

油圧式杭圧入引抜機、 ハット形鋼矢板 900 の仕様拡大 サイレントパイラー F301 により硬質地盤への対応が可能

梶 野 浩 司

2013 年 11 月に発表した「サイレントパイラー F301」（以下「本機」という）は、3 種類の杭圧入技術を 1 台の機体に搭載し、地盤条件や施工環境に応じて最適な圧入施工技術が選択可能な「複合式圧入機」の新機種である。

従来機サイレントパイラー ECO シリーズの環境配慮設計と情報化施工技術を継承し、新しい設計コンセプトである「モジュール化設計（構成部品の標準化）」に基づき開発した次世代型圧入機であり、すべてのパーツを構造・形状・材料から見直して徹底的な適正化を図るとともに、最新の制御システムを導入し各動作の負荷を適正に制御することで、主要部品の信頼性の向上と長寿命化を実現している。

国土交通省新技術情報提供システム NETIS 登録番号：CB-080010-A

キーワード：環境配慮、情報化施工、NETIS 登録 CB-080010-A

1. はじめに

我が国は 2011 年 3 月に発生した東日本大震災による未曾有の災害を経験した。また、近い将来首都直下型地震や南海トラフ巨大地震などの発生が懸念されている。

全国的な防災・減災ニーズの高まりをうけ、「インプラント構造（圧入で杭を地盤に挿し込み地球と一体化する粘り強い構造）」の採用が広がるなか、「本機」

の適用杭材である「ハット形鋼矢板 900」は、従来の広幅型鋼矢板に比べて断面性能が有効に働き、工費削減と工期短縮に優れ、復興事業はもとより海岸や河川の堤防など全国的に本設構造物としての利用が進んでいる。

従来機では「ハット形鋼矢板 900」での硬質地盤対応ができなかったが、「本機」（写真—1）は、地盤条件により「単独圧入」、「ウォータージェット併用圧入」、「硬質地盤圧入」の 3 種類の圧入技術が選択できる「複合式圧入機」となっており、1 台で多くの地盤対応を可能とした。建設現場でのさらなる普及拡大を確信している。

本稿では、「本機」の特長や性能、施工事例を紹介する。

2. 「本機」の特長

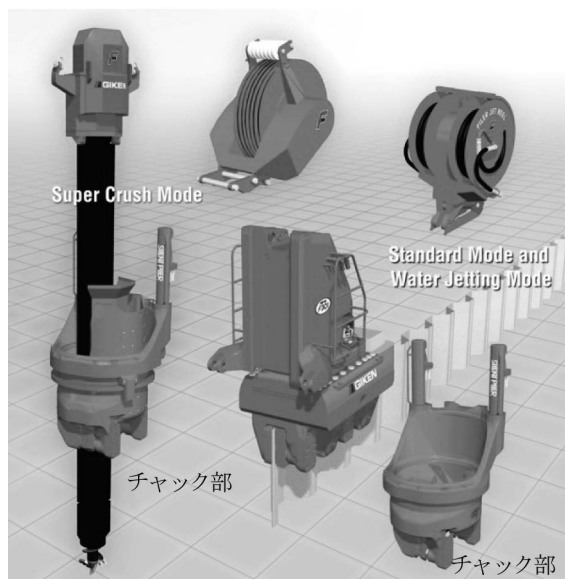
(1) モジュール化設計

圧入システムを機能単位ごとの構成部品（モジュール）に要素分解し、標準化と最適化を行う「モジュール化設計」を採用。すべてのパーツを構造・形状・材料から見直して徹底的な適正化を図った（図—1 参照）。

開発のコンセプトである“構成部品の標準化”は、バリエーションの多様化だけでなく開発・製造の効率化にも寄与した。



写真—1 本機（写真は硬質地盤圧入時）



図一 構成部品群

(2) 構成部品の換装による効率化施工

「本機」は、構成部品の換装（チャック・チャックフレームの換装とアタッチメントの装着）により、「単独圧入」、「ウォータージェット併用圧入」、「硬質地盤圧入」の3種類の圧入技術が選択できる複合式圧入機である。

1台で様々な地盤条件と施工環境に応じて最適な圧入施工を実施できるため、現場稼働範囲の広い機種である。

(3) 新制御システムによる長寿命・高機能化

新しく開発した制御システム（写真—2）は、施工



写真—2 制御システム

時の圧入姿勢を認識することで各動作における負荷を適正にコントロールし、各パーツに無理を与えず長寿命化を実現した。

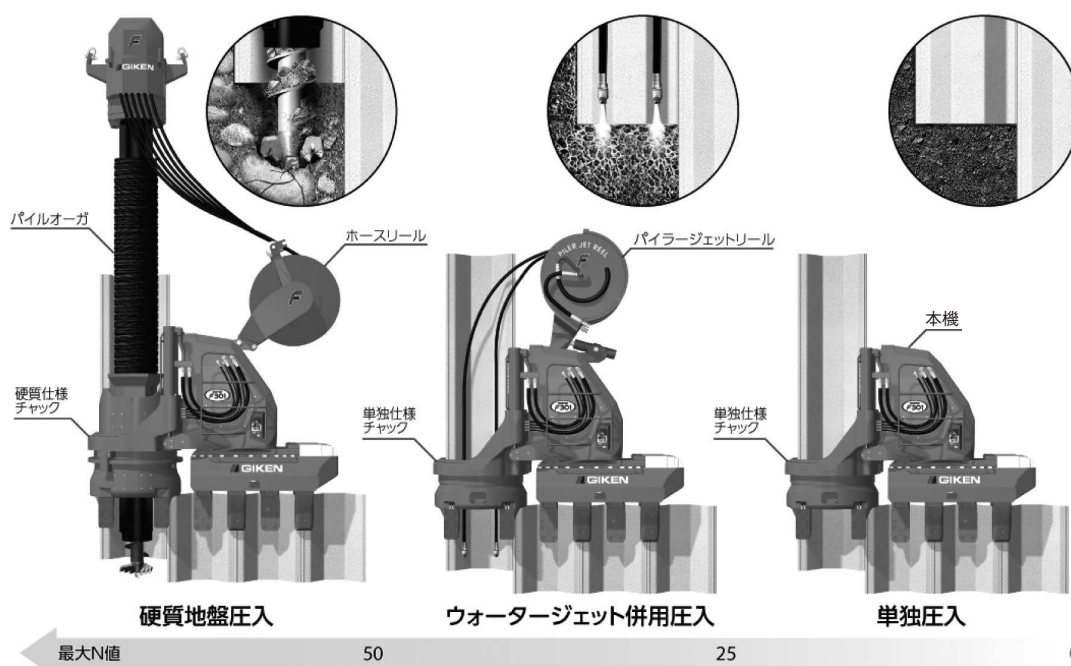
また、地盤条件にベストマッチな圧入力や、オーガトルクの設定が可能な「圧入力定荷重制御機能」や「オーガトルク無段階制御機能（図—2）」の搭載により、従来機に比べ操作性を格段に向上させている。

(4) 杭材との相乗効果による高い施工性

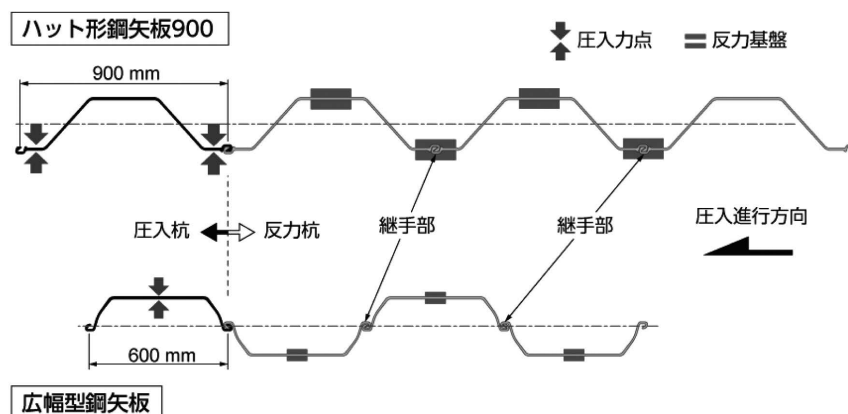
圧入理論にマッチした杭材の形状と合理的な杭材特性で経済性と施工性を追求した。

有効幅 900 mm のハット形鋼矢板は、広幅鋼矢板の 600 mm と比較すると1枚当りの進捗率 1.5 倍であり、打設枚数では 33% 減の効果を有している。また壁幅中心に継手がないため継手効率を考慮する必要がなく、剛性を 100% 使用できる。

「ハット形鋼矢板 900」は形状の特性として左右に



図—2 換装による圧入技術概念図



図一3 圧入力点と反力基盤の比較

ツバの部分が存在するため、圧入杭を把持する圧入力点と反力杭からより大きな絶対反力を確保するための機能として、下記 (a) と (b) の特長がある (図一3)。

(a) 2箇所での圧入力点

杭材の両端2箇所に圧入力点(圧入力を加える位置)を設けることで、杭材のねじれを防止し圧入パワーを確実に伝達できる。

また、杭材の方向精度が高まり施工性の向上につながる。

(b) 安定した反力基盤

3枚の反力杭の継手部を挟んだ状態でつかみ一体化させることで、継手部のズレ・遊びを解消し、より安定した強い反力基盤を構築できる。これに伴い安定した圧入姿勢が確保できる。

(5) 硬質地盤への対応

(a) 独自の「芯抜き理論」に基づく硬質地盤圧入

圧入機と一体制御のオーガ装置「パイルオーガ」で杭先端の地盤を最小限掘削し、パイルオーガを引き抜きながら隙間を埋めるように杭を圧入する「芯抜き圧

入」により、砂礫層や玉石層などの硬質地盤でも圧入原理の優位性を損なわずに圧入施工が可能である。排土量が少なく、周辺地盤を乱さず、強固な支持力を持った完成杭を構築できる。

(b) 施工能力を向上させるロック機構を搭載

「硬質地盤圧入」仕様時のパイルオーガでの掘削時に、圧入機本体の姿勢を固定させる「チャック回転ロック機構」、「リーダースト旋回ロック機構」、「クランプ左右ロック機構」を搭載 (図一4)。強固な反力基盤に支えられた確実なオーガトルクの伝達は、掘削能力を高め、施工精度を向上させることが可能である。

【特許 第4250060号】

(6) 卓越した環境配慮設計

(a) オフロード法^{*1}に適合した新パワーユニット

パワーユニットには最新の環境対応型エンジンを搭載し、高い燃焼効率と独自の油圧制御技術により、徹底した排出ガスのクリーン化を実現している。(国土交通省排出ガス第3次基準対応)

※1：特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律
(平成18年10月使用規制開始)

(b) 超低騒音設計

国土交通省の超低騒音型建設機械の基準値である音圧レベル(LA)66dB(A)をクリアした。パワーユニットが発する音圧レベルは下記に示す通り基準値を大幅に下回っている。

スーパーエコモード運転：61.8 dB(A)

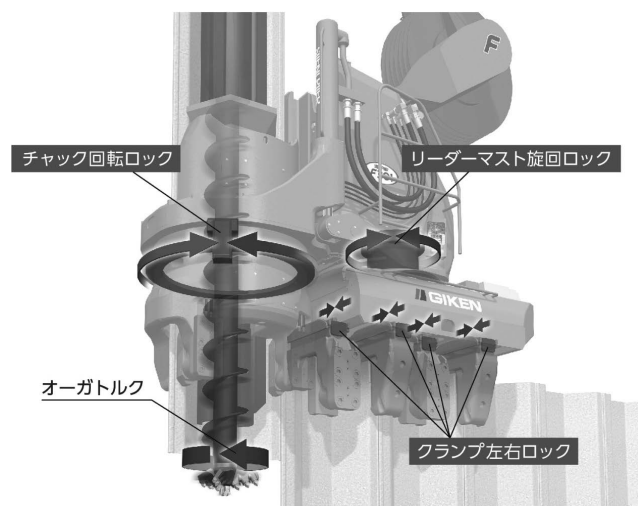
エコモード運転：62.7 dB(A)

パワーモード運転：64.3 dB(A)

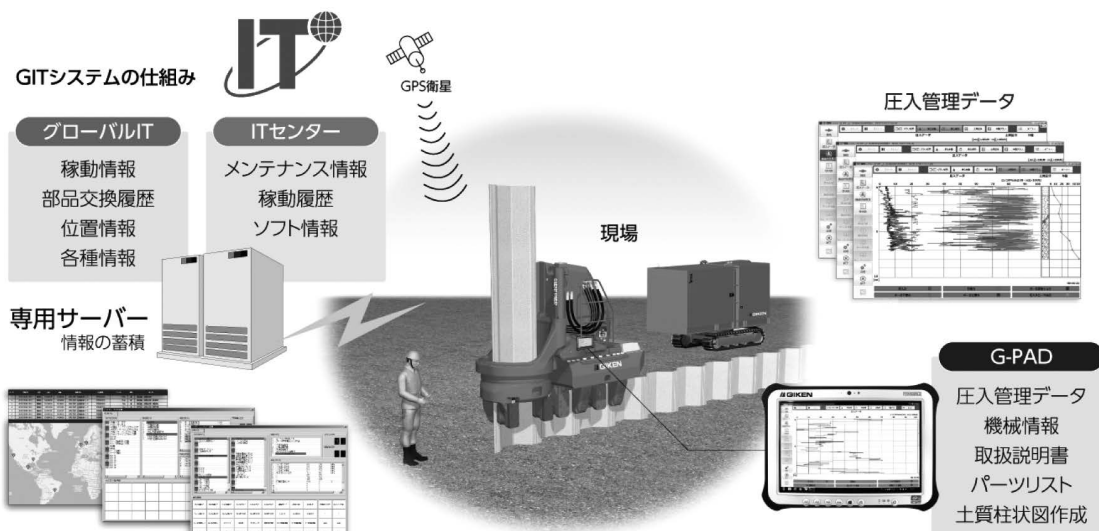
(c) 生分解性油脂を標準採用

植物油から抽出した脂肪酸を主原料とした圧入機専用の生分解性作動油(パイラーエコオイル)とグリース(パイラーエコグリース)を使用している。

万が一、水中や土壌に流出しても自然界のバクテリ



図一4 ロック機能を搭載



図—5 新 GIKEN IT システムの仕組み

アによって分解され、生態系に影響を与えない。また、機体にはTXフリー無鉛塗料※²を使用し、徹底した環境対策を施している。

※2：トルエン、キシレン、鉛系顔料などを含まない環境対応型塗料

(7) 信頼の科学的圧入施工と、先進の情報化技術

(a) 新 GIKEN IT システム (GIT システム (図—5)) を搭載

世界中で稼働している圧入機の位置情報・メンテナンス情報・稼働情報が自動的に専用のサーバーに蓄積されるシステムである。これらの情報を分析することで、トラブルへの的確な判断、対処だけでなく、テクニカル支援やメカニカル支援なども効果的に行える。

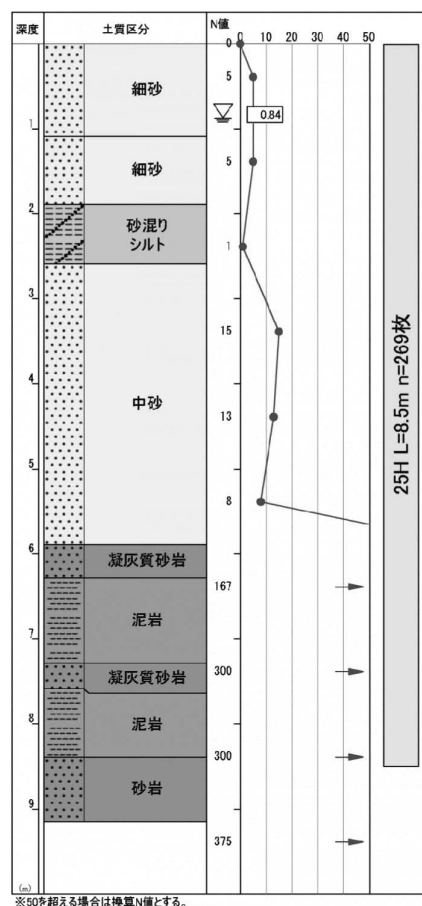
(b) 圧入管理システムに対応

圧入杭1枚毎に施工状況を記録した圧入管理データ(圧入力、オーガ回転トルク、圧入時間など)は、圧入実績の証明となり科学的な施工管理が行える。また、新採用のタブレット端末 G-PAD (GIKEN Press-in Assistance Display) は従来の固定式ノートパソコンから飛躍的に機動性を向上させ、その場でデータ視聴することにより、オペレータは圧入力・引拔力・トルク・貫入量などの圧入管理データをリアルタイムに確認しながら施工できる。

3. 施工実績

「本機」による施工実績は全国的な拡がりをみせているが、代表的な施工実績として復興が急務である東北地区から宮城県東松島市の事例を紹介する。

本事例の「ハット形鋼矢板 900」は河川堤防の災害



図—6 地盤状況

復旧工事で使用される護岸矢板であり、地盤条件(図—6)は換算N値300の凝灰質砂岩と泥岩の互層に2.5mの根入れが求められていた。ジェット併用のバイプロハンマ工法により打設を試みたが貫入できず、「本機」の投入に至った設計変更の案件である。

硬質地盤圧入技術により矢板施工は難なく完了したが(写真—3)、本機が開発されていなければ杭材の



写真—3 施工状況

変更や地盤の先行削孔方法など、様々な検討課題が現場に課せられることが想像できる。「ハット形鋼矢板900」の硬質地盤圧入が現場のニーズにマッチした事例である。

4. おわりに

本稿では、本機「サイレントパイラー F301」の特長と圧入技術の施工事例を紹介した。本機は GRB システム^{※3}施工への適用も可能であり、水上や狭隘地、のり面などいかなる状況でも仮栈橋などの仮設工事なしに杭施工を可能とする画期的な仮設レス施工も実現

できる。

今後、事前防災対策やインフラ施設の更新が着実に増加していく中で、地震や津波に対して粘り強く抵抗する構造物が求められている。また、都市部をはじめとした人口密集地域では、困難な条件下での工事が増加していくものと考えられる。

当社は圧入技術の優位性を活かし、今後も圧入機と周辺機器を組み合わせた工法の開発をさらに推し進めていく次第である。同時に、環境性・安全性・急速性・経済性・文化性をバランスよく実現する工法を提供することで、人と環境にやさしい建設の推進にも取り組んでいく所存である。

※3：GRB システム：既に施工完了した「完成杭」の天端を作業基盤として、杭の搬送、吊り込み、圧入の全工程を仮設栈橋なしで行えるシステム施工の総称。

J C M A

《参考文献》

- 1) 株技研製作所ホームページ (<http://www.giken.com>)

【筆者紹介】

梶野 浩司（かじの こうじ）
株技研製作所
工法事業部 工法推進課
リーダー

