

# 砂礫地盤掘進中に想定外の地盤が出現した長距離泥水式推進における泥水管理

戸田建設(株) 正会員 竹田英樹、小野盛一

## 1. はじめに

本工事は、石川県金沢市が計画する合流式下水道改善事業の一環である。管種 HP、呼び径 1000、推進延長 L=665.44m の長距離泥水式推進工事である。本稿は、事前地盤調査結果から礫地盤対応型マシンにて掘進を開始したが、掘進途中から出現した砂礫と粘土の互層地盤への対応について報告する。

## 2. 土質調査

土質調査は、計画段階において Bor.No.1、No2、No.3 の 3 地点で行われており、いずれの地点でも Ag 層(沖積砂礫層)が確認されている。しかし、掘進していく中で管番号 No.80(195m)より掘削土に粘性土が現れた。当施工においては礫対応型掘進機を採用しており、粘性土に対応していないため日進量も大幅に低下した(砂礫層時平均ジャッキスピード:30mm/min,粘性土層時平均ジャッキスピード:8mm/min)。そこで、地形的に土質調査の可能な 2 地点において土質調査を行った。図-2 に既存土質調査(Bor.No.1、No.2)の結果及び追加土質調査(Bor.No.36+13、No.45)をもとに推定した地質断面図を示す。管番号 No.80(195m)から管番号 No.200(488m)まで、砂礫層と粘性土層の互層が続くと想定された。基準高は T.P+7.0m 付近で、平均土被りは 7.6m となっている。また、透水係数は、 $2.5 \times 10^{-2}(\text{cm}/\text{sec})$ である。

## 3. 施工方法

写真-1 は掘進機全景で、図-3 は掘進機の設計図である。当初の土質調査結果より最大粒径 640mm の巨石が想定され面盤は砂礫対応型のもので開口部幅 300mm、開口率 11%とした。ローラービットにより 1 次破碎を行い、ブレードクラッシャーにより 2 次破碎を行って掘削する。掘削外径は  $\phi 1,270\text{mm}$ とした。また、方向修正ジャッキによる計画曲角度は  $2.50^\circ$ となっている。推進設備の能力は、元押し設備 7,840kN(1,960kN\*4 本)、中押し設備 3,528kN(294kN\*12 本)\*3 段である。また、推進管の耐荷力は 50N 管で 3,760kN、70N 管で 5,070kN である。

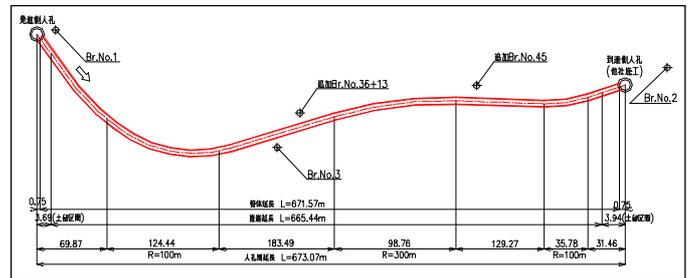


図-1 施工平面図

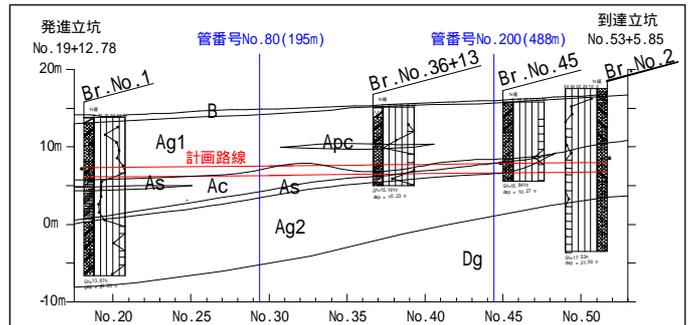


図-2 地質縦断面図

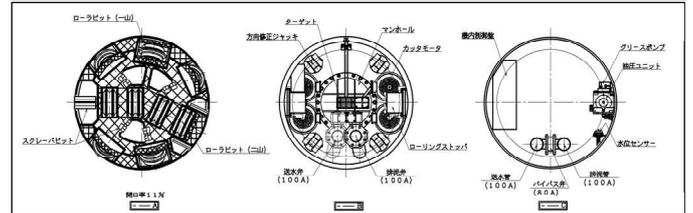
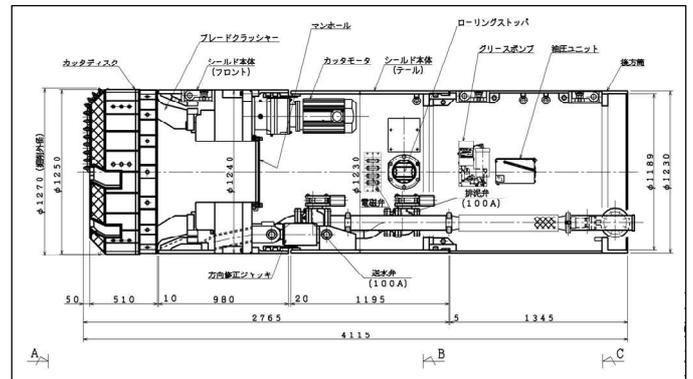


図-3 泥水式掘進機設計図



写真-1 泥水式掘進機

キーワード 泥水式推進, 長距離推進, アルティミット工法, 砂礫地盤, 呼び径 1000  
連絡先 〒920-0981 石川県金沢市片町 2-2-15 北国ビル 戸田建設(株)北陸支店土木部 TEL 076-231-4738

4. 施工結果

品質管理は、掘削時におけるジャイロコンパス・液圧差レベル計測装置、掘進終了後の推進管毎の自動測量システムを使用して行った。長距離推進であるため作業の効率化・省力化において多大な効果があり、工期短縮・品質向上につながった。図-4 に基準高の品質管理図、図-5 に蛇行の品質管理図を示す。基準高の品質管理値は±75mm で、管理基準値を±60mm(80%)とし、蛇行の品質管理値は±150mmで、管理基準値を±120mm(80%)とした。基準高においては、±40mm 以内で推移しており概ね良好な結果が得られた。また、蛇行においても管理基準値は達成しているが、3箇所ほど大きく差が生じる結果となった。これは、曲線造成中に掘進機が設計線形を描けなかったのが第一の原因と考えられるが、砂礫層と粘性土層の土砂の取込量の違いによる掘進機の傾きも一因として考えられる。

図-6 に掘削土量管理図を示す。掘削土量(残土搬出量)は、砂礫地盤であることを考慮して推進管1本あたり 4.3 m<sup>3</sup>(断面積 1.27 m<sup>2</sup>×管長 2.43m×1.4(ほぐし係数))を管理基準値とした。管番号 No.80(195m)から管番号 No.200(488m)にかけての掘削土量の減少は土質の変化によるものである。土質調査結果同様に発達立坑から管番号 No.80(195m)、管番号 No.200(488m)から到達立坑にかけては砂礫層(写真-2 左側(礫率 92%))であり、管番号 No.80(195m)から管番号 No.200(488m)にかけては砂礫層と粘性土層の互層(写真-4 右側(礫率 45%))が分布している。そのため推進中に掘削土が泥水に溶け込んでいき掘削土量が減少したものと思われる。またこの区間においては掘削中に泥水濃度が上昇したため、余剰泥水として 692 m<sup>3</sup>(計画汚泥処分 240 m<sup>3</sup>)汚泥処理を行った。

泥水管理は、比重(マッドバランス)、ファンネル粘性(ファンネルビスコメータ)にて行った。当施工において泥水管理は重要で、特に No.80(195m)から No.200(488m)付近の砂礫層と粘性土層の互層となった箇所では慎重に行った。砂礫地盤においては泥水比重 1.38、ファンネル粘性 50sec と非常に高濃度な泥水にて、粘性土地盤においては泥水比重 1.15、ファンネル粘性 25sec とほぼ水に近い低濃度な泥水にて掘削した。砂礫層から粘性土層、粘性土層から砂礫層への土質の変化域で泥水の選択を誤ると、地山の崩壊・泥水の地上奮発が起こる可能性がある。そのため掘削土量が減少しカッタートルクが 40A へ上昇していくと粘性土層、逆に掘削土量が増加しカッタートルクが 30A 付近で突発的な上昇が見られると砂礫層と判断し状況に応じて泥水を変化させていった。また日常管理として全線の地表面の沈下測定を行ったが最大沈下量で-3mm という結果となった。

5. おわりに

本工事においては、品質・安全においても良好な結果を得ることができた。今後は、計画段階における土質調査の精度を向上させて、事前に粘性土地盤の取込み不良及び巨石への対応の両面からの検討が必要である。

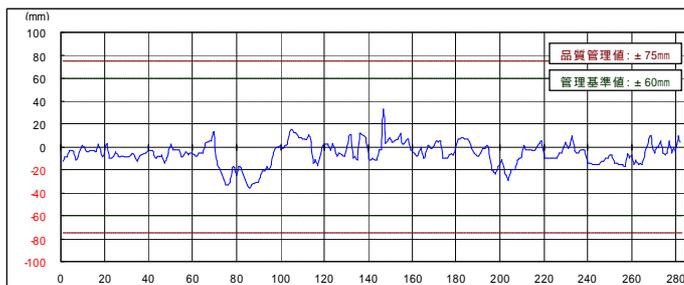


図 4 品質管理図(レベル)

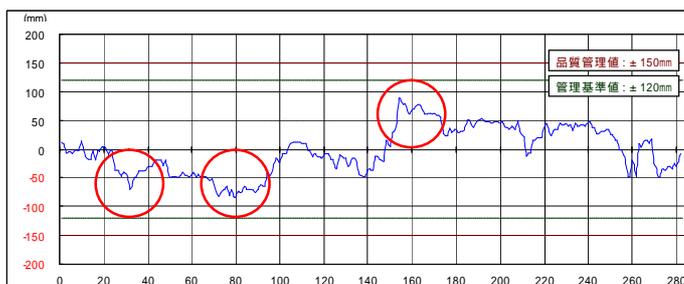


図 5 品質管理図(センター)

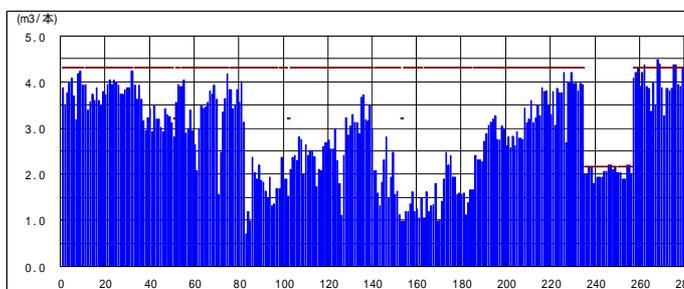


図 6 掘削土量管理図



写真 2 掘削土(礫・粘性土)