要因となっている。

3) 道路の損傷のメカニズム

先に示した損傷の原因分析から要請区間で見られる道路の破損の破壊メカニズムは次のとおり大きく A,B,C の 3 タイプに分類される。

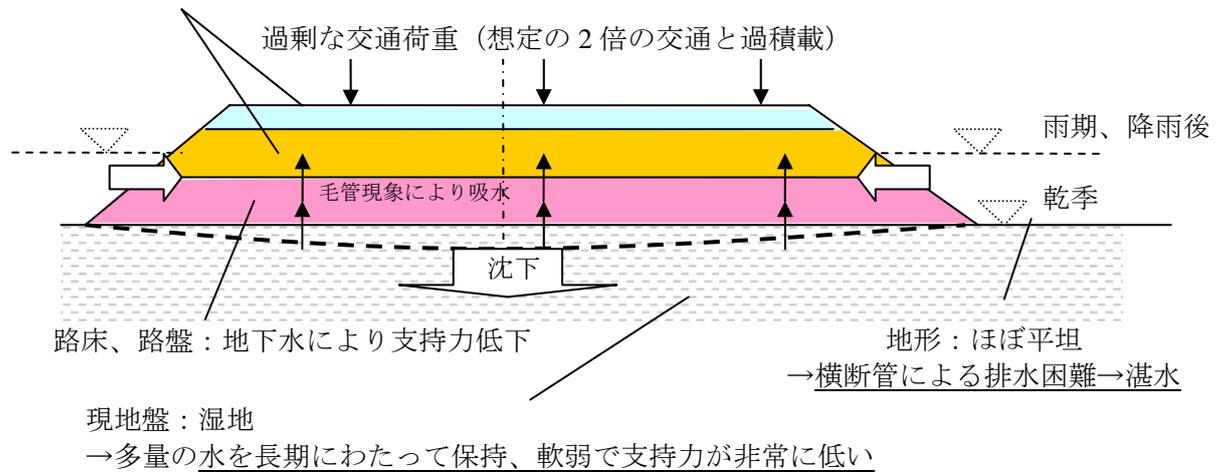
A タイプ（路床の損傷が主な原因）

軟弱地盤により路床の不同沈下や路床あるいは路盤が地下水により損傷され支持力が低減し、交通荷重により変位が蓄積されたものである。現地で道路の進行方向の波打ちが見られる箇所が該当し、低湿地の低盛土区間で多く観察される。当該区間は低湿地で少しの降雨により路床、路体、基礎地盤の含水率は飽和状態となり、最適含水率を確保できない期間が多く発生し、このような状況で想定の 2 倍以上の交通量と過積載による過剰な荷重を受けたことがさらに損傷を加速させたものと考えられる。

路床部の不同沈下は骨材のかみ合わせが緩くなるなどの路盤支持力の低下の原因となり、表層上のクラック発生、亀甲状クラックへの発達と進行したのと考えられる。発生したクラックからいったん水が表層内に浸透すると亀甲状クラックがさらに発達し、アスファルトと骨材の剥離が促進、ポットホールを多く生じ、ひいては舗装面全体の破壊に進行したと考えられる。従って、このタイプの破損メカニズムは、状況的要因と荷重的要因があり、そこに施工・材料的要因が加わって発生したと考えられる。

このような箇所は軟弱地盤の対策と水の影響を完全に排除することが必要であり、路床から再構築することが必要であると考えられる。

舗装、路盤の材料：結晶の大きく発達した長石、石英、雲母からなる花崗岩を使用
→吸水性、剥離性が大きい

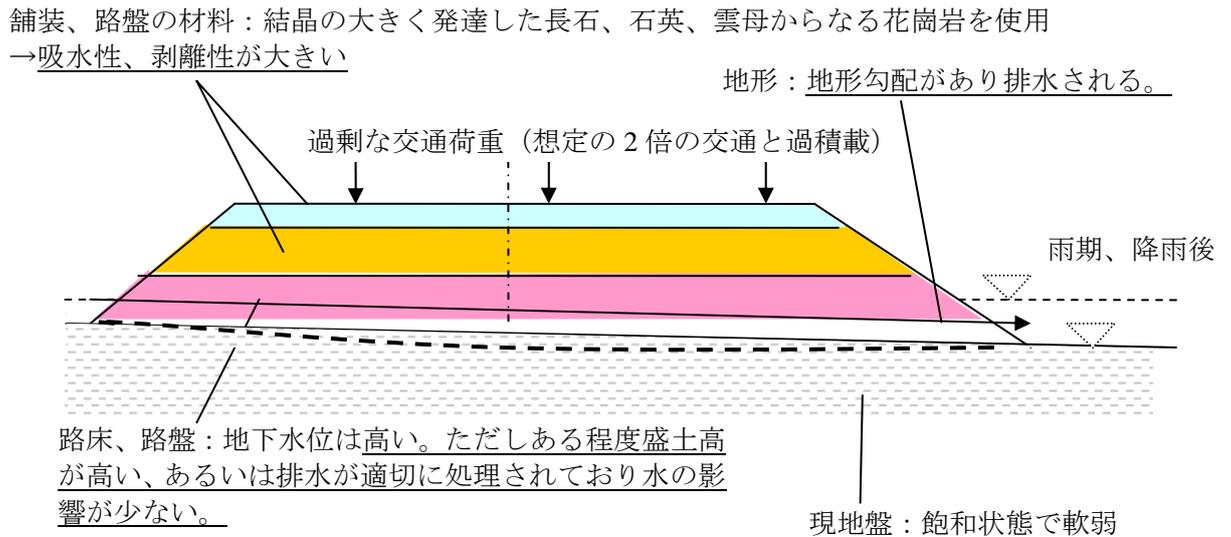


B タイプ（路盤の損傷が主な原因）

路面の進行方向の波うちは見られないものの、亀甲状クラックが全面に発達し、補修箇所の再損傷が進行している箇所がある。これらは新たに構築された比較的高い盛土あるいは切土で見られ、現地盤は軟弱であっても周辺の地盤の勾配が大きく短時間で排水がなされるか、地下水位に対して盛土高が高く長時間にわたり路床や路体が水につかることがないため、路床、路体は十分な支持力を発揮できていると考えられる箇所に見られる。

しかしながら、基礎地盤が軟弱であることからタイプ A と同様に想定の 2 倍以上の交通量と過積載を原因とする設計荷重を超える車両通過による圧縮あるいは沈下によりクラックが生じ、主に路面からの水の浸透により路盤と舗装の損傷が進行しているものである。損傷が路盤に達していることから、パッチング等の表面的な補修をしても同じ箇所が再び破損するサイクルが生じている。

一方、沈下が損傷発生の発端となっているものの、これまで実施されてきた表面的補修で現状の走行性が保たれており、これまでの交通荷重により圧縮、圧密沈下は収束し、路体、路床は十分に締め固まっているものと考えられる。よって、路盤からの改修で十分であると考えられる。

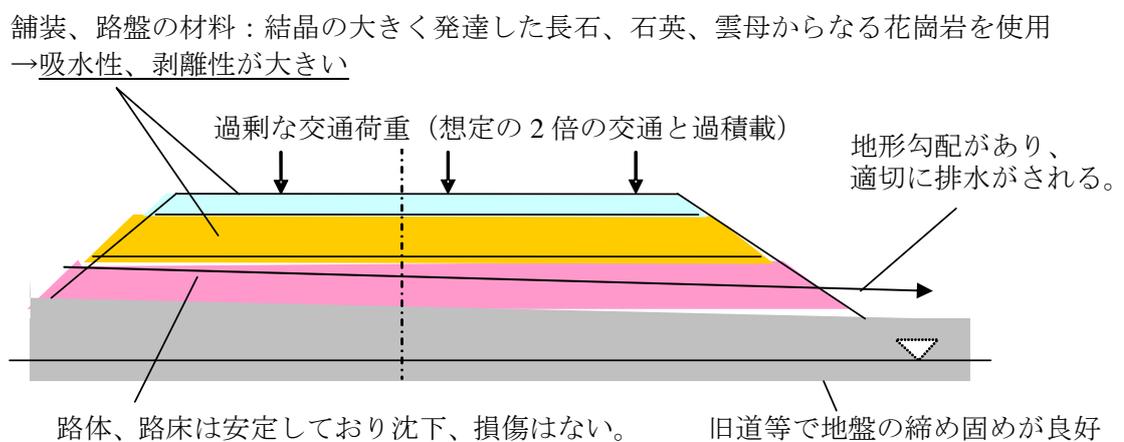


Cタイプ（表層の損傷が主な原因）

亀甲状のクラックが全面あるいは部分的に生じているが、現時点で補修が必要なほど舗装の剥離やポットホールは生じていない箇所がある。これは、集落内等で既存の道路上に構築された箇所、あるいは丘陵の上部など水がたまりにくく地下水位が年間を通して低いと考えられる箇所であり、交通荷重によるアスファルトの劣化によるクラックが発達しているものの舗装の破壊には至っていない。

これらの箇所の路体あるいは路盤は、建設前から道路が存在していたことから良好に締め固まって安定していると考えられる。現時点では表面的な損傷にとどまっているが、クラックから浸透する水により加速的にアスファルトの剥離が進行する可能性がある。

表面的な補修であることからオーバーレイあるいは切削オーバーレイで補修が可能と考えられる。



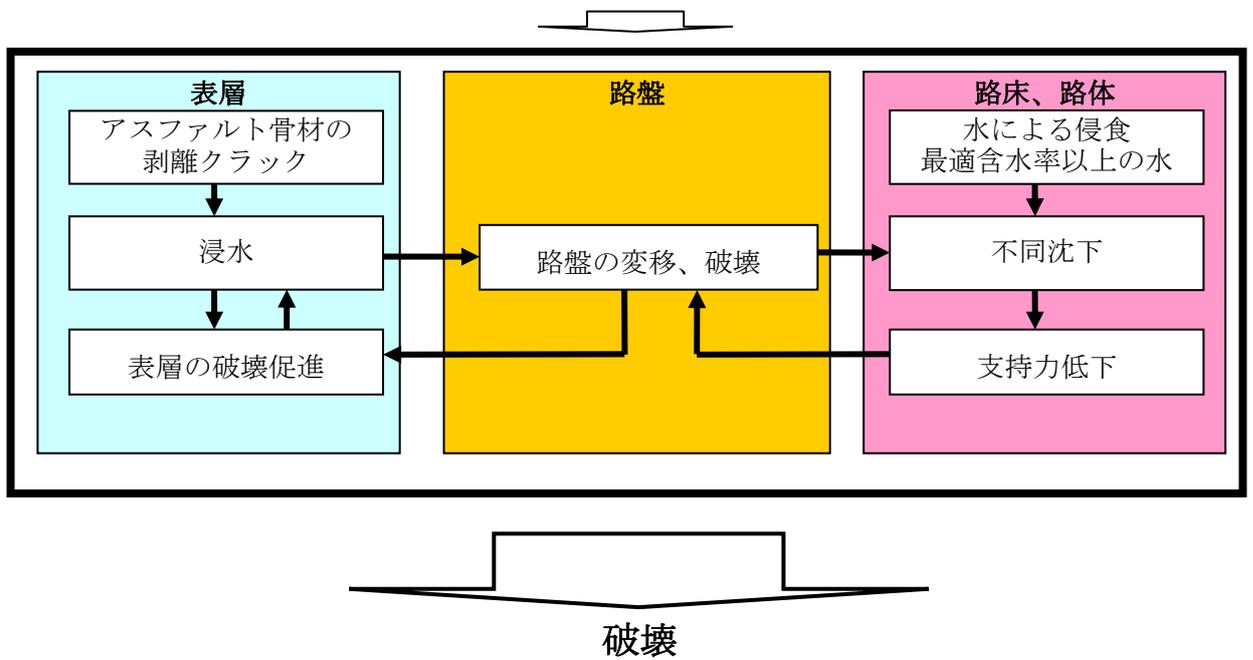
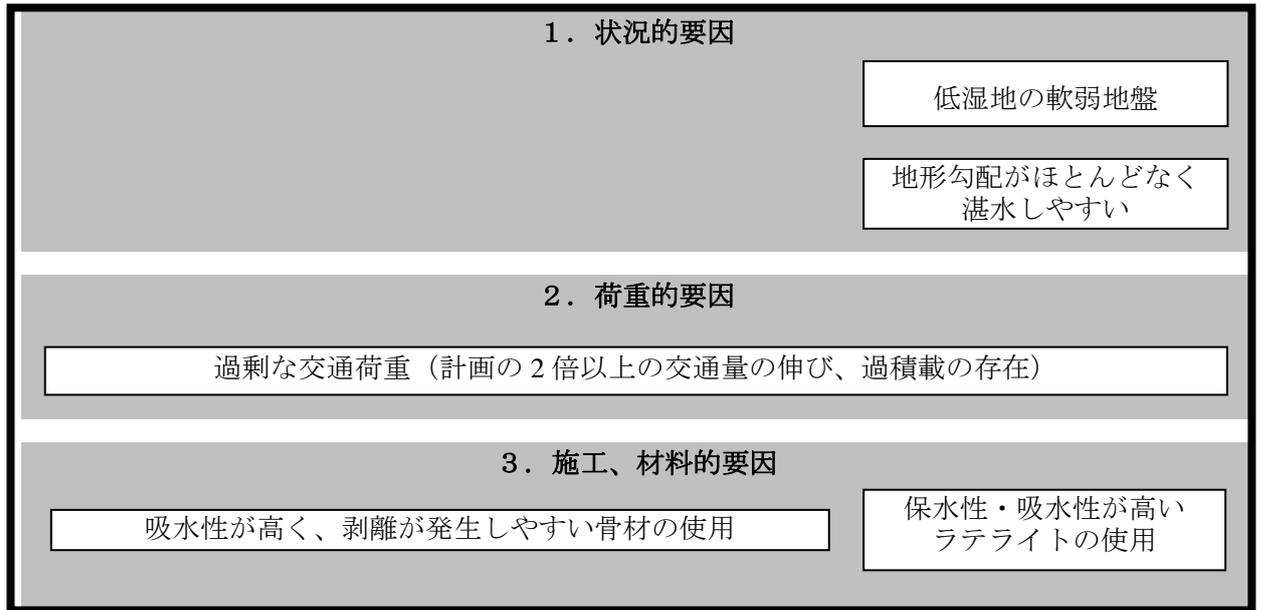


図 2-22 道路の破損のメカニズム

2.3.5 橋梁健全度

本節では、対象橋2橋（アシン・フォス橋およびアシン・プラソ橋）に対する調査内容、橋梁概要、橋梁健全度および改良優先度の評価結果をとりまとめる。各対象橋梁の損傷調査については、「橋梁調書」として、別添資料にとりまとめた。

(1) 調査内容および調査方法

対象橋梁の構造的な健全度を評価するために、表 2-32 に示す形状寸法調査、損傷度調査及び資料収集を実施した。同表にそれぞれの調査方法と調査結果のとりまとめ方法を示す。

なお、表中の「●」印は主に現地調査、「○」印は主に資料収集として実施した項目である。

表 2-32 対象橋梁の調査項目及び調査方針

調査内容		調査方針
主に 現地調査	1) 既設橋の架橋位置	● 路線図等によるステーションの確認
	2) 橋梁形状	● メジャーと距離計による幅員、径間長等の基本寸法の測定 ● 目視による添架物、地下埋設物調査 ○ 対象橋梁の設計図書収集 ● 荷重規制値の調査
	3) 損傷調査	● 目視と写真撮影によるコンクリートの剥落／鉄筋の露出／豆板／遊離石灰／錆び汁／ひびわれの調査 ● 目視と写真撮影による鋼部材の脱落／変形／腐食の調査 ● 目視と写真撮影による橋脚や橋台の洗掘・護岸の損傷調査 ● 目視と写真撮影による高欄、伸縮装置、支承、照明装置、添架物等の損傷調査 ● 目視と写真撮影による取付道路／擁壁等の道路構造物の調査
	4) 施工条件	● 目視による周辺状況の確認、橋梁周辺の家屋調査 ● 仮橋建設／迂回路／新橋バイパスに関する周辺状況の調査 ● 資機材の搬入／施工ヤードに関する調査
主に 資料収集	5) 自然条件	○ 降雨量等の気象条件の文献収集 ● 洪水状況の聞き取り調査 ○ 近接地域での既往の地形／地質調査に関する資料収集
	6) 橋梁計画	○ 橋梁計画／設計に関する法規、技術基準に関する資料収集 ○ 施工（橋梁形式、基礎形式、仮設工事）等の施工条件に関する調査 ○ 既往案件における調達、建設コストの調査 ○ 環境社会配慮に係る調査
	7) 維持管理	○ 事業や維持管理の実施能力（組織体制／技術力／予算／資機材の調達）の調査

凡例： ●：現地調査、○：資料収集／聞き取り調査

(2) 橋梁改良の優先度評価手法

橋梁改良の優先度を決定するためのクライテリアを図 2-23 に示す。改良の優先度は、対象橋の損傷度合いおよび耐荷力によって決まる危険度（構造的な健全度）と、交通量、交通のボトルネック、交通事故、道路ネットワークとしての重要性（機能的な健全度）の両面から判断する必要がある。これらの危険度と重要度をマトリックスとしてそれぞれの健全度が大きいものを優先的に整備することによって、効率的な整備が可能になると考える。

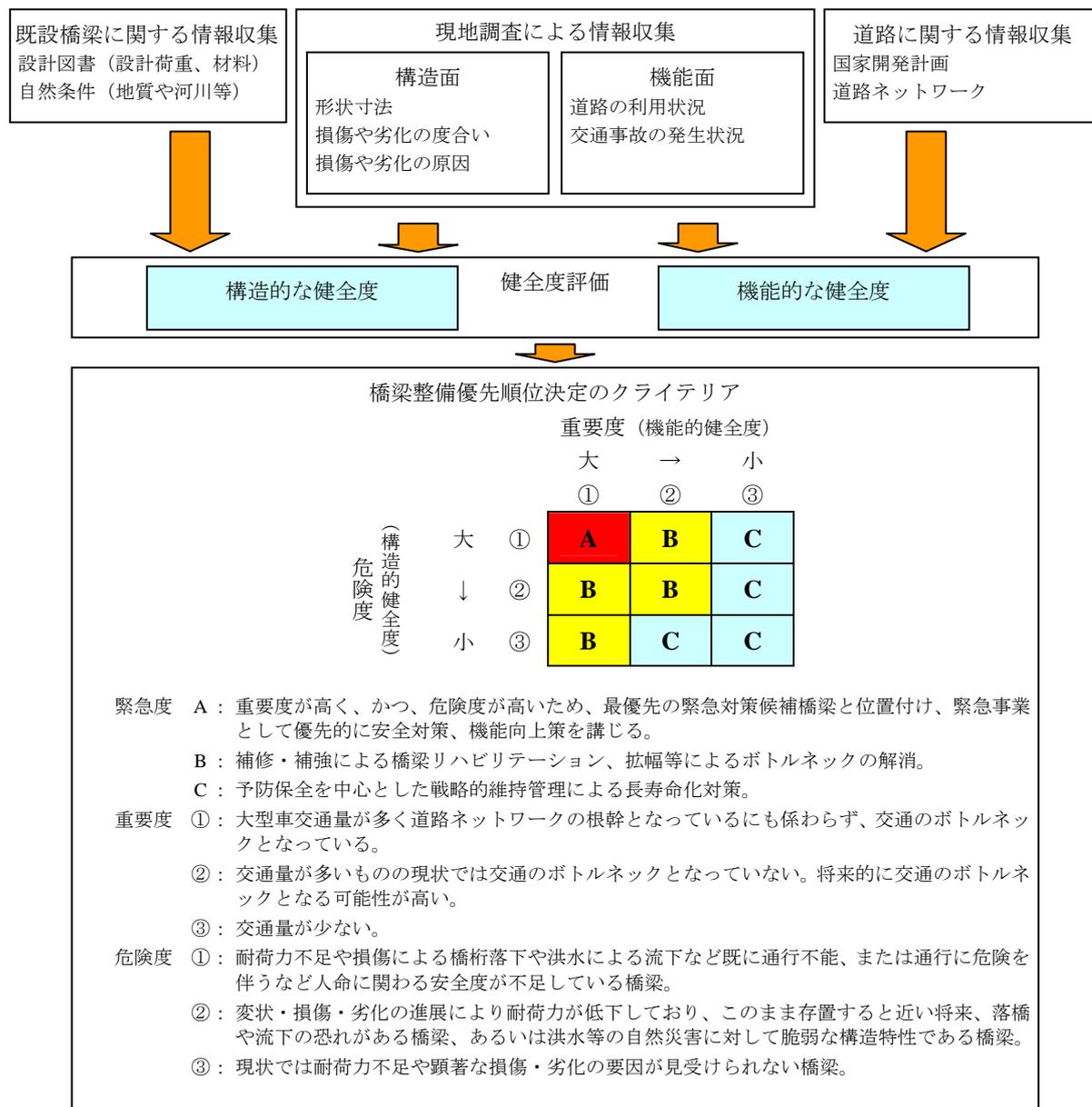


図 2-23 橋梁改良優先度決定のためのクライテリア

(3) 対象橋の概要

アシン・フォス橋およびアシン・プラソ橋の概要を以下に述べる。両橋の概要を表 2-33 に示す。また、両橋の標準断面図および側面図をそれぞれ図 2-24 および図 2-25 に示す。

(a) アシン・フォス橋

本橋の設計図書は現存しない。管理者および周辺住民への聞き取り調査から 1956 年の建設と推定され、建設後 50 年を経過している。アシン・フォス市街地の中心を東西に走る単線の鉄道（アクラ～タコラディ線）を直角に跨ぐ。鉄道は 2001 年ころから運行を休止しているものの、複線化を含む事業再開に係る調査を行う予定である。橋梁周辺にはアシン・フォス駅、市場、バスターミナルなどがある。多くの小規模店舗が橋梁に近接しているとともに、マーケット日（火、金曜日）には小規模な仮設店舗で路肩が埋め尽くされ、多数の歩行者が利用している。

(b) アシン・プラソ橋

本橋の設計図書は現存しない。聞き取り調査によると建設年代は 1936 年である。建設後すでに 70 年を経過している。中部州とアシャンティ州の州境界であるプラ川（Pra River）をほぼ直角に跨ぐ。プラ川は雨季には水深 6～7m まで増水するものの、本橋の桁下高さは河床から約 11m であることから過去に本橋が越流などで被害を受けたことはない。また、本川は乾季には人が歩いて渡れる程度（水深 50 cm 程度）まで水位が下がる。周辺は管理事務所（料金所）、住宅、小規模な店舗、製陶業、畑が点在している。マーケット日（火、金曜日）には橋梁周辺に仮設店舗が開かれるとともに多数の歩行者が橋梁を利用する。

表 2-33 対象橋の概要

橋名	アシン・フォス橋 (Assin Fosu)	アシン・プラソ橋 (Assin Praso)
架橋位置	STA.680+47.00* (ヤモランサ交差点から 68.047km) (中部州)	STA.1011+58.00* (ヤモランサ交差点から 101.158km) (中部州とアシャンティ州の境界)
推定建設年	1956 年 (推定) (建設後 51 年経過)	1936 年 (推定) (建設後 71 年経過)
橋梁形式	鉄筋コンクリート床版橋 (箱式橋台 or ラーメン式橋台)	鋼 3 径間下路式トラス橋
橋長	14.0m (桁長: 6.0m)	82.0m (17.0m+48.0m+17.0m)
有効幅員	6.5m	5.6m
周辺環境	周辺には駅舎、市場、バスターミナルなどがある。マーケット日（火、金曜日）には小規模な仮設店舗で路肩が埋め尽くされる。多数の歩行者が本橋を利用している。	周辺は管理事務所（料金所）、小規模な店舗、製陶業、畑が点在している。マーケット日（火、金曜日）には橋梁周辺に仮設店舗が営業する。多数の歩行者が本橋を利用している。
備考 (交差条件)	跨線橋：鉄道は 2001 年ころから運行を休止。複線での事業再開に関して調査実施中である。	渡河橋：プラ川は雨季には水深 6～7m まで増水する。越流被害を受けたことはない。また、本川は乾季には水深 50cm～1m 程度まで水位が低下する。

注) *: 架橋位置は「アンウィアクワント・ヤモランサ道路改修プロジェクト (竣工図)」の表記に基づく (ヤモランサ交差点を基点とした追加距離)

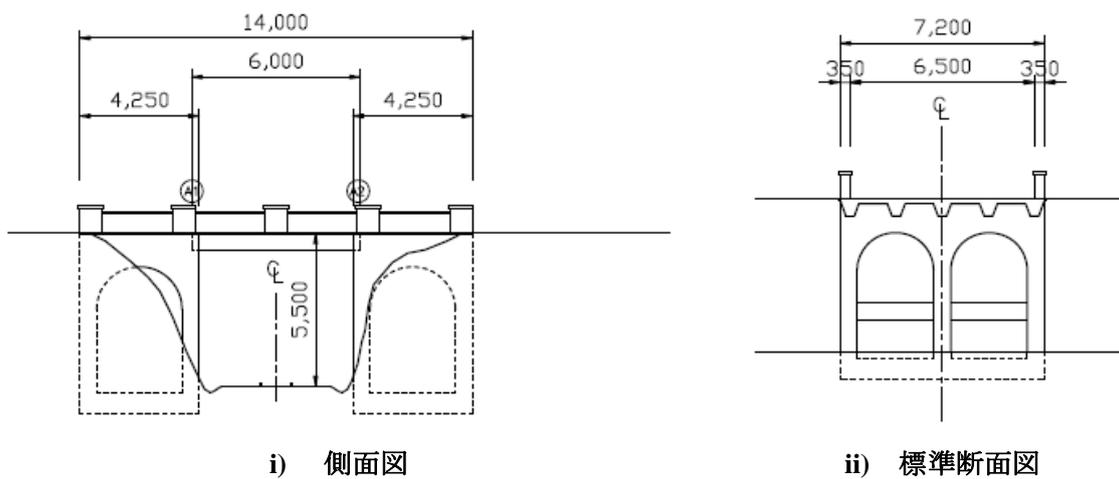
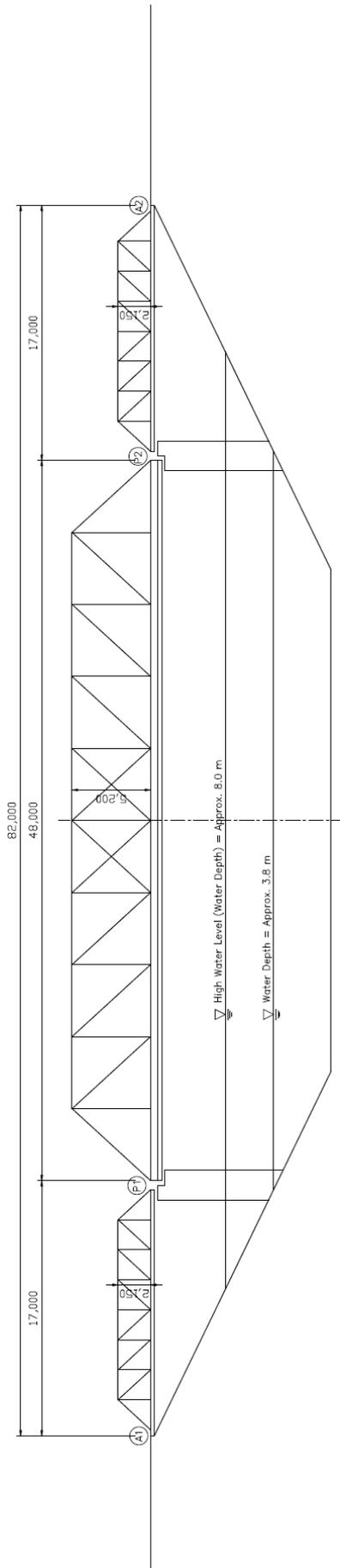
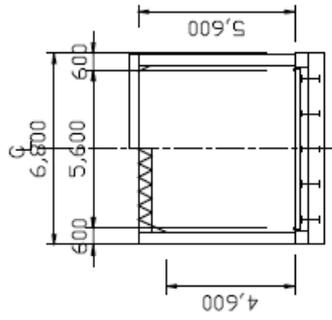


図 2-24 橋梁全体一般図 (アシン・フォス橋)



i) 側面図



補修前 補修後

ii) 標準断面図

図 2-25 橋梁全体一般図 (アシン・プラン橋)

(4) 対象橋の健全度

アシン・フォス橋およびアシン・プラソ橋の機能的健全度、構造的健全度および維持管理の状態を以下に述べる。表 2-34 は両橋の損傷状況およびガーナ道路公団が実施した補修工事の経歴を整理したものである。また、表 2-35 および表 2-36 に両橋の状況を整理する。

(a) 機能的健全度

国道 8 号で標準的に必要とされる道路幅員 11.3m (車道 3.65m x 2、路肩 2.0m x 2) に対して、アシン・フォス橋は 6.5m、アシン・プラソ橋は 5.6m の有効幅員しか確保されていない。今回の交通量調査の結果、24 時間の交通量はアシン・フォス橋では車両約 6,000 台、歩行者約 2,300 人、また、アシン・プラソ橋では車両約 1,500 台、歩行者約 1,250 人である。現状では、両橋ともに、橋梁部では交互通行を余儀なくされている。アシン・フォス橋では商業活動に伴う地域内の短距離交通の影響を受けて交通量が多くなっているものの、橋長が短いため、現状では交通渋滞等の交通のボトルネックの問題は表面化していない。今後の交通量の増加に伴い渋滞等の問題が顕在化すると考えられる。一方、アシン・プラソ橋では、アシン・フォス橋と比べて交通量は少ないものの、橋長が 80m 程度と長いため、現状において交通のボトルネックとなっている。

また、両橋ともマーケットに近接し歩行者が多いにも係わらず歩道と車道が分離されていない。そのため歩行者が常に危険にさらされている。また、道路幅員が橋梁の手前で急に狭くなっているため車両が橋梁に衝突するなどの交通事故の原因ともなっている。アシン・プラソ橋では 3 年に 1 回程度の頻度で車両が橋に衝突する等の交通事故が発生している。1998 年にはセメントを積んだ大型トラックが側径間のトラス主構に衝突し、この修復（トラス主構およびコンクリート床版の取替え）のために 4 ヶ月の全面通行止めを余儀なくされた。

さらにアシン・プラソ橋は現行基準で必要な建築限界 5.2m に対して、もともと 4.6m の高さしかないため、大型車両がトラス橋の上部部材に衝突し部材損傷の原因ともなっている。

(b) 維持管理状態および構造的健全度

対象橋梁の維持管理状態および構造的な健全度を評価するために、現地における形状寸法調査、目視による損傷度調査及び資料収集を実施した。

2 橋の建設年代は非常に古く、アシン・フォス橋は建設後 50 年、アシン・プラソ橋では 70 年が経過している。しかしながら、両橋に致命的な損傷はみられなかった。また、両橋とも、毎年の定期点検・管理とともに 10 年に 1 度程度の割合で中規模補修が実施されており、両橋の管理状態は経年数に比べてそれほど悪くはない。これらの補修内容は、予算の制約から補修や補強などに対して実施できる工種が限定されており、抜本的な拡幅や耐荷力向上のための補強などは実施できず延命措置を行うのが精一杯である。

損傷の状況について、アシン・フォス橋では路面の損傷および橋台裏込め材の流出の他に目立った損傷は確認できなかった。また、アシン・プラソ橋では、路面の損傷、コンクリート床版のひびわれ、塗装の劣化・鋼材の腐食、部材の逸脱・変形、伸縮装置の逸脱、支承の錆びつき等がみられたものの、目視調査では致命的な損傷は発見できなかった。過去に実施された補

修工種は、アシン・フォス橋では舗装の打ち換え、コンクリート桁表面の修復、高欄コンクリートの打ち換えである。また、アシン・プラソ橋では、車両の衝突により損傷した鋼部材の取替えおよびコンクリート床版の打ち換え、補剛板の溶接等による鋼部材の補強が実施されている。しかし、これらの補修は延命措置であり、両橋の耐荷力や寿命を大幅に向上させるものではない。また、逸脱した伸縮装置をコンクリートや土砂で埋める、あるいは、腐食した鋼部材やコンクリート表面に塗装を塗布する等の不適切な対処もみられる。

両橋の構造的な健全性を評価するうえで最も大きな問題は、耐荷力の大幅な不足である。アシン・プラソ橋の建設当時の設計荷重は12トンのトラック、18トンのトレーラーおよび100ポンド/平方フィート(480kg/m²)の群集荷重を想定している。現行の橋梁設計基準(British Standard: BS5400、Department of Transport UK: BD37/01をもとにガーナ道路公団が策定)において想定している設計活荷重(通常の活荷重(HA Loading)と特殊な重荷重を想定(HB Loading))のうち、HB Loadingで規定される軸重37.5トン(車両総重量150トン(4軸車)を想定)と単純に比較すると現況の耐荷力は大幅に不足している。アシン・フォスに関する設計図書は現存しないため詳細は不明であるが、建設年代を考えるとアシン・プラソ橋と同様に耐荷力が不足していることは確実であるといえる。なお、現行の舗装設計に用いる設計活荷重は軸重13.0トンであり、橋梁設計の活荷重とは異なる。橋梁設計では設計手法の相違、構造物の重要性、補修等の難易性を考慮して3倍程度の37.5トンの軸重を想定している。なお、交通規制上の取り締まりは総重量ではなく、軸重(11.5トン)での荷重が規定されている。

表 2-34 対象橋の損傷状況

橋名	アシン・フォス橋 (Assin Fosu)	アシン・プラソ橋 (Assin Praso)
主な損傷	<ul style="list-style-type: none"> 路面の損傷 橋台裏込め材の流出 	<ul style="list-style-type: none"> 路面の損傷・コンクリート床版のひびわれ 塗装の劣化・鋼材の腐食 部材の逸脱・変形 伸縮装置の逸脱/支承の錆びつき
補修の履歴	<ul style="list-style-type: none"> 舗装の打ち換え コンクリート桁表面の修復 高欄コンクリートの打ち換え (2002年の補修実施) 	<ul style="list-style-type: none"> 車両の衝突により損傷した鋼部材の取替え コンクリート床版・路面の打ち換え 補剛板溶接による鋼部材の補強 伸縮装置の撤去・コンクリート充填 鋼部材の塗装 (1987年、2004年に補修実施)

表 2-35 アシン・フォス橋の状況

 <p>1) 【周辺状況】アシン・フォス橋周辺の状況</p>	 <p>2) 【全景】西側からの全景</p>
 <p>3) 【全景】東側からの全景・修復されたコンクリート高欄</p>	 <p>4) 【線路】線路軌道の状況（2001年から使用されていない）</p>
 <p>5) 【迂回路】迂回路の状況（幅員4～6m程度）</p>	 <p>6) 【迂回路】迂回路と線路の交差部</p>
 <p>7) 【道路の急縮】道路幅員が急激に縮小されている</p>	 <p>8) 【損傷・修復】路面の損傷およびその修復</p>

表 2-36 アシン・プラソ橋の状況

 <p>1) 【全景】上流からの全景</p>	 <p>2) 【全景】南側からの全景</p>
 <p>3) 【全景】中央径間および橋脚の全景（橋脚はコンクリートブロック積み）</p>	 <p>4) 【交互交通】交通は交互交通となっており、木材を積んだ大型トレーラーも通過する</p>
 <p>5) 【料金所】橋梁の南側にある料金所（料金収集は民間会社へ委託されている）</p>	 <p>6) 【設計耐荷力】設計耐荷力を示す名版（12 トントラック、18 トントレーラーおよび 100 ポンド/平方フィートまで許容されている）</p>
 <p>7) 【上材の損傷】大型車の衝突で上部部材が逸脱し補修している。橋門工はすでに撤去されている</p>	 <p>8) 【トラス部材の損傷】車両の衝突により部材が変形している</p>

 <p>アンカーボルトの逸脱</p> <p>9) 【支承の損傷】 支承のアンカーボルトが逸脱している、清掃されておらず土砂に埋まっている</p>	 <p>コンクリート床版のひびわれ</p> <p>10) 【コンクリート床版のひびわれ】 コンクリート床版に亀甲状のひびわれ</p>
 <p>11) 【鋼材の腐食】 横桁が腐食している</p>	 <p>排水パイプの目詰まり</p> <p>12) 【排水管の損傷】 路面排水を促す排水管が目詰まりしている</p>
 <p>土砂で埋められた伸縮装置</p> <p>13) 【路面】 伸縮装置が逸脱した部分をコンクリート・土砂で埋めている不適切な処理</p>	 <p>部分的に取り替えられたトラス主構とコンクリート床版</p> <p>14) 【補修】 車両の衝突で落橋した部分（トラス材およびコンクリート床版）を修復している</p>
 <p>溶接された鋼板</p> <p>15) 【補強】 断面の剛性を上げるために鋼板を溶接している</p>	 <p>溶接された鋼板</p> <p>16) 【補強】 断面の剛性を上げるために鋼板を溶接している</p>

(c) 総合的な健全度評価および改良の優先度

機能的健全度（車両の走行性、歩行者の利便性等）および構造的健全度（耐荷力、劣化・損傷の度合い）をもとに、両橋の改良の優先度を評価した（表 2-37 および図 2-26 参照）。

アシン・フォス橋は、幅員が狭く交通量が多いにも係わらず、橋長が短いため、現状では交通のボトルネックとはなっていない。アシン・プラソ橋が橋長が長いために交互通行のための時間を費やさなくてはならないのにくらべて、アシン・フォス橋の交通のボトルネックの問題はやや重要度が低くなる。また、構造的健全度については、耐荷力が大幅に不足しており、ほぼ寿命であることから、両橋ともに危険度が非常に高いと評価される。

結果、両橋の改良優先度は高く、特にアシン・プラソ橋は優先度が非常に高く最優先で改良することが望ましいと判断される。

表 2-37 対象橋の改良の優先度

橋名	アシン・フォス橋 (Assin Fosu)	アシン・プラソ橋 (Assin Praso)
機能的健全度	△：橋長が短いため、交通のボトルネックによる渋滞等は顕在化していないものの、マーケットが近く交通量・歩行者の利用とともに非常に多く交通事故も発生している。	×：橋長が82mと長いため停車を余儀なくされ交通のボトルネックとなっている、また、マーケットに近く歩行者が多く交通事故も発生している。車両が橋に衝突して部材損傷の原因になっている。
構造的健全度	×：致命的な損傷はないものの、耐荷力が大幅に不足している	×：致命的な損傷はないものの、耐荷力が大幅に不足している
改良の優先度	高い ：耐荷力が大幅に不足しているとともに交通のボトルネックとなる可能性が高い	非常に高い ：耐荷力が大幅に不足しているとともに交通のボトルネックとなっている

凡例：○：良い、△：中位、×：悪い

		重要度 (機能的健全度)		
		大	→	小
		①	②	③
危険度 (構造的健全度)	大	① A (アシン・プラソ橋)	B (アシン・フォス橋)	C
	↓	② B	B	C
	小	③ B	C	C

緊急度 A : 重要度が高く、かつ、危険度が高いため、最優先の緊急対策候補橋梁と位置付け、緊急事業として優先的に架け替え等の大規模修繕、安全対策、機能向上策を講じる。
 B : 架け替え、または、補修・補強による橋梁リハビリテーション、拡幅等の大規模改修による耐荷力の改善、ボトルネックの解消。
 C : 予防保全を中心とした戦略的維持管理による長寿命化対策。

重要度 ① : 大型車交通量が多く道路ネットワークの根幹となっているにも関わらず、交通のボトルネックとなっている。
 ② : 交通量が多いものの現状では交通のボトルネックとなっていない。将来的に交通のボトルネックとなる可能性が高い。
 ③ : 交通量が少ない。

危険度 ① : 耐荷力不足や損傷による橋桁落下や洪水による流下など既に通行不能、または通行に危険を伴うなど人命に関わる安全度が不足している橋梁。
 ② : 変状・損傷・劣化の進展により耐荷力が低下しており、このまま存置すると近い将来、落橋や流下の恐れがある橋梁、あるいは洪水等の自然災害に対して脆弱な構造特性である橋梁。
 ③ : 現状では耐荷力不足や顕著な損傷・劣化の要因が見受けられない橋梁。

図 2-26 対象橋の改良優先度

2.3.6 横断構造物健全度

国道 8 号には、種々の横断排水施設が整備されている。規模が大きいものから、橋梁、ボックスカルバート、コルゲートパイプ、コンクリートパイプである。橋梁は主に雨季乾季を問わず常時流れがあるような河川、ボックスカルバートは主に雨季のみに水流が発生するような沢に配置されている。コルゲートパイプは 1,000mm 程度の径が中心で特に低湿地で雨季に水が堆積し時間とともに徐々に水位が下がるような箇所によく配置されている。コンクリートパイプは直径 600mm 程度の比較的小径の管であり住宅地の市内排水に使用されている。また、路面および周辺の排水を横断排水施設まで導く縦断排水施設も必要な箇所で整備されている。

これらの横断排水施設の設置状況を表 2-38 に示す。起点のヤモランサから終点のアンウィアंकワンタまでの約 175km 区間で合計 399 の横断排水施設は配置されている。平均的な配置間隔は 440m 程度でありほぼ 1 km に 2 箇所の割合で配置されていることになる。

表 2-39 に代表的な横断排水施設の写真を示す。道路の損傷の原因のひとつとして、横断排水の不良が考えられる。特に道路縦断が低い箇所では、道路の計画高さが低いこと、また、横断排水が不十分なことが道路舗装の損傷の原因になっている。表 2-40 に横断排水施設の不良に起因する道路の損傷およびその代表的な対策方法を整理する。

表 2-38 既存の横断排水施設の箇所数

区 間	区間 A	区間 B	区間 C	区間 D	区間 E	合 計
	ヤモランサ ～テッチ	テッチ～ア シン・フォス	アシンフォ ス～アシン プラソ	アシン・プラ ソ～オプワ シ JCT	オプワシ JCT～アンウ ィアンクワ ンタ	
区間延長 (km)	23.5	44.5	30.5	42.0	34.2	174.7
橋 梁	0	1	2	4	0	7
ボックスカルバート	21	13	7	5	8	54
コルゲートパイプ	3	77	39	70	56	245
コンクリートパイプ	20	25	9	22	17	93
合 計 (箇所)	44	116	57	101	81	399
平均的な配置間隔 (m)	534	384	535	416	422	438

注) 箇所数はアンウィアンクワンタ・ヤモランサ道路改修プロジェクト (竣工図) に基づく。

表 2-39 代表的な横断排水施設

	
<p>1) 橋 梁 雨季・乾季を問わず常時流れがあるような比較的大きな河川に設置 (178km 付近、アンウィアンクワンタ付近 Oda 川に掛かる橋)</p>	<p>2) ボックスカルバート 主に雨季のみに水流が発生するような沢に配置 (124km 付近)</p>
	
<p>3) コルゲートパイプ 直径 1,000mm 程度が中心で、特に低湿地で雨季に水が堆水し、時間とともに徐々に水位が下がるような箇所に配置 (156km 付近)</p>	<p>4) コンクリートパイプ 直径 600mm 程度の比較的小径の管であり、流末処理や住宅地の市内排水に使用 (116km 付近)</p>

表 2-40 横断排水施設の代表的な損傷および対策方法

<p>1) 【橋梁】橋げたの浸水</p>  <p>20～30年に1度の確率規模の増水で橋げたが浸水（178km付近、アンウィアंकワクタ付近 Oda 川に掛かる橋）</p> <p>【対策例】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 自然河川のため水位のばらつきも大きい、設計で想定している程度の確率水位であるため一時的な浸水を許容する（浸水後の排水を促進するために橋梁前後の横断排水施設を改良）→ローカルが既の実施済 ② 道路縦断を上げ橋桁をジャッキアップして道路橋梁への越流を防止する 	<p>2) 【ボックスカルバート】流木による河積阻害</p>  <p>流木等が河積を阻害（46km 付近、アシン・マンソの北）</p> <p>【対策例】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 定期および水位上昇時の流木の除去によってボックスカルバートの流下能力を保持する ② 上流側に流木等を一時的に堰き止める杭等を設置し急激な水位の上昇を抑制する
<p>3) 【ボックスカルバート】下流部の洗掘</p>  <p>下流側で洗掘（46km 付近、アシン・マンソの北）</p> <p>【対策例】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 上流部でのせき上げを防止して上下流での水頭差を小さくし流れを下流での射流を抑制する ② 洗掘部分をじゃかご等で保護する 	<p>4) 【ボックスカルバート】埋め戻し土の沈下</p>  <p>ボックスカルバート周囲の埋め戻し土の締固め不十分でボックス周囲が沈下（133km 付近、アシンプラソの北）</p> <p>【対策例】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ボックスカルバート周辺の埋め戻し土を再度締め固める ② 段差部分の表層を打ち直して高さを補正する

5) 【コルゲートパイプ】土砂の緩みによる路面沈下



重車両の走行振動でコルゲートパイプ周辺の土砂が緩みコルゲート上の路面が沈下 (95km 付近、アシン・プラソ橋の南)

【対策例】

- ① コルゲートパイプの使用停止し、ボックスカルバートやコンクリートパイプへの変更する

6) 【コルゲートパイプ】鋼材の腐食・土砂の流出



コルゲート管 (メッキされていない) の底部は常に水が残るコルゲート管底部が腐食。腐食した底部から土砂が吸い出され周辺土砂の沈下を助長 (36km 付近)

【対策例】

- ① コルゲートパイプの使用停止し、ボックスカルバートやコンクリートパイプへの変更する

7) 【コンクリートパイプ】清掃不良による詰まり



パイプの径が小さく清掃が十分に行われなため、パイプが目詰まり (67km 付近、アシン・フォス橋の南)

【対策例】

- ① 定期的な清掃ができるように予算、人員の確保あるいは市域住民への協力を促進する
- ② 人が中へ入って清掃できるように大口径の管へ変更 (最小径 900mm) する

8) 【縦断排水】切土表面の排水の路面への流れ



縦断排水の不良により周辺切土の表面水が路面に流れ出て滞留 (90km 付近)

【対策例】

- ① 横断排水の定期的な清掃および草刈を行う
- ② 排水計画の見直しを行い適切な縦横断排水施設へ変更する

第3章 道路改修計画

3.1 道路の改修方法

(1) 改修計画の基本方針

現状の損傷状況の原因およびメカニズムを踏まえ、これらを排除しかつ現況及び将来発生する交通量を担う道路に改良すべく、主に表 3-1 に示すの基本方針に基づいて改良計画を立案する。

表 3-1 道路改修計画の基本方針

1) 現行設計基準に適合した適切な耐荷力を保持すること
2) 現行設計基準に適合した道路幅員を保持すること
3) 現状の問題を排除すべく必要な道路構造の改良をすること
4) 簡便な維持管理で長期にわたり道路が良好な状態を保つことができるようにすること
5) 社会環境に対する負の影響を最小とする道路設計を行うこと

(2) 道路の改良計画

基本方針に基づき表 3-2 に示す具体的方策に基づき改良計画を立案する。

表 3-2 道路改良計画の具体的方法

構造条件	道路改良方法
舗装設計	ガーナ道路公団舗装設計要領に基づく 設計軸荷重 13 トン 設計耐用年数 15 年（国道 1 号等他の幹線道路整備と整合）
道路幅員	車道 3.65m 路肩 2.0m（※国道 8 号は 1 級道路のカテゴリーであるため、ガーナ道路公団の設計基準では路肩幅員 2.5m が必要となっているが、要請は 2.0m であがっていることから 2.0m としている）
路肩構造	現況は DBST により路肩が構築されているが、特に集落区間において大型車が頻繁に停車することにより破損が激しい。改良計画では大型車両の停車等による破損を回避するために、集落部については路肩まで基層を伸ばすこととする。（ケープコースト～タコラディ、国道 6 号の世界銀行実施区間で採用）
縦断排水路	現況は素彫り側溝で土砂や雑草により埋没する箇所が見られ、また頻繁な維持管理を要している。当該区間では道路の良好な状態を維持するために排水が重要であることから、全線をコンクリートライニングとする。
流末処理	特に集落部において道路縦横段排水路から流末水路まで適切に排水がされるように水路を設置するなど流末の処理をする。
骨材運搬距離	本道路の改良に当たっては良質な材料を十分な量確保することが特に重要である。路線付近で確認されたほとんどの骨材は擦り減りあるいは剥離が大きいと考えられることから、AC、上層路盤に使用する場合に注意が必要である。 AC に問題なく用いることができると考えられる骨材は本路線沿線ではアシン・フォス付近の採石場で確認できたが、その備蓄量は不透明である。ヒアリングによると南部（海岸付近）ほど密度の大きい良質な骨材が得られる。当採石場が利用できる場合は平均運搬距離約 50km で計画が可能となるが、できない場合は海岸付近から運搬するため平均 100km 程度の運搬距離となることが見込まれる。 あるいは路線付近で入手できる骨材を改良して使用することも考えられるが、改良方法は十分に吟味する必要がある。本計画では最良の材料を入手することを想定し、平均運搬距離を 100km としている。

損傷のメカニズムに対応し、本道路の修繕には以下に示す3つの改修パターンが必要となる(表 3-3)。

1) 改良計画 A (路床から改良する)

軟弱地盤による沈下あるいは水の影響により路床の支持力が十分に出ていないため、以下の方針で路床から改良する。

縦断改良	周辺の水の影響を排除するために縦断計画は少なくとも路盤下面が年間を通して隣接地の水面よりも高い位置になるように改良する。(路床+1m以上)
横断管設置	横断管を設置し極力隣接地の排水を促す
舗装	供用後15年間の交通荷重に対して改良(基層5cm、表層6cm、上層路盤15cm、下層路盤17.5cm)
既存横断管の取替え	コルゲート管は腐食により道路の損傷の要因となっていることから全て取り替える

2) 改良計画 B (路盤から改良する)

隣接地の水の影響はほとんどないことから道路高さは舗装厚の増加分を除き現状を維持する。路床はこれまでの交通荷重により安定していると考えられるため、道路の損傷の要因となっている路盤から構築しなおすことにより道路を改良する。

3) 改良計画 C (表層から改良する)

道路の損傷がほとんど舗装の寿命に起因しているため表層から打ちかえることで改良する。路床、路盤は交通荷重により良好な状態に締め固まっておき安定していると考えられる。

3.2 橋梁の改修方法

(1) 改修計画の基本的な考え方

現状の損傷状態、耐荷力の不足、交通安全の発生状況、鉄道等の関連施設の将来計画等をもとに、両橋については主に以下の設計思想のもとで改良計画を立案する。

- 1) 現行設計基準に適合した適切な耐荷力を保持すること
- 2) 現行設計基準に適合した道路幅員を保持すること
- 3) 車両および歩行者の安全性・利便性に配慮すること（歩行者・車両の分離）
- 4) アシン・フォス橋では鉄道の再開発計画に配慮すること
- 5) 社会環境に対する負の影響を最小とする橋梁建設計画を行うこと

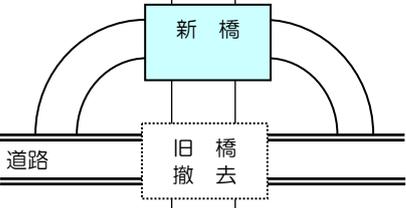
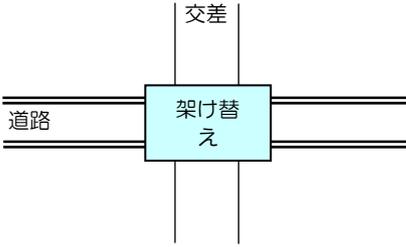
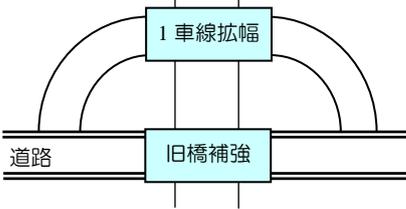
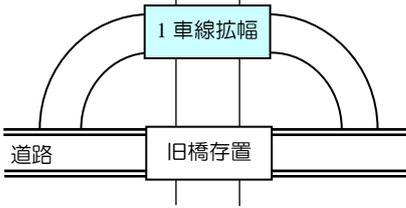
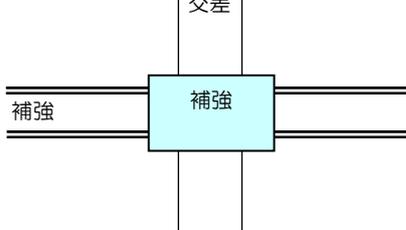
(2) 改修計画比較案

表 3-4 に考えられる橋梁改良案を示す。

架け替え案としては、迂回路や仮設橋等の仮設工事費を抑制して全体の工事費を縮減することが可能である Case-1（既設橋梁と別の位置に新設橋を建設する案）が推奨される。この場合、新橋と既設橋との距離は、道路線形や周辺の状況によって決定されるが、特殊掘削とならないように十分間隔をとることが肝要である。しかし、道路線形や周辺状況より Case-1 のように道路線形をシフトできない場合には、Case-2 のように現位置での架け替えが考えられる。迂回路や仮設橋を新たに建設する必要があることから工事費の増加に留意する必要がある。

また、Case-3～5 のようなケースは現橋がある程度の耐荷力を保持しており、補強工事を行うことで橋の耐荷力向上が安価に実施できる場合には有用な手法である。しかしながら、対象橋のように耐荷力が大幅に不足している状況では、耐荷力向上のための補強には膨大なコストが掛かることから望ましくない。

表 3-4 橋梁改修案

ケース	内 容	特 徴
<p>Case-1 別の位置で新橋建設+旧橋撤去</p> 	<p>① 既設橋の近傍に新設橋を建設 ② 新設橋に交通開放 ③ 旧橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に最も効果的 ・ 現位置での架け替えに比べて建設コストが安価 ・ 現橋の撤去は先方負担事項となる
<p>Case-2 現位置で架け替え</p> 	<p>① 仮橋を建設し、交通を迂回 ② 旧橋の撤去 ③ 新橋の建設 ④ 交通開放 ⑤ 仮橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 用地がない場合に有用 ・ 仮設に係る工事費が増大
<p>Case-3 拡幅+既設橋梁補強</p> 	<p>① 既設橋の近傍に1車線の橋梁建設 ② 交通を新設橋に迂回 ③ 既設橋の補強 ④ 2車線で交通開放</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に有用 ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件 ・ 新橋の建設コストは2車線に比べて安価 ・ 現橋の耐荷力が不足している場合は、補強工事の費用が高価になる
<p>Case-4 拡幅のみ</p> 	<p>① 既設橋の近傍に1車線の橋梁建設 ② 2車線で交通開放</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に有用 ・ 新橋の建設コストは2車線に比べて安価 ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件
<p>Case-5 補強のみ</p> 	<p>① 仮橋を建設し、交通を迂回 ② 旧橋の補強 ③ 交通開放 ④ 仮橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既設橋に十分な幅員がある場合に有用 ・ 現橋の耐荷力が不足している場合は、補強工事の費用が高価になる ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件
<p>Case-6 存置</p>		

(3) 橋梁の改良計画

両橋の主要な改良案を表 3-5 に示す。また、アシン・フォス橋の改良案の橋梁一般図を図 3-1 および図 3-2 に、またアシン・プラソ橋の改良案を図 3-3 および図 3-4 に示す。

(a) アシン・フォス橋

表 3-5 に示すように、供用 50 年を経過し耐荷力が現行基準に比べて大幅に不足しており、ほぼ寿命である。また、材料、鉄筋量、基礎構造が不明なため、設計の安全率を上げる必要があり、補強工事は大規模となりコスト増となる。さらに将来の複線化を含む鉄道事業の再開計画に適合できないことから、「架け替え」が妥当である。

ガーナ国においては、一部の小規模の RC 橋およびボックスカルバートを除き、中大規模の PC 橋や鋼橋の建設は技術的に実施困難である。本橋は橋長 10m 程度の RC 橋やボックスカルバートのように現地の建設技術で施工可能な構造形式で対応可能であるため、建設工事の難易度は低い（特に市街地の迂回道路を使用した場合は近接施工の影響も最小となるため難易度はさらに低くなる）。そのため、本邦の無償資金協力で実施する意義は、アシン・プラソ橋と比べて小さいといえる。

(b) アシン・プラソ橋

表 3-5 に示すように供用 70 年を経過し、耐荷力が大幅に低く更新の時期であることから、寿命であるといえる。また、下路式トラス橋のため拡幅工事が不可能であり、2 車線化のためには現橋の補強とともに、上下線分離として 1 車線分の橋梁を付加する必要があり現実的ではないことから、「架け替え」が妥当である。

本橋周辺はマーケットであり歩行者も多いため、ガーナ道路公団は既設橋を撤去せず歩道橋として活用したい意向である。河川の流下を阻害しないためには、新橋の橋脚位置を既設橋と合わせ、河川流下方向にほぼ直線になるように配置するのがよい。現橋の中央径間長は概ね 50m であり、新橋の橋梁形式としては一般的に「PC 箱桁橋」あるいは「鋼板桁橋」が適用可能である。また、雨季の増水の影響のため基礎構造や下部構造の建設時期が制約されるとともに、鋼矢板あるいはコファードム等による締め切り工法等の技術が必要である（水位が低いのは 12～3 月）。以上より本邦の長大橋建設技術、河川内での建設技術および急速施工技術を適用する等、工事の難易度は高く、本邦の無償資金協力で実施する意義は大きいといえる。

表 3-5 対象橋の改修案

橋名	アシン・フォス橋 (Assin Fosu)	アシン・プラソ橋 (Assin Praso)
改修方法	<p>【架け替え】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 供用 50 年を経過し耐荷力が現行基準に比べて大幅に不足しており、ほぼ寿命である。 ・ 補強工事は大規模となる。材料、鉄筋量、基礎構造が不明なため、設計の安全率を上げる必要があり、さらにコスト増となる。 ・ 将来の複線化を含む鉄道事業の再開計画2に適合できない。 	<p>【架け替え】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 供用 70 年を経過し、耐荷力が大幅に低く更新の時期であることから、寿命であるといえる。 ・ 下路式トラス橋のため拡幅工事が不可能であり、2車線化のためには現橋の補強とともに、上下線分離として1車線分の橋梁を付加する必要があり現実的ではない。
架橋位置 および 施工計画案	<p>【現位置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 橋梁前後の道路が直線であり、小規模店舗が密集し、周辺環境に与える影響を最小とするために、同じ位置に新橋を建設する。 ・ 市街地を迂回する旧道（延長 1.4km、幅 4～6m 程度）を使用し現道を完全通行止めとする。 	<p>【現橋の下流（西側）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現橋と同位置での架け替えは仮橋建設が必要となり、建設に多大な費用増となる。 ・ 建設コスト削減の観点から、将来計画の道路線形を変更して、現橋を使用しながら、現橋の下流（西側）に新橋を建設し、現橋は存置する。
橋梁形式案 (橋長：径間長)	<ul style="list-style-type: none"> ・ RC 単純床版橋 (L=12.0m) ・ 2 箱ボックスカルバート (W5.0m×H7.3m×2cell) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ PC3 径間連続箱桁橋（張出し架設） (L=100.0m: 25.0+50.0+25.0m) ・ 鋼 3 径間連続鈹桁橋 (L=100.0m: 25.0+50.0+25.0m)
工事の難易度 (無償資金協力で実施する意義)	<p>【低い】 無償資金協力での実施意義→【小さい】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 橋梁自体は小規模 RC 構造であり現地の建設技術で工事が可能なため難易度は低い。 ・ 市街地を迂回した場合は近接施工の必要性も低く、環境負荷も小さい（現橋に近接した迂回路は近接施工となり難易度は高い）。 	<p>【高い】 無償資金協力での実施意義→【大きい】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中規模橋梁であるため建設難易度は高い。 ・ 長大橋建設技術、河川内での建設技術、急速施工技術等、本邦の技術が必要である。
主な設計条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄道の複線化（調査段階） ・ 鉄道の建築限界：高さ 20ft（約 6.1m）、軌道中心からの幅 8ft（約 2.5m） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現橋を歩道橋として利用 ・ 新橋の橋脚位置を既設橋の位置に合わせる

- 2 ガーナ国の鉄道はガーナ鉄道会社 (Ghana Railway Company Ltd.: GRC) が運営している。この会社は Ministry of Port, Railway and Harbor が所管している。GRC では全線を複線化する構想がある。電化の予定はなくディーゼル車を使用する予定である。また、西部および中部地区については民間の開発会社 (Kampac, UAE) が鉄道再建に係る調査を開始している。しかしながら、実行可能性や具体性は不明である。

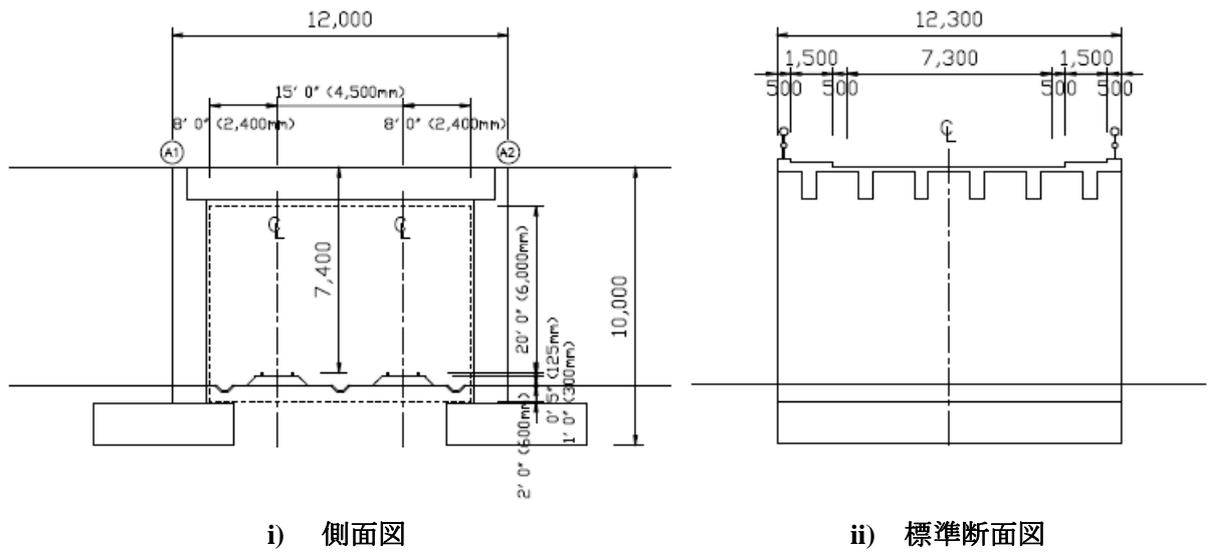


図 3-1 アシン・フォス橋：改良計画案 1 (RC 単純床版橋)

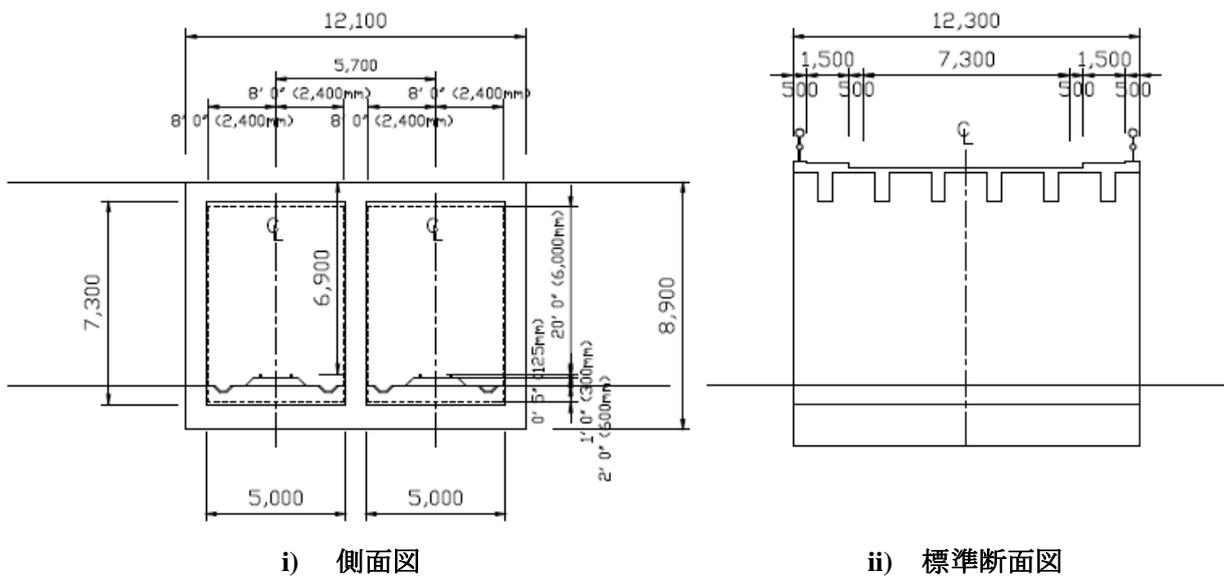
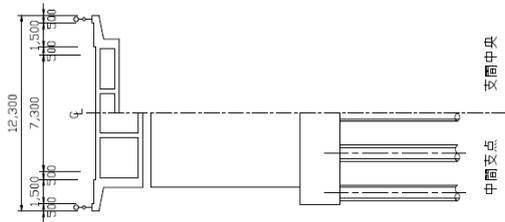
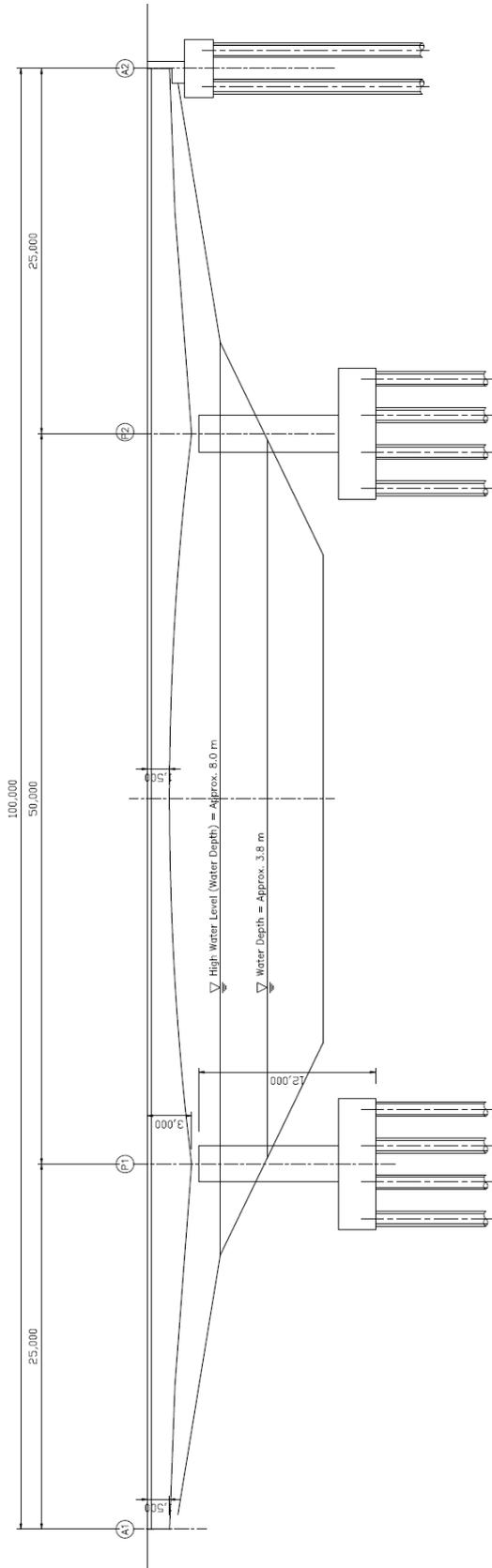


図 3-2 アシン・フォス橋：改良計画案 2 (2 箱ボックスカルバート)

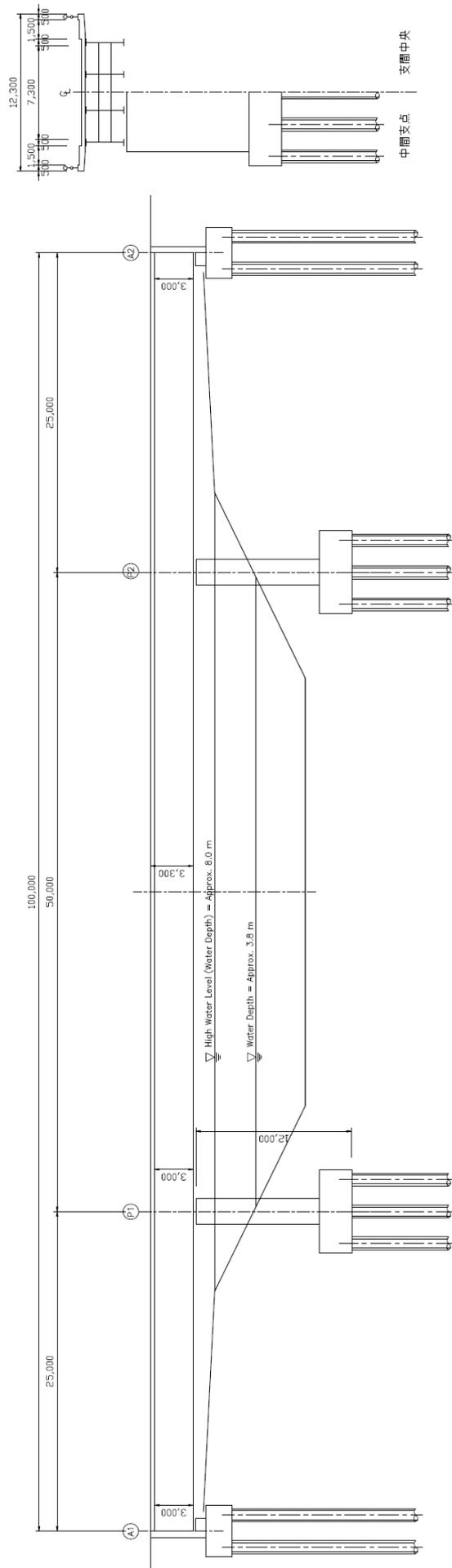


ii) 標準断面図



i) 側面図

図 3-3 アシン・プラン橋：改良計画案 1 (PC3 径間連続箱桁橋)



i) 側面図

ii) 標準断面図

図 3-4 アシン・プラン橋：改良計画案 2（鋼 3 径間連続鈹桁橋）

(4) 横断構造物の改修方法

横断構造物の改修方法を表 3-6 に示す。

橋梁およびボックスカルバートは原則現状維持（既設の構造物を存置し継続して使用）するものとする。コルゲートパイプおよびコンクリートパイプのうち小径（直径 900mm より小径）のものは原則取り替えることとする。なお、改修に掛かる費用は現地でヒアリングした現地ベースでの直接工事費である。

表 3-6 横断構造物の改修方法

横断構造物	構造的な課題	改修方法
橋 梁	アシン・プラソ橋以外で渡河橋梁は、アンウィアクワタ近郊の Oda 川に架かる橋梁のみである。20～30 年に 1 回程度の降雨で冠水している。	ほぼ、設計で想定している冠水の確率であるため、存置する。冠水後に水位低下を速やかに促すために橋梁前後の横断排水構造物を改良する（すでにローカルが実施）。前後の道路をかさ上げする場合には橋梁をジャッキアップする。
ボックスカルバート	維持管理が不十分なために、上流側で流木等が堆積し、河積を阻害している。河積阻害により水頭差が生じ下流側では洗掘が発生している。	定期および水位上昇時の流木の除去によってボックスカルバートの流下能力を保持するとともに、上下流での水頭差を小さくし流れを下流での射流を抑制し洗掘を防止する。
コルゲートパイプ	重車両の走行振動でコルゲートパイプ周辺の土砂が緩みコルゲート上の路面が沈下する。 コルゲート管の底部に常に水が残りコルゲート管底部が腐食、腐食した底部から土砂が吸い出され周辺土砂の沈下を助長している。	コルゲートパイプの使用停止し、ボックスカルバートやコンクリートパイプへ変更する。
コンクリートパイプ	パイプの径が小さく清掃が十分に行われないため、パイプが目詰まりを起こしている。	人が中へ入って清掃できるように大口径のコンクリートパイプへ変更（最小径 900mm）する。

3.3 道路改良事業の検討

これまで検討した道路（橋梁および横断構造物を含む）の損傷状況と改修方法の結果を踏まえ、要請区間における道路改良事業パターンを以下のように検討した。

要請区間全体で舗装の寿命を迎えていること、また要請にあがっているアシン・フォス橋、アシン・プラソ橋の双方とも耐荷力、交通の機能面において問題があることから全線について改良が急務な状況である。このことから Case-1 として、全線を改良するケースを想定した。

Case-2 として、要請区間のうち損傷が深刻に進行しているアシン・プラソからアンウィアンクワンタ区間の道路改良と 2 橋梁のうち緊急性の高いアシン・プラソ橋を改良するケースを想定した。

Case-3 として、さらに損傷が深刻なオブワシ・ジャンクションからアンウィアンクワンタ区間の道路改良とアシン・プラソ橋を改良するケースを想定した。

なお、現在ガーナ道路公団が進めているアンウィアンクワンタから 16km の工事区間は 2008 年 5 月の竣工を予定している。当区間については、現時点ではガーナ道路公団の実施している工事の品質の確認をすることは不可能であり、また無償資金援助で工事をした後に損傷等が生じた場合その責任負担について問題が生じる可能性があることから、事業プログラムを作成する際には当該区間は除外し、オプション案とすることで整理した。

その他、より良好な道路構造とするために下記の 2 つのオプションを加えた。

オブワシ・ジャンクションからベクワイまでの区間（巻頭の路線概要図参照）は縦断勾配が最急 8% の長い登坂区間となっているが登坂車線が設置されておらず、大型車の走行速度が大幅に低下することから渋滞や追い越し車両による事故が発生している状況がある。このことから登坂車線を設置する案をオプションとした。

要請は路肩幅員 2.0m であるが、ガーナ道路公団の設計基準によると 2.5m が正規の幅員である。今回の道路改良のタイミングを利用した基準適用化は道路改良の効率性の観点から有益であることからオプションとした。

表 3-7 に道路改修事業（案）を示す。

緊急性の観点から Case-2 を推奨案とした。

表 3-7 ヤモランサーアンウィアンクワンタ道路改修事業（案）

<p>路線概要図</p>	
<p>基本方針</p>	<p>[幅員]道路幅員構成は車道 3.65×2、路肩 2.0m、全幅 11.3m。 [幾何構造]道路平面線形は現況どおり。縦断線形は一部改良。 [道路]損傷の原因に応じて、路床、路盤、舗装および排水施設を改修。設計年数 15 年（国道 1 号等の他幹線道路と整合）。交通量伸び率 6.5%。軸荷重 13.0 トン [横断構造物]コルゲートパイプの損傷が道路の損傷原因となるため、道路改良にあわせて全てコンクリートパイプあるいはボックスカルバートに改良 [橋梁]現行設計基準に準拠の幅員構成や耐荷力に適合するように架け替え。</p>
<p>Case-1</p>	<p>【A～E1 区間改良+アシンプラソ架け替え+アシンフォス架け替え】 L=158km</p> <p>ヤモランサ テツシ JCT アシン・フォス アシン・プラソ オブワシ JCT アンウィアンクワンタ</p> <p>GHA 改修区間を除き全区間を改修する</p>
<p>Case-2 ○ 推奨</p>	<p>【D+E1 区間道路改良+アシンプラソ架け替え】 L=60km</p> <p>ヤモランサ テツシ JCT アシン・フォス アシン・プラソ オブワシ JCT アンウィアンクワンタ</p> <p>緊急度の高い D 区間、E1 区間と、緊急度の高いアシンプラソ橋を架け替え</p>
<p>Case-3</p>	<p>【E1 区間道路改良+アシンプラソ架け替え】 L=18km</p> <p>ヤモランサ テツシ JCT アシン・フォス アシン・プラソ オブワシ JCT アンウィアンクワンタ</p> <p>GHA 区間を除き緊急度の最も高い E1 区間とアシンプラソ橋</p>
<p>オプション 1</p>	<p>【E2 区間の改修】 Case1～Case3 に対して L=16km</p> <p>ヤモランサ テツシ JCT アシン・フォス アシン・プラソ オブワシ JCT アンウィアンクワンタ</p>
<p>オプション 2</p>	<p>【E1 区間の登坂車線設置】 Case1～Case3 に対して L=2.8km</p> <p>ヤモランサ テツシ JCT アシン・フォス アシン・プラソ オブワシ JCT アンウィアンクワンタ</p>
<p>オプション 3</p>	<p>【路肩幅員の GHA 基準適応】 路肩 2.0m→路肩 2.5m</p>