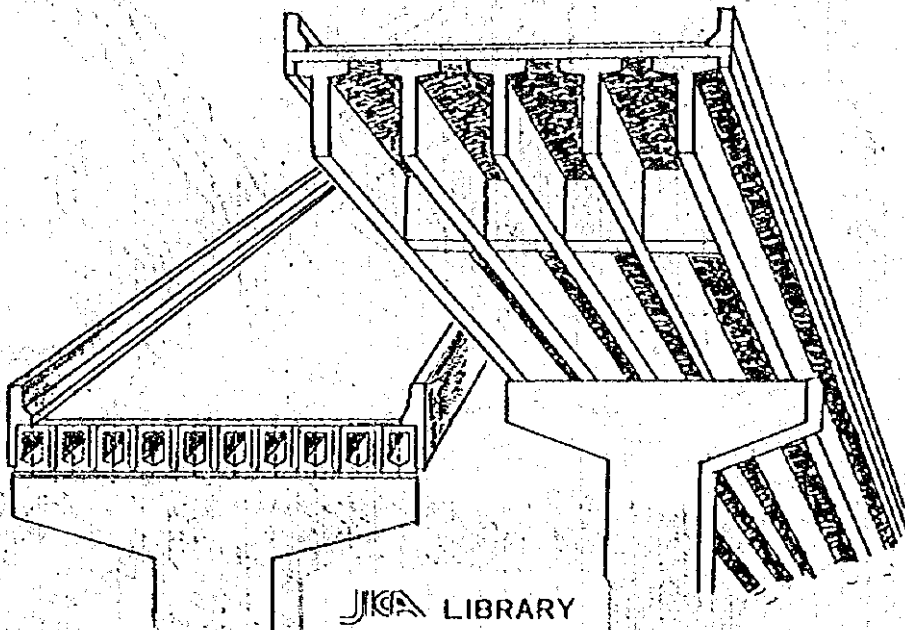


国際協力事業団
マレーシア国 公共事業省

マレーシア国
橋梁設計標準化計画調査

最終報告書

要約編



JICA LIBRARY



J 1134506(3)

平成8年8月

株式会社 日本構造橋梁研究所
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社調一
JR
96-113

JICA
113
61.5
SSF
BRARY

CURRENCY EQUIVALENT

(As of 1st February, 1996)

Currency Unit: Ringgit (RM)

RM 1.00 = US\$ 0.391 = ¥ 41.621



1134506(3)

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国の橋梁設計標準化計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

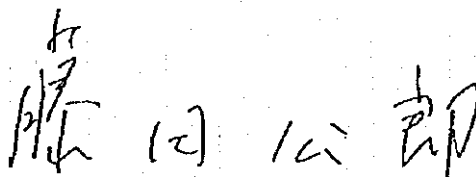
当事業団は、平成6年8月から平成8年7月までの4回にわたり、株式会社日本構造橋梁研究所の久田勇氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マレーシア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成8年8月



国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 文

国際協力事業団

総裁 藤 田 公 朗 殿

ここにマレーシア国橋梁設計標準化計画調査報告書を提出できることを光榮に存じます。

株式会社日本構造橋梁研究所および株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルで構成された私を団長とする調査団は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、1994年8月から1996年7月にかけてマレーシア国において現地調査、設計および図面作成作業を実施しました。現地調査の結果は、マレーシア国公共事業省およびその他関係機関との十分な議論、検討がなされ、それに基づいて標準橋梁の自動設計・製図システムの開発、設計および標準図の作成並びに設計マニュアルを作成し、本報告書としてとりまとめました。

調査団を代表して、マレーシア国政府およびその他関係機関に対し、我々がマレーシア国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力に心からお礼申し上げます。

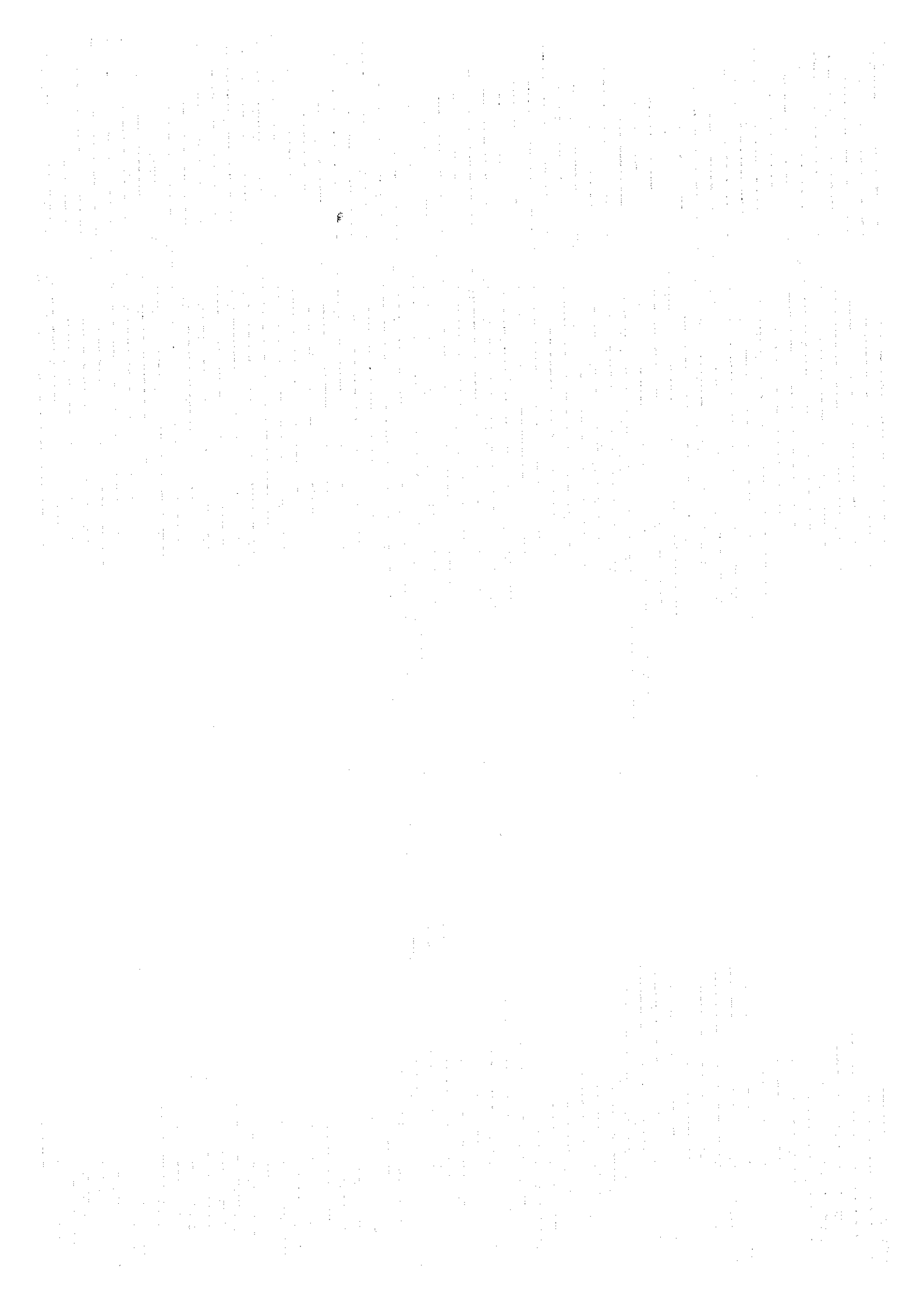
また、国際協力事業団、外務省、建設省、在マレーシア日本大使館及び関係諸官庁に対しても現地調査及び報告書の作成にあたっての貴重なご助言とご協力を頂いたことに深く感謝申し上げます。

平成8年8月



マレーシア国橋梁設計標準化計画調査団

団 長 久 田 勇



要 旨

1. 調査概要

マレーシア政府の要請に応じて、日本政府は「マレーシア国橋梁設計標準化計画調査」（以下、調査と称す）の実施を決定した。この決定に基づき国際協力事業団（以下、事業団と称す）は、調査団を組織し、本調査を実施した。調査団は1994年8月にマレーシアに派遣され、調査着手報告書を提出、説明し、正式に調査を開始した。24ヶ月後の1996年7月に最終報告書、標準設計図集および設計マニュアルを提出して、調査を終了した。

本調査の主目的は、①標準橋梁の設計および標準設計図の作成、②標準橋梁設計の自動設計・製図(CADD)の開発および③設計マニュアル（計画、設計、施工計画、積算）の作成であり、これらに加えて、本調査を通して、マレーシアの技術者に、その技術移転を図ることである。

本調査で対象とした橋梁種は、マレーシア国公共事業省（以下、JKRと称す）の道路幾何構造基準のR3/U3およびR5/U5の規格による支間長45mまでのコンクリート橋であり、鋼橋梁は対象としていない。調査は、橋梁上部工の設計が重点対象事項であったが、下部工の設計についても標準的な事例を部分自動化で実施した。

本調査の実施にあたっての、技術面における調査団の基本方針は、①マレーシア国で実際に適用されている基準であり、かつマレーシア政府の要請でもある、英国基準（以下、BSと称す）の「限界状態設計法」を採用すること、②自動設計システムの開発は、JKR技術者にも使いやすく、かつマレーシアでの広範囲な適用性のある、パーソナルコンピュータを目的とする、ことである。

本調査の初期段階では、広範囲な資料収集と現場調査を実施した。これらの主なものは下記に示すとおりである。

- 現在使用され、また今後採用が計画されている橋梁計画・設計に関するJKRの諸基準、仕様書および諸要領の検討を実施し、本調査での設計基準の設定の基礎とした。
- 代表的な既存橋梁として選定された103橋について、目視調査を実施した。調査は、半島部およびサバ・サラワク両州の地形や道路網上の代表的地域を対象とし、橋梁台帳の確認、上部工および下部工の構造上の問題点、地形や水文上の問題点を調査対象とした。また、この調査から概略設計と比較設計のための代替橋梁タイプを選定した。

- 本調査の自動設計・製図に適用するハードウェア・ソフトウェア両面にわたって最適形式の選択のため、現在マレーシアで広く使われているコンピューターの調査を実施した。

標準橋梁形式および適用支間範囲の選定のため、設計基準と条件の設定、上部工については概略設計と比較設計を実施した。しかし、下部工と基礎工については、概略設計は実利上の見地から省略し、一般的な比較検討を実施した。

- 本調査に適用した設計基準は、BSの「限界状態設計法」に基づくもので、設計活荷重はBD37/88に基づいた。適用した諸基準は、BS5400、BD37/88、BS8004およびJKR道路幾何構造設計要領である。ただし、これらの基準の適用ができない場合は、日本の基準(JS)も適用した。設計条件も、簡潔さ、明確さ、安全性および、広範なマレーシア技術者による運用と設計上の容易さを考慮して設定された。

- 概略設計は、設計計算結果より明らかになる構造特性の視点から実施された。

- 比較設計は、構造特性に加え、経済性、施工性、維持管理やマレーシアでの慣行技術を考慮して実施された。

- これら概略・比較設計は10種の上部工タイプについて行われた。そのうち、5種類は業務指示書から、他の5種類は現場調査の結果から選んだ代替種である。

- 結果として、各支間長(5~45m)を対象に5種類上部工タイプを選定した。これらはどれも30度までの斜角にも対応し得るものである。

- 一方で、下部工については、技術検討委員会での一連の検討会と、既存橋の現場調査結果の反映という形で比較検討が行われた。業務指示書に指摘されていた形式は、JKRの要請条件も考慮し、修正された。マレーシアで滅多に採用されない形式は、本調査の標準形式には採択されなかった。

標準橋梁形式の選択と並行して、コンピューターシステムの選定、設計解析システムの開発、設計解析用のコンピュータープログラムの開発、製図システムおよびプログラムの開発を実施した。

- 調査実施の基本方針でも述べたとおり、ハード・ソフト面とも、コンピューターシステムはパーソナルコンピューターシステムを採択した。これは、自動設計システムとしての容量、マレーシアでの汎用性、取扱の容易性、経済性およびマレーシアで広く使われているIBM-PCとの互換性を考慮して選定された。

- 設計解析システム開発のために、調査団は、まず、設計解析の手順、詳細にわたる設計方法の設定を各設計段階で実施し、基準に適合した妥当な度合いの安全性と供用性が確保できるようにした。

上部工には、構造解析用の解析フローチャート、主桁および横桁用の設計フローチャートが設定された。また、下部工には、いくつかの既定の仮定条件を考慮した設計フローチャートが設定された。

- 設計用のコンピュータープログラムの開発では、本調査に使用する設計システムのソフトウェアは、調査団が独自に開発したものである。上部工、下部工用にそれぞれの設計プログラムのフローチャートが設定された。

- 自動製図システムの開発は、主として上部工用を意図したものである。数量計算機能も含め、各種標準タイプを包含した設計解析プログラムと緊密に連帯した上部工製図用の総合的なコンピュータープログラムが開発された。しかしながら、下部工の製図は、JKRで使っている auto-CAD を使って手書きで実施した。

上部工、下部工とも実際の設計作業は、設定した設計解析システム、およびコンピュータープログラムに基づいて、約3ヶ月（1995年6月～8月）間で実施した。製図作業は、続く3ヶ月（1995年9月～11月）間で実施した。これら、設計、製図作業は、JKRの技術者への訓練と技術移転を目的として、マレーシア現地で実施した。

標準橋梁タイプの設計および製図作業の実施では、上部工の場合、形式や各種パラメーターの組合せで、設計計算の対象事例は総数76事例、そして製図対象事例は114に及んだ。一方、下部工の場合、設計計算は6例のサンプル設計例を含めて、122事例、製図は35事例に及んだ。このようなおびただしい数の設計と製図事例の作業は、JKRの要請をも満足させるべく実施したものである。作成された上部工用標準図面は250枚、下部工の種々の目的で作成された図面は75枚に達した。

2. 結論

2.1 橋梁設計標準化の必要性

マレーシア国の交通体系において、道路交通は、旅客・貨物輸送の両面において最も普及した重要な交通手段である。1991年の交通量調査は、旅客輸送の99.8%、貨物輸送の98.5%が道路輸送であることを示している。今後の10年間に道路網の果たす役割は、旅客・貨物の輸送の主要手段として、一層重要性を増すものと予想される。

道路網において、橋梁は、交通の要衝であり、落橋やその機能が欠損した場合の社会的、経済的影響からも、極めて重要な要素である。

輸送産業のさらなる効率化を目指して、マレーシア政府は、「全国軸重調査」(1986-1988)を実施し、その結果として、「全国橋梁維持・修繕計画」(1990-1992)も実施した。これらの調査から、橋梁の耐荷性能上の限界が許容内重量のトラック交通を制約する要因であること、また不適切な橋梁設計や施工を含む、種種の欠陥が明らかにされた。

これらの欠陥は、新たな橋梁の設計や建設において、より効率的事業の実施と限られた資源の最大限の活用のために、排除されなければならない。その目的達成のため、妥当な形式の上部工と代表的な下部工の自動化設計による標準橋梁設計の制定と適用は、マレーシア政府が早期に実施すべき重要課題である。

2.2 技術面における主な結果

(1) 基本的設計基準

本調査では、マレーシア政府の要請およびマレーシアでの実用性を考慮し、英国基準による「限界状態設計法」を基本的な基準として採用し、これに関連した橋梁設計基準：BS 5400、設計荷重基準：BD 37/88、基礎設計基準：BS 8004およびJKR幾何構造設計要領などを主なものとして適用した。

これら最新の基準の適用により標準橋梁の耐荷容量は著しく増大改善され、重量車の増加、最大許容積載荷重の増加およびトレーラー等特殊車輛による荷重特性をも満足し得るものである。

(2) 上部工

3径間連続形式を含め、事実上5種類の上部工形式を各支間長に対して開発した。この標準橋梁は30度までの斜角に対応し得るものである。

形 式	支間範囲(m)
鉄筋コンクリート床版	5～10
プレテンションコンクリート床版	5～10
プレテンション中空床版	10～16
プレテンションコンクリートT-桁	18～22
ポストテンションコンクリートT-桁	22～45

(3) 下部工

すべての橋台および橋脚は、河川水文上の視点から構造物の耐久性、安定性を増すべく、河床下に充分根入れされるものとした。

a) 橋台

標準設計として逆-T型橋台を採用した。高さは6mから12mとし、各支間長に対応した上部工を支持する。上部工と同様に斜角30度まで対応する。

b) 橋脚

二種類即ち、T型橋脚および多柱式橋脚を採用した。高さは10mから20mの範囲とし、上記同様各支間長の上部工を支持する。

c) サンプル設計

上記標準形式の他に、参考的設計例として、JKRの要請に対応して、次のようなサンプル設計を行った。

- 8m高、T型橋台（直接基礎）
- 12m高、T型橋台（跨線橋用）
- 30m高、T型橋脚（3種類の基礎）
- 多柱式橋脚、現場打ち杭基礎

(4) 基礎工

JKRの橋梁のほとんどが河川橋であることから、一般に杭基礎となっている。本調査でもこの点を留意し、杭基礎の設計を中心に実施した。ただ、参考例として直接基礎についても実施した。

(5) 自動設計・製図の開発

コンピュータシステムは自動設計システムの必要容量、汎用性、経済性およびマレーシアで最も一般的なIBM-PCとの互換性のあるものを選択した。一方、本調査に使った設計システム用のソフトウェアは、本調査団が独自に開発したものである。

2.3 技術移転とトレーニング

別途作成した設計マニュアルは別として、本調査の主要目的の一つはJKRの担当技術者への技術移転と訓練である。

この目的達成のため、本調査団は設計および製図作業をマレーシアで6ヶ月間にわたって実施した。マレーシア政府もJKR職員を6名追加して調査団に派遣し、このオン・ザ・ジョブ・トレーニングに従事させた。その結果、設計計算およびコンピュータープログラムの操作の理解・習熟という形で目的は達せられた。JKR側の理解・支援の労を多としたい。

2.4 橋梁設計標準化の評価

本調査の実施により、全体として、次のような便益が期待される。

- 個々の設計により発生しやすい過大・過小設計の不備が除去され、より合理的・経済的橋梁設計が達成される。
- 車輦の重量化による活荷重の増大、特殊車輦の荷重特性にも充分効果的に対処し得る。
- 形式の標準化により、合理的な維持管理作業が行える。
- 地方州・郡レベルのJKR職員にも、短支間橋梁の設計が標準設計図の利用により迅速に行え、かつ設計マニュアルで橋梁計画から施工にわたる橋梁技術の理解に役立つ。

3. 提言

3.1 標準設計の実用化にあたって

- (1) 本調査で採用した標準橋梁は、既存のPC桁製作設備を大きく変えることなく現地メーカーにより製作できるものである。従って、既存設備の部分改修に最小限必要な移行期間を以て可能な限り早期に実用化を実施すべきである。
- (2) 橋梁設計標準化は、短支間橋梁の設計、施工、維持管理の総体的効率化と経済性を目指して作成されたものであり、それには制約があることも十分理解する必要がある。個々特定の現場条件に適用するに際しては慎重な考察がなされるべきである。
- (3) JKR管轄下での橋梁設計および標準設計の適用の妥当性についての審査と承認の権限をJKR、Bridge Unitが有することが望ましい。

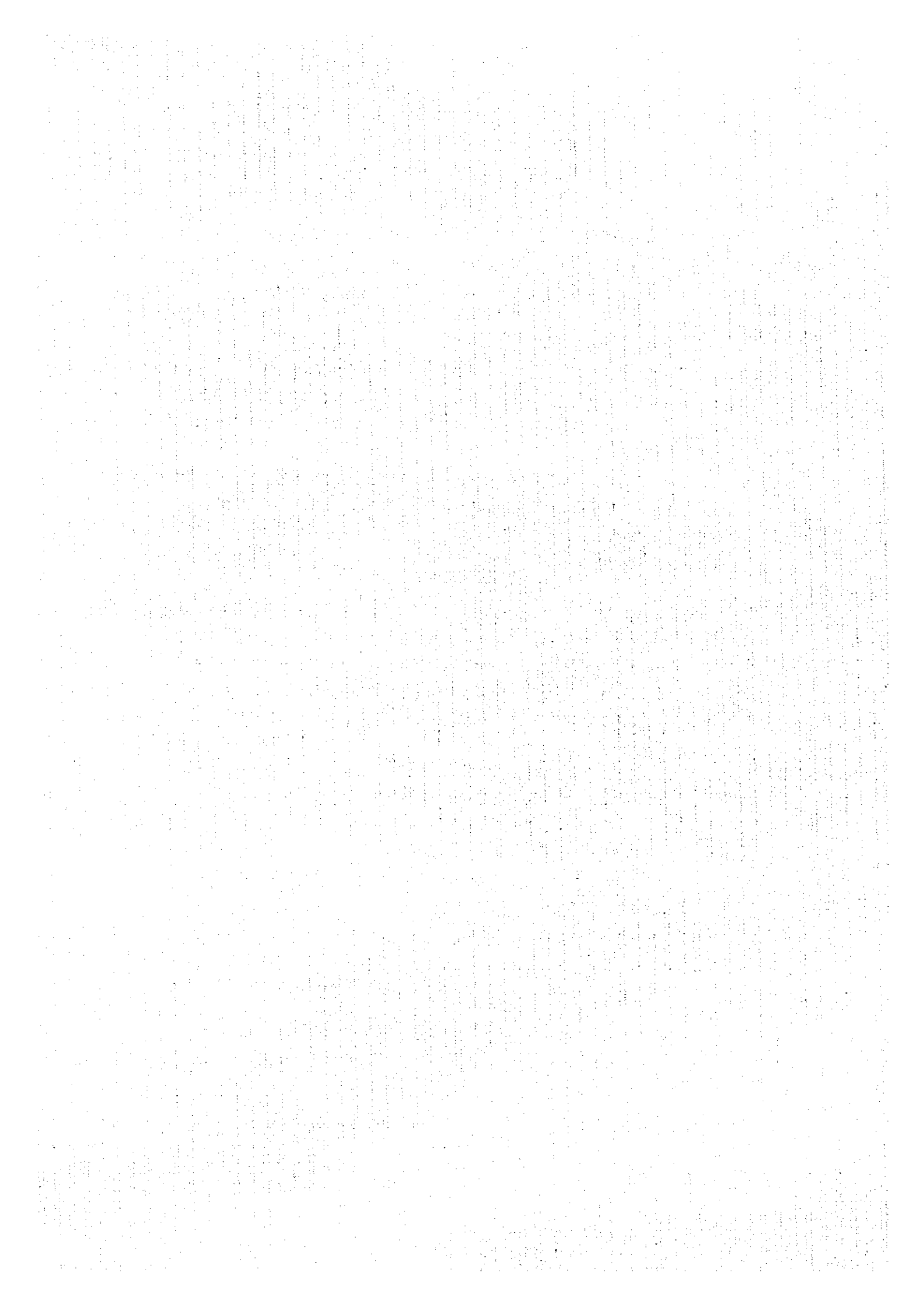
3.2 上部工および下部工の設計

- (1) 使用限界状態(SLS)でのプレストレストコンクリート部材の設計には、引張応力度制限(荷重組み合わせ1におけるクラス1)が規定どおり適用された。しかしながら、BD 37/88に規定された荷重の発生が極めて希であることおよびプレストレストコンクリート部材の有する復元特性を考慮して、引張応力度制限を設計上緩和すべきである。もし緩和されていれば部材のより合理的、かつ経済的な設計が達成し得たであろう。
- (2) 本調査の下部工と基礎の設計では部分自動化と手動入力システムが採用された。その設計過程で生ずる複雑な作業負担と増大する設計需要を考慮したとき、早期に下部工設計にも全電算化システムおよびプログラムが開発されるべきである。

3.3 体制上の整備

橋梁建設現場における検査・監督体制は州および郡レベルでより一層強化されるべきである。

適切な検査なしに、厳格な仕様書や良好な設計それ自体では、品質管理の良くできた最終成果物を得る保証は出来ない。



第一部 調査業務要約

序文
位置図
要旨

目次

	頁
第1章 序論	
1.1 調査の背景	1 - 1
1.2 調査目的	1 - 1
1.3 調査の範囲	1 - 1
1.4 報告書の構成	1 - 2
第2章 結論と提言	
2.1 結論	2 - 1
2.2 提言	2 - 6
第3章 調査業務の概要	
3.1 橋梁現場調査結果	3 - 1
3.2 標準橋梁形式とコンピューターシステムの選定	3 - 3
3.2.1 設計基準・条件の設定	3 - 3
3.2.2 標準橋梁形式・適用支間範囲の選定と 作業対象事例数	3 - 6
3.2.3 コンピューターシステムの選定	3 - 11
3.3 設計解析システムの開発	3 - 13
3.3.1 上部工の設計解析システム	3 - 13
3.3.2 下部工の設計解析システム	3 - 15
3.4 設計解析用コンピュータープログラムの開発	3 - 16
3.4.1 上部工用設計プログラム	3 - 16
3.4.2 下部工用設計プログラム	3 - 17
3.5 製図システムとプログラムの開発	3 - 18
3.5.1 上部工用システム	3 - 18
3.5.2 下部工用システム	3 - 18
3.5.3 図面表示方式	3 - 18
3.5.4 上部工用製図プログラムの開発	3 - 18

3.5.5	下部工用製図方法	3 -20
3.6	標準設計作業と製図の実施	3 -21
3.7	設計マニュアルの作成	3 -22

図

図 1.1	調査フローチャート	1 - 3
図 3.1	標準上部工形式	3 - 6
図 3.2	上部工設計プログラム フローチャート	3 -16
図 3.3	下部工設計プログラム フローチャート	3 -17
図 3.4	上部工製図プログラム	3 -19
図 3.5	標準設計図例（上部工）	3 -24
図 3.6	標準設計図例（下部工）	3 -25

第1章 序論

1.1 調査の背景

国の道路輸送の一層の改善を目指して、マレイシア政府（マ政府）は、全国軸重調査フェーズ1を1986年～1988年に実施し、その調査は増大する重量車輛に対する橋梁の耐荷能力が主たる問題であると指摘している。橋梁の老化に対処するべく、マ政府は、国際協力事業団（JICA）の技術援助のもとに、1992年に橋梁維持・修繕計画調査を実施した。その調査で橋梁の主となる問題点を指摘し、そのいくつかの問題は標準設計と施工の不足に由来するとしている。その結果、調査は橋梁設計、施工および維持管理の改善のために別途、橋梁の標準化のための調査をすることを提言した。

上記の提言およびマ政府の要請に答えて、JICAは、1993年12月、マ政府と次の調査の概要確認のための事前調査団を派遣した。この結果、1994年8月から、マレイシア国橋梁設計標準化計画調査が開始された。

この調査は、1996年7月、最終報告書等を提出して完了した。

1.2 調査の目的

本調査の主な目的は、次のものである。

1. 上部工の標準設計と下部工の代表的な設計の作成
2. 標準橋梁設計用の自動設計・製図（CADD）システムの開発
3. 橋梁計画、設計、施工および積算のためのマニュアルの作成

これに加えて、本調査をとおしてマレイシアのカウンターパートへの技術的移転がある。

1.3 調査の範囲

1. 橋梁形式

本調査の対象は、マ政府公共事業省（JKR）の道路幾何構造基準のR3/U3、R5/U5により、支間長45mまでのコンクリート橋に限定されており、鋼橋は含まれていない。本調査での主眼は上部工の設計にあるが、代表的下部工の設計も、部分自動化でなされるものである。

2. 設計基準

設計基準については、技術委員会および運営委員会の協議の結果次のとおりである。

(1) 設計基準

JKRの慣行に沿い、英国基準(BS)の限界状態設計法に基づいたが、BSで不十分な部分は日本の基準(JS)を適用した。

(2) 設計荷重

最新の英国の荷重規定、BD37/88が、JKRの荷重強化策に従って採用された。

本調査は、6段階に分けて、1994年8月から、1996年7月にわたって実施された。調査の主要作業項目とその相関性を図1.1に示す。

1.4 報告書の構成

最終報告書は、次に示す4部より成る。

- 第1部 : 調査業務要約
- 第2部 : 主報告書
- 第3部 : 設計マニュアル
- 第4部 : 標準設計図集

上記に加えて、既存橋梁の目視調査シート一式および上部工、下部工の設計計算書一式を作成し、マレーシア政府に提出した。

第2章 結論と提言

2.1 結論

2.1.1 橋梁設計標準化の必要性

マレーシア国の輸送体系において、旅客・貨物の両面で道路輸送が最も一般的な手段である。1991年の交通調査は、旅客の99.8%、貨物の98.5%が道路によることを示している。今後の10年間に、道路網の果たす役割は、旅客・貨物の主要輸送手段としてより一層重要性を増すことは明らかである。

今日に至るまで、全国で45,000kmの道路が整備され、そのうち連邦道路の延長は16,000kmに達している。

道路網で、橋梁は交通の要衝に位置しており、その落橋や機能の障害による影響を考えれば、極めて重要なものである。橋梁は全国で4,500橋あり、そのうち2,500橋が連邦道路に位置している。

運輸産業のさらなる効率化を目指して、マ政府は、全国軸重調査を実施した（1986～1988年）。この調査で、許容重量車輛の交通上の主たる障害は、橋梁の耐荷能力上の制約であることが明らかとなった。この調査の副産物として、マ政府は、JICAから橋梁維持・修繕計画調査という技術協力を受けた。この調査では、調査対象となった橋梁で、不適切な橋梁設計や施工を含む種々の欠陥が明らかとなった。

効率的な橋梁整備と限られた資源の最大限の活用のために、新規橋梁の設計・施工において、これらの欠陥は是非とも排除されなければならない。この目的達成のために、早期に、適切な橋梁上部工形式といくつかの代表的な下部工形式の標準設計を制定することはマ政府の最重要課題である。

2.1.2 技術面での主要結果

(1) 基本設計基準

本調査では、基本的な設計法としてBSの「限界状態設計法」を採用した。これは、マ政府の要請であり、かつマレーシアで広く実用されているからである。

また、橋梁設計基準：BS5400、設計荷重基準：BD37/88、基礎設計基準：BS8004およびJKR道路幾何構造基準が適用され、これら基準で不十分な場合はJSも適用され

た。

これら最新の基準の適用により、標準橋梁の耐荷能力は著しく増大し、近年著しく増加している重量車輛交通、最大許容荷重の増加および特殊車輛による荷重特性の需要を満足し得るものである。

(2) 上部工

3スパン連続形式を含め、5種類の上部工形式が各支間長を対象に開発された。これらは、30度の斜角に対応し得るものである。

形 式	支間範囲(m)
鉄筋コンクリート床版	5～10
プレテンションコンクリート床版	5～10
プレテンション中空床版	10～16
プレテンションコンクリートT-桁	18～22
ポストテンションコンクリートT-桁	22～45

(3) 下部工

すべての橋台、橋脚は、河川水文上の視点から耐久性、安定性確保のために、河床下に十分な根入れがなされるようになっている。

(a) 橋台

逆-T型橋台が採用された。高さの範囲は6～12mで、各支間長の上部工を支持するものであり、斜角30度まで対処するものである。

(b) 橋脚

橋脚には、T-型と多柱式が採用された。高さは10～20mで、各支間長の上部工を支持するものである。

(c) サンプル設計

JKRの要請により、上記の代表的形式の他にサンプル設計として下記のものが設計された。

- 高さ 8 m、直接基礎の逆-T形橋台
- 高さ12m、逆-T形橋台（跨線橋用）
- 高さ30m、3種類の基礎支持のT-形橋脚
- 現場打ち杭基礎支持の多柱式橋脚

(4) 基礎工

JKRの橋梁の殆どが河川橋であることから、一般に杭を基礎としている。これらの点から、本調査でも主として杭基礎の設計に重点を置いたが、直接基礎の設計も参考例として実施した。

本調査では、橋梁の基礎工として2種類の杭を考慮した：打ち込み杭（PC杭）と場所打ち杭である。摩擦杭と支持杭方式に基づく杭に対する設計荷重を決めるための設計計算例は、参考用に設計マニュアルに編集されている。しかしながら、地盤条件は場所毎に変化するものであるため、設計者は、土の支持力、その結果としての杭の長さ決定のための地質工学的設計を行わなければならない。

(5) 自動化設計・製図システムの選定と開発

ハードウェアとソフトウェアを含むコンピュータシステムは、自動設計システムの能力、JKRでの使用上の容易さ、経済性とマレーシアで最も一般的に使われているIBM-PCとの互換性を考慮し、パーソナルコンピュータシステムが選定された。

一方、本調査の設計システム用のソフトウェアは、本調査団により独自に開発されたものである。標準橋梁の設計用に自動設計プログラムが構築され、マレーシアの橋梁技術者にとって操作の容易なsimple dialogue パーソナルコンピュータシステムとして開発されている。自動製図システムおよび総合的コンピュータプログラムは主として上部工用に開発された。それは全ての標準構造形式を包含した設計解析プログラムと密接に連携し、かつ数量計算能力を有するものである。しかしながら、本調査では下部工用に特定の自動製図プログラムは開発されなかった。JKRで使用している auto-CAD を利用し、代表的な下部工形式の製図に必要なデータを手動で作図し、プロッターでプリントアウトした。

2.1.3 標準橋梁形式の選定における考慮事項

標準形式として適した形式を決定するための諸要因について検討がなされた。

(1) 材料

セメント、鉄筋、P C鋼線などの建設材料は、現地で広く調達可能であるものが使用された。これらの材料は、諸規定に規定された条件に合格するものであることはもちろんである。

(2) 経済性

現行で使用されている桁と新規提案のP C桁の経済性の比較検討がなされた。

(3) 施工方法

標準橋梁の開発において、現地で可能な現行の施工法を採用した。提案される新しい方法であっても実用化可能であると見なされる。

(4) 維持管理

標準橋梁の選定には、将来の維持管理上の問題を最小限にするための設計上優れた配慮もなされた。それらは：

- 桁端が直線
- 効果的な洗掘防護
- 高強度のコンクリート使用、十分な覆り、クラック幅の制御による耐久性の確保
- 現地建設業者の品策管理
- 適切な橋梁計画、位置選定

(5) プレキャスト部材の製作

プレキャスト プレストレス部材は、現地製作者の技術、生産能力を考慮した上で開発された。本調査では、直線端で簡潔な断面形状の桁が採用された。これは生産品の高品質を確保するためでもある。また、プレキャスト桁の選定では、現地製作工場での設備改修のための新規投資を極力抑える配慮もなされた。

(6) 景観上の配慮

可能な限り、簡潔さ、形状の対称性、橋全体としての軽快さという意味での配慮がなされた。

2.1.4 技術移転と訓練

別途作成の設計マニュアルは別として、本調査の主目的の一つにJKRの Bridge Unit の技術者への技術移転と訓練がある。

この目的達成のため、本調査団は、6ヶ月間にわたり設計と製図作業を、マレーシアにて実施した。マ政府は、追加的に6名のJKR職員を本調査団に送り込み、オン・ザ・ジョブ・トレーニングに従事させた。これにより、設計計算やコンピューター・プログラムの操作の実技による理解という意味で目的を達成した。また、セミナーも予定より多く2回実施した。

2.1.5 橋梁設計標準化の評価

標準橋梁の導入により次のような効果、便益が予期される。

- 個々の設計から生じやすい過大、過少設計のような不備が除去され、より一層体系的、合理的かつ全体としての経済的な橋梁設計が達成される。
- 重量化する車輛交通による活荷重の増大や、トレーラーなど特殊車輛の荷重特性にも十分効果的に対応可能な橋梁設計が可能となる。
- 橋梁形式の標準化により、一層系統的維持管理作業が行い得る。
- 標準設計図の利用により、JKRの州・郡レベルで、短支間橋梁の設計が迅速に実施でき、かつ設計マニュアルによって、マレーシアの技術者の橋梁技術に関する知識の向上に寄与する。

2.2 提言

2.2.1 標準設計の実用化にあたって

- (1) 本調査で採用した標準橋梁形式は、そのPC桁を現地で製作・生産するにあたって既存の施設を大きく変更する必要はないので、最小限の移行期間でもって早期に実用化されるべきである。
- (2) 橋梁設計の標準化は、短支間長の橋の設計、施工および維持管理の全体的な効率化と経済性を企図して作成されたものであり、それ自体ある限界もあることを十分理解し、特定の現場条件に標準設計を適用するにあたっては、慎重な検討がなされるべきである。
- (3) JKR、Bridge Unit が、その管轄下にある橋梁設計と標準設計の適用の妥当性について審査、承認する権限を持つことが好ましい。

2.2.2 橋梁計画上の改善必要性

既存橋梁の現場目視調査で、特に改善の必要が明らかな点は、次のとおりである。

- 橋梁下に十分な空間を確保すること。
- 道路線計、河川条件の関係において、極力斜橋を避けること。
- 橋梁構造物防護のために、十分な護岸工を設け、かつ適切に維持管理すること。

上記の他に、適切な橋梁計画のために必要な要領は、設計マニュアルに説明されている。

2.2.3 上部工および下部工の設計

(1) 上部工

「使用限界状態」におけるプレストレスト コンクリート部材の設計には、引張応力限界（荷重組合せ条件1でのクラス1）が適用された。しかし、BD37/88にて規定されている荷重の発生頻度は極めて希であり、かつプレストレスト コンクリート部材の有する復元特性を考慮して、引張応力限界は設計上緩和されるべきである。そうすれば、より合理的、経済的なプレストレスト コンクリート部材の設計が達成されたであろう。

(2) 下部工

本調査において下部工・基礎の設計には、部分自動化・手動入力システムが適用されたが、その過程にかかわる作業量の負担と、橋梁設計の需要の増大を考慮したとき、これらの設計にも早期に全自動化システムとプログラムの開発がなされるべきである。

2.2.4 体制上の整備

- (1) JKRの州・郡レベルにおける橋梁建設現場の検査・監督体制の一層の強化が必要である。適切な検査・監督なしに、厳格な仕様書や良好な設計自体だけでは、品質管理の行き届いた最終構造物は保証されない。
- (2) JKR、Bridge Unit には、かなりの数の自動CAD操作に習熟した製図工がいる。もし、彼等に、設計上の基本的必要規定について簡単な教育が実施されれば、その技術水準の向上が図られ、製図表示上の不注意な誤りも防ぐことができよう。

第3章 調査業務の概要

3.1 橋梁現場調査結果

橋梁現場調査は、既存橋梁の状況および河川水文状態を目視により調査するために行われた。調査地域は、サバ・サラワク両州を含むマレーシアの地形的、道路網状の代表的な地域を対象とした。

全体として103橋を調査した。半島部の東・西両沿岸地域で75橋、サバ・サラワク州で28橋である。調査結果の主な事項は次のとおりである。

(1) 橋梁調査

- 代表的橋梁形式

半島部では、支間長が30mを越えない程度のプレキャストPC桁橋が主流であるが、サバ・サラワク州ではI-桁やプレートガーダーの鋼橋もかなり一般的である。

- JKR PC標準桁の採用

最近（1980年代以降）、JKRの標準M-桁、インバーテッドT桁がPC桁として広く採用されている。しかしながら、いくつかの橋では桁間隔の適用に不統一が見られる。

- 連結桁

PCポストテンション桁多経間橋では、伸縮継手の省略のため桁連結工法がかなりみられる。橋梁の弱点となりやすい伸縮継手を避けるために、この方法はかなり効果的であると思われる。

- パイルベント橋脚と橋台

調査した橋脚、橋台のほとんどは、パイルベント構造である。これは、主として施工の容易さと経済性からである。しかし、この構造は、水工学上および橋全体としての安定上の問題を引き起こしている。

塩害損傷

東部沿岸地域に沿って橋台、橋脚に塩害がみられるが、PC桁の上部工は、一般的に良好な状態にある。

(2) 橋梁水文調査

河道と橋梁の方位

曲がり目の流路区間で斜角での横断橋梁が多く（対象の50%）見られる。

橋梁下の空間

橋梁下空間の不十分な橋が多く（75%）みられる。中には河道内に橋台が設置されているものもある。洪水流を狭め、構造物周辺のひどい浸食と洗掘をもたらすものである。

橋脚の構造と方位

短支間長の橋脚のほとんどは、パイルベント構造である。大河川を横断する長支間橋の橋脚には、パイルキャップあるいはフーティングのあるものもあるが、それらは、水面上に築造されている。

いくつかのパイルベント橋脚は水流に斜角となっている。このような橋脚は、洪水流を妨げ浮遊物が引っかかりやすいばかりでなく水流の乱れによる洗掘や浸食を助長しやすい。

橋台の位置と方位

河道内に橋台が設置されている例は多い。ほとんどの橋台はパイルベント構造で、水流と斜角をなしているものもある。これらは、橋台の浸食・洗掘を生じさせやすい。

橋梁構造物周辺の護岸工

護岸工が不十分な橋梁は多い（90%）。特にサバ・サラワク州では河岸浸食の問題が多い。

橋梁下の障害物

橋台、橋脚のあるものは、漂流丸太材で損傷を受けている。旧橋の橋脚、橋台コンクリートとの残留物は洪水流を妨げ、橋全体の安定性を脅かす。

3.2 標準橋梁形式とコンピューターシステムの選定

3.2.1 設計基準・条件の設定

(1) 設計基準

本調査に適用した設計基準はBSによる「限界状態設計法」が基本であり、設計活荷重はBD37/88に基づいている。これ以外の荷重についてもBD37/88を適用した。従って、適用された基準は次のとおりである。

橋梁設計基準	BS5400
設計荷重基準	BD37/88
基礎設計基準	BS8004
幾何構造基準	JKR道路幾何構造設計要領

なお、これらの基準によりがたい場合は、日本の設計基準も適用している。

(2) 設計条件

設計条件は、マレーシアの多くの技術者にとって設計の応用と運営管理が簡便、明確、安全かつ容易であることを考慮して設定された。

主な設計条件は、次のように要約される：

設計解析の方法。

弾性解析理論

幅員構成。

JKR幾何構造基準、橋梁幅員13m (R5/U5) および11m (R3/U3)。

主要材料の品種

コンクリートの品種 :	鉄筋コンクリート桁	:	Grade 40
	プレキャストコンクリート桁	:	Grade 50
	ポストアストコンクリート桁	:	Grade 50
	下部工	:	Grade 40
	鉄筋コンクリート杭	:	Grade 40
	場所打ち杭	:	Grade 30
	PC杭	:	Grade 60
鉄筋	:	Y460、R250	
PC鋼材	:	T12.7およびT15.2 (基本)	

荷重

死荷重 :

<u>材 料</u>	<u>単位重量 (KN/m³)</u>
鋼材、鋳鉄、鍛造鋼材	78.5
鉄筋コンクリート、プレキャストコンクリート	25.0
コンクリート塊	23.5
アスファルトコンクリート舗装	23.0
被覆土	19.0
水	10.0

積載死荷重

横断勾配調整用無筋コンクリートおよび最小厚60mm舗装。

その他の荷重

活荷重 : 想定車線数-R5/U5 & R3/U3とも4車線
公称活荷重-BD37/88

衝突荷重 : 上部工には適用せず、橋脚のみ
最少クリアランス 道路上 5.7m

プレスト力 : BS5400。ポストテンション桁は2段階プレストレス

収縮・ひびわれ効果 : CEBマニュアル。湿度80%。

風荷重 : 最大40m/s--横方向

温度 : 温度変化 - 支承、伸縮継手、下部工に対し20度
温度差 - BS5400。省略可

土圧 : 橋台に対し、クーロンの公式による受動土圧のみ

軸方向荷重 : 道路交通に平行に一推定車線に作用するトラクションまたはブレーキによるHAまたはHBのいずれかの大きい荷重。

滑りによる事故荷重 : BD37/88の6.11.

水流および浮遊材木の影響 : BS5400に規定なく、日本の基準による。

荷重の組合せと設計種別

使用限界状態のもとでの鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリートに対する適用荷重の組合せと、設計限界種別は次のようにまとめられる。

RC部材には設計ひびわれ幅を、PC部材には引張応力限界が適用される。

荷重組合せ1でのクラス1

荷重組合せ2～5でのクラス2

RC桁に対する設計ひびわれ幅 : 0.25mm

床版に対する設計ひびわれ幅 : 0.15mm

下部工に対する設計ひびわれ幅 : 0.25mm

基礎の安定解析

直接基礎 : BS5400とBS8004

杭基礎 : JS

下部工の構造設計

構造部材 : BS5400

パラペットおよびウィングウォールの断面力 : JS応用

3.2.2 標準橋梁形式・適用支間範囲の選定と作業対象事例数

標準設計用の橋梁形式決定のために、上部工10形式について概略設計と比較設計を実施した。

これらは、業務指示書に示された5形式と、代表的既存橋梁の現場目視調査結果から選定した5形式よりなっている。

概略設計は、設計計算結果より明らかになる構造特性の視点から実施された。

比較設計は、経済性、施工性、維持管理、マレーシアでの慣習等の視点から行われた。

概略・比較設計の結果に基づいて、将来の効果的利用を考慮して標準橋梁形式は選定された。しかしながら、下部工および連続橋については、概略設計なしに、一般的比較検討がなされた。

(1) 選定された標準上部工形式

1. 鉄筋コンクリート床版 (RCSS)
2. プレテンションコンクリート床版 (PRSS)
3. プレテンションコンクリート中空床版 (PRIIS)
4. プレテンションコンクリート合成T桁 (PRT)
5. ポストテンションコンクリート合成T桁 (PTT)


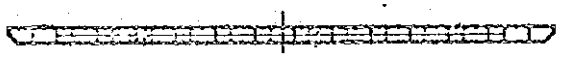
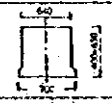
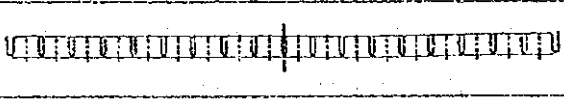
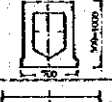
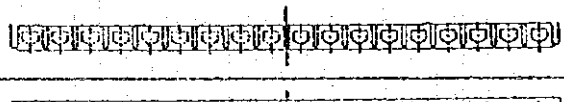
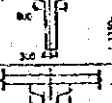


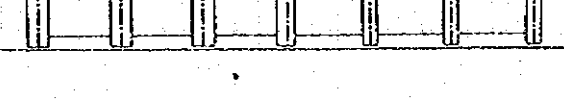
Beam Type	Span Range	Cross Section	
RCSS	6m - 10m		
PRSS	6m - 10m		
PRIIS	12m - 20m		
PRT	18m - 22m		
PTT	25m - 45m		

図 3.1 標準上部工形式

(2) 上部工に対する設計計算および製図の事例数

下記の事例数について作業は実施された。斜角については、設計計算では15度と30度を対象としたが、図面は0度（直橋）についても作成された。

支間	形式	幅員	斜角	事例
6 m	RCSS and PRSS	13m, 11m		8
8 m	- do -	- do -	- do -	8
10m	RCSS and PRSS	- do -	- do -	8
12m	PRHS	- do -	- do -	4
14m	- do -	- do -	- do -	4
16m	PRHS	- do -	- do -	4
18m	PRT	- do -	- do -	4
20m	- do -	- do -	- do -	4
22m	PRT	- do -	- do -	4
25m	PTTS and PTTC	- do -	- do -	4
28m	- do -	- do -	- do -	4
30m	- do -	- do -	- do -	4
32m	- do -	- do -	- do -	4
35m	- do -	- do -	- do -	4
40m	- do -	- do -	- do -	4
45m	- do -	- do -	- do -	4
計				76 (設計) 114 (図面)

(3) 選定された標準下部工形式

下部工設計の作業範囲については、標準下部工は代表的な事例を部分自動解析により実施することが合意された。

下部工の形式および設計事例に関しては、1994年2月の事前調査報告書で、橋台、橋脚のいくつかの形式が推奨されていた。それらは：

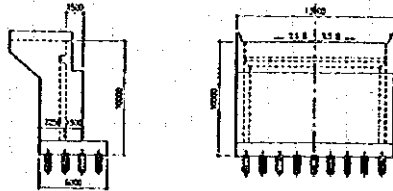
- 橋台 : 逆T形式と重力式
- 橋脚 : T形、多柱式および壁形式
- 基礎 : 直接基礎および杭基礎（橋台・橋脚両方）

上記の形式は、JKRとの検討・協議、JKRの要請との適合およびマレーシアでの既

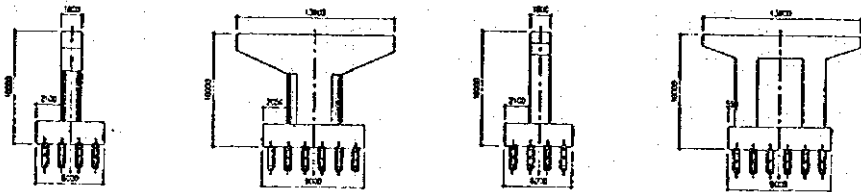
存橋梁現場調査結果の反映等を経て修正された。マレーシアで稀にしか採用されていない構造形式は、本調査の標準設計には選定されなかった。

代表的な下部工として選定された形式は、下記にまとめられるものである。

- 橋台 : 逆T形式、高さ10mまで。



- 橋脚 : T形式と多柱式、高さ20mまで。



- 基礎 : PC杭、支持杭と摩擦杭形式。

- 下部工のサンプル設計

上記の選定形式の他に、JKRの要請を受けて、次のサンプル設計も行われた。

PC杭基礎の高橋台 (H=12m) を跨線橋用として。

直接基礎の橋台、例外的な事例用として。

PC杭基礎の高橋脚 (H=30m)、峡谷用として。

現場打ち杭基礎の橋台と橋脚、市街地用として。

(4) 下部工用標準設計計算および製図の事例数

橋台

設計計算用事例数

	上部工支間範囲			
	6m~10m	12m~22m	25m~32m	35m~45m
	事例数	事例数	事例数	事例数
橋台高	1 : 6m	1 : 6m	1 : 6m	2 : 8m, 10m
支間	1 : 10m	2 : 16m, 22m	2 : 28m, 32m	2 : 35m, 45m
基礎 (PC杭)	2 : 支持杭 摩擦杭	2 : 支持杭 摩擦杭	2 : 支持杭 摩擦杭	2 : 支持杭 摩擦杭
斜角	2 : 15°, 30°	2 : 15°, 30°	2 : 15°, 30°	2 : 15°, 30°
設計事例数	N=1X1X2X2=4	N=1X2X2X2=8	N=1X2X2X2=8	N=2X2X2X2=16

計 : 4 + 8 + 8 + 16 = 36事例

参考図面作成事例数

変数	高さ	支間	基礎 (PC杭)	斜角	事例 No.
橋台高	8m	35m	支持杭	0	1
	10m	35m	支持杭	0	2
支間	6m	16m	支持杭	0	3
	6m	28m	支持杭	0	4
基礎形式	6m	28m	支持杭	0	4
	6m	28m	摩擦杭	0	5
斜角	6m	28m	支持杭	0	4
	6m	28m	支持杭	15	6
	6m	28m	支持杭	30	7
最小支間	6m	10m	支持杭	0	8
	6m	10m	摩擦杭	0	9
最大支間	10m	45m	支持杭	0	10
	10m	45m	摩擦杭	0	11

計 : 11事例

橋脚 (T形式と多柱式)

設計計算用事例数

	上部工支間範囲		
	12m~22m	25m~32m	35m~45m
	事例数	事例数	事例数
橋台高	1 : 10m	2 : 10m, 15m	2 : 10m, 20m
支間	2 : 16m, 22m	2 : 28m, 32m	2 : 35m, 45m
基礎 (PC杭)	2 : 支持杭 摩擦杭	2 : 支持杭 摩擦杭	2 : 支持杭 摩擦杭
斜角	2 : 15°, 30°	2 : 15°, 30°	2 : 15°, 30°
設計事例数	N=1X2X2X2=8	N=2X2X2X2=16	N=2X2X2X2=16

計 : 8 + 16 + 16 = 40事例

参考図面作成事例数

変数	高さ	支間	基礎 (PC杭)	斜角	事例 No.
橋台高	10m	28m	支持杭	0	1
	15m	28m	支持杭	0	2
支間	10m	16m	支持杭	0	3
	10m	28m	支持杭	0	1
基礎形式	10m	28m	支持杭	0	1
	10m	28m	摩擦杭	0	4
斜角	10m	28m	支持杭	0	1
	10m	28m	支持杭	15	5
	10m	28m	支持杭	30	6
最小支間	10m	16m	支持杭	0	3
	10m	16m	摩擦杭	0	7
最大支間	20m	45m	支持杭	0	8
	20m	45m	摩擦杭	0	9

計 : 9事例

(5) 下部工用サンプル設計と製図事例数

- 直接基礎（1事例） : 高さ8m、逆下形式高橋台
- 高逆T形橋台（1事例） : 両橋台間クリアランス30m、橋台高さ12m。
PC杭（支持式）基礎。
- 高橋脚（3事例） : 橋脚高30m
基礎 (1) PC杭（支持式）
(2) PC杭（摩擦式）
(3) 現場打ち杭 $\phi 800\text{mm}$
- 多柱式橋脚（1事例） : 橋脚高20m
基礎 現場打ち杭 $\phi 800\text{mm}$

サンプル設計数 計：6事例

3.2.3 コンピューターシステムの選定

コンピューターシステム、ハードウェアとソフトウェアは、パーソナルコンピューターシステム用に選定された。これは、電算化設計システムの機能、マレーシアでの汎用性使用上の容易さ、コスト面での妥当性およびマレーシアで一般的に使われているIBM=PCとの互換性を考慮したものである。

(1) 電算化設計システムとプログラム

システムは4部門からなっている。

- 上部工の設計

パーソナルコンピューターを使用した系統化された自動設計システム。

- 開発プログラム

プログラム1 : 共通データの入力

プログラム2 : 構造解析

プログラム3 : 主桁の設計

- プログラム4： 横桁の設計
- プログラム5： 設計結果の出力

- 下部工の設計

部分的電算化システム

- 開発プログラム

- プログラム1： プレーンフレーム構造の構造的解析
- プログラム2： RC部材の設計
- プログラム3： 杭の安定性設計

- 上部工の製図

シンクロナイズされた自動CADによる自動製図システム

- 下部工の製図

手動入力による auto-CAD

(2) コンピューター・ハードウェアと操作システム

- ハードウェア・システム

	内 容
CPU	I 80486 DX4/100 MHZ or better
Monitor	21" Colour Monitor
Hard Disk	2.9 GB
Printer	Laser Shot A3 size
Plotter	Ink Jet A0 size
Back Up	External Portable Hard Disk
UPS	600 VA
CAD	Auto-CAD Version 13

- 操作システム

操作システム : MS-DOS Ver. 6.2
構造と断面解析 : FORTRAN language
入力と出力 : BASIC language

3.3 設計解析システムの開発

標準橋梁形式設計のために、設定された設計基準に従って設計解析システムは定義された。

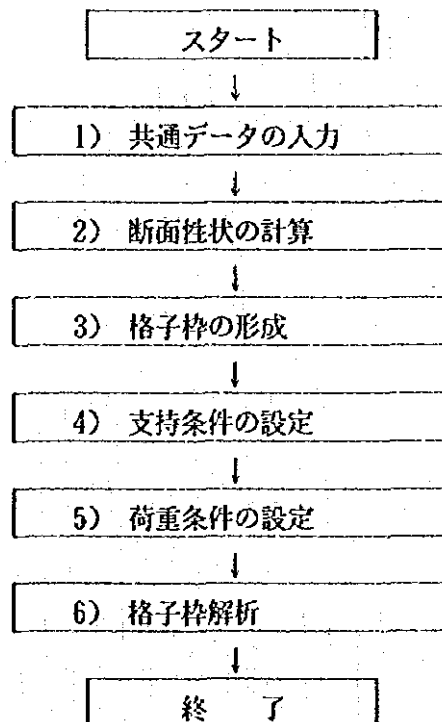
まず第一に、設計解析手順を作成し、基準に従って適度の安定性と供用性を確保するために各設計段階での設計方法が詳細に定義づけられた。

設計解析システムに基づいて、電算化設計プログラムと製図プログラムの開発がなされた。

3.3.1 上部工の設計解析システム

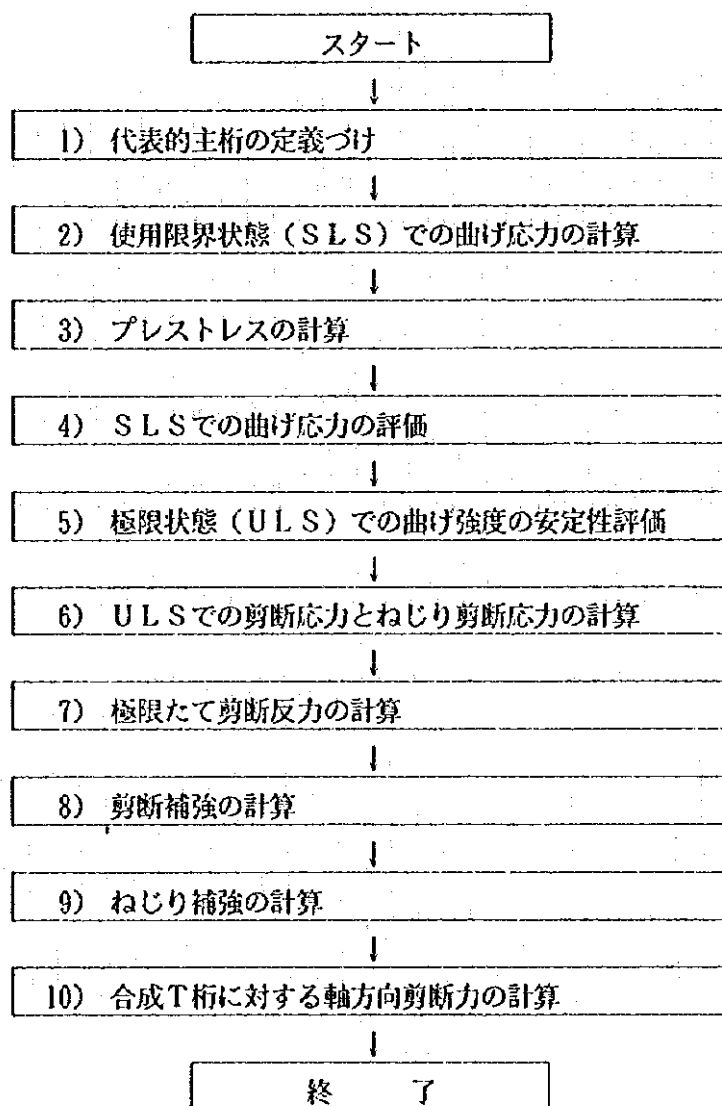
(1) 構造的解析

構造的解析は、次の解析フローチャートにより行われた。



(2) 主桁の設計

主桁の設計は、次の設計フローチャートにより行われた。



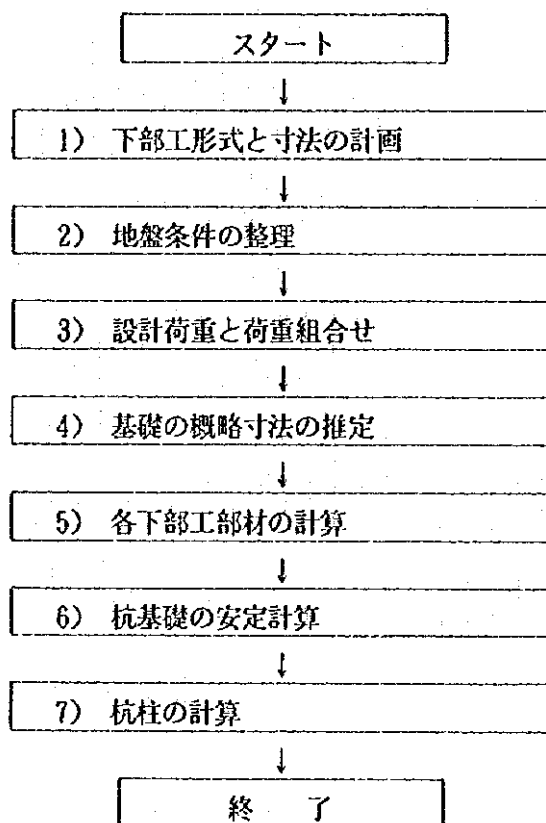
(3) 横桁の計算

横桁の設計は、主桁設計の場合とほとんど同じフローチャートによって行われたが、ただプレストレス力の温度と合成T桁の曲げ応力に関する条件の設定がなされた。

3.3.2 下部工の設計解析システム

下に示すような、下部工の設計解析における仮定条件を定め、設計フローチャートに従って設計は実施された。

- 作用土圧
- 各部材の解析
- 杭基礎の設計解析
- 地盤の弾性
- 多柱の設計



- 特定条件

本調査では、床版の設計は電算化設計システムに結合されてなく、標準スラブ厚さは有限要素法で定められた。計算書は、床版の安全性を確実なものにするため、別に作成された。厚さの決定にあたって、床版は繰り返し活荷重を直接支持するものであることから、安全性に十分な考慮がなされた。

3.4 設計解析用コンピュータープログラムの開発

ハードウェアシステムについては、前述のとおりパーソナルコンピューターシステムが使用された。一方、本調査に用いる設計システム用のソフトウェアは、本調査団によって独自に開発されたものである。

パーソナルコンピューターにより簡便に設計可能な自動設計プログラムは、設定された設計解析手順に従って標準設計の橋梁形式のために構築された。

マレーシアの橋梁技術者が容易に操作できるよう、コンピュータープログラムはシングル・ダイアログパーソナルコンピューターシステムとして開発された。

3.4.1 上部工用設計プログラム

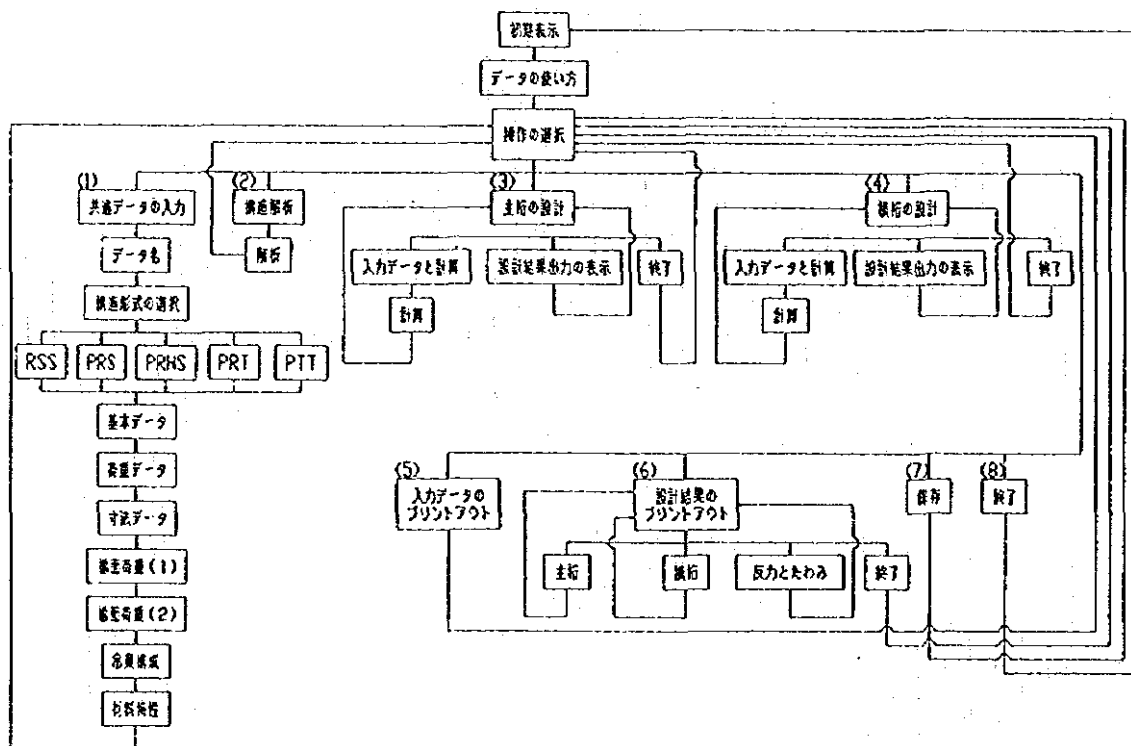


図 3.2 上部工設計プログラム フローチャート

3.4.2 下部工用設計プログラム

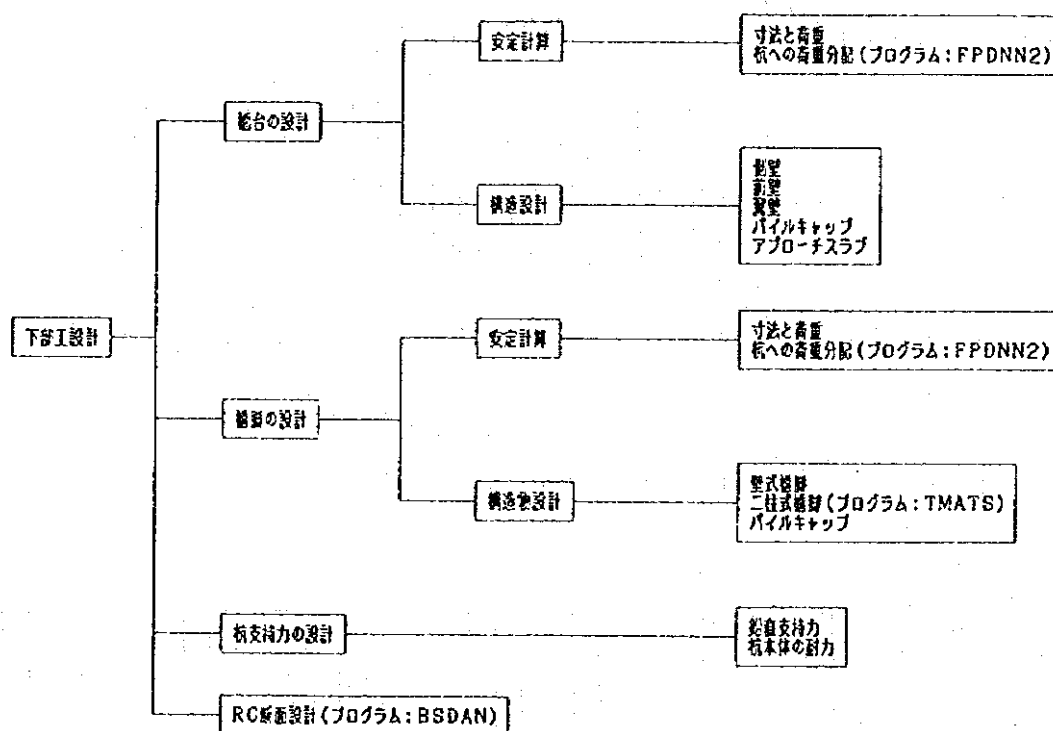


図 3.3 下部工設計プログラム フローチャート

3.5 製図システムとプログラムの開発

3.5.1 上部工用システム

自動製図用システムの開発は、主として上部工用を意図して行われた。

上部工の製図用に総合的なコンピュータープログラムが開発された。それは、標準構造形式のすべてを網羅し、数量計算機能も備えたもので、設計解析プログラムと緊密に連結したものである。

3.5.2 下部工用システム

下部工用には、本調査用の、特定の自動製図プログラムは作成されなかった。JKRで使用されている auto-CAD を使って下部工用図面は作成された。

3.5.3 図面表示方式

図面表示方式は、「JKR技術図面表示要領」に基づいて設定された。これは、図面作成上必要な種々の共通項目を、こまかく規定したものである。

3.5.4 上部工用製図プログラムの開発

(1) 製図プログラム

自動製図プログラムは、フォア・タスク プログラムとCADシステムよりなりたっている。

また、このプログラムは、各標準構造形式の主要建設材料の数量計算能力を備えたものである。

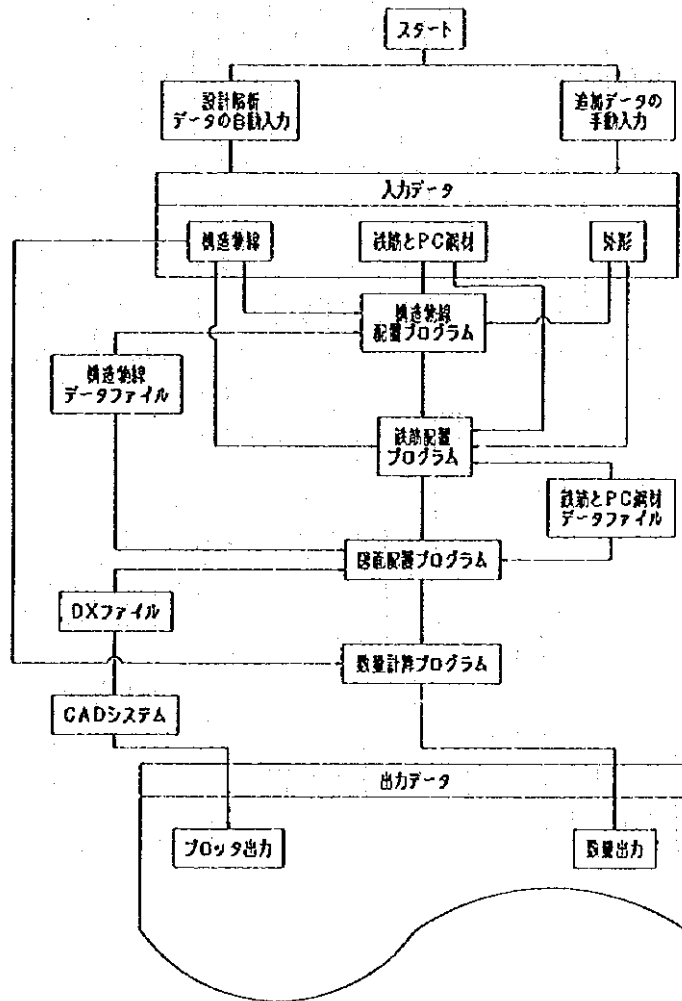


図 3.4 上部工製図プログラム

(2) 入力データと出力図面

- 入力データ

入力データは、二方式で作成された：設計解析データからの自動入力と付加データの手動入力である。さらに、入力データは、構造物線、プレストレス鋼線を含む鉄筋と外形よりなる三種別に分けられる。

- 出力データ（図面と数量）

下に示しように、形式と出力図は、各標準構造形式用にあらかじめ定められたものである。

構造形式	図面の名称	図面数/事例
RCコンクリート床版	- 構造一般図と鉄筋配置図	1
プレテンションコンクリート 中空床版	- 構造一般図 - 鉄筋およびPC鋼材配置図	1 1
プレテンションコンクリート 合成T桁	- 構造一般図 - 桁用鉄筋およびPC鋼材 配置図と床版詳細図	1 1
ポストテンションコンクリート 合成T桁	- 構造一般図 - 桁用鉄筋およびPC鋼材 配置図 - 床版詳細図	1 1 1

3.5.5 下部工用製図方法

下部工の図面は、JKR所有の英語版 auto-CAD を用い、設計結果をもとに、基本的な事例を調査団が手書きで、まず作成した。これにならって、JKR製図工が他の事例についても同様に、auto-CAD を用い、手書きで作成した。これらがプロッターで出力された。

下部工用図面（出力データ）

形式	図面の名称	図面数/事例
T形橋脚	構造一般図	1
	鉄筋配置図	1
多柱式橋脚	構造一般図	1
	鉄筋配置図	1
逆T形橋台	構造一般図	1
	鉄筋配置図	1
杭	PC	φ600鉄筋配置図
	現場打ち	φ800鉄筋配置図
ウィングウォール	長さ5m 鉄筋配置図	1
	長さ3m 鉄筋配置図	1
アプローチスラブ (長さ5m)	ウィングウォール(t=700mm)	1
	ウィングウォール(t=500mm) 各一般寸法図と 鉄筋配置図	1

3.6 標準設計作業と製図の実施

上部工、下部工の実際の設計作業は、設定された設計解析システムおよび開発された電算プログラムのもとに、1995年6月中旬から8月末にかけて実施された。

(1) 訓練と技術移転

設計と製図作業は、JKR, Bridge Unit の技術者への訓練と技術移転を目的として、マレイシアにて実施された。この、オン・ザ・ジョブ・トレーニングに従事させるため、マ政府は、4名の技術者と2名の製図工からなる6名の職員を、特別に追加して調査団に派遣した。これは、設計計算とコンピュータープログラムの操作を理解させる形での技術移転を目的としたものである。

(2) 作業の方法

設計計算は一般に、カウンターパート技術者が最初に行い、調査団の担当要員がその結果をチェックする方法で実施された。しかしながら、下部工の場合、多数の計算対象事例があり、そのため構造部材の設計解析のために数多く小型の電算プログラムの開発が余儀

なくされた。数多い計算事例の作業負荷を、訓練の技術者としぼしば分担しながら行われた。ここでも、将来、標準設計の効果的使用の促進と理解を深めることを目的に進められた。

設計解析および製図における技術者への移転を考慮した主要技術は次のようにまとめられる。

- 上部工： 入力データの一般的解釈
桁寸法の初期仮定
プレストレッシングの設計
基準と限界
- 下部工： 橋台、橋脚寸法の初期仮定
杭の設計
荷重条件
設計解析の技法
- 製 図： 基本的事例で作成したデータベースの適用方法

(3) 設計作業と製図対象事例数

標準橋梁タイプの設計および製図作業の実施では、上部工の場合、形式や各種パラメーターの組合せで、設計計算の対象事例は総数76事例、そして製図対象事例は114に及んだ。一方、下部工の場合、設計計算は6例のサンプル設計例を含めて、122事例、製図は35事例に及んだ。このようなおびただしい数の設計と製図事例の作業は、JKRの要請をも満足させるべく実施したものである。作成された上部工用標準図面は250枚、下部工の種々の目的で作成された図面は75枚に達した。

3.7 設計マニュアルの作成

本調査の最終段階において、設計マニュアルを作成し、公共事業省の技術者が標準設計を利用するにあたっての手引き書となることを目的とした。

設計マニュアルは次の5章からなっている。

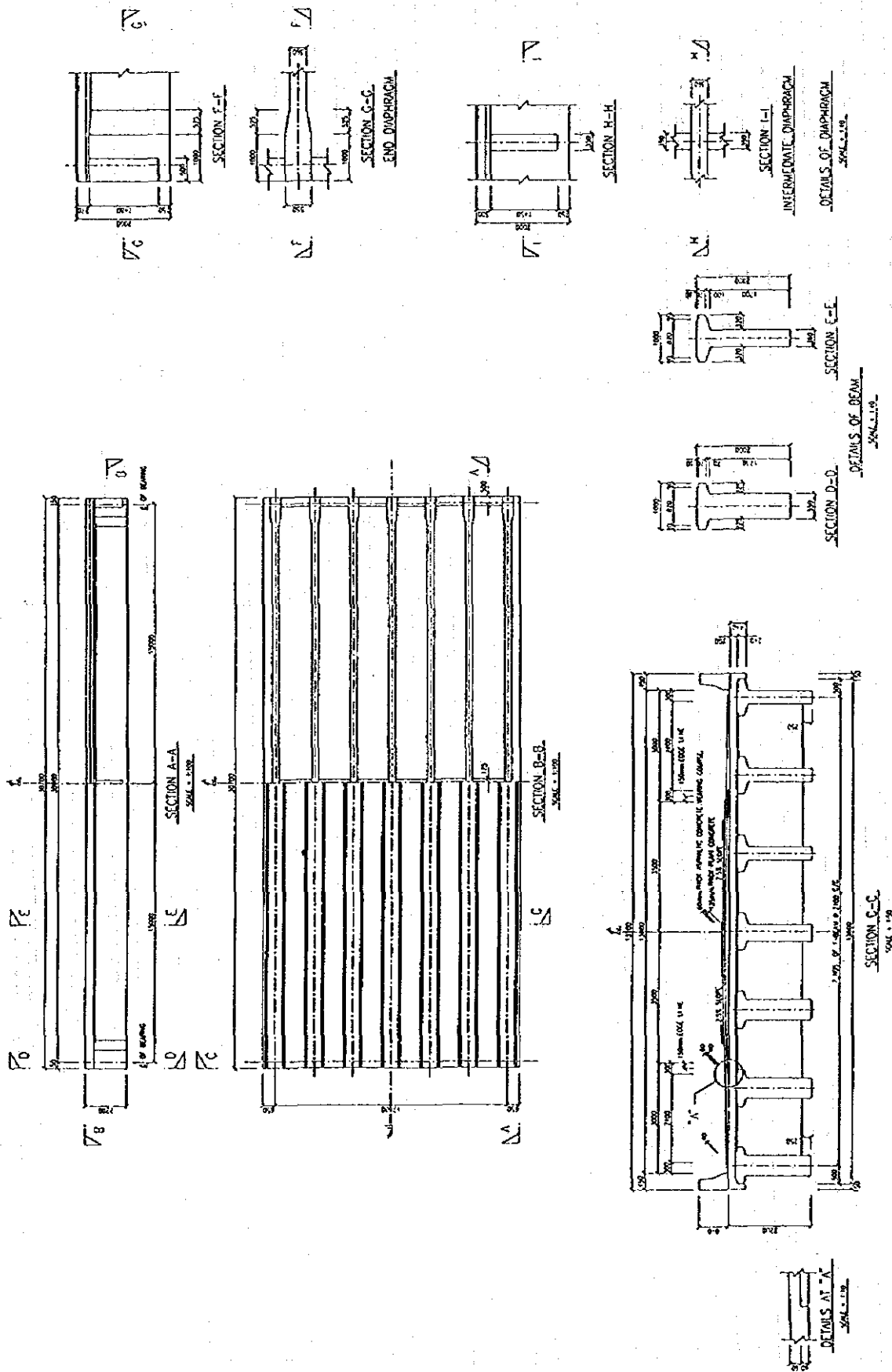
- 第一章 橋梁計画
- 第二章 橋梁構造解析
- 第三章 橋梁施工計画及び工費積算

- 第四章 設計プログラムの操作方法
- 第五章 製図プログラムの操作方法
- 第六章 数量計算プログラムの操作方法
- 第七章 下部工設計プログラムの操作方法

この設計マニュアルには、公共事業省の技術者が橋梁計画から積算にいたる橋梁設計作業に必要な全ての基本事項が網羅されている。各章は、それぞれ独立して活用できるものであるが、設計作業の過程においては、事実上相互に関連しているものである。

本設計マニュアルは、公共事業省の技術者にとって橋梁技術に関する知識の向上にも大いに役立つものである。

この設計マニュアルの主要な内容について広く紹介するため、マレーシア国橋梁設計標準化についてのセミナーを開催した。セミナーには、全国の公共事業省の技術者ばかりでなく、マレーシア技術者協会、マレーシアコンサルタント協会、民間コンサルタントおよび関連製作会社の代表者も招へいされ参加した。



 JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA CAKUPAN JALAN		UNIT JAMBATAN PERINGKAT: _____ NO. _____ KAWASAN: _____		PROJEK: _____ NO. _____ KAWASAN: _____	
Disyorkan: _____ Disyorkan: _____	Disyorkan: _____ Disyorkan: _____	Disyorkan: _____ Disyorkan: _____	Disyorkan: _____ Disyorkan: _____	Disyorkan: _____ Disyorkan: _____	Disyorkan: _____ Disyorkan: _____

圖 3.5 標架設計圖例 (上部工)

JICA