

30. 多段ジャッキ式管圧入装置の開発

(株) 奥村組 三島 亨 介
畑 山 栄 一

1. まえがき

泥水式推進工法は上下水道工事をはじめ、電力地中線、ガス管きなどの工事に多く適用されるようになってきたが、最近の推進工事をみると、圧入管の大径化、推進距離の長距離化、施工法の機械化など、また工事の施工にあたり工事現場周辺の環境保全への対応など施工法にかけられる期待は大きくなる一途である。

このような社会情勢に対応するために、過去に施工してきた泥水式推進工法の施工実績にもとづき布設管の圧入方法について新たな開発をおこない、その結果、ロングストロークの多段ジャッキを用いて一押しで管を圧入するようにした多段ジャッキ式管圧入装置を実用化した。

2. 開発の経緯

従来、泥水式推進工法では図-1に示す圧入装置を使用してきた。この装置は圧入ジャッキ（ストローク 800mm、推力 200t）と反力受けの組合わせから構成されている。

管/本を圧入するにはまず圧入ジャッキを組込んだジャッキ台車を井げた反力受け部まで下げ、ジャッキ台車に管をセットし、以後I形反力受けの挿入と圧入ジャッキによる管の圧入を繰り返しておこなう手順となる。

以上に述べた圧入装置を使用した泥水式推進工

法の場合には、施工上、種々の改良が望まれるので、検討の末、次の項目について研究開発をおこなうことにした。

- i. 掘削および作業を中断することなく連続させることにより、工法の安全性と施工性（能率向上、省略化）を向上させる
- ii. 圧入装置を小型化およびユニット化することにより、装置のすえ付け、撤去、運搬作業を軽減させるとともに、立坑寸法の縮小をいかに
- iii. 掘削、土砂搬出、圧入作業の集中管理と自動化をおこなうことにより、工法の安全性と施工性を高める

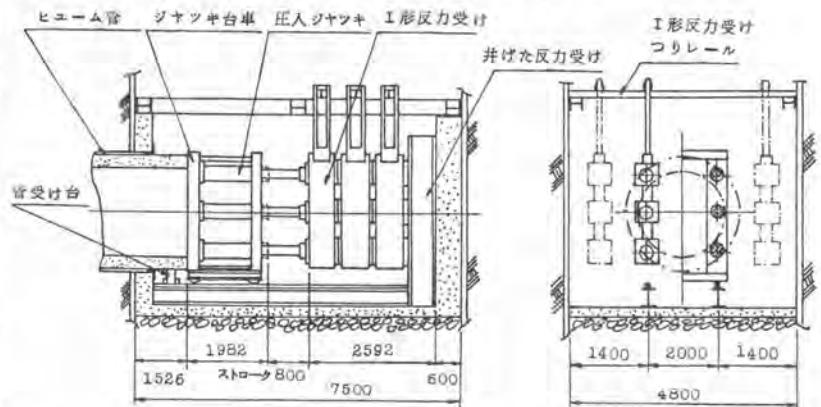


図-1 従来の圧入装置

3. 多段ジャッキ式管圧入装置の構造

管1本分を連続して圧入できる小型化およびユニット化しに圧入装置として、写真-1、表-1、図-2に示すロングストロークの圧入装置を計画した。以下、各部の構造について説明する。

(1) 圧入ジャッキ

ヒューム管1本分を一押しで圧入するには圧入ジャッキのストロークは2800mm(管全長 2430mm, 継手カラー幅 150mm, 管すえ付け余裕 220mm)必要となる。これを1段式の油圧ジャッキとすれば、縮小時のジャッキの全長が長くなり、立坑の寸法が大きくなる。また、製造技術面においても難点があることにより多段ジャッキを採用することにした。



写真-1 多段ジャッキ式管圧入装置全景

全長を短くするためにには段数は多いほうがよいことになるが、多段ジャッキの設計条件として、各段のロッドの伸縮速度と推力などの位置においても等しいこと、運搬および組立などの取扱いが容易なこと、故障率の低いことなどがあげられ、それを満足するには2段式油圧ジャッキが適当と考えられた。

名称	仕様
多段ジャッキ	270t x 2800st 4本
油圧ユニット	油圧ポンプ流量 0~40 ℓ/min 圧力 300 kg/cm ² 電動機 22 kW 1台
ジャッキ支持枠	ヒューム管内径 1500~1800用 1組 ヒューム管内径 2000~2400用 1組
移動あて枠	ヒューム管内径 1500~1800 1台 ヒューム管内径 2000~2400 1台
反力受け	ヒューム管内径 1500~2400 1組

表-1 多段ジャッキ式管圧入装置仕様表

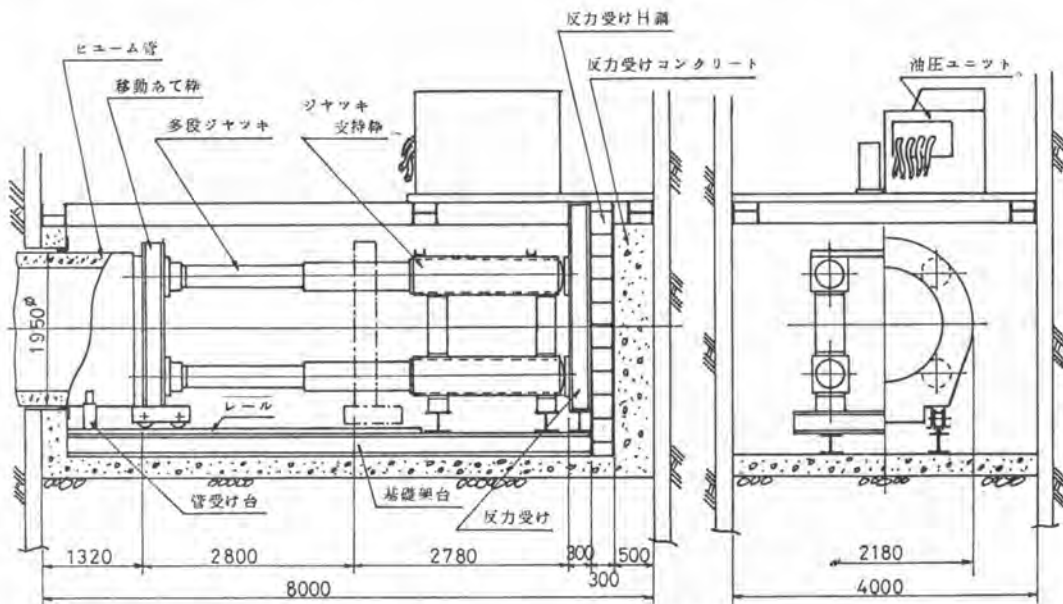


図-2 多段ジャッキ式管圧入装置

圧入ジャッキの基本的な構造は図-3のとおりである。

次にジャッキの作動原理について述べる。A側の配管を通じて圧力油をシリンダ内へ圧送すると、1段目ロッドの加圧面 S_1 と S_2 が加圧され、ロッドの作動する有効面積は $S_1 - S_2$ となる。2段目ロッドの加圧面は S_3 と S_4 であるから、作動する有効面積は $S_3 + S_4$ となる。そこで1段目と2段目の有効面積を等しくすることにより、各段のロッドの伸縮速度と推力を等しくすることができる。

具体的な設計の段階では、次の点について検討をおこなった。

- i. 強度および加工精度面からみた材料の選定
 - ii. 加工、組立て、分解を容易にするため各部を分割する方法
 - iii. ロングストロークのため懸念されるロッドの曲げ耐力および曲げ抵抗の低減方法
 - iv. ロッド表面の損傷、腐食防止用の表面処理方法
 - v. 部品の互換性およびジャッキの転用性を配慮した性能および寸法
- 検討の結果、圧入ジャッキの性能と寸法は次のように決定した。

推力 270t (油圧 300 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の時)
 ストローク 2800mm (1段目 1385mm, 2段目 1415mm)
 全長寸法 伸長時 5230mm, 縮小時 2430mm

1セットの本数は実績などを参考にして最も使用ひん度の高いヒューム管径2000mm, 推進距離150m程度の工事を想定し、その場合の総推力を800t~1200tとして4本組(270t \times 4本=1080t)とした。

(2) 圧入ジャッキ用油圧ユニット

以下に油圧ユニットの構造および性能に関する要点を列挙する。

- i. 油圧ユニットの性能は対象とする圧入ジャッキを推力270t, ストローク2800mm, 油圧300 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, 使用本数6本, 最高伸長速度10 $\frac{\text{cm}}{\text{min}}$ と設定し, 油圧ポンプとモータの機種を選定した
- ii. 油圧ユニットは4本分の圧入ジャッキの操作に必要な油圧タンクとポンプおよびモータ類をケース内へコンパクトに組込んだ小型軽量のものとし, 圧入ジャッキを6本使用する場合は補助タンクを併設する

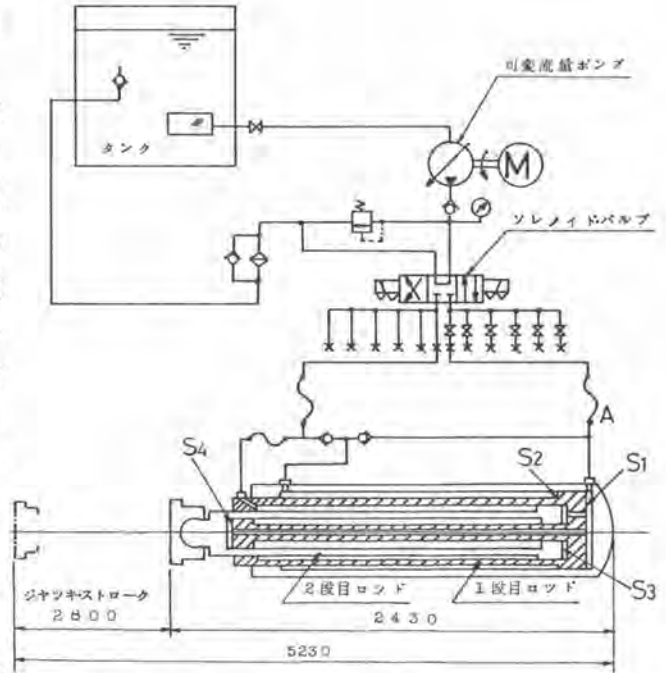


図-3 多段ジャッキ構造図および油圧系統図

iii. 可変流量の油圧ポンプによって圧入ジャッキの伸縮速度を無段階に制御させ、シールドの発進速度と管の圧入速度を同調させる

iv. 運転操作は遠隔操作を可能とし、採集、自動化も可能な油圧操作回路とした

(3) ジャッキ支持枠

圧入ジャッキを1本ごとに支持枠内へ納め、これをつなぎ材で組立てる構造とした。この構造を採用することにより、運搬およびすえ付けを容易にし、工事規模に応じたジャッキの組合せができる。

4. 施工例

(1) 工事概要

埼玉県南部工業用水道事業の一環としての県道東京・川口線および主要市道の元郷新道を横断して350mの区間の道路下に工業用水道管を布設する工事に泥水式推進工法が採用され、多段ジャッキ式管圧入装置を使用した。推進距離は280m、土かぶり厚は7m、土質は軟弱な砂質シルトであった。圧入管内径1650mm、外径1950mmで、施工後、これを鞘管としてその中に鋼管(900mm)を布設するものである。

(2) 施工結果

推進距離が280mと非常に長く、施工前の計算によると、予想される最大圧入力は1100t~1450tになったが、実際には、最大で520tと小さな値となった。

次にこの圧入装置を使用した時の施工を通じて得られた利点について述べる。

- i. すえ付けおよび撤去作業の時間は従来型に比べ30%減となった
- ii. シールドの発進時に一押しで地盤、シールドを推進できたため、従来のようにジャッキの盛替時に起きるシールドの後退(工圧、水圧によるもの)がなくなり、発進時の地盤のゆるみを少なくするのに役立つ
- iii. 圧入作業サイクルは図-4に示すように従来型より12%程度の時間が短縮された
- iv. 圧入ジャッキの空間部に測量器が設置できたので、測量作業が容易になった
- v. 圧入作業時間の短縮により圧入力が低減された

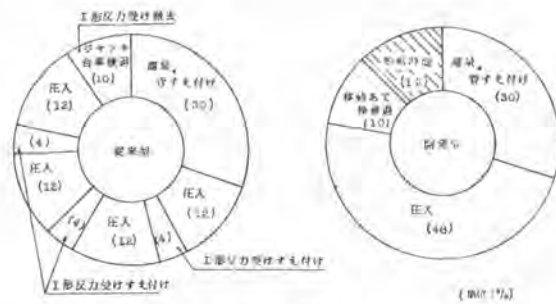


図-4 管1本圧入時の作業サイクル比較

5. あとがき

以上、多段ジャッキ式管圧入装置の構造とその施工例について簡単に述べたが、今後は圧入装置とシールド機、その他機械設備と関連づけて全自動化推進工法として完成させる方向で研究を進めたいと考えている。