

茨城大学大学院	学生員	三井雅一
茨城大学工学部	正会員	福沢公夫
全国ヒューム管協会		三岡善平
全国ヒューム管協会	正会員	服部恵光

1. はじめに

近年、都市の中で行われる下水道工事には周辺住環境を考慮し推進工法が広く用いられている。推進工法は、管自体を後方からジャッキにより押し込むため曲線部を含む施工に難点があるが、先行推進管に鋼製カラーを製造時に固定することを含む多くの工夫により、現在では施工精度の高いカーブ推進が可能となっている。しかしながら、これまで管の継手として用いられる鋼製カラーの厚さおよび推進時の止水用ゴム輪位置は経験的に定められ、その算定に関して確たる根拠はない。本研究では鋼製カラーの挙動をモデル試験体の曲げ変形試験により計測を行い、3次元FEM解析により再現し、その解析結果より理想的な鋼製カラーの厚さとゴム輪位置の提案を行う。本報では、接合および曲げ変形試験について述べる。

2. 試験概要

推進工法に用いる管接合部の構造は、図-1に示すように管の継手には鋼製のカラーが用いられている。その鋼製カラー内面には止水用ゴム輪および接合面には推進力を均等に伝達するためにクッション材が配置されている。鋼製カラーには、初期段階として推進管接合時にゴム輪が圧縮される。その影響を保持した状態でカーブ推進は図-1に示すように曲げ角度が生じ、曲がり方向側にあるゴム輪は、より圧縮され、鋼製カラーにはその反発力により応力が付加される。また、反対側においては管の抜け出しが生じゴム輪は接合時に生じていた圧縮量が解放される挙動を示す。

図-2のように PC 鋼棒により軸力を管に作用させることで推進力を表現することとした。また、カーブ推進時の曲げ角度は曲げモーメントを作用させることで発生させた。

ひずみの計測は、ゴム輪設置位置および鋼

製カラー頂底部を重点的にワイヤストレインゲージにて行い、曲げ角度は管の沈込み量と拔出し量の測定結果より算定した。本研究では、対象を大口径推進管の呼び径 2600mm としたが、試験では呼び径 800mm の同形状推進管を縮尺モデルとして用いた。この縮尺率より鋼製カラー厚は現状の 3.2mm、1/2 の 1.6mm およびさらに薄い 1.2mm の 3 水準を

設定した。また、ゴム輪位置は図-3に示すように①、②の位置および両位置（①+②）に配置する試験の 3 水準として試験を行った。曲げ変形試験では、軸力の影響も検討すべく 50kN から 200kN まで 50kN 間隔で測定を行った。

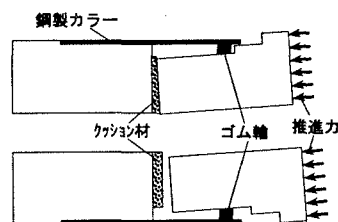


圖-1 推進管接合部

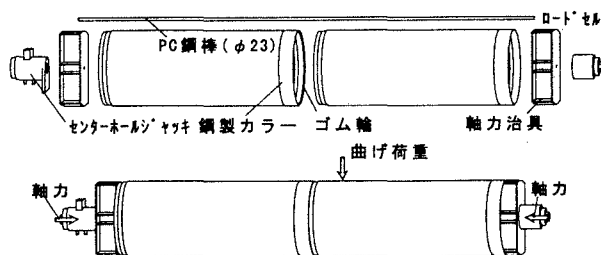


図-2 曲げ変形試験方法

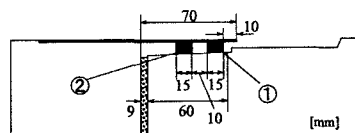


図-3 ゴム輪位置

キーワード：曲線推進，推進工法，鋼製カラー，曲げ変形

連絡先：〒316 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL:0294-38-5162 FAX:0294-35-8146

3. 試験結果

試験結果を、接合時の鋼製カラーの挙動と曲げ変形時の挙動を分けて以下に示す。

3-1 接合時の鋼製カラーの挙動

図-4に接合時にゴム輪設置位置①に生じる軸方向（軸力作用方向）および周方向応力の試験結果を示す。両応力は、測定によって得られるひずみを2軸応力下の応力算定式を用い算定を行った。また、測定ではゴム輪位置において全周に8つの測点を設置した。図では、その測点の応力を平均して示している。図から分かるように鋼製カラーの厚さと発生応力には線形関係が確認できる。またゴム輪位置による影響は①と①+②の発生応力はほぼ等しくなり②のみの設置では応力がほとんど生じなかった。

3-2 曲げ変形時の鋼製カラーの挙動

図-5に鋼製カラー厚 1.6mm の場合の軸力を変化させるときの、曲げ角度と鋼製カラー頂部の軸方向応力の関係を示す。図から分かるように、200kN の軸力を作用させた試験結果は他の場合と若干異なっているが、軸力の影響は本研究の範囲ではほとんど無いと考えられる。この傾向は他の試験結果についても言えることから、曲線推進時において鋼製カラーの挙動を考慮する際には推進力の大きさに影響されないとと言える。

図-6に曲げ変形時における鋼製カラー厚を変化させるときの曲げ角度と管頂部における軸方向応力の関係を示す。図に示す値は軸力が 50kN の試験である。カラー厚が薄くなると発生する応力が増加する傾向が確認できる。とくに鋼製カラー厚 1.2mm では大きな応力が発生している。なお、管頂部の周方向応力は軸方向と同様の引張応力が生じている。また管端部には管頂部と逆に圧縮応力が軸方向および周方向に生じている。

曲げ変形時におけるゴム輪位置が曲げ角度と鋼製カラー頂部の軸方向応力に及ぼす影響を図-7に示す。図では、図-6と同じく軸力 50kN 作用させた試験結果である。図から分かるように、ゴム輪を2本設置した①+②の状態が一番大きい応力を生じている。また、ゴム輪を鋼製カラー取付位置の近くに設置した②の試験結果では、接合時と同様にカラーにほとんど応力が発生していないことが分かる。この傾向は周方向応力についても確認している。この挙動は、曲げ変形時には図-1に示すように管頂部では、カラー取付位置に近いほどゴム輪は圧縮されないことから説明できる。

4. まとめ

推進管の曲げ変形試験を行い、鋼製カラーの厚さの影響とともにゴム輪位置の影響が大きく作用することを確認された。また、軸力つまり推進力の鋼製カラーに与える影響は本研究の範囲内ではほとんどないことが分かった。今後、3次元FEM等による解析により安全で経済的な鋼製カラーの厚さおよびゴム輪位置の提案の報告を行いたい。

参考文献

中本至：推進工法のすべて，理工図書，1986。

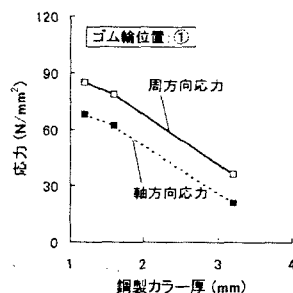


図-4 接合時の挙動

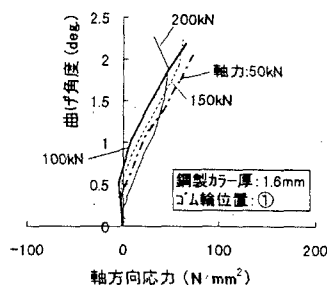


図-5 軸力の影響

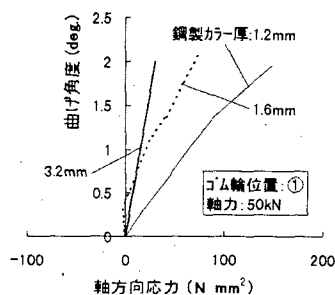


図-6 鋼製カラー厚の影響

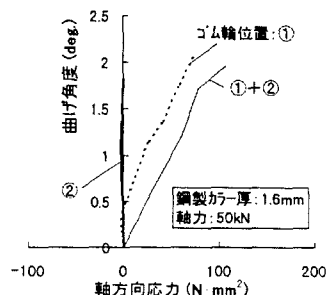


図-7 ゴム輪位置の影響