

ビルマ橋梁技術訓練センター プロジェクトを終えて

藤 原 稔

はじめに

ビルマ橋梁技術訓練センタープロジェクトは昭和 54 年 7 月に発足し、6 年間の協力期間中に、同センターにおいて PC 橋の設計技術の訓練が行われ、またツワナ橋の建設現場において同じく施工技術の訓練が行われた。

このプロジェクトの特徴は、橋長 300 m の実際の橋梁（ツワナ橋）の建設を通じて訓練が行われたことであり、予定工期内に無事故で同橋が完成するという成果とともに、プロジェクトは昭和 60 年 7 月に成功裏に終了した。

筆者は 6 年間の協力期間のうちの終了までの 1 年半を日本人専門家のチームリーダーとしてプロジェクトに参

画した。ここにプロジェクトの概要を紹介する。

1. プロジェクト開始までの経緯

昭和 50 年 5 月にビルマ政府から日本政府に対して橋梁技術者の養成に関して技術協力の要請が出された。その後調査団の派遣などを通じて両国間の協力内容の調整が図られ、昭和 54 年 7 月には同年 4 月から 5 月にかけて派遣された実施協議チームとビルマ側との討議議事録に調印が行われて、長大 PC 橋の設計、施工技術のビルマ人技術者への移転を目的とした本プロジェクトが開始された。

この間、昭和 53 年 3 月 25 日には、実施協議のために派遣された国広哲男博士（当時建設省土木研究所構造橋梁部長）を団長とする調査団 5 名全員、同行の外務省職員およびビルマ側のカウンターパート 2 名が航空機事故により殉職するといういたましい出来事があった。しかしこの悲しみを越えて日本とビルマの関係者の熱意と努力によってプロジェクトが開始されることとなった。

2. プロジェクトの運営

(1) プロジェクトの運営体制

本プロジェクトのビルマの担当省は建設省であり、実務はその下の建設公社が行った。日本では本プロジェクトは国際協力事業団の社会開発協力事業の一つに位置づけられている。

プロジェクトの運営体制は、主として昭和 54 年 7 月 12 日調印の討議議事録および昭和 56 年 5 月 22 日調印のミニッツに規定された。これらに基づいて、PC 橋の設計技術に関しては建設省ツワナ中央訓練センターに設置された橋梁技術訓練センターにおいて、講義、演習、実験、実習等により技術移転を行った（センター内訓練）。また施工技術に関しては建設公社に新たに発足したツワナ橋建設プロジェクトのツワナ橋建設現場において、実際の建設工事を通じて技術移転を行った（実橋訓練）。

本プロジェクトでの建設公社関係者および日本人専門



図-1 ビルマの地理

家の責務は前述の討議議事録およびミニッツに次のように定められた。すなわち、建設公社総裁はツワナ橋建設工事も含めたプロジェクト全体、橋梁技術訓練センター所長は同センターの運営、ツワナ橋建設工事事務所長は同橋の建設工事に関してそれぞれ責任を負う。また日本人専門家のチームリーダーは日本人専門家を統轄し、技術的事項に関して建設公社総裁、同道路局長、センター所長、工事事務所長等に助言および指導を行い、日本人専門家はカウンターパートに対して技術的助言および指導を行う。

(2) 運営委員会および実行委員会

前述のミニッツでプロジェクト運営委員会が規定されたが、これは建設公社総裁を委員長とし、委員として日本人専門家および建設公社関係者、オブザーバーとして日本大使館関係者および計画財務省対外経済関係局関係者から構成されており、昭和 57 年 6 月 8 日に協力期間の延長の是非を審議するために一度開催された。

このほかに建設公社内部に建設公社総裁を委員長とし、建設公社関係者および日本人専門家を委員とするプロジェクト実行委員会が設置され、通常の運営に関する事項が審議された。同委員会はツワナ橋の建設が本格化した昭和 56 年から 60 年まで合計 24 回開催された。

(3) 国内の支援体制

国際協力事業団内部に本プロジェクトの協力の基本方針、実施計画、ならびに調査、専門家派遣、機材供与、研修員受け入れ等の計画を審議するために、同事業団理事を委員長とし、外務省、建設省、日本道路公団、首都高速道路公団、本州四国連絡橋公団および国際協力事業団の担当者を委員とするビルマ橋梁技術訓練センター設置委員会が設置された。

またこの委員会の下に長期専門家の派遣元である建設省、日本道路公団、首都高速道路公団、本州四国連絡橋公団、鹿島建設、住友建設、千代田コンサルタントの担当者を委員とする専門部会が設置された。部会長は各時点でチームリーダーを派遣している派遣元の担当者が勤めた。この専門部会は現地日本人専門家チームからの要望等の国際協力事業団担当者への技術的事項の橋渡し役として精力的な支援活動を行い、プロジェクトの円滑な実施に多大の貢献をした。

3. 日本からの協力内容

本プロジェクトは、国際協力事業団を通じて行われる技術協力の一形態であるプロジェクト方式によって行われた。この方式は日本人専門家の派遣、機材の供与および研修員の受け入れを柱とするものである。

さらに本プロジェクトでは橋梁技術の移転の過程で実

際の橋梁が建設されるため、これに加えて開発調査によりツワナ橋の詳細設計が作成され、また同橋の建設に必要な資機材が無償資金協力により供与された。

(1) 日本人専門家の派遣

6年間のプロジェクト期間中に長期専門家（派遣期間1年以上）22名、短期専門家（派遣期間1年未満）28名、合計50名が派遣された。派遣費用総額は7億6,000万円である。

プロジェクトが最盛期の昭和58年頃の長期専門家の構成は、チームリーダー1名、センター内訓練担当3名（構造工学1名、コンクリート橋工学2名）、実橋訓練担当3名（現場総括1名、基礎工1名、上部工1名）、調整員1名であった。長期専門家の派遣元は前述の専門部会の委員の所属である建設省、3公団、3民間会社および国際協力事業団である。

短期専門家はプロジェクトの進行状況に応じて適宜派遣された。センター内訓練に関しては土質工学、基礎工学、マイクロコンピューター等の講義、指導のために12名が派遣され、実橋訓練に関してはクレーン等の機械操作の指導等に13名が派遣された。またプロジェクトの企画運営に関して3名が派遣された。短期専門家の派遣元は前記長期専門家の派遣元に建設機械メーカー4社、セメント会社1社を加えた合計13の官公庁および民間会社に及ぶ。

(2) 機材の供与

プロジェクト期間中に技術協力により供与された機材は総額5億8,000万円相当である。内訳は、センター内訓練用機材として土質試験機、コンクリート試験機、測量機器、製図機器、マイクロコンピューターなど9,000万円、実橋訓練用機材としてパイプロハンマ、リバースサーキュレーションドリル、発電機、アジテータートラック、フォルパワーゲン、シース製管機、ディビダーグジャッキ、グラウトポンプなど4億9,000万円である。

(3) 研修員の受け入れ

本プロジェクトで受け入れた研修員は合計31名である。研修員の所属の内訳は建設公社の本部職員、ツワナ橋建設工事事務所の技術者、橋梁技術訓練センターの訓練生など建設公社関係が23名、鉄道公社3名、ラングーン工科大学1名、軍関係4名であり、その大半は本プロジェクトのカウンターパートまたは訓練生を経験した者である。

日本での研修期間は0.5～3.5カ月であり、研修内容は日本の道路および橋梁の現状把握をはじめ、民間会社の設計部門での設計技術の習得、橋梁の建設現場での施工技術の習得などである。

(4) 詳細設計の作成

国際協力事業団においてビルマ国ツワナ橋梁建設計画作業監理委員会の下に昭和 54 年度の開発調査によりツワナ橋の詳細設計が作成された。

(5) 無償資金協力

ツワナ橋の建設のための資機材として、骨材プラント、コンクリートパッチャープラント、アジテータートラック、クローラクレーン、発電機、PC 鋼棒、シートパイル、H型鋼、デッキパネル、支承、伸縮継手など総額 5 億円分が昭和 55 年度に無償資金協力により供与された。

(6) 調査団の派遣

昭和 51 年 11 月の事前調査チームから 60 年 6 月のエバリュエーションチームまで合計 13 の調査団、合計 55 名の団員が派遣された。

4. センター内訓練

(1) 訓練開始の準備

プロジェクト開始とともに日本国内において訓練計画の検討および訓練に必要な教材、試験用機器等の選定および輸送手続きが進められた。

昭和 54 年 12 月にはチームリーダーおよびコンクリート橋工学担当の長期専門家 2 名が派遣され、建設公社の担当者とともにカリキュラムの編成、講義ノートの作成、施設の整備等の橋梁技術訓練センターの開設の準備が進められた。昭和 55 年 2 月には構造工学担当の長期専門家 1 名が着任した。

昭和 55 年 4 月にはカウンターパート 2 名が専属で配置され、20 名の訓練生も決定した。同年 4 月 21 日にはツワナ中央訓練センターのアセンブリーホールにおいてビルマ側から建設大臣はじめ多数の関係者、日本側から日本大使館参事官、日本人専門家等が出席してセンターの開所式が行われ、センター内訓練が開始された。同年 4 月末には調整員も派遣された。

(2) 昭和 55～57 年度の訓練（基礎コース）

昭和 55 年 4 月から 58 年 3 月まで各年度それぞれ 20 名、17 名、20 名の合計 57 名の訓練生に対して 1 年間の訓練を行った。訓練生は 24 歳から 43 歳までのいずれもラングーン工科大学出身者で、所属は建設公社 44 名、鉄道公社 3 名、灌漑局 1 名、ラングーン市 3 名、ラングーン工科大学 2 名、陸軍 4 名である。

いずれの年度も 3 学期に分けて訓練を行った。第 1 学期（4 月～9 月または 10 月）は構造力学、土質力学、基礎工学、コンクリート材料、RC 桁、PC 桁等の橋梁設計に不可欠な基礎理論の講義を行った。第 2 学期（10 月または 11 月～12 月）は基礎工、RC 橋、PC 橋、デ

ィビダグ橋の設計方法の講義および演習を行った。第 3 学期（1 月～3 月）は第 2 学期の項目について、実際に計画されている橋梁を対象にしてグループ別に設計演習を行った。

第 1 年目の昭和 55 年度は 2 名の専属のカウンターパートが配置されていたが、不馴れのためほとんど日本人専門家自身が講義や演習を行った。第 2 年目の 56 年度は前年度の訓練修了生の中から 2 名がカウンターパートに加わり、講義ノートもほぼ整備されたので、講義、演習等はカウンターパートが行い、日本人専門家は助言、指導する立場をとった。第 3 年目の 57 年度はさらに前年度の訓練修了生の中から 2 名がカウンターパートに加わり（ただし第 1 年目の修了生 1 名は年度途中で元の職場に復帰）、教材等の整備が進み、カウンターパートの資質も向上したことから、講義、演習等はカウンターパートがビルマ語で行った。

カウンターパートに対しても設計演習、日本の道路橋示方書の勉強会、実際の PC 橋の設計等の訓練を行った。

(3) 昭和 58, 59 年度の訓練（上級コース）

昭和 58 年 4 月から 60 年 3 月までは、基礎コースのカウンターパートすなわち当初からの 2 名、第 1 年目の修了生 1 名、第 2 年目の修了生 2 名の合計 5 名に第 3 年目の修了生 5 名を加えて、総計 10 名に対して、ツワナ橋と同規模のディビダグ橋の設計技術の訓練を行った。訓練は 10 名を上部工グループと下部工グループに分けてグループ学習を行った。

第 1 年目の 58 年度は上部工グループはディビダグ橋、下部工グループはケーソン基礎および仮設構造物をそれぞれ対象にして設計理論の学習および演習を行った。第 2 年目の 59 年度はツワナ橋と同規模で将来ウェスタン・ハイウェイに建設を予定されているナウウン橋を対象にして設計演習を行い、データの収集から始まって設計計算書および図面の作成まで終了した。

昭和 60 年 3 月 22 日にはツワナ中央訓練センターのアセンブリーホールにおいて、建設公社総裁、日本人専門家等関係者が出席して上級コースの修了式が行われた。

(4) センター内訓練の成果

建設公社における橋梁の建設数は現在でも年間 15 橋程度であり、そのうち 5 橋程度が支間 30m クラスで、ほかはごく小規模のものばかりである。このような状況のため基礎コースの訓練生は橋梁の設計、施工に関してほとんど経験のない者ばかりであった。このため基礎コースでは構造力学の講義から始めざるを得ず、最終的にも RCT 桁橋や支間 30m 程度のポステン PC 桁橋の

設計方法を習得させるにとどまった。しかし、前述のような橋梁の建設状況に対して 57 名の訓練生を養成したことは、橋梁の中堅技術者を確保するうえで大きな意義があった。彼らが演習で設計した橋が現在ウェスタン・ハイウェイで数橋建設されており、彼らのうち数人がこれに従事している。

基礎コース修了生 57 名のうちの 8 名と当初からのカウンターパート 2 名の合計 10 名に対して 2 年間の上級コースで支間 100 m 程度のディビダグ橋の一連の設計技術を習得させたことにより、橋梁の設計技術に関して本プロジェクトの当初目標を達成することができた。上級コースは上部工グループと下部工グループに分けて訓練を行ったが、日本人専門家チームは建設公社に対してこれらの技術者グループを分散させることなくグループとして実際の設計業務を数多く経験して技術を向上させていくよう提言している。

5. 実橋訓練

(1) ツワナ橋の概要

ツワナ橋は、ランゲン市のティンガンジャンタウンシップのツワナ地区とタケタタウンシップを結ぶためにナモイエ川に架設された橋長 300 (30+70+100+70+30)m、幅員 11 (1.5+8.0+1.5)m の PC 橋である。主



写真-1 完成したツワナ橋

橋梁部は支間割 70 m+100 m+70 m の中央ヒンジを有するディビダグ工法による 3 径間連続箱桁橋であり、その両側の取付部は、それぞれ支間 30 m のフレシネ工法による 4 本主桁の単純合成桁橋である。

主橋梁部の中央の 2 本の橋脚の基礎はそれぞれ長さ 18 m および 28 m、直径 14 m のオープンケーソンであり、両岸から仮栈橋を出して鋼矢板および盛土による築島を行って施工した。他の 2 つの橋脚および 2 つの橋台は陸上部にあり、基礎はいずれもリバースサーキュレーションドリル工法による直径 1.5 m、長さ 30~45 m の場所打ちコンクリート杭である。

ツワナ橋の設計は日本の道路橋示方書に準拠しており、設計活荷重は TL-20 を用いている。また設計水平震度は 0.12、上部工のコンクリートの設計基準強度は 350 kg/cm² である。主要な材料の数量は、コンクリート 11,300 m³ (下部工 8,500 m³、上部工 2,800 m³)、鉄筋 824 t、PC 鋼棒および PC 鋼線 365 t である。

ツワナ橋の工事費は、日本からの無償資金協力および技術協力の機材供与による外貨分 9 億 9,000 万円、ビルマ内貨分 12 億 4,000 万円、合計 22 億 3,000 万円である。なおビルマ内貨分は建設公社ツワナ橋建設プロジェクト、プロジェクトエンジニアズオフィスの昭和 60 年 3 月末現在の資料によるもので、現地通貨 1 チャット = 30 円として換算してある。内貨の内訳は、材料費 6 億 9,000 万円、労務費 2 億 1,000 万円、機械損料 8,000 万円、資機材引取費 (無償や技協による資機材の関税、運送費等) 2 億 2,000 万円、現場管理費 (職員給与、電気料、事務費等) 4,000 万円である。ただし前 4 項目にはそれぞれ建設公社運営費 (一般管理費に相当) が 24.31 % 含まれている。

(2) 工事着手の準備

プロジェクト開始直後、昭和 54 年 8 月から 9 月にかけて詳細設計調査チームが派遣され、ツワナ橋の設計条件の確認を行った。これに基づいてビルマ国ツワナ橋梁建設計画作業監視委員会の下に詳細設計の作成が行われ、案ができた時点で昭和 55 年 1 月にドラフトファイ

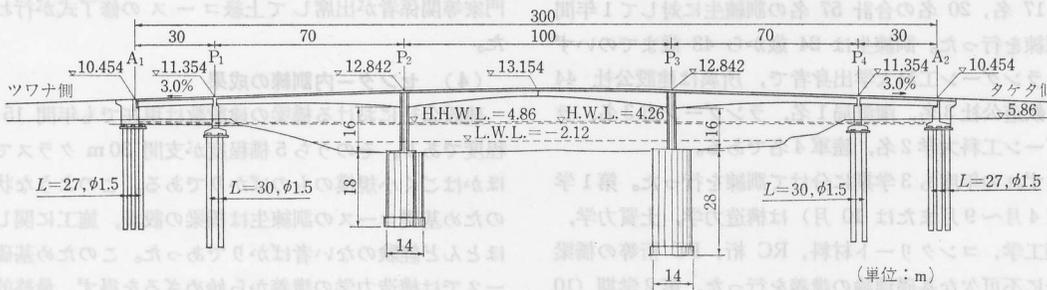


図-2 ツワナ橋一般図

ナルレポート説明チームが派遣され、詳細設計の内容が日本人専門家とビルマ側に説明された。

昭和 55 年 4 月に実橋訓練担当の長期専門家 2 名が派遣され、詳細設計に基づいて工事計画の作成、建設資機材調達に必要な両国の予算措置のための作業などが行われた。ビルマの建設公社はこの種の工事はもとより技術協力についても初めての経験であるため、これらの作業は大半を日本人専門家に頼ることとなった。

昭和 55 年 11 月には工事計画書が取りまとめられ、建設大臣による承認を得た後、施工命令が出された。同年 12 月には工事のために暫定的な組織が作られ、ツワナ側取付道路兼進入路および工事ヤードの盛土工事が開始された。

(3) 準備工

昭和 56 年 3 月から 4 月にかけて計画打合せチームが派遣され、実橋訓練に関するミニッツがまとめられ同年 5 月 22 日に調印が行われた。これに基づき工事事務所の組織が整備され、所長の下に各担当部署ごとに技術者 24 名が配置され、それらの下に大工、鍛冶等の技能工 120 名、普通作業員 50 名、軽作業員（女子、子供含む）40 名、夜警 50 名、運転手 30 名、事務職員 25 名、製図工 15 名、合計 330 名程度が配置された（数字は工事が最盛期の時のものである）。

その後骨材の集積が始まり、日本からの資機材も到着しはじめ、昭和 56 年 8 月には建物、倉庫等も完成し、短期専門家も派遣された。同年 9 月からはコンクリートプラントの組立、ツワナ側仮栈橋の工事等本格的な仮設備工事が開始され、同年 10 月 13 日にはツワナ橋建設現場においてビルマ側から建設、外務、運輸の各副大臣はじめ多数の関係者、日本側から日本大使、建設省技監、日本人専門家等関係者が出席して起工式が行われた。

同年 12 月にはコンクリートプラントの運転が開始され、ツワナ側仮栈橋も終了し、昭和 57 年 1 月には築島工事も終了した。タケタ側仮栈橋は同年 1 月に着工し、同年 5 月には築島工事も終了した。

(4) 下部工

ツワナ側の長さ 18m のケーソンは昭和 57 年 2 月に築島上に刃口が設置され、コンクリートの打設および沈設が開始された後、同年 9 月に頂版の打設が終了し、昭和 58 年 3 月には橋脚躯体の打設も終了した。タケタ側の長さ 28m のケーソンは昭和 57 年 5 月に築島上に刃口が設置され、コンクリートの打設および沈設が開始された。途中埋木に当たり撤去に 1 カ月を要した後、昭和 58 年 4 月頂版の打設が終了し、同年 11 月には橋脚躯体の打設も終了した。

陸上部のリバースサーキュレーションドリルによる場

所打ちコンクリート杭については、ツワナ側橋脚で昭和 57 年 2 月に最初のコンクリート打設が行われ、以後同年 10 月のタケタ側橋脚のコンクリート打設終了まで、それぞれの杭本体、フーチングおよび躯体のコンクリート打設が行われた。

(5) 上部工

主橋梁のツワナ側は昭和 58 年 4 月からフォルパウワゲンの組み立てを始め、同年 5 月にコンクリート打設を開始し、同年 11 月にワーゲン施工部の打設を終えた後、昭和 59 年 4 月には支保工部の打設も終了した。同じくタケタ側はフォルパウワゲンをツワナ側から昭和 58 年 11 月に移動して組み立てを始め、同年 12 月にコンクリート打設を開始し、昭和 59 年 6 月にワーゲン施工部の打設を終えた後、同年 9 月には支保工部の打設も終了した。

ツワナ側の取付部の単純合成桁橋は昭和 58 年 1 月に最初の桁のコンクリート打設を行い、昭和 59 年 4 月に床版コンクリートの打設を終了した。同じくタケタ側については昭和 58 年 9 月に最初の桁のコンクリート打設を行い、昭和 59 年 6 月に床版コンクリートの打設を終了した。

主橋梁の中央ヒンジ部のコンクリート打設は昭和 59 年 10 月に行われ、これを記念して同年 10 月 26 日にツワナ橋上において建設公社総裁、日本大使館参事官、日本人専門家等関係者が出席して連結式が行われた。

昭和 59 年 11 月から高欄、歩道、照明施設等を設置する橋面工が本格化し、昭和 60 年 3 月には舗装が行われてツワナ橋のすべての工事が終了した。同年 4 月 1 日には建設現場においてビルマ側から建設、計画財務、運輸、農林、労働、内務宗教の各副大臣をはじめ多数の関係者、日本側から日本大使、国際協力事業団理事、建設省建設経済局技術調査官、日本人専門家等関係者が出席して開通式が行われた。

(6) 実橋訓練の成果

ツワナ橋の施工には多くの機械が導入されたが、これらを用いた主な技術移転の内容は次のとおりである。準備工の段階では大型 H 型鋼を用いたパイロハンマによる仮栈橋の施工、同じく大型シートパイルを用いた築島の施工、骨材プラントやコンクリートプラントの組み立てなど、下部工の段階ではリバースサーキュレーションドリルによる場所打ち杭の施工、大口径オープンケーソンの施工など、上部工の段階ではフォルパウワゲンを用いたディビダグ橋の施工など、また共通の項目ではレディミックスドコンクリートの生産などである。

いずれもビルマ側には初めての経験であったが、双方の熱意と努力により次第に習得していった。とくに技能

工の能力が施工の成否を左右するが、専門家として派遣された PC 工、オペレーター等から言葉のハンディを身振りでも克服しながら技術移転がなされた。このようにして工事事務所所長をはじめとする技術者 25 名から技能工約 120 名までそれぞれの職種に応じて技術移転が行われたが、ツワナ橋が予定工期内に無事故で完成したことはその成果の証しといえる。日本人専門家チームは建設公社に対してこれらの技術者および技能工を分散させずに、また日本から供与された機材を活用して、引き続き PC 橋を建設することにより技術を向上させるよう提言している。

6. プロジェクトの評価および今後の計画

(1) プロジェクトの評価

本プロジェクトについては、常々ビルマ側から大成功であり日本の協力に感謝している旨、日本側に伝えられてきた。昭和 60 年 6 月エパリュエーションチームが建設公社と会議を持った際にも、総裁から両国の技術協力の下での本プロジェクトの成功を感謝する旨の発言があった。

同チームの報告書では本プロジェクトを次のように評価している。センター内訓練に関しては、「上級コースの実施により PC 長大橋の設計技術についてはひととおり習得できたものと考え。とくにナウワン橋について概略設計から詳細設計まで一連の作業を行い、成果品をとりまとめたことは本訓練を総括するうえで大きな成果があったと考える」と評価し、実橋訓練に関しては、「ツワナ橋の開通式を予定の工期内でしかも無事故で迎えることができた。とくに主構造のディビタグ工法中央径間 100m の PC 橋を完成させたことは、施工技術移転の成果そのものであり、監督技術者から現場作業員まで自信

を深めたことと考える」と評価している。

なお同報告書では今後の課題として、「当プロジェクトで習得された PC 橋の設計施工技術が定着発展するためには、現在の設計、施工技術者集団を分散させずにさらに実務経験を重ねることが必要である」点を指摘している。

(2) 今後の計画

本プロジェクトは 6 年間の協力期間を終了したが、エパリュエーションチームにより指摘された技術の向上のための実務経験の積み重ねの必要性についてはビルマ側も十分承知しており、今後はセンターにおいて設計実務を行い、ナウワン橋の建設に着手して施工経験を重ねたい意向を持っている。現在（昭和 60 年 10 月）ビルマ政府からの正式な要請はまだないようであるが、ナウワン橋の建設に関しては再び日本からの技術者の派遣、資機材の供与の希望が建設公社内にある。

おわりに

本プロジェクトは両国の多くの人々の熱意に支えられて成功裏に終了した。しかしビルマにとって人づくりは始まったばかりである。ツワナ橋が両国の友好のかけ橋となり、一層の技術協力が行われることを望む。

最後に本プロジェクト開始にあたって不慮の事故に倒れられた国広哲男、山木崇史、椎泰敏、古屋敏夫、加藤貞行、相川憲夫、U Aye Pe, U Hla Yin の各氏のご冥福を祈る。

参考文献

- 1) 今村浩三：ビルマ橋梁技術訓練センターの計画，道路，1980.1
- 2) 柳田和朗：ビルマ橋梁技術訓練センターによる協力，道路，1983.7

(建設省中国地方建設局企画部環境審査官)