第３章

展望

将来の圧入技術

野崎　恒延
株式会社技研製作所　担当部長
日下部　治
国際圧入学会　専務理事

1. はじめに

国際圧入学会は、圧入技術に関する機械工学から地盤工学に至る様々な学際的な課題を扱うことを目的とした組織である。将来の圧入技術という題目の本稿では３つの視点、すなわち圧入機械の将来動向、潜在的な適用分野、そして将来の研究課題について述べる。

気候変動への対応行動などの社会のニーズは機械の発展の契機を生み出し、機械の発展は ICT や AI などの周辺技術の発達によって加速される。革新的な機能を有する圧入機械が利用可能となると、それに伴う地盤工学分野の研究課題が新たに生み出される。そのため上述した３つの視点、機械の発展、適用分野の拡大、将来の研究課題は相互に綿密に関連しているものである。

なお、ここで述べる圧入技術の将来動向の記述は、著者らの個人的見解であって、特定の圧入機械の製造会社の意見や将来の計画を反映しているものではないことをお断りしておく。

2. 将来における圧入機器開発の方向性

建設や土構造物の多様化に応じて圧入機や機器は発展しそして細分化してきた。今後は圧入工法の適用範囲はさらに発展するであろうし、同時にサステイナビリティ―や環境性能に重点が置かれるようになるであろう。圧入機の将来の高度化の柱は、主としてデジタル化、自動化(無人操作化)、軽量化および脱炭素化となるであろう。

1) デジタル化

デジタルトランスフォーメーションは、圧入機械設計段階から施工過程にまで広く適用されている。従来アナログで行われていた作業の大部分がデジタル技術によって取って代わられた。デジタル化は圧入機の効率化の向上ばかりでなく、新しい付加価値をも作り出す。杭の圧入工程から得られる施工情報や地盤情報は、データベースとして編集可能となり、このデータベースが次には 3D 施工計画書や現況図の作成に利用され、土構造物の構造設計の最適化や品質保証などへとつながる。加えて、デジタル化は圧入工法に将来における AI の導入の余地も生み出すことになる。

2) 自動化(無人操作化)

杭設置時の自動繰返し圧入・引抜き機能を持つ圧入機械は十年以上前に登場している。自動化圧入操作は最終的には全工程の自動化にまで至ることが期待されている。杭の設置、引抜き操作の自動化に加えて、自動走行機能が最近自動化された。更なる自動化のために、最先端のセンシング技術、IT、多変量解析技術が圧入施

工システムに適用されようとしている。全自動圧入施工システムでは、施工時に得られる建設データをもとに自律的に同期し操作するようになるであろう。

3) 軽量化

最近の圧入機は杭圧入に必要な貫入力の多くを圧入力に頼らず、圧入速度の効果をバランスさせることによってより小さな圧入力での杭圧入が可能な圧入原理に沿った仕様となっている。これにより圧入機の最大圧入力が小さくて済み、結果的に機械の軽量化につながっている。この傾向は今後も発展を遂げ、更なる軽量化は圧入工法の適用範囲の拡大に寄与することであろう。

4) 脱炭素化

気候変動がもたらす危機は世界のあり方を変えようとして、経済的および政治的不安定性の原因となっている。従って、産業分野を問わず脱炭素化は温室効果ガスの削減という喫緊の全地球的な課題である。顕著な排出削減を達成するために、この脱炭素化への動向は建設分野に定着していくであろう。

いくつかの既往の圧入機モデルは電動化され、外部電源があれば操作可能である。建設時の CO_2 排出ゼロを達成するには、再生可能エネルギーの利用を可能とするサプライチェーンの整備が必須である。二酸化炭素(CO_2)を排出しない製品を用いた電源が廉価で利用可能となれば、グリーン水素やグリーンアンモニアのような二酸化炭素(CO_2)を排出しない製品の開発は、ゼロエミッションへシフトさせるさらなる選択肢を提供することにつながるであろう。一方、製鉄産業の脱炭素化にも目を向ける必要がある。圧入工法で用いられる大多数の杭は鋼製杭であるので、この問題は圧入業界に深くかかわっている。将来、再生可能なエネルギーによって作成されたグリーン鋼材を用いて鋼製杭が製造されれば、圧入業界の真の脱炭素化と呼べることであろう。

3. 適用分野の拡大の方向性

圧入工法開発の主目的は当時社会問題化していた建設工事における振動・騒音問題の解消にあったが、圧入工法の環境に優しいという観点に加えて、狭小地や斜面・水上といった制約のある施工環境の克服にも有効であったことから、圧入工法は普及拡大している。その後、硬質地盤における施工の克服、高剛性壁体への適応等の進化を遂げ、圧入工法は騒音・地盤振動問題によらず、超軟弱地盤から超硬質地盤、浅深度から大深度の基礎まで今日では用いられている。

前述の「将来における圧入機開発の方向性」でも述べたように、圧入工法および機器はさらに高度化する方向にあるが、同時に今まであまり用いられてこなかった分野での活用も広がると予想される。

元来、圧入工法は建設業界でも最も省力化が進んだ工法の一つであるが、これが全自動化することによる適用範囲拡大の可能性は大きい。災害復旧や人体に有害な汚染環境下での施工等においてすら、安全な建設作業を行うことができる。また、圧入機の進歩によってより断面性能の大きな杭材への適用できるようになり、その結果、圧入工法によってさらなる基礎の大型化、大深度化が実現するであろう。

同時に、将来の更なる複雑化・高度化した基礎の要求への期待を満たすために圧入工法の多様化が進むであろう。従来、圧入工法は市場で供給可能な既成杭を対象にしてきたが、それでは地盤条件と杭の断面性能だけで基礎の性能が決定づけられてしまう。今後は圧入済みの基礎の性能をさらに高めるグラウト注入による基礎の安定性の向上や被覆による長寿命化などはもとより、日進月歩するマテリアル開発から建設業界にイ

ノベーションがもたらされる可能性も高い。

他の多くの国で通常利用されているという事実にも関わらず一部の国には鋼製杭の使用が認められていない地域もある。一部の国における建築地下壁や河川堤防がそれである。このような一部の地域に見られる例外には、その地域の建設業界の人々に対して、圧入工法の基本的な利用やその有効性を認知させていくのは我々の責務である。

圧入工法の「反力となる杭をつかんで新たな杭を圧入する」という原理は非常にシンプルであるが、さらに将来に向けて進化する潜在能力を秘めている。重力に頼らない基礎工法は他に類を見ない。圧入工法は原理的に低重力または無重力空間においても有効であり、宇宙開発の分野にまでその適用が期待されている。このような視点から本来は同一の重力環境においては圧入工法に用いられる機器や杭材は地域によらず共通化できるはずである。今後は、地球上の建設工事に用いられる圧入工法は統一・普遍化の道をたどり、そこで凝縮されたノウハウが宇宙開発にフィードバックされていくであろう。

4. 研究の将来動向

本稿の冒頭で指摘したように、新たな機械の発展、新しい適用分野への展開は様々な研究課題を生み出す。紙面の関係で、ここでは主に地盤工学の視点からみたときに浮かび上がるいくつかの将来の研究課題について述べる。

1) 回転切削圧入時の地盤振動と騒音

圧入杭施工の特徴の一つは環境への優しさである。圧入杭施工時の地盤振動と騒音が他の杭施工方法に比べて大幅に小さい。そのことを示す現場計測データは、標準的な単独圧入による杭施工時から得られたものである。回転切削圧入を用いた杭施工時に関する地盤振動と騒音に関するデータは十分蓄積されていない。特に杭先端に切削ビットを装着させた鋼管杭を、鉄筋コンクリート壁を切削して杭を施工する場合、あるいは地下の埋設物を貫入して杭を施工する場合の地盤振動・騒音に関するデータは少ない。

2) 補助工法を用いて圧入された杭の性能評価

ケンブリッジ大学と技研製作所との共同研究の初期には、補助工法を用いないで単独圧入された杭の性能について様々な観点から現場および室内試験が実施された。(国際圧入学会ニューズレター、第二巻 2 号、第三巻 1 号、第三巻 3 号を参照)。しかしながら、ウォータージェット併用圧入やオーガ―併用圧入で圧入された杭の性能についての総合的な研究は限定的であり、補助工法を用いた杭の挙動と性能についての理解が必要である。

3) 圧入技術を選択する図の解釈と適用性の拡大

圧入工法設計施工指針には、地盤条件に応じた圧入技術と鋼矢板/鋼管杭の適用区分の図が与えられている。この図は、縦軸に圧入長、横軸に標準貫入試験の最大 N 値を取った 2 次平面で表示されている。実務では、その図から単独圧入、ウォータージェット併用圧入、オーガ―併用圧入、および回転切削圧入の中から適切な圧入技術が選択される。しかし、多層地盤を想定した場合、表示された図は、層厚や層序の影響などは考慮されておらず、地盤工学観点から合理的に説明できる解釈とともに適用性の拡大が必要である。

4) 回転切削圧入の水潤滑システムの有効利用

回転切削圧入では、摩擦低減のため水潤滑システムとしてパイプが取り付けられ、杭先端から水を供給する。この水潤滑システムが杭圧入後にグラウト注入に用いることができれば、杭先端の根固めを行うことが可能となり、鉛直剛性が高く鉛直支持力が大きい杭を構築できるであろう。その結果、支持層が深いところにある場合、設計杭長を短くすることが可能となるであろう。この考えを検討する価値はありそうである。

5) 先端リングビットの摩耗の推定

硬質地盤中に切削ビットを杭先端に取り付けた鋼管杭を回転切削圧入する。シールドトンネル施工では、切削ビットが摩耗した場合、シールド機を止めて切削ビットを必要に応じて交換することが可能である。これに比べ回転圧入では切削ビットの交換は、実務上不可能で、施工前にあらかじめリングビットの摩耗の程度を推定する必要がある。そのため、与えられた地盤条件に応じて、切削ビットの摩耗の推定は極めて重要である。この推定は硬質層の貫入速度の推定や、圧入の所要時間の推定に活用可能である。

6) 岩盤の摩耗能(RAI)を用いた岩盤掘削情報のリアルタイム計測

岩盤への杭圧入効率は岩盤の摩耗能(RAI)から推測可能であるが、摩耗能を算出するために必要な岩盤の一軸圧縮強度の採取頻度が事前の地盤調査においては非常に少ない場合が多い。このことから、予想以上に岩盤が硬い場合などには施工遅延や掘削用部材損耗費の超過等に陥ちり、圧入済みの杭の安定性の不確実性などが発生する可能性がある。

これを解決するためには、オーガ―や鋼管杭先端リングビットによる岩盤掘削データから岩盤の一軸圧縮強度をリアルタイムに計測・記録する手法が有効である。切削装置の種別、切削時の押し込み力、回転トルク、切削速度を岩盤の一軸圧縮強度にあらかじめ関連付けておくことにより、所用掘削時間および掘削部材の損耗費の予測がリアルタイムで可能となり、記録された掘削データは杭の性能評価に用いることもできる。

5. 終わり

本稿を閉じるにあたって圧入業界に関するコメントを二、三加えておこう。あらゆる産業は持続可能な発展の原則を遵守しなければならない。圧入産業を含めた建設産業は３つの R が要求される。すなわち有害な損傷の影響の削減（Reduction）、建設部材の再利用（Reuse）、建設材料のリサイクル（Recycling）である。圧入産業における主役は、機械製造メーカと杭施工業者である。機械製造メーカに対する将来に向けて、どのような方法で製造メーカを多様化・拡大していくのか？機械のメンテナンスをする最適な方法はなにか？いつ全自動の圧入機が完成するのか？などが問われるであろう。杭施工業者に関しては、現場データと施工経験の共有化、ビッグデータの作成と活用、そして地域的な施工業者の組織化などの期待がある。

これまで触れてこなかった圧入技術の発展に関するコメントとして、（１）大きな潜在的な市場の要求を満たすために利用可能な杭の性状、断面の範囲を拡大すること、（２）スキップ杭工法はさらに広い適用の可能性を有していること、（３）杭施工オペレータの訓練センターと顧客向けの展示センターが強く要求されていることなどが挙げられる。

IPA NewsLetter Volume 7, Issue 1 February 2022

ベトナムにおける圧入技術の将来性

Vu Anh Tuan
レー・クイ・ドン工科大学　上級講師

1. ベトナムの状況について

ベトナムはインドシナ半島の東に位置し、国土の総面積は 329,241 ㎢、国境及び海岸線の総距離はそれぞれ 3,730 ㎞、3,260 ㎞を有しています。丘陵、山岳、平地の主な 3 つのタイプをはじめとする多様な地形と地質で形成されています。主に丘陵や南北に長く伸びる海岸線からなる複雑な地形であるベトナムは、鉄砲水、地すべり、洪水、台風、海面上昇や海からもたらされる影響など、様々な自然災害にさらされています。

我が国では毎年、平均して 5、6 個の台風と 2、3 件の熱帯低気圧による影響を受けています。台風のシーズンは 6 月に始まり 11 月下旬から 12 月中頃まで続き、特に 8～10 月に集中して発生しています。この 40 年間の統計によると、南シナ海で発生した台風は計 363 個にも及びますが、その内 143 個（およそ 39%）が我が国に上陸しています。南シナ海では毎年 9、10 個の台風と 4 件の熱帯低気圧が発生していますが、その内、4、5 個の台風と 1、2 件の熱帯低気圧がベトナム本土に影響を及ぼしています。南シナ海で発生する暴風雨の件数は近年増加傾向であり、その勢力も増大しています。例に挙げると、2013 年には 14 個の台風と 5 件の熱帯低気圧、そして 2017 年には 16 個の台風と 4 件の熱帯低気圧が観測されています【1】。

大雨による鉄砲水と地すべりは、急斜面で軟弱な地質の山岳地帯で多く発生しています。ベトナム地球科学・鉱物学研究所の調査によると、山岳地帯においては 10,000 箇所以上の地点で地すべりが発生する確率が高いとされています。鉄砲水と地すべりは突然発生し、範囲は小さいものの人命や財産を奪うなど深刻な被害をもたらしています。この 20 年間の統計によると、合計で 300 件以上の鉄砲水と地すべりが発生しています。この種類の自然災害は山岳地帯に位置する省において頻繁に発生し多くの人命と財産を奪っており、特に近年ではその発生件数が増加傾向となっています。2010 年～2019 年の 10 年間における鉄砲水及び地すべりの発生件数は、その直近の 10 年間（2000 年～2009 年）のおよそ 1.5 倍（123 件に対して 176 件）に及んでおり、その傾向が特に顕著となっています。

＜鉄砲水による被害状況＞

地区名	死亡者数	発生年月日
ライチャウ省	39 名	2000 年 10 月 3 日
ハティン省	53 名	2002 年 9 月 20 日
イェンバイ省	50 名	2005 年 9 月 28 日
ゲアン省	12 名	2016 年 9 月 14 日
ソンラ、イェンバイ省	36 名	2017 年 8 月 3 日

＜地すべりによる被害状況＞

地区名	死亡者数	発生年月日
ホアビン省	34 名	2017 年 10 月 13 日

2018 年においては、ベトナム北部及び中部の山岳地帯に位置する省で計 18 件の大規模な鉄砲水と地すべりの被害が発生しています。ライチャウ省（2018 年 6 月）、タインホア省（2018 年 8 月）、カインホア省（2018 年 11 月）は主な被害地域でした。これらの地域において、計 82 名に及ぶ死亡者・行方不明者が報告されています。

2019 年には、同年 8 月 3 日以降にベトナム北部及び北中部で発生した鉄砲水と地すべりにより甚大な被害が発生しており、最も大きな被害を受けたクアンソン県では 22 名、タインホア省では 16 名の死亡者・行方不明者が報告されています。

2020 年においては、年初からの 10 か月の間に発生した計 7 件の地すべりにより、特にフォンチャー（トゥアティエン・フエ省）の第三ラオチャン水力発電所（図 1）、フォンフォア県（クアンチ省）、ナムチャーミー県チャーレン・チャーバン（クアンナム省）などで大規模な被害が発生し、軍の関係者を含む 100 名以上の死亡者と行方不明者が報告されています。

鉄砲水や地すべりに加え、ベトナム全土において河岸及び海岸浸食が頻発しており、これら災害の頻度、規模そしてリスクは更なる高まりを見せている状況で、国や国民の財産、そして被災地域の人命だけではなく産業にも大きな打撃を与えています。

国内の各省や市の報告によると、全長 3,133 ㎞以上に及ぶ海岸線の計 2,358 箇所もの地点で河川浸食が発生しています。その内、延べ 427 ㎞の区間で計 206 もの地点が地すべり危険箇所（河川堤防、居住地区や重要なインフラに直接被害を及ぼす地すべりが想定される箇所）とされ、中でもメコンデルタ地域の省においては、全長 293 ㎞の区間の計 104 箇所で極めて危険な地すべりの発生が懸念されており（図 2）、国（国民）の財産や人命、そして年に 300 ha もの国土が失われています。

図 1 第三ラオチャン水力発電所で発生した地すべり（2020 年 10 月）

図 2 ドンタップ省メコンデルタの河岸浸食

海岸浸食はベトナムの主要 3 地域すべての海岸エリアで共通して発生している現象で、総距離 920 ㎞以上の 397 区間のうち、延べ 492 ㎞にわたる 233 区間で浸食が確認されています。特に、クアンナム省からフーイエン省にまたがる 65 の地域の 105 区間で浸食が発生しています。ベトナム科学技術院の地理研究所とクイニョン大学の科学者のグループによる調査結果によると、クアンナム省のほぼ 19 ㎞にわたり 20 の浸食区間があり（図 3）、クアンガイ省の 35km 以上に及ぶ 27 の浸食区間、ビンディン省では、34 ㎞近くにおよぶ 33 の浸食区間があり、フーイエン省では、25 の地域でほぼ 21km にわたり侵食が発生しています。

図 3 クアンナム省の海岸浸食

自然災害に加えて、ベトナムでは人口増加と交通インフラの悪化による深刻な問題も抱えています。近年では駐車スペースの不足が、ハノイやホーチミンなどの大都市で喫緊の課題となっています。ハノイ市交通局によると、海外からの車両数を除き、ハノイ市にはおよそ 690 万台の車両（自動車、自動二輪車）が存在しています。今後の需要の推移では、自動二輪車は年率 7.66 %、自動車は年率 16.15%の需要増が見込まれており、2025 年までに自動車は 130 万台、自動二輪車は 7.3 万台、2030 年までに自動車は 170 万台、自動二輪車は 7.7 万台への増加が予想されています【2】。しかしながら、従来型の駐車システムでは既に限界が来ています（図４と図５）。一方、交通分野の専門家によれば、この問題の解決について政府は、路面、歩道や橋梁の下部スペースの利用などのその場しのぎの対策にしか長らく関心を寄せることはなく、どの対策もあまり効果的ではありませんでした。現在においては、地下や地上スペースを活用した立体駐車場の建設が世界中の大都市では必要不可欠とされる潮流があり、ベトナムの現状にも即した解決策と考えられています。

図４ 駐車スペース（自動車）の様子

図５ 駐車スペース（自動二輪車）の様子

ベトナム国内の地方道は全長 450,000 ㎞以上あり、全長 570,000 ㎞を超える国内の道路網の約 88%を占めており、全土で 4,300 基以上の橋脚を建設し、国内の人口のおよそ 80%、貧困層のおよそ 90%の生活基盤を支えています【3】。地方における道路網の不足、そして粗悪な道路や橋脚の建設が国内の貧困を招いている大きな要因のひとつとなっています。上記に起因して地方自治体が提供するサービス、特に社会福祉（介護、教育など）へのアクセスが制限され、また交通料金の負担増や各地の経済活動にも水を差す事態をも引き起こしています。貧困の緩和や地方の都市化に向けて政府は、特に老朽化が進む数千もの橋梁の補強のための政策やプロジェクトにより地方の交通システムの建設及び維持に注力しています（図 6）。

図６ 崩落した橋梁

2. 圧入工法への期待

第一章では、ベトナムやおそらくその他の発展途上国も直面しているであろう主要な問題について紹介してきました。これらの問題は圧入工法によって効果的に解決できると考えていますが、それは世界中の建設プロジェクトにおいて実証されています【4】。本章では、前章で提起してきた問題を圧入工法によりどのように効果的に解決していくかについて言及していきます【5】。

2.1 堤防補強工、海浜防護工

杭材は、地震や津波などの防災対策として既存の堤防を補強するために用いられています。同時に、嵩上げも可能です。多くの堤防が盛土により建造されますが、ほとんど振動を発生させない圧入工法は堤防そのものにダメージを与えないという特徴があります。このようなメリットから日本では 2011 年の東日本大震災以降、海岸堤防に採用されています。また、海浜防護工としても利用できます。台風による被害や砂浜減少などによる構造物基礎部の浸食崩壊に対し、根入れを持つ構造物を短期間で建設できます。また、仮設足場を必要としないノンステージングシステムによる水上施工を採用すれば、海岸浸食の防止用の突堤の施工にも利用できます。

2.2 盛土崩壊抑止工・地すべり対策工、災害復旧

杭材や杭壁を安定化させることにより、盛土の崩壊や地すべりの発生の抑止工法に利用できます。鋼管杭を用いた抑止杭工は地すべり対策工として一般的に用いられています。また、2011 年に日本で起こった東日本大震災では丘陵地にある盛土造成地で崩壊が発生しました。このような盛土部の崩壊対策としても適用できます。

抑止杭工は、すべりを起こす地盤の範囲や層厚の大小によりその規模が変わります。圧入工法は多種の杭／矢板材に対応しており、小規模な盛土の補強に用いる鋼矢板から、本格的な地すべり抑止杭として用いる大口径の鋼管杭まで、必要な断面性能を有する杭／矢板材を選ぶことができます。また、すべり層以深の硬質な基盤への根入れが必要な場合にも、オーガー併用圧入や回転切削圧入を用いることで対応が可能です。施工時の振動が少なく、応力解放を伴わないため、すべりを誘発する要因が少ない安全な施工を行うことができます。また、既に地すべりを起こしてしまった道路の災害復旧の擁壁などにも、危険箇所にオペレーターが入らずに施工できる工法として、有効性が認められ利用されています。

2.3 基礎工（橋梁、港湾、建築）

杭／矢板を圧入工法で施工して構造物基礎として用いることも可能です。鋼管矢板を連続圧入した鋼管矢板井筒基礎がよく用いられています。

この他、杭を一本おきに施工することができるシステム(スキップロックシステム)も開発されており、擁壁などの土木構造物や、港湾、建築などの分野で基礎工として用いられる実績も増えてきています。

2.4 土留め構造物（土留め擁壁、堤防、防波堤、仮設土留め壁、締め切り、地下駐車場・駐輪場など）

土留め構造物は土圧や水圧を受けて根入れ地盤に水平力として伝達する機能を有した自立式の土留め構造物として利用されます。圧入工法を用いて構築される構造物の内、これまで最もその実績が多く、今後も多く用いられることが想定される形式です。

■ **道路、鉄道**

道路の分野では、土留め擁壁として掘割道路や道路拡幅に用いられることが多いです。通常、擁壁を構築するためには掘削、埋戻し、そして状況に応じて仮設土留め工が必要です。圧入した部材をそのまま本体として用いることができる圧入工法では、これらの工事が小規模になるので、市街地など後背地の使用に制限がある場合に有利な施工方法となります。さらに、施工機械がコンパクトであることや、必要に応じてノンステージングシステムを活用できることも有利に働きます。平面交差道路の立体交差化工事の場合、圧入工法を用いると掘削や擁壁施工時の施工ヤード確保のための煩雑な車線の切り回しや長期の規制を軽減することができます。施工機械が先に圧入した杭／矢板を把持して作業するため転倒や揺動に対する安全性が高いです。さらに、許容される変位が小さい鉄道分野など、高い精度が要求される場合にも用いられます。

■ **港湾・河川**

港湾や河川の分野では、堤防や護岸に用いられています。この場合も道路分野と同様に、構築時に大規模な土工や仮締切り工が小規模で済むというメリットがあります。新設の護岸工事において水上施工となる場合は、ノンステージングシステムを用いることで発進地点のみに施工ヤードを確保できれば施工ができるので、仮設構台や台船を用いずに工事を行うことができます。また、圧入工法は既設の護岸や堤防に対する改修や補強、嵩上げ、耐力向上など、既存性能の改良や向上に用いることができます。例えば、老朽化により機能低下した護岸の補修あるいは耐震性向上などでは、既存の機能を残したまま前面や背面に新規に護岸を施工することができます。狭隘な用地内で施工されることが多い都市部の河川護岸の改修では、回転切削圧入を用いることで、既存コンクリート護岸を貫通することもできます。都市高速道路が河川護岸の上空を通過しており、施工時に空頭制限が掛かってくるような場合には、低空頭機種を用いて施工することができます。

■ **建築**

建築分野においては擁壁として用いられることが多いです。家屋やビルが隣接している箇所で、直壁を用いることで土地の有効利用や隣接道路の拡幅など狭隘な箇所で有効に用いられています。

■ **仮設**

自立式の土留め構造は仮設土留め壁や仮締切りとして用いられることも多いです。特に既設橋梁下での施工など、空頭制限のある箇所においては、専用機械が開発されている圧入工法が用いられます。

■ **地下駐輪場・駐車場**

土留め擁壁は、都市部の限られた空間を有効活用した機械式の地下駐車及び駐輪システム内部の収容スペースとつながるシャフト（車体を収容スペースへ移動させる可動式の軸）を建設するためにも用いられています。東京及び近郊の首都圏において、地下式駐車及び駐輪システムは違法駐車や放置自転車に対する有効な対策となっています。スピーディーに入出庫が可能なこれらのシステムにより、快適な駐車や渋滞の緩和に大きく貢献しています。

3. おわりに

圧入工法はベトナムやその他の発展途上国に限らず、防災・減災や環境保全に関心を寄せる先進国においても大きな可能性を秘めています。圧入工法によって技術性、経済性、環境性、急速性などの観点から従来の他工法では不可能である最適な解決方法が実現できます。

参考文献

[1] Vietnamese Mistry of Agriculture and Rural Development (2020). Plan of disaster prevention in period 2021-2025 (in Vietnamese).
[2] https://nhandan.vn/baothoinay-dothi/tim-co-che-cho-cac-diem-do-xe-637883/.
[3] X.T. Nguyen and V.H. Hoang (2020). Evaluation the current specifications for bridge in mountainous area of Vietnam, *Journal of Physics: Conference Series*, 1706, doi:10.1088/1742-6596/1706/1/012114.
[4] M.D. Bolton, A. Kitamura, O. Kusakabe and M. Terashi (2020). New horizons in piling – Development and application of Press-in piling. CRC Press/Balkema, Schipholweg 107C, 2316 XC Leiden, The Netherlands.
[5] International Press-in Association (2021). Press-in retaining structures: a handbook.

若手からの IPA 将来像

Nor Azizi bin Yusoff

ツン・フセイン・オン・マレーシア（UTHM）大学　上級講師

概要

国際圧入学会は、15 年前の設立当初から、圧入技術に関する学術的関心を共有する世界的なネットワークを構築してきました。また、その活動は、この分野の学術や人材育成を高めることにもつながっています。若い人たちの視点で将来像を見出すために、小グループでのディスカッションを行いました。

若手の視点

マレーシアのツン・フセイン・オン・マレーシア（UTHM）大学とポリテクニック・トゥアンク・スルタナ・バヒヤ（PTSB）の 2 つの学生グループを対象に、簡単なアンケートを実施しました。実施する前に、圧入技術、IPA とその役割についての簡単な説明が行われました。最初のグループは、私の基礎工学コースの最終学年の学生たちです。2 つ目のグループは、マレーシアの PTSB の学生たちです。オンラインセミナーのセッションで共有されました。合計 92 名の回答者がアンケートを通じて意見を寄せてくれました。

図 1 UTHM 大学の学部生とのオンラインセッション

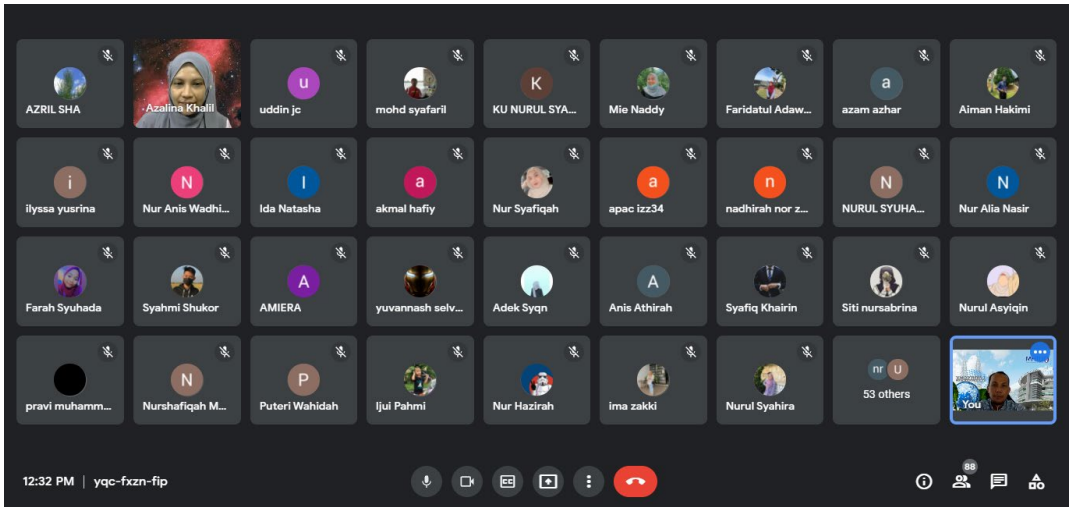

図 2 PTSB 大学の学生とのオンラインセッション

この活動の目的は、マレーシアの若者から IPA と圧入技術について、フィードバックを得ることです。簡単な説明とセミナーに基づき、彼らは組織と技術について簡単な考えを持つことになります。しかし、実際に技術を実体験したわけではありませんので、すべての意見は、あくまでも彼らの感覚と仮定に基づくものです。以下は、その一部の結果です。

質問 1: IPA を通じて、圧入技術への理解が深まる可能性はありますか？

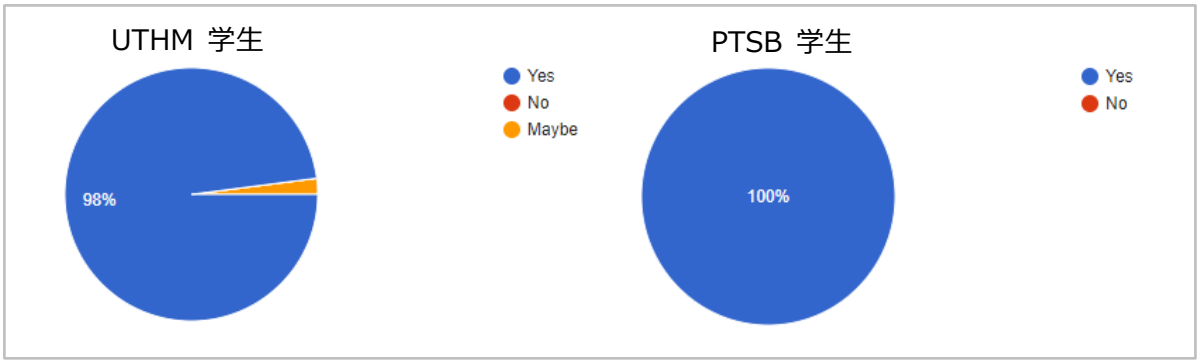

図 3 問題 1 の回答結果

質問 2：あなたの考えでは、圧入技術を利用する主な 2 つのメリットは何でしょうか？

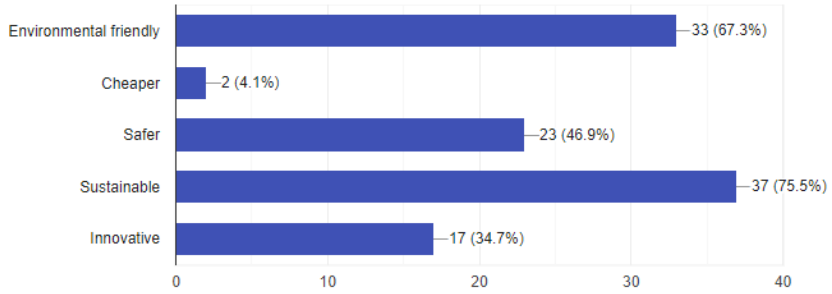

図 4 問題 2 の回答結果（UTHM 学生）

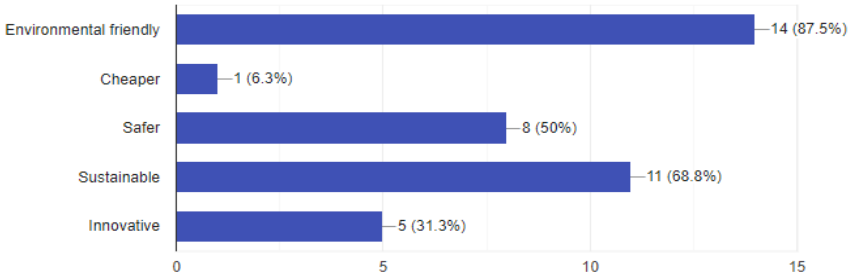

図 5 問題 2 の回答結果（PTSB 学生）

この質問に対する回答は、全体的に非常に肯定的なものでした。この項目に回答した人の大多数（98%）が、圧入技術に対する理解を深める上で IPA の存在が適切であると感じています。次の質問では、この技術の主な利点を 2 つ選んでもらいました。その結果、どちらのグループも、環境への配慮や持続可能性に関して、この技術が優れていると考えていることが分かりました。しかし、安価であると考える人はほとんどいませんでした。

これは、新しい技術の多くは、他のより確立された技術よりも一般的に高価であるという認識によるものと推測されます。さらに、この技術に対する費用対効果に関連する地元の文献や出版物が限られていることも、回答者の見解に影響を及ぼしている可能性があります。したがって、この分野ではさらなる研究活動と分析が望まれます。

こちらに関しては、マレーシアのような国では、プロジェクトの直接コストが重要な検討要素の 1 つになるでしょう。もし、より多くの研究と将来の開発が開始され、実務者に多くの情報が提供されれば、この技術の応用が促進されるかもしれません。理論的には、圧入技術を適用したプロジェクトは、仮設工事を節約できるため、プロジェクト全体のコストが安くなる可能性があります。しかし、杭設置工事だけを考えると、通常の工法よりコストが高くなる可能性があります。

さらに、これらの学生グループに対して、IPA への参加について意見を求める 2 つの質問を掲載していました。その一部を以下に紹介します。総じて、彼らは IPA の活動への参加に意欲的で、圧入技術に感銘を受けていることがわかりました。

質問 3：IPA が学生や若手社員の参加を増やすことに興味があるとしたら、どのようなアドバイスがありますか？

- 参加する学生の幅を世界に広げ、学生が参加できる面白い活動をもっと作る。
- Facebook、Instagram などのソーシャルメディアを通じて宣伝する。
- 現場での作業体験や圧入技術の習得の機会を提供する。
- 知識、キャリアアドバイス、ネットワーキングの機会などに役立つプログラムを提供する。
- PTSB 大学との連携を促進する。
- 学生を IPA 学生会員になることを勧めるのはよい考えで、学生たちはそこからニュースレターやケースヒストリーなどから情報を得ることができる。

質問 4:あなたなら 30 語以内で圧入技術をどのように説明しますか？

- 私の考えでは、圧入技術は、将来の安全な環境と持続可能性を実践するのに優れている。
- トレンドセッター、人生が変わる、革新的。
- 環境、地盤、機械、計測、施工学などさまざまな技術分野で活用されている興味深い技術。
- 圧入技術について初めて知りましたが、騒音や地盤振動を最小限に抑えることができるため、より安全で持続可能な技術と思う。
- 従来技術に比べ、より安全で信頼性の高い技術である。
- 圧入技術は、環境にやさしい杭打ち工事、建設革命、災害復旧技術である。圧入技術は、騒音、地盤振動などの環境汚染を引き起こさない。
- 圧入技術は、環境を綺麗に保ち、持続可能な社会を実現するための先進技術である。

まとめ

この活動は、IPA や圧入技術に関する若者の考え方を認識することができます。回答者の大半は、圧入技術は環境にやさしく、持続可能な技術であると確信しています。また、IPA の活動を若者と結びつけるための活動もいくつか提案されました。提案された活動は、セミナーセッション、現場見学、教育プログラム、知識の共有、様々なソーシャルメディアを通じたプロモーション活動など、近い将来採用される可能性があります。同様の研究は、世界の他の地域における圧入技術普及のための実践的な戦略を理解し、形成するために用いられる可能性があります。

常設委員会 委員長からのメッセージ

菊池 喜昭（東京理科大学、教授）

研究委員会

IPA が創立してから 15 年が経ちますが、研究委員会が現状のような体制になってからはまだ 5 年です。この 5 年間、研究委員会は IPA の研究活動の中心として、TC で議論すべき研究課題を選別して TC を立ち上げ、TC の活動をサポートしてきました。また、過去の施工事例を収集するとともに、定期的にセミナーを開催することで、広く研究成果を公表してきました。これまで行われてきた TC のテーマは主として 1)Press-in Piling の原理に基づく研究、 2)Press-in Piling 時に収集できる地盤情報の活用に関する研究など基礎的な研究課題とともに、 3)Press-in Piling によって構築される構造物の特性、 4)Press-in Piling の工法、施工管理に関する研究など多岐にわたっています。これは、IPA が地盤技術者、施工機械の技術者、施工技術者の集団であるという特徴を生かすべく、研究課題を選別してきていることによるものです。今後の 5 か年でも、研究委員会では IPA の特徴を生かすべく、広い観点の研究テーマについて研究を進めるとともに、IPA の研究活動が国際的に広がるような研究を進めていきたいと考えています。

Andrew McNamara（シティー大学ロンドン、上級講師）

表彰委員会

2007 年から IPA の活動に携わってきましたが、この度の 15 周年を迎えるにあたり祝辞を述べることができ、大変うれしく思います。表彰委員会の委員長として、私は IPA がいかにして技術革新を刺激、促進し育んできたかを目の当たりにしてきました。質の高い出版物の発刊を継続するための高度な研究活動に注力するため、寺師 昌昭氏、Limin Zhang 氏による指揮のもと、同委員会は長年にわたり活動を推進してきました。今後の 5 年間の表彰委員会の目標は、これらの高い水準の研究活動を維持しつつ、まだ圧入技術の普及していない地域を含め世界的に広めていくことです。これには、才能あふれる若手研究者たちが圧入施工のプロセスや基本的なメカニズムに関する知見を深め、圧入工法が直面している課題に対して果敢に立ち向かい、克服していくことを鼓舞したいという意図もあります。私はこれらの課題は必ず達成できると確信しており、今後各方面から当委員会の賞へ応募いただき、多くの候補者が集まることを楽しみにしております。

Nor Azizi Bin Yusoff（ツン・フセイン・オン・マレーシア大学、上級講師）

広報委員会

IPA 創立 15 周年を迎え、これまで皆様とともに IPA の活動に携わることができたことを大変喜ばしく思っております。広報委員会は、IPA ニュースレターの発刊などの活動を推進しています。2016 年 9 月の創刊以来、IPA ニュースレターは季刊で配信され、現在に至るまで圧入技術の素晴らしさを広く伝え続けています。また当委員会は、IPA ウェブサイトの運営にも責任を持っています。これまでに日本語、英語及び中国語の 3 か国語のウェブサイトを開設し、運営しています。その他の活動として、総務委員会と共同で IPA の新規入会者の確保に向けて取り組んでいます。今では、理事・監事 30 名、個人会員 717 名、法人会員 53 団体、そして学生会員 74 名を有する組織まで発展しています。今後の 5 年間では、産業界からのパートナーや若手の方々から、より多くの論文や IPA ニュースレターの記事が寄せられることを願っています。また、IPA ウェブサイトの多言語化を推進するとともに、将来を担う学生たちにも IPA の活動に参画してもらえるように、活動を推進して参ります。最後に、長年にわたり私たちの活動にご協力いただいた皆様に感謝の意を申し上げます。今後も皆様と共に更なる発展を目指していきます。

竹村 次朗（東京工業大学、准教授）

事業委員会

この数十年の間で、圧入工法は技術的に大きく発展してきました。しかしながら、その汎用性や優位性の観点から、特定の建設分野や国・地域での適用はいまだ限定的であると言えます。事業委員会では、国際会議の企画、圧入ハンドブックの多言語化、各国での圧入セミナーなどの活動を通じて、圧入技術の普及を図ることを目的に活動しています。また、効果的な技術開発を行うためには、データの蓄積と需要調査が重要であり、他の常設委員会との連携をさらに強化し、世界中の関連する異分野の方々とのコミュニケーションを図っていく必要があります。これらの活動が、再生可能エネルギーやオフショアをはじめとする様々な分野での、短期的・長期的な未来における更なる発展と新たな応用に貢献し、SDGs を含む持続可能な世界の発展に寄与するものと信じています。

Chun Fai Leung（シンガポール国立大学、名誉教授）

総務委員会

総務委員会は、6 名の事務局員と協力しながら、日々の学会運営や財務管理を行っています。事務局は、IPA 会員はもとより、その他の関係者とのつながりを築くうえで重要な役割を果たしています。事務局員はこれまで、IPA ニュースレターの刊行・配信や第 2 回の国際会議（ICPE2021）、各国での圧入セミナーや技術委員会と連携した研究活動の推進など、様々な分野で素晴らしい働きを続けています。IPA ニュースレターの 15 周年特別号の発行や、2022 年の 15 周年記念イベントなど、すでに 15 周年記念に向けた活動を積極的に推進している事務局員には大きな仕事が待っています。そして、2024 年に開催される次回の ICPE に向けても大きな役割を果たしてくれると確信しています。前委員長の日下部 治氏が積み重ねてきた功績を引き継ぎ、円滑で効果的な組織運営やイベントの実施、また事務局員が働きやすい環境づくりを実現しながら、当委員会は IPA の発展に尽力してまいります。IPA は、各国における活動を充実させるため、2018 年に 4 つの支部（オランダ、ニューヨーク（アメリカ）、シンガポール、東京）を設置しました。現在、各支部の活動状況は IPA ニュースレターを通じて適時に配信されており、今後 5 年間においては、これら支部の活動がますます活発となり、各地域でのセミナーの企画・運営や、それぞれの地域で特に重要なテーマに関する技術委員会が設立され、研究活動が進められることを期待しています。