

インフラ維持管理の世界への 貢献を目指して

日東建設株式会社 取締役技術開発部長 くぼ げんき 久保 元樹

1. はじめに

当社、日東建設株式会社は、オホーツク海に面する人口約 4,000 人の小さな町、北海道紋別郡雄武町（図－1）に本社を構える土木建設を生業とする建設会社である。雄武町の基幹産業は、漁業、林業、酪農業など第一次産業であり、日東建設はこれら雄武町の基幹産業を支える地域密着型の地場ゼネコンである。当社は、公共事業の減少による国内市場縮小をきっかけに、2000 年頃から異業種進出の一環として非破壊検査技術の導入と研究開発を開始し、2005 年にハンマ打撃によってコンクリートの圧縮強度を推定する装置、コンクリートテスター（以下、「CTS」という）を開発した。さらに 2014 年には、同じくハンマ打撃によってボルト・ナットの健全性を検査する装置ボルトテスター（以下、「BTS」という）を開発し、測定機器のメーカーとしても研究開発した装置を実際に製造・販売している、珍しい一面を持っている。

当社が開発した装置は、CTS と BTS 共に、ハンマで測定対象物を打撃するだけの簡単な操作で測定が可能であること、測定には専門的な知識も必要なく、誰でも簡単に扱えることが大きな特徴となっている。用途も広く、維持管理から品質管理まで幅広く活用することができるため、国内は



図－1 雄武町の位置

もとより、海外においても一定の需要があるものと考えられたが、開発当初は海外進出については全く想定していなかった。これは、当社には海外に拠点がなく活動が難しいこと、社内に輸出などの知識を持った社員がいなかったため、販売行為が難しいこと、海外では日本と文化が異なることなど、さまざまなリスクが高いと考えられたためである。しかし、今現在は、海外に 7 社と販売店契約を結び、積極的に海外展開を推し進めている。本稿は、当社が海外展開へ至った経緯などを簡単に紹介するものである。

2. CTS と BTS について

CTS と BTS は両者共に、ハンマ打撃によって

測定対象の「健全性」を判断するものである。次に装置の概要を簡単に紹介する。

(1) コンクリートテスター (CTS)

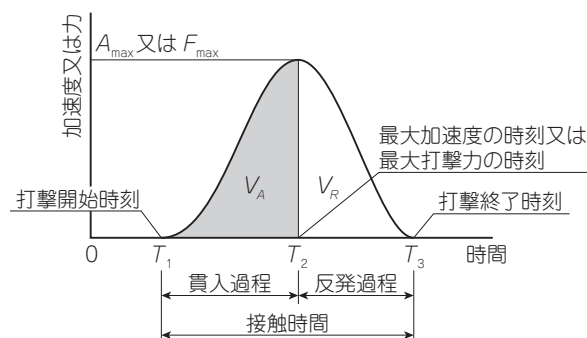
写真－1にCTSを示す。CTSは、加速度計が内蔵されたハンマでコンクリートを打撃して打撃力の時間波形を測定・解析することによって、コンクリートの圧縮強度を推定しようとする技術であり、NDIS 3434-3 機械インピーダンス試験方法¹⁾として日本非破壊検査協会規格が制定されている。

実際にコンクリートを打撃して得られる打撃力の時間波形を、図－2に示す。波形は、正規分布に類似した上に凸の波形となる。打撃は、ハンマがコンクリートに貫入する貫入過程（作用）と、コンクリートがハンマを押し戻す反発過程（反作用）で構成される。図－2では、ピークより前半部分が貫入過程、後半部分が反発過程となる。CTSでは反発過程に着目し、次式によって打撃力の時間波形から機械インピーダンスの算出を実施している。

$$Z_R = \frac{F_{\max}}{V_R^{1.2}} = \frac{MA_{\max}}{\left(\int_{T_2}^{T_3} A(t) dt\right)^{1.2}}$$



写真－1 CTS 本体



図－2 打撃力の時間波形

ここでは、 Z_R ：反発過程の機械インピーダンス、 $F_{\max}$ ：最大打撃力、 V_R ：ハンマの反発速度、 M ：ハンマの質量、 $A_{\max}$ ：最大加速度、 $A(t)$ ：加速度の時間波形、 T_2 ：最大加速度の時刻、 T_3 ：打撃終了時刻を示す。

(2) ボルトテスター (BTS)

写真－2にBTSを示す。CTSと同じく、加速度計が内蔵されたハンマでボルト・ナットを打撃（ボルトの固着不足や折損が知りたい場合は、ボルト軸方向）して得られる打撃力の時間波形から、ボルト・ナットの健全性を調べるものであり、2024年6月20日にJIS Z 2339 非破壊試験－ボルト接合部の機械インピーダンスの測定方法²⁾としてJIS規格化されている。

健全な状態のボルト・ナットを打撃した場合、ボルト・ナットは弾性体として挙動するため、打撃直後から反力が生成され、図－3(a)に示すように、作用と反作用が合成された打撃力の時間波形が測定される。一方、不健全なボルト・ナットを打撃した場合、打撃によってアンカーが動き、塑性的な挙動を示す。つまり、作用と反作用の波形に時間遅れが生じ、図－3(b)に示すように、二つ山の波形が測定される。

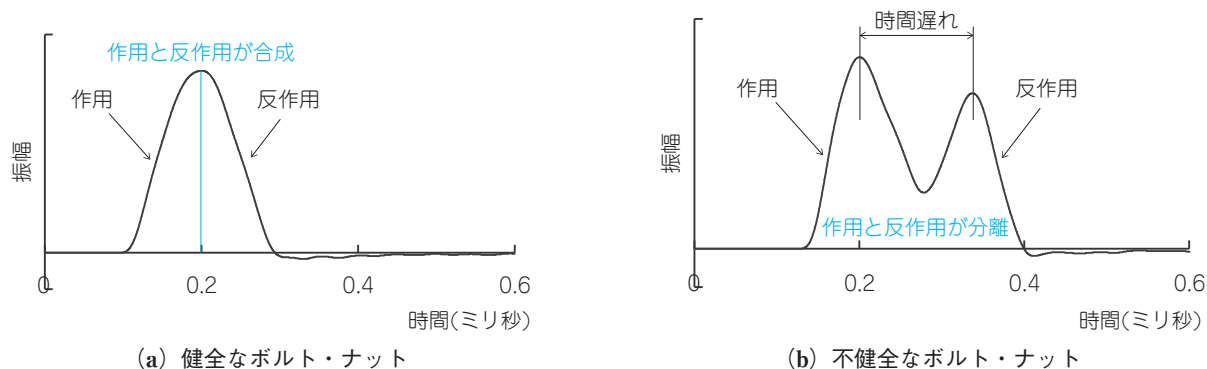
CTSとBTSの主な受賞歴を表－1に示す。



写真－2 BTS 本体

3. 海外進出の経緯と活動内容

「1.はじめに」で述べたとおり、装置開発当初、海外進出は全く想定していなかったが、2010年にアメリカに販売店ができた時点から少しずつ風



図－3 ボルト・ナットを打撃した際の打撃力の時間波形

表－1 受賞一覧

装置種別	年	表彰名	受賞
CTS	2009年	第3回ものづくり日本大賞	特別賞
CTS	2010年	北海道地方発明表彰	中小企業庁長官奨励賞
BTS	2018年	第7回ものづくり日本大賞	ものづくり地域貢献賞
BTS	2021年	第5回インフラメンテナンス大賞	国土交通省優秀賞
BTS	2022年	北海道地方発明表彰	文部科学大臣賞

向きが変わっていった。アメリカの販売店が英語版の Web ページを開設したところ、アメリカのみならず、さまざまな国から問い合わせが入るようになり、世界的に需要があることを認識することとなった。これをきっかけに本格的な海外進出を検討し始めた。

しかし、海外に関する情報（治安、文化、社会情勢などの情報）が圧倒的に不足していること、また、海外は国内に比較して初期投資が大きくなることから、自社単独での海外進出はリスクが大きくなり二の足を踏んでいた。そこで、これらのリスクを最小化するため、公的な支援を有効に活用しつつ海外進出を図ることを基本的な戦略とした。2011年にJETRO（独立行政法人日本貿易振興機構）が実施していた「輸出有望案件発掘支援事業」（期間3年）に応募・採択され、これを契機に本格的な海外進出が始まった。2011～2023年までの主な海外での活動を表－2に示す。

JETROによる支援は2011～2013年までの3年間であったが、この間に海外進出のノウハウを身に付けることができ、製品の輸出も問題なく行えるまでになった。特に、2012年イギリス・エジンバラで実施された国際学会と展示会でのナイジェリア人技術者・ワレ氏との出会いは大きく、

表－2 海外での主な活動 2011～2023年

年	活動内容
2011年 JETRO 支援	・韓国（仁川・ソウル）・台湾（台北）にて営業
2012年 JETRO 支援	・USA（シカゴ・ラスベガス）にて展示会出展 ・イギリス・エジンバラにて国際学会発表および展示会出展（ナイジェリア人技術者のワレ氏と出会う） ・フランスにて営業
2013年 JETRO 支援	・シンガポールにて営業 ・トルコ（イスタンブール）にて営業 ・JICA 民間提案型普及・実証事業の実施（対象国：ナイジェリア）。2015年まで
2016年	・ケニアにてアフリカ開発会議 TICAD VI参加
2017年	・インドネシア（ジャカルタ）にて国土交通省主催の中小企業セミナーに参加 ・ABE イニシアティブにてナイジェリア人技術者をインターンとして受入れ
2018年	・ロシア（ノヴォシビルスク）展示会出展 ・ABE イニシアティブにてナイジェリア人技術者をインターンとして受入れ ・JICA 案件化調査の実施（対象国：タジキスタン）。2019年まで
2019年	・アフリカ開発会議 TICAD VI参加
2023年	・ベトナム（ホーチミン）にて営業

以後の JICA 民間提案型普及・実証事業（現：普及・実証・ビジネス化事業）や、アフリカ開発会議 TICAD、ABE イニシアティブなどは、ナイジェ

リアでの活動が発端となった。

4. ナイジェリアでの活動 (JICA 事業)

イギリス・エジンバラで出会ったナイジェリア人技術者・ワレ氏を頼り、JICA 民間提案型普及・実証事業（現：普及・実証・ビジネス化事業）に応募・採択され、短期的ではあるがナイジェリアにて活動を実施した。

この事業では、橋梁の点検技術を中心にした実証プログラムの中で、CTS のデモンストレーションおよびセミナーを実施し、実際にナイジェリアの道路技術者に CTS を使用した点検技術指導を行うことで点検に係る重要性を理解してもらうと同時に、ナイジェリアの道路維持管理技術の向上に努め、同国内で CTS が普及させることを目的とし、事業を実施した。

写真－3 にナイジェリアの道路交通の状況を、写真－4 に事業実施の状況を示す。ナイジェリア人は陽気な人が多く、時間にルーズで交渉事では非常にセンシティブであった。JICA のナイジェリア現地駐在員から「ナイジェリアでできれば全世界いずこへ行っても大丈夫」と言われながら事業を実施したが、今振り返ると、まさにそのとおりであり、ナイジェリアでの経験は、何事にも代え難い貴重な経験となった。

5. 今後の展望

2011 年からさまざまな公的な支援を受けながら、海外にて営業を実施してきたが、この結果、装置の普及には規格の取得が必要であることが分かった。今後は、国際規格や各国の国家規格の取得に力を入れ、装置の普及がさらに進むように努力する所存である。

当社のような田舎の小企業にとって、海外進出はリスクが高い。このリスクを最小化しつつ海外



写真－3 ナイジェリアの道路交通状況の様子



デモンストレーション



実務実習状況

写真－4 CTS の測定状況

進出を図ることが重要である。当社にとっては、海外進出に取り掛かる時点で JETRO の支援を受けられたこと、また、ナイジェリアでの活動経験が大きな財産になっている。

【参考文献】

- 1) NDIS 3434-3：2017：コンクリートの非破壊試験－打撃試験方法－，第3部：機械インピーダンス試験方法，一般社団法人日本非破壊検査協会
- 2) JIS Z 2339：2024：非破壊試験－ボルト接合部の機械インピーダンスの測定方法，一般財団法人日本規格協会