

推進工トラブル対応策

福宮 史郎*
Shiro Fukumiya

1. はじめに

クチン下水（パッケージ1）工事は、マレーシア国サラワク州クチン市内に、下水処理場と下水管幹線網（家屋へのつなぎ込みを含む）を新築する工事である。

本稿では、推進工法により呼び径 1200 mm の RC 管推進中に、推力が推進管の許容圧縮応力の 80% に上昇し、推進不能となった対応策を紹介する。

2. 工事概要

工事件名：クチン下水（パッケージ1）工事
発注者：マレーシア国サラワク州政府
工事場所：マレーシア国サラワク州クチン市
（図-1 参照）

工期：2008年10月15日～2014年4月14日

施工形態：単独

工事内容：下水管敷設工 φ1500 mm～φ225 mm
457 スパン合計 64,147 m, 人孔 1498 ヲ所
下水管つなぎ込み 2,324 ヲ所
下水処理場 一式
（処理能力 22,500 m³/日）

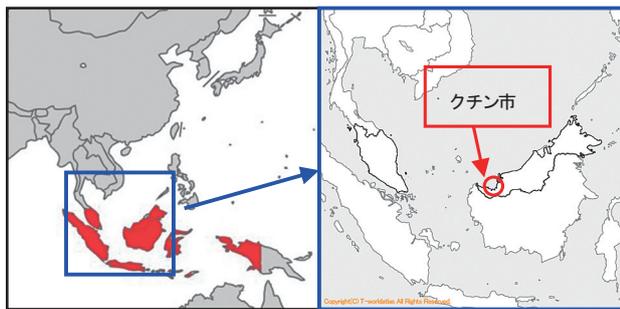


図-1 工事場所位置図

3. 地質概要

発進・到達立坑付近における地質は、地表面から7～8 mはシルト質粘土、それ以深はコア採取率50～100%、R.Q.D（不連続面の頻度の指標）40～70%の黑色頁岩である。路線延長148 mの掘進対象の地質も両立坑付近と同様と推測していた。しかし、推進不能が発生した地点は砂層であった。

* 海外（支）クチン下水（出）

4. 掘進機

掘進機は、(株)イセキ開発工機のアンクルモールスーパーを使用した。掘進機を写真-1に、掘進機仕様緒元を表-1に示す。



写真-1 掘進機（呼び径 1200 mm）

表-1 掘進機仕様緒元

カッターヘッド関係			クラッシュャ関係	
カッタートルク (kN・m)	69	50 Hz	破碎方式	コーン式
カッター回転数 (rpm)	8.5	50 Hz	偏心回転数 (rpm)	2.5～19.5
動力	400V (50 Hz) 15 Kw-4P-4 台		動力	400V (10～80 Hz) 5.5 Kw-4P-1 台
許容対抗土圧 (kN/m ²)	700		破碎処理粒径 (mm)	40 以下
岩最大一軸圧縮強度 (Mpa)	200		最大処理礫径 (mm)	100
装備推力 (kN)	12,000		礫最大一軸圧縮強度 (MPa)	200

5. トラブルと対応策

(1) トラブル状況

管有効長 3.0 m/本の推進管 32 本目（約 102 m 地点）推進時に、元押しジャッキの推力が管理上限値に達した。

呼び径 1200 mm RC 管の推力管理上限値は、推進管の設計最大許容推力 6000 kN の 80% である 4800 kN と設定していた。

推力上昇に対して、推進管 19 本目に設置している中押しジャッキを使用して推進再開を試みたが、元押しジャッキ推力は下がらず、推進不能となった。

(2) 対応策

推力の急激な上昇は、推進中断前の排出掘削土中に木片が確認されたことから、地中に残存する木片による貫入抵抗増加と判断し、対応策として次の2案について検討した。

案1 レスキューシャフトを構築する

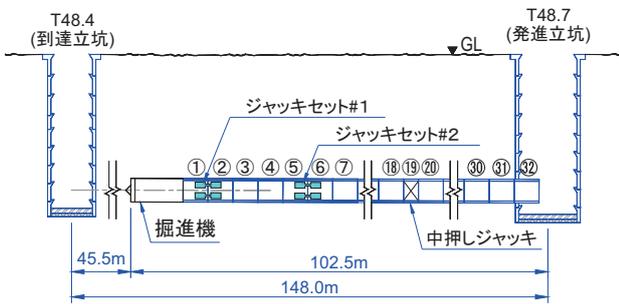
案2 推力上昇箇所近傍の推進管の継手部に油圧ジャッキを配置し、当該箇所の推進管を中押しジャッキ方式で推進する

掘進機が停止している位置は、交通量の多い幹線道路下であり、また掘進機直上にはボックスカルバート水路が埋設されていることから、レスキューシャフト構築は困難であると判断し、案2を採用することとした。

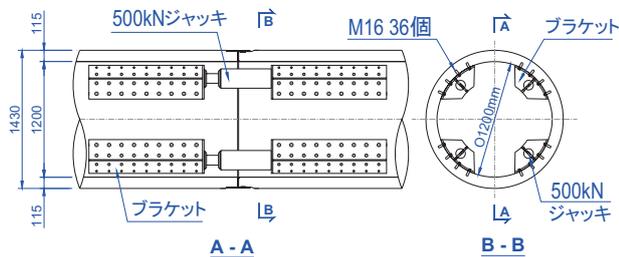
油圧ジャッキの設置位置およびジャッキ推力は、元押しジャッキの推進推力の推移、推進管への影響を考慮して以下のように設定した。

ジャッキ設置位置：図一2に示すように推進管1本目と2本目の間および5本目と6本目の間の2ヵ所とした。

ジャッキ能力および設置方法：総推力2000 kNとして、500 kN油圧ジャッキ4基を1セットとして、図一3に示すように推進管継手部の両側にアンカーボルトで固定したジャッキ反力用ブラケットの間に設置した。ジャッキセット設置状況を写真一2に示す。



図一2 ジャッキセット配置位置図



図一3 ジャッキセット設置図



写真一2 ジャッキセット設置状況

(3) ジャッキセットによる再推進

推進管継手部は、51 mm 以上開けると既設止水ラバーシールがカラーより露出することから、下記のリスクが考えられた。

- ① 止水シールの損傷による止水効果の低下
- ② 土砂を伴った地下水の流入

そのため、ジャッキ（ストローク 300 mm）による最大伸縮長を 40 mm に設定するとともに、継手伸縮状況をオペレーターが直接目視確認できるよう、CCTV を推進管内部に設置した。

さらに作業員を推進管内部に配置し、推進中の推進管継手部からの地下水の出水や、ブラケット固定用アンカーボルト箇所の推進管損傷等の異常事態発生を早期に発見できる体制とした。

ジャッキセットを使用した推進再開時のジャッキ操作順序を下記に示す。

ジャッキセット # 1 により掘進機および推進管①を 40 mm 推進 → ジャッキセット # 2 により推進管②～⑤を 40 mm 推進 → 中押しジャッキにより推進管⑥～⑯を 40 mm 推進 → 元押しジャッキにより中押しジャッキ～推進管⑳を 40 mm 推進

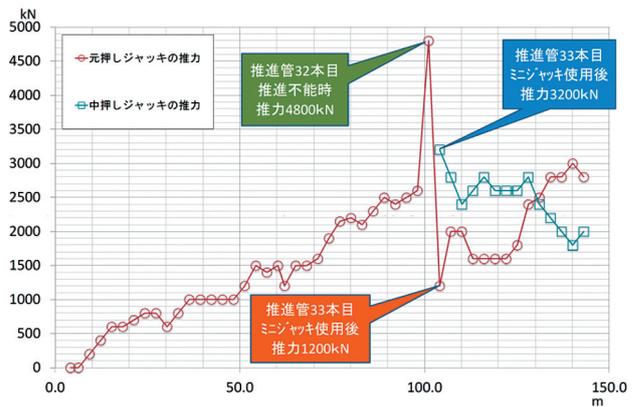
推進再開直後の各ジャッキの推力は次の通りであった。

- ジャッキセット # 1 … 800 kN
- ジャッキセット # 2 … 1400 kN
- 中押しジャッキ … 3200 kN
- 元押しジャッキ … 1200 kN

ジャッキセットの推力が装備推力の 70% 程度で、懸念していた止水シールや推進管の損傷等はなく、推進を再開することに成功した。

なお、ジャッキセット使用による推進は推進管 32 本目のみで、33 本目以降は中押しジャッキ併用による通常推進に戻すことができた。

当該スパンの発進から到達までの推力の推移を図一4に示す。



図一4 推力推移

6. おわりに

急激な推力上昇による推進不能というトラブルに対し有効な対策により推進を再開でき、当該スパンは 2011 年 9 月 8 日に推進が無事完了した。現在は、掘進機φ1500-2台、φ1200-3台、φ600-1台、φ450-3台、φ300-1台で、工期内完成に向け鋭意施工中である。