

解説

# 推進力伝達材の圧縮量を計測し 施工管理に反映

ほんごう こうき  
本合 弘樹

戸田建設(株)  
土木技術統轄部  
土木技術部技術2課

## 1 はじめに

近年、推進工事の長距離施工や急曲線を含む線形の増加など、推進力が上昇しやすい条件の工事が増えている。推進力は先端抵抗力と推進管の周面摩擦力により決まるため、当然ではあるが長距離施工では推進距離に比例して周面摩擦力が増加していき推進力が上昇しやすい。また、曲線施工では推進力の曲線外側方向への分力がかかり、それが管外周面と地山との摩擦抵抗力の割増しにつながるため、長距離施工と同様に推進力が上昇しやすい要因となっている。

通常、推進力上昇による推進不能を防止するため、推進管外周へ滑材を注入し周面摩擦力を低減させるなどの対策工を施工しながら推進する。しかし、地下水流による滑材の流出・希釈や劣化などの外的要因、もしくは礫の噛み込み・胴締めなどの局所的な要因により推進力が上昇した場合、従来の推進管理データからは何が主たる原因なのか、推進管のどの辺りで大きく周面摩擦力が増加しているのかなど、問題となっている事象を把握することができなかった。推進力が上昇した場合の対策工は追加の滑材注入が主であるが、主たる要因や周面摩擦力増加の要因となっている場所が不明のため、推進管全体に満遍なく対策工を施工するしかないのが現状である。また、推進力上昇の原因が礫の噛み込みなどの局所的なものであった場合、無理に推進力

をかけ続けてしまうと推進管のひび割れ、あるいは破損につながってしまう（写真-1）。

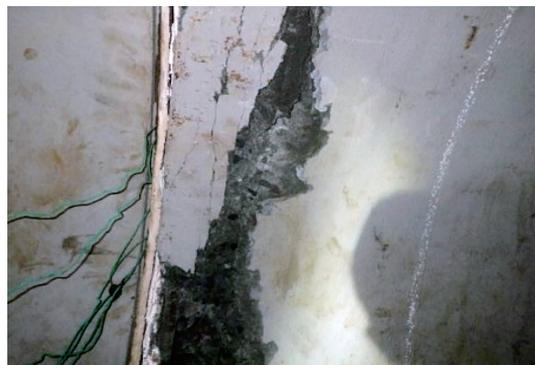


写真-1 推進管破損事例

そこで戸田建設(株)は、変位計を利用して推進力上昇の原因となっている場所を絞り込む方法を考案し、システム化を行った。本稿では、新規考案したシステム（以下、本システム）の概要と、実際に現場で実証施工を行った結果について紹介する。

## 2 考案したシステムの概要

推進工事では、推進力のスムーズな伝達、および主に曲線施工時の偏圧による推進管の損傷を防止するために、推進管同士の間には緩衝材（推進力伝達材）を配置することが一般的である。この緩衝材に着目し、推

進管同士をまたがるように変位計を設置して推進中に緩衝材の潰れ量を計測することを考えた（写真-2）。



写真-2 変位計設置状況

緩衝材は応力ひずみの関係が調べられているため、その関係を利用することで、変位計を設置した地点に作用している推進力を推定することができる。この推進力の推定を推進管内の複数断面において実施すると、計測断面間の推進力の差分が作用している周面摩擦力になると考えられるため、各区間の周面摩擦力の大小を比較して重点的な推進力低減対策を施工できるようになる。本システムの一連の流れを図-1に示す。

他にも、システム開発を進める中で、地表面への影響も抑制できることがわかった。従来は、元押推進力をかけ始めてから掘進機のカッタを回転し始めるタイミングについては、オペレータの感覚に依るところが大きかった。

その場合、もし推進力が掘進機まで到達する前にカッタ回転や土砂取り込みを開始してしまうと、地山が乱され地表面沈下につながる恐れがあり、反対に推進力が掘進機まで到達していてもカッタ回転や土砂取り込みを開始しないと、今度は地山が押し付けられ地表面隆起につながる可能性もあった。

そこで、本システムで設置した変位計のうち最も切羽に近い変位計の挙動を注視することで、その地点まで推進力が到達したことが確認できるため、カッタの回転制御や土砂取り込みタイミングを決める参考とすることができる。適切なタイミングで掘進機の制御を行うことで、推進中の地山への影響を最小限に抑えることが可能になると考える。

### 3 現場での実証実験

#### 3.1 実証実験の概要

本システムが現場で運用できるかを確認するために、当社の推進工事現場で実証実験を行った。適用した推進工事現場の概要は表-1および図-2に示すとおりである。掘削対象土質は千枚岩と呼ばれる変成岩で、ハンマで叩くと金属音を発するほど硬質である。緩衝材は発泡倍率2.0倍、厚さ10mm/枚の発泡ポリスチレン製推進力伝達材である。緩衝材の使用計画表を表-2に示す。本実証実験を行った時点では、緩衝材を上下

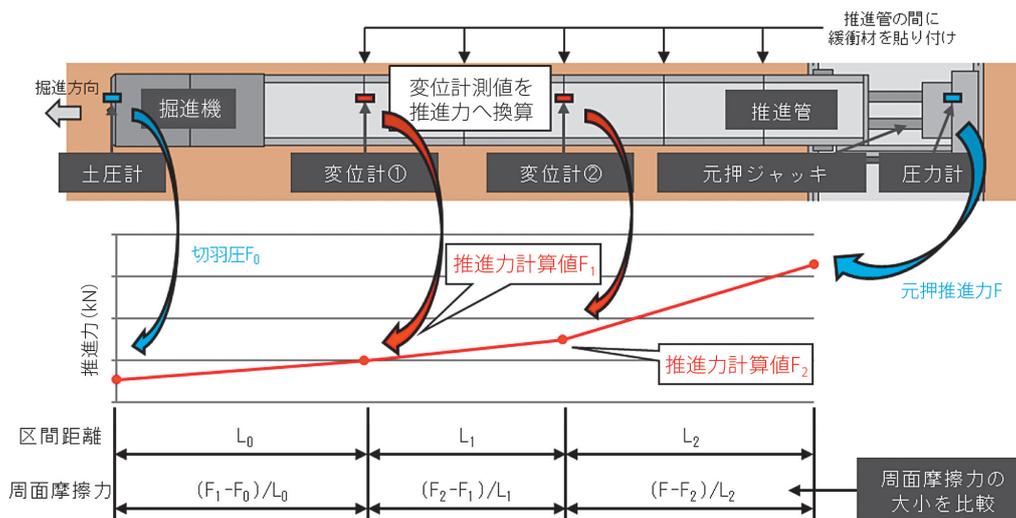


図-1 システム概要