

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 プロジェクトの概要

3-1-1 調査対象の確認

1998年に「ケ」国より要請された本計画に係る内容は、エルニーニョ現象が原因とされる洪水により流出等の被害を受けた橋梁のうち、東部州にあるアティ橋、イクサ橋及びコースト州にあるマレレ橋、エシュエシュ橋、ムワチェ橋の計5橋についての復旧であった。

アティ橋、マレレ橋、エシュエシュ橋及びムワチェ橋は、洪水により上部工や橋脚あるいは橋台背面の盛土部が流出する等、直接的な大きな被害を受け通行不能となった。この洪水により国外の援助を受けながら流出した橋梁の一部は道路公共事業省によってベイリー橋による仮設橋梁の設置等の応急処置が進められたが、多くの箇所は十分な処置がされないまま、道路交通の障害となっている。このうち、アティ橋とマレレ橋は、応急処置により仮設橋により修復され、当面の交通路は確保された。またイクサ橋は、今回のエルニーニョ現象による甚大な被害は免れたものの、旧橋が老朽化した1988年に改良して以降もベイリー橋による仮設橋のままであり、なおかつ橋脚の耐用年数にも不安な要素が大きい。

東部州の2橋、アティ橋とイクサ橋は国内幹線道路であるB級国道B7号線上に位置し、コースト州の3橋は、マレレ橋とエシュエシュ橋が主要道路であるC級道路上に、また、ムワチェ橋が2次道路であるD級道路上に位置する。B7号線は沿線地帯の農産物の輸送ばかりでなく、ナイロビ北東部のエンブを始めとする主要都市と国際貿易港のあるモンバサをナイロビを経由せず直接結ぶことができる重要な路線であるが、他の橋梁のあるC級、D級の道路は自然保護区内へのアクセス道路であり、観光及び地域住民のへ影響はあるものの重要な路線からは外れている。

このため、国内幹線道路B7号線上に位置し、緊急度の高いアティ橋及びイクサ橋を対象として基本設計調査を実施することとした。

3-1-2 上位目標とプロジェクト目標

「ケ」国は、1963 年独立以来、経済・産業の成長を国家目標とし、国家開発計画を第 7 次まで実施してきたが、経済成長の目標は達成することができず、過去の計画の見直しを行い第 8 次国家開発計画（1997 年～2001 年）を新たに策定した。この開発計画は農業依存を中心とした過去の開発計画から 2020 年までに新興工業国(NIC)への移行を目指し、政策目標を貯蓄の増進、投資拡大、民間部門への投資環境整備に重点を置いたものであった。

しかし最近の不十分な道路維持管理により道路の状況は悪化し、このため、全ての経済部門の生産力に大きな影響を与える、自動車による輸送コストの増加、物資輸送効率の低下が発生し、経済開発に対して最も重大な障害の一つとなっている。

これらの状況を踏まえ、第 8 次国家開発計画では、輸送インフラ整備における道路セクター部門に対して、現状の道路機能の維持管理を優先すると共に、新規投資は経済活動のボトルネックとなっているものの解消に限定するものである。この中で本計画は、B 7 号線の交通の安全で円滑な道路交通を確保し、国内幹線道路の機能確保により経済活動の活性化を目標とするものである。

3-1-3 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するため B 7 号線上のアティ橋とイクサ橋の 2 橋を対象橋梁とし、現状の仮橋のため大型車輛の通行できず交通の障害となっている橋梁の改善を行うことで、B 7 号線を通じた経済活動の活性化が期待できる。この中において、協力対象は、アティ橋とイクサ橋の 2 橋について以下の構造物を建設するものである。

- ① 恒久橋としての新橋の建設
- ② 橋梁前後の取付道路の既存道路へのすり付けまでの建設
- ③ 橋台部及び取付道路の護岸の建設

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

協力対象事業案として基本設計の結果として提案する内容は、以下の方針の基に策定した。

1) 基本方針

協力内容としては、アティ橋・イクサ橋2橋の本体構造物の建設、それに付随して必要となる橋梁前後の取付道路の一部、及び付帯構造物とする。

既設橋梁の撤去、取付道路の延伸及び既設道路の補修は、基本的に事業対象外とし、相手国側の負担事項とする。ただし、本体橋梁工事を実施する際に、本計画に取り込まなければ事業実施に著しい支障きたす場合は、本計画にて実施するものとする。

2) 自然条件に対する方針

河川を横断する橋梁であるため、河川内に設置される橋脚の基数、形状、規模が河川の流れに影響を及ぼす。そのため、橋梁形式を決定する際には施工時を含め河川への影響を十分検討する。

旧アティ橋はエルニーニョの影響による洪水により流失しており、本橋梁の計画高を設定するには河川の洪水水位の設定が重要である。橋梁構造物の形状に影響を与える地盤条件、地震力や、施工方法の選定に重要な施工時水位、降雨状況等については、自然条件調査結果、現地の状況を十分検討し、適切な値を設定する。特に架橋位置の水位は観測されていないため、存在する近隣地区の観測データ及び現地の聞き取り調査結果を十分考慮し設定する。

架橋地点のキツイ地域周辺の雨期は概ね3月から5月の大雨期と11月～12月の小雨期がある。

イクサ橋のあるティバ川は、乾期中は伏流水があるものの河床が露出し歩いて横断できる程であり、アティ川も水位が2m以下に下がる。雨期には川幅全体に最大で水深4m以上の流れを生じるため、河川内の作業となる橋梁下部工の実施時期には十分注意を要する。しかし、両河川とも流域面積は広いため、架橋地点に降雨がなくとも、上流で降雨がある場合、河川は増水するため、施工時には上流の気象状況を十分把握する必要がある。従って、上部工の架設方法は、基本的に雨期の影響を受けない工法を選定する事が重要である。

3) 社会経済条件に対する方針

対象2橋は国内幹線道であるB7号線上にある。このB7号線は、北側から順次整備が進められており、全長約313kmの内、北側約108kmがアスファルト舗装の道路であるが、南側は未舗装で、現在は砂利道の状況である。順次北側から道路の改良整備が進められており、道路局からは本事業実施に際しては、対象区間をB級道路の基準で設計する事を要望している。

しかしながら、橋梁の幅員は、道路の幅員に比べ工事費に与える影響が大きいため、その決定に際しては、現況及び将来的な社会経済条件を十分検討して適切な規模を設定する必要がある。

特に現在は本橋や小河川横断部のドリフトの存在により、トレーラー等の大型車輛の通行ができないため、現状では交通量が少ないが、アティ橋の場合は、橋の左岸側の町でのマーケット開催時には多くの人が集まるため、橋梁渡る通行者の安全性も十分考慮し、幅員構成を設定する必要がある。

4) 建設事情に関する方針

本計画は基本的に、流出した橋梁の改善工事であるため、道路の新設時にケニア国で必要となる通常的环境影響評価（EIA）について、環境関連法規上の若干の手続きが必要であり、これについては道路局で対応するものとした。

「ケ」国における道路及び設計に関する基準としては”Road Design Manual”があり、道路設計に対してはこれに準じて設計・施工されている。しかし、橋梁の設計については、マニュアルには、基本的に英国基準の BS5400 に準じて行うように示してあるだけである。実際の海外の援助による橋梁建設に於いては、援助国の基準に従って行うことが多い。

本計画では、道路設計基準はケニア国のものを適用し、規定にない項目については道路構造令等日本の基準を準用するものとし、日本の道路橋示方書を適用するものとした。ただし、活荷重については、BS5400 に規定する HB30 ユニットを考慮するものとし、荷重条件の整合性を図り、道路橋示方書により設計する。

「ケ」国の建設機材のリース市場はないが、道路建設機材については、施工業者が保有しているおり調達には問題は少ない。しかし、橋梁建設の実績は少なく、上部工は鉄筋コンクリート構造かあるいは単純鈑桁構造であり、プレストレスコンクリート構造は国外の施工業者による実績がほとんどである。また、基礎形式も直接基礎形式が多く、杭基礎等は国外の施工業者による実績がほとんどである。このため、PC 上部工用の PC 鋼材の緊張ジャッキや杭基礎施工用の杭打機、大型クレーン等などは「ケ」国内にない。したがって、25ton 以上の大型クレーン等の重機械類は現地での調達が難しいため、日本あるいは第三国から持ち込むことになる。

5) 現地業者の活用に係わる方針

「ケ」国では高層ビルをはじめとした建築物、道路建設は近年急速に進められているが、橋梁建設に関する設計や現場経験はまだ少ない。このため、建設業者を含め現地技術者は橋梁建設に対し十分な技術レベルとは言えず、独自で施工できるものは鉄筋コンクリート構造物に限られている。

本計画の対象橋梁に鋼橋を採用すると、製作及び施工の工程のうち、鋼鈑の製産・加工・桁製作等の全てが「ケ」国ではできないため、現地の業者の携わることのできる工種は架設工だけとなる。また架設作業に関しても日本あるいは第三国からの技術者を多く派遣する必要があるが生じてしまう。

また本計画の橋梁の規模に対して、RC鉄筋コンクリート構造の上部工を採用した場合では、支間長が制限されるため、下部工基数が増え全体的には不経済になると考えられた。

PC構造の上部工を採用した場合には、規模・構造的にも適切で、現地の業者も活用でき、また今後の発展に伴い必要となる橋梁技術の伝達についても十分効果がある。

6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

「ケ」国では、道路維持管理は各機関に分かれて、それぞれ独自に実施しているため効率的に実施されておらず、また、維持管理予算を計上しているものの資金不足に陥っており、道路は良い状況に維持されていない。このため、効率的に維持管理を実施するため、現在、JICA 調査団による道路維持管理体制、計画の見直しが実施されているところである。

また、橋梁の維持管理に対しても資金不足は深刻であり、十分な状況ではない。したがって、本計画では、将来的な維持管理費をできる限り低減できる構造・形式・材料等の採用を検討する。

7) 施設のグレードの設定に係わる方針

本計画では、B7号線の交通の障害となっている2橋梁の改善を目標とし、上述の方針を総合し、以下の項目に対する検討比較を実施し、無償資金協力として妥当な規模及び仕様を決定する。

- ・ 完成時において河川への影響が少ないこと。
- ・ 施工時において自然条件からの制約が少ないこと。
- ・ 将来道路計画、交通量を考慮できること。
- ・ 歩行者の安全を考慮できること。
- ・ 環境への影響が少なく、該当する設計基準を満足すること。
- ・ 現地業者の能力が活用できること。
- ・ 完成後の維持管理が容易で経済的であること。

8) 工法、工期に係る方針

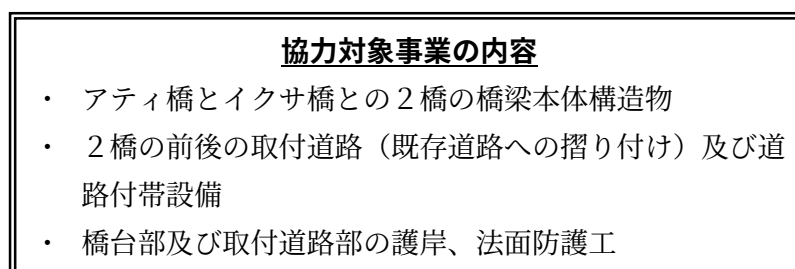
本事業では2橋の建設を計画するが、架橋地点が比較的近いため、仮設資材や機械の転用が図ることが可能である。このため、できる限り上部工、下部工あるいは基礎工の形式を統一した方が資機材の調達も容易で経済的となる。しかし、資機材の転用には、同じ工種については2橋の施工時期をずらす必要があり、2橋の同時施工に比べ、施工期間は長くなる。

架橋地点では、年2回の雨期があり、乾期は長い時期でも6月から10月までの5ヶ月しかない。このため、河川内の基礎工や下部工の施工を乾期だけに限ると、雨期には工事の中断が生じ、全体工期も非常に長くなり工事費も増加する。

したがって、雨期の状況を十分検討し、全体的な工事費が低減でき、かつ、工期も短縮できるよう、雨期でも実施できる適切な施工方法を検討、選定する。

3-2-2 基本計画

本調査における検討結果により協力対象事業の内容は、以下の通りである。



協力対象事業の範囲は、「3-2-1 設計方針」における、基本方針に対し、以下のフローで検討を行い決定した。

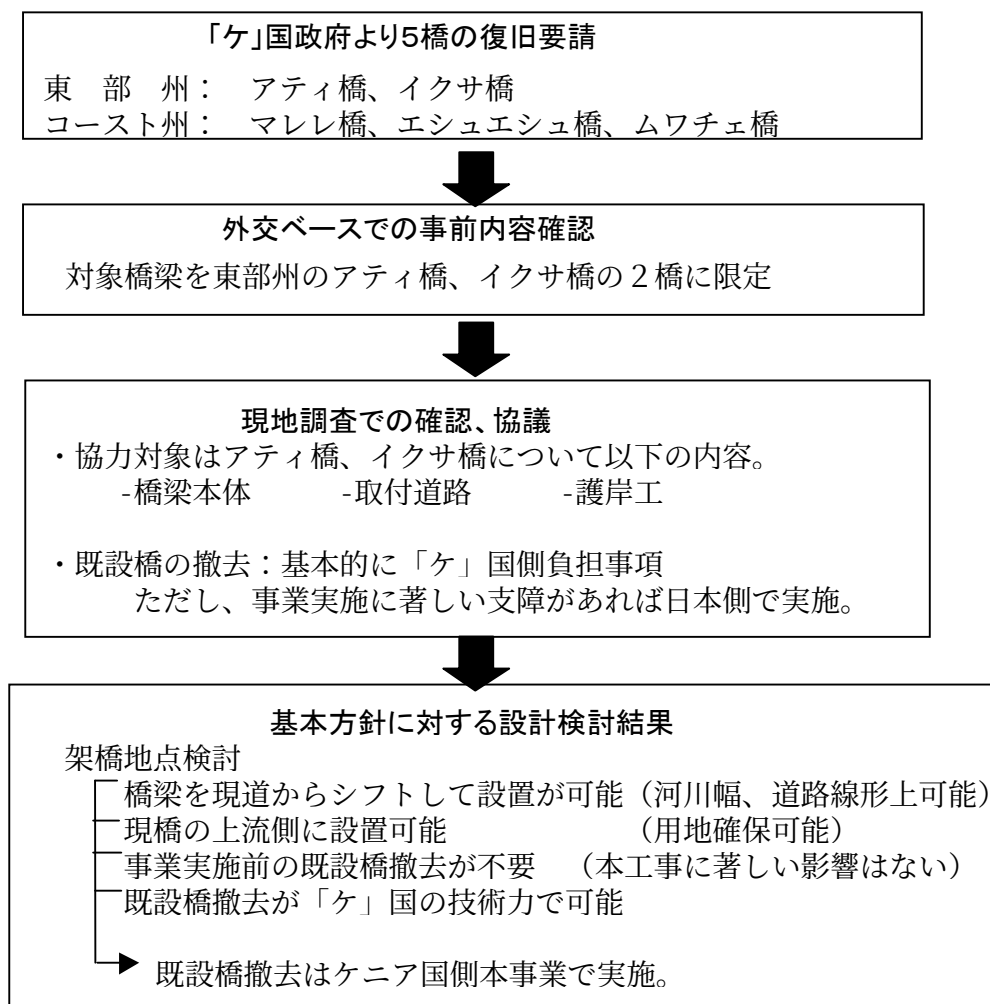


図 3-2-1 協力対象内容選定フロー

また、対象橋梁の架橋地点について、現地調査を踏まえ、表 3-2-1 に示す比較検討結果により両橋とも現橋に平行に橋梁を新設するものとした。

表 3-2-1 架橋位置の比較

	現況位置	現橋の上流に併設
既設橋の撤去	新橋建設前に必要。	新橋完成後で良い。
撤去施工者	新橋施工の段取りと密接な関係があるため、本工事に含める。	時間的制約をあまり受けないため、「ケ」国側でできる。
施工中の迂回路	仮橋、取付道路を含め建設が必要。	不要（現橋が使用できる）。
工 期	現橋撤去、仮橋工事が含まれるため長くなる。	新橋の建設だけであり、短くできる。
道路線形	ほぼ直線的な現状の線形。	橋梁前後でS字カーブを設置。
土地収用	現状で確保されていれば不要。工事期間中の借地のみ。	平面線形をシフトする分だけ、追加の土地収用が必要となる。アティ橋では、左右岸共に若干の既存家屋の移転が必要である。
経済性	仮橋の建設費がかかる。	アプローチ道路の盛土費用がかかる。
総合評価	工期、経済性に劣る。	工期、経済性に優れている。

新橋の架設位置は、既設橋の撤去が遅れた場合の状況を考慮すると、既設橋の影響を受けることの少ない上流側が望ましい。

1) 全体計画

(1) 実施範囲

本事業で実施する対象範囲としては、表 3-2-2、図 3-2-2 及び図 3-2-3 に示すように、アティ橋、及びイクサ橋共に、橋梁本体、取付道路、橋台周りの護岸工及び道路安全施設、排水施設である。

表 3-2-2 実施対象範囲

		アティ橋	イクサ橋
橋	長	120 m	75 m
取付道路	左岸側	200 m	268 m
	右岸側	340 m	177 m
総延長		660 m	520 m
護 岸 工		橋台周り	橋台周り
ガードレール		152 m	12 m
上 部 工		PC 4 径間連結合成桁	PC 3 径間連結合成桁
下部工	橋 台	逆T式橋台 2 基	逆T式橋台 2 基
	橋 脚	壁式橋脚 3 基	壁式橋脚 2 基
基 礎 工		直接基礎	直接基礎

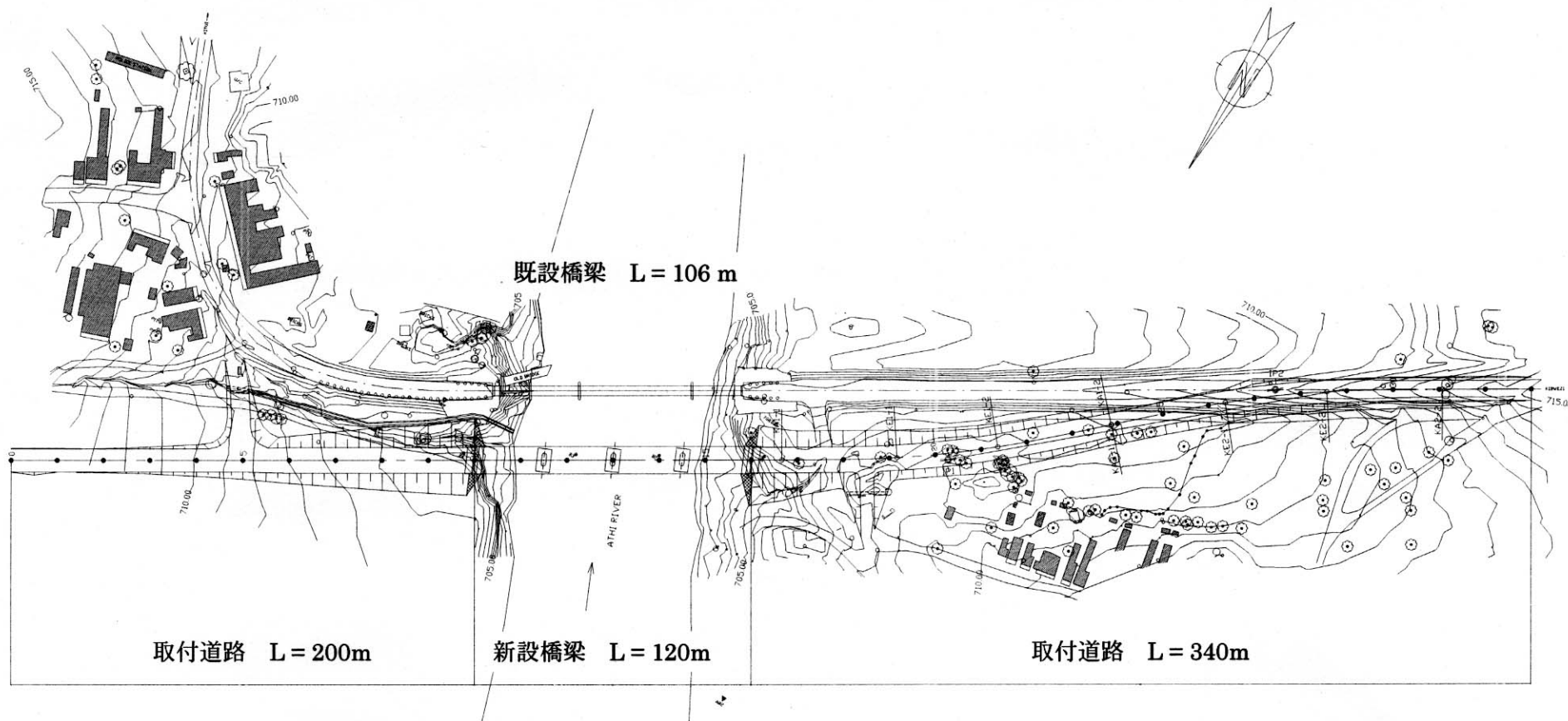


図 3-2-2 実施範囲 (アティ橋)

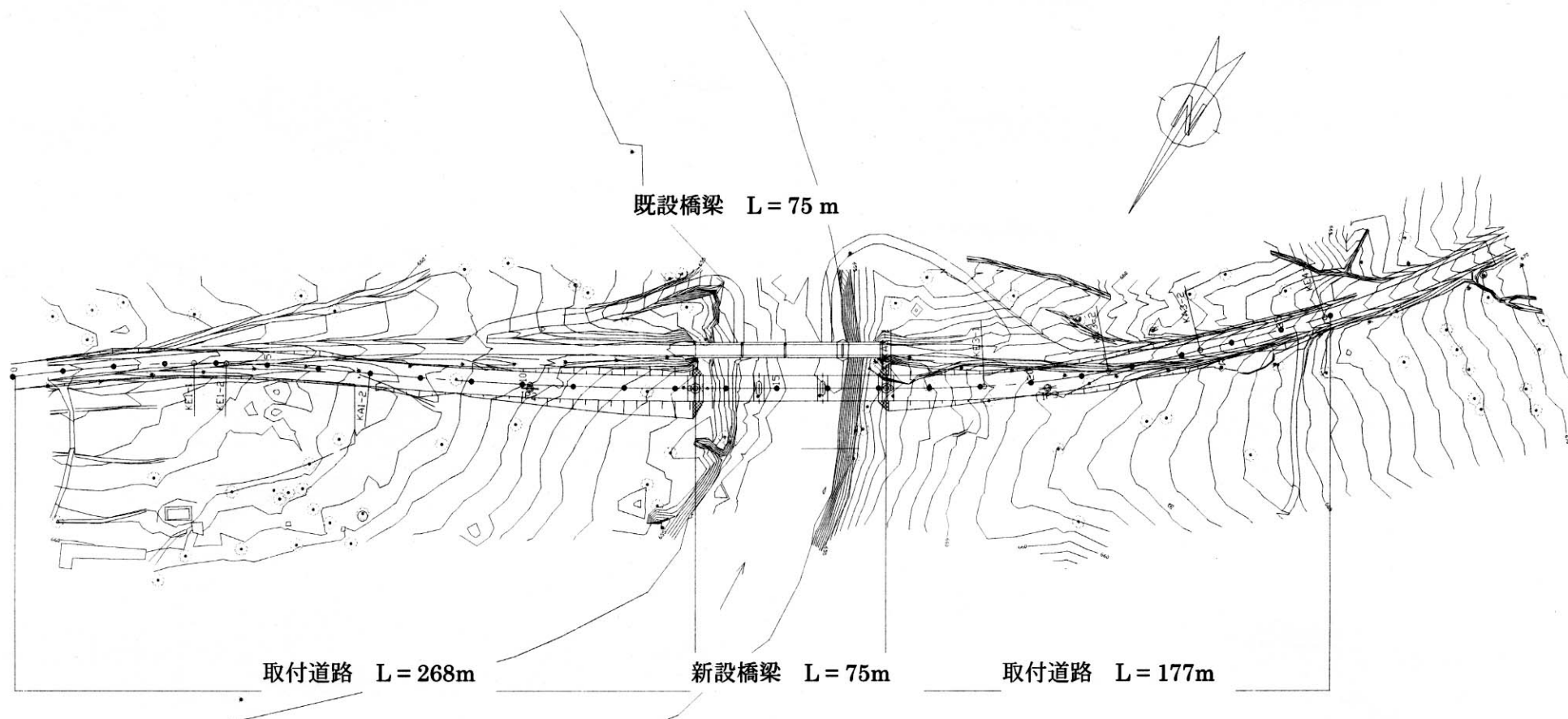


図 3-2-3 実施範囲 (イクサ橋)

(2) 設計基準

「ケ」国の橋梁、道路の設計に係わる設計基準で使われている基準は以下の3つのマニュアルであり、基本的にはこれらの基準により設計する。

“Road Design Manual”

- Part 1 Geometric Design of Rural Roads (January 1979)
- Part 3 Materials and Pavement Design for New Roads (August 1987)
- Part 4 Bridge Design (Revised August, 1993)

これらのマニュアルに規定されていない事項については、日本の設計基準である「道路橋示方書」の各編、「道路構造令」及び「河川構造令」等を準用する。

また、橋梁の設計に関する上記マニュアルでは、英国の BS5400 によることを基本とし、活荷重としてはHA及びHB30 ユニットを採用している。しかし、最近での実績では、援助国の基準によって設計されているのが実情である。このため、日本の道路橋示方書によるB活荷重に適切な補正を行うことにより、日本の道路橋示方書に準じて設計を行う。

(3) 道路構造規格

架橋地点の国道B7号線はB級道路の地方丘陵区間に位置するため、上記マニュアルより以下の規格を適用する。

- ・ 道路区分：B級道路（国内主要幹線道路）
- ・ 設計速度：80 km/hr（B級道路、地方丘陵区間）
- ・ 道路線形：“Road Design Manual”より、設計速度 80 km/h に対応して下表の値を使用する。

表 3-2-3 道路線形規定値

項 目			内 容	
平面線形	最小曲線半径		最大片勾配 6 %	350 m
			// 5 %	450 m
			// 4 %	630 m
	最小曲線長(交差角 8 度以下)		200 m	
縦断線形	最小 曲線 半径	凸型	縦断勾配 6 %	3,500 m (2,300 m)
			// 3 %	3,800 m (2,500 m)
		凹型	縦断勾配 6 %	3,500 m (2,500 m)
			// 3 %	3,100 m (2,400 m)
	最 小 曲 線 長			160 m
	最 急 縦 断 勾 配			5 %
曲 線 部 最 大 片 勾 配				10 %
横 断 勾 配				2.5 %

()内は最小値

(4) 道路幅員構成

道路の幅員構成は、B級道路の規格に準じて設定する。

a) 土工部幅員構成

土工部の幅員構成は、B7号線の改良計画に合わせ2車線道路とし、車道 2@3.5m=7.0m、路肩 1.5m (ガードレール設置区間は 2.0m)とする。(図 3-2-4、図 3-2-5 参照)

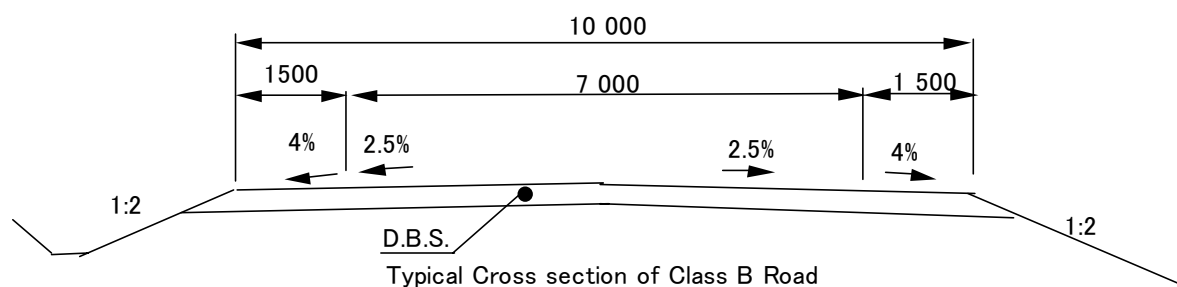


図 3-2-4 取付道路標準横断

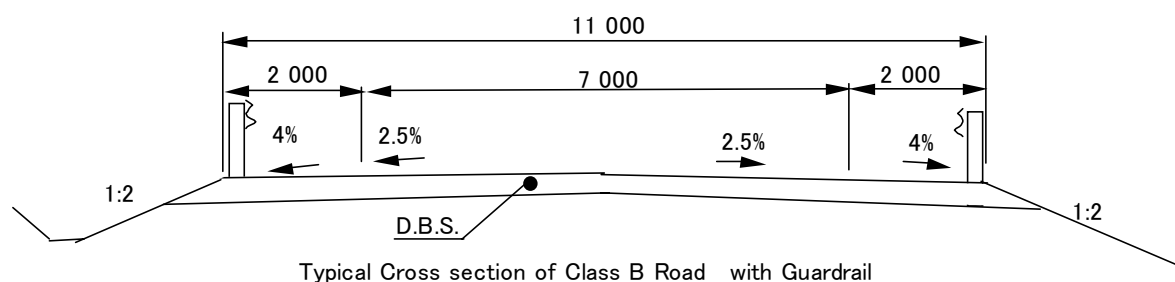


図 3-2-5 ガードレール設置区間標準横断

b) 橋梁部幅員構成

橋梁部の幅員構成は、B7号線の整備方針に合わせ2車線とし、歩行者の安全を確保するため歩道の設置を基本とし、歩行者、自転車の通行量が多いアティ橋については両側に、イクサ橋については片側設置とした。歩道設置の理由は以下のとおりである。

- ・ 設計速度 80 km/h 車道であり、車輦の通過時には、歩行者の安全のため、車道部から退避できる場所が必要である。
- ・ 橋梁部には、土工部のように 1.5m 幅の路肩はなく 0.5m 幅の側帯だけでは、車道から安全な退避が不可能である。
- ・ 対象2橋の橋長は、他のB7号線の橋梁と比べ長いため、車輦を確認してから車輦を避けるため橋梁上から退避する事ができない。

橋梁部の車線幅は土工部と同じ 3.50m とし、0.50m 幅の側帯を両側に設置する。歩道幅は、日本の基準に準じて、歩行者のすれ違いが可能な 1.50m 幅とした。

(図 3-2-6、3-2-7 に橋梁部の幅員構成を示す。)

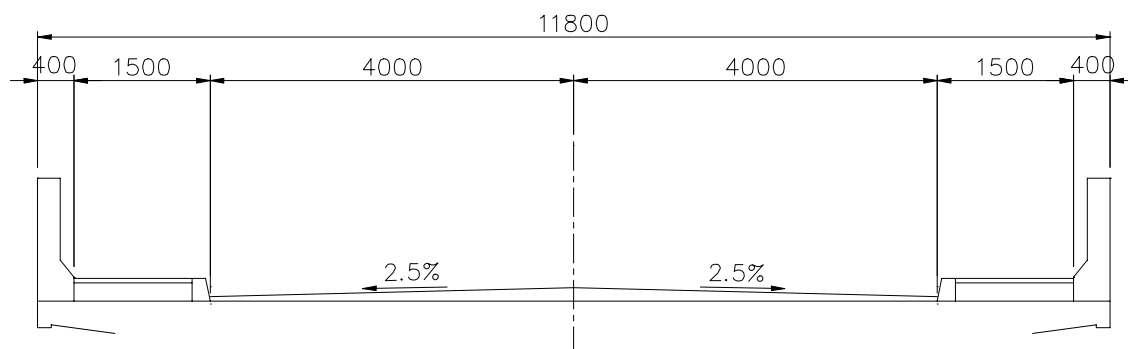


図 3-2-6 アティ橋部幅員構成

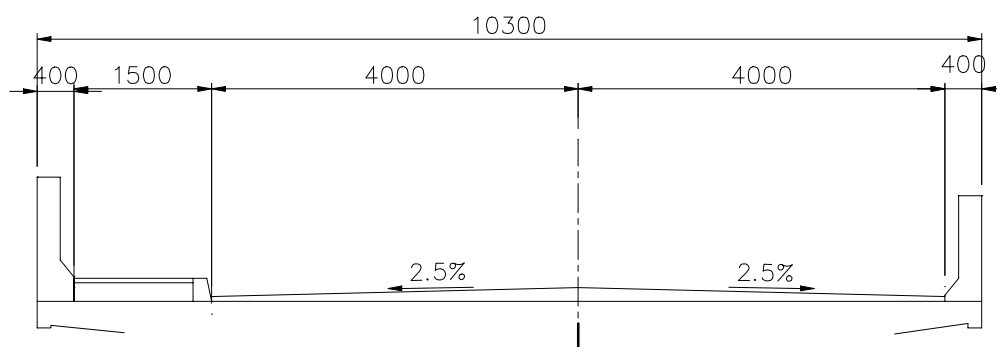


図 3-2-7 イクサ橋部幅員構成

(5) 橋梁設計荷重条件

a) 活荷重の補正

基本設計調査における橋梁設計用の設計基準としては道路橋示方書を使用する。ただし、活荷重は、ケニアの基準に従い BS5400 で規定する HB30 ユニットとする。なお材料の安全率は BS と日本の基準では異なるため、強度の取り方の違いを考慮した上で、BS 荷重相当になるように、日本の道路橋示方書による B 活荷重を割増して使用する。

図 3-2-8、図 3-2-9 に BS HB30 及び道路橋示方書 B 活荷重の活荷重図を示し、図 3-2-10、図 3-2-11 に設計許容値の違いを考慮した、活荷重による最大曲げモーメントの比較図を示す。

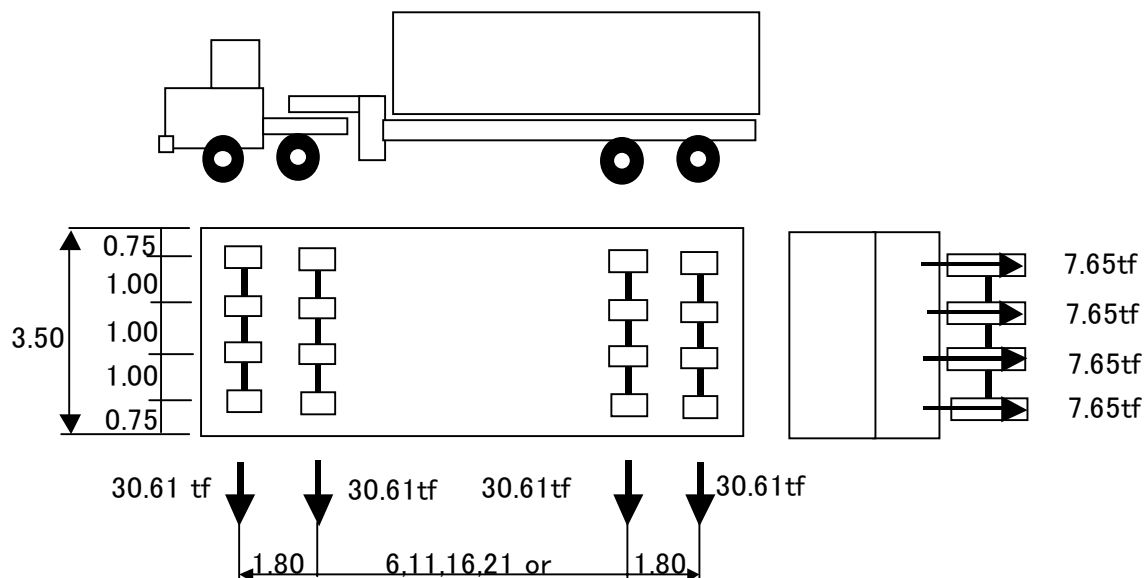
これらより、対象橋梁の支間長が 25m から 40m 程度であるため、B 活荷重の割り増し係数として 1.1 を用いるものとする。

BS (英国基準)

HB 荷重 (30ユニット)

最大軸重：300kN/Axle = 30.61 tf/Axle

最大車両重量：300kN = 30.61tf



HA 荷重 (分布荷重)

$HA(UDL) = 336 \times (1/L)^{0.67} \text{ kN/m Lane}$

$= 34.4 \text{ kN/m Lane} = 35.11 \text{ tf/m Lane (for } L=30\text{m)}$

$= 38.9 \text{ kN/m Lane} = 39.69 \text{ tf/m Lane (for } L=20\text{m)}$

$HA(KEL) = 120.0 \text{ kN/Lane} = 12.2 \text{ tf/Lane}$

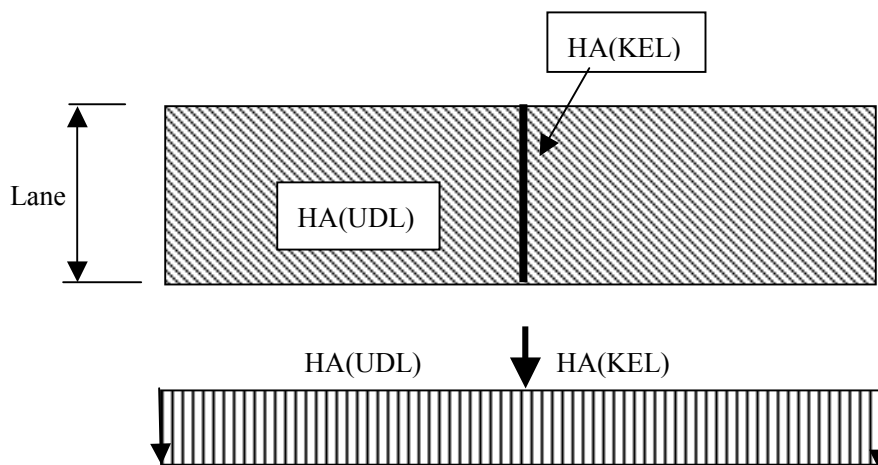
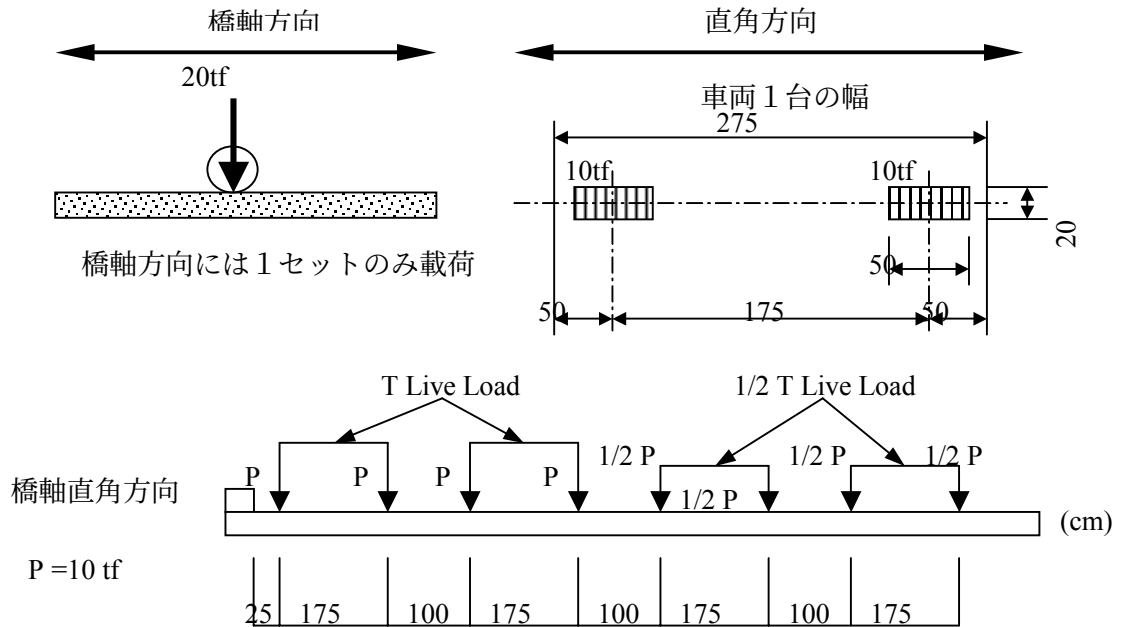


図 3-2-8 BS HB30 の活荷重図

道路橋示方書

T 活荷重 $T=20\text{tf}$

8.0m 幅に対し 50tf



L 荷重 (橋軸方向)

B 活荷重

UDL $p_1 = 1.00\text{ tf/m}^2$

UDL $p_2 = 0.35\text{ tf/m}^2$

$$P_1 = 1.0 \times 5.5 \times 10 = 55\text{ tf}$$

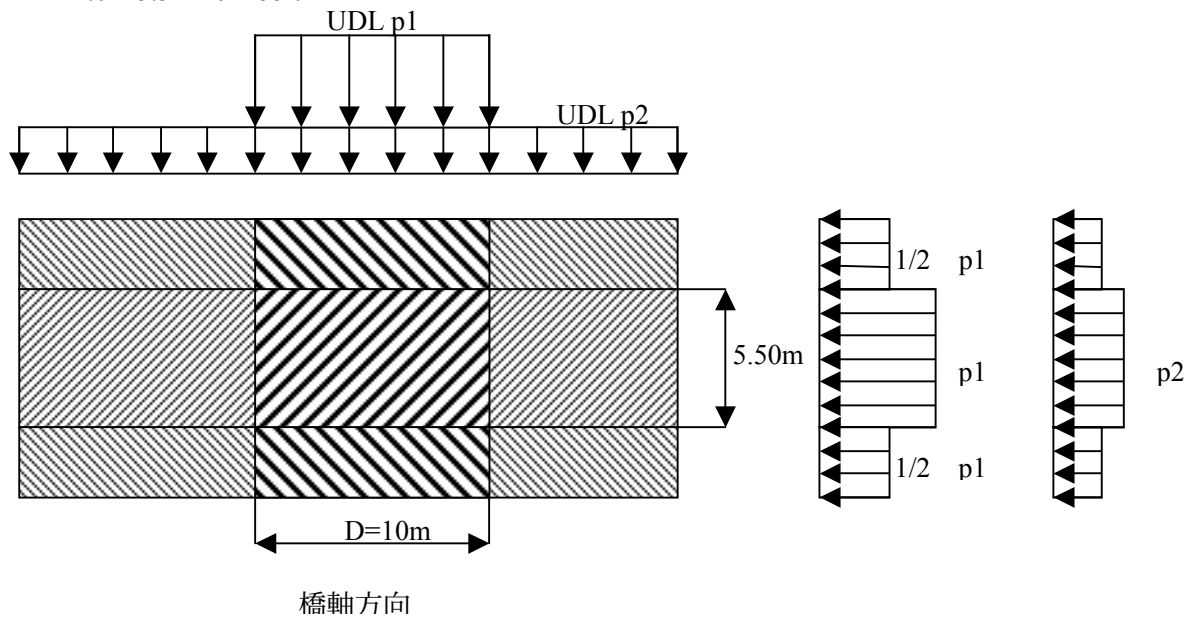


図 3-2-9 道路橋示方書 B 活荷重の活荷重図

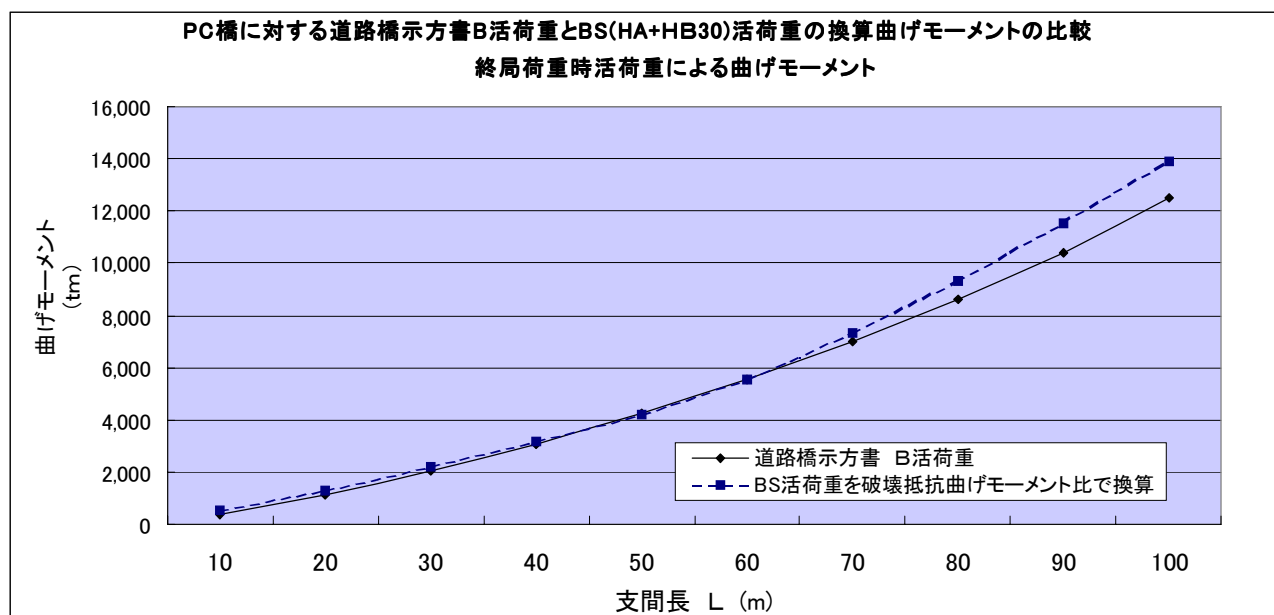


図 3-2-10 活荷重による終局荷重時最大曲げモーメントの比較

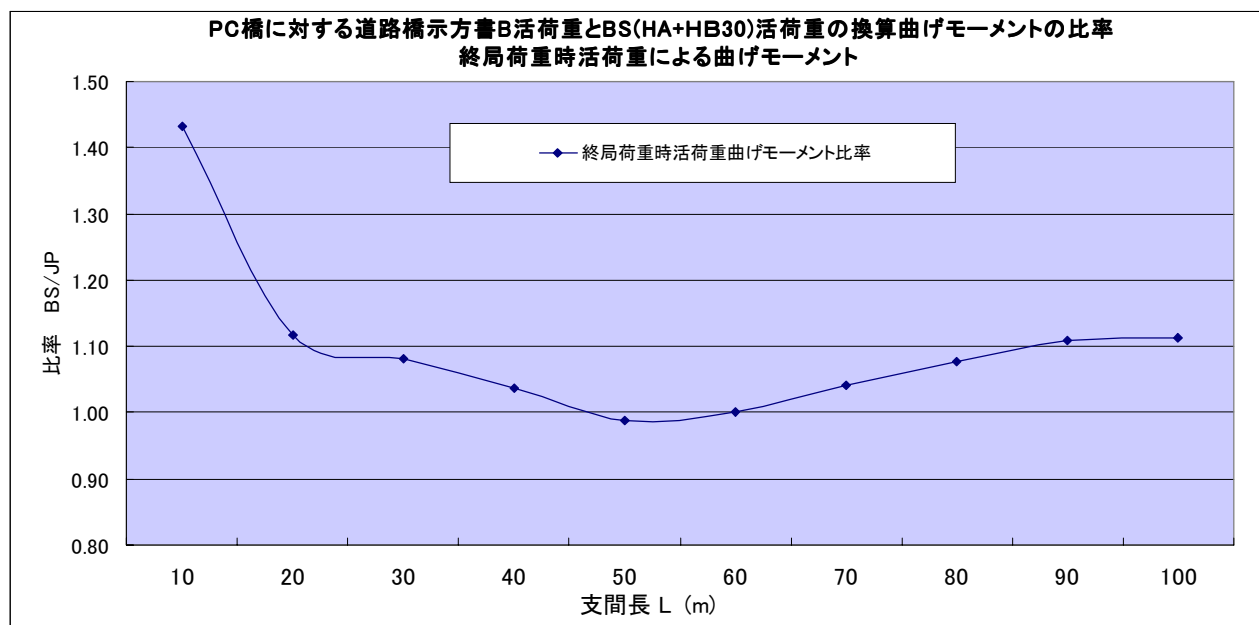


図 3-2-11 活荷重による最大曲げモーメント比率

b) 荷重条件

橋梁設計に用いる荷重は、荷重作用の仕方、載荷頻度、橋梁に与える影響から主荷重、従荷重そして特殊荷重に区分されている。各荷重の特徴は、次のとおりである。

a. 主荷重

①死荷重

死荷重は、橋梁の自重および添架物重量の合計であり、表 3-2-4 に示す単位体積重量に基づき算定される。

表 3-2-4 材料の単位体積重量

材 料	単位体積重量 (kgf/m ³)	材 料	単位体積重量 (kgf/m ³)
鉄、鋳鋼	7,850	無筋コンクリート	2,350
鋳鉄	7,250	セメントモルタル	2,150
アルミニウム	2,800	アスファルトコンクリート	2,300
鉄筋コンクリート	2,500	木材	800
PC コンクリート	2,500		

②活荷重 前述のとおり、道路橋示方書B活荷重をBSのHB30相当に割り増しする。
割り増し係数kは1.1とする。

③衝撃

④プレストレス力

⑤コンクリートのクリープの影響

⑥コンクリートの乾燥収縮

⑦土圧

⑧水圧、動水圧

⑨浮力または揚圧力

b. 従荷重

荷重の組み合わせにおいて、必ず考慮しなければならない荷重である。

①風荷重

地形状況から、上部構造に日本の基準で適用する。

②温度変化の影響（ケニアの気温変動による）

コンクリート：15℃ ～ 40℃

③地震の影響

「ケ」国の設計基準では、架橋位置は最も地震の発生が少ない地域に分類される。しかし、現地調査期間に於いても、弱い有感地震が発生しているため、自重に対する水平方向の地震係数は5%で設定するものとする。

c. 特殊荷重

本計画の橋種、構造形式、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あり、施工時荷重等があげられる。

c) 荷重の組み合わせによる許容応力度の割り増し

荷重の組み合わせによる許容応力度の割り増しは表 3-2-5 に示す。

表 3-2-5 荷重の組み合わせによる許容応力度の割り増し

荷重の組み合わせ	割り増し係数
主荷重	1. 0
主荷重＋温度荷重	1. 1 5
主荷重＋制動荷重	1. 2 5
主荷重＋地震の影響	1. 5
主荷重＋衝突荷重	1. 5
施工時	1. 5

(6) 上部構造設計条件

- ①橋梁形式：維持管理面に優れるコンクリート橋を主とする。
- ②幅 員：図-3.2.7 参照
- ③活 荷 重：B活荷重 × 1.1 (BS 5400 HB30 ユニットに対応する割り増し)
- ④横断勾配：2.5%
- ⑤橋面舗装：コンクリートによる勾配補正のみ
- ⑥添 架 物：配線用管路（歩道部、PVCφ100mm 3条）

(7) 下部構造設計条件

- ①下部構造形式 （検討経緯は、本章 2）施設計画参照）

橋 台：逆 T 式橋台

橋 脚：壁形式

根入れ：2 橋周辺の地層は、支持層となる岩盤層に河川堆積物である砂層が 4 m～10m 程度載っている状態であり、河川内では洗掘の影響を受けやすい。このため、橋脚のフーチング天端は最小 2 m の根入れをするものとする。

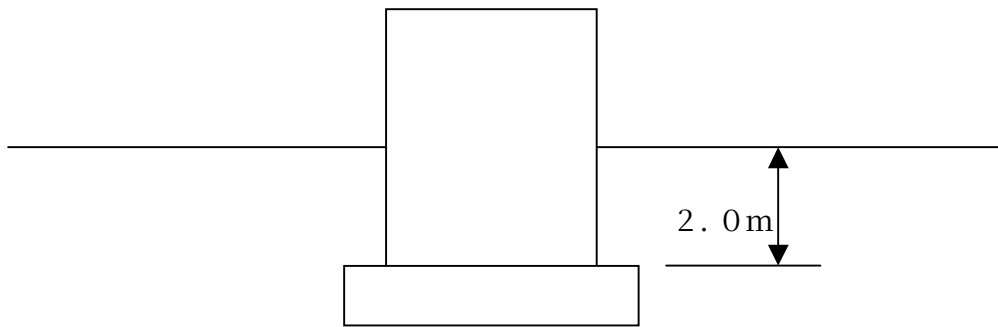


図 3-2-12 フーチング天端根入れ

②基礎構造物

ボーリング調査結果より河床から約 5～9mまでの深さは、N 値 30 未満の砂層または河川堆積物の砂礫層であり、支持層はこの下の岩層となる。このため、基礎構造は直接基礎形式とし、地盤状況、作用力、資機材調達状況より適切な工法を選定する。

表 3-2-6 アティ橋 支持層（岩盤）深さ一覧表

Bor.No.	調査位置	地盤高 (m) M.S.L	岩盤出現深度 (m)		岩盤（未風化）出現深度 (m)	
			Depth	G.L	Depth	G.L
BH-1	右岸橋台上流側	706.18	-1.30	704.88	-3.90	702.28
BH-2	右岸橋脚上流側	701.48	-5.70	697.58	-6.50	694.98
BH-3	左岸橋脚上流側	701.82	-9.55	692.27	-9.55	692.27
BH-4	左岸橋台上流側	706.02	-4.00	702.02	-5.65	700.37

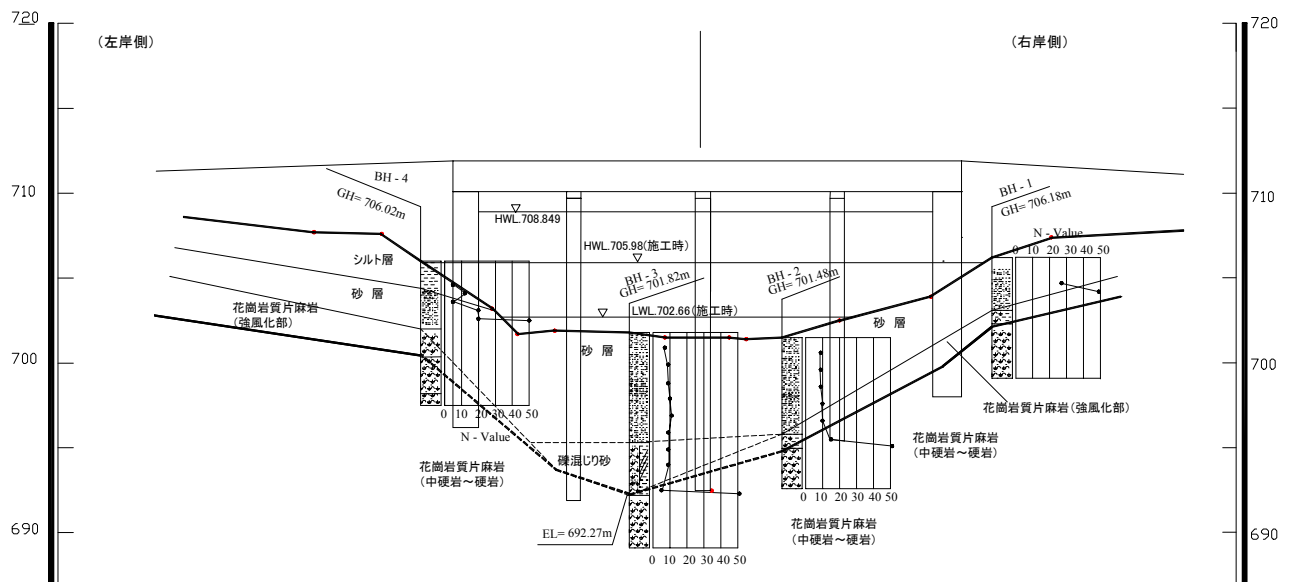


図 3-2-13 アティ橋地質縦断図

表 3-2-7 イクサ橋 支持層（岩盤）深さ一覧表

Bor.No.	調査位置	地盤高 (m) M.S.L	岩盤出現深度 (m)		岩盤（未風化）出現深度 (m)	
			Depth	G.L	Depth	G.L
BH-1	右岸橋台上流側	657.66	-2.00	655.66	-4.45	653.21
BH-2	右岸橋脚上流側	651.11	-3.00	648.11	-3.95	647.16
BH-3	左岸橋脚下流側	651.93	-4.20	647.73	-5.40	646.53
BH-4	左岸橋台下流側	655.92	-5.40	650.52	-7.85	648.07

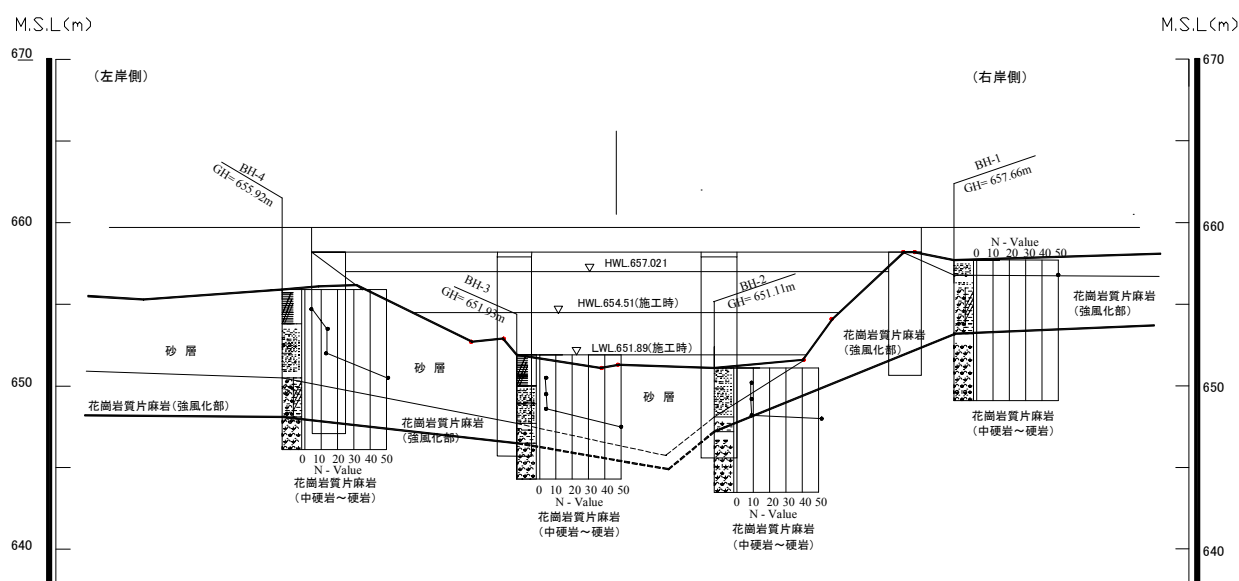


図 3-2-14 イクサ橋地質縦断面図

(8) 河川条件

「ケ」国の橋梁設計用の水理データ、架橋地点の河川状況より、河川関係の設計規定は基本的に「ケ」国の基準に合わせる。ただし、規定のないものについては、日本の河川管理施設等構造令（日本河川協会）に準じて設定する。本計画の新設橋建設に伴う河川治水上必要と考えられる設計条件を以下に示す。

① 設計高水位、洪水量

対象橋梁の位置する河川の設計高水位は、架橋地点、観測地点の気象、河川データおよび現地聞き取り調査等により収集した資料を検討解析し、確率年を 50 年とし、表 3-2-8 に示すように設定した。また、施工時の水位も同様に検討解析を行い、表 3-2-9 のように設定した。

表 3-2-8 設計高水位、洪水流量、流速

	アティ橋	イクサ橋
設計高水位 (m)	708.849	657.021
洪水流量 (m ³ /s)	2,900	1,200
洪水流速 (m/s)	3.7	4.1

表 3-2-9 施工時高水位、流速

	アティ橋		イクサ橋	
	雨期	乾期	雨期	乾期
設計高水位 (m)	706.0	702.7	654.5	651.9
洪水流量 (m ³ /s)	1,080	65	440	25
洪水流速 (m/s)	2.4	0.8	3.3	1.2

図 3-2-15 に設計高水位設定のフローを示す。

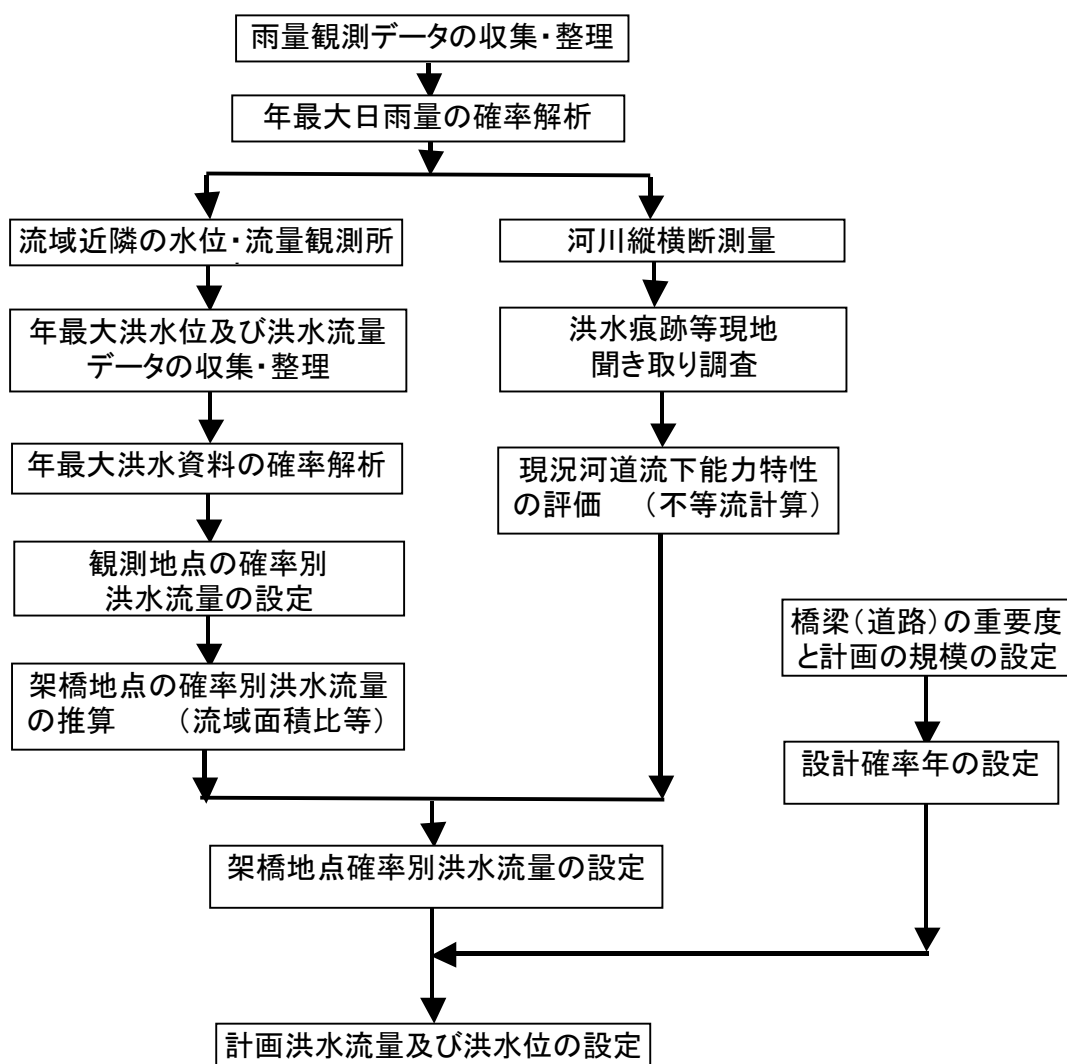


図 3-2-15 設計高水位設定フロー

② 桁下余裕高（桁下高さ）

アティ橋は 1998 年の洪水時における最高水位は橋梁付近で約 709.9m と想定されこれは現況路面高とほぼ同じである。このため、旧橋の R C 桁は直接流水の被害を受けた。また、イクサ橋は 1961 年の洪水時が最高水位になったものと考えられ、最高水位は橋脚のハンチ下付近の 656.5m と想定される。

「ケ」国の基準では河川や樹木の状況より設計マニュアルに、河川の流量に応じ桁下空間が規定されている。したがって、橋梁の計画においては、上記結果の設計高水位に対し、以下の値を用いるものとする。

表 3-2-10 設計用桁下空間

橋梁名	流量 (m ³ /sec)	桁下空間 (m)
アティ橋	約 2,900	1.20
イクサ橋	約 1,200	1.20

③ 河積阻害率

アティ川は、架橋付近では、河川幅約 120m～140m で流れの方向は、ほぼ直線的である。ただし、現橋位置では橋台位置が前面に出ており約 100m と狭くなっている。このため、洪水時には架橋部分で流れが速くなり、河床の洗掘等が発生したことが、橋脚が流出した原因の一つと考えられる。また、イクサ橋の位置するティバ川は、架橋位置の前後で U 字形に 180 度近く蛇行し、流水方向が急に変えられ、河道幅は既設橋梁部で最も狭くなっている。

河積を大きく阻害した場合、洪水時での水位上昇が考えられ、架橋付近一帯への影響が懸念されるため、河積阻害率は河川構造令で規定する 5 %を準用し、橋梁計画を行う。

（９）舗装設計基準

「ケ」国のデザインマニュアルに従い、現地 C B R 試験及び材料試験結果によりアスファルトコンクリート舗装を基本とする。ただし、橋梁前後の道路の現況が砂利道（Gravel）であり、アスファルト合材の入手が困難であるため、本計画での施工範囲は路盤までとし、この上にアスファルト乳剤により D B S 舗装を行い、将来の B7 号線の改良時にアスファルトコンクリート舗装を実施するものとした。図 3-2-16 に道路部の舗装構成を示す。

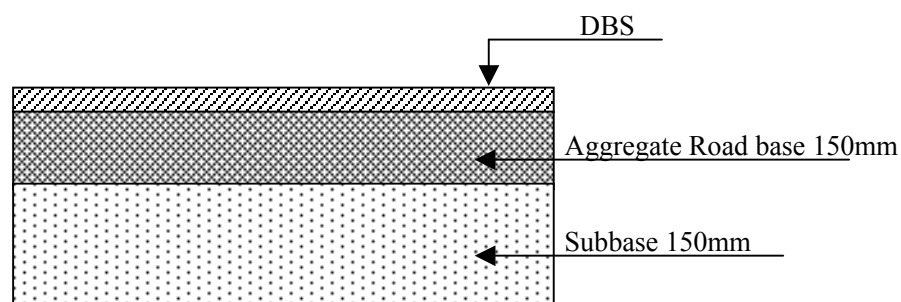


図 3-2-16 取付道路部舗装構成

(10) 道路標識と安全施設

道路標識及び安全施設を「ケ」国の基準にしたがって設置する。

(11) 使用材料及び基本強度

a) コンクリート

現場周辺にはコンクリートプラントはないため、仮設コンクリートプラントを現場に搬入し、コンクリートを混合する。

設計基準強度は円柱供試体での強度試験値で次のとおりである。

現地では立方体供試体にて強度試験を行うため、円柱供試体での強度より約15%大きな値となる。したがって、設計図および技術仕様書に強度試験方法について明記する。

・設計基準強度（円柱供試体、28日強度）

PC主桁、 $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$

PC床版・横桁 $\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

PC版（プレキャスト） $\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$

RC構造物（橋脚、橋台） $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

RC杭 $\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

b) PC鋼材

PC鋼材は「ケ」国では生産されていないため、日本または第三国からの輸入となる。

PC鋼より線 12S - 12.7 mm を基本とする。

引張強度 $1,850 \text{ N/mm}^2$

降伏強度 $1,600 \text{ N/mm}^2$

c) 鉄筋

鉄筋は「ケ」国では生産されていないものの、国内の市場で購入できるためこれを使用する。製品規格はBSに準じて規定されているため、BSの基準に従い、以下を使用する。

規格 BS 4449 Type II Grade 460

降伏強度 460 N/mm^2

2) 施設計画

(1) 道路計画

a) 架橋位置

両橋とも、現地状況を踏まえ、既設橋梁の上流側に平行に設置するものとし、下表に示した理由により、既設橋との離れをアティ橋は30m、イクサ橋は15mとした。

表 3-2-11 アティ橋設置位置設定理由

	アティ橋設置理由
上流側選定理由	・ 既設橋の下流には、流出した旧橋の残骸が依然として残っている。 ・ 左岸側の家屋は、現況道路の下流側に近接し、多く存在する。右岸側は、逆に上流側に家屋があるが現道から離れており影響は少ない。 ・ 左岸側の既設道路は、橋梁直後より下流側に小さな半径の曲がり町内に入っていくため、下流側に設置した場合この道路にすりつけができない
既設道路との離れ(30m)選定理由	・ 左岸側の既設橋台の上流側は小さな沢の地形となっており、降雨時に排水路となっているため、新旧橋台間に水路を確保する。 ・ 既設部橋台、盛土のり面が、新設部施工の障害とならない。 ・ 新橋完成後、既設橋の撤去が可能。 ・ 両岸の家屋の移転が少なくできる。

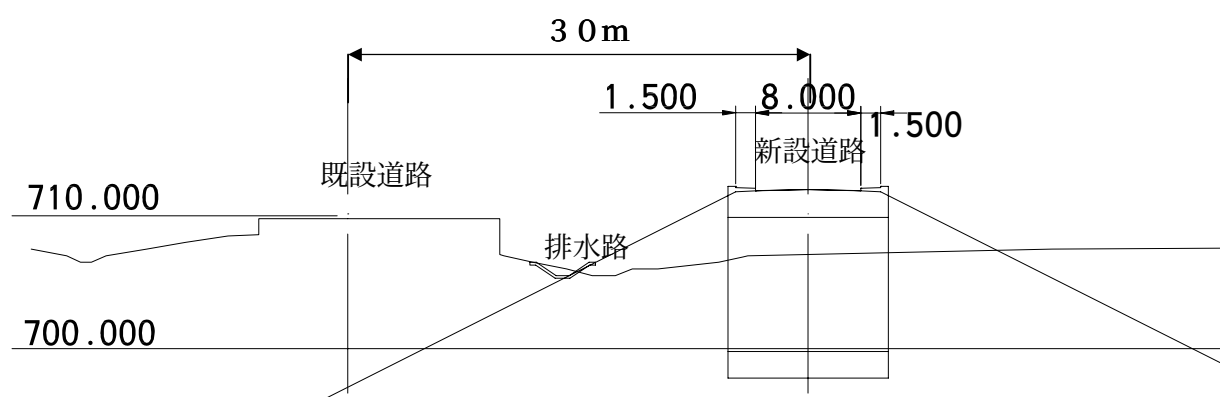


図 3-2-17 アティ橋新設橋梁位置（左岸側）

表 3-2-12 イクサ橋設置位置設定理由

	イクサ橋設置理由
上流側 選定理由	・ 両岸とも下流側に河川敷への進入路がある。 ・ 右岸側の道路は下流方向に緩やかにカーブしており、上流側に設置した方がカーブを緩やかにできる。 ・ 地形状況より、上流側の方が左岸側の橋台位置を河川側に近づけることができる。
既設道路との 離れ（15m） 選定理由	・ 既設部橋台、盛土のり面が、新設部施工の障害とならない。 ・ 新橋完成後、既設橋の撤去が可能。

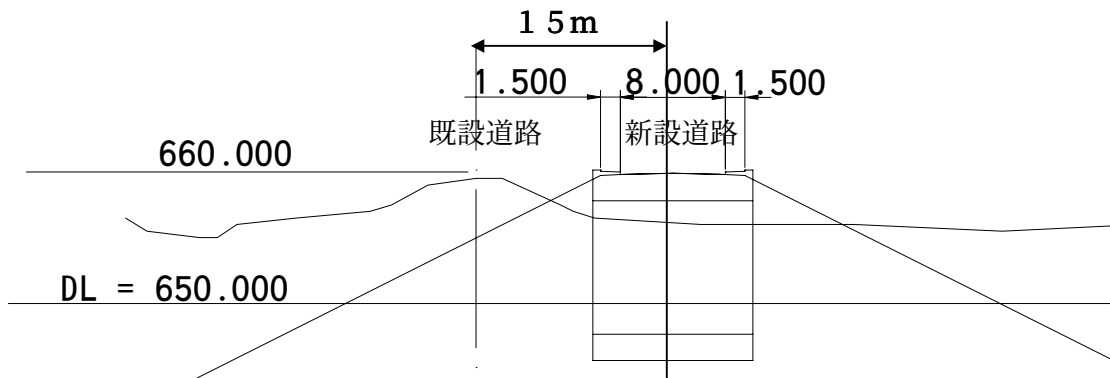


図 3-2-18 イクサ橋新設橋梁位置

b) 道路線形

[アティ橋]

平面線形は、橋梁部で既設道路から平行に30mシフトさせ、右岸側ではクロソイドと円曲線を組み合わせ、取り付け道路長約340mですり付けた。

左岸側は、下記理由により、約3kmの新設道路を設置するものとし、本事業では、橋梁背後の平面線形を直線とし、縦断線形が現況地盤までを実施するものとした。

- ・ 現況道路が橋梁の背後で、半径70m程度の曲線で、ほぼ直角に曲がっているため、設計速度80km/hに対する平面線形規定値では、現況道路にすり付けることができない。
- ・ ここ以降の現道の線形も悪いため、短い区間で無理にすり付けても、全体の線形が悪い。
- ・ 橋梁の背面側にローカル道路があり、これ沿いに延ばすことにより、設計基準を満足できる道路が計画できる。

縦断線形は、河川区間で設計高水位と桁下空間、および橋梁の構造高を確保すると、前後の地盤高より4から5m高くなる。したがって、前後の盛土高を抑えるため、橋梁区間に凸形の縦断曲線を設置し、この背後に連続して凹型の曲線と設置し現道とすり付けた。

[イクサ橋]

平面線形は、橋梁部で既設道路から平行に15mシフトさせ、両岸側ともクロソイドと円曲線を組み合わせ、取付道路長、左岸側約280m、右岸側約200mで現況道路とすり付けた。

縦断曲線は、設計高水位から決まる道路計画高がほぼ現況の道路高と同じであり、橋梁上の高さをそのまま背面に延ばしても、盛土高が高くない。このため、橋梁上をほぼ直線とし、前後の区間で縦断曲線を設置し、既設の道路とすり付けた。

(2) 橋梁計画

a) 橋長の決定

橋長は、現地の地形、河川状況等より、以下の方針で決定した。

アティ橋

① 河川状況

- ・ 現橋のベイリー橋の橋長は約108mであり、橋台前面間の距離は約102mである。
 - ・ 現橋台は、上下流の河川幅に比べると前にせり出した位置にあり、出水時の河川断面を大きく阻害している。
 - ・ 上下流200mの河岸の標高は約708m～709mで、河川幅は約140mであるが、標高707m付近で河岸の法勾配が緩やかになり、その標高での河川幅は約120mである。
- ② 河岸の法勾配が緩やかになる標高707mの位置を河岸肩とし、この位置を河川断面とする。
- ③ 現橋より上流側約200m、100m及び下流側約100mにおける河岸肩位置を結ぶ線を河川幅とする。
- ④ この線と新設橋梁の中心線との交点を橋台位置とする。
- ⑤ この結果、橋台前面位置の距離は、約118mとなり、沓座等の幅を考慮すると橋長は約120mとなる。

イクサ橋

① 河川状況

- ・ 現橋のベイリー橋の橋長は約73.2mであり、橋台前面間の距離は約71mである。
- ・ ティバ川の流れは、架橋付近でU字形に大きく左に曲がっており、左岸側が堆積側、右岸側が洗掘側となっている。このため、左岸側は砂が堆積し緩やかな河岸になっているが、右岸側は切り立った河岸で岩が露出している。
- ・ 架橋付近の洪水位は、約657mであり、右岸側の河岸肩の高さとほぼ同じである。

- ② 堆積側の左岸側は、現橋台位置にほぼ合わせる。左岸側は計画洪水水位位置を河川幅とする。
- ③ 左岸側は、橋台施工時の掘削が橋台前面の岩法面に影響を与えない位置とする。
- ④ この結果、橋台前面位置の距離は約73mとなり、沓座の幅を考慮すると橋長は約75mとなる。

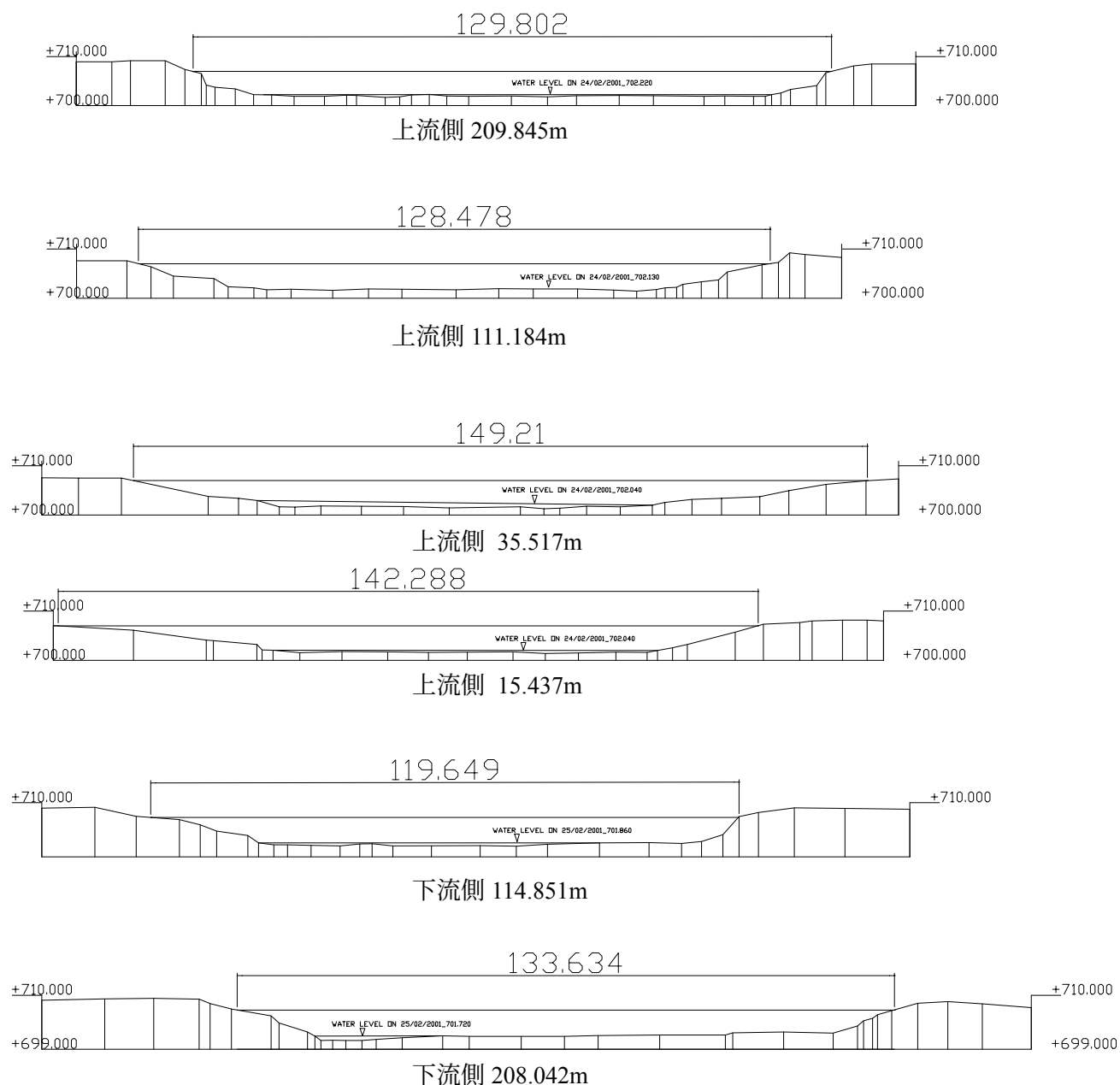


図 3-2-19 架橋付近のアティ川断面

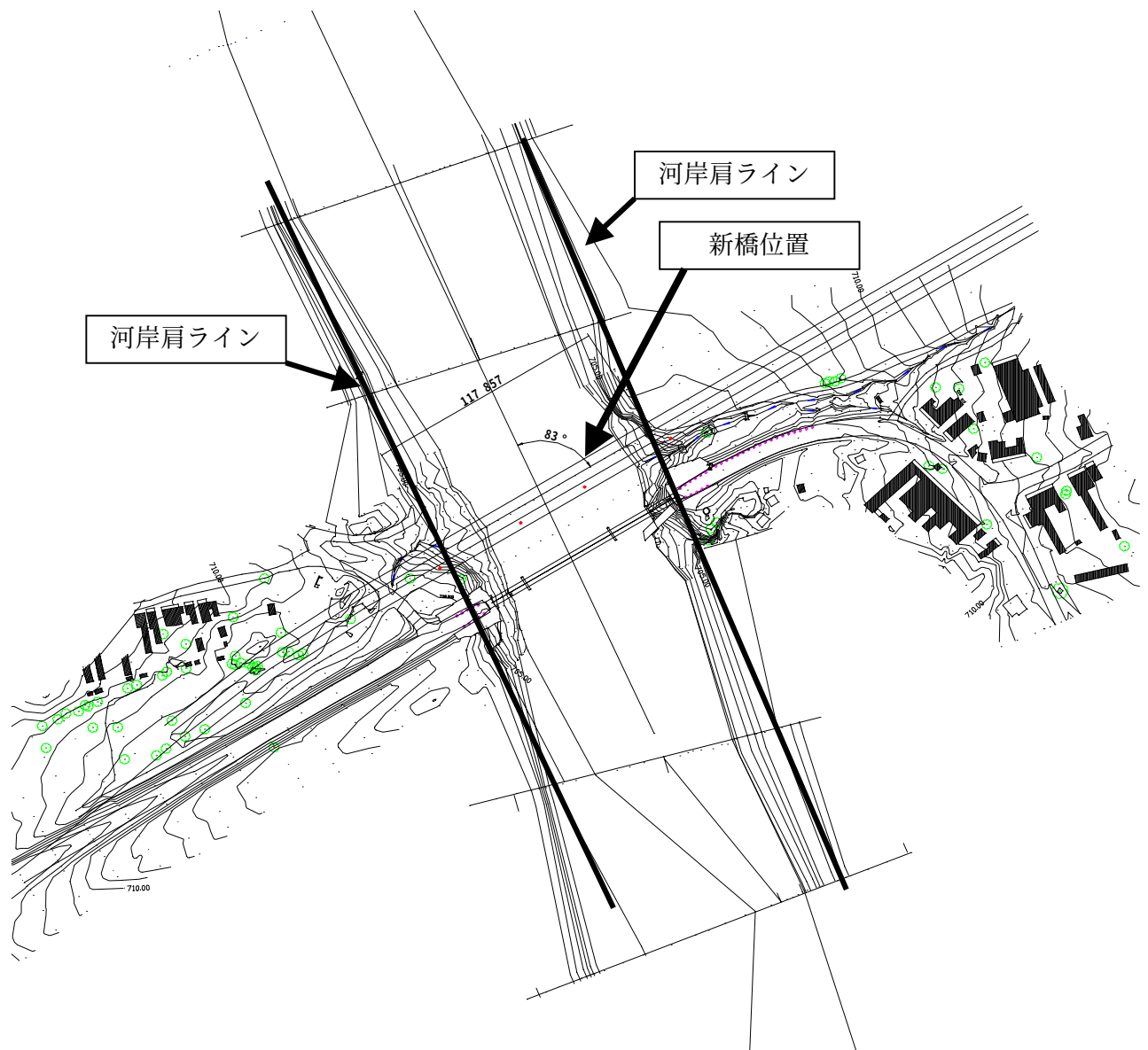


図 3-2-20 アティ橋 河岸ライン位置

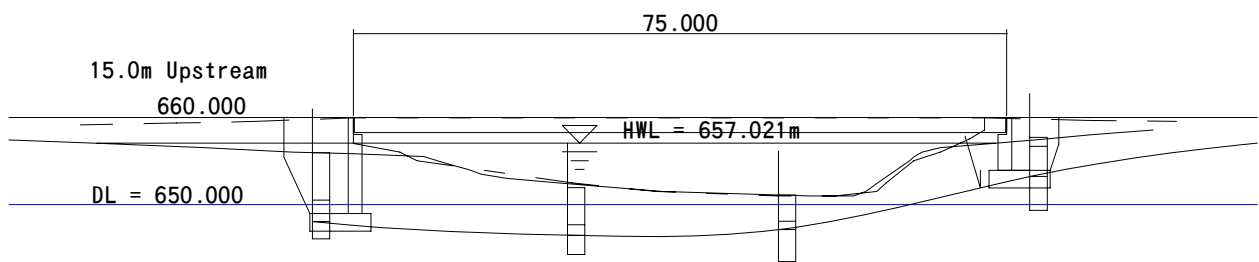


図 3-2-21 イクサ橋架橋部付近河川断面

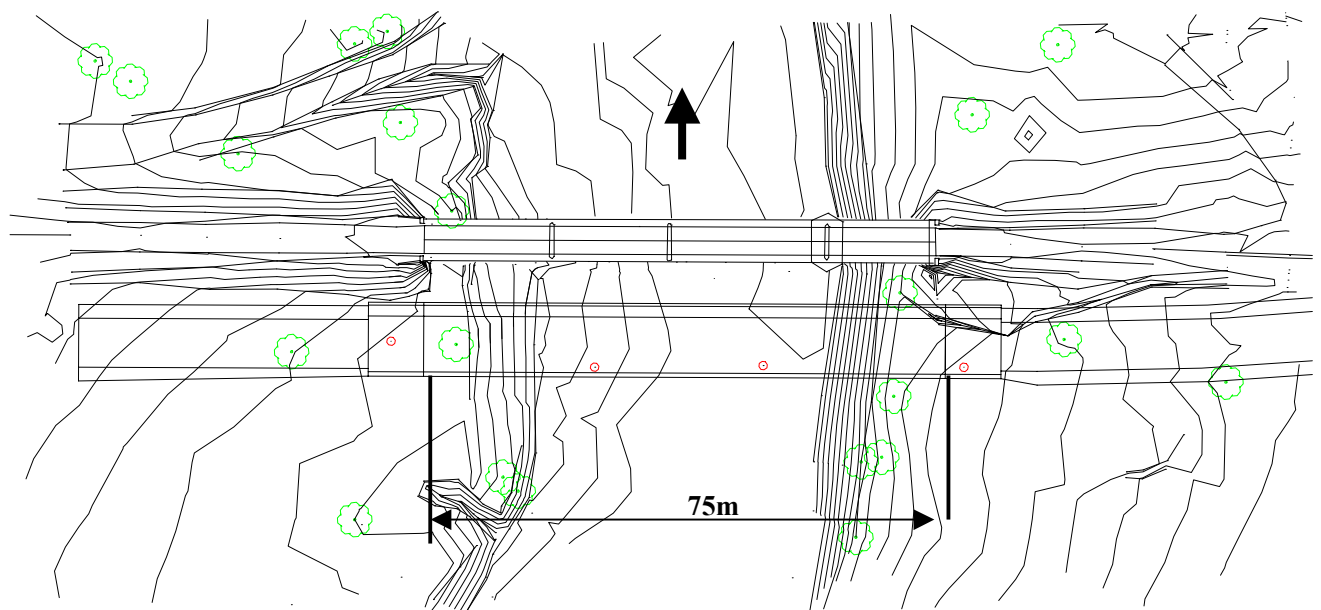


図 3-2-22 イクサ橋架橋部付近河岸状況

b) 上部構造形式

①上部構造基本橋種の選定

今次調査における上部構造の基本橋種は以下の点から決定する。

- 施工資材、機械の入手の難易性
- 下部工、基礎工工費も含めた経済性および施工性
- 維持管理が容易であり、その費用が少ない形式
- 「ケ」国における使用実績と技術移転

比較対象とされる最大径間長は40m程度 鋼橋は国外製作



コンクリートを主体した、PC 構造が適切
維持管理の面からもコンクリート橋が鋼橋に比べ容易

②上部構造形式の検討

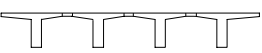
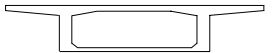
アティ橋の橋長は120m、イクサ橋の橋長は75mであるので、各径間割り案に対して最大径間長は下表のように25mから40mと考えられる。

表 3-2-13 径間数と径間長

	橋 長	2 径間	3 径間	4 径間	5 径間
アティ橋	120m	—	40.0m	30.0m	24.0m
イクサ橋	75m	37.5m	25.0m	—	—

この径間長に対応した PC 上部構造形式を表 3-2-14 に示す。

表 3-2-14 径間長と上部工形式

主桁形式	主桁断面	適用径間	桁高 径間
PC T 桁橋		20～40m	1/16
PC 合成桁橋		20～40m	1/15
PC 中空床版橋		20～40m	1/22
PC 主版桁橋		20～40m	1/17
PC 箱桁橋		30～60m	1/20

アティ橋、イクサ橋とも河川内の橋梁であり、架橋地点の気象状況、河川状況により、年2回雨期があるため、全体の工期を考慮すると、少なくとも上部工架設においては雨期の影響を受けない工法が望ましい。すなわち、河川内に全支保工を組むことはできず、上部工架設方法としては、下表に示す方法が考えられる。

表 3-2-15 架設工法と上部工形式

架 設 方 法	対応上部工形式	経済性
H 鋼、トラス桁を用いた特殊支保工	PC 中空床版 PC 主版桁 PC 箱桁橋	○
移動式支保工	PC 中空床版 PC 主版桁 PC 箱桁橋	×
張り出し架設、押し出し架設	PC 箱桁橋	×
架設桁架設	PCT 桁橋 PC 合成桁橋	◎
ベント併用によるトラッククレーン架設	鋼 I 桁橋	○

橋梁形式選定の際の経済性比較では上部工のみならず、下部工、基礎工を含めた全工事費で比較検討する必要がある。特に、本計画対象橋梁は河川、地質条件より基礎工の施工方法が重要であり、基礎工の施工費によっては、径間数および上部工形式が変わってくる。

本件等では、後で示すように、基礎形式として施工性、経済性、安全性より直接基礎として選定した上で、各径間数に対応する上部工形式を選定し、表 3-2-16、および表 3-2-17 に示すように、これらを総合的に評価し、以下のように上部工形式を決定した。

- ・ アティ橋： 4 径間 PC 連結合成桁橋 (4 @ 30.0m = 120.0m)
- ・ イクサ橋： 3 径間 PC 連結合成桁橋 (3 @ 25.0m = 75.0m)

表 3-2-17 イクサ橋橋梁形式比較表

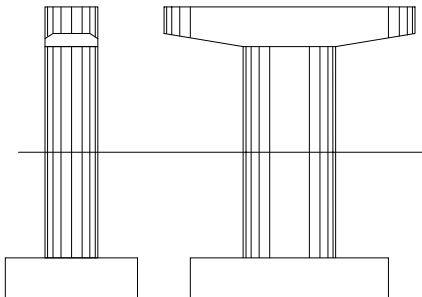
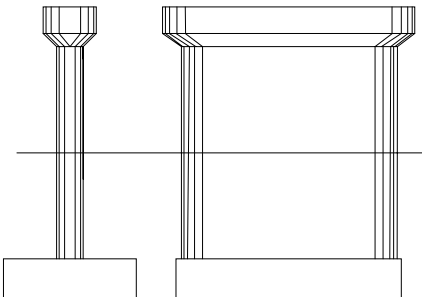
橋種	第1案: PC2径間連結合成桁橋	第2案: PC3径間連結合成桁橋	第3案: 鋼3径間連続非合成桁橋	第4案: RC4径間連結合成桁橋
側面図				
断面図				
構 造 性	- 中央に直接基礎の橋脚を設けたPC2径間連結合成桁橋である。 - プレキャスト桁を用いた連続桁としては、最大の径間長に近い。 - 中間支点上では、後死荷重と活荷重に対して、RC構造の連続桁となる。 - これにより、中間支点上の上部に大きな引張りが生ずるため、鉄筋量が多くなり配筋が難しく、ひび割れが生じ易い。 - ひび割れに対する耐久性からの実質の限界支間長(35m)を越える。(日本道路公団の要領では、最大支間長を35m以下に制限している。) - 桁高は2.2mと支間長の約1/16となる。 - 河積阻害率が約2.7%と4案中最も低い。	- 直接基礎の橋脚2基を有するPC3径間連結合成桁橋である。 - プレキャスト桁を用いた連続桁としては、標準の径間長である。 - 桁高は1.4mと支間長の約1/16となる。 - 河積阻害率は第1案に比べて大きい、約5.3%と問題はない。	- 直接基礎の橋脚2基を有する鋼3径間連続非合成桁橋である。 - 連続鋼1桁としては最小径間長に近い。 - 中間支点上の床版に大きな引張りが生じる。 - 河積阻害率は約4.8%とほぼ第2案と同じである。	- 直接基礎の橋脚3基を有するRC4径間連結合成桁橋である。 - 主桁がRC構造のため、主材料は現地で調達し、製作できるが桁高は高くなる。 - 河積阻害率が約8.0%で4案中最も大きい。
施 工 性	- 上部工の施工は37.5mスパンに対応する大規模なエレクションガーダー等の仮設備が必要である。 - PC桁は、桁高が高く、横方向の剛性が小さいため、施工中の安定性が良くなく、安全確保のための仮設機材、熟練作業員が必要である。 - 岩盤線の最も低い位置にフーチングを施工するため、橋脚1基当りの仮設締切規模が大きい。	25.0mスパン対応するエレクションガーダーを使用する。 - 施工中のPC桁の安定性に問題は少ない。 - 橋脚1基当りの仮設締切規模は、第1案と比べ小さくすむが、工期面で転用できないため、2セットの締切材料が必要となる。	- 第2案と同様に、2セットの下部工施工用の締切材料が必要となる。 - 鋼桁がPC桁に比べて軽いため、橋台部から大型クレーンを使用して架設することができる。	2セットの下部工施工用の締切材料を転用しながら、1乾期の間に4基の橋脚を施工する必要があり、工程的に厳しい。 20m級スパンに対応するエレクションガーダーを使用する。
経 済 性	- 下部工工費は基数が少ないため安くなるが、上部工は径間長が長いため、最も高くなる。 - 大型のエレクションガーダーを国外で製作し、搬入する必要があり、上部工の仮設資機材が高くなる。 1.03	- 下部工費用は基数が増え、第1案より仮設材料1セット多く必要となり高くなるが、上部工の桁高が短く鋼製型枠やガーダーが小さく、全体工費は経済的となる。 - 上下部共に無理のない仮設計画が可能で、4案中最も経済的である。 1.00	- 第2案と比較した場合、主桁が軽くなる分下部工が若干小さくて済む。 - 上部工は国外で材料調達から製作まで行い搬入するため、鋼材はコンクリートと比べ割高となる。 - 大型クレーンで架設する場合、クレーン自体も国外から搬入する必要がある。 1.20	- 橋脚数が多く、またPCと比べRCは桁高が大きくなるため重量も増え、下部工費は高くなる。 - 上部工はRC構造のため、PC鋼材は不要であるが、仮設資材は第2案とあまり変わらず上部工費用はあまり安くない。 1.03
維持管理特性	コンクリート構造部分は、基本的に維持管理が不要であるが、伸縮装置は定期点検が必要である。	コンクリート構造部分は、基本的に維持管理が不要であるが、伸縮装置は定期点検が必要である。	10年間に1度程度の主桁の防錆塗装が必要となる。	コンクリート構造部分は、基本的に維持管理が不要であるが、伸縮装置は定期点検が必要である。
総合評価	△	◎	△	△
総合評価	- 河積阻害率の観点からは、径間数の少ない案が望ましいものの、支間が大きくなると桁高も高くなり、取付道路を含め路面全体の高さを上げる必要がある。 - 径間数が少ないと下部工費用は少なくなるもののエレクションガーダーの損耗が割高となり、全体工費では3径間が経済的となる。 - 以上の検討により、上下部共に構造的、施工性及び経済性より第2案を選定する。			

c) 下部構造形式

- 架橋位置は河川の流れの変化があまりない。
- 河積の阻害を少なくする構造とする。
- 河床は砂層であるため、洗掘を考慮しフーチング天端根入れは河床から 2.0m を確保する。
- 橋台形式は、高さが 10m を超えるため、最も経済的な逆 T 形式が有利となる。

橋脚形式の比較を表 3-2-18 に示す。

表 3-2-18 橋脚形式比較表

	第 1 案 円柱式橋脚	第 2 案 壁式橋脚
概略図		
構造的性	・ 一般的な構造形式である。 ・ 河川の流れの変動する場合有効である。 ・ 壁式橋脚より流水直角方向の幅が大きくなる。 ・ 脚柱の径が大きくなり河積阻害率が大きくなる。	・ 一般的な構造形式である。 ・ 河川の流れの方向性があるとき有効である。 ・ 流水直角方向の幅を小さくすることができ、河積阻害率を小さくすることができる。
施工性	・ 梁の支保工がやや大きくなる。 ・ 特に問題はない。	・ 特に問題はない。
経済性	△	○
評 価	△	○

d) 基礎構造形式

本計画対象 2 橋梁の周辺の支持層は、地質調査の結果より、河床から約 5～9 m の深さに位置する岩盤層で、この上に河川堆積物の砂層、砂礫層が重なっている。

この深さでは基礎形式としては基礎形式、打ち込み式の杭基礎あるいはケーソン形式である。

河川内の基礎であるため、完成後の洗掘の影響、雨期を考慮した河川内の施工方法、ケニア国内での資機材の調達状況を考慮し、形式の比較検討をした。

この結果、表 3-2-19 に示すように、完成時の構造的性、施工性、経済性等より、両橋とも、橋台、橋脚の基礎形式として、直接基礎形式を選定した。

直接基礎形式では、支持地盤までの掘削が必要となるが、本架橋地点では河川内で、支持層が深く且つ岩盤層であるため、締切方法の安全性、止水性の確保が計画の上で重要である。表 3-2-20 に示すように、安全性、経済性等よりウォータージェットによる岩掘削を併用した鋼矢板一重締め切り工法を採用する。

表 3-2-19 基礎形式比較表

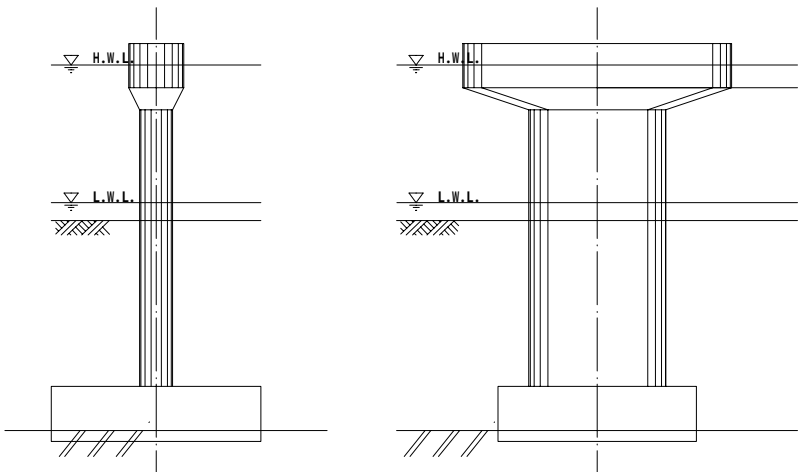
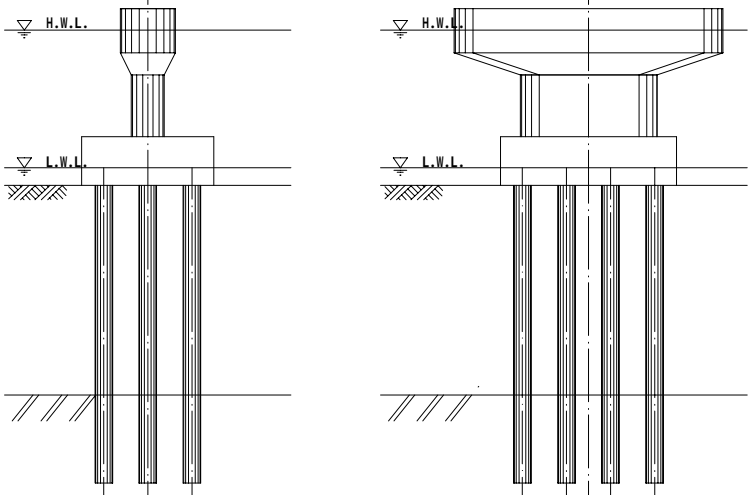
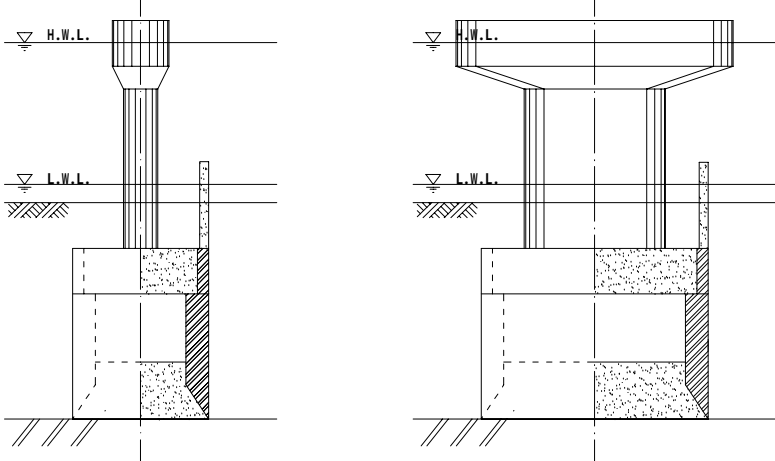
	直接基礎	杭基礎(多柱式基礎)	ケーソン基礎(オープンケーソン)
概略図			
構造的性	・ 支持層が岩盤であり、地盤を確認できるため、確実に安定した基礎である。 ・ 河川の洗掘が生じてても、横方向の抵抗は期待していないため、安全性に問題はない。	・ 施工性を考慮し、フーチング下面を河床上に置く杭基礎とするが、フーチングが河積を阻害する割合が他の案より大きい。 ・ フーチング上面を洗掘深さまで（約 2 m）下げた場合に、砂層が薄い箇所では杭基礎にする必然性がなくなる。 ・ 洗掘が生じやすく、また、杭に流木等が引っかかり易く、その場合に構造物の安全性に問題が生ずる。	・ 基盤(岩)が傾斜しており刃口下面の掘削が非常に難しいためケーソン下面の地耐力が一定にならない可能性が強く構造安定性に問題を残す。 ・ 洗掘でケーソン本体が露出した場合には流水を受ける断面が大きく危険であるため、洗掘深さ（約 2 m）まで本体を下げる必要がある。 ・ 橋脚形状が壁式の場合、小判型ケーソンが有効となる。
施工性	・ 支持層迄の掘削が必要であり、深いところでは掘削深さが 12m と大規模な締め切りが必要である。 ・ 矢板の安定、止水のために、岩部分の埋め込みが必要となり、ウォータージェットを併用して打ち込みをする。 ・ 施工中の河積阻害幅は杭基礎案と変わらない、ケーソン案より狭い。 ・ 下部工は1乾季内の施工が可能である。	・ 岩掘削が可能な杭打機を国外から持ち込む必要がある。 ・ 洗掘により突出杭となるが、水平力が小さいため杭が岩に貫入していれば構造上問題ない。 ・ 締め切り工はフーチング施工のために必要となる。 ・ 施工中の河積の阻害幅は直接基礎案と変わらない。	・ オープンケーソンの場合、岩盤の掘削が困難である。 ・ 岩盤が傾斜している場合は滑りにより偏心し易い。 ・ 掘削途中で傾斜が生じると修正が困難。 ・ 掘削中に流木等の障害物が発生すると除去が困難である。 ・ 砂層のため、摩擦抵抗が大きく、沈下のための設備が必要となる可能性がある。 ・ 止水壁が必要であり、その除去のため、コンクリートまたは鋼矢板による締め切り工が必要となる、撤去に非常に時間がかかる。 ・ 河積の阻害幅が広く、また、1乾季内の施工が困難である。 ・ ケーソン底板部は水中コンクリートによる施工が必要。
経済性	・ 第2案より仮設費用は高くなるが、本体工事費は安価のため、最も経済的である。 ・ 締め切り及び掘削のために構台が必要になるが片側のみ設置すれば施工可能になり構台費が安価となる。	・ 締め切り及び杭施工のための構台がフーチング全周に必要となる。 ・ 岩掘削のために大型の杭打機が必要である。 ・ 杭基礎 2 基のために、機材が必要となり非常に不経済となる。	・ 築島工や止水壁等の仮設費用が高い。 ・ 本体費用は第 2 案より安いが、全工費では、最も高くなる。
評価	○	△	×
	・ 鋼矢板による締め切りが必要となるが、完成時安定性、地盤状況への対応性、施工精度が良く、工費も最も安い。	・ 完成後の河床洗掘、流木等河川の影響が最も大きい。 ・ 杭打ち機の損料が高い。	・ 岩盤が傾斜している場合等施工精度確保が困難であり、施工時の河積阻害、施工期間等の問題も大きい、そして、工費が最も高い。

表 3-2-20 矢板締切工法比較表

工 法		鋼矢板二重締切 + 薬液注入止水	鋼矢板二重締切+ジェットグラウト先端固定	矢板一重締切 (ウォータージェット併用打設)	鋼管矢板一重締切 (オーガー先掘工法)
模 式 図					
工法概要		鋼矢板をバイプロ工法で打設し、二重締切とする。鋼矢板は岩盤に貫入しないので、二重締切内の薬液を注入して止水する。	鋼矢板をバイプロ工法で打設し、二重締切とする。鋼矢板は岩盤に貫入しないので、二重締切内をジェットグラウトして止水する。鋼矢板とジェットグラウトはジベルで固定する。	鋼矢板をウォータージェットを併用しバイプロ工法で打設し、岩盤に貫入させる。先端にモルタルを注入して止水する。	鋼管矢板を「ロックオーガー先掘工法」で打設し、岩盤内に 1.0m 貫入させる。手順は、「ロックオーガー削孔」⇒「砂埋戻し」⇒「鋼管矢板打設」である。継手および先端はモルタル注入にて止水。
主要機械		・クローラクレーン(50t 吊り) : 1 台 ・バイプロハンマー(45kw) : 1 台 ・薬液注入設備 (ボーリング機械): 5 台	・クローラクレーン(50t 吊り) : 1 台 ・バイプロハンマー(45kw) : 1 台 ・J G 設備 (ボーリング機械): 3 台	・クローラクレーン(50t 吊り) : 1 台 ・特殊バイプロハンマー(45kw) : 1 台 ・ウォータージェット設備 : 1 式	・オーガー併用杭打ち機 : 1 台 ・クローラクレーン(80t 吊り) : 1 台 ・バイプロハンマー(60kw) : 1 台
打設	砂層(N=10)	通常のバイプロハンマーで打設可能である。	通常のバイプロハンマーで打設可能である。	通常のバイプロハンマーで打設可能である。	通常のバイプロハンマーで打設可能である。設
	岩盤(qu=1000kg/cm2)	qu=50kg/cm2 程度の風化岩層はウォータージェット工法併用で打設可能である。	qu=50kg/cm2 程度の風化岩層はウォータージェット工法併用で打設可能である。	特殊設備によりの qu=1000kg/cm2 程度の岩層もウォータージェット工法併用で打設可能。	qu=500kg/cm2 程度の岩盤強度までは打設可能それ以上は特殊工法 (ダイレクトパイリング工法) 等が必要。
止水性		信頼性に欠けるが、一応の止水は可能	信頼性のある止水が可能	ポンプアップは必要であるが、止水は可能	継ぎ手、先端グラウトで完全な止水が可能
構造的な安全性		先端が固定されていないので安全性に欠ける	J G とジベルで固定するため安全性はある。	岩盤中に固定するため、安全性はある。	岩盤中に固定するため、安全性はある。
鋼矢板の撤去		引抜き、撤去可能	引抜きが不可能。 切断、一部撤去	引抜き、撤去可能	引抜きおよび任意の位置で切断、撤去可能
施工業者		特定されない	特定されない	各種タイプあり、特定されない	特定業者 (ゼネコン) に関わる可能性あり
主要数量		鋼矢板 : A=1,198m ² (全損) 薬液注入 : V = 504m ³ 二重締切 : W=8.5t 中詰め土 : V=420m ³ 内部掘削 : V=213m ³	鋼矢板 : A=1,198m ² (全損) CJ 注入 : V = 336m ³ 二重締切 : W=8.5t 中詰め土 : V=420m ³ 内部掘削 : V=213m ³	鋼矢板 : A=537m ² (全損) 内部掘削 : V=213m ³	鋼管矢板φ600x12mm : A=559m ² (全損) 内部掘削 : V=213m ³
概略仮設工事費比		1.8	2.7	1.0	2.1
概略工期 (躯体含む)		6 ヶ月	7 ヶ月	5 ヶ月	7 ヶ月
総合評価		薬液注入を含む工費がかなり高く、二重締切と薬注の工期が長い。また、鋼矢板先端の固定構造の信頼性が低い。 ×	鋼矢板先端の固定構造の信頼性は問題ないと考えられるが、ジェットグラウトの工費と工期が長く、鋼矢板の引き抜きができない。 △	鋼矢板先端の固定構造の信頼性は問題ない。完壁の止水は期待できないが、排水可能で、工期も短く、工費も比較的安い ○	鋼管矢板の先端の固定構造、止水性の信頼性の問題はない。Qu・800kg/cm ² 以上の強度の岩盤掘削は難しい。 △

e) 護岸工、法面防護工

橋台周りの盛土保護のため、護岸工、法面防護工を設置する。橋台周りの護岸工としては、蛇籠工、練り石積みが一般的であり、現橋梁の橋台付近にはコンクリートで被服された蛇籠工が施工されている。

本計画では、橋台周りの護岸工として、表 3-2-23 に示すように経済性、施工性に優れた練り石積みによる防護工を設置するものとした。

護岸勾配 1:0.5 から盛土法面勾配 1:2.0 にすり付ける範囲まで練り石積工とし、これ以降の 1:2.0 勾配の法面は植栽工を施工するものとした。

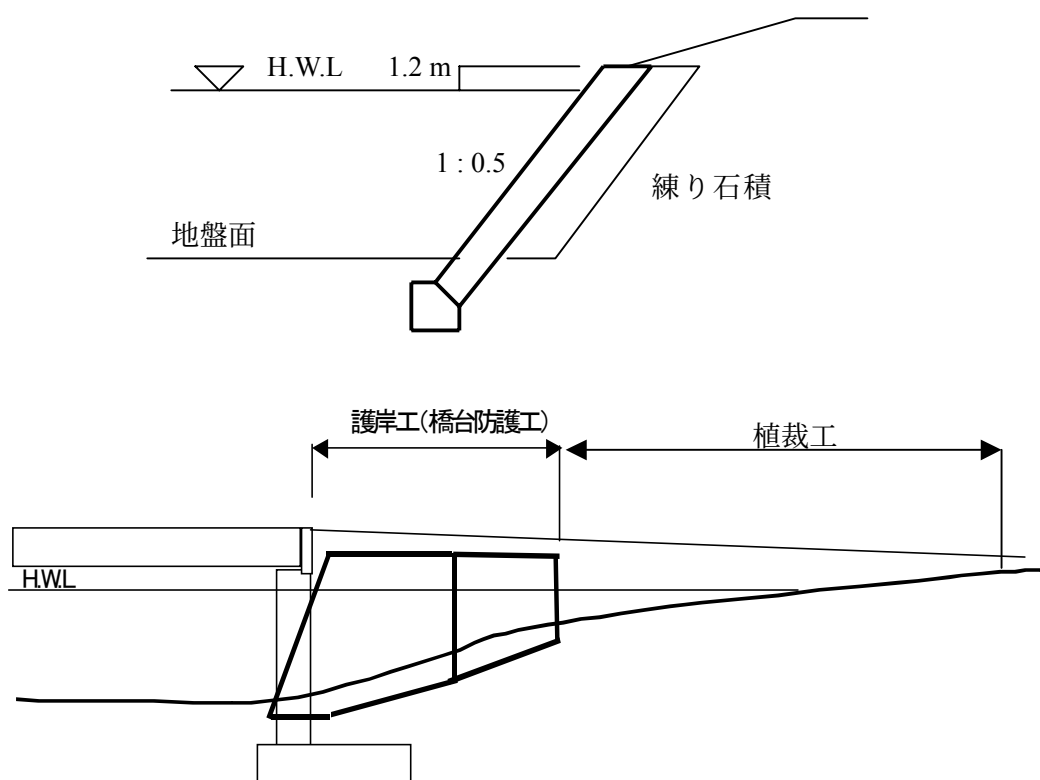
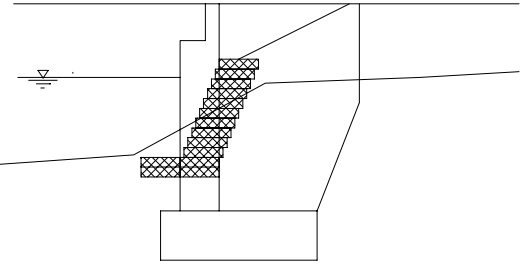
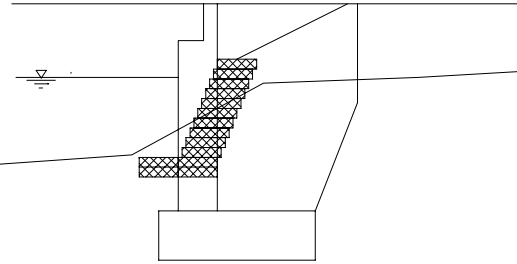
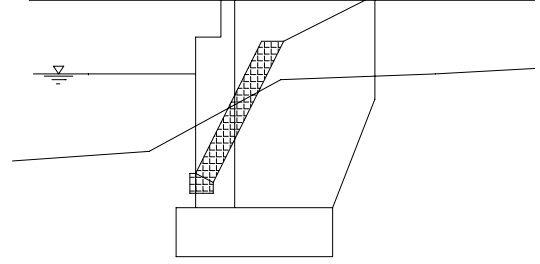


図 3-2-23 護岸工設置範囲

表 3-2-21 橋台周り法面保護工（護岸工）

	ギャビオン（フトン籠）工	コンクリート被覆ギャビオン工	練り石積み工
概 要 図			
構 造 性	・構造高は10m以上の実績がある。 ・砂質土の場合は、吸い出しの防止策が必要である。 ・変位に追従できる。 △	・フトン籠を使用し、外面をコンクリートで被覆することにより、砂質土の場合でも吸い出しの防止ができる。 ・既設橋台で使用されている形式である。 ○	・基礎位置は洗掘を十分考慮して決定する必要がある。 ・場合によっては、基礎部の洗掘防止工を設置 ○
施 工 性	・ワイヤーメッシュで籠を組み立て内に石を投入するだけの構造であり、施工は容易である。 ◎	・ワイヤーメッシュ内に石を投入し、完成後周りをコンクリートで被覆する。 ○	・基礎部の掘削、整地が必要。 ・水中部の施工は困難。 ○
維持・管理	・ワイヤーメッシュの損傷し易いため、維持管理が必要。 △	・コンクリートで被覆しているため、ワイヤーメッシュの損傷は少なくなるが、維持管理は必要。 ○	・損傷は少なく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。 ○
経 済 性	1.05 △	1.20 △	1.00 ○
評 価	△	△	○

3－2－3 基本設計図

図 3-2-24 アティ橋道路平面図

図 3-2-25 アティ橋道路縦断図

図 3-2-26 アティ橋橋梁一般図(1)

図 3-2-27 アティ橋橋梁一般図(2)

図 3-2-28 アティ橋道路標準横断図

図 3-2-29 イクサ橋道路平面図

図 3-2-30 イクサ橋道路縦断図

図 3-2-31 イクサ橋橋梁一般図(1)

図 3-2-32 イクサ橋橋梁一般図(2)

図 3-2-33 イクサ橋道路標準横断図

PLAN OF ATHI BRIDGE ROAD

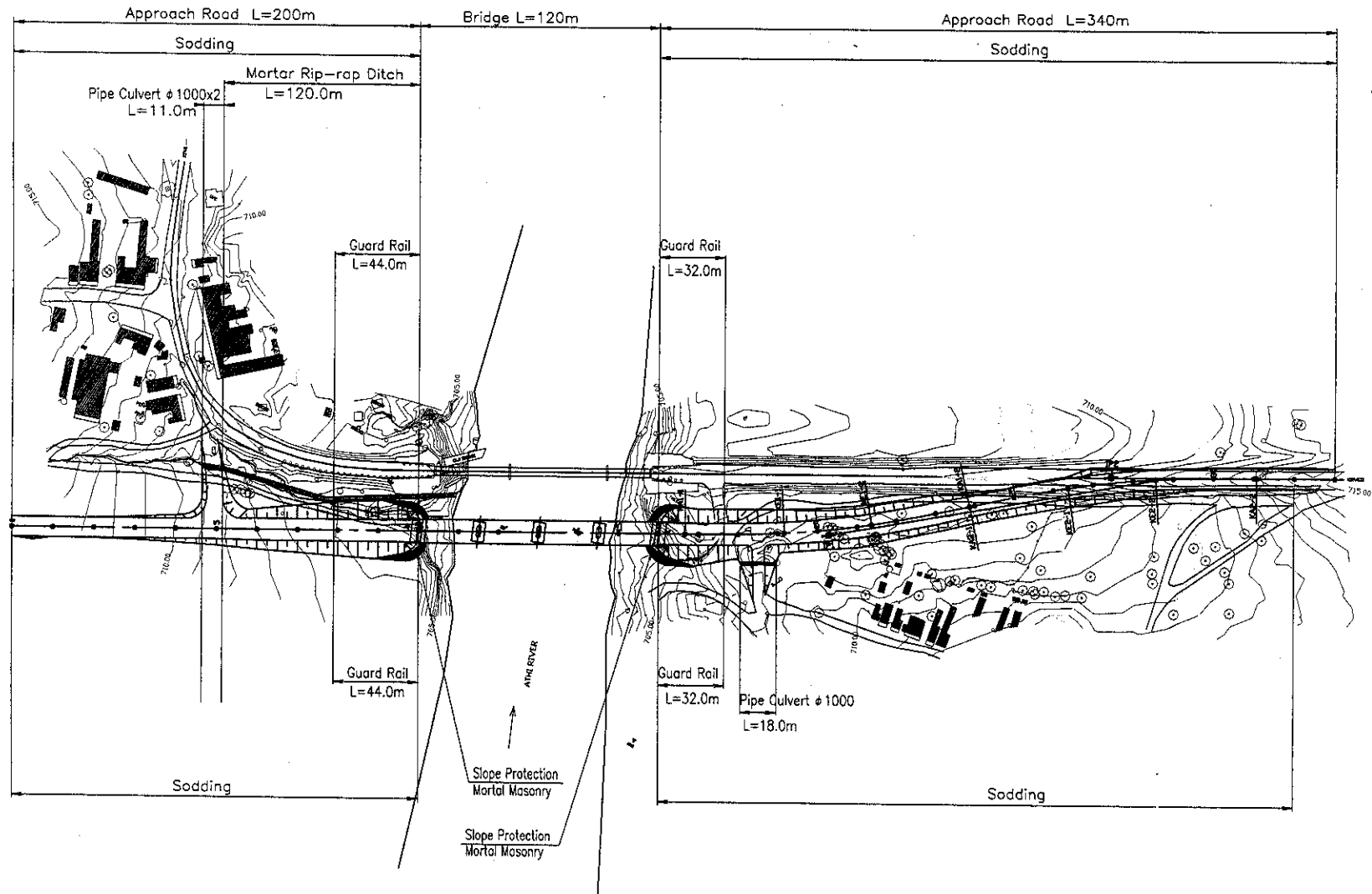
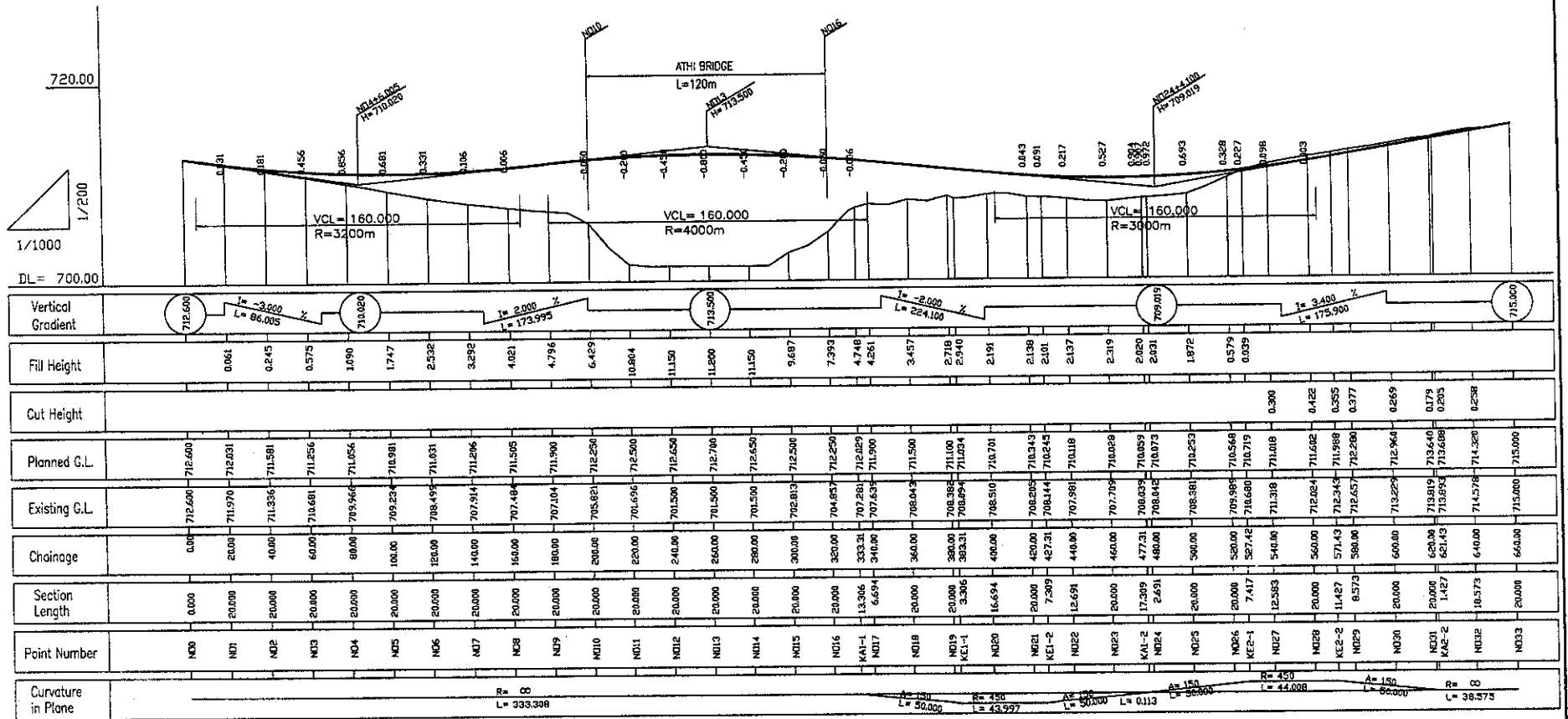
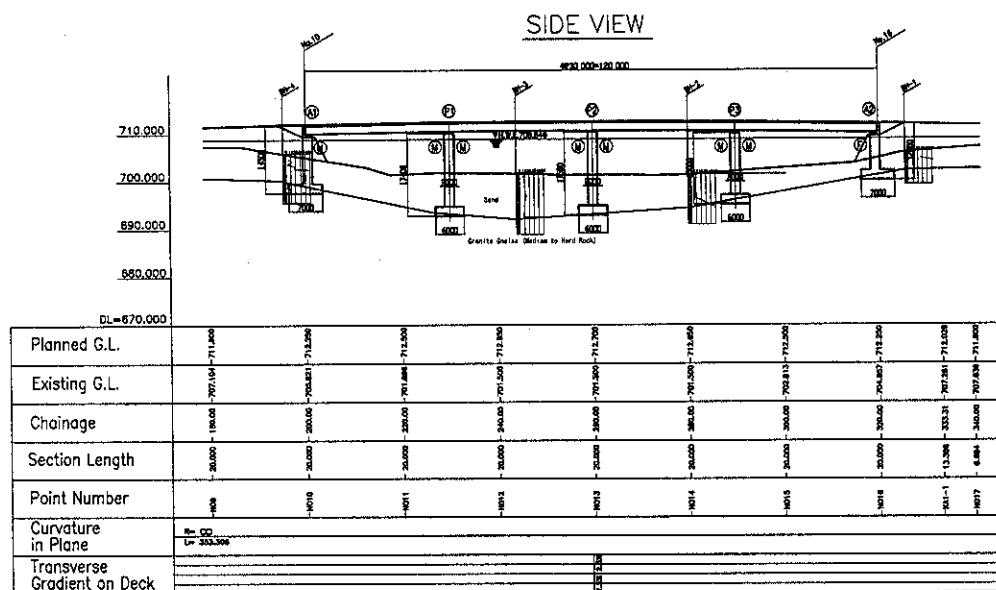


図 3-2-24 アティ橋道路平面図





DESIGN CONDITION		
Bridge Length	120.000m	
Road Class	Road Class B	
Live Load	B Live Load x 1.1 (BS5400, HB 30UNIT)	
Structure Type	Superstructure	PC 4 Spans Connected Composite Girder Bridge
	Substructure	Inverted T Type Abutment, Wall Type Pier
Foundation Type	Spread Foundation	
Span	4x30.000m	
Effective Width	Carriageway 8,000m, Side Walk 2 @ 1,500m	
Skew Angle	89° 00' 00"	
Horizontal Gradient	1:2.5%	1:2.5%
Vertical Gradient	1:2.0%	1:2.0%
Earthquake Coefficient	Longitudinal	kh=0.05
	Transverse	kh=0.05
Material	Concrete	σck=24, 30, 40N/mm ²
	Rebar	Grade 420
Bed Rock	PC Steel	SWP R7B 12T12.7
		Granite Gneiss (Medium to Hard Rock)

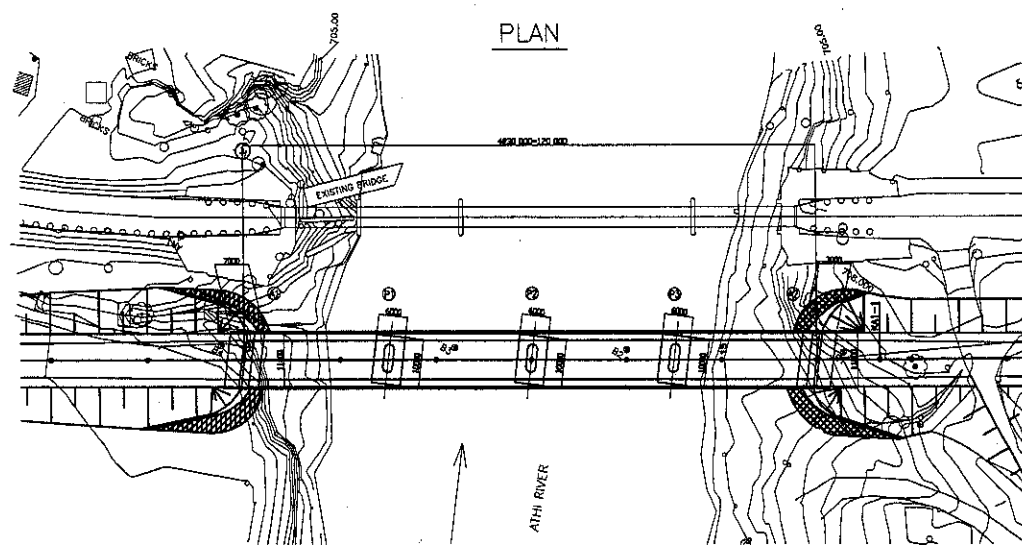
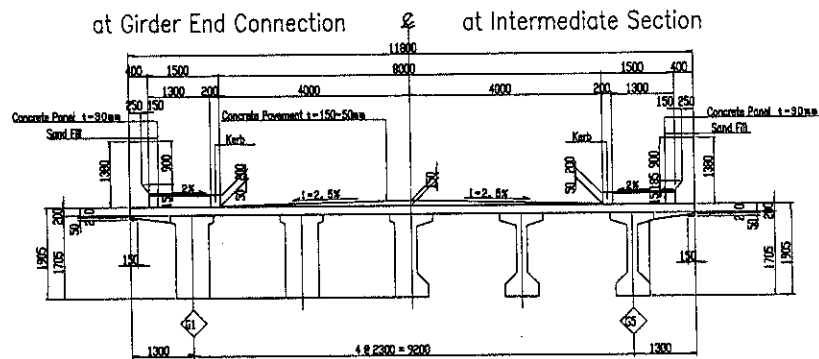
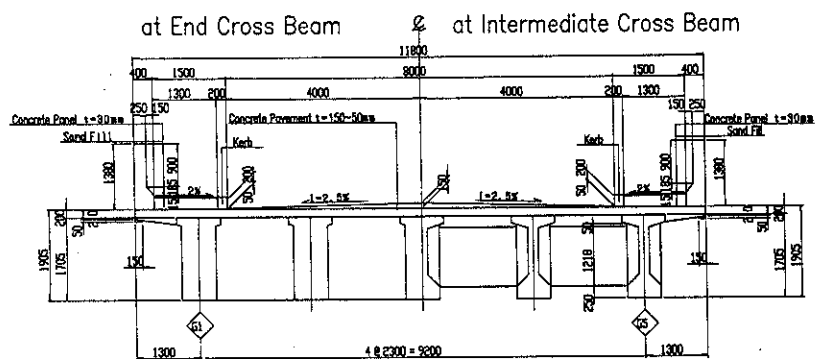
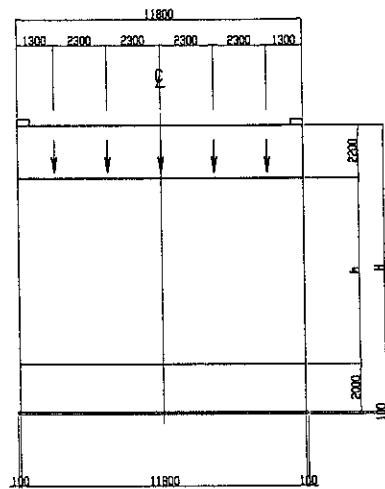
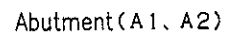


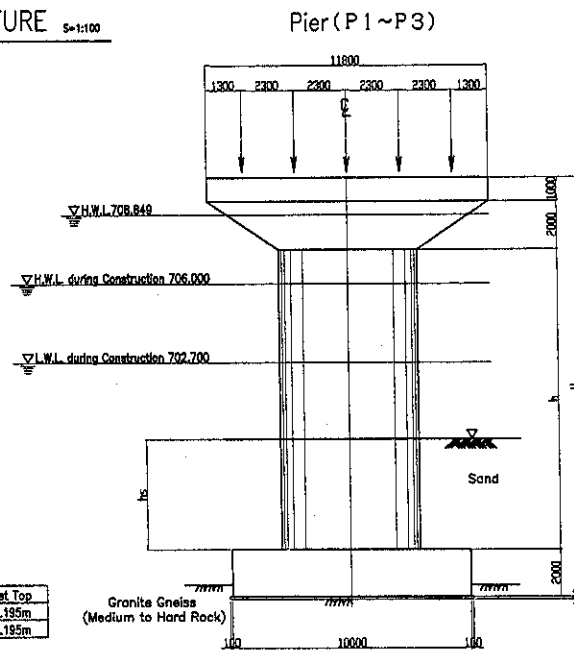
図 3-2-26 アティ橋橋梁一般図 (1)



SUBSTRUCTURE 5-1:100

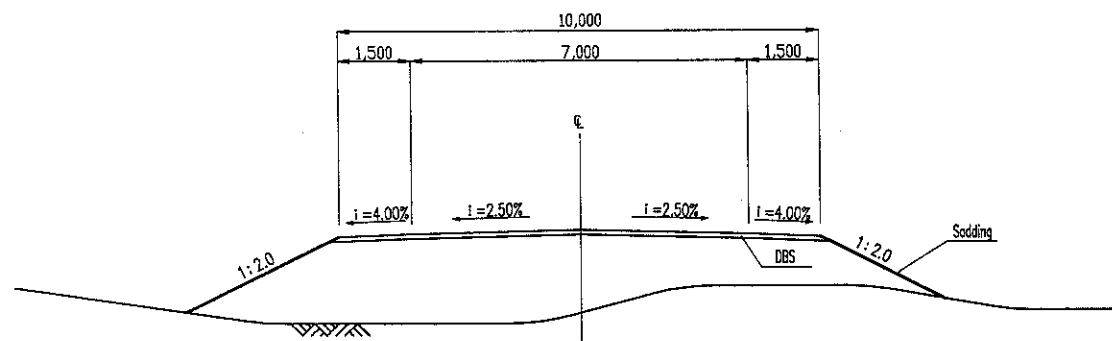
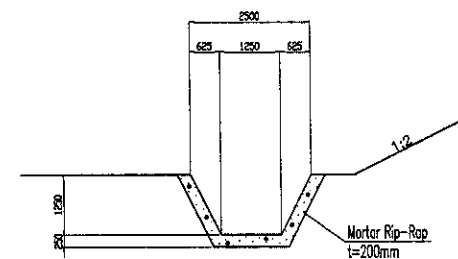
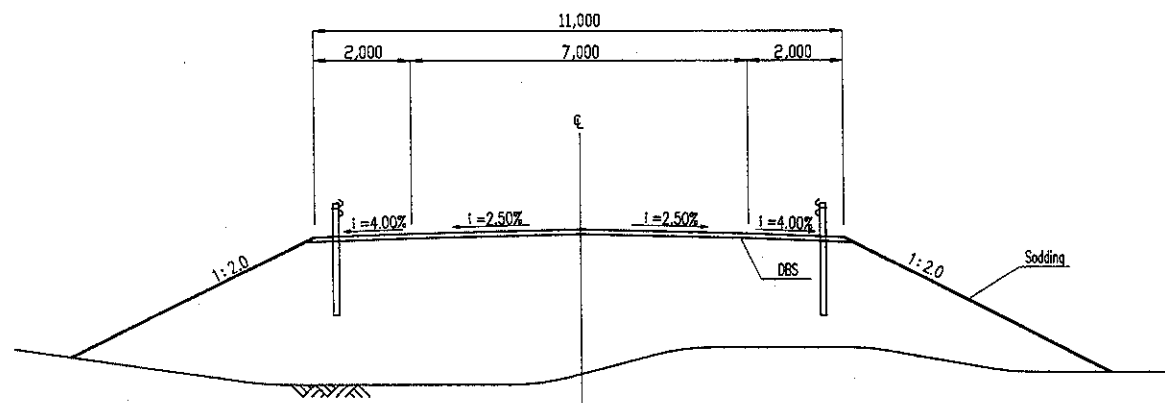


DIMENSION			
	H	h	Parapet Top
A1	14.500m	10.300m	712.195m
A2	12.000m	7.800m	712.195m

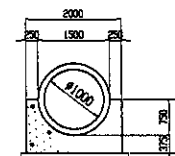


DIMENSION				
	H	h	h ₀	Pier Top
P1	17.400m	12.400m	9.100m	710.320m
P2	17.500m	12.500m	8.900m	710.445m
P3	15.000m	10.000m	6.500m	710.320m

図 3-2-27 アティ橋橋梁一般図 (2)

SECTION OF APPROACH ROAD $s=1:50$ SECTION OF MORTAL RIP-RAP DITCH $s=1:40$ SECTION OF ROAD AT GUARD RAIL AREA $s=1:50$ SECTION OF PIPE CULVERT $s=1:40$

Single Piping



Double Piping

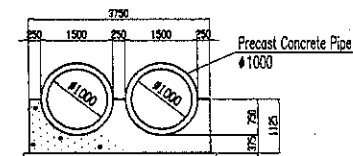


図 3-2-28 アティ橋道路標準横断

PLAN OF IKUTHA BRIDGE ROAD

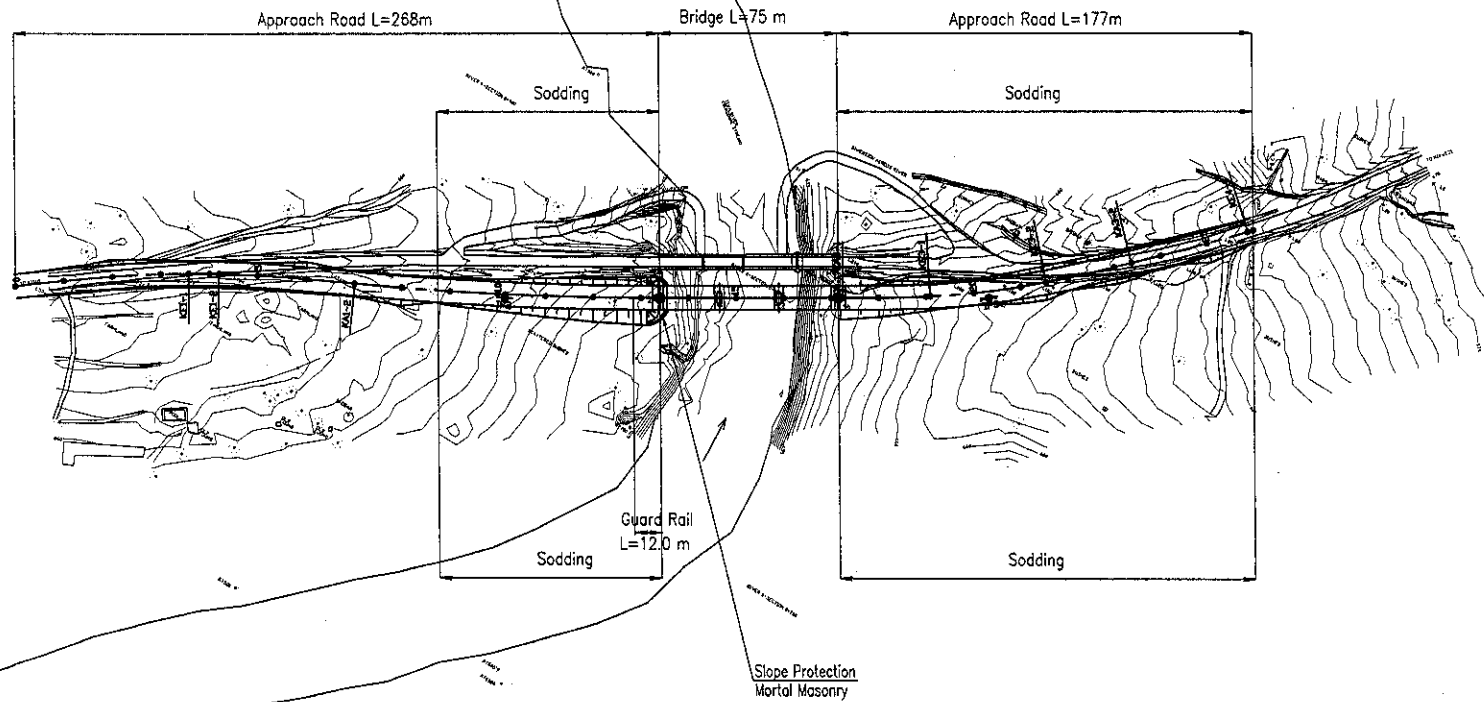
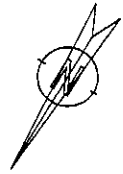


図 3-2-29 イクサ橋道路平面図

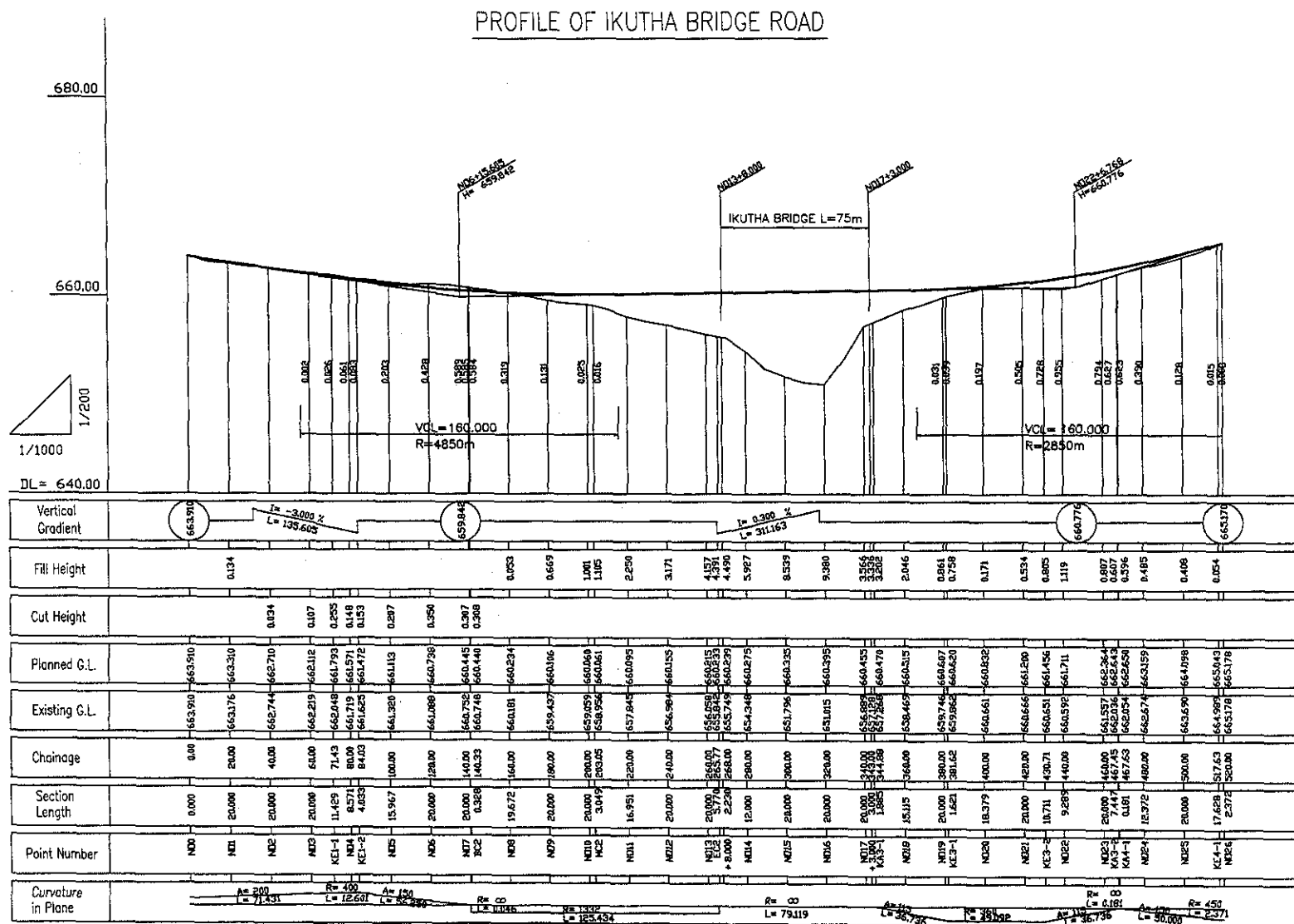


図 3-2-30 イクサ橋道路縦断面図

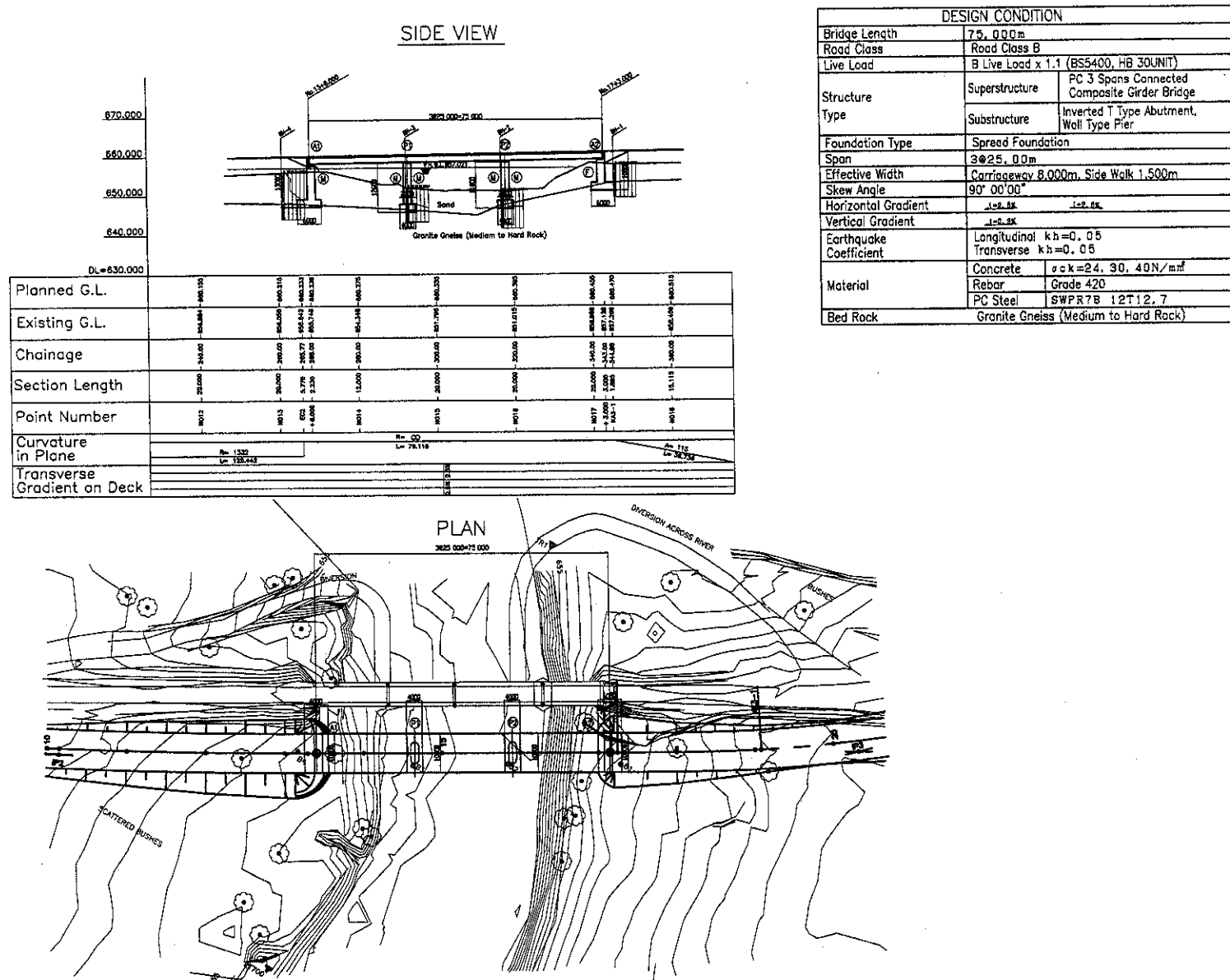
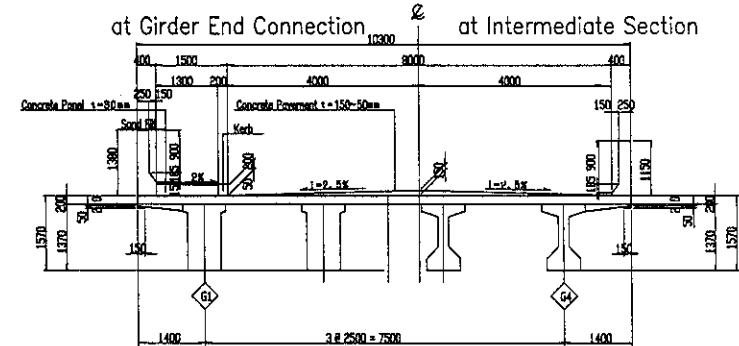
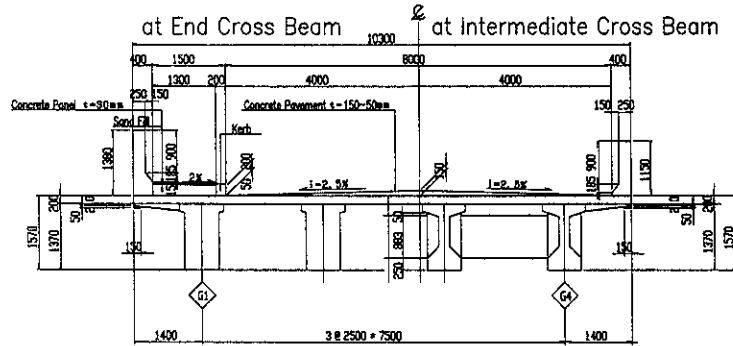


図 3-2-31 イクサ橋橋梁一般図 (1)

SUPERSTRUCTURE

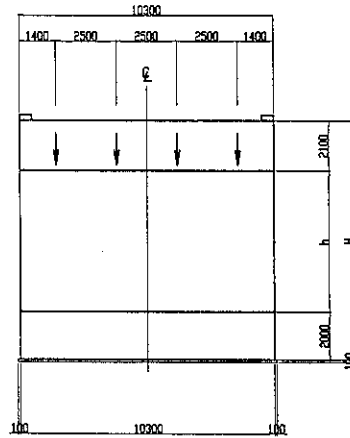
S=1:50



SUBSTRUCTURE

S=1:100

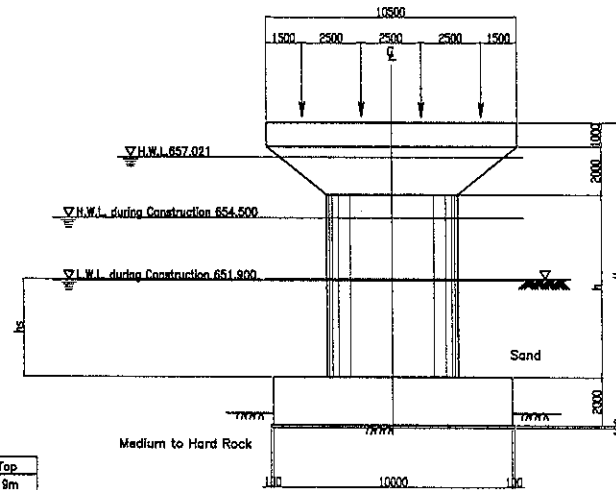
Abutment (A1, A2)



DIMENSION

	H	h	Parapet Top
A1	13.000m	8.900m	660.419m
A2	10.000m	5.900m	660.645m

Pier (P1, P2)



DIMENSION

	H	h	ha	Pier Top
P1	12.600m	7.600m	6.150m	658.385m
P2	11.800m	6.800m	4.450m	658.475m

図 3-2-32 イクサ橋橋梁一般図 (2)

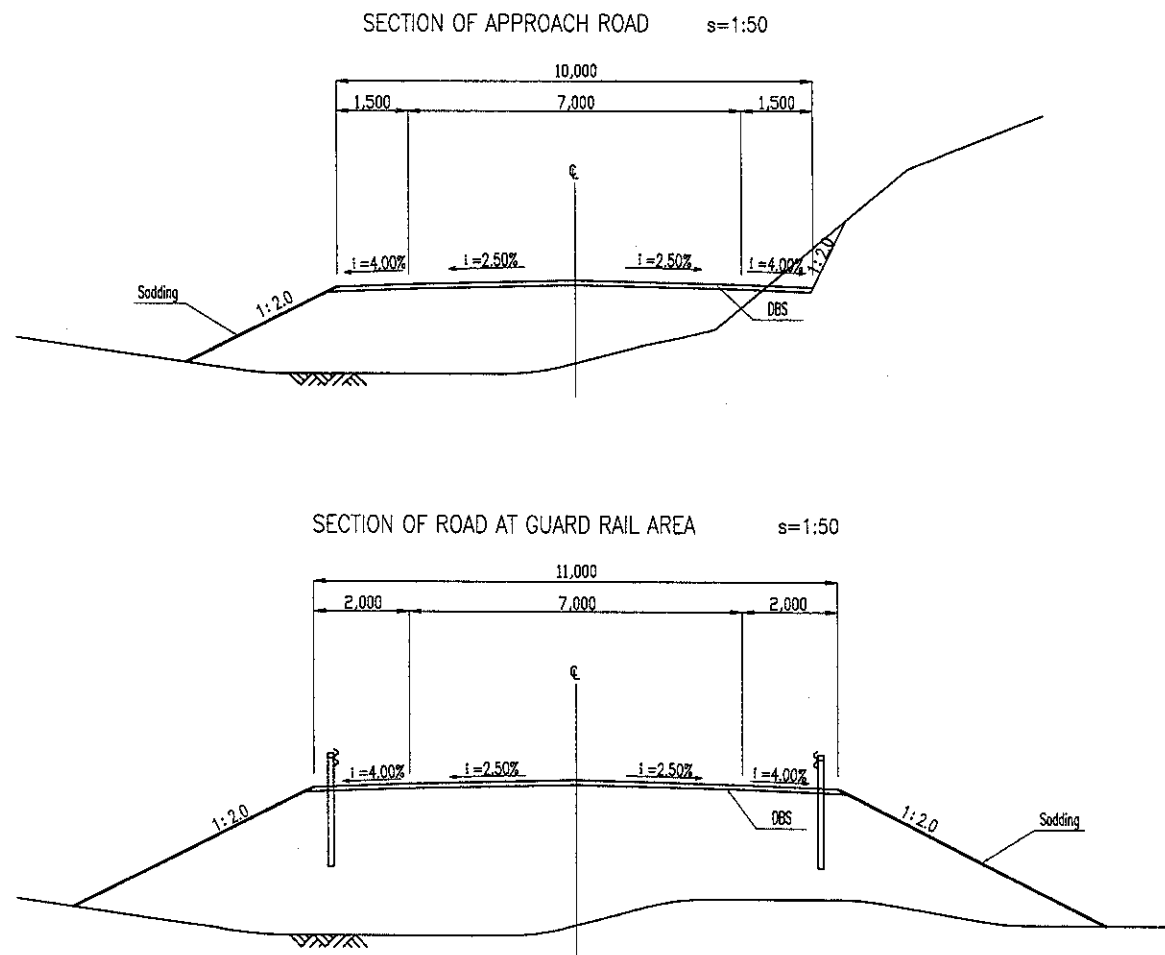


図 3-2-33 イクサ橋道路標準断面

3-2-4 施工計画

本計画は、本報告書に基づいて日本国政府機関による審査を経た後に閣議決定を経て実施が決定され、両国政府の間で事業実施に係る交換公文（E/N）が締結された後に実施される。事業実施に関し、設計・監理については日本法人コンサルタントが、工事については日本法人建設業者が「ケ」国政府との間で各々契約を締結し実施することになる。これらの契約は日本国政府の認証により有効となる。

本計画の「ケ」国側の実施機関は道路公共事業省の道路局である。2国間で合意した無償資金協力に関わる業務調整、準備および技術的な管理、監督、維持管理は道路局が管轄する。「ケ」政府と契約した日本法人コンサルタントは、無償資金協力事業におけるコンサルタントの役割を十分理解し、以下の役務を遂行する。

- －入札の図書の作成を含む詳細設計
- －入札業者事前資格審査および入札・契約に関わる補助業務
- －施工監理

無償資金協力の制度に従って選定された日本法人建設業者は、効率的かつ適切に資機材を調達し、作業工程に従って計画施設の建設を行うものとする。

3-2-4-1 施工方針

1) 基本方針

本計画は日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定して、施工方針として下記事項を考慮する。

- －雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため現地における労務者、資機材を最大限活用する。
- －本企画ができるだけ円滑に運ぶように、「ケ」国政府、コンサルタント、建設業者間に緊密な連絡体制を確立する。
- －現場の降雨・河川水位等の影響を考慮し、資機材調達に必要な期間、適切な施工方法の採用等を検討し、現実的な施工計画を立案する。
- －「ケ」国の環境基準に準拠した仮設構造物の計画、施工方法の採用および適切な環境対策に配慮する。
- －現行の交通を遮断せずに、不都合が生じないような現場作業工程を立案する。

2) 工期の設定

工事内容は、準備工（機材輸送含む）、橋梁工、取付道路工および護岸工からなる。工事時期は24ヶ月を計画している。現地は半乾燥地帯であり降雨量および降雨日数は少ないが、河川の流量が工期に与える影響が大きい。橋脚施工のための締切り工は、乾期に行いリスクを軽減する計画を行った。

3) 各工事の施工方法

工事全体の流れを図 3-2-34 に示す。

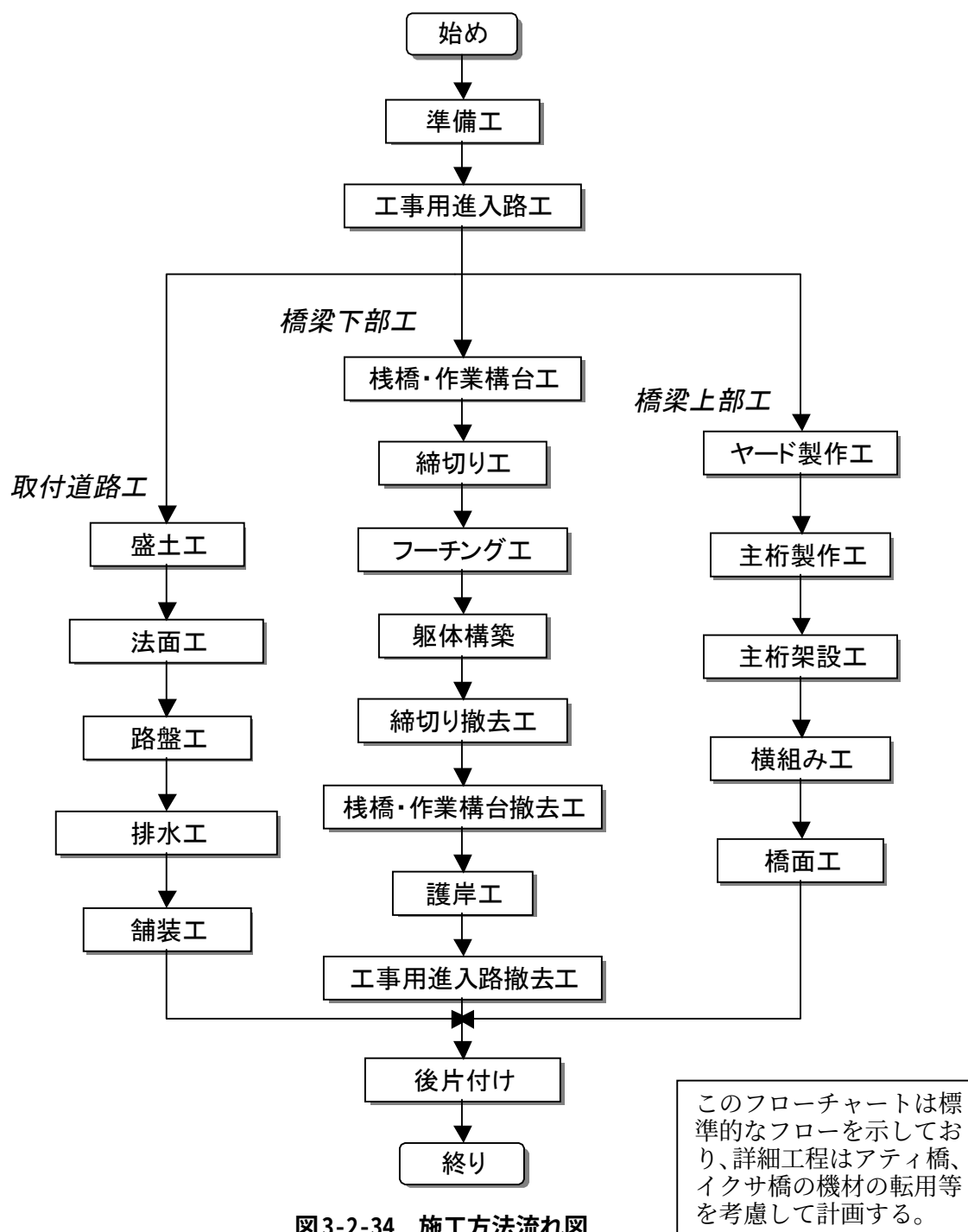


図 3-2-34 施工方法流れ図

a) 工事用道路工

橋梁工事期間中は、一般車両の通行は、既設の橋梁を使用し、工事用車両は工事用道路を造り一般車両と分離する。アティ橋は下部構造の施工のために仮栈橋を構築する、既設道路と仮栈橋

を結ぶために工事用道路が必要となる。イクサ橋は仮栈橋を設けないため既設道路から河床に接続する工事用道路が必要となる。現在既存の道路があるため、それを改良して使うことになる。

b) 仮栈橋・作業構台設置工

アティ橋の下部構造施工時に仮栈橋が必要となる。この構造はH型鋼を使用した仮栈橋とする、約1年間使用するため雨期にも耐えるような構造を計画し、必要に応じて補修を見込むものとする。

c) 締切り工

下部構造施工のために締切り工（鋼矢板）を行う、フーチングは岩着させるため締切りは安定上岩に貫入させる必要がある、岩(800 kgf/cm² 程度)に貫入させるためには経済性からバイブロハンマーによるウォータージェット併用工法によって施工する計画とする、間隙にはセメントミルクを注入および矢板の継手部には止水材の貼付等を行う。

d) 下部構造の施工

橋脚形式は経済性および河川への影響を最小限にするために張出し付きの壁橋脚を選定した。橋脚工事は河川内工事となるため、次に示す施工法を採用する。

- ① 矢板締切り後に掘削を行う。
- ② 掘削はバックホウとクラムシェルを併用して行う。所定の位置に腹起し、切梁を設置し先掘りせず慎重に掘り下げる。
- ③ 砂層を掘削した後、岩のレベリングを行い均しコンクリートを打設する。
- ④ フーチング、柱、梁の順序で鉄筋組み立て、型枠設置、コンクリート打設を行い、橋脚を建ち上げていく。梁部分の施工は下から支保工を組み立てて行う。
- ⑤ 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、腹起し等を撤去する。
- ⑥ 所定の高さ（河床）まで埋め戻した後に鋼矢板を引抜く、ただし岩に貫入している部分については必要により埋め殺すことにする。

なお、河川内の工事は増水の影響を受けるため、雨期の期間中の工事は広範囲な降雨等の情報を入手することが安全対策上重要となる。

e) 上部構造の施工

上部構造は、PCのプレキャスト桁を製作ヤードで製作しエレクションガーダーで架設する。架設は河川の出水期でも関係なくできる。ただし大型機械を使うため降雨時には十分な安全対策上の配慮が必要である。施工手順は次に示すとおりである。

- ① 主桁製作台をコンクリートで製作する。
- ② 主桁型枠・鉄筋・PC鋼線の組み立てを行う。
- ③ コンクリートを打設し湿潤養生を行う。
- ④ コンクリートが所定の強度に達したらPC鋼材の緊張を行いグラウト注入する。注入後グラウトが完全に行われたかを確認する。

- ⑤ 仮置き場に主桁を横取りしストックする。横取り時に転倒防止を確実に行う。
- ⑥ エレクションガーダーで桁を一本づつ架設する。エレクションガーダーの位置までは仮置き場から軌道上をウインチで引き出す。橋脚上に設置した門型架設機で所定の位置まで横移動して据え付ける。
- ⑦ 桁下に吊足場を設置する。
- ⑧ 横桁を吊支保工で施工する。
- ⑨ 床版の型枠・鉄筋を組み立てる。
- ⑩ コンクリートを打設する、勾配コンクリートは同時施工とする。
- ⑪ 仕上げに橋面工として高欄・伸縮継手・排水施設の設置を行う。

f) 取付道路工

取付道路は既設道路に接続する新設道路となるため、基本的には下部構造が完成した後に施工を行う。

- ① 盛土材は近くの土取場より盛土に適した土砂を採取、搬入し、敷き均し締固めを行う。
- ② 盛土がある程度出来上がった時点で、橋台周りの護岸工を併行して施工する。
- ③ 路盤工は、下層路盤、上層路盤に分け、敷き均し後十分に転圧を行う。
- ④ 舗装は、アスファルト乳剤によるDBS舗装とする。

4) 現地業者の活用

a) コンサルタント

現地には民間のコンサルタントとして数社あるが、PC橋の設計及び施工監理ができるのは外資系の現地法人の3社程度である。ただし、「ケ」国は経済活動が停滞しているため労働力は供給過剰傾向にあり建設技術者は容易に確保でき活用できると考える。

b) 建設業者

「ケ」国ではMORPWに登録された建設に関わる優良企業が5社程度あり、日本の無償案件や有償案件に下請け業者として参画している。現地請負業者には建設機械を自社保有機材として所有している会社もあり、建設機械のリースを民間企業間で行うこともある。このため、一般的な建設機械は民間からの調達も可能である。現地建設業者をサブコンとして参画する機会を与えることにより、同国の建設技術の向上に資することになる。

c) 技術者の派遣

特別な技術または完成後の品質に大きな影響を与える工種については、日本から技術者を派遣する。鋼矢板の締切りに関わる特殊な技能工、PC桁の製作に関わるPC工、桁の架設に関わる橋梁とび工、建設機械の維持補修に関わる機械工等が該当する。

5) 実施体制

本計画の責任機関は道路公共事業省（MORPW）であり、道路局の橋梁部が担当する。橋梁部の主要構成メンバーとして橋梁部長の配下、1名のシニアエンジニア（現在欠員）、各2名の上級エンジニア、アシスタントエンジニアからなり、その配下の多数の一般職員によって構成されている。MORPW の組織図を図 3-2-35 に示す。

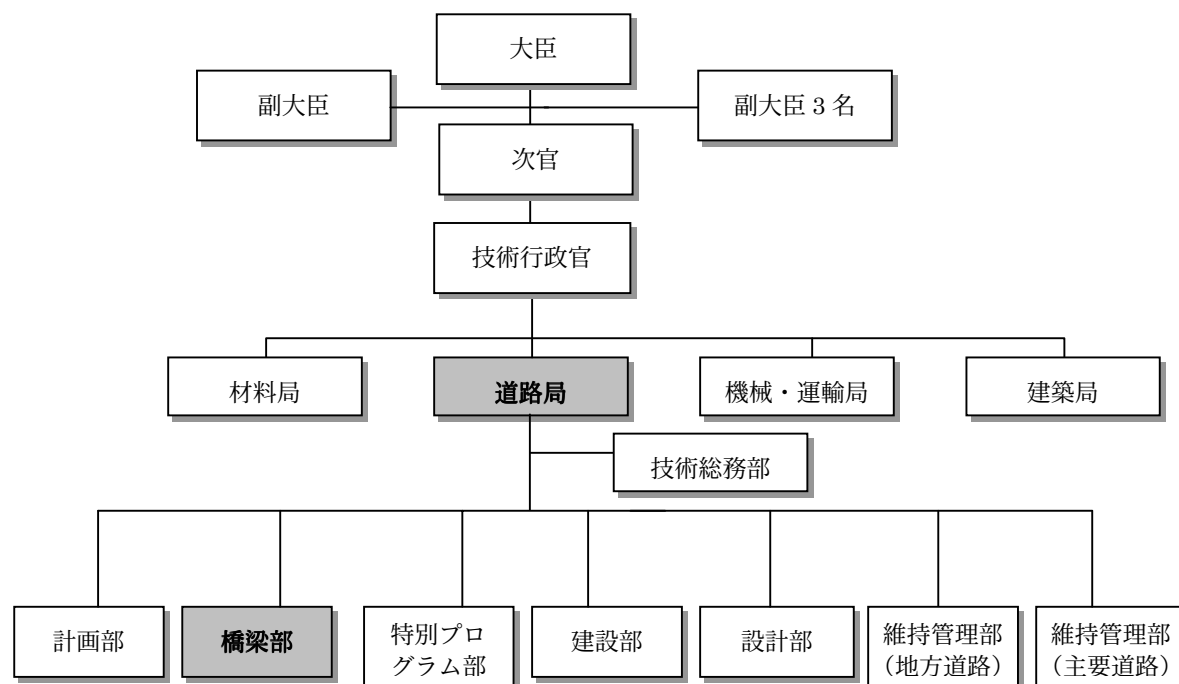


図 3-2-35 責任機関・道路局橋梁部の位置付

3-2-4-2 施工上の留意事項

本工事の施工計画作成に際しては、東部州特有の気象条件（乾期および雨期）、資機材の調達事情等に十分留意して、実施可能なものを立案する必要がある。

1) 雨期、乾期を考慮した工事工程

「ケ」国では、年2回の雨期があり 11、12 月が小雨期で 3 月から 5 月が大雨期となっている。ただし架橋地点は半乾燥地帯であり降雨量および降雨日数は多くはない。むしろアティ川およびティバ川の上流の降雨により河川が増水し施工不能または稼働日数を低下させる影響のほうが大きいので十分に注意を払う必要がある。下部構造の施工は鋼矢板の締切り工法を採用するため、河川の流量および流速に最も影響を受ける鋼矢板の打込みは乾期に行うことを原則とする。他の工種は雨期でも稼働率の大小はあれ施工は十分可能である。

準備工、作業基地設営等は、「ケ」国と施工業者の契約が成立後、直ちに開始することが望ましい。また、日本および第3国からの資機材の搬入は相当の日数（約2ヶ月間）を要するため、工事開始時には、国内業者の保有機械を十二分に活用する必要がある。

2) 建設資材、機器のサイトへのアクセス

建設資材、機器のサイトへの搬入は主に陸路を利用したトラック輸送が中心となる。また「ケ」国にて調達が困難な資機材は、国外より輸入となる。海路を利用した場合には、モンバサ港で荷揚げされ、また空路を利用する場合はナイロビ国際空港から内陸路を経由してサイトへ搬入する。

a) 内陸路

国内にて調達可能な資機材はナイロビあるいはケニア第2の都市であるモンバサからの輸送となる。輸送距離はナイロビから A-109 号線と B-7 号線の分岐点であるキブウェジまで約 200km、モンバサから約 300km あり、さらにアティ橋まで約 30km、アティ橋からイクサ橋まで約 20km となっている。

B-7 号線は碎石を敷いただけの道路であり、しかも 5～6ヶ所のドリフトがある。集中的に降雨があった場合には数時間から数日間の通行止めになることもありうる。

b) 海 路

海外より船舶によって輸入する資機材は、全てモンバサ港にて荷揚げし、その後上記に示した陸路で輸送される。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、最短で約 1.5 ヶ月を要する。通関にかかる時間も十分考慮して発注することが重要である。

c) 空 路

海外より航空便にて資機材を輸入する場合は、ナイロビ国際空港を経由し、上記陸路でサイトへ搬入する。

d) 輸入手続きについて

「ケ」国内にて調達できない資材及び調達困難な建設機械を輸入する場合、以下の手続きが必要である。

- ①輸入が必要な資機材のマスターリストを作成し、施主に提出し承認を得る。
- ②その後、このマスターリストに基づき、大蔵省より免税の承認を得る。
- ③輸入資機材の輸入が決定した時点で、船積書類を添付して免税申請レターを施主を通じて大蔵省へ提出する。大蔵省が審査した後、免税許可通知が税関及び申請者に交付され、通関時に免税措置が与えられる。
- ④施工に使用する重機類については、再輸出を条件に免税による輸入が可能である。但し、輸入時に関税相当分の保証書を税関に提出しなければならない。

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、相手国政府の負担工事となっている。実施機関である道路公共事業省の道路局が用地収容についても手続きを行うことになる。移設が必要な障害物を表 3-2-22 に示す、なお電気、水道、ガス等のユーティリティは付近には存在しない。

表 3-2-22 移設が必要な障害物

移設が必要な障害物	関係機関
民家（撤去）：アティ橋右岸側	道路公共事業省

4) 工事用仮設用地

工事期間中・仮建物・仮設備の設置およ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および用途を表 3-2-23 に示す。

表 3-2-23 工事用仮設用地

候補地	用途
アティ川左岸上流側	建設資材、機械の保管用地、 桁製作ヤード、コンクリートプラント、 鉄筋・型枠作業ヤード
イクサ橋右岸上流側	建設資材、機械の保管用地、 桁製作ヤード、鉄筋・型枠作業ヤード

3-2-4-3 施工区分

本計画における橋梁本体工、取付道路および護岸構造物の施工は、表 3-2-24 に示すとおり全て日本側の負担により実施される。 既設橋の撤去およびアティ橋左岸側の取付道路の延伸は「ケ」国側の負担で実施される。

表 3-2-24 工事施工区分

	工事項目	工事内容
日本側施工 部分	1. 橋梁工事 上部工、下部工、基礎工から橋面工までの橋梁に係る 付属物全ての工事	・アティ橋：P C 4 径間連結合成桁橋 ・イクサ橋：P C 3 径間連結合成桁橋
	2. 取付道路工事 既設道路までのすり付け道路 土工工事、路盤工事および道 路付帯構造物。	・アティ橋（既設道路との接続を含む） 右岸側：約 340m 全線 左岸側：約 200m 摺り付け区間のみ ・イクサ橋 右岸側：約 177m 全線 左岸側：約 268m 全線
	3. 護岸工事 2 橋の橋台周りの防護工	練り石積みによる防護工
ケニア側施 工部分	1. 既設橋梁の撤去 既設上部工および橋脚の河床 部までの撤去および運搬	・アティ橋：上部工、全橋脚、A 2 側橋台および 盛土部約 20m 区間 ・イクサ橋：上部工、全橋脚
	2. 道路改良工事 アティ橋左岸の取付道路の延 伸	・取付道路 200m 以降について、B7 号線との接合 部までの約 3km 区間の既設の道路を B7 線とし て改良。

3-2-4-4 施工監理計画

コンサルタント契約後の実施設計、入札図書作成作成、入札までは日本人スタッフで構成する業務主任（総括）、橋梁担当（上部工、下部工）、入札図書担当等が業務に当る。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) 実施設計、入札図書作成

- ・業務主任：実施設計、入札、工事監理全体に関わる業務を総括的に担当する。
- ・橋梁担当：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。
- ・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。

2) 施工監理

工事期間中は、工事の品質確保、工程管理及び安全管理のため、常駐監理者の他適切な期間に橋梁技術者を配置する。

- ・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および一連の事務的な処理を担当する。橋梁期間中には橋梁本体工、道路工、舗装工、付帯工など工事施工監理、立会い検査を担当する。
- ・橋梁技術者：専門技術が必要となる橋梁工事に対し PC 桁の製作の品質監理、PC 緊張監理、架設監理、安全管理等の技術的業務を担当する

本計画の対象工事は、橋梁下部工事、PC 上部工事、取付道路工事及び護岸工事である。これら工事の施工に関して、施工計画、品質管理計画、出来形管理計画、工程計画、安全・衛生計画及び調達計画等を施工業者からコンサルタントに予め提出させ、対象構造物の品質及び施工時の安全確保について、事前に照査し承認を行う。

本プロジェクトの工事において特に重要な監理ポイントは以下の通りである。

- ・ 下部工施工時における仮締切の施工方法
- ・ PC 桁の製作、PC 鋼材の緊張監理
- ・ 架設桁による PC 桁の架設

3-2-4-5 品質管理計画

工事における品質管理は構造物の構造的、安全性、耐久性に大きな影響を与えるため、工種毎の各段階において適切な管理が重要となる。

ケニア国での橋梁設計基準は基本的に英国基準を準用しているが、品質管理に付いての基準は整備されていない。また、本設計では活荷重を補正して日本の基準により設計が行われることもあり、品質管理は、現地調達となる鉄筋の材質の管理規定を除いて日本の管理基準、試験方法(JIS)に準拠する。

1) 品質管理

主要な工事の品質管理項目を表 3-2-25 に示す。

・ 土工工事

本工事の対象は、橋台背後の取付道路区間であり、盛土材は近隣地域に土取り場を確保する。路盤は購入とする。

・ コンクリート構造物

付近にコンクリートプラントがないため、仮設プラントを現地に搬入する。材料等は仮設のストックヤードに保管するが、雨水に曝されないような保管方法が必要である。

・ 鉄筋、型枠、PC 鋼材

鉄筋、型枠は「ケ」国内で調達し、PC 鋼材は国外からの輸入とする。鋼材は錆の発生、泥の付着等を避けるため、適切なストックヤード内における保管が必要である。

・ PC 鋼材緊張

PC 鋼材の緊張管理は、PC 構造物の所定構造性能を確保するため重要な管理項目である。緊張機器の管理を含め、PC 緊張には全てコンサルタント技術者の立ち会いのもと実施する。

・ PC グラウト

PC グラウトは PC 鋼材の妨錆のため重要な工種である。確実な充填ができるよう十分な管理が必要である。

・ 舗装工事

本工事では土工部はアスファルト乳剤と砂利散布の 2 層施工としている。
橋梁部はコンクリート舗装とするため、コンクリート構造物の管理方法に準ずる。

表 3-2-25 品質管理方法(1/2)

工 事	対象項目	検査、管理試験等	検査、試験時期
1) 土工工事 路体、路盤 構造物裏込め	材料管理	盛土材料の土質試験 ・土粒子の比重 ・土の含水量 ・土の粒度 ・土の液性、塑性限界 ・土の突固め ・乾燥密度 ・CBR 試験	施工前
	日常管理	盛土の施工試験 ・締固め密度の管理（砂置換法等）	施工直後 施工箇所一層ごとに1日1回
2) コンクリート構造物	バッチャー プラント	計量機器、練り混ぜ性能 ・ 静荷重検査 ・ 計量制御装置 ・ 動荷重検査 ・ 練り混ぜ性能	施工前、 毎月（動荷重は3ヶ月毎）
	材料	セメント、水 ・規格証明により検査を行う 細骨材、粗骨材試験 ・粒度 ・比重 ・吸水率 ・単位重量・耐久性・アルカリ骨材反応	施工前及び材料を変えたとき
	コンクリート基準試験	試験練りを実施し配合を決定する。 ・スランプ ・空気量 ・温度 ・試験体強度	施工前
	日常管理	フレッシュコンクリート： ・空気量 ・スランプ ・温度	最初の連続5台、以降 50m ³ ごと、 供試体作成時
		コンクリート打設：・打設方法 ・締固め ・打継ぎ位置 ・養生方法 ・レイタンス処理	打設時立合検査
		コンクリート供試体：・供試体圧縮強度試験 ・コンクリート管理図作成	1日1回供試体作製 打設後7日及び28日
3) 鉄筋、型枠 PC 鋼材	材料	鉄筋、PC 鋼材は、製造工場のミルシートにより確認する。 ・品質 ・引張試験 ・曲げ試験	施工前
	設置検査 日常管理	組上がったものに対し以下について検査を行う ・材料サイズ ・寸法 ・配置 ・ラップ長 ・かぶり ・固定状況 ・打継目処理状況	コンクリート施工前： 打設範囲毎に全数検査

表 3-2-25 品質管理方法(2/2)

工 事	対象項目	検査、管理試験等	検査、試験時期
4) PC 鋼材 緊張	コンクリート 強度確認	・コンクリートの供試体圧縮強度	緊張前
	緊張装置	・ジャッキ、ポンプのキャリブレーション	緊張前、 50 本のケーブル緊張毎 緊張装置の組合せ変更時
	試験緊張	・緊張管理図による	本緊張前
	緊張管理	・ケーブル 1 本毎の管理 ・ケーブルのグループによる管理 ・横締め鋼材の管理	緊張時 緊張管理図
5) PC グラウト	配合設計	・コンシステンシー ・ブリージング率 ・膨張率 ・強度 ・塩分総量	使用前
	日常管理	・コンシステンシー ・温度 ・ブリージング率 ・膨張率 ・圧縮強度	1 日 1 回、5 バッチ毎 1 日 1 回
6) 舗装 (アスファルト 乳剤散布)	材料管理	アスファルト乳剤試験 ・ 一般物理試験（ミルシート） ・比重	施工前
	散布時 日常管理	散布量検査 ・ 散布量検査	施工時： 施工箇所一層ごとに 1 日 1 回

2) 出来形管理

各工事の出来形に関する管理基準の一例を表 3-2-26 に示す。

表 3-2-26 出来形管理基準

工 事	工 種	項 目	基準値	備 考
土工工事	路盤準備工	計画高	+2cm~-5cm	20m 間隔
		幅員	設計値以上	
	粒状路盤工	計画高	±3cm	
		20m 以内の 2 点における計画高からのずれ差	2cm 以内	
		仕上がり厚さ	設計値の 90%	
		幅員	設計値以上	
基礎工事	直接基礎	底面地盤高	設計高以下	4m メッシュ
コンクリート構造物	フーチング	計画高	±5cm	
		厚さ	±75mm 又は±3%	
	橋脚、橋台、擁壁	平面位置	±30mm	
		計画高	-30mm~+10mm	
		天端長、天端幅	±30mm	
		断面寸法	-10mm~+20mm 又は±2%	
	床版	橋長	-25mm~+30mm	
		幅員	0~+20mm	
		床版・地覆高さ	-25mm~+25mm	
		厚さ	0~+20mm	
PC 構造物	ポストテンション桁	部材長	±(L-5)mm	L:桁長(m)
		断面寸法	+(8+L/25)mm ~ -(5+L/40)mm	L：各辺の長さ (cm)

3-2-4-6 資機材等調達計画

1) 労務状況

「ケ」国では諸外国・機関からの経済援助が遅延し、更に近年の治安の悪化を嫌い一部外国資本も海外へ流出するなど経済活動が停滞している。

このような経済事情のもと、労働市場においては労働力の供給過剰傾向にあり、非熟練工・熟練工及び建設技術者共、比較的容易に確保できると思われる。しかしながら、現場付近で採用できるのは単純作業員のみで大工、鉄筋工、左官工、電気工などの技能工の採用は大都市であるナイロビあるいはモンバサからのみとなる。従ってこれらのワーカーを雇用するにあたっては現場付近にキャンプの設置が必要である。また、PC 橋梁の建設技術、下部工の特殊な工法などの経験は皆無に近いので、これらの工種には経験豊富な日本人あるいは第三国人の採用が不可欠となる。

a) 建設技術者

建設技術者の内、エンジニア級の技術者は、ナイロビ大学とジョモケニヤッタ農工大学の 2 校からの卒業生である。卒業生の内、土木工事技術者は、毎年約 90 人程度である。

b) 第 3 国労務者

「ケ」国では、非熟練工・熟練工とも労働力の供給過剰傾向にあり基本的に第 3 国労務者は必要としない。また、第 3 国労務者に対する労働許可証の受給も困難である。

c) 「ケ」国における雇用に関する法規等

「ケ」国内の建設業に従事する者の労働条件は Kenya Association of Building and Civil Engineering Contractors (KABCEC) に規定されている。

① 給与体系

一部非熟練工が日給制で支払われる他は、大部分の職種は月給制で支払われる。

② 労働時間

1 週間当たり 45 時間 (KABCEC 3-1)。作業時間は月曜日から金曜日までは午前 8 時から午後 5 時、土曜日は午前 8 時から午後 1 時までとされている。

③ 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、法定祝祭日は年間 12 日である。休日、祝祭日に仕事をした場合は労働時間帯を問わず、全て 2 倍給となる。(KABCEC 4-2)

④ 年次休暇

1 年につき 26 日、または 1 ヶ月につき 2.25 日の有給休暇が与えられる。有給休暇を消化しなかった場合、残余日数分の基本給が買取り支給される。(KABCEC 10-1・2) また、休暇に要した交通費の実費が支給される。

⑤ 疾病休暇

医療証明書の提出により有給による疾病休暇が最大 50 日間与えられる。50 日間のうち 40 日間は基本給の 100%支給、残り 10 日間は基本給の 50%が支給される。(KABCEC 13)

⑥ 事故休暇

勤務中の事故で負傷し、休業した場合、休業期間につき基本給の 50%が支給される。後遺傷害が認定されたときは等級に応じた補償金が支給される。(労働補償法)

⑦ 残業手当

残業手当は下記に示す通りで与えられる。

(A) 月給者の残業手当時給計算は、1 時間当たりの残業給＝月給額×1.5／195 時間

(B) 日給者の残業手当時給計算は、1 時間当たりの残業給＝日給額×1.5／8 時間

(KABCEC 4-1)

⑧ 住宅手当

キャンプを利用しない作業員に対して住宅手当 Ksh800/月が支払われる。

⑨ 交通費

現場まで通勤する作業員に対して交通費の実費を支給せねばならない。

⑩ 道具手当て

職種に応じて下記の道具手当てを支給する。

機械工	Ksh	200/月
大工、電気工、配管工	Ksh	135/月
左官工、鉄筋工、など	Ksh	115/月
塗装工、アスファルト工	Ksh	95/月

⑪ 制服支給

下記の職種については制服を支給する。

倉庫番、ガードマン、塗装工、機械工、溶接工、大工、左官、実験室助手、メッセンジャー、運転手など。

⑫ 退職・解雇

退職・解雇手当の支給額の計算は以下に示すとおりである。(KABCEC18)

(A) 3 ヶ月以上 12 ヶ月未満： 年次有給休暇の残余日数分の基本給

(B) 1 年以上 3 年未満： 1 年あたり 16 日と年次有給休暇の残余日数分の基本給

(C) 3 年以上： 1 年あたり 30 日と年次有給休暇の残余日数分の基本給

⑬ 賞 与

賞与の支給に関する規定はない。通常、企業判断により、クリスマス前に1ヶ月分位の基本給を支給する。

⑭ 社会保障(N S S F)

積立年金として、会社と本人負担が各々月額 80 シリング、合計 160 シリングを積み立てる。

⑮ 健康保険(NH I F)

基本給にNH I Fが定める比率を乗じた金額を個人負担する。

2) 建設資機材調達状況

(1) 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。建設会社は一般的に自社で機械を保有して工事を行っている。建設機械のリースは民間企業間で行われることもある。

「ケ」国には橋梁建設に要する重機が不足しているだけでなく、熟練の重機オペレーターが少ないため、第3国からの調達が必須であり、建設機械の国外調達および維持管理を十分におこなわないと工事に支障を来すことになる。

スペアパーツについても「ケ」国内での調達は困難であり、工期及び工程を勘案して必要数量を事前に第3国より調達することが必要である。

(a) 政府機関保有の建設機械、プラント

「ケ」国の政府機関が保有している建設機械は表 3-2-27 に示す通りである。一般の建設業者がリースすることはできない。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があるが、原則としては民間建設業者がリース使用することはできない。

また、保有していても実際使用可能かどうかは詳細な調査が必要である。

表 3-2-27 政府機関保有の建設機械

機 械 名	型式・仕様・能力	台数
BULL DOZER	D6	10
	D7	7
	D8	2
MOTOR GRADER	3.1 m	20
	3.7 m	10
WHEEL LOADER	1.5 m ³	10
DUMP TRUCK	5-10 Ton	30

(b)国内で調達可能な建設機械、プラント

「ケ」国内では、道路工事、建築工事などの一般的な建設機械は、ほぼ調達可能ではあるが、土木工事特に橋梁工事用の機械はほとんど無い。また台数に制限が有り、稼働率も非常に悪い。施工期間に時間的余裕のない工事あるいは橋梁工事に関しては、国外より機械を持ち込み、修理、交換部品も事前に調達、準備する必要がある。「ケ」国にて調達可能な建設機械は表 3-2-28 の通りである。

表 3-2-28 国内調達可能な建設機械リスト

機械名	型式・仕様・能力	保有台数
BACK HOE	0.5m ³	10
BACK WHEELED	1.0m ³	12
BULL DOZER	D5	1
	D6	10
	D7	7
	D8	7
MOTOR GRADER	3.1m	11
	3.7m	5
WHEEL LOADER	1.5m ³	7
	1.5-2.5m ³	6
	>2.5m ³	6
TRAILER	40 Ton	21
	40 Ton	20
COMPRESSOR	175 C.F.M	14
	175-350	18
DUMP TRUCK	5 Ton	5
	5-10 Ton	42
	10-16 Ton	10
	16 Ton	22
CONC. MIXER CAR	3-6m ³	3
VIBRATION ROLLER	5 Ton	11
	12 Ton	12
TYRE ROLLER	8-20 Ton	12
MACADAM ROLLER	10 Ton	12
ASPHALT PLANT	100Ton-200 Ton/H	4
DISTRIBUTOR	2000	1
	6000	5
TRUCK CRANE	10 Ton	3
CRAWLER CRANE	40 Ton	1
STONE CRUSHING	50 Ton/H	4
PLANT	100 Ton/H	1
GENERATOR	50 KVA	3
	50-100 KVA	7
	100-200 KVA	0
	200 KVA	6

(c) 外国資本業者の保有建機（ユーゴ、イスラエル、英国、イタリア）

外国業社（ユーゴ、イスラエル、英国、イタリア等）の保有する主要機械は、ほとんどがプロジェクト単位に保有し、プロジェクト終了後は再輸出を条件とする機械で国外へ搬出する機械である。

(d) 「ケ」 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、国内での調達は困難であり、仮に調達が可能であっても高価であること、台数に制限があること、老朽化の殿理由で、工事を円滑に遂行する為には、国外より建設機械の調達が必要である。表 3-2-29 に「ケ」 国外より搬入しなければならない機械を示す。

表 3-2-29 輸入必要機械

建設機械名	仕様／能力
クローラークレーン	45 Ton
トラッククレーン	25 Ton
ユニッククレーン	6 Ton
発電機	45 KVA、100 KVA、200 KVA
コンクリートプラント	25-30 m ³ /H
生コン車	4.5-6.0 m ³
コンクリートポンプ車	75 m ³
バイブロハンマー	1.0 Ton
門型クレーン	5 Ton、120 Ton
桁台車	60 Ton
エレクションガーダー	120 Ton
グラウトミキサー&ポンプ	1 m ³
緊張ジャッキ&ポンプ	200Ton クラス
その他	

(e) 建設機械の維持管理

建設機械の維持管理は非常に重要であり、工事の成否に関わる大きな要因の一つである。

燃料・油脂の原料は「ケ」国では全て輸入している。供給は十分にあるが現場が都市より離れているため、サイト内にコンストラクター独自の貯蔵設備を設ける必要がある。油脂は機械によって、特殊油脂を使用する場合があるため、機械を選定した時点であらかじめ輸入する計画が必要である。

機械部品に関しては、契約した地元業者所有の機械、または他国からの持ち込みリースで長期間使用する機械である場合、事前に機種を確認してからサイトに確保しておく必要がある。また、機械の故障発生が工程に大きく影響することから、機械修理工の現場常駐も必要となる。

(2) 建設資材

建設資材はあらかじめ「ケ」国にて調達出来るもの、輸入せざるを得ないものを確認しておく必要がある。

(a) セメント

主要な「ケ」国産のセメント工場はバンブリセメント（モンバサ）とEAPC（ナイロビ）の2社である。いずれもBS、KS及びEN基準に準じたセメントを生産することが可能であり、品質にも信頼がおける。

現場での貯蔵はバルクセメントでの搬入は不可なため、袋詰めセメントをトラックで搬入し現場内に作られたセメント倉庫に貯蔵することになる。

(b) コンクリート

本計画の対象周辺地域においては、レディーミクストコンクリートを生産し、供給できる会社はない。施工にあたってはコンクリートプラントを第三国より調達し、現場内で練り混ぜることが必要である。

(c) アスファルト合材

アスファルト合材を生産し供給できる企業は、表 3-2-30 に示す。

本計画の建設サイトまでの距離はナイロビより約 200km あり、運搬に 3 時間以上要し、運搬中の温度低下は避けられない。現場付近にアスファルトプラントを建設する必要があるため高価となる。

表 3-2-30 アスファルト生産会社と生産能力

アスファルト生産会社名と生産能力	プラント所在地
Crescent Construction Co., Ltd. 20 Ton /h & 16 Ton /h	Militini
S.S.Metha Construction Co., Ltd. 50Ton/h & 40 Ton /h(Mobile)	Kokotni (Near Mazeras)
Dhanjal Bros. Ltd 50Ton/h&30Ton/h(Mobile)	Naliakani

(d) 鋼材（鉄筋、鋼材）

鉄筋は「ケ」国内で生産可能であり、モンバサではKUSCO社がBS449 基準による長さ 12 m、直径 8～32mmの鉄筋を生産し、品質証明書の取得も可能である。

しかしながら特殊鋼材、大型鋼材は「ケ」国内にて入手が出来ず、また橋梁建設にて使用するPC鋼材、山留め材及び鋼矢板は日本もしくは第三国からの輸入する必要がある。

(e) コンクリート骨材及び道路用盛土材、路盤材

コンクリート骨材は、「ケ」国にて調達可能である。粗骨材は付近に良質な石はあるがクラッシャープラントは無い。新たにプラントを設立するには数量が少ないため大変割高となる。従って、約 200km はなれたナイロビ郊外からの運搬となる。この骨材は比重、吸水率、磨耗抵抗、などプレストレストコンクリートの使用としてもまったく問題は無い。

細骨材(砂) : 砂はキブウェジ付近に良質の川砂が採集できる。トラックを川の中に乗り入れ人力で積み込むので、雨期には採集不能となり乾期に集中的に採集せねばならない。原則として購入する必要がある。

道路用盛り土材、路盤材： 盛り土材は付近で良質材料の採集が可能である。サブベース及びベースコース材はコンクリート骨材と同様にナイロビ付近からの運搬となる。

(f) 舗装材料 (れき青材)

Eres Co.Ltd. Special Bitumens Ltd. Shell 等の各社が生産供給しており、量及び品質に問題ない。建設サイトへの輸送手段も各社保有しており、バルク車及びドラム缶での供給が可能である。

(g) 木材

「ケ」国にて、ほぼ全ての木材の入手が可能である。しかしながら寸法が不ぞろいなので購入後、新たにカンナをかけて調整の必要がある。また変形したものも多いためロス率は充分に見ておく必要がある。型枠用合板は 12 mm 及び 15 mm 厚の入手は容易であり、材質も比較的良質で橋梁建設には十分使用可能である。しかしながら、耐水性の型枠材は「ケ」国内では調達出来ず第三国からの輸入が必要な場合もありうる。

(h) その他建設資材

コンクリートブロック、PVC パイプ等は国内にて十分な供給量があるが、その他、特に橋梁建設に必要な P C 鋼材等の特殊資材は全て輸入する必要がある。表 3-2-31 に主要建設資材の調達先を示す。

表 3-2-31 主要建設資材調達先

建設資材名	現地調達	日本調達	第三国調達	備 考
セメント	*			
コンクリート混和材		*		
鉄 筋	*			
構造用鋼材		*		
P C 鋼線		*	*	南アフリカ製
れき青材料	*			
碎石、砂	*			
一般木材	*			
型枠 (合板)	*			
支保工・足場材	*			
伸縮継手		*		
支承 (ゴム系)		*		
高欄	*			

3-2-4-7 実施工程

本計画は交換公文（Exchange of Notes）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締結後、実施設計を行い、設計図書、入札図書を作成する。

2) 工期の設定

工事契約は「ケ」国政府と日本の建設業者間との契約となる。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。

事前審査項目を「ケ」国政府と協議し、入札参加希望承認を受けた建設業者の資格審査を行う。資格審査は「ケ」国政府の実施機関を代行してコンサルタントが実施する。

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

工事契約の締結と併行してケニア政府は、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銀行との間で銀行取り決めに早急に締結する。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取、あるいは輸出承認を経済産業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「ケ」国政府が発行する根拠となるものであり、契約締結と同時に実施するために必要な書類である。

次に契約の承認が必要である。契約の承認とはこれまでに締結された契約が、当該援助（贈与）の対象としての確であることを日本政府が確証することであり、契約の発行要件である。具体的には、外務省が「ケ」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。日本側契約者は承認済み契約書および支払い授權書(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、仮栈橋工、下部工、上部工（桁製作、桁架設、橋面）、取付道路などの本体工の他、護岸工など付帯工の後、工事関係資機材撤去工からなる。本計画の実施工程を表3-2-32に示す。

表 3-2-32 業務実施工程表

月 数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32													
実施設計	現地調査																																													
	国内作業																																													
		計 8 ヶ月間																																												
施工・調達	準備工																																													
	仮棧橋工																																													
	仮締切り工																																													
	下部工																																													
	桁製作工																																													
	桁架設工																																													
	横桁、床版工																																													
	橋面工																																													
	護岸工																																													
	取付道路工																																													
	後片付け																																													
		24 ヶ月間																																												

3-3 相手国側分担事業の概要

本計画実施に際し、「ケ」国側の負担とされる手続き事項および協力対象事業の円滑な実施に不可欠な「ケ」国側の分担事業は以下のとおりである。

3-3-1 相手政府側負担事項

以下の事項および手続きは「ケ」国側政府の負担で実施する。

- 1) 用地取得および用地内建物の取り壊し撤去
- 2) 事業実施に関わる資機材の輸入税、物品税および日本人の所得税等の免税措置
- 3) 工事従事者の入国、出国に対する便宜供与
- 4) 各種建築許可申請等の手続き
- 5) 無償資金協力事業に関する、銀行取極、支払授權書の発給等手続き

3-3-2 相手国側分担事業

「3-2-4-3 施工区分」で示したように、以下については「ケ」国側の分担事業であり、本事業を有効性のために必要であり、工事完成後（一部は完成時に併せて）、速やかに実施されることが望ましい。

表 3-3-1 ケニア側分担事業

分担事業	事業内容
1. 既設橋梁の撤去	既設2橋梁の上部工、橋脚、橋台の河床より上の部分の撤去 ・アティ橋：上部工、全橋脚、A2橋台および背面盛土部の約20m区間 ・イクサ橋：上部工、全橋脚
2. 取付道路延伸工事	アティ橋左岸の取り付け道路の橋梁から200m以降からB7号線との接続部までの区間の既設一般道路の改良および道路建設

1) 既設橋梁の撤去

本事業では、既設橋梁に隣接して上流側に恒久の橋梁を建設するものであるが、既設橋の撤去を前提として計画されており、既設橋の撤去がされない場合は河川の流れを阻害するため、新設橋梁、河岸および周辺地域への治水上の安全性に問題が生じる。

撤去工事は、本橋梁建設工事開始以前に行う必要はなく、撤去の遅れが本事業の影響を与えるものではなく、且つ「ケ」国の技術で十分に工事が可能である。したがって、「ケ」国側の分担事業として実施することは妥当である。

2) 取付道路延伸工事

アティ橋左岸側の現況のB7号線は、橋梁の背後で小さな曲線で下流側にほぼ直角に折れてお

り、B7号線の設計速度80km/hを満足する道路線形の取付道路を接続することはできない。望ましい線形にするには、橋梁部から直進する約3kmの既存の一般道路をB7号線に取り込み改修工事を行い既存のB7号線と接続する必要がある。B7号線の改良は、現在「ケ」国側により、路線の北側より順次、実施されている。したがって、この地方道路の改良工事は、本無償資金協力事業によらず、一連のB7号線の改良工事としてケニア国側が実施することが妥当であり、技術的にも問題はない。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本計画完了後、建設された2橋梁の維持管理は「ケ」国政府が担当することになる。

現在、「ケ」国では道路の維持管理について、システムの見直しを実施しているところであり、橋梁に対する維持管理システムも今後、構築されていくと考えられる。

1) 維持管理方法

ケニア国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・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必要がある。

①日常点検

1回／月程度の間隔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、記録者の2名体制とする。

②定期点検（雨期後）

日常点検にて報告された、緊急を要さない異常が発見された地点や、竣工間もない路線の路肩部等を重点的に、念密な調査を行的確な状況を調査する。橋梁部では水位低下後、橋梁本体に限らず、河床護岸防護状況、河川洗掘状況、河床への堆砂状況等を調査する。上記調査報告をもとに、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う。

2) 維持管理体制

前項で述べた維持管理方法をとるために、MORPW道路局または州事務所等の維持管理を担当する組織の中で計画を行っていく必要がある。

①地域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	： 1名
・点検係、記録係	： 2名
・記録保存係	： 1名

②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、迅速に対応できる体制を整える。

- ③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。
- ④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。
- ⑤本計画の図面類（竣工図、財産台帳）を保管し、今後の補修に役立てるシステムを作る。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、11.11億円となり先に述べた日本とケニア国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。

(1) 日本側負担経費

表 3-5-1 日本側負担経費

事業費区分	経費
(1) 建設費	9.74 億円
ア. 直接工事費	(5.37)
イ. 共通仮設費等	(2.12)
ウ. 現場経費	(1.56)
エ. 一般管理費	(0.69)
(2) 機材費	0.00 億円
(3) 設計・監理費	1.15 億円
合 計	10.89 億円

(2) ケニア国側負担経費 1,504万 KSH (約 21.9百万円)

- ① 既設橋梁取壊、撤去費 500 万 KSH (約 7.3百万円)
- ② 用地費、その他 4 万 KSH (約 0.0百万円)
- ③ 取付道路延伸費 1,000 万 KSH (約14.6百万円)

(3) 積算条件

- ①積算時点 : 平成13年3月
- ②為替交換レート : 1USDollar = 114.95円
: 1 KSH = 1.46円
- ③施工期間 : 詳細設計を含め工事期間は、施工工程に示したとおり32ヶ月と計画される。
- ④その他 : 本事業は、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。

3-5-2 運営・維持管理費

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 3-5-2 のとおりである。

表 3-5-2 維持管理業務と費用

期 間	業 務 内 容	費 用 (Ksh)
毎 年	①橋面の補修	$2,032 \text{ m}^2 \times 200 = 406,400$
	②護岸の補修	$= 50,000$
	小 計	456,400
5年毎	①橋面の補修	$2,032 \text{ m}^2 \times 500 = 1,016,000$
	②護岸の中規模補修	$= 200,000$
	④橋梁付属物の補修	$= 200,000$
	小 計	1,416,000
10 年間の費用		7,396,000

維持管理費に必要な費用は、以下のように見積もられる。

7,396,000 Ksh /10 年 739,600 Ksh/年

上記維持管理費（739,600 Ksh/年）の現行 B7 号線の維持管理費（48,926,000 Ksh/年）に占める割合は約 1.5%である。また現行の MORPW 予算（23,284 百万 KSH/年）に占める割合は約 0.003%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ケニア国側により負担可能と判断される。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接影響を与えと考えられる事項は以下のとおりである。

1) 適切な時期の工事着手

架橋地点付近での気候の特徴として、年に 2 回雨期があり、連続した乾期が短いことにある。増水時には基礎工及び下部工の施工が困難となるため、増水が終わった時点で基礎工事に着手できなければならない。着手時期が遅れると、乾期内で下部工までの施工が困難となり次の乾期まで工事を待たなくてはならず、工事全体に大きな遅れが生ずる。したがって、以下の項目を確実に実施する必要がある。

- ① 用地取得及び用地内建物の撤去（「ケ」国側、工事開始前まで）
- ② 準備期間を含めた適切な時期に工事の着工
- ③ 資機材の輸入に関するスムーズな手続きの実施

2) 施工時の周辺環境に対する配慮した施工

架橋地点の河川は家畜の水飲み場としてだけでなく、周辺住民の生活用水の取水場所となっており、さらに下流は野生の動物が生息する国立公園があり、特に工事中の河川の汚濁には十分注意を払う必要がある。また、B7号線沿線には農園も広がっているため、粉塵発生も問題となる。したがって、工事中及び工事後に周辺環境に影響を与える項目を十分検討し、環境マネジメント計画を検討、策定し、施工業者、発注者、コンサルタント及び関係機関が一体となり、適切な環境影響への防止、監視を実施する必要がある。

建設工事中の環境マネジメント計画としての項目及び対策を表3-5-3に示す。

表 3-5-3 建設工事中の環境マネジメント計画

環境項目	影響緩和、防止策	影響調査方法	調査回数
土取り場、碎石場の修景	各種基準に対応した修復	目視検査	工事完了時
油流出	各機械からの油流出を最小限に抑える	状況監視	毎月
土砂流出	植生、防護工、排水施設の設置	状況監視	3ヶ月毎
公共衛生	広報、労務者用トイレの設置	状況監視	適宜
汚染 (大気、粉塵、騒音)	現場内の散水、植樹、各種防音対策	状況監視	適宜
交通及び工事安全	広報、交通標識、安全通路の設置	状況監視	毎月
水中生物の保護	河川内作業の期間の短縮、コンクリート、瓦礫等の流出防止	状況監視	毎月
家畜等の水飲み場の確保	適切な代替え場所の確保	状況監視、協議	毎月
動植物の保全	植生への影響の最小化、工事後の植樹	状況監視	4ヶ月毎
ゴミの投棄防止	労務者、道路利用者への広報、ゴミ箱の設置	状況監視	4ヶ月毎

3) 交通安全設備の設置

協力対象事業ではアティ橋の左岸の取付道路は橋梁から200mの範囲を実施し、これより先、B7号線接続部までの既存地方道路の改良は「ケ」国側の分担事業としている。「ケ」国側では、橋梁の完成に間に合うように改良をする計画を立てているが、何らかの理由で改良が間に合わなかった場合、この左岸側の道路は途絶することとなり、既存のB7号線とは交差点により直角に接続することになる。この場合、架け替えられた橋梁を高速で通過してきた車両が、この交差点で事故を起こす可能性が非常に高くなる。

したがって、「ケ」国側による道路改良が間に合わない場合は、道路標識、情報板や走行車両の速度を低減させるためバンプ等の交通安全設備の設置を「ケ」国側に実施させる必要がある。