

ビルマ橋梁技術訓練センターにおける技術協力の経緯とその成功要因

田邊 怜¹・南出 将志¹・加藤 浩徳²・本田 利器³

¹東京大学工学部社会基盤学科 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

²東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

kato@civil.t.u-tokyo.ac.jp

³東京大学大学院新領域創成科学研究科国際協力学専攻 (〒277- 8561 千葉県柏市柏の葉 5 -1- 5)

rhonda@k.u-tokyo.ac.jp

本論文は、1980年より1985年にかけて、ビルマ国内で行われた「ビルマ橋梁技術センタープロジェクト」を対象として、そこにおける技術移転の状況を報告することを目的とするものである。文献調査および関係者へのインタビューから、プロジェクトにおける技術移転の状況を整理し、それらをもとに、特に教育プログラムの観点から、技術移転成功の要因を考察した。成功の要因として、現地の高級技術者を活用できたこと、座学と体験学習とを同時進行で行ったこと、訓練方法を柔軟に変更したことを挙げた。これらは、今後の我が国の土木技術を海外移転する場合においても、有益な示唆を提供するものと期待される。

Key Words: *technology transfer, Official Development Assistance, Burma, bridge engineering*

1. はじめに

本論文は、1980年より1985年にかけて、ビルマ国内で行われた「ビルマ橋梁技術センタープロジェクト」を対象として、そこにおける技術移転の状況を整理し、そこから技術移転を成功させるための要因を抽出することを目的とするものである。このプロジェクトは、我が国の政府開発援助の比較的初期の段階において、日本の建設技術が開発途上国に伝達された成功事例として知られている。本プロジェクトに関しては、すでに多数の報告がなされてきている^{1)~9)}が、主に技術的な側面に着目したものがほとんどであり、教育のプロセスに注目したものは見あたらない。本研究は、特に教育プログラムに着目しながら、技術移転の成功要因を分析することに特徴がある。今後の国際協力において、我が国のインフラ技術を他国に効果的に移転することの重要性が指摘されている¹⁰⁾。本研究は、今後の我が国の政府開発援助のみならず、インフラの海外進出政策にも重要な教訓を与えるものと期待される。

本論文の構成は、次の通りである。まず、2章では、「ビルマ橋梁技術訓練センタープロジェクト」の基礎情報について説明する。3章では、プロジェクトに

おいて実施された訓練の内容を説明する。4章で、訓練後のビルマの状況について述べる。これらをもとに、5章において、当プロジェクトの成功要因に関する考察が示される。最後に、6章で結論を述べる。なお、本稿では、現在では、現在の呼称であるミャンマーではなくビルマと呼ぶことにする。これは、当時の名称になったものである。

2. プロジェクト実施の背景

(1) プロジェクト設定の経緯

1970年代、ビルマ政府は、自国の経済発展のため、農業及び工業関係のプロジェクトを計画・推進していた。ところが、交通基盤の整備が不十分なために、所定の成果がおさめられていない実情にあった。特に、国内の道路交通網は不十分であり、中でもイラワジ・デルタ地帯における道路整備が、強く望まれていた。

ビルマの国土は、南北に流れる Irrawaddy 河、Chindwin 河、Salween 河などによって東西に分断されている(図-1を参照のこと)。当時、ビルマの南北方向の交通網は、イギリスの植民地支配の影響で、

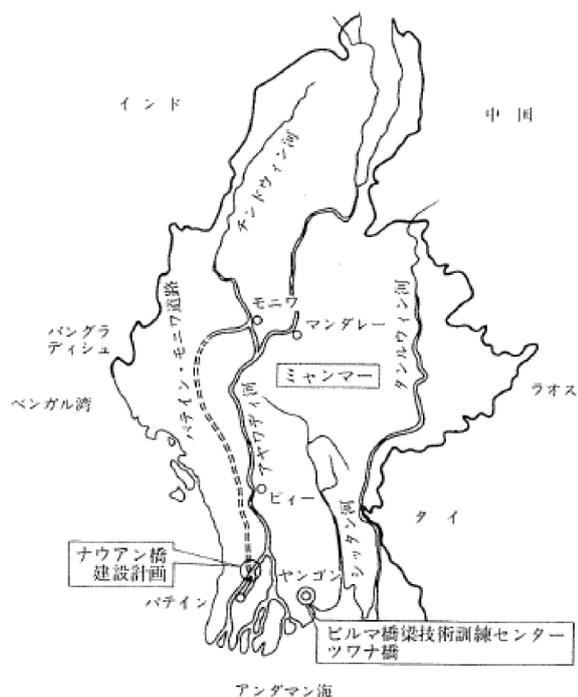


図-1 ビルマの地形図とプロジェクト実施位置 (出典：文献1))

天然資源などを輸出することを目的として、すでに一定程度整備されていたが、東西方向については、上の三川のうち、二川に鉄道道路併用橋が一橋ずつ架かるのみであった。また、ビルマは多くの橋梁建設において必要不可欠な鉄資源を産出していなかったため、同国内での橋梁建設を行う上での障害となっていた。さらに、同国内で、橋梁建設事業の経験がそもそも少ない上、過去に行われた事業の規模も小さかったため、国内の技術者が育ちにくい状況もあった。そのため、自国で必要資源を調達可能なプレストレストコンクリート⁽¹⁾長大橋（以下、PC長大橋）の建設技術の習得が課題となっていた。

この状況を改善するため、ビルマ政府建設省の下部組織であるビルマ建設公社は、

- ・ 道路交通網の延長と、道路舗装率の改善
- ・ 南北幹線道路を連結することを目的とした河川の重要地点における橋梁の新設

の2点を重点項目として掲げた。そして、これらを実現するために、同国で不足している道路・橋梁建設に係る設計・施工に精通した技術者の養成を行うべく、1975年5月に日本に対して技術協力を要請してきた。

この要請を受けて、日本政府は関係当局間で検討を行い、当面は橋梁分野のみで技術協力を行うことを決定した。それを受けて日本から事前調査団チームがビルマへ派遣され、ビルマ建設公社、計画財務省対外経済関係局など、ビルマ側関係当局との協議

や、既存の橋梁及び工事現場の調査、関係資料の収集などが行われた。その結果、ビルマに橋梁技術の訓練センターを設置することの妥当性とその効果が確認された。

事前調査チームの報告を受けて、さらなる計画の詳細を決定するために、1980年3月、建設省（当時）の専門家などを含む実施協議団がビルマに派遣された。同協議団は約1週間にわたりビルマ側と協議を重ね、その後実橋訓練の予定地の視察に向かった。しかし、1978年3月25日、橋梁視察のため、団員を乗せラングーンを飛び立ったビルマ航空機は墜落事故を起こし、関係者全員が殉職するという事故が発生した。この事故によってプロジェクトは一時中断せざるを得なくなったが、1979年7月にはプロジェクトの再開が決定された。

(2) プロジェクトの目的と特徴

当プロジェクトは、単に橋梁を建設するだけではなく、橋梁建設の技術を移転することを目的とするものである。ここでは、プロジェクト終了後も、PC長大橋について設計から施工にいたるまで、建設における一連の流れをビルマ側が自力で行えるようになることを最終的な目標としている。

このプロジェクトは、国際協力事業団（当時）が行っている技術協力の中でも、プロジェクト方式と呼ばれるものである。これは、援助対象国に技術移転のためのセンターを設け、そのセンターを中心に数年間にわたり、専門家の派遣、所要資機材の供与、研修員の受入れを集中的かつ総合的に実施するものである。当プロジェクトの対象となった Thuwunna 橋⁽ⁱ⁾は、ビルマ政府が、自助努力により約11億円の予算を計上し建設したものであるが、ビルマで供給できない資機材については、日本政府が5億円の無償資金協力により供与した。この無償資金協力を技術移転に活用した点が、当プロジェクトの特徴の1つである¹⁾。

プロジェクトの目標を達成するためには、講義形式の教育だけあるいは実橋による訓練だけでは不十分であるというのが、当時の日本人専門家の共通見解であった。そこで当プロジェクトにおいては、講義形式の訓練である「センター内訓練」及び、実際に橋を架ける作業を通じて橋梁建設施工に必要な技術を移転する「実橋訓練」の2種類の訓練が同時に実施されることとなった。前者は、一般的な橋梁技術者の養成及びPC長大橋設計技術の移転の2つを目的とする一方で、後者はPC長大橋の建設及び施工技術の移転を目的としたものであった。

表-1 プロジェクト期間中の実況訓練およびセンター訓練の構造

年月	センター内訓練	実橋訓練
1979年7月		プロジェクト開始
1980年	基礎コース第一期訓練	施工計画, 資機材の発注, 資機材の購入手続き 開始
1981年	基礎コース第二期訓練	Thuwunna 橋起工式
1982年	基礎コース第三期訓練	下部工・上部工の施工開始
1983年	上級コース一年目	
1984年	上級コース二年目	
1985年		Thuwunna 橋開通式

出展: 文献 2), 3), 4)をもとに筆者らが独自に作成

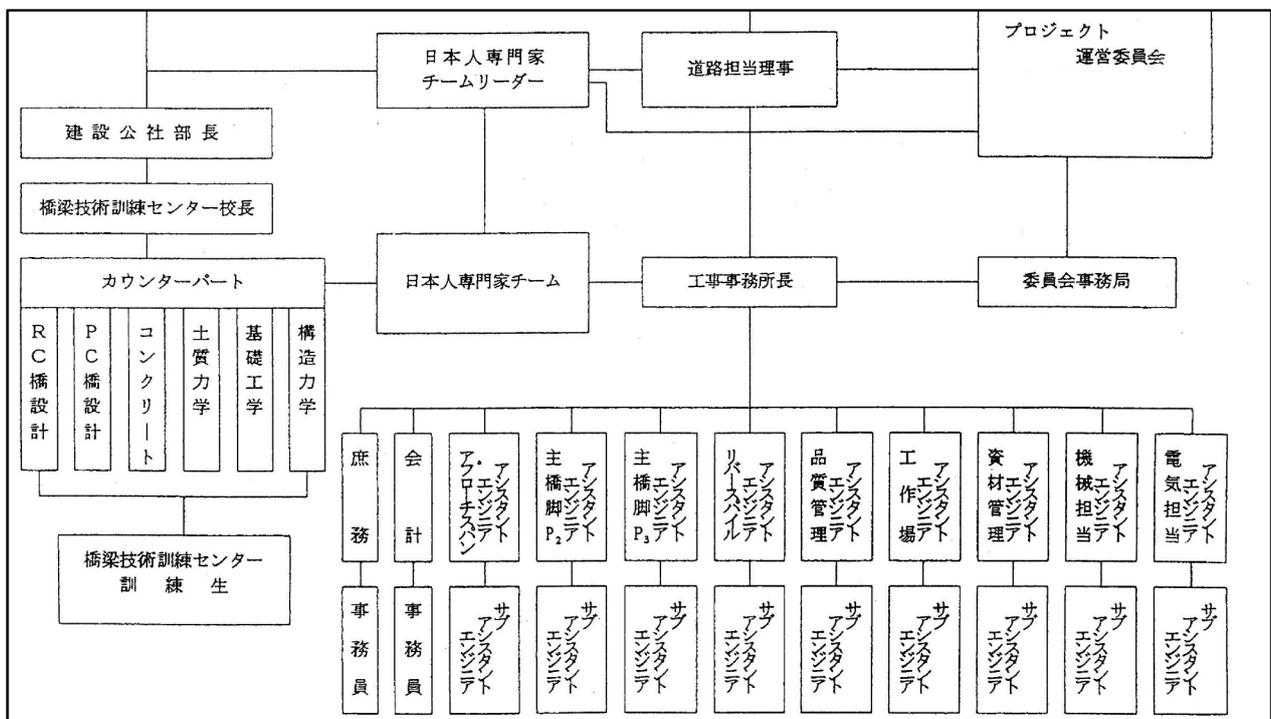


図-2 プロジェクト実施における組織図 (出典: 文献 3))

(3) 訓練全体の概略

訓練全体の内容を時系列に沿って示したものが表-1である。これより、実橋訓練とセンター内訓練が、プロジェクトの全期間にわたりほぼ同時に行われていることが読み取れる。Thuwunna 橋で実際に橋梁建設を行う一方で、近隣に設置されたビルマ橋梁技術訓練センターにおいて理論的な学習を同時に行い、PC 長大橋建設に必要な技術を移転する計画となっている。センター内訓練は、全部で4期に分かれている。実橋訓練は、実際に工程に沿って訓練が進むように設計されている。

プロジェクトの運営委員会は、日本人側のチームリーダー及び専門家と、ビルマ側の建設公社重役によって構成されている。運営の組織図は、図-2の通りである。プロジェクトの運営に関する責任の多くは、ビルマ側が負うことになっているが、実質的な裁量は、日本人専門家に委ねられていた。

なお、ビルマ政府における実施機関の担当者として優秀な上級技術者を、特に「カウンターパート」と称して別途採用し、日本人専門家による訓練の補助を行わせつつ、上級の訓練を施した。また、カウンターパートおよび訓練生の中から優秀な者は、日本

において1~3ヶ月の国内研修を受けた。カウンターパートは、この研修により、ビルマでは経験できない日本の設計・施工現場で実習することができた。なお、半鎖国状態の当時のビルマでは、外国の招待がなければ海外に出られる機会がなかったため、カウンターパートを日本に受け入れて、日本の歴史や文化を紹介することは、日本・ビルマ間の友好促進にも大きく貢献した¹⁾。

3. 訓練の内容

(1) センター内訓練

a) 基礎コース（1980年度-1982年度）

【1980年度の訓練（第一期）】

第一期の訓練は1980年の4月より始められた。訓練は1年単位であり、それは前期（26週間）と後期（20週間）の2つに分けられる。第一期の訓練生は、建設公社14名、ラングーン工科大学1名、陸軍2名、鉄道公社1名、灌漑局1名、ラングーン市1名の合計20名で構成されており、年齢は27歳~43歳であった。

前期には、まず、構造力学、土質力学、鉄筋コンクリート、PC、コンクリート材料の講義が行われた。これは、設計に必要な基礎理論及び設計手法を十分な演習を交えながら習得させるためのプログラムであった。

訓練を始めてみてわかったことは、訓練生の知識水準が当初日本側の予想していた水準よりも低かったことである。訓練生は全員がラングーン工科大学の卒業生であり、数年以上の実務経験者であったが、曲げモーメント図⁽²⁾が正確に描くことはできないなど、基礎的な知識が不十分であった。そこで、前期のカリキュラムでは、特に基礎的な内容に重点的に時間が割かれることとなった。しかし、所定のカリキュラムを消化できず、一部が次の学期にずれ込んだり、訓練生に時間外の勉強や宿題を強いたりすることが起こった。ただし、どうしても講義内容を限定しなければならぬ場合には、「自力で橋梁建設を行えるようになる」のに必要だと思われる課目から優先的に講義が行われた。このような講義内容の変更の際には、日本人専門家の独断ではなく、カウンターパートと密に相談した上で決定された。両者ともに講義の進捗状況や学生の理解度を的確に捉えており、意見が対立することはほとんどなかったようである。

1学期末には、知識の習得水準を把握するため、試験が行われた。しかし、その結果には、訓練生間で

かなりばらつきがあることがわかった。また、訓練生のほとんどは授業を通じて学んだことを、知識として身に付けたものの、応用力までは習得できていなかったことも明らかとなった。そのため、後期に予定されていた設計演習を実施することは難しいということが、訓練の運営側で懸念された。そこで、後期をさらに2つに分割し、1年を当初予定していた2学期ではなく、3学期とするように変更する案が提案された。ここで2学期には、1学期の復習及び設計のための基本技術の訓練を行う一方で、3学期には設計演習を行うことが想定された。日本人専門家及びカウンターパートとの間で、この案の妥当性が協議され、ただちに実施されることとなった。

こうした努力にもかかわらず、結果的に第一期の講義内容は、当初予定よりもかなり限定して行われることとなった。また、この傾向は第三期まで継続された。なお、最初の3年間の訓練は、基礎コースと呼ばれている。この基礎コースは、難易度の高いPC長大橋の設計技術の移転ではなく、一般的な橋梁技術者の養成を目的として行われた。

次に、2学期で実施された科目は、鉄筋コンクリート橋の設計、基礎工の設計、PC橋の設計、ディビダーク⁽³⁾橋の設計の4科目であった。2学期では、特に鉄筋コンクリート(RC)⁽⁴⁾構造物の設計及びPCポストテンションT桁橋⁽⁵⁾の設計を完全に習得させるにかなりの時間が割かれた。そのため、ディビダーク橋については、設計内容及び設計手順の概要が説明されるにとどまった。2学期で教育上の効果があったのは、PCポストテンションT桁橋に関する授業形態だった。同橋の設計の講義では、訓練生が4グループに分けられた上で、それぞれのグループに少しずつ異なった設計条件が与えられた。ここでは、主桁の本数、桁高、桁形状の比較検討、及び最適断面に対しての詳細設計が行われた。グループ別の演習は、グループ毎のきめの細かい指導が可能となるため、各個人の能力に応じた訓練ができ、これが良好な結果を生み出した。グループベースの学習法は、この後、訓練生の能力差が拡大する状況に対応する上で、大きく貢献することとなった。

3学期では、1学期で習得した基礎理論及び2学期で習得した設計の基本技術の実際の構造物への応用について、設計演習を通じ習得させることを狙ってカリキュラムが組まれた。時間的制約及び訓練効果を考慮して、訓練生を次の4つのグループに分け、設計演習が行われた。

- ・ディビダーク橋グループ：実橋訓練橋であるThuwunna橋の設計上の主要点について、手計算の結果とコンピューターで計算された実設計と

を対比する。

- ・PC 橋グループ：PC 単純合成桁橋⁽⁶⁾の設計を実施する。
- ・基礎工設計グループ：Thuwunna 橋の RCD 杭⁽⁷⁾及びケーソン⁽⁸⁾について新しいボーリング⁽⁹⁾データに基づき、杭本数、寸法形態を比較検討する。
- ・実橋設計グループ：Pegue 駅近くの架替計画のある跨線橋（以下、Pegue 跨線橋）を対象にコンクリート橋により各種構造形式、スパン割、仮設工法の比較検討する。

なお、この設計訓練については、カウンターパートも受講していた。「カウンターパート訓練」に関しては、特定のカリキュラムが定められていたわけではなく、その内容は基礎訓練の内容、すなわち訓練生の質に依存することとされた。また、カウンターパートは、日本人専門家と共に講義資料を作成したり、日本人専門家の講義を補助したりする役割を務めた。その結果、カウンターパートは日本人専門家と常に行動をとるようになった。

【1981 年度の訓練（第二期）】

1981 年 4 月より第二期の訓練が始められた。第一期の訓練生は、全員が基礎コースを卒業し、新たな訓練生が入学して第二期が始まった。なお、第一期訓練生のうち成績が優秀であり、かつ現場向きと判断された数名は、カウンターパートとして、この年度より実橋訓練に参加した。第二期の訓練生は、建設公社 12 名、ラングーン工科大学 1 名、陸軍 2 名、鉄道公社 1 名、ラングーン市 1 名の計 18 名であった。

一学期には、構造力学、PC、鉄筋コンクリート土質力学、基礎工学、コンクリート材料の講義が行われた。なお、コンクリート材料については、1 学期の後半から構造力学へ内容が変更された。講義内容は、第一期とほとんど同じであるが、第一期の結果を踏まえて、第二期では、理論中心よりも、例題を併用した演習を重視する指導が行われた。また、第一期訓練の実績から講義ノートもほぼ完備されたので、カウンターパートにより英語で講義が行われるようになった。訓練生はもともと英語能力が高かったのだが、日本人専門家はあまり英語が上手ではなかったため、カウンターパートがビルマ語で講義を行うようになったことにより、訓練生の理解が促進された。日本人専門家は、講義をカウンターパートに任せただけで、自身も講義に参加して、適宜、追加的な指導やアドバイスを行った。このように第二期では様々な改善が行われたが、それにも関わらず、1 学期末の試験の結果は、全体的に成績不良であった。

この主な要因は、訓練生の質の低下であると考えられた。ビルマには、もともと橋梁技術者が非常に少ないにもかかわらず、橋梁建設の経験者や、橋梁に関心のある者の多くが第一期に訓練生として参加したため、第二期における訓練生の質の低下は顕著であった。成績の不良を補うため、1 学期を 1 カ月余り延長して、基礎講座の見直しが行われた。

2 学期においては、橋梁技術の基本技術を習得させるため、ディビダーク橋の設計、PC 橋の設計、鉄筋コンクリート橋の設計、基礎工の設計に関する講義が行われた。

3 学期には、課題毎に 6 つにグループ分けを行った上で設計演習が行われた。ここでは各課題に対して担当のカウンターパートが配置され、訓練生は作業量に応じて再編成されながら訓練を受けた。

- ・Ngawun 橋グループ：ディビダークシステム等の案についてスパン割、桁高、鋼材配置などの検討を行う。
- ・Zawgyi-Chaung 橋グループ：RC 及び PC の単純桁⁽¹⁰⁾によるスパン割の検討及びその最適案に関する戦略の設計を行う。
- ・Kun Chaung 橋グループ：RC 及び PC の単純桁によるスパン割の検討及びその最適案に関する戦略の設計を行う。
- ・Thuwunna 橋グループ：土質調査結果に基づく、下部工⁽¹¹⁾の検討を行う。
- ・PC 合成桁の標準設計グループ：複数のスパン長及び主桁数における設計。一部、ビルマに合致させたカナダ設計方式⁽ⁱⁱ⁾と日本の示方書による設計方式とを比較する。
- ・Prom-Magwe 道路の橋梁技術グループ：現地調査にもとづく既設橋梁の検討ならびに計画橋梁の設計・施工に関する考察を行う。

成績が良好でないグループについては、難度の低い鉄筋コンクリートの設計演習を、良好なグループについては難度の高い PC 長大橋の設計演習を行わせるなどの柔軟な対応が行われた。

また、第一期では講義資料の準備で行えなかったカウンターパート訓練が、今期から本格的に始動された。この訓練は、基礎コースとは異なり、優秀な人材を選抜し、上級訓練の一環として行われたものである。

第二期におけるカウンターパート訓練は、前期、後期の 2 つに分けて行われた。前期に行われた設計実習は、Pegue 跨線橋の比較、ケーソン・パイルの設計、ディビダーク橋の設計の 3 つであった。これに加えて、週に 2 回、全カウンターパートと日本人専門家により、道路橋示方書の共通編、コンクリート

橋編及び下部工編の勉強会なども行われた。なお、後期にも設計演習が行われたが、演習の効率を上げるため、勉強会は廃止された。実習の成果は毎週建設公社の橋梁設計部課長を交えて確認された。また、現場のカウンターパートの中から1人が、センター内訓練に参加することにより、下部工の設計の見直しと追加的な勉強が可能となった。

【1982年度の訓練（第三期）】

第三期の訓練生は、建設公社18名、鉄道公社1名、ラングー市1名の合計20名であった。当初は20名の定員枠に対し、16名しか訓練生が集まらず、残り4人は1カ月遅れて建設公社より参加した。これら4名は建設公社に採用されたばかりで、橋梁に関する知識経験がほとんどない者ばかりであった。建設公社の土木系職員が500名程度に過ぎないことを考えると、毎年20名の訓練生を集めるのは容易ではなく、訓練方法の見直しが必要であるとの意見が出された。

なお、第三期では、第二期生より新たに2名がカウンターパートに加えられた。

第三期の1学期には、教材が豊富に整備されるとともに、カウンターパートも実力をつけてきたので、訓練生が理解しやすいように、カウンターパートにより、ビルマ語で講義が行われた。ただし、従来通り、日本人専門家は講義に立ち会い、カウンターパートに対してアドバイスをを行った。授業がビルマ語で行われているとは言え、その内容は日本人専門家自身が教えていた内容であり、かつ教材も英語であったため、日本人専門家がどのような内容の講義を行っているのか分からなくなるという事態は生じなかった。

中間及び期末試験が全科目について行われ、訓練生の理解度が確認された。しかし、全体的には満足のいく結果が得られなかった。この理由の1つとして、「理論の解説」―「例題の解説」―「演習」というステップで行われる講義の流れに対して、理解のスピードの遅い訓練生には、各ステップの内容について復習する時間が不足していたことが挙げられる。講義内容をよりよく理解してもらうために、第一に、最初に要点をフローチャート式に解説し、全体を把握した後に詳細に入ること、第二に、演習をグループ単位で行い、問題解決のために訓練生間で討議することを通じて、より理解度を深めるための場とすること、第三に、一連の講義の終了後に、もう一度全体を総括し、理解の徹底を図ることが改善案として提案された。

2学期には、橋梁技術の基本技術を習得させるため、ディビダーク橋の設計、基礎の設計、鉄筋コンク

リート橋の設計、PC橋の設計の講義が行われた。

3学期には、建設公社本部より5つの実橋について設計依頼があったことを受けて、訓練生が5グループに分けられて演習が行われた。設計依頼のあった橋梁は、実際にビルマ西部で工事中のものであった。上部工⁽¹²⁾の設計は、カウンターパート訓練として実施された。訓練生は3学期の初めに現地に赴き、収集した様々なデータをもとに下部工の設計について検討を行った。ここでは、一般構造図だけでなく、鉄筋加工図を含めた詳細な設計がカバーされており、教育効果の高いものであった。また、第三期には、電算機が導入されたことにより、単純な計算に時間をとられず、検討に十分な時間をかけることができた。

b) 1983-84年度の訓練（上級コース：第四期）

1983年1月に、プロジェクトが1995年7月まで延長されることが決定された。これに伴い、日本人専門家とビルマ側との間で、訓練計画に関する打ち合わせ会議が数回実施された。ここでは、ビルマの技術水準を考慮し、訓練項目として設計マニュアル、長大橋の設計、実教訓練、標準設計などが必要と考えられた。しかし、時間的にこれらの全てを実施することは困難であること、ビルマ側から長大橋の設計に集中してもらいたいとの強い願望があったことから、上級コースが設定され、そこでは、Thuwunna橋に適用された程度の長大コンクリート橋の設計技術の習得が目標とされた。第一年度は上部工、下部工の解析、製図及び第二年度の準備としての橋梁予備設計の教育が行われ、第二年度は具体的な橋の設計（概略設計から詳細設計まで）を通じて訓練生に実務としての橋梁設計を習得させることが狙われた。なお、上級コースにおける訓練方法は、従来の教室内講義中心方式からグループ学習・実習中心方式に切り替えられた。

上級コースの訓練生は、前年度までのカウンターパート及び卒業生のうち優秀な生徒からなる10名であった。効率的な教育を実施するため、上部工（6人）と下部工（4人）の2グループに分けて訓練が行われた。

【1984年度の訓練（第一年度目の訓練）】

まず、全体として、ディビダーク工法による設計及び施工、各種仮設構造物について、日本のテキストを英訳したものをを用いて、週に1~2回の勉強会が行われた。

下部工グループでは、設計の基本的な理論を十分学習した後で、各訓練生に土質データが与えられ、設計から製図にいたる演習が行われた。なお、下部工グループの訓練については、担当の日本人専門家

が1983年12月に帰国し、それ以降後任が派遣されなかったため、専門家の帰国時点で下部工訓練を中断し、それ以降は、上部工の概念を把握させるため、長大橋の予備設計の演習が行われた。

一方、上部工グループでは、Thuwunna橋の設計計算書をテキストとして、ディビダーク橋の設計理論の教育が行われた。ここでは、一部の作業を手計算で行わせるなど訓練生が内容を理解するように工夫された。その後、重要箇所だけを取り出した上で、複数のスパンの橋梁を想定して、さらに詳細な設計演習が行われた。

【1984年度の訓練（第二年目の訓練）】

第二年目の訓練は、第一年目で習得されたPC長大橋に関する個々の技術を統合し、実橋を用いた概略設計から詳細設計までの一貫した訓練の中で適用することによって、実務としての橋梁設計を完全に習得させることが目的とされた。1984年3月のプロジェクト実行委員会において、設計演習の対象は、計画中のNgawun橋とすることが決定された。

この設計演習は、概略設計、予備設計、詳細設計の3段階に分けて実施された。概略設計で各種データを収集し、予備設計において、上・下部工の解析をもとに形状・寸法が決定され、詳細設計で設計計算と図面の製作が行われた後、現場の状況に合わせて修正され、訓練が完了した。実橋訓練現場を見て感覚的に理解しながら訓練を進めることができたことで、想定と実際のずれを修正しながら訓練行うことができ、センター内訓練での勉強の効果が倍増された。

(2) 実橋訓練

a) 訓練開始の準備

当初、実橋訓練においては、ディビダーク工法による中規模橋梁の建設を通じて、調査、設計、施工にわたる技術移転が計画されていた。これは、調査が、橋梁の設計、施工を想定しながら行われるべきものであり、他のプロセスと切り離すことができないためである。しかし、日本とビルマとの橋梁建設技術、特に、設計技術の格差を鑑みて、橋梁建設プロセスのうち、設計までは日本側で実施し、それ以降は実橋建設として行うこととされた。ただし、建設に必要な現地調査については、ビルマ側で実施された。ところが、いざビルマにおいて訓練の準備を行う段階になってみると、ビルマ側によって行われた現地調査における計測方法に誤りがあることが判明した。また、当時のビルマでは計算機が用いられていなかった。そのため、日本で計算機を用いて作成された設計が、施工訓練にそのまま適用されてしまう

と、ビルマ人技術者の学習効果が低下すると考えられた。そこで、日本人専門家が中心となって、現地で計測作業を行いながら、計算手法、設計方針などを変更した上で、再設計が行なわれた。その過程で、センターにおいてカウンターパートとなる予定の訓練生に対する指導が行われた。

この途上で、ビルマでは、工事費の比較による経済性の追求や工程管理による工期の短縮などに関する意識が、関係者間で浸透していないことが明らかになった。そのため、日本人専門家は、単に技術的なアドバイスを与えるだけでなく、訓練生とともに工事に参加することによって、技術面以外の意識や考え方についても指導することとなった。

また、ビルマの労務管理についても、日本のものとは大きく異なっていた。ビルマ側の当時の現状は、最低賃金6.5Kyats⁽ⁱⁱⁱ⁾であり、これは、二人の家族が生活するのにぎりぎりの賃金であった。労働時間は1日8時間であり、土日祭日は基本的に休日となっており、当然ながら、正当な理由なく解雇することはできない。常雇システムであるため、ビルマ人作業員の中には、出勤するが仕事をせずに座っているだけという作業員もいた。なお、一般の作業員は、全て日給あるいは月給で雇用されていた。このような状況に対して、日本人専門家は、まず、出来高払い、能力給をできるだけ採用するようにビルマ側に要請した。また、大型機械運転などの重要作業には、建設公社の社員を随行させることも要請した。しかし、これらは、ビルマ国内の問題であるとして、抜本的な制度改革までは求めるに至らなかった。

その後、仮設配置計画に基づき、準備作業訓練が始められた。これらは、カウンターパート主体で進められ、日本人専門家は、適宜相談に応じる程度の関与となった。後の施工訓練のために、日本人専門家は訓練生全員を集めて機材の仕組みの説明を行い、各種仮設工法、基礎工法などの講義を行った。しかし、本格的な仮設が始まると時間的余裕はなくなり、全体を集めることはできなくなった。そのため、必要に応じて、担当カウンターパートを集め、その都度説明するという方法が訓練終了まで行われた。

また、資機材の引き取り手続きも始められた。資機材準備の途上で、ビルマ国内で調達可能だと考えられていたローカルの資機材（セメント、木材、砂、砂利など）でさえ、品質と数量と時間、全ての要素を満たしながら入手することは困難という懸念も明らかになった。

この時期は、両国にとって最も困難な時期の一つであったようである。「プロジェクト開始時のビル

マ人たちは上から言われたことしかやらなかったため、日本人専門家たちの誠意や熱意が伝わらず、専門家たちはとても苦労した。」と当時の専門家チームリーダーは話している。

b) 準備工 (1980年3月-1981年4月)

準備工とは、設計計画書のチェック、施工計画、施工図作成、資機材の発注と搬入、設置、事務所など施設の設営にあたるものである。

Thuwunna 橋実橋訓練以前のビルマにおける一般的な建設工事では、資機材の供給が技術的判断を越えた次元で左右されていた。そのため、当時のビルマ人技術者は、工程管理に関してはまじめに取り組むことがなく、また、工事着工時に全体的な施工計画を作成する訓練も受けていなかった。さらに、ビルマ人技術者にとって、初めての大規模工事であることもあり、施工方法に対するイメージもつかめなかった。そこで、日本人専門家によって作成される施工計画を学習し、製図することから施工計画作成の技術移転は始められた。その結果、工事の進捗に伴い、新規工種がスタートする前に施工図を作成する習慣が、次第に身につきはじめた。施工計算のやり方についても、その都度、日本人専門家が指導を行うことにより、施工計画の計画詳細、詳細施工図などを、カウンターパートが自ら準備できるようになった。着工後半年を経て、週間、月間工程をつくることができるようになり、その後、日報、月報を書けるようになった。

無償資機材の発注については、まず日本人専門家が発注を行い、搬入の日時が決定され次第、カウンターパートが計画と準備を行うというプロセスが取られた。一方で、ローカル資機材については、まず工程を作成する訓練をカウンターパートが受けた後で、カウンターパートにより作成された工程に合わせてビルマ人技術者が資材を準備し、計画工程を作成した。これにより、発注、搬入計画をビルマ人技術者が機能的に行えるようになった。当初懸念されていたローカル資材の入手遅れなど工程の遅延もほとんどなく、工事は円滑に進められた。

c) 仮設備工 (1980年3月-1982年12月)

仮設備工とは、工事を行うのに必要だが工事終了後は取りのぞかれてしまう設備に関する工事であり、これには、電力設備、給水設備などの設置管理が含まれる。

まず、電力設備については、ラフな電力設備の基本計画が、既に日本人専門家により作成されていた。そこで、日本人専門家の指導のもと、カウンターパートが各施工段階の詳細設備計画を練った。また、カウンターパートは、この計画に合わせて不足資材の

手配などを行い、技協資材などによる追加援助資材のスペックづくりも行った。各施工段階の電力設備の変更は、工程にあわせ、前もって日本人専門家が準備しておかなければならなかったが、施工、その後のメンテナンスについては、おおむね自主的にビルマ人技術者で計画管理できるようになった。ただし、ビルマ人技術者のみで自主的に安全面のチェックメンテナンスができるまでにはならなかった。

次に、給水設備の工事に関しては、プロジェクト以前に、すでにビルマ人技術者にある程度の経験があったため、関連する計画、施工は、自主的にビルマ人技術者により行われ、コンクリートプラント稼働に必要な淡水の確保には支障が出なかった。

なお、コンクリートプラントは、それまでビルマ側に経験がなく、初めてのものであった。そこで、据付、配置、試運転、運転、保守管理に関して、約4ヶ月を要して、日本人専門家がビルマ側技術者に指導した。ほとんどトラブルなく稼働することが出来た。

また、この仮設備工の訓練を通して、ビルマ人技術者は工程表を用いた工程管理が行えるようになった。

d) 下部工 (1982年-1983年)

Thuwunna 橋の下部工は、RCD 杭による基礎杭の施工、橋台の施工、オープンケーソン⁽¹³⁾の施工、の三段階に分類される。

まず、RCD 杭による基礎杭の施工法全般について、日本人専門家により指導が行われた。RCD 杭の管理は、日本でも種々のトラブルが発生しているため、その経験の乏しいビルマ人技術者が、1つの現場を経験するだけで技術をマスターすることは難しかった。また、日本の事故例などを、日本人専門家が説明しても、ビルマ人技術者に理解してもらえない点が多かった。

橋台の施工については、設計変更に伴う作業から、型枠、コンクリート打設に至るまで施工計算も含めてカウンターパートにより自発的に行われた。

オープンケーソンの施工については、ビルマ人技術者は小口径のオープンケーソンの施工経験があっても、今回のような大口径のものは未経験だった。そのため、全工程において計画、施工とも実施例を示しながら日本人専門家による指導が行われた。オープンケーソンの施工については、計画、施工ともにビルマ人技術者は、技術習得できたものと考えられた。

コンクリートの品質管理については、コンクリートの試験技術と品質管理手法が、日本人専門家によって指導された。本来ならば、システムティック



図-3 完成した Thuwunna 橋 (出典：文献1))

な品質管理についても指導されるべきであったが、それ以前の資機材の確保や施工図面作成などで、ビルマ人技術者はすでに精一杯であると判断されたため、結果的に、品質管理は、日本人専門家によって行われた。一方で、コンクリートを用いる現場では、常に日本人専門家が立ち会い、ビルマ人技術者が経験を積みつつ日本人が指導を続けることで、ほぼ完全にビルマ人技術者のみで実施できるようになった。

また、機会を見つけて、安全管理について、基本的な考え方（組織的、規準化された安全基準）の指導が、日本人専門家によって行われた。さらに、各種工事における具体的な安全管理の方法について、両国で議論が行われた。当時のビルマでは、大規模工事の経験がなかったため、法的にも、建設公社の規則としても、安全管理はほとんど求められておらず、また慣習的にも実施されていなかった。安全管理に関する指導の結果、重要な工事や、注意を要する工事の前に、ビルマ側で自主的に安全会議に類するミーティングが開催され、チェックポイントの指摘とそのチェック方法が決められるようになった。

機械管理については、雨季の雨水と湿気、乾燥の砂埃、運転・維持管理技術の低さから、従来、ビルマでは、機械の故障は多く、修理もうまくできなかった。そこで、多くの日本人専門家による運転・維持管理についての教育が行われた。一方で、バランスシートを用いた、スペアパーツの機材管理の指導が日本人専門家により行われた。機械以外の機材管理に関しても、日本人専門家の指導により、バランスシートを用いての機材管理までは、ビルマ人技術者が自主的に行えるようになった。ただし、上部工訓練を終えても、工程管理と並行して機材管理を行うことができるまでには至らなかった。

e) 上部工 (1983年-1984年)

Thuwunna 橋の上部構造に対しては、ディビダーク工法が用いられた。上部工は大別して、柱頭部の施

工、片持梁部の施工、径間支保工の施工、中央連結部の施工に分類できる。全ての工程において、まず日本の専門家が日本の方法を説明し、ビルマにどのように適用するかをビルマ人技術者と一緒に議論した上で、施工を行うというプロセスが取られた。ビルマ人技術者にとって未経験の機械や作業が多かったため、ほとんどのものは日本人専門家が先頭に立ち、やり方を教えた。一つ一つの作業や機械の使い方は問題なく技術を移転できたのだが、トラブル対応や現場での柔軟な施工方法の変更などにビルマ人技術者は苦勞するケースが多かった。

鉄筋の加工、配置におけるビルマ人技術者の作業は、日本人よりも良好であった。ただし、あまりに図面通りに正確に行うため、現場における小さな変更に対処できないのが難点だった。設計を学んだセンター内訓練卒業生が、実橋訓練の現場で施工を学ぶのは、非常に効果的であった。

コンクリートを打設する際に、型枠を支えるための仮設工事は支保工と呼び呼ばれるが、支保工の計画については、まず、日本における同種工事の図面を日本人専門家が複数提示し、ビルマ側と討議した上で、使用する杭と型枠の方式を決定するという手順が取られた。その途上では、計算上の強度は十分であるが、ビルマ側が杭の追加を強く要望したため、ビルマ側の要望を認め、杭を追加したというケースもあった。

コンクリートを打設し、型枠を外したのち、コンクリート部材に圧縮力をかけることは、緊張工と呼ばれる。引張強度計算に誤りがある場合や、施工ミスによって極端な張力が加えられていた場合、あるいは加えられる荷重・自重に対して十分な強度が無い場合には、PCは自ら反りによって破壊してしまう。そのため、精度の高い施工をすることが極めて重要である。そこで、当プロジェクトでは、計算書から緊張表⁽²⁰⁾を作成する作業は全て日本人専門家により行われた。その上で、緊張に用いるジャッキやポンプの機械操作については、実施時に、少しずつビルマ人技術者が学習するスタイルがとられた。ただし、いかなる場合でも日本人専門家が立ち会った。ジャッキ内のオイル漏れ、チェーン切断などの機械トラブル対応については、その都度、理由や対処方法が指導された。

4. 訓練プログラム終了後のビルマの橋梁建設

1985年4月、Thuwunna 橋は、無事故無災害で完成した(図-3)。当プロジェクトで移転された技術は、

橋梁技術だけでなく、ビルマの土木技術水準を飛躍的に向上させたが、「この一橋の建設経験だけでは、技術移転は不十分で、この技術を定着発展させるためには、第二の橋を建設し、経験と実績を蓄積して、技術を磨かなければならない」と評価された。そこで、Thuwunna 橋と同形式である、第二の長支間 PC 橋 Ngawun 橋（橋長 355m, 中央支間 110m）が、日本政府の支援のもと、建設されることとなった。Ngawun 橋の実施設計は、先の訓練プログラムにおける上級コース訓練生の設計演習の一環として実施された。また、現地における設計図の対応もこれらの技術者が中心となって行われた。建設については、Thuwunna 橋の実橋訓練で学んだ技術者が中心となり、Thuwunna 橋建設のために供与された建設機材等を駆使して実施された。

Ngawun 橋の建設にあたっては、Thuwunna 橋の場合と異なり、日本人技術者は現地に駐在しなかった。日本人技術者は、工程上必要な時期に計 10 回、それぞれ 10 日から 1ヶ月間、延べ 24 人/月派遣されたのみであった。ちなみに、Thuwunna 橋の場合は延べ 580 人/月の専門家が派遣された。Ngawun 橋は 1985 年 6 月に着手され、途中、政情不安により約一年間、工事が中断されたが、1991 年 6 月に無事故で完成された。

その後、ビルマでは、1980 年代後半から、道路整備、橋梁建設が積極的に行われるようになった。橋梁の建設にあたっては、先のプロジェクトで技術移転された RCD 工法による場所打ち杭を含む下部工が活用された。1990 年代に入ると、橋梁建設のプロジェクトは増加したが、長大橋の上部工はほとんど中国からの輸入による鋼橋であり、先のプロジェクトで技術移転された長支間 PC 橋の建設は行われていない。これは、ビルマには PC 箱桁橋建設のための機械が一つしかないこと、その施工手順が煩雑であることや、工期が長すぎることが原因だと思われる。1999 年時点では、先のプロジェクト終了後、大小合わせて 62 か所で橋の建設が進められていた。センターで学んだ訓練生は、この時点ですでに定年を迎えた者もいるが、橋梁を中心に道路、空港、港湾などの建設プロジェクトに関わっている。なお、2010 年には、ビルマ（ミャンマー）における橋梁補修および補強に関する技術移転支援調査も実施されており、今後、ビルマ（ミャンマー）国内事情の変化もあることから、さらなる技術協力も期待される。

5. 当プロジェクトの成功要因に関する考察

当プロジェクトにおいて技術移転が効果的に実施された要因は何だったのであろうか。既存の文献や関係者へのインタビューによれば、ビルマ人技術者の勤勉さ⁵⁾、専門家によるボランティア的な貢献⁷⁾、関係者の殉職に受けた日本人技術者の結束力の強化（インタビューより）などが、成功の重要要素として挙げられている。本研究では、特に教育プログラムの観点から、当プロジェクトの成功要因として、現地の上級技術者の活用、座学と体験学習の同時進行、訓練方法の柔軟な変更の 3 つを挙げて考察する。

(1) 現地の上級技術者の活用

当プロジェクトは、ビルマ側からは非常に優秀なカウンターパートが選ばれ、技術移転に大きな貢献を行った。当初は、日本技術者によって行われていたセンター内訓練の講義も、途中からカウンターパートによる講義へと変更されていった。カウンターパートの活用は、次の 3 つの点で、教育効果を向上させる影響を及ぼしたものと推察される。

第一に、カウンターパートとしては、日本とビルマの両方の技術的な文脈を深く理解できる人物が選定された。そのために、日本での国内研修に参加してもらうなどの追加的な教育も行われた。また、訓練の途中から、カウンターパートによる講義で 사용되는言語は、英語からビルマ語へと変更されるなど、カウンターパートと訓練生とのコミュニケーションが容易となる工夫も導入された。その結果、カウンターパートによる訓練生の教育は、自国以外の文脈で開発された技術の理解が困難な訓練生の理解を促進させ、技術の定着を高めることにつながったと考えられる。

第二に、ビルマの文脈に応じた技術を理解したカウンターパートが育成されたことによって、ビルマ側にとって技術のオーナーシップが高まったことが予想される。その結果、カウンターパートを中心とした、ビルマ国内での持続可能な人材育成あるいは、技術の継承を可能にさせたとも考えられる。

第三に、カウンターパートの選定プロセスが訓練に及ぼした影響が考えられる。カウンターパートを採用すること自体は、当初より予定されていた。ただし、そこでは、訓練の途上で、高い能力の者がカウンターパートとなる一方で、低い能力の者は一般工事担当者となる、というように、能力に応じた一種の選別プロセスを経ていた。そのため、訓練生の間でも明確な能力主義的な考えが浸透するとともに、技術そのものをリスペクト（尊重）する態度も生ま

れたものと期待される。これは、日本の技術そのものや日本人技術者に対して敬意を払い勤勉な学習を実現させたとともに、訓練生間の競争意識を芽生えさせた可能性がある。

第四に、カウンターパートが、日本人技術者との間に信頼関係を構築できていたことがあげられる。日本国内での研修などを含め、様々な形で日本人技術者と、交流を持ち、また、議論を交わしたことで、教室内での講師と受講者という関係を越えた信頼関係が生まれていたとの報告がある¹⁾。このような関係は、当プロジェクトの実質的な体制の持続に寄与したと考えられる。

(2) 座学と体験学習の同時進行

当プロジェクトでは、座学型学習であるセンター内訓練と、現場における経験型学習である実橋訓練とが同時に行われた。センター内訓練で学んだ理論を実際に適用したり、逆に現場での問題を理論で解決しようとしたりするプロセスは、技術を深く学ぶ上で有効な方法であったことが推察される。

これは、当時の関係者のインタビューからもわかるように、橋梁という構造物が、構造力学等で扱われている理論と比べて、経験則的な部分に依存する特性を多数持つがゆえに、必然的に行われるべきものであったようである。ただし、現場の状況に応じた柔軟な対応が必要であるという意味では、ヒューリスティックな方法に依存せざるをえないのは、橋梁に限らず、土木構造物全てに該当することであるともいえる。言い換えれば、自然を相手とする土木構造物の建設においては、現場における多次元かつ多量のデータを完璧に収集することが原理的に不可能である。ただし、それを実橋を用いて実際に行うことは、失敗のリスクも高いことから、国際協力の現場では、躊躇されることが多いのも事実である。しかし、土木構造物の建設の場合、現地の技術者が、OJTを通じて体験的に技術を学習することは、技術移転を成功させる極めて本質的な要因であることは間違いないであろう。

(3) 訓練方法の柔軟な変更

当プロジェクトでは、教育プログラムの途上で、訓練生の理解度をリアルタイムでモニタリングしながら、能力に見合った教育内容や方法が柔軟に設定された。例えば、基礎コースの訓練では、当初2学期制とする予定であったものを、訓練生の能力に応じて3学期制にすることによって、基礎から応用までをより深く学べるように変更が行われた。また、ビルマ側から強い要望があった場合には、それをう

まく反映させることによって、柔軟な対応が行われた。例えば、実橋訓練において、コンクリート打設の際、計算上の強度は十分であるが、ビルマ側が杭の追加を強く要望したことを受けて、ビルマ側の要望を認め、杭を追加したというケースがあった。

技術援助を行う際、当初想定した状況と現実とが異なることはしばしば見られることであり、その意味では、こうした教育方法等の柔軟な対応も、実務的な面から見れば極めて妥当でかつ必要なものであるといえるであろう。ただし、方針を変更する際に、日本人技術者と現地担当者との間でコンフリクトが発生しないように調整したり、日本人技術者が訓練生と協働したりするプロセスの中で、相互の信頼関係が構築されたことが、的確なモニタリングと必要なアクションとを実現させた原因であったと思われる。技術移転においても、現場における一種のPDCAサイクルをうまく機能させるためには、フォーマルな組織や制度だけでなく、インフォーマルな人間関係にも十分な配慮が必要であると考えられる。このためには、カウンターパートと日本人技術者との間に公私ともにわたる信頼関係（第四の効果）が有効であったと考えられる。

6. おわりに

本稿は、「ビルマ橋梁技術センタープロジェクト」を対象として、そこにおける技術移転の状況を整理し、それをもとに、特に教育プログラムに観点から、技術移転成功の要因を考察した。ここで、成功の要因として、現地の高級技術者を活用できたこと、座学と体験学習とを同時進行で行ったこと、訓練方法を柔軟に変更したことを挙げた。これらは、今後の土木技術の移転においても、有益な示唆を提供するものと期待される。

最後に、5章では採り上げなかった成功要因として、当プロジェクトに対して、大量の人材と予算とが注ぎ込まれたという事実を指摘しておきたい。当プロジェクトにおいては、他の技術移転プロジェクトでは類を見ないほど、多数の専門家が現地に派遣され、かつ多額の無償資金が投入された。したがって、インタビューに協力いただいた当時の担当者からも、これほどの人材と予算が投入されれば、いかなるプロジェクトであってもある程度成功するのは必然であるという意見が聞かれた。これは的を射ている指摘だと思われるが、より本質的には、なぜこれほどの人材や予算が投入できたのかが問われるべき事項なのである。おそらく、歴史的経緯も含め

た日本とビルマとの関係や、当時の日本の国際協力に関する政策、さらには当時のビルマをめぐる世界情勢等が影響していた可能性があるが、本稿の報告では、これに答えられるだけの十分な情報が示されていない。これらについては、今後の研究課題としたい。

ただし、技術供与事業を単体として考えるのではなく、実橋建設を同時に実施してOJTの効果を持たせることで、このような高い効果を上げられること、また、持続性の高い技術供与となりえることを認識し、適切な予算配分につなげることも考えるべきかも知れない。

最後に、当プロジェクトに限らず、一般に、移転された技術が根付くには長期にわたる努力が必要であることはいうまでもない。したがって、プロジェクト終了後の状況のモニタリングと、フォローアップの継続的な実施が重要である。その意味で、教育プログラムの成功の是非は、追加的な技術移転プログラムも併せて、中長期的な視点から総合的に行うことが必要であろう。この点についても、今後の課題としたい。

謝辞

本報告は、2011年度に東京大学工学部社会基盤学科において開講された「応用プロジェクトV」の成果をもとに再編集したものである。本講義において、貴重なご意見をいただいた堀井秀之教授（東京大学）、小松崎俊作氏（東京大学）に感謝する。また、関連する資料の収集、インタビューのアレンジおよびとりまとめに関してアドバイスをいただいた西宮宜昭氏（国際協力機構）、西形康太郎氏（国際協力機構）に深く感謝する。さらに、インタビューにおいてご協力をいただいた朝倉肇様、小室彬様および本稿にコメントをいただいた藤原稔様にも深く感謝する次第である。

注

(i) ツワナ橋と読む。ツワナ橋は、ラングーン（現ヤンゴン）市の中心部より約10km北東の市郊外新興住宅地ツワナ地区とタケタ地区を隔てるナモイエ川に架橋された。タケタ地区は、当時新設工場や新興住宅が広がり、架橋地点付近ツワナ地区は、日本の資金援助による陸上競技場と、中国の援助による体育館の建設が進行していた。そのため、この架橋地点は両地区を結ぶ幹線道路として、また将来のラングーン市のリクリエーション施設の要として、大きな役割を

果たすことが期待されていた5)。

(ii) ビルマでは、1965年にカナダからの無償援助によって30mスパンのPC単純合成桁が建設されており、その後、設計計算書もないままに多少修正したコピーを建設している程度であった。

(iii) ビルマの貨幣単位、チャットと読む。1980年代中頃で、1Kyat=30円程度であったようである5)。

付録：用語注

(1) プレストレストコンクリートとは、あらかじめ応力を加えたコンクリート材のこと。略して、PCと呼ばれる。一般に、コンクリートには圧縮力に強く引張力に弱いという特性がある。プレストレストコンクリートでは、PC鋼材を使って、荷重が作用する前にコンクリート部材に圧縮力がかかった状態（プレストレス）とし、荷重を受けた時にコンクリートに引張応力が発生しないようにする、もしくは引張応力を制御するものである。鉄筋コンクリートに比べ、引張応力によるひび割れを防ぐことができるが、その分だけコストも上がる。

(2) 曲げモーメントとは、部材の折れ曲がり抵抗する力のことである。一般に、曲げモーメントは、部材の箇所によって変化する。特に、はりに沿って曲げモーメントの変化の様子を示したものは曲げモーメント図と呼ばれる。

(3) デイビダーク工法とは、プレストレストコンクリート(PC)構造物を建設する工法の一つで、その特徴は、橋脚から左右にヤジロベエの腕のようにバランスをとりながら均等に橋桁を架設する方法にある。

(4) 鉄筋コンクリート(Reinforced concrete)とは、引張りに弱いコンクリートを補強するために鉄筋を配したコンクリートである。鉄筋は引張りが作用しても引き抜けないように、両端をアルファベットのJの形状に曲げたフックにしたり、節(リブ)のある異形鉄筋が用いられたりする。

(5) ポステンとは、ポストテンションの略。コンクリート打設後にPC鋼材を緊張する方法のことを指す。工場で作成したセグメントを現地で連結させ、現地でPC鋼材により緊張を与える方法。T桁とは、桁断面がT形状をしているものを指す。

(6) 合成桁橋とは、異種材料や異種部材による合

成構造を用いた橋のこと。一般には、鋼部材とコンクリート部材を組み合わせた上部形式を指す。

- (7) RCD は、リバーサーキュレーションドリルの略。リバー工法とも呼ばれる。場所打ち杭工法（現場で組んだ円筒状の鉄筋を掘削した地盤の中に落とし込み、後からコンクリートを穴の中に流し込み、固めて杭を形成するもの）の一種。RCD 杭工法では、ドリルビットを回転させ地盤を掘削し、その土砂を孔内水とともにエアリフト方式等を用い、ドリルパイプより地上に排出する。その後、土砂を分離し水は再び孔へ循環させる。
- (8) ケーソンとは、水中構造物として使用されたり、地下構造物を構築したりする際に用いられるコンクリート製又は鋼製の大型の箱のこと。
- (9) ボーリングとは、円筒状の穴を穿つこと、またドリルで開けられた穴を大きくする過程のこと。
- (10) 桁橋とは、横にかけた桁によって橋面を支える橋のこと。特に単純桁橋とは、1本の桁を2個の支点で支える単純な構造のものを指す。
- (11) 下部工とは、下部構造を建設する行程である。ここで下部構造とは、橋台・橋脚およびそれらの基礎の総称であり、上部構造からの荷重などを地盤に伝達するためのものである。下部構造を指すこともある。
- (12) 上部工とは、橋台・橋脚の上に設けられる橋げた部分の工作のこと。上部構造を指すこともある。
- (13) オープンケーソンとは、地上で構築して設置したケーソン本体の中空内部を人力あるいは機械で掘削しながら徐々にケーソンを沈下させ、支持層まで到達した後にケーソン本体を基

礎構造物とするもの。

参考文献

- 1) 藤原稔, 朝倉肇, 野村直茂, 松本康照, 古川康雄: PC長大橋建設技術の移転－ミャンマー橋梁技術協力12年の歩み－, プレストレスコンクリート, Vol. 33, No. 5, pp. 5-14, 1991.
- 2) 国際協力事業団社会開発協力部: ビルマ橋梁技術訓練センターエバリュエーションチーム調査報告書, 1985.
- 3) 国際協力事業団社会開発協力部・ツワナ会: ビルマ橋梁技術訓練センター技術移転・活動の記録, 1998.
- 4) 国際協力事業団, 国際協力総合研修所: 橋梁技術訓練センター(ビルマ), 技術移転手法に関する調査研究, プロジェクト方式技術協力活動事例シリーズ No. 10, 1987.
- 5) 高田士郎, 池田正和: 海外技術協力により橋ができるまで－ビルマ ツワナ橋－, 土と基礎, Vol. 34, No. 9, pp. 63-68, 1986.
- 6) 認定NPO国際インフラ調査会: ミャンマー国における橋梁補修および補強に関する技術移転基礎調査報告書, 2011.
- 7) 松本康照: ミャンマーに架ける橋: 橋梁建設技術移転12年の歩み, 国際協力, pp. 40-43, 1991年7月号.
- 8) 朝倉肇: ビルマ協力技術訓練センターでの技術協力とその後の橋梁建設, 国建協情報, pp. 15-19, 2003年7月号.
- 9) IDJ編集部: ミャンマーに根付いた日本の技術協力の“アセット”, IDJ, pp. 24-26, 2010年8月号.
- 10) 例えば, 小澤一雅: インフラチームジャパンを世界へ!, 土木学会論説2012, 5月版.

(2012. 8. 1 受付)

SUCCESS FACTORS OF TECHNOLOGY TRANSFER IN THE BRIDGE ENGINEERING TRAINING CENTRE IN BURMA

Satoshi Tanabe, Masashi Minamide, Hironori Kato, and Riki Honda

This paper reports the process of technology transfer in the Bridge Engineering Training Centre in Burma, which was the Official Development Assistance Project implemented in 1980 to 1985 by Japanese Government. The success factors are extracted from the literature review and the interviews with Japanese experts who have been involved in the project. The results show that the introduction of local skilled engineers as teaching assistants, the simultaneous education process of course work and on-the-job training, and the flexible structure of training system led to the successful project.