

スリ・ランカ民主社会主義共和国

ガンポラ橋・ムワガマ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

平成 12 年 12 月

国 際 協 力 事 業 団
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

無償三

CR (1)

00-245

序 文

日本国政府は、スリ・ランカ民主社会主義共和国の要請に基づき、同政府のガンボラ橋・ムワガマ橋架け替え計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 12 年 6 月 22 日から 7 月 12 日および平成 12 年 7 月 31 日から 8 月 29 日まで基本設計調査団を派遣し、スリ・ランカ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、平成 12 年 10 月 23 日から 10 月 31 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両政府の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 12 年 12 月

国際協力事業団
総裁 斉藤邦彦

伝 達 状

今般、スリ・ランカ民主社会主義共和国におけるガンボラ橋・ムワガマ橋架け替え計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 12 年 5 月 12 日から平成 12 年 12 月 22 日までの 7.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、スリ・ランカの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 12 年 12 月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
スリ・ランカ民主社会主義共和国
ガンボラ橋・ムワガマ橋架け替え計画
基本設計調査団
業務主任 柳田 和朗



スリ・ランカ民主社会主義共和国

面	積 :	65,607km ² (日本の約 6 分の 1)
人	口 :	1,831.8 万人 (96 年)
人	口 密 度 :	280 人/km ²
首	都 :	スリジャヤワルダナパコッテ (Sri Jayawardenepura Kotte)
主 要 民 族 :	シンハラ人 (74.0%) タミル人 (18.2%) ムスリム (7.1%) 他	
主 要 言 語 :	公用語 (シンハラ語、タミル語) 連結語 (英語)	
主 要 宗 教 :	仏教、ヒンドゥー教、 イスラム教、ローマン・カトリック教	
国民総生産 (GDP) :	157.1 億ドル (98 年)	
1 人当たりの GDP :	837.0 ドル (98 年)	
GDP 経済成長 :	4.7%	

通貨単位 :	スリランカ・ルピー (Rupee) 1Rs=¥1.46 (2000 年 3 月現在)
主要産業 :	農業 (紅茶、ゴム、ココナツ、米)
地理・気候 :	インド大陸南端の東、大陸から約 30km のインド洋上に浮かぶ島国で、全島緑におおわれて、山岳を中心とした地勢の南部に対し、北半分は平野地帯が広がる。

気候は高温多湿な熱帯性で、5~9 月と 12~2 月の 2 期にモンスーンがある。一般に、島の北部と北東部は乾燥した気候であるが、南西部は湿潤地帯で草木がよく繁茂している。

南部の山岳部では紅茶を、中腹部ではゴムを、海岸部ではココナツを生産している。



ムワガマ橋完成予想図



ガンボラ橋完成予想図



ミニッツ協議・調印 (MOTH: 運輸・通信省)



ミニッツ協議・調印 (MOTH: 運輸・通信省)



ミニッツ協議・調印 (MOTH: 運輸・通信省)



ミニッツ協議・調印 (MOTH: 運輸・通信省)



No.93 ガンボラ橋全景



No.93 ガンボラ橋よりマハヴェリ河上流を望む



No.239 ムワガマ橋よりカル河上流を望む



No.239 ムワガマ橋全景



起点側取り付け部（左岸側）



左岸側道路現況 A5 号線（ペラデニア側）



既存トラス橋下面現況



橋脚現況（洗掘状況）



既存橋梁歩道部現況



全幅現況（車道幅員：4.85m、歩道幅員：[2@2.08m](#)）



既存橋台現況



右岸側道路現況 A5 号線（ヌワラエリヤ側）



起点側橋台前面（右岸側）既設生活道路



右岸側道路現況 B369 号線（ラトナプラ側より）



既存橋脚現況（左岸側）



桁下現況



既存トラス上面全景



橋梁下面現況（水道管添架）



左岸側橋脚付近現況（転石）



左岸側道路 B369 号線現況（パラウエラ側）

略語表

A Authorities and Agencies

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
IDA	International Development Association (第二世界銀行)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
JRA	Japan Road Association (日本道路協会)
MOFP	Ministry of Finance & Planning (財務計画省)
MOH	Ministry of Highways (高速道路省)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation (国際協力銀行)
RDA	Road Development Authority (道路開発公社)
WB	The World Bank (世界銀行)

B Other Abbreviations

A	Area (流域面積)
AADT	Annual average daily traffic (年平均日交通量)
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (米国州政府道路交通・運輸担当官協会)
ADL	Actual Datum Level (現況基準高)
@	At the rate (当たり)
B	B (活荷重名称)
B/D	Basic Design (基本設計)
BS	British Standard (英国基準)
C	Coefficient (流域面積係数)
CBR	California Bearing Ratio (C B R 値)
£	Center Line (中心線)
cm	Centimeter (センチメートル)
cm ²	Square centimeter (平方センチメートル)
D/F	Draft Final Report (最終報告書のドラフト)
\$	Dollar (ドル)
Ec	Young's modules of concrete (コンクリートのヤング率)
Es	Young's modules of steel (鋼材のヤング率)
Esp	Modules of elasticity (弾性係数)
Ex	Existing (既存の)
El	Elevation (標高)
H	Height (高さ)
HB	HB (BS5400の活荷重名称)
HWL	High water level (高水位)
I	Coefficient of impact (衝撃係数)
Kgf/cm ²	Kilogram force per square centimeter (キログラム重/平方センチメートル)
Kgf/cm ³	Kilogram force per cubic meter (キログラム重/立方メートル)
Kgf/mm ²	Kilogram force per square millimeter (キログラム重/平方ミリメートル)
Kh	Horizontal Seismic Coefficient (水平震度)

Km	Kilometer (キロメートル)
Km ²	Square kilometer (平方キロメートル)
Km/h	Kilometer per hour (キロメートル/時)
L	Length (支間または径間長)
l	Length (長さ)
LWL	Low water level (低水位)
m	Meter (メートル)
M	Million (百万)
m ²	Square meter (平方メートル)
m ³	Cubic meter (立方メートル)
m ³ /s	Cubic meter per Second (立方メートル / 秒)
MSL	Mean sea level (平均海面)
N	N-value or Number of wheel load application (N 値または累積 5 トン 換算輪数)
n	Number of Ratio of Es to Ec (コンクリートと鉄筋のヤング率の比)
%	Percent (パーセント)
Φ	Diameter (直径)
PC	Prestressed concrete (プレストレストコンクリート)
Q	Quantity (河川流出量)
RC	Reinforced concrete (鉄筋コンクリート)
Rs.	Rupees (ルピー : 「ス」国の貨幣単位)
S	Scale (縮尺)
SD	Deformed Steel (異形棒鋼)
σ _{ck}	Allowable stress of concrete (コンクリートの許容応力度)
σ _{sa}	Allowable stress of steel bar (鉄筋の許容応力度)
t	Ton or Thickness (トンもしくは厚さ)
W	Width (幅)
W.L	Water level (水位)

要 約

スリ・ランカ国（以下、「ス」国という）の本島は南北に 435km、東西に 240km の幅を有す面積 65,610km² の島国である。島の北部はほとんど平地であるのに対し、中央・南部には、山岳地帯がそびえ、それを取り巻く平野地帯が海岸線に存在する。河川は主としてその東、西、南方向に流れ、最大の流域を誇るマハヴェリ河、ケラニ河、カル河などが存在し、その急峻な地形からの流れにより、流末にあたる海岸線は独特の地形が形成されている。

「ス」国においては、プランテーション農業の発達とともに農産物の輸送を行うための内陸交通網が発達してきた。近年は、内陸輸送手段の重点が鉄道から道路に移ってきており、1995 年現在、内陸輸送のうち、貨物輸送の 95%、旅客輸送の 84%は道路輸送に依存している。道路交通は経済活動のみならず市民生活にとっても不可欠であり、また、年々その交通量は増大している。しかし、道路整備は、交通量の増大に比べ遅れている。このため、道路交通の安全の確保および輸送力の増強が「ス」国の課題となっている。

「ス」国の道路網の総延長は約10万kmに達しているが、幹線である国道（A級ならびにB級）は約1.1万km程度に留まっており、国道の大部分は舗装されているが各種施設の老朽化が激しく、「ス」国政府は外国からの資金援助に頼りつつ、既存施設のリハビリと管理に施策の重点を置いている他、幹線の改善及び容量の拡大並びに新線建設等の主要道路ネットワーク整備を進めている。

同国の橋梁は老朽化が著しく、4,000 を超える全国の橋梁のうち、200～300 橋梁は改修が必要であるとされているが、予算的・技術的制約により改修されている橋梁は約 2 割に留まっている。残りの橋梁は、かなりの損傷を受け崩壊の危険性が高まっているにもかかわらず、そのまま使用されている状況である。また、橋梁幅員が狭いため交通需要の伸びに対応できていない橋も多い。これらの橋梁は地域住民の生活に日々使用されており、社会インフラとしての必要性は高く、改修が望まれている。

このような状況に鑑み、「ス」国政府（運輸・高速道路省管轄、実施機関：道路開発公社 RDA）は 1990 年に全国橋梁改修計画に係る M/P の策定を日本国政府に要請した。これに対し、日本国政府は、1993 年 2 月から 3 月にかけて道路・橋梁分野のプロジェクト形成調査を実施し、更に 1995 年 3 月より 1996 年 7 月まで開発調査「全国橋梁改修計画」を実施した。その後、この調査結果を受けた「ス」国政府は、1997 年 5 月、上記開発調査の対象橋 100 橋中、第一優先度（2000 年までに改修を要する）と判断された 35 橋の内、13 橋に対して無償資金協力による改修実施を日本国政府に対し要請した。これに対し、日本国政府は、1997 年 11 月に事前調査団を「ス」国に派遣し、対象橋梁が 5 橋選定された後、1998 年 3 月基本設計調査が実施された。対象橋梁のうち 3 橋は 2000 年 3 月に完成し残る 2 橋も 2001 年 3 月完成予定である。

「ス」国政府は 1998 年 8 月に第 2 次無償資金協力事業による 19 橋の改修実施を日本国政府に要請した。この要請を受けた日本国政府は基本設計調査を実施することとし、国際協力事業団は 2000 年 6 月、現地に基本設計調査団を派遣（第 1 次現地調査）し、要請橋梁の調査、「ス」国政府との協議および国内での解析と関係機関の協議を行った。その結果、改修の緊急性、社会経済に対する

貢献度に着目して、ガンボラ橋とムワガマ橋の2橋梁が本計画の対象橋梁として選定され、2000年7月に基本設計調査(第2次現地調査)が開始された。

帰国後、同調査団は現地調査結果を踏まえて、道路線形、橋梁位置、橋梁形式及びアプローチ道路についてさらに検討を加え、橋梁・道路の基本設計、概略工事数量の算出、施工計画の策定および概算事業費の積算を実施し、2000年10月23日から10月31日まで「ス」国政府側に基本設計の概要説明を行い、最終的にこれらの結果を基本設計調査報告書にとりまとめた。

本計画は、ガンボラ橋を架け替え、「ス」国重要路線であるA5道路のボトルネックを解消し、安全かつ円滑な交通を確保し「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展させるとともに、近年急速に発展しつつある、ラトゥナブラ市および近郊ムワガマ地区の交通の障害となっていたムワガマ橋を架け替え、安全かつ円滑な交通流を確保し、「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展することを目的とするものである。

基本設計調査結果に基づくガンボラ橋・ムワガマ橋改修計画における橋梁およびアプローチ道路の基本構造の概要は次頁のとおりである。

本計画は我が国の無償資金協力事業(A型国債)として実施する場合、実施工程としては、実施設計期間を7.5ヶ月、工事期間を24.0ヶ月として予定している。

総事業費は、総額1,610百万円(日本側負担:1,540百万円、「ス」国側負担:70百万円)と見込まれる。

なお、本計画実施後に両橋の維持管理に要する年間費用は、約0.8百万Rs(1Rs=1.35円)であり、「ス」国側の道路開発公社(RDA)の年間維持管理費約1,400百万Rs.に占める割合は約0.06%である。従って、これらの維持管理費は、「ス」国側により負担可能と判断される。

施設種類		橋 梁（名称：ガンボラ橋）	中部州-カンディ郡-カンボラ県
新 橋 架け替え 内容	橋梁形式	3 径間連続ポステン合成桁 （ 現橋は 2 径間トラス橋 ）	
	橋 長	99.0m（ 33.0m × 3 径間 ）	
	橋梁幅員	11.4m（（ 歩 ） 2.0m +（ 車 ） 3.7m × 2 +（ 歩 ） 2.0m）	
	道路延長	180m（ 80m + 100m ）	
	構 造	橋梁部 基礎工：直接基礎(A1,P1,P2)、杭基礎（ A2 のみ RC 場所打杭 φ1000 ） 下部工：逆 T 形橋台 2 台（ A1,A2 共通 ） 壁式橋脚 2 基（ P1,P2 共通 ） 上部工：3 径間連続 PC ポステン合成桁 付帯工：高欄 H=1,100mm、縁石 H=225mm、照明 1 式 橋面工：舗装 T=5cm（密粒アスファルト）	
	そ の 他	取付道路部 道路工：舗装工 T=40cm（下層 150mm 上層 150mm 基層 50mm 表層 50mm） 付帯工：排水施設 1 護床工：1 式（ふとん籠/橋台・橋脚廻り） 護岸工：1 式（練石積工/橋台廻り）	

施設種類		橋 梁（名称：ムワガマ橋）	カレハル州-タタカラ郡-タタカラ県
新 橋 架け替え 内容	橋梁形式	1 径間鋼製トラスランガー橋 （ 現橋は 3 径間トラス橋 ）	
	橋 長	99.0m（ 99.0m × 1 径間 ）	
	橋梁幅員	11.4m（（ 歩 ） 2.0m +（ 車 ） 3.7m × 2 +（ 歩 ） 2.0m）	
	道路延長	180m（ 40m + 40m + 100m ）	
	構 造	橋梁部 基礎工：杭基礎（ A1,A2 共通 RC 場所打杭 φ1000 ） 下部工：逆 T 形橋台 2 台（ A1,A2 共通 ） 上部工：単径間トラスランガー鋼桁橋 付帯工：高欄 H=1,100mm、縁石 H=225mm、照明 1 式 橋面工：舗装 T=5cm（密粒アスファルト）	
	そ の 他	取付道路部 道路工：舗装工 T=40cm（下層 150mm 上層 150mm 基層 50mm 表層 50mm） 付帯工：排水施設 1 式 河川部 護床工：1 式（ふとん籠/橋台・橋脚廻り） 護岸工：1 式（練石積工/橋台廻り）	

本計画の実施により、つぎの直接効果が期待される。

- ガンボラ橋の架け替えを行なうことにより、1 日約 6,000 台の車両、5,000 人の歩行者の通行を確保するとともに、渋滞を緩和し、地域住民の安全かつ円滑な交通と経済活動を確保する。
- ムワガマ橋の架け替えを行なうことにより、1 日約 8,000 台の車両、5000 人の歩行者の通行を確保するとともに、渋滞を緩和し、地域住民の安全かつ円滑な交通と経済活動を確保する。
- 老朽化し損傷のある両橋の架け替えを行なうことにより、落橋等の近い将来生じる可能性のある大きな危険を予防することができる。

またつぎの間接効果が期待される。

- スワラエリヤ～ガンボラ間の JBIC 道路改良プロジェクト（詳細設計部門は ADB により実施済、調達部門はコンサルタント選定中）並びにガンボラ～キャンディ間の ADB 道路改良プロジェクト（詳細設計部門は ADB により実施済、調達部門実施中）と連携することで「ス」国最大の紅茶の産地スワラエリヤと「ス」国第 2 の都市キャンディを結ぶ重要幹線の国道 A005 号線上の安全かつ円滑な交通が確保されるとともに、中部州（人口約 230 万人）の経済発展に寄与する。
- 「ス」国有数の経済発展都市ラトゥナプラの都市中心部を通過する国道 B390 号線上の安全かつ円滑な交通が確保されるとともに、人と物資の交流を支え、ラトゥナプラ都市開発プロジェクトを励ましサバルガムワ州（人口約 170 万人）の経済発展に寄与する。

本計画の実施により、上述のように多大な効果が期待されることから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。

目 次

	頁
序文	
伝達状	
位置図 / 透視図 / 写真	
略語表	
要約	
第 1 章 要請の背景	1 - 1
第 2 章 プロジェクトの周辺状況	2 - 1
2.1 当該セクターの開発計画	2 - 1
2.1.1 上位計画	2 - 1
2.1.2 財政事情	2 - 9
2.2 他の援助国、国際機関の計画	2 - 13
2.3 我が国の援助実施状況	2 - 14
2.4 プロジェクト・サイトの状況	2 - 16
2.4.1 自然条件	2 - 16
1) 地形・地質	2 - 16
2) 気候・気象	2 - 19
2.4.2 社会基盤整備状況	2 - 24
2.4.3 既存施設の状況	2 - 27
2.5 環境への影響	2 - 33
第 3 章 プロジェクトの内容	3 - 1
3.1 プロジェクトの目的	3 - 1
3.2 プロジェクトの基本構想	3 - 2
3.2.1 対象橋梁の選定	3 - 2
1) 基本方針	3 - 2
2) 優先順位の選定	3 - 5
3) 対象橋梁の選定	3 - 10
3.2.2 改修計画方針	3 - 11
3.3 基本設計	3 - 15
3.3.1 設計方針	3 - 15
1) 基本設計において考慮する事項	3 - 15
2) 適用基準	3 - 16
3) 設計基準	3 - 21
3.3.2 基本計画	3 - 28
1) 架橋位置の選定	3 - 28
2) 地形・地質条件	3 - 29

3) 水理・水文条件	3 - 32
4) 道路計画	3 - 43
5) 橋梁計画	3 - 46
6) 橋梁形式の選定	3 - 49
3.4 プロジェクトの実施体制	3 - 58
3.4.1 組織	3 - 58
3.4.2 予算	3 - 60
3.4.3 要員・技術レベル	3 - 61
第4章 事業計画	4 - 1
4.1 施工計画	4 - 1
4.1.1 施工方針	4 - 1
4.1.2 施工上の留意事項	4 - 7
4.1.3 施工区分	4 - 11
4.1.4 施工監理計画	4 - 11
4.1.5 資機材調達計画	4 - 12
4.1.6 実施工程	4 - 24
4.1.7 相手国側負担事項	4 - 27
4.2 概算事業費	4 - 29
4.2.1 概算事業費	4 - 29
4.2.2 維持・管理計画	4 - 31
第5章 プロジェクトの評価と提言	5 - 1
5.1 妥当性に係る実証・裨益効果	5 - 1
5.2 技術協力・他ドナーとの連携	5 - 2
5.3 課題	5 - 3
図面集	D- 1
[資料]	
1. 調査団員氏名・所属	A-1-1
2. 調査日程表	A-2-1
3. 相手政府関係者リスト	A-3-1
4. スリ・ランカの社会・経済事情	A-4-1
5. 参考資料リスト	A-5-1
6. 調査対象橋梁インベントリー	A-6-1
7. 地質調査結果	A-7-1
8. ミニッツ(Minutes of meeting)	A-8-1
9. 事前評価表	A-9-1

第 1 章 要請の背景

第1章 要請の背景

スリ・ランカ国（以下、「ス」国という）においては、プランテーション農業の発達とともに農産物の輸送を行うための内陸交通網が発達してきた。近年は、内陸輸送手段の重点が鉄道から道路に移ってきている。1995年現在、内陸輸送のうち、貨物輸送の95%、旅客輸送の84%は道路輸送に依存しており、道路交通は経済活動のみならず市民生活にとっても不可欠であり、また、年々その交通量は増大している。しかし、道路整備は、交通量の増大に比べ遅れている。このため、道路交通の安全の確保および輸送力の増強が「ス」国の課題となっている。

「ス」国の道路網の総延長は約10万kmに達しているが、幹線である国道（A級ならびにB級）は約1.1万km程度に留まっており、国道の大部分は舗装されているが各種施設の老朽化が激しく、「ス」国政府は外国からの資金援助に頼りつつ、既存施設のリハビリと管理に施策の重点を置いている他、幹線の改善及び容量の拡大並びに新線建設等の主要道路ネットワーク整備を進めている。

同国の橋梁は老朽化が著しく、4,000を超える全国の橋梁のうち、200～300橋梁は改修が必要であるとされているが、予算的・技術的制約により改修されている橋梁は約2割に留まっている。残りの橋梁は、かなりの損傷を受け崩壊の危険性が高まっているにもかかわらず、そのまま使用されている状況である。また、橋梁幅員が狭いため交通需要の伸びに対応できていない橋も多い。これらの橋梁は地域住民の生活に日々使用されており、社会インフラとしての必要性は高く、改修が望まれている。

このような状況に鑑み、「ス」国政府（運輸・高速道路省管轄、実施機関：道路開発公社RDA）は1990年に全国橋梁改修計画に係るM/Pの策定を日本国政府に要請した。これに対し、日本国政府は、1993年2月から3月にかけて道路・橋梁分野のプロジェクト形成調査を実施し、更に1995年3月より1996年7月まで開発調査「全国橋梁改修計画」を実施した。その後、この調査結果を受けた「ス」国政府は、1997年5月、上記開発調査の対象橋100橋中、第一優先度（2000年までに改修を要する）と判断された35橋の内、13橋に対して無償資金協力による改修実施を日本国政府に対し要請した。これに対し、日本国政府は、1997年11月に事前調査団を「ス」国に派遣し、対象橋梁が5橋選定された後、1998年3月本格調査が実施された。対象橋梁のうち3橋は2000年3月に完成し残る2橋も2001年3月完成予定である。

「ス」国政府は1998年8月に第2次無償資金協力事業による19橋の改修実施を日本国政府に要請した。この要請を受けた日本国政府は基本設計調査を実施することとし、国際協力事業団は2000年6月現地に基本設計調査団を派遣（第1次現地調査）し、要請橋梁の調査、「ス」国政府との協議および国内での解析と関係機関の協議を行った。その結果、改修の緊急性、社会経済に対する貢献度に着目して、ガンボラ橋とムワガマ橋の2橋梁が本計画の対象橋梁として選定され、2000年7月に基本設計調査(第2次現地調査)が開始された。

本計画は、ガンボラ橋を架け替え、「ス」国重要路線である A 5 道路のボトルネックを解消し、安全かつ円滑な交通流を確保し「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展させると共に、近年急速に発展しつつある、ラトゥナブラ市および近郊ムワガマ地区の交通の障害となっていたムワガマ橋を架け替え、安全かつ円滑な交通流を確保し、「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展することを目的とするものである。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2 - 1 当該セクターの開発計画

2 - 1 - 1 上位計画

1) 国家開発計画

「ス」国は、1975 年の完全独立ならびに 1977 年の新憲法改正後の 1979 年以来、国内の経済安定と生産拡大を図るため、「公共投資 5 ヶ年計画（PIP: Public Investment Program）」を策定し、毎年修正を加えながら実施している。1997 年～2001 年の公共投資 5 ヶ年計画では、管理費を含めて 4,385 億ルピーを投資して、社会資本の整備に充てることにしている。投資計画の政策背景となる「経済改革プログラム」では、主要な項目として以下の 7 つのテーマを掲げている。

民営企業の活動

政府の商業活動への介入排除

経済活動手続きの民主化

法制度、行政枠組みの改善

技術力の向上

財政支出の合理化

財政政策と金融政策のバランスのとれた実行

2) 道路・橋梁整備計画

現在「ス」国の国内輸送においては、道路が鉄道に代わってきており、貨物輸送の約 95%、旅客輸送の約 85%が道路に依存している。近年、道路交通量の伸びは、図 - 2.1.1 に示すように凄まじく、道路は経済・市民生活にとって不可欠なものであり、その輸送力の増強、安全の確保が「ス」国の課題となっている。

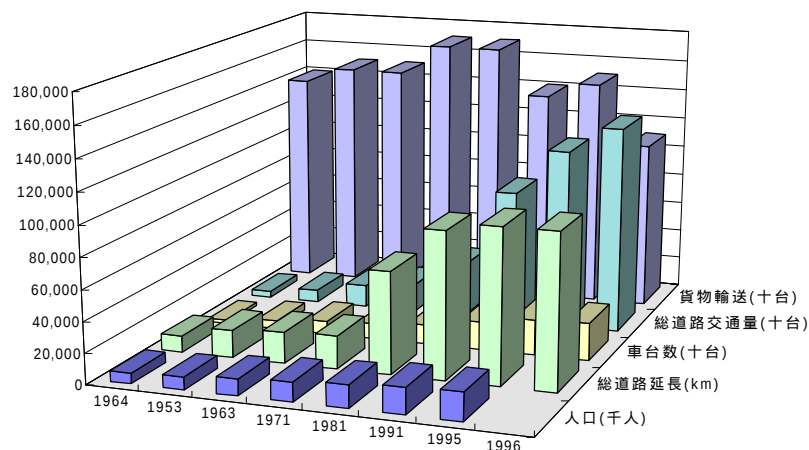


図 - 2.1.1 国内交通の推移

1999年現在の道路総延長は96,695kmであり、主要道路網は図 - 2.1.2 に示されるとおりである。「ス」国の道路は、高速道路省（前運輸・高速道路省）管轄下の道路開発公社（RDA：Road Development Authority）が管理する国道（A および B クラス道路）、各州評議会（PC：Provincial Councils）が管理する州道（C、D および E クラス道路）、その他に灌漑局（灌漑省）、市町村評議会（Municipal/Urban Councils）等が管理する街路や農林道に分類される。5つのクラスの道路仕様は表 - 2.1.1 に示すように分類されている。この表の中で RDA の管轄する各州都間を結ぶ 36 路線の A クラス幹線国道および州都以外の主要都市を結ぶ B クラス国道は 100%舗装されていることがわかる。

表 - 2.1.1 道路分類

クラス	道 路 仕 様	所 轄
A	アスファルト等表面処理舗装（全幅 12-19m、道路は幅 8-12m）	道路開発公社(RDA)
B	アスファルト等表面処理舗装（全幅 6-8m、道路は幅 4-6m）	
C	ほとんどがアスファルト等表面処理舗装であるが、一部は砂利道路（全幅 7m で 4m 幅の 1 レーン）	市・都市道路局 その他省庁
D	砂利道路（1-2m 幅）	
E	土道路	

出典：Atlas of Sri Lanka, August 1997

国立統計局によれば A クラス道路総延長は約 4,221km あり、全クラス道路総延長 96,695km の約 4%を占めている。過去 5 年間の A および B クラスの州別国道延長の推移は表 - 2.1.2 に、また、1990 年代の A クラスおよび B クラス別の道路延長とその増加率は表 - 2.1.3 に示されるとおりである。

表 - 2 . 1 . 2 県別国道延長

単位 (km)

州	1995	1996	1997	1998	1999
西部	1,498	1,498	1,498	1,503	1,540
中部	1,668	1,678	1,678	1,678	1,692
南部	1,213	1,213	1,213	1,219	1,252
北部	1,259	1,259	1,259	1,259	1,259
東部	1,079	1,079	1,079	1,087	1,104
北西部	1,268	1,268	1,268	1,268	1,268
北中部	1,056	1,056	1,056	1,060	1,098
ウバ	1,034	1,040	1,040	1,135	1,146
サバラガムワ	1,056	1,056	1,056	1,076	1,104
合 計	11,130	11,147	11,147	11,285	11,462

出典 : LENGTH OF ROADNETWORK OF ROAD DEVELOPMENT AUTHORITY

表 - 2 . 1 . 3 クラス別国道道路延長

単位 (km)

年	A クラス(km)	B クラス(km)	総延長	年増加率(%)
1990	4,112	6,320	10,432	--
1992	4,190	6,667	10,857	2.0
1994	4,221	6,849	11,070	1.0
1996	4,221	6,926	11,147	0.4
1998	4,221	7,064	11,285	0.6
1999	4,221	7,241	11,462	1.6

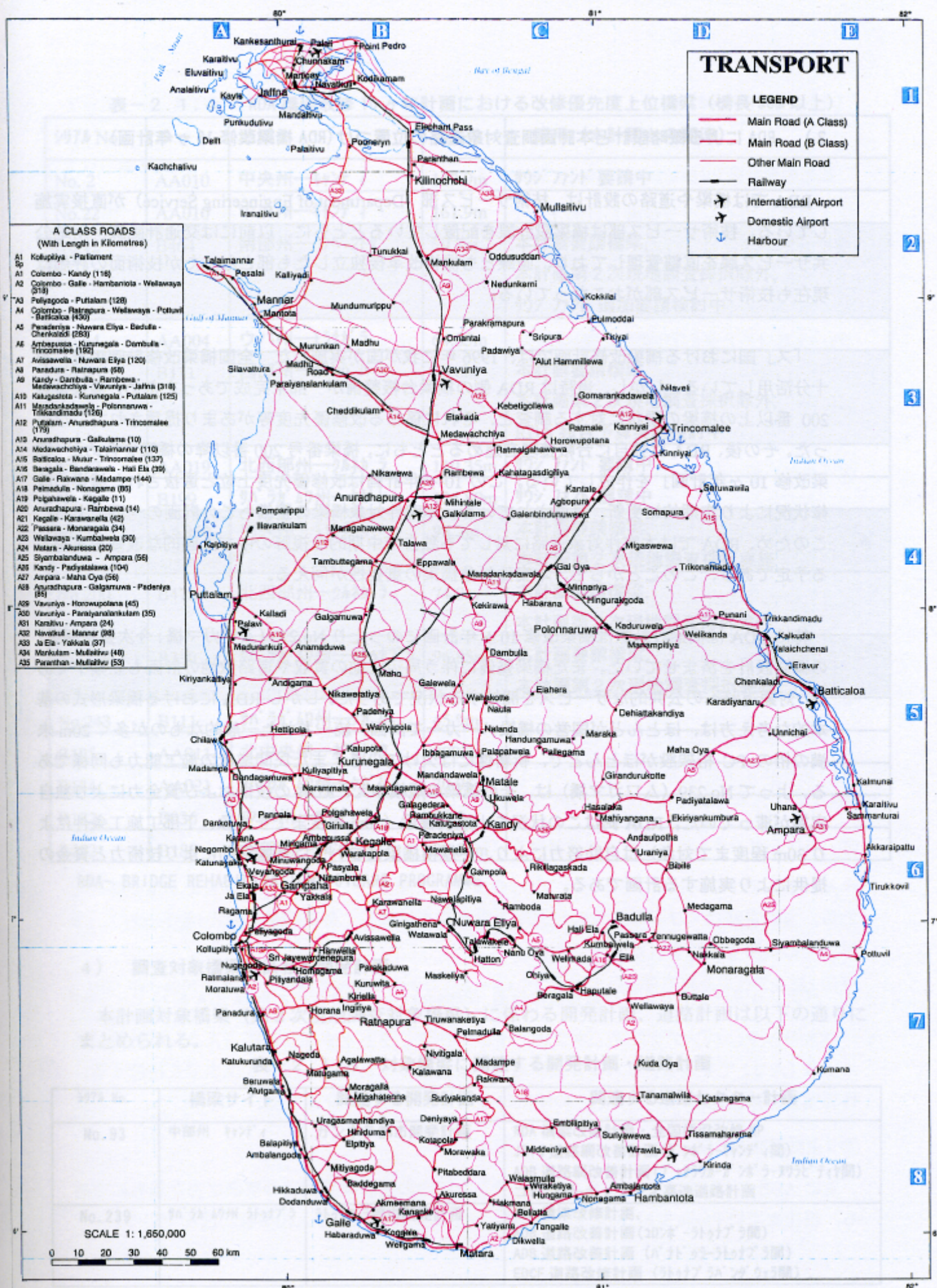
出典 : LENGTH OF ROADNETWORK OF ROAD DEVELOPMENT AUTHORITY

本計画対象橋梁が位置する道路は、A・B クラス国道沿にあたる。近年 Highway 構想により自動車専用道路（南部ハイウェイ）も計画中であるが、ス国においては、A・B クラス道路と言えども自転車、荷車、歩行者などが混じりあって通行する「混合交通」となっている。また近年の交通需要の高まりとともに交通量が次第に増加の傾向を示している。

RDA が管理している A、B クラス道路の橋梁数は総数で 3,806 橋(2000 年)である。このうち、約 70%程度がコンクリート橋、25%程度が鋼橋で、残りは木橋やその他である。橋梁は全国的に建設されており、「ス」国央部山岳地帯から発して西南部地域を流れる河川が多いことから、西部、中部、サバラガムワ州での橋数、総延長は、他州に比べて多い。1 橋当たりの平均橋長は 10～20m 程度と、全体的には小規模の橋梁が多いということがいえる。しかしながら、一部では橋長が 100m を越える長大橋も全国で 10 数橋建設されているが、橋長が 300m を越えるものはない。橋梁の車道幅員は未改修の場合、A・B クラス道路といえどもにおいて 3.0m～5.5m の幅員の橋梁が多く、1 車線のための橋梁が多くあり、渋滞の発生している橋梁も多い。

なお、RDA では橋梁管理台帳を道路路線名、所在地、連数、橋長、幅員、形式等の概略諸元に対して各州毎、各県毎にコンピュータシステムにて整理しており、「ス」国の橋梁管理に対する体制はある程度整備されているといえる。RDA ではこれらの台帳をもとに RDA 州事務所からの報告にもとづいて、改修を必要としている橋梁のリストを作成している。これらのリストに上げられる橋梁は、橋梁改修 10 ケ年計画として一部改修事業に踏み切っている。RDA 側の自助努力により改修優先順位の高い橋梁から順次改修が推進されているが、「ス」国独自の技術力では支間 20m の範囲が限界であるとされている。また限られた予算範囲内での事業可のため、改修の優先度が高い橋梁でも未実施の場合も多い。特に老朽化した支間 20m 以上の中規模橋梁においては、改修が緊急的に必要とされ、さらに陸上交通量の増加と相まって、安全上の面からも早急な改修が課題となっている。RDA はそれら中規模以上の橋梁を外国の援助による資金、技術力の提供により改修を計画している。

高速道路省（前運輸・高速道路省）は 10 ケ年計画を着実に実行してきており、本計画対象橋梁も計画の一環に含まれている。運輸・高速道路省の管轄のもと、国道を管理している RDA は表 - 2.1.8 に示す実施項目を 5 ケ年にわたって計画している。これらの計画は短期で終了するものや長期にわたり継続するものがある。



图—2. 1. 2 主要道路網圖

3) RDA による概略設計と本計画調査対象道路の位置づけ(RDA 橋梁改修 10 ヶ年計画)

RDA では橋梁や道路の設計は、技術サービス部 (Department of Engineering Service) が直接実施している。技術サービス部は橋梁設計課を配置しているとともに、以前には交通計画課、用地公共サービス課を直轄管理しており、両課とも機構改革後独立したも部となったが技術面の評価は現在も技術サービス部がおこなっている。

「ス」国における橋梁改修計画では、1996 年に我が国が実施した「全国橋梁改修計画調査」を十分活用している。しかし、当時は RDA 側の橋梁台帳整備が一部未完成であったため、橋梁番号 200 番以上の橋梁の現状に対する調査と、それに係わる改修優先度等があまり提言されていなかった。その後、RDA は独自に台帳整理を進めるとともに、橋梁番号 200 番以降の橋梁を含めた「橋梁改修 10 ヶ年計画」を作成している。この 10 ヶ年計画は改修優先度上位と選抜された橋梁の改修状況により定期的に更新、見直されている。本案件対象橋梁の整備もこの計画の一環である。このため、RDA では本案件対象道路に対しても独自で中期的な視野の中で計画的な改修を実施する予定であり、このことから、本案件対象橋梁の重要性が伺える。

特に RDA は橋梁設計課は橋梁改修 10 ヶ年計画にのっとり No.239(ムワガマ橋:今次要請橋梁)の概略設計を済ませていた。また橋梁整備に伴う周辺土地の買収や道路敷地の計画も立案中であり、対象道路への公共的なサービスを開始する状況であった。しかし RDA における橋梁形式の基本的な考え方は、ほとんどが国営の橋梁メーカーで計画、統一された一般的なものが多く 20m 未満の桁の PC 桁架設がほとんどで、斬新性には欠けている。また民間業者の施工能力も同様である。よって No.239(ムワガマ橋)は、その橋梁の規模ゆえ、RDA の技術および資金力により独自実施が滞っていた。RDA 側はこの状況を小規模橋梁(20m 程度までを対象、下部工施工条件により 30m 程度まで対象)は自助努力により、中規模橋梁については外国援助により技術力と資金の提供により実施する計画である。

表 - 2.1.4 RDA 橋梁改修 10 ヶ年計画における改修優先度上位橋梁（橋長 30m 以上）

シリアル No.	ルート	地域	橋長	適用（本計画との関連）
No. 2	AA010	中央州—キャンディ	119.9m	サジ・ファント 要請中
No.22	AA010	中央州—キャンディ	161.9m	
No.42	B464	南部州—ハンベントタ	59.7m	本計画要請橋梁， 本計画第 2 次現地調査採択除外， サジ・ファント 追加要請検討中
No.64	AA004	ウバ州—モナガラ	64.85m	
No.66	B111	西部州—ガソパル	36.6m	本計画要請橋梁， 本計画第 2 次現地調査採択除外， RDA 独自予算実施検討中
No.77	AA019	北西部州—クルネガラ	110.35m	サジ・ファント 要請中
No.78	B199	サハラ州—ケレ	124.80m	サジ・ファント 要請中
No.93	AA050	中央州—キャンディ	98.2m	本計画要請橋梁， 本計画第 2 次現地調査採択実施
No.200	B478	北西部州—クルネガラ	74.0m	本計画要請橋梁， 本計画第 2 次現地調査採択除外
No.239	B390	サハラ州—ラタナラ	96.85m	本計画要請橋梁， 本計画第 2 次現地調査採択実施
No.243	B111	サハラ州—ケレ	45.9m	
R105	AA011	北中央州—ボロル	290.2m	
R134	AA021	サハラ州—ケレ	30.95m	
R182	B036	ウバ州—バドゥラ	53.2m	
R272	B188	西部州—コロソ	30.55m	

RDA- BRIDGE REHABILITATION 10YEARS PROGRAMME

4) 調査対象橋梁に係わる開発計画

本計画対象橋梁（第 2 次現地調査対象橋梁）に係わる開発計画、道路計画は以下の通りにまとめられる。

表 - 2.1.5 対象橋梁に関連する開発計画・道路計画

シリアル No.	橋梁サイト	関連する開発計画	関連する道路セクター計画
No. 93	中部州 キャンディ	ガンボラ都市開発計画	RDA 橋梁改修計画・全国橋梁改修 MP JBIC 道路網改善計画(ガンボラ-キャンディ間) ADB 道路網改善計画(フツワカ-ガンボラ-ヌラティヤ間) コロソ-キャンディ 高速道路計画
No. 239	サハラ州 ラタナラ	ラタナラ都市開発計画	RDA 橋梁改修計画、 ADB 道路改善計画(コロソ-ラタナラ間) ADB 道路改善計画(バドゥラ-ラタナラ間) EDCF 道路改修計画(ラタナラ-バドゥラ間)、

(1) 都市開発計画

都市開発計画(Urban Development Sector Project)

主要都市のインフラ整備を目的として、その都市間のネットワークを強化し「ス」国の発展を目指したプログラムである。ノミネートされた都市は、トリンコマレ、アヌラダプラ、ポロナルワ、チラウ、クリヤピティヤ、クルネガラ、ガンボラ、ヌワラエリヤ、モネラガラ、バンダラウェラ、ラトゥナプラ、アルテュガマ、アンバラングダ、ゴール、ウェリガマータラ、ハンバントタの17都市である。

(2) 道路開発計画

コロombo・キャンディ道路 (Colombo - Kandy Expressway)

ピヤガマ、ドンペ、キリンデウエラ、アタナガラ、ガラピタマダからネルンデニヤにかけて、現コロombo・キャンディ道路 (A 1) は通過しており、ワタラマ、ハタラリエダ、カツガストダでバイパスとなる。当計画道路は外郭環状道路と接続され、カトナヤケ高速道路を介して、バンダラナイケ国際空港へ交通を輸送する。新規コロombo・キャンディ道路の F / S 調査が中国の協力により実施され 1999 年に終了している。

ラトゥナプラハイウェイ (Highway from Colombo to Ratnapura Via Ingiriya)

外郭環状道路を起点とし、インギリヤ、ラトゥナプラへと延びる高速道路の計画である。サバラガムワ地方の主要都市であるラトゥナプラは主要 A 4 道路で現在コロomboと結ばれており、この A 4 号線は恒常的な渋滞に悩まされている。事前 F / S は 1991 年に完了している。

コロombo - ラトゥナプラ道路改修計画 (Colombo - Ratnapura Road (A 4))

A 4 号線はコロomboからラトゥナプラ、ウエアワヤを介してバティカロワを結ぶ重要路線である。当該道路はスリ・ランカの西海岸と東海岸を接続し、外郭環状道路とはコッタワ、ホマガマとの間で接続される予定である。

パナドゥラ - ラトゥナプラ道路改修計画 (Panadura - Ratnapura Road (A 8))

パナドゥラ、バンダラガマ、ホラナ、インギリヤ、ラトゥナプラ道路 (A 8) は通称ゴール道路 (A 2) で交差し、サバラガムワ地方の主要都市であるラトゥナプラまでを接続する。外郭環状道路と南部ハイウェイとの接続付近バンダラガマで交差する。

道路網改善計画

主に ADB 及び JBIC によって、スリ・ランカ国内の主要幹線国道の整備にあたるものである。現在までに Phase 3(ADB)までが終了し、Phase 4 の各工区の入札準備が進んでいる。

2 - 1 - 2 財政事情

1) 国家経済

「ス」国経済は 80 年代は低迷し、90 年代前半には好不調の差が激しかったものの、実質 GDP 成長が 4～6%とある程度のパフォーマンスを示した。

また、1988 年に IMF・世銀との間で経済構造調整枠組に合意、さらに 1991 年には「ス」国経済が改善の方向にあることが IMF より評価され、拡大経済構造調整融資を行うことが合意された。さらに 1994 年には、経常為替取引制限の撤廃を義務づける IMF8 条国へ移行している。近年では、一応の成長率は示しているものの天候による農業収益のダウン、内戦の激化などの不安定要素も多くやや下降気味である。

表 - 2 . 1 . 6 主要経済指標の推移 (1994～1998 年)

(単位：%)

	1994	1995	1996	1997	1998
実 質 G D P 成 長 率	5.6	5.5	3.8	6.3	4.7
投 資 率 (投 資 / G D P)	27.0	25.7	24.2	24.4	25.4
民間・公社部門投資率	24.0	22.2	21.1	21.0	21.9
政府・公共部門投資率	3.0	3.5	3.1	3.4	3.5
貯 蓄 率 (貯 蓄 / G D P)	15.2	15.3	15.3	17.3	18.9
卸 売 物 価 上 昇 率	5.0	8.8	20.5	6.9	6.1
消 費 者 物 価 上 昇 率	8.4	7.7	15.9	9.6	9.4
G D P デ フ レ ー タ ー	9.3	8.4	12.1	8.7	8.4
為 替 レ ー ト (R s . / \$)	49.98	54.05	56.71	61.29	67.78

注) 2000 年 政経指数の対前年変化率

(出所) Central Bank of Sri Lanka : Sri Lanka Socio-Economic Data 1999

2) 公共投資 5 ケ年計画

1997 年～2001 年の公共投資 5 ケ年計画では、表 - 2.1.7 に示すように管理費を含めて 4,385 億ルピーを投資して、社会資本の整備に充てることにしている。

表 - 2.1.7 公共投資計画予算概要 (単位: 10 億ルピー)

項目	1997		1998		1999		2000		2001		合計 (5年間)	
	合計	内海外援助	合計	内海外援助	合計	内海外援助	合計	内海外援助	合計	内海外援助	合計	内海外援助
a. 継続計画	63.1	31.3	64.9	29.8	62.7	25.1	56.8	19.3	49.6	11.3	297.1	116.8
b. 新規計画	1.1	0.3	4.1	1.6	12.3	8.8	16.2	12.7	12.0	9.5	45.7	32.9
c. 追加予算	0.6	-	5.6	2.5	14.5	6.5	29.0	12.8	54.8	24.1	104.5	45.9
d. 支出不足	-1.3	-0.6	-1.5	-0.7	-1.7	-0.8	-2.0	-0.9	-2.3	-1.0	-8.8	-4.0
合計	63.5	31.0	73.1	33.2	87.8	39.6	100.0	43.9	114.1	43.9	438.5	191.6
対 GDP 比	7.1	3.5	7.2	3.3	7.5	3.4	7.5	3.3	7.5	2.9	-	-
GDP 予測	888.4	-	1017	-	1164	-	1327	-	1512	-	-	-

出典: Public Investment Programme 1997-2001, Ministry of Finance & Planning (October 1997)

1998 年の予算は、表 - 2.1.8 に示すとおり教育・保健関連 11,170 百万ルピー (16.2%)、定住関連 7,744 百万ルピー (11.2%)、地方基盤整備関連 4,863 百万ルピー (7.1%)、工業基盤整備関連 2,455 百万ルピー (3.6%)、農業基盤整備関連 7,954 百万ルピー (11.5%)、サービス業関連 437 百万ルピー (0.6%)、運輸関連 13,667 百万ルピー (19.8%)、発電・港湾・通信関連 14876 百万ルピー (21.6%)、財務・社会制度関連 5,768 百万ルピー (8.4%) となっており、発電・港湾・通信関連と運輸関連に重点が置かれている。この比率は、1997～2001 年まで大きな変化はないが、この中でも教育・保健関連と運輸関連は若干増加する傾向を示し、発電・港湾・通信関連においては 2001 年に約半分程度の減額となっている。

また、海外援助については 5 年間で総額 149,772 百万ルピーとなり、全体額の 44%を占めていることから、「ス」国では今後 5 年においても援助を必要としている。その中でも発電・港湾・通信関連(総額 64,438 百万ルピー)においては 90%近くが援助であり、次いで定住関連(総額 26,577 百万ルピー) 63%となっている。

3) 道路・橋梁整備に係わる計画

(1) 全体計画

「ス」国は、1979 年から公共投資計画として 5 ケ年計画を毎年修正を加えながら実施している。1997 年～2001 年の公共投資 5 ケ年計画 (Public Investment Programme) では、表 - 2.1.7 に示されているように管理費を含めて 4,385 億ルピーを投資して、社会資本の整備に充てることにしている。

道路関係の投資は、1998 年度で 7,790 百万ルピーが計画されており、これは総公共投資額 73.1 十億ルピーの 11%、運輸セクターの 57%となっている。1996 年度の運輸・高速道路省の計画では、表 - 2.1.9 に示すように資金が費やされている。このことは道路建設はもとより、道路全体の維持管理と補修に多くが費やされていることが窺える。

表－２．１．８ 分野別公共投資計画

(単位：百万ルピー)

項 目	1997		1998		1999		2000		2001		1997-2001					分野別構成比(%)	
	合 計	内 海外援助	合 計	内 海外援助	合 計	内 海外援助	合 計	内 海外援助	合 計	内 海外援助	合 計	外貨	内貨	内 海外援助	海外援助 割合 (%)	1998	2001
総 合 計	64,171	31,671	68,934	31,389	75,042	33,929	72,937	32,002	61,581	20,781	342,665	194,648	148,016	149,772	43.7%	100.0	100.0
1. 教育・保健関連	8,805	2,066	11,170	2,982	10,978	2,271	11,557	2,281	11,559	1,821	54,069	21,436	32,633	11,421	21.1%	16.2	18.8
継続計画	8,805	2,066	10,980	2,982	10,978	2,271	11,557	2,281	11,559	1,821	53,879	21,436	32,443	11,421	21.2%	15.9	18.8
新規計画	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	190	-	190	-	-	0.3	-
2. 定住関連	8,183	5,509	7,744	4,335	9,922	5,777	8,659	5,789	7,872	5,167	42,380	23,125	19,255	26,577	62.7%	11.2	12.8
継続計画	7,235	5,229	5,627	3,720	5,127	2,718	2,443	944	1,837	338	22,269	11,118	11,151	12,949	58.1%	8.2	3.0
新規計画	948	280	2,117	615	4,795	3,059	6,216	4,845	6,035	4,829	20,111	12,007	8,104	13,628	67.8%	3.1	9.8
3. 地方基盤整備関連	3,783	1,081	4,863	1,482	5,831	2,112	5,162	1,639	4,538	1,287	24,177	10,799	13,378	7,601	31.4%	7.1	7.4
継続計画	3,783	1,081	4,810	1,432	5,651	1,934	4,987	1,465	4,426	1,176	23,657	10,539	13,118	7,088	30.0%	7.0	7.2
新規計画	-	-	53	50	180	178	175	174	112	111	520	260	260	513	98.7%	0.1	0.2
4. 工業基盤整備関連	3,545	1,292	2,455	1,261	873	146	895	110	875	-	8,643	4,449	4,194	2,809	32.5%	3.6	1.4
継続計画	3,545	1,292	2,455	1,261	873	146	895	110	875	-	8,643	4,449	4,194	2,809	32.5%	3.6	1.4
新規計画	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. 農産業関連	8,184	4,082	7,954	4,204	7,616	3,323	7,433	3,489	6,031	2,502	37,218	10,983	26,235	17,600	47.3%	11.5	9.8
継続計画	8,182	4,082	7,243	3,727	5,958	2,571	5,530	2,479	4,206	1,521	31,119	9,307	21,812	14,380	46.2%	10.5	6.8
新規計画	2	-	711	477	1,658	752	1,903	1,010	1,825	981	6,099	1,676	4,423	3,220	52.8%	1.0	3.0
6. サービス業関連	357	-	437	-	329	-	344	-	378	-	1,845	275	1,570	-	-	0.6	0.6
継続計画	357	-	437	-	329	-	344	-	378	-	1,845	275	1,570	-	-	0.6	0.6
新規計画	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. 運輸関連	11,740	4,081	13,667	3,616	14,527	3,754	14,700	3,492	14,888	2,819	69,522	42,181	27,341	17,762	25.5%	19.8	24.2
継続計画	11,665	4,022	13,176	3,554	13,816	3,292	13,774	2,883	14,144	2,335	66,575	40,351	26,224	16,086	24.2%	19.1	23.0
新規計画	75	59	491	62	711	462	926	609	744	484	2,947	1,830	1,117	1,676	56.9%	0.7	1.2
8. 発電・港湾・通信関連	13,288	12,271	14,876	13,259	18,385	16,521	17,276	15,202	8,184	7,185	72,009	61,300	10,709	64,438	89.5%	21.6	13.3
継続計画	13,248	12,271	14,359	12,847	13,425	12,169	10,331	9,118	4,931	4,120	56,294	47,268	9,026	50,525	89.8%	20.8	8.0
新規計画	40	-	517	412	4,960	4,352	6,945	6,084	3,253	3,065	15,715	14,032	1,683	13,913	88.5%	0.7	5.3
9. 財務・社会制度関連	6,286	1,289	5,768	250	6,581	25	6,911	-	7,256	-	32,802	20,101	12,701	1,564	4.8%	8.4	11.8
継続計画	6,286	1,289	5,768	250	6,581	25	6,911	-	7,256	-	32,802	20,101	12,701	1,564	4.8%	8.4	11.8
新規計画	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：Public Investment Programme 1997-2001, Ministry of Finance & Planning (October 1997)

表 - 2.1.9 道路・橋梁整備状況

単位：百万ルピー

項 目	投資計画
道路の維持管理と補修	2,254.00
道路、橋梁、歩道、カルバート、離着陸場の建設と改良	765.00
道路の拡幅、改修と新設道路建設	1,496.00
交差点の改良と機能向上および交通管理	-
橋梁の拡幅と改築および新設橋梁建設	259.90
鉄道との交差橋梁建設	20.00
設備整備計画	7.00
機械と機材の調達	280.50
合 計	5,082.40

出典：Five Year Programme of Work, RDA 1997-2001

(2) 長期整備計画

運輸・高速道路省が5ヶ年計画を着実に実行してきており、本案家対象橋梁も計画の一環に含まれている。運輸・高速道路省の管轄のもと、国道を管理しているRDA計画は実施項目別支出計画は表-2.1.10のとおりである。

表 - 2.1.10 RDAの5ヶ年計画

(単位：百万ルピー)

整理 番号	計画項目	1997～2001年までの支出計画				
		1997	1998	1999	2000	2001
A	国道の維持管理	265.0	400.0	400.0	400.0	400.0
B	舗装等定期的な維持管理	700.0	955.0	955.0	955.0	955.0
C	道路の改修工事	2,365.0	3,866.0	3,116.0	3,197.0	381.0
D	大規模道路・橋梁改良工事					
	・1996年からの継続道路工事	1,481.4	2,760.8	3,376.3	2,644.0	700.0
	・1996年からの継続橋梁工事	626.1	1,059.9	893.7	340.0	40.4
	・新設道路—1997年開始	109.5	489.0	430.5	357.5	126.9
	・新設橋梁—1997年開始	94.9	167.0	195.3	203.0	212.0
	・新設道路—1998～2001年開始	-	54.0	115.0	193.7	512.5
	・新設橋梁—1998～2001年開始	-	51.0	140.5	230.6	334.5
E	測量、調査、詳細設計等	33.0	54.0	88.5	104.0	103.0
F	道路安全施設	31.0	52.0	62.0	80.0	90.0
G	RDA建物の維持管理・改修	50.0	55.0	62.5	70.0	78.0
H	機材購入	1,801.0	580.0	228.0	575.0	180.0
	合 計	7,556.9	10,543.7	10,063.3	9,349.8	6,113.4

出典：Five Year Programme of Work, RDA 1997-2001

2 - 2 他の援助国、国際機関の計画

1) 概要

「ス」国に対する他の援助機関として、世界銀行、アジア開発銀行（ADB）、韓国やクエートなどである。内容的には、病院建設や教育関係、通信、上下水道などが主である。国連などはアジア開発銀行などとの共同融資で漁業関連のセクターも実施している。

2) 道路セクターに関わる援助

運輸、交通セクターは援助の中でも、道路分野に関して比較的同一機関からの融資が主となっている。世銀（IDA）は、これまでに3案件を継続的に実施してきており、1998年度末には現在実施中の第3次が完了したが、その後は道路分野に変わり今後は教育、医療、保険や環境の分野に重点をおくとしている。ADBは、これまでに第1次～第3次を完了しており、現在、第4次道路改修計画及び南部高速道路建設計画を実施している。工事にはJBICにより予算が措置されている部分も多い。クウェート基金は、27橋を対象に改修を計画している。韓国は、最近、自国の経済開発協力基金（EDCF）をもとにラトゥナプラ・バラングダ間の道路改修計画を実施中であり、2000年には着工予定である。これらの完了案件や実施中の案件を表 - 2.2.1 に示す。

表 - 2 . 2 . 1 他機関の援助状況

援助機関	プロジェクト名	実施年
ADB	道路改修（第1次）	1992年完了
ADB	道路と7橋の改修（第2次）	1996年完了
WB	道路と26橋の改修（第1次）	1989年完了
WB	道路と22橋の改修（第2次）	1997年完了
WB	道路と19橋梁の改修（第3次）	1998年完了
ADB	道路と25橋梁の改修（第3次）	1999年完了
Kuwait Fund	27橋の架け替え	1997年～実施中
EDCF	ラトゥナプラ～バラングダ間道路改修	1999年完了
EDCF	ラトゥナプラ～バラングダ間道路改修	2000年～2002年実施中
ADB	道路と47橋梁の改修（第4次）	2000年～2002年実施中
ADB	南部高速道路建設	詳細設計実施中
EDCF	ハットン～マラエリヤ間道路改修	
EDCF	カナケ～パデニヤ間道路改修	
Saudi Fund	橋梁7橋の改修	

2-3 我が国の援助実施状況

1) 概要

我が国は「ス」国に対して従来から無償資金協力、技術協力及び有償資金協力を実施してきた。重点分野は（イ）経済基盤の整備・改善、（ロ）鉱工業開発、（ハ）農林水産業開発、（ニ）人的資源開発、（ホ）保健医療体制の改善及び（ヘ）環境である。

2) 道路セクターに関わる援助

（1） 無償資金協力

道路整備に係る援助のうち、無償資金協力によるものはこれまでに、1992 年完成の「日本—スリ・ランカ友好（ヴィクトリア）橋建設計画」を始めとして、1994 年の「マハヴェリ橋建設計画」、1998 年の「五橋梁架け替え計画」等が実施されている。最近のプロジェクトは表 - 2.3.1 に示すとおりである。本計画調査案件を含めて、今後技術移転を働きかけることにより、さらに増加していくものと思われる。

表 - 2.3.1 道路セクターに係る我が国無償資金協力

案件名	実施期間	供与額 (億円)	概 要
ヴィクトリア橋架替計画	1988 年度 ～ 1991 年度	20.16	ケラニア川ヴィクトリア橋の 橋梁架け替え
建設機械訓練センター設立計画	1994 年度 ～ 1995 年度	25.57	建設機械の運用、保守、管理を 行う技術者の要請
マハヴェリ道路橋建設計画	1994 年度 ～ 1998 年度	22.76	マハヴェリ川への架橋による ミニペ地区の交通改善
五橋梁架け替え計画	1998 年度 ～ 2000 年度	13.46	5 橋梁の架け替え、現在 3 橋竣 工、2 橋実施中

（2） 技術協力

道路分野の開発調査及びプロジェクト方式技術協力の実績は表 - 2.3.2 のとおりである。

表 - 2.3.2 道路セクターに係る我が国技術協力

技術協力形式	案件名	実施期間
開発調査	コロンボ周辺道路網整備計画	1982 年 9 月～1983 年 10 月
開発調査	全国橋梁改修計画	1995 年 3 月～1996 年 7 月
開発調査	大コロンボ圏外郭環状道路建設計画	1998 年 11 月～1999 年 3 月実施中
プロジェクト外方式技術協力	建設機械訓練センター	1996 年 10 月～2001 年 9 月実施中

(3) 有償資金協力 (JBIC)

有償資金協力では、日・ス友好橋 (Phase II) を実施中であり、LDC アンタイド案件として日本のコントラクターが実施するようになり、工事も着々と進んでいる。これらの完了案件及び実施中の案件を表 - 2.3.3 に示す。

表 - 2.3.3 道路セクターに係る我が国有償資金協力

援助内容	実施期間
道路維持事業	1988 年～1998 年
コロンボ～カッナヤ高速道路建設事業	1990 年～詳細設計完了
ベースライン道路事業 () ()	1993 年～2000 年事業完了
日・ス友好橋拡張事業 (第 2 ヴィクトリア橋架替計画)	1993 年～2000 年事業完了予定
道路網改善事業	1999 年～ 詳細設計完了、 調達コンサルタント入札手続中
南部ハイウェイ建設事業	1999 年～ 詳細設計中

2 - 4 プロジェクト・サイトの状況

2 - 4 - 1 自然条件

1) 地形・地質条件

(1) 地形概要

「ス」国は、島の中央部に山地群がそびえ、川は主としてその東、西、南方向に流れ、川の終端部の海への注ぎ口で堆積作用を活発に行っている、ただし、南西部の海岸を中心にこれを上回る浸食作用が顕著であり、今もなおその働きは続いている。また、島の周囲は独特の海岸平野を形成している。

以上のような特徴を有する「ス」国の地形は、中央部の山地群である中央高地を中心としてその周囲の相対的に標高の低い地域とに分けられ、その標高と形状から大きく次の6種類に分けることができる。

中央高地 (Central Highlands)

南西地域 (Southwest Country)

東部及び南東地域 (East and Southeast Country)

隆起地帯 (Uplifted Belt of Lowland, Uplands and Highland)

北部低地 (Northern Lowland)

沿岸地域 (Coastal Fringe)

今回の調査地域は主として中央高地と南西地域に包含されるが、このうち中央高地は以下の3つの地域に細分することができる。

中央山塊 (Central Massif)

中央山塊は、「ス」国の屋根とも言われる地域であり、数々の断層により複雑に構成されているものの、中央山脈 (Central back bone)、アンバタラワ台地 (Ambatalawa Plateau)、ウバ盆地 (Uba basin)の3つの地域に区分することができ、南を南部山壁、北をマハウエリ川がキャンディーからミニペまで横切る地域がその境界となる。

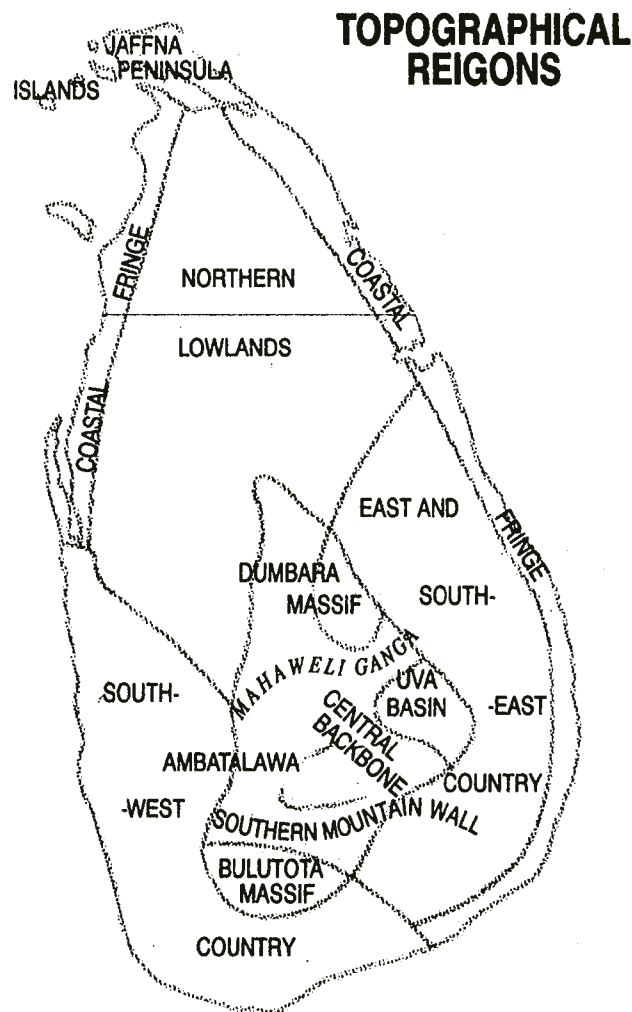
ドゥンバラ 山塊 (Dumbara Massif)

中央山塊から分離したものであり、中央高地の北端に位置している。

③ ブルトタ山塊 (Bulutota Massif)

これも中央山塊から分離したものであり、中央高地の南端に位置するものである。

また、南西地域はその地域に分布する山々の尾根筋が山の方(東)に向かっては緩やかで、海側(西)に向かっては急であるという特徴を有している。図—2.4.1 に「ス」国全域の地形区分を示す。



図—2.4.1 「ス」国の地形区分図

(2) 地質概要

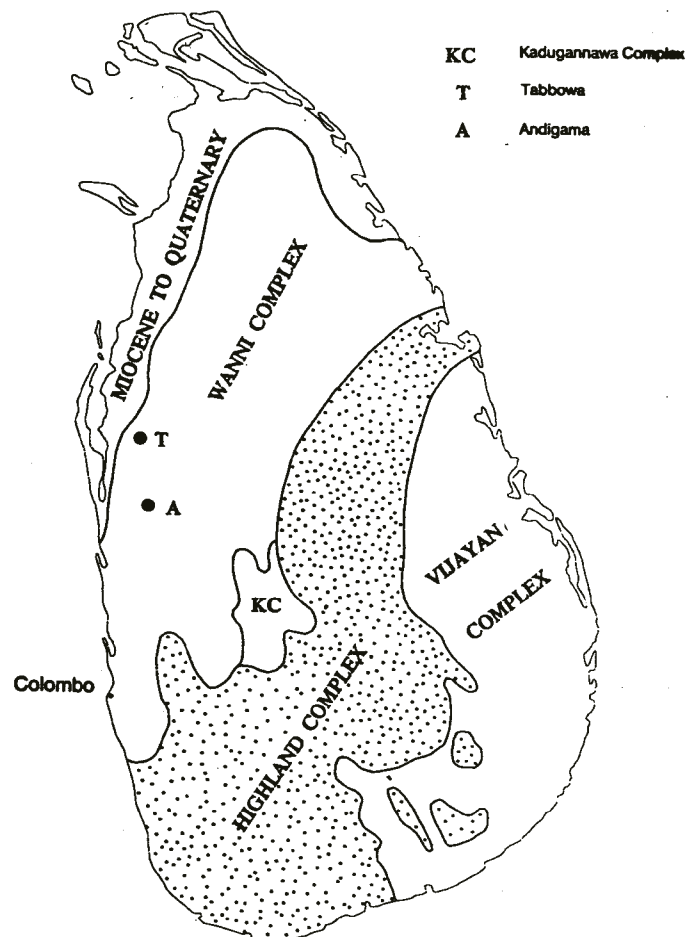
「ス」国の地質は、そのほとんどが5億年以上前の先カンブリア紀の結晶質の岩から成っており、残りは主に北部及び北西部の海岸域に分布する約2千万年前の新生代第三紀中新世の石灰岩及び北西部、南部、東部の海岸行きに分布する第四紀の堆積物である。

先カンブリア紀の地質としては、以下のとおりである。

- ① Highland Complex (HC)
- ② Wanni Complex (WC)
- ③ Vijayan Complex (VC)
- ④ Kadugannawa Complex (KC)

これら、片岩や片麻岩などの変成岩が中心となり、第三期中新世 (Miocene) の地質としては、石灰岩や砂岩が中心となっている。第四紀の堆積物は砂や粘土などである。

「ス」国全域の地質の概略図を図—2.4.2 に示す。図に示すように「ス」国全域のうち、そのほとんどが先カンブリア紀の地質から成ることが分かる。今回の調査対象域もすべてこの先カンブリア紀の地質域に包含されている。



図—2.4.2 「ス」国の地質区分の概略図

２） 気候・気象

（１） 気象概要

「ス」国はインドの南端、インド洋に浮かぶ面積 65610km² の島国である。この国の平均的な年間雨量分布は、以下の４種類で示することができる。

第１インターモンスーン（３～４月）

「ス」国の南西部、アダムスピーク（標高 2243m）の西斜面にほぼ集中的な降雨があり、この期間内に 1000mm 以下の降雨分布がある。最大雨量観測地は、Weweltalawa Estate で 738mm の平均雨量を記録している。

南西モンスーン（５～９月）

「ス」国の南西～北東軸にかけて降雨があり、特に同国最高峰ピドゥルタラガラ山（標高 2524m）を中心として大きな降雨（2000～4000mm）があり、周辺に洪水をもたらしている。この時期は「ス」国では最も降雨の多い期間であり、最大雨量は Kenilworth Estate で 3267mm を記録している。

第２インターモンスーン（１０～１１月）

シンハラジャの森林地区に 1500mm 以下の雨域を形成し、東北部にも 500～1000mm の降雨をもたらしている。この時期は全島的に 250mm 以上の降雨を記録し、最大雨量は Weweltalawa Estate で 1219mm を記録している。

北東モンスーン（１２～２月）

ほぼ「ス」国の東部全域に平均 500～1000mm の降雨があり、ピドゥルタラガラ山及びアダムスピークの東斜面にも小さな雨域であり 1000～1500mm の期間内降雨の量が記録されている。

(2) 気象データ

本計画ガンボラ橋関連の気象データをラムボダ（Ramboda）、イレベン（Yellaben）、ハットン（Hatton）観測所より、ムワガマ橋関連のデータをラトゥナプラ（Ratnapura）観測所より収集した。

調査項目は気温、雨量及び雨量日数、湿度で、以下に各月毎の平均データを示す。

気温

ガンボラ橋架橋計画地点ガンプラ（Gampola）の上流ヌワリエリヤ（Nuwara Eliya）における過去 30 年間の年平均気温は 15.8 であり 3 月に 24 , 1 月に 10.5 を記録している。温度差が大きく「ス」国の主要産物である紅茶の栽培に適している。

ムワガマ橋 架橋計画地点 Ratnapura での過去 5 年間の年平均気温は 27.4 で 3 月に 37.0 , 2 月と 12 月に 21.5 と短期間に急激な気温変化を記録している。

表 2 - 4 - 1 Nuwara Eliya の月別気温（1961～1990 年の 30 カ年平均）（単位：℃）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	15	17	17	18	18	18	17	16	16	16	15	15
Max	21	23	24	23.5	23	20	19	20	20	21	21	21
Min	10.5	11	12	13	14	15	14	13	13	12	12	11.5

表 2 - 4 - 2 Ratnapura の 月別気温（1991～1995 年の 5 カ年平均）（単位：℃）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	27.2	27.8	28.3	28.5	27.9	27.3	27.1	27.1	27.0	27.1	27.1	27.0
Max	33.4	34.7	37.0	34.8	33.0	31.1	30.9	30.9	32.3	31.2	31.3	31.9
Min	21.7	21.5	22.1	23.0	23.8	23.7	23.4	23.0	22.8	22.3	22.5	21.5

雨量及び雨量日数

当該プロジェクトサイトに近い観測所 Ramboda, Yellaben, Hatton、及び Ratnapura の雨量データを以下に示す。

表 2 - 4 - 3 Hatton の月別雨量（1979～1989 年の 10 カ年平均）（単位：mm）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	63.5	51.7	109.2	198.5	263.0	539.3	441.9	314.5	311.7	243.8	240.0	102.8
Max	205.4	198.5	230.9	414.0	594.8	1083.6	773.0	465.5	577.7	435.8	303.8	287.4
Min	0	0	0	48.1	67.6	343.5	8.2	175.3	92.2	108.7	127.9	32.0

表 2 - 4 - 4 Yellaben の月別雨量 (1949 ~ 1958 年の 10 ヲ年平均) (単位: mm)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	95.6	73.3	144.6	198.5	291.4	585.4	364.0	308.4	253.7	375.3	234.6	137.5
Max	268.3	144.9	311.5	286.4	715.1	1127.0	693.8	572.2	568.8	678.9	405.3	647.5
Min	60.3	11.7	56.0	149.1	4.6	325.1	163.8	55.6	81.3	319.0	146.1	37.9

表 2 - 4 - 5 Ramboda の月別雨量 (1941 ~ 1950 年の 10 ヲ年平均) (単位: mm)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	122.2	66.8	175.3	232.9	363.9	470.1	445.1	403.6	291.8	409.6	281.7	262.9
Max	290.3	261.0	430.6	371.6	995.3	825.6	882.0	1056.1	496.0	614.6	482.8	430.5
Min	14.1	1.7	49.9	114.8	82.0	222.4	150.9	98.7	117.0	223.1	86.1	77.3

表 2 - 4 - 6 Ratnapura の月別雨量 (1987 ~ 1995 年の 9 ヲ年平均) (単位: mm)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	121.9	110.1	176.0	296.7	444.6	466.6	304.6	310.1	339.4	483.2	394.0	130.5
Max	257.2	324.4	251.2	426.5	665.5	701.5	610.9	660.4	695.3	795.0	513.5	280.6
Min	10.6	7.8	44.8	216.9	13.3	174.2	18.8	73.6	107.2	224.5	263.0	54.8

Ramboda, Yellaben, Hatton、及び Ratnapura 観測所の月別降雨日数を以下にしめす。

表 2 - 4 - 7 Hatton の月別降雨日数 (1979 ~ 1989 年の 10 ヲ年平均) (単位: 日)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	4.5	6.0	8.1	12.5	15.2	22.6	20.4	18.5	17.4	17.3	15.7	9.5
Max	13	18	18	22	22	29	27	28	28	26	19	24
Min	0	0	0	4	9	16	8	9	10	8	9	3

表 2 - 4 - 8 Yellaben の月別降雨日数 (1949 ~ 1958 年の 10 ヲ年平均) (単位: 日)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	10.2	7.6	11.1	18.3	17.3	26.4	24.9	25.3	20.0	17.1	17.3	12.2
Max	17	11	18	25	26	30	30	30	25	27	26	24
Min	4	3	3	13	3	18	21	17	10	17	11	6

表 2 - 4 - 9 Ramboda の月別降雨日数 (1941 ~ 1950 年の 10 ヲ年平均) (単位: 日)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	9.1	6.0	10.0	15.1	16.7	23.0	23.4	23.4	18.9	21.1	19.7	15.1
Max	14	16	16	23	24	26	29	29	25	30	27	24
Min	3	1	2	11	10	18	19	14	11	17	11	6

表 2 - 4 - 10 Ratnapura の月別降雨日数 (1941 ~ 1950 年の 10 ヲ年平均) (単位: 日)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	11.0	10.2	17.0	19.2	22.5	26.0	23.9	25.5	24.0	23.1	20.2	15.9
Max	18	21	20	27	29	29	30	30	28	28	26	25
Min	5	6	9	14	15	19	20	19	20	19	13	9

(3) 年最大日雨量

ガンボラ (No93 ガンボラ橋サイト)

ガンボラ流域内にあるコトマレダムの流域は次ぎの雨量観測所によって面積的にも2分される。

観測所番号	観測所名
No9	Ramboda
No16	Hatton

残流域については流域の西側に2箇所の雨量観測所があるが、流域全体を支配するのはNo15の観測所であるので残流域の計算対象はNo15観測所の値を利用する。

観測所番号	観測所名
No15	Yellaben Estate
No29	Watawara

ラトゥナプラ (No239 橋ムワガマ橋サイト)

ラトゥナプラ 地区には雨量観測所が3箇所あるが、最も大きいラトゥナプラ雨量観測所には1870年～1999年まで130年間の年最大日雨量が記録されている。このデータから、130年間の最大日雨量は1942年7月15日発生の394.4mmであり、2番目としては1996年6月8日の393.5mmであった。

年最大日雨量の発生を月別に整理したところ5～6月が突出していることが判る。

表 2 - 4 - 1 1 年最大日雨量の生起月別頻度表

観測所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Ramboda	2	0	0	2	5	8	6	9	6	7	5	1
Yellaben	0	0	0	2	6	8	5	5	6	5	4	2
Hatton	0	0	0	0	2	6	7	2	2	1	1	0
Ratnapura	0	2	3	2	35	25	10	13	17	10	9	2

これらのデータを利用して確率年最大日雨量をトーマスプロット法により求めた。

表 2 - 4 - 1 2 確率年最大日雨量 (単位：mm)

観測所名	確率 1/2	確率 1/10	確率 1/50	確率 1/100	備 考	
Ramboda	55	138	217	252	コトレ ダムの流域内	ガンボラ橋橋流域
Hatton	95	148	204	226		
Yellaben	50	134	216	252	マハウ エリ川上流ガンボラ残流域	
Ratnapura	147	239	345	394	ラトゥナプラ橋流域	

(4) 湿度

表 2 - 4 - 1 2 Ratnapura の月別湿度 (1987 ~ 1995 年の 9 ヲ年平均) (単位 : %)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	73	65	68	75	81	81	79	80	79	81	80	77

表 2 - 4 - 1 3 Gampola の月別湿度 (1988 ~ 1998 年の 11 ヲ年平均) (単位 : %)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	81	76	76	81	83	82	83	83	83	86	86	85

(5) 風向・風力

表 2 - 4 - 1 4 Ratnapura の月別風力 (1995 ~ 1999 年の 5 ヲ年平均) (単位 : km/h)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
Ave.	2.1	2.7	2.7	2.5	3.5	2.8	3.2	3.1	2.9	1.9	2.0	1.8

2 - 4 - 2 社会基盤整備状況

1) 計画対象橋梁のあるサイト

本計画対象橋梁 2 橋のサイトは以下のとおりである。

表 2—4 - 1 5 対象橋梁のサイト

No	橋梁名	河川名	国 道 No	路線名	州 名 Province	県 名 District	首都までの 距離 (km)
93	ガンボラ橋	マハウェリ川	A005	ヘラデニヤ-パト-カラ-チンカディ	中部州	キャンディ	約 120km
239	ムガマ橋	加川	B390	ラトナプラ-パラウエラ-カウイタ	サハラガム州	ラトナプラ	約 110km

2) 人口

本計画対象橋梁 2 橋のサイトの人口は以下のとおりである。

2 - 4 - 1 6 対象橋梁所属地域の人口

No.	橋梁名	州名(Province) 県名(District)	各州人口	各県人口	各県面積	各県人口密度
93	ガンボラ橋	中部州 キャンディ県	2,261 千人	1,286 千人	1,906km ²	674 人/ km ²
239	ムガマ橋	サハラガム州 ラトナプラ県	1,735 千人	972 千人	3,255km ²	299 人/ km ²

3) 交通

ガンボラ橋

AA005 道路は「ス」国第 2 の都市であるキャンディと紅茶の産地でもあり有数の観光地でもあるヌワラエリヤを結ぶ重要路線である。ガンボラの町には本橋の手前でヌワラエリヤ方面とガンボラ市街地方面に分岐する。 AA005 道路において最も交通量の多いキャンディ-ガンボラ間は ADB ファンドにより現在改良工事が行われている。また、ガンボラ-ヌワラエリヤ間は山岳地帯となり幅員および道路線形もあまり良好とはいえない。そのため、現在 JBIC の支援により道路改良工事が予定されている。本橋の近傍の上下流に橋梁（代替路）はない。ガンボラ橋は、路線はすでに ADB ファンドによる工事や JBIC の援助で改良が予定されているものの、本橋部の改良計画だけが決定されておらず、その狭い幅員からボトルネック状態となっており円滑な交通を阻害している。

ムワガマ橋

B390 道路は、ラトゥナブラのほぼ中心部にて A4 号線から分岐し、カル川に分断されたムワガマ地区を通り、パラウェラ、カラウイタ方面に続く道路である。

カラウイタからはニビティガラを通り A4 道路に接続することができるが、コタマウラ、パラウェラ等の町は B369 がラトゥナブラあるいは A4 道路への最短コースである。

コタマウラ、パラウェラ間にはゴムのプランテーションがパラウェラ西部の山岳地帯には 15 の紅茶工場があり、これらの農産物は本道路を利用してラトゥナブラあるいは A4 道路を経てコロンボに運搬されるものと思われる。ムワガマ橋は A4 道路にも近く、ラトゥナブラの中心部と郊外を結ぶ重要な橋梁である。本橋の近傍の上下流に橋梁（代替路）はない。

4) 周辺環境

ガンボラ橋

中央高地部を流れるマハヴェリ川に架るため谷地形に近いが、それほど急峻ではない。起点側（右岸ガンボラ側）は河岸段丘のような形状を示している。終点側（左岸ヌワラエリヤ側）は比較的平坦な地形を呈している。

右岸側上流部には旧橋への道路用地の部分を残し女子教育短大(Teacher's college)と小学校 (Primary School) がある。College の学生はバスあるいは徒歩にて本橋を渡りガンボラ側に渡る。系列の Secondly School は本橋を渡ったガンボラにある。

下流側には州の土木事務所、道路を挟んで地区コミュニティセンター等がある。

左岸側には小高い丘を迂回して道路が河川と並行している。上流はワラビティヤに向かいマーケット・商店が並ぶ。民家等も密集しており、約 6000 人が暮らしている。下流はヤンディ側に向かい菩提樹をまつた寺院がある。

上流部河川内で建設用の砂の採取が行われている。

既設橋の計画図から判断すると、比較的浅い位置に支持層が存在するが、洗掘により支持層の不陸が大きいと考えられる。また調査時点では橋脚のケーソン基礎が洗掘により水面より上に出ていた。洗掘には河川の砂の採取も大いに関連していると想定できる。

河川水位は上流にダムができてからはかなり低くなり、頻繁におきていた洪水の発生は無くなった。雨季においても桁下 6 m 付近までしか水位上昇しておらず周囲の開発を後押ししている。

ムワガマ橋

山間部の谷地形であるが、それほど急峻ではない。特に右岸（ラトゥナブラ側）は盆地状の平坦地である。左岸（ムワガマ側）もアプローチ道路が周辺に比べ小高いが、河川部は深い渓谷で流れも早い。地盤は破碎帯岩盤が広く分布していると推測される。

ラトゥナブラ側は街の中心部にほど近く商業が盛かんで、市役所や病院といった公共機関が存在する。上流側はマーケットや商店が密集している。特に本橋の近くには野菜市場がある。下流は住宅地となっている。

ムワガマ側は上下流とも住宅地（道路沿いには商店が並ぶ）である。左岸に小高い丘がそびえておりアプローチが下流側に迂回して丘をさけている。またムワガマ側地区の B390 の沿線には住宅の他、多くの政府関係の建物、学校が存在し、都市化が進んでおりラトゥナブラのベッドタウンの様相を呈している。

ムワガマ橋はラトゥナブラの中心街と一般住宅の数も近年増加傾向にあるムワガマ地区を結んでいるため、人の行き来が激しく交通量、歩行者数ともきわめて増加傾向にある。

橋梁本体はその幅員の狭さから渋滞を引き起こしている。

河川は降雨期には 4 m の増水があり、たびたび周辺に洪水被害をもたらしているが、橋梁そのものは過去、冠水を記録したことはない。

2 - 4 - 3 既存施設の状況

1) 交通量調査

(1) 調査概要

調査対象車種

交通調査は過去の「ス」国側の実施データと比較するため、協議の結果、表-2.4.17 のとおり、RDA 側指定の車種分類により調査を実施した。

表 - 2 . 4 . 1 7 調査対象橋梁車種

重貨物車 (Harvey goods)	空荷重量 3 t 以上の貨物車で、“ Chevron ” もしくは “ Long vehicle ” と明記したプレートを車両後方に懸架している車両。ブルーの“ TIR ”プレートにより外国貨物車と判別可能である。3 軸トラック、3 軸トレーラ、4 軸トラック、4 軸トレーラなど。
中貨物車 (Medium goods)	一対の後輪を牽引し、反射式プレートを懸架しない貨物車両である。バン、ピックアップ車とローリーも含まれる。
軽貨物車 (Light goods)	空荷重量が 30cwt までの側方窓がない 4 輪軽車両のバンである。乗用車用シャシー上に荷台を設置した車両、ピックアップ車、小型ローリーなど。
バス (Bases)	一般バスおよび 26 人乗以上のコーチ。
小型バス(Mini Buses)	26 人乗未満のバス。
乗 用 車 (Passenger Car)	サイドカー付きのモータバイクおよび側方窓付きの乗用車 (タクシー、ワゴンなど)。
単 車 (Motor cycles)	通常の前モータバイク。
三輪車(Three Wheels)	“ Bajaji ” もしくは “ Toku-toku ” と呼ばれるオート 3 輪タクシー。
自転車(Bicycles)	通常の自転車。

調査期間：平日、2 日間の午前 6 時から午後 6 時まで 12 時間 (調査時期：2000 年 7 月 3 日から 2000 年 7 月 10 日)

調査方法：15 分ごとの車種別、方向別 (2 方向) の車両数を測定した。

調査地点：今回の対象橋梁である 11 橋において測定した。

(2) 調査結果

今回の交通量調査結果の集計を表-2.4.18、各橋梁の交通量の増減を表-2.4.19 に示す。

表 - 2 . 4 . 1 8 交通量調査結果

橋梁No	車 種										方向別		日別	交通量	重車輛 *1 混入率(%)
	Heavy goods	Medium goods	Light goods	Buses	Buses small	Passenger cars	Motor cycles	Three wheelers	Bicycles	計	車輦数	歩行者数			
42	91	162	136	95	20	42	407	49	683	1685	1685	168	3548 (302)	3374 (288)	20.8
	99	216	109	107	33	65	383	67	784	1863	1863	134			
	84	73	216	94	29	30	368	41	602	1527	1527	149	3199		
	93	197	85	93	28	32	393	31	720	1672	1672	124	(273)		
66	859	404	473	168	114	202	706	186	506	3618	3618	635	7432 (1069)	8165 (987)	39.2
	732	588	530	121	206	270	712	172	483	3814	3814	434	8897		
	1207	622	484	209	142	381	851	302	632	4830	4830	449	(905)		
	937	413	679	141	193	257	842	172	433	4067	4067	456			
67	23	36	116	69	0	37	249	92	498	1120	1120	707	2120 (1220)	2063 (1138)	13.9
	15	57	85	73	0	48	238	83	401	1000	1000	513	2006		
	25	44	95	82	0	61	246	60	441	1054	1054	567	(1055)		
	28	44	92	77	0	56	207	61	387	952	952	488			
93	115	345	150	192	136	650	457	617	561	3223	3223	3057	6481 (6198)	6555 (6434)	16.6
	93	280	195	83	211	759	427	610	600	3258	3258	3141	6629		
	97	362	150	202	112	668	506	628	626	3351	3351	3331	(6670)		
	103	229	243	68	225	738	443	586	643	3278	3278	3339			
122	27	116	75	41	0	45	147	16	100	567	567	4	1151 (8)	1208 (10)	35.8
	34	116	80	57	0	30	147	14	106	584	584	4	1264		
	76	114	82	60	0	48	142	23	128	673	673	6	(11)		
	107	79	67	40	0	22	143	12	121	591	591	5			
154	6	66	101	52	2	40	182	31	39	519	519	83	1027 (194)	970 (170)	25.0
	6	63	90	59	0	22	194	28	46	508	508	111	913		
	10	45	87	49	2	27	140	37	41	438	438	77	(146)		
	18	44	84	66	3	26	159	36	39	475	475	69			
157	1	38	23	5	0	11	51	17	66	212	212	98	474 (195)	471 (215)	18.4
	2	36	35	10	0	17	61	23	78	262	262	97	467		
	1	31	37	10	1	10	49	18	65	222	222	117	(234)		
	3	25	37	11	0	11	61	19	78	245	245	117			
158	92	146	318	80	20	134	1028	91	1252	3161	3161	38	6270 (118)	6081 (105)	9.3
	90	109	142	61	33	243	887	91	1453	3109	3109	80	5882		
	111	138	73	73	22	107	988	72	1347	2931	2931	29	(92)		
	70	97	154	68	37	98	875	68	1494	2961	2961	63			
181	8	111	55	23	4	23	37	20	61	342	342	92	689 (185)	680 (196)	43.6
	7	98	69	36	0	17	46	20	64	357	357	93	621		
	10	108	55	26	7	12	40	11	61	330	330	117	(206)		
	9	106	46	31	4	8	32	13	42	291	291	89			
200	28	68	35	28	5	6	174	9	126	479	479	28	889 (59)	972 (66)	22.9
	23	54	33	24	2	7	153	6	108	410	410	31	1054		
	23	62	58	27	0	10	201	13	153	547	547	26	(73)		
	33	48	58	22	2	12	175	10	147	507	507	47			
239	99	151	217	150	64	931	984	910	480	3986	3986	2322	8294 (4899)	8209 (4645)	10.0
	86	180	271	142	83	1075	993	1012	466	4308	4308	2577	8124		
	107	145	247	154	71	951	879	964	433	3951	3951	2088	(4390)		
	92	183	279	145	72	990	915	1031	466	4173	4173	2322			

*1 重車輛混入率 = (Heavy goods + Medium goods + Buses) / 交通量

表— 2 . 4 . 1 9 各橋梁の交通量の増減

橋梁№	道路No. Bridge No.	日台数										
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
42	B-464 5/1km	1,140	-	-	-	-	-	1,320	-	-	-	3,374
66	B-111 7/1km	-	-	-	-	6,125	-	-	-	-	10,753	8,165
67	B-157 23/2km	-	750	-	-	-	-	-	-	-	846	2,063
93	AA-005 21/4km	-	3,270	3,740	4,390	4,699	4,700	4,910	-	-	-	6,555
122	B-045 19/1km	-	410	540	470	540	665	-	-	-	-	1,208
154	B-445 14/1km	-	-	-	-	3,192	-	-	-	1,024	-	970
157	B-461 28/2km	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	471
158	B-473 3/2km	-	-	-	-	-	3,560	-	-	-	-	6,081
181	B-312 11/5km	-	310	-	-	-	-	363	-	-	-	660
200	B-478 10/1km	-	-	-	240	-	-	-	-	-	-	972
239	B-390 1/3km	-	-	-	-	-	-	-	5,709	-	-	8,209

交通量調査の結果、日交通量が 6000 台を超えたのは、No.66 ガンパハ橋、No.93 ガンボラ橋、No.158 ルヌウイラ橋、No.239 ムワガマ橋の 4 橋であるが、ガンボラ橋とムワガマ橋は歩行者数も多いという特徴が上げられる。これはガンパハ橋が、コロombo圏通商目的車輛の A3 号線の抜け道として、またルヌウイラ橋がルヌウイラ駅へ向かう旅客の通行路を主体として機能しているのに対し、ガンボラ橋、ムワガマ橋とも通商目的のみでなく、比較的近隣の移動に利用され、地域住民の生活道路としての機能も十分に果たしていることがうかがえる。

2) 既存橋梁の現状

(1) ガンボラ橋



NO.93 ガンボラ橋

橋梁構造諸元

構造形式：<上部工> 2 単純連続トラス橋 <橋 台> 石積みブロック構造
 <橋 脚> 石積みブロック構造

橋 長： 98.30m 支間割り： 49.10m + 48.90m

幅員構成：有効幅員 4.85m 歩 道 部：2@2.08m

線 形：直線橋 建設年度：1926 年

損傷状況

上部工：鋼トラス部材の腐食、劣化が見られる。

下部工：石材の老化が見られる。

付属物：伸縮装置の目詰まり、橋脚支承部に異変がある。

その他：橋梁上部工のたわみが見られる。道路幅員が不足している。

(2) ムワガマ橋



NO.239 ムワガマ橋

橋梁構造諸元

構造形式：＜上部工＞3連単純鋼トラス橋 ＜橋 台＞石積みブロック構造

＜橋 脚＞石積みブロック構造

橋 長： 95.70m 支間割り：20.00m + 55.70m + 20.00m

幅員構成：有効幅員 4.25m 歩 道 部：2@1.25m (本橋施工後に設置)

線 形：直線橋 建設年度：1920 年

損傷状況

上部工：鋼トラス桁は塗り替えが行なわれており、激しい腐食状態が観察できなかった。

下部工：石材の老化が見られる。

付属物：下流側歩道が損傷のため通行止めとなっている。

その他：道路幅員が不足している。

道路幅員が不足している。

なお、両橋とも設計計算書はなく、数値解析による健全度の確認は行えなかったが、建設当時の全体一般図および下部工の構造一般図が保管されており、これらの図面を基に、目視調査により健全度を評価した。調査対象橋梁の概要と損傷状況の詳細は表 3-2-3 参照。

3) アプローチ道路の現状

(1) 調査概要

ガンボラ橋

AA005 道路はヌワラエリヤ方面より本橋にてマハヴェリ川渡り、ガンボラ側で小高い丘に正

対して、AA005 線の続くキャンディ方面とガンボラ市街地方面に分岐する。ガンボラ市街地・駅方面への道路は一方通行となっている。AA005 道路キャンディ-ガンボラ間は ADB ファンドにより現在改良工事が行われている。また、ガンボラ-ヌワラエリヤ間は山岳地帯となり幅員および道路線形もあまり良好とはいえず現在 JBIC の支援により道路改良工事が予定されており、ヌワラエリヤ側は現況施工時に撤去された旧橋の線形の部分が女子教育短大(Teachers College)と本線の間に道路敷として残っている。ヌワラエリヤ側もマハヴェリ川にそってキャンディ方面への道路が続きペラデニアで再び AA005 線と合流する。周辺アプローチ道路はすべてアスファルトコンクリートで舗装されている。



ガンボラ橋 ガンボラ側アプローチロー道路

ムワガマ橋

B390 道路は、ラトゥナプラのほぼ中心部にて A4 号線から分岐し、本橋を渡り、カル川に分断されたムワガマ地区を通過し、パラウェラ、カラウイタ方面に続く道路である。ラトゥナプラ側はアプローチ道路が盛土の上をせり上がっており本橋を渡って丘の縁を巻く線形となっている。側取付け道路はすべてアスファルトコンクリートで舗装されている。



ムワガマ橋 ラトゥナプラ側アプローチ道路

2 - 5 環境への影響

2 - 5 - 1 環境影響評価

「ス」国における規定によると、環境影響評価の実施は、運輸セクター道路部門においては、10km を超える国道及び州道の建設のみが対象であり、本計画の場合のような橋梁の架け替、改修等は該当しない。また住民移転に関する場合においては、100 戸を超える住民移転が対象となるため、本計画は対象外である。

2 - 5 - 2 自然環境への影響

本計画においては、既設橋梁の架け替えが主体であるため、動植物を含む自然への影響は小さい。また両橋とも水質への影響が最も懸案とされる場所打ち杭の施工が、橋台部分のみであるため、河川の水質に与える影響は極めて少ないといえる。

しかし、ガンボラ橋においては河川内に栈橋（H 鋼杭打設）の仮設及び橋脚（直接基礎）の施工があるため、マハヴェリ川の水質汚濁防止に対して十分な注意を必用とする。特に下流側には上水道の取水施設があるため万全な注意が必要である。またムワガマ橋においては橋脚の施工が無いもののカル川は、架橋地点 50km 上流側が Sanctuary（「ス」国特有の動物保護区）に指定されている関連もあり、ワニ、大トカゲ等の存在が確認されている。工事施工に関し、十分な環境への配慮が必要とされる。

2 - 5 - 3 社会環境

本計画実施に際し、ガンボラ橋に関しては、「ス」国側との協議の結果、採用された新橋架橋位置、左岸側取付け道路の線形の都合により、小学校の移設・撤去が発生するが、「ス」国担当機関とは既に合意されており本計画における影響は無い。この小学校は Teachers college（教育女子短大）の校内に教員養成の教育実習を目的として開校されたものであり、Teachers college 内もしくは近郊に移転が可能との見解を示されている。また撤去行為は「ス」国側で実施することが合意されている。民地の収用、住民移転等は発生しない。

ムワガマ橋に関しては、「ス」国側との協議の結果、採用された新橋架橋位置、道路用地幅の都合上、橋梁および取付道路の拡幅部分に、民地の収用、同家屋の撤去、住民移転（13 件程度）が発生するため、これらに対する配慮が必要となる。その手続と費用の支出に関し「ス」国側の責任において行うことが合意済みであり、住民側との移転計画についても事業開始までにすべての手続きを終了するよう合意している。

2 - 5 - 4 生活環境

生活環境は、工事完成後においてインフラレベルの向上などから、現状より大きく改善される方向にある。ただし工事実施中においては以下の事項に対する配慮が必要とされる。

1) 交通遮断

基本的には、迂回道路を設置する事で一般交通の遮断は避けることとする。但し、やむをえず一時的な交通の遮断を余儀なくされる場合（桁運搬もしくは仮設時）には、関係官庁からの許可を得た上で、同官庁の監督のもとで交通遮断を行うものとする。その際は交通量の少ない時間帯を選び、必要な掲示板、保護設備、交通誘導員等を配備し万全な対策をこうじて作業するものとする。

2) 交通安全

本計画における両橋とも都市内道路であるため、歩行者数が多い。新橋建設時には歩行者に対し必要な掲示板、保護設備、交通誘導員等を配備し、その安全確保に細心の注意を払う。また、両橋とも周辺学童の通学路にあたるため、地区関係機関とも協調の上、十分な安全教育を実施を行う必要がある。

特にガンボラ橋は右岸側に Teachers college（小学部は本計画のため移転予定だが、Teachers college 内に移転の可能性もある）、左岸側に寺院の日曜学校等と工事範囲に隣接した教育施設が存在するため、通学生の安全に十分な配慮を行なう。

3) 砂埃等

ガンボラ橋は多量の土工事を必要としないため、その運搬、交通安全への支障等の問題は少ない。また砂埃等の公害も少ない。ムワガマ橋は取り付け道路部の土工事が発生するため、工事説明会等により近隣住民への理説明を通じ工事への理解を十分に得るとともに、清掃等に十分な配慮を行なう。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

「ス」国における国内（内陸）輸送の主流は近年、道路が鉄道から道路に移ってきており、貨物輸送の95%、旅客輸送の約85%が道路に依存している。道路交通量の伸びはすさまじく、道路は経済・市民生活にとって不可欠なものであり、その輸送力の増強、安全の確保が「ス」国の課題となっている。

「ス」国道路網のうち国道の大部分は舗装されているが、各種施設の老朽化が激しく、「ス」国政府は外国からの資金援助に頼りつつ、既存施設のリハビリと管理に施策の重点を置いている他、幹線の改善及び容量の拡大並びに新線建設等の主要道路ネットワーク整備を進めている。

特に同国の橋梁は老朽化が著しく、4,000を超える全国の橋梁のうち、200～300橋梁は改修が必要であるとされているが、予算的・技術的制約により改修されている橋梁は約2割に留まっている。また、橋梁幅員が狭いため交通需要の伸びに対応できていない橋も多い。これらの橋梁は地域住民の生活に日々使用されており、社会インフラとしての必要性は高く、改修が望まれている。

我が国は、1993年にプロジェクト形成調査（道路・橋梁分野）、1995年3月より1996年7月に開発調査「全国橋梁改修計画」を実施した。開発調査の中では交通の需要増と相まって、主要連絡道のうち老朽化し、安全面からも改修が必要とされる橋梁リストが作成された。その後、この調査結果を受けた「ス」国政府は、上記開発調査の対象橋100橋中、第一優先度（2000年までに改修を要する）と判断された35橋の内、13橋に対して無償資金協力による改修実施を日本国政府に対し要請し、対象橋梁が5橋選定された後、1998年3月基本設計調査が実施された。対象橋梁のうち3橋は2000年3月に完成し残る2橋も2001年3月完成予定である。

さらなる橋梁の改修を推進する「ス」国政府は1998年8月に第2次無償資金協力事業による19橋の改修実施を日本政府に要請した。この要請を受け、日本国政府は基本設計調査団を2000年6月現地に派遣（第1次現地調査）し、要請橋梁の調査、「ス」国政府との協議および国内での解析と関係機関の協議を行った。その結果、改修の緊急性、社会経済に対する貢献度に着目して、ガンボラ橋とムワガマ橋の2橋梁が本計画の対象橋梁として選定され、2000年7月に第2次現地調査が開始された。

本計画は、ガンボラ橋を架け替え、「ス」国重要路線であるA5道路のボトルネックを解消し、安全かつ円滑な交通流を確保し「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展させると共に、近年急速に発展しつつある、ラトゥナブラ市および近郊ムワガマ地区の交通の障害となっていたムワガマ橋を架け替え、安全かつ円滑な交通流を確保し、「ス」国および橋梁周辺一帯の地域社会経済を維持・発展することを目的とするものである。

3 - 2 プロジェクトの基本構想

3 - 2 - 1 対象橋梁の選定

1) 基本方針

本計画は表 - 3.2.1 に示す 19 橋がス国政府より要請された。

表 - 3 . 2 . 1 調査対象 19 橋梁一覧表

No.	RDA Sr No.	路線名	橋梁サイト	橋梁形式
1	No.7	B425	西部州 ガンパル	L=139.2, W=6.85, PSC
2	No.22	B431	中部州 キンディ	L=162.3, W=4.17, Bailey
3	No.42	B464	南部州 ハンバント	L= 59.2, W=4.29, RSJ/RCS
4	No.59	B157	西部州 カタラ	L= 51.0, W=3.82, RSJ/RCS
5	No.66	B111	西部州 ガンパル	L= 36.8, W=6.40, ST.TR.H
6	No.67	B157	西部州 カタラ	L= 19.1, W=3.50, RSJ/RCS
7	No.93	AA005	中部州 キンディ	L= 98.3, W=4.85, ST.TR
8	No.122	B045	北西部州 チラウ	L= 18.5, W=5.00, RSJ
9	No.130	B127	バングラデシュ州 ケガレ	L= 24.7, W=4.54, ST.TR
10	No.154	B445	バングラデシュ州 ケガレ	L= 10.4, W=4.60, RSJ/BUC
11	No.157	B461	中部州 マレ	L= 24.8, W=3.20, RSJ/BUC
12	No.158	B473	北西部州 チラウ	L= 19.7, W=5.20, ST.TR
13	No.181	B312	中部州 マレ	L= 18.9, W=3.80, RSJ/RCS
14	No.197	B288	西部州 ガンパル	L= 52.8, W=5.48, ST.TR.
15	No.200	B478	北西部州 クルナガラ	L= 78.6, W=4.25, ST.TR/H
16	No.239	B390	バングラデシュ州 ラトナプーラ	L=107.0, W=4.30, ST.TR/H
17	No.267	B458	西部州 カタラ	L= 18.7, W=5.27, ST.TR/H
18	No.272	B216	西部州 カタラ	L= 19.4, W=5.20, RCC
19	No.273	B458	西部州 カタラ	L= 26.4, W=4.25, ST.TR/H

第 1 次現地調査において図 - 3.2.1 に示す手順で選定した。選定基準経緯は以下のとおりである。

事業実施の有無

既に事業化実施中の橋梁及び事業化計画が確定されている橋梁は対象除外とした。

事業実施における安全性の確保

治安上、調査及び事業実施に問題のある橋梁は対象除外とした。

先方の技術力における実施可能性

橋長 20m 程度の橋梁は「ス」国側単独で施工が可能であることが確認できたため、橋長 20m 以下の橋梁を対象除外とした。

交通量

交通量については最も社会経済状況を定量的に判断できる判定方法であると「ス」国側との共通認識を得たため、交通量をもってグループ分けを行なった。現地調査の結果、交通量が 5000 台 / 日を越える場合に渋滞が発生することが多いため、交通量 5000 台 / 日台を目安に対象橋梁を分類した（図-3.2.1 参照）。

なお橋長 20m以下により最終選考より除外された橋梁についても交通量が多い橋梁については選定の対象とした。

総合評価

上記で選定された橋梁について(a) 開発計画との整合性、(b) 橋梁の損傷状況等を含めた現況、(c) 社会経済的位置付け、(d) 交通量、(e) 技術移転に関する項目を整理し、統計的手法により解析を行い、定量的客観的に優先順位付けの評価を行い、最終的に対象橋梁を選定することで「ス」国側と合意した。

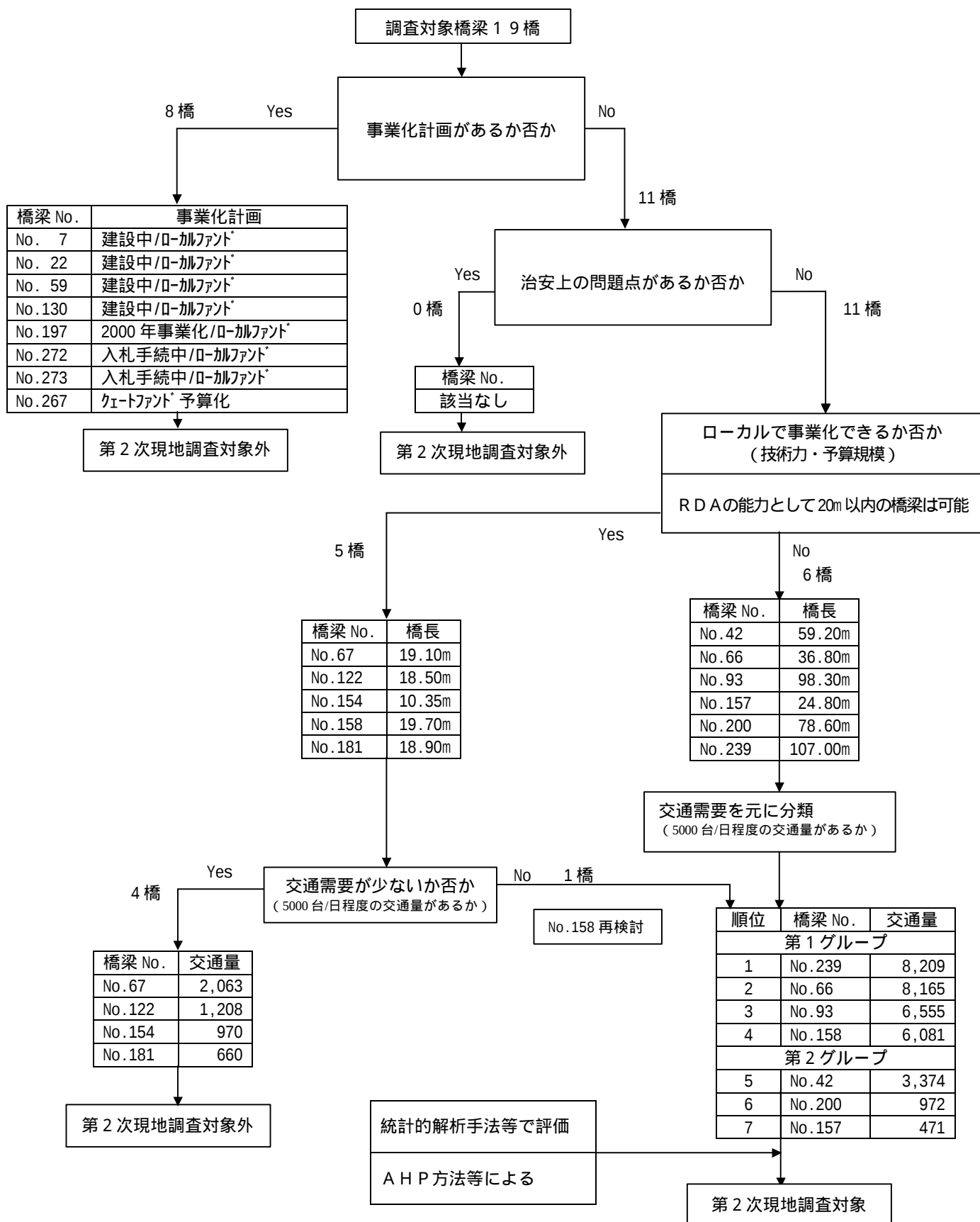


図 - 3 . 2 . 1 橋梁選定フローチャート

2) 優先順位の選定

無償資金協力案件における橋梁の選定にあたっては、その判断材料は交通量だけでなく、現橋の損傷程度、開発計画あるいは社会経済に与える効果等を考慮して決定されなければならない。

しかしながらこれらの評価基準はこのままでは定量的に評価できないため、対象橋梁に優先順位を付けたとしても、客観性が無く、根拠があいまいである。したがって、選定された7橋について、階層分析手法(Antalytic Hierarchy Process ; AHP)による検討を行い、各橋梁の優先度を検討する。

(1) 階層分析手法(AHP)の概要

階層分析法 AHP (Antalytic Hierarchy Process) とは、多目的意思決定問題を総合目的-評価基準(比較項目あるいは要素)-代替案の関係でとらえて階層構造化し、経験や勘、イメージなどにより決定しなければならないときも評価基準間の一対比較による重み付けという方法で、質的な意味を持つ数値に変換させて代替案を選択するのが特徴である。そのため、評価基準に対し、多くの考え方、基準、思いなどをもつ様々な考え方を、ひとつの質的な重み変換し評価する手法として有効であると考えられる。基本的な AHP 手法は次に示す3段階から成り立つものである。

第1段階：問題の階層化

複雑な状況下にある問題を、階層構造に分解する。ただし階層の最上層は1個の要素からなり、総合目的(ゴール)である。その以下のレベルでは意思決定者の主観的判断により、いくつかの要素が1つ上のレベルの要素との関係から決定される。なお、階層の最下層に代替案を置く。

第2段階：要素のペア比較

各レベルの要素間の重み付けを行う。つまり、ある1つのレベルにおける要素間のペア比較を、1つ上のレベルにある関係要素を評価基準にして行う。 n を比較用素数とすると、意思決定者は $n(n-1)/2$ 個のペア比較をすることになる。さらに、このペア比較に用いられる値は重要性の尺度を用い、 $1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$ とする。個々の数字の内容を下表に示す。

重要性の尺度	定義
1	同じくらい重要 (equal importance)
3	やや重要 (weak importance)
5	かなり重要 (strong importance)
7	非常に重要 (very strong importance)
9	きわめて重要 (absolute importance)

(2,4,6,8はそれぞれの中間のときに用いる。重要でないときは分数を用いる)

第3段階：優先度の計算

以上のようにして得られた各レベルのペア比較行列(既知)から、各レベルの要素間の重み(未知)を計算する。要素間の重みの計算には幾何平均を用いる。

各レベルの要素間の重み付けが計算されると、この結果を用いて階層全体の重み付けが計算され、この結果を用いて階層全体の重み付けを行う。これにより、総合目的に対する各代替案のプライオリティ(優先度)が決定する。

(2) 対象橋梁と評価項目

階層分析対象橋梁

階層分析を行う橋梁は、1) 対象橋梁の選定の基本方針において分類された、カテゴリ 1 及びカテゴリ 2 に分類された 7 橋について行う (図-3.2.1, 表-3.2.2 参照)。

表 - 3 . 2 . 2 階層分析対象橋梁

シリアル No.	路線名	地区名	橋梁形式	橋長・幅員	今次調査交通量 ()内は歩行者
42	B-464	南部州 ハバントタ	3 径間 鋼製トラス桁構造	L=59.2 W=4.29	3,374 (288)
66	B-111	西部州 ガンパハ	2 径間 鋼製トラス桁構造	L=36.8 W=6.40	8,165 (987)
93	AA-00 5	中部州 キャンディ	2 径間 鋼製トラス桁構造	L=98.3 W=4.85	6,555 (6,434)
157	B-461	中部州 マタレ	3 径間 鋼製 桁断面構造	L=24.8 W=3.20	471 (215)
158	B-473	北西部州 チラウ	単純桁 鋼トラス桁構造	L=19.7 W=5.20	6,081 (105)
200	B-478	北西部州 クルネガラ	3 径間 鋼トラス桁構造	L=78.6 W=4.25	972 (66)
239	B-390	サハラカマ州 ラナブラ	3 径間 鋼トラス桁構造	L=107.0 W=4.30	8,209 (4,645)

階層分析における評価項目 (評価基準)

対象橋梁の階層分析における、評価基準を以下に示す。

(a) 開発計画との整合性 (開発計画)

「ス」国における開発計画と調査橋梁の関連性を調査し、開発計画の重要性及び開発計画に対する効果を考慮して決定する。

(b) 橋梁の損傷状況等を含めた現況 (現橋状況)

対象橋梁の損傷状況の調査結果、幅員等の規格及び建設年次を考慮して決定する。

(c) 「ス」国に与える社会経済的效果 (社会経済効果)

路線の重要度、地理的条件、開発計画に与える効果及び産業を考慮して評価する。

(d) 橋梁周辺地域に与える社会経済的效果 (地域社会効果)

学校、市場、病院や警察といった地域社会の活性化あるいは基盤整備に対する効果を評価する。

(e) 交通量 (交通量)

今次調査における交通量 (上下線合計値) により評価する。

(f) 技術移転効果（技術移転）

「ス」国の建設技術の現状を考慮し、援助対象とした場合の効果を評価する

(3) 階層分析対象橋梁優先順位の検討

第1段階：問題の階層化

援助対象橋梁選択ための比較項目（要素）は事業費、施工性、環境影響、投資効果とする。

総合目的

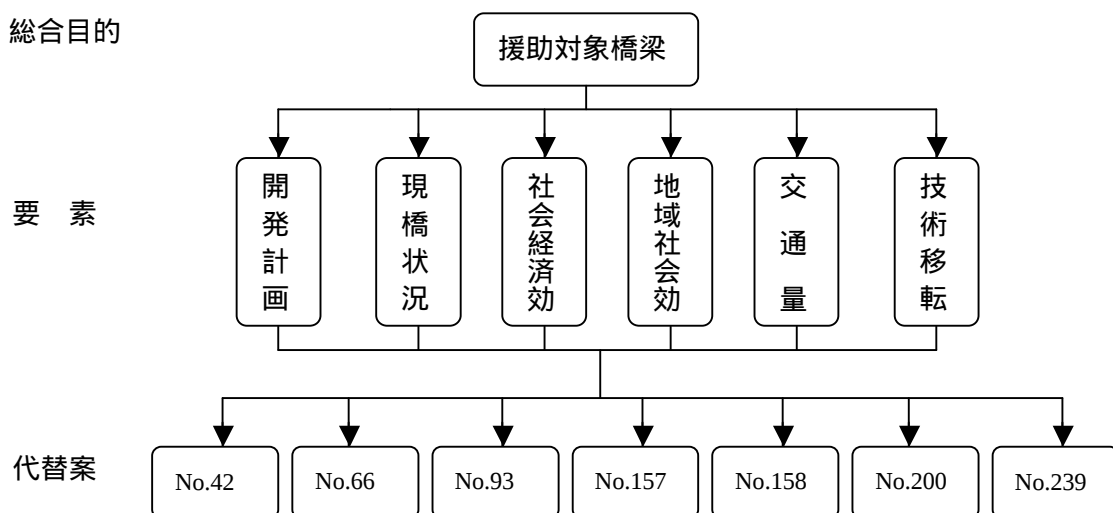


図3-2-2 階層分析のための比較要素

第2段階：要素のペア比較

ここでは各比較項目（要素）ごとに一対比較を行い各要素のペア比較を行う。比較結果を下表に示す。なお、要素間のペア比較の重みはアンケート等による意見徴収を実施し平均することにより、多くの考え方、基準、思いなどをもつ様々な考え方を反映することが可能である。ただし、今回の調査の内容、「ス」国の情勢に精通していることが望ましいため、調査団員の意見及び「ス」国側の意見を参考にペア比較の重み付けを行った。表-3.2.3にペア比較の重みを示す。

表-3.2.3 ペア比較の重み

	開発計画	現橋状況	社会経済効果	地域社会効果	交通量	技術移転
開発計画	1	1/7	1/3	1/2	1/5	3
現橋状況	7	1	6	4	4	7
社会経済効果	3	1/6	1	1/2	1/3	4
地域社会効果	2	1/4	2	1	1/3	4
交通量	5	1/4	3	3	1	7
技術移転	1/3	1/7	1/4	1/4	1/7	1

第3段階：優先度の計算

優先度の計算を要素間ペア比較の結果の値を幾何平均することにより算定する。算定結果を表-3.2.4 に示す

表 - 3 . 2 . 4 要素の優先度(1)

	幾何平均値の算出		要素の優先度
開発計画	$(1 \times 1/7 \times 1/3 \times 1/2 \times 1/5 \times 3)^{(1/6)}$	0.493	$0.493/8.812=0.056$
現橋状況	$(7 \times 1 \times 6 \times 4 \times 4 \times 7)^{(1/6)}$	4.093	$4.093/8.812=0.465$
社会経済効果	$(3 \times 1/6 \times 1 \times 1/2 \times 1/5 \times 4)^{(1/6)}$	0.833	$0.833/8.812=0.094$
地域社会効果	$(2 \times 1/4 \times 2 \times 1 \times 1/3 \times 4)^{(1/6)}$	1.049	$1.049/8.812=0.119$
交通量	$(5 \times 1/4 \times 3 \times 3 \times 1 \times 7)^{(1/6)}$	2.070	$2.070/8.812=0.235$
技術移転	$(1/3 \times 1/7 \times 1/4 \times 1/4 \times 1/7 \times 1)^{(1/6)}$	0.274	$0.274/8.812=0.031$
	合 計	8.812	1.000

次に、各代替案の各要素の点数付（点数の区分は何点でもよい）を行い、各要素の重みを点数に乗じて、各ルートの総合評価を行う。各代替案の各要素の点数付を表-3.2.5 に示す。各点数の配点は以下の通りとする。

表 - 3 . 2 . 5 要素の優先度(2)

要 素	分 類	評点
開発計画	関連する開発計画が有り完了しているか進行中	5
	関連する開発計画が近い将来にある	4
	架橋地点の近くに開発計画が進行中	3
	架橋地点の近くに近い将来実現する開発計画がある	2
	架橋地点の近くに有るがはっきりしない	1
現橋状況	すぐに補修もしくは架け替えが必要	5
	年代が古く近い将来に架け替えが必要で幅員が狭い	4
	幅員は狭いが目立った損傷はなく、観察が必要	3
	幅員が広く、塗装等の簡易な補修が必要	2
	幅員、状態等問題ない	1
社会経済効果	明確な根拠が有り短時間でその効果が期待できるもの	5
	明確な根拠は有るが効果が発揮されるまで時間が必要	3
	将来効果が発揮される可能性がある	1
地域社会効果	明確な根拠が有り短時間でその効果が期待できるもの	5
	明確な根拠は有るが効果が発揮されるまで時間が必要	3
	将来効果が発揮される可能性がある	1

交通量	7000 台 / 日以上	5
	5000 台 / 日 ~ 7000 台 / 日	4
	3000 台 / 日 ~ 5000 台 / 日	3
	1000 台 / 日 ~ 3000 台 / 日	2
	1000 台 / 日未満	1
技術移転	スリランカではあまり例がなく大いに効果がある	5
	スリランカでは数例あるが効果がある	3
	スリランカ独自でも施工実績があり校歌は少ない	1

表 - 3 . 2 . 6 代替案のランク

	開発計画	現橋状況	社会経済効果	地域社会効果	交通量	技術移転
No.42	3	4	1	1	3	3
No.66	2	4	3	5	5	1
No.93	5	4	5	5	4	5
No.157	1	3	1	2	1	1
No.158	1	4	1	4	4	1
No.200	1	3	1	3	1	3
No.239	3	4	4	5	5	3

各要素の重みを点数に乗じて、各ルート of 総合評価を行う。その結果、最も合計値が大きいルート案の優先度が高いと判断できる。結果を表-3.2.7 に示す。

表 - 3 . 2 . 7 優先順位の計算

No.	優先順位の計算	優先順位
No.42	$3 \times 0.056 + 4 \times 0.465 + 1 \times 0.094 + 1 \times 0.119 + 3 \times 0.235 + 3 \times 0.031 = 3.04$	5
No.66	$2 \times 0.056 + 4 \times 0.465 + 3 \times 0.094 + 5 \times 0.119 + 5 \times 0.235 + 1 \times 0.031 = 4.05$	3
No.93	$5 \times 0.056 + 4 \times 0.465 + 5 \times 0.094 + 5 \times 0.119 + 4 \times 0.235 + 5 \times 0.031 = 4.30$	1
No.157	$1 \times 0.056 + 3 \times 0.465 + 1 \times 0.094 + 2 \times 0.119 + 1 \times 0.235 + 1 \times 0.031 = 2.05$	7
No.158	$1 \times 0.056 + 4 \times 0.465 + 1 \times 0.094 + 4 \times 0.119 + 4 \times 0.235 + 1 \times 0.031 = 3.46$	4
No.200	$1 \times 0.056 + 3 \times 0.465 + 1 \times 0.094 + 3 \times 0.119 + 1 \times 0.235 + 3 \times 0.031 = 2.23$	6
No.239	$3 \times 0.056 + 4 \times 0.465 + 4 \times 0.094 + 5 \times 0.119 + 5 \times 0.235 + 3 \times 0.031 = 4.27$	2

その結果橋梁の優先順位は

1 位：No.93、 2 位：No.239、 3 位：No.66、 4 位：No.158、 5 位：No.42 となった。

3) 対象橋梁の選定

本計画では現在、実施中の第一次中小橋梁改修計画(Phase1) (スリ・ランカ国 五橋梁架け替え計画)と同程度規模の事業実施が見込まれており、上位第 1 位(No.93), 第 2 位 (No.239) の橋梁の想定される橋梁面積の合計はすでに (Phase1) の規模を既に上回っていたため、No.93 と No.239 の 2 橋の実施が無償資金協力として妥当な範囲であると判断された。

表 3 - 2 - 8 第一次中小橋梁改修計画(Phase1)と本計画の橋梁規模の比較

列 NO.	橋長(m)	幅員(m) (車道)	合計(m2)	列 NO.	現橋長(m)	想 定 幅 員 (m2) (車道部)	合計(m2)
NO.31	14.0	7.4	103.6	NO.93	98.3	7.4	727.4
NO.32	14.0	7.4	103.6	NO.239	107.0	7.4	791.8
NO.33	75.0	7.4	555.0	—	—	—	—
NO.38	25.0	3.7	92.5	—	—	—	—
NO.70	42.0	7.4	310.8	—	—	—	—
計	170.0	—	1165.5	計	205.3	—	1519.2

ただし、上位第 1 位 (No.93), 第 2 位(No.239)の橋梁の想定される橋梁面積の合計はすでに (Phase1) の規模を既に上回っているため、本計画の事業規模としては、No.93 と No.239 の 2 橋の実施が推薦された。

以上の国内解析の結果を第 2 次現地調査開始時に「ス」国側に説明し、優先順位第 1 位の No.93 (ガンポラ橋) と第 2 位の No.239 (ムワガマ橋) のみの 2 橋を対象とすることで「ス」国政府と合意した。また優先順位第 3 位以下の橋梁は、前述、調査対象橋梁は繰り上げしないことで関係者の間で合意した。

3-2-2 改修計画方針

1) 調査対象橋梁の概要

(1) 調査対象橋梁のサイト状況

ガンボラ橋

「ス」国、第2の都市キャンディと紅茶の産地であり「ス」国有数の観光地であるヌワラエリヤを結ぶ重要路線国道 A5 号線上に位置し、ガンボラの町において「ス」国最長河川、マハヴェリ川に架かる。本橋のキャンディ側でガンボラ市街を経て、ナワラピティヤにつながる B132 が分岐する。A5 号線において最も交通量の多いキャンディ-ガンボラ間は ADB の援助により改良工事が行われており、ガンボラ-ヌワラエリヤ間の山岳道路も JBIC の援助により改良工事が予定されている。

また本橋はガンボラ市街とマハヴェリ川対岸との地区を結ぶ唯一の橋梁で、対岸には教員養成学校や州政府の事務所、映画館など公的な施設があり、A 級国道における橋梁としてだけでなくガンボラ市近隣地区の経済、市民生活においても重要な役割を果たしている。

現橋は 1926 年に竣工し、現時点で 74 年が経過しており、老朽化による損傷、交通量の増加にともなう機能低下および交通安全面における課題が多く、早急な改修が必要とされている。

ムワガマ橋

ラトゥナブラの中心部で国道 A4 号線から分岐した B369 号線がカル川と交差する位置に架かる橋梁で、ラトゥナブラ市街とカル川対岸のムワガマ地区を結ぶ橋梁である。ラトゥナブラ市は「ス」国でも有数の宝石の産地で、近年急速に発展しており、ムワガマ地区もラトゥナブラ市の発展に伴って、B369 号線沿いに多くの住宅や政府関係の建物、学校が存在し都市化が進んでいる。また、B369 号線を 10km ほど行った地区には紅茶や椰子の農園があり、近年その数も増加しつつある。このような状況の中で、本橋は都市内交通の要としてだけでなく、地区の農産物の運搬道路としての役目も果たしている。

また、国道 A4 号線は韓国の援助により、コロンボからラトゥナブラまでの 100km の改良工事が完了し、ラトゥナブラからバランゴダまでの改良工事に着手する予定である。

現況は 1920 年に竣工し、現時点で 80 年が経過しており、老朽化による損傷、交通量の増加にともなう機能低下および交通安全面における課題が多く、早急な改修が必要とされている。

(2) 調査対象家橋梁の概要と損傷状況

調査対象橋梁の概要と損傷状況を表 3-2-3 に示す。

なお、両橋とも設計計算書はなく、数値解析による健全度の確認は行えなかったが、建設当時の全体一般図および下部工の構造一般図が保管されており、これらの図面を基に、目視調査により健全度を評価した。

表 3 - 2 - 3 調査対象橋梁の概要と損傷状況

橋 名		ガンボラ橋 (No.93)	ムワガマ橋 (No.239)
橋梁形式		2 連単純鋼トラス橋	3 連単純鋼トラス橋
橋長		49.10m+48.90m=98.3m	20.00m + 55.70m + 20.00m=95.7m
幅員	車道部	4.85m	4.25m
	歩道部	2@1.20m	2@1.20m
斜 角		9 0 °	9 0 °
橋台	躯体	石積みブロック構造 (H=10m)	石積みブロック構造 (H=10m)
	基礎工	ケーソン基礎 (H=10m)	ケーソン基礎 (H=10m)
橋脚	躯体	石積みブロック構造 (H=14m)	石積みブロック構造 (H=10m)
	基礎工	ケーソン基礎 (H=10m)	ケーソン基礎 (H=10m)
交通量 (歩行者)		1990 年 : 2 , 279 台 / 日	5 , 709 台 / 日 (1997 年)
		2000 年 : 6 , 555 台 / 日 (6,434 人 / 日)	8 , 209 台 / 日 (4,645 人 / 日) (2000 年)
建設年次		1 9 2 6 年	1 9 2 0 年
損傷状況	上部工	・全体的に腐食が進行している。 ・下弦材は腐食により断面が欠損している。	・全体的に腐食が進行している。 ・下弦材は腐食により断面が欠損している。
	下部工	・ラトゥナプラ側橋台コンクリートにひび割れがある (t=7mm)。 ・石材表面が風化し、間詰め材の流失している箇所がある。	・石材表面が風化し、間詰め材の流失している箇所がある。
	基礎工	・洗堀による河床低下のため、橋脚のケーソンの根入れが 2 m 程度しかない (ケーソンが水面から突出している)。	・洗堀による河床低下のため、橋脚ケーソン前面の河床が 3 m 以上低下している。
	その他	・部分的に舗装 (石張り) が痛んでいる。 ・橋台背面の沈下により親柱が傾いていた。	・下流側の歩道の傷みが激しく通行止めとなっている。
機能性		・幅員が狭く大型車のすれ違いが困難な状態で、橋詰めで渋滞が生じている。 ・歩行者の数に比べ歩道幅員が狭い。	・幅員が狭く大型車のすれ違いが困難な状態で、橋詰めで渋滞が生じている。 ・歩行者の数に比べ歩道幅員が狭い上に片側の歩道が損傷のため通行止めである。

2) 改修計画方針

(1) 改修方法の検討

橋梁の改修方法には、その構造形式や損傷の程度、設計時の資料の有無などにより、以下の改修方法が想定される。

第1案；現橋を補強して拡幅する。

第2案；現橋を歩道として利用し、車道のみの新橋を架設する。

第3案；現橋を補強し1車線（片側歩道）の道路橋として利用し、片側歩道の1車線分を新設する。

第4案；2車線に両側歩道の新橋を架橋する。

上記4案についてガンボラ橋、ムワガマ橋について問題点および可能性の検討を行った。その結果を表3-2-4に示す。

表3 - 2 - 4 各改修案の問題点および課題

	ガンボラ橋	ムワガマ橋
第1案	●主鋼間隔の鋼製トラスの下路橋であり、現橋の拡幅は不可能である。 ●建設年次が古く、設計図、設計計算書がないため、適切な補強方法の選定が不可能 ●下部工は石積み構造となっており、改修が困難である。 ●橋脚基礎の浸食が激しく、改修が困難。	●主鋼間隔 5.1mの鋼製トラス下路橋であり、現橋の拡幅は不可能である。 ●建設年次が古く、設計計算書がないため、適切な補強方法の選定が不可能。 ●下部工は石積み構造となっており、改修が困難である。 ●橋脚部の浸食が進んでおり防護が必要。
第2案	●片側歩道となるため、橋の前後での歩行者の横断が発生し、安全性に問題がある。 ●歩行者横断による渋滞が橋の両側で生じるため利便性に劣る。 ●ガンボラは近年急速に発展した都市であるため、歩行者の利用も今後増加することが予測されるため歩行者への安全性の確保は重要な課題である。	●片側歩道となるため、橋の前後での歩行者の横断が発生し、安全性に問題がある。 ●歩行者横断による渋滞が橋の両側で生じるため利便性に劣る。 ●ラトゥナプラは近年急速に発展した都市であるため、歩行者の利用も今後増加することが予測されるため歩行者への安全性の確保は重要な課題である。
第3案	●建設年次が古く、設計図、設計計算書がないため、適切な補強方法の選定が難しい。 ●下部工は石積み構造となっており、補強が困難である。 ●橋脚基礎の浸食が激しく、補強が困難。	●設計計算書がないため、適切な補強方法の選定のために詳細調査が必要。 ●下部工は石積み構造となっており、補強が困難である。 ●橋脚部の浸食が進んでおり防護が必要。
第4案	●取付道路の線形が悪くなる。 ●現橋の撤去時期が送れると浸食等の影響を受けやすい。 ●現橋位置に架け替える場合、仮橋が必要。	●現橋の撤去時期が送れると浸食等の影響を受けやすい。 ●用地買収が必要となる。 ●アプローチ道路の盛り土が必要。

(2) 改修方針

以下の理由より、ガンボラ橋ムワガマ橋とも 2 車線（両側歩道）の橋梁に架け替える。

ガンボラ橋（No.93）

- a) 洗堀による河床低下が激しく、橋脚ケーソン基礎の根入れがほとんど無い（2 m 程度）ため、危険な状況にある。
- b) トラスの主要部材である下弦材の腐食による断面欠損があり、腐食はかなり進行している。
- c) 建設年次が古く、設計図、設計計算書がないため、適切な補強方法の選定が難しい。
- d) 歩道橋として利用した場合、橋梁の前後で歩行者の横断が生じ、安全性、利便性に劣る。
- e) 建設後 74 年が経過しており、現橋を利用できたとしても、構造物としての耐用年数を考慮すれば、10 年後、20 年後には新橋を建設する必要性が生じる。
- f) 新橋を建設する場合にも課題があるが橋梁計画において解決できる。

ムワガマ橋（No.239）

以下の理由より、2 車線（両側歩道）の橋梁に架け替える。

- a) トラスの下弦材の腐食が進行し、歩道部が損傷のため通行止めとなっている。
- b) 橋脚基礎は露出していないが、洗堀による河床低下が激しい。
- c) 建設年次が古く、設計計算書がないため、適切な補強方法の選定が難しい。
- d) 歩道橋として利用した場合、橋梁の前後で歩行者の横断が生じ、安全性、利便性に劣る。
- e) 建設後 80 年が経過しており、1 車線の橋梁として利用したとしても、10 年後、20 年後には新橋を建設する必要性が生じる。
- f) 新橋を建設する場合にも課題があるが橋梁計画において解決できる。

3 - 3 基本設計

3 - 3 - 1 設計方針

1) 基本設計において考慮すべき事項

今次基本設計調査は、我が国無償資金協力援助のスキームに乗っ取り、「ス」国の社会・経済、自然条件、環境、法律、その他建設事情を十分に考慮し、もっとも適切と考えられる内容で実施するものであり、次に示す項目を基本的に考慮した。

乾季と雨季

雨季は対象地域によって異なるものの、マハヴェリ川（ガンボラ橋）もカル川（ムワガマ橋）も4月～11月が雨期、12月～3月が乾期となる。雨期には300mm～600mmの雨量があり、降雨日数も20日を越えている。年間を通して最も雨量が多いのは6月と10月である。また雨量は年によって変動が激しく、マハヴェリ川の6月の月別降雨量最大値と最小値の差は700mm以上となっており、乾季と雨季を考慮した施工計画、工程計画を立てるとともに、工事中は十分な留意が必要である。

また、雨季には稼働率の低迷や工事の延期が考えられるため、雨季の稼働率低下を考慮する。さらに、今次プロジェクトでは、雨季期間中の河川内工事は常に降雨状況を確認しながら実施することとする。

現状及び将来の道路利用状況を考慮した道路・橋梁規格の設定

当該道路はガンボラ橋がA級国道、ムワガマ橋がB級国道に位置するが、両橋ともガンボラ市、ラトゥナブラ市の大都市圏に位置し、交通量の増加は著しいものがある。また、現橋は1920年代に建設され、交通量の増加や車両重量の増大および、河川の洗掘により、損傷度も増しており、今後の「ス」国の道路整備事情を勘案すると、重量車両が増大する傾向にある。特にガンボラ橋が位置するAA005号線は、ADB、JBI Cにより道路改修に着手しており、対象橋梁の計画に置いて将来を考慮した道路・橋梁規格を設定する。

現地資機材の有効利用

「ス」国の建設機材は、汎用性があるものは少なく、クレーン等の重機にしてもその数が限られており、工事の輻輳によってはリースが難しく、第三国や日本から持ち込むことになる。したがって、利用可能な機材を調査し、出来るだけそれらを利用する方向で検討を進める。

現地技術者の技術レベルの考慮

「ス」国には国営のPC桁製作会社があり、そこで製作されたプレテン桁を自国で架設している。特に現地技術者はRDAを中心に優秀な人材が豊富であり、現場経験も多く技術レベルも高いほうである。また、現在進行中の無償資金協力案件であるナルトパナ橋建設において、鋼橋建設の技術も習得しつつある。ただし、設計、施工における品質管理面においては、まだ先進諸国との間にギャップが多いように感じられる。したがって、今次プロジェクトに関しては、設計・施工面だけでなく、品質管理においても十分な技術移転を行いながら習得させるものとする。また、これらの工事についてはわが国の優秀な技術者を「ス」国に派遣することとする。

維持管理の容易な構造・形式を採用

「ス」国の道路や橋梁に対して、RDAでは維持管理予算を計上しているが、維持管理費まで含めた「ス」国予算は国家予算の約2%程度である。このため、A級およびB級国道の維持管理を確実にするためにも、今次プロジェクトでは将来の維持管理費をできるだけ低減できる方法・構造・材料・形式などを検討する。

工事費の低減・工期の短縮

我が国の無償資金協力に合致するように、可能な限り工事費を低減でき、工期も短くなる工事内容を検討する。

2) 適用基準

(1) 適用基準

「ス」国では1997年11月に、BS5400に準拠した「橋梁設計マニュアル(Bridge Design Manual)」を作成し、この基準とBS5400に基づいて、橋梁の計画・設計が行われている。本マニュアルではHB活荷重を30ユニットとしている。このHB30活荷重と現在日本で使用しているB活荷重を比較すると、その影響の度合いは橋梁形式や支間長によって異なり、コンクリート橋では支間長40m程度まではHB30活荷重が、鋼橋や支間長50m以上のコンクリート橋では日本のB活荷重が厳しくなる傾向にある(図-3.3.1~4)。

しかしながら、その差異はほとんど見あたらないことから、RDAと協議の結果、本プロジェクトに置いては、活荷重は日本のB活荷重を使用することで合意した。

また、適用基準については我が国の仕様を基本とするが、「ス」国の状況を考慮し、表-3.3.1の基準を用いることで合意を得た。

表 - 3 . 3 . 1 適用基準

取り付け道路	幾何構造	・道路設計基準 (GDSR) 1998 (RDA) ・ADB 道路改良プロジェクト最終報告書 (RDA)
	舗装	・高速道路設計マニュアル (RDA) ・ADB 道路改良プロジェクト最終報告書 (RDA) ・アスファルト舗装要綱 (日本道路協会)
	小構造物	同上
橋梁	上部工	・道路橋示方書・同解説 平成8年12月 (日本道路協会)
	下部工	・コンクリート標準示方書 (土木学会)
	基礎工	・橋梁設計マニュアル(BDM) 1997 (RDA)
河川		・改定 解説・河川管理施設等構造令 (国土開発技術研究センター)

注)橋梁設計マニュアル(BDM) 1997(RDA)はBS5400を準用することとなっているが、「ス」国の自然状況や特殊事情を考慮して一部変更されている。

(2) 道路橋示方書B活荷重とBS (HA+HB30) 活荷重の各スパン長における換算曲げモーメントの比較検討

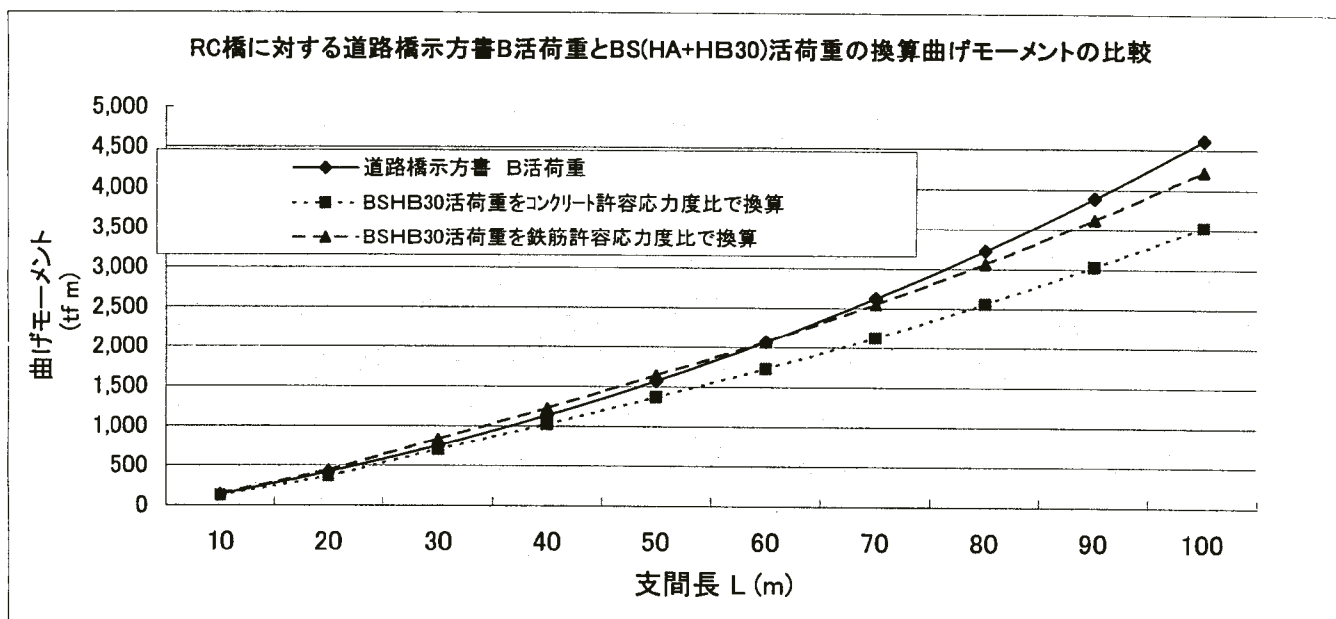
① 使用限界状態

i) RC 単純桁橋(図-3-3-1)

RC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
道路橋示方書 B活荷重	134	417	749	1,134	1,574	2,069	2,620	3,226	3,889	4,608
BSHB30活荷重をコンクリート許容応力度比で換算	121	367	697	1,026	1,372	1,733	2,125	2,558	3,026	3,526
BSHB30活荷重を鉄筋許容応力度比で換算	145	440	835	1,229	1,643	2,075	2,544	3,062	3,623	4,222



RC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
BSHB30活荷重をコンクリート許容応力度比で換算	0.90	0.88	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79	0.78	0.77
BSHB30活荷重を鉄筋許容応力度比で換算	1.08	1.05	1.11	1.08	1.04	1.00	0.97	0.95	0.93	0.92

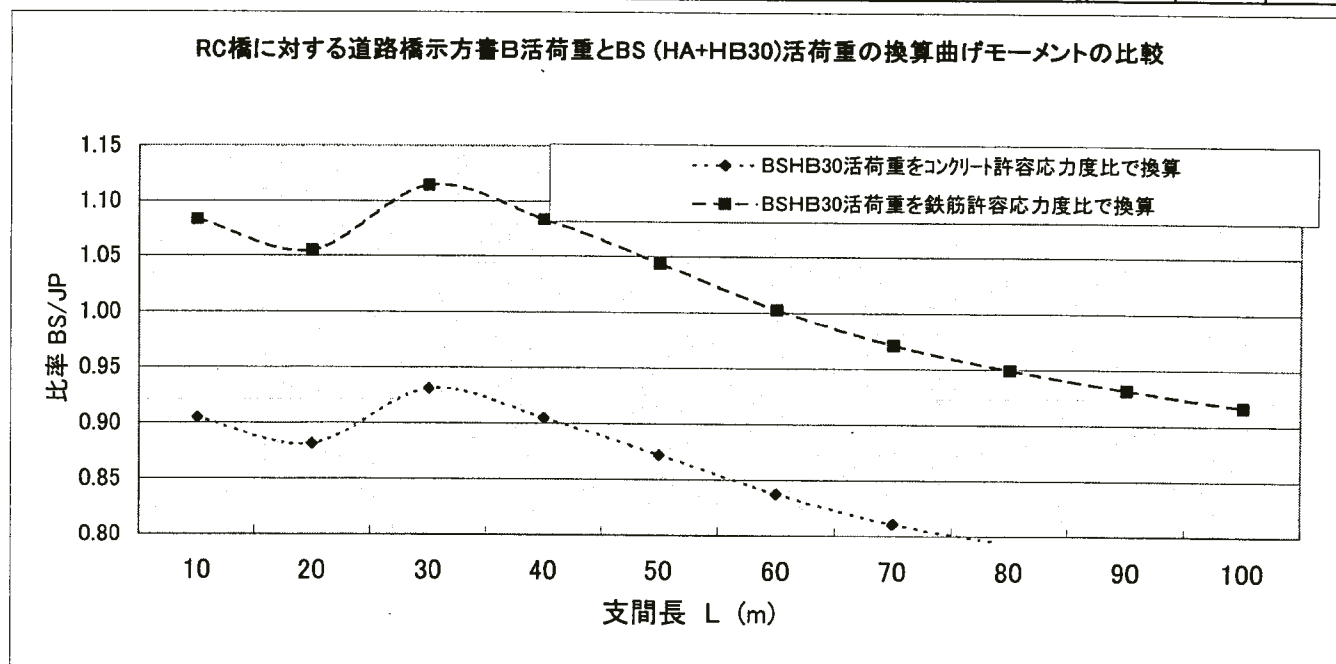


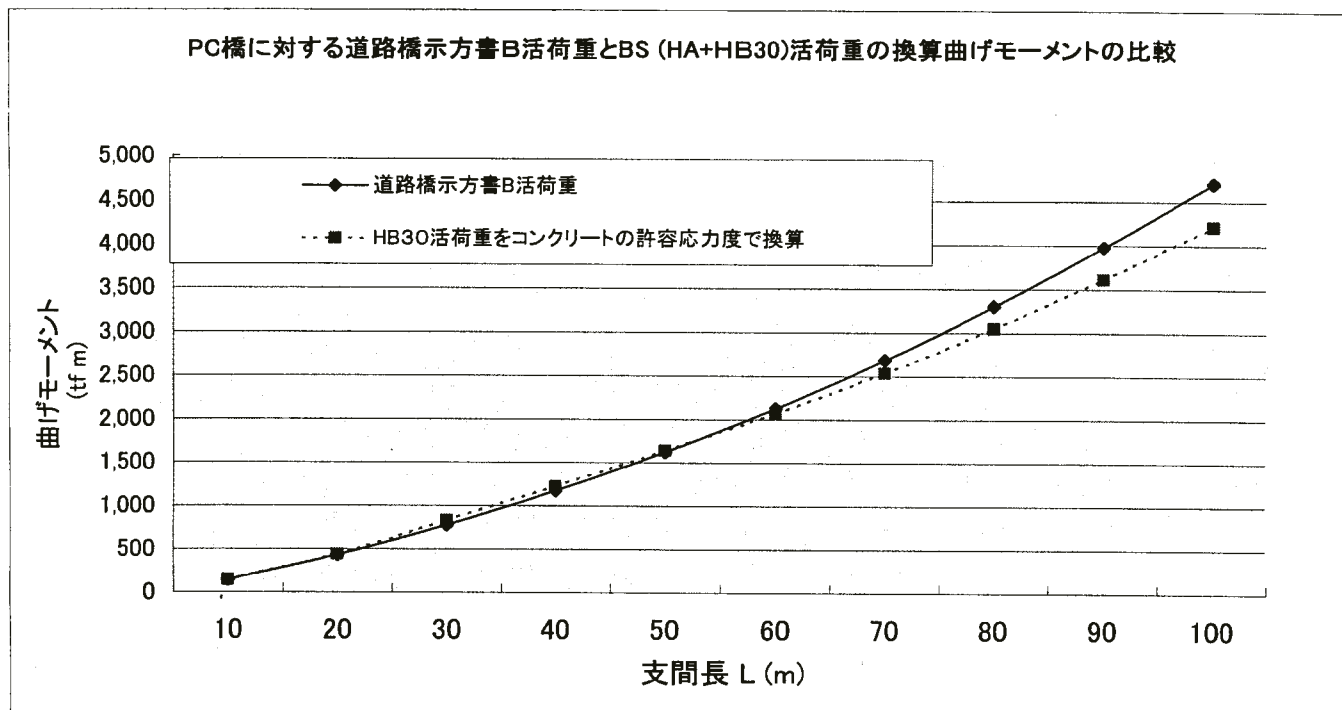
図-3.3.1 道示B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の影響比較表(使用限界状態におけるRC単純桁の例)

ii) PC単純桁橋(図-3-3-2)

PC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
道路橋示方書B活荷重	140	434	777	1,172	1,622	2,127	2,687	3,303	3,974	4,702
HB30活荷重をコンクリートの許容応力度で換算	145	438	833	1,225	1,638	2,069	2,537	3,054	3,613	4,210



PC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HB30活荷重をコンクリートの許容応力度で換算	1.04	1.01	1.07	1.05	1.01	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90

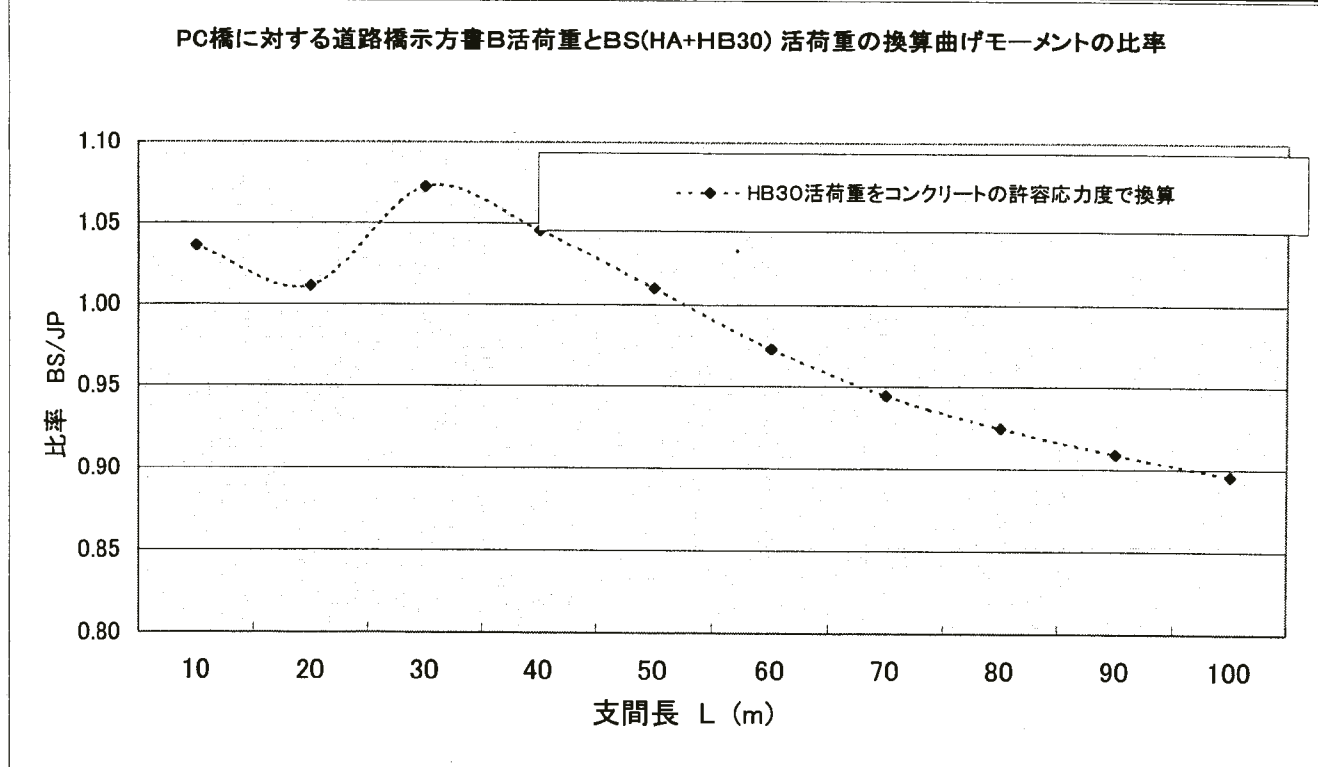


図-3. 3. 2 道示B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の影響比較表(使用限界状態におけるPC単純桁の例)

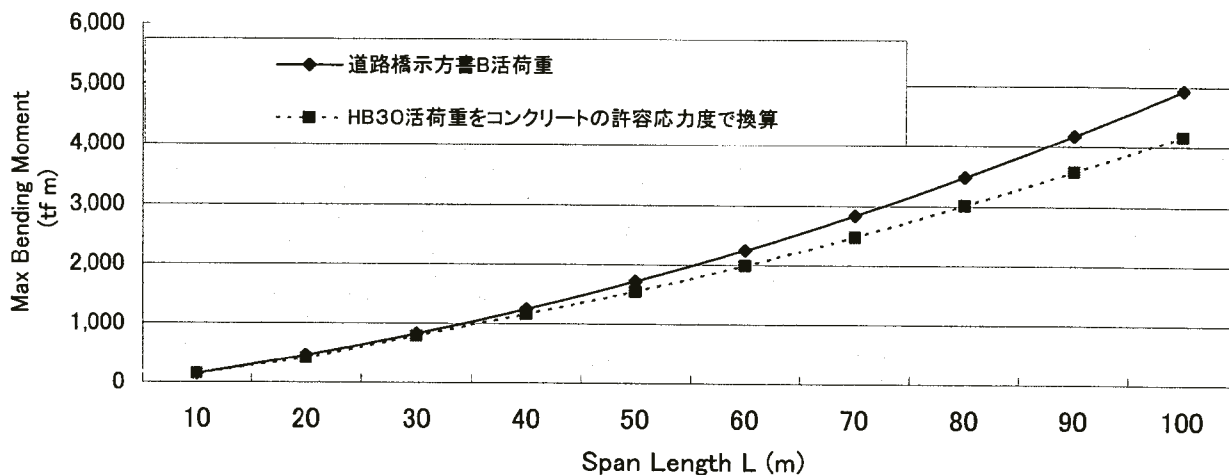
iii) 鋼製単純桁橋(図3-3-3)

鋼橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
道路橋示方書B活荷重	145	456	821	1,242	1,717	2,249	2,836	3,479	4,179	4,934
HB30活荷重をコンクリートの許容応力度で換算	150	414	786	1,156	1,546	1,985	2,481	3,012	3,575	4,168

鋼橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS (HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較

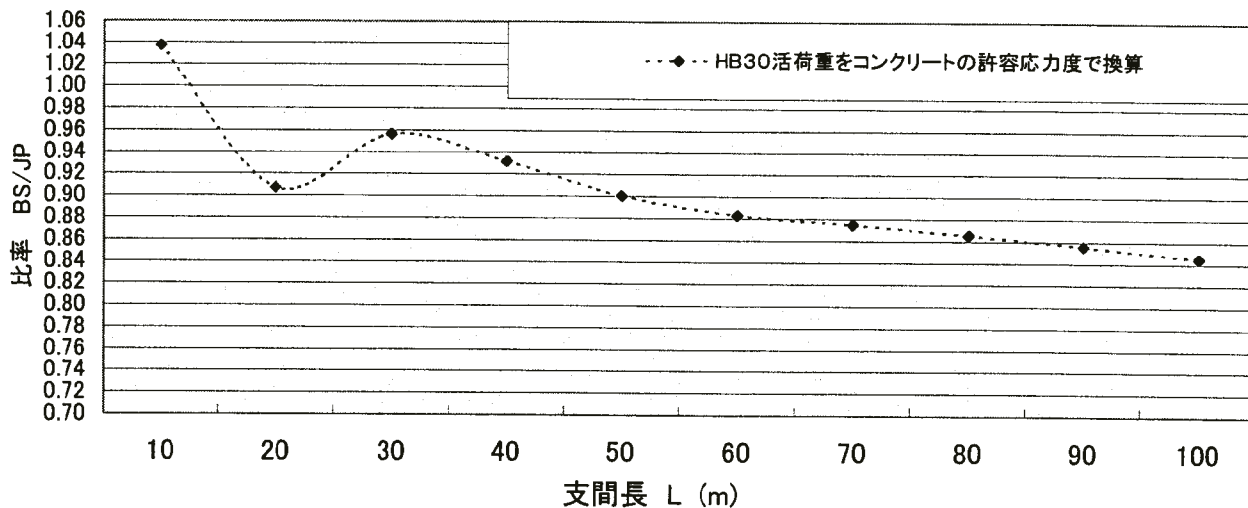


鋼橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比率

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HB30活荷重をコンクリートの許容応力度で換算	1.04	0.91	0.96	0.93	0.90	0.88	0.87	0.87	0.86	0.84

鋼橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS (HA+HB)活荷重の換算曲げモーメントの比率



図—3. 3. 3 道示B活荷重とBS (HA+HB30)活荷重の影響比較表(使用限界状態における鋼橋の例)

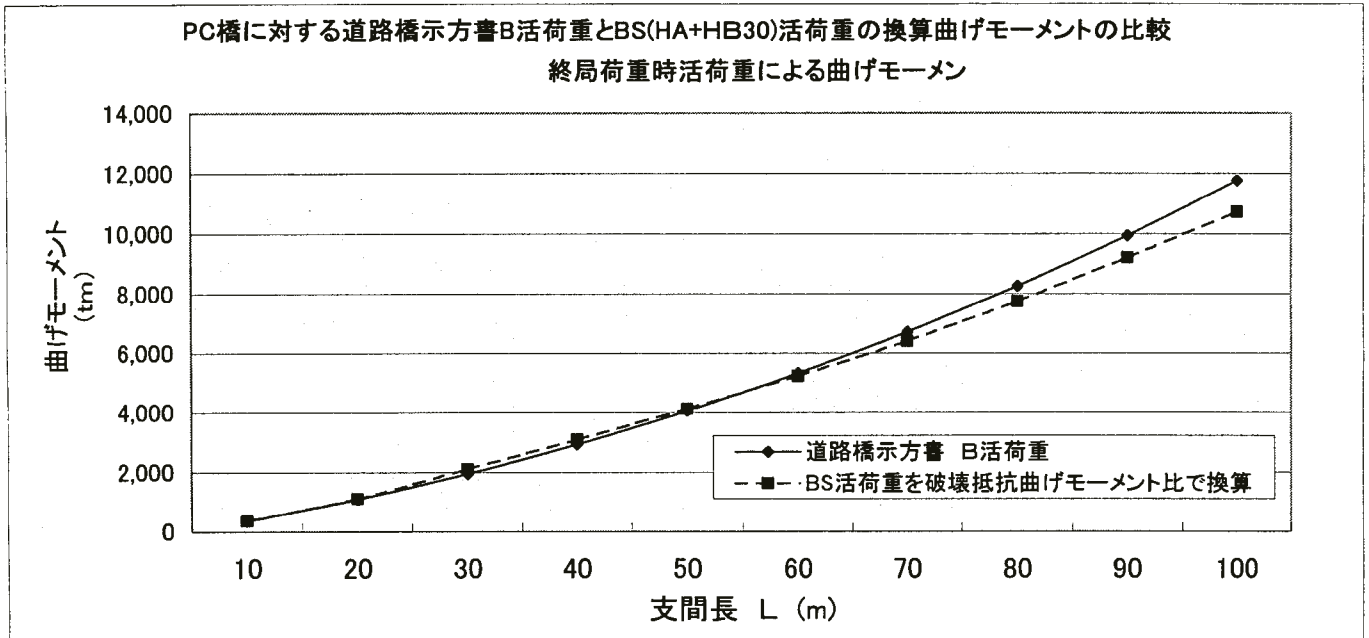
② 終局限界状態

i) PC単純桁橋(図3-3-4)

PC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比較
(終局荷重時活荷重による曲げモーメント)

車道幅員 = 7.4m

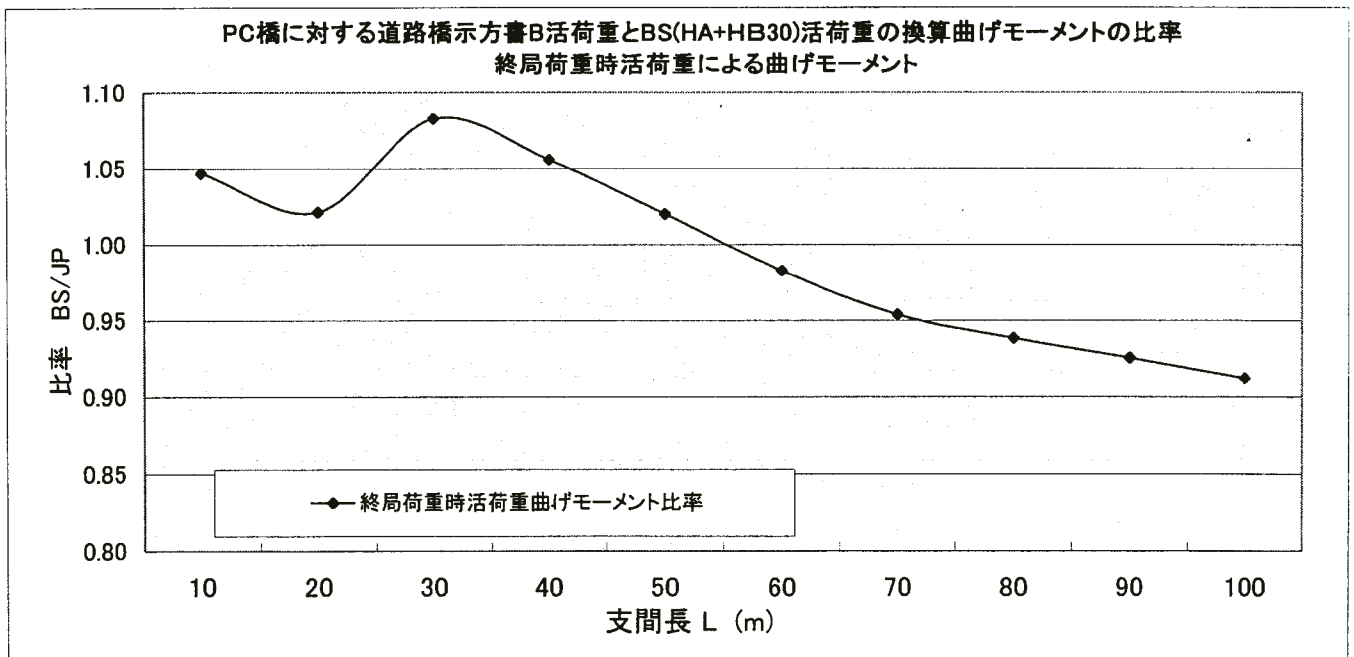
支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
道路橋示方書 B活荷重	350	1,084	1,941	2,930	4,055	5,317	6,717	8,256	9,936	11,755
BS活荷重を破壊抵抗曲げモーメント比で換算	366	1,107	2,102	3,094	4,136	5,224	6,405	7,747	9,196	10,723



PC橋に対する道路橋示方書B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の換算曲げモーメントの比率
終局荷重時活荷重による曲げモーメント

車道幅員 = 7.4m

支間長 L (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
終局荷重時活荷重曲げモーメント比率	1.05	1.02	1.08	1.06	1.02	0.98	0.95	0.94	0.93	0.91



図—3. 3. 4 道示B活荷重とBS(HA+HB30)活荷重の影響比較表(終局限界状態におけるPC単純桁橋の例)

３） 設計基準

（１） 道路幾何構造

本基本設計において改修される道路については、表-3.3.2 に示す「ス」国道路設計基準を適用し、表-3.3.3 に示す幾何構造値を採用する。

表 - 3 . 3 . 2 道路設計基準

橋 名	道路等級	交通量 (台 / 日)	道路規格	地形条件	設計速度 区分	設計速度 (km/h)	備考
ガンボラ橋 (No.93)	A	300 ~ 18,000	R3(改良形)	山地部	都市部	50	ADB に 合 わせる
ムワガマ橋 (No.239)	B	300 ~ 18,000	R3(改良形)	山地部	都市部	50	—

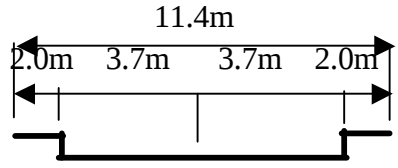
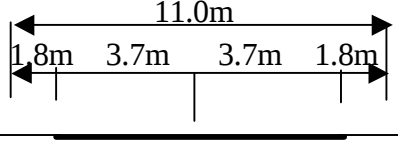
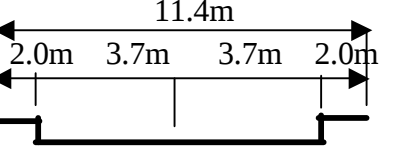
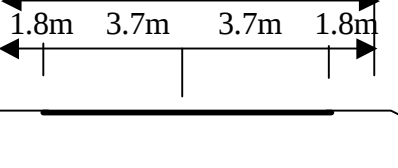
表 - 3 . 3 . 3 道路幾何構造採用値

項 目		単位	設計値	
			ガンボラ橋 R3(変形)	ムワガマ橋 R3 (変形)
設計速度		k m / h	50	
車道幅員 (路肩を含む)		m	7.4 (2 車線 ; 3.7+3.7)	
横断勾配(アスファルトコンクリート舗装)	車道部	%	土工区間 : 2.5 橋梁区間 : 1.5	
	ショルダー		3.0	
平面線形	最小曲線半径	m	85 (72)	
	横断勾配の最大値	%	6	
縦断線形	最小縦断勾配	%	0.3	
	最大縦断勾配	%	4	5

（２） 道路幅員構成

橋梁部及び取り付け道路部の幅員構成を表-3.3.4 に示す。

表 - 3 . 3 . 4 橋梁及び取り付け道路部の幅員構成

橋梁名	道路等級・規格	構成要素	横断構成
ガンボラ橋 (No. 93)	道路等級：A 道路規格：R3 (改良型)	車道幅員：3.7m x 2 = 7.4 m ショルダー：1.8 m （土工部のみ両サイド設置） 歩道幅員：2.0 m （橋梁部のみ両サイド設置） 地覆高欄：歩道幅員に含む 側 溝：0.9 m （土工部のみ両サイド設置） 横断勾配： 土工部； 2.5% (アスファルト舗装) 橋梁部； 1/60 (1.5%) 高欄および歩道のマウントアップ： 高 欄：h= 1.1m マウントアップ：h 225mm	 橋梁部
			 取り付け道路
ムワガマ橋 (No. 239)	道路等級：B 道路規格：R3 (改良型)	車道幅員：3.7m x 2 = 7.4 m ショルダー：1.8m （土工部のみ両サイド設置） 歩道幅員：2.0m （橋梁部のみ両サイド設置） 地覆高欄：歩道幅員に含む 側 溝：0.9m （土工部のみ両サイド設置） 横断勾配： 土工部； 2.5% (アスファルト舗装) 橋梁部； 1/60 (1.5%) 高欄および歩道のマウントアップ： 高 欄：h= 1.1m マウントアップ：h 225mm	 橋梁部
			 取り付け道路

（３）舗装設計

橋梁部の舗装は「ス」国における「橋梁設計マニュアル(BDM) 1997 (R D A)」に準じる。
 また、取り付け道路の舗装は、「アスファルト舗装要綱 日本道路協会」を準用する。なお取り付け道路の現道すり付け区間に限っては、「ADB 道路改良プロジェクト最終報告書 (R D A)」に示された舗装構成とするが、一般的な舗装構成は表-3.3.5 に示すとおりとする。

表 - 3 . 3 . 5 道路舗装構成

道路位置	設計交通量の区分	CBR	表層	基層	上層路盤	下層路盤	合計厚さ
			密粒	粗粒	粒度調整碎石	クラッシャーラン	
橋梁部	-	-	5cm	-	-	-	5cm
ガンボラ橋 取付道路 (No.93)	B	8	5cm	5cm	15cm	15cm	40cm
ムワガマ橋 取付道路 (No.239)	B	8 (盛土)	5cm	5cm	15cm	15cm	40cm
ムワガマ橋 生活道路付替 (No.239)	L	8	5cm (粗粒)		10cm	10cm	25cm

(4) 橋梁設計

設計手法

対象橋梁の設計は道路橋示方書・同解説 平成 8 年 1 2 月 (日本道路協会) を適用し、許容応力度法により行う。

荷 重

a) 主荷重

ア) 死荷重

死荷重は、橋梁の自重および添架物の重量の合計であり、表-3.3.6 に示す単位体積重量を基に算出する。

表 - 3 . 3 . 6 材料の単位重量

材 料	単位体積重量 (kN/mm ²)	材 料	単位体積重量 (kN/mm ²)
鉄、鉄鋼	77	無筋コンクリート	22.5-23.0
鑄鉄	71	セメントモルタル	21.0
アルミニウム	27.5	木材	8
鉄筋コンクリート	24.0-24.5	瀝青材	11
プレストレストコンクリート	24.5	アスファルトコンクリート	22.5

イ) 添架物及び添架荷重

表-3.3.7 に添架物の種類と重量を示す。

リ) 活 荷 重

B 活荷重を載荷する。

表 - 3 . 3 . 7 添架物の種類と重量

橋 梁 名	添架物	種 類	数量(本)	重量(k N/m)
ガンボラ橋 (No.93)	水道	鋼管 (亜鉛メッキ) φ 225	1	0.93
		鋼管 (亜鉛メッキ) φ 150	2	0.4
	電話	鋼管 (亜鉛メッキ) φ 150	5	1.23
ムワガマ橋 (No.239)	水道	鋼管 (亜鉛メッキ) φ 300	1	1.34
		鋼管 (亜鉛メッキ) φ 225	1	0.93
	電話	鋼管 (亜鉛メッキ) φ 100	1	0.6
		鋼管 (亜鉛メッキ) φ 75	1	0.4

I) 活荷重による衝撃

活荷重による衝撃を考慮する。衝撃は表-3.3.8 により算定された衝撃係数 i を用いて算出する。

表 - 3 . 3 . 8 衝撃係数 i の算出

橋 種	衝撃係数 I	備 考
鋼 橋	$T = \frac{20}{50 + \text{支間長}}$	T 荷重、L 荷重の使用の別にかかわらない。
鉄筋コンクリート橋	$T = \frac{20}{50 + \text{支間長}}$	T 荷重を使用する場合
	$T = \frac{7}{20 + \text{支間長}}$	L 荷重を使用する場合
プレストレストコンクリート橋	$T = \frac{20}{50 + \text{支間長}}$	T 荷重を使用する場合
	$T = \frac{10}{25 + \text{支間長}}$	L 荷重を使用する場合

ロ) プレストレス力

カ) コンクリートのクリープの影響

キ) コンクリートの乾燥収縮の影響

ク) 土 圧

ケ) 水 圧 (静水圧、流水圧)

コ) 浮力または揚圧力

b) 従荷重

荷重の組み合わせにおいて考慮すべき荷重を以下に示す。

ア) 風荷重

道路橋示方書に規定されている風荷重を考慮する。

イ) 温度変化の影響

「ス」国の気温変動を考慮し、以下のとおりとする。

コンクリート： ± 15 （平均 35 、最高 50 、最小 20 ）

なお、温度変化による、支承の水平成分として、死荷重の 0.1 相当を考慮する。

ウ) 地震の影響

橋梁設計マニュアルでは「ス」国では地震が無い場合、考慮しなくても良いこととなっている。したがって、本設計においても、地震の影響は考慮しない。

c) 特殊荷重

本荷重は橋梁の構造形式、施工法、架橋地点の状況などの条件によって、特に考慮する必要のある荷重で、以下のものが想定される。

ア) 施工荷重

イ) 支点移動の影響

ウ) 制動荷重

エ) 衝突荷重

d) 荷重の組み合わせによる許容応力度の割増

荷重の組み合わせによる許容応力度の割増を表-3.3.9 に示す

表 - 3 . 3 . 9 荷重の組み合わせによる許容応力度の割増

荷重の組み合わせ	割増係数
主荷重	1.0
主荷重+ 温度変化	1.15
主荷重+ 制動荷重	1.25
主荷重+衝突荷重	1.5
施工時	1.5

使用材料の強度

a) コンクリート

コンクリートの設計基準強度およびヤング係数は、次のとおりである。

ア) 設計基準強度 (28 日強度)

PC 桁	: $\sigma_{ck}=35\text{N/mm}^2, 40\text{N/mm}^2$
RC 床版・RC 桁	: $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
RC 歩道・高欄	: $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
下部構造 (橋台・橋脚)	: $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2, 24\text{N/mm}^2$
基礎工 (場所打ち杭)	: $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$

イ) ヤング係数

ヤング係数は表-3.3.10 により算定された値とする。

表 - 3 . 3 . 1 0 ヤング係数の値

設計基準強度 (N/mm^2)	21	24	35	40
ヤング係数 (kN/mm^2)	23	24	29	31

b) 鉄筋

鉄筋は S D 3 4 5 を基本とし、道路橋示方書に準拠する。

c) P C 鋼材

P C 鋼より線および P C 鋼棒は道路橋示方書に準拠する。

d) 鋼 材

S S 材、S M 材を使用し、道路橋示方書に準拠する

河川条件

ア) 計画洪水量

ガンボラ橋 ; $Q = 2,650\text{m}^3 / \text{sec}$

ムワガマ橋 ; $Q = 4,550\text{m}^3 / \text{sec}$

イ) 計画高水位

ガンボラ橋 ; $Q = \text{M S L } 474.60\text{m}$

ムワガマ橋 ; $Q = \text{M S L } 103.73\text{m}$

り) 桁下余裕

日本の河川構造令に準拠し、表-3.3.11 に示す値を確保する。

表 3 - 3 - 1 1 桁下余裕

計画洪水流量 (m^3/sec)	200 <	200 < 500	500 < 2000	2000 < 5000	5000 < 10000	10000
基準値 (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

I) 河川阻害率

日本の河川構造令に準拠し、6 %以下とする。

土質定数

土質定数は現地調査の結果、添付の資料編7「土質定数」のとおりとする。

3 - 3 - 2 基本計画

1) 架橋位置の選定

(1) 架橋位置

対象橋梁について現況の損傷調査を実施し、架け替えが必要であると判断した。新橋の架橋位置は、現地調査結果を踏まえ、現橋位置、現橋の上流側、現橋の下流側の3ケースについて、用地取得の可能性、現況の地形、周辺環境状況、交通切り回しの可能性等について検討を行い、以下のとおり合意を得た。

ガンボラ橋

以下の理由から現橋の上流側に新橋を建設する。

- ・ 現橋に架橋する場合、近郊に代替道路が無い。
- ・ 現況に架橋する場合の工事期間の仮橋、仮廻し道路の布設が地形上困難である。
- ・ 下流側左岸には寺院、菩提樹があり、移設が困難である。
- ・ 下流側に建設した場合、現橋が撤去されるまでの間、洗掘等の悪影響が懸念される。
- ・ 上流側右岸の小学校の一部を利用出来ることが確認できた。
- ・ 現橋位置に計画する場合、仮橋が必要となり、工期、工費ともに不利である。

ムワガマ橋

以下の理由から現橋の下流側とした。なお、現橋による洗掘の影響を受けやすい下流側に計画するにあたっては、関係機関と十分な議論を行い決定した。

- ・ 現橋に架橋することは、近郊に代替道路が無い。
- ・ 現況に架橋する場合の工事期間の仮橋、仮廻し道路の敷設が地形上困難である。
- ・ 上流側右岸にはラトゥナブラ市の野菜市場があり、用地取得が困難である。
- ・ 現橋位置に架設する場合は仮橋が必要となるが、右岸側の取付道路が8mの盛り土となり、切り回し道路の規模が大きくなる。
- ・ 下流側に建設した場合、現橋が撤去されるまでの間、洗掘等の悪影響が懸念されるが、やむを得ない場合、単径間等の橋脚が無い構造を提案することで、洗掘の影響を回避することができる。

(2) 現橋との離れ

現況の橋梁と新橋との離れは、以下の点に考慮し決定した。その結果、現橋と新橋の離隔は道路中心線間で16.5mの離隔を確保する。

現橋橋脚に対する近接施工の影響がない位置

現橋は建設後70年以上経過しており、損傷の程度が大きいため、新橋に橋脚をもうける場合は、現橋橋脚に近接施工の影響が及ばない離隔（無対策範囲）を確保する。

取り付け道路の線形の考慮

現在の取り付け道路の線形を大きく変えない。

現橋橋台（ウイング）への影響を考慮

新橋橋台位置は現橋橋台ウイングに設けられているケーソン基礎に基礎杭があたらない位置とする。

上部工工事、下部工工事、基礎工事に必要な離隔の確保

仮バント、栈橋、締め切り工、足場等と現橋との離隔を 1.0m 以上確保する。

2) 地形・地質条件

(1) ガンボラ橋

地形概要

ガンボラ橋計画地点は周囲に急峻な山々がそびえ立つ中央高地内に位置し、その標高は海拔約 500m 程度である。当橋梁計画地点は、このような地形の中の狭い平野部に位置しており、右岸側は比較的平坦であるが、左岸側には軟岩～硬岩の地山の路頭している小高い丘がある。

架橋地点周辺では浸食作用による V 字谷状を呈する地形や基盤岩である片岩や片麻岩が硬岩の状態で川底に露出している箇所が多く見受けられ、マハヴェリ川は浸食河川になっているものと判断される。そのため、現橋橋脚基礎部では、激しい浸食を受け、河床がかなり低下していると思われる。さらには過去において、河川流路が比較的平坦な右岸側へ振れ、基盤岩は大きく右岸側に削り込まれている可能性も推察される。

地質・地盤構成

現橋の上・下流側において計 6 カ所のボーリング調査を実施した。その結果を以下に示す（図-3.3.5 参照）。

基盤岩となる花崗岩質片麻岩（硬岩クラス）は左岸側から右岸側に傾斜し、左岸側で深度 5m、右岸側で 20m 程度となっている。基盤岩の上部 2m には強風化花崗岩質片麻岩（粘性土：N 値 7 程度）が堆積し、風化岩の上部から地表面までは緩い砂層や柔らかい粘性土層が堆積しているが、左岸側において、比較的浅い位置で中硬岩程度の転石・玉石層の分布が確認されている。しかしながら、河川中央部は浸食が進み、強風化土の上部には 1 m 程度の河床堆積物が存在するのみである。

また右岸側では、現橋橋梁架設時の埋め戻し土と考えられる、緩い砂質土層が地表部より約 11m 程度の厚さで分布し、さらに、基盤岩までの間に 20cm 程度の玉石層が存在する。

右岸側については低い平坦地が広がっている。そのため右岸側の基盤岩は大きく削り込まれ、洪水時に流されてきた土砂が厚く堆積している箇所が多いものと推察される。河床は洗掘の痕が見られるがガンボウ橋ほど洗掘は進んでいないようである。

地質・地盤構成

ムワガマ橋計画地点の地盤・地質状況を把握するために、現橋の下流側において 4カ所のボーリング調査を実施し、既存資料と合わせて評価した。その結果、を以下に示す（図-3.3.6 参照）。

- ・ 左岸側：基盤岩は左岸側は中硬岩程度の硬さを持つ珪カハ片麻岩が深度 15～20m に分布し、その上部には粘性土層が堆積するが、最大層厚が 4 m、合計層厚が 8m にも及ぶ転石・玉石層が存在している緩い砂質土層や粘性土層が介在している。
- ・ 右岸側：基盤岩は花崗岩質片麻岩（中硬岩～軟岩 クラス）が地表面下 20～25m の深い位置に存在し、その上部に花崗岩質片麻岩の強風化土（N 値 20 程度）が 1～7 m の厚さで堆積している。強風化土の上部は粘性土と砂質土層の互層状態であるが深い位置では N 値 40 以上を示す砂質土層（礫混じり砂～砂）や砂混じり粘土層が存在している。

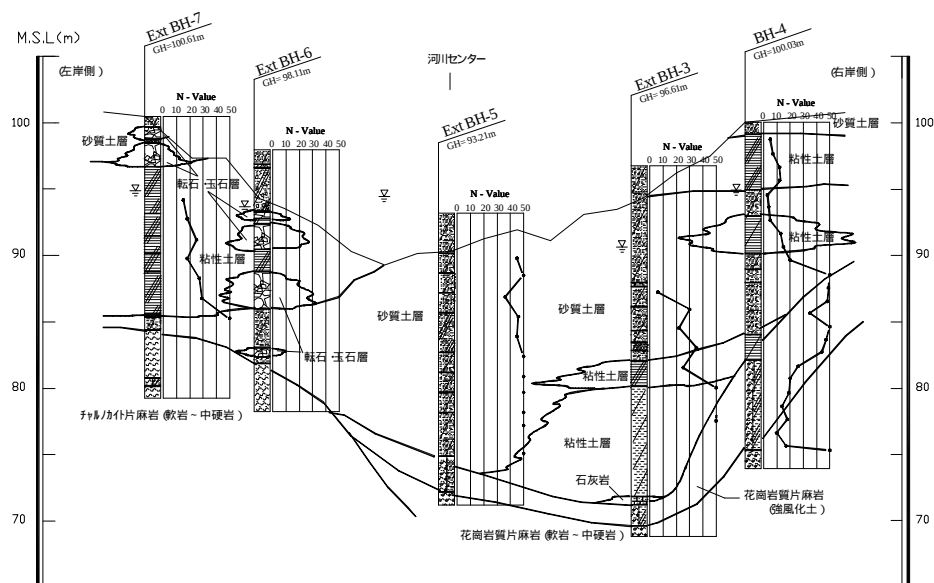


図 - 3 . 3 . 6 ムワガマ橋計画地点の地盤・地質状況図

支持層、支持形式

- ・ 左岸側
堆積土および風化土層において N 値 30 以上が 5m 以上続いて出現するところは見あたらないことから、支持層として基盤岩である珪カハ片麻岩の岩盤及び花崗岩質片麻岩が適切であるものと判断される。また岩盤ラインは、左岸側橋台部で下流側から上流側へ 70～80° 急な傾斜を有している可能性が高く、基礎形式は杭基礎が妥当であると思われる。
- ・ 右岸側
地表面下 11m あたりから N 値 30 以上の層が 7～8m 程度続くことが確認されているが、水平方向の連続性が確認出来なかったこと、直下に N 値 20 以下の強風化土層が約 5m の層厚で分布していることを考慮すると、基盤岩である花崗岩質片麻岩（軟岩～軟岩）を支持層とする事が望ましいものと考えられる。
また岩盤ラインは、橋台部で上流側から下流側へ 60° 程度の急な傾斜を有している可能性が高く、支持層までの深さ及び基盤岩の傾斜などの地盤条件を考慮すると、橋台・橋脚の基礎は杭基礎が妥当である。

設計・施工上の留意点

- ・ 左岸側において玉石・転石の分布が著しいと予想され、土留め施工時および基礎杭施工時の障害となる可能性がある。
- ・ 支持層（岩盤ライン）が 60～80° 程度で急傾斜している可能性が高く、基礎工の設計施工にあたり、事前に十分な検討が必要である。
- ・ N 値が 30～50 の中間層が存在している可能性があり、また転石・玉石も多く分布していることから、基礎杭の施工法の選定においては十分に考慮する必要がある。

3) 水理・水文条件

(1) 地点の河川流域概要

河川概況

ガンボラ橋及びムワガマ橋の架橋部の河川・水文調査結果について記述する。No.93ガンボラ橋はマハヴェリ川上流部ガンボラ地区に計画されている。マハヴェリ川は「ス」国最大の流域面積を誇る河川であり、その流量も最大級である。No.239ムワガマ橋は5番目に大きな流出量を誇るカル川に架かる橋梁である。これら河川の流域概要は以下の通りである。

(a) マハヴェリ川

マハヴェリ川のガンボラ橋架橋位置の約16.5km上流には、コトマレダム（Kotmale dam）が設置されており、橋梁上流側の流域面積は約888km²である。源流の最大標高は2,100 m であるが、ガンボラ橋架橋地点の河川標高は約460mである。ほとんどが急峻な山林地帯からなり、集落、茶畑が各地に存在する。コトマレダムの流域は、ガンボラ橋計画架橋地点の上流部に対し、共通な支配面積を有しており、大きな影響を持っている。コトマレダムの諸元を以下に示す。

表 - 3. 3. 12 コトマレ ダム 諸元

名称	コトマレ ダム
竣工	1985 年
形式	ロックフィルダム
堤頂長 (m)	600
堤 高 (m)	87 (EL 706.5 m)
洪水位操作水位	704.3 m
洪水位操作貯水量	181,100,000 m ³
計画高水位	703 m
総貯水量	174,000,000 m ³
最低操作水位	665 m
目的	発電 200 MW Irrigation, 都市用水 洪水調節
管理者	Mahaweli Authority

コトマレダムはこの流域に対する洪水調節は効果的で、ダム操作開始以来最大流入量と最大流出量が直接関係していない事例が多い(最大流入量が生じた日に最大流出を行っていない)。即ちダム貯留効果が高いことを示唆している。

1995年10月7日の流入量 $27.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ (以下 $\times 10^6 \text{ m}^3$ は、million m^3 とする) に対する最大流出量は、10月9日12.3 million m^3 となっているのが、この事例は洪水関連流出と推定される。その時の貯留量は以下のとおりである。

表 - 3 . 3 . 1 3 コトマレ ダム 水位 - 貯流量

水位	発生年月日	貯水量(Million m^3)
698.2	1995-10-7	144.3
702.4	1995-10-8	168.8
703.0	1995-10-9	172.0

このケースでは、10月7日の流入量27.1 million m^3 に対し2日後の10月9日まで洪水を27.7 million m^3 貯留して計画高水位程度となった。平均雨量はランボダ (Ramboda) 雨量観測所の値で123 mm、ハットン(Hatton)雨量観測所の値で128mmの範囲にあり、ほぼ類似の値を示している。その他、河川および河道特性諸元は表-3.3.14に示す。

(b) カル川

カル川のムワガマ橋より上流側の流域面積は約 614 km^2 である。源流の最高標高は1523m、流路延長約 58km で計画橋位置に達し、河床高は 90.7m になる。流域内の年平均雨量は 157mm で、マハヴェリ川流域より多雨地帯である。その他の諸元は表-3.3.14 に示す。なお、ムワガマ架付近では、左岸側から流域面積 3 km^2 程度の支川エイ川 (Ei Oya) が合流するが、洪水流出全体については大きな影響を持っていない。

河川諸元

河川諸元を以下のとおり示す。

表 - 3 . 3 . 1 4 河川及び河道特性諸元

河川名	マハヴェリ川	カル 川
幹川全流域面積 (km^2)	10,448	2,719
対象流域面積 (km^2)	888	614
Dam流域面積 (km^2)	544	---
支川流域面積 (km^2)	344	---
最高河床標高 (m)	2,100	1,523
支川最高河床標高 (m)	1,150	---
最低河床標高 (m)	460	90.7
幹川全流路延長 (km)	335	129
対象流路延長 (km)	75.4	58

ダム下流路延長 (km)	16.5	---
支川流路延長 (km)	43.0	---
河状係数	1,000以上	1,000以上
河床代表粒径 (dr)	0.1cm	0.04cm
低水路内平均水深 (H1)	3.5m	5.5m
川幅水深比 (B/H1)	64.3	5.9
水深粒径比 (H1 /dr)	5690	22700

河状係数 = 既往最大洪水流量 / 既往最小低水流量

河川の粗度係数の決定

ストリッカーの公式、建設省河川局制定河道計画策定の手引き、土木学会水理公式集、過去の洪水の聞き取り調査による水位、河床材料の粒度分析結果等を参考にして各河川の低水路部の粗度係数を次の通り決定した。

(a) マハヴェリ川

現地での洪水水位の聞き取り調査の結果、ばらつきが大きい、架橋位置より下流600m地点の水位8mをとれば、流速6.3m/s、流量2770m³/sで、粗度係数0.0285弱と考えられる。低水路の粗度係数は安全側で $n = 0.03$ とする。

(b) カル川

橋梁地点の下流600m地点での洪水水位の聞き取り調査による既往最大水位が7.5m程度とすると、粗度係数0.025でも流量は、2550 m³/s以下であると想定できるが、安全側を考慮して低水路部分の粗度係数 $n = 0.03$ とする。

なお、河床材料の粒度分析結果により粗度係数の値について検討したところ、河道計画策定の手引き（案）（平成8年4月建設省河川局治水課、P42、図-3.2.5）によると dr が20mm以下の場合は $n1 = 0.028$ と規定されている。

また ストリッカーの公式 $n2 = 0.015 dr^{1/5}$

土木学会水理公式集の自然河川の場合 $n3 = 0.025 \sim 0.05$ 平均0.038

上記式に各河川の粒度分布の測定値をいれて計算した結果は、つぎのとおりである。

表 - 3 . 3 . 1 5 対象河川の粗度係数

河川名	dr(mm)	n 1	n2	n3	平均
マハヴェリ川	1	0.028	0.015	0.038	0.027
カル川	0.4	0.028	0.012	0.038	0.026

計算結果は前記の推定値よりいずれもやや小さい値を示している。しかし熱帯地の植生の繁茂や100年確率等の流量を考慮して、本プロジェクトでは $n=0.03$ を採用するものとする。

(2) 架橋地点の計画洪水流量及び計画洪水位の算定

各河川についてその流域を代表する雨量観測所を選定し、各年の最大日雨量を確立処理して、合理式によって各確率洪水量を算定した。また洪水位は各確率洪水量に対しては、上記の粗度係数を用いて算定した。解析フローを示す。

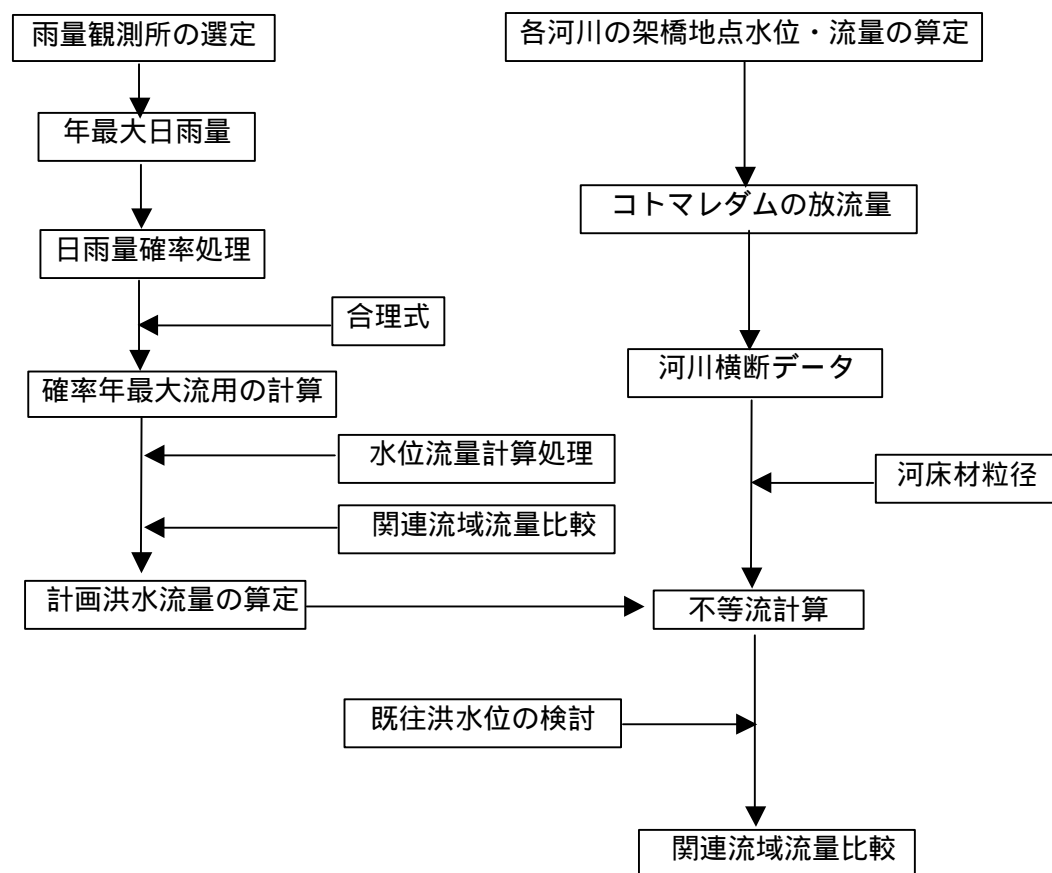


図 - 3 . 3 . 7 解析フロー

各確率年流域平均日雨量

各観測所毎の最大日雨量データをもとにトーマスプロット法により、確率日雨量を算定した。

表 - 3 . 3 . 1 6 各観測所確率日雨量 (mm)

確率年	Ramboda	Hatton	Yellaben	Ratnapura
	(1)	(2)	(3)	(4)
1/100	252	226	252	394
1/50	217	204	216	345
1/10	138	148	134	239
1/2	55	95	50	147

次に各河川毎の流域平均日雨量は次式によって求めた。

$$\text{マハヴェリ川（ダム流域内）} \quad R_{24} = [(1) + (2)] / 2$$

$$\text{マハヴェリ川（残流域）} \quad R_{24} = (3)$$

$$\text{カル川（Ratnapula）} \quad R_{24} = (4)$$

各河川の確率流域平均日雨量の計算結果を表-3.3.17 に示す。

表 - 3 . 3 . 1 7 流域平均日雨量

確率	マハヴェリ川 ダム流域	マハヴェリ川 ダム残流域	カル川
1/100	239	252	394
1/50	211	216	345
1/10	143	134	239
1/2	75	50	147

洪水流出計算

マハヴェリ川の流域面積はコトマレ ダム流域 544km²、残流域 344 km² カル川は流域面積 614 km² である。それぞれの流量を合理式で算定する。

ムワガマ橋架橋地点周辺には水位・流量観測所はないが、カル川には 1947 年 8 月 15 日発生 of 既往第 1 位洪水水位記録 EL103.73m 及び既往第 2 位の洪水水位記録 EL103.58m が保存されている。また RDA では独自に既往第 1 位の洪水水位記録データを用いて当該橋梁の計画洪水水位を計算しているのでこれらを参考にして合理式算定流量と比較する。洪水流出計算はラショナル公式を使用するものとする。

洪水到達時間の計算

計算式には一般にクラベン式、土木研究所式等があるが、本計画では、中間的な値を示すルチハー式を採用する。

$$\text{ルチー八式 } T = L / V, V = 20 (h / L)^{0.6}$$

ここに T : 洪水到達時間 (h) V : 到達速度 (m/s) h : 落差 (m) L : 流路延長 (m)

表 - 3 . 3 . 1 8 各河川の洪水到達時間

河川状況	マハダリ川ダム放流	マハダリ川ダム残流域	カル川
h(m)	703-460=243	710	1,432
L(m)	16,500	43,000	58,000
V(m/s)	1.6	1.7	2.2
T(h)	2.9	7	7.3

洪水到達時間内 雨量の計算

流域平均日雨量から洪水到達時間内雨量の計算は次式による。

$$R_t = R_{24}(t/24)^K$$

ここに R_{24} : 日雨量 t : 洪水到達時間 K : 常数(0.3)

表 - 3 . 3 . 1 9 各河川の日最大雨量と洪水到達時間内雨量(R_t) (単位 mm)

確率年	マハダリ川ダム放流	マハダリ川ダム残流域	カル川
R24			
1/100	239	252	394
1/50	211	216	345
1/10	143	134	239
1/2	75	50	147
t (h)	2.9	7	7.3
R_t (mm/t)			
1/100	127	174	276
1/50	112	149	241
1/10	76	93	167
1/2	40	35	103

洪水流出計算は以下のとおりである。

(合理式) $Q = 1 / 3.6 f r A$ の計算

ここに Q : ピーク流出量 (m³/s) f : 流出係数 = 0.7 (山地及び茶畑)
 r : 洪水到達時間内雨量 (mm/h) A : 対象流域面積 (km²)

表 - 3 . 3 . 2 0 各流域の確率雨量及び流量

確率年	マハヴェリ川ダム放流	マハヴェリ川ダム残流域	加川
A(Km2)	544	344	614
R(mm/h)			
1/100	43	25	38
1/50	39	21	33
1/10	26	13	23
1/2	13	5	14
Q(m3/s)			
1/100	4548	1672	4537
1/50	4125	1405	3940
1/10	2750	870	2746
1/2	1375	334	1671

表 - 3 . 3 . 2 1 コトマレダム洪水放流量を加味した場合のマハヴェリ川ガンボラの流量

確率年	雨量 (mm)	流域 面積 (km2)	流出量	ダム 流入量 (M m ³)	洪水 貯留量 (M m ³)	放流量 (M m ³)	放流量 (m ³ /s)	合流量 (m ³ /s)
1/100	239	544	0.7	91.01	7.1	83.91	971	2643
1/50	211	544	0.7	80.35	7.1	73.25	848	2253
1/10						14.68	170	1040
1/2						7.78	90	424

ただし、1/10 及び 1/2 の流量については流出量が小さいため実放流量を確立処理して加算した

下流に及ぼす洪水の仮定

コトマレダムが過去の貯留実績最大の計画洪水位 703m 迄の水位を保持している場合に 1/100 確率の雨量が流入した場合を想定すると、流入量は

$239\text{mm} \times 544\text{km}^2 \times 0.7 = 91.01\text{million m}^3$ である。

ダムの洪水貯留量は $181.1 - 174 = 7.1\text{million m}^3$ 従って $91.01 - 7.1 = 83.91\text{million m}^3$ を放流する必要が生じる。

この場合は $971 \text{ m}^3/\text{sec}$ の放流が必要となる。

この放流量が当該架橋地点に影響を及ぼす最大流量となり、1/100 確率流量では、 $1672 + 971 = 2643 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

同様に 1/50 確率流量では、 $1405 + 848 = 2253 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

計画洪水流量の決定計算結果

計画洪水流量の結果は次の決定計算結果は表-3.3.22 のとおりとなる。

表 - 3 . 3 . 2 2 計画洪水流量の決定計算結果(m³/s)

確率年	マハヴェリ川	カル川
1/100	2650	4550
1/50	2300	3950
1/10	1050	2759
1/2	450	1700

河道疎通能力の算定

マニングの公式で算定する。

$$\text{流速 } V = 1 / n \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)} \quad (\text{m/s})$$

$$\text{流量 } Q = A \times V \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

A : 疎通面積 (m²) V : 流速(m/s) R : 径深 (A/P)

n : 粗度係数 I : 河床勾配 P : 潤辺(m)

表 - 3 . 3 . 2 3 マハヴェリ川並びにカル川の河川通水能力

定数	マハヴェリ川	カル川
n 粗度係数	0.03	0.03
P 潤辺 (m)	89	106
R R=A/P	5.60	8.32
I 河床勾配	1/375	1/700
V 流速 (m/s)	5.43	5.18
A 疎通面積 (m ²)	498	879
Q 流量 (m ³ /s)	2650	4550

解析結果の考察

(a) マハヴェリ川

検討の結果、ガンボラ橋架橋地点については、1/100 年確率洪水のダム放流量に残流域からの流出量(2650 m³/s)を加えたものに対しても十分安全に洪水を処理できることがわかった。

コトマレダム完成後には、ガンボラ橋を越流する洪水の経験が無いという、地元聞き取り調査の結果は信用するに値するものであると判断できる。 なお、ダム完成後、洪水操作を行なった事例は1995年10月7日から同9日までの2日間のみである。 その時の最高水位もダム計画高水位までにとどまり、なおかつ、ダムは洪水位操作容量を保っていた。また、この流域は世界的に高品質な茶（紅茶）の主産地であり、流域には数多い人口貯め池が存在しているため、これらの要因も洪水の一次出水を大幅に軽減していることが考えられる。

(b) カル川

ラトナプラ地点については、1/50 年確率洪水の計算では既往最高水位（103.73m）より低く計算上問題になるものではないが、1/100 年確率洪水の計算ではややこれを上回る。しかし上流堤内には地盤標高が 100m 以下の低地の大面積があり、増水時には洪水が広く氾濫してムワガマ橋架橋地点には、水位上昇はできにくい地形状況となっている。

(3) 各河川の流路と河床変動

各河川の現地踏査結果による、流路の変化、河床変動状況等は以下のとおりである。

マハヴェリ川

この流路は、山岳河川がガンボラ橋架橋地点まで達しており、地形図でもほとんど変化がないことから、将来とも河川流路は変化しないものと考えられる。

流域の架橋計画箇所より上流では人家は少ないが茶畑が多い。人口は若干減少気味である。

河床変動については、ガンボラ橋の上流にコトマレダムが設置されたため、土砂の供給が減少しており、なおかつ最近では橋梁の上下流付近において、建設資材用に河床材料の持ち出しによって、河床低下の傾向を示している。ダムが設置されてから、最近までに 4m 程度の河床低下をきたしていると想定される。

架橋位置上下流での河床材料の採取は、今後の局所洗堀や、河床低下対策を助長するため、今後対策を考慮する必要がある。河床材料採取の禁止や取締りが必要である。

なお、河道計画策定の手引き（案）（P22 図 3.15）にある、摩擦速度 U_*^2 (cm^2/s^2) と代表粒径 d_r (cm) の値をプロットし、河道特性を検証した結果、マハヴェリ川の河道は拡幅する傾向の特性がある。しかし、現河床下 2m 程度からは基礎が岩盤状であるため、洗堀の影響は最大でも、その位置で止まる。よって橋脚の根入れ深さや、護床工による対策工等で、河川の洗堀対策は十分対応できる。

カル川

河川流路の上流側は、左右岸とも堤内地盤高が低く、橋梁地点では計画洪水位に対しての桁下余裕を確保すればよい。上流側堤内地には標高 100m 以下の広大な氾濫平野が存在しており、増水時にも、水位が上昇せず、洪水が堤内地に氾濫して現況桁下高を脅かすことはない。

ただし河床変動については、マハベリ川と同様に河床材料の採掘が上流側で行われており河床低下が進行している。ここでも河床材料採取の禁止や取締りが必要である。

洪水痕跡の聞き取り調査結果

次に河川の既往洪水記録を示す。

表 - 3 . 3 . 2 4 対象河川の洪水痕跡の調査検討

生起年月日	マハヴェリ川 (EL m)	カル川(EL m)
1947-8-5	484.96	
1941-5-13	481.95	
1978-11-23	481.34	
1974-7-27	481.08	
1933-5-24	480.84	
1913-12-6	480.69	
1940-5-18	480.38	
1957-12-23	479.96	
1913-10-5	479.96	
1906-10-27	479.67	
1956-6-23	479.45	
1968-5-5	479.42	
1942-7-15		103.73
1996-6-8		103.58

マハヴェリ川に架かるガンボラ橋の橋面高は、EL483.5 m である。過去の洪水実績では、橋面を越流した記録は1度だけ有していたが（1947年8月）1985年にコトマレダムが完成してからは、主だった洪水は発生していない。

なお、マハヴェリ川の洪水痕跡は上流左岸 0.7Km 地点にあるガンボラ鉄道駅舎のものである。

（４） 水位の計算結果

河川断面図については、原則として現況横断面図を使用し、各橋梁位置の水力諸量を計算した。計算の結果、計画確率年（100年）に対する各橋梁地点の計画高水流量、計画高水位を次に示す。

表 - 3 . 3 . 2 5 架橋地点の計画高水流量および計画高水位

河川名	マハヴェリ川	カル川
計画高水流量 (m ³ /s)	2650	4550
計画高水位 (m)	474.60	104.40
流速 (m/s)	5.43	5.18
既往最大値 (RDA 採用値)	コトマレダムの建設後は水位上昇の記録は無い	103.73
本計画採用高水位 (m)	474.60	103.73

カル 川の計画高水位は計算上 104.40m であるが、地形状況と既往最高観測水位の存在を勘案して、103.73m とした（上流側堤内地に、標高 100m 以下の広大な氾濫平野が存在しており、洪水が堤内地に氾濫して現況桁下高を脅かすことはない）。

（ 5 ） 橋梁規模

上記の結果から、河川水文・水理上必要な橋長規模は次のように考えられる。

ガンボラ 橋

マハヴェリ 川の流路は、安定していると考えられ、現在の河道を確保しておけば問題はない。新橋の計画高は現橋とほぼ同じ高さに計画されるため、計画洪水位から桁下高まで十分に余裕がある。

ムワガマ 橋

カル川の流路も安定している。上下流の河川断面形状からも、橋長は現橋規模とするのが合理的と考えられる。

4) 道路計画

(1) 道路平面線形

平面線形

ガンボラ橋は、現況の道路にほぼ並行で、橋梁部分は上流側にシフトし、取り付け道路のヌワラエリヤ側は女子教育短大 (Teachers College) 校舎本体を侵さないような線形を計画し、ガンボラ側は現状の交差点の機能が継続できるような形状とする。ムワガマ橋は、現況の道路にほぼ並行で、橋梁部分は下流側にシフトし、取り付け道路部は現状の線形に据え付ける形状で計画する。

実施範囲

実施範囲は表-3.3.26 の通りとする。

表— 3 . 3 . 2 6 取付道路施工範囲

サイト	始点	終点
No.93 ガンボラ橋	・ ガンボラ側 ADB 道路改良事業 A5 号線 測点 BC No.133 (箱形函渠端部までの約 40m)	・ ヌワラエリヤ側 JBIC 道路改良事業 A5 号線 測点 ECNo.134 ・ ワラピティヤ側 A013 号線
No.239 ムワガマ橋	・ ラトゥナプラ側 B390 号線	・ ラトゥナプラ側 B390 号線

幅員構成

道路幅員構成は表-3.3.4 の通りとする。

歩道幅員は橋梁部で全幅 2.0m、有効幅員 1.5m を確保する。決定根拠は以下の通りである。

- RD A 側の都市部の歩道は 2.0m で計画実施。
- 他ドナー援助による橋梁計画においても、全幅 2.0m、有効幅員 1.5m が確保されている。
- 本計画対象路線は、我が国道路構造令における第 4 種 2 級に相当するため、同基準においても有効幅員 1.5m 確保する必要がある。なお歩道部については歩行者の安全を確保する必要範囲で設置するものとする。

(2) 道路縦断線形

縦断線形は、以下の条件により決定した。

ガンボラ橋

橋台部で現橋標高に合わせる。取付道路は既に JBIC、ADB の道路改良計画として計画されている線形に準じる。

ムワガマ橋

計画洪水位に余裕高並びに桁高を加えた標高が現況橋面高よりも上がる。よって橋梁に 3 % 程度の縦断をつけ、取付道路で現況にすり付けるようにする。

(3) 道路排水

道路排水は現況の排水施設を復旧する形で設置する。基本的に道路に沿って U 字側溝を配置し、必要により横断暗渠、柵を設ける。

(4) 道路構造物

道路土工部における盛り土法尻が大きく民地境界を侵すところには、必要により擁壁等を設け、用地収用規模を軽減させる。構造形式は「ス」国の実績の多い練石積みを基本とする。

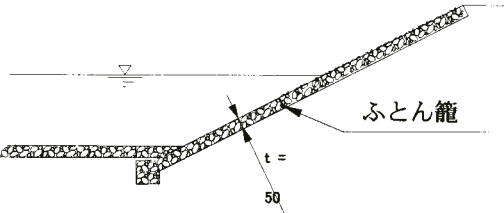
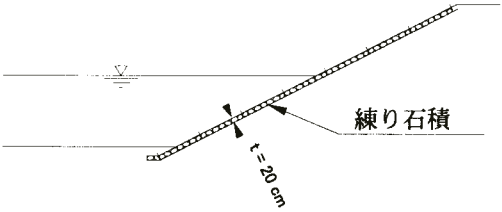
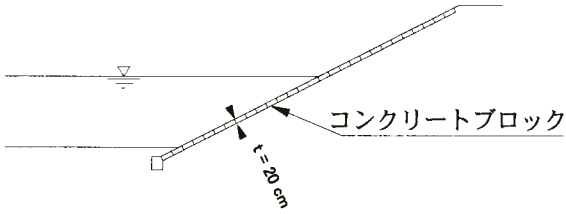
(5) 護岸・護床工形式

河道は、護岸や護床工によって大きく左右される。河道の安定、橋梁等の安全のために、護岸および護床工を設置する。

橋梁前後のアプローチ盛土部は、河川が橋の前後で大きく蛇行しており、雨季に水量が増加したときは、流れが直接、河川のり面に当たり浸食が懸念される。

そのため構造物に影響する河川内のり面を練り石積工により防護する。また橋台・橋脚周囲に護床工を設置する。表-3.3.27 に護岸工形式の比較を示す。

表-3. 3. 27 護岸形式比較表

	フトン籠工	石 積 工	コンクリートブロック工
概 要 図			
構 造 性	・ じゃ籠とフトン籠とがある。 ・ 柔軟な構造でどんな地形でも適用できる。 ・ 砂質土の場合、吸い出しされやすい。 ×	・ 石は規則的に設置する必要がある。 ・ 地形にあわせやすい。 ・ 構造的に最も安定している。 ○	・ 既製のコンクリートブロックを規則的に設置する。 ・ コンクリートブロックの下には、平坦性のための均し石等が必要である。 ・ 複雑な地形には不適である。 △
施 工 性	・ ワイヤメッシュ内に石を投入するだけであり、施工は容易である。 ・ 現地施工実績はない。 ○	・ 地盤を均した後、石を設置する。 ・ 間詰材はコンクリートやモルタルで行う。 ・ 既設盛土部と同じ構造である。 ○	・ 地盤を均した後、コンクリートブロックを設置する。 ・ 間詰材は、コンクリートやモルタルで行う。 ・ 間詰材の養生が必要である。 △
維持・管理	・ 欠落部への石の投入のみ。 ・ ワイヤメッシュの破損による維持管理必要。 ×	・ 欠落部へのコンクリート間詰となり、維持、補修の施工が容易である。 ○	・ 欠落部の補修は難しい。 ×
経 済 性	1.10 ×	1.00 ○	1.30 ×
評 価	×	○	×

5) 橋梁計画

(1) 橋台位置

調査対象橋梁が位置するマハヴェリ川とカル川は「ス」国でも有数の大河川で、平水時においても、流域の幅は50m以上である。また、調査対象橋梁の計画地点には堤防はなく、自然河川の状態である。したがって、橋台位置の選定に当たっては、河川の状態、地形の状態に加え、現況の橋台位置を考慮し、治水上支障のない位置に設ける必要がある。以下に各橋梁の橋台位置を示す。

ガンボラ橋

本橋は架設後70年以上が経過しており、その間に幾たびもの洪水に見舞われている。本橋が冠水したのは1947年の大洪水時のみである。その間毎年のように起きる洪水に対して現況の橋台間の断面で洪水を流下させており、現地調査において、大きな浸食等の跡が見られなかった。したがって、新橋の計画においても橋台の位置を現橋に合わせ、現橋と同じ流下断面を維持する。

ムワガマ橋

架橋地点の地形はラトゥナブラ側が比較的平坦な低地で取り付け道路が盛土構造($H = 8\text{ m}$)となっているのに対し、対岸は急傾斜地となっており、斜面上に橋台が設置されている。ヒヤリングによれば計画地点一帯は毎年数回の洪水に見舞われ、架橋位置周辺の家屋は浸水しているとのことであるが、本橋は比較的高い位置にあるため、完成後80年の間に1度も冠水したことはない。また現地調査において、大きな浸食等の跡が見られなかった。したがって、新橋の橋台位置を現橋に合わせ、現橋と同じ流下断面を維持する。

(2) 橋 長

現況の流下断面を維持することから、橋台前壁が現橋橋台よりも河川側にせり出さないように、橋長を表-3.3.28に示すように設定した。

(3) 橋脚位置(スパン割)

橋脚位置の選定においては河積阻害の影響や流木による閉塞などの影響を考慮し決定する必要がある。したがって、橋脚の位置は日本の河川構造令に準じて決定し、以下の基準を準用することとする。

基準径間長：図-3.3.8 にて算出した値以上とする。ただし、現橋橋脚に対しては新橋建設後撤去されることから、基準径間長は15mとした。

河積の阻害率：6%以下

両橋の現橋支間長および基準径間長を表-3.3.29に示す。

現在の径間長がほぼ基準径間長を満足していることから、橋脚を設置する場合は両橋とも現況の橋脚位置に合わせることを基本とする。したがって、想定される径間割りは以下のとおりとなり、これらについて比較検討をおこなう。

ガンボラ橋： 1 径間（橋長 = 100m 支間長 98.2m）
 2 径間（橋長 = 99m 支間長 48.7m × 2）
 3 径間（橋長 = 99m 支間長 32.6m × 3）
 ムワガマ橋： 1 径間（橋長 = 99m 支間長 97.2m）
 2 径間（橋長 = 98m 支間長 48.2m × 2）
 3 径間（橋長 = 22 + 55 + 22 = 99）

表 - 3 . 3 . 2 8 橋長の決定

		ガンボラ橋			ムワガマ橋		
現橋橋台間距離 （橋台前面の距離）	Feet inch	311'6"			308'00"		
	m	94.95			93.88		
支間割り		1 径間	2 径間	3 径間	1 径間	2 径間	3 径間
支承縁端距離（ a ）	mm	700	450	400	700	450	300
支承幅（ b ）	mm	1000	800	600	1000	800	500
支承端部と桁端距離 （ c ）	mm	300	300	200	300	300	200
桁遊間（ d ）	mm	100	100	100	100	100	100
沓座幅 （ e = a + b + c + d ）	mm	2100	1650	1300	2100	1650	1100
橋長	m	100.0	99.0	99.0	99.0	98.0	99.0
支間長	m	98.2	48.7	32.6	97.2	48.2	55.0
新橋橋台間距離	m	95.7	95.8	96.4	94.8	94.7	96.8

1 feet = 0.3048m = 12inchs

1 inch = 2.54cm

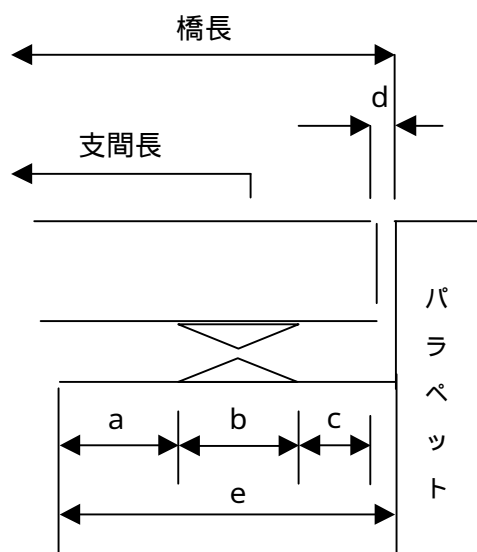


表 - 3 . 3 . 2 9 現況の径間長および基準径間長

橋 名	現橋支間割り (m)	計画降水量 (m^3 / sec)	基準径間長 (m)	備 考
ガンボラ橋	$47.95 + 47.95 = 95.9$	2,650	20	上流にダムがあり近年では大きな洪水は発生しておらず、河川管理上大きな支障とならないと判断した。
ムワガマ橋	$19.51 + 54.86 + 19.51 = 93.88$	4,550	20	現在の最小支間長は19.51mで、洗掘等大きな変状が生じておらず、現橋程度であれば、河川管理上大きな支障とならないと判断した

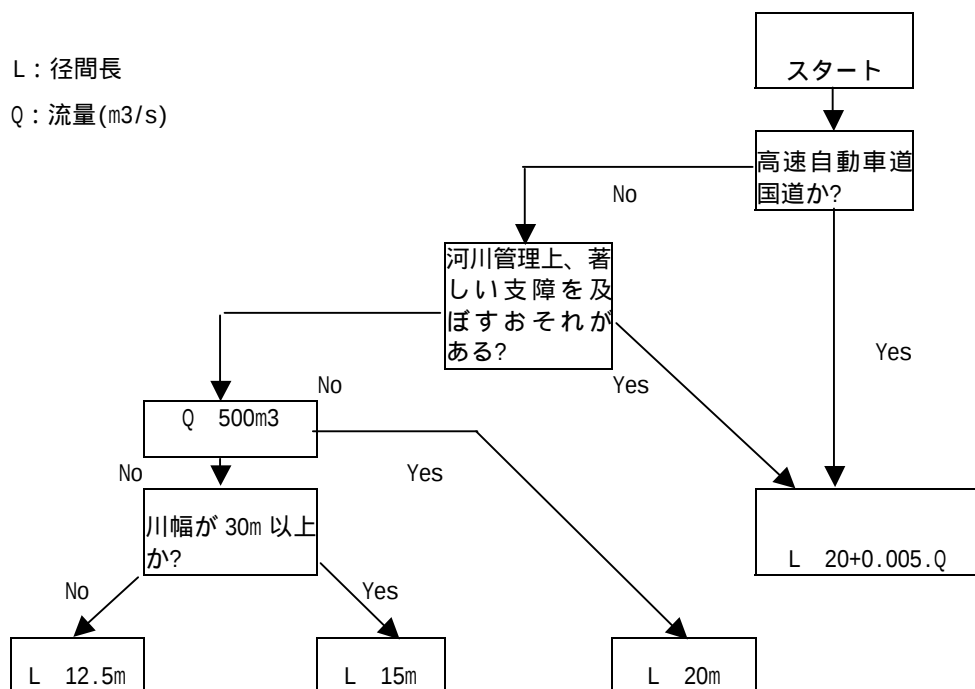


図 - 3 . 3 . 8 径間長の算出

6) 橋梁形式の選定

(1) 橋梁形式選定の基本事項

橋梁形式は、次の基本事項に留意して選定するものとする。

建設コストが少ない経済性に優れた形式

一般的に鋼橋は、コンクリート橋に比べ単価的に高い傾向にあるが、本基本設計における対象橋梁は橋長が 100m と長く、施工条件や立地条件等によっては鋼橋が有利となるケースもある。したがって、コンクリート橋、鋼橋について検討し、経済性に優れた形式を採用する。

維持管理が容易な構造形式

維持管理面においてはコンクリート橋が有利となり、形式選定にあたってはコンクリート橋の採用を検討する。鋼橋の場合は無塗装鋼材が用いられるケースもあるが、本基本設計においては塗装仕様を基本とする。

「ス」国で調達可能な材料、施工機械を用いた形式

「ス」国で調達事情に即した可能な材料および施工機械を用いた形式の選定を行う。

特殊設備の少ない技術移転効果が高い形式

現地作業員を多く採用することにより、失業対策等、経済効果が図れるため特殊技術の少ない形式を選定するとともに、日本の技術を現地技術者に移転し、自立できる技術者を育成を考慮した形式の選定を行う。

(2) 上部工形式

本計画における上部構造の橋種は「(1) 橋梁形式選定の基本事項」を考慮し、表-3.3.31 の標準適用支間を基に、以下の4案を選定し、比較検討を行う。

表 - 3 . 3 . 3 0 対象橋梁の上部工検討案

橋梁名	ガンボラ橋	ムワガマ橋
比較案	1 径間ランガー橋 2 径間連続鋼板桁橋 2 径間連続 P C ラーメン箱桁橋 3 径間ポステン連結桁	1 径間ランガートラス橋 2 径間連続鋼板桁橋 3 径間単純 PC 桁橋 + 単純トラス 3 径間連続 P C ラーメン橋

表 - 3 . 3 . 3 1 標準適用支間一覧表

形 式		支 間						桁高 スパン 比		
		50m		100m		150m				
鋼 橋	単純合成桁		—————						1/18	
	単純桁		—————						1/17	
	連続桁		—————						1/18	
	単純箱桁			—————					1/22	
	連続箱桁			—————					1/23	
	単純トラス			—————					1/9	
	連続トラス			—————					1/10	
	逆ランカー桁			—————						1/6.5
	逆ローゼ桁				—————					1/6.5
	アーチ				—————				1/6.5	
P C 橋	単純プレテン桁	——							1/15	
	単純中空床版		——						1/22	
	単純T桁		—————						1/17.5	
	単純合成桁		—————						1/15	
	連結合成桁		—————						1/15	
	連続非合成桁		—————						1/16	
	単純箱桁			—————					1/20	
	連続箱桁(片持 工法)			—————						1/18
	連続箱桁(支保 工法)			—————					1/18	
	π型ラーメン		—————						1/32	
R C 橋	中空床版	——							1/20	
	連続充腹式アー チ		——						1/2	

(3) 下部構造形式

下部構造形式、特に橋台の選定にあたっては、以下の点を考慮する。

- ・河道に対して橋軸が直角になるように橋台前面壁を設置するとともに、現橋橋台よりも前壁が河川側にせり出さない構造計画とする。さらに、洗掘防止や橋台周りの防護工についても考慮する。
- ・橋台および橋脚は洪水位の流水に対して安全な構造で、流速および河床の土質に応じて適切な根入れ深さを確保するものとし、フーチング天端は河床から最低 2.0m 根入れするものとする。
- ・橋台形式は、最も経済的な逆 T 形式を基本とする。
- ・橋脚は、洗掘に対しても充分安定性のある経済的な構造とする。

a) 基礎形式

本調査ではガンボラ橋 6 カ所、ムワガマ橋 12 カ所（そのうち 8 カ所は既存調査資料）のボーリング調査が実施されており、その結果、基礎形式は以下の通りとした。

表 - 3 . 3 . 3 2 対象橋梁の基礎工形式

	ガンボラ橋	ムワガマ橋
A 1 橋台	直接基礎	杭基礎
P 1 橋脚	直接基礎	杭基礎
P 2 橋脚	直接基礎	杭基礎
A 2 橋台	杭基礎	杭基礎

杭種については、表-3.3.33 に示すような RC 杭、PC 杭、H 鋼杭、鋼管杭、場所打ち杭等が考えられるが、以下の理由により場所打ち杭とする。

- ・橋梁規模が大きいため、「ス」国の既製杭は適用が難しい。
- ・杭長さが比較的長いため、施工性、経済性で有利である。
- ・現場での作業が容易である。
- ・施工が確実である。

本プロジェクトに使用可能な場所打ち杭について、杭径 $\phi 800$ 、 $\phi 1000$ 、 $\phi 1200$ を経済面で比較した結果を図-3.3.9 に示す。その結果、杭径 $\phi 1000$ が最も経済的である。

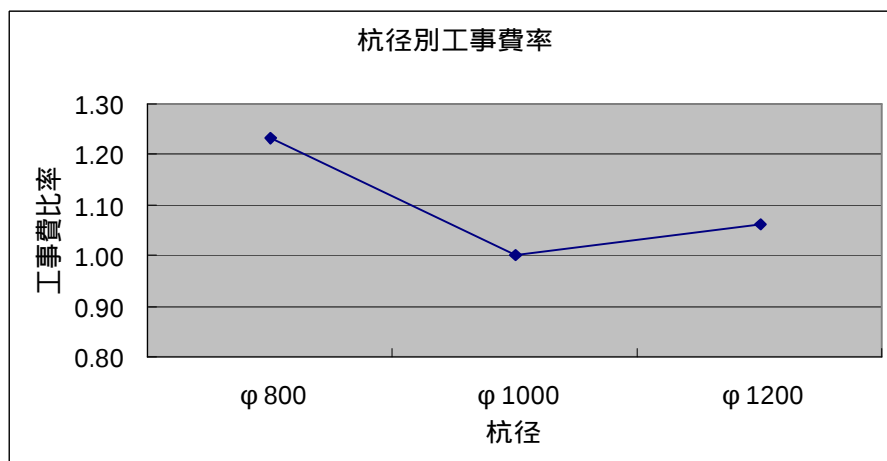


図 - 3 . 3 . 9 杭径別工事費率

表 - 3 . 3 . 3 3 適用可能な各杭種の特徴

杭種	杭長さ適用範囲	調達先	特 徴
RC 杭	5m から 10m 程度	「ス」国内で製作可能	・ 打込み工法採用が予想されるので、上層が軟弱で、支持層深さが 10m 程度の場合まで一般的に適用される。 ・ 鉛直荷重・水平荷重が小さい小規模橋梁の基礎に適用。 ・ 打設時のひび割れ等の損傷に留意する必要がある。 ・ 継手処理が難しい。 ・ 経済性で有利。
PC 杭	30m 程度	輸入 (タイ、シンガポール、日本)	・ 打込み工法採用が予想されるので、上層が軟弱で、支持層深さが 30m 程度の場合まで一般的に適用される。 ・ 鉛直荷重・水平荷重が小さい小規模橋梁の基礎に適用。 ・ RC 杭に比べコンクリート強度が高いため、ひび割れ、打設時の損傷が少ない。 ・ 経済性でやや有利。
H 鋼杭	30m 程度	輸入 (タイ、シンガポール、日本)	・ 溶接による継手に問題が少ないため、杭長が長い場合にも適用可能。 ・ 通常は仮設構造物の基礎に適用。 ・ 腐食等の防錆が必要。 ・ 経済性にやや有利。
鋼管杭	15 ~ 60m	輸入 (タイ、シンガポール、日本)	・ 溶接による継手に問題が少ないため、杭長長い場合にも適用できる。 ・ 鉛直荷重・水平荷重の大きい橋梁の基礎に有利。 ・ 経済性でやや劣る。
場所打ち杭	15 ~ 60m	資材は国内調達可能、施工機械は日本より輸送	・ 継手に問題がないため、杭長が長い場合にも適用できる。 ・ 鉛直荷重・水平荷重の大きい橋梁基礎に有利。 ・ 経済性でやや劣る。

表 - 3 . 3 . 3 4 基礎形式選定表

基礎形式 選 定 条 件			直 接 基 礎	打込み杭基礎			中 掘 り 杭 基 礎					場所打ち杭基礎				ケーソン基礎		鋼管 矢板基礎	地中 連続壁基礎					
				R C 杭	P H C 杭	鋼 管 杭	P H C 杭		鋼管杭			コン クリ ート 打 設 方 式	噴 出 攪 拌 方 式	最 終 打 撃 方 式	最 終 打 撃 方 式	コン クリ ート 打 設 方 式	オール ケー シング			リ バ ー ス	ア ー ス ド リ ル	深 礎	ニュー マ チ ッ ク	オ ー ブ ン
							最 終 打 撃 方 式	噴 出 攪 拌 方 式	最 終 打 撃 方 式	噴 出 攪 拌 方 式	コン クリ ート 打 設 方 式													
地盤 条 件	支持層までの 状態	中間層に極軟弱層がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	
		中間層に極硬い層がある	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		中間層にれきがある	れき径 5cm以下	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			れき径 5cm～10cm	○	×												○	○		○	○	○		○
			れき径10cm～50cm	○	×	×		×	×	×	×	×	×	×			×	×	○	○		×		○
		液状化する地盤がある			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持層の状態	支持層の深度	5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
			5～15m		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			15～25m	×		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			25～40m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○
			40～60m	×	×		○					○	○	○	○	○	○		×	×		○	○	○
			60m以上	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×				
		支持層の土質	粘性土 (20 N)	○	○	○	○	○	×		○	×		○	×		○	○	○	○	○	○	○	○
			砂・砂れき (30 N)	○	○	○	○	○	○	×	○	×		○	×		○	○	○	○	○	○	○	○
			傾斜が大きい (30度程度以上)	○	×		○					○	○	○	○	○	○		○	○				○
			支持層面の凸凹が激しい	○			○										○	○	○	○	○			○
	地下水の状態		地下水位が地表面近い		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○
		湧水量が極めて多い		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	
		地表より2m以上の被圧地下水	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			○	×	
地下水流速 3m/min 以上		×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			○	×		
構造物の特性	荷重規模	鉛直荷重が小さい(支間20m以下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×		×	×	×	
		鉛直荷重が普通(支間20m～50m)	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		鉛直荷重が大きい(支間50m以上)	○	×		○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が大きい	○	×		○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持形式	支持杭	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	
		摩擦杭	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	
施工条件	水上施工	水深 5m 未満	○	○	○	○										×		×			○	×		
		水深 5m 以上	×		○											×		×	×			○	×	
	周辺環境	作業空間が狭い	○																○			×		
		斜杭の施工	／	／	／	／	×	×	×								×	×	×	／	／	／	／	
		有害ガスの影響	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○

○：適合性が高い ○：適合性がある ×：適合性が低い

(4) 橋梁形式の選定

次ページ以降に橋梁形式の比較一覧表を示す。その結果、次の通り橋梁形式を選定した。

ガンボラ橋：3径間ポステン連結桁橋

選定理由：経済性に優れる。維持管理が容易である。

ムワガマ橋：1径間トラスランガー橋

選定理由：経済性に大きな差はないが工程が最も短い。

雨期の影響を受けにくい。

旧橋による河床洗掘の影響を受けにくい。

	第1案：2径間連続鋼I桁橋	第2案：PCT型ラーメン橋
概略図		
構造概要	・等桁高断面とし、3.0m程度の桁高が必要 ・鋼5主I桁を基本とする主桁構造 ・維持管理を考慮して、耐候性無塗装桁を採用する ・床版は場所打ちコンクリート床版とする	・通常のPCラーメン橋である ・視点部の桁高は4.0m程度である ・主桁構造は箱桁とし、必要に応じて横方向もPC構造とする ・中間橋脚で大きな荷重を支持するが、地震がないため規模は大きくならない
施工概要	・上部工は、仮ベント、手延べ桁を用いた送出し工法とする ・上部工の作業ヤードは右岸側の道路用地を用いる ・橋脚の施工は二重締め切りにより、仮締め切りを行い施工する ・進入路の栈橋は、右岸側から設ける ・左岸側橋台施工のために左岸側に仮設構台が必要	・主桁は作業台車を用いた片持ち張り出し工法による ・橋台と張出部の結合部分(側径間部)は地上からの支保工により架設する ・進入路の栈橋は、右岸側から設ける ・橋脚の施工は二重締め切りにより、仮締め切りを行い施工する ・左岸側橋台施工のために左岸側に仮設構台が必要
構造面における得失	○設計上の問題はない ○必要桁高が確保できるため、現状の路面高さを大きく変える必要はない	○通常のラーメン構造で設計上の問題はない ○必要桁高が確保できるため、現状の路面高さを大きく変える必要はない
施工面における得失	○施工上の大きな問題はない ●上部工施工時に河川内に仮ベントが必要 ●橋脚施工のための締め切り(18m×18m)や仮設栈橋が必要となる	○片持ち張り出し架設であり、海外工事での施工実績が多い ●コンクリート等の資材は中間橋脚からの供給となるため、上部工完了時まで栈橋が必要 ●橋脚施工のための締め切り(18m×18m)や仮設栈橋が必要となる
河川に対する影響	・基準径間長は満足している ・阻害率は5%程度 ・橋脚施工時に一時的に阻害することとなる	・基準径間長は満足している ・阻害率は6%程度 ・橋脚施工時に一時的に阻害することとなる
概略工費	1.15	1.06
工期	22カ月	26カ月
維持管理性	○耐候性鋼材を使用すれば、塗装等の維持管理不要	○コンクリート構造のため、鋼橋に比べ維持管理は少ない
総合評価	・工程的には最も有利であるが、経済性に劣る ・将来の維持管理に対する技術指導が重要である ・耐候性鋼材を使用した場合は、景観上の問題(橋桁の色)となる	・将来の維持管理が少ない ・コンクリート橋であり技術移転効果が高い

	第3案 : 鋼製ランガー橋	第4案 : 3径間連続ポステン合成桁橋
概略図		
構造概要	・1径間の鋼製下路式ランガー橋である	・3径間のPCポステン連結合成桁橋であり、伸縮目地が不要となる ・桁架設時は単純桁であるが、活荷重に対しては連続桁として荷重を受ける ・主桁高2.3mの4主桁となる ・プレキャスト板を用いた現場打ちRC床版である
施工概要	・右岸側で構築しながら、手延べ桁と仮ベントを用いた送り出し工法とする ・作業ヤードは右岸側の道路用地を用いる ・左岸側橋台施工のために左岸側に仮設構台が必要	・施工ヤードでプレキャスト桁を製作し、架設は手延べ桁で送り出す工法 ・プレキャスト部材による施工の省力化が可能 ・左岸側橋台施工のために左岸側に仮設構台が必要 ・進入路の栈橋は、右岸側から設ける。 ・橋脚の施工は二重締め切りにより、仮締め切りを行い施工する。
構造面における得失	○設計上の問題はない ○景観良好 ●橋台規模が大きくなる	○設計上の問題はない。 ○橋脚の数は増えるが、規模は小さくなる。
施工面における得失	●河川内に仮ベントが必要となる ●右岸側のヤードが少なく、施工性に劣る ●たわみ管理等押し出し施工時の管理が複雑	○主桁をヤードで施工するため、品質管理が向上する ○一般的な工法であり、施工上の課題が少ない。 ○上部工施工時に洪水の影響を受けない ●施工ヤードが狭いため、桁製作ヤードを新たに確保する必要がある。
河川に対する影響	○河川に対する影響はほとんどない	○既設橋が撤去されれば河川に対する影響はない。 ●旧橋が撤去されない場合、河川への影響が懸念される
概略工費	1.27	1.00
工期	23カ月	25カ月
維持管理性	○耐候性鋼材を使用すれば、維持管理不要	○コンクリート構造のため、維持管理は容易である。
総合評価	・河川に対する影響が少ないが、経済性に劣る ・景観良好 △	・経済性に優れ、将来の維持管理が容易である。 ・コンクリート橋であり技術移転効果が高い ・旧橋が撤去されない場合、河川への影響が懸念される ◎

	第1案：鋼製トラス+PC単純T桁	第2案：3径間連続PC箱桁橋
概略図		
構造概要	・側径間をPCポステン桁、中央径間をトラス構造とする ・鋼橋とコンクリート橋から構成される単純桁の組合せ ・橋台・橋脚の基礎は支持層が深いため杭基礎となる ・トラス桁は塗装仕様とする	・通常のPCラーメン橋である ・支点部の桁高は4.0m程度である ・主桁構造は箱桁とし、必要に応じて横方向もPC構造とする
施工概要	・中央径間のトラスは側径間施工後に送り出し工法により施工する ・橋脚の施工は陸上部から可能であるが、地盤が軟弱であること、雨期における増水を考慮して作業構台を設ける ・基礎杭は場所打ち杭となる	・先に側径間を支保工施工し、橋脚からの片持ち張り出し施工である ・橋脚の施工は陸上部から可能であるが、地盤が軟弱であること、雨期における増水を考慮して作業構台を設ける ・基礎杭は場所打ち杭となる
構造面における得失	○単純橋の組み合わせで特に問題はない ●桁高(1.2m)が最も低く、取り付け道路の高さは50cm程度高くなる	●桁高(4m)が最も高く、取り付け道路の高さが現在より3m高くなる ●支間割りがアンバラスで断面が不経済となる
施工面における得失	●トラス送出し時におけるたわみ管理が必要。 ●左岸側の施工ヤードが狭く、施工性に劣る。 ●玉石混りの層があり橋脚・橋台基礎の施工が容易でない。 ●雨期に河川が増水するため、橋脚の施工時期が制約を受け、工程管理が難しい。	●雨期が増水時にワーゲンがつかる可能性がある。 ●側径間は支保工に基礎が必要。 ●左岸側の施工ヤードが狭く、施工性に劣る。 ●玉石混りの層があり橋脚・橋台基礎の施工が容易でない。 ●雨期に河川が増水するため、橋脚の施工時期が制約を受け、工程管理が難しい。
河川に対する影響	○基準径間長は満足しており問題ない ○阻害率は6%程度 ●現橋が撤去されるまでは現橋の影響を受ける ●橋脚施工時に一時的に阻害することとなる	○基準径間長は満足しており問題ない ○阻害率は6%程度 ●現橋が撤去されるまでは現橋の影響を受ける ●橋脚施工時に一時的に阻害することとなる
概略工費	1.01	1.02
工期	24カ月	28カ月
維持管理性	●定期的な塗装等の維持管理が必要	○コンクリート構造のため、鋼橋に比べ維持管理は少ない
総合評価	・雨期の影響を受けやすく、転石が多いため基礎工の施工が困難 ・経済性、工期に若干劣る	・経済性には優れているが、工期が長く、雨期の影響を受けやすい ・転石が多く基礎工の施工が困難・取り付け道路の縦断変更が大きい ・コンクリート橋であり技術移転効果が高い

○

△

	第3案：鋼製トラスランガー橋	第4案：2径間連続鋼Ⅰ桁橋
概略図		
構造概要	・1径間の鋼製下路式ランガー橋である ・一部張り出し施工とするため、トラスランガーとする ・床版は場所打ちコンクリート床版とする ・塗装仕様とする	・等桁高断面とし、3.0m程度の桁高が必要 ・鋼5主Ⅰ桁を基本とする主桁構造 ・維持管理を考慮して、耐候性無塗装桁を採用する ・床版は場所打ちコンクリート床版とする
施工概要	・仮ベントを設け、陸上施工範囲は支保工施工とし、河川上は張り出し施工を行う ・作業ヤードは右岸側の道路用地を用いるが、右岸側にもヤードを造成する ・橋台の基礎杭は場所打ち杭とする	・上部工は、仮ベント、手延べ桁を用いた送出し工法とする ・上部工の作業ヤードは右岸側の道路用地を用いる ・橋脚の施工は二重締め切りにより、仮締め切りを行い施工する ・進入路の棧橋は、右岸側から設ける ・左岸側橋台施工のために左岸側に仮設橋台が必要 ・基礎杭は場所打ち杭とする
構造面における得失	○設計上の問題はない ○中間橋脚は不要となる ●桁高は2m程度となり取り付け道路の高さが1m高くなる ●橋台の規模が大きくなる	○設計上の問題はない ○必要桁高が確保できるため、現状の路面高さを大きく変える必要はない
施工面における得失	○雨期における増水の影響を受けにくい ●河川内に仮ベント(杭基礎)が必要 ●ベントに基礎が必要 ●右岸側のヤードが少なく、施工性に劣る ●玉石混りの層があり橋台基礎の施工が容易でない	○施工上の大きな問題はない ●上部工施工時に河川内に仮ベント(杭基礎)が必要 ●橋脚施工のための締め切り(18m×18m)や仮設棧橋が必要となる ●玉石混りの層があり橋脚・橋台基礎の施工が容易でない ●雨期に河川が増水するため、橋脚の施工時期が制約を受け、工程管理が難しい
河川に対する影響	○河川内に構造物がないため、河川阻害なし ○現橋が残っても、大きな影響を受けない	●河川の中心に新たに橋脚を設けるため、河川に与える影響が大きい ●河川に支障があると判断すると基準径間長は大きくなり(45m)、現橋橋脚を考慮すると満足 ●阻害率は5%程度であるが、現橋撤去するまでの間は、橋脚が3基存在し、阻害率が大きい ●橋脚施工時に一時的に阻害することとなる
概略工費	1.00	1.02
工期	21カ月	22カ月
維持管理性	●定期的な塗装等の維持管理が必要	○耐候性鋼材を使用すれば、塗装等の維持管理不要
総合評価	・雨期の河川増水の影響および現橋橋脚による洗掘の影響を受けにくい ・工期が短く、経済性にも優れている	・河川中心に新たに橋脚を設けるため、河川に与える影響が大きい ・工程的には最も有利であるが、経済性に若干劣る ・耐候性鋼材を使用した場合は、景観上の問題(橋桁の色)となる

3—4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織

1) 高速道路省 (MOH)

本案件に対する監督官庁は、高速道路省 (MOH) である。同省は 1997 年 6 月の省庁改編によって保険・高速道路・社会サービス省から運輸セクターが独立省庁となり、運輸・高速道路省 (MOTH) となった。また 2000 年 10 月総選挙後の省庁改編により同省は運輸省 (MOT) と高速道路省 (MOH) に分割された。

MOH は、図-3.4.1 に示すように次官および次官補の組織の下、3 つの部局のもとに 6 部からなる組織である。業務管轄として道路、橋梁、歩道、暗渠そして飛行場などの建設や改良そして維持管理を実施している。

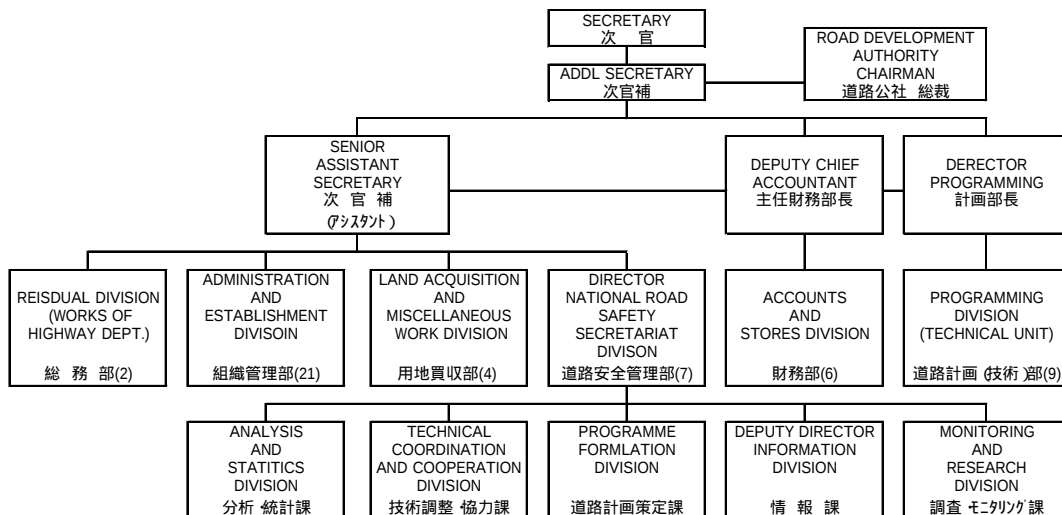


図-3.4.1 MOH組織図

2) 道路開発公社 (RDA)

(1) 組織

RDA は 1981 年に設置された本件の実施機関であり、全国国道網の A クラス道路および B クラス道路の新設計画や工事、維持・管理を使命としている。上位機関の MOTH との関係は、次官補の直轄下にあり、図-3.4.2 に示すように 13 の部門から構成されている (総裁直轄の監査部を含めると 14 部)。さらに、プロジェクト担当部が設置されており、入札評価部、コロンボ - カツナヤケ (Katunayake) 高速道路担当部、コロンボ外郭環状道路担当部そして南部ハイウェイ担当部である。

本件を直接担当する技術サービス部はおり本計画の設計段階における担当窓口を務める。配下には橋梁設計課が設置されており「ス」国内の橋梁設計のすべてを取り仕切っている。従来、技術サービス部には交通計画課そして用地・公共サービス課を配下に控えていたが、

それぞれ機構改革により独立した部局に昇格した。現在、用地部は、用地買収や家屋等の支障物件についての交渉のほか、給水管や電力・電話線その他支障移転などについての協議を担当している。

工事実施段階における無償資金協力事業の担当窓口については日本援助予算担当部が務める。改修後の道路や橋梁の維持・管理のみを担当している建設・維持管理部は、全国 9 の州に国道の維持・管理のための州事務所（RDA Provincial Offices）を持っており、さらにその管轄下には 24 の地方事務所（RDA District Provincial & RDA Division Offices）がある。

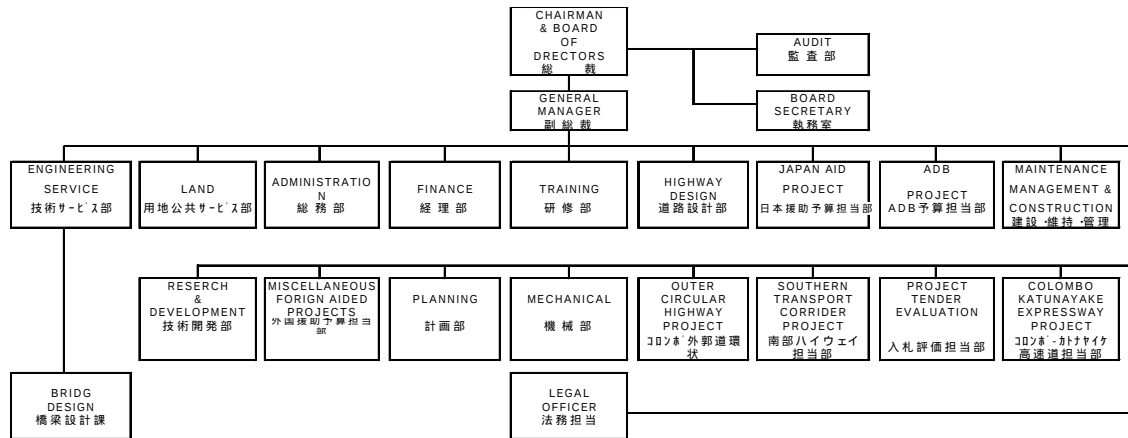


図- 3 . 4 . 2 RDA 組織図

（ 2 ）人員配置

1998 年 3 月時点の RDA 職員総数は、2,065 人である。この中には、総裁をはじめ、部長から警備員にいたるすべての職員が含まれている。主な部署およびクラスの数人は表-3.4.1 に示すとおりである。

表- 3 . 4 . 1 RDA 技術者配置状況

単位：人

担当 部署	技術サービス部			道路設計部	建設・維持管理 部	技術 開発部
	橋梁 担当	高速道 担当	計画 担当			
部長	1（兼務）			1	1	1
次長	1	1	1	—	2	1
チーフエンジニア	—	—	2	—	25	-
シニアエンジニア	2	3	2	3	-	3
中級エンジニア	12	12	2	—	43	-
エンジニア	—	—	4	12	134	5

橋梁工事や道路工事を担当する建設・維持・管理部は、9 州に各所長を配置している。さらに、当部署では技術担当事務職や工事管理者などを各現場に多く配置しており、RDA 全職員数の約 60%に相当する 1,280 人が従事している。

3-4-2 予算

「ス」国全体の国家予算は 1998 年度で 3,072 億ルピーである。公共投資に占める割合は国家予算の約 25%だが、運輸、道路部門に関しては国家予算の 2 %強に過ぎない。

RDA の予算はすべて MOTH に申請し、財務計画省を通して決定される。これらの予算は自主財源（Consolidated Fund）と外国からの援助財源（Foreign Aid）で構成されている。外国からの援助財源の中で、賠償金も予算の中に含まれ、すべて国家予算として措置している。

支出勘定項目では一般管理支出勘定（Recurrent Expenditure）と資本支出勘定（Capital Expenditure）の 2 種類に分別されている。また、支出科目は従来、5 項目に分類されていたが、表-3.4.2 に示すように 4 科目からに統合された。予算状況は表-3.4.3 に示すように、1997 年から 2000 年までの 4 年間で 54 億ルピーから 97 億ルピーに増大している。

表-3.4.2 支出項目

科 目	支 出 勘 定 項 目	適 用 事 業
プロジェクト 1001 ～ 1905	一般管理支出勘定	人件費、旅費、備品購入費、施設維持管理費、電気水道通信費、年金、施設移設費等
プロジェクト 2001	資本支出勘定	道路、橋梁等の維持管理・改良
プロジェクト 2103	資本支出勘定	機材調達
プロジェクト 2104	資本支出勘定	測量試験費、調査設計費、橋梁の架け替え・補強、施設建築費、中期投資計画実施のための地方交付（地方道路改修）

出典：ESTIMATE 2000 MINISTRY OF TRANSPORT AND HIGHWAYS

中でも、実績の出ている道路、橋梁の改良事業に占める割合が高く、97 年から 2,000 年の 4 ヶ年を通して予算総額に占める割合が高いと言える。

さらに、これら総予算の財源を見ると表-3.4.4 に示すようであり、各年度の自主財源が全体の約 6～7 割を占めており、「ス」国の自発的な経済成長を促していることがわかる。

表- 3.4.3 RDA 予算処理状況 単位：百万ルピー

科目 No.	予算科目	1997	1998	1999	2000
プロジェクト 1001 ～ 1905	人件費の一部、旅費、備品購入費、施設維持管理費、電気水道通信費、年金、施設移設費等	276.1	250.6	315.3	319.7
プロジェクト 2001	道路、橋梁等の維持管理・改良	3,309.5	3,391.0	2,897.1	3,627.0
プロジェクト 2103	機材調達	191.9	959.0	97.5	65.0
プロジェクト 2104	測量試験費、調査設計費、橋梁の架け替え・補強、施設建築費、中期投資計画実施のための地方交付（地方道路改修）	1,653.0	2,245.5	3,691.7	5,708.5
合 計		5430.5	6,846.1	7,001.6	9,720.2

出典：ESTIMATE 2000 MINISTRY OF TRANSPORT AND HIGHWAYS

表- 3.4.4 RDA 財源別予算 単位：百万ルピー

財 源	1997	1998	1999	2000
自主財源	3,858.9	4,228.2	4,451.5	6,711.2
外国援助（借款）	1,451.9	2,454.1	2,073.8	2,671.0
その他	119.7	163.8	476.2	338.0
合 計	5,430.5	6,846.1	7,001.6	9,720.2

出典：ESTIMATE 2000 MINISTRY OF TRANSPORT AND HIGHWAYS

3-4-3 要員・技術レベル

RDA は 1986 年に設立され、技術員も年々増加してきた。それ以前の公共事業省時代は特に橋梁建設等の技術レベルは低く、ほとんどが外国の技術に頼っていた状態であった。しかし、RDA として組織されてから、各職員は様々な形で技術トレーニングを受け、着実にその技術力を伸ばしてきている。現在、支間長 20m クラスの橋梁はほとんどが RDA 独自技術により架け替えを行っている。また下部工の施工に技術的な問題が無い場合は、支間長 20m の支間割で中規模橋梁の施工の実績もでてきている。

各技術者は海外での技術トレーニングを受けており、RDA の中でもそのような研修システムを持っている。このため、RDA 職員の技術レベルも十分に備わりつつあり、「ス」国の橋梁や道路設計に関するマニュアルも独自で発行している。このため、本計画をとおして技術科移転を行うことにより、職員の技術レベルの向上が十分期待される。

また RDA による維持管理体制は橋梁工事や道路工事を担当する建設・維持・管理部が同様に指揮しており、地方レベルでは 9 州を始め各県単位にも配置された事務所が担当している。最近は維持管理システムもマニュアル化されてきており、年々そのレベルがあがってきている。また地方道を管理する州政府管轄の土木事務所との連携も進んでいる。RDA による年間維持管理費を表 3-4-5 に示す。

表- 3 . 4 . 5 維持管理費 単位：百万ルピー

科目 No.	予算科目	1997	1998	1999	2000
プロジェクト 1303	建物改修、道路維持管理	264.6	238.0	300.0	300.0
プロジェクト 2001	定期補修	800.0	800.0	700.0	800.0
	Highway 補修	150.0	150.0	150.0	200.0
プロジェクト 2103	橋梁補修用機材購入	—	—	97.5	65.0
プロジェクト 2104	橋梁、函渠の補強、補修	51.0	51.0	51.0	51.0
合 計		1,265.6	1,239.0	1,298.5	1,416.0

出典：ESTIMATE 2000 MINISTRY OF TRANSPORT AND HIGHWAYS

第 4 章 事業計画

第4章 事業計画

4-1 施工計画

4-1-1 施工方針

調査結果を勘案し、プロジェクトがA国債案件として実施されることを前提に本計画の施工計画を提言する。

1) 工期の設定

工事内容は、両橋梁とも準備工、工事期間中の工事用道路工、橋梁工（下部工、上部工、橋梁添架物）、取付道路工、護岸工及び雑工から成る。工事期間は2001年9月開始～2003年9月竣工、引渡しを想定し、全体工期は約24ヶ月となる。このうち4月中旬から6月中旬および10月から11月に至る4ヶ月間は大雨季になるが、この期間中は原則として橋梁下部工工事は行わない。尚、上部工桁製作等は雨季期間中でも作業可能であるため、この期間は専らこの工事を実施する。

2) 各工事の施工方法

代表的な工事全体の流れを、図-4.1.1に示す(ガンボラ橋・ムワガマ橋共通)。

(1) 工事用道路工

橋梁架替工事期間中は、一般車輛の通行は、既設の橋梁を使用する。ただし、工事箇所へのアクセスには工事用道路の設置が必要となる。

(2) 仮栈橋設置工

橋脚部の工事および上部工架設時にはアクセス用の仮栈橋が必要となる。この構造はH型鋼を使用した仮設栈橋とし、4～5ヶ月間に一回程度の補修を見込むものとする。

(3) 基礎の施工

対象橋梁の基礎構造はボーリング調査結果より以下のとおりとする。

表— 4 . 1 . 1 対象橋梁の基礎形式

No.	橋 梁 名	基 礎 工	
		直 接 基 礎	杭 基 礎
No.93	ガンボラ橋	・ 左岸側橋台 ・ 橋脚	・ 右岸側橋台
No.239	ムワガマ橋	・ 適用なし	・ 左岸、右岸橋台 ・ 橋脚

対象 2 橋梁は、ボーリング調査の結果、杭基礎あるいは直接基礎として計画する。杭基礎の場合、「ス」国の地層に適した工法として、以下の場所打ち杭の工法が挙げられる。

孔壁安定のために水頭差による水圧をかけながら掘削するリバース工法
ケーシングにより孔壁防護を行いながら全周面回転しながら掘削する全周回転式オールケーシング工法

両工法とも掘削完了後は、予め組み立てた鉄筋（鉄筋籠）を沈設し、水中コンクリートを所定の位置まで打設する。今次基本設計においては、比較検討の結果、経済性を考慮しリバース工法を想定する。掘削機械および泥水処理設備は日本から調達(あるいは輸入)し現地に搬入する。

両橋とも既存橋梁は新設橋梁完成までの交通手段として確保することから、工事は既存橋梁との近接施工となる。必要な離間を確保し、基礎杭施工時の近接影響に十分配慮しながら施工を実施する。

(4) 下部構造の施工

下部構造としては逆 T 式橋台が経済的にも有利である。基本的に河川内工事となるため、次に示す共通の施工法を採用する。

矢板締切後に掘削を行う。

掘削はバ ックホを使用し行うが、掘削深さが 5 m 以深の場合は、クラムシェルもしくは、小型バ ックホを使用し掘削する。所定の位置に腹起し、切梁を設置し先掘せず慎重に掘り下げる。

所定の深さに達した後、掘削基面を人力により均し、割栗石、砕石を敷設し、床付けコンクリートを打設する。

杭頭処理をした後、フーチング、柱、梁の順位で鉄筋組立、型枠設置、コンクリート打設を行い、下部構造を建ち上げていく。

規定の埋め戻し材料により所定厚さで埋め戻しを行いながら切梁、腹起しなどを撤去する。

所定の高さに地盤高さに達した後、周辺地盤を十分に埋め戻し、矢板を引き抜く。矢板引き抜き時には、沈下対策に十分留意する。

護岸工（蛇籠、ふとん籠等）も併せて施工する。

なお、河川内の工事は洪水発生などの自然災害に弱いため、雨季期間中の工事ではできるだけ避けるようにし、大雨季には行わないこととする。

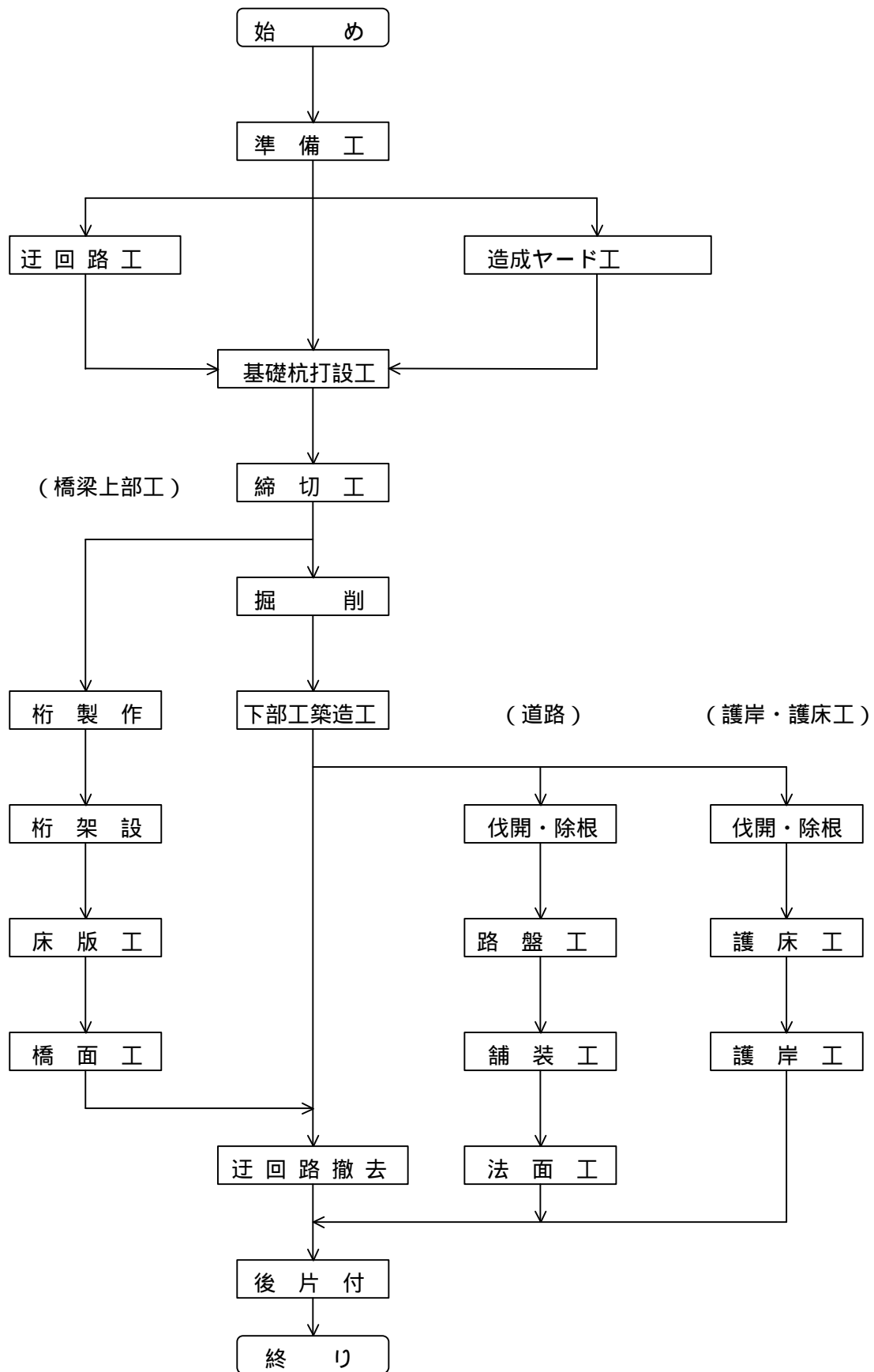


図 - 4 . 1 . 1 施工方法流れ図

(5) 上部構造の施工

想定される P C 連結桁 (R C 連結方式) および鋼橋 (トラスドランガー) に対して、次に施工手順を示す。

表— 4 . 1 . 2 上部工の施工手順

ガンボラ橋	ムワガマ橋
3 径間 P C ポステン連続桁橋 (R C 連結方式) ・架設桁架設)	単純下路形式鋼橋 (トラックレール架設)
P C プレキャスト桁 (セグメント) を製作ヤードで製作する。	工場仮組された橋体部材を搬入し、自走式トラックレールにてヤードで地組みする。
↓ P C プレキャスト桁 (セグメント) を架設ヤードまで運搬し、架設桁を使用し、桁架設を行う。	↓ 河川内の予め計画された位置に仮設橋脚 (鋼製ベント) を据付ける。
↓ 床版、連結部 (場所打ち部) の配筋を行う。	↓ 所定の高さに合わせた仮設橋脚 (鋼製ベント) 上に、トラックレールにトラス桁を架設する。
↓ 中間横桁および間詰めコンクリートを打設する。	↓ 橋体中央部は張り出し施工となるため、揚力止め装置を設置する。
↓ 連結部 (床版、横桁) のコンクリート打設する。	↓ 桁を仮斜吊りしながら、張り出し施工を行う。
↓ 横桁、床版の P C 鋼材の緊張を行う。	↓ ハイテンションボルトを締め付ける。
↓ 歩道部の縁石設置、高欄設置、歩道下に必要な設備を設置する。	↓ 添接部塗装、付属物を設置する。
↓ 橋面工完成後、橋面アスファルト舗装を施す。	↓ 橋体工完了後、床版工、橋面工に移る。
	↓ 歩道部の縁石設置、高欄設置、歩道下に必要な設備を設置する。
	↓ 橋面工完成後、橋面アスファルト舗装を施す。

(6) アプローチ道路工

既設アスファルトを撤去する。

所定位置まで客土により盛土し、路体を形成する。

路体を十分に転圧し、締め固める。

排水側溝、横断排水管等の排水工を施工する。

路盤材（碎石）を所定の厚さに敷き均し、タイヤローラーで十分転圧する。

路盤面（散布面）の浮き石、ゴミ等の異物を取り除き、エンジンブローヤーにより手撒きとする。

敷き均しはアスファルトフィニッシャーを使用し、所定の厚さで敷き均し、初期転圧はマカダムローラーで行い、2次転圧はタイヤローラーで行う。

センターライン、側帯などのライン工を施す。同時に標識等の安全管理施設を施工する。

3) 現地技術者及び資機材の活用

RDAを中心に、民間企業においても優秀な技術者が雇用されている。準国営企業においては、PC桁製作から架設まで行っている状況を踏まえると技術レベルが低いとはいえない。しかし、品質面においては先進諸国との間には格差がある。

「ス」国の建設機材は、ほとんど汎用性がない。クレーン等の重機にしてもその数が限られており、現地調達困難な機械は第三国もしくは日本からの持ち込む計画とする。

4) 現地施工業者の活用

橋梁上部工以外の工種については、日本の建設業者の監督・指導の下に、サブコンとし現地業者を参画させ、同国の建設技術の向上に寄与する。

5) 日本からの技術者派遣

以下の工種については、日本から専門技術者を派遣し、現場での管理・施工に当たる。

PC工：PC桁の製作、PC緊張工、桁架設工

鷹工：鋼橋架設工、特殊足場組立

塗装工：鋼橋塗装の指導

運転工（プラント）

運転工（場所打ち杭）

4 - 1 - 2 施工上の留意事項

本工事の施工計画作成に際しては、「ス」国特有の気象条件（乾季及び雨季）、資機材の調達事情等に留意して、実施可能なものを立案する必要がある。

1）雨季、乾季を考慮した工事工程

「ス」国では、乾季・雨季がはっきりしており、雨季である4月から10月にかけて著しく稼働率が低下する。基礎工、橋梁下部工などの工種については、極力乾季に実施するものとする。また、乾季工事を中心とした機材使用計画を立案する。

準備工、作業基地設営等は、「ス」国と施工業者間の契約が成立後、即時に着手する計画とする。また、日本からの資機材の搬入は、シンガポール経由の不定期便の利用となり、現状1.5～2.5ヶ月を要しているが、本計画では、1.5ヶ月として輸送計画を行う。

2）建設資機材のサイトへのアクセス

建設資機材のサイトへの搬入は主に陸路を使った輸送である。また「ス」国内にて調達が困難な資機材は、国外より輸入し、海路を使った場合には、コロンボ港にて、また空路を使った場合には、カトナヤケ国際空港からサイトへ搬入する。

（１） 陸路

国内にて調達が可能な資機材は、ほぼ全てコロンボ地区にあり、また輸入資機材はコロンボ港に入るため、コロンボ市からサイトへのアクセスルートを確保する必要がある。

ガンボラ橋へのアクセス

コロンボから約115 k m東北にある第2の都市キャンディと中央高地にあたるヌワラ・エリヤを結ぶ主要幹線道路A 5号線をキャンディからヌワラ・エリヤに向かって約20 k m南下したところで「ス」国最大の流域を誇るマハヴェリ河を交差する箇所にガンボラ橋が架橋されている。

ムワガマ橋へのアクセス

コロンボからA-4号線を南東に約110 k mにあるラトナプラ市を越えて、B390道路に入り、南西に2 km、カル河を架橋する箇所にムワガマ橋が架橋されている。

(2) 海路

国外より船便にて輸入する資機材は、全てコロンボ港で荷揚げし、その後、内陸路で輸送する。日本より調達する場合は、日本にて船積み後サイト着まで1.5ヶ月の計画とする。

(3) 空路

海外より航空便にて資機材を輸入する場合は、カトナヤケ国際空港にて荷揚げし、A-3号線にてコロンボ市内に入り、上記ルートにてサイトへ搬入する。

(4) 輸入手続きについて

「ス」国内にて調達不可能な資機材においては、日本から輸入を行うものとする。ODAにおける免税措置規定により関税等の課税対象とならないが、「ス」国においては直接的な免税措置が不可能なため、実施機関であるRDAが免税分相当額を予算化し、建設業者へ還付する形式をとる。この場合、還付期間により業者側の利息負担が生じるため、課税額を予めRDAで予算化させるため輸入資材のリストおよび税金負担額をRDAへ提示する。

- * 輸入が必要な資機材のマスターリストを作成・提出
- * マスターリストに関する「ス」国関係各庁の承認
- * 輸入資機材が入国した後、課税対照の資機材に関して輸入税等の諸税金を支払って通関を済ませた後サイトへ搬入。通関時には輸入税の他に、国防費付加金(NSL)、付加価値税(GST)が賦課される。付加価値税(GST)の税率は、現在12.5%である。

3) 建設に必要な用地と障害物の移設・撤去

工事に必要な用地の取得および障害物の移設・撤去に関しては、相手側政府の負担事項となっている。実施機関であるRDAの組織内には用地収容担当の部署が設けられており、RDAの事業に関わる用地収容はすべてこの部署で手続きが進められることになる。当該橋梁建設に必要な用地収容も同様な手続きで実施されることになる。ただし、電気、電話、水道等の施設については、関連機関との協議が必要となるため、施設の撤去・移設が必要なものについては、従前にRDAを通じて手続きを進めるものとする。

用地収用と施設等障害物の移設・撤去

現地調査結果に「ス」国政府の関係各庁が用地収用及び建設に際して障害となる公共設備の移設復旧を行うこととなる。表 - 4.1.3, 4.1.4に用地収用と移設必要な施設の概要を示す。

表 - 4 . 1 . 3 用地収用の概要

項目		No.93 ガンボラ橋		No.239 ムワガマ橋	
施工時 / 本設		施工時	本設	施工時	本設
民間	左岸側	-	-	-	住居：11件
	右岸側	-	-	-	住居：4件
公共	左岸側	-	学校：4棟	地方道路(Ekwas)	-
	右岸側	コミュニティホール	-	地方道路(Ekwas)	-

表 - 4 . 1 . 4 移設が必要な施設等

項目	関係機関	ガンボラ橋	ムワガマ橋
電気	Ceylon Electric Board	高圧：11kv（施工前・後） 低圧：230v（施工後）	高圧：33kv（施工前・後） 低圧：230v（施工後）
水道	National Water Supply & Drainage Board	φ 225mm（施工後） φ 150mm（施工後）	φ 225mm（施工後） φ 150mm（施工後） φ 100mm（施工後）
電話	Sri Lanka Telecom	φ 150mm埋設ケーブル（施工後） 架空線（施工後）	φ 100mm埋設ケーブル（施工後） φ 75mm埋設ケーブル（施工後）
その他		電信柱 電話交換器（ユニット板）	電信柱 1 式
移設費（百万 Rs）		1.0 （=1.35百万円）	0.7 （=0.95百万円）

(1Rs=1.35円)

工所用仮設用地

工事期間中、仮建物、仮設備の設置及び資機材の保管用として仮設用地の確保が必要である。現在、考えられる候補用地及び用途を表 - 4.1.5に記す。

表 - 4 . 1 . 5 工所用仮設用地

	No.93 ガンボラ橋	No.239 ムワガマ橋
候補地	既設橋梁の上・下流側、左岸(学校用地、国有地)、作業構台	既設橋梁の下流側左・右岸 (民地)
用途	工所用進入路、現場事務所、建設資材置き場、機械の保管用地、各種プラント	既設道路の迂回路、切り回し道路、現場事務所、建設資材、機械の保管用地、各種プラント
項目	作業ヤード、作業構台	作業ヤード

付替道路

ムワガマ橋側は既設生活道路が建設予定敷き地内を横断している。施工時には全面通行止めとなるが、建設後は機能を復旧する必要があるため、表 - 4.1.6のように付替道路を設置する。

表 - 4 . 1 . 6 付替道路

	No.93 ガンボラ橋	No.239 ムワガマ橋
場所	RDAとの協議の結果、設置しない。	既設橋梁の左岸30m・右岸50m
仕様	—	Eクラス (地方道路：全幅 4 m) アスファルト舗装

交通遮断

既存橋梁は新橋建設時に残置させ、現況の交通を遮断させる必要性はない。但し、大型車両の回送(桁運搬若しくは架設時) 一時的な新設アプローチ道路の建設時など、やむをえず交通の遮断を余儀なくされる場合には、関係機関から許可を得たうえで、交通遮断を行うものとする。

交通遮断を行う際はできるだけ交通量の少ない夜間とし、必要な掲示板、保護設備、交通誘導員等を配備し万全な対策をこうじて作業を行うものとする。

通関処理

日本からの調達資機材は、主としてシンガポール国からの搬入となるが、円滑な通関処理のため「ス」政府関係者に対し事前の理解を図っておくなどの対策が必要である。

安全対策

両橋梁とも現地事務所、現地宿泊所をそれぞれ設置する。また、工事中の資機材管理、交通案内のためガードマンを配置させる。

表 - 4 . 1 . 7 対象橋梁施工実施時の安全対策

橋 梁 名	安全対策	
	工事管理	資機材管理
No.93 ガンボラ橋	現橋梁のすぐそばで重量物の運搬・架設や高所作業を伴うため、安全対策が不可欠である。また、仮栈橋を使った橋脚工事となるため、栈橋上に多数の工事用車輛が通行するため落下対策も必要となる。	現場詰所は、各橋梁位置に設置する計画であるが、市街地が近距離にあるため、市内の電話による交信は可能である。しかし、テロによる無作為な行動もあるため、無線用トランシーバーを常時携帯して、連絡可能な連絡体制をつくる。
No.239 ムワガマ橋	橋梁付近は市場、宅地が存在し、住民の往来が多い地域である。資機材の搬送、重機の回送時には、警備員を配置し歩行者及び近隣への安全対策に十分配慮する。また、既存橋梁との近接施工となるため、玉掛け、ホッパーによるコンクリート打設等には、既設橋および付帯設備、橋梁添架物等に接触しないよう十分注意する。	また、夜間の現場、資機材管理には警備員を配置し、盗難等による資機材の紛失を未然に防止する。

4 - 1 - 3 施工区分

本計画における橋梁本体工およびアプローチ道路の施工は、全て日本側の負担により実施される。

4 - 1 - 4 施工監理計画

コンサルタント契約後の実施設計、入札図書作成、入札までは日本人スタッフで構成する総括、橋梁担当（計画、上部工、下部工）、道路担当、自然条件調査担当、入札図書担当等が業務に当たる。工事期間中にはコンサルタントから日本人の常駐監理者と主要工事の監督、指導のために要員を現地に派遣する。主要なスタッフの役割分担は次に示すとおりである。

1) 業務主任

実施設計、入札、工事監理全体に係わる業務を総括的に担当する。

2) 橋梁担当（計画、上部工、下部工）

実施設計の期間には各々の役割分担に応じて、上部工、下部工、基礎工、仮設工、架設付帯工等の設計を行い、図面を作成し数量計算を行う。

3) 道路担当（道路設計）・道路工

実施設計の期間には各々の役割分担に応じて取付道路改修計画のための設計を行い、作図及び数量計算を行う。

4) 入札図書担当

実施設計の期間に入札図書、契約書を作成し、入札、契約業務を担当する。

5) 常駐監理者

工事の最初から工事完了まで現地に駐在して、品質管理、工程管理、安全管理等の技術的業務及び一連の事務的な処理を担当する。橋梁建設期間中には橋梁本体工、路盤工、舗装工、付帯工など工事施工監理、立ち会い検査も担当する。

6) 橋梁工（上・下部工）

橋梁工の各工種毎に、品質管理、工程管理、安全管理等の技術的業務および事務的な処理をそれぞれ担当する。橋梁建設期間中には橋梁下部工、上部工（鋼橋）、付属施設工、付帯工など工事監理、立ち会い検査を担当する。

4 - 1 - 5 資機材調達計画

1) 労務状況

「ス」国は、仏教国といわれているが他宗教信者も多い。労務管理において、これら地元の宗教、習慣を理解し協調することが工事を完成させるのに大きな要因をなすと思われる。労務者は付和雷同型といわれているため、この点を十分に理解する必要がある。

(1) 建設技術者

建設技術者の内、エンジニア級の技術者は、ペラデニア大学とモラトワ工科大学の2校からの卒業生であり毎年1,500人程の卒業生を出しているが、土木工事技術者はその内、約100人程度である。その他、専門短期大学、工業高校が平均各県に1校有り毎年、技術者を送り出している。

(2) 第3国労務者

「ス」国では、比較的第三国人に対する労働ビザが取得し易くまた政府も国外に優秀な技術を取り入れるべく努力をおこなっている。日本企業をはじめインド、韓国、中国、シンガポール、アメリカ、ヨーロッパ等の企業の進出が年々増加しているとのことである。ただし、一般労務者の入国労働は困難である。

(3) 「ス」国における雇用に関する法規等

地元労務者を雇用するにあたり企業に科せられる雇用法規がある。ここで雇用時に重要とおもわれる条件を以下に示す。

表 - 4 . 1 . 8 「ス」国における関連労働法規

	給与体系：	ENGINEERING TRADE（以下ETと言う）とHOPE&OFFICE EMPLOYEE以下SOEと言う）の2つに分けられている。また、ETとSOEは、下記の職種が含まれる。ET... 技術職（電気技師、機械技師、土木技師、建築技師、修工、スタッフ）肉体労働職（土工、運転手、大工、掃除夫、ガードマン） SOE...事務職（クラーク、タピスト、事務員）但し、各会社とも解釈が異なり上記の職種分類は、絶対的なものではない。
	労働時間：	一週間当たり48時間とする。
	休日及び公休日：	全労働者は週当たり1日の休日をあたえられる。月給者は、法定祝祭日9日分の休暇を与えられる。但し、当日に仕事をした場合2倍給となる上、後日振り替え休日となる。休日、祝祭日に仕事をした場合、最初の8時間は1.5倍給、8時間を超える時間については2倍給となる。
	年次休暇	普通年288日間、勤務した者は、14日間の有給休暇が与えられる。また、SOEにはその外に7日間の特別有給休暇が与えられる。
	疾病休暇	1年の勤務内に決められた医務官の医療証明書を提出の上、7日間から14日間の疾病休暇が与えられる。また、この間の給与は補償される。

	事故休暇	勤務中、事故にてケガをした場合、１年間に７日以内の事故休暇が与えられる。７日以上の場合は、労働保険の範囲となる。
	残業手当	残業手当では下記のように計算され与えられる。 (A) 月給者の残業手当用時給計算は、 ・ E T １時間あたり残業給 = 月給額 / 200 時間 ・ S O E １時間あたり残業給 = 月給額 / 240 時間 (B) 日給者の残業手当用時給計算は ・ E T １時間あたりの残業給 = 日給額 / 8 時間 ・ S O E １時間あたりの残業給 = 日給額 / 8 時間 (C) 残業手当では1.5倍給となる。
	退職・解雇	退職・解雇には必ずその理由が伴わなければならないがその理由として法律上、慣習上 下記のように分けられる。 (A)LAY-OUT : 工事が最盛期を過ぎ余剰人員が出てきた時に人員を削減する。 (B)RESIGNATION : 自己の理由により退職する。 (C)VOCATION OF POST : 無承認で職場を長期間休んだ場合。 (D)TERMINATION : 業務内容が不適当であったり事故等の問題を起こした場合。 (A)の場合、解雇者リスト、その理由書を労働基準監督所へ提出し、解雇許可が出た後「ONE MONTH NOTICE」を解雇職員へ提出し解雇とする。(D)の場合は、即座に解雇し、その旨を労働基準監督所へ報告する。
	年金制	給与総額の 15 % は年金として雇用者に支払われる。

(４) 月当たり稼働日数

本計画における月あたり稼働日数は以下の通りである。

表 - 4 . 1 . 9 月当り稼働日数

月	平日	日曜日	土曜日	祭日 () *1	降雨日数10mm以上		備考
					ガンボラ	ムガマ	
1	18	5	5	2(3)	2.0	3.8	*2 乾期平均降雨日数： ガンボラ：6.7日 / 月 ムガマ：6.2日 / 月
2	19	4	4	1(2)	2.0	2.8	
3	23	4	4	0(0)	3.6	6.6	
4	16	4	4	1(6)	9.2	10.0	*2 雨期平均降雨日数： ガンボラ：10.1日 / 月 ムガマ：11.3日 / 月
5	18	5	4	0(4)	7	12.2	
6	21	4	4	1(1)	11	13.4	
7	20	5	5	1(1)	12.8	9.8	
8	22	4	4	1(1)	10.4	9.4	
9	21	4	4	1(1)	9.2	12.4	
10	20	5	5	1(1)	11	11.8	
11	21	4	4	1(1)	6.8	9.6	
12	21	4	5	1(1)	2.8	7.2	
計	240日	52日	52日	11(22)日	87.8日	110.0日	240+52+11+22=365日

*1：() 日曜日と祭日が重複 *2：降雨日数は5カ年間の平均日数

< 月稼働日の算定 >

乾期：日曜日と祭日以外を稼働日と考える。

(365-52-11)/12 25日 (稼働率：25/30 = 83%)

雨期：降雨日数による稼働率の低減 (休日降雨日として計算)

[25日 - {(10.1日 + 11.3日) / 2 - 52日 / 12月}] / 12 19日 (稼働率：19/30 = 63%)

2) 建設資機材調達状況

(1) 建設資材

セメント

現在治安上の理由で、国産セメントは西部及び南部の2工場のみ生産となっている。

しかし、需要に対して供給(生産)が満たされずインド、マレーシア及び南アフリカ等から輸入している状況である。国内のセメント供給業者は、Mahaweli Marine Co. Ltd., Ruhunu Cement Co. Ltd., St. Anthony Connoliadated Ltd., Jayan Jaya Traders, Expo Lanaka Commodition Ltd., Mascon Ltd., Lanka Cement Ltd., and L.N.T. Co..

生コンクリート

「ス」国内にて生コンを生産し供給が出来る会社は、10社有り表-4.1.10に記載したとおりである。しかし、各会社とも保有プラントと生コン運搬車の保有台数に限りがあり、コロンボ地区以外の他地区への供給は非常に困難と思われる。

そのため、日本からバッチャープラント持ち込み供給する計画とする。

表 - 4 . 1 . 1 0 生コン生産業社

生コン生産業社名	保有数
SANKEN LANLA (PVT) LTD	Colombo 4 no.、 Kandy 1 no.
DEVCO SHOWA (PVT) LTD	Colombo 2 no.、 Kandy 1 no.
INFORMAX CONSTRUCTION (PVT) LTD	Colombo 2 no.、 Galle 1 no.
TUDAWA SROTHERS	Colombo 2 no.
SUNBEE READY MIXED	Colombo 1 no.
MAGA ENGINEERING	Colombo 2 no.、 Ratnapula 1 no.
INTERNATIONAL CONSTRUCTION CONSORTIUM	Colombo 2 no.、 Ambalagd 1 no.
KEANGNAM READY MIXED	Colombo 2 no.、 Jaela 1 no.
LANKEM LANKA	Colombo 1 no.
LINK ENGINEERS	Colombo 2 no.、 Amparo 1 no.

アスファルト（瀝青材料）

アスファルトを生産し供給できる企業は、表-4.1.11に示すように、いずれもコロンボ地区にある。建設業者がアスファルトを入手する場合は、必要な数量を国営企業のCEYLON PETROLEUM CORPORATINに申請して購入することとなる。特殊仕様のアスファルトはシンガポール等の第3国から輸入しているが、その他は全て国産を使用しており、今次計画への供給量も需要に対して問題になることはない。

表 - 4 . 1 . 1 1 アスファルト生産業社

アスファルト生産業社名	プラント所在地
1) INTERNATIONAL CONSTRUCTION CONSORTIUM LTD	MADAOATHA (No.291 Modara Street Colombo 15)
2) SHAKEN ENGINEERING (PVT) LTD	PAPPLIYAWELA (401-8-1/1 Gall Road Colombo 4)
3) INDUSTRIAL ASPHALT LTD.	28/7 Nuge Road, Peliyagado
4) INFORMES CONCRETE LTD.	9, Kovil Veediya, Colombo 10
5) LINK ENGINEER	333, T.B. Joyah Mawatha, Colombo 10
6) R.D.&C.C	Angulana

鋼材（鉄筋、鋼材）

鉄筋は、セメントと同様に国内生産量が需要に対して追いつかず、また材料規格にも限度があり、南アフリカ、シンガポールからのBS規格製品の輸入が多い。その他鋼材については、特殊鋼材、大型鋼材以外は国内にて入手が可能である。橋梁建設にて多量に使用するPC鋼材及び覆鋼板は全て日本からの調達とし、その他の鋼材については、現地調達する。

コンクリート骨材及び道路用盛り土材、路盤材

コンクリートおよびアスファルト舗装用骨材に関しては、「ス」国にて十分調達可能である。国内業者が大小合わせて10基以上の骨材生産プラントを保有している。両橋建設現場付近から調達可能な骨材プラントを有する採石場の候補地の概要は以下のとおりである。また、現在建設工事を行っている業者で自社プラントを有している業者からの調達も可能であり、必要な骨材は全て調達可能である。

表 - 4 . 1 . 1 2 骨材・盛り土材の調達候補地と材料適否

材 料	種 類	NO.93 ガンボラ橋	No.239ムワガマ橋
骨 材 (コン クリ ート ・ ア ス フ アル ト 舗 装 用)	細 骨 材 (砂)	マバ ¹ エリ河川砂 ADBプロジェクトにおける細骨材の室内試験結果より、コンクリート用の細骨材としての適用が可能である。	ケ ² ニ河、カル河川砂 ヲ ³ ナ ⁴ ラ ⁵ 近郊には細骨材の採取可能な地域は存在しないため、コロ ⁶ ンボ近郊からの調達になる。
	粗 骨 材 (ク ラ ッ シャ ー ラ ン)	コ ⁷ ト ⁸ マ ⁹ レ ¹⁰ ダム付近～20km : Kotmalleダム建設時に採掘された採石場である。2基の圧砕機が設置されており、生産量も十分にあり、当該橋梁建設に使用することが可能である。 岩質は暗青色を示す変成岩（片麻岩）を主体とするが、珪質のものや花崗岩質のものも若干見受けられる。岩盤としては軟岩～中硬岩クラスであるが、骨材片としては概ね中硬岩クラスと考えられる。当岩石のもつ片理のため、砕石時に平たく偏平形状を呈するものの、以上の岩種、岩質、また、既存コンクリート構造物、舗装材として適用された実績より当該工事でのコンクリート、アスファルト舗装用の骨材として適用可能である。 A005～15km NuwaraElya側 : の採石場との岩種とほぼ類似しているため、工事への適用は可能である。ただし、圧砕機が完備されていないため、人力による粉碎を行っており、生産量は不十分であると判断される。	A4～40km付近Balangoda : ヲ ³ ナ ⁴ ラ ⁵ の東方約40km付近にあるBalangodaからBクラス道路を約6km南下した付近に採石場が点在する。岩石を採取し、近く（1km）のRC&DCのアスファルトプラント（圧砕機1基）へ運搬されクラッシャーランを生成している。いくつかの採石場が岩石を持ち込んでいるので、生産量としては十分であると判断される。岩質は軟岩から中硬岩の片麻岩であり、黒脈状の黒雲母密集体と白脈状の長石密集体が見られる。主体は硬質で安定しており、砕石材または骨材としては十分に適用可能である。 ただし、白色の長石を多く含む花崗岩質のものが少量見られるが、これは比較的 もろく使用は避ける必要がある。

盛り土材	B154号線～3km付近パデニア側： 既設のガソラ橋より3km程度離れた両側切土法面である。土砂砂質シルト～シルト質砂を呈しており、盛り土材として使用は可能である。ただし、場所によっては、表層付近に赤茶色の非常に酸化・風化の進んだシルト質粘土～粘土質シルト状の土が在り、これは盛り土材としては適当でないと判断される。 B154号線～5km付近パデニア側： 既設のガソラ橋より5km程度離れた片側切土法面より、現在RDAが道路の路体材として採取している。母岩より未風化で残存した石英の小礫を多く含み、砂礫混じりシルト質砂状を呈している。礫分を混入することから、また、砂質土状を呈していることから、締め固め特性は良く、盛り土材として適用可能である。	ヲナプラ付近～5km 現在RDAで採取している土取り場はヲナプラ付近には存在しない。ただし、周辺の地盤状況から盛り土材の採取は可能であり、候補地は5km圏内で選定されることになる。材料は赤茶色の非常に酸化・風化の進んだシルト質粘土～砂質土であり、盛り土材への適用は可能と判断される。ただし、採取場所の選定にあたっては、事前に原位置および室内試験の結果から判断されることが望まれる。
------	--	---

木材

「ス」国にて、全ての木材の入手はできる。ただし、特殊型梓ベニヤ板及び15mm厚以上のベニヤ板の入手は不可能である。材質も比較的良質で、橋梁建設には十分使用可能と思われる。

その他建設資材

表-4.1.13は主要建設資材の調達先を示す。

表 - 4 . 1 . 1 3 主要建設資材調達先

建設資材名	現地調達	日本調達	調達理由	輸送ルート
セメント	○		インド、南アフリカ輸入製品	
コンクリート混和材		○	品質保持	シンガポール経由
鉄筋	○		スリランカ、シンガポール製品、	シンガポール経由
仮設用鋼材		○	調達不可能	シンガポール経由
PC鋼線、PC鋼棒		○	調達不可能	シンガポール経由
歴青材料	○			
碎石、砂	○			
一般木材	○			
型枠（合板、鋼製）	○（合板）	○（鋼製）	シンガポール輸入製品（合板）	シンガポール経由
支保工・足場材	○		シンガポール輸入製品併用	
伸縮継ぎ手（ゴム系）		○	品質保持	シンガポール経由
支承（ゴム系）		○	品質保持	シンガポール経由
コンクリートパイプ	○		輸入製品	

（２）建設機械

建設機械には、政府機関保有の機械と民間企業の保有する機械がある。建設業者は一般的に独自に機械を保有して工事を行っているがリース業を専門に営む企業もある。

ただし、ほぼ８割方中古機械のため、維持管理を十分に行わないと工事に支障を来すことになる。

特に機械部品は、各企業とも十分な量の在庫を持っていない。機械が故障すると部品を国外から輸入するため数日間、数週間、最悪の事態だと、数ヶ月間工事が中断することもある。

工事を施工する場合、建設業社の保有する機械及びリース機械の状態を十分に認識して、工事が中断という事態を避けなければならない。

(3) 政府機関保有建機、プラント (生コン、アスファルト)

「ス」国の政府機関が保有している建設機械は表-4.1.14に示す通りである。一般の建設業社がリースすることはできないが、例外として担当官庁の工事についてはリースすることが出来る場合もあるとのことである。

表 - 4 . 1 . 1 4 政府機関保有の建設機械

機械名	仕様 / 能力	台数
ブルドーザー	50HP - 140HP	48
スクレーパー	10M3 以下	1
モーターグレーダー	3M - 4M	37
ホイールローダー	5M3 - 2.0M3	23
ドリリングマシーン		1
コンプレッサー	350C.F.H	33
パイリング マシーン		3
パイプレーション ローラー	10TON以下	2
ダンプトラック	10TON以下	220
トラッククレーン	10TON以下	20

*台数には、若干の違いはある。

(4) 国内で調達あるいはリース可能な建設機械、プラント

「ス」国内では、一般的な建設機械は、ほぼ調達可能ではあるが、台数に限りがあり、また稼働率も 非常に悪い。交換部品の入手にも相当な時間を要するため、工事期間に余裕の無い工事に関しては、国外より機械を持ち込み、また交換部品も用意する必要がある。

「ス」国にて調達及びリース可能な建設機械は表-4.1.15の通りである。

表 - 4 . 1 . 1 5 国内調達可能な建設機械リスト

建設機械名	仕様 / 能力	数量
バックホウ	0.5m ³ 以下	6
	0.5m ³ - 1.0m ³	44
	1.1m ³ - 1.5m ³	7
	1.5m ³ 以上	3
ブルドーザ	50 H.P - 100 H.P	143
	101 H.P - 139 H.P	88
	140 H.P - 179 H.P	25
	180 H.P - 250 H.P	41
	251 H.P - 350 H.P	32
	350 H.P 以上	17
モーターグレーダー	3.0m (ブレード長)	13
	3.5m (ブレード長)	67
	4.5m (ブレード長)	6
ホイールローダー	1.5m ³ 以下	14
	1.5m ³ - 2.0m ³	70
	2.0m ³ - 2.5m ³	33
	2.5m ³ 以上	12
タイヤ式バックホウ	1.0m ³ 以下	68
コンプレサー	175 C.F.M	40
	175 - 350 C.F.M	42
	350 C.F.M 以上	13
バイブレーションローラー	5ton 以下	8
	5ton - 10ton	10
ダンプトラック	5ton 以下	55
	5ton - 7ton	147
	7ton - 10ton	97
	10ton - 16ton	120
	16ton 以上	35
アスファルトプラント	50ton/h 以下	1
	50ton/h 以上	3
ディストリビューター	1,000 リッター	19
	4,000 リッター	4
トラッククレーン	10ton 以下	2
	10ton 以上	24
クローラークレーン	37ton	15
	80ton	2
ストーンクラッシャー	20ton/h 以下	1
	20ton/h - 50ton/h	30
	50ton/h - 100ton/h	11
	100ton/h 以上	4

3) 「ス」国外で調達を計画しなければならない建設機械

建設用特殊機械の調達は、国内での調達ははなはだ困難であり、スムーズな工事遂行を考察するためには国外からの搬入が必要となる。表 - 4.1.16には「ス」国外より搬入しなければならないと思われる機械をリストアップした。

表 - 4 . 1 . 1 6 輸入必要機械

建設機械名	仕様 / 能力
クローラクレーン	50 TON, 80TON
バイブロハンマー	90 KW, 60 KW
発電機	250 KVA
コンプレッサー	11 M3
アースオーガー機械	1,000 M3 - 1,200 M3
リバース掘削機械	S 320
グラウト機械	φ 1,000 ~ φ 3,000
クローラードリル	38 MM, 50 MM
	38 MM, 50 MM

4) 建設機械の維持管理

機械の維持管理は非常に大切で工事の成功を左右する大きな要因の一つにあげられる。

燃料・油脂の原料は「ス」国では全て輸入にたよっているが、燃料自体は需要に対して供給は十分である。油脂は機械によっては、特殊油脂を使用する場合がある為、これらの油脂は、あらかじめ機械を選定した時点で輸入する必要があるとおもわれる。また、機械部品に関しては、地元業者の機械を使用する場合でも、長期間に渡って自社にて管理使用する機械はもちろん、リース機械であってもあらかじめ機種を確認してサイトにストックする必要がある。

5) 現地建設業者

橋梁建設工事に携わる企業は、国営企業、民間企業ともに測量・調査会社、設計会社、施工会社等である。下記に記載した企業は、道路開発公社（RDA）に登録された優秀な企業である。

表 - 4 . 1 . 1 7 「ス」国 主要ローカル建設業者

種別	企業名
国営企業	STATE DEVELOPMENT & CONSTRUCTION CORPORATION (No.7 Borupana Road, Ratmalana) STATE ENGINEERING CORPORATION (P.O.Box 194, 130 W.A.D. Ramanayake Mawatha, Colombo 2)
準国営企業 道路開発公社 (RDA) 専属業者	ROAD CONSTRUCTION & DEVELOPMENT CO. (“Sethsiripaya”, Battaramulla, Sri Lanka)
民営企業	CML EDWARS CONSTRUCTION CO.,LTD (P.O.Box 1305, No.30, Hanupitiya Road, Colombo 2) SAMUEL SONS & CO.,LTD (P.O.Box 46, 164 Messenger Street, Colombo 12) INTERNATIONAL CONSTRUCTION CONSORTIUM LTD (291, Modera Street Colombo 15) MEGA ENGINEERING (PVT) LTD (200, Nawara Road, Colombo 5) TUDAWA BROTHERS LTD (P.O.Box 26 505/2, Elvitigala Mawatha, Colombo 5) DHARMASENA & COMPANY (106, D.S.Senanayake Road, Colombo 8) DAYA CONSTRUCTION (PVT) LTD (171, Kesbewa Road, Boralesgamuwa) KEANGNAM ENTERPRISES LTD (221/3, Panipitiya Road, Battaramulla) WALKER SONS & CO. ENGINEERS (PVT) LTD (250, Ramanathan Mawatha, Colombo 15)

6) インジニアリング・コンサルタント会社

表 - 4 . 1 . 1 8 「ス」国における主要なエンジニアリング・コンサルタント会社

種別	企業名
民間企業	CHANDRASENA & PARTNERS (22/1, Edomonto Road, Colombo 6) MAHAWELI ENGINEERING & CISTRATION AGENCY (11, Jawatta Road, Colombo 5) W.S. ATKINS INTERNATIONAL LTD (39, St, Michael's Road, Colombo 3) SCOTT WILSON KIRKPATRICK (Suite 13A, Tower Block, Station Road, Colombo 4) RESOURCES DEVELOPMENT CONSULTANTS LTD (55 2/1, Calle Road, Colombo 3) COST ENGINEERING SERVICES (PVT) LTD (20/2A, Narahenpita Road, Nawala) CENTRAL ENGINEERING CONSULTANCY BUREAU (415, Bouddhaloka Mawatha, Colombo 7) ASPHALTIN (PVT) LTD (32/4, Flower Road, Colombo 3)

7) 「ス」国に進出の外国の建設会社（インド、東南アジア、ヨーロッパ等）

現在、「ス」国にて活動している外国の建設業者は表-4.1.19に示す。

表 - 4 . 1 . 1 9 「ス」国における外国の建設業社

建設業社名	住 所
AF CONS (インド)	No.50/12 Sir James.Peiris Mawatha Col.2
CHRISTIANI NIELSEN (デンマーク)	No.190 Galle Road Col.3
W.S.ATKINS (デンマーク)	No.39 St.Michale's Road Col.3
LEMMIN KAINEN CONSTRUCTION LTD (フィンランド)	No.64 Horton Place Col.7
KEANGNAM ENTERPRISES LTD (韓国)	No.221/3 Pannipitiya Road Battaramulla
SKANSKA INTERNATIONAL (デンマーク)	No.21A Balahenmulla Lane Col.6
JILIN (中華人民共和国)	No.7 Rorlshue Place Off Col.10
SHANHAI ENGINEERING CONS.GROUP (インド)	No.127/3 Vije Kumaratnuge Mawatha Col.6

8) 「ス」国における日本の建設会社

現在、スリランカでプロジェクトを実施している日本の建設会社は表 - 4-1-20に示すとおりである。

表 - 4 . 1 . 2 0 「ス」国における日本の建設業社

建設業者名	住 所
鹿島建設 株式会社 株式会社 熊谷組	NO.481-C GALLERO, COLOMBO 3 2ND FLOOR NANDA INVESTMENTS BUILDING 25-2/1 C.W.W KANNANGARA MWT, COLOMBO 7 C/O COLOMBO HILTON HOTEL SQUARE LOYUS RD. COLOMBO 1
大成建設 株式会社 株式会社 間組 三井建設 株式会社 五洋・若築建設共同企業体	7TH FLOOR UNITY PLAZA BAMBALAPITIYA COLOMBO 4 295 MADAMPITIYA RD, COLOMBO 14 P.O.BOX 383 KOCHCHI-KADE GATE No.4 COLOMBO PORT COLOMBO 13

4 - 1 - 6 実施工程

本計画は交換公文（Exchange of Note）締結後、次に示すプロセスで実施される。

1) コンサルタント契約・実施

コンサルタント契約後、実施設計を行い、設計図書、入札関係書類などを作成する。

2) 工期の設定

工事契約は「ス」国政府と日本の建設業者との間の契約、すなわち直接方式である。日本の建設業者の選定方式は日本の業者を対象にした一般競争入札を原則としている。

事前に審査項目をJICAと協議し、承認を受けた建設業者の事前資格審査を行う。資格審査は「ス」国政府の実施機関をコンサルタントが代行する。

入札審査及び落札者の決定は、「ス」国政府、コンサルタント、入札参加者が出席し、JICA担当者の立ち会いで行う。その後工事契約に至る。

工事契約の締結と平行して「ス」国政府は、援助資金を日本政府から受け入れ、かつ日本側契約者に対して支払うための特別勘定（口座）を開設し運用するため、日本の外国為替公認銀行との間で銀行取り決めを早急に締結する。この銀行取り決めは、日本側契約者が契約支払い条項に基づく前払いの受け取り、あるいは輸出承認を通産省より取得するための申請書に必要な支払い授權書（A/P）を「ス」国政府が受給する根拠となるものであり、契約締結と同時に実施に入るために必要である。

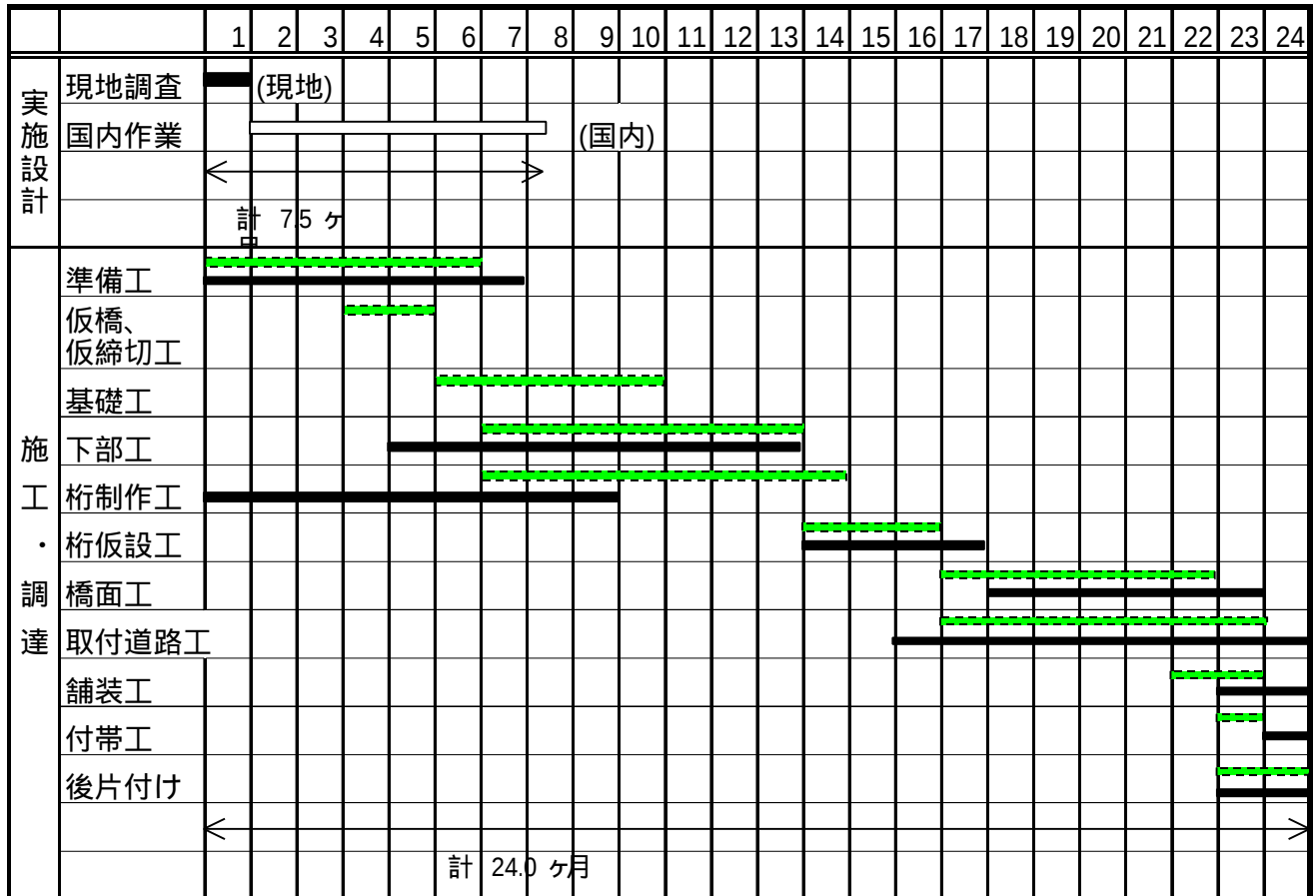
次に契約の認証が必要である。契約の認証とはこれまでに書かれた契約が、当該援助（贈与）の対象としての的確であることを日本政府が確証する事であり、契約の発行要件である。具体的には、外務省が「ス」国政府から、通常我が国在外公館を通じて契約書を取り寄せ、認証の可否を決定する。日本側契約者は認証済み契約書及び支払い授權書（A/P）を受領することにより契約を履行する。

3) 建設工事

工事は準備工から始まり、迂回路工、基礎工、下部工、上部工（桁・橋面）、取付道路工などの本体工の他、護岸工など付帯工および後片付け、工事関係資機材撤去工からなる。「ス」国の現地付近は4月中旬から6月中旬および10月から11月までは大雨季であるため、この間の橋梁下部工事は限定される。

本計画の実施工程を表-4.1.21に示す。

表—4 . 1 . 2 1 業務実施工程表



~~~~~ No.93 ガンボラ橋

———— No.239 ムワガマ橋

#### 4 - 1 - 7 相手国側負担事項

「ス」側の本事業における負担事項は以下の通りである。

##### 1 ) 用地取得

###### ( 1 ) 用地収用および用地内建物移転・撤去 ( 学校、住居、商店等 )

ガンボラ橋及びムワガマ橋の架け替えにおける施設占有範囲を表-4.1.3に示す。これらの用地は本計画の施設並びに、工事施工上、必要不可欠な占有範囲として収用されるとともに、既存構造物も撤去するものとする。

###### ( 2 ) 施工ヤードの確保 ( 本設、仮設共 )

ガンボラ橋及びムワガマ橋の仮設計画案におけるヤード占有範囲案を表-4.1.5に示す。

##### 2 ) 旧橋撤去

###### ガンボラ橋

- a) 撤去時期：施工計画に従い施工期間中の交通を確保するため、新橋完成後に撤去する。特に現橋中央橋脚の根入れの減少による安定性の懸念から、新橋完成後早期に撤去する必要がある。
- b) 撤去範囲：上部工並びに中央橋脚を撤去する必要がある。橋台部は新橋完成後にも河川には影響を与えず、むしろ護岸的役割を果たすため、撤去する必要はない。

###### ムワガマ橋

- a) 撤去時期：施工計画に従い施工期間中の交通を確保するため、新橋完成後に撤去する。特に現橋は新橋の上流部に位置し、河川に中央橋脚の根入れの減少による安定性の懸念から、新橋完成後早期に撤去する必要がある。
- b) 撤去範囲：上部工並びに中央橋脚を撤去する必要がある。橋台部は新橋完成後にも河川には影響を与えず、むしろ護岸的役割を果たすため、撤去する必要はない。

### 3) ユーティリティの移設

送電線、電話線および水道管等は「ス」国側の負担による移設を実施が必要とされる。移設項目、費用は表-4.1.4参照。特にガンボラ橋上流側にかかる高圧線11kvについては、本計画実施前に必ず撤去するものとする。

### 4) 免税措置

本計画に係わる、「ス」国側課税項目はすべて免税となる。免税措置のための「ス」国側の法手続は「ス」国側によって行われるものとする。事業規模は表4-2-1概算事業費を参照。

## 4 - 2 概算事業費

### 4 - 2 - 1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、日本側負担約15.40億円、「ス」国側負担0.70億円となり合計16.10億円が見込まれる。

#### 1) 日本側負担経費

表— 4.2.1 概算事業費

| 事業費区分        | 合計 (百万円) |
|--------------|----------|
| ( 1 ) 建設費    | 1,384.5  |
| ア．直接工事費      | 921.5    |
| イ．共通仮設費等     | 206.4    |
| ウ．現場経費       | 179.3    |
| エ．一般管理費      | 77.3     |
| ( 2 ) 機材費    | -        |
| ( 3 ) 設計・監理費 | 155.0    |
| ア．実施設計費      | 41.8     |
| イ．施工監理費      | 113.2    |
| 合 計          | 1,539.5  |

## 2) 「ス」国負担経費

表—4.2.2 「ス」国負担経費

| 事業費区分            |      |                   | ガンボラ橋                          | ムワガマ橋                                        |
|------------------|------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| (1) 用地買収、補償及び補填費 | 公共施設 |                   | コミュニティホール1棟、学校校舎4棟の取壊し移転（施工前）  | —                                            |
|                  | 民間   |                   | —                              | 民家15件の取壊し及び補償（施工前）                           |
| 小 計              |      |                   | 3.7百万 Rs                       | 2.8百万 Rs                                     |
| (2) 施設移設費        | 電気   | C E B             | 高圧：11kv（施工前・後）<br>低圧：230v（施工後） | 高圧：33kv（施工前・後）<br>低圧：230v（施工後）               |
|                  | 水道   | NWS & DB          | φ 225mm（施工後）<br>φ 150mm（施工後）   | φ 225mm（施工後）<br>φ 150mm（施工後）<br>φ 100mm（施工後） |
|                  | 電話   | Sri Lanka Telecom | φ 150mm埋設ケーブル（施工後）<br>架空線（施工後） | φ 100mm埋設ケーブル（施工後）<br>φ 75mm埋設ケーブル（施工後）      |
|                  | その他  |                   | 電信柱、電話交換器1式（ユニット板）（施工前）        | 電信柱1式（施工前）                                   |
| 小 計              |      |                   | 1.0百万 Rs                       | 0.7百万 Rs                                     |
| (3) 旧橋撤去         |      |                   | 撤去工一式（橋台は除く）（施工後）              | 撤去工一式（橋台は除く）（施工後）                            |
| 小 計              |      |                   | 22.0百万 Rs                      | 22.0百万 Rs                                    |
| 合 計              |      |                   | 26.7百万 Rs                      | 25.5百万 Rs                                    |
| 合計(日本円換算)        |      |                   | 36.0百万 円                       | 34.4百万 円                                     |

「ス」国側負担経費 (1Rs=1.35円)

## 3) 積算条件

- 積算時点 : 平成12年11月  
 為替交換レート : 1 US\$ = 107.58円  
                               : 1 Rs = 1.35円  
 施工期間 : 詳細設計、工事期間は、施工工程に示したとおり。  
 その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

#### 4 - 2 - 2 維持・管理計画

本計画完了後、改修された橋梁の維持管理は R D A が担当することになる。

##### 1 ) 維持管理方法

R D A の限られた予算を有効に活用するために、損傷の早期発見、早期対処を目標とした日常及び定期点検を主体とした維持管理方法を採用し、河川による橋台部分の洗掘、河川護岸の崩壊、法面崩壊等の重大な損傷を未然に防ぐこととする。

###### 日常点検

1 回 / 月程度の頻度で対象路線に点検車両を走らせ車の中から路面、路肩、法面の点検を行い、状況を記録用紙に記録し、エンジニアに報告する。人員配置は、1 車両当たり点検者、記録者、運転手の 3 名体制とする。

###### 定期点検

雨季が終わり、水位が低下した後実施される点検で、河川護岸、河床防護状況、河床洗掘状況を対象とする。点検者が踏査により、損傷状況を調査し、損傷状況により補修計画を立案する。

これらの点検をもとに、エンジニアが補修の必要性を判断し、必要な場合は早急に補修を行い損傷の悪化を防ぐ。

##### 2 ) 維持管理体制

1 ) で述べた維持管理方法をとるために R D A 内の維持管理な組織の中で計画を行っていく必要がある。

R D A 内に日常点検担当班を設置する。担当班の構成は以下のとおりとする。

エンジニア：2 名（1 名 × 2 橋） 点検係、記録係、運転手：6 名（3 名 / 組 × 2 橋）

記録保存係：1 名（兼務） 点検車両：2 台（1 台 × 2 橋）

日常点検結果を踏まえ、小規模補修の必要性が生じた場合、迅速に対応できる補修班も設置する。

維持管理マニュアルを整備し、派遣専門家等を通じて、点検係、記録係の人材育成を計画的に行う。

日常点検の記録をデータベース化し、必要維持管理費用の的確な見積に役立てる。

本計画の図面類を保管し、今後の補修に役立てるシステムをつくる。

### 3) 維持管理費と運営費

本計画完了後10年間に予想される維持管理業務の内容及び費用は、表—4-2-3のとおりである。

表—4 . 2 . 3 維持管理業務と費用

単位：千Rs

| 期 間     | 業 務 内 容      | 費 用 (千Rs.)                                                    |
|---------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| 毎 年     | のり面の補修       | $1,212 \text{ m}^2 \times 5 \text{ Rs} = 6.1$                 |
|         | 護岸の補修        | $342 \text{ m}^2 \times 350 \text{ Rs} \times 5\% = 6.0$      |
|         | 河床の補修        | $630 \text{ m}^2 \times 1,750 \text{ Rs} \times 5\% = 55.1$   |
|         | 舗装の補修(パッチング) | $2,740 \text{ m}^2 \times 400 \text{ Rs} \times 5\% = 54.8$   |
|         | 小 計          | 122千Rs / 年                                                    |
| 5 年毎    | 橋面の補修        | $2,128 \text{ m}^2 \times 400 \text{ Rs} = 851.2$             |
|         | 護岸の中規模補修     | $342 \text{ m}^2 \times 350 \text{ Rs} \times 10\% = 12.0$    |
|         | 河床の中規模補修     | $630 \text{ m}^2 \times 1,750 \text{ Rs} \times 10\% = 110.2$ |
|         | 舗装のオーバーレイ    | $2,740 \text{ m}^2 \times 400 \text{ Rs} = 1,096.0$           |
|         | 小 計          | 2,069千Rs / 5年                                                 |
| 10年毎    | 鋼橋の塗り替え塗装    | $8,733\text{m}^2 \times 310\text{Rs} = 2,707.2$               |
|         |              | 2,707千Rs / 10年                                                |
| 10年間の費用 |              | 8,065千Rs / 10年                                                |

維持管理費に必要な費用は、以下のように見積もられる。

8065.0千Rs / 10年      807千Rs / 年 (0.8百万 Rs / 年)

上記維持管理費(0.8百万Rs / 年)の現行維持管理費(下表参照：1,416百万Rs / 年)に占める割合は約0.06%である。また現行のRDA予算(9,720百万Rs / 年)に占める割合は約0.008%である。よって、維持管理費の対象橋梁管理への優先割当により「ス」国側により負担可能と判断される。

## 第5章 プロジェクトの評価と提言

## 第5章 プロジェクトの評価と提言

### 5 - 1 妥当性に係る実証・裨益効果

本計画は、対象となる橋梁を含む沿道の地域社会の経済発展と民生の向上を目標としており、損傷の著しい橋梁を架け替えることにより、落橋等による物的、人的被害と、これによる交通遮断が引き起こす地域社会活動および行政機能の停滞を回避することを目標とする。

本計画対象地区は、社会生活に必要な設備が整っているが、老朽化や対面交通が出来ない現状の橋梁状況を踏まえると、早急な改修が必要であり、これらをサポートするため社会基盤整備を行う無償資金協力にける期待は大きい。また、両橋梁とも他のルートの利用が不可能か、もしくは、著しく困難である。

本計画の効果を列挙すると下表のようになる。

表 - 5 . 1 . 1 本計画における効果

| 現状と問題点                                              | 本計画での対策                                                        | 計画の効果・改善程度                                                |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 橋脚の洗掘および橋梁の老朽化による落橋の危険性がある。                         | 新橋に架け替えるとともに、道路の嵩上げと同時に、橋台・橋脚部の根入れ、取付道路部の法面防護に留意し、出水にも強い構造とする。 | 通年交通の確保及び走行性の改善により、緊急時の医療・保安確保等、民生安定が期待できる。               |
| 本計画の対象橋梁は、重量交通に耐用できず、幅も狭く、産業用大型トラックの運用が円滑でない。       | 大型トレーラーを含む重量車両の通行に耐えうる橋梁に改修する。                                 | 国道としての機能を十分発揮し、地域及び国の経済発展に寄与する。                           |
| 「ス」国基準に満たない橋梁幅員・車線数により、相互乗り入れが出来ず、交通の障害が生じている。      | 「ス」国基準に則った橋梁幅員・車線数に改修し、現状に見合った適正な幅員・車線数を確保する。                  | 現状に見合った適正な幅員・車線数に改修することで、円滑な交通が確保される。                     |
| 橋梁部分の歩道が狭く、損傷が大きいため、歩行者・自転車・自動車の混合交通が発生し、安全性に問題がある。 | 交通量に応じた歩道と車道を区別し、通行の安全を確保する。                                   | 歩車道の分離による、交通安全性が高まる。                                      |
| 雨期には、河川水位の上昇があり既往最大水位に対し余裕高がとれていない橋梁もある。            | 橋梁に適切な余裕高をもうけ冠水の危険度を抹消する。                                      | 河川の通水流下能力を十分確保し、冠水による道路の不通によって生じる交通のマヒを回避し、社会・経済の安定に貢献する。 |

裨益人口はガンボラ橋が位置する中部州（人口約 230 万人）、ムワガマ橋が位置するサバルガムワ州（人口約 170 万人）全体では約 400 万人に達する。

他ドナーの計画は、本計画に重複しておらず、無償資金協力による実施が妥当であると判断する。

さらに本計画に対する「ス」国の維持管理、運営能力を検討した結果、無償資金協力による実施が妥当であると判断できる。

## 5 - 2 技術協力・他ドナーとの連携

世銀、ADB、JBICにより道路セクターに関し以下の援助が実施されている。

表 - 5 . 2 . 1 他機関の援助状況

| 援助機関        | プロジェクト名            | 実施年            |
|-------------|--------------------|----------------|
| ADB         | 道路改修（第1次）          | 1992年完了        |
| ADB         | 道路と7橋の改修（第2次）      | 1996年完了        |
| WB          | 道路と26橋の改修（第1次）     | 1989年完了        |
| WB          | 道路と22橋の改修（第2次）     | 1997年完了        |
| WB          | 道路と19橋梁の改修（第3次）    | 1998年完了        |
| ADB         | 道路と25橋梁の改修（第3次）    | 1999年完了        |
| Kuwait Fund | 27橋の架け替え           | 1997年～実施中      |
| EDCF        | ヲツツラ～ハ'ンダ'ラウエ間道路改修 | 1999年完了        |
| EDCF        | ヲツツラ～ハ'ランゴ'ダ'間道路改修 | 2000年～2002年実施中 |
| ADB/JBIC    | 道路と47橋梁の改修（第4次）    | 2000年～2002年実施中 |
| ADB/JBIC    | 南部高速道路建設           | 詳細設計実施中        |
| EDCF        | ハットソ～ヌラエリヤ間道路改修    |                |
| EDCF        | カナヤケ～ハ'デ'ニヤ間道路改修   |                |
| Saudi Fund  | 橋梁7橋の改修            |                |

本計画は、これらの他ドナーの計画、本計画に重複しておらず、無償資金協力による実施が妥当であると判断できる。

また本計画における他ドナーとの連携は、以下のようなものが可能であり、本計画におけるさらなる効果を期待することができる。

### ガンボラ橋

「ス」国第2の都市であるキャンディと紅茶の産地でもあり有数の観光地でもあるヌワラエリヤを結ぶ国道 AA005 路線は、その重要性から改良工事が進められており、最も交通量の多いキャンディ-ガンボラ間は現在 ADB ファンドにより改良工事が実施されているとともに、ガンボラ-ヌワラエリヤ間の山岳地帯も現在 JBIC の支援による道路改良工事が予定されている。

本計画は、その狭い幅員からボトルネック状態となっており円滑な交通を阻害しているガンボラ橋本体部の架け替えることにより、橋梁前後の ADB 並びに JBIC の道路改修計画との連携され、AA005 線すべての交通阻害の問題が改良され、大きな効果を期待することができる。

### ムワガマ橋

B390 道路は、ラトナプラのほぼ中心部にて A4 号線から分岐し、カル川に分断されたムワガマ地区を通り、パラウェラ、カラウイタ方面に続く道路である。

近年、ムワガマを始めとするカル川対岸地区は、ラトナプラ中心より、近距離のため、手頃な通勤圏であることから、ラトナプラ中心の発展に伴い、ベッドタウン化が進んだ。

それにより、ムワガマ橋を通過する交通は従来の紅茶を始めとする農産物のみならず、通勤通学のために大いに増加している。

本計画は、その狭い幅員からムワガマ地区を始めラトナプラ中心地域の交通を阻害しているムワガマ橋本体部の架け替えることにより、B390 号線の渋滞を解消し、ラトナプラ都市開発事業と連携し、その発展を励ますことができる。さらには A4 号線コロンボとラトナプラ方面を整備改良した ADB 道路網改善事業、ラトナプラより中部州方面バランゴダ方面を整備改良する EDCF(韓国有償案件)道路改良事業と連携することにより、都市間を連絡を容易にし、人・物資の交流を円滑にしたネットワーク造りにも大きな効果を期待することができる。

## 5 - 3 課題

前述したように、本計画実施により多大な効果が期待されると同時に、本計画が広く周辺住民への社会・経済の発展に大きく寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認される。さらに、本計画の運営・管理についても、「ス」国側の体制は人員・資金共に十分で問題ないと考えられる。但し、ムワガマ橋については10年毎の塗り替え塗装を確実に実施することが必要である。

さらに本計画対象橋梁に対する「ス」国政府の実施機関である道路開発公社(RDA)の維持管理ための予算処置、および担当部署の技術力・運営能力を検討した結果、無償資金協力による実施が妥当であると判断できる。