

フィリピン国

幹線道路主要橋梁改修計画調査

ファイナル・レポート  
第2巻  
(本編)

平成 元年 6月

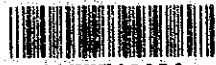
国際協力事業団

開 一
CR(3)
89-072(2/2)

Y



JICA LIBRARY



1075749101

19500



フィリピン国

幹線道路主要橋梁改修計画調査

ファイナル・レポート  
第2巻  
(本編)

平成 元年 6月

国際協力事業団

国際協力事業団

国際協力事業団 国際協力事業団 国際協力事業団



国際協力事業団

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の幹線道路主要橋梁改修計画に係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した。

当事業団は、1987年12月より1989年3月まで日本工営株式会社の大島久氏を団長とし、同社及び株式会社アルメックから構成される調査団を現地に派遣した。

調査団は、フィリピン共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、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った。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては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ある。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

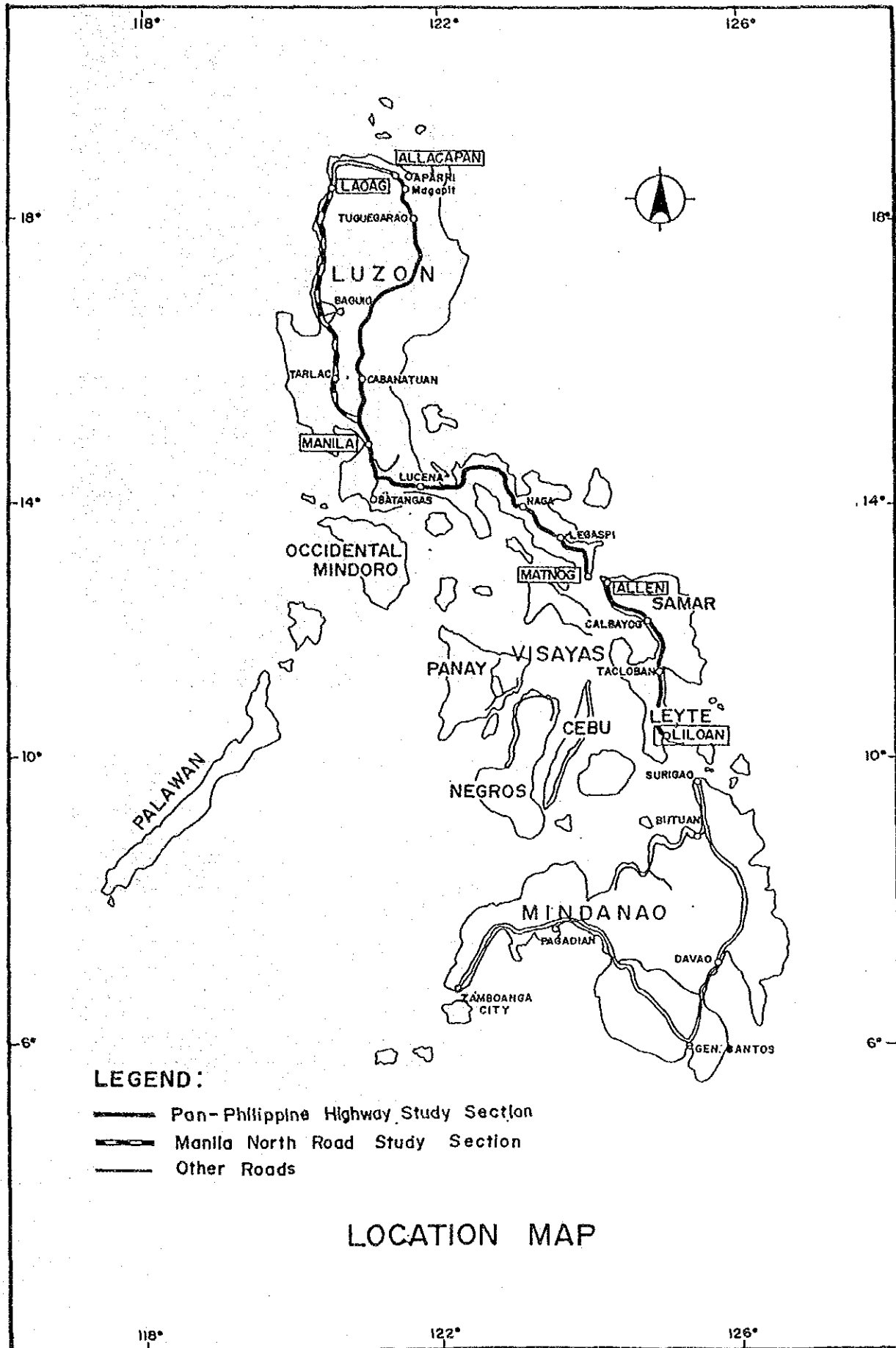
平成 元年 6月

国際協力事業団




総 裁 柳 谷 謙 介







**LEGEND:**

-  Pan-Philippine Highway Study Section
-  Manila North Road Study Section
-  Other Roads

**LOCATION MAP**





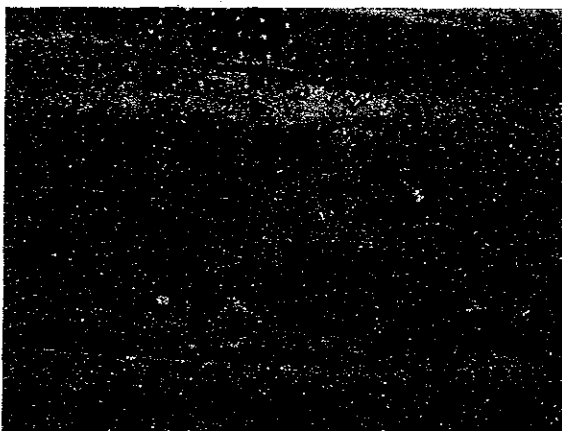
主要部材：

鋼桁の断面欠損



鋼構造：

主桁の著しい錆 (S-I-B)



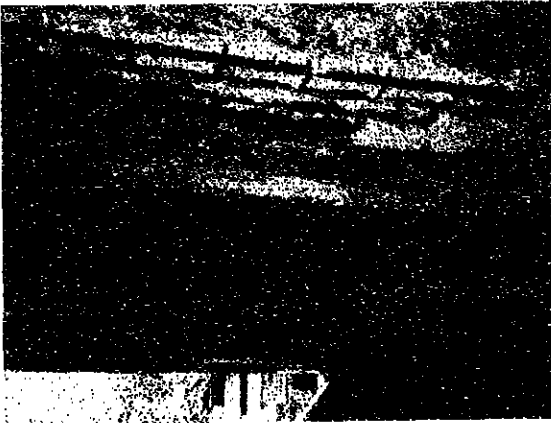
床版：

コンクリート床版の著しい  
クラック(S-I-B)



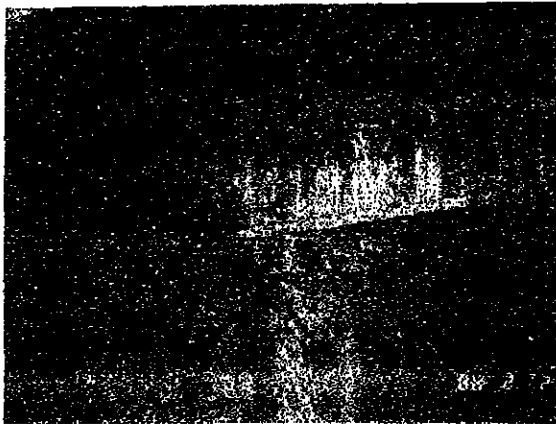
コンクリート桁：

スパン中央のコンクリート桁  
のはげ落ち



コンクリート桁：

桁の鉄筋の露出 (R. C. D. G.)



下部工：

コンクリート桁の動きによる  
橋脚の座のかけ落ち



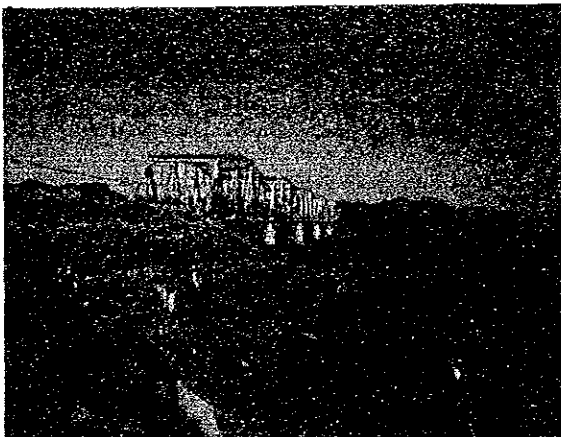
基礎工：

コンクリート杭頭につぶれ



基礎工：

河床の局部洗掘による露出した杭基礎



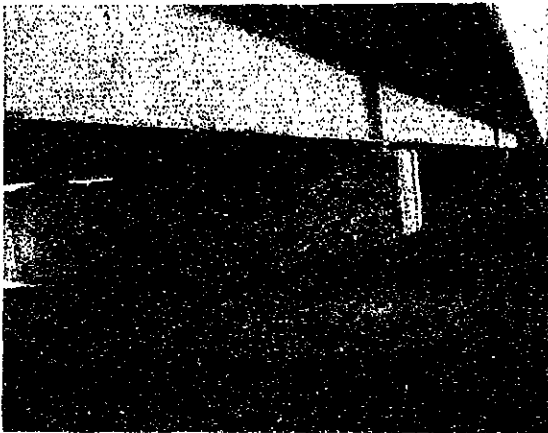
河岸：

復旧工事中の流失河岸



橋台：

法面保護の流失による  
露出橋台



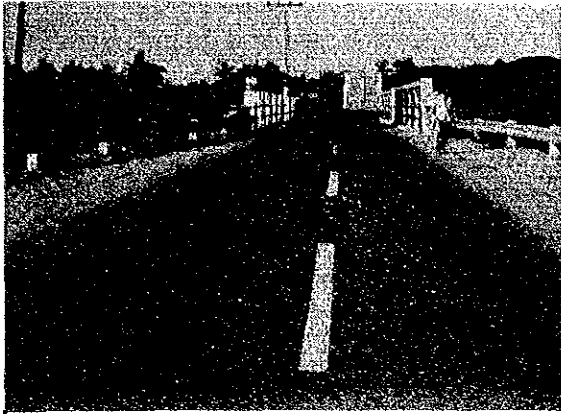
橋脚：

河床の堆積によって埋れた  
橋脚柱



河川流：

橋軸と平行に流れる河川流



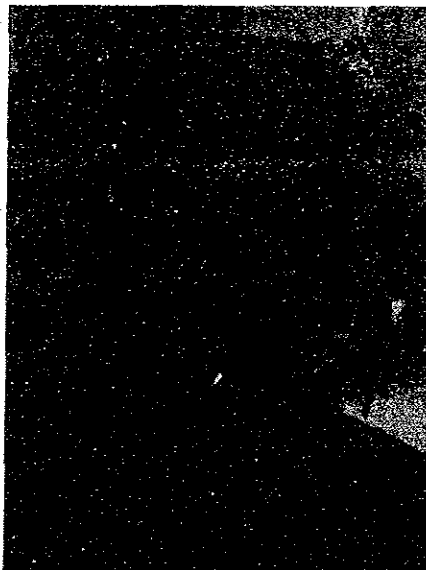
橋梁幅員：

トラス橋における不十分な幅員



橋梁幅員：

狭い橋梁幅員による車輛衝突の  
損傷



沓：

コンクリート座から抜け出した  
アンカーボルト





## 目 次

	頁
第1章 プロジェクトの紹介 .....	1-1
1.1 概要 .....	1-1
1.2 プロジェクトの背景 .....	1-1
1.3 調査目的 .....	1-2
1.4 調査範囲 .....	1-2
1.5 調査組織 .....	1-3
第2章 作業内容と報告書の構成 .....	2-1
2.1 概要 .....	2-1
2.2 調査作業の流れ .....	2-1
2.3 報告書の構成 .....	2-1
第3章 データ収集と予備検討 .....	3-1
3.1 概要 .....	3-1
3.2 収集の方法 .....	3-1
第4章 目視調査 .....	4-1
4.1 概要 .....	4-1
4.2 調査手順 .....	4-1
4.3 既存橋の現況 .....	4-3
4.3.1 Manila～Laoag 区間の橋梁現況 .....	4-3
4.3.2 Manila～Allacapan 区間の橋梁現況 .....	4-4
4.3.3 Liloan～Allen 区間の橋梁現況 .....	4-4
4.3.4 Matnog～Manila 区間の橋梁現況 .....	4-5
4.3.5 既存橋梁の損傷 .....	4-5

	頁
4.4 既存橋梁の分類 .....	4-7
4.4.1 建設年代ごとの橋数 .....	4-7
4.4.2 橋梁形式 .....	4-8
4.4.3 幅員により分類した橋数 .....	4-8
第5章 第一次橋梁選定 .....	5-1
5.1 概要 .....	5-1
5.2 第一次橋梁選定の基準 .....	5-1
5.3 一次選定で選ばれた改修橋梁 .....	5-2
5.4 損傷の分類 .....	5-2
第6章 改修橋梁の選定と予備設計 .....	6-1
6.1 概要 .....	6-1
6.2 選定基準の設定 .....	6-1
6.3 改修橋梁の選定と予備設計 .....	6-12
6.4 分類と対象橋梁 .....	6-16
第7章 橋梁詳細調査 .....	7-1
7.1 概要 .....	7-1
7.2 構造調査 .....	7-1
7.2.1 部材寸法の測定 .....	7-1
7.2.2 非破壊試験と中性化試験 .....	7-2
7.3 地形測量 .....	7-5
7.4 地質調査 .....	7-6
7.5 載荷試験 .....	7-6
7.5.1 目的 .....	7-6
7.5.2 載荷試験の位置 .....	7-6
7.5.3 載荷試験方法 .....	7-7
7.5.4 載荷試験の結果 .....	7-9

	頁
第 8 章 河川水文調査 .....	8-1
8.1 概要 .....	8-1
8.2 水文調査の方法 .....	8-4
8.2.1 河川システムモデル .....	8-6
8.2.2 降雨解析の手法 .....	8-6
8.2.3 洪水解析 .....	8-7
8.2.4 河床変動調査の手法 .....	8-8
8.2.5 設計洪水位調査の手法 .....	8-9
8.3 水文調査の結果 .....	8-10
8.3.1 確率洪水流量 .....	8-11
8.3.2 河床変動と洗堀 .....	8-14
8.3.3 設計洪水位 .....	8-17
8.3.4 推奨される設計橋梁長 .....	8-20
8.3.5 最低必要な橋梁スパン長 .....	8-22
8.3.6 推奨される河川改修 .....	8-24
第 9 章 改修橋梁の分類 .....	9-1
9.1 概要 .....	9-1
9.2 架替え橋梁、上部工の架替えと補修を判定する基準 .....	9-2
9.2.1 橋梁の幅員 .....	9-2
9.2.2 許容載荷重 .....	9-4
9.2.3 損傷の程度 .....	9-7
9.3 橋梁の架替え、上部工の架替えと補修の判定 .....	9-8
第10章 予備設計 .....	10-1
10.1 概要 .....	10-1
10.2 設計の手順 .....	10-1
10.3 計画条件 .....	10-2

	頁
10. 4 設計橋梁幅員 .....	10-12
10. 4. 1 標準および設計橋梁幅員 .....	10-12
10. 4. 2 設計橋梁幅員 .....	10-14
10. 5 河川構造物の設計 .....	10-16
10. 6 比較設計 .....	10-20
10. 7 橋梁改修の設計 .....	10-25
10. 7. 1 架替え橋 (Reconstruction).....	10-27
10. 7. 2 上部工の架替え(Replacement of Superstructure).....	10-29
10. 7. 3 補修 (Repair).....	10-29
10. 8 迂回橋の設計 .....	10-35
10. 9 予備設計の概要 .....	10-38
10. 10 概略工事数量 .....	10-39
第11章 積算 .....	11-1
11. 1 概要 .....	11-1
11. 2 事業費の構成 .....	11-1
11. 2. 1 直接費 .....	11-2
11. 2. 2 間接費 .....	11-3
11. 2. 3 技術・管理費 .....	11-4
11. 2. 4 用地・補償費 .....	11-4
11. 2. 5 予備費 .....	11-4
11. 3 単価分析 .....	11-5
11. 4 建設費 .....	11-6
11. 5 事業費 .....	11-6
第12章 経済評価 .....	12-1
12. 1 概要 .....	12-1
12. 2 経済動向 .....	12-3

	頁
12.2.1 人口 .....	12-3
12.2.2 国内総生産 .....	12-6
12.2.3 所得分布 .....	12-7
12.2.4 雇用 .....	12-8
12.3 交通 .....	12-9
12.3.1 道路網の現況 .....	12-9
12.3.2 交通量 .....	12-11
12.3.3 交通の性格 .....	12-13
12.3.4 交通量予測 .....	12-17
12.3.5 自動車運行費用の算定 .....	12-22
12.4 経済評価 .....	12-25
12.4.1 経済評価の手法 .....	12-25
12.4.2 経済費用 .....	12-29
12.4.3 橋梁改修の便益 .....	12-32
12.4.4 橋梁改修の優先順位 .....	12-42
12.4.5 感度分析 .....	12-51
第13章 実施計画の策定 .....	13-1
13.1 概要 .....	13-1
13.2 実施スケジュール .....	13-6
13.3 工事段階と工区 .....	13-8
13.4 必要資金 .....	13-8
13.5 今後の技術調査 .....	13-9
13.6 工事の管理と実施機関 .....	13-10
第14章 橋梁点検・維持場管理の手引き .....	14-1
14.1 概要 .....	14-1
14.2 橋梁点検 .....	14-1

	頁
14.2.1 点検の種類と頻度 .....	14-3
14.2.2 点検方法 .....	14-4
14.2.3 橋梁台帳 .....	14-4
14.2.4 橋梁の評価 .....	14-6
14.2.5 接近方法 .....	14-6
14.2.6 点検機器 .....	14-7
14.3 橋梁の維持管理と改修 .....	14-8
14.3.1 維持管理の作業範囲 .....	14-8
14.3.2 改修工法の事例集 .....	14-9
14.4 橋梁点検と維持管理の組織 .....	14-9
14.4.1 点検・維持管理の実施体制 .....	14-12
14.4.2 点検・維持管理要員の研修 .....	14-13
第15章 橋梁台帳の作成 .....	15-1
15.1 概要 .....	15-1
15.2 システムの構成 .....	15-1
15.2.1 データプロセス .....	15-1
15.2.2 データ管理 .....	15-3
15.3 使用機械 .....	15-4
15.4 予定される作業 .....	15-4
第16章 結論と勧告 .....	16-1
16.1 概要 .....	16-1
16.2 既設橋梁の改修の重要性 .....	16-1
16.3 結論と勧告 .....	16-2
16.3.1 既設橋の評価 .....	16-2
16.3.2 改修計画の実施 .....	16-2
16.3.3 将来の維持・管理 .....	16-3

## LIST OF TABLES

		<u>Page</u>
Table 6.1	TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (1/3) .....	6-4
Table 6.2	TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (2/3) .....	6-5
Table 6.3	TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (3/3) .....	6-6
Table 6.4	SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (1/5) .....	6-7
Table 6.5	SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (2/5) .....	6-8
Table 6.6	SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (3/5) .....	6-9
Table 6.7	SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (4/5) .....	6-10
Table 6.8	SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (5/5) .....	6-11
Table 6.9	SELECTED BRIDGES WITH DETERIORATION AND DAMAGES ....	6-14
Table 6.10	NUMBER OF DETERIORATION AND DAMAGES .....	6-15
Table 8.1	SELECTED BRIDGES SUBJECT TO RIVER HYDROLOGICAL STUDY (1/2) .....	8-2
Table 8.2	SELECTED BRIDGES SUBJECT TO RIVER HYDROLOGICAL STUDY (2/2) .....	8-3
Table 8.3	PROBABLE FLOOD RUN-OFF AT THE BRIDGE SITE .....	8-13
Table 8.4	DESIGN FLOOD WATER LEVEL .....	8-19
Table 8.5	RECOMMENDED DESIGN BRIDGE LENGTH .....	8-21
Table 8.6	REQUIRED MINIMUM BRIDGE SPAN LENGTH .....	8-23
Table 9.1	BRIDGE WIDTH FOR REHABILITATION .....	9-3
Table 9.2	JUDGEMENT OF RECONSTRUCTION, REPLACEMENT OF SUPERSTRUCTURE AND REPAIR (22 Br.) .....	9-9
Table 9.3	RECONSTRUCTION, REPLACEMENT OF SUPERSTRUCTURE OR REPAIR (52 Br.) .....	9-12
Table 10.1	MINIMUM GEOMETRIC STANDARD .....	10-3
Table 10.2	APPLIED BRIDGE WIDTH .....	10-5
Table 10.3	DESIGNED BRIDGE WIDTH .....	10-15
Table 10.4	RESULT OF COMPARATIVE DESIGN .....	10-24
Table 10.5	APPLICATION OF DESIGN LIVE LOAD .....	10-26
Table 10.6	CRITERIA FOR DETOUR BRIDGE .....	10-36

	<u>Page</u>
Table 10.7	DETOUR BRIDGES ..... 10-37
Table 10.8	REHABILITATION METHODS ..... 10-40
Table 10.9	FEATURES OF DESIGN BRIDGE (1) ..... 10-41
Table 10.10	FEATURES OF DESIGN BRIDGE (2) ..... 10-42
Table 10.11	SUMMARY OF WORK QUANTITIES ..... 10-43
Table 11.1	LABOR RATES ..... 11-7
Table 11.2	UNIT PRICE OF CONSTRUCTION MATERIAL ..... 11-8
Table 11.3	HOURLY EXPENSES OF MAJOR EQUIPMENT ..... 11-9
Table 11.4	FOREIGN, LOCAL AND TAX COMPONENT OF CONSTRUCTION LABOR, MATERIAL AND EQUIPMENT ..... 11-10
Table 11.5	ADOPTED PRICE ..... 11-11
Table 11.6	SUMMARY OF CONSTRUCTION COST (1/2) ..... 11-12
Table 11.7	SUMMARY OF CONSTRUCTION COST (2/2) ..... 11-13
Table 12.1	POPULATION AND GROWTH RATE BY REGION ..... 12-3
Table 12.2	POPULATION IN PROVINCES ALONG THE ARTERIAL ROAD ..... 12-4
Table 12.3	LAND AREA AND POPULATION DENSITY BY PROVINCE ..... 12-5
Table 12.4	GROSS DOMESTIC REGIONAL PRODUCT BY INDUSTRIAL ORIGIN ..... 12-6
Table 12.5	DISTRIBUTION OF FAMILY AND FAMILY INCOME BY INCOME CLASSIFICATION ..... 12-7
Table 12.6	LABOUR FORCE EMPLOYMENT STATUS, URBAN AND RURAL ..... 12-8
Table 12.7	ROAD NETWORK BY SURFACE TYPE IN CENTRAL AND NORTH LUZON ..... 12-9
Table 12.8	ROAD NETWORK BY SURFACE TYPE IN REGION IV AND V ..... 12-9
Table 12.9	TRAFFIC COMPOSITION BY VEHICLE TYPE ..... 12-15
Table 12.10	SHARE OF LOADED (UNLOADED) TRUCKS AND TRUCK TRAFFIC COMPOSITION ..... 12-16
Table 12.11	POPULATION GROWTH RATES IN STUDY AREA ..... 12-18
Table 12.12	GROWTH RATE OF PER CAPITA INCOME ..... 12-18
Table 12.13	TRAFFIC GROWTH RATE ..... 12-20
Table 12.14	BASIC VEHICLE OPERATING COSTS ..... 12-23
Table 12.15	VEHICLE OPERATING COSTS BY ROAD SURFACE, CONDITION AND VEHICLE TYPE ..... 12-24
Table 12.16	FOREIGN, LOCAL AND TAX COMPONENT OF CONSTRUCTION LABOUR, MATERIAL AND EQUIPMENT ..... 12-30



	<u>Page</u>
Table 12.17	ECONOMIC PROJECT COST FOR INDIVIDUAL BRIDGES ..... 12-31
Table 12.18	ESTIMATED LIFE OF BRIDGES ..... 12-33
Table 12.19	DISTRIBUTION OF PROBABILITIES OF BRIDGE UNSERVICEABILITY (CONCRETE BRIDGE) ..... 12-35
Table 12.20	DISTRIBUTION OF PROBABILITIES OF BRIDGE UNSERVICEABILITY (STEEL BRIDGE) ..... 12-36
Table 12.21	LOADING CAPACITY OF EXISTING AND REHABILITATED BRIDGES ..... 12-38
Table 12.22	PRIORITY RANKING OF INDIVIDUAL REHABILITATION BRIDGES ..... 12-43
Table 12.23	PRIORITY RANKING FOR ROAD LINK ..... 12-46
Table 12.24	ECONOMIC EVALUATION FOR ROAD SECTION ..... 12-48
Table 12.25	ECONOMIC EVALUATION FOR ROUTE ..... 12-50
Table 12.26	ECONOMIC EVALUATION BY REGION ..... 12-50
Table 12.27	ECONOMIC EVALUATION FOR TOTAL PROJECT ..... 12-50
Table 12.28	SENSITIVITY OF FLUCTURATION IN REHABILITATION COST AND TRAFFIC ..... 12-52

## LIST OF FIGURES

		<u>Page</u>
Fig. 1.1	REGIONS AND REGIONAL OFFICES WITHIN THE PROJECT RANGE .....	1-2
Fig. 2.1	WORK ACTIVITY FLOW OF THE STUDY .....	2-3
Fig. 6.1	FLOW CHART DIAGRAM OF THE PROCEDURE FOR SELECTING BRIDGES .....	6-3
Fig. 6.2	NUMBER OF BRIDGES PER INDIVIDUAL PHASE .....	6-17
Fig. 7.1	FLOW CHART DIAGRAM OF LOADING TEST .....	7-8
Fig. 10.1	APPLICABLE TYPES OF CONCRETE BRIDGE .....	10-8
Fig. 10.2	APPLICABLE TYPES OF STEEL BRIDGE .....	10-8
Fig. 10.3	APPLICABLE TYPES OF PIER .....	10-9
Fig. 10.4	APPLICABLE TYPES OF ABUTMENT .....	10-9
Fig. 10.5	APPLICABLE TYPES OF FOUNDATION .....	10-10
Fig. 12.1	FLOW CHART OF ECONOMIC EVALUATION PROCEDURE IN THE STUDY FRAMEWORK .....	12-2
Fig. 12.2	TRAFFIC FLOWS ON THE STUDY ROAD .....	12-12
Fig. 12.3	LOAD LINKS .....	12-28
Fig. 12.4	LOGISTIC CURVE FOR PROBABILITY OF BRIDGE UNSERVICEABILITY .....	12-34
Fig. 12.5	PRIORITY RANKING OF INDIVIDUAL REHABILITATION BRIDGES .....	12-44
Fig. 12.6	ECONOMIC EVALUATION FOR ROAD SECTION .....	12-49
Fig. 13.1	TENTATIVE IMPLEMENTATION SCHEDULE .....	13-7
Fig. 13.2	ORGANIZATION CHART FOR DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS .....	13-11
Fig. 14.1	FLOW CHART DIAGRAM FOR INSPECTION AND MAINTENANCE ..	14-2
Fig. 14.2	ORGANIZATION CHART OF BUREAU OF MAINTENANCE .....	14-11

	<u>Page</u>
Fig. 14.3      SCHEMATIC FLOW CHART OF BRIDGE INSPECTION AND MAINTENANCE/DECISION MAKING .....	14-14
Fig. 15.1      FLOW CHART PROGRAM OF BRIDGE DATA MANAGEMENT SYSTEM .....	15-2
Fig. 16.1      PHASING SYSTEM FOR REHABILITATION BRIDGES .....	16-4

## LIST OF APPENDIX

- APPENDIX 1.1 MINUTES OF DISCUSSION
- APPENDIX 1.2 LIST OF MEMBERS CONCERNED
- APPENDIX 1.3 LOCATION OF REGIONAL AND DISTRICT ENGINEERING OFFICES, DPWH
  
- APPENDIX 3.1 LIST OF COLLECTED DATA
  
- APPENDIX 4.1 INVENTORY SHEETS FOR VISUAL INSPECTION
- APPENDIX 4.2 DEFINITION OF SPECIAL TERMS
- APPENDIX 4.3 NO. OF BRIDGES BY YEAR, WIDTH AND TYPE
  
- APPENDIX 6.1 RESULTS OF VISUAL INSPECTION (52 Bridges)
- APPENDIX 6.2 DIAGNOSTIC RECORD
  
- APPENDIX 7.1 RESULTS OF DETAILED STRUCTURAL SURVEY
- APPENDIX 7.2 RESULTS OF GEOTECHNICAL SURVEY
  
- APPENDIX 8.1 RESULTS OF RIVER CONDITION
- APPENDIX 8.2 METEOROLOGICAL FEATURES
- APPENDIX 8.3 RAINFALL ANALYSIS
- APPENDIX 8.4 FLOOD RUNOFF ANALYSIS
- APPENDIX 8.5 RIVERBED FLUCTUATION OF THE BUED RIVER
  
- APPENDIX 10.1 SEISMIC DATA
- APPENDIX 10.2 DESIGN CRITERIA
- APPENDIX 10.3 STANDARD BRIDGE WIDTH OF PREVIOUS PROJECTS
- APPENDIX 10.4 COMPARATIVE DESIGN
  
- APPENDIX 11.1 DETAILED CONSTRUCTION COST FOR BRIDGES
  
- APPENDIX 12.1 PROJECT AVERAGE DAILY TRAFFIC VOLUME
- APPENDIX 12.2 VEHICLE OPERATION COST
- APPENDIX 12.3 LIST OF ROAD LINK
- APPENDIX 12.4 COST/BENEFIT STREAM
  
- APPENDIX 13.1 BREAKDOWN OF ESTIMATED CONSTRUCTION COST FOR PHASE-I AND PHASE-II
  
- APPENDIX 15.1 DATA ENTRY FORMAT AND INVENTORY SHEETS
- APPENDIX 15.2 RELATIONS BETWEEN BRIDGE DATA ENTRY NUMBER AND BRIDGE STATION

## ABBREVIATIONS

AASHTO	- American Association of State Highway and Transportation Offices
DPWH	- Department of Public Works and Highways
GOJ	- Government of Japan
GOP	- Government of the Philippines
JICA	- Japan International Cooperation Agency
U.S	- United States
NIA	- National Irrigation Administration
NIC	- National Institute of Climatology
NEDA	- National Economic Development Authority
IBRD	- International Bank for Reconstruction and Development
OECF	- Overseas Economic Cooperation Fund
PBMG	- Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences
BCGS	- Philippine Bureau of Coast and Geodetic Survey
EDSA	- Epifanic de les Santos Avenue
NSCP	- National Structural Code of the Philippines
PMO-FS	- Project Management Office-Feasibility Study
MNR	- Manila North Road
PPH	- Pan-Philippine Highway
PPH-N	- Pan-Philippine Highway - North
PPH-S	- Pan-Philippine Highway - South
PPH-LEYTE	- Pan-Philippine Highway Samar-Leyte
AADT	- Annual Average Daily Traffic
GDP	- Gross Domestic Products
TGR	- Transport Growth Rate
PAR	- Philippine Area of Responsibility
DFWL	- Design Flood Water Level
OWL	- Ordinary Water Level
ASEP	- Association of Structural Engineers of the Philippines
NCR	- National Capital Region
MPWH	- Ministry of the Public Works and Highways
HB	- Brinell Hardness
CA	- Catchment Area

DL	- Dead Load
RC	- Reinforced Concrete
RCDG	- Reinforced Concrete Deck Girdes
PCDG	- Prestressed Concrete Deck Girder
SIB	- Steel-I-Beam
ACEL	- Association Construction Equipment Lessor, Inc.,
VAT	- Value-Added Tax
RC-Slab	- Reinforced Concrete Slab
FDD	- Floppy Disc Drive
BRIDAMAS	- Bridge Data Management System
NGSO	- National Census and Statistic Office
OD Survey-	Origin-Destination Survey
ACT	-
Trurs	- Steel Through Truss
Pony	- Steel Pong Truss
Rsa	- Saturated Rainfall
EL	- Elevation
PCP	- Cast in Place Pile
dL	-
B/C Ratio-	Benefit/Cost Ratio
IRR	- Internal Rate of Return
NPV	- Net Present Value
SER	- Shadow Exchange Rate
OER	- Official Exchange Rate
SCF	- Shadow Conversion Factor
C.I.F	- Cost, Insurance and Freight
F.O.B	- Free on Board
SWR	- Shadow wage Rate
BRU	- Benefit from Reduced Risk of Bridge Unserviceables
EVL	- Expected Value of Losses due to Bridge Unserviceability
TDC	- Total Traffic Diversion Cost
SCHV	- Saving Costs of Heavy Vehicle Traffic
SCR	- Saving Costs of Reduced Bridge Unserviceability Caused by Flood
CF	- Cost from Flooding
F/C	- Foreign Currency Portion
L/C	- Local Currency Portion

## ABBREVIATIONS FOR MEASUREMENTS

mm	- millimeter
cm	- centimeter
m	- meter
km	- kilometer
cm <sup>2</sup>	- square centimeter
m <sup>2</sup>	- square meter
m <sup>3</sup>	- cubic meter
km <sup>2</sup>	- square kilometer
kg	- kilogram
ton	- metric ton
N	- newton (9.80665 N = 1 kgf)
KN	- kilo newton
kgf/cm <sup>2</sup>	- kilogram (force) per square centimeter (1 kgf/cm <sup>2</sup> = 10,000 Pa = 10 KPa)
KN/cm <sup>2</sup>	- newton per square centimeter (1 N/cm <sup>2</sup> = 10,000 Pa = 10 MPa)
Pa	- pascal (1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> )
KPa	- kilo pascal
MPa	- mega pascal (1 MPa = 10.197 kgf/cm <sup>2</sup> )
V	- velocity
A	- area
L	- length
r	- radius of gyration
psi	- pounds per square inch
°C	- centigrade
%	- percent
m <sup>3</sup> /s	- cubic meter per second
sec	- second
¥	- Japanese Yen
₱	- Philippine Peso
U.S.\$	- United States Dollar
US\$1.0	= ₱21.05
₱1.0	= ¥6.28





## 第1章 プロジェクトの紹介



## 第1章 プロジェクトの紹介

Main Report は、データ収集、目視調査、改修橋梁の選定詳細調査、載荷テスト、水文および河川調査、予備設計、工費の積算、橋梁台帳、経済評価、改修計画の策定そして橋梁点検・維持管理へのアプローチをその内容としている。

### 1. 1 概要

日比友好道路とマニラ北方道路はフィリピンの道路ネットワークの中で重要な幹線である。これらの幹線道路は、1969年～1979年と1978年～1985年に日本政府による資金援助によって修復工事が実施された。しかしながら、交通量と交通荷重の増大により橋梁の床版と床組がひどく損傷している。さらに、最近、洪水による橋脚の変動によって落橋事故が発生している。フィリピンにおける交通機能を維持するために、フィリピン政府は日本政府からの技術援助を要請してきた。

これに対して日本政府は、REHABILITATION AND MAINTENANCE OF BRIDGES ALONG THE ARTERIAL ROADS のフィージビリティ・スタディを実施することを決定し、フィリピン政府と Note Verbals を交換した。このNote Verbalsに基づいて日本の JICA とフィリピンの DPWH の間に Implementing Arrangement が締結された。

### 1. 2 プロジェクトの背景

日比友好道路は、Luzon, Samar, Leyte と Mindanao を結ぶ。道路の改修工事は当初、1946年から1948年に米国の資金援助で実施された。また、1969年～1979年には日本の OECF を通じての資金援助で修復工事が実施された。

一方、マニラ北方道路は Luzon島の北東部の主要道路でありマニラから Ilocos Norte の Laoag まで通じている。この道路は1930年代に米国によって、最近では La Union 州の Manila～Rosario 区間が世銀 (IBRD) の資金援助によって舗装の修復が行われた。

これらの改良は主に舗装の拡巾と排水施設及び小支間橋の補修であった。長支間橋の改良は行われていなかった。特に1930年製の鋼橋はその交通量と交通荷重

に対して構造的に古くまた弱い状態である。

また、局所洗掘による橋脚の沈下、横桁の腐蝕によるコンクリート床版の損傷、堤防の侵蝕による橋梁アプローチの流失、橋脚の移動による支承の破損等が観測されている。

フィリピン政府は、効率的な交通の保障と既投資を保護するために、これらの幹線道路の改修計画に高い優先度を与えた。

したがって、これらの道路における既設橋梁の組織的な改修と維持管理の計画が必要である。

### 1. 3 調査目的

- (1) 改修計画の設定
- (2) 橋梁台帳（データ・ベース）の設定
- (3) 橋梁点検と維持管理へのアプローチの整備

### 1. 4 調査範囲

調査範囲は、日比友好道路とマニラ北方道路の下記のような区間と橋梁数である。

<u>Section</u>	<u>Road Length (km)</u>	<u>Nos. of Bridges</u>
<u>Pan-Philippine Highway</u>		
Manila - Aparri	596	171
Manila - Matnog	670	232
Allen - Liloan	398	161
<u>Manila North Road</u>		
Manila-Laoag	470	167
<u>Total</u>	<u>2,134</u>	<u>731</u>

## 1. 5 調査組織

日本政府の JICA は、REHABILITATION AND MAINTENANCE OF BRIDGES ALONG ARTERIAL ROADS のフィージビリティ・スタディを実施するために調査団と作業監理委員会を組織した。一方、フィリピン政府は、6人からなる作業監理委員会を設置した。また、この調査の実行に協力するため DPWH からカウンターパートが参加した。

当プロジェクトの調査範囲には6 Regional Office があり、日本の調査団の調査活動に協力することになった。

### STUDY ORGANIZATION

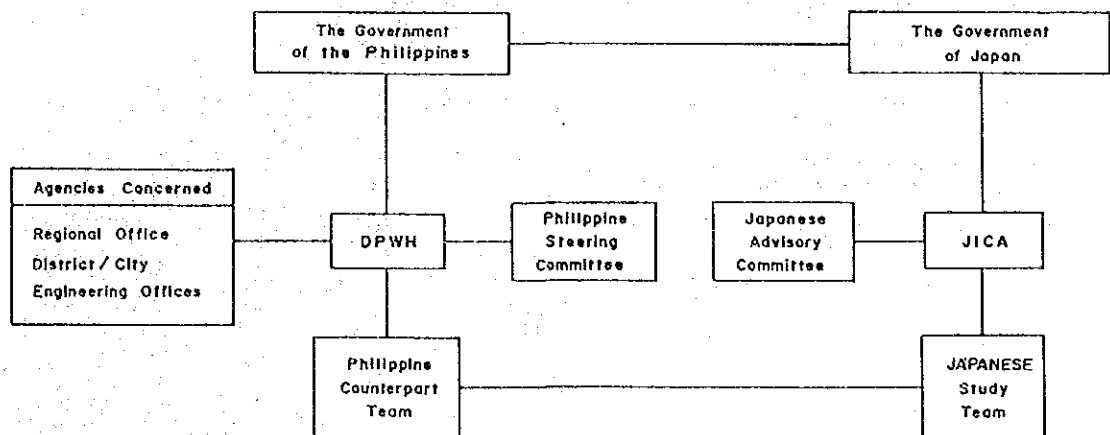
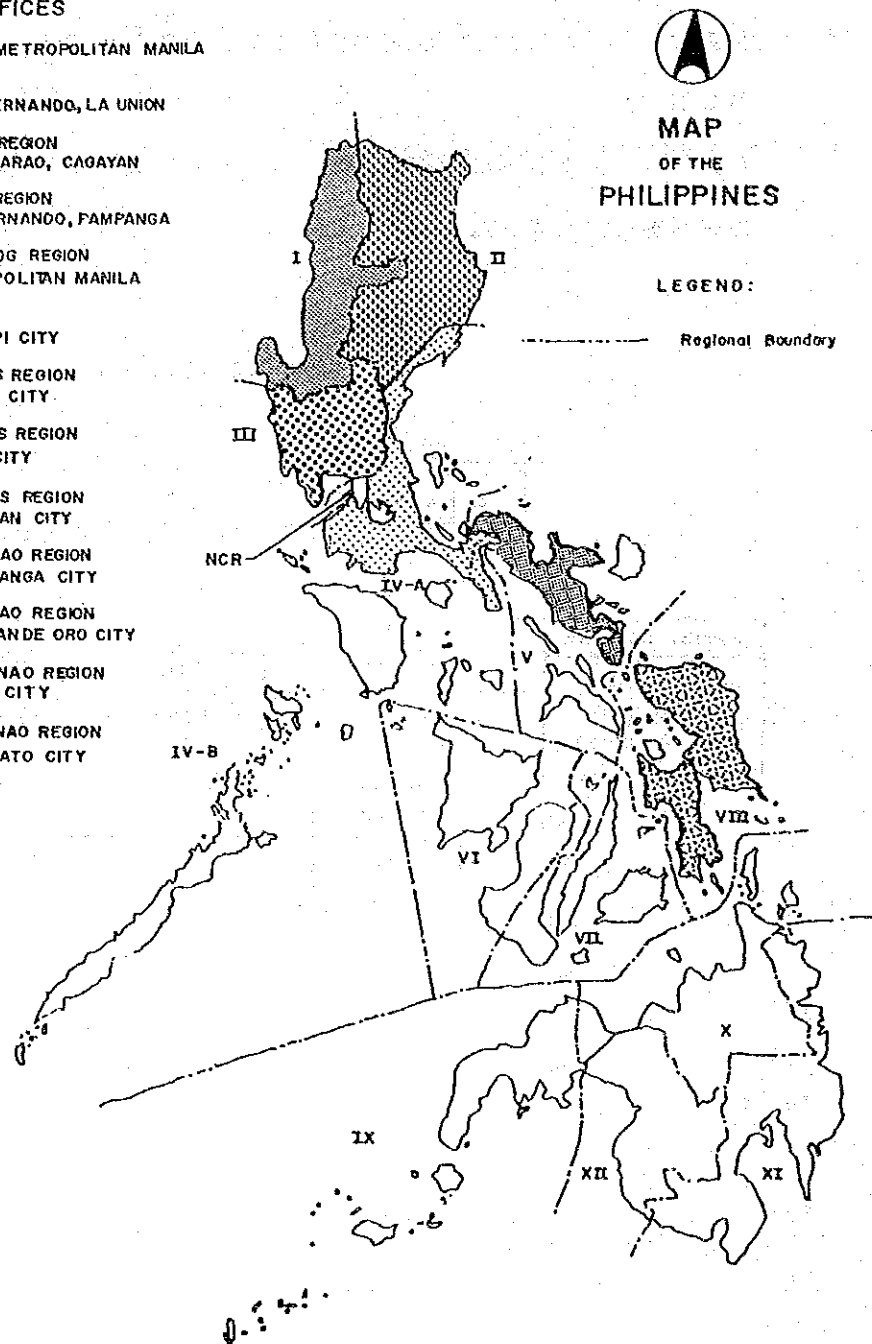


Fig. 1.1 REGIONS AND REGIONAL OFFICES WITHIN THE PROJECT RANGE

- REGIONAL OFFICES**
- NATIONAL CAPITAL REGION - METROPOLITAN MANILA
  - REGION I** - ILOCOS REGION  
REGIONAL CENTER - SAN FERNANDO, LA UNION
  - REGION II** - CAGAYAN VALLEY REGION  
REGIONAL CENTER - TUGUEGARAO, CAGAYAN
  - REGION III** - CENTRAL LUZON REGION  
REGIONAL CENTER - SAN FERNANDO, PAMPANGA
  - REGION IV** - SOUTHERN TAGALOG REGION  
REGIONAL CENTER - METROPOLITAN MANILA
  - REGION V** - BICOL REGION  
REGIONAL CENTER - LEGAZPI CITY
  - REGION VI** - WESTERN VISAYAS REGION  
REGIONAL CENTER - ILOILO CITY
  - REGION VII** - CENTRAL VISAYAS REGION  
REGIONAL CENTER - CEBU CITY
  - REGION VIII** - EASTERN VISAYAS REGION  
REGIONAL CENTER - TACLOBAN CITY
  - REGION IX** - WESTERN MINDANAO REGION  
REGIONAL CENTER - ZAMBOANGA CITY
  - REGION X** - NORTHERN MINDANAO REGION  
REGIONAL CENTER - CAGAYANDE ORO CITY
  - REGION XI** - SOUTHERN MINDANAO REGION  
REGIONAL CENTER - DAVAO CITY
  - REGION XII** - CENTRAL MINDANAO REGION  
REGIONAL CENTER - COTABATO CITY



## 第2章 作業内容と報告書の構成





## 第2章 作業内容と報告書の構成

### 2.1 概要

Phase-Iにおける主な作業は、目視調査と改修橋梁の選定であった。Phase-IIの前半（5月～10月、1988）の作業は、予備設計、地形測量、土質調査そして実橋載荷テスト、予備設計に基づいたコストの算定であった。

Phase-IIの後半（9月～12月、1988）の作業内容は経済評価、改修計画の策定、橋梁点検・維持管理のアプローチのレポート作成であった。なお、橋梁台帳作成についてはPhase-IIの中で実施された。

### 2.2 調査作業の流れ

調査作業の流れはFig.2.1に示すとおりである。

### 2.3 報告書の構成

第3章：“データ収集と予備検討”は収集データをレビューして、既設橋の背景となっている技術的及び社会経済的な検討を目視調査に先だって行う。

第4章：“目視調査”は調査票によって既設橋の現地調査を行う。そしてその結果を分類整理する。

第5章：“予備的評価”整理された目視調査結果に基づいて、橋梁エンジニアが既設橋の損傷程度によって予備的に改修計画対象橋の選定を行う。

第6章：“改修計画対象橋の選定”は、第5章で候補となった99橋から、さらに詳細な技術的、社会・経済、交通の面からの選定条件によって改修計画対象橋を52橋選定した。そのうち22橋は代表的な橋梁として予備設計の対象とした。

第7章：“橋梁詳細調査”は、代表的な5橋について構造の詳細な調査、地形測量、土質調査等を実施する。

第8章：“河川水文調査”は、主要な河川の洪水解析を行い、洪水量、洪水位から橋梁改修の計画条件を設定する。

第9章：“改修橋梁の分類”は、改修計画対象橋梁をReconstruction, Replacement of Super-structure と Repair に分類する。

第10章：“予備設計”は、設定された設計条件、計画条件によって予備的な設計を行い、橋梁の型式と大きさを設計する。

第11章：“コストの算定”は、第10章の予備設計によって求められた工事数量と分析された単価によって工事費と事業費を算定する。

第12章：“経済評価”は、社会・経済条件及び交通量予測等を行い。それらの条件に基づいて経済分析を行い。Internal Rate of Return (IRR)、Net Present Value (NPV) 等の経済指数を算定、改修計画橋梁の Priority Ranking を決定する。

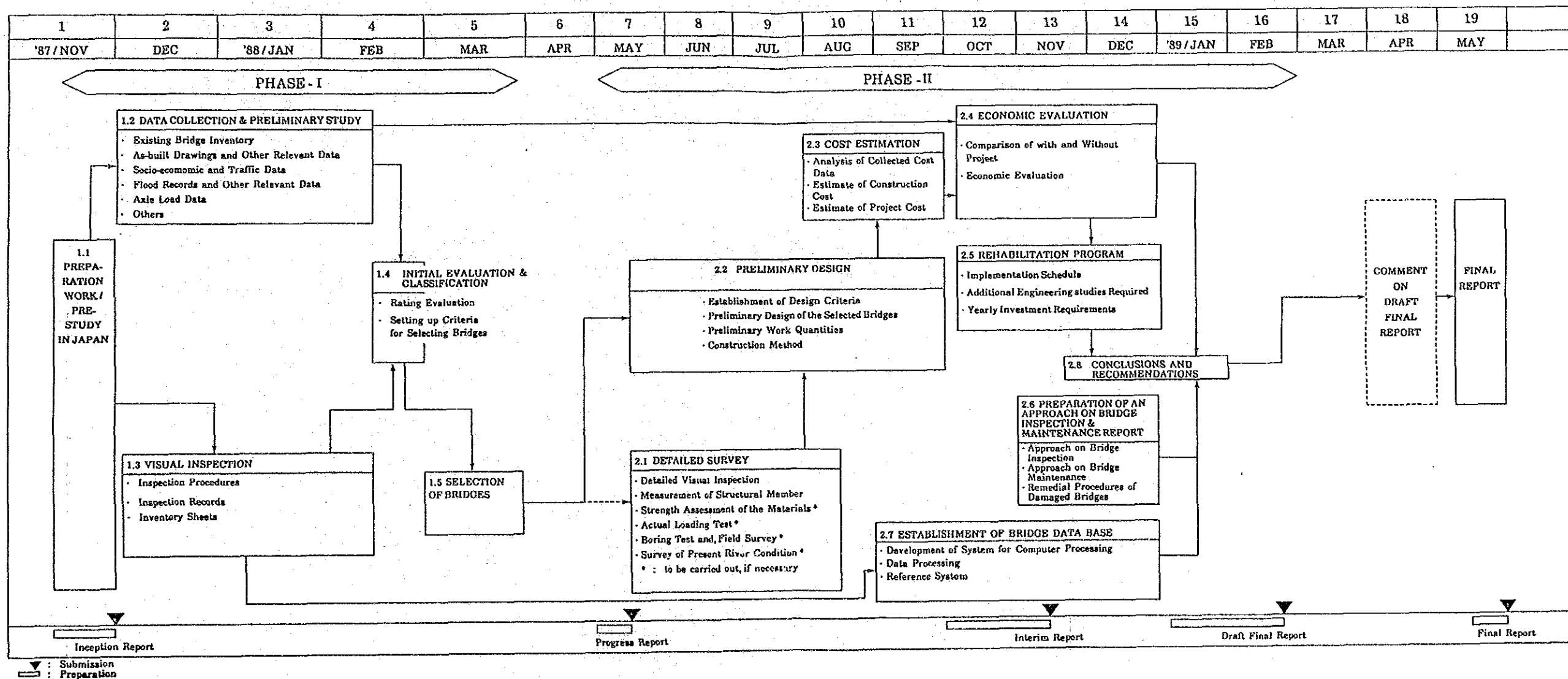
第13章：“改修計画”は、改修計画の実施工程、資金調達等を52橋について策定する。

第14章：“橋梁点検・維持管理のアプローチの手法”は、既設橋梁の点検と維持管理に関して事例集に基づいて報告書を作成する。

第15章：“橋梁台帳の作成”は、目視調査結果をデータベースとして整備し、その利用についてのマニュアルを作成する。

第16章：“結論と勧告”は、フィージビリティ・スタディの総合的な結果と評価から、結論と勧告を行う。

Fig. 2.1 WORK ACTIVITY FLOW OF THE STUDY





### 第3章 データ収集と予備検討



## 第3章 データ集取と予備検討

### 3.1 概要

調査地域の現況を良く精通するために、収集されたデータのレビューを行う。

### 3.2 収集の手法

利用できる関連データは、DPWHの協力のもとに集められた。

収集データの主要な分類は次のようになる。

- 既設橋の既存調査データと完成図
- 洪水記録と他の関連データ
- 社会・経済データ
- 交通データ
- 他の既存データ

データは主にカウンターパートを通じて関係機関、PHO-FS資料室と他のデータ・センターから集められた。いくつかのデータは現地調査中に得られた。データの提供先は次のようになる。

- National Economic and Development Authority (NEDA)
- National Irrigation Administration (NIA)
- National Institute of Climatology (NIC)
- Philippine Bureau of Coast and Geodetic Survey (BCGS)
- Department of Public Works and Highways (DPWH)
- Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences (PBMG)





## 第4章 目視調査



## 第4章 目視調査

### 4.1 概要

目視調査はボルネオ島を除く日比友交道路及びマニラ北方道路に架かる全ての橋梁について、スラブや橋梁各部材の損傷、橋脚・橋台付近の洗掘等の現況を確認するために実施された。目視調査で収集された橋梁のデータはJICA調査団によって整理され、検査された後、データベースや予備選定に使用された。

### 4.2 調査手順

目視調査は次の調査日程にしたがって計画的また組織的な手順で行なった。

LOCATIONS	SCHEDULED/PERFORMED PERIOD
(1) Manila North Road . Manila-Laoag	December/23, 28, 29, 1987 January 4 to January 8, 1988
(2) Pan-Philippine Highway . Allacapan-Manila . Liloan-Legaspi . Manila-Legaspi	January 11 to January 15, 1988 January 23 - January 29, 1988 February 1 - February 6, 1988

目視調査に出発する前に、宿泊施設、安全等を考慮してPMO-FSのカウンターパートと一緒に詳細な日程を立案した。現橋梁の現況の記録や評価は調査表No. 1, No. 2とNo. 3を利用して行なった。橋梁の位置はランドクルーザに設置した Twin-Masterマイルゲージで測定し、キロ・ポストを使って確認した。

マニラ北方道路と日比友交道路の橋梁の目視調査は以下に記述した区間ごとに実施された。

- (1) Manila-Laoag  
 No. 1, Malinta Br., km 13 + 500  
 No. 155, Laoag Br., km 486 + 962
- (2) Manila - Aparri  
 No. 1, Sta. Rita Br., km 38 + 900  
 No. 171, Urunga Br., km 552 + 124  
 No. 1, Interchange Br., km 718 + 200  
 No. 12, Allacapan-I Br., km 700 + 100
- (3) Matnog - Manila  
 No. 1, Matnog Br., km 644 + 400  
 No. 232, San Pedro Br., km 29 + 150
- (4) Liloan - Allen  
 No. 1, Liloan Br., km 1058 + 870  
 No. 161, Jubasan - I Br., km 666 + 100

目視調査ではルソン島の Allacapan と Cagayan から Leyte 島の Liloan までの日比友交道路と Laoag City からマニラまでのマニラ北方道路上に架かる橋梁を対象にし、短形の排水溝などは目視調査の対象からはずした。道路区間ごとの橋梁位置及び橋数は以下に示す。

NAME OF ROAD SECTION	REGION	BRIDGE NUMBERS
MANILA - LAOAG	III	48
	I	109
MANILA - ALLACAPAN	III	62
	II	123
MATNOG - MANILA	V	158
	IV-A	81
LILOAN - ALLEN	VIII	161
TOTAL		742

目視調査に使用した調査表は3部構成となっている。調査表No.1は調査した既存橋梁の一覧表である。調査表No.2は橋梁諸元等の橋梁関連データ表であり又、調査表No.3は橋梁各部材の損傷程度を評価・格付けする表である。これらの調査表はAPPENDIX 4.1に添付している。本調査では、損傷を表現する特別な用語を統一しAPPENDIX 4.2に示している。調査団は目視調査の出発前に調査表No.2の各項目を以下の既存データを使って記入した。

- "PAVEMENT AND AXLE LOAD STUDY", M.P.W.H., MARCH 1985, IBRD assisted.
- "MASTER PLAN FOR ROAD REHABILITATION AND DISASTER PREVENTION PROJECT", M.P.W.H. JUNE 1985.
- "RECONNAISSANCE REPORT FOR THE IMPROVEMENT OF LONG SPAN BRIDGE IN CAGAYAN VALLEY ROAD AND MANILA NORTH ROAD", SEPTEMBER 1985, Nippon Koei Co., Ltd.

また、この調査表No.2のデータは現場調査で確認し、調査表No.3とともに完成させた。

#### 4.3 既存橋の現況

##### 4.3.1 Manila~Laoag間の橋梁現況

Manila~Laoag区間はマニラ北方道路（キロポストkm13+990~km486+960）に位置している。この区間は南部はRegion III、北部はRegion Iを縦貫している。南部のRegion IIIは内陸部の平地であり、一方北部のRegion Iは山岳地帯であるがChina海の海岸線に面している。南部は大河川があり大型橋梁はこの地区に集中している。マニラ北方道路ではRCDG橋が一般的橋梁である。橋梁各部材の損傷は以下のように分類される。

- コンクリート部材や桁は、鉄筋の腐食による膨張からコンクリートが剥落し、かなり劣化している。
- I桁橋やトラス橋のような鋼構造は塩害により腐食している。

—大河川に架かる橋梁では橋台と堤防又は道路の取付部がかなり洗掘されている。

—土石の堆積により河床が上昇し、桁下のクリアランスが不足している。

#### 4. 3. 2 Manila~Allacapan区間の橋梁現況

Manila~Allacapan区間は日比友交道路（キロ・ポスト km38+900~km552+124と km700+100~km718+200）に位置している。この区間は南部は平坦地、北部は山間地となっている。Magat河やCagayan河のような大河川には長大橋が架っている。日比友交道路の他区間と比較するとトラス橋が目立って多い。この区間の橋梁各部材の損傷は以下のように分類される。

—コンクリート床版にひび割れが目立つ。

—ポニートラス橋や下路トラス橋のコンクリート床版に損傷（ひび割れ）が大きい。

—床版の損傷原因は低規格橋上を規格を超える重荷量の車輛が通っているためである。

#### 4. 3. 3 Liloan~Allen区間の橋梁現橋

Liloan~Allen区間は日比友交道路（キロ・ポスト km1058+870~km666+100）に位置している。この区間はサマル島とレイテ島を縦貫し、両島はマルコス橋（橋長2.2km）で結ばれている。レイテ島の南部及びサマル島の北部は山岳地となっている。この区間は他の区間に比較して鋼 I 桁橋が目立って多い。

この区間の橋梁各部材の損傷は以下のように分類される。

—調査中、長距離バスの通行が目立ったが、交通量は比較的少なく、交通条件から橋梁部材に損傷を与えることはない。

—鋼 I 桁橋は全般に腐食している。その中で数橋は下フランジの腐食による断面欠損が見られる。

—橋梁と道路の取付部で段差やひび割れが見られる。

#### 4.3.4 Matnog～Manila 区間の橋梁現況

Matnog～Manila 区間は日比友交道路（キロ・ポスト km644+440～km29+150）に位置している。この区間の北部は平坦地を通りケソン州では大平洋に沿っている。一方、南部では山岳道路である。またこの区間では、小河川が多いため、橋梁は短支間の RCDG や SIB 型式が多い。

Matnog～Manila 区間での橋梁各部材の損傷は以下のように分類される。

- －RCDGや鋼 I 桁橋のコンクリート床版にひび割れが目立つ。
- －Naga市の北部に架かるほとんどの中小橋梁はコンクリート床版の損傷が進行している。
- －Albay 州や Sorsogon 州北部ではコンクリート又は石積タイプのアーチ橋がある。
- －マヨン火山付近を流れる河川に架かる橋梁は土石の堆積により桁下余裕高がたりない橋梁がある。
- －橋脚周辺で局部洗掘をうけている橋梁が見られた。

#### 4.3.5 既存橋梁の損傷

目視調査の結果に基づいて、既存橋梁の損傷や問題点を検討し、その原因を解明し、状況把握した。

##### (1) コンクリート床版橋

コンクリート床版橋では、コンクリートの剥離、鉄筋露出、ひびわれがかなり見られた。これらの損傷の原因は以下の要因がある。

- －アスファルト舗装がないため、輪荷重が直接コンクリート床版に作用している。
- －コンクリートの品質が悪く、骨材、砂や砂利が分離している。

##### (2) コンクリート桁橋（RCDG）

コンクリート桁橋では、セン断ひびわれ、鉄筋の露出、コンクリートの剥離が一般に見られた。これらの損傷の原因は以下の要因がある。

- －橋台・橋脚の沓座からの縁端距離が小さいため、橋脚・橋台頭部でセン断ひびわれを生じている。

—鉄筋の腐食による膨張でコンクリート桁下面が剥離を起し、鉄筋が露出している。

### (3) プレストレストコンクリート桁 (PCDG)

最近建設されたプレストレストコンクリート桁橋では、特に損傷は見うけられない。しかし、現場施工の PCDG で表面仕上げが悪い。これはコンクリート打設時の締固めや表面仕上げが不十分であったためで、近い将来鉄筋腐食によるコンクリートの剥離を起す可能性がある。

### (4) 鋼 I 桁橋 (SIB)

鋼 I 桁橋は海岸に近い橋梁の下フランジに腐食が見られるが、鋼材自体は一般に健全な状態にある。しかし、床版はコンクリート桁橋より悪い状態にある。これは鋼 I 桁橋に対傾構等が設置しておらず、剛度不足のためたわみが生じ床版に重大なひびわれが発生している。

### (5) ポニートラスや下路トラス橋

ポニートラスや下路トラス橋では、海岸の近くに架けられた古い橋の縦桁、床組、下弦材等の鋼部材に腐食が見られたものの一般に健全な状態にある。しかし、これらの橋梁のコンクリート床版は全体的にひびわれ、剥離やポットホール等の重大な損傷を受けている。

以下にこれらの損傷の主な原因を記述する。

—越載荷のトラック輸荷重が直接コンクリート床版に作用している。

—鋼部材溝の清掃や局部塗装等の維持管理が不足している。

### (6) 付属物 (舗装、高欄、歩道)

鋼橋床版上のアスファルト舗装は床版の挙動によってひびわれが生じている。高欄や歩道は一般によい状態であるが、車の衝突による損傷が多少見受けられる。

### (7) 橋脚や橋台

橋脚や橋台は桁の設置された頭部でひびわれが生じているが、全般によい状態にある。コンクリート桁橋と橋脚・橋台の接合部に支承が設けられていない。



#### (8) 基礎

目視調査中、ほとんどの橋梁基礎は水中や地中に入っていたため確認はできなかった。しかし、急流河川に架けられた橋梁の基礎は水面や河床から露出している。

#### (9) 法面や堤防保護

橋台周辺の法面保護は全般によい状態であるが、2～3の橋梁で法面が洗掘されたり、洪水により流出している。又、橋梁付近の堤防は保護されていない場合が多い。最近の洪水により大河川の上流側堤防がかなり洗掘されている。

### 4. 4 既存橋梁の分類

目視調査の結果として、総橋梁数は742橋であると判明した。この742橋梁は規模、形式、建設年代や損傷程度の項目に分類し、整理された。

#### 4. 4. 1 建設年代ごとの橋数

建設年代ごとの橋数は以下に示す。

Years	Nos. of Bridges
1901 - 1925	32
1926 - 1940	34
1941 - 1955	89
1956 - 1970	132
1971	281
Not known	174
Total	742

4. 4. 2 橋梁型式

橋梁型式ごとの橋数は以下に示す。

Types of Bridge	Nos. of Bridges
(1) Steel Bridges	
Truss	34
Pony	7
S.I.B.	247
Others	0
Sub-total	288
(2) Concrete Bridges	
R.C.D.G.	311
Conc. Slab	69
P.C.D.G.	30
Arch	31
Sub-total	441
(3) Other types	13
<b>Total</b>	<b>742 Bridges</b>

4. 4. 3 幅員により分類した橋数

幅員により分類した橋数は以下に示す。

Roadway width (m)	Numbers (Bridges) (Bridges)	Roadway width (m)	Numbers (Bridges) (Bridges)
Less 5.0	0	8.5	157
5.0	0	9.0	44
5.5	1	9.5	19
6.0	18	10.0	14
6.5	9	10.5	5
7.0	26	11.0	2
7.5	75	11.5	3
8.0	358	12.0	11
		Not known	0
<b>Total</b>			<b>742</b>

## 第 5 章 第一次橋梁選定



## 第5章 第一次橋梁選定

### 5.1 概要

一次橋梁選定は目視調査で調査した橋梁を対象に損傷の程度により分類した基準に従って調査団の橋梁技師の判断により行なわれた。この技術基準は損傷程度によりA（緊急に改修の必要がある）、B（補強が必要である）とC（健全であり、維持管理を行う）に格付されている。

### 5.2 一次橋梁選定の基準

#### (1) 緊急に改修の必要がある (Rating A)

橋梁構造としての損傷が激しいか、または、橋梁周辺の河川環境が厳しい状況にあり、下部周辺の洗掘や土石の堆積により河床変動が認められ、橋梁の機能を保持するために緊急に対策が必要なもの、また、交通遮断になった場合、経済損出が大きいため緊急に橋梁の架替え、補強が必要なもの。

#### (2) 補強の必要がある (Rating B)

橋梁構造としての機能は現在保っているが、将来の交通量、交通重量の増加に判い、橋梁構造の機能が充分でないか、または橋梁周辺の河川変動、洗掘が予想され、橋梁構造の将来において比較的簡易な補強が必要なもの。

#### (3) 健全であり、維持管理だけ行う (Rating C)

橋梁構造としての機能は現在十分に健全であるが、定期点検と継続的な維持管理を必要とするもの。

### 5. 3 一次選定で選ばれた改修橋梁

前節で定義した選定基準に従って、改修橋の一次選定を行ない、742橋について損傷程度によりA、BとCに総合的に格付けした。

各格付けに選定された橋梁数は以下の通りである。

Nos. of Bridges	Rating Evaluation
49	A
50	B
643	C
742	Actual Nos. Inspected

AとBに格付けされた橋梁（99橋梁）は一次選定で緊急に改修が必要であると選定された橋梁である。

### 5. 4 損傷の分類

橋梁の損傷程度は橋梁の建設年度、使用材料、品質管理等により多様化しているが、一次選定された99橋の損傷の分類は以下の通りである。

Type of Deteriorations & Damages	Rating			Total
	A	B	C	
(1) Corrosion/Collision of Major Member	6	23	-	29
(2) Concrete Beam Crack/Spalling	13	15	-	28
(3) Deck Slab Crack/Spalling	28	22	-	50
(4) Substructure/Foundation	5	14	-	19
(5) Bank Washing Away/Erosion	-	2	-	2
(6) Slope Protection Erosion	7	7	-	14
(7) Clearance Shortage	1	-	-	1
(8) River Current Incoincident	2	1	-	3
(9) Inadequate Bridge Width	6	3	-	9
(10) Approach Road	-	3	-	3
(11) Others	2	-	-	2
Total	70	90	-	160

## 第6章 改修橋梁の選定と予備設計





## 第6章 改修橋梁の選定と予備設計

### 6.1 概要

一次選定で損傷が激しいと判断された99橋梁は改修橋梁の候補橋梁である。改修計画を策定するために、この候補橋梁の中から技術的または社会経済的基準から、緊急に改修すべき橋梁を選定する。選定の手順はFig.6.1のフローチャートに示す。

技術的基準は、次の項目に分類する； 1) 主要構造の腐食、2) コンクリート桁のひびわれ／はく離、3) コンクリート床版のひびわれ／はく離、4) 下部工／基礎工、5) 堤防流出／洗掘、6) 法面保護工の洗掘、7) 桁下高不足、8) 架橋位置と河川軸の不整合、9) 不適格な幅員、10) 取付道路、11) その他。

予備設計の対象橋梁には緊急に改修すべき橋梁の中から、本調査において、代表的な改修工法が適用される橋梁を選定している。

### 6.2 選定基準の設定

改修橋梁の選定基準は、上記に分類した技術的基準と交通量、迂回路の有無、沿道の人口増加や社会基盤の整備状況等の社会経済的基準から成る。改修橋梁はTable6.1～Table6.3に示される損傷程度を分類した技術基準により選定し、さらに以下に詳述する社会的基準により改修の優先度を審査する。

#### (1) 緊急に改修を必要とする橋梁

緊急に改修すべき橋梁とは、損傷がひどくて緊急に改修しないと近い将来にその機能を保てない橋梁であり、Table6.1～Table6.3に示す技術的基準のRated A に格付けされた橋梁である。

#### (2) 交通量が多くまた不適格な幅員をもつ橋梁

幅員が7.0m以下で、AADTが5,000台以上通る下路タイプ橋梁は衝突による損傷が多く問題となっている。又、トラックのような重荷重車輛は橋梁に損傷を与える要因であり、200台以上のトラックが混入すると問題となる。

(3) 迂回路の有無

橋梁破壊や破損による交通遮断は社会活動に大きく影響する。迂回路の有無は改修の優先度は高い。

(4) 人口300,000人以上もつProvince内に位置する橋梁。

人口300,000人以上の各州では、かなりの経済開発効果がある。

(5) 10以上の社会経済基盤施設をもつProvince内に位置する橋梁

港湾、空港、発電所や灌漑施設等の社会経済基盤施設は物資や乗客の輸送交通を誘発する。

技術的基準にもとずいた改修橋梁の選定結果はTable6.4~Table6.8に示す。一次選定でAとBに格付けされた橋梁は表中に明記しているが、Cに格付けされた橋梁は健全であるため除外している。上記の表中のTechnical Rating (損傷の技術的な格付け) では、分類された技術的基準項目のうち1つ以上Rating Aに格付けされればTechnical Rating Aと明記され、Rating Aはなくても、1つ以上のRating BがあればTechnical Rating Bとなる。

Fig. 6.1 FLOW CHART DIAGRAM OF THE PROCEDURE FOR SELECTING BRIDGES

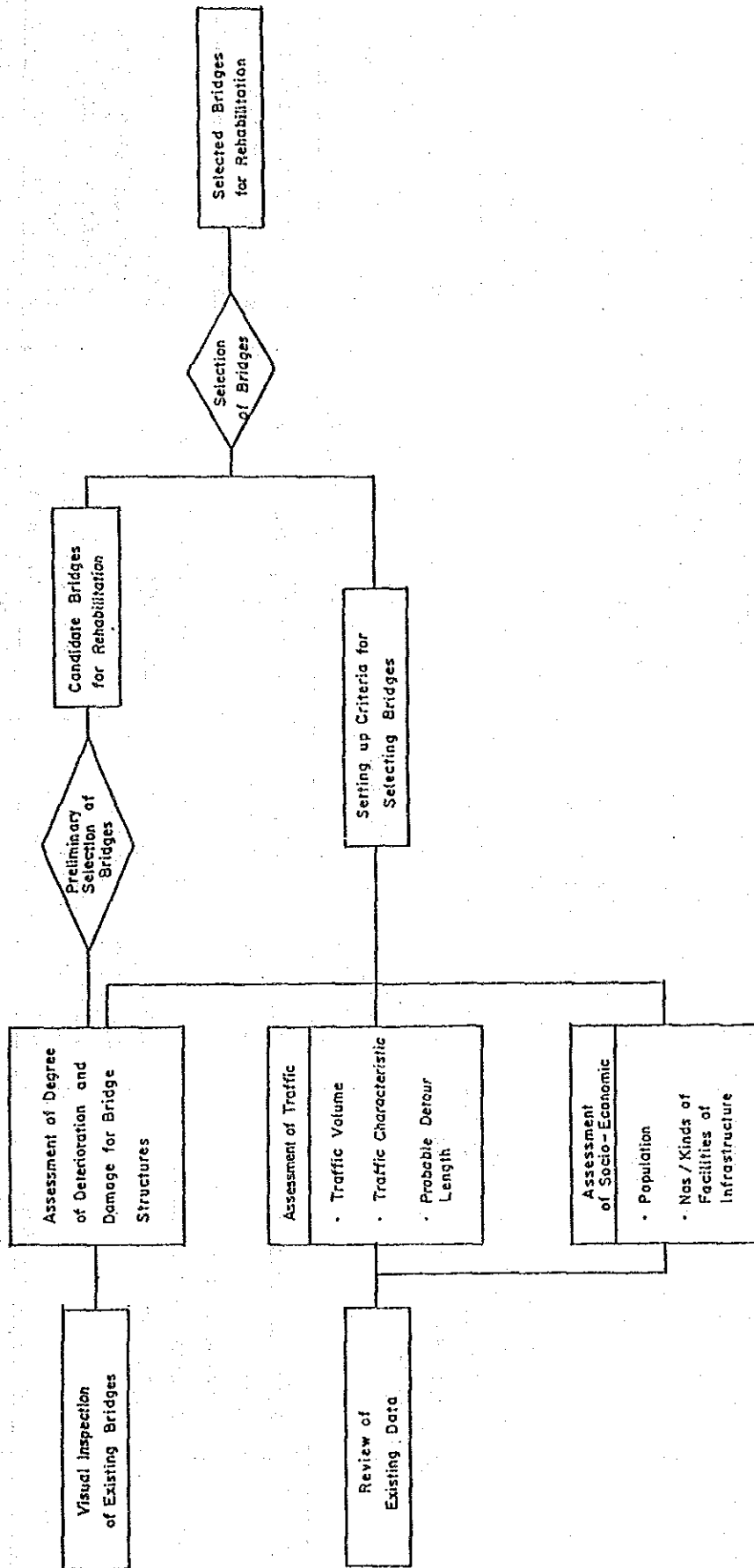


Table 6.1 TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (1/3)

ASSESSMENT RATING	(1) Corrosion/Collision Of Major Members	(2) Concrete Beam Crack/Spalling	(3) Deck Slab Crack/Spalling	(4) Substructure/Foundation
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Loss or growth of tin for sectional area of main steel structural member due to corrosion</li> <li>Serious deflection or deformation to inadequate design such as insufficient rigidity and/or withstand stress</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main beam/girder is seriously deteriorated</li> <li>Visible cracks and concrete spalling are observed for extensive range</li> <li>Exposure of reinforcing bars</li> <li>Spalling of concrete due to corrosion of bar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serious and progressive cracks and spalling due to heavy load and inadequate design</li> <li>Reinforcing bars exposure in condition of corrosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serious deterioration such as concrete spalling and reinforcing bar exposure or structure</li> <li>Displacement, tilting and settlement of substructure due to scouring of river-bed</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minor corrosion on members being covered by ordinary remedial works and/or repainting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Many visible cracks due to heavy load and shrinkage</li> <li>But no serious deterioration such as structural deformation and/or failure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visible cracks due to heavy load</li> <li>Visible cracks due to shrinkage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Many minor cracks but no exposure of reinforcing bars on the substructure</li> <li>Exposed foundation with stable condition but to progressive scouring of river bed</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minor and partial deterioration and damaged being covered by maintenance activities</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No cracks or hair cracks only on structure surface</li> <li>Healthy enough on appearance and function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No crack or hair crack only on structure surface</li> <li>Healthy enough on appearance and function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No deterioration and damage on substructure</li> <li>No movement of substructure</li> </ul>

Table 6.2 TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (2/3)

ASSESSMENT RATING	(5) Bank Washing Away/ Erosion	(6) Slope Protection Erosion	(7) Clearance shortage	(8) River Current Incoincident
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serious erosion or washing away of river bank due to river blood</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serious erosion or scouring of slope protection due to meandering and/or incoincident river flow</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beam/Girder is submerged due to inadequate Free-Board when river flood</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• River current is immensely incoincident, and making erosion of bank and submergence of beam/girder</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slight erosion but no progressive appearance with normal river condition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slight erosion or scouring but no progressive appearance with normal river condition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Submergence of beam/girder may be occurred but it shall be analyzed by hydrological study</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• River current is slightly incoincident but it shall be checked by hydrological study</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No erosion</li> <li>• Remaining healthy / intact protection after construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No erosion or scouring</li> <li>• Remaining healthy / intact protection after construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequate clearance and no marked river flood</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• River current is rightful against the bridge location</li> </ul>

Table 6.2 TECHNICAL CRITERIA OF SELECTING BRIDGE FOR URGENT REHABILITATION (3/3)

ASSESSMENT RATING	(9) Inadequate Bridge Width	(10) Approach Road	(11) Others	Remarks
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>The existing bridge width is inadequate and through type bridge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approach alignment is immensely bad in geometric requirement and approach portion is seriously cracked</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The bridge type is very old-fashioned and costly maintenance works have ever been carried out</li> </ul>	
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>The existing bridge is inadequate or through type bridge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approach alignment is slightly bad and pavement has small cracks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The slight maintenance works have ever been carried out</li> </ul>	
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>The existing bridge is open type bridge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Good approach condition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No maintenance works have been carried out because of good condition</li> </ul>	

Table 6.4 SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (1/5)

TYPES OF DETERIORATION & DAMAGES

MANILA NORTH ROAD  
(MANILA-LAOAG)

- (1) Corrosion / Collision of Major Members
- (2) Concrete Beam Crack / Spalling
- (3) Deck Slab Crack / Spalling
- (4) Substructure / Foundation
- (5) Slope Protection / Erosion
- (6) River Current / Incident
- (7) Clearance Storage
- (8) Inadequate Bridge Width
- (9) Approach Road
- (10) Other
- (11) Traffic Volume
- (12) Technical Rating
- (13) Detouring
- (14) Population
- (15) Facilities

NO.	BR. NO.	BRIDGE NAME	BRIDGE TYPE	BR. LENGTH	STRUCTURE	RIVER	TRAFFIC	SOCIO-ECONOMIC		SELECTED BR.		
								(1) Traffic Volume	(2) Technical Rating	(3) Detouring	(4) Population	(5) Facilities
1	3	MARLAO	RCDG	60.00	B A			A	*	*	O	O
2	14	LABANGAN I	S-1-B	100.00	B A			A*	*	*	O	O
3	22	SULIPAN	PONY/TRUSS	328.50	B		A	A	*	*	O	O
4	31	PULONG BULO	RCDG	32.00	B			B	*	*		
5	37	SAN FELIPE	R.C.SLAB S-1-B	36.00	B			B	*	*		
6	48	PLARIDEL	TRUSS	634.40	B			B	*	*	O	O
7	53	TARUSOK	RCDG	36.00	B		B	B	*	*		
8	54	TAGAMUSING	RCDG	40.38	A A A	A	A	A*	*	*	O	O
9	58	BUEO	PONY/TRUSS RCDG/S-1-B	509.53	B	A	A	A*	*	*	O	O
10	65	LOMBOY	RCDG	45.00	A	B		A	*	*	O	O
11	77	BAUANG I	PONY	221.40	B		A	A	*	*	O	O
12	77-1	BAUANG B.	PONY	187.20	B		A	A	*	*	O	O
13	84	BORORO	RCDG	176.00	B		B	B	*	*		
14	102	CAHAYON	S-1-B	35.00	B		B	B	*	*		
15	104	STA. CRUZ I	S-1-B/RCDG	260.60	B		A	A*	*	*	O	O
16	113	LANGLANGKA I	RCDG	14.00	A	B		A	*	*	O	O
17	120	STA. MARIA	TRUSS	298.20		A		A*	*	*		
18	121	SAN ANTONIO	RCDG	60.00	B			B*	*	*		
19	123	TULAY	RCDG	37.00		B		B	*	*		
20	137	PARSUA	RCDG	36.00		B		B*	*	*		
21	140	OSMENA	RCDG/S-1-B	179.00	B			B	*	*		
22	142	SAPILANG	S-1-B	29.70	B	B		B	*	*		
23	148	TIPCAL	RCDG	35.00	A	A		A	*	*	O	O

(SOCIO-ECONOMIC)

Note : RCDG : Reinforced Concrete Deck Girder  
 PCDG : Prestressed Concrete Deck Girder  
 S-1-B : Steel I-Beam  
 TRUSS : Steel Through Truss  
 PONY : Steel Pony Truss  
 R.C.SLAB : Reinforced Concrete Slab

LEGEND	TRAFFIC (VEHICLES)	DETOUR	POPULATION (PERSONS)
BLANK	<2000	PROBABLE	<300,000
*	>2000	NONE	>300,000

Table 6.5 SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (2/5)

TYPES OF DETERIORATION & DAMAGES

- (1) Corrosion / Collision of Major Members
- (2) Concrete Beam Crack / Spalling
- (3) Deck Slab Crack / Spalling
- (4) Substructure / Foundation
- (5) Slope Washing Away / Erosion
- (6) River Current Incident
- (7) Create Storage
- (8) Inadequate Bridge Width
- (9) Approach Road
- (10) Others
- (11) Traffic Rating
- (12) Traffic Volume
- (13) Detouring
- (14) Population
- (15) Facilities

PAN - PHILIPPINE HIGHWAY  
(MANILA - ALLACAPAN)

NO.	BR. NO.	BRIDGE NAME	BRIDGE TYPE	BR. LENGTH	STRUCTURE	RIVER	TRAFFIC	SOCIO - ECONOMIC	SELECTED BR.	
									52	22
24	3	MARQUEL-PULUAN	S-1-B	171.20	A		A	*	*	○
25	14	SAN ROQUE	RCDG	84.00	A		A	*	*	○
26	15	ANYATAM I	RCDG	24.00	B		B	*	*	
27	31	MALIMBA	R.C. SLAB	30.40	B		B	*	*	
28	41	GEN. LUNA	PCDG	611.00	B		B	*	*	
29	43	SICSICAN	TRUSS	150.00	A		A	*	*	○
30	71	INDIANA	S-1-B	98.50	B		B*	*	*	○
31	73	BATU	TRUSS	350.00	B	A	A*	*	*	○
32	86	NAMANPARAN I	RCDG	45.00	A		A	*	*	○
33	86-1	NAMANPARAN II	R.C. SLAB	6.00	B		B	*	*	
34	89	SAN LUIS	RCDG	24.00	A		A	*	*	○
35	93	DUBINAN	RCDG	21.00	B		B	*	*	
36	103	DEL PILAR	RCDG	9.50	B		B	*	*	
37	105	MINANTE	S-1-B	10.20	B		B	*	*	
38	109	MAGULIAN	S-1-B	675.00	A		A*	*	*	○
39	113	MALALAM	S-1-B	475.40	A		A*	*	*	○
40	126	BALASIG	TRUSS	75.00	A		A*	*	*	○
41	129	SAN PABLO	S-1-B	278.80	A		A	*	*	○
42	139	PINACARAN	S-1-B	383.40	A		A*	*	*	○
43	148	MALIBAC	RCDG	59.70	B		B	*	*	○
44	154	PAROD	PONY/RCDG	193.10	A	A	A*	*	*	○

(SOCIO-ECONOMIC)

Note : RCDG : Reinforced Concrete Deck Girder  
 PCDG : Prestressed Concrete Deck Girder  
 S-1-B : Steel I-Beam  
 TRUSS : Steel Through Truss  
 PONY : Steel Pony Truss  
 R.C. SLAB : Reinforced Concrete Slab

LEGEND	LEGEND (VEHICLES)	DETOUR	POPULATION (PERSONS)
BLANK	<2000	PROBABLE	<300,000
*	>2000	NONE	>300,000



Table 6.6 SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (3/5)

TYPES OF DETERIORATION & DAMAGES

NO.	BR. NO.	BRIDGE NAME	BRIDGE TYPE	BR. LENGTH	STRUCTURE	RIVER	TRAFFIC	SOCIO-ECONOMIC				SELECTED BR.									
								(1) Corrosion/Collision of Major Members	(2) Concrete Beam Crack/Spalling	(3) Deck Slab Crack/Spalling	(4) Inadequate Bridge Width		(5) Inadequate Bridge Width	(6) Slope Protection Erosion	(7) Clearance Shortage	(8) River Current/Inkandant	(9) Approach Road	(10) Technical Rating	Traffic Volume	Population	Facilities
45	14	BANGAS	S-I-B	81.80	B																
46	18	HIMAYON	S-I-B	18.70	B																
47	19	SUJE (RIZAL)	RC SLAB	12.00	A	A															
48	22	ARUYOG	PCDG	11.90	B																
49	25	CAWAYAN	P.CDG	155.00																	
50	43	GUROBATAN	S-I-B	55.60																	
51	70	MABULO	TRUSS	111.40	B																
52	75	SAN FERNANDO	S-I-B	21.80	A																
53	76	PALMUD	S-I-B	22.30	B																
54	77	SAN ISIDRO	S-I-B	22.30	A																
55	78	SAN GABRIEL	RC SLAB	19.50	A	B															
56	79	PAHOHO	PCDG	12.00	A																
57	80	TINGGUBAN	PCDG	19.90	B	A															
58	82	SGT MATIAS	PCDG	15.00	A																
59	86	NAUBOD I	S-I-B	15.00	B	A															
60	93	CULY CULY	PCDG	18.00	B																
61	94	ABOBO	PCDG	22.30	B																
62	97	SIPANG	PCDG	22.40	B	B															
63	99	SOOK	S-I-B	31.30	A																
64	133	POTOT	S-I-B	24.0	B																
65	143	KANAPAWAN	S-I-B	45.60	A																
66	152	AMNASAG	TRUSS	49.60	B																
67	154	BASAD	TRUSS	58.50	A	A															
68	168	OVERHEAD	PCDG	20.10	B	B															

(SOCIO-ECONOMIC)

LEGEND	TRAFFIC (VEHICLES)	DETOUR	POPULATION (PERSONS)
BLANK	<2000	PROBABLE	<300,000
*	>2000	NONE	>300,000

Note : RCDG : Reinforced Concrete Deck Girder  
 PCDG : Prestressed Concrete Deck Girder  
 S-I-B : Steel I-Beam  
 TRUSS : Steel Through Truss  
 PONY : Steel Pony Truss  
 R.C.SLAB : Reinforced Concrete Slab

Table 6.7 SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (4/5)

MANILA NORTH ROAD  
(MATNOC-MANILA)

- TYPES OF DETERIORATION & DAMAGES
- (1) Corrosion / Collision of Major Members
- (2) Deck Slab Crack / Spalling
- (3) Concrete Beam Crack / Spalling
- (4) Substructure / Foundation
- (5) Slope Washing Away / Erosion
- (6) Bank Washing Away / Erosion
- (7) Clearance Shortage
- (8) River Current Incandescent
- (9) Inadequate Bridge Width
- (10) Approach Road
- (11) Others
- Technical Rating
- Traffic Volume
- Detouring
- Population
- Facility

NO.	BR. NO.	BRIDGE NAME	BRIDGE TYPE	BR. LENGTH	STRUCTURE	RIVER	TRAFFIC	SOCIO-ECONOMIC	SELECTED BR.	
									52	22
69	173	GUMACA	RCDG	46.20	A	A	*	*	*	○
70	181	TALABA	RCDG	23.20	A	A	*	*	*	○
71	188	BIRAHAY	RCDG	48.00	B	A	*	*	*	○
72	190	PALSARANGON	RCDG	57.00	A	A	*	*	*	○
73	194	DOMOCLONG I.	PCDG	25.00	B	A	*	*	*	○
74	206	LAGNAS II	RC-SLAB	20.00	A	A	*	*	*	○
75	208	STO. CUSTO	RCDG	36.00	A	A	*	*	*	○
76	220	MAGAPONG	PONY	25.70	A	B	*	*	*	○
77	223	BIGA	S-I-B	46.00	F	A	*	*	*	○
78	227	SAN CRISTOBAL	RCDG/TRUSS	73.00	A	A	*	*	*	○

LEGEND	TRAFFIC (VEHICLES)	DETOUR	POPULATION (PERSONS)
BLANK	< 2000	PROBABLE	< 300,000
*	> 2000	NONE	> 300,000

Note : RCDG : Reinforced Concrete Deck Girder  
 PCDG : Prestressed Concrete Deck Girder  
 S-I-B : Steel i - Beam  
 TRUSS : Steel Through Truss  
 PONY : Steel Pony Truss  
 R.C. SLAB : Reinforced Concrete Slab

Table 6.8 SELECTING BRIDGES FOR REHABILITATION (5/5)

TYPES OF DETERIORATION & DAMAGES

- (1) Corrosion / Collision of Major Members
- (2) Deck Slab Crack / Spalling
- (3) Concrete Beam Crack / Spalling
- (4) Substructure / Foundation
- (5) Bank Washing Away / Erosion
- (6) Slope Protection Erosion
- (7) Clearance Storage
- (8) River Current Incident
- (9) Inadequate Bridge Width
- (10) Other
- (11) Traffic Rating
- (12) Traffic Volume
- (13) Population
- (14) Rating

PAN-PHILIPPINE HIGHWAYS  
(L'LOAN-ALLEN)

NO.	BR. NO.	BRIDGE NAME	BRIDGE TYPE	BR. LENGTH	STRUCTURE	RIVER	TRAFFIC	SOCIO-ECONOMIC	SELECTED BR.
78	4	ILAG	S-I-B	88.20	B		B		52
80	35	LAYOG	TRUSS	148.00	B		B		22
81	41	HIJUSIG	S-I-B	82.40	B		B		
82	65	TELEGRAFO II	RC SLAB	7.25	B		B		
83	88	SILAGA	RCDG	95.00	B		B		
84	104	TINAGO	RCDG	10.00	B		B		
85	106	BATO	S-I-B	15.70	B		B		
86	107	BURAY	RC-SLAB	6.00	B		B		
87	109	JABONG	RC-SLAB	74.80	A A B		A*		O
88	111	ARTIAO	RCDG	36.00	B		B		
89	114	SAPINIT I	S-I-B	32.00	B		B		
90	119	MACOSE	S-I-B	22.00	B		B		
91	120	HINGBONGAN	S-I-B	21.80	B A A		A*		O
92	122	ILO	S-I-B	31.00	B		B		
93	127	CARAYMAN	S-I-B	15.60	B		B		
94	133	TINABACAN	S-I-B	25.00	B		B		
95	135	MALAJOG	S-I-B	31.00	B		B		
96	145	MAHOK-MANOK	S-I-B	37.40	B		B		
97	146	CALAGNIPAO	S-I-B	55.90	B B B		B		
98	160	JUBASAN II	PONY	44.60	A A		A		O
99	161	JUBASAN I	TRUSS	74.00	A		A		O

(SOCIO-ECONOMIC)

Note : RCDG : Reinforced Concrete Deck Girder  
 PCDG : Prestressed Concrete Deck Girder  
 S-I-B : Steel I-Beam  
 TRUSS : Steel Through Truss  
 PONY : Steel Pony Truss  
 R. C. SLAB : Reinforced Concrete Slab

LEGEND	TRAFFIC (VEHICLES)	DETOUR	POPULATION (PERSONS)
BLANK	<2000	PROBABLE	<300,000
*	>2000	NONE	>300,000

### 6. 3 改修橋梁の選定と予備設計

一次選定された99橋梁の中から、6. 2節に記述した選定基準に基づいて緊急に改修する橋梁として52橋梁が選定された。

Noticeable Bridges (Candidate - Bridges)		Selected Bridges for Urgent Rehabilitation
49	A	49
50	B	3
99 Bridges A + B		52 Briges

Note: The results of visual inspection for 52 bridges are summarized in APPENDIX 6.1.

選定された52橋梁は以下の6 Regions (地区) に分布している。

Region	Nos. of Selected Bridges
I	10
II	10
III	6
IV-A	9
V	13
VIII	4
6 - Regions	52 Bridges

予備設計の対象となる橋梁は、橋梁形式や損傷に関して改修の代表的工法を含む橋梁の中から選ばれる。これらの橋梁はまた以下の現況をも考慮して選定している。

- (1) 主要部材の損傷による破壊の危険がある。
- (2) 洪水により流出または、局部洗掘により転倒の危険がある。
- (3) 床版や主部材の損傷により橋梁機能の使用不能になる危険がある。

(4) 上記の危険により交通遮断となり、社会経済に重大な影響をおよぼす。

以上により予備設計対象橋梁として22橋梁が選定された。

また、改修橋梁(52橋)と、予備設計対象橋梁(22橋)の内で、橋梁型式又は区間ごとの損傷数との関係はTable6.9とTable6.10に示す。

改修橋梁52橋のうち、予備設計対象橋梁に選定された22橋は以下の通りである。

これら22橋梁の点検診断記録はAPPENDIX6.2に要約している。

Br. No.	Bridge Name	Br. Type
<u>Manila - Laoag</u>		
(1) 14	Labangan I	SIB
(2) 54	Tagamusing	RCDG
(3) 58	Bued	PONY/TRUSS/RCDG/SIB
(4) 65	Lomboy	RCDG
(5) 77	Bauang I	PONY
<u>Manila - Allacapan</u>		
(6) 43	Sicsican	TRUSS
(7) 71	Indiana	SIB/PONY
(8) 73	Batu	TRUS
(9) 109	Naguilian	SIB/TRUSS
(10) 113	Malalam	SIB/TRUSS
(11) 139	Pinacanauan	SIB/TRUSS
(12) 154	Pared	PONY/RCDG/TRUSS
<u>Matnog - Manila</u>		
(13) 19	Suje	RC-SLAB
(14) 78	San Gabriel	RC-SLAB
(15) 188	Binanaan	RCDG
(16) 208	Sto. Cristo	RCDG
(17) 220	Magapon	PONY
(18) 227	San Cristobal	RCDG/TRUSS
<u>Liloan - Allen</u>		
(19) 209	Jiabong	RC-SLAB
(20) 120	Hinogbongan	SIB
(21) 160	Jubasan II	PONY
(22) 161	Jubasan I	TRUSS

Table 6.9 SELECTED BRIDGES WITH DETERIORATION AND DAMAGES

Types of Bridges	Inspected Bridges 742 Brs.	Types of Deterioration and Damages							Total (1)-(6)
		Selected Bridges 22 Brs./52 Brs.	(1) Corrosion/collision of Major Memb.	(2) Conc. Beam Crack/ Spalling	(3) Deck Slab Crack/Spalling	(4) Substructure/ Foundation	(5) River/Bank Protect.	(6) Others	
<b>(1) Steel Bridges</b>									
Truss	34	9/15	4/6	--	7/9	2/2	3/5	1/2	17/24
Pony	7	4/5	3/4	--	3/3	0/0	0/0	4/5	10/13
S.I.B	247	2/11	0/3 *	--	2/10	2/3	1/3	0/0	5/19
Others	0	--	--	--	--	--	--	--	--
Sub Total	288	15/31	7/13	--	12/22	4/5	4/8	5/8	32/56
<b>(2) Concrete Bridges</b>									
R. C. D. G.	311	4/17	--	4/13	2/8	2/3	1/3	1/1	10/28
Conc. Slab	69	3/4	--	2/3	3/4	2/2	0/0	0/0	7/9
P. C. D. G.	30	--	--	--	--	--	--	--	--
Arch	31	--	--	--	--	--	--	--	--
Sub Total	441	7/21	--	6/16	5/12	4/5	1/3	1/1	17/37
<b>(3) Others</b>									
Others	13	--	--	--	--	--	--	--	--
Total	742	22/52	7/13	6/16	17/34	8/10	5/11	6/9	49/93

Note: \* : The type of deterioration of major memb. is included in that of Truss Bridges of the 22 bridges. A/B : A=Numbers from 22 Bridges. B=Numbers from 52 Bridges.

Table 6.10 NUMBER OF DETERIORATION AND DAMAGES

FROM/TO	NOS. OF BRIDGE	REMARKS											Total	River Study is to be required
		Corrosion / Collision of Major Memb.	Concrete Beam Crack / Spalling	Deck Slab Crack / Spalling	Substructure / Foundation	Bank Washing Away / Erosion	Slope Protection	Clearance Shortage	River Current Coincident	Inadequate Bridge Width	Approach Road	Others		
MANILA ~	5	2	2	3	0	1	1	0	3	-	1	15	3	
LAOAG	13	4	5	5	1	1	2	5	-	2	30	5		
MANILA ~	7	1	0	7	0	2	0	0	1	-	0	12	6	
ALLACAPAN	13	1	3	8	0	3	0	1	-	0	17	7		
MATNOG ~	6	2	3	5	0	0	0	0	1	-	0	13	0	
MANILA	22	6	7	19	0	2	0	1	-	0	37	0		
LILOAN ~	4	2	1	3	0	1	0	0	0	-	0	9	2	
ALLEN	4	2	1	3	0	1	0	0	0	-	0	9	2	
TOTAL	22	7	6	17	8	4	1	0	5	-	1	49	11	
	52	13	16	34	10	7	1	2	7	-	2	93	14	

Note : Upper part is the numbers from the bridges for preliminary design.  
 Lower part is the numbers from the bridges requiring rehabilitation.

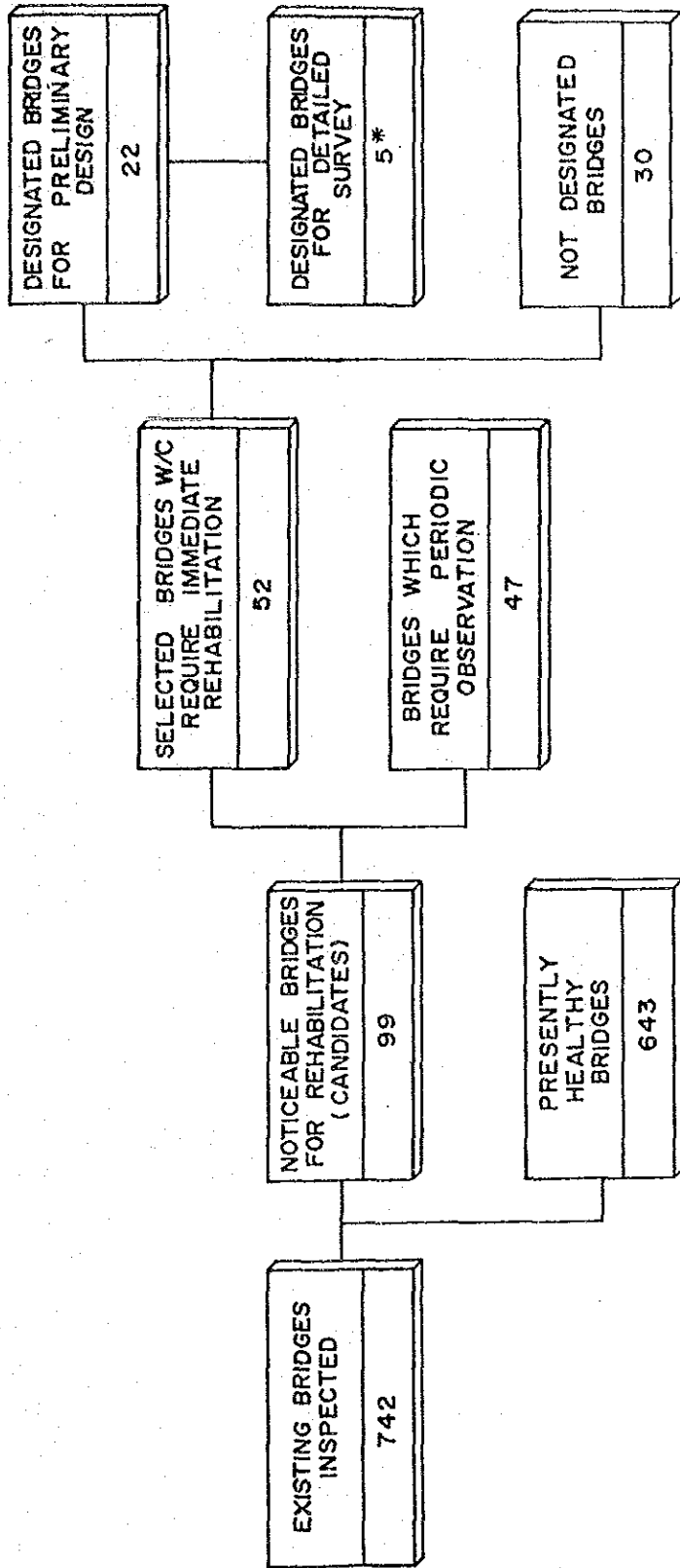
#### 6. 4 分類と対象橋梁

各段階での対象橋梁数はFig.6.2に示す。

- 一次選定の結果、損傷を受けている橋梁（99橋）、健全な橋梁（643橋）に分類された。
- 損傷を受けている99橋梁のうち52橋梁が改修橋梁に選定され残りの47橋は“定期的に損傷を観測する必要がある”橋梁に分類された。
- 改修橋梁52橋のうち、予備設計対象橋梁として22橋が選定された。
- これら22橋梁のうち、予備設計に必要なデータを得るため、詳細調査対象橋梁として5橋が選定された。



Fig. 6.2 NUMBER OF BRIDGES PER INDIVIDUAL PHASE



Note: Figures correspond to number of bridges  
\* : One from 99 bridges



## 第7章 橋梁詳細調査



## 第7章 橋梁詳細調査

### 7.1 概要

橋梁詳細調査は、地形図の作成のために既存橋梁の現況、地質状況のデータ収集を実施した。調査は主に構造調査、地形測量、地質調査と載荷試験から成る。構造調査では、部材寸法測定と物理的強度を測定する非破壊試験を行った。地形測量と地質調査は、起伏のある架橋地点の地形図作成と橋梁基礎の支持層を確認するために行なわれた。載荷試験は計算式による値と載荷試験結果を比較するために行なわれた。

橋梁詳細調査の要約と結果は次の節で記述する。

### 7.2 構造調査

構造調査は予備調査対象橋梁として選定された22橋のうち次の5橋梁で実施された。これらの橋梁は目視調査で耐荷力不足が予測され、計算式による耐荷力を検討した橋梁である。

- 1) Labangan I Bridge in Calumpit, Bulacan,
- 2) Bauang I Bridge in Bauang, La Union,
- 3) Antayam I Bridge in San Ildefonso, Bulacan,
- 4) Sto. Cristo Bridge in Sariaya, Quezon, and
- 5) San. Cristobal Bridge in Calamba, Leguna

詳細構造調査の結果は APPENDIX 7.1 に示す。

#### 7.2.1 部材寸法の測定

橋梁上部工の寸法は橋長、幅員、主要部材の幅、高さ、厚さ、床版の厚さ、支承位置及び高さ、高欄の幅及び高さ等の基本寸法をスチールテープやノギスで測定した。

橋梁下部工の寸法は、パラペット、支承台、橋台のウイングや基礎の幅、長さ等と高さ等の基本寸法をスチールテープで測定した。

コンクリート構造物のひびわれ幅は、マイクروسコープとスチールテープで測定した。また橋台、橋脚の傾斜や沈下は下げ振りやレベルで測定した。

鋼構造物の腐食の進行程度は写真比較によって判断を下した。

## 7. 2. 2 非破壊試験と中性化試験

非破壊試験は、1) コンクリート強度の推定、2) 鋼材の強度の推定、3) コンクリートの品質、中性化の推定、4) 鉄筋のかぶりや位置の推定、5) 鋼構造物内のひびわれ探査、6) 杭根入れ長の推定をする必要性から開発されている。

本調査では、橋梁の耐荷力を算出するデータを得るためコンクリート強度試験、鋼構造物の強度試験及びコンクリートの中性化試験を実施した。

### (1) コンクリート強度試験

コンクリート強度の推定はシュミット・ハンマーで行なわれた。その“Rebound number”はコンクリート床版、コンクリート桁、橋台、橋脚等の特定の箇所において測定された。

### (2) 鋼構造物の強度試験

鋼構造物の強度の推定はErnest Testing Machineの携帯型が本調査で使用された。この試験方法はメーカーが鋼材製造中に品質管理用として使用している試験器である。

### (3) 中性化試験

中性化試験では、コンクリート床版、コンクリート桁、橋台、橋脚等の特定(劣化)箇所にフェノールフタレーン(1%溶液)を散布し、化学変化を推定した。

### (4) 非破壊試験結果

コンクリート強度試験、鋼構造物の硬さ試験と中性化試験の結果は以下に示す。

a) コンクリート強度試験結果

コンクリート強度試験では下表に示す通り、Structural Concrete of Standard Specifications for Public Works and Highways, Volume II, Standard Specifications for Highways, Bridges and Airports, 1988年度版に規定している3,000psi (210kg/cm<sup>2</sup>) を越える結果を得た。

Br.No.	Bridge Name	Location of Test	Concrete Strength	Remarks
14	LABANGAN I	Abutment	340 kg/cm <sup>2</sup>	
		Deck Slab	400 kg/cm <sup>2</sup>	
77	BAUANG I	Abutment (A1)	290 kg/cm <sup>2</sup>	
		Pier (P1)	380 kg/cm <sup>2</sup>	
		Deck Slab	400 kg/cm <sup>2</sup>	
16	ANTAYAM I	Pier (P2)	450 kg/cm <sup>2</sup>	
		Deck Slab	350-400 kg/cm <sup>2</sup>	
		Pile	480 kg/cm <sup>2</sup>	
208	STO. CRISTO	Abutment (A2)	380 kg/cm <sup>2</sup>	
		Pier (P1)	420 kg/cm <sup>2</sup>	
		Beam	380-450 kg/cm <sup>2</sup>	
227	SAN CRISTOBAL	Abutment (A2)	360 kg/cm <sup>2</sup>	
		Pier (P2)	350 kg/cm <sup>2</sup>	
		Deck Slab	420 kg/cm <sup>2</sup>	

Note: A1 is abutment of Manila side  
P1 is pier number from A1

b) 鋼構造材の硬さ試験

鋼構造材の硬さ試験は以下の3橋梁で行なわれ、130HB~160HB (4,800~5,500kg/cm<sup>2</sup>) の試験結果を得た。これらの試験結果はAASHTO M183で規定する許容値400~500MPa (4,080~5,080kg/cm<sup>2</sup>) やJIS G3101、SS41 (4,100~5,200kg/cm<sup>2</sup>) とほぼ同程度である。

Br. No.	Bridge Name	Location Test	Hardness	Steel Strength
14	LABANGAN I	Steel-I-Beam	130-140HB	4000-5000kg/cm <sup>2</sup>
77	BAUANG I	Top Chord	140-150HB	5000-5200kg/cm <sup>2</sup>
227	SAN CRISTOBAL	Top Chord	140-160HB	5000-5500kg/cm <sup>2</sup>
		Lower Chord	130HB	4800kg/cm <sup>2</sup>
		Cross Beam	160HB	5500kg/cm <sup>2</sup>

Note: HB is unit of Brinell Hardness

c) 中性化試験

中性化試験では、中性化深度が10mm程度であり鉄筋のかぶり30mmに対して余裕がある。またコンクリートの劣化は低強度コンクリートの使用と施工不良に起因する。中性化試験の結果は以下に示す。



Br. No.	Bridge Name	Place of Testing	Neurality Depth	Remarks	Year Built	Distance, Bridge to Sea
14	LABANGAN I	Abutment	10 m/m	Reinforcing Steel is not visible	1910	0.5 km
		Deck Slab	10 m/m	Reinforcing Steel is not visible		
77	BAUANG I	Abutment A <sub>1</sub>	10 m/m	Reinforcing Steel is not visible	1911	1.5 km
		Deck Slab	10 m/m	Corrosion is at Reinforcing Steel		
16	ANTAYAM I	Deck Slab	0 m/m	Reinforcing Steel is not visible		3.0 km
		Pier P <sub>2</sub>	0 m/m	Reinforcing Steel is not visible		
208	STO. CRISTO	Beam	15 m/m	Reinforcing Steel is not visible		1.0 km
		Pier P <sub>2</sub>	20 m/m	Reinforcing Steel is not visible		
227	SAN CRISTOBAL	Beam	10 m/m	Reinforcing Steel is not visible		3.5 km
		Pier P <sub>2</sub>	20 m/m	Reinforcing Steel is not visible		

### 7. 3 地形測量

地形測量は予備設計の対象に選定した22橋梁のうち5橋梁の地点で行った。これらの橋梁名及び位置は以下に示す。

- Labangan I Bridge in Calumpit, Bulacan,
- Bauang I Bridge in Bauang, La Union,
- Antayam I Bridge in San Ildefonso, Bulacan,
- Sto. Cristo Bridge in Sariaya, Quezon, and
- San Cristobal Bridge in Calamba, Laguna

#### 7. 4 地質調査

地質調査は予備設計の対象に選定した22橋梁のうち以下の橋梁地点で行った。

- Indiana Bridge in Aritao, Nueva Viscaya,
- Pinacanauan Bridge in Tuguegarao, Cagayan,
- Bauang I Bridge in Bauang, La Union
- Bued Bridge in Sison, Pangasinan, and
- Labangan I Bridge in Calumpit, Bulacan

地質調査の結果はAPPENDIX7.2に示す。

#### 7. 5 載荷試験

##### 7. 5. 1 目的

載荷試験は古い橋梁の耐荷力や寿命を推定する有効な方法であり、また理論式による計算結果と試験結果の比較検討も行なえる。載荷試験の解析結果は古橋の改修計画・維持管理や補修等の検討に利用できる。

##### 7. 5. 2 載荷試験の位置

載荷試験は日比友交道路（マニラ～マツノ）間のStation48+660地点で行なわれた。載荷試験の対象となった橋梁諸元は以下に示す。

Bridge No./Name : No. 277, SAN CRISTOBAL  
Bridge Type : Steel Through Truss/RCDG  
Span Arrangement: 12.0 (RCDG) + 49.6 (Truss)  
+ 12.0 (RCDG) = 73.6 m

### 7. 5. 3 載荷試験方法

トラックの総重量は計量所で測定し、各荷重モードに対して理論的計算結果の得られる橋上の地点に載荷する。

橋梁構造の各部材の変形やひずみは測定され、各荷重モードの、変形様相は測定し、記録をする。その記録された結果は解析し、理論計算式と比較する。

載荷試験のフローチャート図はFig.7.1及び載荷試験マニュアルに示す。

#### (1) カウンターウェイトの準備

トラックは、Calamba, Laguna付近の採砂場から採掘された砂を積載し、総重量は15ton以上にした。載荷重量はCalamba Weight-Bridge Office (Region IV-A)で測定した。カウンターウェイトにするトラックの必要条件は以下に示す。

- 4 - Dump Trucks (15 tons)
- 1 - Wheel-Loader
- Sand Bag, if necessary
- Weigh Bridge

#### (2) 足場工

足場工は測量・測定を行う作業台を支持するよう十分かつ安全に製作する。

#### (3) ひずみゲージの接着

ひずみゲージの接着箇所はサンドペーパーで表面を清掃し、ひずみゲージとリード線を接着させ、リード線をSwitch-boxに結線する。

#### (4) 荷重の作用

載荷点や各荷重モードは、載荷試験前に計算式により理論的に決定する。正確な載荷点はカラーペイントでマークする。

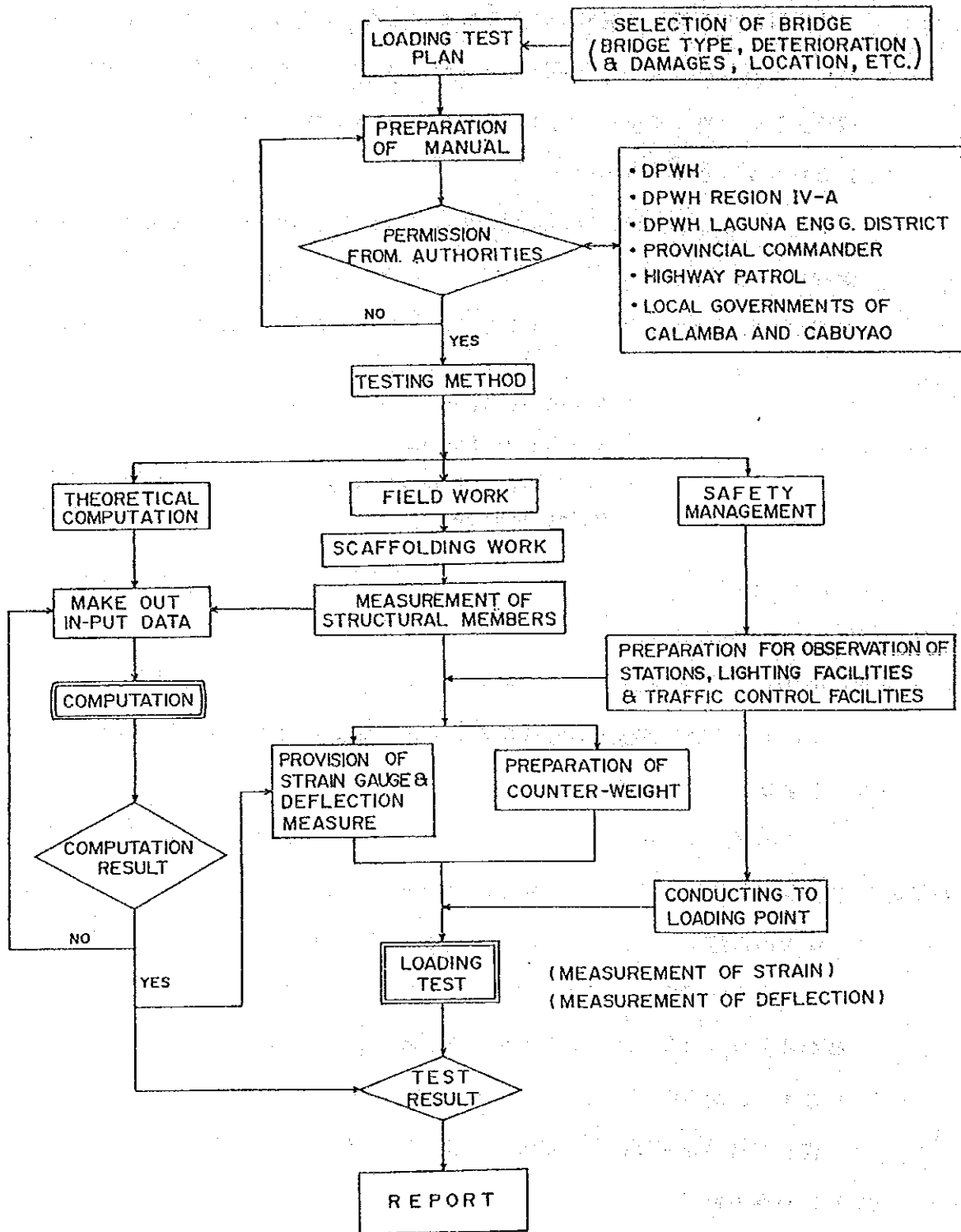
#### (5) ひずみの測定

構造部材のひずみは各荷重モードごとに測定し、記録紙に記録する。

#### (6) たわみの測定

構造部材のたわみはレベルを使用して、各荷重モードごとに測定する。

Fig. 7.1 FLOW CHART DIAGRAM OF LOADING TEST



#### 7. 5. 4 載荷試験の結果

San Cristobal橋の載荷試験は載荷試験マニュアルに従って1988年6月に実施された。載荷試験の結果は理論計算値とほぼ同一であった。また使用した許容応力はNSCPや日本の基準を参照した。

理論計算と載荷試験で採用した荷重モードは以下に示す。

- Case - 1: Dead Load (DL) only
- Case - 5: DL + 2 trucks (2 x 15 = 30 tons)
- Case - 6: DL + 3 trucks (3 x 15 = 45 tons)
- Case - 7: DL + 4 trucks (4 x 15 = 60 tons)

主要部材のひずみの測定結果は以下に示す。理論式と載荷試験によるひずみの対比は1.24から1.51であり、載荷試験によるひずみは理論計算よりも大きい。

Members	Allowable Stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Axle Force (ton)		Stress (kg/cm <sup>2</sup> )		Deflection (mm)	
		Computed	L.Test	Computed	L.Test	Computed	L.Test
U-2	1087	-145	-143	808	797	-	-
D-3	1395	16	19	260	304	-	-
L-3	1395	136	123	844	766	11.6	11.0

Note: U - Uper Chord  
 D - Diagonal Chord  
 L - Lower Chord

上記の結果から、理論計算値と載荷試験によるひずみは弾性域内において、大差はないと判断される。また、たわみは許容値8.3cm (1/600) よりも小さく、San Cristobal橋は載荷試験で使用した荷重以上の車輛荷重にも耐えると期待できる。

