

ベトナムにおける高速道路建設技術者の養成

— 日本からの技術協力プロジェクト —

半井 健一郎*1・三田 博司*2・五瀬 伸吾*3・岡田 薫*4

ベトナムでは、近年の経済成長に伴い、高速道路や都市鉄道などの大規模交通インフラの整備が活発化しているが、人材の不足が懸念されている。これに対し、2011年より、国際協力機構（JICA）の技術協力プロジェクトとして、ベトナムで高速道路の建設現場の施工管理・監督に従事する技術者を養成する交通技術大学（University of Transport Technology ; UTT）を対象に、「高速道路建設事業従事者養成能力強化プロジェクト」が実施されている。本稿では、JICAによって実施されているベトナムへの政府開発援助（ODA）の概要を紹介するとともに、本技術協力プロジェクトに関して、支援対象である交通技術大学や支援内容の概要を紹介するとともに、現地大学教員とともに行った建設現場の視察についての紹介を行う。

キーワード：ベトナム、技術者、教育、国際協力

1. はじめに

2013年は、日本とベトナムの外交関係樹立40周年にあたり、「日越友好年」であった。日本からベトナムへの政府開発援助（ODA）によって建設中のニャタン橋（Nhat Tan Bridge, 日越友好橋）の現場においても、日越両言語による横断幕を目にすることができた（写真 - 1）。



写真 - 1 ニャタン橋建設現場における日越外交樹立40周年を祝う横断幕

ベトナムは、社会主義政治体制を維持しつつも市場経済への移行および全方位外交を推進する「ドイモイ（刷新）路線」を1986年に示し、1991年のカンボジア和平成立後に再開された国際社会からの援助のもと、急速な経済発展を遂げている。2000～2010年の平均経済成長率は7.3%と高い数値を記録し、2009年には一人あたりの国民所得が1000ドルを超えたことから、2010年に中所得国の仲間入りを果たしている¹⁾。2010年の年間セメント消費量は

49.26百万トン²⁾であり、8693万人の人口から計算した一人あたりの年間セメント消費量は570kgである。ベトナムにおける一人あたりの年間セメント消費量の変遷はおよそ日本の過去の履歴と合致することが示されており³⁾、2010年のベトナムの値は、1970年代初頭、つまりは約40年前の日本の数値に相当する（なお、2000年までのデータで分析した文献³⁾では日越の差は45年であった）。

この間、日本とベトナムの関係も深まっており、2011年のベトナム進出日本企業は471社、在留日本人は9313人となっている¹⁾。1990年の1社および99人と比較すると、非常に大きく増加していることが分かる。

本稿では、国際協力機構（JICA）によって実施されているベトナムへのODAの概要とともに、とくに、著者らが関係している技術協力プロジェクトである「ベトナム社会主義共和国高速道路建設事業従事者養成能力強化プロジェクト」について、その概要と関連して訪問した建設現場の紹介を行う。

2. 日本からベトナムへのODA

ODAによる日本からベトナムへの援助は、カンボジアと和平合意後の1992年から本格的に再開され、1995年以降、二国間関係では一貫してトップドナーとなっている。2010年の経済協力の実績は、日本からの807百万ドルに対して、2位フランスが242百万ドル、3位オーストラリアが119百万ドル、全体では1825百万ドルとなっており¹⁾、諸外国と比較しても日本の援助が突出していることが分かる。

ベトナムへのODAによるインフラ支援の重点分野は、1990年代は既設の道路・橋梁、港湾、電力等のリハビリ・改良の支援であったが、2000年代以降は、都市鉄道、高速道路、大型港湾の新設など、事業が高度化・大規模化し

*1 Kenichiro NAKARAI : 広島大学大学院 工学研究院 准教授

*2 Hiroshi MITA : (株)建設技研インターナショナル 道路・交通部

*3 Shingo GOSE : (株)建設技研インターナショナル 道路・交通部

*4 Kaoru OKADA : (独)国際協力機構 経済基盤開発部

ている⁴⁾。2011年度の援助は、円借款で2700億円（計16件）、無償資金協力で55億円（計37件）、技術協力で105億円（専門家派遣967人、調査団派遣1209人ほか）の合計2860億円となっている¹⁾。4割が運輸交通、3割が電力となっており、基幹インフラ整備が中心である⁴⁾。運輸交通では、成長拠点地域の交通ネットワーク整備として、ハノイ市やホーチミン市における都市交通や北・中・南部の域内をつなぐ道路網の整備、南北をつなぐ基幹インフラとして南北高速道路や南北高速鉄道の整備、そして、国際ゲートウェイの整備として空港や港湾の整備が実施または調査されている。

3. 高速道路建設事業従事者養成能力強化プロジェクト

3.1 プロジェクトの概要

ベトナムでは、前述のとおり、近年の経済成長に伴って大規模交通インフラの整備が活発化している。高速道路マスタープラン（首相決定第1734/QD-TTg）では、2020年までに約2500kmの高速道路整備を目指しており、自動車専用道路・高速道路の大量かつ急速な整備が求められている。一方で、ベトナムにおける自動車専用道路・高速道路整備の実績は少なく、近代的な技術に精通した技術者の供給が不足することが懸念されている。

以上の背景のもと、ベトナム政府から日本政府への要請に基づき、高速道路の建設現場の施工管理・監督に従事する技術者を養成している教育機関である交通技術大学（University of Transport Technology, 以下、UTTと称す。写真-2）において、教育の実施能力の向上を目的とした「高速道路建設事業従事者養成能力強化プロジェクト」が、JICAの技術協力プロジェクトとして実施されることとなった。



写真 - 2 交通技術大学 UTT（ハノイ校）

プロジェクトでは、道路・橋梁建設分野の選定された科目について、教材の内容ならびに講義および実習方法の改善とともに、教員の実務能力向上のための企業と連携した研修制度などを実施している。プロジェクトの期間は、第1年次が2011年10月～2013年3月、第2年次が2013年4月～2014年9月で、建設技研インターナショナル・中日本高速道路・グローバル共同企業体によって実施されている。

3.2 交通技術大学（UTT）

支援対象のUTTは、運輸省傘下の公立大学であり、教育訓練省（MOET）ならびに社会福祉労働省（MOLISA）の監督下に置かれている。本部があるハノイ校のほか、ヴィンイエン分校、タイグエン分校の計3キャンパスからなる。本大学は、運輸・公共事業短期大学として1945年に設立された後、運輸セクターの教育機関の新設に伴って変遷を重ね、1996年に交通短期大学（College of Transport; COT）となった。さらに2011年4月27日には交通技術大学（UTT）へと昇格し、本プロジェクトが対象とする3年制の短期大学コースのほかに、5年制の大学コースを開設した。さらに、準短期大学コースのほか、ハノイ校には特別職業訓練コースならびに短期トレーニング・コースも設置されている。

UTTは7学部（基礎科学、土木工学、機械工学、IT工学、理論政治学、運輸経済学、OJT訓練）で構成されている。学生数は、UTT全体では1万5千人強である（2011/12年度）。今後も各年度に5～5.5千人の入学者を計画しており、2015年度には在學生は2万人規模となる。学校設立からは10万名以上の卒業生を運輸セクターや他分野に輩出している。

教職員の総数は650人で、そのなかで学生への教育を担当する教員が472人（博士号取得33人、博士課程24人、修士号取得177人）いる。ベトナムの有力大学であるベトナム交通運輸大学（UTC）での博士課程や修士課程で学びながら働いている講師も少なからずいる。施設としては、授業用教室112室、実験室54室、作業訓練所2室、学生寮（4000人収容）、図書室（蔵書1万冊）、食堂などがある。

土木工学部は、UTTが大学に昇格した2011年に設立された。ハノイ校には3年制短期大学コースと5年制大学コース合わせて各学年1000人程度の学生が在籍している。ヴィンイエン分校、タイグエン分校には同様に200名から400名の学生が在籍している。近年は5年制大学コース在籍の学生数が大幅に増加してきているのが大きな特徴である。ハノイ校土木工学部の教員は68人で、教員一人あたりの学生数は44.1人となる。ちなみに、日本の大学における教員一人あたりの学生数を学校基本調査（平成25年度）から計算すると、国立大学で9.7人、私立大学で20.5人である。また、日本の土木系の学科の1学年の学生数は、国立大学では50人程度、私立大学では100人程度の大学が多いように思う。単純な比較は適切ではないが、UTTにおける学生数の多さをご理解いただけるだろう。なお、分野ごとの教員数（2013年12月現在）は表-1に示すとおりである。ベトナムの人口構成でもいえることであるが、20代の若い教員が多くを占めているのも特徴である。

3.3 支援の体制と内容

UTTにおける教育の実施能力の向上への支援は、17名のJICA専門家チームを中心に行われている。専門家チームには、道路建設や橋梁の点検や補修などに関する実務経験の豊富な民間技術者が多く、大学教員として、群馬大

表 - 1 UTT の土木工学部における分野ごとの教員数

分野	教員数	
	人数 (人)	割合 (%)
事務・管理局	5	7.4
道路学	15	22.1
橋梁学	15	22.1
水路学	4	5.9
鉄道学	4	5.9
土木・産業工学	5	7.4
土質力学・建設材料学	13	19.1
測量学	7	10.3
合計	68	100.0

学の鶴飼恵三教授（地盤工学）と著者の半井（コンクリート工学）の2名も参画した。なお、五瀬がプロジェクトの総括、三田が副総括（施工管理などを兼任）を務めている。

まず、大学における講義や実習・実験の内容を向上させるため、各科目のレビューを行ったうえで、シラバスや教材の改訂（講義資料や副読本、実施マニュアルの作成を含む）、新たな教材を使用した講義や実習の実施支援、必要機材リストの作成と供与機材の活用、学生に対する評価方法の設定などを行っている。改良の対象とした科目は、1）建設材料、2）測量学、3）鉄筋コンクリート、4）橋梁点検補修、5）道路建設（路体）、6）道路建設（舗装）、7）道路維持運営、8）現場管理、9）職業倫理、10）土木英語、11）地質学、12）土質力学の計12科目である。シラバスや教材の作成は、カウンターパートであるUTTの科目担当教員と共同で行っている。講義の様子を写真-3に示す。今回のプロジェクトによって、OA機器の積極的な活用も進められている。なお、現地での講義の視察に講義室を訪問した際には、受講学生全員が起立して拍手で迎えてくれた。

機材に関しては、測量機器、建設材料試験機器、建設施工状況検査機器、道路状況測定機器、騒音・塵等環境指標測定機器、英語教育のための語学ラボ設備などがJICAより供与された。とくに、道路舗装に用いるアスファルトに関する試験機材や維持管理のための測定機器が充実しており、日本の大学では一般的ではないものも多く、実務に直結した構成となっている（写真-4）。なお、供与された機材にはJICAによる日本からの支援であることを示すシールが貼られるとともに、実験棟の前にはJICAの支援によって整備された施設であることを記した記念碑が設置されている。

次に、UTTの教員の多くは現場経験がほとんどないことから、建設現場・建設関連産業の視察を積極的に行っている。後述する建設現場の視察もこの一環として実施した。加えて、教員の能力向上のために企業と連携した研修制度の確立を目指し、企業と教師との懇談会を設置したほか、研修の枠組み形成のために企業との協議を行っている。これまでに、フッケン・ミナミ・コンサルタント、大有建設、ニッケン・インターナショナル・アジア、東急建設の日系あるいは日本企業との協定が締結された（写真-5）。



写真 - 3 講義の様子

(上：板書を中心とした従来型の講義、
下：スライドを活用した学生参加型の新しい講義)

写真 - 4 供与された機材による実験の様子
(窓際の機材はアスファルト用のマーシャル試験機)

写真 - 5 研修協定締結後の実験棟前での記念写真

(左より、フォン副学部長、ロン学部長、南海社長（フッケン・ミナミ）、ピエン学長、半井、三田)

また、JICA本邦研修もこれまでに計4回が実施されている。第1回、第2回および第4回はUTTの教員、第3回は大学上層部を対象とした研修を日本で行い、のべ30名が来日した。研修中は、中日本高速道路のほか、日本の

大学や建設会社などを視察した。

専門家のうち大学教員である鵜飼教授と半井については、本邦研修時および現地大学において、UTTの教員向けの特別講義を行い、地盤工学あるいはコンクリート工学における最近の研究や日本の大学における教育の現状を紹介した（写真 - 6）。英語力が十分ではない教員が多いために英越の通訳を介しての講義となったが、討議も活発に行われた。



写真 - 6 半井によるUTTでの特別講義
（正面のスライドはベトナム語、右が英語）

4. 建設現場の視察

4.1 視察の概要

著者（半井・三田）の現地滞在中にも、UTT教員の能力向上を目的として建設現場の視察を行った。視察は2013年12月5日に行い、UTTの教員9名と日本から派遣中の専門家3名、通訳が参加した（写真 - 7）。当日は、まず、現地事務所において視察対象の現場の概要とベトナムの建設事情に関する説明を受けたのち、すでに完成したタインチ橋パッケージ3Aおよび環状3号線パッケージ2を車窓から視察したうえで、建設中のニャットン橋パッケージ1およびパッケージ2を訪問した。



写真 - 7 現場視察メンバー（ニャットン橋パッケージ2にて）

ここでは、視察した対象構造物の概要を紹介する。なお、対象構造物の詳細については、すでに多数の文献等で紹介されているので参照されたい。

4.2 タインチ橋パッケージ3A⁵⁾

タインチ橋（Thanh Tri Bridge、紅河橋）は、ハノイ市内の環状3号線（全長76km）が紅河を渡河するための橋で、2007年に大林組・三井住友建設JVによって施工された。

今回見学したパッケージ3Aは、工事延長2386mの工事で、道路の拡張や高架化などが行われた。施工は、三井住友建設・タンロンJVで、2010年に完成した。

この橋の施工にあたっては、(1)土地収用や障害物撤去の遅れ、(2)遷都千年祭までの工期厳守、(3)JVパートナーとなる現地企業の施工能力不足などが課題としてあげられていた。これに対して、足場支保工一体型の鋼製大型型枠の使用による省力化工法（写真 - 8）などによって大幅な工期短縮を実現するとともに、工事が遅延していたJVパートナーの支援（くさび結合式型枠支保工システムの導入など）を行うことで、工事を工期内に完成させた現場である。大型型枠の導入は、現地の鋼材加工費が日本の1/2～1/3と安価であったことや同形状の構造物への多数回の転用が可能であったことから、経済的にも合理的であった。



写真 - 8 脚頭部用大型型枠

4.3 環状3号線パッケージ2⁶⁾

環状3号線パッケージ2（チュン・ホア～タイン・スアン工区）の工事では、工事延長2518mの高架橋（3～5径間連続PC桁橋）の建設が行われた。施工は三井住友建設の単独で行われ、2012年10月に、契約工期の30ヵ月を15ヵ月に短縮して完成した。

現場の施工上の特徴としては、(1)ハノイ市の新都市中心部に位置して交通量が極めて多く、生コン車やトレーラー等の大型車両の使用時間に制限がある、(2)両側に現道を抱えた中央分離帯での工事で、作業場所が狭い、(3)全3工区で最後の工事であったため、当工事の完工次第で道路の開通日が決定されることなどがあげられた。これに対し、前述のタインチ橋の建設での経験を踏まえ、上下部工施工における仮設機材の簡素化による省力化工法、大型門型クレーンによる下部工施工および桁架設（写真 - 9）、「スーパーT桁」と呼ばれるPC桁600本の製作における現場蒸気養生などが行われた。PC桁の現場蒸気養生はベトナムで初めての適用で、現地業者では5日間かかっていた桁の製作日数が、2日半に短縮された。これらの急速施工によって、当初より目標に掲げていた工期の半減を達成し、日本の高い技術力をベトナムにおいて改めて示す機会となった。

4.4 ニャットン橋（パッケージ1および2）^{7,8)}

ニャットン橋は、ハノイ中心部とノイバイ空港を結ぶ環状2号線の一部として紅河に架設しているもので、日越友



写真 - 9 大型門型クレーンによる地組鉄筋の移動と吊込

好橋と称されている。工事は3つのパッケージに分かれており、今回はパッケージ1と2を見学した。

パッケージ1は全長3080mで、橋長1500mの6径間連続合成2主1桁斜張橋と1580mのアプローチ橋（PC箱桁とスーパーT桁）からなる（写真-1）。長大・大日本コンサルタント・TEDJVの設計、IHIインフラシステム・三井住友建設JVの施工で、2009年に着工した。施工の最盛期には計975名の体制で昼夜2シフトの作業体制で工事が進められた（当時の日本人職員は12名）。ケーブルには、レインパーブレーション（風雨によるケーブルの振動現象）の制振対策として被覆表面にインデント加工がされたディンプルケーブルが用いられている⁹⁾。当日は、現場視察に同行していたP.H.Kien氏（UTC講師、プロジェクト協力者）より日本留学時の知見をもとにした解説も行われた（写真-10）。また、主塔の基礎にはベトナムで初めての鋼管矢板基礎が用いられた。



写真 - 10 ニャットン橋のディンプルケーブル
（右がKien講師）

パッケージ2は全長675mで、パッケージ1の南側に位置し、3径間連続PC箱桁橋、3径間連続PC2室箱桁橋、5径間連続PC箱桁橋からなる。設計はパッケージ1と同じく長大・大日本コンサルタント・TEDJVで、施工は三井住友建設・ピナコネックスJVで、2011年に着工した。この現場では、タインチ橋の建設で日本から導入されたくさび結合式型枠支保工システムが、パイプの高強度化・小径化という改良を行ったうえで用いられた（写真-11）。当日は大型架設作業車による張出し施工とともに、この現場へのコンクリートを供給するために建設された生コンプ



写真 - 11 くさび結合式型枠支保工システム

ラントの視察も行った（写真-12）。著者（半井）にとっては、橋梁の建設現場にプラント（試験室付）が併設されることやコンクリートの上限温度が32℃と日本よりも厳しく制限されていることは驚きであった。



写真 - 12 現場に併設された生コンプラント

4.5 ベトナムにおける建設工事事情

前項までの現場見学に先立ち、三井住友建設ハノイ事務所長の田原一光氏より、現場概要とともにベトナムの建設事情に関する説明を受けた。ここでは、その概要を紹介する。

ベトナム建設業界の弱点としては、第一に、施工計画が貧弱であり、施工現場状況を考慮していない不適切な計画や元請け業者の技術力の不足があげられた。第二に、施工速度が遅いことがあげられ、これは、元請け業者の責任感や能力の不足、技能工の不足、不十分な足場状況などが理由として指摘された。第三は不安全な環境であり、安全や整理整頓に対する意識が無く、安全費の節約という問題を生じている。とくに、日越の安全意識や現場の整理状況に関しては、写真を用いた具体的な分析をしている。一例として、鉄筋工の様子を写真-13に示す。

一方で、ベトナム建設業界の利点としては、鋼材加工費が日本と比べて安いこと、24時間作業が可能であること、作業員単価が安いこと、作業員の年齢が若いことがあげられた。

また、ベトナムで発注される工事の特徴としては、一般



写真 - 13 現場における橋脚の鉄筋工の例
(上：日本企業，下：ベトナム企業)

には、施工延長が長く、上下部工一式での発注で、構造物の形状が単純かつほぼ同一の場合が多いことがあげられる。

以上の建設業界や構造物の長短を十分に理解することで、施工の飛躍的な合理化を実現できることとなる。具体的には本稿で紹介した省力化工法の導入などが行われたが、先行現場でのノウハウの蓄積が次の現場で生かされてきたことが理解できる。

これらの新技術の導入や改良に加えて、現場技術者の教育も非常に重要である。田原氏の現場では、朝礼をはじめとした日本式の手法が多く導入されるとともに、「愛を以って義を為す」がスローガンに掲げられた。「愛」はその国を愛して、その国で仕事をさせてもらう感謝の気持ちを忘れないこと、「義」は自分のみでなく他をも利する気持ちを忘れないことを表している。その苦労や目指すべき方向は、著者（半井）が勤務する大学における教育とも共通点が多いと感じられた。

5. おわりに

ベトナムの急速なインフラ整備の進展は、訪越のたびに新しい道路が開通していたり、新しい工事が始まっていたりと、実に数多くの場面で実感できる。冒頭に述べたセメント消費量の分析をはじめ、日本の40年前の状況であるとよくいわれるが、今から40年前の1970年代初頭の日本は橋梁建設のピークにあった。その40年後、現在の日本はインフラの老朽化に苦しんでいる。40年先のインフラの課題を知る日本人がベトナムの高等教育や実務において貢献できること、そして貢献すべきことは非常に大きいと



写真 - 14 コンクリート製の梯子の電柱

思われる。

最後に蛇足となるが、新たな道路が整備されている周辺では電柱の地中化も進められているようであるが、観光地となっているハノイの旧市街に行けば、きれいな店が並んでいても生活インフラは旧来のものが雑多にある。とくに梯子型の電柱には、物が置かれていたり、大量の電線が巻きつけられていたり、つい見上げてしまう（写真 - 14）。

謝 辞

本稿で紹介した現場視察は、三井住友建設(株)の田原一光様、北川毅彦様、山地 斉様、近藤慎也様ほかの全面的なご協力によって実施されたものです。施工中の写真を含め、本稿に記載した現場の資料のご提供もいただきました。また、本プロジェクトに参画している中島史樹様(株)建設技研インターナショナル)および来島輝武様(中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株))からも写真のご提供をいただきました。関係各位に心より御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 外務省国際協力局：ベトナム，政府開発援助（ODA）国別データブック 2012，pp.70-80，2012
- 2) Vietnam Cement Report 2012
- 3) 大内雅博：アジア諸国は何年前の日本？、当たらずといえども遠からず，第14回，土木学会誌，Vol.92，No.5，pp.58-59，2007
- 4) 国際協力機構：躍動するベトナム JICA による協力の現状と展望，2012
- 5) 田原一光：ベトナム・タインチ橋建設工事パッケージ 3A - ベトナムハノイ環状 3 号線 -，海外のインフラ，土木施工，51 巻，12 号，pp.33-37，2010
- 6) 田原一光：システム施工で契約工期を半減 - ハノイ市環状 3 号線建設工事パッケージ 2 -，インフラ海外展開，土木施工，53 巻，12 号，pp.26-28，2012
- 7) 高田壯進ほか：日越友好橋ニャットン橋（6 径間連続斜張橋）の詳細設計，橋梁と基礎，Vol.44，No.1，pp.34-40，2010
- 8) 山地斉ほか：ハノイ紅河に架けるニャットン橋：主橋下部工の施工，橋梁と基礎，Vol.47，No.5，pp.5-10，2013
- 9) 山田均：ベトナムに日本の技術を広める取組み，川田技報，Vol.31，pp.4-6，2012

【2014 年 3 月 12 日受付】