

長距離・急曲線推進工事における推力伝達（その2）

－ひずみ計測による推進管の推力伝達メカニズム－

東京ガス(株)	正会員	矢島 英邦
○佐藤工業(株)	正会員	宮田 信二
佐藤工業(株)		藤井 信也
機動建設(株)		中野 正明

1. はじめに

推進工事においては、基本的に推進とともに追従するヒューム管がそのまま永久構造物（本設）としての機能を求められる場合が多い。しかしながら、推進途中においては地盤や線形の影響等、さまざまな要因により局部的な偏荷重や集中荷重が作用し、ヒューム管の本設としての機能に影響を及ぼす懸念がある。これに対し、現状の管理手法としては、元押し推力のみに依存した管理が主流である。筆者らは、前報において地盤や線形が元押し推力に与える影響について示した。本報では、ヒューム管に実際に発生しているひずみ（応力）を計測することにより、推力伝達メカニズムの把握を試みた。

2. 計測概要

本計測の目的は、表-1に示すとおり、曲線（平面線形：R50、縦断線形：R200）通過時のヒューム管に発生する応力分布を把握することである。

表-1 計測目的

設置断面	最終位置	設置目的
A	R50 S字通過	全ての曲線通過時の挙動の把握
B	R50 S字手前	AB間(S字曲線)での消費推力の把握
C	VC200 通過	BC間(縦断曲線)での消費推力の把握
D	発進より 50m	最終的なヒューム管のひずみ応力の把握

図-1に示す最終計測位置において、急曲線（R=50mS字）の始点・終点と、R=200mバーチカル終点、および発進から50m付近の計4箇所（A～D断面）となるよう配置し、各々の箇所において、図-2に示すとおり各6ヵ所×2列のひずみ計測を軸方向・周方向について測定した。ひずみゲージは、ポリエステル樹脂をベースにした箔ゲージを同成分の接着材によりヒューム管内部の表面に貼付する方式とした。これより得られたひずみと、実際に使用したヒューム管を用いたコンクリートの静弾性係数試験結果（図-3参照）より応力および推力を算出し、元押し推進ジャッキ荷重（油圧）から算出した推力と比較するものとした。

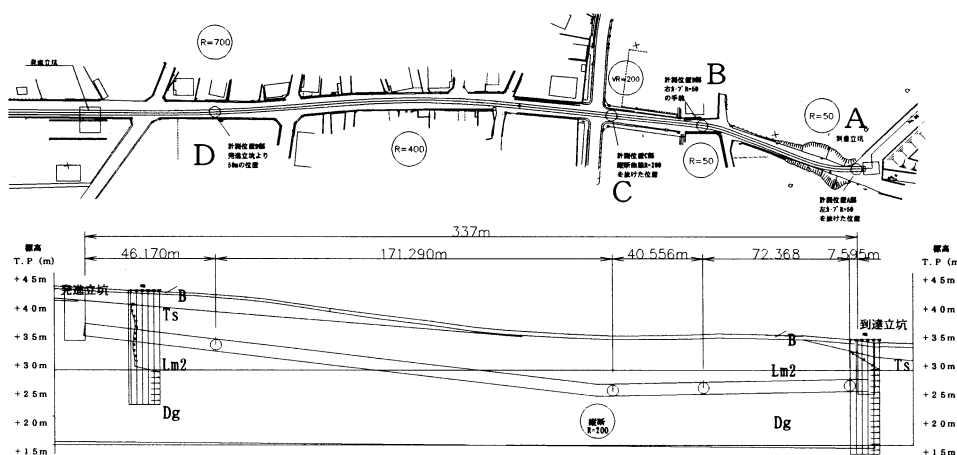


図-1 最終計器設置位置図

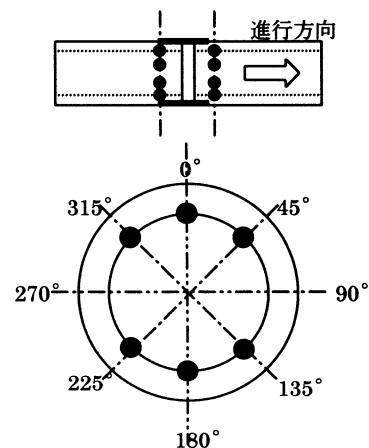


図-2 計器設置平面・断面図

3. 計測結果および考察

3-1 軸方向応力

A・B・D各々の断面が、図-4に示す位置を通過する際の管軸方向のひずみを表したのが図-5である。

キーワード：推進工法，ヒューム管，急曲線，推力伝達，ひずみ計測

連絡先：佐藤工業(株) 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 tel：03-3661-4794 fax：03-3668-9484

また、図-3の結果より、ヒューム管に発生するひずみは許容耐荷力 17.5N/mm² より約 400 μ 、局部的には設計基準強度 70.0N/mm² より約 1600 μ までとなる。

各々の断面に発生するひずみは、(先端抵抗力) + (切羽～測定断面までの管外周抵抗力) によるため、坑口に近い程大きく表れると考えられる。図-5、図-6の測定結果からも A < B < C < D の順で管に発生するひずみ量は大きくなっている。

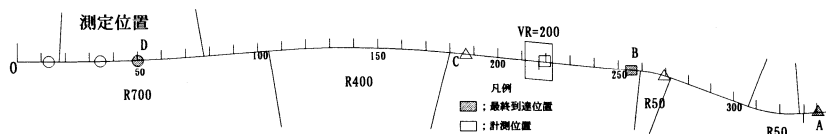


図-4 計測位置図

次に直線および曲線通過時のひずみ分布について考察を示す。

A断面 (△) ; 180m付近の直線と 270m付近の R50 を通過する際の比較である。ひずみの傾向にほとんど差異は認められない。このことは推力伝達材 (以下: センプラリングと称す) が有効に働き、急曲線においてもスムーズな応力伝達が成されていることを示す。

B断面 (□) ; 縦断曲線通過時の応力伝達を示すものである。ひずみは曲線内側である上部中央へ 1 点集中している。この点のひずみは、許容耐ひずみ 400 μ の 1.5 倍である 600 μ の値を示した。設計基準強度相当のひずみ 1600 μ 未満ではあるが、縦断曲線においては曲線内側への応力集中は避けられないことが確認された。

D断面 (○) ; 到達直前の推力負担が大きい D 断面の直線と曲線の比較である。曲率半径の大きい R700 (左カーブ) においても、左側 (225°・315°) のひずみが増大していることから、センプラリングのつぶれ量が最大域に達し、曲線内側へも応力配分が発生している。

3-2 元押し推力との比較

最初の R50 を通過した位置における、推進中のひずみと推力の遷移を図-6に示す。また、ひずみより換算した推力、管外周抵抗および位置関係を図-7に示す。この結果、管外周抵抗は粘性土が 0.186tf/m² 以下、砂礫土は 0.389tf/m² 程度と推測できる。また、推進中の挙動として、線形等の要素により推力が移行する傾向が見られた。換算推力 821ton に対し、元押し推力 843ton とほぼ等しい値であることより、ひずみ計測は有効といえる。

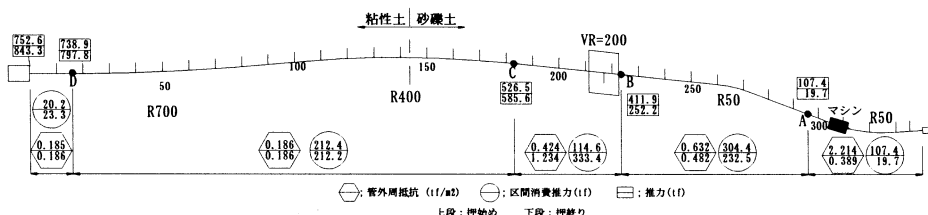


図-7 換算推力および管外周抵抗図

4. おわりに

今後、同様な計測をさらに実施し、多様な条件下でのデータ蓄積を行い、合理的な設計手法の確立に努めたいと考える。

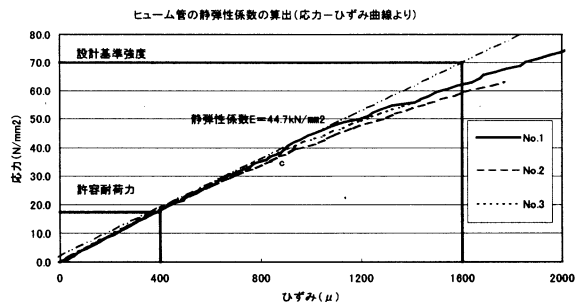


図-3 静弾性係数試験結果

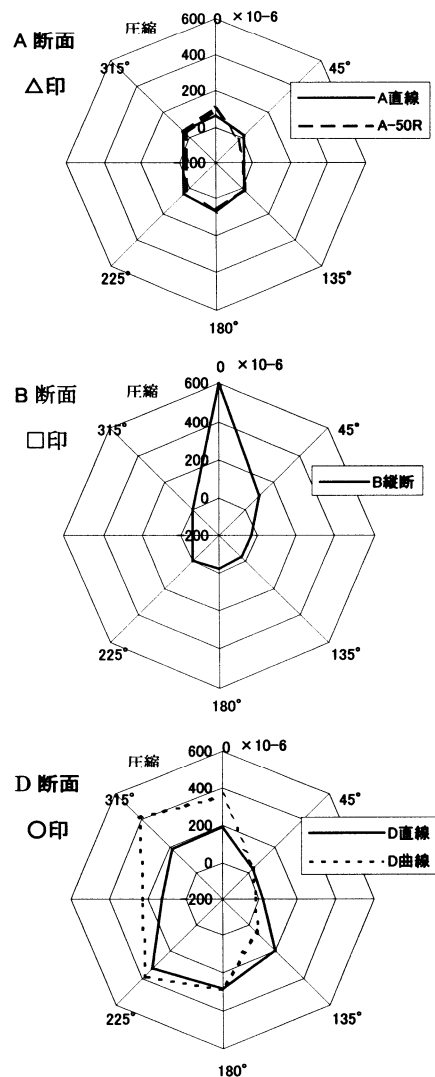


図-5 管軸方向ひずみ遷移

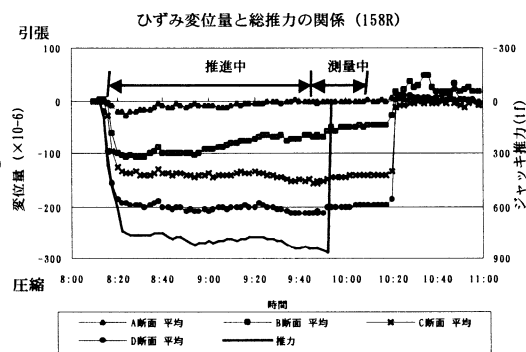


図-6 ひずみ変位量と総推力の関係