

23. 先進型掘削機ハイドロフリーズ HFAシリーズの実用化

(株)大林組：佐治賢一郎、*中村 俊男

1.はじめに

ハイドロフリーズ掘削機は、わが国において水平多軸式掘削機として初めて地中連続壁の掘削に採用されたものである。当掘削機はLNG地下タンク、橋脚の基礎、アンカレッジといった大深度、大壁厚の大規模連壁から都市部の狭隘な場所や地下部における連壁まで、様々な施工条件に答えてきた。また、岩盤や転石を含めた、あらゆる地質に適用でき、さらにコンクリートカッティングも可能なため、多くの施工実績を上げてきた。そして、ハイドロフリーズ掘削機の導入以来、要素技術の改善、開発により各種駆動部や掘削精度管理システムなどの品質や信頼性は向上した。しかし、個別機械やサブシステムの完成度は向上したが、掘削機システム全体としては、まだ個別のサブシステム間の整合性の確保や個別機械の性能を十分発揮させるための機能を改善する余地があった。今回、ハイドロフリーズ掘削機のこれまでの実績をふまえて、メジャーチェンジを行い、HFA (Hydro Fraise Adva

写真-2 大規模連壁型ハイドロフリーズHFA-12型



写真-1 都市型連壁ハイドロフリーズHFA-4型



写真-3 省空間型ハイドロフリーズHFA-4RC



表-1 HFA型仕様

機種	HFA-12	HFA-4	HFA-4RC
最大掘削深さ(m)	170	100	50
掘削壁厚(mm)	1,000~3,200	700~1,500	650~1,200
掘削機高さ(m)	17	12	4.12
掘削機重量(t)	42	32	15
カッタートルク(tf・m)	8/12	4	4
カッター回転数(rpm)	0~26	0~30	0~22
ベースマシーン (クローラークレーン)	150t吊級 全高23m	100t吊級 全高21m	カーゴ式専用 全高4.9m
掘削ポンプ吐出量×掘削(m ³ ・min)	8×47	8×25	3×30
全装備重量(t)	245	200	45

n c e d) シリーズとして、大規模連壁用掘削機HFA-12、都市型連壁用掘削機HFA-4そして省空間連壁用掘削機HFA-4RCの3機種を開発して実用化に成功した。

2.大規模連壁用掘削機HFA-12

(1) 掘削機の特徴

- 従来のハイドロフリーズ掘削機最大機種である、スーパーハイドロフリーズを上回る性能を持つ。
- 揚泥ホース、油圧ホース等をベースマシーンに搭載したリールにより自動巻取りを行い、ホース類の捌きを簡素化して掘削機の巻き上げ、巻き下げ時間を大幅に短縮した。
- カッターモータの回転数を0~26rpmと可変高速化して掘削能率を向上させた。
- 高性能電動式水中サンドポンプの採用によりブースターポンプ無しで、高含泥率泥水を長距離輸送できるようになり掘削能率が向上した。
- オペレータは従来、掘削機から一方的に送られてくる掘削管理データを運転室の操作卓のメータ類で確認するだけであった。しかし、HFA型では関連機械設備を集約化したために、運転室に送られてくるデータ量が増大した。今回、情報量の増大への対応と外乱および内乱による通信ラインへのノイズの混入による各種機器（特に制御系統）への悪影響を防止するために光通信を採用した。さらに、オペレータから各機器の稼働状況や故障状況（故障診断）等を確認できる双方向通信を可能とした。
- 特殊トップブームの採用により、ホース類をすべて掘削機の中央に接続することができ、掘削機の安定した姿勢バランスが確保できた。

(2) 使用実績と効果

HFA-12の使用実績としては、T工事事務所LNG地下タンク（1996.11~1997.1）、T病

院（1997.6～）がある。前者は壁厚1400mm、掘削深度GL-99～100mのLNG地下タンクの連壁掘削に、後者は壁厚2000mm、掘削深度GL-40.5mの杭の掘削に使用されている。T工事事務所においては当社のHFA-1000型と比較して掘削能率の改善が確認できた。掘削精度については修正掘削を行う必要がなかったという事実、および超音波孔壁測定結果から深度GL-100mにおいて、変位+3cm以内の掘削精度が確保できたことから、掘削精度の向上が図れたと言える。

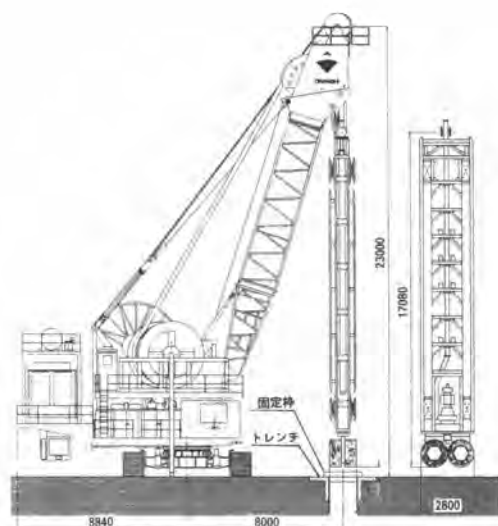


図-1 HFA-12ハイドロフレース掘削機外形図

3.都市連壁用掘削機HFA-4

(1) 掘削機の特徴

- 基本的な特徴は前述したHFA-12と同じである。
- HFA-12が大規模連壁掘削用として最大掘削深度170mでベースマシンが150tクラスあるのに対して、HFA-4は都市部の狭隘な場所での掘削作業を行うため、よりコンパクトな設計となっている。最大掘削深度100mでベースマシンが100tクラスである。

(2) ローテーションジョイント

ローテーションジョイントはベースマシンの作業スペースが狭いため、連壁に正対できない場合に、掘削機を吊ったまま回転させることができるように、掘削機の頂部の中央に取り付ける装置である。この装置にはメインワイヤー用のシーブと揚泥ホース、油圧ホース用のスイーベル機構が内蔵されている。本装置の採用により狭隘な作業スペースにおいて連壁に正対できなくても掘削が可能となった。但し、ローテーションジョイントはHFA-4型特有の装置ではなく、ここで紹介するHFA型にはすべて装着できる。

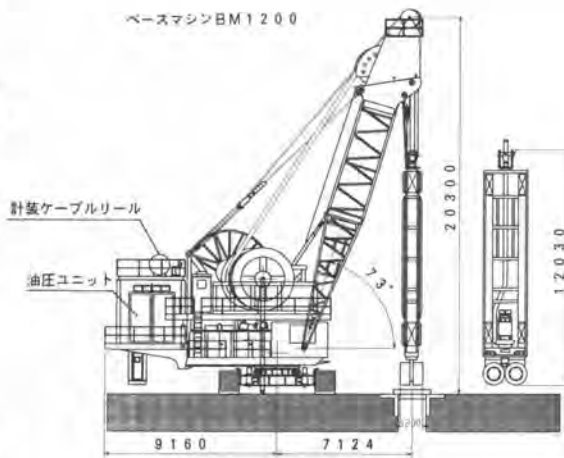
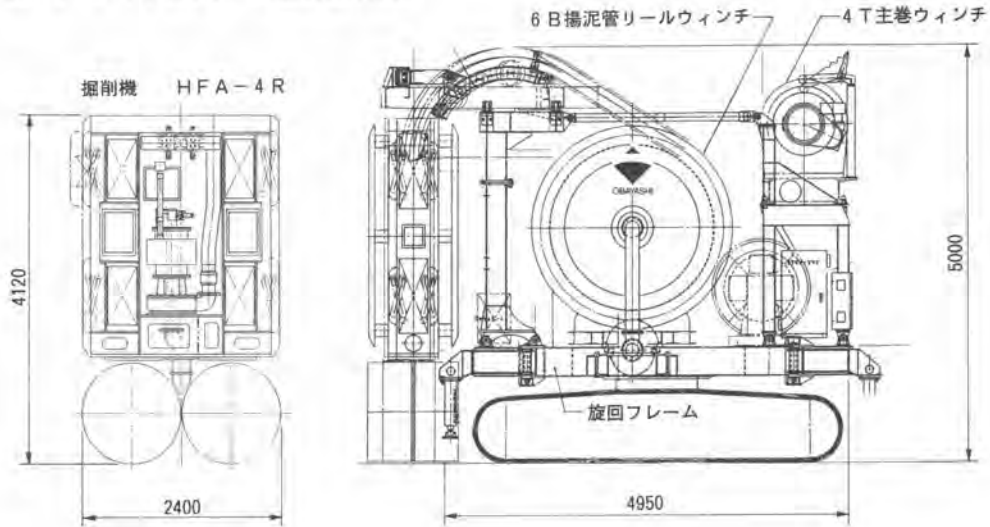


図-2 ハイドロフレース掘削機HFA-4外形図

掘削機の頂部の中央に取り付ける装置である。この装置にはメインワイヤー用のシーブと揚泥ホース、油圧ホース用のスイーベル機構が内蔵されている。本装置の採用により狭隘な作業スペースにおいて連壁に正対できなくても掘削が可能となった。但し、ローテーションジョイントはHFA-4型特有の装置ではなく、ここで紹介するHFA型にはすべて装着できる。

図-3 ハイドロフレス掘削機外形図



(3) 使用実績と効果

HFA-4の使用実績としては、現在工事継続中である、SS工事事務所（1997.5～）とH再開発（1997.7～）がある。前者は壁厚1200mm、掘削深度GL-60mの高速道路換気設備用連壁工事に、後者は壁厚800mm、掘削深度GL-40mの高層オフィスビル用連壁工事に使用されている。HFA-4はいずれの現場も施工中のためデータは整理されていないが、SS工事事務所においては当社のHF-4000型と比較して掘削能率の改善が確認されている。掘削精度においてもHFA-12と同様に修正掘削は行っていない。HFA型の掘削精度が飛躍的に向上した大きな理由はホース類を掘削機の中央部に接続し、さらに掘削機の重心をできるだけカッター側に寄せたことで、重量バランスが良くなったことである。

4. 省空間連壁用掘削機HFA-4RC

(1) 掘削機の特徴

- 5m x 5m x 5mの施工空間に収まるコンパクトタイプの掘削機システムである。
- 揚泥ホースは専用ベースマシンに搭載されたリールに自動巻き取りされ掘削機本体に内蔵された電動式サンドポンプにホースを接続することにより、揚泥管の切り継ぎ作業が不要となり、連続掘削が可能となったことにより、掘削能率が大幅に向上した。さらに、従来地上に設置していたバキューム付ポンプも不要となった。
- コンパクトであるが、クローラー走行式であり、機動性が向上した。
- ワンマンオペレーションが可能となり、さらに、周辺作業が簡素化されて省力化および安全性の向上が図れた。
- 動力源が電動のために路下や閉鎖された場所での使用においても、クリーンな環境での作業が可

能となり、作業環境の改善に寄与した。

(2) 使用実績と効果

HFA-4RCの使用実績としては、地下鉄S工事事務所（1996.7～1997.1）、壁厚1100mm、掘削深度GL-20mの連壁工事に使用して、当初の予想を上回る掘削能率が確保できた。

5.掘削管理システム

ハイドロフリーズ掘削機は掘削中は水没しているために、掘削機の状態は直接見ることができない、そこで掘削機に装備されたセンサーや測定機器によって計測された情報やデータを地上のオペレータに伝送することにより掘削管理が行われる。つまり、オペレータや施工管理者は掘削機から逐次、伝送される情報により掘削管理をおこなっている。これは、まさに情報化施工、計測施工の最たるものである。したがって伝送される情報はリアルタイムで高品位のデータでなければならない。

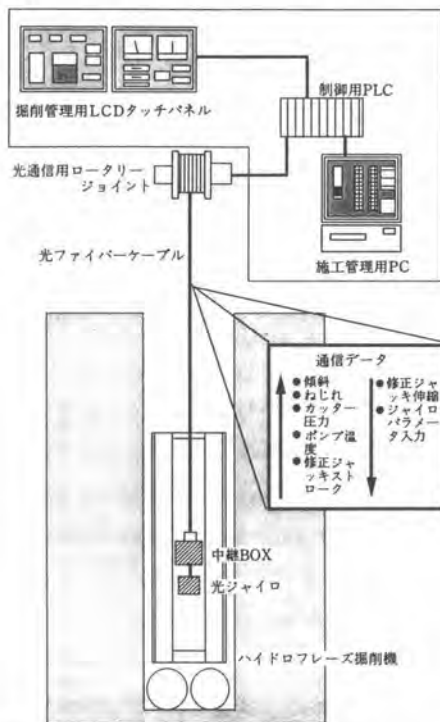


図-4 光通信掘削精度管理システム

写真-4 HFA型LCDタッチパネル操作卓



写真-5 液晶タッチパネル (GOT-3)



写真-6 液晶タッチパネル (GOT-1)

(1) 光通信の採用

前述したとおり、情報化施工においては、掘削機からのデータは高い信頼性がなければならない。連壁掘削の正否は、掘削管理データの精度に左右されると言っても過言でない。管理システムの信頼性は傾斜計や光式ジャイロといったセンサ類の精度だけでなく、データを伝送する通信システムの信頼性に大きく係わる。建設現場においては、クレーンやダンプトラックといった重機のエンジン音、マイクロ波、その他無線といった外部雑音に加えて、ポンプやウインチの速度制御用インバータからの内部雑音などが、通信システムへ大きな影響を及ぼす場合がある。HFA型には光通信システムを採用することにより、内外の雑音による影響はすべて遮断できた。

(2) オペレーションの簡素化

HFA型のオペレーションはすべてTF型液晶タッチパネル上で行われる。このため、オペレーションが標準化されて高度な掘削精度管理が簡単に行えるようになった。

7. おわりに

HFA型ハイドロフリーズは従来のHF型ハイドロフリーズと比較して、掘削性能、掘削精度の点において飛躍的に向上した。また、周辺作業の省力化、安全性の向上にも大きく貢献できた。しかし、HFA型の性能を十分発揮させるためには、泥水処理プラントの処理能力の増大および機能の向上についても同時に配慮しなければならない。さらに、コンクリート打設、鉄筋建て込みといった掘削作業後の連壁関連作業についても見直す必要がある。HFA型ハイドロフリーズは機能の集約化と性能の向上を図ったために、掘削機の上げ下げに要する時間の大幅な短縮と掘削能率の向上が図れた。今後はHFAの稼働実績を積み重ねることにより、問題点を洗い出して完成度をさらに向上させ、当社における次期の主力掘削機として活躍できるように、引き続き努力をする所存である。最後に、T工事事務所においてHFA-12によって掘削された連壁（壁厚1400mm、掘削深度GL-100m）の超音波孔壁測定結果を紹介しておく。

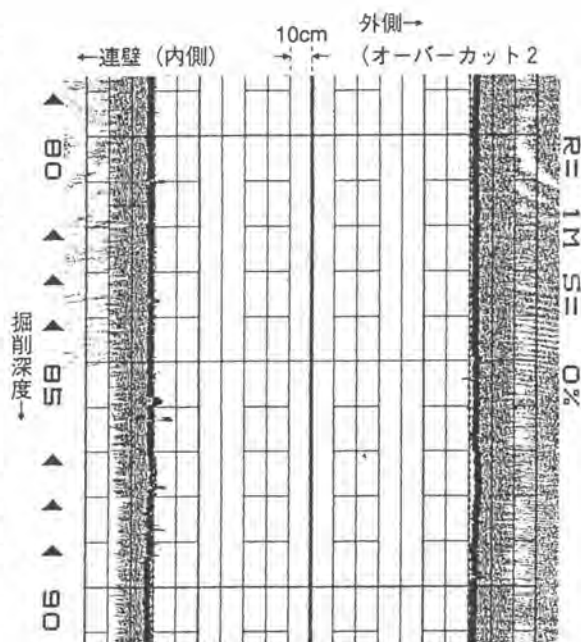


図-5 T工事事務所超音波孔壁測定結果
(壁厚1400mm 掘削深度100m)