

V-394

曲線推進用コンクリート管の直押時の力学的挙動

茨城大学大学院	学生員○吉田 淳	三井雅一
茨城大学工学部	正会員 福沢公夫	
中川ヒューム管工業	正会員 服部恵光	
奥村組土木興業株式会社	正会員 岡本泰彦	藤原一博

1. はじめに

近年、都市では都市景観を考慮し、電力ケーブルなど様々なケーブルの地中埋設が進行している。一般にはシールド工法により施工されることが多いが、建設費の高いことが問題となっている。そこで、コストダウンを目的として下水道工事で用いられる推進工法の利用が考えられる。しかし、ケーブルの埋設には、より自由な曲線を描かなければいけない。そのため、管の可とう性を増すため、管に数カ所可とう部を設けるとともに、クッション材の材質および配置を工夫した推進工法が考案されている。ここでは、クッション材の存在がコンクリートの応力に及ぼす影響を検討するため、推進管の直線押し載荷試験を行い、その挙動を検討した。

2. 試験概要

本研究で対象とする推進管は、所要の曲げ角度に応じて管体数カ所にクッション材を配置した可とう部を設け、1本の管でありながら数本の管を接合したものと同様とすることにより、変形しやすくしたものである。さらに、曲がるとき圧縮となる部分のクッション材を厚く配置し、クッション材位置における曲がりも大きくなるように工夫している。

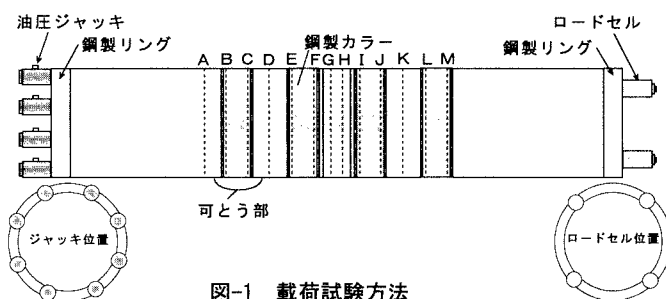


図-1 載荷試験方法

夫している。試験は、図-1に示すように、呼び径 1500mm、壁厚 140mm の管2つを接合して行った。片側から8本の油圧ジャッキにより、推進管の片側から載荷し、油圧ジャッキと反対側に設置したロードセルにより荷重を計測した。ひずみの計測は、ワイヤストレインゲージ（ゲージレングス 60mm）を用い、可とう部付近を重点的に計測した。可とう部については、厚さ 5mm のクッション材を上下部で6枚、左右部で9枚、その中間に7枚配置した。なお、クッション材の外側には止水用ゴム輪を配置し、さらにそのゴム輪の外側に保護用の鋼製リングを配置した。

3. 実験結果

図-2に可とう部の詳細を示す。図に示す推進管の断面AおよびBの圧縮応力を、荷重 1.96MN 時および荷重 7.84MN 時について図-3に示す。図から分かるように、クッション材から 300mm 離れた断面Aでは、荷重 1.96MN 時および荷重 7.84MN 時ともほぼ均等に圧縮応力が現れている。しかしながら、クッション材から 100mm と近い位置である断面Bでは、管の上部および下部の応力が左右の

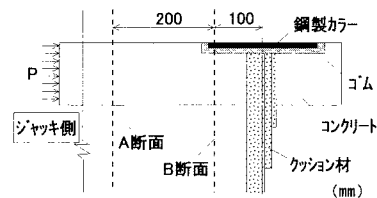


図-2 可とう部の詳細

キーワード：曲線推進工法、クッション材、推進管

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL：0294-38-5162 FAX：0294-38-5268

位置より大きくなる。これは、前述のように、クッション材の配置は可とう部で管が曲がりやすくなるようにクッション材の枚数を変化させているためであると考えられる。ここでは示さないが、他のクッション材近傍の断面においても図-3（b）に示されるような傾向が確認された。

4. 可とう部での圧縮応力の算定

図-4に本実験に用いたクッション材の応力

ひずみ関係を示す。図から分かるように、本実験におけるクッション材は非線形挙動を示すため、3つの直線で表した。

クッション材近傍の応力の算定概念を図-5に示す。図のように、クッション材の厚さ t が変化する部分をそれぞれⅠ、ⅡおよびⅢとした。各クッション材の部分に生じる応力をクッション材のみが変形するものとして求め、それぞれを $\sigma_I(x)$ 、 $\sigma_{II}(x)$ および $\sigma_{III}(x)$ とした。各クッション材面積を A_I 、 A_{II} および A_{III} としたとき、式-1に示すように、各応力との積の総和と推力 P とのつり合いを考え、圧縮変位量 x を算定した。クッション材の応力はひずみに応じて求めた。

$$P = \sigma_I(x) A_I + \sigma_{II}(x) A_{II} + \sigma_{III}(x) A_{III} \cdots (1)$$

ここに、 A_I 、 A_{II} および A_{III} ：各クッション材の接地面積（ mm^2 ）

$\sigma_I(x)$ 、 $\sigma_{II}(x)$ および $\sigma_{III}(x)$ ：各クッション材位置における圧縮応力（MPa）

$$\text{たとえば、} \sigma_{II}(x) \begin{cases} = E_1 \frac{x}{t} & (0 < x \leq 15) \\ = 10 + E_2 \frac{x-15}{t} & (15 < x \leq 19.5) \\ = 20 + E_3 \frac{x-19.5}{t} & (19.5 < x < 30) \end{cases}$$

t ：クッション材厚（mm）

x ：圧縮変位量（mm）

E_n ：クッション材弾性係数、 $n=1,2,3$ （MPa）

図-6に可とう部近傍における実験値と式-1により得られた計算値との比較を示す。Ⅰ（クッション材が厚い位置）においては、実験および計算ともに線形の傾向を示す。Ⅲ（クッション材が薄い位置）においては、荷重 5MN あたりから圧縮応力が増加する傾向が実験において確認された。式-1の計算では、Ⅲの部分はクッション材が薄いことで圧縮率が他の部分より高くなり、実験値の傾向と同様に 5MN を越える付近にて図-4に示す2番目の領域となるため、圧縮応力の増加が示された。

5. まとめ

- (1) 可とう部近傍のコンクリートの圧縮応力は、クッション材の圧縮程度がクッション材が薄い位置の方が大きくなる。
- (2) 変形はクッション材のみに生じると考えることにより、可とう部のコンクリートの応力を算定することができる。

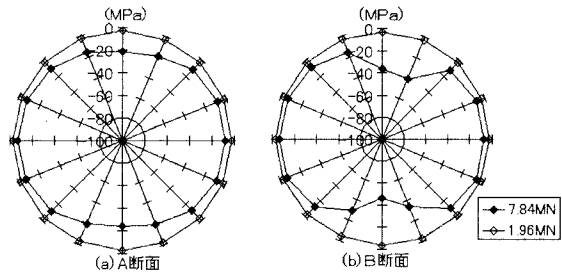


図-3 軸方向圧縮応力分布

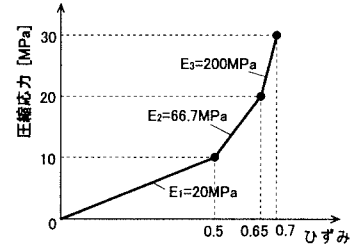


図-4 クッション材の物性

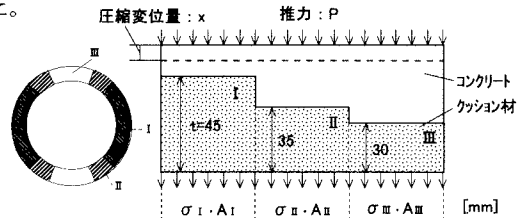


図-5 計算概念図

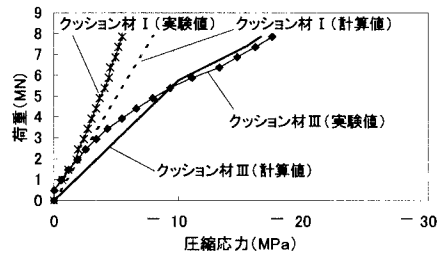


図-6 実験値と計算値の比較