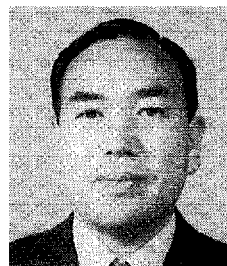


エンバイナー工法の解説

● 推進工法編

* 山田 滋
エンバイナー協会
事務局長



1. はじめに

下水道事業に於ける管渠布設工事の重心は面整備分野にシフトしている。したがって、必然的に人口密度の低い都市周辺地域での普及率の向上促進は管渠断面の一層の小口径化を促しつつ建設費のコストミニマムを求めている。

このような背景のもとに、エンバイナー工法が1987年に誕生したのであるが、その生い立ちは、オーガー掘削—工程推進方式として定評のあるホリゾンガー推進工法を父とし、片や開削工法で最大の実績を有する薄肉硬質塩化ビニル管(VU管)を母に、その両者を取り持つ「PAT-1266184号小口径の軟質ダクトを推進埋設する方法」を仲介役とし、両親の優れた性格を受け継いで生まれたのが、エンバイナー工法である。JSTT(日本非開削技術センター)会長 遠山啓博士の表現をお借りすると、『管を押すので推進工法と称していたが、管を押さずにむしろ牽引してトンネルをつくるという推進工法の考え方を根本的に変える工法であるため、既存の工法と同列に論じられまい。エンバイナー工法は、「セミシールド工法」の出現から凡そ20年を経て開発された。推進工法の変革期は、奇しくも20年ごとに訪れるようである』

と、紹介されている。(本誌Vol.4, No.3より)

また、1988年10月、ワシントンで開催されたNO-DIG国際会議において本工法に名誉あるNO-DIG'87 AWARDが与えられ、その責務に応えるべく、施工体制の充実と共に、工法の一層の信頼性向上と経済性の改善に向け、施工、管材、装置の会員グループが、三位一体で取り組んでいるのも本協会の特徴でもある。

2. 工法普及状況

エンバイナー工法の発表以来、その信頼性、経済性、工期短縮など多くのメリットに関し、発注官公庁の皆様を始め、関係先各位の暖かいご理解とご支援を戴き、本年度満4才を迎えることが出来た。施工実績も順調に増え、平成3年10月末までにご採用いただいた自治体は実に41都道府県、220市町村(図-1、表-1)に及んでおり、地域的な広がりと共に、土質対応もピート層に代表される超軟弱土から風化花崗岩を含めた硬質土までカバーし、平成3年10月末現在施工延長は累計

*略歴

山田 滋(やまだ・しげる)／エンバイナー協会事務局長、
現在、三和機材(株)取締役開発商品部長。

表-1 年度別推進実績

年 度	推進延長(m)	備 考
昭和62年度	1,514	工法紹介初年度
昭和63年度	8,090	7月協会発足
平成元年度	22,633	これまでの ご採用自治体数 41都道府県 220市町村
平成2年度	50,360	
平成3年度 (10月末時点)	48,100	
累 計	130,697	

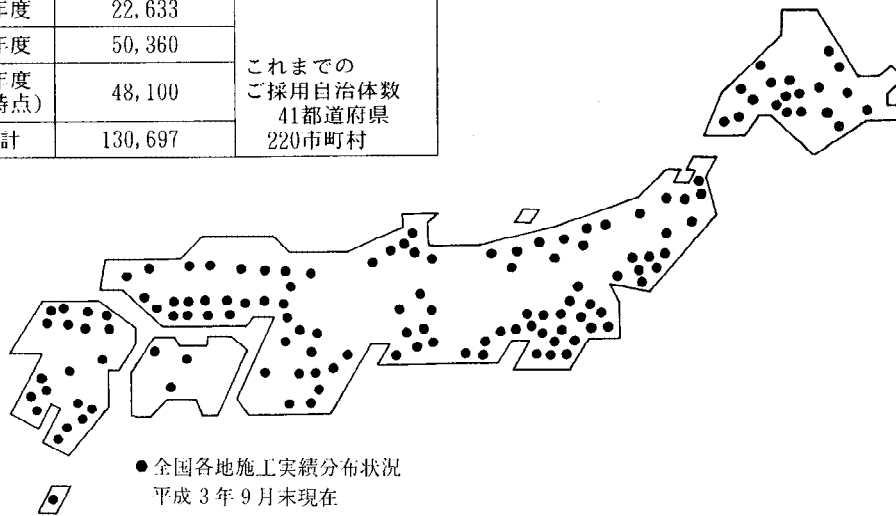


図-1 施工実績分布図

13万mに及んでいる。実績から見た口径別採用順位はφ250VUが最多であり、次いでφ200VU管となっている。

3. 工法の特徴

本工法の最大の特徴は、薄肉塩ビ管VU管を許容耐荷力以下で、無傷で安全に施工出来ることである。その為、推進機と管材継手に独特の工夫がなされている。

3-1 推進機

推進装置に関しては、図-2に示すように従来工法が埋設用推進管に総ての推進力 $F_0 + F_p$ に耐える強度を求める直接推進方式であるのに対し、エンバイナー工法では図-3に示す如く、主たる推進力 F_0 をケーシングで負担し、先導管は塩ビ管を誘導しながら前進してゆく、埋設管に発生する管外周摩擦抵抗を荷重計で検知し、塩ビ管の許容耐荷力以内で安全に推進出来る間接推進システムが採用されている。

また、掘進時オーガーヘッド先端部より滑材の注入又は清水を噴射することも出来、併せて先導

管の尾部より管外周部の地山とのクリアランスに滑材を充填し、ソフトゾーンを形成させ、推進時の管摩擦抵抗を低減させると同時に管外周を保護する為、管内のケーシングの効果と合わせ、塩ビ管の内外面には微細な傷をも発生させぬよう対策を施している。現在までにエンバイナー機は2m管推進用のSH-305型と1m管推進用のSH-303型の2機種がシリーズ化されている。その全体図を図-4、図-5に示す。

3-2 塩ビ管

推進管として塩ビを用いる場合、解決すべき課題は管継手の形状と接合部の信頼性である。

継手形状については写真-1に示す通り、埋設管の外径とほぼ同一になるよう工夫し、継手部の外径段差による推進抵抗の増大又は推進精度不良の発生を防ぐ構造を採用しており、エンバイナー協会規格として、VU管用にリブカラー継手、VP管用にSUSカラー継手の2型式を制定している。いずれも水密性に関する各種テスト及び偏平試験、曲げ角度試験等、長期安定性について確認

〈従来工法〉

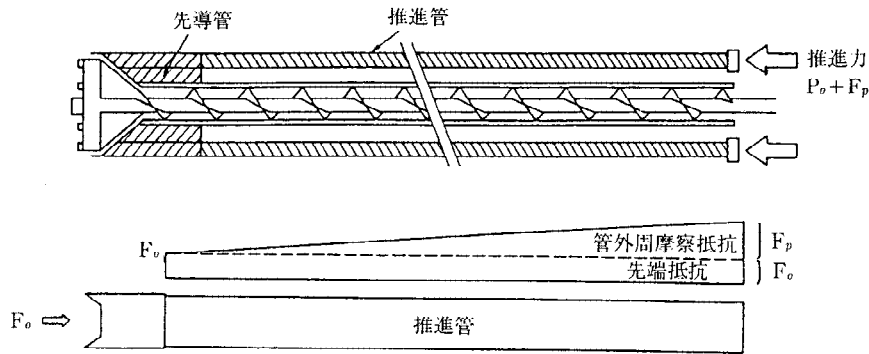


図-2 従来工法に於ける推進力伝達図
(管直接推進方式)

〈エンパイライナー工法〉

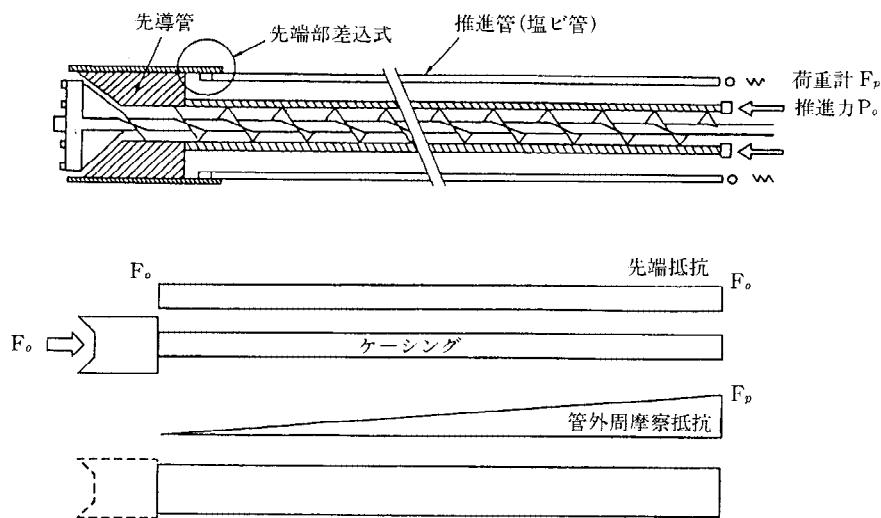


図-3 エンパイライナー工法に於ける推進力伝達図
(管間接推進方式)

試験を実施しており、信頼性を保証するものである。

3-3 幅広い対応地盤

オーガー掘削方式のため、地盤対応性が優れている。N値1程度のピート層からN値30までの硬質地盤は勿論のこと透水係数 10^{-3}cm/sec 以下の滞水砂層まで補助工法なしで、平均的日進量は8～10m/日のスピードである。また、圧縮強度で表現すべき風化花崗岩(一軸圧縮強度 200kg/cm^2 以

下)も、日進量は半減するが、かなりの実績が得られている。

3-4 低推進力

管材の特性から塩ビ管の推進抵抗はヒューム管に比べ約1/3である。試験データの一例を図-6に示す。また管外径が小さく、掘削排土量も同口径の異種管材と比べた場合、対推進用ヒューム管に於いて約40%減少するため、推進機本体は小型軽量となり、発進立坑も小型軽構造とすることが出

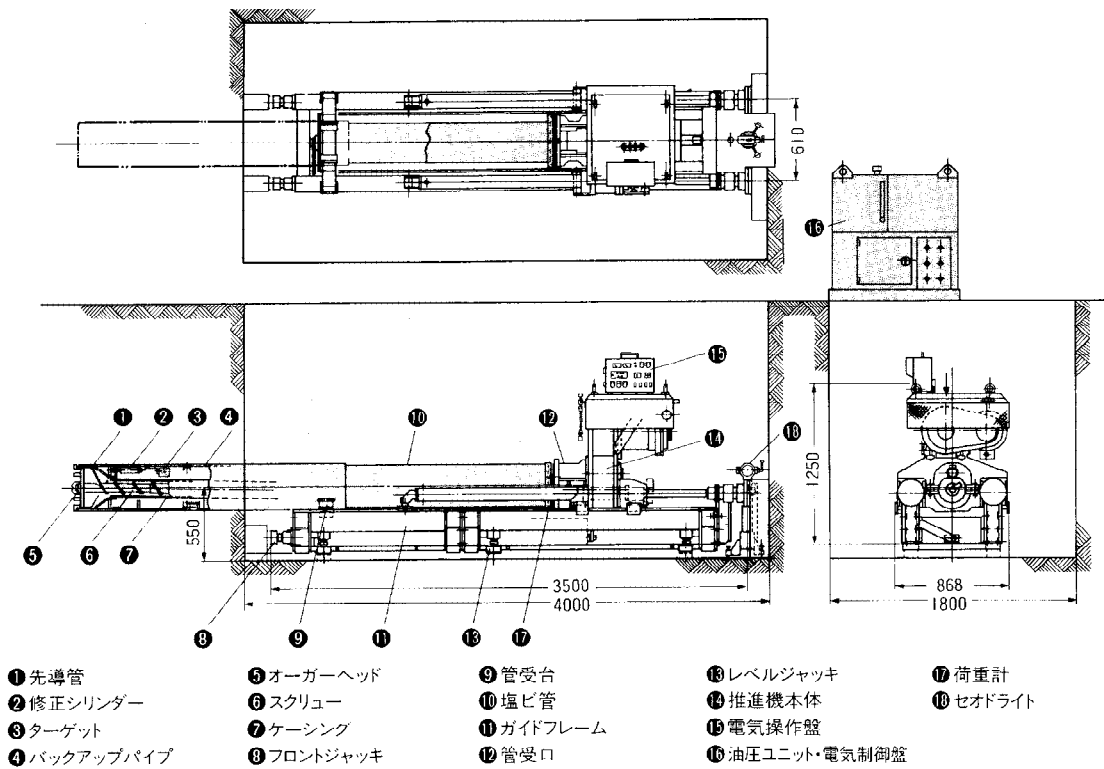


図-4 SH-305型全体図

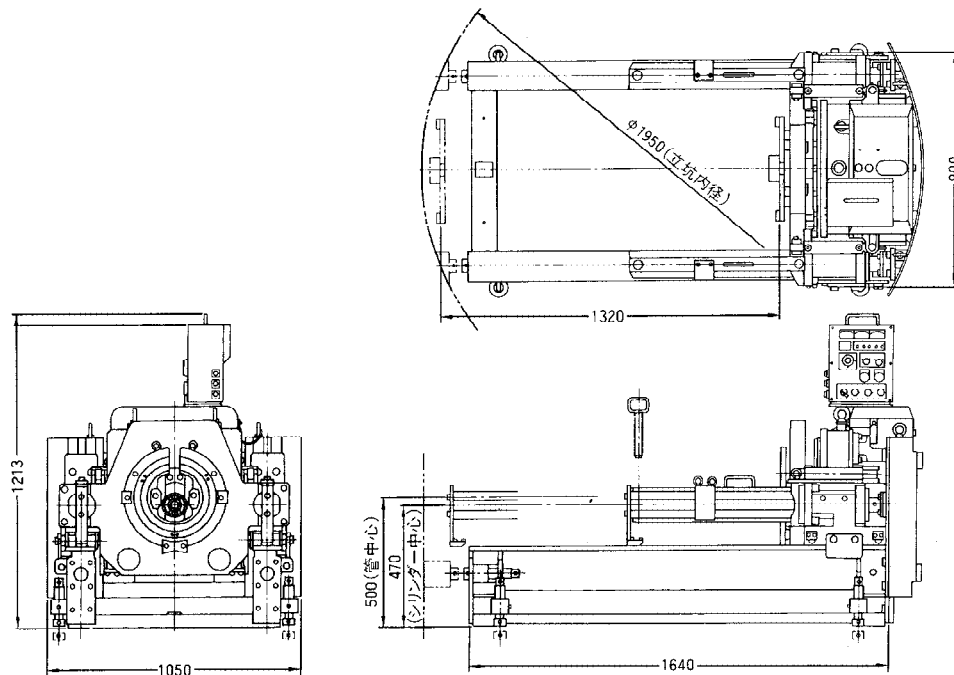


図-5 SH-303型全体図

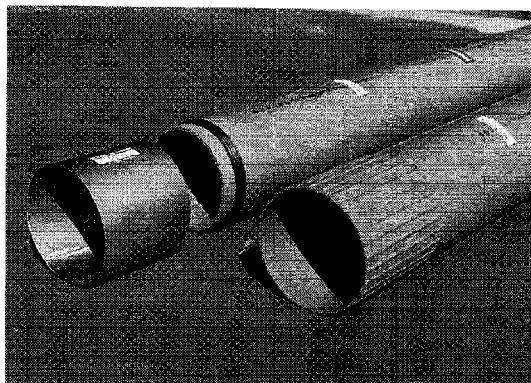


写真-1 SUSカラー(ゴム輪型)とリブカラー(接着型)継手

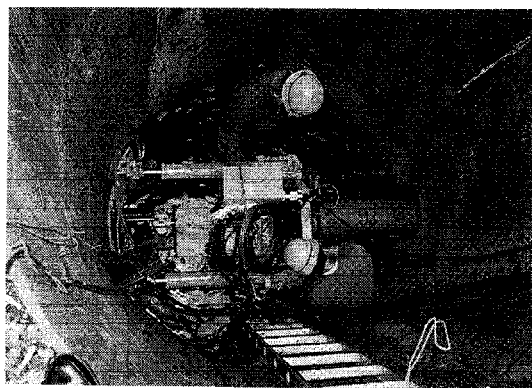


写真-2 円形φ2mの立坑から1m管の推進(モデルSH-303型)

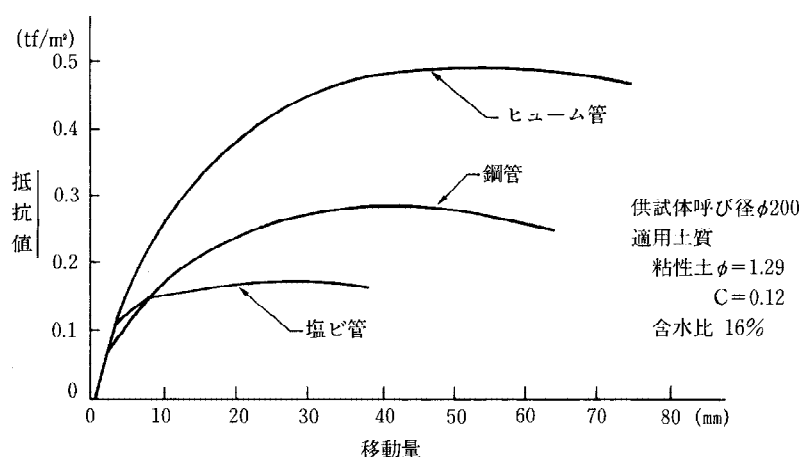


図-6 管の移動量と抵抗値変化

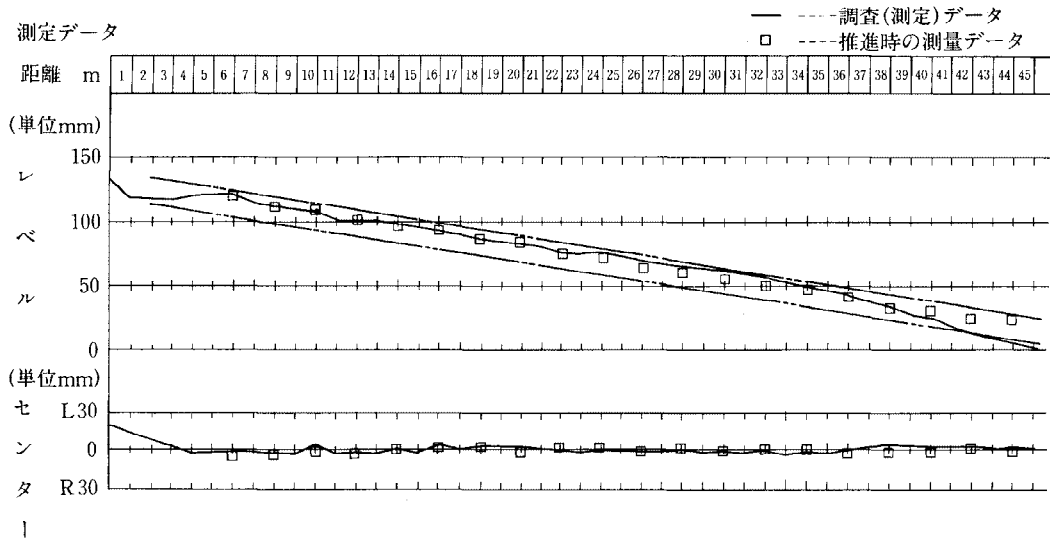
来る。ちなみに1m管推進用のモデルSH-303型の場合(写真-2)、推進反力30t以下であり、特別な反力盤の補強もせずにφ2mの円筒型簡易発進立坑より発進でき到達は既設マンホール1号より先導管の回収が出来る。

4. 施工後の信頼性

エンバイライナー工法によって施工埋設された管渠の経時変化の有無を調査するため、初期に施工して2年近く経過した代表的な地域を選び、ご採用いただいた御役所のご指導のもとに、①管渠の水密性、②管渠の基準軸に対する変動(勾配、蛇行など推進時の計測データとの比較)、③管渠の変形量の調査、を本協会でも適宜実施している。

その結果は、開削工法で埋設したものに比べ高く評価出来るものであった。マイクロトネリング工法が地山を乱さず、地盤の平衡状態を保ったまま埋設管を布設して行くため、他の巨大な外力による地盤の変動が起らぬ限り、管渠は推進の精度を維持し、トンネル断面のアーチアクション効果により管渠の扁平たわみも、塩ビ管の許容変形率5%以内に対し、計測値は1%程度と小さく充分安全な値であった。これは塩ビ管の工場出荷時の値に近いものである。

いくつかの調査の中より一例を図-7、図-8に示す。



調査工事概要

管 路 $\phi 250\text{mm}$ L=273m (6スパン)

土 質 有機質シルト(泥炭層)

N値=1~3

土 被 り $\phi 250\text{mm}$ GL-6.5m

地下水位 GL-1.5m

埋設位置 公道下(車道)

図-7 管渠の沈下・浮き上がり測定結果 (VU250×47m)

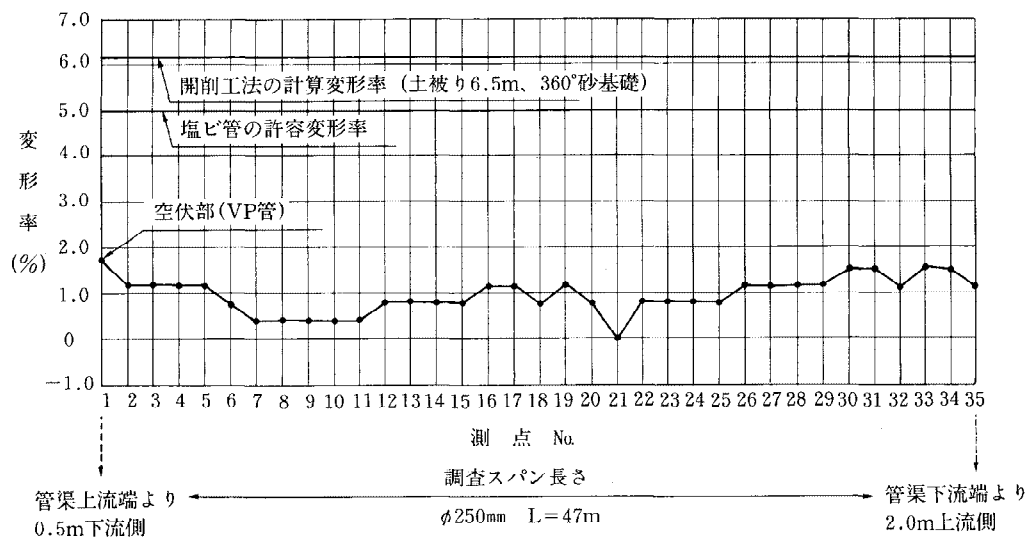


図-8 VU250管渠の変形量測定結果

5. おわりに

種々の優れた特性を有する硬質塩化ビニル管は下水道分野での使用をますます増加させており、小口径管推進工事における、エンビライナー工法が受け持つ役割の大きさを自覚するものである。

その一方で数多先人の開発と実用化の努力により今日の日本の管渠推進技術が世界から注目され、且つ誇れるように育った背景に想いを巡らすとき、これを継承し一層の発展させてゆくことが、今日の私達に課せられた努めであろう。小口径管推進工事に於ける諸問題、とりわけ労働集約的な現場環境の改善こそが、当面の最たる課題と捉え、今後とも解決に向け取り組んでゆく所存である。一方、技術の進歩は日進月歩であり、又良い意味での競争がそれを更に前進させるものである。

自由経済社会の良さであるところの、フェアな競争にもとづく業界全体の発展こそが望ましい姿であろう。そんな意味から、世界中が期待している日本の技術の向上のためにも、模倣技術による優劣を競うのではなく、エンビライナーもどきの出現でもなく、真に創造的な手段、方法を用いた良きライバル工法の出現を強く望むものである。

最後に、エンビライナー工法も皆様方のご期待に又はご批判にお応えすべく、より以上確実な、より一層信頼される技術に向けて、更には施工の自動化、長距離化、適用範囲の拡大化などを目差し協会員一丸となって取り組んでゆく所存です。

今後とも関係各位の一層のご指導、ご鞭撻を賜りますよう、お願い申し上げる次第です。

