5.2 現地調査

5.2.1 グループ１橋梁

グループ１橋梁についてはフィリピン側建設橋梁であり測量、地質調査はフィリピン側が実施する。調査団は橋長その他を決定するために、次の事項を調査した。

- 橋梁現況の確認
- 架橋の位置
- 工事中の迂回路建設の難易の把握
- アクセス道路現況
- 交通状況の把握
- 地形・地質状況
- 河川条件（過去最大洪水水位、水深、等）
- その他

5.2.2 グループ２橋梁

(1) 現況調査

調査団は、河川水理解析、測量調査及び地質調査に先立ち、現況調査を実施した。これは要請橋梁の現況を確認し、調査方針等を確立するためであり、主として下記に述べる項目の調査を目的とするものであった。

- 橋梁の現況の確認
- 地理的・地形的条件の確認
- 橋梁建設位置に関する公共事業道路省（DPWH）の意向の確認と技術的検討
- 工事中の迂回道路の必要性の有無と利用可能な道路の確認
- 建設用資機材の運搬に利用可能な道路、港湾等の諸施設の調査
- 現橋の撤去の必要性の有無
- 乾期及び雨期
- 過去最大洪水水位
- 障害物の有無
- その他特記事項

表 5.2-1に現況調査結果の概要を示す。

表 5.2-1 現況調査概要

番号	橋梁番号	橋梁名 位置	橋梁現況	計画橋梁位置	工事中迂回路	現況撤去	アクセス道路現況	摘要
1	01.02	MAPHILINDO 橋 Pangasinan	・鋼トラス仮橋 ・老朽橋 ・載荷制限５トン	・現橋上流側に計画	・現橋を迂回路として供用	・不必要	・良好 ・マニラより道程 221km	・電線の移設必要（電力会社による）
2	03.03	BACONG 橋 Bataan	・鋼トラス仮橋 ・老朽橋 ・載荷制限２トン	・現橋上流側に計画	・現橋を迂回路として供用	・不必要	・良好 ・マニラより道程 151km	
3	03.07	SAN ROQUE 橋 Bulacan	・木橋 ・老朽橋 ・大型車両の通行は不可	・現橋位置に計画	・建設時期（桁架設）によっては必要	・必要	・良好 ・マニラより道程58km	・水道管の移設必要
4	03.10	DOLORES 橋 Pampanga	・木橋 ・老朽橋	・現橋位置に計画	・現橋を迂回路として供用	・不必要	・良好 ・マニラより道程77km	
5	03.13	MANGKUYOG 橋 Nueva Ecija	・現橋なし	・現道に合致させる	・河床を迂回路として供用	・不必要（現橋なし）	・良好 ・マニラより道程 169km	・サイトまでの区間に載荷制限（３～５トン）数橋あり ・雨期；５月～11月
6	03.17	SULA 橋 Tralac	・現橋なし	・現道に合致させる	・現橋の下流側に必要	・不必要（現橋なし）	・良好 ・マニラより道程 151km	・雨期；５月～11月
7	04.07a	CAMAGONG 橋 Quezon	・鋼トラス仮橋 ・老朽橋 ・載荷制限５トン	・現橋位置に計画	・現橋の下流側に必要	・必要	・良好 ・マニラ～ケソンは海上輸送 ・ケソンより道程19km	
8	04.20a	PARAGUSAN 橋 Laguna	・鋼トラス仮橋 ・老朽橋 ・小、中型車両のみ通行可	・現橋位置に計画	・現橋の下流側に必要	・必要	・良好 ・マニラより道程94km	・ココナッツの撤去必要（下流側） ・電線の移設必要（電力会社による）
9	04.07b	TAN-AGAN 橋 Romblon	・木橋 ・老朽橋 ・載荷制限３～５トン	・現橋位置に計画	・現橋の下流側に必要	・必要	・良好 ・マニラ～オジョンガンは海上輸送 ・オジョンガンより道程13km	・潮汐の影響を受ける
10	04.10b-2	IHATUB 橋 Marinduque	・スピルウェイ ・雨期には交通不能となる	・現橋下流側に計画	・現橋（スピルウェイ）を迂回路として供用	・不必要	・良好 ・マニラ～カウイは海上輸送 ・カウイより道程 6km	・電線の移設必要（電力会社による） ・潮汐の影響を受ける

(2) 河川水理解析

河川上の橋梁位置に於ける洪水時の流水量の算定及びその排出に必要な河川断面を決定するため、洪水時の河川水理解析を行なった。解析結果の資料を付属資料５に、その詳細な解析については別冊としてそれぞれ報告した。

1) 降雨強度

フィリピンでは、地域的な気候はその地域における降雨期間とその降雨量によって、支配的に特徴づけられる。したがって、その地域の属する気候タイプからその地域の降雨パターンが判明できる。フィリピン全国は４つの気候タイプに分かれている。グループ２橋梁10橋の属する気候タイプを表 5.2-2に示す。

流出計算に必要なデータはその地域の降雨強度、即ち降雨継続時間－降雨強度グラフである。それぞれの橋梁建設位置に適用した降雨データ、水文資料を表 5.2-2に示す。

2) 設計降雨強度

単位流出図法は流域が大きい場合の最大流水量の算出に最適な方法である。合成単位流出図法は、洪水到達時間を算出するのに修正シュナイダー公式を用いた方法である。その手法の概略を以下に示す。

$$Lg = C\left(\frac{L \cdot Lc}{\sqrt{S}}\right)^{n} \times 0.69667$$

ここに、Ｌｇ：洪水到着時間（時間）

Ｌ　：橋梁地点から最上流地点までの河川延長（km）

Ｌｃ：橋梁地点からその流域中心をとおる垂線までの河川延長（km）

Ｓ　：本河川の平均勾配

Ｃ　：流域の粗度によって決まる到着時間係数（0.7 ～2.2 ）

ｎ　：0.38（定数）

合成単位流出図が得られると、降雨強度の増加、降雨の地下浸透ロス量、超過降雨強度のパラメータを参入した設計降雨強度を求め、さらに次式によって設計最大出水量が決定される。

$$q_t = \sum_{i=0}^{t} P_i \, [U_{t-i+1}]$$

ここに、q_t ：洪水最大流出量（㎥/sec）

P_i ：降雨時間 i における降雨強度（mm/sec）

U ：時間 i における合成単位流出図の値

3) 流出量解析と計画高水位

本調査における洪水時河川解析の目的は計画高水位の決定であり、それは前述の洪水の流出量と橋梁位置での最小河川断面によって求めることができる。
洪水流出量算出に用いた確率年はフィリピン共和国の設計指針に拠って50年とした。

計画高水位は、下記のマニング公式によって決定される。

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

ここに、Q ：流量（㎥/sec）

n ：マニングの粗度係数

A ：流路断面積（㎡）

R ：径深（$R = \frac{A}{P}$）（m）

S ：河川勾配

P ：潤辺 （m）

洪水時河川水理解析の結果は、表 5.2-3に示す。

同表には、設計流水量、計画橋長、平均流速及び解析高水位を示した。なお、現地でインタビューによって収集された過去最高洪水水位も示した。橋梁の計画には、安全性、施工性、経済性、地形、地質など総合的に判断し最高高水位を決定した。

Maphilindo橋（橋梁番号01.02）とSan Roque 橋（橋梁番号03.07）は河口付近で河川が数本に枝分かれしていて通常の方法による計画高水位の算出が困難である。したがって、この２橋についての計画高水位の算定は満潮水位を考慮した、統計確率の手法によるGumbelの公式を採用し算出する。

各橋梁地点に於ける河川条件を、地形・地質及び河川条件を表 5.3-1にまとめて報告した。

表 5.2-2 水文資料

橋梁番号	橋　梁　名	橋梁建設位置（プロビンス）	気候タイプ	降雨強度（観測場所）	単位流出図データ
01.02	MAPHILINDO 橋	Pangasinan	Gumbel Extreme Value Analysis		
03.03	BACONG 橋	Bataan	I	Iba, Zambates	リージョン Ⅲ
03.07	SAN ROQUE 橋	Bulacan	Gumbel Extreme Value Analysis		
03.10	DOLORES 橋	Pampanga	I	Sta. Cruz, Porac Pampanga	リージョン Ⅲ
03.13	MANGKUYOG 橋	Nueva Ecija	I	Gabaldon, Nueva Ecija	同 上
03.17	SULA 橋	Tarlac	I	HDA Luisita, Tarlac, Tarlac	同 上
04.07a	CAMAGONG 橋	Quezon	II	Alabat, Quezon	リージョン Ⅳ
04.20a	PARAGUSAN 橋	Lagune	Ⅳ	Baler, Quezon	同 上
04.07b	TAN-AGAN 橋	Romblon	Ⅲ	Masbate, Masbate	同 上
04.10b-2	IHATUB 橋	Marinduque	Ⅳ	Calapan, Oriental Mindoro	同 上

表 5.2-3 洪水時河川水理解析結果

橋梁番号	橋梁名	集水面積 (Km²)	設計流出量 (m³/S)	必要断面積 (m²)	橋長 (m)	水深 (m)	平均流速 (m/S)	高水位 (m)		
								解析値	インタビュー調査値	採用値
01.02	MAPHILINDO 橋	グランベルの式			164	5.0	—	21.34	20.85	21.34
03.03	BACONG 橋	119.6	2,247.47	258	53	5.0	8.38	51.72	50.95	50.95
03.07	SAN ROQUE 橋	グランベルの式			56	5.5	—	21.26	20.79	20.79
03.10	DOLORES 橋	65.21	598.37	133	49	2.8	4.51	18.22	19.28	18.22
03.13	MANGKUYOG 橋	8.32	101.254	25	98	2.8	6.82	99.51	99.60	99.60
03.17	SULA 橋	51.79	534.59	169	62	3.6	3.79	22.17	21.31	21.31
04.07a	CAMAGONG 橋	10.56	393.41	106	45	4.0	3.61	21.26	20.07	21.26
04.20a	PARAGUSAN 橋	181.9	2,571.47	384	47	13.4	6.13	44.89	45.70	45.70
04.07b	TAN-AGAN 橋	16.22	422.66	55	37	2.3	6.05	10.18	10.53	10.53
04.10b-2	IHATUB 橋	4.16	155.72	57	47	2.0	2.86	2.40	2.11	2.40

(3) 測量調査

グループ２橋梁の設計、その橋梁取付道路および護岸工の設計を行なうのに必要な測量図を得る目的で測量調査を実施した。

測量を行なった項目・範囲及び測量の基準点とした水準基準点（ＢＭ）のデータは付属資料-6に、また測量成果は別冊に、それぞれまとめて報告する。

1) 中心線測量

橋梁建設位置を含む道路中心線測量は、その中心線上に 100ｍ以上、河川中心線測量は橋梁建設位置より上下流それぞれ50ｍ以上の範囲にわたって実施した。水準基準点（ＢＭ）とした標高は仮の標高である。仮の水準基準点はコンクリート杭（20cm×20cm×60cm）を現地に設置して表示した。

2) 縦断測量

中心線上20cm間隔の測定及び線形変化点の測定等の水準測量を実施した。

3) 横断測量

道路横断　：　10ｍ間隔、幅50ｍ
河川横断　：　20ｍ間隔、幅60ｍ
精　　度　：　トラバース測量　1/10,000
　　水準測量　　5cm×3cm$\sqrt{S}$
　　S＝水準測量延長

4) 成　　果

- 橋梁位置図　：　1/50,000
- 地　形　図　：　1/200
- 縦　断　図　：　1/200, 1/100
- 横　断　図　：　1/200
- 野　　帳
- 現場写真
- 水準点（ＢＭ）設置データ

各橋梁地点の地形的特徴の概要を、地形・地質及び河川条件として、表 5.3-1にまとめて報告した。

(4) 地質調査

グループ２橋梁の下部工詳細設計に必要な地質調査を10橋の全下部工位置で実施した。調査項目は下記に示すとおりである。

調査項目と成果の土質、柱状図は付属資料-7に、また調査データの詳細は別冊に報告する。

1) ボーリング

10橋の全下部工計画位置でボーリングを実施した。

2) 標準貫入試験

全ボーリング坑に於いて、１ｍ毎及び地質の変化点において標準貫入試験を実施した。

3) サンプリング

全ボーリング坑に於いて、不攪乱試料を１ｍ毎及び地質変化点で採取した。

4) 土質室内試験

AASHTO示方書に準じて、下記の室内試験を実施した。

・自然含水比試験（全橋について）

San Roque 橋（橋梁番号 03.07）は深い軟弱地盤であるので、圧密と盛土法面安定等の軟弱地盤解析の資料を得るため下記の試験を実施した。

・一軸圧縮試験
・圧密試験
・比重

Maphilindo橋（橋梁番号 01.02）は、上部層が均質な砂層であるので、くい軸直角方向の正確な計算資料を得るため、一軸圧縮試験を実施した。

各橋梁に於ける地質的特徴の概要及び設計に必要な条件等を、地形・地質及び河川条件として表 5.3-1にまとめて報告した。

5.3 橋梁形式の決定

5.3.1 橋梁形式決定条件の概要

提案された地点における最適な橋梁形式は、地形条件、地質条件、河川条件のみならず、施工条件、利用可能な建設資機材条件、経済的条件などを考慮して総合的に決定される。

前節で述べたように、グループ1対象橋梁の橋梁形式の決定は、フィリピン共和国公共事業道路省（DPWH）より与えられた基本データにより橋長、支間長などを決定した。

グループ2対象橋梁は、各橋ごとについて、河川条件、地質条件及び設計、施工上の留意点について述べる。表 5.3-1の地形・地質及び河川条件の概要をまとめて以下に報告する。

(1) 01.02 Maphilindo橋

河川条件

Basing川の河川幅は広く、流速が遅く水深は比較的深い。河川を横断する現橋は、129mの鋼トラスタイプの橋梁である。川幅は 147mあり橋梁取付部付近の堤防は養殖池の堤防と併用されている。降雨時には、この堤防をオーバーフローするが、河口であることと、養殖池が多いので、農作物に被害を与えることはない。

河川水理計算にあたっては、河口であるためと河川が上流で他の支流と分岐しているため一般的な手法とこれを考慮したGumbelの手法により、最高高水位は標高 21.34mとした。

地形・地質条件

橋梁計画地点は海岸に近い低地であり、沖積層堆積物が厚く発達している。その上部は、均質な細砂（N値； 7～26、層厚；17m）、下部はシルト層（N値； 4～35、層厚；35m）から構成されている。

支持層としては、下部のシルト層が期待できる。橋脚、橋台の基礎形式はくい基礎となる。

施工条件

本橋は河口に近く、平水位時の流れは定流で流速はおそいが、水深は比較的深い、したがって橋脚の建設には、鋼矢板締切りが必要である。

(2) 03.03.Bacong橋

河川条件

Bacong川は河川幅46.4mで平均的な河川であるが、最近架橋地点から下流約1kmに農業用水のためのアースダムができたため平水位が調査時点の46.4mから49.3mに変更し、非常に高く、水深が深くなった。水理解析による最高高水位は標高 51.72mであるが、現地の状況、取付道路の盛土高さなど考慮して、インタビュー調査の値、 50.95を設計に採用した。

地形・地質条件

架橋地点の両岸には、低い段丘面が発達している。河川は集水面積が大きく（流量が多く）下流 200m付近で大きく屈曲している。地層は砂礫層からなり上部は砂礫（N値；30以下、層厚；10m）、下部砂礫層（N値；50以上）から構成されている。

支持層としては下部砂礫層とし、くい基礎とする。

施工条件

平水位が高く、橋脚位置の水深は4～5mとなり、仮締切り工法では無理がある。従って橋脚の構造型式はパイルベント形式の採用が考えられる。橋台の施工はシートパイルを使用して施工し、これを永久構造物とした。

(3) 03.07 San-Roque 橋

河川条件

San Roque 川は平水位の川幅は約53mで、比較的水深は深く、流れも定流でおそい。架橋位置は河口に近く、人家が多いため堤防はなく、個人的にコンクリート壁などを作り防護している。人家のない場所は、粘土質の自然のスロープとなっている。

降雨時には水位が上がり取付道路までくるが、海水位の影響も大きい。河川水理計算にあたっては河口であるためと、河川が上流で他の支流と分岐しているため、一般的な手法と、これを考慮したGumbelの手法により、最高高水位21.26を算出した。しかし、インタビュー調査によると最高高水位は標高 20.79であるので、架橋位置が人家密集地であり、取付道路が取り付けやすいことを考慮し、設計ではこの高さを採用した。

地形・地質条件

架橋位置は海岸低地で、河口に近く、付近には人家が密集している。土質は厚さ約40mの軟弱層でデルタを構成している。地層の上部は砂層（N値； 3～15、層厚4m）、中間層はシルト質粘土層（N値； 5～10、層厚；約30m）下部は砂混りシルト（N値；10～47、層厚；約10m）、と固結砂層（N値；50以上）から構成されている。

支持層としては、最下層の固結砂層とし、橋脚・橋台の基礎形式はくい基礎を採用する。

施工条件

橋脚の下部工の施工には、水深が5mとなるため、二重締切り（山留工）かパイルベント形式の橋脚が必要となる。橋台の施工は築堤で仮締切工を行う施工法とする。

(4) 03.10 Dolores 橋

河川条件

Dolores 川は中流河川で、屈曲が多く、流速が比較的速く、水深が浅い（3.73m）河川である。河岸はゆるい粘土で構成されているためくずれやすく水流は洪水時には現橋の桁下の高さまでくる。

最高高水位はインタビュー調査によれば、標高 19.28mであるが、取付道路の盛土高さ、工費の経済性などから考え計算値による標高 18.22mを設計に採用した。

地形・地質条件

橋梁計画地点の両岸は低い段丘面が発達している。地質は砂、砂礫層からなり、基岩は泥岩である。軟弱層は浅く約10mまでである。

基礎としては、洪積層までのくい基礎が適当である。

(5) 03.13 Mangkuyog 橋

河川条件

Mangkuyog 川はNueva Ecija のGavaldon山地を流れる小河川である。橋梁が流失したため、車両は乾期の間は浅瀬を通行している。道路と交差する付近は河川幅は比較的狭く、水深も浅い。しかし洪水時には瞬間的に土石流をともなった山水が流出する恐れがある。

本河川は、土石流を含む洪水氾濫地帯であり、橋長の決定は非常に困難である。洪水時に流水及び土石流幅が架橋幅以上になる場合を考え両側橋台の背面にスピルウェイ構造を安全のため設置することが望まれる。

地形・地質条件

橋梁計画地点は河道の荒れた渓流であり、土石流により形成された扇状地の末端の状況を示している。

表層は巨礫等の礫と砂が複雑な分布を示している。
中間層はシルト質の粘土層（N値；20～30、層厚；4m）、下部は粘土混りの固結した砂層（N値；30以上、層厚5m以上）から構成されている。

支持層は、最下層の粘土混りの固結砂層とし、橋脚・橋台共にくい基礎を採用する。

(6) 03.17 Sula橋

河川条件

Sula川は平水位の河川幅が約40mで、比較的水深は浅く、流れも定流である。ただし、洪水時には氾濫が予想される。

支間長20mの3径間の橋梁形式の場合、最高高水位は標高 22.17m、平均流速3.65m／秒であり、流速はかなり速い。しかし、インタビュー調査によると、最高高水位は標高 21.31と計算値よりも低い数値を示した。現地の状況、取付道路の盛土高さなど考慮して、インタビュー調査による 21.31mを採用した。

地形・地質条件

橋梁計画地点は氾濫地帯で、沖積層の上部は砂礫層、玉石、巨礫が主体で、N値は15、層厚は 3.0m程度である。下部は比較的均質な砂礫層でN値；50以上、層厚は8m以上である。

支持層は下部の砂礫層とし、橋脚・橋台共にくい基礎とする。

施工条件

上部の巨石混りの砂礫層はくいの貫入が不可能であり、手掘り掘削等を含めた施工方法を検討し、慎重に工事をする必要がある。

(7) 04.07a Camagong 橋

河川条件

Comagong橋は、河口に位置しており、河川の両側はココナッツ畑となっている。橋梁取付部にはコンクリートの擁壁が設置されている。

河川は平水位の川幅は約15mで比較的水深は浅く、流れも定流である。ただし海岸に近いため、潮位の変化がある。
河川が斜行しているので、斜橋となる。

地形・地質条件

橋梁計画地点は平坦地で、周囲はココナッツ畑である。
沖積層は、その上部は粘性土（N値；10～20、層厚； 7.0m）であり、下部は固結した砂層（N値；50以上、層厚；5m以上）である。

支持層は下部の固結した砂層とし、橋台・橋脚共にくい基礎をする。

(8) 04.20a Paragusan橋

河川条件

本橋は丘陵地帯に位置しており、平水位時の流れは定流で、流速は比較的おそいが、水深は深い。河川幅は40mで平均的な河川であるが、河川の集水面積は広い。

水理解析に使用された橋梁は、支間長15m＋30mの2径間橋梁である。この場合、最高高水位は、標高 44.89mであったが、平均流速は6.13m／秒と高い値を示した。電算によって算定された数値の方が、インタビュー調査によるものより低い数値を示した。したがって、設計に際しては、安全を考慮し高い方の数値、即ちインタビュー調査の数値、標高 45.70mを採用した。

地形・地質条件

橋梁計画地点の地形は、段丘平坦面を形成している。上部の地層は砂混り粘土（N値；15～28、層厚；３ｍ）であり、下部は軟岩（凝灰岩）でN値；50以上、層厚；８ｍ以上である。

基礎形式は橋脚・橋台で異り、橋台は軟岩までのくい基礎、橋脚は直接基礎が可能である。

(9) 04.07b Tan-Agan 橋

河川条件

Tan-Agan川の河川幅は19ｍで、比較的水深は浅く、流れもおそい。ただし河口であるため、潮位の影響がある。

水理解析に使用された橋梁は、支間長18ｍの２径間の橋梁である。この場合、最高高水位は、標高 10.18ｍ、平均流速は6.05ｍ／秒と高い値であったが、インタビュー調査によるものより低い数値を示した。したがって、設計に際しては、安全を考慮し、高い方の数値、即ちインタビュー調査の数値、標高 10.53ｍを採用した。

地形・地質条件

橋梁計画地点は河口に近く、平坦地であり、周辺はマングローブの木が生い茂っている。地層は上部５ｍが粘土質の砂層でN値；10～15で、中間層は、やや固結した粘土質の砂層でN値；約20、層厚は約４である。下部は固結した砂混りの粘土でN値は、50以上で層厚は６ｍ以上である。

支持層は最下層の、固結した砂混りの粘土とし、橋脚・橋台共にくい基礎を採用する。

(10) 04.10b-2 Ihatub 橋

河川条件

Ihatub川の河川幅は約30mで、水深は浅い。河川を横断する車道は、コンクリート構造物に直径 600mmの鉄筋コンクリートパイプ２本が埋設され、増水時には越流するスピルウェイと呼ばれる構造である。

河川水理計算にあたっては、支間長23.0mの２径間橋梁を想定した。この場合、新橋梁建設後に上記スピルウェイ構造物が撤去されるとすると、最高高水位の標高は2.40m、平均流速は2.86m／秒である。

地形・地質条件

橋梁計画地点は海岸に近い低地であり、地層は上部が粘土質の砂層（N値；約20、層厚；20～30m）、下部は固結した粘土混りの砂層（N値；50以上、層厚；７m以上）である。

支持層としては、下部層の固結した粘土混りの砂層とし、橋脚・橋台共に、くい基礎を採用する。

表 5.3-1 地形・地質及び河川条件 (1/3)

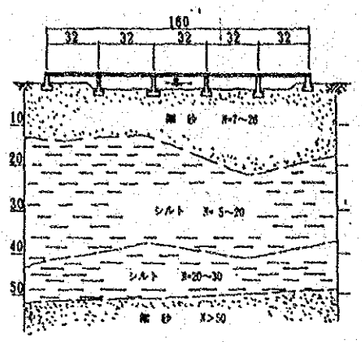
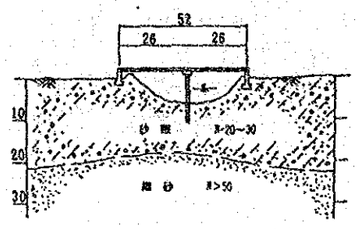
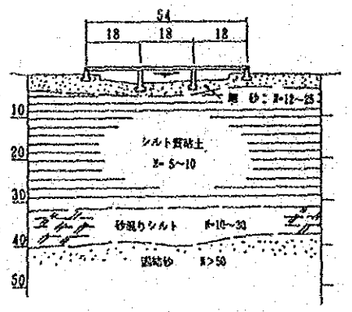
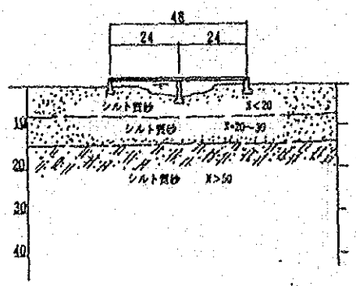
橋梁番号	橋梁名	橋梁架設位置	地質断面図	地形条件	地形条件	河川条件
01.02	MAPHILINDO 橋	km. 220+900 Biec-Lomboy Road, Binmaley, Pangasinan		・橋梁架設地点は海岸に近く低地の砂州を形成している。 ・河川は大きく蛇行している。 ・橋梁架設付近には多くの養飼池が点在している。 ・洪水時には、しばしば越流する。	・三角州は沖積層であり、層厚は50mである。 ・支持層は深さ40～50m付近である。	・護岸が必要。 ・河川の水深3～4mで潮位差は1m程度である。 ・干満の影響がある。
03.03	BACONG 橋	km. 105+360 Luacan-Bacong Road, Bacong, Bataan		・橋梁架設地点は低い段丘が発達している。 ・河川は大きく蛇行している。 ・河川の両岸には低い堤防が設置されている。 ・洪水時には、堤防を越流する。	・橋梁架設地点付近は砂礫層からなる。	・過去に2回程度、洪水が発生している。
03.07	SAN ROQUE 橋	km. 57+284 San Roque Barangay Road, Hagonoy, Bulacan		・橋梁架設地点は海岸に近く、低地の砂州を形成している。 ・橋梁架設地点は海岸から上流 500m付近である。 ・河川左岸は右岸より 0.5m低くなっている。 ・毎年洪水が発生。 ・現橋寄りの河床に多くの水路がある。	・橋梁架設地点付近はシルト質粘土の軟弱層である。 ・軟弱な沖積層は40mに達している。 ・支持層は深さ30～40m付近である。	・水深が4m、潮位差1m程度である。 ・干満の影響がある。
03.10	DOLORES 橋	km. 76+870 Dolores-Del Rosario Road, Dolores, Bacolor, Panpanga		・橋梁架設地点は低い段丘が発達している。 ・河川幅は橋梁架設地点で狭く、蛇行している。 ・河川の流量は少なく、流水は速い。	・橋梁架設地点付近の地質は砂、砂礫層からなり、基岩は泥岩である。	・洪水はないが、集水面積が広い。

表 5.3-1 地形・地質及び河川条件 (2/3)

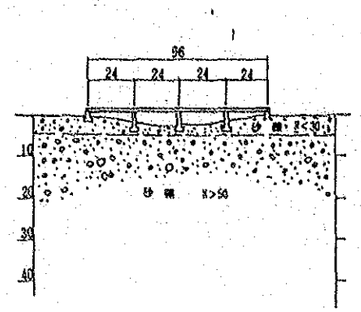
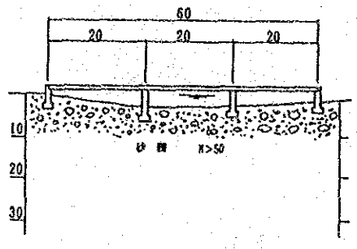
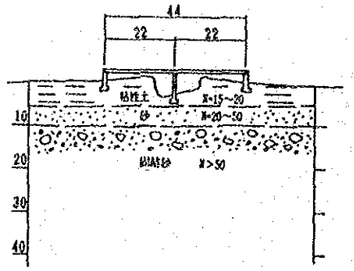
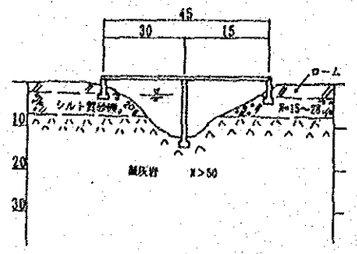
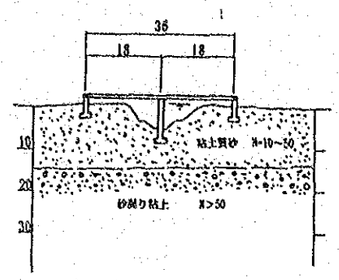
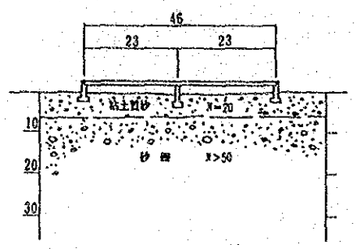
橋梁番号	橋梁名	橋梁架設位置	地質断面図	地形条件	地形条件	河川条件
03.13	MANGKUYOG 橋	km. 169+000 Camachile- Banlug Road, Nueva Ecija		・橋梁架設地点は沖積層の荒廃渓流であり、土石流により形成された扇状地の末端部の状況を示している。 ・河床は広く、流れも非常に速い。 ・河川の流れが、常に変化している。 ・右岸には土石流による自然堤防が形成され、その上流にはその押し流されたこん跡がみられる。	・橋梁架設地点付近の地質は、巨礫を含む礫と砂が複雑に分布している。 ・右岸は礫層の低い段丘が発達している。 ・土石流堆積土。	・土石流のこん跡がみうけられる。 ・激しい降雨時には、河床の変化がある。 ・洪水がしばしば発生。 ・強固な護岸が必要。 ・荒廃渓流。
03.17	SULA 橋	km. 150+000 Tarlac-Sula Road Sula, Tarlac, Tralac		・橋梁架設地点は上流 200m付近で河川は大きく蛇行している。 ・河川両岸には自然堤防が形成されている。 ・流速が比較的速く、流量も多い。	・橋梁架設地点の両岸の自然堤防は砂、礫層からなり、玉石、巨礫が散在している。	・上流付近で河川が大きく蛇行しているので、護岸が必要。 ・杭基礎の場合、玉石、巨礫層への貫入が困難と予想される。
04.07a	CAMAGONG 橋	km. 23+700 Quezon-Alabat Perez Road, Alabat, Quezon		橋梁架設地点は海岸に近く、砂州を形成している。 ・橋梁架設地点の上流は低湿地帯を形成している。 ・洪水はしばしば発生し現橋を越流する場合がある。	・橋梁架設地点は湖潟性の軟弱な堆積層である。 ・軟弱層は厚さは17～20mに達し、その下に支持層がある。	・潮位差は1～2m程度である。 ・干満の影響がある。 ・干満の差が大きいため強固な護岸が必要。 ・斜橋
04.20a	PARAGUSAN 橋	km. 91+84 San Pablo-San Isidro, San Pablo City, Laguna		・橋梁架設地点は、段丘が発達している。 ・河川は直線の深い渓谷を形成している。 ・雨期には水量が多くなる。 ・段丘	・橋梁架設地点は段丘層である。 ・地層は0～2m；火山灰 2～4m；段丘礫層 4～7m；基岩（凝灰岩、凝灰角礫岩） からなっている。	・流量が多いので護岸が必要。 ・橋脚の設計には流水圧に対する検討が必要。

表 5.3-1 地形・地質及び河川条件 (3/3)

橋梁番号	橋梁名	橋梁架設位置	地質断面図	地形条件	地形条件	河川条件
04.07b	TAN-AGAN 橋	km. 11+100 Odiongon-San Andres Road, Tan-Agan, San Andres, Romblon		・橋梁架設地点は海岸段丘を形成している。 ・河川の流速は非常に遅い。	・橋梁架設地点は砂、砂礫層である。	・潮位差は1m程度である。 ・護岸が必要。 ・干満の影響がある。
04.10b-2	IHATUB 橋	km. 116+832.85 Boac-Gasan Road Ihatub, Boac, Marinduque		・橋梁架設地点は海岸段丘を形成している。 ・河川は大きく蛇行している。 ・橋梁架設地点は海岸から上流 100 m付近である。	・橋梁架設地点は砂礫層である。	・潮汐の影響を受けるので、護岸が必要。 ・潮位差は1m程度である。

5.3.2 橋長及び支間長の決定条件

(1) 橋長

1) グループ１橋梁

前節で述べたようにグループ１対象橋梁の基本設計については、フィリピン共和国公共事業道路省（DPWH）より提出された調査データにより架設位置および橋長、支間長などを決定した。したがって調査データのH.F.L.（最高洪水位）、測量（平面、河川横断、道路横断）、現況写真などから総合的に判断し橋長を決定した。

鋼材供与対象橋梁であり、架設時の取扱いの容易さ、経済性を考慮して、橋長は50m以下で、２径間までとした。

2) グループ２橋梁

グループ２橋梁については、まず高水時の河川水理解析を行ない、その結果を基にして、下記に述べる方法により、橋長を決定することにした。尚、河川水理解析は、付属資料５として報告しており（その詳細は別冊を参照）、その結果を表 5.2-3に示した。

- 流域面積を地形図上から決定し、50年確率の洪水時の河川流量を計算する。
- 流量と現況河川断面とにより、高水位を計算する。その高水位と、現況調査時に得られた過去の最高高水位のデータを比較して、計算の妥当性を検討した。
- 橋台は、原則として現況河川断面の現地盤と計画高水位との交点より後方に設置する。
- しかし、下記の橋梁は平坦な洪水地帯に計画されており、上記の方法による橋長決定では、橋長が最大となり不経済である。したがって、この場合は、上・下流の現況河川断面や地形条件を考慮して、洪水時河川断面上・下流の断面より大きくなるよう、橋長を決定した。

－01.02 Maphilindo 橋
－03.07 San Roque 橋
－03.10 Dolores 橋
－03.17 Sula 橋

(2) 径間長

径間長は、河川の状況、地形の状況等を考慮し、洪水のみならず流下物の流下を妨げないよう決定すべきである。

1) グループ１橋梁

日本における鋼桁製作とフィリピンでの施工方法を考慮し、最大径間長は約m以下に決定した。径間長の決定条件は橋長決定方法と同様に公共事業道路省（DPWH）より提出された基本データ、および現地調査により河川線形、地形、流下物等の河川条件のみならず、土質、地質条件、平水位条件及び、施工条件等を考慮して総合的判断により決定した。

2) グループ２橋梁

径間長の決定にあたり、日本の河川管理施設等構造例では、およそ次のように規定している。

Q ≧ 500㎥／秒の場合；L＝30＋0.005 Q
Q ≦ 500㎥／秒の場合；L＝20＋0.005 Q

ここに、
Q；計画高水流量（㎥/sec）
L；径間長（m）

この式によると、計画高水位から決定される計算径間長は表 5.3-2に示すとおりである。またこの表には計画径間長も示した。しかしこの計画径間長は必ずしも上記公式では決められていない。なぜなら河川管理が施こされてないフィリピンでは河川の流心方向、地形、地質条件など諸条件を考慮して決定すべきだからである。

表 5.3-2 橋長及び径間長の決定

橋梁番号	橋　梁　名	河川水理解析による計算橋長(m)	計算径間長 (m)	計画径間長及び計画橋長 (m)
01.02	MAPHILINDO橋	164	—	32× 5スパン＝160
03.03	BACONG橋	53	41	26× 2スパン＝ 52
03.07	SAN ROQUE 橋	56	—	18× 3スパン＝ 54
03.10	DOLORES 橋	49	23	24× 2スパン＝ 48
03.13	MANGKUYOG 橋	98	20	24× 4スパン＝ 96
03.17	SULA 橋	62	32	20× 3スパン＝ 60
04.07a	CAMAGONG橋	45	22	22× 2スパン＝ 44
04.20a	PARAGUSAN 橋	47	43	15＋30＝ 45
04.07b	TAN-AGAN橋	37	22	18× 2スパン＝ 36
04.10b-2	IHATUB橋	47	21	23× 2スパン＝ 46

5.3.3 上部工形式の決定

(1) 上部工形式の決定

前節で述べたようにグループ１橋梁では径間長を25m以下としグループ２橋梁では15mから32mの径間長を河川水理条件、地質条件、土質条件、平水位条件及び、施工条件等を考慮して決定した。

グループ１橋梁、グループ２橋梁の支間長ごとの支間数を表 5.3-3にそれぞれ集計する。

表 5.3-3　支間長ごとの数量

グループ１

支間長（m）	数量
24.0	11
23.0	8
22.0	4
21.0	2
18.0	4
15.0	9
	38径間
	（785m）

グループ２

支間長（m）	数量
32.0	5
30.0	1
26.0	2
24.0	6
23.0	2
22.0	2
20.0	3
18.0	5
15.0	1
	27径間
	（641m）

上部工形式は下記のように決定した

1)　支間長　25m以下　　H形鋼合成桁
2)　支間長　26m以上　　鈑桁（非合成溶接鋼桁）

上記の決定理由について以下に概説する

1) 支間長25m以下のH形鋼合成桁

支間長が25m以下の橋梁で経済的な鋼橋としては、日本における経験から踏まえて、次の3形式が提案された。

a) H形鋼合成桁
b) 鈑桁（非合成溶接鋼桁）
c) 合成鈑桁（合成溶接鋼桁）

フィリピン共和国に於けるコンクリートの強度、コンクリート打設施工、床版の維持管理を考慮して、床版コンクリートと鋼桁の合成構造作用を期待するc)の合成鈑桁は、フィリピン共和国では適当な形式ではないと判断された。これに対し、H形鋼は鋼桁断面に応力上の余裕があること、桁のたわみ制限の必要のあること等の理由により合成構造を適用することとした。したがって、表 5.3-4に示すH形鋼合成桁と鈑桁（非合成溶接鋼桁）の比較から、前者を採用することに決定した。

表 5.3-4 H形鋼合成桁と鈑桁の比較
（支間長24m以下の橋梁に対して）

評価項目	H形鋼合成桁	鈑　桁	評　価
適用支間	25m以下	40m以下	
桁　高	90cm程度	130cm程度	低い方が取付に有利
運搬・架設	容　易	やや困難	H形鋼が有利
経済性	鋼重は大であるが、製作単価が安い。経済的	鋼重は小であるが、製作単価が高い。やや不経済	H形鋼が有利

なお、H形鋼合成桁、鈑桁及び合成鈑桁の鋼重量（沓、伸縮ジョイント、高欄、排水桝等の付属設備を除く）を図 5.3-1に示す。

2) 支間長26m ～32mの非合成溶接鋼桁

支間長が26m～32m程度の橋梁で経済的な鋼橋形式としては、次の２形式が日本では広く利用されている。

a) 鈑　　桁（非合成溶接鋼桁）
b) 合成鈑桁（合成溶接鈑桁）

前記したように、フィリピン共和国に於ては、合成構造は適当ではないと考えられる。表 5.3-5に示した両者の差異を考慮して、a)の鈑桁を採用することとした。

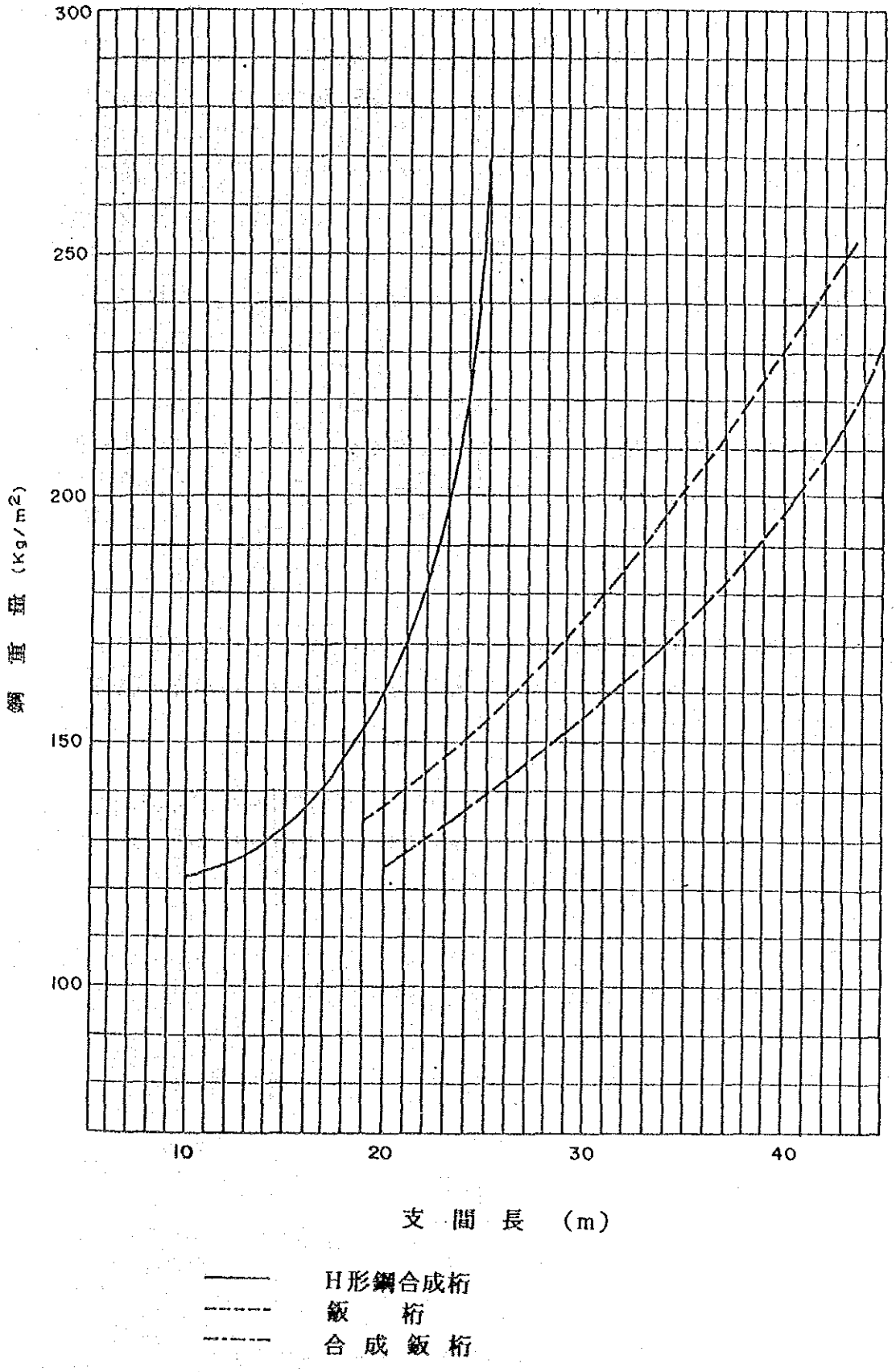


図 5.3-1 鋼重量 (付属物を除く)

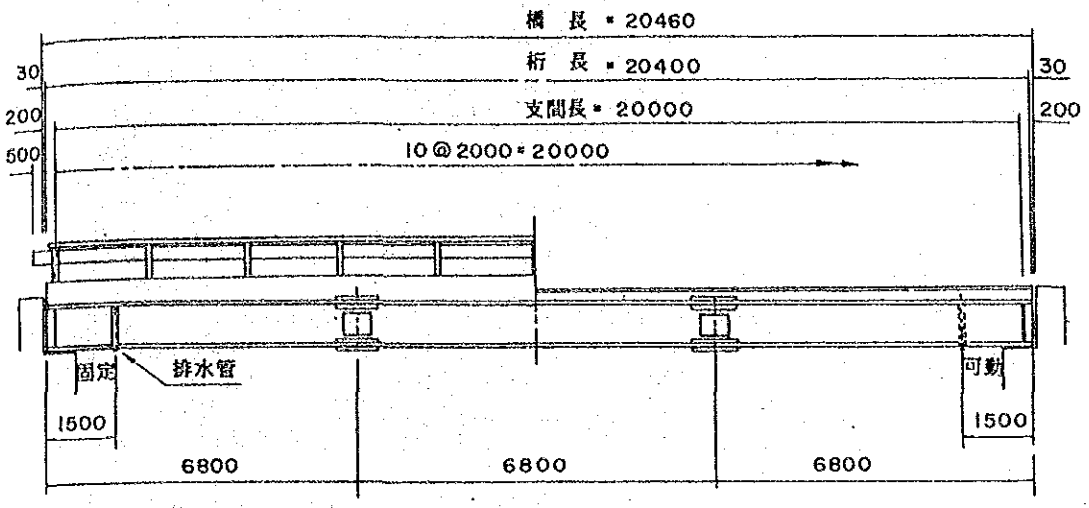
表 5.3-5　鈑桁と合成鈑桁の比較

評価項目	鈑　　桁	合成鈑桁	評　　価
床版コンクリートの強度	低強度で可 σck=270kg／cm²	高強度必要 σck=300kg／cm²	フィリピンでは σck=270kg／cm²程度
桁　　高	高　い	低　い	低い方が取付に有利
た　わ　み	大	小	
維持管理	普　通	床版コンクリートの穴あきは不可	フィリピンでは床版コンクリートの穴あきが多発

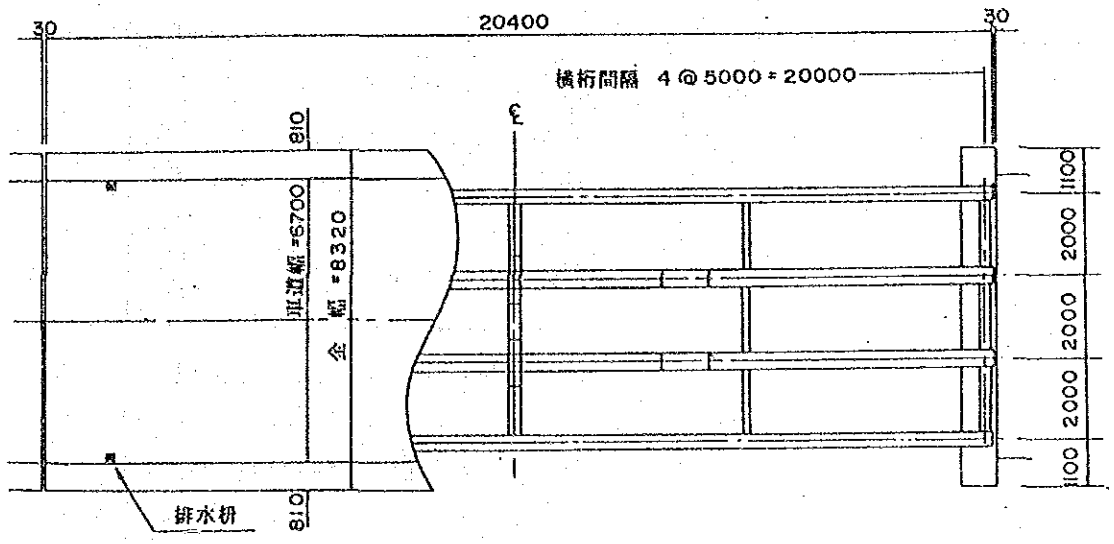
なお、鈑桁では桁高が高く、取付道路の盛土高が高くなるばかりではなく、取付道路延長も長くなり、不経済となるので、主桁たわみが許容範囲となる最少桁高を採用するようにした。

図5.3-2(1/4),(2/4)にH形鋼合成桁（支間長15,18,20,21,22,23,24m）、図 5.3-2(3/4),(4/4) に非合成溶接鋼鈑桁（支間長26,30,32m）の上部工標準一般図として示す。

なお、日本からフィリピン共和国への輸送、フィリピン国内での内陸輸送、桁架設等を考慮して、桁の最大部材長（現場添設位置）は 8.5mとした。



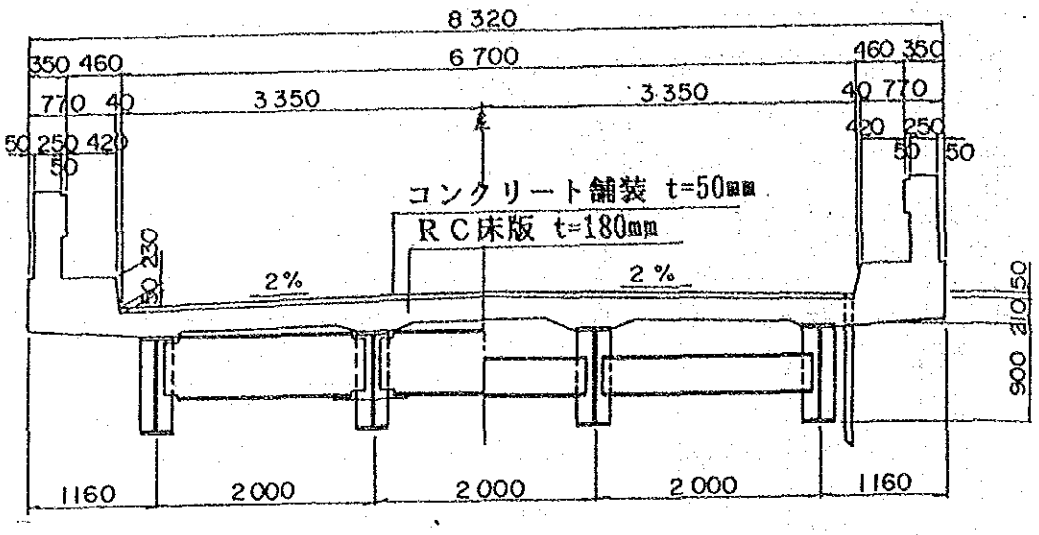
側面図



平面図

(支間長24mの例)

図 5.3-2 (1/4) H形鋼合成桁標準一般図

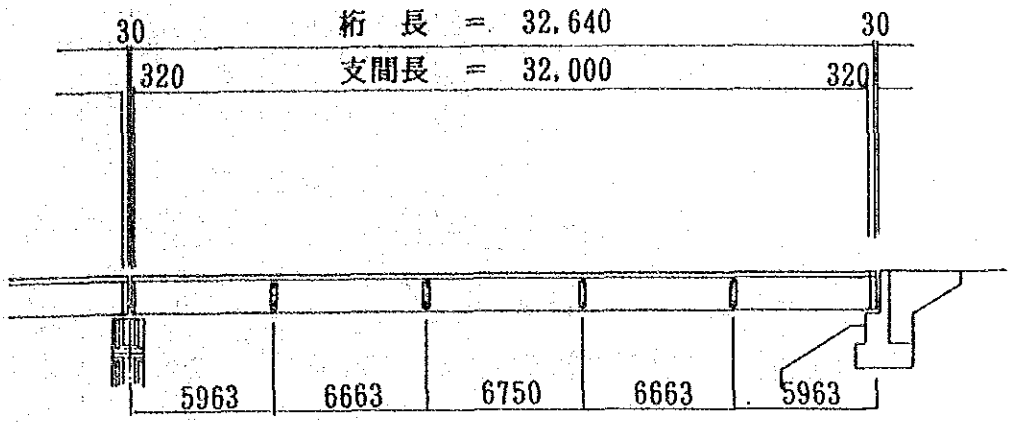


断面図
（支間長24mの場合）

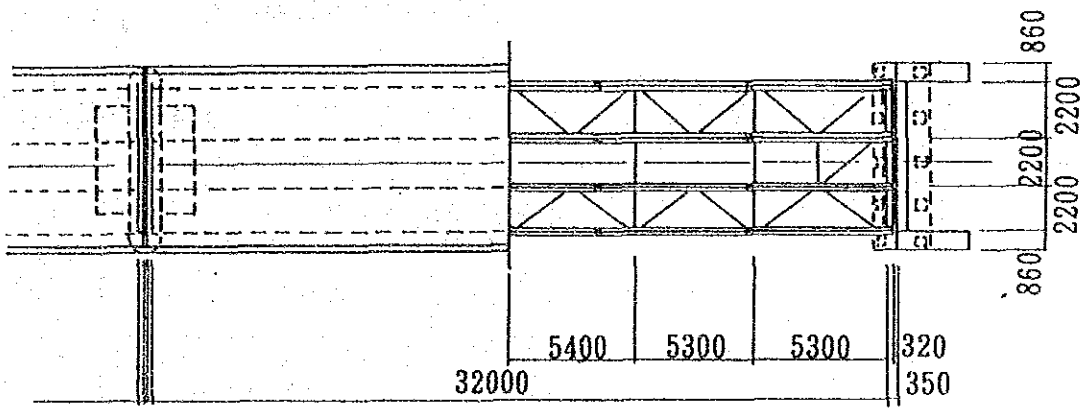
支間長 15m, 20m, 21m, 22m, 23m, 24m の場合の構造寸法

支間長（m）	主 桁 数	主桁高（mm）	主桁形状（mm）	床版厚（mm）
15	4	700	700× 300×13×24	180
18	4	792	792× 300×14×22	180
20	4	890	890× 299×15×23	180
21	4	900	900× 300×16×18	180
22	4	900	900× 300×16×18	180
23	4	912	912× 302×18×24	180
24	5	900	900× 300×18×24	180

図 5.3-2 (2/4) 上部工標準断面図（H形鋼合成桁）



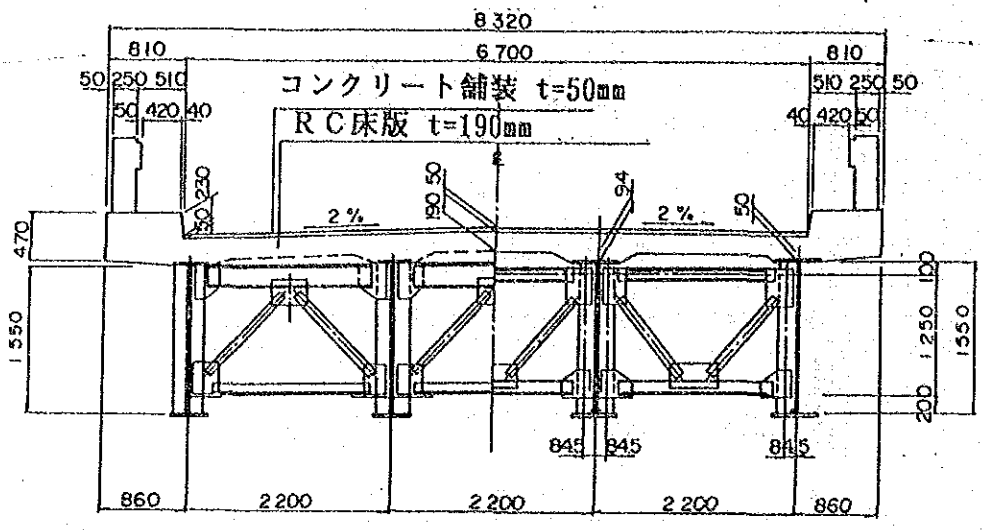
側面図



平面図

（支間長３２ｍの例）

図 5.3-2 (3/4) 非合成溶接鋼桁標準一般図



断面図

（支間長３２ｍの例）

支間長２６ｍ、３０ｍ、３２ｍの場合の構造寸法

支間長（ｍ）	主　桁　数	主桁高（mm）	主桁形状（mm）	床版厚（mm）
26	4	1400	1400×9	190
30	4	1500	1500×9	190
32	4	1550	1550×9	190

図 5.3-2 (4/4)　上部工標準断面図（非合成溶接鋼桁）

(2) 幅員の決定

橋梁幅員は、車道幅員6.70m、全幅員8.32mとした。これはフェーズⅠ橋梁、及びフェーズⅡ橋梁で採用した幅員構成である。今回の調査（フェーズⅢ）に於ても、この幅員構成が公共事業道路省(DPWH)から要請された。調査団は、その妥当性を下記の項目により再確認し、車道幅員6.70mを採用した。

1) 公共事業道路省(DPWH)側の道路規格によると、道路舗装の最小幅は6.10mであり、側帯は 0.3mある。従って、車道幅員は6.70mとなる。又、地方道路の中級路面タイプの幅員構成は舗装幅6.10m、側帯 0.3mであり、車道幅員は6.70mとなる。なお、高欄部の幅員はオフセット（車両走行の安全幅0.46m）を設けることとなっている。

2) フィリピン共和国国家開発計画にうたわれている、地方道路の改修や新設に重点を置く方針に基づき、公共事業道路省(DPWH)は地方道路を２車線道路に改良や補修を推進している。この状況下に於いて、新設の橋梁も２車線の幅員構成をもつ橋梁の採用が適当である。

3) 諸外国の援助による地方道路の橋梁幅員は全て２車線の幅員構成であり、ローカルファンドによる鉄筋コンクリート橋、プレストレス・コンクリート橋、及び鋼橋等、永久橋の新設も、幅員構成は２車線（6.70m）以上で実施されている。

詳細の幅員構成は図 5.3-2(2/4), (4/4)上部工標準断面図を参照のこと。

(3) 路面の決定

桁下高は公共事業道路省(DPWH)側の基準に拠り、計画高水位(H.F.L) に余裕高１mを加えた高さとし、これに桁高、床版厚、舗装厚等を加えて路面高を決定した。橋梁上は水平とした。

しかし、次の２橋（グループ２）については、下記の理由により、次のように決定した。

・03.07 San-Roque 橋

住宅密集地であり、取付け道路をなるべく短くするために橋梁上に、縦断曲線を設置した。この理由により桁下の余裕高は側径間は１m以下となる。

・03.13 Mangkuyog 橋

土石流を含む洪水氾濫地帯であり、将来土石流が橋梁下に堆積し、桁下空間が小さくなる可能性がある。

この理由により、桁下余裕を 1.5mとした。

(4) 耐候性鋼材の使用

橋梁建設位置を考慮して、表 5.3-6に示す橋梁に対し、耐候性鋼の使用を計画した。これらの橋梁は、いずれも海岸の近くに位置している。

表 5.3-6 耐候性鋼材を使用する橋梁

橋梁番号	橋梁名	径間長 (m)	グループ
01.02	MAPHILINDO 橋	5@32.0=160.0	2
03.01	PANGULISANIN 橋	24.0	1
03.06	BALASING 橋	15.0+23.0=38.0	1
03.11	PULO 橋	23.0	1
03.18	SSINDOL 橋	2@15.0=30.0	1
04.01a	SAN JUAN 橋	23.0	1
04.02a	TABON-BATONG 橋	22.0	1
04.04a	CAGLATE 橋	23.0	1
04.06a	BUENAVISTA 橋	24.0	1
04.07a	CAMAGONG 橋	2@24.0=48.0	2
04.09a	ISABANG 橋	2@24.0=48.0	1
04.10a	PANSIPIT 橋	2@22.0=44.0	1
04.11a	SAN DIEGO 橋	2@15.0=30.0	1
04.16a	PINGIT 橋	2@21.0=42.0	1
04.17a	SALAY 橋	2@15.0=30.0	1
04.18a	MIJARES 橋	23.0	1
04.03b	MARUYUGON 橋	24.0.	1
04.04b	DAKOTON 橋	2@18.0=36.0	1
04.06b	MADALAG 橋	24.0	1
04.07b	TAN-AGAN 橋	2@18.0=36.0	2
04.08b	PANIQUE 橋	2@18.0=36.0	1
04.10b-1	DAYKITIN 橋	24.0	1
04.10b-2	IHATUB 橋	2@23.0=46.0	2

5.3.4 下部工形式の決定

グループ１及びグループ２橋梁で、採用される下部構造物の形式は逆Ｔ橋台及び円柱式橋脚を採用した。橋脚を円柱式にした理由は、河川の流水方向が橋梁に対し、斜方向である橋梁が多いこと（表 5.3-7参照）、架橋時はそれが橋梁に対し、直角方向であっても堤防がないため、将来、流水方向が変わる可能性があるためである。

基礎がくい基礎の逆Ｔ式橋台は、橋台の背後の盛土の洗堀及び傾きを避けるために、少なくとも２列の杭を設置することとした。

直接基礎及びくい基礎の場合の標準的橋台と橋脚は、それぞれ図5.3-3(1/4)－(4/4) に示すとおりである。ただし寸法表はグループ２橋梁を示す。

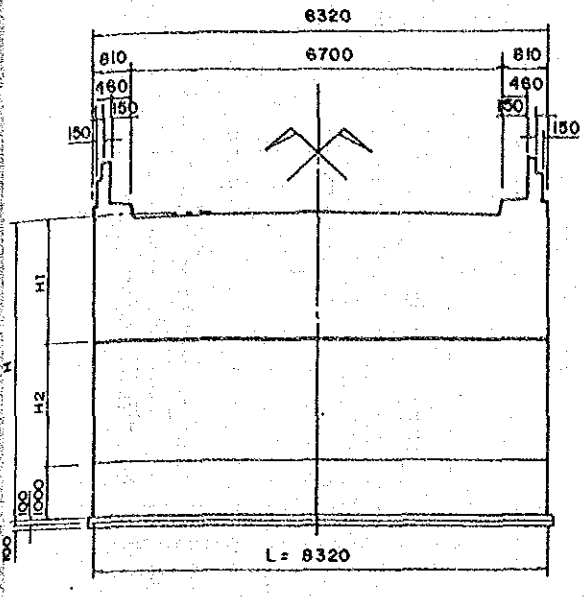
使用する基礎ぐいは、フィリピン国内で一般的に使用されている、40×40cmの正方形の鉄筋コンクリートぐいを使用する。

橋梁番号03.03 Bacong橋及び橋梁番号03.07 San Roque 橋は、平水位時で水深が４ｍ以上あるため、橋脚の基礎の施工に対し仮設工事費が高価となる、両橋梁の橋脚形式は、仮設工事費の経済比較をした結果パイルベント方式を採用することにした。その概略寸法は図5.3-3(5/5)に示す。

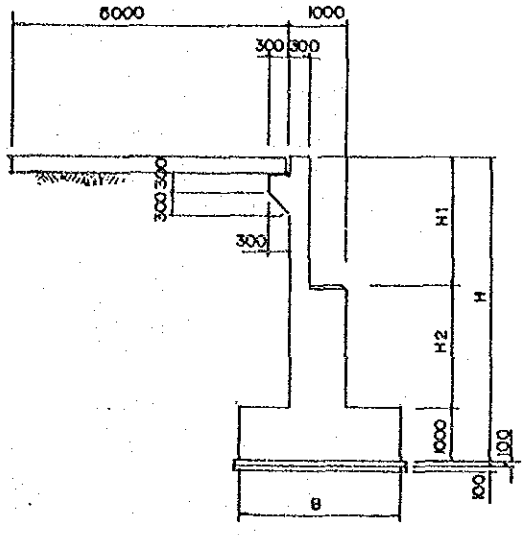
表 5.3-7 河川の流れの方向

橋梁番号	橋 梁 名	流れ方向※	備 考
01.02	MAPHILINDO 橋	90°	5@32.0
03.03	BACONG 橋	80°	2@26.0
03.07	SAN ROQUE 橋	90°	3@18.0
03.10	DOLORES 橋	90°	2@24.0
03.13	MANGKUYOG 橋	75°	4@24.0
03.17	SULA 橋	90°	3@20.0
04.07a	CAMAGONG 橋	60°	2@22.0、60° の斜橋
04.20a	PARAGUSAN 橋	90°	15.0+30.0、橋脚直接基礎
04.07b	TAN-AGAN 橋	75°	2@18.0
04.10b-2	IHATUB 橋	65°	2@23.0

※ 橋梁に対する角度



正　面　図

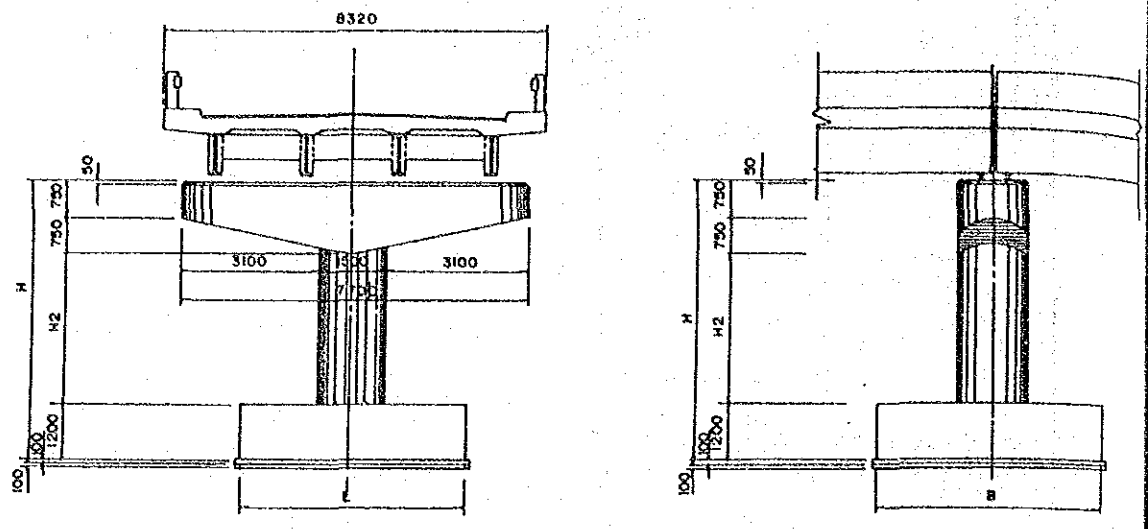


側　面　図

橋台構造寸法一覧表

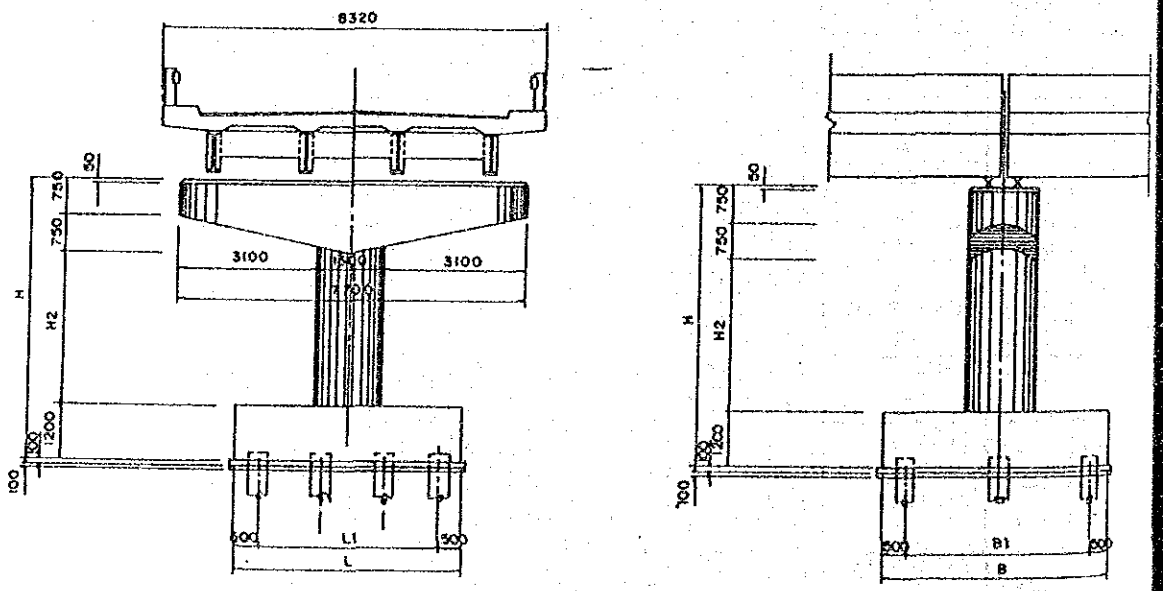
橋梁番号	橋　梁　名		橋台高さ (m)				橋台幅 (m)			くい
			H	H_1	H_2	H_3	B	B_1	B_2	長さ(m)×本数
01.02	MAPHILINDO	A1	5.00	2.05	1.75	1.20	3.00	1.20	0.40	24.0×12
	橋	A2	4.50	2.05	1.25	1.20	3.00	1.20	0.40	21.0×12
03.03	BACONG	A1	4.50	1.90	1.60	1.00	3.00	1.20	0.40	24.0×12
	橋	A2	4.50	1.90	1.60	1.00	3.00	1.20	0.40	24.0×12
03.07	SAN ROQUE	A1	3.50	1.24	1.25	1.00	2.50	1.00	0.30	24.0× 8
	橋	A2	3.50	1.24	1.25	1.00	2.50	1.00	0.30	24.0× 8
03.10	DOLORES	A1	5.00	1.37	2.65	1.00	3.00	1.00	0.30	12.0×12
	橋	A2	5.00	1.37	2.65	1.00	3.00	1.00	0.30	16.0×12
03.13	MANGKUYOG	A1	5.00	1.37	2.65	1.00	3.00	1.00	0.3	8.0×10
	橋	A2	5.00	1.37	2.65	1.00	3.00	1.00	0.3	8.0×10
03.17	SULA	A1	5.50	1.35	2.65	1.00	3.00	1.00	0.30	6.0×10
	橋	A2	5.50	1.35	2.65	1.00	3.00	1.00	0.30	6.0×10
04.07a	SULA	A1	3.50	1.35	1.14	1.00	2.50	1.00	0.3	7.0×10
	橋	A2	3.50	1.35	1.04	1.00	2.50	1.00	0.3	7.0×10
04.20a	CAMAGONG	A1	3.50	1.16	1.34	1.00	2.50	1.00	0.30	5.0× 8
	橋	A2	4.00	2.00	1.00	1.00	2.50	1.20	0.40	5.0×10
04.07b	PARAGUSAN	A1	3.50	1.25	1.25	1.00	2.50	1.00	0.30	8.0× 8
	橋	A2	3.50	1.25	1.25	1.00	2.50	1.00	0.30	11.0× 8
04.10b-2	TAN-AGAN	A1	3.50	1.37	1.13	1.00	2.50	1.00	0.3	7.0×10
	橋	A2	3.50	1.36	1.13	1.00	2.50	1.00	0.3	5.0×10

図 5.3-3 (1/5)　標　準　橋　台



正面図　　側面図

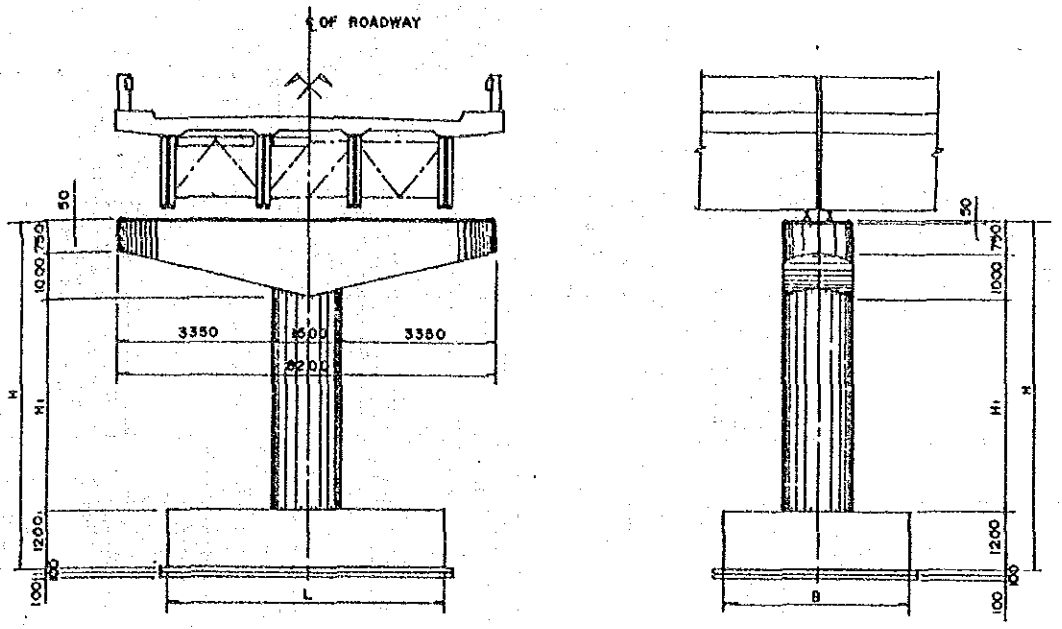
直接基礎橋脚



正面図　　側面図

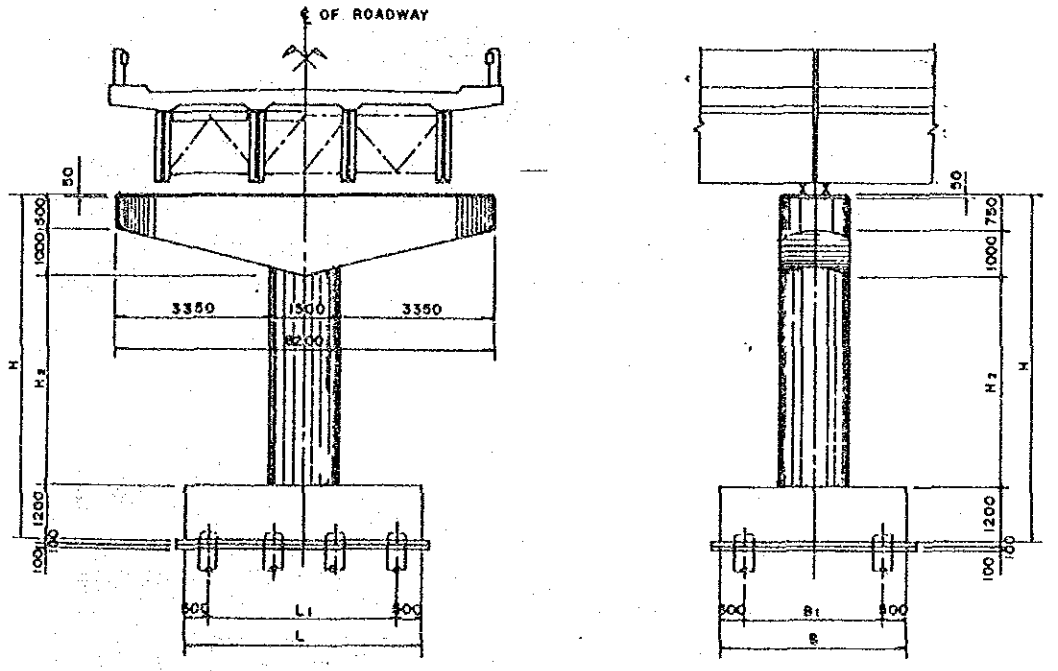
くい基礎橋脚

図 5.3-3 (2/5)　標準橋脚（支間 15m～26m）



正面図　　側面図

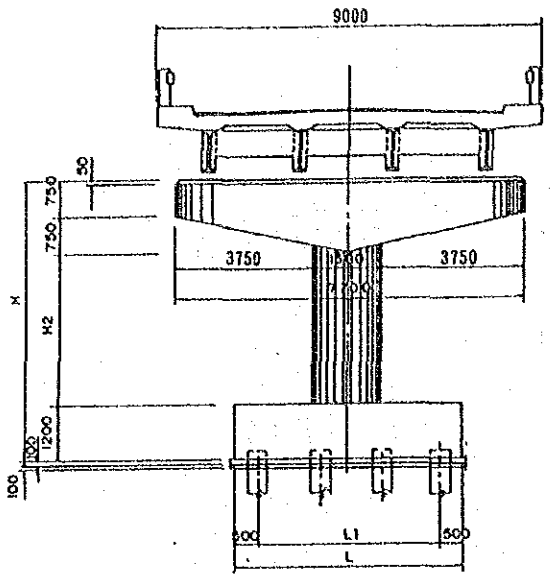
直接基礎橋脚



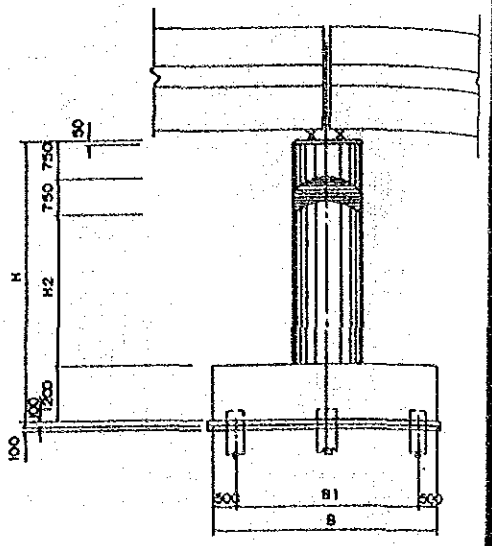
正面図　　側面図

くい基礎橋脚

図 5.3-3 (3/5)　標準橋脚（支間 30m～32m）



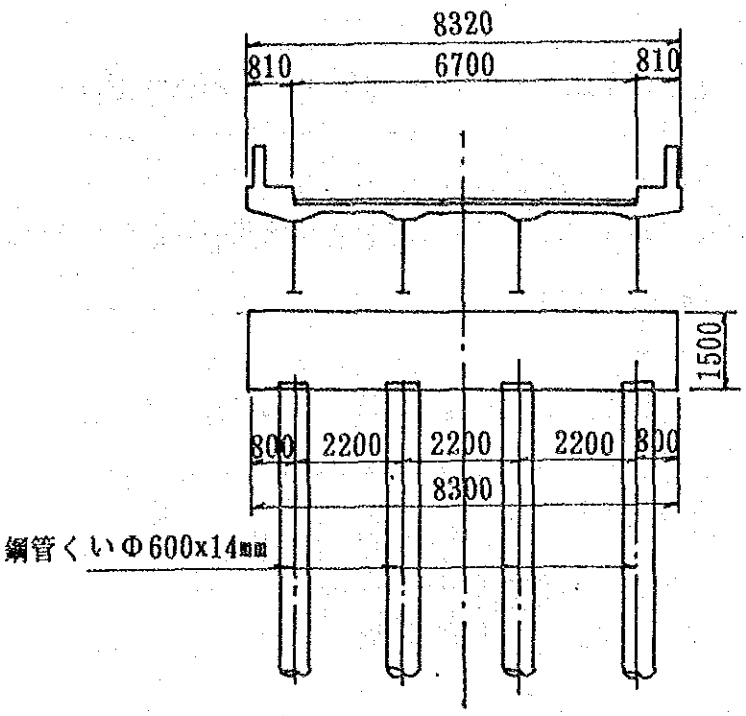
正面図



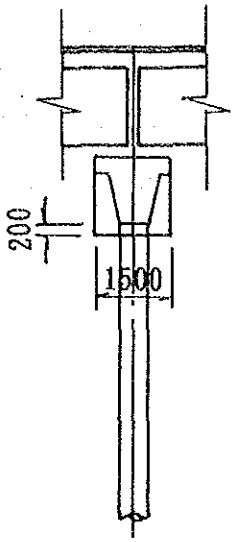
側面図

くい基礎橋脚

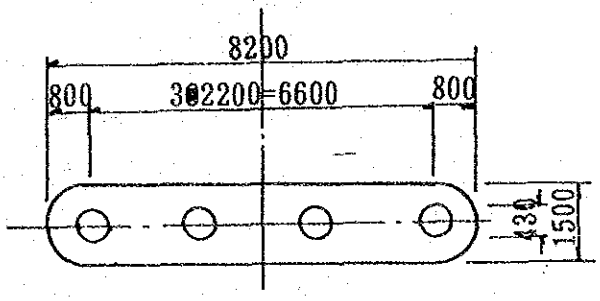
図 5.3-3 (4/5) 斜橋橋脚 (支間 26m)



正面図



側面図



平面図

形状寸法

橋架番号	橋　架　名	橋　　脚	くい本数（本）	くい長（m）
03.03	BACONG 橋	P_1	4	16.0
03.07	SANROGUE 橋	P_1, P_2	4	30.0

図 5.3-3 (5/5)　パイルベント橋脚

5.3.5 計画橋梁形式

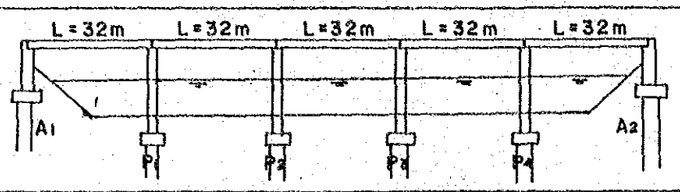
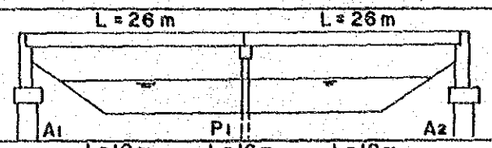
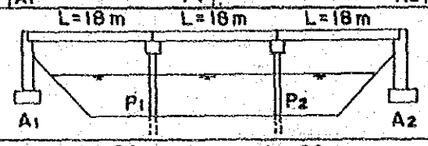
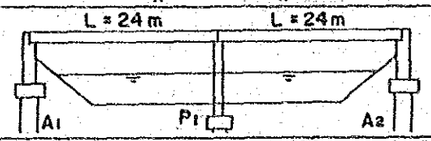
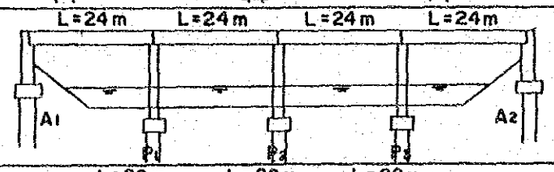
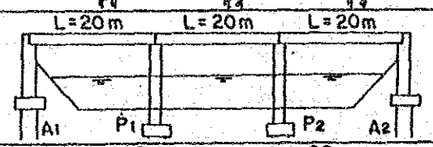
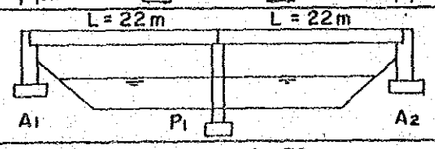
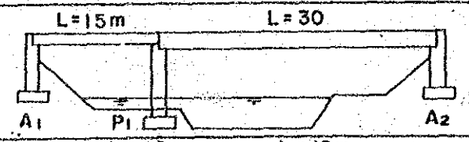
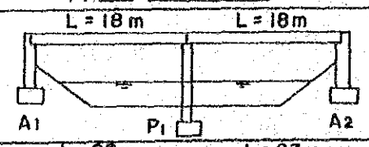
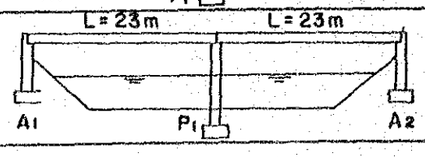
前記した橋梁形式の諸条件を総合的に解析・検討し、各橋梁計画地点に最適な橋梁形式を提案した。

表 5.3-8, 表 5.3-9にグループ1、グループ2対象橋梁の計画した橋梁形式をそれぞれ示す。

表 5.3-8 グループ1 橋梁の略図一覧表

番号	橋梁番号	橋梁名	概略構造図	番号	橋梁番号	橋梁名	概略構造図
1.	03.01	PANGULISANIN 橋	L=24m F △ △ E	15.	04.16a	PINGIT 橋	L=21m L=21m F △ E △ F △ E
2.	03.04	TIGBE 橋	L=22m F △ △ E	16.	04.17a	SALAY 橋	L=15m L=15m F △ E △ E △ F
3.	03.06	BALASING 橋	L=15m L=23m F △ E △ E △ F	17.	04.18a	MIJARES 橋	L=23m F △ △ E
4.	03.08	PIAS 橋	L=23m L=23m F △ E △ F △ E	18.	04.19a	PALAYAN 橋	L=24m F △ △ E SKEW:φ-60°
5.	03.11	PULO 橋	L=23m F △ △ E	29.	04.21a	TARAK 橋	L=24m F △ △ E
6.	03.18	SINDOL 橋	L=15m L=15m F △ E △ E △ F	20.	04.22a	STO NINO 橋	L=23m F △ △ E
7.	04.01a	SAN JUAN 橋	L=23m F △ △ E	21.	04.23a	DEL PILAR 橋	L=24m F △ △ E
8.	04.02a	TABONG-BATONG 橋	L=22m F △ △ E	22.	04.03b	MARUYUGON 橋	L=24m F △ △ E
9.	04.04a	CAGLATE 橋	L=23m F △ △ E	23.	04.04b	DAKOTON 橋	L=18m L=18m F △ E △ E △ F
10.	04.06a	BUENAVISTA 橋	L=24m F △ △ E	24.	04.06b	MADALAG 橋	L=24m F △ △ E
11.	04.09a	ISABANG 橋	L=24m L=24m F △ E △ F △ E	25.	04.08b	PANIQUE 橋	L=18m L=18m F △ E △ E △ F
12.	04.10a	PANSIPIT 橋	L=22m L=22m F △ E △ F △ E	26.	04.09b	MARANLIG 橋	L=15m L=15m F △ E △ E △ F
13.	04.11a	SAN DIEGO 橋	L=15m L=15m F △ E △ E △ F	27.	04.10b-1	DAYKITIN 橋	L=24m F △ △ E
14.	04.13a	BAGONG POOK 橋	L=24m F △ △ E				

表 5. 3-9　グループ２橋梁の略図一覧表

橋梁番号	橋梁名	概略構造図	上部工	下部工	摘要
01. 02	MAPHILINDO 橋		溶接鈑桁 L；32＋32＋32＋32＋32＝160m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m×12本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×22. 0m×10本) p_2 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×22. 0m×10本) p_3 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×21. 0m×12本) p_4 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×21. 0m×10本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m×10本)	耐候性鋼橋
03. 03	BACONG 橋		溶接鈑桁 L；26＋26＝52m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m×12本) p_1 橋脚－パイルベント型式(φ600, t=14mm, 16. 0m× 4本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m×12本)	－
03. 07	SAN ROQUE 橋		H形鋼桁 L；18＋18＋18＝54m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m× 8本) p_1 橋脚－パイルベント型式(φ600, t=14mm, 30. 0m× 4本) p_2 橋脚－パイルベント型式(φ600, t=14mm, 30. 0m× 4本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×24. 0m× 8本)	－
03. 10	DOLORES 橋		H形鋼桁 L；24＋24＝48m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×12. 0m×12本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×16. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×16. 0m×12本)	－
03. 13	MANGKUYOG 橋		H形鋼桁 L；24＋24＋24＋24＝96m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m×10本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m× 8本) p_2 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m× 8本) p_3 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m×10本)	－
03. 17	SULA 橋		H形鋼桁 L；20＋20＋20＝60m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 6. 0m×10本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 6. 0m× 8本) p_2 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 6. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 6. 0m×10本)	－
04. 07a	CAMAGONG 橋		H形鋼桁 L；22＋22＝44m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 7. 0m×10本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 6. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 7. 0m×10本)	耐候性鋼橋 斜角６０°
04. 20a	PARAGUSAN 橋		H形鋼桁＋溶接鈑桁 L；15＋30＝45m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 5. 0m× 8本) p_1 橋脚－直接基礎 A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 7. 0m×10本)	－
04. 07b	TAN-AGAN 橋		H形鋼桁 L；18＋18＝36m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 8. 0m× 8本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm×12. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm×11. 0m× 8本)	耐候性鋼橋
04. 10b -2	IHATUB 橋		H形鋼桁 L；23＋23＝46m	A_1 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 7. 0m×10本) p_1 橋脚－RCくい基礎(400mm× 400mm× 5. 0m× 8本) A_2 橋台－RCくい基礎(400mm× 400mm× 5. 0m×10本)	耐候性鋼橋

5.4 上部工設計

5.4.1 設計基準

上部工設計のために適用される設計基準は、次に示すとおりである。

・設計示方書　　；　AASHTO Standard Specification for Highway and Bridges (13th Edition, 1983)
（アメリカ道路橋梁標準示方書）
日本道路協会、道路橋示方書1989

・活荷重　　；　AASHTO HS-20-44 (MS 18)（車道）
2.873KN/㎡（歩道）

・気温変化の影響　；　温度変化、±10℃

・コンクリート床版；　（３Ｌ＋11）×1.05　　Ｌ＝支間長

・最大部材長　　；　8.5 m（鋼材の最大長さ）

・主要使用鋼材の機械的性質 ―

規　格	種類	記　号	降伏点　(kg／mm²)			引張強さ
			t ≦16	16<t<40	40< t	(kg／mm²)
JIS G 3101	２種	SS41	25以上	24以上	22以上	41～52
JIS G 3106	３種	SM50Y	37以上	36以上	34以上	50～62
JIS G 3114	１種	SMA41	25以上	24以上	22以上	41～52
	２種	SMA50	37以上	36以上	34以上	50～62

・コンクリート強度；　床版　f′c＝ 300kg／㎠
高欄　f′c＝ 130kg／㎠

・鉄　筋　　；　　fy＝2100kg／㎠

5.4.2 上部工の設計

全橋梁の設計計算結果を下表に示す。

(1) 主桁サイズと応力度、グループ１橋梁　表 5.4-1

(2) 主桁サイズと応力度、グループ２橋梁　表 5.4-2

(3) 床版、桁、支承サイズ、グループ１，２橋梁　表 5.4-3

(4) 橋台反力、梁設計用反力、グループ１，２橋梁　表 5.4-4

表 5.4-1 主桁サイズと応力度、グループ1橋梁

支間 (m)		15	18	20	21	22	23	24
車道幅員 (m)		6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
形式		H-beam	H-beam	H-beam	H-beam	H-beam	H-beam	H-beam
桁高		H700x300	H792x300	H890x299	H900x300	H900x300	H912x302	H912x302
材質		SMA50	SMA50	SMA50	SMA50	SMA50	SMA50	SMA50
断面諸元	断面二次モーメント (cm^4)	201,000	254,000	345,000	411,000	411,000	498,000	498,000
	断面積 (cm^2)	235.5	243.4	270.9	309.8	309.8	364.0	364.0
	断面係数 (cm^3)	4,980	6,410	7,760	9,140	9,140	10,900	10,900
曲げ	作用荷重 (t・m)	111.2	153.2	183.8	199.7	216.6	233.8	247.3
応力	発生応力度 (kg/cm^2)	1,610	1,991	1,999	1,874	2,030	1,858	2,029
	許容応力度 (kg/cm^2)	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
剪断力	作用荷重 (t)	31.7	35.6	38.3	39.5	40.7	42.0	42.6
応力	発生応力度 (kg/cm^2)	374	340	201	293	301	276	280
	許容応力度 (kg/cm^2)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
たわみ	発生たわみ	$\frac{1}{1,563}$	$\frac{1}{1,208}$	$\frac{1}{1,220}$	$\frac{1}{1,228}$	$\frac{1}{1,100}$	$\frac{1}{1,139}$	$\frac{1}{1,053}$
	許容たわみ	$\frac{1}{1,333}$	$\frac{1}{1,111}$	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{952}$	$\frac{1}{909}$	$\frac{1}{870}$	$\frac{1}{833}$

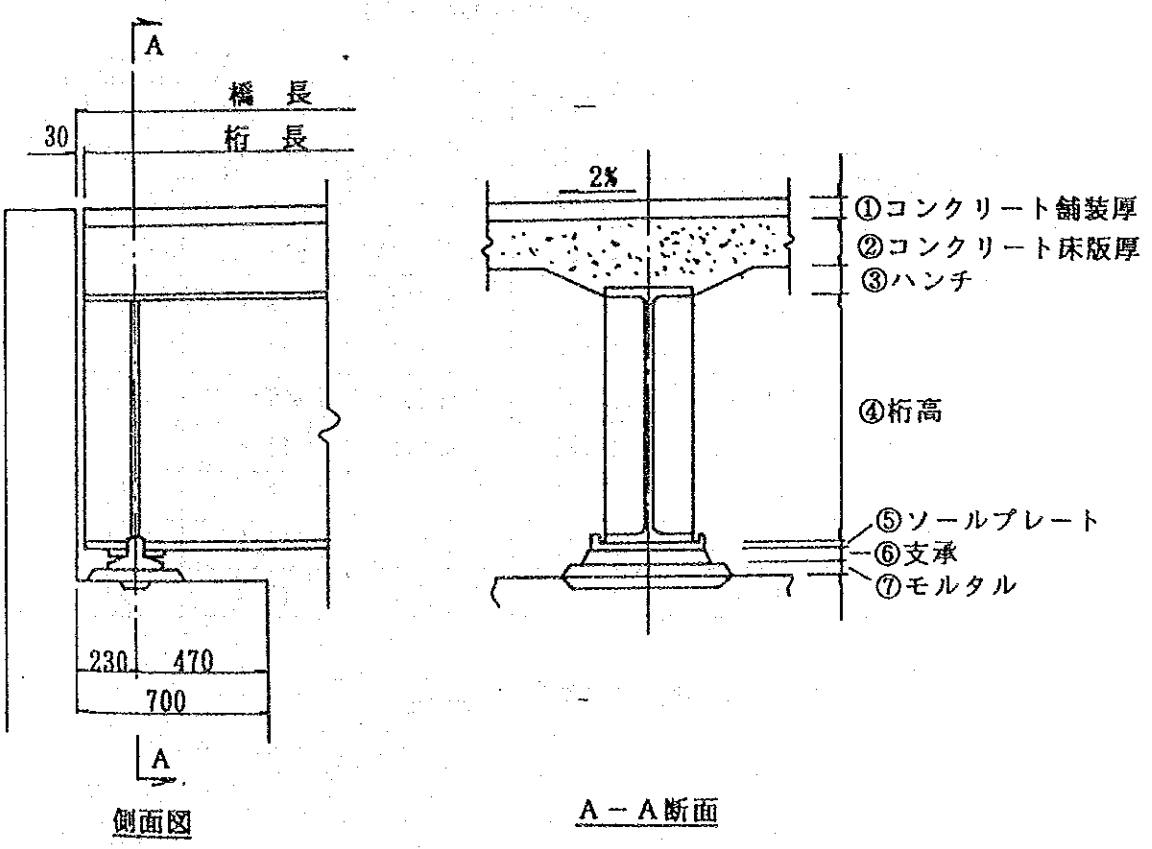
表 5.4-2 主桁サイズと応力度、グループ2橋梁

支間(m)		18	20	22	23	24	26	30	[illegible]
車道幅員(m)		6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	[illegible]
形式		H-beam	H-beam	H-beam	H-beam	H-beam	Pl-Girder	Pl-Girder	Pl-Gi[illegible]
桁高		H700x300	H792x300	H890x299	H900x300	H900x300	1,400 (ウェブ高)	1,500 (ウェブ高)	[illegible] (ウェ[illegible]
材質		SMA50	SMA50Y	SMA50Y	SMA50	SMA50	SMA50Y	SMA50Y	SM[illegible]
断面諸元	断面二次モーメント(cm4)	254,000	345,000	411,000	498,000	498,000	1184,000	1619,000	18[illegible]
	断面積(cm²)	243.4	270.9	309.8	364.0	364.0	319.6	370.0	3[illegible]
	断面係数(cm³)	6,410	7,760	9,140	10,900	10,900	16,400	20,900	[illegible]
	作用荷重(t・m)	153.2	183.8	216.6	233.8	247.3	328.9	423.5	[illegible]
曲げ応力	発生応力度(kg/cm²)	1,991	1,999	2,030	1,854	2,029	2,035	2,047	[illegible]
	許容応力度(kg/cm²)	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	[illegible]
せん断力	作用荷重(t)	35.6	38.3	40.7	42.0	42.6	52.4	58.0	[illegible]
せん断応力	発生応力度(kg/cm²)	340	201	301	276	280	416	430	[illegible]
	許容応力度(kg/cm²)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	[illegible]
たわみ	発生たわみ	1/1,208	1/1,220	1/1,100	1/1,139	1/1,053	1/783	1/675	[illegible]
	許容たわみ	1/1,111	1/1,000	1/909	1/870	1/833	1/769	1/667	[illegible]

表 5.4-3 上部工部材高（床版厚、桁高、支承厚）
（グループ１、２橋梁）

径間長 (m)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	沓 (t)	構造高 (mm)
15	50	180	70+(20)	700	22	63	50	45	1,155
18	50	180	70+(20)	792	22	63	50	45	1,247
20	50	180	70+(20)	890	22	63	50	45	1,345
21	50	180	70+(20)	900	22	63	50	45	1,355
22	50	180	70+(20)	900	22	63	50	45	1,355
23	50	180	70+(20)	912	22	63	50	45	1,367
24	50	170	97	912	22	63	50	45	1,352
26	50	190	116	1400	25	75	44	75	1,900
30	50	190	116	1500	25	75	44	75	2,000
32	50	190	116	1550	25	75	44	75	2,050

註 ； 構造高は橋梁の中心の寸法を示す。



上部工部材高詳細

表 5.4-4　橋台反力、橋脚の架設計用反力、グループ1，2橋架

橋 台 反 力

(単位：

支間長 (m)	常時 鉛直反力 死荷重	常時 鉛直反力 活荷重	常時 鉛直反力 計	地震時 橋軸方向 鉛直	地震時 橋軸方向 水平	地震時 橋軸水平方向 鉛直	地震時 橋軸水平方向 水
15	56.4	55.0	111.4	56.4	13.5	56.4	[illegible]
18	67.6	57.4	125.0	67.6	16.2	67.6	[illegible]
20	75.0	59.0	134.0	75.0	18.0	75.0	[illegible]
22	82.4	60.0	142.4	82.4	19.8	82.4	[illegible]
23	86.4	60.4	146.8	86.4	20.7	86.4	[illegible]
24	82.7	63.0	145.7	82.7	19.8	82.7	[illegible]
26	104.8	68.3	173.1	104.8	25.2	104.8	[illegible]
30	120.9	77.0	197.9	120.9	29.0	120.9	[illegible]
32	129.0	81.3	210.3	129.0	31.0	129.0	[illegible]

橋脚の架設計用反力

支間長 (m)	活荷重 (t)	内桁／外桁の比	衝撃係数	外桁 (t)	内桁 (t)
15	55.0	1.197	0.288	16.1	19.3
18	57.4	1.190	0.272	16.7	19.8
20	59.0	1.187	0.263	17.1	20.2
22	60.0	1.184	0.254	17.2	20.4
23	60.4	1.182	0.250	17.3	20.5
24	63.0	1.182	0.246	17.9	21.3
26	68.3	1.325	0.238	18.2	24.1
30	77.0	1.320	0.224	20.3	26.8
32	81.3	1.318	0.218	21.3	28.3

注　；　外桁、内桁反力は衝撃を含む数値。

5.5 下部工設計

5.5.1 設計基準

下部工設計のために適用される設計基準は、次に示すとおりである。

・設計示方書　；　AASHTO Standard Specification for Highway and Bridges(13th Edition, 1983)
（アメリカ道路橋梁標準示方書）

・地震時荷重　；　C＝0.12　AASHTO規定を参考

・材令28日におけるコンクリート強度　；
下部構造物　f´C＝ 210kg／cm²

・鉄　筋　；　f y＝2100kg／cm²

・鋼管ぐい　；　f y＝2400kg／cm²

5.5.2 下部工の設計

グループ２橋梁は構造物設計を容易にするため、20橋台と、17橋脚は、形式別下部工として、表 5.5-1(1/4～4/4)に示すとおり、橋台、橋脚ともに各々９ケースに分類した。形状寸法は前節図 5.3-3(1/5) ～(5/5) に示すとおりである。全橋台、橋脚の設計くい反力は、表 5.5-2(1/2)(2/2)に示す。

グループ１橋梁についてはグループ２橋梁の形状寸法を、橋台、橋脚ともに準用した。

表 5.5-1 形式別下部工、及びくい反力（橋台） (1/4)

形式	橋梁番号	橋台名	橋長	支承条件	橋台高さ H (m)	橋台幅 B (m)	くい本数	くい反力 常時 (t/本) Nmax	Nmin	H	地震時 (t/本) Nmax	Nmin	H	くい頭部 N値	くい種	許容水平力 (t) 常時 Ha	地震時 Ha
1	01.02	A_1	32.0	FIX	5.0	3.0	12	41.2	33.9	5.0	41.5	10.0	10.1	10	A	7.8	10.4
2	01.02	A_2	32.0	EXP	4.5	3.0	12	38.6	32.4	4.1	33.7	14.1	7.4	1/3x9 3	A	5.8	7.7
3	03.03	A_1	26.0	FIX	4.5	3.0	12	37.9	26.8	4.1	32.9	10.7	8.3	7	A	7.1	9.5
		A_2	26.0											7	A	7.1	9.5
4	03.07	A_1	18.0	FIX	3.5	2.5	8	47.6	23.6	4.0	29.8	13.4	7.9	6	A	6.8	9.1
	03.07	A_2	18.0	EXP										4	A	5.8	7.9
	04.07b	A_1	18.0	FIX										12	A	8.1	10.9
	04.07b	A_2	18.0	EXP										7	A	7.1	9.5
	04.20a	A_1	15.0	FIX										13	A	8.1	10.9
5	03.10	A_1	24.0	FIX	5.0	3.0	12	37.4	37.7	5.0	36.9	7.6	9.4	8	A	7.4	9.9
	03.10	A_2	24.0	EXP										7	A	7.1	9.5
	03.13	A_1	24.0	FIX			10	44.9	33.2	6.0	44.3	9.1	11.3	20	A	9.2	12.3
	03.13	A_2	24.0	EXP										20	A	9.2	12.3
6	03.17	A_1	20.0	FIX	5.5	3.0	10	43.9	35.4	7.1	47.8	7.0	12.5	30	A	10.2	13.6
	03.17	A_2	20.0	EXP													

表-5.1 形式別平面上で及ぼすくい反力（橋台）（ピン）

形式	橋梁番号	橋台名	橋長	支承条件	橋台高さ H (m)	橋台幅 B (m)	くい本数	くい反力 常時 (t/本) Nmax	Nmin	H	地震時 (t/本) Nmax	Nmin	H	くい頭部N値	くい種	許容水平力 (t) 常時 Ha	地震時 Ha
7	04.07a	A_1	22.0	FIX	4.5	2.5	10	46.9	26.6	5.7	39.5	8.4	10.4	13	A	8.1	10.9
	04.07a	A_2	22.0	FIX													
8	04.20a	A_2	30.0	FIX	4.0	3.0	10	44.2	34.2	4.0	37.8	13.9	9.1	13	A	8.1	10.9
9	04.10b-2	A_1、A_2	23.0	FIX	3.5	2.5	10	40.0	20.9	3.2	26.6	11.3	6.8	20	A	9.2	12.3

（註） くい種　A；φ30-8本　B；φ25-8本

表 5.5-1 形式別下部工、及びくい反力（橋脚） (3/4)

形式	橋梁番号	橋脚名	橋長	支承条件	橋脚高さ H (m)	橋脚幅 B (m)	くい本数	くい反力 常時 (t/本) Nmax	Nmin	H	地震時 (t/本) Nmax	Nmin	H	くい頭部 N値	くい種	許容水平力 (t) 常時 Ha	地震時 Ha
1	01.02	P_1	32.0	E-F	5.5	4.0	10	44.5	41.6	-	56.4	13.3	4.5	15	B	7.6	10.3
		P_2	32.0	E-F	5.5	4.0	10										
2	01.02	P_3	32.0	E-F	6.5	4.0	10	45.0	41.8	-	59.8	10.6	4.6	流動化 1/3N =1/3x10	B	5.1	6.9
		P_4	32.0	E-F	6.5	4.0	10										
3	03.10	P_1	24.0	E-F	5.0	3.0	8	41.0	27.9	-	50.9	12.4	4.1	10	B	6.9	9.4
	03.13	P_1 P_2 P_3	24.0	E-F	5.0	3.0	8							20	B	8.2	11.0
	04.10b-2	P_1	23.0	E-E	5.0	3.0	8							6	B	6.0	8.2
4	03.17	P_1 P_2	20.0	F-E	5.5	3.0	8	36.8	33.9	-	45.9	10.0	3.7	30	B	9.1	12.2
5	04.07a	P_1	22.0	E-E	6.5	3.0	8	40.1	37.1	-	57.2	8.1	4.1	13	B	7.2	9.8
6	04.20a	P_1	15.0+ 30.0	E-E	11.0	5.0	直接基礎							-	B	-	-
7	04.07b	P_1	18.0	E-E	5.0	3.0	8	34.5	31.8	-	41.2	10.9	3.4	13	B	7.2	9.8

(註) くい種 A；φ30-8本 B；φ25-8本 E；Exp F；Fix

表-5.1 形式別橋脚、及びくい諸元 (1/2)

形式	橋梁番号	橋脚名	橋長	支承条件	橋脚高さ H (m)	橋脚幅 B (m)	くい本数	くい反力 常時 (t/本) Nmax	Nmin	H	地震時 (t/本) Nmax	Nmin	H	くい頭部 N値	くい種	許容水平力 (t) 常時 Ha	地震時 Ha
	パイルベント橋脚 φ 600mm、t=14mm																
8	03.03	P_1	26.0	E-E	7.0	—	4	81.0	-	-	99.5	28.3	6.63	15	ℓ=16.0m SP.P	δs 1.773	δsa 1.862
9	03.07	P_1 / P_2	18.0	F-E	8.0	—	4	57.1	-	-	70.0	15.3	5.13	5	ℓ=30.0m SP.P	1.603	1.862

(註) くい種 A；φ30-8本 B；φ25-8本

E；Exp F；Fix

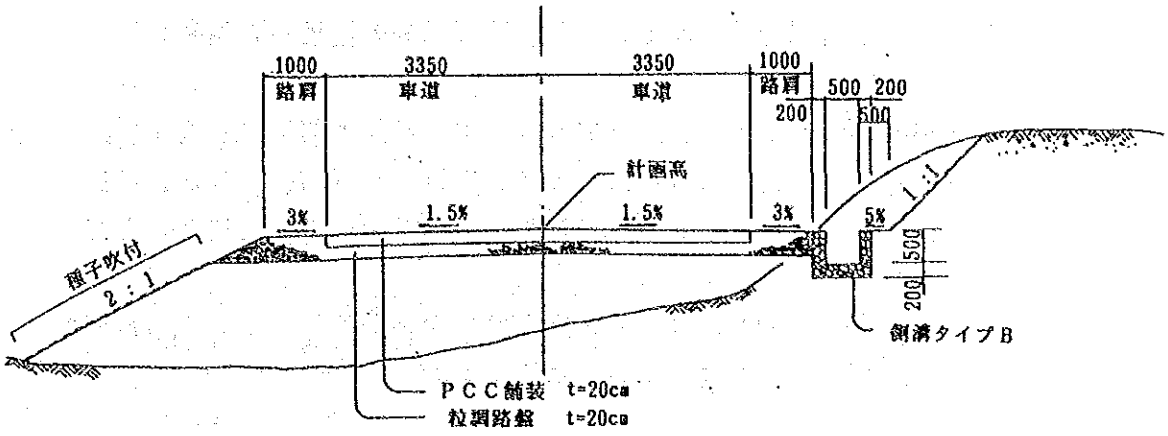
5.6　取付道路設計

5.6.1 設計基準

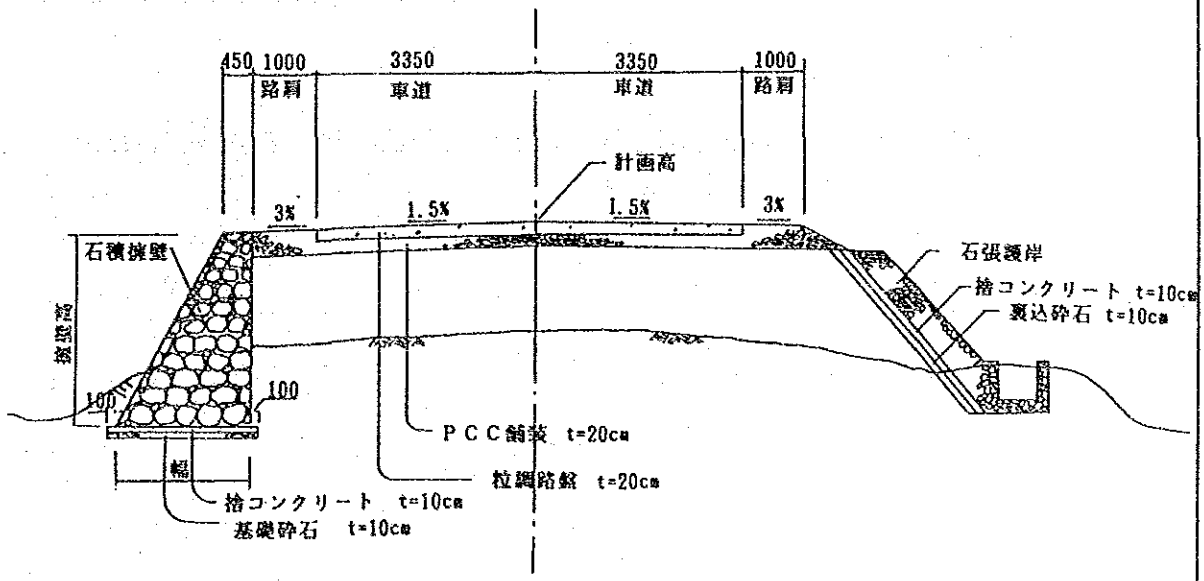
道路設計に適用される設計基準は、フィリピン共和国の道路設計基準(Highway-Design Guideline) で規定している２級国道の設計基準を適用した。その主たる基準は表 5.6-1に示すとおりである。

表 5.6-1　道路幾何構造基準

項目＼地形	平　地	起伏地	山岳地
1. 設計速度（km／hr）	60	50	40
2. 舗装幅員（m）	6.70	6.70	6.70
3. 路肩幅員（m）	1.00	1.00	1.00
4. 平面最小曲線半径（m）	120	80	50
5. 最大横断勾配（%）	8	8	8
6. 最大縦断勾配（%）	3	5	10
7. 最小縦断曲線長（m）	60	60	60
8. 最小縦断曲線半径（凸）（m）	−1500	1200	1200
9. 最小縦断曲線半径（凹）（m）	1500	1000	800



盛土断面　　切土断面



石積擁壁断面　　法面保護工断面

図 5.6-1　取付道路標準断面図

5.6.3. 軟弱地盤解析

グループ２橋梁10橋のうち、Bulacan 州の San Roque橋（橋梁番号 03.07）の建設予定地は軟弱地盤であることが、地質調査の結果から判明した。

地質が軟弱地盤の場合に問題となるのは、橋梁下部工の基礎工形式と、盛土の沈下及びすべり防止である。基礎工としては、φ 600mm、長さℓ＝30mの鋼管くい（橋脚）と長さ24mのフィリピン製コンクリートくい（橋台）を打ち込むことによって対処する計画とした。
盛土の安定に対する対策は、急速施工の必要性があることから、特別の対策を計画した。以下にその対策について記述する。

(1) 土質性状常数及び計算盛土断面

軟弱地盤解析に必要な土質性状常数を得るために、単位体積重量、自然含水比のほかにコンシステンシィー（液性限界及び塑性限界）及び一軸圧縮試験を実施した。

計算のための道路断面図と地層ごとの土質性状常数を図 5.6-2に示した。
図中の記号は次の土質常数を示す。

q_u ；一軸圧縮強度
w_n ；自然含水比
r_t ：単位体積重量

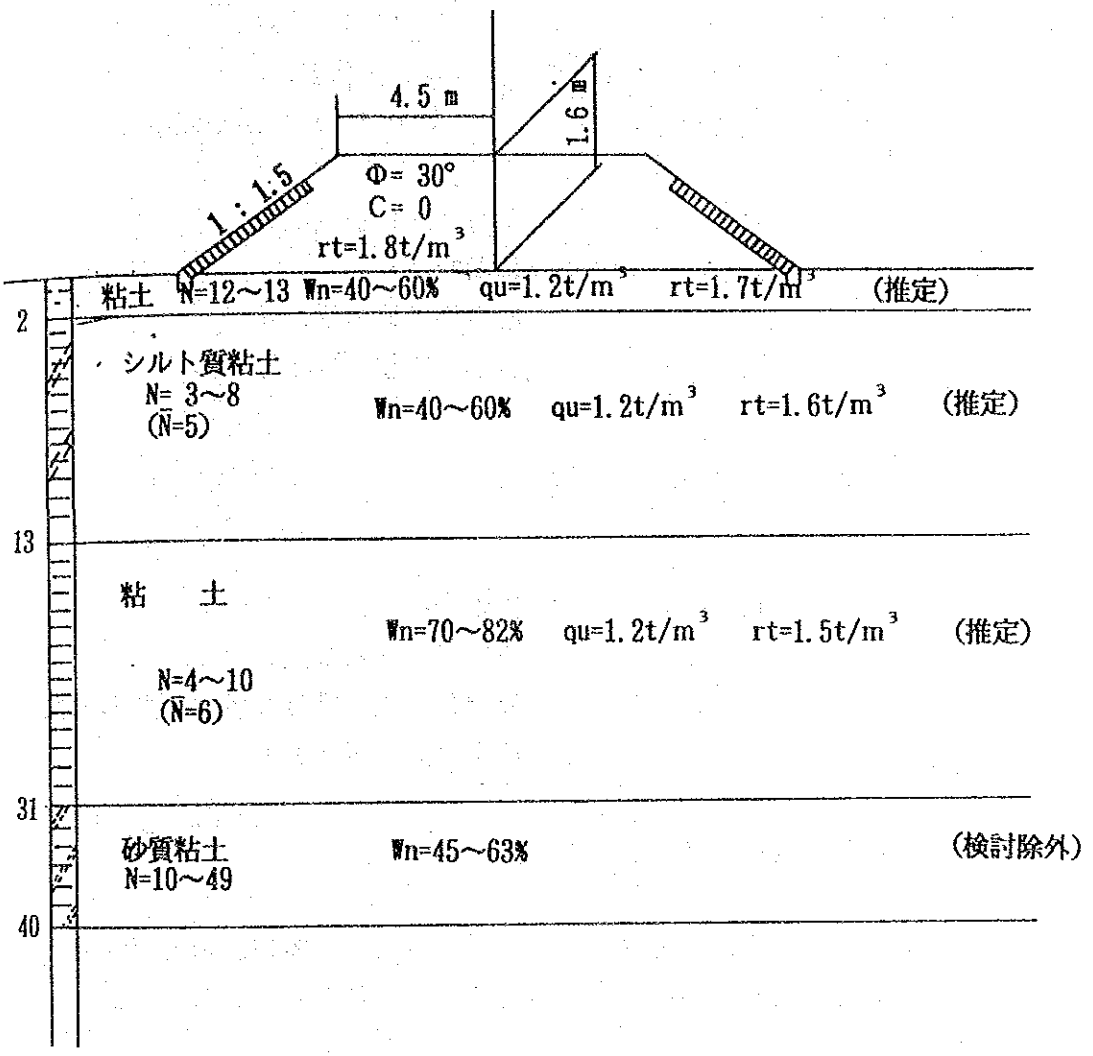

4.5 m
1.6 m
1 : 1.5
Φ= 30°
C= 0
rt=1.8t/m³
0
粘土 N=12～13 Wn=40～60% qu=1.2t/m³ rt=1.7t/m³ (推定)
2
シルト質粘土
N= 3～8
(N̄=5)
Wn=40～60% qu=1.2t/m³ rt=1.6t/m³ (推定)
13
粘 土
Wn=70～82% qu=1.2t/m³ rt=1.5t/m³ (推定)
N=4～10
(N̄=6)
31
砂質粘土
N=10～49
Wn=45～63%
(検討除外)
40

図 5.6-2 計算盛土断面

(2) 沈下解析

取付道路建設のために、新しく盛土したことによる盛土沈下量及びその沈下時間算定は次式によって計算した。

$$S_c = \Sigma \frac{e_0 - e_1}{e_0 + 1} \times H$$

ここに、 S_c ： 圧密沈下量（cm）
e_0 ： 初期間隙比
e_1 ： 圧密終了後の間隙比
H ： 各層の軟弱層厚（cm）

$$t = \frac{T \quad d^2}{C_v}$$

ここに、 d ： 排水距離（m）
T ： 時間係数（無次元）
t ： 仮定した圧密度Uまでに要する時間（day）
C_v ： 圧密係数（m^2／day）

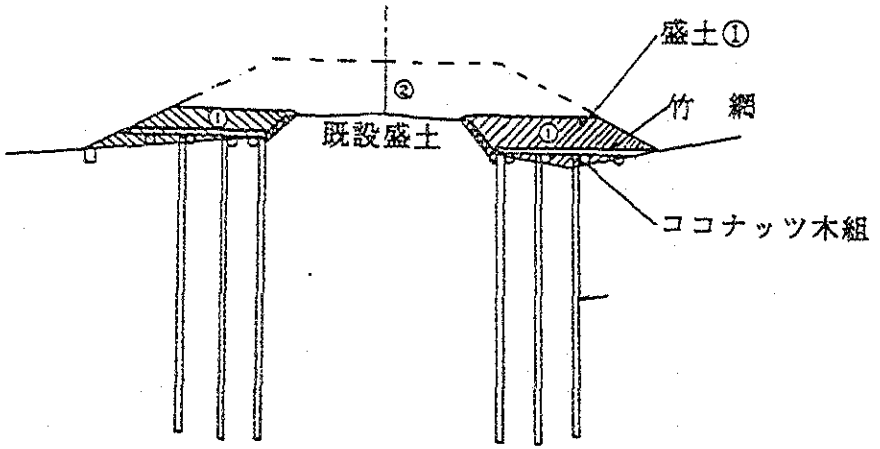
沈下解析は付属資料－7に示した。

解析によると、最大沈下量は、中央部で28.1cm（既設盛土の重量を考慮）である。沈下時間は、1日に5cm平均の盛土を施工するとして、80%の沈下が2年以内に発生する。

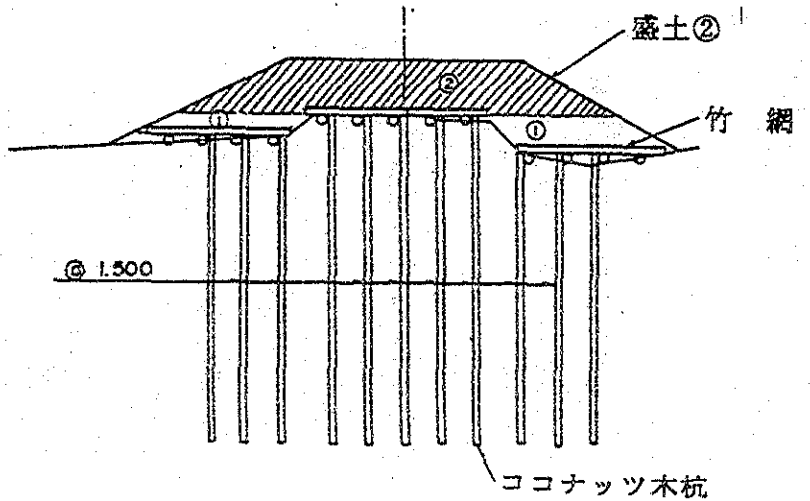
上記の解析結果から、沈下による盛土破壊の可能性は少ないが、安全のためにすべり対策と合せて、沈下対策を計画した。

(3) 対 策 工

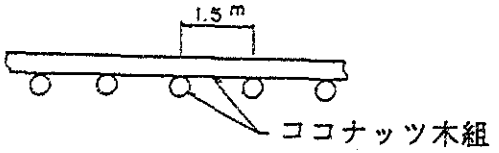
上記の解析結果に対して、予備盛土工法、シート工法、パイルネット工法等が提案されたが、工期内の急速施工の必要性、コンクリート舗装、フィリピン国内での材料の入手等を考慮して、パイルネット工法を採用した。ただし、ネットには竹網、パイルには木杭（ココナッツの木）を使用することとした。
その概略図を図 5.6-3に示す。



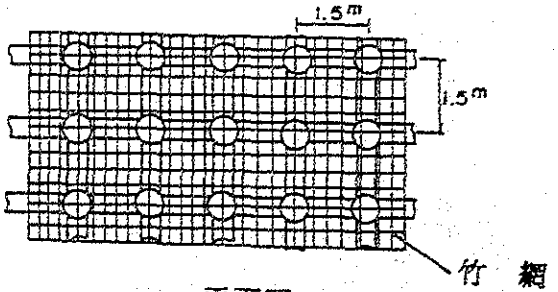
ステップ１（道路断面図）



ステップ２（道路断面図）



断面図



平面図

パイルネット詳細図

施工順序

1）木杭、木組、竹網を既設盛土両側に施工し、その上部に新期盛土を既設盛土の天端高まで施工する。なお、既設の護岸工は盛土に先だち撤去する。

2）既設盛土の天端に木杭、木組、竹網を施工し、②部分の盛土を道路計画高まで施工する。

図 5.6-3 盛土沈下及びすべり対策工

5.7 舗装工設計

5.7.1. 設計基準

・設計示方書；　・AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1986, AASHTO
（アメリカ舗装設計示方書）

・コンクリート舗装の供用性；初　期　4.5
終　局　2.5

・各層の材料特性　；下層路盤の弾性係数　；8,000　Psi
；ＰＣＣ床版の弾性係数；328×10^{6} Psi

・コンクリート版の破壊係数；580 Psi

・排水係数；　0.9

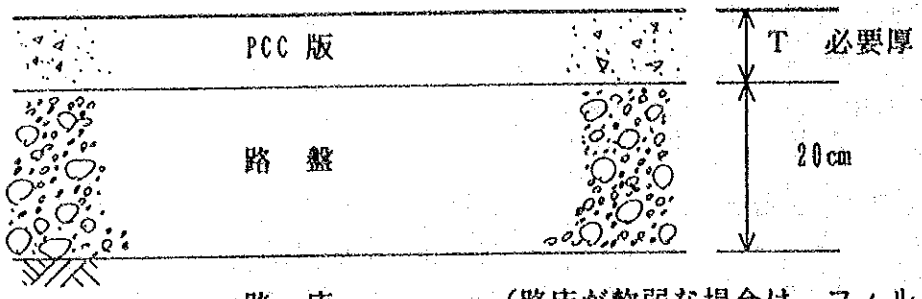
・荷重分担係数；　4

・支持損失係数；　1 －

5.7.2. 舗装形式

本プロジェクトで建設される道路長は短かく小工事であるので、アスファルト舗装のようにプラントの建設が必要となる形式は適当ではない。したがって図 5.7-1 に示すような、セメントコンクリート舗装を採用した。

しかし、San Roque 橋（橋梁番号 03.07）は、前節の解析によると最大沈下量は、28.1cmの沈下が予想される。したがって、図 5.7-2に示すような、アスファルト舗装を採用する。



（路床が軟弱な場合は、フィルター層、または置換工法などの改良工法を行うこと。）

図 5.7-1 コンクリート舗装の標準断面

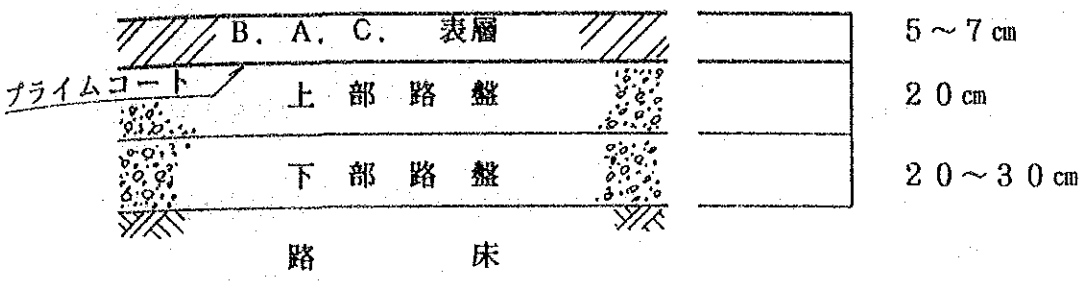
コンクリート舗装のコンクリート版厚は予想される交通量と輪荷重によって決定される。表 5.7-1は1987年９月にＪＩＣＡが行なった the Feasibility Study of the Road Improvement on the pan-philippine Highway（日比友好道路道路改善計画調査）の舗装厚さに関する研究結果であり、本プロジェクトにも、この版厚を採用することとした。

表 5.7-1 コンクリート版厚

PCC 床版厚

軸重回数（交通区分）（×10⁶）	CBR	2	3	4	5	6	8	10	15	20	計画耐用年数
軽軸重（低交通）	L-1 (0.005)										25年以上
	L-2 (0.01)	最小厚 20cm									
	L-3 (0.03)										
重軸重（重交通）	A (0.1)	23cm									15 年
	B (0.2)	25cm									
	C (0.4)	28cm			25cm						
	D (0.7)				28cm						
	E (1.0)	30cm									
超軸重（超重交通）	F-d (1.5-3.5)	30 or 33 or 35 [注]									5-12 年

注 ： 軸重（交通区分）はESAL（18キップ等価単軸荷重）で表わされている。



（路床が軟弱な場合は、フィルター層、
または、置換工法などの改良工事を
行うこと）

表　　層；ビッミナスアスファルトコンクリート
上部路盤；粒　調　砕　石
下部路盤；砕　　石

図 5.7-2　アスファルトコンクリート舗装の標準断面

5.8　護岸工設計

5.8.1.　河川必要断面

洪水時の最大流量に対する必要な河川断面は、5.2.2 節 (2) で記述したとおりである。

5.8.2.　護 岸 形 式

フェーズⅠ，フェーズⅡ橋梁計画と同様に、水の流速が３ｍ／秒以上あるいは、浸食、洗掘等が予想される橋台箇所には、護岸を設置することとした。

護岸の材料は当該地方で調達可能な材料を活用することが望ましいことを考慮し、練石積工を計画した。練石積工は構造物の様に川岸を保護するものでないので、勾配は、土の自重による破壊に対して充分に安定するように設置することとした。勾配は 1：1.5 とした。

練石積工の基礎は、河床、あるいは少なくとも洗掘が予想される河床より1ｍ以上深くする構造とした。図 5.8-1は標準練石積工を示す。

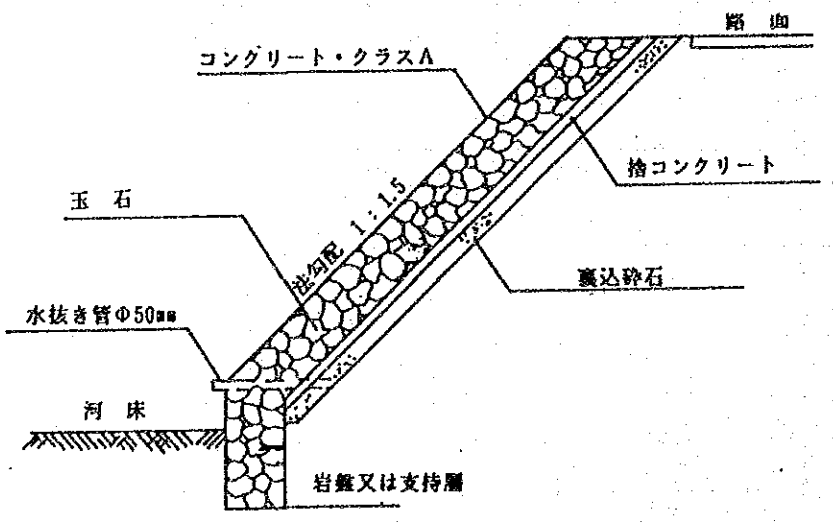


図 5.8-1　標準練石積工

5.9 施工計画

5.9.1 グループＩ橋梁

(1) 鋼材輸送計画

供与鋼材輸送の日本側負担分としては、これらの鋼材の日本国側より公共事業道路省（DPWH）の指定した港までの輸送である。
公共事業道路省（DPWH）の指定している港は、Manila北港，Batangas港，及びPuerto Princesa 港の国際港３港である。

Batangas港，Puerto Princesa 港への輸送は現地調査の結果、Manila北港にて一旦陸揚、通関し内貨品にした後、内航船で各港まで輸送される。

- 外航貨物船で回航する条件は、最低800 F/T が必要で、Batangas (594.566 F/T) 、及び Puerto Princesa (136.566 F/T)への回航は、その条件を満たさないため、内航船への積み替えとなる。

- Manila～Batangas間の内航船は便数が非常に少ない。従って、引渡しを保証するため、バージでの輸送となる。

(2) 鋼桁架設計画

公共事業道路省（DPWH）提供の資料に基づき、鋼桁の架設工法を検討した。鋼桁１本当りの最大重量は３トン、最大長は 8.5mと計画された。

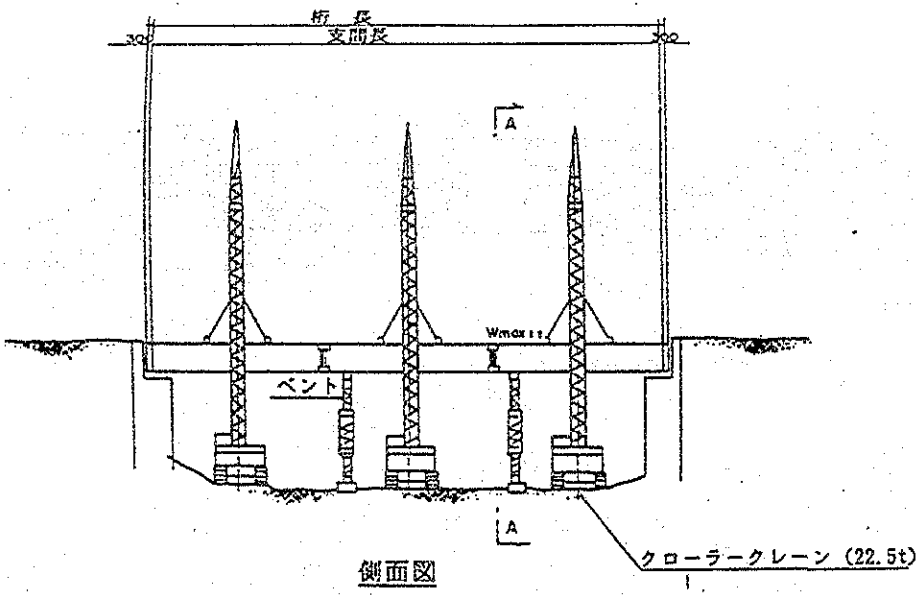
図5.9-1 は、河床で22.5トンのクローラクレーンによる直接架設工法(1) を示す。この工法はクローラクレーンが河床まで進入ができる場合最も望ましい架設工法である。

図5.9-2 は道路上からの直接架設工法(2) を示す。この工法は40トンのクローラクレーンが必要で、河床に進入できない現場での取付道路からの架設工法として採用するものである。

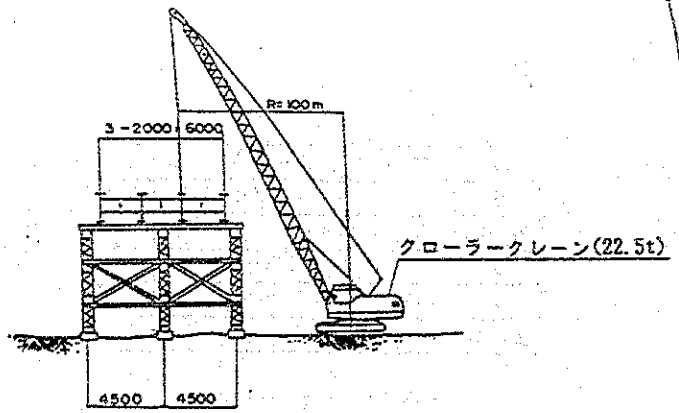
図5.9-3(1),(2)はケーブル引出し工法を示す。この工法は大型クローラクレーンも支保工も使用する必要はないが、シフト装置、ジャッキ、レール、キャリヤーなどが必要となる。したがって、工費が比較的高価な工法である。

図5.9-4 はフローチング工法を示す。この工法は、鋼製の架設ノーズが必要となり、工費が高価であるため、あまり望ましくない。直接架設工法が適切でない場合においてのみ使用されるものである。

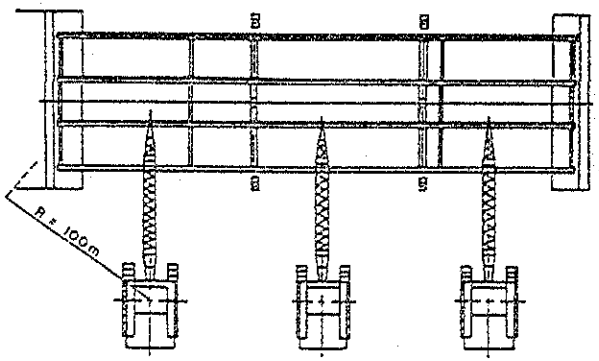
各架設工法の特長を考慮して、表5.9-1(1)に示す架設工法を提案した。



側面図



断面図（A－A）

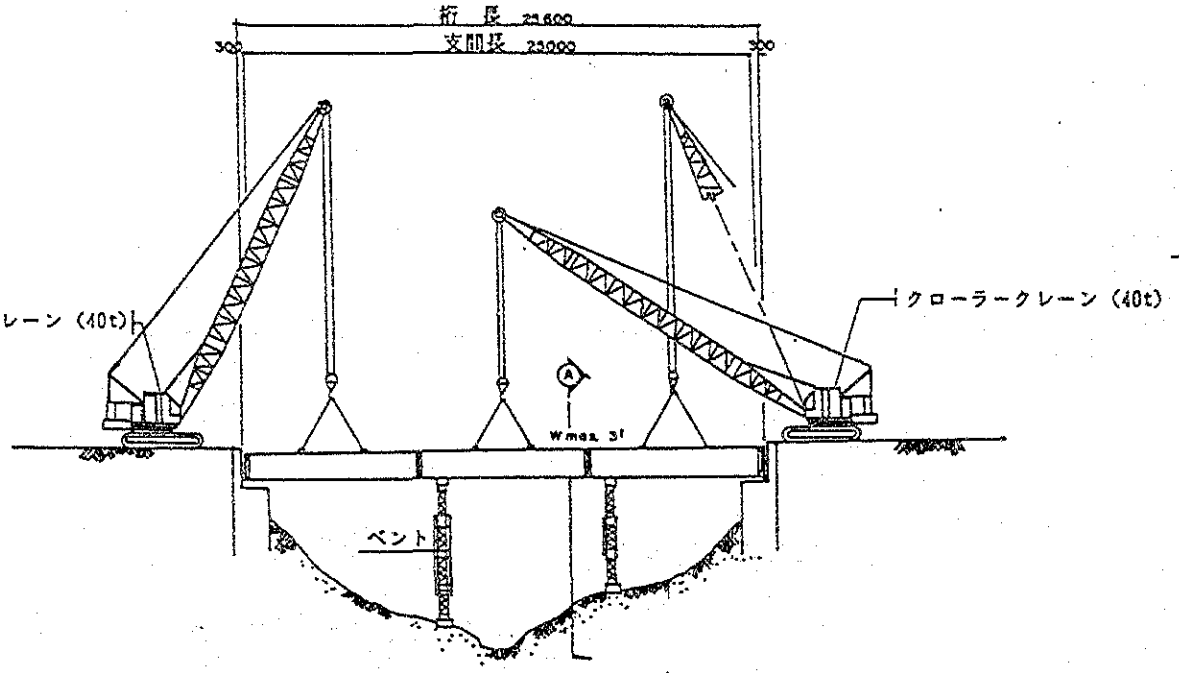


平面図

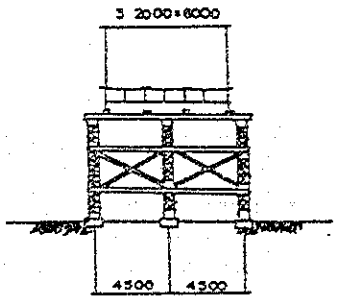
主要桁架設機械、及び機具

	項　　目	数　量
1	クローラークレーン　22.5t	1
2	ベント	2
3	スチールブロック	数　個
4	トルクレンチ	1
5	ワイヤーロープ　φ16mm	1

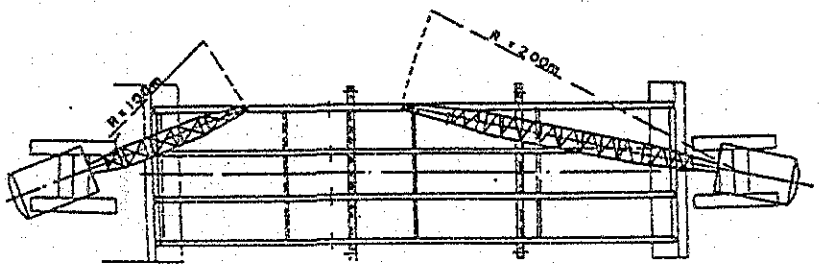
図 5.9-1　直接架設工法（1）



側面図



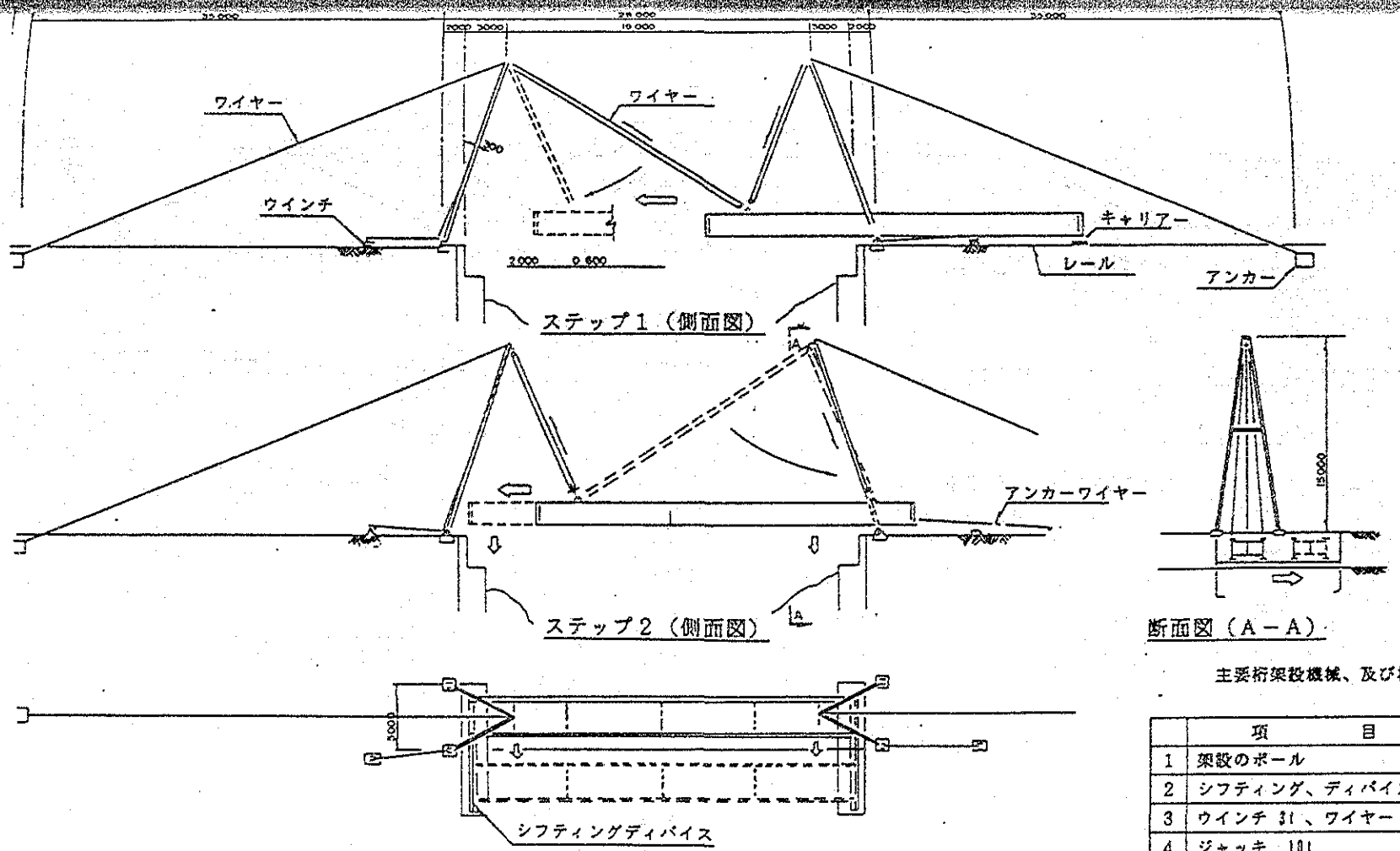
断面図（A－A）



平面図

主要桁架設機械、及び機具

	項　　目	数　量
1	クローラークレーン　40 t	1
2	ベント	2
3	スチールブロック	数　個
4	トルクレンチ	1
5	ワイヤーロープ　φ16mm	1



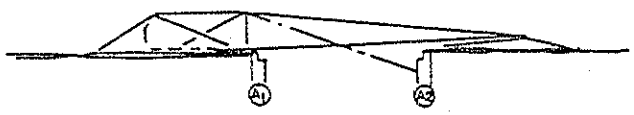
断面図（A－A）

主要桁架設機械、及び機具

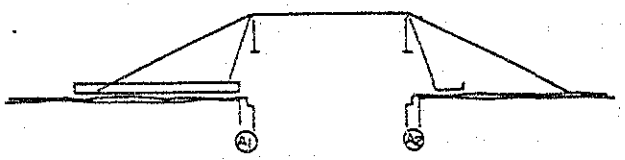
	項　　目	数　量
1	架設のポール	2
2	シフティング、ディバイス	2
3	ウインチ 3t 、ワイヤー	4
4	ジャッキ 10t	4
5	トラッククレーン 3t	2
6	発電機　23KVA	2
7	トルクレンチ	1
8	レール（37kg）、スリーパー	―
9	キャリアー	2

図 5.9-3(1) ケーブル引出し工法（1）

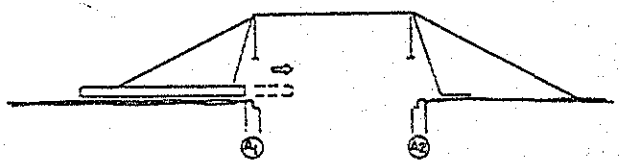
ステップ1：仮設ポール設置



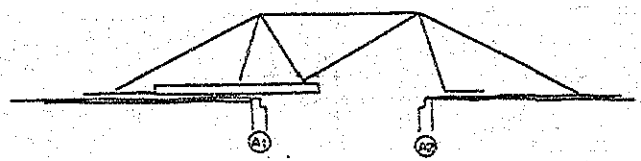
ステップ2：桁搬入



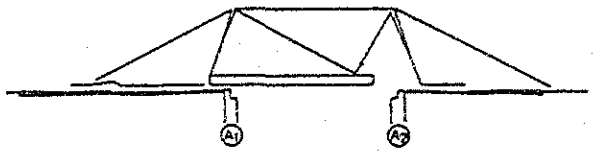
ステップ3：桁押し出し



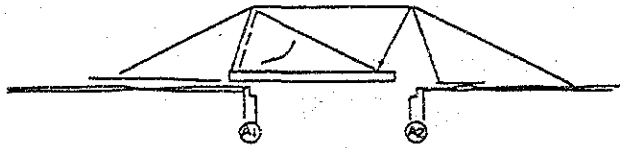
ステップ4：桁引き出し



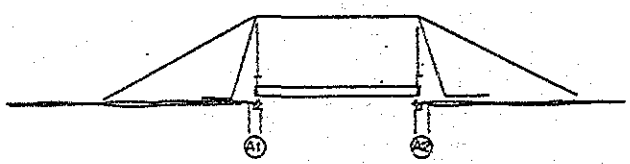
ステップ5：桁引き出し



ステップ6：ワイヤー桁端取り



ステップ7：桁落とし込み



ステップ8：仮設ポール撤去

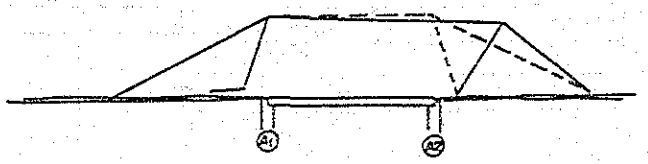


図 5.9-3(2) ケーブル引出し工法（2）

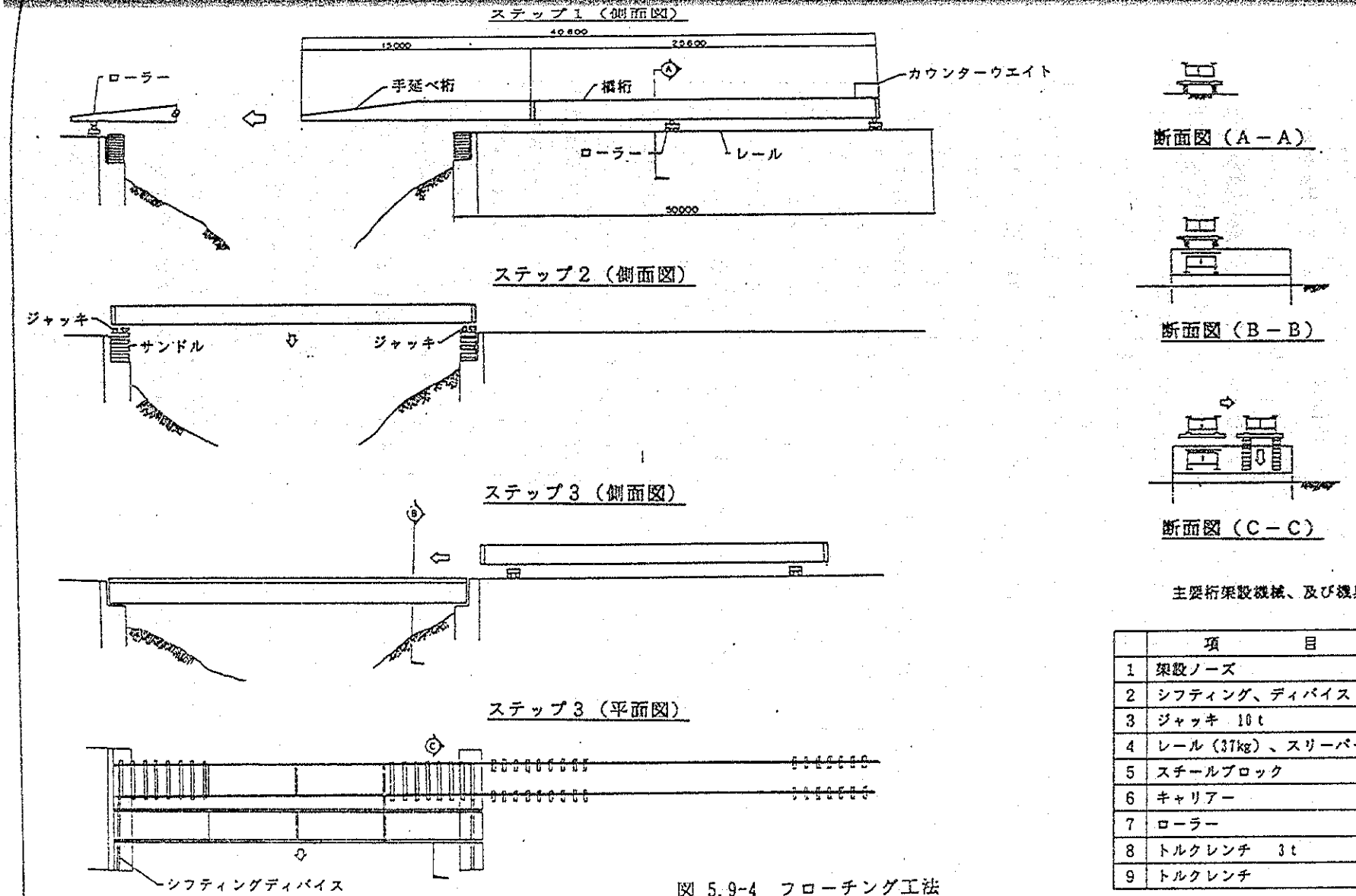


図 5.9-4　フローチング工法

主要桁架設機械、及び機具

	項　　目	数　量
1	架設ノーズ	1
2	シフティング、ディバイス	2
3	ジャッキ　10 t	4
4	レール（37kg）、スリーパー	―
5	スチールブロック	数　個
6	キャリアー	2
7	ローラー	2
8	トルクレンチ　3 t	1
9	トルクレンチ	2

表5.9-1　架　設　工　法

橋梁番号	橋　梁　名	支間長 (m)	架設機械	タイプ
1. 03.01	PANGULISANIN 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
2. 03.04	TIGBE 橋	22.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1
3. 03.06	BALASING 橋	15.0＋23.0	架設ポール	2 or 3
4. 03.08	PIAS 橋	23.0＋23.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1
5. 03.11	PULO 橋	23.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1
6. 03.18	SINDOL 橋	15.0＋15.0	クローラクレーンのみ	2
7. 04.01a	SAN JUAN 橋	23.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
8. 04.02a	TABONG-BATONG 橋	22.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1
9. 04.04a	CAGLATE 橋	23.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
10. 04.06a	BUENAVISTA 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
11. 04.09a	ISABANG 橋	24.0＋24.0	架設ポール	3
12. 04.10a	PANSIPIT 橋	22.0＋22.0	架設ポール	2 or 3
13. 04.11a	SAN DIEGO 橋	15.0＋15.0	クローラクレーンのみ	2
14. 04.13a	BAGONG POOK 橋	24.0	架設ポール	2 or 3
15. 04.16a	PINGIT 橋	21.0＋21.0	架設ポール	2 or 3
16. 04.17a	SALAY 橋	15.0＋15.0	架設ポール	2 or 3
17. 04.18a	MIJARES 橋	23.0-	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
18. 04.19a	PALAYAN 橋	24.0 SKEW	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
29. 04.21a	TARAK 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
20. 04.22a	STO NINO 橋	23.0	架設ポール	3
21. 04.23a	DEL PILAR 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	2
22. 04.03b	MARUYUGON 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1
23. 04.04b	DAKOTON 橋	18.0＋18.0	クローラクレーンのみ	1
24. 04.06b	MADALAG 橋	24.0	架設ポール	3
25. 04.08b	PANIQUE 橋	18.0＋18.0	クローラクレーンのみ	1
26. 04.09b	MARANLIG 橋	15.0＋15.0	架設ポール	2 or 3
27. 04.10b-1	DAYKITIN 橋	24.0	ｸﾛｰﾗｸﾚｰﾝとベント	1

［註］タイプ１：直接架設工法(1)　（22.5トン　クローラクレーン）
　　タイプ２：直接架設工法(2)　（40.0トン　クローラクレーン）
　　タイプ３：フローチング工法

9.2 グループ２橋梁

(1) 鋼材輸送計画

日本の無償資金協力案件の一部として供与される鋼材は、日本からフィリピン共和国の荷上港まで船積み輸送され、そこからさらに、橋梁建設地点まで内陸輸送される。その輸送経路及びその現状は表5.9-2(1/2)-(2/2)に示すとおりである。

ミニッツに記載されているとおり、フィリピン共和国側は資機材の輸送路を通行可能な状態に維持する責任を有する。したがって、フィリピン共和国側には、特に下記の輸送路上にある橋梁等を補修し、通行可能な状態にすることが望まれる。

・03.13	Mangkuyog 橋	:	老朽鋼トラス仮橋	; 1 橋の補強
			老朽木橋	; 2 橋の補強
			河床渡河ヶ所	; 1ヶ所の整地
・04.07a	Camagong橋	:	老朽鋼トラス仮橋	; 2 橋の補強
			老朽木橋	; 6 橋の補強
・04.07b	Tan-Agan橋	:	老朽鋼トラス仮橋	; 1 橋の補強

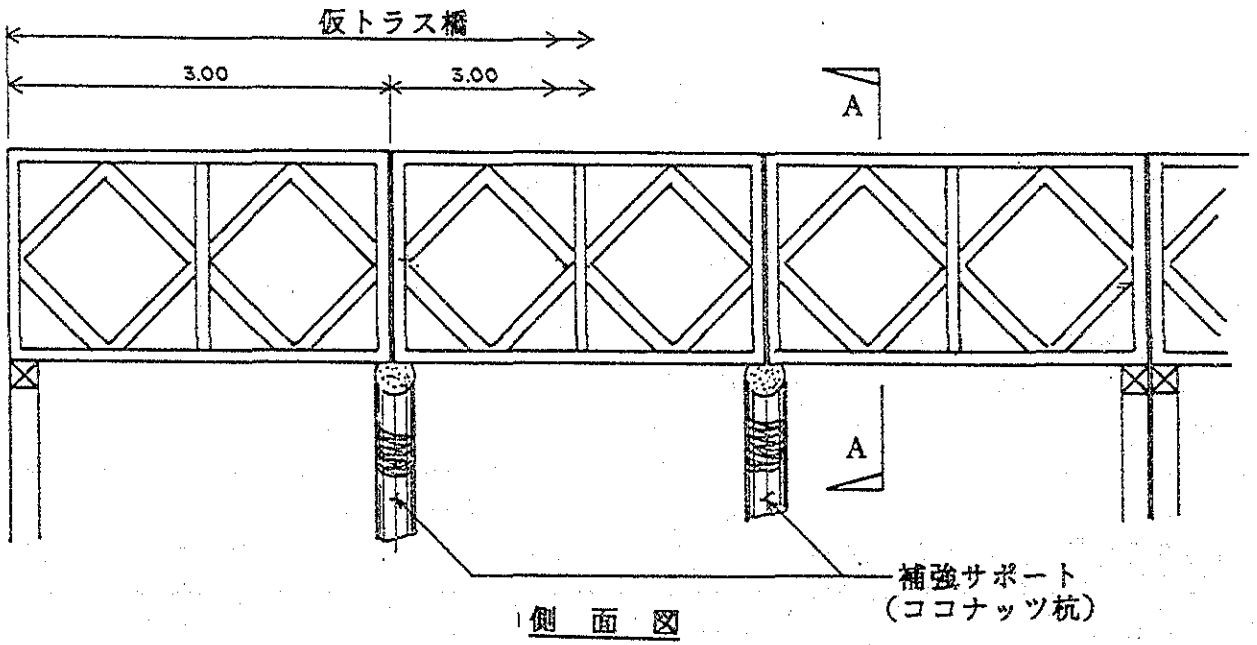
老朽橋の補強には、種々の方法が考えられるが、一例として、図5.9-5 に仮トラス橋の補強と、図5.9-6 に木橋の補強方法を示した。

表 5.9-2　輸送経路とその現状 (1/2)

橋梁番号	橋　梁　名	荷揚港	内陸輸送経路		陸上輸送経路の現状
			海上輸送	陸上輸送	
01.02	Maphilindo橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 201km	・全線舗装道路，良好
03.03	Bacong橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 115km	・全線舗装道路，良好
03.07	San Roque 橋	Manila	・Manila→Hagonoy ・Barge 輸送	な　し	な　し
03.10	Dolores 橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 77km	・全線舗装道路，良好
03.13	Mangkuyog 橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 169km	・Manila→ 126km地点 舗装道路，良好 ・126 km地点→建設地点 老朽鋼トラス板橋　1橋 老朽木橋　2橋 河床橋渡河(150m)　1ヶ所
03.17	Sula橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 151km	・Manila→ 129km地点 舗装道路，良好 ・129 km地点→建設地点 未舗装道路，良好

表 5.9-2　輸送経路とその現状 (2/2)

橋梁番号	橋梁名	荷揚港	内陸輸送経路		陸上輸送経路の現状
			海上輸送	陸上輸送	
04.07a	Camagong橋	Manila	・Manila→Quezon	・Quezon港→建設地点 ・全長 19km	・未舗装道路，やや悪い ・老朽鋼トラス仮橋　2橋 ・老朽木橋　6橋
04.20a	Paragusan 橋	Manila	な　し	・Manila港→建設地点 ・全長 94km	・全線舗装道路，良好
04.07b	Tan-Agan橋	Manila	・Manila→Odiongan	・Odiongan港→建設地点 ・全長 13km	・全線舗装道路，良好 ・老朽鋼トラス仮橋　1橋
04.10b-2	Ihatub橋	Manila	・Manila→Cawit	・Cawit 港→建設地点 ・全長 6km	・全線舗装道路，良好



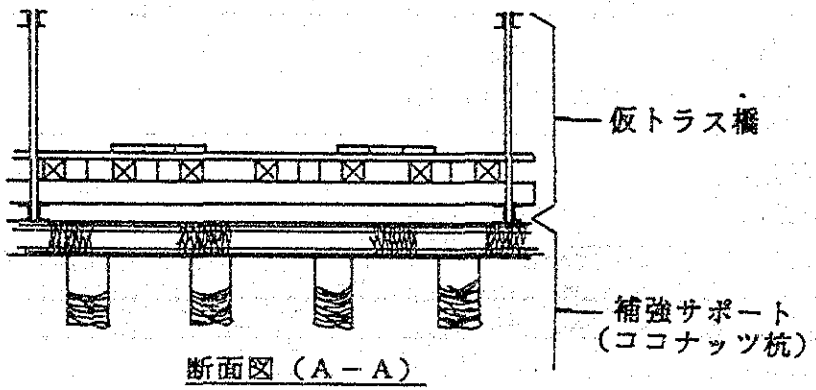
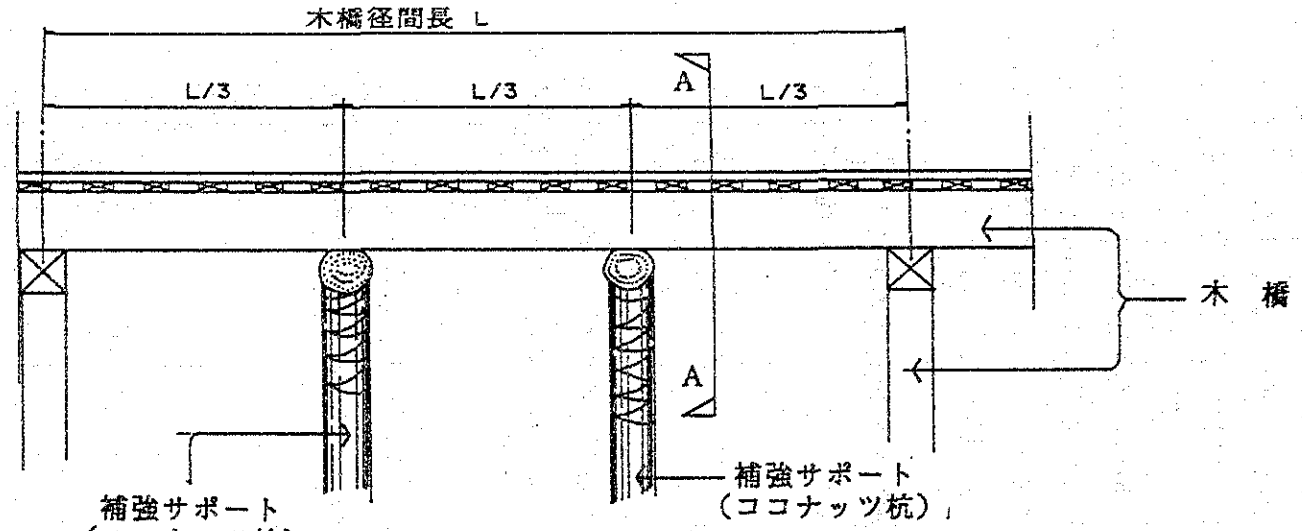
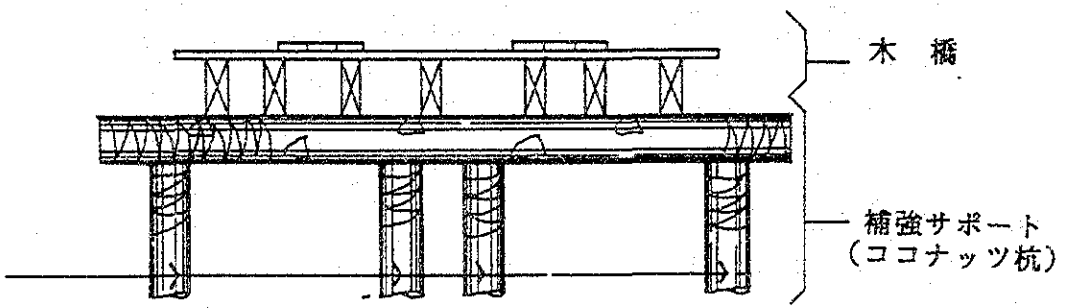


図 5.9-5 仮トラス橋の補強例



側 面 図



断面図（A－A）

図 5.9-6 木 橋 の 補 強 法

(2) 鋼桁架設計画

鋼桁架設工法としては、堤外地からのクローラクレーンによる直接架設工法、道路上からのクローラクレーンによる直接架設工法、ケーブル引出し工法等が考えられるが、建設規模、建設時点の状況等を考慮して、堤外地からクレーンによる直接架設工法を採用した。本工法の概念図は図5.9-1(1),(2)に示した。

本工法は、クローラクレーンを堤外地に侵入させる必要があるので、その工事用ヤードは基本的に築島式を採用し、平常水位の比較的高い場合、あるいは河川幅が広い場合は、工事用仮桟橋で建設することとした。築島、及び仮桟橋の高さは、雨期を考慮して、平常水位より１ｍ程度高くした。

ただし、03.07 San Roque 橋は、河川流域が船舶の航路となっていること及び仮桟橋取付部の用地の確保が困難であるので、クレーン台船を使用することとした。

また、本工法は一時的に鋼桁を支持するベントが必要となるが、鋼製ベントの使用を避け、現地で入手可能なココナツの木を利用することとした。雨期には河床からココナツの木のサンドルを組む事が困難であるため、乾期にココナツの杭を打設しておき、これをベントとして使用し、雨期にも桁架設施工が可能となるように考慮した。

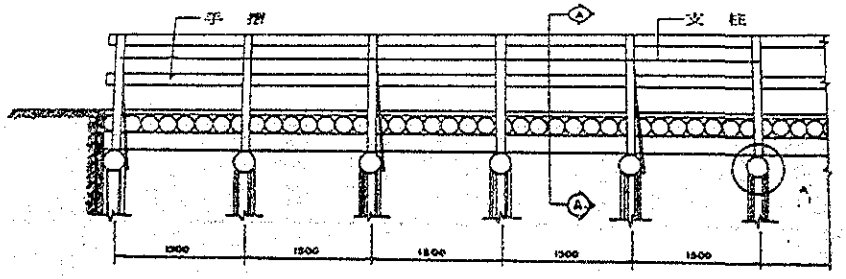
表5.9-3(1/2)-(2/2)に計画した鋼桁架設工法、及び工事用ヤードの計画を、図5.9-7 に木製仮桟橋標準図、及び図 5.9-8に木製ベント標準図を示す。

表 5.9-3 (1/2) 鋼桁架設工法、及び工事用ヤードの計画 (1/2)

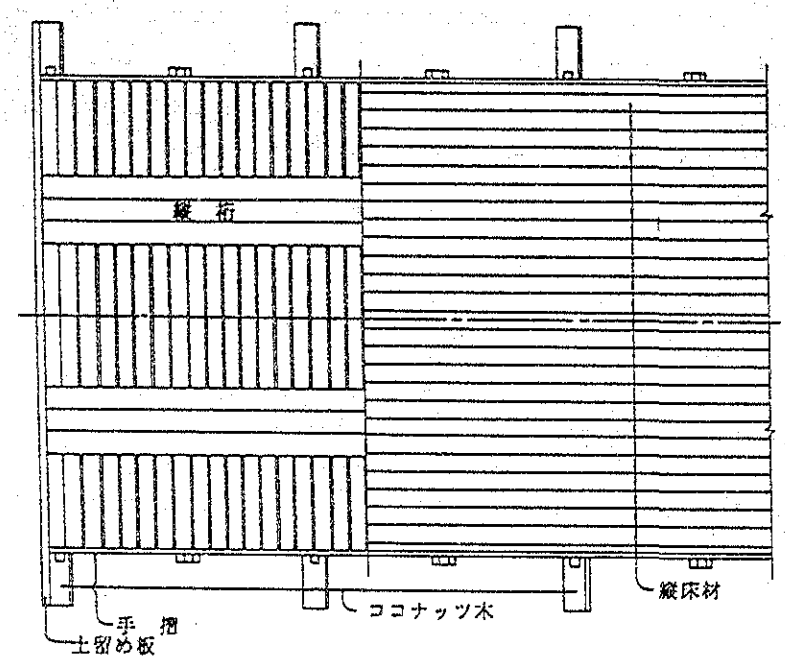
橋梁番号	橋梁名	鋼桁 型式	鋼桁 継手	架設工法	ベント型式	工事用ヤード型式	備考
01.02	Maphilindo橋	鋼鈑桁 L＝5@32m＝ 160m	15ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	木製仮桟橋＋取付道路	
03.03	Bacong橋	鋼鈑桁 L＝2@26m＝ 52m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	現橋梁補強＋ 木製仮桟橋	
03.07	San Roque 橋	H鋼桁 L＝3@18m＝ 54m	6ヶ所	クレーン台船による ベント工法	木製くい基礎ベント	クレーン台船	仮締切、くい打設、堀削、及び桁架設に クレーン台船を使用
03.10	Dolores 橋	H鋼桁 L＝2@24m＝ 48m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	築島式	
03.13	Mangkuyog 橋	H鋼桁 L＝4@24m＝ 96m	8ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	河床整地	
03.17	Sula橋	H鋼桁 L＝3@20m＝ 60m	6ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	木製仮桟橋＋取付道路	
04.07a	Camagong橋	H鋼桁 L＝2@22m＝ 44m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	築島式	転流土が必要

表 5.9-3 (2/2) 鋼桁架設工法、及び工事用ヤードの計画 (2/2)

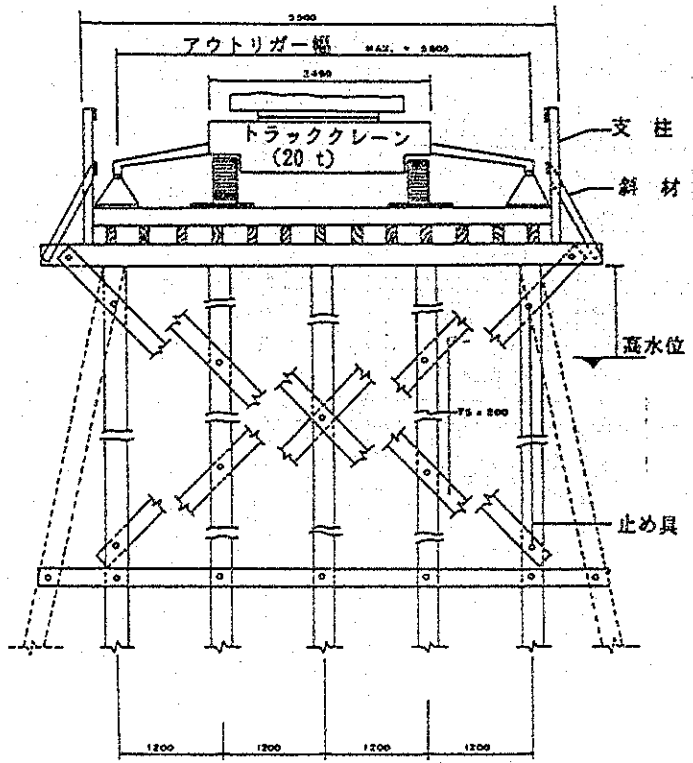
橋梁番号	橋梁名	鋼桁		架設工法	ベント型式	工事用ヤード型式	備考
		型式	継手				
04.20a	Paragusan 橋	H鋼桁、鋼鈑桁 L＝15m＋30m＝45m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント＋ ステージング	木製仮機橋＋取付道路	渓谷河川
04.07b	Tan-Agan橋	H鋼桁 L＝2@18m＝ 36m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	築島式	転流土が必要
04.10b-2	Ihatub橋	H鋼桁 L＝2@23m＝ 46m	4ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	現スピルウェイ使用	



側 面 図

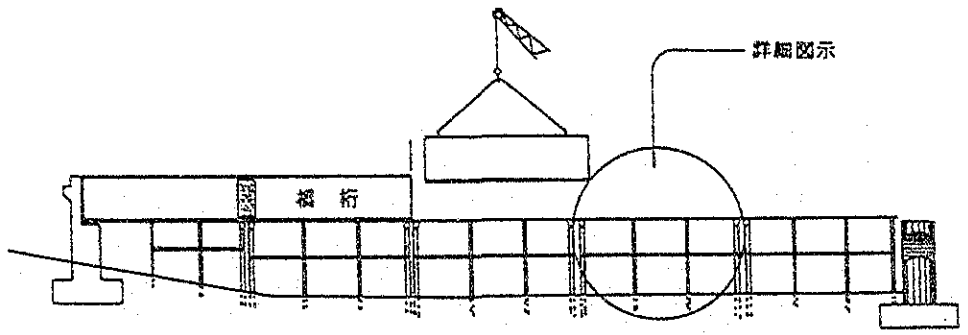


平 面 図

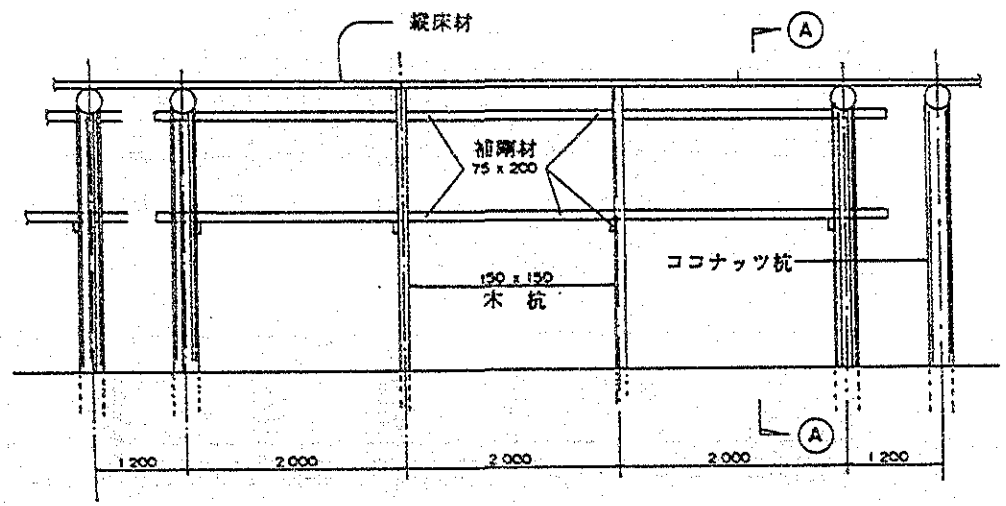


断面図（A－A）

図 5.9-7 木橋、仮桟橋標準図



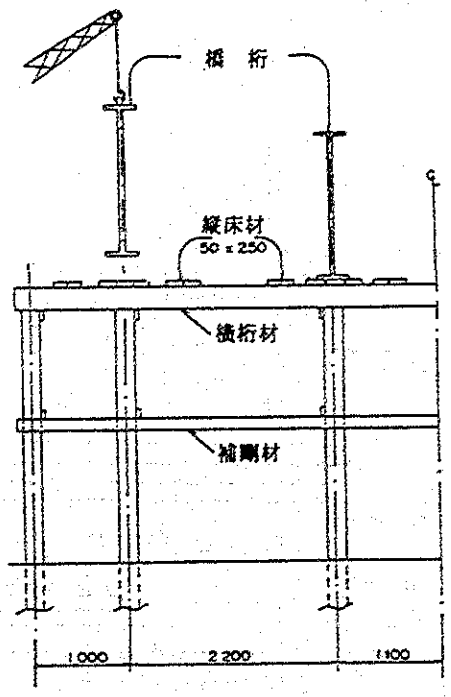
側 面 図



詳細平面図

材料一覧表　（延長７ｍ当り）

品 目	本数	寸法	部材長	数 量
ココナッツ杭	12	φ200	5 000	1.884 m^3
横桁材	2	φ200	9 200	0.578 m^3
補剛材	12	75x200	7 000	1.260 m^3
補剛材	4	75x200	9 200	0.552 m^3
縦床材	16	50x250	7 000	1.400 m^3
木 杭	16	150x150	5 000	1.800 m^3



断面図（Ａ－Ａ）

図 5.7-8 木製ベント構造図

(3) 仮締切工計画

下部工、及び護岸工工事は乾期に施工するよう計画した。これは単に工費の節減を計るばかりでなく、工事中の安全確保、品質管理に対して重要である。ただし、平常水位が高い橋梁地点、及び潮の干満差のある橋梁建設地点等には、下部工、及び護岸工のための仮締切工が必要である。

仮締切工のタイプとしては、基本的に築島式を作用し、平常水位の比較的高い場合、あるいは河川幅が広い場合は鋼矢板による仮締切工を計画した。
図5.9-9 及び図5.9-10に築島及び鋼矢板による仮締切工の概略図を示す。

仮締切工を必要とする下部工、及び護岸工の仮締切工の計画は、表5.9-4 に示す。

本表によると、仮締切工を必要とする橋梁の下部工、及び護岸工は次のとおりである。

築　島：　01.02　Maphilindo橋　（橋脚１基）

03.10　Dolores 橋　（橋台２基、橋脚１基、護岸２ヶ所）

03.17　Sula橋　（橋台２基、橋脚２基、護岸２ヶ所）

04.07a　Camagong橋　（橋脚１基、護岸２ヶ所）

04.07b　Tan-Agan 橋　（橋脚１基）

04.10b-2　Ihatub 橋　（橋脚１基、護岸２ヶ所）

鋼矢板：　01.02　Maphilindo橋　（橋脚３基）

03.03　Bacong 橋　（橋台２基、護岸２ヶ所は橋台締切兼用）

03.07　San Roque 橋　（橋台２基、護岸２ヶ所は橋台締切兼用）

表 5.9-4　仮締切工の計画

橋梁番号	橋梁名	橋台A_1	橋台A_2	橋脚P_1	橋脚P_2	橋脚P_3	橋脚P_4	護岸A_1	護岸A_2
01.02	Maphilindo橋	不要	不要	築島	鋼矢板	鋼矢板	鋼矢板	不要	不要
03.03	Bacong橋	護岸工仮締切と兼用	護岸工仮締切と兼用	不要	—	—	—	鋼矢板（埋殺し）	鋼矢板（埋殺し）
03.07	San Roque 橋	護岸工仮締切と兼用	護岸工仮締切と兼用	不要	不要	—	—	鋼矢板	鋼矢板
03.10	Dolores	築島	築島	築島	—	—	—	築島	築島
03.13	Mangkuyog 橋	不要	不要	不要	不要	不要	—	不要	不要
03.17	Sula橋	築島	築島	築島	築島	—	—	築島	築島
04.07a	Camagong橋	不要	不要	築島	—	—	—	築島	築島
04.20a	Paragusan 橋	不要	不要	不要	—	—	—	不要	不要
04.07b	Tan-Agan橋	不要	不要	築島	—	—	—	不要	不要
04.10b-2	Ihatnb橋	不要	不要	築島	—	—	—	築島	築島

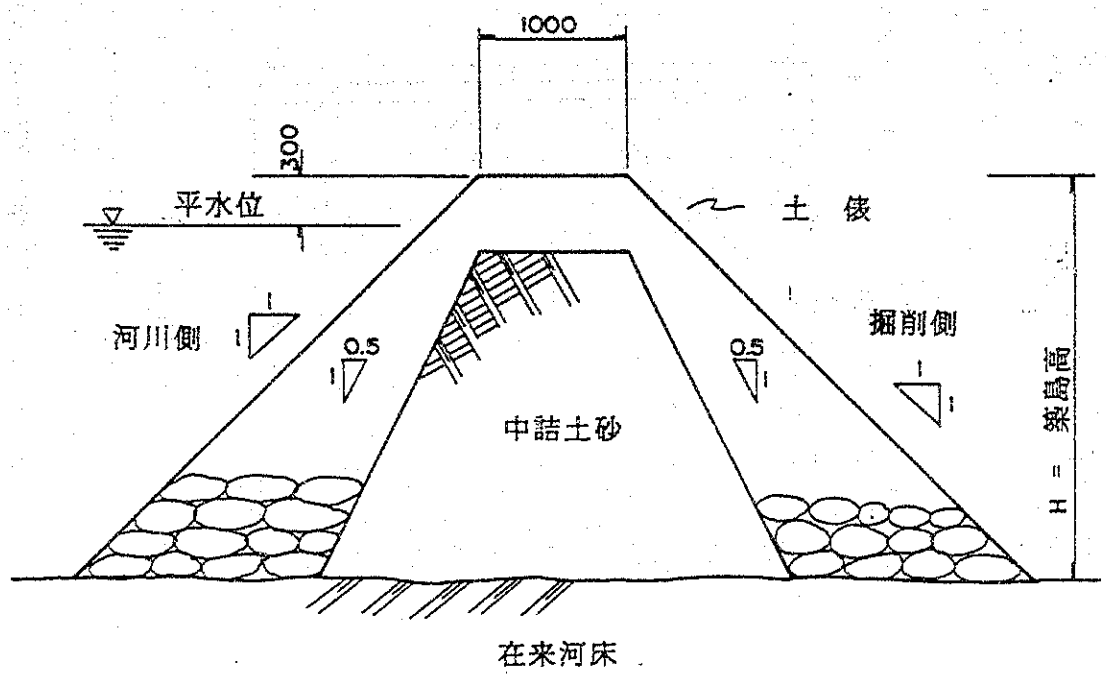
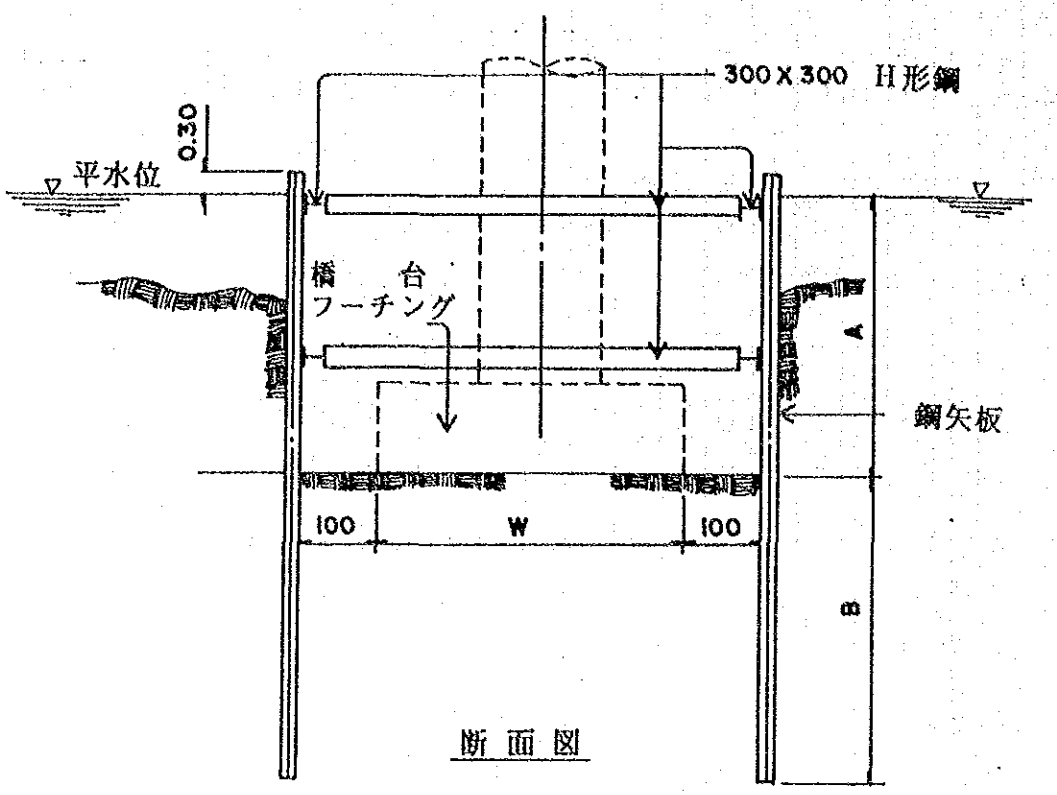


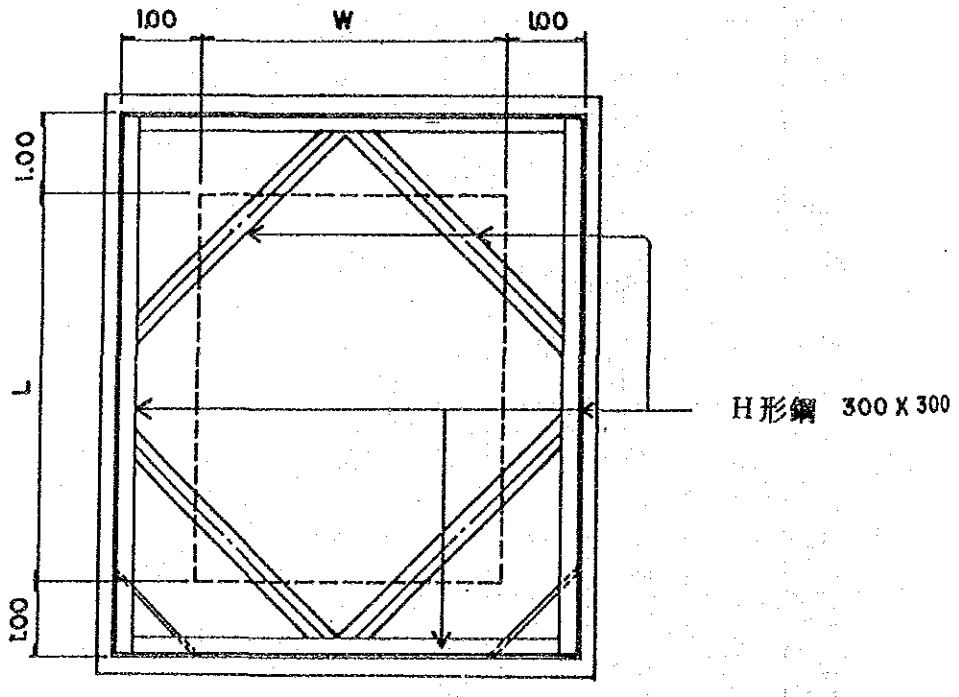
図 5.9-9 築島による仮締切工

築島の仮締切資材一覧表
（延長１ｍ当り）

築島高 H（mm）	土 俵（m^3）	盛 土（m^3）
500	0.75	0
1,000	1.38	0.63
1,100	1.53	1.78
1,200	1.70	0.95
1,300	1.87	1.12
1,400	2.10	1.31
1,500	2.25	1.50
1,600	2.46	1.71
1,700	2.67	1.92
1,800	2.90	2.15
1,900	3.13	2.38
2,000	3.38	2.63
2,200	3.90	3.15
2,400	4.46	3.71
2,600	5.06	4.31
2,800	5.70	4.95
3,000	6.38	5.63
3,200	7.10	6.35
3,400	7.86	7.11
3,600	8.66	7.91
3,800	91.50	8.75
4,000	10.38	9.63



断面図



平面図

図 5.9-10 鋼矢板による仮締切工

(4) 工事中の交通確保

工事中も現橋を利用できるもの以外について、建設期間中の交通を確保するために、以下のような迂回路を計画した。迂回路のサービス程度は、現状程度とし現況道路機能を維持するものとする。表 5.9-5に迂回路、及び仮桟橋を示す。

本表によると、工事中迂回路は次のように分類される。

1) 現橋／スピルウェイを利用（新橋梁を現橋位置から、ずらして建設するもの）

- 01.02 Maphilindo 橋
- 03.03 Bacong 橋
- 03.10 Dolores橋
- 04.10b-2 Ihatub 橋

2) 河床を利用（現橋なし）

- 03.13 Mangkuyog橋
- 03.17 Sula 橋

3) 渡船を利用（車輌通行止）

- 03.07 San Roque橋

4) 仮桟橋を架設

- 04.07a Camagong 橋（木橋）
- 04.20a Paragusan橋（木橋）
- 04.07b Tan-Agan 橋（木橋）

図5.9-11に木橋の仮桟橋による迂回路の計画を示す。

表 5.9-5 迂回路、及び仮桟橋

橋梁番号	橋梁名	現況	迂回路
01.02	Maphilindo橋	鋼トラス仮橋	現橋を利用
03.03	Bacong橋	鋼トラス仮橋	現橋を利用
03.07	San Roque 橋	木 橋	公共事業道路省（DPWH）と協議の結果、工事期間中は交通止
03.10	Dolores 橋	木 橋	現橋を利用
03.13	Mangkuyog 橋	橋梁なし。ただし、河床を使用して渡河	河床を利用した迂回路を建設
03.17	Sula橋	橋梁なし。ただし、河床を使用して渡河	河床を利用した迂回路を建設
04.07a	Camagong橋	鋼トラス仮橋	下流側に迂回路、及び仮桟橋（木橋）を建設
04.20a	Paragusan 橋	鋼トラス仮橋	下流側に迂回路、及び仮桟橋（木橋）を建設
04.07b	Tan-Agan橋	木 橋	下流側に迂回路、及び仮桟橋（木橋）を建設
04.10b-2	Ihatub橋	スピルウェイ	現スピルウェイを利用

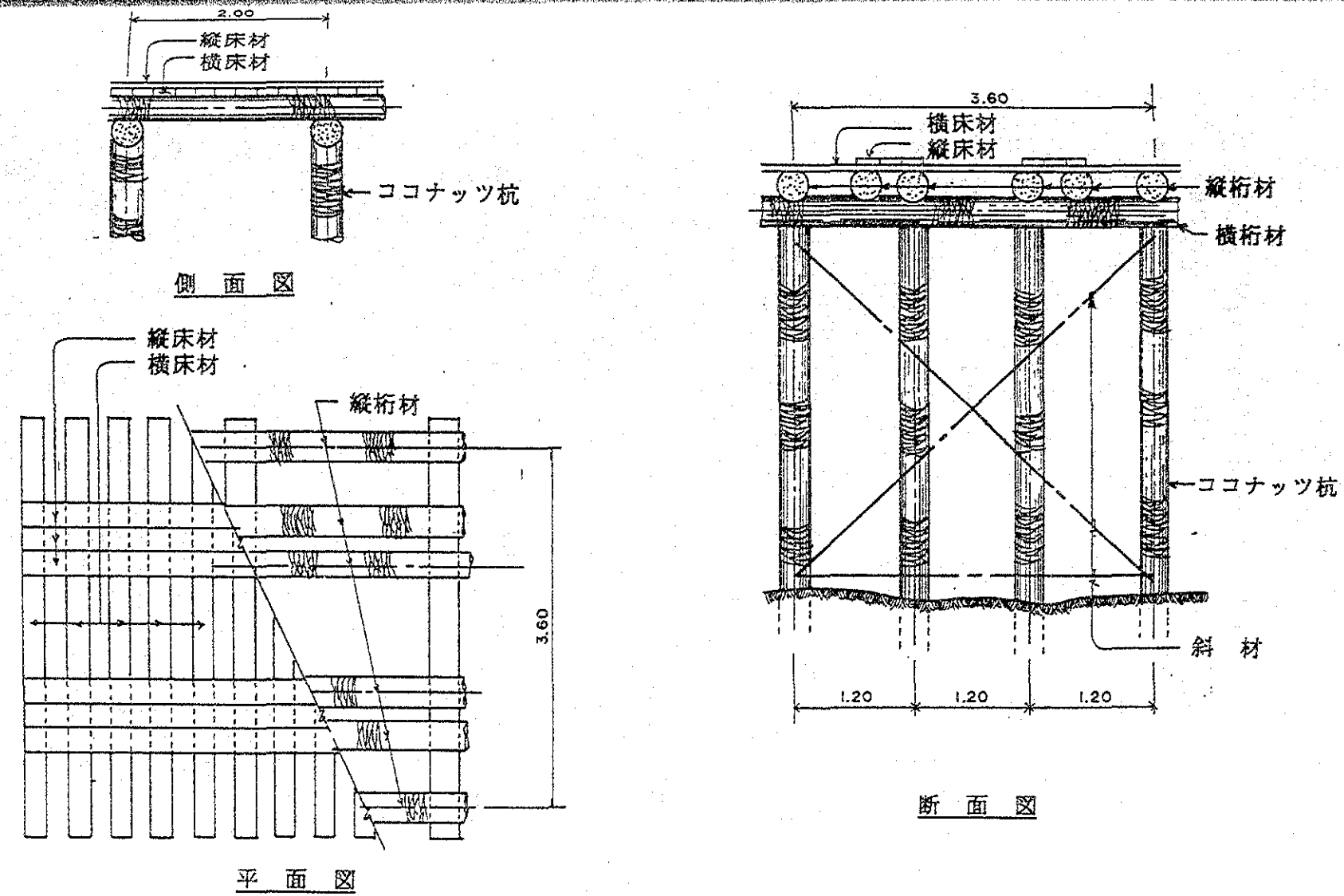


図 5.9-11 仮桟橋（木橋）による迂回路計画

(5) 現橋の撤去

現橋の撤去は、橋梁建設に障害となる場合は電気、水道管等の附帯設備の移設も含めてフィリピン共和国側の負担工事にて行う。橋梁の建設に障害とならない場合は、橋梁完成後、フィリピン共和国側の責任に於て撤去するものとする。その橋梁ごとの区分は次のとおりである。

1) 橋梁建設前に撤去

- 03.07 San Roque 橋
- 04.07a Camagong橋
- 04.20a Paragusan 橋
- 04.07b Tan-Agan橋

2) 橋梁建設後に撤去

- 01.02 Maphilindo橋
- 03.03 Bacong橋
- 03.10 Dolores 橋
- 04.10b-2 Ihatub橋

3) 現橋なし

- 03.13 Mangkuyog 橋
- 03.17 Sula橋