

VI- 122

シールド掘進機の性能と実証結果解析

(株)フジタ 門馬 進

(株)フジタ 古川 玲

1. はじめに

最近のシールド工事において自動姿勢制御システム、掘進管理システム等、自動掘進や各種計測システムが一般的に定着してきている。しかし、これら各種システムのデータに関して、工事施工中の掘削状態の確認データとしての活用はされているが、施工終了後のデータ解析はあまりされていないのが現状かと思われる。今回、「港南台シールド」の掘進管理システムデータを解析することで施工状態を振り返り、今後の施工、特にシールド機仕様の決定に関しフィードバックできる部分を探ってみる。

2. 「港南台シールド」工事概要

本工事の工事名称は、新港南台φ1350mm配水管(流出管)布設工事(その1)、発注者が、横浜市水道局、工事場所は、横浜市磯子区洋光台6-10-1～同港南区港南台8-4-3、工期は、平成1年8月28日～同4年7月31日、請負者は、フジタ・大日本・石田建設共同企業体、シールド機外径 φ2480mmの泥水式シールド工法により施工するものである。

3. 掘削断面の地質概要

掘削断面の地層は、初期が上総層群第2中里層、第1中里層で、中盤から到達にかけて上総層群第4、第3、第2、第1小柴層と変化する。大まかな地質の概要は、初期が細粒分含有率30～60%の泥岩、砂質泥岩、泥質微細砂を主体とし、掘進につれ細粒分含有率が減少する傾向にある。中盤は層相変化が激しくまた浮石を多量に混入する。終盤から到達は細粒分含有率が10～20%前後の細砂、微細砂を主体とし均等係数は5以下である。N値は全体を通して50以上である。

4. 掘進データ

掘進データを基に図-1に示す出来高図を作成した。なお、掘進管理システムのデータはジャッキストロークが、0, 300, 600, 900mm時点の各データを表示するが、今回はジャッキストローク600mm付近が掘削のいちばん安定した状態と判断し、その時点の数値を出来高図にプロットした。そのためデータとしてはそのリングの最大値でも平均値でもなく、たんにある時点をとらえた数値であることを明記しておく。

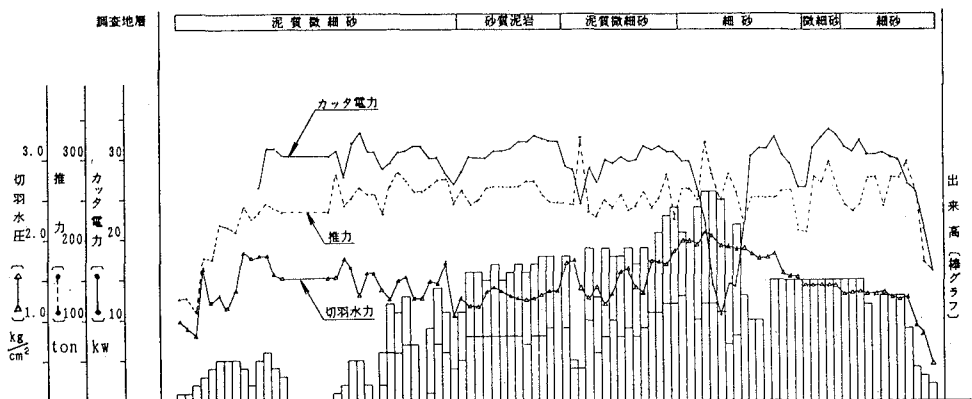


図-1 出来高図

5. データ分析

図-1 出来高図の折線グラフに注目して考察してみる。

カット電力に関し、距離程550～650m付近で著しく低下しているほかはほぼ安定した状態にある。ちなみにカット電力の単純平均値は28.81KWで、平均値に対するバラツキ度は約±4KWであった。この電力が低下した部分の地質は泥質部から細砂部に移行しており、切羽水圧も上昇していることから地山は緩い状態にあったと思う。事前地質調査ボーリングデータによるとこの部分の固結度は全体に低いとなっている。また、ジャッキスピードは60mm/min前後と本ルート掘削中最高のスピードがでており、掘削しやすい状態であったことを示している。このような地質で特に注意することは、地山の取り込みすぎであるが、この付近ではスリットの開度を頻繁に調整しているのが日報で報告されており、取り込みすぎに対し適切な対応がなされている。

推力はほぼ平均した状態を保っており、その単純平均値は246tonで、平均値に対するバラツキ度は約±38tonであった。グラフ上で2ヶ所程一時的に突起した部分があるが、これはデータ抽出時に方向修正等なんらかのジャッキ操作が行われたものと思われる。また、今回の地山は2通りの地層に大別されることがグラフより伺える。距離程550mより前半が泥岩、泥質分を含んだ固い層と、後半の細砂層である。前半は地山が固く取り込みが安定しているため、推力もほぼ一定状態を示しているのに対し、後半の細砂層では取り込みを制御しての掘進が同われ、推力の変動も前半に比べ多い。このように地山によっては出来高が上がる反面、掘削の制御を十分行う必要があることをグラフは示していると思う。

切羽水圧は地山の変化に左右されているのがグラフの変化より伺える。泥質部、泥岩部では切羽水圧が平均値（1.47kg/cm²）を下回り、その逆に細砂部では切羽水圧が高くなっている。また、各層の境では一時的に切羽水圧が高くなっている。これより今回の地質は被圧水位が高く、また事前地質調査ボーリングデータにおおむね一致する地質形成になっていたのが切羽水圧から伺える。

6. 結果

今回収集されたデータをもとにシールド機の仕様を振り返る。

（カットトルク、駆動方式）：平均カット電力28.81kw、最大カット電力33kwと装備最大出力値44kwの65～80%負荷にて掘削が行われている。今回程度の掘削径では電動機の大きさ、配列等を考慮した場合、電動機の能力は十分であり、また作業環境上放熱量の少ない電動機駆動の採用も適切であったと思う。

（シールドジャッキ速度）：今回の最大値が65mm/min となっており、この2割増し程のジャッキ速度が装備としては必要かと思われる。今回の仕様は全数作動時で78mm/min となっており適性であったと思う。

（スリット）：取込み量の調整は地山の変化にともない結構頻繁に行われている。よってスリットは開度調整可能なタイプが望ましい。今回仕様では開度の調整は可能であるが、その状態を確認する流量計がシールド機内に取付けられているため即応性に欠けた。これら機器はシールド運転席に設けるのが適切かと思う。

（ビット）：掘削後のカットビットの摩耗は母材を含めてほとんどなかったが、先行、中央、外周保護の各補助ビットはチップの欠損こそ見られなかったものの母材の摩耗は相当量あった。よって今回のような地山で1km以上を連続して掘進する場合は、各種補助ビットの装備を事前に十分検討する必要があると思う。

7. おわりに

今回掘進管理システムのデータを分析し、施工状況を振り返ることにより、シールド機設計仕様の施工への適合性について考察を加えてみた。その結果シールド機の仕様は、施工にはほぼ適合していたことがデータの裏付けられたと思う。このことから今後このような施工データを揃えることにより、シールド機設計時の仕様検討に反映されることが可能かと思われる。