

研究展望

REVIEW

研究展望

土木技術における国際交流の現状と将来展望

PROSPECTIVES FOR INTERNATIONAL EXCHANGE OF ADVANCED
CIVIL ENGINEERING TECHNOLOGY

奥村忠彦* ・ 藤川富夫**
遠藤 保*** ・ 真下秀明****

Tadahiko OKUMURA, Tomio FUJIKAWA
Tamotsu ENDOH and Hideaki MASHIMO

1. はじめに

我が国は文化、習慣、ビジネスといった様々な分野で国際化の傾向にあり、その度合いはますます濃くなっている。過去の歴史をひも解くと、我が国は古代における中国文明の習得から始まり、明治時代以降の西洋文明の積極的習得を経て今日に至っている。その大きな特徴として海外の進んだ文化を吸収した後、それを我が国の風土や社会に合わせて改良し、独自の文化として築き上げてきたことが挙げられる。

土木技術においても我が国は文献購入、技術者留学、機械の輸入と幅広い方法で海外からアイデアや基本技術を取り入れ、それを改良して技術を進歩させてきた。これらは当初、官主導で進められたが、戦後、建設会社が積極的に研究開発を手掛けるようになり、一段と技術開発が進展した。さらに、我が国では諸外国とは異なり、産官学が一体となった研究活動も行われ、これが技術を進歩させる大きな要因となってきた。

このようにして現在、我が国の土木技術は高水準なものへと成長し、発展途上国から技術移転・指導が望まれるようになった。発展途上国からの要望に対して、我が国が行っている活動のひとつは JICA (国際協力事業団) で推進しているような外国人技術者の受入研修や土木学会で行っているような技術者間の人的交流であり、また

もうひとつは地球環境問題や発展途上国への支援といった国際協力体制に対する技術的、経済的支援で、これらは ODA (政府開発援助)、OECF (海外経済協力基金) など政府レベルで推進されるものや、GIF ((財) 日本グローバル・インフラストラクチャー研究財団) などのように民間主導で推進されるものがある。

本論文はこういった状況にある我が国の土木技術について、人的・物質的な面を含んだ国際的交流といった観点から分析を試み、今や世界の先進国と肩を並べるに至った土木技術が新しい国際化の中でどのように貢献していくかを論じたものである。ただし限られた情報をもとに執筆したために、行政的課題への踏み込みなどに欠ける面は否めない。読者におかれては物足りない部分もあるかと思うが御容赦をお願いしたい。

2. 技術交流の歴史

我が国の技術や文化は古来より大陸のものを取り入れ、それを日本の風土に適合するように改良し、利用してきたところに特徴がある。これは近くに中国という一大文明が存在していたため、この特徴は土木技術はもとより、文字、習慣、宗教といった身近なところでも数多く見受けられ、今日の日本の文化・風習を築き上げている。表-1 は我が国が有史以降に海外から受け入れてきた土木技術に関して、特徴的な事例を紹介したものである。

奈良時代から江戸時代にかけての我が国の土木技術は、唐や明といった中国文化の影響を強く受けていた。しかしながら、黒船来航による西洋の近代文明の衝撃的洗礼を受け、明治以降は専ら西洋の土木技術を積極的に導入し殖産興業に努めてきた。

この中でも、明治時代に「お雇い外国人」と呼ばれたエンジニア達の洋式技術移転の功績は大きく、とりわけ

* 正会員 清水建設 (株) エンジニアリング本部 企画部長

(〒105-07 港区芝浦 1-2-3)

** 正会員 東急建設 (株) 技術本部 土木技術部 課長

(〒150 渋谷区渋谷 1-16-14)

*** 正会員 (株) 大林組 土木技術本部 技術第一部 課長代理

(〒101 千代田区神田司町 2-3)

**** 正会員 大成建設 (株) 技術本部 技術開発部 係長

(〒169 新宿区西新宿 1-25-1)

表一 我が国における土木技術導入の主な事例

時代	内容
奈良時代 (3C~7C) 平安時代	大陸伝来技術で大規模古墳 (仁徳・応神陵) の築造や平城京における都市計画を実施 遣隋使、遣唐使による中国土木技術の輸入 ・空海による瀟湘池大改修工事 (821 完成) ・平清盛による大輪田泊 (神戸港) 改修人口島 (30 ha) 築造
鎌倉・室町戦国時代	中国から治水技術が伝来 ・武田信玄による治水工事 キリスト教と共に西洋の測量・算術技術が導入 ・織田信長による安土城建設 ・豊臣秀吉による太閤検地
江戸時代	石造アーチ橋の技術が大陸より伝来 ・橋本勘五郎による通潤橋 (アーチ径 28 m) の架橋 長崎出島を通してオランダ等の技術を習得 ・伊能忠敬による西洋式地図測量の実施 「大日本沿海輿地全図」 (黒船来航による近代文明の衝撃)
明治以降	明治政府による“お雇い外国人”の活躍と日本人技術者の育成 エドモンド・モレル (英: 1870 年来日) 一 新橋・横浜間の鉄道建設 R・H・プラントン (仏: 1868 年来日) 一 灯台建設指導 ファン・ドールン (蘭: 1872 年来日) 一 安積疎水工事の指導 ハラス・カブロン (米: 1871 年来日) 一 北海道開拓使最高顧問 ヨハネス・デレーケ (蘭: 1873 年来日) 淀川治水計画の立案実施
大正・昭和時代	トンネルに関する技術の導入 丹那トンネル建設工事 (1918-1934) ・日本初の水平ボーリング断層調査 ・注入工法 (セメント水ガラス系) の実施 ・シールド工法の初採用 ・圧気工法の初採用 関東大震災 (1923 年) と復興事業 ・隅田川・永代橋でニューマチックケーソン工法採用 ・耐震工学の導入 ・蔵前橋で鋼矢板を使用 大ダム建設工事に関する技術の導入 佐久間ダム建設工事 (1953-1955) ・大型土木機械をアメリカより輸入 (2 m ³ パワーショベル, 15 t ダンプトラック, ジャンボ掘削機) ・ディープウェルタービンポンプの導入 新工法・特殊工法の技術導入 ・地中連続壁関連技術 ・地盤改良工法関連技術 ・NATM 工法関連技術 ・石油岩盤備蓄関連技術

表二 分野別にみた技術導入の例

トンネル関連	コンクリート関連	地盤改良関連
(NMTM 工法)	1867: アプスディン (英) がポルトランドセメントを開発	(バイプロフローテーション工法)
1963: オーストリアのラブセビッツ教授が提唱	1867: モニエ (仏) で植木鉢を鉄筋コンクリートで製作	1936: ソビエトで原理を開発
1967: トルクレッド社 (独) の機械を導入し吹付コンクリートを施工	1903: 広井勇が欧米の RC 技術を紹介 異形鉄筋を米国から輸入	1939: 独で実用化される
1973: 建設会社の社員が欧州に行き文献収集・現場見学を行う	1913: 米国で生コンプラントが建設される	1948: 米国開拓局で設計施工法を確立
1976: 上越新幹線中山トンネルで NATM を採用	1948: AE セメント, AE 剤の情報を米国より導入	1954: わが国で振動機を試作
(シールド工法)	1952: 米国リチャードソン計量機を導入	1956: わが国で初めて試験施工を行う (地中連続壁工法)
1818: 工法として開発	1961: スエーデンのパン型強制練ミキサを導入	1950 頃: イコス (伊), ソレタンシュ (仏) で基本技術を開発
1825: ロンドンテムズ河底工事で施工	S 50 年代: 西独の強制練で 2 軸バグミル型ミキサを導入	1954 頃: MPI 工法を米国より導入
1918: 丹那トンネルで採用したが途中で中止		1957 頃: PIP 工法を導入
1944: 関門トンネルで本格的採用		1959 頃: イコス工法 (伊) を導入

28才で来日し29才の若さで病死したエドモンド・モレルは、我が国で初めて敷設された新橋・横浜間の鉄道建設に多大な貢献をしている。ちなみに、モレルは当時の太政大臣に次ぐ高給を貰っていたといわれ、明治政府がいかに西洋技術の導入に熱心であったかがうかがえる。

やがて、外国人技術者によって指導を受けた日本人の技術者達は次第に自立して日本流の土木技術を築き上げ、田辺朔朗による琵琶湖疎水事業の計画設計においては英国土木学会からテルフォード賞を受賞するなど、日本の土木技術の一部は国際的にも評価されるようになってきた。しかし、関東大震災の経験を経て再び西洋の技術が見直され、ニューマチックケーソン工法の導入や鉄筋コンクリートによるビル建設の技術などが進んで導入されるようになった。さらに、第2次世界大戦の敗北を機に、米国の大型土木機械の能力が目され、ブルドーザーやパワーショベルなどが相次いで輸入され、佐久間ダムのような大規模ダム工事で活躍した。その後、大手建設会社では技術研究所を作るなどして技術の研究開発に努力するとともに、海外の技術を導入して技術力の強化に努め、工事の安全性や施工能力の向上を図ってきた。

表-2は幾つかの土木工法について、技術導入の歴史を整理したものである。この他にもバイプロハンマーをソ連から輸入(1960年)するなど、我が国は土木の様々な分野で、多くの国々から技術導入を推し進めてきた。

3. 土木技術の現況

(1) トップレベルになった日本の土木技術

我が国に導入された様々な土木技術は改良と研究開発によって成長し、世界に誇れる技術としての地位を獲得するまでに至った。トンネル技術に関しては、NATM工法が標準山岳トンネル工法として定着し、吹付コンクリートマシンやロックボルト打設機も独自のものが開発されている。コンクリート関連では、流動化コンクリートの実用化が世界に先駆けて行われるとともに、青函トンネルで使用された分割練り混ぜモルタルは高い評価を受けている。

このように、我が国において技術革新が行われた特徴として、大規模プロジェクトにおいて官民が一体となって技術の研究開発を行ったことが挙げられる。以下に大規模プロジェクトにおける研究開発の実例を述べる。

a) 青函トンネル建設工事

青函トンネルは総延長53.85 kmで、ドーバー海峡のユーロトンネルの総延長49 kmを上回る世界最長のトンネルである。ここでは先進導坑、作業坑、本坑の3本のトンネルが掘削されたが、この中でも先進導坑は本坑掘削のために地質情報を収集し、適切な工法の検討や新技術開発のために使用された。本工事においては次のような技術が開発されている。

- 先進ボーリング技術：前方の地質情報を得るもので、長さ2150 mの世界記録を達成している。
- NATM技術：吹付コンクリート、ロックボルトに関する研究開発が行われた。
- 地盤注入技術：トンネル径の3~5倍の領域の地盤に注入した後に掘削する技術を開発した。

b) 本州四国連絡橋建設工事

本州四国連絡橋の児島・坂出ルートは全長12.3 kmであるが、与島と坂出の間に位置する北備讃瀬戸大橋は中央支間長が1100 mで道路・鉄道併用橋としては世界最長のものである。ここではアンカレイジにコンクリートの圧縮耐力を利用したケーブルのたすきがけ工法、橋脚ケーソンを設置する海底岩盤を±10 cm以内の精度で整形する切削機と超音波測深器、プレバックドコンクリート工法などが開発された。また、本州四国連絡橋の神戸・鳴門ルートにおける明石海峡大橋は中央支間長1990 mで世界最長の吊橋となるが、この工事では高流動コンクリートの開発が進められて実用化されている。

c) 関西国際空港建設工事

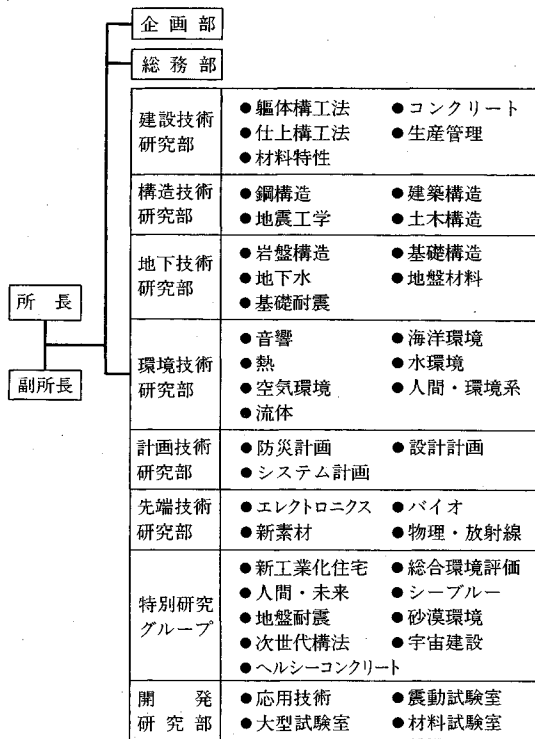
大阪湾泉州沖に24時間運営の国際ハブ空港を建設する関西国際空港建設工事は511 ha(1期分)の人工島の築造が土木工事の主体である。この工事では地盤改良、埋立土砂運搬、埋立地盤の締め固め、沈下管理という4つの土木技術が主に使われている。地盤改良工事では厚さ18 mの沖積粘土層を改良するのに、サンドドレーン工法、サンドコンパクションパイル工法、深層処理工法などが併用されて効果を上げている。

d) その他の大規模プロジェクト

その他、最近の大規模プロジェクトの例としては、串木野、菊間、久慈の3ヶ所で建設されている石油地下備蓄タンクがある。本工事の前に、北政から導入した地下水水封方式の研究開発を行い、実証プラントによって実用性、安全性の確認を終えてから水封方式が採用されるに至った。さらに、東京の地下河川工事では内径13.7 mの大型泥水式シールド機械を用いて施工されるなど、現在のわが国の土木技術は世界のトップレベルの水準になっている。

(2) 技術開発の周辺環境

近年、日本の土木技術は急速に進歩したが、これは技術の研究開発のあり方が諸外国と異なる点に大きく起因している。土木技術の研究開発は、建設省土木研究所などの官側機関、各大学の土木工学科や附属研究施設、および建設会社の技術研究所などの民間施設などで進められている。また、産官学の共同研究も活発で、各専門分野の共同研究が盛んに推進されている。このように官側の技術研究と民間企業の技術研究が互いに長所を出し合いながら新技術の開発を進めることは国際的に見ても珍しい環境であるとともに、日本の建設業の強みとも言え



図一 大手建設会社における研究所組織例

る。

図一は日本の大手建設会社における技術研究所の組織の例で、様々な分野を研究する体制が整えられている。一方、アメリカのエンジニアリング会社はこのような研究機関を保有していない。

(3) 土木技術の新分野

海外から導入した技術を改良・発展させた日本式の土木技術は各専門分野でも高い水準のものとなっている。これらの土木技術の将来を考えると、従来の建設分野である国土保全や都市再開発で、さらに進んだ工法や機械が活躍するのは当然であるが、今まで未利用であったニューフロンティアの開発や地球環境の維持改善にも先端的土木技術が使用されていくと思われる。現在、我が国で注目されているニューフロンティアは地下空間、海洋空間および宇宙空間の3つであり、これらに関する技術開発について述べる。

a) 地下空間

地下空間の利用は今後、浅深度から大深度にわたって進められるが、そこで必要とされる主な技術として地盤調査技術、地下空間構築技術、空間内外の環境ならびに地山保全技術が挙げられる。地盤調査技術としてはジオトモグラフィー、ボアホールカメラ、スキャナーなどの技術がハード面およびソフト面にわたって進展することが期待される。地下空間構築技術では都市型 NATM 技

術が重要であり、その設計解析技術、全面自動化技術、急速覆工技術などの開発が進むと考えられる。また、シールド関連技術では、自動化・省力化技術、大口径化技術、急曲線化技術、高耐圧技術などが要求され、研究開発が行われている。

一方、地下空間の開発に伴って発生する残土や建設廃棄物の処理も忘れてはならない課題であり、残土の再利用のための土質改良技術やコンクリート廃材再生技術などが注目されている。

b) 海洋空間

海洋の開発は海岸線に沿ったウオーターフロントの開発と沖合大水深海域の開発があり、いくつかの構想も発表されている。これらの開発構想を実施するためには、地盤探査技術、水中調査ロボット、リモートセンシング技術、GPS (Global Positioning System) 測量技術のような先端技術を駆使することが必要である。また、建設省では MMZ 構想に関係して没水型消波構造物などを開発している。運輸省では大水深津波防波堤を水深 50 m で建設したり、酒田港で波力エネルギー吸収型防波堤による波力発電の実証実験を進めている。

c) 宇宙空間

宇宙開発は国際的協調の上で進められるべきテーマであり、米国の NASA (アメリカ航空宇宙局) を中心に技術検討が進められている月面での構造物建設技術の研究開発には日本の技術者も参加している。日本の大手建設会社では宇宙ステーション、月面基地、スペースシャトル発射基地等の建設のために基礎研究を行っている。

4. 国際的な技術交流テーマ

日本の土木技術は必ずしも世界の各国にそのまま適用できるものではない。その国に最適な技術はインフラの整備水準はもとより、安全性に関する考え方、資材調達流通の仕組み、経済状態、法制度にわたるまで多岐な要因によって決められるものである。たとえば、先進諸国においては安全性、環境問題、信頼性といった点が重要視されるが、発展途上国においては資金の面からこれらをすべて満足させることは難しく、日本の先端技術も発展途上国においてはコスト面から採用されないことも多い。しかしながら、日本における従来の工法でも発展途上国において新技術として取り入れられその威力を発揮することもあるため、国際的な技術交流を図って技術の紹介をしていくことは重要であると考えられる。写真一1~写真一6に日本の土木技術が適用された海外プロジェクトの事例を紹介する。

また、次のような地球規模の課題に対しては各国の国際協力が必要であり、今後、我が国の建設業が取り組むべき新しい課題と考えられる。



写真一 マレ島消波堤 モルディブ共和国の首都・マレ島において侵食被害を防ぐために消波施設工事が施された¹¹⁾。



写真二 シンガポール地下鉄 年々増加する交通渋滞緩和のために建設された地下鉄¹¹⁾。



写真三 アナンブラ灌漑工事 ナイジェリアにおける5000haの灌漑工事で総延長600kmの農業用道路と800kmの用水路も合わせて建設された¹²⁾。

(1) 社会資本整備（都市化への対応）

世界の多くの大都市では人口の集中化が進んでいるが、都市部における人口の増加に都市機能を満たすための社会資本の整備が追い付かず、道路の混雑、住宅難、インフラ不足といった様々な問題が発生している。

このような都市部への人口集中は、その発生場所、原因といった点から大きく2つに分類される。

ひとつは発展途上国の都市部にみられる人口増加で、食糧の不足や農村の疲弊から都市部における食糧や仕事を求めての人口の移動である。もうひとつは、東京やニューヨークなどの大都市で見られる現象で、産業構造が機械・重化学工業中心の第二次産業主導から金融・情報・教育・サービス等の第三次産業や知能・ソフトウェア中心の脱工業化社会へと変わったことに起因し、企業や人々が豊富に存在する大都市の情報やビジネスチャンスを求めて集まるものである。

このような社会資本整備の遅れた大都市でのインフラ整備を推し進めていく場合、整備手法の複雑化、コストの増加、施工方法の高度化、用地取得の難しさ等のような多くの障害が現われて、ますます増えていく人口増加に対応したインフラ整備の遂行を難しくしている。このため、都市のインフラを整備していく場合、長期ビジョンのもとに各種インフラを事前に統括的に計画し、企画・整備を推し進めていく必要がある。

今後、東京を初めとする先進諸国の大都市はビジネス施設やホテル、飲食店、デパートなどが集中し、多様化した職種の人々が集まる国際都市、24時間都市へと変わっていくものと思われる。このような中で、都市のスラム化、オフィスの不足、地価の高騰等が問題となっており、建設事業や建設業に新たな対応が求められている。

また、日本における大都市の再開発は地価問題などで進展を見ない状況にあるが、海外の都市では長期的な展望のもとに社会や生活環境と調和したすばらしい社会資本整備が行われた例もあり、事業推進にあたっての方策等を学ぶべきところも多い。パリにおいて官主導型で推し進められた計画的な都市計画はその代表例であり、世界の大都市はこのような成功例のもとに社会資本の整備のあり方、進め方について交流してゆくべきであろう。

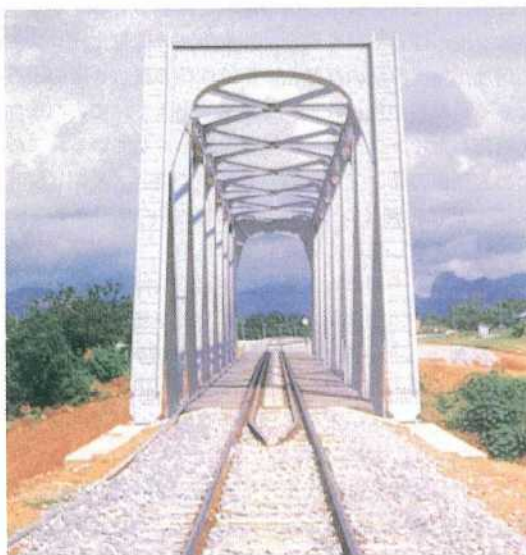
また、発展途上国においては社会資本の整備が遅れているばかりでなく、一部のインフラ施設では構築技術はもとより、計画、運転、資金調達まで、全面的な国際援助が必要となる。このような場合、各国の協力のもとに、ODA等の資金を利用して、先進諸国の指導や技術移転を推進し、発展途上国における均衡ある都市基盤整備を行うことが重要である。

(2) 地球環境問題

世界的に地球環境問題への取り組みがなされているが、我が国でもその取り組みに一層貢献していく必要が



写真—4 チラタ水力発電所 インドネシアのジャワ島に建設された50万kWの発電所は同国最大規模の国家プロジェクト。ダムは黒四ダムの約10倍にあたる湖なみの水を貯える¹²⁾。



写真—5 ポリビア国有鉄道 洪水により被害を受けた9つの橋、5つのトンネルの修復、および33kmの鉄道の敷設工事¹²⁾。

ある。そのためには、政府レベルでの貢献はもとより、国民や企業が自分自身の問題として地球環境問題を認識し、一丸となって問題解決に取り組んでいく必要がある。さらに、この地球環境問題を抜本的に解決するためには、一国の先駆的努力も重要であるが、それを世界全体の統一的な取り組みへと発展させなければならない。そのためには、すべての国々が共通認識のもとに行動することが大切であり、世界全体が統一的な対応を推し進めていく必要がある。

このような国際的な取り組み¹³⁾として、現在、次の3つに大別される。

① 国際機関あるいは各国の連合体が主体となって取り



写真—6 クライヤ火力発電所 サウジアラビアのダンマンの南約100kmの砂漠に建設された120万kWの火力発電所¹²⁾。

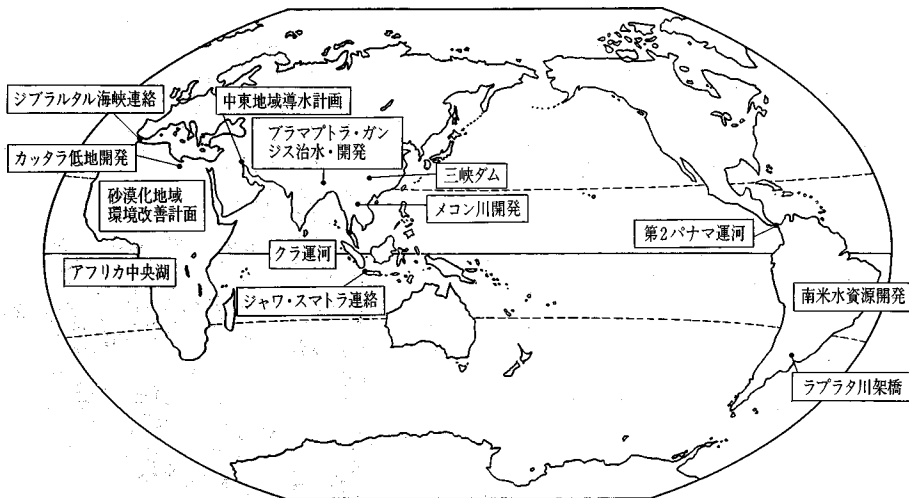
組むもの。

② 各国政府が関係国に呼びかけて取り組むもの。

③ 研究者が連合して地球環境に関する科学的知見解決の立場から取り組むもの。

こうした環境問題に真正面から取り組むためには、建設分野だけでなく広範囲な科学技術の集積が必要となる。この中でも土木工学が重要な役割を果たすことは明らかであり、最近、建設会社でも地球環境に関する基礎技術への研究に取り組んでいる。また、実用化技術においても土木工法や建設資材に関わる省資源・省エネルギーの推進、リゾート・レクリエーション施設の開発に伴う環境アセスメント、建設廃棄物の処理問題などの国内の工事遂行においても取り組むべき課題は多い。

我が国では昭和30年代から公害問題が発生し、産業に対する環境対策を行った実績がある。これらの技術は



図—2 グローバル・スーパー・プロジェクト事例位置図¹⁵⁾

海外にも移転が可能であると考えられるので、この観点からも我が国が国際貢献していくべきであるとする。

(3) エネルギー分野における技術協力¹⁴⁾

世界経済全体の発展にとって発展途上国の経済成長はきわめて重要な要因である。現代社会において生活を近代化する上でも、また工業化を推進する上でも、エネルギーは最も重要な基本要素である。発展途上国の経済成長に伴って、世界のエネルギー消費は今後増大することが予想される。

このため、日本を含めた先進国が発展途上国へ技術を移転するとともに、国際的なエネルギーの安定供給に向けての協力推進、さらに東欧諸国に対する原子力発電所の安全技術の協力等を行っていくことにより、地球全体としての省資源、省エネルギー、環境保護を考えていく必要がある。

(4) 自然災害

自然災害には地震、津波、火山噴火、暴風、洪水、地滑り、竜巻等が挙げられるが、これらの被害を減少させる手段として、①自然災害の発生を予知することにより事前に災害の発生に備える方法、②建造物の耐震設計、堤防の設置等、災害が発生した場合にその被害を減少させるための方策を施す方法がある。前者は地球科学からの対応であり、後者は土木工学からの対応である。

地球科学から災害発生を事前に予知する身近なシステムとして気象情報があるが、これは台風や豪雨などの予報を知らせることにより、人々が事前に自然の災禍の襲来に備えて、人的・物的資産の損害発生を低減させるのに貢献している。また、土木工学においては自然災害を確率的現象と見なして設計基準を設定し、想定した事象に対して被害が発生しないように、あるいは、その被害が許容内に収まるように設計し、施設・建造物を構築し

ている。しかしながら、自然災害に対して、構造物は経済性と安全性という相反する面を考慮して確率的な立場で設計基準が設定されるために、すべての自然現象に対する被害を必ずしも想定規模に収めることは不可能である。そこで重要となるのが災害の拡大防止であり、道路、鉄道、電気、ガス、水道などのライフラインが地震、台風、豪雨、火災等の自然災害により損傷を受けたような場合に、それによって二次的に引き起こされる災害を最小限に押さえることが重要である。

発展途上国においては堤防、貯水池、防波堤などの社会基盤整備の遅れに伴う一次災害の影響が大きい。また、高度に発達した社会においては、自然現象による一次災害もさることながら、これによる二次災害が社会や都市機能に及ぼす影響も大きい。将来は一次災害の状況を迅速、的確に把握し、二次災害の拡大を防止するために、人工衛星、航空機を利用した情報収集・伝達・処理システムを構築し、世界的規模でこれが適用できるように整備していくことも重要である。また、リモートセンシング技術の推進によって世界的規模の広範囲な情報収集を行い、砂漠化、森林破壊、流水、エルニーニョ現象などの自然現象を観測することで、地球全体の環境問題へ対処するとともに、局地的な災害を予測していくことも重要になると考えられる。

(5) 国際協力プロジェクト

近年、飛行機、高速鉄道、自動車といった輸送技術の向上、空港、鉄道網、高速自動車道の整備により、遠方への移動時間が短縮され、国内はもとより国際間の移動も身近なものとなってきた。また、情報の収集・伝達技術の進歩についても目覚ましいものがあり、人工衛星を使って地球の裏側の情報も即座に入手できるようになってきた。このような技術の進歩は各国が独立した立場で

なく、国際社会の中の一国といった立場で初めて利用できるものであり、国際的な各国の協力のもとに成し遂げられるものである。

国際社会統合に向けての動きは、東西ドイツの統合、ソビエト連邦の崩壊、ヨーロッパの通貨統一への行動などといった形で現われてきたが、建設業においても国境を越えた国際社会としての社会資本を整備していくことが必要になりつつある。この一つの方法として ODA があるが、これは国際的に偏在している資本を発展途上国に効果的に再配分し、世界経済の健全な発展をはかる観点からプロジェクトに利用されてきている。これらは今後、運河、海峡連絡、治水、砂漠地域の環境改善といった分野でその効果が一国のみならず世界的に効果をおよぼす大規模プロジェクトにもますます利用され、国際社会に貢献していくことであろう。

建設省が主体となって進めている地球規模のスーパープロジェクト¹⁵⁾ (GSP: グローバル・スーパー・プロジェクト) を図-2 に示すが、これは世界に住む人々の生活の向上と経済の活性化に計り知れない波及効果をもたらすものとして、その整備の必要性はきわめて高い。また、21 世紀の国境のない時代に向けて、ユーロ・トンネルの完成や、高速シベリア鉄道、ベーリング海峡埋立、第 2 スエズ運河、月面基地といった国際協力プロジェクトの発案や推進などで世界規模の対応がますます重要になるであろう。このような世界的なプロジェクトの実現には企画・計画立案、技術検討、資金調達、採算性の確保といった点での国際的な協力が必要である。

5. 国際交流活動

「国際的な技術交流テーマ」のいくつかについて実際の活動を述べる。発展途上国の社会資本整備に関しては建設省の活動を、地球環境問題については建設会社の取り組みを、国際協力プロジェクトに関しては財団法人日本グローバル・インフラストラクチャー研究財団 ((財) 日本 GIF 財団) の活動を取り上げる。その他に建設会社における国際交流活動および筆者らが所属する土木学会土木施工研究委員会第 6 施工小委員会の国際交流活動について述べる。

(1) 発展途上国の社会資本整備に関する建設省の活動

建設省が行っている国際交流活動は、建設省独自予算による活動と JICA を通じての活動に分けられる。

a) 建設省独自予算による国際交流活動

建設省が独自の予算で行っている国際交流活動には次のようなものがある。

- ① 発展途上国の要人を招聘し、我が国の行政制度や技術水準を紹介する要人招聘事業
- ② 発展途上国の自然的、経済的、社会的条件に適合し、



写真-7 JICA における研修生の修了式

当該国の技術水準に合致した技術を共同開発する海外建設技術開発事業

- ③ 日中間で建設行政全般の交流を行う日中建設交流事業

- ④ NGO (非政府組織) の行う活動に対して補助をする NGO 国際建設協力支援事業

- ⑤ 道路、鉄道、河川、上下水道等の経済基盤施設の整備状況と中長期の国家計画等を把握し、重点を置くべき分野の協力指針をつくるための経済基盤施設調査

- ⑥ 発展途上国における良質のプロジェクトを発掘し、JICA や OECF の事業に結びつけて円滑で効果的に援助が行われるようにし、さらに一国の枠を越えたグローバル・スーパー・プロジェクトを支援するための検討を行う海外建設プロジェクト形成推進事業

- ⑦ 発展途上国への技術移転を円滑に行うための実情に適合した都市排水・下水に関する経済技術協力の指針の作成を行う海外建設事業技術協力事業

b) JICA を通じての国際交流活動

建設省が JICA を通じて行っている活動には次のようなものがある。

- ① 長期・短期の専門家派遣を行う専門家派遣事業
- ② 発展途上国の開発プロジェクトの調査を行う開発調査事業

- ③ 省内各機関・各公団等・地方公共団体・関連企業等で研修員を受け入れ、研修を行う研修生受け入れ事業(写真-7 参照)

- ④ 技術訓練センターにおける発展途上国の建設分野技術指導者の訓練と研修を行うプロジェクト方式技術協力事業

(2) 地球環境問題に関する建設会社の活動

表-3 GIFの委員会

1	地球環境改善研究委員会
	(1) アラル海地域環境改善分科会
	(2) 砂漠地域緑化・総合開発(仮称)分科会
	(3) 熱帯雨林再生(仮称)分科会
2	資源エネルギー問題研究委員会
	(1) 中東ピースウォーターパイプライン分科会
	(2) ヒマラヤ水系水力発電・治水計画分科会
3	交通運輸インフラストラクチャー研究委員会
	(1) 国際河川の流域総合開発構想分科会
	(2) 交通インフラ分科会
4	生活領域の拡大研究委員会
	(1) 南米水資源有効利用分科会(仮称)

約40社に及ぶ建設会社各社は平成元年頃から、社内に地球環境部・地球環境問題連絡会議・資源リサイクル開発部・環境問題懇談会等の名称の組織を設け、この組織を中心に地球環境問題への対応を目指した活動を行っている。活動は、身近なものから壮大な構想まで多岐にわたっている。

- ① オフィス内ゴミの分別収集・リサイクル・コピー用紙の再生紙利用
- ② 南洋材の使用を削減するため、針葉樹を芯材とした複合板の開発・型枠合理化工法の開発等
- ③ 建設廃棄物の再利用・再資源化・処理システムの開発
- ④ 波力発電・地熱発電等のクリーンエネルギーの開発
- ⑤ 砂漠化防止・緑化を目的とした砂漠緑化プロジェクト・地下ダム・砂漠ドーム等の各種構想の立案
- ⑥ 海洋微生物・そう類等によるCO₂処理技術の開発
- ⑦ 水質浄化システムの開発

(3) (財)日本GIF財団の国際協力プロジェクト活動

(財)日本GIF財団は1990年9月に設立された。この法人は「グローバル・コミュニティー」時代にふさわしい、より良い生活空間と環境を創造する「グローバル・インフラストラクチャー」の開発・整備促進を支援し、人類の福祉向上と、世界経済および開発途上地域の経済発展に寄与することを目的として、国際協力のもとで民間企業が主体となって活動している。事業内容は、①調査研究、②国際交流、③人材育成、④資料・情報の収集と提供、⑤関係機関への協力、⑥国際会議の開催等である。

設立後3年が経過した現在、財団内には表-3に示した委員会および分科会が設置され、調査研究活動を展開している。また、国際交流活動として、国内外の研究機関との共同調査研究、研究員の交流、研究資料の交換を実施するとともに国際会議を開催している。

(4) 建設会社の国際技術交流活動

日本の建設会社が海外の研究機関等と技術交流をする主たる目的は次のような点である。

- ① 世界から最良の技術資源を調達する。
- ② 国際的に通用する社員を育成する。

また、建設会社はこれらの目的を達成するために、以下のような交流を行っている。

① 海外の研究機関との共同研究・技術交流

海外の国立研究機関、民間研究機関、大学等と日本の建設会社がそれぞれ優れているところを持ち寄って共同研究・技術交流を行っている。その例として、大林組はスイスのNAGRA社と高レベル廃棄物処分場の設計について共同研究している。また、清水建設ではアメリカのアルゴンヌ国立研究所と原子炉格納容器を対象として、免振技術に関する共同研究を行っている。

② 海外の大学への留学派遣

日本の大手建設会社の多くは社内留学生制度を設け、社員を定期的に欧米各国の大学やAIT(アジア工科大学)の修士過程および博士過程に派遣している。これは留学により国際感覚の修得、海外戦略強化といった国際化への対応の一環であると考えられる。

③ 米国内大学における冠講座の設立

冠講座とは企業がアメリカの大学に資金援助をするとその会社の名前のついた冠講座が設置される制度で、大林組と清水建設がスタンフォード大学に冠講座を設け、大学の研究を支援している例などがある。

④ 外国人エンジニアの受け入れ

各建設会社は現在、積極的に外国人エンジニアを社内に受け入れており、今後もその受け入れ人数が増加することが見込まれている。これらの外国人エンジニアを受け入れる理由として、本人の高度な専門的知識・技能の他に、優れた国際感覚や日本人と異なった発想・技能・経験を社内に取り入れ、社内の活性化等の相乗効果をはかることに対する期待等がある。

(5) 土木学会土木施工研究委員会第6施工小委員会の国際交流

米国にアイゼンハワー基金により設立されたPeople to People International (PPI) と呼ばれる市民大使プログラムの推進組織があり、この組織はこれまで市民レベルの草の根交流を目指して多くの実績を上げている。このプログラムの一環として、1990年に日米土木技術者専門家交流が行われることになり、日本側の対応組織として土木学会土木施工研究委員会の中に新たに第6施工小委員会が設置され、米国を訪問して日米両国の建設協力のあり方等について意見交換を行った。

当小委員会は、この米国技術者との技術交流をきっかけとした交流活動を継続し、JICAの「先端建設技術コース」に参加している発展途上国等の研修生との交流活動を毎年続けている。当方からは我が国の「先端建設技術」

「建設事情」を紹介し、研修生からは各国の建設事情を含めたお国柄を説明してもらい、その後ディスカッションを行う方法で交流している。

その他に、在日外国人技術者との交流、外国人技術者による講演会の開催、国際交流を行っている団体との交流等の活動も随時行い、現在は世界各国に100人の土木技術者ネットワークを作ることを大きな目標として活動を続けている。

なお、土木学会においては当小委員会の外に、国際委員会・建設マネジメント委員会国際問題(D)小委員会・海外活動委員会などが国際的な活動を行っている。

6. おわりに

本論文では、まず技術の国際交流という観点より外国から我が国に導入された土木技術についてその導入の歴史を振り返り、それらの技術が我が国に同化され、育成・発展してきた成果としての大規模プロジェクトの実現と、特徴的な技術開発の例を論じた。次に、我が国において注目されている地下空間、海洋空間、宇宙空間という3つのニューフロンティアに着目して、今後の技術開発の進む方向性について記述した。我が国の土木技術を活かしていくべき国際的技術交流テーマについて述べ、最後に我が国の官民が実際に行っている国際交流活動について論じた。

土木技術の大きな目的として、人間社会の利便性の向上と自然災害からの防護がある。これまでは、各国が自国内でこれらの問題を解決すれば良かったが、近年の状況として、これらの問題は地球規模あるいは数カ国規模で考え、対応する必要性に迫られている。ここに、土木技術の国際交流を行う意義があると考えられる。

この論文を執筆するにあたり、土木技術、社会問題、政府援助、技術交流といった様々な面からの調査を行った。その結果、日本が土木技術に関して各国と交流を行い、また政府間交流、民間交流が互いに補完しあうことによって、世界的に豊かでゆとりのある生活の創造に貢献できるものとの確信を深めた。

しかし、一般に日本の社会には物事に完全を求める傾向があり、これは土木構造物においてコスト高となって現われる場合がある。このような考え方は経済的に余裕がある国々においては受け入れられるが、資金調達に問題を抱える国々においては難しい面がある。それらの国々では日本に見られる構造物仕様、現場管理方法、安全基準等が受け入れられないことも多い。このような経済情勢といった要因に加え、文化、習慣、宗教、価値観、自然環境等の要因も土木工学あるいは土木構造物に対する考え方に影響するため、双方の立場を互いに理解しあって国際交流を進めることが重要である。

また、我が国では首都圏への急激な一極集中に都市基

盤整備が追いつかず、通勤地獄、交通渋滞、住宅問題が発生し、国民の生活環境の充実・改善を推し進める上で弊害となっている。我が国の住宅社会資本の整備水準を欧米並に引き上げ、豊かで潤いのある国民生活の確立と産業活動の基盤整備を推進するために、これらの問題解決策を諸外国との交流の中で見いだしていくことも必要である。

土木技術の国際交流は土木技術者一人一人の交流が基盤になる。土木学会土木施工研究委員会第6施工小委員会ではこの基本に立脚して、世界中の土木技術者とグラスルートな交流を続けて、21世紀の国際社会の構築、より良い地球環境の創造に貢献していくつもりである。

なお、この論文をまとめるにあたり、全国建設研修センターの佐澤栄一氏、榎田秀毅氏、安孫子義昭氏から貴重な資料ならびに御指導を頂いた。また、土木学会土木施工研究委員会、第1～第6施工小委員会の皆様に御協力を頂いた。ここに記して謝意としたい。

参考文献

- 1) 田村浩一・近藤時夫：コンクリートの歴史，山海堂。
- 2) 高橋 裕：現代日本土木史，彰国社。
- 3) 和田克哉：地中連続壁工法の現状と課題，土木技術，pp. 35～41，1992. 2。
- 4) 肥田木修：本州四国連絡橋の概要，土木技術，pp. 30～39，1992. 1。
- 5) 新井洋一：関西国際空港の人工島建設，土木技術，pp. 34～43，1992. 5。
- 6) 野村正之，他：建設ロボット（その1）～（その5），土木技術資料，建設省土木研究所，1992. 1～1992. 5。
- 7) 馬場洋二：海洋空間の創成・保全技術の開発，土木技術資料，建設省土木研究所。
- 8) 木内久夫：最新防波技術を探る，土木施工，pp. 5～12，1992. 11。
- 9) 後藤英一・菊池禎二・隈元 力：建設技術の将来展望，土木学会論文集，第427号／VI-14，1991。
- 10) 加藤三郎・高木宏明：地球環境保全に果たす土木技術者の役割，土木学会誌別冊増刊，pp. 107～111，Vol. 75，1990. 4。
- 11) 大成建設（株）：TAISEI CORPORATION（会社概要和文版），1992. 10。
- 12) 大成建設（株）：TAISEI CORPORATION（会社概要英文版），1992. 7。
- 13) 海野英明：国際的取組みの現状，土木学会誌別冊増刊，pp. 107～111，Vol. 75，1990. 4。
- 14) 浅野潤一：国際協力，土木学会誌別冊増刊，pp. 36～40，Vol. 77，1992. 2。
- 15) 建設省：建設白書 平成2年版，p. 451。
- 16) 建設省：建設白書 平成4年版。
- 17) 日経コンストラクション：特集・急増する「地球環境室」，1991. 9. 27。
- 18) (財)日本GIF研究財団：研究報告書，1992. 11。
- 19) 奥村忠彦・上野高敏：海外研究機関との技術交流，JACIC情報，1992. 7. 27。

(1993.5.10 受付)