

非開削取付管工法の適用範囲拡大への諸方策

“The Ways of Widening a Range to Apply to the Method of No -Dig House-Connecting Pipe Construction”

コンパクトモール工法研究会

事務局長 荒木紘一

Koichi Araki

Director General

Compact Mole Method Association

非開削手法による取付管推進工法は極めて小規模な工事ではありますが、かえってその規模の小ささによるさまざまな制約があります。

それらの制約に対応すべく施行技術を進歩させ、非開削手法による取付管布設工事の適用範囲の拡大を自らのものとすべく努めてまいりました。

制約を整理してみますと、1 取付部の浸入水防止 2 管布設距離の伸長と精度保持 3 軟弱地盤から礫・玉石地盤までの幅広い地質への適用 4 滞水層における施工性能の確立 5 経済性の追求 6 環境への配慮などが列挙されます。

これらを追求、普遍化する過程で生まれる技術進歩をもって、非開削工法発展の一端を担って参りたいと思います。

The micro-tunneling method of No-Dig House Connecting Pipe has the advantages of a small-scale construction, but it also carries various restrains.

Under those restrains, we try to improve construction technologies and widen a range to apply to the method of No-Dig House Connecting Pipe Construction.

Restrains are as follows:

1. Prevention of soaked water from pipe joint.
2. Extension of distance of pipe laying work and maintenance of working accuracy
3. Application to various soil conditions such as clay soil, sandy soil and gravel soil
4. Establishment of a construction of good performance in aquifer sandy soil
5. Pursuit of economical work
6. Environmental concerns

As being pursued and universalized, these will make technological advances.

We would like to contribute to the progress of the method of No-Dig House Connecting Pipe Construction through it.

はじめに

非開削手法による取付管布設工事が採用されて以来、十年余が経過しました。

提案当初は新奇であった、コンパクトモール工法も 47 都道府県中、32 都府県での施工実績を積み上げることができました。

非開削手法による取付管布設工事は、下水道管きょ布設工事全体に比すると極めて小規模な工事ではありますが、その規模の小ささ故に様々な制約を受けざるを得ません。

本稿では、最近とみに施工機会が増大している低耐荷力方式により、布設された下水道用硬質塩化ビニル管への取付管布設工における技術的問題とその対応を概説します。

1. コンパクトモール工法の施工方法

まずはじめに、取付管専用工法としてのコンパクトモール工法の標準施工手順を以下に示します。

機械設置工

地上（布設角度 鉛直？ 30°）もしくは作業坑内（布設角度 31°以上）に設置。

鋼製鞘管削進工

ボーリング方式（掘削ビット）

配管用炭素鋼鋼管、スパイラル継手

鋼管長：本 / 0.5m、1.0m

地盤改良工

地下水位以下の地盤に適用。

専用機に注入管設置機能を標準装備化。

二重管ストレーナ単相方式。

コア穿孔工

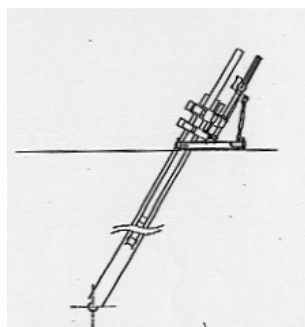
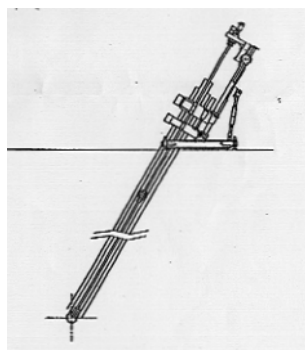
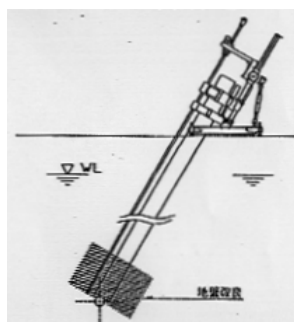
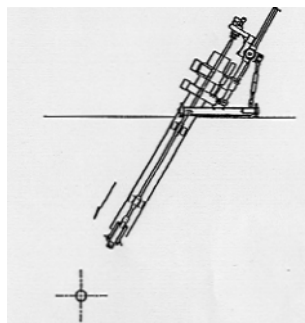
コアビットに穿孔コア回収機能を付加。

塩化ビニル管挿入工

ブレーンエンド直管をソケットにより接合。

ゴム輪付自在特殊支管。

浸入水防止工

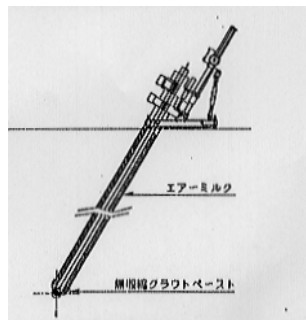


コア穿孔径と特殊支管外径部とのクリアランスからの漏水の防止策として、無収縮グラウト材ペーストを充填。

充填作業時の管内へのリーク防止に特殊プラグを使用。

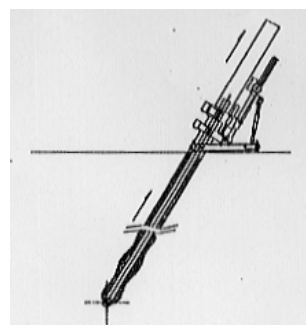
中詰注入工

エアーミルク充填。



鋼製鞘撤去工

必要に応じて、鋼製鞘管の撤去が可能。



機械撤去工

機械設備を撤去・搬出する。

特殊プラグを取り外し、全ての工程を完了する。

2. 施工における技術的問題点

取付管布設工事の施工経験から、技術的問題点として、以下に示す事項を抜粋してとりあげる。

- 1 地下埋設物（取付対象としての下水道管を含む。）のボーリングによる損傷。
- 2 高度な精度を求められるコア穿孔作業。
- 3 削進作業の施工精度。
- 4 地下水対策。
- 5 礫・玉石地盤での削進作業。

2・1 地下埋設物のボーリングによる損傷

取付管は、その求められる機能から比較的浅い深度での施工が一般的である。

よって、上水道をはじめとするライフライン地下埋設物近傍での作業となることが多い。

高トルク、大きな推力を有する削進機は、高度な作業性・優れた施工速度・適用地盤の幅広さ等の点で極めて有用である。

しかし、地下埋設物近傍での施工が多いことや比較的短距離の削進作業であることを想起すると、高トルク、大きな推力を有する削進機を追求する以外の視点が必要になってくる。

本工法の専用機を確立する経緯を省みると、大口径ボーリングマシンを改造した原型機から、掘削ビットを用いる現在のボーリング方式と掘削方式の変遷が見られる。

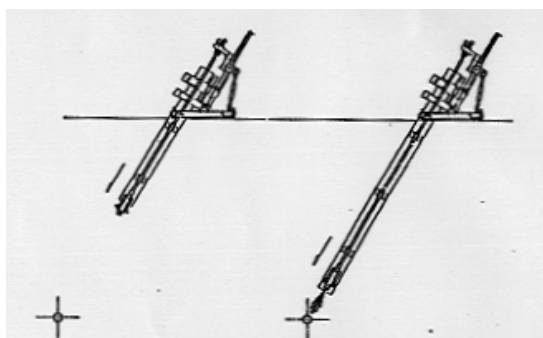
掘削ビットを用いる現行方式の利点は、必要に応じてその都度、掘削底面の検分が可能であること、

また、想定される地下埋設物の近傍地点や、到達至近地点で掘削ビットを鋼製鞘管内部に格納し、ジェット水による掘削と鋼製鞘管の推進を繰り返す掘削手法を用いることで、安全裡な作業の遂行が可能であることなどである。

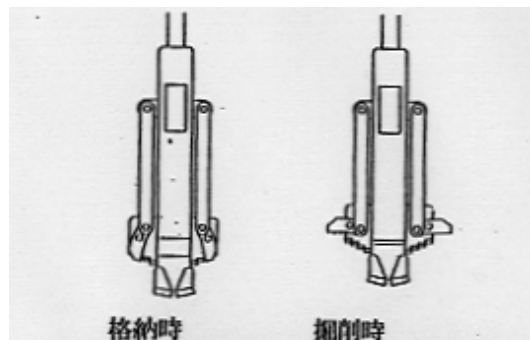
よって、本工法では埋設物損傷事故や、下水道本管を掘削ビットにより損傷させる事故などを今日まで発生させていない。

掘削ビット使用時、格納時の掘削作業様式図及び掘削ビットの開閉状態を図に示す。

掘削ビット使用時、格納時の掘削作業様式図



掘削ビットの開閉状態



穿孔芯位置別切削長（標準寸法）

穿孔位置	左切削部	右切削部
CENTER	19.4	19.4
CENTER～右 2 mm	18.5	20.5
CENTER～右 4 mm	17.7	21.8
CENTER～右 6 mm	17.0	23.5
CENTER～右 8 mm	16.5	25.8
CENTER～右 1 0 mm	16.0	29.2
CENTER～右 1 2 mm	15.5	N O

穿孔芯位置別切削長（許容最大誤差寸法）

穿孔位置	左切削部	右切削部
CENTER	21.0	21.0
CENTER～右 2 mm	19.9	22.2
CENTER～右 4 mm	19.1	23.8
CENTER～右 6 mm	18.3	25.8
CENTER～右 8 mm	17.7	28.7
CENTER～右 1 0 mm	17.0	33.2
CENTER～右 1 2 mm	16.6	N O

2・2 高度な精度を求められるコア穿孔作業

呼径 200 推進工法用硬質塩化ビニル管（スパイラル継手付直管、SUS カラー付直管）に呼径 150 取付管布設を行う場合のコア穿孔作業における穿孔領域について以下に示す。

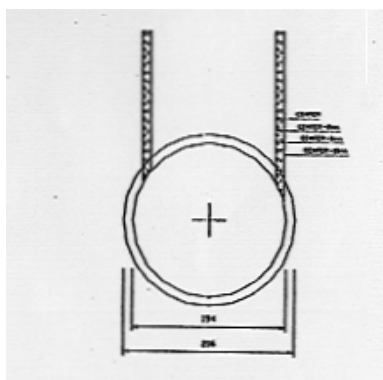
呼径 200 塩ビ管に呼径 150 の取付管布設を行う際のコア穿孔の切断寸法（標準寸法及び最大許容誤差寸法）を表に示す。

また、標準寸法の呼径 200 塩ビ管にコア穿孔を行った場合の穿孔状況を図に示す。

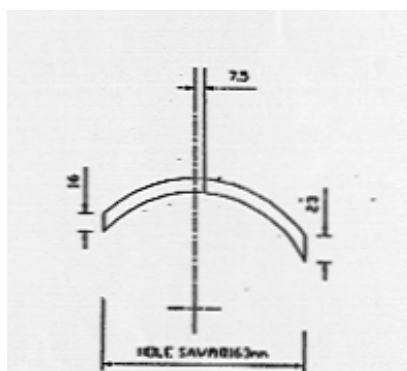
図表に示される通り、コア穿孔が可能である穿孔芯の施工誤差は、わずかに 10mm 程度である。

実施工において回収されたコア断面図も示す。この施工に於けるコア穿孔芯の誤差は7.5mmであった。

コア穿孔許容誤差図



回収コア断面



2・3 削進作業の施工精度

削進工における施工精度は、前述のコア穿孔精度に規定される通り、設置された鋼製鞘管の中で 10mm 程度の誤差内で穿孔芯を確保できるものとなる。

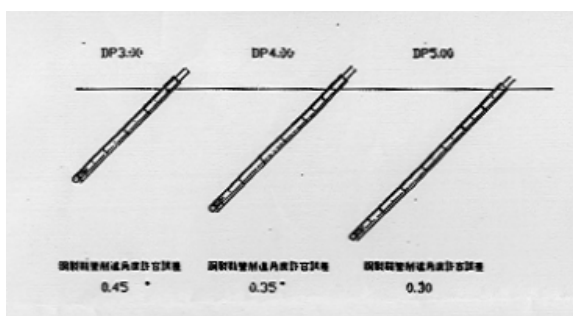
本工法では、呼径 200 塩ビ管に呼径 150 取付管施工を行う場合の標準鋼製鞘管の径は、呼径 300 と定めている。

また、10mm 程度の範囲内で穿孔芯を確保する手段として、図に示す穿孔用インナーチューブを使用する。

よって、穿孔用インナーチューブが呼径 300 の鋼製鞘管内部に装着され得ることが併せて求められる。

穿孔用インナーチューブの使用時において、布設角度が 45° 、土層が 3m、4m、5m のそれぞれの削進許容誤差を求めると、図に示されるように $0.3^\circ \sim 0.45^\circ$ であり、測量器具の表示精度を考慮すると、削進工における許容誤差目標値は 0.3° となる。

削進工許容誤差



2.4 地下水対策

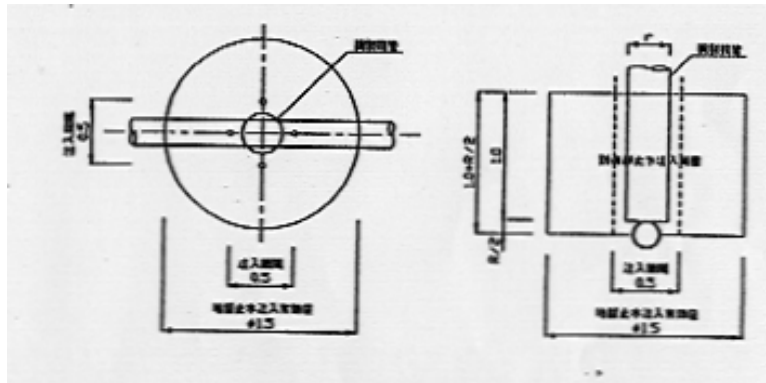
本工法では、施工深度が地下水位以下である場合、鋼製鞘管設置作業以降のコア穿孔、塩ビ管挿入、浸入水防止の各作業においてドライワークを必要とします。

ドライワークを確保する手法として、専用機に薬液注入管設置機能を標準装備し、鋼製鞘管と本管の接合部周辺に薬液注入による地盤改良を行うことを標準作業としている。注入方式は、二重管ストレーナ単相方式であり、使用材料は水ガラス系溶液型である。

呼径 200 推進工法用硬質塩化ビニル管への取付管施工の場合、一般的な注入対象土量は 1.859m^3 であり、その注入深度は 1.0m である。注入孔数は、1 箇所当たり 4 孔が標準である。地盤改良標準施工図を次に示す。

標準施工平面図

同断面図



2.5 礫・玉石地盤での削進作業

本工法の専用機は、掘削方式ならびに機械能力により礫・玉石地盤での施工に適応に困難である。

しかし、非開削手法による施工機械が増大するにつれ、礫・玉石地盤での施工を求められることも増加している。

以下に、空圧式鋼製鞘管設置工法（グルンドラム）を本工法に併用し、良好な施工成果を示した施工事例を示す。

当該工事は、着手前に想定された地盤と相違して、最大玉石径が 250 mmを含む玉石混じり礫質であった為、協議を経て空圧式鋼製鞘管設置工法をコンパクトモール工法に併用し施工を遂行することとした。施工精度、施工速度ともに十分満足できる結果であった。

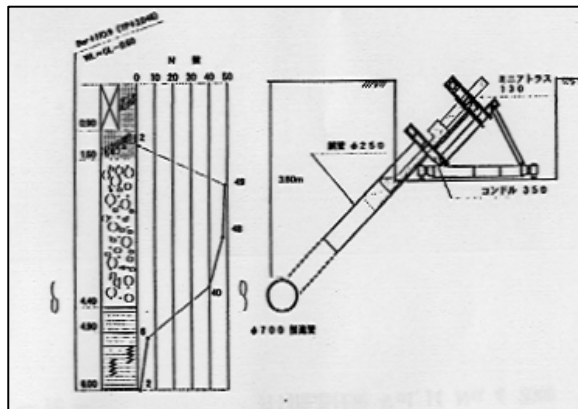
同様施工事例を山形市の国道横断施工において経験しており、施工成果も上々であった。

これらの施工経験から、礫・玉石地盤での取付管施工における空圧式鋼製鞘管設置工法の併用は、充分に実用に供することが可能であると確信する。

青森県むつ市における施工事例を以下に示す。

工事概要

施工場所：青森県むつ市
 施工時期：平成 10 年 7 月
 施工内容：取付管呼径 150
 取付管長 4.0m
 設置箇所数 6 箇所
 鋼製鞘管径 250
 地 質：玉石混じり礫質土
 地下水位 GL-0.6m
 使用機器：グルンドラム：ミニアトラス
 コンパクトモール：コンドル
 350



3. 200 推進工法用塩ビ管への施工事例

本稿では、低耐荷力推進方式によって布設された 200 推進工法用硬質塩化ビニル管へ 150 取付管施工を行う場合の施工技術の問題点を概説したが、最新の施工事例を次に示す。

工事概要

施工場所：	埼玉県桶川市
施工時期：	平成 10 年 10 月
施工内容：	取付管呼径 150
	取付対象管 200 塩ビ管
	取付管長 1.6～3.85m
	設置箇所数 12 箇所
	鋼製鞘管径 300
地 質：	砂質シルト N 値 0～4
	地下水位 GL-0.8m
使用機器：	コンパクトモール：コンドル 350

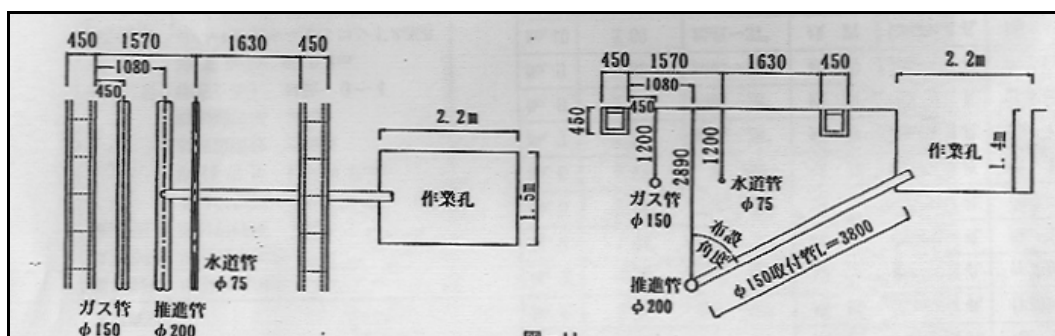
施工数量一覧

	削進長	布設方向	鋼製鞘管	薬液注入量	機械設置
No.1	1.60	鉛直	残置	130? × 4	地上
No.2	3.80	鉛直～58°	残置	130? × 4	作業坑
No.3	2.22	鉛直～44°	撤去	130? × 4	作業坑
No.4	1.76	鉛直～7°	残置	130? × 4	地上
No.5	2.90	鉛直～45°	撤去	130? × 4	作業坑
No.6	1.87	鉛直	撤去	130? × 4	地上
No.7	1.98	鉛直～20°	残置	130? × 4	地上
No.8	2.35	鉛直～29°	残置	130? × 4	作業坑
No.9	3.85	鉛直～57°	残置	130? × 4	作業坑
No.10	3.60	鉛直～37°	残置	130? × 4	地上
No.11	1.90	鉛直	撤去	130? × 4	地上
No.12	3.20	鉛直～38°	撤去	130? × 4	作業坑



施工概況平面図

同断面図



当該工事は、前掲図からも明らかなように集落内部の比較的狭い道路下に布設された。200 推進工法用塩化ビニル管に、150 mmの取付管施工を行ったものである。

施工地の地質は、軟弱な沖積土層であり、ドライワーク確保の必要から、地盤改良工法を補助工法として施工した。

布設完了後の鋼製鞘管は、布設形態・布設角度により撤去と地中残置に二分されている。

本工事において、特筆すべきは布設角度である。従来、40°を超える取付管施工は、前述したようにコア穿孔の精度確保が困難であり、余り例を見なくなったが、当該工事では、3 箇所の鉛直取付を除くと、その余は全て斜推進による取付管布設である。

おわりに

取付管布設専用工法として、コンパクトモール工法は生まれました。今回、報告させていただいた技術的諸事項も、専門業者として克服すべき課題として、受け止めて参りました。

今後も、更なる成長を促す課題が提示されることに、臆することなく処することこそが適用範囲拡大策の最大眼目であると考え。技術的研鑽を加えていく所存です。満十年という節目の折に、貴重な機会をご提供下さった関係者各位様の御厚志に感謝して、報告を終了させていただきます。