

III-21 高品位切羽安定システムの開発

大 豊 建 設 (株) 正会員 ○ 井上 正巳
大 豊 建 設 (株) 新谷 哲朗
住友重機械工業 (株) 土谷 征弘

1. はじめに

今や、シールド工事の大半を占めるに至った土圧式シールドは、シールドの大断面化、大深度化、建物の密集化に伴い、より一層の安全性が望まれ、確実な掘進管理が要求される。

土圧式シールドでは、「土圧による掘進制御」は連続的・リアルタイムに計測でき、「スクリーコンベアによる土量計測」は不確かで、「ズリ鋼車による土量計測」はリアルタイムに行えない。

高品位切羽安定システムは、切羽部分に最も近い位置で計測するため、スクリーコンベアの排土口に水分・密度計、フローメータを設け掘削土砂の湿潤密度・含水量ならびに土量を連続的・リアルタイムに計測管理し、切羽の安定制御を質的に向上させるシステムである。本文では、システムの概要と、シールド現場で実施した計測結果を報告する。

2. 装置の概要

本装置は図-1に示すように、シールド機のスクリーコンベア排土口に接続され10inch管の外周部分に設けられた、水分・密度計（写真-1）と、その前部の管路内に先端が5mm程挿入されたフローメータ（写真-2）から成る。

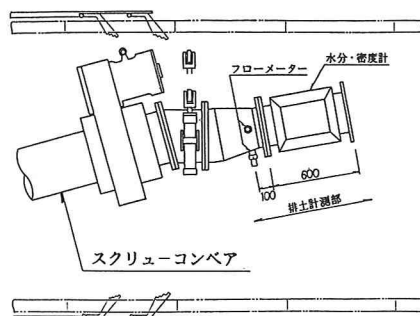


図-1 装置の概要

2-1. 水分・密度計

水分・密度計（透過型R I計器）は、その取扱いにおいて放射線防止法などの法的規制を受けない 100マイクロキュリー以下の低レベル密封線源を有する測定器で、水分計と密度計が一つの計器に組込まれたものである。

a) 水分計

水分測定には中性子（ ^{252}Cf ）を用いた水分計を用いる。水分計は、中性子と物質を構成する元素の水素原子核との作用により水分の含有量を求めることができ、これは土中での水素といえばほとんど水の構成元素として含まれていることを利用している。

原理は、線源と検出器の間にある土中の水素原子以外の重い原子核と衝突を繰返しながら透過してきた速中性子を検出し含水量を演算するものである。（図-2参照）

b) 密度計

密度測定には、ガンマー線（ ^{60}Co ）を用いた密度計を用いる。原理は、ガンマー線と物質との相互作用を利用している。土中に放射されたガンマー線と、土を構成する種々の電子との間に起る主にコンプトン効果（散乱とエネルギーの減少）を計測し、その相互作用の起る確率は、電子の数すなわち土の密度に比例する。よって一定時間に到達するガンマー線の数測定することにより、土の密度を推定することができる。（図-2参照）

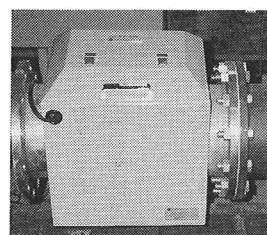


写真-1 水分・密度計

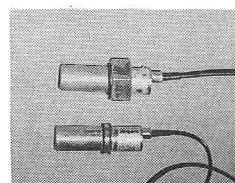


写真-2 フローメータ

2-2. フローメータ

フローメータの形状は、直径 $\phi 32\text{mm}$ 、長さ 110mm の円柱状で測定部に 5mm 程挿入すれば測定可能な状態になる。また、熱線式原理に基づいて製作されており、微小流速を測定可能にしたこと、操作が簡単なことを特徴とした流量計である。

内部には、掘削土砂の温度を計る温度計と、静止時に液温プラス 10 度となるようにヒータ回路を有した温度計から構成され、掘削土砂が移動し始めるとヒーター部の表面温度が低下する。その温度差が一定の温度となるように、ヒーターに電流を流し、その電流値を測定することにより流速を算定する。

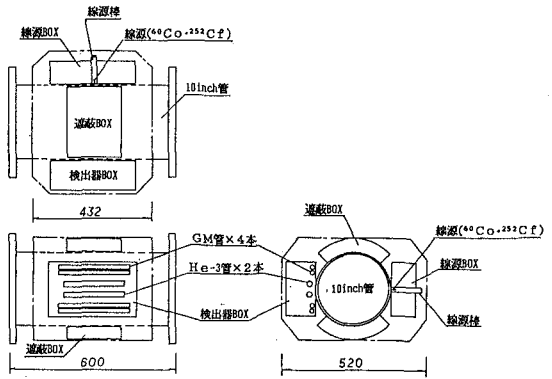


図-2 水分・密度計（透過型RI計器）

3. 施工時の計測結果

東京都水道局発注の送水管新設工事において、 $\phi 2.07\text{m}$ の泥土加圧シールド機のスクリュコンベアから排出される掘削土砂の湿潤密度・含水量・排土量を計測した。

掘進条件は、土被り 24m 、地下水位 $\text{GL}-8\text{m}$ で、 N 値が $30\sim 50$ の砂質土を掘進した。

本計測では、シールドの掘進速度が 3cm/min として計測部の 10inch 管での排土速度は 3.4cm/sec となる。この低流速での土量の連続計測、及び水分・密度計による、移動土砂の密度・含水量が連続的に計測できるかがポイントになる。

図-3、図-4に214R掘進時の水分・密度計による、湿潤密度・含水量の変化を示す。また、表-1にボーリングデータ、計測値、現場試験結果を示す。湿潤密度と含水量は良く対応しているが、現場計測結果の含水量が大きいのは、試料の採取が水分の浮きやすい揺すられたズリ鋼車の上部であったこと、作泥土材の注入によると判断した。

図-4に、ジャッキストローク、フローメータ、スクリュ回転数から求めた214Rの土量を示す。本リングでの掘削土量を、ジャッキストロークから求めると 2.58m^3 でフローメータでは 2.62m^3 を示しており誤差は2%程度になっている。また、三つの土量は、ほぼ同一線上で直線的に変化している。

	湿潤密度 gf/cm^3	含水比 %
ボーリングデータ	1.85	35.0
水分・密度計計測値 (平均値)	1.79	38.0
現場試験結果	1.75	44.5

表-1 計測データの比較

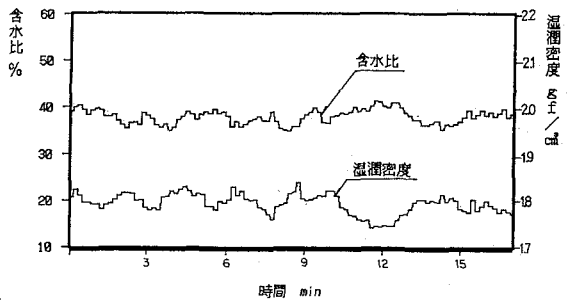


図-3 湿潤密度・含水比（214R）

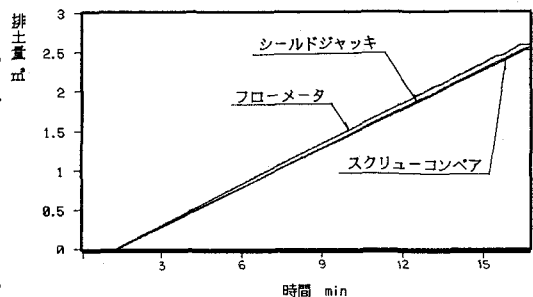


図-4 排土量の比較（214R）

4. おわりに

低速度での土砂の移動および、湿潤密度・含水量を連続的に、リアルタイムに計測できたことは、実施工においても十分掘進管理の指標となることが解った。今後、自動掘進装置に本システムを組み込み、より安全なシールド掘進システムの完成を目指したい。